

補助事業番号 2023M-377

補助事業名 2023年度 インフラ設備の人手による保守点検作業を代替する作業型ドローンの試作 補助事業

補助事業者名 旭川工業高等専門学校 機械システム工学科 福澤研究室 福澤修一郎

1 研究の概要

本研究は、送電線や橋梁など、高所危険作業を伴うインフラ設備の保守点検作業を代替する、作業型ドローンの実現を目的とする。具体的には、先端に保守点検工具を備え、横方向に長尺なアームを搭載した作業型ドローンを試作し、送電線飛来物の除去、クラックゲージを用いた橋梁側面のひび割れ幅の測定、テストハンマーによる橋梁側面のたたき検査などのうち、いずれかの作業を実現させることを目指す。

この作業型ドローンは、長尺アームの慣性モーメントや保守点検工具の位置姿勢が、直接、ドローン本体の位置姿勢制御に直接影響を及ぼす。そのため、アーム先端を保守点検対象にアプローチさせる際の不具合事象を分析し、それを解消するアーム先端制御則(本ドローン専用の位置姿勢制御則)を構築するとともに、ドローンベース機の選定、運動計測センサの試作と性能評価、長尺アームの設計製作、設備保守点検手法の調査検討、屋外飛行実験などを実施した。

2 研究の目的と背景

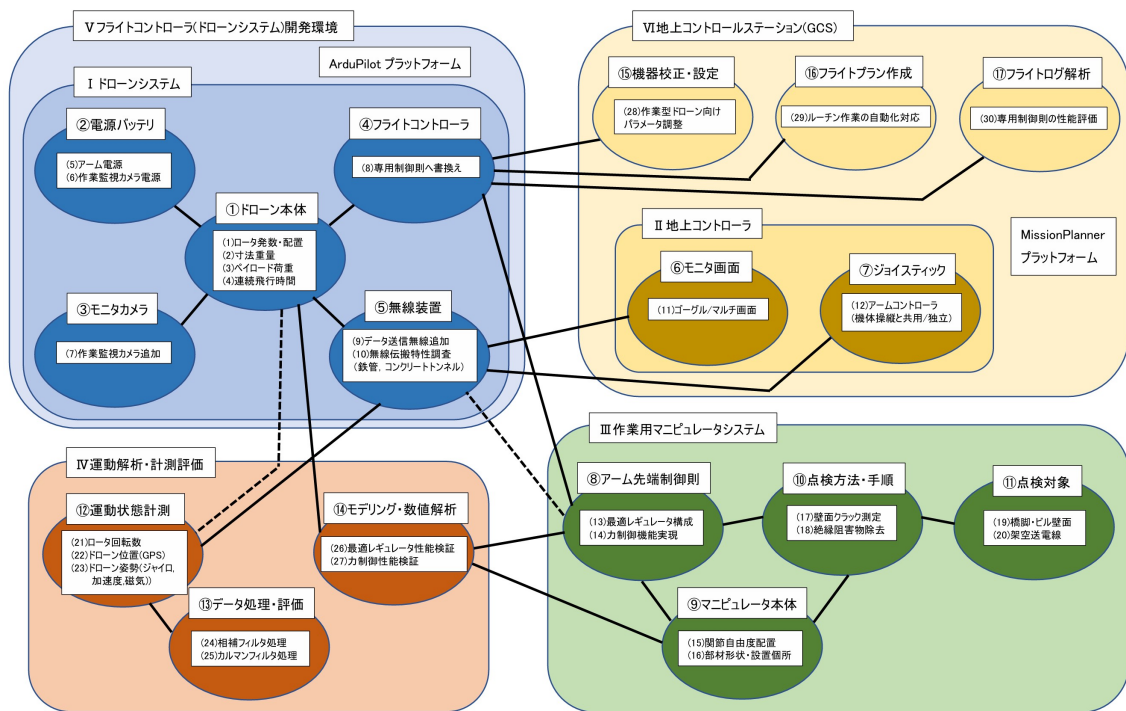
送電線や橋梁などのインフラ設備は、保全のために定期的な保守点検作業が不可欠であるが、人手作業によるものが大半である。また、送電線や橋梁の保守点検は人間にとって危険を伴う高所作業にあたるが、作業対象形状や劣化部位がまちまちで機械化が困難な状況にある。さらに少子高齢化や3K職場の回避という社会的情勢から、人手作業を中心とした点検手法の変革が求められている現状にある。

一方、ドローンはデジタルトランスフォーメーション(DX)のツールとしていろいろ分野で活用されている。本事業は、インフラ設備の保守点検作業にドローンを代替させることで、保守点検作業の安全性を向上させるだけでなく、インフラ設備業界そのものを将来に対応できる形に変革することを目指している。いわば、インフラ設備業界におけるSDGs(持続可能な開発目標)に資することを目指している。

3 研究内容 https://researchmap.jp/s-fuku/published_works

本研究では、横方向に長尺なアームを持つ作業型ドローンが目標にアプローチする際の不具合事象を、危険性解析というシステム工学的な手法を用いて分析し、それを解消するアーム先端制御則(本ドローン専用の位置姿勢制御則)を構築した。あわせて、長尺なアームを搭載するためのドローンベース機の選定、運動計測センサの試作と性能評価、長尺アームの設計製作、設備保守点検手法の調査検討、作業型ドローンの屋外飛行実験などを実施した。具体的な実施項目を以下に示す。

- (1) 先端に工具を備えた長尺棒の運動学的最適配置の理論検討
- (2) 実用上十分な精度で保守点検作業を代替できる制御則の理論検討
- (3) 数値シミュレーションによる作業型ドローンの運動特性評価
- (4) ドローンベース機の製作と運動計測センサの設置
- (5) 作業型ドローンに搭載するマニピュレータの設計製作
- (6) コンクリートクラック診断手法の検討
- (7) ドローンとマニピュレータの統合化、屋外飛行実験の実施



作業型ドローンシステムの全体構成図とタスクエリア整理

4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

ドローンは空撮・測量・農業・監視・災害調査などに活用され、日本では近いうちに、物流(ドローン宅配)にも活用されるが、作業内容的には「見る・非接触で測る・運ぶ」の活用にとどまっている。本事業で構築したドローンは保守点検作業アームを備えており、適用範囲は「障害物を切る、対象物をねじる、計測器を押し付けて測る」など、対象物に具体的な影響を及ぼす領域にまで飛躍的に拡大するため、単なるインフラ設備の保守点検作業の代替のみにとどまらず、作業型ドローンが活用できる多くの分野においてその波及効果は大きい。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

中長期的なドローン研究課題として、マニピュレータを搭載した作業型ドローンやその運動制御手法が国内外で提案されている。しかし、これらのほとんどは、自動航行を前提とし、ロータ回転軸が機体ヨ一方向に対してチルトできるなど、先進的な機能・機構を売りにしている。一方、本研

究は、今後数年以内の実用化を目指し、人間が遠隔操縦するFPVドローンをベース機として採用している。そして、このタイプのドローンを保守点検対象にアプローチさせるには、専用のアーム先端制御則を考案・実装する必要がある、その部分に本研究の独自性、提案性が認められる。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

- (1) 福澤 修一郎, 遠藤碧人, “作業型ドローンのアーム先端制御則の一検討について(その2)”, 第56回SICE北海道支部学術講演会(北大)論文集, 1-06(2024), pp.17--20.
- (2) 内海翔, 福澤 修一郎, “ドローンの運動計測センサのうち磁気センサの高精度化について”, 第57回SICE北海道支部学術講演会(はこだて未来大)論文集, 1-05(2025), pp.17--20.
- (3) 福澤 修一郎, “横方向に長尺なアームを持つ作業型ドローンが目標にアプローチする際の危険性解析と, それを考慮した遠隔操縦手法の提案”, 日本ロボット学会誌, 2025/04/09採録可決定済(JRSJ240116.R1).

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

インフラ設備の人手による保守点検作業を代替する作業型ドローン(試作機)

- (2) (1)以外で当事業において作成したもの

該当なし

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名: 旭川工業高等専門学校(アサヒカワコウギョウコウトウセンモンガッコウ)

住 所: 〒071-8142

北海道旭川市春光台2条2丁目1番6号

担 当 者: 准教授 福澤修一郎(フクザワ シュウイチロウ)

担 当 部 署: 機械システム工学科(キカイシステムコウガクカ)

E - m a i l: fukuzawa@asahikawa-nct.ac.jp

U R L: <https://www.asahikawa-nct.ac.jp/>

<https://www.asahikawa-nct.ac.jp/rc.info/techno/index4.html>