



Sujet de thèse 2020-2022

Restauration aveugle d'images hyperspectrales acquises par drones

IETR – UMR 6164 CNRS / Equipe SHINE - Lannion

CONTEXTE

La nouvelle génération de capteurs aéroportés d'imagerie hyperspectrale (données de grandes dimensions spatiale et spectrale), embarqués sur des drones ou des avions légers, présente un intérêt scientifique, technique et économique. Elle permet non seulement l'obtention d'une information très riche sur la nature et l'évolution spatio-temporelle des zones survolées, mais également la couverture de zones étendues et parfois difficilement accessibles. Cependant, l'exploitation de ces données reste difficile et plus particulièrement pour les données hyperspectrales acquises car elles sont déformées par plusieurs sources de dégradation liées au système imageur et/ou au milieu.

Pour pouvoir interpréter les données de manière optimale et retrouver une signature spectrale précise des objets imagés sur la totalité du spectre disponible, une étape préliminaire de restauration (débruitage/déconvolution) doit être introduite afin de pallier les différentes sources de dégradation dépendantes du capteur et/ou du milieu d'acquisition.

Des solutions ont déjà été développées dans la littérature mais elles sont limitées dans leur exploitation en termes de précision, de robustesse et de mise en œuvre automatique. Il s'agit dans la plupart des cas de méthodes semi-aveugles qui nécessitent des connaissances a priori liées à la fonction de dégradation et/ou à l'image à restaurer. De plus, elles sont sensibles aux choix des valeurs des paramètres de régularisation des fonctions coût utilisées. Pour atteindre cet objectif, nous proposons dans cette thèse de développer une thématique originale de restauration multicritères prenant en compte l'hétérogénéité des milieux et adaptative aux conditions d'acquisition et au contenu des zones survolées. Cela permettra par la suite d'optimiser l'analyse, la mise en correspondance et le suivi temporel des milieux étudiés. Trois volets seront donc pris en compte conjointement pour restaurer le contenu informationnel des images hyperspectrales:

- Le premier volet porte sur l'analyse et l'estimation des caractéristiques d'un bruit d'observation dépendant du signal (et donc non stationnaire), tel qu'il a été mis en évidence dans les travaux récents de la littérature, notamment pour les images acquises avec les dernières générations de capteurs hyperspectraux.
- Le deuxième volet a pour objet le problème de la déconvolution des données hyperspectrales et donc préalablement la modélisation et l'estimation de la réponse impulsionnelle (PSF) du système imageur. Il s'agit d'estimer la dimension et la variabilité de l'étalement spatial et spectral de la PSF en intégrant l'information de l'ensemble des bandes spectrales de l'image acquise.
- Le troisième volet a pour objectif de formaliser l'impact de l'incertitude des caractéristiques estimées de la PSF et du bruit d'observation du système imageur sur les corrections et les traitements en aval, en vue d'adapter ceux-ci et de les rendre robustes aux incertitudes des modèles d'observation et de leurs paramètres.

L'apport méthodologique proposé durant la thèse pour corriger les déformations introduites sur les signatures spectrales lors de la formation des images sera directement évalué et exploité par nos partenaires publiques/privés sur des thématiques ciblées, notamment dans le cadre du Centre Technologique Drone Ouest et de la technopole Anticipa Lannion.

Ce projet fait suite aux travaux menés dans le cadre d'une thèse soutenue en décembre 2018.

MOTS-CLES

Problèmes inverses, modélisation, estimation, filtrage, restauration, déconvolution, systèmes intelligents, optimisation, multicritères, régularisation, données de grandes dimensions, image, drone.

PROFIL ET COMPETENCES RECHERCHES

Master M2 avec de solides compétences en traitement du signal et des images, statistiques et mathématiques appliquées ; compétences en Python, Matlab, C/C++ ; maîtrise de l'anglais scientifique écrit/oral.

LIEU

La thèse se déroulera sur le site de l'IETR Lannion (Université de Rennes 1/ENSSAT Lannion) sur la période 2020-2022: tsi2m.enssat.fr - www.ietr.fr/spip.php?article1610

POUR PLUS D'INFORMATIONS, CONTACTER:

Kacem Chehdi, kacem.chehdi@univ-rennes1.fr, 02 96 46 90 36

Benoit Vozel, benoit.vozel@univ-rennes1.fr, 02 96 46 90 71



PhD Thesis Subject 2020-2022

Blind restoration of hyperspectral images acquired by UAVs

IETR – UMR 6164 CNRS / SHINE Research Group - Lannion

BACKGROUND AND DESCRIPTION

The new generation of airborne hyperspectral imaging sensors, embedded on small aircraft or UAVs, is of great economic, technical and scientific interest. These datasets allow retrieving valuable information on the nature (content) and the spatiotemporal evolution of over flown areas. However, their analysis and interpretation remain difficult in practice, when the acquired data are distorted by several sources of degradation related to the acquisition system and/or its environment.

To interpret the content of such data in an optimal way (so as to reveal, for instance, the accurate spectral signature of in-situ minerals and vegetable species imaged on the whole available spectrum), a preliminary stage of restoration (including denoising and deconvolution) must be introduced to compensate for the different sources of degradation, either depending on the sensor and/or the acquired scene.

Some solutions have already been developed in the literature, but they are limited in their exploitation in terms of accuracy, robustness and automatic implementation. In most cases, these methods are semi-blind and require a priori knowledge related to the degradation function and/or the image to be restored. In addition, they are often sensitive to the settings of the values of the regularization parameters involved in the cost functions used. To solve this complex problem, it is necessary to develop a restoration approach introducing a minimum of a priori knowledge and relying on a joint exploitation of local spatial and spectral information in the acquired images. We propose in this thesis to develop an original multi-criteria restoration approach both taking into account the heterogeneity of involved environments and being adaptive to the acquisition conditions and the content of over flown areas. This approach will address three issues together:

- The first issue focuses on the analysis and the estimation of the characteristics of a signal dependent observation noise (and therefore not stationary), especially for images acquired with the last generation of hyperspectral sensors.
- The second issue relates to the deconvolution problem. It requires first an advanced modelling of the point spread function (PSF) of the whole imaging system. The objective is to estimate both the dimension and the variability of the PSF spatial and spectral spreads by integrating the information of all the spectral bands of the acquired image.
- The third issue aims to formalize the impact on the efficiency of the subsequent processings of uncertainty achieved on the estimated characteristics of the PSF and the observation noise. The goal is essentially to adapt these correction procedures so as to make them robust to uncertainties of the observed models and to their estimated parameters.

The methodological contribution of the restoration approach proposed in this thesis will be directly evaluated on targeted topics conducted in collaboration with our academic and/or industrial partners, in particular within the framework of the Centre Technologique Drone Ouest and the Anticipa Lannion technopole.

This project follows the work of a PhD thesis defended in our laboratory (December 2018).

KEYWORDS

Inverse problems, modelling, estimation, filtering, restoration, deconvolution, optimization, multi-criteria, regularization, bigdata, UAVs.

REQUESTED SKILLS

Master M2 with strong skills in Signal and Image Processing, Statistics and Applied Mathematics; Python, Matlab, C/C++ skills; fluency in written/oral Scientific English.

WHERE

The thesis will take place within the IETR team - Lannion site, University of Rennes 1/ Enssat, for a period of three years (2020-2022): tsi2m.enssat.fr - www.ietr.fr/spip.php?article1610

FOR MORE INFORMATION, PLEASE CONTACT CO-SUPERVISORS:

K. Chehdi, kacem.chehdi@univ-rennes1.fr, 02 96 46 90 36

Benoit Vozel, benoit.vozel@univ-rennes1.fr, 02 96 46 90 71