

Sujet de stage de Master 2023

Laboratoire CREATIS, Medical Imaging Research Group, Unité CNRS UMR 5220 - INSERM U1294 - Université Lyon 1 - INSA Lyon - Université Jean Monnet Saint-Etienne (<https://www.creatis.insa-lyon.fr/>)

Titre : Métriques de forme pour l'évaluation et la fusion des méthodes de segmentation en IRM 3D multimodale

Encadrement : Stéphanie Jehan-Besson (Chercheur CNRS, Laboratoire CREATIS), Patrick Clarysse (Directeur de Recherche CNRS, Laboratoire CREATIS)

Lieu de stage : Le stagiaire sera intégré dans l'équipe MYRIAD (<https://creatis-myriad.github.io>) dont l'objectif est d'étudier les approches méthodologiques en traitement des images médicales avec une spécialisation dans les approches par apprentissage comme le deep learning. Cette équipe fait partie du laboratoire CREATIS (Medical Imaging Center), unité mixte CNRS et INSERM, dépendant de l'INSA et de l'Université de Lyon. Le stage sera basé sur Villeurbanne au laboratoire CREATIS.

Sujet de stage : La segmentation d'images médicales est un outil primordial pour de nombreuses applications cliniques (quantification de la morphologie des organes ou des tumeurs, localisation des pathologies, détection d'anomalies, estimation de paramètres radiomiques). Cependant, la sélection, l'évaluation et le choix des paramètres des méthodes de segmentation reste un problème clé même en utilisant des approches récentes comme le deep learning. Les contours tracés par les experts permettent d'analyser la validité des algorithmes de segmentation mais ne sont pas toujours disponibles et peuvent être soumis à une variabilité inter ou intra-expert. Cela semble donc intéressant d'évaluer cette variabilité et de combiner plusieurs méthodes de segmentation ou plusieurs tracés expert pour obtenir une forme de référence. Cela semble également pertinent de combiner ou de fusionner des méthodes de segmentation ou les résultats d'une méthode de segmentation obtenus avec différents paramétrages et ainsi d'éviter le choix d'une méthode de segmentation avec un paramétrage donné. De plus on peut penser à l'utilité de fusionner des méthodes de segmentation issues de données hétérogènes (par exemple différentes modalités en IRM) afin de mutualiser au mieux les informations qui peuvent être différentes selon la modalité et ainsi procurer un outil de synthèse des formes obtenues.



Figure 1: Schéma de principe de combinaison de formes

Afin de répondre à ces différentes problématiques, nous avons proposé un outil d'analyse de formes pour la fusion et l'évaluation des méthodes de segmentation [1,2]. Notre travail consiste à combiner plusieurs formes issues de différentes méthodes de segmentation, de différents paramétrages ou de différentes modalités, en estimant ce que nous appelons une forme mutuelle. Cette forme mutuelle va être modélisée comme l'optimum d'un critère statistique utilisant les outils de la théorie de l'information. L'optimisation est effectuée en utilisant des gradients de forme établis à partir des outils d'optimisation de domaines. Nous souhaitons élargir cette étude en proposant tout d'abord une méthode multi-labels pour laquelle les outils d'optimisation devront être adaptés. Par ailleurs nous souhaitons étudier d'autres métriques de forme afin d'avoir une vision globale des méthodes utilisées

pour l'analyse de formes 2D ou 3D. La métrique étudiée apparaît être de la famille des métriques de Fréchet [1] et nous souhaitons investiguer plus avant cet aspect. Une étude bibliographique sera réalisée et quelques métriques pertinentes pourront être testées afin d'évaluer les intérêts et différences de chaque approche [4,5].

Ce travail théorique sera testé pour la fusion et l'évaluation de méthodes de segmentation. Nous prendrons tout d'abord des exemples synthétiques en 2D ou 3D afin de mettre au point les méthodes multi-labels et l'analyse des différentes métriques. En ce qui concerne l'application, nous étudierons en particulier la fusion de segmentations de gliomes issues de différentes modalités en IRM multimodale 3D utilisant les données du Challenge BRATS [5]. Ce travail prendra place dans le groupe Neuro-imagerie de l'équipe MYRIAD. Les méthodes de segmentation utilisées seront des méthodes de segmentation par approches variationnelles ou par deep learning se basant sur les approches récentes proposées dans la littérature [6]. L'objectif consistera à évaluer les méthodes de segmentation mais également à fusionner les résultats issus de différents paramètres ou différentes modalités en IRM 3D (voir un exemple d'estimation Fig.2).

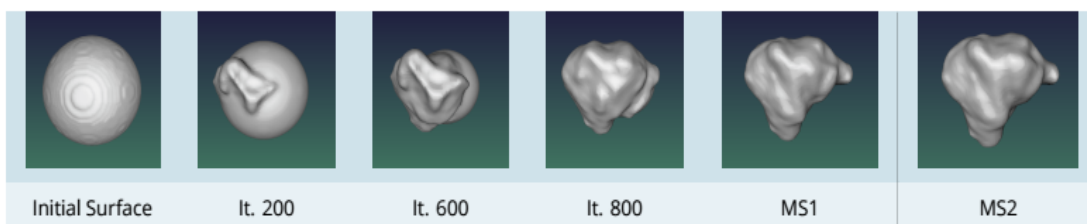


Figure 2: Estimation d'un gliome 3D (MS1 ou MS2) par évolution d'une surface déformable en combinant des segmentations issues de différentes modalités en IRM 3D [2]

Profil recherché : Ce stage s'adresse à la fois aux informaticiens ou aux mathématiciens avec une spécialisation en traitement des images. Les points étudiés pourront être adaptés en fonction des compétences. La programmation se fera en C++ et python. La création d'un démonstrateur se basant sur la librairie VTK et slicer 3D est envisagée dans le cadre du stage en lien avec l'équipe info-dev du laboratoire.

Début du stage : Février 2023 ou Avril 2023

Durée du stage : 6 mois

Contact: Envoyer un CV et un mail motivant votre demande à stephanie.jehan-besson@cnrs.fr (page web : <https://jehanbessonresearch.blogspot.com/>)

Bibliographie :

[1] S. Jehan-Besson, P. Clarysse, R. Clouard, F. Frouin. *Optimization of a mutual shape based on the Fréchet-Nikodym metric for 3D shapes fusion*, International Conference on Curves and Surfaces, Arcachon, France (2022).

[2] S. Jehan-Besson, R. Clouard, N. Boddaert, J. Grill, F. Frouin, *Optimization of a shape metric based on information theory applied to segmentation fusion and evaluation in multimodal MRI for DIPG tumor analysis*, LNCS 5th International Conference on Geometric Science of Information, GSI 2021, July, Paris (2021).

[3] M.M. Deza and E. Deza, *Encyclopedia of Distances*. Springer, Berlin, Heidelberg (2016).

[4] X. Pennec, S. Sommer, T. Fletcher, *Riemannian Geometric Statistics in Medical Image Analysis*. Elsevier, New York (2020).

[5] B. H. Menze, A. Jakab, S. Bauer, J. Kalpathy-Cramer, K. Farahani, J. Kirby, and et al. *The multimodal brain tumor image segmentation benchmark (BRATS)*. IEEE Transactions on Medical Imaging, 34(10) :1993–2024, (2015).

[6] J. Chaki et al., *Brain Tumor MRI Image Segmentation Using Deep Learning Techniques*. Academic Press. (2022)