

Développement d'un capteur d'effort à technologie optique par impression 3D

Stage de Master - Equipes AVR et IPP, ICube, Strasbourg

Contexte et problématique

Au sein du laboratoire ICube, les équipes AVR et IPP développent conjointement des solutions innovantes de mesure d'effort pour la robotique, en s'appuyant sur des technologies optiques et sur les outils de fabrication additive disponibles avec la plateforme Equipex ROBOTEX du laboratoire.

La mesure d'effort de contact est une problématique fréquente en robotique médicale, pour évaluer des efforts d'interaction entre un outil chirurgical et des tissus, ou bien également pour assurer la sécurité d'un dispositif en s'assurant de l'absence d'efforts rendant un geste médical inconfortable voire dangereux. Cette mesure d'effort doit parfois être réalisée en respectant des contraintes fonctionnelles importantes : il peut notamment s'agir de ne pas perturber un imageur comme un scanner IRM exploitant un champ magnétique, ou bien ne pas perturber un champ magnétique utilisé pour le pilotage d'un dispositif par champ magnétique. Cette dernière contrainte est au centre du projet national Multiflag débutant fin 2016 liant ISIR (Paris), FEMTO-ST (Besançon) et ICube à Strasbourg, avec le soutien de l'ANR. Dans ce projet, nous visons la mise en place d'un système de pilotage de capsules intracorporelles bio-inspirées qui suppose de déplacer à la surface du corps humain des bobines générant le champ magnétique propulsif. Le sujet de Master proposé se place dans ce cadre.



Figure 1 : Vue d'artiste du système Multiflag : un mécanisme de tenségrité pilote plusieurs bobines à la surface du corps, pour générer les efforts de propulsion nécessaires au pilotage des capsules endoscopiques dans le corps humain

Objectifs du travail

Nous souhaitons développer une solution de mesure d'effort de contact insensible au champ magnétique et ne le perturbant pas. Pour ce faire, nous disposons de résultats préliminaires sur l'utilisation d'un capteur d'effort exploitant la biréfringence de matériaux transparents produits par impression 3D. Dans le projet ICube Inofab, nous avons démontré qu'une modification de la polarisation de la lumière est observable lorsqu'elle traverse le matériau, et ce en fonction de la contrainte subie par le matériau. La preuve de concept développée a conduit à des résultats encourageants [1]. Plusieurs limites existent cependant : i) les fortes pertes d'intensité lumineuse dans le matériau limitent la performance de la mesure, ii) la réalisation de certaines formes avec une

qualité de surface compatible avec un usage optique requiert un post-traitement qui n'est pas encore complètement maîtrisé. Enfin, le capteur développé ne répond pas au besoin posé dans le projet Multiflag en terme d'amplitude de mesure et de forme pour son intégration.

Le stage a donc pour objectif :

- l'évaluation de la faisabilité d'une solution alternative à meilleur rendement, dont le principe a été retenu ;
- la caractérisation statique, dynamique du capteur obtenu, en abordant notamment la présence de non linéarités et la possibilité de les compenser ;
- la conception d'une version du capteur pour le projet Multiflag, en dimensionnant par rapport aux efforts à mesurer et en respectant les contraintes de forme spécifiques au projet.

Ceci permettra une prise de décision pour le projet sur l'adéquation du capteur pour le projet. Une comparaison sera éventuellement conduite avec une technologie plus conventionnelle de type interférométrie de Fabry-Perot.

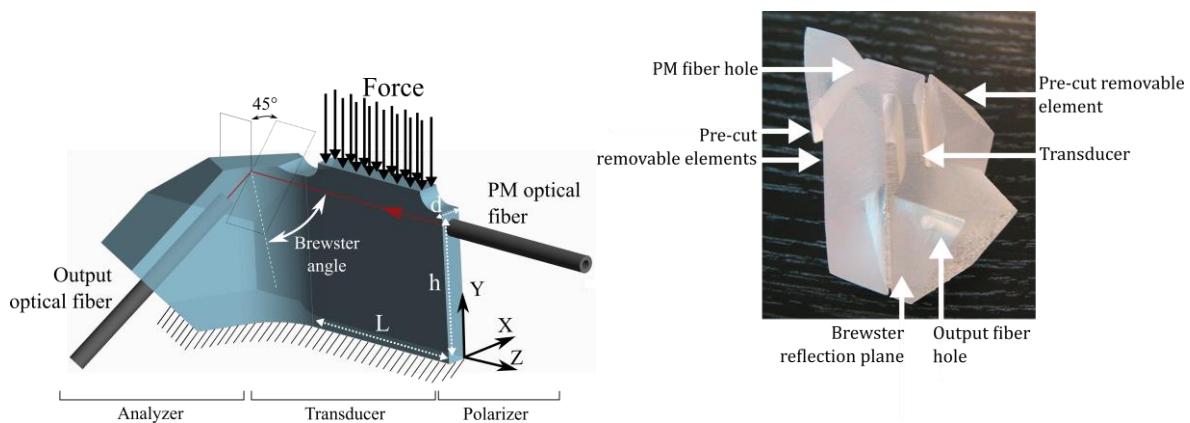


Figure 2 : Vue de principe et illustration de la production du corps d'épreuve du capteur d'effort présenté dans [1].

[1] M. Nierenberger, S. Lecler, P. Pfeiffer, F. Geiskopf, M. Guilhem, P. Renaud, Additive manufacturing of a monolithic optical force sensor based on polarization modulation, Applied Optics, Optical Society of America, pages 6912-6918, Volume 54, n° 22, 2015

Compétences nécessaires

Formation en conception mécanique et mécatronique, robotique ou en photonique. Une mise à niveau en début de stage sera possible. Des connaissances en fabrication additive seront appréciées. Le goût pour l'expérimentation est indispensable pour mener à bien le projet.

Contact

Pierre Renaud
 AVR-ICube
 IRCAD, 1 Place de l'hôpital
 67091 Strasbourg
pierre.renaud@insa-strasbourg.fr

Sylvain Lecler
 IPP-ICube
 300 boulevard S.Brant CS10413
 67412 Illkirch Cedex
sylvain.lecler@unistra.fr