

저고도 소형드론 식별·주파수 무선설비 기술기준 선행 연구

2019. 12.



국립전파연구원

National Radio Research Agency

제 출 문

본 보고서를 「저고도 소형드론 식별·주파수 무선설비 기술기준
선행 연구」 과제의 최종 보고서로 제출합니다.

2019. 12. 31.

연구책임자 : 배 석 희(기술기준과 4차산업기술팀)

연구원 : 손 서 중(기술기준과 4차산업기술팀)

최 승 준(기술기준과 4차산업기술팀)

류 제 환(기술기준과 4차산업기술팀)

박 정 현(기술기준과 4차산업기술팀)

요 약 문

본 연구는 저고도 소형드론 식별·관리 기반조성사업의 일환으로 드론의 식별·관리에 따른 무선설비 기술기준(안)을 마련하기 위한 선행 연구를 목적으로 수행되었다.

첫째, 식별·관리 대상 드론의 범주를 설정하기 위하여 드론을 정의하고 국내 항공 및 드론 관련법에 따른 분석과 식별 관련 동향 등을 조사하고 관련된 제반 사항을 종합하여 식별·관리 대상 드론을 정의하였다. 또한 현행 법령과 향후 개선이 필요한 법령에서 식별 대상 드론에 따른 식별·관리 대응 방안을 제시하였다.

둘째, 드론의 전파 이용에 대한 전반적인 사항을 조사, 검토하였으며, 저고도 소형드론 식별·관리 기반조성사업에서 개발할 식별장치의 식별 거리를 파악하고자 연구를 수행하였다. 이를 위해 각 국의 드론 관련 주파수와 그에 따른 기술기준 사항을 조사하였으며, 시중에 판매되는 상용드론의 전파 관련 성능을 측정하여 제품 매뉴얼과 관련 내용을 확인, 조사하였다. 또한, 전파방해 요소가 적은 시외지역에 시험장소를 선정하여 각 제품별로 실제 운용 시 도달 가능한 최대 전파도달거리를 측정하였으며, 그에 따른 결과를 비교, 분석하였다. 이를 바탕으로 항공 관제권에서 필요한 식별장치의 최소 운용 거리 및 대수를 산출하였다.

또한, 드론 식별 기술과 관리 체계의 구현을 위해서는 관련된 표준이 중요하며, 관련 표준의 동향 파악과 신속하고 적절한 대응의 필요성을 인식하여 국제 표준화 회의에 참석하여 드론 식별 관련 동향을 정리하고 대응 전략을 마련하고자 노력하였다.

목 차

제1장 서론	1
제2장 식별·관리 대상 드론의 범주 연구	3
제1절 연구의 배경	3
제2절 드론의 정의	4
제3절 드론 식별의 정의와 규제 동향	7
제4절 식별·관리 대상 분석	12
제5절 소결	23
제3장 드론 식별 거리 목표 산정을 위한 상용드론 실 운용 전파도달거리 측정	24
제1절 연구의 배경	24
제2절 각 국의 드론 관련 주파수 및 무선설비 기술기준	25
제3절 시중에 판매되는 상용드론의 전파 관련 사양	34
제4절 상용드론 실 운용 전파도달거리 측정	40
제5절 소결	48
제4장 드론 식별 관련 국제 표준 및 해외 동향	49
제1절 연구의 배경	49
제2절 ISO/TC20/SC16	50
제3절 Amsterdam Drone Week 포럼	59
제4절 3GPP TSGs	64
제5절 소결	70
참고문헌	71

표 목 차

[표 1] 드론 활용의 촉진 및 기반조성에 관한 법률 제2조(정의)제1항	4
[표 2] 항공안전법 제2조(정의) 및 동법 시행규칙 제5조(초경량비행 장치의 기준)제5호	5
[표 3] 해외 드론의 정의	5
[표 4] 중국 드론 분류 체계	10
[표 5] 항공안전법 시행규칙 제308조제7항(초경량비행장치의 비행승인)	12
[표 6] 항공안전법 시행규칙 제199조(최저비행고도)	13
[표 7] 항공안전법 제78조(구역 등의 지정) 및 동법 시행규칙 제221조(구역의 구분·관리 등)	14
[표 8] 항공안전법 시행규칙 제2조(항공기의 기준) 및 제5조(초경량비행 장치의 기준)	15
[표 9] 항공안전법 제51조(무선설비의 설치·운용 의무) 및 제119조(경량 항공기 무선설비 등의 설치·운용 의무)	16
[표 10] 항공안전법 제122조(초경량비행장치 신고) 및 동법 시행규칙 제310조 (초경량비행장치 신고)	16
[표 11] 드론 무게기준 현행-개선(안) 비교	18
[표 12] 식별·관리 범주 설정을 위한 분석	19
[표 13] 현재 드론 분류체계에 따른 대응 분석(예_관제권)	20
[표 14] 개선된 드론 분류체계에 따른 대응 분석(예_관제권 및 공항)	21
[표 15] 무인항공기용 주파수 분배 대역	25
[표 16] 국제적으로 분배된 ISM 주파수 대역	26
[표 17] 국제 1, 2지역 ISM 대역에서 국내 주파수 용도 지정 현황	27
[표 18] 국내 드론(무인비행장치) 사용가능 주파수	28
[표 19] 국내 기술기준 출력 파라미터	30
[표 20] 미국 기술기준 출력 파라미터	31
[표 21] 유럽 기술기준 출력 파라미터	32
[표 22] 측정에 사용된 상용드론	34
[표 23] 측정에 사용된 상용드론 전파 관련 사양	38

[표 24] 드론-조종기 간 GPS 환산 거리	44
[표 25] 드론-조종기 간 전파도달거리 및 반응상태 정리 값	45
[표 26] ISO 표준 제정 절차	50
[표 27] ISO/TC20/SC16 구성 및 작업 내용	51

그림 목 차

[그림 1] 미국 드론 신고번호 부착 방법	8
[그림 2] 유럽 E-Identification 시행 상황	11
[그림 3] 공역 등급 도면	14
[그림 4] 드론과 조종기 간 전파도달 거리 측정	40
[그림 5] 거리별 조종기 전파 출력 변화값 측정	40
[그림 6] 부안 계화면 창북리 간척지 일원(위성지도)	41
[그림 7] 항공 관제권과 측정 장소 간 거리	42
[그림 8] 실 운용 시험환경	42
[그림 9] 간이측정(2.4 ~ 2.485 GHz 대역)	42
[그림 10] 드론 제자리 비행	43
[그림 11] 조종기 차량 이동 측정	43
[그림 12] 이륙 전 드론	46
[그림 13] 조종 신호 상실 시 추락 드론	46
[그림 14] 항공 관제반경(9.3 km)에서 드론 식별 대응 모식도	47
[그림 15] 불요파 유입(10월28일)	47
[그림 16] 불요파 유입(10월29일)	47
[그림 17] 제8차 ISO/TC20/SC16 회의('19.6월, 영국 런던)	58
[그림 18] 드론 EU 규정과 표준 및 시험, 인증체계	61
[그림 19] WINGS FOR AID : AID 응급 구조용 드론	61
[그림 20] DRONE DETECTION	62
[그림 21] 3GPP 생태계에서 UAS 참조 모델(TS 22.125 Annex A.1)	64
[그림 22] 3GPP 조직도	65
[그림 23] RAN2 Release-17(RP-193216 발취)	68
[그림 24] 3GPP TSGs#86 표준회의 현장 사진	69

제1장 서론

드론 이용이 급속하게 증가함과 더불어 그에 대한 위협과 우려도 함께 증가하고 있다. 테러, 사생활 침해, 추락, 충돌 등 드론의 역기능에 대한 문제가 대두되고 있으며, 기술적으로 대응하기 위한 Anti-Drone 기술을 도입하려는 움직임이 나타나고 있다.

Anti-Drone 기술은 여러 관련 기술이 통합·운용되는 체계로, 크게 드론의 탐지와 무력화 기술로 구성된다. 이러한 체계는 일정한 구역을 방어하고자하는 1차원적인 목적은 달성할 수 있겠으나, 드론 운용 입장에서 볼 때, 드론 이용 활성화 또는 산업화, 교통관리 측면에서 비효율적인 방식이라 볼 수 있다. 비행 제한 또는 금지 구역이더라도, 그 구역의 비행을 승인을 받은 드론은 비행하거나 그 구역을 통과 할 수 있어야 하며, 또한 비행 승인을 받지 않거나 조종 미숙, 실수로 인해 침범한 드론을 사전에 제제가 가능하게 한다면 드론 이동성을 보장하고 활용의 확장성도 넓어질 것이다.

CCTV로 차량 번호를 식별하여 정보를 획득하거나 항공기가 지속적으로 식별정보를 방송하는 것처럼 드론도 별도의 정보를 전송하고 식별하여 비행승인 여부가 파악된다면 위협을 가하는 만일의 상황을 제외하고는 무력 대응을 최소화 할 수 있으며, 소유주나 조종자가 확인된다면 사전에 비행금지구역에 침입하지 못하게 경고를 보낼 수도 있을 것이다.

드론의 관리 또한 효율적으로 개선될 것이 예상된다. 드론 정보 요청 시 현재 위치/상태 등의 정보를 송신하거나 주기적으로 방송하게 한다면, 현재 위치하고 있는 주변 상공의 드론 정보를 파악하여 위협에 상시 대비할 수 있고, 드론 교통 흐름을 파악하거나 일정한 교통 통제도 가능하다.

이처럼 Anti-Drone 기술 체계나 드론 교통관리체계에 드론 식별의 개념이 적용되면, 드론의 이동성 및 활용성을 확장시켜 관련 응용 산업의 발전에 큰 도움이 될 것이다. 또한 드론의 안전 운용을 위한 기반이 조성되면 국민의 생명과 재산을 보호하여 드론 이용에 대한 국민의 불안감을 해소할 수 있을 것으로 판단된다.

드론의 식별과 식별된 정보의 관리를 위해 국립전파연구원에서는 저고도 소형드론 식별·관리 기반조성사업 R&D를 '19년부터 추진하고 있다. 기술개발뿐만 아니라 활용에 있어 법이나 규제에 의해 기술이 사장 되는 것을

방지하고 기술의 효용성을 증대하고자 식별·관리를 위한 법·제도 연구와 운용자 측면에서 요구되는 운용 요구사항 도출 연구 등을 수행하여 기술에 적용하고자 한다.

본 연구에서는 드론의 식별·관리에 따른 무선설비 기술기준(안)을 마련하기 위한 선행 연구로써, 식별·관리가 필요한 드론의 범주를 정의하고, 그 대상이 되는 드론의 무선설비 및 기술기준 사항을 분석, 시중에 판매되는 상용드론의 실 운용 전파 도달거리 측정, 드론 식별의 국제 동향 분석 등을 수행하였다.

제2장 식별·관리 대상 드론의 범주 연구

제1절 연구의 배경

국내·외에서 드론(Drone) 이용 활성화를 위한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 또한 드론 활용 범위도 광범위하게 확장되고 있는 가운데 이용 증가에 따른 위험성도 비례하여 증가하고 있으며, 이에 따라 국민의 안전에 대한 관심도 증대되고 있다. '19년 9월 국토교통부는 불법적인 목적을 가진 드론을 잡는 안티드론(Anti-Drone)을 미래 먹거리 산업으로 추진하기로 준비하고 있다.^[1] 드론 시장의 대부분은 중국의 DJI가 시장을 장악하고 있으나, 안티드론 분야는 현재 절대강자가 없어 국내 기술을 개발하여 보급하겠다는 취지이다. 이처럼 정부가 안티드론의 중요성을 인식하고는 있으나 사실상 Anti-Drone 기술은 탐지(레이다, EO/IR(Electric Optical/Infrared Ray)영상 등), 무력화(전파 채밍, 소프트웨어 해킹 등) 중심의 해외 유명 업체가 기존 기술력을 응용, 확장하여 선점하고 있는 실정이다. 아직 국제적으로 공백을 메울 기술을 개발하게 된다면, 새로운 기술력 확보와 동시에 미래 먹거리 산업의 창출로 이어질 수 있을 것이다.

다만, 개발하고 있는 Anti-Drone 체계에서는 탐지된 드론의 등록 여부 및 소유주 등의 식별이 불가능하다는 것이다. 그 공백을 메우기 위해서는 이러한 정보를 식별하는 기술 개발이 필요하며, 이를 위한 첫 단계로 식별·관리 대상 드론을 구분하여 그 범주를 설정하는 것이 가장 중요한 목표가 된다. 그러기 위한 선행연구로, 드론을 정의하고, 드론 식별과 관련한 해외 동향을 살펴보아야 할 것이며, 국내 항공 및 드론 관련법에 따른 분석과 위 모든 사항을 종합하여 식별·관리 대상 드론을 정의하기 위한 연구를 수행하고자 한다.

제2절 드론의 정의

1. 국내

최근 국토부에서는 「드론 활용의 촉진 및 기반조성에 관한 법률(이하 드론법)」(국토교통부 제정 '19.4.30., 시행 '20.5.1.)을 마련하면서 '드론'에 대해 정의하였다. 드론법 제2조(정의) 제1항 제1호에서의 정의는 다음과 같다.

드론법에서는 드론을 조종자가 탑승하지 아니한 상태로 항행할 수 있는 비행체로서, 항공안전법 제2조제3호에 따른 '무인비행장치'와 제2조제6호 '무인항공기', 그리고 국토교통부령으로 정하는 방식에 따라 항행하는 비행체를 드론으로 정의하였다.

[표 4] 드론 활용의 촉진 및 기반조성에 관한 법률 제2조(정의)제1항

드론 활용의 촉진 및 기반조성에 관한 법률 제2조(정의)제1항

① 이 법에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.

1. “드론”이란 조종자가 탑승하지 아니한 상태로 항행할 수 있는 비행체로서 국토교통부령으로 정하는 기준을 충족하는 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 기기

가. 「항공안전법」 제2조제3호에 따른 무인비행장치

나. 「항공안전법」 제2조제6호에 따른 무인항공기

다. 그 밖에 원격·자동·자율 등 국토교통부령으로 정하는 방식에 따라 항행하는 비행체

항공안전법에서 말하는 '무인비행장치'는 동법 시행규칙 제5조(초경량비행장치의 기준)5호에 따라 '무인동력비행장치'와 '무인비행선'으로 구분되며, 최근 쉽게 볼 수 있는 멀티콥터 형태의 드론, 무인비행기, 무인헬리콥터 등이 '무인동력비행장치'라 볼 수 있다. 항공안전법 제2조제6호에서는 사람이 탑승하지 아니하고 원격조종 등의 방법으로 비행하는 항공기를 '무인항공기'로 정의하고 있다.

[표 5] 항공안전법 제2조(정의) 및 동법 시행규칙 제5조(초경량비행장치의 기준)제5호

<p>■ 항공안전법 제2조(정의)</p> <p>3. "초경량비행장치"란 항공기와 경량항공기 외에 공기의 반작용으로 뜰 수 있는 장치로서 자체중량, 좌석 수 등 국토교통부령으로 정하는 기준에 해당하는 동력비행장치, 행글라이더, 패러글라이더, 기구류 및 무인비행장치 등을 말한다.</p> <p>6. "항공기사고"란 사람이 비행을 목적으로 항공기에 탑승하였을 때부터 탑승한 모든 사람이 항공기에서 내릴 때까지[사람이 탑승하지 아니하고 원격조종 등의 방법으로 비행하는 항공기(이하 "무인항공기"라 한다)의 경우에는 비행을 목적으로 움직이는 순간부터 비행이 종료되어 발동기가 정지되는 순간까지를 말한다] 항공기의 운항과 관련하여 발생한 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 것으로서 국토교통부령으로 정하는 것을 말한다.</p>	
<p>■ 항공안전법 시행규칙 제5조(초경량비행장치의 기준)제5호</p> <p>5. 무인비행장치: 사람이 탑승하지 아니하는 것으로서 다음 각 목의 비행장치가.</p> <p>가. 무인동력비행장치: 연료의 중량을 제외한 자체중량이 150킬로그램 이하인 무인비행기, 무인헬리콥터 또는 무인멀티콥터</p> <p>나. 무인비행선: 연료의 중량을 제외한 자체중량이 180킬로그램 이하이고 길이가 20미터 이하인 무인비행선</p>	

2. 해외

해외에서도 드론(Drone)이라는 단어를 무인비행장치, 무인항공기 등에 대한 통용적인 단어로 사용하고 있으며, 국제 표준 기관 또는 단체에서는 Drone 보다 UA, UAV, UAS, RPA 라는 단어를 사용하고 있다. [2], [3], [4]

[표 6] 해외 드론의 정의

약어	명칭	정의	비고
Drone	Drone	any unmanned system which is remotely or autonomously operated	ISO
UA	Unmanned Aircraft	aircraft which is designed to be operated remotely or	

약어	명칭	정의	비고
		autonomously	
UAS	Unmanned Aircraft Systems	aircraft and its associated elements which are operated remotely or autonomously	
UAV	Unmanned Aerial Vehicles	Unmanned Aerial Vehicles	3GPP
RPA	Remotely Piloted Aircraft	(ISO, ICAO) unmanned aircraft which is piloted from a remote pilot station	
RPAS	Remotely Piloted Aircraft Systems	<p>(ISO) set of configurable components consisting of a remotely-piloted aircraft, its associated remote pilot station(s), the required command and control links and any other system components as may be required, at any point during flight operation</p> <p>(ICAO) A remotely piloted aircraft, its associated remote pilot station(s), the required command and control links and any other components as specified in the type design</p>	ISO, ICAO

제3절 드론 식별의 정의와 규제 동향

1. 드론 식별의 정의

어떠한 표적의 유무 확인 또는 표적의 형태 등을 파악/인지할 수 있는 탐지(Detection, Search)와는 달리 식별(Identification)은 표적의 허용된 정보를 확인 및 증명하는 것이다. 드론 식별은 위에서 정의한 식별의 개념을 차용하여, 드론의 허용된 정보(등록번호, 소유주, 비행승인 등)를 확인 또는 증명하는 것이다. 항공기의 자동종속감시시설방송(ADS-B, Automatic Dependent Surveillance-Broadcast)로 위치, 상태 정보를 전송 또는 주기적으로 정보를 방송하여 식별할 수 있는 것과 같이 드론의 위치/상태뿐만 아니라 소유주 또는 조종자의 정보, 비행 승인 여부 등을 확인하는 개념이다. 드론이 3차원 공간의 이동성, 지상과 매우 가까운 곳에서 운용한다는 것 등에서 드론을 식별하는 기술을 구현하는 것은 도전적인 연구이며, 그와 관련한 제도나 운용 방법에서도 많은 고민이 필요하다.

대부분의 나라에서는 부여된 신고번호를 기체에 부착하여 육안으로 식별하고 있다. 일부 국가에서는 기체 신고 후 QR코드를 발급받아 부착하기도 한다. 현재 유럽에서는 기체 신고 또는 등록된 번호를 활용하여 전자적으로 식별할 수 있는 e-Identification 체계(U-space blueprint)를 도입하려 하고 있다. 최근 미국은 드론의 원격 식별을 위한 요구사항을 관련 법안(Remote Identification of Unmanned Aircraft Systems)으로 공시하였다. 해외 산업계에서도 드론 식별 기술개발에 투자 중이며, 과학기술정보통신부에서도 저고도 소형드론 식별·관리를 위한 R&D 가 진행 중이다.

2. 국내·외 식별·관리 규제 동향

가. 육안식별

현재 여러 국가에서는 기체 신고를 통해 부여 받은 신고번호를 기체에 부착하도록 규정하고 있다. 이는 드론 정보 확인을 위한 육안 식별에 해당한다. 부착된 신고번호는 드론 비행 시 육안으로 확인할 수 없어 안전 예방이나 사전제제 등을 위한 수단보다는, 사고 및 기체 분실 시 사후조치 등에 활용된다.

1) 국내

항공안전법 제122조(초경량비행장치 신고)제3항에 따라 사업용 드론과 12 kg 초과 비사업용 드론은 기체 신고 후 신고번호를 발급 받아 드론에 부착해야한다. 초경량비행장치 신고요령(지방항공청훈령)에 따라 신고번호의 표시장소, 크기 등을 규정하고 있다.

2) 미국

연방항공청(Federal Aviation Administration, 이하 FAA)은 250g 이상의 사업용 및 비사업용 등 모든 드론의 기체에 신고번호를 부착하도록 하고 있다. 이러한 신고번호는 육안 식별이 가능한 바깥 표면에 부착하여야 하며, 각인, 라벨링, 마킹방식을 허용한다.



[그림 1] 미국 드론 신고번호 부착 방법

3) 중국

민용항공국(Civil Aviation Administration of China, 이하 CAAC)은 ‘민용 무인항공기 실명제 등록관리 규정’을 시행 중이며, 최대이륙중량 250 g 이상의 드론 소유자는 드론 실명등록시스템에 성명, 주민번호, 전자 우편, 제품모델, 시리얼넘버, 사용목적 등의 정보 등록 후 시스템이 부여한

등록표지를 드론에 부착하여야 한다. 등록표지는 등록번호와 QR코드로 구성되어 있고 소유자가 시스템에 정보기입을 마치면 시스템이 자동으로 등록번호와 QR코드를 포함한 표지 도안을 등록한 소유자의 전자 우편으로 전송된다.^[5]

나. 전자적 식별

단순히 차량번호판으로는 그 차량의 정보를 알 수 없는 것처럼 드론의 신고번호 부착만으로는 비행하는 드론을 식별하기는 불가능하다. 레이더나 영상장비를 활용한 드론 탐지 기술이 활발히 개발 중이나, 표적이 드론인지 판단하기 위한 특징 분석이 요구되며 표적 이동 시 물리적으로 추적 관찰이 필요하다. 항공기에 사용되는 자동종속감시시설방송(ADS-B)와 같이 정보를 일정한 주기로 방송하고 지상에서 수신하여 그 정보를 확인할 수 있는 체계가 필요해 보인다. 앞서 살펴본 드론 신고번호를 데이터베이스화하고 기체 식별에 이를 이용하는 기술이 구현된다면 효율적으로 드론을 관리할 수 있을 것으로 판단된다. 각 국에서는 이러한 드론 식별 체계 마련을 위해 규정을 마련 중에 있으며, 관련 내용은 다음과 같다.

1) 국내

항공안전법, 드론법 및 이들의 하위 법령에서는 드론 식별 또는 식별정보 전송과 관련한 사항을 중점적으로 다루고 있지는 않다. 항공안전법 시행규칙 제312조의2(무인비행장치의 특별비행승인) 및 국토교통부 고시인 무인비행장치 특별비행을 위한 안전기준 및 승인절차에 관한 기준에 따른 가시권 밖 비행 등의 특별비행의 경우, 통신 두절을 고려하여 통신 이중화를 원칙으로 하고 있으나, 비행 중 식별 정보 전송에 대한 사항은 부재한 것으로 파악된다. 추후 국제 동향 추세에 맞춰 드론 식별과 관련한 내용이 드론법 등과 같은 법령에서 다뤄질 것으로 예상된다.

2) 미국

연방항공청(FAA)는 '18년 2월부터 무인기 원격 식별(Remote Identification of Unmanned Aircraft Systems)을 위한 법안제정공시(NPRM, Notice of Proposed Rulemaking)를 준비하여 '19년 12월 관련 법안을 공시하였다. 주요 내용은

등록이 요구되는 드론은 무선 식별이 되어야 하며, 식별 방안으로 Standard Remote ID UAS 방식(네트워크 및 Broadcast 방식 모두 지원)과 Limited Remote ID UAS(네트워크 방식)을 요구한다. Remote ID 기능이 동작하지 않을 경우 이륙이 불가하며, 임의로 전원을 차단할 수 없고, 비면허 주파수 대역을 사용하여 Remote ID 메시지를 전송해야함을 명시하고 있다. 또한 관제구역 비행에 운용되는 ADS-B(Automatic Dependent Surveillance-Broadcast)나 ATC(Air Traffic Control) Transponder 사용을 금지하고 있다. 기술 중립성을 위해 메시지 전송 시 특정 무선통신방식을 정의하지 않은 것으로 파악된다.^[6]

3) 중국

민용항공국(CAAC)은 소형드론의 식별 운용을 위한 데이터베이스 시스템인 UACS(Unmanned Aircraft Cloud System)을 구축하여 운영 중에 있다. 드론이 시스템에 접속 즉시 운영정보, 위치, 고도, 속도 등을 포함한 데이터를 업로드하고 실시간 모니터링이 가능하다. 중국은 드론을 7개의 범주로 구분하고 있으며, 범주 II, V는 UACS와 연결되거나 또는 지상제어장치의 위치를 최소 1분 주기로 UACS로 전송해야한다. III, IV, VI 및 VII 범주에 속하는 드론은 UACS와 연결되어야 하며, 인구 밀집지역에서 비행 시 초당 1회, 밀집지역이 아닌 경우 30초당 1회 비행을 보고해야한다.^[7]

[표 7] 중국 드론 분류 체계

Category	Unloaded Weight(kg)	Maximum Take-off Weight (kg)
I	0<Weight≤1.5	
II	1.5<Weight≤4	1.5<Weight≤7
III	4<Weight≤15	7<Weight≤25
IV	15<Weight≤116	25<Weight≤150
V	Agricultural UAS	
VI	Unmanned airships	
VII	UAS of category I and II operated beyond VLOS and operated out of 100 meters.	

4) 유럽

유럽 전역의 항공교통관리를 위한 국제기구인 EUROCONTROL은 유럽의 단일 항공체계를 위하여 민간과 공공의 공동파트너십인 SESAR¹⁾ 프로젝트를 진행 중이며, 드론과 관련한 계획인 ‘U-space blueprint’ 를 발표하였다. U-space 계획은 2030년 이후까지 4단계로 구분되며, 1단계 목표로 드론의 전자적 등록(e-registration), 전자적 식별(e-identification), 사전적 Geo-fencing 구축을 목표로 하고 있다. ‘18년 10월 현재 유럽의 전자적 식별 구축 진행 상황은 다음과 같다.^[8]

3.2. U1 - E-IDENTIFICATION

Figure 12 shows that the implementation of the e-identification service is currently ongoing in 17 (61%) EU Member States. On the other hand, 7 States (25%) do not have any plans yet.



[그림 2] 유럽 E-Identification 시행 상황

5) 프랑스

내무부(Ministry of the Interior)는 드론의 전자적 식별에 대해 outlines를 제안하였다. 800 g 이상 드론의 전자 ID 비컨과 발광장치(light) 구현을 의무화하는 내용으로, 특히 비컨은 2.4 GHz Wi-Fi 기술을 이용하고 제조사 코드, 드론 고유번호, 고도/경도/위도, 속도 등을 최소 3초에 2번 주기로 전송해야하며, 발광장치는 150 m 거리에서 모스부호 ‘U’ 가 식별되어야 함을 명시하고 있다.^[9]

1) SESAR(Single European Sky ATM Research) :유럽연합 영공의 항공교통관리 및 정비를 위한 공공-민간 파트너십

제4절 식별·관리 대상 분석

1. 식별·관리 대상 설정 위한 법령 검토

항공안전법, 드론법 등에서 드론은 크게 ‘무인비행장치’와 ‘무인항공기’로 구분되나, 이 모두가 식별·관리가 필요한 것인지는 검토가 필요하였다. 공역에서 식별 필요성에 따라 구분되어야 하며, 그 구분의 기준은 항공 관련 법령을 토대로 기 관제 여부, 비행 고도 등에 따라 구분하여 드론 식별·관리가 필요한 기준을 설정하고자 하였다.

가. 비행 고도

1) 무인비행장치

항공안전법 제2조(정의)제3호에서 정의하는 초경량비행장치에 속한다. 무인비행장치에 해당하는 드론은 항공기와의 충돌 방지 등을 위해 지면 또는 물건의 상단 기준으로 150 m 미만에서 비행하도록 규제하고 있다. 항공안전법에서는 초경량비행장치의 비행승인에 대해 제127조(초경량비행장치의 비행승인)를 규정하고 있으며, ‘국토교통부령으로 정하는 고도’ 이상에서 비행하는 경우에 비행승인²⁾을 받아야함을 명시하고 있다. ‘국토교통부령으로 정하는 고도’는 동법 시행규칙 제308조제7항에서 정의하고 있으며, 일반적인 환경에서 고도 150 m 미만, 사람 또는 건축물이 밀집된 지역에서 초경량비행장치를 중심으로 수평거리 150 m 범위 안에 있는 가장 높은 장애물의 상단에서 150 m 미만으로 운용한다면 비행승인을 받지 않아도 되므로, 고도 150 m 미만이 통상적인 비행고도로 볼 수 있다.

[표 8] 항공안전법 시행규칙 제308조제7항(초경량비행장치의 비행승인)

■ 항공안전법 시행규칙 제308조제7항(초경량비행장치의 비행승인)

⑦ 법 제127조제3항제1호에서 “국토교통부령으로 정하는 고도”란 다음 각 호에 따른 고도를 말한다.

1. 사람 또는 건축물이 밀집된 지역 : 해당 초경량비행장치를 중심으로 수평거

2) 초경량비행장치의 비행승인은 크게 제한공역, 일정공역(관제, 통제, 주의공역)에서의 비행, 국토부령으로 정하는 고도 이상에서 비행 등에 해당한다.

리 150미터(500피트) 범위 안에 있는 가장 높은 장애물의 상단에서 150미터
2. 제1호 외의 지역 : 지표면·수면 또는 물건의 상단에서 150미터

2) 무인항공기

비행 고도에 대한 특별한 규정은 없으나, ‘항공기’의 범주에 속하므로, 항공기 비행 고도와 연관된다. 항공안전법에서는 항공기가 일정한 비행 고도 이상에서 비행하도록 규정하고 있으며, 무선설비 중 계기착륙시설 수신기 등을 탑재할 의무가 없는 무인항공기는 동법 시행규칙 제199조(최저비행고도)제1호 시계비행방식으로 비행하는 항공기에 해당한다. 사람 또는 건축물이 밀집된 지역의 상공에서 항공기 중심 수평거리 600 m 범위안의 지역에 있는 가장 높은 장애물의 상단에서 300 m(1천 피트)의 고도 이상에서 비행해야하며, 그 외의 환경에서 150 m(500피트)의 고도에서 비행해야 한다.

[표 9] 항공안전법 시행규칙 제199조(최저비행고도)

■ **항공안전법 시행규칙 제199조(최저비행고도)** 법 제68조제1호에서 “국토교통부령으로 정하는 최저비행고도”란 다음 각 호와 같다.

1. 시계비행방식으로 비행하는 항공기

가. 사람 또는 건축물이 밀집된 지역의 상공에서는 해당 항공기를 중심으로 수평거리 600미터 범위 안의 지역에 있는 가장 높은 장애물의 상단에서 300미터(1천 피트)의 고도

나. 가목 외의 지역에서는 지표면·수면 또는 물건의 상단에서 150미터(500피트)의 고도

나. 공역의 구분 및 관제 여부

항공안전법에서는 국제민간항공협약에 따라 공역을 구분하고 있으며, 동법 제78조(공역 등의 지정) 및 동법 시행규칙 제221조(공역의 구분·관리 등) 및 [별표23]에 따라 구분하고 있으며, 동법 시행규칙 제226조(항공교통관제업무의 대상 등)에 따라 항공교통관제 업무의 대상이 되는 항공기를 규정하고 있다. [별표23]에는 제공 및 목적에 따라 공역을 구분하고 있으며, 일반적인 항공기는 관제공역에서 항공교통관제업무가 제공된다.

[표 10] 항공안전법 제78조(공역 등의 지정) 및 동법 시행규칙 제221조(공역의 구분·관리 등)

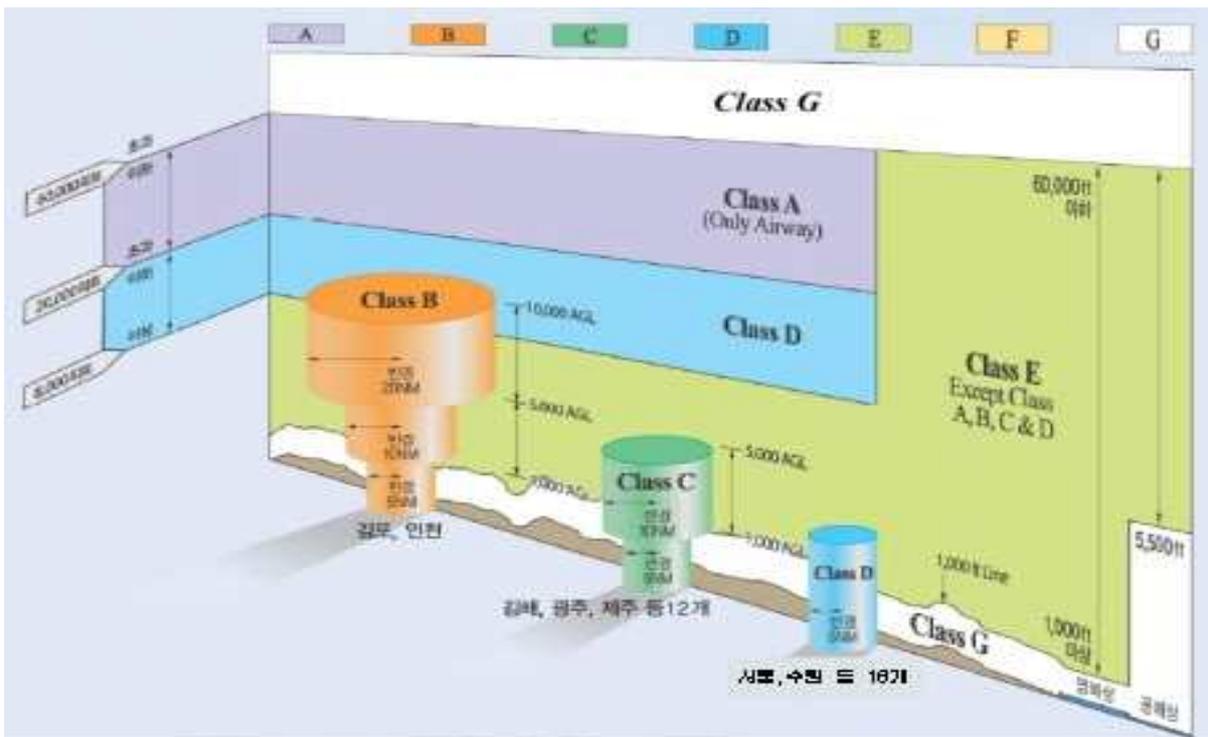
■ 항공안전법 제78조(공역 등의 지정) ① 국토교통부장관은 공역을 체계적이고 효율적으로 관리하기 위하여 필요하다고 인정할 때에는 비행정보구역을 다음 각 호의 공역으로 구분하여 지정·공고할 수 있다.

2. 비관제공역: 관제공역 외의 공역으로서 항공기의 조종사에게 비행에 관한 조언·비행정보 등을 제공할 필요가 있는 공역

② 국토교통부장관은 필요하다고 인정할 때에는 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 제1항에 따른 공역을 세분하여 지정·공고할 수 있다.

항공안전법 시행규칙 제221조(공역의 구분·관리 등) ① 법 제78조제2항에 따라 국토교통부장관이 세분하여 지정·공고하는 공역의 구분은 별표 23과 같다.

공역의 구분은 다음과 같으며, 비관제공역에 해당하는 G등급 공역에서는 접근관제, 비행장관제, 지역관제업무 등의 항공교통업무가 제공되지 않고 비행정보업무만 제공된다. 1000 ft AGL(Above Ground Level) 미만인 약 300 m 미만의 높이가 이에 해당된다.^[10]



[그림 3] 공역 등급 도면

다. 무게

항공안전법 시행규칙 제5조(초경량비행장치의 기준)제5호에서는 드론에 해당하는 무인비행장치 중 무인동력비행장치는 연료의 중량을 제외한 자체중량을 150 kg 이하로 규정하고 있다. 무인항공기의 경우, 항공안전법 시행규칙 제2조(항공기의 기준)제1호나목에 해당하며, 사람이 탑승하지 아니하고 원격조종 등의 방법으로 비행하는 경우 연료의 중량을 제외한 자체중량이 150 kg을 초과하는 것으로 규정하고 있다.

[표 11] 항공안전법 시행규칙 제2조(항공기의 기준) 및 제5조(초경량비행장치의 기준)

<p>■ 항공안전법 시행규칙 제2조(항공기의 기준) 「항공안전법」(이하 "법"이라 한다) 제2조제1호 각 목 외의 부분에서 "최대이륙중량, 좌석 수 등 국토교통부령으로 정하는 기준"이란 다음 각 호의 기준을 말한다.</p> <p>나. 사람이 탑승하지 아니하고 원격조종 등의 방법으로 비행하는 경우: 다음의 기준을 모두 충족할 것</p> <ol style="list-style-type: none">1) 연료의 중량을 제외한 자체중량이 150킬로그램을 초과할 것2) 발동기가 1개 이상일 것 <p>■ 항공안전법 시행규칙 제5조(초경량비행장치의 기준) 법 제2조제3호에서 "자체중량, 좌석 수 등 국토교통부령으로 정하는 기준에 해당하는 동력비행장치, 행글라이더, 패러글라이더, 기구류 및 무인비행장치 등"이란 다음 각 호의 기준을 충족하는 동력비행장치, 행글라이더, 패러글라이더, 기구류, 무인비행장치, 회전익비행장치, 동력패러글라이더 및 낙하산류 등을 말한다.</p> <p>5. 무인비행장치: 사람이 탑승하지 아니하는 것으로서 다음 각 목의 비행장치가. 무인동력비행장치: 연료의 중량을 제외한 자체중량이 150킬로그램 이하인 무인비행기, 무인헬리콥터 또는 무인멀티콥터</p>

라. 의무무선설비 장착 여부

1) 무인비행장치

항공안전법은 크게 항공기, 경량항공기, 초경량비행장치를 규정하고 있다. 초경량비행장치를 제외한 항공기, 경량항공기는 ‘항공기’ 로써 갖춰야할

항공교통관제기관과 교신할 수 있는 무선설비 등에 대하여 규정하고 있는데 반해, 초경량비행장치의 경우에는 별도로 규정하고 있지 않다. 즉, 초경량비행장치의 경우에는 교신을 위한 무선설비가 의무사항은 아니며, 항공교통에서 비관제로 운용되고 있다. 초경량비행장치 중 드론에 해당하는 무인비행장치는 관제 대상이 아니므로 식별이 필요한 이유이다.

2) 무인항공기

‘항공기’의 범주에 해당하며, 항공안전법 시행규칙 제107조(무선설비)에 따라 몇 가지 무선설비 사항을 제외하고 항공기와 동일한 항공교통관제 대상으로 분류된다.

[표 12] 항공안전법 제51조(무선설비의 설치·운용 의무) 및 제119조(경량항공기 무선설비 등의 설치·운용 의무)

■ **항공안전법 제51조(무선설비의 설치·운용 의무)** 항공기를 운항하려는 자 또는 소유자등은 해당 항공기에 비상위치 무선표지설비, 2차감시레이더용 트랜스폰더 등 국토교통부령으로 정하는 무선설비를 설치·운용하여야 한다.

■ **항공안전법 제119조(경량항공기 무선설비 등의 설치·운용 의무)** 국토교통부령으로 정하는 경량항공기를 항공에 사용하려는 사람 또는 소유자등은 해당 경량항공기에 무선교신용 장비, 항공기 식별용 트랜스폰더 등 국토교통부령으로 정하는 무선설비를 설치·운용하여야 한다.

마. 기체 신고, 비행승인 등

드론의 기체신고, 비행승인 등은 현재 사업·비사업 용도와 무게 등에 따라 분류하고 있다. 초경량비행장치에 해당하는 드론은 항공안전법 제122조(초경량비행장치 신고) 및 동법 시행규칙 제301조(초경량비행장치 신고)에 따라 기체를 지방항공청에 신고 해야 한다.

[표 13] 항공안전법 제122조(초경량비행장치 신고) 및 동법 시행규칙 제310조(초경량비행장치 신고)

■ **항공안전법 제122조(초경량비행장치 신고)** ① 초경량비행장치를 소유하거나 사용할 수 있는 권리가 있는 자(이하 "초경량비행장치소유자등"이라 한다)

는 초경량비행장치의 종류, 용도, 소유자의 성명, 제129조제4항에 따른 개인정보 및 개인위치정보의 수집 가능 여부 등을 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 국토교통부장관에게 신고하여야 한다. 다만, 대통령령으로 정하는 초경량비행장치는 그러하지 아니하다.

- ② 국토교통부장관은 제1항에 따라 초경량비행장치의 신고를 받은 경우 그 초경량비행장치소유자등에게 신고번호를 발급하여야 한다.
- ③ 제2항에 따라 신고번호를 발급받은 초경량비행장치소유자등은 그 신고번호를 해당 초경량비행장치에 표시하여야 한다.

■ **항공안전법 시행규칙 제301조(초경량비행장치 신고)** ① 법 제122조제1항 본문에 따라 초경량비행장치소유자등은 법 제124조에 따른 안전성인증을 받기 전(법 제124조에 따른 안전성인증 대상이 아닌 초경량비행장치인 경우에는 초경량비행장치를 소유하거나 사용할 수 있는 권리가 있는 날부터 30일 이내를 말한다)까지 별지 제116호서식의 초경량비행장치 신고서(전자문서로 된 신고서를 포함한다)에 다음 각 호의 서류(전자문서를 포함한다)를 첨부하여 지방항공청장에게 제출하여야 한다. 이 경우 신고서 및 첨부서류는 팩스 또는 정보통신을 이용하여 제출할 수 있다.

- 1. 초경량비행장치를 소유하거나 사용할 수 있는 권리가 있음을 증명하는 서류
- 2. 초경량비행장치의 제원 및 성능표
- 3. 초경량비행장치의 사진(가로 15센티미터, 세로 10센티미터의 측면사진)

최근 국제 흐름에 맞춰 국토교통부에서는 이러한 드론 분류 체계를 무게 중심에서 위험도 중심으로 개편하려 하고 있다.^[11] 현재 비사업용 12 kg 초과 시 또는 사업용의 경우 무조건 기체를 신고하여야 하나, 개선(안)에서는 사업용 비사업용 모두 250 g 이하의 카메라 등을 탑재하지 않은 모형비행장치는 신고하지 않고 250 g ~ 7 kg 기체 중 운동에너지 1,400 J(법령상에는 무게와 속도로 명기) 이하 드론은 소유주 등록³⁾, 1,400 J 초과 시 기체 신고⁴⁾해야 하며, 7 kg 초과 드론은 신고하도록 하고 있다. 사고 시 피해가 상대적으로 적은 저 사양 완구용 드론의 규제를 완화하고, 상대적으로 피해가 큰 드론의 규제는 안전을 위해 강화하는 것으로 해석된다. 또한 비행이 금지되어 있는 곳에서 비행하고자 비행승인을 받는 경우, 250 g 이하의 카메라 등을 탑재하지 않은 모형비행장치는 기존 관제권 9.3 km 범위까지 비행승인을 받아야 하였으나, 공항 주변 3 km 범위로 비행승인 범위가 축소될 예정이다. 비행승인에서도 250 g 이하의 카메라 등을 탑재하지 않은 모형비행장치의 규제는 축소되었으나, 250 g을 초과하는 드론 및 무게와 관계없이 150 m 초과 비행

3) 소유주 등록 : 소유자 정보(성명·주소·생년월일·번호)와 보유하고 있는 기체 대수만 신고

4) 기체 신고 : 기체별로 소유자 정보, 기체형식, 중량, 용도 등을 신고

시에는 이전과 동일하게 비행승인을 받아야 한다.

[표 14] 드론 무게기준 현행-개선(안) 비교

	현행		개선(안)	
기체 신고·말소	비사업용	· 12kg 초과시 신고	사업용·비사업용	· 250g 이하 신고불필요
	사업용	· 무게와 무관하게 신고		· 250g~7kg 소유주 등록 *1,400J 초과시는 신고
비행 승인	25kg 이하	· 관제권(9.3km), 비행금지구역 비행승인 필요	250g 이하	· 공항주변(3km)에서 비행승인 필요
			250g~25kg	· 관제권(9.3km), 비행금지구역 비행승인 필요
	25kg 초과	· 비행승인 필요	25kg 초과	· 비행승인 필요
	150m 고도 초과 비행	· 비행승인 필요	150m 고도 초과 비행	· 비행승인 필요
안전성 인증	· 25kg 초과 안전성 인증		· 25kg 초과 안전성 인증	
조종 자격	비사업용	· 불필요	사업용·비사업용	· 250g 이하 자격 불필요
	사업용	· 12kg 초과시 조종자 증명 취득 필요(필기+실기)		· 250g~7kg 온라인 교육 *1,400J 초과시는 필기+비행경력 · 7kg~25kg 필기+비행경력 · 25kg~150kg 필기+실기

2. 식별·관리 대상 드론의 범주

드론 식별 규제 동향을 살펴보았으며, 식별·관리가 필요한 드론의 대상을 정의하기 위해 항공안전법과 하위 법령을 살펴보았다. 위 사항을 종합해본다면, 우리나라는 다른 나라의 동향과 달리 드론의 전자적 식별을 위한 제도적 사항은 현재 미비한 것으로 파악된다. 법적 측면에서 드론법에서 정의한 드론 중 무인항공기를 제외한 150 kg 이하의 초경량비행장치인 드론은 항공관련 법령 상 비관제 구역인 150 m 이하에서 운용되고 있으며, 항공기와 달리 관제 대상에 해당하지 않는다. 관리 측면에서 기체 신고·변경·말소를 통해 드론을 등록하고 신고번호를 부착하게 하고 있어 육안으로 신고번호 식별이 가능하나, 비행하는 드론의 신고번호를 지상에서 확인하는 것은 불가능하다. 드론 관계

법령과 식별·관리 범주 설정을 위한 분석 사항을 종합하여 표로 나타내면 다음과 같다. 점선의 표는 현재의 기준에서 식별·관리 대상 드론이며, 이중실선으로 표시된 것은 개선 체계에서의 식별·관리 대상 드론이다.

[표 15] 식별·관리 범주 설정을 위한 분석

구분		현재 분류 체계 기준		개선 분류 체계 적용		
법령	항공안전법 분류	항공기	초경량비행장치	초경량비행장치		
	드론법 분류	무인항공기	무인비행장치	무인비행장치		
	항공안전법 시행규칙 분류	-	무인동력비행장치	무인동력비행장치		
검토 사항	고도기준	· 사람 또는 건축물밀집 지역 상공 : 항공기를 중심으로 수평거리 600 m 내 가장 높은 장애물 상단 300 m 이상 · 그 외 지역 : 지표 및 수면 또는 물건 상단 150 m 이상	· 사람 또는 건축물밀집 지역 상공 : 초경량 비행장치를 중심으로 수평거리 150 m 내 가장 높은 장애물 상단 150 m 미만 · 그 외 지역 : 지표 및 수면 또는 물건 상단 150 m 미만	좌동		
	운용 공역 및 관제	관제공역(G공역 제외)	비관제공역(G공역)	비관제공역(G공역)		
	관제 의무 무선설비 장착	ATC Transponder	없음	없음		
	무게	150 kg 이상	150 kg 미만	150 kg 미만		
	기체 신고·말소	-	· 12 kg 초과 비사업용 신고 · 모든 사업용 드론 신고	· 250 g ~ 7 kg 소유주 등록, 운동량 1,400J 초과 시 신고 · 7 kg 초과 시 신고		
	비행허가 또는 승인	최저비행고도 미만 비행 시 비행허가	25 kg 이하	관제권 (9.3km), 비행금지구역 내 비행시비행승인 필요	250 g 이하	공항주변(3 km)에서 비행승인 필요
			25 kg 초과	비행승인 필요	250 g ~ 25 kg	관제권 (9.3km), 비행금지구역 내 비행시비행승인 필요
150 m 초과			비행승인 필요	25 kg 초과	비행승인 필요	
150 m 초과			비행승인 필요	150 m 초과	비행승인 필요	

가. 현재 드론 분류 체계에 따른 대응 분석

의무무선설비를 장착한 관제 공역에서 비행하는 무인항공기는 항공교통관제를 받으므로 식별·관리 대상에서 제외된다. 현재 분류 체계에서 무인항공기를 제외하고 150 kg 미만의 무인동력비행장치 중 25 kg 이하의 드론이 관제권(9.3 km) 또는 비행금지구역 내 비행 시 비행승인을 받아 비행할 수 있으므로, 관제권 또는 비행금지구역에서는 모든 드론을 식별해야하는 복잡하고 도전적인 식별기술을 필요로 한다. 관제권이나 비행금지구역이 아닌 일반적인 환경에서 최소 식별 한계를 설정해 본다면, 기체 신고와 관련하여 사업용인지, 12 kg 초과 비사업용인지 식별이 필요하며, 비행승인 관련하여 25 kg을 초과하는지 또는 150 m 초과 비행하는지가 된다. 관제권 또는 비행금지구역 환경에서 최소 식별 한계는 모든 드론이 식별 대상이며, 관제권에서 기체신고, 비행승인에 따른 식별 대응 시나리오를 정리하면 다음과 같다. 기체신고, 관제권 비행승인 구분란에서의 O는 신고 또는 비행승인을 받았을 시, X는 신고 또는 비행승인을 받지 않을 시를 나타낸다.

[표 16] 현재 드론 분류체계에 따른 대응 분석(예_관제권)

	기체 신고		관제권 비행 승인	관제권 식별 대응			
				식별 가능 정보	대응 및 조치		
					경고 가능 여부	즉시 제제 필요	식별 후 조치
비사업용	12 kg 이하	X (합법)	X (불법)	없음	X	O	즉시 제제
			O (합법)	비행승인 정보	O	X	이상 없을 시 통과, 승인정보(비행시간 등) 이상 시 경고 안내
	12 kg 초과	X (불법)	X (불법)	없음	X	O	즉시 제제
			O (성립 불가)	-	-	-	-
		O (합법)	X (불법)	기체신고 정보	O	X	경고 안내, 미 협조 시 제제
			O (합법)	기체신고 정보 비행승인 정보	O	X	이상 없을 시 통과, 승인정보(비행시간 등) 이상 시 경고 안내
사업용	X (불법)	X (불법)	없음	X	O	즉시 제제	
		O (성립 불가)	-	-	-	-	
	O (합법)	X (불법)	기체신고 정보	O	X	경고 안내, 미 협조 시 제제	
		O (합법)	기체신고 정보 비행승인 정보	O	X	이상 없을 시 통과, 승인정보(비행시간 등) 이상 시 경고 안내	

나. 개선된 드론 분류체계에 따른 대응 분석

개선된 분류체계에서는 상대적으로 250 g 이하의 카메라 등을 탑재하지 않은 모형비행장치의 비행 자율성을 보장하고 있다. 자율성을 보장하는 만큼 소유주 등록 또는 기체 신고는 하지 않아도 되나, 공항 주변(3 km)에서는 250 g 이하의 카메라 등을 탑재하지 않은 모형비행장치도 비행승인을 받아야 비행할 수 있으므로 공항에서는 모든 드론이 식별되어야 한다. 개선된 분류체계에서 공항 주변 등이 아닌 일반적인 환경의 최소 식별 한계는 기체 신고와 관련하여 250 g 초과의 드론은 모두 식별해야 하며, 비행승인 관련하여 25 kg을 초과하는지 또는 150 m를 초과 비행하는지가 된다. 현재 드론 분류 체계와 마찬가지로 관제권 또는 비행금지구역 환경에서 최소 식별 한계는 모든 드론이 식별 대상이며, 관제권에서 기체신고, 비행승인에 따른 식별 대응 시나리오를 정리하면 다음과 같다. 기체신고, 비행승인 구분란에서의 O는 신고 또는 비행승인을 받았을 시, X는

신고 또는 비행승인을 받지 않을 시를 나타낸다.

[표 17] 개선된 드론 분류체계에 따른 대응 분석(예_관제권 및 공항)

기체 신고		비행승인		관제권 또는 공항 식별 대응			
		관제권	공항주변	식별가능정보	대응 및 조치		
					경고가능여부	즉시제제필요	식별 후 조치
250g 미만	X (합법)	X (합법)	X (불법)	없음	X	O	즉시 제제
			O (합법)	관제권 : 없음 공항주변 : 비행승인정보	△ (공항주변)	X	관제권 : 합법이므로 별도 조치 없음 공항주변 : 이상 없을 시 통과 승인정보(시간 등) 이상시 경고 안내
250g ~ 7kg	1,400 J 이하 (소유주 등록)	X (불법)	X (불법)	없음	X	O	즉시 제제
			O (성립불가)	-	-	-	-
		O (합법)	X (불법)	기체신고 정보	O	X	경고 안내, 미협조 시 제제
			O (합법)	기체신고 정보 비행승인 정보	O	X	이상 없을 시 통과, 승인정보(시간 등) 이상 시 경고 안내
	1,400 J 초과	X (불법)	X (불법)	없음	X	O	즉시 제제
			O (성립불가)	-	-	-	-
		O (합법)	X (불법)	기체신고 정보	O	X	경고 안내, 미협조 시 제제
			O (합법)	기체신고 정보 비행승인 정보	O	X	이상 없을 시 통과, 승인정보(시간 등) 이상 시 경고 안내
7kg 초과	X (불법)	X (불법)	없음	X	O	즉시 제제	
		O (성립불가)	-	-	-	-	
	O (합법)	X (불법)	기체신고 정보	O	X	경고 안내, 미협조 시 제제	
		O (합법)	기체신고 정보 비행승인 정보	O	X	이상 없을 시 통과, 승인정보(시간 등) 이상 시 경고 안내	

제5절 소결

탐지-무력화의 Anti-Drone 체계에서 기술적 공백을 메우기 위해 필요한 것은 식별이다. 드론 기체가 신고 되었는지, 비행승인을 받아 비행하는지 여부를 확인할 수 있어야 안전한 드론 운용 체계를 만들 수 있으며, 이는 드론 교통관리에도 효과적인 체계를 이룩할 수 있을 것이다. 이번 연구에서는 식별·관리 대상 드론을 구분하여 그 범주를 설정하기 위해 드론을 정의하고, 드론 식별과 관련한 해외 동향을 살펴보았으며, 항공 및 드론 관련법에 따른 분석을 종합하여 현행 및 개선된 드론 분류체계 상에서 대응 시나리오를 분석해 보았다. 세부적이고 구체적인 사항을 다루지는 못하였으나, 이러한 선행연구를 통해 식별·관리를 위한 드론의 범주를 정의한 측면에서 저고도 소형드론 식별·관리 기반조성사업의 갈피를 제공한 것이라 본다. 본 연구를 기반으로 추후 관련 법령 검토와 실질적 운용자 등의 참여를 통해, 세부적인 운용 환경과 방식을 적용한 시나리오 도출, 요구사항 발굴, 그에 따라 개선 또는 신설되어야 할 법·제도적 사항 등에 대한 전문적인 연구가 필요하다. 이렇게 도출된 운용요구사항과 법·제도적 사항을 기술과 접목한다면 완성도 있는 드론 식별·관리 체계를 구축할 수 있을 것으로 본다.

제3장 드론 식별 거리 목표 산정을 위한 상용드론 실 운용 전파도달거리 측정

제1절 연구의 배경

드론의 이용 활성화에 따라 일반인이 쉽게 사용할 수 있는 상용드론을 운용 구역이 아닌 곳이나 사람이 많은 곳에서 비행할 때, 드론을 식별하여 그 위험을 예방하거나 조치를 취할 수 있어야 한다.

드론의 전파도달거리가 커질수록 활동 반경이 커져 많은 활용이 가능할 수 있으나, 시야에 벗어날수록 그 위험성은 비례하여 증가된다. 제어가 불가능해질 수 있으며, 불법 운용 시 조종자를 확인하기 위한 탐색 범위가 넓어진다. 불법 드론을 식별하기 위한 지상 식별장치의 성능에도 이러한 것이 고려되어야 한다.

이 장에서는 드론 운용과 관련한 무선설비 기술기준을 기본적으로 살펴보기로 한다. 시중에 판매되는 드론의 통신 관련 사양을 조사하고 실제 환경에서 전파도달거리를 확인해 보도록 한다. 또한, 본 사업에서 개발할 지상 식별 장치의 식별 성능 거리를 확인해보고, 식별 거리에 따른 지상 식별 장치의 필요 대수를 산정해 보고자 한다.

제2절 각 국의 드론 관련 주파수 및 무선설비 기술기준

1. 드론 제어 주파수

드론에서 주로 사용되는 주파수는 그 역할에 따라 크게 제어용과 임무용 주파수로 나눌 수 있다. 제어는 C2(Command and Control), CNPC(Control and Non-Payload Communications)라 불리며, 운용자의 의도에 따라 방향, 속도, 자세제어 등을 실시간으로 수행한다. 임무는 통상 Payload라 불리며, 영상, 관측정보 등을 송·수신한다. 또한 드론 자체에 탐지 및 충돌회피를 위한 주파수를 사용할 수 있으나, 초음파, 적외선 또는 레이더 등의 기존 방식을 사용하므로, 드론 고유의 주파수로 보기는 어렵다. 또한 드론의 운용 방식에 따라 구분할 수도 있으며, 위성, 이동통신 주파수를 사용하기도 한다.

가. 무인항공기

주파수 분배는 국제전기통신연합(ITU, International Telecommunication Union)의 전파규칙(Radio Regulations)에서 규정하고 있으며, 대역별로 각 무선국의 업무(Services)에 대하여 주파수를 분배하고 있다. 드론의 주파수는 항공업무(항공이동 등), 비면허(이동) 주파수가 사용되고 있으며, 일부 고정위성업무에도 지상제어를 위한 주파수 용도로 지정되어 있다. ITU 전파규칙에는 항공업무의 무인항공기급(150 kg 초과 항공 관제 대상 드론) 제어를 위한 주파수가 지정되어 있으나, 이는 무선국 허가(License)를 받아 운영할 수 있다. 다음은 무인항공기급 드론의 주파수 분배 현황이다. 현재 일부 기술기준에서 준용할 수 있는 국제표준이 마련되어 있지 않아 이를 이용하는 무선국은 실험국 용도로 무선국 허가를 받아 사용할 수 있다.

[표 18] 무인항공기용 주파수 분배 대역

주파수 대역	용도	비고
5030~5091 MHz	무인항공기 지상제어용	
5091~5150 MHz	무인항공기 임무용	국내만 해당
11/12/14/19/29 GHz	무인항공기 위성제어용	

ITU는 항공이동업무에 속하는 무인항공기는 지상제어를 위해 국제적으로 5,030 ~ 5,091 MHz 대역을 분배('12년)하였다. 통상 비가시권에서 드론을 제어하기 위한 고정위성업무용도의 10 GHz 이상의 주파수도 국제 분배('15년)되었다. 국내는 5,091~5,150 MHz 대역에서 무인항공기 임무용으로 추가 분배('16년)하였다.

나. 무인비행장치

1) ISM 대역⁵⁾

국제적으로 무인비행장치급 드론을 위해 배타적으로 용도 지정된 주파수는 없다. 통상 비면허 주파수를 이용하는데 비면허 주파수의 가장 큰 장점은 주파수 이용에 대한 허가 없이 사용이 가능하다는 것이다. 그러나 다른 무선국에 유해한 혼신을 주지 않아야함은 물론이고, 다른 무선국에 의한 혼신으로부터 보호 받을 수 없다. 비면허 주파수 중 국제적으로 통상 ISM 대역 주파수를 활용하고 있는데 이 중에서도 2.4 GHz, 5.8 GHz 대역의 주파수 사용이 많은 부분을 차지한다. 이는 국제적으로 모든 국가에서 ISM 대역으로 분배되어 있어, 공통적으로 통용 가능한 주파수이기 때문인 것으로 파악된다. 다음은 국제적으로 분배된 ISM 대역의 현황이다.

[표 19] 국제적으로 분배된 ISM 주파수 대역

주파수 범위(MHz)	ITU 전파규칙 관련 주석	비고
6.765 ~ 6.795	5.138	
13.553 ~ 13.567	5.150	
26.957 ~ 27.283	5.150	
40.66 ~ 40.70	5.150	
433.05 ~ 434.79	5.138 5.280	국제1지역(유럽 등)만 해당
902 ~ 928	5.150	국제2지역(북남미 등)만 해당
2,400 ~ 2,500	5.150	
5,725 ~ 5,875	5.150	
24,000 ~ 24,250	5.150	
61,000 ~ 61,500	5.138	
122,000 ~ 123,000	5.138	
244,000 ~ 246,000	5.138	

5) ISM(Industrial Scientific and Medical equipment) 대역 : 공업·과학·의료용 설비가 무선주파수 에너지를 사용할 수 있는 대역으로 주파수 허가나 신고 없이 운용 가능, 이 대역에서 운용하는 전파통신업무는 ISM 장비에서 발생하는 유해 간섭을 용인하여야함

2.4 GHz, 5.8 GHz 대역은 WiFi나 블루투스 등 무선데이터 통신시스템으로 모든 나라에서 사용되고 있으며, 많은 RF 모듈이 개발되어 있어 이를 응용한 모듈이 드론 통신에 사용되고 있다. ISM 대역 중 국제 1, 2지역에서만 각각 사용하도록 433 MHz 대역과 900 MHz 대역이 분배되어 있다. 유럽에서 주로 사용되는 433 MHz 대역과 북남미에서 주로 사용하는 900 MHz 대역에서 면허없이 드론 통신에 사용될 수 있는 모듈이 장착되어 드론에 활용되고 있는데, 우리나라를 포함한 국제 3 지역에서는 ISM 용도로 분배된 대역이 아니므로 위 대역에서 주파수를 ISM 용도로 사용할 수 없다. 국제 1, 2지역 ISM 대역에서 우리나라는 별도의 주파수 용도를 지정하여 사용하고 있기 때문이다. 다음은 국제 1, 2지역 ISM 대역에서 국내 주파수 용도 지정 현황이다.

[표 20] 국제 1, 2지역 ISM 대역에서 국내 주파수 용도 지정 현황

주파수(MHz)		주파수 용도	주석 및 관련 조항
국제1지역 (433.05 ~ 434.79)	433.67~434.17	· 항만, 내륙 컨테이너집하장, 부두 창고 등 컨테이너 집하·관리 장소에 한해 RFID/USN 용으로 사용	K90, 비면허 고시 8조
	433.795~434.045	· 자동차 타이어 공기압 경보장치, 자동차의 개폐, 시동 또는 주차 장치에 한함	K37B, 비면허 고시 7조
	430 ~440	· 아마추어 무선국(2순위 분배), 435 MHz 지정 주파수	5.282
국제2지역 (902 ~ 928)	900~904.3	· Guard Band	-
	904.3~914.3	· 이동통신	5.317A
	914.3~917	· Guard Band	-
	917~923.5	· RFID/USN 등의 무선설비 · 영해 밖 비상통신 보조용	K90D
	923.55~924.45625	· 무선회출서비스 이동국송신용	K70
	924.695~924.705	· 해상조난자 위치발신용	K88D
925~937.5	· 음성 및 음향신호 전송용 특정 소출력 무선기기(무선 마이크 및 음향신호 전송)	K37D, 비면허 고시 6조	

2) 국내 사용가능 주파수

국내에서 무인비행장치급의 드론 통신용으로 허가 없이 사용가능한 주파수는 예전부터 이용되고 있는 원격조정(Remote Control) 완구류의 무선조정용 외에 일반 데이터 전송용 등을 포함하면 넓은 분포로 퍼져있다. 그러나 데이터전송량, 주파수 대역폭, 출력 등이 현재의 상용드론에서 요구하는 조건을 만족하지 못하므로 주로 사용되는 주파수는 넓은 대역폭과 출력이 보장되는 2.4 GHz, 5 GHz 대역이다. 통신모듈 제조사 또한 기타 다른 대역보다 시장성이 충분히 확보되는 2.4 GHz, 5 GHz 대역의 제품을 만드는 것이 효율적이라 판단하는 것으로 파악된다. 다음은 국내에서 드론이 허가 없이 사용가능한 주파수이다.

[표 21] 국내 드론(무인비행장치) 사용가능 주파수

주파수대역 또는 중심주파수	대역폭	출력		특이사항
		전력	안테나 이득	
40.715MHz, 40.735MHz, 40.755MHz, 40.775MHz, 40.795MHz, 40.815MHz, 40.835MHz, 40.855MHz, 40.875MHz, 40.895MHz, 40.915MHz, 40.935MHz, 40.955MHz, 40.975MHz, 40.995MHz, 72.630MHz, 72.650MHz, 72.670MHz, 72.690MHz, 72.710MHz, 72.730MHz, 72.750MHz, 72.770MHz, 72.790MHz, 72.810MHz, 72.830MHz, 72.850MHz, 72.870MHz, 72.890MHz, 72.910MHz, 72.930MHz, 72.950MHz, 72.970MHz, 72.990MHz	20 kHz 이하	(전계강도) 10 mV/m 이하 @ 10m ≒ -46.92dBm erp ≒ 0.02 μW erp		무선조정용 (상공용)
13.552 ~ 13.568 MHz, 26.958 ~ 27.282 MHz 40.656 ~ 40.704 MHz	지정 주파수 범위 내			무선조정용 (완구조정기, 원격조정장치)
173.0250MHz, 173.0375MHz, 173.0500MHz, 173.0625MHz, 173.0750MHz, 173.0875MHz, 173.1000MHz, 173.1125MHz, 173.1250MHz, 173.1375MHz, 173.1500MHz, 173.1625MHz, 173.1750MHz, 173.1875MHz, 173.2000MHz, 173.2125MHz, 173.2250MHz, 173.2375MHz, 173.2500MHz, 173.2625MHz, 173.2750MHz	8.5 kHz 이하	(실효복사전력) 5 mW erp 이하		데이터전송용
173.6250MHz, 173.6375MHz, 173.6500MHz, 173.6625MHz, 173.6750MHz, 173.6875MHz, 173.7000MHz, 173.7125MHz, 173.7250MHz, 173.7375MHz, 173.7500MHz, 173.7625MHz, 173.7750MHz, 173.7875MHz	8.5 kHz 이하	(실효복사전력) 10 mW erp 이하		데이터전송용

6) 신고하지 아니하고 개설할 수 있는 무선국용 무선설비의 기술기준(과학기술정보통신부고시 제2019-105호)

주파수대역 또는 중심주파수	대역폭	출력		특이사항
		전력	안테나 이득	
311.0125MHz, 311.0250MHz, 311.0375MHz, 311.0500MHz, 311.0625MHz, 311.0750MHz, 311.0875MHz, 311.1000MHz, 311.1125MHz, 311.1250MHz	8.5 kHz 이하	(실효복사전력) 5 mW erp 이하		데이터전송용
447.6000MHz, 447.6125MHz, 447.6250MHz, 447.6375MHz, 447.6500MHz, 447.6625MHz, 447.6750MHz, 447.6875MHz, 447.7000MHz, 447.7125MHz, 447.7250MHz, 447.7375MHz, 447.7500MHz, 447.7625MHz, 447.7750MHz, 447.7875MHz, 447.8000MHz, 447.8125MHz, 447.8250MHz, 447.8375MHz, 447.8500MHz	8.5 kHz 이하	(실효복사전력) 5 mW erp 이하		데이터전송용
447.8625MHz, 447.8750MHz, 447.8875MHz, 447.9000MHz, 447.9125MHz, 447.9250MHz, 447.9375MHz, 447.9500MHz, 447.9625MHz, 447.9750MHz, 447.9875MHz	8.5 kHz 이하	(실효복사전력) 10 mW erp 이하		데이터전송용
2400~2483.5 MHz	비면허 기술기 준 ⁶⁾ 참조	(전력밀도) 최대 10mW/MHz	6 dBi	무선데이터 통신시스템용
5150~5350 MHz 5470~5850 MHz	비면허 기술기 준 참조	(전력밀도) 최대 10mW/MHz	7 dBi	무선접속시스템 용
5725~5850 MHz	비면허 기술기 준 참조	(전력밀도) 최대 10mW/MHz	6 dBi	무선데이터 통신시스템용

2. 드론 주파수에 따른 무선설비 기술기준

가. 무인항공기

국제 동향에 따르면 무인항공기는 향후 유인항공기를 관제하는 통합된 공역 내 운용을 목표하고 있다. 무인항공기의 무선설비 기술기준에 대한 사항은 항공기와 마찬가지로 국제민간항공기구(ICAO, International Civil Aviation Organization)의 기준을 준용하고 있다. ICAO에서는 국제 항공표준 및 권고사항으로 SARPs(Standards And Recommended Practices)를 개발하고 있으며, 운용 성능에 관한 세부사항을 미국항공통신기술위원회(RTCA, Radio Technical Commission for Aeronautics) 및 유럽민간항공시설기구(EUROCAE, European Organization for Civil Aviation Equipment)에서 개발하고 있다. ITU에서도 국제 항공표준을 따르는 항공시스템이 주파수를 이용하도록 하고 있다. 국제표준에 따라 우리나라는 이러한 사항을 고려하여 항공업무용 무선설비 기술기준에

반영하고 있다. 5,030~5,091 MHz 대역의 지상제어용 표준의 경우, 항공업무용 무선설비 기술기준 제22조(무인항공기 지상제어용 무선설비)에 반영되었다. 위성제어 등 아직 국제표준이 마련되지 않은 사항은 국제표준 마련과 함께 반영될 것으로 파악된다.

나. 무인비행장치

제어 및 임무(영상전송 등)에 ISM 대역의 2.4 GHz, 5 GHz 대역을 주로 이용하는 무인비행장치급 드론의 무선설비는 기존에 WiFi나 블루투스 방식을 이용하는 무선설비를 응용하여 사용하고 있다. 별도의 드론용 주파수 용도가 지정되어 사용되는 것이 아니며, 기존 무선데이터통신용 무선설비 등의 기술기준을 따른다. 각 국에서는 그 나라의 환경 등 특수성에 맞게 기술기준을 달리 운용하고 있어, 요구되는 파라미터와 그 값이 다소 상이하다. 이에 따라 각 주요국의 무인비행장치에 주로 사용되는 무선설비의 주파수와 그에 대한 기술기준상의 출력 파라미터를 살펴보고자 한다. 일부 파라미터와 그 값에는 단서 조항이 있으므로 무선국 사용 또는 제조 시에는 관련 기술기준에 대한 세부사항을 확인하여야 한다.

1) 국내

「신고하지 아니하고 개설할 수 있는 무선국용 무선설비의 기술기준 (과학기술정보통신부고시)」 제7조(특정소출력무선국용 무선설비)의 기술기준에 적합하게 사용되어야 한다. 고시명에서 나타나는 것과 같이 무선설비의 적합성평가를 통해 무선국이 기술기준에 적합하다는 것이 인증 또는 등록 되면 주파수에 대한 사용 허가 또는 신고 없이 사용이 가능하다. 다음은 국내 무선설비 기술기준 사항 중 무인비행장치급 드론이 주로 사용하는 주파수의 출력파라미터를 요약하였다.^[12]

[표 22] 국내 기술기준 출력 파라미터

주파수 (MHz)	출력		안테나 절대이득	규정
	접유주파수대역폭	전력밀도		
2400~2483.5 5725~5850 (무선데이터 통신용 특정소출력)	0.5 MHz 이상 26 MHz 초과	10 mW/MHz 이하	6 dBi 이하	과기부 고시 (신고하지 아니하고 개설할 수 있는 무선국용)
	26 MHz 초과 40 MHz 이하	5 mW/MHz 이하		

주파수 (MHz)	출력		안테나 절대이득	규정
	점유주파수대역폭	전력밀도		
무선기기)	40 MHz 초과 80 MHz 이하	2.5 mW/MHz 이하		무선설비의 기술기준 제7조제7항)
	40 MHz 초과 60 MHz 이하	0.1 mW/MHz 이하		
5150~5350 5470~5850 (무선랜을 포함한 무선접속시스 템(WAS ⁷⁾)용 특정소출력무 선기기)	0.5 MHz 이상 26 MHz 초과	10 mW/MHz 이하	7 dBi 이하	과기부 고시 (신고하지 아니하고 개설할 수 있는 무선국용 무선설비의 기술기준 제7조제5항)
	26 MHz 초과 40 MHz 이하	5 mW/MHz 이하		
	40 MHz 초과 80 MHz 이하	2.5 mW/MHz 이하		
	80 MHz 초과 160 MHz 이하	1.25 mW/MHz 이하		

2) 미국

통신과 관련한 기술기준은 연방통신위원회(FCC, Federal Communications Commission)의 Title 47 CFR(Code of Federal Regulations)로 규정하고 있다. 그 중 Part 15(Radio Frequency Devices)에서 세부사항을 다루고 있다. 국제2 지역에 속하는 미국은 902 MHz ~ 928 MHz 대역이 ISM 대역으로 주파수 분배되어 있기 때문에 위 대역에서 연방규정에 따른 기술기준 조건만 맞으면 통신모듈로 사용이 가능하다. 다음은 미국의 무선설비 기술기준 사항 중 무인비행장치급 드론이 주로 사용하는 주파수에서 출력파라미터를 요약하였다.

[13]

[표 23] 미국 기술기준 출력 파라미터

주파수 (MHz)	출력		안테나 절대이득	규정
	안테나 공급 전력	전력밀도		
902~928 2400~2483.5 5725~5850	1 W 이하	8dBm/3kHz 이하	6 dBi 이하	· FCC CFR Title 47 §15.247 (b-3), (b-4), (e)
5150~5250 (U-NII-1) ⁸⁾	0.25W 이하	11 dBm/MHz 이하	6 dBi 이하	· FCC CFR Title 47 §15.407 (a-1-iv)
5725~5850 (U-NII-3)	1 W 이하	30 dBm/500kHz 이하	6 dBi 이하	· FCC CFR Title 47 §15.407 (a-3)

7) WAS(Wireless Access Systems)

3) 유럽

유럽우편전기통신주관청(CEPT, Conference of European Postal & Telecommunication) 소속의 전기통신위원회(ECC, Electronic Communications Committee)에서는 결정사항과 권고사항을 개발한다. 무인비행장치에서 주로 사용되는 주파수에 대한 기술기준 사항은 ECC/DEC/(04)08(on the harmonized use of the 5GHz frequency bands for the implementation of WAS/RLANs)와 ECC/ERC Recommendation 70-03(Relating to the use of Short Range Devices)에서 찾아볼 수 있다. 결정사항인 DEC 문서는 유럽 내 각 국가별로 통용가능하나, 권고사항인 ERC Recommendation 문서에는 유럽의 일반적인 입장을 제시하지만 유럽 내 각 국가의 특수성에 따라 그 기준이 상이하다. 유럽은 국제1지역에 속하며, 433.05 MHz ~ 434.79 MHz 대역이 ISM 대역으로 분배되어 있기 때문에 이와 관련한 통신모듈이 개발되어 드론에 장착되는 경우가 있다. 다음은 유럽의 무선설비 기술기준 사항 중 무인비행장치급 드론이 주로 사용하는 주파수에서 출력파라미터를 요약하였다.^[14] 우리나라와 미국의 경우 안테나 공급전력과 안테나 이득을 기준으로 삼고 있는 것과는 달리, 유럽의 경우, 공간 상의 전력인 복사전력을 기준으로 삼고 있다는 것이 특징이다.

[표 24] 유럽 기술기준 출력 파라미터

주파수 (MHz)	출력			규정
	전력밀도	EIRP (등가등방복사전력)	ERP (실효복사전력)	
433.05~434.79 (Non-Specific SRD) ⁹⁾	-	-	10 mW 이하 (단, 10% duty cycle 이하 사용)	· ECC ERC Rec 70-03 Annex 1(Non-Specific SRD)
	-13dBm/10kHz 이하 (250kHz 이상 변조시)	-	1 mW 이하	
2400~2483.5 (Non-Specific SRD)	-	10 mW 이하	-	· ECC ERC Rec 70-03 Annex 1(Non-Specific SRD)
2400~2483.5 (FHSS 이외 wide band modulation사용)	10 mW/MHz 이하	100 mW 이하	-	· ECC ERC Rec 70-03 Annex 3(Wideband Data Transmission system)

8) U-NII : Unlicensed National Information Infrastructure

주 파수 (MHz)	출력			규정
	전력밀도	EIRP (등기등방복사전력)	ERP (실효복사전력)	
5150~5350 (WAS/RLANs)	10 mW/MHz 이하	200 mW 이하	-	· ECC/DEC/(04)/08
5470~5725 (WAS/RLANs)	50 mW/MHz 이하	1 W 이하	-	· ECC/DEC/(04)/08
5725~5875 (Non-Specific SRD)	-	25 mW 이하	-	· ECC ERC Rec 70-03 Annex 1(Non-Specific SRD)
5725~5875 (Wireless Industrial Applications에 사용)	-	400 mW 이하	-	· ECC ERC Rec 70-03 Annex 2(Tracking, Tracing and Data Aquisition)

9) SRD : Short Range Device

제3절 시중에 판매되는 상용드론의 전파 관련 사양

상용드론은 각 제조사 제품마다 제시하는 사양이 다르며, 그 값은 제조사가 제시하는 가장 최고의 성능을 발휘할 수 있는 수치이므로, 운용 환경적 변수가 많은 실제 장소에서 운용 시 제시된 이론적 수치에 대비하여 현실적으로 그 성능을 발휘하지 못한다. 일반적으로 쉽게 사용되는 드론을 구매하여 각 드론의 전파 특성을 확인하고자 한다.

1. 시중에 판매되는 드론

상업, 농업, 교육, 레저, 완구용 등 실제 현장에서 많이 사용되는 드론을 선정하였다. 1번의 제품을 제외하고 대부분 중국에서 제조되었으며, 7, 9번 제품은 프랑스에 소재를 둔 기업이지만 중국에서 제조된 것으로 확인된다. 8번 제품의 경우 프랑스 또는 중국에서 제조하는 것으로 확인된다. 측정을 위해 사용된 드론은 다음과 같다.

[표 25] 측정에 사용된 상용드론

연번	제조사	모델명	제조국	사진
1	S사	S***** *	한국	
2	S사	C***** ***	중국	

연번	제조사	모델명	제조국	사진
3	D사	P***** *** **	중국	
4	D사	M***** ***	중국	
5	D사	S****	중국	

연번	제조사	모델명	제조국	사진
6	R사	T****	중국	
7	P사	A****	중국	
8	P사	B***** ***	프랑스	

연번	제조사	모델명	제조국	사진
9	P사	M****	중국	
10	S사	W****	중국	
11	S사	Z*	중국	

2. 전파 사양 조사

각 제품이 제공하는 사양서의 주파수와 출력을 정리하면 다음과 같다. 사용 주파수 대역은 대부분 2.4 GHz 대역과 5.8 GHz 을 사용하나, 일부 제품은 5.1 GHz 대역의 주파수도 함께 사용하고 있다. 제품마다 출력 값이 상이하였으며, 이는 최대 전파 도달거리에 영향을 끼친다. 일부 제품의 사양서에만 출력전력 값을 제공하고 있으며, 국내 적합성평가 무선 시험성적서의 최댓값을 기재하였다. 전력레벨을 나타내는 dBm으로 표시된 것은 복사전력으로, 사양서에서 제공하는 값을 나타내었다.

[표 26] 측정에 사용된 상용드론 전파 관련 사양

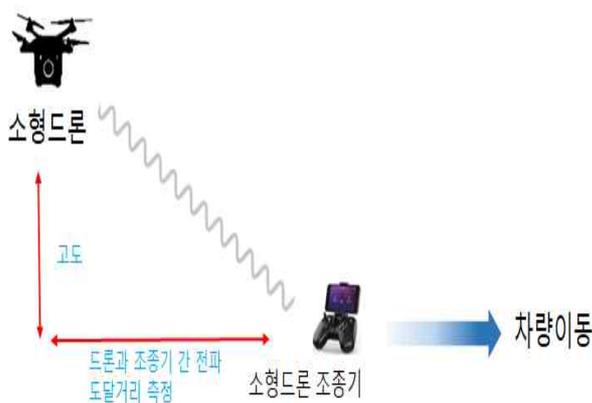
모델		사용주파수	출력	비고(조종기)
S***** *	기체	· 2404.056 ~2479.095(송/수신)	≤1 mW/MHz	
	조종기	· 2404.056 ~2479.095(송/수신)	≤1 mW/MHz	G***** (RF 모듈인증)
C***** ***	기체	· 2413~2473(수신)	-	
	조종기	· 2413~2473(송신)	≤10 mW	W***** (RF 모듈인증)
P***** *** **	기체	· 2400~2483.5 · 5725~5850	≤20 dBm ≤14 dBm	
	조종기	· 2400~2483.5 · 5725~5850	≤20 dBm ≤14 dBm	전용조종기 (G*****)
M***** ***	기체	· 2400~2483.5 · 5725~5850	≤20 dBm ≤14 dBm	
	조종기	· 2400~2483.5 · 5725~5850 · 5150~5250	≤20.5 dBm ≤13 dBm ≤19 dBm	D사 S***** ***** (R****)
S****	기체	· (WiFi) 2412~2472 · (5 MHz 모드) 2412~2462 · (5 MHz 모드) 5745~5825	≤18 dBm ≤18 dBm ≤14 dBm	
	조종기	· (WiFi) 2412~2472 · (5 MHz 모드) 2412~2462 · (5 MHz 모드) 5745~5825	≤18 dBm ≤14 dBm ≤14 dBm	전용조종기 (G*****)

모델		사용주파수	출력	비고(조종기)
T****	기체	· 2400~2483.5	≤ 19 dBm	
	조종기	-	-	스마트폰
A****	기체	· 2412~2462 · 5180~5220 · 5745~5825	≤ 10 mW/MHz	
	조종기	· 2412~2462 · 5180~5220 · 5745~5825	≤ 10 mW/MHz	전용조종기 (S**)
B***** **	기체	· 2412~2472 · 5180~5220 · 5745~5805	≤ 10 mW/MHz ≤ 2.1 mW/MHz ≤ 10 mW/MHz	
	조종기	· 2412~2472	≤ 10 mW/MHz	Parrot 스카이컨트롤러 (S**)
M****	기체	· 2408~2480	≤ 3 mW	
	조종기	· 2402~2480	≤ 1 mW	전용조종기 (P***** ***)
W****	기체	· 2412~2472 · 5180~5240 (영상전송)	≤ 10 mW/MHz ≤ 2.5 mW/MHz	
	조종기	· 2420~2465	≤ 3 mW	전용조종기 (Q*****)
Z*	기체	· 2412~2472	≤ 10 mW/MHz	
	조종기	· 2410~2474	≤ 3 mW	전용조종기 (Q****)

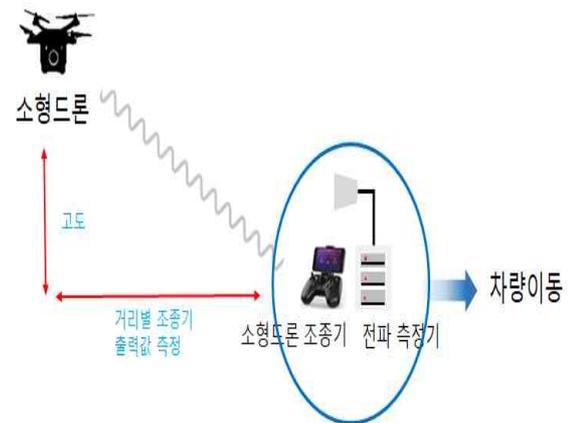
제4절 상용드론 실 운용 전파도달거리 측정

측정 계획 수립 당시, 드론의 실 운용 전파환경을 측정하기 위해 2가지의 실험 시나리오를 고려하였다. 하나는 드론 조종기와 드론 간의 전파도달거리를 측정하고, 다른 하나는 드론을 조종 시 조종기가 이동함에 따라 발생하는 값을 측정하여 조종기 출력의 변화 값을 측정하였다. 전파 출력의 변화 값을 측정하기 위해서는 일정한 장소에서 2.4 GHz, 5.8 GHz 대역을 타 무선국이 사용하지 않는 깨끗한 전파환경이 필요하였다. WiFi, 블루투스 등의 주파수에서 출력이 발생하지 않는 시험환경을 찾기란 국내에서 쉽지 않은 작업이었으며, 시험 당일 불요파 유입의 변수 발생으로 사실 상 두 번째 시나리오에 대한 측정은 불가하였다. 이러한 사유로 첫 번째 시나리오인 드론 조종기와 드론 간의 전파도달거리 측정에 대해서만 본 보고서에 기재되었다.

1. 드론의 실 운용 전파환경 측정 2가지 시나리오



[그림 4] 드론과 조종기간 전파도달 거리 측정



[그림 5] 거리별 조종기 전파 출력 변화값 측정

2. 측정 사전 검토

전파 드론 식별의 최소 목표 거리 산정을 위해서는, 우선 시중에 판매되는 상용드론의 전파도달거리 최대치를 확인하는 작업이 필요하다. 전파 도달거리를 수치화 하여 드론 식별 시 요구되는 식별 장치의 최소 식별 요구 거리를 도출 하고자 하였다. 비교 데이터 확보를 위해 도심환경(Urban) 등에서도 운용 측정해 볼 수 있겠으나, 실상 도심환경에서 측정하기에는 알맞은 환경을 찾아보기 어렵고, 위험 변수에도 대비해야하는 어려움이 존재하여 평지의 농촌 환경(Rural)을 선정하여 진행하였다.

가. 측정 장소

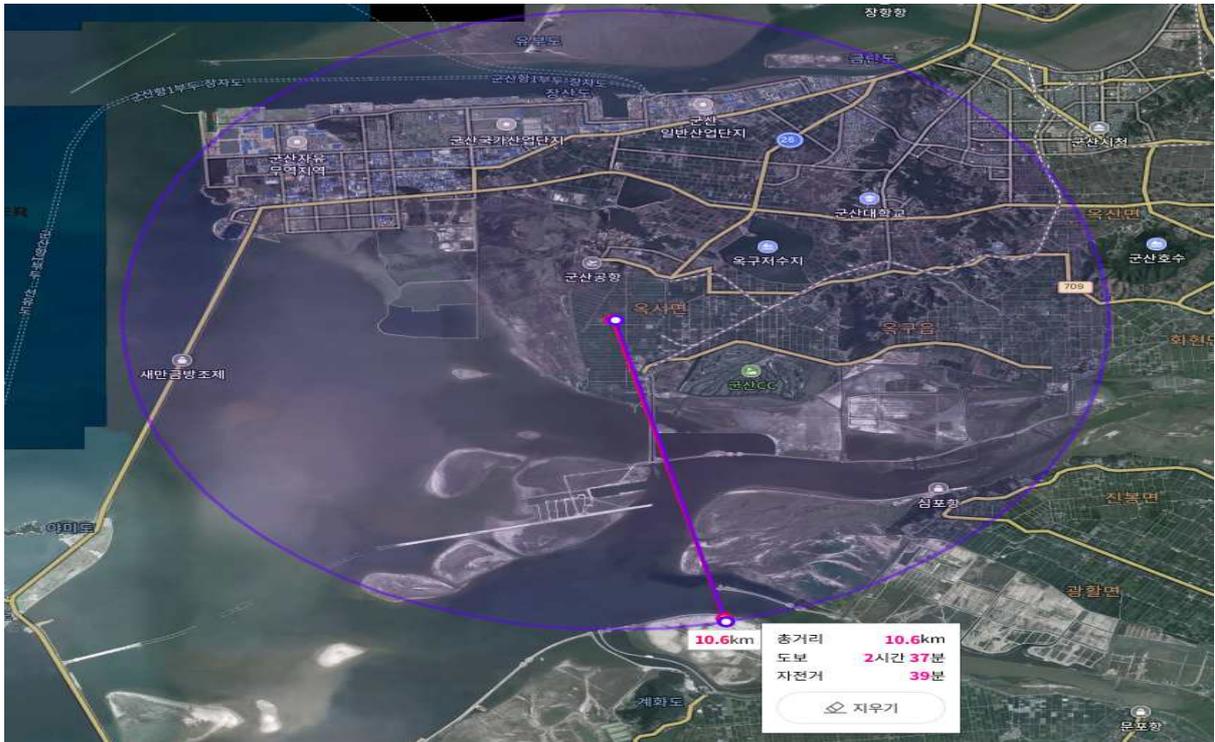
측정 장소가 갖춰야할 요건에 여러 요구사항이 존재하였다. 드론이 사용하는 2.4 GHz, 5.8 GHz 대역에서 불요전파로 인한 간섭이 없는 장소, 법적으로 드론을 비행할 수 있는 구역, 측정을 위해 드론 또는 조종기 이동이 넓고 가시거리가 확보되는 곳 등의 요건을 갖춰야한다. 국내에서 이러한 요건을 모두 갖춘 장소를 찾기는 사실 상 불가하였다. 현장 사전 검토를 통해 이러한 장소를 찾았으나, 실제 측정 당시 불요파 발생으로 하나의 시나리오만 수행할 수 있었다. 측정을 위해 채택한 장소는 전북 부안 계화면 창북리 간척지 일원이며 위성 지도로 보면 다음과 같다.



[그림 6] 부안 계화면 창북리 간척지 일원(위성지도)

나. 비행 사전 검토

측정 장소가 비행금지구역 또는 항공 관제권(9.3 km) 이내일 경우에는 비행승인이 필요하다. 측정 장소 인근에 군산공항이 위치해 있어 사전에 Ready to fly App(사단법인 한국드론협회 제공)으로 비행제한·금지, 항공 관제권 여부 등을 확인한 결과 비행금지구역 및 항공 관제권에 포함되지 않아 비행승인이 필요 없음을 확인 하였다.



[그림 7] 항공 관제권과 측정 장소 간 거리

다. 현장 사전 검토 시 전파환경 검토

넓은 간척지로 가시거리가 확보되고, 미 개통의 직선 도로로 드론 이동 측정에 용이한 시험환경이었으며, 현장 사전 검토 시 간이 측정 결과 불요파의 유입 또한 없었다.



[그림 8] 실 운용 시험환경



[그림 9] 간이측정(2.4 ~ 2.485 GHz 대역)

3. 드론과 조종기간 전파도달거리 측정

총 11종의 드론에 대하여, 드론 조종기 거리 변화에 따른 전파 도달거리(GPS 좌표 확보)를 측정하기 위해, 드론을 공중에 호버링(제자리 비행) 시키고 조종기를 차량으로 이동하여 도달거리를 측정하였다. 또한 호버링하는 드론의 비행고도에 따라 도달거리의 변화를 측정하였으며, 드론 이상 동작(원점회귀, 곡선비행, 추락 등)을 확인하였다. 드론 비행 고도는 아파트 약 10층 높이(층당 3 m 기준)인 30 m와 소형드론의 최대 운용 고도인 150 m에서 측정하였으며, 일부 드론은 제어 가능한 최대 운용 고도에서 측정 수행하였다.



[그림 10] 드론 제자리 비행



[그림 11] 조종기 차량 이동 측정

가. 측정결과

드론기종별로 조종신호의 도달거리(조종 최대거리) 차이가 있었으며, 이는 전파 운용방식, 안테나 특성 등과 관계가 있을 것으로 추측된다. 측정 전에는 고도가 높아질수록 전파 방사가 용이하여 조종신호의 도달거리가 증가할 것으로 예상되었으나, 측정결과 데이터로 유추해 볼 때, 고도와 조종신호 도달거리간의 상관성은 없었다. 다음은 GPS 좌표 값에 따라 드론과 조종기간 평면 거리를 대각선의 직선거리로 환산한 자료이다.

[표 27] 드론-조종기 간 GPS 환산 거리

모델	고도 (m)	드론 위치		조종기 이동 마지막 위치		드론-조종기 거리(m)	
		위도	경도	위도	경도	평지	대각선 환산
S***** *	50	35.814829	126.652969	35.815153	126.653087	37.6	62.6
	50			35.797363	126.692500	4064.1	4064.4
C***** ***	20			35.815152	126.653125	38.6	43.5
	20			35.797155	126.693202	4130.9	4130.9
P***** *** **	30			35.815167	126.653070	38.7	48.9
	30			35.792935	126.714700	6082.9	6082.9
	150			35.815180	126.653058	39.9	155.2
	150			35.800492	126.685622	3352.2	3355.5
M***** ***	30			35.815155	126.653103	38.3	48.6
	30			35.797178	126.693242	4132.8	4132.9
	150			35.815170	126.653062	38.9	155.0
	150			35.792323	126.718313	6409.4	6411.2
S****	30			35.815142	126.653072	36.0	46.9
	30			35.812273	126.659483	653.3	654.0
	150			35.815147	126.653075	36.6	154.4
	150			35.812780	126.658362	537.6	558.1
T****	30			35.815155	126.653130	39.1	49.3
	30			35.809392	126.665928	1317.2	1317.5
A****	30			35.815155	126.653085	37.8	48.2
	30			35.807208	126.670733	1814.2	1814.5
	150	35.815157	126.653065	37.5	154.6		
	150	35.807873	126.669263	1662.3	1669.1		
B***** ***	30	35.815142	126.653093	36.6	47.3		
	30	35.811507	126.661198	829.9	830.4		
	150	35.815160	126.653053	37.6	154.6		
	150	35.807342	126.670398	1780.6	1786.9		
M****	10	35.815152	126.653132	38.8	40.1		
	10	35.814802	126.653955	89.1	89.6		

다음은 측정 대상 제품의 조종기 전파도달 거리와 조종 신호 끊김 시 이상반응과 함께 드론과 조종기간 직선거리인 전파도달거리를 정리하였다.

[표 28] 드론-조종기 간 전파도달거리 및 반응상태 정리 값

모델	드론-조종기 거리			반응 상태	조종기(모델명)
	고도 30 m	고도 50 m	고도 150 m		
S***** *	-	4.06 km (자체운용 고도 제한 최대50 m)	-	원점 자동착륙	그***** (RF 모듈인증)
C***** ***	4.13 km (자체운용 고도 제한 최대20 m)	-	-	원점 자동착륙	W***** (RF 모듈인증)
P***** *** **	6.08 km	-	3.35 km	원점 자동착륙	전용조종기 (G*****)
M***** ***	4.13 km	-	6.41 km	원점 자동착륙	D사 S**** ***** (R****)
S****	654 m	-	558 m	원점 자동착륙	전용조종기 (G*****)
T****	1.37 km	-	운용불가	원점 자동착륙	스마트폰
A****	1.81 km	-	1.66 km	원점 자동착륙	전용조종기 (S**)
B***** ***	830 m	-	1.78 km	원점 자동착륙	Parrot 스카이컨트롤러 (S**)
M****	89 m	-	운용불가	추락	전용조종기 (P***** *****)
W****	운용불가 (최대고도 3m 시)	-	운용불가	추락	전용조종기 (Q*****)
Z*	운용불가 (최대고도 5m 시)	-	운용불가	추락	전용조종기 (Q*****)

특이사항으로 조종 신호 상실 시 일부 드론이 추락하였는데 이는 특정 위치 확인이나 자세제어 등을 위한 센서가 탑재되지 않은 것으로 추측된다.



[그림 12] 이륙 전 드론

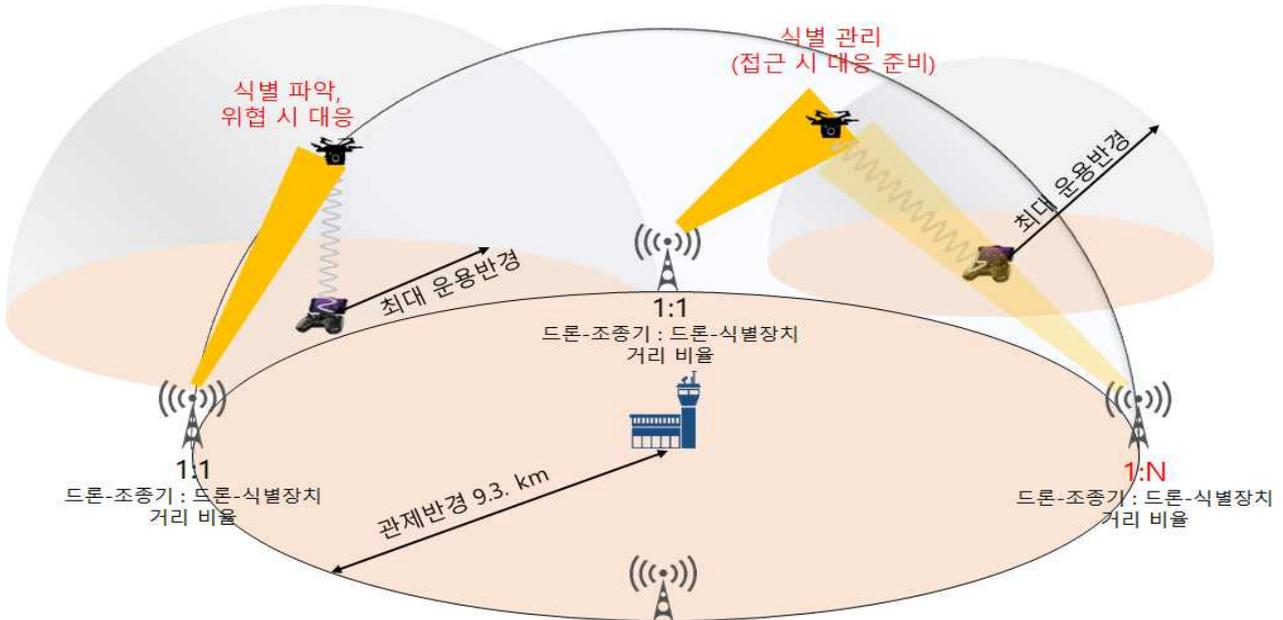


[그림 13] 조종 신호 상실 시 추락 드론

나. 식별 운용 거리 및 식별장치 수 산정 예시

전파도달거리 측정·분석 결과 농촌환경(Rural)에서 가장 먼 거리까지 도달한 드론은 2.4 GHz, 5.8 GHz 주파수를 사용하여, 고도 150 m에서 6.41 km까지 운용 가능하였다. 이처럼 드론 최대 운용반경이 6.41 km인 경우 지상식별장치 또한 6.41 km 이상의 식별 성능을 갖춰야만 드론의 이륙과 동시에 식별을 통해 불법드론 위협으로부터의 예방이 가능할 것이다. 이는 최소한의 요구사항으로 비행제한구역 등에서 요구되는 식별거리는 달라질 수 있으며, 실제 구현 시에는 비행제한구역의 반경, 지상식별장치 설치 대수 등이 고려되어야 한다. 식별 요구 구역의 반경이 주어지고 현재의 상용드론 최대 운용 반경을 알면 해당 구역에서 필요한 식별장치 수를 계산할 수 있다. 위의 드론을 예로 들어 관제반경 9.3 km 구역에서 필요한 지상식별장치의 대수를 산출하면, 관제반경 9.3 km의 테두리길이는 약 $58.4 \text{ km}(2\pi \times 9.3 \text{ km})$ 이며, 드론 최대 운용 반경과 식별장치의 성능 거리가 1:1로 같을 시 필요한 드론 식별장치의 대수는 약 9개($58.4 \text{ km} \div 6.41 \text{ km}$)임을 알 수 있다. 물론 식별장치가 6.41 km 이상의 성능을 가지거나 식별이 요구되는 구역의 반경이 작아진다면, 그 보다 적은 개수의 식별장치가 요구될 것이다. 관련 사항을 그림으로 나타내면 다음과 같다. 그림 상에서 N 값의 식별이 충족되려면, 식별장치의 개수를 9개로 늘리거나, 식별장치의 식별 성능 거리를 드론의 최대 운용 반경보다 크게 하여야만 전 구역을 커버할 수 있을 것이다. 관제권 반경 주위에 설치된

식별장치와 관제탑 사이에 2.9 km의 공백을 메우려면 관제탑 중심에 식별장치가 1대 추가되어야 식별 공백을 메울 수 있어 총 10대의 식별장치 설치가 요구된다.



[그림 14] 항공 관제반경(9.3 km)에서 드론 식별 대응 모식도

4. 거리별 조종기 전파 출력 변화값 측정

앞서 서술한 바와 같이, 사전 환경 조사 시 발생하지 않았던 불요파 유입 발생으로 조종기 전파출력 값이 불요파의 값과 구분이 불가능하여 조종기 거리 변화에 따른 전파 출력변화 값의 측정이 이루어지지 못하였다.



[그림 15] 불요파 유입(10월28일)



[그림 16] 불요파 유입(10월29일)

제5절 소결

각 국의 무인항공기 및 무인비행장치급 드론의 이용 주파수와 그 주파수에 대한 기술기준을 간략하게 정리하여 보았다. 국제적으로 주파수 및 기술기준이 통용되는 무인항공기의 경우 항공관제에 편입될 가능성이 높으며, 이를 위해 국제민간항공기구(ICAO) 등에서는 항공관제 편입을 위한 작업이 진행 중 이다. 또한, 무인비행장치급 드론의 경우 국가별 실정에 맞춰 관련 규격을 설정하여 각각의 기술기준이 국가별로 상이함을 알 수 있었다.

드론의 전파 도달거리에 대응하는 드론 식별장치의 최소 식별 요구거리를 산정하는데 필요한 기반데이터의 확보를 위해, 상용 드론을 평지의 농촌 환경(Rural)에서의 운용하여 전파도달거리등을 확인하였다. 또한 전파 관점에서 드론 관련 데이터를 조사 및 정리하였으며, 이번 연구를 통해 향후 관련 연구 수행 시 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

제4장 드론 식별 관련 국제 표준 및 해외 동향

제1절 연구의 배경

드론을 이용하여 각 분야에 활용하고자하는 움직임이 활발하다. 예전에는 완구용 무선조종기로 취급받던 드론이 여러기술을 접목하고 응용하면서부터 그 쓰임새가 달라지고 있다. 특히 원격 점검, 측량, 배송 등 사람의 손이 닿기 어려운 곳의 산업적인 측면에서 활용도가 높아지고 있다.

이와 더불어 국제적으로 관련 표준 마련이 한창이다. 드론 관련 산업이 발달하면서 표준의 선점이 경제적 가치를 확보할 수 있다는 것을 인지하고 있는 관련 산업체에서는 표준 선점을 위해 여러 표준 기관 등에서 활발히 활동 중이다. ISO에서는 UAS 관련 표준을 다루는 작업반이 2014년 구성되었으며, 3GPP는 기존 이동통신망을 활용하여 드론을 서비스하고자 관련 연구가 수행되고 있다.

현재 국립전파연구원에서는 저고도 소형드론 식별·관리기반 조성 사업을 수행하면서, 관련 사업 수행기관들과 함께 식별기술과 식별체계 관련 표준을 개발될 기술과 식별·관리 체계에 적용하기 위한 작업을 수행중이다. 이를 위해서는 국제 표준 동향을 면밀히 파악하여 전략을 수립하여야 한다. 이 장에서는 드론 식별, 드론 관리와 관련하여 국제 표준 및 해외 동향 내용을 정리 하였다.

제2절 ISO/TC20/SC16

1. 국제표준화기구(ISO) 개요

가. 역할

국제표준화기구(ISO, International Organization for Standardization)는 1947년 비정부 민간기구로써 설립되었다. ISO가 정한 표준은 국제협약이나 국가표준 제정 시 광범위하게 인용, 활용되어 국제적인 영향력이 크며, 각 국 정부의 표준 정책과 깊은 유대관계가 있다. ISO는 각종 분야의 제품, 서비스의 국제적 교류를 용이하게하고 상호협력을 증진 시키는 것을 목표로 한다. 표준과 관련활동의 세계적인 조화를 촉진시키기 위한 조치 수행, 국제표준을 개발, 발간하여 세계적으로 사용되도록 한다.^[15]

나. 표준 절차

ISO의 국제 표준 제정 절차는 다음과 같으며, 정회원이면서 표준화 활동 투표권을 가진 P멤버(Participating Member)의 역할이 큰 비중을 차지한다.

[표 29] ISO 표준 제정 절차

상위업무 조직	①예비 업무항목 (PWI)	②신규 작업항목 (NP)	③작업 초안(WD)	④위원회 안 (CD)	⑤국제 표준초안 (DIS)	⑥국제 표준 최종안 (FDIS)	⑦국제 표준 발간
	← 12개월 →				← 24개월 →		
ISO	총회의제 상정	각국의 국제표준 제안 → 투표 (3개월) 및 결과취합(투표 종료 후 6주 이내)	간사국이 WG구성하여 WD 작성 → 전문가 검토 후 CD 등록 회람(1개월) 결과 취합	기술 검토 회람(1개 월) 및 투표(3개월)	중앙사무국 제출 및 회람(1개월)→ 투표(5개월) 및 결과취합	중앙사무국 제출(투표 후 4개월 내) 회람(3개월) 및 투표(2개월)	국제표준 (IS) 발간
승인 조건		P멤버(과반수 찬성 및 5개국 이상 참여)		P멤버의 2/3 찬성	P멤버의 2/3 찬성, 투표 총수의 1/4 이하가 반대	P멤버의 2/3 찬성, 투표 총수의 1/4 이하가 반대	

* 용어 정의

- PWI(Preliminary Work Item)
- WD(Working Draft)
- AWI(Approved Work Item)
- FDIS(Final Draft International Standard)
- NP(New proposal)
- CD(Committee Draft)
- DIS(Draft International Standard)
- IS(International Standard)

2. ISO의 드론 관련 조직

ISO에는 드론과 관련한 작업으로, 항공우주 비행체 관련 기술위원회(TC, Technical Committee)인 TC20(Aircraft and Space Vehicles) 아래 무인항공기 체계 분과위원회(SC, Technical Subcommittee)인 SC20(Unmanned Aircraft Systems)을 구성하여 2015년 6월 창립총회를 개최하였다. 무인항공기 분과 SC16에는 '19년 8차 회의에서 UAS의 감항능력 등의 테스트 및 평가 표준항목 개발 관련 작업반을 신설하여 총 5개의 작업반(WG, Working Group)이 운영되고 있다.

[표 30] ISO/TC20/SC16 구성 및 작업 내용

작업반/분야	주요 작업 내용
WG1 / General Specification	· 용어정의, 분류
WG2 / Product System	· 제품 설계, 제작에 관한 품질보증 및 안전성 확인
WG3 / Operational Procedure	· 상업용 UAS 안전 운용에 대한 요구사항 · 운전자 교육체계에 관한 사항
WG4 / UAS Traffic Management	· 교통관리체계에 관한 사항
WG5 / UAS Testing and Evaluation	· 감항능력 관련 테스트 및 평가 표준항목 개발

3. ISO/TC20/SC16 동향('19년 6월 제8차 회의, 영국 런던)

우리원은 '19년 6월 영국 런던에서 열린 제8차 회의 중 WG 2, 3, 4 에 참가하여 관련 동향을 파악하였다.

가. UAS Product System(WG2) 회의

1) 개요 및 논의 배경

- WG2는 UAS(Unmanned Aircraft System) 구성요소의 설계, 제작에 관한 품질 보증과 안전성을 확인하기 위한 요구사항에 대한 표준화를 논의
- WG2에서는 관련 표준으로 ISO 21384-2 문서 작업을 진행 중이며, UAS의 프레임, 엔진, 전기시스템, 인터페이스, 비행관리, 항공 조종 등의

품질 및 안전성에 대한 표준을 다룸

- ISO 21384-2 표준안은 미국(General Atomic社)측 전문가와 중국(DJI社)가 작성을 지원 중

2) 논의내용 및 회의결과

- ISO 21384-2 표준은 위원회안(CD) 투표 종료 후 취합된 279개 코멘트에 대해 검토
- 투표 결과에 따라 국제표준초안(DIS)로 진입 가부를 논의할 예정이었으나,
 - ISO 21384-2 표준이 다룬 전반적인 범위의 모호성으로 인해 표준의 scope를 명확히 할 필요성이 제기
 - 문서작업을 보류(on hold)하고, 차기 회의('19.11.17.~22. 중국 난징)에서 표준 활동 재개(reactivation)에 대하여 다시 논의하기로 함

3) 향후 추진방안

- ISO 21384-2 표준안에는 드론 식별·관리를 위한 드론 탑재 식별모듈 관련하여 기체 모듈 탑재에 대한 인터페이스 표준은 부재하며 신규 작업(NP) 또한 현재 발의 되지 않음
- 저고도 드론 식별·관리기반 조성 사업에서 필수적으로 구현해야할 드론 탑재 식별모듈의 인터페이스 관련 신규 작업을 추진 대응 필요

나. UAS Operational Procedure(WG3) 회의

1) 개요 및 논의 배경

- WG3는 UAS의 안전 운용 절차에 대한 요구사항을 표준화 하고 있으며, 관련 사항을 기술한 문서인 ISO 21384-3에 대해 작업 중
- 또한, UAS 운용자에 대한 교육(Training for Personnel Involved in UAS

Operation)을 다루는 표준 문서 ISO 23665를 작업 중

2) 논의내용 및 회의결과

- ISO/TC20/SC16은 ISO 21384-3 표준안에 대한 106개의 코멘트를 검토하였으며, 기존 국제표준초안(DIS)을 국제표준최종안(FDIS)로 승격할 것을 결의
 - WG1에서 작업 중인 ISO 21384-4(Terms & Definitions)에서 정의된 용어 중 ISO 21384-3과 관련한 용어를 문서에 삽입
 - 조항 5.2.3 안전 보장 관련, UA 운용자 및 지원 시스템 관리와 마찬가지로 ‘서비스 제공자가 수행하는 기능 또한 안전을 보장’ 해야 한다는 문구를 추가
 - 운용자가 소지하여야할 문서와 관련 ‘UAS 등록(registration)정보와 제품고유(serial)번호’ 를 조항 7.1.1에 추가
- 승객 운송을 위한 UAS의 운영 절차(Operation procedures for passenger carrying UAS) 신규 작업항목(NP)을 ISO 21384 내 구성하기로 함
- 수직이착륙 비행장 운영자의 안전과 품질을 포함한 ‘무인항공기 수직이착륙 비행장의 운영(Operation of vertiports for unmanned aircraft)’ 에 대해 신규 작업항목(NP)을 개발하기로 함
- ISO 23665(Training for Personnel Involved in UAS Operation) 문서 관련 전문가 검토를 마치고 위원회안(CD)로 승격을 결의함

3) 향후 추진방안

- ISO 21384-3 문서 내 드론 식별(UA Identification)관련 내용이 포함되어 있으나, 안전 운용을 위한 운용자 준수 사항의 수준임
 - * ISO 21384-3 contents 9.2(UA Identification)
- 본 문서는 운용자에 대한 안전 운용절차를 다루고 있으므로, 현재 ‘저고도 소형드론 식별·관리기반 조성 사업’ 에서 추구하는 ‘UAS

운용자 식별 모듈 장착 의무’ 관련하여 안전 운용 준수사항에 대한 표준화 추진을 검토할 필요

- 국제표준최종안(FDIS) 단계로 작업항목 추가는 어려우므로 다른 UAS 식별 관련한 ISO 표준과 병행 또는 신규작업항목 추진을 검토

다. UAS Traffic Management(WG4) 회의

1) 개요 및 논의 배경

- WG4에서는 UAS 교통관리 체계의 국제표준 및 지침서를 제정하기 위해 ICAO, FAA, EASA의 지침과 병행하여 표준을 개발 중
- ‘18.9월 승인된 WG으로, 일본(히타치社) 주도로 표준이 개발 중
- UTM 관련 ISO 23629 표준안은 크게 일반사항, 안전 품질요구조건, 아키텍처 및 공역 관리 요구조건, 타 체계 간 자료 및 정보 처리, 서비스 제공자 요구조건 등으로 구분됨

2) 논의내용 및 회의결과

- WG4는 UTM의 일반적 요구사항과 관련한 기술보고서(Technical Report)인 ISO/TR 23629-1 관련 UTM survey results를 검토하였으며, DTR* ballot을 진행할 것을 위원회에 요청
- * DTR(Draft Technical Report) : 기술보고서(TR) 제정을 위한 초안 문서
- UTM 기능 구조에 대한 새로운 작업 아이템인 ISO 23629-5(UTM functional structure)를 국제표준 작업으로 추진
- ‘UTM architecture’ 로 제안되었으나, 신규작업명칭을 ‘UTM functional structure’ 로 변경하고, 기술적 구조와 비즈니스 모델은 다루지 않는 것으로 합의
- Dr. Toshihiro Nishizawa를 중심으로 36개월간 프로젝트를 수행할 것을 위원회에 요청

- 동시에 UTM 서비스 및 서비스 공급자에 대한 새로운 작업 아이템인 ISO 23629-12(Requirements for UTM service and service providers)를 국제표준 작업으로 추진
- UTM 사용자를 위한 인터페이스 요구사항에 대한 발표가 있었으며, 관련 사항을 논의 후 WG4에서 신규작업항목(NP) ISO 23629-12로 제출할 것에 동의
- Prof. Filippo Tomasello가 프로젝트리더가 되어 36개월간 작업 수행할 것을 위원회에 요청
- UTM 식별과 관련, 신규작업항목인 ISO 23629-8(Remote ID/e-identification)에 대해 그 범위와 개요를 명확히 하고자 ASTM WK 65041을 검토 후 신규작업항목으로 제정할 것을 고려
- 현존하는 관련 문서, 표준 등을 고려해야하며, ICAO 가이드라인을 고려한 작업을 추진하여야 한다는 것이 공론
- 우리나라 탁승호 박사((주)아이버디)는 UAS 조종자 식별(Pilot Identification), 조종자 등록(Pilot registration), 비행 허가(permit)·결과(result)·예약(resevation)에 대한 과정 및 체계를 정의한 자료를 발표
- 위의 예비 업무항목은 WG2, 3에서도 발표되었으며, ISO 21384-2, 3의 부록(Annex)으로 추가될 것을 목표로 하고 있음
- Mr. Ronald Liebsch는 ISO/IEC JTC 1/SC17/WG12(Drone license and Drone Identity module)에서 표준 개발 중인 ‘progress of Drone Identification Module’ 를 발표

3) 향후 추진방안

- ISO 23629-8은 UTM 내 드론 식별을 위한 신규작업 문서로, 전자적 식별과 관련하여 UTM 체계 내에서만 한정된 전자적 식별(e-Identification)을 다룸

- 그러나, ISO 23629-8은 추후 국제 표준으로 발전할 가능성이 크며, 본 사업의 드론 식별·관리 체계의 표준화 마련에 reference가 될 것이므로 지속적인 동향 파악과 표준화 대응이 중요
- 관련 문서인 ASTM WK 65041에 대한 검토가 필요하며, 본 사업에서 고려할 사항을 재 도출할 예정
- 다부처공동기획(국토부, 과기부, 경찰청) 사업인 K-UTM 또한 ISO 국제 표준을 사용할 가능성이 크므로, 본 사업과 K-UTM과의 드론 정보 연계, 인터페이스 호환 등을 고려 시 지속 대응 필요

라. Ad-hoc Group(AG)* 회의

- * Ad-hoc Group : 임시 그룹으로, WG 승격을 위한 타당성을 주로 발표

1) AG2(Pictogram)

- (개요) 그래픽 심볼, 드론을 상징하는 그림문자에 대한 그룹으로 우리나라 탁승호 박사((주)아이버디)가 convenor로 활동 중이며, 드론의 정의에 따라 드론의 종류(형태, 구조, 운용 방식 등)를 구분하여 다양한 그림문자를 제안
- (발표내용) 기존에 등록 되어 있는 pictogram과 저작권에 대한 문제가 발생되지 않도록 별도 연구반을 구성하여 작업 및 모니터링 중
- (위원회 회의 결과) AG2의 개발은 WG1(General Specification)로 옮겨 지속적으로 추진하되, ISO/TC145(Graphical symbols)에서 그림문자(Pictogram)에 대해 ISO/TC20/SC16을 표준 개발 주체로 동의한다면, 신규작업 단계로 진행할 것인지를 논의 예정

2) AG3(Testing)

- (개요) 우리나라와 중국을 중심으로 UAS의 테스트 및 평가(주로 감항능력)에 대한 표준화 그룹을 추진, 이번 8차 회의에서 ISO/TC20/SC16/WG5(UAS Testing and Evaluation) 구성을 승인 받음

- (발표내용) WG 추진을 위한 요구사항, 로드맵, 테스트 표준 항목, 표준 작업 계획 등에 대한 전반적인 사항과 UAV의 감항능력과 관련한 시험 및 연구 사례를 중심으로 UAS 평가 방법에 대해 발표
 - Evaluation method for the resonance frequency of multi-copter UAV by measurement of rotor and body frequencies
 - Test method for flight performance of multi-rotor UA under wind and rain conditions
 - Suggestion for the guideline of UAS wind gust test
- (위원회 회의 결과) ISO/TC20/SC16은 새로운 워킹그룹으로 ‘Testing and evaluation’ 을 구성하고 Mr. Shu Zhenjin을 컨비너로 추대하였으나, 일본(JISC)은 워킹그룹 구성에 동의하지 않음(disagreement)

4. ISO/TC20/SC16 동향의 시사점 및 향후계획

가. 시사점

- 1) 저고도 소형드론 식별·관리기반 조성 사업의 효용성을 극대화하기 위해서는 표준화가 병행될 필요가 있으며, 국제적인 표준 선점은 산업 활성화에 영향
- 2) 본 사업에서 추진하고자하는 드론 식별 모듈, 식별·관리 운용 체계에 대해 관련 국제표준 동향 파악과 표준화 전략 수립 중요
- 3) ISO/TC20/SC16은 ‘14년 결성된 초기 단계의 표준 그룹이므로, 지속적인 표준화 참여와 활동으로 본 사업의 표준화를 성공적으로 수행 할 가능성이 큼
- 4) 우리나라와 중국은 UAV Testing & Evaluation 관련 워킹그룹 신설을 성공적으로 추진하여, 국내 산업 활성화의 계기를 마련함
- 5) UAV 택배, 수송 등에 교통관리시스템에 대한 경쟁력을 구축하기 위해 일본의 주도로 UTM 표준이 선점되고 추진 중이며, K-UTM 구축을 목표하고 있는 우리나라 전문가의 참여가 필요

나. 향후계획

- 1) 저고도 드론 식별·관리기반 조성 사업에서 필수적으로 구현해야할 드론 탑재 식별모듈의 인터페이스 관련 신규 작업을 추진 대응 필요
 - ISO 21384-3 문서 내 ‘UAS 운용자 식별 모듈 장착 의무’ 관련하여 안전 운용 준수사항에 대한 표준화 추진을 검토
 - ISO 내 현재 추진되고 있는 UAS 식별 관련한 ISO 표준과 병행 또는 신규작업항목 추진을 검토
- 2) UTM 체계 내에서만 한정된 전자적 식별(e-Identification)을 다루는 ISO 23629-8은 본 사업의 드론 식별·관리 체계 표준화에 reference가 될 것이므로 지속적인 동향 파악과 표준화 대응이 중요
 - 우리나라 K-UTM 사업에서 ISO 국제 표준을 사용할 가능성이 크므로, 본 사업과 유기적인 정보 연계, 인터페이스 호환 등을 고려하고 관련 문서인 ASTM WK 65041에 대한 검토와 본 사업에서 고려할 사항을 재 도출 필요



[그림 17] 제8차 ISO/TC20/SC16 회의('19.6월, 영국 런던)

제3절 Amsterdam Drone Week 포럼

1. 개요

‘18년부터 개최되고 있는 유럽 최대 드론 행사로, 유럽 항공안전청(EASA, European Union Aviation Safety Agency)과 네덜란드 국토부가 주관하며, 포럼에서는 유럽 중심의 항공 및 드론 관련 규제 및 표준화 계획 논의 및 운용확장/비전에 대해 논의한다. AirBUS, 보잉 등 파트너사와 Thales, Airmap 등이 참가하였다.

2. 주요 논의 내용

가. EASA High Level Conference

1) EASA의 유럽 드론 관련 안전/운용에 대한 규정

- (배경) 비가시거리(BVLOS) 및 multi 드론 등 드론 운용증가에 따른 안전하고 효과적인 드론운용관리 체계 및 규제 도입

- 현 규제는 드론에 대한 사항을 항공관련 모든 서비스에 적용하지 않으나 향후 드론택시 등 유인드론 등의 등장까지 고려* 검토

* 현재 UTM(드론관제) 중심 관리체계에서 향후 ATM(항공관제)과의 연계 고려

- (드론 관리) 현 유럽 EASA의 드론관리는 미국 FAA와 같이 toy를 제외한 모든 드론을 등록제로 운용을 원칙, 향후 4G, 4G+, 5G를 이용한 다양한 관리 및 서비스 도입을 고려 중

- (관련규정 제정) 드론의 안전한 운용과 개인정보 보호 관련

· ‘19. 7. 1 EU 위원회 위임규정 2019/945(기술 및 운용 요구) 발효

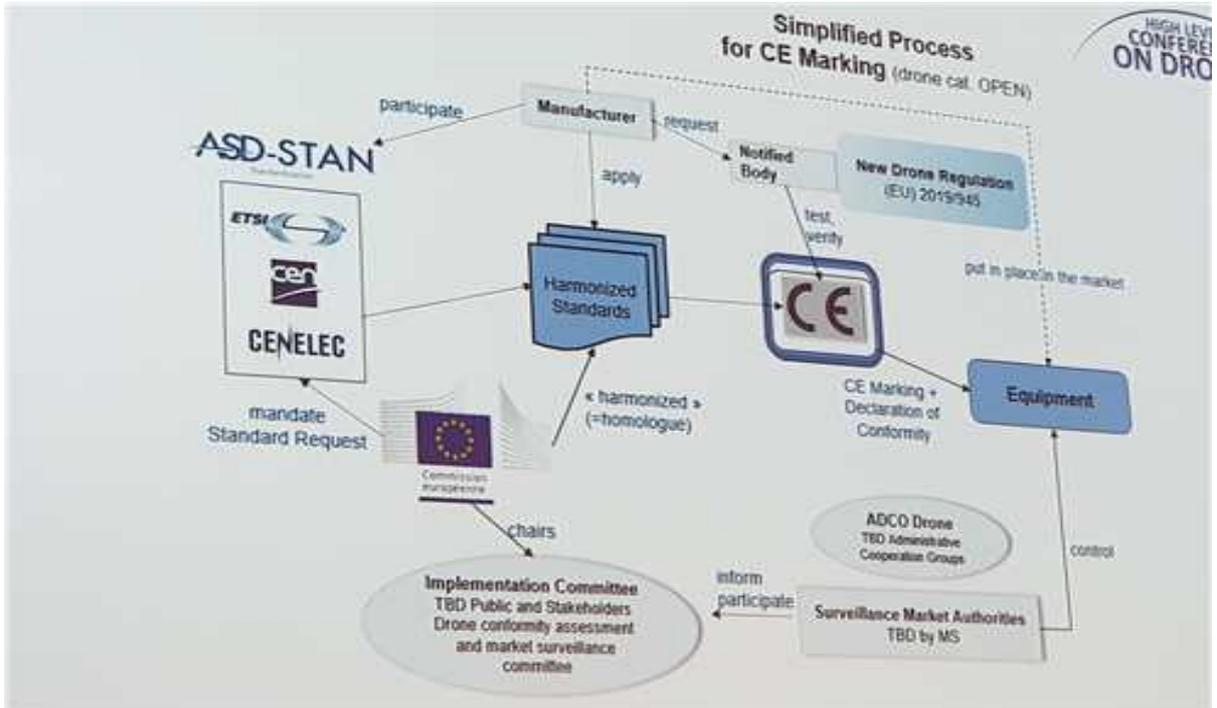
· ‘19. 7. 1 EU 위원회 실행규정 2019/947 공포 → ’ 20. 7.1부터 적용

- (관련규정 핵심요지) 2018년 히드로/Gatwick 공항 유사 사건 예방 등을 위한 드론 안전한 운용기능, 분류 정의 등을 마련

- ⇒ ① 개별 식별, 특정 드론 추적 등 ② 사전승인-인증 등 운용 유형
- ⇒ (식별 의무 조항) EASA Reg. 2019/947에서 직접 원격 식별(Direct Remote Identification) 정의 : 무인 항공기의 표시를 포함, 작동 중인 UAS (Unmanned Aircraft Systems)에 대한 정보의 로컬 브로드 캐스트를 보장하며, 이 정보를 UAS에 물리적으로 액세스하지 않고도 취득할 수 있는 체계(ADS-B) 의미
- 드론 운전자 등록 의무화 : ‘20.7.1 부터 신청’ , 22.7.1 까지 기존 포함전부 완료
- (CE mark 의무화 규제) 관련 규정에 따라 분류(A1-A3, C0-C4)되어 시장에 출시되는 모든 드론은 CE mark를 ‘22.7.1부터 의무화
 - 적합성 평가 요구사항도 함께 규정

2) 유럽 드론 표준화 체계 및 적합성 평가

- CEN(EU 표준) 중 유럽 우주항공 및 국방산업 표준인 ASD-STAN의 D05/WG08 에서 UAS 표준 제정 중
 - ※ Direct Remote ID는 D05/WG08의 Subgroup5에서 표준화 추진 중
 - ※ 전자식별 관련 진행 중인 표준은 정규화 프로그램 EN4709-002 에서 추진(‘20.6월 완료 예정이며, CEN ‘21년에 상정 예정)
- ASD-STAN을 중심으로 ETSI, CEN 통해 UAS EU 표준을 마련하고, 국제표준인 ISO/TC20 SC 16에 표준 추진 중
 - ※ 미국 표준인 ASTM 표준과의 조화도 계속 추진



[그림 18] 드론 EU 규정과 표준 및 시험, 인증체계

3) 드론 박람회

- 전시회(Exhibition)



[그림 19] WINGS FOR AID : AID 응급 구조용 드론

- HOW WE SPREAD OUR WINGS TO THOSE IN NEED
- 긴급 지원을 필요로 하는 재난 상황에서 원활한 물류 원조를 위해 개발
- AID 드론은 분쟁이나 재난으로 고립된 장소에 있는 사람들에게 구호 물품 전달을 위한 혁신적인 접근법
- 원격 조종식 항공기 시스템(RPAS) 기술과 자체 착륙 전달 장치 등 특별 설계
- 250km 범위 내에 시속 200km의 속도로 6개의 자체 착륙 박스를 탑재하여 정확하게 물자 제공



[그림 20] DRONE DETECTION

- WORLD'S MOST SUCCESSFUL DRONE DEFENSE SYSTEM
HUNDREDS OF INSTALLATIONS WORLDWIDE!
- 침입한 드론을 탐지하도록 설계된 AARONIA의 최신 드론 탐지 시스템
- 드론의 전자기기 방출을 실시간 방향 측정 방식으로 탐지
- 사용자들에게 다가오는 무인기(드론)에 대한 경고 발생
- 드론 탐지는 50km 이상이며, 원격 조종기가 신호 전송을 탐지하여 경보 발생

- 국경, 스포츠 행사 및 콘서트, 주거지역, 정부시설, 원전과 같은 상업과 산업 현장에서 사용
- 기술적 위협과 보안에 대한 잠재적인 위협으로부터 보호

3. 시사점

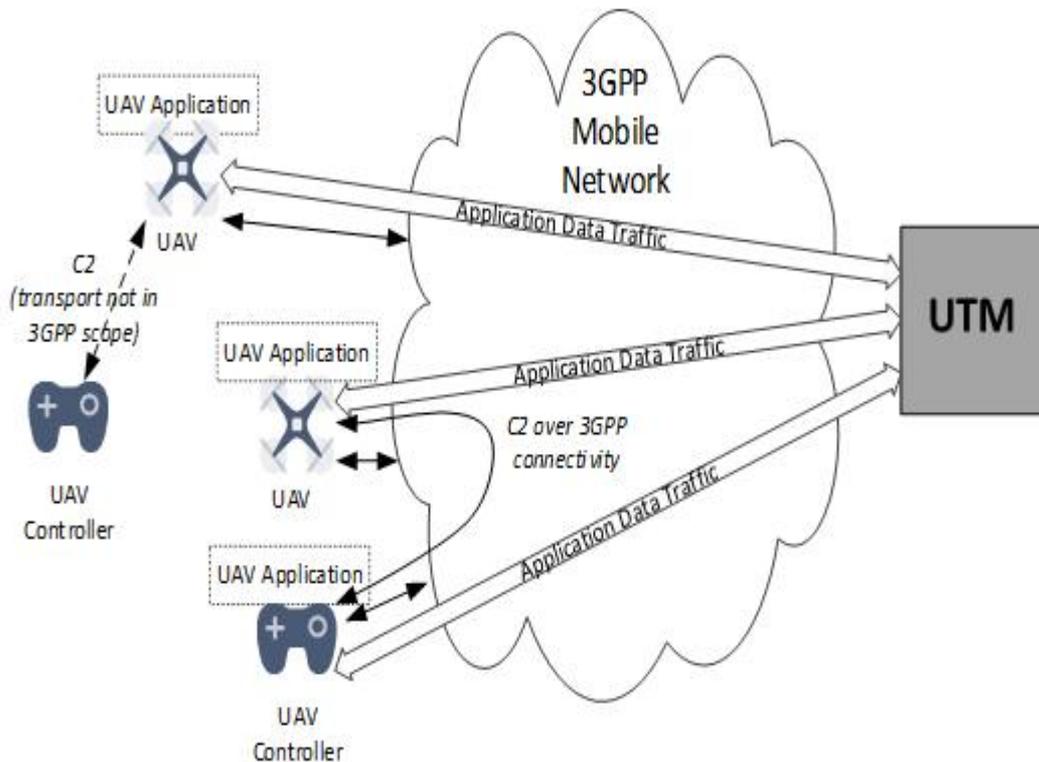
- 가. 유럽/미국의 드론 및 항공/드론 콘텐츠 관계자들의 초청 패널중심 회의로, 실시간 질문방을 개설하여 대화식 회의를 운용했으나 발표 자료와 회의내용을 충분히 제공하지 않아 참관이 상당히 어려웠음
- 나. 회의내용 중 주요 정책 및 제도 사항 소개 이외에 미래 비전에 대한 사항에 있어서는 대부분의 이야기들이 평이한 사항임
- 다. 박람회 규모는 상당히 작았으나, Web페이지를 통해 참관자 중심 맞춤형 서비스를 제공하고, 관계자간 관심사 미팅 주선 등이 인상적

제4절 3GPP TSGs

1. 3GPP 개요^[16]

가. 역할

3GPP(The 3rd Generation Partnership Project)는 1998년 창설된 이동통신 관련 민간 표준 단체이다. 우리나라 정보통신표준기관인 한국정보통신기술협회(TTA)를 포함한 7개의 대표기관이 관리파트너(OPs, Organizational Partners)로 참여하고 있다. GSM, WCDMA, LTE, 5G 등의 이동통신 표준을 개발하고 있다. 통신회사, 통신 운용자, 네트워크, 장비, 칩셋 등과 관련한 682개 회사가 회원으로 등록되어 있다. 3GPP는 높은 신뢰성 및 QoS, 보안 및 이동성 등의 장점을 가진 이동통신 셀룰러 네트워크를 바탕으로 무인항공시스템(UAS) 지원을 위한 시스템 확장을 고려하고 있으며, 관련 연구 및 표준 마련 중이다.

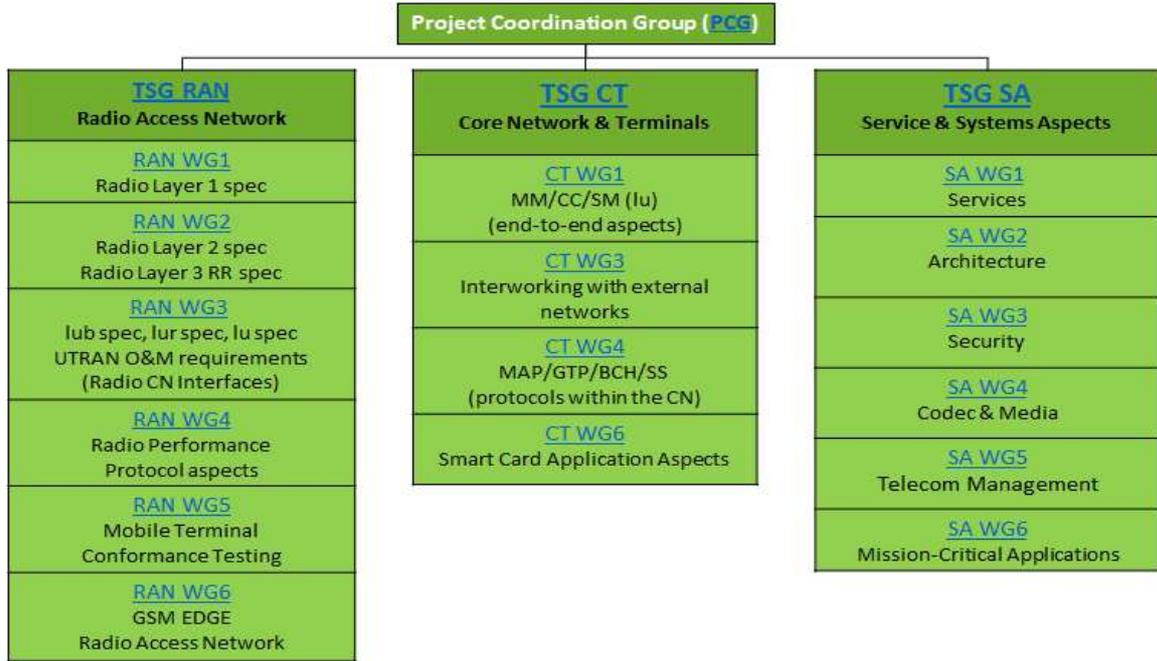


[그림 21] 3GPP 생태계에서 UAS 참조 모델(TS 22.125 Annex A.1)

* TS(Technical Specification)

나. 구성

무선네트워크(RAN, Radio Access Network), 코어네트워크(CT, Core Network & Terminals), 서비스 구조(SA, Service & Systems Aspects)의 3개 조직으로 구성되어 있다.



[그림 22] 3GPP 조직도

2. 3GPP 드론 관련 동향(3GPP TSGs#86, '19.12월, 스페인 시체스)

3GPP TSGs#86은 각 그룹의 plenary회의로써, 우리원은 드론 이슈(교통관리체계, 원격 식별 등)를 다루는 SA, RAN plenary회의에 참석하였다.

가. TSG SA(Service & Systems Aspects)

1) 드론 관련 주요 사항

- 3GPP SA는 ‘Unmanned Aerial System(UAS) support in 3GPP(TS 22.12 5)’ 를 통해 UAS를 정의하고, UTM 사용을 전제로 하는 3GPP 네트워크의 전반적인 요구사항을 정의

- 교통관리를 위해 필요한 3GPP 시스템 요구사항(예 : UTM에서 UAS로

- 수신된 경로 수정정보를 0.5초 미만 대기시간으로 지원)
 - 분산 트래픽 관리(예 : 3GPP 네트워크 커버리지 밖에서도 다른 UAV로부터 로컬 전송서비스를 사용)
 - 보안(예 : UAS ID의 스푸핑 공격으로부터 보호 지원)
 - UxNB(무선 액세스 노드 온보드 UAV) 지원, C2통신 요구사항 등
- 3GPP는 Release 17 5G로 영역을 확장하면서, 향상된 3GPP 네트워크를 지원하기 위해 ‘Enhancement for Unmanned Aerial Vehicles(TR 22.829)’를 작성하였으며, UAV의 use case를 제시하고 요구사항 및 사전 사후 조건 등을 연구
 - 또한 3GPP 시스템을 통해 UAS 서비스 및 애플리케이션을 사용하는데 필요한 요구사항을 도출하기 위해 ‘Study on application layer support for Unmanned Aerial System(TR 23.755)’ 작업 수행 중

2) 이슈 및 논의사항

- SA plenary #86 회의에서 Release-17에 대한 아이টে임을 선정(SP-191381) 하였으며, UAV 관련 내용이 추가로 선정됨
- 특히 SA2에서 추진 중인 ‘Study on supporting Unmanned Aerial systems Connectivity, Identification, and Tracking’에 대한 세분화 작업 제시(SP-191358)
 - UAV 원격 식별 : 3GPP 시스템 관여를 포함한 UAV 컨트롤러와 UAV 식별 및 추적
 - UAV 네트워크 원격 식별 : 3GPP 시스템이 UAV의 지상식별 및 추적을 지원하는 방법을 연구
 - UAV 원격 식별 권한 부여 : UAV, 컨트롤러, 각 통신간 인증 및 입증을 위한 3GPP 시스템의 역할 파악, 시스템의 추적 제어 필요성을 고려하고 권한 부족/취소에서 UAS 운영에 미치는 영향을 파악
- 참고로 16년 창설된 GUTMA(Global UTM Association)은 UTM서비스를 위한 성능 기반 표준 개발에서 여러 표준기관을 지원하고 있으며, 3GPP SA2에 참여 중

나. TSG RAN(Radio Access Network)

1) 드론 관련 주요 사항

- TSG RAN #75 meeting('17.3월)에서 신규 Study Item인 ‘Study on enhanced Support for Aerial Vehicles’가 처음 승인되었으며, 셀룰러 네트워크를 통한 Aerial Vehicles 지원 연구를 시작
 - RAN은 LTE 네트워크에서 Aerial Vehicles에 대한 연결 솔루션을 보다 효과적으로 제공하기 위한 연구인 ‘Enhanced LTE Support for Aerial Vehicles(TR 36.777)’를 수행하였으며, Aerial Vehicle 지원을 위한 잠재적 향상 방법을 제시
- * TR(Technical Report)

2) 이슈 및 논의사항

- Ericsson, ZTE社 등은 기고서를 통해 UAV 관련하여 Release-17 NR(New Radio)의 아이템 선정 필요성과 UAV 지원을 위한 추가 및 LTE 요구사항을 확장시킬 수 있는 연구 필요성 제시
- RAN plenary #86 회의에서는 Release-17을 위한 표준 기술 아이템을 선정(RP-193216)
- 워킹그룹 중 주로 RAN2에서 UAV를 다루고 있어 드론 관련 아이템이 Release-17에 포함될지 여부가 주목되었으나, 최종 선정 아이템에서 제외됨
- 그러나, 추가적인 아이템의 승인을 위한 의견이 제시(RP-193243)되어, TSG RAN #89 또는 TSG RAN #90에서 추가 아이템 선정을 고려할 수 있음을 명시하여 재논의 될 가능성이 있음

- TSG SA에서는 SA2에서 주도하는 무인항공시스템 연결, 식별 및 추적에 관한 연구가 Release-17로 수행될 예정
- TSG RAN Release-17 아이템 선정에서 UAS 사항이 제외되었으나, 추후 회의에서 추가 아이템 선정을 위한 재논의 예상

나. 향후 계획

- 1) 3GPP에서는 5G를 고려한 UTM 서비스의 연구로 확대가 예상되며, 5G로 인한 UTM 체계의 변화 동향을 주시할 필요
- 2) 드론 식별·관리를 위한 시스템과 UTM 연계를 고려하여 3GPP의 연구 및 표준 동향 파악 필요



[그림 24] 3GPP TSGs#86 표준회의 현장 사진

제5절 소결

ISO의 일부 드론 관련 표준안이 마련되는 시점에 있다. 드론 식별과 관련한 표준마련의 초기 단계로, 적극적으로 참여가 필요한 시점이다. 3GPP의 드론 관련 연구는 이동통신 서비스와 밀접한 관계가 있으며, 자신들만의 서비스 영역을 확장하기 위한 연구를 진행하고 있다.

표준은 일시적인 활동으로는 구현하기 어려우며, 인적 커뮤니티를 바탕으로 지속적인 참여와 활발한 활동을 통해 하나의 표준이 마련되는 것으로 보인다. ISO 표준의 경우, 기존에 다른 표준 작업반에 참여하여 인적 커뮤니티를 형성하고 있던 우리나라 대표가 드론 식별과 관련한 표준 마련을 위해 활발히 활동 중에 있으며, 일정 부분 성과를 이루고 있다. 표준 승인 절차와 설득 과정 등을 거쳐야 하므로, 표준 제정까지의 시간은 다소 걸릴 것으로 예상되며, 지속적인 표준 활동 참여와 지원이 필요하다. 표준화 진행 방향을 면밀히 살펴보고 시점에 맞게 결과물에 적용한다면, 사업 결과물의 효용성을 발휘할 수 있을 것으로 기대한다.

[참고문헌]

- [1] 광도훈 기자, “정부 ‘안티드론’ 미래 먹거리로 만든다” , 이투데이 신문, 2019.9.17.
- [2] ISO, 21384 Unmanned aircraft systems part4: Terms and definitions
- [3] 3GPP, TR 21.905 Vocabulary for 3GPP Specifications Abbreviations
- [4] ICAO, Annex2 Rules of the air chapter1 Definitions
- [5] 신지연, 「중국 민항국, 민간용 드론 실명제 등록관리규정 시행」, 한국소비자원 정책연구실, 2017.8.31.
- [6] FAA, NPRM Remote Identification of Unmanned Aircraft Systems(Part 89 to Title 14 of CFR), Dec. 2019.
- [7] 중국 민용항공국, “Interim Provisions for Low Level Operation of Light and Small UAS(Trial Implementation)” , NO. AC-91-FS-2015-31, 2015.12.29.
- [8] Eurocontrol, “U-space service implementation monitoring report” , Edition 1.2, pp. 21, 2018.10.12., www.eurocontrol.int
- [9] Unmannedairspace, “French government outlines proposals for drone e-identification and lights” , 2018.4.19., www.unmannedairspace.info/
- [10] 국토교통부 홈페이지, 정책자료_공역관리, “공역등급도면” , www.molit.go.kr
- [11] 국토교통부 보도자료, “저위험 드론 보다 쉽게, 고위험 드론 보다 안전하게” , 참고1, 2018.10.2.
- [12] 신고하지 아니하고 개설할 수 있는 무선국용 무선설비의 기술기준 (과학기술정보통신부고시 제2019-105호)
- [13] FCC CFR Title 47 § 15.247, § 15.407
- [14] ECC ERC Rec 70-03, ECC/DEC/(04)/08
- [15] 위키백과, ‘국제표준화기구’ , ko.wikipedia.org
- [16] 3GPP TSG SA, “Intro and Leadership” , 3GPP SP-190845 Sep. 2019.

저고도 소형드론 식별·주파수 무선설비
기술기준 선행 연구



국립전파연구원

National Radio Research Agency

(58323) 전남 나주시 빛가람로 767

발행일 : 2020. 2.

발행인 : 김 정 렬

발행처 : 과학기술정보통신부 국립전파연구원

전화 : 061) 338-4643

인쇄 : (유)부광 나주빛가람지점

Tel. 061) 334-0310

ISBN : 979-11-5820-140-1 < 비 매 품 >

주 의

1. 이 연구보고서는 국립전파연구원에서 수행한 연구결과입니다.
2. 이 보고서의 내용을 인용하거나 발표할 때에는 반드시 국립전파연구원 연구결과임을 밝혀야 합니다.

