
Sujet de thèse

Laboratoire: Institut Fresnel

Directeur de thèse : Caroline FOSSATI

Email : caroline.fosati@fresnel.fr

Adresse : Institut Fresnel, Domaine Universitaire de St Jérôme, 13397 Marseille

Tel : 04.91.05.44.18

Titre : *Détection et classification de cibles de petite taille par « deep learning » dans des images multidimensionnelles*

Description :

Les capteurs multimodaux et/ou multidimensionnels se sont fortement développés ces dernières décennies. Parallèlement, les méthodes de machine learning utilisées pour l'exploitation automatique des images ont permis de réaliser ces 20 dernières années de grands progrès en détection, reconnaissance et identification de cibles. Cependant, des difficultés demeurent lorsqu'il s'agit de détecter des objets rares et/ou de petite taille surtout quand ils présentent un faible contraste par rapport au fond ou quand on cherche à les détecter dans des conditions complexes (fond texturé, ombrage...).

Des travaux récents menés dans l'équipe GSM de l'institut Fresnel portent justement sur cette problématique dans les images hyper spectrales qui permettent d'acquérir de façon simultanée des images dans plusieurs bandes spectrales. [1,2]

Les méthodes d'apprentissage profond (ou deep learning) ont connu un très fort développement ces dernières années, car elles ont démontré qu'elles pouvaient, en extrayant automatiquement des caractéristiques non linéaires bien adaptées à la tâche à accomplir, surpasser les techniques conventionnelles dans de nombreux domaines : classification détection et reconnaissance de forme dans des images etc.... Cependant, en imagerie les meilleures performances sont là aussi obtenues pour des cibles de « grande » taille, et l'apprentissage des paramètres des réseaux profonds nécessite l'accès à des grandes bases de données étiquetées qui ne sont pas souvent disponibles quand il s'agit d'images issues de ces capteurs complexes.

L'objectif de la thèse sera donc de développer des méthodes de détection et classification à base d' Intelligence Artificielle (IA) adaptées au cas d'objets rares, de petites tailles, potentiellement de faible contraste par rapport au fond.

Face au manque de données classiquement constaté en télédétection par imagerie hyper spectrale, des méthodes d'enrichissement par production de données artificielles (data augmentation) seront développées [3]. On s'intéressera aussi aux méthodes d'apprentissage par transfert (transfer learning) [4], qui permettent de compenser l'absence de données étiquetées et de tirer profit de l'information associée à un domaine donné pour résoudre un problème dans un autre domaine

Une des difficultés rencontrée dans le traitement des images hyperspectrale réside aussi dans la très grande dimension et le risque de redondance d'information qui en découle.

Là aussi on s'inspirera des techniques classiquement utilisées en IA pour ce problème telles que les architectures de type autoencodeur [5], réseau dont l'objectif est d'apprendre une représentation de dimension réduite d'un ensemble de données qui permette de reconstruire au mieux les entrées.

Plusieurs méthodes de détection d'anomalies par deep learning prometteuses ont été proposées récemment [6-9] et leur adaptation aux images hyperspectrales sera envisagée : des méthodes à base de réseaux antagonistes génératifs (GAN) ou des méthodes plus courantes, à base d'autoencodeurs ou de 3D-CNN. Le point clé se situant dans le choix du critère permettant de déterminer les anomalies, et la bonne prise en compte et modélisation des problèmes liés à l'acquisition comme le bruit photonique par exemple. En effet, avec l'évolution des capteurs et leur amélioration que ce soit en terme de résolution comme de sensibilité, le bruit photonique dépendant du signal est devenu non négligeable dans ce type d'images et il met en difficulté les méthodes classiques de détection et classification. On développera donc ici des méthodes d'IA permettant d'en tenir compte par exemple dès l'apprentissage en intégrant les fluctuations spatiales entre longueurs d'onde pour distinguer ce bruit du signal dans les pixels d'intérêt.

Enfin, pour améliorer encore la qualité d'identification des cibles, on complètera notre approche par le développement de méthodes de segmentation inspirées des méthodes de segmentation sémantique, du type U-Net utilisées en IA. [10]

Les méthodes développées seront validées sur des données issues de mesures en laboratoire et des données issues du terrain par capteur aéroporté.

1. C. Fossati, S. Bourennane : *Improvement of Target Detection Based on Signal Dependent Noise Reduction for Hyperspectral Image*, Geoscience and remote sensing, vol.1 (1), pp. 18-27, oct. 2018
2. S. Ravel*, C. Fossati, S. Bourennane : *Spectral Unmixing of Hyperspectral Images in the Presence of Small Targets*, Remote Sensing, vol. 7 (1), 2018
3. Wei Li; Chen Chen; Mengmeng Zhang; Hengchao Li *Data Augmentation for Hyperspectral Image Classification With Deep CNN IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters* (Volume: 16, Issue: 4, April 2019)
4. Yao Liu, Chenchao Xiao, *Transfer learning for hyperspectral image classification using convolutional neural network* Eleventh International Symposium on Multispectral Image Processing and Pattern Recognition (MIPPR2019), 2019, Wuhan, China
5. Zhu, J., Wu, L., Hao, H., Song, X., Lu, Y., June 2017a. *Auto-encoder based for high spectral dimensional data classification and visualization*. In: 2017 IEEE Second International Conference on Data Science in Cyberspace (DSC). pp. 350–354.
6. T. Schlegl, P. Seeböck, S. M. Waldstein et al, *f-AnoGAN: Fast unsupervised anomaly detection with generative adversarial networks*, Medical Image Analysis 54, 2019.
7. B. Zong, Q. Song, M. Renqiang Min et al, *Deep autoencoding Gaussian Mixture Model for Unsupervised anomaly detection*, ICLR 2018.
8. Luo, Yanan, Zou, Jie, Yao, Chengfei et al. (2018). *HSI-CNN: A Novel Convolution Neural Network for Hyperspectral Image*. 464-469.
9. L. Ruff, R. A. Vandermeulen, N. Görnitz, et al, *Deep One-Class Classification*, ICML 2018.
10. O. Ronneberger, P. Fischer, T. Brox, *U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation*, MICCAI, Springer, 9351, 2015