

System radioelektronicznej detekcji oraz przeciwdziałania bezzałogowym statkom powietrznym

Autor: mgr inż. Przemysław Flak

STRESZCZENIE

Historia rozwoju bezzałogowych statków powietrznych, zwanych także dronami, pokazuje, że mimo początkowego przeznaczenia ściśle związanego z wojskowością, zaistniały postęp technologiczny przyczynił się do znacznego wzrostu ich cywilnych zastosowań. Wprowadzenie dronów do użytku komercyjnego otworzyło zupełnie nowe możliwości dla wielu gałęzi gospodarki, dzięki wyjątkowej wszechstronności tych urządzeń. Rosnące zapotrzebowanie na usługi powietrzne, wysoka dostępność amatorskich rozwiązań i niski próg wejścia w świat bezzałogowców wpłynęły niestety również na powstanie nowej kategorii zagrożeń, nie tylko dla obiektów infrastruktury krytycznej, ale także dla sfery życia codziennego.

Celem niniejszej rozprawy jest przegląd metod oraz zaproponowanie sposobu wykrywania oraz przeciwdziałania niepożądanym działaniom wynikającym z użycia komercyjnych bezzałogowych statków powietrznych. Podejście radioelektroniczne, opierające się na zdolności do identyfikacji i klasyfikacji źródeł promieniowania elektromagnetycznego, a w konsekwencji zakłócania ich działania, zostało wybrane jako przedmiot szerszej analizy. Mimo iż zasięg działania systemów antydronowych z tej kategorii definiuje się często na kilka kilometrów, to przeszkody terenowe, warunki propagacyjne oraz zabudowa gospodarcza wpływają jednak znacząco na jego ograniczenie. Dodatkowo koszt tych rozwiązań, połączony z zapotrzebowaniem na duże moce obliczeniowe, powoduje trudności ze skalowaniem tego podejścia w aplikacjach, gdzie wymagana jest ochrona dużego obszaru.

Prezentowana praca badawcza obejmuje nie tylko ewaluację znanych technik i algorytmów, ale także opracowanie autorskiego rozwiązania, które będzie dostosowane do konkretnego scenariusza operacyjnego. Ważnym aspektem pracy jest również wytworzenie fizycznego prototypu urządzenia opartego na łatwo dostępnych komponentach oraz określenie jego możliwości w odniesieniu do danych warunków operacyjnych. Koncepcja rozproszonej sieci detektorów i efektorów z lokalnym przetwarzaniem, ograniczającym zapotrzebowanie na bardzo wysoką przepustowość łącza danych, przebadana została w warunkach symulacyjnych oraz zbliżonych do rzeczywistych.

Bazując na komercyjnym układzie elektronicznym, w ramach prac dokonano zmian w oprogramowaniu, które pozwalały na zwiększenie udziału warstwy sprzętowej w procesach detekcji sygnałów radiowych opartych na zapisie czasowo-częstotliwościowym. Zaproponowano także algorytmy identyfikacji transmisji pochodzących od statków bezzałogowych z wykorzystaniem technik uczenia maszynowego, co przeanalizowane zostało zarówno na otwartej, jak i własnej bazie sygnałów. W ostatniej części pracy zamieszczono eksperymenty potwierdzające zdolności efektorów do zakłócania sygnałów nawigacji satelitarnej oraz tych używanych do zdalnego sterowania systemami bezzałogowymi. W wyniku prac powstał prototyp, który może służyć zarówno jako samodzielny wskaźnik obecności niepożądanych obiektów w okolicy, jak i element niezbędny do realizacji koncepcji architektury rozproszonej.