

プログラム名：タフ・ロボティクス・チャレンジ

PM名：田所 諭

プロジェクト名： ロボットインテリジェンス

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平 成 2 9 年 度

研究開発課題名：

土砂災害の初動対応を目指した無人建設機械の状態提示技術の研究開発

研究開発機関名：

東北大学

研究開発責任者

永谷 圭司

I 当該年度における計画と成果

1. 当該年度の担当研究開発課題の目標と計画

本研究開発では、発災から 1 ヶ月以内の、二次災害防止のための最低限の措置を目指した応急復旧において、無人建設機械に搭載した限られたセンサ情報から、環境情報と建設機械自体の状態を提示する技術開発を行う。具体的には、以下の 4 点に関するテーマを設定し、研究開発を進めている。平成 29 年度には、特に B, C, D に関する研究開発を実施した。

- A) 建設機械のバケットやアーム、ブームの各点に搭載した複数の IMU (Inertial Measurement Unit : 慣性計測装置) が計測した姿勢より、建設機械の姿勢情報を取得する手法を実現する。
- B) 建設機械上部に設置したヘリパッドから離陸する有線給電式のマルチロータ機に搭載したカメラを利用して、建設機械周囲の環境情報の取得を行い、オペレータに提示するシステムを構築する。このシステムを実現するため、有線給電マルチロータ機ならびに、ケーブル張力調整機能を有するヘリパッドを開発する。このカメラで得た視覚情報を利用することで、オペレータは作業時、無人カメラ車で取得する画像に近い画像情報を見ながら作業を行うことが可能となる。
- C) オペレータの視野外における上記の有線給電式マルチロータ機の自律飛行を実現するため、GNSS が不要な給電ケーブルの姿勢計測を用いたマルチロータ機の位置推定機能ならびに自律飛行機能を実現する。
- D) 現状で使用している有線給電マルチロータ機の筐体は、市販のものであるため、給電ケーブルを吊り下げて飛行することを前提としていない。そのため、給電ケーブルを吊り下げた状態での、安定した飛行には限界がある。そこで、有線給電ケーブルを吊り下げることが前提とした、有線給電に適したマルチロータ機の筐体開発を行い、強風下といったタフな環境下においても環境情報取得が可能なシステムを実現する。

2. 当該年度の担当研究開発課題の進捗状況と成果

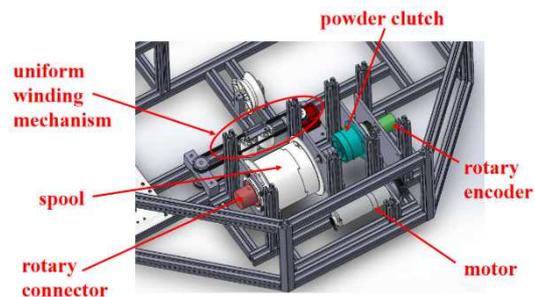
2-1 進捗状況

平成 29 年度は、上述課題のうち、B), C), D) の研究開発を行った。

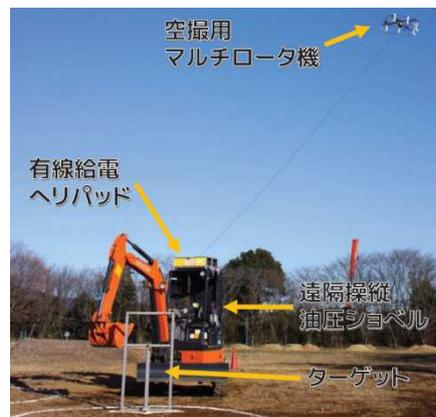
B)については、有線給電式のマルチロータ機ならびに、テザーを巻き取るためのヘリパッドの改良を進め、C)を実現するためのテザー張力、テザー長、テザーの排出角度を精度良く取得可能なシステムを構築した。また、ヘリパッドの電源をバッテリー駆動に変更した。C)については、上述の情報から、マルチロータ機の位置を推定するシステムを構築し、建設機械が移動しない条件での、マルチロータ機の自律飛行を実現した。また、D)については、筐体開発に欠かせないマルチロータ機シミュレータを構築した。以上に示す通り、目標とした研究開発項目について、順調に進めることができた。

2-2 成果

平成 29 年度には、有線給電マルチロータ機を GPS に依存せずに飛行させるシステムの改良を進めた。テザー形状を用いた位置推定手法を実現するためには、テザー長の測定、張力の測定、テザーの排出角度の計測が必要となる。そこで、これらが可能なヘリパッドを開発した。右図に、開発したヘリパッドの CAD 図を示す。このメカニズムにより得た情報から、テザーの形状を推定し、ヘリパッドの位置を推定する手法を実装した。これにより、通常の GPS と比較しても遜色のない位置推定が可能であることを示すことができた。これらの内容は、FSR2017、SSRR2017 にて報告を行った。さらに、ヘリパッドの位置が固定された場合の自動飛行機能を実装し、屋内環境にて、自動飛行試験を行った。これにより、GPS 信号が得られない環境でも、マルチロータ機の自動飛行が可能であることを確認した。



また、上述のヘリパッドとマルチロータ機に搭載したカメラ映像を利用することで、建設機械の遠隔操縦性能が向上すると考え、従来の遠隔操作手法（油圧ショベルに搭載したカメラと地上に設置したカメラを利用する手法）との比較実験を行った。実験は、通常の建設機械のオペレータ 10 人を対象とし、それぞれの手法で規定のタスクを実行し、それにかかった時間を計測した。その結果、今回の試験では、従来手法との明確な差が得られなかった。本実験では、再現性を優先するあまりに試行を単純化しすぎた結果、もともと建設機械の操縦に熟練している被験者ではすぐに作業に慣れてしまい、機械の性能がボトルネックとなり試行時間に差ができなくなってしまったと考えられる。上述の内容は、Robomech2018、SSRR2018 にて発表予定である。



なお、有線給電に適したマルチロータ機の筐体開発については、マルチロータ機のシミュレーションが可能となり、筐体の設計に関する環境が整備されつつある。

2-3 新たな課題など

平成 30 年度には、以下の課題に対する研究開発を進める。まず、油圧ショベルの移動中にも、マルチロータ機の自動飛行を実現し、実証試験により、その有用性を確認する。さらに、有線給電に適したマルチロータ機の筐体開発を行うため、シミュレーション環境を構築すると共に、新たなマルチロータ機の試作を進める。

3. アウトリーチ活動報告

ジャパンドローン 2018 に出展