

Recalage d'Arbres Vasculaires avec Changements de Topologie

P.L. Antonsanti,

Université de Paris et General Electric Healthcare,

Email : pierre-louis.antonsanti@ge.com

Mots Clés : Arbres Phylogénétiques, LDDMM, Arbres Vasculaires

Biographie – Pierre-Louis Antonsanti. Ingénieur diplômé de l'Ecole Centrale de Nantes, je suis actuellement doctorant CIFRE entre General Electric Healthcare et le laboratoire Mathématiques Appliquées à Paris 5 (MAP5). L'objectif de ma thèse est de mettre au point une méthode d'annotation automatique d'arbres vasculaires à partir d'un atlas de référence.

Resumé : Dans le cadre de la radiologie interventionnelle, les médecins sont amenés à naviguer des outils, comme des cathéters, à l'intérieur du réseau vasculaire du patient. Pour se repérer ils disposent d'appareils d'imagerie par rayons X en temps réel (2D) ainsi que des reconstructions 3D de l'anatomie d'intérêt. Pour que les interventions se déroulent correctement, les appareils d'imagerie se doivent d'être le plus précis possible, et les techniques telles que le traitement d'image, la classification ou la prédiction peuvent être mises au service des médecins. Ainsi lorsque le réseau vasculaire est facilement détectable, on cherche à automatiquement l'annoter pour fournir au cours de l'intervention une carte détaillée des vaisseaux et de leur voisinage.

L'annotation automatique de vaisseaux sanguins est une problématique bien connue dans la littérature et peut-être classée en deux grands axes : les méthodes d'apprentissage sur des bases de données et les méthodes basées sur la construction et la comparaison à des atlas. Dans le cadre de la thèse c'est sur ce deuxième axe que nous travaillons, afin de construire une méthode flexible et adaptée à la déformation de cet atlas d'arbre vasculaire sur un nouvel individu à annoter automatiquement. L'idée fondatrice est que l'annotation sera d'autant plus simple que le recalage est bon. Parmi les méthodes existantes, les Large Deformations Diffeomorphic Metric Mapping (LDDMM) permettent en plus une analyse statistique des déformations et donc la synthèse de nouvelles données. L'inconvénient des difféomorphismes est qu'ils ne permettent pas les changements de topologie au cours de la déformation, changements qui surviennent régulièrement dans le cadre des arbres vasculaires.

Afin d'intégrer ces changements de topologie dans le modèle de déformations, nous nous intéressons aux travaux dans les espaces d'arbres phylogénétiques qui permettent non seulement de générer des déformations entre individus de topologies différentes ([3]) mais aussi réaliser des statistiques sur des ensembles de points dans ces espaces ([2]). Ces méthodes ont déjà été utilisées pour l'annotation d'arbres pulmonaires ([1]) mais nécessitent l'appariement des feuilles entre l'atlas et l'arbre à annoter. L'approche que nous développons consiste à construire un atlas (Fig.1) de la bonne topologie étant dans l'espace des arbres phylogénétiques, puis à utiliser cet atlas pour réaliser un recalage LDDMM.

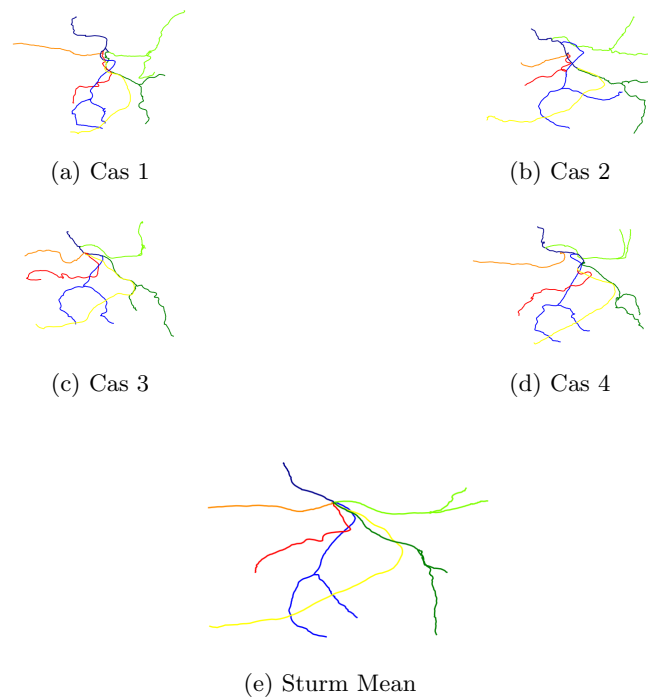


FIGURE 1 – (a)-(d) Arbres vasculaires simplifiés de l’anatomie pelvienne. (e) Atlas (résultant de l’algorithme Sturm Mean) dans l’espace d’arbres phylogénétiques.

Références

- [1] Aasa Feragen, Jens Petersen, Marleen de Bruijne, and et al. Geodesic atlas-based labeling of anatomical trees : Application and evaluation on airways extracted from ct. *IEEE Transactions on Medical Imaging*, 34 :1212–1226, 2015.
- [2] Tom M.W. Nye. An algorithm for constructing principal geodesics in phylogenetic treespace. *IEEE/ACM Transactions on Computational Biology and Bioinformatics*, 11(2) :304–315, 2014.
- [3] Megan Owen and J. Scott Provan. A fast algorithm for computing geodesic distances in tree space. *IEEE/ACM Transactions on Computational Biology and Bioinformatics*, 8(1) :2–13, 2011.