

PROPOSITION DE SUJET DE THESE

Intitulé : Apprentissage profond sur données synthétiques appliqué à l'imagerie radar

Référence : **PHY-DEMR-2022-11**
(à rappeler dans toute correspondance)

Début de la thèse : Deuxième semestre 2021

Date limite de candidature : 06/22

Mots clés

Intelligence Artificielle, SAR, Radar, Imagerie, Deep learning, Simulation, Environnement Virtuel

Profil et compétences recherchées

Ecole d'ingénieur ou Master 2, avec spécialité en informatique scientifique

Première expérience requise en Deep-Learning (projet d'école ou stage), des connaissances en radar seraient un plus.

Présentation du projet doctoral, contexte et objectif

Grâce aux conditions d'acquisition contrôlées, l'imagerie radar RSO (Radar à Synthèse d'ouverture, Synthetic Aperture Radar (SAR) en anglais) présente de bonnes performances en termes de reconnaissance de cibles, de recalage, ou de surveillance à grande échelle [1], [2].

Les techniques d'apprentissage profond (Deep learning) peuvent encore améliorer les résultats. Cependant, l'absence de base de données suffisamment variées ou nombreuse pour l'apprentissage est un problème important auquel doit faire face la communauté radar. Les méthodes dites de « Data augmentation » [3] permettent d'augmenter artificiellement le nombre de données afin d'améliorer la robustesse des réseaux. Mais elles ne préparent pas les réseaux de neurones profonds à des variations importantes des configurations géométriques d'acquisition, ou à des typologies des scènes ou variantes de cibles jamais mesurées. La solution envisagée propose d'utiliser des outils de simulation basée sur des modélisations physiques pour construire des bases de données d'apprentissage. Les données réelles venant affiner la précision de l'apprentissage dans un second temps.

La thèse a pour objectif de savoir jusqu'à quel point la simulation utilisée dans ce but permet d'améliorer les performances algorithmiques du deep learning. Il sera également important de déterminer par des dégradations contrôlées des outils de simulation quels sont les phénomènes importants devant être modéliser fidèlement pour que cet apprentissage soit pertinent. L'impact de l'incertitude sur les paramètres d'entrées nécessaires à la simulation (matériaux, modèles 3D, géoréférencement...) sera également évalué.

La méthode de simulation actuellement présente dans le simulateur EMPRISE [5] est basé sur la modélisation des propriétés physiques de diffuseurs présents sur la scène. Cette scène est construite à partir de divers éléments (photos sur site, photos aériennes, informations cadastrales, modèles numériques de terrain). La première étape du travail consistera à produire à l'aide de l'outil de simulation des images synthétiques les plus réalistes possibles sur des paysages variés, en tenant compte des comportements dynamiques relatifs à chacun des types de zones (forêts, sols, véhicules, navires, parcelles cultivées, zones portuaires, résidentielles, etc.) La vérité terrain associée sera mise en forme de manière adaptée aux applications visées.

Dans un second temps, les efforts porteront sur la mise en œuvre des différents algorithmes qu'il est envisagé de traiter par ce type de méthodes : la reconnaissance de cibles, ou bien la recherche d'une vignette radar au sein d'une image de référence acquise dans des configurations différentes, etc.

L'idée maîtresse est d'utiliser des techniques de fine-tuning (transfer learning [4]) sur des réseaux

initialement formés sur un grand jeu de données obtenu par simulation, en poursuivant l'entraînement sur le plus petit jeu de données de données réelles dont nous disposons. Ainsi, le réseau pré-formé aura déjà appris les fonctionnalités pertinentes, et sera amélioré par la diversité de cas permise par la simulation.

Enfin, un dernier volet de la thèse portera sur l'évaluation des performances de ces réseaux et notamment leur robustesse à des utilisations dans des contextes très différents des bases d'apprentissage (passage de zones tropicales à des zones désertiques, cibles non présente dans la base d'apprentissage). Les tests pourront porter à la fois sur des données réelles pour lesquelles on possède une vérité terrain, et sur des données simulées, ce qui nous permettra de tester un nombre important de cas. La simulation aidera également à évaluer la capacité de généralisation du réseau, c'est à dire la sensibilité de l'algorithme à un changement des conditions d'acquisition entre la base d'entraînement et celle de test.

Ce travail pourra s'appuyer sur des données réelles aéroportées acquises par l'Onera en bande X et Ku ainsi que sur des données de satellites commerciaux (TerraSAR-X, Sentinel) déjà disponibles.

- [1] Thu Trang Lé. Extraction d'informations de changement à partir des séries temporelles d'images radar à synthèse d'ouverture. PhD thesis, Grenoble Alpes, 2015.
- [2] E. Colin-Koeniguer, A. Boulch, P. Trouve-Peloux and F. Janez, "Colored visualization of multitemporal SAR data for change detection: issues and methods," EUSAR 2018; 12th European Conference on Synthetic Aperture Radar, Aachen, Germany, 2018, pp. 1-4.
- [3] Jun Ding; Bo Chen; Hongwei Liu; Mengyuan Huang. Convolutional Neural Network With Data Augmentation for SAR Target Recognition. IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters (Volume: 13 , Issue: 3 , March 2016)
- [4] Esra Al Hadhrami; Maha Al Mufti; Bilal Taha; Naoufel Werghi. Transfer learning with convolutional neural networks for moving target classification with micro-Doppler radar spectrograms. ICAIBD 2018
- [5] N. Trouvé, Référent environnement : la démarche collaborative d'EMPRISE, ENVIREM 2019.
- [6] Rodrigo Caye Daudt, Bertrand Le Saux, and Alexandre Boulch. Fully convolutional siamese networks for change detection. In 2018 25th IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), pages4063–4067. IEEE, 2018.

Collaborations envisagées

Laboratoire d'accueil à l'ONERA

Département : DEMR

Lieu (centre ONERA) : CP

Contact : Nicolas Trouvé

Tél. : 86295

Email : nicolas.trouve@onera.fr

Directeur de thèse

Nom : Alexandre Baussard

Laboratoire : UTT

Email : alexandre.baussard@utt.fr

Pour plus d'informations : <https://www.onera.fr/rejoindre-onera/la-formation-par-la-recherche>