

技術紹介

橋梁点検用ドローンの飛行制御

～一定解像度の画像を網羅的に取得～

Flight Control System of the Bridge Inspection Drone, MARCO™

榎本 祥 *1
Sho KASHIMOTO

林 篤史 *2
Atsushi HAYASHI

金平 徳之 *3
Noriyuki KANEHIRA

1. はじめに

橋梁点検の場で、ドローンを活用しようとしています。点検対象は主に床板・橋脚で、ドローンで撮影した画像は事務所に持ち帰り、点検員がひび割れ等の損傷を識別します。画像から損傷を識別するためには、精細かつ品質が一定の画像を取得することが必要となります。私たちはこの条件を満足するため、撮影対象とカメラとの距離を一定に保ってドローンを飛行させる方法を採用することにしました[1]。しかし、橋梁近傍や桁下はGPSが取れない環境にあるため、ドローンの位置が制御できず、自立飛行が難しいという技術的な課題があります。

この課題を解決し、均質な画像を取得する手法として、近接制御と高度制御を開発し実装しました。近接制御は搭載した超音波センサの値を参考に、対象との距離を一定に保つ制御で、高度制御は気圧センサの値を元に、高度を一定に保つ制御です。本文ではこれらの技術について紹介します。

2. システムの構成

近接制御と高度制御はドローンに搭載した安定制御CPU内に実装しており、そこに操縦者の入力を加えることで、ドローンに対しての操縦指令を決定し、出力します。

緊急時には操縦者の入力が必ず優先されるようになっており、操縦者が危険と判断した場合には速やかに着陸させることができます。

3. 近接制御

距離を一定に保つためには対象との距離を取得することが必須で、そのためのセンサとして超音波センサを搭載しました。取得した距離が目標の距離と同じになるようにドローンの前後進および上下方向の出力を制御し、自動で距離を一定に保ちます。これにより取得する画像の品質を一定に保てるようになる他、ドローンの4軸(上下、前後、左右、機体ヨー回転)での操縦を、3軸(上

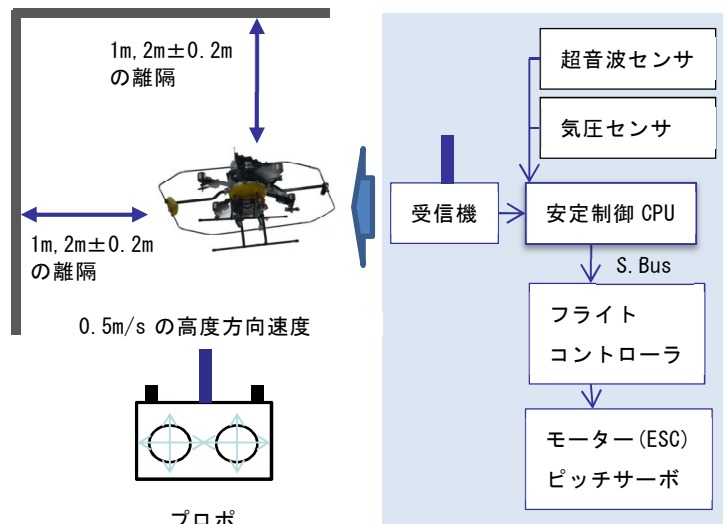


図1 システムの構成

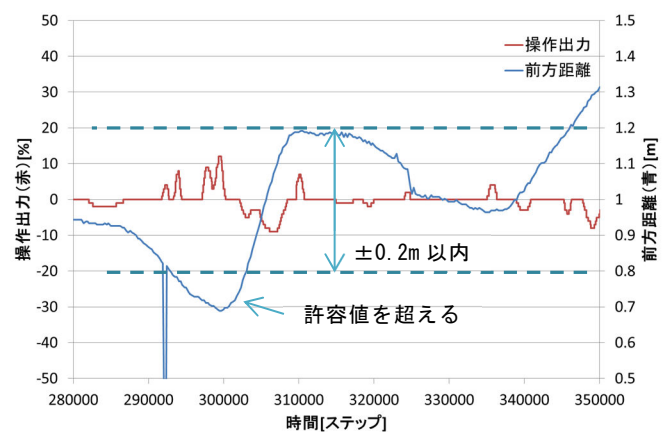


図2 前方近接制御なし

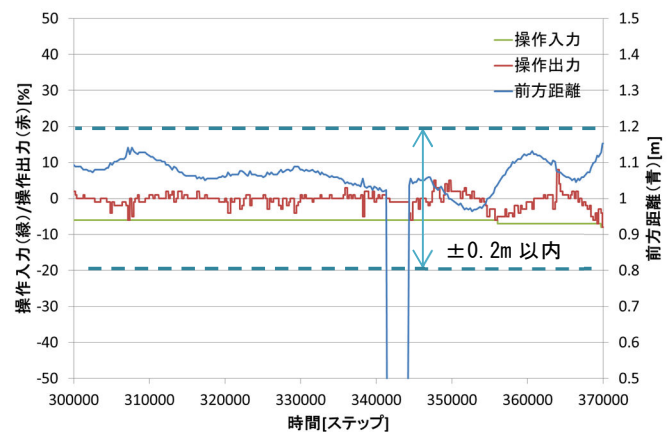


図3 前方近接制御あり

*1 川田テクノロジーズ㈱技術研究所
*2 川田テクノロジーズ㈱技術研究所 主幹
*3 川田テクノロジーズ㈱技術研究所 所長

下、左右、機体ヨー回転)に減らすことができ、操縦者の負担の軽減につながりました。取得した超音波センサの値にはノイズ等が含まれているため、取得した値にフィルタリングを行い、制御に活用できるようにしています。

一般的な機種でもセンサを用いた制御は行われていますが、対象物との接触を防ぐ衝突検知機能としての活用となっており、自動で離隔を一定に保つ機能は自社独自の機能であると言えます。

4. 高度制御

高度を一定に保つために気圧センサを搭載し、得られた高度情報を元に上下方向の出力値を制御することで、操作入力がない場合にはドローンの高度を一定に保つことができます。これにより操縦者は水平方向の操縦に専念することができます。

また、気圧センサの値は上下にドリフトするため、高度を一度速度に変換し、ドリフトの影響を軽減しています。

5. 実証試験

橋梁モックアップや建物壁面等での試験飛行を複数回重ねて安定性を向上させた後、実橋における実証試験を行いました。図5~7は広島市の根之谷高架橋と、浜松市の舟木沢橋で実施した実証試験の近接制御中の機体の運用の様子です。この時、操縦者は制御により、前後のスティック操作は全くせず、 $\pm 0.2\text{m}$ 以内の精度で2mの離隔を一定に保ちながら飛行撮影することができました。

4. まとめ

近接制御と高度制御の開発により、橋脚等のコンクリート面にある損傷を均一に撮影することが可能となり、得られた画像から定量的に識別することが可能となりました。また、ドローンの前後方向の操作軸を減らし、操縦者の負担を軽減することができました。

今後の展開としては、機体ヨー回転方向の操作軸を制御することで、操縦者の負担、操縦技量のハードルの緩和や、現行の制御の安定性の向上、安全面に関する改良等を進めていきます。

参考文献

- 1) 金平, 平井, 林, 樫本, 平山, 小林, 加藤, 有隅, マルチコプタを利用した橋梁点検システムの開発 (第4報) 第36回日本ロボット学会学術講演会, 2018年9月

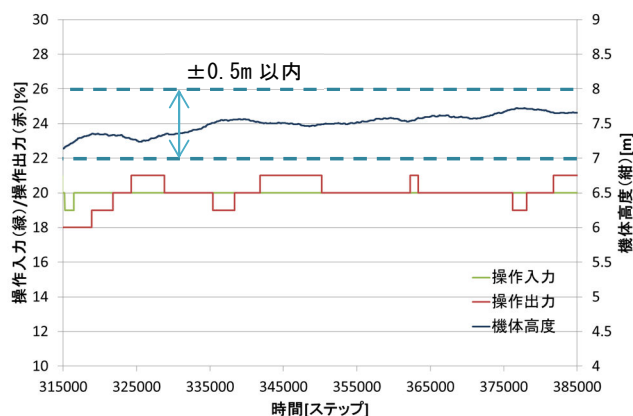


図4 高度制御中の高度と上下方向入出力

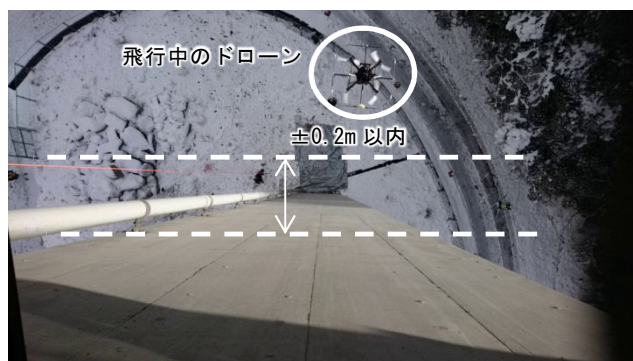


図5 根之谷高架橋での前方近接制御の様子

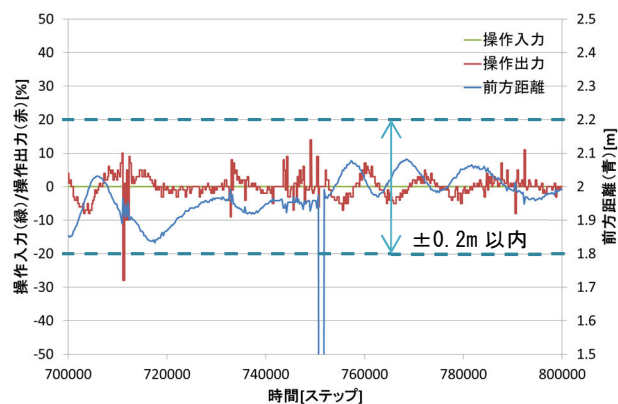


図6 根之谷高架橋での前方距離



図7 舟木沢橋での上方近接制御の様子