

Évaluation comparative des algorithmes YOLO v8, U-Net et DETR pour la segmentation des lésions de sclérose en plaques (SEP) : une approche quantitative et qualitative

Chantal MULLER (CREATIS), chantal.muller@creatis.insa-lyon.fr;
Thomas GRENIER (CREATIS); François COTTON (CREATIS)

10 octobre 2023

Key words : Intelligence Artificielle, Deep Learning, CNN, YOLO, U-Net, Transformer, fine-tuning, XAI.

1 Résumé

L'objectif de ce projet de Master est d'évaluer de manière approfondie les performances de YOLO v8, U-Net et DETR pour la segmentation des lésions de SEP à partir du jeu de données IRM 3D Flair du Challenge MICCAI 2021. Cette évaluation se fera à la fois quantitativement en utilisant des métriques de qualité de détection et de segmentation, et qualitativement, en explorant d'autres aspects importants tels que la flexibilité de l'apprentissage, le fine tuning et la possibilité d'extraire des informations explicatives des résultats (XAI).

2 Contexte

La sclérose en plaques (SEP) est une maladie auto-immune du système nerveux central qui affecte des millions de personnes dans le monde. La détection et la segmentation précises des lésions de SEP à partir d'images médicales, telles que l'imagerie par résonance magnétique sont essentielles pour le diagnostic et la gestion de la maladie [1]. Les avancées récentes en deep learning ont conduit à plusieurs approches prometteuses pour la segmentation automatique des lésions de SEP, notamment YOLO v8 [2], U-Net [3] et DETR [4] (cf. Fig.1).

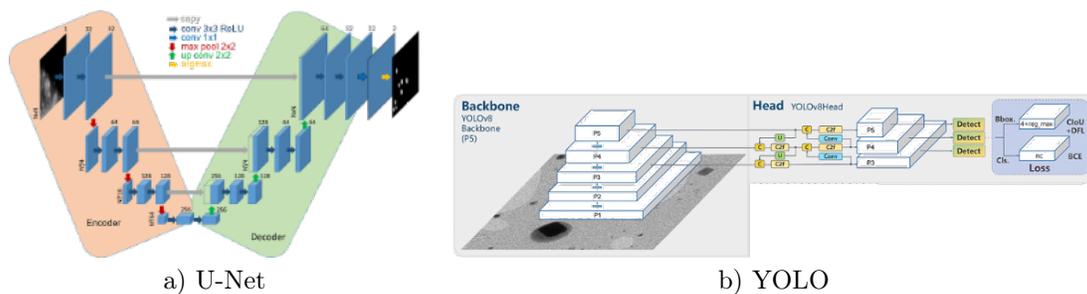


FIGURE 1 – Architectures de modèles de deep learning.

3 Description du stage

Ce stage de 6 mois se déroulera au sein de l'équipe MYRIAD, une équipe de recherche laboratoire CREATIS.

Le projet se déroulera en plusieurs étapes :

1. Préparation des données : le jeu de données MICCAI, comprenant 100 images IRM 3D Flair avec des annotations de lésions de SEP sera préparé pour l'entraînement et l'évaluation des modèles.
2. Implémentation des algorithmes : trois algorithmes de deep learning (YOLO v8, U-Net et DETR) seront adaptés pour l'application en utilisant des bibliothèques telles que TensorFlow, PyTorch et Ultralytics.
3. Entraînement et évaluation quantitative de chaque algorithme sur le jeu de données MICCAI en utilisant une division appropriée en ensembles d'entraînement, de validation et de test. Évaluation quantitative des performances en utilisant des métriques de détection de segmentation telles que les faux positifs (FP), les faux négatifs (FN), précision / recall, le coefficient de Dice, la distance de Hausdorff, etc.
4. Évaluation qualitative :
 - Examiner la flexibilité de l'apprentissage de chaque algorithme pour l'application SEP, en testant leur adaptabilité à différents sous-ensembles de données et paramètres.
Contexte particulier de l'application : nombre de données réduit et lésions de quelques pixels (cf. Fig.2).
 - Évaluer les performances du fine tuning en ajustant des modèles pré-entraînés sur des données spécifiques à la SEP et en les comparant avec des modèles entraînés à partir de zéro.
 - Explorer les possibilités d'explicabilité des résultats en utilisant des techniques d'interprétabilité de l'apprentissage automatique (XAI) pour comprendre comment les modèles prennent leurs décisions de segmentation.

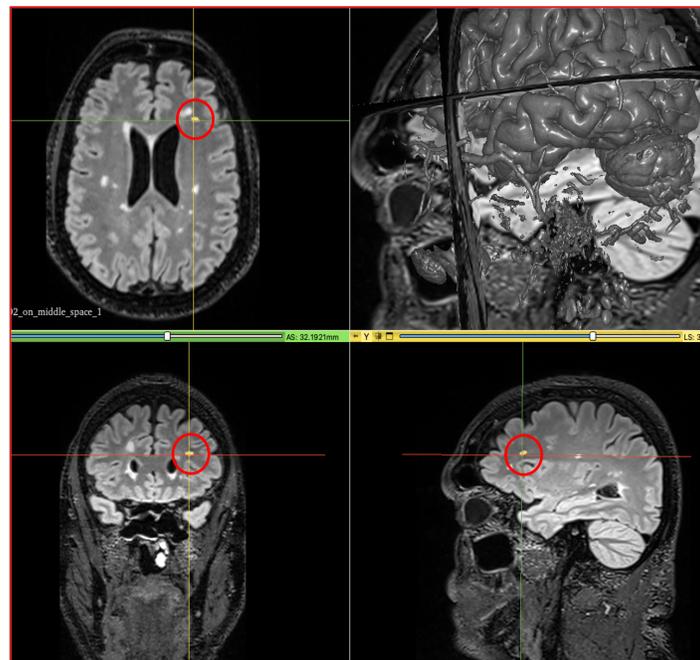


FIGURE 2 – IRM 3D Flair et lésion SEP encerclée en rouge.

4 Profil des candidats

- Etudiant(e) en dernière année de Master 2 ou école d'ingénieur.
- Solide formation en Deep learning et maîtrise de Python ainsi que les bibliothèques telles que Tensorflow/Pytorch.
- Bon niveau en anglais technique.
- Autonome, motivé et persévérant.

5 Informations générales

Pour postuler, envoyez vos CV + derniers bulletins de notes à l'adresse chantal.muller@creatis.insa-lyon.fr avec comme objet : **[Stage SEP] Nom Prénom** .

Thème/Domaine : Machine Learning, traitement d'images médicales.

Ville : Villeurbanne (69).

Lien : INSA Lyon, Laboratoire CREATIS.

Date de prise de fonction souhaité : 2024-02-01.

Durée de la convention de stage : 6 mois.

Gratification : 614,26€ .

Superviseurs :

Chantal MULLER (CREATIS)

Thomas GRENIER (CREATIS) : <https://www.creatis.insa-lyon.fr/grenier>

François COTTON (PUPH)

Références

- [1] S. Mure, C. R. G. Guttman, T. Grenier, H. Benoit-Cattin, and F. Cotton. New insight in perivenular lesion formation in multiple sclerosis on weekly susceptibility weighted images. In *24th annual meeting and exhibition ISMRM 2016*, page Abstract #1290, Singapour, Singapore, May 2016.
- [2] Yolo v8 github. <https://github.com/ultralytics/ultralytics>.
- [3] Olaf Ronneberger, Philipp Fischer, and Thomas Brox. U-net : Convolutional networks for biomedical image segmentation. In Nassir Navab, Joachim Hornegger, William M. Wells, and Alejandro F. Frangi, editors, *Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention – MICCAI 2015*, pages 234–241, Cham, 2015. Springer International Publishing.
- [4] Nicolas Carion, Francisco Massa, Gabriel Synnaeve, Nicolas Usunier, Alexander Kirillov, and Sergey Zagoruyko. End-to-end object detection with transformers. In Andrea Vedaldi, Horst Bischof, Thomas Brox, and Jan-Michael Frahm, editors, *Computer Vision – ECCV 2020*, pages 213–229, Cham, 2020. Springer International Publishing.