

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

Augustin Albert

9 mai 2021

Table des matières

1	Détection des houppiers	2
1.1	L'approche multi échelle	2
1.2	Convolution et séparabilité du filtre gaussien	3
1.3	Mise en place de l'algorithme	4
2	Identification des espèces	5
2.1	Méthodologie de construction d'une base de données fiable	6
2.2	entraînement et quelle type de modèle	6
3	Évaluation des résultats	6
4	Prolongements envisageables	6
	Références	6
A	Compléments	6
B	Résultats	7
C	algorithmes	7

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 satellitaires récentes de résolution suffisantes, qui deviennent de plus en plus accessibles.

UAV LIdar -> méthodes plus simples qui ne requièrent que des images st HR. Différentes méthodes existent, détection de blob ? LoG

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

Objectifs du TIPE

1. implémenter un algorithme de détection et de délimitation de houppiers (Cime d'arbres) basé sur des images satellites de résolution "moyenne" à l'aide de la théorie de l'Espace d'échelle (« Scale-space »)
2. entraîner un réseau 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 patrons 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 détecter les a -d'autre part à l'utiliser pour construire une base de données permettant identification ultérieure sur la base du machine learning -application au site du parc régional...

1 Détection des houppiers

1.1 L'approche multi échelle

Première approche : détection de contours pour séparer les arbres du fond ne suffit pas => ne produit pas nécessairement des contours permettant de séparer en région et ne donne pas d'information sur celles-ci. + problème forêt dense. On modélise alors un houppier par la figure hum.

Nécessaire de détecter les amas de pixels

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 (Petersen).

Celle-ci consiste à lisser l'image originale 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

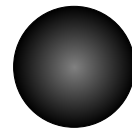


FIGURE 1 –
Modélisation
d'un houppier

gaussien dont le paramètre d'échelle σ est multiplié à chaque étape par un ratio fixe. (Voir 2) Cela revient à convoluer l'image par la fonction gaussienne suivante :

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



FIGURE 2 – Exemple de pyramide d'image, Original, CC BY-SA 1.0

Dans la littérature, ce ratio est 2. Puisque la taille de l'image est réduite de moitié à chaque étape, chaque niveau est appelé octave en référence à la théorie musicale. Il peut être intéressant de rajouter des intervalles supplémentaires, ce qui est fait dans la suite. On dispose donc de 3 paramètres : σ , le nombre d'octave o et le nombre d'intervalle pour chaque octave i . La hauteur (nombre de niveau de la pyramide) est alors $o \times i$ et le ratio $2^{\frac{1}{i}}$.

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 :

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

En pratique, le LoG est approximé par la différence du gaussien ("DoG") obtenue en réalisant la difference des images floutées entre chaque niveau de la pyramide d'échelle. (D'ou 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 3). 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 σ varie, la réponse au centre est minimale lorsque r est relié à σ par la relation $\sigma = \frac{r}{\sqrt{2}}$. La réponse du LoG non normalisé s'atténuant lorsque σ augmente, l'opérateur est multiplié par σ^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 houppiers et la taille caractéristique de leur rayon.

attention => bien préciser que ca simplifie les calculs de faire de proche en proche.

1.2 Convolution et séparabilité du filtre gaussien

If a filter is separable, we can decompose such filter into a sequence of two 1D filters in different directions (usually horizontal, and then vertical). Each pass filters with a 1D filter, first with M, and then the second pass with N taps, in

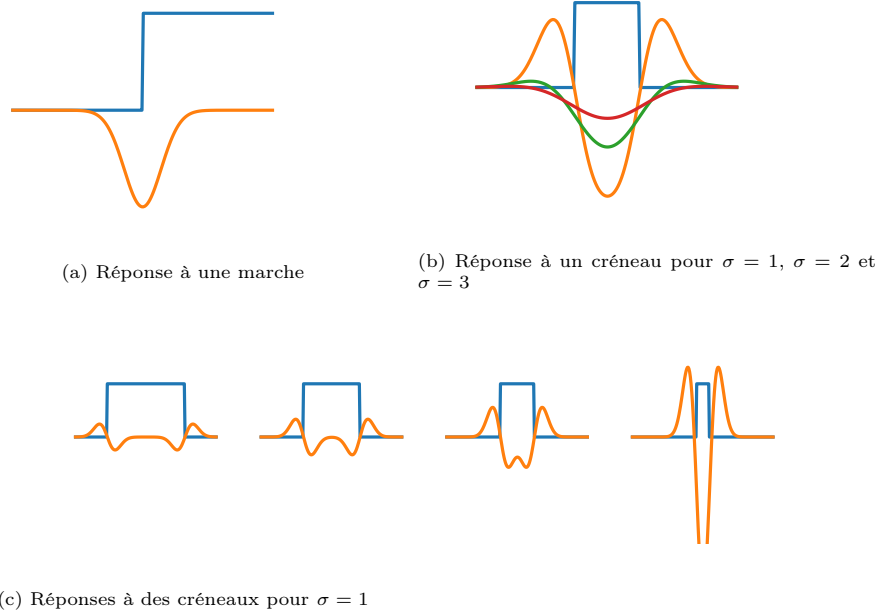


FIGURE 3 – Réponse de l'opérateur LoG à différents signaux

total $M+N$ operations. This requires storing the intermediate results – either in memory, or locally (line buffering, tiled local memory optimizations). While you pay the cost of storing the intermediate results and synchronizing the passes, you get linear and not quadratic scaling. Therefore, typically for any filter sizes larger than 4×4 (depends on the hardware, implementation etc) using separable filters is going to be significantly faster than the naive, non-separable approach.

s'attarder sur la séparabilité des filtres, comment marche, preuve de la séparabilité du filtre

FFT pour accélérer les calculs mais pas nécessaire dans ce cas. Taille du filtre > internet

1.3 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 houpriers. (une intervention humaine est nécessaire).
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 4)

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)

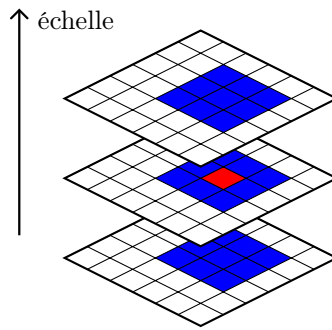


FIGURE 4 – Calcul des minimums dans la pyramide d'échelle de l'opérateur DoG

2 Identification des espèces

L'identification d'espèce est un problème de reconnaissance de forme ("pattern recognition") pour lequel les algorithmes d'apprentissage automatique excellent. Dans le cadre de notre problème, toutes les espèces présentes sur le site du parc ... sont connues. Le choix se porte donc sur un apprentissage de type supervisé. Un algorithme de reseau de neurones à été écrit, mais celui-ci ne permettant pas à ce jour le traitement d'image, la bibliothèque Tensorflow à été utilisée à la place.

2.1 Méthodologie de construction d'une base de données fiable

Il aurait été fastidieux d'étiqueter à la main un nombre important d'images de basses résolution. - géoportail (verif autorisation... cé) et extraction 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 pourrait généraliser. (différence avec eux)

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

4 Prolongements envisageables

Différents prolongement serait envisageables : -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 qui fausserait les resultat. De plus obtient qu'un cercle autour des arbres -une methode watershed segmentation avec marqueurs que l'on a 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 'théorème 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