

飛行特性を利用した UAV の自律飛行制御方法に関する研究

情報科学科 川口 美紅

指導教員：村上 和人

1 はじめに

一般的に屋外環境における UAV (Unmanned Aerial Vehicle) の飛行制御には、GPS から得られる位置情報が用いられており、正確な制御が可能であるが、遮蔽物などが多い場所では、周辺の環境によっては正確な位置情報が得られない可能性がある [1] [2]. 本研究では、非 GPS 環境下において UAV を計画的に飛行させる方法として、UAV に与える飛行コマンドとその命令によって生じた飛行距離の関係に着目し、得られた関係から目標地までの飛行コマンドを算出することにより、UAV を自律飛行させることを目的とする。本稿では計測した結果から、UAV を目標地まで自律飛行させた結果について述べる。

2 飛行特性計測実験

本研究では、UAV に与える飛行コマンドと飛行距離の関係を機体の飛行特性と定義した。ある飛行コマンドを与えたときの UAV の飛行距離と方向を計測し、飛行特性としてまとめた。UAV は Parrot 社の Bebop2 を使用し、正確な位置情報を計測するために、モーションキャプチャシステムを利用した。

飛行特性計測のために、機体座標系における x 軸方向正の向きのコマンド u_0 , y 軸方向正の向きのコマンド v_0 を与え、各方向にコマンドを N 回 ($N=1, 2, 3$) と与えた。本実験においては機体の高さ方向は考慮しないため、機体は 2m の高さで固定する。計測は 20 回ずつ行うものとする。

結果を図 1 に示す。図 1 の横軸は u_0, v_0 を与えた回数であり、縦軸は飛行距離 D を表すものとする。 x 軸方向 y 軸方向ともに、飛行コマンドを与える回数の増加に伴い、飛行距離も線形的に増加していく傾向が見られた。この結果より、飛行コマンドと飛行距離 D の関係を、最小二乗法を用いて一次関数の線形フィッティングを行った。

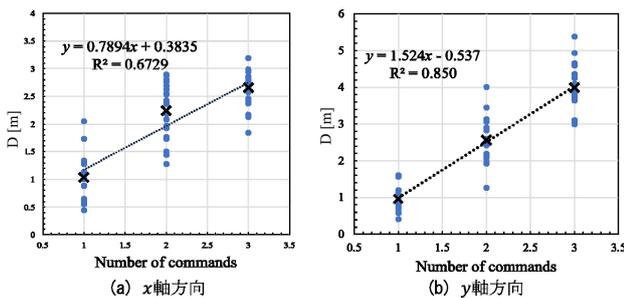


図 1 飛行特性

3 飛行実験

計測した飛行特性を利用して、コマンド u_0, v_0 の与え方について確認する。 u_0, v_0 を 1 回ずつ、以下の 3 パターンに分けて与えた場合の飛行距離と座標の比較を行う。

- (a) コマンドを同時に与える (複合コマンド): 「 \rightarrow 」
- (b) 2 回に分けたコマンドを与える (単一コマンド): 「 \rightarrow 」 + 「 \uparrow 」
- (c) 2 回に分けたコマンドを与える (単一コマンド): 「 \uparrow 」 + 「 \rightarrow 」

各パターンの計測は 10 回ずつ行い、実験により得られた機体座標を図 2 に示す。飛行特性より、 u_0, v_0 を 1 回ずつ与えた場合の飛行距離 D は、 $D=1.53$ (図 2 の Start 点から Target 点まで) で

あることが分かる。実験より、(b) (c) では、飛行距離の誤差が目標地 1.53m に対して、0.1m 以内に収まり、移動距離の標準偏差 σ が (b) は 0.30, (c) は 0.49 であった。一方で (a) では、 $\sigma=0.58$ であり、移動距離の誤差も (b) (c) に比べて、大きくなった。結果より、UAV には単一コマンドを与える方が、より安定して目標地付近まで飛行させることが可能であると考えられる。

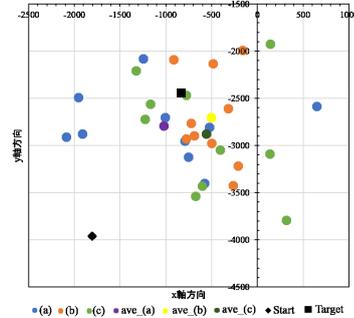


図 2 各パターンの座標の分布

次に、 u_0 と v_0 を組み合わせることにより、目標地 L までの自律飛行実験を行った。検証結果より、目標地までは単一のコマンドを繰り返し与えた。実験では、計測実験により得られた、コマンドと飛行距離距離の関係を表した一次関数を利用して、 u_0 を N_x 回 ($N_x=0, 1, \dots, n$) と与えた場合の飛行距離 D_x と、 v_0 を N_y 回 ($N_y=0, 1, \dots, n$) と与えた場合の飛行距離 D_y を算出し、 $D = \sqrt{D_x^2 + D_y^2}$ を求めた。提案手法では、各方向に対して整数倍の飛行コマンドを与えたとき、目標地 L に最も近くなる飛行距離 D を、 $L \approx D$ とみなすことで、目標地までの N_x と N_y を取得した。得られた N_x, N_y と結果を以下の表 1 に示す。実験は 5 回ずつ行い平均値をとるものとする。結果より、 $L \approx D$ となる目標地 L に対して、提案手法を用いて自律飛行させることによって、目標地付近に飛行させることに成功した。

表 1 飛行実験の結果

N_x	N_y	目標地 [m]	実測値 [m]	標準偏差 [m]
6	0	5.0	4.43	0.34
0	4	5.0	5.03	0.46
3	3	5.0	5.02	0.46
4	5	8.0	7.83	0.90
9	5	10.0	11.39	0.73

4 おわりに

本研究では、非 GPS 環境下において UAV を飛行させる制御方法の検討を目的とし、機体の飛行特性に着目し、UAV の自律飛行制御に利用した。今後は、計測した飛行特性を利用した経路計画の立案と、高さ方向も考慮した制御方法の検討を行う。

参考文献

- [1] 野波健蔵, “ドローン技術の現状と課題およびビジネス最前線”, 情報管理, vol 59, no.11, pp.755-763, 2017.
- [2] 野波健蔵, “「空の産業革命」をもたらすドローンの課題と展望”, 計測と制御, vol 56, no.1, 2017.