

Titre du stage : *Segmentation d'images hyperspectrales : une approche non paramétrique et non linéaire*

Responsables : André Ferrari & Cédric Richard

Téléphone : 04 92 07 63 49

e-mail : ferrari@unice.fr

Laboratoire d'accueil : Laboratoire Joseph-Louis Lagrange

Type de travail : bibliographie, traitement d'images, développement en matlab

Pré-requis : traitement du signal et des images, probabilités

Début du stage : février 2013

Fin du stage : juin 2013

Rémunération : indemnités de stage

L'objectif de ce stage est le développement d'une méthode de classification d'images hyperspectrales. L'imagerie hyperspectrale qui est basée sur l'acquisition d'une même scène dans un grand nombre de longueurs d'ondes a démontré un intérêt certain dans un grand nombre de recherches consacrées à l'observation de la Terre et à l'Astrophysique. Nous nous intéressons dans ce travail au modèle de mélange spectral qui consiste à décomposer chaque pixel de la scène observée en un ensemble de spectres de référence, appelés pôles de mélange. Nous considérerons que ces spectres de références sont connus. Les inconnues sont donc les proportions, ou abondances de chacun d'eux au sein de chaque pixel. Il s'agit donc de classer la scène en régions dans lesquelles les abondances sont homogènes.

Le modèle le plus simple est un modèle linéaire : le spectre mesuré pour chaque pixel est une combinaison linéaire des pôles de mélange pondérés par les abondances. Nous proposons dans ce cas de développer un algorithme basé sur un modèle Bayésien non paramétrique. Cette technique récente connaît actuellement un essor très important dans la communauté du machine learning, en particulier sous l'impulsion de Michael I. Jordan à Berkeley, voir par exemple [1]. Des premiers travaux [2] nous ont permis de développer un classifieur non paramétrique basé sur un processus de Dirichlet (Chinese Restaurant Process) qui s'applique moyennant quelques adaptations au modèle linéaire de mélange.

Après une étude bibliographique,

1. une première partie du stage consistera à adapter l'algorithme déjà développé à la problématique d'imagerie hyperspectrale qui est ici considérée. Il s'agira en particulier de prendre en compte dans le modèle Bayésien hiérarchique la contrainte de positivité sur les abondances.
2. La seconde partie du stage consistera à relâcher la contrainte de linéarité du modèle. La solution retenue repose sur le formalisme des espaces de Hilbert à noyaux reproduisants (RKHS). On peut en effet remarquer que l'algorithme de classification développé dans [2] peut s'étendre facilement au modèle non-linéaire proposé dans [3] en utilisant le "kernel trick" des RKHS.

Une fois ces deux étapes résolues, le problème n'en est pas pour le moins terminé. Une évolution naturelle est la prise en compte de dépendances spatiales dans les abondances, dans le but d'améliorer les performances du classifieur. Dans le cadre Bayésien hiérarchique adopté ici, une solution naturelle consiste à utiliser un champs de Markov, comme le champ de Potts, comme a priori sur les étiquettes. Cette solution a été adoptée dans le cadre de la segmentation dans [4]. Ceci dépasse largement le cadre d'un stage de M2 mais pourra être abordé ultérieurement dans le cadre d'une thèse.

Ce travail se fera en collaboration avec Petar M. Djurić de Stony Brook University, NY, et dans le cadre de l'ANR HYPANEMA (Algorithmes de démixage non linéaire pour l'analyse de données hyperspectrales). Il sera appliqué à des données Géophysiques (AVIRIS Cuprite Nevada hyperspectral images) ou Astrophysiques (MUSE/VLT).

- [1] Hierarchical Bayesian nonparametric models with applications. Y. W. Teh and M. I. Jordan. In N. Hjort, C. Holmes, P. Mueller, and S. Walker (Eds.), Bayesian Nonparametrics: Principles and Practice, Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2010.
- [2] Classification of Multivariate data Using dirichlet Process Mixture Models. Petar M. Djuric and A. Ferrari. Asilomar Conference on Signals, Systems, and Computers. 2012.
- [3] Kernel fully constrained least squares abundance estimates. R. Chellappa, A. Banerjee, P. Burlina. Geoscience and Remote Sensing Symposium, IGARSS, 2007.
- [4] P. Orbanz and J. M. Buhmann, "Nonparametric Bayesian Image Segmentation," Int J Comput Vis, vol. 77, no. 1, pp. 25–45, Jul. 2007.