

Méthode d'analyse multimodale de la connectivité cérébrale basée sur la théorie des réseaux complexes multicouches

Mots clés :

- **Directeur de thèse** : Fabrizio DE VICO FALLANI
- **Co-encadrant(s)** :
- **Unité de recherche** : Laboratoire inconnu!
- **Ecole doctorale** : École Doctorale Informatique, Télécommunications, Électronique de Paris
- **Domaine scientifique principal**: Divers

Résumé du projet de recherche (Langue 1)

Les avancées récentes dans le domaine de l'imagerie cérébrale ont permis de comprendre le cerveau humain en exploitant ces images d'une manière plus évoluée : en construisant un réseau de connectivité neuronales. Ces réseaux peuvent représenter deux types d'interactions selon la nature des données utilisées pour les construire et le phénomène physique qu'elles capturent. On parle de connectivité fonctionnelle (CF) ou de connectivité structurelle (CS) [1]. Afin d'établir un profil précis d'un sujet dont on aurait recueilli des données cérébrales issues de différentes modalités (ex. : magnétoencéphalographie (MEG), imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf), IRM de diffusion (ou diffusion tensor imaging, DTI)), il est nécessaire de fixer un cadre de travail qui permette une intégration multimodale efficace. Plusieurs méthodes (pour une revue partielle, voir [2], [3]) ont été développées ces dernières années pour tirer le maximum de profits de chacune d'entre elles. Il existe, selon Rykhlevskaia et al., trois types d'intégration multimodale (par ordre de complexité croissante) : « la preuve convergente » qui consiste simplement à recueillir des données de différentes modalités et à les comparer d'une manière qualitative, « la superposition directe » qui consiste à interpréter visuellement la superposition des informations structurelles et fonctionnelles préalablement repositionnées spatialement, et « la modélisation statistique » qui permet, comme son nom l'indique, de modéliser statistiquement une activité ou une structure en contraignant une des modalités par l'autre [3]. Concernant la dernière catégorie, une des méthodes les plus récentes et des plus abouties est celle développée par Xue et al. et qui consiste à terminer la CF en intégrant dans son modèle statistique des informations basées sur la CS [4]. L'inconvénient majeur de ce type de méthodes est qu'elles ne servent finalement à ne produire qu'un seul réseau de connectivité et perdent donc une grande partie des informations significatives des différentes modalités. C'est pourquoi nous proposons de développer une approche en réseaux multicouches qui permettra de conserver les informations à tous les niveaux de connectivité [5]. Il s'agira donc, via cette thèse, de terminer une méthode d'analyse multimodale des réseaux de connectivité neuronales basée sur la théorie de graphes moderne [6] et de développer des outils mathématiques adaptés pour mieux caractériser la structure topologique complexe de ces hyper-réseaux multimodaux, comme par exemple l'identification de régions cérébrales centrales ou l'efficacité de l'organisation de la connectivité. Cette approche possède de nombreux avantages dont le principal est de permettre une comparaison directe entre les sujets ou conditions expérimentales en définissant des métriques communes (voir par exemple [7]) et en utilisant des outils issus du domaine de la fouille de données (ou data mining) dans le but d'extraire des informations pertinentes et discriminantes. Les méthodes et outils développés seront ensuite validés sur un jeu de données de neuroimagerie multimodales obtenues de 25 sujets sains et 25 patients atteints de la maladie d'Alzheimer (cf. Remarques additionnelles) dans le but de mettre en évidence des bio-marqueurs diagnostique, pronostique ou utile au suivi de la maladie d'Alzheimer.

Bibliographie [1] E. Bullmore, E. Bullmore, O. Sporns, and O. Sporns, "Complex brain networks: graph theoretical analysis of structural and functional systems.," *Nat. Rev. Neurosci.*, vol. 10, pp. 186–98, 2009. [2] J. S. Damoiseaux and M. D. Greicius, "Greater than the sum of its parts: a review of studies combining structural connectivity and resting-state functional connectivity.," *Brain Struct. Funct.*, vol. 213, pp. 525–533, 2009. [3] E. Rykhlevskaia, G. Gratton, and M. Fabiani, "Combining structural and functional neuroimaging data for studying brain connectivity: A review," *Psychophysiology*, vol. 45, pp. 173–187, 2008. [4] W. Xue, F. Dubois Bowman, A. V. Pileggi, A. R. Mayer, Q. K. Telesford, W. Forest, M. B. Nebel, and J. Hopkins, "A multimodal approach for determining brain networks by jointly modeling functional and structural connectivity," 2015. [5] Y. Ghanbari, L. Bloy, V. Shankar, J. C. Edgar, T. P. L. Roberts, R. T. Schultz, and R. Verma, "LNCS 8675 - Functionally Driven Brain Networks Using Multi-layer Graph Clustering," vol. 098010, pp. 113–120, 2014. [6] F. D. V. Fallani, J. Richiardi, M. Chavez, and S. Achard, "Graph analysis of functional brain networks: practical issues in translational neuroscience," *Phil Trans R. Soc. B*, 2014. [7] T. Simas, M. Chavez, P. Rodriguez, A. Diaz-guilera, D. D. F. Fonamental, and U. De Barcelona, "An Algebraic Topological Method for Multimodal Brain Networks Comparisons," pp. 1–19, 2015.