

Master thesis and internship[BR]- Master's thesis : Study of the optical design of an elementary spacebased interferometer for the detection and characterisation of exoplanets[BR]- Integration internship

Auteur : Thiry, Eliott

Promoteur(s) : Loicq, Jerome

Faculté : Faculté des Sciences appliquées

Diplôme : Master en ingénieur civil en aérospatiale, à finalité spécialisée en "aerospace engineering"

Année académique : 2020-2021

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/11720>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.

Study of the optical design of an elementary spacebased interferometer for the detection and characterisation of exoplanets

Eliott Thiry

Academic Supervisor: Pr Jérôme LOICQ

Co-supervisor: Ir Colin DANDUMONT

Research center: CSL - Centre Spatial de Liège

Master in Aerospace Engineering

University of Liège - School of Engineering and Computer Science

Academic year 2020 - 2021

Abstract

This master thesis is dedicated to the optical design of an elementary spacebased interferometer for the detection and characterisation of exoplanets. More precisely, this work proposes a Bracewell-type interferometer design allowing light reduction and collimation with the use of two telescopes composed of two 45° off-axis afocal parabolic mirrors. This design aims at minimising the number of optical surfaces required to perform interferometric measurements as well as the complexity of the design in order to maximise the compactness and decrease the development costs. The sensitivity of this system to telescope pointing errors is investigated. The beam propagation deviations are corrected by a tip-tilt mirror. The position of this tip-tilt mirror is optimised to minimise the transverse shift of the beams induced after reflection. The use of a single mode fibre as modal filtering reduces the sensitivity of the system to wavefront distortions. However, the final design presents a variation in optical path length for the rays entering the entrance pupil at its extremities, namely the sagittal and meridional rays. These rays experience an optical path variation (with respect to the chief ray) proportional to $\pm 1.74\alpha$, where α is the ray field angle in degrees with respect to the line of sight incident on the telescope. Thus, given the current capabilities of deformable mirrors which are able to perform a maximum stroke of $\sim 15 \mu\text{m}$ (compensating therefore about $30 \mu\text{m}$ of maximum wavefront distortion), this limits the telescope pointing accuracy to 0.02 degrees. Considering the capabilities of current attitude determination and control systems as well as pointing sensors precision this seems to be a totally achievable accuracy without significant costs increase. Finally, options for adapting the design to manage higher error field angles are proposed.

Key Words: Interferometry, pointing error, Zernike polynomial, single mode fibre.