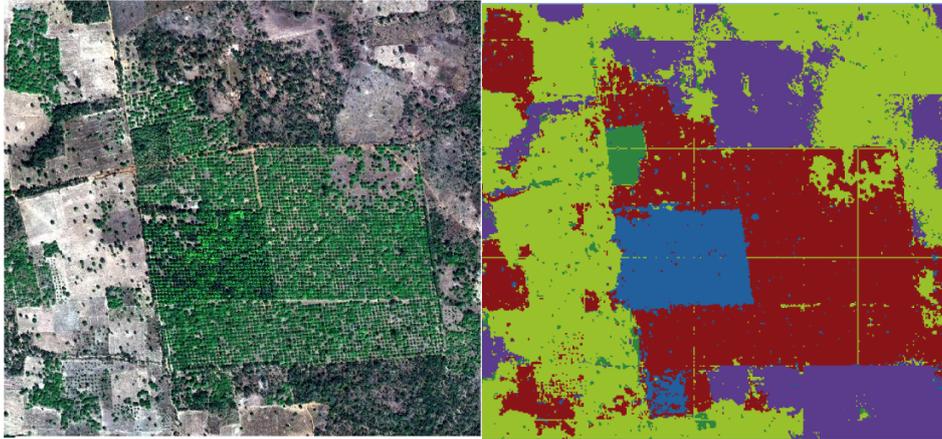


*Sujet de stage Ecole d'ingénieur 3ème année/Master 2
(éventuellement école d'ingénieur 2ème année/Master 1)*

Segmentation SEmantique par REseau de Neurones appliquée à l'étude du parcellaire AgroForestier en Afrique de l'Ouest



Résultat de segmentation en 6 classes.

Encadrement : Marc Chaumont¹, Frédéric Borne², Camille Lelong³

1. Equipe ICAR, LIRMM (Laboratoire d'Informatique, de Robotique et Microélectronique de Montpellier) marc.chaumont@lirmm.fr
2. UMR AMAP (botAnique et Modélisation de l'Architecture des Plantes et des végétations) borne@cirad.fr
3. UMR TETIS (Territoire Environnement Télédétection Information Spatiale) camille.lelong@cirad.fr

Contexte :

Le projet SÉRÉNAF, financé par le LabEx NUMEV-AAP2023-1, vise à développer un **outil informatique basé deep learning** permettant la délimitation automatique des surfaces plantées de diverses essences fruitières et d'autres plantations arborées (agroforesterie, plantations forestières, ...) dans les régions tropicales ainsi que leur suivi spatio-temporel à partir d'**images à très haute résolution spatiale** (Pléiades, WorldView...).

La méthodologie sera appliquée aux **besoins actuels du Nord Bénin** concernant la dynamique de développement de la culture fruitière (manguiers) et d'essences à grande valeur ajoutée (anacardiés, teck, karité, néré...) dans des bassins de production initialement dédiés au coton et au soja.

D'un point de vue méthodologique, le point bloquant est l'**incomplétude des annotations** des parcelles dans chaque image satellite à disposition. Le projet vise donc à étudier et résoudre la problématique IA/deep learning de **segmentation sémantique de données éparses** appelé « SASS » (Sparsely Annotated Semantic Segmentation [1]) dans un cas **multi-classes**.

¹ <http://www.lirmm.fr/~chaumont/>



A terme, l'objectif est de proposer des outils permettant d'évaluer la **pression due aux changements climatiques** au travers de l'indicateur des surfaces reconverties à l'arboriculture, et mesurer l'impact sur la **sécurité alimentaire**.

L'équipe regroupée autour de ce projet a **initié ce travail de recherche en 2023**. Elle s'est déjà consacrée à une étude pratique à travers l'évaluation de différentes architectures de réseaux de neurones convolutifs utilisés pour la segmentation, tels que U-net, LinkNet ou PSPnet, appliquées à une image satellite acquise par le capteur Pléiades-Néo (6 bandes spectrales, 30cm/pixel). **L'incomplétude des annotations** a été également prise en compte afin de proposer une approche adaptée.

Objectif du stage :

Après un **travail expérimental conséquent** (évaluation de la profondeur de l'encodeur, de l'utilisation de la focal loss, du nombre de bandes en entrée, de la résolution spatiale, de certains hyper-paramètres), U-Net permet de segmenter les parcelles plantées en anacardier, manguier et teck, ainsi que les milieux plus forestiers, avec des précisions de classification de l'ordre de 75% à 90% selon les classes, sur une image ayant moins de 10% de pixels annotés.

Nos **premiers résultats sont encourageants** mais de **nombreux objectifs et verrous** n'ont pas été encore étudiés.

Dans le cadre de ce stage, **nous souhaitons comparer l'approche à d'autres approches moins supervisées comme** [2] (hybride d'approches supervisées et non supervisées), [3] (approche multi-résolution avec utilisation de pseudo labels pour réaliser une propagation des labels sur l'image pleine résolution), [4] (utilisation du voisinage dans l'espace des caractéristiques pour propager les prédictions)... Un travail de **prise en main du code et un travail bibliographique** sera donc nécessaire.

L'objectif est de **finaliser les expérimentations pour écrire un premier article**. Ainsi certains tests et ablations, comme l'analyse de la découpe de l'image initiale (1024x1024 pixels vs. 512x512), l'évaluation de l'utilisation de 3/6/9 bandes, la génération « propre » de l'image de mosaïque, l'analyse de l'impact du post-processing, etc., seront à effectuer en priorité.

Dans un second temps, nous évaluerons le potentiel d'une approche plus récente, de type transformer, comme CS-Unet [5], TAGU-Net [6], etc... à l'issue d'une synthèse bibliographique argumentée.

S'il reste du temps, l'impact de robustesse au « covariate shift » pourra être évaluée et, s'il y a effectivement un manque de robustesse, des premiers tests d'adaptation de domaine pourront être effectués.

Pré requis :

Pour mener à bien ce sujet, il est préférable d'avoir certaines connaissances en traitement des images et en classification/fouille de données/deep learning et/ou en architecture des machines/installation d'OS. Il est également intéressant d'avoir de bonnes bases en programmation et en math.

Profil recherché : Master (M2, éventuellement M1) ou Ecole d'Ingénieur (3ème année, éventuellement M1) ayant une bonne maîtrise de la programmation (C++, Python...), des connaissances en fouille de données / indexation / classification, traitement des images.



Modalité de candidature : Envoyez un CV, une lettre de motivation ainsi que votre relevé de notes de M1 le plus tôt possible. Après pré-sélection des candidatures, des entretiens en visio-conférence ou en personne seront planifiés.

Contacts : Marc Chaumont (marc.chaumont@lirmm.fr)

Lieu du stage : LIRMM, équipe ICAR à Montpellier, ou CIRAD/AMAP à Montpellier.

Période du stage : février-mars 2024 à août 2024 (5-6 mois).

Gratification de stage : plus de 550€ mois.

Références :

[1] Hui Su, Yue Ye, Wei Hua, Lechao Cheng, Mingli Song, SASFormer: "Transformers for Sparsely Annotated Semantic Segmentation", arXiv:2212.02019

[2] Y. Hua, D. Marcos, L. Mou, X. X. Zhu and D. Tuia, "Semantic Segmentation of Remote Sensing Images With Sparse Annotations," in *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, vol. 19, pp. 1-5, 2022, Art no. 8006305, doi: 10.1109/LGRS.2021.3051053

[3] Zhiyuan Liang, Tiancai Wang, Xiangyu Zhang, Jian Sun, Jianbing Shen, "Tree Energy Loss: Towards Sparsely Annotated Semantic Segmentation" in *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 2022, pp. 16907-16916

[4] Linshan Wu, Zhun Zhong, Leyuan Fang, Xingxin He, Qiang Liu, Jiayi Ma, Hao Chen, "Sparsely Annotated Semantic Segmentation With Adaptive Gaussian Mixtures" in *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 2023, pp. 15454-15464

[5] (CS-Unet) Q. Liu, C. Kaul, J. Wang, C. Anagnostopoulos, R. Murray-Smith and F. Deligianni, "Optimizing Vision Transformers for Medical Image Segmentation," *ICASSP 2023 - 2023 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)*, Rhodes Island, Greece, 2023, pp. 1-5, doi: 10.1109/ICASSP49357.2023.10096379. <https://eprints.gla.ac.uk/292461/1/292461.pdf> Github: <https://github.com/kathylIU579/CS-Unet>

[6] (TAGU-Net) H. Huang, P. Liu and J. Liu, "TAGU-Net: Transformer Convolution Hybrid-Based U-Net With Attention Gate for Atypical Meningioma Segmentation," in *IEEE Access*, vol. 11, pp. 53207-53223, 2023, doi: 10.1109/ACCESS.2023.3272352. <https://ieeexplore.ieee.org/jielx7/6287639/10005208/10113859.pdf>