

# IMPLÉMENTATION EFFICACE D'ALGORITHMES D'APPRENTISSAGE POUR LA TÉLÉDÉTECTION

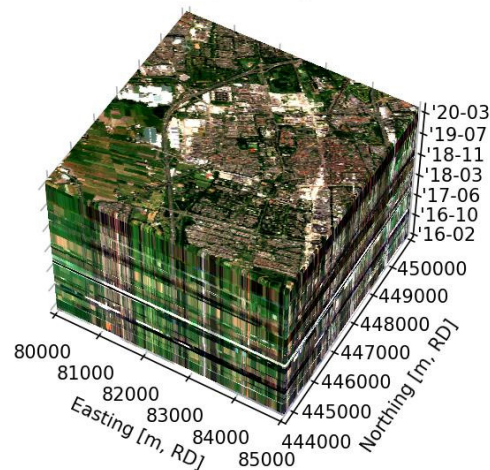


LISTIC



UNIVERSITÉ  
SAVOIE  
MONT BLANC

## SUJET DE STAGE DE MASTER 2



### 1. CONTEXTE

La télédétection est un domaine de recherche en pleine expansion. Les satellites d'observation de la Terre produisent des quantités de données de plus en plus importantes. Ces données sont ensuite traitées par des algorithmes de traitement d'image pour en extraire des informations utiles. Cette particularité est associée à des problématiques d'efficacité en termes de stockage des données et en termes de rapidité de calcul des algorithmes de traitements associés. Notamment, les données restent plus difficiles à manipuler que dans des domaines tels que la vision par ordinateur du fait d'un bruit de mesure plus important (dans les images par radar à Synthèse d'ouverture) et de par les ordres de grandeurs spatiales et temporelles des images considérées. Pour palier cela, des traitements se reposant sur des statistiques robustes, souvent multivariées, ont été développés dans les années récentes: [Collas, 2022, Mian et al., 2019, Zhong et al., 2017].

Le fonctionnement de ces méthodes repose sur l'estimation d'une matrice de covariance sur un voisinage de pixels (spatial/temporel ou les deux) et de son utilisation comme information pour le traitement (détection de changements/classification, etc). Ces méthodes sont efficaces mais nécessitent un temps de calcul important et une grande quantité de mémoire pour pouvoir être appliquées sur des données réelles.

On veut s'intéresser dans ce stage à améliorer la performance de calcul d'algorithmes de détection de changements et de classification d'images SAR et/ou hyperspectrales. Le principal point bloquant à l'heure actuelle concerne l'implémentation réalisée de manière non-efficace en

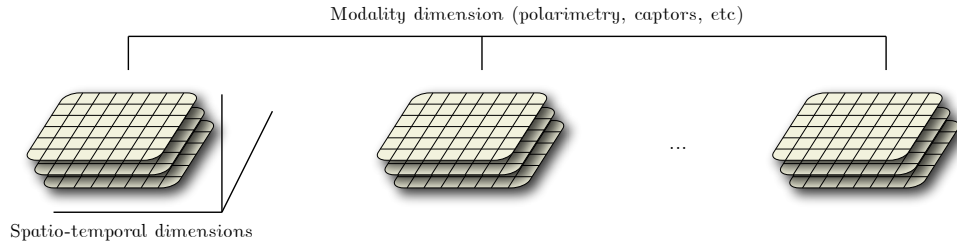


FIGURE 1. Illustration des données considérées

python natif avec la librairie numpy. L'objectif de ce stage est alors de s'intéresser à différentes techniques qui permettent d'améliorer le temps de calcul en pratique afin de pouvoir appliquer ces méthodes sur des données réelles à grande échelle.

## 2. TRAVAIL PROPOSÉ

Deux axes de travail sont proposés en parallèle:

**2.1. Développement d'un processus de benchmarking objectif.** Pour pouvoir développer des algorithmes efficaces, il est d'abord nécessaire de définir des critères en amont qui permettent de valider les implémentations faites. L'objectif étant à terme de pouvoir exploiter ces algorithmes en pratique sur des données réelles d'images de télédétection. Pour ce faire, une revue de littérature sera effectuée au début du stage<sup>1</sup> pour ensuite développer des outils qui automatisent les tests et permettent de comparer les performances des différentes implémentations.

Enfin, un processus de test sur données réelles sera développé pour pouvoir tester les algorithmes sur des vraies images. Notamment, on pourra s'intéresser à l'utilisation d'un système de base de données spatiotemporelles pour rationaliser l'accès aux données.

**2.2. Implémentation d'algorithmes d'apprentissage efficaces.** On s'intéressera dans un premier temps à une problématique de détection de changements sur des séries temporelles d'images SAR. Deux détecteurs basés sur la covariance seront considérés: [Conradson et al., 2003, Mian et al., 2019].

À partir d'implémentations en python on essaiera d'améliorer le temps de calcul grâce aux approches suivantes:

- Utilisation de compilateurs à la volée (jit) tels que JaX<sup>2</sup> ou numba<sup>3</sup>.
- Implémentation en langage C et interfaçage avec python à l'aide de Cython.
- Implémentation du calcul sur GPU avec notamment des stratégies de parcours de données.

Dans un deuxième temps, on s'attachera à classifier des images SAR et hyperspectrales (classification de terrain) en essayant de transposer les approches vues sur le problème plus simple de la détection de changement.

<sup>1</sup><http://www.cmap.polytechnique.fr/~nikolaus.hansen/benchmarking-and-experimentation-gecco17-slides.pdf> par exemple pour commencer.

<sup>2</sup><https://jax.readthedocs.io/en/latest/notebooks/quickstart.html>

<sup>3</sup><https://numba.pydata.org>

### 3. ENVIRONNEMENT SCIENTIFIQUE

3.1. **Lieu et durée.** Le stage se déroulera au sein du LISTIC, Université Savoie Mont Blanc à Annecy. La durée du stage varie entre 4 mois et 6 mois.

3.2. **Supervision.** Le stage sera encadré par Ammar Mian, Maître de conférences à l'Université Savoie Mont Blanc.

3.3. **Compétences requises.** Connaissance de python et de numpy. Des notions de C et de CUDA sont un plus. Intérêt pour la télédétection et les problématiques de traitement d'images, ainsi qu'éventuellement pour les problématiques d'optimisation et d'efficacité en calcul scientifique.

3.4. **Pour postuler.** Envoyer un CV et une lettre de motivation à ammar.mian@univ-smb.fr.

### REFERENCES

- [Anderson, 1962] Anderson, T. W. (1962). An introduction to multivariate statistical analysis. Technical report, Wiley New York.
- [Collas, 2022] Collas, A. (2022). Riemannian geometry for statistical estimation and learning: application to remote sensing.
- [Conradsen et al., 2003] Conradsen, K., Nielsen, A. A., Schou, J., and Skriver, H. (2003). A test statistic in the complex wishart distribution and its application to change detection in polarimetric sar data. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 41(1):4–19.
- [Mian et al., 2019] Mian, A., Ginolhac, G., Ovarlez, J.-P., and Atto, A. M. (2019). New robust statistics for change detection in time series of multivariate sar images. *IEEE Transactions on Signal Processing*, 67(2):520–534.
- [Zhong et al., 2017] Zhong, N., Yang, W., Cherian, A., Yang, X., Xia, G.-S., and Liao, M. (2017). Unsupervised classification of polarimetric sar images via riemannian sparse coding. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 55(9):5381–5390.