

Exploitation des techniques de machine learning pour l'analyse des données et la réduction du bruit de l'expérience VIRGO

Encadrant : S.Viret (s.viret@ip2i.in2p3.fr)

Résumé du stage :

Avec la première observation des ondes gravitationnelles (OG) par la collaboration LIGO-Virgo en 2015, une nouvelle frange de l'astronomie s'est ouverte. Il est désormais possible de sonder l'univers dans le domaine gravitationnel, et combiner ces observations avec d'autres (électromagnétique, rayons cosmiques,...) est plus que jamais d'actualité, c'est ce qu'on appelle l'astronomie multi-messagers.

Le groupe OG de l'IP2I Lyon contribue à l'analyse des données au sein de LIGO-Virgo, pour la recherche de signaux d'ondes gravitationnelles provenant de la coalescence d'objets compacts (trous noirs ou étoiles à neutrons).

Ces recherches, basées sur la technique du filtrage adapté pour la recherche de signaux de forme connue, ont permis d'enregistrer les signaux provenant des dizaines de nouvelles sources pendant la prise de données de LIGO et Virgo en 2019-2020.

Alors que ces techniques seront encore efficaces aujourd'hui, les chercheurs s'interrogent sur des méthodes de détection alternatives.

Un des principaux défis de cette nouvelle discipline est de parvenir à traiter le plus rapidement possible les données produites par les détecteurs LIGO et Virgo. En effet, au cours des prochaines années, grâce aux améliorations apportées à ces expériences, la quantité d'informations utiles contenue dans ces données va augmenter de manière considérable. De nouveaux algorithmes d'analyse vont devoir être mis en place afin de faire face à cette poussée. Le potentiel des algorithmes de machine learning (ML) pour résoudre ce problème est évalué depuis plusieurs années, et les performances obtenues sont de plus en plus proches de celles des algorithmes canoniques.

L'objectif de ce travail de thèse sera de développer et de déployer une procédure en ligne permettant de minimiser l'impact du bruit enregistré par le détecteur. Cette procédure sera basée sur des méthodes classiques (analyse en composantes principales), mais également sur des réseaux de neurones dynamiques (recurrent neural network puis liquid neural networks) qui semblent des candidats idéals pour un système de débruitage en temps réel. Ce travail requiert une connaissance approfondie des bruits présents dans le détecteur, et impliquera donc une implication forte dans la collaboration VIRGO.