

Projet de thèse soumis à une demande d'Allocation de Recherche ED SPI

Titre du projet de recherche :

Développement de modèles mécaniques et de commande pour la simulation numérique d'interventions en chirurgie endovasculaire avec interface haptique

Axes concernés : MMS (principal) et TGI (secondaire)

Equipe de direction : Hélène CHANAL (MMS), Pascal CHABROT (TGI), Flavien Paccot (TGI/MMS)

Description succincte du sujet:

L'objectif technique de cette thèse est de développer un simulateur de cathétérisme permettant de préparer l'opération d'un patient en particulier. Ce simulateur est basé sur le pilotage d'une interface haptique (joystick à retour d'effort) à l'aide d'un environnement numérique. L'objet de cette thèse est de développer les concepts de l'environnement numérique ; l'interface haptique est une interface du commerce déjà en possession de l'axe TGI.

Le défi majeur du sujet est de modéliser et de générer l'effort au niveau de la main du chirurgien de manière réaliste. Lors de l'opération, cet effort est notamment lié à l'interaction tissu-instrument le long du cathéter.

Un travail de modélisation mécanique générique des efforts ressentis par le chirurgien en fonction du trajet aortique du patient doit être conduit. Le modèle doit être suffisamment léger pour être calculé en temps réel afin de ne pas générer de latence sur le simulateur. Sur ce sujet, un projet de master est en cours afin d'identifier une stratégie de modélisation adaptée et de les confronter (méthode élément fini, RDM...). La stratégie d'identification des paramètres du modèle et le protocole devront être défini et seront basées soit sur un réglage empirique suivant le ressenti d'un chirurgien « étalon » ou soit sur campagne d'essais mécaniques « classiques ».

Ce travail à composante plutôt mécanique devra être complété par la programmation de l'interface haptique. L'élaboration de la consigne en effort doit, en temps réel, en fonction des mouvements de l'interface haptique causés par le chirurgien générer des efforts résistants en fonction du trajet aortique et de la position simulé du cathéter.

L'originalité des travaux repose sur le développement d'un modèle d'effort basé sur les propriétés mécaniques des éléments et interactions mises en jeu lors de l'opération de cathétérisme associé à la mise en œuvre d'une interface haptique. Ce parti pris doit permettre de proposer un comportement de l'interface haptique ressenti par l'utilisateur réaliste. Les compétences nécessaires à la réalisation de cette thèse sont identiques à celles nécessaires en robotique (mécanique, modélisation, identification, commande, programmation).

Cette thèse représente la première étape permettant le déploiement d'un simulateur de l'opération de cathétérisme flexible ayant un coût inférieur à 50 k€ dans les CHU pour la formation des futurs chirurgiens mais aussi la planification des différentes interventions.