

Dans le Cadre du programme des Contrats doctoraux en intelligence artificielle du Projet AXIAUM – Intelligence artificielle en Santé et Environnement cofinancé par l'ANR, l'Université De Montpellier met au concours un contrat doctoral intitulé :

Modèles neurophysiologiques dynamiques et apprentissage profond pour l'étude de la connectivité cérébrale de sujets sains et cérébrolésés

ENCADREMENT ET LABORATOIRE

Jacky Montmain (Pr)

IMT Mines Ales

EuroMov Digital Health in Motion

jacky.montmain@mines-ales.fr

Stéphane Perrey (Pr)

Université de Montpellier

EuroMov Digital Health in Motion

stephane.perrey@umontpellier.fr

Binbin Xu (Maître de Conférences)

IMT Mines Ales

EuroMov Digital Health in Motion

binbin.xu@mines-ales.fr

François Feuvrier (Médecin de Médecine Physique et de Réadaptation)

CHU de Montpellier

EuroMov Digital Health in Motion

f-feuvrier@chu-montpellier.fr

Ecole Doctorale :

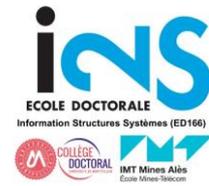
ED I2S Information, Structures, Systèmes – Université de Montpellier

<http://www.edi2s.univ-montp2.fr/>

Laboratoire :

Unité Mixte de Recherche EuroMov Digital Health in Motion (Univ. Montpellier, IMT Mines Ales)

EuroMov Digital Health in Motion est une nouvelle unité de recherche qui a été officiellement inaugurée en janvier 2021. Cette collaboration de recherche implique l'IMT Mines Alès et l'Université de Montpellier en partenariat avec les CHU de Montpellier et Nîmes. Cette unité de recherche vise à favoriser la fertilisation croisée de l'intelligence artificielle, des sciences du mouvement et de la santé pour comprendre la plasticité comportementale de l'être humain afin d'envisager de nouvelles approches thérapeutiques et d'améliorer la récupération sensorimotrice, et y trouver une métaphore scientifique, source pour de nouvelles approches numériques.



DESCRIPTION DU PROJET

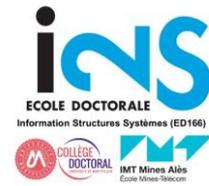
Contexte scientifique

Les progrès dans le développement des dispositifs de capture des signaux physiologiques humains en termes de résolution spatiale et/ou temporelle, portabilité, ergonomie, autonomie, coût, laissent présager d'usages jusqu'ici inexplorés. Dans le cadre de cette thèse nous nous intéressons aux signaux neurophysiologiques acquis via une interface cerveau-ordinateur (ICO). Plus précisément nous nous focaliserons sur les signaux issus de l'électroencéphalographie (EEG) et de la spectroscopie proche infrarouge fonctionnelle (SPIRf) pour répondre à des problématiques neuroscientifiques. Les signaux neurophysiologiques sont des signaux à composante aléatoire, l'acquisition étant perturbée par différents types de bruit et artefacts. Pour traiter efficacement ces signaux, il est nécessaire d'intégrer dans la démarche des connaissances multidisciplinaires venant de la physique, de la biologie, des neurosciences et de la médecine en plus des bases disciplinaires en traitement du signal, modélisation numérique et apprentissage artificiel.

Pour les cliniciens, évaluer l'état de conscience de patients dans les suites de lésions cérébrales graves ou de patients quadriplégiques incapables d'exprimer leur conscience (Locked in Syndrome) représente un enjeu fondamental pour répondre aux interrogations des familles et adapter les soins. Le protocole d'évaluation clinique extrêmement standardisé « Coma Recovery Scale Revised » (CRS-R) (Giacino et al., 2004) consiste à différencier les comportements intentionnels des comportements spontanés. Ces patients, souffrant d'un déficit sévère de leur commande motrice volontaire des membres et de la face, sont souvent très limités pour exprimer leur conscience de soi ou de leur environnement. Les évaluations comportementales sont ainsi susceptibles d'erreurs diagnostiques. L'étude de Schnakers et al. (2009) révèle que le diagnostic clinique est erroné dans 40% des cas, certains patients étaient diagnostiqués en état végétatif alors qu'ils étaient en état de conscience minimale (de meilleur pronostic). L'évaluation précise des troubles de conscience pour les patients, leurs proches et les cliniciens est donc capitale car elle a des implications pronostique, thérapeutique et éthique.

Dans le cadre de cette thèse nous souhaitons développer une approche originale et multidisciplinaire de traitement des signaux neurophysiologiques EEG et SPIRf pour aider les praticiens dans leur évaluation des états de conscience altérée. Les travaux de recherche envisagés s'articuleront autour du traitement du signal multi-canal, multi-modal, multi-acquisition, multi-échelles spatiale et temporelle en y intégrant des modèles numériques de propagation et de connectivité associés à des approches par apprentissage profond. L'intérêt de ce couplage sera de permettre une identification des paramètres des modèles numériques et des motifs représentatifs des signaux neurophysiologiques.

Les ICOs permettent d'acquérir les signaux neurophysiologiques, indépendamment de toute motricité, en convertissant directement l'activité cérébrale au cours d'une tâche cognitive (ex : imaginer bouger la main, réaliser une épreuve de calcul, ...) en signal interprétable (Wolpaw et al., 2002). Elles sont particulièrement appropriées pour les patients ayant des difficultés ou l'impossibilité de commandes motrices volontaires. Parmi elles, l'EEG et la SPIRf.



Impact attendu

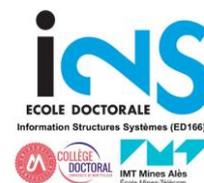
Notre ICO multimodale EEG-SPIRf implémentant un algorithme d'apprentissage profond permettra une analyse multi-échelle des signaux électroencéphalographiques et hémodynamiques corticaux (et dans une moindre mesure sous-corticaux) au cours de tâches cognitives d'imagerie mentale (imagerie motrice, calcul mental). A notre connaissance, seule une étude (Chiarelli et al., 2018) a entrepris une approche similaire avec un réseau de neurones peu profond (six couches) chez 15 sujets sains.

L'analyse de la synchronisation spatio-temporelle des signaux électroencéphalographiques (EEG) et hémodynamiques (SPIRf) basée sur des modèles numériques de propagation devrait permettre aux cliniciens de mieux comprendre les impacts des lésions cérébrales sur l'état de conscience des patients.

Dans une situation où 40% des patients diagnostiqués en état végétatif sont en réalité en état de conscience minimal voire conscient (Schnakers et al., 2009), nous espérons pouvoir aider les cliniciens à améliorer leurs diagnostics, répondre aux interrogations des familles et adapter les soins.

Références bibliographiques

- Giacino JT et al., 2004. The JFK Coma Recovery Scale-Revised: measurement characteristics and diagnostic utility. *Arch Phys Med Rehabil.* 85(12):2020-9.
- Schnakers C et al., 2009. Diagnostic accuracy of the vegetative and minimally conscious state: clinical consensus versus standardized neurobehavioral assessment. *BMC Neurol.* 9, 35.
- Wolpaw JR et al., 2002. Brain-computer interfaces for communication and control. *Clin Neurophysiol.* 113, 767-791.
- Hong K-S et al., 2018. Feature Extraction and Classification Methods for Hybrid fNIRS-EEG Brain-Computer Interfaces. *Front. Hum. Neurosci.* 12:246.
- Zhang Y. , 2018. Bayesian Learning for EEG Analysis. *Brain-Computer Interfaces Handbook*, Chapman and Hall/CRC. 151-168
- Zhang Y., Zhu C., 2020. Assessing Brain Networks by Resting-State Dynamic Functional Connectivity: An fNIRS-EEG Study. *Front Neurosci.* 2020;13:1430.
- Hong K-S et al., 2018. Feature Extraction and Classification Methods for Hybrid fNIRS-EEG Brain-Computer Interfaces. *Front. Hum. Neurosci.* 12:246.
- Chiarelli AM et al, 2018. Deep learning for hybrid EEG-fNIRS brain-computer interface: application to motor imagery classification. *J Neural Eng.* 15(3):036028.
- Wannez S et al., 2017. The repetition of behavioral assessments in diagnosis of disorders of consciousness. *Ann Neurol.* ;81 (6):883-889.
- Laureys S et al., 2010. Unresponsive wakefulness syndrome: a new name for the vegetative state or apallic syndrome. *BMC Med.* 8, 68.



PROFIL RECHERCHE ET COMPETENCES

Le candidat sera titulaire d'un master 2 ou équivalent en informatique (Intelligence artificielle, analyse de données) ou automatique (traitement du signal).

- Le candidat présentera un intérêt certain pour le domaine de la santé et la recherche clinique
- Le candidat devra être rigoureux et avoir des capacités d'analyse, de synthèse et de rédaction (en français et en anglais).

CANDIDATURE

Chaque candidat souhaitant présenter le concours doit constituer un dossier à déposer avant le **14 avril 2021**. Une liste de candidats sélectionnés seront convoqués pour une audition qui aura lieu les **5 ou 6 Mai 2021** à Montpellier, devant un jury composé de membres de l'Ecole Doctorale I2S.

https://www.adum.fr/as/ed/page.pl?site=I2S&page=campagne_contratsDoc

Le contrat débutera à l'automne 2021. Le contrat est un contrat d'une durée de 3 ans dont le salaire net avoisine les 1500 € par mois, incluant la sécurité sociale. Toutes les dépenses professionnelles (liées aux expérimentations, au matériel, aux déplacements, à la valorisation scientifique) seront prises en charge par le laboratoire d'accueil.

Les candidats devront (1) contacter les encadrants pour préparer leur candidature et (2) envoyer dans un fichier PDF unique, le dossier de candidature comprenant une lettre de motivation présentant leurs intérêts de recherche, un CV détaillé mentionnant l'ensemble du parcours universitaire (avec les mentions obtenues), une attestation de réussite au master spécifiant la mention, un relevé de notes de Master 2, et (3) envoyer le nom et les coordonnées d'au moins deux personnes qui fourniront une lettre de recommandation à jacky.montmain@mines-ales.fr et stephane.perrey@umontpellier.fr.