

Télécom Physique Strasbourg
Option "Photonique"
2012/2013

Proposition de stage

Laboratoire d'accueil : Icube (Laboratoire des sciences de l'Ingénieur, de l'Informatique et de l'Imagerie) – **équipe IPP** (Instrumentation et Procédés Photoniques)

Durée : du 1er mars au 31 août 2013 (5/6 mois), **gratification** : 436 euros/mois

Etude et développement d'un système de reconstruction tridimensionnelle de surface par microscopie sous illumination structurée.

Description du sujet : la réalisation d'un système imageur tridimensionnel à partir d'un microscope repose sur la capacité de pouvoir enregistrer l'image d'une section optique de l'objet en distinguant le signal issu du plan de focalisation de celui diffusé par les surfaces en dehors du plan de focalisation. La reconstruction complète de la surface de l'objet est ensuite réalisée par balayage suivant l'axe optique du microscope. La microscopie interférométrique en lumière blanche est une technique éprouvée et très performante pour l'analyse 3D des surfaces des objets opaques.

Cependant, lorsque l'objet à traiter est semi-transparent et dépasse quelques longueurs d'onde d'épaisseur, comme c'est le cas pour les couches complexes telles que les matériaux biologiques (cellules), les besoins spécifiques en acquisition et en traitement de signal augmentent beaucoup le temps d'acquisition. Ceci est également le cas pour la microscopie confocale à balayage qui est généralement proposée aux utilisateurs pour mesurer les différentes sections optiques de l'objet.

Cependant, lorsque l'application visée requière une haute vitesse de traitement et un large champ de vision avec ou non des temps d'intégration long, des alternatives sont recherchées pour mesurer une section optique.

Une technique en devenir consiste à illuminer l'objet par un éclairage structuré (généralement représenté par des franges) pour en déduire par traitement numérique l'image de la section optique en fonction de la position le long de l'axe optique [Jerome Mertz, Nature Methods, Vol. 8, N°10, octobre 2011].

L'équipe IPP a une longue expérience dans la conception de systèmes imageurs interférométriques, des algorithmes de reconstruction 3D inhérents et aussi en conception, fabrication et implémentation des systèmes de production d'éclairages structurés. Ce projet a pour but de concevoir un système imagerie 3D par illumination structurée de l'objet et analyse sous microscope.

Les outils de travail

- Logiciels de simulation optique pour la conception et la mise en œuvre du système d'éclairage structuré ;
- Système imageur modulaire pour la microscopie disposant une voie d'éclairage modulaire, de deux voies image à parallaxe contrôlable (stéréoscopie envisageable) ;
- Une ou deux caméra Fire wire monochrome ;
- Un système de synchronisation CRIO ou autre à base de FPGA ou carte E/S numérique ;
- Labview pour l'acquisition et le traitement de l'information ;

- Un micro-positionneur 3 axes (x, y, z) pour contrôler la position de l'objet avec une précision nanométrique ;
- Logiciel Matlab base et module Image Processing Toolbox pour le traitement de l'information disponible.

Réalisation

L'étudiant effectuera les tâches suivantes :

- (i) une courte étude bibliographique des principales familles d'algorithmes utilisées pour la reconstruction 3D compatible avec une application en microscopie. Puis, en concertation avec l'équipe encadrante, un algorithme de traitement relativement simple avec l'éclairage structuré dynamique associé sera choisi et implémenté ;
- (ii) concevoir et faire réaliser le système d'éclairage structuré dynamique de l'objet suivant la méthode de traitement choisie
- (iii) réaliser un démonstrateur avec les fonctionnalités suivantes :
 - Acquisition synchronisée d'une ou deux voies images (suivant l'algorithme choisi) ;
 - Interface Homme/Machine de contrôle de l'application, d'analyse et d'affichage des résultats sous Labview (appel à Matlab possible) ;
 - effectuer les premiers tests sur des structures semi-transparentes non biologiques.

Responsable(s) : B. Serio, P. Twardowski, P. Montgomery

Contact : serio@unistra.fr

Bibliographie succincte :

Jerome Mertz, Nature Methods, Vol. 8, N°10, octobre 2011.

M. A. A. Neil, R. Juskaitis, and T. Wilson, "Method of obtaining optical sectioning by using structured light in a conventional microscope," Opt. Lett. 22, 1905-1907 (1997).

L. H. Schaefer, D. Schuster, J. Schaffer, "Structured illumination microscopy: artefact analysis and reduction utilizing a parameter optimization approach," J. Microsc, 216:2, 165-174 (2004).

Leo G. Krzewina, Structured light for three-dimensional microscopy, University of South Florida, Phd 2006.