

Rapport de première année de thèse: Octobre 2014 – présent

Titre de thèse: Enhancement of functional brain connectome analysis by the use of deformable models in the estimation of spatial decompositions of the brain images

Doctorant: Elvis Dohmatob

Directeur de thèse: Bertrand Thirion

Co-encadrant: Gael Varoquaux

Cadre :

La thèse consiste à développer des nouvelles méthodes de recalage inter-sujet en utilisant directement les images fonctionnelles, le but ultime étant d'améliorer l'analyse de la connectivité fonctionnelle.

Traditionnellement, le recalage inter-sujet repose sur les images T1 car celles-ci contiennent des informations qui reflètent clairement la géométrie du cerveau (sillons, plissement, ventricules, etc.), et donc des attributs dits "récalables" (à titre de comparaison les images fonctionnelles sont assez bruitées et contiennent très peu d'informations anatomiques). En suite, on applique les transformations estimées ainsi aux images fonctionnelles, etc., coregistrées au préalable avec les images T1. Cette transitivity (recalage indirecte) repose sur une supposition cruciale selon laquelle les images T1 d'un sujet seraient en correspondance parfaite avec ces scans fonctionnelles (EPI par exemple), modulo un décalage rigide (dû au positionnement de la tête dans le scanner pendant l'acquisition, etc).

Cependant, les images fonctionnelles souffrent des distortions dues aux inhomogénéités du champ B0, qui fragilisent cette hypothèse (même après correction). Outre que ces distortions, les images T1 sont des fois pathologiques (par exemple, dans le cas d'une tumeur) ou tout simplement pas disponibles. Il est donc nécessaire de pourvoir s'en passer de cette dépendance sur les images T1 en développant les méthodes de recalage « directe » qui n'utilisent que des données fonctionnelles.

Travail réalisé :

Dans un premier temps, nous avons fait une étude profonde de l'état de l'art sur le sujet. Nous avons aussi mis en place un cadre de travail solide (utils, scripts, pipelines, etc.,). Des travaux de benchmark sur des données réelles (Human Connectome Project – HCP) ont pu confirmer notre hypothèse selon laquelle le recalage inter-sujet direct EPI—EPI résulterait à une meilleure correspondance fonctionnelle à travers les sujets (mesuré avec différentes métriques : information mutuelle, statistiques GLM niveau groupe, qualité de l'image moyen des images EPI recalées, etc.). Un papier de journal (Neuroimage) est en cours de rédaction sur ces résultats.

Bien d'autres publications en liaison étroite avec la thèse (décodage multivarié, transfer learning fMRI – PET, algorithmes d'optimisation convexes, nouveaux modèles de régularisation spatiale, etc.) ont été réalisés ou sont en cours (voir document ci-joint pour une liste de papiers publiés).

L'avenir :

Pour la suite, dans un premier temps nous attaquerons le problème d'estimation de template fonctionnelles et puis de l'intégration de cartes fonctionnelles (parcellisations fonctionnelles) dans notre modèle d'estimation des transformations (basé sur les « déformations différentielles »).

