

무인비행장치의 안전 운용을 위한 저고도
교통관리체계 설계 및 실증 기획보고서

2016. 04. .

주관연구기관 / 한국전자통신연구원

국토교통부

(전문기관)

국토교통과학기술진흥원

제출문

국토교통부장관 귀하

이 보고서를 "무인비행장치의 안전 운용을 위한 저고도 무인비행장치 교통관리체계 설계 및 실증에 관한 연구" 과제의 보고서로 제출합니다.

2016 년 04 월 일

주관연구기관명: 한국전자통신연구원

주관연구책임자: 안 재 영

연구원 : 이 병 선

" : 채 종 석

" : 이 용 민

" : 황 유 라

" : 김 인 준

" : 이 수 전

보고서 요약서

과제 고유번호		해 당 단 계 연구 기 간		단 계 구 분	(해당단계)/ (총 단계)	
연구 사업명	중 사업명					
	세부 사업명					
연구 과제명	대 과제명					
	세부 과제명	무인비행장치의 안전 운용을 위한 저고도 무인비행장치 교통관리체계 설계 및 실증에 관한 연구기획				
연구 책임자	안재영	해당단계 참 여 연구원 수	총: 7 명 내부: 명 외부: 명	해당단계 연구 비	정부: 천원 민간: 천원 계: 천원	
		총 연구기간 참 여 연구원 수	총: 7 명 내부: 명 외부: 명		총 연구비	정부: 천원 민간: 천원 계: 천원
연구기관명 및 소속부서명	한국전자통신연구원			참여기업명		
국제공동연구	상대국명:			상대국 연구기관명:		
위탁연구	연구기관명:			연구책임자:		
요약				보고서 면수: 99		

- 고밀도 다중 운용을 전제로 하는 150미터 이하 저고도 공역에서 무인비행장치의 효율적인 활용과 안전한 운용을 위한 교통관리체계 구축 및 무인화/자동화 플랫폼 구축이 필요함
- 미 NASA에서는 '14년부터 '19년까지 저고도공역에서의 안전운항을 위한 기술개발을 목적으로 연간 200억 규모의 UTM(UAS Traffic Management) 프로젝트를 진행 중
- 우리나라의 저고도 무인비행장치의 안전 운용을 위한 교통관리체계 설계 및 실증을 위해 다음과 같은 세부과제를 제안함
 - 다중 무인비행장치 운용을 위한 공역 및 협력적 교통 관리 핵심기술 개발
 - 무인비행장치 관리 체계 개발
 - 망 기반 저고도 무인비행장치 교통관리체계 플랫폼 설계 및 구축
 - 통신 인프라 및 무인비행장치 성능을 고려한 무인비행장치 운영기준 연구
 - 실험 및 실증 사이트 인프라 구축 및 관리
- 이와 같은 사업을 통해 다음과 같은 활용과 효과가 기대됨
 - 무인비행장치 활성화 및 산업화를 위한 필수 기반을 마련하여 안전한 저고도 공역 내 무인비행장치 운항 지원을 통해 공공 및 상용 응용 분야 다양화 및 활성화
 - 무인비행장치 운용에 필수적인 관련 산업(무인비행장치, 탑재장비 및 지상통제장치 개발 및 이를 활용하는 기업·산업)의 기술적 지원과 활성화를 통한 미래성장 동력화 및 일자리 창출

색 인 어 (각 5개 이상)	한 글	무인비행장치, 저고도 G 공역, 안전운용, 공역설계, 교통관리,
	영 어	small UAS, Low Altitude G Space, Safe Operations, Airspace Design, UAS Traffic Management

요약문

I. 제목

무인비행장치의 안전 운용을 위한 저고도 무인비행장치 교통관리체계 설계 및 실증에 관한 연구

II. 기술의 정의 및 필요성

- 차세대 산업혁명 기술로 급속하게 발전하고 있는 무인비행장치를 활용한 신산업 창출 및 관련 기술생태계 조성을 위한 저고도 공역 운영 기준 마련이 시급함
- 고밀도 다중 운영을 전제로 하는 저고도 공역에서의 무인비행장치의 효율적인 활용과 안전한 운용을 위한 교통관리체계 구축 및 무인화/자동화 플랫폼 구축이 필요함
- 미국, 중국 및 유럽 연합 등은 국가 주도의 공역운영 및 저고도 무인비행장치 운용에 관한 활발한 연구개발을 진행중이며, 이를 통해국가의 안전하고 효율적인 공역관리와 신산업 창출 및 육성에 많은 투자를 하고 있음
- 국내의 경우 재난, 안전, 물류 택배 등 다양한 수요가 대두되고 있으나, 공역의 안전하고 효율적인 운영을 위한 기반이 부족함
- 무인이동장치 개발, 운영 시스템 개발 등 다양한 산업 창출과 이로 인한 경제적, 기술적 성장을 유도하기 위해서는 무인이동장치용 국가공역 운용 체계 연구 개발 및 운용이 시급함

III. 국내외 동향 및 환경분석

- 국내 기술 동향
 - 국립재난안전연구원에서 드론을 활용한 현장지원기술 개발을 위해 다수의 멀티콥터/고정익 소형 무인기를 활용한 운영체계 구축을 추진하고, 유콘시스템, 산업통상자원부, 한국로봇진흥원, 대전테크노파크 및 국민안전처, 한전, 경찰청에서 무인기를 활용한 공공분야 활용가능성 및 수요창출을 위한 시범사업('12~'14)에 참여하는 등 국내 무인비행장치 서비스는 공공용 서비스로부터 수요가 창출되고 있음
- 국외 기술 동향
 - 미 NASA에서는 '14년부터 '19년까지 저고도공역에서의 안전운항을 위한 기술개발을 목적으로 연간 200억 규모의 UTM (UAS Traffic Management) 프로젝트를 진행 중
 - NASA UTM 4단계의 기술적용수준 (TCL) 중 1단계에서는 교외지역 비행테스트 및 geo-fence 기반의 간단한 운항경로 설정을 시험하였고('15. 11), 2단계에서는 인구밀도가 낮은 지역에서의 가시권 외 (BVLOS) 비행 테스트와 비상상황에 대해 시험함 ('16.10)
 - 중국에서는 클라우드 기반 실시간 UAS 관리, 감시 시스템(UAS-Cloud)과 운항제한구역 관리 하드웨어 및 소프트웨어를 기반으로 무인비행기 운영체계를 개발 중
 - 무인비행장치 통신 및 운용 시험 비행을 위해 미국 Qualcomm이 샌디에이고 공항, 핀란드 Nokia가 네덜란드 트벤테 공항에서 각각 독자적인 무인비행장치 테스트 구역을 운영 중
 - 네덜란드 (NLR), 프랑스 (ENAC), 독일 (DLR) 항공연구기관 및 델프트 공대가 참여한 Metropolis 프로젝트에서는 무인기 교통관리를 위한 새로운 저고도 공역 개념을 시뮬레이션 수행을 통해 공역 개념에 따른 안정성과 효율성을 평가
 - 미 UC 버클리의 CalUnmanned 연구소에서는 토지 소유자가 해당 공역의 비행허가에 대한 권한이 있다고 가정하여 공역 관리 모델(Air Parcel Model)을 제안함

IV. 연구개발과제 구성

- **다중 무인비행장치 운용을 위한 공역 및 협력적 교통 관리 핵심기술 개발**
 - 동적/정적 공역 구조 설정을 고려한 공역 설계 및 운영 조건 설정 기법 개발
 - 리스크 기반 비행경로 평가 및 설정 기법 개발
 - 동적/정적 지형적 경계설정 기법 개발 및 기준 설정
 - 비행경로 기반 출도착 관리 및 비행 승인 알고리즘 개발 및 전략 평가도구 개발
- **무인비행장치 관리 체계 개발**
 - 무인비행장치 등급 및 등급별 성능 요건 설정
 - 개별 무인비행장치 등록 및 이력 시스템 개발
 - 개별 무인비행장치 산업표준안 도출
- **망 기반 저고도 무인비행장치 교통관리체계 플랫폼 설계 및 구축**
 - 네트워크 기반 교통관리 핵심기술 자동화 및 무인화 기술 설계
 - 대규모 다중 무인비행장치 운용을 고려한 확장성 있는 시스템 및 데이터 아키텍처 정의 및 구현
 - 이동형/고정형 교통제어 및 운용 시스템 요구사항 연구 도출
- **통신 인프라 및 무인비행장치 성능을 고려한 무인비행장치 운영기준 연구**
 - 무인비행장치-지상 인프라간 (air-to-infra), 무인비행장치간 (air-to-air)의 통신 기술별 (3G/4G/5G/WiFi 등) 기술 적합성 테스트를 통한 고안정성 무인비행장치 항공망 요건 및 운영 조건 도출
 - 무인비행장치 위치인식 요건 및 분리 기준 설정
 - 협력적/비협력적 무인비행장치 탐지·회피 기법 검증
- **실험 및 실증 사이트 인프라 구축 및 관리**
 - 상시 운영 실험사이트 설정 및 필요 인프라 구축
 - UTM 서버, 무인비행장치 탑재체, 다중 항공망 등 연구진의 실험 요구에 부합하는 인프라 구축 및 운영
 - 단계별 실증사이트 설정 및 실증 시나리오 인프라 구축 및 검증
 - 다부처간 개발 연계 및 협력을 위한 연구협의체 구성 및 운영

V. 추진전략

- 연구진용 소규모 실험사이트와 일반 데모용 실증사이트를 구분하여 상시 실험환경 보장을 통한 성공적 실증을 유도함
- 연구진 및 외부 전문가를 포함한 연구개발 관리 및 의사결정 협의체 운영
- 국제협력강화
 - 급속하게 발전하는 무인비행장치 운영 분야 기술개발 동향 파악 및 연구 교류를 위한 국제 자문단 구성 및 운영
 - 미국 FAA, 유럽 EASA 등 정부차원에서의 교류를 통한 선 개발 기술 및 노하우 전수 및 협력적 기술 개발 추진
- 정부 협력 기반 강화
 - 과학적 연구를 통한 개발 기술이 안전한 공역 운영 및 무인비행장치 산업화에 기여할 수 있도록 유관 부처와의 긴밀한 협력을 통한 정책 수립에 기여함
- 대국민 정보 공유
 - 매년 실증 시나리오에 기반한 실증을 실시하고 이를 대중과 공유함으로써, 관심 있는 국민과 산업체들과의 연구개발의 진행결과 공유

VI. 활용방안 및 기대효과

- 안전한 저고도 공역 내 무인비행장치 운용을 위한 자동화/무인화 교통관리 및 감시 체계 구축 및 운영
- 무인비행장치 교통관리체계 관련 SW 및 모듈 등의 산업화
- 무인비행장치 및 탑재장치 인증을 위한 상설 시험 단지 구축
- 국내기업 기술 지원 및 창업 지원
- 무인비행장치 교통관리체계 및 관련 기술 수출
- 무인비행장치 활성화 및 산업화를 위한 필수 기반을 마련하여 안전한 저고도 공역 내 무인비행장치 운항 지원을 통해 공공 및 상용 응용 분야 다양화 및 활성화
- 무인비행장치 교통관리 핵심기술 (위치추적, 탐지·회피, 경로 설정, 비상상황 관리, 지형적 경계 설정 등) 개발을 통한 기술 역량 증대 및 경쟁력 확보
- 무인비행장치 운용에 필수적인 관련 산업(무인비행장치, 탑재장비 및 지상통제장치 개발 및 이를 활용하는 기업·산업)의 기술적 지원과 활성화를 통한 미래성장 동력화 및 일자리 창출

VII. 자원투입 계획

- 총 연구개발기간 : 2017 ~ 2021 (5 년)
 - 1단계 연구개발기간 : 2017 ~ 2018 (24 개월)
 - 2단계 연구개발기간 : 2019 ~ 2021 (36 개월)
- 총 사업비 : 198 억원 (미정)
 - 1단계 사업비 : 82 억원
 - 2단계 사업비 : 116 억원

구분	1단계		2단계			계
	'17	'18	'19	'20	'21	
다중 무인비행장치 운용을 위한 공역 설계 및 협력적 교통 흐름 관리 핵심기술 개발	4	8	4	4	6	25
무인비행장치 관리 체계 개발	4	14	8	7	6	39
망 기반 저고도 무인비행장치 교통관리체계 플랫폼 설계 및 구축	3	12	13	11	9	48
통신 인프라 및 무인비행장치 성능을 고려한 무인비행장치 운영 기준 연구	4	14	8	7	7	40
실험 및 실증 사이트 인프라 구축 및 관리	5	14	9	8	9	45
계	20	62	42	37	37	198

VIII. 과제공모 방안

- 과제 참여를 위한 신청조건은 「국토교통부 소관 연구개발사업 운영규정」 제4조에 의한 기관으로 정함
- 필요에 따라 주관연구기관, 공동연구기관, 위탁연구기관 및 참여기업으로 편성된 컨소시엄으로 신청 가능
- 과제성격에 따라 다학제(多學制, multi-disciplinary)간 연구진 구성
- 기 수행(종료과제, 중단과제) 및 현재 수행중인 유사과제 관련 연구개발결과의 구체적인 연계·활용방안을 연구계획에 포함
- 연구책임자 및 기관의 참여제한 조건은 다음과 같음
 - 접수 마감일 전날까지 국가연구개발사업 참여제한 기간이 만료되지 않은 자 또는 기관
 - 국가연구개발사업 연구개발과제를 3개 이상 수행하는 연구책임자(주관, 협동) 및 5개 이상 수행하고 있는 참여연구원(연구책임자 포함)
(운영규정 제57조 제2항 참조)
 - 단, 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 과제는 포함하지 않는다.
 - 수행중인 과제가 신청 마감일로부터 4개월 이내에 종료되는 과제
 - 사전조사, 기획·평가연구 또는 시험·검사·분석에 관한 연구개발과제
 - 세부과제 조정 및 관리를 목적으로 하는 연구개발과제
 - 중소기업과 비영리법인의 공동기술개발 과제로서 미래창조과학부장관이 관계 장관과 협의하여 그 금액 등을 별도로 정하는 연구개발과제(비영리법인 소속 연구자의 연구개발과제 수 계산에 대해서만 적용)
 - 미래창조과학부장관이 관계 장관과 협의하여 별도로 정하는 금액 이하의 소규모 연구개발과제
- 과제 참여 신청서는 국토교통과학기술진흥원 홈페이지를 통해 제공
- 신청서의 인터넷 입력은 연구관리종합정보시스템(<http://rnd.kaia.re.kr>)을 통해서 하며, 접수는 국토교통과학기술진흥원에 방문하여 신청서류 제출 및 접수

목 차

1. 기술의 정의 및 필요성	9
1.1 기술의 정의 및 분류체계	10
1.2 기술개발의 필요성	13
2. 국내외 동향 및 환경 분석	16
2.1 국내외 정책동향	17
2.2 국내외 시장현황 및 전망	21
2.3 기술(특히, 논문 등)동향	25
2.4 기술수준 분석	54
2.5 유사과제 분석 및 기존 기술(연구)와의 차별성	55
2.6 국내 연구개발 인프라 분석	61
3. 연구개발과제 구성 및 추진전략	63
3.1 비전 및 목표	64
3.2 기술개발에 따른 미래상	66
3.3 연구개발 과제 구성	66
3.4 세부과제별 주요내용, 추진전략 및 연계방안	67
3.5 연구추진체계	72
3.6 기술로드맵 및 성과 로드맵	74
4. 사전타당성 검토	76
4.1 정책적 타당성	77
4.2 기술적 타당성	77
4.3 경제적 타당성	77
5. 자원투입 계획	79
5.1 연구시설 및 장비 투입계획	80
5.2 인력투입계획	83
5.3 소요예산 투입계획	84
6. 과제공모 방안	86
6.1 과제제안 요구서	87
6.2 공모조건	95
6.3 선정평가 방법	96

1. 기술의 정의 및 필요성

1.1 기술의 정의 및 분류체계

1.2 기술개발의 필요성

1.1 기술의 정의 및 분류체계

1.1.1 저고도 교통관리체계 정의

**저고도 (150 m 이하) G 공역을 운항하는 민수용 무인비행장치¹⁾가
안전하고 효율적으로 운용될 수 있도록 지원하고 관리하는 체계**

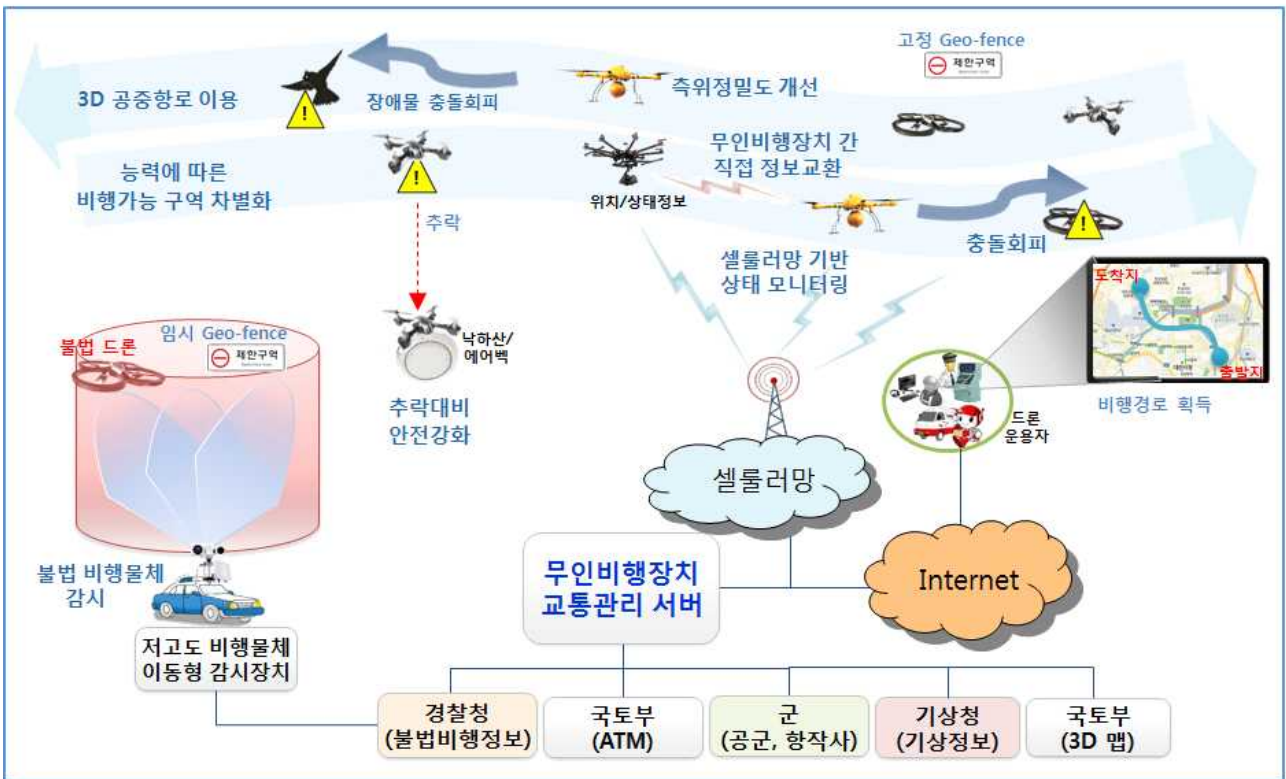


그림 1-1. 저고도 무인비행장치 교통관리 개념도

- 미리 구축된 드론용 3D 공중항로 이용 비행
 - 또는 설정된 공간 내에서 비행
- 기체 및 탑재장치 능력에 따른 차별적인 비행구역 접근 허가
 - 드론의 기체 및 탑재장치가 기준에 미달하는 경우 원거리 운항 불허
 - 도시지역 운항을 위해서는 고성능의 탑재장치 필수
- 무인비행장치 측위 정확도 개선
 - GNSS 수신 성능 개선 및 SBAS 추가 이용에 의한 GNSS 측위 정밀도/신뢰성 향상
 - 다중센서 융합 및 3D 맵 지원 정밀측위
 - GNSS 수신 불능 및 불안정 지역(도심 등)에서의 대체항법 적용
- 무인비행장치 위치 및 상태 모니터링
 - 각 무인비행장치는 셀룰러 망을 통해 위도, 경도, 고도, 속도, 방향 등의 상태 정보와 고유식별번호

1) 무인비행장치: 자체무게 150kg 이하 (25kg이하 취미용 드론의 가시범위 내 비행은 교통관리체계에 포함되지 않음)

- 호 등을 전송
- 무인비행장치 간 직접 정보교환
 - 각 무인비행장치는 WAVE 등을 이용해 상호 간 직접정보 교환
- 무인비행장치 간 상호분리
 - 주변 무인비행장치들의 상태 정보를 이용해 공중충돌이 발생하지 않도록 분리(separation)
- 무인비행장치 교통관리 서버
 - 무인비행장치 및 운용자의 인증
 - 고정 및 동적 geo-fence 관리
 - 무인비행장치 위치/상태 모니터링 및 예측
 - 비행 리스크 평가 기반의 비행경로 최적 설정 및 동적 조정 (장애물, 기상 상황, 트래픽 등 고려)
 - 트래픽 예측 등에 기반한 sequencing 및 spacing
 - 비상상황 관리 등

1.1.2 저고도 교통관리체계 기술 분류 체계

중분류	소분류	비고
저고도 공역설계 및 교통 흐름 관리	<ul style="list-style-type: none"> - 저고도 공역 설계 및 운영 조건 설정 기술 - 동적/정적 지형적 경계(geo-fence) 설정 기술 - 리스크 기반 비행경로 설정 기술 - 비행경로 기반 출·도착 관리 기술 - 무인비행장치 운영 전략 평가도구 기술 	
무인비행장치관리체계	<ul style="list-style-type: none"> - 무인비행장치 등급 및 등급별 성능요건 설정 기술 - 개발 무인비행장치 등록 및 이력 시스템 개발 - 개별 무인비행장치 산업 표준안 제시 	
저고도 무인비행장치 교통관리체계 플랫폼	<ul style="list-style-type: none"> - 네트워크 기반 교통관리 자동화 및 무인화 기술 - 확장성 있는 교통관리 시스템 및 데이터 구조 설계 기술 - 무인비행장치 위치·상태 모니터링 기술 - 외부 entity 인터페이스 기술 - 저고도 무인비행장치 교통관리체계 플랫폼 	

중분류	소분류	비고
통신인프라 및 무인비행장치 운영기준	<ul style="list-style-type: none"> - 통신 기술별 고 안정성 무인비행장치 정보교환 기술 - 위치인식 요건 및 분리기준 - 협력적/비협력적 무인기비행장치 탐지/회피 기술 	
저고도 교통관리체계 실증 기술	<ul style="list-style-type: none"> - 실증시험 환경 설계 및 구축 기술 - 저고도 교통관리체계 기능 및 성능 실증 기술 	

1.2 기술개발의 필요성

1.2.1 저고도에서의 무인비행장치 운항을 위한 교통관리체계 필요

- 저고도에서 무인비행장치의 안전하고 효율적인 운항을 위해서는 교통관리 인프라 구축 및 관련 업무 제공이 필수·선결 조건
 - 비행지역의 지형 및 구조물, 시·공간 무인비행장치 트래픽 변동, 날씨, 고정/동적 비행금지구역 등을 종합적으로 고려한 무인비행장치 경로계획 결정을 통해 질서 있고, 안전하며 경제적인 비행 유도 가능
 - 보다 자유로운 무인비행장치 운용 허용 요청을 수용함으로써 무인비행장치 이용 및 관련 산업 활성화 가속화
 - ※ 저고도 무인비행장치 교통관리 업무가 지원되지 않으면 해당 공역에서의 자유로운 운용이 허용될 수 없어 '무인비행장치 산업' 발전에 큰 걸림돌이 될 것임
- 저고도 무인비행장치 교통관리체계와 관련한 운영기준 및 성능요건 등 설정 필요
 - 무인비행장치-지상 인프라 간 및 무인비행장치 간 통신 요구조건 및 프로토콜, 위치정밀도 요건, 무인비행장치 간 분리 기준 및 공역 감시 기준, 무인비행장치 탐지회피 등의 무인비행장치 운영 기준 설정
 - 무인비행장치 등급 및 등급별 성능 요건 설정, 무인비행장치 등록 및 이력 관리 등 필요
 - 저고도 교통관리 대상과 비대상 무인비행장치의 구분 및 이에 따른 탑재장비 요구사항과 허용 비행지역의 차별 적용 등 체계적 관리 필요

저고도 무인비행장치 구분 (예시)

- 교통관리 비대상 무인비행장치 (취미, 레저용 등 25kg 이하)
 - VLOS(Visual Line Of Sight) 비행만 허용
 - 제한된 시간과 환경에서만 비행 허용 (인구밀집지역, 주요시설 등은 비행 제한)
 - ※ 취미, 레저용 무인비행장치도 필요조건을 만족하면 UTM 대상 무인비행장치와 동일한 운항 허용
- 교통관리 대상 무인비행장치 (공공, 사업용 등)
 - 교통관리 대상 무인비행장치의 등급 적용 : 요구 탑재장비, 별로 비행 가능 지역 및 방법 등 차별 적용 ⇒ 인증체계와 연계
 - 요구 탑재장비를 갖춘 무인비행장치에 대해 BVLOS(Beyond VLOS) 비행 허용
 - 안전하고 효율적인 운항을 위한 제도화된 비행 규칙 필요



그림 1-2. 저고도 교통관리체계 부재 시의 예상 문제점

1.2.2 예상 역기능에 대한 대책 마련 필요

- 저고도 무인비행장치 교통관리와 감시는 무인비행장치 이용 시 예상되는 많은 역기능을 억제할 수 있는 가장 효과적인 기술적 대책

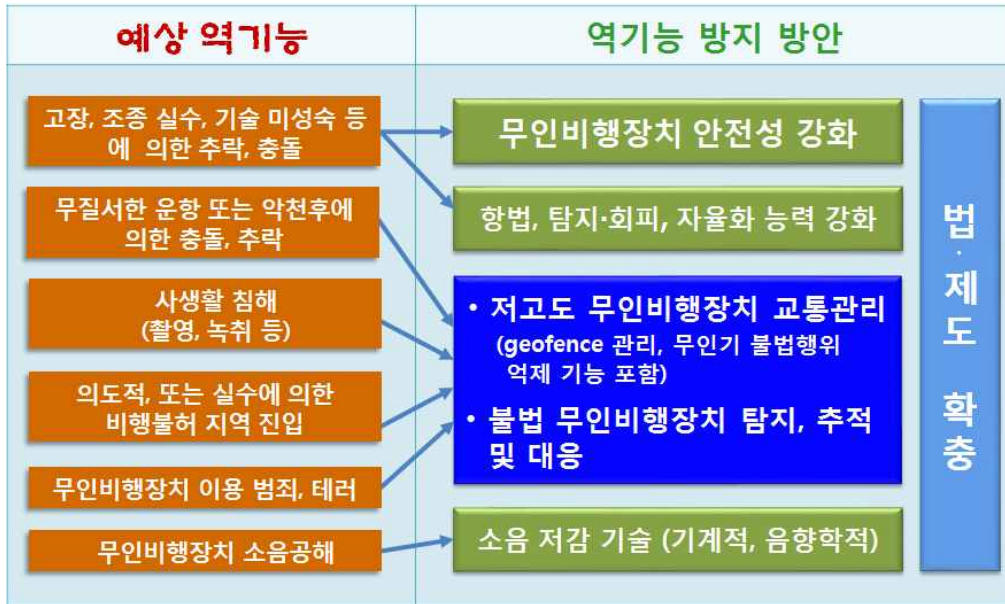


그림 1-3. 예상 역기능 및 최소화 방안

1.2.3 정부지원 필요성

- 국가가 일반 항공기의 운항을 위해 필요한 인프라를 구축하고 관리하는 것과 마찬가지로 무인비행장치 운항을 위해 필요한 제도 및 교통관리체계의 준비는 국가가 당연히 담당해야 하는 역할임

- 미국의 UTM (UAS Traffic Management) 사업도 정부기관인 NASA가 주도하여 추진하고 있으며, 미국교통부의 하부기관으로 항공수송의 안전유지를 담당하는 FAA (Federal Aviation Administration)와 협조하고 있음
- 무인비행장치가 공간을 운항할 수 있는 길을 만들어 주고 이들의 안전한 운항을 위한 제도와 교통관리체계를 구축해 주는 것은 자동차를 위한 도로건설 및 교통관리와 같은 관점에서 마땅히 정부가 수행해야 하는 사업임

1.2.4 기술개발 시급성

- 무인비행장치를 단순한 취미/레저용이 아닌 공공/상업용으로 활용하기 위해서는 무인비행장치의 안전하고 보다 자유로운 BVLOS 비행이 가능하도록 하기 위한 제도와 교통관리 인프라 구축이 조속히 이루어져야 함
 - 무인비행장치를 실질적으로 활용할 수 있는 교통체계를 국가가 제공하지 않고 규제만 할 경우에는 국내의 무인비행장치 관련 시장 자체가 없어질 수 있음
 - 취미/레저용 무인비행장치와 달리 공공/상업용 무인비행장치 관련 산업은 아직 초기 단계이므로, 다른 나라보다 빨리 무인비행장치의 질서 있는 비행이 허용될 수 있는 제도와 인프라를 구축하고 서비스를 제공한다면 이 분야에서의 국제 경쟁력을 확보할 수 있음
- 무인비행장치의 교통관리 (UTM) 시스템 연구개발은 미국에서도 NASA 주도로 최근에 시작한 기술로서 우리나라의 앞선 ICT기술을 이용하여 세계기술을 선도할 수 있음
 - 미국과 달리 우리나라는 세계 최고수준의 LTE 전국망이 구축되어 있으므로 LTE 망을 기반으로 한 전국 규모의 무인비행장치 교통관리체계 운용이 가능함
- 미국과 비교할 때 우리나라의 주거/생활환경이 매우 다르고 비행금지 및 제한 구역이 매우 많아 미국의 UTM 시스템을 도입하여 사용하는 것이 불가능하며, 이에 따라 우리나라의 환경에 맞는 무인비행장치 교통관리체계 및 제도 마련이 시급함
 - 우리나라는 아파트 등에 인구가 밀집하여 생활하기 때문에 넓은 지역의 주택으로 분포되어 있는 미국에서의 무인비행장치 활용을 위한 교통관리체계와 차별화된 방식으로 시스템을 구축해야 함
 - 우리가 개발한 저고도 교통관리체계는 동남아시아 등 우리나라와 비슷한 환경의 국가에도 적용될 수 있으므로 해당국들에 교통관리체계 및 관련 기술의 수출도 가능함

2. 국내외 동향 및 환경 분석

- 2.1 국내외 정책동향
- 2.2 국내외 시장현황 및 전망
- 2.3 기술(특허, 논문 등)동향
- 2.4 기술수준 분석
- 2.5 유사과제 분석 및 기존 기술(연구)와
의 차별성
- 2.6 국내 연구개발 인프라 분석

2.1 국내외 정책동향

2.1.1 국내 주요 정책

- 대통령 주재 제22차 국가과학기술자문회의에서 관계부처 합동으로 『무인이동체 기술개발 및 산업성장 전략』 보고 ('15.5.29)
 - 다중 또는 다수 무인이동체간 공통으로 적용·활용 가능한 공통기술 (①공통 요소부품, ②SW플랫폼, ③안전운용 인프라, ④역기능 예방)을 개발·확산하여, 기술 경쟁력 강화 및 신규기업의 기술 진입장벽 완화
 - 무인이동체의 운행 허용, 안전성 확보, 역기능 방지 등을 위한 법제도 정비 및 규율체계 정립 추진
 - 신규 무인이동체 실증테스트·시연, 성능검증이 가능한 시험환경 조성
 - 무인이동체 산업 발전을 위한 범정부 거버넌스 신설, 시장 활성화 및 국민적 관심제고를 위한 정책적 지원 등 범국가적 추진체계 구축
 - 추진과제별 소관부처
 - (미래부) 소형드론 경쟁력 조기 확보
 - (미래부, 관계부처) 무인이동체 공통기술 개발
 - (국토부) 법·제도 정비 및 확충
 - (국토부, 관계부처) 실증 및 테스트 지원
- 우리나라는 항공법 제 23조, 제 62조 및 시행규칙에서 초경량비행장치 내에 무인비행장치를 포함하여 규정
 - 기체무게 150kg을 기준으로 이를 초과하면 무인항공기, 12 ~ 150kg은 무인비행장치, 12kg 이하 (배기량 55cc 이하)는 무인비행물체로 구분하고 무인항공기는 등록 및 비행 계획 승인을 의무화 하되 무인비행장치는 신고하도록 규정하였고 무인비행물체는 신고 없이 비행 가능
 - 무인비행물체는 비관제 공역 내에서는 허가를 받지 않고 비행할 수 있으나 관제 공역내 비행은 비행계획을 제출 승인받도록 규정
- 드론 산업의 활성화와 안전을 위한 규제의 충돌
 - 항공기와의 충돌 또는 위험 사건의 발생과 각국에서의 테러 위험성 증대는 드론의 규제 완화를 저해하는 주요한 요인으로 작용

2.1.2 해외 주요 선진국 정책

□ 미국

- 미국 연방항공청(FAA)는 소형 드론의 상업적 이용을 엄격하게 규제해 왔으나 2014년 5월 농업, 부동산, 영화 및 방송, 원유 및 가스, 건축 활동에 예외적으로 허용한 것이 2015년 9월 1,400 건을 상회
- 드론 전반에 대한 포괄적 규제와 사전 허가를 엄격하게 규정한 소형무인기 규정안을 2015년 2월

공시

- 소형 드론의 운영에 있어, 최대 무게를 55파운드로 제한하고, 고도 500피트이하에서 주간에 조종자의 시계 내에서 시속 100마일 이내로 비행이 가능하며 다른 비행물체에 방해가 되지 않아야함
- 2015년 12월 21일부터 FAA는 55파운드 이하의 모든 레저용 소형 드론의 등록 제도를 전격 시행
 - 2016년 2월 19까지는 보유한 드론을 등록토록 하였고 서류접수는 물론 간단한 웹기반 등록 (www.faa.gov/uas/registration)도 가능. 등록자는 13세 이상의 시민권자와 영주권자로 제한. 등록 내용은 이름, 거주지, 연락처이고 무인기 제조자, 모델, 일련번호는 입력하지 않아도 됨
 - 상업용 소형 드론에 대한 웹기반 등록은 2016년 봄부터 시행할 계획
- 한편 중대형 드론의 유인기와 공역 통합을 위한 표준은 RTCA-228을 통해 표준화를 추진 중에 있으며 2016년 말까지 완료할 예정이고, 이와는 별개로 Class-G 공역에서 드론 관리를 위한 표준을 제정하기 위하여 2016년 상반기 중에 RTCA 산하에 표준화 기구를 설치할 계획
 - FAA는 무인기 공역 통합과 관련된 문제점을 파악하기 위한 시험 지역으로 전국에 6곳을 지정
- FAA는 충돌방지에 대한 기본 원칙으로 ‘See-and-Avoid’를 고수하고 있으며, 이 점이 드론의 운용 거리를 제한시키고 보다 고도화된 개발을 저해하는 요인으로 작용
 - ‘Sense-and-Avoid’ 기술이 현재의 제약을 해결할 수 있을 것으로 내다보고 있으며, 소형 경량화한 ADS-B와 레이저 스캐닝 기술이 대안으로 떠오르고 있음

□ 유럽 (EU)

- 2015년 3월 유럽항공안전국 (EASA)은 드론의 운항을 개방, 특정, 인증의 3개 범주로 구분하는 법규를 제안
 - 개방 범주는 항공당국으로부터 승인은 필요 없으나 사람으로부터 근접 고도와 거리를 제한
 - 특정 범주는 계획된 운항에 대해 위험성 검사와 승인 요구
 - 인증의 범주는 유인항공기 수준에 준하는 고도의 위험성 조사를 요하는 운항에 해당
- 또한, EASA는 국가별로 달라 혼선을 야기하고 있는 EU의 규제를 통일하는 과정으로 2015년 12월 18일 앞으로 개발할 드론 법규의 기초가 되고 안전성 보장과 동시에 활용을 촉진하기 위한 “기술적 의견”을 공표하였고, 2016년과 2017년에 새로운 법을 제정할 계획임
 - 기술적 의견에 앞서, 2015년 7월 31일 EASA가 동작개념을 정리한 A-NPA (의무-금지)의 요약
 - 의무 사항 : 시계 내 비행 유지, 비금지 지역 선택, 매 비행 전 드론 점검 및 계획 수립, 제조자 지침 숙지, 비행장/헬기장과 거리 유지, 충돌회피 책임, 유료 작업 허용
 - 금지 사항 : 대인 위협 비행 금지, 사람/자산/차량 50m 내 근접 비행 금지, 지상고도 150m 이상 비행 금지, 비행기/헬기 접근비행 금지



그림 2-1. 유럽항공안전국(EASA)의 드론의 동작개념에 기반 한 A-NPA(의무-금지) 사항

□ 영국, 호주, 프랑스, 캐나다

- 영국, 호주, 프랑스, 캐나다는 드론의 상업적 운용에 대해 유사한 형태의 규제를 적용
 - 예를 들어 캐나다를 제외한 3개국은 55파운드 이하 소형 드론의 상업적 운용에 대해서도 운항 전 정부가 제시한 특정 비행운항 인증서류 받도록 규정하고 있음.
 - 이 운항 인증 서류에는 비행시간 중 안정성 유지 방법, 원격 조정사의 교육과 면허 등 세부 사항을 요구
 - 캐나다는 55파운드이하에 대해서는 인증서류를 면제해 왔으나 2014년 4월 법을 개정하여 4.4파운드 이하에 대해서만 면제한 바 있고, 호주도 캐나다와 동일한 법규 제정을 검토 중으로 이는 파리 등 최근 급증하는 테러의 영향으로 판단됨
- 영국은 CAA (Civil Aviation Authority)가 150kg이하의 드론 (RPAS)에 대한 규제를 관장하고 있으며 20kg이하는 소형 RPAS, 20kg ~ 150kg은 경량 RPAS로 구분. CAA는 ANO (Air Navigation Order)라는 법제를 통해 관장하고 있으며 현재 ANO 2009를 적용
 - 소형 RPAS는 최대 500m까지의 가시 조건 하에서 고도 400ft이하에서 비행 가능하며, 인구밀집지역으로부터 150m, 사람, 선박, 차량 및 구조물로부터 50m 이내 접근을 금지
 - 소형 RPAS는 감항인증 및 조종자 면허가 필요 없으나, 경량 RPAS에 대해서는 요구됨
- 비교적 규제 수준이 낮은 호주의 경우에도 민항안전청(CASA)은 규제를 미국 수준으로 강화하기 위한 법 개정을 2016년 말까지 완료할 예정임
 - 호주의 현행법으로는 55파운드 이하의 소형 무인기를 상업적으로 이용하는 경우에도 인증이 필요 없음
- 프랑스와 오스트리아는 25kg 미만 드론의 경우 타인의 사진을 공개하는 것을 제외하고는 ‘규제 0’

표 2-1. 상업적 무인기 운용에 대한 주요 국가별 법규

법규 항목	호주	캐나다	프랑스	영국	미국 (제안 중)
무게 구분 (파운드)	≤0.2 0.2 <, ≤331 > 331	< 4.4 4.4 <, ≤55 > 55	< 4.4 4.4 ≤, ≤55 55 <, > 331 ≥331	≤15 15 <, ≤44 44 <, ≤331 > 331	< 55
정부제출 서류	운용자 인증	운용자 인증 4.4이상 승인	승인	민항당국허가	운용자 인증
파일럿 교육 또는 인증	인증	교육	운용자가 파일럿 자격인증	인증	인증
파일럿 자격 검증	매년	신청 시	없음	없음	격년제
감항 인증서	331이하 없음	55이하 없음	55이하 없음	44이하 없음	없음
BLOS 허용	규정 없음	불가	불가	불가	불가
과밀 또는 도심 지역 제한	실패 시 대피 고도 확보	5.75마일 이격	특별 허가 필요	제한, 사안별 검토 가능	운용자 외 사람 상공 불가
고도 제한	400ft	300ft (55이하)	494ft	400ft	500ft

□ 일본

- 일본은 1980년대부터 비료와 농약 살포를 위해 드론을 농업에 사용할 수 있도록 허가한 최초의 국가이며, 최근 일본정부는 드론의 확산에 따른 안전문제를 보장하기 위한 기본 규칙을 담은 개정 항공법을 '15년 9월 4일 발표
- 경량 장난감은 규제 대상에서 제외하고, 무인 항공물체 중 원격 조종 또는 자율 조종을 통해 비행할 수 있는 물체를 규제 대상으로 설정
- 공항 주변과 인구 밀도가 4000명/km²을 초과하는 주택밀집지역은 비행금지구역으로 지정하되, 예외적으로 안전성을 확보하고 당국의 허가를 받은 경우에는 비행 가능
- 야간 비행은 허용되지 않고, 주간인 경우에도 육안으로 무인기 확인이 가능한 시계 내 비행만을 허용하며, 행사나 전시회 등 사람이 모이는 장소에서의 비행과 폭발물 운송은 금지



그림 2-2. 일본의 소형 무인기 규제 개념도

2.2 국내외 시장현황 및 전망

2.2.1 국외 무인기 시장 규모 및 전망

- 무인기는 전체 항공시장의 성장을 주도하는 가운데 시장규모가 '15년 연간 64억달러에서 '24년 115억 달러로 증가할 전망 (출처: Teal Group, '14)
 - 연평균 6.1% 성장하여, 향후 10년간 총 100조원 (910억달러)의 규모의 시장이 될 것으로 전망
- 2010년 기준 미국의 무인기는 전체 군용기의 41%를 차지하기에 이르렀는데, 2005년에는 이 비율이 5%였으며 단지 5년 만에 미군은 7,494 기의 무인기를 보유함 (군용 유인기수는 10,767 기)

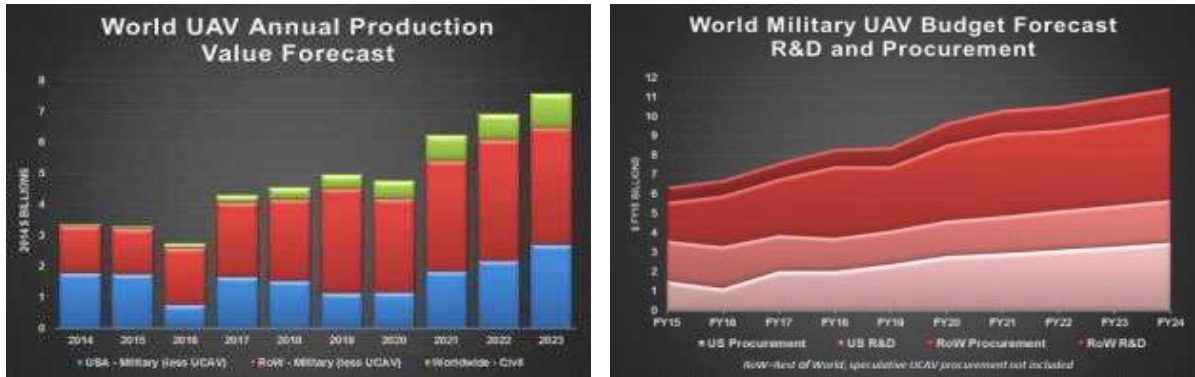
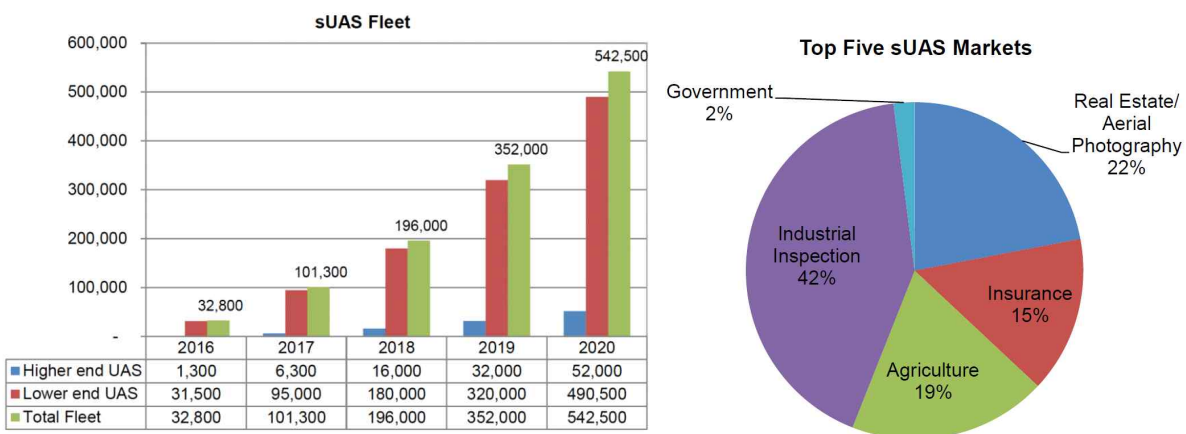


그림 2-3. 전세계 무인기 시장 동향 전망 (출처 : Teal Group '14)

- 전 세계 무인항공기 시장의 성장률은 매년 6% 로 최근 32개국에서 약 250여종의 무인항공기를 개발, 생산하고 있으며 약 41개국에서 80여종의 무인항공기를 운용 중
- 최근 무인기 시장은 미국에 의해 주도되고 있으나 유럽 국가들과 이스라엘 등의 선진 국가들이 개발 경쟁에 본격 가세하고 있고 향후 아시아-태평양 지역 시장의 성장률이 크게 높아질 것으로 예상됨
- 무인기 기술 성숙에 따른 활용도가 증가되고, 적용분야 또한 다양해지며, 개인소비자의 관심증가에 따라 소형드론의 판매가 급속히 증가될 것으로 전망 (출처 : 미국 CEA, '14년 25만대 → '18년 100만대)
- 美 FAA는 '20년까지 미국에서 1만대 이상의 상업용 무인기가 운용될 것으로 전망, 민간분야 활용 폭도 급속 증가 추세
- 구글, 페이스북 등의 IT 기업부터 초소형 무인기를 이용하여 틈새시장을 노리는 스타트업 기업까지 무인기 시장에 뛰어들어 경쟁 가속
- 초기 무인기는 군용으로 주로 활용이 되었으나, 민간 분야 수요(교통, 물류, 구조, 통신, 농업 등) 증가에 따라 활용 분야 다양 추세

- 국제무인시스템협회(AUVSI)에 따르면 무인기 활용 분야는 국경 보안, 항공 방제, 농업, 항공 촬영, 통신, 탐색 및 구조, 송유관 감시 등 30개 분야로 분류
- 미국의 FAA는 small UAS에 대해서 평균 \$40,000 이상의 Higher-End 시장과 평균 \$25,000 정도의 Lower-End 시장으로 나뉠 것으로 예측²⁾
- 2016년부터 5년간 Teal Group은 Small UAS가 대략 542,500기 정도가 될 것으로 전망
- Small UAS의 대수에 대한 전망은 최종적인 규제구조가 어떻게 될지에 따라 불확실성 존재
- 최종적인 룰이 만들어 질 경우 상업적으로 많이 이용될 것으로 판단
- 무인기시스템은 항공업계에 있어서 가장 성장세가 높은 섹터임
- Small UAS는 정부(2%), 부동산 및 항공촬영(22%), 보험(15%), 농업(19%), 그리고 산업검사(42%)로 많이 사용될 것으로 예측



2.2.2 국내 무인기 시장 규모 및 전망

- 국내 무인기 시장은 '14년까지 2~3천만불 사이로 유지되다 '15년을 기준으로 급속히 성장하여 '20년 이후에는 5억불 이상의 시장을 형성할 것으로 예상함 (출처 : 항우연, '14년 자료)
- 군사용 위주 (90% 이상)의 시장이 민간 영역 (택배·농업·재난관리 등)으로 확산될 것으로 기대되면서 시장규모 확대 전망
- '22년까지 약 1,000여대의 수요 예상
- 현재 무인기 운용은 76개국 162종이며, 그중 한국은 28종으로 시장의 2%를 점유 중

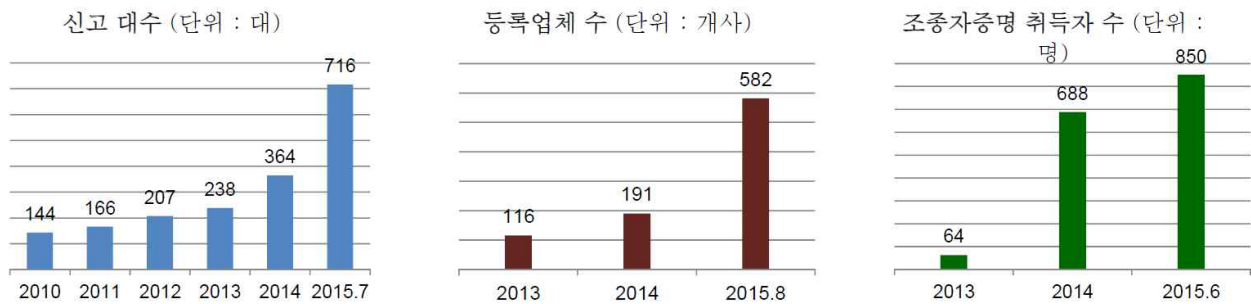
2) FAA Aerospace Forecast (Fiscal Years 2016-2036), pp.30-33.



그림 2-4. 국내 무인기 시장 규모 예측

(출처 : 무인항공기 (Drone) 기술동향과 산업전망, KEIT보고서, 2015)

- 민수용 무인기로는 유콘시스템, 성우엔지니어링, 원신스카이텍 등에서 개발 중인 농업용(농약살포) 및 항공촬영용 등이 있으며, 농업용 무인 헬기는 2015년 현재 323대 판매, 운용 중



[주요 기종 및 활용분야]



취미 · 오락용
[2kg 이하]



동호인용(모형항공기)
[25kg 이하]



항공촬영용(헬리캠)
[약 8~12kg]



농약살포용
[약 65~80kg]

그림 2-4. 국내 무인비행장치 운용현황

(출처: 무인비행장치 안전관리 정책방향, 국토교통부, 2015.9)

- 국내에서는 이미 촬영용 무인기시장이 상당히 활성화 되어 있는데, 이들 무인기는 수동으로 조작하는 방식으로 운용됨. 이외 재난감시용으로 지자체를 중심으로 무인기 수요가 형성되고 있음 (출처 : 인사이트코리아, '14년)

표 2-2. 2025년까지 국내 무인항공기 수요 예측

군사용	고고도/중고도 무인정찰기	7~8 여대
	사단급 무인정찰기	60 여대
	연대/대대급 이하 무인정찰기	500 여대
	공격용 무인기	500 여대
	포병 관측용	100 여대
	전자전 및 화생방용 무인기	100 여대
민간용	농업용	1,000 여대
	해안/산불 감시용	200 여대
	기타	500 여대
총 3,000여 대		

표 2-3. 우리나라의 민간용 무인항공기 수요예측

용도	시기	비고
해안 감시	2018 ~ 2025	26개 해경 X 2조
산불 감시	2018 ~ 2022	5개 산림청 X 4조
환경 감시	2020 ~ 2025	10개 지자체 X 1조
재해재난 모니터링	2018 ~ 2030	10개 지자체 X 2조
교통통제/사고수습	2018 ~ 2022	10개 지자체 X 1조
공중촬영	2016 ~ 2025	업체 60대 (대당 25억원)
농업용	2016 ~ 2025	업체 1,000대 (대당 2억원)
기타	2016 ~ 2025	소형 위주
계		

※ 10개 지자체 : 서울/경기/강원/충남/충북/전남/전북/경남/경북/제주

- 국내 무인기 시장규모는 '14년 100억원 수준에서 '22년까지 연간 5억불, 연평균 22% 성장이 전망됨 (출처 : Teal Group, World UAV Forecast)
- 정부주도의 민/군 무인기 체계개발을 통한 독자개발 능력 확보 전략 수행
- 민/관 사업 진행 동향 및 투자 방향에 차별성 존재

표 2-4. 무인기 민간 R&D 투자동향 및 정부 투자방향 분석

분류	민간 R&D 투자동향	정부 투자 방향
무인기	<ul style="list-style-type: none"> • 국내 산·학·연은 무인기 시스템 및 각 부 체계에 대한 연구개발 중 - (항우연) 틸트로터 무인기 TR60, 전기무인기 - (대한항공/항우연) TR60 - (한화) CROW, (성우) Remo-H, (유콘) RemoEye 	<ul style="list-style-type: none"> • 90% 이상 군용 무인기 개발에 집중 - (군) 중고도 무인기, 사단급 무인정찰기, 차기 군단급 무인기, 다목적 수직이착륙 무인기 신개념 기술시범 사업 - (민) 스마트무인기, 근접감시용 무인기, 다목적 수직이착륙 비행로봇 시스템, 항공부품, 정밀비행시험시스템 등
무인기 핵심 부품	<ul style="list-style-type: none"> • 무인항공기의 비행체 운영과 연관과 비행 제어 모듈 및 통신모듈 등은 국내업체가 자사 모델 개발 시 산·학·연 협력 등을 통해 개발 • 주요 임무탑재장비는 해외구매를 통해 장착 	<ul style="list-style-type: none"> • 무인기 시스템 개발에 대부분 투자

- 현재 비행체, 항공전자, 임무장비, 통신장비, GCS 등 무인기 관련 부품, 서브시스템, 임베디드 S/W개발 능력 확보
- 중소기업의 참여가 항공산업 내 유인기 분야에 비해 활발하며, 향후 중소기업 주도의 기술선도가 가능할 것으로 예상

2.3 기술(특허, 논문 등)동향


2.3.1 무인기 기체 동향

□ 국내

- 국내 무인기 개발은 국방과학연구소, 한국항공우주연구원 등이 주도하여 한국항공우주산업, 대한항공, 유콘시스템과 함께 군용 무인기와 상용 미니·소형 멀티콥터를 개발
- 레저용 미니·소형 무인비행장치 분야는 최근 수요 증대에 따라 활성화되고 있으나 중국의 DJI 등 세계시장 지배기업에 비하여 기술력이 부족하고 부품 수급 환경이 열악하여 경쟁력 확보가 쉽지 않음

표 2-5. 국내 주요 무인기 현황

무인기명	제작사	형상	동력원	최대이륙중량 (kg)	최대체공 시간(hr)	최대탑재중량 (kg)
EAV-2H	한국항공우주연구원		전기모터	20	25	-
KUS-9	대한항공		피스톤 엔진	150	6	20

무인기명	제작사	형상	동력원	최대이륙중량 (kg)	최대체공 시간(hr)	최대탑재중량 (kg)
						
RemoEye-006	유콘시스템		전기모터	6.8	1.5	-
Remo-H	성우 엔지니어링		4행정 게솔린엔진	120	1	50
Aris Beetle Octo	네스앤틱		전기모터	10	20 min	3
AFOX-1A	카스콤		전기모터	32	12 min	10

- 한국전자통신연구원은 2010년부터 2년 6개월간 지식경제부 World Best Software (WBS) 과제에서 DO-178B Level A 인증요건을 획득한 실시간 운영체제인 Qplus-AIR를 개발하고 한국항공우주산업(주)의 무인기 비행제어컴퓨터에 탑재하여 국내 최초 비행시험 성공
 - 차세대 통합 모듈형 항공전자시스템 (IMA : Integrated Modular Avionics)을 지원하고 높은 신뢰성을 제공하기 위한 항공기 SW 국제 표준인 ARINC 653 지원
 - 항공우주연구원의 스마트 무인기에 HILS 시험 성공 및 한국항공의 회전익 무인기상태감시 컴퓨터에 탑재

□ 미국

- 120여종 약 11,000여기의 무인기를 운용 중이며 단일국가로는 가장 많은 종류 수량 보유
- MQ 및 RQ 모델의 기종을 전략적으로 개발하여 다수의 무인기를 군 작전인 감시 정찰, 전자전, 해상감시, 대잠수함 임무에 투입하였고, 최근에는 Northrop Grumman 社를 주계약자로 한 무인전투기 (UCAV : Unmanned Combat Aerial Vehicle) 개발 프로그램인 UCAS-N을 진행 중이며, 이에 따라 2020년까지 150여대에 이르는 UCAV 편대를 구축할 계획
- 스텔스 기능을 갖춘 정찰 무인기의 활용이 증대될 전망

□ 이스라엘

- 방위산업을 국가 전략 육성 산업으로 인식하며 비용대비 효과가 우수한 무인기 개발로 무인기 시장에 빠르게 진입하여 주로 중소형 무인기에 강점
- 한정된 지역을 대상으로 하는 전술 감시 및 유사시 소규모 공격이 가능한 체계개발에 주력하며 중고도 이하 급에서 다중화 및 최적화를 통한 전술 감시 능력 극대화에 주력
- 평균 방산 수출 매출액의 10%를 무인기 시스템 수출이 점하고 있으며 증가 추세

□ 유럽

- 미국에 비해 상대적으로 무인기 개발은 열세였으나 최근 기업 주도의 컨소시엄을 구성해군사용 무인기 개발에 나서면서 무인기 개발 경쟁에 합류
- 대표적으로 4억 유로에 달하는 개발비용 중 절반을 프랑스가 부담하고 스웨덴, 이탈리아, 스페인, 스위스, 그리스 기업 등이 참여하는 군사용 무인기 개발 프로그램인 nEUROn은 마하 0.8의 속도, 스텔스 기능, 250 kg이상의 레이저유도무기체계 장착이 가능한 플랫폼을 개발하고자하며 2030년 실전배치를 목표
- 독일의 경우는 HALE 및 VTOL 무인기 분야의 선도 기술을 보유하고 있으며 초소형무인기 (Micro UAV)에 대해 관심

□ 중국

- DJI社를 중심으로 한 민간용 무인기는 드론시장 50% 점유, 군사용 무인기 분야에서도 군 현대화 프로그램을 기반으로 기술력이 급증하는 추세
- 2013년 파리 에어쇼에서 공개된 Yilong은 무인공격기의 성능을 보유하고 있으며, 같은 해 1월 시험비행에 성공한 Xialong은 한국, 일본 및 미국령 괌까지 정찰 가능
- 2013년 5월 육상 활주시험 이후 본격적인 시험비행에 임박한 Lijian은 성공 시 미국과 프랑스에 이어 세계 3번째로 스텔스 기능을 가진 무인공격기가 될 전망

2.3.2 서비스 동향

□ 국내

- 국내에서 민수용 무인비행장치 서비스는 초기단계이며, 공공용 서비스로부터 그 수요가 창출
- 국내·외 기업에서 개발된 무인기를 활용하여 국민안전처, 경찰청 등 공공용도 (재난원인조사, 해양오염조사 등)로 활용방안을 모색하기 위한 다양한 시범사업이 민간 또는 민·관 협조체제로 진행 중
 - 드론을 활용한 현장지원기술 개발 (국립재난안전연구원) : 여수 기름유출사고 등 다수의 멀티콥터/고정의 소형 무인기를 활용하여 운영체계 구축 추진 (출처 : 2014 무인기 시스템 심포지엄 발표자료집)
 - 자율비행로봇 시범보급사업 (유콘시스템) : 산업통상자원부, 한국로봇진흥원, 대전테크노파크 및 수요기관 (국민안전처, 한전, 경찰청 등) 참여로 2012 ~ 2014 멀티콥터/고정의 소형 무인기를 활용한 공공분야 활용가능성 및 수요창출을 위한 시범사업 (출처 : 2014 무인기 시스템 심포지엄 발표자료집)
 - 시스코 코리아-건국대는 멀티콥터형 드론에 미세먼지, 방사능, 유해가스 등을 감지할 수 있는 지능형센서를 통합한 재난정보수집용 드론을 개발하여 시연 ('15.4)

□ 국외

- 민수용 무인비행장치 서비스에 대해서는 여러 전문 매체에서 다양한 방법으로 소개하고 있으며, 미국의 VentureRadar사는 세계 100대 상용 무인기 제조사의 생산계획을 바탕으로 20대 상용서비

스를 제시

- 20대 상용서비스 : 농작물피해 검증 (보험사), 풍력터빈 검사, 건축 현장 관리, 정밀 농업, 가스 화염 조사, 긴급 구조, 시설 보안, 돌발 홍수 경보, 이식 장기 운송, 상어 공격 방어, 야생 동물 보호, 철도 안전, 선박 오염물 방출 감시, 조립 및 육목, 영화 촬영, 송유관 누출 검출, 택배, 보도, 탐색 및 구조, 유류 누출 조사



그림 2-5. VentureRadar사가 제시한 드론을 이용한 20대 상용 서비스

- 기존 개발· 시판 무인기를 대상으로 공공분야의 활용성을 확보하고자 하는 다양한 시도가 민·관 협력으로 추진 중
 - 재난/치안 전용으로 개발되거나 개발 중인 무인비행시스템은 별도로 존재하지 않으며, 기존 무인 비행체에 임무특성과 용도에 부합한 임무장비를 탑재하여 사용하고 있으며, 소형 무인기에서 대형 고정익무인기에 이르기까지 다양한 형태의 활용방안을 모색 중
 - 소형 무인기의 경우 독일 Microdrones社의 MD Series는 영국, 독일, 스웨덴 등의 공공기관(경찰, 소방 등)에서 다양하게 활용 중
 - 유엔환경계획 (UNEP : United Nation Environment Program)은 산사태, 홍수, 화산분출 등의 재난지역의 상황을 조기에 파악하고 대처하기 위한 Eco-drone 프로그램을 통해 고정익, 회전익형 무인기 등 다양한 형태의 드론을 활용
 - 유럽의 통합연구 개발 프로그램의 일환으로 무인기를 이용한 재난 피해 예측 및 구호를 위한 RECONASS, DARIUS, ICARUS 등의 프로그램을 진행 중

2.3.3 저고도 무인기 교통관리 프로젝트 동향

□ 미국의 UTM(UAV Traffic Management) 프로젝트

- FAA와 NASA는 UAS 기술의 발전과 시장의 확대를 위해 저고도 공역에서의 안전운항을 지원하

- 기 위한 UTM 필요성을 인식
- 많은 무인비행장치는 저고도 (Class G, 500 feet 이하)에서 운용될 것으로 예측되나, 현재 저고도에서의 안전 비행지원을 위한 인프라가 없음
- NASA UTM 책임자 Parimal Kopardekar(PK)는 UTM을 민수용 드론의 저고도 공역 안전운항을 위하여, 제한된 공간과 약천후 조건을 고려하여 설정경로에 필요한 공간 확보와 타 비행체와 분리를 유지해주기 위한 정보를 조종사에게 제공하는 시스템이라고 정의
- UTM의 주요 지원 기능
 - 500ft 이하의 지역별 필요성, 응용, 성능기준을 고려한 공역 관리, 필요시 속도 및 방향별 고도 설정 고려
 - 동적, 정적 geo-fence 설정, 공간 예약 기능
 - 기상, 바람에 관한 실측 및 예측 정보 활용
 - 혼잡 예측 및 관리
 - 지형 및 인공 구조물 회피
 - 안전 구획 관리
 - 운용 인증 및 허용 등
- 28개 기업 및 대학, 3개 연방부청이 NASA와의 UTM 공동연구를 위한 파트너 협약을 체결('16. 2.현재)
 - Aerospace Technologies, Inc., Airware*, Amazon, Analytical Graphics, Inc., Avison, Inc., Board of Regents of the Nevada System of Higher Education on behalf of the Desert Research Institute, DroneDeploy, Exelis, Google, Inc.*, Gryphon Sensors, Higher Ground, LLC, Lockheed Martin Corporation - Information Systems and Global Solutions, Lone Star UAS Center of Excellence & Innovation at Texas A&M University- Corpus Christi*, ne3rd, LLC*, Neurala, Inc., Precision Hawk*, Simulyze, SkySpecs, Inc.*, SkyWard IO, Inc., SmartCNPC, Inc., United States Department of the Interior, Office of Aviation Services, UAV Collaborative*, University of Cincinnati, University of Nevada, Reno*, Unmanned Experts*, United States Geological Survey, Verizon, Virginia Tech
 - NASA와 협력 연방 기관 : 국토안보부, 내무부, 국립기상국 (상무성 산하)
- 단기/장기 목표 설정을 통한 UTM 시스템 구축
 - 단기목표(향후 5년 이내) : 저고도 무인기 안전 운항 지원 가시화
 - 장기목표(향후 10~15년 이내) : 저고도 밀집형 무인기 안전 운항 지원 고도화

표 2-6. NASA UTM 단계별 시험 계획, *TCL: Technology Capability Level

일정 계획	단계	주요 내용
2014	사전연구	기능 설계 및 자동화 원칙에 대한 초기 분석
2015. 8.	TCL1	농업, 소방 및 시설감시를 위한 교외지역 운용, 파일럿이 공역을 예약하고 문제 시 변경
2016. 10.	TCL2	인구 저밀도 지역에서 비가시권 운용, 장거리 운용 비행 절차 및 교통 규칙
2018. 1.	TCL3	인구 중밀도 지역에서 유무인기 운용 안전성 보장을 위한 협력적/비협력적 무인기 추적 기능
2019.	TCL4	인구 고밀도 지역에서 보도 취재, 택배 및 대규모 비상사태 대처 등 업무를 위한 운용

- NASA 에임스연구센터가 정부, 산업계, 학계 관련자가 참여한 UTM 2015 컨벤션 개최 ('15.7.28.~15.7.30, @ NASA Ames Research Center)
- UTM 2016 컨벤션은 미국 뉴욕 주의 시라큐스에서 2016년 11월 8일부터 3일간 개최되었으며 700여명이 참석
- 뉴욕 주는 UAS Traffic Management(UTM)의 연구개발을 위해 시라큐스와 그리피스를 잇는 50마일의 비행통로를 만들며 이에 따른 연구개발비로 3천만 달러를 투자할 예정

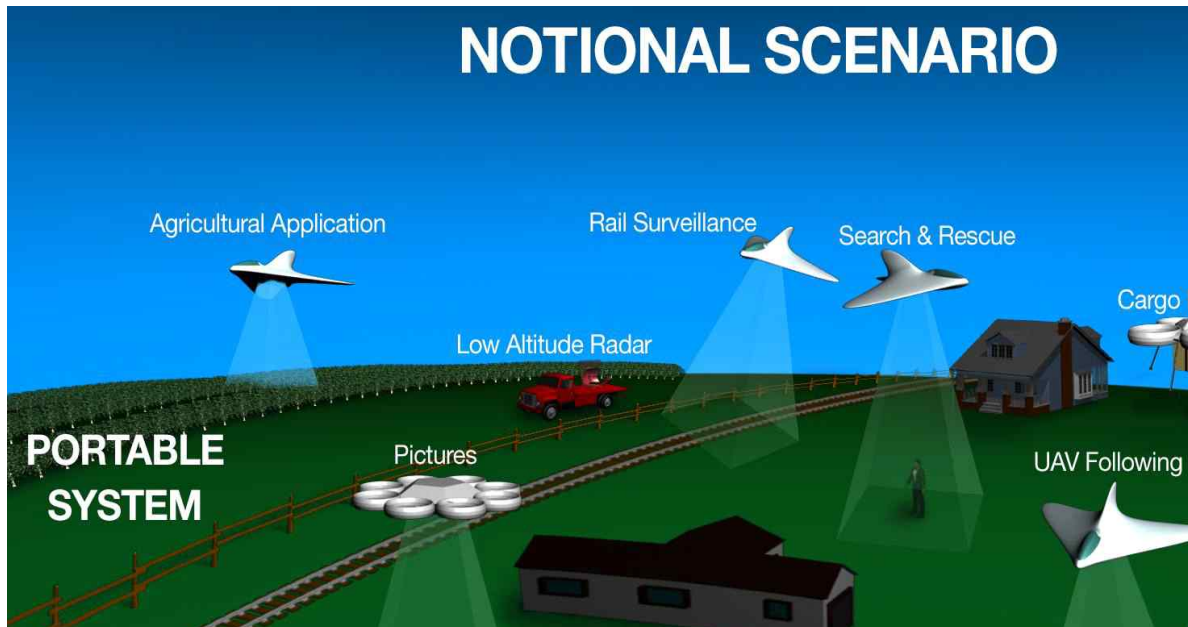


그림 2-6. NASA UTM 개념 시나리오

- Amazon : 소형 무인기용 공역 모델
 - 아마존은 소형 무인기 (sUAV)에 특별히 집중하고 있으며, 저고도 (200 ~ 500 feet) 무인기 운용을 위한 인프라 (저고도 권역의 고도별 구획화 포함) 구현 계획
 - ~200 feet : “국지적 저속 트래픽” (Low-Speed Localized Traffic) 영역으로서 수송 목적이 아닌

(non-transit) 감시/촬영/수사 등의 목적으로 사용됨. 비교적 간단한 (less-equipped vehicles: 감지/회피 기능이 제한적) 무인기가 운용되며, 특정지역 (인구밀집지역 등) 에서는 사용이 제한될 수 있음

※ 참고) 취미용 무인기는 저고도 이하 매우 낮은 고도에서만 운용되도록 규제될 것이며 Amazon의 관심사는 아님

- 200 ~ 400 feet : “고속 수송” (High-Speed Transit) 영역으로서 배송 목적이 아닌 (non-transit) 감시/촬영/수사 등의 목적으로 사용됨. 비교적 장비를 잘 갖춘 (well-equipped vehicles) 무인기가 관련된 표준 및 규칙에 따라 운용됨
- 400 ~ 500 feet : “비행 금지” (No-fly) 영역으로서 비상시를 제외하고 운용 금지
- 기타 : “규정된 저위험 지역” (Predefined Low Risk Locations) 영역으로서 사전에 고도와 장비에 대한 제한이 설정됨

Airspace Design for Small Drone Operations

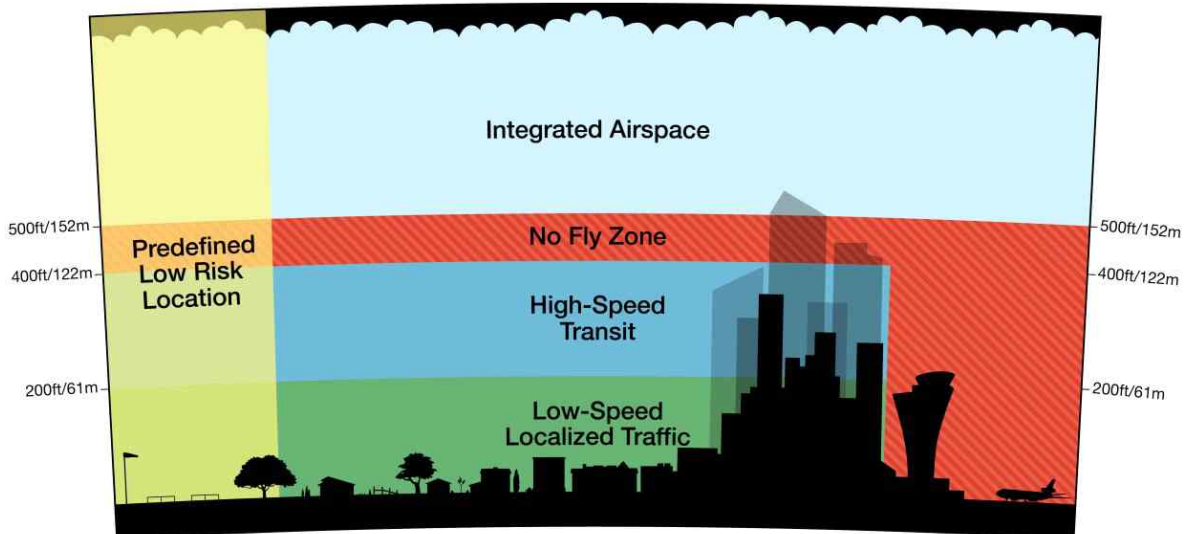


그림 2-7. Amazon의 소형 무인기 운용을 위한 공역 설계(안)

○ Google : Project Wing

- 인구 밀집지역 (Class G 공역)에서 신속한 운항이 가능한 무인기 교통관리 시스템 개발
- 다양한 통신 프로토콜(Cellular, ADS-B, 802.11p 등)을 활용한 협업 (무인기-무인기, 무인기-지상, 무인기-원격운용자) 시스템 구축
 - ASP(Airspace Service Provider)는 UAS 트래픽 구획/계획 수행 (cellular network 활용)
 - UAV는 유인 트래픽 제어 및 충돌 회피 (ADS-B 'in' on UAS 활용)
 - 근거리 UAV-to-UAV 충돌 회피 (ADS-B like 시스템 활용)
- Google ASP는 날씨(녹색), 장애물(노란색), 무인(오렌지)/유인(적색) 트래픽 정보 데이터를 UAS에 제공하고, 이를 통하여 충돌 없는 루트(파란색)가 계획됨

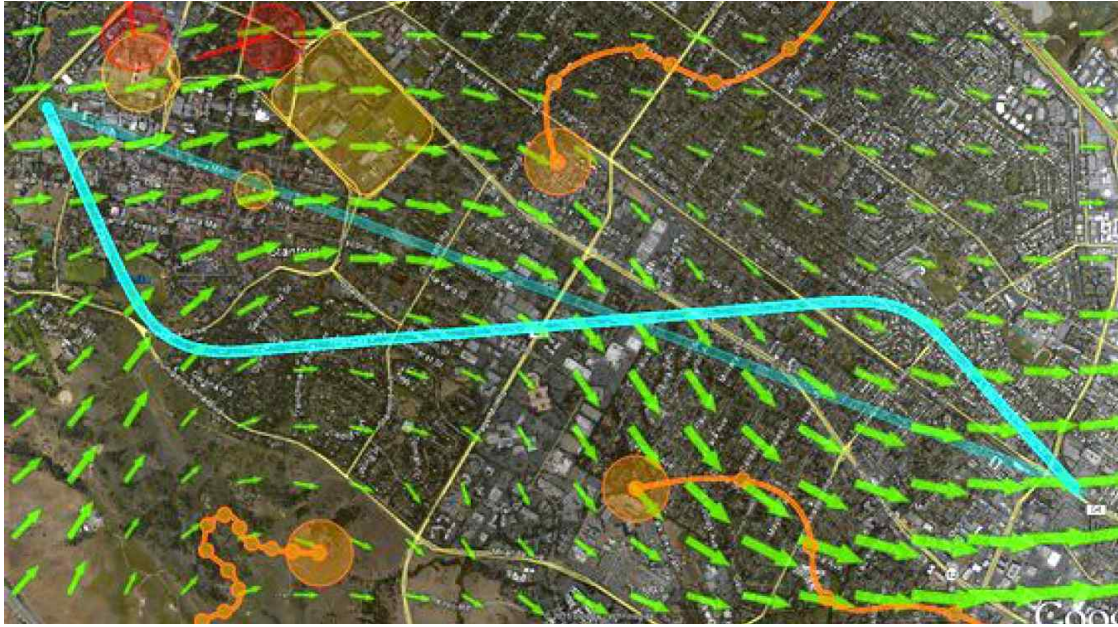


그림 2-8. Google ASP 무인기 교통관리 시스템 데이터 표출 예

○ UC Berkeley : Air Parcel Model

- Class G 공역에 대한 공간 구획 모델(Air parcel model) 제안
- 지상의 부동산 (건물/토지 등) 소유주체 (시, 개인 등)가 해당 영역의 공역 (Class G)을 소유하고 Air parcel 별로 소유자의 의사에 따라 사용 목적, 권한 등을 제공할 수 있으며, 이를 종합적으로 연계하여 종합적인 Air parcel map을 구축할 수 있음
- Air parcel UTM의 세 가지 구성요소는 전자 번호판 (Electronic license plate), 경로 안내 시스템 (traffic routing system), 지상 식별 장치 (ground identification device)
- 전자 번호판 (Electronic license plate)
 - LED array : 일종의 시각적인 번호판으로서 특정 컬러 시퀀스로 점등하며, 컬러 시퀀스의 조합을 통해 identity (코드) 및 부가정보 전달 가능
 - Position logger : 무인기의 이동 경로 저장
 - Transponder : UHF 단방향 송신을 통해 각종 정보 (코드, 위치 등) 전송
- 경로 안내 시스템 (TRS : traffic routing system)
 - 비행경로에 대한 요청을 수집한 후, 충돌 없는 최적의 (필요 시 복수의) 루트를 계산하고, 실제 비행에 적용될 수 있도록 배포
 - 각종 제한 조건, 스케줄링 알고리즘에 따라 비행경로, 시간 등이 변할 수 있음
 - 사용자는 경로, 속도, 비용 등을 기준으로 루트 선택
 - 무인기는 비행 중 TRS 와 연속적인 통신을 하지는 않고, 비행 종료 후 비행 정보를 TRS에 넘겨 분석하도록 함
- 지상 식별 장치 (ground identification device)
 - 무인기 식별을 위해서 카메라 장치와 영상처리 알고리즘 (컬러 시퀀스 판독용) 이 필요
 - 이 정보를 바탕으로 해당 무인기를 감시하고 문제 여부를 판별할 수 있음

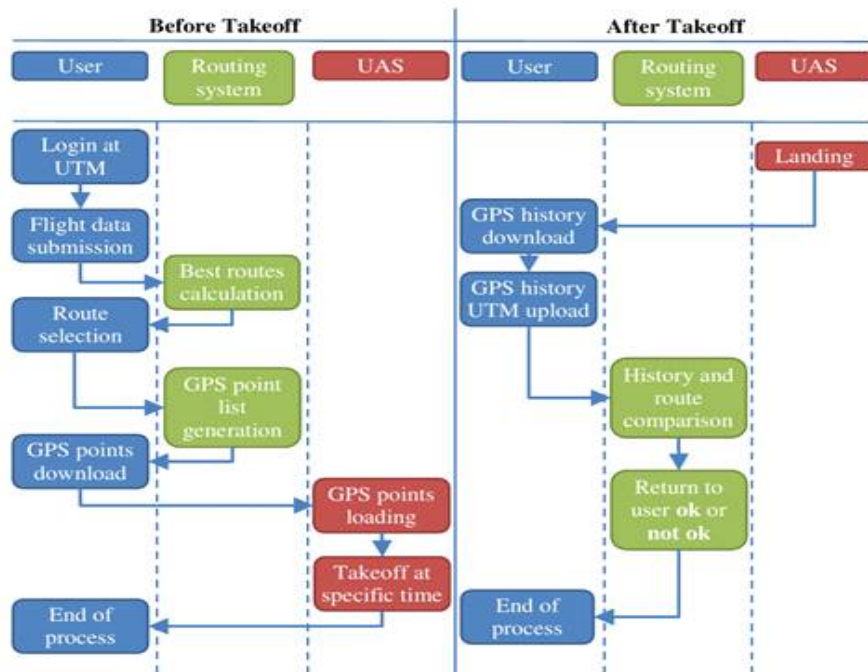


그림 2-9. UC Berkeley의 무인기 비행 프로세스 처리도

□ 미국 NASA의 UTM 시험 - TCL1

- NASA는 FAA와 교외, 소도시, 대도시 등 다양한 원경 공역에서 UTM의 시험과 운용을 수행하기 위한 포괄적인 협력각서 (MOA : Memorandum of Agreement)를 체결하였고, 협력각서의 범위를 넘어서는 운용이 필요한 사안에 대해서는 FAA에 승인증명서 (COA : Certificates of Waiver or Authorization)를 요청
- '15년 8월 캘리포니아 Modesto 남쪽 교외 비행장에서 농업, 소방, 시설감시 서비스를 위한 1단계 시험 TCL1을 실시
 - 시험 비행에 앞서, 높이 100ft의 기상 타워, 소형 지상국, ADS-B 지상 중계소와 비행체를 감시하고 데이터를 획득하기 위한 레이더 등 시험설비를 구축
 - 레이더, 셀룰러 신호, ADS-B 및 GPS를 사용하여 비행을 모니터링하고, 비행기가 보고한 위치의 신뢰성, 정확도, 지연시간을 종합적으로 분석하였으며, 풍속에 따른 무인기의 비행 계획 유지 성능을 모니터링
 - 시험팀은 기상 발문을 사용하여 기온, 바람 등 기상 조건과 안전성을 위한 무선주파수 대역을 모니터링하고 해양대기관리처, MIT Lincoln Lab.과 공동으로 개발한 저고도 기후 예측 모델의 유효성을 검증
 - 무인기 발생 소음이 사람 및 야생동물에게 미치는 영향을 평가하기 위해 마이크로폰으로 측정
- 비행 궤적과 geo-fence, 추적 등 가상 제약 등에 중점을 둔 초기시험에는 11개 협력기관이 참여
- 주요 내용 : UAS 멀티 로터와 고정익기, ADS-B 트랜스폰더 (GPS 고도, 속도 및 위치정보), ADS-B 지상국 및 교통 감시 지시기, 셀룰러망을 이용한 기체 추적, 레이더 시스템을 사용한 기체 추적, 기상 측정 장치 등
- 참여 기관 : Precision Hawk, Raleigh, North Carolina; Verizon, Bedminster, New Jersey; Gryphon Sensors, Syracuse, New York; Airware, San Francisco; University of Nevada-Reno/Flirty, Reno, Nevada; SkySpecs, Ann Arbor, Michigan; ne3rd, Navarre, Florida;

Harris/Exelis, San Francisco; Unmanned Experts, Denver; San Jose State University; and Lone Star UAS Center, Corpus Christi, Texas

- 8일간 10개의 기종을 사용하여 108회 비행을 실시하였으며, 비행시간은 평균 11분, 최장 38분
 - 레이더, 셀룰러 신호, ADS-B 및 GPS를 이용하여 비행 상태를 모니터 하고, 비행기가 보고한 위치의 신뢰도, 정확도, 지연시간을 종합적으로 분석
 - NASA가 실시한 시험은 주로 비행계획의 허가 및 승인에 초점을 두었고, Harris, Lockheed, PrecisionHawk와 Verizon 등 기업 파트너는 실시간 추적에 대한 시험을 중점적으로 수행
 - 파일럿이 비행계획과 위치를 UTM 시스템에 입력하면 UTM은 비행공간에 대한 혼잡도를 점검하여 비행 계획의 승인 여부를 결정하고, 비행이 개시되면 UTM 지상제어소에서 추적을 시작
 - 시험 기간 동안, UTM은 실제 비행기와 가상의 비행기를 인식하고 메시지를 사용하여 교신하거나 무인기에 경보를 발령
 - 무인기는 미리 설정한 geo-fence 내에서만 비행하도록 하였고, UTM 운용자는 UTM의 항법성능지표 개발에 필요한 데이터를 연구원들에게 제공
 - 시험 결과로 NASA는 교외 환경에 UTM을 설치 및 조립하기 위한 가이드라인과 교육과정을 작성하였고, TCL2 시험 이전에 TCL1 UTM 배치가 가능한 것으로 판단
- TCL1 최종 시험은 Moffett Field 시험을 끝으로 '15.11.18. 종료하였고, '16년 봄 FAA가 지정 장소에서 기체 수 증대, 궤적 형태, 다수 사용자 등 유효성 검증 및 안정성 시험을 수행할 예정이고 이를 바탕으로 “공역 통합 성능 요구사항” 작성 예정
- 미국 PrecisionHawk사의 디지털 항공 교통제어 시스템 LATAS



그림 2-10. NASA UTM TCL1에 사용된 시스템계획 및 추적 디스플레이 (좌측 화면은 운용영역, 핑크실선은 비행 계획, 점선은 비행 가능 영역을 표시, 우측 화면은 승인된 비행 계획과 다수 무인기의 운용 상태를 표시하며, 이 영역을 이용하여 UTM 관리자가 무인기 운용자에게 메시지 송신 가능)

- PrecisionHawk사는 농업용 드론을 전문적으로 운용하기 위한 기술과 정보 제공하는 스마트 농업

을 주 사업 분야로 하고 있는 기업

- LATAS를 탑재한 드론이 위치, 고도, 방향 및 속도를 지상장치에 보고하면 자동으로 주변드론에 비행체를 피할 수 있도록 정보를 송신하거나 경보 발령하는 시스템으로 '15년 1Q에 개발하여 NASA UTM TCL1 시험에도 사용됨
 - 드론은 매초마다 40개의 SMS 텍스트 메시지를 Verizon의 4GLTE 망으로 전송하며, 다수의 LTE 탑에서 수신한 신호를 이용한 삼각측량으로 GPS 위치 정확도를 개선하는 기능도 시험
 - LTE 망이 커버하지 못하는 지역에서는 Iridium 위성전화망으로 전환하여 지속적인 서비스를 제공
 - 유인기와의 충돌 가능성을 최소화하기 위해 ADS-B를 정보도 수신
- LATAS의 geofence 설정 및 경보 기능
 - 특정 구역, 정부 기관 등 주위에 고정 설정과 이동 중인 비행물체 주변에 동적 설정, 주변 접근을 허용하는 친구 설정도 지원
- LATAS의 가장 큰 숙제는 모든 비행장치가 같은 기술을 사용해야 사고를 피할 수 있다는 것
 - 기술을 확산하기 위해 PrecisionHawk은 LATAS 양산에 착수. 가격은 4G칩은 몇 백 달러, 이리듬과 ADS-B를 포함하면 몇 천 달러가 될 것으로 예상

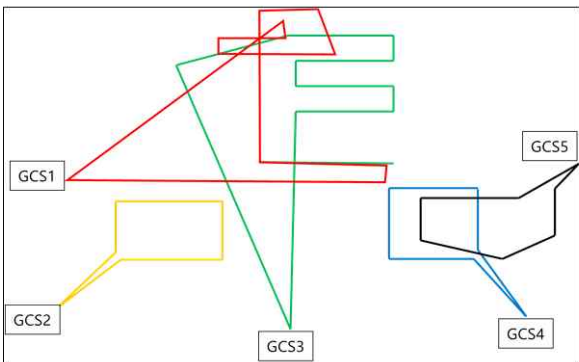
□ 미국 NASA의 UTM 시험 - TCL2 (2016.10.22. - 10.23)

- TCL 2 비행시험에는 다음과 같은 4개의 시나리오가 포함됨
 - Forest
 - Ocean
 - High wind
 - Earthquake
- 비행 영역은 크게 사용자에게 의해 지정되는 “Planned Area”와 UTM 시스템에 의해 지정되는 “Protected Area”로 구분하였으며, 다음과 같은 색깔 구분으로 공역을 정의함
 - Orange color : not confirmed 공역
 - Lightblue color : confirmed 공역
 - Agenda color : activated 공역
- 다만, 실제 비행구역 바깥쪽으로 설정된 Buffer Area는 풍속 등의 기상조건에 따라 변경된다고 설명함
- 이번 UTM TCL 2 비행시험에는 서로 다른 UAS를 갖고 있는 3개의 파트를 포함해 3개 테스트 그룹으로 나누어 비행시험을 진행하며 TCL 1 대비 다음과 같은 새로운 비행시험이 추진됨
 - BLOS Flight Test : 이륙지점으로부터 약 1.6 km의 비가시권 영역까지 경로점(way point) 기반의 비행시험
 - Transition Flight Test : 두 개의 서로 다른 영역을 가로지르는 비행 시험
 - Altitude Separation Flight Test : 동일한 비행영역 내에서 비행고도를 달리함으로써 충돌을 예방하는 비행시험
- 다음은 NASA AOL 방문 당일 수행한 Ocean 시나리오를 나타낸 것으로 비행시험의 목표는 다음 5가지로 정의됨
 - GCS1부터 GCS5까지 동시에 5지점에서 비행시험

- 2지점에서의 동시 EVLOS 비행시험
 - 중층 고도 비행시험
 - 경계 지역 기능 시험
 - 비행중단 기능 시험
- Ocean 시나리오의 비행시험 절차는 다음과 같음
- GCS 5에서 시험장 내에 마련된 RC(Research Center)로 “해상 구조 요청(water rescue needed) 메시지 전송 (첫 번째 loop의 절반정도 비행)
 - GCS 3는 RC로부터 이륙 전에 “시뮬레이션된 해상 구조요청(simulated water rescue needed)” 메시지 수신
 - GCS 4는 UTM에 비행계획(flight plan) 및 비행공간(flight volume)에 대한 정보 미제출 - 경계 영역(Warning Region) 설정
 - GCS 5와 GCS 3는 UTM으로부터 “인근에 경계영역 설정(warning region in proximity)” 메시지 수신
 - GCS 1이 1st loop 비행 후 이탈(점선으로 표시)하면 UTM은 GCS 2에게 “인근에 불법 비행 운영(rogue operation in proximity)” 메시지 전달
 - GCS 5가 시뮬레이션된 링크 끊김과 비행중단(simulated lost link and aborts)을 UTM에 보고
 - UTM은 GCS 3에게 “인근에 비행중지 사실(aborting operation in proximity)”을 알림 (2nd loop 완료 후)
 - GCS 3은 두 번째 비행계획 제출 - UTM은 경계 영역(warning region)에서의 이륙을 막기 위해 “REJECTED” 결정 (GCS 5 착륙 후에 GCS 4가 계속 비행 중이기 때문)
- 다음은 Lost Hiker 시나리오로서 비행시험의 목표는 다음 4가지로 정의됨
- 5지점에서 동시 비행시험
 - 2지점에서의 동시 EVLOS 비행시험
 - 중층 고도 비행시험
 - 비행중단 기능 시험

Lost Hiker

Objectives	Launch Order
<ul style="list-style-type: none"> • 5 simultaneous operations • 2 simultaneous EVLOS operations • Altitude stratification • Abort functionality 	<ul style="list-style-type: none"> • GCS 1 (300'/91m) • GCS 3 (500'/152m) • GCS 5 (300'/91m) • GCS 2 (200'/61m) • GCS 4 (100'/31m)



Critical Events
<ul style="list-style-type: none"> • GCS 1 submits all plans while logged in as special user • GCS 3 sends message to RC "reporting a lost hiker in area..." (once all GCS have launched) • All GCSs receive message from RC "simulated lost hiker in area..." (once all GCS have launched) • GCS 1 submits second plan with special permission logged in as special user (after 2 min hover & lost hiker message) • GCS 3 receives UTM system message "first responder in proximity..." and aborts (after GCS 1's 2min hover & lost hiker message) • GCS 5 submits second plan - REJECTED for special permission operation, does not launch (after landing plan 1, while GCS 1 is still flying)

□ 유럽의 SESAR 프로젝트와 Metropolis 프로젝트

- EC는 ERSG (European RPAS Steering Group) 주도로 '13년 6월 드론의 유럽공역 내의 진입을 위한 R&D 로드맵을 발표하였으며, 기술개발 내용으로 제어용 통신기술, 지상 및 항공기반 충돌 회피 기술, 지상 장애물 탐지/회피 기술, 기상 관측 기술 등을 포함하고 있음

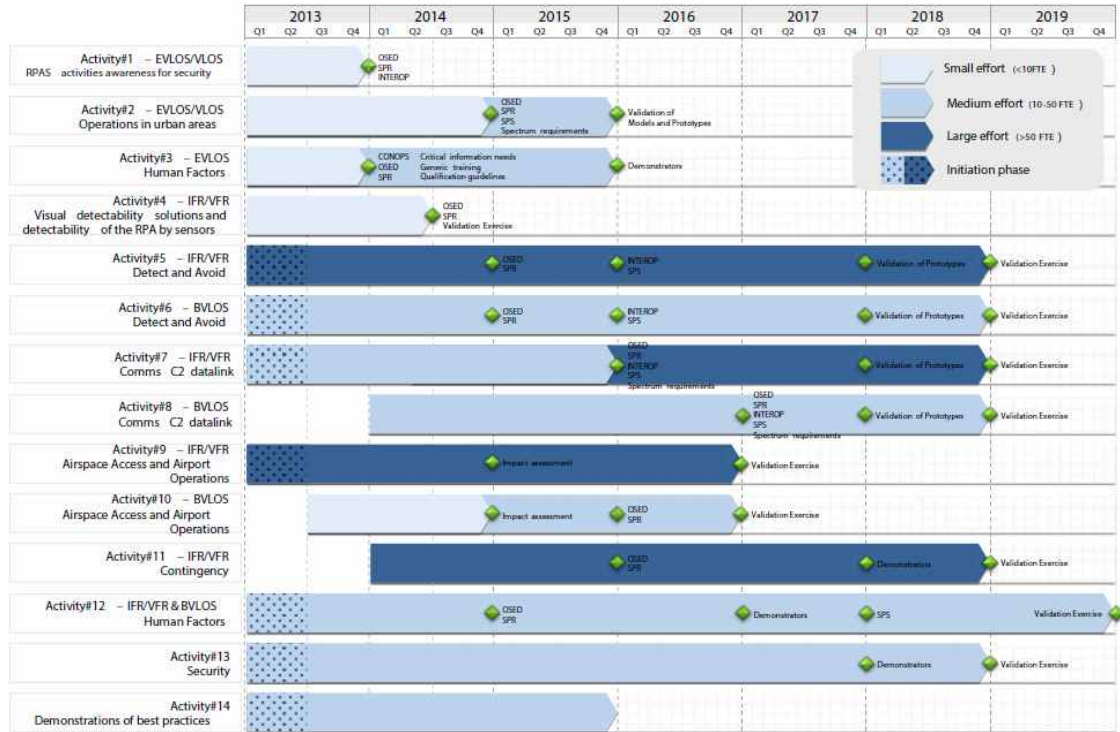


그림 2-11. 유럽의 드론 R&D 로드맵

- 유럽은 상기의 R&D 로드맵을 실현하기 위해 Eurocontrol을 중심으로 SESAR (Single European SKY ATM Research) 프로젝트를 진행 중임
 - SESAR 프로젝트는 유럽 전 공역을 기술적, 경제적, 법제적 관점에서 단일 공역으로 통합시키는 것을 목표로 '08년까지 정의 단계 (Definition phase), '14년까지 개발 (Development) 단계를 완료하고 '25년까지 구축 (Deployment) 단계를 진행 중임
- 영국은 ASTREA (Autonomous Systems Technology Related Airborne Evaluation & Assessment) 프로젝트를 통해서 영국 공역 내에서 무인항공기를 특별한 제약 조건 없이 운용하는 것을 목표로 추진
- 유럽의 Metropolis 프로젝트
 - 다수의 소형 유인기 (PAV) / 무인기 (UAV)가 도심 상공을 비행할 것으로 예측
 - 다양한 각도에서 도심 (City Center, Inner Ring, Outer Ring 등) 비행 시나리오 연구
 - 트래픽 양(Volume)
 - 일 기준 시간대 별 트래픽 분포
 - 트래픽 타입 [(R)esidential-(C)ommercial, C-R, C-C, R-R]

- 공역 구조 별 개념 설계 수행

- Full mix : 모든 비행체가 구조적, 물리적 제한 없이 동일한 공역을 공유하되 자동 비행 알고리즘을 통해 사전에 규정된 구획에 대한 최적 경로를 비행하며 충돌회피 수행
- Layers : 각 레이어 별 구획을 통하여 비행 방향이 다르도록 명확히 규정함으로써 비행 자유도를 높이고 비행체간 상대속도를 조정하여 안전성을 높임
- Zones : 오늘날 공역 설계 개념을 기반으로, 각 존 별로 서로 다른 타입의 비행체들이 규정 속도 내에서 비행하도록 함. 이 경우 PAV 와 UAV 는 서로 다른 존에 속하게 됨. 사용자 요구 혹은 트래픽 밀집도에 따라 동적으로 존이 바뀌게 되는 경우도 옵션으로 고려해볼 수 있음
- Tubes : 공역 설계의 최대치로서 고정적이고 밀집된 라우트 구조임. 튜브별로 방향, 속도, 비행체 타입이 다르게 규정되므로 안정성이 높음. 오늘 날 공역 설계 개념을 기반으로, 각 존 별로 서로 다른 타입의 비행체들이 규정 속도 내에서 비행하도록 함. 이 경우 PAV 와 UAV 는 서로 다른 튜브에 속하게 됨. 사용자 요구 혹은 트래픽 밀집도에 따라 동적으로 튜브가 바뀌게 되는 경우도 옵션으로 고려해볼 수 있음

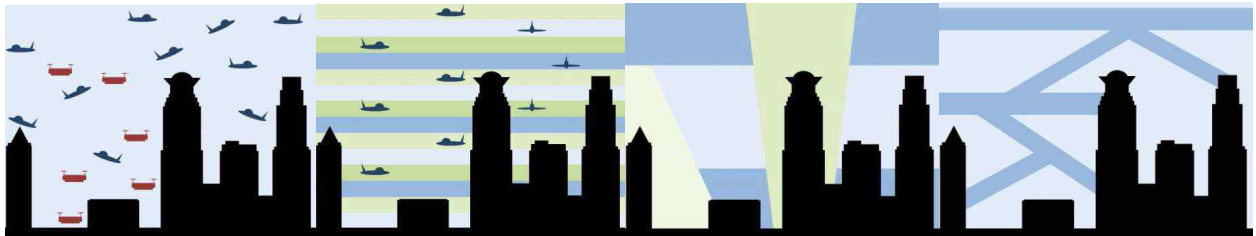


그림 2-12. Metropolis 공역 구조 (좌로부터 Full-Mix, Layers, Zones, Tubes)

- 시뮬레이션을 통하여 매트릭 별 트래픽 환경을 위한 공역 구조 영향 분석 수행

- 기하적 매트릭 : 근접성 (proximity), 수렴성 (convergence) 등
- 운용 매트릭 : 용량 (capacity), 복잡도, 안정성, 효율성 등
- 환경 매트릭 : Third party risk (사고 등), 에너지 사용, 노이즈 오염 (pollution) 등

□ 중국 UAS-Cloud

- 중국에서는 클라우드 기반 실시간 UAS 관리, 감시 시스템(UAS-Cloud)과 운항제한구역 관리 하드웨어 및 소프트웨어를 기반으로 무인비행기 운영체계를 개발 중
- 중국 AOPA에서 개발한 UAS-Cloud는 위치, 고도, 속도 정보 등 비행 정보의 실시간 모니터링, 운항제한구역 접근 시 알람 기능, 비행계획 제출 시 운용 허가 및 출발 시간 부여, 무인기 운용 관련 규정 준수 및 비행금지구역(electric fence) 진입 제한 기능을 수행
- UAS-Cloud는 UAS가 electric fence 내로 비행할 때 알람이 발생하도록 함. Electric fence는 dynamic database management system을 이용하여 관리함
- 중국은 무인기를 무게 및 운용에 따라 7개의 카테고리로 나누어서 관리하고 있음
 - Category I: 1.5 kg 이하의 UAS
 - Category II: 건조중량 1.5 kg ~ 4 kg, 비행중중량 1.5 kg ~ 7 kg
 - Category III: 건조중량 4 kg ~ 15 kg, 비행중중량 7 kg ~ 25 kg

- Category IV: 건조중량 15 kg ~ 116 kg, 비행중중량 25 kg ~ 150 kg
- Category V: Plant protection UAS - 농업, 조경 및 산림보호용
- Category VI: Unmanned Airship - 팽창시 4,600 m³의 크기 이하
- Category VII: 100미터 이상의 BVLOS 비행하는 Category I and II UAS

2.3.4 저고도 무인비행장치 통신 및 측위 기술 동향

□ (연구 및 기술개발 동향) 저고도 무인비행장치 무선통신

- 유·무인기 통합 공역에서 운용되는 무인기를 위해 국제적으로 배정된 L 대역(960 ~ 1,164 MHz)과 C 대역(5,030 ~ 5,091 MHz) 주파수를 저고도 무인비행장치에 활용 가능할 지는 추후 검토가 필요한 사항임
 - 국내의 경우 현재 C 대역만 할당되어 있으며, 공역통합 무인기의 수요 예측으로 판단할 때 C 대역 주파수의 일부만으로 운용 가능할 경우 저고도 무인비행장치를 위한 주파수의 분할, 할당을 논의할 수 있을 것으로 전망
 - 저고도 무인비행장치를 위한 C 대역 전용 주파수를 할당하는 경우에도 반사파가 심각하고 지상 무선국의 커버리지가 협소한 저고도 운용환경을 고려할 때 변복조 방식과 네트워크는 다를 수밖에 없으며 별도로 개발 되어야 할 것으로 판단
- 현재 RTCA-228 CNPC 전송 표준은 반사파가 많은 저고도 환경에는 부적합함
- 저고도 무인비행장치를 위한 별도의 통신주파수가 배정되기 이전에는 LTE를 포함한 셀룰러 통신망이 가장 유력한 대안이 될 것으로 판단
 - 셀룰러 통신망을 사용하는 경우, 저고도 공역에서의 지역별 가용도, 지연시간에 대한 측정 및 분석 등이 필요할 것임
- 이동통신 표준화를 주도하고 있는 3GPP는 공공안전 목적의 단말간 직접 통신(D2D 통신) 기술을 표준화 하였고, 또한 자동차를 대상으로 한 V2X 통신 표준화 수행 중
 - 3GPP는 2014년 D2D 통신 표준화를 완료하였고(Rel.12), 또한 이를 발전시킨 D2D enhancement 표준화를 완료하였음(Rel.13)
 - 또한 2016년 현재 3GPP는 이동체 간 직접통신인 V2V에 대한 표준화를 마무리 중이며, 이동체와 인프라 간 통신인 V2I에 대한 표준화도 수행 중 (Rel.14)
- 한편, 국내에서는 국가재난안전통신망 시범사업을 2015년까지 실시하였으며, 2016년 말까지 서비스 및 커버리지를 확대할 계획
 - 2015년 시범단계에서는 이동기지국을 활용하여 3GPP Rel.12 PS-LTE를 지원하고, LTE GCSE, D2D를 이용한 1:M 서비스를 지원
 - 2016년 확장단계에서는 3GPP Rel.13 PS-LTE를 지원하고 MCPTT, D2D 1:1, D2D relay, 단독기 지국운용모드(IOPS) 등을 추가로 지원할 계획임

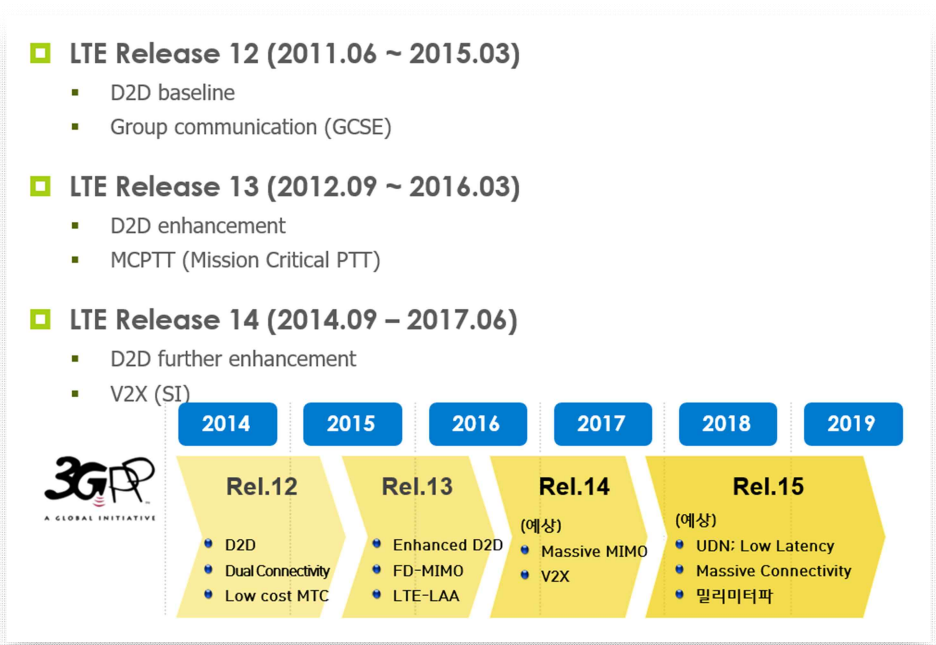


그림 2-13. LTE Release 계획

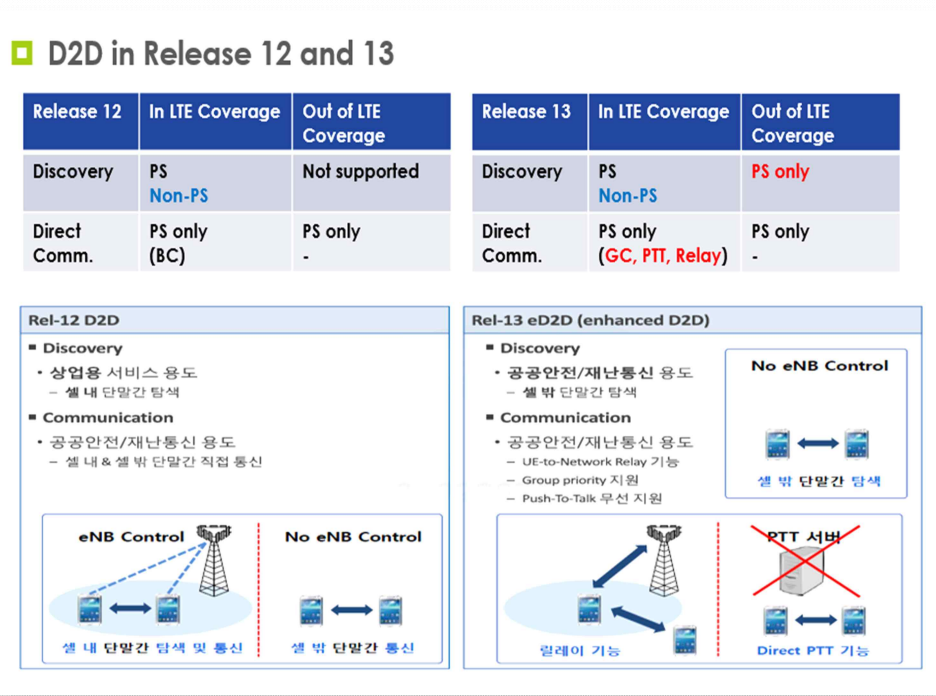


그림 2-14. 3GPP Rel. 12, 13에서의 D2D 기능

- (연구 및 기술개발 동향) 무인비행장치 측위 기술
 - 무인비행장치가 정해진 공중비행로를 따라 안전하게 비행하기 위해서는 무인비행장치의 실시간 측위 기술이 필요
 - 실시간 측위 기술은 물리적인 공간에서 사람 또는 사물의 위치를 실시간으로 결정하는 것으로 정의할 수 있음
 - “실시간 (Real-time)”이라는 의미는 사람 또는 사물의 위치를 파악하고 주기적으로 위치 정보를

갱신하는 것을 의미

- 실내외 측위 기술에 관련된 국제 표준화 단체
 - OMA (Open Mobile Alliance) LOC WG
 - OGC (Open GIS Consortium)
 - ISO TCNPC04 (ITS)
 - ISO TCNPC11 (GIS)
- 실내외 측위 기술에 관련된 국내 표준화 단체
 - TTA-PG305 LBS 프로젝트 그룹
 - KAIT (한국정보통신산업협회)-LBS Community LBS 표준화 포럼
 - TTA Telematics 프로젝트 그룹
 - TTA ITS 프로젝트 그룹
- 위성을 이용하는 실외 측위 기술 (GPS)
 - GPS는 지구궤도상에 배치된 24개의 인공위성과 지상에서 인공위성을 통제하는 관제국, 그리고 GPS 수신기가 가능한 GPS 단말기로 구성됨
 - 인공위성들은 60도 간격으로 6개 궤도상에 각각 4개씩 배치되어 있으며 GPS 수신기는 지구상의 모든 지점에서 동시에 5개에서 8개까지 위성 신호를 수신할 수 있음
 - GPS와 같은 위성망기반의 측위 기술은 언제 어디서나 사용할 수 있다는 장점이 있지만, 위성의 기하학적인 구조에 따라서 측위 성능이 영향을 받으며, 도심의 고층건물과 같은 다중경로 오차가 발생하는 경우, 측위 오차가 큰 단점이 있음
 - GPS 신호는 대략 -130dBm의 미약한 신호로 전파음영지역이 존재하여 터널, 건물 지하, 건물 내 등에서는 위치 파악이 어려움



그림 2-15. 위성 기반 측위

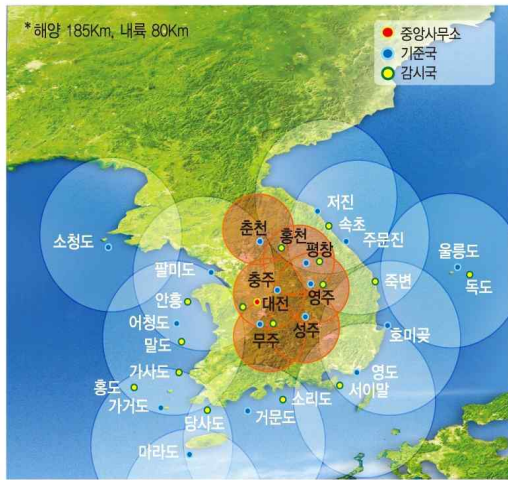
- DGPS는 GPS의 오차를 보다 정밀하게 보정한 실외 측위 기술로서 정밀하게 측정된 기준국 위치와 GPS 위성으로부터 수신된 신호를 비교하여 보정오차 값을 사용자에게 전송함으로써 정확한 위치 측위가 가능한 기술

표 2-7. ICAO가 정의한 서비스 레벨별 요구성능

서비스 레벨	수평 정확도 (95%)	수직 정확도 (95%)	무결성	Time-To-Alert (TTA)	연속성	가용도
En-route	3.7 km (2.0 NM)	N/A	$1 - 1 \times 10^{-7}/h$	5 min	$1 - 1 \times 10^{-4}/h$ to $1 - 1 \times 10^{-8}/h$	0.99 to 0.99999
En-route Terminal	0.74 km (0.4 NM)	N/A	$1 - 1 \times 10^{-7}/h$	15 s	$1 - 1 \times 10^{-4}/h$ to $1 - 1 \times 10^{-8}/h$	0.99 to 0.99999
NPA Departure	220 m (720 ft)	N/A	$1 - 1 \times 10^{-7}/h$	10 s	$1 - 1 \times 10^{-4}/h$ to $1 - 1 \times 10^{-8}/h$	0.99 to 0.99999
APV-I	16 m (52 ft)	20 m (66 ft)	$1 - 2 \times 10^{-7}$ per approach	10 s	$1 - 8 \times 10^{-6}$ in any 15 s	0.99 to 0.99999
APV-II	16 m (52 ft)	8 m (26 ft)	$1 - 2 \times 10^{-7}$ per approach	6 s	$1 - 8 \times 10^{-6}$ in any 15 s	0.99 to 0.99999
CAT-I	16 m (52 ft)	6.0 m to 4.0 m (20 ft to 13 ft)	$1 - 2 \times 10^{-7}$ per approach	6 s	$1 - 8 \times 10^{-6}$ in any 15 s	0.99 to 0.99999

○ 국외 지상국 기반 DGPS (GBAS) 개발 동향

- 미국은 1990년대 중반부터 GBAS 기술 개발에 전력하여 2009년 9월 Honeywell사의 SLS-4000 장비를 최초의 GBAS Cat-I 시스템으로 인증
 - 미국의 경우 단기적으로 GPS 상용 단일주파수(L1)를 이용하여 GBAS Cat-II/III 시스템을 개발할 전략을 갖고 있으며 장기적으로 dual frequency (L1, L5)가 가용한 시점에 업그레이드 하는 방향으로 추진할 계획으로 전망
- 일본 ENRI는 NEC사와 공동으로 GBAS Cat-I 시제품을 개발하여 2010년 11월 오사카 간사이공항(KIX)에 설치
 - 이 시스템은 하드웨어 개발에 다중화를 고려하지 않았으며, DO-178B 규격과도 무관하게 개발
- 호주는 AsA (Airservices Australia)가 Qantas와 협력하여 시스템 검증시험 수행
- 스페인의 AENA는 SESAR 프로그램에 참여하여 GBAS Cat-I 운영을 위한 안내서, GBAS 기반에서 진보적인 운영개념/절차 및 Cat-II/III 운영을 위한 요구조건 등을 개발 중
- 독일은 Honeywell사의 GBAS Cat-I Prototype 시스템인 SLS-3000 모델을 브레멘 (Bremen) 공항에 설치하여 비행시험을 포함한 많은 시범운용과정을 통해 관련된 운용기술과 경험을 확보
- 이탈리아 ENAV는 탈레스 (Thales) 사의 GBAS 시제품을 팔레르모 (Palermo)에 순수 시험을 목적으로 설치



기준국(감시국)	주파수(kHz)	운영 개시일
어청도(홍 도)	295	1999. 8. 23
팔미도(안 흥)	313	1999. 8. 23
마라도(가사도)	290	2000. 6. 17
주문진(속 초)	295	2000. 6. 17
영 도(소리도)	300	2000. 6. 17
거문도(서이말)	287	2000. 6. 17
호미곶(죽 변)	310	2000. 12. 14
울릉도(독 도)	319	2001. 5. 22
저 진(속 초)	292	2002. 11. 8
가거도(당사도)	298	2002. 11. 8
소청도(말 도)	323	2002. 11. 8
무 주(대 진)	322	2004. 8. 5
영 주(평 창)	289	2005. 4. 8
평 창(영 주)	303	2006. 3. 6
총 주(평 창)	318	2006. 11. 6
성 주(무 주)	296	2007. 3. 16
춘 천(홍 천)	286	2009. 7. 22

그림 2-17. 국내 DGPS 현황

- 위성기반보정시스템 (SBAS : Satellite Based Augmentation System)는 국제민간항공기구 (ICAO : International Civilian Aviation Organization)에서 전 지구를 대상으로 GPS (Global Positioning System) 위성이 제공하는 레인징 신호와 항법메시지 정보를 활용해 사용자의 위치 및 시각정보에 대해, 지상에서 전과경로상의 오차, 위성시계 오차 등의 보정은 물론 항법신호 사용에 관한 무결성 정보를 정지궤도 위성을 통해 제공함으로써 항공기가 활용할 수 있도록 국제표준으로 정한 시스템
- SBAS는 1991년 ICAO의 위성기반 차세대 항행시스템 도입 계획 및 권고와 2007년 ICAO 체약국에 대한 성능기반 항행체계인 PBN (Performance Based Navigation) 이행 촉구를 위해 도입이 권고된 시스템으로, 2025년부터는 모든 항공기의 SBAS 사용을 권고한 상태
- 우리정부도 PBN을 위해 항공기 이륙, 접근절차, 터미널 및 항로단계 사용, 착륙과 정의 CAT-I까지 SBAS를 도입할 계획
- SBAS 시스템 제공기능
 - 무결성 기능 : 모든 GPS 위성 및 보정정보 제공 정지위성에 대한 건강상태 감시, 방송메시지 사용여부에 대한 경고방송 및 항공기 안전항상을 위한 GPS 신호보정, GPS 신호감시 및 제공메시지 사용여부 판단기능
 - 차등 보정정보 기능 : 서비스 지역 내 모든 사용자들의 공통오차인 위성시계오차, 고의오차에 대한 저속 및 고속 보정기능(스칼라 보정), 서비스 지역 내 다른 투영에 따른 궤도오차 제거기능(벡터 보정), 이온층 전파오차 제거기능(이온층 데이터 모델링) 등이 포함된 차등 교정으로 위치정밀도 향상 기능
 - 레인징 신호기능 : 지상 사용자로 하여금 GPS 위성의 Manuever 동작모드 하에도 정지궤도 위성이 제공하는 레인징 신호를 추가 이용할 수 있도록 해 항법신호의 가용성 및 연속성 향상기능
- SBAS 시스템 구성요소
 - 기준국 : GPS 위성신호를 감시(GPS 신호수신 및 위성 데이터 수집)하고 구성장비 감시, 중앙처리국으로 데이터 전송에 필요한 데이터 처리 및 포매팅, 지상통신망을 통해 중앙처리국에 전송하며 복수의 GPS 수신기, 데이터 처리용 컴퓨터 등으로 구성
 - 중앙처리국 : 기준국들이 전송한 데이터 수집/처리하고 보정메시지를 생성. 이를 위해, GPS 항법신호 상태 및 품질검사 수행, 전과경로상의 발생 오차성분 제거 및 보정정보 생성, 항법메시지 형

태로 생성해 위성통신국에 전송함은 물론, 기준국 및 위성통신국 운영상태 상시 감시/제어, 서비스 되는 항법신호 및 보정정보 품질점검 등 수행

- 위성통신국 : 중앙처리국이 전송한 항법메시지 포매팅, GPS 레인지 신호와 동기된 항법신호 생성 및 변조과정 수행 뒤 C(6/4GHz) 또는 Ku(14/12GHz) 대역을 통해 정지궤도 위성으로 전송
- 지상통신망 : 기준국, 중앙처리국, 위성통신국 등 시스템 간 정보전달에 필요한 경로를 제공하며 특히 모든 시스템들은 서비스 품질 보장을 위해 연중 24시간 중단 없이 운영 가능해야 함



그림 2-18. 위성기반 보정시스템 운용 개념도

- 정지궤도 (적도상공 약 3만 6천km) 위성은 위성통신국이 전송한 정보(보정정보 및 무결성 정보 등)를 GPS 항법신호인 GPS L1 (1575.42MHz)과 GPS L5 (1176.45MHz)로 변환해 항공, 육상, 해상 등 모든 사용자에게 전송한다. 정지궤도 위성의 항법 탑재체는 위성통신국이 전송한 GPS 위성 궤도 정보 (이퍼메리스 (Ephemeris) 및 알마낙 (Almanac)), 위성상태 및 시각정보, 이온층 보정정보 등의 항법메시지를 수신한 뒤 GPS 항법신호 대역인 L 대역 (2/1GHz)으로 확산 스펙트럼 처리 후 지상으로 송신

○ 국외 SBAS 개발동향

- 미국 SBAS 동향
 - WAAS 시스템은 Anik F1R 및 갤럭시-15위성 모두 미국 본토 및 알래스카는 물론 하와이까지 이중화되어 APV-I의 GEO Ranging 기능까지 제공
 - WAAS는 미 전역 공항 1,367개에서 2,765개 접근절차에 활용 중이고 2028년까지 L1/L5 이중주파수 운영을 도입할 계획
- 유럽 SBAS 동향
 - EGNOS 시스템 제공 서비스 성능레벨은 APV-1급
 - EGNOS 시스템을 활용한 항공기 접근절차 사용 공항에는 2011년 12월 기준, 독일 38개, 프랑스 3개, 스위스 2개 공항이며 스페인(15개), 이탈리아(5개), 영국(2개), 폴란드(2개) 등에서 개발 중

- 일본 SBAS 동향
 - 2005년과 2006년에 MTSAT-1R 및 MTSAT-2 위성을 발사 후 2007년에 MSAS 초기 운영을 시작해 비정밀 접근 (NPA: Non Precision Approach) 서비스를 개시
- 인도 SBAS 동향
 - 2013년 6월 기준, 정확도는 7.6m, 수평 경보제한 (HAL : Horizontal Alert Limit)값은 40m, 수직 경보한계 (VAL : Vertical Alert Limit)값은 50m, 경보발생시간 (TTA)은 6초를 제공 가능하지만 SoL 인증이 되지 않아 현재 시험단계에 있음
- 러시아 SBAS 동향
 - 지상 기준국 및 정지궤도 위성을 이용해 위치정확도 1~1.5m (수평) / 2~3m (수직)를 각각 실시간으로 차등 보정할 수 있는 위성기반 보정시스템인 SDCM (System of Differential Correction and Monitoring)을 개발 중
- 국내 SBAS 개발동향
 - 총 8년(2014년~ 2021년) 간 미래 항공교통 증가에 대비하고 항공안전 강화 및 산업발전 지원을 위하여 ICOA 기준을 만족하는 실시간 정밀 위치정보를 전 공역에 제공하는 것을 사업목표로 설정하고 추진 중
 - 이를 위해 GPS로부터 수신된 정보를 보정해 전 공역에서 항공기가 이용할 수 있는 SBAS 신호의 생성, 제어 및 감시기술 개발과 그에 필요한 기준국, 중앙처리국, 위성통신국 및 통합운영국에 필요한 기술을 개발 중
 - 개발기간 내 단일주파수 기반의 APV-1 운용시스템을 개발은 물론 이중주파수 (GPS L1 및 L5) 기반의 CAT-I 관련 기술을 개발도 병행할 계획
- 이동통신망 기반의 측위 기술
 - Cell-ID 방식
 - Cell-ID 방식은 이용자가 위치하는 기지국의 셀 ID를 통해서 이용자의 위치를 파악하는 방법으로, 셀 반경의 크기에 따라서 위치 정보의 정확도가 결정
 - Enhanced Cell-ID 방식은 주로 GSM 방식의 이동통신망에서 사용되는 기술로, Cell-ID 알고리즘에 기지국과 단말기 사이의 거리 정보 (RTT : Round Trip Time)를 추가적으로 이용함으로써 Cell-ID 방식에 비해서 정확도를 향상시키는 방식
 - 단말기의 수신신호의 세기 방식 (RSS : Received Signal Strength)
 - 수신신호의 도달시간 방식 (TOA : Time of Arrival)
 - TOA 방식은 단말기와 기지국간의 전파 전달 시간을 측정하여 위치를 측정할 수 있는 방식으로 반드시 기지국과 단말기간의 동기를 유지해야 함
 - 수신신호의 도달시간차 방식 (TDOA : Time Difference of Arrival)
 - TDOA 방식은 LMU (Location Management Units)를 이용해서 한 개의 서비스 셀 기지국과 2개의 주변 기지국사이의 단말기 신호의 도달시간의 차이를 이용하여 위치를 인식할 수 있는 기술
 - 수신신호의 입사각 방식 (AOA : Angle of Arrival)
 - AOA 방식은 기지국에서 단말기로부터 전송되는 신호의 각도를 이용하여 위치 정보를 파악하는 기술로서, 두개의 기지국에서 단말기로부터 오는 신호의 방향을 측정하여 방향각을 구하고, 두개의 방향선의 교차점으로 단말기의 위치를 인식
 - 단말기의 위치를 결정하기 위해서는 최소한 두개이상의 기지국 필요

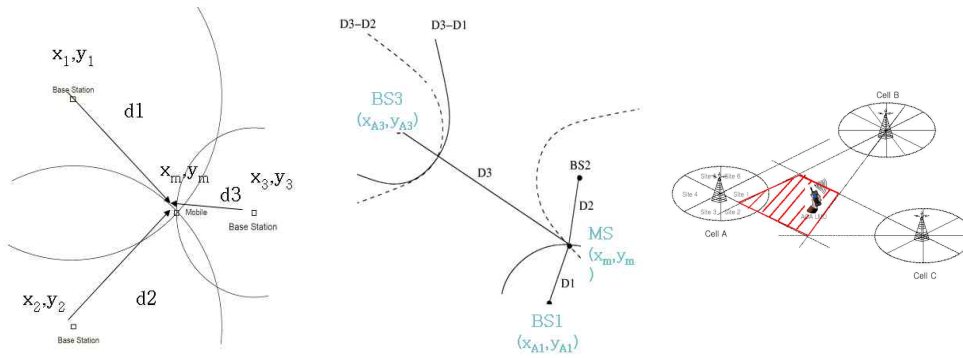


그림 2-19. TOA와 TDOA, 그리고 AOA 방식을 이용한 측위 기술

2.3.5 저고도무인비행장치 탐지 및 충돌회피 기술

□ (연구 및 기술개발 동향) 무인기 위치·상태 정보 교환 및 모니터링 기술

- 소형 무인기의 경우 Transponder의 가격이 상대적으로 비싸기 때문에 저고도 무인기 위치·상태 모니터링을 위해 국가공역에서 차세대 항공기 감시센서로 보급 중인 ADS-B 센서 고려 중
 - ADS-B 시스템의 데이터링크는 1090ES, UAT, VDL 모드 4가 있으며, UAT기반의 ADS-B 시스템은 ADS-B 뿐만 아니라 TIS-B, FIS-B 정보 제공까지 가능하며 수신감도, 메시지처리용량, 간섭에 강인한 특성으로 인해 타 데이터링크에 비해 장점이 있음
 - UAT는 미국에서 제안한 데이터링크로 미국은 18,000ft 이하의 일반 항공에서 UAT를 사용하기로 채택하였음. 국내 또한, 미국과 같이 고고도 운송용 항공기 감시를 위해 1090ES기반, 저고도 항공기 감시를 위해 UAT기반 ADS-B 시스템을 고려하고 있음
 - 미국 FAA에서는 CAPSTON 프로그램을 기획하고 ADS-B 기술의 실현 및 응용을 위한 시험을 알래스카 지역에서 시범운용(2001~2006년)을 성공적으로 마치고, 2020년까지 관제공역 항공기에 ADS-B 탑재를 의무화하였음
 - 유럽은 Eurocontrol을 중심으로 영국, 프랑스, 스페인, 독일, 스웨덴 등의 나라가 참여하여 ADS-B 구현 및 검증을 위한 CASCADE 프로젝트를 수행
 - 국내의 경우, 한국항공우주연구원은 “차세대 위성항행시스템 핵심기술 개발(‘03~‘07)” 과제와 “항공용 위성항행 통신시스템 개발(‘13~‘15)”를 수행하여 2006년 국내 최초로 ADS-B 지상/비행시험 수행 및 항공감시기술 선진화 서버 개발을 수행함
- 반면, 제한된 Payload 용량, 전력 소모, 비싼 가격으로 인해 기존의 ADS-B 장비를 소형무인기에 장착하기에 어려움이 있음에 따라, UAT기반의 저고도 소형무인기용 저비용/저전력/경량 ADS-B 장비 개발을 추가적으로 진행 중임
 - 미국 MITRE에서는 자체 배터리를 가지는 저고도 무인기용 UAT기반의 소형, 경량, 저비용, 저전력 ADS-B 장비를 개발함. 2W 이하의 전력으로 5NM 이상의 무인기간 거리를 지원
 - 국내의 경우 대부분 관제 공역에서의 항공기 감시용 ADS-B 핵심기술을 진행하였으며, 저고도 무인기 교통관리 감시시스템에 적용을 위해서는 저고도 소형 무인항공기에 탑재 가능한 보안이 강화된 소형 경량의 감시 기술 개발이 요구됨

- 또한, NASA, Google, Amazon 등에서는 초경량/초전력 ADS-B 뿐만 아니라 셀룰러망 기반의 저고도 무인기용 ADS-B 유사 위치·상태 모니터링 기술 또한 고려 중
 - 향후 저고도 무인기의 ADS-B 장착 유무, ADS-B 데이터링크 주파수 부족, 추가 정보 제공, 도심 지 빌딩 등으로 인한 ADS-B 성능 열화 등을 고려했을 때, UAT와 같은 기존 ADS-B 데이터링크 이용이 어려울 수 있음에 따라 새로운 저고도 무인기용 ADS-B 유사 표준 및 데이터링크 개발 필요
 - 구글의 경우, 단기적으로 초저가/저전력 UAT기반의 ADS-B 기반 충돌회피 및 감시뿐만 아니라 LTE 및 자율 ITS 시스템용 IEEE 802.11p (WAVE) 기술 고려 중
 - 아마존의 경우, 식별, 감시, 충돌회피 정보 제공을 위해 LTE, WiFi, ADS-B In/Out을 고려하고, 무인기가 수용할 수 있는 장비 수에 따라 접근 가능한 공역을 제한하는 방안 고려
 - Verizon은 NASA와 함께 LTE 네트워크를 통해 비관제공역에서 저고도 무인기 제어 및 감시를 기술 개발을 진행 중임. 2019년까지 저고도 무인기 데이터, 항법, 감시 및 추적을 위한 LTE 네트워크 개념 설계를 완료할 예정
 - IEEE 802.11p (WAVE) 기술은 5.9 GHz 대역의 10 MHz의 채널대역폭에서 최대 44.8 dBm의 송신전력을 가지고, 최대이동속도 200 km/h, 최대통신거리 1 km, 통신접속시간 100 ms 이하, 전송속도 3~27 Mbps을 지원하는 차량용 통신 기술임
 - LTE V2X 기술은 IEEE 802.11p와 유사하게 1~10Hz의 전송주기, 수백 m 정도의 통신반경, 100ms 이하의 최대지연, 고신뢰성 통신을 지원하는 차량용 통신 기술로 '15년부터 3GPP에서 표준화가 진행 중인 기술임
 - 무인기 이동속도, 무인기간 거리, 지상과 다른 무선전파 환경, 전력소모 제약, 충돌회피 지원 최대 통신지연시간 등의 UTM 시스템 운용 요구사항을 고려하여 기존 LTE V2X나 IEEE 802.11p 기술의 feasibility 연구 필요
 - 국내의 경우, 저고도 무인기 식별 및 감시를 위한 통신 기술에 대한 연구는 진행된 바 없음

□ (연구 및 기술개발 동향) 무인비행장치 탐지회피 기술

- 공역에서 다른 대상과의 충돌을 피하기 위해서는 상대 대상을 인지할 수 있는 탐지 기술, 인지한 대상과 충돌 가능성이 있는지 확인하기 위한 추정 및 판단기술, 충돌을 피하기 위한 회피기술로 나눌 수 있음
 - 무인비행장치의 진행방향영역에 존재하는 대상을 탐지해 내기 위해서는 통신장치 또는 다양한 센서들을 필요로 하며, 해당 장치를 통해서 탐지한 대상의 위치, 진행방향, 속도에 대한 정보를 얻어 내기 위한 기술이 요구됨
 - 탐지한 대상의 위치 및 움직임 정보와 현 무인비행장치와의 위치, 속도, 진행방향에 대한 정보 비교를 통해서 충돌가능여부에 대한 추정 및 판단 기술이 필요
 - 탐지한 대상과 충돌가능성이 있는 경우 탐지한 대상의 위치, 진행방향, 속도뿐만 아니라 주변 지형정보 및 날씨정보를 고려할 필요가 있으며, 충돌을 회피하며 항로이탈 없이 안정적인 비행을 위한 방법들에 대한 연구 및 기술개발이 필요
- 서로 다른 무인비행장치를 탐지하여 해당 장치 간의 충돌을 미연에 예방할 수 있음. 서로의 위치를 파악해 내기 위해서는 현 비행장치의 ADS-B 뿐만 아니라 유사 ADS-B장치 또는 무인비행장

치 간의 송수신장치를 통해서 서로의 위치를 파악하고 회피하기 위한 기술이 필요

- 미국은 2013년에 전역에 ADS-B 지상국을 구축하고 있으며, 2020년 이내 미국내 영공을 지나는 모든 항공기에 대해서 ADS-B 시스템 사용을 의무화 하고 있음. 유럽의 경우 2017년 이내 모든 항공기에 대해서 ADS-B장치를 탑재할 것을 요구하고 있음. 호주의 경우 2009년부터 33개의 ADS-B 기지국을 설치하고 호주 전역에 ADS-B 서비스를 시행하고 있음.
- 국내에서는 인천항공교통센터에서 ADS-B 시스템을 도입하고 운용하고 있으며 2014년에 개발된 1090ES 기반의 ADS-B 기준국 시스템을 김포공항에 설치하여 운영 중에 있음. 국내 코디아 업체에서는 선박에서 사용하는 AIS 트랜스폰더 장치를 확장하여 해경의 모든 헬기에 접목시켰으며, 해당 정보를 네비게이션 장치에 연결하여 ADS-B 시스템을 구성하여 사용하고 있음 산림청에서 운용하고 있는 모든 헬기에는 2G 기반의 셀룰러망을 SIS-PDA 장치를 이용하여 네비게이션 연결하여 ADS-B 시스템을 구성하고 있음. 해당 정보를 토대로 산림항공본부에서 운용중인 SIS PDA와 연동하여 주변헬기, 기상, 비행계획, 메시지 표출이 가능하며, 해양경비안전본부에서 운용중인 AIS와 연동하여 주변 헬기 및 메시지 표출이 가능
- 유콘시스템은 '13년 대대급 무인기인 리모아이 (Remo-Eye)를 개발하여 통신반경은 10km로 데이터는 L 대역, 영상은 2.4GHz 대역의 제품을 시연하여 사용 중에 있으며, 네스엔텍은 '13년 LTE 통신망을 이용해 대전의 멀티콥터를 서울에서 원격 조정해 이착륙은 물론 비행체에 탑재된 카메라를 통해 실시간으로 영상 전송, LG U+은 '14년 3월 LG U+는 세종대학교, 넷코텍과 공동으로 LTE 통신망을 이용하여 소형무인기를 원격 조종하고 탑재된 카메라를 통해 영상과 사진을 스마트폰으로 실시간 전송하는 기술 시연을 통해서 각 무인비행장치 간의 통신으로 발전할 수 있는 가능성을 보임
- NASA, Google, Amazone 등에서는 기존의 ADS-B 뿐만 아니라 셀룰러망 또는 자율 ITS 시스템용 IEEE 802.11p (WAVE) 기술 이용한 무인기용 유사 ADS-B장치를 통해서 위치 및 상태를 모니터링 할 수 있는 통신 기술을 개발 중에 있으며, Verizon은 NASA와 함께 LTE 네트워크를 통해 비관제공역에서 저고도 무인기 간의 통신 기술 개발을 시도하고 있음

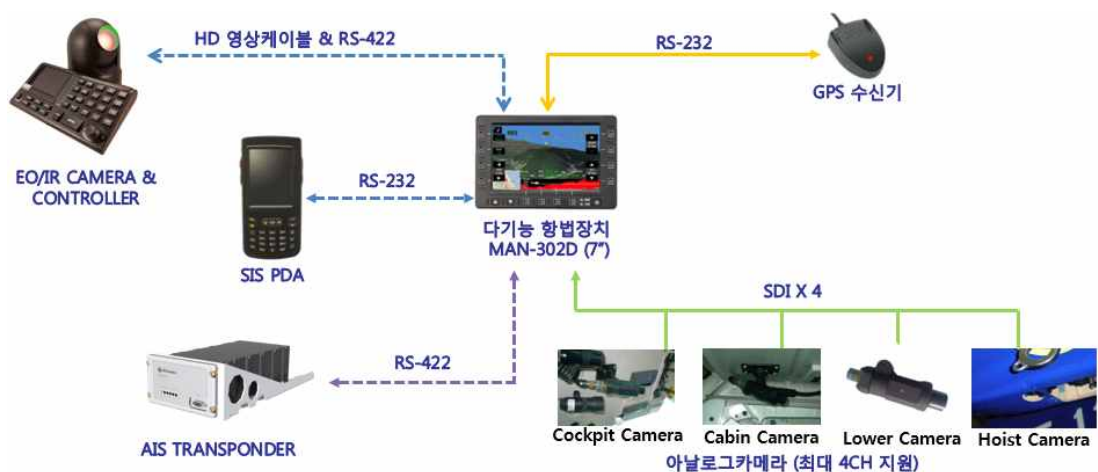


그림 2-20. (주) 코디아 제품의 MAN-302D 제품의 구성도, 설치된 SIS PDA의 2G 셀룰러 망을 통해서 산림항공본부와 연결 또는 AIS Transponder를 통해서 해양경비안전본부와 연결되어 ADS-B 시스템을 운영

- 자신의 위치정보를 제공하지 않는 비협력적 대상을 인지해 내기 위해서는 EO/IR 시스템 기반의 인지 센서, 레이더센서, 라이더 센서, 초음파 센서들과 같은 측위 센서를 이용하여 충돌 가능성이 있는 대상들에 대한 위치정보를 획득할 필요가 있음
 - EO/IR 기반의 센서의 경우 사람이 직접 보는 것과 같이 실시간 주야간 영상을 통해서 충돌가능성이 있는 대상을 판단해 낼 수 있는 장점이 있음. 하지만 대상의 인지를 위한 이미지 처리과정 및 관련 하드웨어장비가 추가적으로 필요하며, 얻어낸 대상 정보를 통해서 정확한 위치 및 거리정보를 얻어내기가 어려움
 - 레이더 센서는 기상변화에 영향을 받지 않고 넓고 먼 거리를 탐지해 낼 수 있는 장점이 있으나, 부피 및 전력 소모가 큰 단점이 존재하기 때문에 저출력 소형화를 위한 연구가 지속적으로 포함
 - 라이더 센서의 경우 레이저 기반의 모듈이 회전하면서 2-D 또는 3-D 영역에 대한 탐지대상의 거리 정보를 얻어낼 수 있으나, 빛을 이용하는 만큼 주간에 햇빛에 많은 영향을 받기 때문에 실내 환경과 같은 한정적인 환경에서만 사용이 가능함
 - 초음파 센서의 경우 상대적으로 짧은 측정거리를 가지고 있으며, 정확한 방향을 얻어내기 위해서는 센서의 개수를 늘릴 필요가 있음. 따라서 저속 근거리 대상의 충돌회피에만 적용이 가능
 - 한국항공우주연구원에서는 TCAS II 장비와 전방 적외선 영상정보와 결합한 시스템을 제안하였으며, 무인기 조종사에게 효과적인 정보 및 기동정보를 제공할 수 있도록 만들

- 무인비행장치의 충돌 가능성을 판단하기 위해서는 탐지한 대상의 위치, 속도, 방향에 대한 정보와 현 무인비행장치의 위치, 속도, 방향에 대한 정보간의 비교를 통해서 충돌가능성에 대한 추정 및 판단을 위한 연구 및 기술개발이 필요
 - 현재 항공기의 경우 충돌감지 요건을 채택하여 사용하고 있으며, 유인기 충돌감지 및 회피를 위해서 크게 Self Separation 단계와 Collision Avoidance 단계로 나누고 있음. 유인기간의 충돌감지 및 회피는 계획 및 절차에 대한 비행, ATC 관제 지시에 대한 비행, TA (Traffic Advisory) 또는 RA (Resolution Advisory)의 지시, 조종사 육안확인 및 회피기동에 의해서 이루어 짐. 또한 조종사가 확인하지 못할 경우를 대비하여 다양한 센서들을 기반으로 한 탐지 및 경보하여 시스템을 개발하여 사용하고 있음
 - 미국 유타대에서 조사한 자료에 따르면 충돌위험 감지거리, 기상조건, 장착성을 고려할 때 무인기의 충돌감지 시스템으로는 ADS-B가 효용성이 가장 높은 것으로 조사되었음
 - 항공우주연구원에서 조사된 자료에 따르면 유인기의 충돌경고 장비인 TCAS I 및 TACAS II는 기술 표준으로서 인증기준이 제시되어 있으나, 무인비행장치용 장비의 경우 아직 신뢰성이 인증 받은 기술도 없으며, 기술 기준도 정립되어 있지 않은 상태임
 - 현재 무인기를 운용중인 한국항공우주연구원에서는 무인기를 위한 충돌회피시스템에 대한 개발을 진행 중에 있으며, 충돌가능성에 대한 정의된 정보를 기반으로 회피기동을 진행할 수 있는 다양한 알고리즘에 대한 연구 및 실험을 진행 중에 있음

표 2-8. 무인기에 사용 가능한 각 센서들의 기술 분류

기술 구분		센서	비고	
탑재기반	협조적	TCAS	· 모든 항공기에 장착 불가 · 지상 장애물 감지 불가	
		ADS-B		
	비협조적	능동형	Radar	· 악시계조건 운용 가능 · 고가, 고중량, 고전력
			Laser	
		Sonar	· 작고 가벼운 무게 · 짧은 감지거리	
	수동형	Motion Detection	· 시계조건에 성능 민감 · 충돌탐지 알고리즘 개발 어려움 · 상대거리 탐지 곤란	
		Electro-Optical		
		Infrared		
		Acoustic		· 무인기 자체 및 바람 등의 주변 소음 처리 필요
	지상기반		3D Radar	· Radar로 탐지되는 제한된 지역에만 적용 가능

- 무인비행장치의 회피 기술을 위해서 다양한 알고리즘 기반의 충돌회피방식이 존재하며, 정확한 위치정보를 알 수 있는 ADS-B 기반의 충돌회피방식이 대다수를 이루고 있음
 - 현재 항공기의 경우 Right-of-way를 기반으로 조종자가 SAA를 통해서 충돌위험을 감지하는 경우 곧바로 우측 회피기동을 기본원칙으로 하여 항공기간의 충돌회피를 진행하고 있음
 - 항공우주연구원의 경우 무인기 시뮬레이터를 이용한 스카트 무인기 충돌회피 시험을 진행하고 있으며, 충돌감지 및 회피기동을 위한 알고리즘을 개발하여 충돌회피가 가능함을 시뮬레이션을 통해서 보였으며, ADS-B 시스템을 기반으로 한 충돌회피 시스템을 구현함. 또한 틸트로터 항공기에 적합한 충돌회피기법을 설계하였으며, PILS를 통해서 검증함
 - 국내 KAIST에서는 최 근접 거리를 이용한 무인기의 충돌회피 알고리즘을 제안하였으며, ADS-B 시스템을 통해서 얻은 정보에 불확실성을 추가하여 충돌회피가 가능한 알고리즘을 제안함
 - 국내외에서 무인비행장치 간의 충돌회피를 위한 시스템으로는 우선 현재의 비행기에서 사용하는 방식대로 사전에 주어진 방향대로 회피를 하는 방식, 최적의 충돌회피를 위해서 게임이론, 퍼지로지, 유전알고리즘을 이용한 최적화 기반의 알고리즘, 또는 가상의 포텐셜 필드를 만들고 회피를 위한 방식 등 다양한 연구들이 제안되고 있음

- 무인비행장치의 탐지회피기술 동향 및 전망
 - 미국의 경우 무인기용 DAA 기술개발에 가장 적극적으로 임하고 있으며 탑재기반기술인 ABSAA(Airborne Sense and Avoid)는 미 공군이 주도하고 있으며, 지상기반의 기술 GBSAA(Ground-Based Sense and Avoid)는 미 육군이 주도적으로 연구하고 있으며 기술 개발을 위하여 세 곳의 시험장을 지정하여 운영하고 있음
 - ABSAA시스템이 장착될 예정이었던 미국 노드롭 구르만 그룹의 무인기 MQ-4C의 경우 2013년 예산문제 및 기술적인 문제로 기술개발을 중단하였으나, 다시 개발을 시작하여 올해 말 연구를 마

철 예정이며 2019년 실전에 배치할 예정으로 연구를 진행 중에 있음

- 국내 특허청에 따르면 드론의 충돌회피기술 관련 특허출원이 기존에 비해서 늘어나고 있으며, 국내 특허 출원 중 약 70% 가량이 지상 기반 충돌회피 기술이며, 상대적으로 탑재기반 충돌회피기술의 특허 출원율은 낮은 편으로 알려져 있음
- 국내의 경우 한국항공우주연구원과 대학을 중심으로 다양한 연구결과들을 만들어 나가고 있으며 ADS-B 와 같은 정밀 위치 기반이 아닌 다양한 센서들을 기반으로 한 충돌회피에 대한 지속적인 연구가 필요

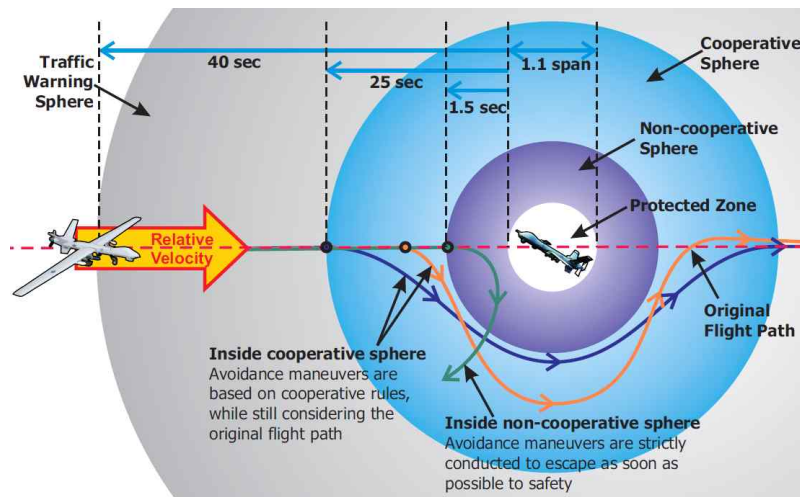


그림 2-21. 탐지한 무인기와의 충돌을 방지하기 위한 다양한 회피 방법들

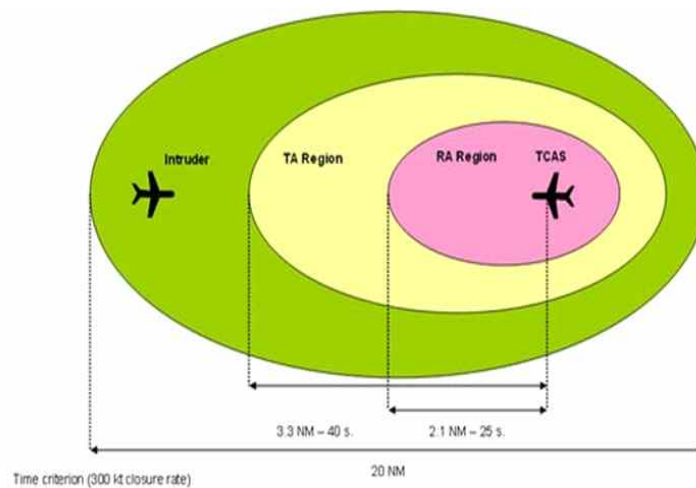


그림 2-22. 현재 항공기의 충돌방지를 위한 지역 설정

2.3.6 표준화 동향

- 현재 ICAO, 미국 RTCA, 유럽 EUROCAE를 중심으로 관제구역에서의 유·무인기 통합을 위한 무인기 제어용 통신 및 탐지·회피 기술에 대한 표준화가 진행 중임
- 국제민간항공표준화기구인 ICAO는 '07년부터 무인항공시스템 연구그룹³⁾ (UASSG, Unmanned

Aircraft System Study Group)을 결성하여 유·무인기 국가공역 통합 관련 업무에 대한 국제적 상호협력, 무인기 관련 규정 및 매뉴얼 개발, 기술적 세부사항과 SARPs의 개정에 대한 연구 진행 중

- 유럽 항공기 관련 표준을 개발하여 유럽연방항공청(EASA)에 제언하고 있는 유럽항공표준화기구인 EUROCAE는 WG-73과 WG-93에서 각각 무인기 및 소형 무인기의 유럽 공역내의 안정적 진입을 위한 표준 개발 중
 - 미국 항공기 관련 표준을 개발하여 미국연방항공청(FAA)에 제언하고 있는 미국항공표준화기구인 RTCA는 SC-228에서 무인기 제어용 통신 및 충돌 회피 기술 표준 개발 중
 - 유럽항공안전청 주관의 감항 인증 기술기준 제정을 위한 Working Group인 JARUS는 미국, 유럽, 아시아의 국가들이 참여하여 무인기 인증과정에서 사용될 글로벌 인증기준 및 운영 조건들(certification specifications and operational provisions)을 개발하여 ICAO에 제언하고 있음
- 저고도 G공역에서의 무인기 교통관리를 위한 표준화는 현재 진행된 바 없으나, 미국의 경우 ‘15년 저고도 무인기 교통관리를 위한 표준 개발을 목표로 하는 RTCA 특별위원회(SC) 구성에 대한 FAA, NASA, RTCA 간 협의가 있었음
- 유럽 또한 EUROCAE나 JARUS를 통해 관련 표준화 활동이 향후 진행될 것으로 예상
- 기타 무인기 트래픽 컨트롤 자동화 시스템 개발을 위한 미국 내 대표기관 협력 가속화
- 다양한 기관의 참여를 통한 컨소시엄 수립
 - UTM 2015 Convention에서 NASA/Google/Amazon 등 수백 개 업체 간 표준화 필요성에 대한 의견 접근
 - UTM 2016 Convention에서는 NASA와 FAA간에 수행되고 있는 UTM에 관련된 Research Transition Team(RTT)에 대한 발표가 있었으며 여기에서 UTM RTT는 ‘Concept & Use Cases’, ‘Data Exchange & Information Architecture’, ‘Communications & Navigation’, ‘Sense & Avoid’ 분야로 나뉘어서 수행되며 관련된 요구사항, 표준 및 Best Practice를 연구하고 있음(그림)

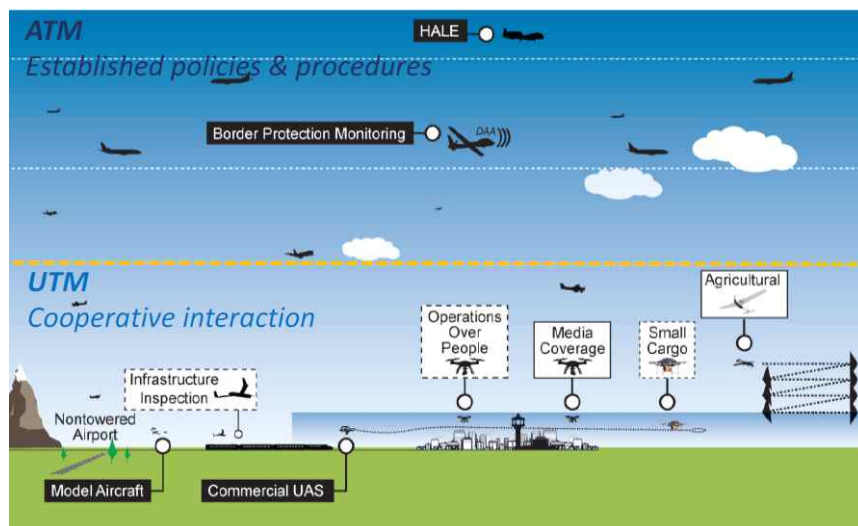


그림 33. NASA UTM Research Transition Team Scope

3) UASSG는 현재 RPAS (Remotely Piloted Aircraft System) Pannel로 명칭 변경

2.4 기술수준 분석

2.4.1 무인비행장치 교통관리 체계 관련 국내 기술수준

- 무인기 자체의 개발수준에 비하여 무인비행장치 교통관리 기술은 기초연구 단계이며, 무인비행장치 교통관리 개념 정립도 시급한 상황임
- 무인비행장치의 안전한 비행을 위해 3D 공중 입체 경로가 구축되어야 하나, 이를 위한 필요 기술 개발은 아직 기획 단계임
- 이동통신망을 기반으로 한 무인비행장치 위치/상태 모니터링 및 주변 비행장치 간 정보 교환 기술은 헬기를 위한 유사 기술 적용 사례가 있어 국내 개발이 충분히 가능한 상태임
- 무인비행장치에 탑재 가능한 소형·경량·소출력 ADS-B 장치는 국내에서 아직 개발된 바가 없으나, ADS-B 수신 지상장치 개발 경험과 무선통신 모듈 개발 능력을 고려할 때 국내 개발이 가능함
- GPS/INS에 속도계를 추가해 측위 정확도를 높이려는 시도가 있으며, 또한 자율주행을 위한 영상/LiDAR 기반의 항법 기술 연구가 진행 중임
- 영상 센서(비협력적 탐지용)와 ADS-B(협력적 탐지용)를 이용한 무인항공기용 충돌회피 기술이 개발 중이나, 무인비행장치에 적용이 가능한 소형·경량의 탑재 레이더 및 다양한 센서를 이용한 탐지회피 알고리즘 개발 필요
- 다음은 무인기 시스템에 대한 SWOT 분석 결과임

표 2-9. 무인기 시스템의 SWOT분석 (출처 : 중소기업 기술로드맵 2015-2017 중)

강점 (Strength)	약점 (Weakness)
<ul style="list-style-type: none"> • 고도의 지식이 결합되는 최첨단 산업의 높은 부가가치 및 높은 고용 창출 효과 • 국내 주도 개발을 통한 기술력 확보 가능 	<ul style="list-style-type: none"> • 무인기 관제 및 통신 등에 대한 운용 단가가 비싸며, 국내의 경우 가격 경쟁력이 취약함 • 유인기 공역 비행이 허락되지 않아 별도의 지상 인프라가 필요함
기회요인 (Opportunity)	위협요인 (Threat)
<ul style="list-style-type: none"> • 세계적으로 분업 강화 추세 • 국내 무인기의 규제 완화와 시장의 활성화를 위한 지원 강화 및 정부 방침 확정 필요 	<ul style="list-style-type: none"> • 국제적으로 통용될 수 있는 신기술의 안정성 및 신뢰성 평가 방법이 정립되지 않았음 • 기술 발전 속도에 따른 지원제도 사문화 가능성 예측 불확실성

2.5 유사과제 분석 및 기존 기술(연구)와의 차별성

2.5.1 부처별 기존사업

표 2-10. 기존사업 주요내용

번호	기존 사업		내용
1	스마트 무인기 기술개발사업 (2002.06 ~ 2012.03)	지경부 산자부	<ul style="list-style-type: none"> 주야 원거리 영상정보 실시간 획득 및 자율비행, 충돌방지 기능 개발 수직이착륙 및 고속 수평비행이 가능한 틸트로터형 무인항공기, 통신장비, 지상관제시스템, 지원장비 등의 지능형 무인항공기 개발 개발된 무인기 기술 실증
2	항공감시용 ADS-B 핵심기술 개발 (2010.09 ~ 2014.09)	국토부	<ul style="list-style-type: none"> ADS-B 시스템 통합 개발 및 연동 UAT MS/GS 시스템 개발 ADS-B모니터링 시스템 및 ADS-B/TIS-B/FIS-B서버 개발 ADS-B 운용성 검증용 시뮬레이션 도구 개발
3	민간 무인항공기 실용화를 위한 기반조성 연구 (2013.12 ~ 2015.06)	국토부	<ul style="list-style-type: none"> 안정성 인증, 운항기술 기준연구 법적제도화 연구 운용시설 및 핵심시설 연구 중장기 로드맵 수립
4	위성항법 기반교통 인프라 기술 개발 (1단계: 2009.11~2011.11) (2단계: 2011.11~2015.10)	국토부	<ul style="list-style-type: none"> 다중 수신국 위성항법 반송파 기반 차로 구분이 가능한 수준의 위치 결정 기술 다중 수신국 활용 신호감시를 통한 위치정보의 신뢰성 향상 기술 테스트베드 개발 및 시험평가
5	초정밀 GPS 보정시스템(SBAS) 개발 구축 (2014.10~2022.10)	국토부	<ul style="list-style-type: none"> APV-I급 SBAS 서비스 제공을 위한 통합운영국, 중앙처리국 개발 및 기준국 연동 APV-I급 SBAS 서비스 제공을 위한 위성통신국 개발
6	ADS-B 기반 무인항공기 충돌회피시스템 개발 (2015 ~ 2020)	산업부	<ul style="list-style-type: none"> 유인기 수준의 무인기용 충돌회피 시스템 개발 (시계 비행항로 운항용) - 센서퓨전(ADS-B, FPGA Vision System등) 충돌회피 하드웨어 개발 - ADS-B / FIS-B / TIS-B Data Interface 및 처리 기술 충돌회피 시스템 시험 장치 개발 및 시험 평가 수행
7	고신뢰성 다중 무인이동체 통신 및 보안 SW 기술 개발 (2015.03 ~ 2019.02)	미래부	<ul style="list-style-type: none"> 무인기의 안전한 통제를 위한 고신뢰 지상무선통신 기술 개발 무인체와 컨트롤러 상호 신뢰성 검증 프로토콜 구현 및 고신뢰성 협응 운용 기법 확립 신뢰 하드웨어를 이용한 운영 상태 적합성 검증 및 고신뢰성 운용의 상시 환경 검증
8	DMM 기반 장애물 회피 및 소형 무인기 조종장치 기술 개발 (2015 ~ 2020)	미래부	<ul style="list-style-type: none"> 무인기 장애물 회피경로 계획 수립을 위한 Digital Moving Map (DMM) 구축 및 관리 기술 DMM 기반 최적 비행경로 생성 및 고정 장애물 탐지 회피 기술 사용자 편의성이 강화된 DMM 지원 휴대형 조종장치 기술
9	유무인기 통합 운항안전 기술개발	국토부	<ul style="list-style-type: none"> 관제공역에서의 유·무인기 통합 운용을 위한 민간 무인기 관련 법령 정비 및 기술기준 제정/개정

번호	기존 사업		내용
	및 시범운영 (2015.12 ~ 2021.12)		<ul style="list-style-type: none"> 민간 무인기 시험 운용을 위한 시범 인프라 구축 - '비관제공역에서 무인기 경로 설정 및 교통흐름기법 연구' 포함 민간 무인기 시험 운용 및 통합 시범운용 수행
10	무인비행장치 활용 신 산업분야의 안전성 검증 시범사업 (2015.12~2017.12)	국토부	<ul style="list-style-type: none"> 5개 공역을 무인비행장치 비행시험용으로 제공 15개 사업자 참여(물품수송, 산림보호, 해안감시, 국토조사, 안전진단, 통신망활용, 촬영레저, 농업지원) 충돌·추락 등 위험요인에 대비한 사전 안전검증 시험 유망 사업분야의 사전 운영 및 활용성 검증
11	국민안전 감시 및 대응 무인항공기 융합시스템 구축 및 운영 (2017 착수 예정)	국민안전처 산업부 미래부 경찰청	<ul style="list-style-type: none"> 옥외용 재난·치안 무인기 공통기술 (기체, 기본임무장비, 통신, 항법, 안전운항 등) 및 특화 임무장비 기술 개발 실내탐색용 미니 무인기 플랫폼 및 통신, 항법, 장애물 회피 기술

2.5.2 기존사업과의 차별성

- 관제 공역에서의 유·무인기 통합 운용을 위한 기술 개발, 무인비행장치 조종장치 개발, 무인기/무인비행장치 기체, 통신, 항법 등의 기술 개발 등이 기존 사업에서 수행되고 있으나, 저고도 무인비행장치 교통관리 및 감시 기술 개발을 중심으로 하는 본 사업의 내용과 중복되지 않음
- 타 사업의 일부 결과를 본 사업에 활용할 수 있음

표 2-11. 기존사업과의 차별성

번호	기존 사업	차별성
1	스마트 무인기 기술개발사업 (2002.06 ~ 2012.03)	<ul style="list-style-type: none"> 수직이착륙 및 고속 수평이동이 가능한 틸트로터 무인기 개발이 주요 사업내용임 스마트 무인기 시스템 개발에 필요한 통제시스템 및 통신장비 개발 등이 포함되어 있으나 무인기 개발을 위한 부가적인 것으로 본 사업의 내용과는 중복성이 없음
2	항공감시용 ADS-B 핵심기술 개발 (2010.09 ~ 2014.09)	<ul style="list-style-type: none"> 해당 사업은 관제 공역에서의 항공기 감시를 위한 ADS-B 핵심기술 개발에 관한 사업임 본 사업은 무인비행장치에 탑재 가능한 소형·경량화된 무인비행장치 간 정보교환 단말장치 및 이동통신 링크 등을 활용한 교통관리체계 개발 등을 목표로 하므로 해당 기존사업과의 중복성이 없음
3	민간무인항공기 실용화를 위한 기반조성 연구 (2013.12 ~ 2015.06)	<ul style="list-style-type: none"> 해당 사업은 민간용 무인항공기의 안정성 인증, 운항기술, 법적제도화, 운용 및 핵심시설, 중장기 로드맵 등 무인기 실용화를 위한 사전 연구임 따라서 본 사업과의 중복성이 없음
4	위성항법 기반교통 인프라 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> GBAS(Ground Based Augmentation System) 기술, 즉 지상 인프라를 이용해 위치 보정정보를 사용자 단말에 제공함으로써 위치 정

번호	기존 사업	차별성
	(1단계: 2009.11~2011.11) (2단계: 2011.11~2015.10)	확도와 신뢰도를 향상시키기 위한 기술 개발 사업임 • 따라서 본 사업과의 중복성은 없음
5	초정밀 GPS 보정시스템(SBAS) 개발 구축 (2014.10~2022.10)	• SBAS(Satellite Based Augmentation System) 기술, 즉 위성을 통해 위치 보정정보를 사용자 단말에 제공함으로써 특히 항공기의 위치 정확도와 신뢰도를 향상시키기 위한 기술 개발 사업임 • 따라서 본 사업과의 중복성은 없음
6	ADS-B 기반 무인항공기 충돌회피시스템 개발 (2015 ~ 2020)	• 시계비행항로 운항을 위한 150kg 이상의 무인기에 대한 충돌회피 시스템 개발 사업으로, 무인비행장치에 탑재 가능한 소형-경량화된 무인비행장치 간 정보교환 단말장치 개발 등은 포함하고 있지 않음 • 따라서 본 사업과의 중복성은 없음
7	고신뢰성 다중 무인이동체 통신 및 보안 SW 기술 개발 (2015.03 ~ 2019.02)	• 유·무인기 통합공역에서의 무인항공기 통제용 통신 기술 및 보안 SW 개발로, 본 사업과 중복되는 부분 없음
8	DMM 기반 장애물 회피 및 소형 무인기 조종장치 기술 개발 (2015 ~ 2020)	• 무인기 운용을 위한 DMM 구축 및 DMM 기반의 장애물 탐지 회피와 DMM 지원 휴대형 조종장치 개발 등에 관한 사업임 • 따라서 저고도 G-공역에서의 효율적인 무인기 교통관리 및 감시 시스템 개발과는 중복성이 없음
9	유무인기 통합 운항안전 기술개발 및 시범운영 (2015.12 ~ 2021.12)	• 관제공역에서의 유·무인기 통합 운용을 위한 관련 법령 정비 및 기술기준 제/개정과 시범 인프라 구축 및 시범운용이 주요 내용 • 따라서 비관제 G 공역 저고도 무인비행장치 교통관리·감시 체계 개발 및 운용/인증기준(안) 작성을 목표로 하는 본 사업과의 중복성은 없음
10	무인비행장치 활용 신 산업분야의 안전성 검증 시범사업 (2015.12 ~ 2017.12)	• 5개 공역을 무인비행장치 비행시험용으로 제공하여 다양한 비행시험을 할 수 있게 하는 시범사업으로, 본 사업과의 중복성은 없음
11	국민안전 감시 및 대응 무인항공기 융합시스템 구축 및 운용 (2017 착수 예정)	• 옥외 재난·치안용 무인기 공통기술 (기체, 기본임무장비, 통신, 위치/자세 추정 및 매핑, 비행 장애물 회피 등) 및 특화 임무장비 기술과 실내탐색용 미니 무인기 플랫폼 및 통신, 항법, 장애물 회피 기술 개발 등을 포함하며, 본 사업과의 중복성은 없음

표 2-12. 타 다부처사업과의 중복성 검토 (1)

[사업 A] 고신뢰성 다개체 무인이동체 통합 운용체계 구축 사업	[본 사업] 무인비행장치 안전운용을 위한 저고도 교통관리체계 설계 및 실증 사업	중복성 검토
<p>세부사업: 무인항공기 안전운항기술 개발 및 통합 시범운용</p> <ul style="list-style-type: none"> • 무인기 관련 법령의 정비, 관련 기술기준의 제정 및 개정을 위한 연구 • 민간 무인기 시험 운용을 위한 시범 인프라 구축 • 민간무인기 시험운용 및 통합 시범운용 수행 	<p>세부사업: 망 기반 저고도 무인비행장치 교통관리체계 플랫폼 설계 및 구축</p> <ul style="list-style-type: none"> • 네트워크 기반 저고도 무인비행장치 교통관리 체계 설계 및 개발 • 교통관리 핵심기술 자동화 및 무인화기술 • 이동형/고정형 무인비행장치 교통제어 및 운용시스템 기술 	<ul style="list-style-type: none"> • [사업 A]의 해당 세부사업은 유·무인기 통합 관제공역에서의 무인항공기 안전운항을 위한 법/기술 연구와 관련 시범인프라 구축 및 시범운용이 목표임 • [본 사업]은 현재 비관제공역인 G 공역에서 무인비행장치의 안전한 비행을 위한 교통관리체계 개발 및 실증시험이 목표임 • 따라서 두 세부사업 간의 중복성은 없음
<p>세부사업 : 고신뢰성 다종 무인이동체 통신 및 보안 SW 기술 개발</p>	<p>세부사업 : 저고도 무인비행장치 교통관리체계를 위한 통신인프라 및 무인비행장치 운영기준 연구</p> <ul style="list-style-type: none"> • 무인비행장치-지상인프라간, 무인비행장치 간 통신요구조건도출 • 무인비행장치 위치인식 요건 및 분리기준 설정 • 협력적/비협력적 무인비행장치 탐지/회피 기법 검증 	<ul style="list-style-type: none"> • [사업 A]의 해당 세부사업 중 보안SW 기술 개발은 무인이동체 및 그 통제장치의 해킹 탐지 및 대응 기술 개발이 목표임 • [본 사업]의 보안 기술 개발은 무인비행장치 교통관리체계 운용을 위해 필요한 구성부/구성원 간 상호인증, 암호키 생성/분배 및 암호화 기술 개발이 목표임 • 따라서 두 세부사업 간의 중복성은 없음

표 2-13. 타 다부처사업과의 중복성 검토 (2)

<p>[사업 B] 국민안전 감시 및 대응 무인항공기 융합시스템 구축 및 운용</p> <p>(세부사업: 재난·치안용 무인기 통신, 항법, 안전운항 및 운영·관리 표준 플랫폼 기술개발)</p>	<p>[본 사업] 무인비행장치 안전운용을 위한 저고도 교통관리 체계 설계 및 실증 사업</p>	<p>중복성 검토</p>
<ul style="list-style-type: none"> • 실내 및 LTE 음영지역, 트래픽 폭주 상황에 대비한 제어 및 임무용 무선통신망 기술 개발 • LTE 기반 무인기 데이터 통신 기술 개발 • 재난·치안 임무용 소형무인기 운영 및 관리 체계 기술 개발 	<p>-</p>	<p>유사 기술분야 없음</p>
<p>-</p>	<p>(세부사업: 망 기반 저고도 무인비행장치 교통관리체계 플랫폼 설계 및 구축)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 네트워크 기반 저고도 무인비행장치 교통관리 체계 설계 및 개발 • 교통관리 핵심기술 자동화 및 무인화기술 • 이동형/고정형 무인비행장치 교통제어 및 운용시스템 기술 교통관리체계 보안 기술 개발 	<p>유사 기술분야 없음</p>
<ul style="list-style-type: none"> • 재난·치안 임무용 무인기 안전운항 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 재난·치안 임무용 GNSS-free 위치/자세 추정 및 매핑 기술 	<p>(세부사업: 다중 무인비행장치 운용을 위한 공역설계 및 협력적 교통흐름 관리 핵심기술 개발)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 동적/정적 공역구조 설정을 고려한 공역설계 • 리스크 기반 비행경로 설정 • 동적/정적 지형적 경계설정 • 비행경로기반 출도착 관리 및 비행승인 알고리즘개발 	<p>[사업 B]의 'GNSS-free 환경에서의 위치/자세 추정 및 매핑 기술'은 GNSS 신호 수신에 어려운 환경에서 이용 가능한 영상/라이더를 이용한 SLAM 기술 개발을 목표로 함</p> <p>[본 사업]의 협력적 교통흐름 관리는 리스크 기반의 비행경로 설정 및 Geo-Fence 설정 기술이므로 두 사업 간의 기술적 중복성은 없음</p>
<ul style="list-style-type: none"> • 재난·치안 임무용 무인기 안전운항 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 해양·교외/도심/실내 환경에서의 무인기 자율 비행 및 장애물 회피 기술 개발 	<p>(세부사업: 통신인프라 및 무인비행장치 성능을 고려한 무인비행장치 운영기준연구)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 무인비행장치-지상인프라간, 무인비행장치 간 통신요구조건 도출 • 무인비행장치 위치인식 요건 및 분리기준 설정 • 협력적/비협력적 무인비행장치 탐지/회피 기법 검증 	<p>[사업 B]의 '무인기 자율 비행 및 장애물 회피 기술'은 각 무인비행장치 단위의 충돌회피 기술 개발을 목표로 함</p> <p>[본 사업]의 무인비행장치 성능을 고려한 무인비행장치 운영기준의 위치인식 요건 및 분리, 협력적/비협력적 탐지/회피는 교통관리체계의 지원 및 협력에 의한 분리(separation)와 충돌회피 기술 개발이 목표이므로 두 사업 간</p>

		의 기술적 중복성은 없음
--	--	---------------

2.5.3 기존사업과의 연계방안

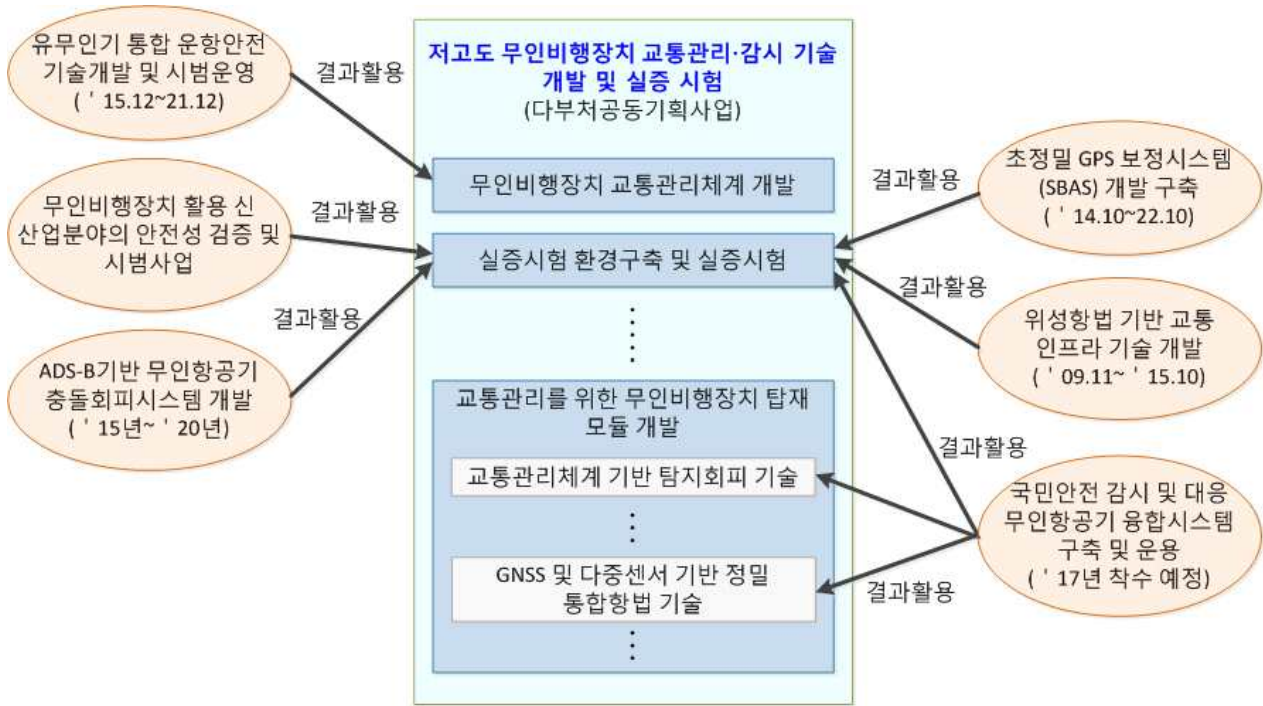


그림 2-23. 기존사업과의 연계방안

표 2-14. 기존사업 결과 활용 방안

번호	기존 사업	결과 활용 방안
1	위성항법 기반교통 인프라 기술 개발 (2015년 완료)	• 실증시험 지역에서 해당 사업에서 개발된 서비스가 제공되면 GPS 신호 품질이 좋은 지역에서는 위치 정밀도 및 신뢰도 향상을 위해 해당 기술 활용 가능
2	초정밀 GPS 보정시스템(SBAS) 개발 구축 (2014.10 ~ 2022.10)	• 해당 사업에서의 기술 개발이 완료되고 서비스가 제공되면 GPS 신호 품질이 좋은 지역에서는 위치 정밀도 및 신뢰도 향상을 위해 해당 기술 활용 가능
3	ADS-B 기반 무인항공기 충돌회피시스템 개발 (2015 ~ 2020)	• 지상 ADS-B 수신 시스템은 실증시험 시 활용 가능(데이터 내용 추가/변경 시 관련 기능 수정 필요)
4	유무인기 통합 운항안전 기술개발 및 시범운영 (2015.12 ~ 2021.12)	• 비관제 공역에서 무인기 경로 설정 및 교통흐름기법 연구의 결과는 교통관리체계 설계에 활용 가능
5	무인비행장치 활용 신 산업분야의 안전성 검증 시범사업 (2015.12 ~ 2017.12)	• 시범사업을 통해 다양한 비행 데이터와 시험결과가 생성될 것이므로 이를 개념설계와 실증시험 등에서 참고할 수 있을 것임
6	국민안전 감시 및 대응 무인항공기 융합시스템	• 해당 사업의 결과물인 재난·치안용 무인기 시스템을 실증시험에 투입할 수 있으며, 그 과정을 통해 재난·치안용 무인기

	<p style="text-align: center;">구축 및 운용 (2017 착수 예정)</p>	<p>시스템 자체의 안전성도 검증할 수 있을 것임</p> <ul style="list-style-type: none"> • 해당 사업의 'GNSS-free 환경에서의 위치/자세 추정 및 매핑 기술'은 본 사업의 'GNSS 및 다중센서 기반 정밀 통합항법 기술' 개발을 위한 하나의 기반기술로 활용 가능하며, 본 사업에서 개발될 정밀 통합항법 장치는 향후 재난·치안용 무인기 시스템의 개선을 위해 이용 가능
--	---	---

2.6 국내 연구개발 인프라 분석

- 저고도 공역 설계 및 교통 흐름 관리 핵심기술
 - 저고도 공역은 기존의 관제공역(A, B, C, D, E 공역)과 여러 가지 점에서 다른 특성을 가지고 있으며, 따라서 저고도 공역 설계와 저고도에서의 교통 흐름 관리 등은 새롭게 연구되고 개발되어야 하는 분야
 - 일부 대학과 출연연구소 등에서 기존의 관제공역에서의 교통 흐름 관리 기술 개발 경험이 있으며, KAIST는 저고도 공역과 관련된 기초연구를 수행 중임
 - 미국을 포함한 외국의 경우에도 관련 기술 수준이 높지 않은 것으로 파악되며, 국내 연구진도 이와 관련한 충분한 경쟁력을 확보하고 있는 것으로 판단됨

- 저고도 무인비행장치 교통관리체계 플랫폼
 - 교통관리체계 플랫폼은 네트워크 기반의 대규모 데이터 처리 및 관리 기술, 네트워크 보안 기술, 응용 SW 기술, 무선 및 이동통신 기술, 위성/융합 항법 기술, 데이터 링크 프로토콜 기술 등 다양한 정보통신기술(ICT)을 필요로 함
 - 한국전자통신연구원(ETRI)는 ICT 분야의 대표적인 국책연구기관으로 플랫폼 개발을 위한 충분한 능력을 보유하고 있으며, 또한 선박 관리 등 타 분야의 관리체계 개발 경험이 있는 업체들도 있어 이 분야의 국내 연구개발 인프라는 충분하다고 판단됨

- 무인비행장치 운용기준
 - 무인비행장치-지상 인프라 간, 그리고 무인비행장치 간 통신 요구 조건은 무선 및 이동통신 기술에 대한 깊은 이해가 필요하며, ETRI와 통신사업자들은 이러한 통신 요구조건을 설정하는 데 있어 확실한 전문성을 확보하고 있음
 - 무인비행장치 위치인식 요구 조건 설정과 관련하여서는, ETRI, KARI 등의 연구소와 다수의 국내 대학들이 관련 기술을 확보하고 있음
 - 무인비행장치-지상 인프라 간, 그리고 무인비행장치 간 데이터링크 설계는 교통관리체계 플랫폼 설계 등과 연계되어야 하며, 이는 국내기술로 충분히 수행 가능하다고 판단됨
 - 무인비행장치 간 분리 기준과 공역 감시 기준 설정, 무인비행장치 탐지회피 기술은 기존 ATM관련한 유사 기술의 내용을 참고로 개발될 수 있을 것이며, 국내대학 또는 국내 연구소의 인력으로 개발하는데 어려움이 없을 것임

- 무인비행장치 관리
 - 무인비행장치 등급 및 등급별 성능 요건 설정은 분석, 시뮬레이션 및 실증시험이 필요하며, 미국

- 을 포함한 선진국의 경우도 이에 대한 구체적인 연구개발 결과가 없는 상태임
 - 국내 연구소 및 대학, 업체들이 관련 연구개발을 수행할 수 있는 역량은 충분히 갖추고 있으며, 보다 효과적인 연구개발 수행과 글로벌한 성능 요건 설정 등을 위해 관련 선진국들과의 협력을 고려할 수 있음
 - 개별 무인비행장치 등록 및 이력 시스템은 연구소, 업체 등 국내의 자체 역량으로 충분히 개발 가능
- 실험 및 실증 사이트 인프라 구축 및 관리
- 항공안전기술원(KIAST) 주관으로 강원 영월, 대구 달성, 부산 해운대, 전남 고흥, 전북 전주 등 5개 지역에서 무인비행장치 활용 신산업분야의 안전성 검증 시범사업을 수행 중('15년 12월~ '17년 12월)
 - 상기 사업의 경험을 바탕으로 하고, 해당 시범사업과 연계하여 사업을 진행한다면 실험 및 실증 사이트 인프라 구축 및 관리, 검증 등에 있어서 큰 어려움이 없을 것으로 판단됨
- 연구개발 인프라 분석 종합
- 저고도 무인비행장치 교통관리체계 설계 및 실증을 위해서는 정보통신기술과 항공교통관리 등의 항공 기술을 모두 필요로 함
 - 우리나라는 세계 최고수준의 ICT 기술을 보유하고 있으며, 또한 역량 있는 항공 관련 전문가 및 연구기관이 있으므로 국내 기술개발 인프라는 부족하지 않을 것으로 판단됨
 - 그러나 기술수준 제고, 국제적인 기술개발 흐름 반영, 표준화 등을 위해 교통관리체계 플랫폼 개발, 무인비행장치 성능 요건 설정, 실증 사이트 구축 및 검증 등의 세부분야에서 미국 NASA 등과 다양한 방법으로 협력하는 것은 필요

3. 연구개발과제 구성 및 추진전략

3.1 비전 및 목표

3.2 기술개발에 따른 미래상

3.3 연구개발 과제 구성

3.4 세부과제별 주요내용, 추진전략 및
연계방안

3.5 연구추진체계

3.6 기술로드맵 및 성과 로드맵

3.1 비전 및 목표

□ 과제의 비전

- 세계 최고 수준의 저고도 무인비행장치 교통관리체계의 개발 및 실증 후, 단계적으로 운영 범위를 확대해 나감으로써 공공·상업용 무인비행장치의 안전한 이용 환경을 조기에 조성
 - 이를 기반으로 공공·상업용 무인비행장치 이용 활성화 및 그에 따른 기술 및 산업 발전 가능
 - 이를 바탕으로 취미·레저용 무인비행장치 시장(국내 기술/제품 경쟁력이 낮음)에 새롭게 진입

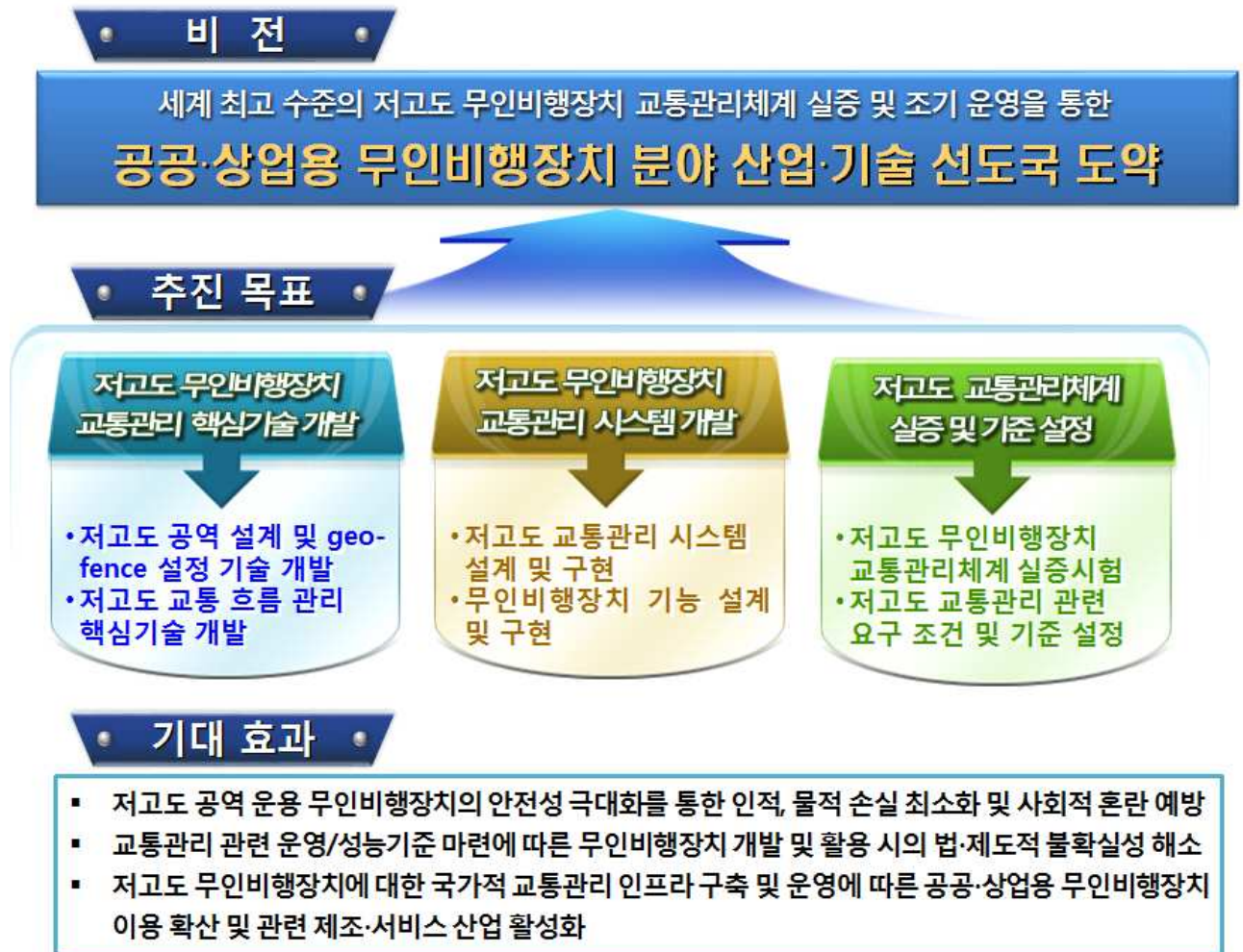


그림 3-1. 과제의 비전 및 추진 목표

□ 연구개발 목표 및 내용

- 저고도 무인비행장치 교통관리 핵심기술 개발
 - 동적/정적 공역 구조 설정을 고려한 공역 설계 및 운영 조건 설정
 - 동적/정적 지형적 경계 설정 기준 및 기법
 - 리스크 기반 비행경로 설정
 - 비행경로 기반 출도착 관리 및 비행 승인 알고리즘
 - 저고도 무인비행장치 운영 전략 평가도구 개발

- 무인비행장치 관리체계 개발
 - 무인비행장치 등급 및 등급별 성능요건 설정
 - 개별 무인비행장치 등록 및 이력 시스템 개발
 - 개별 무인비행장치 산업표준안 제시
 -

- 망 기반 저고도 무인비행장치 교통관리체계 플랫폼 설계 및 구축
 - 네트워크 기반 교통관리 핵심기술 자동화 및 무인화 기술 설계
 - 대규모 다중 무인비행장치 운용을 고려한 확장성 있는 시스템 및 데이터 아키텍처 정의
 - 이동형/고정형 교통제어 및 운용 시스템 요구사항 정의
 - 실험 및 실증을 위한 단계별 플랫폼 구축

- 통신 인프라 및 무인비행장치 성능을 고려한 무인비행장치 운영기준 연구
 - 통신 기술별 기술 적합성 시험을 통한 고 안정성 무인비행장치 항공망 요건 및 운영조건 도출
 - 무인비행장치 위치인식 요건 및 분리기준 설정
 - 협력적/비협력적 무인비행장치 탐지회피 기법 검증

- 저고도 무인비행장치 교통관리체계 실험 및 실증 사이트 인프라 구축 및 관리
 - 상시 운용 실험사이트 설정 및 필요 인프라 구축
 - 단계별 실증사이트 설정 및 실증 시나리오 필요 인프라 구축 및 검증
 - 다보처간 개발연계 및 협력을 위한 연구협의체 구성 및 운영

□ 연구개발 성공 가능성

- 저고도 무인비행장치 교통관리체계는 전세계적으로도 초기 단계로, 미국의 경우 NASA를 중심으로 '14년부터 관련 연구개발 및 실증시험을 수행 중
- 저고도 무인비행장치 교통관리체계 설계 및 실증을 위해서는 항공교통관리 기술과 정보통신기술이 조화롭게 결합되어야 함
- 우리나라는 세계 최고수준의 ICT 기술을 보유하고 있으며, 또한 역량 있는 항공 관련 전문가 및 연구기관들이 있어 국내 연구개발이 충분히 가능함
- 국내 역량을 기반으로 연구개발을 수행하고, 미국 NASA 등의 선진기관과 다양한 방법으로 협력한다면 연구개발의 성공 가능성이 매우 높으며, 일부 분야에서는 기술선도도 가능

3.2 기술개발에 따른 미래상

- 저고도 무인비행장치 교통관리체계 적용 시의 미래상



그림 3-2. 기술개발에 따른 미래상

- 저고도 무인비행장치 교통관리체계 구축 효과
 - 무인비행장치의 자유롭고 안전한 운항 지원에 따른 이용 활성화 및 응용 분야 다양화
 - 무인비행장치 이용 활성화에 따라 관련 산업 (제조, 서비스) 큰 폭으로 성장
 - 무인비행장치 이용에 따른 역기능 억제 및 불법 비행장치 감시를 통한 국민의 안전 보장 및 피해 방지
 - 무인비행장치 교통관리체계의 선도적 개발 및 운영을 바탕으로 무인비행장치 분야에서의 국가 위상 제고 및 기술·산업 선도국 도약

3.3 연구개발 과제 구성

- 세부과제 1
 - 다중 무인비행장치 운용을 위한 공역 설계 및 협력적 교통 흐름 관리 핵심기술 개발
- 세부과제 2
 - 무인비행장치 관리체계 개발
- 세부과제 3
 - 망 기반 저고도 무인비행장치 교통관리체계 플랫폼 설계 및 구축
- 세부과제 4
 - 통신 인프라 및 무인비행장치 성능을 고려한 무인비행장치 운영기준 연구
- 세부과제 5
 - 실험 및 실증 사이트 인프라 구축 및 관리

3.4 세부과제별 주요내용, 추진전략 및 연계방안

3.4.1 세부과제별 주요 내용

구분	세부과제명	주요 내용
세부과제 1	다중 무인비행장치 운용을 위한 공역 설계 및 협력적 교통 흐름 관리 핵심기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 동적/정적 공역 구조 설정을 고려한 공역 설계 및 운영 조건 설정 - 리스크 기반 비행경로 설정기법 연구 - 동적/정적 지형적 경계 설정기법 개발 및 기준 설정 - 비행경로 기반 출도착 관리 및 비행 승인 알고리즘 개발 - 저고도 무인비행장치 운용 전략 평가도구 개발
세부과제 2	무인비행장치 관리체계 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 무인비행장치 등급 및 등급별 성능 요건 설정 - 개별 무인비행장치 등록 및 이력 시스템 개발 - 개별 무인비행장치 산업표준안 제시
세부과제 3	통신 인프라 및 무인비행장치 성능을 고려한 무인비행장치 운영기준 연구	<ul style="list-style-type: none"> - 무인비행장치-지상인프라간 (air-to-infra) 통신 요구 조건 설정 - 무인비행장치간 (air-to-air) 통신 요구 조건 설정 - GPS 정밀도 수준 등 다양한 환경에서의 무인비행장치 위치인식 요구 조건 설정 - 무인비행장치-지상인프라간, 무인비행장치간 데이터링크 설계 - 무인비행장치간 분리 기준 및 공역 감시 기준 설정 - 협력적/비협력적 무인비행장치 탐지회피 기법 개발
세부과제 4	망 기반 저고도 무인비행장치 교통관리체계 플랫폼 설계 및 구축	<ul style="list-style-type: none"> - 네트워크 기반 교통관리 핵심기술 자동화 및 무인화 기술 설계 - 대규모 다중 무인비행장치 운용을 고려한 확장성 있는 시스템 및 데이터 아키텍처 정의 및 구현 - 이동형/고정형 교통제어 및 운용 시스템 요구사항 정의 - 실험 및 실증을 위한 단계별 플랫폼 구축
세부과제 5	실험 및 실증 사이트 인프라 구축 및 관리	<ul style="list-style-type: none"> - 상시 운영 실험사이트 설정 및 필요 인프라 구축 - 단계별 실증사이트 설정 및 실증 시나리오 인프라 구축 및 검증

3.4.2 추진전략 및 연계방안

3.4.2.1 협의체 운영

- 연구진 및 외부 전문가를 포함한 연구개발 관리 및 의사결정 협의체 운영

- 무인비행장치의 하드웨어, 펌웨어, 통신장비, 통신 네트워크, 클라우드시스템, 교통관리, 공역운영 등 다각적이고 방대한 내용이 다루어지는 만큼 전문분야별 자문 위원회를 구성하여 과제 진행 및 주요 의사결정에 참여하게 함
- 정부 협력 기반 강화
 - 과학적 연구를 통한 개발 기술이 안전한 공역 운영 및 무인비행장치 산업화에 기여할 수 있도록 유관 부처와의 긴밀한 협력을 통한 정책 수립에 기여함
- 대국민 정보 공유
 - 매년 실증 시나리오에 기반한 실증을 실시하고 이를 대중과 공유함으로써, 관심 있는 국민과 산업체들과의 연구개발의 진행결과 공유

3.4.2.2 기술 획득 전략

□ 무인비행장치 교통관리체계 기술

- 무인비행장치 교통관리체계 개념설계 기술
 - 저고도 무인비행장치를 위한 교통관리체계는 교외, 준 도심, 도심 등과 평지, 산악지형 등 다양한 실제 무인비행장치들의 운영환경과 비행금지구역, 기상상황 등을 모두 고려한 안전 최우선의 설계 개념 도입
 - 운영개념 (ConOps), 시나리오, 절차 정의
 - 저고도 무인비행장치의 기본 운영개념을 바탕으로 교통관리체계의 운영 시나리오 및 운영절차 등에 대한 정의 필요
 - 무인비행장치용 3D 비행항로 요구사항 도출
 - 현재의 무인비행장치들의 위치정확도 수준과 기체성능 등을 고려하여 ‘드론길’을 위한 3D 비행항로 요구사항 정의 및 측위 정밀도 개선에 따른 요구사항 업데이트
- 무인비행장치 교통관리체계 개발
 - 저고도 무인비행장치의 안전하고 효율적인 운항 지원을 위한 교통관리체계 요구사항을 정의하고, 기존의 위성 지상관제시스템 개발 등의 경험을 바탕으로 단계적 기술검토회의⁴⁾* 마일스톤 방식의 체계공학적 개발 추진
 - *SRR, SDR, SSR, PDR, CDR, TRR, TRB 등의 기술검토회의
 - 예상 운항 무인비행장치의 2배수에 해당하는 교통량의 처리를 위한 충분한 용량의 교통관리 서버 기술 확보
 - 빌딩 밀집지역, 시속 10km의 풍속, 산악지형 등 무인비행장치 운항의 극한 환경을 고려한 서버 개발
 - 사용자의 편의성을 극대화할 수 있는 HMI (Human-Machine Interface) 기술을 적용한 지상 Client SW 및 무인비행장치 탑재 SW 개발

□ 무인비행장치 교통관리 핵심 기술

- 셀룰러망 기반 무인비행장치 실시간 데이터 통합 및 전달 기술

4) SRR: System Requirement Review, SDR: System Design Review, SSR: System Specifications Review, PDR: Preliminary Design Review, CDR: Critical Design Review, TRR: Test Readiness Review, TRB: Test Review Board

- 저고도 무인비행장치 교통관리를 위한 신규 인프라 구축 비용 절감을 위해 기존의 셀룰러(LTE) 망을 이용하여 무인비행장치들로부터 실시간 비행정보 (속도, 방향, 위치, 상태 등)를 수집하고 필요한 정보를 무인비행장치/지상 Client로 전달하기 위한 데이터 통합 및 전달 기술 획득 추진
- 무인비행장치의 이동통신 음영지역 진입 및 여타의 통신두절 상황을 고려하여 무인비행장치 간 직접 정보교환 기술 확보 병행

3.4.2.3 실증시험 추진전략

- 저고도 무인비행장치 교통관리체계 실증시험 특구 지정
 - 단계별로 개발된 무인비행장치 교통관리체계의 실증시험을 통한 안전한 검증 및 시범 운영을 위해 주관부처인 국토교통부와 협의를 통해 교통관리체계 실증시험을 위한 특구 지정 추진
- 점진적 교통관리 대상거리 확대 및 복잡도 증가 추진
 - 무인비행장치 교통관리체계의 검증 단계로서 가시거리 (LOS : Line of Sight) 내 무인비행장치 교통관리부터 비가시거리 (BLOS : Beyond LOS)의 무인비행장치 교통관리 등 점진적인 교통관리 영역을 확대하는 방식으로 실증시험 추진
 - 다양한 무인비행장치의 활용 환경 및 상황을 고려하여 저밀도 비행지역의 교통관리부터 고밀도 비행지역의 교통관리까지 4 ~ 5 단계의 복잡도를 설정하여 실증시험 추진
- 선 순환적 실증시험 결과 반영
 - 무인비행장치 교통관리체계의 실증시험 데이터의 체계적인 관리와 실증시험 결과를 통해 확인된 교통관리체계의 문제점 및 개선사항을 종합 분석하여 단계별 교통관리체계 개발에 적극 반영함으로써 교통관리 오류 최소화 전략 추진

3.4.2.4 유사 체계 분석 및 결과 활용

- 유인기 교통관리 (ATM : Air Traffic Management) 체계 분석 및 그 결과를 무인비행장치 교통관리체계 요구사항 정의 및 설계 시 반영
 - 현재의 관제공역을 위한 ATM 체계의 동작 개념과 세부 구성요소 및 각 구성요소별 기능을 분석하여 저고도 무인비행장치 교통관리체계의 요구사항 및 설계에 반영

3.4.2.5 국제협력 강화 및 국제표준화 참여

- 급속하게 발전하는 무인비행장치 운영 분야 기술개발 동향 파악 및 연구 교류를 위한 국제 자문단 구성 및 운영
- 미국 FAA, 유럽 EASA 등 정부차원에서의 교류를 통한 선개발 기술 및 노하우 전수 및 협력적 기술 개발 추진
- 관련 분야 선진기관과의 협조, 기술 자문 및 기술 용역 등을 통해 시행착오 최소화 및 기술수준 제고

- 현재 UTM 프로젝트를 수행 중인 NASA 등과 국제협력 강화를 통한 연구개발 추진
- 선진기관과의 협력체계 구축을 통한 연구개발 교류 활성화
- 미국 RTCA 표준화 참여
 - RTCA는 2016년 중 UTM 특별위원회 생성 예정
 - UTM 특별위원회가 설립되면 표준화에 적극적으로 참여하여 정보 교류 및 사업 결과물의 표준화 반영 노력

3.4.2.6 국내 보유 역량 및 기술 최대 활용

- 산·학·연 협력 개발
 - 연구소는 운용개념 정립, 시스템 전반에 걸친 체계 기술개발 및 기반/핵심 기술 개발에 집중
 - 저고도 무인기 교통관리 및 감시 기술 관련 수학적 모델링 및 시뮬레이션 분석은 대학 중심으로 수행
 - 장치 및 시스템 개발 단계부터 관련 기업 참여를 통한 자연스러운 (hands-on) 기술이전 및 관련 장치/SW 실·상용화 연계
- 국내 보유기술을 최대한 활용하며, 중복 개발 지양
 - ADS-B 개발 경험이 있는 국내업체와 함께 기개발한 장비의 경량화, 소형화, 저전력화와 함께 성능 개선을 통한 저고도 무인기용 ADS-B 장비 개발
 - 교통관리체계 개발과 영상/음향 비행장치 탐지기 개발에 각각 ATM 체계 및 무인기 지상통제국 개발 경험 업체와 영상/음향 신호처리 전문업체 참여 유도
 - 저고도 무인비행장치 위치·상태 모니터링 및 정보 교환 관점에서 셀룰러망의 제한 및 개선사항을 분석하여 기술적 해결방안을 도출, 이동통신사업자와 솔루션 공동개발

3.4.2.7 단계적 접근에 의한 기술/시스템 완성도 제고 및 위험성 감소

- 단계적 개발 목표 설정 및 시범운용을 통한 보완
 - 기능 및 성능 관점에서 단계적인 개발목표 설정
 - 각 단계에서 전 단계에서 개발한 기술/시스템의 검증/시범운용과 함께 다음 단계의 기술/시스템 개발 진행
 - 시범운용을 통해 얻은 개선사항과 다음 단계 목표를 결합하여 시스템 개발 추진
- 난이도가 높은 기술에 대해서는 핵심기술 개발 후 시스템 개발로 진행
 - 저고도 비행물체 감시장치는 먼저 핵심기술 개발 및 검증을 충분히 수행 후 시스템 개발로 연결함으로써 개발 성공 가능성 제고

3.4.2.8 시험장소 확보 및 환경 구축

- 연구진용 소규모 실험사이트와 일반 데모용 실증사이트를 구분하여 상시 실험환경 보장을 통한 성공적 실증을 유도함

- 저고도 무인비행장치 교통관리체계 실증시험 특구 지정
 - 단계별로 개발된 무인비행장치 교통관리체계의 실증시험을 통한 안전한 검증, 시범 운영은 물론 이후 서비스 실증, 무인비행장치 인증 시험이 가능한 지역을 주관부처인 국토교통부와 협의를 통해 교통관리체계시험 특구로 지정 추진
- 실증 시험 범위 및 지형, 지물의 복잡도가 단순한 지역으로부터 복잡한 지역의 시험 장소 확보
 - 무인비행장치 교통관리체계 기본기능의 검증은 가시거리 내에서 실시하되 단계적으로 산악 지역 등 비가시거리 (BLOS : Beyond LOS)의 무인비행장치 실증시험이 가능한 시험 장소 확보
 - 특히 도시 지역의 시험은 시험 초기의 안전성을 고려하여 국토부와 협의하여 아파트 신축 지역 등을 대상으로 실증시험 지구를 지정하는 방안 검토
- 정밀한 위치 측정 설비 구축
 - 교통관리체계 실증시험에 있어 가장 중요한 측정으로 환경 영향에 따른 정확한 무인비행장치 위치 측정을 기반으로 이격거리, 항로 등의 설계가 가능
 - 정밀한 위치 측정이 가능한 방법으로 수십 cm 급의 위치측정이 가능한 RTK-GPS 방식을 우선적으로 고려
 - 대안으로 수 m급의 위치 측정이 가능한 저고도 레이더와 레이저 측정 설비, 셀룰러 망을 이용한 삼각 측정 설비의 구축 가능성도 타진
- 무인비행장치 위치 제어 성능에 영향을 미치는 환경 측정 시설
 - 시험 중 환경조건에 따른 무인비행장치의 위치 제어 성능을 분석하기 위하여 고도별 풍속 및 온습도 등 시험환경 조건을 정확하게 측정하기 위한 발룬 또는 기상 타워 시설 구비
 - 무인비행장치에 탑재하여 무인 비행장치 주변의 환경을 실시간으로 측정하기 위한 탑재 센서도 고려
- 무인비행장치 교통량, 충돌 회피 기능 등의 시험을 위한 가상 시뮬레이터 개발
- 셀룰러망 이용은 통신사업자와 협력
- 다수의 무인비행장치가 필요한 시험을 위하여 제작자, 사용 사업자 및 사용 기관의 참여를 통해 소요 물량을 확보

3.5 연구추진체계

- 본 과제는 국토부, 미래부, 경찰청 간 다부처사업으로 수행되므로 「다부처공동기획사업 운영지침」에 근거하여 사업추진협의회 및 연구자협의회를 운영함
-



그림 3-3. 연구개발 추진체계

- (사업추진협의회) 저고도 무인비행장치 교통관리체계를 이용한 신산업 창출 및 고도화를 위한 정부 부처 간 의견 조정 및 협력방안 협의
 - 관련근거 : 「다부처공동기획사업 운영지침」 제7조
 - 참여부처의 과장급 공무원, 참여부처별 과제 연구책임자 및 민간 전문가로 구성
 - 부처 간 이견의 조율이 필요할 경우 미래창조과학부 다부처특위 조정 요청
 - 추진협의회 주요역할
 - 공동기획사업의 수행과 관련한 총괄 조정·기획 관련 세부사항 정의
 - 심의회 및 다부처특위 심의 관련 지원
 - 과제 현황점검 및 계획 수립
 - 기타 관계 중앙 행정기관 간의 역할 분담 등
- (연구자협의회) 저고도 무인비행장치 교통관리체계의 실제 활용 및 상용 서비스 제공을 위한 관/산/학/연 전문가들의 문제점 및 의견 수렴
 - 주관연구기관 연구책임자, 세부과제별 연구책임자, 연구과제 참여자 등으로 구성
 - 세부과제 간 유기적 협력체계 구축과 수요부처 및 사용자 요구사항 등 협의
 - 주관연구기관은 연구자협의회 회의 결과를 사업추진협의회와 공유함

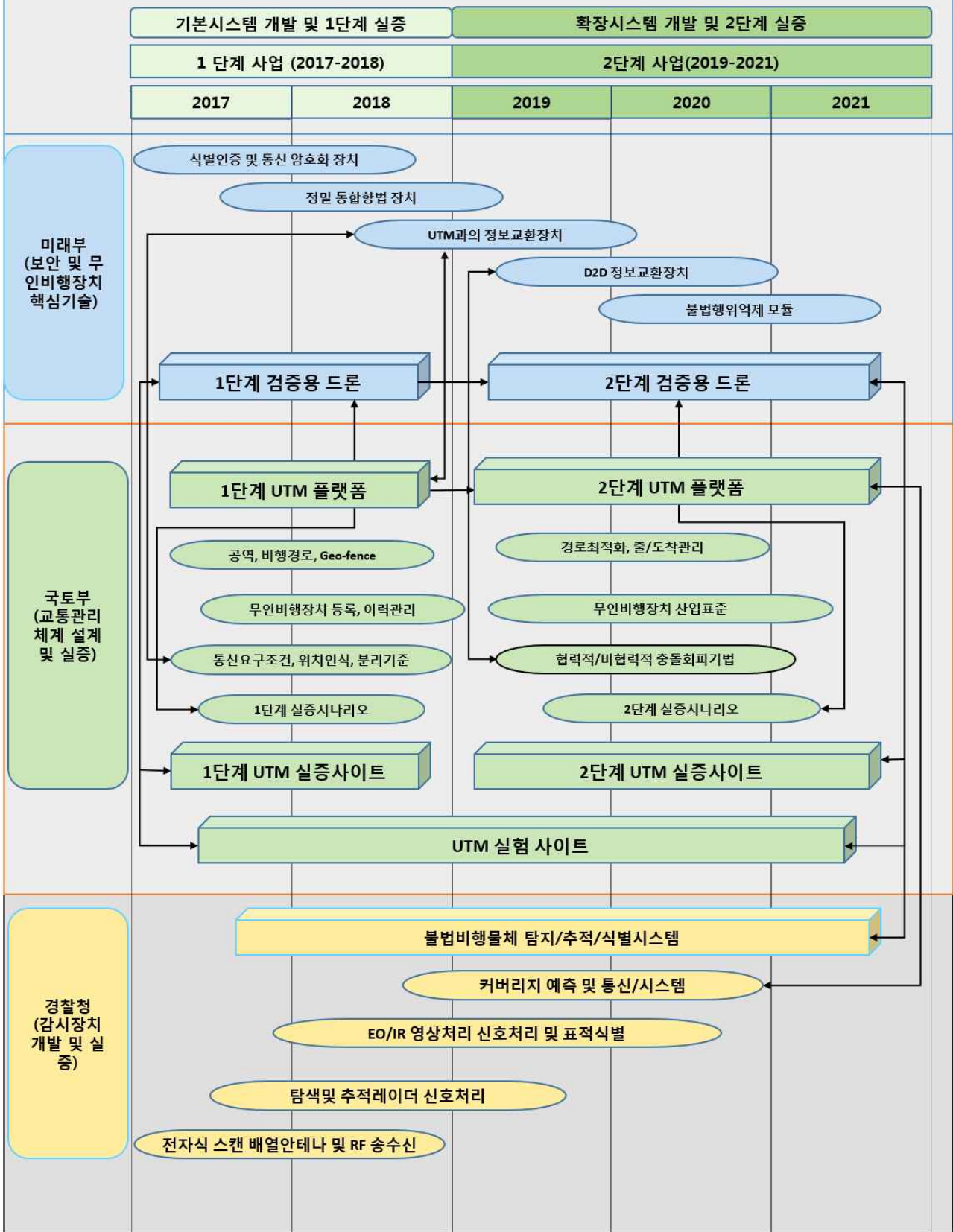
- 연구자협의회 주요역할

- 사용자 요구사항 분석, 분해·할당, 조정
- 체계 및 구성품, 구성품 간 인터페이스 정의
- 개발일정 및 기술검토회의 추진
- 실증시험 평가 및 운영체계 시범운용 평가

3.6 기술로드맵 및 성과 로드맵

저고도 무인비행장치 교통관리체계 설계 및 실증(국토부)					
기본시스템 개발 및 1단계 실증		확장시스템 개발 및 2단계 실증			
1 단계 사업 (2017-2018)		2단계 사업(2019-2021)			
2017	2018	2019	2020	2021	
Product	1단계 UTM 플랫폼		2단계 UTM 플랫폼		
	1단계 실증사이트		2단계 실증사이트		
	실험사이트 인프라				
Technology	A1. 동적/정적 공역구조, 비행경로, Geo-fence 설정				
	A2. 비행경로최적화, 출/도착관리 및 전략적 평가툴				
	B1. 등급설정 및 성능규칙, 등록 및 이력시스템 구축				
	B2. 무인비행장치 산업표준안				
	C1. 1단계 UTM 시스템 설계/구축(무인화, 자동화)		C2. 2단계 UTM 시스템 설계/구축(이동형, 고정형)		
	D1. 통신요구조건, 위치인식 및 분리기준		D2. 협력적/비협력적 무인비행장치 충돌회피 기법		
	E1. 1단계 실증사이트 및 실증 시나리오		E2. 2단계 실증사이트 및 실증시나리오		
	E3. 실험사이트 인프라				
	Program	A. 다중 무인비행장치 운용을 위한 공역설계 및 교통흐름관리기술			
		B. 무인비행장치 관리체계			
C. 망 기반 저고도 무인비행장치 교통관리체계 플랫폼 설계 및 구축					
D. 통신 인프라 및 무인비행장치 성능을 고려한 무인비행장치 운영기준					
E. 실험 및 실증 사이트 인프라 구축 및 관리					

저고도 무인비행장치 비행체계 기술개발 및 실증시험(다부처)



4. 사전타당성 검토

- 4.1 정책적 타당성
- 4.2 기술적 타당성
- 4.3 경제적 타당성
- 4.4 타당성 검토 종합

4.1 정책적 타당성

- 정부가 추진 중인 드론 이용 활성화 및 산업화를 위한 필수 기반 마련
- 저고도 무인비행장치 교통관리 현업 시스템 구축 및 운영을 통해 무인비행장치의 안전 비행 지원, 무인비행장치 운영 및 인증기준 법제화
- 저고도 무인비행장치의 자유롭고 안전한 운항 지원에 따른 공공·상용 분야에서의 응용 분야 다양화 및 이용 활성화
- 무인비행장치 이용 활성화에 따라 관련 산업 (제조, 서비스) 큰 폭으로 성장
- 무인비행장치의 안전한 비행 지원 및 불법 비행장치 감시를 통한 국민의 안전 보장 및 물적 피해 방지
- 무인비행장치 교통관리체계의 선도적 개발 및 운영을 바탕으로 무인비행장치 분야에서의 국가 위상 제고

4.2 기술적 타당성

- 무인비행장치 교통관리 핵심기술 확보
 - 무인비행장치 위치·상태 추적, 탐지·회피, 비행경로 설정 및 조정, 비상상황 관리, 고정 및 동적 geo-fence 관리 기술 등
- 무인비행장치 교통관리 서버 기술 확보
- 무인비행장치 교통관리체계 운용기술 확보
- 무인비행장치 교통관리체계 관련 인터페이스 국내외 표준화 선도
- 무인비행장치 교통관리 지원 탑재 및 지상 Client SW 제품군 확보
- 무인비행장치 탑재 핵심모듈 기술 확보
- 저고도 비행물체 감시 원천기술 (EO/IR 탐지기 및 감시 레이더 등) 및 감시장치 기술 확보
- 무인비행장치 교통관리 보안기술 등의 독자 확보
- 무인비행장치 교통관리 서버 등 교통관리체계의 독자적인 운용, 유지보수 및 업그레이드 가능
- 무인비행장치 관련 독자 기술 확보에 따른 관련 제품의 기술경쟁력 유지/강화 가능
- 저고도 비행물체 감시 원천기술의 타 분야 확대 적용 가능

4.3 경제적 타당성

- 저고도 공역 내에서 비행하는 수많은 무인비행장치에 대한 국가적 교통관리 및 감시 체계 구축에 따른 대국민 안전성 보장 및 사회적 혼란 예방
- 저고도 공역에서 운용하는 무인비행장치의 안전성 극대화를 통한 인적, 물적 손실 최소화
- 무인비행장치의 안전한 운용 환경 마련에 따라 무인비행장치 이용 활성화 및 그에 따른 국민의 안전 및 삶의 질 향상
 - 무인비행장치를 활용한 재난·치안 예방 및 대응

- 재난·재해 피해지역 관측 및 피해 확산양상·피해량 산출
- 과학용 (환경, 기상, 탐사 등), 국토·해양 영토 감시, 항공촬영, 국토·해양 환경 조사, 농약 살포 및 파종, 농작물 작황 조사, 재고량 조사, 응급환자수송, 비상·재난 통신 중계, 수상/항만 물류 자동화 등에 활용
- 무인비행장치는 지루한 (Dull : 장시간 정찰), 오염된 (Dirty : 방사능), 위험한 (Dangerous : 전장) 환경에서 사람을 대신해 안전하고 정확하게 임무 수행
- 무인비행장치 이용에 따른 사생활 침해, 범죄 이용 등에 대한 역기능 발생 가능성을 최소화함으로써 무인비행장치 이용에 대한 국민의 인식 개선 및 수용성 제고
- 저고도 무인비행장치의 안정적 운용을 위한 기반을 마련함으로써 무인비행장치 관련 산업 활성화 및 경쟁력 확보, 이에 따른 새로운 일자리 창출 기대
- 저고도 무인비행장치의 안정적 운용을 위한 기반을 마련함으로써 무인비행장치 관련 산업 활성화 및 경쟁력 확보, 이에 따른 새로운 일자리 창출 기대 (분석결과 부록참조)
- (R&D 직접투자에 따른 파급효과) '17년 ~ '21년 동안 약 718억원의 생산유발, 약 346억원의 부가가치유발 및 500명의 고용유발 예상
- (R&D 연계매출에 따른 파급효과) '24 ~ '30년 동안 약 1.8조원의 생산유발, 약 1조원의 부가가치유발, 1만 4천여 명의 고용유발 효과 기대



그림 4-1. 경제성 분석 결과

5. 자원투입 계획

5.1 연구시설 및 장비 투입계획

5.2 인력투입계획

5.3 소요예산 투입계획

5.4 정부지원조건

5.1 연구시설 및 장비 투입계획

- 1세부과제 : 다중 무인비행장치 운용을 위한 공역 설계 및 협력적 교통 흐름 관리 핵심기술 개발
(단위 : 천원)

주요 Activity	구분	단가	수량	합계
동적/정적 공역 구조 설정을 고려한 공역 설계 및 운영 조건 설정	연구시설 및 장비비			99,720
	시작품 제작비			166,200
	연구재료비			66,480
	소계			332,400
동적/정적 지형적 경계 설정 기준 및 기법	연구시설 및 장비비			93,072
	시작품 제작비			155,120
	연구재료비			62,048
	소계			310,240
리스크 기반 비행경로 설정	연구시설 및 장비비			66,480
	시작품 제작비			110,800
	연구재료비			44,320
	소계			221,600
비행경로 기반 출도착 관리 및 비행 승인 알고리즘	연구시설 및 장비비			39,888
	시작품 제작비			66,480
	연구재료비			26,592
	소계			132,960
저고도 무인비행장치 운영 전략 평가도구 개발	연구시설 및 장비비			33,240
	시작품 제작비			55,400
	연구재료비			22,160
	소계			110,800
총계				1,108,000

- 2세부과제 : 무인비행장치 관리

(단위 : 천원)

주요 Activity	구분	단가	수량	합계
무인비행장치 등급 및 등급별 성능 요건 설정	연구시설 및 장비비			149,580
	시작품 제작비			249,300
	연구재료비			99,720
	소계			498,600
개별 무인비행장치 등록 및 이력 시스템	연구시설 및 장비비			349,020
	시작품 제작비			581,700
	연구재료비			232,680
	소계			1,163,400
총계				1,662,000

○ 3세부과제 : 망 기반 저고도 무인비행장치 교통관리체계 플랫폼 설계 및 구축

(단위 : 천원)

주요 Activity	구분	단가	수량	합계
네트워크 기반 교통관리 핵심기술 자동화 및 무인화 기술 설계	연구시설 및 장비비			93,024
	시작품 제작비			155,040
	연구재료비			62,016
	소계			310,080
대규모 다중 무인비행장치 운용을 고려한 확장성 있는 시스템 및 데이터 아키텍처 정의	연구시설 및 장비비			71,136
	시작품 제작비			118,560
	연구재료비			47,424
	소계			237,120
이동형/고정형 교통제어 및 운용 시스템 요구사항 정의	연구시설 및 장비비			54,720
	시작품 제작비			91,200
	연구재료비			36,480
	소계			182,400
실험 및 실증을 위한 단계별 플랫폼 구축	연구시설 및 장비비			328,320
	시작품 제작비			547,200
	연구재료비			218,880
	소계			1,094,400
총계				1,824,000

○ 4세부과제 : 통신 인프라 및 무인비행장치 성능을 고려한 무인비행장치 운영기준

(단위 : 천원)

주요 Activity	구분	단가	수량	합계
무인비행장치-지상인프라간 (air-to-infra) 통신 요구 조건 설정	연구시설 및 장비비			76,500
	시작품 제작비			127,500
	연구재료비			51,000
	소계			255,000
무인비행장치간 (air-to-air) 통신 요구 조건 설정	연구시설 및 장비비			56,100
	시작품 제작비			93,500
	연구재료비			37,400
	소계			187,000
GPS 정밀도 수준 등 다양한 환경에서의 무인비행장치 위치인식 요구 조건 설정	연구시설 및 장비비			76,500
	시작품 제작비			127,500
	연구재료비			51,000
	소계			255,000
무인비행장치-지상인프라간, 무인비행장치간 데이터링크 설계	연구시설 및 장비비			86,700
	시작품 제작비			144,500
	연구재료비			57,800
	소계			289,000
무인비행장치간 분리 기준 및 공역 감시 기준 설정	연구시설 및 장비비			61,200
	시작품 제작비			102,000
	연구재료비			40,800
	소계			204,000
협력적/비협력적 무인비행장치 탐지/회피 기법 개발	연구시설 및 장비비			153,000
	시작품 제작비			255,000
	연구재료비			102,000
	소계			510,000
총계				1,700,000

○ 5세부과제 : 실험 및 실증 사이트 인프라 구축 및 관리

(단위 : 천원)

주요 Activity	구분	단가	수량	합계
상시 운용 실험사이트 설정 및 필요 인프라 구축	연구시설 및 장비비			334,800
	시작품 제작비			558,000
	연구재료비			223,200
	소계			1,116,000
단계별 실증사이트 설정 및 실증 시나리오 필요 인프라 구축 및 검증	연구시설 및 장비비			223,200
	시작품 제작비			372,000
	연구재료비			148,800
	소계			744,000
총계				1,860,000

5.2 인력투입계획

구분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	소계
책임급	8	17	17	15	15	73
선임급	11	23	23	20	20	98
원급	17	34	35	31	31	147
외부인력						
합계	36	74	75	66	66	318

5.3 소요예산 투입계획

5.3.1 총괄표

(단위 : 백만원)

구분	세부과제명	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	총연구비
1세부	다중 무인비행장치 운용을 위한 공역 설계 및 협력적 교통 흐름 관리 핵심기술 개발	400	800	400	400	600	2,600
2세부	무인비행장치 관리	400	1,400	800	700	600	3,900
3세부	통신 인프라 및 무인비행장치 성능을 고려한 무인비행장치 운영기준	400	1,400	800	700	700	4,000
2세부	땅 기반 저고도 무인비행장치 교통관리체계 플랫폼 설계 및 구축	300	1,200	1,300	1,100	900	4,800
5세부	실험 및 실증 사이트 인프라 구축 및 관리	500	1,400	900	800	900	4,500

5.3.2 세부과제별 예산

1세부과제 : 다중 무인비행장치 운용을 위한 공역 설계 및 협력적 교통 흐름 관리 핵심기술 개발
(단위 : 백만원)

구분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
인건비	120	120	120	120	180	660
연구장비재료비	152	424	152	152	228	1,108
세부과제 연구비	400	800	400	400	600	2,600
기타경비 및 간접비	128	256	128	128	192	832

□ 2세부과제 : 무인비행장치 관리

(단위 : 백만원)

구분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
인건비	120	240	240	210	180	990
연구장비재료비	152	712	304	266	228	1,662
세부과제 연구비	400	1,400	800	700	600	3,900
기타경비 및 간접비	128	448	256	224	192	1,248

□ 3세부과제 : 망 기반 저고도 무인비행장치 교통관리체계 플랫폼 설계 및 구축

(단위 : 백만원)

구분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
인건비	90	360	390	330	270	1,440
연구장비재료비	114	456	494	418	342	1,824
세부과제 연구비	300	1,200	1,300	1,100	900	4,800
기타경비 및 간접비	96	384	416	352	288	1,536

□ 4세부과제 : 통신 인프라 및 무인비행장치 성능을 고려한 무인비행장치 운영기준

(단위 : 백만원)

구분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
인건비	120	240	240	210	210	1,020
연구장비재료비	152	712	304	266	266	1,700
세부과제 연구비	400	1,400	800	700	700	4,000
기타경비 및 간접비	128	448	256	224	224	1,280

□ 5세부과제 : 실험 및 실증 사이트 인프라 구축 및 관리

(단위 : 백만원)

구분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
인건비	150	270	270	240	270	1,200
연구장비재료비	190	682	342	304	342	1,860
세부과제 연구비	500	1,400	900	800	900	4,500
기타경비 및 간접비	160	448	288	256	288	1,440

6. 과제공모 방안

6.1 과제제안 요구서(초안)

6.2 공모조건

6.3 선정평가 방법

6.1 과제제안 요구서

연구개발과제명	무인비행장치의 안전 운용을 위한 저고도 무인비행장치 교통 관리체계 설계 및 실증 (UAS Traffic Management (UTM) System Development and Demonstration in Low Altitude)
1. 연구개발 목표	
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 저고도 공역에서 다중 무인비행장치의 효율적이고 안전한 활용을 보장하는 교통관리 핵심기술 연구개발 및 망 기반 저고도 공역 교통관리체계 개발 및 실증
2. 연구개발의 필요성 및 기술동향	
□ 연구개발의 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 차세대 산업혁명 기술로 급속하게 발전하고 있는 무인비행장치를 활용한 신산업 창출 및 관련 기술생태계 조성을 위한 저고도 공역 운영 기준 마련이 시급함 ○ 고밀도 다중 운영을 전제로 하는 저고도 공역에서의 무인비행장치의 효율적인 활용과 안전한 운용을 위한 교통관리체계 구축 및 무인화/자동화 플랫폼 구축이 필요함 ○ 미국, 중국 및 유럽 연합 등은 국가 주도의 공역운영 및 저고도 무인비행장치 운용에 관한 활발한 연구개발을 진행중이며, 이를 통해 국가의 안전하고 효율적인 공역관리와 신산업 창출 및 육성에 많은 투자를 하고 있음 ○ 국내의 경우 재난, 안전, 물류 택배 등 다양한 수요가 대두되고 있으나, 공역의 안전하고 효율적인 운영을 위한 기반이 부족함 ○ 무인이동장치 개발, 운영 시스템 개발 등 다양한 산업 창출과 이로 인한 경제적, 기술적 성장을 유도하기 위해서는 무인이동장치용 국가공역 운용 체계 연구 개발 및 운용이 시급함
□ 기술동향	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내 기술 동향 <ul style="list-style-type: none"> - 국립재난안전연구원에서 드론을 활용한 현장지원기술 개발을 위해 다수의 멀티콥터/고정익 소형 무인기를 활용한 운영체계 구축을 추진하고, 유콘시스템, 산업통상자원부, 한국로봇진흥원, 대전테크노파크 및 국민안전처, 한전, 경찰청에서 무인기를 활용한 공공분야 활용가능성 및 수요창출을 위한 시범사업 ('12~'14)에 참여하는 등 국내 무인비행장치 서비스는 공공용 서비스로부터 수요가 창출되고 있음 ○ 국외 기술 동향 <ul style="list-style-type: none"> - 미 NASA에서는 '14년부터 '19년까지 저고도공역에서의 안전운항을

위한 기술개발을 목적으로 연간 200억 규모의 UTM (UAS Traffic Management) 프로젝트를 진행 중

- NASA UTM 4단계의 기술적용수준 (TCL) 중 1단계에서는 교외지역 비행테스트 및 geo-fence 기반의 간단한 운항경로 설정을 시험하였고('15. 11), 2단계에서는 인구밀도가 낮은 지역에서의 가시권 외 (BVLOS) 비행 테스트와 비상상황에 대해 시험함 ('16.10)
- 중국에서는 클라우드 기반 실시간 UAS 관리, 감시 시스템 (UAS-Cloud)과 운항제한구역 관리 하드웨어 및 소프트웨어를 기반으로 무인비행기 운영체계를 개발 중
- 무인비행장치 통신 및 운용 시험 비행을 위해 미국 Qualcomm이 샌디에이고 공항, 핀란드 Nokia가 네덜란드 트벤테 공항에서 각각 독자적인 무인비행장치 테스트 구역을 운영 중
- 네덜란드 (NLR), 프랑스 (ENAC), 독일 (DLR) 항공연구기관 및 델프트 공대가 참여한 Metropolis 프로젝트에서는 무인기 교통관리를 위한 새로운 저고도 공역 개념을 시뮬레이션 수행을 통해 공역 개념에 따른 안정성과 효율성을 평가
- 미 UC 버클리의 CalUnmanned 연구소에서는 토지 소유자가 해당 공역의 비행허가에 대한 권한이 있다고 가정하여 공역 관리 모델(Air Parcel Model)을 제안함

3. 연구개발내용

□ 세부과제별 연구내용

- 다중 무인비행장치 운용을 위한 공역 및 협력적 교통 관리 핵심기술 개발
 - 동적/정적 공역 구조 설정을 고려한 공역 설계 및 운영 조건 설정 기법 개발
 - 리스크 기반 비행경로 평가 및 설정 기법 개발
 - 동적/정적 지형적 경계설정 기법 개발 및 기준 설정
 - 비행경로 기반 출도착 관리 및 비행 승인 알고리즘 개발 및 전략 평가도구 개발
- 무인비행장치 관리 체계 개발
 - 무인비행장치 등급 및 등급별 성능 요건 설정
 - 개별 무인비행장치 등록 및 이력 시스템 개발
 - 개별 무인비행장치 산업표준안 도출
- 망 기반 저고도 무인비행장치 교통관리체계 플랫폼 설계 및 구축
 - 네트워크 기반 교통관리 핵심기술 자동화 및 무인화 기술 설계
 - 대규모 다중 무인비행장치 운용을 고려한 확장성 있는 시스템 및 데이터 아키텍처 정의 및 구현

- 이동형/고정형 교통제어 및 운용 시스템 요구사항 연구 도출

○ 통신 인프라 및 무인비행장치 성능을 고려한 무인비행장치 운영기준 연구

- 무인비행장치-지상 인프라간 (air-to-infra), 무인비행장치간 (air-to-air)의 통신 기술별 (3G/4G/5G/WiFi 등) 기술 적합성 테스트를 통한 고안정성 무인비행장치 항공망 요건 및 운영 조건 도출
- 무인비행장치 위치인식 요건 및 분리 기준 설정
- 협력적/비협력적 무인비행장치 탐지·회피 기법 검증

○ 실험 및 실증 사이트 인프라 구축 및 관리

- 상시 운영 실험사이트 설정 및 필요 인프라 구축
- UTM 서버, 무인비행장치 탑재체, 다중 항공망 등 연구진의 실험 요구에 부합하는 인프라 구축 및 운영
- 단계별 실증사이트 설정 및 실증 시나리오 인프라 구축 및 검증
- 다부처간 개발 연계 및 협력을 위한 연구협의체 구성 및 운영

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략 ○ 연구진용 소규모 실험사이트와 일반 데모용 실증사이트를 구분하여 상시 실험환경 보장을 통한 성공적 실증을 유도함

○ 연구진 및 외부 전문가를 포함한 연구개발 관리 및 의사결정 협의체 운영

○ 국제협력강화

- 급속하게 발전하는 무인비행장치 운영 분야 기술개발 동향 파악 및 연구 교류를 위한 국제 자문단 구성 및 운영
- 미국 FAA, 유럽 EASA 등 정부차원에서의 교류를 통한 선개발 기술 및 노하우 전수 및 협력적 기술 개발 추진

○ 정부 협력 기반 강화

- 과학적 연구를 통한 개발 기술이 안전한 공역 운영 및 무인비행장치 산업화에 기여할 수 있도록 유관 부처와의 긴밀한 협력을 통한 정책 수립에 기여함

○ 대국민 정보 공유

- 매년 실증 시나리오에 기반한 실증을 실시하고 이를 대중과 공유함으로써, 관심 있는 국민과 산업체들과의 연구개발의 진행결과 공유

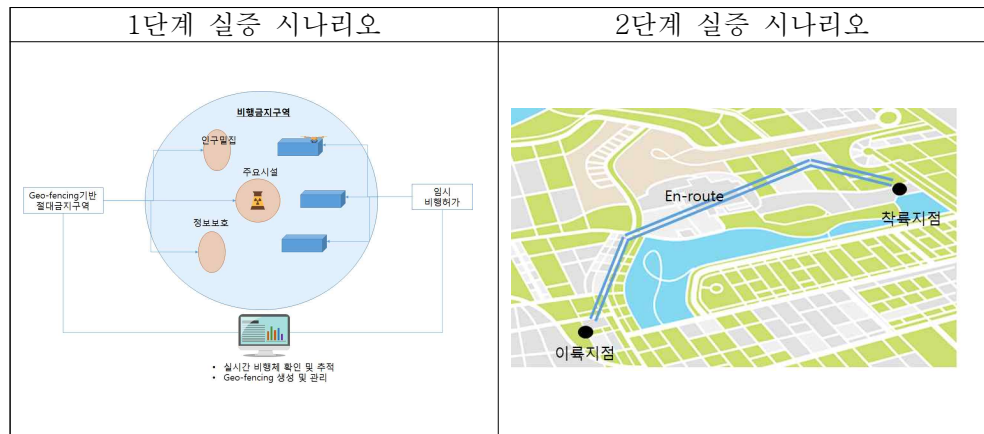
□ 추진체계 ○ 본 과제는 국토부, 미래부, 경찰청 간 다부처사업으로 수행되므로 “다부처공동기획사업 운영지침“에 근거하여 사업추진협의회 및 연구자협의회를 운영함

- 사업추진협의회는 국토부 정책관, 미래부, 경찰청 과장급·과제담당 공무원, 과제별 연구책임자, 민간 전문가 등으로 구성하며, 사업총괄 조정·기획, 심의 지원, 과제 현황점검 및 계획 수립 등의 업무를 담당함
- 연구자협의회는 세부 과제별 연구책임자, 연구 과제 참여자 등으로 구성하며, 과제별 진행현황과 과제간 연계방안 등을 논의함. 주관연구기관은 연구자협의회 회의 결과를 사업추진협의회와 공유함

5. 최종성과물

□ 주요 최종성과물

- 1단계
 - BVLOS 기반 소규모 (~5대) 반자동 감시 및 운용체계 실증
 - BVLOS 반자동 다중 운용을 위한 공역, 관제, 통신, 비행체의 기술적 요구사항을 포함하는 기술 보고서
- 2단계
 - BVLOS 기반 point-to-point 자동 다중 운용체계 실증
 - BVLOS 자동 다중 운영을 위한 공역, 관제, 통신, 비행체의 기술적 요구사항을 포함하는 기술 보고서
 - 무인비행장치 제어를 위한 장비 요구사항을 반영한 탑재 터미널 프로토타입
 - 망 기반 저고도 무인비행장치 자동 교통관리 플랫폼
 - 이동형/고정형 지상제어장비 요구사항을 반영한 프로토타입



* 연구주제별 최종성과물

(1단계: ~2차년도)

- 다중 무인비행장치 운용을 위한 공역 설계 및 협력적 교통 흐름 관리 핵심기술 개발
 - 비행 리스크 등급 설정 기준 및 기법 보고서
 - 정적 지형적 경계 설정 필요 요건안

- 무인비행장치 관리 체계 개발
 - 무인비행장치 성능정의 및 등급 설정안
 - 개별 무인비행장치 등록 시스템

- 망 기반 저고도 무인비행장치 교통관리체계 플랫폼 설계 및 구축
 - 이동형/고정형 무인비행장치 교통제어 및 운용 시스템 요구사항 보고서
 - 무인비행장치의 다양성 (등급/성능/미션 등) 을 고려한 데이터/시스템 아키텍처 설계서
 - 기상/공역 정보 등 기존 항공정보망과의 데이터 상호 공유를 고려한 데이터/시스템 아키텍처 설계서
 - 무인비행장치 사용자 및 사업자와의 정보 공유를 고려한 데이터/시스템 아키텍처 설계서
 - 무인비행장치-지상인프라간 데이터링크 설계
 - 망 기반 교통관리 핵심기술 자동화 및 무인화 기술 개념 연구 보고서

- 통신 인프라 및 무인비행장치 성능을 고려한 무인비행장치 운영기준 연구
 - 통신 기술별 (3G/4G/5G/WiFi 등) UTM 기반 기술 운영 적합성 기술 시험 평가 보고서
 - 무인비행장치-지상인프라간 통신 요구 조건 보고서
 - 다중 GPS 센서등을 활용한 무인비행장치 위치인식 요건 보고서
 - 정상적 환경에서의 분리 기준 및 공역 감시 기준안
 - 협력적 무인비행장치 탐지회피 기법 검증 보고서

- 실험 및 실증 사이트 인프라 구축 및 관리
 - 실험 사이트와 관련 설계도 및 인프라
 - 실증 사이트와 단계별 시나리오 및 관련 인프라
 - 실험 및 실증 사이트 운영안

- (2단계: ~5차년도)
- 다중 무인비행장치 운용을 위한 공역 설계 및 협력적 교통 흐름 관리 핵심기술 개발
 - 정적/동적 공역 구조 설정 기법 및 운영 조건 보고서
 - 리스크 및 공역구조를 고려한 비행경로 최적화 알고리즘 설계서
 - 동적 지형적 경계 설계 및 적용안

- 비행경로 기반 출도착 관리 및 비행 승인 최적화 알고리즘 설계서
- 저고도 무인비행장치 운영 전략 평가도구 시작품

- 무인비행장치 관리 체계 개발
 - 무인비행장치 등급별 운용 요건안
 - 개별 무인비행장치 비행정보, 사고정보 등 이력 시스템
 - 개별 무인비행장치 산업표준안

- 망 기반 저고도 무인비행장치 교통관리체계 플랫폼 설계 및 구축
 - 이동형 무인비행장치 교통제어 및 운용 시스템 시작품
 - 무인비행장치간 데이터링크 설계서
 - 망 기반 저고도 무인비행장치 무인화 교통관리체계 플랫폼 시작품
 - 실험 및 실증 인프라를 활용한 시작품 시험평가 보고서

- 통신 인프라 및 무인비행장치 성능을 고려한 무인비행장치 운영기준 연구
 - 무인비행장치간 (air-to-air) 통신 요구 조건 보고서
 - 고안정성 무인비행장치 항공망 요건 및 운영 조건 실증 및 실증 보고서
 - 실증 인프라를 활용한 정보교환 및 감시 기술 적합성 테스트 및 시연
 - 비정상 환경(lost-link 등)에서의 분리 기준 및 공역 감시 기준안
 - 비협력적 무인비행장치 탐지회피 기법 검증 보고서

- 실험 및 실증 사이트 인프라 구축 및 관리
 - 실증 사이트와 단계별 시나리오 및 관련 인프라

6. 활용방안 및 기대효과

□ 활용방안

- 안전한 저고도 공역 내 무인비행장치 운용을 위한 자동화/무인화 교통관리 및 감시 체계 구축 및 운영
- 무인비행장치 교통관리체계 관련 SW 및 모듈 등의 산업화
- 무인비행장치 및 탑재장치 인증을 위한 상설 시험 단지 구축
- 국내기업 기술 지원 및 창업 지원
- 무인비행장치 교통관리체계 및 관련 기술 수출

□ 기대효과

- 무인비행장치 활성화 및 산업화를 위한 필수 기반을 마련하여 안전한 저고도 공역 내 무인비행장치 운항 지원을 통해 공공 및 상용

응용 분야 다양화 및 활성화

- 무인비행장치 교통관리 핵심기술 (위치추적, 탐지·회피, 경로 설정, 비상상황 관리, 지형적 경계 설정 등) 개발을 통한 기술 역량 증대 및 경쟁력 확보
- 무인비행장치 운용에 필수적인 관련 산업(무인비행장치, 탑재장비 및 지상통제장치 개발 및 이를 활용하는 기업·산업)의 기술적 지원과 활성화를 통한 미래성장 동력화 및 일자리 창출

7. 연구개발기간 및 소요예산

- 총 연구개발기간 : 2017 ~ 2021 (5년)
 - 1단계 연구개발기간 : 2017 ~ 2018 (24개월)
 - 2단계 연구개발기간 : 2019 ~ 2021 (36개월)
- 총 사업비 : 198 억원 (미정)
 - 1단계 사업비 : 82 억원
 - 2단계 사업비 : 116 억원

구분	1단계		2단계			계
	'17	'18	'19	'20	'21	
다중 무인비행장치 운용을 위한 공역 설계 및 협력적 교통 흐름 관리 핵심기술 개발	4	8	4	4	6	25
무인비행장치 관리 체계 개발	4	14	8	7	6	39
망 기반 저고도 무인비행장치 교통관리체계 플랫폼 설계 및 구축	3	12	13	11	9	48
통신 인프라 및 무인비행장치 성능을 고려한 무인비행장치 운영 기준 연구	4	14	8	7	7	40
실험 및 실증 사이트 인프라 구축 및 관리	5	14	9	8	9	45
계	20	62	42	37	37	198

8. 기 타

- 용어 정의
 - 저고도 공역: class G 공역 (국내 지표면 기준 500 feet 이하) 을 지칭
 - 무인비행장치: 현 국내 항공법 (제 23조) 및 시행규칙 (제 62조)에 의거, 150kg 미만 무인기 기체를 지칭
 - UTM: Unmanned Aerial System (UAS) Traffic Management
 - FAA: Federal Aviation Administration
 - EASA: European Aviation Safety Agency
 - AOPA: Aviation Owners and Pilot Association
 - 공역 설계: airspace design

- 교통 흐름 관리: air traffic flow management
- BVLOS: 비가시권 비행 (Beyond Visual Line of Sight)

6.2 공모조건

※ 민간부담조건, 컨소시엄 구성조건, 선정평가지 우대조건, 분리공모 여부 등 검토 제시

- 과제 참여를 위한 신청조건은 「국토교통부 소관 연구개발사업 운영규정」 제4조에 의한 기관으로 정함
- 필요에 따라 주관연구기관, 공동연구기관, 위탁연구기관 및 참여기업으로 편성된 컨소시엄으로 신청 가능
 - ‘**공동연구기관**’이란 협약으로 정하는 바에 따라 연구개발과제를 **주관연구기관과 분담하여 공동으로 추진**하는 기관을 말함
 - 공동연구기관은 위탁연구기관을 둘 수 없음
 - ‘**위탁연구기관**’이란 협약에서 정하는 바에 따라 주관연구기관으로부터 **연구개발과제의 일부를 위탁받아 수행**하는 기관을 말함
 - ‘**참여기업**’은 참여하고자 하는 과제와 **관련된 연구 또는 사업 수행 실적**이 있고 **연구개발결과를 직접 활용**하고자 하는 기업에 한하며, **과제추진 시 역할**(자료·기술 조사 또는 제공, 시험시공 현장제공 등)이 명확하여야 함
 - 위탁연구기관 및 참여기업은 임의 편성이 가능하나 과제관련성 여부에 따라 향후 협약에서 제척될 수 있음
 - 연구과제의 효율성 및 연구비 집행의 투명성을 고려하여 참여기관 이외 타 기관 소속 연구원의 참여 배제(주관/공동/위탁 등 연구기관에 타 기관의 연구원은 참여 불가)
- 과제성격에 따라 다학제(多學制, multi-disciplinary)간 연구진 구성
- 기 수행(종료과제, 중단과제) 및 현재 수행중인 유사과제 관련 연구개발결과의 구체적인 연계·활용방안을 연구계획에 포함
- 연구책임자 및 기관의 참여제한 조건은 다음과 같음
 - 접수 마감일 전날까지 국가연구개발사업 참여제한 기간이 만료되지 않은 자 또는 기관
 - 국가연구개발사업 연구개발과제를 3개 이상 수행하는 연구책임자(주관, 협동) 및 5개 이상 수행하고 있는 참여연구원(연구책임자 포함)
(운영규정 제57조 제2항 참조)
 - 단, 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 과제는 포함하지 않는다.
 - 수행중인 과제가 신청 마감일로부터 4개월 이내에 종료되는 과제
 - 사전조사, 기획·평가연구 또는 시험·검사·분석에 관한 연구개발과제
 - 세부과제 조정 및 관리를 목적으로 하는 연구개발과제
 - 중소기업과 비영리법인의 공동기술개발 과제로서 미래창조과학부장관이 관계 장관과 협의하여 그 금액 등을 별도로 정하는 연구개발과제(비영리법인 소속 연구자의 연구개발과제 수 계산에 대해서만 적용)
 - 미래창조과학부장관이 관계 장관과 협의하여 별도로 정하는 금액 이하의 소규모 연구개발과제
- 과제 참여 신청서는 국토교통과학기술진흥원 홈페이지를 통해 제공
- 신청서의 인터넷 입력은 연구관리종합정보시스템(<http://rnd.kaia.re.kr>)을 통해서 하며, 접수는 국토교통과학기술진흥원에 방문하여 신청서류 제출 및 접수

6.3 선정평가 방법

- 과제 평가 및 관리의 일원화 추진을 위해 전문기관으로 국토교통과학기술진흥원을 지정
- 「국토교통부소관 연구개발사업 운영규정」, 「국토교통연구개발사업 관리지침」, 「(재공고-제 46호) 2016년 교통물류연구사업 시행 재공고 안내서」에 수록된 선정평가 절차 및 방법에 따라 평가
- 과제 상세기획 및 RFP 작성, 신규 과제공고, 제안서 평가 등의 업무를 위탁하여 수행
- 전문기관은 신규 과제공고 및 제안서 평가는 물론 협약 이후 연차·최종 평가, 문제 과제의 제재·환수에 관한 사항, 이의신청 등 평가위원회 구성을 통해 심의·결정
- 평가위원회 구성은 산학연 등 전문가 7인 내외로 구성하되, 신규과제 제안서 평가는 외부 평가단 1인을 추가로 배석 가능
- 평가방법은 발표평가, 서면평가, 토론평가 등이 있으며, 평가 결과 통보 후 주관기관은 선정방법 및 절차에 중대한 하자가 있다고 판단하여 이의 제기를 원할 경우 1회에 한하여 이의 신청 가능
- 선정평가 절차(안)은 아래와 같음

추진단계	수행 내용	일정
과제 공고	· 저고도 무인비행장치 교통관리체계 개발 및 실증 과제 공고(홈페이지)	'17.1월
공고 접수	· 연구개발제안서 등 신청서류 접수(인터넷)	'17.1월
사전검토	· 지원분야 및 지원자격 등 부합성 여부 검토 · 기존 연구개발과제와의 유사·중복성 검토	'17.1월말
1차 평가	· 기술적·경제적 타당성, 연구목표 및 내용의 타당성, 중복성 여부 등에 대한 전문가 평가 · 최종지원 과제수의 2배수 내외로 후보과제 도출	'17.2월초
2차 평가	· 연구수행계획, 연구진 구성, 비목별 연구비 등 심층검토 · 지원분야별 우선순위 도출	'17.2월중
협약체결	· 신청자에게 평가 결과 통보 및 협약서류 제출 요청 · 최종 지원과제의 주관연구기관과 협약체결	'17.2월말

- 평가항목 및 배점은 선정평가에 앞서 평가위원회 구성을 통해 최종 결정하고, 이를 선정평가에 참석한 평가위원이 동일하게 평가에 활용함
- 평가항목 및 배점 기준(안)은 아래와 같음
 - 전문기관 사전검토

검토항목	검토내용
지원요건 부합성	<ul style="list-style-type: none"> 공고된 지원분야의 조건에 부합하는지 여부 검토 - 연구주제, 기술성숙도(TRL) 단계, 제약사항 등 적합여부 확인
유사·중복성	<ul style="list-style-type: none"> 국토교통 R&D 및 타부처에서 지원 중이거나 완료된 연구개발과제와의 유사·중복 여부 검토 유사·중복이 의심되는 경우, 관련 과제 요약서를 1차 평가위원회에 제출하여 심층 검토

- 1차 평가

평가항목	평가 포인트	배점
연구개발의 필요성	<ul style="list-style-type: none"> 사회적 이슈 해결 효과 및 국민 삶의 질 향상 기여도 기술·제품 등 최종성과물의 창의성, 차별성, 수요자 연계 가능성 사회이슈해결을 위한 기술로서의 창의성, 시의성 및 시급성 	30
연구개발의 구체성	<ul style="list-style-type: none"> 연구목표의 구체성 및 타당성, 도전성 최종성과물 및 중간산출물의 명확성 기술·제품의 구현을 위한 성공 가능성 	40
실용화 가능성 및 경제성	<ul style="list-style-type: none"> 사회적 이슈해결 기술로서의 활용 가능성 해당 기술·제품의 인증 및 실용화 가능성 실용화 계획 적정성 및 시장에 미치는 파급효과 	30

중복성 평가	평가위원 과반수가 기 수행되었거나, 수행중인 과제와 중복되는 것으로 판정시 탈락 조치
부합성 평가	평가위원 과반수가 연구개발계획서가 공모된 기술분야와 부합되지 않는다고 판정시 탈락 조치

- 2차 평가

평가항목	평가 포인트	배점
연구개발의 필요성	<ul style="list-style-type: none"> 사회적 이슈 해결 효과 및 국민 삶의 질 향상 기여도 기술·제품 등 최종성과물의 창의성, 차별성, 수요자 연계 가능성 사회이슈해결을 위한 기술로서의 창의성, 시의성 및 시급성 	20
연구목표 및 내용의 구체성	<ul style="list-style-type: none"> 연구목표의 구체성 및 타당성, 도전성 최종성과물 및 중간산출물의 명확성 성과목표 및 성과지표 설정의 도전성 	10
연구개발 추진전략 및 체계의 합리성	<ul style="list-style-type: none"> 추진전략의 창의성 및 연차별 추진체계의 합리성 연구수행방법의 적절성 	10
연구책임자 및 연구진의 역량	<ul style="list-style-type: none"> 연구책임자의 전문성, 연구경험 및 관리능력 연구책임자의 연구윤리 연구팀 구성 및 역할의 적정성 	20
소요예산 계획의 적절성	<ul style="list-style-type: none"> 연차별, 연구기관별 예산 배분의 적정성 연구비 집행계획의 적정성 	10

연구성과의 우수성 및 활용방안	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 사회적 이슈해결 기술로서의 활용 가능성 ▪ 해당 기술·제품의 인증 및 실용화 가능성 ▪ 실용화 계획 적정성 및 시장에 미치는 파급효과 	30
------------------	--	----

중복성 평가	평가위원 과반수가 기 수행되었거나, 수행중인 과제와 중복되는 것으로 판정 시 탈락 조치
--------	--

- 가점 및 감점 기준 역시 평가위원회를 통해 최종 결정하나, 기본적으로 다음 기준을 준용함
 - 「국토교통 연구개발사업 관리지침(이하 관리지침)」 제17조(가점 및 감점 기준)에 따라 과제 선정평가지 획득점수에 대해 가점 및 감점을 부여(2차 평가에만 부여)
 - 가점 및 감점은 접수 마감일까지 제출된 자료를 근거로 평가위원회의 평가점수에 합산하되, 60점 미만인 기관에 대하여는 부여하지 않음

주 의

1. 이 보고서는 국토교통부에서 시행한 무인비행장치의 안전 운용을 위한 저고도 교통관리 체계 설계 및 실증에 관한 연구사업의 기획연구 보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 무인비행장치의 안전 운용을 위한 저고도 교통관리체계 설계 및 실증에 관한 기획연구사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표하거나 공개하여서는 안 됩니다.