

Titre

Augustin Albert

10 mai 2021

Inserer la problematique

① Détection des houppiers

② Identification des espèces

③ Évaluation des résultats et prolongements envisageables

Modélisation des houppiers

Une approche élégante : la théorie de l'Espace d'échelle de Lindbergh



Figure – Modélisation d'un houppier

Différentes approches :

- ✗ seuillage de la luminosité
- ✗ détection simple de contours
- ✓ détection de blob



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

Principe de la théorie de l'Espace d'échelle

Générer une famille d'image dont les détails fins disparaissent progressivement : **la pyramide d'échelle**

⚠ Aucune génération d'artefacts supplémentaires
⇒ filtre gaussien

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

À chaque étape, σ est multiplié par un ratio.

3 paramètres :

- σ
- le nombre d'octave o
- le nombre d'intervalle i

Application de l'opérateur laplacien normalisé : pyramide d'échelle du LoG

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

On recherche dans la pyramide :

- minimum local relativement à l'espace
- minimum global relativement à l'échelle

On obtient :

- centre des houppiers
- rayons caractéristiques r :

$$\sqrt{2}\sigma = r$$

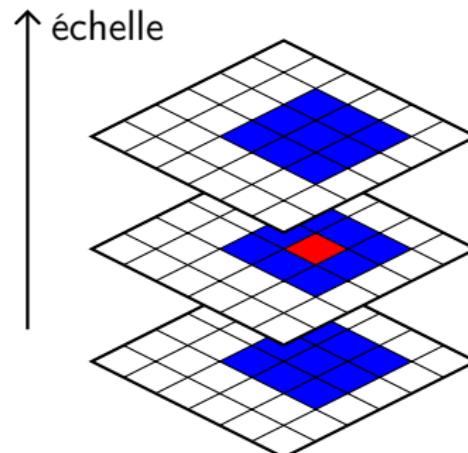
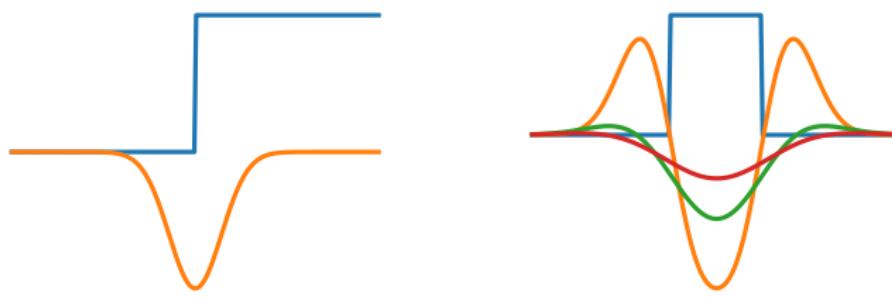


Figure – Calcul des minimums dans la pyramide d'échelle de l'opérateur DoG

Comportement du LoG



(a) Réponse à une marche

(b) Réponse à un créneau pour
 $\sigma = 1$, $\sigma = 2$ et $\sigma = 3$

Figure – Réponse de l'opérateur LoG à différents signaux

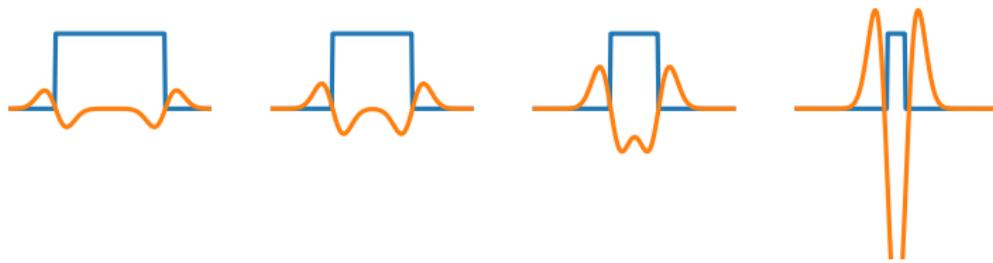
(a) Réponses à des créneaux pour $\sigma = 1$

Figure – Réponse de l'opérateur LoG à différents signaux

Convolution et séparabilité du filtre gaussien

Filtrage = Produit de convolution discrète Nombre d'opérations élémentaire : $\simeq NM \times h^2$

Réduction du nombre d'opérations :

- Approximation du LoG par la différence des gaussiennes ("DoG")
- Taille du noyau gaussien : $1 + 3 \times E(\sigma)$
- Noyau gaussien séparable $\Rightarrow NM \times 2h$
 $G_\sigma(x, y) = G_{1D, \sigma}(x) \times G_{1D, \sigma}(y)$ où $G_{1D, \sigma}(y) := \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp(-\frac{y^2}{2\sigma^2})$
- Sous-échantillonnage (théorème de Shannon)

Mise en place de l'algorithme

① Conversion en nuance de gris

② Génération de la pyramide d'échelle :

- creation du noyau gaussien
- convolution de l'image
- stockage dans un tableau Numpy 3D

③ Détection des minimums :

- parcours du tableau par échelle décroissante
- comparaison des cases aux 26 voisins
- élimination des chevauchements et des petits rayons

④ Extraction des houppiers

Application au parc naturel régional du Morvan

- forêt historique de feuillus
- remplacement par de la monoculture intensive de pin Douglas
- 50 % du parc est aujourd'hui constitué de conifères

Imagerie aérienne via Géoportail ©IGN :

- haute résolution : < 0,1m/pixels
- échelle : 1 :1000

Paramètres retenus :

- rayons Douglas : 1-5m
- rayons feuillus : 5-15m
- 5 octaves, 5 intervalles et $\sigma = 0.5$



Résultats de la détection

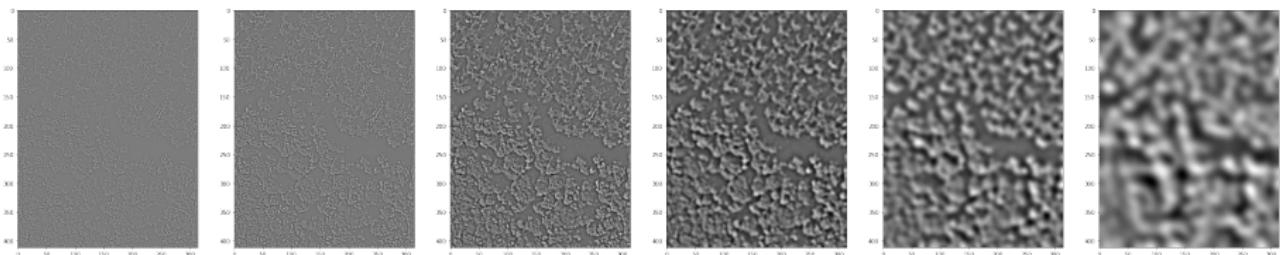
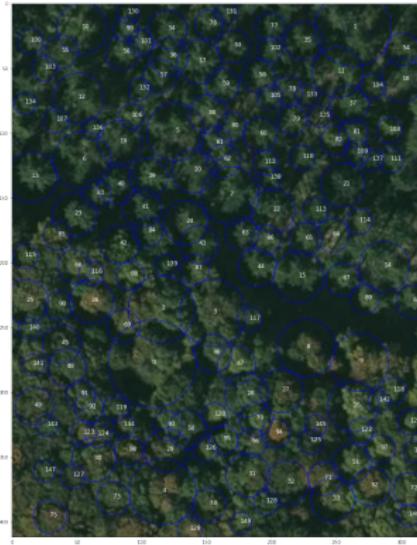


Figure – Pyramide d'échelle de l'opérateur LoG grossière (6 octaves sans intervalle). Image originale ©IGN, 2021



(a) Agencement désordonné de feuillus,
©IGN, 2021



(b) Feuillus désordonnés et
dougals semi-ordonné,
©IGN, 2021

Figure – Résultats obtenus pour 5 octaves, 5 intervalles et $\sigma = 0.5$

Identification des espèces

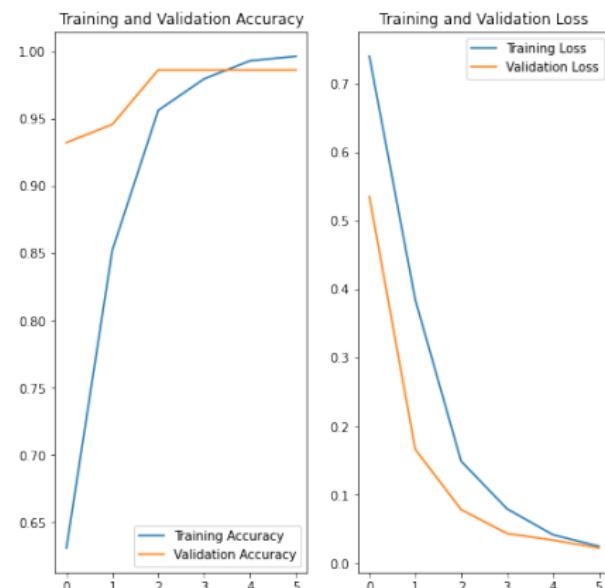
Problème de reconnaissance de forme
«pattern recognition»)

⇒ Entraînement supervisé d'un réseau de neurones

Base de donnée :

- Douglas × 173
- Feuillus × 199
- Non labellisées × 91
- + transformations (rotations)

Architecture inspirée de
RESNET-BASED TREE SPECIES
CLASSIFICATION USING UAV IMAGES



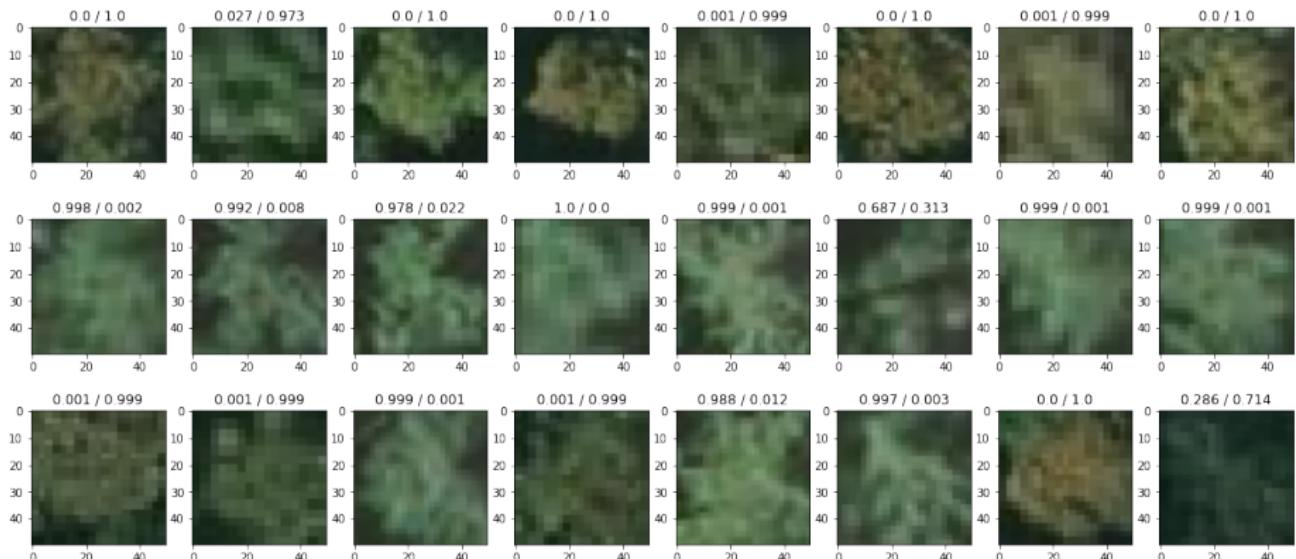


Figure – Test du modèle : Feuillus et Douglas étiquettés et arbres non étiquettés,
©IGN, 2021 (Légende : %Douglas/%Feuillus)

Évaluation des résultats et prolongements envisageables

Prolongements envisageables :

- ① prise en compte des différents stades de la croissance du Douglas dans le modèle.
- ② méthode de délinéation fine : segmentation par ligne de partage des eaux avec marqueurs («watershed segmentation»)
- ③ 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.