Sujet 1
Reconstruction de courbe 3D à partir d'une vue

Proposé par : Erwan Kerrien

Informations générales

Encadrant	Erwan Kerrien
Adresse	LORIA, Campus Scientifique - BP 239, 54506 Vandœuvre-lès-Nancy
Téléphone	03 83 59 20 67
Email	erwan.kerrien@inria.fr
Bureau	C 143
Homepage	https://members.loria.fr/EKerrien

Motivations

La radiologie interventionnelle est une technique chirurgicale minimalement invasive où le praticien opère sous le rétro-contrôle visuel d'images rayons X temps réel. Elle emploie de nombreux outils, comme les cathéters ou les micro-guide, dont la forme d'une courbe 3D déformable. Il est ainsi difficile de reconstruire avec certitude la forme à partir de la seule vue projective offerte par l'imagerie rayons X.

Des a priori de déformation de la courbe peuvent être posés pour réduire le nombre de solutions. Le problème est alors doublement contraint par ces a priori ainsi que les images observées de la courbe. Le formalisme de filtrage récursif bayésien est un moyen de fusionner le modèle de déformation avec les observations images [1, 2].

Nos travaux récents ont porté sur la mise à disposition de modèles de déformation avancés, tels que des modèles biomécaniques, via une simulation interactive des outils [3], et des premières investigations ont été menées afin d'intégrer des contraintes provenant d'images per-opératoires dans le processus de simulation [4]. Le présent stage poursuit ces efforts vers une meilleure prise en compte des contraintes images.

Sujet

Un filtre bayésien récursif alterne entre l'évolution de la forme, en accord avec le modèle de déformation, et la correction de cette forme en se basant sur les observations à travers un calcul d'innovation. Cette innovation calcule l'erreur faite par le modèle vis-à-vis des observations et la pondère par le niveau d'erreur attendu. Le sujet du stage est de mettre au point le calcul de l'innovation afin de retrouver la forme d'une courbe 3D déformable, n'en connaissant qu'une vue projective. Deux grandes directions seront suivies.

La première suppose que nous avons à notre disposition une segmentation de la courbe dans les images. Dans ce cas, évaluer l'erreur revient à effectuer un calcul de distance. Ce calcul n'est pas trivial dans le cas de courbes et différentes distances seront étudiées et critiquées (l'introduction de [5] est un bon point d'entrée dans la bibliographie). L'exploitation de cette distance dans le calcul de l'innovation devra aussi être explicitée.

La deuxième considère l'image brute, éventuellement traitée de telle manière qu'on la considérera comme donnant la probabilité de présence de l'outil dans l'image (voir par exemple [6] pour des idées de pré-traitements possibles). Dans ce cas, l'innovation peut être vue comme un calcul de l'information apportée par l'image [7]. Un mécanisme de filtre bayésien informationnel sera mis en oeuvre afin d'explorer cette piste.

Cadre du travail

L'implantation se fera de préférence en Python ou Matlab pour les investigations, mais une implantation C++ de la solution finalement retenue sera appréciée.

Références

[1] D. Metaxas and D. Terzopoulos. Shape and nonrigid motion estimation through physics-based synthesis. IEEE Trans. on PAMI 15(6) :580–591, 1993.

[2] M. Bruckner, F. Deinzer and J. Denzler. Temporal estimation of the 3D guide-wire position using 2D X-ray images. In *MICCAI 2009*, volume 5761, Part I, of *LNCS*, pages 386–393. Springer, 2009.

[3] E. Kerrien, A. Yureidini, J. Dequidt et al. Blood vessel modeling for interactive simulation of interventional neuroradiology procedures. Medical Image Analysis 35 :685–698, 2017. Available at https://hal.inria.fr/hal-01390923/file/medima_20161008.pdf

[4] R. Trivisonne, E. Kerrien and S. Cotin. Augmented 3D Catheter Navigation using Constrained Shape from Template. In *Hamlyn Symposium*, 2017. Available at https://hal.inria.fr/hal-01545693/file/HSMR17_paper_58.pdf

[5] S.J. Ahan, W. Rauh, H.S. Cho and H-J. Warnecke. Orthogonal distance fitting of implicit curves and surfaces. IEEE Trans. on PAMI 24(5) :620–638, 2002.

[6] V. Bismuth, L. Vancamberg and S. Gorges. A comparison of line enhancement techniques : Application to guide-wire detection and respiratory motion tracking. In *SPIE Medical Imaging*, p. 72591M, 2009.

[7] H. Durrant-Whyte. Multi-sensor data fusion. Research report, Australian Center for Field Robotics, 2001. Available at www.acfr.usyd.edu.au/pdfs/training/multiSensorDataFusion/dataFusionNotes.pdf