

Proposition de sujet d'alternance 1A
2023-24

Laboratoire : Institut Fresnel

Titre du sujet : Implémentation de méthodes numériques en imagerie optique pour le biomédical

Encadrant *(s) :

Nom : Da Silva

Prénom : Anabela

Qualité **: Directrice de recherche au CNRS

Localisation : Marseille

Coordonnées : anabela.dasilva@fresnel.fr
(e-mail/tel)

* un co-encadrement est possible.

** l'encadrement devra être assuré de préférence par un permanent du laboratoire, au minimum titulaire d'un Doctorat.

Descriptif du sujet et de la mission (au moins sur la 1^{er} année) :

Dans le domaine de l'imagerie biomédicale, les méthodes de la gamme de longueurs d'onde optique (rouge/proche infrarouge) viennent compléter les techniques d'imagerie conventionnelles telles que le scanner à rayons X, l'IRM ou la TEP/SPECT, par leur flexibilité, portabilité, et gains en termes de coûts et de temps. Comme pour ces techniques, il s'agit de méthodes d'imagerie indirectes dans le sens où, en plaçant des capteurs en surface de l'organe, on remonte à une distribution volumique interne de paramètres physiologiques d'intérêt (ex. concentrations en hémoglobine oxygénée, réduite, taux de graisse, marqueurs absorbants ou fluorescents...), par inversion d'un modèle physique de propagation de la lumière.

Le modèle le plus représentatif de la propagation lumineuse dans les tissus biologiques est l'Equation de Transfert Radiatif (ETR), équation intégro-différentielle qui, pour la gamme de longueurs d'onde qui nous intéresse, peut se réduire à une Equation de Diffusion (ED).

Les algorithmes de reconstruction conventionnels visent à minimiser l'erreur entre le modèle et le jeu de mesures (descentes de gradients, algébriques...), et font donc intervenir la résolution numérique de ces modèles (Différences/Volumes/Eléments finis, simulations Monte Carlo...), parfois de manière itérative. Il convient donc de faire appel à des méthodes numériques astucieuses et robustes pour optimiser cette étape.

Dans un premier temps, l'élève étudiera la possibilité d'adapter à l'imagerie biomédicale optique des méthodes par transformées de Fourier, développées au LMA pour l'étude mécanique de matériaux hétérogènes, et ayant prouvé leur efficacité dans d'autres domaines physiques, pour la résolution d'autres équations aux dérivées partielles. II/Elle mènera une étude comparative entre les performances de cette nouvelle approche par rapport aux méthodes conventionnelles. D'autres approches, notamment des méthodes basées sur l'apprentissage profond, pourront également être explorées.

Dans un second temps, l'élève incorporera cette méthode dans diverses techniques et configurations d'imagerie développées au laboratoire (tomographie optique diffuse, tomographie optique diffuse de fluorescence, tomographie photoacoustique) pour démontrer l'apport des méthodes implémentées pour la reconstruction de paramètres physiologiques, d'abord sur données simulées puis sur données expérimentales réalisées sur fantômes.

Validation pour mise en ligne ECM :



--