

## Détection et classification d'arbres à partir d'imagerie haute résolution de forêts

Mon choix est dû à mon intérêt pour le traitement d'images et à l'opportunité de me pencher sur le cas particulier du Parc Naturel Régional du Morvan auquel je porte un intérêt particulier et qui est actuellement menacé dans sa diversité forestière par la monoculture du pin de Douglas.

Le suivi de la répartition des espèces au sein des zones forestières à des applications nombreuses : gestion des ressources, protection de la biodiversité, prédiction des incendies, etc... Les études de terrain peuvent se révéler longues ou imprécises. L'analyse automatisée d'imagerie haute définition (de plus en plus accessible) est donc prometteuse.

### Positionnement thématique (ETAPE 1)

*INFORMATIQUE (Informatique pratique), MATHEMATIQUES (Mathématiques Appliquées).*

### Mots-clés (ETAPE 1)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>Espace d'échelle</i>	<i>Scale-space</i>
<i>Détection</i>	<i>Detection</i>
<i>Apprentissage automatique</i>	<i>Machine learning</i>
<i>Classification</i>	<i>Classification</i>
<i>Arbre</i>	<i>Tree</i>

### Bibliographie commentée

L'analyse automatisée d'imageries aériennes de zones forestières complémente voir remplace les traditionnelles études de terrain. Elle vise à identifier les cimes des arbres, les houppiers en obtenant leur position et éventuellement leur rayon ou leur forme et des caractéristiques telles que l'espèce ou l'âge. La disponibilité croissante depuis les années 2000 de photographies aériennes et satellite a donné lieu à de nombreuses analyses sur différents types de végétation allant de plantations monospécifique [5] à la forêt amazonienne [7]. Ces images peuvent être remplacées par de l'imagerie multispectrale ou de la télédétection par laser (lidar), plus précise, auquel cas les techniques employées diffèrent.

Différentes approches pour la détection à partir d'image RGB ont été envisagées et se divisent en trois catégories. À l'exception de la dernière, elles exploitent la luminance ie, les images sont converties en niveau de gris : la détection d'extremums locaux formés de pixels lumineux associés au centre des houppiers, la détection de frontières formées de pixels peu lumineux associés au contour des houppiers, et plus récemment l'emploi de l'apprentissage automatique. Mon approche initiale du problème coïncidant avec les travaux fondateurs de la première catégorie, j'ai poursuivi dans cette direction.

Cette technique a ses limitations : elle ne permet pas d'estimer la taille des arbres détectés et

lorsque la surface de ces derniers est trop irrégulière (branchage, forme particulière, surface particulièrement larges, etc.) plusieurs maximums locaux peuvent exister, résultant en plusieurs détections pour un même arbre. L'utilisation de filtres gaussiens floutant l'image permet de remédier à ce dernier problème en éliminant les détails fins non-pertinents, mais seuls les arbres ayant un rayon adapté au filtre sont détectés, ce qui est un inconvénient lorsque différentes espèces de rayons différents sont présents dans l'image.

Un compromis réside en la théorie de l'échelle d'espace [2] qui permet de détecter des points caractéristiques et leur rayon caractéristique indépendamment de leur échelle et qui a été employé par certains chercheurs. L'exploitation de cette méthode nécessite un paramétrage fin à déterminer manuellement, dépendant fortement du type d'objet à identifier.

La détection est souvent accompagnée d'une délinéation plus précise des houppiers. La segmentation par ligne de partage des eaux avec marqueurs est communément employée, mais des variations existent [6]. Elle interprète la luminosité de l'image comme une carte topographique et simule une inondation ayant pour origine les marqueurs, ici les arbres. L'eau finit par suivre la forme des arbres.

Un réseau neuronal convolutif (CNN) est un type de réseau de neurones permettant de traiter des images. Il se différencie par l'ajout d'une couche de convolution en entrée : des produits de convolution permettant d'extraire des caractéristiques de l'image sont réalisés entre l'image et une ou plusieurs fonctions puis le résultat est traité par un réseau de neurones classique. Une telle technique permet de classer des arbres selon leur l'espèce. Les images, qui peuvent être des arbres dans leur entièreté ou des gros plans de feuillage [1] sont parfois accompagnées d'informations supplémentaires. Toutefois, une résolution très élevée (50 cm/pixel) [1] et un nombre important (2000) d'images [4] peuvent être nécessaires pour obtenir des résultats précis.

## **Problématique retenue**

Dans quelle mesure la recherche d'extremums permet-elle de détecter simultanément des espèces variées d'arbres à partir d'imagerie haute résolution. Et est-il possible de les classer à l'aide d'un réseau de neurones entraîné avec peu d'images ou des images de faible résolution ?

## **Objectifs du TIPE**

1. Mettre au point une méthode de détection des arbres et de leur rayon à partir d'image aérienne de forêts.
2. Entraîner un réseau de neurone pour classer selon l'espèce des images de houppier.
3. Appliquer ces techniques au Parc Naturel Régional du Morvan.

## **Références bibliographiques (ETAPE 1)**

[1] SEBASTIAN EGLI ET MARTIN HÖPKE : CNN-Based Tree Species Classification Using High Resolution RGB Image Data from Automated UAV Observations : *Remote Sensing* 12.23 (nov. 2020), p. 3892. doi : 10.3390/rs12233892

- [2] TONY LINDBERG : Scale-Space Theory in Computer Vision : *Springer US*, 1994. doi : 10.1007/978-1-4757-6465-9
- [3] MILAD MAHOUR, VALENTYN TOLPEKIN ET ALFRED STEIN : Automatic Detection of Individual Trees from VHR Satellite Images Using Scale-Space Methods : *Sensors* 20.24 (déc. 2020), p. 7194. doi : 10.3390/s20247194
- [4] SOWMYA NATESAN, COSTAS ARMENAKIS ET UDAYA VEPAKOMMA : RESNET- BASED TREE SPECIES CLASSIFICATION USING UAV IMAGES : *SPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences XLII-2/W13* (juin 2019), p. 475-481. doi : 10.5194/isprs-archives-XLII-2-W13-475-2019
- [5] BIPUL NEUPANE, TEERAYUT HORANONT ET NGUYEN DUY HUNG : Deep learning based banana plant detection and counting using high-resolution red-green-blue (RGB) images collected from unmanned aerial vehicle (UAV) : *PLOS ONE* 14.10 (oct. 2019), p. 1-22. doi : 10.1371/journal.pone. 0223906
- [6] ABDULLAH H. OZCAN ET AL. : Multiscale tree analysis from satellite images : 2015 7th International Conference on Recent Advances in Space Technologies (RAST). IEEE, juin 2015. doi : 10.1109/rast.2015.7208353
- [7] FABIEN HUBERT WAGNER ET AL. : Individual tree crown delineation in a highly diverse tropical forest using very high resolution satellite images : *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 145 (2018). SI : Latin America Issue, p. 362-377. issn : 0924-2716. doi : https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2018.09.013

## DOT

- [1] *Modélisation d'un arbre et écriture d'algorithmes naïfs. (détection de contours, étude de la luminance, etc...)*
- [2] *Recherche bibliographique sur la détection de blob et découverte de la théorie de l'espace d'échelle.*
- [3] *Étude de la théorie et recherche de littérature l'utilisant pour détecter des arbres. Écriture en Python d'un algorithme de détection utilisant les fonctions fournies par les module Numpy et Scipy.*
- [4] *Étude approfondie du produit de convolution pour remplacer les librairies par ma propre implémentation et amélioration de la complexité du programme.*
- [5] *Étude du fonctionnement d'un réseau de neurone et écriture d'un perceptron pour classifier selon l'espèce des images de houppier. Toutefois, il ne traite pas à ce jour les images et la bibliothèque Tensorflow est utilisée pour réaliser les tests sur images.*
- [6] *Application au Parc Naturel Régional du Morvan fournissant des exemples pertinents et comparaison des résultats avec la littérature.*