

ASO en plan focal
Analyseur de Surface d'Onde par *phase retrieval* ou *diversité de phase*
Mesure optique de perturbation de phase par analyse des images dégradées

Domaines d'applications :

- Analyse de front d'onde (métrologie de surface, alignement ou étalonnage de systèmes optiques).
- Imagerie avec perturbations (astronomie, imagerie endo-atmosphérique, télédétection, imagerie médicale)
- Cophasage ou correction numérique de systèmes multi-pupilles.

Description Technique de l'invention :

Un Analyseur de Surface d'Onde (ASO) mesure les variations spatiales de la phase d'un faisceau optique.

Plusieurs types d'ASOs focaux ont été brevetés à l'Onera :

- *SICLOPE* (Single Image with Calibrated Local Offset for Phase Estimation) ; cet ASO est basé sur l'analyse de la seule image d'un point source (ou d'un objet connu) ayant traversé le système.

L'apport de *SICLOPE* est d'ajouter une aberration connue pour lever certaines ambiguïtés inévitables.

Cette aberration peut provenir du système lui-même, d'une défocalisation, ou d'un composant additionnel.

- ASO à diversité de phase linéarisée ; cet ASO à *diversité de phase* (exploitation de 2 images proches du foyer) est un des rares ASOs pouvant fonctionner sur une source étendue mais nécessite d'importants calculs. L'invention porte sur un algorithme qui, par 2 approximations, accélère les calculs de *diversité de phase* au voisinage de 0.
- ASO focal analytique ; cet ASO est à base d'un algorithme générique permettant l'estimation rapide de phase, sans approximation, dans tous les contextes.

La mesure faite avec un ASO permet de corriger un système optique, physiquement (optique adaptative) ou numériquement (post-traitement).

Avantages – nouveautés :

La mesure directe de la phase (cf. oscilloscope) est impossible en optique car la fréquence des ondes est trop élevée.

Autrefois complexe (interférométrie), la mesure de phase s'est banalisée récemment grâce aux ASOs commerciaux.

- Contrairement aux autres, les ASOs en plan focal fusionnent les techniques de l'ASO et la voie d'imagerie (minimisant les trajets différentiels, le volume et le coût) et admettent une pupille discontinue (voir fiche brevet du *télescope galette*).
- Nos inventions (matérielles et logicielles) transfèrent la complexité opto-mécanique sur des composants électroniques embarqués, ayant bénéficiés récemment de considérables réductions de volume et de coût.
- *SICLOPE* s'intègre directement dans tout système d'imagerie.
- L'accélération des calculs permet une correction temps-réel, optique ou numérique, de tout imageur soumis à une perturbation.

Etat de développement :

Ces ASOs ont été testés sur un banc dédié, comportant une source ponctuelle et étendue, un miroir à 19 sous-pupilles (photo) et un ASO focal générique (*SICLOPE* et *diversité de phase*).

SICLOPE a été validé en laboratoire (ASO spatial multi-pupille à précision nanométrique) et sur le ciel.

Les deux algorithmes pour ASO focal ont été partiellement testés pendant deux thèses. L'analyse et la comparaison des performances reprendront prochainement, numériquement et expérimentalement.

Le niveau de TRL est de 3-4.



Partenaires souhaités :

- Industriel impliqué dans les ASOs désirant compléter sa gamme (ou exploiter la forme des imagerie focales).
- PME ou start'up qui souhaitent investir le domaine des ASOs focaux.