

APPORT DE VARIABLES ISSUES DE LA SEGMENTATION D'ARBRES SUR DONNEES LIDAR AEROPORTE POUR L'ESTIMATION DES VARIABLES DENDROMETRIQUES DE PLACETTES FORESTIERES

Ana Cristina André, Jean-Pierre Renaud.(Decembre 2015).
Revue Française de Photogrammétrie et de Télédétection, n°211-212

Summarised: 28-09-2023

1 Le thème

Le thème de cette étude concerne :

- L'utilisation du LiDAR aéroporté à balayage pour améliorer l'estimation et la cartographie des attributs forestiers, tels que la hauteur dominante, la surface terrière et le volume, sur différents types de sites forestiers.
- Evaluer l'efficacité de l'utilisation de deux méthodes de segmentation des nuages de points LiDAR en combinaison avec des métriques standards de distribution de hauteur, le tout dans le contexte d'une approche de type "placette".

2 Les Points principaux

- L'utilisation des systèmes LiDAR pour créer des nuages de points 3D qui décrivent la structure de la surface terrestre, y compris le sol et les objets qui s'y trouvent.
- Ces systèmes permettent de caractériser la répartition verticale de la végétation et d'obtenir des données précises du niveau du sol pour générer des modèles numériques de terrain de haute qualité, servant de référence pour calculer la hauteur des éléments du sursol et analyser leur structure.
- L'analyse des caractéristiques de la végétation et l'estimation de paramètres dendrométriques (les paramètres dendrométriques font référence à toutes les mesures et données relatives aux arbres, telles que leur hauteur, leur diamètre, leur volume, leur densité, leur croissance) à partir des données LiDAR peuvent être réalisées à différentes échelles.

- L'article tente de mettre en avant l'avantage des approches "placettes" ou "surfaciques" qui ont pour objectif de créer des modèles empiriques de prédiction en reliant les métriques LiDAR, qui sont des paramètres statistiques issus de la distribution en trois dimensions du nuage de points LiDAR, avec des mesures terrain de référence.
- Les approches dites " placettes" nécessitent un calibrage spécifique pour chaque acquisition et type de peuplement. D'un autre côté, les approches axées sur les arbres individuels fournissent des informations détaillées, mais elles exigent des densités de points élevées et sont sensibles à la qualité de la segmentation et au type de forêt. Ces deux approches ont des complémentarités peu explorées, et il est suggéré dans l'article qu'une combinaison de variables de segmentation et de métriques standard pourrait améliorer la robustesse des modèles de prédiction des paramètres forestiers au niveau des placettes, sans nécessiter un calibrage important.

3 Données utilisées

L'étude porte sur 3 zones forestières en France métropolitaine :

- L'observatoire pérenne de l'environnement (OPE Bure) dans le Nord-Est.
- La Combe d'Aillon dans les Alpes, et au sud-ouest.
- St Symphorien sur le plateau Landais.
- Les volumes totaux et les volumes à découper de 7 cm ont été calculés en utilisant les équations du projet ANR Emerge.
- La structure des diamètres des arbres observée sur le terrain a été résumée en calculant un indice de Gini car ce coefficient décrit les différents types de structures forestière.

4 Méthodologie

- La première étape consiste à normaliser le nuage de points LiDAR en remplaçant l'élévation de chaque point par sa hauteur au-dessus du sol.
- Une fois cette normalisation réalisée, les points correspondants à l'emprise exacte des placettes terrain sont extraits sur 15m de rayon.
- Après cette extraction, différentes métriques sont calculées à l'aide du logiciel Lasmanager ©ONF (plus de 500 métriques). Pour les premiers retours, les derniers et les retours intermédiaires, des indicateurs de moments (moyenne des hauteurs, écart-type, skewness...) ainsi que des indicateurs de distribution de hauteurs (déciles, densités de points par déciles ou par tranche fixe de hauteur, taux de pénétration) sont calculés.

Deux méthodes de segmentation ont été utilisées :

- La première méthode (BV), utilise des modèles numériques de hauteur (MNH) afin d'effectuer une segmentation de type bassin versant à l'aide des outils hydrologiques de l'extension "Spatial Analyst" d'ArcGis. A partir du MNH résultant, deux segmentations différentes ont été réalisées. La première (v1) a été opérée directement sur le MNH. La seconde (v2) a été réalisée en utilisant une version lissée du MNH, en appliquant un filtre moyen 3x3.
- La seconde méthode de segmentation (P) est basée sur une analyse directe du nuage de points en Z (sans normalisation du nuage de points. Une normalisation est effectuée après segmentation, la méthode de normalisation décrite dans l'article permet de limiter les déformations des houppiers liées au relief.
- Pour établir des modèles de prédiction, sachant qu'un nombre restreint de paramètres doit être retenu parmi un grand nombre de métrique, dans l'article il est dit qu'une recherche de la meilleure combinaison de variables pour un nombre fixe de paramètres (1 ou 3) en utilisant la fonction "regsubsets" de la librairie "leaps" de R.

5 Validation des modèles

- les modèles sur la base du critère d'AIC (Akaike), qui permet de sélectionner le modèle le plus parcimonieux (dont l'AIC est la plus faible).
- L'utilisation de la fonction "vif" de la librairie "car" pour s'assurer de l'indépendance des variables utilisées dans les modèles multivariés (VIF ≤ 4).
- La précision des modèles retenus a été évaluée par validation croisée en utilisant la fonction "cv.lm" de la librairie "DAAG". Les observations ont été séparées aléatoirement en 3 groupes pour estimer l'erreur de prédiction. L'erreur moyenne de validation croisée tend à être moins optimiste qu'en calibration.

6 Resultats

- L'hypothèse concernant l'amélioration des modèles de prévision d'attributs forestiers par l'utilisation de métriques de segmentation est vérifiée.
- L'existence d'un lien étroit entre les surfaces "houppiers" issus de la segmentation et la surface terrière ou le volume des arbres.
- La précision des modèles de prévision de la surface terrière et du volume avec trois variables se voit nettement améliorée par l'ajout de métriques de segmentation et les AIC diminuent fortement.
- La précision des modèles obtenus est de l'ordre de 20% Une piste d'amélioration pourrait venir d'un raffinement des métriques de segmentation utilisée.