
Modélisation et analyse de la diffusion de surfaces rugueuses au moyen de données haute résolution radar

Sophie Allain, Laurent Ferro-Famil et Eric Pottier

University of Rennes 1, I.E.T.R, UMR CNRS 6164, Image and Remote Sensing Group
Campus de Beaulieu - Bat 11.C, 263 Avenue Général Leclerc, CS 74205, 35042 Rennes Cedex, France
Email : sophie.allain@univ-rennes1.fr tel : (+33) 2.23.23.65.68 fax : (+33) 2.23.23.69.63

Résumé

Ce papier analyse l'influence de la résolution du radar à ouverture synthétique (ROS) sur les caractéristiques de diffusion polarimétrique de surfaces rugueuses. Les modèles de diffusion classiques calculent la réflectivité d'une surface rugueuse considérée comme infinie. Or, dans le cas de l'imagerie SAR, la surface observée par le radar est limitée par la dimension de la cellule de résolution, ce qui peut dans certains cas, entraîner des modifications des caractéristiques de la diffusion.

Peu de travaux ont été menés jusqu'à ce jour sur ce sujet. Les deux principales études ont montré que la diffusion par une surface devient dépendante de la taille de la cellule de résolution lorsque cette dernière diminue [Nesti 1996] [Sarabandi 1995]. En particulier, Nesti & al ont observé que les statistiques du signal SAR rétrodiffusé par une surface rugueuse dépendent de la résolution spatiale du SAR lorsque celle-ci atteint des valeurs plus faibles que deux fois la longueur de corrélation de la surface. Le but de ce papier est de définir plus précisément l'influence de la résolution sur la réponse polarimétrique d'une surface rugueuse. Pour ce faire, un modèle de diffusion de surface tenant compte de la taille de la cellule de résolution est développé.

Pour modéliser de façon réaliste la réponse d'un sol observé par le SAR, la surface rugueuse est caractérisée, dans la première partie comme un processus aléatoire à deux échelles. La fréquence de coupure qui délimite les supports fréquentiels de la petite et de la grande échelle est fixée par la résolution spatiale du SAR. Le cas particulier de la surface gaussienne est traité.

Dans la deuxième partie, est présenté un modèle hybride de diffusion polarimétrique par cette surface à deux échelles. Les orientations des cellules de résolution calculées à partir de la surface grande échelle et la rugosité de surface liée à la petite échelle sont utilisées en entrée du modèle de l'équation intégrale (IEM) qui calcule les coefficients de rétrodiffusion en co-polarisation et en polarisation croisée pour chaque cellule de résolution. Les paramètres d'entrée de ce modèle sont la constante diélectrique, la rugosité de la surface décrite par le spectre HF, ainsi que l'angle d'incidence local calculé à partir de la surface BF. Ce modèle de diffusion à deux échelles est hybride dans le sens où il combine une intégration cohérente au sein de la cellule de résolution à une sommation incohérente des réponses des différentes cellules de résolution.

Enfin, la réponse polarimétrique globale de la scène est obtenue par la moyenne sur la surface grande échelle des différents paramètres polarimétriques $H/\bar{\alpha}$, associés à chaque cellule de résolution. La rétrodiffusion d'une surface rugueuse est maintenant calculée en utilisant le modèle à deux échelles de la surface.

Dans la dernière partie, les résultats obtenus avec le modèle hybride à deux échelles sont comparés avec les mesures SAR polarimétriques acquises en chambre anéchoïde au sein du Laboratoire de Signature Micro-

onde Européen (EMSL) du Centre de Recherche Commun (JRC) à Ispra (Italie). Plusieurs valeurs de résolution, inférieures et supérieures à la longueur de corrélation sont utilisées.

Mots clés : Surface rugueuse, modèle de diffusion, polarimétrie, radar à ouverture synthétique

Références bibliographiques

NESTI G., J. FORTUNY AND A.J. SIEBER, "Comparison of Backscattered Signal Statistics as Derived from Indoor Scatterometric and SAR Experiments", IEEE Trans. GRS, 34.5, pp 1074-1083, 1996.

SARABANDI K., Y. OH, "Effect of antenna footprint on the statistics of radar backscattering from Random Surfaces", Proc. IGARSS'95, vol.2, pp 927-929.