



저고도 무인비행장치 교통관리(UTM) 기술 및 해외 동향

2020. 8. 27.

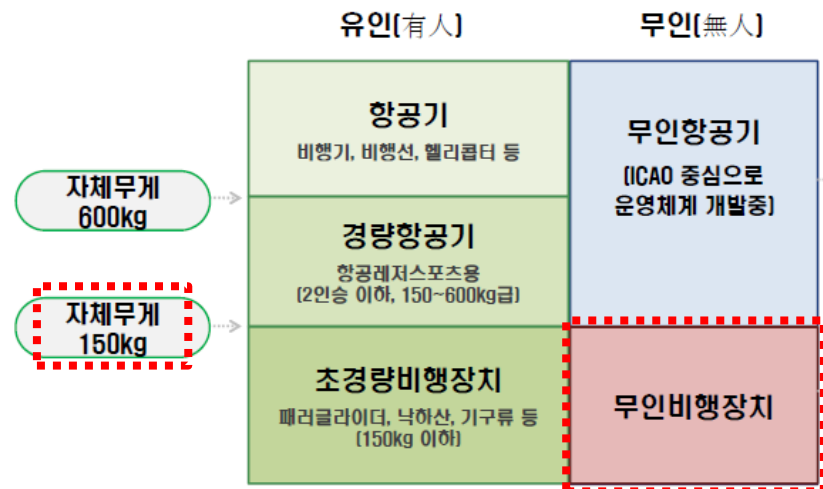
배 중 원
한국항공우주연구원

1. UTM 필요성
2. UTM 기술 개요
3. 해외 동향
4. 국내 개발 현황

1. UTM (UAS Traffic Management) 필요성

◆ UTM은 무인비행장치의 안전 운용을 위한 교통관리 서비스

- 대부분의 무인기는 항공법상 자체중량 150kg 이하의 초경량비행장치 중 무인비행장치에 속함.
 - ✓ 현재 UTM 대상 공역은 150m (500ft) 이하, 무인기 중량 150kg 이하가 대상
 - ✓ 150m 이하의 저고도를 비행하는 무인비행장치 → UTM의 대상
- 활용성 제고를 위한 기술 개발과 안전/보안 요구가 많은 상황
 - ✓ [기술] **체공시간** 개선, **충돌탐지/회피(DAA)** 기술, **안전성/신뢰성** 기술, **공역(통합)** 관리
 - ✓ [정책] 법적/제도적 뒷받침 필요 * DAA: Detect and Avoid



출처: 무인비행장치 안전관리 정책방향(국토교통부 발표자료)

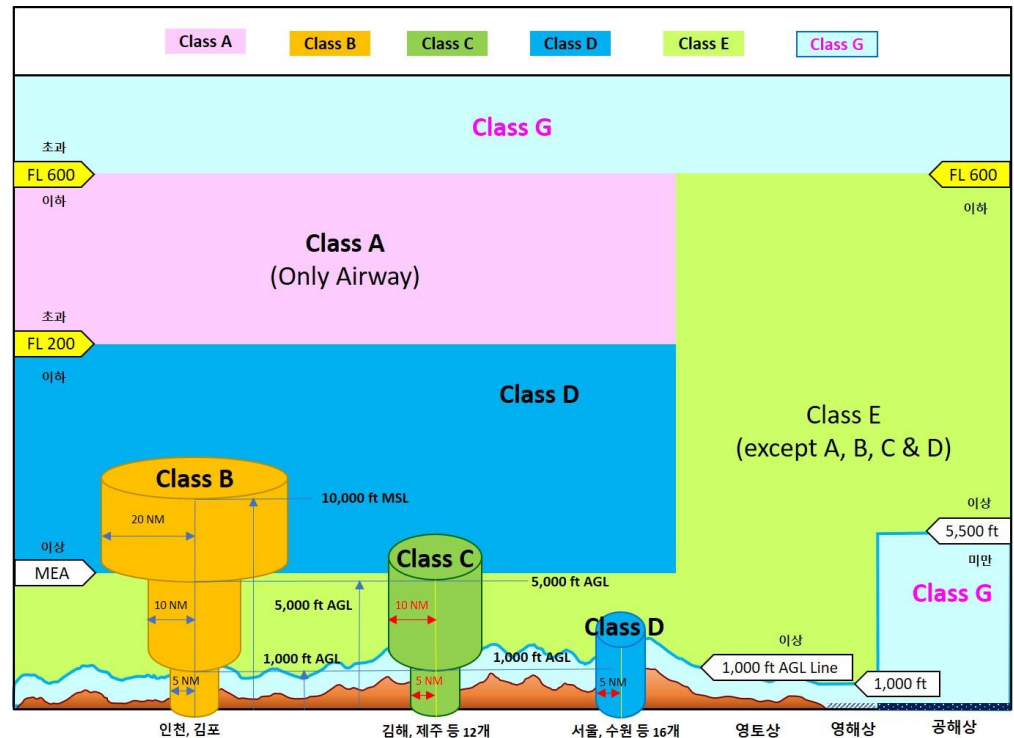
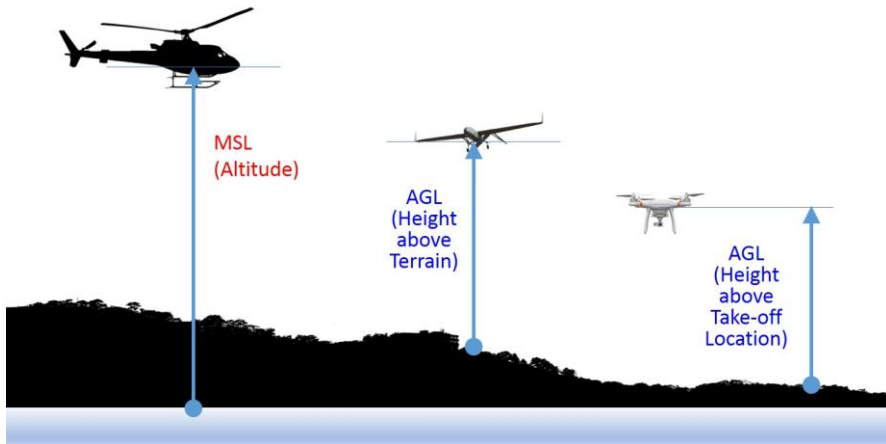


무인비행장치의 다양한 활용 분야(courtesy: NASA)

1. UTM 필요성

◆ 유무인기 공역 통합 운용의 어려움

- 무인비행장치의 성능/신뢰성/안전성 부족
 - 무인기의 충돌탐지 및 회피(DAA) 성능 미비 * DAA: Detect and Avoid
- UTM 공역의 협소 및 제한
 - 지상 장애물 및 비행체간 충돌 위험 상존(도심, 공항 인근, 헬기 운용 지역 등)
- 비행체별 고도 기준의 상이



2. UTM (UAS Traffic Management)

◆ UTM 시스템:

- 지면 고도 150m (500ft) 이하의 저고도 공역(class G + 관제공역) 환경에서 운용되는 무인비행장치(25kg 이하 또는 150kg 이하)를 안전하게 운용하기 위한 교통관리 서비스를 제공하는 시스템
- 주요 특징
 - 네트워크 기반의 연합/분산 정보 시스템
 - UTM 참여자 간의 정보 공유/데이터 교환을 근간으로 함
 - 민간 사업자 참여
 - 자동화된 교통관리 시스템
 - 향후 UAM 교통관리에도 기술 활용

2. UTM 서비스 – 주요 기능(1/3)

기능	내용	비고
원격 식별 (Remote ID)	UTM 공역에서 운용되는 무인비행장치의 식별부호와 위치 정보 등을 제공하는 기능	
운용자 등록 지원 (Operator registration)	비행체 소유자가 자신의 무인비행장치와 관련된 데이터를 등록할 수 있도록 지원하는 기능. 특정 기관이나 사용자가 등록 데이터를 요구할 때 쿼리 기능을 통해 지원하는 기능.	
공역 허가 (Airspace authorization)	공역 허가 기관이나 항행서비스제공기관으로부터 공역 사용 허가를 받거나 그 권한을 위임받아 무인비행장치 운용자에게 제공하는 기능	
제한사항 관리 (Constraint management)	공공의 안전 활동과 관련된 제한사항 정보와 공역 관리 당국/항행서비스제공기관이나 다른 항행 관련 기관으로부터 접수한 제한사항 관련 정보를 무인비행장치 운용자에게 제공하는 기능	
전략적 충돌 방지 (Strategic de-confliction)	공중 충돌과 지오펜스 위반의 가능성을 최소화하기 위하여, 비행 전에 제출된 운용 계획에 기반하여 무인비행장치 운용과 관련된 운용 영역/궤적에 대한 분석, 조정 작업 등을 통한 사전 충돌 방지 기능을 지원해야 함.	

2. UTM 서비스 – 주요 기능(2/3)

기능	내용	비고
운용 합치성 모니터링 (Conformance Monitoring)	의도된 운용 영역/궤적을 벗어나는 경우 운용자와 다른 공역 이용자들에게 실시간으로 경보를 제공해야 함.	
충돌 조언 및 경보 (Conflict advisory and alert)	타 무인비행체나 지오펜스에 근접하거나 충돌하는지를 실시간으로 모니터링하고, 조언이나 지시 정보를 통해 경보를 제공해야 함.	
운용 계획 수립 (Operation Planning)	알려진 타 항공기 운용 계획, 비행체 성능, 기상 예보, 지상의 제한 사항, 공역 제한 사항 등의 운용에 영향을 미치는 다른 요소들을 고려하여 비행을 위한 계획을 수립할 수 있도록 지원하는 기능	
기상 정보 제공 (Weather)	운용과 관련된 결정에 도움을 줄 수 있는 기상 예보, 실시간 기상 정보를 제공하는 서비스	
지도 정보 제공 (Mapping)	비행과 비행계획 서비스를 지원하기 위해, 공역 제한 정보(공역 제약 사항, 특별 사용 공역, NOTAM, UVR)와 지상 제한 정보(다수 대중 모임, 민감 지역, 장애물) 데이터를 제공하는 서비스	

2. UTM 서비스 – 주요 기능(3/3)

기능	내용	비고
운용자 메시지 교환 (Operator Messaging)	무인비행장치 운용자의 활동을 지원하기 위해 메시지 교환 기능을 제공해야함. 교환되는 메시지의 예로는 위치 보고 정보, 비행 의도 정보, 상태 정보 등이 포함됨.	
동적 경로 재설정 (Dynamic Reroute)	무인비행장치가 비행 중일 때 임무 영역/궤적을 조정하거나 우선순위를 변경하는 기능. 공중 충돌 가능성을 최소화하기 위해, 또는 공역 제약사항을 준수하여 임무 목적을 달성하기 위해, 의도된 운용 영역/궤적을 실시간으로 변경하는 서비스.	
통신/항법/감시 인프라 지원	<ul style="list-style-type: none"> - 조종(C2)을 위한 무선 통신을 위한 인프라와 통신 서비스의 품질 정보를 무인비행장치 운용자에게 제공하는 서비스. - 공역 내 항법 서비스 품질 이력을 제공하는 서비스. - 공중 위험성 평가를 지원하는 전략적 전술적 서비스. 	
UAS 시스템 모니터링/진단	배터리, 모터와 같은 무인비행장치 구성품의 상태를 실시간으로 모니터링하거나 입력 데이터를 사용하여 해당 구성품의 수명을 예측하여 관련 정보를 제공하는 서비스	
UTM 서비스 네트워크 발견 (Network Discovery)	특정 지역 내에서 실제 운용 중인 UTM 서비스 제공자와 운용 정보를 파악할 수 있도록 지원하는 기능	

2. UTM vs. GCS

◆ UTM과 GCS 비교 * GCS: Ground Control System

항목	UTM	GCS
사용 목적	다수 무인기 교통관리	단일 및 다수 무인기 통제 및 조종
사용자	무인기 운용자, 교통관리 기관	무인기 운용자
데이터링크 용도	Surveillance	Command & Control, Mission
비행경로 도시/ 모니터링	가능	가능
타 비행체 충돌 경보	기본 기능	일부 가능
비행 계획 수립/ 제출/승인	모두 가능	비행 계획 수립만 가능
지오펜스 (Geofence)	활용 가능	활용 가능
타 사용자 교통 정보	이용 가능	이용 불가

3. 해외 동향 (미국)

◆ NASA UTM 연구 프로젝트 (2014-2019)

- 공역에서의 안전한 운용을 위한 **운용 개념/Stakeholders 역할 정립/ 요구사항 도출/핵심 기능 실증/Prototype 제작을 통한 기술 검증/기술과 경험 산업체 공유 및 이전**

실증 목표/단계 (완료 시기)	내용
TCL 1 (2016. 08)	인구 희박 지역 / 교통량 희박 / 다수 가시권 비행 / Info-sharing
TCL 2 (2017. 10)	인구 저밀도 지역 / 저밀도 교통량 / 다수 비가시권 비행 / Intent-sharing
TCL 3 (2018. 03)	인구 중밀도 지역 / 중밀도 교통량 / V2V 통신, Detect and Avoid 시험
TCL 4 (2019. 08)	인구 고밀도 지역 / 고밀도 교통량 / 비상 상황 관리

3. 해외 동향 (미국)

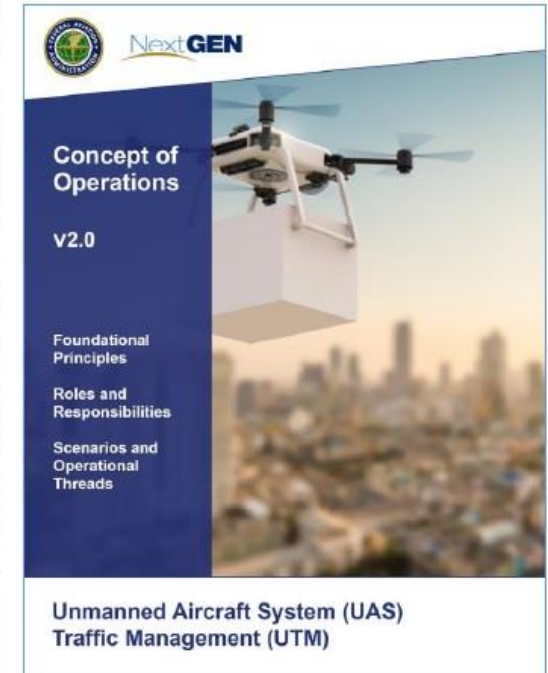
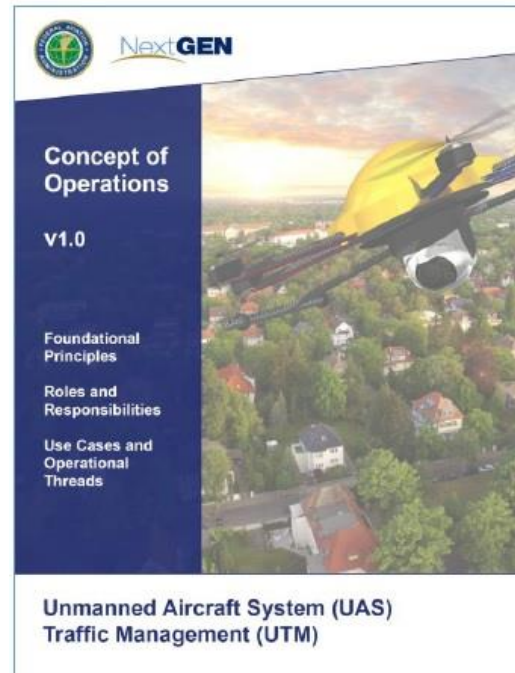
◆ FAA UTM ConOps (Concept of Operations) 발간

➤ ConOps : Concept of Operations

- ✓ v1.0, May 18, 2018, by Office of NextGEN FAA
- ✓ v2.0, March 2, 2020

➤ Contents

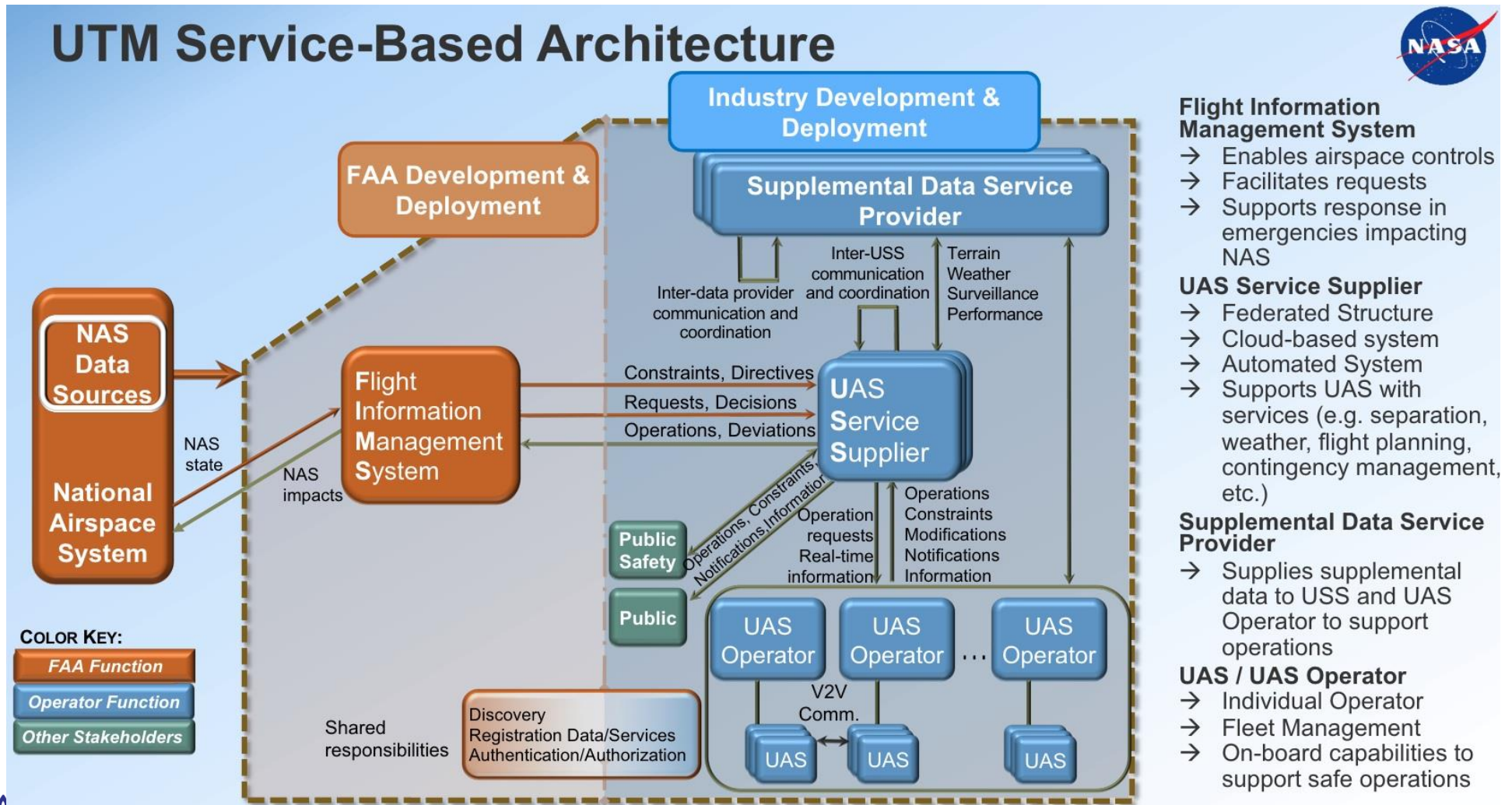
- ✓ Principles
- ✓ Roles and Responsibilities
- ✓ Use Cases



3. 해외 동향 (미국)

◆ 미국 UTM 아키텍처

[Courtesy: NASA]



3. 해외 동향 (미국)

◆ 책임 소재

Function		Actors/Entities		
		✓ = Primary responsibility S = Support		
		UAS Operator	USS	FAA
Separation	UAS from UAS (VLOS and BVLOS)	✓	S	
	VLOS UAS from Low-Altitude Manned Aircraft	✓	S	
	BVLOS UAS from Low-Altitude Manned Aircraft ¹	✓	S	
Hazard/ Terrain Avoidance	Weather Avoidance	✓	S	
	Terrain Avoidance	✓	S	
	Obstacle Avoidance	✓	S	
Status	UTM Operations Status	S	✓	
	Flight Information Archive	✓	S	
	Flight Information Status	✓	S	
Advisories	Weather Information	✓	S	
	Alerts to Affected Airspace Users of UAS Hazard	✓	S	
	Hazard Information (e.g., obstacles, terrain)	✓	S	
	UAS-Specific Hazard Information (e.g., Power-Lines, No-UAS Zones)	✓	S	
Planning, Intent & Authorization	Operation Plan Development	✓	S	
	Operation Intent Sharing (pre-flight)	✓	S	
	Operation Intent Sharing (in-flight)	✓	S	
	Operation Intent Negotiation	✓	S	
	Controlled Airspace Authorization		S	✓
	Control of Flight	✓		
	Airspace Allocation & Constraints Definition		S	✓

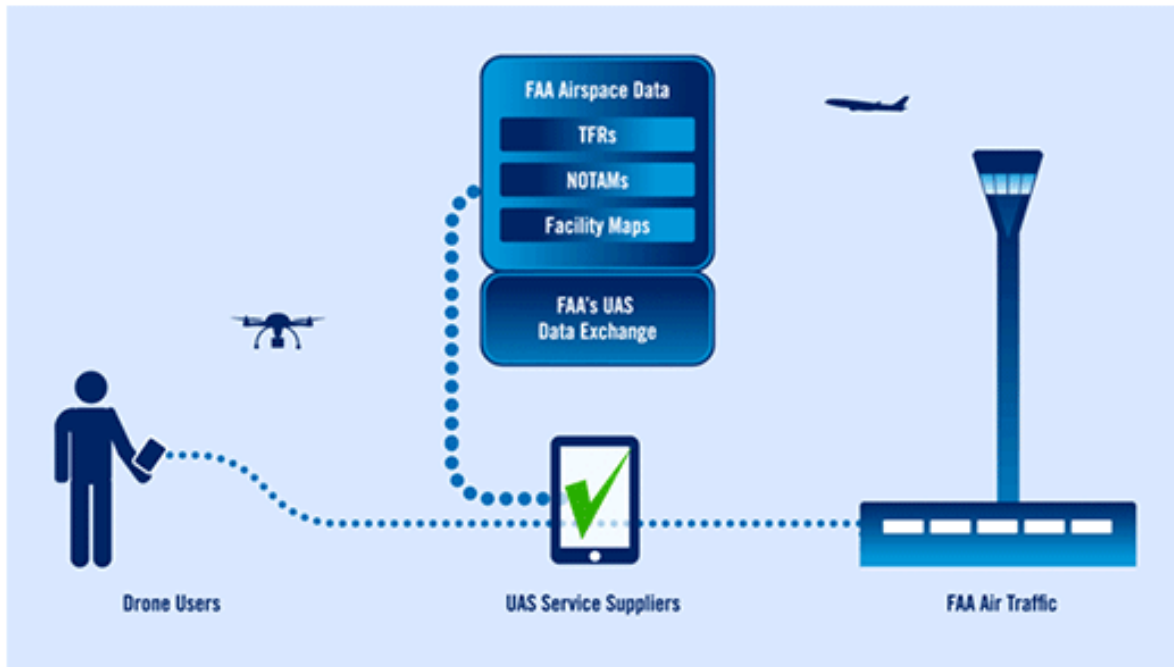
(Source: FAA UTM ConOps V2.0)

¹ Manned aircraft pilots share some responsibility for separation with UAS BVLOS operations (see Section 2.7.1.2).

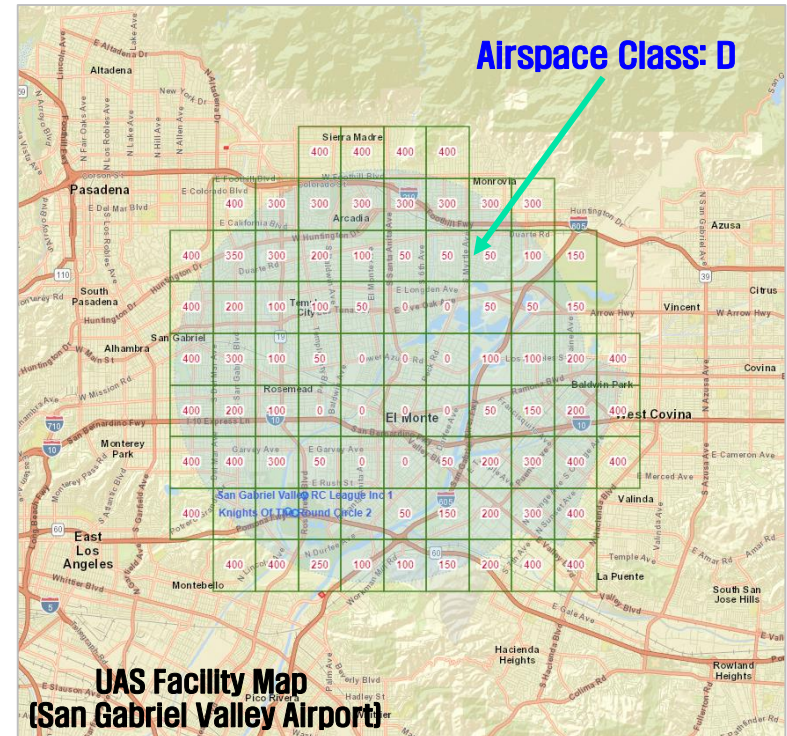
3. 해외 동향 (미국)

◆ LAANC

- Low Altitude Authorization and Notification Capability
- UTM 초기 서비스 형태
- 14 CFR Part 107에서 요구하는 공역 사용 신청/승인을 준실시간으로 자동화함.
- 공항 인근에서 비행 가능한 최대 고도를 표시한 UAS Facility Map을 활용함.
- 현재 17개의 승인된 LAANC 서비스 사업자 서비스 중.

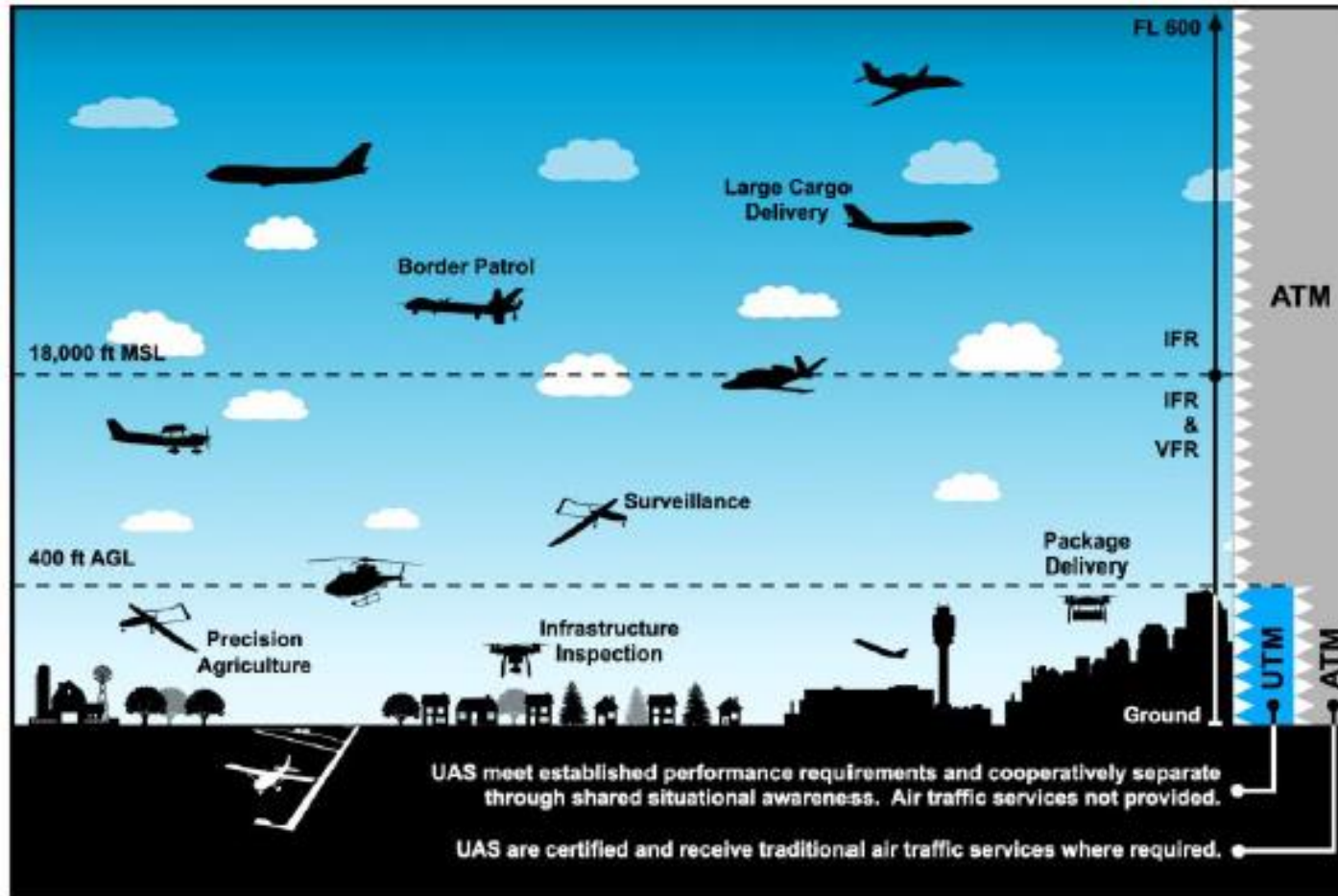


(Courtesy: FAA)



3. 해외 동향 (미국)

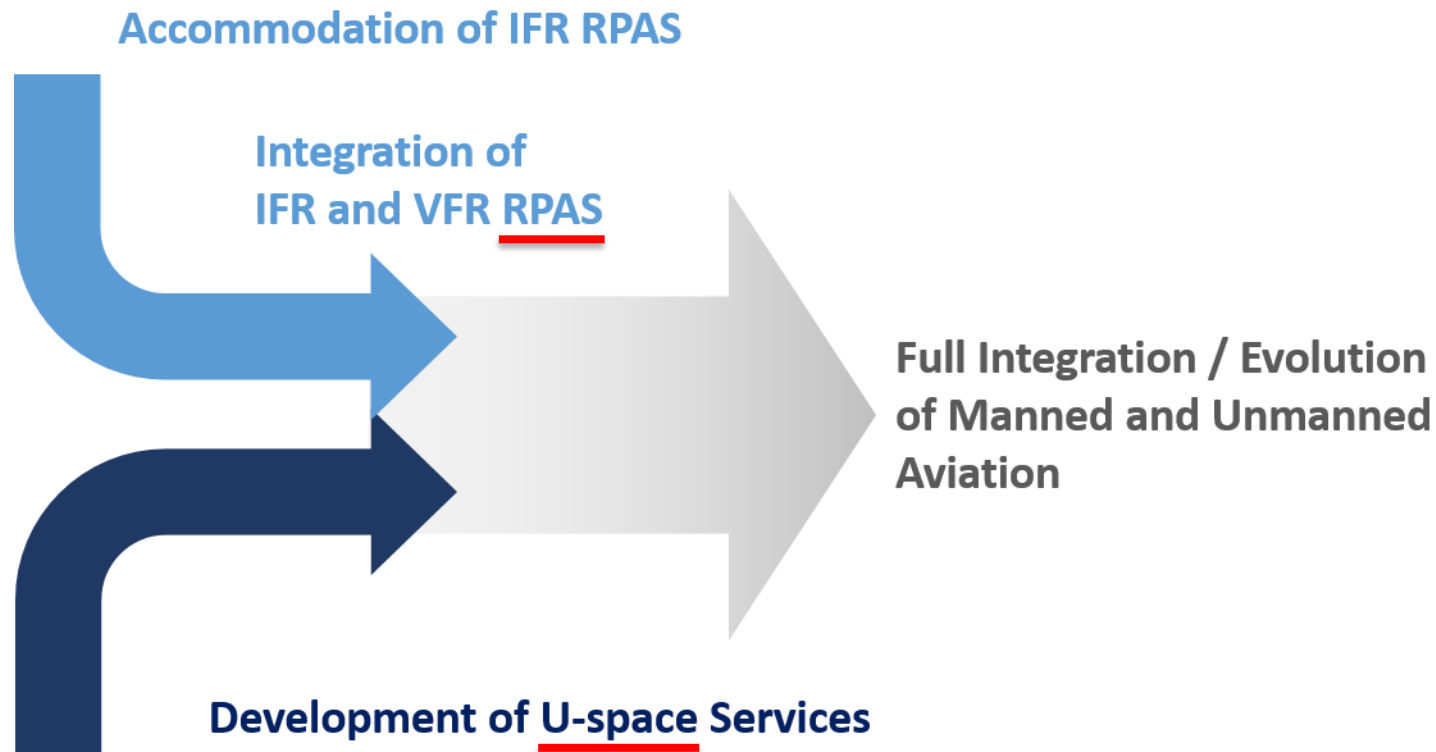
◆ 미국 UTM Operations



(Source: FAA UTM ConOps V2.0)

3. 해외 동향 (유럽)

◆ 유럽의 유무인기 공역 통합 계획



[Courtesy: SESAR Joint Undertaking]

IFR: Instrument Flight Rule,
VFR: Visual Flight Rule,

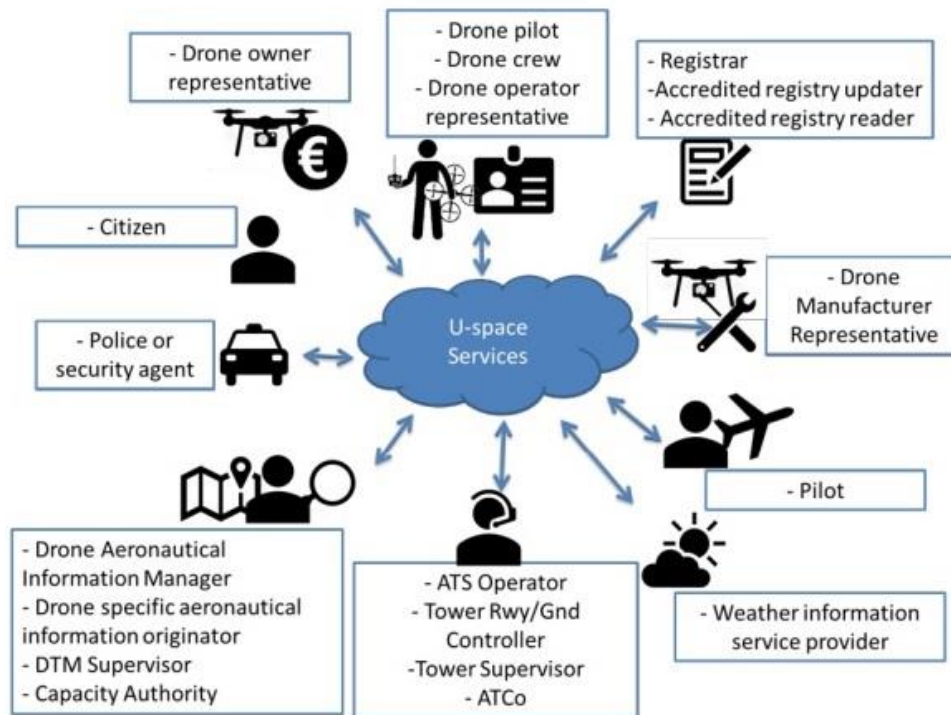
RPAS: Remote Piloted Aircraft System

3. 해외 동향 (유럽)

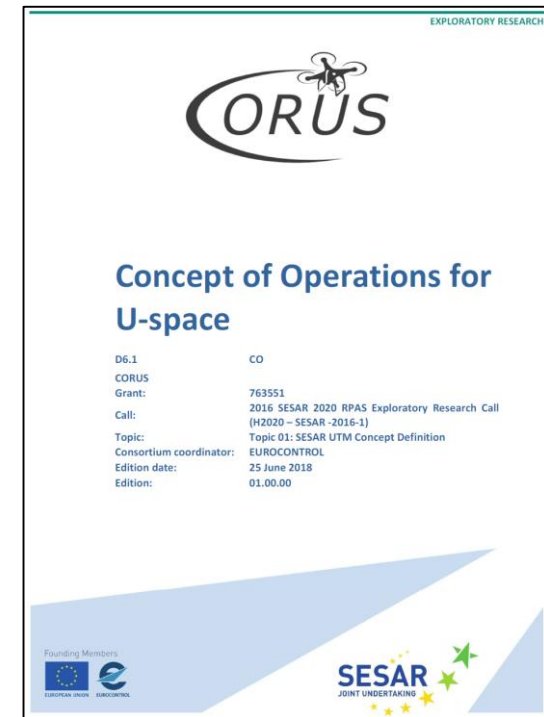
◆ U-space (UTM in Europe)

➤ CORUS (Concept of Operation for EuROpean System)

- The U-space ConOps
- 2018.6월, Edition 01.00.00 (by SESAR JU)
- 2019.10월, Edition 03.00.02



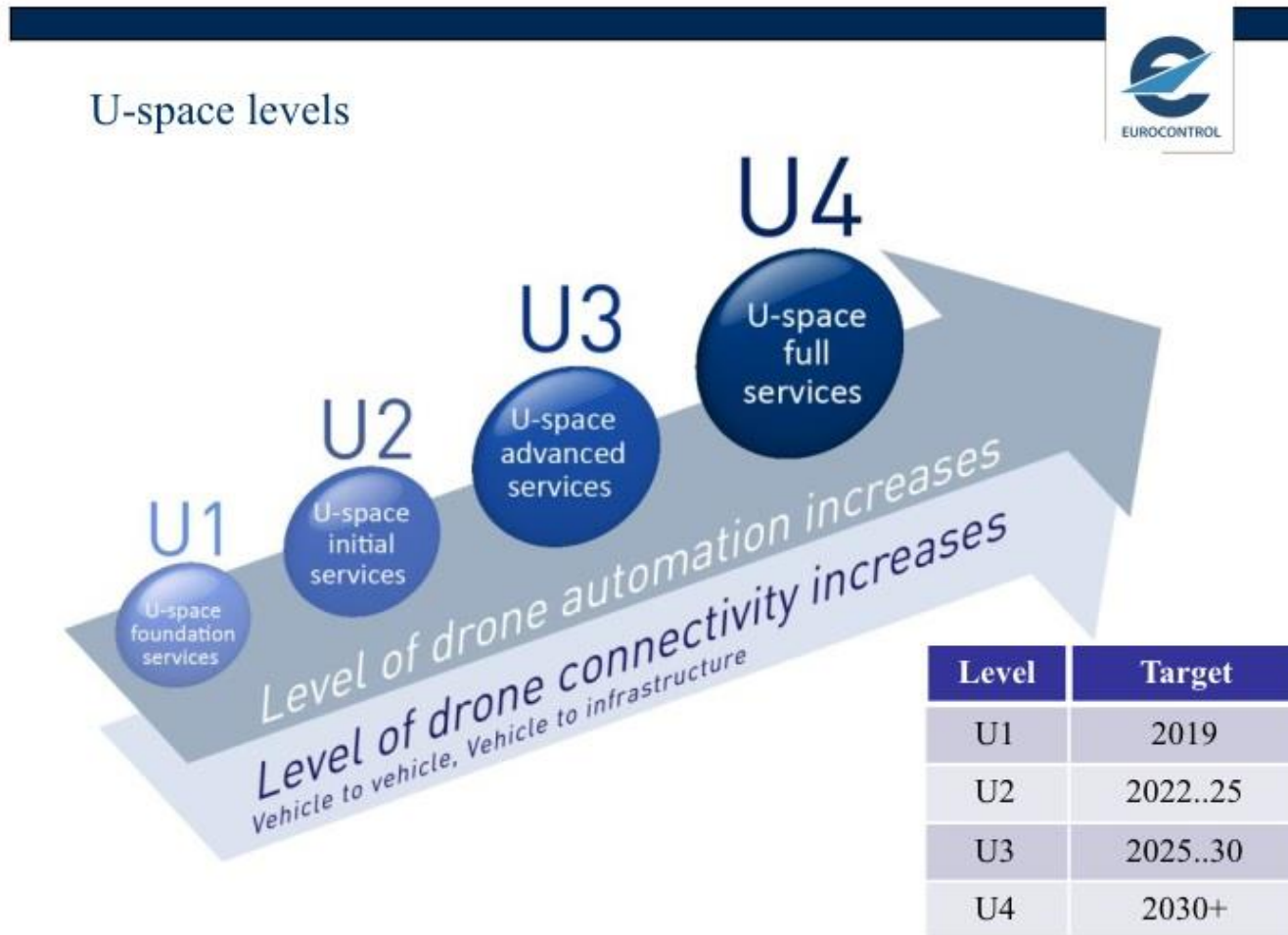
(Courtesy: SESAR JU)



3. 해외 동향 (유럽)

◆ U-space

(Courtesy: SESAR JU)



This project has received funding from the SESAR Joint Undertaking under grant agreement 763551 under European Union's Horizon 2020 research and innovation programme.



3. 해외 동향 (유럽)

◆ U-space 공역

- VLL (Very Low Level airspace)
 - VLL is the airspace below that used by VFR.
- VLL 공역에 따른 서비스 구분
 - Type X : low risk area, No conflict resolution service
 - Type Y : higher risk area, Pre-flight conflict resolution service
 - Type Z : highest risk area, Pre-flight, in-flight resolution service
 - Za : controlled by ATM
 - Zu : controlled by UTM

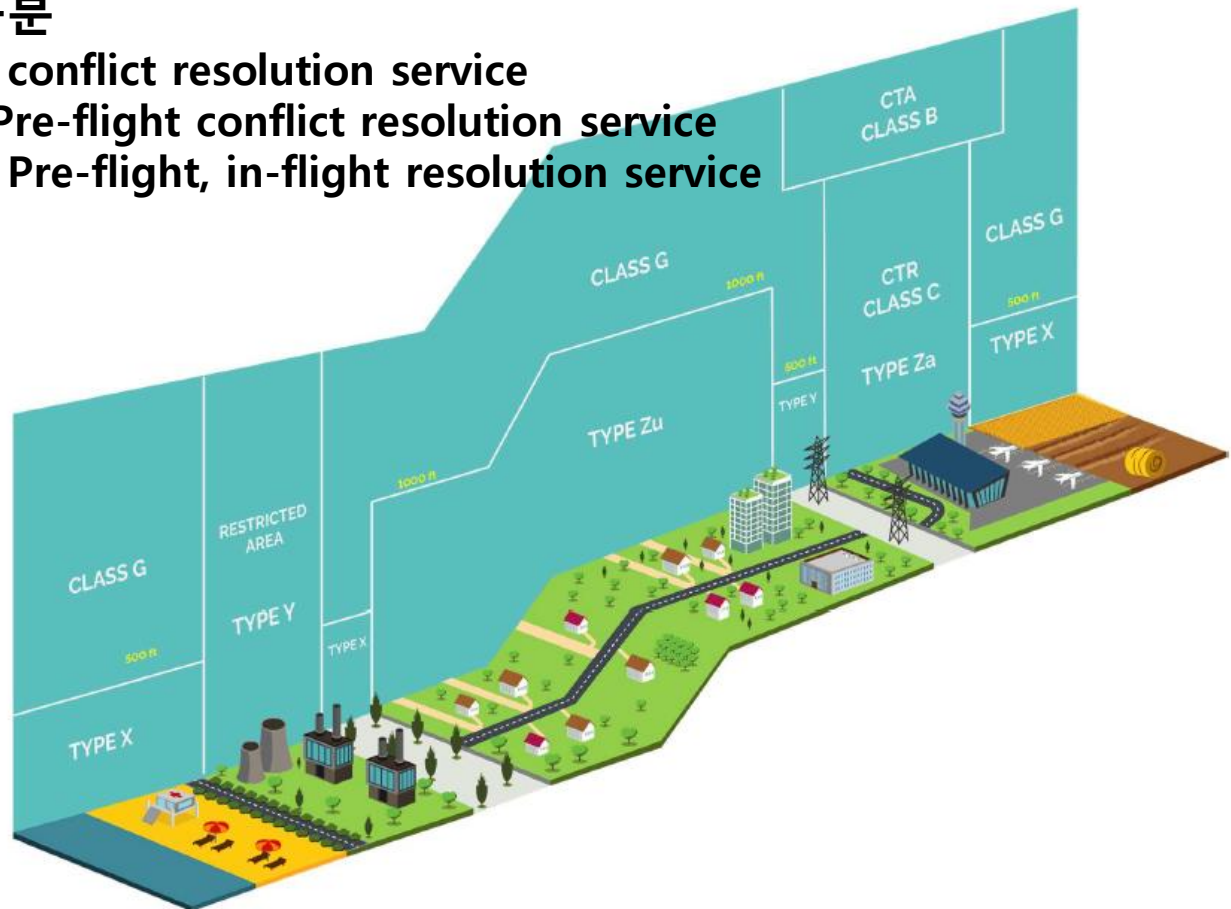


Figure 3 X, Y and Z volumes

[Source: U-space CORUS]

3. 해외 동향 (유럽)

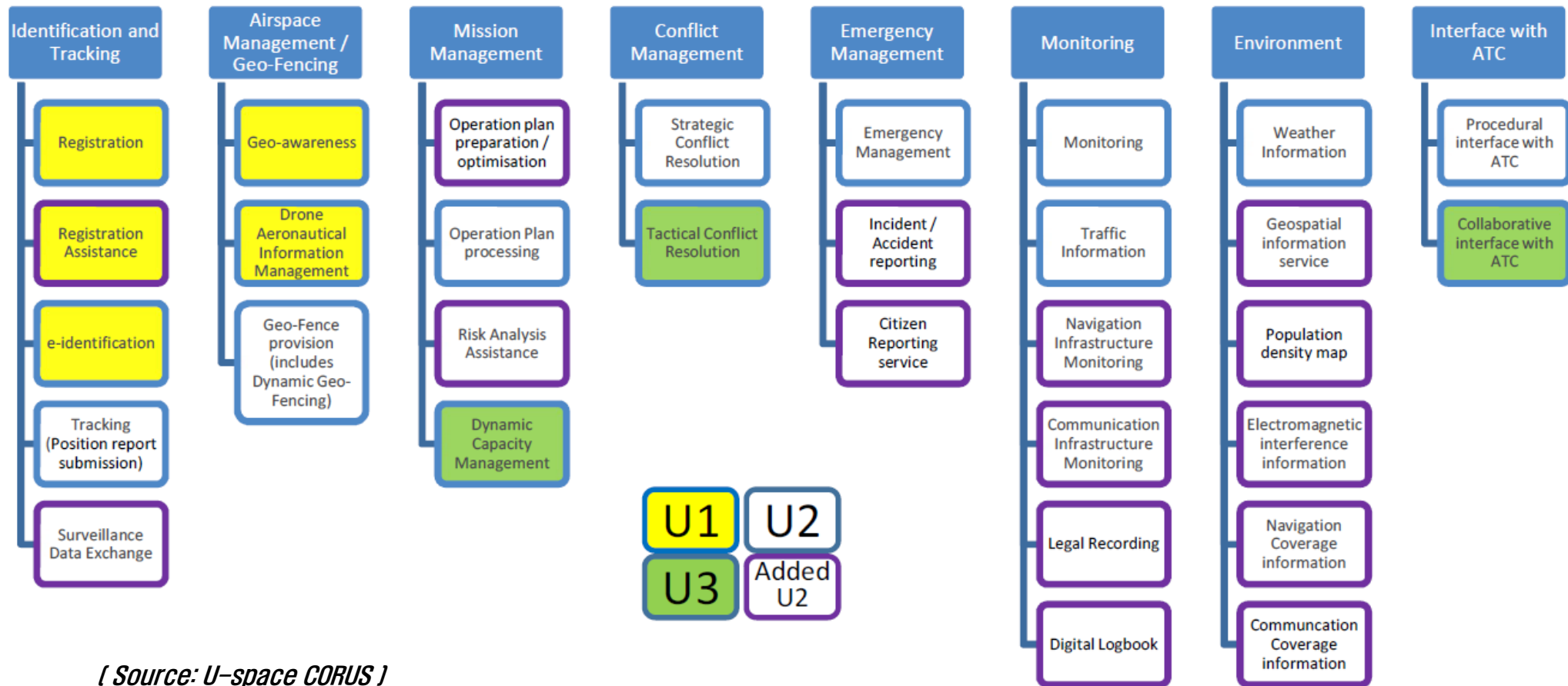
◆ U-space 공역별 요구사항

Type	요구사항
X	<ul style="list-style-type: none">• Operator, pilot, drone 관련 기본 요구사항 존재• Pilot이 충돌회피 책임• VLOS, EVLOS 운용 가능• BLOS, Automated operation에서는 risk mitigation이 요구됨.
Y	<ul style="list-style-type: none">• 비행 계획 승인 필요• Y 공역 운용에 요구되는 Pilot 훈련 필요• U-space에 연결된 remote pilot station(GCS) 필요• 드론 및 remote pilot station은 위치 보고 기능을 보유해야 함(권고 사항)• 기타 특정한 기술 요구사항을 포함할 수 있음
Z	<ul style="list-style-type: none">• 비행 계획 승인 필요• Z 공역 운용에 요구되는 Pilot 훈련 필요• U-space에 연결된 remote pilot station(GCS) 필요• 드론 및 remote pilot station은 위치 보고 기능을 보유해야 함(필수)• 기타 특정한 기술 요구사항을 포함할 수 있음, collaborative detect and avoid 관련 요구사항으로 예상됨.

[Source: U-space CORUS]

3. 해외 동향 (유럽)

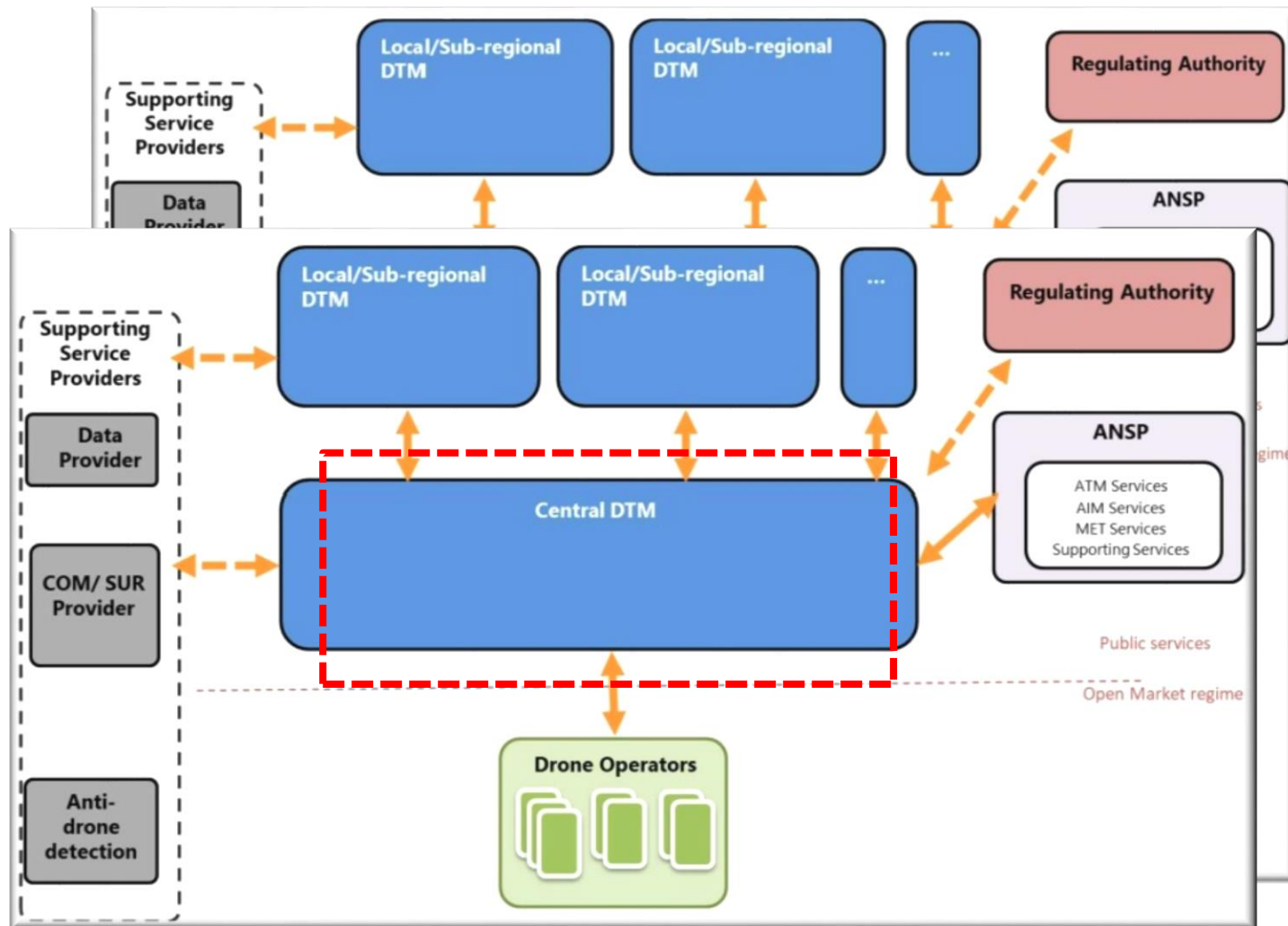
◆ U-space 서비스



(Source: U-space CORUS)

3. 해외 동향 (유럽)

◆ U-space UTM architecture (Federated vs. Monolithic)



(Courtesy: SESAR JU)

4. 국내 개발 현황

◆ 국내 UTM 관련 기술 연구동향

- 무인비행장치 안정성 검증 시범사업('15년~, KIAST)
 - UTM 핵심기술인 위치추적·탐지 및 회피·BVLOS 및 다개체 비행을 시험항목화, 실증 중
- 무인항공기 안전운항기술 개발 및 통합 시범운용('15년~, KAIST 등)
 - 항공기급에 대한 경로설정·교통흐름기법·충돌회피기술에 대한 연구 진행 중
- 민간 무인항공기 실용화를 위한 기반조성('13년, KIAST)
- ADS-B 기반 무인항공기 충돌회피시스템 개발('15~'20년, KARI)
- 드론 편대 통합제어 및 관제 플랫폼 개발('16~, KT)
- 국토부 지원 UTM 개발 및 실증을 위한 과제 진행중('17~'22, KIAST/KARI/KT 외)
 - 무인비행장치 안전 운항을 위한 저고도 교통관리체계 개발 및 실증시험
 - 연구용 UTM 시스템 개발 및 실증 시험 추진 중

4. 국내 개발 현황

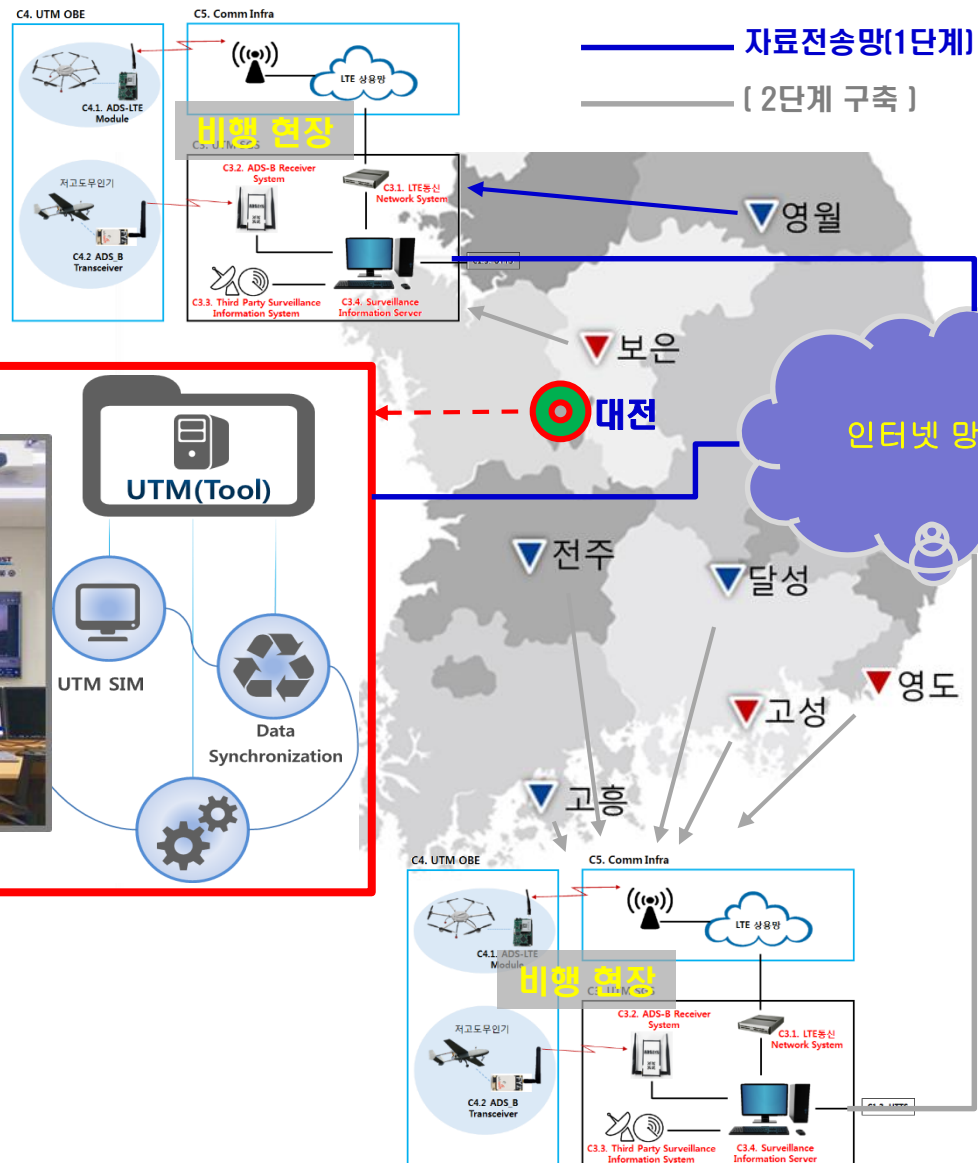
◆ 항우연 UTM Lab.



4. 국내 개발 현황

◆ 1단계 실증 시험

UTM Sim & Control Lab



4. 국내 개발 현황

◆ 시연 및 실증 시험 지원

- GS 칼텍스 인천 물류 센터 드론 / KUTM 실증 시연
 - 일자: 2020년 4월 9일, 장소: GS 칼텍스 인천 물류 센터
 - 참여기관: UTM 연구단, ETRI-네온테크, 인천공항공사 외
- K-드론시스템 대규모 실증
 - 일자: 2020년 5월 27일-28일, 6월 1일-3일
 - 참여기관: UTM 연구단, 아르고스다인, 피스퀘어 외



GS 칼텍스 인천 물류 센터 드론 / K-UTM 시연



K-드론 시스템 대규모 실증 시험