

Internship location: Paris, Univ. Pierre et Marie Curie Lab. Institut des Systèmes Intelligents et de Robotique (ISIR)

Internship supervisors: Jérôme Szewczyk, professor, ISIR, szewczyk@isir.upmc.fr

Collaboration:

Starting date: beginning of 2016

Keywords: image processing, visual servoing, kidney lithiasis treatment

1. The CAMI context

Medical Interventions (surgery, interventional radiology, radiotherapy) can provide a significant boost for progress in terms of patient-specific optimal planning and performance. To fulfill patient's demand for Quality, Senior Operators demand to see beyond the immediately visible, to be assisted in their real-time vital decisions and to accede to enhanced dexterity, while junior operators request to "learn to fly" before being left alone, and Public Health Authorities and companies require demonstration of the Medical Benefit of innovations.

The Computer Assisted Medical Interventions LABEX (CAMI LABEX) strategic vision is that an integrated approach of medical interventions will result in a breakthrough in terms of quality of medical interventions, demonstrated in terms of medical benefits and degree of penetration of CAMI technology in routine clinical practice.

Among the different actions undertaken in the scope of the CAMI LABEX, about 10 internships are to be financed yearly. The following internship proposal deals with themes within LABEX's scientific field.

2. Background

Context : Kidney stones (or lithiasis) is a very common and painful disease [1]. Its treatment usually relies on a laser destruction of the lithiasis under general anesthesia [2]. To this purpose a laser bundle is introduced in the kidney through the tool window of a thin **fiberscope**. This fiberscope is about 3mm wide and 1 meter long and reaches the kidney by the natural path going through the bladder and the ureter (Fig. 1).

Concern : To make the operation successful the physician has to **regularly sweep** the stone surface in order to vaporize it progressively without exploding it. However, the kidney stones are constantly and chaotically moving in front of the laser. Moreover, the fiberscope shows poor steering capabilities due to cable frictions and backlash. Destroying a kidney stone using a laser shot is thus a hard task likely leading to very long operative times lasting several hours.

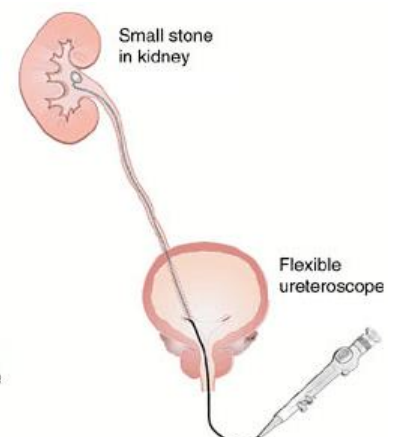


Fig.1 : Natural endo-luminal access to kidney stones.

3. Detailed subject

Solution : The solution we are developing includes a fiberscope with a steerable and motorized extremity whose movements are **automatically produced** to perform a smooth sweeping of the kidney surface by the laser shot. To this aim the fiberscope's head is featured with small Shape Memory Alloys actuators [3]. To provide an input to these actuators, the laser desired movements are computed by comparing the ideal laser path to the real laser position measured in the fiberscope image.

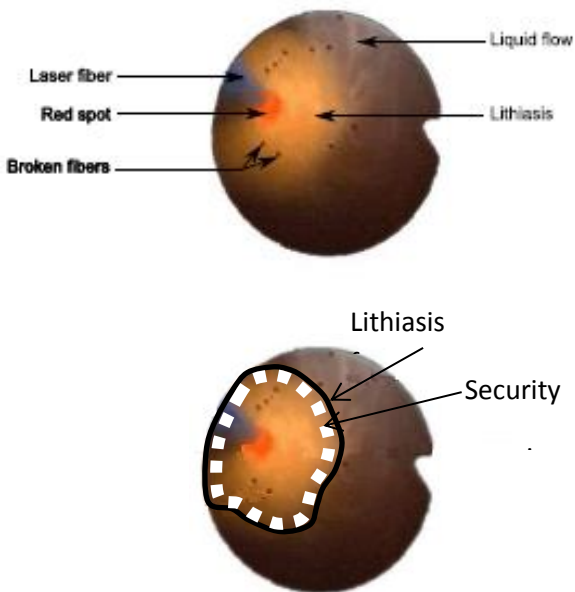


Fig. 2 : Frontiere extraction for calculating the ideal trajectory.

What remains to be done :

Mechatronics

The motorized fiberscope and its control electronics have been done.

Image processing

Programs for the lithiasis border and the instantaneous laser spot position extractions from the image have to be developed (Fig. 2). For the border extraction, the growing region method is a possible candidate [4]. For the laser spot position determination, a color based filtering is an interesting approach.

Control scheme

Besides, a control scheme will be designed and tested. It will include a desired trajectory generation module (smooth surface sweeping) and a visual servoing algorithm for controlling the actual laser spot displacements based on the desired trajectory.

4. Required knowledge

Solid background in automatic control and image processing.

Lieu du stage : Institut des Systèmes Intelligents et de Robotique (ISIR), Université Pierre et Marie Curie, Paris

Encadrant /Co-encadrant : Jérôme Szewczyk, professeur, ISIR, szewczyk@isir.upmc.fr

Collaboration:

Démarrage du stage : début 2016

Mots clés : traitement d'image, asservissement visuel, traitement des lithiases rénales

1. Le contexte CAMI

Les interventions médicales ont encore une marge de progrès très significative en termes de planification personnalisée et de réalisation optimale. Pour répondre aux exigences du patient au niveau de la qualité, les opérateurs seniors veulent voir au-delà de l'immédiatement visible, être assistés dans leur prise de décisions vitales en temps réel, et accéder à une dextérité augmentée. Les opérateurs juniors demandent à « apprendre à voler » avant d'être laissés seuls, tandis que les autorités de Santé Publique et les industriels demandent la démonstration du service médical rendu par les innovations.

La vision stratégique du LABEX Computer Assisted Medical Interventions (CAMI) est qu'une approche intégrée des interventions médicales résultera en percées en termes de qualité des interventions médicales, observable en pratique par le service médical rendu et par le degré de pénétration de la technologie CAMI dans la pratique clinique de routine.

Parmi les différentes actions entreprises dans le cadre du LABEX CAMI figure le financement de 6 à 10 bourses de stage chaque année. Le présent sujet de stage niveau Master s'inscrit dans le champ scientifique du LABEX.

2. Contexte

La présence de calculs dans les reins constitue une maladie fréquente qui peut être traitée sous anesthésie générale en détruisant les calculs à l'aide d'un faisceau laser. La fibre laser est montée à l'intérieur d'un **fibroscope** d'environ 3mm de diamètre et d'environ 1m de long. Le fibroscope est introduit dans la vessie puis monté dans l'uretère jusque dans le rein (Fig.1).

Problématique : L'opération de destruction d'un calcul rénal au laser est une tâche difficile qui conduit souvent à un allongement démesuré de l'intervention (plusieurs heures d'anesthésie). La destruction doit se faire par un **balayage régulier de surface** sans faire éclater le calcul or, celui-ci bouge continuellement sous l'effet des flux et mouvements physiologiques environnants. Enfin, le maniement du fibroscope est peu précis à cause des jeux et frottements dans les transmissions par câble.

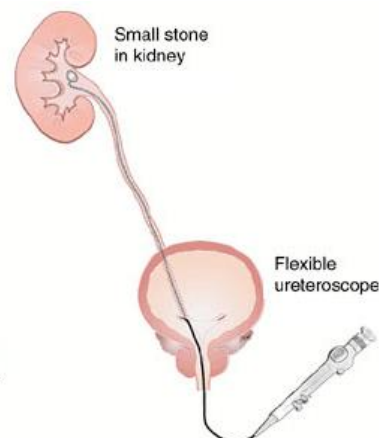


Fig.1 : Accès endo-urologique aux lithiases rénales.

3. Sujet détaillé

Solution :

La solution que nous avons mise au point consiste en un fibroscope motorisé à son extrémité et dont les mouvements sont **automatisés** pour produire un balayage synchronisé avec le tir laser. Pour ce faire, la tête du fibroscope est équipée de micro-actionneurs (Alliages à Mémoire de Forme) et les mouvements produits sont contrôlés sur la base de l'image in-situ que le fibroscope retourne en temps réel.

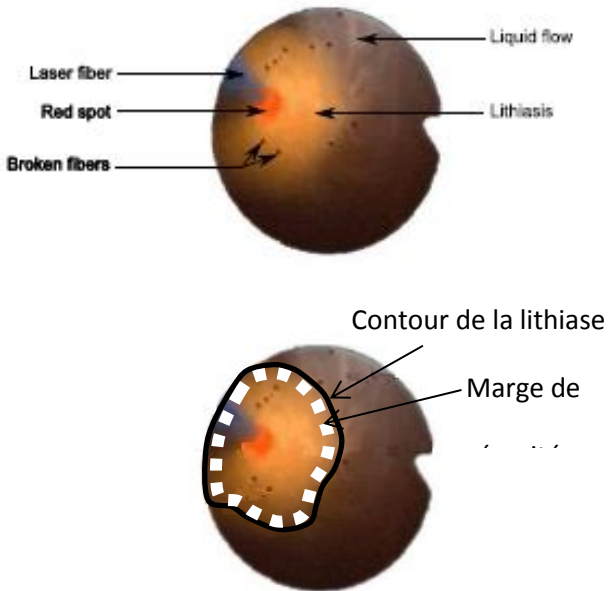


Fig. 2 : Extraction de contour pour calcul de trajectoire.

Ce qu'il y a à faire :

Partie mécatronique

Le fibroscope actif est déjà réalisé.

Partie traitement d'image

Il faudra mettre au point un programme d'extraction de contour des calculs rénaux (Fig.2) ainsi qu'une routine de détection de la position instantanée du spot laser à l'image. Pour l'extraction de contour, l'approche pourra être la croissance de région. Pour la détection du spot laser, un seuillage sur la couleur pourra convenir.

Partie schéma de commande

Il faudra ensuite concevoir et tester un schéma de commande incluant une génération de trajectoire désirée (balayage régulier) et réalisant un asservissement visuel du tir laser sur cette trajectoire. désirée.

4. Compétences recherchées

Bonnes connaissances en traitement d'image et automatique.