R&D / RS-2024-0041253

AAM & UAM을 대비한 정밀 상공통신 품질망 방안 연구

최 종 보 고 서

2024

국토교통부 국토교통과학기술진흥원

보안 과제( ), 일반 과제(O) / 공개(O), 비공개( )발간등록번호()

협력거점형 국토교통 국제협력 연구 개발사업 최종 보고서

R&D / RS-2024-0041253

AAM & UAM을 대비한 정밀 상공통신품질망 방안 연구

최종보고서

2024. 04. 30.

주관연구기관 / ㈜파인브이티
협동연구기관 / KAIST

국토교통부
국토교통과학기술진흥원

제출문

제 출 문

국토교통부장관(국토교통과학기술진흥원장) 귀하

‘AAM & UAM을 대비한 정밀 상공통신품질망 방안 연구’(연구개발 기간 : 2024.07. ~ 2024.04.) 과제의 최종보고서를 제출합니다.

2024. 04. 30.

주관연구기관명 : ㈜파인브이티 (대표자) 윤형영 (인)

공동연구기관명 : KAIST (대표자) 이광형 (인)

주관연구기관책임자: 오세진
공동연구기관책임자: 신효상

국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 제37조에 따라 최종보고서 열람에 동의합니다.

< 요 약 문 >

※ 요약문은 5쪽 이내로 작성합니다.

사업명		협력거점형 국토교통 국제협력 연구개발 사업(R&D)		총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)			
내역사업명 (해당 시 작성)		한-영 양자협력형 국토교통 국제공동연구		연구개발과제번호		RS-2024-00412531	
기술분류	국가과학기술 표준분류	교통/정보통신/기타 기반시설	70 %	제조업(전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비)	20 %	국방	10 %
	부처기술분류 (해당 시 작성)						
총괄연구개발명 (해당 시 작성)							
연구개발과제명		AAM & UAM을 대비한 정밀 상공통신품질망 방안연구					
전체 연구개발기간		*2024-07-01 ~ 2025-04-30*					
총 연구개발비		총 225,334천원 (정부지원연구개발비: 187,500천원, 기관부담연구개발비 : 37,834천원, 지방자치단체: 천원, 그 외 지원금: 천원)					
연구개발단계		기초[ ] 응용[ ] 개발[V] 기타(위 3가지에 해당되지 않는 경우)[ ]		기술성숙도 (해당 시 기재)		착수시점 기준 (TRL5) 종료시점 목표 (TRL8)	
연구개발과제 유형 (해당 시 작성)		(분야지정) 자유공모					
연구개발과제 특성 (해당 시 작성)		양자형 국제공동연구/ 연구수행체계 내 기업 포함					

연구개발 목표 및 내용	최종 목표		AAM과 UAM 운영에 요구되는 필수 및 선택적 서비스요구도에 따른 통신네트워크 설계기준, 공대지, V2V, 위성통신 등 기존 무선통신과 원활하고 안전한 무선링크를 구축하여, AAM과 UAM 안전 운항에 관련된 정밀 상공 통신 품질망 기술 확보
	전체 내용		AAM과 UAM 운영에 요구되는 필수 및 선택적 서비스요구도에 따른 통신네트워크 설계기준, 공대지, V2V, 위성통신 등 기존 무선통신과 원활하고 안전한 무선링크를 구축하여, AAM과 UAM 안전 운항에 관련된 정밀 상공 통신 품질망 기술 확보
	1단계 (해당 시 작성)	목표	통합 실증 플랫폼 및 품질 테스트 장비 개발 상공망 품질 점검용 기체 플랫폼개발(멀티콥터,VTOL), RF 탐지 스캐너 최적화, RF 탐지 안테나 최적화, RF 데이터 저장 솔루션, 데이터 저장 데이터베이스 절차, 데이터 서비스 홈페이지
		내용	상공 통신 품질망 통합 플랫폼을 위한 품질망 테스트 절차 및 장비개발, 평가 기준 수립 및 시각화 기술, 표준화를 통한 통합 플랫폼 개발. 통신사 및 항법장치 회사 등 민간에서 요구하는 공공 데이터와 보유하고 있는 데이터들을 통합하여 맞춤형 제공이 가능한 환경을 구현하고, 정기적 주기적 비행을 통해서 AAM과 UAM 운영에 필요한 상공망 통신환경지도, 항로 통신 품질점검, 운항 중인 비행체에서 수신되는 실시간 정보를 종합하는 통합 플랫폼 개발이 1단계 목표임.
	2단계 (해당 시 작성)	목표	
		내용	

연구개발성과	AAM & UAM을 대비한 정밀 상공통신품질망 실시간 분석 및 API 배포 시스템 상공망 품질 점검용 기체 플랫폼개발(멀티콥터,VTOL), RF 탐지 스캐 너 최적화, RF 탐지 안테나 최적화, RF 데이터 저장 솔루션, 데이터 저 장 데이터베이스 절차, 데이터 서비스 홈페이지 스키마 사전연구 확립 등의 성과와 TTA G3AM 사실표준화 기구에 표준화 방안 워킹그룹 활동 및 관련 통신 산업 리딩하고 있는 SKT와 협력 및 글로벌 계측기 기업들과 협력 하고 있음.
연구개발성과 활용계획 및 기대 효과	상공 통신 품질망 방안 연구는, 사업 초기 AAM과 UAM 시범사업자의 공역 분역, 회랑 및 출도착 설계에 적용될 때 중요한 정보로 제공되고, 비행 절차 설계 기초자료, 장애물 조사 검토 및 회랑 설정 시 안전 확보 툴로 제공되고, 실제 시범/상용 서비스 구간에는 실시간으로 상공망 품질을 기반으로 안전 항법 적용 및 교통관리에 중요한 서비스 플랫폼으로 기대됨.

연구개발성과의 비공개여부 및 사유													
연구개발성과의 등록·기탁 건수	논문	특허	보고서 원문	연구시설·장비	기술요약정보	소프트웨어	표준	생명자원		화합물	신품종		
								생명정보	생물자원		정보	실물	

연구시설·장비 종합정보시스템 등록 현황	구입기관	연구시설·장비명	규격(모델명)	수량	구입연월일	구입가격(천원)	구입처(전화)	비고(설치장소)	ZEUS 등록번호

국문핵심어 (5개 이내)	무인기	스캐너	분석소프트웨어	클라우드	상공망
영문핵심어 (5개 이내)	UAV	Scanner	Analysis	Cloud	SkyNetworks

[목차]

1. 연구개발과제의 필요성 ····· 1

2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용 ····· 23

3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도 ····· 30

4. 목표 미달 시 원인분석(해당 시 작성) ····· 49

5. 연구개발성과의 관련 분야에 대한 기여 정도 ····· 50

6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획 ····· 50

7. 연구개발비 사용실적 ····· 51

8. 중요 연구변경 사항(해당 시 작성) ····· 51

9. 다음 단계 연구개발계획 ····· 52

1. 연구개발과제의 필요성

1) 연구개발의 개요

○ 연구개발 배경

- 2025년에 예정된 Urban Air Mobility (UAM) 상용화를 준비하고 있지만, 아직까지는 상공망의 통신 품질에 대한 충분한 정보를 입수하기 어려움
- 이는 상공 교통이 실현되기 위한 필수 요소 중 하나인 안정적이고 신뢰할 수 있는 통신 인프라의 중요성을 강조
- 상공망 통신 품질에 대한 신뢰성 있는 정보 수집과 분석은 UAM의 안전한 운영과 효율적인 서비스 제공을 위해 반드시 해결해야 할 과제 중 하나임
- UAM에 탑승한 고객들에게는 안전하고 편안한 비행을 경험하면서도, 그들의 통신 및 연결성 요구를 충족시키기 위해 원활하고 안정적인 스마트폰 통신 서비스를 제공하고자 함.
- 이를 통해 고객들은 비행 중에도 원활한 통신 및 데이터 이용이 가능하며, 필요한 정보에 즉각적으로 접근할 수 있을 것으로 기대됨

○ 연구개발의 시급성



- 2025년인 내년에 UAM 상용화를 목표로 진행하고 있기 때문에 올해부터 상공망 데이터를 취득하고 가공하여 UAM 이해관계자에게 제공하는 방안이 필요함
- UAM은 비행 중에 실시간으로 안전한 통신이 보장되어야 하며 효율적인 통신망이 개발되지 않으면 비행 중 발생하는 다양한 문제에 대한 신속한 대응이 어려워짐.
- 이는 비행 중에 발생하는 상황에 대한 실시간 정보 및 경보를 전달하는 데 필수적이고 통신망의 부재는 비행 중에 발생하는 응급 상황에 대한 효과적인 조치와 조정을 방해할 수 있으며, 승객 및 운영자의 안전에 지장을 줄 수 있음.
- 따라서 안전한 UAM 운영을 위해 효율적인 통신망의 개발은 반드시 우선적으로 이루어져야 함
- 주요 국가들을 중심으로 재편되고 있는 전략기술 국제협력 체계는 주로 동맹국 간의 연구 보안을 강화하는 방향으로 발전할 것으로 전망되므로 과학기술 협력에서 동맹 국가들 간의 경쟁과 협력이 강조되는 추세를 보이고 있음
- 글로벌 기술 경쟁에서의 우위를 확보하고 전략적인 협력 관계를 구축하기 위해, 주요 해외 선도 연구기관들과 적극적으로 국제 협력을 강화하여 우리의 기술 경쟁력을 강화하고 글로벌 시장에서의 지위를 높일 수 있음

○ 연구개발 목표

- Advanced Air Mobility (AAM) 및 Urban Air Mobility (UAM) 분야에서의 안전한 비행을 위해 필요한 고도의 정밀한 상공 통신 품질망 구축 방안 및 기술 연구
- AAM과 UAM 운영에 요구되는 필수 및 선택적 서비스요구도에 따른 통신네트워크 설계기준, 공대지, V2V, 위성통신 등 기존 무선 통신과 원활하고 안전한 무선링크를 구축하여, AAM과 UAM 안전 운항에 관련된 정밀 상공 통신 품질망 기술 확보
- 해외 우수 연구기관과 협업하여 국토교통 분야에서의 전문성과 네트워크를 확장하고, 기술개발을 비롯한 종합적인 협력과 전략적 제휴를 위한 R&D 거점을 구축
- 세계적인 기술 경쟁이 치열한 상황에서, 한국의 글로벌 가치 연쇄(GVC) 경쟁력을 강화하고 국가 이익을 증진하기 위해, 해외 선진국들이 보유한 국토교통 분야의 핵심 기술을 신속히 적용하고 확보

○ 연구개발 개념



- RF 스캐너를 탑재한 UAV을 통해서 AAM용 상공망 통신 품질을 측정하고, 측정한 데이터를 정량화 표준화하여, 웹사이트 및 API에 공개를 통한 AAM & UAM 안전과 산업발전을 촉진

○ 연구개발 주요 내용

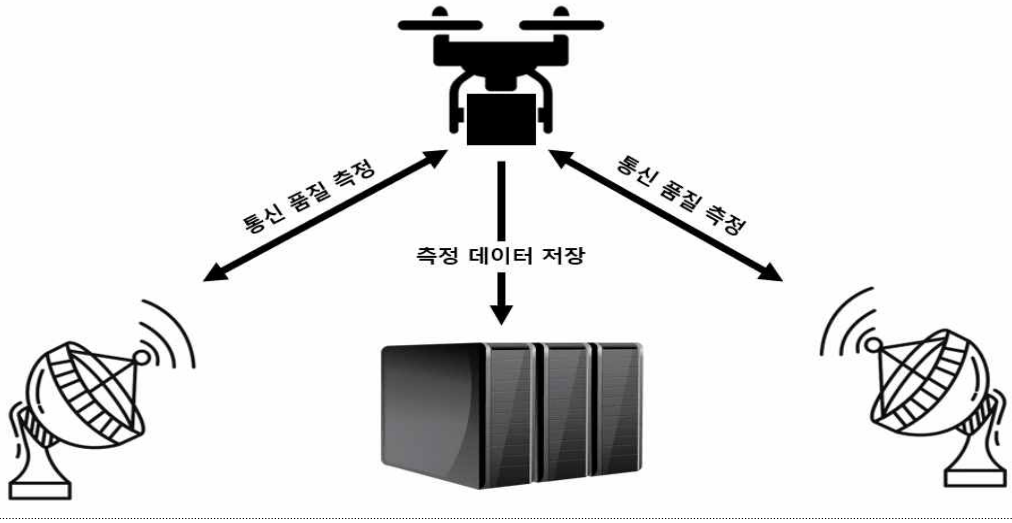


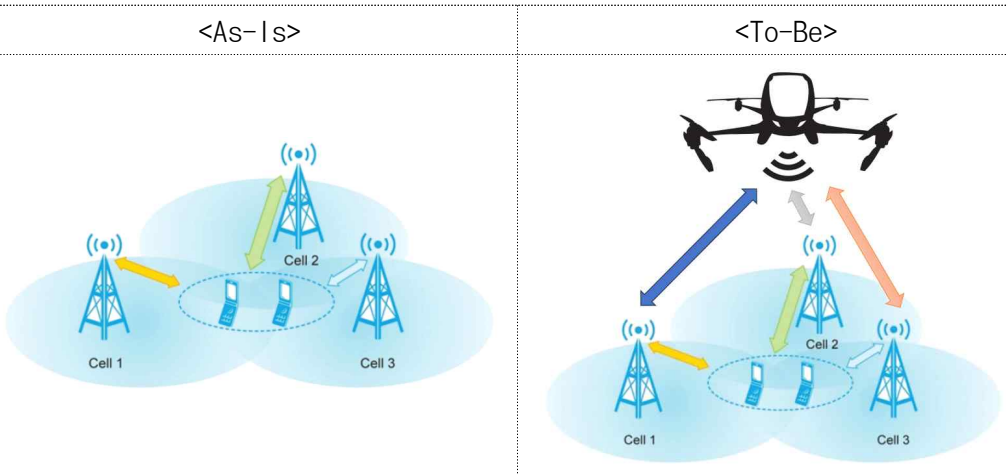


RF스캐너를 탑재한 무인항공기(멀티콥터, VTOL) 상공망 통신 품질 측정 플랫폼, FineVT Robotics LAB

- AAM & UAM 사업에 필요한 비행체와 교통관리시스템에서 필요한 상공망 통신 품질을 측정하고, 이 데이터를 기반으로 한 운항 및 안전 관리에 필요한 측정 장비와 분석솔루션, 그리고 교통 관리에 필요한 상공망 품질 측정 장비 및 H/W 및 S/W 기술 개발

※ 연구개발 대상(솔루션) 개요

<table>
<tr><td>현황 및
문제점</td><td>상용망은 대부분 지상 서비스를 위해 운용중으로, 상공망에서 운영 경험이나 항공기와 연동한 기지국 운영 경험 및 항공 플랫폼에서 관련 기술이 부족한 상황임.
통신사에서 상공기지국 설치, AAM과 UAM 교통관제에서 전파상황을 이용한 항로 개발 및 항공기 운영시 참고할 상공망에 대한 정보가 부족함.</td></tr>
<tr><td>연구개발대상
정의 및 목적</td><td>UAV에 장착된 RF스캐너를 통해서 AAM & UAM용 상공망 통신 품질을 측정하고, 측정한 데이터를 웹사이트에 공개 및 API 서비스를 통해서 AAM & UAM 상공망 품질을 정량화하고 표준화하여 안전과 산업발전 및 공공성을 통한 산업발전을 촉진</td></tr>
<tr><td>연구개발대상
내용
(솔루션 개념,
적용법 등)</td><td>AAM & UAM 사업에 필요한 비행체와 교통관리시스템에서 필요한 상공망 통신 품질을 측정하고, 이 데이터를 기반으로 한 운항 및 안전 관리에 필요한 측정 장비와 분석솔루션, 그리고 교통관리에 필요한 상공망 품질 측정 장비 및 H/W 및 S/W 기술 개발
무인기에 RF 스캐닝 및 데이터 저장장치를 장착하여 데이터를 추출하고, RF 데이터 분석 솔루션을 통해 수집된 데이터를 퓨전 가공하여 상공망 통신환경지도 구축
 

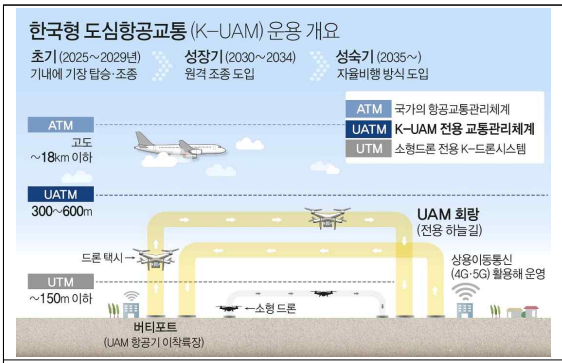
< 상공 통신 품질 솔루션 개념도></td></tr>
<tr><td>연구개발대상
적용 효과</td><td>기존에 지상의 스마트폰을 대상으로 송출하던 통신망의 형태에 더해 상공으로의 송출을 추가함으로써 향후 AAM & UAM 시대에 안정적으로 데이터를 송수신할 수 있도록 함
상공 통신망의 음영지역 및 신호의 세기가 약한 지역 등을 측정하여 해당 부분을 보완할 수 있도록 데이터를 공개하여 AAM & UAM 산업의 안전과 발전을 촉진
 
</td></tr>
</table>

2) 국제공동연구개발 추진의 필요성 및 정부지원 필요성

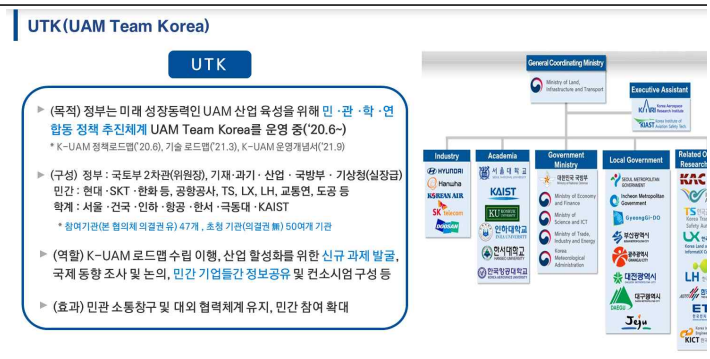
○ 글로벌 메가시티의 도심교통문제로 인한 AAM/UAM 도입 필요성 대두 및 기술개발

- 한국 : K-UAM으로 국토교통부주도로 미국과 함께 세계 AAM/UAM 시장을 2축 체제로 선도하고 있음, 표준기술개발과 응용기술적용을 위해서 K-UAM 그랜드챌린지가 1단계(2023-2024) 2단계(2024년 이후) 3단계(2025년 이후)로 추진되고 있음. 현재 KAIA(국토교통과학기술진흥원)의 CNSi 관련 연구사업과 K-UAM 단계실증 주관기관인 KARI(한국항공우주연구원)이 관련 사업을 리딩하고 있음
  국내의 3대통신사(SKT,KT,U+)모두 참가하여 상공망 구축관련 국책연구과제 및 자체테스트 배드를 통한 자체 연구과제를 수립하여 추진중에 있어 과기정통부 산하 TTA(한국정보통신기술협회)에서 주도하고 있는 G3AM(Global Association for Advanced Air Mobility)를 기반으로 세계 상공망시장에 사실표준화를 리딩하고 있음
- 글로벌 : 미국, EU, 영국을 주도로 UAM/AAM에 기체제작, 항전장비, 교통관리, 통신 등의 기술이 개발이되고 있고 FAA(미국연방항공청) EASA(유럽항공청)에서 항공에 관련된 규제를 준비중에 있고, 미국 NASA, EU 호라이존 프로그램, UKRI(영국연구혁신청)에서 기반 연구개발과 실증을 주도하고 있다. 특히 영국은 한국의 현대자동차와 AAM관련 업무를 유기적으로 추진하고 있고, 항공분야를 선도하는 크랜필드대학이 미국, EU, 한국과 긴밀하게 연구를 협력하고 있어 글로벌 메가시티 도심교통문제를 획기적으로 해결할 수 있는 시장선점을 노력하고 있다.

○ 국내 기술 현황

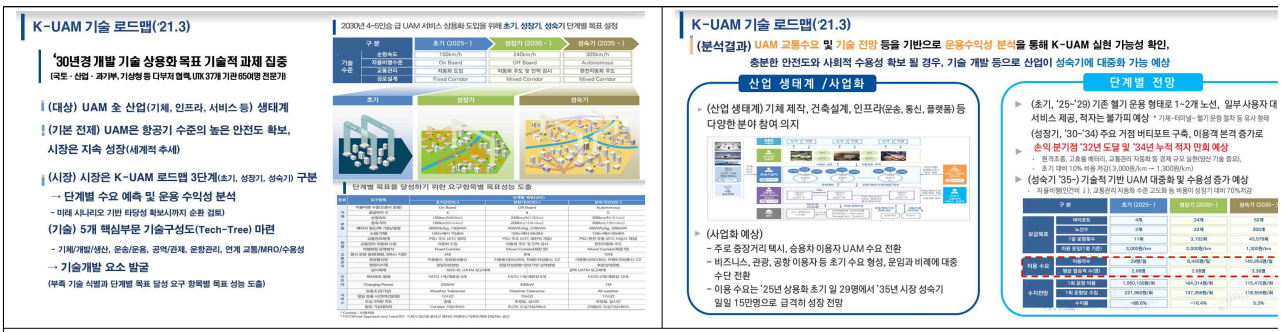


국토부, 한국형 도심항공교통 운용 개요



국토부, UTK(UAM Team Korea) 민관학연 합동 정책 추진 체

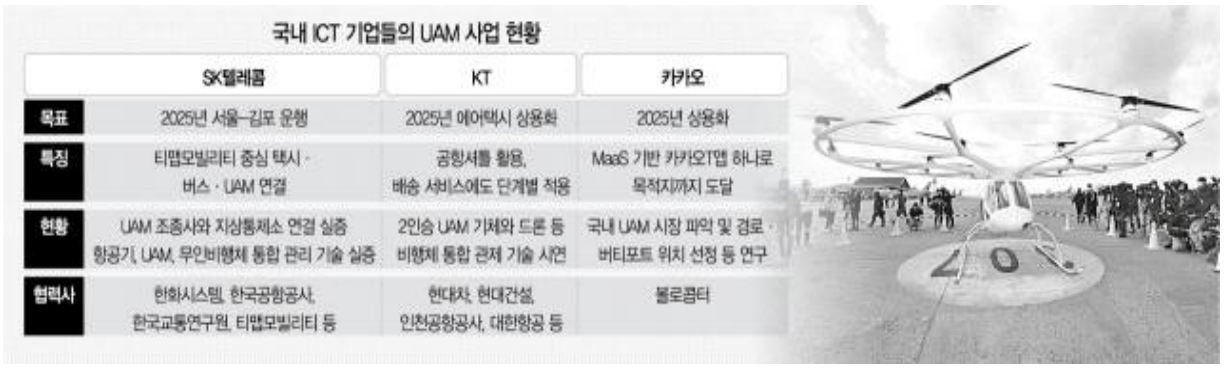
- 국내 UAM 기술은 국토교통부에서 2025년 상용화를 목표로 한국형 도심항공교통 실증사업(K-UAM GrandChallenge)을 통해 기체 개발 및 양산부터 버티포트(UAM 전용 이착륙장, Vertiport)와 같은 인프라 구축, 인력 관리, 운송 서비스 및 플랫폼 등 다양한 산업 분야 연결을 추진하고 있음



국토부, K-UAM 기술로드맵 (21.03)

- 'K-UAM 그랜드 챌린지'는 기체·버티포트·교통관리·운항서비스 등 UAM을 구성하는 모든 분야의 참여기관·업계가 참여해 안전성·통합 운용성을 검증하는 대규모·중장기 실증사업으로써 UAM의 성공적인 운영 표준 확립을 위해 도심지역에서 진행되는 세계적 수준의 실증 프로젝트임. 5G 등 상용통신망을 활용한 교통관리시스템 구축, SWIM 개념 기반 정보 공유 시스템 구축, 가상 통합 운영 시뮬레이터 활용 등을 추진하고 있으며 국내 기업뿐만 아니라 미국, 유럽 등 전 세계 기업 및 기관에도 참가 기회가 제공돼 세계 유수의 기업들이 협력하고, 글로벌 교류와 최신 기술 융합의 장을 만들어갈 예정임

- 이슈 및 과제를 발굴해 법과 제도를 정비하는 '준비기(2020~2024년)'를 거쳐 일부 노선을 상용화하는 '초기(2025~2029년)'를 지나 도심을 중심거점으로 비행 노선을 확대하는 '성장기(2030~2035년)' 이후 이용 보편화와 더불어 자율 비행을 실현하는 '성숙기(2035년 이후)'까지 체계적인 정책과 로드맵을 제시
- 이러한 'K-UAM 그랜드 챌린지' 사업에 국토부는 전문가 그룹을 포함한 대한항공·현대차·한화시스템·SKT 등 대기업과 인천국제공항공사·한국공항공사 등 공기업 그리고 플라나·볼트라인 등 중소기업들까지 대거 참여시켜 7개의 컨소시엄을 구성했고 단일분야 사업까지 모두 46개사가 참여하고 있음
- 그랜드 챌린지 협약은 그랜드챌린지에 참여하는 컨소시엄·기업별로 구체적인 실증 시기와 실증에 사용되는 기체 등을 확정하고, 참여기업의 역할과 의무를 규정하는 등의 실증 준비를 완료
- 각 컨소시엄과 기업들은 상용화 단계에 적용할 운영 시나리오에 따라 운항자, 교통관리 사업자, 버티포트 운영자 간의 통합 운용 안정성을 실증하고 도심 진입 범위를 결정하기 위한 소음 등도 측정할 예정
- 순수 우리기술로 제작한 한국형 UAM 기체 오파브(OPPAV)는 한국항공우주연구원과 국내 기업들이 협력해 제작하였으며 크기 6m, 2인용 유무인 기체로 최대 중량 650kg, 평균시속 200km임. 비행 시연에서 70km 속도로 5분 이상 비행을 실시함



국내 ICT 기업들의 UAM 사업 현황, 서울경제

- SK텔레콤은 한국공항공사·한화시스템과 드림팀 컨소시엄을 구성해 5월부터 실증 시작, AI 기반의 UAM 서비스 운영과 통신망 구축을 담당하고 있음.
- SK텔레콤은 FineVT에서 FFW-015 VTOL(수직이착륙기)을 구매하여 5G 상공 통신망 품질 측정에 사용하고 있음.
- SK텔레콤은 UAM용 상공망의 통신 품질 실·예측 및 분석을 위한 통합 솔루션과 시뮬레이터 개발
- KT는 현대자동차와 컨소시엄을 구성해 4월부터 본격적 실증 시작,(UAM에 필요한 5세대(5G) 이동통신 안테나를 개발
- LG유플러스도 카카오모빌리티 등과 함께 퓨처팀 컨소시엄을 구성해 7월부터 실증 시작
- 현재 UAM 실증 사업 및 기술 개발의 초점은 5G·6G 등 지상 이동통신망의 활용을 위주로 하고 있음. 하지만 이제 막 실증에 착수한 시점인데다, 여러 기술적 난제로 이동통신망의 상공망 확대를 확신하긴 어려운 상황임
- 지상에서 쏘아올려야 하는 5G·6G 신호는 고층빌딩으로 인한 반사, 지상-상공 신호 충돌로 인한 지상 사용자 신호 간섭 등의 문제가 발생하고 있음
- UAM용 상공망의 통신 품질 예측을 위한 시뮬레이터를 개발해 비행 경로·고도 설정, 안테나 높이, 상향 틸트, 지향 각도 및 빔 패턴 등 통신 품질에 변화를 주는 여러 요소들의 영향을 통합 분석
- 국내 AAM & UAM 상공 통신망 기술은 이동통신 3사가 구축을 하고 있으나 아직 구축 단계로서 안정성, 정확성, 신속성 등의 측정이 필요한 상황임
- 상공으로 데이터를 송수신 할 수 있는 틸팅 방식의 안테나를 개발하고 있으며, 필요에 따라 UAM의 이동 방향으로 안테나 각도를 조정하여 안정적인 통신 방식을 제공하고자 하고 있음
- '22년 한국은 세계 최초로 UAM용 5G 상공망을 고흥 항공센터 주변에 구축하였으며, '23년 5G 상공망용 별도 주파수 확보를 추진 중

- ’22년부터 K-UAM 초기 상용화 단계(’25~’29)에 적용할, 도심 환경에 적합한 항행 안전 인프라를 연구개발 중
-’22년부터 한국에서는 세계 최초로 SWIM 개념의 UAM 적용을 위한 데이터 공유 환경과 데이터 모델 개발 중

○ 국외 기술 현황
- 일본 정부는 ‘2025 오사카·간사이 엑스포’에 에어택시(Air Taxi) 운항을 목표로 국가 주도의 UAM 전담반을 구성해 개발에 박차를 가하고 있음
- 일본 경제산업성은 최근 전기 수직이착륙기 (eVTOL) 제조업체인 스카이드라이브를 ‘중소기업 혁신 추진 프로젝트’(SBIR)의 차세대 항공모빌리티 분야로 선정하고 124억엔(한화 1097억원)을 투자
- 일본은 UAM 이착륙장인 버티포트 운영자와 기체 운항사를 선정하고 기체 인증을 위해 미국 연방항공국(FAA)과 협력체계를 구축하는 등 상용화에 속도를 내고 있음



- 영국도 정부 차원에서 전동 수직이착륙기 개발 스타트업에 보조금을 지원하는 등 기술을 개발 중
- 영국 정부는 최근 영국항공우주기술연구소를 통해 버티컬 에어로스페이스에 보조금 800만 파운드(한화 134억원)를 제공
- 영국의 현대차그룹은 현지 모빌리티업체 '어번에어포트'의 메인 파트너사로서 올해 말 영국 코번트리 지역 내 플라잉카 전용 공항인 '에어원' 건설에 참여
- 중동에서는 아랍에미리트(UAE)가 최근 세계 1위 UAM 업체와 손을 잡음
- 아랍에미리트 정부와 미국 UAM 스타트업 조비 에비에이션은 지난 12일 2026년부터 아랍에미리트 내 에어택시 운영에 대한 독점계약 체결
- 프랑스는 올 여름 Volocopter 기체를 2024년 파리 올림픽에서 최초 실용화를 위하여 프랑스 정부 및 EASA 등과 협력 중임
- 통신장비 업체 이노와이어리스는 스페인 바르셀로나에서 열리는 2024 모바일월드콩그레스(MWC)에 참가해 무선 통신 기반 미래 혁신 기술을 선보임. 드론 기반 UAM 통신을 위한 상공망 통신 품질 측정 분석 솔루션을 소개하는 3D 커버리지 존 전시
- 미국의 최선도 업체인 Joby와 Archer는 2024년 형식 인증을 목표로 FAA와 협력하여 인증 프로세스를 진행 중이며, 기체 양산을 위하여 신규 공장을 건립하고 있음
- 미국은 18년부터 NASA의 실증사업인 AAM NC를 통해 도심 항공 교통관리 기술개발 중
- 미국은 18년부터 NASA AAM NC를 통해 UAM 적용을 위한 데이터 공유 환경과 데이터 모델 개발 중
- 미국과 유럽은 18년~22년까지 운항궤적정보, 감시데이터, 모든 형태의 항공 전자정보, 항공기상 정보 등을 지상의 모든 이해관계자가 공유할 수 있는 정보공유체계 통합하였으며 2023년~2027년, 지상 시설 간에 구축된 통합 정보공유체계를 항공기와 연동했음

○ 국외 기술 현황

미국

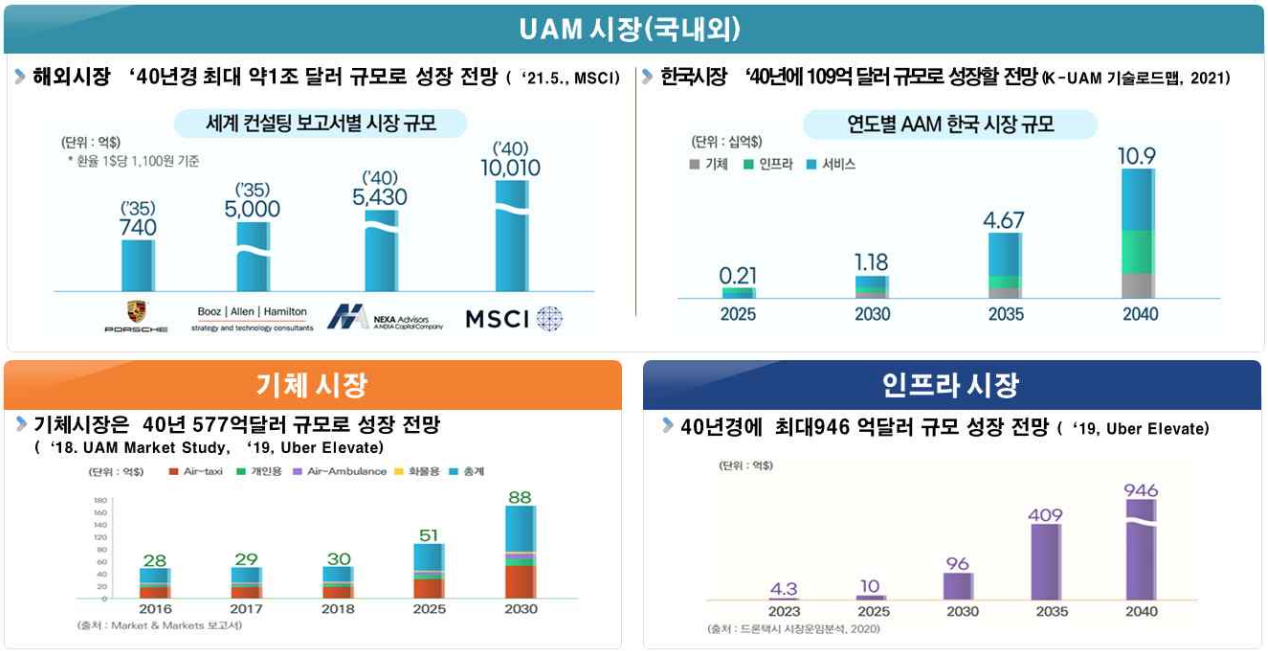
- 조비에이비에이션은 ‘17년부터 틸트로터 실물 크기의 시제기를 1천번 이상 시험비행했으며, ‘25년 상용 서비스 개시 예정이며 첫번째 시제기 ‘20.12 최초 공군 감항인증, 두번째 시제기 ‘21.12 공군 감항인증 및 FAA 특별감항인증을 획득하고, ‘22.05 FAA 항공운송업자 인증 획득
- 아처에이비에이션은 유나이티드항공과 함께 ‘24년부터 LA국제공항(LAX)을 중심으로 UAM 네트워크 구축 및 운항을 개시할 예정이며, 유나이티드항공은 초기 생산 eVTOL 100대에 대한 선납금으로 1천만 달러 지급했음. ‘21.09 미 공군 감항인증, ‘21.12 FAA 특별감항인증 획득
- 베타테크놀로지스는 ‘21.05 최초의 유인전기항공기 미 공군 감항인증 취득
- 키티호크는 ‘21.07 미 공군 감항인증 획득
- 위스크에어로는 ‘10년부터 실물 크기 시제기로 1,500여 회 시험비행 했으며, 완전 자율 비행 기체 개발 및 에어택시 출시를 위해 기술 개발 진행 중

유럽

- 볼로콥터는 ’19년 싱가포르, ’21년 서울에서 비행시연을 진행하고 ’21년 중국, ’22년 한국에서 합작법인을 설립했으며, ’24년 파리올림픽에서 UAM 상용서비스 (에어택시) 개시하고 싱가포르·로마·파리·서울 등에서 상용화 예정임. eVTOL 제작사 최초로 EASA 설계조직인증(’19년) 및 생산조직인증*(’21년) 획득. 버티포트 건설·운영사 영국 스카이포트와 협력해 전용 버티포트 ‘Voloport’ 개발 및 ’19년 싱가포르 마리나베이에서 공개
- 릴리움은 ’17년부터 EASA 설계조직인증(DOA)을 진행 중이며, ’24년까지 형식증명(Type Certification) 획득 목표로 인증 추진 중. 미국 건설사 타비스톡(Tavistock Development Company)과 협력해 플로리다 올랜도와 ’25년까지 버티포트 구축 예정
- 슈퍼널은 ’22.4월 현대차그룹의 미국 UAM 법인 슈퍼널은 영국 어반에어포트와 세계 최초로 eVTOL 운용 가능한 버티포트 ‘에어원’을 영국 코번트리에 공식 개장하고, 항공기 통제, eVTOL 충전, 무인드론 화물적재 등 시연 및 시범비행 진행
- 버티컬 에어로스페이스는 ’22년말 시범비행, ’24년 CAA(영국 민간항공국)과 EASA의 인증 및 양산을 목표로 기체 개발 중이며, 현재까지 1,350대 사전 주문 완료
- 어반에어포트는 ’22.4월 현대차그룹의 미국 UAM 법인 슈퍼널은 영국 어반에어포트와 세계 최초로 eVTOL 운용 가능한 버티포트 ‘에어원’을 영국 코번트리에 공식 개장하고, 항공기 통제, eVTOL 충전, 무인드론 화물적재 등 시연 및 시범비행 진행
- UAM 컨소시엄은 CAA(민간항공국)와 함께 UAM의 영공 통합 운용개념(ConOps) 완성

중국

- 이항은 중국·미국·캐나다·네덜란드·오스트리아·카타르·인도네시아·일본 등에서 승객탑승 비행, 자율비행 등 다양한 시험비행을 진행하였고, 아시아 지역에서 200여 대 선주문 체결. Charon Pokphand Group(태국 대기업 그룹)과 자율운항 UAM 도입을 위한 파트너십을 구축해 제품판매 및 마케팅, 규제 관련 협력, 비즈니스 개발*, 인프라 구축 등 추진 예정. ‘22.02 CAAC(중국민용항공국)가 멀티콥터 기체 EH216의 형식증명을 위한 특별조건을 채택하고 현재 형식증명 절차 진행 중. 현재 동안아시아와 스페인에서 상업운용을 위한 최종 테스트를 진행하고 있음.



- UAM의 전 세계 시장 규모는 보고서마다 상이하지만, MSCI 21년 보고서에 따르면, 2040년에 최대 약 1조달로 규모로 급성장할 것으로 전망되고 있음.
- 전문가들은 세계 시장이 미국·중국을 중심으로 재편되며 양분될 것으로 예상. UAM은 기존의 버스·택시·철도나 개인 교통수단 등의 자율 주행과 맞물려 라스트 마일 딜리버리도 지원할 것으로 전망.
- 기존 교통수단의 도시 집중화 현상은 교통·주거·환경·에너지 등 여러 측면에서 문제 초래. 친환경·자율주행 차량, 공유플랫폼을 활용한 자동차 서비스 등은 이 같은 문제를 완화할 수는 있지만, 근본적인 해결책이 되기엔 부족.
- UAM 산업은 기체 개발부터 운송, 관제, 네트워크, 플랫폼 등 연계 산업 간 파급력을 바탕으로 항공, 자동차, 건설, 통신 등 전방위 사업으로 확대 재생산이 이뤄질 것이므로 엄청난 시장의 확대를 가져올 것임.

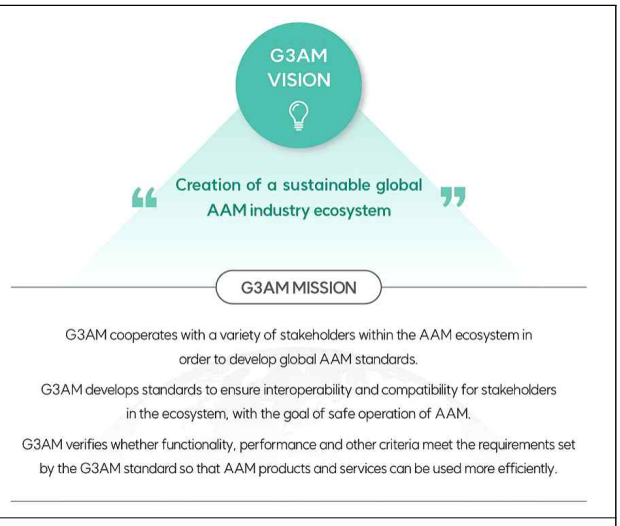


Source : KPMG Global(2019), Getting mobility off the ground, 삼정KPMG 경제연구원 재구성

- 현재 UAM 사업에서 선두주자로 달리고 있는 유럽과 미국, 중국을 시작으로 2050년이면 UAM 이용객이 전 세계에 걸쳐 4억 4500만명에 이를 것으로 전망됨
- 2050년까지 UAM을 도입할 것으로 전망되는 지역별 도시 수는 아시아태평양 23곳, 북미 16곳, 유럽 15곳, 중동 7곳, 남미 6곳, 아프리카 3곳 등.



G3AM 글로벌 컨퍼런스, 2023. 제주



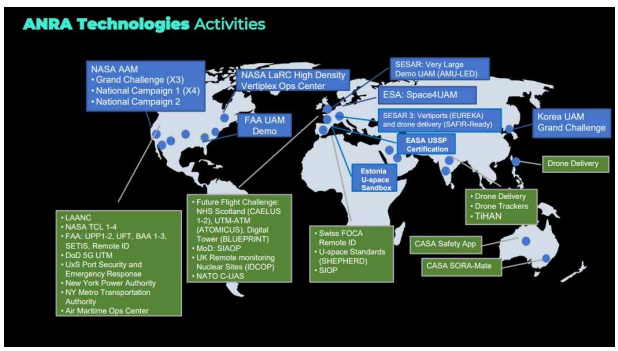
G3AM 글로벌 사실화 표준기구

- G3AM은 AAM 정보 공유 시스템, 교통 관리 및 교통 관제, 필수 항법 성능 등 다양한 분야의 새로운 표준을 개발 및 유지하며 이들 표준 간의 상호 운용성과 호환성을 보장하는 사실상의 표준화 기관임.
- 정부가 주관하는 K-UAM 그랜드 챌린지에 참가하는 UAM 한국 팀의 핵심 멤버들이 설립한 G3AM은 챌린지를 통해 얻은 도시 환경에 최적화된 데이터를 기반으로 표준을 개발하고 있음.
- G3AM은 전 세계 AAM 전문 기업 및 조직과 협력하여 최신 AAM 표준을 전 세계적으로 개발하고 배포하며 G3AM이 개발한 표준은 글로벌 시장에서의 신뢰성을 높이고, 회원사가 글로벌 경쟁력을 확보할 수 있도록 지원할 계획임
- FineVT Robotics LAB은 G3AM에서 기술분과를 담당하고 있으며, K-UAM GC-1단계 교통관리 실증연구 컨소시엄으로 지정되어 있음
- FineVT Robotics LAB은 글로벌 계측기 전문회사인 독일 로데슈바르츠사와 글로벌 교통관리 전문기업인 Anra Technologies와 OneSky사가 참가한 G3AM 기술분과를 담당하고 있으며, K-UAM GC-1단계 교통관리 실증연구 컨소시엄으로 지정되어 있음

- 현재 G3AM는 한국항공우주산업진흥협회에서 업무를 담당하고 있음.



Anra Technologies, 글로벌 프로젝트 참가 현황



Anra Technologies, 글로벌 프로젝트 참가 현황



Anra Technologies, 글로벌 프로젝트 참가 현황



Anra Technologies, 솔루션

○ 국내·외 표준화 현황

구분	표준화기구		주요 내용
국제(공식)	ISO	TC268	(Sustainable cities and communities) 도시와 공동체에 대해 지속 가능 개발을 촉진할 수 있도록 요구사항, 구축/운영/관리지침, 평가 지표, 인프라 통합, 교통 등 표준 개발
	ITU-T	SG11	(Signalling requirements and architecture for urban air mobility (UAM) service environment) 서비스 제공자의 관점에서 UAM 항공기와 상용 네트워크 간의 연결을 생성하려면 UAM 서비스 인프라와 이동통신 네트워크를 상호 연결할 수 있는 아키텍처와 신호 지점을 4가지 기능 블록으로 분류하는 기술 표준 마련
		SG17	(Security guidelines for electric vertical take-off and landing (eVTOL) vehicle in an urban air mobility environment) 도시 항공 이동 환경에서 연결된 전기 수직 이착륙(eVTOL) 에 대한 보안 지침 표준 마련
국제(사실)	3GPP	RAN1	(Radio Layer 1 (Physical layer)) UE, Evolved UTRAN 및 NG-RAN 등을 위한 무선 인터페이스의 물리 계층 사양에 대한 표준 개발 추진
		RAN2	(Radio layer 2 and Radio layer 3 Radio Resource Control) 무선 인터페이스 아키텍처 및 프로토콜(예: MAC, RLC, PDCP, SDAP), 무선 자원 제어 프로토콜의 사양 및 무선 자원 관리 절차에 관한 표준 개발 추진
		RAN3	(UTRAN/E-UTRAN/NG-RAN architecture and related network interfaces) UTRAN/E-UTRAN/NG-RAN 아키텍처 및 관련 네트워크 인터페이스 프로토콜 사양 전반에 관한 표준 개발 추진
		RAN4	(Radio Performance and Protocol Aspects) UTRAN/E-UTRAN/NR의 RF에 대한 시뮬레이션 수행/전송 및 수신 매개변수, RRM, 채널 복조 및 CS) 보고에 대한 최소 요구사항에 대한 표준 개발 추진
		SA1	(Service) 새롭고 향상된 서비스/기능 및 기능 요구사항, 3GPP 표준에 충족하는 1단계 요구사항 및 시스템 고도화에 따른 서비스/상호 연동 요구사항에 대한 표준 개발 추진
		SA2	(System Architecture and Services) 사용자 장비, 액세스 네트워크, 코어 네트워크 및 IP 멀티미디어 하위 시스템을 포함한 전체 3GPP 시스템 아키텍처 및 서비스에 대한 표준 개발 추진
	WPC		(Wireless power consortium) 무선 전력 응용 프로그램의 안전, 효율, 상호 운용성에 관한 개방형 표준 개발
	AirFuel		(AirFuel Alliance) RF 무선 충전/자기공명에 대한 무선 충전 표준 개발
	G3AM		(Global Association for Advanced Air Mobility) 2022년에 설립된 UAM 포럼이 대외 명칭을 G3AM으로 변경(2023). 기술표준분과, 서비스·생태계분과, 표준정책·협력 분과, 글로벌 기구 신설분과 등의 분과로 구성. UAM 정보공유, 교통관리 및 운항 통제, 성능기반 항행을 위한 필수 항행성능, 통신·항법·감시, 버티포트 등 인프라 생태계, 감시정보 검증 등 분야의 표준화 주도 예정
국내	TTA	PG1104	(5G 버티컬 서비스 프레임워크) 5G 기반의 다양한 버티컬 서비스에 대한 표준 개발을 담당하며 C-V2X 서비스 등 버티컬 관련한 다양한 표준화 추진 중
	6G 포럼		(UAM WG) 도심 항공 모빌리티를 포함한 통합 미래 모빌리티 환경 조성과 도심 항공 교통 상용화를 위한 5G/6G 통신 기술, 서비스 플랫폼 분야의 생태계 확대를 목적으로 함, 도심 항공 교통 전문 백서 발간 및 PG1104 국내 표준화 기여

○ 관련 특허



- 도심항공교통(UAM) 핵심 기술로 꼽히는 전기수직이착륙(eVTOL) 등에 대한 국내 기업의 특허 경쟁력이 외국에 비해 크게 떨어짐
- 특허청과 특허전략개발원에 따르면 2003년부터 지난 4월까지 20여 년간 미국 한국 일본 중국 유럽연합(EU) 등에 출원된 핵심 특허 5,117건을 eVTOL, 자율비행, 관제, 인프라, 서비스, 통신, 인증시험평가 등 일곱 개 부문에서 분석한 결과 한국은 모든 분야에서 하위권에 머물렀음
- eVTOL 특허는 미국 텍스트론이 206건으로 1위였고, 이어 EU 에어버스(123건), 미 보잉(113건), 록히드마틴의 자회사 시코르스키(106건) 순이었으며, eVTOL은 현존하는 항공기의 유압식 엔진을 대체할 게임체인저이자 탄소중립 기술로 주목받고 있음. 기체 제작, 로터, 모터, 배터리, 안전장치, 소음저감 등 세부 기술이 있음
- 자율비행은 중국 DJI가 82건으로 가장 많으며 이어 보잉(72건), 에어버스(51건) 순이었으며, 자율 비행은 충돌 회피, 정밀 지도, 라이다, 레이더, 각종 센서 등으로 나뉨
- 한국은 버티포트 등 인프라 부문에서 한국항공우주연구원이 유일하게 4위였으며 기업은 7개 부문에서 한 곳도 없었음
- 글로벌 기업들이 eVTOL 특허를 집중 출원하는 경향을 보이고 있으므로 이 기업들이 특허 침해 소송을 걸어올 여지가 큰 만큼 특허 등록 저지 및 무효화 등 다양한 지식재산권(IP) 전략이 필요함

회사 명	본사 소재지	주요국 특허 건수
조비 (Joby Aviation)	미국	223
릴리움 (Lilium)	독일	83
버티컬 (Vertical Aerospace)	영국	3
아처 (Archer Aviation)	미국	15
오버에어 (Overair)	미국	33
위스크 (Wisk Aero)	미국	200
볼로콥터 (Volocopter)	독일	119
이항 (eHang)	중국	285
현대자동차	한국	-
한화시스템	한국	-

○ 관련 특허(대한민국) : SKT

공개특허 10-2024-0022851

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0022851
(43) 공개일자 2024년02월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04W 52/24 (2009.01) *H04W 24/08* (2009.01)
H04W 52/14 (2009.01) *H04W 72/04* (2009.01)
H04W 84/06 (2019.01)
(52) CPC특허분류
H04W 52/243 (2013.01)
H04W 24/08 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0101406
(22) 출원일자 2022년08월12일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
에스케이텔레콤 주식회사
서울특별시 중구 을지로 65 (을지로2가)
(72) 발명자
이형주
서울특별시 중구 을지로 65 SK T-타워
(74) 대리인
제일특허법인(유)

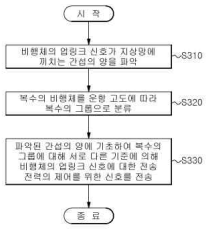
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 **상공망용 기지국과 그 통신 방법**

(57) 요 약

일 실시예에 따른 상공망용 기지국의 통신 방법은, 상공망을 이용해 통신을 수행하는 비행체의 업링크 신호가 지상망에 끼치는 간섭의 양을 파악하는 단계와, 상기 파악된 간섭의 양에 기초하여 상기 비행체의 상기 업링크 신호에 대한 전송 전력의 제어를 위한 신호를 전송하는 단계를 포함한다.

대 표 도 - 도3



제목 : 상공망용 기지국과 그 통신 방법
출원인 : 에스케이텔레콤 주식회사
출원번호 : 10-2022-0101406

공개특허 10-2024-0021570

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0021570
(43) 공개일자 2024년02월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04W 16/28 (2009.01) *H04W 24/08* (2009.01)
H04W 24/10 (2009.01) *H04W 84/06* (2019.01)
(52) CPC특허분류
H04W 16/28 (2013.01)
H04W 24/08 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0100045
(22) 출원일자 2022년08월10일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
에스케이텔레콤 주식회사
서울특별시 중구 을지로 65 (을지로2가)
(72) 발명자
이형주
서울특별시 중구 을지로 65 SK T-타워
(74) 대리인
제일특허법인(유)

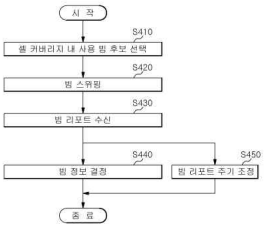
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 **상공망용 기지국과 그 빔포밍 방법**

(57) 요 약

일 실시예에 따른 상공망용 기지국이 수행하는 빔포밍 방법은, 상공망을 이용해 통신을 수행하는 비행체로부터 복수의 서로 다른 빔 중 적어도 하나에 대한 수신 정보가 포함된 빔 리포트를 수신하는 단계와, 상기 수신된 빔 리포트에 기초하여 상기 비행체를 향하여 사용할 빔 정보를 결정하는 단계를 포함한다.

대 표 도 - 도4



제목 : 상공망용 기지국과 그 빔포밍 방법
출원인 : 에스케이텔레콤 주식회사
출원번호 : 10-2022-0100045

○ 관련 특허(대한민국) : FineVT

등록특허 10-2467475

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년11월16일
(11) 등록번호 10-2467475
(24) 등록일자 2022년11월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04W 24/02 (2009.01) *H04B 17/23* (2015.01)
H04B 17/26 (2015.01) *H04B 17/318* (2015.01)
H04B 17/336 (2015.01) *H04W 24/10* (2009.01)
H04W 4/029 (2018.01) *H04W 4/40* (2018.01)
(52) CPC특허분류
H04W 24/02 (2013.01)
H04B 17/23 (2015.01)
(21) 출원번호 10-2021-0054784
(22) 출원일자 2021년04월28일
심사청구일자 2021년04월28일
(65) 공개번호 10-2022-0147813
(43) 공개일자 2022년11월04일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020170019881 A
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
주식회사 파인브이티
경기도 안양시 동안구 시민대로 383 (관양동) B동 1202호
(72) 발명자
윤형영
경기도 용인시 처인구 모현읍 충렬로10번길 24 경지로즈타운 101동 502호
오세진
서울특별시 강서구 우현로 67 강서힐스테이트 12 6동 1604호
(74) 대리인
김효성

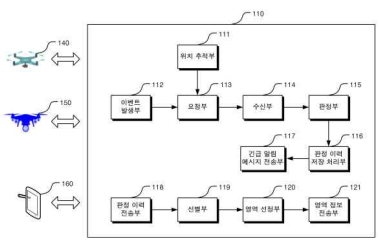
전체 청구항 수 : 총 12 항 심사관 : 최종화

(54) 발명의 명칭 **상용 드론에 대한 무선 통신 성능을 평가하는 평가 시스템 장치 및 그 동작 방법**

(57) 요 약

상용 드론에 대한 무선 통신 성능을 평가하는 평가 시스템 장치 및 그 동작 방법이 개시된다. 본 발명은 소정의 비행 경로에 따라 일정한 간격을 두고 나란히 비행하는 상용 드론과 제측용 드론으로부터 통신 품질 정보를 수신하고, 수신된 통신 품질 정보를 기초로 상기 상용 드론에 대한 무선 통신 성능을 평가할 수 있는 평가 시스템 장치 및 그 동작 방법에 대한 것이다.

대 표 도 - 도1



제목 : 상용 드론에 대한 무선통신 성능을 평가하는
평가시스템 장치 및 그 동작 방법
출원인 : ㈜파인브이티
출원번호 : 10-2021-0054784

등록특허 10-2541625

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년06월12일
(11) 등록번호 10-2541625
(24) 등록일자 2023년06월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04W 24/02 (2009.01) *H04B 17/318* (2015.01)
H04W 24/10 (2009.01) *H04W 4/029* (2018.01)
H04W 4/40 (2018.01)
(52) CPC특허분류
H04W 24/02 (2013.01)
H04B 17/318 (2023.05)
(21) 출원번호 10-2021-0054786
(22) 출원일자 2021년04월28일
심사청구일자 2021년04월28일
(65) 공개번호 10-2022-0147814
(43) 공개일자 2022년11월04일
(56) 선행기술조사문헌
US20180293897 A1*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
주식회사 파인브이티
경기도 안양시 동안구 시민대로 383 (관양동) B동 1202호
(72) 발명자
윤형영
경기도 용인시 처인구 모현읍 충렬로10번길 24 경지로즈타운 101동 502호
오세진
서울특별시 강서구 우현로 67 강서힐스테이트 12 6동 1604호
(74) 대리인
김효성

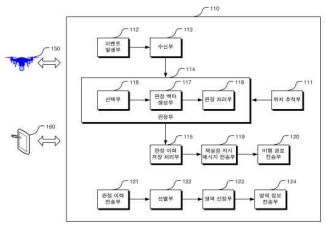
전체 청구항 수 : 총 10 항 심사관 : 최종화

(54) 발명의 명칭 **통신 셀의 커버리지를 판정하는 판정 시스템 장치 및 그 동작 방법**

(57) 요 약

통신 셀의 커버리지를 판정하는 판정 시스템 장치 및 그 동작 방법이 개시된다. 본 발명은 통신 셀의 경계 영역을 소정의 비행 경로에 따라 비행하는 품질 측정용 드론으로부터 통신 품질 정보를 수신하고, 수신된 통신 품질 정보를 기초로 상기 통신 셀의 커버리지를 판정할 수 있는 판정 시스템 장치 및 그 동작 방법에 대한 것이다.

대 표 도 - 도1



제목 : 통신 셀의 커버리지를 판정하는 판정 시스템
장치 및 그 동작방법
출원인 : ㈜파인브이티
출원번호 : 10-2021-0054786

○ 관련 특허(유럽)

- 제목 : SYSTEMS AND METHODS FOR REMOTE PILOT COMMUNICATION VIA GROUND-BASED COMMUNICATION GATEWAY DEVICE(S)

출원인 : Honeywell International Inc.

출원번호/공개번호 : 22216698.5 / 04216193

(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 4 216 193 A3**

(12) **EUROPEAN PATENT APPLICATION**

(88) Date of publication A3:
04.10.2023 Bulletin 2023/40

(43) Date of publication A2:
26.07.2023 Bulletin 2023/30

(21) Application number: **22216698.5**

(22) Date of filing: **27.12.2022**

(51) International Patent Classification (IPC):
G08G 5/00 *(2006.01)*

(52) Cooperative Patent Classification (CPC):
G08G 5/0013; G08G 5/0008; H04B 7/18504; H04B 7/18506; H04W 84/18

(84) Designated Contracting States:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Designated Extension States:
BA
Designated Validation States:
KH MA MD TN

(30) Priority: **28.12.2021 US 202117563496**

(71) Applicant: **Honeywell International Inc.**
Charlotte, NC 28202 (US)

(72) Inventors:
- **JI, Li**
  Charlotte, 28202 (US)
- **CHEN, Zhong**
  Charlotte, 28202 (US)

(74) Representative: **Haseltine Lake Kempner LLP**
Cheapside House
138 Cheapside
London EC2V 6BJ (GB)

(54) **SYSTEMS AND METHODS FOR REMOTE PILOT COMMUNICATION VIA GROUND-BASED COMMUNICATION GATEWAY DEVICE(S)**

(57) Disclosed are methods, systems, and computer-readable medium for facilitating remote user airspace communication. For instance, the method may include: connecting with a user device associated with and remote from a first vehicle in a shared air traffic control sector; receiving voice communication data from at least one of the user device, a second vehicle in the shared air traffic control sector, and an air traffic control station in the shared air traffic control sector; generating analog data or digital data based on the received voice communication data; determining a recipient for the generated analog data or generated digital data in the shared air traffic control sector; transmitting the generated analog data or generated digital data to the recipient; and terminating the connection with the user device as the first vehicle leaves the shared air traffic control sector.

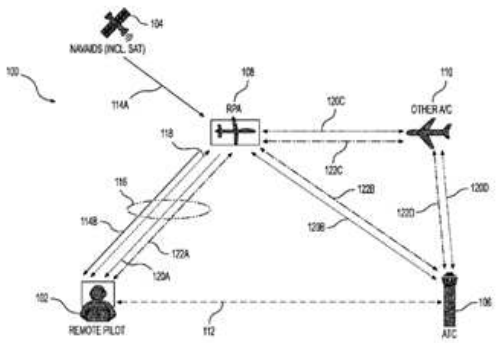


FIG. 1

EP 4 216 193 A3

Processed by Luminess, 75001 PARIS (FR)

○ 관련 특허(중국)

- 제목 : Sky-ground three-dimensional elastic communication network combination computing power index detection method and device

  출원인 : CHINA TELECOM DIGITAL INTELLIGENCE TECHNOLOGY CO., LTD.

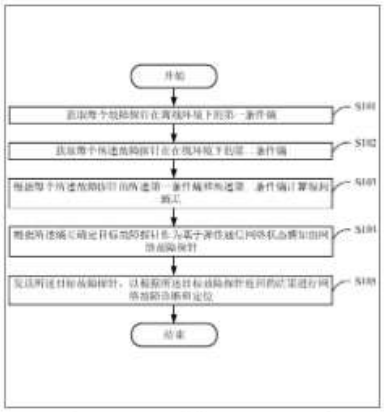
  출원번호/공개번호 : 202311243237.8 / 117061321

[중국] Sky-ground three-dimensional elastic communication network combination computing power index detection method and device (Sky-지면 3차원적 탄력 있는 통신망 조합 연산 능력 지수 검출 방법과 장치)

상세정보 | 공개공보 | 행정진행정보

서지정보 | 인명정보 | 패밀리정보 | 인용

(13) 구분	A 국가별 특허문헌코드
(11) 공고번호/일자	
(65) 공개번호/일자	117061321 (2023.11.14)
(21) 출원번호/일자	202311243237.8 (2023.09.25) 공개전문
(71) 출원인	CHINA TELECOM DIGITAL INTELLIGENCE TECHNOLOGY CO., LTD.
(30) 우선권번호(Priority No.)	
(51) IPC(Int. Cl.)	H04L 41/0631 (20220101) H04L 41/0677 (20220101) H04L 43/12 (20220101) H04L 43/50 (20220101) H04W 84/06 (20090101)
(*) CPC	
(*) 자국특허분류코드	
(86) 국제출원번호(PCT No.)	
(87) 국제공개번호(PCT Pub No.)	



다운로드 | 크게보기

(57) 요약(Abstract)

The invention discloses a sky-ground three-dimensional elastic communication network combination computing power index detection method and device, and belongs to the technical field of sky-ground three-dimensional elastic communication networks, and the sky-ground three-dimensional elastic communication network combination computing power index detection method comprises the steps: obtaining a first conditional entropy of each fault probe in an offline environment, acquiring a second conditional entropy of each fault probe in an online environment, calculating an entropy difference according to the first conditional entropy and the second conditional entropy of each fault probe, determining a target fault probe as a network fault probe based on elastic communication network state sensing according to the entropy difference, and sending the target fault probe, and performing network fault diagnosis and positioning according to a result returned by the target fault probe.

※ 요약 자동번역

본 발명이 sky-ground 3차원적 탄력 있는 통신망 조합 연산 능력 지수 검출 방법과 장치를 기술하고, sky-ground 3차원적 탄력 있는 통신망의 기술 분야에 속하고, sky-ground 3차원적 탄력 있는 통신망 조합 연산 능력 지수 검출 방법이 다음 단계를 포함한다 : 오프라인 환경에서 각각의 결합 프로브의 제 1 조건부 엔트로피를 획득하고 각각의 결합 프로브의 제 1 조건부 엔트로피와 제 2 조건부 엔트로피에 따른 엔트로피 차이를 계산한 온라인 환경에서의 각각의 결합 프로브의 제 2 조건부 엔트로피를 획득하고, 대상 결합 프로브를 엔트로피에 따라서 편차를 감지하고, 대상 결합 프로브를 보내는 탄력 있는 통신망 상태에 기초하여 네트워크 결합 프로브로서 결정하고 네트워크 결합 진단 및 대상 결합 프로브에 의해 돌아간 결과에 대한 위치결정 일치시키기 수행하는 것.{자동번역}

○ 관련 특허(미국)

- 제목 : System, method, and apparatus for generating a third-party resource usage map in a group based communication system

출원인 : Slack Technologies, LLC

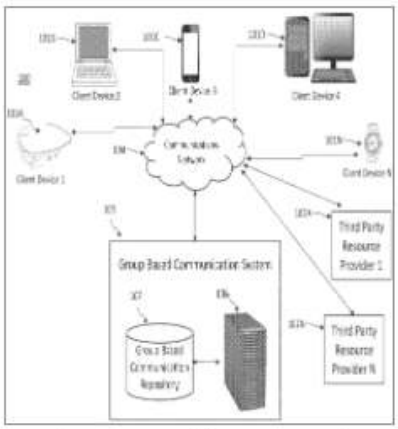
출원번호/공개번호 : 17953147 / 20230156096

[미국] System, method, and apparatus for generating a third-party resource usage map in a group based communication system (그룹 기반의 통신 시스템 내의 제 3자의 리소스 이용도 지도를 생성하기 위한 시스템, 방법과 장

상세정보 | 공개전문 | 공고전문 | 행정진행정보

서지정보 | 인명정보 | 청구항 | 패밀리정보 | 인용 | Related US Application Data | 심사관

(13) 구분	B2 국가별 특허문헌코드
(11) 등록번호/일자	11863640 (2024.01.02)
(65) 공개번호/일자	20230156096 (2023.05.18)
(21) 출원번호/일자	17953147 (2022.09.26) 공개전문 공고전문
(71) 출원인	Slack Technologies, LLC
(30) 우선권번호(Priority No.)	
(51) IPC(Int. Cl.)	H04L 67/53 H04L 9/40 H04L 67/50
(52) UPC(U.S. Cl.)	
(*) CPC	H04L63/10 H04L67/53 H04L67/535 H04L63/0807 H04L63/10 H04L67/53 H04L67/535
(58) Field of Search	
(86) 국제출원번호(PCT No.)	
(87) 국제공개번호(PCT Pub No.)	



다운로드 크게보기

(57) 요약(Abstract)

Embodiments of the present disclosure provide methods, systems, apparatuses, and computer program products for generating a third-party resource usage map in a group based communication system, where the third-party resource usage map comprises a plurality of third party resource usage records and each third-party resource usage record comprises a user identifier, a third-party resource provider identifier, and a third-party resource access token.

※ 요약 자동번역

본 개시물의 실시예는 제 3자의 리소스 이용도 지도 정보가 다수의 제3자 자원 사용 기록을 포함하고 각각의 제 3자의 리소스 이용도 레코드가 사용자 식별부, 제 3자의 리소스 공급자 식별자와 제 3자의 자원 접근 토큰을 포함하는 그룹 기반의 통신 시스템 내의 제 3자의 리소스 이용도 지도를 생성하기 위한 방법, 시스템, 장치와 컴퓨터 프로그램 제품을 제공한다.{자동번역}

○ 문제점

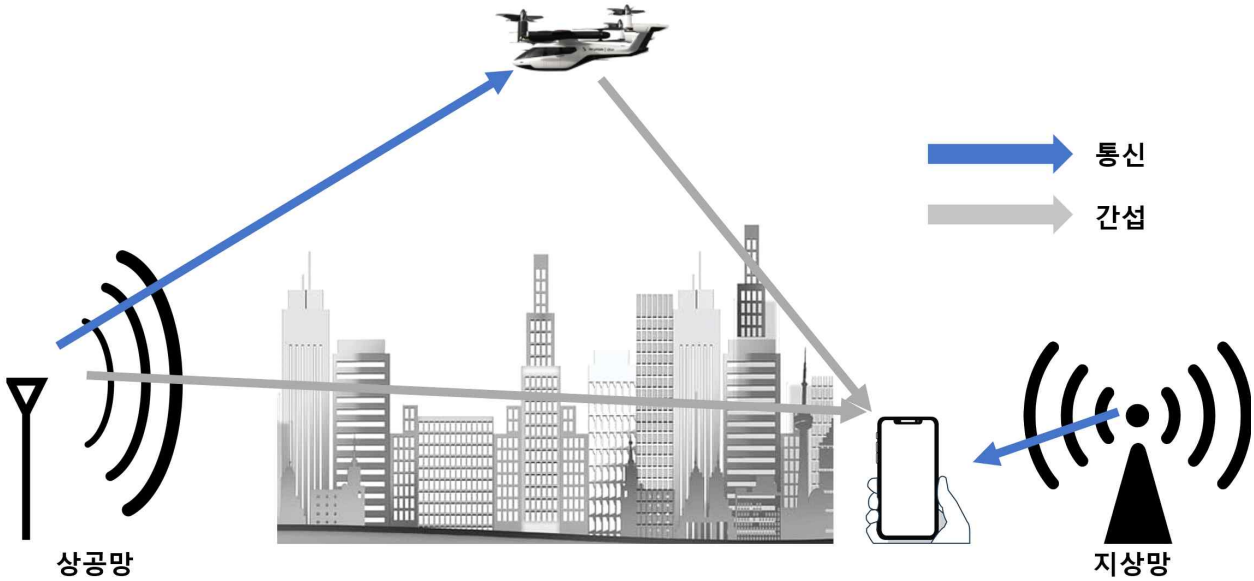


(출처 : 더스쿠프)

- 정부는 오는 2025년 UAM 상용화를 위한 실증사업 일정을 재검토할 예정임. 당초 국토부는 2024년 기체를 이용해 운항, 교통 관리, 버티포트 등 통합 운용 실증과 비행 단계별 소음측정을 진행해 2025년에 상용화할 예정이었지만, 일부 기체 확보 등에 난항 등을 겪으며 기간이 다소간 조정될 수도 있다는 추측이 나옴
- 미국 조비社 등 해외 업체가 개발하는 기체를 들여오고자 했으나 현재 관련 인증 절차를 끝낸 기체는 아직 없으며 조비사가 만든 'S4'가 가장 앞섰다는 평가가 나오지만, 미국 연방항공청(FAA) 인증은 완료되지 않은 상태.
- 현재 한국을 포함해 전 세계 어느 국가에도 표준화된 인증기준은 없는 상황. 현재 미국 연방항공청(FAA)과 유럽항공안전청(EASA)이 UAM 기체의 인증기준을 수립하고 있음.
- 버티포트를 위한 부지 마련. 버티포트가 늘어나지 않는다면, 상용화의 가능성은 줄어들기 때문에 국토부는 미래 모빌리티 도심항공교통 인프라 구축을 위한 부지를 가덕도 신공항 건설사업 기본 계획에 반영했음.
- 6세대 이동통신(6G) 상용화를 위해 적극적인 행보를 보이고 있는 가운데 일각에서는 '시기상조'라는 지적이 있음. 5G 이동 통신을 선보인지 4년이 지났지만 아직까지도 지상에서 품질·속도 등에 대한 불만이 있음
- 60층 이상의 초고층 빌딩 및 시속 300km 이상의 고속으로 주행하는 KTX와 상공을 비행하는 UAM 등의 통신 연결 상황에서 안정적인 통신이 이루어지지 못하게 되는 경우가 있음.
- 또한 산으로 인한 통신 차단이나 통신 간섭, 음영 지역 등은 테스트를 해보지 않는 이상 문제가 될 가능성이 있음
- UAM은 도시 내에서 비행을 하기 때문에 인명 및 재산 피해를 최소화하기 위한 안전 대책이 필수적이기 때문에 항공기의 안전성을 높이는 기술 개발이 필요함. 그리고 항공기와 지상 제어 시스템 간의 통신이 중단되는 등의 문제가 발생할 경우를 대비한 백업 시스템도 필요함.

■ 연구개발 2단계 추진 필요성

○ 상공 통신망의 필요성



- 통신망의 방향을 정확히 설정했어도 건물, 반사 등 다양한 장애물에 의해 통신이 원활하지 못할 수 있으므로 이를 확인하는 절차가 필요함
- UAM은 비행체, 교통관리, 기반 인프라 등 모든 것에서 기존 항공 교통과 상이하여 안전성 및 통합 운용성 실증이 필수.
- UAM 비행체(eVTOL)의 상용화를 위해서는 많은 실증비행을 통해 기존 여객기 수준의 안전성 및 대국민 수용성 확보 필요.
- 이에 상용화 전 안전성을 충분히 검증하고, 국내 여건에 맞는 운용개념 및 기술기준 마련을 위해 정부 차원의 실증사업 추진이 필요하며, 2025년 상용화될 K-UAM의

① 안전성 검증

② 적정 안전기준 마련

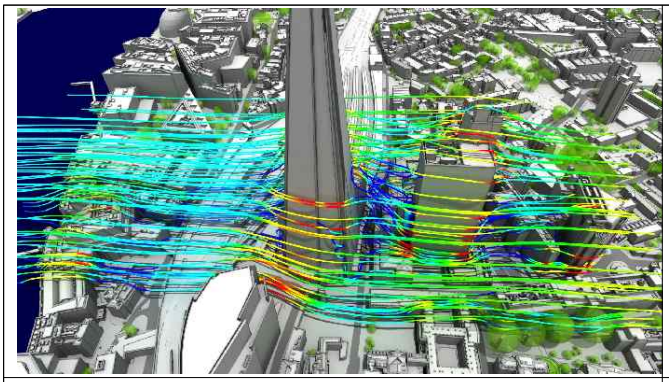
③ 업계 시험·실증 지원

등을 위한 실증테스트 필요

- UAM 운항 체는 600m 이하의 고도에서 비행하는 것으로 현재 운항기준을 수립중에 있으며 이러한 고도에서 다양하고 예상치 못한 공중 충돌 위험 요소들을 직면할 가능성이 존재함.
- UAM은 미래 도시의 교통 문제를 해결할 명확한 해결책이며, 현재 세계는 빠르게 도시화가 진행중임. 따라서 인구는 도시로 모여들고 있으며, 도심과 주변 광역권을 아우르는 새로운 교통수단으로서의 필요성이 대두됨.
- 상공 통신망은 고도의 신뢰성과 보안이 요구되므로 연구를 통해 더 강력한 보안 메커니즘과 안전한 통신 프로토콜을 개발하여 통신망의 안정성을 향상시켜야 할 필요가 있음
- UAM을 위한 5G 통신망은 300~600m의 운항고도와 150~300㎞/h에 달하는 운항 속도를 고려해야 함. 지상을 중심으로 하고 있는 데이터 송수신 커버리지 영역을 상공까지 확장하는 것이 관건임.
- 고속 이동으로 인한 무선 통신 품질 변화를 안정화하고 불필요한 핸드오버 절차를 최소화하기 위한 기술이 요구됨. UAM 기체 내에서도 승객에게 지상과 동일한 품질의 통신 서비스를 제공하기 위한 5G 상공망 구축과 넓은 대역폭을 활용한 데이터 송수신 기술이 필요함.
- 현재 전 세계의 급격한 도시화는 교통 혼잡, 환경오염 등의 문제가 있음. 특히 서울은 인적자원이 집중되고 있으며, 서울시 도시 교통본부의 서울 차량 통행속도 보고서에 따르면 서울시 전체 평균 통행속도는 23.8km/h임.
- UAM의 모든 움직임을 관찰하고 통제하며 주변 기상 환경 및 지형지물까지 파악하여 장애물 추돌을 막는 교통관제를 위해서는 초고속·초저지연·초연결의 특성을 갖춘 통신 기술 적용이 필요

○ 상공 통신망의 필요성

- UAM의 이착륙용 버티포트를 건설하는 것은 다양한 제약과 함께 막대한 비용이 소요됨.
- 버티포트 건설을 위해서는 공간적, 환경적, 규제적 제약뿐만 아니라 안전성, 기술적 요구사항, 지역 사회의 수용과 협력 등 다양한 측면을 고려해야 함.
- 토지 확보, 건축 구조물 설치, 안전 규제 준수 등 다양한 과정과 관련된 비용이 많이 발생함에 따라 UAM 이착륙용 버티포트 건설은 전략적으로 계획되어야 하며, 이를 위해 충분한 자원과 지원이 필요



빌딩풍 시뮬레이션 모습



버티포트 인프라의 모습

① 기상 측면에서 UAM은 대부분 옥상, 건물 사이 개활지에 버티포트, 버티허브, 버티스테이션을 구축하게 되므로 기존의 공항과 달리 건물이나 지형 등에 의한 영향을 심각하게 받는 원인이 되며 교통수단은 시간을 엄격하게 준수하는 것이 중요한데, 바람의 영향을 올바르게 예측하지 못하면 정시성을 보장하는 것이 어려워질 수 있어 승객들이 불편을 겪을 수 있으므로 주변 환경의 기상 정보를 수집하는 것이 중요함

② 소음 측면에서 UAM은 저고도로 비행하기 때문에 운항 중에도 시민들에게 소음 피해가 갈 수 있으며, 도심지에 이착륙을 할 때 버티포트 인근 거주자에게 지속적으로 소음 피해를 입힐 수 있으므로 비행경로 및 이착륙장 선정에 신중을 기해야함.

③ 비용 측면에서 예비타당성 대상에 선정되기 위해 사업계획을 축소·변경. 사업비는 절반 이상 낮추고, 다부처·연차 사업으로 전환해 예타 통과 가능성을 높이는 방안을 검토

④ 주변 환경 측면에서 군·민간 항로와 중첩이 되면 항공 운영에 영향을 줄 수 있으며, 항로를 공유함으로 인해 대기·지연이 발생할 수 있으며 CNSi 테스트가 포함되는 경우 통신이 두절되거나 지연되어 기존 항공기와의 충돌 등 안전사고의 문제가 발생할 수 있음

⑤ 기반시설 측면에서 비상착륙이 가능해야하고 눈, 우박, 태풍 등으로부터 기체를 보호하는 격납고, 계류장, 높은 전력의 전기시설 등 다양한 기반시설을 필요로 함

- 따라서 안정적인 비행경로와 버티포트를 구축하기 위해서는 상공망 통신 품질을 확인하는 것이 필수적임
- UAM 운영에 필요한 신뢰성 높은 통신 인프라를 확보하고, 안전한 비행을 지원할 수 있게 되며 고려해야 할 사항으로는 기상 조건, 지형, 항로 규제, 지역 사회의 수용 등이 있으며, 이러한 다양한 측면을 고려하여 효과적인 UAM 환경을 조성하는 것이 중요함

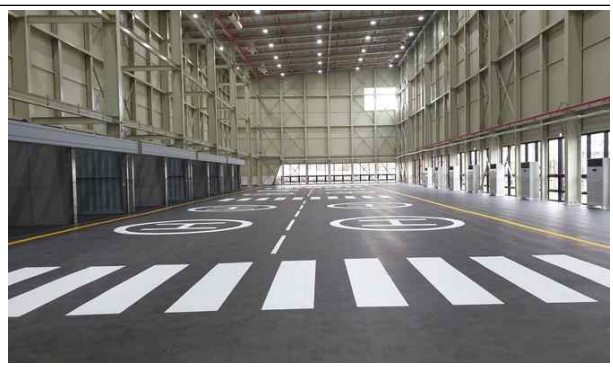
○ 정부 정책과의 연관성

- 산·학·연·관·군 등 100여 개 기관으로 이루어진 UAM Team Korea를 통해 전략적 산업 육성 중, K-UAM 운용개념서 발간('21.09), 31개 조문으로 구성된 도심항공교통법 공포('23.10)
- 2023년 세계 최초의 UAM용 5G 상공망 구축을 위한 주파수 공급 정책 방안 검토 중
- 2021년부터 K-UAM 단계별 실증사업을 진행 중이며, '23년 8월부터 비도심지역에서 실증사업 시작 '24년 8월 도심지역에서의 실증사업 추진
- 2021년 8월 한국 정부는 ICAO에서 ASBU 계획의 추진을 위해 '21년 8월 국가항행계획 (NARAE) 2.0을 확정함
- 2022년 세계 최초로 ICAO SWIM 개념의 UAM 적용을 위한 시도가 K-UAM 1단계 실증사업에서 진행 중

- 아래와 같이 국내 시·군에서 UAM 사업 활성화 및 유치를 위한 다양한 노력을 기울이고 있음.
- 고흥군은 국토교통부에서 주관하는 K-UAM(한국형 도심항공교통) 그랜드 챌린지 테스트 베드로 최종 선정되었음. 고흥군은 국비 113억 원을 투입해 이·착륙장(버티포트) 과 계류대, 착류대, 격납고, 항공등화, 지상감시레이더 등 UAM 기체가 실증할 수 있는 인프라를 조성 이후 UAM 사업의 개활지 실증을 위해 UAM 기체와 통신체계 안전성 확인과 버티포트 등 인프라, 운용 시나리오(정상·비정상) 등 통합 운용성 테스트가 가능함.
- 울산과학기술원(UNIST)과 울주군 상북면 길천일반산업단지에 조성할 UAM 클러스터 구축에는 오는 2024년부터 2028년까지 5년간 국비 1,575억 원과 시비 675억 원을 합쳐 총 2,250억 원을 투입할 계획이며, 22년 6월 한국형 도심항공 모빌리티 개발을 위해 국토교통부가 공모한 'K-UAM 연구개발(R&D) 실증 테스트베드 사업'에 지원해 길천산단을 실증단지로 지정받은 상태라 UAM 클러스터 조성에는 큰 문제가 없는 상태임.



고양시 드론 엔커 센터



고양시 드론 엔커 센터 내부

- 고양시는 K-UAM 수도권 2단계 실증을 위해 고양 킨텍스 전시장 인근 약 18,000㎡ 규모의 버티포트 부지 임대와 동시에 부지조성을 위한 각종 행정절차 및 인·허가 등을 지원하고 있음. 향후 UAM 수도권 실증을 바탕으로 인근 산업단지와 협력해 UAM 관련 산업 클러스터를 조성. 이를 통해 인프라, UAM 기체제작 및 MRO, 데이터 분석, 경기도 통합 UAM 관제 센터 구축·운영 등 항공모빌리티 생태계를 구축할 방침임.
- 진주시는 2016년부터 UAM(도심항공모빌리티) 관련 국제 콘퍼런스를 매년 개최하고 있으며, 한국산업기술시험원, 한국세라믹기술원 등과 함께 미래항공기체에 대한 시험 및 평가시설 구축을 계획하고 있음. 'AAV 실증센터' 구축을 위해 경남도, KAI, (재)경남테크노파크와 업무협약을 체결해 사업을 추진중에 있으며 AAV 실증센터는 294억 원을 들여 분산 추진 시험실을 포함한 각종 시험실, 격납고, 버티패드, 계류장, 회의실 등을 구축해 올해 말 준공 예정임.
- 광주시는 UAM 실증진흥센터 착공에 따라 광주시는 '카고 드론 개발사업'에 박차를 가할 계획임. 카고 드론은 친환경 수소연료전지를 동력원으로 200kg의 고중량 화물을 임무반경 50km, 최고속도 100km/h의 속도로 자동 비행 및 원격조종이 가능한 드론. 총사업비 451억 원이 투입되는 카고 드론 개발사업은 미래 먹거리 산업으로 주목받고 있는 도심 항공교통 실현을 위한 핵심기술로 활용될 전망임.

○ 정부 정책과의 연관성

- 아래와 같이 국내 시·군에서 UAM 사업 활성화 및 유치를 위한 다양한 노력을 기울이고 있음.



오영훈 도지사 UAM 구상도 확인



J-UAM 노선(안)

- 제주형 UAM은 제주공항을 중심으로 동서남북 주요 관광지, 해안가 및 부속 도서를 연결해 제주의 교통혼잡을 해소하고 친환경 관광과 응급환자·물류 이송 수단으로 활용하는 것이 목표임. 제주본부는 수도권 도심 교통혼잡 해소의 경제적 가치와 비교했을 때 장기적인 수익성 확보가 어려울 수도 있는 만큼, UAM 도입 초기 테스트베드에 그치지 않도록 공공성을 넘어 수익 모델을 발굴해 장기적인 경쟁력을 확보하도록 노력하고 있음
- 대전시는 한국 원자력연구소 원전 시설은 연구용 원자로로 상시 가동 원전과 동일규정 적용은 적합하지 않으므로 알파 구역인 원전 반경 1.85㎞를 제외한 공역에 비행 허가 승인이나 일부 구역을 완화하는 방법으로 규제개선을 추진하였음. 마침내 국토부가 대전시의 건의안에 대해 수용하고 원자력연구원에 설정된 비행금지구역 완화 방안을 추진키로 결정함
- 무인기 연구개발(R&D) 역량과 항공우주연구원, 대학 등 우수 인력을 보유한 지역으로 UAM 발전 가능성이 충분함. 카이스트, ETRI, 항우연, 대한항공 연구소 등 드론과 UAM 관련 기관과 워킹그룹을 운영해 정책 수립을 지원
- 서산시는 국토교통부의 드론 특별자유화 구역 2차 지정에 신청한 3개 구역이 모두 선정되어 드론 기체 안전성을 사전에 검증하는 특별감항증명과 안전성 인증, 비가시권 드론 비행 때 적용되는 특별비행 승인 등 규제가 대폭 완화됨
- 또한 부남호 일대에서 UAM 실증을, 가로림만에서 배송과 안전 관련 실증을, 삼길포항에서 산단 및 안전 관련 실증을 추진하며 도심항공교통(UAM) 및 섬 지역 드론 배송 실증을 진행 중임.
- 남원시는 드론·UAM 항공산업 선도도시로 나아가기 위해 8개 드론 관련 사업을 3단계로 나눠서 추진함. 먼저 다양한 드론 레저스포츠 대회를 유치하고 드론 특별 자유화 구역 선정, 드론 실증도시와 드론 통합관제센터 구축, 항공 안전기술원 본원 등 공공기관 유치 사업 실시. 이어 내년까지 드론 레저스포츠 스타디움과 드론 문화체험관을 건립하고 UAM 실증단지를 단계적으로 조성해 항공산업 클러스터를 구축할 예정임. 2027년부터는 드론 산업 고도화에 집중.
- 민선 8기 남원시정에서는 지난 1년간 신성장산업 육성을 통한 미래 먹거리도 적극적으로 발굴하는 발판도 마련

- 이와 같이 국내 수많은 도시에서 상공망을 활용하는 드론·UAM 사업에 많은 관심을 가지고 있으며 UAM을 유치하기 위해 많은 비용과 시간을 투자하고 있는 것을 보아 정부 추진 정책과 일치한다고 볼 수 있음

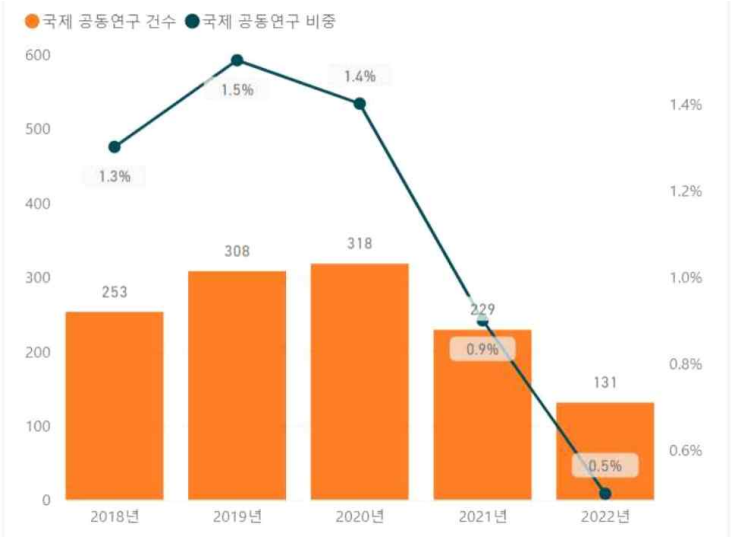
■ 국제공동연구개발 추진의 필요성 및 정부 지원의 필요성

○ 국제공동연구개발 추진의 필요성



- 국제공동연구를 통해 국가 간 전략적 협력을 강화할 수 있으며 이는 다양한 분야에서 혁신적인 기술 개발이나 과학적 발견을 이끌어내는 데 도움을 줄 수 있음
- 국제적 협력을 통해 연구자들은 국내외 자원과 경험을 공유할 수 있으며 이는 연구에 필요한 장비나 데이터 등을 공동으로 활용함으로써 비용을 절감하고 효율성을 높일 수 있음
- 세계적으로 많은 사회적, 환경적 문제는 한 국가에서 해결하기 어려우며 국제적인 차원에서 해결을 필요로 함. 따라서 국제 공동 연구를 통해 글로벌 그랜드 챌린지에 대응할 수 있는 새로운 기술이나 해결책을 개발할 수 있음
- 국제 협력을 통해 연구 인프라를 개선하고 연구 시설의 공유, 협동 연구 프로젝트를 통해 더욱 발전된 연구환경을 조성할 수 있음
- 국가간 연구자들의 교류와 협력을 촉진하여 더욱 역동적이고 다양한 연구 환경을 조성하며, 우수한 연구 인력의 양성과 육성에 도움을 줌
- 국제적 협력을 통해 나온 연구 결과는 다양한 국가나 지역에서 활용될 수 있으며 이는 연구 결과의 활용 범위를 넓히고 현실적인 문제 해결에 기여할 수 있음
- 국제공동연구개발을 정부 차원에서 추진하지 않으면 해외 기업과 접촉할 수 있는 기회가 줄어들게 되고 본 프로젝트 또한 컨소시엄을 맺지 않아 진행되지 않았을 것이며 프로젝트의 진행 속도가 매우 더딘 속도로 진행되었을 것임.
- 기술 패권 경쟁 심화 대내·외 환경에서 전략기술 확보를 위한 과학기술 국제협력의 중요성 부각
- 미국의 반도체 수출규제 등 기술 패권 경쟁 사례와 같이, 과학기술은 경제와 산업, 나아가 국가 간 동맹과 외교를 좌우하는 핵심 요소로 대두되고 있음
- 주요 국가 들은 기술 패권 경쟁 우위 확보를 위해 국가 차원 전략을 구체화하고, 국익에 필수적인 전략기술 선별과 투자 확대를 강화하고 있으며, 주요국 중심으로 전략기술 관련 정책 공조·공동연구 및 인적교류 등 국제협력 체계를 강화하고 있음
- 과학기술 국제협력은 해외 주요 기술선도 국가의 과학기술 혁신역량을 활용하여 자국의 취약기술을 보완하고 세계적인 과학기술 발전 추세에 참여하는 등 국가 과학기술 혁신역량 확보에 중요한 역할을 할 것으로 기대

○ 정부 지원의 필요성



주요 국가	공동 연구				
	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년
미국	91	111	144	94	62
독일	14	17	19	22	15
아랍에미리트	22	29	0	11	14
이스라엘	14	3	6	8	9
베트남	7	15	17	9	6
영국	9	11	12	8	5
중국	10	13	13	10	4
캐나다	14	18	25	16	3
일본	10	17	17	14	0
오스트레일리아	4	4	3	4	0

출처 : KISTEP 한국과학기술기획평가원. 2022년도 국가연구개발사업 협력 현황

- 국제 공동연구는 ’18년 253건(전체 대비 1.3%)에서 ’22년 131건(전체 대비 0.5%)으로 감소하였으며 2016년부터 하락 추세임
- 윤석열 정부는 “초격차 전략기술 육성으로 과학기술 G5 도약”이라는 국정과제 실현을 위하여 美·EU 등 선도국과의 기술별 협력전략을 마련하여 전략적 국제협력을 강화할 것을 요청하고 있음
- 연구 과제는 자원이 많이 소모되는 작업으로써 실험 장비, 연구원 인건비, 재료 구매, 테스트 비용 등 다양한 비용이 발생하므로 정부의 지원은 이러한 비용들을 충당하고 연구를 원활하게 진행할 수 있는 기반을 마련해 줌
- 연구에는 전문적인 지식과 기술을 필요로 하므로 정부가 연구를 지원하면 우수한 연구원들을 인센티브로 유치하고 유능한 연구팀을 조직할 수 있음
- 많은 연구가 사회적인 문제를 해결하거나 혁신적 기술 발전을 목표로 하고 있으므로 정부의 지원을 통해 사회적 가치를 창출하고 국가 발전에 기여할 수 있음
- 해외 선진 기술을 도입하지 않고 국내 기술 개발을 지원함으로써 국가 경쟁력을 높이고 보안 정보의 해외로의 유출을 방지할 수 있음
- 정부의 지원으로써 기업의 부담이 적어 더욱 빠르게 기술 성장이 가능함. 기술계의 선두주자는 세계 시장에서 주도적인 입지를 확보할 수 있으며, 이는 시장 점유율이 높아지고 경쟁사들보다 더 많은 고객을 확보할 수 있게 되므로 많은 수익을 창출할 수 있음
- 다양한 나라들이 국내 기술을 필요로 할 때 국내 기술 수출이 증가하게 되어 국가의 수출 증대에 기여할 수 있으며, 이에 따라 일자리 창출, 고용 창출 등이 이루어져 국내 내수 시장 또한 증가할 수 있음
- 자체 개발 기술에 대한 지식재산권을 확보하고 이를 바탕으로 기술 이용 및 판매를 통해 수익을 창출할 수 있으며, 해외의 특허권 소송 등으로부터 비교적 안전하게 기술을 지킬 수 있음

2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용

1) 연구개발과제의 단계별 목표 및 최종 목표

○ AAM과 UAM 안전 운항에 관련된 정밀 상공 통신 품질망 기술 확보
- AAM과 UAM 운영에 요구되는 필수 및 선택적 서비스요구도에 따른 통신네트워크 설계기준, 공대지, V2V, 위성통신 등 기존 무선 통신과 원활하고 안전한 무선링크를 구축하여, AAM과 UAM 안전 운항에 관련된 정밀 상공 통신 품질망 기술 확보

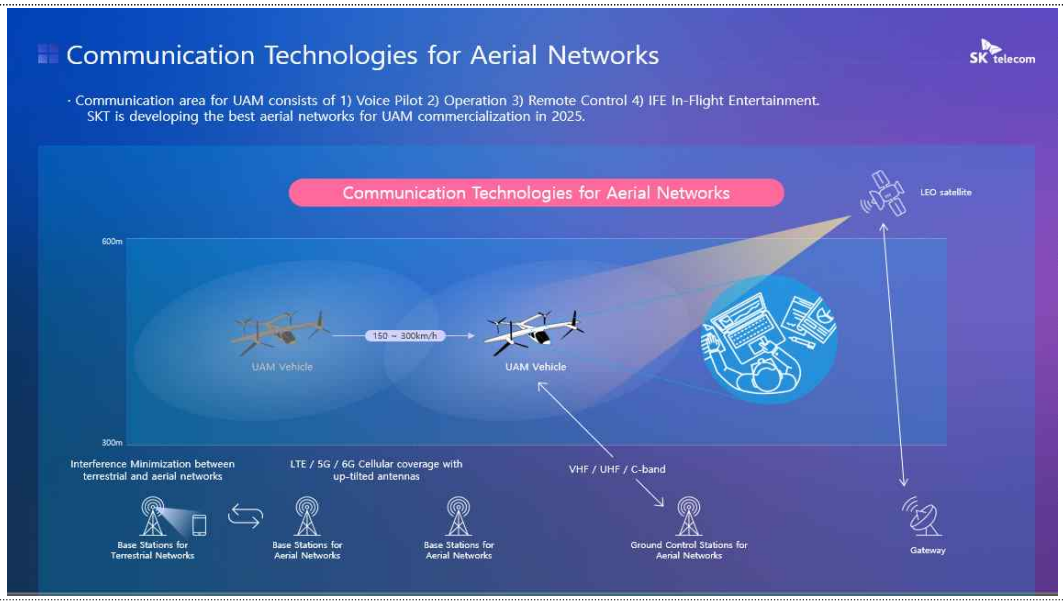
○ 최적의 교통관리 시스템 구축 방향 및 표준 운영방안을 제시
- 최적의 교통관리 시스템 구축 방향 및 표준 운영방안을 제시하고, 도심지를 포함한 육지, 인근 해안까지 기존의 무선통신망과의 전파 혼간섭 및 출력에 따른 통신제한 사항을 극복하고 상공 통신 품질망을 실시간으로 수집/분석/배포하는 플랫폼 기반으로 항행 운영, 항로설계, 항법 체계 안전한 통신 구간 유도 네트워크 기술을 향상하기 위한 기술확보

○ 1단계 : 통합 플랫폼 및 실증
- 상공 통신 품질망 통합 플랫폼을 위한 품질망 테스트 절차 및 장비개발, 평가 기준 수립 및 시각화 기술, 표준화를 통한 통합 플랫폼 개발.
- 통신사 및 항법장치 회사 등 민간에서 요구하는 공공 데이터와 보유하고 있는 데이터들을 통합하여 맞춤형 제공이 가능한 환경 구현하고, 정기적 주기적 비행을 통해서 AAM과 UAM 운영에 필요한 상공망 통신환경지도, 항로 통신 품질점검, 운항 중인 비행체에서 수신되는 실시간 정보를 종합하는 통합 플랫폼 개발이 1단계 목표임.

○ 2단계 : 통합 플랫폼 및 API 개발
- 실시간 혹은 정기주기로 수집되는 통합 및 표준화된 데이터 요구사항에 부합되는 정보들의 수집이 자동화되며, 데이터가 지능화되어 정적 데이터 기반의 교통 정책 및 서비스 지원이 안정화되는 단계, 추가적으로 실제 운항하는 운항자산에 의한 상공망 품질에 대한 동적데이터가 업데이트되면서 인공지능 기술들이 적용되는 단계.
- 정적 데이터와 동적데이터가 실시간으로 교통관리 시스템에 API 형태로 제공되어 공급 가능한 통합 플랫폼 개발이 2단계 목표임
- 실제 운항 사업자들이 요구하는 지능화 기술에 대한 연구를 수행하기 위해, 우리는 초기 단계에서 탐색 연구 수준의 기초 연구를 계획하고 있음.
- 이를 통해 실제 운항 환경에서의 요구사항과 도전 과제를 심층적으로 이해하고, 이를 해결하기 위한 혁신적인 기술 및 솔루션을 개발할 수 있도록 준비하고자 함.

○ 상공 통신 품질망 방안 연구는, 사업 초기 AAM과 UAM 시범사업자의 공역 분역, 회랑 및 출도착 설계에 적용될 때 중요한 정보로 제공되고, 비행 절차 설계 기초자료, 장애물 조사 검토 및 회랑 설정 시 안전 확보 툴로 제공되고, 실제 시범/상용 서비스 구간에는 실시간으로 상공망 품질을 기반으로 안전 항법 적용 및 교통관리에 중요한 서비스 플랫폼으로 기대.

2) 연구개발 기술의 정의

기술명	AAM & UAM을 대비한 정밀 상공통신품질망 방안 연구
기술의 정의	UAV를 활용하여 상공망 통신 품질을 측정하고 이를 웹사이트에 공개
기술의 목적	상공망 통신 품질 측정 데이터를 공개하여 AAM & UAM의 안전과 산업 발전을 촉진
기술 설명	AAM & UAM 사업에 필요한 비행체와 교통관리시스템에서 필요한 상공망 통신 품질을 측정하고, 이 데이터를 기반으로 한 운항 및 안전 관리에 필요한 측정 장비와 분석솔루션, 그리고 교통 관리에 필요한 상공망 품질 측정 장비 및 H/W 및 S/W 기술 개발. 무인기에 RF 스캐닝 및 데이터 저장장치를 장착하여 데이터를 추출하고, RF 데이터 분석 솔루션을 통해 데이터를 가공하여 홈페이지 게시용 서버에 업로드  < 통신 세대별 상공 통신망 측정 기술 개념, SKT>
1단계 기술개발 및 실증방안	무인기에 상공망 통신 품질 측정 장비와 분석솔루션 장비를 장착하여 상공을 비행하고 데이터를 수집하여 AAM & UAM이 사용할 통신망의 품질을 사전에 측정
최종성과물 유형	상공망 통신 품질 측정 데이터, 비행 계획 및 경로, 통신 품질 측정 장비 탑재 무인기
2단계 사업화 방안	측정한 데이터를 기반으로 이를 웹사이트에 공개하여 AAM & UAM 시장에서 상공 통신망을 활용할 수 있도록 촉진하고 보다 안정적이며 정확하고 신속하게 데이터를 제공할 수 있도록 함 상공 데이터 품질을 주기적으로 측정하여 자료를 지속적으로 관리

3) 기술개발 로드맵

구분			연구착수	연구종료	단계별 기술개발 설명
1단계	실험단계	TRL 4	□	■	상공망 통신 품질 측정 장비(Rohde & Schwarz社)를 선정하였으며 해당 장비를 인티그레이션 할 무인기(DJI社)를 선정하였고 장비를 인티그레이션 하여 비행을 통해 상공망 통신 품질 측정 데이터를 취득해야 함
	시작품단계	TRL 5	■	■	
		TRL 6	■	□	
2단계	시작품단계	TRL 6	■	□	지속적인 비행을 통해 추가적인 상공 통신망 품질 측정 데이터를 취득해야 하며 정적 데이터와 동적데이터가 실시간으로 교통관리 시스템에 API 형태로 제공되어야 함 실제 운항 사업자들이 필요한 지능화 부분도 기초연구를 탐색 연구 수준으로 포함해야 함
	실용화단계	TRL 7	□	□	
		TRL 8	□	□	
	사업화단계	TRL 9	□	□	

최종 연구개발성과물	기술성숙도(TRL)		설정근거
	연구착수시	연구종료시	
상공망 통신 품질 측정 장비가 인티그레이션 된 무인기	TRL 5	TRL 8	○ (연구착수시) 소재/부품/시스템이 확정되어 있으며 이를 통해 시제품을 제작 ○ (연구종료시) 비행을 통해 해당 데이터를 취득하고 이를 신뢰성 평가하고 인증을 수행함
AAM과 UAM 운영에 필요한 통합 클라우드 플랫폼	TRL 5	TRL 7	○ (연구착수시) 상공망 통신 품질 측정 장비를 통해 데이터 수집이 가능한 것을 확인했음 ○ (연구종료시) 측정된 데이터를 수집하고 저장하여 이를 통합하는 클라우드 플랫폼 개발
API 형태의 공급 가능한 통합 플랫폼	TRL 4	TRL 7	○ (연구착수시) 측정된 데이터를 확인할 수 있는 방안을 마련함 ○ (연구종료시) 정적 데이터와 동적 데이터가 실시간으로 교통관리 시스템에 API 형태로 제공되어 공급 가능한 통합 플랫폼 개발

4) 연구개발과제의 단계별 목표 및 내용

(1) 1단계(1년차)

○ 연구개발목표

- 주관연구개발기관((주)파인브이티) : 무인기 인티그레이션, 무인기 비행 승인, 데이터 수집, 정기적 주기적 비행을 통해서 AAM과 UAM 운영에 필요한 상공망 통신환경지도, 항로 통신 품질점검, 운항 중인 비행체에서 수신되는 실시간 정보를 종합하는 통합 플랫폼 개발, TTA 표준화 진행
- 공동연구개발기관(KAIST) : 3차원 통신망 품질 맵 생성 및 AAM 운영 절차와 통합된 시각화 플랫폼 개발, 통신사 및 항법장치 회사 등 민간에서 요구하는 공공 데이터와 보유하고 있는 데이터들을 통합하여 맞춤형 제공이 가능한 환경 구현

○ 연구개발내용 및 범위

- 주관연구개발기관((주)파인브이티) : 무인기에 통신 품질 측정 장비를 탑재할 수 있도록 장비를 인티그레이션하여 조종간 간섭·방해가 발생하지 않도록 하고, 안정적인 비행이 가능하도록 제작. 이때 투입되는 무인기는 세계적으로 가장 많이 사용하고 있는 DJI社의 Matrice300 RTK를 사용할 예정이며 통신 품질 측정 장비는 글로벌 스텐다드 회사인 Rohde & Schwarz 社의 RF스캐너와 안테나를 사용할 계획임

  상공망 통신 품질 측정을 위해 유인기, 타 무인기 등의 안전을 위하여 드론 원스톱에 비행승인 절차를 미리 진행하고 인근 군·경·관 또한 비행 정보를 공유하여 안전한 비행을 계획 수립할 계획임



멀티콥터 + RF 스캐너, FineVT Robotics LAB



VTOL + RF 스캐너, FineVT Robotics LAB

진행하는 업무에 대해 TTA 성능 검증을 통한 표준화 진행

통신 품질 측정 장비를 탑재한 드론을 안전하게 운영하여 상공에서의 데이터 품질을 측정하여 자료를 수집하고 공동연구개발기관에 데이터를 공유



상공망 품질 측정을 위한 지상 점검, SKT



상공망 품질 측정을 통한 상공망 품질 히트맵, SKT

○ 연구개발내용 및 범위

- 주관연구개발기관((주)파인브이티) : 데이터 수집 시나리오

Connectivity : 이 실증은 비행 전 계획 및 기본 영공/항공기 정보 교환을 포함하여 승인을 받고 항공기 및 공역 작업을 수행하는 것에 관한 것. 여기에는 제한된 리소스에 대한 수요 용량 균형과 비행경로 기반 볼륨에 대한 적합성 모니터링이 포함됨.

Replanning : 이 실증은 현재 교통 운영과 충돌 제한 구역 발령으로 인한 비행 중 항로 재계획에 관한 것임. 항공기 운영자는 비행 중 변경된 항로를 업데이트하여 해당 지역을 안전하게 비행을 유도 항목 실증. 여기에는 공역의 항공기 동적 제약에 대한 피드백에 의한 항로 재배정 작업이 포함됨.

Terminal Area : 이 실증은 착륙 복행 경로 비행, 버티포트 내의 대체 가능한 버티패드에 착륙 또는 대체 착륙 지점에 착륙과 같은 터미널 지역 이착륙에 중점을 둠.

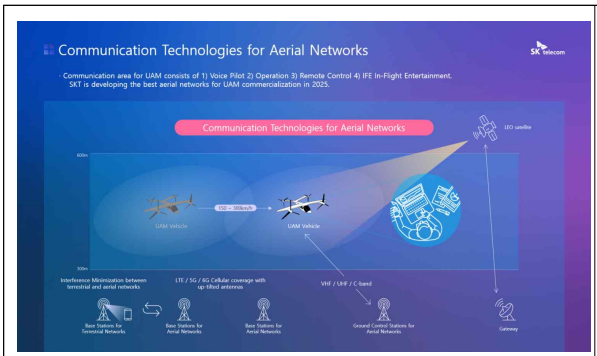


비행 영역

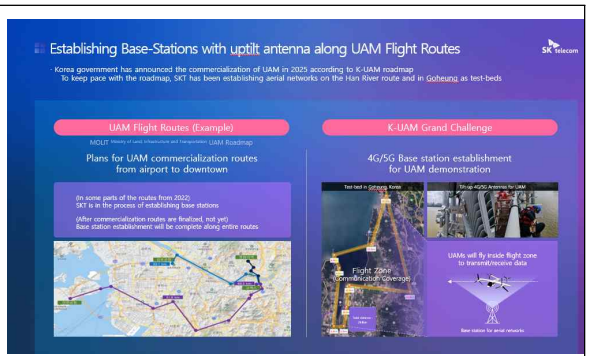
- 장소는 비행금지구역 등을 확인하고 정하며 비행금지구역의 경우 사전에 비행 신청을 진행하여 업무에 차질이 없도록 진행



단거리 비행경로	장거리 비행경로	다각형 비행경로



UAM 기체 통신망 운영안, SKT

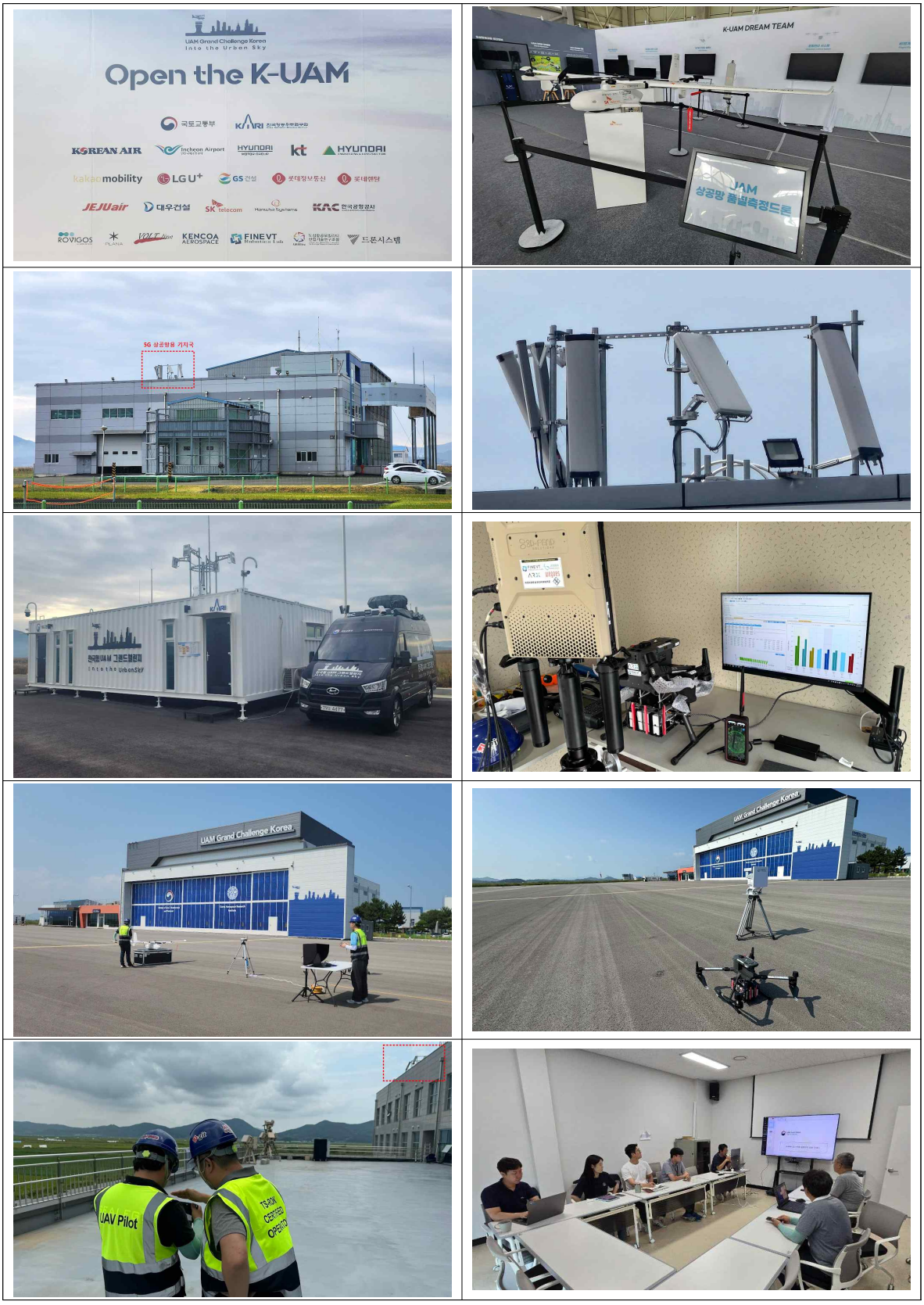


UAM 상공망용 테스트베드 구축안, SKT

- 측정 장비 구성 : 무인항공기 등을 이용하여 전파 환경을 측정할 수 있는 장비 탑재

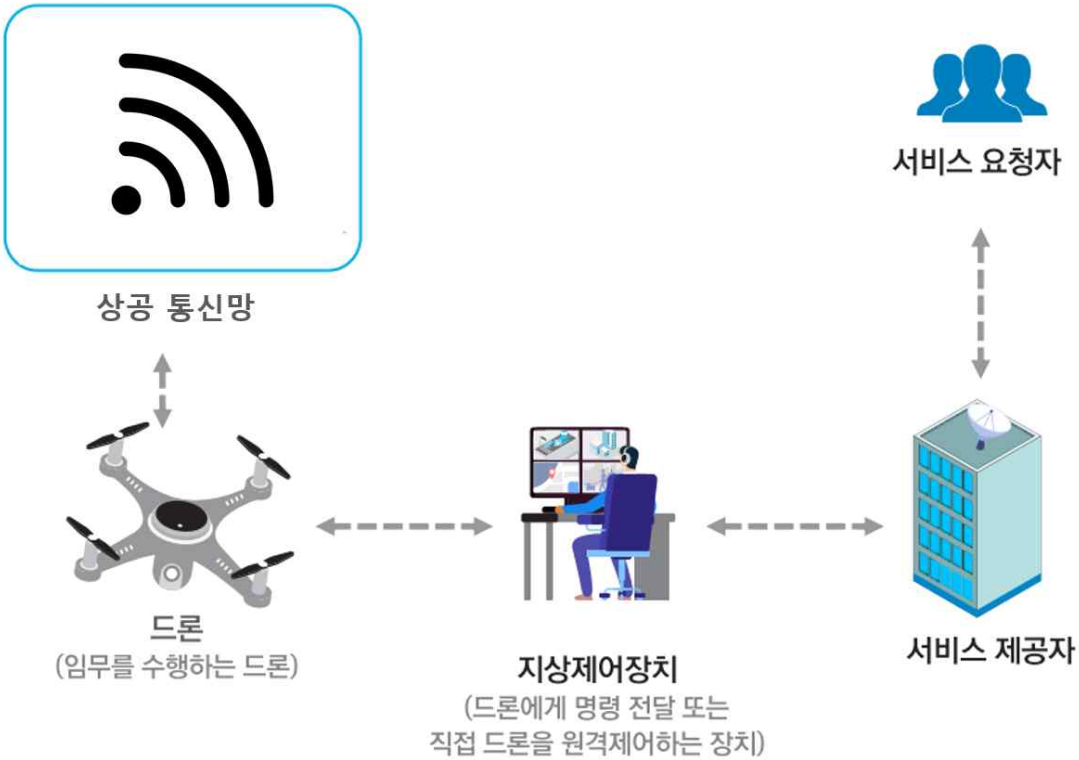
○ K-UAM GC-1 FineVT 교통관리 R&D 컨소시엄 & SKT 드림핌 상공망 측정 지원

- 고흥 상공망 현장 실제 데이터 수집, 상공망을 기반으로 테스트 배드는 한국이 선도적으로 추진하고 있으며, 이를 기반으로 확보 분석된 데이터는 학술적 가치가 높고, 상공망 측정 데이터를 기반으로 3D시각화와 API연동 플랫폼은 글로벌에서 기술 트랜드를 주도 하고 있음.

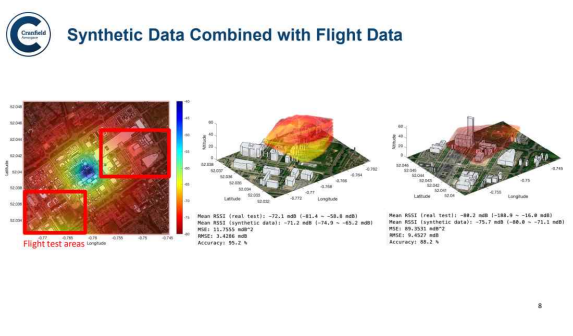
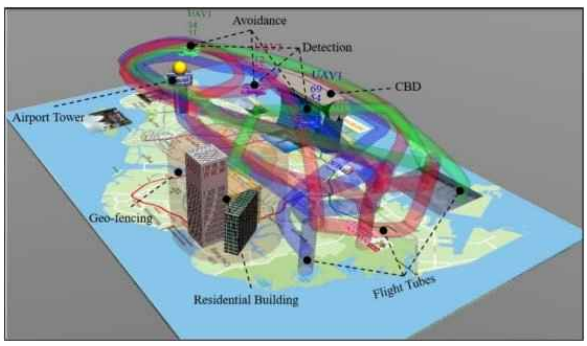


○ 연구개발내용 및 범위

- 주관연구개발기관((주)파인브이티) : 조사 방법 : 체계적으로 항행전파를 분석하고 문제점을 해결하기 위해 공항 및 항행 시스템 주위의 지형 및 장애물들에 대한 모델링을 통해 항행 안전 무선 통신시설이 전자파에 미치는 영향을 실제 항로에 계측 무인기 이용해 실제 비행하여 분석하여 그 원인분석 및 자료를 데이터베이스화



- 공동연구개발기관(KAIST) : 무인 항공기의 시험 비행에서 측정된 통신 품질 데이터는 노이즈, 간섭, 교란과 같은 센서 결함이 포함. 본 기관은 이와 같은 센서 결함 및 비행 궤적으로부터 벗어난 지점의 통신 품질 등을 고려하여 3차원 공간에서의 통신망 품질 맵을 생성하고자 함. 기존의 개별 및 상업적으로 개발되었던 통신망 품질 평가를 넘어 범용으로 사용 가능한 통신망 품질 맵을 개발하는데 차별점이 있음. 또한 AAM 운영자가 해당 통신망 품질 맵을 효율적으로 사용할 수 있도록 비행 궤적 및 계획 등 첨단항공모빌리티(AAM/UAM)의 운영 워크플로우와 결합하여 데이터를 직관적으로 가시화할 수 있는 시각화 플랫폼을 개발. 비행 데이터 수집 및 검증을 위해 주관연구개발기관과 긴밀히 협력하여 비행 시험을 보조할 예정이며, 수집된 데이터는 영국 기관과 상호 협력하여 다양한 AAM/UAM 운영 환경을 고려하고자 함.

	
통신망 히트맵 예시	AAM 운용 워크플로우 결합

좌-예시 통신망 히트맵 (source:https://husarion.com); 우-AAM 운용 워크플로우 결합 (A. Bauranov, I. Rakas, “Designing airspace for urban air mobility: A review of concepts and approaches,“ Progress in Aerospace Sciences, 125, 2021.)

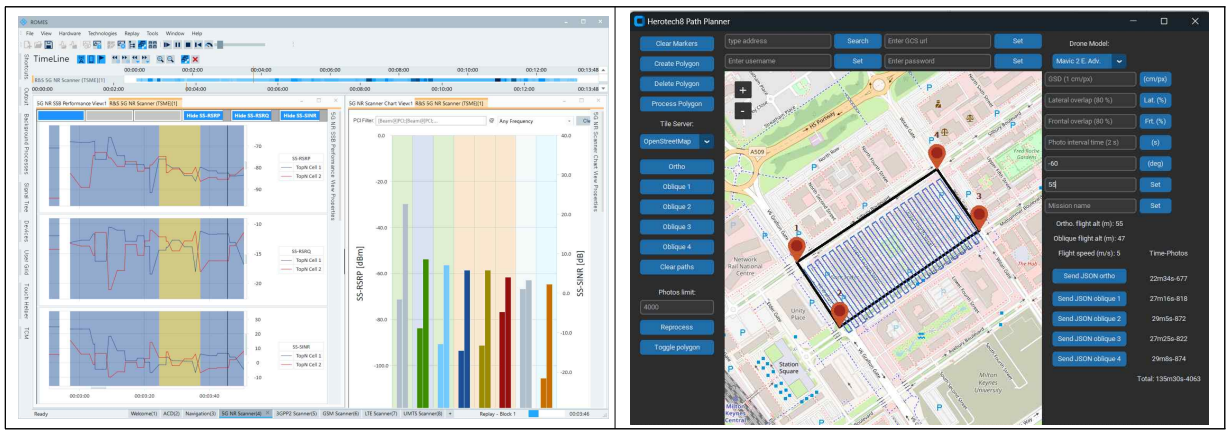
3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도

1) 연구수행 결과

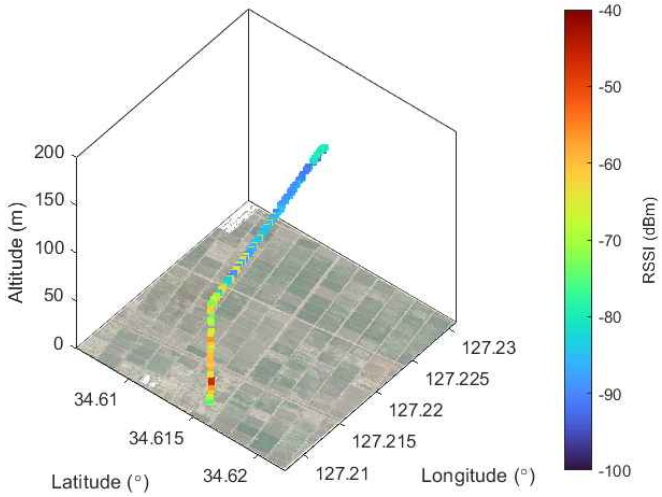
(1) 정성적 연구개발성과

○ 실측 데이터 전처리 및 분석

- 고흥 K-UAM 실증단지에서 Rohde & Schwarz (R&S) 사 통신망 스캐너 (TSMA6B)를 활용하여 취득한 데이터에 대해 R&S 사 ROMES4 소프트웨어 기반 활용 데이터 (4G/5G) 전처리를 수행함.
- 영국 밀튼케인즈에서 패럿 사 아나피 AI로 취득한 데이터에 대해 Software Development Kit (SDK) 기반 4G/5G 데이터 전처리를 수행함.



실측 데이터 전처리 과정 예시
좌-R&S 사 ROMES4; 우-패럿 사 SDK

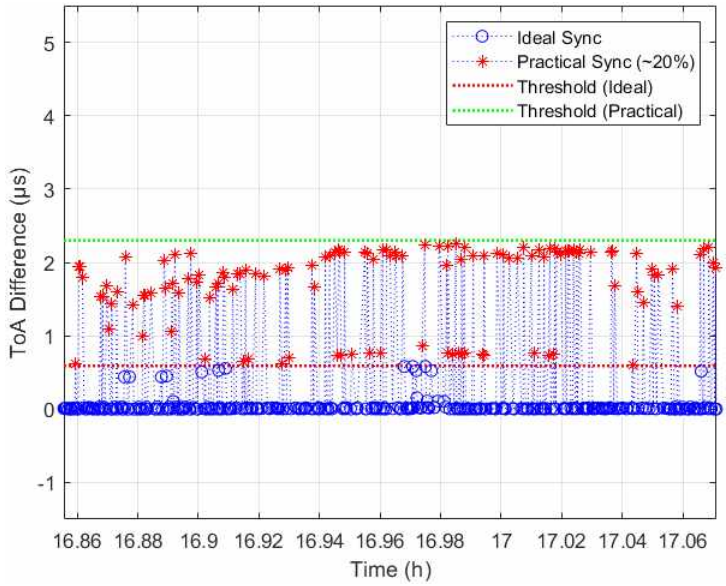


실측 데이터 저수준 시각화 결과 예시 (고흥 K-UAM 실증단지)

- 수신 기지국별 5G Synchronization Signal Block (SSB) 수신 시간을 활용하여 수신 간격을 계산하였으며, 일부 기지국에서 일관적이지 않은 수신 간격이 확인됨.
- 실측 데이터 내 부반송파 간격이 30 kHz 및 120 kHz라고 기록되어 있음에 따라, 두 부반송파 간격별 분석을 진행함.
- 실측 데이터의 약 72%는 0.59 μs 이하의 시각 동기 차이로 120 kHz 기준 완전 시각 동기가 되어있음을 확인하였으며, 28%는 1.7 μs를 초과하여 120 kHz 기준에서는 시각 동기에 유의미한 영향을 주어 활용이 불가한 수준임을 확인함.
- 120 kHz 기준 활용 불가 데이터는 30 kHz 기준의 완전 시각 동기 기준인 2.3 μs 이하에 해당하나, 관측치별 부반송파 간격에 대해 구체적으로 명시되지 않음에 따라, 시각화 외 기지국 위치 추정 시에는 120 kHz 부반송파 간격의 이상적 수준을 기준으로 활용함.

부반송파 간격		15 kHz	30 kHz	60 kHz	120 kHz	240 kHz
심볼 지속 시간		66.7 μs	33.3 μs	16.7 μs	8.33 μs	4.17 μs
순환 전치 지속시간		4.7 μs	2.3 μs	1.2 μs	0.59 μs	0.29 μs
신호수신 시간차 (*일반 기준: ~20% 이내 성능 저하)	이상적 수준	[0, 4.7] μs	[0, 2.3] μs	[0, 1.2] μs	[0, 0.59] μs	[0, 0.29] μs
	일반적 수준	(4.7, 13] μs	(2.3, 7] μs	(1.2, 3.5] μs	(0.59, 1.7] μs	(0.29, 0.9] μs
	허용한계 초과	(13, ∞) μs	(7, ∞) μs	(3.5, ∞) μs	(1.7, ∞) μs	(0.9, ∞) μs

SSB 시각 동기 정확도 기준



5G SSB 시각 동기 정확도 예시 (고흥 K-UAM 실증단지)

- SSB 기준 기지국과 시각 동기된 Time of Arrival (ToA) 관측치를 활용하여 비선형 최소제곱법 기반 기지국 위치추정을 수행함.
- GPS 시각 동기를 통해 R&S 통신망 스캐너의 GPS 수신기 시계오차의 완전한 소거와 수신 환경이 개활지임을 가정하에, ToA 관측치를 기준국과 수신기 간 기하학적 거리로 변환하여 활용함.
- 기지국 위치결정은 XYZ로 추정한 후, LLA (Latitude, longitude, altitude)로 변환을 진행함.

- 최종 추정 기지국 좌표는 활용 GPS 좌표를 기준으로 하였으므로 World Geodetic System of 1984 (WGS84) 기준 Earth-centered, Earth-fixed (ECEF) 좌표계를 기준으로 함.

$$x = [x_{tx}\ y_{tx}\ z_{tx}]^T$$
$$d_i = \sqrt{(x_{tx} - x_{rx,i})^2 + (y_{tx} - y_{rx,i})^2 + (z_{tx} - z_{rx,i})^2} = ct_i + \varepsilon_i, i = 1,...,N$$
$$y_i = d_i - \hat{d}_i$$
$$H = \left[\frac{\partial d}{\partial x_{tx}} \quad \frac{\partial d}{\partial y_{tx}} \quad \frac{\partial d}{\partial z_{tx}} \right]$$
$$\Delta x = (H^T H)^{-1} H^T y$$
$$x = x + \Delta x$$

기지국 위치 계산 수식

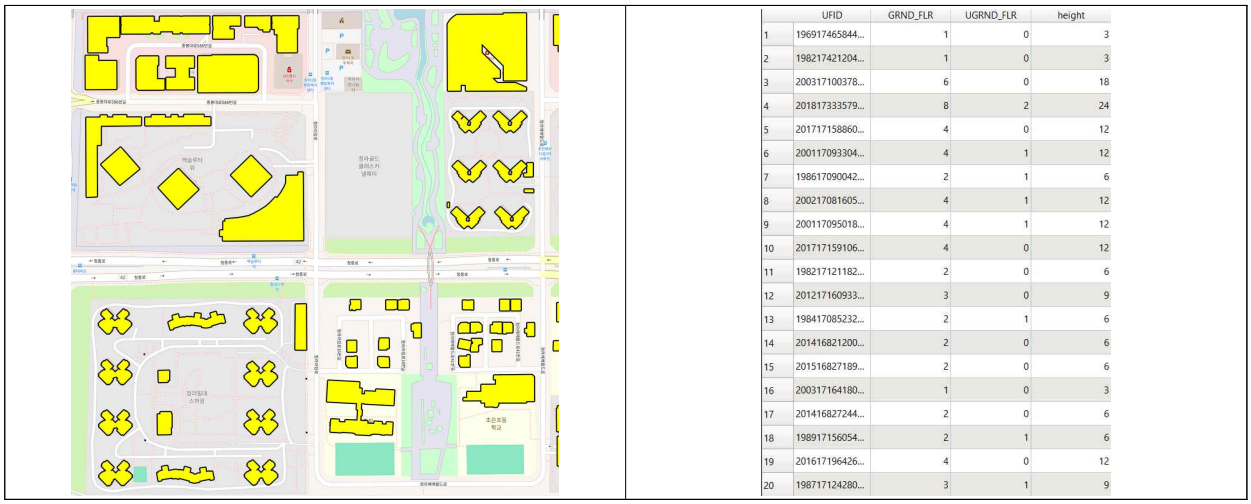
- 추정된 기지국 위치는 전파누리 제공 기지국 위치정보와 정확도 비교를 수행함.
- 추정된 기지국 위치는 3차원에 대한 위치 오차를 산출하였으며, 전파누리는 기지국의 수평 위치정보만 제공함에 따라 수평방향에 대해서만 위치 오차를 산출함.
- 추정 기지국 위치 오차는 수평 6.80 m, 수직 0.46 m이며, 전파누리 제공 기지국 수평 오차는 97.00 m로 추정 기지국 추정 위치의 정확도가 약 93% 우수함을 확인함.
- 기지국 위치 참값은 항공 영상 및 현장 사진을 기반으로 지정하였으며, 기지국 위치 참값 및 전파누리 모두 WGS84 기준 좌표계로 처리하였으므로 별도의 좌표변환은 진행하지 않음.



기지국 위치 추정 결과

○ 통신망 품질 시각화 플랫폼 개발

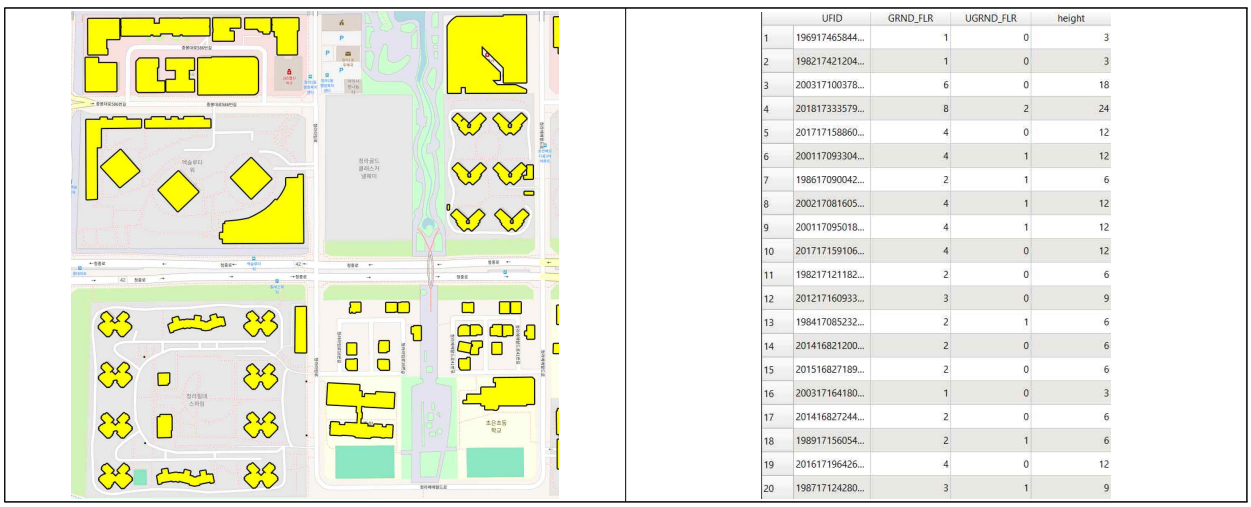
- 실측 데이터를 시각화하기 위해 위성 및 항공 영상을 좌표계에 맞춰 투영하기 위하여 GIS 데이터과 위성 및 항공 영상의 기준좌표계 지정 후 전처리를 진행함.
- 국토지리정보원 제공 수치지형도 (1:5000 축척)와 국토교통부 제공 GIS건물통합정보 GIS 데이터를 융합하여 통합 GIS를 제작함.
- 건물 높이 정보는 건물의 최상단-최하단 (지상 기준)으로 계산하였으며, 층수정보만 제공된 경우 1층당 3m로 환산하여 건물 외관 (다각형기둥 형태)과 높이정보로 구성한 건물 GIS를 구축함.
- GIS 데이터는 Geodetic Reference System 1980 (GRS80) 좌표계로 제공되나, R&S 통신망 스캐너와 좌표계 일치를 위해 WGS84로 변환하여 활용함.



	UFID	GRND_FLR	UGRND_FLR	height
1	196917465844...	1	0	3
2	198217421204...	1	0	3
3	200317100378...	6	0	18
4	201817333579...	8	2	24
5	201717158860...	4	0	12
6	200117093304...	4	1	12
7	198617090042...	2	1	6
8	200217081605...	4	1	12
9	200117095018...	4	1	12
10	201717159106...	4	0	12
11	198217121182...	2	0	6
12	201217160933...	3	0	9
13	198417085232...	2	1	6
14	201416821200...	2	0	6
15	201516827189...	2	0	6
16	200317164180...	1	0	3
17	201416827244...	2	0	6
18	198917156054...	2	1	6
19	201617196426...	4	0	12
20	198717124280...	3	1	9

국토지리정보원 제공 데이터 기반 구축 GIS
좌-GIS 시각화; 우-공간 데이터베이스

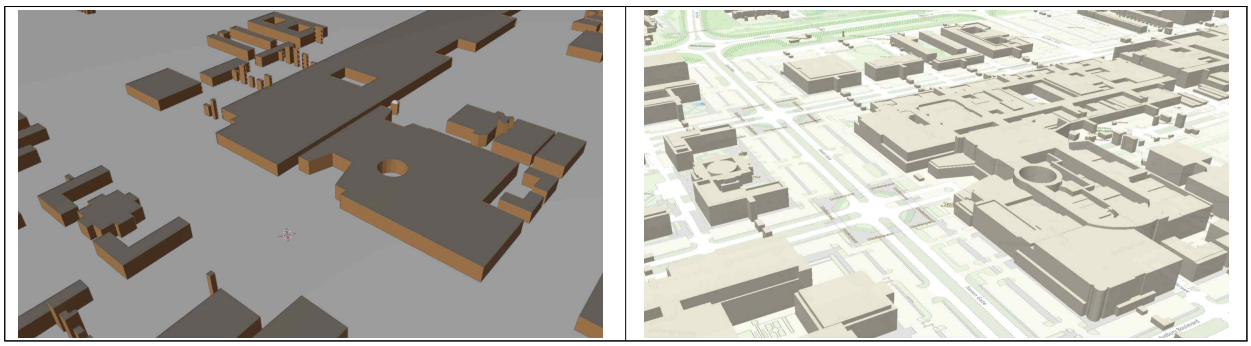
- 영국 Ordnance Survey 제공 API (OS Features API)를 활용하여 건물 형상과 높이정보로 구성한 건물 GIS를 구축하였으며, Ordnance Survey of Great Britain 1936 (OSGB36) 좌표계를 사용함에 따라 기준 좌표계인 WGS84로 변환하여 활용함.



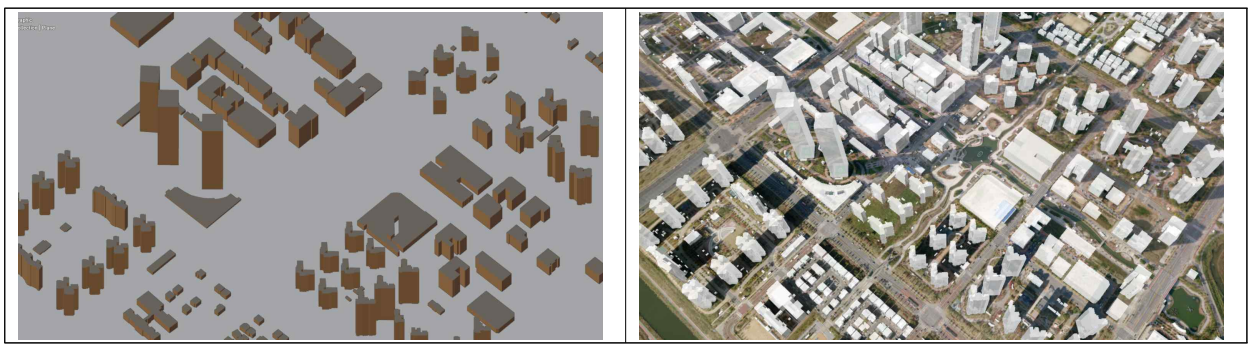
	UFID	GRND_FLR	UGRND_FLR	height
1	196917465844...	1	0	3
2	198217421204...	1	0	3
3	200317100378...	6	0	18
4	201817333579...	8	2	24
5	201717158860...	4	0	12
6	200117093304...	4	1	12
7	198617090042...	2	1	6
8	200217081605...	4	1	12
9	200117095018...	4	1	12
10	201717159106...	4	0	12
11	198217121182...	2	0	6
12	201217160933...	3	0	9
13	198417085232...	2	1	6
14	201416821200...	2	0	6
15	201516827189...	2	0	6
16	200317164180...	1	0	3
17	201416827244...	2	0	6
18	198917156054...	2	1	6
19	201617196426...	4	0	12
20	198717124280...	3	1	9

Ordnance Survey 제공 데이터 기반 구축 GIS
좌-GIS 시각화; 우: 공간 데이터베이스

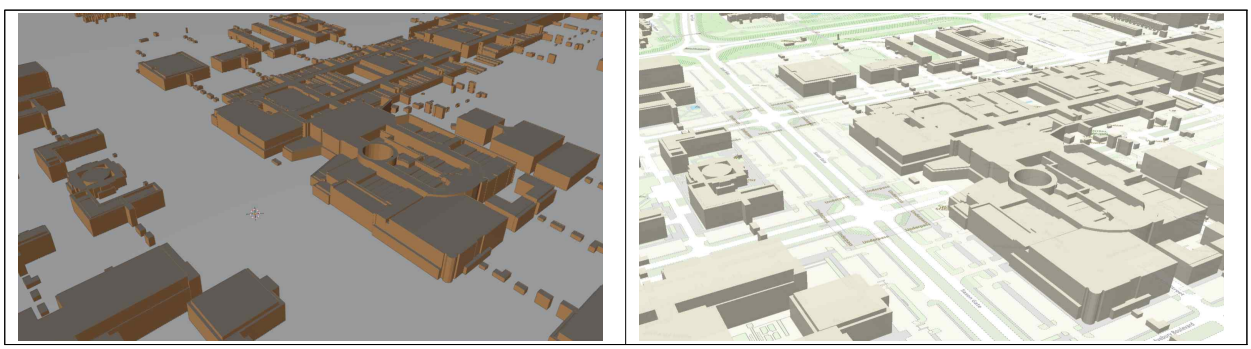
- 구축 GIS의 다양한 플랫폼에서의 활용도 확보를 위하여, OpenStreetMap (OSM) 및 Mitsuba 형식으로 변환 후 구축한 디지털 트윈을 모델링하였으며, API 기반 시각화 결과 기준으로 비교함.
- 국토지리정보원 제공 GIS는 단일 건물 내 높이 차 표현 시 내 2개의 건물로 나누어진 구조로 제공되어 두 건물간 유격이 발생하는 문제를 확인하였고, Ordnance Survey 제공 GIS는 중정형 건물 표현 시 열린 공간에 대한 표현이 되지 않는 문제를 확인함.
- 데이터별 인근건물 간 통합 및 OSM 변환구조 수정을 통해 기존 데이터의 한계 및 문제를 해결하였으며, 국토지리정보원 데이터는 국토교통부 브이월드 제공 3D 지도, Ordnance Survey 데이터는 Ordnance Survey 제공 3D 시각화 API (OS VectorTile API)와 비교하여, 한-영 디지털 트윈 구축 및 검증을 완료함.



구축 GIS 기반 저수준 3D 모델 예시
좌-Blender; 우-OS VectorTile API (기준자료)

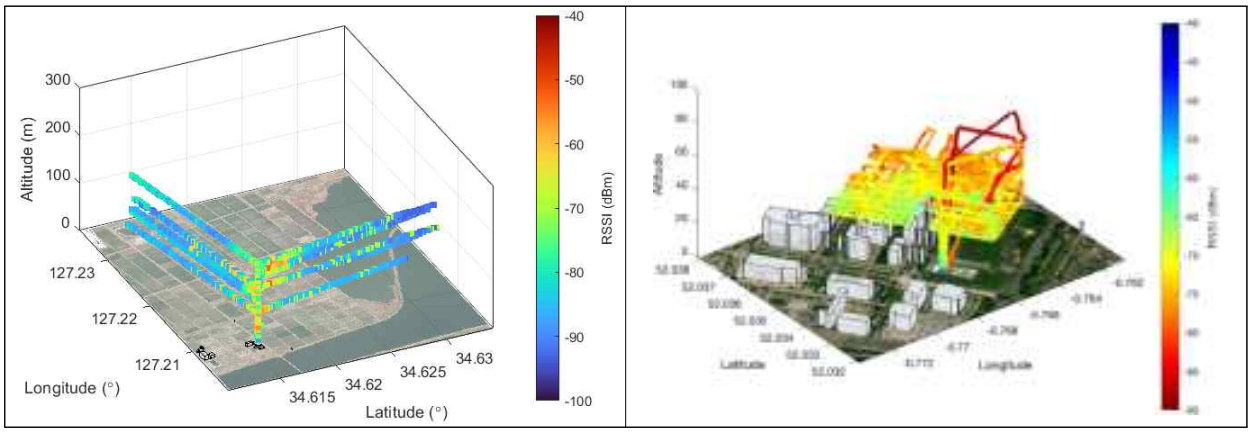


구축 GIS 기반 저수준 3D 모델 예시
좌-Blender; 우-국토지리정보원 브이월드 (기준자료)

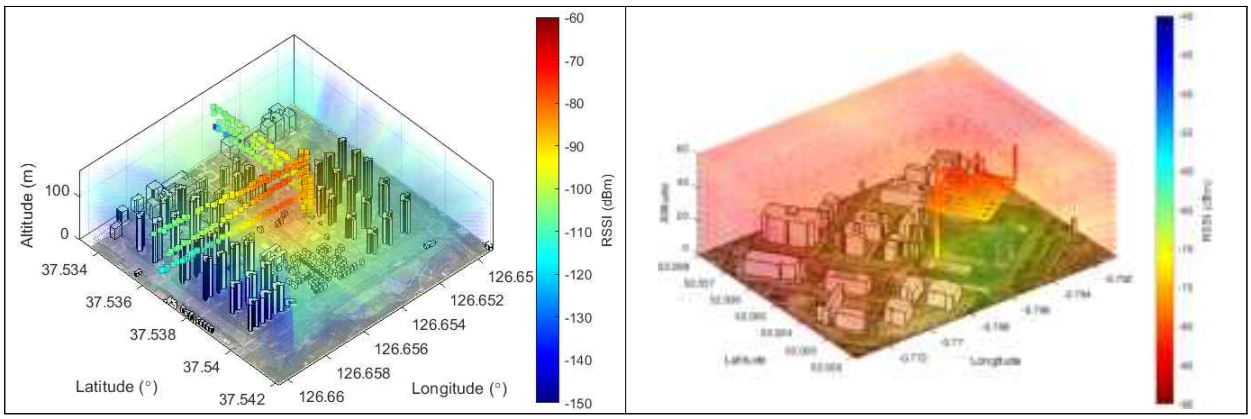


구축 GIS 기반 저수준 3D 모델 예시
좌-Blender; 우-OS VectorTile API (기준자료)

- 항공 및 위성 영상과 3차원 GIS 데이터를 융합하여 실측 데이터 및 통신망 품질 맵의 시각화 플랫폼이 직관적으로 표현됨을 확인함.



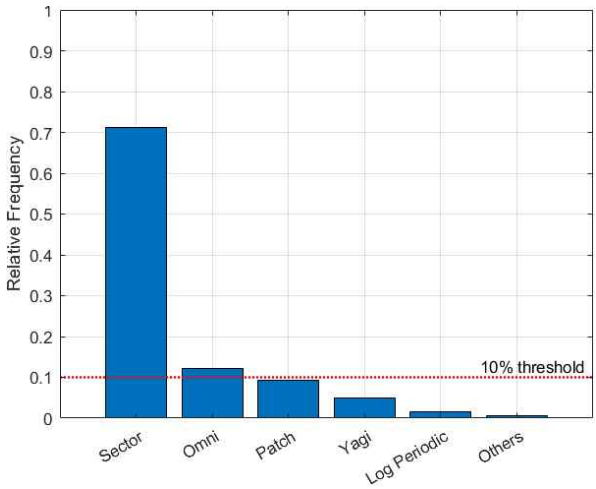
통신망 품질 시각화 플랫폼 실행 예시 (실측 데이터)
좌-고흥 K-UAM 실증단지; 우-영국 밀튼케인즈



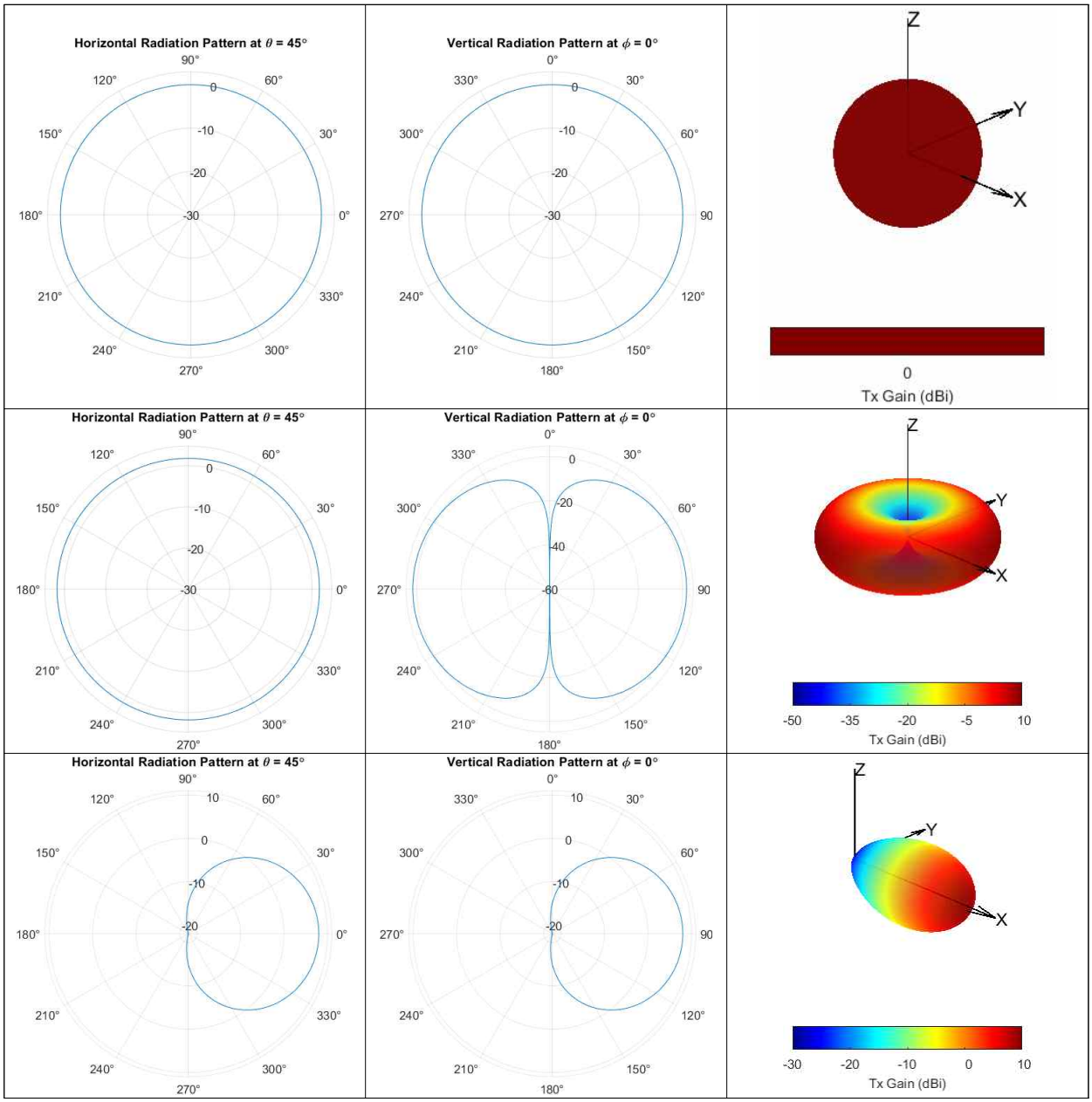
통신망 품질 시각화 플랫폼 실행 예시 (실측 데이터+통신망 품질 맵)
좌-청라국제도시; 우-영국 밀튼케인즈

○ 통신망 품질 통합 플랫폼 개발

- 기개발된 통신망 품질 시각화 플랫폼에서 구축한 디지털 트윈 연동 품질 분석을 위하여 안테나 모델링, Radio Frequency (RF) 신호 전파 모델링을 나누어 수행하고, 최종적으로 통합 통신망 품질 분석 시뮬레이터 개발을 수행함.
- 송신 안테나는 Isotropic 안테나 (기초 모델), 국내에서 기지국 안테나 중 10% 이상 차지하는 Sector 계열 (71%), Omni 계열 (12%) 안테나를 채택하여 편파 및 방사 패턴 모델링을 수행함.
- 방사 패턴은 송출 안테나의 Angle of Departure (AoD)별 송신 이득 및 수신 안테나의 Angle of Arrival (AoA) 수신 이득 계산 시 활용하였으며, RF 신호 모델링 결과 이후에 최종 합산 단에서 고려하여 계산 복잡도를 최소화함.



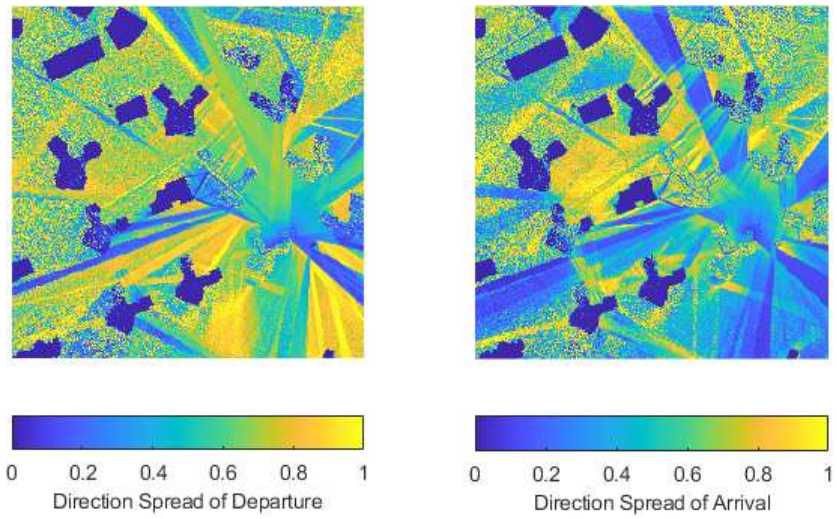
국내 기지국 안테나 분포 현황



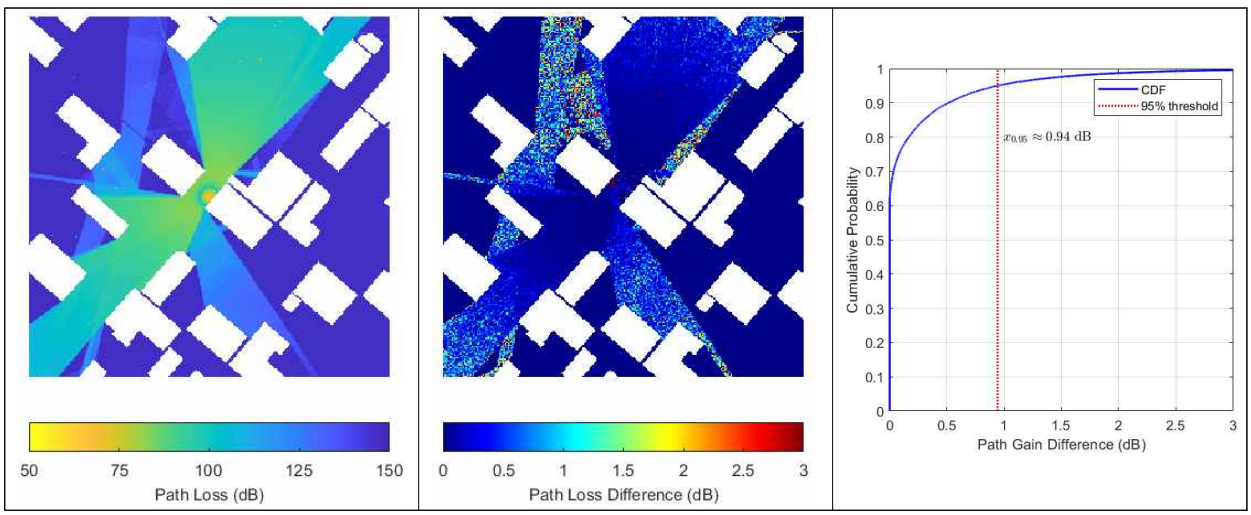
안테나별 방사 패턴 예시

위-Isotropic; 중앙-Dipole; 아래-Sector

- RF 신호 전파 모델링은 Mitsuba 기반 ray tracing을 적용하였고, 신호 샘플링 방식에는 몬테카를로 기반 Shooting and Bouncing Rays (SBR) 방식을 적용하여 40억 개 이상의 샘플을 생성함.
- 전파 모델 중 회절은 고성능 연산 자원이 요구됨에 따라, 회절 적용 여부에 따른 성능 차이를 비교하였으며, 95% 기준 약 0.94 dB로 유의미한 차이가 없음을 확인함.
- 최종 신호 전파 모델링 결과는 경로 감쇄이며, 경로 감쇄는 총 전파 이동 거리로 변환 후 기상 환경에 따른 감쇄 모델링 시 고려함.



송수신 안테나 이득 기준 정보 예시
좌–출발 방향 확산; 우–도착 방향 확산



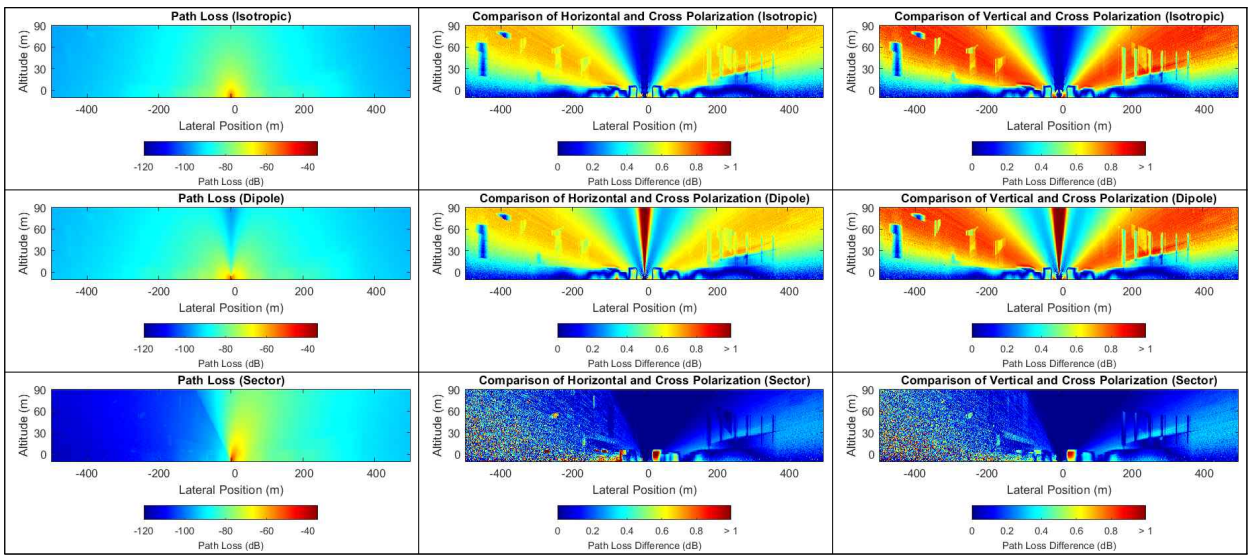
회절 고려 여부에 따른 성능 비교
좌–기준 통신망 품질맵; 중앙–회절 고려 여부에 따른 차이; 우–오차 CDF

- 안테나 모델링과 RF 신호 전파 모델링 검증을 위하여, 도심 환경에서 다양한 안테나 편파 및 방사 패턴에 따른 차이를 분석함.
- 안테나 편파는 단일 편파 (수평, 수직), 교차 편파로 나누어 도심 환경에서의 고도 0–100m에서의 수직 변화 양상에 대해 분석함.

- 안테나 방사 패턴은 Isotropic 안테나의 경우 등방성이므로 고도각 설정에 따른 차이가 없으며, Dipole 계열 안테나는 수직 방향에서의 비선형 패턴 확인을 위하여 고도각 0도로 설정하였고, Sector 계열 안테나는 Mainlobe의 방향성에 대한 3차원 공간에서의 차이 분석을 위하여 Sidelobe는 모델링 시 제외한 후 방위각 0도 및 고도각 45도로 설정함.
- Isotropic 및 Dipole 안테나는 수직 편파 적용 시 고도 변화에 따라 편광 불일치에 따른 감쇄 영향이 타 편파 방식 대비 유의미한 차이를 보이며, 특히 건물들에 의한 차폐 구역이 명확히 구분됨을 확인함.
- 외곽 주변에서의 반사된 Sector 안테나는 안테나의 자세에 따라, 반전력 빔폭이 약 60도로 설정에 따른 수신 범위 (약 120도) 외 구역은 후방 산란 및 노이즈로 인한 영향으로 일부 위치에서도 수신 가능함을 확인하였으나, 일정 범위 내 균일하게 분포하지 않았으므로 음영구역의 일부로 분류함.



수직 단면 분석 구역



수직 3D 시뮬레이션 결과 예시
위–Isotropic; 중앙–Dipole; 아래–Sector

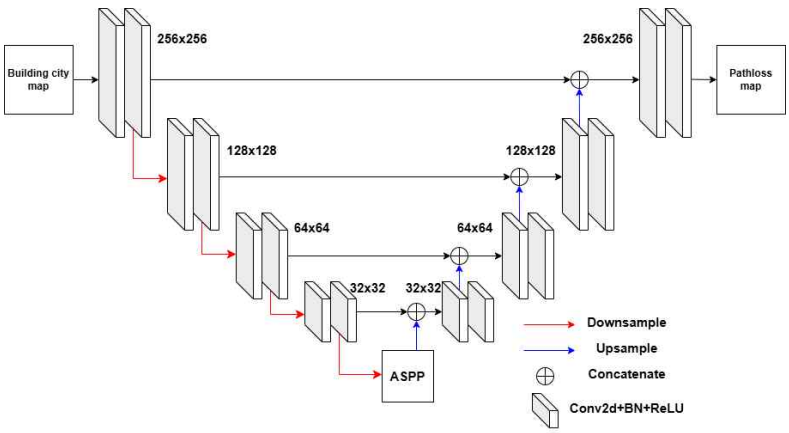
- 기개발된 ray tracing 시뮬레이터는 모델링 시간은 환경에 의존적으로 편차가 크며, 대규모 트래픽에 대해 실시간성 확보가 어려움에 따라, 처리 속도 개선을 위해 딥러닝 기반 ray tracing 알고리즘인 통신망 품질 예측모델을 제안함.
- 딥러닝 모델 학습을 위하여 인천광역시 4개 구 (남동구, 미추홀구, 서구, 연수구) 전역에 대해 건물 밀도가 10%인 경우에 한하여 합성 데이터 89,600 샘플을 생성함.

- 본 과제에서 구축한 데이터셋은 현존 최대 규모 데이터셋 대비 20% 이상 많은 샘플을 포함하며, AoD 및 AoA 맵 생성하여 다양성을 확보함.

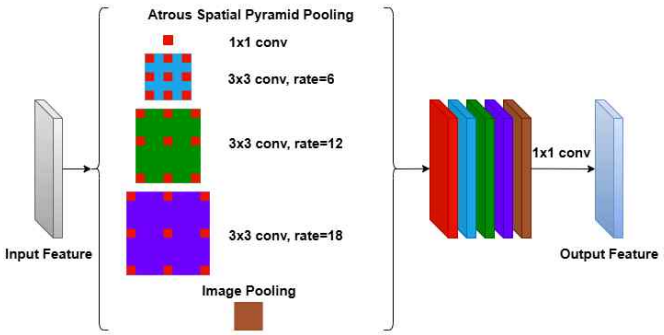
데이터셋명 (공개년도)	RadioMapSeer (2021)	USC (2023)	RMDirectionBerlin (2024)	본 과제 (2024)
환경	3차원 건물	3차원 건물	수치표면모델 반영된 3차원 건물	3차원 건물
송신 안테나 방사패턴 (편파)	Isotropic (-)	Isotropic (-)	Sector (-)	Isotropic (수평)
샘플 수	56,080	19,016	74,515	89,600
추가 데이터	타 전파모델 결과 제공, ToA 맵	-	항공 영상	수치표고모델, 위성/항공 영상, AoD/AoA/ToA 전파 맵

데이터셋 비교

- 제안 예측모델은 U-Net 구조를 차용하여, 인코더에서 이미지 크기 축소 및 주요 특징 직접 전달을 통해 디코더에서 정확한 통신망 품질 맵을 예측하도록 하였고, 다양한 환경에서 건물에 의한 감쇄 패턴 학습을 위하여 Atrous Spatial Pyramid Pooling (ASPP) 개념을 도입함.



제안 예측모델 구조도

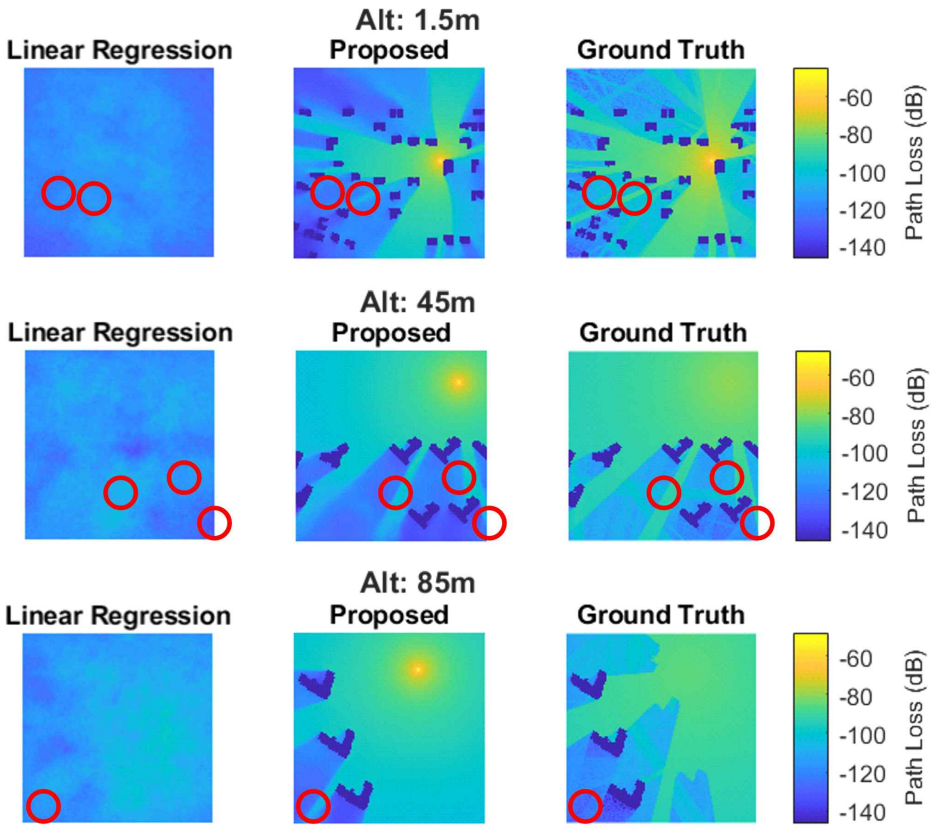


ASPP 상세 구조도

- 예측 모델 정확도는 고도와 비례하는 경향을 보였으며, 이는 고층 건물의 부재로 오차가 줄어든 것으로 확인되며, 선형회귀모델과 비교 시 50% 내외의 비약적인 성능 개선을 확인함.
- 선형회귀모델은 안테나 위치 중심으로부터의 자유 경로 감쇄 정도만 학습된 수준이나, 예측 모델은 건물에 의한 차폐에 따른 특징이 참값의 패턴이 잘 유지되는 경향이 확인됨.

고도 (m)	RMSE (dB)		성능 향상률
	선형회귀모델	딥러닝 기반 예측 모델 (본 과제)	
1.5	24.04	12.69	47.2%
45	20.29	9.37	53.8%
85	18.60	8.26	55.6%

통신망 품질 예측 성능 비교



통신망 품질 예측 결과

- 합성 및 실측 데이터 융합 학습 및 k-fold 교차 검증 방안을 통한 실운용 환경에 적합한 예측 모델 접근 방식을 제안함.

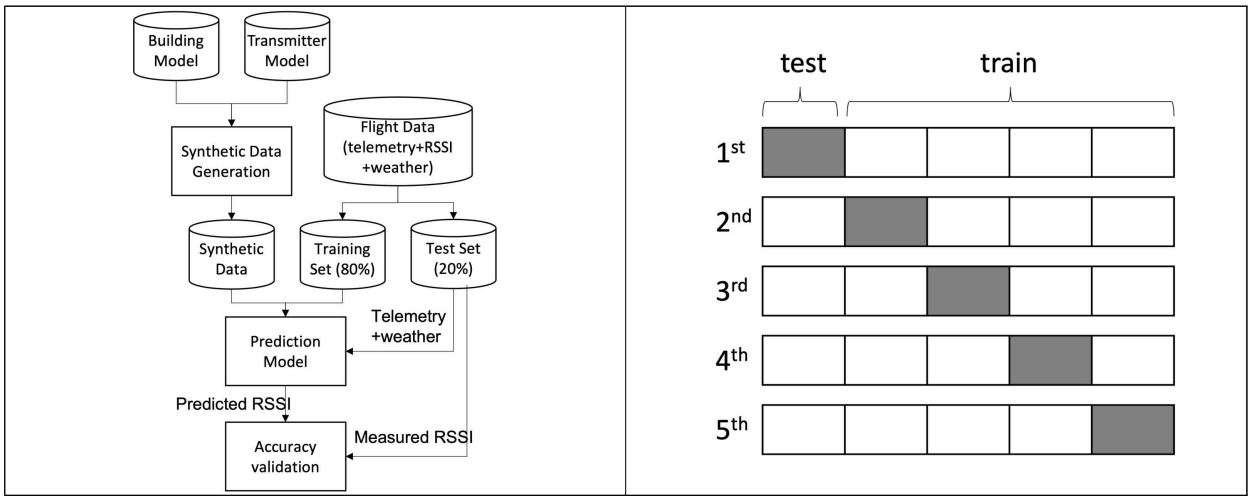


그림 21. 제안 접근 방식
좌-알고리즘 흐름도; 우-교차 검증 방안

(2) 정량적 연구개발성과

< 정량적 연구개발성과표 >

(단위 : 건, 천원)

성과지표명 \ 연도			1단계 (2024~2025)	2단계 (2025~2027)	계
전담기관 등록·기탁 지표	SCI(E)	목표(단계별)	0	1	1
		실적(누적)	0	-	0
	비SCI(E)	목표(단계별)	0	1	1
		실적(누적)	1	-	1
	학술대회	목표(단계별)	1	1	2
		실적(누적)	2	-	1
연구개발과제 특성 반영 지표	국제 교류	목표(단계별)	0	-	0
		실적(누적)	13	-	11
	홍보 전시	목표(단계별)	0	-	0
		실적(누적)	3	-	1
계		목표	1	3	4
		실적	18	-	18

< 연구개발성과 성능지표 >

평가 항목 (주요성능[1])		단위	전체 항목에서 차지하는 비중[2] (%)	세계 최고		연구개발 전 국내 성능수준	연구개발 목표치	
				보유국/보유기관	성능수준	성능수준	1단계 (2024~2025)	2단계 (2025~2027)
1	데이터셋	샘플 수	25	독일/TU Berlin	74,515	해당없음	-	2,500,000
2	통신망 품질맵	예측 정확도	45	해당없음	해당없음	해당없음	20 dBm, 80%	20 dB, 80%
3	통신망 시각화	실시간	15	해당없음	해당없음	해당없음	실시간/범용	실시간/범용
4	자율 운항 계획 변경	-	15	해당없음	해당없음	해당없음	안정성	안정성

(3) 세부 정량적 연구개발성과(해당되는 항목만 선택하여 작성하되, 증빙자료를 별도 첨부해야 합니다)

[과학적 성과]

□ 논문(국내외 전문 학술지) 게재

번호	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCIE 여부 (SCIE/비SCIE)	게재일	등록번호 (ISSN)	기여율
1	ASPP-Enhanced RadioUNet for Accurate 2D RSS Prediction in Advanced Air Mobility	KOSDI	Quoc-Vinh Lai-Dang	-	대한민국	KOSDI	비SCIE	-	-	100%
2	한영 양자협력형 AAM & UAM 4G/5G 상공망 측정방안 기술 공동연구	KOSDI	오세진	2024		KOSDI	비 SCIE (학술대회)	24.11.01	ISSN 2671-5287	100%

□ 국내 및 국제 학술회의 발표

번호	회의 명칭	발표자	발표 일시	장소	국명
1	IWCMC 2025	Hae-In Lee	2025.05.12.-16. 중 발표 예정	하이브리드 (아부다비, 아랍에미리트)	아랍에미리트

□ 기술 요약 정보

연도	기술명	요약 내용	기술 완성도	등록 번호	활용 여부	미활용사유	연구개발기관 외 활용여부	허용방식

□ 보고서 원문

연도	보고서 구분	발간일	등록 번호

□ 생명자원(생물자원, 생명정보)/화합물

번호	생명자원(생물자원, 생명정보)/화합물 명	등록/기탁 번호	등록/기탁 기관	발생 연도

[기술적 성과]

□ 지식재산권(특허, 실용신안, 의장, 디자인, 상표, 규격, 신품종, 프로그램)

번호	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	국명	출원				등록			기여율	활용 여부
			출원인	출원일	출원 번호	등록 번호	등록인	등록일	등록 번호		

o 지식재산권 활용 유형

※ 활용의 경우 현재 활용 유형에 √ 표시, 미활용의 경우 향후 활용 예정 유형에 √ 표시합니다(최대 3개 중복선택 가능).

번호	제품화	방어	전용실시	통상실시	무상실시	매매/양도	상호실시	담보대출	투자	기타

□ 저작권(소프트웨어, 서적 등)

번호	저작권명	창작일	저작자명	등록일	등록 번호	저작권자명	기여율

□ 신기술 지정

번호	명칭	출원일	고시일	보호 기간	지정 번호

□ 기술 및 제품 인증

번호	인증 분야	인증 기관	인증 내용		인증 획득일	국가명
			인증명	인증 번호		
1	R&D 결과검증	TTA	시험성정서	TTA-25-0231	2025.03.11	대한민국

□ 표준화

o 국내표준

번호	인증구분[1」]	인증여부[2」]	표준명	표준인증기구명	제안주체	표준종류[3」]	제안/인증일자

* 1」 한국산업규격(KS) 표준, 단체규격 등에서 해당하는 사항을 기재합니다.
* 2」 제안 또는 인증 중 해당하는 사항을 기재합니다.
* 3」 신규 또는 개정 중 해당하는 사항을 기재합니다.

o 국제표준

번호	표준화단계구분[1」]	표준명	표준기구명[2」]	표준분과명	의장단 활동여부	표준특허 추진여부	표준개발 방식[3」]	제안자	표준화 번호	제안일자

* 1」 국제표준 단계 중 신규 작업항목 제안(NP), 국제표준초안(WD), 위원회안(CD), 국제표준안(DIS), 최종국제표준안(FDIS), 국제표준(IS) 중 해당하는 사항을 기재합니다.
* 2」 국제표준화기구(ISO), 국제전기기술위원회(IEC), 공동기술위원회1(JTC1) 중 해당하는 사항을 기재합니다.
* 3」 국제표준(IS), 기술시방서(TS), 기술보고서(TR), 공개활용규격(PAS), 기타 중 해당하는 사항을 기재합니다

[경제적 성과]

□ 시제품 제작

번호	시제품명	출시/제작일	제작 업체명	설치 장소	이용 분야	사업화 소요 기간	인증기관 (해당 시)	인증일 (해당 시)
1	상공망측정 eVTOL 고정익비행기	2024.11	파인브이티	인천 로봇랜드	상공망측정	4개월	TTA	2025.03
2	상공망측정 멀티콥터	2024.11	파인브이티	인천 로봇랜드	상공망측정	4개월	TTA	2025.03

□ 기술 실시(이전)

번호	기술 이전 유형	기술 실시 계약명	기술 실시 대상 기관	기술 실시 발생일	기술료 (해당 연도 발생액)	누적 징수 현황

□ 사업화 투자실적

번호	추가 연구개발 투자	설비 투자	기타 투자	합계	투자 자금 성격*

* 내부 자금, 신용 대출, 담보 대출, 투자 유치, 기타 등에서 해당하는 사항을 기재합니다.

□ 사업화 현황

번호	사업화 방식[1」]	사업화 형태[2」]	지역[3」]	사업화명	내용	업체명	매출액		매출 발생 연도	기술 수명
							국내 (천원)	국외 (달러)		
1	자기실시	용역	국내	상공망측정	상공망측정	SKT	19,800		2024	

* 1」 기술이전 또는 자기실시 중 해당하는 사항을 기재합니다.
* 2」 신제품 개발, 기존 제품 개선, 신공정 개발, 기존 공정 개선 등에서 해당하는 사항을 기재합니다.
* 3」 국내 또는 국외 중 해당하는 사항을 기재합니다.

□ 매출 실적(누적)

사업화명	발생 연도	매출액		합계	산정 방법
		국내(천원)	국외(달러)		
SKT 상공망 측정 운영 용역대행	2024	19,800		19,800	세금계산서
합계		19,800		19,800	

□ 사업화 계획 및 무역 수지 개선 효과

성과					
사업화 계획	사업화 소요기간(년)				
	소요예산(천원)				
	예상 매출규모(천원)		현재까지	3년 후	5년 후
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년 후	5년 후
		국내			
		국외			
	향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획				
무역 수지 개선 효과(천원)	수입대체(내수)		현재	3년 후	5년 후
	수 출				

□ 고용 창출

순번	사업화명	사업화 업체	고용창출 인원(명)		합계
			2024년	2025년	
1	통신관련 연구과제 수행 연구원	한국과학기술원	3	-	3
합계					

□ 고용 효과

구분			고용 효과(명)
고용 효과	개발 전	연구인력	
		생산인력	
	개발 후	연구인력	
		생산인력	

□ 비용 절감(누적)

순번	사업화명	발생연도	산정 방법	비용 절감액(천원)
합계				

□ 경제적 파급 효과

(단위: 천원/년)

구분	사업화명	수입 대체	수출 증대	매출 증대	생산성 향상	고용 창출 (인력 양성 수)	기타
해당 연도							
기대 목표							

□ 산업 지원(기술지도)

순번	내용	기간	참석 대상	장소	인원
1	상공망측정	2024.12.02. -13	SKT	고양드론앵커센터	5
2	상공망 및 군용 측정	2024.7.25.-26	육군본부	고양드론앵커센터	30
3	상공망 및 군용 측정		우크라이나		
4	상공망 및 군용 측정		카자흐스탄		

□ 기술 무역

(단위: 천원)

번호	계약 연월	계약 기술명	계약 업체명	계약업체 국가	기 징수액	총 계약액	해당 연도 징수액	향후 예정액	수출/ 수입

[사회적 성과]

□ 법령 반영

번호	구분 (법률/시행령)	활용 구분 (제정/개정)	명 칭	해당 조항	시행일	관리 부처	제정/개정 내용

□ 정책활용 내용

번호	구분 (제안/채택)	정책명	관련 기관 (담당 부서)	활용 연도	채택 내용

□ 설계 기준/설명서(시방서)/지침/안내서에 반영

번호	구 분 (설계 기준/설명서/지침/안내서)	활용 구분 (신규/개선)	설계 기준/설명서/ 지침/안내서 명칭	반영일	반영 내용

□ 전문 연구 인력 양성

번호	분류	기준 연도	현황										
			학위별				성별		지역별				
			박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타

□ 산업 기술 인력 양성

번호	프로그램명	프로그램 내용	교육 기관	교육 개최 횟수	총 교육 시간	총 교육 인원
1	드론시스템 구축 운영실무	통신전문기술교육	RAPA	1	33	20

□ 다른 국가연구개발사업에의 활용

번호	중앙행정기관명	사업명	연구개발과제명	연구책임자	연구개발비
1	KAIA	CSNi	CNSI		

□ 국제화 협력성과

번호	구분 (유치/파견)	기간	국가	학위	전공	내용
1	유치	2024	카자흐스탄			카자흐스탄 대통령 직속 과학아카데미 위원회(NAS) AAM/UAM교통관리 솔루션 교육프로그램 공급

□ 홍보 실적

번호	홍보 유형	매체명	제목	홍보일
1	공중파방송	EBS	드론과 인류(2부)	2025.02.25
2	자체전시	고양드론앵커센터	카자흐스탄	2024.11.16
3	전시참가	K-UAM Confex	전시참가(파인브이티)	2024.10.31
4	홍보 및 성과 발표	K-UAM Confex	K-UAM Confex Risk Assessment and Mission Planning for UAM in Urban Environments (KAIST)	2024.11.01.
5	전시참가	고양드론도심항공전시회	전시참가(파인브이티)	2024.10.24
6	자체전시	고양드론앵커센터	육군 본부	2024.07.25
7	자체전시	고양드론앵커센터	우크라이나	2024.07.10

□ 포상 및 수상 실적

번호	종류	포상명	포상 내용	포상 대상	포상일	포상 기관
1	감사장	전력지원체계용 드론 표준 플랫폼	육군 군수참보장	오세진	2024.12.14	육군본부

[인프라 성과]

□ 연구시설・장비

구축기관	연구시설/ 연구장비명	규격 (모델명)	개발여부 (○/×)	연구시설・장비 종합정보시스템* 등록여부	연구시설・장비 종합정보시스템* 등록번호	구축일자 (YY.MM.DD)	구축비용 (천원)	비고 (설치 장소)

* 「과학기술기본법 시행령」 제42조제4항제2호에 따른 연구시설・장비 종합정보시스템을 의미합니다.

[그 밖의 성과](해당 시 작성합니다)

TTA G3AM 기술표준위원장 선임임 워킹그룹 활동을 통한 사실표준화 업무 추진중이며, 국내 최대 K-UAM 컨펙스 코리아에 전시부스(파인브이티) 및 컨퍼런스발표(크렌필드)발표 가 있었음

<참고 1> 연구성과 실적 증빙자료 예시

성과유형	첨부자료 예시
연구논문	논문 사본(저자, 초록, 사사표기)을 확인할 수 있는 부분 포함, 연구개발과제별 중복 첨부 불가)
지식재산권	산업재산권 등록증(또는 출원서) 사본(발명인, 발명의 명칭, 연구개발과제 출처 포함)
제품개발(시제품)	제품개발사진 등 시제품 개발 관련 증빙자료
기술이전	기술이전 계약서, 기술실시 계약서, 기술료 입금 내역서 등
사업화 (상품출시, 공정개발)	사업화된 제품사진, 매출액 증빙서류(세금계산서, 납품계약서 등 매출 확인가능 내부 회계자료) 등
품목허가	미국 식품의약국(FDA) / 식품의약품안전처(MFDS) 허가서
임상시험실시	임상시험계획(IND) 승인서

<참고 2> 국가연구개발혁신법 시행령 제33조제4항 및 별표 4에 따른 연구개발성과의 등록·기탁 대상과 범위

구분	대상	등록 및 기탁 범위
등록	논문	국내외 학술단체에서 발간하는 학술(대회)지에 수록된 학술 논문(전자원문 포함)
	특허	국내외에 출원 또는 등록된 특허정보
	보고서원문	연구개발 연차보고서, 단계보고서 및 최종보고서의 원문
	연구시설·장비	국가연구개발사업을 통하여 취득한 3천만 원 이상 (부가가치세, 부대비용 포함) 연구시설·장비 또는 공동활용이 가능한 모든 연구시설·장비
	기술요약정보	연차보고, 단계보고 및 최종보고가 완료된 연구개발성과의 기술을 요약한 정보
	생명자원 중 생명정보	서열·발현정보 등 유전체정보, 서열·구조·상호작용 등 단백체정보, 유전자(DNA)칩·단백질칩 등 발현체 정보 및 그 밖의 생명정보
	소프트웨어	창작된 소프트웨어 및 등록에 필요한 관련 정보
	표준	「국가표준기본법」 제3조에 따른 국가표준, 국제표준으로 채택된 공식 표준정보[소관 기술위원회를 포함한 공식 국제표준화기구(ISO, IEC, ITU)가 공인한 단체 또는 사실표준화기구에서 채택한 표준정보를 포함한다]
기탁	생명자원 중 생물자원	세균, 곰팡이, 바이러스 등 미생물자원, 인간 또는 동물의 세포·수정란 등 동물자원, 식물세포·종자 등 식물자원, DNA, RNA, 플라스미드 등 유전체자원 및 그 밖의 생물자원
	화합물	합성 또는 천연물에서 추출한 유기화합물 및 관련 정보
	신품종	생물자원 중 국내외에 출원 또는 등록된 농업용 신품종 및 관련 정보

(4) 계획하지 않은 성과 및 관련 분야 기여사항(해당 시 작성합니다)

- 주관연구개발기관 ((주)파인브이티)
학술대회 발표, 1건, KOSDI 2024 추계학술대회에, 학술대회논문 발표
국제교류, 1건, 카자흐스탄 대통령 직속 과학아카데미위원회(NAS) 국제교류 실시
정기적인 국제교류 실시 (한-영 학술 및 기술회의, 워크샵)

- 공동연구개발기관 (한국과학기술원)
국내 학술지(한국재난정보학회) 1편 논문 게재, 정기적인 국제교류 실시 (한-영 학술 및 기술회의, 워크샵)

2) 목표 달성 수준

추 진 목 표	달 성 내 용	달성도(%)
○ 국제 학술대회 논문 발표	○ 국제 학술대회(IWCMC 2025)에서 통신망 품질 예측과 시각화 플랫폼에 대해 발표 예정	○ 100%
○ 국내 학술지 논문 게재 (초과 실적)	○ 국내 학술지(한국재난정보학회)에 딥러닝 기반 통신망 품질 예측 관련 연구논문을 게재	○ 100%
○ 국제교류 실시(초과 실적)	○ 정기 한-영 학술 및 기술회의, 워크샵 진행	○ 100%

4. 목표 미달 시 원인분석(해당 시 작성합니다)

1) 목표 미달 원인(사유) 자체분석 내용

해당 없음

2) 자체 보완활동

해당 없음

3) 연구개발 과정의 성실성

해당 없음

5. 연구개발성과의 관련 분야에 대한 기여 정도

파인브이티는 연구개발을 통해서 한국과 영국의 AAM/UAM산업의 표준화 및 산업화에 한국TTA에서 사실표준화를 추진하는 G3AM에 WG에서 기술표준위원회 표준위원장 활동을 하면서 표준화에 기여를 하고 있고, 국토교통부의 K-UAM GC-1 교통관리 연구실증 트랙에 공식적으로 포함되어, 사용화에대해서도 정부의 정책에 따라 효율적으로 추진하고 있음

6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

연구개발은 논문/특허/인력양성을 통한 사업화를 추진하고 제품개발 및 홍보를 아래와 같이 추진을 하여 사업의 성과가 극대화 될 수 있도록 적극적이고 성실하게 연구개발 성과를 관리하고 활용할 계획 임

< 연구개발성과 활용계획표>

구분(정량 및 정성적 성과 항목)			연구개발 종료 후 5년 이내 (총 건수)
국외논문	SCIE		1건
	비SCIE		-
	계		1건
국내논문	SCIE		-
	비SCIE		-
	계		1건
특허출원	국내		1건
	국외		-
	계		1건
특허등록	국내		-
	국외		-
	계		-
인력양성	학사		-
	석사		1명
	박사		3명
	계		4명
사업화	상품출시		1건
	기술이전		1건
	공정개발		1건
제품개발	시제품개발		1건
성과홍보			2건
포상 및 수상실적		1상	
		2상	
		3상	
	정성적 성과 주요 내용		
진료지침개발			
신의료기술개발			
성과홍보			전시 5회
포상 및 수상실적			
정성적 성과 주요 내용			

* 1」 연구개발목표, 연구개발비, 연구개발기관, 연구책임자 등에서 해당 사항을 기재합니다.
* 2」 문서번호 또는 승인일자 중에서 해당 사항을 기재합니다.

7. 연구개발비 사용실적

정상적으로 예산을 운용하고 있음.

7-1 파인브이티

[연구비예실대비표]

비목	세목	전년도이월액 현금	전년도이월액 현물	수정예산 현금	수정예산 현물	수정예산 소계	예산이자 발생액	예산총계	실사용액 (현금)	부가세	실사용액	실집행잔액	실집행 비율 (%)	집행 건수
직접비	인건비	0	0	16,661,000	0	16,661,000	0	16,661,000	16,421,232	0	16,421,232	239,768	98.56	12
	(일반)학생인건비	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	(특례)학생인건비	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	(일반)연구시설•장비비	0	0	0	22,700,000	22,700,000	0	22,700,000	0	0	22,700,000	0	100	1
	(특례)연구시설•장비비	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	연구활동비	0	0	41,254,000	0	41,254,000	0	41,254,000	34,933,442	1,455	34,934,897	6,319,103	84.62	58
	연구재료비	0	0	66,066,000	0	66,066,000	0	66,066,000	66,062,726	0	66,062,726	2,272	99.99	4
	연구수당	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	위탁연구개발비	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	국제공동연구개발비	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	연구개발부담비	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	보안수당	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	목적성간접비	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	소계	0	0	126,010,000	22,700,000	148,710,000	0	148,710,000	119,417,402	1,455	142,116,857	6,591,143	95.56	75
간접비	간접비	0	0	2,624,000	0	2,624,000	0	2,624,000	1,990,000	0	1,990,000	634,000	75.83	2
	소계	0	0	2,624,000	0	2,624,000	0	2,624,000	1,990,000	0	1,990,000	634,000	75.83	2
	합계	0	0	128,634,000	22,700,000	151,334,000	0	151,334,000	121,407,402	1,455	144,106,857	7,225,143	95.22	77

미등록 매입/취소건수	0	미등록 매입/취소금액	0	미등록 총 매입금액	0		
미등록 매입건수	0	미등록 매입금액	0	미등록 매입취소건수	0	미등록 매입취소금액	0

7-2 KAIST

(단위 : 천원)

구분		계획금액 (A)	사용금액 (B)	사용잔액 (B-A)	집행비율 (B/A*100)	비고 (잔액발생 사유 등)
□ 직접비	현금	60,691,000	55,232,632	5,458,368	91%	
	현물	-	-	-	-	
	소계	60,691,000	55,232,632	5,458,368	91%	
○ 인건비	현금	21,462,898	21,404,566	58,332	99.72%	3월 연구원 인건비 지급 후 4대보험조정액으로 연구활동비 전용 후 3월 중 사용 예정
	현물	-	-	-	-	
	소계	21,462,898	21,404,566	58,332	99.42%	
○ 학생인건비	현금	23,000,000	23,000,000	-	100%	
	현물	-	-	-	100%	
	소계	23,000,000	23,000,000	-	100%	
○ 연구활동비	현금	10,828,102	10,828,066	36	99.99%	
	현물	-	-	-	-	
	소계	10,828,102	10,828,066	36	99.99%	
○ 연구수당	현금	5,400,000	-	5,400,000	0%	평가 후 지급 예정
□ 간접비	현금	13,309,000	13,309,000	-	100%	
	소계	13,309,000	13,309,000	-	100%	
합계	현금	74,000,000	68,541,632	5,458,368	92.62%	
	현물	-	-	-	-	
	소계	74,000,000	68,541,632	5,458,368	92.62%	

8. 중요 연구변경 사항(해당 시 작성합니다)

구분[1]	변경 전	변경 후	변경사유 및 조치사항	변경근거[2]
연구기간변경	2024-07-01부터 2025-03-31	2024-07-01부터 2025-04-30	㈜파인브이티와 KAIST는 과제번호 RS-2024-00412531, 한-영 양자협력형 국제 공동연구(과제명:AAM & UAM을 대비한 정밀 상공통신품질망 방안 연구)를 1단계로 수행중에 있습니다. 해당 영국측 연구기관의 일정과 연계성을 높이기위해, 당 연구과제의 1단계 연구기간 변경이 필요성이 발생되어, 당 연구개발과제 1단계 수행기간 변경신청을 제출합니다.	1단계 연구개발기간 변경

* 1」 연구개발목표, 연구개발비, 연구개발기관, 연구책임자 등에서 해당 사항을 기재합니다.
* 2」 문서번호 또는 승인일자 중에서 해당 사항을 기재합니다.

9. 다음 단계(2단계) 연구개발계획

1) 연구개발과제의 목표 및 내용

(1) 연구개발과제의 최종 목표

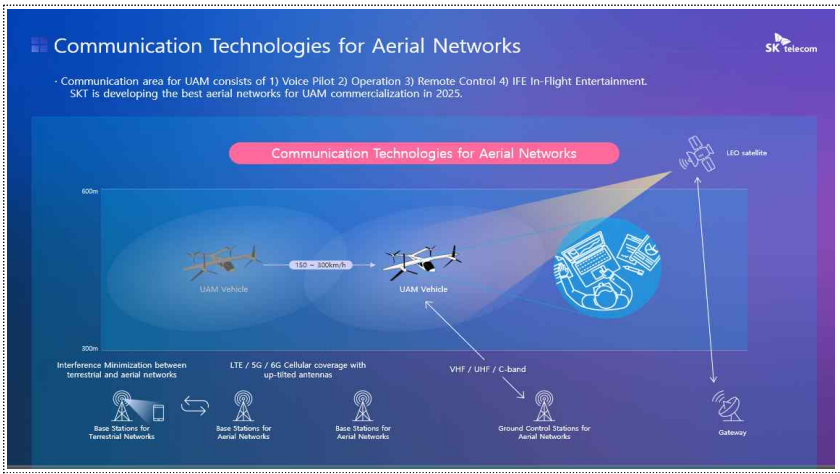
○ 주관연구개발기관((주)파인브이티)

- 실시간 혹은 정기주기로 수집되는 통합 및 표준화된 데이터 요구사항에 부합되는 정보들의 수집 자동화, 데이터가 지능화되어 정적 데이터 기반의 교통 정책 및 서비스 지원이 안정화

○ 공동연구개발기관(KAIST)

- 정적 데이터와 동적데이터가 실시간으로 교통관리 시스템에 API 형태로 제공되어 공급 가능한 통합 플랫폼 개발, 실제 운항 사업자들이 필요한 지능화 부분도 기초 연구를 탐색 연구 수준으로 포함

(2) 연구개발 기술의 정의

기술명	AAM & UAM을 대비한 정밀 상공통신품질망 방안 연구
기술의 정의	UAV를 활용하여 상공망 통신 품질을 측정/분석하고 3D(XYZ) 시각데이터 사이트 운영 및 배포용 API 개발
기술의 목적	상공망 통신 품질 측정 데이터를 시각화 데이터 공유 및 API통한 배포 하여 AAM & UAM의 안전과 산업 발전을 촉진
기술 설명	AAM & UAM 사업에 필요한 비행체와 교통관리시스템에서 필요한 상공망 통신 품질을 측정하고, 이 데이터를 기반으로 한 운항 및 안전 관리에 필요한 측정 장비와 분석솔루션, 그리고 교통 관리에 필요한 상공망 품질 측정 장비 및 H/W 및 S/W 기술 개발. 무인기에 RF 스캐닝 및 데이터 저장장치를 장착하여 데이터를 추출하고, RF 데이터 분석 솔루션을 통해 데이터를 가공하여 홈페이지 게시용 서버에 업로드  < 통신 세대별 상공 통신망 측정 기술 개념, SKT>
1단계 기술개발 및 실증 결과	무인기에 상공망 통신 품질 측정 장비와 분석솔루션 장비를 장착하여 상공을 비행하고 데이터를 수집하여 AAM & UAM이 사용할 통신망의 품질을 사전에 측정하여 데이터를 확보 하였고, XML기반의 구글어스 플랫폼에서 운영 가능한 마크업 언어 KML(Keyhole Markup Language)데이터로 실증결과로 확보 시험방식과 결과물, 데이터 KML컨버팅은 TTA 공인시험으로 공신력을 확보함
최종성과물 유형	상공망 통신 품질 측정 데이터, 비행 계획 및 경로, 통신 품질 측정 장비 탑재 무인기와 통신품질데이터 확보 및 KML데이터로 표준 범용성 확보
2단계 사업화 방안	측정한 데이터를 기반으로 이를 웹사이트에 공개하여 AAM & UAM 시장에서 상공 통신망을 활용할 수 있도록 촉진하고 보다 안정적이며 정확하고 신속하게 데이터를 제공할 수 있도록 함 상공 데이터 품질을 주기적으로 측정하여 자료를 지속적으로 관리

구분			연구착수	연구종료	단계별 기술개발 설명
1단계	실험단계	TRL 4	□	■	상공망 통신 품질 측정 장비(Rohde & Schwarz를 선정하였으며 해당 장비를 인티그레이션 할 무인기(DJI를 선정하였고 장비를 인티그레이션 하여 비행을 통해 상공 통신 품질 측정 데이터를 취득해야 함
	시작품단계	TRL 5	■	■	
		TRL 6	■	□	
2단계	시작품단계	TRL 6	■	□	지속적인 비행을 통해 추가적인 상공 통신망 품질 데이터를 취득해야 하며 정적 데이터와 동적데이터를 실시간으로 교통관리 시스템에 API 형태로 제공되어야 함 실제 운항 사업자들이 필요한 지능화 부분도 기초 연구 탐색 연구 수준으로 포함해야 함
	실용화단계	TRL 7	□	□	
		TRL 8	□	□	
	사업화단계	TRL 9	□	□	

최종 연구개발성과물	기술성숙도(TRL)		설정근거
	연구착수시	연구종료시	
상공망 통신 품질 측정 장비가 인티그레이션 된 무인기	TRL 5	TRL 8	○ (연구착수시) 소재/부품/시스템이 확정되어 있으며 를 통해 시제품을 제작 ○ (연구종료시) 비행을 통해 해당 데이터를 취득하고 를 신뢰성 평가하고 인증을 수행함
AAM과 UAM 운영에 필요한 통합 클라우드 플랫폼	TRL 5	TRL 7	○ (연구착수시) 상공망 통신 품질 측정 장비를 통해 데 터 수집이 가능한 것을 확인했음 ○ (연구종료시) 측정된 데이터를 수집하고 저장하여 이 통합하는 클라우드 플랫폼 개발
API 형태의 공급 가능한 통합 플랫폼	TRL 4	TRL 7	○ (연구착수시) 측정된 데이터를 확인할 수 있는 방안 마련함 ○ (연구종료시) 정적 데이터와 동적 데이터가 실시간으 교통관리 시스템에 API 형태로 제공되어 공급 가능 통합 플랫폼 개발

(3) 연구개발과제의 2단계 목표 및 내용

① 2년차

○ 연구개발목표

- 주관연구개발기관((주)파인브이티) : 실시간 혹은 정기주기로 수집되는 통합 및 표준화된 데이터 요구사항에 부합되는 정보들의 수집 자동화
- 공동연구개발기관(KAIST) : 정적 데이터와 동적데이터가 실시간으로 교통관리 시스템에 API 형태로 제공되어 공급 가능한 통합 플랫폼 개발

○ 연구개발내용 및 범위

- 주관연구개발기관((주)파인브이티) : 기존의 무인기를 활용한 측정 방법에 추가로, 실시간이나 정기적으로 필요한 데이터를 자동으로 수집할 수 있는 기능 개발

  실시간으로 데이터를 수신하는 시스템은 운용 중인 UAM 시스템과의 연결을 통해 데이터를 지속적으로 수집하고 분석하는 기능을 갖춘 시스템을 구축

  AAM/ UAM에서 발생하는 다양한 데이터를 실시간으로 CNSi 정보로 수신하여 중앙 데이터베이스에 저장하고, 필요에 따라 데이터를 처리하고 활용할 수 있도록 함



- 공동연구개발기관(KAIST) : 통신망 품질은 현재 기지국 현황, 운항 밀도, 기후 등에 의해 동적으로 변화. 이러한 변화를 반영하기 위해 실시간 혹은 정기주기로 수집한 통신망 품질 평가 데이터를 통합할 수 있는 통신망 품질 맵 생성 기법 및 시각화 플랫폼을 개발함으로써 성능 고도화.

  추가 시험 데이터를 수집하고 예측 값과 비교 분석하여 오차를 최소화하도록 플랫폼 안정화.

  정기적 혹은 추가 시험 데이터 확보를 위해서는 주관연구개발기관과 긴밀히 협력 예정. 또한 영국의 플랫폼 안정화 전략 논의와 함께 공통점 및 차별점 활용하여 표준화 방안 모색.

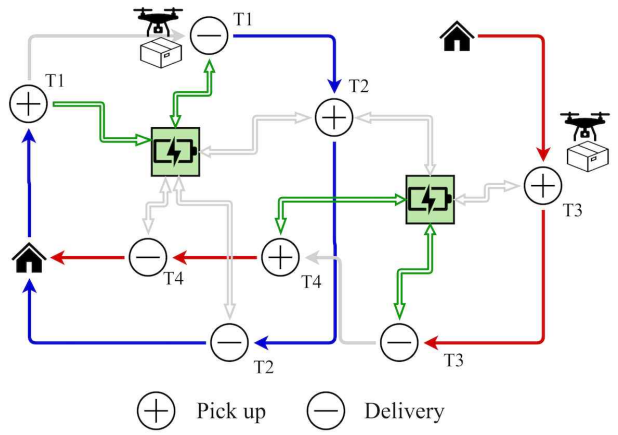
② 3년차

○ 연구개발목표

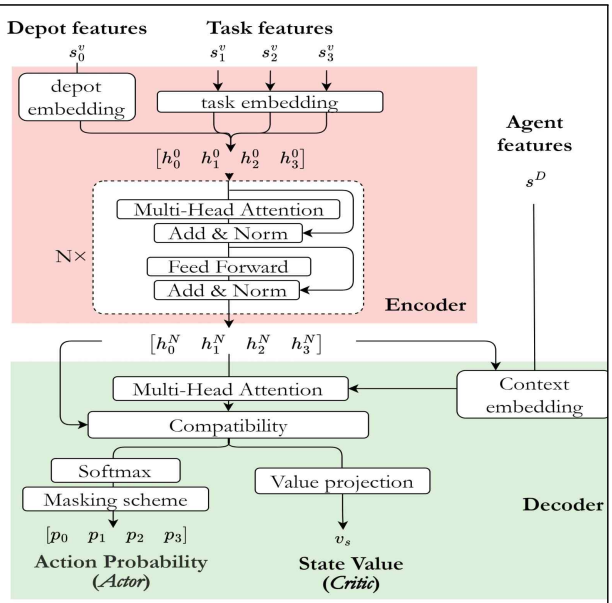
- 주관연구개발기관((주)파인브이티) : 데이터가 지능화되어 정적 데이터 기반의 교통 정책 및 서비스 지원이 안정화
- 공동연구개발기관(KAIST) : 실제 운항 사업자들이 필요한 지능화 부분도 기초 연구를 탐색 연구 수준으로 포함

○ 연구개발내용 및 범위

- 주관연구개발기관((주)파인브이티) : 교통 정책 및 서비스 지원이 안정화되어, 데이터의 지능화를 통해 정적 데이터를 활용하여 교통 관련 결정과 서비스 제공이 최적화
  AAM/UAM 주 항로의 전파를 실시간으로 수신
  실시간 정보를 CNSi 시스템을 통해 피드백하며 트래픽 모이지 않게 분산시키고, 공사·고장·파손 등 통신이 원활하지 않을 때 다른 통신 방법을 사용할 수 있도록 유도
- 공동연구개발기관(KAIST) :실시간 운항 계획 및 통신 품질망 품질을 기반으로 운항 위험도 분석 모델 개발. 해당 위험도 모델을 적극 활용할 수 있는 교통관리 자율화 기법 개발. 기법 개발 시 인공지능(AI) 기술을 활용할 방안을 탐색하고 그 효용성 분석 예정. AAM/UAM의 다양한 플랫폼, 규모, 높은 안정성 요구도 등을 고려하여 알고리즘 개발 예정. 표준화된 데이터 규정에 상응하는 지능화 솔루션 개발을 위해 주관연구개발기관의 API 개발에 긴밀히 협력 및 보조.



기존 연구에서 활용된 UAM 교통관리 시나리오



기존 연구에서 개발된 UAM 교통관리를 위해 활용된 인공신경망 구조

③ 2단계(2년차/3년차) 수행 일정 및 주요 결과물

2년차(2025)																
연번	세부 연구개발내용	수행일정(12개월기준)												주요 결과물	연구개발비 (단위:천원)	연구개발기관 (책임자)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
1	무인기 비행 및 데이터 취득													상공망 품질 측정 데이터 및 비행 기록	45,000	㈜파인브이티 (오세진)
2	통신 히트맵을 AAM의 운영 워크플로우와 통합													통합된 히트맵	26,000	KAIST (신효상)
3	시각화 플랫폼 개발													시각화 플랫폼	28,000	KAIST (신효상)
4	데이터 정보 수집 자동화													자동화 데이터 수집	220,000	㈜파인브이티 (오세진)
5	AAM 운용절차 통합 통신망 품질 제공													통합 플랫폼	130,000	KAIST (신효상)
3년차(2026)																
연번	세부 연구개발내용	수행일정(12개월기준)												주요 결과물	연구개발비 (단위:천원)	연구개발기관 (책임자)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
1	데이터 정보 수집 자동화													자동화 데이터 수집	80,000	㈜파인브이티 (오세진)
2	AAM 운용절차 통합 통신망 품질 제공													통합 플랫폼	70,000	KAIST (신효상)
3	정적 데이터 기반의 교통정책 및 서비스 지원 안정화													안정화된 서비스	375,000	㈜파인브이티 (오세진)
4	인공지능 부분 기초 연구													인공지능 기초 연구 자료	250,000	KAIST (신효상)
5																

(4) 국제공동연구 목표 및 내용

① 국제공동연구 개발과제의 최종 목표

○ 3D 지도 생성
- 도시 환경 전반의 통신 신호 성능을 추정하고 첨단 항공 이동성 구현을 통해 신뢰할 수 있고 정확도가 높은 3D 지도를 생성하는 방법 탐구

○ AAM 업계 안정성 향상
- AAM 업계/이해관계자는 통신이 원활하지 않은 공역 지역을 명확하게 식별하고 임무 계획 활동에 이러한 지역을 반영함으로써 비행 중 발생할 수 있는 위험에 효과적으로 대처할 수 있도록 함.

○ 공개 웹 기반 3D 히트맵 기반 시각화 및 API 포털 플랫폼 개발
- 공개 웹 기반 포털을 통해 측정된 데이터를 제공하여 비행 임무의 안전성을 향상시키며 AAM 기술에 대한 실현을 앞당기기 위해 통신업체가 통신망 연결성을 개선할 수 있는 지역을 식별하도록 함.

---

② 국제공동연구 로드맵

구분		연구 목표	주요 연구 내용 (기술개발 및 사업화 전략)	성과물	수행기관 (한국/상대국)
1단계 (1차년도)		품질망 테스트 절차 및 장비 개발 상공망 통신 환경지도 구축	상공 통신 품질망 테스트 절차 및 장비개발, 표준화를 통한 통합 플랫폼 개발. AAM과 UAM 운영에 필요한 상공망 통신환경지도, 항로 통신 품질점검, 실시간 정보를 종합하는 통합 플랫폼 개발	상공 통신 품질망 테스트 장비 상공망 통신환경지도	(한국) 파인브이티 KAIST (영국) HEROTECH8 Cranfield
2단계	2차 년도	정보들의 수집 자동화 API 형태로 제공되어 공급 가능한 통합 플랫폼	실시간이나 정기적으로 필요한 데이터를 자동으로 수집할 수 있는 기능 개발 UAM/UTM 사업자에게 데이터를 개방형으로 제공 가능한 플랫폼 개발	상공망 품질 공개형 API 연동 플랫폼	(한국) 파인브이티 KAIST (영국) HEROTECH8 Cranfield
	3년 년도	실제 운항 사업자들이 필요한 지능화 부분 기초 연구	교통 정책 및 서비스 지원이 안정화되어, 데이터의 지능화를 통해 정적 데이터를 활용하여 교통 관련 결정과 서비스 제공 최적화 및 인공지능 적용 기초 연구	정적 데이터를 활용한 교통 관련 결정과 서비스	(한국) 파인브이티 KAIST (영국) HEROTECH8 Cranfield

2) 국내외 관련 분야 환경변화(국내외 현황 및 문제점과 전망 등)

○ AAM/UAM 기업들의 나스닥 상장 등으로 산업발전 및 시장 확대 호재

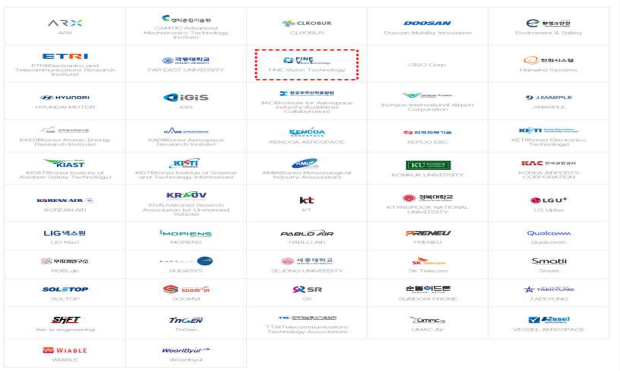
- JOBY(미국), ACHR(미국), BLDE(미국), AVAV(미국), EVTL(미국) 릴리움(독일), eHang(중국)

○ G3AM 글로벌 사실표준화기구 참가 및 국토교통부 K-UAM 프로젝트 참가 등, 한국 주도 확대

- G3AM(Global Association for Advanced Air Mobility)은 AAM 정보 공유 시스템, 교통 관리 및 교통 관제, 필수 항법 성능 등 다양한 분야의 새로운 표준을 개발 및 유지하며 이들 표준 간의 상호운용성과 호환성을 보장하는 사실상의 표준화 기관임.
- 정부가 주관하는 K-UAM 그랜드 챌린지에 참가하는 UAM 한국 팀의 핵심 멤버들이 설립한 G3AM은 챌린지를 통해 얻은 도시 환경에 최적화된 데이터를 기반으로 표준을 개발하고 있음.
- G3AM은 전 세계 AAM 전문 기업 및 조직과 협력하여 최신 AAM 표준을 전 세계적으로 개발하고 배포하며 G3AM이 개발한 표준은 글로벌 시장에서의 신뢰성을 높이고, 회원사가 글로벌 경쟁력을 확보할 수 있도록 지원함.
- 본 제안서의 PM인 파인브이티 연구소장은 G3AM의 기술분과위원장으로 있으며 UAM 표준화 추진 중.



G3AM Global Conference



G3AM(Global Association for Advanced Air Mobility)

○ 국토교통부, K-UAM(한국형 도심항공교통) 정책 추진 방향에 따른 연구과제 수행



국토교통부, 한국형 도심항공교통 정책추진 현황



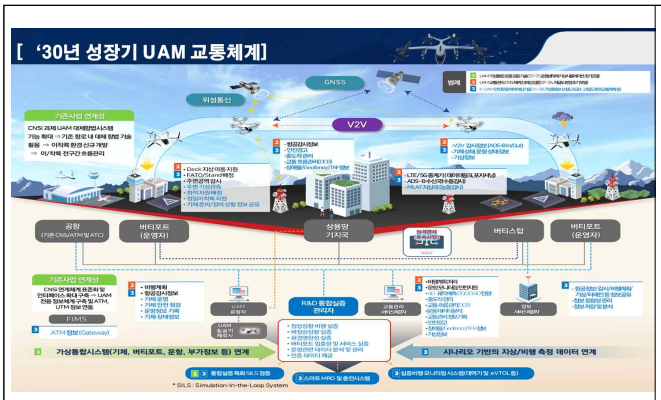
국토부, K-UAM 기술로드맵



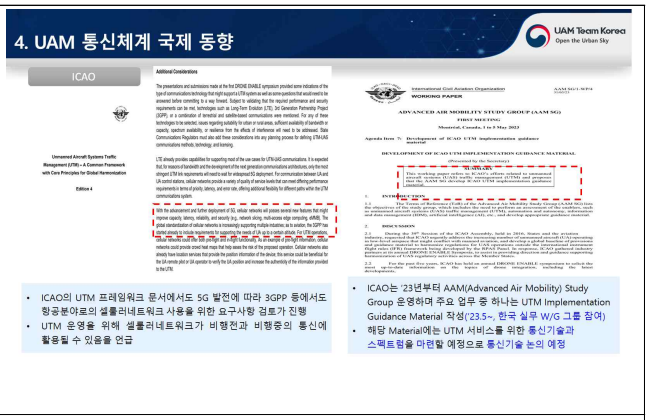
국토부, K-UAM 상용화 핵심기술 선정항목



국토부, R&D(비예타) 정부정책



국토부, UAM 교통체계 2030년 성장기 예측



국토부, UAM 통신체계 국제동향 분석



국토부, UAM 통신체계 국제동향 분석



국토부, UAM 통신체계 국제동향 분석



국토부, UAM 통신체계 국제동향 분석



국토부, UAM 통신체계 국제동향 분석

- K-UAM 그랜드챌린지는 국토부가 2025년 국내 UAM 상용화를 목표로 기체 안전성을 검증하고 국내 여건에 맞는 운용 개념, 기술 수준을 마련하고자 추진하는 민관 합동 대규모 실증사업임
- ㈜파인브이티는 K-UAM 그랜드챌린지의 교통관리 분야에 선정되었으며 올해 8~9월 고흥 비행장에서 상공망 테스트를 진행할 예정임.





K-UAM 그랜드챌린지 1단계 협약식

3) 연구개발과제의 추진전략·방법 및 추진체계

(1) 연구개발과제의 추진전략 · 방법 및 추진체계

① 연구개발과제의 추진전략 · 방법

○ 지식재산권 확보·보호 방안



- 특허 등록 : 새로운 발명이나 기술적 개선을 보호하는 방법 중 하나인 특허 등록을 통해 일정 기간 동안 다른 사람이 해당 기술을 사용, 제조, 판매하는 것을 금지시킴
- 비밀 유지 : 비밀로 유지되는 기술 정보나 비즈니스 정보를 보호하기 위해 내부적으로 엄격한 보안 절차를 시행하고, 기밀 유지 계약을 체결하여 외부 유출을 방지
- 라이선싱 및 계약 : 라이선싱이나 계약을 통해 다른 기업이나 개인에게 사용 권한을 부여하여 지식재산권의 사용 조건과 보호 방법을 명확히 규정하고 분쟁을 방지
- 감시 및 관리 : 시장 및 경쟁사들의 활동을 지속적으로 감시하고, 침해나 위반 사례를 식별하게 되는 경우 적절히 대응
- 법적 대응 : 필요한 경우 지식재산권 침해에 대한 법적 조치 수행

○ 기술 도입 방안

- 테스트 : 시제품을 개발하거나 시범 프로젝트를 진행하여 기술의 실제 적용 가능성을 확인하고 기술의 성능과 적용 가능성을 정확하게 파악. 지속적인 테스트와 평가를 통해 기술의 성과와 문제점을 파악하고 필요한 수정이나 보완을 진행하여 보다 효과적으로 활용할 수 있도록 함
- 파트너십 및 협력 : 외부 전문가나 기술 파트너와의 협력을 통해 도움을 받고 기술 도입 과정에서 발생할 수 있는 문제를 더욱 효과적으로 해결



G3AM 글로벌컨퍼런스, 2023, 제주



G3AM 교통관리 분야 협력 기사,

○ 전문가 활용 방안

- 컨설팅 : 독립적인 시각과 전문적인 지식을 가지고 있는 외부 컨설팅 회사나 전문가를 초청하여 과업의 특정 문제를 해결하거나 전략을 개발하는데 도움을 받아, 조직의 역량을 향상시키고 성과를 개선.
- 교육 및 훈련 : 프로젝트를 진행하는 도중 만약 미비점이 발견된다면 외부 전문가를 활용하여 직원들에게 교육과 훈련을 제공하고 직원들의 역량을 강화

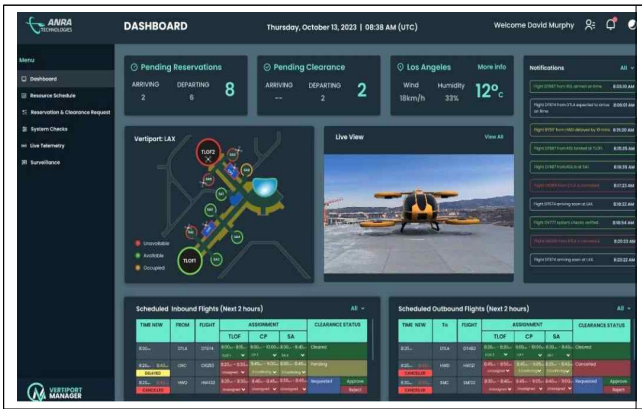
○ SKT, 4G/5G 상공망 측정용 무인기 플랫폼 공급

- FineVT Robotics LAB은 K-UAM GC-1단계 교통관리 연구실증 컨소시엄기관이며, TTA에서 지원하는 G3AM기관의 기술표준사이임. K-UAM에서는 SKT, Anra Technologies등 다양한 AAM 확산에 경험이 있음.
- FineVT Robotics LAB은 본과제에 적용되는 특허를 보유하고 있고, 사용망사업자들과 다양한 연구를 추진중에 있음.
- SKT는 UAM 시대에 맞는 상공 네트워크 기술을 개발중에 있으며 FineVT Robotics LAB의 eVTOL 및 로데슈바르즈 장비를 사용한 품질 측정을 진행하고 있으며 파인브이티는 자체적으로 제작한 수직이착륙기와 로데슈바르즈 장비를 운영 대행하는 업무를 진행하고 있음

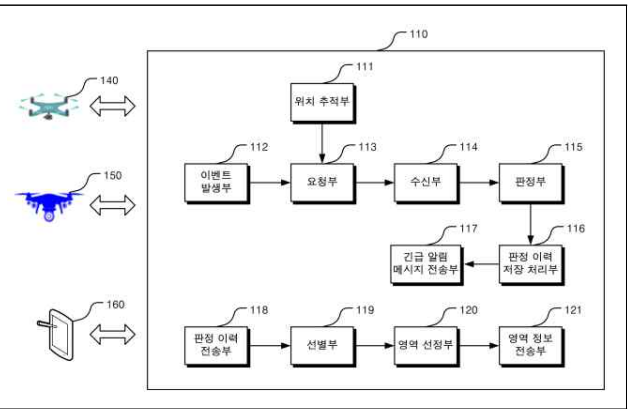




SK텔레콤 상공망 통신 품질 분석 장비 점검, FineVT Robotics LAB



미국 ANRA Technologies UAM 솔루션



FineVT 상공망 품질 측정 컴포넌트

- SKT가 개발한 상공망 통신 품질 분석 통합 솔루션과 FineVT UAM용 예측 시뮬레이터가 유기적으로 통합되어 운영되며 SKT는 UAM의 공중망 통신 품질 향상을 위해 전용 안테나, 상향 틸트, 빔 패턴 최적화 기술, UAM 항공기 핸드오버 기술 등 다양한 관련 기술을 개발중에 있음

- 미국 ANRA Technologies 사의 UAM 솔루션과 FineVT UAM 상공망 품질 측정 하드웨어와 솔루션을 API를 통해서 연동하는 솔루션을 개발중에 있음.

- UAM을 탑승한 승객이 통화, 소셜미디어, 영상 등 스마트 기기를 사용하는 시나리오를 적용해 상공망의 통신 서비스 품질을 정확하게 평가하기 위해서 개발중에 있음

○ LX, K-UAM 그랜드 챌린지 참가자 항법지도 지도제작을 위한 지도제작용 VTOL 공급

- K-UAM Grand Challenge의 테스트베드인 고흥군 UAM·드론 센터에서 LX한국국토정보공사와 UAM용 3D 지도 제작을 위한 비행 경험 보유



LX공사 항법용 지도제작, FineVT Robotics LAB

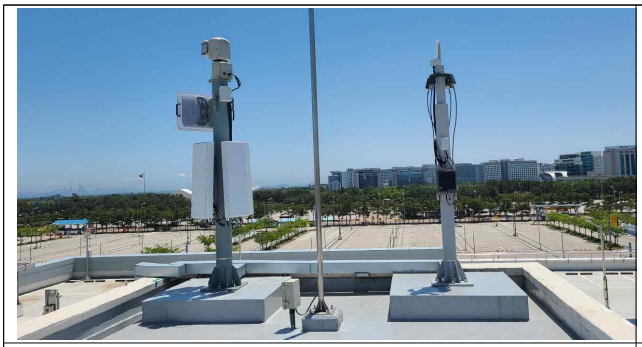


SKT K-UAM용 5G 상공망, FineVT Robotics LAB

- FineVT Robotics LAB은 종합측량시스템, Network RTK 등 첨단측량기술을 개발하여 공간정보사업 인프라 구축과 UAM 교통관리, 글로벌 항공 제조 업무를 진행하고 있음.

○ 인천국제공항공사, ATM Security를 위한 Counter-UAS 설계 및 기술 지원

- 정부에서 주도하는 드론하이웨이, 안티드론(Counter-UAS)에서 SOP표준운영절차, 시설 설비, 모니터링, 안정부분까지 다양한 업무를 추진하여, 당 연구과제에서 성과물을 실제 사업장에서 적용하여 운영할 수 있음



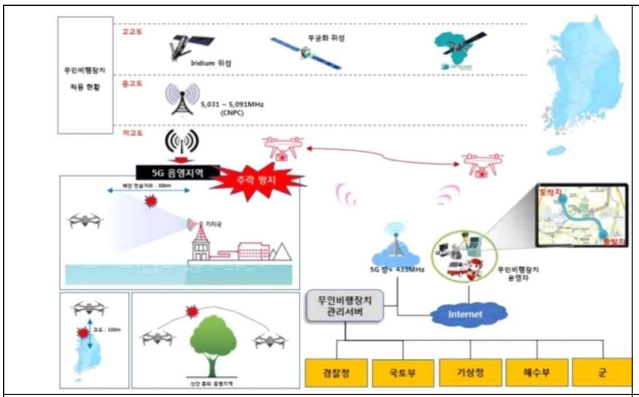
인천국제공항 Counter-UAS 시스템, FineVT



인천국제공항 Counter-UAS 시스템, FineVT

○ RAPA, 433Mhz 주파수를 이용한 BVLOS 장거리 무인기 운용 및 전파혼간섭 연구 수행

- 과기정통부에서 5G+ 스펙트럼 플랜에 신규주파수 확보를 위한 비가시 장거리 무인비행체용 신규 주파수 433Mhz 주파수 실증 사업에 주관사업자로 선정되어 상공망에 제한되는 인털피리언스 및 LOS에 따른 신호 변화에 대한 제도 및 운용법 개발



무인비행장치 상공망 운영안, KT

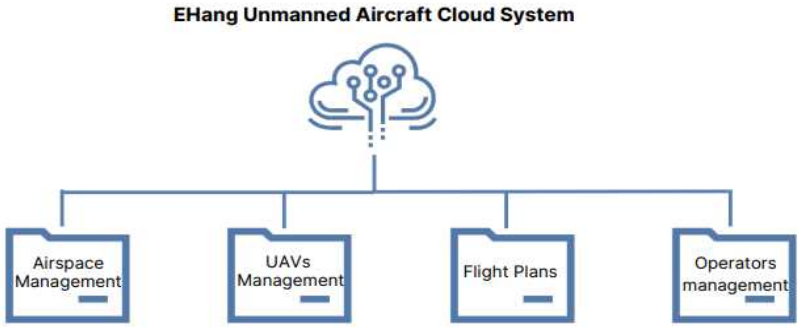


드론통합운용솔루션, 부산시

○ eHang K-UAM 업무 기술고문 지원

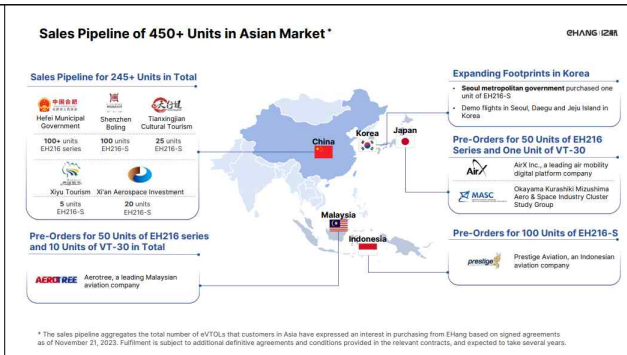
- eHang K-UAM 관련 특별감항 업무 지원 및 통신 및 기술 인프라 지원.
- CAAC, 5G 기반 Ckoud 플랫폼 및 신규 통신망 인티그레이션 및 교통관리 솔루션 체계통합 기술지원.


UNMANNED AIRCRAFT CLOUD SYSTEM （UACS） APPROVAL LETTER





eHang EH216 AAV 특별감항 기술지원 / HL008X



eHang 글로벌 판매 국가 및 수요처

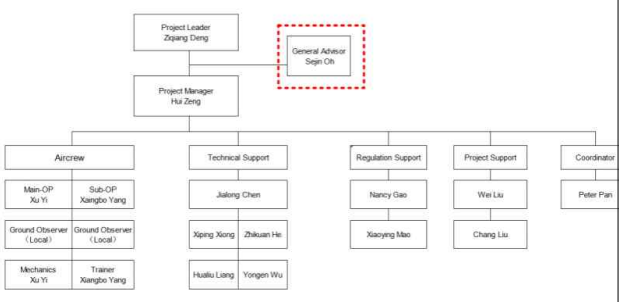
- FineVT Robotics LAB은 종합측량시스템, Network RTK 등 첨단 측량기술을 개발하여 공간정보사업 인프라 구축과 UAM 교통관리, 글로벌 항공 제조 업무를 진행하고 있음.



K-UAM 시연기체에 사용한 국토교통부 UTID



eHang AAV 제품군



SKT K-UAM용 5G 상공망, FineVT Robotics LAB

Responsible for K-UAM GC Project Team

Huazhi Hu, Founder, Chairman and Chief Executive Officer

Mr. Huazhi Hu has been the founder, chief executive officer and the chairman of the board of directors since the inception of our company. Mr. Hu founded our predecessor company, Beijing Yihang Chuangshi Technology Co., Ltd. in 2005, a leader in providing large-scale command-and-control systems. Mr. Hu also worked as the chief technology officer at Beijing 999 Emergency Rescue Center in charge of the development of the emergency command & control center between 2008 and 2010, and worked at Beijing Jindian Group as a vice president overseeing information management between 2006 and 2008. Mr. Hu is a recipient of the Technology Innovation Award presented at the Living Legends of Aviation event in 2019. Mr. Hu attended Tsinghua University majoring in computer science from 1992 to 1997.

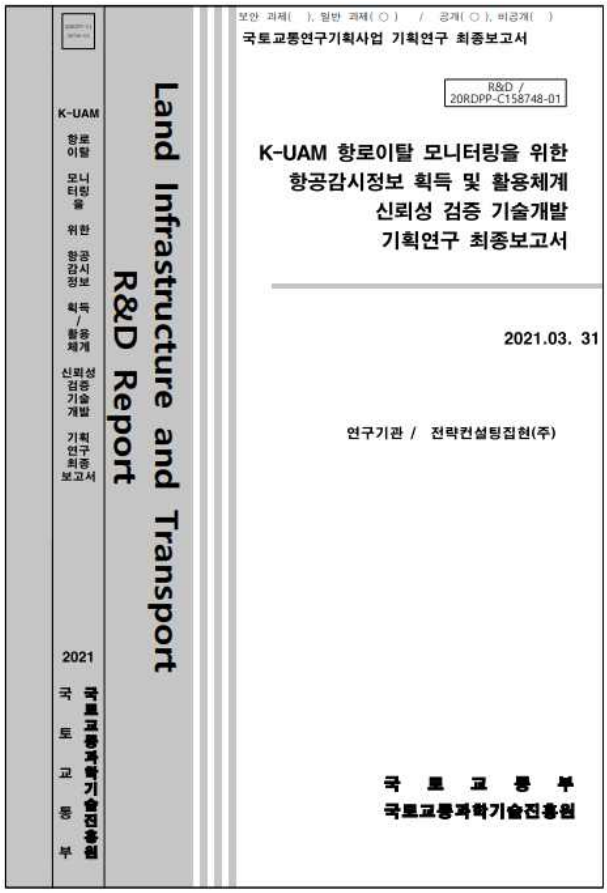
Sejin Oh, K-UAM GC General Advisor

Mr. Oh is professional in UAV and Communications and information processing, tactical data, aviation system-related software. Mr. Oh has joined many domestics projects in governmental and commercial business. And Mr. Oh has qualification in Restricted Wireless Carrier qualified by Ministry of Science and ICT, and TTA UAM Forum (KOREA) Director chairman of the technical standard and Qualification of Flight Instructor for Ultralight Flight Equipment (Multicopter) qualified by Korea Transportation Safety Authority (TS), and Unmanned Aerial Vehicle accident investigation and security process qualified by Korean Aerospace University (KAU), and obtained a bachelor's degree in Structural/Material Simulation from Gyeongsang National University.

eHang, Responsible for K-UAM GC Project Team

○ KAIA, 항로이탈 모니터링을 위한 항공감시정보 획득 및 활용체계 신뢰성검증 기술개발기획연구 인용.

- KAIA, R&D / 20RDPP-C158748-01, 210331
- K-UAM 항로이탈 모니터링을 위한 항공감시정보 획득 및 활용체계 신뢰성 검증 기술개발기획연구 최종보고서에서 ㈜파인브이티가 소개됨(P84, P100 인용)



보안 과제( ), 일반 과제(○) / 공개(○), 비공개( )

국토교통연구기획사업 기획연구 최종보고서

R&D / 20RDPP-C158748-01

K-UAM 항로이탈 모니터링을 위한 항공감시정보 획득 및 활용체계 신뢰성 검증 기술개발 기획연구 최종보고서

2021.03. 31

연구기관 / 전락컨설팅집현(주)

국 토 교 통 부

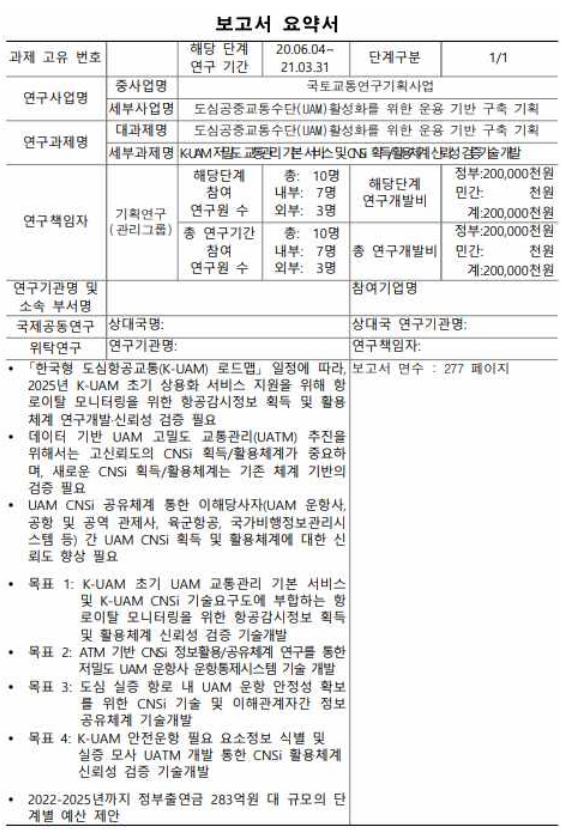
국토교통과학기술진흥원

K-UAM 항로이탈 모니터링을 위한 항공감시정보 획득 / 활용체계 신뢰성 검증 기술개발 기획연구 최종보고서

Land Infrastructure and Transport R&D Report

2021 국토교통부 국토교통과학기술진흥원

국토부 국토교통과학기술진흥원, K-UAM 항로이탈 모니터링을 위한 항공감시정보 획득 및 활용체계 신뢰성 검증 기술 개발 기획연구 최종보고서, 2021



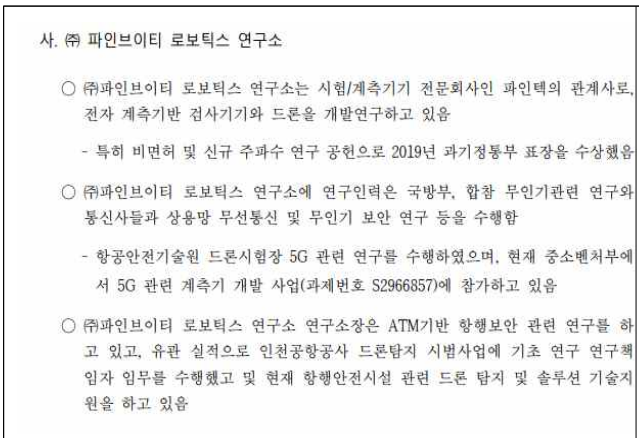
보고서 요약서

과제 고유 번호		해당 단계 연구 기간	20.06.04~ 21.03.31	단계구분	1/1
연구사업명	중사업명	국토교통연구기획사업			
	세부사업명	도심공중교통수단(UAM) 활성화를 위한 운용 기반 구축 기획			
연구과제명	대과제명	도심공중교통수단(UAM) 활성화를 위한 운용 기반 구축 기획			
	세부과제명	K-UAM 저밀도 교통관리 기본 서비스 및 CNS 획득/활용체계 신뢰성 검증 기술개발			
연구책임자	기획연구 (관리그룹)	해당단계 참여 연구원 수	총: 10명 내부: 7명 외부: 3명	해당단계 연구개발비	정부:200,000천원 민간: 천원 계:200,000천원
		총 연구기간 참여 연구원 수	총: 10명 내부: 7명 외부: 3명	총 연구개발비	정부:200,000천원 민간: 천원 계:200,000천원
연구기관명 및 소속 부서명				참여기업명	
국제공동연구	상대국명:			상대국 연구기관명:	
위탁연구	연구기관명:			연구책임자:	

- 「한국형 도심항공교통(K-UAM) 로드맵」 일정에 따라, 2025년 K-UAM 초기 상용화 서비스 지원을 위해 항로이탈 모니터링을 위한 항공감시정보 획득 및 활용체계 연구개발·신뢰성 검증 필요
- 데이터 기반 UAM 고밀도 교통관리(UATM) 추진을 위해서는 고신뢰도의 CNSi 획득/활용체계가 중요하며, 새로운 CNSi 획득/활용체계는 기존 체계 기반의 검증 필요
- UAM CNSi 공유체계 통한 이해당사자(UAM 운항사, 공항 및 공역 관제사, 육군항공, 국가비행정보관리시스템 등) 간 UAM CNSi 획득 및 활용체계에 대한 신뢰도 향상 필요
- 목표 1: K-UAM 초기 UAM 교통관리 기본 서비스 및 K-UAM CNSi 기술요구도에 부합하는 항로이탈 모니터링을 위한 항공감시정보 획득 및 활용체계 신뢰성 검증 기술개발
- 목표 2: ATM 기반 CNSi 정보활용/공유체계 연구를 통한 저밀도 UAM 운항사 운항통제시스템 기술 개발
- 목표 3: 도심 실증 항로 내 UAM 운항 안정성 확보를 위한 CNSi 기술 및 이해관계자간 정보 공유체계 기술개발
- 목표 4: K-UAM 안전운항 필요 요소정보 식별 및 실증 모사 UATM 개발 통한 CNSi 활용체계 신뢰성 검증 기술개발
- 2022-2025년까지 정부출연금 283억원 대 규모의 단계별 예산 제안

보고서 면수 : 277 페이지

국토부 국토교통과학기술진흥원, K-UAM 항로이탈 모니터링을 위한 항공감시정보 획득 및 활용체계 신뢰성 검증 기술 개발 기획연구 요약서, 2021



사. ㈜ 파인브이티 로보틱스 연구소

○ ㈜파인브이티 로보틱스 연구소는 시험/계측기기 전문회사인 파인텍의 관계사로, 전자 계측기반 검사기기와 드론을 개발연구하고 있음

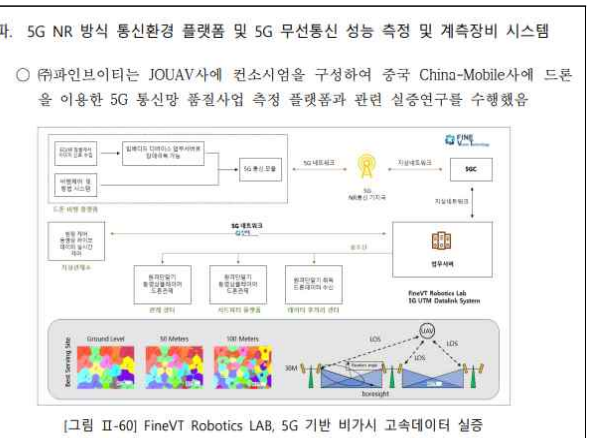
- 특허 비면허 및 신규 주파수 연구 공헌으로 2019년 과기정통부 표장을 수상했음

○ ㈜파인브이티 로보틱스 연구소에 연구인력은 국방부, 합참 무인기관련 연구와 통신사들과 상용망 무선통신 및 무인기 보안 연구 등을 수행함

- 항공안전기술원 드론시험장 5G 관련 연구를 수행하였으며, 현재 중소벤처부에서 5G 관련 계측기 개발 사업(과제번호 S2966857)에 참가하고 있음

○ ㈜파인브이티 로보틱스 연구소 연구소장은 ATM기반 항행보안 관련 연구를 하고 있고, 유관 실적으로 인천공항공사 드론탐지 시범사업에 기초 연구 연구책임자 임무를 수행했고 및 현재 항행안전시설 관련 드론 탐지 및 솔루션 기술지원을 하고 있음

국토부 국토교통과학기술진흥원, 최종보고서 파인브이티 소개 , 2021



파. 5G NR 방식 통신환경 플랫폼 및 5G 무선통신 성능 측정 및 계측장비 시스템

○ ㈜파인브이티는 JOUAV사에 컨소시엄을 구성하여 중국 China-Mobile사에 드론을 이용한 5G 통신망 품질사업 측정 플랫폼과 관련 실증연구를 수행했음

[그림 Ⅱ-60] FineVT Robotics LAB, 5G 기반 비가시 고속데이터 실증

국토부 국토교통과학기술진흥원, 최종보고서 파인브이티 5G 무선통신 성능 측정 및 계측장비 시스템, 2021

○ 세계 주요 전시회인 MWC 2023에서, SKT와 FineVT가 협업한 “Measuremet Solution For Aerial N/W)솔루션 런칭

- SK텔레콤과 스페인 바르셀로나에서 개최한 2023 MWC 전시회에 참가
- MWC는 연결 시장에서 가장 크고 영향력 있는 행사로써 기술, 커뮤니티, 상업이 융합되는 곳이며, 글로벌 이동통신사, 장치 제조 업체, 기술 제공업체, 공급업체, 콘텐츠 소유자 등 미래 기술에 관심이 많은 기업과 참관객이 모이는 행사임.







○ K-UAM 그랜드 챌린지 1단계 : 교통관리부분 R&D 컨소시엄 선정

- 한국형 UAM 사업에서 글로벌 UAM 생태계를 선도하고, 글로벌 표준화 제안 및 산업적 확산을 위해서 안정성 및 통합 운용성 실증이 필수적임. 이에 FineVT 컨소시엄은 K-UAM 교통관리 부분에 참여하여 교통관리 부분의 상용화 안전성을 충분히 검증하고, 국내 여건에 맞는 운용 개념 및 기술기준을 마련하기 위해 상용화 연구실증에 참가함.

■ K-UAM ConOPS 운영성 검증(롯데컨소시엄 기체 협력)
■ 운용 환경(CNSi, 교통관리 등)의 단계적 검증(고흥 10km 실증 지역)
■ 안전한 교통관리를 위한 교통관리 솔루션 및 보안 솔루션 개발 및 검증
■ 교통관리 유무선 통신 암호화 및 VPN 개발 및 검증
■ 5G 및 UAM 주파수 통신환경 모니터링 솔루션 개발 및 검증(SKT협력)
■ 신규 무선 WiMAX 및 433Mhz 주파수 실증 및 검증
■ 교통관리 플랫폼 인프라 (항행관리솔루션, 유/무선통신, 항행 모니터링, 사고 예방 및 비상조치 솔루션)
■ 교통관리 플랫폼 보안 (통신보안, 양자 암호화 등)
■ 교통관리 플랫폼 안전 (비허가 항공기 및 드론 탐지 및 대응 솔루션)

- 국토교통부에서 2025년 드론 택시 시범사업 준비를 위한, The K-UAM Grand Challenge-1에서 교통관리 분야 전문 R&D 컨소시엄으로 선정되어 FineVT Robotics LAB, 독일 로데슈바르츠, 미국 Anra Technologies, ARX, WeGoes 글로벌 협력 컨소시엄을 구성해 연구 실증 추진중에 있음.



K-UAM GC-1 교통관리 | FineVT 컨소시엄 기본계획서

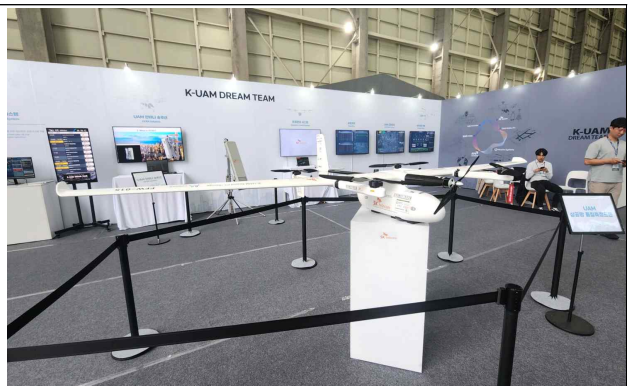


K-UAM GC-1 교통관리 컨소시엄

- 2024년 8월에서 9월까지 고흥 비행시험장에서 관련 연구를 일정이 확정되어, 당 사업과 연동해서 연구를 병행 추진할 계획임
- FineVT는 SKT, 롯데정보통신 등 여러 가지 K-UAM GC-1에 참가하는 종합컨소시엄에 관련 기술을 지원하고 있음.



K-UAM Grand Challenge-1 참가 컨소시엄



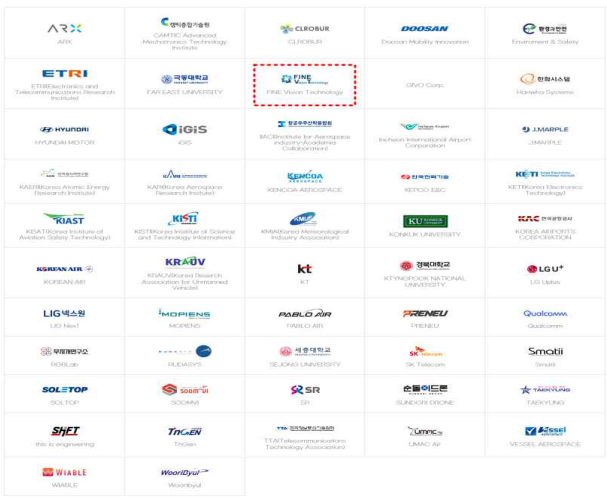
SKT 컨소시엄 전시된 FineVT 전파분석무인기

○ G3AM 글로벌 사실표준화기구 참가 및 국토교통부 K-UAM 프로젝트 참가

- G3AM(Global Association for Advanced Air Mobility)은 AAM 정보 공유 시스템, 교통 관리 및 교통 관제, 필수 항법 성능 등 다양한 분야의 새로운 표준을 개발 및 유지하며 이들 표준 간의 상호운용성과 호환성을 보장하는 사실상의 표준화 기관임.
- 정부가 주관하는 K-UAM 그랜드 챌린지에 참가하는 UAM 한국 팀의 핵심 멤버들이 설립한 G3AM은 챌린지를 통해 얻은 도시 환경에 최적화된 데이터를 기반으로 표준을 개발하고 있음.
- G3AM은 전 세계 AAM 전문 기업 및 조직과 협력하여 최신 AAM 표준을 전 세계적으로 개발하고 배포하며 G3AM이 개발한 표준은 글로벌 시장에서의 신뢰성을 높이고, 회원사가 글로벌 경쟁력을 확보할 수 있도록 지원함.
- 본 제안서의 PM인 파인브이티 연구소장은 G3AM의 기술분과위원장이며 UAM 표준화 추진 중.



231117-G3AM Global Conference 2023



G3AM(Global Association for Advanced Air Mobility)

○ 국토교통부, K-UAM(한국형 도심항공교통) 정책 추진 방향에 따른 연구과제 설계



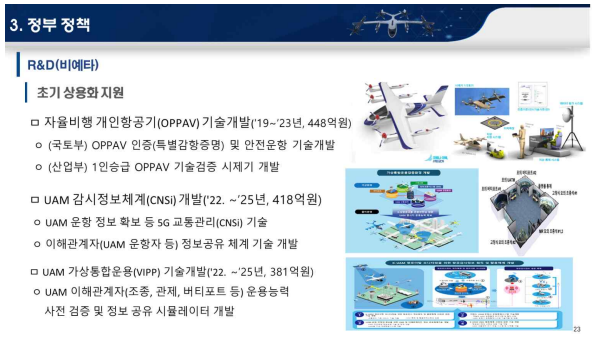
국토교통부, 한국형 도심항공교통 정책추진 현황



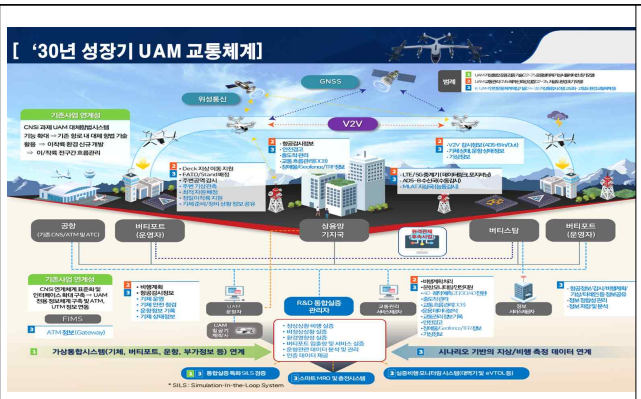
국토부, K-UAM 기술로드맵



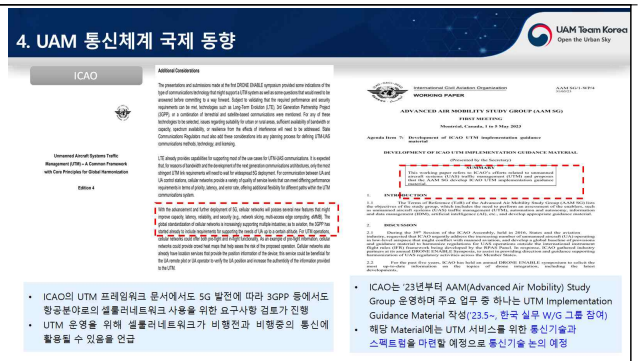
국토부, K-UAM 상용화 핵심기술 선정항목



국토부, R&D(비예타) 정부정책



국토부, UAM 교통체계 2030년 성장기 예측



국토부, UAM 통신체계 국제동향 분석



국토부, UAM 통신체계 국제동향 분석



국토부, UAM 통신체계 국제동향 분석



국토부, UAM 통신체계 국제동향 분석



국토부, UAM 통신체계 국제동향 분석

- K-UAM 그랜드챌린지는 국토부가 2025년 국내 UAM 상용화를 목표로 기체 안전성을 검증하고 국내 여건에 맞는 운용 개념, 기술 수준을 마련하고자 추진하는 민관 합동 대규모 실증사업임
- ㈜파인브이티는 K-UAM 그랜드챌린지의 교통관리 분야에 선정되었으며 올해 8~9월 고흥 비행장에서 상공망 테스트를 진행할 예정임.





K-UAM 그랜드챌린지 1단계 협약식

② 연구개발과제의 추진체계 (2단계)

국내 연구개발기관별 참여현황		
구 분	연구개발기관수	참여연구자수
대기업		
중견기업		
중소기업	1	3
공기업		
대학	1	6
국립연		
정부부처		
공립연		
지자체		
정부출연연		
지자체 출연연		
전문연		
병원		
기타		

연구개발과제명
AAM & UAM을 대비한 정밀 상공통신품질망 방안 연구

[주관연구개발기관] ㈜파인브이티
상공망 통신 품질 측정
책임자(오세진)외 3명
연구개발내용
· 상공망 통신 품질 측정 장비가 탑재된 무인기 인티그레이션 · 상공망 통신 품질 측정 데이터 취득

[공동연구개발기관] KAIST
상공망 통신 품질 맵 개발
책임자(신효상)외 6명
연구개발내용
· 수집된 상공망 품질 측정 데이터를 활용하여 3D 통신망 품질 맵 제작 · AAM 운용 절차와 통합된 시각화 플랫폼 개발

③ 상대국(영국) 연구기관과의 국제협력 추진전략 · 방법 및 추진체계

○ 사업 범위

- 다년간 진행되는 이 프로젝트에서 BVLOS(Beyond Visual Line Of Sight) 서비스로 작동하는 여러 드론을 사용하여 46개의 비행 테스트 실증 목표 중 32개의 요소를 테스트
- 업계, 학계, 최종 사용자 간의 협력적 접근 방식을 따라 향후 비행을 위한 시스템, 제품 및 서비스를 개발
- 히드로 공항의 최종 사용자 및 운영자와 지역 및 국가 당국과의 협력 계획을 포함하고 규제 준수 및 조정에 있어 문제없이 과업을 수행할 수 있도록 안전 사례의 법률 및 규정 준수 측면 전문가를 참여시킴

○ 혁신의 초점

- 공역을 적극적으로 확인하고 탐지 및 회피(DAA)를 실시하며 안전 및 보안 위험을 식별하기 위해 사용 가능한 모든 지상 및 공중 데이터를 융합
- 가장 위험이 적은 UAV가 특정 작업을 수행할 수 있도록 고해상도 모델에서 실행되는 3D 분석
- AI와 nano-UAV 기술 통합
- AI와 머신러닝 기술을 적용하여 안전성, 성능, 자율성 등 향상
- 합성 환경에서 시스템을 보장하기 위한 T&E 툴 혁신
- 기존 운영에 대해 최소한의 영향을 주면서 안전한 UAS 운영을 가능하게 하는 절차 및 제어 혁신
- 개선 : 세계 최초로 수행되는 이 프로젝트에서는 선도적 국제 공항인 히드로 공항의 운영 환경에 기술적으로나 절차적으로 완전히 통합시켜서 운영
- 집중 : 기존 기술을 새로운 영역에 적용하고 새로운 기술개발에 중점을 둔 혁신 수행
- 운영의 자유 : 히드로 공항과 본 프로젝트의 합성 환경과 테스트 시설 및 Radnor 산맥에서도 자유롭게 동작할 수 있음
- 적합성과 경쟁력 : 기업의 각 하위 시스템은 제조업체의 현 제품과 잘 맞으므로 히드로 공항의 실제 운영에서 생존 가능성을 입증함으로써 제품의 경쟁력은 훨씬 더 향상됨.
- 4개월간 히드로 공항에서 UAS 서비스를 시연하여 시스템의 안정성을 입증

○ 프로젝트 관리

- 프로젝트 통합은 각 컨소시엄 조직의 대표와 OSL이 의장을 맡은 프로젝트 운영 위원회에서 수행
- PM에 대한 보고는 매주, 운영 위원회에 매월, Innovate UK에 분기별로 보고되며 월별 및 분기별 보고서에는 진행 상황, 프로젝트 위험 요소, 분기별 재무 상태 및 예상을 포함.
- 프로젝트는 아래와 같이 구성.

: WP1 인프라 및 환경: (£2,093,445) 인프라 및 환경에는 물리적, 입법적, 절차적 요소가 있으며 OSL의 지원을 받아 히드로가 주도함

: WP2 합성 환경: (£1,158,606) 합성 환경은 Cranfield가 주도하며 주요 국제 공항의 최초의 모듈식 합성 환경을 제작

: WP3 UAS: (£2,210,083) 검사, 모니터링 및 감시 사용 사례 요구 사항을 충족하는 DIAB(Drone In A Box) 시스템 생산에 중점을 두고 진행하며 자동화된 무인기 관리 기능을 고려하여 운영 제어 시스템이 개발되어 교통 통제 및 지상 운영팀이 감독하는 동안 DIAB 네트워크를 동시에 작업 및 운영함.

: WP4 작업 관리: (£1,769,355) OSL이 주도하여 HADO UAS에 대한 작업을 자동으로 선택 및 계획하고 비행 계획 승인을 받는 자율 UAS용 작업 관리 시스템 개발.

: WP5 교통관리: (£1,510,787) OSL 및 Heathrow에 의존하여 Thales가 진행하는 이 회사는 무인, 항공 및 지상 교통관리 시스템을 개발, 제공 및 통합할 예정임.

: WP6 IOP 및 Ops C2: (£1,900,586) OSL을 통한 안전한 자율 무인기 서비스를 가능하게 하는 SIOP 및 관련 C2 시스템 제작.

: WBS 7 활성화 기술: (£866,578) 활성화 기술은 OSL이 진행하며 아키텍처, 보안 및 데이터가 정의, 검토, 개발 및 평가됨

: WBS 8 테스트, 평가 및 승인: (£1,403,778) 시스템 개발 및 비행 운영 승인을 뒷받침하는 증거를 제공하기 위해 OSL의 주도하에 합성 환경 및 실제 환경에서 점진적인 테스트 및 평가 수행

상대국(영국) 연구개발기관별 참여현황		
구 분	연구개발기관수	참여연구자수
기업 (Business of any size)	1	2
대학 등 (Academic Institution)	1	3
연구기관 (Research and Technology Organisation(RTO))		
지자체 (Local authority or other public sector organisations)		
민간개발업체 (Social Housing Providers)		
실증단지 제공단체 등 (Provider of Living Lab facilities)		
기타		

공동연구개발 목표
첨단항공모빌리티(AAM) 운용을 위한 통신망 성능 및 안정성 평가 연구

한국 연구기관	
과제명	AAM & UAM을 대비한 정밀 상공통신품질망 방안 연구
[주관연구개발기관]	
기관명	㈜파인브이티
연구자	책임자(오세진) 외 2명
연구개발 내용	· 상공망 통신 품질 측정 장비가 탑재된 무인기 인티그레이션 · 상공망 통신 품질 측정 데이터 취득
[공동연구개발기관]	
기관명	KAIST
연구자	책임자(신효상) 외 5명
연구개발 내용	· 수집된 상공망 품질 측정 데이터를 활용하여 3D 통신망 품질 맵 제작 · AAM 운용 절차와 통합된 시각화 플랫폼 개발

영국 연구기관	
과제명	Advanced air mobility: Communication Evaluation for Safe and Seamless operations
[주관연구개발기관]	
기관명	Herotech8 Ltd
연구자	책임자(Edward Anastassacos) 외 1명
연구개발 내용	· 통신망 품질 및 안정성 평가 비행 시험 설계 및 수행 · AAM 운용절차 통합 · 웹기반 통신망 성능 평가 공유 API 개발
[공동연구개발기관]	
기관명	Cranfield University
연구자	책임자(Hae-In Lee) 외 2명
연구개발 내용	· 3D 통신망 품질 맵 생성 · 영국 AAM 운용 절차와 통합된 시각화 플랫폼 개발

4) 연구개발 수행일정 및 주요 결과물

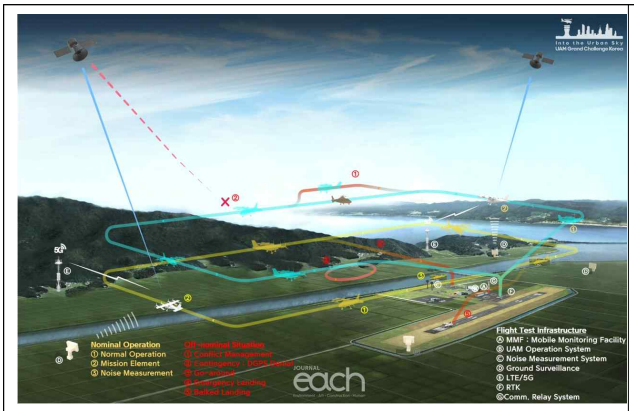
[2단계]

2년차(2025)																
연번	세부 연구개발내용	수행일정(12개월기준)												주요 결과물	연구개발비 (단위:천원)	연구개발기관 (책임자)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
1	무인기 비행 및 데이터 취득													상공망 품질 측정 데이터 및 비행 기록	45,000	㈜파인브이티 (오세진)
2	통신 히트맵을 AAM의 운영 워크플로우와 통합													통합된 히트맵	26,000	KAIST (신효상)
3	시각화 플랫폼 개발													시각화 플랫폼	28,000	KAIST (신효상)
4	데이터 정보 수집 자동화													자동화 데이터 수집	220,000	㈜파인브이티 (오세진)
5	AAM 운용절차 통합 통신망 품질 제공													통합 플랫폼	130,000	KAIST (신효상)
3년차(2026)																
연번	세부 연구개발내용	수행일정(12개월기준)												주요 결과물	연구개발비 (단위:천원)	연구개발기관 (책임자)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
1	데이터 정보 수집 자동화													자동화 데이터 수집	80,000	㈜파인브이티 (오세진)
2	AAM 운용절차 통합 통신망 품질 제공													통합 플랫폼	70,000	KAIST (신효상)
3	정적 데이터 기반의 교통정책 및 서비스 지원 안정화													안정화된 서비스	375,000	㈜파인브이티 (오세진)
4	인공지능 부분 기초 연구													인공지능 기초 연구 자료	250,000	KAIST (신효상)
5																

5) 연구개발과제의 실증 계획, 활용방안 및 기대효과

(1) 연구개발성과의 실증 계획

○ 현장적용 계획

<table>
<tr>
<td> 
</td>
<td> 
</td>
</tr>
<tr>
<td>전라남도 고흥군 드론·UAM 비행 시험장</td>
<td>UAM 실증사업 수도권 노선</td>
</tr>
</table>

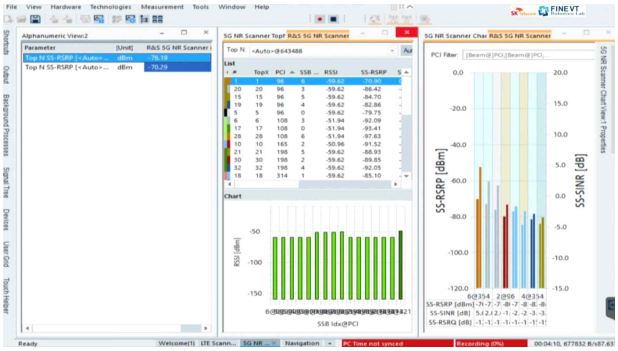
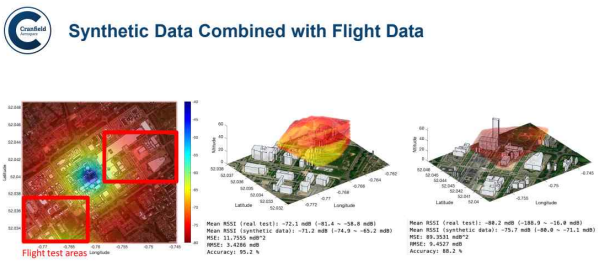
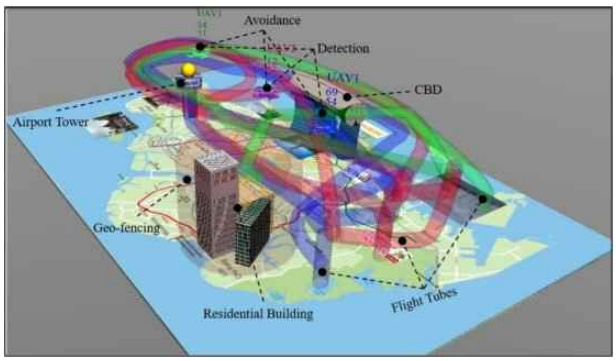
- 본 프로젝트의 대상지는 K-UAM Grand Challenge를 수행하는 전라남도 고흥군 드론·UAM 비행 시험장을 우선으로 하여 대상지를 점차 확대
- 고흥은 UAM 테스트를 가장 먼저 시험하는 지역으로서 초기에 데이터가 많이 도출될 것으로 예상되며 다양한 테스트를 진행하는 테스트 베드로써 운항 데이터 또한 다양하게 얻을 수 있을 것으로 예상됨
- 수도권 도심항공교통(UAM) 실증노선에 본 연구개발 성과를 적용하여 서울 상공을 비행하는 UAM 기체들에 상공망 통신 정보를 제공하여 안전한 비행이 가능하도록 적용
- 제주 지역의 UAM은 관광을 목적으로 사용되며 이에 따라 동시에 많은 UAM이 비행할 수 있고 상용화가 된 직후부터 국내에서 가장 많은 수요를 가질 것으로 예상되므로 해당 지역에 솔루션으로 공급하여 관광 항로를 체계화하여 안전한 비행을 할 수 있도록 함
- 실증 규모는 예산, 시간, 인력, 장비 등의 가용 자원을 고려하여 규모를 조절하며, 초기에는 프로젝트에서 사용할 샘플 크기를 설정하여 작은 규모에서 시작함
- 소요 예산은 프로젝트를 통해 구축이 완료되었다는 가정하에 추가적으로 큰 비용이 투입되지 않으며, 본 프로젝트 수행 기간은 3년간의 협약 금액과 추가적인 기업의 투자 금액으로 충당될 것으로 예상됨
- 적용 시기는 가시적으로 상공망 통신 품질 데이터를 확인할 수 있게 되는 2~3년차 이후에 적용이 가능할 것으로 예상됨
- 각 이동통신사에서 폐쇄적으로 가지고 있는 상공망의 통신 품질 데이터를 통합하여 공개함으로써 사용자 입장에서 한눈에 파악할 수 있도록 지원
- UAM 운항 데이터를 실시간으로 받아오며 정적 데이터와 동적 데이터를 API에 자동으로 연결되도록 함
- UAM에 정해진 경로와 매뉴얼에 따라서만 비행하는 자동 비행이 아닌 스스로 학습하고 비상 상황에 대처할 수 있는 인공지능을 접목시키기 위한 기초 연구 진행
- UAM 운영자에게 품질 측정 데이터를 공급하여 혼잡한 지역이나 트래픽이 적은 시간대를 파악하고 비행경로를 조정하여 최적의 비행경로와 스케줄을 계획할 수 있도록 함

○

-

(2) 연구개발성과의 활용방안

○ 연구 개발 성과

<table>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>인티그레이션 무인기 예시</td><td>상공망 통신 품질 측정 데이터 예시</td></tr>
<tr><td> 
</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>히트맵 예시, 크랜필드 대학</td><td>시각화 플랫폼 예시</td></tr>
</table>

- 1차년도 연구개발을 통해서 기존의 무인기에 통신 품질 측정 장비가 인티그레이션 된 **상공망 품질 측 무인기**가 제작됨
- 제작된 무인기의 비행을 통해서 무인기를 비행했던 로그, 경로 등 비행 기록들을 취득할 수 있으며, 비 의 목표인 측정된 **상공망 통신 품질 데이터**를 취득함
- 측정한 데이터를 가공하고 가시화하여 히트맵이 도출되고 통신 히트맵을 AAM의 운영 워크플로우와 통 하여 확인할 수 있는 **시각화 플랫폼**이 제작됨
- 결과적으로 상공망 품질을 확인할 수 있는 **공개형 API 연동 플랫폼** 도출

○ 활용 분야 및 방안

- 25년도 상용화를 목표로 하고 있는 K-UAM Grand Challenge 사업에 상공망 통신 품질 측정 데이터를 공하여 안정적인 비행을 할 수 있도록 공급
- 상공망 통신 품질 측정 데이터를 통해 네트워크의 성능을 평가하고 서비스 개선을 위한 방향을 결정하 데이터 병목 현상이나 성능 저하를 일으키는 요인을 식별하고 최적화 진행
- 고객들이 경험할 네트워크 문제를 신속하게 파악 및 해결하고 불만족을 줄여 고객들의 서비스 만족도 향
- 상공망 운영 팀에 품질 측정 데이터를 확인할 수 있도록 공급하고 네트워크의 가용성과 신뢰성을 유지하 서비스 중단을 방지하여 네트워크를 관리하고 AAM 통신 지연·두절 등의 문제를 예방함
- 수요가 많은 지역이나 병목 현상이 발생하는 지역의 서비스 품질 향상을 위해 해당 지역에 네트워크 확 및 투자 결정 등에 도움을 줌

(3) 연구개발성과의 기술적 기대효과

○ 최적의 교통관리 시스템 구축 방향 제시

- 1단계 : 통합) ➡ 2단계 : 지능화 ➡ 3단계 : 제어
- 1단계(통합)

: 단순 소통 정보 표출 기능을 벗어나, 공공·민간 교통 관련 빅데이터를 통합·연계하여 의미 있는 지표를 산출하고 모니터링함과 동시에 이용자 맞춤형 데이터 공유를 가능케 하는 단계

: 지표 기반의 각종 교통 관련 분석이 가능하며 다양한 분석을 토대로 기존과 차별화된 고도화된 교통 정책지원이 가능(예를 들어, 통신자료와 대중교통 자료를 통합한 대중교통 소외지역 맞춤형 서비스 제공 등)

: 통신사 및 네비게이션 회사 등 민간에서 요구하는 공공 데이터와 보유하고 있는 데이터들을 통합하여 맞춤형 서비스 제공이 가능한 환경을 구현

- 2단계(지능화)

: 통합 및 표준화된 정적 데이터 요구사항에 부합하는 정보들의 수집이 자동화되며, 정적 데이터가 지능화되어 정적 데이터 기반의 교통 정책 및 서비스 지원이 안정화되는 단계, 동적 데이터 수집이 시작되며 정적 데이터와 동적 데이터 기반의 인공지능 기술들이 개발되는 단계

: 정적 자료 기반의 지표들로부터 시계열 특성을 확인할 수 있어 향후 인프라 및 교통 재원 투자 지역 확인이 가능하며, 동적 데이터를 통해 기존 및 신 교통수단들의 실시간 모니터링이 가능

: 인공지능 기반 교통 정책 지원이 가능해져 문제점 파악부터 해결책까지 제공해줄 수 있는 기술 구현

: 정적 데이터와 동적 데이터를 결합한 Data-driven 방식의 교통 운영 서비스 제공

- 3단계(제어)

: 신 교통 단 및 기술 등이 진입 시 실시간으로 인공지능화하여 타수단이 모두 혼재된 교통체계를 최적화하여 제어할 수 있는 단계

: 자율협력주행차량 등 신교통수단과 일반 차량과의 혼재된 상황을 실시간으로 판단하여 안전성, 이동성, 신뢰성 등 다양한 측면에서 최적화된 교통 서비스 구현



○ 통신, 항법, 감시, 정보(C, N, S, I) 주요 시설별 보완 설치 방안 제시

- Communication(통신) - 상용 통신망

: UAM은 운항 범위가 좁고 낮기 때문에 LTE, 5G 등과 같은 상용통신망을 이용하게 될 것

: 기지국 망이 촘촘하게 설치되어 있으며 산악 및 건물 등 지상 장애물에 의한 음영지역의 영향을 받지 않음

: 기존의 기지국을 활용할 수 있어 시설 구축 비용이 절약될 뿐만 아니라, 운항과 관련된 그래픽, 영상 등의 용량이 큰 DATA 전송도 실시간으로 가능해 안전한 운항에 기여할 것

- Communication(통신) - 위성통신 시스템

: 음영지역, 통신망 장애 등 상용통신망의 통신이 두절 되는 만약의 상황 대비

: 저궤도 위성 (LEO: Low Earth Orbit) 통신망을 사용하여 연속적인 실시간 통신 시스템 구현

- Navigation(항법) - 시설 개발

: 크기 및 출력이 커야하므로 장비를 도심 지역에 설치하는 것은 한계가 있으므로 UAM 운항 환경에 맞는 시설 개발 필요

: 새로운 시설에서 송신되는 정보를 UAM에서 수신하기 위한 기체 탑재용 수신 장비도 개발될 것

- Navigation(항법) - 정밀착륙 유도 시스템

: UAM은 기존의 항공기와는 다르게 수직으로 착륙하기 때문에 UAM의 착륙을 지원하는 버티포트에서의 정밀착륙 유도시스템이 개발되어야 함

: 주/야간 및 기상악화 등 전천후의 상황에서도 안전하게 착륙할 수 있을 것

- Surveillance(감시)

: 도심지역에 설치할 수 있는 소형 레이더를 비롯하여 라이다, ADS-B, CCTV 및 UAM에 설치된 카메라 등 다양한 장비들을 활용한 감시체계가 개발될 것

: 관제시스템과 연계하여 UAM 운항 공역(버티포트 및 항로)을 실시간 감시하고, UAM의 운항 현황(경로, 속도, 고도 등)을 파악할 수 있음

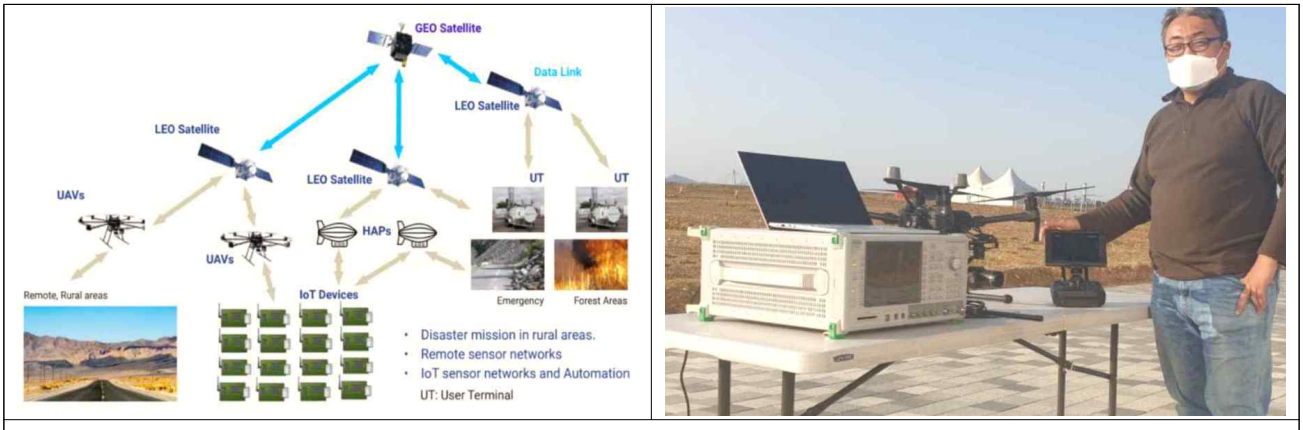
: 조류, 드론 등 공중의 장애물들의 현황을 파악 후, 관제 지시(경로, 속도, 고도, 항로 변경 등)를 발부하여 공중 충돌 방지 및 교통 흐름을 원활하게 함

- Infomation(정보)

: 항공정보 수집 체계는 SWIM(System Wide Information Management) 체계를 구축할 것

: 구축된 정보수집과 전파 체계를 관제시스템에 연계

: 자동으로 수집하고 분석된 정보를 실시간으로 운항에 적용한다면, 더욱 안전하고 효율적인 운항이 될 것으로 기대



FineVT Robotics LAB 6G-LEO SAT 및 5G 기반 상공망 테스트 예시

○ 상공망 환경평가 및 실시간 정보 제공을 통한 항행 CSNi 운영 안정성 강화

- 통신, 항법, 감시, 정보(C/N/S/i) 주요 시설별 보완 설치 방향을 제시함으로써, UAM 운영의 안전성과 효율성을 보다 향상시킴

○ 경쟁력 및 선도기술 확보 가능성

- 다양한 산업 분야의 다양한 기업들과 학교들이 협력을 강화하여 각 분야의 전문성을 결합한 종합적인 솔루션을 제공하는 것을 통해 다양한 산업 분야의 전문 지식과 기술을 융합하여 새로운 가치를 창출하고, 시너지 효과를 극대화할 수 있음. 다양한 산업 분야 간의 협력은 사회적 가치 창출에도 긍정적인 영향을 미치며 기술의 발전과 혁신은 사회 문제 해결을 위한 다양한 솔루션을 제공하는데 도움이 되고, 이는 지속 가능한 발전과 사회적 포용성을 실현하는데 중요한 역할을 함
- 아직까지 상공망 통신 품질을 아우르는 사업은 진행되고 있지 않으며 각 이동통신사에서 망을 깔고 있는 형태로 체계화되고 있지 않은 분야임
- 글로벌 네트워크를 구축하고 국제적인 협력 관계를 강화하여 국제 시장에서의 경쟁력을 확보하는 것은 현대 기업이나 조직이 글로벌 시장에서 성공을 거두기 위해 중요한 전략적 목표임. 현지 시장에서의 경쟁력을 확보하기 위해서는 현지 파트너 및 협력사와의 협업이 필요하며 이를 통해 현지 시장에 대한 통찰력을 얻고, 현지 시장에서의 신뢰성을 구축할 수 있음
- UAM 상공망 통신 품질은 아직 표준화 된 내용이 없으므로 본 프로젝트를 통해서 상공망 통신 품질 측정 솔루션을 구축하고 이를 G3AM(UAM 글로벌 표준화 기구)을 통해 표준화 추진

○ 기대효과

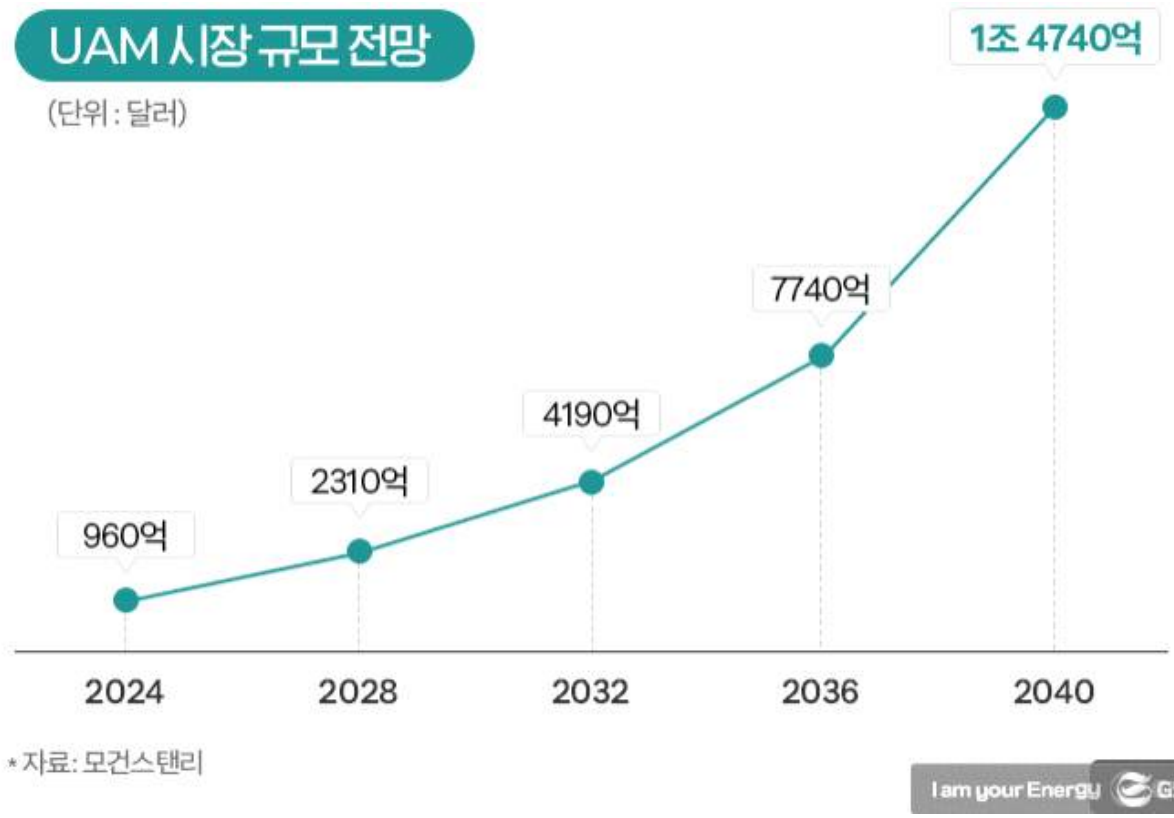
- 상공망 품질 측정 자료를 통해 기업은 서비스의 강점과 약점을 파악할 수 있음. 문제가 발생하는 지역이나 시간대를 식별하여 문제를 해결하고 서비스 품질을 향상시킬 수 있음.
- 데이터를 통해 어떠한 자료가 우수한지 품질을 입증할 수 있고 해당 기업을 선택함으로써 통신 기업 간의 품질 경쟁을 통해 AAM & UAM 시장에 더 좋은 품질의 통신망을 가져올 수 있음
- UAM 운영자는 상공망 품질 측정 데이터를 광범위하게 분석함으로써 비행 안전에 대한 중요한 측면을 관리할 수 있음. 이러한 데이터 분석은 안전사고 발생 가능성이 있는 지점이나 상황을 사전에 예측하는데 큰 도움을 줌. 예를 들어, 품질 측정 데이터를 분석하여 비행 중에 발생할 수 있는 통신 불안정, 기상 조건 변화, 혼잡한 항공로 등의 요인을 사전에 식별할 수 있으며 이러한 식별 과정을 통해 운영자는 잠재적인 위험 요소를 인식하고 적절한 대응책을 마련할 수 있음. 이러한 프로세스는 비행 중 안전 사고의 발생 가능성을 최소화하고 비행 환경을 안전하게 유지하는 데 기여
- UAM 운영자는 데이터를 분석하여 혼잡한 지역이나 트래픽이 적은 시간대를 파악하고, 비행경로를 조정하여 효율적인 운영을 할 수 있음. 비행경로와 스케줄을 최적화하여 안전한 비행 실시
- 상공망 통신 품질 측정 데이터를 분석하여 현재 인프라의 강점과 약점을 파악하여 이를 토대로 UAM 운영에 있어서 필요한 인프라 요구사항을 도출하고, 추가로 개선이나 확장이 필요한 지역을 식별할 수 있음. 다음으로, 이러한 데이터를 기반으로하여 효율적인 항로 및 버티포트 시스템을 구축합니다. 항로 및 버티포트의 위치, 규모, 구성 요소 등을 최적화하여 비행체의 안전한 운행과 효율적인 서비스 제공을 보장하며 또한, 상공망 통신 품질 측정 데이터를 사용하여 향후 UAM 인프라의 성능 및 안정성을 예측하고 대응하는데 도움이 됨. 이를 통해 UAM 시스템의 지속적인 개선과 발전을 위한 전략적인 방향을 설정할 수 있음

6) 국제공동연구개발성과의 사업화 전략 및 계획

(1) 국내외 시장 동향

① 국내외 시장규모 및 수출입 현황

○ UAM 시장 규모



- 미국의 투자은행인 모건스탠리에 따르면 UAM시장은 2022년 약 59조원에서 2040년 1,931조원 규모로 성장할 것이라고 예측했음
- 현재 세계 45개국에서 약 400개의 UAM 기체를 개발 중에 있으며, 특히 북미와 유럽이 차지하는 비중이 74%로 가장 큼
- 세계적으로 성장세가 가파르게 증가하며
- 미국은 2000년대 초부터 NASA를 중심으로 개인용 항공기 개발에 힘써왔으며, 중국, 일본과 유럽연합(EU) 역시 UAM에 대한 로드맵을 수립하고 상용화를 추진하고 있음
- 우리나라 역시 UAM을 장래가 유망한 사업으로 바라보고 있으며 정부는 2025년 UAM 상용화를 목표로 다양한 정책을 추진하고 있으며, 빅데이터를 활용한 국내 공간 및 이동 정보를 민간기업과 공유하고, UAM 기술 개발을 기업에게 지원하고 있음
- 국내의 많은 대기업과 이동통신사들이 UAM 사업에 뛰어들었으며, MarketsandMarkets의 자료에 따르면 국내 UAM 시장 또한 2022년 4천만 달러에서 2030년 1억 6천만 달러의 규모로 정장할 것으로 예상됨
- 전문가들은 세계 시장이 미국·중국을 중심으로 재편되며 양분될 것으로 예상하고 있음. UAM은 기존의 버스·택시·철도나 개인 교통수단 등의 자율주행과 맞물려 라스트 마일 딜리버리도 지원할 것으로 전망됨.

○ 국외 동향

- 미국
- AAM 비전(항공서비스가 부족했던 지역에 안전하고 지속 가능하며, 합리적인 가격으로 제공되는 접근성 높은 항공운송 시스템 개발) 아래 UAM의 운용개념(ConOps), 발전 단계별 전망, 연구 로드맵 등을 설정하고, 공공의 민간 R&D 지원, 통합 실증 추진, 법·제도 정비 등 상용화 기반 마련 중
- UAM의 운용개념과 발전 단계를 정립하고, UAM 4단계 구현을 위한 운용 프레임워크 및 연구 로드맵 제시
- 아래는 미국 NASA가 제시한 UAM 성숙 단계

		기체 및 운항	공역시스템	지역사회 통합
초기	1단계	적합한 시제기를 사용한 기체 인증시험 및 운용평가	미래 공역 운항을 지원하는 절차적/기술적 혁신	일부 지역사회 및 잠재적 초기 시장에서의 시연
	2단계	형식증명 획득 기체, 제한된 수의 기체/조종사에 따른 저밀도 운용	공항 주변 등 교외 지역의 통제된 공역 내 소규모 UAM 네트워크	호의적 규제 및 기상조건, 정책적 지원 등을 통한 제한된 시장, 교외 지역 내 초기 운영
중기	3단계	도시 운용을 위한 성능, 안전, 소음 수준 입증, 비행계획, 실행, 감시 자동화 검증	항공교통관리(ATM), CNSi 등 첨단 공역 운영·관리에 대한 운용 검증	도심 운용 포함, 일부 대용량 버티포트, 지역별 시범 규제·기준 개발
	4단계	조종사의 역할·책임 변경이 가능할 정도의 비행·비상상황 관리 자동화, 제조 효율 향상	100대 동시 운용, 근거리 대용량 버티포트, 다양한 항공교통관리(ATM) 서비스	안전성, 수용성, 경제성 향상에 따라 광범위한 지역으로 도입 확대
성숙기	5단계	완전자율비행, 원격 선단 관리, 운항거리 향상, 소음저감, 전천후 운용, 양산 및 비용 절감	1,000대 동시 운용, 고밀도 항공교통관리, 대교모·고분산 네트워크, 제한된 관리자 역할	소음에 민감한 주거 지역 인근으로의 통합 노력
	6단계	주거시 옥상, 임시착륙장 등 고도로 제한된 구역에서의 'Door to Door' 운용	10,000대 동시 운용(버티포트 수에 의해 제한), 관리자 개입이 불필요한 완전 자동화 실현	개인 소유 및 운영 모델 가능성, UAM에 의한 생활 양상 변화

- 미 공군은 'Agility Prime' 사업을 통해 eVTOL 개발업체의 비행테스트, 감항인증 등 신속한 기체 개발 지원 추진
- 민·관·연이 협력하여 기체의 성능, 안전성, 상호운용성 등 기술성숙도를 식별하고 상용 통합솔루션을 개발·실증하기 위한 'National Campaign'을 추진중임

구분	내용
법령	미 교통부에 AAM 생태계 강화를 위해 필요한 안전, 인프라, 물리/사이버보안, 연방투자 관련 활동을 계획·조정하기 위한 관계부처 실무반 조직을 요구하는 'Advanced Air Mobility Coordination and Leadership Act(S.516)' 법안('22.03 상원 및 '22.06 하원 통과) AAM 인프라 지원을 위해 2,500만 달러 규모의 시범 보조금 프로그램을 수립하는 'AAIM Act (H.R.6270)' 법안('22.06 하원 통과)
인증/지침	FAA는 기존의 인증기준을 활용해 일반 항공기에 특별조건을 붙인 기준에 따라 eVTOL에 대한 감항인증을 진행하려 했으나, '22.05 특수 항공기에 대한 기준을 적용하기로 선회 FAA는 '22.9월 버티포트 설계를 위한 임시지침 공개

○ 국외 동향

- 유럽연합 EU
- 유럽 상공 내 단일 항공교통체계를 구축하고 있으며, UAM 관련 세계 최초의 포괄적 규정 수립
- 유럽 공역을 통합 관리하기 위한 Single European Sky(항공교통관리에 대한 권한과 의사결정권을 획득하고, 안전성 및 효율성 강화, 비용절감 등을 위해 파편화되어 있던 유럽 공역 통합 추진) 아래 드론·PAV를 포함한 항공교통 관리시스템 개발사업을 추진하고 대규모 실증을 지원중
- 세계 최초로 에어택시 서비스 운영이 가능한 유인수직이착륙기(manned VTOL) 등 UAM에 대한 포괄적인 규제 프레임워크를 마련하며 국제 기준선도 중
- 프랑스는 eVTOL 생태계 구축을 위해 Volocopter, Skyport 공동으로 파리에서 테스트베드 구축 및 관련 프로젝트 추진 중

시점	내용
'19.07	수직이착륙기를 위해 기존 항공기 분류와는 다른 특별감항조건(SC-VTOL-01) 발표
'21.05	특별감항조건(SC-VTOL)에 대한 적합성입증방법(Means of Compliance) 발표
'22.03	세계 최초로 높이·길이 등 규격, 이착륙공간, 경로 설정, 보조 장치, 비상 상황 대처 등 세부 사항을 담은 유인수직이착륙기를 위한 버티포트 설계 지침 발표
'22.06	무인항공기시스템(UAS) 운영, 무인교통관리시스템, 수직이착륙기 인증, 버티포트 설계 지침 등 기존의 UAM 관련 사항들을 보완한 포괄적인 규제 프레임워크 발표

- 독일
- 연방정부 차원의 정책 마련 및 지자체와의 협력 추진 중
- '20.05 연방 교통 디지털 인프라부는 UAM 실현을 위한 규정 마련, R&D 지원, 인증 개발 등 구체적인 실행 계획 발표
- '21.06 독일 연방정부는 함부르크, 잉골슈타트, 아헨, 헤센주의 4개 도시와 UAM 발전을 위한 양해각서를 체결하였음. (UAM 충전 및 통신 인프라 구축, 통합 공역을 위한 실험실 및 시설 구축, 드론·에어택시 공동 프로젝트 진행 및 기술 공유, UAM 수용성 확보를 위한 공동 노력 추진)

구분	내용
규정	EU의 무인항공 운영 규칙에 맞게 관련 규정을 마련
인프라	무인항공기 보호 목적의 무인항공기 탐지 시스템을 독일 16개 공항에 구축
R&D 지원	에어택시 및 화물 운송용 드론 연구비 지원 지속 및 확대
수용성 연구	무인항공기의 이점/위험 관련 정보를 시민들에게 제공하기 위한 연구 프로젝트 시행
인증/협력	에어택시 인증 개발을 위해 EASA와 협력

- 중국
- 국가 차원의 UAM 정책은 부재 하나 드론 분야의 기술력과 점유율(DJI, Yuneec 등)을 바탕으로 시범서비스 지역 지정 등 상용화 추진 중
- CAAC(민용항공국)는 베이징시·항저우시 등 13개 도시를 지정해 UAM 관련 정책과 지침을 마련하며 UAM 생태계 무인비행 서비스 시범운영 허용

- 영국
- 영국 UKRI는 'Future Flight Challenge' 추진을 통해 전기 및 자율 항공기 개발을 추진 중(3년간 정부 1.25억, 민간 1.75억 등 총 3억 파운드 투자할 계획)

○ K-UAM Grand Challenge 컨소시엄 기체

대한항공+인천국제공항공사 컨소시엄 / 현대자동차+KT 컨소시엄	UAMitra 컨소시엄	K-UAM 드림팀 컨소시엄
OPPAV (한국항공우주연구원)	Prosperity (Autoflight社)	S4 (Joby Aviation社)
		

- 국내 K-UAM GrandChallenge 컨소시엄에서 사용하는 UAM 기체는 대부분 해외에서 도입해오는 기체이며 국내 기체로는 한국항공우주연구원의 OPPAV 기체가 유일함.
- 아직까지 상용화 된 기체는 없으며 Joby Aviation社의 기체가 미국 FAA 인증을 진행중으로 가장 빠른 것으로 알려져 있음

② 국내외 주요 수요처 현황

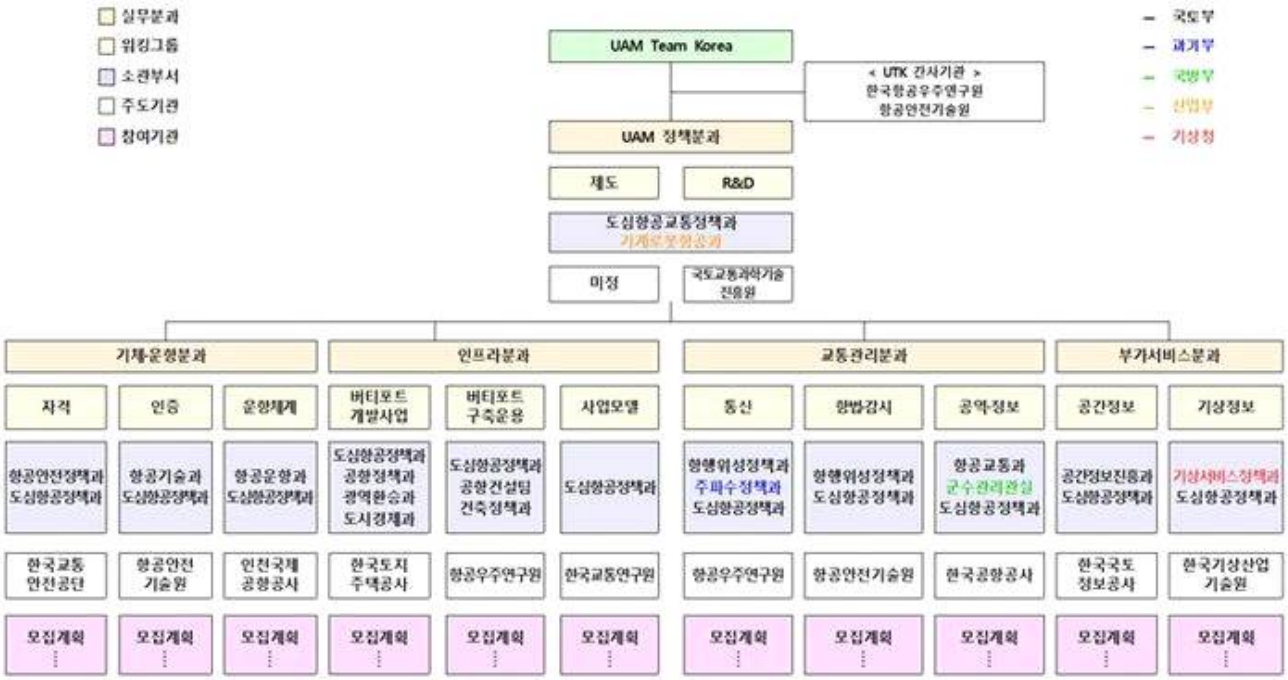
○ K-UAM Grand Challenge 컨소시엄 기체



- 대형 항공기 제작업체에서부터 벤처기업까지 200개 이상의 매우 다양한 업체가 UAM을 개발하고 있으며, 개발시장에 대한 투자까지 포함하면 더욱 거대한 붐이 일고 있음
- 이들 UAM 기체에 상공망 통신 품질 데이터 솔루션을 공급하여 기체의 통신이 원활한 경로로 비행하도록 하여 운항의 안전에 도움을 줄 수 있음

○ 국내 주요 예상 수요처

< UAM Team Korea 실무분과 운영체계(안) >



- 국내의 예상 수요처는 K-UAM 그랜드챌린지를 수행하고 있는 기업, UAM Team Korea 참가기업 등 UAM 관련 사업을 진행하고 있는 기업 및 지자체를 대상으로 함
- 이중 항로를 계획하고 비행을 관제하는 등의 UAM 운영 기업이 주 예상 수요처임
- 이동통신사인 SKT, KT, U+ 또한 본 프로젝트의 솔루션을 활용하여 보다 안정적인 통신망을 경쟁적으로 구축할 것으로 예상되며 UAM에 탑승한 고객들의 원활한 통신 서비스를 제공하기 위한 방안을 마련할 것임
- 도심항공교통 사업을 추진하고 있는 지자체에서도 상공망 통신 품질 측정 데이터를 활용하여 항로를 계획하고 비행 자유 구역을 지정하는 등 시설을 안전하게 관리할 수 있음
- 비행 관련 기술 회사들 또한 UAM 상공망 통신 품질 데이터를 활용하여 자체적으로 개발하는 비행체나 드론의 성능을 평가하고 개선할 수 있음
- 비행할 때 상공망 통신 풀질 측정 데이터를 활용하여 UAM 비행 중에 발생할 수 있는 통신 장애나 끊김 현상을 식별하고 비행 중에 발생 가능한 안전 문제를 예방하며, 신속한 대응을 통해 안전한 비행을 보장할 수 있음
- 항로를 계획할 때 실시간으로 통신 품질을 모니터링하고, 통신 인프라가 잘 구축되어 있는 지역을 우선적으로 배정하여 효율적이고 안전한 비행경로를 설정할 수 있음
- UAM 서비스의 품질을 평가하고 고객들의 피드백과 함께 통신 품질 데이터를 분석하여 서비스의 만족도를 높이고, 경쟁력을 향상하는 데 사용될 수 있음
- 정부 및 규제 기관이 UAM 산업을 지원하고 관리하는 데 통신 품질 데이터를 기반으로 한 정책과 규제의 개발은 안전하고 효율적인 UAM 운영을 지원하며, 산업의 성장을 촉진할 수 있음.

③ 국내외 경쟁기관 및 기술 현황

○ 국내외 경쟁기관



- 각 이동통신사는 5G·6G를 활용한 상공망을 구축하고 있으며 이에 따라 상공망 품질 측정을 실시하고 있으나 아직 계속해서 측정중이며, 품질 정보는 외부에 공개하지 않고 있는 폐쇄적인 환경을 가지고 있기 때문에 정보의 공유가 원활하지 않음

- SK텔레콤

: SK텔레콤은 UAM을 AI 컴퍼니 비전과 연계해 모빌리티 분야의 AI 전환(AIX)을 이루는 매개로 활용하여 향후 지상 교통과 연계한 무인 자율비행 등을 가능하게 하려면 AI 기반으로 UAM 생태계를 통합해야 한다는 분석을 도출함.

: SKT와 한국공항공사·한화시스템·티맵모빌리티가 참여 중인 'K-UAM 드림팀(드림팀)'은 신세계프라퍼티와 화성국제테마파크 UAM 사업 추진을 위한 업무협약(MOU)을 체결

: SKT는 AI 역량을 활용해 UAM 서비스 전반을 운영하고 UAM 기체 도입과 상공망 구축을 진행하며 화성국제테마파크 안에 UAM 이착륙에 필요한 버티포트(정거장)을 건설하고 교통 서비스 제공하는 데 일조

- KT

: KT는 국토교통부 주관으로 열린 'UAM 비행 시연' 행사에서 지능형 UAM 교통관리 시스템 '스카이아이즈'를 처음 공개. 스카이아이즈는 UAM의 운항 안전과 스케줄 관리를 돕는 AI 교통관리 시스템이며 운항 수요를 예측하고 최적의 운항 스케줄을 제시하고 실시간으로 변하는 비행 상황도 파악해 알려줄 수 있음.

: KT는 지난달 UAM 전용 5G 상공망 커버리지를 효율적으로 구축할 수 있는 특화 안테나에 대한 현장 검증을 진행. KT는 현장 검증으로 도심항공교통 비행경로인 고도 300~600m, 폭 100m의 회랑에 특화된 안테나의 빔 패턴 및 성능을 확인했음. 회사는 상공망 통신 품질을 실시간 검증할 수 있는 이동형 통합관제 환경을 이번 검증 작업에 활용했으며, 핸드오버 및 셀 간섭 최소화 기술을 개발해 특허도 출원했음.

- LG 유플러스

: LG유플러스는 UAM 사업 준비를 위해 상공망 품질 측정 통합 솔루션을 개발하여 통신 시험 장비, 계측장비 제조사인 이노와이어리스와 상공망 품질 측정 통합 솔루션을 개발하고 최근 인천지역에서 관련 기능 검증을 완료했음.

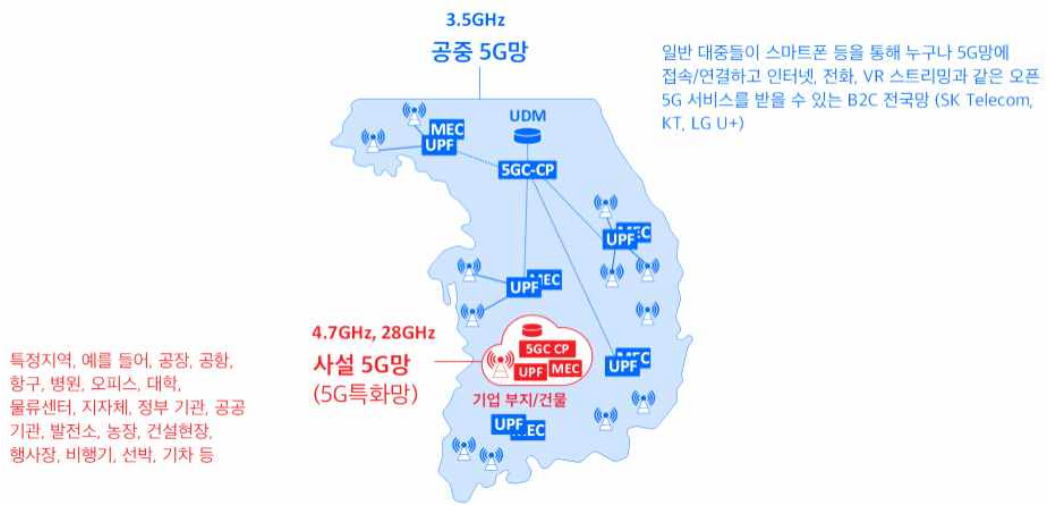
: 최근 UAM을 중심으로 항공산업이 활성화되면서, 지상 뿐 아니라 상공을 포함하는 비지상망을 이용해야하는 경우가 많아 상공 통신망 품질 측정에 대한 필요성이 꾸준히 제기되고 있으며 또 상공에서는 드론과 같은 무인 비행체를 통해 품질 측정이 필요하기 때문에 이로 인한 날씨, 측정시간 등 여러가지 제약이 있음. 이에 LG유플러스는 상공망 측정을 통해 발굴한 개선 필요사항을 기반으로 이노와이어리스와 함께 상공망 측정 전용 장치와 상공망 분석에 특화된 솔루션을 개발했음.

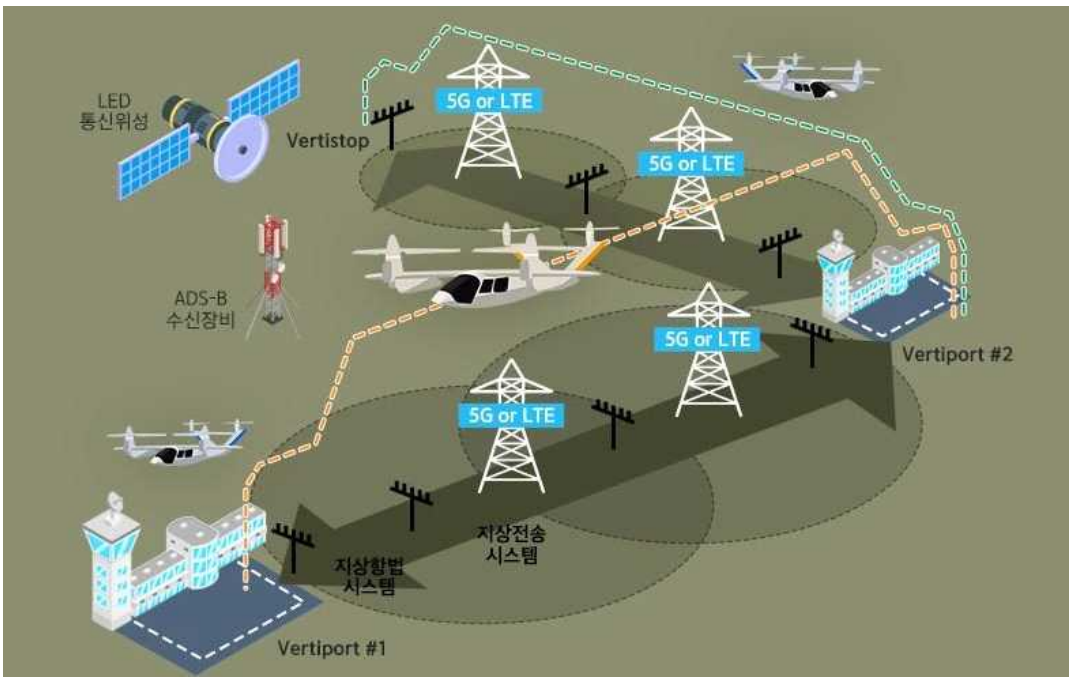
④ 차별성

○ SK텔레콤

- SK텔레콤에서 실시하는 5G 상공망 품질 측정은 주로 자사의 통신망을 대상으로 진행됨. 이는 SK텔레콤이 자사의 네트워크 인프라와 서비스 품질에 대한 성능을 평가하고 관리하기 위한 목적으로 이루어지는 것이며 이러한 측정 결과는 주로 SK텔레콤의 자체 네트워크 및 서비스에 대한 정보를 제공함
- SK텔레콤의 5G 상공망 측정은 SK텔레콤이 자사의 서비스 품질을 지속적으로 개선하고 자신들의 고객들에게 더 나은 통신환경을 제공하기 위해 실시됨
- 다양한 지역 및 환경에서의 SK텔레콤의 네트워크 성능을 이해하고 개선하기 위한 데에도 활용하여, 서비스 품질을 균일하게 유지하고, 서비스 지역을 확장하는 용도로 사용함

○ 제안한 연구개발과제





- SK텔레콤과의 상공망 품질 측정 경험을 토대로 연구개발을 진행하여 상공망 품질 측정 결과를 기반으로 한 연구는 신뢰성 있는 데이터에 기반하여 이루어질 수 있으며 이는 연구 결과의 타당성과 신뢰성을 높여주며, 향후 실제 서비스에 적용할 때 보다 효과적인 방안을 도출할 수 있음
- 국내 3대 이동통신사인 SKT, KT, LG U+ 4G망과 5G망, 특화망(4.7Ghz)까지 전체를 아우르는 상공 통신망 품질 데이터 포털화 구축
- 전체 상공 통신망의 품질 데이터를 제공하여 UAM이 최상의 컨디션을 가진 데이터와 연결할 수 있도록 지원하여 보다 안전한 상공망 구축 도모

(2) 목표시장 분석

① 목표시장 및 잠재적 목표시장(국내, 영국 등 해외시장)

○ 첨단항공모빌리티 국내 시장
- 도심 교통혼잡 및 탄소배출을 해결할 친환경 미래 교통수단으로 대두
- 2022년 기준 국내 UAM 기술력은 선도국 대비 60-70% 수준으로, 향후 경쟁력 확보를 위해서는 원천핵심기술 개발 및 효율적인 성장 기반 조성이 시급 (한국전자기술연구원, 국내 UAM 산업육성을 위한 정책 제언, 2022)

○ 첨단항공모빌리티 영국 시장
- 지속가능한 모빌리티 솔루션으로 대두되는 현황에 반해 통신망의 안정성 및 강건성 확보 기술 시급

② 목표시장 규모 및 구조(고객 세분화, 예상성장률 등)

○ 첨단항공모빌리티
- 2040년 전 세계 UAM 시장 규모는 1.5조 달러로 예상되며, 2040년까지 연평균 30%수준으로 성장 전망 (한국무역협회 국제무역통상연구원, 도심 항공 모빌리티, 글로벌 산업 동향과 미래과제, 2021)
- 향후 10년 국내 UAM 시장 규모는 110억 달러로 예상 (KAIA, 국토교통부, 한국형 도심항공 교통 (K-UAM) 기술로드맵, 2021)
- 전기 추진과 관련된 연료 및 유지 보수 비용, 조정인력 지원 비용, 제조 공정 비용 등의 감소를 통해 마일당 총 운영비 26% 감소 기대 (Lascara et al., Urban Air Mobility Landscape Report: Initial Examination of a New Air Transportation System, MITRE, 2018)
- 헬기와 같은 도시 항공 수단의 소비자들은 전통적으로 부유한 개인이나 기업 고객이었으나, UAM/AAM 산업 육성시 대중적인 이용이 가능할 것으로 기대

구분	연도				CAGR	
	'25	'30	'35	'40	'25-'35	'35-'40
GDP	1.96%	1.92%	1.86%	1.79%	0%	0%
기체(제작)	$32,928,832	$109,463,039	$403,517,228	$1,032,129,883	28%	21%
인프라	$20,607,610	$185,968,875	$761,639,682	$1,693,242,621	43%	17%
서비스	$160,609,326	$886,295,742	$3,495,470,731	$8,176,117,513	36%	19%
총계	$214,145,768	$1,181,727,656	$4,660,627,641	$10,901,490.017	36%	19%

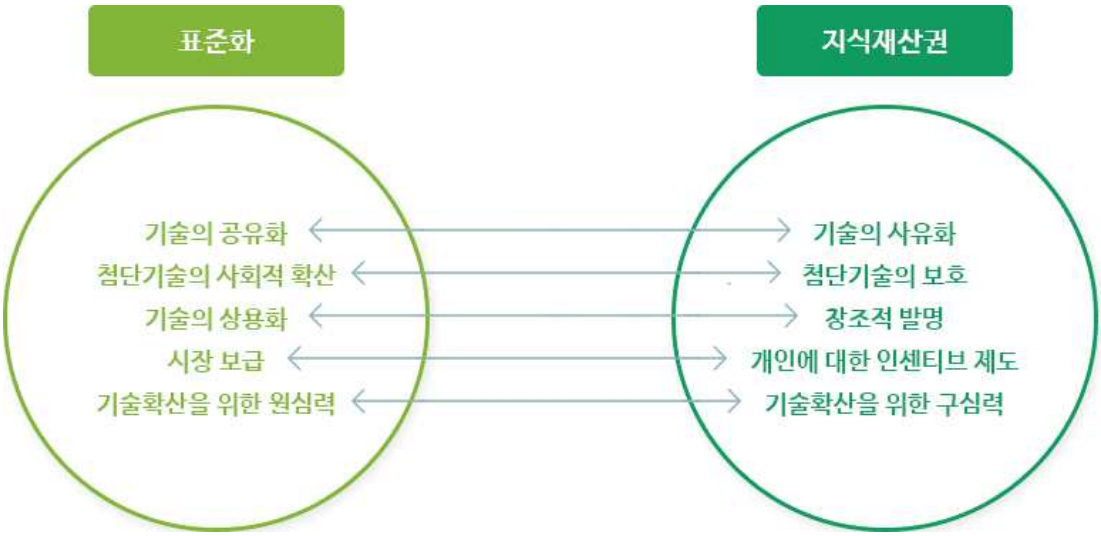
③ 목표시장의 주요 공급망, 비즈니스 모델, 진입장벽 등

○ 첨단항공모빌리티
- 국내의 시장의 경우 K-UAM 그랜드챌린지를 수행하고 있는 기업, UAM Team Korea 참가기업 등 UAM 관련 사업을 진행하고 있는 기업 및 지자체를 대상으로 함
- 이중 항로를 계획하고 비행을 관제하는 등의 UAM 운영 기업
- 이동통신사인 SKT, KT, U+ 또한 본 프로젝트의 솔루션을 활용하여 보다 안정적인 통신망을 경쟁적으로 구축할 것으로 예상
- 영국 시장의 경우 Volocopter, Vertical Aerospace 등의 UAM/AAM 기체 제조사 뿐만 아니라 Airbus, Boeing, Rolls Royce 등 기존 항공기 제조사 대상
- Heathrow Airport, Luton Airport, Cranfield Airport, Coventry City 등의 인프라
- CAA, NATS, EASA 항공국에 표준화된 통신 품질망 평가 플랫폼 제안
- 국내 및 영국 기존 산학 협력 관계를 적극 활용한 진입장벽 최소화

(3) 지식재산권, 표준화 및 인증기준 현황

○ 표준화와 지식재산권의 관계

- 지식재산권은 특정한 기술적 창작에 대해 독점적 권리를 부여하는 데 반해 표준화는 사회 공동의 이익 추구를 위해 모두에게 사용이 개방된다는 점에서 차별적
- 가격 면이나 기술 접근성, 일반의 활용도에 있어서 쉬운 발명을 표준화하여 시장을 지배하는 '표준특허'라는 개념으로 지식재산권과 표준화는 상호보완적 특성도 지님



(출처:KSA한국표준협회)

○ 지식재산권(특허)



상용드론, 무선통신성능을 평가하는 평가 시스템 장치 및 그 동작방법, 파인브이티



통신셀의 커버리지를 판정하는 판정 시스템 장치 및 그 동작 방법

(4) 표준화 전략

○ 제품 구현 단계

- 표준화 인증을 받을 상공망 통신 품질 측정 무인기를 인티그레이션하고 데이터 가공 등을 통하여 자료를 가시화 할 수 있는 제품을 구현

○ 시험단계

- 구현된 제품이 표준 규격에 일치되는지 확인하며 기본적인 프로토콜의 적합여부를 확인하는 적합성 시험과 다양한 구현제품 상호간에 서비스의 상호운용성이 보장되는지를 확인하는 상호운용성 시험
- 제3의 공인된 기관에서 수행하는 시험을 통해 표준화 인증시험 실시
- TTA 시험절차에 따라 시험 성적서를 득한 경험을 바탕으로 시험 진행



시험성적서

한국정보통신기술협회
정보통신시험인증연구소
주소: 경기도 성남시 분당구 분당로 47
전화: 010-5110-1562, Fax: 031-724-0189

성적서번호: TTA-25-0231

1. 의 뢰 자
· 회사(기관)명 : ㈜파인브이티
· 주 소 : 경기도 안양시 동안구 시민대로 383 B동 1202호
2. 시험성적서의 용도 : 과제 산출물 검증용
3. 제 품 명 : "AAM & UAM을 대비한 정밀 상공통신품질망 방안 연구(RS-2024-00412531)" 과제 결과물
4. 비 견 : 없음
5. 시험장소 : □ 고정시험실, ■ 현장시험
· 시험수행주소 : 인천 청라 로봇랜드 (인천 서구 로봇랜드로 155-11번지)
6. 시험기간 : 2025. 2. 28. ~ 2025. 3. 4.
7. 시험방법 : "시험합의서(TTA-25-0231-PP01), ㈜파인브이티"의 시험항목 적용
- 상세 내용은 시험결과서 <3. 시험항목> 및 <5. 시험방법>" 참고
8. 시험환경 : 상온, 상습
9. 시험결과 : 시험결과서 <6. 시험결과> 참고

비 고 :
1. 이 성적서의 시험결과는 의뢰자에 의해 제공된 시험품에 한하여 용도 이외의 사용을 금합니다.
2. 이 성적서는 'KS Q ISO/IEC17025와 KOLAS 인정' 과 관련 없습니다.
3. 이 성적서의 진위여부는 성적서에 표시된 2D바코드 또는 QR코드, 기업지원플러스(www.gfb.go.kr)의 진위확인코드로 확인 가능합니다.

확 인	작성자 성 명 : 이 병 진	승인자 직 책 : 기 술 책 임 자 성 명 : 박 근 우 (서명)

2025년 3월 11일

한국정보통신기술협회 회장 (인)

TPG-1016-5(01) 페이지 : (1)/(총 21)

시험결과:
㈜파인브이티
멀티콥터+GCS
(모델명: FPH-010/양자암호기반 KCMVP Level2 적용)
TTA Tested 시험

TTA 한국정보통신기술협회
Telecommunications Technology Association

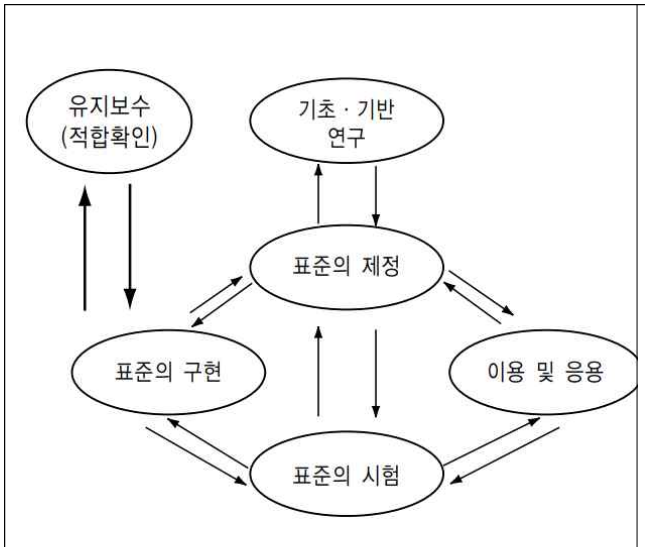
본 문서는 한국정보통신기술협회(TTA) 방송통신인프라단의 시험 성적서로서 누구든지 TTA의 사전승인 없이는 문서의 일부분만을 발췌 또는 인용하여 사용하거나 배포할 수 없습니다.

TPG-1016-5(01) 페이지 (2) / (총 26

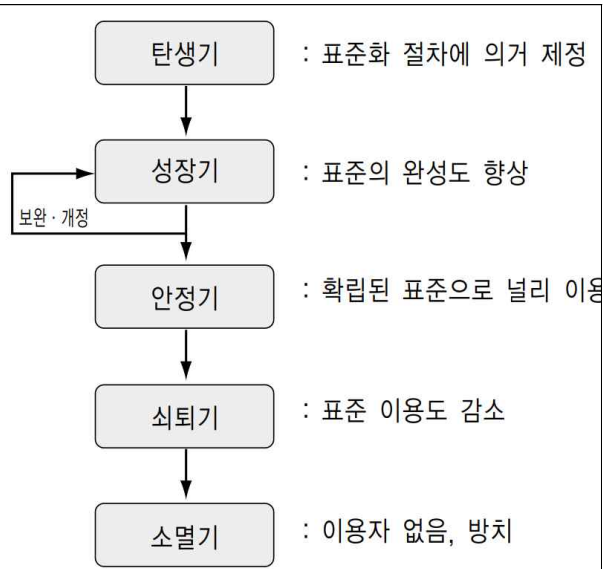
FineVT TTA 시험 성적서

○ 서비스단계

- 일반 이용자나 서비스제공자가 서비스를 이용하거나 제공



표준화의 단계, TTA



표준의 생애, TTA

(5) 사업화 계획

① 사업화 전략

○ 사업화 전략

- 전라남도 고흥군은 K-UAM Grand Challenge를 진행하는데 있어 드론 및 UAM 비행 시험장 제공하고 있으므로 해당 지역에서부터 사업화 대상을 점진적으로 확대할 계획임
- 고흥은 UAM 테스트를 선도적으로 시행하는 최초의 지역으로, 초기 단계에서 다량의 데이터가 생성될 것으로 예상되며 다양한 테스트를 수행하는 테스트 베드로서 활동하며, 이를 통해 다양한 운항 데이터를 획득할 것으로 예상됨
- 본 연구개발 성과를 수도권 도심항공교통(UAM) 실증노선에 도입하여, 서울 상공을 비행하는 UAM 기체들에 상공망 통신 정보를 제공하여 안전한 비행을 보장하고자 함
- 제주 지역의 UAM은 관광을 목적으로 사용되며 상용화가 된 직후부터 국내에서 가장 많은 수요를 가질 것으로 예상되므로 해당 지역에 솔루션으로 공급하여 관광 항로를 체계화하여 안전한 비행을 할 수 있도록 함
- 공동 협력사인 영국 컨소시엄을 통해 히드로 공항 인근을 사용하고자 하는 사용자에게 솔루션으로 공급

○ 마케팅 및 홍보 전략



상공망 품질 측정 드론 전시, FineVT



UAM 관련 발표 행사, FineVT

- 상공망 통신 품질 측정 솔루션을 FineVT Robotics LAB이 활동 중인 G3AM(글로벌 UAM 사실 표준화 기구)에 알려 표준화를 실시하고 관련 업체들에게 홍보할 수 있는 기회 마련
- K-UAM Grand Challenge 컨소시엄 사와의 협력을 통해 얻은 솔루션을 공유하고, 이를 실제 업무 수행 중인 현장에 직접 적용하여 효과를 검증
- UAM 포럼이나 설명회, 그리고 전시회 등 다양한 행사를 통해 발표하고 서비스를 소개함으로써 기업의 사람들에게 홍보할 수 있는 효과적인 기회 마련
- 현장에서의 실제 문제 해결에 직접적으로 기여하고, 혁신적인 기술과 솔루션을 활용하여 우수한 성과 창출
- 행사를 통해 우수한 기업의 기술력과 혁신성을 강조하고, 시장에서의 차별화된 가치 제안을 전달함으로써 관심을 끌고 고객을 유치하는데 기여하며 행사를 통해 다양한 산업 및 이해관계자들과의 네트워킹 기회를 마련하여 파트너십을 구축하고 협력 기회를 모색

○ 파트너십 구축

- 마케팅 및 홍보 전문가의 전문적인 노하우를 활용하여, 본 솔루션을 보다 널리 알리고 시장에 성공적으로 소개
- 영국 파트너와의 협력을 통해 영국 시장으로의 진출을 진행하며 영국 시장에 대한 진입 장벽을 낮추고, 현지 시장에 대한 이해와 네트워크를 활용하여 성공적으로 시장 진출을 추진
- 영국 파트너와의 협력을 통해 현지 시장의 특성과 요구를 파악하고, 적절한 마케팅 및 판매 전략을 마련하여 효과적으로 솔루션을 소개하고 홍보함으로써 영국 시장에서의 성과 창출

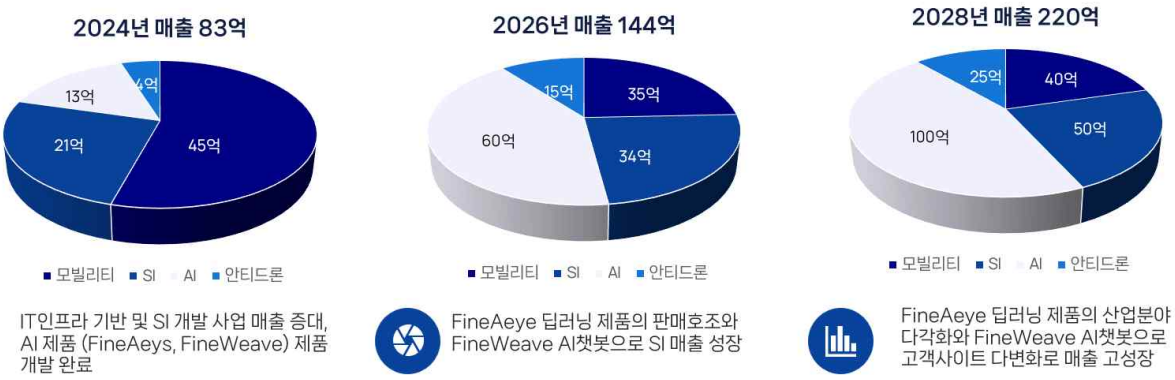
② 투자 계획

○ 투자 계획

– 기본적인 투자는 정부 보조금 및 지원금으로써 본 과업의 정부 지원을 통해서 이루어지게 되며 당사 또한 자부담금(현금+현물)을 투입하여 총 예산을 책정하게 되므로 이를 사용하여 성공적으로 과업을 마무리할 수 있을 것으로 예상됨

파인브이티 매출 성장 전략 및 비중

파인브이티는 IT 인프라, SI(시스템 통합), 검사 SW, 드론 기술 분야에서 지속적인 성장을 목표로 하고 있습니다.
2024년 83억 원 매출에서 2026년 144억 원, 2028년 220억 원으로 성장할 것으로 전망되며,
특히 AI 제품 및 드론 분야의 매출 비중 증가가 주요 성장 동력이 될 것입니다.



IT인프라 기반 및 SI 개발 사업 매출 증대, AI 제품 (FineAeys, FineWeave) 제품 개발 완료

FineAeye 딥러닝 제품의 판매호조와 FineWeave AI챗봇으로 SI 매출 성장

FineAeye 딥러닝 제품의 산업분야 다각화와 FineWeave AI챗봇으로 고객사이트 다변화로 매출 고성장

파인브이티 투자 유치 목표 및 활용 계획

파인브이티는 2023년 매출 6,464억 원에서 2029년 25,000억 원으로 약 3.87배 성장할 것으로 예상되며,
특히 영업이익률은 2023년 3%에서 2029년 35%로 대폭 증가할 것으로 전망됩니다.
이는 AI 기반 솔루션 및 드론 사업 확장을 통한 수익성 강화로 예측이 됩니다.



- 글로벌 성장을 위한 공장 확장(10억)
- 인공지능 솔루션 개발 전문인력 확충(5억)
- 인공지능 자체 서버 인프라 구축(3억)
- 시장확대를 위한 글로벌 마케팅 확장(2억)

- 안정적 매출과 사업 극대화를 위한 MA (10억)
- 해외법인(캐나다, 미국, 헝가리) 확충(10억)
- 시장확대를 위한 글로벌 마케팅 확장(5억)

파인브이티 투자 유치 목표 및 활용 계획

구분	투자 항목	목적	세부 계획	기대 효과
2025년	공장 확장 (10억 원)	글로벌 수요 증가 대응 및 생산 능력 향상	- 기존 공장 설비 업그레이드 및 자동화 시스템 도입 - 신규 생산 라인 구축으로 생산량 30% 증대 목표 - 친환경 공정 도입으로 ESG 경영 실천	- 생산 효율성 향상 및 원가 절감 - 신속한 시장 대응으로 고객 만족도 향상 - 친환경 이미지 강화로 브랜드 가치 상승
	AI 솔루션 개발 전문 인력 확충 (5억 원)	혁신적인 AI 솔루션 개발 및 연구 역량 강화	- 국내외 석박사급 AI 전문가 10명 채용 - 사내 AI 교육 프로그램 개발 및 운영 - 외부 연구 기관과의 협업 강화	- 신제품 및 서비스 출시 기간 단축 - 기술 혁신을 통한 경쟁사 대비 우위 확보 - 지식 재산권 확보로 장기적 수익 창출
	AI 자체 서버 인프라 구축 (3억 원)	데이터 처리 능력 향상 및 보안 강화	- 고성능 컴퓨팅 서버 및 스토리지 시스템 도입 - 데이터 센터 보안 시스템 업그레이드 - 클라우드 기술 도입으로 유연한 인프라 구축	- 대용량 데이터의 빠른 처리로 연구 효율성 증대 - 내부 데이터 보안 강화로 고객 신뢰도 상승 - 인프라 비용 최적화로 운영 비용 절감
	글로벌 마케팅 확장 (7억 원)	브랜드 인지도 확대 및 신규 시장 개척	- 주요 타겟 국가별 맞춤형 마케팅 캠페인 실시 - 디지털 마케팅 채널 강화로 온라인 고객 접점 확대 - 국제 전시회 및 컨퍼런스 참여로 네트워크 구축	- 신규 고객 유입 증가로 매출 20% 성장 목표 - 브랜드 글로벌화로 장기적 시장 입지 강화 - 파트너십 형성을 통한 협업 기회 확대
2027년	M&A 통한 사업 극대화 (10억 원)	전략적 기업 인수를 통한 사업 포트폴리오 확장	- 잠재적 인수 대상 기업 선정 및 가치 평가 - 법률 및 재무 실사(Due Diligence) 진행 - 인수 후 통합(PMI) 전략 수립 및 실행	- 새로운 기술 및 고객 기반 확보로 시장 지위 강화 - 운영 효율성 증대로 비용 절감 - 다각화된 사업 구조로 리스크 분산
	해외 법인 확충 (캐나다, 미국, 헝가리) (10억 원)	현지 시장 진출 및 글로벌 네트워크 강화	- 각 국가의 법적 요건에 따른 법인 설립 절차 진행 - 현지 전문가 채용 및 조직 구성 - 문화적 특성에 맞는 비즈니스 전략 수립	- 현지화된 서비스 제공으로 고객 만족도 향상 - 물류 및 운영 비용 절감으로 수익성 개선 - 글로벌 시장에서의 브랜드 영향력 확대

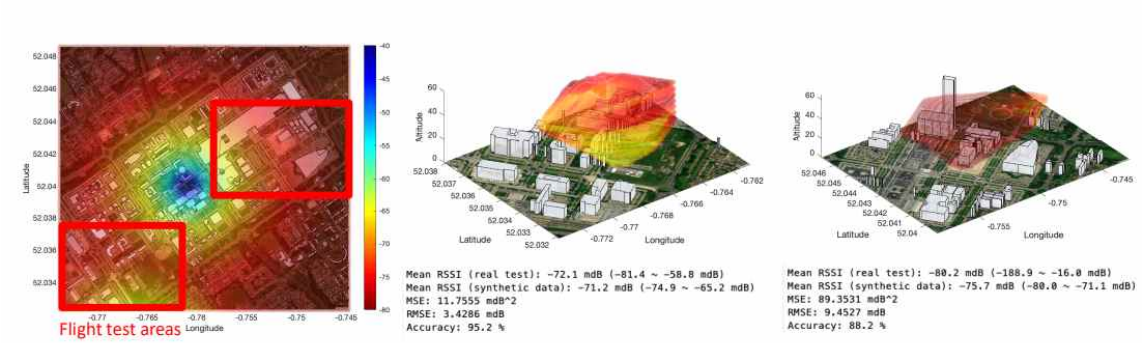
③ 생산 계획

○ 기체 생산

- 기체는 기존에 있는 상용 무인기에 상공망 통신 품질 측정 장비를 인티그레이션 하여 생산
- 무인기는 세계적으로 가장 널리 사용되고 있는 DJI社의 쿼드콥터 제품인 Matrice300 RTK를 사용하며 필요에 따라 당사에서 개발한 eVTOL 제품인 FFW-015를 사용함
- 상공망 통신 품질 측정을 위해 사용되는 장비는 세계적인 표준을 제공하는 기업인 Rohde & Schwarz 社의 RF 스캐너 및 안테나를 사용

○ 데이터 생산

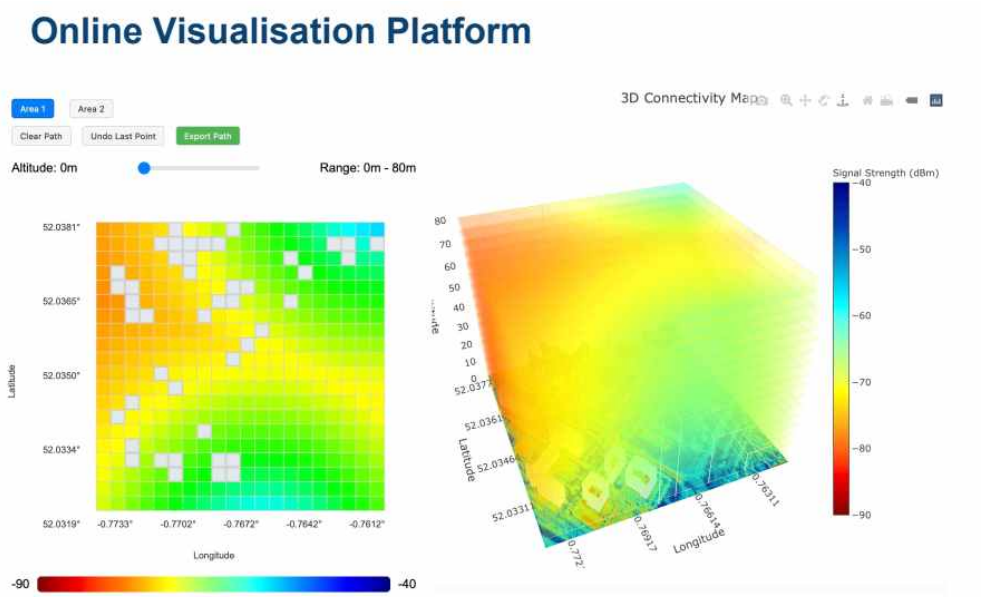
- K-UAM 그랜드 챌린지가 진행되는 전라남도 고흥군 드론·UAM 비행장에서 올해 3~4분기에 데이터를 취득 및 생산할 예정
- 고흥 비행장은 UAM 및 드론 테스트베드로 선정되어 있어, 상공 통신망 인프라가 구축되어 있으므로 상공망의 성능을 신속하게 분석하고 평가할 수 있으며, 이를 통해 안정적이고 신뢰성 있는 AAM & UAM 서비스를 제공하는 데 기여할 것으로 예상됨



- 현장에서 인티그레이션 된 무인항공기를 운용하여 실시간으로 상공망 통신 품질을 체계적으로 측정하고 분석하는 작업을 및 - 정기적 주기적 비행을 통해서 AAM & UAM 운영에 필요한 정보를 수집

○ 통합 플랫폼 생산

- 통신사 및 항법장치 회사 등 민간에서 요구하는 공공 데이터와 보유하고 있는 데이터들을 통합하여 맞춤형 제공이 가능한 환경을 구현
- 무인기를 활용하여 수집한 상공망 통신 품질 데이터를 체계적으로 가공하고 분석하여 시각화함. 이를 통해 다양한 데이터 포인트를 시각적으로 표현하고 통신환경의 패턴 및 특성을 파악하는데 활용하며 이러한 가시화 과정을 통해 통신환경을 한눈에 이해할 수 있는 통신환경지도를 구축
- 운행 중인 비행체로부터 수신되는 다양한 센서 데이터 및 실시간 정보를 종합하여 통합적인 상황 파악을 수행할 수 있도록 플랫폼 개발



④ 해외시장 진출 계획

○ 국제 전시회 및 컨퍼런스를 통한 진출



MWC 전시회 참가, FineVT

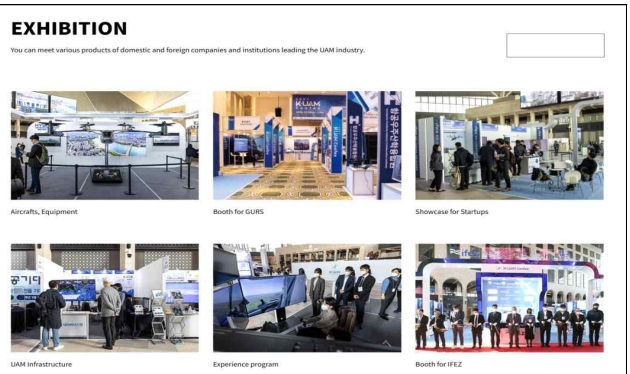


중국 드론 엑스포 컨퍼런스 발표, FineVT

- 스페인 바르셀로나에서 열리는 MWC 전시회를 비롯한 다양한 국제 전시회에 참가하여 우리의 혁신적인 솔루션을 홍보하고 전 세계의 다양한 기업과 관련 업체들과의 미팅을 진행하여 새로운 사업 기회를 모색하고, 해외시장에 대한 판로를 구축함
  - 2023년 중국 심천에서 실시한 드론 엑스포 컨퍼런스에서 UAM에 필요한 5G/6G LEO-SAT 공중무선망 통신 검증 솔루션을 발표함으로써 한국 파인브이티의 기술적 지식과 경험을 공유하고 전문성을 입증
  - 전시회에 참가함으로써 기술력과 혁신성을 알리고, 현지의 산업 동향과 시장 수요를 파악하여 서비스를 현지 시장에 적합하게 조정하고 발전시킬 수 있는 기회를 모색하여 국제적인 시장에서의 경쟁력을 향상시키고, 글로벌한 사업 확장을 위한 발판을 마련



2024 K-UAM 컨펙스 전시회 참가, FineVT



2024 K-UAM 컨펙스,컨퍼런스 발표, KAIST

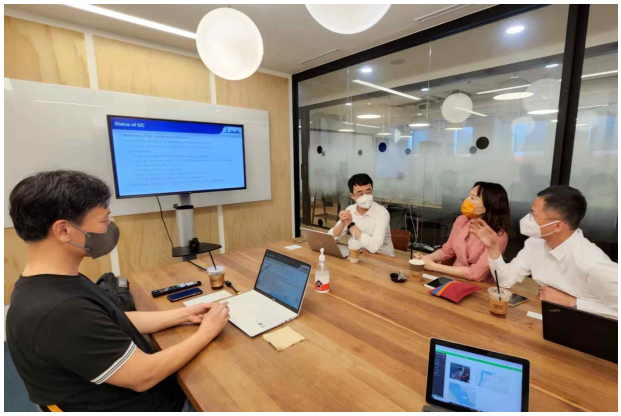
- 국제 전시회 및 컨퍼런스는 다양한 국가와 기업들이 참가하므로 글로벌 네트워킹 기회가 존재하며 다른 국가의 기업들과 직접 만나거나 커뮤니케이션을 통해 비즈니스 파트너를 발견할 수 있음
- 전시회 및 컨퍼런스를 통해 현지 시장 동향 및 소비자 요구를 파악하고 이를 통해 제품이나 서비스를 해당 시장에 맞게 수정하거나 개발할 수 있음
- 국제 전시회 및 컨퍼런스를 통해 기업의 브랜드 인지도를 증대시키며 관련 분야에서 활동하는 다른 기업들과의 경쟁에서 차별화되고 기업의 전문성을 강조
- 해외 전시회 및 컨퍼런스를 통해 현지 거래처나 대리점을 찾아내거나 직접 해외 판매 및 유통 채널을 확보하여 새로운 시장에 진출할 수 있는 기회를 얻을 수 있음
- 전시회 및 컨퍼런스는 최신 기술 및 트렌드를 알 수 있는 기회를 얻을 수 있음. 다른 기업이나 전문가들과 지식을 공유하고 기술적인 혁신을 촉진
- 발표를 준비하고 진행하는 과정에서 새로운 지식을 습득하고 학습할 수 있으며 다른 발표자들의 발표를 듣고 지식을 공유함으로써 업계의 최신 동향을 파악할 수 있음
- 컨퍼런스에서 발표한 내용은 언론이나 전문 매체의 관심을 끌 수 있으며 발표 내용이 보도되거나 기업의 활동이 언론을 통해 소개될 수 있으며, 이를 통해 더 많은 주목을 받을 수 있음.
- 발표를 통해 다른 참가자들과의 네트워킹 기회를 얻음. 기업의 아이디어나 프로젝트에 대한 피드백을 받거나 잠재적인 협력 파트너를 찾을 수 있음

○ 해외 협력 파트너를 통한 진출

- FineVT Robotics LAB은 UAM과 관련된 다양한 해외 협력 파트너를 두고 있으므로 해당 기업을 통해 해외시장 진출



Anra Technologies MOU 체결, FineVT



eHang 회의 장면, FineVT

- 현재 ANRA Technologies와 K-UAM 그랜드 챌린지 컨소시엄과의 협력을 위해 MOU를 체결한 상태이고, 이를 토대로 양사 간의 지속적인 협력을 위해 업무를 진행하고 있음. 두 기업 간의 협력을 통해 미국 시장에서 상공 통신 품질에 관한 최신 기술과 솔루션을 소개하고, 이를 통해 현지 기업들의 요구를 충족시키고 해결책을 제공할 계획임.
- 오세진 소장은 중국 eHang의 기술 분야를 담당하고 있으며 중국의 UAM 제조업체인 eHang과의 다양한 기술 협력을 진행 중임. 이 협력을 통해 eHang의 경험과 기술을 활용하여 현지 시장에 진입할 계획임. eHang은 UAM 분야에서 선도적인 기업으로 인정받고 있으며, 그들과의 협력을 통해 우리는 중국 시장에서의 강력한 입지를 확보할 수 있음



- 영국의 HEROTECH8와 함께 본 연구과제를 진행 중이며, 양사 간의 유기적인 관계를 유지하고 있으며 상호 MOU 체결 및 정보교류를 진행하고 있음. HEROTECH8은 영국의 AAM(Advanced Air Mobility) 시장에서 주요 기업 중 하나로 인정받고 있으며, 그들과의 협력을 통해 우리는 영국 시장에 진출할 계획임. 이를 통해 현지 시장의 동향을 파악하고, 그에 맞는 적절한 전략을 수립
- 신효상 교수는 영국 Cranfield University에서 11년간 영국의 다양한 산학협력을 주도해왔으며 Volocopter, Vertical Aerospace 등의 AAM 제조업체 뿐만 아니라 Airbus, Boeing, Rolls Royce, Leonardo 등의 기존 항공 제조사와도 긴밀한 협력 가능
- 영국 뿐만 아니라 유럽 EASA, CAA, SESAR 등과의 기존 협력 관계를 바탕으로 본 과제의 결과의 활용 방안 모색

(6) 사업화에 따른 파급효과

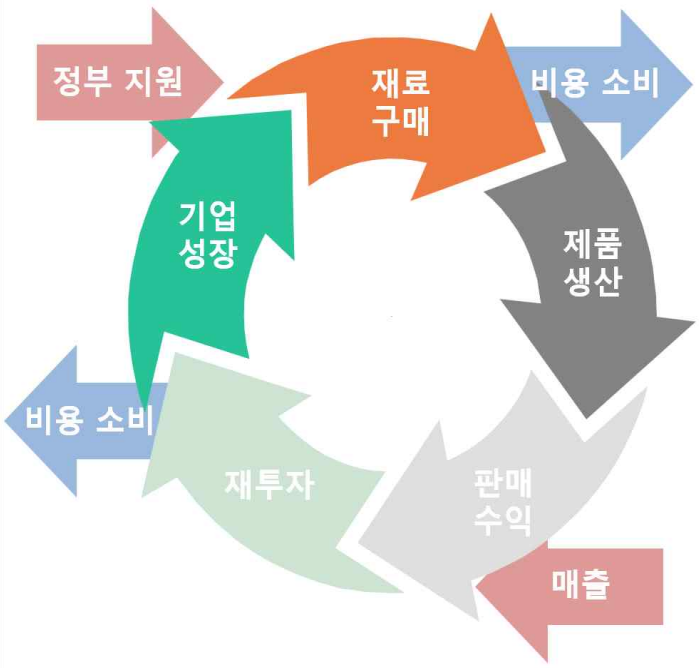
① 경제적 · 산업적 측면

○ 매출
- 정부에서 추진중인 UAM 사업의 솔루션으로 연구개발 결과를 공급하여 매출 증가
- 국내 기술을 세계 여러 나라에 솔루션으로 제공하여 기업의 매출이 증가
- 본 솔루션 공급으로 인해 기업의 브랜드가치를 향상시키며 홍보 효과를 가지게 되고 고객들이 긍정적으로 인식하고 선호할 가능성이 높아지며 이는 매출 증가로 이어질 수 있음

○ 고용 창출
- 연구개발을 수행하기 위해 엔지니어, 연구원 등의 전문가가 필요하므로 이들의 고용은 연구개발 분야에 새로운 일자리를 창출하고 기술 분야의 인력 수요를 충족시킴
- 공고문에 제시되어 있는 연구개발기관으로 참여하는 영리 기관은 총 연구개발 기간의 정부지원 연구개발비 총액을 기준으로 5억 원 당 1명 이상 비율로 청년 인력을 신규로 채용하라는 문구가 포함되어 있으므로 청년 인력 1명 이상 고용 예정

○ 경제 기여
- 연구개발 활동을 위해 연구시설, 장비 구매, 용역 계약 등 다양한 부가적인 경제 활동을 유발하며 이는 해당 지역이나 산업 분야의 고용 증가를 견인할 수 있음
- 기업이 안정적으로 사업을 운영하고 확장함에 따라 다양한 부문에서 새로운 일자리가 창출되며 이러한 일자리는 고용 기회를 제공하고 노동력을 활용함으로써 인력의 경제 활동을 촉진함
- 상공망 통신 품질 데이터를 공개함으로써 UAM 시장 구축 프로세스를 개선하고 효율화시킴에 따라 비용을 절감하고 가격 경쟁력을 향상시킬 수 있음
- 아래 그림과 같이 선순환 구조를 만들어 국내시장의 활성화 촉진

○ 산업적 측면
- 연구개발을 통해 새로운 기술과 서비스가 개발되므로 기업의 경쟁력을 향상시키고 새로운 시장을 개척할 수 있는 발판이 됨.
- 민감한 내용이 포함될 수 있는 상공망 통신 품질 데이터를 국내 기업에서 관리하여 타 국가 유출의 우려가 적음
- 연구 결과물이나 기술혁신을 기반으로 신규 기업의 창업이 활성화 될 수 있음



재료 구매 : 제품 생산, 연구 등 재료 구매

제품 생산 : 제품, 연구 등 결과물 산출

판매 수익 : 제품 판매를 통한 수익 창출

재 투 자 : 판매 수익으로 재투자(인력 고용 등

기업 성장 : 기업 규모 성장

정부 지원 : R&D, 용역 등 정부 지원

비용 소비 : 시장으로 돈이 흘러가는 경제 순환

② 사회적 측면

○ 사회적 가치 기여

- 새로운 기술을 개발하고 기존 기술을 개선함으로써 사회의 기술 수준과 혁신력을 향상시키고 이러한 기술혁신은 산업발전과 경제 성장을 촉진하며, 사회적으로 유용한 제품 및 서비스를 창출할 수 있음
- 상공망 통신 품질을 공개함으로써 UAM 시장의 신속한 도입을 지원하며, 이는 UAM 시스템의 보다 안정적인 통신환경을 제공하는 데 역할을 함. 비행 중에 발생할 수 있는 통신 장애를 최소화하고 안전한 비행 환경을 유지. 따라서 UAM 시장의 빠른 성장과 발전을 지원하고, 동시에 안전한 비행을 위한 필수적인 기반을 마련하는 데 기여할 것으로 기대
- UAM 사업을 추진하는 지자체에 데이터를 공급함으로써 지역사회에 적합한 기술 및 서비스를 개발하여 지역 경제와 사회 발전에 기여할 수 있음.

○ 지역 내 파급효과

【'40년 기준 국내시장 산업파급효과 분석】

	취업유발효과(명)	생산유발효과(조원)	부가가치유발효과(조원)
제조	9,896	2.96	0.86
인프라	21,680	4.01	1.65
서비스	132,532	16.49	8.60
합계	164,108	23	11

* 취업유발계수, 생산유발계수, 부가가치유발계수는 2017 산업연관표(한국은행) 수치 활용

(출처:국토교통부)

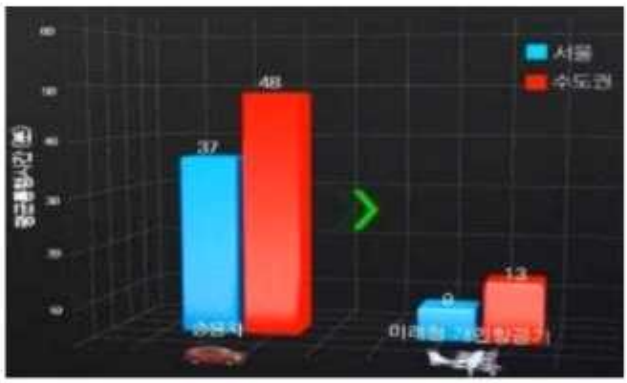
- UAM이 현실화 되면 이동시간이 혁신적으로 단축되는 등 국민의 이동이 편리해지면서 수도권을 기준으로 시간 및 사회적 비용이 70% 정도 감축되고, 연관 일자리도 약 16만개 창출될 것으로 전망
- UAM의 도입은 지자체의 관광 산업에 새로운 기회를 제공하고 지역 경제를 활성화시킬 것으로 기대됨. UAM은 고도의 편의성과 효율성을 제공하여 관광객들이 지역을 더욱 편리하게 이동할 수 있게되며 이러한 이동 수단의 도입은 지역 내 다양한 관광 명소 및 명소 간의 접근성을 향상시키고, 지역 관광 산업의 성장과 발전을 촉진할 것으로 예상됨

【UAM 실현사례(예시)】



'김포공항→잠실' 소요시간 승용차 대비 84% 단축

【UAM 실현 시 통행시간 예측(평균)】



(서울시내) 37→9분(76%↓) / (수도권) 48→13분(73%↓)

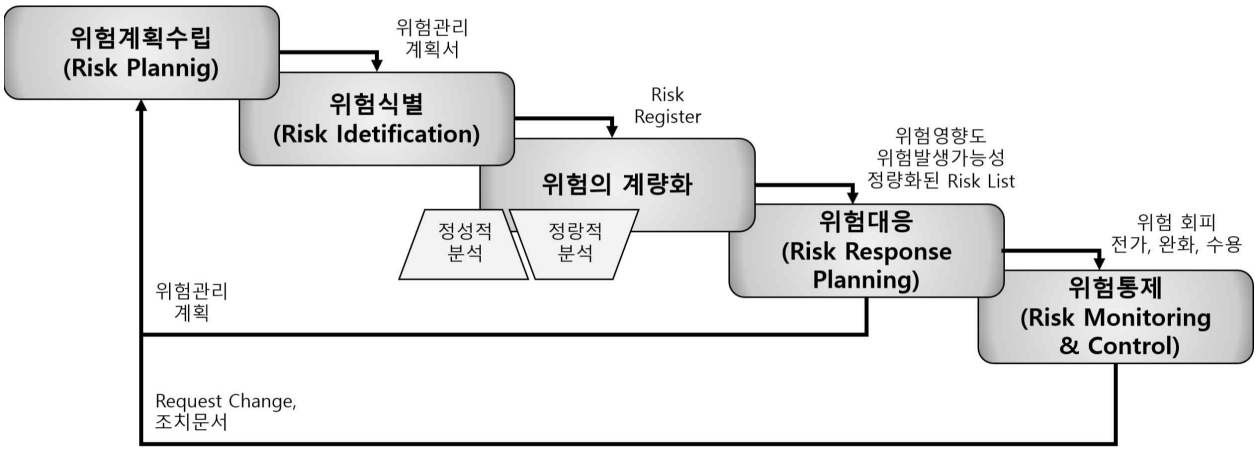
(출처:국토교통부)

- UAM은 기존의 도로 및 대중 교통 시스템과는 별개로 운영되기 때문에 지역 교통 체계를 보완하고 확장할 수 있는 새로운 옵션을 제공하여 지역 주민들의 이동성을 향상시키고, 기업들의 물류 및 서비스 제공 능력을 향상시키는데 도움이 될 것으로 기대

7) 국제공동연구개발 위험요소 분석 및 사후관리 계획

(1) 위험요소 분석

○ 위험관리



○ 안전

- 하늘을 비행하는 무인기를 사용하여 프로젝트를 실시하므로 무인기 운용 중에 공중에서의 충돌이나 추락과 같은 비행 안전 문제가 발생할 수 있음. 무분별한 무인기 운용으로 인해 타 항공기와의 충돌 사고가 발생할 수 있으며, 이로 인해 인명피해가 발생할 수 있음.
- 따라서 공중에서의 충돌을 방지하기 위하여 충돌 방지 기능이 있는 무인기를 사용하며, 무인기 1대당 주 조종자 1인과 부 조종자 1인의 2인 1개 조로 운용팀을 구성하여 상공에서의 충돌을 방지. 사전에 드론원스톱을 통해 비행 승인을 받고 비행 전 주변 군·경·관에 해당 사실을 알려 비행 지역의 안전을 향상.



- 승인을 받지 않아도 되는 지역의 비행도 비행 승인 요청을 진행하여 승인 받을 필요가 없으며 비행에 이상이 없다는 답변을 수신 후 비행
- 무인기 운용은 특정한 규제와 허가제도를 가지고 있으므로 이러한 규제들을 모두 지키며 운영
- 무인기는 공중에서 사진이나 영상을 촬영할 수 있기 때문에 프라이버시 침해 문제가 발생할 수 있으며 무분별한 촬영이나 민감한 지역에 대한 침입으로 인해 사생활 보호 및 보안시설에 대해 위협을 가할 수 있음
- 따라서 사전에 승인된 지역에서만 촬영을 진행하며 국민 개개인의 프라이버시가 최대한 침해되지 않는 곳으로 비행 및 촬영을 진행하며 만에 하나 프라이버시가 침해되는 사진이 촬영되는 경우 주 조종자와 부 조종자에 의해 즉시 삭제 조치
- 무인기 운용은 기상 조건에 따라 그 안전성이 크게 좌우되므로 강풍, 우천, 우박 등의 악천후 조건에서는 절대 비행하지 않음.
- 비행 전 GPS 상태 정보를 확인하여 무인기의 비행에 이상이 없는지, 안전한 비행을 할 수 있는지 등을 필수로 확인 후 과업 수행

○ 기술적 위험
- 새로운 기술 개발 및 연구 과정에서 예상치 못한 기술적 문제가 발생할 수 있음
- 다양한 기술 수준과 표준의 차이로 인해 협력 파트너 간의 기술 호환성 문제가 발생할 수 있음
- 지속적으로 협력 파트너와 의사소통 및 회의를 통해 발생할 수 있는 호환성 문제를 미리 파악하고 이를 안정적으로 연결이 될 수 있도록 진행

○ 제도적 위험
- 다양한 국가 간의 법적 및 규제적 차이로 인해 연구 및 개발 활동에 제한이 생길 수 있음
- 각 국가의 법적 및 규제적 차이로 인해 업무를 진행할 수 없는 상황이 발생할 경우 데이터나 자료를 컨소시엄 사에서 제공을 받아서 활용하고, 반드시 우리나라의 데이터를 취해야 하는 경우 연구 활동의 목적으로 한시적 규제 완화 요청
- 지적재산권 보호와 관련된 법적 문제나 국제 라이선스 협상 등이 발생할 수 있음
- 미리 MOU를 체결하고 지적재산권 보호에 관련된 논의를 진행하여 추후 발생할 법정 문제 상황을 지양함

○ 정책적 위험
- 다양한 국가 간의 정부 정책 변화에 따라 연구 환경이 변동될 수 있음
- 우리나라와 영국은 UAM 상용화를 목표로 하고 있으므로 정책 변화의 기조는 없음
- 국제적으로 발생하는 정책적 불안정성이 연구 활동에 영향을 줄 수 있음

○ 경제적 위험
- 환율 변동, 시장 변동 등의 경제적 요인으로 인해 예산 및 자금 조달에 어려움이 생길 수 있음
- 다양한 국가 간의 경제 상황의 불안정성으로 인해 예산 삭감이나 자금 지원의 부족 등이 발생할 수 있음
- 시장 변동 및 환율 변동과 같은 경제적 요인에 대비하여 리스크 관리 전략을 수립하고 대응할 수 있는 대응 전략 마련 필요

○ 문화적 및 언어적 위험
- 다양한 문화 및 언어적 차이로 인해 의사소통 및 협력에 어려움이 생길 수 있음
- 문화적 관행이나 국가 간의 차이로 인한 문화 충돌이 발생할 수 있음
- 상호 존중과 열린 의사소통을 통해 모든 팀원들이 자신의 문화적 가치를 존중하고, 열린 마음으로 서로의 관점을 이해하고 받아들이도록 유도함
- 문화 충돌이 발생했을 경우 각 컨소시엄의 대표자 등을 포함하여 중재 및 조정을 통해 문제를 해결
- 문화 간 협력 및 협업을 촉진하기 위해 비대면 회의 및 프로젝트 관리도구, 다국어 지원 소프트웨어 등을 활용하여 문화 간 협업을 원활하게 진행

○ 프로젝트 관리 위험
- 다양한 시간대 및 지리적 위치로 인해 프로젝트 관리 및 협력이 복잡해질 수 있음
- 프로젝트 일정과 목표 달성에 대한 협력 파트너 간의 이해 차이가 발생할 수 있음
- 프로젝트를 진행하면서 시간 및 일정에 대해 어디 국가 기준인지 명확하게 하여 대응할 수 있도록 조치

○ 보안 위험
- 다양한 국가 간의 보안 수준 및 기준의 차이로 인해 기밀 정보 유출 및 보안 위협이 발생할 수 있음
- 국가 간 자료 공유는 각 컨소시엄의 대표가 주관하여 진행
- 정보 보안에 관한 법적 및 기술적 요구 사항을 준수하기 위한 어려움이 있을 수 있음

(2) 사후관리 계획

○ 시장 위험
- 시장의 요구를 잘못 파악하거나 경쟁사와의 경쟁력을 갖출 수 없는 경우 본 과업의 결과물이 시장에서 수용되지 않아 성공이 어려울 수 있음
- 대한민국은 UAM 상용화를 위해 사업을 적극 추진 중이며 현재 상공망을 확인할 수 있는 툴이 구축되어 있지 않으므로 다양한 기업의 수요가 있을 것으로 예상

○ 재정 위험
- 사업화를 위해서는 충분한 자금이 필요하므로 자금 조달에 실패하거나 예상치 못한 비용이 발생할 수 있으며, 수익을 창출하기 전까지의 기간에 대한 자금 부족 문제가 있을 수 있음
- 본 프로젝트에 투입되는 인력 외에 타 사업을 진행하고 있는 인력들이 있으므로 재정 위험으로부터 자원을 뒷받침 할 수 있음

○ 법적 위험
- 지적재산권 침해, 규제 준수 문제, 소비자 보호 등의 법적 위험이 있을 수 있음
- 프로젝트를 진행할 때 사용되는 모든 데이터는 직접 취득한 데이터만을 사용하여 지적재산권 침해 문제로부터 보호하며, 국내 컨소시엄 및 전문가를 초청하여 법적 위험의 소지가 있는지 추가로 확인 진행

○ 경쟁 위험
- 시장에서 경쟁사들의 제품이나 서비스와의 경쟁에서 밀리게 되면 사업화가 어려움
- 아직까지 상공망 통신 품질 테스트를 진행하고 이를 히트맵 및 공개를 시도하는 업체는 없으며, UI 및 정보를 보기 쉽게 개발하고 표준화하여 상공망 통신 품질의 선두주자로 위치

○ 조직 내외부 요인에 의한 위험
- 조직 내부의 문화, 인력 관리, 조직 구조 등의 요인 또는 외부의 경제적, 정치적, 사회적 요인에 의해 사업화 과정에서 위험이 발생할 수 있음
- 조직 및 인력에 대해서 프로젝트 전후로 교육을 실시하고 보안 각서를 작성하여 자료의 외부 유출을 방지

○ 상용화 방안
- 성공적인 상용화를 위해 서비스의 품질과 성능을 지속적으로 개선하고 고객의 피드백을 수렴
- 고객이 가치를 느끼고 제품 또는 서비스를 구매하고 유지할 수 있는 가격 설정
- 적절한 유통 파트너와의 협력을 구축하여 서비스를 시장에 성공적으로 공급
- 강력한 브랜딩 전략을 통해 인지도를 높이고 시장에서의 위치를 강화, 다양한 마케팅 활동을 통해 고객들의 관심을 끌고 인지도를 증가시킴
- K-UAM 그랜드 챌린지를 통해 해당 서비스를 공개하고 사용하도록 장려
- UAM 표준화기구인 G3AM에 해당 서비스를 공개하고 이를 표준화 서비스로 추진

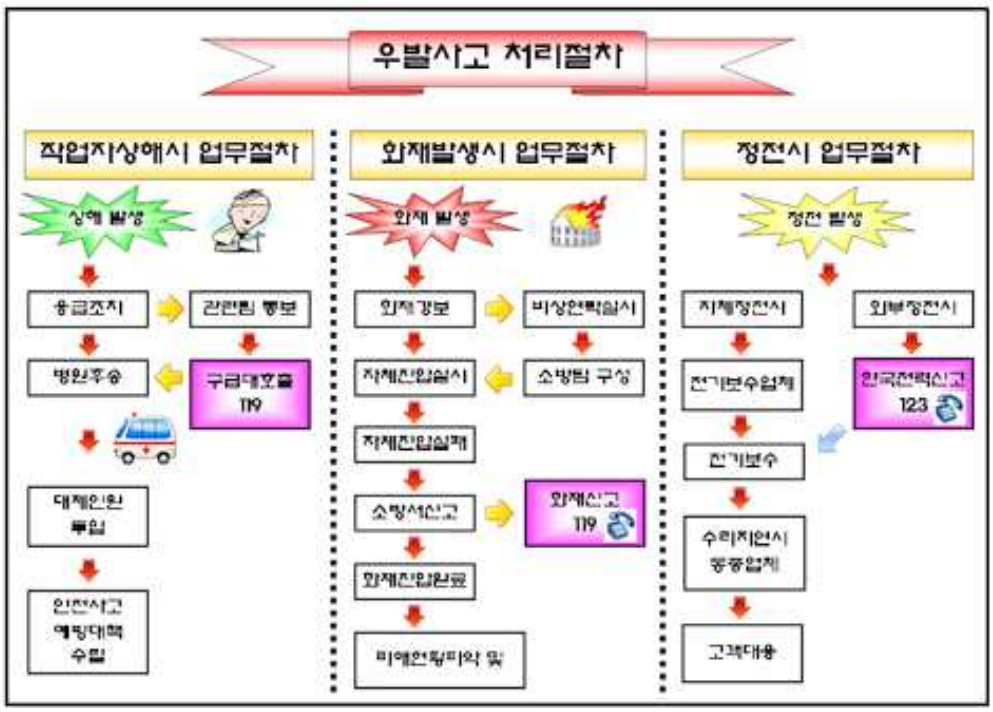
○ 전기시설 안전 점검
- 일별 전기시설 안전 관리
  : 건물 각 실별 전기안전 순찰 실시
  : 파손된 전기시설은 즉시 개·보수
  : 전기시설에 이상 발생 시 점검업체에 신고
- 월별 전기시설 안전 관리
  : 월 1회 차단기 작동시험 실시
  : 월간 전기사용량을 측정하고 분석
  : 점검업체 정기 점검시 입회
  : 지적된 전기시설은 신속하게 개·보수

- 연도별 전기시설 안전 관리
  : 내구년한이 경과한 전력기기 교체
  : 점검업체를 통해 수변전설비를 청소하고 정밀점검 실시
  : 점검업체를 통해 분전반 선로의 누전 여부 측정

○ 안전 관리 교육

- 연구자 보안 교육, 연구시설 및 연구관리시스템에 대한 보안조치 사항, 외국인·외국기관·단체와 공동으로 수행 중인 경우 보안 조치사항, 보안사고 예방·대응 방안 등을 교육
- 응급환자 발생 시 전문 치료를 받기 전까지 적절한 처치를 제공함으로써 추가 손상을 줄이고 생명을 지키는 심폐소생술, 응급처치 교육

○ 비상 상황 및 재난 발생 시 대응 방안



○ 비상 상황 및 재난 발생 시 대응 방안

- 사고 발생 즉시
  : 주변 연구 활동 종사자들에게 사고 전파
  : 안전 담당 부서(필요 시 소방서, 병원)에 발생사고 상황 신고(위치, 사고상황, 부상자 유·무 등)
  : 방송을 통한 사고 전파로 신속한 유도
  : 응급조치 가이드에 따라 긴급 조치
  : 소화를 하는 경우 중화, 희석 등재해 조치를 병행
  : 화재 발생 시 해당 기기에 물을 뿌리면 감전 위험 있으므로 물 분사 금지
  : 소화기는 가능하면 C급 소화기 사용하여 초기 진화
- 행동 요령(절단 사고)
  : 손가락이나 발가락 등이 잘렸을 때 출혈이 심하므로 상처에 깨끗한 천이나 거즈를 두툼하게 댄 후 단단히 매어서 지혈 조치
  : 절단된 손가락이나 발가락은 깨끗이 씻은 후 비닐에 싼 채로 얼음을 채운 비닐봉지에 젖지 않도록 넣어 빨리 접합 전문병원에서 수술을 받을 수 있도록 조치
- 행동 요령(화상)
  : 가벼운 화상의 경우 화상 부위를 찬물에 담그거나 물에 적신 차가운 천을 대어 통증 감소
  : 심한 화상인 경우 깨끗한 물에 적신 헝겊으로 상처 부위를 덮어 냉각하고 감염 방지 등 응급조치 후 병원 이송 조치
  : 화상 부위나 물집은 건드리지 말고 2차 감염을 막기 위해 상처 부위를 거즈로 덮음
  : 사고 현장에 접근 금지 테이프 등을 이용하여 통제구역 설정

: 개인보호구 착용 후 사고처리

: 호흡이 없는 부상자 발생 시 심폐소생술 실시

: 부상자 발생 시 응급조치 및 인근 병원으로 후송

- 행동 요령(기타)

: 옷에 불이 붙은 경우 : 당황하여 뛰지 말고 불붙은 옷을 벗거나, 바닥에 구르거나, 담요나 실험복을 덮어 불을 끈다. 얼굴 부근의 불이 아닐 경우 화학 화재용 소화기를 사용하여도 좋고, 물에 섞이지 않는 유기용매에 의한 불이 아닐 경우에는 샤워 실시

: 불에 의한 화상을 입은 경우 : 흐르는 찬물로 화상 부위를 15분 이상 식혀주고 인근 병원으로 이송하여 치료

: 화학물질에 의한 화상을 입은 경우 : 즉시 물로 씻거나 샤워기로 샤워를 하고 인근 병원으로 이송하여 치료

: 눈에 화학물질이 들어간 경우 : 즉시 흐르는 물을 이용하여 15분 이상 씻은 후 인근 병원으로 이송하여 치료

: 유독한 기체를 흡입한 경우 : 즉시, 통풍이 잘되는 곳으로 옮겨, 앉거나 누워서 깊게 호흡. 다량의 기체 흡입 시 즉시 인근병 원으로 이송하여 치료

: 베인 경우 : 에탄올로 소독하고, 깨끗한 붕대나 천을 사용하여 지혈시킨 후 인근 병원으로 이송하여 치료

: 화재·폭발이 발생한 경우 : 연구소에서 모든 인원을 대피시키고, 부상자는 인근 병원으로 이송하여 치료를 받게 함. 화재 발생 시에는 근처 소화기로 초기 진화하고, 큰 화재는 신속하게 119에 연락

- 감염병 예방 및 확산 방지를 위한 사업장 대응 지침

: 감염병의 예방 및 관리에 관한 법률에 의거하여 실시

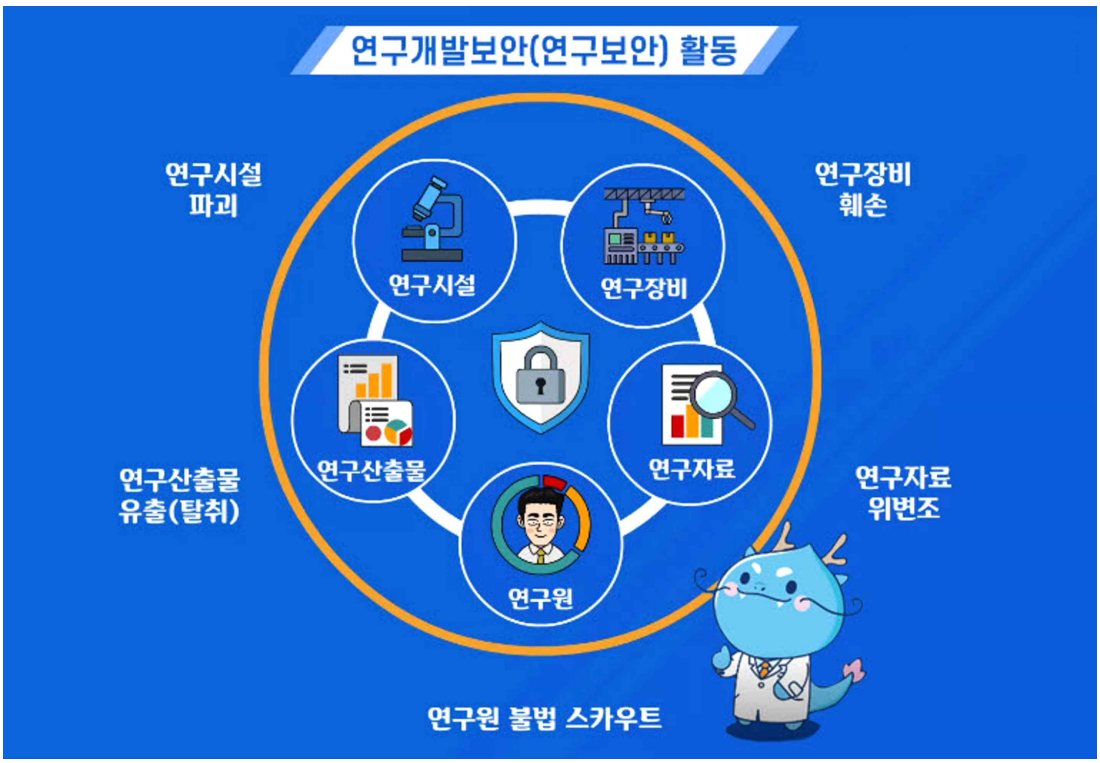
: 감염병 전파가 우려되어 기간을 정해 마스크 착용 등 방역지침 준수

: 보유한 소독기를 활용하여 실내 소독 실시

: 병가 등 약정휴가제도를 도입하지 않은 사업장의 경우에도 근로자에 대한 배려 차원에서 상황에 맞게 휴가를 사용할 수 있도록 조치

: 의심 증상, 밀접 접촉 또는 고위험군 근로자 등이 사업장 상황에 따라 재택근무 등 유연근무제를 적극 활용할 수 있는 환경 조성

○ 보안 관리체계



- 보안 담당관의 지정 및 임무
  : 보안담당관은 본 사업의 PM이 맡음
  : 보안담당관은 자체 보안업무 수행에 관한 계획조정 및 감독 실시
  : 보안담당관은 보안 진단 및 보안업무 심사 분석에 관한 사항 실시
  : 보안담당관은 보안 교육 실시
  : 보안담당관은 인원, 문서, 시설, 통신보안에 관한 업무 실시
  : 보안담당관은 기타 보안업무 전반에 관한 지도조정 및 감독에 관한 사항 실시
  : 분임보안담당관은 보안담당관의 지휘, 감독을 받아 상기 2항 전체에 정한 보안담당관의 임무 수행
  : 보안담당관 유고시에는 차 상위자를 보안담당관으로 임명하여 업무 대행
- 조직의 정보보안 정책을 수립하고, 정보보안 절차와 가이드라인을 개발
- 정보 자산에 대한 위험을 식별하고 평가한 후, 적절한 대응책을 마련하여 위험을 관리
- 보안 업무의 효율적인 수행과 책임 추적을 가능하게 하기 위해 정보보안 관리에 필요한 조직 구조를 마련하고, 보안 담당자들에게 적절한 책임과 역할을 할당
- 조직 내 직원들에 대한 보안 인식 교육과 훈련을 실시하여 보안 의식을 높이고, 보안 관련 업무를 수행할 수 있도록 함
- 정보보안 정책과 절차의 준수 여부를 감사하고, 시스템 및 네트워크의 모니터링을 수행하여 보안 사고를 사전에 탐지하고 대응
- 보안 사고가 발생했을 때 적절한 대응과 복구를 수행하기 위한 계획을 수립하고, 사고 대응 팀을 조직하여 빠르고 효율적인 대응을 진행

○ 보안 관리체계
- 보안 심사 위원회



  : 보안업무의 효율적인 운영과 업무계획수립 및 기타 보안에 관한 중요한 사항을 심의 결정하기 위하여 보안 심사 위원회를 둠
  : 위원회는 각 컨소시엄의 사업담당자와 대표이사로 구성
  : 위원회는 보안업무 시행내규 수립 및 그 개정에 관한 사항에 대해 결정함
  : 위원회는 분야별 보안대책의 수립에 관한 사항에 대해 결정함
  : 위원회는 신원 특이자의 임용 등 인사관리에 관한 사항에 대해 결정함
  : 위원회는 보안위규자심사 및 처리에 관한 사항에 대해 결정함
  : 위원회는 연간 보안업무 지침 수립과 그 이행상태의 확인 처리에 관한 사항에 대해 결정함
  : 위원회는 보안업무 심사 분석 및 보안업무 수행상 조정과 협의를 요하는 사항에 대해 결정함
  : 위원회는 전산망 신·증설에 관한 사항에 대해 결정함
  : 위원회는 기타 위원장 및 보안담당관이 필요하다고 인정하는 사항에 대해 결정함

○ 자료 접근 권한
- 계약직 및 청소원, 용역설비원 등 상시출입자의 신원조회는 해당 부서에서 신원 대장을 작성·관리하고 보안 교육 실시

- 비밀 취급 인가를 받은 자는 해당등급에 한하여 비밀을 수집, 작성, 관리, 분류(재분류 포함) 및 수발하는 행위(이하 “비밀취급”이라 한다)를 할 수 있음
- 비밀 취급 인가를 받은 자가 취급할 수 있는 비밀의 한계는 관계 업무와 그 협조문서의 범위 내로 국한하며 인가받은 비밀등급보다 상위 등급의 비밀 또는 업무상 관련 없는 비밀에 대하여는 취급, 열람할 수 없음
- 비밀을 취급하는 자는 비밀이 누설되지 아니하도록 특별한 보안조치를 취하여야 하며 비인가자가 접근할 때에는 경고하여야 함
- 비밀취급 정보가 비인가자에게 노출될 경우, 이를 즉시 감지하고 해당 비밀을 취급할 수 있는 인가를 받은 책임자에게 보고하여 비밀 정보의 무단 공개로 인한 잠재적인 보안 위험을 최소화하고, 정보의 안전한 관리를 보장
- 신원 대장을 비치하여 신원 사항을 항시 현원과 일치하도록 관리
- 신원조사 회보 내용을 신원 대장에 기록하고 비밀 취급 인가 및 제반 보안업무 자료로 활용

○ 자료 유출 방지 대책(문서 보안)



- 비밀의 취급

: 비밀을 취급하는 자는 비밀의 안전관리를 위하여 규정, 규칙 및 세칙과 제안사 내규가 정하는 바에 따라 보안 조치를 취함

- 보안성 검토 절차

: 보안성 검토 절차는 사업 초기의 기획 단계, 사업자 선정 후의 설계/구현 단계, 검수 단계의 3가지로 나뉘어 진행

: 기획 단계에서는 내부의 규정, 지침 및 매뉴얼과 외부 기관을 통해 취득한 인증에 반하는 내용이 없는지 살펴보고 정보보안 관련 법률 준수 여부에 대해 검토

: 설계/구현 단계에서는 사업자가 설계하고 구현한 것에 대해 보안 취약점이 존재하는지 물리적 기술적 점검 실시

: 검수 단계에서는 기획 단계에서 점검했던 사항들이 모두 이행되어 있는지 확인

- 비밀 분류 기준

: “군사기밀”은 일반인에게 알려지지 아니한 것으로서 그 내용이 누설되면 국가안전보장에 명백한 위험을 초래할 우려가 있는 군 관련 문서, 도화, 전자기록 등 특수매체기록 또는 물건으로서 군사기밀이라는 뜻이 표시 또는 고지되거나 보호에 필요한 조치가 이루어진 것과 그 내용을 말함

: 위 사항에 포함되지 않는 기타 비밀은 자체 비밀로 분류

○ 자료 유출 방지 대책(시설보안)

- 보호구역

: 장비 및 자재의 보호를 위하여 필요한 장소에 일정한 범위를 정하는 구역을 보호구역으로 정하며 그 중요도에 따라 제한지역, 제한구역, 통제구역으로 나눔

- 보호구역 출입자 통제

: 보호구역에 출입하고자 할 때에는 사전에 승인을 받아야 하며, 보호구역 내에 보직되어 일상 출근하

는 직원과 일정 기간 계약에 따라 조업하는 종사원은 보안상 유해로운 사실이 없는 자에 한하여 일괄하여 출입 승인

: 외래인 방문은 통상근무시간 내로 하며 방문목적과 방문자를 확인한 후 피방문자가 승인하는 경우에 한하여 출입 허가

: 외래 방문자가 소지한 노트북·스마트폰 등 촬영이 가능한 전자기기는 반입 시 렌즈를 가리도록 하며 반출시 이를 확인.

: 외래 방문자가 소지한 USB·CD 등 저장장치는 반입이 불가하며 소지하고 있는 경우 출입구에 보관 후 방문

○ 개인정보보호 방안



- 개인정보보호

: 개인정보안전처리를 위한 내부관리계획(이하 '내부관리계획'이라 함)은 개인정보보호법 제29조, 시행령 제30조에 근거를 두고 있음

: 내부관리계획이란 기업이 개인정보를 안전하게 처리하기 위하여 내부 의사 결정절차를 통하여 수립·시행하는 내부 기준을 의미하는데, 개인정보의 안전성 확보조치 중 관리적 보호조치로 분류

: 내부관리계획은 개인정보 보호 책임자의 지정에 관한 사항을 포함

: 내부관리계획은 개인정보 보호 책임자 및 개인정보 취급자의 역할 및 책임에 관한 사항을 포함

: 내부관리계획은 개인정보의 안전성 확보에 필요한 조치에 관한 사항을 포함

: 내부관리계획은 개인정보 취급자에 대한 교육에 관한 사항을 포함

: 내부관리계획은 기타 개인정보 보호를 위하여 필요한 사항을 포함

: 내부관리계획은 경영진에 대한 보고, 경영진의 승인 및 결재를 거쳐 내부적으로 시행

: 관련 법령이 변경되는 때에는 계획을 변경하여 즉시 반영

: 기업의 전 직원뿐만 아니라 개인정보의 수탁업체도 준수할 수 있게 공개·교육

○ 결과에 대한 정보 보호 방안

- 산출물 보존·파기 분류

: 제기처와 협의를 진행하여 연구 활동 중에 발생한 모든 자료에 대해서 사업총괄 관리자(보안담당관)의 판단에 따라 결과 산출물의 보존·파기를 분류

- 산출물 보존(실물)

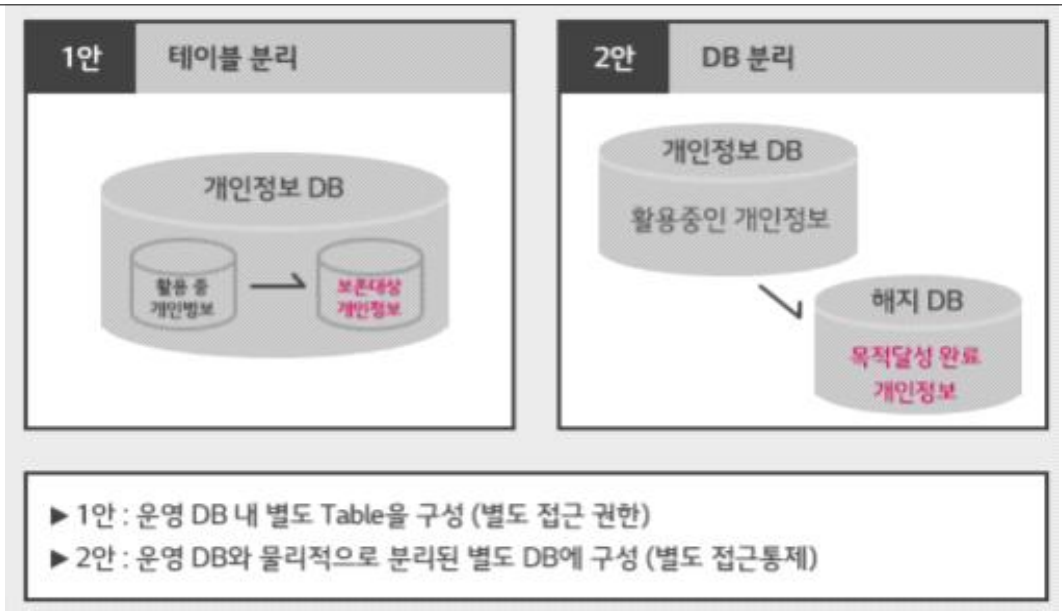
: 실물 산출물은 보안담당관의 입회하에 제작 부수와 제작 번호를 기입하여 관리

: 기본적으로 각 컨소시엄의 사업담당자 외에는 실물 산출물을 소지할 수 없으며 별도로 보안담당관의 승인이 있는 경우 소지 가능

: 실물 산출물은 잠금장치가 있는 서랍이나 사물함에 보관

: 실물 산출물은 보안담당관의 승인 없이 파기, 복사, 스캔할 수 없음

- 산출물 보존(디지털)



: 디지털 산출물은 임의 복사를 금지함

: 제출 용도 이외의 디지털 산출물은 비밀번호를 지정하여 관계자 외에 열람할 수 없도록 함

○ 결과에 대한 정보 보호 방안

- 산출물 파기(실물)

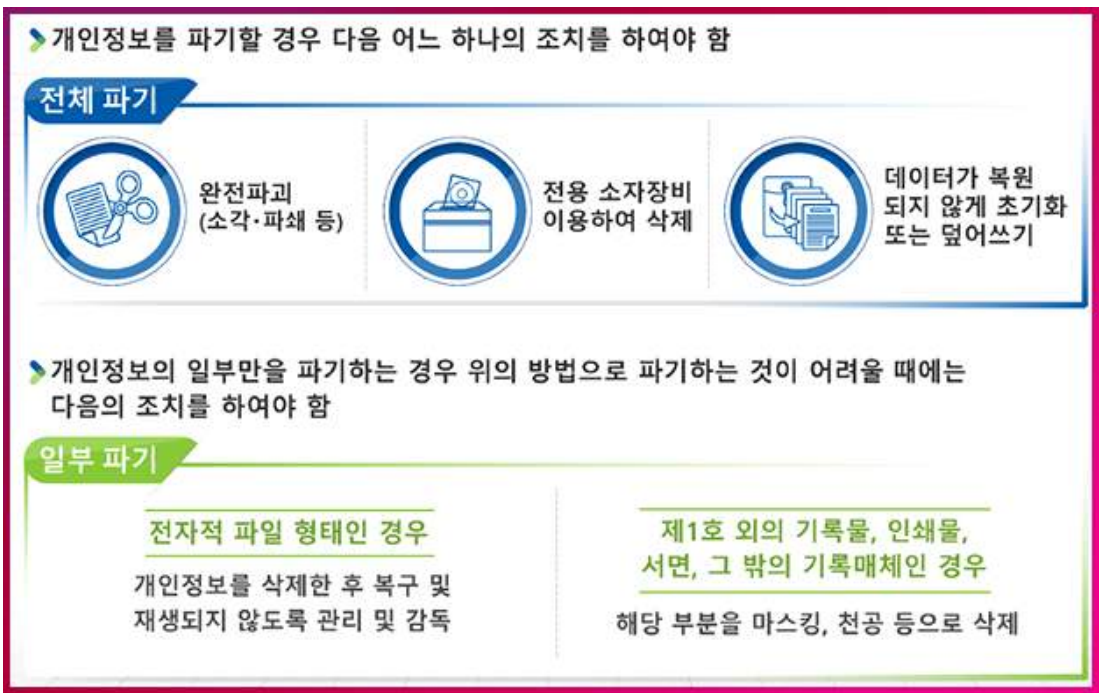
: 실물 산출물의 파기는 파쇄기를 통해 파기하며, 파쇄하지 않은 상태에서 버리지 않음

: 제작 부수와 제작 번호 등이 기입된 보안담당관의 입회하에 출력된 산출물은 출력과 마찬가지로 보안담당관의 입회하에 파기 진행

- 산출물 파기(디지털)

: 디지털 산출물의 파기는 삭제 시 휴지통이 아닌 데이터가 완전히 파괴되어 복구할 수 없는 상태인 완전 삭제 진행

: 데이터 소거 솔루션을 사용하여 데이터를 여러 번 덮어쓰기하거나 무작위 패턴으로 채워서 복구할 수 없는 상태로 완전히 삭제



8) 2단계 연구개발비 사용 계획

(1) 연구개발비 지원 · 부담계획

(단위 : 천원)

구분			정부지원 연구개발비	기관부담 연구개발비			그 외 기관 등의 지원금						합 계		
							지방자치단체			기타( )					
단계	연차	연구개발기관 (기관역할)	현금	현금	현물	소계	현금	현물	소계	현금	현물	소계	현금	현물	합계
2	2	㈜파인브이티 (주관)	225,000	30,000	45,000	75,000							255,000	45,000	300,000
		KAIST (공동)	200,000										200,000		200,000
	소계		425,000	30,000	45,000	75,000							455,000	45,000	500,000
	3	㈜파인브이티 (주관)	281,250	37,500	56,250	93,750							318,750	56,250	375,000
		KAIST (공동)	250,000										250,000		250,000
	소계		531,250	37,500	56,250	93,750							568,750	56,250	625,000
총계			956,250	67,500	101,250	168,750							1,023,750	101,250	1,125,000

(2) 상대국(영국)과의 연구개발비 지원 · 부담 계획(2단계/2-3연차)

(단위 : 천원)

구분	연구개발기관명 (기관역할)	정부지원 연구개발비	기관부담 연구개발비	합계 (천원/£)	환산액 (천원)	비고 (연구비 비율)
한국	㈜파인브이티 (주관)	506,250	168,750	£385,714	675,000	30.8%
	KAIST (공동)	450,000	-	£257,143	450,000	20.5%
합계		956,250	168,750	£642,857	1,125,000	51.3%
영국	HEROTECH8 Ltd (주관)	636,629	272,841	£519,697	909,470	41.5%
	Cranfield University (공동)	158,137	-	£90,364	158,137	7.2%
합계		794,766	272,841	£610,061	1,067,607	48.7%
총계		1,751,016	441,591	£1,252,918	2,192,607	100%

(2) 연구개발기관별 사용계획

(단위 : 천원)

단계	연차		연구개발비											연구개발비 외 지원금	연구수당 계상 기준 금액
			직접비										간접비	합계		
			인건비	학생인건비		연구시설・장비비		연구재료비	위탁연구개발비	연구활동비	연구수당	소계				
				일반	특례	일반	특례									
2단계	2년차	현금	65,351	87,840		7,000		201,160		29,000	20,000	410,351	44,649	455,000		101,869
		현물				45,000						45,000		45,000		
		소계	**65,351**	**87,840**		**52,000**		**201,160**		**29,000**	**20,000**	**455,351**	**44,649**	**500,000**		
	3년차	현금	77,186	119,520		7000		248,980		34,150	26,000	512,836	55,914	568,750		137,056
		현물				56,250						56,250		56,250		
		소계	**77,186**	**119,520**		**63,250**		**248,980**		**34,150**	**26,000**	**569,086**	**55,914**	**625,000**		
총계		현금														238,925
		현물														
		합계														

(2-1) 연구개발기관별-연차별 사용계획

① 주관연구개발기관 : ㈜파인브이티

(단위 : 천원)

단계	연차		연구개발비											연구개발비 외 지원금	연구수당 계상 기준 금액
			직접비									간접비	합계		
			인건비	학생인건비		연구시설·장비비		연구재료비	위탁연구개발비	연구활동비	연구수당	소계			
				일반	특례	일반	특례								
2단계	2년차	현금	33,322					199,000		14,000		246,322	8,678	255,000	
		현물				45,000						45,000		45,000	
		소계	**33,322**			**45,000**		**199,000**		**14,000**		**291,322**	**8,678**	**300,000**	
	3년차	현금	41,650					247,000		19,150		307,800	10,950	318,750	
		현물				56,250						56,250		56,250	
		소계	**41,650**			**56,250**		**247,000**		**19,150**		**364,050**	**10,950**	**375,000**	
총계		현금													
		현물													
		합계													

② 공동연구개발기관 : KAIST

(단위 : 천원)

단계	연차		연구개발비											연구개발비 외 지원금	연구수당 계상 기준 금액
			직접비									간접비	합계		
			인건비	학생인건비		연구시설·장비비		연구재료비	위탁연구개발비	연구활동비	연구수당	소계			
				일반	특례	일반	특례								
2단계	2년차	현금	32,029	87,840		7,000		2,160	15,000	20,000	164,029	35,971	200,000		101,869
		현물													
		소계	**32,029**	**87,840**		**7,000**		**2,160**	**15,000**	**20,000**	**164,029**	**35,971**	**200,000**		
	3년차	현금	35,536	119,520		7,000		1,980	15,000	26,000	205,036	44,964	250,000		137,056
		현물													
		소계	**35,536**	**119,520**		**7,000**		**1,980**	**15,000**	**26,000**	**205,036**	**44,964**	**250,000**		
총계		현금													238,925
		현물													
		합계													

9. 성과점검기준표

1) 총 연구개발기간 성과점검기준표

핵심 연구개발성과물		연구개발성과물		성과점검기준								양적 성과지표		시스템 내 성과 입력	
				질적 성과지표		목표치	달성치	측정방법	검증방법	가중치	연구개발기관	연구개발비 (백만원)	목표치	달성치	완료	미완료
A	품질망 측정	A-1	상공망 품질 측정 장비가 인티그레이션 된 무인기	①	통신 품질을 측정할 수 있고 비행이 가능한 무인기	1대	-	데이터 취득 값 확인	무인기 비행	10%	㈜파인브이티	65		200%	2건	0건
				②	TTA 인증	1건	-	공인인증	TTA 관계자의 참관 하에 비행 및 데이터 취득	5%	㈜파인브이티	5	현장검증 : 1건	100%	1건	0건
		A-2	무인기 비행 및 촬영	①	상공망 측정솔루션 장비(UAV,계측기,안테나등) 세팅 및 최적화 개발 비행	3건	-	무인기 비행	데이터 취득 및 최적화	5%	㈜파인브이티	40		100%	3건	0건
				②	비행을 통한 상공망 통신 품질 측정 데이터	5건 이상	-	무인기 비행	측정한 데이터 값 확인	10%	㈜파인브이티	41		400%	20건	0건
B	통합 통신망 플랫폼	B-1	AAM 운용절차 통합 통신망 품질 제공	①	3차원 통신망 품질 맵 제공	20dBm, 80%	-	데이터 수집	예측 및 시험 데이터 비교	10%	KAIST	134	학회 논문 : 2건	50%	1건	0건
				②	통신망 시각화 플랫폼	실시간/범용	-	실증	비행시험을 통해 실증 추정치와 실제 측정치 정확도 비교	20%	㈜파인브이티 KAIST	220	논문(비SCI) : 1건 논문(SCI) : 1건 현장검증 : 1건	66%	1건 0건 1건	0건 1건 0건
		B-2	데이터 정보수집 자동화	①	자동화 데이터 수집	실시간/정확도	-	데이터 수집	데이터가 자동으로 들오는지 확인	10%	㈜파인브이티	220		0%	0건	1건
C	교통관리 지능화 플랫폼	C-1	통신망 품질 기반 교통관리 지능화	①	자율 운항 계획 추천 및 변경	안정성	-	API 적용	실시간 정보 교류 확인	15%	KAIST	250	논문(비SCI) : 1건 논문(SCI) : 1건	0%	0건 0건	1건 1건
		C-2	교통정책 및 부분 기초연구	①	안정화된 서비스	안정성	-	교통 정책 및 서비스 안정화	정적 데이터 기반 확인	15%	㈜파인브이티	375		0%	0건	1건
계										100%	-	1,350	특허 : 출원 건 등록 건 논문(SCI) : 2건 논문(비SCI) : 2건 사업화 : 건 법제도 반영 : 건 정책반영 : 건 현장검증 : 2건	-	건 건 0건 1건 건 건 건 2건	건 건 1건 0건 건 건 건 0건

2) 1단계 성과점검기준표

(1) 1년차 성과점검기준표

핵심 연구개발성과물		연구개발성과물		성과점검기준									양적 성과지표		시스템 내 성과 입력	
				질적 성과지표		목표치	달성치	측정방법	검증방법	가중치	연구개발기관	연구개발비 (백만원)	목표치	달성치	완료	미완료
A	품질망 측정	A-1	상공망 품질 측정 장비가 인티그레이션 된 무인기	①	통신 품질을 측정할 수 있고 비행이 가능한 무인기	1대	-	데이터 취득 값 확인	무인기 비행	20%	㈜파인브이티	65		200%	2대	대
				②	TTA 인증	1건	-	공인인증	TTA 관계자의 참관 하에 비행 및 데이터 취득	10%	㈜파인브이티	5	현장검증 : 1건	100%	1건	건
		A-2	무인기 비행 및 촬영	①	상공망 측정솔루션 장비(UAV,계측기,안테나등) 세팅 및 최적화 개발 비행	3건	-	무인기 비행	데이터 취득 및 최적화	10%	㈜파인브이티	40		100%	3건	건
				②	비행을 통한 상공망 통신 품질 측정 데이터	5건 이상	-	무인기 비행	측정한 데이터 값 확인	20%	㈜파인브이티	41		400%	20건	건
		A-3		①			-							-		
B	통합 통신망 플랫폼	B-1	AAM 운용절차 통합 통신망 품질 제공	①	3차원 통신망 품질 맵 제공	20dBm, 80%	-	데이터 수집	예측 및 시험 데이터 비교	20%	KAIST	37	학회 논문 : 1건	100%	1건	건
				②	통신망 시각화 플랫폼	범용	-	실증	비행시험을 통한 실증	20%	KAIST	37		100%	1건	건
				③			-							-		
C		C-1		①			-							-		
계										100%	-	225	특허 : 출원 건 등록 건 논문(SCI) : 1 건 논문(비SCI) : 건 사업화 : 건 법제도 반영 : 건 정책반영 : 건 현장적용 : 건 현장검증 : 1건	-	건 건 1건 건 건 건 건 건 1건	건 건 건 건 건 건 건 건 건

3) 2단계 성과점검기준표

(1) 2단계 성과점검기준표

핵심 연구개발성과물		연구개발성과물		성과점검기준									양적 성과지표		시스템 내 성과 입력	
				질적 성과지표		목표치	달성치	측정방법	검증방법	가중치	연구개발기관	연구개발비 (백만원)	목표치	달성치	완료	미완료
A	통합 통신망 플랫폼	A-1	AAM 운용절차 통합 통신망 품질 제공	①	3차원 통신망 품질 맵 제공	20dB m, 80%	-	데이터 수집	예측 및 시험 데이터 비교	15%	KAIST	100	학회 논문 : 1건	-	건 건 건 건 건 건 건 건	건 건 건 건 건 건 건 건
				②	통신망 시각화 플랫폼	실시간 /범용	-	실증	비행시험을 통해 실증 추정치와 실제 측정치 정확도 비교	30%	㈜파인브이티 KAIST	180	논문(비SCI) : 1건 논문(SCI) : 1건 현장검증 : 1건	-		
														-		
		A-2	데이터 정보수집 자동화	①	자동화 데이터 수집	실시간 /정확도	-	데이터 수집	데이터가 자동으로 들오는지 확인	15%	㈜파인브이티	220		-		
				②			-							-		
		A-3		①			-							-		
B	교통관리 지능화 플랫폼	B-1	통신망 품질 기반 교통 관리 지능화	①	자율 운항 계획 추천 및 변경	안정성	-	API 적용	실시간 정보 교류 확인	20%	KAIST	250	논문(비SCI) : 1건 논문(SCI) : 1건	-		
				②			-							-		
		B-2	교통정책 및 부분 기초 연구	①	안정화된 서비스	안정성	-	교통 정책 및 서비스 안정화	정적 데이터 기반 확인	20%	㈜파인브이티	375		-		
C		C-1		①			-							-		
계										100%	-	1,125	특허 : 출원 건 등록 건 논문(SCI) : 2건 논문(비SCI) : 2건 사업화 : 건 법제도 반영 : 건 정책반영 : 건 현장적용 : 건 현장검증 : 1건	-	건 건 건 건 건 건 건 건	건 건 건 건 건 건 건 건

(2) 2년차 성과점검기준표

핵심 연구개발성과물		연구개발성과물		성과점검기준									양적 성과지표		시스템 내 성과 입력	
				질적 성과지표		목표치	달성치	측정방법	검증방법	가중치	연구개발기관	연구개발비 (백만원)	목표치	달성치	완료	미완료
A	통합 통신망 플랫폼	A-1	AAM 운용절차 통합 통신망 품질 제공	①	3차원 통신망 품질 맵 제공	20dBm, 80%	-	데이터 수집	예측 및 시험 데이터 비교	25%	KAIST	100		-	건 건 건 건 건 건 건 건	건 건 건 건 건 건 건 건
				②	통신망 시각화 플랫폼	실시간/범용	-	실증	비행시험을 통해 실증 추정치와 실제 측정치 정확도 비교	50%	㈜파인브이티 KAIST	180	논문(비SCI) : 1건 논문(SCI) : 1건 현장검증 : 1건	-		
														-		
		A-2	데이터 정보수집 자동화	①	자동화 데이터 수집	실시간/정확도	-	데이터 수집	데이터가 자동으로 들오는지 확인	25%	㈜파인브이티	220		-		
				②			-							-		
		A-3		①			-							-		
B		B-1		①			-							-		
				②			-							-		
				③			-							-		
C		C-1		①			-							-		
계										100%	-	500	특허 : 출원 건 등록 건 논문(SCI) : 1건 논문(비SCI) : 1건 사업화 : 건 법제도 반영 : 건 정책반영 : 건 현장적용 : 건 현장검증 : 1건	-	건 건 건 건 건 건 건 건	건 건 건 건 건 건 건 건

(3) 3년차 성과점검기준표

핵심 연구개발성과물		연구개발성과물		성과점검기준									양적 성과지표		시스템 내 성과 입력	
				질적 성과지표		목표치	달성치	측정방법	검증방법	가중치	연구개발기관	연구개발비 (백만원)	목표치	달성치	완료	미완료
A	교통관리 지능화 플랫폼	A-1	통신망 품질 기반 교통 관리 지능화	①	자율 운항 계획 추천 및 변경	안정성	-	API 적용	실시간 정보 교류 확인	50%	KAIST	250	논문(비SCI) : 1건 논문(SCI) : 1건	-		
				②			-							-		
				③			-							-		
		A-2	교통정책 및 부분 기초 연구	①	안정화된 서비스	안정성	-	교통 정책 및 서비스 안정화	정적 데이터 기반 확인	25%	㈜파인브이티	375		-		
				②			-							-		
		A-3		①			-							-		
B		B-1		①										-		
				②			-							-		
				③			-							-		
C		C-1		①			-							-		
계										100%	-	625	특허 : 출원 건 등록 건 논문(SCI) : 1건 논문(비SCI) : 1건 사업화 : 건 법제도 반영 : 건 정책반영 : 건 현장적용 : 건	-	건 건 건 건 건 건 건 건	건 건 건 건 건 건 건 건

[뒷면지]

주 의

1. 이 보고서는 국토교통부에서 시행한 협력거점형 국토교통 국제협력 연구개발사업 AAM & UAM을 대비한 정밀 상공통신품질망 방안 연구 연구개발과제 1 단계보고서이다.

2. 이 연구개발내용을 대외적으로 발표할 때에는 반드시 국토교통부(국토교통과학기술진흥원)에서 시행한 협력거점형 국토교통 국제협력 연구개발사업의 결과임을 밝혀야 한다.

별첨 **단계보고서 증빙자료**

협력거점형 국토교통 국제협력 연구개발 사업
(한-영 양자협력형 국제공동연구)

AAM & UAM을 대비한 정밀 상공통신품질망 방안 연구

/ ㈜파인브이티

- 연구성과 증빙자료 -

(연차별 성과점검표, 연구성과 증빙자료 포함)

2025.03.

목 차

1. 1단계(1차년도) 연구성과 ····· 1

1-1. 1단계(1차년도) 연구성과 목표, 달성도 및 증빙자료 ····· 1

1-2. 정량적 연구성과 목표 및 달성도 ····· 49

1-3. 정량적 연구성과 증빙자료 ····· 50

1-4. 질적 연구성과 목표 및 달성도 ····· 57

1-5. 질적 연구성과 증빙자료 ····· 58

별첨1 1단계(1차년도) 연구성과 목표, 달성도 및 증빙자료

AAM과 UAM 안전 운항에 관련된 정밀 상공 통신 품질망 기술 연구 비행 보고서

2024. 09. 05.

FINE VT
Robotics Lab

별첨1 **1단계(1차년도) 연구성과 목표, 달성도 및 증빙자료**

FINE VT Robotics Lab

[목차]

1. 개요 **1**

가. 수행 인원 1

나. 기간/장소 1

다. 수행 인원 1

2. 실증 방법 **23**

가. 실증 일정 1

나. 사용 장비 1

다. 비행경로 1

라. 수행 사진 1

3. 실증 결과 **34**

가. 도출 데이터 1

FINE VT Robotics Lab

1. 개요

가. 수행 인원

1) 오세진 연구소장(PM)

○ 참여 역할

- 현장 총괄 관리
- 초경량비행장치 주조종자

2) 윤형영 대표이사(설계/ SW 개발)

○ 참여 역할

- 상공망 품질 측정 장비 운용
- 상공망 품질 측정 데이터 가공
- 서버 및 네트워크 구축

3) 장용덕 외부인력

○ 참여 역할

- 초경량비행장치 부조종자

나. 기간/장소

1) 수행 기간

○ '24.08.19 ~ '24.08.30

2) 수행 장소

○ 고흥 드론특화 지식산업센터

- 전라남도 고흥군 고흥읍 호산로 487-291



- 1 -

FINE VT Robotics Lab

다. 사전 준비

1) 기체 등록 및 보험 가입


초경량비행장치 신고증명서

Matrice 300 RTK 신고증명서


초경량비행장치 신고증명서

FFW-015 신고증명서


보험가입 인증서

주식회사 에이알엑스

KB손해보험

Matrice 300 RTK 보험 가입 인증서


보험가입 인증서

주식회사 에이알엑스

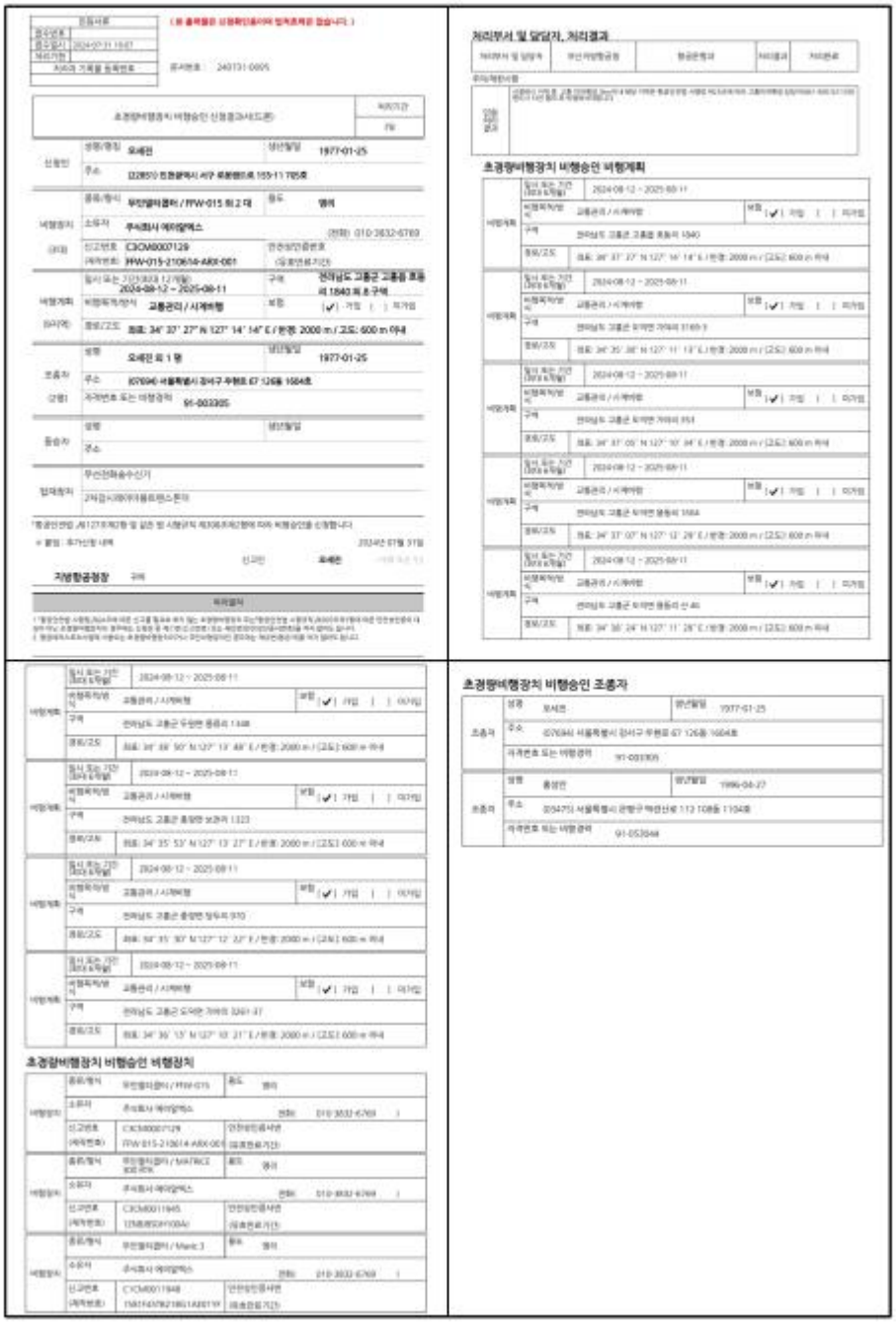
KB손해보험

FFW-015 보험 가입 인증서

FINEVT Robotics Lab

2) 비행 허가

○ 비행 승인 신청 결과서



초경량비행장치 비행승인 신청결과서(드론)

처리부서 및 담당자, 처리결과

초경량비행장치 비행계획

초경량비행장치 비행승인 조종자

초경량비행장치 비행승인 비행장치

별첨1 **1단계(1차년도) 연구성과 목표, 달성도 및 증빙자료**

FINE VT Robotics Lab

○ 항공촬영 신청 결과서

민원서류

접수번호	240708-0474
접수일시	2024년 07월 08일
처리기한	
처리과 기록물 등록번호	

(본 출력물은 신청확인용이며 법적효력은 없습니다.)

항공촬영 신청결과서

처리기간: 4일

신청인	성명/명칭	오세진	구분	촬영업체
	연락처	010-9349-4693		
비행장치 (3대)	사진의 용도(상세)	K-UAM 그랜드챌린지 실증	촬영구분	[ ] 항사진 [✓] 사각 [✓] 동영상
	촬영장비 명칭 및 종류	무인멀티콥터	규격/수량	3540x2060x620
	항공기종 (제작번호)	FINE VT FFW-015-210614-ARX-001	항공기명	FFW-015
촬영계획 (3지역)	일시	2024-08-01 ~ 2025-07-31		
	촬영지역	전라남도 고흥군 고흥읍 호동리 1840		
	목표물	통신 데이터 및 지형 조사		
	경로/고도	좌표: 34° 37' 27" N 127° 14' 14" E / 반경: 2000 m / 고도: 600 m 이내		
	항로/좌표 (드론제외)		순항고도/항속	1968 ft / 72 km
조종자 (2명)	성명/생년월일	오세진 / 1977-01-25	소속/직책	(주)파인브이티 / 연구소장
	비고사항	91-003305		
동승자	성명/생년월일		소속/직책	
	비고사항			
조건부 승인사항				

2024년 07월 08일

※ 붙임 : 추가신청 내역

신고인 오세진 (서명 또는 인)

군 부대장 귀하

처리부서 및 담당자, 처리결과

처리부서 및 담당자	육군	31사단	처리결과	처리완료

주의/제한사항

항공촬영 관련하여, 개인의 권리침해에 해당하지 않도록 하고, 촬영 간 군기 및 군사보안사항에 촬영되지 않도록 유의하시고, 촬영 중 또는 이후 촬영내용과 관련하여 민원제기 및 법적고소를 당하지 않도록 하시기 바랍니다. 또한 촬영 및 보호장비와 군사시설을 대상으로 한 항공사진촬영 승인이 아니므로 해당시설에 노출 여부에 대한 군에 보안책임을 물지 않음을 분명히 하시기 바랍니다.
타워 처리 결과

항공촬영 비행장치

비행장치	사진의 용도(상세)	K-UAM 그랜드챌린지 실증	촬영구분	[ ] 항사진 [✓] 사각 [✓] 동영상
	촬영장비 명칭 및 종류	무인멀티콥터	규격/수량	3540x2060x620
	항공기종 (제작번호)	FINE VT FFW-015-210614-ARX-001	항공기명	FFW-015
비행장치	사진의 용도(상세)	K-UAM 그랜드챌린지 실증	촬영구분	[ ] 항사진 [✓] 사각 [✓] 동영상
	촬영장비 명칭 및 종류	무인멀티콥터	규격/수량	810x670x430
	항공기종 (제작번호)	DJI 1ZNBJ8S0H100AJ	항공기명	MATRICE 300 RTK
비행장치	사진의 용도(상세)	K-UAM 그랜드챌린지 실증	촬영구분	[ ] 항사진 [✓] 사각 [✓] 동영상
	촬영장비 명칭 및 종류	무인멀티콥터	규격/수량	347.5x283x107.7
	항공기종 (제작번호)	DJI 1581F4STB219G1AE01YF	항공기명	Mavic 3

항공촬영계획

촬영계획	일시	2024-08-01 ~ 2025-07-31		
	촬영지역	전라남도 고흥군 고흥읍 호동리 1840		
	목표물	통신 데이터 및 지형 조사		
	경로/고도	좌표: 34° 37' 27" N 127° 14' 14" E / 반경: 2000 m / [고도]: 600 m 이내		
	항로/좌표 (드론제외)		순항고도/항속	1968 ft / 72 km
촬영계획	일시	2024-08-01 ~ 2025-07-31		
	촬영지역	전라남도 고흥군 도덕면 가야리 3169-3		
	목표물	통신 데이터 및 지형 조사		
	경로/고도	좌표: 34° 35' 30" N 127° 11' 13" E / 반경: 2000 m / [고도]: 600 m 이내		
	항로/좌표 (드론제외)		순항고도/항속	1968 ft / 72 km
촬영계획	일시	2024-08-01 ~ 2025-07-31		
	촬영지역	전라남도 고흥군 도덕면 가야리 353		
	목표물	통신 데이터 및 지형 조사		
	경로/고도	좌표: 34° 37' 05" N 127° 10' 34" E / 반경: 2000 m / [고도]: 600 m 이내		
	항로/좌표 (드론제외)		순항고도/항속	1968 ft / 72 km
촬영계획	일시	2024-08-01 ~ 2025-07-31		
	촬영지역	전라남도 고흥군 도덕면 용동리 1604		
	목표물	통신 데이터 및 지형 조사		
	경로/고도	좌표: 34° 37' 07" N 127° 12' 29" E / 반경: 2000 m / [고도]: 600 m 이내		
	항로/좌표 (드론제외)		순항고도/항속	1968 ft / 72 km
촬영계획	일시	2024-08-01 ~ 2025-07-31		
	촬영지역	전라남도 고흥군 도덕면 용동리 산 46		
	목표물	통신 데이터 및 지형 조사		
	경로/고도	좌표: 34° 38' 24" N 127° 11' 28" E / 반경: 2000 m / [고도]: 600 m 이내		
	항로/좌표 (드론제외)		순항고도/항속	1968 ft / 72 km
촬영계획	일시	2024-08-01 ~ 2025-07-31		
	촬영지역	전라남도 고흥군 두원면 풍류리 1348		
	목표물	통신 데이터 및 지형 조사		
	경로/고도	좌표: 34° 38' 50" N 127° 13' 48" E / 반경: 2000 m / [고도]: 600 m 이내		
	항로/좌표 (드론제외)		순항고도/항속	1968 ft / 72 km
촬영계획	일시	2024-08-01 ~ 2025-07-31		
	촬영지역	전라남도 고흥군 풍양면 보천리 1323		
	목표물	통신 데이터 및 지형 조사		
	경로/고도	좌표: 34° 35' 53" N 127° 13' 27" E / 반경: 2000 m / [고도]: 600 m 이내		
	항로/좌표 (드론제외)		순항고도/항속	1968 ft / 72 km
촬영계획	일시	2024-08-01 ~ 2025-07-31		
	촬영지역	전라남도 고흥군 풍양면 당두리 970		
	목표물	통신 데이터 및 지형 조사		
	경로/고도	좌표: 34° 35' 30" N 127° 12' 22" E / 반경: 2000 m / [고도]: 600 m 이내		
	항로/좌표 (드론제외)		순항고도/항속	1968 ft / 72 km
촬영계획	일시	2024-08-01 ~ 2025-07-31		
	촬영지역	전라남도 고흥군 도덕면 가야리 3261-37		
	목표물	통신 데이터 및 지형 조사		
	경로/고도	좌표: 34° 36' 13" N 127° 10' 21" E / 반경: 2000 m / [고도]: 600 m 이내		
	항로/좌표 (드론제외)		순항고도/항속	1968 ft / 72 km

항공촬영 조종자

조종자	성명/생년월일	오세진 / 1977-01-25	소속/직책	(주)파인브이티 / 연구소장
	비고사항	91-003305		
조종자	성명/생년월일	홍성안 / 1996-04-27	소속/직책	(주)에이알엑스 / 대표이사
	비고사항	91-053044		

별첨1 **1단계(1차년도) 연구성과 목표, 달성도 및 증빙자료**

FINE VT Robotics Lab

○ 임시공역 제안신청서

[붙임1]

임시공역 제안신청서(양식)	
1. 제안서 요약 (제안기관 및 연락처)	K-UAM GrandChallenge 1단계 교통관리 분야 업무와 한영 양자협력형 국토교통 국제공동연구 업무를 위한 공역 신청 (㈜파인브이티, TEL : 070-4355-0940)
2. 제안사유	UAM 비행 고도인 600m에서의 상공망 데이터 품질을 측정하는 과정에서 충돌 방지 등 안전을 위해 항공기/경량항공기의 접근을 제한하고자 제안
3. 제안내용	
가. 공역의 종류	비행제한구역
나. 공역의 범위 (1) 수평범위 : (2) 수직범위 :	고흥항공센터 반경 6km (위도 : 34.610826, 경도 : 127.214636) (34°36'38.9736, 127°12'52.6896) 지표면 ~ 2000피트
나. 사용시간	매일 10:00 ~ 18:00
다. 관할 관제기관	
라. 관리기관/통제기관	
마. 공역활동	초경량비행장치 비행
바. 발효희망일	2024.08.01.(목) ~ 2025.07.31.(목)
4. 인접공역현황	
5. 공역도	
6. 관련기관 간 협의·조정사항	군 관련기관 협의, 고흥항공센터 협의
7. 안전대책	이륙 및 착륙 시 인접 관제기관/관리·통제기관에 유선 통보
8. 기타	비상연락망 : 010-9439-4693

별첨1 | **1단계(1차년도) 연구성과 목표, 달성도 및 증빙자료**

FINEVT Robotics Lab

○ 임시공역 신청 공문

문서24

(주)파인브이티

수신 항공교통본부장(공역총괄과장)
제목 임시공역 신청

1. 귀 기관의 무궁한 발전을 기원합니다.

2. K-UAM GrandChallenge 실증 목적을 위해 임시공역설정을 붙임과 같이 요청하니 처리하여 주시기 바랍니다.

3. 관련근거
가. ㈜파인브이티는 국토교통부에서 진행하는 K-UAM GrandChallenge 1단계 교통관리 R&D 분야에 선정되어 업무를 수행하고 있습니다.
나. ㈜파인브이티는 국토교통부에서 진행하는 한영 양자협력형 국토교통 국제공동연구에서 AAM과 UAM 안전 운항에 관련된 정밀 상공 통신 품질망 기술 연구(KAIA, 연구과제번호 : RS-2024-00412531)를 진행하고 있습니다.

붙임1. 공문-임시공역신청_FineVT.pdf
붙임2. 문서24-첨부-임시공역 제안신청서_FineVT240710_v02.pdf 끝.

(주)파인브이티

제출자 2024-07-10 오세진

시행 M00031-847482 (2024-07-10) 접수

우 14057 경기도 안양시 동안구 시민대로 383(관양동) 디지털 엠파이어 B동 1202호 / http://www.finevt.com

전화번호 070-4355-0940 팩스번호 070-4325-0941 / rescue@finevt.com / 비공개(6)

FINE VT Robotics Lab

○ 임시공역 지정 알림

국토교통부

항 공 교 통 본 부

수신 수신자 참조
(경유)
제목 임시공역(비행제한) 지정 알림((주)파인브이티)

1. 관련근거
 가. 「공역관리규정」 제6조(공역 등의 지정) 제4항
 나. 문서24 M00031-847482(2024.7.10.)
 다. 공군작전사령부 공역관리과-6598(2024.7.29.)

2. 민원인이 요청한 무인비행장치 비행 관련 임시공역(비행제한구역)을 아래와 같이 지정하며, 동 사항은 항공고시보(NOTAM)로 발행 될 예정임을 알려드립니다.

구분	일시(KST)	구역	고도
비행 제한 구역	'24.8.1.(목)~10.14.(월) 10:00~18:00	34-36-39N 127-12-53E (좌표 중심 반경 3.24NM)	SFC ~ 2,000FT AGL

* (주)파인브이티 : 070-4355-0940

3. 아울러, 민원인은 안전을 위하여 다음 사항을 협조하여 주시기 바랍니다.
 가. 상기 구역·고도·일시 반드시 준수
 나. '군 관할공역 내 민간 초경량비행장치 비행승인 안내서' 준수
 다. 군사기지 및 군사시설 상공 비행 시 관련 군부대와 반드시 사전 협의 및 비행 중 항공촬영 시 절차에 따른 사전 승인 후 시행
 라. **비행 시작 1시간 전, 종료 및 취소 시 공군작전사령부 SODO(031-669-7020~1) 및 MCRC(031-669-7529)에 통보**하고, 담당자 연락망 유지 및 안전지시 철저히 이행
 마. **상기 임시공역과 중첩되는 타 임시공역 사용자와 사전 협조 후 공역 사용**
 바. 비상·군 임무 등의 사유로 항공교통업무기관·공군에서 비행중지 요청 시 즉시 협조. 끝.

항공교통본부장

수신자 (주)파인브이티, 부산지방항공청장(항공운항과장)

주무관	함자수	주무관	김하영	공역총괄과장	전결 2024. 7. 30. 이상곤

협조자

시행 공역총괄과-3395 (2024. 7. 30.) 접수

우 41059 대구광역시 동구 매여로1길 50-12 (상매동) 항공교통본부 / http://www.molit.go.kr/atmo

전화번호 053-668-0256 팩스번호 053-668-0277 / hamjisoo@molit.go.kr / 비공개(5,6)

FINEVT Robotics Lab

2. 실증 방법

가. 실증 일정

1) 1주차('24.08.19~'24.08.23)

	8월 19일 (월)	8월 20일 (화)	8월 21일 (수)	8월 22일 (목)	8월 23일 (금)
수행 내역	1) 실증 준비 - 도착 및 하역 - 운영시스템 설치 및 착수 - 안전용품 (안전모 / 안전조끼)	1) 태풍(종다리)의 우천으로 인한 실증 불가	1) 실증 준비 - 상공망 품질 측정 장비(TSMA6B)와 멀티콥터(Matrice 300 RTK) 결합 - 상공망 품질 측정 장비 세팅 2) 우천으로 인한 실증 불가	1) 실증 - 멀티콥터(Matrice 300 RTK) 비행 - 동쪽 2km 비행, 고도 150m 1소티 - 북쪽 2km 비행, 고도 150m 1소티 - 동쪽 2km 비행, 고도 100m 1소티 - 북쪽 2km 비행, 고도 100m 1소티	1) 실증 - eVTOL(FFW-015) 비행 - 단거리 13km 비행, 고도 150m 3소티

2) 2주차('24.08.26~'24.08.30)

	8월 26일(월)	8월 27일(화)	8월 28일(수)	8월 29일(목)	8월 30일(금)
수행 내역	1) 실증 - 멀티콥터(Matrice 300 RTK) 비행 - 동쪽 2km 비행, 고도 50m 1소티 - 북쪽 2km 비행, 고도 50m 1소티 (1.8km 지점에서 통신 상태 불안정으로 인해 Return To Home)	1) 실증 - 멀티콥터(Matrice 300 RTK) 비행 - 동쪽 2km 비행, 고도 75m 1소티 - 북쪽 2km 비행, 고도 125m 1소티	1) 실증 - eVTOL(FFW-015) 비행 - 단거리 13km 비행, 고도 500m 1소티	1) 실증 - eVTOL(FFW-015) 비행 - 단거리 13km 비행, 고도 300m 1소티	1) 실증 - eVTOL(FFW-015) 비행 - 단거리 13km 비행, 고도 600m, 500m, 400m 3소티

나. 사용 장비

1) 상공망 품질 측정 장비

○ TSMA6B



- Rohde & Schwarz 社 장비
- 주파수 대역 : 3GPP 주파수 대역 제한 없음
- 수신기 : 다중 GNSS 수신기 포함
- Windows 기반, Android 기반
- 8세대 Intel 쿼드코어

2) 기체

○ Matrice 300 RTK



- DJI 社 장비
- 최대 비행시간 : 55분
- 최대 탑재 하중 : 2.7kg
- 최대 이륙 무게 : 9kg
- 최대 속도 : 17~23m/s

○ FFW-015



- FineVT 社 장비
- 최대 비행시간 : 180분
- 최대 탑재 하중 : 3kg
- 최대 이륙 무게 : 17kg
- 최대 속도 : 17~23m/s

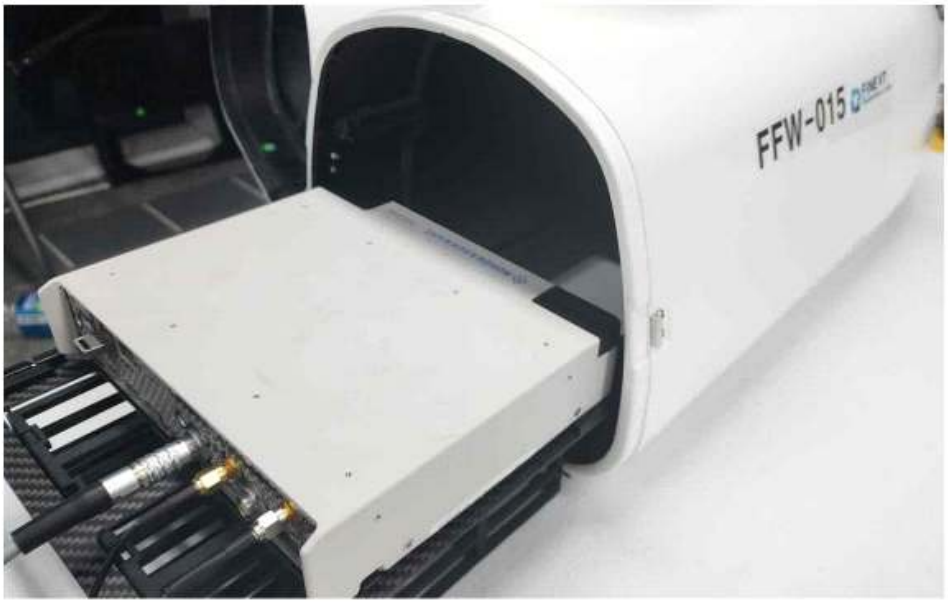
FINEVT Robotics Lab

3) 상공망 품질 측정 장비용 트레이

○ Matrice 300 RTK 트레이



○ FFW-015 트레이



FINEVT Robotics Lab

다. 수행 방법

○ FineVT에서 제작한 eVTOL 대역기(FFW-015)와 DJI에서 제작한 멀티콥터(Matrice 300 RTK)에 상공망 통신 품질 측정 장비 인티그레이션을 완료함

○ 인티그레이션 된 무인기를 비행하여 UAM의 비행 환경을 모사하고 비행 데이터 취득, 상공망 통신 품질 측정업무 수행

○ Rohde & Schwarz에서 개발한 상공망 품질 측정 장비(TSMA6B)를 사용하여 상공에서의 통신 데이터를 받아오고, UAM 비행에 방해가 될만한 주파수 대역, 전파 간섭 등을 측정하여 이를 가공할 수 있도록 데이터 취득

○ eVTOL 대역기는 자체 비행 프로그램을 통해 비행을 진행하며, 이륙부터 착륙까지 사람의 직접적인 조종 없이 자동으로 비행. 기체로부터 비행 상태(속도, 고도, 위치, 온도 등)를 실시간으로 수신하여 조종자가 확인 가능하며, 원하는 비행경로를 지정하면 자동으로 최적의 비행경로를 생성함. 자체 라이다가 탑재되어 있어 장애물 접근 시 자동으로 회피 기동하는 솔루션이 적용되어 있어 비행의 안전성을 확보

○ 멀티콥터는 사람이 직접 조종하며 단순 경로에 다양한 고도를 두어 비행하며, 각각의 고도에 따라 상공망의 통신 품질 상태를 측정하고 데이터를 도출함

FINEVT Robotics Lab

라. 비행경로

1) Matrice 300 RTK 비행

○ 동쪽 비행경로



- 고흥 드론특화 지식산업센터에서 이착륙을 진행하였으며 동쪽으로 도로를 따라 평행하게 2km 비행
- 고도 50m, 75m, 100m, 150m로 4소티 비행

○ 북쪽 비행경로



- 고흥 드론특화 지식산업센터에서 이착륙을 진행하였으며 북쪽으로 도로와 수직으로 2km 비행
- 고도 50m, 100m, 125m, 150m로 4소티 비행

FINEVT Robotics Lab

2) FFW-015 비행

○ 단거리 비행경로





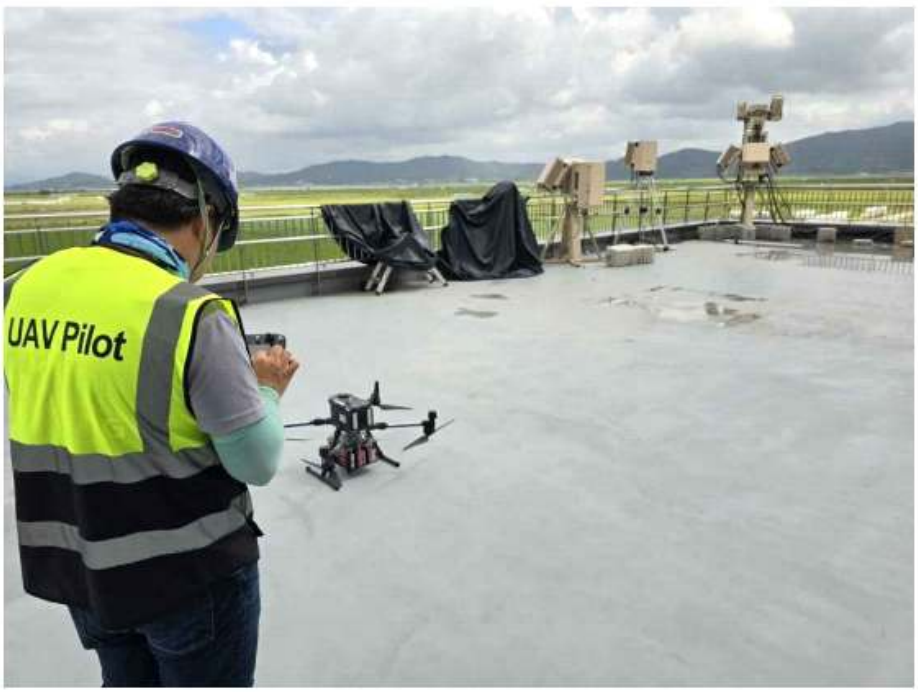
- 고흥 국가종합 비행 성능 시험장에서 이착륙을 진행하였으며 이착륙장을 기준 남북방향으로 4.6km, 동서방향으로 2km 비행
- 고도 150m, 300m, 400m, 500m, 600m로 8소티 비행

FINEVT Robotics Lab

마. 수행 사진

1) Matrice 300 RTK 비행





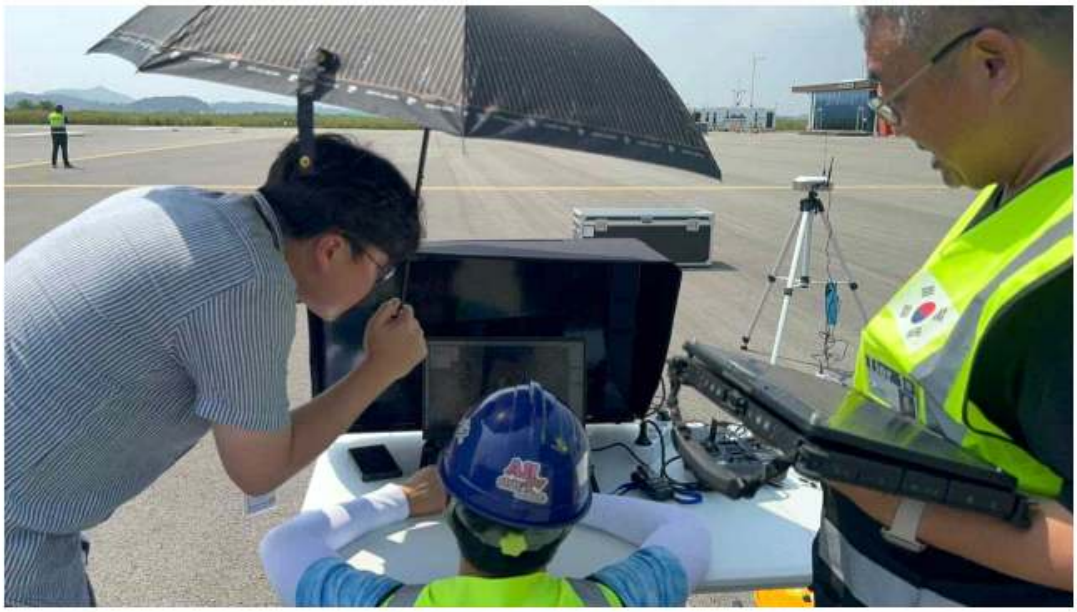
FINEVT Robotics Lab





FINEVT Robotics Lab

2) FFW-015 비행





FINE VT Robotics Lab





FINE VT Robotics Lab

3. 실증 결과

가. 도출 데이터

1) 비행 기록

고흥 드론 특화 지식산업센터 (8월 22일)



고흥 드론 특화 지식산업센터 3층 야외 테라스에서 이착륙 진행
도로와 평행한 동쪽 방향으로 거리 2km 고도 100m 비행

임무	위도	경도	고도(m)
이륙	34.615736	127.208593	12
1 지점	34.615674	127.208691	113
2 지점	34.612686	127.229702	113
3 지점	34.615766	127.208663	112
착륙	34.615680	127.208649	12

고흥 드론 특화 지식산업센터 (8월 22일)



고흥 드론 특화 지식산업센터 3층 야외 테라스에서 이착륙 진행
도로와 평행한 동쪽 방향으로 거리 2km 고도 150m 비행

임무	위도	경도	고도(m)
이륙	34.615723	127.208593	12
1 지점	34.615728	127.208597	152
2 지점	34.612560	127.229965	152
3 지점	34.615802	127.208631	152
착륙	34.615738	127.208603	12

FINEVT Robotics Lab

고흥 드론 특화 지식산업센터 (8월 22일)



고흥 드론 특화 지식산업센터 3층 야외 테라스에서 이착륙 진행
도로와 수직한 북쪽 방향으로 거리 2km 고도 100m 비행

임무	위도	경도	고도(m)
이륙	34.615651	127.208570	12
1 지점	34.615689	127.208569	112
2 지점	34.633253	127.212137	112
3 지점	34.615808	127.208640	112
착륙	34.615721	127.208596	12

고흥 드론 특화 지식산업센터 (8월 22일)



고흥 드론 특화 지식산업센터 3층 야외 테라스에서 이착륙 진행
도로와 수직한 북쪽 방향으로 거리 2km 고도 150m 비행

임무	위도	경도	고도(m)
이륙	34.615695	127.208609	12
1 지점	34.615684	127.208595	162
2 지점	34.633080	127.212527	162
3 지점	34.615922	127.208812	162
착륙	34.615699	127.208616	12

FINE VT Robotics Lab

전남 고흥 국가종합 비행 성능시험장 (8월 23일)	
3소티	

전남 고흥 국가종합 비행 성능시험장에서 이착륙 진행
이착륙장 기준 북쪽 2.3km, 남쪽 2.3km, 동쪽 2km에 고도 150m 비행

임무	위도	경도	고도(m)
이륙	34.610965	127.2102589	2.8
1 지점	34.605951	127.2158624	149.9
2 지점	34.630911	127.2131420	149.9
3 지점	34.631027	127.2281902	149.5
4 지점	34.598314	127.2267561	150.8
5 지점	34.598805	127.2103374	149.6
6 지점	34.630866	127.2129959	148.8
7 지점	34.630996	127.2283294	150.8
8 지점	34.598421	127.2268672	149.9
9 지점	34.598884	127.2102532	150.0
10 지점	34.630942	127.2130389	148.2
11 지점	34.631075	127.2281678	149.1
12 지점	34.598485	127.2269262	148.8
13 지점	34.613308	127.2121504	149.6
착륙	34.610963	127.2102577	2.8

FINE VT Robotics Lab

고흥 드론 특화 지식산업센터 (8월 26일)



고흥 드론 특화 지식산업센터 3층 야외 테라스에서 이착륙 진행
도로와 평행한 동쪽 방향으로 거리 2km 고도 50m 비행

임무	위도	경도	고도(m)
이륙	34.615703	127.208567	12
1 지점	34.615701	127.208574	62
2 지점	34.612161	127.229934	62
3 지점	34.615758	127.208611	62
착륙	34.615755	127.208538	12

고흥 드론 특화 지식산업센터 (8월 26일)



고흥 드론 특화 지식산업센터 3층 야외 테라스에서 이착륙 진행
도로와 수직한 북쪽 방향으로 거리 1.7km 고도 50m 비행

임무	위도	경도	고도(m)
이륙	34.615737	127.208530	12
1 지점	34.615733	127.208535	62
2 지점	34.630058	127.211969	62
3 지점	34.615725	127.208543	62
착륙	34.615740	127.208546	12

FINE VT Robotics Lab

고흥 드론 특화 지식산업센터 (8월 27일)



고흥 드론 특화 지식산업센터 3층 야외 테라스에서 이착륙 진행
도로와 평행한 동쪽 방향으로 거리 2km 고도 75m 비행

임무	위도	경도	고도(m)
이륙	34.615701	127.208457	12
1 지점	34.615717	127.208450	87
2 지점	34.612533	127.229932	87
3 지점	34.615742	127.208478	87
착륙	34.615768	127.208478	12

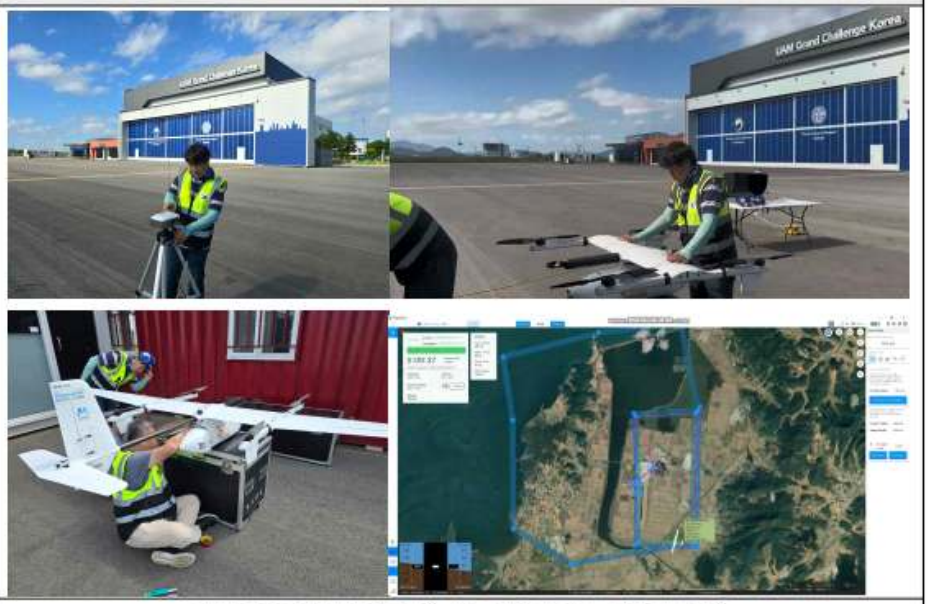
고흥 드론 특화 지식산업센터 (8월 27일)



고흥 드론 특화 지식산업센터 3층 야외 테라스에서 이착륙 진행
도로와 수직한 북쪽 방향으로 거리 2km 고도 125m 비행

임무	위도	경도	고도(m)
이륙	34.615703	127.208533	12
1 지점	34.615708	127.208535	137
2 지점	34.633015	127.213532	137
3 지점	34.615810	127.208538	137
착륙	34.615755	127.208524	12

FINE VT Robotics Lab

전남 고흥 국가종합 비행 성능시험장 (8월 28일)	
1소티	

전남 고흥 국가종합 비행 성능시험장에서 이착륙 진행
이착륙장 기준 북쪽 2.3km, 남쪽 2.3km, 동쪽 2km에 고도 500m 비행

임무	위도	경도	고도(m)
이륙	34.610851	127.2102858	3.4
1 지점	34.615427	127.2184751	500.9
2 지점	34.628136	127.2111521	500.4
3 지점	34.629761	127.2297154	499.2
4 지점	34.595149	127.2287792	500.9
5 지점	34.594603	127.2121593	499.5
착륙	34.610851	127.2102887	3.4

FINEVT Robotics Lab

전남 고흥 국가종합 비행 성능시험장 (8월 29일)

1소티



전남 고흥 국가종합 비행 성능시험장에서 이착륙 진행
이착륙장 기준 북쪽 2.3km, 남쪽 2.3km, 동쪽 2km에 고도 300m 비행

임무	위도	경도	고도(m)
이륙	34.610871	127.2103141	0.3
1 지점	34.619973	127.2184383	299.9
2 지점	34.631265	127.2143521	299.5
3 지점	34.630909	127.2329406	299.9
4 지점	34.595038	127.2306201	298.3
5 지점	34.594710	127.2114908	301.4
착륙	34.610820	127.2103070	0.3

FINE VT Robotics Lab

전남 고흥 국가종합 비행 성능시험장 (8월 28일)	
3소티	
	전남 고흥 국가종합 비행 성능시험장에서 이착륙 진행 이착륙장 기준 북쪽 2.3km, 남쪽 2.3km, 동쪽 2km에 고도 600m, 500m, 400m 비행

임무	위도	경도	고도(m)
이륙	34.610882	127.2103202	1.1
1 지점	34.617753	127.2118391	599.9
2 지점	34.631460	127.2138788	599.9
3 지점	34.630945	127.2329778	599.5
4 지점	34.595020	127.2308011	599.5
5 지점	34.594596	127.2112283	600.1
6 지점	34.631528	127.2140129	500.1
7 지점	34.630857	127.2330179	499.6
8 지점	34.594972	127.2307095	499.6
9 지점	34.594547	127.2113332	500.0
10 지점	34.631639	127.2141269	399.5
11 지점	34.630888	127.2329560	398.5
12 지점	34.594889	127.2306533	398.3
13 지점	34.594657	127.2110438	400.0
착륙	34.610871	127.2103271	1.1

별첨1-1 **1단계(1차년도) TTA R&D결과검증 증빙자료**

시험성적서

한국정보통신기술협회 정보통신시험인증연구소 주소: 경기도 성남시 분당구 분당로 47 전화: 010-5110-1562, Fax: 031-724-0189	성적서번호: TTA-25-0231	TTA R&D 결과검증

1. 의 뢰 자
- 회사(기관)명 : ㈜파인브이티
- 주 소 : 경기도 안양시 동안구 시민대로 383 B동 1202호

2. 시험성적서의 용도 : 과제 산출물 검증용

3. 제 품 명 : 'AAM & UAM을 대비한 정밀 상공통신품질망 방안 연구(RS-2024-00412531)' 과제 결과물

4. 버 전 : 없음

5. 시험장소 : □ 고정시험실, ■ 현장시험
- 시험수행주소 : 인천 청라 로봇랜드 (인천 서구 로봇랜드로 155-11번지)

6. 시험기간 : 2025. 2. 28. ~ 2025. 3. 4.

7. 시험방법 : '시험합의서(TTA-25-0231-PP01), ㈜파인브이티'의 시험항목 적용
- 상세 내용은 시험결과서 <3. 시험항목> 및 <5. 시험방법>" 참고

8. 시험환경 : 상온, 상습

9. 시험결과 : 시험결과서 <6. 시험결과> 참고

비 고 :
1. 이 성적서의 시험결과는 의뢰자에 의해 제공된 시험품에 한하여 용도 이외의 사용을 금합니다.
2. 이 성적서는 'KS Q ISO/IEC17025와 KOLAS 인정' 과 관련 없습니다.
3. 이 성적서의 진위여부는 성적서에 표시된 2D바코드 또는 QR코드, 기업지원플러스(www.g4b.go.kr)의 진위확인코드로 확인 가능합니다.

확 인	작성자 성 명 : 이 병 진 (서명)	승인자 직 책 : 기 술 책 임 자 성 명 : 박 근 우 (서명)

2025년 3월 11일

한국정보통신기술협회 회장 (인)

TPG-1016-5(01) 페이지 : (1)/(총 21)

별첨1-1 **1단계(1차년도) TTA R&D결과검증 증빙자료**

결과서번호 : TTA-25-0231

시험결과서:

'AAM & UAM을 대비한 정밀 상공통신품질망 방안 연구 (RS-2024-00412531)' 과제 결과물

R&D 결과검증 시험

2025년 3월 11일

승 인 자 : 기술책임자 박근우 (서명)

작 성 자 : 이병진 (서명)

한국정보통신기술협회
Telecommunications Technology Association

본 문서는 한국정보통신기술협회(TTA) **정보통신시험인증연구소**의 시험결과서로 한국정보통신기술협회(TTA) 승인 없이 문서의 전부 또는 일부를 발췌하여 배포, 복제 및 이용할 수 없습니다.



별첨1-1 **1단계(1차년도) TTA R&D결과검증 증빙자료**

목 차

1. 개 요 ····· 4
   1.1 회사개요 ····· 4
   1.2 시험결과서 용도 ····· 4
   1.3 제약사항 ····· 4

2. 시험목적 및 절차 ····· 5
   2.1 시험목적 ····· 5
   2.2 시험절차 ····· 5
   2.3 수행내용 및 시험기간 ····· 5

3. 시험항목 ····· 6

4. 시험환경 ····· 7

5. 시험방법 ····· 10

6. 시험결과 ····· 12

7. 시험기록 ····· 13

 Copyright 2025 TTA



별첨1-1 **1단계(1차년도) TTA R&D결과검증 증빙자료**

1. 개 요

본 시험결과서는 한국정보통신기술협회(이하 "TTA")가 시험의뢰기업(이하 "㈜파인브이티")의 'AAM & UAM을 대비한 정밀 상공통신품질망 방안 연구(RS-2024-00412531)' 과제 결과물(이하 "시험대상제품")을 대상으로 시험한 결과를 기술한 문서이다. 본 문서에 명시된 시험결과는 '3. 시험항목 ', '4. 시험환경', '5. 시험방법'을 통해 확인한 결과에 국한된다.

1.1 회사개요

회사(기관)명	㈜파인브이티	대 표 자	윤형영
사업자등록번호	324-88-00879	홈페이지	www.dronelab.co.kr
전화번호	070-4355-0940	FAX번호	070-4325-0941
주 소	경기도 안양시 동안구 시민대로 383 디지털엠파이어B동 1202호		

1.2 시험결과서 용도

용도	과제 산출물 검증용
개요	ㅇ 수행과제명 : AAM & UAM을 대비한 정밀 상공통신품질망 방안 연구(RS-2024-00412531) ㅇ 과제전담기관: 국토교통과학기술진흥원(KAIA) ㅇ 과제주관기관: ㈜파인브이티(기체제작 및 체계통합 M300-TSMA6B / FFW-015-TSMA6) ㅇ 제조사 : FineVT Robotics LAB(한국), Rohde & Schwarz(독일)

1.3 제약사항

본 시험결과서에서 기술한 내용은 시험의뢰기업에서 의뢰한 시험 항목에 대한 시험 결과로만 한정되며, 과제의 정상 이행 여부와는 관련 없음

Copyright 2025 TTA

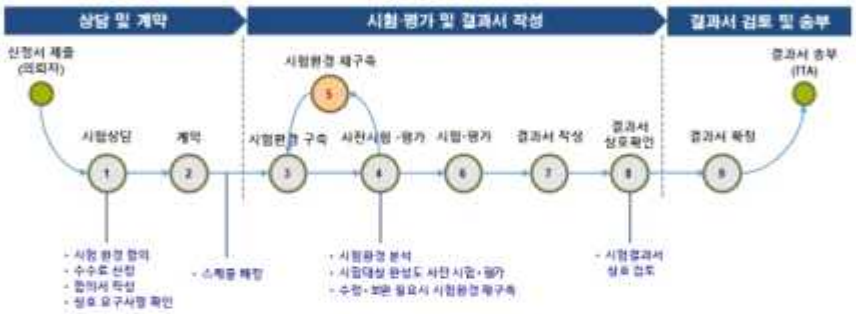
2. 시험목적 및 절차

2.1 시험목적

본 시험의 목적은 시험의뢰기업이 요청한 시험항목에 대해 제3자 전문시험기관인 TTA가 제품의 기능 또는 성능을 객관적으로 검증하는데 있다.

2.2 시험절차

시험절차는 다음과 같다.



2.3 수행내용 및 시험기간

수행내용 및 시험기간은 다음과 같다.

시험절차	수행내용	소요기간
시험·평가 및 결과서 작성	· 시험환경 구축 · 제품 분석 및 사전 시험·평가	3일
	· 시험항목에 대한 시험 및 평가 수행	
	· 시험결과서 작성 · 시험결과서 상호 확인	

Copyright 2025 TTA

3. 시험항목

시험의뢰기업에서 요청한 시험항목과 시험목표 및 측정지표는 아래와 같다.

ID	시험항목	시험목표 및 측정지표
TC1	시제품 제작	<시험목표> 통신 품질을 측정할 수 있는 계측장비를 장착하고 비행이 가능한 무인기 플랫폼 시제품 제작 확인 <측정지표> o 기준 : - 멀티콥터형 상공망 측정 통합 시제품 1대 - 고정익 eVTOL 상공망 측정 통합 시제품 1대
TC2	RF 측정 (LTE/5G)	<시험목표> AAM & UAM에 사용되는 4G/5G 상공 통신품질망 측정 기능 확인 <측정지표> o 기준 : - LTE 상공망 측정 데이터 및 그래픽 출력 - 5G 상공망 측정 데이터 및 그래픽 출력
TC3	데이터 변환 (RAW-KML)	<시험목표> 상공통신품질망 측정 후 데이터 변환 기능 확인 <측정지표> o 기준 : - 측정된 원본데이터(RAW 데이터)를 KML 포맷으로 데이터 변환 기능 확인

 Copyright 2025 TTA



4. 시험환경

시험환경은 "인천 청라 로봇랜드 (인천 서구 로봇랜드로 155-11번지)"에 구축하였고, 시험환경구성 및 세부사항은 아래와 같다.

<시험환경구성>



<그림 1> 시험환경구성도

<세부사양>

NO	Role	제품명	비고
1	무인기 상공망계측플랫폼	· 모델명 : M300 · 제조사 : DJI / 체계개발 FineVT Robotics LAB	- 멀티콥터
2	무인기 상공망계측플랫폼	· 모델명 : FFW-015 · 제조사 : FineVT Robotics LAB	- VTOL
3	계측기 및 안테나	· 모델명 : TSMA-6B · 제조사 : R&S	- 계측장비
4	소프트웨어	· 모델명 : ROMES · 제조사 : R&S	- S/W



<그림 2> 무인기 상공망계측플랫폼 / M300

Copyright 2025 TTA

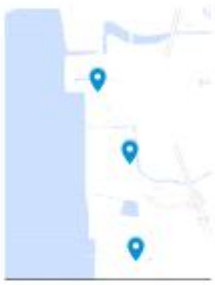


<그림 3> 무인기 상공망계측플랫폼 / FFW-015

 Copyright 2025 TTA

5. 시험방법

시험항목별 시험방법은 아래와 같다

ID	시험방법
TC1	**<사전 조건>** - 없음 **<시험 환경>** - <그림 1> 참조 **<제약사항>** - 없음 **<시험 방법>** (1) 무인기 외관 및 내부 구성품이 기체+안테나+통신계측기가 구성되어 있는지 확인한다. (2) 전원을 인가하여 시스템이 작동되는지 확인한다. (3) 시제품 제작을 육안으로 확인하고, 시험결과로 기입한다
TC2	**<사전 조건>** - 인천 청라 로봇랜드 상공망용 기지국 설치 구간에서 측정 **<시험 환경>** - <그림 1> 참조 **<제약사항>** - 없음 **<시험 방법>** (1) 드론 전원 및 계측기 전원을 인가한다 (2) 원격으로 계측기를 S/W 실행하고, 전파측정 명령을 실행한다. (3) 계측기에서 실시간으로 전파를 수신 상태를 확인한다. - 드론에서 고도를 20m 단위 고도를 분리해서 LTE/5G 상공망을 측정 - 측정고도 : 50-70-90-110m 4가지 패턴 (4) 계측기에서 데이터 저장을 확인하고, 시험결과로 기입한다 - TC 1-1 멀티콥터 / TC1-2 eVTOL  <기준 기지국>

 Copyright 2025 TTA



ID	시험방법
TC3	**<사전 조건>** - 없음 **<시험 환경>** - <그림 1> 참조 **<제약사항>** - 없음 **<시험 방법>** (1) ROMES 솔루션으로 계측기에서 실시간으로 수신한 원본데이터를 확인한다 (2) ROMES 원본데이터가 구글어스에서 지원하는 KLM 파일로 변환이 되는지 확인한다. (3) Google Earth에서 변환된 KML파일을 로드하여 확인한다. - Google Earth에서 KML파일의 위치별 측정정보가 표시되는지 확인

 Copyright 2025 TTA



6. 시험결과

시험 항목별 시험 결과는 아래와 같다. (상세 시험 결과는 "7. 시험기록" 참고)

ID	시험항목	시험목표 및 측정지표	결과	비고
TC1	시제품 제작	<시험목표> 통신 품질을 측정할 수 있는 계측장비를 장착하고 비행이 가능한 무인기 플랫폼 시제품 제작 확인 <측정지표> o 기준 : - 멀티콥터형 상공망 측정 통합 시제품 1대 - 고정익 eVTOL 상공망 측정 통합 시제품 1대	- 플랫폼 시제품 제작 확인	• 멀티콥터형 상공망 측정 통합 시제품 확인 • 고정익 eVTOL 상공망 측정 통합 시제품 확인
TC2	RF 측정 (LTE/5G)	<시험목표> AAM & UAM에 사용되는 4G/5G 상공 통신품질망 측정 기능 확인 <측정지표> o 기준 : - LTE 상공망 측정 데이터 및 그래픽 출력 - 5G 상공망 측정 데이터 및 그래픽 출력	- 실시간계측 및 데이터기록 확인	• RF신호의 그래픽 출력 확인 (시각 UI 데이터)
TC3	데이터 변환 (RAW-KML)	<시험목표> 상공통신품질망 측정 후 데이터 변환 기능 확인 <측정지표> o 기준 : - 측정된 원본데이터(RAW 데이터)를 KML 포맷으로 데이터 변환 기능 확인	- RAW -> KML 변환 확인	• Google Earth를 통해 변환된 KML파일의 정상 동작 확인

 Copyright 2025 TTA



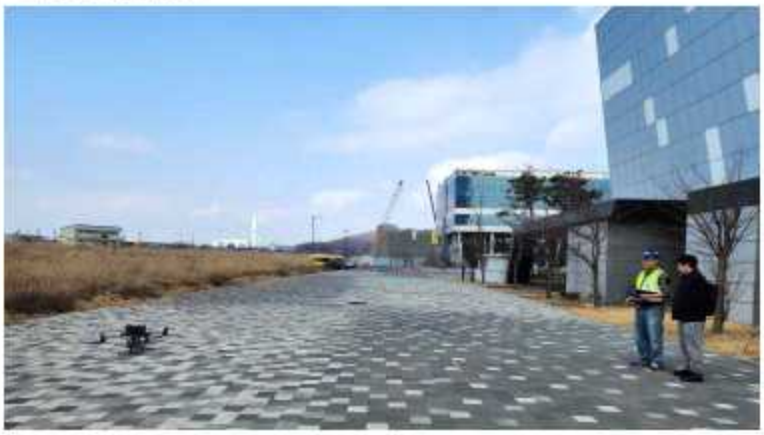
7. 시험기록

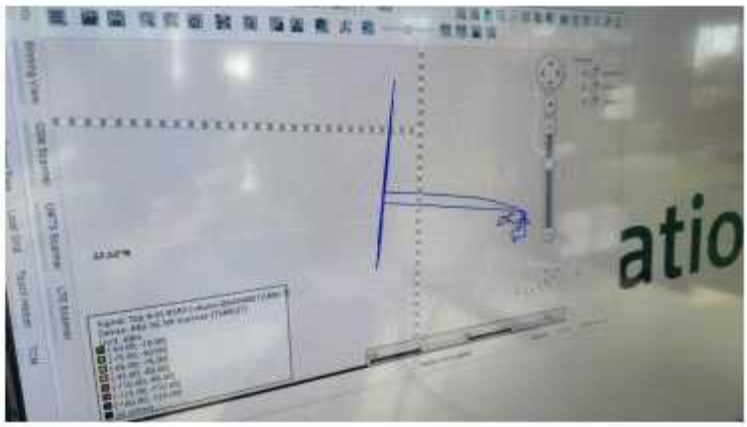
ID	시험결과
TC1	- 시제품 확인 (좌 멀티콥터 / 우 eVTOL)  <그림 4> 멀티콥터 / eVTOL (전면)  <그림 5> 멀티콥터 / eVTOL (후면)

 Copyright 2025 TTA

ID	시험결과
	 <그림 6> eVTOL / 계측장비(TSMA-6B) 장착 확인  <그림 7> 멀티콥터 / 계측장비(TSMA-6B) 장착 확인

 Copyright 2025 TTA

ID	시험결과
TC2	- 드론(멀티콥터) 동작  <그림 8> 멀티콥터 동작 대기  <그림 9> 멀티콥터 및 송/수신기 화면

ID	시험결과
	 <그림 10> 멀티콥터 동작  <그림 11> 실시간 RF 데이터 수신 화면

 Copyright 2025 TTA

별첨1-1 **1단계(1차년도) TTA R&D결과검증 증빙자료**

ID	시험결과
	- ROMES(S/W)를 통한 이동결과 확인



<그림 12> ROMES를 통한 결과 확인



<그림 13> 드론 조종화면

ID	시험결과

- 고도 별 50/70/90/110m 이동 결과



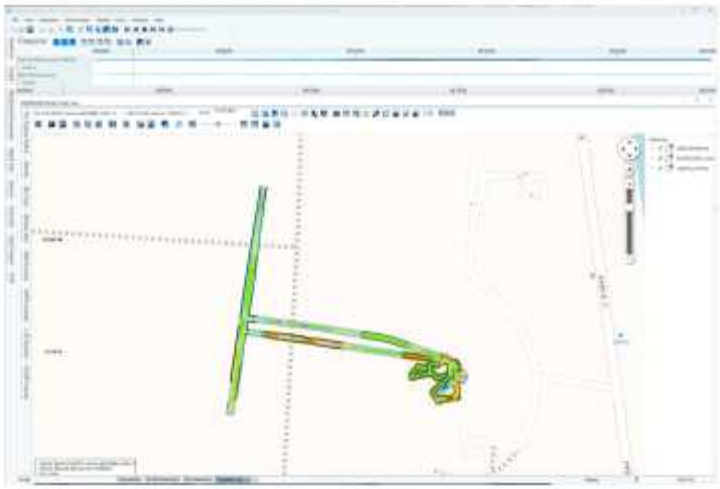
<그림 14> 드론 이동경로 확인

Copyright 2025 TTA

ID	시험결과
	- RAW 데이터 추출 및 시각화 데이터 확인



<그림 15> RAW 데이터

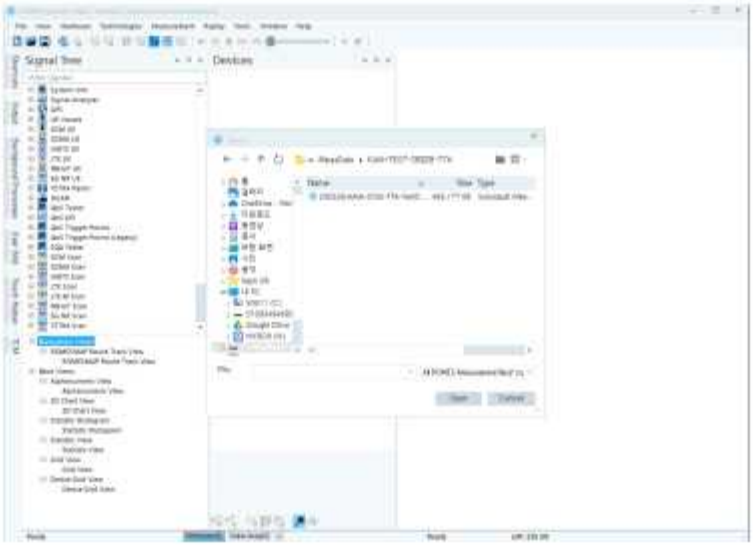
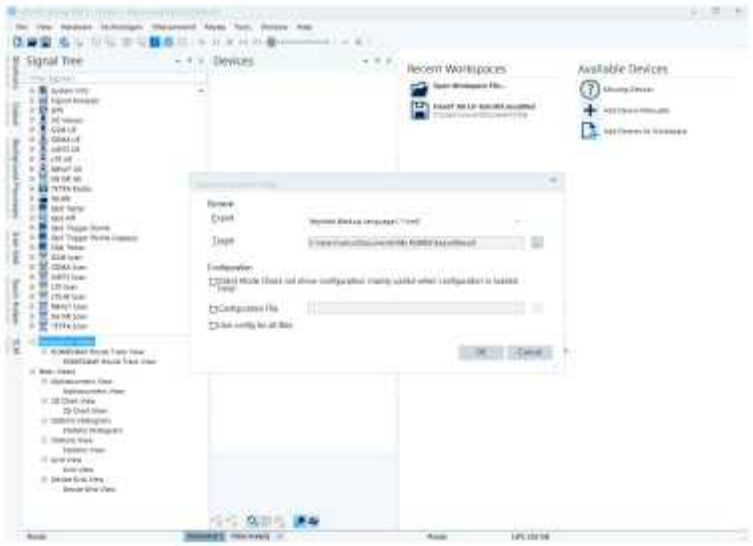


<그림 16> RAW 데이터를 통한 이동경로 확인



<그림 17> RF측정 데이터 (LTE, 5G) 및 그래픽 출력(시각 UI 데이터)

Copyright 2025 TTA

ID	시험결과
TC3	- 측정된 원본데이터(RAW 데이터)를 KML 포맷으로 변환/추출  <그림 18> 원본데이터(RAW 데이터) 호출  <그림 19> KML 데이터로 변환

Copyright 2025 TTA

ID	시험결과

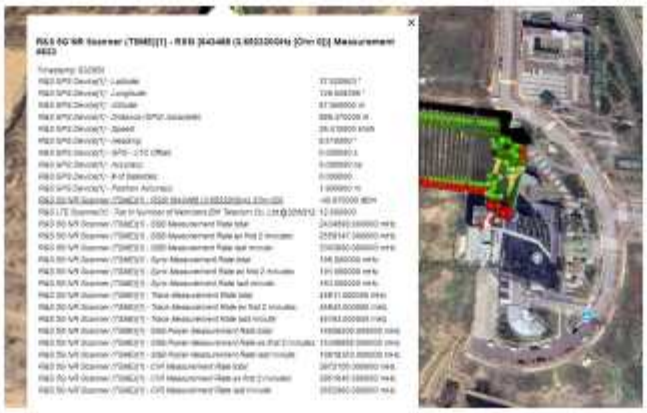
- 변환 데이터 확인

250228-KAIA-CNSi-TTA-Test001A	2025-02-28 오후 2:43	KML	62,194KB
KAIA-TEST-250227-001A	2025-02-27 오후 3:22	KML	24,969KB
KAIA-TEST-250227-001A	2025-02-27 오후 3:09	KMZ	154KB

<그림 20> KML 데이터 확인



<그림 21> Google Earth를 통한 KML 데이터 확인(GPS 데이터)



<그림 22> GPS 지정별, RF데이터 정보 확인

Copyright 2025 TTA

별첨1-2 **1단계(1차년도) 연구성과 목표, 달성도 및 증빙자료**

한국연구재단 등재지
ISSN 1976-2208(PRINT)
ISSN 2671-5287(ON-LINE)

JOURNAL OF THE SOCIETY OF DISASTER INFORMATION

KOSDI

2024년 (사)한국재난정보학회
정기학술대회 논문집

특별세미나 주제 안전한 사회 정착을 위한 제도 및 경감 기술 개발

2024. 11. 1(금) 10:00 ~ 18:00

을지대학교 성남캠퍼스 을지관 8층 밀레니엄홀 & 제1, 2, 3 회의실

주최
(사)한국재난정보학회, 을지대학교 성남캠퍼스

공동주관
경기대학교, 동국대학교, 선문대학교, 숭실대학교, 용인대학교, 인천대학교, 중앙대학교, 연구소, 기관 등

KOSDI (사단법인) 한국재난정보학회
The Korean Society of Disaster Information
http://www.sodi.or.kr

한영 양자협력형 AAM & UAM 4G/5G 상공망 측정방안 기술 공동연구

Research on Korea-UK AAM & UAM 4G/5G Commercial Network Measurement Technology

오세진* · 홍성안**
Oh, Se-Jin · Hong, Sung-An

요 약

본 논문에서는 협력기점형 국토교통 국제협력 연구개발 사업, AAM & UAM을 대비한 정밀 상공통신 품질망 방안 기술 공동 연구를 통해서 교통관리에 필요한 측정 및 최적설계 기법을 개발하였다. 실용적인 공학문제에 대한 많은 최적설계 문제에서는 초기의 상공망 데이터가 교통관리 안전 모델로부터 주어지는 경우가 많다. 그러나 안전관리에 관련된 도구들은 아직 표준화 및 표준절차가 연구가 추진되고 있기 때문에 표준과 절차를 연구하였다. 최적의 교통관리 시스템 구축 방향 및 표준 운영 방안을 제시하고, 도심지를 포함한 기존의 무선 통신망과의 전파 혼간섭 및 출력에 따른 통신제한 사항을 극복하고 상공 통신 품질망을 실시간으로 수집/분석/배포하는 플랫폼 기반으로 항행 운영, 항로설계, 항법 체계 안전한 통신 구간 유도 네트워크 기술을 향상 하기 위한 기술확보에 필요한 기술의 타당함을 확인하였다. 본 논문에는 표준 통신 품질장비와 표준화된 절차를 실증하여 클라우드 기반 상공망 측정 방안기술을 최적설계 하였다.

Keywords : AAM, UAM, Scanner, Cloud, SkyNetwork

1. 서 론

AAM과 UAM 운영에 요구되는 필수 및 선택적 서비스 요구도에 따른 통신네트워크 설계기준, 공대지, V2V, 위성통신 등 기존 무선 통신과 원활하고 안전한 무선 링크를 구축하여, AAM과 UAM 안전 운항에 관련된 정밀 상공망 통신 품질망 기술확보를 위한 4G/5G 상공망 측정 방안 기술 표준화와 실증을 제안하였다. 이방법에는 FineVT Robotics LAB에서 개발된 수직이착륙 비행기(VTOL)과 로데슈바르츠에서 개발한 통신 측정장치, KAIST에서 개발한 시각화 솔루션이 적용 되었다.

2. 본 론

본 연구에서 ㈜파인브이티는 국토교통부 K-UAM GC-1에 교통관리부분 R&D 연구 컨소시엄으로 실증연구를 자체 개발한 eVTOL와 로데슈바르츠사의 통신 계측장비를 통합하여 4G/5G 상공망을 측정할 수 있는 표준장비와 측정 방법을 개발을 국토교통과학기술원의 연구지원을 통해 수행하였다. 상공망 분석을 위하여 고흥국가시험장에 설치된 5G 상공망 기지국을 기준국으로 실증을 진행했다.



그림 1. K-UAM 그랜드챌린지 교통관리 실증



그림 2. FineVT UAM GCS & CNSi

* 정희원 · (주)파인브이티 로보틱스 연구소 소장 osj4693@naver.com
** ㈜에이알엑스 대표 7306769@naver.com

UAM 운항 고도인 지표면 기준 0에서 600미터까지 안전한 실증을 위해, 지방항공청에 NOTAM 공역을 설정 한 후, 비행 허가를 통해 진행하였으며, 수행 범위는 고흥 국가 종합 비행 성능 시험장(전남 고흥)을 기준으로 남쪽 2.3km, 북쪽 2.3km, 동쪽 2km 구역에서 진행하였다. 측정 장비는 ㈜파인브이티 로보틱스 연구소에서 제작한 eVTOL 대역기(FFW-015)를 고흥 5G 상공망 지역을 비행하여 UAM 비행 환경을 모사 하여 상공망을 실시간으로 GPS정보를 포함하여 측정을 하였다.

측정 시나리오는, 정상 비행 상황과 비정상 비행 상황을 모사하여 실증을 수행하였다. 비정상 비행 상황의 내용으로는 경로 변경, 기체 접근 실패, 체공 대기, 비행계획 변경, 돌발상황 및 비인가 비행체 항로 접근, 통신 시스템 비정상, 항법 장비 비정상 등의 다양한 비상 상황을 가정하여 진행하였다.

4G/5G 네트워크와 양자암호화 기술을 UAM(도심 항공 모빌리티) CNSi 분야에 적용하기 위해, eVTOL, 감시센서 서버(레이더, RF스캐너, ADS-B)를 활용한 데이터 퓨전을 통해 교통관리 운용 실증을 진행했다. 이 과정에서 양자암호 모듈은 QRNG (양자 난수 생성기)와 ECDH(타원 곡선 디피-헬만) 하이브리드 키 교환 방식을 수행했으며, 이를 QKD(양자 키 분배) 장비와 연동해 안전한 키를 제공 받아 양자암호 칩 내부의 플래시에 저장할 수 있도록 했다. 기존의 ECC(타원 곡선 암호) 엔진을 활용한 ECDH 키 교환 및 ECDSA(전자 서명 알고리즘) 방식과 함께, 양자 내성 알고리즘(PQC)을 통합해 향후 다양한 PQC 모듈과의 연동을 통해 양자 보안 인프라의 확장을 도모했다.

3. 결 론

3.1 5G 상공망 측정 결과

고흥 국가 비행시험장에서 eVTOL과 멀티콥터로 측정한 그림 3과 표 1에서 나타내었다.



그림 3. 실증을 통해 취득한 데이터

직선별 하향 전송 속도[단위 : Mbps]

거리	0m	50m	100m	150m
하향 속도	14.4 Mbps	14.4 Mbps	13 Mbps	14.4 Mbps

고도별 하향 전송 속도[단위 : Mbps]

고도	0m	50m	100m	150m
하향 속도	13 Mbps	13 Mbps	14.4 Mbps	14.4 Mbps

각도별 하향 전송 속도[단위 : Mbps]

각도	좌60°	좌30°	0°	우30°	우60°
하향 속도	13 Mbps	13 Mbps	14.4 Mbps	14.4 Mbps	14.4 Mbps

표 1. K-UAM CG-1 양자암호기반 KCMVP 성능표

AAM & UAM 체계에 사용되는 기체는 안정적인 장거리 비행을 수행하기 위해 4G/5G 상공망 무선통신 인프라를 이용한 CNSi 기반의 교통관리 시스템이 필수적이다. 이러한 CNSi에 사용되는 센서와 데이터는 유/무선망을 이용하는데 이를 위한 상공망 측정 장비 표준화와 절차의 표준화의 필요성은 높아지고 있다. 교통관리에 사용되는 상공망은 해킹, 도청, 정보 탈취 등의 사이버공격에 대응해서 양자암호 기반 KCMVP가 연구되고 있다. 상공 통신 품질망 방안 연구는, 사업 초기 AAM과 UAM 시범사업자의 공역 분석, 회랑 및 출도착 설계에 중요한 정보로 활용되고, 비행 절차 설계 기초라료, 장애물 조사 검토 및 회랑 설정시 안정 확보 툴로 제공되고, 실제 시범/상용 서비스 구간에는 실시간으로 제공되는 상공망 품질 정보 API 기반으로 안전 항법 적용 및 교통관리에 중요한 서비스 플랫폼으로 필요성이 점차 커지고 있다.

3.2 4G/5G 상공망 측정 방법

Advanced Air Mobility (AAM) 및 Urban Air Mobility (UAM) 분야에서의 안전한 비행을 위해 필요한 고도 의 정밀한 상공통신 품질망 구축 방안 및 기술은 필수 및 선택적 서비스요구도에 따른 통신네트워크 설계기준, 공대지, V2V, 위성통신 등 기존 무선 통신과 원활하고 안전한 무선링크를 구축하여, AAM과 UAM 안전 운항에 관련된 정 밀 상공 통신 품질망 기술 확보가 핵심이다.

국토교통부는 세계적인 기술 경쟁이 치열한 상황에서, 한국의 글로벌 가치 연쇄(GVC) 경쟁력을 강화하고 국가 이익을 증진하기 위해, 해외 선진국들이 보유한 국토교통 분야의 핵심 기술을 신속히 적용하고 확보하기 위해 관련 연구를 적극 지원하고 있다.



그림 4. SKT - FineVT 상공망 측정 솔루션



그림 5. FineVT RF스캐너를 탑재한 무인항공기

감사의 글

본 연구는 2024년 국토교통과학기술진흥원(KAIA) 협력거점형 국토교통 국제협력 연구개발 사업(한-영 양자협력형 국제공동연구) , AAM&UAM을 대비한 정밀 상공통신품질망 방안 연구(RS-2024-00412531 2015) 연구지원사업으로 이루어진 것으로, 본 연구를 지원한 국토교통과학기술진흥원(KAIA)와 영국 Innovate UK에 감사드립니다.

참고문헌

오세진, 정소기, 홍성안(2023) K-UAM GC-1 양자암호 통신을 적용한 CNSi 기반 교통관리 실증 한국항공우주학회 2023 학술대회 논문집, 13(2), pp.585~586.
양자산업생태지원센터 '2023 양자정보 기술백서'
K-UAM 그랜드챌린지 1단계 운용절차 안내서
조승민, 서승현(2020) 드론 보안에 적용된 암호 기술 현황, 정보보호학회지 제30권 제2호, pp.11~19.

별첨1-2 정량적 연구성과 증빙자료

국내 학술지 (한국재난정보학회) 논문 게재

KOSDI ISSN : 1976-2208 (Printt)
ISSN : 2671-5287 (On-line)
www.sodi.or.kr

Journal of the Korea Society of Disaster Information
Vol. 15, No. 3, pp. ***-***, September 2019
https://doi.org/10.15683/kosdi.2019.09.30.***

Original Article

ASPP-Enhanced RadioUNet for Accurate 2D RSS Prediction in Advanced Air Mobility

Quoc-Vinh Lai-Dang[1], Hong-Woo Seok[2], Hyo-Sang Shin[3*], Hae-In Lee[4], Tingyu Gong[5], Sejin Oh[6]

[1]Ph.D. Student, CCS Graduate School of Mobility, Korea Advanced Institute of Science & Technology, Daejeon, Republic of Korea
[2]M.S. Student, CCS Graduate School of Mobility, Korea Advanced Institute of Science & Technology, Daejeon, Republic of Korea
[3]Professor, CCS Graduate School of Mobility, Korea Advanced Institute of Science & Technology, Daejeon, Republic of Korea
[4]Lecturer, Autonomous Systems Centre for Autonomous and Cyberphysical Systems, Cranfield University, Cranfield, United Kingdom
[5]Research Fellow, Future Air Mobility Centre for Autonomous and Cyberphysical Systems, Cranfield University, Cranfield, United Kingdom
[6]Director, Robotics LAB, FineVT , Incheon, Republic of Korea

*Corresponding author: Hyo-Sang Shin, hyosangshin@kaist.ac.kr

ABSTRACT

This paper presents a new Atrous Spatial Pyramid Pooling (ASPP)-enhanced RadioUNet for accurate Received Signal Strength (RSS) prediction in the urban airspace, which is crucial for reliable operation of Advanced Air Mobility (AAM) systems. The key idea is to integrate ASPP with RadioUNet to capture multi-scale context, optimizing the dilation rates and tailoring the skip connections to learn intricate spatial dependencies in complex urban airspace. The proposed method enables predicting the RSS even with low-fidelity synthetic dataset. Numerical simulations show that the proposed ASPP-enhanced RadioUNet reduces the prediction error up to 29.39% compared with the original RadioUNet, demonstrating the model's applicability to accurately evaluate communication quality for AAM operations.

Keywords: Advanced Air Mobility (AAM), Received Signal Strength (RSS), ray tracing

Received | 00 M, 0000
Revised | 00 M, 0000
Accepted | 00 M, 0000

OPEN ACCESS

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0) which permits unrestricted noncommercial use, distribution, and reproduction in anymedium, provided the original work is properly cited.

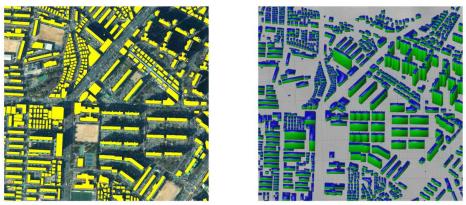
© Society of Disaster Information All rights reserved.

mixed-precision training to accelerate the process and reduce memory consumption. Regularization techniques are incorporated to prevent overfitting and improve the model's generalization ability. Specifically, L2 regularization with a weight decay of 1×10^{-5} is applied to all convolutional layers, and dropout with a probability of 0.5 is applied after the bottleneck layer. The training dataset is augmented with random horizontal and vertical flips, as well as random rotations of up to 15 degrees, to increase the diversity of the training data and enhance the model's robustness to variations in input data. The training process continues for 50 epochs, and the model's performance is evaluated on a held-out validation set after each epoch. Early stopping is employed based on the validation set performance, where training is terminated if the validation loss does not improve for a predefined number of epochs. The effectiveness of this training procedure, including the choice of hyperparameters and regularization techniques, will be thoroughly evaluated as detailed in Section V.

IV. Data Preprocessing and Experimental Setup

A. Dataset Description

In this study, synthetic data were generated for training using Seo-gu, where the Cheongna flight testbed is located, and regions in Incheon characterized by high-rise buildings or high building density (Yeonsu-gu, Namdong-gu, and Michuhol-gu). 3D building models and terrain were constructed based on Geographic Information System (GIS) data from the National Geographic Information Institute (NGII). Figs. 2a and 2b show sample 2D maps and 3D building models used at various stages. For synthetic data generation, 1,037 scenes (256 m × 256 m) with at least 10% building coverage were selected.



(a) 2D Preprocessing Results (b) 3D Preprocessing Results

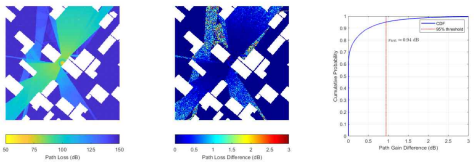
Fig. 2. GIS Data Visualization

For each scene in the training dataset, 80 antenna positions were randomly assigned, resulting in a total of $1,037 \times 80 = 82,960$ samples. The test dataset was constructed by collecting data from 137 scenes at 5 antenna positions and three different altitudes (1.5, 45, and 85 m), yielding a total of $137 \times 5 \times 3 = 2,055$ samples. Ray tracing simulations incorporate parameters such as antenna transmit power, frequency bands, and environmental geometry. Path loss is stored as a 256 m × 256 m image for training, and antenna locations are saved in both image and JavaScript Object Notation (JSON). After generating each scene, the synthetic dataset underwent additional preprocessing before being used for model training.

B. Data Preprocessing

We classify the ray tracing simulations into low-fidelity and high-fidelity datasets. The low-fidelity dataset is generated using NVIDIA InstantRM, accounting only for reflections and scatterings. Approximately 4.295 billion rays were traced with the Shooting and Bouncing Ray (SBR) method. The highfidelity dataset additionally considers diffraction via NVIDIA Sionna, tracing about 20 million rays in total to yield 8,000 samples across 100 scenes.

The synthetic dataset was generated using NVIDIA InstantRM, accounting only for reflections and scatterings. Approximately 4.295 billion rays were traced using the SBR method. The validity of the synthetic dataset was verified against a high-fidelity dataset that includes diffraction effects, generated with NVIDIA Sionna by tracing about 20 million rays to produce 8,000 samples across 100 scenes. The verification revealed that in dense building areas, strong reflection and scattering paths dominate signal attenuation, thereby reducing the marginal effect of diffraction. In contrast, scenes with building edges or relatively open layouts may exhibit more pronounced diffraction, causing an additional loss of 1.5 −3 dB. Overall, 95% of the area shows less than a 1 dB difference between the low- and high-fidelity datasets, although certain cases exhibit discrepancies of up to 3 dB. Fig. 3 illustrates an example of such diffraction effects, suggesting that our dataset is sufficient for baseline model training.



(a) Example of Path Loss (b) Absolute Path Loss Differences (c) CDF of the Absolute Path Loss Differences

Fig. 3. Comparison of Low-/High-Fidelity Path Loss

Acknowledgement

This work was supported by the Korea Agency for Infrastructure Technology Advancement (grant number RS-2024-00412531) and Innovate UK (grant number 10117151).

References

[1] Bauranov, A. and Rakas, J. (2019). "Urban air mobility and manned eVTOLs: Safety implications." Proceedings of the 2019 IEEE/AIAA 38th Digital Avionics Systems Conference (DASC), pp. 1−8.
[2] Liu, Y., Lyu, C., Bai, F., Parishwad, O. and Li, Y. (2023). "The role of intelligent technology in the development of urban air mobility systems: A technical perspective." Fundamental Research.
[3] Kim, Y. and Lee, S. (2024). "Deep learning based prediction of urban air mobility noise propagation in urban environment." The Journal of the Acoustical Society of America, Vol. 155, No. 1, pp. 171−187.
[4] Chen, W. and Chen, J. (2024). "Diffraction and Scattering Aware Radio Map and Environment Reconstruction using Geometry Model-Assisted Deep Learning." arXiv preprint arXiv:2403.00229.
[5] Mohammadjafari, S., Roginsky, S., Kavurmacioglu, E., Cevik, M., Ethier, J. and Basar, A. (2020). "Machine learning-based radio coverage prediction in urban environments." IEEE Transactions on Network and Service Management, Vol. 17, No. 4, pp. 2117−2130.
[6] Zhang, C., Wang, T., Han, R. and Gong, Y. (2024). "Strategic Application of AIGC for UAV Trajectory Design: A Channel Knowledge Map Approach." arXiv preprint arXiv:2412.00386.
[7] Levie, R., Yapar, Ç., Kutyniok, G. and Caire, G. (2021). "RadioUNet: Fast radio map estimation with convolutional neural networks." IEEE Transactions on Wireless Communications, Vol. 20, No. 6, pp. 4001−4015.
[8] Ozyegen, O., Mohammadjafari, S., Cevik, M., El Mokhtari, K., Ethier, J. and Basar, A. (2022). "An empirical study on using CNNs for fast radio signal prediction." SN Computer Science, Vol. 3, No. 2, p. 131.
[9] Yapar, Ç., Levie, R., Kutyniok, G. and Caire, G. (2022). "Locunet: Fast urban positioning using radio maps and deep learning." Proceedings of ICASSP 2022 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP), pp. 4063−4067.
[10] Romero, D. and Kim, S.-J. (2022). "Radio map estimation: A data-driven approach to spectrum cartography." IEEE Signal Processing Magazine, Vol. 39, No. 6, pp. 53−72.
[11] ITU-R. (2021). "Propagation data and prediction methods required for the design of terrestrial line-of-sight systems." International Telecommunication Union, Recommendation P.530-18, Geneva, Switzerland.
[12] ITU-R. (2017). "Characteristics of precipitation for propagation modelling." International Telecommunication Union, Recommendation P.837-7, Geneva, Switzerland.
[13] ITU-R. (2005). "Specific attenuation model for rain for use in prediction methods." International Telecommunication Union, Recommendation P.838-3, Geneva, Switzerland.
[14] ITU-R. (2022). "Attenuation by atmospheric gases." International Telecommunication Union, Recommendation P.676-13, Geneva, Switzerland.

국제 학술대회 (IWCMC 2025) 논문 발표

Communication RSSI Prediction and Validation Framework for Advanced Air Mobility

Hae-In Lee
Cranfield University
Cranfield, United Kingdom
haein.lee@cranfield.ac.uk

Quoc-Vinh Lai-Dang
KAIST
Daejeon, Republic of Korea
ldqvinh@kaist.ac.kr

Hong-Woo Seok
KAIST
Daejeon, Republic of Korea
hwseok@kaist.ac.kr

Hyo-Sang Shin
KAIST
Daejeon, Republic of Korea
hyosangshin@kaist.ac.kr

Tingyu Gong
Cranfield University
Cranfield, United Kingdom
tingyu.gong@cranfield.ac.uk

Arthur Mendez
Herotech8
Cranfield, United Kingdom
arthur.mendez@herotech8.com

Robin Gojon
Herotech8
Cranfield, United Kingdom
robin.gojon@herotech8.com

***Abstract*—This paper proposes a communication signal strength prediction and validation framework for the use of advanced air mobility. Advanced air mobility, including urban air mobility and unmanned aerial vehicles, requires a scalable, safe, and seamless communication infrastructure different from conventional aircraft. This paper proposes a hybrid regression-based prediction method that combines synthetic data generated from a ray-tracing model and real flight test data in the urban airspace and uses k-fold cross-validation to evaluate the predicted signal strength. The results show that the proposed framework provides reliable performance indices, effectively mitigating the insufficiency of flight data. This research will enable evaluating the communication infrastructure and identifying high-risk areas for advanced air mobility stakeholders.**

***Index Terms*—Advanced Air Mobility (AAM), Received Signal Strength Indicator (RSSI), hybrid regression, ray tracing**

I. Introduction

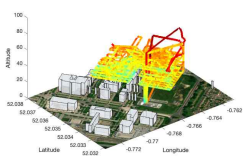
Advanced Air Mobility (AAM), which includes urban air mobility with electric Vertical Take-Off and Landing (eVTOL) aircraft and Unmanned Aerial Systems (UAS), is emerging as a sustainable and efficient future transport. However, the potential of AAM can only be fully realised if the underpinning communication infrastructure is robust and reliable, ensuring seamless interaction between the vehicles and ground systems. Areas with insufficient quality of signals should be effectively avoided to de-risk the operations while minimising the detour. Substantial technological challenges lie in accurately predicting the communication signal performance in urban canyons with numerous sources of signal interference.

Prediction of the Received Signal Strength Indicator (RSSI) in general has been a widely investigated area. Ray-tracing model [1] is one of the most well-known communication models to simulate signal propagation paths, including reflections and diffractions, to predict path loss. As the ray-tracing model is computationally expensive, other alternatives have been suggested as dominant path model [2] and empirical models [3], which can be used for preliminary prediction of RSSI. These communication models have been a basis for many model-based data fitting methods with data, including tomography with low-rank structure [4], sparsity-based method [5], and piecewise homogeneity approaches [6], [7]. However, these works have been mostly focused on urban surface or indoor environments. To the best of the authors' knowledge, there has been no previous work that has predicted and validated the RSSI in the 3D urban airspace for the operation of UAS, where the validity of the model-based approaches remains largely unknown. Key reasons behind the lack of research in AAM-specific communication evaluation are suggested as difficulties in getting real flight data, as AAM is an emerging area, and safety and security of the operation of UAS are key remaining risks to overcome.

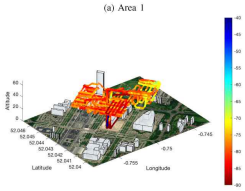
Data-driven approaches have also been investigated to predict RSSI in unknown model environments. The most commonly used methods are regression, but these have also been extended with combinations of support vector machine [8], kriging [9] to estimate RSSI based on spatial correlation, and tensor completion [10] to complete missing data in multi-dimensional arrays by decomposing data into low-rank tensors. While data-driven approaches are informative in unknown models, a key challenge lies in the lack of real flight test data in urban low-altitude airspace.

This research aims to provide high-fidelity 3D communication RSSI prediction and validation frameworks by effectively combining model-based and data-driven approaches. The communication prediction framework involves generating synthetic data from the ray-tracing model and combining them with the UAS flight data. The combination of synthetic data mitigates the insufficiency of flight test data and enables extrapolation to areas where tests are not conducted. The predicted RSSI is validated with the measured test data with respect to key performance indices of Root Mean Squared Error (RMSE) and accuracy. The validation framework is designed with k-fold cross-validation to also mitigate the lack of test data. The results show that the proposed combination of communication device, and has high standard deviation with outliers and interference.

This work was conducted as part of "Advanced Air Mobility: Communication Evaluation for Safe and Seamless Operations", supported by Innovate UK (grant number 10117151) and Korea Agency for Infrastructure Technology Advancement (grant number RS-2024-00412531).



(a) Area 1



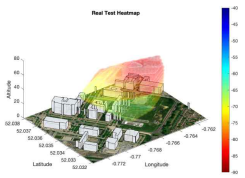
(b) Area 2

Fig. 4: Flight trajectory with measured RSSI

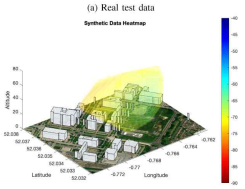
B. Synthetic Data Generation Results

The building structures of OpenStreetMap and MATLAB communication toolbox has been used to generate the synthetic data, based on the known locations of the towers (52.040 N, -0.761 E) and (52.030 N, -0.766 E).

The synthetic data generated for Area 1 and 2 are compared with the real test data regressed for the heatmap visualisation in Figs. 5 and 6. The mean RSSI of the synthetic data is -71.3 and -75.7 dB, and the standard deviation is 1.9 and 1.7 dB for Area 1 and 2, respectively. Directly comparing with the real test data, RMSE is calculated as 6.0665 and 9.4527 dB for each area, with the accuracy of 91.8 and 88.2 %. These values may be acceptable for outdoor experiments considering that indoor communication modelling offers 95% accuracy [14] and outdoor environment contains much greater uncertainties in humidity, interference, and sensor noise. However, from the perspectives of AAM, 90% of accuracy imposes risk in communication loss or degradation and operation inefficiency in conservatively avoiding the risky areas. The ray-tracing model alone cannot provide sufficient safety or efficiency for AAM usage, hence requiring the combination with real test data.



(a) Real test data



(b) Synthetic data

Fig. 5: Synthetic data comparison in Area 1

C. Synthetic and Flight Data Combination Results

The result of 5-fold cross-validation for Area 1 is shown in Fig. 7. The coloured lines represent the flight trajectory with measured RSSI of the test set, and the 3D heatmap is the regression of synthetic data and real flight data of the training set of each fold. Each subfigure shows different trajectories and heatmaps as the training and test sets iterate through the folds. The mean RMSE is calculated as 5.1518 dB with the mean accuracy of 92.9%, which provides higher accuracy than the synthetic data only. Also, the combination with synthetic data provides RSSI in the area that the flight tests have not been conducted, indicating higher accuracy than linear or cubic extrapolation of the flight test data.

V. Conclusion

This paper proposes communication signal strength prediction and validation frameworks for the use of advanced air mobility. The paper presents a hybrid regression-based prediction method that combines synthetic data generated from a ray-tracing model and real flight test data in urban airspace, Here, the observation data x_{it} is an augmentation of synthetic and real flight test data, such that

$$x_{it} = \begin{bmatrix} x_{1t}^{syn} & \cdots & x_{nt}^{syn} & x_{1t}^{real} & \cdots & x_{mt}^{real} \end{bmatrix}^T, \quad (6)$$

where n and m are the number of observations of synthetic data $\mathbf{X}^{syn}$ and real flight test data $\mathbf{X}^{real}$ at time step t, satisfying $k = n + m$. As the amount of flight test data accumulates, less weight is imposed on the synthetic data, making the predicted RSSI to be more dependent on the flight test data.

III. Validation Framework

A. Key Performance Indices

Two key performance indices are suggested as RMSE and accuracy. RMSE is defined as:

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{t_f} |\hat{L}_t - L_t|^2}{t_f}} \text{ (dB)} \quad (7)$$

where t_f is the total time step. RMSE provides an interpretable error value in the same units as the original data, making it easier to understand the practical magnitude of prediction errors.

To show how close the predicted RSSI values are to the measured values on average, the accuracy is calculates as:

$$\text{Accuracy} = \left(1 - \frac{\sqrt{\sum_{t=1}^{t_f} |\hat{L}_t - L_t|^2}}{\sum_{t=1}^{t_f} |L_t|}\right) \times 100 \ (\%). \quad (8)$$

The accuracy provides a relative measure of error, indicating how large the prediction error is relative to the variability in the ground truth. This helps assess how well the model performs independently of the signal strength variations, providing a standardised error metric across different maps or datasets.

B. k-Fold Cross-Validation

5-fold cross-validation as shown in Fig. 2 is implemented to improve the prediction and evaluation in regression with limited test dataset. By averaging results across multiple folds, it provides a more reliable estimate of the performance compared to a single train-test split. In each fold, synthetic and real flight data of the training set are combined to predict the RSSI of the testing set. Then, the mean RMSE and accuracy are calculated with respect to the measured RSSI of the testing set and averaged across the folds.

IV. Results

A. Flight Test Results

Flight tests have been conducted in Milton Keynes city centre, United Kingdom. Parrot Anafi AI has been selected for drone capture flights, as it provides a simple SDK for RSSI measurement and flight data extraction. The drone used for the test and the flight test area are shown in Fig. 3. Two areas have been measured: **Area 1** departing from South Second Street Car Park (52.034 N, -0.767 E) and **Area 2** departing from an old food court (52.043 N, -0.752 E). 8 flight tests

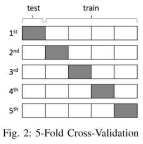


Fig. 2: 5-Fold Cross-Validation

were conducted in Area 1, and 4 tests in Area 2. The flight trajectory is designed at fixed altitudes of 30, 40, and 50m with the size of x-y grid 5 m. The data has been recorded in 10Hz frequency. The flight tests have been conducted in different environmental factors with 2-11 degree Celsius and 60-98% humidity.



(a) Drone used for the test

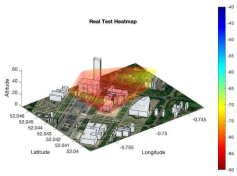


(b) Flight test area

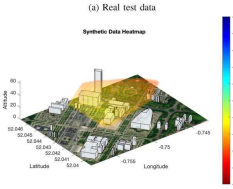
Fig. 3: Flight experiment setup

The measured RSSI is visualised along the flight trajectory in Fig. 4. The mean RSSI is -74.2 and -80.2 dB, and the standard deviation is 4.9 and 7.6 dB for Area 1 and 2, respectively. It is shown that the signal strength is in general poor for the current AAM to operate without any additional effectively mitigating the insufficiency of flight test data. The validation framework was designed such that standardised error metrics can be provided across different maps or datasets, using k-fold cross-validation to calculate robust metrics. The results showed that the proposed framework provides reliable performance indices with higher accuracy than the ray-tracing model. This research will enable evaluating the communication infrastructure and identifying high-risk areas for advanced air mobility stakeholders.

Future work will involve more comprehensive flight tests to enhance the reliability of the proposed frameworks. The flight tests will involve not only a wider area but also different rain rates, humidity, and temperature. Additionally, different prediction methods, including data-driven and learning-based approaches, will be explored to improve the accuracy of the prediction.



(a) Real test data



(b) Synthetic data

Fig. 6: Synthetic data comparison in Area 2

Acknowledgment

This work was conducted as part of "Advanced Air Mobility: Communication Evaluation for Safe and Seamless Operations", supported by Innovate UK (grant number 10117151) and Korea Agency for Infrastructure Technology Advancement (grant number RS-2024-00412531).

References

[1] K. Rizk, J.-F. Wagen, and F. Gardiol, "Two-dimensional ray-tracing modeling for propagation prediction in microcellular environments," *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, vol. 46, no. 2, pp. 508–518, 1997.

[2] R. Wahl, G. Wölfle, P. Wertz, P. Wildbolz, and F. Landstorfer, "Dominant path prediction model for urban scenarios," in *14th IST Mobile and Wireless Communications Summit*, 2005, pp. 1–5.

[3] T. Zugno, M. Drago, M. Giordani, M. Polese, and M. Zorzi, "Toward standardization of millimeter-wave vehicle-to-vehicle networks: Open challenges and performance evaluation," *IEEE Communications Magazine*, vol. 58, no. 9, pp. 79–85, 2020.

[4] D. Lee, S.-J. Kim, and G. B. Giannakis, "Channel gain cartography for cognitive radios leveraging low rank and sparsity," *IEEE Transactions on Wireless Communications*, vol. 16, no. 9, pp. 5953–5966, 2017.

[5] D. Romero, D. Lee, and G. B. Giannakis, "Blind radio tomography," *IEEE Transactions on Signal Processing*, vol. 66, no. 8, pp. 2055–2069, 2018.

[6] D. Lee, D. Berberidis, and G. B. Giannakis, "Adaptive bayesian radio tomography," *IEEE Transactions on Signal Processing*, vol. 67, no. 8, pp. 1964–1977, 2019.

[7] D. Lee and G. B. Giannakis, "A variational bayes approach to adaptive channel-gain cartography," in *ICASSP 2019-2019 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)*. IEEE, 2019, pp. 8434–8438.

[8] R. D. Timoteo, D. C. Cunha, and G. D. Cavalcanti, "A proposal for path loss prediction in urban environments using support vector regression," in *Proc. Advanced Int. Conf. Telecommun.* Citeseer, 2014, pp. 1–5.

[9] M. L. Stein, *Interpolation of spatial data: some theory for kriging*. Springer Science & Business Media, 2012.

[10] D. Schäufele, R. L. Cavalcante, and S. Stanczak, "Tensor completion for radio map reconstruction using low rank and smoothness," in *2019 IEEE 20th International Workshop on Signal Processing Advances in Wireless Communications (SPAWC)*. IEEE, 2019, pp. 1–5.

[11] Z. Yun and M. F. Iskander, "Ray tracing for radio propagation modeling: Principles and applications," *IEEE access*, vol. 3, pp. 1089–1100, 2015.

[12] R. Sector, "Recommendation itu-r p.838-3 specific attenuation model for rain for use in prediction methods," *International Telecommunication Union*, 2005.

[13] ——, "Recommendation itu-r p.840-9 attenuation due to clouds and fog," *International Telecommunication Union*, 2023.

[14] W. Sangkasebsong and A. Apavatjrut, "Indoor wifi signal prediction using modelized heatmap generator tool," in *2017 21st International Computer Science and Engineering Conference (ICSEC)*. IEEE, 2017, pp. 1–5.

별첨1-3 **정량적 연구성과 증빙자료**

■ 한영 공동연구 워크숍 (1단계/1년차) 기술 워크숍 / 2025.02.18.-20 / Cranfield Univ., UK

Cranfield Aerospace

HEROTECH8 OPEN AIR

Project ACESS

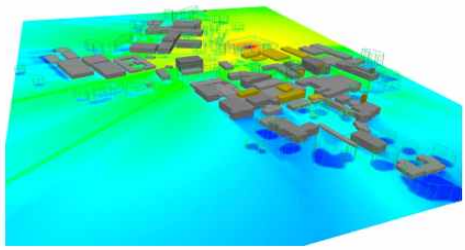
Advanced air mobility:
Communication **E**valuation for **S**afe and **S**eamless operations

Joint Project Workshop

18-20 February 2025

Introduction

- Aim:
  - to develop an advanced 3D connectivity mapping tool, designed to enhance the integration and operational efficiency of AAM within urban environments
- Objectives:
  - Connectivity data collection using drones
  - Online visualisation platform development to be accessible to AAM stakeholders



2

Introduction

- UK

HEROTECH8
Robotics company developing auto mated drone station technology to d eliver on-demand drone services in t he built and high-risk environment

Cranfield University
Postgraduate university with strong aerospace background and industry collaborations, ranked within QS 30 for 3 years

- South Korea

FINE VT Robotics Lab
FineVT
Drone company focusing on the res earch and development of unmanne d aerial vehicles and communicatio n equipment

KAIST
KAIST
Cho Chun Shik Mobility Graduate S chool with special expertise in future mobility sector and striving to devel op innovate mobility systems, includ ing UAM and AAM.

3

Introduction

Project Plan

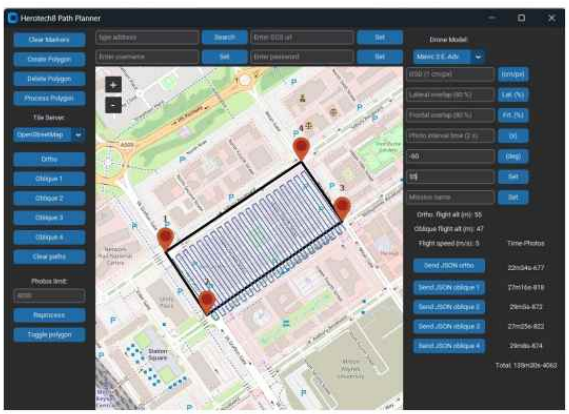
WP	Title	Milestones (MI) and Deliverables (D)	Description	Aug-24 M0	Sep-24 M1	Oct-24 M2	Nov-24 M3	Dec-24 M4	Jan-25 M5	Feb-25 M6	Mar-25 M7
1	Project Management	M: Kickoff Meeting; M: Quarterly Review Meeting 1 M: Quarterly Review Meeting 2 M: Project Closure	To oversee project progress, monitor resource allocation, track milestones and deliverables, and maintain regular engagement with the monitoring officer.								
2	Flight Preparation	N/A;	To identify data requirements, plan and schedule UAS operations for data collection over extensive urban areas.								
3	Drone Data Capture		To utilize SIM-enabled drones for mapping areas of interest across the city, capturing essential connectivity data.								
4	3D Connectivity Map	M: Presentation of 3D connectivity map (internal); shared w/ MO.	To aggregate data from WP3 to produce a detailed connectivity heatmap, illustrating varying levels of connectivity across the city and at different altitudes.								
5	Workflow Integration	D: Report/presentation on workshop findings for 3D connectivity map integration. To share with CAA stakeholders;	To integrate the 3D connectivity map into UAS operational workflows, identifying no-fly zones and proposing key performance metrics for connected versus non-connected airspace.								
6	Online Visualisation Platform	M: Demonstration of visualisations platform D: Roadmap of platform applications; development roadmap	To develop an online platform that displays the 3D Connectivity Map and its layers, ensuring accessibility for stakeholders.								
7	Demonstration Flights	D: Demonstration of live flights and data	To conduct live demonstration flights that capture and display real-time imagery and connectivity data.								
8	Public APIs	D: publicly accessible API documentation to access online service	To make the 3D connectivity map data accessible to external organizations via public APIs.								
9	Comms and Dissemination	D: Presentation of project outputs and findings to IUK; M: Research paper preparation for publishing;	To ensure effective communication and engagement with a broader audience about the project's goals, ambitions, and progress. This work package is dedicated to maximizing the project's visibility and impact through various channels.								

4

Drone Data Capture

- 4G enabled, SDK for cellular and flight data extraction





5

Drone Data Capture

- 4G enabled, SDK for cellular and flight data extraction

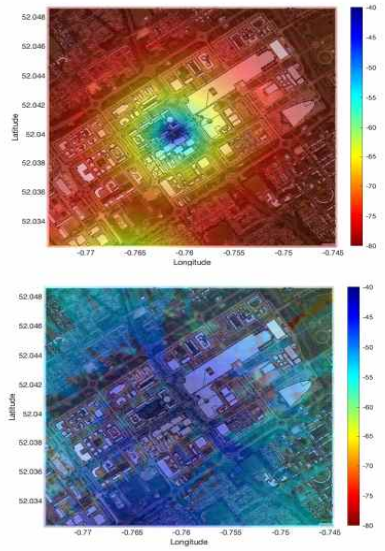




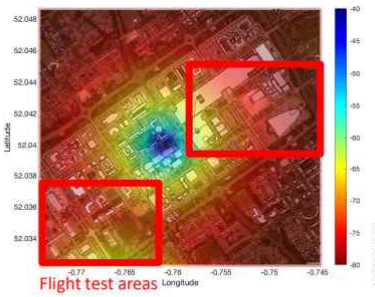
6

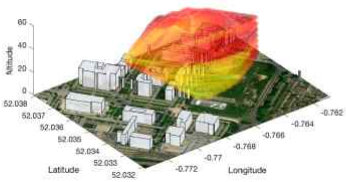
Synthetic Data Generation

- Grid Size: 1,820 x 2,000 x 50 m (10 m resolution)
- Close-In Model: Propagation of signals in urban macro cell scenarios. Can be combined with fog and rain.
- Ray Tracing: Effect of building reflections. Can be combined with fog and rain.
- Fog: 10GHz to 1000GHz (outside 4G frequency)
- Rain: 1GHz to 1000GHz

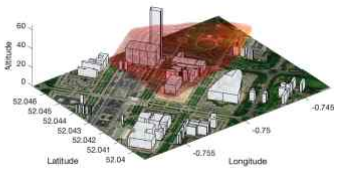


Synthetic Data Combined with Flight Data





Mean RSSI (real test): -72.1 mdB (-81.4 ~ -58.8 mdB)
Mean RSSI (synthetic data): -71.2 mdB (-74.9 ~ -65.2 mdB)
MSE: 11.7555 mdB^2
RMSE: 3.4286 mdB
Accuracy: 95.2 %

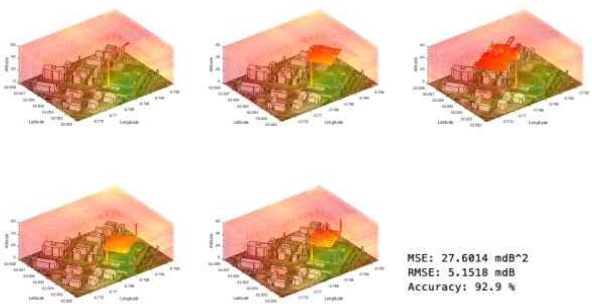


Mean RSSI (real test): -80.2 mdB (-188.9 ~ -16.0 mdB)
Mean RSSI (synthetic data): -75.7 mdB (-80.0 ~ -71.1 mdB)
MSE: 89.3531 mdB^2
RMSE: 9.4527 mdB
Accuracy: 88.2 %

8

Accuracy Validation

- Cross Validation
  - One subset is used to validate the heatmap from training/regression
  - The process is repeated k times such that each subset is used exactly once for validation
  - Mitigates lack of flight data

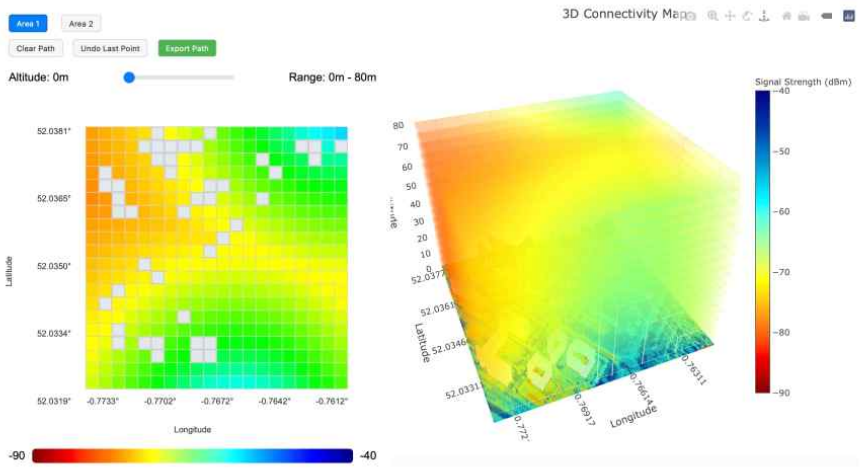


MSE: 27.6014 mdB^2
RMSE: 5.1518 mdB
Accuracy: 92.9 %

9

별첨1-3 **정량적 연구성과 증빙자료**

Online Visualisation Platform



10

Demonstration Flight





11

한영국제협력 연구 과제 참석부

1. 일시 : 2025.02.18-02.20
2. 장소 : Cranfield University, Herotech8
3. 내용 : 한영국제협력 연구 참가 컨소시엄 기술 사연 워크숍 및 2 단계 협력 회의
4. 참가자 리스트 및 서명

참가자	이름	소속	직급	서명
1	오세진	FineVT	연구소장	
2	Ciaran McMaster	Herotech8	COO	
3	Hae-In Lee	Cranfield University	Lecturer	
4	Tingyu Gong	Cranfield University	Research Fellow	
온라인 참가				
5	Robin Gojon	Herotech8	CTO	
6	신효상	KAIST	교수	
7	석홍우	KAIST	학생	
8	Quoc-Vinh Lai-Dang	KAIST	학생	







© Cranfield University

별첨1-3 **정량적 연구성과 증빙자료**

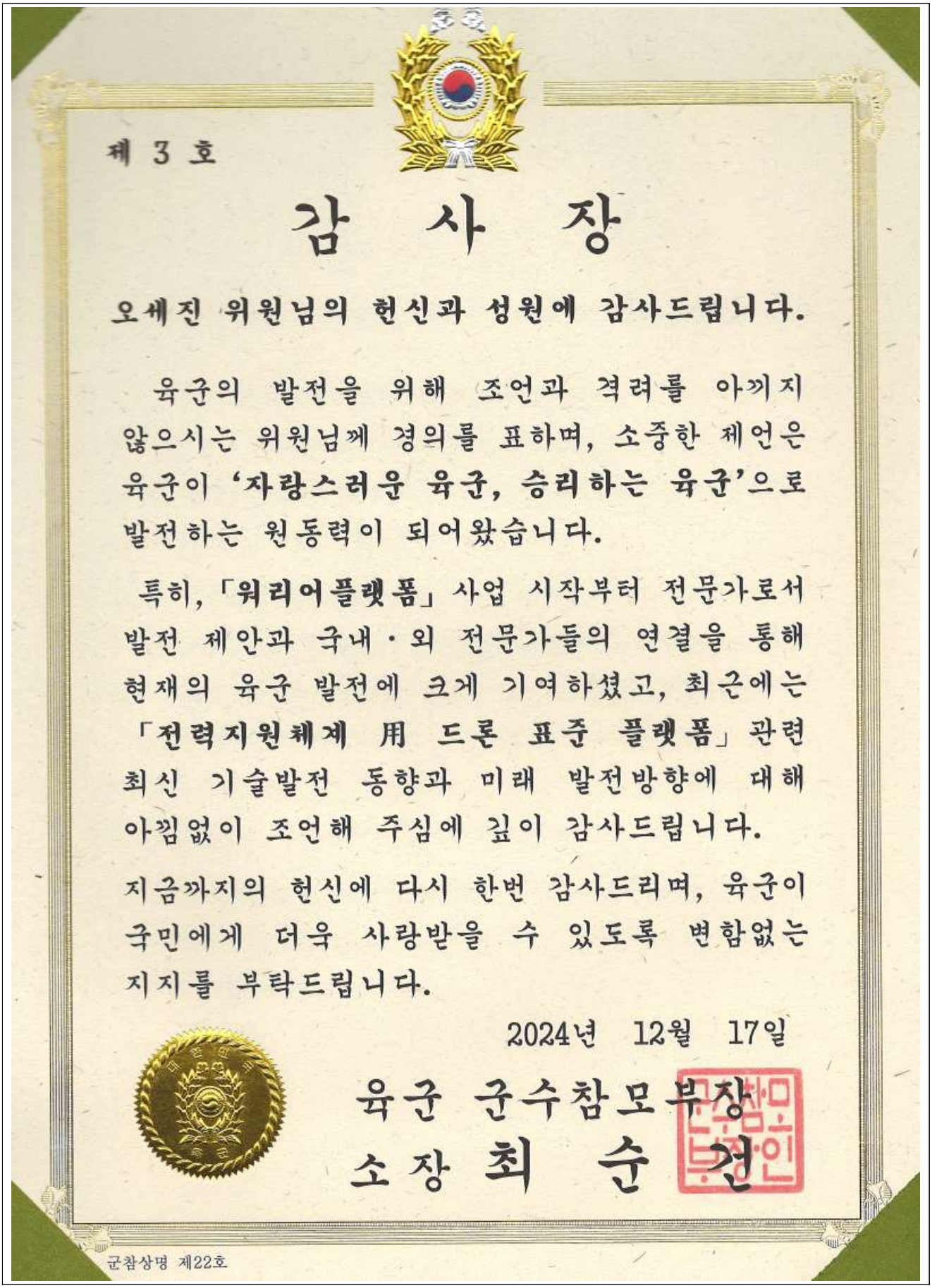


© Cranfield University





별첨1-4 **질적 연구성과 목표 및 달성도**



제 3 호

감 사 장

오세진 위원님의 헌신과 성원에 감사드립니다.

육군의 발전을 위해 조언과 격려를 아끼지 않으시는 위원님께 경의를 표하며, 소중한 제언은 육군이 **'자랑스러운 육군, 승리하는 육군'**으로 발전하는 원동력이 되어왔습니다.

특히, **「워리어플랫폼」** 사업 시작부터 전문가로서 발전 제안과 국내·외 전문가들의 연결을 통해 현재의 육군 발전에 크게 기여하셨고, 최근에는 **「전력지원체계 用 드론 표준 플랫폼」** 관련 최신 기술발전 동향과 미래 발전방향에 대해 아낌없이 조언해 주심에 깊이 감사드립니다.

지금까지의 헌신에 다시 한번 감사드리며, 육군이 국민에게 더욱 사랑받을 수 있도록 변함없는 지지를 부탁드립니다.

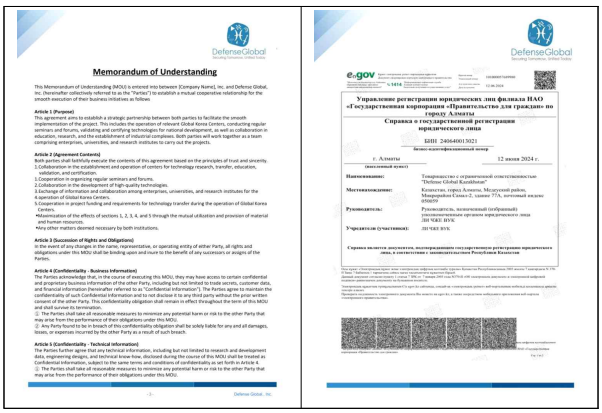
2024년 12월 17일

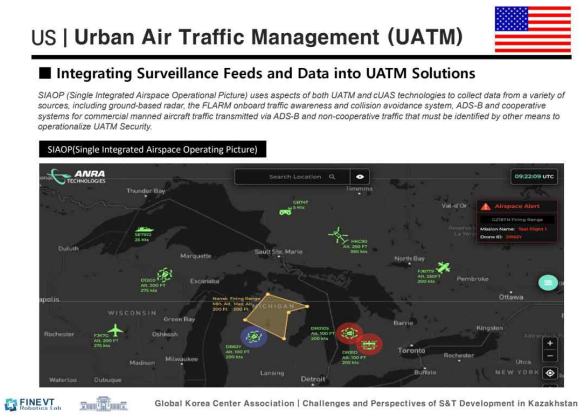
육군 군수참모부장
소장 최 순 건

군참상명 제22호

별첨1-5 | **질적 연구성과 증빙자료 - 카자흐스탄 MOU**





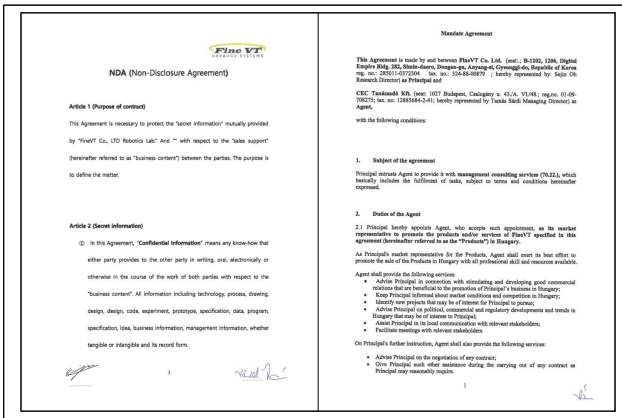






별첨1-5 질적 연구성과 증빙자료 - 사업화 - 동유럽





NDA (Non-Disclosure Agreement)

Article 1 (Purpose of contract)

This Agreement is necessary to protect the "secret information" mutually provided by "FineVT Co., LTD Robotics Lab." And "" with respect to the "sales support" (hereinafter referred to as "business content") between the parties. The purpose is to define the matter.

Article 2 (Secret information)

① In this Agreement, "**Confidential Information**" means any know-how that either party provides to the other party in writing, oral, electronically or otherwise in the course of the work of both parties with respect to the "business content". All information including technology, process, drawing, design, design, code, experiment, prototype, specification, data, program, specification, idea, business information, management information, whether tangible or intangible and its record form.

1

Mandate Agreement

This Agreement is made by and between **FineVT Co. Ltd.** (seat:, **B-1202, 1206, Digital Empire Bldg, 282, Sindu-daero, Dongan-gu, Anyang-si, Gyeonggi-do, Republic of Korea** reg. no.: 285011-0372306 tax. no.: 324-88-02875 ; hereby represented by: Sejin Oh Research Director) **as Principal** and

CEC Taskassági Kft. (seat: 1027 Budapest, Csalogány u. 43./A. VI./41.; reg.no. 01-09-708275; tax. no: 12885684-2-41; hereby represented by Tamás Sárdi Managing Director) as **Agent,**

with the following conditions:

1. Subject of the agreement

Principal entrusts Agent to provide it with **management consulting services (70.22.),** which basically includes the fulfilment of tasks, subject to terms and conditions hereinafter expressed.

2. Duties of the Agent

2.1 Principal hereby appoints Agent, who accepts such appointment, as its market representative to promote the products and/or services of FineVT specified in this agreement (hereinafter referred to as the "Products") in Hungary.

As Principal's market representative for the Products, Agent shall exert its best effort to promote the sale of the Products in Hungary with all professional skill and resources available.

Agent shall provide the following services:

- Advise Principal in connection with stimulating and developing good commercial relations that are beneficial to the promotion of Principal's business in Hungary;
- Keep Principal informed about market conditions and competition in Hungary;
- Identify new projects that may be of interest for Principal to pursue;
- Advise Principal on political, commercial and regulatory developments and trends in Hungary that may be of interest to Principal;
- Assist Principal in its local communication with relevant stakeholders;
- Facilitate meetings with relevant stakeholders

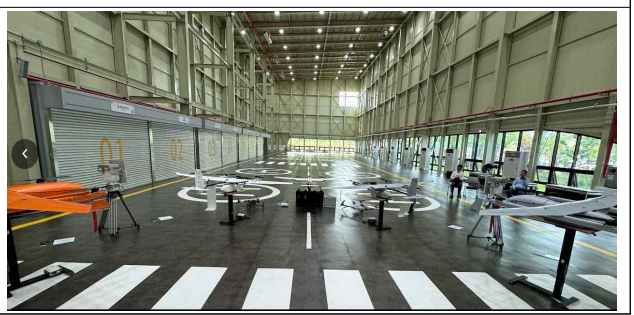
On Principal's further instruction, Agent shall also provide the following services:

- Advise Principal on the negotiation of any contract;
- Give Principal such other assistance during the carrying out of any contract as Principal may reasonably require.

1







별첨1-6 질적 연구성과 증빙자료 - 사업화 - 우크라이나

Non-Disclosure Meeting on Defense Related to Electronic Warfare

Ukraine | Counter-UAS System Advanced Technology Development Trend



FineVT Robotics LAB| Sejin Oh

FINEVT Robotics Lab

CLASSIFIED / FOR OFFICIAL USE ONLY







■ Ukraine | Defense Exports Related to Electronic Warfare

- Participant

Ukraine

FineVT Robotics Lab	Government	Supporting Agency
- Sejin Oh Research Director ▶ Item 1. UAV (VTOL) 2. Anti-jamming solution (detection, avoidance startup module) 3. Korean Flight Control Computer (FC)	- [redacted] Head of Defense procurement agency of Ukraine - [redacted] Central Department of Economic Military Cooperation of Ministry of Defense of Ukraine - [redacted] Independent security expert, former deputy head of international department at the General Staff	- [redacted] International Centre for Ukrainian Victory, Think Tank - [redacted] head of Chief of branch, Central department of economic military cooperation - [redacted] head of NAKO NGO, Analysis of spare parts in russian weapon



FINEVT Robotics Lab

CLASSIFIED / FOR OFFICIAL USE ONLY

별첨1-7 | **질적 연구성과 증빙자료 - 사업화 - 육군본부**

육군본부 - 드론 플랫폼 표준화 협력 사업화











별첨1-8 | **질적 연구성과 증빙자료 - 홍보 - 공중파 방송**

EBS - 드론과 인류(2부) 2025.02.25.

EBS

다큐멘터리 EBS 다큐프라임 | 다큐멘터리K | PD로그



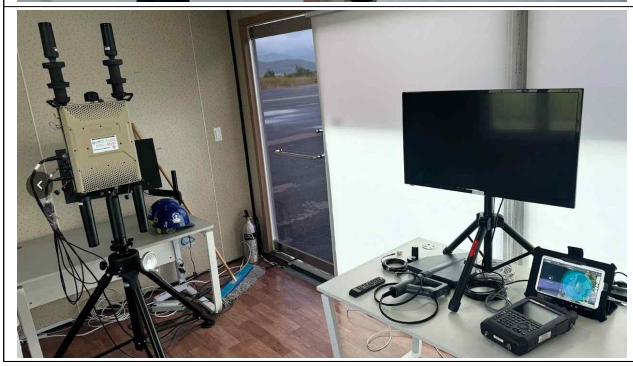


별첨1-9 **질적 연구성과 증빙자료 - 사업화 - 5G/LTE 상공망**











2024년 28GHz 산업융합 확산 사업 사업계획(신청)서

2024. 4

정보통신산업진흥원

요 약 서

1. 과 제 명	국문	28GHz기반의 이음5G 원격운전(Tele-operated Driving, ToD) 글로벌 확산 센터 구축
	영문	Establishing a Global Expansion Center for e-um 5G Tele-operated Driving (ToD) Based on 28GHz Technology
2. 기관명	주관기관	㈜파인브이티(공급기업)
	참여기관1	㈜지엔텔 (공급기업)
	참여기관2	한국정보통신기술협회 (공급기업)
	참여기관3	한라대학교산학협력단 (수요기관)
3. 사업비	구 분	내역
	정부출연금	1,250,000 천원
	민간부담금 현금	45,000 천원
	민간부담금 현물	385,000 천원
	합 계	1,680,000 천원
4. 과제개요		

"초고속, 초저지연, 초연결 이음5G기반의 원격운전(ToD) 글로벌 확산 센터 구축"

■ **서비스 개요**

○ **(추진 배경)** 28GHz 이음5G기반 서비스의 특성인 **대용량 데이터 전송, 초정밀 제어**를 실감이 나게 체감할 글로벌 확산센터 구축하고, 원격운전(ToD:Tele-operated driving)서비스 실증을 통해 활성화하고자 함.



원격운전 ToD 서비스 구성도 (공유자동차, 자율이동로봇)

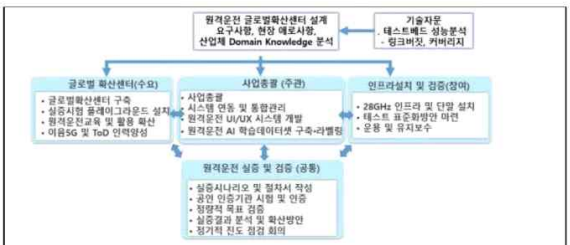
○ **(추진 필요성)** 원격운전은 스마트팩토리, 산업안전, 로봇제어, 물류, 건설분야 등 다양한 첨단 산업분야에 확산효과가 높은, 공통 핵심 요소기술로서 경쟁력 확보가 시급함.

- **28GHz 산업융합기술의 파급효과 및 시장성측면**
  . 원격운전 활용 서비스들이 글로벌 시장에서 급속히 늘어나고 있음 (Clenvon 1, Vay, Imperium Drive 등)
  . 다양한 융합산업 분야로의 확산을 위한 원격운전 생태계 조성 필요.
- **원격운전분야의 문제해결 및 효율성·효과성측면**
  . 원격운전 핵심기술 (Link prediction, Link-aware streaming, Link-aware control 등) 실증 및 안정화.
  . 원격운전을 위한 개발/테스트 지원, 검증/인증, 표준화, 법률검토 등 다양한 활동이 필요.
  . 원격운전을 위한 28GHz 5G 요구사항 정의 및 실증을 통한 완성도 높은 서비스의 확산이 필요함.
  . 지속가능한 기술차별을 위해, 초거대 언어/비전 AI 모델(LLM/LVM)개발을 위한 학습데이터 수집이 필요함

■ **최종 과제 목표**

○ **(원격운전 글로벌 확산 센터 구축)** 28GHz기반의 이음5G 원격운전 글로벌 확산 센터 인프라 구축

- 수요처인 **한라대 내 원주에너지 IT기술센터**에 4.7+28GHz 이음5G 네트워크 구축
  (4.7GHz x 2EA(예비2대), 28GHz x 2EA)
- 자동차, AMR에 이음5G 단말 설치



○ 추진전략

- 해외 여러 나라에서 추진하려는, ToD 사업의 조속한 국내 성착을 위한, 실증 및 사업화 연계추진
- ToD 글로벌 센터의 UI/UX는 자동차 UI/UX와 유사한 개념으로 구현
- 서비스 실증 테스트 표준화 및 성공모델 전파 전략 수립
- 운영 지속성확보를 위한 투자 및 기술지원 전략 수립
- 28GHz 장비 및 원격운전 서비스의 실증 및 검증을 통한 서비스 신뢰성 확보

■ **과제 수행 기관의 역할**

주관기관	참여기관 1	참여기관 2	수요기관
㈜파인브이티	㈜지엔텔	한국정보통신기술협회	㈜한라대학교
○ 사업총괄 ○ 28GHz 이음5G 원격운전 확산 센터설계 ○ 융합자동차/자율이동로봇, 이음5G, 원격운전 연동플랫시스템 설계 ○ 시스템 요구사항 개발, 검증, 제작의뢰 ○ 글로벌센터 원격운전 시스템 UI/UX 개발 ○ CCTV 모니터링 시스템 설계 ○ AI 학습데이터 구축 및 데이터 라벨링 ○ 시스템연동 및 통합관리	○ 28GHz 이음 5G 인프라 공사 및 설치 ○ 2년 운용·유지보수 ○ 핑크버킷 및 카버리지 분석 ○ 기간통신사업자	○ 원격운전 시험 시나리오 개발 ○ 시험 시나리오별 검증절차 개발 ○ 시험 시나리오 실증 ○ 생태계 맵 작성	○ 원격운전 글로벌확산 센터 설립 ○ 실증시험 필드테스트 플레이 그라운드 설치 ○ 원격운전 교육
공통: ○ 실증시험 시나리오 및 절차서 작성 ○ 28GHz 5G이음망 서비스 2종 실증 테스트(공유자동차 원격운전, AMR 원격운전) ○ 실증결과 분석 및 확산방안 수립			

7. 사업화 및 기대효과

"지속적 실증 거점 확산을 통한 사업화와 다양한 분야의 고객 가치 제공"

■ **사업화 및 확산방안**

○ 이음5G 원격운전(ToD) 글로벌 확산 센터를 지속적 실증 확산거점으로 활용하여 사업화 확대

○ 실증된 ToD 서비스를 유관 첨단 산업분야 (스마트팩토리, 산업안전, 로봇제어, 물류, 건설분야 등)의 공통 핵심 사업화 요소기술로 연계하여 수익성 확대

■ **기술적·산업적·경제적·산업적 파급효과**

■ **주관기관 및 참여기관의 역량**

○ **[주관기관] ㈜파인브이티**

- **(인력 및 기술 보유현황)** 안양본사/천안지사/나주지사 총 43명, 박사급 및 경력 20년이상 인력 7인
  . AIoT시스템 개발, 2G/3G/4G 휴대폰 개발, 5G IoT개발, 5G 이동통신 대학원 강의 경험 보유
  . 5G NR기반 UAM 항로 측정과제 수행
  . 비전 AI 검사장비개발 스마트팩토리 과제수행 중, 비전 AI 기반 과일 품질검사 과제수행 중
- **(주요인증현황)** 2020년 기술역량우수기업인증, 기업부설연구소인증, 벤처인증 2021 강소기업인증 등
- **(주요특허 보유현황)**
  . 5G NR 측정 및 비전 영상처리관련 특허 6건보유

○ **[참여기관] ㈜지엔텔**

- **(인력 및 보유기술) 현재 250명, 이음5G 기간통신 사업자**
  . 이동통신 네트워크 시스템 구축 및 기술지원(4G, 5G, 이음5G)
  . 이음5G Cell engineering 및 최적화 및 Mobile Telematics Software 검증
  . IT 인프라 관리 솔루션 G-EMS 개발 및 상용화
  . IT 기술 공인 인증 전문가 81명 **(특급 32명, 고급44명, 중급3, 초급2명)**

○ **[참여기관] TTA**

- **(인력 및 보유기술)** ICT 표준제정, 보급 및 시험인증 기관, 국제표준화 전문가 양성
  . 정보통신기술(ICT)의 국내 표준을 제정·보급 및 국제표준화기구 지원 활동을 통한 국제표준 전문가 육성 및 국제협력 수행
  . 총 44개 분야 국제공인시험소 및 이동통신(2G~5G) 시험 인프라 구축·운영
  . 5G 관련 단말 개발을 위한 다양한 장비 및 시험환경 보유하여 국내 이동통신 관련 기업을 대상으로 개발 지원 및 공인시험서비스 제공('20년 이상)

○ **[참여기관] 한라대학교산학협력단**

- **(인력 및 기술보유 현황)** 국토교통부 및 철도공기업 출신 박사 2명, 철도운영기관 20년 이상 근무자 3명
  · 2023년 9월 국토교통부장관지정 '한라철도아카데미' 운영(국토교통부고시 제2023-533호, 지정번호 제2023-1호), (60명 수료, 30명 교육 중)
  · 2024년 철도운전시스템학과 신설로 강원지역 최초의 철도 운전전문인력 양성(정원 내 40명, 정원 외 5명)
  · 철도 교육훈련용 최첨단 FTS 1대, PTS 5대, CAI 30대 교육장비 보유
  * FTS(Full-type Simulator), PTS(Personal-type Simulator), CAI(Computer-Assisted Induction)
  · 용산철도고등학교, 서울교통공사, (주)SR(수서고속철도) 등과의 산학업무협약(MOU) 체결
- **(주요 연구실적)**
  · 트램-트레인 도입을 위한 법령 개정 및 기술기준 개발(2023년)
  · 철도종사자의 이례상황 합동 및 단독 훈련 시뮬시스 제작(2023년)

6. 과제 수행 방법

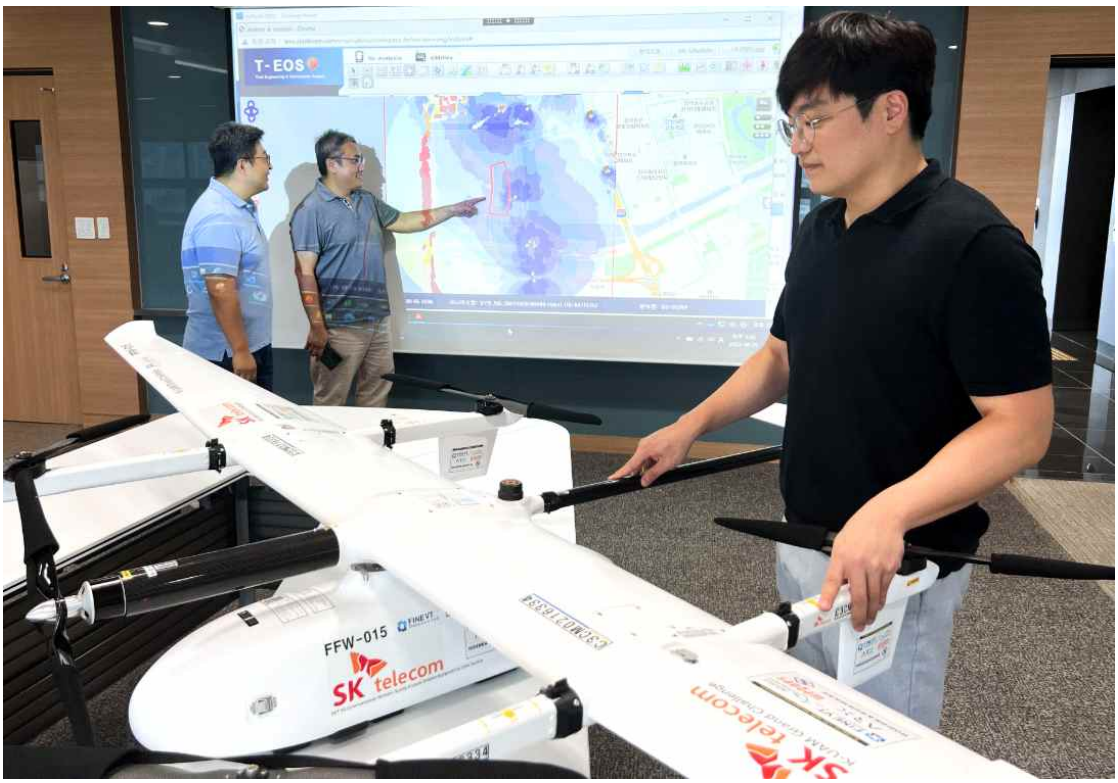
"수요자 및 산업체 현장애로사항기반의 개방형 글로벌확산센터 구축"

■ **과제 수행 방법 및 추진전략**

○ **과제 수행 방법**

- 수요자 요구사항과와 산업체 현장애로사항(Domain Knowledge)수용기반의 확산센터 구축
- 원격운전(ToD) 플레이그라운드의 글로벌화·지능화를 전제로 한 제반 기술적 지원완비
- 수요·주관·참여기관간의 양방향 소통을 통한 이음5G 글로벌 확산센터 구축 원활화·신뢰성 확보

별첨1-11 질적 연구성과 증빙자료 - 연계사업 - KAIA CNSI



본 문서는 전자서명법 등 관련 법령(전자서명법 제3조 1항, 2항, 전자거래기본법 제5조, 7조, 18조)에 의하여 효력이 인정되는 공인인증기관이 발행한 인증서를 사용하여 전자서명된 문서입니다.

수시 계약서 (Purchase Contract)

계약번호 : 4160084546

계약체결일 : 2024.11.14

계약건명 : 24년_New Connectivity팀 _(국책)K-UAM 상공망 품질측정을 위한 드론비행대행 사용권(10회) 구매_파인브이티

구 매 자 : SK 텔레콤주식회사 / 104-81-37225
주 소 : 서울특별시 중구 을지로65(을지로2가) SK T-타워
대표이사 : 유영상 (인) *전자서명일시 : 2024.11.14 13:52:11*

공 급 자 : (주)파인브이티 / 324-88-00879
주 소 : 경기 안양시 동안구 시민대로 383 (관양동, 디지털 엠파이어) 디지털엠파이어 B동 1202호
대 표 자 : 윤형영 (인) *전자서명일시 : 2024.11.14 15:33:43*

구매자와 공급자는 상호 대등한 입장에서 본 수시계약서 및 첨부서류에 의하여 본 계약을 체결하고 신의·성실의 원칙에 따라 계약상의 의무를 이행할 것을 확약하며, 본 계약의 체결을 증명하기 위하여 본 계약서에 전자서명하여 이를 보관한다.

계약금액	KRW 18,000,000원 (VAT 별도)
계약기간	2024.11.14 ~ 2024.12.31 (납품기한은 아이템내역 참조)
납품검사	• 공급자는 납품 후 증빙서류를 첨부하여 납품기한 10일전부터 납품기한까지 검사요청 • 구매자는 검사요청 접수 후 첨부서류에 의한 방법으로 검사 시행
납품장소	구매자 지정장소

■ 계약조건

지급조건	• 유형 : [장비/물품] 납품시 100% • 지체상금(지체상금 상한) : 납품기한 초과 1일당 계약금액의 0.15% (100 일) ※ 납품검사 후 현금지급 ※ 하도급계약은 목적물 수령일로부터 60일 이내 지급
보증조건	• 계약이행보증 : (보증방법) 예치 면제 / (보증금) 계약금액의 0(%) • 선급금보증 : (보증방법) 예치 면제 / (보증금) 계약금액의 0(%) • 하자이행보증 : (보증방법) 예치 면제 / (보증금) 계약금액의 0(%) / (보증기간) 0 개월
특기사항	수도권 지역 계약체결일로부터 1년간 10회 비행 사용권

■ 아이템 내역

번호	아이템코드 [지급조건 유형]	아이템명 및 규격				납품기한
		수량	단위	단가	금액	
1	3000028416 [장비/물품]	특수품목(특수품목(드론비행 사용권))				2024.12.31
		10	EA	1,800,000	18,000,000	
합계					18,000,000	
부가가치세(VAT)					부가세 별도	

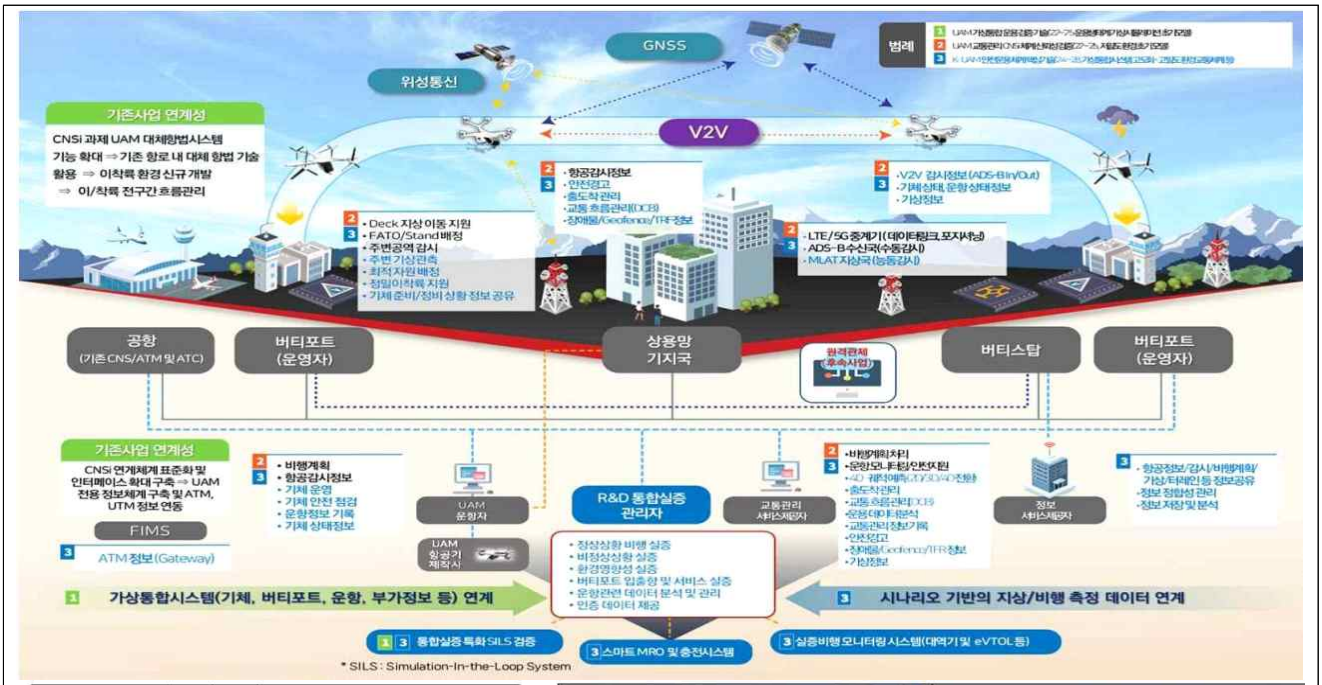
○ 납품기한별 상세 아이템 내역

○ 납품장소별 상세 아이템 내역

■ 첨부서류 내역

번호	파일명	파일크기	다운로드
1	241111-SKT-VTOL 비행용역의 및 보관 견적.pdf	144.94 KB	다운로드
2	물품계약 일반조건_240508.pdf	541.80 KB	다운로드
3	SGR(SVC 및 Safety Golden Rules) 특수조건_230920.pdf	482.95 KB	다운로드
4	안전보건 계약 일반조건_240508.pdf	121.92 KB	다운로드

별첨1-12 질적 연구성과 증빙자료 - 개발성과 기술적 기대효과

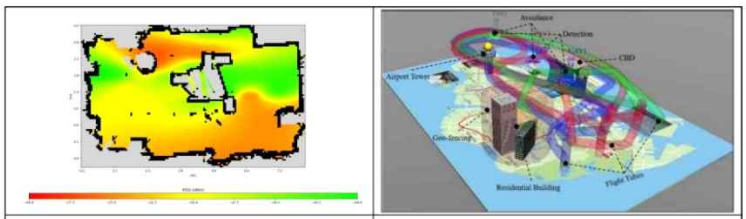


구분			연구착수	연구종료	단계별 기술개발 설명
1단계	실험단계	TRL 4	□	■	상공망 통신 품질 측정 장비(Rohde & Schwarz社)를 선정하였으며 해당 장비를 인터그레이션 할 무인기(DJI社)를 선정하였고 장비를 인터그레이션 하여 비행을 통해 상공망 통신 품질 측정 데이터를 취득해야 함
	시작품단계	TRL 5	■	■	
		TRL 6	■	□	
2단계	시작품단계	TRL 6	■	□	지속적인 비행을 통해 추가적인 상공 통신망 품질 측정 데이터를 취득해야 하며 정적 데이터와 동적데이터가 실시간으로 교통관리 시스템에 API 형태로 제공되어야 함 실제 운항 사업자들이 필요한 지능화 부분도 기초 연구를 탐색 연구 수준으로 포함해야 함
	실용화단계	TRL 7	□	□	
		TRL 8	□	□	
	사업화단계	TRL 9	□	□	


멀티콥터 + RF 스캐너, FineVT Robotics LAB | VTOL + RF 스캐너, FineVT Robotics LAB

[FineVT 상공망 측정 장비 표준화 및 측정]

최종 연구개발성과물	기술성숙도(TRL)		설정근거
	연구착수시	연구종료시	
상공망 통신 품질 측정 장비가 인터그레이션 된 무인기	TRL 5	TRL 8	○ (연구착수시) 소재/부품/시스템이 확정되어 있으며 이를 통해 시제품을 제작 ○ (연구종료시) 비행을 통해 해당 데이터를 취득하고 이를 신뢰성 평가하고 인증을 수행함
AAM과 UAM 운영에 필요한 통합 클라우드 플랫폼	TRL 5	TRL 7	○ (연구착수시) 상공망 통신 품질 측정 장비를 통해 데이터 수집이 가능한 것을 확인했음 ○ (연구종료시) 측정된 데이터를 수집하고 저장하여 이를 통합하는 클라우드 플랫폼 개발
API 형태의 공급 가능한 통합 플랫폼	TRL 4	TRL 7	○ (연구착수시) 측정된 데이터를 확인할 수 있는 방안을 마련함 ○ (연구종료시) 정적 데이터와 동적 데이터가 실시간으로 교통관리 시스템에 API 형태로 제공되어 공급 가능한 통합 플랫폼 개발


통신망 히트맵 예시 | AAM 운용 워크플로우 결합

[KAIST 상공망 클라우드 데이터 시각화 플랫폼 및 API 개발]

2050년까지 UAM을 도입할 것으로 전망되는 지역별 도시 수



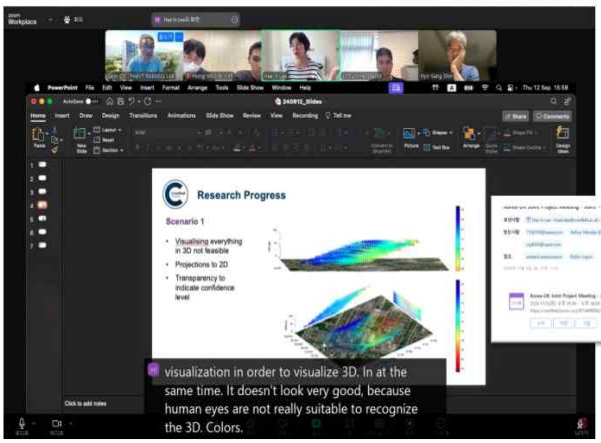


Source : KPMG Global(2019), Getting mobility off the ground, 삼정KPMG 경제연구원 재구성

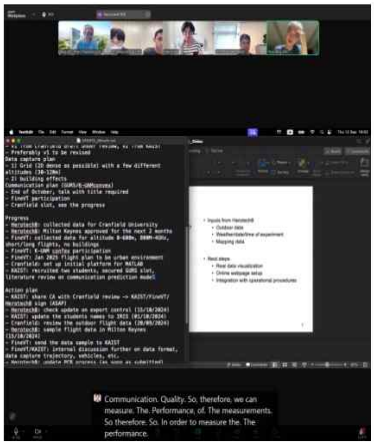
별첨1-12 질적 연구성과 증빙자료 - 한영연구진 컨퍼런스

☐ 국제 협력 연구과제의 최대 제약 요소는 지역제한과 커뮤니케이션 제한이 가장 제한 사항임. 지적적 제한 부분을 극복하기위해, 한-영국제 공공 연구기관들은 정기적 회의계획을 수립하고 PM/PL과 담당 연구원들이 참가하여 정기 연구 수행 회의를 수행 중에 있음.
☐ 회의 : 국제 협력 회의 (1개월 1회) 국내 컨소시엄 회의(1개월 2회)

정기 회의 – 정기 연구 사안에 집중된 화상회의를 통한 과제 수행 협력



부정기회의 – 특별 연구 사안에 집중된 화상회의를 통한 과제 수행 협력



☐ 국제 협력 연구과제의 최대 제약 요소는 지역제한과 커뮤니케이션 제한이 가장 제한 사항임. 지적적 제한 부분을 극복하기위해, 한-영국제 공공 연구기관들은 정기적 회의계획을 수립하고 PM/PL과 담당 연구원들이 참가하여 정기 연구 수행 회의를 수행 중에 있음.
☐ 회의록 버전 관리 : 회의록을 작성하여 회의 진행에 따른 버전관리 진행 中

Korea-UK Joint Meeting - 08/10/2024

Previous Action plans
1. KAIST: share CA with Cranfield review -> KAIST/FineVT/Herotech8 sign (ASAP)
2. FineVT/Herotech8: share sample, not real, flight data for types/frequency agreements (after collaboration agreement and export control) -> delay

Future plan
1. See if we can present something in GURS -> risk-aware engines, currently fully booked but see if there is any ad-hoc chance, or use FineVT's exhibition booth

Progress
1. KAIST: reviewing/converting the flight data (format/type of information/frequency)
2. Cranfield: academic meeting, initial Cranfield experiment visualisation
3. Herotech8: initial Cranfield experiment, Milton Keynes (11/10/2024), prepared mission plans, 3 different altitudes and speeds, customisable grid sizes. 1-2 weeks for the whole Milton Keynes flight.
4. FineVT: shared the data

Agenda
1. Flight plan: clear from Herotech8
2. Preparing of KPI validation: accuracy should be submitted for Korea by 5 months

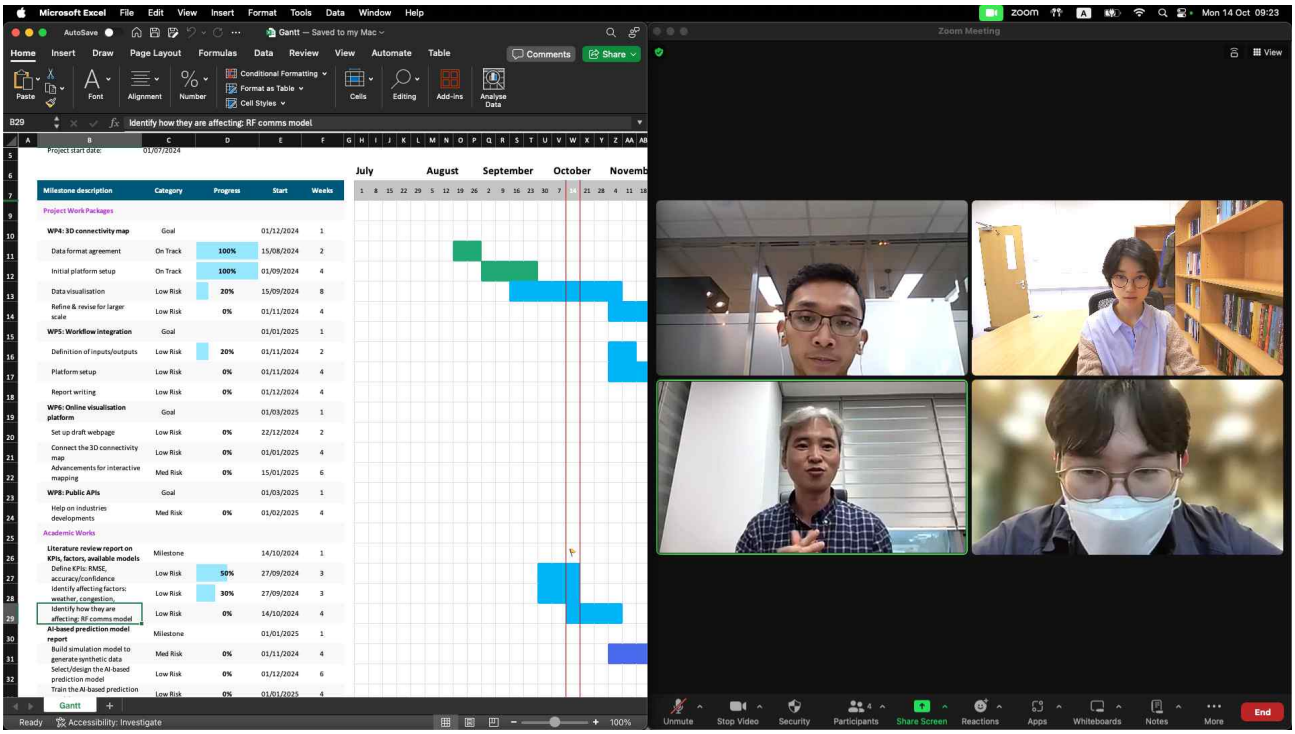
Action plan for Joint Meeting
1. KAIST: review the CA -> send to FineVT -> Herotech8 -> Cranfield (ASAP)
2. FineVT/Herotech8: share sample, not real, flight data for types/frequency agreements (after collaboration agreement and export control)
3. KAIST: update presentation slot preparation (24/10/2024)
4. FineVT: update exhibition plan for K-UAM confex (24/10/2024)
5. FineVT: confirm flight plan (05/11/2024)
6. All: come up with dissemination plan (05/11/2024)

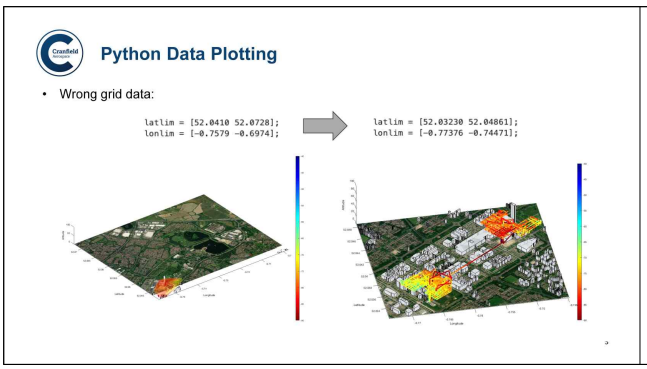
Action plan for Academic Meeting
1. Cranfield: suggest milestones for prediction model (12/10/2024)
 - Communication/synthetic models
 - AI approaches/training
 - Validation with experimental data
2. KAIST: fill/add in literature review (14/10/2024)
 - Categorise, identify algorithms and their performance

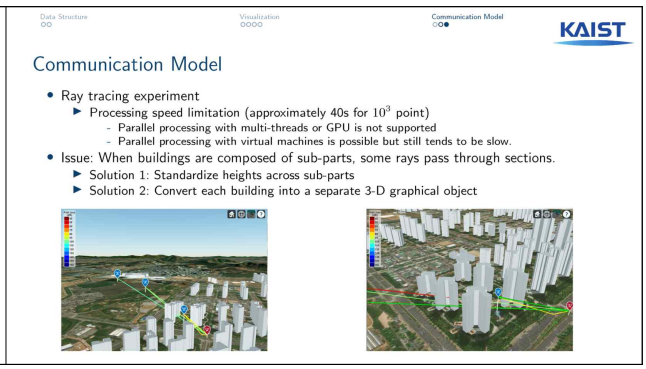
Next meeting
- Joint Meeting: 05/11/2024 8:00GMT 17:00KST
- UK Meeting: 11/10/2024 10:00BST, 15/10/2024 QRM
- Academic Meeting: 14/10/2024

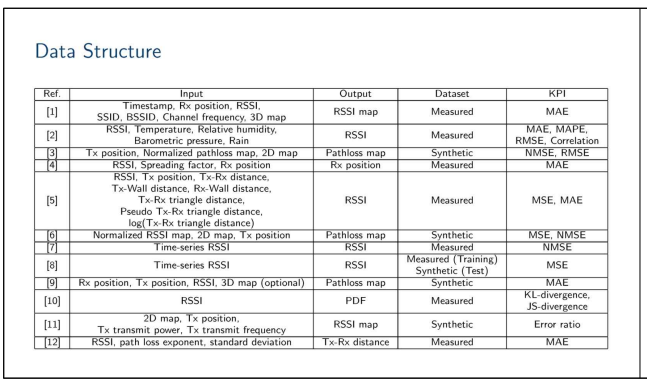






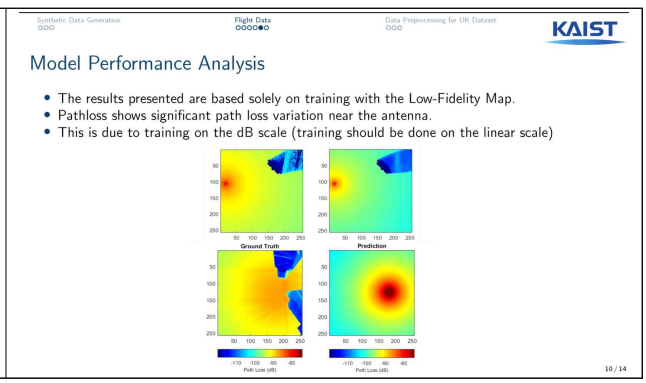






Data Structure

Ref.	Input	Output	Dataset	KPI
[1]	Timestamp, Rx position, RSSI, SSID, BSSID, Channel frequency, 3D map	RSSI map	Measured	MAE
[2]	RSSI, Temperature, Relative humidity, Barometric pressure, Rain	RSSI	Measured	MAE, MAPE, RMSE, Correlation
[3]	Tx position, Normalized pathloss map, 2D map	Pathloss map	Synthetic	NMSE, RMSE
[4]	RSSI, Spreading factor, Rx position	Rx position	Measured	MAE
[5]	RSSI, Tx position, Tx-Rx distance, Tx-Wall distance, Rx-Wall distance, Tx-Rx triangle distance, Pseudo Tx-Rx triangle distance, log(Tx-Rx triangle distance)	RSSI	Measured	MSE, MAE
[6]	Normalized RSSI map, 2D map, Tx position	Pathloss map	Synthetic	MSE, NMSE
[7]	Time-series RSSI	RSSI	Measured	NMSE
[8]	Time-series RSSI	RSSI	Measured (Training) Synthetic (Test)	MSE
[9]	Rx position, Tx position, RSSI, 3D map (optional)	Pathloss map	Synthetic	MAE
[10]	RSSI	PDF	Measured	KL-divergence, JS-divergence
[11]	2D map, Tx position, Tx transmit power, Tx transmit frequency	RSSI map	Synthetic	Error ratio
[12]	RSSI, path loss exponent, standard deviation	Tx-Rx distance	Measured	MAE

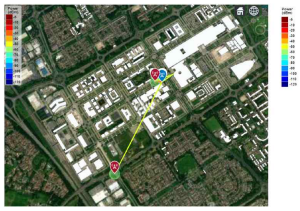


- 한-영 학술 및 기술 워크샵 개최 (2024.12.02.)

KAIST

Matlab-based data generation

- To verify if this was related to the development environment
  - Reviewed other examples using Cartesian coord. (both sequential and parallel processing)
- Verified that the examples functioned correctly, then conducted tests on cartesian coord.
  - Converted OSM to STL format for input base map
  - Confirmed that the ray-tracing parallel processing bug was resolved
- Issue 3: Identified antenna and map-related bugs during parallel processing
  - Abnormal coverage observed for each Tx
    (additional rays appeared in the results for geographic coord)

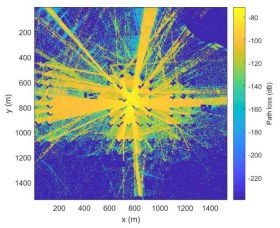


7 / 13

KAIST

Python-based data generation

- Due to difficulties in using Matlab's ray-tracing, alternatives are being explored.
- Testing conducted with Sionna, developed by NVIDIA
  - Unlike Matlab, supports GPU parallel processing
  - Converted OSM data to Mitsuba 3 Scene XML (processed with Blender)
  - Pathloss can be calculated i) at each point or ii) by sampling within a given area
  - 256 by 256 (1m resolution): up to 30s
  - 1,536 by 1,536 by 14 (H: 1m, V: 5m resolution): 3h 30m
- Issue 5: Assumes horizontal environment

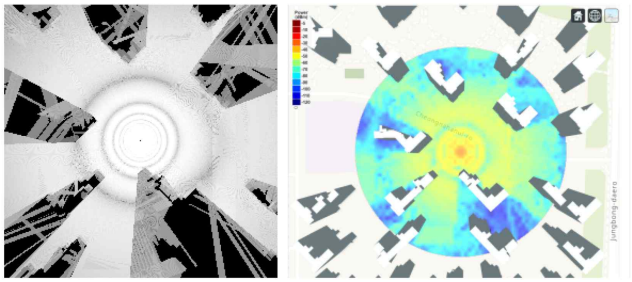


10 / 13

KAIST

Comparison of results (Matlab & Python)

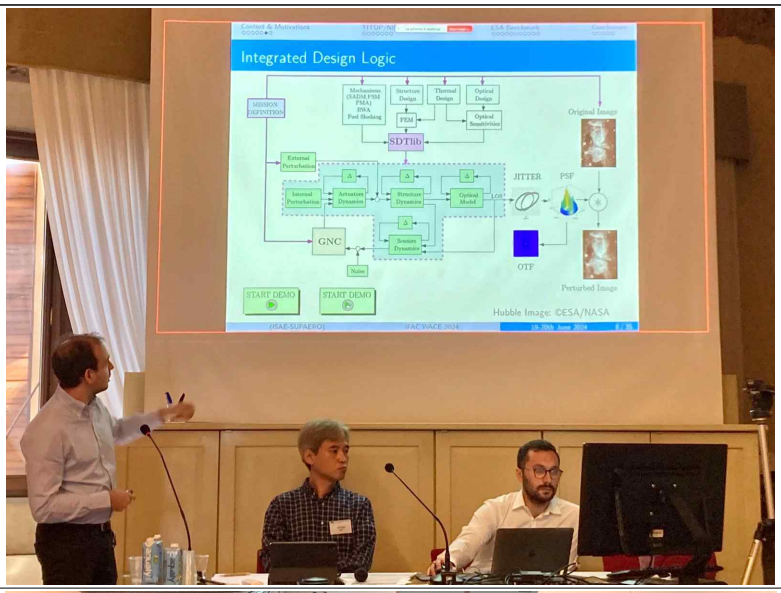
- Result 1: Generated in Matlab (w/o diffraction)
- Result 2: Generated in Matlab (w/ diffraction)
- Result 3: Generated in Python (w/ diffraction)



11 / 13

별첨1-12 | **질적 연구성과 증빙자료 - 한영연구진 컨퍼런스**

- 국제공동연구 논의 및 L4DC 2024 참석 (2024.07.01.-2024.07.18.)







별첨1-12 **질적 연구성과 증빙자료 - 한영연구진 컨퍼런스**

- 국제공동연구 논의 수행 및 기타 학술활동 (2025.01.15.-2025.01.17.)







How to Collaborate on Advanced Air Mobility?

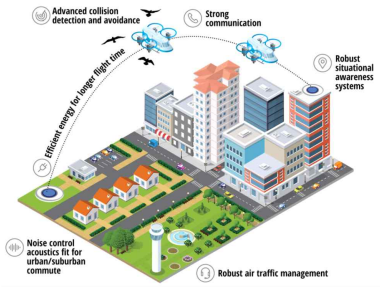
Hyo-Sang Shin

Autonomous and Intelligent Systems Lab
Cho Chun Shik Graduate School of Mobility
KAIST

15 Jan 2025

Challenges and Gaps

- Key Challenges
  - Technology
    - Limited power margin in all-electric vehicles especially in urban environment
    - Highly automated flight control required for scalability and cost effectiveness
  - Information & Communication Network
    - Effectively and securely communicating critical information
    - e.g. command/control links, ground-based detect and avoid services, ATC
  - Detect and Avoid
    - Detecting and avoiding both cooperative and non-cooperative traffic (manned traffic, other UAMs, UASs, obstacles)
    - Scalability and reliability required



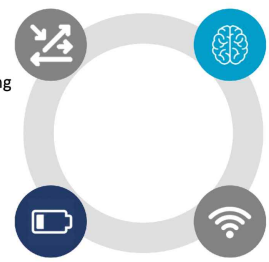
4

[4] http://deloitte.com/

Key Enabling Technologies

Traffic Management
- Scheduling, separation, interoperability, disruption management
- Position, Navigation, and Timing (PNT)

Flight Automation
- Increasing level of automation on the flight deck and ATC
- Robust control against stable/unstable conditions



E-Propulsion
- Hybrid Propulsion
- Hydrogen Propulsion
- Electric Propulsion

Telecommunications
- Smart-phone or web-based applications
- 5G network, IoT

별첨1-13 **질적 연구성과 증빙자료 - 세계 최대 테스트 배드**

◎ K-UAM GC-1 FineVT 교통관리 R&D 실증 : UAM 실증인프라(FTI) 운용



<참가자용 컨테이너>





<운항자>



<교통관리>



<버티포트>

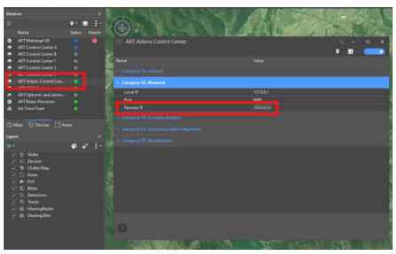
<실증 기체 운용>

◎ K-UAM GC-1 FineVT 교통관리 R&D 실증 : UAM CNSi SWIM API 연동













[실증 수행 지역 및 예정지역 / 파인브이티]



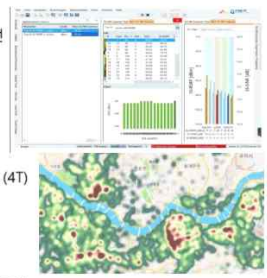




[전남TP 고흥 5G 상공망 테스트 배드]



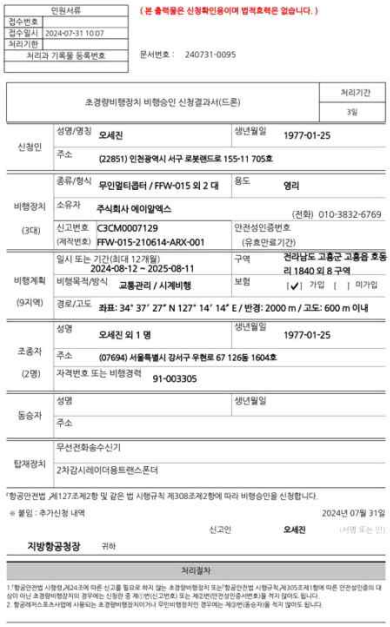




[인천청라 5G 상공망 테스트 배드]

별첨1-13 질적 연구성과 증빙자료 - 실증 허가

연구개발 추진현황 - 실증 관련 업무 인허가(비행허가)



인원서류

접수번호	
접수일시	2024-07-31 10:07
처리기한	
처리과 기록물 등록번호	

(본 출력물은 신청확인용이며 법적효력은 없습니다.)

문서번호 : 240731-0095

초경량비행장치 비행승인 신청결과서(드론) — 처리기간 3일

신청인	성명/명칭	오세진	생년월일 1977-01-25
	주소	(22851) 인천광역시 서구 로봇랜드로 155-11 705호	
비행장치 (3대)	종류/형식	무인멀티콥터 / FFW-015 외 2 대	용도 영리
	소유자	주식회사 에이알엑스	(전화) 010-3832-6769
	신고번호 (계약번호)	C3CM0007129 FFW-015-210614-ARX-001	안전성인증번호 (유효만료기간)
비행계획 (9지역)	일시 또는 기간(최대 12개월)	2024-08-12 ~ 2025-08-11	구역 전라남도 고흥군 고흥읍 호동리 1840 외 8 구역
	비행목적/방식	교통관리 / 시계비행	보험 [✓] 가입 [ ] 미가입
	경로/고도	좌표: 34° 37' 27" N 127° 14' 14" E / 반경: 2000 m / 고도: 600 m 이내	
조종자 (2명)	성명	오세진 외 1 명	생년월일 1977-01-25
	주소	(07694) 서울특별시 강서구 우현로 67 126동 1604호	
	자격번호 또는 비행경력	91-003305	
동승자	성명		생년월일
	주소		
탑재장치	무선전화송수신기		
	2차감시레이더용트랜스폰더		

「항공안전법 시행규칙」 제127조제2항 및 같은 법 시행규칙 제308조제2항에 따라 비행승인을 신청합니다.

※ 붙임 : 추가신청 내역 1부

2024년 07월 31일

신고인 오세진 (서명 또는 인)

지방항공청장 귀하

처리절차

1. 「항공안전법 시행령」 제24조에 따른 신고를 필요로 하지 않는 초경량비행장치 또는 「항공안전법 시행규칙」 제308조제1항에 따른 안전성인증의 대상이 아닌 초경량비행장치의 경우에는 신청란 중 제1번(신고번호) 또는 제2번(안전성인증서번호)을 적지 않아도 됩니다.
2. 항공레저스포츠사업에 사용되는 초경량비행장치이거나 무인비행장치인 경우에는 제3번(종속자)을 적지 않아도 됩니다.

처리부서 및 담당자, 처리결과

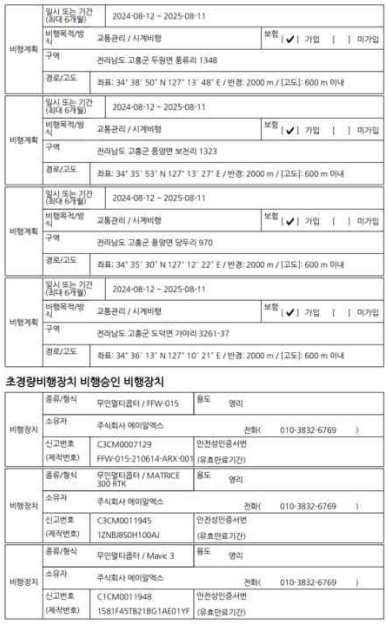
처리부서 및 담당자	부산지방항공청	항공운항과	처리결과	처리완료

주의/제한사항

민원처리결과: 신청하신 지역은 고흥 이착륙장 3km이내 해당 지역은 항공안전법 시행령 제25조에 따라 고흥이착륙장 담당자(061-830-5213)와 반드시 사전 협의 후 비행하셔야합니다.

초경량비행장치 비행승인 비행계획

비행계획	일시 또는 기간(최대 6개월)	2024-08-12 ~ 2025-08-11	
	비행목적/방식	교통관리 / 시계비행	보험 [✓] 가입 [ ] 미가입
	구역	전라남도 고흥군 고흥읍 호동리 1840	
	경로/고도	좌표: 34° 37' 27" N 127° 14' 14" E / 반경: 2000 m / 고도: 600 m 이내	
비행계획	일시 또는 기간(최대 6개월)	2024-08-12 ~ 2025-08-11	
	비행목적/방식	교통관리 / 시계비행	보험 [✓] 가입 [ ] 미가입
	구역	전라남도 고흥군 도덕면 가아리 3169-3	
	경로/고도	좌표: 34° 35' 30" N 127° 11' 13" E / 반경: 2000 m / 고도: 600 m 이내	
비행계획	일시 또는 기간(최대 6개월)	2024-08-12 ~ 2025-08-11	
	비행목적/방식	교통관리 / 시계비행	보험 [✓] 가입 [ ] 미가입
	구역	전라남도 고흥군 도덕면 가아리 353	
	경로/고도	좌표: 34° 37' 05" N 127° 10' 34" E / 반경: 2000 m / 고도: 600 m 이내	
비행계획	일시 또는 기간(최대 6개월)	2024-08-12 ~ 2025-08-11	
	비행목적/방식	교통관리 / 시계비행	보험 [✓] 가입 [ ] 미가입
	구역	전라남도 고흥군 도덕면 용동리 1604	
	경로/고도	좌표: 34° 37' 07" N 127° 12' 29" E / 반경: 2000 m / 고도: 600 m 이내	
비행계획	일시 또는 기간(최대 6개월)	2024-08-12 ~ 2025-08-11	
	비행목적/방식	교통관리 / 시계비행	보험 [✓] 가입 [ ] 미가입
	구역	전라남도 고흥군 도덕면 용동리 산 46	
	경로/고도	좌표: 34° 38' 24" N 127° 11' 28" E / 반경: 2000 m / 고도: 600 m 이내	

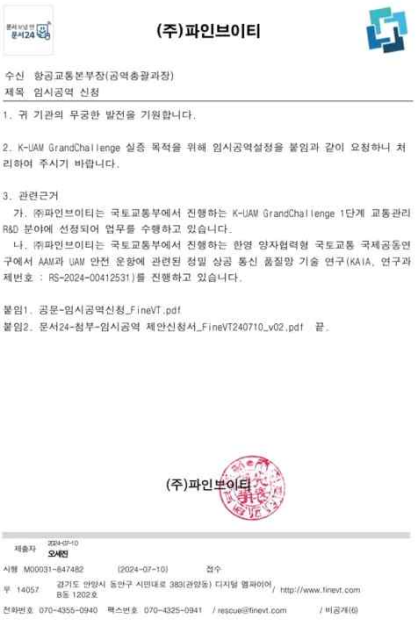


비행계획	일시 또는 기간(최대 6개월)	2024-08-12 ~ 2025-08-11	
	비행목적/방식	교통관리 / 시계비행	보험 [✓] 가입 [ ] 미가입
	구역	전라남도 고흥군 두원면 봉류리 1348	
	경로/고도	좌표: 34° 38' 50" N 127° 13' 48" E / 반경: 2000 m / 고도: 600 m 이내	
비행계획	일시 또는 기간(최대 6개월)	2024-08-12 ~ 2025-08-11	
	비행목적/방식	교통관리 / 시계비행	보험 [✓] 가입 [ ] 미가입
	구역	전라남도 고흥군 봉양면 보천리 1323	
	경로/고도	좌표: 34° 35' 53" N 127° 13' 27" E / 반경: 2000 m / 고도: 600 m 이내	
비행계획	일시 또는 기간(최대 6개월)	2024-08-12 ~ 2025-08-11	
	비행목적/방식	교통관리 / 시계비행	보험 [✓] 가입 [ ] 미가입
	구역	전라남도 고흥군 봉양면 당두리 970	
	경로/고도	좌표: 34° 35' 30" N 127° 12' 22" E / 반경: 2000 m / 고도: 600 m 이내	
비행계획	일시 또는 기간(최대 6개월)	2024-08-12 ~ 2025-08-11	
	비행목적/방식	교통관리 / 시계비행	보험 [✓] 가입 [ ] 미가입
	구역	전라남도 고흥군 도덕면 가아리 3261-37	
	경로/고도	좌표: 34° 36' 13" N 127° 10' 21" E / 반경: 2000 m / 고도: 600 m 이내	

초경량비행장치 비행승인 비행장치

비행장치	종류/형식	무인멀티콥터 / FFW-015	용도 영리
	소유자	주식회사 에이알엑스	전화(010-3832-6769)
	신고번호 (계약번호)	C3CM0007129 FFW-015-210614-ARX-001	안전성인증서번 (유효만료기간)
비행장치	종류/형식	무인멀티콥터 / MATRICE 300 RTK	용도 영리
	소유자	주식회사 에이알엑스	전화(010-3832-6769)
	신고번호 (계약번호)	C3CM0011945 1ZNBJ850H100AJ	안전성인증서번 (유효만료기간)
비행장치	종류/형식	무인멀티콥터 / Mavic 3	용도 영리
	소유자	주식회사 에이알엑스	전화(010-3832-6769)
	신고번호 (계약번호)	C1CM0011948 1581F4STB218G1AE01YF	안전성인증서번 (유효만료기간)

연구개발 추진현황 - 실증 관련 업무 인허가(NOTAM 설정)



(주)파인브이티

수신 항공교통본부장(공역총괄과장)
제목 임시공역 신청

1. 귀 기관의 무궁한 발전을 기원합니다.

2. K-UAM GrandChallenge 실증 목적을 위해 임시공역설정을 붙임과 같이 요청하니 처리하여 주시기 바랍니다.

3. 관련근거
가. ㈜파인브이티는 국토교통부에서 진행하는 K-UAM GrandChallenge 1단계 교통관리 R&D 분야에 선정되어 업무를 수행하고 있습니다.
나. ㈜파인브이티는 국토교통부에서 진행하는 한영 양자협력형 국토교통 국제공동연구에서 AAM과 UAM 안전 운항에 관련된 정밀 상공 통신 품질망 기술 연구(KAIA, 연구과제번호 : RS-2024-00412531)를 진행하고 있습니다.

붙임1. 공문-임시공역신청_FineVT.pdf
붙임2. 문서24-첨부-임시공역 제안신청서_FineVT240710_v02.pdf 끝.

(주)파인브이티

제출자 2024-07-10 오세진

시행 M00031-847482 (2024-07-10) 접수

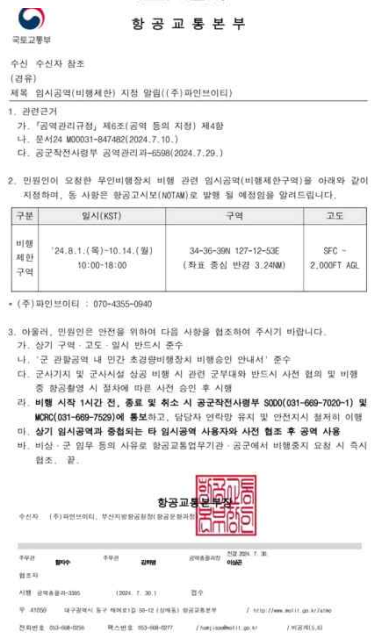
우 14057 경기도 안양시 동안구 시민대로 383(관양동) 디지털 엠파이어 B동 1202호 / http://www.finevt.com

전화번호 070-4355-0940 팩스번호 070-4325-0941 / rescue@finevt.com / 비공개(6)

[붙임1]

임시공역 제안신청서(양식)

1. 제안서 요약 (제안기관 및 연락처)	K-UAM GrandChallenge 1단계 교통관리 분야 업무와 한영 양자협력형 국토교통 국제공동연구 업무를 위한 공역 신청 (㈜파인브이티, TEL : 070-4355-0940)
2. 제안사유	UAM 비행 고도인 600m에서의 상공망 데이터 품질을 측정하는 과정에서 충돌 방지 등 안전을 위해 항공기/경량항공기의 접근을 제한하고자 제안
3. 제안내용	
가. 공역의 종류	비행제한구역
나. 공역의 범위 (1) 수평범위 : (2) 수직범위 :	고흥항공센터 반경 6km (위도 : 34.6108826, 경도 : 127.2146536) (34°36'38.9736, 127°12'52.6896) 지표면 ~ 2000피트
나. 사용시간	매일 10:00 ~ 18:00
다. 관할 관제기관	
라. 관리기관/통제기관	
마. 공역활동	초경량비행장치 비행
바. 발효희망일	2024.08.01.(목) ~ 2025.07.31.(목)
4. 인접공역현황	
5. 공역도	
6. 관련기관 간 협의·조정사항	군 관련기관 협의, 고흥항공센터 협의
7. 안전대책	이륙 및 착륙 시 인접 관제기관/관리·통제기관에 유선 통보
8. 기타	비상연락망 : 010-9439-4683



국토교통부 항공교통본부

수신 수신자 참조
(경유)
제목 임시공역(비행제한) 지정 알림((주)파인브이티)

1. 관련근거
가. 「공역관리규정」 제6조(공역 등의 지정) 제4항
나. 문서24 M00031-847482(2024.7.10.)
다. 공군작전사령부 공역관리과-6598(2024.7.29.)

2. 민원인이 요청한 무인비행장치 비행 관련 임시공역(비행제한구역)을 아래와 같이 지정하며, 동 사항은 항공고시보(NOTAM)로 발행 될 예정임을 알려드립니다.

구분	일시(KST)	구역	고도
비행제한구역	'24.8.1.(목)~10.14.(월) 10:00~18:00	34-36-39N 127-12-53E (좌표 중심 반경 3.24NM)	SFC ~ 2,000FT AGL

* (주)파인브이티 : 070-4355-0940

3. 아울러, 민원인은 안전을 위하여 다음 사항을 협조하여 주시기 바랍니다.
가. 상기 구역·고도·일시 반드시 준수
나. '군 관할공역 내 민간 초경량비행장치 비행승인 안내서' 준수
다. 군사기지 및 군사시설 상공 비행 시 관련 군부대와 반드시 사전 협의 및 비행 중 항공촬영 시 절차에 따른 사전 승인 후 시행
라. **비행 시작 1시간 전, 종료 및 취소 시 공군작전사령부 SOOO(031-669-7020-1) 및 MCRC(031-669-7529)에 통보**하고, 담당자 연락망 유지 및 안전지시 철저히 이행
마. **상기 임시공역과 중첩되는 타 임시공역 사용자와 사전 협조 후 공역 사용**
바. 비상·군 임무 등의 사유로 항공교통업무기관·공군에서 비행중지 요청 시 즉시 협조. 끝.

항공교통본부장

연구개발 추진현황 - 실증(5G상공망 구축지역/일반기지국) 현황



별첨1-13 질적 연구성과 증빙자료 - 5G 실증(전남 TP구축지역)

K-UAM GC-1, GC-2 실증을 위한 상공망 구축지역과, 통신사에서 기술 개발을 목적으로 개발하는 테스트 배드를 통한 실증을 추진하여, 연구의 품질과 관련 내용을 항공우주학회 학술대회에 발표하여, 표준화 및 확산을 추진함

1) 1주차('24.08.19~'24.08.23)

	8월 19일 (월)	8월 20일 (화)	8월 21일 (수)	8월 22일 (목)	8월 23일 (금)
수행 내역	1) 실증 준비 - 도착 및 하역 - 운영시스템 설치 및 착수 - 안전용품 (안전모 / 안전조끼)	1) 태풍(종다리)의 우천으로 인한 실증 불가	1) 실증 준비 - 상공망 품질 측정 장비(TSMA6B) 와 멀티콥터(Matrice 300 RTK) 결합 - 상공망 품질 측정 장비 세팅 2) 우천으로 인한 실증 불가	1) 실증 - 멀티콥터(Matrice 300 RTK) 비행 - 동쪽 2km 비행, 고도 150m 1소티 - 북쪽 2km 비행, 고도 150m 1소티 - 동쪽 2km 비행, 고도 100m 1소티 - 북쪽 2km 비행, 고도 100m 1소티	1) 실증 - eVTOL(FFW-015) 비행 - 단거리 13km 비행, 고도 150m 3소티

2) 2주차('24.08.26~'24.08.30)

	8월 26일(월)	8월 27일(화)	8월 28일(수)	8월 29일(목)	8월 30일(금)
수행 내역	1) 실증 - 멀티콥터(Matrice 300 RTK) 비행 - 동쪽 2km 비행, 고도 50m 1소티 - 북쪽 2km 비행, 고도 50m 1소티 (1.8km 지점에서 통신 상태 불안정으로 인해 Return To Home)	1) 실증 - 멀티콥터(Matrice 300 RTK) 비행 - 동쪽 2km 비행, 고도 75m 1소티 - 북쪽 2km 비행, 고도 125m 1소티	1) 실증 - eVTOL(FFW-015) 비행 - 단거리 13km 비행, 고도 500m 1소티	1) 실증 - eVTOL(FFW-015) 비행 - 단거리 13km 비행, 고도 300m 1소티	1) 실증 - eVTOL(FFW-015) 비행 - 단거리 13km 비행, 고도 600m, 500m, 400m 3소티

○ Matrice 300 RTK 트레이



○ FFW-015 트레이

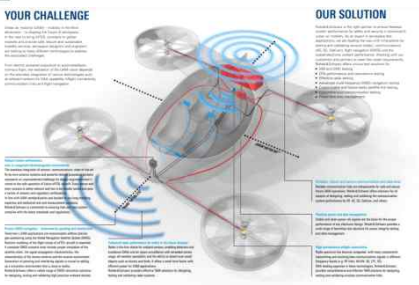




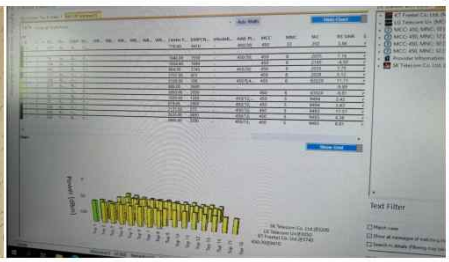


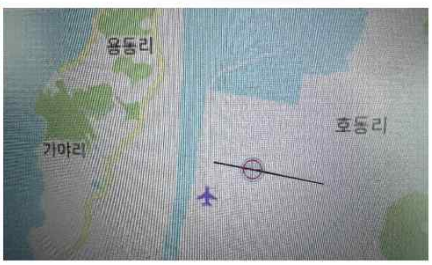












2) FFW-015 비행

○ 단거리 비행경로





- 고흥 국가종합 비행 성능 시험장에서 이착륙을 진행하였으며 이착륙장을 기준 남북방향으로 4.6km, 동서방향으로 2km 비행
- 고도 150m, 300m, 400m, 500m, 600m로 8소티 비행

별첨1-14 질적 연구성과 증빙자료 - 사업화 계획

한국형 UAM 사업에서 글로벌 UAM 생태계를 선도하고, 글로벌 표준화 제안 및 산업적 확산을 위해서 안정성 및 통합 운용성 실증이 필수적인 요소로 FineVT 컨소시엄은 K-UAM 교통관리 부분에 참여하여 교통관리 부분의 상용화 안전성을 충분히 검증하고, 국내 여건에 맞는 운용 개념 및 기술기준을 마련하기 위해 상용화 연구실증에 참가하였습니다.



K-UAM GC-1 교통관리 | FineVT 컨소시엄 기본계획서



<K-UAM GC-1 교통관리 컨소시엄 참여>

K-UAM 그랜드 챌린지 1단계 : 교통관리부분 R&D 컨소시엄사

- 교통관리 플랫폼 인프라 (항행관리솔루션, 유/무선통신, 항행 모니터링, 사고 예방 및 비상조치 솔루션)
- 교통관리 플랫폼 보안 (통신보안, 양자 암호화 등)
- 교통관리 플랫폼 안전 (비허가 항공기 및 드론 탐지 및 대응 솔루션)



<FineVT 전파분석무인기 전시>



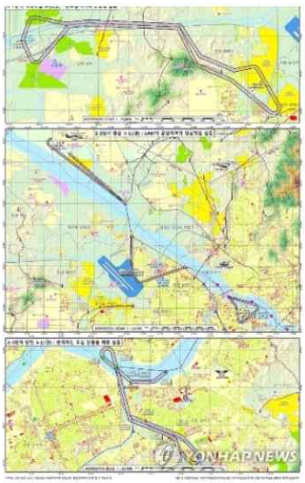
<K-UAM Grand Challenge-1 참가 컨소시엄>

K-UAM GC-1 교통관리부분 참여

- 국토교통부에서 2025년 드론 택시 시범사업 준비를 위한 K-UAM Grand Challenge-1에서 교통관리 분야 전문 R&D 컨소시엄으로 선정
- FineVT는 SKT, 롯데정보통신 등 여러 가지 K-UAM GC-1에 참가하는 종합컨소시엄에 관련 기술 지원하고 있음.
- FineVT, 독일 로데슈바르즈, 미국 ANRA Technologies, ARX, WeGoes 글로벌 협력 컨소시엄을 구성해 연구 실증 추진중에 있음.

한영국제연구과제에서 표준 측정장비 및 절차를 개발하고, 연구 결과물로 데이터 포털에 관련된 정보 시각화 서비스 및 안전항로 항법에 정보를 제공할 API 를 개발하는 제품화가 목표.



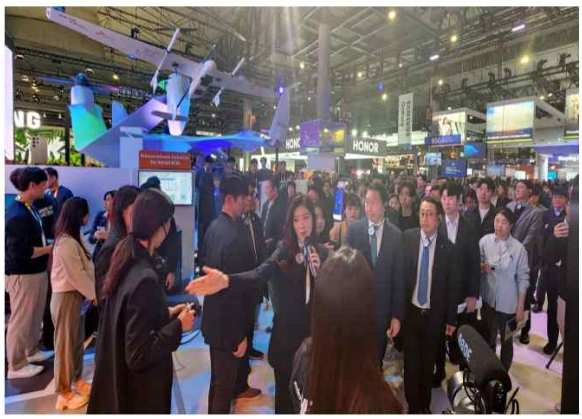




스페인 바르셀로나에서 개최한 2023 MWC 전시회에 참가하여 SKT와 FineVT가 협업한 Measuremet Solution For Aerial N/W 솔루션 런칭하였습니다.







2023 MWC 전시회 참여

SKT와 FineVT가 협업한 "Measuremet Solution For Aerial N/W)솔루션" 런칭

MWC는 연결 시장에서 가장 크고 영향력 있는 행사로써 기술, 커뮤니티, 상업이 융합되는 곳이며, 글로벌 이동통신사, 장치 제조 업체, 기술 제공업체, 공급업체, 콘텐츠 소유자 등 미래 기술에 관심이 많은 기업과 참관객이 모이는 행사

별첨1-15 질적 연구성과 증빙자료 - 국제협력 프로그램

파인브이티는 TTA(한국정보통신기술협회)에서 지원하는 G3AM기관의 기술표준 회원사로 G3AM의 기술분과위원장을 함께 수행하고 있으며 국토교통부 K-UAM 그랜드챌린지 1단계 프로젝트에 참가하였습니다.

G3AM (Global Association for Advanced Air Mobility) 글로벌 사실표준화기구 참가

- TTA에서 지원하는 G3AM기관의 기술표준사
- 파인브이티 자사 인력 G3AM 의 기술분과위원장 수행

국토교통부 K-UAM (한국형 도심항공교통) 그랜드챌린지 1단계 프로젝트 참가

- K-UAM GrandChallenge 1단계 교통관리분야 컨소시엄 주관사
- 2024년 3분기 전남 고흥드론비행센터에서 실증 비행 수행



<G3AM Global Conference 2023참여>


<G3AM 회원사 정보>





<K-UAM 그랜드챌린지 1단계 협약식>

K-UAM GC-1단계 교통관리 연구실증 컨소시엄기관으로 TTA에서 지원하는 G3AM기관의 기술 표준사입니다.

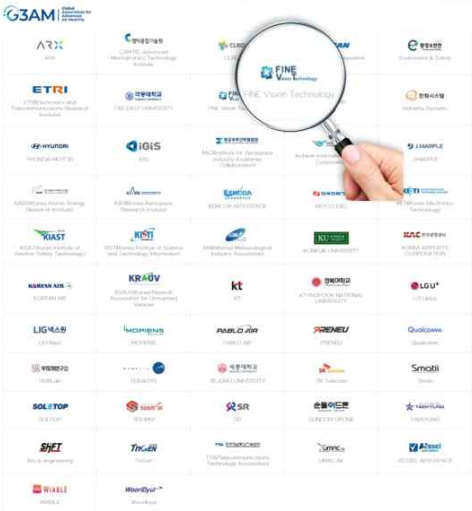
G3AM 글로벌 사실표준화기구의 기술 표준사

- G3AM은 AAM 정보 공유 시스템, 교통 관리 및 교통 관제, 필수 항법 성능 등 다양한 분야의 새로운 표준을 개발 및 유지하며 이들 표준 간의 상호운용성과 호환성을 보장하는 사실상의 표준화 기관
- G3AM은 전 세계 AAM 전문 기업 및 조직과 협력하여 최신 AAM 표준을 전 세계적으로 개발하고 배포하며 G3AM이 개발한 표준은 글로벌 시장에서의 신뢰성을 높이고, 회원사가 글로벌 경쟁력을 확보할 수 있도록 지원함.
- 파인브이티는 G3AM의 기술 표준사로 해당 기구에 기술분과위원장 직책을 맡고 있음

기술 표준사 기술분과위원장

"파인브이티는 G3AM의 기술 표준사이며, 기술분과위원장 직책을 맡고 있음"

*G3AM(Global Association for Advanced Air Mobility)



한국형 UAM 사업에서 글로벌 UAM 생태계를 선도하고, 글로벌 표준화 제안 및 산업적 확산을 위해서 안정성 및 통합 운용성 실증이 필수적인 요소로 FineVT 컨소시엄은 K-UAM 교통관리 부분에 참여하여 교통관리 부분의 상용화 안전성을 충분히 검증하고, 국내 여건에 맞는 운용 개념 및 기술기준을 마련하기 위해 상용화 연구실증에 참가하였습니다.



K-UAM GC-1 교통관리 | FineVT 컨소시엄 기본계획서



<K-UAM GC-1 교통관리 컨소시엄 참여>

K-UAM 그랜드 챌린지 1단계 : 교통관리부분 R&D 컨소시엄사

- 교통관리 플랫폼 인프라 (항행관리솔루션, 유/무선통신, 항행 모니터링, 사고 예방 및 비상조치 솔루션)
- 교통관리 플랫폼 보안 (통신보안, 양자 암호화 등)
- 교통관리 플랫폼 안전 (비허가 항공기 및 드론 탐지 및 대응 솔루션)

K-UAM GC-1 교통관리부분 참여

- 국토교통부에서 2025년 드론 택시 시범사업 준비를 위한 K-UAM Grand Challenge-1에서 교통관리 분야 전문 R&D 컨소시엄으로 선정
- FineVT는 SKT, 롯데정보통신 등 여러 가지 K-UAM GC-1에 참가하는 종합컨소시엄에 관련 기술 지원하고 있음.
- FineVT, 독일 로데슈바르즈, 미국 ANRA Technologies, ARX, WeGoes 글로벌 협력 컨소시엄을 구성해 연구 실증 추진중에 있음.


<FineVT 전파분석무인기 전시>



<K-UAM Grand Challenge-1 참가 컨소시엄>

별첨1-15

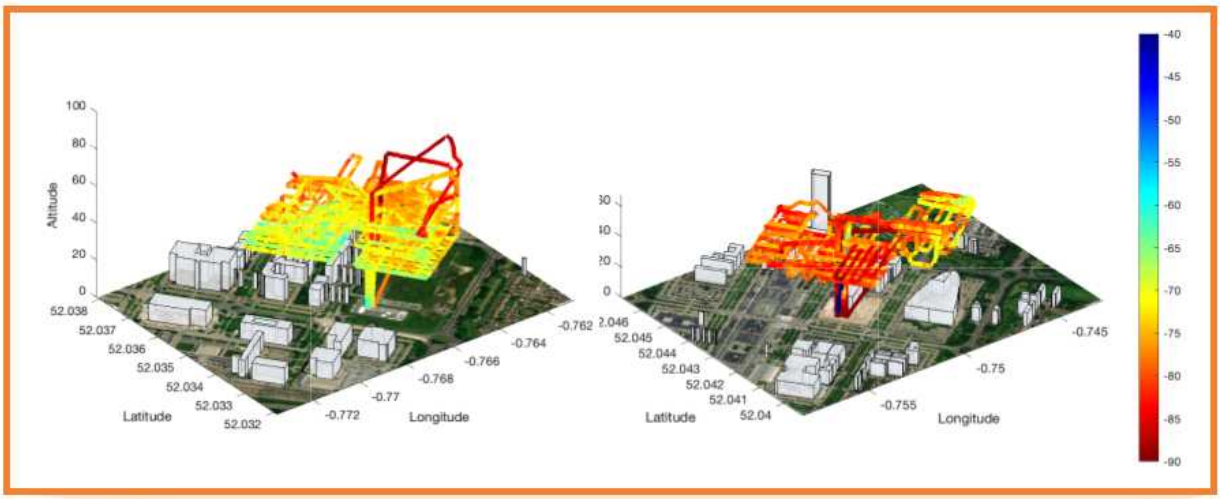
질적 연구성과 증빙자료 - UK-Korea Complimentary Capability Matrix

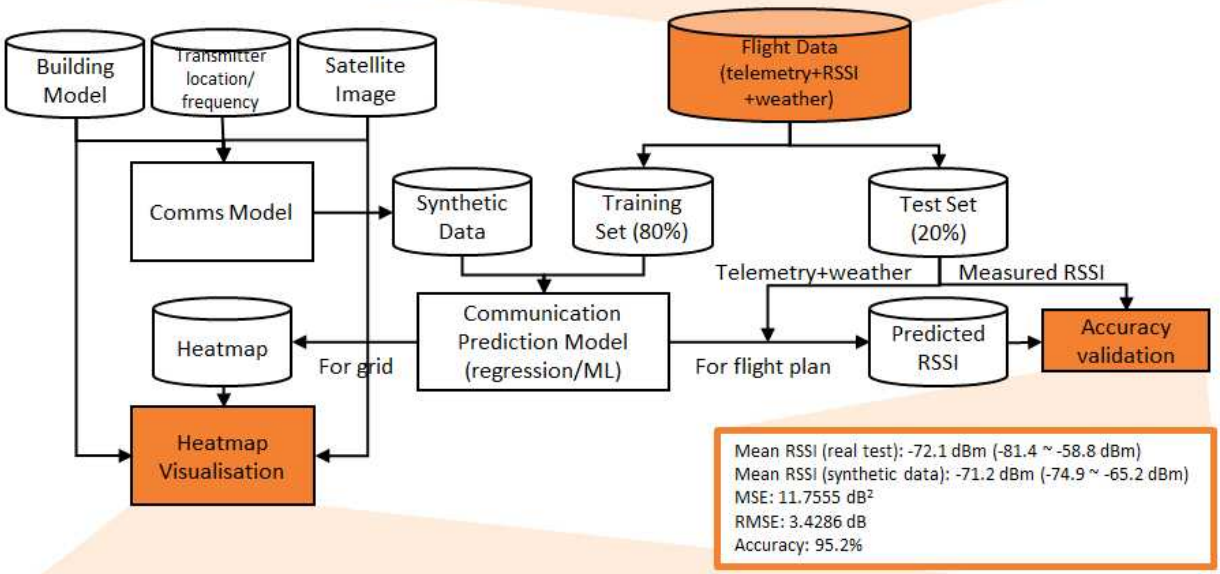
Partners	Current Capability	Expected Capability Achieved from Collaboration
	• Lightweight platforms for urban environment data capture • Public API development • GCS development	• Connectivity data in wider coverage: low/high altitude, urban/open air • Standardised/user-customised solutions, provided through online visualization platform, public API and GCS integration
Cranfield University	• Synthetic/real test combination framework • Regression based communication prediction method • Online visualisation platform	• Accuracy comparison of regression/machine learning based approaches for communication prediction, combining synthetic/real data • Validation with larger amount of flight test data
FINE VT Robotics Lab	• High-altitude long-range platforms for AAM-specific data capture • Communication evaluation dedicated payloads • Standardisation of communication evaluation process/measure	• Connectivity data in wider coverage: low/high altitude, urban/open air • Standardised/user-customised solutions, provided through online visualisation platform, public API and GCS integration
KAIST	• Ray-tracing model • Machine learning based communication prediction method	• Accuracy comparison of regression/machine learning based approaches for communication prediction, combining synthetic/real data • Validation with larger amount of flight test data

별첨1-15

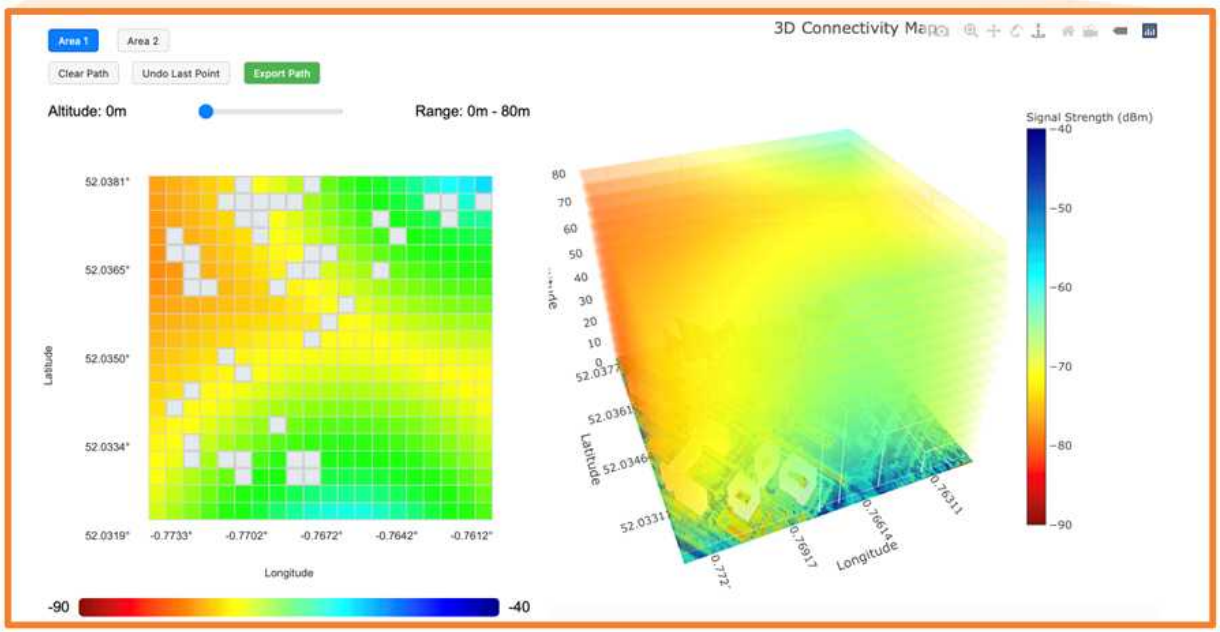
질적 연구성과 증빙자료 - UK-Korea Complimentary Capability Matrix

Heatmap Generation Solution Architecture





Mean RSSI (real test): -72.1 dBm (-81.4 ~ -58.8 dBm)
Mean RSSI (synthetic data): -71.2 dBm (-74.9 ~ -65.2 dBm)
MSE: 11.7555 dB^2
RMSE: 3.4286 dB
Accuracy: 95.2%



주 의

1. 이 보고서는 국토교통부에서 시행한 협력거점형 국토교통 국제협력 연구개발 사업(R&D) AAM & UAM을 대비한 정밀 상공통신품질망 방안연구 연구개발과제 최종보고서이다.

2. 이 연구개발내용을 대외적으로 발표할 때에는 반드시 국토교통부(국토교통과학기술진흥원)에서 시행한 협력거점형 국토교통 국제협력 연구개발 사업(R&D)의 결과임을 밝혀야 한다.

3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 된다.