

Invitation à la soutenance de thèse

DEEP LEARNING POUR LE PHASAGE DE TÉLESCOPE SEGMENTÉ

DEEP LEARNING FOR SEGMENTED TELESCOPE PHASING

Maxime Dumont

Mercredi 6 Novembre 2024 à 15h00

Laboratoire d'Astrophysique de Marseille - Amphithéâtre
38 Rue Frédéric Joliot Curie, 13013 Marseille

Devant le jury composé de :

Marc FERRARI	OSU Pytheas	Président
Remi SOUMMER	STSci	Rapporteur
Esteban VERA	Université de Valparaiso	Rapporteur
Charlotte BOND	UK-ATC	Examineur
Jean-François SAUVAGE	DOTA/HRA, ONERA	Directeur de thèse
Jaime CARDOSO	INESCTEC	Co-directeur de thèse
Carlos CORREIA	FEUP, Université de Porto	Encadrant

Résumé :

Atteindre à la fois une haute résolution angulaire et des temps de revisite fréquents pour l'observation de la Terre ou d'autres planètes depuis une orbite basse pose plusieurs défis importants. Trouver un équilibre entre la nécessité d'un plus grand diamètre de télescope et les coûts accrus et les contraintes associées nécessite de développer des solutions innovantes. AZIMOV, un prototype de charge utile pour un télescope déployable segmenté sur un CubeSat 6U actuellement en développement, aborde ce problème en utilisant un télescope segmenté déployable avec une ouverture totale de 30 cm. Ce grand miroir primaire permet d'obtenir une distance d'échantillonnage au sol de 1 mètre à la surface de la Terre dans le spectre visible. Cependant, pour des performances optimales, un alignement précis (ou phasage) des segments du miroir primaire est crucial. En raison des contraintes des CubeSats, telles que le volume, la puissance et les ressources de calcul limitées, les méthodes conventionnelles de détection de front d'onde ne conviennent pas. L'analyse de front d'onde en plan focal est la seule approche pratique pour ces petites plateformes, mais les techniques traditionnelles sont souvent itératives et nécessitent beaucoup de calculs en raison de la relation non linéaire entre la phase du champ électromagnétique et l'intensité de l'image.

Cette thèse explore l'utilisation de l'apprentissage machine pour corriger les aberrations de piston et de tip-tilt sur les quatre segments du miroir primaire à partir d'une seule image du plan focal. Nous montrons

que notre approche, utilisant des réseaux de neurones convolutifs, peut atteindre des performances à la limite de diffraction lors de l'observation d'une source ponctuelle. Cette méthode d'apprentissage profond est robuste face au bruit et aux aberrations de plus hauts ordres, et elle surpasse les méthodes itératives classiques en termes de rapidité, de précision et de robustesse. Des tests sur des données expérimentales confirment l'adaptabilité des réseaux de neurones entre les données simulées et expérimentales et montrent la faisabilité de notre méthode sur des données réelles. Dans le cadre de l'observation de la Terre depuis une orbite basse, ou lors de l'imagerie d'objets étendus inconnus à la surface terrestre, notre approche, améliorée pour l'analyse des objets étendus, montre des performances pouvant atteindre la limite de diffraction, tout en soulignant les limitations de l'analyse de front d'onde en plan focal à partir d'une seule image, dues aux caractéristiques de l'objet observé.

Mots clés :

Analyse de front d'onde plan-focal, Deep Learning, phasage, télescope segmenté spatial.