

Lab

La recherche à l'IMT Atlantique concerne près de 800 personnes, dont 290 enseignants et chercheurs et 300 doctorants, et porte sur les technologies numériques, l'énergie et 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, sous la direction de François Rousseau et Douraid Ben Salem.

Date de début : Octobre 2021

Financement : IMT Atlantique

Description

Description du sujet :

L'apprentissage statistique et plus particulièrement l'apprentissage profond modifient actuellement le paysage méthodologique pour aborder les problèmes d'analyse et de modélisation des données. Grâce au développement de nouveaux algorithmes, à la multiplication des ensembles de données disponibles et à une puissance de calcul décuplée, il est actuellement possible d'aborder des tâches qui semblaient impensables il y a quelques années (en vision par ordinateur, en traitement du langage naturel ou en modélisation générative). Cependant, malgré des performances nouvelles indéniables, il apparaît nécessaire de développer un cadre mathématique rigoureux pour étudier les propriétés de ces approches et leurs limites, notamment dans des domaines sensibles comme l'imagerie médicale. Ce travail de thèse s'inscrit dans ce contexte, avec l'objectif de développer des approches robustes et fiables d'apprentissage pour l'étude de pathologies pour lesquelles les jeux de données sont de taille limitée.

Parmi les efforts de recherche actuels visant à fournir des bases mathématiques aux architectures d'apprentissage profond, deux approches fournissent un cadre mathématique pour l'étude de ces techniques modernes d'apprentissage machine : les systèmes dynamiques et le transport optimal. Plus spécifiquement, des travaux récents ont exploré les liens entre les architectures de réseau populaires telles que les réseaux résiduels (ResNet) et les systèmes dynamiques décrits par des équations différentielles ordinaires. La dérivation de telles formulations mathématiques est également au cœur de l'intérêt croissant pour les cadres de transport optimal pour l'apprentissage machine, par exemple pour l'adaptation de domaine ou la modélisation générative.

De manière complémentaire, la communauté des équations différentielles ordinaires ou dérivées partielles (EDO et EDP) a commencé à envisager la puissance des réseaux neuronaux profonds pour résoudre ces équations lorsqu'elles sont exprimées dans des dimensions élevées ou dans des conditions aux limites complexes, ou même découvrir des dynamiques physiques inconnues en les apprenant à partir de données. Des connexions ont été établies entre les méthodes d'assimilation variationnelle basées sur des méthodes adjointes et la dynamique interne des réseaux de neurones.

Ce travail de thèse vise à apporter une double contribution sur ces aspects : 1) En explorant comment la formulation dynamique du processus d'apprentissage peut aider à mieux comprendre les architectures neurales profondes, ainsi qu'en proposant de nouveaux paradigmes d'apprentissage basés sur la régularisation des flux d'information ; 2) En tirant parti des nouvelles architectures neuronales et des données disponibles pour concevoir de nouveaux modèles de simulation dynamique basés sur les données. L'application privilégiée concernera l'imagerie médicale et plus spécifiquement : 1) les problèmes de régression d'images (tels que la super-résolution ou la synthèse d'images) et 2) l'étude de phénomènes dynamiques tels que le mouvement articulaire dans une séquence IRM dynamique.

Ces travaux s'inscrivent dans le cadre d'étude du laboratoire sur l'analyse de la marche chez l'enfant afin de développer des méthodes d'analyse de données facilitant le diagnostic médical et quantifiant l'évolution du suivi thérapeutique permettant un choix optimal de celui-ci. Elle sera réalisée en collaboration rapprochée avec le service de radiologie, par le biais notamment de la co-direction avec Douraïed Ben Salem (PUPH) et les cliniciens du service de rééducation fonctionnelle du CHU de Brest.

Profil

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

- Rémunération net/mois : ~1500€

Contact

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.