

Stage de Master EFEMO 2018-2019, durée 5 mois

Sujet : Reconstruction 3D de particules à partir d'images interférométriques

Encadrant(s) : Brunel

Mots clés (4) : imagerie interférométrique, speckle

Objectifs : (mini 20 lignes, maxi 40 lignes)

L'imagerie interférométrique de particules permet de combiner :

- Mesure de taille d'objets microscopiques,
- Grand champ de mesure,
- Distance de travail objet/caméra relativement élevée.

Ces caractéristiques rendent la technique intéressante pour des mesures de particules en environnement hostile : en vol ou dans des enceintes confinées par exemple. Notre équipe travaille ainsi au développement d'instruments capables de mesurer et de caractériser des particules de glace (instrumentation terrestre en tunnel givrant, ou instrumentation embarquée). Les applications concernent la sécurité aérienne, ou les économies d'énergie pour une utilisation de systèmes de dégivrage.

A partir de plusieurs images des particules enregistrées simultanément sous différents angles de vue, il devient possible d'effectuer des reconstructions 3D des particules observées [1,2]. Nous pouvons alors faire de véritables estimations de volume d'eau, ou déterminer certaines caractéristiques morphologiques importantes pour comprendre l'accrétion de glace sur une surface.

Le stagiaire recruté participera à l'enregistrement d'images interférométriques d'une même particule, sous différents angles de vue (montage expérimental existant dans le cas de particules de glace). Il travaillera ensuite au développement et au test d'algorithmes de reconstruction 3D de particules à partir de ces images interférométriques réelles.

Une difficulté tient à la grande variété de cas enregistrables possibles. La technique repose en effet sur l'enregistrement d'images floues. Peuvent ainsi apparaître des cas d'images de particules se recouvrant partiellement ou entièrement [3,4]. Un soin particulier sera donc porté au développement d'une analyse sélective optimisée des images.

Selon l'avancement du projet, les codes seront ensuite testés plus systématiquement sur des images interférométriques de particules programmées sur matrice de micro-miroirs [5,6].

Résultats attendus pour la rédaction du rapport de stage :

Amélioration de codes de reconstruction 3D de particules à partir de 2 images interférométriques.

Validation du code sur des images expérimentales obtenues avec particules réelles et des particules programmées.

Moyens utilisés : *(Préciser : les moyens que vous souhaitez utiliser et leur disponibilité ou non au sein de votre équipe. Si vous allez faire appel aux services communs (atelier, électronique, info etc...) préciser le type de demande.*

Matériel et dispositif expérimental en place.

Matériel informatique disponible.

Travaux Développés sur le sujet au laboratoire (Master, Thèse, ...) :

Thèses de Lila Ouldarbi et Mohamed Talbi.

Références bibliographiques de l'équipe en rapport avec le sujet :

[1] L. Ouldarbi, M. Talbi, S. Coëtmellec, D. Lebrun, G. Gréhan, G. Perret, and M. Brunel 3D-shape recognition and size measurement of irregular rough particles using multi-views interferometric out-of-focus imaging, *Appl. Opt.* 55, 9154-9159 (2016).

[2] M. Talbi, G. Gréhan, M. Brunel, Interferometric particle imaging of ice particles using a multi-view optical system, *Appl. Opt.* 57, 6188-6197 (2018).

[3] M. Brunel, P. Lemaitre, E. Porcheron, S. Coëtmellec, G. Gréhan, and J. Jacquot-Kielar Interferometric out-of-focus imaging of ice particles with overlapping images. *Appl. Opt.* 55(18) 4902-4909 (2016).

[4] M. Talbi, M. Brunel, Interferometric particle sizing with overlapping images despite Moiré, *Opt. Commun.* 400, 61-68 (2017).

[5] M. Fromager, K. Aït Ameur, M. Brunel, "Digital micromirror device as programmable rough particle in interferometric particle imaging," *Appl. Opt.* 56, 3594-3598 (2017).

[6] M. Brunel, G. Demange, M. Fromager, M. Talbi, H. Zapolsky, R. Patte, K. Aït Ameur, J. Jacquot-Kielar, S. Coëtmellec, G. Gréhan, B. Quevreur, "Instrumentation for ice crystal characterization in laboratory using interferometric out-of-focus imaging," *Review of Scientific Instruments* 88, 083108 (2017).

Références bibliographiques :

A.R. Glover, S.M. Skippon, R.D. Boyle, "Interferometric laser imaging for droplet sizing: a method for droplet-size measurement in sparse spray systems," *Appl. Opt.* **34**, 8409–8421 (1995).