



UNIVERSITE DE M'SILA

FACULTE DES MATHÉMATIQUES ET DE L'INFORMATIQUE

Département d'Informatique

MEMOIRE de fin d'étude

Présenté pour l'obtention du diplôme de MASTER

Domaine : Mathématiques et Informatique

Filière : Informatique

Spécialité : Systèmes d'Informations Avancés

Par: BOULAARES Amina

SUJET

**Segmentation des images IRM par fusion de donnée et la
méthode d'Estimation et Maximisation**

Soutenu publiquement le ://2015 devant le jury composé de:

Dr. ASSAS Ouarda Université de M'sila Rapporteur

..... **Université de M'sila Président**

..... **Université de M'sila Examineur**

..... **Université de M'sila Examineur**

Promotion : 2014 /2015

Table des matières

Introduction générale.....	1
Chapitre 01 : généralités sur l'imagerie médicale	
1.1 Introduction	3
1.2 Présentation de la structure du cerveau.....	3
1.2.1 Description macroscopique.....	3
1.2.2 Description microscopique.....	4
1.3 Développement des tumeurs cérébrales.....	6
1.3.1 Définition de tumeur cérébrale.....	6
1.3.2 Tumeur cérébrale primaire et tumeur cérébrale métastatique ou secondaire.....	6
1.3.3 Tumeurs cérébrales bénignes et tumeurs cérébrales malignes.....	6
1.3.3.1 Les tumeurs cérébrales bénignes.....	6
1.3.3.2 Les tumeurs cérébrales malignes.....	7
1.3.3.3 Signes et symptômes associés à la présence de tumeurs cérébrales.....	7
1.3.4 Types de tumeurs cérébrales.....	7
1.4. Le diagnostic des tumeurs cérébrales.....	8
1.4.1 Examen clinique.....	8
1.4.2 Examens complémentaires.....	8
1.4.3 La biopsie cérébrale.....	8
1.5 Imagerie par résonance magnétique (IRM).....	9
1.5.1 Historique.....	9
1.5.2. Définition de L'imagerie par résonance magnétique (IRM).....	10
1.5.3 Principe de l'IRM	10
1.5.4 Les modalités.....	11
1.5.5 Qualité d'image acquise par l'IRM	14
1.5.6 Risques éventuels de l'IRM.....	15
1.5.7 Application d'IRM.....	15
1.6 Le format DICOM (Digital Imaging and Communication in Médecine)	15
1.6.1. Historique.....	15
1.6.2 DICOM (Digital Imaging and Communication in Médecine).....	16
1.6.3. Spécification d'une norme pour les images médicales.....	16
1.6.3.1. Identification unique des images produites.....	16

1.6.3.2. La norme DICOM est indépendante des appareils et des protocoles de communication.....	17
1.6.3.3. La norme utilise un vocabulaire contrôlé.....	17
1.6.3.4. La norme DICOM est adaptable à différentes spécialités médicales.....	17
1.6.4. Manipulation des fichiers DICOM.....	17
1.6.4.1. Principales particularités des fichiers DICOM.....	17
1.7. Conclusion.....	19

Chapitre 02 : Méthodes de Segmentation d'Images Médicales IRM : Etat de l'Art

2.1 Introduction.....	20
2.2 la segmentation	20
2.3 Segmentions d'images cérébrales.....	21
2.3.1 La segmentation automatique des IRM cérébrales.....	21
2.4 Les différentes approches.....	22
2.4.1. Région.....	23
2.4.1.1 Classification par K-Means (K-Moyens).....	23
2.4.1.2 C-moyennes floues.	24
2.4.1.3 Mean Shift.	25
2.4.1.4 Machine à Vecteurs de Support.....	26
2.4.1.5 Croissance de régions	26
2.4.1.6 Champs Aléatoires de Markov.....	27
2.4.1.7 Classification par les Réseaux de neurones.....	28
2.4.2 Contour.....	30
2.4.2.1. Espace – échelle.....	30
2.4.2.2. Méthodes dérivatifs	30
2.5 L'algorithme EM.....	32
2.5.1 L'idée de l'algorithme EM.....	32
2.5.2 Description de l'algorithme EM.....	34
2.6 Conclusion.....	34

Chapitre 03 : La fusion d'information.

3.1 Introduction.....	35
3.2 Définition de fusion.....	35
3.3 Intérêt de la fusion	35

3.4	Caractéristiques générales des données.....	36
3.5	Systèmes de fusion.....	38
3.5.1	Les étapes de fusion.....	38
3.6	Architecteur de système de fusion.....	39
3.7	Classification des types de fusion.....	39
3.8	La fusion de données.....	40
3.9	Classification des opérateurs de fusion.....	40
3.9.1	Opérateurs à comportement constant et indépendant du contexte.....	41
3.9.2	Opérateurs à comportement variable et indépendant du contexte.....	41
3.9.3	Opérateurs dépendant du contexte.....	41
3.9.4	Quelques propriétés.....	41
3.10	Les applications médicales de la fusion de données	42
3.10.1	La fusion intra sujet et intra modalité.....	42
3.10.2	La fusion intra sujet et inter modalité	43
3.10.3	La fusion inter sujet et intra ou inter modalité.....	43
3.10.4	La fusion sujette et modalités.....	44
3.11	Conclusion.....	44

Chapitre 04 : Réalisation et résultats obtenus

4.1	Introduction.....	45
4.2	Système de travail.....	45
4.2.1	L'environnement de développement.....	45
4.3	Présentation et implémentation du système.....	47
4.3.1	Acquisition.....	48
4.3.2	Prétraitement.....	49
4.3.2	Segmentation.....	50
4.3.2.1	Segmentation sans fusion.....	50
4.3.2.2	Segmentation avec fusion	52

4.3.2.3 Les opérateurs de fusion	56
4.4 Critères d'évaluation.....	57
4.4.1 Evaluation avec vérité terrain.....	57
4.4.2 Evaluation sans vérité terrain	58
4.4.2.1 Critère d'évaluation visuelle.....	58
4.4.2.2 Critère d'évaluation statistique.....	58
4.5 Résultats et discussion.....	60
4.6 Quelques interfaces de l'application.....	70
4.7 Conclusion.....	71
Conclusion et Perspectives.....	72
Bibliographie.....	74
Figure 4.4 : Résultat de filtrage moyen.....	49
Figure 4.5 : Résultat de filtrage médian.....	50
Figure 4.6 : Résultat de segmentation par EM. (a) image originale, (b) image segmenté avec $k=3$, (c) image segmenté avec $k=4$, (d) image segmenté avec $k=5$	51
Figure 4.7 : Schéma du système de fusion de modalités.....	53
Figure 4.8 : Schéma du système de fusion d'approche.....	55
Figure 4.9 : Séquence avec modalité T2.....	60
Figure 4.10. Résultat de segmentation par EM de séquence avec modalité T2 et $k=4$	62
Figure 4.11 : Images IRM en pondérations T1, T2 et DP (coupe 16).....	61
Figure 4.12: Images IRM en pondérations T1, T2 et DP (coupe 16) illustrant la segmentation par l'algorithme EM avec $k=4$	61
Figure 4.13 : Images IRM en pondérations T1 et T2 (coupe 19).....	62
Figure 4.14: Images IRM en pondérations T1 et T2 (coupe 19) illustrant la segmentation par l'algorithme EM avec $k=5$	62
Figure 4.15. Image coupe (16), résultats de fusion $k=4$	64
Figure 4.16. Image coupe (19), résultats de fusion $k=5$	66
Figure 4.17. Image coupe (16), résultats de fusion d'approche avec $k=4$ avec l'opérateur de fusion FOP4.....	67
Figure 4.18. Image coupe (16), résultats de fusion hybride avec $k=4$ avec l'opérateur de fusion FOP4.....	69
Figure 4.19. L'interface principale.....	70
Figure 4.20. Fenêtre d'application.....	70

Introduction générale

L'imagerie par résonance magnétique (IRM) a connu un véritable essor ces dernières années. Cette modalité d'imagerie est devenue un outil de plus en plus important en médecine du cerveau ou dans la recherche en neurosciences cognitives. En effet, les champs d'exploration que cette technique offre sont larges: l'IRM anatomique qui permet d'observer avec une résolution fine les tissus cérébraux, l'IRM fonctionnelle qui offre la possibilité de visualiser l'activité cérébrale et l'IRM de diffusion qui permet d'explorer l'aspect de la connectivité des aires cérébrales.

Pour diagnostiquer certaines maladies liées à des lésions cérébrales internes, le médecin doit analyser des images médicales. Pour étudier l'évolution d'une tumeur, il est nécessaire de connaître avec exactitude les changements survenus sur ces images. L'interprétation visuelle des IRM cérébrales, n'est pas toujours sûre. C'est pour cela que le besoin d'une interprétation automatique qui permet d'assister les médecins dans leur prise de décision s'est fait ressentir.

Ainsi, pour une identification et un diagnostic fiables, dans le domaine médical, la précision est primordiale. En termes d'analyse d'images, il est plus que nécessaire que la segmentation soit précise. Les possibilités de traitement automatique de ces images s'avèrent pourtant délicates, car des capacités aussi banales pour l'œil humain que la reconnaissance d'un objet posent de réelles difficultés pour l'outil informatique.

La segmentation d'images est un traitement de bas niveau, elle intervient au cœur de la discipline appelée « analyse ou traitement d'image ». C'est sans doute la clef de voûte de ce domaine, mais également la partie qui pose le plus de problèmes et qui s'avère la plus difficile à automatiser. Il existe plusieurs algorithmes de segmentation d'images, selon le cas à résoudre. Or chaque méthode possède ses avantages et ses limites d'utilisation.

La fusion de données en imagerie est appliquée principalement sur des images de radar, des images de satellite, et des images aériennes. Récemment, elle est aussi appliquée en image médicale. La diversité croissante des techniques d'acquisition d'images médicales a motivé ces dernières années de nombreuses recherches visant l'élaboration des modèles de plus en plus efficaces de fusion de données. En effet, en imagerie médicale, il peut arriver qu'aucune des images disponibles ne contienne à elle seule une information

suffisante. D'autre part le milieu médical confie chaque type d'image à un expert qui porte un diagnostic partiel sur la modalité de sa spécialité, puis les spécialistes échangent leurs expériences et de cette confrontation naît le diagnostic final.

L'objectif de notre travail est de concevoir une méthode de segmentation d'images médicales, plus particulièrement des images IRM du cerveau. Notre méthode Estimation-Maximisation qui extrait les différentes principales matières composantes de cerveau (matière blanche, matière grise, LCR et les tumeurs ...etc.), puis nous avons enrichie notre résultats par l'application de fusion d'information.

Ce mémoire s'articule autour de quatre chapitres qui nous permettront de présenter les différents aspects de notre travail.

Le premier chapitre est dédié au cadre d'application de ce mémoire. Il introduit les termes et concepts essentiels pour appréhender l'analyse des images IRM cérébrales. Nous y présentons quelques notions d'anatomie du cerveau, qui permettront d'introduire les principes de l'imagerie par résonance magnétique cérébrale.

Dans le second chapitre, et pour guider notre proposition nous passons en revue les principales méthodes de segmentation d'images en classes homogènes. Un intérêt particulier est porté pour les images médicales plus exactement aux images de modalité IRM.

Le troisième chapitre présente les notions de base de la fusion d'information, son intérêt, son architecture et son étape, pour appliquer sur l'imagerie médicale IRM cérébrale.

Le quatrième chapitre est dédié à présenter en détail notre contribution, nous présenterons l'architecture du système de fusion proposé, ces composants essentiels, description des algorithmes utilisés et leurs paramètres, les données participant à cette fusion ainsi que ses différents étapes puis nous avons appliqué des critères d'évaluation pour évaluer les résultats obtenus. Nous terminons ce travail par une conclusion générale.

Conclusion générale

La segmentation des images médicales reste encore un domaine de recherche très vaste.

L'objectif de notre travail est consacré à la segmentation en tissus cérébraux à partir d'images de résonance magnétique, en vue de segmenter la partie tumorale et aussi le cerveau (matière blanche + matière grise + LCR) par l'utilisation de l'algorithme d'Estimation et Maximisation. Puis nous avons concentré sur la fusion de modalités et la fusion d'approches avec l'utilisation des différents opérateurs.

On a tout d'abord présentés l'anatomie cérébrale et la technique d'imagerie par résonance magnétique, ainsi que les principes importants de la formation de l'image. Une étude bibliographique a été faite sur les méthodes de segmentation d'images, nous a permis d'appréhender la diversité des méthodes de segmentation des tissus cérébraux. Plusieurs approches de segmentation sont proposées dans la littérature, la segmentation par contour et la segmentation par région. Dans ce travail, on a focalisé sur des méthodes utilisées pour la segmentation des structures cérébrales et les méthodes de classification non supervisés.

Le recueil de données diverses, issues tant de l'imagerie que de connaissances expertes ou de signaux physiologiques, est devenu courant dans les services cliniques pour l'étude d'une pathologie donnée. L'exploitation de l'ensemble de ces renseignements, effectuée par le clinicien qui analyse et agrège les données en fonction de ses connaissances, conduit généralement à un diagnostic plus précis, plus clair et plus fiable. La principale motivation de ce travail était de modéliser ce processus d'agrégation, à l'aide de techniques empruntées à la fusion de données.

Dans la première partie de ce mémoire, on a commencé par une étape de prétraitement pour améliorer la qualité de l'image.

On a implémenté et appliqués dans la deuxième étape, la méthode adoptée : l'Estimation-Maximisation pour la segmentation des images IRM cérébrales.

En troisième étapes, on a employé la fusion de données de trois différentes manières : la fusion des modalités (T1, T2, DP), la fusion des approches (EM et FCM) et la fusion hybride. Cette agrégation a été réalisée par des opérateurs de fusion qui modélisent l'analyse quotidienne de médecin confronté à des données cliniques hétérogènes.

Les résultats expérimentaux montrent que :

- La fusion des données d'une façon générale soit au niveau modalités et/ou niveau approche a amélioré la segmentation des images cérébrales.
- Les opérateurs de la fusion min et moyen sont les meilleurs pour la segmentation des images du cerveau.
- La performance de la segmentation basée sur la fusion d'approches surpasse celle basée sur les modalités en fonction de STD et SF.
- La dernière stratégie de fusion adoptée (hybride) donne la meilleure segmentation des images IRM cérébrales en termes de critères : la déviation standard (STD), l'entropie de l'information (IE), le coefficient de corrélation (CC) et la fréquence spatiale (SF).

Comme perspective de ce travail et au niveau de la modélisation nous souhaiterions d'intégrer d'autres informations numériques ou symboliques afin d'augmenter la masse de connaissances disponibles. De plus, et comme l'architecture de fusion proposée dans ce mémoire a été partiellement testé car nous n'avons utilisé que de trois séquences d'IRM, il sera intéressant d'intégrer les autres séquences d'IRM, notamment le signal de spectroscopie (SPECT) qui est très couramment utilisé dans le milieu clinique pour le diagnostic des tumeurs afin augmenter la qualité de la segmentation. Et pour ce même but on propose d'implémenté des algorithmes supervisés ou semi-supervisée.

En ce que concerne l'étape de fusion nous pensons qu'il est souhaitable de concevoir des opérateurs de fusion adaptatifs pour la combinaison de données dans le domaine médicale.

[9]. Boussedil Rym Sabrina, Kenadil Maryem. « Segmentation des tumeurs cérébrales par la ligne de partage des eaux sur des images IRM », mémoire de projet de fin d'étude pour l'obtention du : Diplôme de Master en Électronique Biomédicale, 2010-2011.

[10] : http://www.tumeur-tronc-cerebral.com/traitements_8_biopsie.html, consulté le 06-01-2015.

[11]. Pierre-Jean Nacher, Magnetic Resonance Imaging: From Spin Physics to Medical Diagnosis, Quantum Scape, 1-35 2008 Birkhäuser Verlag Basel, 2007.

[12]. B.KASTLER et al. Comprendre l'IRM, Manuel d'auto-apprentissage. 4^{ème} édition, MASSON.

[13]. Comprendre le cerveau par l'image. RMN, Magnétisme et santé, CLEFS CEA - N° 56 - HIVER 2007-2008.

Bibliographie

- [1] **Nicolas Wiest- Daesslé**, « imagerie du tenseur de diffusion pour l'étude de pathologies cérébrales ». Thèse présentée devant l'Université de Rennes 1 pour obtenir le grade de : Docteur de l'Université de Rennes 1 Mention Informatique, 2009.
- [2] **Loïc Willmann**, « Étude de l'évolution des tumeurs cérébrales en IRM », cahiers d'IRM, Masson 1989.
- [3]. <http://arc-cancer.net> ,consulté le 26-02-2015.
- [4]:http://fr.wikipedia.org/wiki/Imagerie_par_résonance_magnétique , consulté le 13-01-2015.
- [5]:http://acces.ensyon.fr/acces/ressources/neurosciences/methodes_etude_cerveau/irm_atomique_et_fonctionnel/irm_generalites/generalites-sur-lirm, consulté le 10-03-2015.
- [6].http://www.chuv.ch/neurochir/nch_home/nch_activites_cliniques/nch_interventions_adultes/nch_tumeurs_adultes.htm, consulté le 04-12-2014.
- [7]. http://fr.wikipedia.org/wiki/Lésion_cérébrale, consulté le 02-04-2015.
- [8]. **Soumia Hadjal, Feroui Amel**, « Visualisation des images scanner en trois dimension », Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en électronique biomédicale, 2007.
- [9]. **Boussedi Rym Sabrina, Kenadil Meryem**, « Segmentation des tumeurs cérébrales par la ligne de partage des eaux sur des images IRM », mémoire de projet de fin d'étude pour l'obtention du : Diplôme de Master en Électronique Biomédicale, 2010-2011.
- [10] : http://www.tumeur_tronc_cerebral.com/traitements__8_biopsie_.html, consulté le 06-02-2015.
- [11]. **Pierre-Jean Nacher**, Magnetic Resonance Imaging: From Spin Physics to Medical Diagnosis, Quantum Scape, 1-35 2008 Birkhäuser Verlag Basel, 2007.
- [12]: **B.KASTLER et al.** Comprendre l'IRM, Manuel d'auto-apprentissage.4^{ème} 2dition, MASSON.
- [13]. Comprendre le cerveau par l'image. RMN, Magnétisme et santé, CLEFS CEA - N° 56 - HIVER 2007-2008.

[14]. **Wigner, W. & SZEKELY, B.**, A review on image segmentation Techniques with remount Summing perspective .ISPRS TC VII Symposium, Vienna, Au stair, Vol. XXXVIII, Port 7A, 2010.

[15] : **J.C. Muller, L. Abdennour, D. Dormont, L. Puybasset** Unité de neuro-anesthésie-réanimation, département d'anesthésie-réanimationet département de neuroradiologie, hôpital de la Pitié-Salpêtrière, 75013 Paris, France e-mail : louis.puybasset@psl.ap-hop-paris.fr

[16] Source : Société française de radiologie, site consulté le 7 janvier 2011.

[17]. **R.MOUSSA**. Segmentation multi-Agents en imagerie biologique et médicale : application au IRM 3D.

[18]. **M.Cabezas, A.Oliver, X. Liado, J.Freixenet, M.Bachcuadra**, A review of atlas-based segmentation for magnetic resonance brain images.

[19]. **J.-P.Cocquerez et S.Philipp** « Analyse d'images : filtrage et segmentation ouvrage collectif coordonné » ; MASSON Éditeur, juin 2000.

[20] **Jérémy LECOEUR** « Segmentation d'IRM cérébrales multidimensionnelles par coupe de graphe » thèse doctorat, UNIVERSITÉ DE RENNES 1,2010

[21]. **L. Aurdal**. « Analysis of multi-image magnetic resonance acquisitions for segmentation and quantification of cerebral pathologies » thèse doctorat, École Nationale des Télécommunications, 1997.

[22] **J.-Y. Yeh et J. Fu**: « A hierarchical genetic algorithm for segmentation of multi-spectral human-brain MRI ». Expert Systems with Applications, 34:12851295, 2008.

[23] **M. Yan et J. Karp** : « Segmentation of 3D brain MR using an adaptive K-means clustering algorithm ». Dans Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference, pages 15291, 1995.

[24] **J. Bustillo, L. Rowland ET W. Brooks**: « High choline concentrations in the caudate nucleus in antipsychotic-naïve patients with schizophrenia ». American Journal of Psychiatry, 2002.

[25] **J. Dunn** : « A fuzzy relative of the ISODATA process and its use in detecting compact wellseparated clusters ». Journal of Cybernetics, 3:32–57, 1973.

- [26] **J. Bezdek, J. Keller, N. Pal et R. Krishnapuram**: « Fuzzy Models and Algorithms for Pattern Recognition and Image Processing ». Kluwer Academic Publishers, 1995.
- [27] **A.M. Bensaid, L.O. Hall, J.C. Bezdek, and L.P. Clarke**. « Partially supervised clustering for image segmentation ». *Pattern Recognition*, 29(5):859–871, 1996.
- [28] **F. Salzenstein and W. Pieczynski**. « Parameter estimation in hidden fuzzy Markov random fields and image segmentation. Graph ». *Models Process.*, 59:205–220, 1997
- [29] **S. Ruan, B. Moretti, J. Fadili, and D. Bloyet**. FuzzyMarkovian « Segmentation in Application of Magnetic Resonance Images. » *Computer Vision and Image Understanding*, 54–69, 2002.
- [30] **Zouaoui Hakima** « Clustering par fusion floue de données appliqué à la segmentation d'images IRM » magister Université de BOUMERDES, 2008.
- [31] **Z. Yang, F.L. Chung et W. Shitong** : « Robust fuzzy clustering-based image segmentation ». *Applied Soft Computing Journal*, 9:8084, 2009.
- [32] **K. Fukunaga et L. Hostetler**: The estimation of the gradient of a density function with applications in pattern recognition. *IEEE Transactions on Information Theory*, IT - 21:32 – 40, 1975.
- [33] **D. Comaniciu et P. Meer** : Mean shift : a robust approach toward features pceanalysis .*IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 24 (5):603 – 619 , mai 2002 .
- [34] **V. Vapnik**: The nature of statistical learning theory. Springer - Verlag New York , Inc ., 1995 .
- [35] **Q. - Y. Chen et Q . Yan g** : Segmentation of images using support vector machines . Dans *International Conference on Machine Learning and Cybernetics* , volume 5 , pages 3304–3306, aout 2004 .
- [36] **Z . Lao , D. Shen , A. Jawad , B . Karacali , D. Liu , E . Melhem, R. Bryan et C . Da -vatzikos** : Automated segmentation of white matter lesions in 3D brain MR images , using multivariate pattern classification. Dans *IEEE International Symposium on Biomedical Imaging : Macro to Nano*, pages 307–310 , avril 2006 .

- [37] **A. Quddus , P. Fieguth et O . Basir** : Adaboost and support vector machines for white matter lesion segmentation in MR images . Dans International Conference of the Engineering in Medicine and Biology Society, pages 463 – 466, septembre 2005.
- [38] **Z. Lao , D. Shen , Z . Xue, B . Karacali , S. Resnick et C . Davatzikos** : Morphological classification of brains via high-dimensional shape transformations and machine learning methods . Neuroimage, 21 (1):46 – 57 , janvier 2004 .
- [39] **C. - H. Lee, M. Schidt , A. Murtha , A. Bistritz , J . Sander et R. Greiner:** Segmenting brain tumors with conditional random fields and support vector machines. Dans Computer Vision for Biomedical Imaging Applications, pages 469 – 478, 2005 .
- [40] **H.G. Schnack, H.E. Hulshoff Pol, Baare, A. Viergever, and R.S. Kahn.** « Automatic Segmentation of the Ventricular System from MR Images of the Human Brain ». NeuroImage, 54–104, 2001.
- [41] **A. Hojjatoleslami and F. Kruggel.** « Segmentation of large brain lesions ». IEEE Transactions on Medical Imaging, 20(7):660–669, July 2001.
- [42] **Sophie Capelle** : « Segmentation d'images IRM multi-échos tridimensionnelles pour la détection des tumeurs cérébrales par la théorie de l'évidence », thèse doctorat Faculté des Sciences Fondamentales et Appliquées univ de Poitiers, 2002
- [43] **J.P. Thiran, V. Warscott, and B. Macq.** « A queue-based region growing algorithm for accurate segmentation of multi-dimensional digital images ». Signal Processing, 60:1–10, 1997.
- [44] **R Ben Messaoud,** « Data mining », Institut Universitaire C.E.STAT, 2006.
- [45] **T. Taxt et A. Lundervold** : « Multispectral analysis of the brain using magnetic resonance imaging ». IEEE Transactions on Medical Imaging, 13(3):470481, 1994.
- [46] **J. Rajapakse, J. Giedd et J. Rapoport** : « Statistical approach to segmentation of single-channel cerebral mri images ». IEEE Transactions on Medical Imaging, 16(2):176186, 1997.

- [47] **J. Xue, S. Ruan, B. Moretti, M. Revenu et D. Bloyet** : « Knowledge-based segmentation and labeling of brain structures from MRI images ». *Pattern Recognition Letters*, 22(3-4), 2001.
- [48] **R. Sammouda et H. Nishitani** « A comparison of Hopeld neural network and Boltzmann machine in segmenting MR images of the brain ». *IEEE Transactions on Nuclear Science*, décembre 1996.
- [49] **P. Blonda, A. Bennardo, G. Pasquariello, R. De Blasi et D. Milella** : « Fuzzy neural-network-based segmentation of multispectral magnetic resonance brain images » Dans *Proceedings of SPIE Conférence : Applications of Fuzzy Logic Technology III*, volume 2761, 1996.
- [50] **P. Blonda, G. Satalino, A. Baraldi et R. De Blasi** : « Segmentation of multiple sclerosis lesions in MRI by fuzzy neural networks ». Dans *Conférence of the North American Fuzzy Information Processing Society*, 1998.
- [51] **J. Alirezaie, M. Jernigan et C. Nahmias** : « Neural Network-Based Segmentation Of Magnetic Resonance Images of the Brain ». *IEEE Transactions on Nuclear Science*, 44, 1997.
- [52] **D. Rivière, J.-F. Mangin, Dimitri Papadopoulos-Orfanos, J.-M. Martinez, V. Frouin et J. Régis** : « Automatic recognition of cortical sulci for the human brain using a congregation of neural networks ». *Medical Image Analysis*, 6:7792,2002.
- [53] **R. Hult** « Grey-Level Morphology Combined with an Artificial Neural Networks Approach for Multimodal Segmentation of the Hippocampus ». *International Conference on Image Processing* 2003.
- [54] **T. Lindeberg** : « Detecting salient blob-like image structures and their scales with a scale-space »: A method for focus-of-attention. *International Journal of Computer Vision*, 11(3):283318, 1993.
- [55] **F. Lachmann** : « Méthodes d'analyse d'images médicales pour la reconnaissance de structures cérébrales ». Thèse de doctorat, Université François Rabelais - Tours, 1992.
- [56] **R. Henkel** : « Segmentation in scale space », *Computer Analysis of Images and Patterns* , 1995.

- [57] **L. Germond, M. Dojat, C. Taylor et C. Garbay** : « A cooperative framework for segmentation of MRI brain scans ». *Artificial Intelligence in Medicine*, 20:7793,2000.
- [58] **J. Canny** : « Finding edges and lines in images ». *Rapport de Recherche, MIT*, 1983.
- [59] **J. Canny** : « A computational approach to edge detection ». *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 8:679–714, 1986.
- [60] **O. Monga et R. Deriche**: « 3D edge detection using recursive filtering :application to scanner images. *Computer Vision, Graphics and Image Processing », Image Understanding*, 53(1):76–87, 1991.
- [61] **Ouadfel Salima.**, « Contributions à la Segmentation d'images basées sur la résolution collective par colonies de fourmis artificielles », *Thèse de Doctorat en Informatique, Université de Batna, Faculté des Sciences* 2006.
- [62]. **Benz,U.C.,Hofmann,P.,Willhauck, G.,Lingenfelder,I.& Heynen,M** ,Multi-resolution ,object-oriented fuzzy analysis of remote Sensing data for GIS-ready Information. *ISPRS Journal of Phtogrammetry & Remote Sensing*, 58(3-4), pp.239-258, 2004.
- [63]. **Guillaume Dugas-Phocion.**, *Segmentation d'IRM Cérébrales Multi-Séquences et Application à la Sclérose en Plaques. Thèse doctorat.Paris.31 mars 2006.*
- [64]. **M. Dempster, N.M. Laird, D.B.Jain**, Maximum likelihood for incomplete data via the EM algorithm, *J. Royal Statistics Society, Series B. Vol. 39*, 1977, pp 1 – 38
- [65] **L. Valet.** **Un système flou de fusion coopérative** : application au traitement d'images naturelles. *Thèse de doctorat, Université de Savoie, Chambéry, France, décembre 2001.*
- [66] **I. Bloch.** *Fusion numérique d'informations en traitement du signal et des images. Hermes Science Publication, collection IC2, Paris, France, 2003.ISBN 2-7462-0628-5.*
- [67] **W. Philipps, R. Velthuisen, S. Phuphanich, L. Hall, L. Clarke, and M. Silbiger**, "Application of fuzzy c-means algorithm segmentation technique for tissue differentiation in MR images of a hemorrhagic glioblastoma multiforme," *Magnetic Resonance Imaging*, vol. 13, pp. 277–290, 1995.

- [68] **B. Erickson, and R. Avula**, "An algorithm for automatic segmentation and classification of MR brain images," *Journal of Digital Imaging*, vol. 11, pp. 74–82, 1998.
- [69] **M. Brandt, T. Bohan, L. Kramer, and J. Fletcher**, "Estimation of csf, white and gray matter volumes in hydrocephalic children using fuzzy clustering of MR images," *Computerized Medical Imaging and Graphics*, vol. 18, pp. 25–34, 1994.
- [70] **J. Rajapakse, C. Decarli, A. McLaughlin, J. Giedd, A. Krain, S. Hamburger, and J. Rapoport**, "Cerebral magnetic resonance image segmentation using data fusion," *Journal of Computer Assisted Tomography*, vol. 20, pp. 206–218, 1996.
- [71] **D. Dubois, and H. Prade**, *Possibility Theory, an Approach to the Computerized Processing of Uncertainty*, Plenum Press: New-York, 1988.
- [72] **D. Dubois, H. Prade, and R. Yager**, "Merging fuzzy information," in *Fuzzy Sets in Approximate Reasoning and Information System, The Handbook of Fuzzy Sets Series*, Kluwer Academic Publishers, 1999.
- [73] **I. Bloch**, "Information combination operators for data fusion: a comparative review with classification," *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, vol. 1, pp. 52–67, 1996.
- [74] **G. Shafer**, *A Mathematical theory of Evidence*, Princeton University Press, 1976.
- [75] **D. Dubois, and H. Prade**, "A review of fuzzy set aggregation connectives," *Information Sciences*, vol. 36, pp. 85–121, 1985.
- [76] **D. Dubois, and H. Prade**, "Combination of information in the framework of possibility theory," in *Data Fusion in Robotics and Machine Intelligence*, M. Al Abidi et al., Eds. Academic: New-York, 1992.
- [77] **Jannin.P, Grova.C, Gibaud.B**, 2001, Fusion des données en imagerie médicale : revue méthodologique basée sue le contexte clinique, *ITBM-RBM* ; 22 :p196-215.
- [78] **Friston KJ, Holmes AP, Worsley KJ, Poline JB, Frith CD, Frackowiak RSJ**. 1995, Statistical parametric maps in functional imaging: A general linear approach. *Human Brain Mapping*, P 189-210.

[79] **B.Holtz et J. P. Thirion**, data mining in a large database of myocardial perfusion scintigraphy, *proc. of medical image computing and computer-assisted intervention*, 2000, pittsburgh, usa, *lecture notes in computer science*, s. delp, a. digioia and b. jaramaz eds. springer, 1935: 367-374

[80] **Behrenbruch C., Marias K., Armitage P., Yam M., Moore N., English R. Et Brady M.**, Mri-Mammography 2d/3d Data Fusion For Breast Pathology Assessment, *Proc. Of Medical Image Computing And Computer-Assisted Interventions*, 2000, Pittsburgh, Usa, *Lecture Notes In Computer Science*, S. Delp, A. Digioia Et B. Jaramaz Eds. Springer, 1935:307-316.

[81] **Boes, J.L. et C.R. meyer**, multi-variate mutual information for registration, *proc. of medical image computing and computer-assisted interventions*, 1999, cambridge, uk, *lecture notes in computer science*, c. taylor et a. colchester eds. springer, 1679:606-612.

[82] **Farrell E.J., gorniak R.J.T., kramer E.I., Noz M.e., maguire Jr. g.q. et Reddy D.p.**, graphical 3d medical image registration and quantification, *journal of medical systems*, 1997, 21(3):155-172.

[83] **kalfas i. h., kormos d. w., murphy m. a., mc kenzie r. l., barnett g. h., bell g. r., steiner c. p., trimble m. b. et weisenberger j. p.**, application of frameless stereotaxy to pedicle screw fixation of the spine, *journal of neurosurgery*, 1995, 83:641-647.

[84] **Zana F. et klein j.c.**, a multimodal registration algorithm of eye fundus images using vessels detection et hough transform, *ieee transactions on medical imaging*, 1999, 18(5):419-428.

[85] **Lopez A, Lloret D, Serrat J, Villanueva JJ.1999** , Creaseness-based computer tomography and magnetic resonance registration : comparison with the mutual information method. *Journal of electronic Imaging*; P 255-62

[86] **Evans A. C., Collins D. L., Mills S. R., Brown E. D. et Kelly R. L.**, 3d statistical neuroanatomical models from 305 MRI volumes, *Proc. Of IEEE Conference Record, Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference*, 1993, 1813-1817

[87] Ashburner J. et Friston K. J., Multimodal image coregistration and partitioning - a unified framework, *NeuroImage*, 1997, 6(3):209–217.

[88] Collins DL, Holmes CJ, Peters TM, Evans AC. 1995, Automatic 3d model-based neuroanatomical segmentation. *Human Brain Mapping*, p 190-208.

[89] L. Yang, B.L. Guo, W. Ni, 2008, Multimodality medical image fusion based on multiscale geometric analysis of contourlet transform, *Neurocomputing* 72, P 203-211

ملخص

إن التطور الحاصل في مجال تقنيات التقاط الصور، جعل كمية كبيرة من المعطيات الناتجة من عدة مصادر تصبح متوفرة، تقوم تقنية الدمج المتعدد للصور بتركيب هذه المعلومات لتحسين المعلومات المتحصل عليها من صورة واحدة. هدفنا الأساسي هو تحسين تجزئة الصور الطبية المتمثلة في صور الرنين المغناطيسي الخاصة بالدماغ و تلك بتطبيق دمج المعطيات. تقنية الدمج تم تطبيقها بثلاث كيفيات مختلفة: دمج البيانات (DP، T2، T1) دمج نتائج الخوارزميات (FCM، EM) والدمج الهجين بالنسبة لطريقة الاولى نستخدم خوارزمية التقدير والتعظيم اما الثانية فستعمل نتائج الخوارزميات: التقدير والتعظيم والمتوسطات الضبابية (FCM، EM). دمج المعطيات يشكل علم سواء على مستوى البيانات او الخوارزميات يقوم بتحسين تجزئة صور الدماغ. استراتيجية الدمج الاخيرة تعطي افضل تجزئة و ذلك طبقا للمعيار التالية: الانحراف المعياري، مخزن المعلومات، معامل الارتباط الخطي والتكرار الفضائي. كلمات مفتاحية: دمج المعطيات، التجزئة، صور الرنين المغناطيسي، التقدير والتعظيم، المتوسطات الضبابية.

Abstract

With the development of image acquisition techniques, more data coming from different sources of image become available. Multi-modality image fusion seeks to combine information from different images to obtain more inferences than can be derived from a single modality. The main aim is to improve cerebral IRM images segmentation by fusion of data. The process of fusion is applied of three manners: fusion of modality (T1, T2 and DP), fusion of approaches and hybrid fusion. For the first one we used EM method and its approaches and FCM for the second. The fusion of the data is generally on level of modalities and/or level approaches to improve cerebral images segmentation. The last strategy of adopted fusion (hybrid) gives the best segmentation in terms of criteria: the standard deviation (STD), entropy of information (IE), the coefficient of correlation (CC) and the space frequency (SF).

Keywords: Data fusion, segmentation, MR images, EM, FCM.

Résumé

Avec le développement des techniques d'acquisition d'images, une grande masse de données de différentes sources d'image devient disponible. La fusion multimodale d'images cherche à combiner l'information de différentes images pour obtenir plus d'inférences que peuvent être dérivées d'une modalité seule. L'objectif principal est d'améliorer la segmentation des images IRM cérébrale par la fusion de données. Le processus de fusion est appliqué de trois manières : la fusion des modalités (T1, T2 et DP), la fusion d'approches et la fusion hybride. Pour la première on a utilisé la méthode EM et les approches EM et FCM pour la deuxième. La fusion des données d'une façon générale soit au niveau modalités et/ou niveau approche a amélioré la segmentation des images cérébrales. La dernière stratégie de fusion adoptée (hybride) donne la meilleure segmentation en termes de critères : la déviation standard (STD), l'entropie de l'information (IE), le coefficient de corrélation (CC) et la fréquence spatiale (SF).

Mots clés : Fusion de donnée, segmentation, IRM, EM, FCM.