

長崎大学 学生会員○吉田健人 長崎大学大学院 正会員 奥松俊博
 長崎大学大学院 正会員 中村聖三 長崎大学大学院 正会員 西川貴文

1. はじめに

現在 GPS に代表される GNSS システムは、災害調査や維持管理などその適用範囲が拡大している。様々な移動体（無人化重機、移動体によるモニタリング等）を用いた位置情報管理技術の開発により、社会基盤施設の維持管理をロボット化する動きがある。特に、近年は UAV（Unmanned aerial vehicle）を用いた社会基盤施設の施工管理、維持管理が盛んになっている。UAV を用いた維持管理などをする際には、人の手による手動操縦と GPS を利用した自動操縦がある。手動操縦をする際には、UAV の操縦者を育成する必要があり時間とコストがかかる。そこで、UAV を自動操縦させ社会基盤施設の施工管理、維持管理に利用することを目的とし研究を行った。本研究では、自動操縦による UAV 飛行で実際に飛行している経路と GPS の経路でどの程度ずれが生じているのかを計測することを目的に LabVIEW を用いた計測システムの構築を行った。また、衛星配置指標である DOP の取得および自動操縦に対する影響の検討を行った。

2. 使用機器及び実験概要

今回使用した UAV は、DJI 製の F550（図 - 1）である。その他、計測システムに使用した機材を表 - 1 に示す。本研究では市販の UAV を利用する場合を対象としており、トータルステーション（以下 TS とする）を用いて、UAV に 360° プリズムを搭載し自動操縦時の挙動を計測した。計測の様子を図-2 に示す。計測概略図に示すように、UAV の脚がプリズムに被らないようにするためプリズムの位置を UAV から離れた位置に取り付けた。今回の計測では Ground Station を用い、UAV が三角形の軌道を描き、頂点となる 3 点をループするように経路設定を行った。



図-1 DJI F550

3. UAV 挙動の計測方法

UAV に搭載してある GPS モジュールである DJI Wookong-M では GPS の挙動をデータとして取得することが困難なため、単独測位型 GPS の etrex を UAV に載せた。単独測位型 GPS の etrex は経緯度座標でデータ取得することができ、経緯度座標を国土地理院のサイトを用い、平面直角座標に変換し評価を行った。また、LabVIEW で作成した計測プログラムを用いて TS から得られる、TS から UAV までの距離、水平角、鉛直角のデータを 1 秒ごとにデータロギングを行った。また、UAV を自動操縦させた場所の衛星状況を確認するために、単独測位型 GPS アンテナによる計測実験を行った。なお、計測場所は学内のグラウンドにて行い、平成 27 年 12 月 5 日 7 : 00 ~ 8 : 00 の間に行った計測データを用いた。この時の風速は北方向に約 2m の風が吹いていた。

表-1 計測の使用機材

マルチコプター	DJI550
操縦用送信機	FUTABA T14SG
GPSモジュール	DJI Wookong-M
UAV自動操縦用ソフト	PC Ground Sttion
トータルステーション	SOKKIA SRX3
UAVに載せるGPS受信機	etrex LEGEND HCx
プリズム	360° プリズム

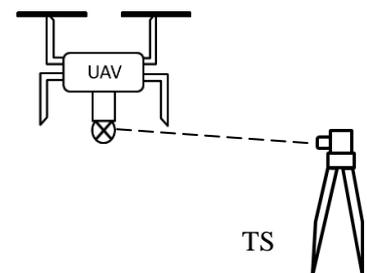


図-2 計測概略図

3. 計測結果

3-1 GPS 精度照査

TS から取得できるデータを正値とし、etrex のデータと比較した。Wookong-M では GPS の挙動をデータとして取得できないため、単独即位型 GPS の etrex を UAV に載せている。そのため、UAV 搭載 GPS モジュールである DJI Wookong-M と etrex を精度照査した。計測データを図-3 に示す。計測時間は約 3 分間とし、平均で X 座標（北方向）に約 4m、Y 座標（東方向）に約 7m のずれが確認できた。また、etrex を 30 分間計測した計測データを図-4 に示す。平均点から半径 1.5m 以内でのバラつきが確認できた。

3-2 自動操縦による UAV 挙動

UAV が三角形の軌道を描き、頂点となる 3 点をループするように経路設定を行い計測した。設定経路の詳細は、高度 5m、速度 4m/s、1 点毎のホバリング時間を 5 秒とした。この時の UAV の挙動を図-5 に示す。平均で X 座標（北方向）に約 3m、Y 座標（東方向）に約 4m、最大で X 座標（北方向）に約 10m、Y 座標（東方向）に約 6m ずれていることが分かった。

3-3 衛星環境の悪い場所での DOP 計測

南側、北側に建物があり衛星の入りにくい場所の中に UAV を自動飛行させ、衛星環境が良い状態から悪い状態になる計測を行った。この時、UAV は設定した経路とは異なる方向に飛行した。この原因を明らかにするために上記の場所で衛星配置状況を計測した。計測時間は 30 分間とした。図-6 と図-7 は衛星を遮る障害物がない環境と衛星を遮る障害物がある環境を比較したものである。水平精度指標である HDOP を見ると、図-6 は HDOP が約 1.7 で推移している。一方、図-7 は前者と比べて値が大きく HDOP が約 3.5 で推移しており精度が悪くなっている。そのため、自動操縦を行った際に設定した経路とは異なる方向に飛行したと考えられる。図-6 で DOP の値が大きくなっている部分が確認できるのは衛星軌道周期に伴う衛星配置状況の影響と考えられる。

4. まとめ

本研究では市販の UAV を用いる基礎的な研究と位置付け、まず、LabVIEW を用いた UAV 挙動計測システムを構築した。次に単独即位型 GPS の etrex と TS を用い、UAV が自動操縦時に実際の経路とどの程度ずれるのか評価を行った。また、衛星配置指標である DOP を計測することにより自動操縦時における影響を検討した。計測結果から、HDOP などが観測できる装置を UAV に搭載し、ある一定の値以下になると、衛星環境の良い場所に移動しホバリング。また、UAV のスタート地点に帰るなどといったシステムが必要なのではないかという課題が考えられる。

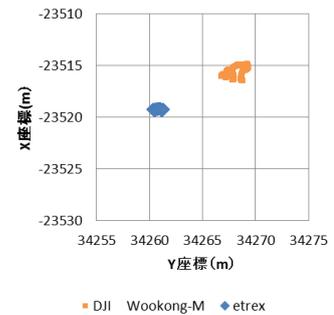


図-3 Wookong-M と etrex の精度照査

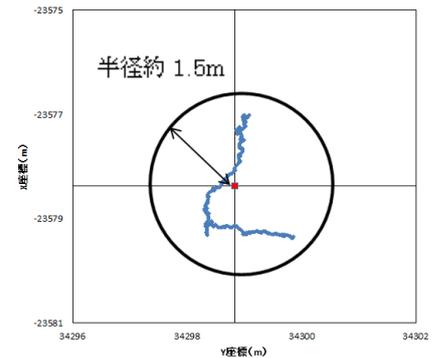


図-4 etrex30 分間計測

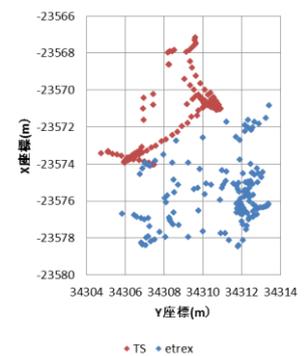


図-5 UAV 挙動

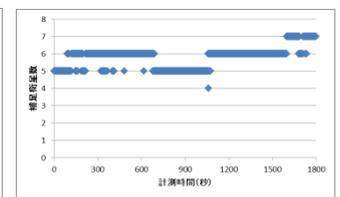
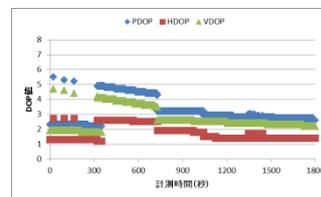


図-6 衛星環境の良い場所の DOP 及び補足衛星数

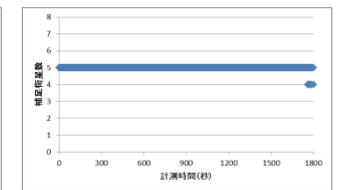
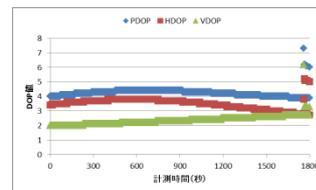


図-7 衛星環境の悪い場所の DOP 及び補足衛星数