

Machine Learning pour les modèles de la fonction d'étalement du point basés sur le front d'onde

Spécialité Traitement d'image

Niveau d'étude Bac+5

Formation Master 2

Unité d'accueil [DAP/LCS](#)

Candidature avant le 01/02/2022

Durée 6 mois

Poursuite possible en thèse oui

Contact [STARCK Jean-luc](#)
+33 1 69 08 57 64
jean-luc.starck@cea.fr

Résumé

La très large bande passante de l'instrument VIS du télescope spatial Euclid rend la tâche de modélisation de la réponse instrumentale difficile. Le but de ce stage est de reconstruire le front d'onde et la réponse instrumentale simultanément en utilisant des techniques de deep learning.

Sujet détaillé

Le projet spatial Euclid, dont le lancement est prévu en 2023, observera le ciel en optique et en infrarouge et permettra de construire des cartes de très grandes échelles afin de mesurer les distorsions gravitationnelles jusqu'à des redshifts très élevés. Grâce à ces mesures de cisaillement gravitationnel, nous pourrions reconstruire des cartes de matières noires de 20000 degrés carrés, soit la moitié du ciel.

La lentille gravitationnelle faible (weak lensing en anglais) permettra de construire ce type de matière noire. Néanmoins, l'un des problèmes majeurs pour atteindre les objectifs scientifiques est la nécessité de modéliser la fonction d'étalement du point (Point Spread Function ou PSF en anglais) du satellite (PSF) avec une très grande précision.

La très large bande passante de l'instrument VIS d'Euclid rend la tâche de modélisation de la PSF plus difficile. Chaque observation est intégrée dans cette bande qui va des 550nm jusqu'à 900nm, et on les connaît sous le nom d'observations polychromatiques. Néanmoins, la haute précision attendue par la mission Euclid nous oblige à faire une modélisation spectrale de la PSF (en fonction du largeur d'onde) à partir des observations polychromatiques. Cela est un problème inverse très mal posé.

La nouvelle méthode proposée dans le laboratoire CosmoStat [1] qui construit le modèle de PSF directement dans le front d'onde et se base sur un modèle optique différentiable qui encode les processus physiques pour aller d'un PSF en front d'onde jusqu'à un PSF au niveau des pixels. Ce modèle est très prometteur pour la mission Euclid concernant la modélisation de la PSF basée sur les données (data-driven).

C'est habituel d'utiliser certaines étoiles dans le champ de vue comme échantillons du champ de la PSF. Elles sont utilisées pour contraindre le modèle de PSF basée sur les données. Les étoiles ont une certaine distribution spectrale d'énergie, ou SED pour ses sigles en anglais, qui contribuent à l'observation polychromatique des étoiles. La connaissance de la SED est importante pour pouvoir bien contraindre le modèle de PSF. Néanmoins, on ne sait pas la qualité des estimations des SEDs stellaires et comment des erreurs dans la SED vont impacter le modèle de PSF proposé dans [1].

Une étude [2] a déjà montré qu'on peut classifier des SEDs stellaires que à partir des images VIS d'Euclid grâce à l'aide des nouvelles techniques de machine learning, plus spécifiquement apprentissage profond ou deep learning. Ce stage de fin d'études peut commencer par une étude courte sur l'impact des erreurs de la SED dans le modèle de PSF. Ensuite, on peut reprendre les travaux de [2] et se familiariser avec la classification des SEDs stellaires. Après, on pourra utiliser les résultats de la classification comme point de départ des SEDs pour faire une estimation jointe des SED et du modèle de PSF dans le champ de vue à partir des observations des étoiles. L'idée est de concevoir et développer un nouvel algorithme basé sur le modèle de PSF [2] qui permet d'estimer la PSF et les SED stellaires d'une façon jointe

L'environnement scientifique :

Le stage se déroulera au sein du groupe de recherche pluridisciplinaire, CosmoStat , au Département d'Astrophysique (DAp) du CEA, sous la direction de Jean-Luc Starck et de Tobias Liaudat. L'équipe est très impliquée dans le weak lensing. L'équipe a une très forte expertise dans différents domaines (mesure de PSFs, Machine Learning, optimisation, mesure de formes, problèmes inverses, weak lensing, etc.) qui faciliterons le déroulement du stage.

Références

- [1] Liaudat, T., Starck, J.-L., and Kilbinger, M. (2021). Rethinking the modeling of the instrumental response of telescopes with a differentiable optical model. In Advances in Neural Information Processing Systems (NeurIPS). Accepted in the Machine Learning and the Physical Sciences workshop.
- [2] Kuntzer, T., Tewes, M., and Courbin, F. (2016). Stellar classification from single-band imaging using machine learning. A&A, 591:A54.

Mots clés

machine learning, astrophysique

Compétences

Moyens techniques/informatiques Le stage nécessitera des connaissances et expérience en Machine Learning et apprentissage profond. Des connaissances en traitement du signal et d'images sont un plus.

Logiciels

Une bonne maitrise du langage de programmation Python est attendu.

Machine learning to reconstruct the wavefront error of the point spread function

Summary

Full description

Keywords

machine learning, astrophysique

Skills

Softwares

Une bonne maitrise du langage de programmation Python est attendu.