

Édition de maillages 3D pour la simulation numérique

Application aux réseaux vasculaires

Lieu du stage

Université de Reims Champagne-Ardenne, site de Reims
Laboratoire [CReSTIC](#), Campus Moulin de la Housse

Dates

Date limite de candidature : 15 décembre 2022
Durée du stage : 4 à 6 mois
Période du stage : février à septembre 2023

Encadrement et contact

Sylvia Chalençon, maître de conférence, CReSTIC (sylvia.chalencon@univ-reims.fr)
Aassif Benassarou, maître de conférence, CReSTIC (aassif.benassarou@univ-reims.fr)

Motivations

La segmentation des réseaux vasculaires est un axe de recherche actif depuis plus de vingt ans [4]. La connaissance relative à la géométrie, la morphologie et la topologie des réseaux vasculaires est notamment cruciale pour l'aide au diagnostic, l'intervention chirurgicale ou encore pour le suivi de patients, notamment dans le cadre de pathologies spécifiques (sténoses, anévrysmes, thromboses). Dans le cadre des projets ANR [PreSPIN](#) et [R-Vessel-X](#), des algorithmes d'analyse d'images et d'intelligence artificielle [1] ont d'ores et déjà permis de reconstruire des modèles digitaux de réseaux vasculaires à partir de données cliniques (IRM, Imagerie par Résonance Magnétique ; TDM, Tomodensitométrie par rayons X). Néanmoins, lorsqu'il s'agit de simuler des écoulements sanguins réalistes à l'intérieur de ces modèles vasculaires [3], il subsiste un problème majeur. En effet, les modèles géométriques issus de la segmentation des réseaux vasculaires à partir des images IRM ou TDM (Figure 1), ne sont généralement pas des maillages 3D directement exploitables pour la simulation numérique : géométrie imparfaite des surfaces, artefacts topologiques (déconnexions), géométrie non réaliste des bifurcations, etc.

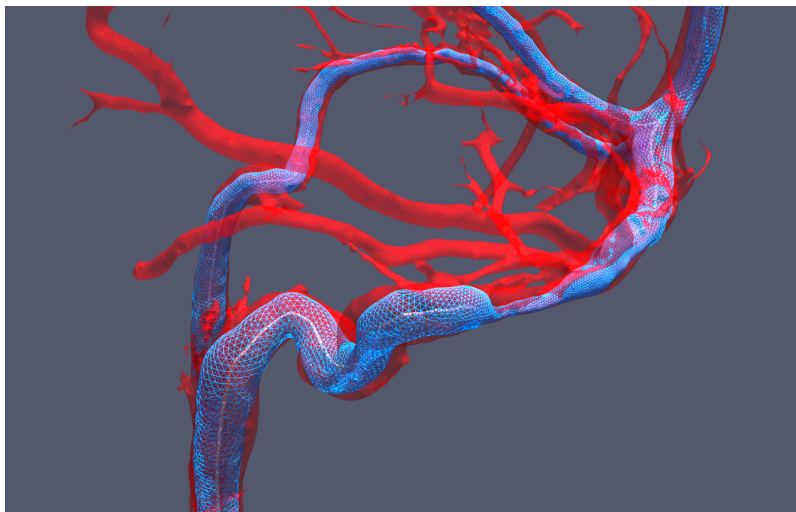


Figure 1: Segmentation (en rouge) et maillage (en bleu) d'un fragment de réseau vasculaire segmenté à partir d'une image IRM.

Travail à réaliser

Ce stage visera à proposer des paradigmes de manipulation et de correction des maillages 3D et à les implémenter dans le cadre d'un outil interactif. En particulier, le but sera de permettre de compléter / corriger la géométrie et la topologie issues de la segmentation des réseaux vasculaires observés dans des images angiographiques 3D, afin d'obtenir des maillages 3D les plus réalistes possible. À ces fins, l'outil devra notamment permettre une utilisation par un expert médical, non-informaticien (impératifs d'ergonomie) et une mise à profit des informations directement accessibles dans les images médicales (impératifs de visualisation couplée).

L'outil à développer devrait idéalement permettre à l'utilisateur de :

- visualiser un maillage 3D du réseau vasculaire issu d'une segmentation de réseau vasculaire ;
- éditer ce maillage d'un point de vue morphologique, géométrique, spatial ;
- évaluer sa qualité et sa conformité au regard de critères anatomiques et mathématiques.

La réalisation de l'outil et de son interface pourra notamment s'appuyer sur des bibliothèques C++ telles que DGTal ou ITK/VTK. Le développement sera réalisé avec la perspective d'une intégration de l'interface comme plugin au logiciel [3D Slicer](#) développé par Kitware, à l'instar de plugins déjà conçus dans le cadre des projets ANR [PreSPIN](#) et [R-Vessel-X](#) [2].

Compétences requises

Le(la) candidat(e) sera en Master 2 ou en 3e année d'école d'ingénieur.

Compétences impératives :

- Programmation C++ et/ou Python
- Modélisation géométrique et/ou visualisation

Compétences souhaitées mais non-indispensables :

- Connaissance de ITK/VTK, QT ou le logiciel [3D Slicer](#)
- Analyse et traitement d'images
- Imagerie médicale

References

- [1] LAMY, J., MERVELLE, O., KERAUTRET, B., AND PASSAT, N. A benchmark framework for multi-region analysis of vesselness filters. *IEEE Transactions on Medical Imaging In Press* (2018), 71–91.
- [2] LAMY, J., PELLETIER, T., LIENEMANN, G., MAGNIN, B., KERAUTRET, B., PASSAT, N., FINET, J., AND VACAVANT, A. The 3d slicer rvxliversegmentation plug-in for interactive liver anatomy reconstruction from medical images. *J. Open Source Softw.* 7, 73 (2022), 3920.
- [3] MIRAUCOURT, O., SALMON, S., SZOPOS, M., AND THIRIET, M. Blood flow in the cerebral venous system: modeling and simulation. *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering* 20 (2017), 471–482.
- [4] MOCCIA, S., MOMI, E. D., HADJI, S. E., AND MATTOS, L. S. Blood vessel segmentation algorithms - review of methods, datasets and evaluation metrics. *Comput. Methods Programs Biomed.* 158 (2018), 71–91.