

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 7 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

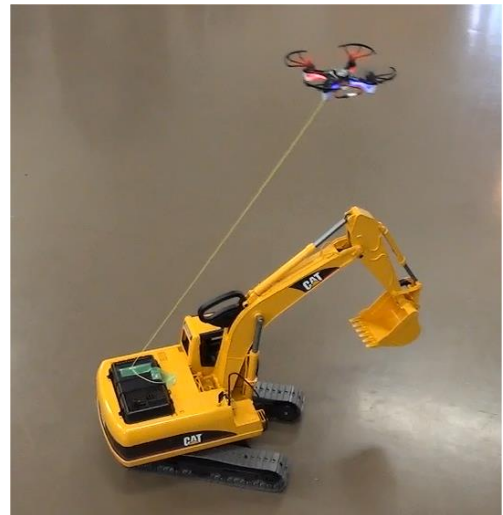
1. 当該年度の担当研究開発課題の目標と計画

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3点に関する研究開発開発のうち、平成27年度についてはA)、B)に関する研究開発を行う。

A) 本体、アーム、ブーム、バケットに搭載したIMUが計測した姿勢より、建設機械の姿勢情報を取得し、これらから得られる情報を用いて、オペレータに建設機械の姿勢を提示する手法を開発する。

B) 建設機械上部に設置した有線給電式のマルチロータ機を建設機械の周囲で飛行させ、これに搭載したカメラ情報を利用して、建設機械周囲の三次元環境情報の取得を行う。右図は、この技術の実現イメージを示したものである。

C) マルチロータ機より得た建設機械周囲の三次元環境情報ならびに、建設機械に搭載したIMUより得た姿勢情報より、建設機械の転倒可能性を逐次計算する。これにより、不安定領域での作業を行う際の転倒可能性についてもオペレータに提示することが可能となる。



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

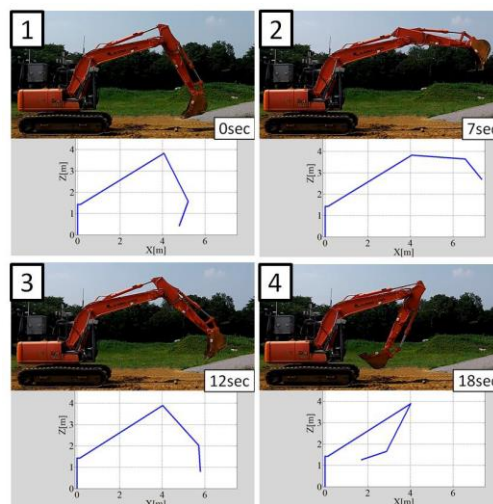
平成27年度については、「1. 当該年度の担当研究開発課題の目標と計画」に示した3つの研究課題のうち、A)、B)に関する研究開発を行った。A)については、建機の姿勢情報を推定する追加設置型IMU搭載デバイスのプロトタイプを開発し、実際に建設機械に設置して、その有用性の評価を行った。この成果は、計測自動制御学会システムインテグレーション部門2015にて発表を行った。

一方、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ポートの製作を進めた。特に、有線給電については、マルチロータ機の電気特性ならびに、有線給電マルチコプターに利用する電線の選定手法について検討を行った。(成果の一部を出版物「飛躍するドローン」に掲載)また、ヘリポートについては、バネを用いた張力調整機能を搭載したプロトタイプを作成し、その評価を行った。

2-2 成果

1) 追加設置型 IMU 搭載デバイスの開発

応急復旧を可能とする建設機械の無人化施工システムにおいて、機械の姿勢情報は、操縦者の操作を容易にし、作業の正確さとスピードを実現するために必要である。そこで本研究では、建設機械に容易に取り付け可能な追加設置型センサデバイスを複数台用いることにより、建設機械の本体や各可動部の姿勢を測定し、得られた角度か順運動学を解くことで建設機械の姿勢推定するシステムを開発した。また、このデバイスを建設機械に搭載し、動作確認を行った。右図は、平成 27 年度に開発したデバイスのプロトタイプを用いて姿勢推定を行った結果を示したものである。



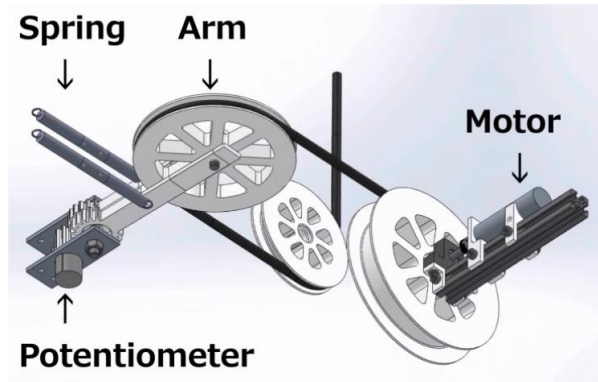
2) 有線給電型マルチロータ機の電気特性と電線の選定

本研究では、マルチロータ機の連続飛行可能時間を延長するため、機体に電源供給用の電線を接続し、地上から電源を供給する有線給電方式を利用する。この有線給電方式を利用したマルチコプターを実運用する際、一般に電線長は 10m を超える長いものとなるが、飛行に数百ワットの電力を必要とするマルチロータ機では、電線の電気抵抗による電圧降下が無視できなくなる。そこで、マルチロータ機の電気特性ならびに、有線給電マルチコプターに利用する電線の選定手法について検討を行った。まず、実際のマルチロータ機のシステムモータに流れる電流を計測し、モータドライバを含めたマルチロータ機のシステムは、一般的な DC モータの特性（トルクは電流に比例し、プロペラの推力はモーメントに比例すること）と一致していないことを確認した。そこで、ESC を含んだモータの特性について、計測結果をベースに新たなモデルを構築した。

次に、このモデルと電線の性質を考慮して、有線給電を行うための電線の選定方法について提案を行った。この方法では、必要な電線長に対し、マルチロータ機の重量とその電線自体を運搬することが可能な推力を、マルチロータ機が出すための電流を流せるかどうかを検討する。本研究で利用する有線給電型マルチロータ機に対しても、この手法を利用することで、テザー選定を行った。

3) ヘリポートの構築

有線給電型マルチロータ機の電気特性と電線の選定を進めると共に、平成 27 年には、ヘリポートのプロトタイプ構築を進めた。次ページに示す図は、開発したヘリポートのプロトタイプと有線給電ヘリならびに、バネを用いたテザーの張力調整機構の CAD 図である。これらの図より、研究室内での、数メートルテザーを用いた飛行について、実現することができた。



2-3 新たな課題など

追加設置型 IMU 搭載デバイスのプロトタイプは、現状では、後処理で姿勢情報を取得しているが、本来ならば、リアルタイムに情報を取得する必要がある。また、防水防塵を施していないため、降雨時に利用できないという問題もある。これらの問題を解決し、実用に耐え得る装置を開発することが、次年度以降の目標である。

また、有線給電型マルチロータ機のシステムについては、プロトタイプでバネを利用したが、建設機械に搭載する場合の振動に弱い可能性があることが判明した。そこで、張力調整に関する抜本的な見直しを行う方針である。さらに、電源供給用の電線を長くするためには、高電圧にして、電線の重量を小さくする必要がある。次年度以降、このようなシステムのプロトタイプを開発し、実機を用いた試験を実施する。

3. アウトリーチ活動報告

特になし