

## PROPOSITION DE POST-DOCTORAT

Référence : **PDOC-DOTA-2017-04** (*à rappeler dans toute correspondance*)

**Laboratoire d'accueil à l'ONERA :**

**Domaine :** Physique

**Lieu** (centre ONERA) : Palaiseau

**Département :** Optique et Techniques Associées

**Unité :** Modélisation Physique de la Scène Optronique (MPSO)

**Contacts :** Sidonie LEFEBVRE - [sidonie.lefebvre@onera.fr](mailto:sidonie.lefebvre@onera.fr) - 01 80 38 63 76

**Intitulé :** Modélisation de fonds texturés multispectraux par méthodes à noyaux et choix de bandes robuste pour la détection d'anomalies

**Mots-clés :** Multispectral, Hyperspectral, Méthodes à noyaux, Choix de bandes, Détection d'anomalies, Incertitudes

**Contexte :**

Depuis quelques années, on constate un intérêt croissant pour la spécification et la conception d'imageurs multispectraux, qui permettent d'acquérir simultanément l'image d'une scène dans plusieurs (typiquement entre 2 et 10) bandes spectrales en infrarouge ou en visible. Afin d'optimiser le choix des bandes spectrales pour des applications de type détection d'anomalies, il est important de pouvoir simuler correctement la texture du signal émis par le fond, tout en tenant compte des incertitudes qui affectent certaines données, comme les conditions météorologiques, et qui conduisent à une variabilité des scènes observées, ainsi que de la diversité des objets susceptibles d'être rencontrés. Les algorithmes de détection d'anomalies sont couramment utilisés pour rechercher des objets potentiels d'intérêt sur une image. Le principe consiste à analyser le signal lu sur les pixels spectraux de l'image et à distinguer deux classes : une classe majoritaire associée au fond, et une classe de pixels qui se démarque du signal de fond, les anomalies. Celles-ci peuvent ensuite être analysées de façon plus détaillée par d'autres méthodes, pour savoir si elles correspondent aux objets recherchés.

Description du sujet : L'objectif des travaux sera double. Dans un premier temps, il s'agira d'étendre les modèles de mélange de Gaussiennes proposés dans la thèse de François Weber (2014-2017) pour les fonds texturés multispectraux à l'aide de méthodes à noyaux. Pour cela, une adaptation au cas de fonds texturés des méthodes de type MMD (Maximum Mean Discrepancy) [1-2], très utilisées pour les tests à deux hypothèses et la détection de changement, sera réalisée. Il faudra notamment mettre au point un algorithme d'estimation de modèles de mélanges gaussiens dans un espace de Hilbert à noyau reproduisant. L'apport de ces modèles pour la détection d'anomalies sera alors évalué sur différents jeux de données.

Dans un deuxième temps, en s'appuyant sur les travaux de thèse de Florian Maire (prix de thèse DGA 2016) sur la prise en compte simultanée des variabilités spectrale et spatiale des objets d'intérêt et du fond pour la détection d'anomalies [3], le candidat sera amené à proposer des critères innovants pour la sélection robuste de bandes spectrales. Cette problématique, cruciale pour le dimensionnement des futurs systèmes opérationnels multispectraux, n'est encore que très peu abordée dans la littérature. En effet, si on note depuis une dizaine d'années un essor des méthodes de sélection de bandes qui prennent en compte l'application visée (classification pour la plupart) pour effectuer le choix, il existe peu de travaux qui prennent en compte les regroupements de bandes spectrales adjacentes et très corrélées, et encore moins qui tiennent compte de la diversité de la cible et du fond.

Une piste prometteuse consistera à appliquer aux critères de détection d'anomalies des mesures utilisées en optimisation robuste sous incertitudes, comme les quantiles. Une autre possibilité serait de combiner plusieurs critères d'optimisation, et de mettre à profit les algorithmes évolutionnaires

d'optimisation multidisciplinaire. Des méthodes de type bagging [4] pourraient également être envisagées pour améliorer la robustesse des résultats.

Fournitures et retombées attendues :

Nouveaux algorithmes de détection d'anomalies sur fonds texturés multispectraux + publication associée.

Méthodologie de prise en compte des incertitudes dans les critères d'optimisation du choix des bandes spectrales + publication associée. Ces travaux de sélection robuste de bandes spectrales optimales constituent un point clé du dimensionnement des futurs systèmes opérationnels multispectraux.

Bibliographie :

- [1] W. Zaremba, A. Gretton, M. Blaschko, *B-tests : Low variance Kernel Two-Sample Tests*, Neural Information Processing Systems, Lake Tahoe, United States, 2013.
- [2] S. Li, Y. Xie, H. Dai, L. Song, *M-Statistic for Kernel Change-Point Detection*, J. of Machine Learning Research 1, 1-48, 2016.
- [3] F. Maire, S. Lefebvre, *Detecting aircraft in low-resolution multispectral images: specification of relevant IR wavelength bands*, J. of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing 8 (9), 4509-4523, 2015.
- [4] J. Bi, K. P. Bennett, M. Embrechts, C. M. Breneman, M. Song, *Dimensionality reduction via sparse support vector machines*, Journal of Machine Learning Research, 3, 1229-1243, 2003.

Collaborations extérieures : E. Moulines et Zoltan Szabo du Laboratoire CMAP de l'Ecole Polytechnique

**Durée : 12 mois**

**Salaire net : environ 25 k€ annuel**

## PROFIL DU CANDIDAT

**Formation :** Doctorat en mathématiques appliquées

**Compétences souhaitées :**

- Statistiques
- Modélisation
- Optimisation
- Capacité de publication attestée.