

저고도 소형드론 식별 기술 및 표준화 동향

Trends in Low Altitude Small Drone Identification Technology and Standardization

강규민 (K.M. Kang, kmkang@etri.re.kr) 전파원천기술연구실 책임연구원
 박재철 (J.C. Park, jchpark@etri.re.kr) 전파원천기술연구실 선임연구원
 최수나 (S.N. Choi, sunachoi@etri.re.kr) 전파원천기술연구실 선임연구원
 오진형 (J.H. Oh, jinhyung@etri.re.kr) 전파원천기술연구실 선임연구원
 황성현 (S.H. Hwang, shwang@etri.re.kr) 전파원천기술연구실 책임연구원

ABSTRACT

This article presents low altitude small drone identification trends at home and abroad. To reduce the dysfunction caused by the proliferation of drones worldwide, there is a growing interest in remote identification technologies that can identify the basic information of the drone. First, this article introduces policy trends in major countries. US, Europe, and China have recently provided recommendations regarding technologies available for the remote identification and tracking of a drone. Next, standardization activities on identification communications and identification systems are introduced. For this, standards organizations for the small drone identification, such as the International Organization for Standardization, IEEE 802, Radio Technical Commission for Aeronautics, International Civil Aviation Organization, and 3rd Generation Partnership Project, are investigated. Finally, drone identification technology trends are introduced. In the US and Europe, various drone identification technologies have been studied to identify a drone owner and drone registration information with a drone identifier. In South Korea, drone identification technology is still in its infancy, whereas drone detection and physical counterattack technologies are somewhat more developed. As such, major drone manufacturers are also currently studying and developing drone identification systems.

KEYWORDS 소형드론, 역기능, 탐지, ID 식별, 무력화, 정책 동향, 표준화 동향, 기술 동향

1. 서론

최근 전 세계적으로 드론의 이용이 크게 확산됨에 따라 사생활 침해, 중요시설 보안 위협 등의 역기능 사례가 지속적으로 증가하고 있다. 소형드론의 경우, 특정한 전문지식 없이도 공중 이동과 원

* DOI: <https://doi.org/10.22648/ETRI.2019.J.340615>

* 본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 정보통신·방송 연구 개발사업의 일환으로 수행하였음[2019-0-00499, 저고도 소형드론 식별·주파수 관리 기술 개발].



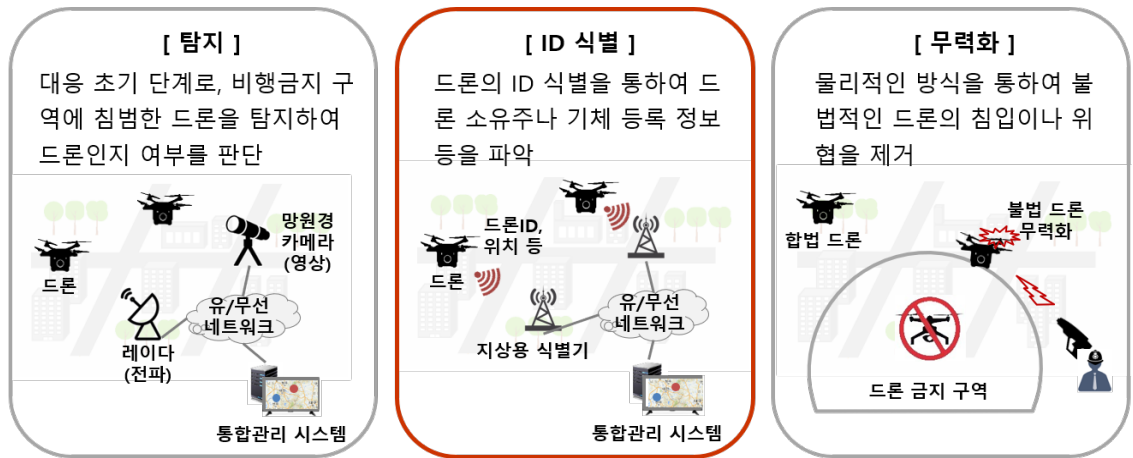


그림 1 드론 역기능 대응 기술

격 조종의 장점을 바탕으로 안전·보안 위협, 사생활 침해 등의 범죄행위에 쉽게 사용 가능하며, 악용 시 추적 및 책임 소재 확인에도 어려움이 있다. 따라서 이에 대응하기 위한 안티 드론 기술의 중요성이 강조되고 있다.

미국 연방항공청(FAA: Federal Aviation Administration)은 2015년에 소형드론의 등록 및 표시 요구사항에 대한 규칙을 발표한 이후, 무인기 식별 및 추적(UAS ID: UAS Identification and tracking) 항공 제도정비 위원회(ARC: Aviation Rulemaking)는 2017년에 드론 원격 식별 및 추적을 위한 기술적 요구사항을 발표하였다[1,2]. 유럽 항공안전청(EASA: European union Aviation Safety Agency)에서는 2019년 드론 식별 요구사항이 포함된 드론 설계 및 제도, 드론 운용 절차에 관련된 규정을 발표하였다[3,4]. 중국 민용항공국(CAAC: Civil Aviation Administration of China)은 2017년 드론 관리 강화를 위한 규정을 발표하였다.

기존 항공기 무선식별 기술 표준은 관제 공역에서 운항하는 유인 항공기나 중대형 드론을 대상으로 ICAO(International Civil Aviation Organization), ISO(International Organization for Standardization),

JARUS(Joint Authorities Rulemaking on Unmanned Systems), RTCA(Radio Technical Commission for Aeronautics), EUROCAE(European Organisation for Civil Aviation Equipment) 표준 단체에서 개발되었다. 따라서 기존의 유인 항공기 및 중대형 드론 중심의 국가 공역체계에 새롭게 소형드론을 안정적이고 효율적으로 통합하기 위한 측면에서 앞에서 언급한 국제 표준화 기구에서의 표준화 활동이 필요하다. 또한, 소형드론 무선식별을 위한 통신 기술은 주로 저고도에서 고신뢰/저지연 전송이 가능해야 하고 보편적 접속이 쉬워야 한다. 이러한 특징을 고려하여 식별 통신 표준으로 IEEE 802, 3GPP, RTCA 등의 표준화 동향을 살펴보고, 식별 체계 표준으로 ISO, ICAO 등의 표준화 동향을 살펴보았다[5-9].

드론 역기능 대응 기술은 그림 1에서 보는 바와 같이 탐지, ID(Identifier) 식별, 무력화의 3단계로 나누어 생각할 수 있다. 탐지 기술은 대응 초기 단계로, 비행금지 구역에 침범한 드론을 탐지하여 드론인지 여부를 판단하는 기술이다. ID 식별 기술은 드론의 ID 식별을 통하여 드론 소유주나 기체 등록정보 등을 파악하는 기술이며,

무력화 기술은 드론 탐지 또는 식별 후 물리적인 방법을 사용하여 드론의 침입이나 위협을 제거하는 기술이다.

기존의 드론 역기능 대응 기술은 지상 레이더, 적외선 등을 활용한 드론 탐지와 물리적 방법 또는 재밍 장치 등을 활용한 무력화 기술에 초점이 맞춰져 있었다[10,11]. 이러한 드론 역기능 대응 체계에서는 드론 식별 기술이 빠져 있어 드론 사고 발생 시 책임소재 파악, 보험 처리 등의 후속 조치와 드론의 운행 목적이 고려되지 않은 일방적 운용 중지 등 불법 드론 대응에 한계가 존재하였다. 따라서 기존의 ‘탐지, 무력화’의 2단계 드론 역기능 대응 체계에서 ‘탐지, ID 식별, 무력화’의 3단계 대응 체계로 보완하기 위하여 드론의 고유정보(ID)를 식별할 수 있는 드론 ID 식별 기술 개발이 필요하다. 드론 ID를 통하여 드론의 신원을 파악하여 드론 소유주나 기체 등록정보 등을 파악하는 드론 식별 기술은 국외에서는 최근 다양하게 연구되고 있다[12-15]. 국내에서는 아직 초기 단계이다. 2019년부터 한국전자통신연구원에서 ‘저고도 소형드론의 식별·주파수 관리 기술 개발’을 통하여 불법 드론에 즉각적으로 대응할 수 있는 드론 ID 식별 기반을 조성 중이다.

전 세계 드론의 약 70%에 해당하는 드론 제조 점유율을 가진 DJI는 자체 개발한 드론 제어 및 영상 전송용 프로토콜인 Ocusync와 드론 탐지 시스템인 Aeroscope을 통해 드론을 자체적으로 식별하는 기술 개발을 진행 중이며[16,17], uAvionix에서는 기존 민항기에서 사용한 ADS-B(Automatic Dependent Surveillance-Broadcast) 식별 기술을 기반으로 드론용 식별 모듈인 Ping 2020i와 1090i를 개발하는 등 주요 드론 제조사를 중심으로 드론 식별 기술을 개발하려는 움직임을 보인다[12].

서론에 이어, II장에서는 미국, 유럽, 중국의 드론 식별 정책 동향에 대해 살펴본다. III장에서는 소형드론 무선식별을 위한 표준화 동향을 소개한다. 이어서, IV장에서는 소형드론 무선식별을 위한 국내·외 식별 기술 동향 및 제조사 기술 개발 현황에 대해 살펴본다.

II. 드론 식별 정책 동향

1. 미국

FAA는 2015년 12월 소형드론의 등록 및 표시 요구사항에 대한 규칙을 발표하였다. 이 규칙에 따르면 무게가 250g 이상 25kg 미만의 소형드론은 운용되기 전에 반드시 웹사이트 기반 드론 등록 플랫폼에 등록해야 하고, 등록 플랫폼에 입력되는 정보는 소유주의 이름, 주소, 이메일 주소와 드론의 제조사, 모델명, 시리얼 번호로 구성된다. 또한, 드론 등록을 통해 부여받은 드론 등록번호는 드론 기체에 부착되어야 한다[1].

FAA 산하 무인기 식별 및 추적 항공 제도정비

표 1 미국 드론 분류 단계

단계	내용
0	<ul style="list-style-type: none"> • 드론과 조종자 간의 거리가 최대 122m(400ft) 이내 가시권 내 비행 • 14 CFR Part 101 준수하는 드론(일부 제외) • ATC 관리하에 운영되는 드론 • FAA에 의해 식별 및 추적이 면제되는 드론
1	<ul style="list-style-type: none"> • 0, 2, 3 단계에 속하지 않는 드론 • 14 CFR Part 107에 속하는 드론
2	<ul style="list-style-type: none"> • 비가시권 비행 드론 • 14 CFR Part 107에서 정의한 최대고도 이상에서 비행하는 드론 • 보호되지 않는 사람에게 운영되는 드론
3	<ul style="list-style-type: none"> • 무게가 25kg 이상이고 비가시권 내 비행하는 드론 • IFR 조건에서 동작하는 드론 • 통제된 공역에서 비행하는 드론

위원회(UAS ID ARC)는 2017년 6월 드론의 원격 식별 및 추적을 위한 기술적 요구사항을 발표하였다. 드론 원격 식별 및 추적 후보기술로 ADS-B, 저전력 direct RF(Radio Frequency), 비면허대역 C2(Command and Control) 링크, 물리적 식별자, 가시광 부호화, 셀룰러 이동통신, 위성 통신, 소프트웨어 기반 텔레메트리가 고려되었으며, 기술의 호환성, 구현 용이성, 성능 및 보안, 상호운용성, 비용 등이 비교 분석되었다[2].

UAS ID ARC는 드론을 표 1과 같이 네 단계로 분류하여 식별 및 추적 기술을 차등적으로 적용하는 것을 제안하였다. 0단계 드론은 레이싱 드론을 제외한 가시권 내 최대 122m(400피트)에서 운용되는 드론, ATC(Air Traffic Control) 관리 하에 운영되는 드론 등으로 식별 및 추적 요구사항이 없다. 1단계 드론은 브로드캐스팅 방식(ADS-B, 저전력 direct RF, 비면허대역 C2 링크, 가시광 부호화) 또는 네트워크 방식(셀룰러 이동통신, 위성 통신, 소프트웨어 기반 텔레메트리)의 드론 식별 및 추적 기술이 요구되며, 2단계 드론은 브로드캐스팅 방식과 네트워크 방식의 드론 식별 및 추적 기술의 동작을 요구한다. 3단계 드론은 14 CFR(Code of Federal Regulations) Part 91의 유인항공기 규칙의 요구사항을 준수해야 한다.

UAS ID ARC는 드론 식별 및 추적을 위해 드론 고유식별 ID, 드론 및 조종자 위치, 소유주 및 조종자 정보를 필수적으로 요구하고 있으며 드론 임무 형태, 비행경로, 동작 상태는 선택적인 정보로 정의하고 있다.

FAA는 UAS ID ARC의 기술 요구사항과 관련 업계, 정책 담당자들의 의견 등을 수렴하여 드론 원격 식별과 관련된 NPRM(Notice of Proposed Rulemaking)을 2019년 12월 발표할 예정이다.

2. 유럽

EASA는 2019년 3월과 5월에 드론 설계 및 제조, 드론 운용 절차와 관련된 규정을 발표하였다 [3,4]. 표 2에서 보는 바와 같이 드론을 규격에 따라 다섯 단계(CL0, CL1, CL2, CL3, CL4)로 분류하고, 드론 등록 및 원격 식별과 관련된 사항을 언급하고 있다. CL1, CL2, CL3 단계에 해당

표 2 유럽 드론 분류 단계

클래스	주요 특징
CL0	<ul style="list-style-type: none"> • 최대 이륙 중량 250g 이하 • 최대 비행 속도 19m/s 이하 • 최대 비행 고도 120m 이하 • 최대 허용 전압 24V • 드론 원격 식별 불필요
CL1	<ul style="list-style-type: none"> • 최대 이륙 중량 900g 이하(운동에너지 80J 이하) • 최대 비행 속도 19m/s 이하 • 최대 비행 고도 120m 이하 • 최대 허용 전압 24V • ANSI/CTA-2063 기반 시리얼 번호 • 드론 등록 및 원격 식별 필요 • 지형 인식 시스템 장착 • 라이트 설치
CL2	<ul style="list-style-type: none"> • 최대 이륙 중량 4kg 이하 • 최대 비행 고도 120m 이하 • 최대 허용 전압 48V • ANSI/CTA-2063 기반 시리얼 번호 • 드론 등록 및 원격 식별 필요 • 지형 인식 시스템 장착 • 라이트 설치 • 드론 제어 링크 통신 단절 시, 통신 복구 기능 또는 안전한 비행 종료 기능 필요
CL3	<ul style="list-style-type: none"> • 최대 이륙 중량 25kg 이하 • 최대 비행 고도 120m 이하 • 최대 허용 전압 48V • ANSI/CTA-2063 기반 시리얼 번호 • 드론 등록 및 원격 식별 필요 • 지형 인식 시스템 장착 • 라이트 설치 • 드론 제어 링크 통신 단절 시, 통신 복구 기능 또는 안전한 비행 종료 기능 필요
CL4	<ul style="list-style-type: none"> • 최대 이륙 중량 25kg 이하 • 최대 비행 고도 및 속도 제한 없음

하는 드론은 원격 식별 기능이 제공되어야 하며, 이를 위해서는 드론 등록이 이루어져야 한다고 명시하고 있다.

최대 이륙 중량이 250g 이상 또는 운동에너지가 80J 이상인 드론, 개인정보를 수집하는 드론은 등록 대상이며 드론 등록 시스템에 입력되는 정보는 드론 제조사명, 드론 모델명, 드론 시리얼 번호, 드론 등록자의 이름, 주소, 이메일 주소, 전화번호, 드론 운전자 이름, 생년월일, 법인번호, 주소, 이메일 주소 및 전화번호, 보험등록 번호로 구성된다.

드론 원격 식별을 위해서 비행 중인 드론은 주기적으로 드론 운전자 등록번호, 드론 시리얼 번호, 드론 위치 및 고도 또는 이륙 위치, 이동 경로와 속도, 그리고 조종자 위치 정보를 무선통신 프로토콜로 브로드캐스팅해야 한다. 신호 수신 범위 내의 이동 단말은 식별정보를 수신하고 분석한다.

3. 중국

CAAC는 2017년 5월 드론 관리강화를 위한 민용 드론 실명제 등록관리 규정을 시행하였다. 관리규정의 적용대상은 최대 이륙 중량이 250g 이상인 드론의 제조사 및 소유자이다. 제조사는 드론 실명 등록 시스템에 제조사명, 모델명, 최대 이륙 중량, 구입자의 성명 및 전화번호를 입력하고, 소유자는 성명, 주민번호, 이메일, 제품모델, 시리얼 번호, 사용 목적 등의 정보를 등록해야 한다.

소유주는 드론 등록 시스템이 부여한 등록표지를 드론 기체에 부착해야 한다. 등록표지는 등록번호와 QR 코드로 구성되어 있고, 소유자가 시스템에 정보기입을 마치면 시스템이 자동으로 등록번호와 QR 코드를 포함한 표지 도안을 등록된 소유자의 이메일로 전송한다.



그림 2 소형드론 식별 표준 기구

III. 드론 식별 표준화 동향

그림 2는 소형드론 식별과 관련된 국제 표준기구를 나타낸 것이다. 식별을 위한 무선통신 표준은 IEEE 802, ASTM(American Society for Testing and Materials), 3GPP, RTCA, EUROCAE 등에서 개발중이고, 식별 체계와 관련된 표준은 ISO, ICAO, ISO/IEC(International Electrotechnical Commission) JTC(Joint Technical Committee) 1, JARUS, ITU(International Telecommunication Union) 등에서 개발중이다.

1. ISO

ISO는 1947년 각국 표준 제정 단체의 대표들이 모여 설립한 기구로 나라마다 다른 산업, 통상 표준의 문제점을 해결하고자 국제적으로 통용되는 표준을 개발하여 보급하고 있다. 드론 식별과 관련하여 ISO/TC(Technical Committee) 20/SC(Subcommittee) 16에서 무인기 운용절차 및 UTM(UAS Traffic Managements) 표준을 개발중으로, 매년 2회(6월과 11월경)에 걸쳐 Plenary 회의가 개최되고 있다. SC 16 내의 WG(Working Group) 2에서는 드론 탑재용 식별 모듈의 구조 및 인터

표 3 ISO/TC 20/SC 16에서 개발 중인 표준

문서번호	제목
ISO/DIS 21384-3	Unmanned aircraft systems - Part 3: Operation procedures
ISO/DIS 21384-4	Unmanned aircraft systems - Part 4: Vocabulary
ISO/CD 21895	Categorization and classification of civil unmanned aircraft systems
ISO/DTR 23629-1	UAS Traffic Management(UTM) - Part 1: Survey results on UTM
ISO/CD 23629-7	UAS Traffic Management(UTM) - Part 7: UTM data and information transfer
ISO/CD 23665	Unmanned aircraft systems - Training for personnel involved in UAS operations

페이스 관련 표준, WG 3에서는 비행 중인 드론을 식별하기 위한 절차 표준, WG 4에서는 UTM 내의 드론 식별 표준 등을 개발하고 있다. 표 3은 ISO/TC 20/SC 16에서 개발 중인 표준 목록을 나타낸 것이다[5].

2. IEEE 802

IEEE 802는 각국에서 500여 명의 회원이 참석하고 있는 사실 표준 단체로, Wi-Fi(IEEE 802.11), Bluetooth(IEEE 802.15), WiMax(IEEE 802.16) 등을 개발하였다. 표준회의는 Plenary와 Interim 회의가 격월로 반복되어 매년 6회 개최되고 있다.

드론 식별 표준화와 관련하여 살펴보면, 먼저 IEEE 802.11bd NGV(Next Generation V2X)는 IEEE 802.11p WAVE(Wireless Access in Vehicular Environments) 후속 표준으로 면허대역 5.9GHz를 사용하여 자동차 이외에도 드론 제어용 및 임무용 서비스를 제공할 예정이다. 또한, 7세대 Wi-Fi 표준으로 개발 중인 IEEE 802.11be EHT(Extremely High Throughput)는 VR/AR(Virtual Reality/Augmented Reality) 서비스와 드론 제어용 및 임무용 서비스를

제공할 예정으로, 멀티링크를 이용한 고신뢰 데이터 전송 기술과 전송기회 공유를 통한 저지연 전송 기술 등을 고려하고 있다[6].

DJI 드론을 포함한 많은 레저용 드론이 보편적 접속이 용이한 Wi-Fi 모듈을 장착하고 있어 소형 드론 무선식별 기술의 유력한 표준으로 검토되고 있다.

3. RTCA

RTCA는 항공기 시스템의 운용 및 안전성능 요구사항, 상호운용성 요구사항, 항공기 시스템 및 운용 최소 요구사항 등의 표준을 개발하여 FAA에 제안하고 이를 바탕으로 FAA는 항공 기술표준을 제정한다.

관제공역에서 운용되는 중대형 드론 표준화를 위해 2015년에 특별위원회 SC-228을 구성하고 2개의 워킹그룹에서 무인기 제어용 통신 기술과 탐지 및 회피 기술 표준화를 진행하고 있다. 소형 드론 표준 활동은 2016년에 DAC(Drone Advisory Committee)를 구성하고 국가공역체계에 무인항공기 시스템을 안정적이고 효과적으로 통합하기 위한 정책 지원을 FAA에 제공하고 있다[7].

한편, RTCA에서는 1995년에 구성된 특별위원회 SC-186을 통해 감항 인증 대상이 되는 유인 항공기를 대상으로 자신의 위치 정보를 전송하는 ADS-B 표준을 개발하였다. MITRE, uAvionix 등 일부 업체에서는 ADS-B를 소형드론에 장착하기 위한 저전력 소형화 제품 개발을 진행하고 있다.

4. ICAO

국제민간항공기구 ICAO는 항공기 시스템의 운용 및 안전 성능 요구사항, 상호운용성 요구

사항, 항공기 시스템 및 운용 최소 요구사항 등의 국제 표준을 개발하고 있다. 무인항공기 제어용 통신 기술 표준 개발은 ICAO RPAS(Remotely Piloted Aircraft System) 산하 작업그룹 2에서 진행 중이다.

ICAO는 소형드론 관련하여 각국의 조화로운 운용 규정을 마련하기 위해 UAS 자문 그룹(UAS-AG: UAS Advisory Group)을 운용 중으로, 소형드론 관련 규정과 기술을 논의하고 UTM의 글로벌 프레임워크 수립을 위한 가이드라인을 회원국에게 제공하고 있다. UAS-AG는 매년 Drone Enables 심포지엄을 개최하여 기술, 운용, 제도적 이슈 등을 논의하고 있다[8]. ICAO는 감항 인증 대상이 되는 유인 항공기를 대상으로 자신의 위치 정보를 전송하는 ADS-B 표준화를 진행하고 있다.

5. 3GPP

3GPP는 1998년 12월 창설된 세계 최대 이동통신 표준 단체로, 약 70여 개 회사에서 500여 명이 참여하여 GSM(Global System for Mobile communications), WCDMA(Wideband Code Division Multiple Access), LTE, 5G 등의 이동통신 표준을 개발해 오고 있다.

3GPP는 서비스 요구사항과 시스템 측면의 표준을 진행하는 SA(Service and System Aspects)와 무선접속 및 네트워크 표준을 진행하는 RAN(Radio Access Network)으로 구분된다. 3GPP SA에서 드론 식별 및 인증 관련 요구사항 및 응용 사례를 개발하였으며, 2019년 말까지 RAN Planary에서 Release 17 아이টে็ม으로의 채택을 결정할 예정이다. 아이টে็ม이 채택되면 RAN1/RAN2 등에서 드론 식별 기술 표준을 개발할 예정이다[9].

IV. 드론 식별 기술 동향

1. 국내 드론 식별 기술 동향

국내 드론 역기능 대응 기술은 드론 ID 식별이 아닌 드론인지 여부를 확인하는 드론 탐지나 물리적인 방식을 사용하여 드론의 침입이나 위협을 제거하는 무력화 기술 개발에 초점이 맞춰져 있었다. 대구경북과학기술원에서는 최근 200m 이내의 저고도에서 운용하는 드론 탐지용 Radar 기술을 국내 최초로 개발하였으며[10], 한국전자통신연구원(ETRI)에서는 2017년부터 경찰청을 수요부처로 하는 무인비행장치의 불법 비행 감지를 위한 EO/IR(Electro-Optical/Infra-Red) 연동 레이다 개발 및 실증시험을 수행하고 있다. 또한, 한국과학기술원에서는 MEMS(Micro Electro Mechanical Systems) 자이로 센서가 특정 주파수의 전파에 민감한 특성을 반영한 센서 교란 전파 송출 시스템을 개발하였다[11].

드론 ID 식별 기술은 2019년부터 한국전자통신연구원에서 그림 3과 같이, 드론의 이용 확산에 따른 역기능을 최소화하기 위해 저고도 소형드론의 식별·주파수 관리 기술을 개발 중이다. 이를 통해 2023년 말에는 드론 식별용 주파수 확보, 드론의 기본정보를 식별할 수 있는 무선식별 기술 개발 및 식별·주파수 정보를 효율적으로 통합 관리하는 시스템이 구축될 예정이다.

2. 국외 드론 식별 기술 동향

국외에서는 드론 ID를 통하여 드론의 신원을 식별하여 드론 소유주나 기체 등록 정보 등을 파악하는 기술이 다양하게 연구되고 있다.

미국의 uAvionix에서는 소형드론에 적용하기 위해 소형화된 저전력 ADS-B 트랜시버를 개발하였다[12]. 이는 드론의 ID, 기체 타입, 위치, 속도 등

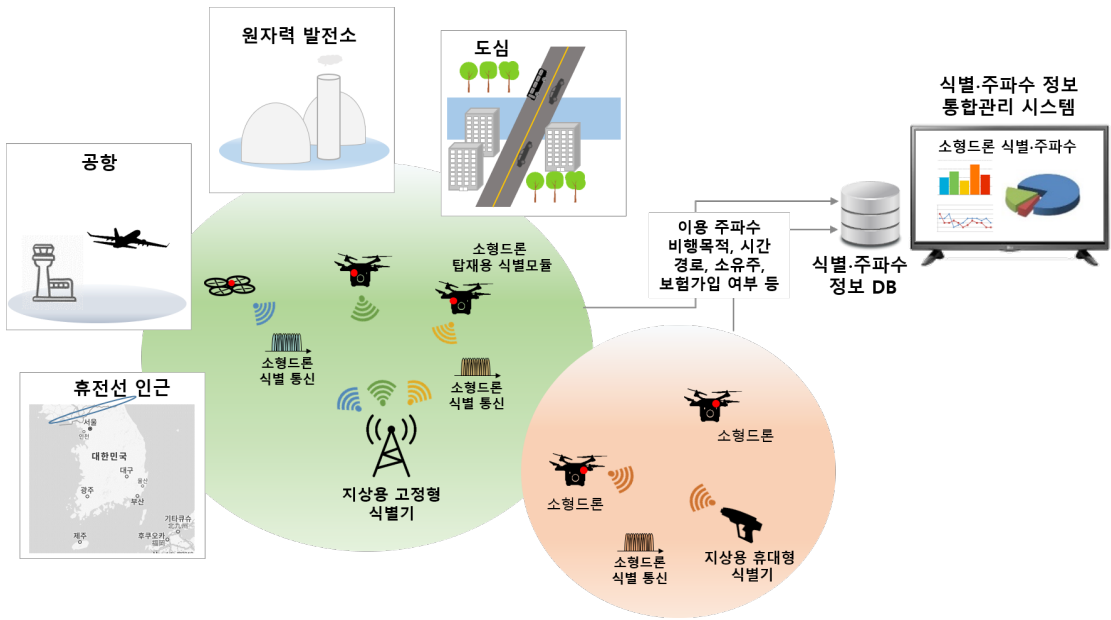


그림 3 저고도 소형드론 식별·주파수 통합 관리 시스템 개념도

의 정보를 주변 항공기 및 지상에 전송하여 드론의 비행을 관제하고 충돌 회피에 활용될 수 있다. 또한, 미국 방산업체연구소는 기존의 ADS-B와 LTE 기술을 활용하는 솔루션 Vigilant를 제안하였으며, 이는 소형드론 감시를 주된 목적으로 하며, 드론 ID 송수신 플랫폼으로도 활용할 수 있는 기술이다 [13].

EU(European Union)의 집행위원회는 SESAR(Single European Sky Air traffic management Research joint undertaking) 공동사업 내에 저고도에서 지오 펜싱 기술을 포함하여 드론의 운영을 체계화하는 U-space 계획을 추진하고 있다[14]. 또한 덴마크에서는 대학과 교통부가 연계하여 드론의 식별 및 추적을 위한 드론 ID 프로젝트를 추진하여, GSM, 위성, LoRa 등의 무선 네트워크를 통해 UTM 서버와 직접 통신하거나 인근 수신기를 통해 RF 비콘 신호를 수신하여 UTM에 중계하는 방식을 취하고 있다[15]. 영국, 프랑스 등에서도 드론 역기능 대

응을 위해 드론 ID 식별 기술을 의무적으로 적용하는 정책 및 관련 기술 개발이 진행 중이다.

3. 주요 제조사 드론 식별 기술 동향

가. DJI

전 세계 드론의 약 70% 드론 제조 점유율을 가지는 DJI는 드론 제어 및 영상 전송 용도로 Ocusync라는 프로토콜을 자체 개발하였다. Ocusync는 DJI가 드론 통신 용도로 특화해서 독자적으로 개발한 기술로 끊어짐 없는 영상 전송, 지연 시간 최소화, 핸드오버 기술 등을 포함하고 있으며, 드론과 조종기간의 통신 거리가 약 8km까지 가능하다. Ocusync의 주요 동작 주파수 대역은 Wi-Fi 대역인 2.4GHz와 5.8GHz이다. 실시간 영상 지연 시간은 약 100ms이며, 최대 1,080p Full-HD(High Definition) 영상까지 지원한다. 현재 DJI에서는 Ocusync 기술을 드론 제어 및 실시간 영상 전송에만 사용하

고 있으나 소프트웨어 업그레이드를 통해 드론 식별 용도로도 적용할 수 있는 방안을 마련 중이다[16].

또한, DJI는 공항 주변 시설을 보호하기 위해 영국의 상업 드론 공급자인 COPTRZ와 협력하여 드론 탐지 시스템인 Aeroscope을 개발하였다. Aeroscope은 DJI 드론과 조종자의 조종기 사이 통신 링크를 가로채서 동작하며, 드론의 일련번호, 방향, 속도, 고도, 위도/경도 위치 등의 정보를 제공한다. Aeroscope을 통한 탐지 거리는 고정식의 경우 약 20km, 이동식의 경우 약 5km이다. DJI 제품의 Wi-Fi 비콘 패키지에 포함된 드론 ID 필드, 802.11 제조사 태그, 비행 목적, 비행 등록정보는 200ms 마다 전송되는데, 이를 추출하여 식별정보 도출에 활용한다[17].

나. uAvionix

uAvionix는 항공전자장비 제조업체이며, 소형드론 Remote ID 식별을 위한 SRD(Software Defined Radio) 기반 소형칩 솔루션을 개발하였다. 대표적인 소형칩 솔루션으로는 Ping2020i와 Ping1090i가 있다. SDR 기반 소형칩 솔루션은 대표적인 유인기 식별 방식인 ADS-B 형식의 브로드캐스팅 기능과 모드 A/C/S 형식의 양방향 통신 기능이 가능하도록 구성되어 있다. 동작 주파수 대역은 978MHz, 1,090MHz이며, ISM 대역으로 변환이 가능하다. uAvionix의 소형칩 솔루션에서는 드론 Remote ID 식별을 위해 최소 드론 등록정보 및 위치 정보를 포함한 관련 데이터를 전송한다[12].

V. 결론

지금까지 저고도 소형드론 식별 기술 및 표준화 동향을 살펴보았다. 미국, 유럽, 중국 등 세계 주요국에서는 안전한 드론 기반 조성을 위해 드론

등록 및 식별과 관련된 정책을 활발히 진행 중이다. 각 국가에서는 드론의 특성에 따라 드론을 여러 단계로 분류하고, 등록 및 식별 절차를 차등화하여 적용하고 있음을 살펴보았다. ISO, IEEE 802, RTCA, ICAO, 3GPP 등 국제 표준기구에서는 소형드론 식별체계, 드론 식별용 기술표준, 식별 및 인증 관련 요구사항 등 드론 식별 관련 표준화가 진행되고 있다. 해외 주요국에서는 드론 ID 식별 기술의 연구 개발이 어느 정도 진행되고 있는 반면에, 국내 드론 ID 식별 기술 개발은 아직 연구 초기 단계임을 살펴보았다. 국내에서는 2023년 말경에 한국전자통신연구원에서 추진 중인 ‘소형드론 식별·주파수 관리 기술 개발’을 통하여 불법 드론에 즉각 대응할 수 있는 드론 ID 식별 기반이 조성될 것으로 기대된다.

용어해설

- 탐지** 전자장비 또는 육안으로 표적을 발견하고 그 위치와 관련된 정보를 수집하는 행위
- ID 식별** 사용자 식별 부호(ID)를 활용하여 객체의 유일성을 확인하는 행위
- 무력화** 표적을 일시적으로 무능화시켜 활동이 불가능하도록 만드는 행위

약어 정리

3GPP	3 rd Generation Partnership Project
5G	5 th Generation
ADS-B	Automatic Dependent Surveillance-Broadcast
ANSI	American National Standards Institute
ARC	Aviation Rulemaking Committee
ASTM	American Society for Testing and Materials
ATC	Air Traffic Control
AWI	Approved Work Item

CAAC	Civil Aviation Administration of China	MEMS	Micro Electro Mechanical Systems
CD	Committee Draft	NGV	Next Generation V2X
CFR	Code of Federal Regulations	NPRM	Notice of Proposed Rulemaking
CTA	Consumer Technology Association	RAN	Radio Access Network
C2	Command and Control	RF	Radio Frequency
DAC	Drone Advisory Committee	RPAS	Remotely Piloted Aircraft System
DIS	Draft International Standard	RTCA	Radio Technical Commission for Aeronautics
EASA	European union Aviation Safety Agency	SA	Service and System Aspects
EHT	Extremely High Throughput	SC 16	Subcommittee 16
EO/IR	Electro-Optical/Infra-Red	SESAR	Single European Sky Air traffic management Research joint undertaking
EU	European Union		
EUROCAE	European Organisation for Civil Aviation Equipment		
FAA	Federal Aviation Administration	SRD	Software Defined Radio
GSM	Global System for Mobile communications	TC	Technical Committee
HD	High Definition	UAS	Unmanned Aircraft System
ICAO	International Civil Aviation Organization	UAS ID	UAS Identification and tracking
ID	Identifier	UAS-AG	UAS Advisory Group
IEC	International Electrotechnical Commission	UTM	UAS Traffic Managements
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers	VR/AR	Virtual Reality/Augmented Reality
IFR	Instrument Flight Rules	WAVE	Wireless Access in Vehicular Environments
ISM	Industrial Scientific and Medical	WCDMA	Wideband Code Division Multiple Access
ISO	International Organization for Standardization	WG	Working Group
ITU	International Telecommunication Union		
JARUS	Joint Authorities Rulemaking on Unmanned Systems		
JTC	Joint Technical Committee		
LTE	Long Term Evolution		

참고문헌

[1] FAA, "Registration and making requirements for small unmanned aircraft," Rules and Regulation, Vol. 80, No. 241, pp. 78594-78648, 2015.

[2] UAS-ID ARC, "UAS identification and tracking aviation rulemaking committee," ARC recommendations final report, pp. 1-96, 2017.

[3] EASA, "On unmanned aircraft systems and on third-country operators of unmanned aircraft systems," Official journal of the European union, (EU) 2019/945, pp. 1-71, 2019.

- [4] EASA, "On the rules and procedures for the operation of unmanned aircraft," Official journal of the European union, (EU)2019/947, pp. 45-71, 2019.
- [5] <https://www.iso.org/committee/5336224/x/catalogue/p/0/u/1/w/0/d/0/>
- [6] http://www.ieee802.org/11/PARs/P802_11be_PAR_Detail.pdf
- [7] <https://www.rtca.org/content/drone-advisory-committee/>
- [8] [https://www.icao.int/safety/UA/Pages/Unmanned-Aircraft-Systems-Advisory-Group-\(UAS-AG\).aspx](https://www.icao.int/safety/UA/Pages/Unmanned-Aircraft-Systems-Advisory-Group-(UAS-AG).aspx)
- [9] <https://portal.3gpp.org/desktopmodules/Specifications/SpecificationDetails.aspx?specificationId=3527>
- [10] D. Oh, I. Alnujaim and Y. Kim, "Generative adversarial networks for classification of micro-Doppler signatures of human active," IEEE Geoscience and remote sensing letters, pp. 1-6, June 2019.
- [11] Y. Son, H. Shin, D. Kim, Y. Park, J. Noh, K. Choi, J. Choi and Y. Kim, "Rocking drones with intentional sound noise on gyroscopic sensors," In proceedings of 24th USENIX security symposium, pp. 881-896, 2015.
- [12] <https://uavionix.com/>
- [13] <https://vigilantaerospace.com/new-mitre-study-use-ads-b-low-altitude-unmanned-aircraft/>
- [14] <https://www.sesarju.eu/U-space>
- [15] K. Jensen, K. Shriver and U. P. Schultz, "Drone identification and tracking in Denmark technical report," University of Southern Denmark, Oct. 2016.
- [16] <https://www.dji.com/>
- [17] R.J. Wallace, K.M. Kiernan, J. Robbins, "Evaluating small UAS operations and national airspace system interference using AeroScope," Journal of Aviation Technology and Engineering, pp. 24-39, 2019.