

Invitation à la soutenance de thèse

APPORTS DE L'APPRENTISSAGE PROFOND POUR LA SIMULATION D'IMAGES SAR

Nathan LETHEULE

Date : 11 avril 2024 à 10h00
A l'ONERA Palaiseau, Salle Marcel Pierre

Lien de visioconférence :

<https://u-paris.zoom.us/j/89866129886?pwd=aHFRdVVuRDZkQ0NKSOGRSHovUEZzZz09>

Thèse préparée dans l'unité de recherche **Traitement de l'information et Systèmes** (Université Paris-Saclay, ONERA), sous la direction de **Elise COLIN**, Directrice de Recherche ONERA, le co-encadrement de **Flora Weissgerber**, Chargée de Recherche **Traitement de l'information et Systèmes** (Université Paris-Saclay, ONERA), le co-encadrement de **Sylvain Lobry, maître de conférence au LIPADE, Université Paris-Cité**,

Devant le jury composé de :

Samia AINOUZ	Professeur, INSA Rouen, LITIS	Rapporteuse & Examinatrice
Alin ACHIM	Professeur, Université de Bristol	Rapporteur & Examinateur
Clément RAMBOUR	Maître de conférence, CEDRIC, CNAM	Examineur
Guillaume QUIN	Ingénieur, MBDA Systems	Examineur

Membre invité

Jean-Baptiste MOISSINAC-MASSENAT, Direction Générale de l'Armement

Résumé

La simulation est un outil précieux pour de nombreuses applications d'imagerie SAR, cependant, les images simulées de grandes tailles ne sont pas encore assez réalistes pour tromper un expert en images radar. Cette thèse propose d'évaluer dans quelle mesure l'utilisation des avancées récentes en matière d'apprentissage profond peut permettre d'améliorer la qualité des simulations. Dans un premier temps, nous proposons de définir une méthode de mesure de réalisme des images SAR simulées en les comparant à des images réelles. Les métriques ainsi établies serviront ensuite à l'évaluation des résultats de simulation. Dans un second temps, deux cadres de simulation basés sur l'apprentissage profond sont proposés, avec des philosophies différentes. Le premier ne prend pas en compte la connaissance physique de l'imagerie, et propose d'apprendre la transformation d'une image optique vers une image radar à l'aide d'une architecture cGAN. Le second s'appuie sur un simulateur physique développé à l'Onera (EMPRISE), et utilise la génération automatique d'entrées à partir d'une segmentation sémantique d'une image optique de la scène, via l'apprentissage profond. Pour cette dernière piste prometteuse, une réflexion est menée sur la description de l'entrée et son impact sur le

résultat final de simulation. Enfin, des pistes d'enrichissement par apprentissage profond des images générées par le simulateur physique seront proposées, notamment à travers des réseaux de diffusion, et des approches text-to-image.

Abstract

Simulation is a valuable tool for many SAR imaging applications, however, large simulated images are not yet realistic enough to fool a radar image expert. This thesis proposes to evaluate to what extent the use of recent advances in deep learning can improve the quality of simulations. As a first step, we propose to define a method for measuring the realism of simulated SAR images by comparing them with real images. The resulting metrics will then be used to evaluate simulation results. Secondly, two simulation frameworks based on deep learning are proposed, with different philosophies. The first does not take into account physical knowledge of the imagery, and proposes to learn the transformation of an optical image into a radar image using a cGAN architecture. The second is based on a physical simulator developed at Onera (EMPRISE), and uses automatic input generation from semantic segmentation of an optical image of the scene, via deep learning. For this last promising avenue, we are looking into the description of the input and its impact on the final simulation result. Finally, we will be proposing ways of enriching the images generated by the physical simulator using deep learning, in particular through diffusion networks and text-to-image approaches.

Mots clés

RSO (Radar à synthèse d'ouverture), simulation, Apprentissage profond, segmentation, Réseaux de diffusion, cGAN, transformers

SAR (Synthetic Aperture Radar), simulation, deep learning, segmentation, generative networks, cGAN, transformer, diffusion networks