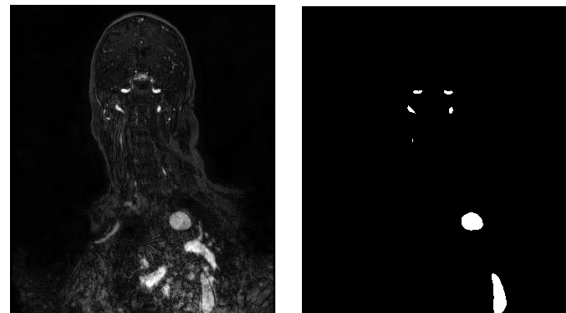


Offre de stage M2/3^{ème} année ingénieur Deep learning pour la segmentation multi-échelles d'images angiographiques à résonance magnétique

Contexte et problématique

La segmentation de vaisseaux sanguins est une problématique connue et répandue en traitement d'images médicales. La délimitation des frontières de ces structures est utile pour diverses applications (détection de pathologies, calcul de longueurs et de volumes pour le suivi thérapeutique, extraction de lignes centrales et suivi de trajectoires d'embolisation...). Il s'agit cependant d'une tâche qui peut parfois s'avérer difficile en raison de la variabilité des données et de la présence de bruit ou d'artéfacts de mouvement/d'acquisition sur les images.

Les diamètres des vaisseaux pouvant être variables sur un ensemble d'images à segmenter, il est possible d'avoir sur une même coupe des structures occupant un large espace et d'autres n'occupant que quelques pixels. Les techniques/méthodes développées pour la segmentation de ces images doivent de ce fait être adaptées pour être efficaces, quel que soit le diamètre des vaisseaux à segmenter (figure 1). Ceci est particulièrement vrai pour les méthodes se basant sur l'apprentissage profond (deep learning) pour la segmentation de la crosse aortique ou de vaisseaux rétiniens [1]–[5].



Coupe IRM angiographique coronale (source hôpital Adolphe de Rothschild, Paris) et résultat de la segmentation des vaisseaux par une approche basée sur le deep learning [6]

Objectif du stage : mettre en œuvre des architectures de réseaux de neurones profonds ou de fonctions d'optimisation (fonctions de perte) [7] ayant la capacité de se focaliser sur cette différence d'échelle tout en permettant un apprentissage équitable quelle que soit la dimension du vaisseau sanguin. Les développements réalisés seront appliqués à la segmentation de structures vasculaires aortiques et supra-aortiques, à partir d'images ARM.

Les missions

- S'imprégner du contexte médical et de la problématique posée
- Etablir l'état de l'art des méthodes de segmentation par deep learning incluant une approche multi-échelles
- Conclure sur le choix des algorithmes/modèles à retenir et à implémenter pour la segmentation des vaisseaux sur les images ARM de l'étude
- Tester des méthodes d'augmentation de données
- Implémenter, entraîner et tester différents réseaux de neurones
- Travailler en coopération avec le doctorant, les médecins/chercheurs impliqués dans le projet [6]
- Faire un reporting régulier
- Rédiger un rapport, la rédaction d'une communication scientifique est fortement encouragée

Profil recherché

- Master en informatique, mathématiques appliquées, apprentissage machine ou imagerie médicale
- Développement Python (Tensorflow, Keras et Pytorch)
- Connaissance des algorithmes de machine learning ou deep learning
- Capacité à prendre en main de nouveaux outils et environnements
- Connaissance en vision par ordinateur ou traitement d'image
- Capacité à travailler au sein d'une équipe pluridisciplinaire
- Goût pour l'innovation et autonomie
- Bon niveau d'anglais et intérêt pour la recherche
- Les connaissances en anatomie vasculaire cardiaque et cérébrale et en imagerie médicale pourront être acquises durant le stage.

Equipe d'accueil : ESME Research Lab, ESME Paris

Lieu du stage : ESME Sudria, 51 boulevard de Brandebourg, 94200, Ivry-sur-Seine.

Le stagiaire pourra être amené à télétravailler occasionnellement (pas plus d'un jour/semaine).

Partenaires impliqués dans le projet :

Hôpital de la Fondation Ophtalmologique Adolphe de Rothschild, Paris

Basecamp Vascular, Paris

CRESTIC, Université de Reims Champagne-Ardenne

Durée : 5 à 6 mois, à partir du 1^{er} mars 2022

Montant de la gratification : 800 euros/mois sur 5 à 6 mois.

Candidatures à envoyer à : Y. Chenoune yasmina.chenoune@esme.fr

M. Lahlouh mounir.lahlouh@esme.fr

Références bibliographiques

- [1] S. R. Ravichandran *et al.*, « 3D Inception U-Net for Aorta Segmentation using Computed Tomography Cardiac Angiography », in *2019 IEEE EMBS International Conference on Biomedical Health Informatics (BHI)*, mai 2019, p. 1-4. doi: 10.1109/BHI.2019.8834582.
- [2] W. K. Cheung *et al.*, « A Computationally Efficient Approach to Segmentation of the Aorta and Coronary Arteries Using Deep Learning », *IEEE Access*, vol. 9, p. 108873-108888, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3099030.
- [3] G. Tetteh *et al.*, « Deepvesselnet: Vessel segmentation, centerline prediction, and bifurcation detection in 3-d angiographic volumes », *arXiv preprint arXiv:1803.09340*, 2018.
- [4] A. Fantazzini *et al.*, « 3D Automatic Segmentation of Aortic Computed Tomography Angiography Combining Multi-View 2D Convolutional Neural Networks », *Cardiovasc Eng Tech*, vol. 11, n° 5, p. 576-586, oct. 2020, doi: 10.1007/s13239-020-00481-z.
- [5] J. K. H. Andersen, T. R. Savarimuthu, et J. Grauslund, « Comparing Objective Functions for Segmentation and Detection of Microaneurysms in Retinal Images », présenté à *Medical Imaging with Deep Learning*, janv. 2020. Consulté le: 16 février 2022. [En ligne]. Disponible sur: https://openreview.net/forum?id=TC_eOaPKBB
- [6] M. Lahlouh, R. Blanc, J. Szewczyk, Y. Chenoune, et N. Passat, « Apprentissage profond pour la segmentation, la classification et la caractérisation géométrique de crosses aortiques ». 2021. Consulté le: 16 février 2022. [En ligne]. Disponible sur: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03409856>
- [7] N. Abraham et N. M. Khan, « A novel focal tversky loss function with improved attention u-net for lesion segmentation », 2019, p. 683-687.