



## UAVからの伝送位置情報を用いた追尾アンテナ制御 性能の評価

メタデータ	言語: jpn 出版者: 室蘭工業大学航空宇宙機システム研究センター 公開日: 2020-01-30 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 上羽, 正純, 遠藤, 将人 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10258/00010130">http://hdl.handle.net/10258/00010130</a>

# UAV からの伝送位置情報を用いた追尾アンテナ制御性能の評価

上羽 正純(航空宇宙システム工学ユニット 教授)

○遠藤 将人(航空宇宙システム工学コース 学部 4 年)

## 1. はじめに

一般に無人航空機 (UAV : Unmanned Air Vehicle) は、高速で長距離を飛行する。この場合、UAV の位置を確実に把握することが必須である。このため、UAV から送信される位置情報を含む電波の送信電力を可能な限り微弱にならないようにする、あるいは微弱であっても受信をできるようにすることが必要である。前者の手段として、無線通信装置の送信電力を増加させる、あるいは複数の UAV でマルチホップさせる。後者の手段としては、利得の高いアンテナを用いて UAV を追尾することが考えられる。

本研究では、上記手法のうち、送信電力を増加させる手法を除いた 2 つの手段を統合し、図 1 に示すクラスタ UAV による長距離位置情報伝送システムを提案し、構成技術のうち高速飛行する UAV を地上局の追尾アンテナでの高精度に追尾制御技術について、実証実験により制御性能を評価した結果を報告する。

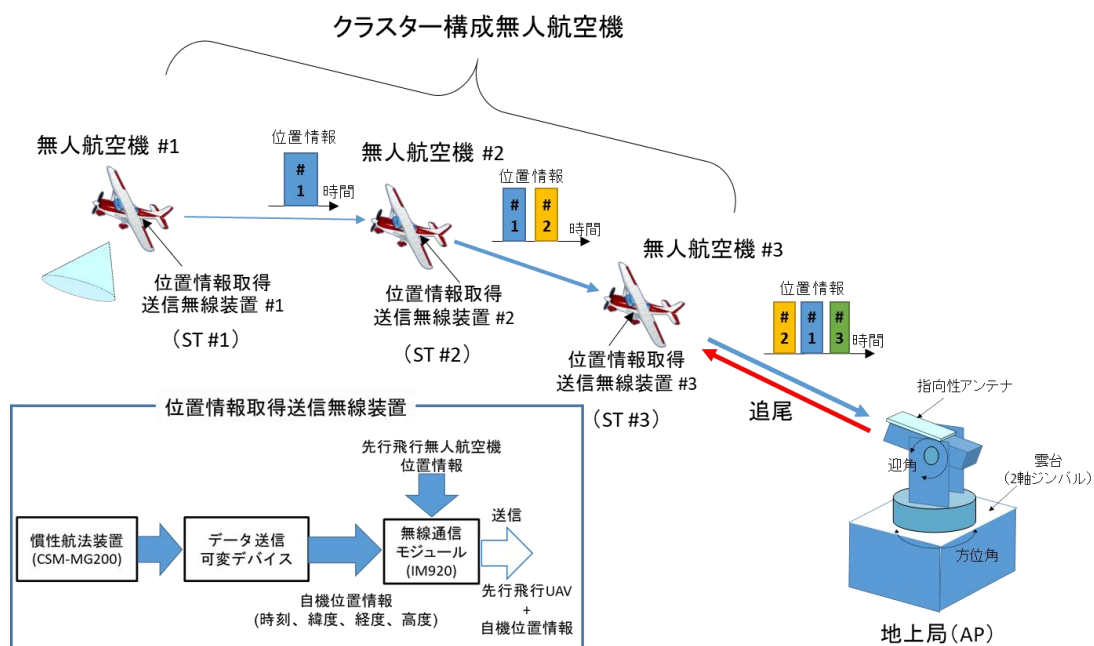


図 1 クラスタ無人航空機による長距離位置情報伝送システムイメージ

## 2. システムの概要

図 1 に示すシステムでは、各 UAV は、位置情報取得送信無線装置を搭載している。位置情報取得送信無線装置は、慣性航法装置、データ送信可変デバイス、無線通信モジュールより構成される。特に無線通信モジュールは、低出力の 920 MHz 帯の市販無線通信モジュール (インタープラン社製 IM920) を使用した。位置情報はチェーン状に配置した複数 UAV をマルチホップさせる

本マルチホップ伝送によりすべての UAV の位置情報を地上局まで伝達する過程では、

- 1) UAV #3 においては、UAV #1, #2 の位置情報がすべてそろった時点で送信されること
- 2) 920 MHz 帯の無線通信モジュールは、時間 10 % のみの送信しか許されていないこと

により、地上局の追尾アンテナに最も近い UAV #3 であっても追尾対象に時間遅れが発生し、これが追尾アンテナによる飛翔体の指向方向精度を劣化させてしまう。

### 3. 提案追尾アンテナ制御系

前述の問題点である遅延時間を解決するために、図 2 に示す地上局追尾アンテナ制御系が提案されている。

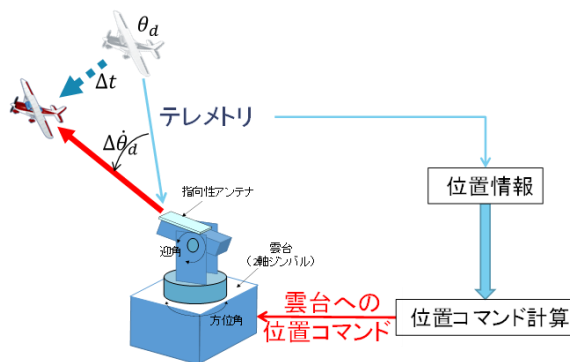


図 2 追尾アンテナ制御系

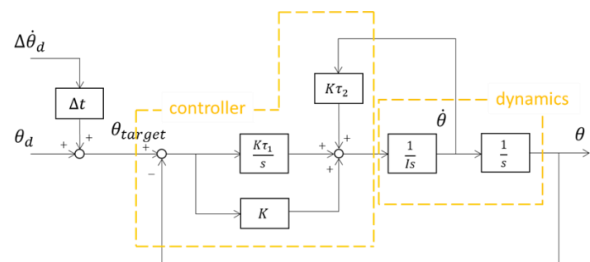


図 3 追従制御系ブロック図

この提案追尾アンテナ制御系は、UAV からテレメトリデータとして送信されている位置や速度、姿勢角、飛行モードのうち、位置情報を用いる。同時に追尾アンテナで角速度情報を用いる。これらのデータを用いて、時間遅れを考慮した角度コマンドを算出し、追尾アンテナ制御系に用いる。すなわち、予測した目標角度  $\theta_{target}$ 、目標角度  $\theta_d$ 、角速度  $\Delta\dot{\theta}_d$ 、遅延時間  $\Delta t$  において、予測した目標角度  $\theta_{target}$  を(1)式で発生させている。本(1)式を図 3 に示す  $\theta_{target}$  に使用する。

$$\theta_{target} = \theta_d + \Delta\dot{\theta}_d \Delta t \quad (1)$$

## 4. 実証実験

### 4-1. 追尾アンテナ単体性能確認実験

追尾アンテナ制御システム（雲台）単体の追尾制御性能を評価する。この実験においては、電動模型飛行機（図 4）に搭載する位置情報取得送信無線装置の無線通信モジュールを時間遅れの生じない 2.4 GHz 帯の無線装置モジュール（TWE-Strong）に置き換えた。さらに、ハイブリッド慣性航法装置（Tiny Feather）で計測される位置情報のうち、高度は精度が悪いため、気圧高度センサ（MS5607）を用いて計測した高度と置き換えて、無線通信モジュールより送信することとした。この置き換えは、PSoC を用いて行っている。本構成にて追尾制御を実施し、機体を追尾させることにより追従制御性能を確認する。機体の搭載機器や実験構成の概略図を図 5 に示す。



図4 電動模型飛行機

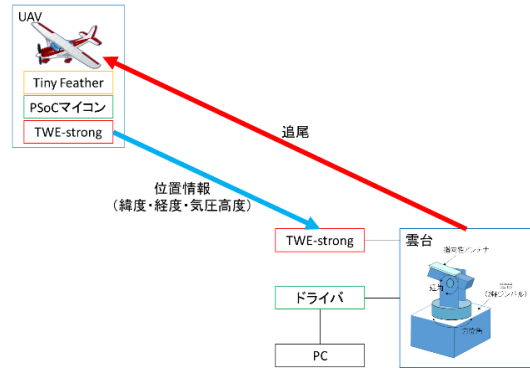


図5 実験構成概略図

#### 4-2. 時間遅れがある場合の追尾性能評価実験 (総合実証実験)

マルチホップにより時間遅れが生じた場合の追尾制御性能を、雲台を制御するソフトウェアにて(1)式で示されるコマンドを実装し評価する。本実験では、図6に示すハイブリッド慣性航法装置 (CSM-MG200) 及びデータ送信可変デバイス、920 MHz 帯無線通信モジュール (IM920) からなる位置情報取得送信無線装置 (ST #3) を搭載した電動模型飛行機を飛行させる。機体の搭載機器や実験構成の概略図を図7に示す。なお、ST #1, #2 は地上の固定点に設置した。



図6 機体搭載機器

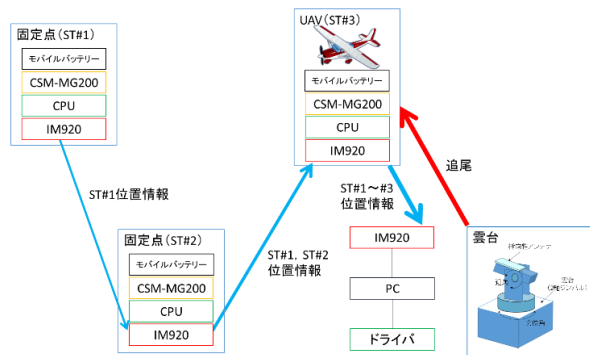


図7 実験構成概略図

### 5. 実験結果

#### 5-1. 追尾アンテナ単体性能確認実験

4-1. の構成にて、白老滑空場で行った実験の飛行軌跡を図8、追尾アンテナ制御システムを構成する雲台の設置状況を図9に示す。図8に示す赤線が電動模型飛行機の飛行軌跡である。追尾制御時の方位角、仰角履歴及び角度誤差を図10に示す。方位角・仰角ともにコマンドに追従し、指向方向誤差としては方位角で最大約 $5^\circ$ 、仰角で最大約 $6^\circ$ であった。機体が飛行中の角速度が大きくなるにつれて、指向方向誤差が大きいくこと。さらに、データが欠落し、雲台が急回転することがあり、この場合指向方向誤差がさらに大きくなることを確認した。

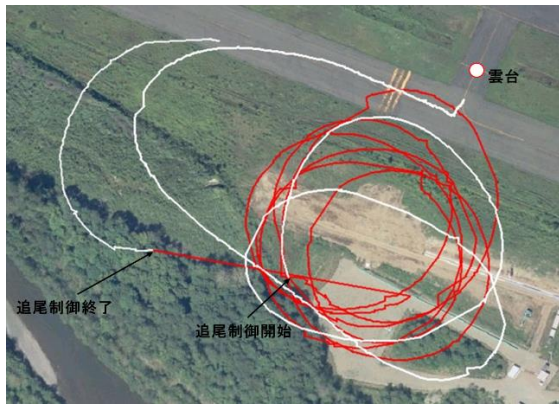


図 8 電動模型飛行機飛行軌跡

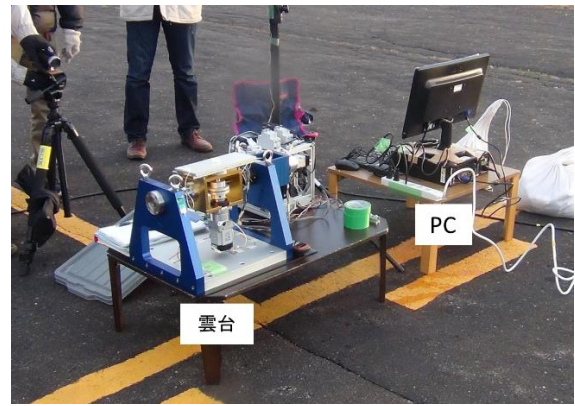
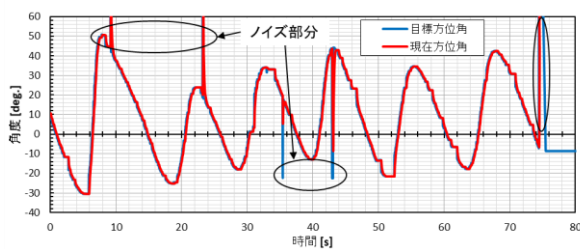
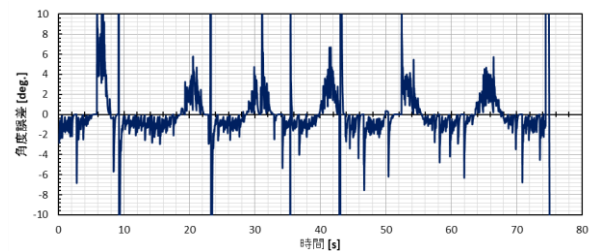


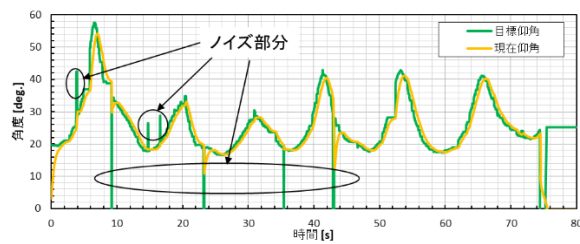
図 9 雲台設置状況



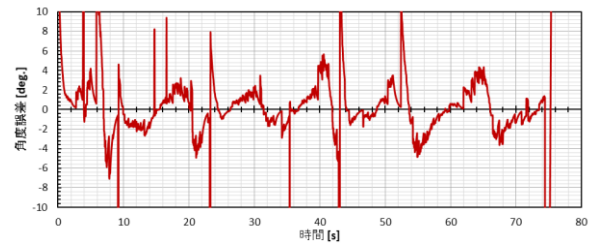
(A) 方位角追尾結果



(B) 方位角誤差



(C) 仰角追尾結果



(D) 仰角誤差

図 10 追尾性能確認実験結果

## 5-2. 時間遅れがある場合の追尾性能評価実験（総合実証実験）

4-2. の構成にて、白老滑空場での ST #1, ST #3, AP 等の配置を図 11, 飛行実験による UAV #3 の飛行軌跡を図 12 に示す。実験においては、ST #2 の不具合が発生したため、これを使用せず、ST #1→ST #3 (UAV #3) →雲台 (AP) へと位置がマルチホップで伝送される系を構築した。

追尾制御時の方位角、仰角履歴及び角度誤差を図 13 に示す。方位角・仰角ともにコマンドに追従しているが、指向方向誤差は方位角で最大  $30^\circ$ 、仰角で最大  $8^\circ$  となった。指向方向誤差が大きくなった要因の一つは、データの欠落が多く発生したためである。これは、電動模型飛行機が旋回した際の主翼などによる電波のブロッキングなどが原因と考えられる。



図 1.1 実験配置

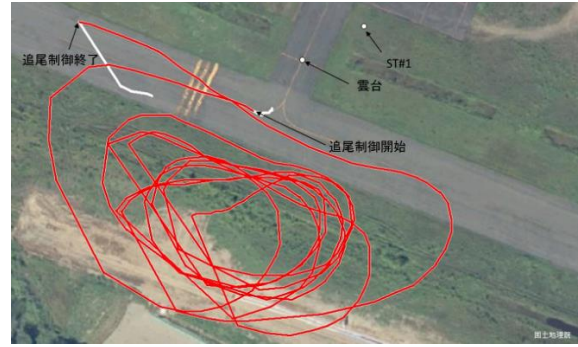
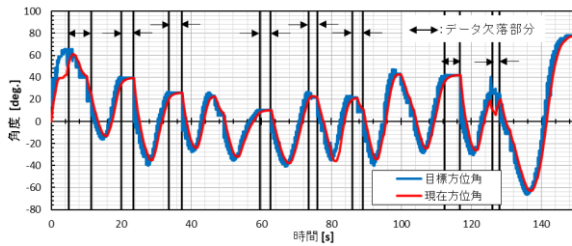
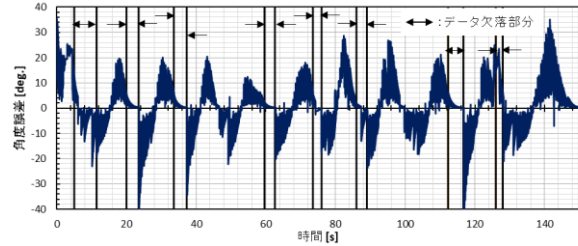


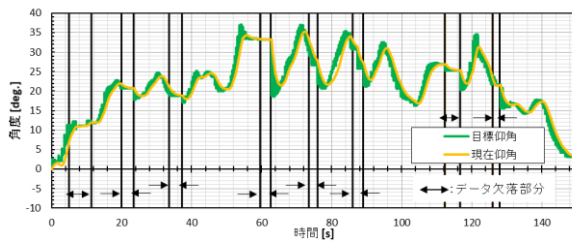
図 1.2 電動模型飛行機飛行軌跡



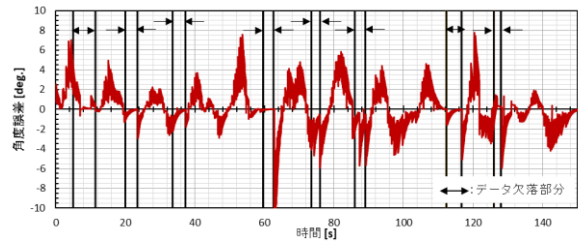
(A) 方位角追尾結果



(B) 方位角誤差



(C) 仰角追尾結果



(D) 仰角誤差

図 1.3 総合実証実験結果

## 6. まとめ

実証実験において、受信データに基づいて雲台が追尾可能であることを確認した。ただし、データ欠落時には指向方向誤差の大幅な劣化が発生した。今後は、データ欠落の原因を解明し、対策を講じる。

## 参考文献

[1]北沢祥一，嶋田民生，上羽正純，無人航空機の位置情報データ伝送用マルチホップ無線システムの検討，電子情報通信学会，SANE2017-104，2018年1月