

## 各種ドローンに対する超広帯域レーダ反射特性の研究

## B-1 Ultra-wideband radar reflectivity for various types of drones

鈴木 貫太郎 松高 諒典 中村 僚兵 葉玉 寿弥  
 Kantaro SUZUKI Ryosuke MATUTAKA 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、ドローンの普及はめざましく、だれでも手軽にドローンを購入することが出来る。一方、悪意を持った者がドローンを犯罪やテロに使用することが考えられることから、ドローンを検出し、監視や捕獲をするシステムの実現が課題となっている。これまでに、筆者らは距離分解能の高い超広帯域 (UWB) レーダによるドローンの遠隔検出について検討しており、準ミリ波やミリ波帯において、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、鳥などの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 [1]。これまでの検討では、最も一般的なドローン (Phantom 3) に対して検討を行ったが、実際の運用では、ボディ形状やローターの数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、本稿では市販の 4 種類のドローンに対して、同様に反射信号にドローン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

電波暗室内で各種ドローンを回転テーブルに乗せ、ベクトルネットワークアナライザ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。計測には図 1 に示す Phantom 3 (A), 3DR Solo (B), Mavic Pro (C), Matrice 600 (D) のドローンを使用した。中心周波数は 24 GHz、帯域幅  $BW$  は 5 GHz に設定し、標準ホーンアンテナ (20 dBi) を垂直偏波で設置した。ドローンはアンテナから 3 m の距離にアンテナと同じ高さで設置した。

## 3. 実験結果

図 2 に回転テーブルの回転角に対するレンジプロファイルを機種ごとに示すが、本体正面を 0 度と定義した。図 2(a) から、3 m 付近のボディからの反射信号に加えて、ドローンの回転に伴って 2.8 m 付近の距離において周期的に距離が変化する信号が確認できる。これは、ドローンのローター部からの反射信号であり、例えば、0 度のときは図 1 中の下方の二つのローターからの反射、45 度のときは図 1 中下方の右側の反射が表れている。また、図 2(b) 及び 2(c) においても、2.8 m 付近の距離で周期的に変化する信号が確認できる。(A) ~ (C) のドローンはいずれも 4 つのローターをもつ機種であ

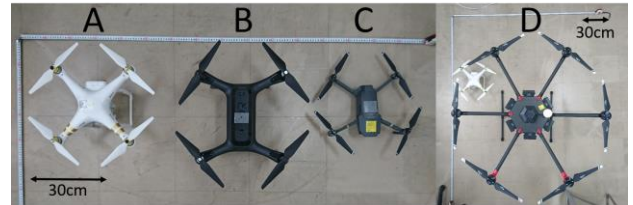


図 1 使用機種

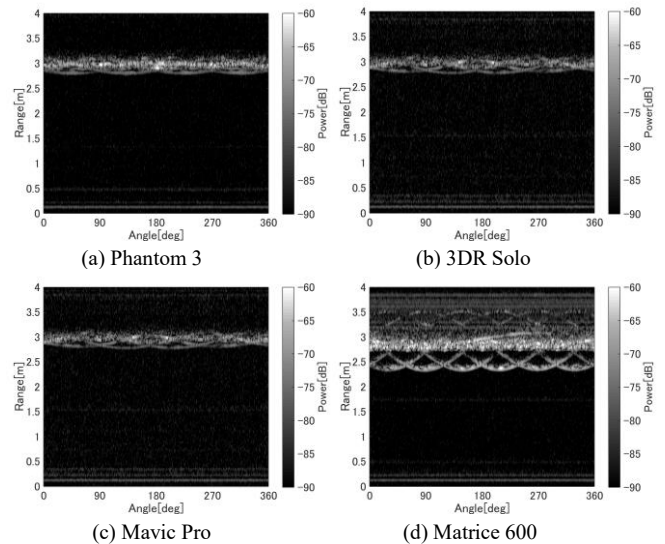


図 2 各ドローンのレンジプロファイル

るが、どの機種においてもドローン固有の反射信号が得られることがわかった。さらに、図 2(d) から、ドローンの回転に伴って 2.5 m から 2.8 m の範囲で周期的に変動する信号が確認できる。これは、他のドローンと同様にローターからの反射信号であり、6 つのローターからの反射が正確に得られていることがわかる。

## 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、各種ドローンに対して、ドローン固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。その結果、高分解能な UWB レーダを用いれば、ボディ形状やローターの数に関わらず、ボディとローター部からの反射信号が分離できることから、他の飛来物との分離識別のために有効な特徴として期待できるドローン固有の特徴が得られることを確認した。

## 参考文献

- [1] R.Nakamura, et al. "Ultra-wideband radar reflectivity of a drone in millimeter wave band," *IEICE ComEx*, vol.7, no.9, pp.341-346, Sept. 2018.