

Offre de thèse : Outil pédagogique de la ponction des grosses articulations sous échographie.

Mots-clés :

Informatique graphique, réalité augmentée, simulation bio-mécanique, GPU, dispositifs haptiques, simulateur médicaux.

Contexte et objectifs du projet :

Grace aux avancées technologiques, le geste de la ponction des grosses articulations a grandement évolué ces dix dernières années avec l'utilisation d'une sonde échographique. Ainsi, guidé par l'image échographique (qui est reportée sur un écran) et par le ressenti tactile, l'opérateur adapte son geste lors de l'insertion de l'aiguille pour atteindre l'articulation. La principale difficulté réside ainsi dans la manipulation simultanée de deux instruments : une main est employée pour la sonde échographique et l'autre pour l'aiguille avec des changements possibles d'une main à l'autre durant le geste.

Dans ce contexte, notre projet vise la réalisation d'un simulateur d'apprentissage du geste de la ponction de grosses articulations sous échographie, dont l'objectif est de faciliter l'apprentissage de ce geste sans risque pour le patient. Ce simulateur combinera une simulation numérique à un dispositif haptique. Pour la conception de ce simulateur, une étude métier sera conduite en amont pour analyser et comprendre l'apprentissage du geste réel, et définir ainsi les éléments nécessaires du simulateur du point de vue de la simulation numérique et du dispositif haptique. Il s'agira également de proposer différents scénarios pertinents pour l'apprentissage et d'évaluer le niveau de réalisme nécessaire pour l'apprentissage.

La réalisation de ce simulateur innovant permettra ainsi de traiter indifféremment plusieurs types d'articulation et différentes pathologies. À terme, il pourra aussi permettre la recherche d'une solution optimale mécanique de « conduite » de l'aiguille de ponction. Il s'affranchira ainsi de l'utilisation de mannequins anthropomorphiques, grâce à un environnement immersif de réalité augmentée.

Développement de la partie simulation numérique :

Le sujet de thèse proposé concerne plus spécialement la réalisation de la partie simulation numérique du simulateur qui permettra la restitution du comportement des tissus lors de l'insertion de l'aiguille et de proposer à l'apprenant une visualisation réaliste de l'acte médical. Sa mise en œuvre nécessitera la réalisation des éléments suivants :

- **Modélisation géométrique et bio-mécanique des articulations et des tissus mous** à partir des données issues de l'imagerie médicale. Il s'agira de simuler la déformation induite lors de l'insertion de l'aiguille et du mouvement de la sonde sur les tissus mous, et de réaliser une visualisation de type échographique des résultats de la simulation numérique.
- **Couplage entre la simulation numérique et le dispositif haptique.** Cela inclut le suivi des mouvements de l'opérateur (position et orientation de l'aiguille et de la sonde échographique) et le calcul des efforts renvoyés par le patient virtuel que devra reproduire l'interface haptique.

Les travaux seront réalisés au sein d'une plateforme de simulation numérique disponible au LIRIS. L'enjeu ici concerne clairement l'optimisation du calcul de la déformation avec la mise en place de nouveaux algorithmes génériques de simulation et collision sur architecture parallèle (type GPU). Les aspects d'optimisation du modèle (adaptation de la géométrie ou de l'espace du maillage le long de l'aiguille sans connaissance de la trajectoire *a priori*) et éventuellement, utilisation de modèle sans maillage seront particulièrement étudiés.

Le couplage avec le dispositif haptique se fera en étroite collaboration avec le laboratoire Ampère, partenaire responsable de la partie mécatronique du simulateur qui aura en charge la conception de ce dispositif physique.

Le sujet de thèse concerne également l'étude de l'apport de la réalité augmentée et des environnements immersifs (bras à retour d'effort, casque de réalité augmentée) dans les simulateurs destinés à l'apprentissage des gestes médicaux. Il s'agira ainsi d'étudier les gestes réalisés par l'apprenti et d'étudier l'apport pédagogique du simulateur. Cette étude ainsi que la validation plus globale du simulateur sera notamment réalisée en collaboration notre partenaire médical (service de rhumatologie, Hôpital Lyon Sud).

Selon l'avancement de la thèse, ces travaux pourront à terme intégrer les aspects « patient-spécifique » pour du planning pré-interventionnel (calcul de la meilleure trajectoire). L'extension à d'autres applications médicales similaires sera également à considérer.

Compétences requises

Titulaire d'un Master ou diplôme équivalent avec expérience en recherche dans le domaine de l'informatique graphique ou connexe aux thématiques du projet. Bonnes notions de programmation C++. Des connaissances en programmation parallèle CPU/GPU, réalité augmentée, dispositifs haptiques ou mécanique, seront appréciées.

Environnement de la thèse

La thèse sera financée dans le cadre du programme [IDEFI-SAMSEI](#) (Stratégies d'Apprentissage des Métiers de Santé en Environnement Immersif), et se déroulera à l'université Lyon 1 au sein de l'équipe [SAARA](#) du LIRIS (bâtiment Nautibus, Domaine scientifique de la Doua, Villeurbanne).

Durée 3 ans, début en octobre 2016. Possibilité d'ACE.

Partenaires : le laboratoire Ampère, le laboratoire Interuniversitaire de Biologie de la Motricité (LIBM) et les HCL Lyon-Sud.

Pour candidater, envoyer CV détaillé, lettre de motivation, notes de Master, et coordonnées d'éventuels référents à [Fabrice JAILLET](#) et [Florence ZARA](#).