

Projet commun TIFO/PRSTIM

Jonathan FABRIZIO, Élodie PUYBAREAU & Guillaume TOCHON

Objectif général

Le but de ce projet est d'appliquer conjointement les techniques abordées lors du cours de traitement d'images fondamental et du cours de proba/stats pour l'image. Les données, "empruntées" sur le site de l'ESA (*European Space Agency*), sont des images satellitaires acquises par un satellite Sentinel-2¹ dans le cadre de la mission Copernicus². Les problématiques du projet sont "jouets", mais néanmoins très proches (dans la manière dont vous allez devoir les aborder et les résoudre) d'applications réelles et fréquemment rencontrées en imagerie satellitaire (à savoir, la détection et le monitoring des changements pour une scène donnée).

Vous pourrez choisir de travailler, au choix³, sur l'un des deux jeux de données suivants :

Jeu de données 1⁴

Le premier jeu de données est constitué de deux images acquises au dessus du lagon de Venise à presque un an d'intervalle (19/04/2019 et 13/04/2020). Les deux images sont parfaitement recalées. En 2019, le trafic maritime est clairement visible (traces des bateaux dans les canaux + bateaux de croisière dans le port), alors qu'il est quasi nul en 2020 (confinement en Italie à cause de la pandémie de Covid19). Les autres changements majeurs entre les deux dates concernent la couleur de l'eau dans le lagon (beaucoup plus claire en 2019 du fait du trafic maritime, générant des sédiments en suspension dans l'eau), l'état de verdure de la végétation, et l'orientation des ombres sur les toits de la ville.

Objectif : Détecter (segmenter) et comptabiliser automatiquement les bateaux présents sur les deux images.



(a)



(b)

FIGURE 1 – Image satellite du lagon de Venise prise (a) en avril 2019, et (b) en avril 2020.

Jeu de données 2⁵

Le deuxième jeu de données est constitué de quatre images acquises au dessus de champs de tulipes, dans le sud des Pays-Bas, à 5 jours d'intervalle en avril 2020. Les images sont quasiment recalées,

1. <https://eos.com/sentinel-2/>
2. https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Overview3
3. Mais libre à vous de travailler sur les deux :)
4. https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2020/04/Deserted_Venetian_lagoon
5. https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2020/04/Dutch_tulip_fields_come_into_bloom

mais un petit décalage existe encore, et devra être pris en compte. La séquence temporelle montre la floraison des champs de tulipes (passant d'une couleur verte ou marron aux différentes teintes de rouge et jaune), ainsi que leur récolte pour certains champs (dont la couleur redevient vert/marron).

Objectif : Déetecter (segmenter) automatiquement les différents champs de tulipe, et les catégoriser en fonction de la couleur des tulipes (jaune/orange/rouge).

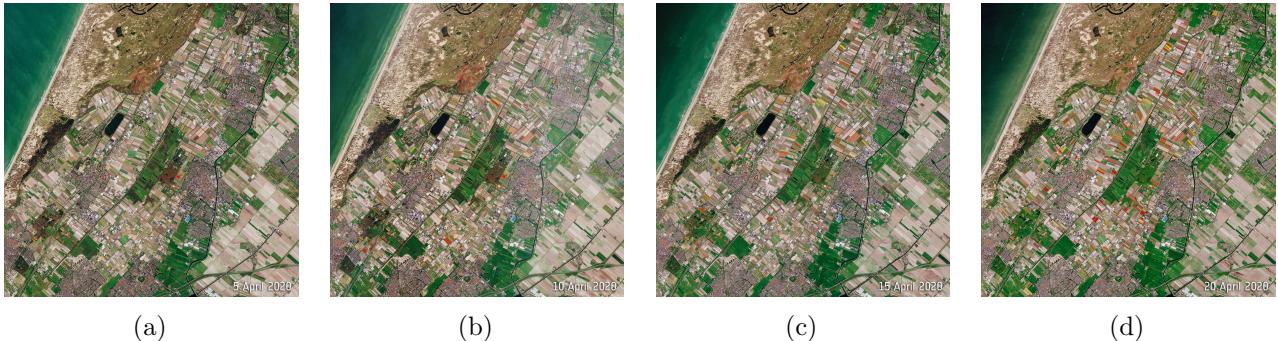


FIGURE 2 – Image satellite des champs de tulipes le (a) 05/04/2020, (b) 10/04/2020, (c) 15/04/2020 et (d) 20/04/2020

Quelque soit le jeu de données : Dans les deux cas, la scène est relativement grosse (1000×500 pour le premier jeu de données, et 1364×1365 pour le second). À vous de gérer cette taille, qui peut être problématique pour certains calculs que vous pourriez faire.

Objectifs et attendus côté PRSTIM

Dans les deux cas, l'objectif peut se formuler comme une détection de changement entre les différentes dates d'acquisition, qui s'exprime très bien avec le formalisme des tests d'hypothèses. Dans ce cas, l'hypothèse nulle \mathbf{H}_0 correspond à l'absence de changement, l'hypothèse alternative \mathbf{H}_1 modélisant donc le changement.

Le succès (ou l'échec) d'un test d'hypothèses revient donc à trouver les bonnes densités de probabilités à attribuer aux hypothèses \mathbf{H}_0 et \mathbf{H}_1 , à déterminer la statistique correspondante ainsi que le seuil optimal, et enfin à appliquer correctement le test (pixel par pixel ou patch par patch?).

À vous, donc, de régler toutes ces questions en fonction des pré-traitements que vous aurez effectués en amont de la détection de changement. Évidemment, chaque choix que vous ferez pour la mise en œuvre du test doit être discuté/argumenté.

Objectifs et attendus côté TIFO

Pour la partie TIFO, c'est principalement les méthodes de traitement d'images utilisées, en renfort des tests d'hypothèses, qui seront évaluées. La partie tests d'hypothèses seule ne suffit pas pour avoir des résultats satisfaisants. Vous devez donc mettre en application des méthodes de filtrage, de morphologie mathématique, d'espaces couleurs, de recalage, etc., toujours en les justifiant (n'utilisez pas une méthode pour dire que vous l'avez utilisée...).

En plus des objectifs de chaque projet, pour la partie TIFO uniquement, deux nouveaux objectifs sont demandés :

- **Commun aux deux projets :** La date d'acquisition est incrustée dans l'image. Vous devez créer une méthode *universelle* afin de l'extraire : cette méthode doit fonctionner sur toutes les images, qu'elles proviennent du projet 1 ou 2.
- **Pour le projet 1 :** vous devrez également segmenter l'eau.

Là encore, nous jugerons de l'utilisation des approches utilisées en terme de traitement d'images.

Modalités, rendu et évaluation

Le travail est à faire par groupe de 2. Le rendu est fixé au 31 juillet, probablement sur la page Moodle de PRSTIM (ce point vous sera confirmé ultérieurement).

Votre rendu sera composé d'un notebook jupyter détaillant et illustrant les différentes étapes de votre méthode. Les données qui seront utilisées pour évaluer votre notebook sont les données brutes (telles qu'elles vous sont fournies). Donc ne les modifiez pas en dur pour développer votre méthode.

Votre algorithme **doit** implémenter au moins un test statistique (pour que la composante PRSTIM puisse être évaluée par ce projet). Libre à vous d'essayer d'attaquer le problème en parallèle avec uniquement des méthodes de traitement d'images pures. Comme n'importe quelle application de traitement d'images mettant en œuvre des données réelles, il est fort possible qu'une solution parfaite n'existe pas. Le but est donc de trouver une solution s'approchant au plus près du résultat théorique idéal.

En ce qui concerne l'évaluation, elle sera double : les enseignants de TIFO évalueront la partie traitement d'images, et l'enseignant de PRSTIM évaluera la partie test statistique, ce qui générera deux notes (une pour TIFO et l'autre pour PRSTIM, vous suivez ?). Seront évalués de manière à peu près égale l'aspect algorithmique de votre solution (pertinence des différentes étapes de votre méthode), ainsi que l'aspect rédactionnel (lisibilité et clarté du notebook, explication et justification des différentes étapes de votre méthode).