

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE POPULAIRE

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

Université des Sciences et de la Technologie Mohamed boudiaf d'Oran

Faculté des sciences
Département d'informatique

MEMOIRE DE MAGISTER EN INFORMATIQUE

OPTION: GENIE SPATIAL

Thème:

APPLICATION DE LA MORPHOLOGIE MATHÉMATIQUE AUX
CLASSIFICATIONS AUTOMATIQUES ET AU TRAITEMENT
D'IMAGES SATELLITAIRES.

Présenté par :

Mr **BELMADANI Abderrahim**

JURY :

Président :	Mr. A. BENYETTOU	Maître de conférence (U.S.T.O.)
Rapporteur :	Mme. H. IZABATENE FIZAZI	Chargé de recherche (U.S.T.O.)
Examineur :	Mr. M. AMEZIANE	Maître de conférence (I.T.O.)
Examineur :	Mr. M. AYACHI	Maître de conférence (U.S.T.O.)
Examineur :	Mlle. N. BENAMRANE	Chargé de recherche (U.S.T.O.)
Examineur :	Mr. T. IFTENE	Chargé de recherche (C.N.T.S.)
Examineur :	Mr. OUSSEDIK	Chargé de recherche (C.N.T.S.)

JUIN 2000

SOMMAIRE

CHAPITRE 0 : INTRODUCTION GENERALE.....	1
--	----------

CHAPITRE I : PRINCIPES ET BASES PHYSIQUES DE LA TELEDETECTION

I. Bases physiques de la télédétection.....	3
I.1. Définition.....	3
I.2. Rayonnement électromagnétique.....	3
I.2.1. Introduction.....	3
I.2.2. Définition.....	3
I.3. Quelques propriétés des ondes électromagnétiques.....	4
I.3.1. Emission.....	4
I.3.2. Absorption.....	4
I.3.3. Réflexion.....	4
I.3.4. Transmission.....	5
I.3.5. Diffusion.....	5
I.4. Le spectre électromagnétique.....	6
I.5. Concepts et lois en radiométrie.....	6
I.5.1. Repérage d'une direction dans l'espace.....	6
I.5.2. Angle Solide.....	8
I.5.3. Notions de radiométrie.....	9
I.6. La notion d'émissivité des corps.....	9
I.6.1. Définition du corps noir.....	9
I.6.2. Notions sur les corps réels.....	10
I.7. Influence de l'atmosphère.....	10
II. Imagerie satellitaire.....	10
II.1. Introduction.....	10
II.2. Système d'acquisition.....	11
II.2.1. Les capteurs.....	11
II.2.2. Les différents types de capteurs.....	11
II.3. Les satellites.....	12
II.3.1. Introduction.....	12
II.3.2. Les différents types de satellites.....	12
II.4. Système de mesure.....	13
II.4.1. Configurations.....	14
III. Différents systèmes de mesures.....	16
III.1. Le système SPOT.....	16
III.2. Le système METEOSAT.....	17
III.3. Le système LANDSAT.....	18
IV. Analyse et traitement de l'image.....	19
IV.1. L'image.....	19
IV.2. Applications de l'imagerie.....	19
IV.3. Les différents traitements appliqués à l'image.....	19
IV.3.1. Les traitements de corrections.....	19
IV.3.2. Les traitements de restauration.....	22
IV.3.3. Les traitements d'amélioration.....	23
IV.3.4. Le modèle numérique de terrain.....	24
V. Conclusion.....	25

CHAPITRE II : CLASSIFICATION AUTOMATIQUE

I. Introduction.....	26
II. Objectifs de la classification.....	26
III. Classification supervisée.....	27
III.1. Méthodes métriques.....	27
III.2. Méthodes statistiques.....	28
IV. Classification non supervisée.....	29
IV.1. Méthodes globales.....	30
IV.1.1. Techniques statistiques.....	30
IV.1.2. Techniques métriques.....	30
V. Procédures locales.....	31
V.1. Détection de modes par des maxima locaux.....	32
V.2. Analyse de la convexité.....	32
V.3. Extraction de contours.....	33
V.4. Détection de modes par la morphologie mathématique.....	33
VI. Les réseaux de neurones.....	33
VII. Conclusion.....	34

CHAPITRE III : TRAITEMENTS D'IMAGES & SEGMENTATION

I. Traitement d'images.....	35
I.1. Introduction.....	35
I.2. Techniques de traitement d'images.....	35
I.2.1. Restauration d'image.....	35
I.2.2. Compression d'image.....	35
I.2.3. Amélioration d'image.....	36
I.2.4. Segmentation d'image.....	36
I.3. Classification fonctionnelle des algorithmes de traitement d'images.....	36
I.3.1. Fonction image \rightarrow image.....	36
I.3.2. Fonction image \rightarrow paramètres.....	36
I.3.3. Fonction image * image \rightarrow image.....	37
I.3.4. Fonction image * masque \rightarrow image.....	37
I.4. Niveau d'abstraction des problèmes de l'imagerie.....	40
II. Segmentation d'image.....	41
II.1. Introduction.....	41
II.2. Définition.....	41
II.3. Méthodes de segmentation.....	41
II.3.1. Seuillage.....	42
II.3.2. Segmentation par détection de contours.....	45
II.3.3. Segmentation par régions.....	48
II.3.4. Segmentation par détection de lignes extrémales.....	51
II.3.5. La méthode de relaxation.....	51
II.3.6. Segmentation par la morphologie mathématique.....	52
III. Conclusion.....	53

CHAPITRE IV : LA MORPHOLOGIE MATHEMATIQUE

I. Introduction.....	54
II. Notion d'élément structurant.....	55

III. La morphologie binaire.....	56
III.1. La dilatation.....	56
III.2. L'érosion.....	57
III.3. L'ouverture et la fermeture.....	58
III.3.1. L'ouverture.....	59
III.3.2. La fermeture.....	59
III.4. Transformations morphologiques à éléments structurants multiples.....	60
III.4.1. Transformation en tout ou rien.....	60
III.4.2. Notion de transformation morphologique à éléments structurants multiples.....	62
IV. La morphologie à niveaux de gris.....	63
IV.1. Surface sommet d'un ensemble.....	63
IV.2. Ombre d'une surface.....	64
IV.3. Transformations morphologiques à niveaux de gris.....	65
IV.3.1. La dilatation.....	65
IV.3.2. L'érosion.....	65
IV.3.3. L'ouverture et la fermeture.....	66
IV.3.4. La transformation chapeau haut de forme.....	66
IV.3.5. La différence érosion.....	68
V. Conclusion.....	69

CHAPITRE V : PRETOPOLOGIE MATHEMATIQUE

I. Introduction.....	70
I.1. Les lignes extrémales.....	70
I.1.1. Définitions des lignes extrémales.....	70
I.1.2. Caractérisation des lignes extrémales.....	70
I.1.3. Classement des méthodes de détection des lignes extrémales.....	71
I.2. Introduction à la prétopologie.....	72
II. Espaces prétopologiques.....	72
II.1. Définition.....	72
II.2. Les différents types d'espaces prétopologiques.....	72
II.3. Germination.....	73
II.4. Notion de fonction structurante.....	74
II.4.1. La fonction de gris.....	74
II.4.2. Définitions et propriétés des opérateurs.....	74
III. Méthode de détection de lignes de crête.....	76
III.1. Définition d'une ligne de crête.....	76
III.2. Détection de lignes de crête.....	76
III.3. Le principe de la détection.....	77
IV. Conclusion.....	83

CHAPITRE VI : DETECTION DE MODES PAR LA MORPHOLOGIE MATHEMATIQUE

I. Introduction.....	84
II. Transformation des données initiales en un ensemble discret d'éléments à valeurs binaires.....	85
III. Extraction des modes par analyse morphologique de la connexité.....	89
III.1. Détermination des domaines modaux par analyse morphologique de la connexité dans les vallées CV	90

III.1.1. Principe général.....	90
III.1.2. Définition de la famille structurante <i>CV</i>	90
III.1.3. Transformation morphologique associée à la famille structurante <i>CV</i>	91
III.2. Détermination des domaines modaux par analyse morphologique de la connexité dans les régions modales <i>CM</i>	98
III.2.1. Principe général.....	98
III.2.2. Définition de la famille structurante <i>CM</i>	98
III.2.3. Transformation morphologique associée à la famille structurante <i>CM</i>	99
IV. Ajustement du pas de discrétisation.....	101
V. Conclusion.....	102

**CHAPITRE VII : APPLICATION DE LA MORPHOLOGIE MATHÉMATIQUE AU
TRAITEMENT D'IMAGES STELLITAIRES**

I. Introduction.....	103
II. Combinaison de la morphologie et de la prétopologie.....	103
III. Résultats pratiques.....	108
IV. Conclusion.....	112

CHAPITRE VIII : CONCLUSION GÉNÉRALE.....	113
---	------------

RESUME

L'exploitation des images satellitaires a naturellement conduit à les partitionner en régions distinctes. Ceci c'est avéré indispensable pour pouvoir reconnaître les cultures, effectuer la prospection géologique et minière ou faire le suivi des végétations. Ce sont les techniques de la classification automatique qui furent d'abord appliquées aux images satellitaires. Ensuite, ce fut le tour des techniques de segmentation d'être appliqués à ces images. En utilisant l'outil de **la morphologie mathématique**, nous étudions ces deux types de techniques. En se plaçant dans le cas non supervisé et en appliquant les transformations de la morphologie binaire, nous essayons dans un premier temps de détecter les régions modales dans un échantillon de données générés artificiellement. Ce qui consiste en l'application de la morphologie mathématique aux classifications automatiques. Dans un deuxième temps nous appliquons la morphologie mathématique à niveaux de gris et binaire pour effectuer une détection de contours fermés. Nous proposons ensuite une nouvelle approche de segmentation basée sur la combinaison entre la morphologie mathématique et la prétopologie mathématique. Nous proposons d'appliquer la prétopologie mathématique pour effectuer un marquage des points appartenant à des lignes de crêtes afin de pouvoir adapter les transformations morphologiques à la structure topologique locale du point considéré. L'application de la morphologie mathématique en classification automatique a été testée sur des échantillons générés artificiellement. Quant à la combinaison de la morphologie mathématique et la prétopologie mathématique, nous l'appliquons à des images satellitaires (SPOT).

Mots clés : Télédétection, Classification automatique, traitement d'images et segmentation, morphologie mathématique, prétopologie mathématique, Discretisation.

ABSTRACT

While using images of satellites, we naturally try to partition them into different regions. This was indispensable to recognise cultures, making geological prospecting or studying the evolution of vegetables. The techniques of automatic classification were firstly applied to these images, then segmentation techniques were also applied. While using **mathematical morphology** tools, we study these two techniques. First, we use binary mathematical morphology to detect modal regions of distributions artificially generated, within the case of unsupervised classification. Then, we suggest a new approach of segmentation based on combination of grey scale morphology to mathematical pretopology. We propose the use of mathematical pretopology to have knowledge on the local topology of the pixels, so we can adapt the morphological operator. The results are closed contours representing the different regions of the image. In cluster analysis, we tested our approach on artificially generated data and in image segmentation we tested the new approach on spatial images (SPOT).

Key words : Teledetection, Automatic classification, image processing and segmentation, mathematical morphology, mathematical pretopology, discretisation.