

저고도 드론 교통관리시스템 개발과 관련 표준 동향

오경륜 한국항공우주연구원 스마트항공모빌리티 선행연구담당 책임연구원

1. 머리말

2012년, 미국의 항공 당국인 연방항공국(FAA, Federal Aviation Administration)는 2015년까지 미국 내 민간의 드론 운용을 국가공역시스템으로 통합하는 로드맵을 마련하겠다고 발표했다. 민간 드론 사용량이 늘어날 것으로 예상됨에 따라 여러 드론을 통합 관리하는 체계를 마련하겠다는 것이다. 이에 화답하듯 아마존은 드론을 활용한 택배사업 계획을 2013년에 발표했다. 아마존의 계획은 여러 사람의 관심을 끌었으며, 행정부에서도 이에 주목하여 오바마 당시 대통령이 미국 내 민간 드론 운용 가이드라인 마련을 위한 행정명령을 2014년 7월 25일 내렸다. 이에 따라 미국에서는 상업용 드론을 저고도에서 안전하고 효율적으로 활용하는 데 필요한 제도적 논의가 본격화됐으며, 시민권과 개인정보 보장을 기반으로 드론을 활용한 산업 성장을 촉진할 수 있는 제도 개선이 시작됐다. 미국항공우주국(NASA)도 저고도 민간 드론을 안

전하고 효율적으로 운용, 관리하는 방안을 다루는 UTM(UAS Traffic Management) 워크숍을 2015년 7월 개최하면서 저고도 드론 교통관리시스템에 대한 논의가 본격적으로 시작됐다. 본고에서는 개발이 진행 중인 미국과 유럽의 저고도 드론 교통관리시스템에 대해 살펴보고 관련 표준화 동향에 대해 알아보고자 한다.

2. 유럽 U-Space

2.1 U-space 개발 경과

U-space는 유럽연합, 유로컨트롤, 민간 기업이 각각 1/3씩 출자해 총 16억 유로를 2024년까지 투자하기로 한 드론 운용 관련 사업이다. 개발 청사진은 2017년 6월에 발표됐으며, 2019년부터 기본 서비스를 제공하기로 했다. 2019년 10월 유럽항공안전청(EASA, European Union Aviation Safety Agency)이 U-space 운용개념인 ConOps(Concept of Operation)를 발행한 바 있다.

2.2 운용개념

U-space를 비롯한 저고도 무인기 교통관리 시스템의 핵심 목표는 안전을 보장하는 것이다. 이를 위해 ConOps에서는 SORA(Specific Operation Risk Assessment)를 기반으로 드론 비행계획의 운용위험도를 분석하여 U-space 서비스와 연동한다. 위험도 분석은 공중위험(Air risk)과 지상위험(Ground risk) 두 가지 차원에서 이루어진다. 공중위험은 주변 공역에 있는 유인기 밀도를 고려하여 비행 중인 무인기가 유인기와 조우할 가능성을 평가하고, 지상위험은 비행 공역 내 인구밀도, 비가시권 비행 여부, 드론의 크기 등을 고려하여 사람, 재산, 지상 구조물과의 충돌 위험을 나타낸다. 이들을 종합해서 비행계획상 임무위험도를 평가하고 이렇게 측정된 위험도를 줄이는 방향으로 U-space 서비스를 운용한다.

U-space는 다양한 크기의 무인 드론은 물론, 승객을 수송하는 데 사용되는 UAM(Urban Air Mobility) 운용도 지원한다. U-space를 활용하면 원격조종부터 완전자율운항까지 다양한 수준의 자동화 비행이 가능하며, 이동 장애물, 고정 장애물, 기상 장애물 등 모든 장애물의 위험을 고려할 수 있어 비가시권비행이나 야간 비행도 안전하게 할 수 있다. 다만 공항 관제사의 통제를 받아 이·착륙하는 드론과 계기비행규칙(IFR, Instrument Flight Rule)에 따라 비행하는 RPAS(Remotely Piloted Aircraft System)는 제외된다.

U-space에서는 드론 비행을 개방비행(Open Flight), 특별비행(Specified Flight), 인증비행(Certified Flight) 세 가지로 구분한다. 이 중 특별비행(Specified Flight)은 EASA가 발행한 표준 시나리오를, 인증비행(Certified Flight)은 기

존 유인기 관련 규정을 준수해야 한다.

U-space의 고도정보는 GNSS 고도정보를 기반으로 하며, 필요시 고도변환 서비스를 제공한다. 여러 대의 드론 군집 운항을 하나의 비행계획으로 승인받을 수도 있는데, 이 경우 비행계획을 제출하기 전에 SORA 기반으로 위험도를 평가해야 한다.

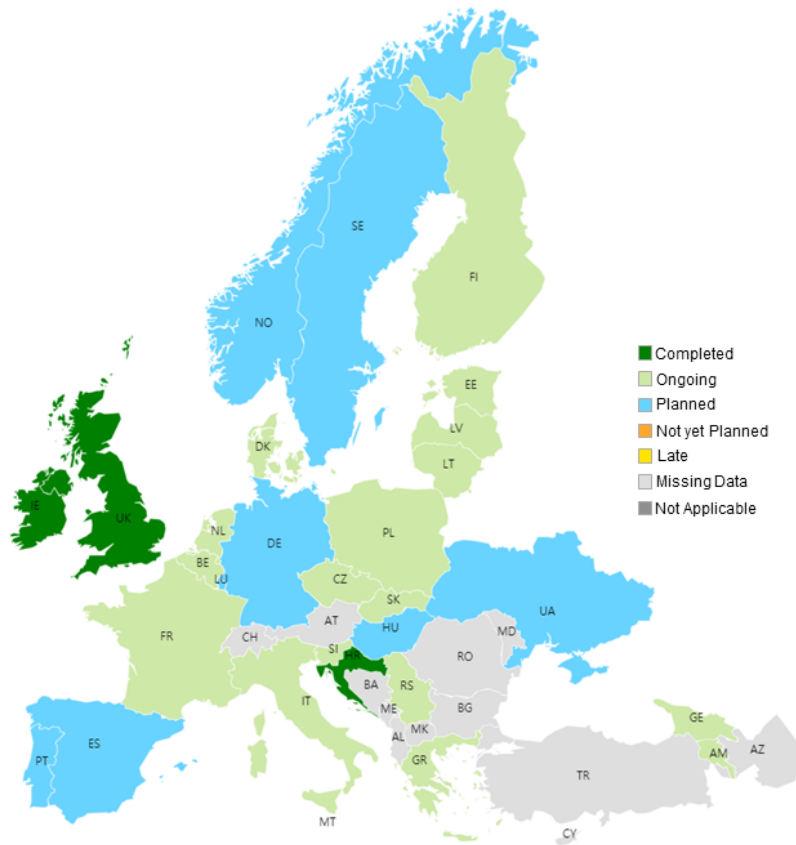
운용구역은 서비스 수준에 따라 X, Y, Z로 구분된다. X 구역에서는 충돌방지 서비스가 제공되지 않고, Y 구역에서는 비행 전 제출된 비행계획 검토를 통한 비행 전 충돌방지 서비스가 제공되며, Z 구역에서는 비행 전 충돌방지 및 비행 중 충돌방지 서비스가 제공된다. 무인기가 Y 구역에서 비행하려면 기체에 위치보고 능력이 있어야 하며, 무인기를 조종·통제하는 지상관제시스템(GCS, Ground Control System)이 사전에 비행계획을 제출 후 승인받은 채 U-space에 접속된 상태라야 한다. Z 구역에서는 높은 밀도의 드론 운용이 허용되며, UAM을 포함하여 내·외부 조종사가 지속적으로 U-space에 접속되어 있어야 한다. Z 구역은 비행 중 충돌방지 서비스가 U-space에 의해 제공되는 Zu 구역과 관제사에 의해 제공되는 Za 구역으로 세분화된다.

한편 개별 무인기를 식별하는 원격ID는 드론이 자신의 식별정보를 방송하는 DRID(Direct Remote Identification)와 U-space에 의해 추적되는 NRID(Network Remote Identification)로 구성된다. 특히 개방 비행의 경우 DRID는 의무사항이다.

3. 미국 UTM

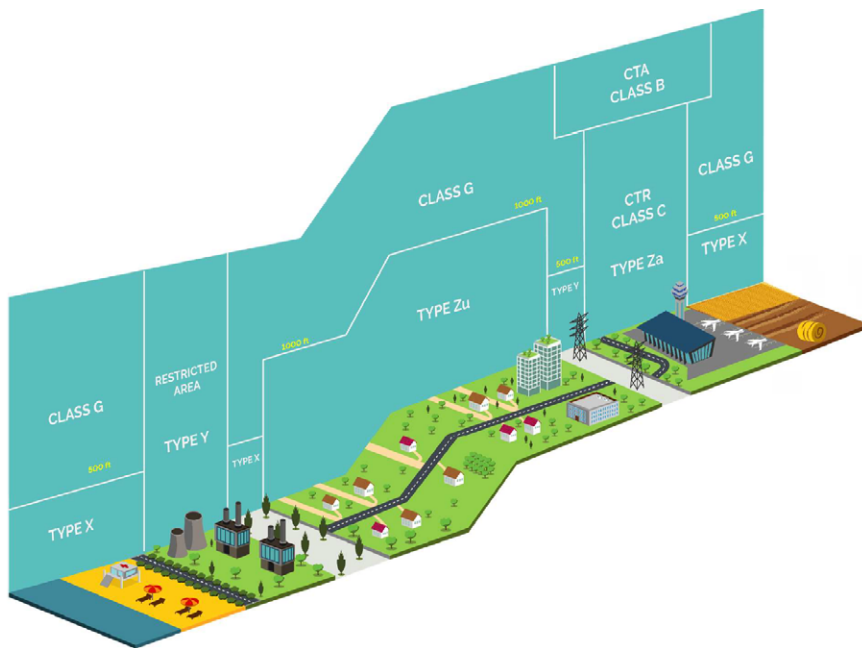
3.1 NASA UTM

NASA는 Ames 연구소를 중심으로 UTM 관



※출처: atmmasterplan.eu/depl/u-space

[그림 1] U-space 진행 현황(2020년 기준)



[그림 2] U-space 운용 공역(X, Y, Z)

런 연구를 FAA와 협력하여 2015년부터 2019년까지 진행했다. NASA는 COA(Certificates Of Waiver or Authorization) 절차를 통해 UTM 관련 비행시험을 수행했다. 이 연구에는 아마존을 비롯한 24개 기관이 참여하여 4단계의 기술 능력수준(TCL, Technology Capability Level)으로 구분하여 기술검증이 이루어졌다. 관련 표준기술안이 그 결과로, 2019년 말 FAA에 제출되었다.

3.2 FAA UTM

항공 환경 변화에 따라 기존의 UTM ConOps도 개선되어 버전 2가 2020년 3월 발행됐다. 기존 버전 1에서는 비가시비행시에만 UTM 참여를 요구했던 것과 달리, 버전 2에서는 관제사 서비스를 받지 않는 모든 UAS 운용자도 UTM에 참여할 것을 요구하고 있으며, 가시권 비행을 하는 UAS 운용자도 등록 및 원격 ID 관련 의무를 이행함으로써 관제구역 내에서 반드시 비행 허가를 받도록 하고 있다.

한편 UAS 운용자는 비행성능을 보장하는 성능승인을 받아야 한다. DroneZone(FAA website)을 통해 FAA 시스템으로부터 직접 비행승인을 받거나, LAANC(Low Altitude Authorization & Notification Capability)처럼 정부 승인을 받은 USS(UAS Service Supplier)로부터 자동화된 승인서비스를 받을 수 있다.

버전 2의 특이한 점은 경찰활동, 응급구난, 공공안전 관련 활동을 지원하기 위한 UVR(UAS Volume Reservation)을 설정할 수 있게 한 것이다. 관제사 서비스를 받는 항공기에 위험을 야기할 수 있는 비정상 상황일 경우 무인기 운용자는 USS를 통해 항공당국에 보고해야 한다.

한편 네트워크 기반 구조인 UTM은 원격식별(ID, Identification)을 지원해야 한다. UTM은 UAS 운용자 간 비행계획 공유, UAS 운용자에게 UVR 통지, 다른 USS나 이해관계자, FIMS(Flight Information Management System)와의 UVR 정보 공유 등의 서비스를 제공한다. UTM 서비스는 2019년 1월부터 진행된 UPP(UTM Pilot Program) 1단계 사업에서 선보였으며, 2020년 4월부터 FAA, NASA, 산업 이해관계자 등의 참여하에 원격ID 기술과 운용에 대한 UPP 2단계 시범사업이 진행되고 있다. FAA는 2020년 5월 향후 원격ID USS로서 Airbus, AirMap, Amazon, Intel, One Sky, Skyward, T-mobile, Wing 등을 선정한 바 있다.

FAA LAANC 서비스는 미국 전역의 드론 운용자에게 준실시간으로 Part 107에 근거한 비행허가를 제공하고 있다. 2020년 10월 기준으로 승인된 USS(UAS Service Suppliers) 사업자는 Airbus, AirMap, Airspacelink, AiRXOS, Avison, Botlink, Drone Up, Harris Corporation, Kittyhawk, Project Wing, Simulyze, Skygrid,

<표 1> NASA UTM 기술수준별 주요 시험 내용 및 수행일정

단계	TCL 1	TCL 2	TCL 3	TCL 4
지역	인구희박지역(격오지)	인구 저밀도 지역(농촌)	인구 고밀도 지역(부도심)	인구 고밀도 지역(도심)
내용	농업, 산불진화, 구조물 안전점검	비가시권 비행 및 관련 절차 평가	유·드론 통합운영을 위한 협력적, 비협력적 드론 추적시험	뉴스영상촬영, 물품배송, 우발사태 위험저감 방안 등에 대한 비행시험
시기	2015년 8월 수행	2016년 10월 수행	2018년 5월 수행	2019년 8월 수행

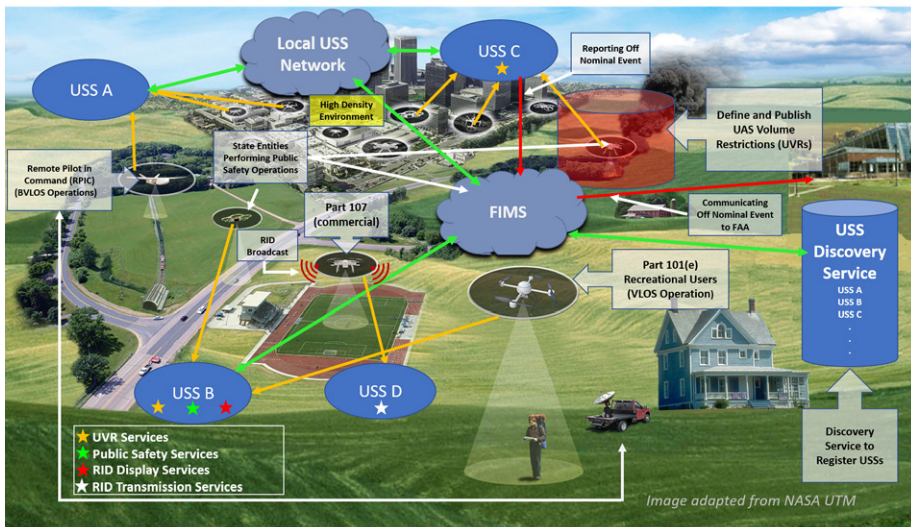
Skyward, Thales Group, UASidekick 등 15개 업체로, 미 전역 726개 공항을 포함한 관제시설 537 곳 주변의 관제구역에 대한 준수시간 비행 허가 서비스를 제공하는 중이다.

4. 저고도 드론 교통관리시스템 표준화 동향

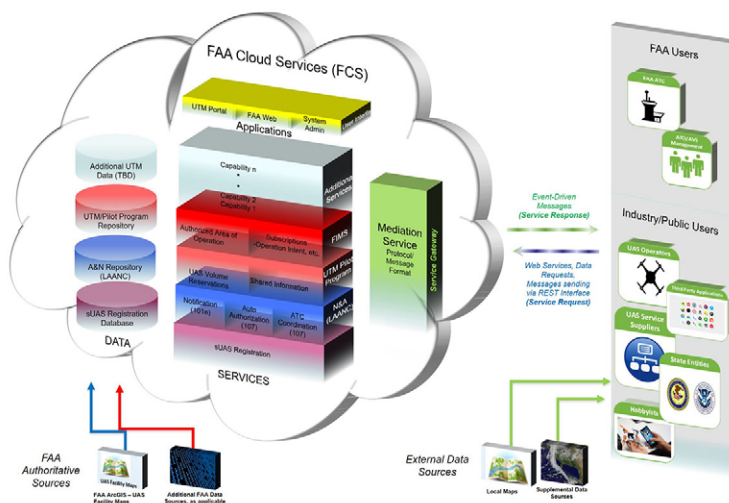
미국은 NASA에서 UTM 기술표준을 연구하는 중이며, 4단계 기술을 시험하고 2019년 말 그 결

과를 FAA에 제출한 바 있다. 또한 NASA AAM NC(Advanced Air Mobility National Campaign)에 UAM 교통관리를 적용하고자 기존 NASA UTM을 확장해 도입하려 한다. NASA AAM NC는 UAM에 관련 기술 기준 개발을 목표로 한다.

유럽연합은 2017년 6월 U-Space 개발 청사진을 발표한 데 이어, 유럽항공교통관제기구(Eurocontrol)의 자금지원과 기업 참여를 통해 저고도 공역 내 무인항공기시스템 관제를 위한



[그림 3] FAA UPP(UTM Pilot Program)의 상위 운용개념



[그림 4] FAA UTM 구조

U-space 시스템을 SESAR(Single European Sky ATM Research) 2020 프로그램에서 개발 중이다. 2020년 기준으로 10개의 데모 프로그램이 진행 중이며, 2019년 8월 말 핀란드에서의 UAM 데모프로그램(GoF, Gulf of Finland) 결과를 통해 U-space에서 UAM의 교통관리가 가능함을 확인했다.

국제민간항공기구(ICAO, International Civil Aviation Organization)는 Drone Enable workshop을 통해 민·관 UTM 개발 경험을 공유하고 있으나, ICAO에서 공식 연구반이 발족하거나 공식적인 표준권고안 개발 활동이 시작되는 등 UTM 관련 표준개발 움직임은 아직 나타나지 않고 있다.

유럽민간항공시설기구(EUROCAE, European Organization for Aviation Electronics)는 2016년 9월 WG-105를 구성하여 UTM 관련 표준문서 개발을 본격적으로 진행하는 중이다. WG-105 UTM 집중팀 내 서브그룹 31에서는 UTM 개요를, 서브그룹 32에서는 식별을, 그리

고 서브그룹 33에서는 지오펜싱을 다루고 있다.

국제표준화기구(ISO, International Organization for Standardization)는 기술위원회(TC, Technical Committees) 20(Aircraft and space vehicle) 분과위원회(SC, Sub Committees) 16(Unmanned Aircraft Systems) 작업반(WG, Working Group) 4(UTM)에서 UTM 관련 표준을 개발하는 중이다.

일본 JUTM(Japan UTM)이 2018년부터 ISO TC20/SC16에 UTM 관련 신규작업항목(NP, New Proposal)을 제안하여 WG 4의 의장국으로 피선된 이래, 일본 히타치사와 JUTM이 주관하여 ISO UTM 국제표준 제정을 추진하고 있다.

5. 맺음말

향후 다양한 행사와 사업에서 드론 활용 수요가 늘어나면, 소규모 지역을 대상으로 하는 드론 운용 통제의 필요성이 커질 것으로 전망된다. 이

<표 2> UTM 관련 국제표준 활동 현황

개발기구	표준(안)명	개발연도
ICAO	Annex 6 Part 4, SARPs on RPAS Operations	진행 중(2021)
	SARPs on ATM	진행 중(2021)
	Annex 10 Vol. 4 Part 2, SARPs on Detect and Avoid	진행 중(2022)
JARUS	SORA(Specific Operations Risk Assessment)	2017
EUROCAE	ED-xxx : Minimum Aviation System Performance Standard for UAS E-Identification	진행 중(2021)
	ED-xxx : Minimum Operational Performance Standard for UAS E-Identification	진행 중(2021)
	ED-xxx : Minimum Operational Performance Specification for UAS Geo-caging	진행 중(2021)
	ED-xxx : Minimum Operational Performance Standard for UAS Geo-Fencing	진행 중(2021)
ISO	UTM-Part 1: UTM Survey results on UTM	2020
	UTM-Part 5: UTM functional structure	진행 중(2023)
	UTM-Part 7: Data model for spatial data	진행 중(2023)
	UTM-Part 8: Remote identification providers	진행 중(2023)
	UTM-Part 12: Requirements for UTM services and service providers	진행 중(2023)

에 따라 드론과 관련된 연구, 활용 및 사업 주체의 인식 변화가 일어나는 한편으로, 소규모 지역에서 운용 가능한 UTM에 대한 수요도 늘어날 것으로 보인다.

드론이 비가시권에서도 안전하게 비행할 수 있도록 각국(또는 지역)의 사회, 경제 및 안보 환경에 특화된 UTM 서비스가 제공되고 자신의 드론 운용에 적합한 USS를 선택함으로써 안전운항정보를 수집하고 공유한다면, 드론 활용산업

은 효율적으로 성장할 수 있을 것으로 보인다. 상업적 드론 활용이 늘어남에 따라 UTM 시장도 확대될 것이며, UTM 시장 성장은 주로 USS가 활성화됨에 따라 일어날 것으로 예상된다. 2022년까지 UTM 개발을 진행하고 있는 우리나라도 본격적인 UTM 운용개시에 앞서 USS를 제도적으로 양성할 수 있는 정책적 고려가 필요하다. TTA

※ 본 연구는 산업통상자원부 지원의 “드론 생태계 활성화 위한 국제표준 대응 및 서비스 기술개발 지원(20005085)” 과제 연구결과 중 일부이다.

참고문헌

- [1] Unmanned Airspace, 'The Market for UAV Traffic Management Services 2018-2022', 2018
- [2] NextGen, UAM Concept of Operations v1.0, FAA, June 2020
- [3] NextGen, UTM Concept of Operations v2.0, FAA, March 2020
- [4] https://www.faa.gov/news/press_releases/news_story.cfm?newsId=24956
- [5] https://www.faa.gov/uas/research_development/traffic_management/utm_pilot_program
- [6] <https://nari.arc.nasa.gov/aamecosystem>
- [7] SESAR, U-space Concept of Operations, EUROCONTROL, October 2019
- [8] Drone Enable 3rd Symposium, ICAO, 2019