



fondation.ens.fr

le **cnam**

cedric.cnam.fr



www.onera.fr

PROPOSITION DE POST-DOCTORAT

Change Detection and Semantic Classification for Multimodal SAR / Optical Data time series

Détection de changement et de classification sémantique pour des données multimodales SAR / optiques

Contacts : Elise KOENIGUER (elise.koeniguer@onera.fr)
Bertrand LE SAUX (bertrand.le_saux@onera.fr)
Mihai DATCU (mihai.datcu@dlr.de)
Michel CRUCIANU (michel.crucianu@cnam.fr)

Sujet de recherche post-doctorale : « Détection de changement et de classification sémantique pour des données multimodales SAR / optiques »
(English version below)

Mots-clés : télédétection, détection de changement, deep learning, big data

Les données de télédétection sont en pleine expansion, tant du point de vue de l'amélioration de la fréquence d'observation, des résolutions spatiales, que de la facilité d'accès aux données. Aussi, ce changement de contexte récent permet de bénéficier des apports des méthodes de deep learning dans le domaine des images d'observation terrestre.

Les temps de revisite au dessus d'un même site devenant de plus en plus courts (quelques jours pour les satellites), cela permet d'envisager la mise à jour rapide des produits d'occupation des sols. Aujourd'hui, cette réactualisation reste un processus long et onéreux, essentiellement réalisé par expertise humaine. Bénéficier d'une méthode automatique exploitant l'imagerie satellite permettrait d'améliorer la fréquence de réactualisation de ces bases. Dans ce domaine, de nombreux travaux ont déjà été entrepris, tant au sujet des images radar que des images optiques, chacun de ces modes présentant des avantages et inconvénients différents :

- Les images radar sont exploitables quelles que soient les conditions météorologiques d'acquisition. Par ailleurs, les radars étant des systèmes actifs, et les acquisitions se faisant dans des conditions géométriques très proches, les images offrent une très bonne stabilité temporelle sur les infrastructures, au détriment cependant d'une statistique particulière de speckle sur les zones naturelles.

- Les images optiques sont indéniablement plus faciles à interpréter et à utiliser par tout à chacun, même si le sol est parfois masqué par des nuages. Elles permettent une grande richesse de classification et de détection, notamment en utilisant des bandes spectrales du domaine non-visible (imagerie multispectrale). Par leur nature, elles sont intrinsèquement proches des photos usuelles, et le transfert des approches par réseaux profonds (CNN, DBN, etc.) sur ces images est aisé et a montré d'excellentes performances. Cependant, les spécificités (vue du dessus, multispectral, géolocalisation, etc.) nécessitent de développer des méthodes originales pour en extraire l'information.

L'objectif de ce post-doc est de concevoir des approches de détection de changement et de classification sémantique pour des données multimodales SAR / optiques. Cela pose plusieurs problématiques à traiter successivement.

Détection de changements rapide et massive

Récemment, une méthode a été développée à l'ONERA pour détecter rapidement les changements dans une pile temporelle à partir des images radar Sentinel 1 en source ouverte [Colin-Koeniguer et al, 2018a]. Cette méthode s'avère très efficace pour instancier rapidement une grande base d'exemples de changements localisés et datés. [Colin-Koeniguer et al, 2018b]

L'idée de ce projet de recherche est d'utiliser cet algorithme pour instancier une base de données potentielle, pour des changements typiques d'échelles intermédiaires de la dizaine de mètres, tels que des chantiers de construction, travaux de voirie. La localisation de ces changements et leur datation obtenue en radar pourrait être couplée à d'autres bases de données d'occupation des sols, et à une recherche automatique d'images optiques type Pléiades haute résolution, pour obtenir des couples d'images avant et après la date de l'événement.

L'idée première est donc d'utiliser au maximum les données radar pour constituer une base d'apprentissage multimodale contenant des images optiques haute résolution.

Réseaux de neurones pour la détection de changements et la classification sémantique

Mettre en place des stratégies d'apprentissage sur cette base, et notamment sur le corpus d'images optiques, permettra d'obtenir des détecteurs de changements dans des images optiques haute résolution très performants. En effet, les jeux de données dédiés à cette problématique sont rares et souffrent souvent d'annotations imprécises et erronées [Daudt et al., 2018a][Daudt et al., 2018b]. Bien sûr, plusieurs problèmes subsisteront pour la validation du jeu d'apprentissage : élimination des zones nuageuses, caractérisation et pertinence des changements détectés en SAR, etc. Ensuite, le croisement de ces images avec des données cartographiques (OpenStreetMap, cadastre, etc.) permettra de développer des architectures de réseau de neurones pour la classification sémantique de l'occupation et de l'usage du sol [Audebert et al., 2016][Zhu et al., 2017] ainsi que pour la classification sémantique des changements, outil indispensable pour étudier et comprendre l'évolution des usages des espaces urbains et naturels.

Post-doctoral fellowship proposal: "Change Detection and Semantic Classification for Multimodal SAR / Optical Data time series"

Keywords: remote sensing, change detection, deep learning, big data

Remote sensing data are growing fast, with improved observation frequency, spatial resolution, and data accessibility. Also, this recent context change lets benefit from the contributions of deep learning methods in the field of Earth observation images.

Revisiting times over a single site are getting shorter and shorter (a few days for satellites), which makes it possible to consider the rapid updating of land use products. Today, this update is a long and expensive process, essentially done by human expertise. Benefiting from an automatic method using satellite imagery would improve the frequency of updating these databases. In this field, much work has already been undertaken, both on radar images and optical images, as each of these modalities having different advantages and drawbacks:

- Radar images are exploitable whatever are the weather conditions of acquisition. Moreover, since radars are active systems and the acquisitions are done in very close geometric conditions, the images offer a very good temporal stability on the infrastructures, to the detriment however, of particular speckle statistics on the natural zones.

- Optical images are undeniably easier to interpret and to use by everyone, though sometimes the ground is masked by clouds. They allow to classify and detect a wide range of objects of interest, especially when using spectral bands of the non-visible domain (multispectral imaging). By nature, they are intrinsically close to usual photos, and the transfer of deep network approaches (CNN, DBN, etc.) to these images is easy and has shown excellent performances. However, their specificities (top view, multispectral, geolocation, etc.) require the development of original methods to extract information.

The objective of this post-doc is to design change detection and semantic classification approaches for

multimodal SAR / optical data. This raises several issues to tackle successively.

Fast and massive change detection

Recently, a method was developed at ONERA to rapidly detect changes in a temporal stack from open source Sentinel 1 radar images [Colin-Koeniguer et al, 2018a]. This method is very effective for quickly creating a large base of localized and dated examples of changes. [Colin-Koeniguer et al, 2018b] The idea of the first task is to use this algorithm to instantiate a potential database, for typical changes of intermediate scales of ten meters, such as construction sites, road works. The location of these changes and their dating obtained by radar could be coupled with other databases of land use, and an automatic search for high resolution Pléiades optical images, to obtain pairs of images before and after the date of the event.

The main idea is therefore to make maximum use of the radar data to build a multimodal learning dataset containing high resolution optical images.

Neural networks for change detection and semantic classification

By implementing machine learning strategies on this dataset, in particular on optical images, will allow to build change detectors in high-resolution, optical images. Indeed, datasets dedicated to this problem are rare and often suffer from imprecise and erroneous annotations [Daudt et al., 2018a] [Daudt et al., 2018b]. Of course, several problems will remain for the validation of the training dataset: removal of cloudy areas, characterization and relevance of changes detected in SAR, etc. Then, by combining these images with cartographic data (such as OpenStreetMap, cadastral, etc.) it will be possible to develop neural network architectures for semantic land classification [Audebert et al., 2016] [Zhu et al., 2017] as well as for semantic classification of changes, an indispensable tool for studying and understanding the evolution of the use of urban and natural spaces.

References

[Colin-Koeniguer et al, 2018a] Colin-Koeniguer, E., Boulch, A., Trouve-Peloux, P., & Janez, F. (2018, June). Colored visualization of multitemporal SAR data for change detection: issues and methods. In EUSAR 2018; 12th European Conference on Synthetic Aperture Radar (pp. 1-4). VDE.

[Colin-Koeniguer et al, 2018b] Elise Koeniguer, Jean-Marie Nicolas, Béatrice Pinel-Puysegur, Jean-Michel Lagrange and Fabrice Janez, Visualisation des changements sur séries temporelles radar : méthode REACTIV évaluée à l'échelle mondiale sous Google Earth Engine. CFPT/RFIAP 2018, https://rfiap2018.ign.fr/sites/default/files/ARTICLES/CFPT2018/Oraux/CFPT2018_paper_koeniguer.pdf

[Daudt et al, 2018b] Fully Convolutional Siamese Networks for Change Detection, R.C. Daudt, B. Le Saux, A. Boulch, ICIAP 2018

[Daudt et al., 2018a] Urban Change Detection for Multispectral Earth Observation Using Convolutional Neural Networks, R.C. Daudt, B. Le Saux, A. Boulch, Y. Gousseau, IGARSS 2018

[Audebert et al., 2016] Semantic Segmentation of Earth Observation Data Using Multimodal and Multi-scale Deep Networks", N. Audebert, B. Le Saux, S. Lefèvre, ACCV 2016

[Zhu et al., 2017] Deep Learning in Remote Sensing: A Comprehensive Review and List of Resources, X.X. Zhu, D. Tuia, L. Mou, G.S. Xia, L. Zhang, F. Xu, F. Fraundorfer, in IEEE Geoscience and Remote Sensing Magazine, vol. 5, no. 4, pp. 8-36, Dec. 2017.

Context:

Mihai DATCU is an internationally recognized researcher in the field of Earth Observation Data Science, whose research project focuses on new machine learning challenges for highly heterogeneous data. In 2017, he was awarded the "Blaise Pascal" International Chair of Excellence,

funded by the Ile-de-France Region, awarded to world-renowned foreign researchers at a research or higher education institution in Ile-de-France. As such, he is hosted by the CEDRIC-CNAM and offers a collaboration with ONERA through the following post-doctoral subject.

In the CEDRIC lab of CNAM (<http://cedric.cnam.fr>), several research activities focus on machine learning for computer vision and in particular on zero-shot learning, deep learning from stream data and deep learning in remote sensing.

At ONERA, the IVA team (Image Vision LeArning) designs and develops methods for data processing, computer vision and machine learning. In particular, current research activities focus on SAR and optical Earth-observation, scene understanding and deep neural networks.

The post-doc is jointly financed by the "Blaise Pascal" International Chair (hosted at CNAM) and by the ONERA, so the student will benefit from a double affiliation with ONERA and the CNAM.

Duration: 18 to 21 months

Net salary: about 25 k€ per year

PROFILE OF THE CANDIDATE

Education: PhD in image processing and machine learning

Required competencies:

- Deep learning.
- Confirmed ability to write articles.
- General knowledge of remote sensing is a plus.

PROFIL DU CANDIDAT

Formation : Thèse souhaitée dans le domaine de l'imagerie

Compétences souhaitées :

- Deep learning.
- Capacité de publication attestée.
- Connaissances en télédétection / contexte de données satellites sont un plus.