

Sujet de stage de Master (possiblement suivi d'un CDD d'ingénieur)

Apprentissage profond pour la détection des espaces verts et leurs impacts sur les cancers.

Contexte

L'équipe Imagine du LIRIS (Laboratoire en Image et Système d'Information) a notamment pour objectif de développer de nouvelles méthodes de vision par ordinateur pour analyser automatiquement le contenu d'images ou de vidéos. Ces méthodes sont appliquées dans divers contextes, en particulier celui des images aériennes. Ainsi, le laboratoire LIRIS a collaboré dans le cadre du projet GOURAMIC, et de la thèse de Rémi Ratajczak, avec Elodie Faure actuellement dans l'unité INSERM 1018 du CESP (Centre de recherche en Epidémiologie et Santé des Populations) de l'Institut Gustave Roussy. Dans ce projet, il s'agissait de faire le lien entre les pesticides utilisés dans les cultures et le cancer du testicule.

Dans le cadre du projet EVERCAN, nouveau projet de collaboration, nous nous proposons à présent de nous intéresser à l'impact positif des espaces verts en milieux urbains sur les cancers les plus courants. Pour cela, il est nécessaire de construire une donnée spatialisée, pour identifier et caractériser les espaces verts urbains (EVU) en France qui permettra une analyse spatio-temporelle précise. Le travail du LIRIS, dans ce contexte, vise donc le développement de méthodes automatiques, possiblement interactives, basées sur les réseaux profonds permettant d'identifier les EVU qui serviront de base au calcul des scores géographiques utilisables au niveau national. Plus précisément, partant de données multimodales (ortho-photo ou image aérienne, image NDVI, occupation du sol notamment), l'objectif est de mettre en place une architecture neuronale permettant de combiner automatiquement ces informations pour extraire les zones de végétation et les étiqueter (square, parc, bois, cimetière *etc.*).

Sujet

Dans le cadre du projet EVER-CAN, l'entrée du réseau sera donc composée de plusieurs images. Autrement dit, un des premiers objectifs du réseau sera la **fusion des informations** données en entrée. Dans le domaine de la vision par ordinateur, les applications concernant la fusion d'informations sont nombreuses [1–5]. Bien que le domaine de la fusion soit largement antérieur à celui de l'apprentissage profond, les réseaux de neurones profonds sont plébiscités depuis une décennie [6] pour réaliser cette tâche qui n'en reste pas moins difficile lorsque les images ne sont pas totalement alignées. A noter que l'équipe du LIRIS a déjà travaillé sur ce type de problème dans le contexte de la thèse de Clément Douarre [7] mais à une échelle différente. Ce travail permet d'avoir du recul sur les architectures envisagées dans le cadre du projet EVER-CAN et du type de fusion (précoce, intermédiaire ou tardive) à considérer.

En ce qui concerne l'apprentissage du réseau, un **apprentissage semi-supervisé** est envisagé. Plus précisément, comme l'annotation des données est indispensable pour l'apprentissage la plupart du temps mais très chronophage, nous proposons de limiter les annotations par des experts à un petit nombre de données (qui sera à déterminer). Par ailleurs, nous proposons d'utiliser des données dites « **faiblement étiquetées** » [8], c'est-à-dire qui ne sont pas étiquetées par des experts mais par des algorithmes. Une possibilité est d'utiliser les images satellites sur lesquelles un filtre NDVI a été appliqué. Il pourrait également être intéressant

d'essayer d'apprendre automatiquement à un réseau de neurone de faire la différence entre végétation et non végétation comme l'ont fait Vayssade et al. [9] pour des images de plantes dans le contexte de l'agriculture de précision. Les auteurs ont montré que les réseaux profonds étaient plus efficaces que les méthodes classiques de calcul des indices de végétation (NDVI) pour discriminer végétation et non végétation. Les images ainsi obtenues pourraient venir nourrir notre réseau de détection des EV.

Enfin, nous envisageons un traitement entièrement automatique qui pourra être ensuite corrigé par l'utilisateur. Plus précisément, nous souhaiterions mettre en place un **apprentissage actif et interactif** de telle sorte que l'utilisateur puisse indiquer via une interface les mauvaises classifications et que le modèle de classification puisse évoluer. Nous avons déjà initié ce type d'approche avec le logiciel GOURAMIC¹ [10,11]. Ce logiciel avait pour objectif la classification des parcelles agricoles d'images aériennes anciennes. Dans ce cadre, l'utilisateur indiquait à l'aide de traces la classification d'un certain nombre de parcelles sur l'image et l'algorithme inférait cette classification sur l'ensemble de l'image. L'étape suivante aurait pu être une classification automatique faite au préalable et un ré-étiquetage de certaines parcelles mal classées automatiquement ; ce qui aurait permis à l'utilisateur de gagner du temps. C'est ce que nous envisageons dans le cadre du projet EVER-CAN où la classification automatique pourra être modifiée *a posteriori*.

L'objectif final de ces traitements est de créer une couche de données intégrables à un SIG pour développer de nouveaux scores SIG.

En résumé, nous envisageons de développer une méthode automatique de détection des EV basée sur l'apprentissage profond avec possibilité d'interaction avec l'utilisateur. Cette méthode sera suffisamment générique pour être utilisée dans d'autres contextes. Le logiciel développé sera mis à disposition de la communauté scientifique.

L'objectif du stage sera d'une part, une étude bibliographique sur le sujet et d'autre part, le développement d'une méthode automatique de détection des EV basée sur l'apprentissage profond semi-supervisé et sur l'interaction avec l'utilisateur.

Modalités du stage

Le stage se déroulera au laboratoire LIRIS (Bron, 69).

Il débutera en février/mars/avril 2026, pour une durée de 6 mois (les dates peuvent être adaptées en fonction du candidat).

Le stage sera indemnisé selon les conditions légales. De même, le stagiaire aura droit à un remboursement de son abonnement transport suivant les conditions légales.

A noter que le stage pourra être poursuivi par un CDD d'ingénieur d'un an dans le cadre du projet EVERCAN, permettant au candidat d'accroître son expérience professionnelle avant une éventuelle thèse ou un démarrage dans l'industrie.

Profil recherché

Le candidat doit être inscrit dans un master dans le domaine de la vision par ordinateur. Il doit avoir de très bonnes notions en analyse d'images et en apprentissage profond.

Le candidat sera amené à collaborer avec des chercheurs d'autres disciplines (épidémiologie, économie de la santé). Cela demande à ce que le candidat soit extrêmement motivé, rigoureux, et exigeant vis-à-vis de lui-même.

1. ¹ <https://www.youtube.com/watch?v=VJ7zR9o8oxM>

Compétences attendues :

- Langage Python
- Bibliothèque OpenCV
- Logiciel de gestion de version (GIT)
- Framework PyTorch.

Contacts :

Laure Tougne Rodet : laure.tougne@univ-lyon2.fr

Carlos Crispim-Junior : carlos.crispimjunior@univ-lyon2.fr

Bibliographie

1. Kim, Y. M.; Theobalt, C.; Diebel, J.; Kosecka, J.; Miscusik, B.; Thrun, S. Multi-View Image and ToF Sensor Fusion for Dense 3d Reconstruction. In 2009 IEEE 12th International Conference on Computer Vision Workshops. ICCV workshops 2009, 1542–1549.
2. Busemeyer, L.; Mentrup, D.; Möller, K.; Wunder, E.; Alheit, K.; Hahn, V.; Maurer, H. P.; Reif, J. C.; Würschum, T.; Müller, J. Breedvision—a Multi-Sensor Platform for Non-Destructive Field-Based Phenotyping in Plant Breeding. *Sensors* 2013, 13, 2830–2847.
3. Hwang, S.; Park, J.; Kim, N.; Choi, Y.; So Kweon, I. Multispectral Pedestrian Detection : Benchmark Dataset and Baseline. In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition pages 1037-1045.
4. Wagner, J.; Fischer, V.; Herman, M.; Behnke, S. Multispectral Pedestrian Detection Using Deep Fusion Convolutional Neural Networks; 2016;
5. Ma, J.; Ma, Y.; Li, C. Infrared and Visible Image Fusion Methods and Applications: A Survey. *Information Fusion* 2019, 45, 153–178, doi:10.1016/j.inffus.2018.02.004.
6. Li, S.; Kang, X.; Fang, L.; Hu, J.; Yin, H. Pixel-Level Image Fusion: A Survey of the State of the Art. *Information Fusion* 2016, 33, doi:10.1016/j.inffus.2016.05.004.
7. Douarre, C. Spectro-Imagerie et Apprentissage Profond : Application à La Détection de Maladies de Plantes, Université Lumière Lyon 2, 2021.
8. Zhou, Z.-H. A Brief Introduction to Weakly Supervised Learning. *National Science Review* 2017, 5, doi:10.1093/nsr/nwx106.
9. Vayssade, J.-A.; Paoli, J.-N.; Gée, C.; Jones, G. DeepIndices: Remote Sensing Indices Based on Approximation of Functions through Deep-Learning, Application to Uncalibrated Vegetation Images. *Remote Sensing* 2021, 13, doi:10.3390/rs13122261.
10. Ratajczak, R.; Crispim-Junior, C.; Faure, E.; Fervers, B.; Tougne, L. Automatic Land Cover Reconstruction From Historical Aerial Images: An Evaluation of Features Extraction and Classification Algorithms. *IEEE Transactions on Image Processing* 2019, doi:10.1109/TIP.2019.2896492.
11. Elodie, F.; Ratajczak, R.; Crispim-Junior, C.; Danjou, A.; Perol, O.; Tougne, L.; Fervers, B. GOURAMIC: A Software to Estimate Historical Land Use in Epidemiological Studies. *Environmental Epidemiology* 2019, 3, 118, doi:10.1097/01.EE9.0000607020.37456.35.