

Stage de master 2017

Recalage 3D de signaux hybrides EEG et IRM pour l'imagerie cérébrale haute-résolution et temps-réelle

Encadrants:

Pierre Maurel, Unité/Projet VisAGeS Inserm U1228, IRISA (Pierre.Maurel@irisa.fr)

Christian Barillot, Unité/Projet VisAGeS Inserm U1228, IRISA (Christian.Barillot@irisa.fr)

Lieu du stage: Equipes VisAGeS et Plateforme Neurinfo (CHU), IRISA, Campus de Beaulieu, 35042 Rennes Cedex, France (<http://www.irisa.fr/visages>; <http://www.neurinfo.org>)

Durée: 5 à 6 mois, début aux environs de mars 2017

Mots clés: Recalage signaux/images, traitement de l'image et du signal, détection et analyse d'images, apprentissage de motifs, Neurosciences clinique, IRM fonctionnelle, EEG,

Contexte

Ce stage s'inscrit dans le cadre du projet HEMISFER du laboratoire d'excellence Comin Labs dont l'objectif est de développer le concept de "neurofeedback" dans le contexte de rééducation de troubles neurologiques et psychiatriques. L'objectif du projet HEMISFER est de concevoir de nouveaux outils thérapeutiques basés sur des technologies innovantes de réalité virtuelle et de Neurofeedback couplées à des techniques d'apprentissage automatique en signal et image.

La rupture essentielle du projet HEMISFER viendra de l'usage d'un modèle de couplage associant informations fonctionnelles (imagerie par résonance magnétique - fMRI) et informations métaboliques (électro-encéphalographie - EEG) pour mieux mesurer le cerveau en fonctionnement et "améliorer" les protocoles de rééducation du cerveau par neurofeedback. Dans ce cadre, nous avons développé une plateforme expérimentale permettant de combiner des dispositifs instrumentaux avancés (plateforme hybride EEG et IRM) afin de recueillir simultanément les signaux fonctionnels du cerveau par EEG et par IRM.

Objectifs du stage

Alors que l'EEG bénéficie d'une bonne résolution temporelle mais d'une faible résolution spatiale, la résolution de l'IRM et donc de l'IRM fonctionnelle a les caractéristiques opposées. Les deux techniques sont ainsi complémentaires pour mesurer le fonctionnement du cerveau à haute-résolution spatio-temporelle. Le stage a pour but de proposer et mettre en œuvre des méthodes de fusion des informations provenant de l'EEG (signaux à la surface de la tête) avec les signaux provenant de l'IRM et de l'IRM fonctionnelle. Les méthodes qui seront mise en œuvre devront extraire à partir de séquences d'IRM spécifiques la position des capteurs EEG à la surface de la tête, sur la base d'un modèle géométrique connu. Ce travail permettra d'aborder plusieurs problèmes d'analyse et de recalage d'image : reconnaissance de motifs caractéristiques dans les images (méthodes d'apprentissage et de « pattern matching »), extraction d'un modèle de réseaux d'électrodes EEG par minimisation d'une fonction de similarité adaptée, fusion des informations hybrides volumiques (IRM) et surfaciques (EEG) afin de représenter les signaux cérébraux dans un référentiel géométrique unifié. Le modèle de fusion EEG/IRM ainsi développé sera utilisé pour permettre une reconstruction de l'activité cérébrale obtenue sous Neurofeedback avec une haute résolution spatio-temporelle. Si la durée du stage le permet, une solution et une implémentation temps-réelle pourra également être étudiée. Le travail se fera sur des données simulées et réelle avec une participation à l'acquisition de jeux de données sur la plateforme Neurinfo.

Localisation

Le stage se tiendra au sein de l'IRISA / centre Inria de Rennes dans l'équipe Visages. Les travaux seront effectués en lien étroit avec la plateforme de recherche IRM Neurinfo (<http://www.neurinfo.org>).

Prérequis : bagage solide en mathématiques appliquées : traitement du signal et/ou image. C++, Python.

Références

1. V. Zotev, R. Phillips, H. Yuan, W. Drevets, and J. Bodurka, "Simultaneous Real-Time fMRI and EEG Neurofeedback for Self-Regulation of Human Brain Activity," in *Human Brain Mapping 2012*, 2012.
2. Mano, M., Bannier, E., Perronnet, L., Lécuyer, A., Barillot, C., 2016. Design of an Experimental Platform for Hybrid EEG-fMRI Neurofeedback Studies. 22nd Annual Meeting of Human Brain Mapping, Geneva, CH, p. 2078.
3. Schwartz, D., Poiseau, E., Lemoine, D., Barillot, C., 1996. Registration of MEG/EEG data with 3D MRI : Methodology and precision issues. *Brain Topography* 9, 101-116.
4. Špiclin, Ž., Warfield, S.K., Likar, B., Pernuš, F., 2008. Registration of MRI and EEG based on internal and external anatomical similarities. *Medical image computing and computer-assisted intervention : MICCAI08. International Conference on Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention* 11, 762-770.

