

# Détection et identification d'arbre à partir d'imagerie satellite

Augustin Albert

2 mai 2021

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Détection des houppiers</b>	<b>2</b>
1.1	Laplacien du gaussien et approche multi échelle . . . . .	2
1.2	Mise en place de l'algorithme . . . . .	3
1.3	Évaluation des résultats . . . . .	5
<b>2</b>	<b>Identification des espèces</b>	<b>5</b>
2.1	Méthodologie de construction d'une base de données fiable . . . . .	5
2.2	entraînement et quelle type de modèle . . . . .	5
<b>3</b>	<b>Prolongements envisageables</b>	<b>6</b>
	<b>Références</b>	<b>6</b>
<b>A</b>	<b>Compléments</b>	<b>6</b>
<b>B</b>	<b>Résultats</b>	<b>6</b>
<b>C</b>	<b>algorithmes</b>	<b>6</b>

## Introduction

L'étude et le suivi de la répartition des espèces au sein de larges zones forestières est un problème complexe aux applications nombreuses : gestion des ressources naturelles, protection de la biodiversité, etc... Les études de terrain peuvent se révéler longues, coûteuses et imprécises du à la nécessité d'interpoler les données recueillies. Parvenir à automatiser ce processus est donc un enjeu critique.

Les techniques existantes reposent sur l'utilisation de données satellite ou aériennes : L'utilisation d'images est une méthode peu coûteuse nécessitant peu de matériel et pas d'intervention sur le terrain lorsque des images satellites récentes de résolution suffisantes, qui deviennent de plus en plus accessibles.

UAV Lidar

Intro : Méthode naïve ( les présentations) de detection des zones plus lumineuses. La luminosité des arbres peut beaucoup varier sur une meme image (à moins d'avoir des images de haute qualité "prise en une seule fois" (ex papier). Une solution = Détection de blobs. 2 problemes : -différence de luminosité et différence d'échelle. Citer algo pour. de pixels plus lumineux que leur voisins correspondants aux houppiers

## Objectifs du TIPE

1. implementer un algorithme de détection et de délimitation de houppiers (Cime d'arbres) basé sur des images satellites de resolution "moyenne" à l'aide de la théorie de l'Espace d'échelle (« Scale-space »)
2. entraîner un reseau neurone à l'aide de la bibliothèque Tensorflow afin d'identifier des espèces à partir d'images de houppiers de basse résolution
3. appliquer ces derniers au parc ... présentant une variété d'espèces et des paternes plus ou moins réguliers pour confronter les résultats obtenus aux données de terrain et aux techniques existantes.

-limitation à des images aériennes : pourquoi(moins coûteux, accessible sur internet, différents modes d'acquisitions, enjeux/difficultés -d'une part à concevoir ... pour detecter les a -d'autre part à l'utiliser pour construire une base de donné permettant identification ultérieure sur la base du machin learning -application au site du parc regional...

## 1 Détection des houppiers

### 1.1 Laplacien du gaussien et approche multi échelle

+detection de blobs Afin de prendre en compte des houppiers dont le diamètre peut varier considérablement entre les différentes espèces mais aussi au sein d'une même espèce, une approche multi-échelle est nécessaire. Nous utiliserons la théorie échelle-temps développée par (Lindbergh).

Celle-ci consiste à lisser l'image original de manière répétée pour générer une pyramide d'échelle qui sera exploitée ultérieurement. L'image originelle est lissée et éventuellement sous-échantillonnée autant de fois que nécessaire au moyen d'un filtre gaussien dont le paramètre d'échelle  $\sigma$  est multiplié à chaque étape par un ratio fixe. ( Voir 1 ) Cela revient à convoluer l'image par la fonction gaussienne suivante :

$$G_{\sigma} := \frac{1}{2\pi\sigma^2} \exp\left(-\frac{x^2 + y^2}{2\sigma^2}\right)$$

On applique alors un opérateur laplacien normalisé aux images résultante afin d'obtenir la pyramide d'échelle du laplacien du Gaussien ( "LoG" ). L'image obtenue à chaque niveau est alors la convolution de l'image originelle par la fonction Log :



FIGURE 1 – Exemple de pyramide d'image, Original, CC BY-SA 1.0

$$LoG_{\sigma} := -\frac{1}{\pi\sigma^4} \left(1 - \frac{x^2 + y^2}{2\sigma^2}\right) \exp\left(-\frac{x^2 + y^2}{2\sigma^2}\right)$$

En pratique, le LoG est approximé par la différence du gaussien ( "DoG" ) obtenue en réalisant la différence des images floutées entre chaque niveau de la pyramide d'échelle. (D'où la nécessité de ne pas sous échantillonner les images intermédiaires pour qu'elles conservent la même dimension)

La pyramide d'échelle de l'opérateur LoG permet d'extraire des caractéristiques indépendamment de leur échelle en exploitant la réponse de l'opérateur LoG appliqué à un signal échelon. ( Voir 2 ). Lorsque le rayon caractéristique du blob  $r$  varie, le minimum (maximum en valeur absolue) du LoG est atteint au centre du blob. Lorsque le paramètre  $\sigma$  varie, la réponse au centre est minimale lorsque  $r$  est relié à  $\sigma$  par la relation  $\sigma = \frac{r}{\sqrt{2}}$ . La réponse du LoG non normalisé s'atténuant lorsque  $\sigma$  augmente, l'opérateur est multiplié par  $\sigma^2$  pour que la réponse soit indépendante de l'échelle.

La détection des blobs se ramène ainsi à la recherche d'un minimum local relativement à l'espace et global relativement à l'échelle pour identifier à la fois les centres des houppliers et la taille caractéristique de leur rayon.

## 1.2 Mise en place de l'algorithme

L'algorithme envisagé à été implémenté à l'aide du langage Python et utilise la bibliothèque Numpy afin d'accélérer le traitement des tableaux. Son fonctionnement est le suivant :

1. L'image à traiter est convertie en nuance de gris et éventuellement inversée afin que le fond soit plus clair que les houppliers. (une intervention humaine est nécessaire).

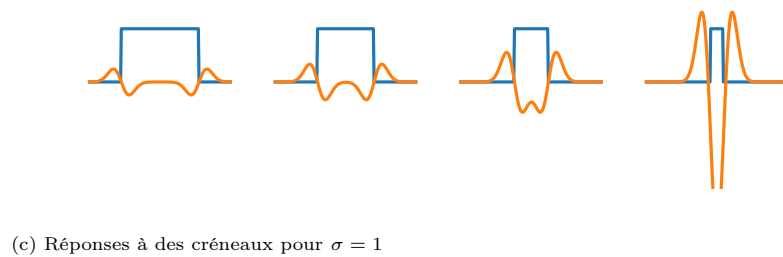
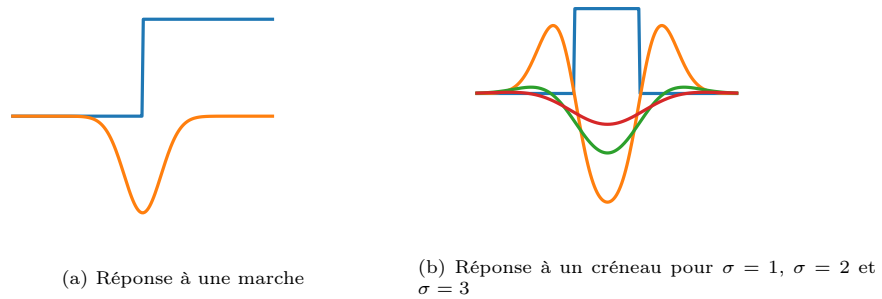


FIGURE 2 – Réponse de l'opérateur LoG à différents signaux

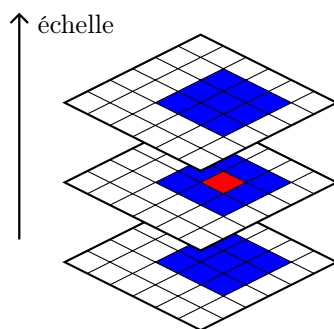


FIGURE 3 – Calcul des minimums dans la pyramide d'échelle de l'opérateur DoG

2. La pyramide d'échelle de l'opérateur DoG est générée et stockée dans un tableau Numpy à 3 dimension. Les noyaux de Gauss et la convolution ont été implémenté en exploitant la séparabilité du filtre de Gauss pour accélérer le calcul mais en définitive la convolution fourni par le module Scipy à été utilisée.
3. En pratique, différentes détection peuvent avoir lieu dans la même colonne. Le maximum relatif à l'échelle devient alors local et des multiples détections n'est conservé que celle de rayon caractéristique maximal. Les minimums sont donc calculé en parcourant le tableau par échelle décroissante ( Du plus flouté au moins flouté ) afin de ne conserver que les houppiers de rayon maximum lors d'éventuels chevauchements. Chaque case du tableau étant comparée à ses 26 voisins uniquement ( Voir 3 )

3 paramètres permettent d'ajuster les résultats. La sélection des paramètres dépend fortement du (très heuristique comme méthode, nécessite des essais => la méthodes n'est pas complètement automatique. (dépend de la taille caractéristique des arbres, de l'échelle choisie) donner les paramètre pour l'échelle et tout.

facteur limitant i choix final des paramètres : + image utilisées (taille des arbres sur le terrain et échelle de l'image)

### 1.3 Évaluation des résultats

-évaluation de la complexité -propres résultats faire tableau 3 colonnes pour les trois images différentes -comparaison avec les résultats des papiers

## 2 Identification des espèces

Choix du machin learning comme dans de nombreux papiers (meme si pas les memes donnees de base) Propre implementation développé mais aps complet et ne permet pas à ce jour de traiter efficacement des images (maque le truc de convolution et reste lent en comparaison des systemes professionnels) Le choix s'est donc porté sur Tensorflow.

### 2.1 Méthodologie de construction d'une base de donnée fiable

Il aurait été fastidieux d'étiquetter à la main un nombre important d'images de basses résolution. - géoportail (verif autorisation... cé) et extration sur des zones ou la couverture d'espèce est uniforme : res — images triées en 2

### 2.2 entraînement et quelle type de modèle

-citer papier , à la main car ici le cas est plus simple mais l'on pourrais généraliser. (différence avec eux)

### 3 Prolongements envisagables

Différents prolongement serait envisagables : -Sensible aux ... séparer préalablement et éventuellement grossièrement les zones forestières des zones d'habitation ou industrielle. Même une route bétonnée peut éventuellement altérer les résultats. batiement/contruction quo fausserait les resultat. De plus obtient qu'un cercle autour des arbres -une methode watershed segmentation avec marqueurs que l'on à trouvé pourrait etre envisagble pour delinéer parfaitement les arbres (voir papier)

### Références

[NAV19] Sowmya Natesan, Costas Armenakis, and Udaya Vepakomma. Resnet-based tree species classification using uav images. *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLII-2/W13 :475–481, 06 2019.

### A Compléments

Lien avec filtre basse fréquence (downsampling, pourquoi?) le filtre de gauss retire les hautes fréquences donc permet d' augmenter la fréquence d'échantillonnage 'théorme de shannon sans qu'il y ait d'artefacts.

### B Résultats

-résultats intermédiaire (pyramide de gauss) -les deux -douglas seul -feuillus seul -echantillon banque fourni pour feuillus -echantillon banque fourni pour douglas -echantillon aléatoire parmi des images non déjà vus

### C algorithmes

a faire : réaliser les tableaux de comparaison, mettre en forme le code écrire les preuves