

課題名：林業機械のテレコントロールシステムの開発

主査氏名（所属）：陣川 雅樹（林業機械研究領域）

担当部署：林業機械研究領域

参画機関：

研究期間：平成13～17年度

### 1. 目的

我が国の急峻な地形条件の中で環境負荷に配慮しながら非皆伐施業を実行するには、作業のための情報支援や自動制御による機械操作の高度化が必要である。また、森林作業システムは、各工程の機械が林内に分散する形で展開されており、これらの機械を安全で効率的に連動させるためには、無人化への可能性を視野に入れた技術革新が必要である。こうした問題に対応する方法として、林業機械をテレコントロールする方式が考えられる。

そこで、林業機械の無線遠隔操作を実現するために作業情報等を画像によってオペレータへ伝達するコントロール装置の開発、遠隔操作では実現困難な作業の自動制御化、および、効率的な作業を実行するための作業支援システムの開発を行う。

### 2. 全期間における研究成果の概要

グラップルローダを遠隔操作するため、無線LANにより機械・画像・立木位置等の情報を相互通信し、2本のジョイスティックレバーにより遠隔操作するコントロール装置を開発した。また、カメラ画像とレーザーポインタおよびレーザー距離計を用いた作業対象物の三次元位置情報を計測する2つの手法を開発し、作業対象物を必要十分な精度で計測可能であることを確認した。得られた三次元位置情報を用いて、ナックルブーム先端部のグラップルの位置制御を行い、カメラ画像に映る目標物の設定から立木をグラップルが把持するまでの一連の動作を自動化する自動制御手法を開発した。さらに、三次元位置情報から得られる機械の現在位置と立木位置を三次元グラフィックス表示するリアルタイム作業支援システムを開発した。オペレータはカメラ画像と三次元グラフィックスを比較しながら作業を進める。林内において遠隔制御により立木を把持する模擬実験を行った結果、機械に搭乗して操作する場合と同等の作業速度で作業が可能であることを実証した。これにより林業機械を遠隔操作によりテレコントロールする遠隔操作制御システムを開発した。

### 3. 全年度の発表業績

- 1) 田中良明・山口浩和・毛綱昌弘・陣川雅樹、林業機械のテレコントロールのためのポインティングデバイスの開発、日本林学会大会学術講演集、112、534、2001.04
- 2) 毛綱昌弘、林業用ナックルブームの荷重制御、森林利用学会誌、16、2、121-128、2001.08
- 3) 山口浩和・田中良明・川崎達郎、画像処理を用いたヘキサチューブ被覆苗の位置検出方法の検討、日林関東支論、53、199-200、2002.03
- 4) 山口浩和・田中良明・陣川雅樹・毛綱昌弘、輝点の自動検出による3次元座標計測、日林関東支論、54、241-242、2003.03
- 5) 山口浩和・田中良明・毛綱昌弘・陣川雅樹・井上源基、位置計測システムにおけるレーザー光パラメータの決定手法、日本林学会大会学術講演集、114、793、2003.04
- 6) 山口浩和・田中良明・陣川雅樹・毛綱昌弘・井上源基、カメラとレーザーポインタを使って木の位置を測る、平成14年度研究成果選集、p34-35、2003.06
- 7) 毛綱昌弘・田中良明・陣川雅樹・山口浩和、グラップルローダの遠隔操作制御装置の試作、日林関東支論、55、293-294、2004.03
- 8) 毛綱昌弘、森林作業用ナックルブームの軌跡および荷重制御に関する研究、北海道大学大学院農学研究科邦文紀要、26、2、155-217、2004.12

- 9) 山口浩和・毛綱昌弘・田中良明・陣川雅樹、森林内における遠隔操作車両の位置把握手法、森林利用学会誌、19、4、267-270、2005.03
- 10) 山口浩和・田中良明・毛綱昌弘・陣川雅樹、遠隔操作車両の森林内走行、日本森林学会学術講演要旨集、116、PB064、2005.03
- 11) Hirokazu Yamaguchi・Masahiro Mozuna・Yoshiaki Tanaka・Masaki Jinkawa、A Tele-operation system for forestry machines、The International Forestry Review、7、5、183、2005.08
- 12) 山口浩和・田中良明・陣川雅樹・毛綱昌弘、レーザーパターンプロジェクターを用いた森林内立木位置情報の把握手法（印刷中）、日林関東支論、57、?-?、2006.03

#### 4. 評価委員氏名（所属）

山田 容三（名古屋大学大学院生命農学研究科助教授）

#### 5. 評価結果の概要

実施課題である遠隔操作ビジュアルコントロール装置の開発、遠隔操作に対応した自動制御技術の開発、リアルタイム作業支援システムの開発のいずれも当初の目標を達成し、さらに森林画像輝点位置測定装置や間伐木選木アルゴリズムなどの開発も行われ、個別には目標以上に研究は達成されている。しかしながら、これらの装置・技術・システムはひとつの機械に統合されておらず、システムとしての完成域には到達していない。この理由として、当該研究期間中には完成に至るまでの時間的・経費的問題があったと考えられるが、今後この研究を次期プロジェクト等で引き続き発展できれば、実用的な半自動制御の遠隔操作による林業機械開発が実現できると期待される。また、開発された装置・技術・システム・アルゴリズムはいずれも実用的な研究成果であり、単体でも十分に普及できると評価される。

#### 6. 評価において指摘された事項への対応

評価委員からの指摘にもあるように、課題担当者個々人の努力や効率的な研究推進によって個別の研究成果は目標以上に達成できたが、予算的な制約から実用化を目指したシステム統合にまで至らなかった。今後は、個別の研究成果の実用化を図りながら、外部資金獲得等を検討し、実用的な遠隔操作システムの完成を目指す。