

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Institut National d'Informatique

ini

Oued Smar El Harrach Alger

Mémoire de fin d'études

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

Option : Systèmes Informatiques

Thème:

*Détection des
Microcalcifications à partir
des Mammogrammes
Numériques par la Méthode
des Ondelettes*

Réalisé Par :

*TOUMI Abdelmalek
HENTOUT Abdelfetah*

Proposé et Dirigé Par :

M^{lle} B. OUSSENA

Promotion 1999 / 2000

Résumé

Détection des microcalcifications à partir des mammogrammes numériques par la méthodes des Ondelettes

La mammographie est l'une des principaux types d'imagerie médicale qui est considérée comme la plus efficace pour la détection du cancer des seins à son premier stade.

L'objectif de notre travail consiste au développement d'un CAD pour la détection des microcalcifications afin de faciliter et rentabiliser le travail du cancérologue en tant que diagnostique et suivi des malades.

Les mammogrammes numériques étaient d'abord traités par ~~la transformées~~ en ondelettes. Grâce à son analyse multirésolution, la transformée en ondelettes peut séparer les petits objets, les microcalcifications, des grandes structures, le fond.

La détection est assurée par l'application d'une approche frontière qui utilise simultanément trois opérateurs dérivatifs. Cette dernière est dûe aux résultats obtenus de l'application de la T.O.D. sur le mammogramme.

Mots clés : CAD, Mammographie, Cancer, Microcalcifications, Transformée en ondelettes, Analyse multirésolution, Approche frontière.

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE	1
------------------------------------	---

CHAPITRE I : LA MAMMOGRAPHIE

I.1. Introduction	4
I.2. Détection précoce	5
I.2.1. Différents types d'images médicales	5
I.2.2. Mammographie	6
I.3. Le Cancer	7
I.3.1. Symptômes du cancer	7
I.4. Le sein (glande mammaire)	8
a) Le sein fibrokystique	8
b) Papillomes canaliculaires du sein	8
c) La mastite	9
d) La maladie kystique de la mammelle	9
e) La mastite puerpérale	9
f) La sclérose du sein	9
I.4.1. Anatomie du sein	9
I.4.2. Pathologie du sein	10
I.4.2.1. Etat inflammatoire	10
I.4.2.2. Tumeur	10
I.4.2.2.1. Définition	10
I.4.2.2.2. Tumeurs du sein	10
✓ Tumeur bénigne	11
✓ Cancer du sein	11

I.4.3. Les différents types de cancer du sein	12
I.4.3.1. Les Carcinomes	12
I.4.3.1.1. Les carcinomes non infiltrants	12
I.4.3.1.2. Les carcinomes infiltrants	12
I.4.3.1.3. Autres formes de carcinomes	13
I.4.3.2. Les opacités	14
I.4.3.2.1. Définition	15
I.5. Les Microcalcifications	16
I.5.1. Définition	16
I.5.2. Physiopathologie de la calcification tissulaire	17
1) Les calcifications métastatiques	17
2) Les calcifications dystrophiques	17
3) Les calcifications dystrophiques avec métaplasie osseuse	17
I.5.3. Séméiologie des microcalcifications	18
I.5.3.1. Les microcalcifications en foyer ou en zone	18
I.5.3.2. Les microcalcifications diffuses.....	18
I.5.4. Différents types de microcalcifications.....	18
I.6. Contraintes technologiques et techniques	20
I.7. Conclusion	21

CHAPITRE II : LA TRANSFORMEE EN ONDELETTES

II.1. Historique de la transformée en ondelettes	22
II.2. La Transformée de Fourier	24
II.2.1. Introduction	24
II.2.2. Définition	24
II.2.3. Signal stationnaire	24
II.2.4. Signal transitoire	26
II.2.5. Transformée de Fourier à Fenêtre Glissante.....	28
II.2.5.1. Définition	28
II.2.5.2. Exemple	28
II.2.5.3. Choix de la fonction fenêtre	30
II.2.5.4. Inconvénient de la transformée de Fourier court terme	31
II.2.5.5. Exemple	33
II.2.6. Conclusion	33

II.3. La Transformée en Ondelettes Continue	34
II.3.1. Introduction	34
II.3.2. Définition	34
II.3.3. Remarques	34
Exemple	35
II.3.4. Le calcul de la TOC	36
II.3.5. Exemple de calcul de la TOC	37
II.3.6. Les résolutions de fréquence et de temps	38
II.3.7. propriétés des ondelettes	41
II.3.7.1. Conservation de l'énergie et formule d'inversion	41
II.3.7.1.1. Conservation de l'énergie	41
II.3.7.1.2. Inversion	41
II.3.7.2. Linéarité, translation, dilatation	41
II.3.7.2.1. Linéarité	41
II.3.7.2.2. Translation	41
II.3.7.2.3. Dilatation	42
II.3.7.3. Orthogonalité	42
II.3.7.4. Support compact	42
II.3.7.5. Régularité	42
II.4. La Transformée en Ondelettes Discrète	43
II.4.2. Définitions	43
II.4.2.1. La résolution d'un signal	43
II.4.2.2. Notion de décimation	43
II.4.2.3. L'interpolation d'un signal	44
II.4.2.4. Notion de convolution	44
II.5. Analyse multirésolution	47
Exemple	47
II.5.1. Implémentation de la transformée en ondelettes discrète	48
II.5.1.1. Algorithme à trous	49
II.5.1.2. Algorithme de S. Mallat	49
II.5.1.2.1. Algorithme unidimensionnel	49
a) Décomposition	50
b) Propriété	51
c) Reconstruction	51
II.5.1.2.2. Algorithme bidimensionnel	52
a) Décomposition	52
b) Reconstruction	54
II.6. Quelques Ondelettes	55
II.6.1. Ondelette de Haar	55
II.6.2. Les ondelettes à support compact de I. Daubechies	57
II.6.3. Ondelettes de Rokhlin Coifman dites « Coiflets »	58

II.7. Applications des ondelettes	59
II.7.1. Traitement des images sismiques	59
II.7.2. Ordinateur et Vision humaine	60
II.7.3. Compression des empreintes en FBI	61
II.7.4. Débruyement des données bruitées	62
II.7.5. Les tons musicaux	63
II.8. Conclusion	64

CHAPITRE III : APPROCHE FRONTIERE

III.1. Classification non supervisée	65
III.1.1. Principe	66
III.1.2. Remarque	66
III.1.3. Choix de D	67
III.1.4. Détermination de Cj	67
III.1.5. Inconvénient	67
III.2. Approche frontière	68
III.2.1. Approches Dérivatives Appliquées aux images numériques	68
III.2.1.1. Opérateurs dérivatifs du premier ordre.....	69
III.2.1.1.1. Opérateurs de Prewitt et de Sobel	69
III.2.1.1.2. Opérateurs de gradient directionnels de Kirsh	71
III.3. Conclusion	73

CHAPITRE IV : CONCEPTION & MISE EN ŒUVRE

Objectif	74
IV.1. Architecture du système proposé	74
A. Architecture du Sous Système « Traitement »	75
A.1. Le module Prétraitement.....	76
A.2. Le module « Traitement ».....	77
A.2.1. Le module « MicroCalcification ».....	77
A.2.1.1. Procédure Ondelette	78
A.2.1.2. Procédure Détection.....	87
A.2.2. Architecture du module « Masse Cancéreuse ».....	89
A.2.2.1. Procédure de convolution	90
A.2.2.2. Procédure ABSAVE	91
A.2.2.3. Procédure EPNSQ.....	92
A.2.2.4. Procédure Iteration.....	93

B. La base de données	95
B.1. Dictionnaire de données.....	95
B.2. Description des individus et des relations.....	96
B.2.1. Description des individus.....	97
B.2.2. Description des relations.....	98
B.3. Codifications.....	98
B.4. Le modèle relationnel	98
IV.2. Conclusion	99

CHAPITRE V : TEST & EVALUATION

V.1. Implémentation	100
V.2. Description de logiciel	100
V.3. Système de détection des microcalcifications	100
A. Prétraitements	100
B. Traitement	101
V.4.1. Paramètres du modèle	101
V.4.2. Choix des paramètres	101
V.4.2.1. Choix du type d'ondelette.....	102
a) Coiflet.....	103
b) Haar.....	104
c) Daubechies.....	105
V.4.2.2. Taille du filtre des ondelettes	107
V.4.2.3. Choix du nombre de décomposition et leurs coefficients.....	108
V.4.2.3.1. Influence de coefficients d'ondelettes, taille du filtre.....	111
a) Haar.....	113
b) Daubechies 8.....	116
c) Daubechies 20.....	118
Résultat.....	122
Amélioration.....	122
1. Fusion	122
2. Double Détection	122
V.4. Système de détection des masses	124
CONCLUSION GÉNÉRALE	127
ANNEXE A (PRETRAITEMENT)	129
ANNEXE B (LA T.O.D)	138
ANNEXE C (ANALYSE MULTIRÉSOLUTION)	141
ANNEXE D (COEFFICIENTS D'ONDELETTES)	147
BIBLIOGRAPHIE	150