

# 沖縄に顕在するインフラ構造物空中点検・監視用途に適用可能な drone 統合ナビゲーション手法及びモニタリング手法の研究開発 (152311004)

## Proposed Integrated Drone Navigation and Autonomous Flight System for Aerial Inspection and Surveillance of Infrastructure Objects

### 研究代表者

姉崎 隆 沖縄工業高等専門学校

Takashi Anezaki National Institute of Technology, Okinawa College

### 研究分担者

タンスリヤボン・スリヨン<sup>†</sup> 金城 篤史<sup>†</sup>

Suriyon Tansuriyavong<sup>†</sup> Atsushi Kinjo<sup>†</sup>

<sup>†</sup>沖縄工業高等専門学校

<sup>†</sup>National Institute of Technology, Okinawa College

研究期間 平成 29 年度

### 概要

本年度は実利用を通じて、drone 統合ナビゲーション手法の検証とレベルアップを行うことを目的とした。具体的には、沖縄電力送電線施設を想定した自律飛行を実現させ、同時に送電線点検のための送電線画像取得実現を目指した。併せて、drone へ RTK-GPS を搭載し、簡便な RTK-GPS での空中位置精度改善を検討した。RTK-GPS には補正位置情報を発信する固定基地局が必須であるが、公衆回線を利用して簡便に RTK-GPS の実現を目指した。更に固定基地局に集まる位置情報を利用して複数 drone 間の衝突回避を試みた。いずれも良好な結果を得た。送電線点検・監視施設での検証の知見に基づき、上記自律飛行は、10m 超距離での GPS 経由点制御のみでの自律飛行と、地面画像ジャイロと GPS 制御を混在させた自律飛行の 2 種を試みた。いずれも良好な結果を得た。なお、GPS 経由点制御のみで高圧送電線近傍飛行は安全性に不安が伴う。急加速減速時の安全処置、制御不能時の非常ロープ等の処置を検討した。

### 1. まえがき

平成 29 年度は実利用を通じて、drone 統合ナビゲーション手法の検証とレベルアップを行うことを目的とする。具体的には、沖縄電力送電線施設を想定した自律飛行を実現させ、同時に送電線点検のための送電線画像取得の可能性を確認した。

併せて、drone へ RTK-GPS を搭載し、簡便な RTK-GPS での空中位置精度改善を検討した。RTK-GPS には補正位置情報を発信する固定基地局が必須であるが、公衆回線を利用して簡便に RTK-GPS の実現を試みる。更に固定基地局に集まる位置情報を利用して複数 drone 間の衝突回避を実現した。

送電線点検・監視施設での検証の知見に基づき、上記自律飛行は、10m 超距離での GPS 経由点制御のみでの自律飛行と、地面画像ジャイロと GPS 制御を混在させた自律飛行の 2 種を試みた。

なお、GPS 経由点制御のみで高圧送電線近傍飛行は安全性に不安が伴う。急加速・急減速時の安全処置として制御不能時の非常ロープ等の処置を検討した。

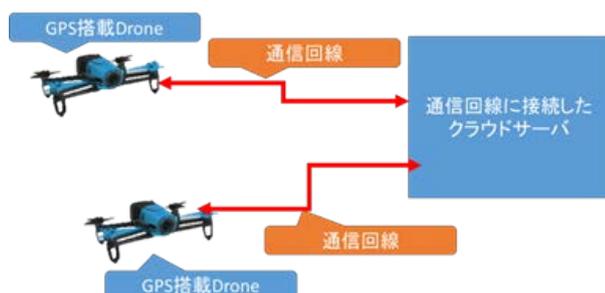


図 1 位置情報を利用して複数 drone 間の衝突回避



図 2 複数 drone の衝突回避を考慮した GPS 経由点制御手法

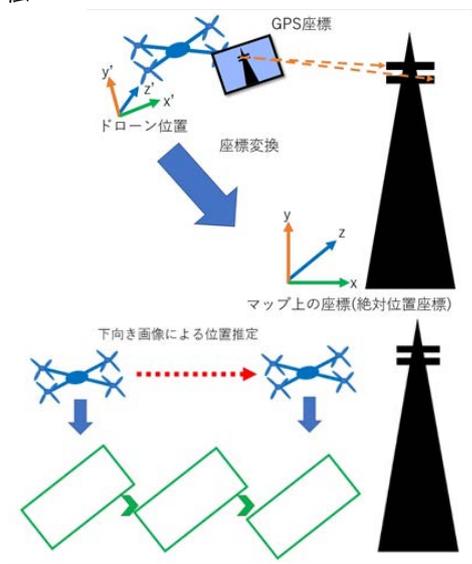


図 3 地面画像ジャイロと GPS 制御を混在させた自律飛行

## 2. 研究開発内容及び成果

ここでは広域自律ドローン制御について特記する。送電線等インフラの点検には、長距離広範囲の作業が必要になるため、バッテリーや作業効率の面から複数のドローンを順次飛ばして点検する必要がある。その際に衝突の恐れがあるため、複数ドローンを制御する必要がある。複数ドローンの制御には各ドローンが互いに通信して制御する方法と、基地局を用意してすべてのドローンを同時に制御する方法が考えられる。

Intel は Shooting Star システムを開発し、平昌オリンピック開会式で 1218 機のドローンを群制御した。ここでは基地局方式が採られた。ただドローン同士の衝突時には、直前にドローンを離脱または落下させる方法を採用している。これでは、物流・運搬、インフラ点検用途に適さない。本研究では基地局方式で、図 4 のように複数ドローンの携帯電話公衆回線での制御および GPS 利用可能区域と非 GPS 区域の制御方式の自動変更を行うシステムの開発を目的とした。動作の確認は、実機および SITL シミュレーターで行った。

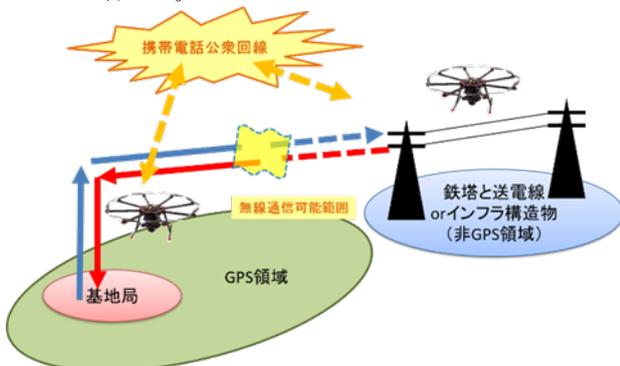


図 4 携帯電話公衆回線を用いた広域自律ドローン制御

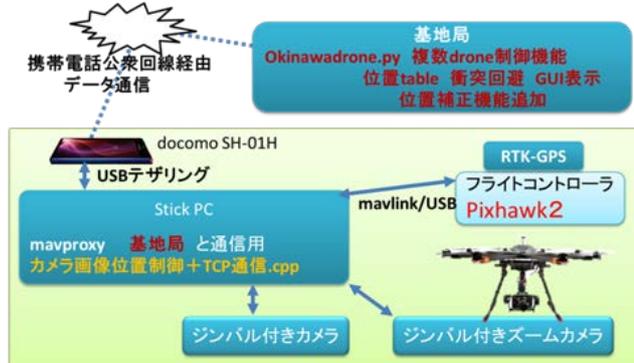


図 5 広域自律制御のためのドローンシステム構成

複数ドローンの衝突回避を実現するためには、まずドローンの複数制御方法を考える必要がある。本研究では、dronekit を用いた Python プログラムによって複数台のドローンを制御する。dronekit とは、ドローン进行操作するための API である。

基地局には各ドローンを制御する Python プログラムが入ったサーバ PC があり、その基地局からドローンを順次飛ばし送電線点検を行う。また、図 4 のように点検を終わったドローンも基地局に帰ってくるので、そこで行きと帰りのドローンが衝突する危険性があり、その場合の衝突回避の方法を考えなければならない。

衝突回避の具体的な方法としては、領域を用いた衝突回避を用いる。まず、取得した位置座標を中心に半径数メートル程度の領域を設定する。次に基地局の Python プログラ

ム内でドローン同士の位置関係を計算し、領域が重なっているかどうかの判定を行う。判定の結果、領域が重なっている場合は、衝突回避命令を送る。(図 6)

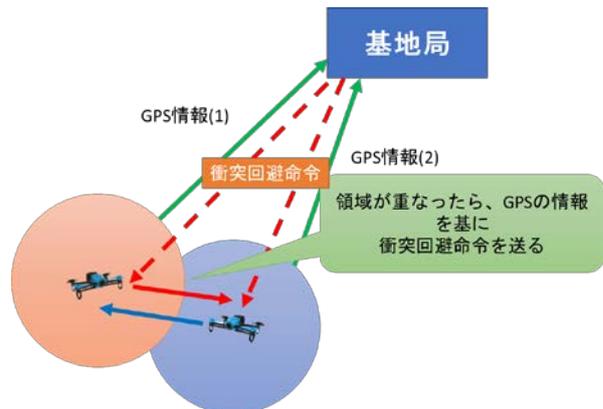


図 6 取得した位置情報を基にドローン同士の衝突回避

## 4. むすび

公衆回線を利用して簡便に RTK-GPS の実現を目指した。更に固定基地局に集まる位置情報を利用して複数 drone 間の衝突回避を試みた。いずれも良好な結果を得た。送電線点検・監視施設での検証の知見に基づき、上記自律飛行は、10m 超距離での GPS 経由点制御のみでの自律飛行と、地面画像ジャイロと GPS 制御を混在させた自律飛行の 2 種を試みた。いずれも良好な結果を得た。送電線点検・インフラ監視への波及を期したい。

### 【誌上发表リスト】

[1] 伊礼恭士他、“複数ドローン広域遠隔操作および広域自律飛行可能なドローンシステムの開発(1)”, 電気学会、次世代産業システム研究会、IIS-18-017, pp.27-30, (2018年3月)

[2] 宮里勇也他、“複数ドローン広域遠隔操作および広域自律飛行可能なドローンシステムの開発(3)”, 電気学会、次世代産業システム研究会、IIS-18-019, pp.35-38, (2018年3月)

[3] 森田道成他、“インフラ(送電線)点検自律飛行ドローン”, 電気学会、次世代産業システム研究会、IIS-18-021, pp.43-46, (2018年3月)

### 【受賞リスト】

[1] Michinari Morita 他、Excellent Poster Presentation Award (ISIPS 2017)、“Infrastructure inspections using Autonomous flight drone (2)”, P2D-2:(#102)、早大 IPS (2017年11月15日)

[2] Michinari Morita 他、IEEE ICIBMS 2017 STUDENT TRAVEL AWARD、“Autonomous Flight Drone for Infrastructure (transmission line) Inspection-3”, 36-07-17-004-T1FP、OIST (2017年11月24日)

[3] Motoki Kyan 他、“Development of Drone Charging Station Using RTK-GPS”, ICIBMS 2017、39-27-17-039-T2FP、OIST (2017年11月26日)

### 【報道掲載リスト】

[1] “ドローン 科学の道開く／離島の中学生ら操作競う／沖高専 久米島で講座”、沖縄タイムス、2018年9月3日