

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

INSTITUT NATIONAL DE FORMATION EN INFORMATIQUE
Oued-Smar (Alger)

MEMOIRE

Pour l'obtention du diplôme D'ingénieur d'état en informatique

(Option : Systèmes Informatiques)

Thème

**Segmentation des images mammographiques par les
champs aléatoires de Markov pour la détection
des microcalcifications**

Organisme d'accueil : INI-CERIST

Réalisé par :

- Mr. OUZIRI Mourad
- Mr. BOUZOUADA Maaradj

Promoteur :

- Melle B. OUSSENA

PROMOTION : 1998

Résumé

La mammographie demeure la technique pour diagnostiquer les différentes affections de la glande mammaire. Elle sert non seulement à améliorer le diagnostic en cas d'anomalie clinique, mais elle permet aussi de dépister des cancers de petites tailles non palpables.

L'objectif de tout système radiographique est l'obtention d'une image de la plus haute qualité possible afin d'assurer la précision diagnostique la plus élevée.

L'objectif de notre travail est d'aider le praticien à mieux localiser les régions malsaines du sein. La modélisation de l'image par les champs aléatoires de Markov permet d'effectuer une segmentation d'images en zones homogènes séparées par des bords francs. Tous les modèles Markoviens exigent la minimisation d'une fonction d'énergie non convexe qui est résolue par les algorithmes aléatoires tel que le recuit simulé ou les algorithmes déterministes tel que l'ICM.

Mots clés : Mammographie, microcalcification, champs aléatoires de Markov, Maximum A Posteriori (MAP), régularisation, algorithmes d'optimisation.

TABLE DES MATIERES

<u>INTRODUCTION GENERALE</u>	1
------------------------------------	---

GENERALITES

1. IMAGE ANALOGIQUE ET IMAGE NUMÉRIQUE :	5
2. TYPES D'IMAGES.....	5
3. NIVEAU DE GRIS	5
4. HISTOGRAMME	6
5. CONTOUR	6
6. BRUIT	6
7. MAMMOGRAPHIE	7
8. CANCER	7

CHAPITRE 1 : LA MAMMOGRAPHIE

1. INTRODUCTION :	9
2. LE SEIN.....	9
2.1 ANATOMIE DU SEIN	9
2.2 PATHOLOGIE DU SEIN	11
3. LE MATÉRIEL :	12
4. MICROCALCIFICATION.....	13
4.1 DEFINITION	13
4.2 MORPHOLOGIE	13
4.3 LE NOMBRE ET LE GROUPEMENT:	14

CHAPITRE 2 : L'INFORMATIQUE ET L'IMAGERIE MEDICALE

1. TECHNIQUES D'IMAGERIE MÉDICALE	16
2. APPLICATION DE L'INFORMATIQUE EN IMAGERIE MÉDICALE	16
3. LES SYSTÈMES DE NUMÉRISATION DES IMAGES :	18
3.1 LA NUMÉRISATION DANS LA RADIOLOGIE CONVENTIONNELLE :	19
3.2 ÉCHOGRAPHIE (STANDARD NOIR ET BLANC)	21
3.3 ANGIOGRAPHIE ANALOGIQUE :	22
3.4 LA RADIOGRAPHIE NUMÉRIQUE	23
3.5 DÉTECTEURS PHOSPHOLUMINESCENTS A MÉMOIRE :	23
4. LES FORMATS DES FICHIERS IMAGES :	25
4.1 LE FORMAT BMP	25
4.2 LE FORMAT DXF	26
4.3 LE FORMAT GIF	27
4.4 LE FORMAT TIFF	27
4.5 LE FORMAT PCX	27

CHAPITRE 3 : FONDEMENTS DES CHAMPS DE MARKOV

1. INTRODUCTION :	29
2. PROBABILITÉ ET VARIABLE ALÉATOIRE :	29
2.1 PROBABILITÉ	29
2.2 VARIABLE ALÉATOIRE	29
2.3 DISTRIBUTION	30
2.4 DENSITÉ	30
2.5 L'ESPERANCE MATHÉMATIQUE	30
2.6 VARIANCE	30
2.7 MOMENTS	31
2.8 DISTRIBUTION JOINTE	31
2.9 DENSITÉ JOINTE	31
2.10 COVARIANCE	32
3. LA THÉORIE DE LA PROBABILITÉ BAYESIENNE	32
3.1 PROBABILITÉ CONDITIONNELLE	32
3.2 PROBABILITÉ TOTALE	33

3.3 THÉORÈME DE BAYES	33
3.4 DISTRIBUTION CONDITIONNELLE	33
3.5 INDÉPENDANCE CONDITIONNELLE	34
4. LA DISTRIBUTION GAUSSIENNE	34
4.1 LA DISTRIBUTION NORMALE	34
5. THÉORIE DE LA DÉCISION	34
5.1 JEU	34
5.2 FONCTION DE RISQUE	35
5.3 RÈGLE DE DÉCISION	35
5.4 RISQUE DE BAYES	35
5.5 RÈGLE DE DÉCISION BAYESIENNE	35
6. PROCESSUS STOCHASTIQUE ET CHAÎNE DE MARKOV	36
6.1 PROCESSUS STOCHASTIQUE	36
6.2 CHAÎNES DE MARKOV	36
6.2.1 <i>Processus de Markov</i>	36
6.2.2 <i>Chaîne de Markov</i>	36
6.2.3 <i>Chânes homogènes</i>	38
6.2.4 <i>Distribution stationnaire</i>	38
7. CHAMPS DE MARKOV	38
7.1 VOISINS	38
7.3 CHAMP DE MARKOV	39
7.5 DISTRIBUTION DE GIBBS	40
7.6 THÉORÈME DE HAMMERSLEY-CLIFFORD	40
7.7 SCHEMAS SPATIAUX	46

CHAPITRE 4 : CHAMPS MARKOVIENS ET SEGMENTATION

1. INTRODUCTION.....	43
2. MODÈLE MARKOVIEU GÉNÉRAL D'IMAGE :.....	43
3. APPROCHE MARKOVIENNE DE LA SEGMENTATION :.....	46
3.1 MODÈLE DE DÉFORMATION DES DONNÉES	48
3.2 MODÈLE A PRIORI	49
3.3 ESTIMATEURS BAYESIENS	51
3.3.1 <i>Maximum A posteriori (MAP)</i>	52

3.3.2 Maximum a Posteriori Marginal (MPM)	52
3.3.3 Threshold Posterior Mean (TPM)	52
4. ESTIMATION DES PARAMÈTRES	53
4.1 MAXIMUM DE VRAISEMBLANCE	54
4.2 MÉTHODE DES CODAGES	55
4.3 PSEUDO-MAXIMUM DE VRAISEMBLANCE	56
5. ALGORITHMES D'OPTIMISATION	57
5.1 ALGORITHMES STOCHASTIQUES	57
5.1.1 Echantillonneur de Gibbs	58
5.1.2 Recuit simulé (Simulated annealing)	59
5.2 ALGORITHMES DÉTERMINISTES	61
5.2.1 Modes conditionnels itérés	61
5.2.2 Non Convexité Graduelle(GNC)	62
6. RÉGULARISATION	62
6.1 UN MODÈLE GÉNÉRAL DE SEGMENTATION	63
6.2 RÉGULARISATION STANDARD OU MODÈLE QUADRATIQUE	64
6.3 MODÈLE AVEC PROCESSUS DE LIGNE	64
6.3.1 processus de ligne booléen	64
6.3.2 La quadratique tronquée	66
6.3.3 Processus de ligne non booléen	66
6.4 MODÈLE ADAPTE AUX DISCONTINUITÉS(DAM)	67
7. CONCLUSION	70

CHAPITRE 5 : MISE EN ŒUVRE

1. INTRODUCTION	72
2. MODÈLE DE RÉGULARISATION UTILISÉ	72
3. ALGORITHME D'OPTIMISATION	75
3.1 LES MODES CONDITIONNELS ITÉRÉS (ICM)	75
3.2 UN ALGORITHME D'OPTIMISATION BASÉ SUR L'ICM (DAMICM)	75
3.3 RECUIT SIMULÉ AVEC DYNAMIQUE DE METROPOLIS	76
4. ESTIMATION DES PARAMÈTRES DU MODÈLE	77
5. RÉGLAGE DES PARAMÈTRE	78

6. CRITÈRE DE STABILITÉ	79
6.1 CRITÈRE DE CONVERGENCE DE L'ICM	79
6.2 CRITÈRE DE CONVERGENCE DE L'ALGORITHME D'OPTIMISATION BASÉ SUR L'ICM	80
6.3 CRITÈRE DE STABILITÉ DE L'ALGORITHME DE METROPOLIS	80
7. CONCLUSION.....	81

CHAPITRE 6: TESTS ET EVALUATIONS

1. INTRODUCTION.....	83
2. PARAMÈTRES DU MODÈLE	83
3. IMPLÉMENTATION	83
4. TESTS.....	83
4.1 <i>Algorithme ICM</i>	84
4.2 <i>L'algorithme basé sur l'ICM</i>	87
<i>Tests</i>	87
4.3 <i>Algorithme du recuit simulé</i>	89
<i>Tests</i>	89
5. CONCLUSION.....	91

<u>CONCLUSION GENERALE.....</u>	92
--	-----------

ANNEXE A

ANNEXE B

BIBLIOGRAPHIE