

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	7
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

On modélise un houppier par la figure hum. Il s'agit alors de repérer les amas circulaires de pixels plus lumineux que leur voisins : les blobs. Le diamètre des houppiers peut varier considérablement selon l'espèce et au sein d'une même image et la luminosité au centre des blobs n'est pas constante. Un seuillage de la luminosité est donc à exclure et une simple détection de contours se révèle peu précise lorsque la couverture forestière est dense. Une approche multi-échelle est donc nécessaire. Nous utiliserons la théorie échelle-temps développée par (??indbergh).

L'idée est de générer à partir d'un signal d'origine une famille de signaux dont les détails fins disparaissent progressivement. Aucune opération ne doit donc faire apparaître d'artefacts supplémentaires.

L'image originale est lissée de manière répétée au moyen d'un filtre gaussien aux propriétés de lissage exceptionnelles pour générer la pyramide d'échelle qui

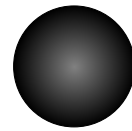


FIGURE 1 –
Modélisation
d'un houppier

sera exploitée ultérieurement. (Voir 2)



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

Les fonction gaussiennes utilisées sont paramétrées par le paramètre d'échelle σ :

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

À chaque étape, σ est multiplié par un ratio fixe (2 dans la littérature). Puisque la résolution de l'image est réduite de moitié à chaque étape, chaque niveau est appelé octave en référence à la théorie musicale. Il peut être utile 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 $2^{\frac{1}{i}}$.

Un opérateur laplacien normalisé est appliqué aux images résultante afin d'obtenir la pyramide d'échelle du laplacien du Gaussien ("LoG").

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

La pyramide d'échelle de l'opérateur LoG permet d'extraire des zones d'intérêt indépendamment de leur taille 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 $\sqrt{2}\sigma = r$. La réponse du LoG non normalisé s'atténue 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.

1.2 Convolution et séparabilité du filtre gaussien

Ces opérations se traduisent par le produit de convolution discret de l'image par les fonctions G_{σ} et le laplacien ou directement par la fonction LoG_{σ} . Les considérations suivantes permettent de réduire le nombre d'opérations élémentaires du programme :

- L'opérateur LoG est bien approximé par la différence des gaussiennes ("DoG") obtenue en réalisant la différence des niveaux successifs de la pyramide d'échelle.
- Une gaussienne prend presque toutes ses valeurs dans un intervalle centré de largeur 3 fois l'écart-type σ . On utilise alors un noyau gaussien de taille $1 + 3 \times E(\sigma)$

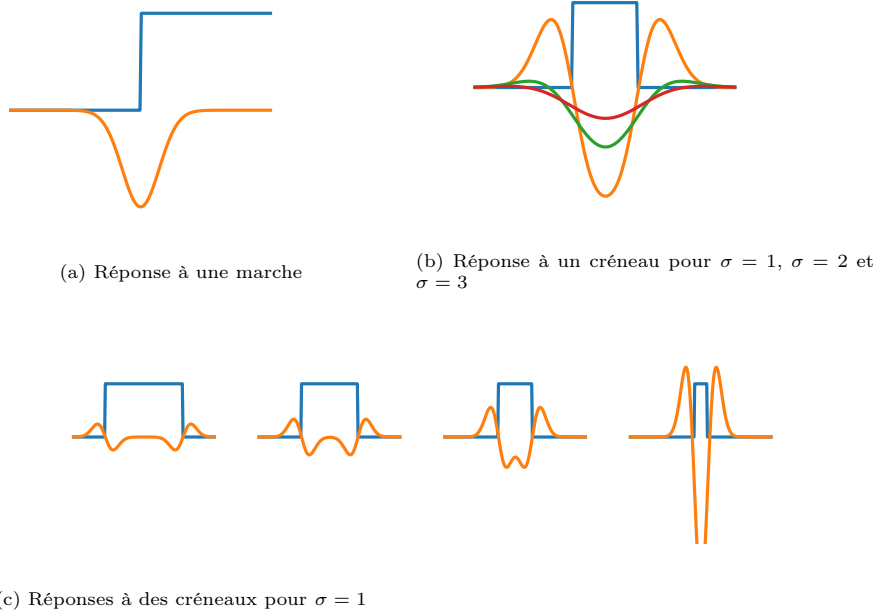


FIGURE 3 – Réponse de l'opérateur LoG à différents signaux. (Convolution des signaux par l'opérateur LoG 1D)

- On considère un noyau gaussien de taille $h \times h$. Le produit de convolution pour une image de taille $N \times M$ nécessite $nm \times h^2$ opérations élémentaires. Le filtre de Gauss étant séparable : $G_\sigma(x, y) = G_{1D,\sigma}(x) \times G_{1D,\sigma}(y)$ où $G_{1D,\sigma}(y) := \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp(-\frac{y^2}{2\sigma^2})$, on décompose le calcul en deux étapes. On réalise la convolution de l'image avec $G_{1D,\sigma}(x)$ puis la convolution du résultat avec $G_{1D,\sigma}(y)$, soit $nm \times 2h$ opérations au prix d'espace mémoire supplémentaire.
- Lisser équivaut à atténuer l'amplitude des basse fréquence du spectre. D'après le théorème de Shannon, il est donc possible de sous-échantillonner les images lissées sans perdre d'information. En sous-échantillonnant à chaque étape, calculer le produit de convolution d'un niveau donné à partir du niveau précédent permet de réduire le nombre d'opération. (-FFT) si temps

1.3 Mise en place de l'algorithme

L'algorithme envisagé à été implémenté à l'aide du langage Python. 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.

2. La pyramide d'échelle de l'opérateur DoG est générée et stockée dans un tableau Numpy à 3 dimension.
3. En pratique, différentes détections 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)
1. Conversion en nuance de gris (Inversion éventuelle)
2. Génération de la pyramide d'échelle :
 - convolution par les filtre gaussien. Un
 - stockage dans un tableau Numpy 3D
3. Détection des minimums : différentes détections peuvent avoir lieu dans la même colonne donc pour conserver uniquement le houppier de rayon maximum lors d'éventuels chevauchements le tableau est parcouru par échelle décroissante, ie par rayon détectés décroissants (cf formule), chaque case est comparée à ses 26 voisins et on vérifie que les houppiers détectés ne débordent pas sur les précédents. En outre, seul les rayons supérieurs à un certain seuil sont conservés.
4. Extraction des houppiers : le rayon adapté est calculé d'après formule . Aucune délinéation supplémentaire n'est réalisé pour l'instant.

plus type de remplissage

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.

pour le site et l'échelle retenue.

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

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 réseau de neurones à été écrit, mais ne permet pas à ce jour le traitement d'image donc la bibliothèque Tensorflow à été utilisée à la place.

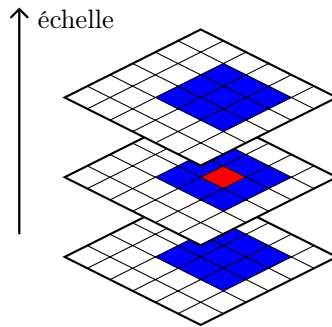


FIGURE 4 – Calcul des minimums dans la pyramide d'échelle de l'opérateur DoG

2.1 Méthodologie de construction d'une base de donnée fiable

Les images satellites proviennent de Geoportail.

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 envisagables

Différents prolongement sont 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 plus fidèlement 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 -échantillon banque fourni pour feuillus -échantillon banque fourni pour douglas -échantillon aléatoire parmi des images non déjà vus

C algorithmes

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