

Sujet de Thèse Cifre INRIA-Asclepios / MedTech : évaluation et optimisation des performances du recalage 3D de surfaces pour le guidage d'opérations neurochirurgicales robotisées

September 21, 2007

Dans le cadre de la mise au point d'une plate-forme robotique d'assistance à la neurochirurgies, la société MedTech souhaite développer des techniques nouvelles facilitant le positionnement du robot vis à vis du patient au cours de l'opération. Ce positionnement s'effectue par des techniques de recalage, qui consistent à trouver la transformation géométrique qui existe entre la position du patient au cours de l'acquisition de l'image préopératoire et sa position pendant l'opération. L'approche classique utilisée pour résoudre ce problème de mise en correspondance consiste à utiliser des marqueurs physiques positionnés sur la peau du patient. Ces marqueurs visible en IRM sont pointés par le robot en début d'opération afin de le positionner vis à vis du patient. L'objectif de cette thèse CIFRE est de développer des méthodes de recalage robustes permettant de s'affranchir de ces marqueurs, tout en garantissant un positionnement optimal. Cette thèse tirera profit de l'expérience théorique et pratique acquise par l'équipe Asclepios de l'INRIA dans ce domaine, en particulier au travers des thèses de S. Granger [1] et S. Nicolau [3].

On s'intéressera dans un premier temps au problème de positionnement des marqueurs. On étudiera en particulier l'influence du positionnement de ces marqueurs sur la précision de recalage obtenue, par exemple en s'inspirant de [5, 4]. Dans un second temps, le robot sera utilisé pour venir palper directement par contact la peau du patient. L'objectif sera de proposer des méthodes permettant le recalage entre les points mesurés et la surface de la peau extraite à partir de l'image du patient. Une attention particulière sera apportée à la caractérisation de la précision (erreur vis à vie de la solution optimale) et de la robustesse (l'influence de l'initialisation et du bruit de mesure sur la stabilité de la solution calculée).

Enfin, un système de mesure sans contact (de type scanner laser, camera) sera sélectionné et mis en oeuvre pour acquérir la surface de la peau. Ces systèmes offrent l'avantage de fournir un plus grand nombre de mesures qu'un système par contact, mais se caractérisent également par une erreur de mesure plus importante et fortement anisotrope. L'objectif pratique sera ici de développer des méthodes capables de traiter cette nouvelle masse de données en quasi temps-réel pour fournir une mesure précise et fiable de la transformation. D'un point de vue plus théorique, on envisagera l'utilisation de méthodes multi-échelles

reposant sur une description statistique de la surface. Une piste potentielle est fournie par l'algorithme de recalage EM-ICP [2].

L'ensemble de ces outils seront intégrés dans la la plate-forme logicielle opérationnelle de la société MedTech. L'utilisation clinique de ces algorithmes nécessitera également le développement d'outils de visualisation-vérification afin que le chirurgien puisse contrôler voir corriger le résultat fourni par l'algorithme. Enfin, l'ensemble des méthodes proposées sera validé à la fois en laboratoire, mais également en milieu clinique à travers un partenariat avec deux services de neurochirurgie du bassin méditerranéen.

Le sujet propose ici entre dans le cadre d'une thèse CIFRE¹ qui s'effectuera en temps partagé de manière équivalente entre le laboratoire Asclepios à l'INRIA Sophia-Antipolis et la société MedTech localisée à Montpellier.

References

- [1] Sébastien Granger. *Une approche statistique multi-échelle au recalage rigide de surfaces : Application à l'implantologie dentaire*. Thèse de sciences, Ecole des Mines de Paris, April 2003.
- [2] Sébastien Granger and Xavier Pennec. Multi-scale EM-ICP: A fast and robust approach for surface registration. In A. Heyden, G. Sparr, M. Nielsen, and P. Johansen, editors, *European Conference on Computer Vision (ECCV 2002)*, volume 2353 of *LNCS*, pages 418–432, Copenhagen, Denmark, 2002. Springer.
- [3] Stéphane Nicolau. *Un système de réalité augmentée pour guider les opérations du foie en radiologie interventionnelle*. PhD thesis, Université de Nice-Sophia Antipolis, November 2004.
- [4] Stéphane Nicolau, Xavier Pennec, Luc Soler, and Nicholas Ayache. An accuracy certified augmented reality system for therapy guidance. In *Proc. of the 8th European Conference on Computer Vision (ECCV 04), Part III*, volume LNCS 3023, pages 79–91, Prague, May 2004.
- [5] Xavier Pennec and Jean-Philippe Thirion. A framework for uncertainty and validation of 3D registration methods based on points and frames. *Int. Journal of Computer Vision*, 25(3):203–229, December 1997.

¹Voir par exemple <http://www.anrt.asso.fr/>.