

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04009
B1

分野

林業・林産一
経営・管理

適応地域

全国

【研究グループ】

森林総合研究所、名古屋大学、(株)モリトウ、
(株)マップフォー

【研究総括者】

森林総合研究所 伊藤 崇之

【研究期間】

令和4年度～令和6年度(3年間)

キーワード フォワーダ・グラップルローダ、自動積載、森林内自己位置推定、深層学習、自動走行

1 研究の目的・終了時の達成目標

グラップルローダの改良によりフォワーダへの丸太積載作業を自動化するとともに、フォワーダの走行を完全自動化することで、丸太運搬作業の省力化・安全性向上・労働生産性向上を同時に実現することを目的とする。このため、フォワーダは300mの作業道を無人で走行し、グラップルローダは荷台を満載にするまでの積載を無人で行うことで、積載から運搬までの一連の作業を無人化する技術を確立することを達成目標とする。

2 研究の主要な成果

- (1) グラップルローダに計測・制御機器を追加して自動制御が可能な機体に改良するとともに、制御システムを構築し、実際の森林環境において丸太の把持から荷台への積載までの一連の作業を自動で行えることを確認した。
- (2) 複数センサを組み合わせることで自動走行のための点群地図作成システムを開発し、高精度3次元地図の作成技術並びに森林・不整地環境での自己位置推定技術を開発した。
- (3) 深層学習を利用してカメラ画像から作業道路面を検出し、路肩からの逸脱を防ぐ作業道逸脱防止システムを開発した。
- (4) 自動車用自動運転ソフトウェアの「Autoware」をフォワーダ用に改良して(2)の3次元地図と(3)の路肩検出技術を統合し、300m超の狭小作業道を自律走行させることに成功した。

公表した主な特許・論文

- ① Usui, K. *et al.* Estimation of log-gripping position using instance segmentation for autonomous log loading International Journal of Forest Engineering **35(2)**, 251-269 (2023)

3 今後の展開方向

- (1) グラップルローダとフォワーダの一体的機械制御技術及び作業管理システムを開発し、両機械の自動連携作業を可能とする。
- (2) 近接作業時の衝突防止等の安全関連技術の開発や安全作業ガイドラインの策定を行うとともに、現場での実証試験を実施して自動化作業を組み込んだ効率的な作業システムを提案する。

【今後の開発・普及目標】

- ① 2年後(2026年度)は、動作速度の高速化によりオペレータ作業と同等の作業能率を実現する。
- ② 5年後(2029年度)は、連係作業による丸太の積載から運搬、荷降ろしまでの完全無人化を実現する。
- ③ 最終的には、従来の作業システムに開発した自動化機械を組み込んだ丸太生産システムを確立し、実用化する。

4 開発した技術・成果の実用化により見込まれる波及効果及び国民生活への貢献

- (1) 伐採搬出作業において所要人員が1名削減されるため、作業の省力化、労働災害の減少、担い手不足の解消等の効果が見込まれる。
- (2) 省人化による労働生産性向上や複数台の稼働による生産性のボトルネックの解消、夜間作業も含めた長時間稼働による生産量増大等の効果が期待され、林業の成長産業化に貢献する。

(04009B1) 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

研究終了時の達成目標

グラップルローダによる丸太積載とフォワーダの走行を自動化することで、丸太積載・運搬作業の省力化・安全性向上・労働生産性向上を同時に実現する。

研究の主要な成果

- (1) グラップルローダを改造するとともに、制御システムを構築して実際の森林環境において積載作業を自動で行えることを確認した(図1)。
- (2) 自動走行のための点群地図作成システムを開発し、高精度3次元地図の作成技術並びに森林・不整地環境での自己位置推定技術を開発した(図2)。
- (3) 深層学習を利用してカメラ画像から作業道路面を検出し、路肩からの逸脱を防ぐ作業道逸脱防止システムを開発した(図3)。
- (4) 自動車用自動運転ソフトウェアの「Autoware」をフォワーダ用に改良して3次元地図と路肩検出技術を統合し、300m超の狭小作業道を自律走行させることに成功した(図4)。



図1 実際の森林内で無人積載を実現



図2 自動走行のための点群地図作成システムを開発



図4 ゴール地点の指示だけで、狭小な作業道を300m以上、人の介入無しで走行



図3 深層学習により画像から路面を自動検出(上図の赤く塗られた部分)

今後の展開方向

- (1) グラップルローダとフォワーダの一体的制御技術の開発による自動連携作業の実現。
- (2) 自動化作業を組み込んだ場合の安全対策及び効率的な作業システムの提案。

見込まれる波及効果及び国民生活への貢献

自動化により伐採搬出作業において所要人員が1名削減されるため、労働生産性向上、夜間作業も含めた長時間稼働による生産量増大、労働災害の減少、担い手不足の解消等の効果が期待され、林業の成長産業化に貢献する。