

M. Fayin Yousfi

Soutiendra publiquement ses travaux en vue de l'obtention du grade de

Docteur de l'Université Paris Saclay

Dans le cadre d'une thèse en collaboration avec l'ONERA et le Fraunhofer FHR (Allemagne)

Le 03/03/2025 à 10h00 à CentraleSupélec, Bâtiment Eiffel, Amphi 3

Pour assister à la soutenance à distance, connectez-vous à

l'adresse https://rdv.onera.fr/These_Fayin_YOUSFI

Multistatic ISAR imaging: image formation, structure analysis and motion estimation

Résumé :

L'imagerie ISAR (Inverse Synthetic Aperture Radar) monostatique fournit des images haute résolution d'objets en utilisant leur mouvement relatif par rapport à un radar. Ces images peuvent être utilisées pour des tâches d'identification et de classification. L'ajout de récepteurs bistatiques distants peut compléter l'imagerie monostatique en fournissant des géométries d'observation différentes.

Cette thèse utilise la diversité d'images fournie par des configuration ISAR multistatiques dans le but d'obtenir des informations sur la structure et le mouvement de rotation d'avions et de satellites. Plus précisément, la diversité d'images peut être utilisée pour identifier des éléments non isotropes qui ne sont visibles que sous certains angles, et donc uniquement sur certaines images. D'autres éléments sont visibles sur de multiples images. En mettant en correspondance leurs projections sur les différentes images, le mouvement de rotation de l'objet ainsi que les coordonnées de ces éléments peuvent être estimés.

Pour atteindre ces objectifs, un formalisme utilisant des bases orthogonales est développé pour définir précisément le mouvement 3D d'un objet et les projections ISAR fournies par les différents observateurs. Sur la base de ce formalisme, deux méthodes d'estimation 3D sont développées. La première fait correspondre des zones planes d'un objet stabilisé pour estimer leur normale. La seconde estime les coordonnées d'éléments linéaires d'un objet en faisant correspondre leurs projections dans les images ISAR. Cette méthode permet également l'estimation du spin de l'objet. Des formules d'incertitude sont calculées pour évaluer la précision de ces estimations.

Les deux méthodes sont validées avec des données réelles de satellites et d'avions. Les données sur avions ont été recueillies lors d'essais bistatiques menés près de l'aéroport d'Orly, tandis que les données sur satellites ont été acquises lors d'essais bistatiques à longue distance entre la France et l'Allemagne. Pour générer des images à partir des données numérisées, un traitement ISAR robuste, adapté à la géométrie bistatique et au faible SNR est développé. Les images d'avions ont permis de déterminer l'attitude complète d'un avion. Les images satellites ont été utilisées pour estimer la longueur et l'orientation relative des différents éléments des satellites SWARM-B, Kosmos 1300 et ENVISAT, ainsi que pour déterminer le vecteur de rotation d'ENVISAT.

Encadrement :

- Direction de thèse : Hélène Oriot
- Encadrants : Pierre Bruneel, Delphine Cerutti-Maori (FHR)

Jury :

- Marco Martorella, professeur, University of Birmingham
- Laurent Ferro-Famil, professeur, ISAE Supaero
- Elisa Gisuti, associate professor, CNIT, University of Pise
- Abdelamek Toumi, maitre de conference, ENSTA Bretagne
- Philippe Forster, professeur, Université de Paris Nanterre, Université Paris Saclay