

Proposition de stage de Master Recherche pour l'année 2009

TITRE : Calcul et analyse de déformations non-linéaires pour le recalage de surfaces

Encadrant : Sylvain Prima, Unité/Projet VisAGeS, IRISA (02 99 84 73 59, Sylvain.Prima@irisa.fr)

Lieu du stage : Unité/Projet VisAGeS, IRISA, Campus de Beaulieu, 35042 Rennes Cedex, France
(<http://www.irisa.fr/visages>)

Rémunération : supérieure à 700€ net/mois

Contexte

Les techniques d'imagerie tridimensionnelle de haute résolution (IRM, scanographie X, scanner laser, photogrammétrie, etc.) permettent aujourd'hui d'obtenir des représentations volumiques très précises du corps humain, sous la forme d'images en niveaux de gris, de nuages de points, de surfaces, etc. L'étude de ces représentations chez l'individu et à l'échelle de populations de sujets, notamment pour le cerveau, le crâne et le visage, requiert le développement de nouveaux algorithmes de traitement des données, et constitue en soi un nouveau domaine de recherche souvent appelé "anatomie numérique". Les applications visées sont nombreuses : étude d'un même sujet au cours du temps (ex : développement du cerveau de l'enfance à l'adolescence, vieillissement cérébral), comparaison des deux côtés chez un même sujet (ex : symétries et asymétries du visage/crâne/cerveau), étude d'une population donnée (ex : les gauchers), comparaison entre populations (ex : hommes vs femmes, sujets contrôles vs schizophrènes), etc.

Ces études reposent donc en grande partie sur la comparaison, à l'aide de techniques de recalage, entre différentes représentations d'un même sujet ou de différents sujets. Il s'agit en pratique de mettre en correspondance les structures anatomiques homologues, et d'analyser le champ de déformation ainsi calculé pour superposer ces structures. Un grand nombre d'approches ont été proposées pour cette tâche, mais il est encore difficile de savoir quel algorithme est le mieux adapté à un problème donné. La plupart des questions ouvertes concernent plus particulièrement la nature de la déformation recherchée (rigide, linéaire, non-linéaire, paramétrique, non-paramétrique, localement affine, etc.), le but étant généralement de s'assurer qu'elle soit bijective (voire homéomorphe/diffeomorphe) [1], et la plus symétrique possible (le recalage entre les deux objets A et B doit fournir la déformation "inverse" de celui entre B et A) [2].

Objectif scientifique du stage

Après une analyse bibliographique, le but de ce stage sera d'implémenter différentes méthodes de recalage entre surfaces 3D [3], et différentes méthodes statistiques permettant l'analyse des champs de déformation ainsi construits. Nous nous intéresserons plus particulièrement aux méthodes permettant la prise en compte de connaissances a priori (apprentissage préalable de transformations "vraisemblables") et de contraintes (par exemple via l'identification d'amers géométriques sur les deux objets à recaler). L'évaluation des différentes stratégies envisagées s'effectuera sur des surfaces représentant des visages, des cortex cérébraux, et des structures cérébrales profondes.

Références : [1] Vercauteren et al. Symmetric Log-domain diffeomorphic registration: A Demons-based approach. MICCAI'2008. [2] Noblet et al. Symmetric nonrigid image registration: Application to average brain templates construction. MICCAI'2008. [3] Combès et Prima. New algorithms to map asymmetries of 3D surfaces. MICCAI'2008.

Mots-clés : Visage, crâne, cerveau, IRM, scanner laser, quantification, anatomie, morphométrie, morphogénèse, traitement et analyse des images, recalage, champs de déformation.

Prérequis : L'étudiant devra posséder de bonnes connaissances en informatique (Linux, C/C++) et mathématiques appliquées (notamment en statistiques et en traitement et analyse des signaux et des images).