

Sujet de thèse Labex CAMI (automne 2021)

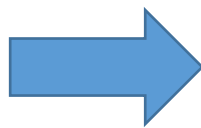
Caractérisation des compétences de laparoscopie sur simulateur d'entraînement, par analyse des gestes de l'apprenant

Directrice de thèse : Sandrine VOROS, Laboratoire TIMC, Grenoble

Co-directeur de thèse : Nabil Zemiti, Laboratoire d'Informatique, de Robotique et de Microélectronique de Montpellier (LIRMM)

Co-encadrante potentielle : Marie-Aude Vitrani, Institut des Systèmes Intelligents et de Robotique, Paris (ISIR)

Pour candidater à cette thèse, merci d'envoyer un mail avec CV, lettre de motivation et un contact de recommandation à Sandrine.Voros@univ-grenoble-alpes.fr



Contexte

La chirurgie laparoscopique, qui s'est généralisée dans les 30 dernières années, offre de nombreux avantages pour le patient mais est plus complexe à réaliser pour le chirurgien qu'une chirurgie ouverte (écran le plus souvent 2D, instruments longs et fins avec inversion des mouvements par rapport à la chirurgie classique, perte de sensation tactile, ...), avec une courbe d'apprentissage importante.

Des simulateurs (peli-trainers ou simulateurs de réalité virtuelle voire réalité augmentée) sont apparus pour aider à l'apprentissage de cette technique chirurgicale, et en parallèle des systèmes de scoring objectifs ont été développés pour mesurer la performance chirurgicale. Si l'apport de systèmes

chers et high-tech par rapport à des pelvitainers simples est débattu, des études ont démontré – dans des contextes particuliers – la validation de transfert de tels simulateurs [1].

En parallèle, des systèmes de scoring ont été développés, afin de mesurer objectivement les compétences acquises sur des simulateurs (par exemple le « Fundamental of Laparoscopic Skills » [2] ou le « Global Assessment of Laparoscopic Skills » [3]). Le premier est basé sur une combinaison du temps de réalisation et sur une mesure manuelle de la précision (pénalités associées à la réalisation d'erreurs), tandis que le deuxième est basé par l'analyse manuelle des vidéos laparoscopiques par des experts afin d'évaluer, sur une échelle de Lickert, 5 types de compétences.

Dans un précédent travail de thèse réalisé au TIMC [4], nous avons démontré qu'il était possible d'estimer automatiquement à ~80% le score de GOALS sur banc d'essai, à partir de la mesure des trajectoires des instruments de l'apprenant. La méthode utilisée pour suivre les instruments chirurgicaux [5] n'était pas parfaite, et le setup complexe. Un objectif secondaire de ce travail qui consistait à estimer individuellement les 5 types de compétences du score GOALS n'avait pu être atteint du fait de cette complexité, et du nombre relativement limité de participants à l'étude.

Depuis, des pelvitainers instrumentés sont apparus dans le commerce, et permettent de mesurer la trajectoire des instruments de façon robuste, et de dériver des métriques issues de ces trajectoires. Plusieurs laboratoires de CAMI disposent, ou vont disposer prochainement de ce matériel (Laparo Analytic) via le projet national Equipex Tirrex. La possession par les laboratoires CAMI du même matériel sur plusieurs sites institutionnels proches de centres médicaux offre une opportunité unique de constituer une base de donnée multicentrique nationale d'exercices d'entraînements de chirurgiens en formation.

Objectifs du travail de thèse

Dans ce contexte général, l'objectif de cette thèse de Sciences sera dans la continuité du travail de thèse [4] :

- il s'agira dans un premier temps de définir, avec les partenaires cliniques, un programme d'entraînement aux gestes basiques de laparoscopie, ainsi que le score indépendant du simulateur qui sera mis en place pour obtenir une « vérité terrain » (a priori le score GOALS, pour sa granularité d'évaluation en plusieurs compétences), et de mettre en œuvre l'acquisition des données avec les hôpitaux partenaires.
- Dans un second temps, des méthodes innovantes de machine learning et/ou deep learning seront mises en œuvre pour prédire ce score automatiquement, en exploitant les métriques issues du pelvi-trainer mais également les images laparoscopiques associées. Avec le score GOALS, idéalement, il s'agira d'être capables de faire un retour à l'apprenant sur les compétences acquises et sur les compétences à travailler.
- Selon la maturité des interfaces d'interaction développées dans les différents centres (e.g. téléchirurgie au LIRMM [6] ou co-manipulation à l'ISIR), il sera envisageable de définir différentes modalités d'acquisitions de données pour comparer l'apport des différentes technologies d'interaction dans l'apprentissage des compétences de base en laparoscopie.
- Idéalement, les bases de données constituées seront mises à disposition de la communauté scientifique, par exemple via l'organisation d'un challenge dans une conférence du domaine.

Profil recherché

Master 2 ou ingénieur en informatique, interfaces hommes-machine, technologies de la Santé. Une appétence pour le domaine médical et le travail expérimental dans une équipe de travail pluridisciplinaire sera un plus.

Bibliographie

- [1] Arras M, Nikiteas N, Varra VK, Varra FN, Georgiou E and Loukas C: Role of laparoscopic simulators in the development and assessment of laparoscopic surgical skills in laparoscopic surgery and gynecology (Review). *World Acad Sci J* 2: 65-76, 2020.
- [2] Fried GM, Feldman LS, Vassiliou MC, Fraser SA, Stanbridge D, Ghitulescu G and Andrew CG: Proving the value of simulation in laparoscopic surgery. *Ann Surg.* 240:518–525; discussion 525-528. 2004.
- [3] Vassiliou MC, Feldman LS, Andrew CG, Bergman S, Leffondré K, Stanbridge D and Fried GM: A global assessment tool for evaluation of intraoperative laparoscopic skills. *Am J Surg.* 190:107–113. 2005.
- [4] Rémi Wolf, Quantification de la qualité d'un geste chirurgical à partir de connaissances a priori, thèse de Sciences soutenue le 17 juin 2013.
- [5] Wolf R, Duchateau J, Cinquin P, Voros S. 3D tracking of laparoscopic instruments using statistical and geometric modeling. *Med Image Comput Comput Assist Interv.* 2011;14(Pt 1):203-10.
- [6] Despinoy F, Zemiti N, Forestier G, Sanchez Secades LA, Jannin P, and Poignet P. Evaluation of Contactless Human-Machine Interface for Robotic Surgical Training. *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery (IJCARS)*, 13(1):13–24, January 2018. doi:10.1007/s11548-017-1666-6.