

Un modèle instationnaire pour l'électroencéphalographie en vue de la compréhension du couplage neuro-vasculaire

Benjamin SULIS, LMR UMR CNRS 9008 - Université de Reims Champagne-Ardenne

Stephanie LOHRENGEL, LMR UMR CNRS 9008 - Université de Reims Champagne-Ardenne

Marion DARBAS, LAGA UMR CNRS 7539 - Université Sorbonne Paris Nord

La compréhension de plus en plus approfondie de l'activité cérébrale est un défi majeur au cœur de la recherche clinique et fondamentale. Dans le cas d'une maladie neurologique, comme par exemple l'épilepsie, il s'agit de mieux appréhender et diagnostiquer l'origine des crises afin de proposer un traitement adapté à chaque patient. Parmi les méthodes d'imagerie cérébrale non invasives destinées à l'étude de ces pathologies, nous nous intéressons au couplage de deux d'entre elles : d'une part l'électroencéphalographie (EEG) et d'autre part la tomographie optique diffuse (TOD). D'un côté, l'EEG mesure le potentiel électrique généré par l'activité neuronale. De l'autre, la TOD s'appuyant sur la diffusion et l'absorption de la lumière dans le spectre proche infrarouge par les tissus biologiques, atteste d'un changement dans les concentrations de l'hémoglobine oxygénée et déoxygénée.

L'EEG mesure la différence de potentiel électrique entre des électrodes posées à la surface du scalp et une électrode de référence. Ces électrodes peuvent aller jusqu'au nombre de 128 et sont disposées sur un casque qui est posé sur la tête du patient. La TOD, quant à elle, est une technique d'imagerie basée sur la diffusion et l'absorption de la lumière dans des tissus. Un casque muni d'émetteurs et de récepteurs est placé sur la tête du patient. Un émetteur envoie de la lumière qui est mesurée par les récepteurs après avoir traversée les différentes couches de la tête. Grâce aux mesures récoltées, il est alors possible de reconstruire les paramètres optiques des tissus de la tête. Il existe déjà un moyen de coenregistrement pour ces deux modalités, et ceci constitue une source de motivation pour la modélisation mathématique de ce couplage.

Nous présenterons dans cette communication un modèle instationnaire pour l'acquisition des mesures de l'EEG et des premières pistes pour son couplage avec un modèle instationnaire pour la TOD. En effet, l'objectif de notre travail est de modéliser la dynamique en temps du couplage neuro-vasculaire par le biais du couplage de l'EEG qui mesure l'activité électrique neuronale et de la TOD qui met en évidence le changement des paramètres optiques des tissus cérébraux induit par l'augmentation locale du volume sanguin. Cette étude nécessite dans un premier temps d'intégrer la dépendance en temps dans chacun des modèles stationnaires EEG et TOD existants. Nous cherchons tout d'abord à modéliser l'EEG dépendant du temps qui simule les données obtenues lors d'un examen, soit la résolution d'un problème direct. Cette étude est primordiale pour effectuer le chemin inverse, partir des données enregistrées aux électrodes pour localiser l'activité cérébrale, soit la résolution d'un problème inverse.

- [1] Arridge, R. Simon. *Optical tomography in medical imaging*. Inverse problems, **15(2)**, pp. R41–R93, 1999.
- [2] H. Azizollahi, M. Darbas, M. Diallo, A. El Badia, S. Lohrengel. *Eeg in neonates : forward modeling and sensitivity analysis with respect to variations of the conductivity*. Math. Biosci. Eng., **15**, pp. 905–932, 2018.