

Stage de master 2020

A priori anatomiques et modèles multi-compartiments de diffusion pour la tractographie de la matière blanche cérébrale

Encadrants : Olivier Commowick, Unité/Projet Empenn, Inria (Olivier.Commowick@inria.fr)

Lieu du stage : Unité/Projet Empenn, IRISA, Campus de Beaulieu, 35042 Rennes Cedex, France
<https://team.inria.fr/empenn>

Durée : 5 à 6 mois, démarrage vers mars 2020

Contexte

L'imagerie IRM de diffusion permet l'étude avancée de la microstructure du cerveau, et l'extraction de la structure des fibres nerveuses. A partir d'acquisitions pondérées en diffusion, la première étape consiste à estimer un modèle caractérisant les propriétés de diffusion de l'eau en un voxel donné et ainsi caractériser cette microstructure. De nombreux modèles de diffusion ont été développés récemment et notamment les modèles dits multi-compartiments [1], permettant de modéliser précisément les croisements de faisceaux de fibres en un point donné. De tels modèles apportent de grandes promesses pour la meilleure compréhension de pathologies et l'étude des connexions du cerveau via des algorithmes de tractographie [2].

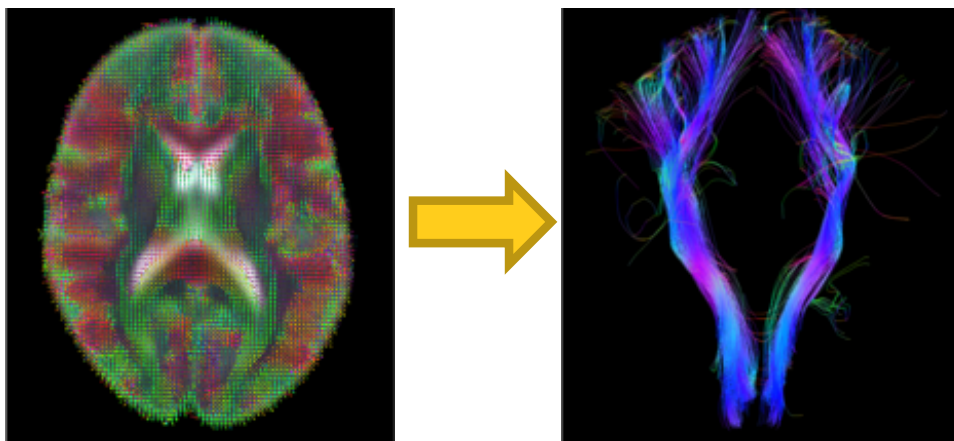


Figure 1. Exemple de tractographie du faisceau cortico-spinal

Ces algorithmes présentent toutefois encore de nombreux défauts, notamment la présence de faux positifs [3] devant être filtrés par l'utilisateur pour obtenir des fibres ayant un sens anatomique. Par ailleurs, les spécificités des modèles multi-compartiments ne sont que peu exploitées et pourraient permettre une meilleure reconstruction des fibres. Nous avons étudié récemment des possibilités pour améliorer ces outils [4,5] mais cependant sans exploiter pleinement leur potentiel. De plus, certaines bases de données récentes fournissent désormais des fibres nerveuses de référence [6] qui pourraient aider dans cette tâche.

Objectifs du stage

Dans ce cadre, nous recherchons un stagiaire pour explorer les méthodes de tractographie multi-compartiments exploitant une information anatomique afin d'obtenir des ensembles de fibres nerveuses réalistes. Après une phase de revue de la littérature existante dans le domaine, l'étudiant s'intéressera au développement de nouvelles méthodes exploitant l'a priori anatomique ainsi que les informations multi-fibres des compartiments de diffusion. La validation se réalisera vis-à-vis de simulations de fibres nerveuses ainsi que de données réelles. Enfin, l'étudiant appliquera ces méthodes à des jeux de données acquis dans le cadre de protocoles de recherche clinique pour évaluer tout d'abord l'applicabilité des méthodes proposées à des données cliniques et d'autre part l'impact des pathologies sur les fibres nerveuses du cerveau.

D'un point de vue méthodologique, ce stage se focalisera sur les domaines suivants :

- IRM de diffusion et modèles de diffusion
- Tractographie et a priori anatomiques

Localisation

Le stage se déroulera au sein de l'unité Empenn U1228 (Inria/IRISA, UMR CNRS 6074). Les travaux seront effectués en lien avec la plateforme de recherche IRM Neurinfo (<http://www.neurinfo.org>).

Pré-requis : C++, Matlab, très bonne connaissance des mathématiques appliquées : traitement d'images et du signal, connaissances des séquences et acquisitions IRM.

Références

- [1] E. Panagiotaki, T. Schneider, B. Siow, M. G. Hall, M. F. Lythgoe and D. C. Alexander. Compartment models of the diffusion MR signal in brain white matter: a taxonomy and comparison. *NeuroImage*, vol. 59, no. 3, pages 2241–54, 2012.
- [2] B. Jeurissen, M. Descoteaux, S. Mori and A. Leemans. Diffusion MRI fiber tractography of the brain. *NMR in biomedicine*, vol 32, no. 4, pages e3785, 2019.
- [3] K. H. Maier-Hein, P. F. Neher et al. The challenge of mapping the human connectome based on diffusion tractography. *Nature communications*, vol. 8, no. 1349, 2017.
- [4] A. Stamm, O. Commowick, A. Menafoglio, S. Warfield. A Bayes Hilbert Space for Compartment Model Computing in Diffusion MRI. *MICCAI proceedings*, pages 72-80, 2018.
- [5] A. Stamm, O. Commowick, C. Barillot, P. Pérez. Adaptive Multi-modal Particle Filtering for Probabilistic White Matter Tractography. *IPMI proceedings*, pages 594-606, 2013.
- [6] J. Wasserthal, P. Neher, K. H. Maier-Hein. TractSeg - Fast and accurate white matter tract segmentation. *Neuroimage*, vol. 183, pages 239-253, 2018.