



Sujet de thèse : « Re-planning temps réel de trajectoires pour la chirurgie percutanée en environnement déformable »

Lieu : ICUBE/IMAGeS, Université de Strasbourg (<https://icube.unistra.fr>)

Directeur(s) de Thèse : Caroline Essert (<http://dpt-info.u-strasbg.fr/~essert>)

Date de début : 01/09/2020

Durée : 3 ans

Rémunération : Montant égal à l'allocation ministérielle (approx. 1680€ bruts par mois).
Possibilité de mission d'enseignement en complément (env. 400 €/mois)

Descriptif du sujet :

Dans ce sujet de thèse, nous proposons d'étudier des méthodes pour l'assistance automatisée à l'implantation d'aiguilles en chirurgie percutanée, permettant une correction en temps réel des déviations de trajectoire d'un outil tracké en environnement déformable. Pour cela, nous travaillerons d'une part à l'amélioration des temps de calculs des méthodes d'optimisation multi-critères, et des simulations de traitement, et d'autre part à la communication des informations entre le système tracké et les algorithmes de replanning. L'objectif est d'assister le radiologue interventionnel, non seulement dans la préparation préopératoire de l'intervention mais également dans le guidage du geste pendant l'intervention.

De nos jours, le praticien se repose principalement sur l'image pour planifier son intervention. Quelques jours avant l'intervention, des images scanner (CT) ou IRM du patient sont acquises, et le praticien élabore son plan d'intervention à partir de ces ensembles de coupes 2D préopératoires. C'est un travail difficile car le praticien doit se représenter mentalement un modèle tridimensionnel de l'anatomie du patient, et de la position des structures ciblées. Dans le cas d'une intervention consistant à insérer une aiguille pour traiter ou analyser une pathologie, il doit évaluer une trajectoire tridimensionnelle sûre et qui maximisera l'efficacité. Mais actuellement, la plupart des méthodes existantes stoppent l'assistance à la planification à cette étape, laissant au chirurgien le soin d'insérer l'aiguille selon le plan prévu sans assistance et sans suivi. Même si des méthodes d'assistance au geste chirurgical ont été proposées dans les domaines de la robotique ou de la réalité augmentée, ces méthodes ne proposent pas de replanning en fonction de la situation en temps réel de l'aiguille, mais un simple guidage sur la trajectoire initialement prévue, sans tenir compte des éventuelles modifications anatomiques dues aux déformations (respiration du patient, mouvement, changement de position par rapport à l'imagerie préopératoire).

Dans cette thèse, on étudiera d'une part différentes approches pour accélérer les calculs, par l'utilisation du GPU, par optimisation du code, et/ou par des méthodes hybrides avec pré-traitement réduisant les paramètres ou les itérations à effectuer. Notamment, l'accélération des calculs de propagation thermique pour la simulation de thermo-ablation qui constituent l'une des parties les plus gourmandes en temps de calcul, sera plus particulièrement étudiée. Par ailleurs, dans le cas du replanning en cours d'intervention, des méthodes tenant compte des calculs précédents seront considérées afin d'éviter un recalcul complet. Des méthodes de simulation de déformations, de recalage temps réel, et de suivi de mouvements seront mises en place pour permettre la réévaluation temps réel des contraintes à satisfaire et leur respect par la position courante de l'outil.

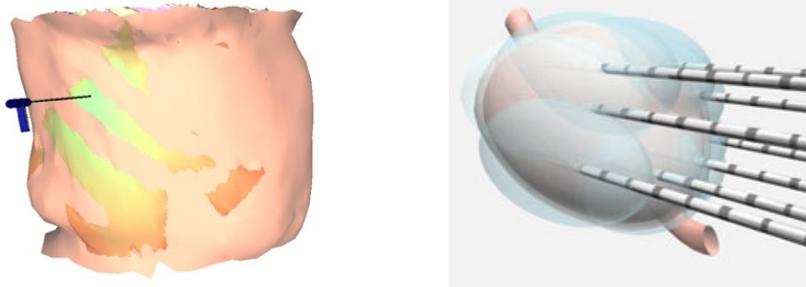
Une autre difficulté résidera dans les recherches annexes, liées d'une part au recalage initial des images du patient sur son modèle 3D, à la transmission de la position du matériel tracké, et

à une visualisation et un guidage ergonomique et intuitif utilisant la réalité augmentée pour corriger la trajectoire telle que replanifiée.

Au niveau applicatif, les recherches seront concentrées principalement sur deux types d'interventions chirurgicales : l'ablation par radiofréquence et la cryoablation de tumeurs par voie percutanée (tumeurs hépatiques, rénales, et desmoïdes). Nous garderons cependant à l'esprit dans ce travail l'idée de généricité par la formalisation qui a jusqu'ici guidé les travaux de l'équipe en planification chirurgicale.

Ce travail conceptuel nécessitera une immersion du candidat dans le milieu chirurgical, dans les domaines de la modélisation géométrique par contraintes et la formalisation, de l'optimisation multi-critères, de l'optimisation de code, de la simulation, de l'interaction, de la visualisation, et de l'ergonomie, ce qui en fait un sujet pluridisciplinaire.

Le travail de thèse s'appuiera sur des résultats précédents de l'équipe IMAGEs de ICUBE, au sein de laquelle sont développées depuis plusieurs années des méthodes pour l'optimisation de trajectoires. Il se fera en collaboration avec l'Université Technique de Darmstadt en Allemagne.



Travaux antérieurs sur la planification de trajectoires d'outils chirurgicaux (gauche). Cryoablation (droite)

Les différentes méthodes proposées dans le travail de recherche seront implémentées dans le logiciel de planning. Une attention particulière sera donnée à visualisation et au guidage de façon intuitive et ergonomique. Les méthodes seront soumises dans un premier temps à des tests rigoureux sur fantômes en gel, puis dans un deuxième temps à des validations cliniques « a posteriori » qui seront effectuées en collaboration avec les praticiens du CHU de Strasbourg et l'équipe de recherche GRIT de l'Université Technique de Darmstadt.

Profil : Master recherche en informatique. Un très bon niveau en programmation en C++ est requis. De bonnes aptitudes en communication et un bon niveau d'anglais sont souhaités. Une expertise en informatique graphique est souhaitée. Une expertise en méthodes numériques serait un plus.

Pour postuler : Envoyez un CV, lettre de motivation, le rapport de stage de master, relevés de notes de master **avec le classement** (rang), et les noms et coordonnées d'au moins 2 personnes pouvant vous recommander à Caroline ESSERT : essert@unistra.fr

NB : les candidatures incomplètes sans informations de classement de promo ne seront pas prises en compte