

Stage de fin d'études

Apprentissage profond pour la détection de favelas par segmentation sémantique d'images satellites.

Zones d'études : Rio de Janeiro, Brasilia, et Macapa (Brésil)



Structure : UMR Espace-DEV, Institut de Recherche pour le Développement (IRD)

Localisation : Montpellier, Maison de la Télédétection

Durée : 6 mois

Date d'entrée en poste : Février – Mars 2025

Revenu : Gratification prise en charge au taux en vigueur

Candidater: Envoyer CV et lettre de motivation à nadine.dessay@ird.fr, joris.guerin@ird.fr,

laurent.demagistri@ird.fr, thomas.hallopeau@ird.fr

Contexte

L'Unité mixte de recherche ESPACE-DEV de l'IRD développe des recherches sur les dynamiques spatiales et temporelles caractérisant les relations entre écosystèmes et sociétés pour la coviabilité des territoires aux échelles locales, régionales et globales. Le Groupe de Recherche STRONG développe ou pérennise des chaînes de traitement à partir de données satellites. (<https://www.espace-dev.fr/>)

Ce stage s'inscrit dans le cadre du projet MATHIS «Méthodes Automatiques de Télédétection des Habitats Informels pour la Santé», qui vise à comprendre les déterminants impliqués dans la transmission de maladies infectieuses en environnement urbain. L'objectif principal de ce projet CNES-TOSCA est de définir une typologie des favelas sur les villes de Brasilia et Rio de Janeiro (Brésil) à partir de données satellitaires et d'informations de santé. Dans un premier temps, des méthodes de cartographie automatique des favelas, dont la croissance est rapide et non contrôlée, sont développées pour en assurer un suivi dynamique.

Deux approches de cartographie automatique des favelas ont été développées sur Rio de Janeiro, par classification binaire de cellules géographiques :

- Approche multivariable [1] : Pour chaque cellule, 6 variables sont calculées (indice spectral calculé sur image Pléiades, indices calculés sur un modèle numérique de terrain, indices calculés à partir de données OpenStreetMap). Les favelas sont détectées par apprentissage automatique sur ces variables.
- Approche par apprentissage profond : Les variables associées à chaque cellule sont extraites par apprentissage profond sur des images Sentinel-1 et Sentinel-2 avec le réseau de neurones pré-entraîné Croma [2] (un « Remote Sensing Foundation Model », RSFM). Les favelas sont détectées par apprentissage automatique sur ces variables.

Problématique

L'approche multivariable est basée sur des variables propres aux favelas de Rio de Janeiro (pente, etc.). De plus, le processus de sélection et de calcul de ces variables est chronophage. L'approche par apprentissage profond est plus généralisable (pour un coût de développement bien inférieur) mais la problématique des seuils associée à cette classification de cellules géographiques persiste (une cellule de classe « Favela » n'est pas nécessairement entièrement recouverte par le multi-polygone de référence des favelas, par exemple). Dans ce contexte, la segmentation sémantique, qui permet une classification au niveau du pixel, pourrait être étudiée pour le problème de cartographie automatique des favelas.

Objectif

L'objectif général du stage sera de développer une approche de détection des favelas sur imagerie spatiale par segmentation sémantique :

1. Avec Croma : il est possible de faire de la segmentation sémantique à partir des caractéristiques extraites par Croma (Segmenter [3], SegViT [4]).
2. Avec d'autres RSFM ([5], [6], [7]).

Dans le cadre du stage vous serez amenés à :

- Mener une recherche bibliographique sur la segmentation sémantique d'images satellite.
- Formater les données disponibles pour pouvoir entraîner un modèle de segmentation sémantique.
- Prendre en main les outils de visualisation des données (QGIS) et d'apprentissage profond (PyTorch).
- Développer et entraîner des modèles d'apprentissage profond pour la détection de favelas.
- Analyser les sorties, comparer différents modèles, comparer les résultats avec les approches actuelles du projet MATHIS.
- Rédiger le rapport de stage.

Profil et compétences recherchés

Étudiant(e) en Master 2 ou en dernière année d'école d'ingénieurs (informatique, intelligence artificielle, science des données, géomatique, télédétection...).

Compétences en programmation Python (PyTorch apprécié)

Capacités d'analyses et rédactionnelles.

Références

[1] Karen Owen et David Wong. An approach to differentiate informal settlements using spectral, texture, geomorphology and road accessibility metrics. *Applied Geography*, vol. 38, pp. 107–118, Mars 2013. doi : 10.1016/j.apgeog.2012.11.016. (visité le 18/09/2024).

[2] Anthony Fuller, Koreen Millard et James R. Green. CROMA : Remote Sensing Representations with Contrastive Radar-Optical Masked Autoencoders. arXiv :2311.00566 [cs.CV]. Nov. 2023. doi : 10.48550/arXiv.2311.00566. url : <http://arxiv.org/abs/2311.00566> (visité le 18/09/2024).

[3] Robin Strudel, Ricardo Garcia, Ivan Laptev et Cordelia Schmid. Segmenter : Transformer for Semantic Segmentation. arXiv :2105.05633 [cs.CV]. Mai 2021. doi : 10.48550/arXiv.2105.05633. url : <http://arxiv.org/abs/2105.05633> (visité le 18/09/2024).

[4] Bowen Zhang, Zhi Tian, Quan Tang, Xiangxiang Chu, Xiaolin Wei, Chunhua Shen et Yifan Liu. SegViT : Semantic Segmentation with Plain Vision Transformers. arXiv :2210.05844 [cs.CV]. Oct. 2022. doi : 10.48550/arXiv.2210.05844. url : <http://arxiv.org/abs/2210.05844> (visité le 18/09/2024).

[5] Maofeng Tang, Andrei Cozma, Konstantinos Georgiou et Hairong Qi. Cross-Scale MAE : A Tale of Multi-Scale Exploitation in Remote Sensing. arXiv :2401.15855 [cs.CV]. Janv. 2024. doi : 10.48550/arXiv.2401.15855. url : <http://arxiv.org/abs/2401.15855> (visité le 18/09/2024).

[6] Keumgang Cha, Junghoon Seo et Taekyung Lee. A Billion-scale Foundation Model for Remote Sensing Images. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*. vol. 17, pp. 1–17, IEEE, 2024. doi : 10.1109/jstars.2024.3401772. url : <http://dx.doi.org/10.1109/JSTARS.2024.3401772> (visité le 18/09/2024).

[7] Di Wang, Jing Zhang, Minqiang Xu, Lin Liu, Dongsheng Wang, Erzong Gao, Chengxi Han, Haonan Guo, Bo Du, Dacheng Tao et Liangpei Zhang. MTP : Advancing Remote Sensing Foundation Model via Multi-Task Pretraining. arXiv :2403.13430 [cs.CV]. Mars 2024. doi : 10.48550/arXiv.2403.13430. url : <http://arxiv.org/abs/2403.13430> (visité le 18/09/2024).