

Stage ingénieur ou Master 2

Approche conjointe pour la classification et le démélange spectral d'images hyperspectrales de télédétection

IRIT (UMR CNRS 5505) & Dynafor (UMR INRA 1201)

1 Contexte du stage

Les toutes dernières décennies ont vu l'avènement de nouvelles techniques d'imagerie qui permettent de réaliser des acquisitions au delà des longueurs d'onde conventionnelles du visible (Rouge-Vert-Bleu). Lorsque que le nombre de longueurs d'onde devient important (par exemple, plus de 10 bandes spectrales), les images résultantes sont appelées images hyperspectrales. Chaque pixel est alors associé à un spectre pouvant compter jusqu'à des milliers de longueurs d'onde. De telles mesures détaillées sont utiles dans de nombreux domaines tels que la télédétection (par exemple, pour reconnaître et classer les zones cultivées) [1] ou la dermatologie (par exemple, pour diagnostiquer l'état des mélanomes) [2].

L'analyse d'images hyperspectrales est principalement menée suivant deux approches que sont le démélange spectral, visant à déterminer la proportion des différents constituants élémentaires du spectre (appelé spectres purs) de chaque pixel [3], et la classification, cherchant à attribuer une classe unique à chacun des pixels suivant une nomenclature prédéterminée [4]. Ces deux cadres d'analyse possèdent des avantages distincts qui les rendent complémentaires. En particulier, la classification supervisée permet une description sémantique de l'image hyperspectrale, en s'appuyant sur de l'information externe déjà labélisée. Au contraire, le démélange réalise une analyse non-supervisée de l'image reposant sur une description physique des observations. L'exploitation conjointe de ces approches haut-niveau (classification) et bas-niveau (démélange), qui n'a pour le moment que rarement été proposée, est l'approche proposée par le projet.

2 Objectifs du stage

Le premier objectif du stage est d'étendre les premiers résultats obtenus par la méthode de classification et démélange conjoints déjà définie dans [5, 6]. La méthode proposée repose sur un modèle bayésien hiérarchique permettant une modélisation progressive des données, i.e., d'une image hyperspectrale. Tout en restant dans ce contexte d'approche conjointe, le stage se portera plus particulièrement sur l'apport de la méthode pour des problématiques de démélange, qui nécessite en effet encore une étude approfondie. Notamment, le/la stagiaire cherchera à comparer les résultats de démélange obtenus par cette méthode avec d'autres méthodes de la littérature.

Par ailleurs, le modèle proposé a fourni des résultats prometteurs mais nécessite quelques réglages par un utilisateur, qui peut limiter son utilisation dans un cadre opérationnel. Par exemple, la méthode nécessite une connaissance a priori des spectres élémentaires représentatifs des différents matériaux présents dans l'image. L'intégration de l'étape d'extraction de ces spectres dans le modèle constituera donc un second objectif de ce stage.

3 Déroulement

Le déroulement envisagé est le suivant :

- Familiarisation avec les techniques de démixage spectral et avec l'estimation bayésienne.
- Prise en main de la méthode existante.
- Analyse des résultats de démixage sur données semi-synthétiques puis réelles (comparaison avec d'autres méthodes).
- Amélioration du modèle grâce à des pistes déjà identifiées ou mises en évidence par l'analyse des résultats précédents.

4 Encadrement

Le sujet s'inscrit dans le cadre d'une collaboration entre l'Institut de Recherche en Informatique de Toulouse (IRIT) et le laboratoire Dynafor à Toulouse. L'étudiant sera donc co-encadré par

- Adrien Lagrange et Nicolas Dobigeon (IRIT),
- Mathieu Fauvel (Dynafor).

Il se déroulera principalement sur le site INP-ENSEEIHHT de l'IRIT.

5 Profil du candidat

Formation formation initiale (Master 2 ou École d'ingénieur) en traitement du signal et/ou traitement d'image, ou équivalent (mathématiques appliqués, machine learning,...)

Compétences Bon niveau d'anglais, traitement d'images, programmation Python et/ou Matlab, statistiques bayésiennes.

6 Contacts et modalités de candidatures

Toute candidature doit être accompagnée par

- un curriculum-vitae
- une ou deux lettres de recommandation
- les relevés de notes des années de L3, M1 et M2 (ou équivalent)

Contacts :

- **Adrien Lagrange (INP-ENSEEIHHT, IRIT)**
mail : adrien.lagrange@enseeiht.fr
web : <http://lagrange.perso.enseeiht.fr>
- **Nicolas Dobigeon (INP-ENSEEIHHT, IRIT)**
mail : nicolas.dobigeon@enseeiht.fr
web : <http://dobigeon.perso.enseeiht.fr>
- **Mathieu Fauvel (INP-ENSAT, UMR 1201 DYNAFOR)**
mail : mathieu.fauvel@ensat.fr
web : <http://fauvel.mathieu.free.fr/>

Références

- [1] J. M. Bioucas-Dias, A. Plaza, G. Camps-Valls, P. Scheunders, N. Nasrabadi, and J. Chanussot, “Hyperspectral remote sensing data analysis and future challenges,” *IEEE Geosci. Remote Sens. Mag.*, vol. 1, no. 2, pp. 6–36, 2013.
- [2] P. A. A. De Beule, C. Dunsby, N. P. Galletly, G. W. Stamp, A. C. Chu, U. Anand, P. Anand, C. D. Benham, A. Naylor, and P. M. W. French, “A hyperspectral fluorescence lifetime probe for skin cancer diagnosis,” *Review of Scientific Instruments*, vol. 78, no. 12, 2007.
- [3] J. M. Bioucas-Dias, A. Plaza, N. Dobigeon, M. Parente, Q. Du, P. Gader, and J. Chanussot, “Hyperspectral unmixing overview : Geometrical, statistical, and sparse regression-based approaches,” *IEEE J. Sel. Topics Appl. Earth Observations Remote Sens.*, vol. 5, no. 2, pp. 354–379, April 2012.
- [4] M. Fauvel, Y. Tarabalka, J. A. Benediktsson, J. Chanussot, and J. C. Tilton, “Advances in spectral-spatial classification of hyperspectral images,” *Proc. IEEE*, vol. 101, no. 3, pp. 652–675, March 2013.
- [5] A. Lagrange, M. Fauvel, S. May, and N. Dobigeon, “Hierarchical Bayesian image analysis : From low-level modeling to robust supervised learning,” 2017. [Online]. Available : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01545393>
- [6] —, “Un modèle bayésien pour le démixage, la segmentation et la classification robuste d’images hyperspectrales,” in *Colloque GRETSI sur le Traitement du Signal et des Images (GRETSI), Juan-les-Pins, 05/09/2017-08/09/2017*. GRETSI CNRS, septembre 2017.