



Reconstruction de trajectoires de cibles mobiles en imagerie RSO circulaire aéroportée

Soutenance de thèse de Jean-Baptiste POISSON

12 décembre 2013 à 13h30

Télécom Paris Tech*

Devant le jury :

M. Ginolhac Guillaume (Rapporteur)

M. Ferro-Famil Laurent (Rapporteur)

M. Daout Franck (Examineur)

M. Marques Paulo (Examineur)

M. Réfrégier Philippe (Examineur)

M. Nicolas Jean-Marie (Examineur)

Mme Tupin Florence (Directrice de thèse)

Mme Oriot Hélène (Co-directrice de thèse)

Résumé : Par rapport à l'imagerie RSO rectiligne, l'imagerie RSO circulaire aéroportée permet d'obtenir de nombreuses informations supplémentaires sur les zones imagées et sur les cibles mobiles. Les objets peuvent être observés sous n'importe quel angle, et l'illumination continue d'une même scène permet de générer plusieurs images successives de la même zone. L'objectif de ce travail de doctorat est de développer une méthode complète de reconstruction de trajectoire de cibles mobiles en imagerie RSO circulaire monovoie, et d'étudier les performances de la méthode proposée en fonction des paramètres d'acquisition et des modèles de cibles étudiés.

Nous avons tout d'abord mesuré les coordonnées apparentes des cibles mobiles sur les images RSO et leur paramètre de défocalisation. Ceci permet d'obtenir des informations de mouvement des cibles, notamment de vitesse et d'accélération. Nous avons ensuite utilisé ces mesures pour définir un système d'équations non-linéaires permettant de faire le lien entre les trajectoires réelles des cibles mobiles et leurs trajectoires apparentes. Par une analyse mathématique et numérique de la stabilité de ce système, nous avons montré que seul un modèle de cible mobile avec une vitesse constante permet de reconstruire précisément les trajectoires des cibles mobiles, sous réserve d'une excursion angulaire suffisante. Par la suite, nous avons étudié l'influence de la résolution des images sur les performances de reconstruction des trajectoires. Pour ce faire, nous avons calculé théoriquement les précisions de mesure image et les précisions de reconstruction qui en découlent, en étudiant deux modèles de cibles distincts : cibles ponctuelles isotropes ou cibles étendues anisotropes, ces deux modèles représentant les cas extrêmes que nous pouvons rencontrer pour des données réelles. Nous avons mis en évidence l'existence théorique d'une résolution azimutale optimale, dépendant de la radiométrie des cibles et de la limite de validité des deux modèles étudiés. Finalement nous avons montré la validité de la méthode développée sur deux jeux de données réelles acquises par le capteur SETHI et RAMSES NG de l'ONERA en bande X, et confirmé les analyses théoriques des performances de cette méthode.

Mots clés : imagerie RSO, circulaire, cibles mobiles, radar, focalisation, reconstruction de trajectoires, transformée de Fourier, matrice de covariance.

Abstract : Compared to linear SAR, circular SAR imagery brings a lot of additional information concerning the illuminated scenes and the moving targets. Objects may be seen from any angle, and the continuity of the illumination allows generating a lot of successive images from the same scene. In the scope of this thesis, we develop a moving target trajectory reconstruction methodology using circular SAR imagery, and we study the performances of this methodology with respect to the acquisition parameters and the target models.

We have first measured the apparent coordinates of the moving targets on SAR images, and also the defocusing parameter of the targets. This enables us to obtain information concerning target movement, especially the velocity and the acceleration. We then used these measurements to develop a non-linear system that makes the link between the apparent trajectories of the moving targets and the real ones. We have shown, by a mathematical and numerical analysis of the robustness, that only a model of moving target with constant velocity enables us to obtain accurate trajectory reconstructions from a sufficient angular span. Then, we have studied the azimuth resolution influence on the reconstruction accuracy. In order to achieve this, we have theoretically estimated the measurement accuracy and the corresponding reconstruction accuracy, using two target models: pointlike isotropic scatterers and extended anisotropic targets, these two models representing the extreme configurations we might have for real data. We have highlighted the existence of an optimal azimuth resolution, depending on the target radiometry and on the validity of the two target models. Finally, we have validated the method on two real data sets on X-Band acquired by SETHI and RAMSES NG, the ONERA radar systems, and confirmed the theoretical analyses of its performances.

Key words : SAR imagery, circular, moving targets, radar, focusing, trajectory reconstruction, Fourier transform, covariance matrix.

***Télécom Paris Tech – 46 rue Barrault – 75013 Paris (AMPHI RUBIS)**