

Lab

La recherche à IMT Atlantique concerne près de 800 personnes, dont 290 enseignants et chercheurs et 300 doctorants, et porte sur les technologies du numériques, de l'énergie et de l'environnement. Il couvre toutes les disciplines (des sciences physiques aux sciences humaines et sociales en passant par celles de l'information et du savoir) et couvre tous les domaines des sciences et des technologies de l'information et de la communication.

La thèse se déroulera au laboratoire LaTIM (INSERM U1101), sur le campus de Brest, en collaboration avec le Lab-STICC (Brest).

Date de début : Octobre 2023

Financement : Union européenne (projet CEREBRO)

Description

Description du projet :

Le projet EIC Pathfinder CEREBRO (an electric Contrast medium for computationally intensive Electroencephalographies for high RESolution BRain imaging withOut skull trepanation) vise le développement d'une nouvelle modalité d'imagerie de l'anatomie et de l'activité électrophysiologique du cerveau, qui est essentielle pour de nombreuses applications, notamment la dosimétrie électromagnétique, la neurostimulation, les interfaces cerveau-ordinateur et le diagnostic de maladies telles que le cancer, l'épilepsie et la maladie de Parkinson.

L'imagerie de l'activité cérébrale peut être réalisée à l'aide d'un électroencéphalographe (EEG), mais en raison des effets de blindage du crâne, la résolution spatiale des relevés est limitée. Une solution fréquente pour surmonter ce problème consiste à implanter des électrodes directement sous le crâne (ECoG) ou sur le cortex. L'imagerie qui en résulte est de meilleure qualité, mais elle n'est que locale.

CEREBRO verra la conception et le design d'une nouvelle modalité d'imagerie basée sur un milieu de contraste électromagnétique qui permettra de contourner l'effet de blindage du crâne, permettant ainsi une imagerie à haute résolution spatiale de l'activité cérébrale dans son ensemble, tout en préservant la haute résolution temporelle des modalités d'imagerie directe de l'activité électrophysiologique.

Les informations qui seront rendues accessibles à la communauté médicale n'ont jamais été extraites auparavant et devraient permettre des percées importantes dans le domaine des neurosciences et des soins aux patients.

Description du sujet :

Ce travail de thèse vise à étendre les algorithmes statiques de source inverse en neuroimagerie au régime des hautes fréquences. Ces extensions reposeront sur le remplacement du "problème direct" statique par un problème dynamique (pour lequel le solveur sera spécifiquement développé). Les courants statiques sont remplacés par des courants oscillants et le potentiel est remplacé par le champ électromagnétique harmonique. Il s'agit clairement d'un cadre sans

précédent pour la neuro-imagerie, mais la stabilité à haute fréquence est très attendue puisque le problème mathématique de la neuro-imagerie à haute fréquence pourrait être considéré comme une contrepartie vectorielle de l'imagerie de la source acoustique dans l'eau pour laquelle il existe des algorithmes de source inverse très efficaces.

Dans ce but, il s'agira d'implémenter des algorithmes de source inverse à haute fréquence utilisés par exemple en océanographie et de les utiliser en neuro-imagerie. Contrairement au cas statique qui est mathématiquement mal posé (pour des distributions de sources générales), les problèmes de sources inverses multifréquences sont bien posés. On s'attend donc à ce que l'imagerie en présence des micro-tiges, en plus de compenser les différences de RSB entre les lectures EEG invasives et non invasives, réduise également le caractère mal posé, ce qui permettra d'augmenter encore la précision.

Ce travail de thèse vise à apporter une contribution sur les méthodes de résolution de problèmes inverses à l'aide de techniques d'apprentissage profond. Il s'agira de mettre en place une formulation variationnelle pour l'estimation des propriétés électrophysiologies des tissus cérébraux à partir de données dans le cadre de l'apprentissage profond afin d'apprendre conjointement le terme de régularisation (a priori) et le solveur associé au problème de minimisation.

Profil

Les compétences requises pour mener à bien ce travail concernent l'apprentissage machine, le traitement d'images, et les mathématiques appliquées. Des connaissances en informatique et en programmation (Python) seront également requises afin de développer les algorithmes associés.

- Rémunération net/mois : ~1700€

Contact

Adrien Merlini

email : adrien.merlini@imt-atlantique.fr

François Rousseau

email : francois.rousseau@imt-atlantique.fr

Candidature

Les candidats sont invités à envoyer par courriel une lettre de motivation et un curriculum vitae décrivant en détail leur formation universitaire, y compris tous les modules suivis et les notes attribuées.

Bibliographie

- C. Henry, A. Merlini, L. Rahmouni, and F. P. Andriulli, "A Regularized Electric Flux Volume Integral Equation for Brain Imaging," presented at the 2020 IEEE International Symposium on Antennas and Propagation and North American Radio Science Meeting, Montréal, Québec, Canada, Jul. 2020.
- R Fablet, L Drumetz, F Rousseau. Joint learning of variational representations and solvers for inverse problems with partially-observed data. Arxiv 2020.