

ロボット技術を活用して荷台への丸太積載を 無人で行うことに成功

林業工学研究領域：伊藤 崇之、有水 賢吾、中込 広幸、猪俣 雄太
(株)モリトウ：鬼武 正行

レーザー計測技術や人工知能(AI)による画像処理技術、ロボット制御技術を統合し、丸太を荷台に自動で積載する制御システムを開発しました。本技術は木材生産作業の省力化や安全性向上に貢献します。

■ 自動制御可能な機体の作製

丸太をつかんで移動させるための機械であるグラップルローダに対し、電子制御が可能のように、機械の各関節に角度センサを取り付けるとともに、関節を駆動する油圧シリンダや油圧モータを電気信号で制御するための電磁比例弁を取り付けました。また、丸太を自動でつかむためには丸太の場所を探す必要がありますので、カメラ画像から深層学習*を用いて丸太を検出する技術(図1)と、グラップルに取り付けた2DLiDAR*でグラップル直下の丸太位置やグラップル爪先の挿入位置を検出する技術(図2)を開発し、機体に取り付けました。さらに、丸太を積載する場所についても自動で探す必要がありますので、丸太を運搬する機械であるフォワーダの位置について3DLiDARを用いて自動的に検出するとともに、フォワーダ荷台に積載された丸太を計測して最適な積載位置を計算するシステム(図1)を開発し、同様に機体に取り付けました。

■ 制御プログラムの作成とシミュレーション

グラップルローダの制御については、オープンソース*のロボット制御ソフトウェアであるROS(Robot Operating System)を使用し、2DLiDARから抽出した丸太の外周を爪先でなぞるように制御して丸太をつかむプログラムを作成しました。また、同じくROSを用いてシミュレータを構築し、シミュレータ上で動作する仮想グラップルローダを作成して制御プログラムを適用することでプログラムの動作確認を行い、想定どおり動作することを確認した上で実際の機械に適用しました。

■ 現場での検証

開発した機械で丸太の自動積載が可能であること

を確認するために、群馬県内の森林で実際に丸太の積載作業を実施しました(図3)。その結果、丸太の自動検出から丸太をつかんで積載するまでの一連の動作を自動で行うことができることを確認しました。ただし、動作は人が操作する場合に比べ遅く、丸太をつかむ部分でうまくいかずに失敗することもありました。今後は成功率と動作速度の向上を目指し、引き続き研究を続けていきます。

専門用語

深層学習：人間の脳の仕組みを模して学習を行う人工知能の一種です。

LiDAR(Light Detection And Ranging)：レーザーによる反射光を計測して離れた対象物までの距離を測る技術。レーザーを線状に連続照射して計測すると2DLiDAR、面状に照射すると3DLiDARとなり、それぞれ物体の2次元形状または3次元形状を把握することができます。

オープンソース：無償で公開され、利用や改変、再配布等が自由に行えるプログラムです。

研究資金

・生研支援センター「イノベーション創出強化研究推進事業」(JPJ007097)「丸太運搬作業の完全自動化に向けた荷役作業自動化技術の開発と自律走行技術の高度化」(課題番号：04009B1)

参考文献・サイト

Usui, K. (2024) Estimation of log-gripping position using instance segmentation for autonomous log loading. International Journal of Forest Engineering, 35 (2), 251–269. DOI: 10.1080/14942119.2024.2336856

伊藤崇之 (2025) フォワーダ荷台位置および丸太積載位置自動検出手法の開発. 森林利用学会誌, 40 (1), 5–14.

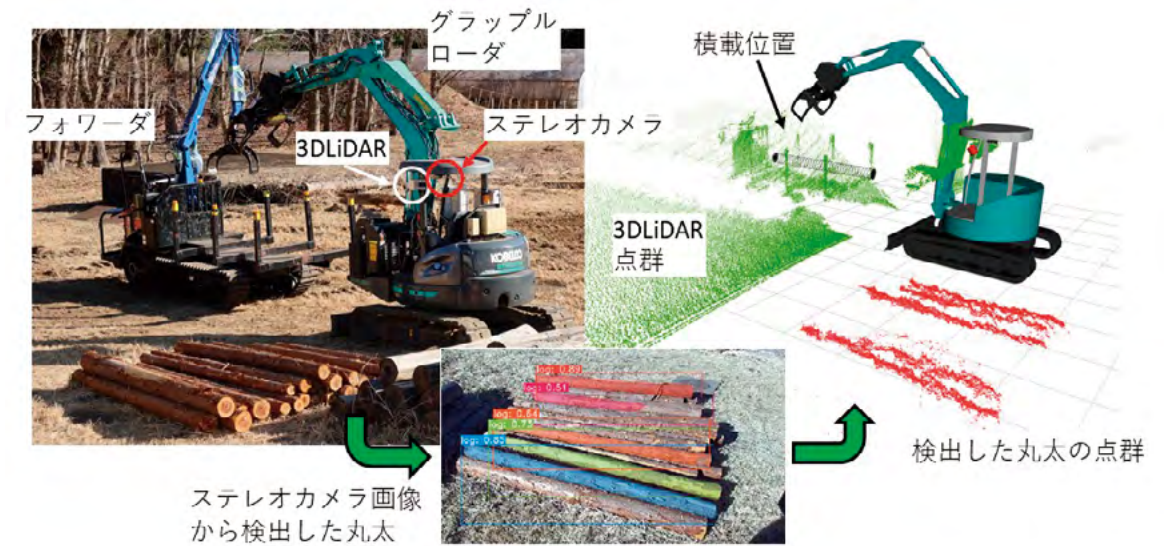


図1 丸太位置およびフォワーダ位置・丸太積載位置の自動検出



図2 グラップル直下にある丸太の検出

右図の赤い点群が2DLiDARの計測点群、青の点群が円として検出した丸太断面



図3 自動運転の様子