

OFFRE DE STAGE DE RECHERCHE MASTER 2 (6 mois) – à partir de Février 2023

Estimation de la charge de travail mentale basée sur l'EEG : utilisation de micro-états comme caractéristiques pour la classification

Lieu de stage : Laboratoire de Psychologie et Neurocognition (LPNC), Grenoble, France

Contexte : Bien que la recherche sur les interfaces cerveau-machine (ICM) ait considérablement augmenté ces dernières années, les ICM passives, systèmes qui s'adaptent implicitement à l'opérateur en fonction de son état psychophysologique [1], sont encore loin d'être optimales en termes de précision. Pourtant, elles fournissent un moyen d'effectuer une surveillance en ligne des opérateurs dans des environnements à risque (par exemple, un contexte aéronautique), ce qui n'est pas réalisable avec des mesures subjectives et comportementales. De plus, elles permettent aux ingénieurs de construire des systèmes en boucle fermée qui non seulement surveillent mais prennent en compte cet état psychophysologique pour modifier l'interaction et/ou la tâche afin d'augmenter à la fois la sécurité et les performances.

La mise en place d'ICM efficaces se heurte à plusieurs problèmes dont la nature même des signaux qui rend ce problème particulièrement complexe. En effet, le rapport signal sur bruit est très faible pour les signaux physiologiques comme les signaux cérébraux. De plus, ces signaux ne sont pas stationnaires et fluctuent selon les participants, le temps et les expériences. Par conséquent, il est nécessaire d'étudier de nouvelles caractéristiques qui pourraient être robustes à ces phénomènes et permettraient par exemple d'atteindre des précisions de classification inter-sujets plus élevées.

Objectif du projet : L'état mental d'intérêt pour ce stage sera la charge de travail mental, provoquée par différents niveaux de difficulté des tâches. Cet état mental est généralement estimé à partir de caractéristiques spectrales et/ou de potentiels évoqués [2] de signaux électroencéphalographie. L'objectif sera d'évaluer l'utilité des micro-états [3] comme caractéristiques pour l'estimation de la charge mentale comme récemment proposé par [4]. Différentes bases de données seront utilisées [5,6, et base interne], et un *benchmark* par rapport aux pipelines d'estimation de pointe sera effectué.

Activités principales

- Approche scientifique standard : travail bibliographique (précisé au début du stage), analyse des données avec mise en œuvre du pipeline de traitement, comparaison de différentes conceptions et analyse statistique des résultats ;
- Utilisation de différentes bases de données accessibles au public [5,6] et base interne ;

Compétences attendues

- Compétences en traitement du signal, en génie biomédical, ou en sciences cognitives ou autres disciplines pertinentes en regard du sujet de stage;
- Solides compétences en programmation ;
- Bonne capacité de lecture en anglais scientifique
- Bonne capacité à s'organiser et prioriser les activités
- Autonome, travailleur, rigoureux et proactif dans la résolution de problèmes;
- Capacité à travailler en équipe
- Intéressé.e par les sciences cognitives et les interfaces cerveau-ordinateur.

Informations complémentaires

- Encadrants : Dr A. Campagne (LPNC, Grenoble) & Dr R. Roy (ISAE-SUPAERO, Toulouse)
- Procédure de candidature : les candidatures (avec CV détaillé, lettre de motivation, et relevés de notes) doivent être transmises à aurelie.campagne@univ-grenoble-alpes.fr

MASTER 2 RESEARCH INTERNSHIP (6 monts) – from February 2023
EEG-based mental workload estimation : use of microstates as features for classification

Internship location: Laboratoire de Psychologie et Neurocognition (LPNC), Grenoble, France

Context : Although research on brain-computer interfaces (BCIs) has increased dramatically these recent years, passive BCIs, systems that implicitly adapt to the operator based on their psychophysiological state [1], are still far from optimal in terms of accuracy. Yet, they provide a means to perform operators' online monitoring in risky settings (e.g. aeronautical context) which is not feasible with subjective and behavioral measurements. Moreover, they enable engineers to build closed-loop systems that not only monitor but take into account this psychophysiological state to modify the interaction and/or the task in order to increase both safety and performance. The implementation of effective BCIs faces several issues including the very nature of the signals that makes this problem particularly complex. Indeed, the signal-to-noise ratio is very low for physiological signals such as cerebral ones. Also, they are non-stationary and fluctuate over participants, time and experiments. Hence, there is a need for investigating new features that could be robust to these phenomena and would for instance allow to reach higher inter-subject classification accuracies.

Aims: The mental state of interest in this internship will be mental workload, elicited by various task difficulty levels. This mental state is usually estimated thanks to spectral features, as well as event-related potentials [2] of electroencephalography signals. The goal will be to evaluate the usefulness of microstates [3] as features for mental workload estimation as recently proposed by [4]. A publically available database will be used [5,6], and a benchmark against state-of-the-art estimation pipelines will be performed.

Main activities :

- Standard scientific approach: Literature review, processing pipeline implementation, comparison of various designs, and statistical analysis of the results;
- Use of publically available databases [5,6].

Expected skills :

- Skills in signal processing, biomedical engineering, cognitive science or other relevant disciplines for the research topic- Strong programming skills;
- Good ability to read in scientific English
- Good ability to organize and prioritize activities
- Self-management skills, hard-working, rigorous, proactive in solving problems ;
- Ability to work in team- Interested in Cognitive Science and Brain-Computer Interfaces.

Additional information

- Supervisors: Dr A. Campagne (LPNC, Grenoble) & Dr R. Roy (ISAE-SUPAERO, Toulouse)
- Application procedure: Formal applications (with a detailed CV, a motivation letter, and transcripts of degrees) must be sent to aurelie.campagne@univ-grenoble-alpes.fr

References

- [1] Roy, R. N., & Frey, J. (2016). Neurophysiological markers for passive brain–computer interfaces. *Brain–Computer Interfaces 1: Foundations and Methods*, 85-100. <https://doi.org/10.1002/9781119144977.ch5>
- [2] Roy, R. N., Charbonnier, S., Campagne, A., & Bonnet, S. (2016). Efficient mental workload estimation using task-independent EEG features. *Journal of neural engineering*, 13(2), 026019. <https://doi.org/10.1088/1741-2560/13/2/026019>
- [3] Michel, C. M., & Koenig, T. (2018). EEG microstates as a tool for studying the temporal dynamics of whole-brain neuronal networks: a review. *Neuroimage*, 180, 577-593. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2017.11.062>
- [4] Guan, K., Zhang, Z., Chai, X., Tian, Z., Liu, T., & Niu, H. (2022). EEG Based Dynamic Functional Connectivity Analysis in Mental Workload Tasks With Different Types of Information. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 30, 632-642. <https://doi.org/10.1109/TNSRE.2022.3156546>
- [5] Hinss, Marcel F., Darmet, Ludovic, Somon, Bertille, Jahanpour, Emilie, Lotte, Fabien, Ladouce, Simon, & Roy, Raphaëlle N. (2021). An EEG dataset for cross-session mental workload estimation: Passive BCI competition of the Neuroergonomics Conference 2021 (Version 2) [Data set]. *Neuroergonomics Conference, Munich, Germany*. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5055046>
- [6] Roy RN, Hinss MF, Darmet L, Ladouce S, Jahanpour ES, Somon B, Xu X, Drougard N, Dehais F and Lotte F (2022) Retrospective on the First Passive Brain-Computer Interface Competition on Cross-Session Workload Estimation. *Front. Neuroergon.* 3:838342. doi: 10.3389/fnrgo.2022.838342