

準ミリ波帯超広帯域レーダによる小型無人機の反射特性に関する研究

B-1 Ultra-wideband radar reflectivity of drone at sub-millimeter wave band

丸山 健太 清水 なな 中村 僚兵 葉玉 寿弥
 Kenta MARUYAMA Nana SHIMIZU Ryohei NAKAMURA Hisaya HADAMA
 防衛大学校 電気情報学群 通信工学科

Department of Communications Engineering, School of Electrical and Computer Engineering, NDA of Japan

1. はじめに

近年のドローンの普及は、空撮だけに留まらず、運輸業や農業、災害救援など様々な分野への進展を見せており、今後さらなる普及が予想される。一方で、イベント会場での墜落や、重要施設への侵入等も増加しており、ドローンを検出し、監視や捕獲を行うシステムの実現が課題となっている。これまでに、筆者らは超広帯域 (UWB) レーダによるドローンの遠隔検出について検討している。[1]では、距離分解能の高い UWB レーダによって、ドローン固有の反射信号 (ローター部からの反射) が得られ、他の飛来物との分離識別のための有効な特徴として期待できることを報告している。ここで、[1]では最も一般的なドローン (DJI Phantom 3) に対して検討を行ったが、実際の運用では、形状やローターの数が異なる複数の種類のドローンの検出が要求される。そこで、本稿ではこれまで検討してきたドローンとは異なる種類のドローンに対しても同様に反射信号に固有の特徴が表れるかについて実験的に検討した。

2. 実験方法

ドローンを飛行させながら、ベクトルネットワークアナライザ (VNA) のタイムドメイン機能を用いて、送受信アンテナからの距離に対する受信電力分布 (レンジプロファイル) を計測した。ドローンは最も一般的な DJI Phantom3 と小型に分類される Parrot Bebop Drone を使用した。実験はドローンの飛行姿勢を保つため屋内で実施した。図 1 に実験環境と使用機種をそれぞれ示す。中心周波数は 24GHz、帯域幅 BW は 5GHz と 3GHz に設定し、標準ホーンアンテナ (20dBi) を水平偏波で設置した。アンテナは地上から 1.2m に設置し、ドローンは図中のアンテナから 3m の距離で、機体がアンテナに対して正面になるように高度 1.2m でホバリングさせた。

3. 実験結果

図 2 に計測したレンジプロファイルを帯域幅ごとに示す。図 2(a)から、アンテナから向かって前方の二つのローター、ボディ、後方の二つのローターの 3つの反射信号が分離できている。また、 $BW=5\text{GHz}$ の場合は $BW=3\text{GHz}$ の場合に比べて距離分解能が高いため、より明確に各部の反射が分離できていることがわかる。図 2 (b) から、Bebop Drone ではアンテナから向かって前後に 2

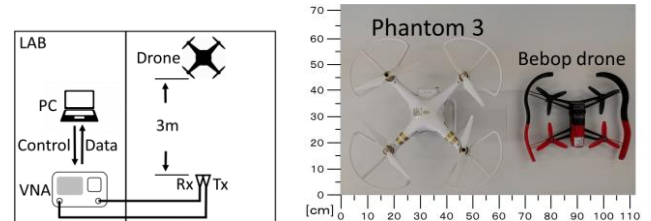
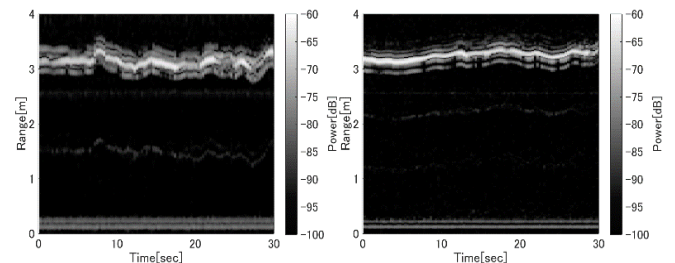
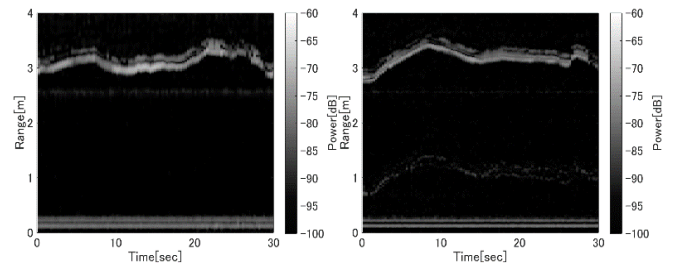


図 1 実験環境及び使用機種



(a) DJI Phantom3 (left: $BW=3\text{GHz}$, right: $BW=5\text{GHz}$)



(b) Parrot Bebop Drone (left: $BW=3\text{GHz}$, right: $BW=5\text{GHz}$)

図 2 各ドローンのレンジプロファイル

つの反射信号が得られていることが分かる。これは、Bebop Drone は前方のローターとボディの先端 (カメラ) が距離的に同じ箇所にあるため、それらの反射信号が合成され、また、後方のローターからの反射信号と分離できたためであると考えられる。

4. まとめ

本稿では、UWB レーダによるドローンの遠隔検出のために、これまで検討してきたドローンとは異なる種類のドローンに対してもドローン特有の特徴であるローター部からの反射信号が得られるかについて実験的に検討した。実験結果から、高分解能な UWB レーダを用いれば、比較的小型のドローンであってもボディとローター部からの反射信号が分離でき、種類の異なるドローンの検知・識別が期待できることを確認した。

参考文献

- [1] R.Nakamura, H. Hadama, "Characteristics of ultra-wideband radar echoes from a drone," *IEICE ComEx*, vol.6, no.9, pp.530-534, Sept. 2017.