

Sujet de master

Apprentissage semi-supervisé pour la segmentation d'images échocardiographiques par réseaux antagonistes génératifs (GAN)

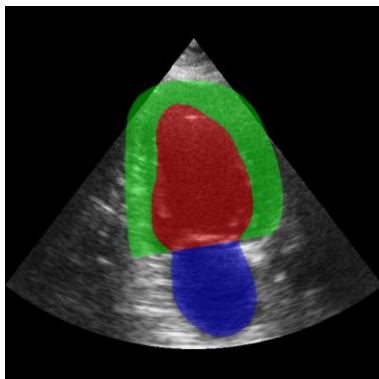
Equipe d'accueil : CREATIS équipe Myriad

Encadrement : Olivier Bernard (enseignant chercheur INSA de Lyon)

Contexte

L'analyse d'images échocardiographiques 2D joue un rôle crucial en routine clinique pour mesurer la morphologie et la fonction cardiaque ainsi que pour établir un diagnostic. Cette analyse est basée sur l'interprétation d'indices cliniques extraits de traitements d'images de bas niveau tels que la segmentation. Ainsi, l'estimation d'indices tels que le volume du ventricule gauche (cavité principale intervenant dans l'expulsion du sang oxygéné dans l'ensemble du corps) nécessite une délimitation précise de la paroi endocardique pour deux instants clés du cycle cardiaque, comme illustré dans la figure 1. En routine clinique, l'annotation semi-automatique ou manuelle reste un travail quotidien en raison du manque de précision et de reproductibilité des résultats fournis par les logiciels automatiques. Cela conduit à des tâches qui prennent beaucoup de temps et qui sont sujettes à des problèmes de variabilités inter/intra experts des mesures associées. Ainsi, disposer d'algorithmes de segmentation automatiques, précis et reproductibles constitue un enjeu majeur dans le domaine de la santé en générale, et de l'échocardiographie en particulier.

Le laboratoire CREATIS a récemment mis en place la plus grande base de données de séquences échocardiographiques 2D en accès libre nommée CAMUS (<https://camus.creatis.insa-lyon.fr/challenge/>). Cette base de données est constituée de 500 patients avec 2000 images annotées par 3 experts cardiologues permettant de mesurer la variabilité inter/intra experts. Une plateforme web d'évaluation a également été mise en place permettant une comparaison objective des performances des méthodes testées sur la base de données CAMUS. Les meilleurs résultats actuels ont été obtenus via la méthode d'apprentissage profond U-Net [1]. Cette méthode produit des scores inférieurs à la variabilité inter-expert mais moins bon que la variabilité intra-expert avec de 18 % de cas aberrants.



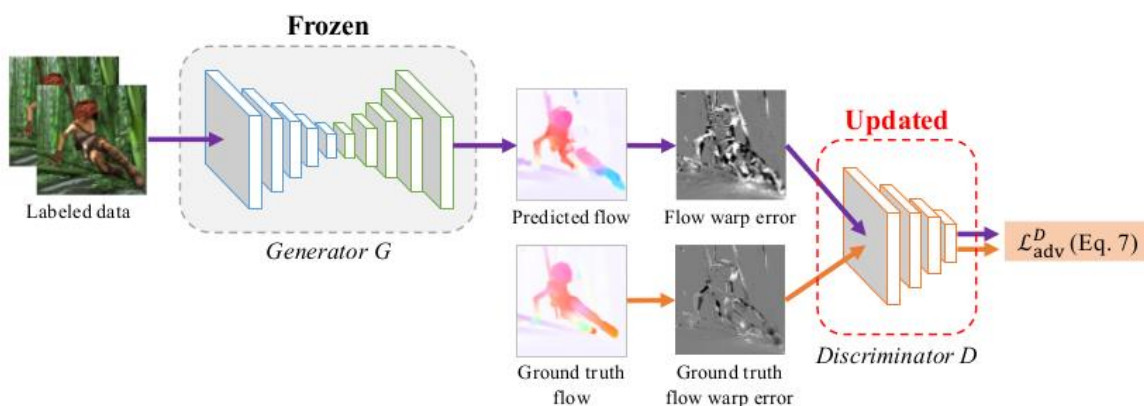
Exemples d'annotations semi-automatiques d'images échocardiographiques effectuées lors d'un examen clinique

Objectif

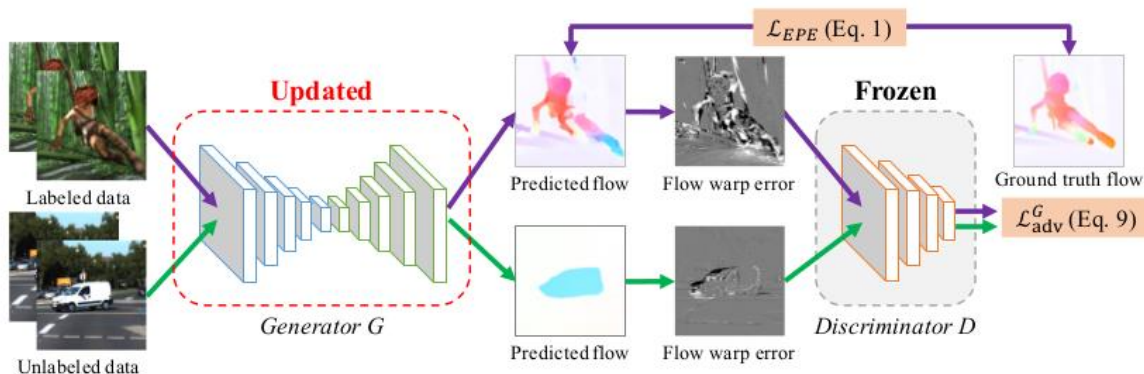
L'objectif de ce projet est d'améliorer les résultats de segmentation produits par la méthode U-Net afin de produire des scores de segmentation inférieurs à la variabilité intra-expert. Pour ce faire, le stage se concentrera sur l'intégration du modèle U-Net dans un schéma d'apprentissage semi-supervisé exploitant le formalisme des réseaux antagonistes génératif (GAN) [2].

Méthodologie

Les GAN ont été appliqués avec succès dans de nombreux domaines tels que la génération d'images, l'imagerie par super-résolution, la segmentation sémantiques, l'estimation de mouvement, le transfert d'une modalité d'imagerie à une autre. Ce formalisme est actuellement étudié afin d'améliorer les performances l'algorithme d'apprentissage profond supervisé (c'est-à-dire ayant appris à partir d'une base d'apprentissage référencée) en intégrant de façon efficace la possibilité de continuer à apprendre à partir de données non-référencées, données plus simple d'accès ne nécessitant aucune expertise de la part d'un praticien. Un exemple d'architecture GAN récemment développée pour l'estimation du mouvement par apprentissage semi-supervisé est donné ci-dessous [3].



(a) Update discriminator D using labeled data



Exemple d'architecture GAN développée pour l'estimation du mouvement par apprentissage semi-supervisé [3]

Ainsi, l'objectif méthodologique de ce projet sera dans un premier de s'approprier le formalisme récemment proposé pour l'estimation de mouvement [3] puis de l'adapter pour la problématique de segmentation d'images échocardiographiques. Les performances de l'algorithme proposé seront quantifiées via la plateforme d'évaluation liée au projet CAMUS.

Profil recherché

- Master 2 (ou équivalent) en mathématiques appliquées et/ou traitement d'images
- Motivation spécifique pour le domaine médical
- Bonnes compétences en programmation Python
- Bonnes compétences en anglais

Durée : 5 à 6 mois, à partir de Février/Mars 2020

Candidature

Pour postuler, envoyer CV + lettre de motivation et relevés de notes à :
olivier.bernard@creatis.insa-lyon.fr

Références

- [1] S. Leclerc, E. Smistad, J. Pedrosa, A. Østvik, F. Cervenansky, F. Espinosa, T. Espeland, E. A. R. Berg, P. Jodoin, T. Grenier, C. Lartzien, J. D'hooge, L. Lovstakken, and O. Bernard. Deep learning for segmentation using an open large-scale dataset in 2d echocardiography. *IEEE Transactions on Medical Imaging*, 38(9): 21982210, 2019.
- [2] I. J. Goodfellow, J. Pouget-Abadie, M. Mirza, B. Xu, D. Warde-Farley, S. Ozair, A. Courville, and Y. Bengio. Generative adversarial nets. *Proceedings of the 27th International Conference on Neural Information Processing Systems, NIPS'14*, pp. 2672-2680, 2014.
- [3] W. S. Lai, J. B. Huang, and M. H. Yang. Semi-supervised learning for optical flow with generative adversarial networks. *Proceedings of the 31st International Conference on Neural Information Processing Systems, NIPS'17*, pp. 353-363, 2017.