

Stage de master – Neurofeedback bi-modal : prédiction des scores neurofeedback IRMf à partir les signaux EEG seuls, par apprentissage automatique

Encadrants : Pierre Maurel et Claire Cury, Empenn team. pierre.maurel@irisa.fr , claire.cury@inria.fr

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

Durée : 5 à 6 mois, démarrage possible à partir de janvier 2021

Mots-clés : Traitement du signal, modélisation/apprentissage automatique, EEG, temps-réel

Contexte :

Le neurofeedback (NF) est une technique non invasive, utilisée en rééducation [1], qui permet de renvoyer en temps réel au sujet (ou patient) un score lui indiquant si son activité cérébrale correspond à l'activité voulue. Par exemple, dans le cadre de la rééducation de la motricité de la main droite après un AVC, une activité dans la région motrice correspondante (et non ailleurs) est attendue. L'activité cérébrale peut être estimée à partir de l'EEG (électro-encéphalogramme), qui mesure l'activité électrique surfacique du cerveau, avec une bonne résolution temporelle et une résolution spatiale limitée. L'activité cérébrale peut aussi être mesurée à partir de l'IRMf (imagerie par résonance magnétique fonctionnelle), qui permet d'estimer l'activité neurovasculaire, avec cette fois-ci une meilleure résolution spatiale et une résolution temporelle limitée. L'IRMf et l'EEG fournissant des mesures complémentaires, une technologie récente [2], appelée neurofeedback bi-modal, permet le couplage et la synchronisation de ces signaux pour renvoyer au sujet/patient un score neurofeedback bi-modal [3,4]. L'IRMf, bien que fournissant des mesures plus précises spatialement que l'EEG, est une modalité coûteuse en temps, en moyens, en personnel et en énergie pour le patient.

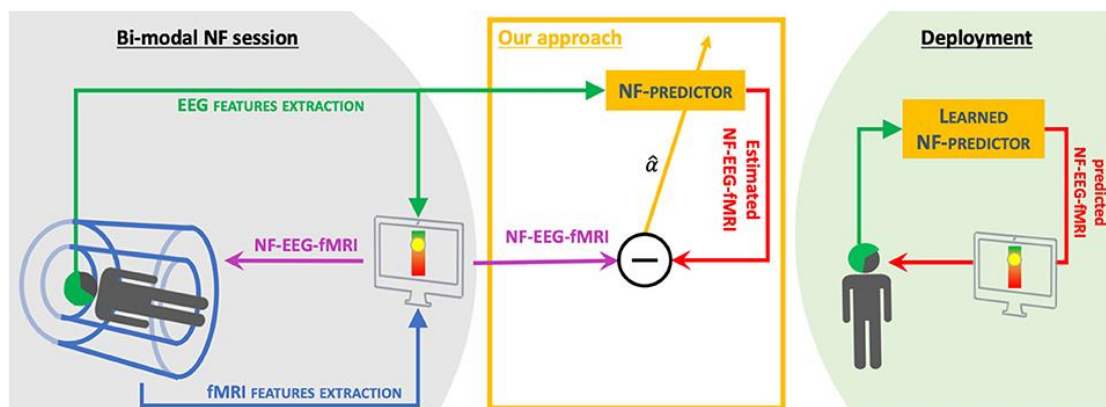


Figure 1 : Contexte du stage et objectif à long terme du projet

Nous cherchons donc à réduire son utilisation en développant de nouvelles méthodes apprenant à modéliser, via des méthodes parcimonieuses, l'activité de l'IRMf à partir du signal EEG seul ; le but étant d'améliorer le confort des patients en rééducation. Une première

méthode [5] a été proposée et laisse penser qu'il est possible de prédire l'information provenant de l'IRMf en utilisant l'EEG, lors de sessions NF bimodales apportant une certaine synergie entre les signaux [6]. Ces premiers résultats sont très prometteurs et suscitent un fort intérêt chez les médecins avec qui nous collaborons.

Objectifs du stage :

Les objectifs de ce stage seront, dans un premier temps, l'exploration des liens entre les signaux EEG et IRMf sur une base de données de patients en rééducation post-AVC (accident vasculaire cérébraux). Les données ont déjà été acquises au sein de la plateforme Neurinfo située au CHU Pontchaillou (Rennes) et pilotée par l'équipe Empenn. Dans un second temps, un objectif majeur du stage sera d'utiliser l'apprentissage automatique (*machine learning*) pour apprendre, à partir des séances de neurofeedback mixte EEG-IRM, un modèle permettant d'enrichir les séances de neurofeedback d'EEG seulement et ainsi améliorer la qualité de la rééducation.

Prérequis :

Python/Matlab, très bonnes connaissances en traitement du signal et d'images, connaissances en modélisation/apprentissage, connaissances/intérêt en EEG et/ou IRMf seraient un plus.

Références :

[1] Michelle Hampson, Sergio Ruiz, Junichi Ushiba, Neurofeedback, NeuroImage, Volume 218, 2020, 116473, ISSN 1053-8119, <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2019.116473>.

[2] Marsel Mano, Anatole Lécuyer, Elise Bannier, Lorraine Perronnet, Saman Noorzadeh, Christian Barillot. How to Build a Hybrid Neurofeedback Platform Combining EEG and fMRI. Front. Neurosci., 21 March 2017 <https://doi.org/10.3389/fnins.2017.00140>

[3] Lorraine Perronnet, Anatole Lécuyer, Marsel Mano, Mathis Fleury, Giulia Lioi, Claire Cury, Maureen Clerc, Fabien Lotte, Christian Barillot. Learning 2-in-1: Towards Integrated EEG-fMRI-Neurofeedback, bioRxiv 397729; doi: <https://doi.org/10.1101/397729>

[4] Giulia Lioi, Claire Cury, Lorraine Perronnet, Marsel Mano, Elise Bannier, Anatole Lécuyer, Christian Barillot. Simultaneous EEG-fMRI during a neurofeedback task, a brain imaging dataset for multimodal data integration. Scientific Data, Nature Publishing Group, 2020 <https://doi.org/10.1038/s41597-020-0498-3>

[5] Claire Cury, Pierre Maurel, Rémi Gribonval, Christian Barillot. A Sparse EEG-Informed fMRI Model for Hybrid EEG-fMRI Neurofeedback Prediction. Front. Neurosci., 31 January 2020 <https://doi.org/10.3389/fnins.2019.01451>

[6] Claire Cury, Giulia Lioi, Lorraine Perronnet, Anatole Lécuyer, Pierre Maurel, Christian Barillot. Impact of 1D and 2D visualisation on EEG-fMRI neurofeedback training during a motor imagery task. ISBI 2020 - IEEE International Symposium on Biomedical Imaging, Apr 2020, Iowa City, United States. <https://doi.org/10.1109/ISBI45749.2020.9098591>