

Proposition de stage de recherche -Niveau Master 2- Deep Learning et modélisations numériques de pathologies de l'aorte thoracique

Responsables : Badih Ghattas (MCF, HDR, AMU) et Valérie Deplano (DR CNRS)

Laboratoires : Institut de Mathématiques de Marseille, I2M, UMR 7373, Marseille et Institut de Recherche sur les Phénomènes Hors Equilibre, IRPHE, UMR7342, Marseille

Collaboration : Alexis Jacquier, PU-PH, Hôpital de la Timone, Service d'imagerie médicale, Marseille.

Date limite de candidature : 15/12/2021

Contacts : badih.ghattas@univ-amu.fr et valerie.deplano@univ-amu.fr

Contexte Général

Différentes pathologies peuvent affecter l'aorte que ce soit au niveau thoracique ou abdominal. Deux pathologies nous intéressent plus particulièrement : la formation d'anévrisme qui peut être défini comme une dilatation du rayon de l'aorte excédant 1.5 son rayon initial et la dissection aortique qui consiste en une déchirure de la paroi vasculaire au niveau de la couche intimale. Afin de prédire les évolutions de ces pathologies le plus précocement possible l'équipe de biomécanique d'IRPHE réalise notamment des modélisations numériques complexes. Grâce à des données [géométries et conditions aux limites] provenant d'imageries médicales, l'objectif est de mettre en œuvre des modèles 3D patient-spécifique tenant compte des interactions fluide-structure pour différents types d'évolution - favorable et défavorable- ainsi que pour plusieurs temps post opératoires. Ceci permet d'associer des grandeurs physiques liées aux dynamiques de l'écoulement et des structures à certaines évolutions cliniques défavorables et, par suite, à prédire précocement certains échecs thérapeutiques. Toutefois, le temps de calcul associé à ces modélisations complexes constitue un obstacle à leur utilisation en pratique clinique.

Les réseaux de neurones profonds peuvent être utilisés dans ce contexte pour se substituer aux modèles numériques. On considère que le modèle numérique cache une fonction complexe qui à chaque entrée (géométrie et conditions aux limites données par les images médicales) associe des mesures hémodynamiques. Disposant de couples entrées sorties traités par le modèle numérique on s'intéresse à l'approximation de la fonction sous-jacente par un réseau de neurone profond. Les modèles numériques étant très gourmands en temps de calcul, les échantillons disponibles sont peu nombreux et on procédera à une augmentation des données aussi par des approches de deep learning.

Objectifs

Les objectifs de ce stage de recherche seront de mettre en œuvre des techniques d'apprentissage profond qui se substitueront à des modèles numériques.

Profil du candidat-e

Le(la) candidat(e) devra avoir des connaissances académiques dans les champs disciplinaires relatifs au sujet: Deep learning en priorité et modélisations numériques. Il(elle) devra avoir une appétence avérée pour l'interdisciplinarité. Une expérience en programmation python est indispensable, en particulier, tensorflow, keras, pandas et numpy.



Candidature

Les candidat(e)s devront transmettre leur dossier qui sera composé d'un Curriculum Vitae, d'une lettre de motivation, des relevés de notes et d'une lettre de recommandation d'un stage antérieur.

Le stage de 5 à 6 mois se déroulera entre février et juillet 2022.

Gratifications : ~600€/mois

Contacts : badih.ghattas@univ-amu.fr valerie.deplano@univ-amu.fr

Les équipes d'accueil

L'équipe de statistiques de l'I2M fait partie du groupe ALEA composé de spécialistes de statistiques, probabilité image et signal. Elle dispose d'une longue expérience de modélisation dans le contexte médical sur la base de données hétérogènes (images, texte, ...). De nombreuses collaborations existent actuellement entre les statisticiens de l'I2M et des équipes médicales, essentiellement des radiologues de l'hôpital de la Timone.

L'équipe de Biomécanique d'IRPHE s'intéresse notamment à la modélisation de pathologies cardiovasculaires aux échelles macro et microscopique. Spécialiste en mécanique des bio-fluides et dans le développement d'expérimentations in vitro multi physiques et multi modales, elle met en œuvre des études pour comprendre et analyser les interactions fluide / structure / cellules existant dans les systèmes biologiques. Le sujet proposé est réalisé en collaboration avec le service de chirurgie vasculaire, PU-PH Ph Piquet, le service de radiologie et d'imagerie médicale générale et vasculaire, PU-PH Alexis Jacquier de l'hôpital de la Timone, Marseille.

Quelques Références

Khannous et al, (2020) Residual type B aortic dissection FSI modeling. CMBBE, 23(1) doi.org/10.1080/10255842.2020.1812165

Khannous et al, (2020) How fluid dynamics can predict clinical evolution of residual type B aortic dissection? CMBBE, 22(1). [doi.org/ 10.1080/10255842.2020.1713495](https://doi.org/10.1080/10255842.2020.1713495)

Deplano et al, (2019) Mechanical characterisation of human ascending aorta dissection. J. of Biomech, 94, 138-146. doi.org/10.1016/j.jbiomech.2019.07.028

Deplano, et al, (2016) 3D analysis of vortical structures in an abdominal aortic aneurysm by stereoscopic PIV. Experiments in Fluids, 57:167. doi.org/10.1007/s00348-016-2263-0