

# An endoscopic force-position sensor grasper with minimum sensors

## Une pince endoscopique tactile avec un minimum de senseurs

Javad Dargahi and Siamak Najarian

This study reports on the design, fabrication, testing, and mathematical modelling of a semiconductor microstrain-gauge endoscopic tactile sensor. The sensor can measure, with reasonable accuracy, the magnitude and the position of an applied load on a grasper. The designed assembly consists of two semiconductor microstrain-gauge sensors, which are positioned at the back face of a prototype endoscopic grasper. The intensity of the applied force can be seen on a light emitting diode (LED) device. Altogether, 20 different force magnitudes for seven different locations on the endoscopic grasper are tested experimentally. The magnitudes of force vary from 0.5 to 10 N with an increment of 0.5 N. The in-house electrical amplification system for the microstrain gauges is also designed, fabricated, and tested. The sensor is insulated and can operate safely in wet environments. It exhibits high force sensitivity, good linearity, and large dynamic range. To predict the behaviour of the designed system under various loading conditions, three-dimensional finite element modelling (FEM) is used. There is a good correlation between the computed theoretical results for the force magnitudes together with their points of application and the experimental results. The miniaturized electronic device could be integrated with an endoscopic grasper.

Cette étude porte sur la conception, la fabrication, les tests et la modélisation mathématique d'un semi-conducteur à mesure de micro-forces. Ce semi-conducteur est employé pour réaliser des sondes tactiles endoscopiques. La sonde peut mesurer, avec une exactitude raisonnable, l'ampleur et la position d'une force appliquée sur la pince. L'ensemble réalisé se compose de deux semi-conducteurs à mesure de micro-forces placés à l'arrière d'un prototype de pince endoscopique. L'ampleur de la force appliquée est lue sur un dispositif à diode électro-luminescente. Vingt intensités de force mesurées à sept endroits différents sur la pince endoscopique sont obtenues sur le dispositif expérimental. L'ampleur des forces mesurées s'étend de 0.5 à 10 N en incréments de 0.5 N. Le système électrique d'amplification pour les mesures de micro-forces est également conçu, fabriqué, et testé par nos soins. La sonde est isolée et peut fonctionner sans risque dans les environnements humides. Elle est caractérisée par une sensibilité élevée pour la mesure de force, de bonnes linéarités, et une gamme dynamique étendue. Pour prévoir le comportement du système réalisé dans diverses conditions, une modélisation par éléments finis (MÉF) est employée. Il y a une bonne corrélation entre les résultats théoriques calculés pour les forces lues, leurs points d'appui et les résultats expérimentaux. Le dispositif électronique miniaturisé pourrait être intégré à une pince endoscopique.

**Keywords:** endoscopy, FEM, minimally invasive surgery, tactile sensor