

Projet PRESTON II/Bilan Preston I

Participants ETIS/ENSEA au projet :

- Aymeric HISTACE (MCF ETIS/UCP), Equipe ICI
- Frédéric PRECIOSO (MCF ETIS/ENSEA), Equipe MIDI

1. Rappel

Ce projet de recherche, correspondant à une activité de recherche en émergence au sein du laboratoire ETIS, s'organise autour du thème principal de la mise en œuvre de modèles de contours actifs originaux dans le cadre applicatif de la segmentation d'images médicales. L'utilisation de ces méthodes dynamiques de segmentation d'images et de vidéo est maintenant largement répandue dans les domaines du multimédia, mais leur adaptation au contexte de l'imagerie médicale et plus précisément de la segmentation spatiale et temporelle d'organes reste un domaine largement ouvert de par la spécificité de ce domaine applicatif et l'apparition de nouvelles modalités d'imagerie (PET-SCAN, Cone-Beam CT, IRM) pour lesquelles la qualité des images acquises rendent les méthodes classiques de segmentation inefficaces.

D'un point de vue clinique, ce projet s'inscrit dans le cadre général du diagnostic précoce et du suivi thérapeutique des cancers (oncologie). Il s'appuie sur une collaboration étroite avec le Dr Bogdan Matuszewski de l'Applied Digital Signal and Image Processing Research Centre (ADSIP) de l'Université du Central Lancashire (Preston, Angleterre) et avec l'Hôpital Christie de Manchester.

Le projet PRESTON II s'appuiera sur les résultats du projet PRESTON qui a, au cours de l'année 2009-2010, bénéficié d'un soutien BQR de l'ENSEA d'un montant de 2500€ Un bilan d'activité du projet PRESTON est proposé ci-après

2. Bilan PRESTON (2009/2010)

Bilan scientifique :

Dans le cadre du projet PRESTON plusieurs pistes de recherche ont été considérées. Un résumé des résultats obtenus s'organisant autour de trois principales thématiques est tout d'abord proposé :

1. Segmentation par description statistique de forme au moyen des moments de Legendre

En particulier, une méthode d'intégration d'un modèle statistique de la forme de la tumeur ou de l'organe cible dans le processus de segmentation par contour actif a été proposé. Plus précisément, cette méthode se fonde sur l'utilisation des moments de Legendre comme descripteur de forme. Un ensemble de décomposition de références est tout d'abord calculé

dans une base de données dites « d'apprentissage statistique » composées de formes représentatives de l'objet à segmenter ; une force peut ainsi être générée à chaque itération du processus de segmentation par contours actifs. Cette force peut se voir comme une représentation de la distance entre la forme en cours de segmentation et la forme statistique apprise. Une telle approche permet d'intégrer dans le processus de segmentation la variabilité statistique des formes de structures à segmenter, tout en se laissant l'opportunité d'intégrer de nouveaux exemples statistiques si nécessaire.

Une stratégie d'implantation de la méthode a également été proposée incluant une formulation bayésienne du problème et une stratégie de minimisation d'énergie adaptée au contexte statistique.

Ce travail fait actuellement l'objet d'une soumission à la revue *Pattern Recognition Letters*.

Y. Zhang, B. Matuszewski, F. Precioso, A. Histace, "Statistical Shape Model of Legendre Moments with Active Contour Evolution for Shape Detection and Segmentation", *Papier soumis à la revue PRL*.

2. *Contours actifs paramétriques fondés sur le calcul de distances inter histogrammes.*

Un autre aspect de ce travail de recherche a consisté à intégrer dans le processus de segmentation par contour actif une modélisation du bruit d'acquisition caractéristique de la modalité d'imagerie considérée. Cette approche présente donc la particularité de considérer le bruit non pas comme un élément perturbateur mais au contraire comme une information à part entière permettant de caractériser les objets à segmenter. Il est à noter que le contexte de l'imagerie médicale se prête particulièrement bien à cette approche de par la connaissance précise des bruits d'acquisition caractérisant les imageurs les plus courants (IRM-Ricien, UltraSon-Speckle, Scintigraphie-Poisson, etc.).

Pratiquement parlant, une estimation automatique de l'histogramme relatif à la pdf extérieure (resp. intérieure) au contour actif à l'instant t du processus de segmentation est comparée au moyen d'une fonction distance à un histogramme de référence extérieur (resp. intérieur) automatiquement estimé au préalable par des méthodes de types MAP. Une force proportionnelle à la distance calculée permet alors de mettre en compétition les deux régions mentionnées ci-dessous afin de procéder à la segmentation.

Concernant cette distance une étude comparative des distances les plus classiquement utilisées dans la littérature (Chi², Kullback-Leibler, Hellinger, Wasserstein) a été réalisée.

Ce travail de recherche a donné lieu, à ce jour, à une publication dans les actes du 16^{ème} colloque national de recherche dans les IUT.

L. Lamard, A. Histace, B. Matuszewski, "Contours actifs paramétriques fondés sur le calcul de distances inter histogrammes pour la segmentation d'images médicales", *Actes du 16ème congrès national de recherche dans les IUT*, Juin 2010.

3. *Estimation quantitative de la fonction ventriculaire gauche au moyen de l'IRM de marquage tissulaire.*

Enfin, une partie transverse du projet a été consacrée à la mise en place de prétraitements de type restauration d'image dans le cadre de l'utilisation des EDP (Equations aux dérivées partielles) non linéaires.

Une méthode originale de restauration intégrant une fonction de diffusion de type double-potentiel a été proposée dans le cadre d'une collaboration avec le laboratoire L3i de La Rochelle et appliquée avec succès à l'extraction de motif de marquage tissulaire en IRM cardiaque, permettant ainsi la mise en place d'un processus de suivi de ces marquages par contours actifs afin de dresser une carte locale des déformations du ventricule gauche (viabilité myocardique post infarctus).

Ce travail a également permis de proposer dans le cadre d'une collaboration avec le CHU de Reims une méthodologie statistique pour la comparaison de diverses méthodes de détection et de suivi de ces mêmes motifs proposées dans la littérature.

Cette partie du projet a fait l'objet d'une publication dans la revue « *International Journal on Computer Assisted Radiology and Surgery* », ainsi que d'une publication dans les actes du congrès *VISAPP 2010* et d'une seconde dans les actes de la conférence *CARS 2010*.

A. Histace, M. Ménard, "MRI enhancement: double well potential as diffusive function for PDE based approach for thin structure preservation", *Actes de la conférence VISAPP 2010, Angers, Mai 2010*, Papier accepté.

A. Histace, C. Portefaix, "Comparison of Different Grid of Tags Detection Methods in Tagged Cardiac MR Imaging (Short version)", *Actes du 23ème Congrès CARS'10 (Computer Assisted Radiology and Surgery)*, Genève (Allemagne), Juin 2010, Papier accepté.

A. Histace, C. Portefaix, B. Matuszewski, "Comparison of Different Grid of Tags Detection Methods in Tagged Cardiac MR Imaging (Long version)", *International Journal on Computer Assisted Radiology and Surgery*, Springer, sous presse.

Bilan financier :

Au niveau de l'utilisation des fonds (2500€) associés au projet, un bilan financier est proposé à suivre.

Objet	Débit	Solde
BQR ENSEA		2500€
Billet Avion M. Matuszewski	231,35€	2268,65€
Frais de mission M. Matuszewski Septembre 2009	196,25	2072,40
Inscription (1) conférence CARS 2010 (Genève)	370,00	1702,40€
Frais de déplacement conférence VISAPP 2010 (Angers)	Estimé à 250€	1452,40€
Inscription CNR IUT 2010 (Angers)	220€	1232,40€
Frais de mission M. Bogdan Matuszewski Mai/Juin 2010	720€	512,40
Billets avion aller/retour Manchester (AH,FP)	Estimé à 500€	12,40

Impact du projet en termes de visibilité scientifique

Les résultats du projet PRESTON associés à l'intégration de Aymeric Histace et Frédéric Precioso dans le cadre du projet ECSON en 2008/2009 financé par l'EPSRC (UK) ont permis :

- L'organisation d'une session spéciale sur le traitement d'image appliqué à l'oncologie prédictive dans le cadre de la conférence VISAPP 2010 (Bogdan Matuszewski : Chairman et membre du comité d'organisation, Aymeric Histace : membre du comité de programme et d'organisation de la session) ;
- Le dépôt d'un projet européen à l'European Science Foundation (ESF) fin 2009 (14 laboratoires partenaires issus de 9 pays européens) dont l'objectif est la mise en place d'un réseau de connaissances dans le domaine du traitement d'image pour l'aide au diagnostic (Réponse pour un possible financement fin 2011, début 2012 pour 3 ans) ;
- Obtention d'un mois de professeur invité pour le Dr. Bogdan Matuszewski à l'UCP en 2010 ;

- Intégration d'Aymeric Histace et de Frédéric Precioso dans le projet de faisabilité « Technology in radiotherapy feasibility studies » financé par l'EPSRC britannique et mené par le Dr Matuszewski.

3. Projet PRESTON II (2010/2011)

Descriptif :

Le projet PRESTON II conservera l'aspect applicatif du projet PRESTON à savoir donc le développement de nouvelles techniques de segmentation pour l'aide au diagnostic médical (avec pour cible l'oncologie prédictive et le planning radiothérapeutique).

Si les travaux actuellement en cours seront bien sûr poursuivis et approfondis (en particulier sur l'aspect validation clinique des méthodes développées), un accent sera mis sur l'étude des méthodes d'apprentissage et de leur potentialité dans le domaine de la segmentation automatique d'organes.

Plus précisément, nous nous intéresserons dans un premier temps à étudier les méthodes d'apprentissage de type *boosting* [VJ04, SF99] qui se présentent comme des candidats intéressants pour l'application visée et ce au regard de la littérature récente dans ce domaine [ZZC07, WZCHHC09, ZSGC06, QMA05].

Un premier travail prospectif réalisé dans le cadre des mini projets du master SIC 2009/2010 a d'ores et déjà permis de réaliser un outil de segmentation automatique de la zone ventriculaire gauche en IRM par apprentissage des caractéristiques de ces images. L'étude doit bien sûr être menée plus avant pour comprendre un certain nombre de problèmes (en particulier au niveau de la sensibilité inter et intra patient), mais les résultats obtenus sont prometteurs.

Partenaires :

Au niveau des partenaires du projet, le laboratoire ADSIP de l'université du Central Lancashire reste bien sûr le partenaire principal.

Viendront néanmoins s'ajouter concrètement au projet le CHU de Reims (Dr Christophe Portefaix) et le Laboratoire Informatique Image Interaction (L3i) de la Rochelle (Prof Michel Ménard).

Montant de la demande de financement : 2500€

Cette somme permettra principalement de financer des déplacements entre les différents partenaires du projet ainsi que les frais d'hébergements associés afin de renforcer la collaboration mise en place.

Ce montant permettra également de couvrir les frais liés à la participation à une (voire deux) conférences internationales ou nationales.

Références

- [WZCHHC09] M. Wels, Y. Zheng, G. Carneiro, M. Huber, J. Hornegger, D. Comaniciu: [*Fast and Robust 3D MRI Brain Structure Segmentation*](#), Int'l Conf. Medical Image Computing and Computer Assisted Intervention, (MICCAI'09), London, UK
- [ZZC07] S.K. Zhou, J. Zhou, D. Comaniciu: [*A Boosting Regression Approach to Medical Anatomy Detection*](#), IEEE Conf. Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR'07), Minneapolis, MN, 2007
- [ZSGC06] S.K. Zhou, J. Shao, B. Georgescu, D. Comaniciu: [*BoostMotion: Boosting a Discriminative Similarity Function for Motion Estimation*](#), IEEE Int'l Conf. Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR'06), New York, NY, 2006
- [QMA05] Z. Qian, D.N. Metaxas, and L. Axel. A learning framework for the automatic and accurate segmentation of cardiac tagged mri images. Computer Vision for Biomedical Image Applications, CVBIA05, pages 93_102, 2005.
- [VJ04] Paul Viola and Michael J. Jones. Robust real-time face detection. Int. J. Comput. Vision, 57(2) : 137_154, 2004.
- [SF99] Robert E. Shapire, Y. Freund. A short introduction to boosting. Journal of Japanese Society for Artificial Intelligence, 14(5) :771_780, Septembre, 1999.

