

Proposition de Sujet de Stage de Master Recherche

Titre: *Approches de Monte Carlo en imagerie de diffusion pour la médecine*

Laboratoire de recherche : IRISA, UMR 6074, Campus de Beaulieu, 35042 Rennes

Equipes de Recherche : Unité/Projet INSERM/INRIA Visages U746, EPI VISTA

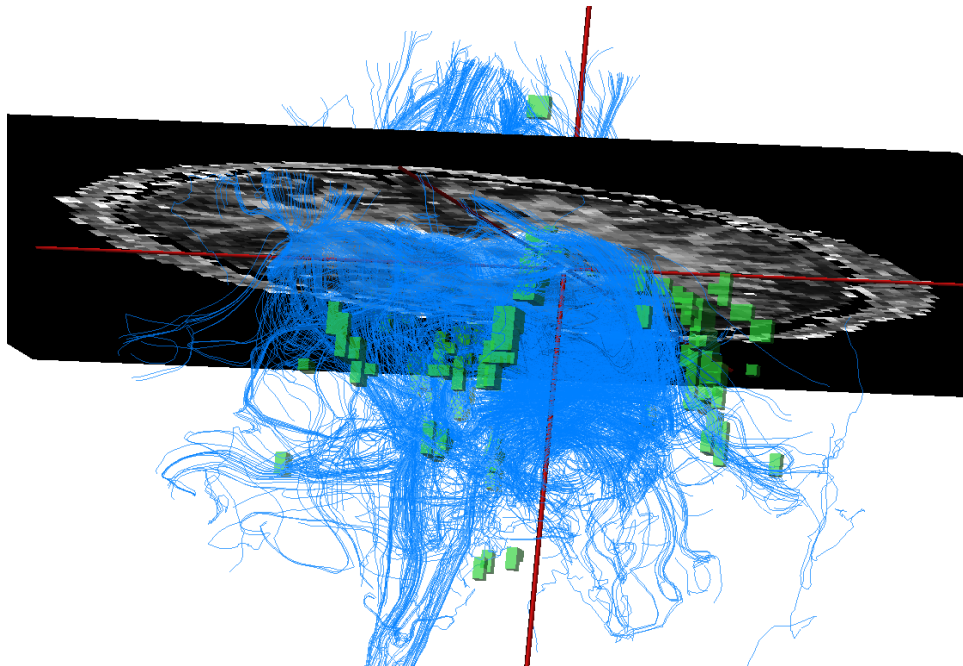
Responsables de Stage : Christian BARILLOT, Unité/Projet Visages U746
Patrick PEREZ, Equipe Projet VISTA

Mots Clés : Imagerie tensorielle, IRM de diffusion, filtrage particulaire, Monte Carlo par Chaînes de Markov

Candidature : par email : Christian.Barillot@irisa.fr ou perez@irisa.fr

Description du sujet

Mené en étroite collaboration entre l'équipe-projet VISTA et l'Unité/Projet Visages U746 de l'IRISA, ce travail prospectif vise à la conception et l'expérimentation d'outils stochastiques (filtres particulaires et techniques de Monte Carlo par chaînes de Markov [MCMC]) pour l'analyse des images tensorielles issues de la résonance magnétique de diffusion (DT-MRI). Le but visé est plus particulièrement la reconstruction de trajectoires de faisceaux de fibres nerveuses afin de d'estimer des probabilités de connectivité entre différentes aires du cortex cérébral. De telles approches devraient à terme permettre de mettre en évidence des voies anatomiques normales, et ainsi en déduire des atlas probabilistes, mais aussi d'identifier des voies de connectivité pathologiques (ou en lien avec des pathologies proches : présence de tumeurs, de lésions focales et/ou diffuses de la matière blanche) ou, enfin, de mettre en évidence des voies privilégiées reliant des régions du cortex cérébral humain préalablement identifiées à l'aide d'imagerie morphologique ou fonctionnelle. Le potentiel d'applications est donc vaste. Il concerne aussi bien l'étude des pathologies du système nerveux central, notamment les pathologies focales et diffuses de la matière blanche (SEP, SLA, démences vasculaires, Alzheimer) que la prise en charge chirurgicale ou neuroradiologique interventionnelle (tumeurs cérébrales, accidents vasculaires cérébraux).



Fibres de matière blanche autour de lésions de sclérose en plaques

Les approches existantes dans ce domaine sont en général déterministes et ne peuvent souvent pas prendre en compte les croisements entre faisceaux de fibres nerveuses (cas du modèle tensoriel d'ordre 2). Quand c'est le cas, des modèles paramétriques (e.g., ODF, Q-Balls) ou bien tensoriels d'ordre supérieur sont utilisés, mais ils requièrent d'une part des acquisitions peu compatibles aujourd'hui avec un usage clinique (un cumul de plus de 100 acquisitions IRM 3D sont requises sur un sujet) et, d'autre part, ne permettent que très difficilement d'évaluer l'incertitude sur l'extraction des voies de connectivité, et donc de créer des atlas probabilistes de ces voies. La recherche de nouveaux outils probabilistes dans ce contexte reste encore très peu abordée dans la littérature en imagerie médicale. La mise en commun de l'expertise des projets Vista (outils probabilistes pour l'analyse d'images fixes et en séquences) et Visages (imagerie médicale) devrait donc permettre des avancées sur ces problèmes aussi nouveaux qu'importants. La démarche envisagée s'articule autour des trois étapes principales suivantes :

- développement de filtres particuliers pour l'estimation d'une carte de probabilité des faisceaux de matière blanche chez un individu, à partir de données de tenseur de diffusion ;
- Expérimentation sur des données pathologiques, notamment associées à la sclérose en plaque, des démences cérébrales, des tumeurs ou des accidents vasculaires cérébraux.
- Le travail sera mené en collaboration avec les deux équipes de recherche Vista et Visages. Les développements seront réalisés en Matlab et en C++, et les expérimentations seront menées sur des images tensorielles synthétiques et réelles.

Références :

- Alexander D. C., Pierpaoli C., Basser P. J., and Gee J. C. (2001). "Spatial Transformations of Diffusion Tensor Magnetic Resonance Images." *IEEE Transactions on Medical Imaging*, 20(11), 1131-1139.
- Behrens T. E. J., Woolrich M. W., Jenkinson M., Johansen-Berg H., Nunes R. G., Clare S., Matthews P. M., Brady J. M., and Smith S. M. (2003). "Characterization and propagation of uncertainty in diffusion-weighted MR imaging." *Magnetic Resonance in Medicine*, 50(5), 1077-1088.
- Friman O., Farneback G., and Westin C. F. (2006). "A Bayesian Approach for Stochastic White Matter Tractography." *Medical Imaging, IEEE Transactions on*, 25(8), 965.
- Parker G. J. M., Haroon H. A., and Wheeler-Kingshott C. A. M. (2003). "A framework for a streamline-based probabilistic index of connectivity (PICO) using a structural interpretation of MRI diffusion measurements." *Journal of Magnetic Resonance Imaging*, 18(2), 242-254.
- Zhang F., Goodlett C., Hancock E., and Gerig G. (2007). "Probabilistic Fiber Tracking Using Particle Filtering." *Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention – MICCAI 2007*, pp.144-152.
- Zhang F., Goodlett C., Hancock E., and Gerig G. (2007). "Probabilistic Fiber Tracking Using Particle Filtering and Von Mises-Fisher Sampling." in *Lecture Notes in Computer Science: Energy Minimization Methods in Computer Vision and Pattern Recognition*, vol. 4679, Berlin / Heidelberg, Springer pp.303-317.