

Stage niveau master/ingénieur

4/6 mois

Intitulé

Traitement d'images, clustering et classification pour les signaux optiques haute précision.

Contexte

Les progrès réalisés ces dernières années en termes de métrologie optique de haute précision ont considérablement augmenté la criticité de la présence de lumière parasite dans les bancs instrumentaux. On peut, par exemple, citer la détection récente des ondes gravitationnelles par les interféromètres géants LIGO et Virgo (Prix nobel 2017) qui nécessite un contrôle de la quantité de lumière diffusée par les dizaines de composants optiques utilisés avec une sensibilité de l'ordre du ppm. C'est dans ce contexte que l'équipe CONCEPT de l'Institut Fresnel, experte des phénomènes de diffusion lumineuse pour les composants optiques de pointe travaille au développement de diffusomètres innovants en termes de capacité de mesures et extrêmes en termes de détectivité dans le cadre de différents partenariats.

C'est ainsi qu'est né l'instrument SPARSE (SPATIally Resolved Scatterometry Equipment), diffusomètre spatialement résolu. L'instrument permet d'enregistrer, en une seule mesure, 400 000 indicatrices de diffusion et donne ainsi accès à une cartographie 3D des réponses angulaires d'autant de micro-surfaces. L'étude de chaque courbe angulaire permet de discriminer l'origine de la lumière diffusée entre rugosité et défauts ou contaminations. L'objet du présent stage est dans un premier temps d'automatiser cette discrimination, puis d'extraire du cube de données une classification des défauts en présence.

Ce travail s'inscrit dans le cadre des travaux de l'équipe CONCEPT avec la collaboration Virgo, le consortium LISA pour la détection des ondes gravitationnelles, du CNES pour les optiques pour le spatial et du CEA pour les optiques conçus pour les lasers de puissance. Les résultats obtenus pendant le stage seront donc communiqués à l'ensemble de ces acteurs.

Objectifs

A titre d'illustration, sur un seul échantillon, il est possible de récupérer environ 400 000 points de données de plus de 60 valeurs. Par ailleurs, sur chaque échantillon il y a des centaines de défauts, la quantité de données à traiter est donc conséquente, ce qui sera un atout pour les algorithmes d'intelligence artificielle.

A partir des données mesurées par l'instrument, il faudra d'abord définir une méthode pour détecter, isoler les défauts et contaminants (traitement du signal). Ensuite, en comparant les niveaux de diffusion de défauts mesurée à des défauts théoriques, on pourra chercher des clusters de données. Ces clusters pourront servir à déterminer des labels qui pourront ensuite permettre une classification systématique des défauts et alimenter une base de données.

Cette nouvelle base de données devra permettre de mieux comprendre l'impact des défauts et des contaminants sur les lumières parasites pour les instruments de haute performance.

Profil recherché

Étudiant-e en informatique ou école d'ingénieur, ayant déjà une expérience avec des algorithmes d'intelligence artificielle.

Language : Python et/ou matlab

Information pratique et contact

- Lieu: Laboratoire Institut Fresnel, avenue Escadrille Normandie-Niémen - 13397 MARSEILLE

- Gratification : selon les grilles du CNRS

- Encadrement: Adrien Bolliand (Doctorant) et Myriam Zerrad (HDR)

- Contact: adrien.bolliand@fresnel.fr et myriam.zerrad@fresnel.fr

Internship master/engineer

4/6 months

Title

Image processing, clustering and classification for high precision optical signals.

Context

The progress made in recent years in terms of high precision optical metrology has considerably increased the criticality of the presence of stray light in instrumental benches. One example is the recent detection of gravitational waves by the giant LIGO and Virgo interferometers (2017 Nobel Prize), which requires control of the amount of light scattered by the dozens of optical components used with a sensitivity of the order of ppm. It is in this context that the Institut Fresnel's CONCEPT team, expert in light scattering for advanced optical components, is working on the development of innovative scatterometers in terms of measurement capacity and extreme in terms of detectivity within the framework of various partnerships.

This is how the SPARSE (SPATIally Resolved Scatterometry Equipment) instrument was born. The instrument allows to record, in a single measurement, 400 000 scattering indicators and thus gives access to a 3D mapping of the angular responses of as many micro-surfaces. The study of each angular curve allows to discriminate the origin of the scattered light between roughness and defects or contaminations. The purpose of this internship is first to automate this discrimination, and then to extract from the data cube a classification of the defects in presence.

This work is part of the work of the CONCEPT team with the Virgo collaboration, the LISA consortium for the detection of gravitational waves, the CNES for space optics and the CEA for optics designed for power lasers. The results obtained during the internship will be communicated to all the actors.

Objectives

As an illustration, on a single sample, it is possible to recover about 400,000 data points with more than 60 values. Moreover, on each sample there are hundreds of defects, so the amount of data to be processed is consequent, which will be an asset for the artificial intelligence algorithms.

From the data measured by the instrument, it will first be necessary to define a method to detect and isolate the defects and contaminants (signal processing). Then, by comparing the measured defect scattering levels to theoretical defects, we will be able to search for data clusters. These clusters can be used to determine labels that can then allow a systematic classification of defects and feed a database.

This new database should allow a better understanding of the impact of defects and contaminants on stray light for high performance instruments.

Student profile

Student in computer science or engineering school, with previous experience with artificial intelligence algorithms.

Language : Python and/or matlab

Practical information and contact

- Location: Laboratoire Institut Fresnel, avenue Escadrille Normandie-Niémen - 13397 MARSEILLE
- Salary : According to the CNRS grids
- Supervision: Adrien Bolliand (PhD student) and Myriam Zerrad (HDR)
- Contact: adrien.bolliand@fresnel.fr and myriam.zerrad@fresnel.fr