

(別紙5)

補助事業番号 27-140

補助事業名 平成27年度枝打ちロボットのインテリジェント制御に関する研究補助事業

補助事業者名 国立大学法人岐阜大学 川崎 晴久

1 研究の概要

対象とする枝打ちロボットは、サーボモータ制御方式であり、樹を登るための能動車輪駆動系、枝を切るためのチェンソー駆動系、機体の姿勢調整のためのアーム駆動系、チェンソーの姿勢調整のためのチェンソー姿勢調整系から構成される。枝打ちロボットは、初めに直動昇降し、枝近傍では螺旋昇降し、チェンソーで枝を切る。樹表面の凹凸、樹径の変化、摩擦係数の変動、大小の枝や枝の重なりなどの様々な枝分布に対し、枝打ちロボットは、安定的な枝打ちをすることが求められる。このために、能動車輪駆動系、チェンソー駆動系等における負荷状態、及びロボット機体の傾き、樹表面とチェンソーとの距離等の観測値から、ロボットと樹・枝との接触点と接触状態を推定し、接触状態推定に基づいて次の動作を自律的に決定するインテリジェント制御を研究開発する。

2 研究の目的と背景

日本は国土の65%以上が山林であるが、林業従事者の減少と高齢化が進み、放置される森林が多数あり、国土の荒廃を招いている。高齢化する林業分野においても安全な育林事業を可能とし、持続的な林業経営に貢献し、日本の森林環境の保全に役立つ枝打ちロボットの実現に向け、そのインテリジェント制御を確立する。

3 研究内容

(1) ロボットと樹・枝との接触点と接触状態の推定

ロボット外乱オブザーバの理論を構築し、機構と樹との物理モデルと状態観測値からロボットと樹・枝との接触（干渉）状態の推定ができることを実験室環境で検証した。今後、その有効性を森林環境で検証する。

(2) チェンソー駆動系の負荷状態に応じた螺旋昇降の適応速度制御

チェンソーの負荷（外乱）をモータ電流で外乱推定し、推定した負荷が許容最大値以下となる適応的昇降制御を提案し、森林環境で、細い枝は速く、太い枝は遅く切ることができることを検証した。

(3) 枝打ち時の機体の大きな姿勢変化を回避するリトライ制御

車輪の滑り、枝打ち時の負荷、枝の引っ掛かり、枝のチェンソーとの接触箇所の不良などを要因として、ロボット機体が傾く。接触状態推定に基づき、必要に応じてバックし再度枝打ちするリトライ制御の有効性を森林環境で検証した。

(4) 能動車輪系の滑りの検知と滑り状態に応じた動作制御

能動車輪は樹表面で滑りが生じる。能動車輪の滑り状態の判定を、4つの能動車輪の速度

差から求めることとした。速度差に応じた各能動車輪の目標速度を設定し、4つの能動車輪の滑りを減らす制御法を考案し、その有効性を実験室で検証した。

4 本研究が実社会にどう活かされるかー展望

森林環境での作業ロボットとして、世界に先駆けた研究であり、特に、自重を利用した円筒昇降ロボットの考案とロボット外乱オブザーバ理論は、学会、業界で広く利用されると期待する。

自重を利用した円筒昇降ロボットは、街灯、電灯、煙突等の点検検査用ロボットとして応用が見込める。ロボット外乱オブザーバは、センサレスで外力を推定するため、高信頼度で低価格なロボットによる作業、ロボットハンドによる物体操作にも応用が見込める。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

枝打ちロボットのインテリジェント制御は、森林での様々な環境変化にもロバストに枝打ちができることを目的としている。幾つかのインテリジェント機能の開発を今回の研究で実施したが、チェーンソー刃であるソーチェーンの枝噛み対策、故障時の降ろし方法等の未解決課題があり、今後ともインテリジェント機能の拡充に向けた研究を推進する。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

- [1] H. Kawasaki, T. Miura, H. Kondo and S. Ueki, Postural Adjustment Control of a Climbing Robot Having Statically Indeterminate Structure, 2015 IEEE Conference on Control Applications (CCA) Part of 2015 IEEE Multi-Conference on Systems and Control (MSC2015), September 21-23, Sydney, Australia, pp. 1154-1159, 2015.
- [2] H. Kawasaki, S. Ueki, Disturbance Observer Estimating Frictions and External Forces for Robot Manipulators, CD-ROM Proc. of 2016 IEEE ANDESCON, Oct. 19-21, Arequipa, Peru, 2016
- [3] 川崎晴久, 枝打ちロボットの研究開発, 精密工学会, Vol. 81, No. 9, pp. 819-823, 2015
- [4] 川崎晴久, 枝打ちロボットの实用化に向けて、機械化林業 No. 743, p. 1-4, 2015

7 補助事業に係る成果物

(1) 補助事業により作成したもの

- [1] H. Kawasaki, T. Miura, H. Kondo and S. Ueki, Postural Adjustment Control of a Climbing Robot Having Statically Indeterminate Structure, 2015 IEEE Conference on Control Applications (CCA) Part of 2015 IEEE Multi-Conference on Systems and Control (MSC2015), September 21-23, Sydney, Australia, pp. 1154-1159, 2015.
- [2] H. Kawasaki, S. Ueki, Disturbance Observer Estimating Frictions and External

Forces for Robot Manipulators, CD-ROM Proc. of 2016 IEEE ANDESCON, Oct. 19-21, Arequipa, Peru, 2016

[3] 川崎晴久, 枝打ちロボットの研究開発, 精密工学会, Vol. 81, No. 9, pp. 819-823, 2015

(2) (1) 以外で当事業において作成したもの

<http://www1.gifu-u.ac.jp/~kawalab/index.html>

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 岐阜大学工学部川崎・毛利研究室

(ギフダイガクコウガクブカワサキ・モウリケンキュウシツ)

住 所： 〒501-1193

岐阜市柳戸1番1

申 請 者： 特任教授 川崎 晴久 (カワサキ ハルヒサ)

担 当 部 署： 工学部機械工学科 (コウガクブキカイコウガッカ)

E - m a i l： h_kawasa@gifu-u.ac.jp

U R L： <http://www1.gifu-u.ac.jp/~kawalab/index.html>