



Détection robuste de cibles en imagerie Hyperspectrale

Soutenance de thèse de Joana FRONTERA PONS
Mercredi 10 décembre 2014 à 14h00
SUPELEC - Amphi F3.05

Devant le jury :

Directeur de thèse : Jean-Philippe OVARLEZ - Maître de recherche à l'ONERA,
professeur HDR, SONDRRA

Rapporteurs :

- MERCIER Grégoire, Professeur des Universités, Institut Telecom Bretagne
- RICHARD Cédric, Professeur des Universités, Université de Nice Sophia-Antipolis, Laboratoire Lagrange

Examineurs :

- ANGULO Jesus, Maître de recherche, MINES ParisTech, Département de Mathématiques et Systèmes
- BIOUCAS-DIAS José, Professor, Instituto de Telecomunicações, Instituto Superior Técnico
- CHANUSSOT Jocelyn, Professeur des Universités, INP Grenoble, GIPSA-Lab
- MARCOS Sylvie, Directeur de recherche CNRS, Supélec, LSS
- PASCAL Frédéric, Professeur, Supélec, Laboratoire SONDRRA

Abstract

Hyperspectral imaging (HSI) extends from the fact that for any given material, the amount of emitted radiation varies with wavelength. HSI sensors measure the radiance of the materials within each pixel area at a very large number of contiguous spectral bands and provide image data containing both spatial and spectral information. Classical adaptive detection schemes assume that the background is zero-mean Gaussian or with known mean vector that can be exploited. However, when the mean vector is unknown, as it is the case for hyperspectral imaging, it has to be included in the detection process. We propose in this work an extension of classical detection methods when both covariance matrix and mean vector are unknown.

However, the actual multivariate distribution of the background pixels may differ from the generally used Gaussian hypothesis. The class of elliptical distributions has already been popularized for background characterization in HSI. Although these non-Gaussian models have been exploited for background modeling and detection schemes, the parameters estimation (covariance matrix, mean vector) is usually performed using classical Gaussian-based estimators. We analyze here some robust estimation procedures (M-estimators of location and scale) more suitable when non-Gaussian distributions are assumed. Jointly used with M-estimators, these new detectors allow to enhance the target detection performance in non-Gaussian environment while keeping the same performance than the classical detectors in Gaussian environment. Therefore, they provide a unified framework for target detection and anomaly detection in HSI.

Résumé

L'imagerie hyperspectrale (HSI) repose sur le fait que, pour un matériau donné, la quantité de rayonnement émis varie avec la longueur d'onde. Les capteurs HSI mesurent donc le rayonnement des matériaux au sein de chaque pixel pour un très grand nombre de bandes spectrales contiguës et fournissent des images contenant des informations à la fois spatiale et spectrale. Les méthodes classiques de détection adaptative supposent généralement que le fond est gaussien à vecteur moyenne nul ou connu. Cependant, quand le vecteur moyen est inconnu, comme c'est le cas pour l'image hyperspectrale, il doit être inclus dans le processus de détection. Nous proposons dans ce travail d'étendre les méthodes classiques de détection pour lesquelles la matrice de covariance et le vecteur de moyenne sont tous deux inconnus.

Cependant, la distribution statistique multivariée des pixels de l'environnement peut s'éloigner de l'hypothèse gaussienne classiquement utilisée. La classe des distributions elliptiques a été déjà popularisée pour la caractérisation de fond pour l'HSI. Bien que ces modèles non gaussiens aient déjà été exploités dans la modélisation du fond et dans la conception de détecteurs, l'estimation des paramètres (matrice de covariance, vecteur moyenne) est encore généralement effectuée en utilisant des estimateurs conventionnels gaussiens. Dans ce contexte, nous analysons de méthodes d'estimation robuste plus appropriées à ces distributions non-gaussiennes : les M-estimateurs. Ces méthodes de détection couplées à ces nouveaux estimateurs permettent d'une part, d'améliorer les performances de détection dans un environnement non-gaussien mais d'autre part de garder les mêmes performances que celles des détecteurs conventionnels dans un environnement gaussien. Elles fournissent ainsi un cadre unifié pour la détection de cibles et la détection d'anomalies pour la HSI.