

Stage de fin d'étude Ingénieur/Master 2 - 2019

Méthode d'apprentissage par Transport Optimal pour le traitement temps-réel de signaux EEG enregistrés sous IRM

Encadrants : Pierre Maurel (Pierre.Maurel@irisa.fr)

Giulia Lioi (Giulia.lioi@irisa.fr)

Julie Coloigner (julie.coloigner@irisa.fr)

Christian Barillot (Christian.Barillot@irisa.fr)

Lieu du stage : Empenn U1228, IRISA, Campus de Beaulieu, Rennes - <https://team.inria.fr/empenn/>

Durée : 5 à 6 mois, début entre février et avril 2020

Contexte

Empenn U1228 est une équipe de recherche de l'Université de Rennes I, affiliée conjointement à l'INSERM et à INRIA. C'est une composante de l'IRISA (UMR CNRS 6074) localisée sur Rennes, à la fois sur le campus médical et le campus de sciences. L'objectif de notre équipe est d'apporter son expertise dans le domaine des algorithmes automatiques de traitement des signaux et images médicales et autour de méthodes innovantes pour permettre de mieux mesurer le cerveau humain « en action ». Empenn fait collaborer des cliniciens et des chercheurs en informatique et intelligence artificielle autour de plusieurs projets portant, entre autres, sur la rééducation du cerveau humain par neurofeedback. Il s'agit de faire apprendre au patient comment mieux contrôler et focaliser son activité cérébrale autour de régions lésées, comme par exemple dans le cas des accidents vasculaires cérébraux ou du traitement de la dépression résistante. Nous avons mis en place depuis plusieurs années une plateforme informatique unique au monde permettant l'enregistrement simultané de signaux d'IRM fonctionnelle et d'Électroencéphalographie (EEG) afin de quantifier l'activité cérébrale en temps réel et d'aider le patient à mieux la contrôler.

Mission et objectifs du stage

Dans ce stage, nous ambitionnons de développer une nouvelle méthode de traitement des données EEG, recueillies sous IRM, afin de pouvoir extraire le signal fonctionnel d'intérêt malgré l'environnement expérimental qui rend le signal ininterprétable sans algorithmique adaptée. Nous projetons de développer de nouvelles solutions de traitement du signal à travers des approches de Machine Learning basées sur la notion de Transport Optimal (OT). Ces méthodes devront corriger les artefacts forts causés par la physique de l'acquisition simultanées des signaux d'IRM et d'EEG. Ce nouveau mécanisme de réduction des artefacts fournira des signaux électriques aussi proches que possible de ceux recueillis en conditions normales (c-à-d. hors IRM). Nous prévoyons de développer une méthode d'apprentissage automatique (Machine Learning) qui sera en mesure de traiter les signaux EEG corrompus par des approches de décomposition spectrale basées sur le OT et adaptation de domaine. A partir du grand nombre de données déjà acquises, nous prévoyons d'aborder ces problèmes en recherchant des métriques de transport optimales (par exemple, la distance de Wasserstein) qui traiteront les distributions spectrales du signal sous une forme complète.

Ce stage nécessitera :

1. La prise en compte de la littérature existante dans le domaine et l'implémentation des méthodes adaptées au problème rencontré
2. La prise en main des logiciels et des technologies utilisées (C++, Python et Matlab en particulier)
3. Le développement : conception, codage, tests, documentation

Localisation

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

Compétences scientifiques et techniques requises

Compétences requises

- Formation solide en mathématique et statistique
- Connaissances en informatique (Python, Matlab, C++)

Qualités requises

- Rigueur, autonomie, curiosité scientifique et technique, esprit d'initiative, bonnes aptitudes relationnelles, passionné par les nouvelles technologies
- Maîtrise de l'anglais technique et scientifique

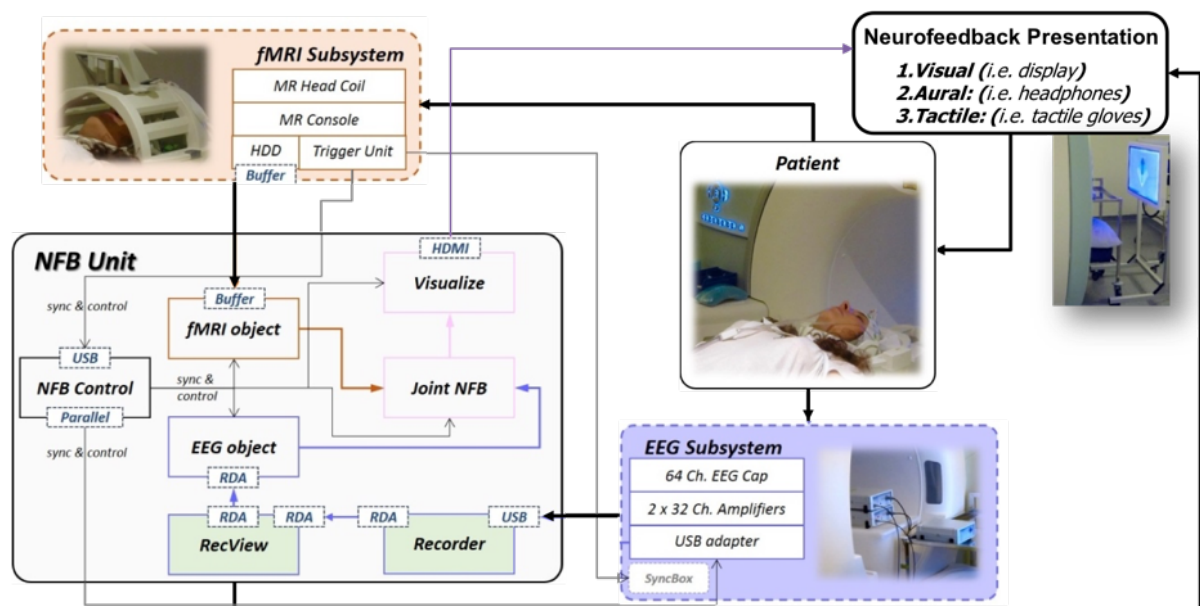
Compétences souhaitées

- Connaissances en machine learning et en traitement du signal et des images. Une connaissance de bibliothèques python seraient un plus.

Mots-clés : Machine Learning, traitement du signal, statistique, Transport Optimal, Imagerie Cérébrale, IRM/EEG

Références :

1. Villani, C., 2008. Optimal Transport: Old and New. Springer Berlin Heidelberg.
2. Flamary, R., Févotte, C., Courty, N., Emiya, V., 2016. Optimal spectral transportation with application to music transcription. NIPS, Barcelona, Spain.
3. Perronnet, L., Lecuyer, A., Mano, M., Bannier, E., Lotte, F., Clerc, M., Barillot, C., 2017. Unimodal Versus Bimodal EEG-fMRI Neurofeedback of a Motor Imagery Task. Front Hum Neurosci 11, 193.
4. Mano, M., Lecuyer, A., Bannier, E., Perronnet, L., Noorzadeh, S., Barillot, C., 2017. How to Build a Hybrid Neurofeedback Platform Combining EEG and fMRI. Front Neurosci 11, 140.
5. Courty N, Flamary R, Tuia D, Rakotomamonjy A. Optimal Transport for Domain Adaptation. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2016.



Plateforme multimodale d'enregistrement des signaux EEG et IRM simultanés pour leur traitement en temps-réel