



Zones potentielles de défauts détectées sur un maillage 3D décrivant un billon de merisier : en vert par les algorithmes développés, en rouge par un opérateur, en jaune par les deux

Estimation de la qualité des bois ronds et des troncs d'arbre par LiDAR terrestre

Responsable scientifique : Alexandre Piboule, ONF-RDI, Pôle de Nancy

Partenaires Labex : Laboratoire d'Etude des Ressources Forêt-Bois (Francis Colin, Thiéry Constant)

Collaborations : Equipe ADAGIO du LORIA (Isabelle Debled-Rennesson, Bertrand Kerautret)

Contexte —

La technologie LiDAR (Light Detection And Ranging), utilisée depuis le sol, permet de décrire des scènes complexes avec un niveau de détail inégalé à ce jour : en balayant son environnement par un faisceau laser sur des dizaines de mètres, l'appareil mesure la distance le séparant de l'obstacle le plus proche dans des millions de directions et avec une précision de quelques millimètres. En milieu forestier, des enjeux importants reposent sur cette technique qui bouleverse la capacité des scientifiques, et des inventaristes ou gestionnaires à décrire des arbres à l'échelle d'une placette. De nombreux travaux scientifiques attestent de l'intérêt porté au niveau mondial à l'usage de cette technique éventuellement associée à d'autres capteurs, et en particulier sur le traitement des données recueillies pour extraire des variables pertinentes. Ainsi, ce projet vise à fournir des variables caractérisant la qualité des troncs et des bois ronds utile à leur classement ou à leur transformation en cherchant à exploiter la description de leur surface externe.

Pour atteindre de tels objectifs, des compétences en géométrie discrète, en développement de l'arbre et en qualité du bois sont nécessaires. Un autre élément important du contexte pour mettre en œuvre, tester et diffuser les méthodes développées est la plateforme logicielle open-source Computree (<http://computree.onf.fr/>).

Objectifs —

L'objectif de ce projet est d'extraire de l'information délivrée par un Lidar terrestre, non seulement des caractéristiques de forme générale des troncs (volume, courbure, inclinaison...), mais surtout de les compléter par la caractérisation de défauts présents à la surface qui modifient le relief de l'écorce et qui révèlent souvent la présence de défauts internes. Ces défauts vont de la présence de branche, à des nœuds recouverts, et jusqu'au faible relief correspondant à la cicatrice d'une branche, voire à de petites formations épicromiques.

Démarche —

Partant d'un nuage de points 3D décrivant une portion de tronc, la démarche proposée se décompose en 3 étapes successives dont chacune nécessite la mise au point d'algorithmes et de méthodes spécifiques pour parvenir au but final d'obtenir les caractéristiques des défauts reconnus en vue de les utiliser dans l'application de règles de classement par exemple. Ainsi les objectifs à atteindre sont (i) de détecter les zones suspectes par une analyse du relief local, puis pour chaque zone obtenue (ii) d'identifier le type du défaut, et (iii) de déterminer ses dimensions caractéristiques. La pertinence des résultats des traitements automatisés est évaluée à partir de données sur les mêmes objets représentant une vérité terrain à travers les métriques suivantes :

- la précision : c'est la proportion de défauts détectés et réels par rapport au nombre total de défauts détectés par l'algorithme
- le rappel : c'est la proportion de défauts détectés et réels par rapport au nombre total de défauts réels
- ou le F-score qui est la moyenne harmonique des deux.

Résultats marquants —

- La méthode de détection des défauts s'affranchit de la forme complexe que peut avoir un tronc, et s'auto-adapte à la rugosité de l'écorce qui rend plus difficile la détection des petits défauts lorsqu'elle est élevée.
 - o En ce qui concerne le nombre de points 3D appartenant à des zones de défauts, des proportions voisines de 0.70 sont atteintes - précision 0.685, rappel 0.74, F-mesure 0.71-
 - o En ce qui concerne les défauts, leur identification utilise une méthode d'apprentissage automatique. A l'issue d'une première phase de test, tous types de défauts confondus, sur le chêne, les proportions obtenues sur le nombre de défauts sont proches de 0.8 (précision 0.767, rappel 0.861, F-mesure 0.810) et pour le hêtre les résultats (précision 0.440, rappel 0.785, F-mesure 0.533)
 - o Pour les caractéristiques dimensionnelles des défauts, par exemple l'estimation automatique de la longueur horizontale occupée par le défaut sur la périphérie correspondant à une valeur moyenne des mesures manuelles de 115 mm, présente une erreur quadratique moyenne (RMSE) de 106 mm.
- Les développements informatiques liées à ce travail sont intégrés à la Plateforme Computree et bénéficient en particulier de la librairie DGtal <http://dgtal.org>

Principales conclusions incluant des points-clés de discussion —

- La sensibilité de la méthode aux défauts de petite taille est très dépendante de la qualité initiale du nuage de point et notamment de la densité surfacique de points 3D : en situation d'inventaire de placette, en plus des problèmes d'occlusion il sera très difficile de garantir les résultats à moins d'assurer une densité de points minimale en relation avec la taille du défaut. En revanche cette difficulté serait levée en situation de qualification des bois ronds en scierie avec un cubeur adapté.
- La méthode de détection apparaît satisfaisante, mais se heurte au problème récurrent de la définition de la vérité terrain construite à partir de mesures probablement moins contrôlées et moins précises.
- La moins bonne précision obtenue sur le hêtre est paradoxalement due à une sensibilité très élevée de la méthode résultant de la très faible rugosité de l'écorce de hêtre, et qui conduit à la détection d'irrégularités du relief comme des plis d'écorce qui ne sont pas des défauts réels.

Perspectives —

- L'amélioration des résultats actuels repose essentiellement sur l'amélioration du classifieur afin de mieux identifier les défauts et rejeter certains faux positifs. Ceci passe notamment par une amélioration de la base de données d'apprentissage en termes d'effectif de défauts par type et en termes d'essences représentées.
- L'étape suivante serait d'établir des relations entre les caractéristiques externes des défauts et leurs caractéristiques internes afin de franchir un pas dans l'évaluation de la qualité et s'approcher de l'information fournie par un scanner à rayons X.

Valorisation —

Communications orales

- Van-Tho NGUYEN, Thiéry CONSTANT, Bertrand KERAUTRET, Isabelle DEBLED-RENNESON, Bruno GARNIER, Alexandre PIBOULE, Francis COLIN. Oak epicormics: feasibility of detection by terrestrial Lidar. EPIC-IUFRO, 15-16 Septembre 2017, Nancy, France
- V-T. Nguyen, B. Kerautret, I. Debled-Rennesson, F. Colin, A. Piboule, T. Constant. De la description 3D des bois ronds à la caractérisation des défauts internes: nouveaux savoir-faire et perspectives. Caqsis, 30 Mars 2017, Bordeaux, France
- V-T Nguyen, T. Constant, D. Elhareth, A. Piboule, F. Colin. Grading of roundwood: Roughness analysis from T-Lidar data for detecting defects. Journée des Doctorants et Post-doctorants du LabEx ARBRE, 16 novembre 2015, Champenoux, France
- V-T. Nguyen, B. Kerautret, I. Debled-Rennesson, F. Colin, A. Piboule, T. Constant. Détection de défauts à la surface du tronc d'arbres à partir de données T-Lidar. Atelier Lidar, 23-24 novembre 2016, Avignon, France
- Posters
- V-T. Nguyen, B. Kerautret, I. Debled-Rennesson, F. Colin, A. Piboule, T. Constant. Segmentation of defects on log surface from terrestrial Lidar data. Pattern Recognition (ICPR) "23rd International Conference on Pattern Recognition", 4-8 décembre 2016, Cancun, Mexique
- V-T. Nguyen, B. Kerautret, I. Debled-Rennesson, F. Colin, A. Piboule, T. Constant. Algorithms and Implementation for Segmenting Tree Log Surface Defects. 1st Workshop on Reproducible Research in Pattern Recognition, 4 décembre 2016, Cancun, Mexique
- V-T. Nguyen, B. Kerautret, I. Debled-Rennesson, F. Colin, A. Piboule, T. Constant. Segmentation of defects on log surface from terrestrial Lidar data. Journée des Doctorants et Post-doctorants du LabEx ARBRE, 17 octobre 2016, Champenoux, France

- V-T Nguyen, T. Constant, D. Elhareth, A. Piboule, F. Colin. Analyse de la surface de bois rond pour la détection de défauts internes. GDR-Bois, 4-6 novembre 2015, Clermont-Ferrand, France
- V-T Nguyen, T. Constant, D. Elhareth, A. Piboule, F. Colin. Analysis of roundwood surface for detection of inner defects. Silvilaser, 28-30 septembre 2015, La Grande Motte, France

Publications

- Nguyen, V. T., Kerautret, B., Debled-Rennesson, I., Colin, F., Piboule, A., & Constant, T. (2016, December). Segmentation of defects on log surface from terrestrial lidar data. In Pattern Recognition (ICPR), 2016 23rd International Conference on (pp. 3168-3173). IEEE.
- Nguyen, V. T., Kerautret, B., Debled-Rennesson, I., Colin, F., Piboule, A., & Constant, T. (2016, December). Algorithms and Implementation for Segmenting Tree Log Surface Defects. In International Workshop on Reproducible Research in Pattern Recognition (pp. 150-166). Springer, Cham.

Effet levier du projet —

- Les nouvelles capacités de caractérisation des bois ronds acquises dans ce projet sont intégrées au projet ANR Treetrace récemment accepté, sans que des développements supplémentaires soient prévus.
- Les résultats acquis servent de fondement au projet OutInWood3D en cours d'évaluation au sein de l'appel d'offre Mirabelle+ 2018 de LUE. L'objectif de ce projet est de relier les caractéristiques externes des défauts à leurs caractéristiques internes en s'appuyant sur des données provenant de scanner tomographique à rayons X.
- Ces deux projets s'inscrivent dans une démarche générale visant la caractérisation des bois ronds en vue d'estimer leur qualité et optimiser leur transformation, et d'autres projets sont en cours de réflexion et de montage dans le cadre d'appels à projets ANR PRCI avec le Canada et au niveau européen dans le cadre du Cofund Eranet ForestValue.