

Analyse de la précision d'estimation de deux systèmes d'imagerie polarimétrique

Valentine Wasik

Résumé

L'imagerie polarimétrique permet d'estimer certaines caractéristiques d'un milieu qui peuvent ne pas être révélées par imagerie d'intensité standard. Cependant, les mesures effectuées peuvent être fortement perturbées par des fluctuations inhérentes aux processus physiques d'acquisition. Ces fluctuations sont difficiles à atténuer, notamment à cause de la fragilité des milieux observés ou de l'inhomogénéité des images acquises. Il est alors utile de caractériser la précision des estimations qu'il est possible d'obtenir. Dans cette thèse, cette question est abordée au travers de deux applications d'imagerie polarimétrique : la microscopie non-linéaire de second harmonique résolue en polarisation (PSHG) pour l'analyse de l'organisation structurale d'objets biomoléculaires, et l'imagerie radar polarimétrique interférométrique à synthèse d'ouverture (PolInSAR) pour l'estimation des paramètres du couvert forestier. Pour la première application, la précision d'estimation en présence de bruit de Poisson est caractérisée pour l'ensemble des assemblages moléculaires présentant une symétrie cylindrique, ce qui permet notamment d'aboutir à une procédure de détection des mesures qui ne permettent pas d'atteindre une précision d'estimation requise. Pour l'imagerie PolInSAR, on analyse une modalité d'acquisition intéressante pour les futures missions satellitaires. En particulier, on étudie dans ce contexte la précision d'estimation de la hauteur de végétation en présence de bruit de speckle en s'appuyant sur l'analyse du contraste polarimétrique. Une interprétation simple des comportements de cette modalité d'acquisition est obtenue dans la sphère de Poincaré.

Mots-clés : Imagerie polarimétrique, Estimation statistique, Bruit dans les systèmes d'imagerie, Microscopie non-linéaire, Radar à Synthèse d'Ouverture

Analysis of the estimation precision of two polarimetric imaging systems

Valentine Wasik

Abstract

Polarimetric imaging allows one to estimate some characteristics of a medium which might not be revealed by standard intensity imaging. However, the measurements can be strongly perturbed by fluctuations that are inherent in the physical acquisition processes. These fluctuations are difficult to attenuate, for instance because of the fragility of the observed media or because of the inhomogeneity of the obtained images. It is then useful to characterize the estimation precision that can be reached. In this thesis, this question is addressed through two polarimetric imaging applications : polarized-resolved second-harmonic generation non-linear microscopy (PSHG) for the analysis of the structural organization of biomolecular objects, and polarimetric interferometric synthetic aperture radar imaging (PollnSAR) for the estimation of vegetation parameters. For the first application, the estimation precision in the presence of Poisson noise is characterized for any molecular assembly that presents a cylindrical symmetry. This study results in particular in a procedure to detect the measurements that do not lead to a required precision. For PollnSAR imaging, we analyze an acquisition system that is interesting for future spatial missions. In particular, the estimation precision of the vegetation height is studied in this context in the presence of speckle noise by relying on the analysis of the polarimetric contrast. A simple interpretation of the behavior of this acquisition system is obtained in the Poincaré sphere.

Key words : Polarimetric imaging, Statistical estimation, Noise in imaging systems, Nonlinear microscopy, Synthetic Aperture Radar