



Apprentissage automatique pour la conception de réseaux radio-interférométriques

Spécialité Astrophysique

Niveau d'étude Bac+5

Formation Master 2

Unité d'accueil [DAP/LCS](#)

Candidature avant le 31/12/2024

Durée 6 mois

Poursuite possible en thèse non

Contact [Farrens Samuel](#)

+33 1 69 08 83 77

samuel.farrens@cea.fr

Autre lien

<https://www.cosmostat.org/jobs/ml-for-radio-interferometric-array-design>

Résumé

Ce projet vise à concevoir de nouvelles solutions d'apprentissage automatique au problème de l'optimisation de la configuration de la ligne de base des interféromètres radio. Le candidat retenu apprendra les principes fondamentaux de la radioastronomie ainsi que l'état de l'art en matière d'architectures d'apprentissage automatique.

Sujet détaillé

La radioastronomie a connu des avancées remarquables au cours des dernières décennies, les radiotélescopes atteignant une résolution et une sensibilité sans précédent dans les observations du ciel profond.

Les interféromètres radio, qui combinent les signaux de plusieurs antennes pour obtenir une résolution angulaire supérieure, sont un moteur essentiel de ces progrès.

Contrairement aux télescopes monodisque, où la résolution est limitée par la taille de l'antenne, les interféromètres s'appuient sur la séparation maximale entre les antennes (lignes de base) et les antennes (lignes de base).

entre les antennes (lignes de base), ce qui élimine le besoin de grands réflecteurs à parabole. Cependant, cette résolution améliorée s'accompagne d'une complexité accrue dans la reconstruction des images.

La résolution s'accompagne d'une complexité accrue dans la reconstruction de l'image. Les observations sont affectées par

Les observations sont affectées par la fonction d'étalement du point (PSF) du réseau, ou faisceau, qui dépend de la disposition physique des antennes individuelles.

antennes. Pour atténuer ces effets, des méthodes de « nettoyage » sont employées pour déconvoluer la PSF de l'interféromètre des images.

PSF de l'interféromètre dans les images.

Une approche potentielle pour améliorer encore la qualité de l'image consiste à optimiser la distribution spatiale des antennes. Cette stratégie vise à façonner la PSF du réseau, en minimisant les lobes secondaires, en réduisant la redondance de la ligne de base et en adaptant la forme du faisceau aux besoins d'applications scientifiques spécifiques,

et à adapter la forme du faisceau aux besoins d'applications scientifiques spécifiques. En positionnant intelligemment les antennes, il pourrait être possible d'améliorer l'efficacité des algorithmes de déconvolution et, en fin de compte, la qualité des interféromètres radio.

la qualité des observations radio-interférométriques. Ce projet se concentrera sur l'étude de l'application de solutions d'apprentissage automatique (ML) pour optimiser la position des antennes en fonction d'objectifs scientifiques spécifiques.

Mots clés

Compétences

Logiciels

Python, TensorFlow

Machine Learning for Radio Interferometric Array Design

Summary

This project aims to design novel machine learning solutions to the problem of optimising the baseline configuration for radio interferometers. The successful applicant will become with the fundamentals of radio astronomy as well as the state of the art in machine learning architectures.

Full description

The CosmoStat group at CEA Paris-Saclay invites applications for a master student (M2) to work with Ezequiel Centofanti and Dr. Samuel Farrrens on machine learning for radio interferometric array design. CEA Paris-Saclay is located 20km south of Paris, France, in the vicinity of various universities and other research centres. The CosmoStat group is a diverse and multi-disciplinary team of researchers working on various topics in cosmology. Our group is committed to diversity and equality, and encourage applications from women and underrepresented minorities. We support a flexible and family-friendly work environment.

Context

Radio astronomy has witnessed remarkable advancements in recent decades, with radio telescopes achieving unprecedented resolution and sensitivity in deep sky observations. A key driver of this progress are radio interferometers, which combine signals from multiple antennas to achieve superior angular resolution. Unlike single-dish telescopes, where resolution is limited by antenna size, interferometers rely on the maximum separation between antennas (baselines), eliminating the need for large dish reflectors. However, this enhanced resolution comes with increased complexity in image reconstruction. The observations are affected by the array's point spread function (PSF), or beam, which depends on the physical arrangement of individual antennas. To mitigate these effects, "cleaning" methods are employed to deconvolve the interferometer's PSF from the images.

A potential approach to further improve image quality involves optimising the spatial distribution of antennas. This strategy aims to shape the array's PSF, minimising secondary lobes, reducing baseline redundancy, and tailoring the beam shape for the needs of specific scientific applications. By intelligently positioning antennas, it could be possible to enhance the effectiveness of deconvolution algorithms and ultimately improve the quality of radio interferometric observations. This project will focus on investigating the application of machine learning (ML) solutions for optimising the antenna positions for specific scientific goals.

Outline of project objectives

The internship will essentially be comprised of the following tasks and objectives:

1. Get familiarised with radio interferometric observations and deconvolution algorithms.
2. Study how the antennas placement thus, the PSF, impacts the imaging process in the context of different science cases.
3. Review the current state-of-the-art on antenna placement for radio interferometers.
4. Propose a machine learning solution for optimising the antenna distribution for specific scientific goals.

Candidate

The candidate should be a Master 2 (or equivalent) student with background in either physics/astrophysics or applied maths/signal processing/data science. Knowledge of machine learning methods would be a plus. Experience with Python is not required, but would be advantageous.

Internship

The internship will take place in the CosmoStat laboratory, under the supervision of Ezequiel Centofanti and Samuel Farrrens.

- Deadline for applications: December 12th, 2024.
- Contact: Samuel Farrrens (samuel.farrrens@cea.fr), Ezequiel Centofanti (ezequiel.centofanti@cea.fr).

-
- Duration: 4-6 months

Keywords

Machine learning, artificial intelligence, signal processing

Skills**Softwares**

Python, TensorFlow