

경찰 임무용 안티드론 실증 연구

An Empirical Study of Anti-Drone for the Police Use

김 형 주* · 이 상 원** · 김 범 모***

차 례

- | | |
|--------------------------|-----------------------|
| I. 서 론 | Ⅲ. 경찰 임무용 안티드론 시험과 실증 |
| Ⅱ. 드론 임무와 기능 그리고 안티드론 기술 | Ⅳ. 결 론 |

국 문 요 약

본 실증연구는 악의적 드론의 통신 및 위성 항법(GNSS) 수신을 효율적으로 무력화하는 항재밍 신호기술에 기초하고 있다. 따라서 이 연구는 누구나 사용할 수 있을 정도로 보편화된 드론을 이용한 범죄(사생활 및 개인정보 침해, 테러, 공공안전 위협)의 예방 및 안전한 포획방안의 실증에 목적을 두고 있다.

이에 따라 본 실증연구는 GPS신호와 ISM Band신호로 비행하는 2개사 4개의 드론 모델과 ISM Band신호로 비행하는 1개 드론 모델을 표본으로 하고 있으며, 실증방법은 제자리 착륙 시험과 RTH(이륙위치로 되돌아감) 시험, 그리고 영상신호 송출차단 시험 등으로 악의적 드론의 비행 통제 정도로 안티드론의 성능을 실증하며, 그 결과는 다음과 같다.

첫째, 악의적인 드론에 안티드론이 항재밍신호를 저장하면 악의적 드론 조종기의 조종력이 상실 된다.

둘째, 악의적인 드론에 안티드론이 항재밍신호를 저장하면 악의적 드론은 이륙위치로 되돌아가 비행을 멈춘다.

셋째, 악의적인 드론에 안티드론이 항재밍신호를 저장하면 악의적 드론의 영상신호 송출이 차단된다.

넷째, 악의적인 드론에 안티드론이 항재밍신호를 저장하면 악의적 드론은 선회비행 한다.

위 실증결과에 나타난바와 같이 항재밍 기술을 이용한 안티드론은 악의적 드론을 제압하고 있다. 그러므로 경찰 임무용 안티드론은 사생활 침해, 개인정보 침해, 비행 불허 지역 침범, 마약 운반, 테러, 산업정보 스파이 행위 등 헤아릴 수 없을 만큼 다양한 역기능에도 대응이 가능할 것으로 본다. 따라서 본 실증은 드론 관련 정부정책의 순기능 향진에 힘을 더 할 것이며, 4차 산업혁명의 한 축인 드론 산업활성화에도 기여할 것이다.

◆ 주제어 : 안티드론, 악의적 드론, 항재밍, 드론 순기능, 드론 역기능

* 단국대학교 공학혁신교육센터 교수(제1저자)

** 용인대학교 경찰행정과 교수(교신저자)

*** (사)한국드론비즈포럼 객원연구원(공동저자)

I. 서론

드론은 군사용으로 연구가 시작 되었지만, 최근 페이로드(Payload)에 카메라, 센서, 통신시스템 등을 탑재하는 연구가 활발하게 이루어지면서 드론은 임무 중심으로 연구개발이 시작되었다 할 수 있다. 이처럼 드론 기술이 다양화·고도화되면서, 이 분야 전문가들은 패러다임의 변화에 제대로 대응하지 못하면 더 큰 낭패를 볼 수도 있음을 지적한 충고에 관심을 가지기 시작하였다.¹⁾

때마침 불어 닥친 4차 산업혁명 관련기술과 IoT분야에서 개발된 다양한 기술들이 임무 중심으로 드론을 연구·개발하는데 적용되면서, “드론산업활성화”는 힘을 얻게 되었으며, 드론 관련업계는 규제완화에 대한 바람을 쏟아내기 시작하였다.²⁾

이에 맞추어 일부 전문가들은 드론의 역기능에 대한 우려가 시작되었고, 이들은 드론의 대표적인 역기능을 사생활 침해, 개인정보 침해, 비행 불허 지역 침범, 마약 운반, 테러, 산업 스파이 행위 등으로 보았다. 이와 같이 역기능의 논의에도 불구하고, Eyeman et al.(2013)의 연구에서는 드론을 개인적 용도로 이용할 용의가 있다고 하는 여론이 57%로 나타났으며, 드론을 이용한 수색 등의 활동을 지지한다는 여론이 88%, 범죄를 척결하기 위해 드론을 활용할 수 있다는 여론에도 63%의 지지를 보이는 것으로 보고하였다. 이에 따라 드론의 안전한 활용을 위

1) 김지연, “4차 산업혁명 시대에 살아남기”, 페이퍼로드, 2017.

2) 규제완화 정책은 2016년6월 미국연방항공청(FAA)이 상업용 드론에 대하여 사전허가 없이 비행이 가능하도록 규정을 개정한 것이 시호가 되었다.

하여 저고도 무인기 항공교통관제 시스템 연구 등이 활발하게 진행되고 있다. 그러나 이와 같은 통제시스템으로는 드론의 위치와 상태의 추적을 통한 불법 행위를 탐지하는 정도에 한할 것이라는 예상이 보고되면서 드론 활용에 대한 우려는 더욱 커지고 있다.

2018. 7. 12. 오후 6시 인천시 서구 가좌동 아파트 22층 창문 밖에서 드론이 집안을 촬영하고 있는 모습을 입주자가 비행드론과 드론 조종자를 촬영하여 경찰에 신고하였다. “경찰은 현장에서 이 남성을 직접 잡아야 드론에 몰래카메라가 달렸는지 여부와 동영상 내용을 확인할 수 있다”고 했다. 이어 인터넷 카페 게시판에는 “며칠 전 저녁에 드론이 창문 쪽에 떠 있어 너무나 놀랐다”는 글이 올라왔으며, 이 아파트 입주자들은 드론의 몰래카메라로 추정되는 피해사례가 더 있는 것으로 말하고 있다.³⁾ 2015. 1. 26. 미국 워싱턴에서는 상업용 쿼드콥터가 백악관 건물에 부딪친 뒤 추락하였고, 2015. 4. 22. 일본 총리관저 옥상에 떨어진 드론에서는 방사성물질이 검출되기도 하였으며, 우리나라 청와대 주변 비행금지구역에 드론의 비행은 2014년 12건에서 지난해 37건으로 늘어난 것으로 보도되고 있다.⁴⁾ 이처럼 드론을 이용한 범죄가 늘어나고 있으나, 이 같은 범죄에 경찰이 적극 대응할 수 있는 준비 태세는 아직 미흡하여 국민들은 드론비행에 따른 우려의 목소리를 내기 시작하였다.

이와 같은 국민적 우려를 해소하기 위해 본 연구에서는 악의적 드론을 다음과 같이 정의하고 실증을 준비하였다. 드론이 허가 받은 내용과 승인 받은 내용을 준수하면서 비행 장치에 대한 종류·형식, 용도, 소유자, 신고번호 등과 함께 비행 일시, 비행 목적·방식, 경로·고도 등

3) 중부일보, 2018. 7. 25.

4) 서울신문, 2017. 7. 31.

비행계획을 준수하면 ‘드론’으로 정의하였고, 위의 승인 내용 중 한 가지라도 준수하지 않으면 ‘악의적 드론’으로 정의하며 안티드론 실증을 준비하였다.

따라서 경찰 임무용 안티드론 실증연구에서는 항재밍 신호 기술에 기초하여 악의적 드론의 통신 및 위성항법장치 수신을 효율적으로 무력화하여 비행정지, 체포, 수사, 증거수집 등의 경찰 임무 수행이 가능한지를 검증을 통해 제시하는데 연구목적을 두고 있다. 그리고 악의적 드론 출현에 경찰권을 발동할 수 있도록 법제도 개선의 필요성을 제안하고자 한다.

II. 드론 임무와 기능 그리고 안티드론 기술

본 장에서는 경찰 임무용 안티드론 실증연구의 이해를 위해 드론의 임무와 기능을 탐색 하며, 안티드론 기술의 올바른 적용을 위해 앞의 장에서 논의한 ‘드론’과 ‘악의적 드론’의 정의에 준거 한다.

1. 임무와 장비

지금까지 세상에 존재하지 않았던 발명품을 임무에서 마주하게 되면, 대부분의 활용자(임무자)는 적응에 상당한 시간과 노력이 소요될 수밖에 없다. 4차 산업혁명 시대의 디바이스(Device)들은 대부분 새로운 패러다임을 담고 있으므로 더욱 그러하다. 따라서 4차 산업혁명 시대에 연구개발 된 디바이스들은 실증의 과정을 거치면서 수정·보완 및 실증에서 수집된 정보를 체계화하여 법·규정을 제·개정하는데 활용할 때, 활용자(임무자)는 거부감 없이 임무에 적용할 수 있을 것이다. 이를 위해

활용자(임무자)가 실증에 참여하는 것은 매우 바람직하다 할 수 있겠다.

김순석(2017)은 드론을 활용한 치안활동의 한계와 가능성 연구에서 드론이 경찰활동에 활용이 적극적으로 시도되고는 있으나, 대부분의 활용이 실종자수색 등 단순 업무에 집중되고 있는 것으로 보아 아직은 소극적 활용으로 보아야 한다고 주장하였으며, 신현주(2016)는 경찰 드론의 활용 전략과 과제에 관한 연구에서 드론의 운행 시간과 지역적 제한의 문제점 지적과 함께, 시민의 안전과 사생활 보호 등을 위하여 사람들이 거주하고 있는 지역 위를 비행하여서는 안 된다는 주장을 하였다. 이와 같은 선행연구에서는 경찰은 드론 활용에 따른 법률적, 사회적 한계를 극복하지 못한 채, 문제해결을 위한 내부 응집력을 강하게 모으지 못함을 지적하고 있다.

2. 드론의 순기능과 역기능

1) 드론의 순기능

드론을 취미용으로 활용하는 사람들은 재미와 즐거움을 얻으려는 목적으로 비행하고, 드론을 상업용으로 활용하는 사람들은 경제성, 효율성, 이로움 등을 얻으려는 목적으로 비행한다.

(1) 드론의 순기능과 비행 목적의 이해

우리는 드론이 하늘을 비행하며 찍은 사진을 보고 뷰어가 좋다는 표현을 한다. 실제 같은 각도에서 사진을 찍으려면 비행기를 타고 촬영하여야 한다. 드론이 이 역할을 대신하면서 적은 비용과 노력으로 보다 선명하고 다양한 영상의 촬영이 가능하게 되었다. 그리고 드론을 파종,

농약 살포 등 농사일에 활용하면서 시간과 비용을 절감 할 수 있었으며, 한국전력에서는 전국 총 42,372기 철탑 중 10,000기에 설치된 OPGW (Optical Ground Wire) 점검을 드론으로 계획하였으며, 내년에는 추가로 30,000기를 점검 할 계획을 세우고 있다. 한국전력은 OPGW 시범사업에 드론의 활용으로 인건비 대비 점검시간이 90% 단축되었고, 하루 점검 가능한 수량이 10배 이상 증가함에 따라 생산성과 안전성을 긍정적으로 평가하고 있다.

이는 드론이 하늘을 비행할 수 있으며 비행의 조종이 용이하기 때문에 얻은 결과라 할 수 있다. 이처럼 드론은 비행 목적에 따라 전문화되고 다양화되고 있으므로 이는 드론의 순기능이라 할 수 있다. 나아가 드론 비행 목적이 순기능이면 순기능 드론임을 의미한다 할 수 있다.

(2) 드론 순기능의 활용방안

임무용 드론의 경우 대부분 순기능적 활용으로 볼 수 있으므로 비행 구역에 대한 개념(관제권, 금지구역, 제한구역)의 이해가 중요하다.⁵⁾ 따라서 드론의 순기능을 향진시키기 위해서는 드론 관련 규제에 대한 논의가 활발하게 이루어져야 할 것으로 본다.⁶⁾

5) 관제권은 비행장에서 부터 반경 9.3km 이내의 지역을 말합니다. 이곳도 마찬가지로 비행을 위해서는 승인이 필요하다. 금지구역이란 말 그대로 드론의 비행을 금지하는 곳으로 비행을 원할 경우에는 관할 기관에 사전 승인 허가를 받아야 한다. 일반적으로 비행제한 구역에서는 비행금지 구역과 다르게 150m 이하 비행, 가시권 비행, 주간비행 등의 기본적인 수칙만 지키면 비행이 가능하다. 그러나 안타깝게도 서울은 비행제한 구역에서의 비행에도 허가가 필요하다.

6) 2017. 11. 10. 「항공안전법 시행규칙」 제312조의 2 개정으로 야간가시권 밖 특별비행승인 면제기관으로 경찰, 소방이 포함하였다.
특별비행관련 해외 법령에서는 미국의 경우 드론 관련 규제를 상업용과 비상

이와 같은 개념의 틀 속에서 기술의 고도화와 환경의 변화가 지속되면 순기능적 활용이 가속화될 것이다. 드론은 우리가 알고 있는 바와 같이 ‘소형’이면서 ‘높은 고도’를 ‘빠른 속도’로 비행하므로 레이더를 비롯한 첨단 장비에도 감지되지 않으므로, 우리나라처럼 지정학적으로 감시할 영역이 수백km 이상의 감지구역을 가진 나라에서는 드론관련 법·규정을 지속적으로 검토함으로써 드론의 순기능적 활용을 유인할 수 있을 것으로 본다.

최근 드론의 성능과 기능의 고도화가 가속되면서 드론은 사람이 수행하기에 위험한 일(Danger), 더럽고 지저분한 일(Dirty), 반복적이고 지속적인 일(Dull) 등을 대체하는 수단에서,⁷⁾ 업무수행에 편리성, 안정성, 신속성 등을 제공하는 도구로 주목받으면서, 자율주행차, 스마트시티 등의 계획에 활용의 시도와 함께 4차 산업혁명에 한 축이 되고 있다. 이와 같은 흐름이 본 실증연구 결과와 시너지를 이루게 되면 드론은 범 죄예방활동, 현행범의 추적, 도심 순찰 및 수색, 다기능의 로봇캡 등을 목표로 순기능 향진을 위한 개발이 가속화 될 것으로 판단된다.⁸⁾

이처럼 드론의 활용이 다양하게 논의되자 ‘드론 플랫폼’ 구축과 새로

업용으로 이원화하여, 상업용은 항공지식시험, 항공국 인증 등 자격을 요구하고 있으나, 비상업용은 민간 차원의 경량무인비행장치(sUAS, small Unmanned Aircraft Systems) 안전 규칙을 적용하고 있으며, 영국은 드론 코드(Drone Code)를 통하여 드론 안전규칙을 시행하였고, 250g 이상 무인비행장치의 등록 및 안전테스트를 의무화하는 법안을 발의(2017. 7. 22.)하고 있으며, 캐나다는 모든 드론에 대하여 드론 안전 규칙을 적용하고 있으며, 상용에 한하여 자격을 요구하고 있다. 그리고 미국, 영국 및 캐나다는 드론의 가시권 밖 비행을 금지하고 있으며, 캐나다의 경우 야간비행도 금지하고 있다.

7) 이상원 외, “경찰활동에서의 드론 활용방안과 그 법적 문제 연구”, 치안정책연구소, 정책연구보고서, 2017.

8) Straub, Jeremy, Unmanned aerial systems: Consideration of the use of force for law enforcement applications, Technology in Society, 39, 2014.

운 생태계 설계의 필요가 전문가들에 의해 논의되기 시작하면서 드론은 그 자체로 거대한 산업이자 기존 산업의 시스템을 바꾸는 '게임 체인저'가 될 것으로 전망되고 있다.⁹⁾

2) 드론의 역기능

하늘을 비행하는 드론의 이점을 이용하여 국가 주요시설 위협, 인명 위협, 사생활침해, 개인정보 불법수집 등을 목표로 비행하면, 이는 드론의 역기능이라 할 수 있다.

(1) 드론의 역기능과 관련 법령

드론산업활성화를 위해서는 드론의 역기능이 무엇인지를 인식·식별하는 것이 중요하다. 이와 같은 드론의 역기능을 통제하지 못하면 드론 산업활성화를 이루는데 어려움이 많아질 것으로 판단하기 때문이다.

드론의 대표적인 역기능으로는 사생활 침해, 개인정보 침해, 산업정보 해킹, 추락사고(테러 목적 사용) 등이 있으며, 역기능 방지 기술로는 소프트웨어 기술로 비행금지 구역 설정, 카메라에 찍힌 사람 얼굴 등을 알아볼 수 없도록 처리, 추락 대비용 드론 전용 에어백, 낙하산 등이다.

드론의 역기능과 관련된 법·규정 살펴보면, 개인정보를 수집하면 개인정보보호법에 의한 조치가 가능하고, 수집한 개인정보를 정보통신망을 이용해 송신하거나 수신하면 정보통신망법에 따른 조치가 가능하며, 사람이나 물건의 위치정보를 수집하면 위치정보법에 따른 조치 등이 가능할 것으로 보인다. 하지만 드론은 조종자나 소유자 추적이 쉽지 않

9) 모바일 생태계를 만든 스마트폰처럼 드론 역시 새로운 산업 생태계를 만드는 플랫폼이 될 것으로 예측

며, 개인정보 보호 범위의 범주도 분명하지 않으나, 이를 방지할 수 있는 기술의 개발은 아직 상업성이 낮다는 이유로 관심 받지 못하고 있는 실정이다. 또한 드론 기술은 변화의 속도가 빨라지고 있으나, 이를 규율할 수 있는 법·규정은 이 같은 변화를 따라가지 못하고 있는 실정에 대한 지적도 늘어나고 있다.

(2) 드론 역기능과 악의적 드론 그리고 드론산업 활성화

앞서 정의한 바와 같이 허가 받은 내용과 승인 받은 내용을 준수하면서 비행하면 ‘드론’으로 볼 수 있으나 비행승인 내용 중 한 가지라도 준수하지 않으면 ‘악의적 드론’이다. 이렇게 보면 드론의 역기능과 악의적 드론은 맥락을 같이한다 할 수 있다. 문제는 악의적인 드론이라 할 지라도 외관은 평범한 드론과 다를 바 없다는 것이다. 이는 드론 조종자가 비행승인 내용을 준수하지 않은 채 비행하는 순간 악의적 드론으로 분류 될 수 있음을 의미하므로 현장에서 확인이 중요하다. 이와 같은 악의적 드론은 사생활침해, 개인정보 불법 수집 등으로 타인에게 피해를 주거나, 위협 혹은 공포 등을 조성하게 되어 드론산업활성화에 부정적인 영향을 미칠 것으로 보고 있다.

3. 안티드론 기술의 활용과 안테나

악의적 드론의 사생활 침해와 개인정보 침해 행위를 인식, 식별하는 문제와 언제, 누가, 어떻게, 무엇으로, 악의적 드론의 비행을 멈출 수 있는가? 등의 문제는 관련 법·규정에서 신속하면서도 엄격하게 다루어야 한다.

악의적 드론과 안티드론은 창과 방패로 설명되고 있다. 이를 우리는 ‘모순(矛盾·contradiction)’으로 표현하며, 그 뜻은 말이나 행동의 앞뒤가 서로 일치하지 않을 때 쓴다. 본 연구에서는 안티드론이 방패 역할을 충실히 하는지를 실증을 통해 검증하는데 목표를 두고 있다.

1) 안티드론 기술과 그 활용

안티드론 기술의 실증에서 얻은 연구결과를 경찰 임무용 안티드론에 활용하기 위하여 악의적 드론의 기능과 성능 등에 대해 이해와 분석의 자세로 접근하여 정확성을 높이는데 중점을 두었다. 이는 이 분야가 첨단 영역인 만큼 악의적 드론의 성능과 기능 역시 날이 갈수록 고도화되고 첨단화되고 있을 것으로 보기 때문이다.

이와 같은 인식이 확산되면서 한국우주항공연구원, 대한항공, 한국항공우주산업, 한화테크윈 등 드론 관련 기술을 보유하고 있는 국내 연구기관과 기업들은 이미 대응 방안을 논의하기 시작하였으며, 이들은 GPS나 주파수 신호 교란, 음파 탐지, 물리적 격추 시스템 등 다양한 기술의 활용을 위해 산학연이 연구하는 체계를 갖추기 시작하였다.

그러나 이와 같은 산학연 연구체계에서의 연구가 확인·점검·관제 등의 기능에 한 하고 있음을 확인하면서, 본 연구는 한걸음 더 나아가 악의적 드론의 통신 및 위성항법(GNSS) 수신 능력을 효율적으로 무력화할 수 있는 항재밍 신호기술을 활용한 안티드론 실증 연구로 스마트하게 악의적 드론을 제압·포획 할 수 있는 방안을 제시하고자 한다.

따라서 본 연구 시험단계인 실험실 연구에서는 항재밍 신호기술의 다양한 응용을 위하여 악의적 드론을 대신한 신호발생기로 다양한 기초 연구를 하기 위해 <그림 1>과 같이 테스트 환경을 만들어 실험실 시험을 반복하였다.

〈그림 1〉 신호발생기를 이용한 실험실 테스트



그러나 최근 일부 상용 드론에서는 GNSS 수신기 및 통신장비 등에 의한 전자파 혼선 또는 노이즈의 영향을 받지 않는 기종이 출현 되면서, 이를 무력화 하는 항재밍 연구를 계속하고 있다.

2) 안티드론 기술과 지향성 안테나(directional antenna)

항재밍신호가 악의적 드론에 집중할 수 있도록 하기 위해서는 지향성 안테나의 설계가 중요하였으며, 지향 각도는 송신신호가 발산되는 방향을 제어할 수 있도록 설계에 반영하고자 노력하였다. 이는 안테나의 지향각도에 따라 항재밍 성능이 결정되기 때문이다.

지향성을 활용하기 위해서 방향성안테나에 적합한 프로토콜을 연구하였으며, 지향성 안테나의 특성을 이용하여 무지향성 안테나에서 발생할 수 있는 잡음의 간섭을 줄이고 송신전력을 높이면서 패킷 수신율을 높이는데 역점을 두었다.¹⁰⁾ 이와 같은 안테나 기술을 이용하는 것은 안

10) 이두호 외, “Anti-Jamming 기반 전술통신 기술”, 정보와 통신, 제24권 제10호, 한국통신학회, 2007.

티드론의 항재밍 전력이 커질수록 재밍 효과가 더욱 크게 나타날 수 있기 때문이기도 하지만, 이 기술을 이용하면 악의적 드론을 무력화하는데 도움을 얻을 수 있기 때문이다.

이와 같은 재밍신호는 신호의 성질에 따라 항재밍 기술 적용 기법이 달라지므로 운용에 맞추어 적합하게 연구하는데 초점을 맞추었다. 앞으로는 상용 통신 환경에 맞추어 항재밍 기법이 연구개발 될 것으로 예상되며 이를 통해 안티드론의 성능 향상에 기여할 수 있을 것으로 보고 있다.

Ⅲ. 경찰 임무용 안티드론 시험과 실증

본 장에서는 악의적 드론이 하늘을 자유롭게 비행하고 있는 한 정부의 드론산업활성화 정책은 자칫 국민의 저항으로 손발이 묶기는 결과로 이어질 수 있음에 대한 우려와 함께, 드론으로 인한 사생활 및 개인정보 침해, 테러, 공공안전 위협 등에 대한 우려에 대비하고자 경찰 임무용 안티드론 시험과 실증을 준비하였다.

1. 경찰 임무용 안티드론 시험

1) 다중 GNSS 기술과 안티드론

최근 출시되는 드론은 다양한 GNSS 수신기를 다중 탑재하는 방식으로 위치의 정확도 및 위성신호의 오류 및 보정이 가능해지면서, 위치정보에 대한 안정성이 높아졌다. 이와 같은 연구의 지속에 영향을 받은 드론 생산 국가에서는 GPS(U.S.A), GLONASS(Russia), GALILEO(E.U),

BEDU(China) 등 다양한 수신기를 탑재하게 되었고, 이에 영향을 받은 안티드론 기술도 Tone jamming against L1, Noise Jamming against L1/L2, Data modify and re-transmit, Receive, Delay and re-transmit, P code 등으로 다양해지면서 창과 방패의 대결이 본격화되고 있다. 그러므로 본 장에서는 방패의 성능을 시험하기 위해 실증을 준비하였다.

2) 항재밍(anti-jamming)과 GNSS 수신기 성능 시험

재밍 신호에 따라 항재밍 기술 및 성능이 다르게 적용되므로 항재밍 기법을 다양하게 운용할 수 있는 항재밍 기술 연구가 필요하다.¹¹⁾ 협각의 전파를 발산하는 안테나를 다중 배열함으로써 안티드론 안테나부에 수신되는 GNSS 주파수를 분류할 수 있게 되었으며, 이에 대응할 수 있는 안테나의 설계로 시험을 준비하였다. 이 시험에서는 광대역 주파수 송·수신기로부터 발산되는 다양한 신호들이 멀티톤 되면서 <그림 2>와 같이 방법으로 악의적 드론을 제압할 수 있었다.

<그림 2> 경찰 임무용 안티드론 시험



11) 이두호 외, 위의 글.

지금 시장에서 생산 및 판매하고 있는 대부분의 드론은 ISM Band (Industrial Scientific and Medical radio bands)인 2.4Ghz, 5.8Ghz 주파수대역을 사용하고 있다. 이중 2.4Ghz ISM 주파수 대역에서 출력이 200mW이하이면 별도의 허가 없이 사용이 가능하다. 그러나 200mW 출력으로 1,000m 밖의 드론을 조종한다는 것이 거의 불가능 하므로 드론 제조사들은 거리에 따라 자동으로 출력을 높이는 방식으로 설계하고 있다.¹²⁾ 이에 따라 안티드론 연구에서는 시판되는 드론 조종기 출력에 대응 할 때, 사생활 및 개인정보 침해, 테러, 공공안전 위협 등의 활동이 대응이 이루어질 것으로 보고 있다. 때문에 안티드론에서 송출되는 전파가 주변 Wi-Fi 주파수 등에 미치는 영향을 최소화하여야 한다. 이를 위해 전파의 방사 각도를 제한하면서 기능과 성능의 최적화를 위해 전파의 방사 각을 30° 이내로 설계하였다.

3) 다양한 안티드론으로 악의적 드론 제압 시험

지금까지는 지상에서 전자파를 이용하여 악의적 드론에 대응하는 안티드론이었다면, 앞으로는 공중에서 드론 to 드론 방식으로 안티드론의 공중 탑재 방안에 관심을 가질 필요가 있을 것으로 보인다. 이는 IoT 기술의 비약적인 발전과 주변기술이 고도화 되면서, 지상에서 전자파를 방출하는 방식으로 설계된 안티드론의 한계를 극복하기 위한 연구이다.

이와 같은 연구에서는 드론에 안티드론을 탑재하여 악의적 드론을 추적함으로써 항재밍의 효율성을 높일 수 있을 것으로 판단하기 때문이

12) DJI등 드론 제조사들은 근거리에서 조종할 때에는 인증규격인 200mW이내의 출력으로 조종을 하고 있으나, 원거리 드론 이동시에는 자동으로 출력이 높아지는 방식을 채택하고 있다.

다. 이는 안티드론을 지상 운용이 아닌 공중에서 운용이므로, 안티드론에 GNSS 및 광대역 주파수 송·수신기 등의 탑재가 이루어질 것으로 예상되어 <그림 3>에 나타난 바와 같이 드론에 안티드론을 탑재한 상태에서 비행하면서, 안티드론 안테나를 통하여 항재밍 신호를 송출하며 악의적 드론을 추적할 것으로 예상하고 있다.

<그림 3> 안티드론의 탑재로 악의적 드론 제압 시험



2. 경찰 임무용 안티드론 실증

본 장에서는 안티드론 기체 및 운용 기술 그리고 항재밍 기술의 융합으로 실증을 준비하고자 하였으며, 이 시도는 미국 기술의 벤치마킹으로 시작되었으나, 이제는 최근 고도화되고 있는 상용 드론 기술을 응용하고 있다. 따라서 본 실증연구에서는 다양한 국가의 다양한 드론 기업들이 제조한 멀티콥터를 대상으로 안티드론 성능 시험을 준비하면서, 경찰 임무용 안티드론 플로토 모델의 제작에 이르게 되었다. 따라서 본 실증을 통하여 안티드론 기술의 향상 및 효율성 향상에 기여하고자 한다.

1) 안티드론과 악의적 드론 실증의 개요

안티드론으로 지상에서 비행하고 있는 악의적 드론을 효율적으로 제압 포획하기 위해서는 안티드론과 악의적 드론 및 조종기의 거리에 따른 전파의 세기 그리고 전파의 방사각도 기상상황 등의 점검이 필요하며, 실증을 위한 기본적인 공간의 배치는 <그림 4>과 같이 계획하였다.

<그림 4> 안티드론과 조종기 그리고 악의적 드론 실증의 기본 배치



따라서 경찰 임무용 안티드론 플로토 모델의 실증은 <그림 4>과 같이 1,000m로 배치하였으며, 항재밍 각도는 지향성 안테나의 최적각도인 30°에 맞추었다. 그리고 악의적 드론과 조종기 사이의 객관적 측정을 위하여 <표 1>과 같은 기준 하에서 실증 테스트를 준비하였다.

<표 1> 안티드론과 악의적 드론 시험을 위한 객관적 측정기준

주요 지표	실증목표	가중치(%)	객관적 측정기준
재밍 거리	1Km	35	드론조종기의 조종불가 영상 수신 불가
재밍 각도	30°	30	지향성 안테나(30°) 최적의 항재밍각 유지
드론 종류	모든 상용드론		실증에 참여한 드론의 항재밍 효과 90%이상

2) 항재밍 성능 예상을 통한 안티드론 실증 목표 수립

안티드론 플로토 모델 실증은 전 세계에 판매되고 있는 상용 드론의 사용 주파수 대역인 ISM Band(Industrial Scientific and Medical radio bands) 2.4Ghz, 5.8Ghz 대역을 기준으로 하였다.¹³⁾ 주파수 대역별 200mW 출력으로 1,000m 밖의 드론을 조종하는 것이 불가능에 가까우므로, 드론 제조사들은 근거리의 경우 조종자 인증규격인 200mW이내의 출력으로 제한하고 있으나, 원거리 이동시에는 자동으로 출력이 높아지는 방식을 채택하고 있었다. 이처럼 드론 제조사들은 근거리 및 원거리에 따라 출력을 자동으로 조정하고 있으므로, 안티드론의 출력도 이에 대응 할 수 있도록 설계하여야 할 것으로 보고 있다.

또한 안티드론은 위치정보의 획득과 GPS위성 데이터 수신을 위하여 1.5Ghz 주파수 대역을 사용한다. GPS위성 데이터는 지구 대기권 밖에서 전송되므로 수신주파수의 세기가 매우 약하므로 안티드론의 적정 출력으로도 매우 높은 조종 효과를 얻을 수 있을 것으로 판단된다.

따라서 본 장에서는 상용 드론의 사용 주파수 대역인 ISM Band에서 조종기와 드론의 최대 수평거리를 1,000m로 하고, 연구 표본인 D사, P사, 레이싱드론 등에 대하여, 안티드론의 적정 출력에서 점차 출력을 높여가면서 조종기의 조종 통제 상황을 살피면서 테스트를 준비하였으며, 항재밍 결과는 <표 2>와 같이 예상하면서 실증을 준비하였다.

13) 2.4Ghz 주파수 대역은 별도의 허가 없이 200mW이하의 출력이면 사용이 가능.

〈표 2〉 연구 표본의 안티드론 항재밍 결과 예상

구 분	기종	주파수대역	항재밍결과 예상
D사	I,P,M모델	2.4GHz	조종불가, 영상차단
P사	D모델	2.4GHz	조종불가, 영상차단
레이싱드론	-	2.4GHz	조종불가, 영상차단
RC조종기	S,F모델	2.4GHz	조종불가, 영상차단

3) 안티드론 플로토 모델로 실증 테스트

본 실증연구에 적용한 안티드론 플로토 모델은 항재밍 기술을 이용하였으며 2.4GHz 주파수대역을 사용하고 있다. 그리고 실증 연구 표본은 국내에서 가장 많이 판매되고 있는 D사의 모델과 P사의 모델로 하였으며, 실증 테스트 결과는 <표 3>에서 보는 바와 같이 대부분의 안티드론 사용 주파수 대역에서 악의적 드론은 조종이 불가하거나, 영상 신호가 차단되거나, 악의적 드론 조종자에게 되돌아가거나, 기준점을 잡지 못하고 선회 비행하는 것으로 나타났다. 그리고 항재밍 결과 값은 연구표본에 따라 차이가 크게 나타나지 않았으며, 대략 93%에서 98%로 나타나 성공적으로 항재밍이 이루어지고 있음을 나타나고 있다.

시상의 안티드론과 비행하고 있는 악의적 드론을 대상으로 한 본 실증 연구는 10개월 기간 동안 반복 테스트한 결과이며, 비행 전 점검에서 드론 비행 환경은 항상 풍속 2~12m/s, 기온 영하 5°C~영상 33°C, 시정거리 200m 이상의 맑은 날에 실시하였으며, 실증 결과는 <표 3>과 같다.

〈표 3〉 안티드론 플로토 모델 실증 결과

종류	주파수 대역	악의적 드론 현상	항재밍 거리	항재밍 결과
			1km	
D사 I모델	GPS+2.4GHz	조종불가, 영상차단	1km	94%
	2.4GHz	조종불가, 영상차단 RTH(이륙위치 돌아옴)		
D사 P모델	GPS+2.4GHz	조종불가, 영상차단	1km	95%
	2.4GHz	조종불가, 영상차단 RTH(이륙위치 돌아옴)		
D사 M모델	GPS+2.4GHz	조종불가, 영상차단	1km	93%
	2.4GHz	조종불가, 영상차단 RTH(이륙위치 돌아옴)		
P사 D모델	GPS+2.4GHz	조종불가, 선회비행	1km	98%
	2.4GHz	현위치에서 선회비행		
레이싱드론	2.4GHz	조종불가, 영상송출	1km	95%
	5.8GHz	조종기능, 영상차단		
	2.4+5.8GHz	조종불가, 영상차단		

상기 실증 테스트에 나타난 항재밍 결과는 연구표본을 중심으로 여러 계절 및 다양한 기상 조건 하에서 반복 테스트한 평균치를 나타낸 것이며, 소수점이하는 반올림하였다. 특히 RC조종기에 대한 실증 결과는 목적 외의 시험이므로 항재밍 결과에는 표시하지 않았다. 하지만, 항재밍 시험 평균치가 95%로 나타나 추가 연구로 가치를 가진다 할 수 있겠다.

IV. 결 론

본 실증연구는 경찰 임무용 안티드론으로 기능과 성능을 충족 할 수 있는지를 실증하기 위하여 드론과 악의적 드론을 각각 정의 하였으며,¹⁴⁾ 군사기술에서 연구된 항재밍 기술과 안테나 기술 및 소프트웨어 기술이 융합하여 악의적 드론의 비행을 제압하는데 목적을 두고 있다.

이미 드론은 누구나 사용할 수 있을 정도로 보편화되었으며 드론을 이용한 범죄(사생활 및 개인정보 침해, 테러, 공공안전 위협)는 급증하고 있는 것으로 보도되고 있다.¹⁵⁾ 영국 경찰이 발표한 드론 관련 통계에서는 누구나 판매점에서 쉽게 구매할 수 있는 드론을 이용한 범죄와 사건·사고는 2014년(94건)에서 2015년(425건)으로 4배 늘어난 것으로 보고하였으며,¹⁶⁾ 이외에도 드론을 이용한 범죄의 유형은 전방위 촬영이 가능한 카메라의 장착으로 현금인출기 이용자의 비밀번호를 알아내거나, 남의 집 침실을 훑쳐보거나, 교도소 수감자에게 마약이나 휴대폰 유심카드 등 반입 금지물품의 밀반입에 활용되거나, 어린이 놀이터 상공에 드론을 띄워 소아성에 범죄 대상을 탐색하는 등 다양해지고 있다. 이와 같은 범죄는 드론 기술의 고도화와 함께 더욱 교묘해지고 악랄하게 진화할 것으로 예상된다.

14) 드론 비행 전 허가 받은 내용과 승인 받은 내용을 기준으로 정의하는 것이 법집행에 정당성을 확보 할 수 있을 것으로 판단하여, 비행 장치에 대한 종류·형식, 용도, 소유자, 신고번호 등과 함께 비행계획을 중심으로 비행 일시, 비행목적·방식, 경로·고도 등의 준수 여부에 따라 '드론' 또는 '악의적 드론'으로 정의하였다.

15) 한계레신문, 2016. 8. 8.

16) 인디펜던트, 영국 온라인 매체.

이에 따라 본 실증은 항재밍 기술을 응용한 안티드론 플로토 모델을 이용하였으며, 실제와 같은 필드에서 테스트하기 위해 노력하였다. 필드에서 실증은 악의적 드론의 비행정지, 체포, 수사, 증거수집 등의 임무 수행에 목표를 두고 반복 테스트하였으며, 이 실증을 통해 경찰 임무용 안티드론의 기능과 성능을 확인 할 수 있게 되었다.

본 실증연구에서는 상용 드론의 사용 주파수 대역인 ISM Band에서 조종기와 드론 간의 수평거리를 1,000m로 두고, 동 거리에서 안티드론의 지향성 안테나를 정조준 하여 악의적 드론의 비행 상태를 확인하였다.

실증연구의 표본이 된 드론은 GPS신호와 ISM Band신호로 비행하는 2개사 4개의 모델과 ISM Band신호로 비행하는 1개 모델을 대상으로 하였으며, 제자리 착륙 시험과 RTH(이륙위치로 되돌아감) 시험, 그리고 영상신호 송출 시험 등을 실증한 결과는 다음과 같다.

첫째, 악의적인 드론에 안티드론이 항재밍신호를 저격하면 악의적 드론 조종기는 조종력이 상실된다.

둘째, 악의적인 드론에 안티드론이 항재밍신호를 저격하면 악의적 드론은 이륙위치로 되돌아가 비행을 멈춘다.

셋째, 악의적인 드론에 안티드론이 항재밍신호를 저격하면 악의적 드론의 영상신호 송출이 멈춘다.

넷째, 악의적인 드론에 안티드론이 항재밍신호를 저격하면 악의적 드론은 선회비행 한다.

위의 실증에서 검증된바와 같이 안티드론의 항재밍신호는 악의적인 드론의 비행을 93%이상 통제하고 있는 것으로 나타났으므로, 경찰 임무용 안티드론 실증연구에서는 악의적 드론의 비행정지, 체포, 수사, 증거수집 등 임무 수행이 가능한 것으로 나타났다.

〈논문접수 : 2018. 8. 17, 심사개시 : 2018. 8. 18, 게재확정 : 2018. 9. 12.〉

참 고 문 헌

I. 국내문헌

1. 단행본

김지연, 4차 산업혁명 시대에 살아남기, 페이퍼로드, 2017.

2. 논문

김순석, “드론을 활용한 치안활동의 한계와 가능성”, 한국경호경비학회, 2017.

신현주, “경찰 드론의 활용 전략과 과제에 관한 연구”. 한국치안행정논집, 13(1), 2016.

이두호 외, “Anti-Jamming 기반 전술통신 기술”, 정보와 통신, 제24권 제 10호, 한국통신학회, 2007.

이상원 외, “경찰활동에서의 드론 활용방안과 그 법적 문제 연구”, 치안정책연구소, 정책연구보고서, 2017.

3. 기타

서울신문, 2017. 7. 31.

인디펜던트, 영국 온라인 매체.

중부일보, 2018. 7. 25.

한계레신문, 2016. 8. 8.

「항공안전법」, 법률 제15326호.

「항공안전법 시행규칙」, 국토교통부령 제529호.

II. 외국 문헌

Eyeman, Joe. Letterman, Clark Pitts, Wayne & Holloway, John.,
Unmanned aircraft and the human element: Public perceptions
and first responder concerns, Institute for Homeland Security
Solutions, 2013.

Straub. Jeremy, Unmanned aerial systems: Consideration of the use
offorce for law enforcement applications, Technology in
Society, 39, 2014.

< ABSTRACT >

An Empirical Study of Anti-Drone for the Police Use

Kim, Hyung-Ju · Lee, Sang-Won · Kim, Beom-Mo

This research is based on the anti-jamming signal technologies that are capable of an effective malicious drone transmission and satellite navigation(GNSS) signal reception neutralization. Therefore, this research is aiming at studying the actual implementation of drone prevention and seizure measures, to counteract possible commercial drone misuse(such as personal information and life privacy infringement, terrorism, threat to social security).

This research has been conducted to test anti-drone performance by controlling malicious drone flight capabilities through the forced immediate landing test, RTH(Return to home) test and video signal interference methods, regarding 4 different drones from 2 production-companies using GPS and ISM Band signals and 1 drone based on only ISM Band signal. The results are as following:

First, sniping by anti-drone anti-jamming signal resulted in the loss of control over malicious drone.

Second, sniping by anti-drone anti-jamming signal resulted in the automatic Return to home function activation and consequent flight end.

Third, sniping by anti-drone anti-jamming signal resulted in the video signal blocking coming from malicious drone.

Fourth, sniping by anti-drone anti-jamming signal resulted in the drone circular flight.

According to above mentioned anti-jamming research results, malicious drone is easily neutralized by applying anti-jamming technologies. Therefore, these technologies can immeasurably counteract any adverse effects of malicious drones, such as privacy and personal information infringement, illegal intrusion into drone flight non-permitted area, drug trafficking, terrorism acts, industrial espionage etc. during police force related missions. These results will serve an original objective of drone related government policy and greatly contribute towards drone industry activization, that is becoming a primary force of The Fourth Industrial Revolution.

◆ Key Words : Anti-drone, Malicious Drone, Anti-jamming, Drone Right-function, Drone Dis-function

