국토교통기술연구개발사업 13항공-안전02

발 간 등 록 번 호
11-B553454-000001-01

민간무인항공기 실용화를 위한 기반조성 연구 최종보고서

2015. 8. 31

Infrastructure
R&D Report

주관연구기관 / 항공안전기술원
공동연구기관 / 한국항공우주연구원
한국과학기술원
인하대학교
대한항공
한국항공우주산업(주)
위탁연구기관 / 한국항공대학교
세종대학교

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원

여백 페이지입니다.

제 출 문

국토교통부 장관 귀하

이 보고서를 “민간무인항공기 실용화를 위한 기반조성 연구” 과제의 최종 보고서로 제출합니다.

2015. 8. 31.

주관연구기관명 : 항공안전기술원
주관연구책임자 : 최 병 철
연 구 원 : 이 종 희
〃 : 최 경 일
〃 : 한 정 호
〃 : 박 욱 제
〃 : 최 용 훈
〃 : 백 운 율
〃 : 이 두 진
〃 : 김 요 식
〃 : 이 은 석
〃 : 김 진 희

협동연구기관명 : 한국항공우주연구원
협동연구책임자 : 박 종 혁
연 구 원 : 진 영 권 등 29명

협동연구기관명 : 한국과학기술원
협동연구책임자 : 심 현 철
연 구 원 : 탁 민 제 등 26명

협동연구기관명 : 인하대학교
협동연구책임자 : 이 학 태
연 구 원 : 최 기 영 등 21명

협동연구기관명 : 대한항공
협동연구책임자 : 강 완 구
연 구 원 : 김 우 겸 등 11명

협동연구기관명 : 한국항공우주산업
협동연구책임자 : 문 창 모
연 구 원 : 곽 경 령 등 31명

위탁연구기관명 : 한국항공대학교
위탁연구책임자 : 고 준 수
연 구 원 : 임 준 완

위탁연구기관명 : 한국항공대학교
위탁연구책임자 : 문 우 춘
연 구 원 : 정 현 태 등 3명

위탁연구기관명 : 세종대학교
위탁연구책임자 : 윤 석 준
연 구 원 : 황 호 연 외 5명

보고서 요약서

<table>
<tr><td>과제고유번호</td><td></td><td>해 당 단 계
연 구 기 간</td><td>2013.12.26.
~ 2015.6.25.</td><td>단 계 구 분</td><td></td></tr>
<tr><td>연 구 사 업 명</td><td colspan="5">국토교통기술연구개발사업</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연 구 과 제 명</td><td>최 상 위
과 제 명</td><td colspan="4">항공기술연구 사업</td></tr>
<tr><td>단위과제명</td><td colspan="4">민간무인항공기 실용화를 위한 기반조성 연구</td></tr>
<tr><td>연 구 책 임 자</td><td>최 병 철</td><td>총연구기간
참 여
연구원수</td><td>총 : 146명
내부 : 명
외부 : 명</td><td>총연구비</td><td>계 4,251,000
천원 (정부)</td></tr>
<tr><td>연구기관명 및
소 속 부 서 명</td><td colspan="2">항공안전기술원</td><td>참여기관명</td><td colspan="2">한국항공우주연구원
한국과학기술원
인하대학교
대한항공
한국항공우주산업</td></tr>
<tr><td>국제공동연구</td><td colspan="3">상대국명 :</td><td colspan="2">상대국연구기관명 :</td></tr>
<tr><td colspan="4">요약</td><td>보고서면수</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="6">○ 연구개발 개요 :
민간무인항공기 실용화를 위한 기반조성을 위하여, 국제수준과 나란히 하는 인증기준・운항기준의 초안을 수립하고, 핵심기술 및 운용요소기술을 연구하고, 국가공역에서의 유・무인항공기 혼합운용을 위한 중장기 로드맵과 다부처 과제를 위한 RFP를 작성함.

○ 최종목표 :
민간무인항공기 실용화를 위한 기반조성 연구로 인증기술기준 및 운항기술기준의 초안을 수립하고, 감지 및 회피(SENSE AND AVOID), 지휘/통제(C2)와 같은 핵심기술을 식별. 운용인프라 구축 방안 연구. 법제도 구축을 포함하는 중장기 로드맵, 본 과제를 위한 기획연구보고서 작성, 다부처 과제의 RFP 등을 작성. 또한 국가공역에서 유・무인항공기의 통합운용과 운용 요소 기술 시뮬레이션을 통하여 위험요소 및 인적요소를 반영하여 운항기술기준・조종사 자격・교육 제도, 운용자 승인제도의 초안을 수립함.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">색 인 어
(각 5개 이상)</td><td>한 글</td><td colspan="4">무인항공기, 인증기술기준, 운항기술기준, 충돌회피, 지휘/통제</td></tr>
<tr><td>영 어</td><td colspan="4">RPAS, Certification Standard, Operation Standard, Collision Avoidance, Command and Control(C2)</td></tr>
</table>

요약문

Ⅰ. 제 목

□ 본 과제는 “민간무인항공기 실용화를 위한 기반조성 연구”임.

Ⅱ. 연구개발과제 개요

1. 목적

세계적으로 민간무인항공기의 수요가 획기적으로 증가함에 따라 국내 민간무인항공기의 보급 및 확산을 위해 기술기준, 운용시설 및 운용방안 등 무인항공기 실용화를 위한 기반을 조성하고자 함

□ 민간무인항공기 안전성 인증기술기준 및 운항기술기준 연구

□ 민간무인항공기 운용시설 구축방안 및 운용 핵심기술 도출 등 민간무인항공기 실용화 전략수립

2. 민간무인항공기 정의

□ 항공법 제2조에서 무인항공기는 항공기에 사람이 탑승하지 아니하고 원격 또는 자동으로 비행할 수 있는 항공기를 지칭함.

□ 현재 상업용으로 활용도가 증가하고 있는 농약 살포용 무인헬기 및 항공촬영용 멀티콥터는 대부분 총 이륙중량이 150kg 이하이며, 무인 동력비행장치로 구분됨.

□ 민간무인항공기는 민간 항공기의 정의와 항공법에서 정의하는 무인항공기의 정의에 따라 정의할 수 있음.

□ 민간(Civil) 항공기는 상업용(Commercial, 이익/영업용) 항공기와 일반(General Aviation, 자가/레저용) 항공기로 나누어짐.

□ 무인항공기는 단순히 무인비행체뿐만 아니라 이륙/발사, 비행통제, 착륙/회수 등 전 비행과정에 여러 가지 다양한 장비와 소프트웨어 등이 필요하고, 이것이 하나의 시스템으로서 운용되기 때문에 UAV 용어 대신에 UAS(Unmanned Aircraft System)라고 부르기도 함.

3. 민간무인항공기 개발의 필요성

□ 경제적 측면

- 전 세계적으로 무인항공기 시장은 ‘14년 기준 약 7조원(64억 US달러)에서 ’24년 약 12조6천억원(115억 US달러)로 연 평균 7.9%씩 성장이 예상되며 이중 민간무인항공기 시장은 세계 무인항공기 시장의 약 10%로 예상됨. 따라서 상업용 민간무인항공기 국산화 등 보급기반의 선제적 구축이 필요함.

□ 기술적 측면

- 항공기술 첨단화에 따라 민간부문에서도 항공촬영, 감시, 농약 살포 등 수요가 증가하여, 무인항공기 제작 산업이 고부가가치 산업으로 발전할 전망임. 그러나 현재 상업용 민간무인항공기에 대한 제작 · 인증 · 운영 등에 대한 제도화 및 기술개발 등 관련 인프라가 전무한 실정임.
- 세계적으로 무인항공기는 군사용 위주로 개발 · 사용되어 왔으며 민간부문에는 150kg 미만의 무인비행장치가 제한적으로 사용되고 있음. 국내 역시 무인항공기에 대한 군 수요가 급격히 증가하고 있는데 반해, 상대적으로 민간 부분의 수요는 매우 낮은 상태임.
- 우리나라의 경우 스마트 무인항공기(연구용도) 개발 경험 등 민간무인항공기 제작기초기술이 해외 선진사 대비 동등이상으로 판단되는 바, 이번 실용화 기술 개발을 계획대로 추진할 경우 세계시장 진출에 유리하다고 판단됨.

□ 사회문화적 측면

- 민간무인항공기 실용화 기술을 개발할 경우 다양한 국산 민간무인항공기의 개발 및 보급 기반을 갖추게 됨에 따라 국토 · 해양감시, 항공촬영, 농약 살포, 산불감시 · 진화, 응급환자 수송, 수색 · 구조, 기상관측 등 다목적 활용과 안전한 무인항공기 운영 체계 구축을 통한 항공사고 예방에 크게 기여 할 것임
- 아울러, 국내에서 개발된 민간무인항공기 기초기술의 실용화를 유도하고 부가가치가 높은 무인항공기 산업을 미래 창조경제 산업으로 육성하여 일자리 창출 등 항공 산업 발전에 기여할 것으로 예상됨.

4. 연구내용 및 범위

성과목표	연구목표	핵심성과	연 구 내 용
[1-1세부] 민간무인항	민간무인항공기 인증을 위한	**[성과 1] 무인항공기**	• 국내·외 민간무인항공기 인증체계 기초연구

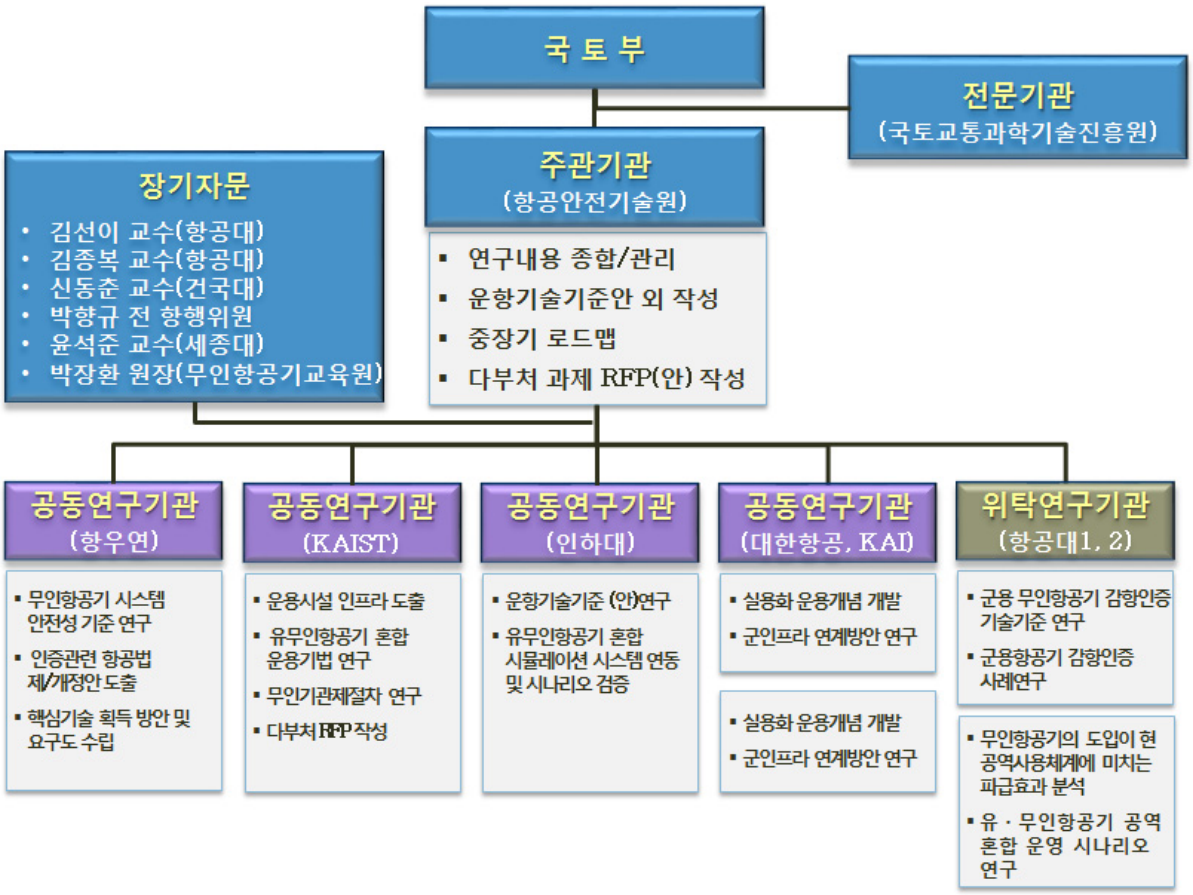
공기 안전성 인증기준 연구	기술기준 개발 및 고시 지원 등	**인증체계 및 기술기준(안)**	• 우리나라 민간무인항공기 인증체계(안) 제시 • 민간무인항공기 기술기준(안) 제시 - 인증 카테고리 분류에 대한 연구 - 무인항공기 시스템 안전성수준 책정에 관한 연구 - 해외의 무인항공기 기술기준 사례에 대한 연구 - 국내 적용을 위한 무인항공기 기술기준(안) 개발 • 시범인증 방안 제시
	기타 안전인증 기술기준 제·개정에 필요한 사항	**[성과 2] 군 무인항공기 감항인증기술기준 분석보고서**	• 군용항공기 감항인증 기술기준 분석 • 군용무인항공기 감항인증 기술기준 분석 • 민간무인항공기 감항인증 기술기준 적용방안 연구
[1-2세부] 민간무인항공기 운항기술기준 연구	국가공역에서 유·무인항공기 혼합운용 운항기술기준 개발 및 고시지원	**[성과 3] 민간무인항공기 운항기술기준(안)**	• 무인항공기 운용 환경을 고려한 변경 • 운용기법 및 절차 수립 • 다부처 RFP 작성(국토부 분야) • 법 제.개정 전문가 검토 • 운항기술기준(안) 작성
	사생활 보호기준 연구	**[성과 4] 민간무인항공기 사생활 보호기준 연구**	• 무인항공기의 사생활 침해 유형 자료 분석 • 무인항공기의 사생활 침해 유형 조문 작성
		[성과 5] 민간무인항공기 운영자의 법적 책임	• 무인항공기 운용자의 범위 • 무인항공기 운영자의 책임 조항 • 무인항공기 운영자의 사고 개념과 유형 • 무인항공기 운영자의 법적 책임의 연구동향 • 무인항공기 운영자의 법적 책임의 검토
	민간무인항공기 종사자 교육/자격제도 구축	**[성과 6] 민간무인항공기 종사자 자격/교육 제도(안)**	• 민간무인항공기 종사자 자격제도 구축 • 민간무인항공기 교육 제도 구축 • 민간무인항공기 항공신체검사 기준 작성
	민간무인항공기 운영자 승인제도 구축 등	**[성과 7] 민간무인항공기 운영자 승인제도(안)**	• 국내 무인항공기 운영자 현황 분석 • 외국 무인항공기 운영자 현황 분석 • 민간무인항공기 운영자 승인 기준
	기타 운항기술기준 제·개정에 필요한	**[성과 8] 민간무인항공기 국내법 법제화**	• ICAO의 법제화 동향 및 실제 사례의 연구 • 주요 외국의 법제화 동향 및 사례의 연구 • 우리나라의 법제화 현황 연구

	사항 – 유·무인항공기 통합 운용 시뮬레이션 개발	**기본 연구**	• 국내법 법제화 방안
		[성과 9] 유무인항공기 통합검증 시뮬레이션 시스템 개발	• 국내·외 동향 분석 및 시스템 기초 설계 • 시스템 상세 설계 및 개발 • 시스템 연동시험 및 시연 결과
[2-1세부] 국산 민간무인항 공기 시범인증 연구	시범사업계획 검토	**[성과 10] 시범사업계획 검토 보고서**	• 국내 잠재수요기관 요구사항 조사 • 해외 시범사업 사례 조사 • 시범사업계획 종합
	국내외 무인항공기 기술수준조사	**[성과 11] 국내외 민간무인항공기 기술수준 조사보고서**	• 국내 기술수준 평가 • 국내 미성숙 기술요소 식별 및 확보방안 수립 • 해외 기술수준 평가
	민간무인항공기 수요분석	**[성과 12] 전문조사기관을 이용한 수요분석서**	• 수요자 설문 개요 • 설문조사 결과 요약 • 설문조사 결과 분석
	민간무인항공기 실용화를 위한 운용 개념 개발	**[성과 13] 민간무인항공기 운용개념 검토 보고서**	• 민간용 무인항공기 개념 및 운용 조건 • 민간용 무인항공기의 운용개념 이해 • 민간용 무인항공기 활용 수요처 및 요구성능 조사 • 다수 수요처 임무 분석을 통한 최적 운용개념 도출 • 국내 민간용 무인항공기 운용개념 발전 제시
	기종선정에 따른 고위험 요소기술 식별 및 획득방안 수립	**[성과 14] 고위험 기술요소 획득방안 검토보고서**	• 민간무인항공기 고위험 기술요소 식별 • 고위험 기술 획득방안 수립
[2-2세부] 민간무인항 공기 운용시설 구축방안 및 운용 핵심기술 도출	민간무인항공기 운용시설 구축방안 연구 (유도/항행, 지휘/통제(C2) 등)	**[성과 15] 민간무인항공기 운용시설 구축방안 보고서**	• 민간무인항공기 운용시설 구축방안 연구 • 민간무인항공기 운용 기법 연구
	군 인프라를 활용할 수 있는 민·군 연계협력 방안연구	**[성과 16] 민·군 연계협력 방안 검토 보고서**	• 국내 활용가능 근 인프라 파악 및 활용가능성 분석 • 군 인프라 민간연계 협력방안 • 해외 민·군 무인항공기 연계활용 사례 • 국내 민군 연계협력 방안
	민간무인항공기 운용기법 연구	**[성과 17] 민간무인항공기**	• 민간무인항공기 항공교통관제 동향 • 무인항공기 항공교통관제절차 초안 작성

		항공교통관제절차 (안)	
	민간무인항공기 운용 핵심기술 식별, 기술획득방안 및 개발요구도 수립	**[성과 18] 민간무인항공기 운용핵심기술 개발계획**	• 핵심기술 획득방안 • 핵심기술 개발계획 • 핵심기술 분석
[3세부] 무인항공기 중장기 로드맵 수립	해외 기 수립되었거나 수립중인 중장기 로드맵 등을 분석하여 국내 민간무인항공기 개발 및 운용 중장기 로드맵 수립	**[성과 19] 민간무인항공기 중장기 로드맵**	• 국내외 로드맵 및 규정 현황 • 로드맵 비교 • 로드맵 분석 및 제시

5. 연구추진 체계

□ 총원 146명(주관(1개 기관)/공동연구기관(3개 기관)/위탁(2개 기관) 구성



6. 연구기간 및 예산

□ 총 연구기간 : 2013. 12. 26. ~ 2015. 6. 25. (18개월)

□ 총 예산 : 42억5100만원 (정부출연금)

Ⅲ. 연구개발 수행내용 및 결과

□ 요약내용은 아래와 같으며 상세 내용은 “본문 2장-1절-2항 연구수행 방법”에 기술함.

성과 목표	핵심성과	연구수행 방법	목표(성능) 기준	검증 방법	검증 결과
[1-1세부] 민간무인항공기 안전성 인증기준 연구	**[성과 1] 무인항공기 인증체계 및 기술기준(안)**	• 국내외 민간무인항공기 인증체계 조사 및 분석 • 우리나라 민간무인항공기 인증체계(안) 제시 • 민간무인항공기 기술기준(안) 제시 • 시범인증 방안 제시	• 법규/절차 정책제안 • 기술기준(안) 제시 • 시범인증 방안 제시	• 기술기준 검토위원 검토 • 국토부 항공기술과 정책 제안 후 접수/확인	• 국토부 항공기술과 담당관 협의 및 초안제출(‘15. 8. 20) • 작성된 4종 기술기준
	[성과 2] 군 무인항공기 감항인증기술기준 분석보고서	• 무인항공기 관련 감항 요구조건, 인증사례 등 조사 및 분석 • KAS Part 23 & STANAG 4671의 비교 및 분석	• 감항인증 적용방안 제시	• 기술기준 검토위원 검토 • 국토부 항공기술과 정책 제안 후 접수/확인	• 국토부 항공기술과 담당관 협의(‘15. 8. 20)
[1-2세부] 민간무인항공기 운항기술기준 연구	**[성과 3] 민간무인항공기 운항기술기준(안)**	• (국제 협력) ICAO 동향 파악 및 제정 관련 보조를 맞춤, 선진 항공국의 협력 관계 도출 • (운항기술기준 작성) 국가 민간 공역으로 유·무인항공기의 안전하고 효율적인 통합 운용을 목표로 작성 - ICAO Cir 328 및 Doc10019 RPAS Manual 분석 및 반영 - 고시를 위한 무인항공기 운항기술기준으로 사용 (다부처 과제) • (전문가 자문) 운항기술기준 및 검증용 시뮬레이션의 품질 향상을 위한 전문가 자문 수행 • (검증 도구 구축) 무인항공기의 운항시험 전 위험 감소를 위한 제 시험 방안(시뮬레이션, 대역기) 중 하나로 시뮬레이션 구축	• 운항기술기준(안) 제시 • 다부처 RFP 작성	• 기술기준 검토위원 검토 • 국토부 운항정책과 정책 제안 후 접수/확인 • 국토부 항공산업과 정책 제안 후 접수/확인 • 다부처 RFP 검토위원회(국토부 운항정책과/항공산업과,전문기관(진흥원)으로 구성) 검토/확인	• 국토부 운항정책과 담당관 협의 • 국제기술기준 작성전으로 추후 검토(‘15. 8. 19)
	[성과 4] 민간무인항공기 사생활 보호기준 연구	• 국내에서는 무인항공기 관련법이 없으며 사생활 침해를 대비한 법정책을 도출 - 무인항공기 상용화가 임박한 가운데 사생활 침해에 대한 현행법의 검토 - 무인항공기 운영자들에게 대한 책임 발생되지 않기 위한 방안 제시 - 법 개정을 위해 각국의 입법안 등을 분석하여 반영	• 사생활 보호법 정책 제안	• 기술기준 검토위원 검토 • 국토부 운항정책과 정책 제안 후 접수/확인	• 국토부 항공산업과 담당관 협의 및 제출(‘14. 11. 14 , 1차년도 과제 종료)

	[성과 5] 민간무인항공기 운영자의 법적 책임	• 무인항공기 운영자의 법적 책임 검토를 위해 국제협약과 국내법의 분석 - ICAO, 미국, EASA, 영국, 호주, 기타 국가의 법제와 사례를 조사 - 무인항공기의 운영자의 법적 책임 분석 후 미비한 사항은 입법안의 제시 • 무인항공기 운영자의 책임 범위 중 보안에 대한 연구수행을 통해 관련 기준안 초석 마련	• 운영자 법적 책임 및 해결방안 제시	• 기술기준 검토위원 검토 • 국토부 운항정책과 정책 제안 후 접수/확인	• 국토부 항공산업과 담당관 협의 (‘15. 8. 20)
	[성과 6] 민간무인항공기 종사자 자격/교육 제도(안)	• (종사자 자격) 무인항공기 관련 종사자의 종류 파악, 해당 자격의 응시기준에 합당한 기량과 지식수준 등을 맞출 수 있는 교육 및 훈련 체계 연구 수행 • (종사자 교육) 국내 규정에 적용가능 및 국제 기준에 맞는 자격제도 마련 • (신체검사 기준) 무인항공기에 적합한 항공신체검사 기준을 제시하기 위한 연구 수행	• 교육제도 및 전문교육기관 지정 요건(안) 제시 • 무인항공기 종사자 자격기준(안) 제시	• 기술기준 검토위원 검토 • 국토부 항공자격과 정책 제안 후 접수/확인	• 국토부 항공자격과 담당관 협의 • 국제기술기준 작성전으로 추후 검토(‘15. 8. 19)
	[성과 7] 민간무인항공기 운영자 승인제도(안)	• (국내외 현황분석) 국내외 항공기사용사업자와 초경량비행장치사용사업(무인비행장치)에 대한 항공법 분석 및 선진국가의 무인항공기 운영자에 대한 승인제도 현황 파악 및 신청 요건 분석 • (무인항공기 운영자 승인 기준 수립) 무인항공기를 운영하고자 하는 자에 대한 운영자 승인 기준 수립 • (무인항공기 운영자 승인 절차 수립) 유인항공기와 동등한 안전성을 가지고 무인항공기 운영 승인절차 수립	• 운영자 승인 절차(안) 제시	• 기술기준 검토위원 검토 • 국토부 항공관제과 정책 제안 후 접수/확인 • 대항항공 운항담당자/ 아시아나 운항담당자 협의	• 국토부 운항정책과 담당관 협의 • 국제기술기준 작성전으로 추후 검토(‘15. 8. 19)
	[성과 8] 민간무인항공기 국내법 법제화 기본 연구	• ICAO, 미국, EU, 호주의 무인항공기 관련 법제화 동향 파악 및 규정사례 연구 • 현행 법규정의 문제점과 개선방안 제시 • 무인항공기에 관한 우리나라 국내법 제·개정 방안 제시	• 국내법 법제화(안) 제안	• 공청회 실시 • 국토부 항공산업과 정책 제안 후 접수/확인	• 국토부 항공산업과 담당관 협의 (‘15. 8. 20)
	[성과 9] 유무인항공기 통합검증 시뮬레이션 시스템 개발	• 다양한 항공교통상황의 시뮬레이션 수행이 가능한 유·무인항공기 통합 검증 시뮬레이션 시스템 개발 • 무인항공기와 다수의 유인항공기를 포함한 시나리오에 맞춰 시뮬레이션 수행 및 수행결과 분석 • 무인항공기가 유인항공기와 다른 4대 핵심요소(통신, 안전, 성능, HMI)를 중점으로 그 영향을 분석하여 요구 조건에 대한 연구	• ATC 시뮬레이션 ICD 및 연동시험 • 관제/유인항공기/무인항공기 시뮬레이션 연동시험 • 시나리오 수립	• 시뮬레이션 검토위원 검토 • 국토부 항공관제과 시스템 제안 및 의견수렴 • 인천공항공사 시뮬레이션 담당자(협의)	• 국토부 서항청 운항관제과 담당관 협의 (‘15. 6. 18)

[2-1세부] 국산 민간무인항공기 시범인증 연구	**[성과 10] 시범사업계획 검토 보고서**	• (고객니즈 조사) 국내 공공·민간 기관을 대상으로 설문조사 및 인터뷰를 통해 운용임무 요구사항을 파악 • (시범운용 시나리오) 국내 시범사업에 적합한 운용 시나리오 도출 • (해외사례 조사) 미국 및 유럽의 민간무인항공기 시범사업 사례 조사를 통해 국내 시범사업계획 수립시 고려되어야 할 시사점 도출 • (시범사업계획 종합) 고객니즈에 기반한 시범운용 시나리오와 해외사례에서의 시사점을 종합하여 시범사업계획 연구결과를 종합	• 시범사업계획서 제시	• 국토부 항공산업과 구축방안 제안후 의견수렴	• 국토부 항공산업과 담당관 협의 및 제출('14. 11. 14 , 1차년도 과제 종료)
	[성과 11] 국내외 민간무인항공기 기술수준 조사보고서	• 군용무인항공기 기술과는 차별화되거나 추가 요구되는 민간무인항공기 기술요소가 중점적으로 평가될 수 있도록 소요기술 구성체계 정의 • (전문가 자문) 객관적 조사를 위해 학계 전문가의 용역연구 수행	• 민간무인항공기 기술 및 조사분석 결과 제시	• 국토부 항공산업과 구축방안 제안후 의견수렴	• 국토부 항공산업과 담당관 협의 및 제출('14. 11. 14 , 1차년도 과제 종료)
	[성과 12] 전문조사기관을 이용한 수요분석서	• (전문조사기관을 이용한 수요분석 설문조사) 국내 연론조사 전문기관인 ㈜인사이트코리아를 통한 설문조사 실시 • "민간무인항공기 이용 경험 및 수요규모" 과 "무인항공기의 용도 및 사양" 분야로 나누어 설문지 구성 • 완성된 질문지는 통계 소프트웨어 사용하여 수요 분석 수행.	• 설문조사를 통한 수용분석서 제시	• 국토부 항공산업과 구축방안 제안후 의견수렴	• 국토부 항공산업과 담당관 협의 및 제출('14. 11. 14 , 1차년도 과제 종료)
	[성과 13] 민간무인항공기 운용개념 검토 보고서	• 국내외 민간무인항공기의 현황을 파악하여 이를 바탕으로 공통 운용개념 및 요구성능을 도출 • 다수 수요처의 임무 시나리오/프로파일 종합분석을 통해 민간용 무인항공기의 최적 운용개념과 요구성능을 도출	• 민간무인항공기의 운용개념 및 요구성능 제시	• 국토부 항공산업과 구축방안 제안후 의견수렴	• 국토부 항공산업과 담당관 협의 및 제출('14. 11. 14 , 1차년도 과제 종료)
	[성과 14] 고위험 기술요소 획득방안 검토보고서	• 안전·인증 측면에서의 핵심 요구사항과 최신 기술개발 동향 등을 고려하여 일반적인 민간무인항공기 개발 및 인증에 필요한 고위험 기술요소를 검토 • (전문가 자문) 객관적 조사를 위해 학계 전문가의 용역연구 수행	• 안전 및 인증관련 핵심 요구사항 및 기술 조사분석 결과 제시	• 국토부 항공산업과 구축방안 제안후 의견수렴	• 국토부 항공산업과 담당관 협의 및 제출('14. 11. 14 , 1차년도 과제 종료)
[2-2세부] 민간무인항공기 운용시설 구축방안 및 운용 핵심기술 도출	**[성과 15] 민간무인항공기 운용시설 구축방안 보고서**	• 시범사업자로부터 시험비행 결과를 제출받아 제도 개선 필요사항 및 규제완화 가능범위를 도출·제도화 • 해외 무인항공기 운용사례를 통한 필요시설 도출 • 유/무인항공기 혼용운용이 가능한 공역으로 확장하여 현재 보유 및 개발기술을 비행실험을 통해 단계적으로 검증	• 시범사업에 요구되는 인프라 구축방안 제시 • 운용시설 조사/분석 및 시설 구축방안 제시	• 운용시설 및 기술 검토 위원 검토 • 국토부 운항정책과/ 항공산업과 구축방안 제안후 의견수렴	• 국토부 항공산업과 담당관 협의 ('15. 8. 20)

	[성과 16] 민·군 연계협력 방안 검토 보고서	• 군에서 구축 및 활용하고 있는 인프라 활용 및 민·군 연계협력방안 제시 - 국내 활용가능 군 인프라 파악 및 활용 가능성 분석 - 군 인프라 활용 방안 제시	• 군 인프라 구축현황 및 활용방안 제시	• 국토부 운항정책과/ 항공산업과 구축방안 제안후 의견수렴	• 국토부 항공산업과 담당관 협의 및 제출('14. 11. 14 , 1차년도 과제 종료)
	[성과 17] 민간무인항공기 항공교통관제 절차(안)	• (해외사례 참고) 국외에 민간무인항공기를 운용관련 프로그램 참고 • (관제절차 검토) 민간무인항공기와 유인항공기의 공역 통합을 이루기 위해 기존의 항공교통관제절차 검토를 통한 개정 방향성을 모색	• 유/무인 혼용운용 구축사례 조사 • 유무인 혼합항공교통관제절차(안) 제시	• 운용시설 및 기술 검토 위원 검토 • 국토부 운항정책과/항공산업과/항공기술과 방안 제안후 의견수렴	• 국토부 항공관제과/항공산업과 담당관 협의('15. 8. 20)
	[성과 18] 민간무인항공기 운용핵심기술 개발계획	• 운용핵심기술 관련 연구대상 기술분야 4가지 선정 - 항공교통관제 기술/ 충돌 감지 및 회피 기술/ 자율화 기술/ 안전 기술 • 연구대상 기술분야에 대한 고려사항 선정	• 핵심기술개발 RFP 작성 • 핵심기술개발 로드맵 작성 • 핵심기술 성능요구도 제시	• 운용시설 및 기술 검토 위원 검토 • 국토부 항공산업과/항공기술과 방안 제안후 의견수렴	• 국토부 항공산업과 담당관 협의 ('15. 8. 20) • 운영핵심기술 로드맵 공청회 개최('15.7.13)
[3세부] 무인항공기 중장기 로드맵 수립	**[성과 19] 민간무인항공기 중장기 로드맵**	• 해외의 사례를 최대한 활용하고, 국내 여건을 감안하여 실행 가능한 로드맵을 작성 - 해외 사례 : ICAO ASBU, 유럽 ERSG RPAS 로드맵, FAA UAS 로드맵 - 국내 항공법, 동법 시행령, 동법 시행규칙 등 • 주요 과업내용에 대하여 관련 정부부처 및 유관기관 등의 의견을 폭넓게 수렴	• 중장기 로드맵 제시	• 공청회 실시 • 국토부 항공산업과 정책 제안후 접수/확인	• 로드맵 공청회 개최('15.7.13)

Ⅳ. 최종 연구성과 및 적용실적

1. 민간무인항공기 안전성 인증기준 연구(세부내용 1-1)

가. [성과 1] 무인항공기 인증체계 및 기술기준(안)

□ 민간무인항공기 인증체계 기초연구

- 국내 민간무인항공기 인증체계 및 항공선진국의 무인항공기 인증체계와 동향을 분석함.
- 분석결과, 기본적으로 유인항공기 인증 체계를 바탕으로 무인항공기 특성을 고려한 인증 체계를 개발하며, 이는 항공선진국의 무인항공기 인증 체계에 대한 방침과 방향을 같이 함.
- 우리나라 무인항공기 인증체계의 수립에 있어 국제표준으로 작용하고 있는 미국 FAA 등의 항공선진국들 사이에서 컨센서스를 이루고 있는 사항들을 반영해야 할 것으로 판단함.

□ 국내 민간무인항공기 인증기술기준(안) 제시

- 무인고정익항공기 기술기준안(KUAS) 개발
  - KUAS(Korean UAS Airworthiness Standard)
  - 최대이륙중량 5,700 kg(12,500 lb)이하의 무인고정익항공기에 적용함
  - KAS Part 23을 무인항공기에 맞추어 테일러링하되, 이스라엘 CAAI에서 CS-23을 바탕으로 하여 개발한 무인고정익항공기에 대한 기술기준을 참고함. 특히, 유인항공기 기술기준에는 포함되어 있지 않은 원격조종국, 데이터링크, 발사 및 회수장치 등에 대한 사항을 대폭 채용함.
- 무인고정익항공기경항공기 기술기준안(KAS-LUA) 개발
  - KAS-LUA(Korean Airworthiness Standards : Light Unmanned Airplane)
  - 최대이륙중량 750 kg이하, 착륙 형상에서의 실속 속도가 83 km/h(45 노트) 이하의 무인고정익경항공기에 적용함
  - 주야간 시계비행방식, VLOS(시계가시영역) 비행을 전제로 한 기준으로 개발함
  - KAS-LUA를 무인항공기에 맞추어 테일러링하여 개발. 원격조종국, 데이터링크, 발사 및 회수장치 등에 대한 사항은 KUAS 것을 적용함
  - 전기식 동력장치에 대한 기준 포함

- 무인회전익경항공기 기술기준안(KAS-LUR) 개발
  - KAS-LUR(Korean Airworthiness Standards : Light Unmanned Rotorcraft)
  - 최대이륙중량 600 kg 이하의 무인회전익경항공기에 적용함
  - 종래(Conventional)형식의 회전익무인항공기에 적용함
  - 주야간 시계비행방식, VLOS(시계가시영역) 비행을 전제로 한 기준으로 개발함
  - KAS-LUA와 JARUS에서 개발한 Light Unmanned Rotorcraft System에 대한 CS-LURS를 참고로 하여 개발. 원격조종국, 데이터링크, 발사 및 회수장치 등에 대한 사항은 CS-LURS 것을 적용함
  - 전기식 동력장치에 대한 기준 포함
- 무인틸트로터항공기 기술기준안(KAS-UTR) 개발
  - KAS-UTR(Korean Airworthiness Standards : Unmanned Tilt Rotor System)
  - 최대이륙중량 600 kg 이하의 무인틸트로터항공기에 적용함
  - KAS-LUR을 중심으로 하되 고정익항공기 특성에 대해서는 KAS-LUA 조항을 추출, 부가하여 개발함

□ 시범인증 방안 제시

- 민간무인항공기를 실용 개발하는 경우에 대한 4가지 경우에 대한 인증방식 제시함.
  - 새로운 무인항공기 모델을 개발
  - 기술시연(Technology Demonstration) 수준으로 개발된 무인항공기를 인증을 받을 수 있는 수준으로 추가 개발
  - 군용무인항공기를 민간무인항공기로 전환
  - 형식증명을 받은 유인항공기를 무인항공기로 개발

나. [성과 2] 군 무인항공기 감항인증기술기준 분석보고서

□ 군용(유인)항공기 감항인증 기술기준 분석

- 프랑스, 영국, 미국 등의 군용(유인)항공기 감항인증 기술기준 및 국내 표준 감항인증기준 분석을 통해 민간무인항공기 감항인증기준 적용성을 도출함.

□ 군용무인항공기 감항인증 기술기준 분석

- 유럽 방위청(EDA), 미국(DoD), 영국(MAA), 독일(Bundeswehr), 프랑스(DGA),

이태리(DAAA) 등의 군용무인항공기의 감항인증 기준을 분석하여 국내 민간 무인항공기 감항인증기준과의 적합성을 비교함.

□ 민간무인항공기 감항인증 기술기준 적용방안 연구

- NATO STANAG 4671 과 KAS Part 23의 비교분석을 통해 국내 민간무인항공기 기술기준(안)를 제시함. (본문 3장-1절-성과2 참조)
  - KAS Part 23과 Stanag 4671의 비교 및 분석을 통해 민간무인항공기 감항인증 기술기준(안)(KAUS)을 도출함(KAS Part 23 기준 “적용”, “미적용”, “수정 후 적용”, “추가” 4개의 레벨로 분류함.
  - KAS Part 23을 기준으로 민간무인항공기 감항인증 기술기준(안)은적용 84(22.7%)개, 미적용 109(27.8%)개, 수정 후 적용 185(49.5%)개로 분류됨

2. 민간무인항공기 운항기술기준 연구(세부내용 1-2)

가. [성과 3] 민간무인항공기 운항기술기준(안)

□ 국내·외 민간무인항공기 운항기술기준 동향 분석

- ICAO,미국 FAA,유럽 EASA 및 국내 항공법(유인항공기 운항기술기준)등을 분석함.
  - 국내 유인항공기의 운항기술기준은 항공법과 항공법시행규칙을 보완하는 운항 및 안전에 관한 상세규정으로서 2001년 제정되었음
  - 제정 당시 조속한 시일 내에 항공안전 1등급 국가로 회복해야 한다는 긴박한 상황으로 인해서 많은 시일이 소요되는 독자적인 규정 제정보다는 FAA IASA 프로그램의 모델규정(Model Regulations)을 번역하여 일부를 우리 실정에 맞게 고쳐 차용하는 방법으로 제정함
  - 이후 현재까지 운항기술기준은 ICAO의 SARPs(Standards and Recommended Practices)가 개정될 때마다 변경된 조항을 국내 법규에 충실히 반영하기 위해서 수시로 개정함

□ 민간무인항공기 운항기술기준(안) 제시

- 작성방안
  - 유인항공기의 항공안전법 제71조(항공기 안전운항을 위한 운항기술기준)을 고려하여 작성함
  - ICAO의 SARPS 중 새롭게 무인항공기에 대해 작성하려는 부속서 6 Part

IV(2016년 완료 예정)를 기준으로 함
  - 세부적인 내용은 ICAO Doc 10019 AN/507 Manual on Remotely Piloted Aircraft Systems (RPAS)를 참고
  - 미국, EASA, 영국, 호주, 이탈리아 등의 운항기술기준 참고
- 현재 ICAO RPAS Panel 운항분야 Working Group에서 작성중인 SARPs 부속서 6, Part 4 초안 목록을 기준으로 작성함
- 운용개념도, 운용기법 및 절차 수립 등을 포함하였으며, 국내 항공법 및 기술기준 전문가의 수차례 자문회의를 통해 운항기술기준(안) 초안을 작성함. (본문 3장-2절-성과3 참조)

나. [성과 4] 민간무인항공기 사생활 보호기준 연구

□ 무인항공기 사생활 침해 유형 자료 분석

- 무인항공기로 인한 사생활 침해 유형 및 해외 사생활보호법을 분석함.
  - 미국 FAA는 ‘민간무인항공기와 영공 통제 시스템 통합을 위한 1차 연간 로드맵’을 발표. 6개 시범지역에서 사생활 보호대책을 마련하여 5~10년에 걸쳐 점진적으로 확대시행 예정
  - 유럽 집행위원회(EC)는 민간용 드론의 사용이 날로 늘어나고 있으며 EU 무인항공기 관련 통합 규제기준 마련 예정. 이를 위해 무인항공기 영향 평가를 끝낸 다음 규제를 위해 2015년에 입법안 마련 계획임

□ 무인항공기의 사생활 침해 유형 조문 작성

- 해외 무인항공기로 인한 사생활 침해를 대비한 특별법안과 마찬가지로 무인항공기 사생활 보호법을 제정하는 방안을 제시함
- 수집 · 이용, 제공, 목적 외 이용 · 제공의 각 단계별로 보호수준 차등화하고 목적 달성 등으로 불필요한 경우는 복구 · 재생되지 않도록 파기함.
- 이미 개인정보보호법(현행「개인정보보호법」제25조(영상정보처리기기의 설치 · 운영 제한))에 규정을 두고 있기 때문에 기존의 항공법 개정안은 최소 범위 내에서 개정안을 제시할 필요가 있음
- 「항공법」제23조의4 신설안은 현행 개인정보보호법상의 규정과 중복되는 것을 피하고 무인항공기 산업의 발전을 저해하지 않는 목적을 기준으로 최소한의 개정안을 제시하였음 (본문 3장-2절-성과4 참조)

다. [성과 5] 민간무인항공기 운영자의 법적 책임

□ 무인항공기 운용자의 범위 선정

- 현행 항공법에서는 무인항공기 운항을 위한 기준이 정립되지 않아 비행규칙, 관제절차, 운용자의 책임과 의무, 조종자의 자격 및 교육 등에 대한 유인항공기와 차별적인 기준마련이 필요
- 미국 휜불나방 육군정보학교(Fort Huachuca)에서 실시되고 있는 전술 무인항공기 운용자 과정을 참고하여 운용자를 분석함

□ 해외 무인항공기 운영자의 책임 조항 조사 및 분석

- 국제민간항공협약 제8조, ICAO Circular 328, 무인항공기 매뉴얼(Manual on RPAS) 및 호주 Civil Aviation Safety Regulations 1998를 분석함.
  - ICAO Circular 328은 위의 국제민간항공조약 제8조에서 규정하고 있는 제8조의 조종사 없는 항공기(Pilotless aircraft)의 규정을 준수하고 있음
  - 호주는 유럽과 동일하게 중량 150kg을 기준으로 소형 무인비행장치에 대해서는 형식증명과 감항증명을 요구하지 않고 비행허가 제도만을 적용하고 있음

□ 본 연구과제에서는 무인항공기 운영자의 보험제도의 도입 필요성을 언급하며, 운영자의 법적 책임에 대한 구체적인 방안 추후 연구수행 필요함.

- 국제기국(ICAO)의 책임보험의 강제가입 조항의 개설이 요망
  - 무인항공기 보험제도는 무인항공기로 발생될 모든 사고에 대한 피해를 보상해야 되어야 하며, 책임보험 형식으로 가입이 되어야 함
- 무인항공기 무게에 따른 보험제도의 도입 필요
  - 로마 협약(2009) 제4조 제1항에서 항공기의 중량에 따라 200,000kg 이상 500,000kg 미만인 경우는 5억 SDR, 항공기의 최대중량이 500,000kg 이상인 경우는 7억 SDR로 규정하고 있음. 무인항공기로 인한 테러, 전쟁에 대비하기 위하여 ICAO에서 규정한 무인항공기 보험제도를 적극적으로 도입할 필요가 있음.

라. [성과 6] 민간무인항공기 종사자 자격/교육 제도(안)

□ 민간무인항공기 종사자 자격제도(안) 제시

- ICAO, 미국, 유럽, 호주 등의 국가에서 운영되고 있는 무인항공기의 종사자의 종류와 자격을 비교 분석함.
- 무인항공기 비행허가를 신청하기 위해 무에 자격증명이 필요한 항공종사자는 크게 10종으로 구분함.
- 종사자는 조종사, 조종사 이외의 운항요원 및 운항요원 이외의 항공종사자 등 3분류로 구분하여 자격제도(안)을 작성함.

□ 민간무인항공기 종사자 교육제도(안) 제시

- 전문교육기관 지정기준(안) 작성 및 국외 무인항공기 훈련 제도를 분석함.
- 종사자는 조종사, 조종사 이외의 운항요원 및 운항요원 이외의 항공종사자 등 3분류로 구분하여 자격제도(안)을 작성함.

□ 민간무인항공기 종사자 항공신체검사 기준(안) 제시

- 항공법 시행규칙에 따른 종류와 유효기간 검토하여 무인항공기에 적합한 기준안을 작성함.
- 종사자는 크게 조종사과 조종사 이외의 운항요원 두분류로 구분하여 기준(안)을 작성하였으며, 무인항공기 조종사 위주로 항공신체검사 제3종 검사 항목(일반검사, 호흡기 계통, 순환기 계통, 소화기 계통 등)을 위주로 작성함.

마. [성과 7] 민간무인항공기 운영자 승인제도(안)

□ 국내 무인항공기 운영자 현황 분석

- 국내 무인항공기(150kg 초과)의 등록(신고)는 없음, 국내 무인비행장치(150kg 이하)는 주로 농약살포, 항공촬영 등의 사업을 주로하고 있으나, 무인항공기와 무인비행장치의 활용범위가 확대됨에 따라 사업자의 수는 지속적으로 증가할 것으로 예상됨.
- 우리나라는 항공법 시행규칙 196조의 2(무인항공기의 비행허가 신청등)에 무인항공기의 비행 요건을 규정하고 있으나, 무인항공기 사용사업과 관련한 법규정은 없음.

- 무인항공기사용사업은 규모와 목적을 고려하면 승무원과 승객이 탑승하지 않는 다는 것을 제외하고는 항공기사용사업과 유사하다고 볼 수 있으므로, 여기서는 항공기사용사업에 준하는 운영자 승인제도를 고려함.
- 항공기사업사용에 대한 규정을 참조하여 무인항공기사용사업에 적용가능한 우리나라 항공법을 정리함.

□ 외국 무인항공기 운영자 현황 분석

- 국제민간항공기구(ICAO)의 운영자 승인 규정, 외국 무인항공기 운영자 승인 현황 및 외국 무인항공기 운영자 승인 제도 등을 분석 함
  - 국제운항을 위해서는 무인항공기도 유효한 무인항공기 운영자 증명을 소지하고 있어야 함.
  - 미국의 경우 아직 무인항공기 운영에 대한 법이 제정되지 않아, 개별검토를 통해 법률의 예외조항을 적용하여 운용을 허용하고 있음

□ 민간무인항공기 운영자 승인 기준 제시

- 무인항공기의 운항증명에 대한 우리나라 항공법과 해외 사례를 검토한 결과 무게에 관계없이 운항증명을 발행하고 있으나, 우리나라에서 초경량비행장치로 구분되는 150킬로그램 이하의 무인항공기에 대해서는 안전성 인증과 신고제도로 운영함.
- 무인항공기 운영자는 안전운항에 전적으로 책임을 가지며, 유인항공기와 동등한 안전 수준을 유지할 수 있는 체계를 가져야 함
- 무인항공기 운영자 승인기준을 수립하기 위하여 비정기 운항을 하고 운영 규모가 작은 항공기사용사업에 대한 운항 승인 기준을 참조하였음. 또한 무인항공기 운영 승인과 관련하여 현행 항공법의 개정이 필요한 부분을 제시하였음. (본문 3장-2절-성과7 참조)

바. [성과 8] 민간무인항공기 국내법 법제화 기본 연구

□ 국내·외 법제화 동향 및 실제 사례의 연구

- ICAO의 법제화 동향 및 사례 연구
  - ICAO UASSG 및 RPASP의 법제화 작업 활동 연구결과를 분석함. 또한 ICAO Circular 328 및 RPAS Manual 상 실제 사례 연구 사례를 반영함.

- 미국 FAA, EU 및 호주의 법제화 동향 및 사례 연구 분석함.

• 현행 국내 항공법 상 관련 규정 연구

- 현행 우리나라 무게기준으로 구별하고 있으며 구별 기준은 무게를 중심으로 150kg 이상을 무인항공기 그 이하를 무인비행장치로 구별하고 있음.
- 현행 우리나라 무게기준으로 구별하고 있으며 구별 기준은 무게를 중심으로 150kg 이상을 무인항공기 그 이하를 무인비행장치로 구별하고 있음.
- 현행 국내법의 문제점 분석 및 개선 방향 제시

□ 국내법 법제화 방안

• ICAO와 주요 외국의 법제화 사례를 바탕으로 국내 항공법상 무인항공기에 관해 법제화가 필요한 부문 16개 항목을 도출함.

• 결론으로, 국내법 3가지(항공법, 항공안전법, 항공보안법, 항공사업법) 법제화 방안 제시함.

• 3가지 방안 중 무인항공기는 유인항공기와는 상당히 다른 운영상의 특성을 가지는 점에서 달리 취급할 필요성이 있고 새로운 법률을 제정하는 것은 입법과정의 어려운 점을 감안 제3안을 현실적인 안으로 제시함.

사. [성과 9] 유·무인항공기 통합검증 시뮬레이션 시스템 개발

□ 국내·외 시뮬레이터 동향 분석

• 시뮬레이션 시스템을 설계하기에 앞서, 개발된 다양한 국내·외 시뮬레이터 및 시뮬레이션을 통한 연구 개발 사례 분석을 수행하여 본 과제의 목적에 맞는 시스템을 설계함.

• 아울러, 유·무인항공기 혼합운용 시뮬레이션 연구 개발 사례 분석 및 시뮬레이션 시스템 세부 모듈별 동향 등을 분석함.

□ 시스템 성능기준(안) 도출

• 국내·외 시뮬레이션 시스템 동향 분석과 본 과제의 목적을 반영하여 개발할 시스템 성능기준 도출함.

□ 시스템 운영개념 및 기초 설계

• 앞서 도출 된 성능기준(안)을 만족하는 시스템 기초 설계 수행함.

• 유무인항공기 통합 시뮬레이션 시스템은 통합 검증 시뮬레이션 시스템(주황)

과 외부 무인항공기 시뮬레이션 시스템(파랑)으로 구성함

□ 시스템 상세 설계 및 개발

- 유·무인항공기 통합 시뮬레이션 시스템 구성에서 외부 무인항공기 시스템을 제외한 나머지 시스템 요소에 대해 설계 및 개발함.
- 서버 및 데이터베이스 개발
  - 실제 관제시스템을 모사한 모듈을 제외한 모든 통신을 위한 서버 및 항공기 특성 정보 및 시나리오 관리를 위한 데이터베이스를 개발함
- 관제사 및 조종사 인터페이스 개발
  - 실제 관제 시스템인 Radar, MRD, SDPS를 시뮬레이션을 위해 동일하게 모사하였으며, 관제사 및 조종사 인터페이스를 개발함.
- 유인기 모델 개발
  - 실제 유인항공기의 움직임을 모사하기 위한 모듈로써, 다양한 종류의 항공기를 ICAO와 BADA의 분류 기준을 기반으로 5가지 Category로 분류하고 각 Category에 해당하는 대표 모델 선정함.
- 음성통신 개발
  - 조종사와 관제사의 음성통신을 모사하기 위한 모듈로써, 프로그램 구조 설계함.

□ 외부 무인항공기 시뮬레이션 시스템 개발

- 무인항공기와 유인항공기가 공일 공역 상에서 운영될 경우 무인항공기의 비행성능과 운항조건이 기존 유인항공기의 비행에 미치는 영향을 3 차원 영상화면을 통행 입체적으로 분석 가능한 3D 영상 비행시뮬레이션 엔진을 개발함

□ 시스템 연동 시험

- 무인항공기 시뮬레이션 시스템이 인하대에서 개발한 ATC 시뮬레이션 시스템과 인터넷 통신을 통해서 유.무인항공기의 비행 데이터를 상호 교환할 수 있도록 인터페이스 ICD를 설계하고 이를 적용하여 유.무인항공기 통합 운영 상황을 시뮬레이션 하고 그 결과를 분석할 수 있도록 함.

□ 통합운용절차 및 시나리오 개발

- 무인항공기 활용 분야 특성과 운항의 복잡성을 고려하여 3단계로 구분
  - 1단계: 고정 지점 운항 시나리오 - 현재의 공역 체계, 항공교통관제 환경

에서 무인항공기 기술 및 규정으로도 충분히 실현할 수 있는 임무로 구성
- 2단계: 지점 간 운항 시나리오 - 향후 민간분야 무인항공기의 안정성이 검증되며 제도가 완화되면 민간분야 무인항공기 활용이 활발히 이루어 질 것으로 예측하여, 지점 간 운항을 바탕으로 구성
- 3단계: 지상통제소(Ground Control Station) 간 통제권 이양 시나리오 - 무인항공기 기술 발달로 인한 공해상 비행에 필요한 지상통제국간 무인항공기 통제권 이양

□ 시스템 연동시험 및 시연 결과

- 각 시나리오에 따른 외부 무인항공기 시뮬레이션 시스템 연동 테스트를 수행함. (본문 3장-2절-성과9참조)

3. 국산 민간무인항공기 시범인증 연구(세부내용 2-1)

가. [성과 10] 시범사업계획 검토 보고서

□ 국내 잠재수요기관 요구사항 조사

- 조사대상 : 민간무인항공기 활용 가능성이 있는 국내 공공·민간 기관 중에서 해양경찰청, 산림청, 지자체, 민간업체 등 13개 기관을 선정
- 설문조사를 통해 확보된 기초자료를 계층적 분석방법(AHP, Analytic Hierarchy Process)을 활용하여 통계 분석함으로써 요구사항별 우선순위를 평가함.
- 2단계 인터뷰 조사에서는 11개 기관을 대상으로 직접방문(불가시에만 유선연락으로 대체) 방법을 통해 인터뷰를 진행함.
- 설문/인터뷰 조사를 통해 파악된 기관별 운용임무 특성 및 도입 의지를 고려하여 민간무인항공기 시범운용에 적합한 기관을 대상으로 시범운용 시나리오를 도출함.

□ 해외 시범사업 사례 조사

- 조사대상 : 민간무인항공기 인증 및 운용에 필요한 기술기준 수립을 위해 선도적으로 연구활동을 추진하고 있는 미국 FAA와 유럽 SESAR의 시범사업 사례를 대상으로 조사함.

- 조사방법 : 미국 FAA와 유럽 SESAR에서 발행하는 개략적인 사업계획 및 연구내용/동향 자료에 기초하여 검토함
- 미국 FAA 및 유럽 SESAR 시범사업 사례 조사를 통해 국내 시범사업에서 고려되어야 할 주요 시사점을 도출함.

□ 시범사업계획 종합

- 검토방법 : 잠재수요기관 요구사항 조사 결과로 도출된 시범운용 시나리오와, 해외사례 벤치마킹을 통해 도출된 국내 적용시 시사점을 종합적으로 검토함.
- 무인항공기 시범운용시 비행계획/출발부터 착륙/도착까지 각 단계별로 발생할 수 있는 문제점에 대한 대응방안이 필요함.
- 시범운용을 위한 비행장은 고흥비행장 등 민간 또는 군용 비행장을 대상으로 시범운용 적합성을 검토하여 추후 선정
- 비행영역은 비행체 성능을 고려하여 설정하되 안전확보를 위해 영역 구분 필요
- 현재 민간무인항공기 운용을 위한 인프라가 구축되지 않아서 국내 민간무인항공기 수요도 구체화되지 않은 상태이므로, 시범사업을 통해 실제적 운용사례를 시범함으로써 국내 수요를 견인할 필요가 있음.

나. [성과 11] 국내외 민간무인항공기 기술수준 조사보고서

□ 국내 기술수준 평가

- 민간무인항공기 개발을 위한 기술수준을 평가하기 위해 운용환경 및 목적에 따른 대상 무인항공기의 형태 및 요구성능 수준이 개략적으로 정의되어야 하나, 현재 국내 민간무인항공기 개발 방향은 아직 구체화되지 않은 상태이므로 본 연구에서는 대상 무인항공기를 포괄적으로 정의하여 검토함.
- 민간무인항공기 체계의 소요기술은 체계종합, 비행체종합, 지상통제, 지상지원 등 대분류 4개 항목 하에 중분류 11개 항목, 소분류 13개 항목으로 구성함.
  - 지상활주형 무인항공기의 전반적 기술수준은 TRL 6.25로 도출되어 체계개발로 진입이 가능한 6단계 이상으로 분석됨.
  - 수직이착륙형 무인항공기의 전반적 기술수준은 TRL 5.89로 도출되었으나

자동이착륙/함상착륙장비 기술을 제외한다면 6.12로 판단할 수 있으므로, 자동이착륙 관련 미성숙 기술 확보를 조건으로 체계개발로 진입이 가능할 것으로 분석됨.

□ 국내 미성숙 기술요소 식별 및 확보방안 수립

- 국내 기술수준 평가 결과에서 TRL 5단계 이하의 기술들을 미성숙 기술요소로 식별함.
- 미성숙 기술요소로 식별된 항목에 대하여 개략적인 기술확보 방안을 검토하여 제시함.

□ 해외 기술수준 평가

- 해외 기술수준은 미국, 이스라엘, 유럽 등 해외 주요국의 무인항공기 개발 동향과 2013년 국방과학기술조사서 분석내용을 토대로 평가함.
- 현재 최고 선진국인 미국의 기술수준을 100%로 가정하고 주요국의 기술수준을 이에 대비한 상대적 수치로 평가함.

다. [성과 12] 전문조사기관을 이용한 수요분석서

□ 수요자 설문 개요

- 수요자 설문 조사 목적설계 및 자료처리 방안 작성함.
  - 조사 목적 : 민간무인항공기 국내 시장의 수요를 알아보기 위한 조사임
  - 표본 크기 : 143명 (유효표본)
  - 자료 수집 방법 : 온라인 조사(On-line Survey)
  - 주요 조사 내용
    * 무인항공기 이용 경험 및 수요 규모
    * 무인항공기의 용도 및 사양
    * 자료 분류형 질문

□ 설문조사 결과 요약

- 무인항공기 이용 경험 및 수요 규모
  - (전체 응답자) 무인항공기 수요가 확대되는 추세는 아님
  - (전체 응답자) 신규 시장의 창출보다 기존 시장의 수요가 더 큼
  - (현재 무인항공기 운용기관) 기술적 문제보다 ‘비용/제도’ 문제가 더 큼

- (현재 운용+운용 계획 기관) ‘5년 이내’ 68.9%가 신규/추가 구입 예상
- (현재 운용+운용 계획 기관) 1대당 ‘1,000만~5,000만원 미만’ 가격 가장 선호

• 무인항공기의 용도 및 사양
- (전체 응답자) ‘멀티콥터’(31.5%)와 ‘회전익’(26.6%) 선호도 높음
- (전체 응답자) 최대 비행거리 ‘10km 미만’ 희망 46.2%
- (전체 응답자) 최대 비행고도 ‘1,000m 미만’ 79.8%

라. [성과 13] 민간무인항공기 운용개념 검토 보고서

□ 민간용 무인항공기 개념 및 운용 조건 분석

• 유인기와 무인항공기 운항방식의 가장 큰 차이는 조종사가 탑승하지 않으므로 유인항공기 운항의 근간이 되는 시계비행방식(Visual Flight Rule; VFR)이 적용될 수 없음

• 무인항공기 운용절차는 무인항공기의 형태, 규모 및 운용 목적 등에 따라 매우 다양할 수 있으나, 활주로를 사용해야 하는 일반적인 무인항공기의 운용절차는 기존 유인기 운용절차에 기반한 절차를 따름

• 감항인증 필요 : 민간용 무인항공기는 조종사가 탑승하지 않고 원격으로 통제하여 운용한다는 기능적 측면에서는 군용무인항공기와 차이가 없으나 군용기의 경우 군 공역 내에서 운용되는 것에 반해 민간무인항공기는 기존 유인항공기가 운항하는 공역에서 운용이 허용되어야 하며, 이와 함께 항공기 자체의 안전성에 대한 증명, 즉 감항 인증이 필요

□ 민간용 무인항공기의 운용개념 이해

• 우수한 기술이 개발되었다 하더라도 이를 용도에 맞게 효과적으로 운용할 운용개념이 없다면 해당 기술의 사용에는 제한되므로 무인항공기를 개발하기 전에 운용목적(임무 또는 용도)에 따른 철저한 운용개념을 수립하는 것이 필요

• 민간용도의 무인항공기 운용개념 연구는 각종의 용도에 기술적으로는 상당한 진전을 보이고 있으나 법적, 제도적으로 많은 제한사항을 안고 있음

□ 민간용 무인항공기 활용 수요처 및 요구성능 조사

- 무인항공기의 사용은 크게 공공부문과 일반 민간부문으로 나뉨
- 민수용 무인항공기의 최적 요구성능은 수요처 의견을 종합한 결과, 비행시간(임무/최대), 임무비행거리(운용반경), Payload 성능은 비교적 공통성능으로 적합한 것으로 판단 됨
- 비행속도 및 비행고도는 앞의 성능과 비교할 때에 성능이 낮아 기관별 임무수행 내용을 고려한 추가 분석 및 판단 필요.

□ 국내 민간용 무인항공기 운용개념 발전 제시

- 본 연구에 민간용 무인항공기 운용개념 설정 조건 (가정 및 제한)을 가정하여 운용개념 발전 방향 제시함.
- 기본 운용개념은 민수용 무인항공기의 요구성능을 기준으로 한 민간, 공공용의 지상 및 해상 운용개념을 각각의 가상임무를 가정하여 제시함

마. [성과 14] 고위험 기술요소 획득방안 검토보고서

□ 민간무인항공기 고위험 기술요소 식별

- 민간무인항공기 활용 임무는 농업, 임업, 수산업 등 산업분야와 교통, 치안 등 공공분야에서 다양하지만, 본 연구에서는 여러 분야에서 공통적으로 요구되는 항공정찰을 기본 임무로 가정함.
- 국내 기존 연구결과와 해외 기술개발 동향을 조사하여 민간무인항공기 개발을 위한 주요 핵심기술을 도출함.
- 본 연구에서 고위험 기술요소는 민간무인항공기 개발을 위한 핵심기술 중에서 개념적으로는 가능하지만 가까운 미래에 요구도를 충족시키기 어려운 기술로 정의함.
- 국내 기존 연구내용과 해외 발전추세 검토 결과에서 공통분모로 도출되는 항목을 핵심기술군으로 정리하였으며, 이 중에서 주로 군 요구도에 해당하는 기술군은 제외하고 민간무인항공기에 적용하여야 할 항목으로 최종 도출함.
- 민간무인항공기 개발에 필요한 주요 핵심기술 요소별 분석결과에 기초하여, 고위험 기술은 자율비행 관련한 기술로서 다음 세 가지 항목으로 식별됨.
  - 충돌감지 및 회피 기술 / 자동이착륙 기술 / 함상이착륙 기술

□ 고위험 기술 획득방안 수립

- 국내개발 추진 시의 효과적인 기술확보가 가능한 방안을 개략 검토하여 제안사항을 도출함.
- 국내개발 추진 시 고위험 기술의 개발 리스크와 국내 기술수준을 고려하여 단계화된 기술개발 방안을 검토하여 제시함.
- 기술확보를 위한 연구개발 방안을 국외기관의 참여 여부에 따라 국내연구개발과 국제공동연구개발로 구분하여 다양한 계약형태와 주요 사업 사례를 검토함.
- 특히 본 연구에서 고위험기술로 식별된 충돌감지 및 회피, 자동이착륙, 함상이착륙 등의 자율비행 기술은 무인항공기 개발에서 가장 핵심적인 기술로서, 해외 선진국들도 완전자동화를 목표로 연구를 계속하고 있으며 개발 리스크도 가장 높다고 평가됨.

4. 민간무인항공기 운용시설 구축방안 및 운용 핵심기술 도출(세부내용 2-2)

가. [성과 15] 민간무인항공기 운용시설 구축방안 보고서

□ 운용시설 및 인프라 구축방안

- 기존 공항시설 내에 다목적 민간무인항공기용 공항시설 구축을 기반으로 하는 운용시설 구축방안을 도출함
- 민간무인항공기용 공항시설은 계류장을 포함하는 부지에 다목적 격납고를 구축하여 민간무인항공기 통제소 및 정비유지보수, 임무수행 장비보관, 교육훈련, 임무브리핑 등의 부수적인 임무수행이 한 곳에서 가능하도록 하는 방안을 제시함
- 민간무인항공기용 유도/항행시설 구축 시 기존 유인항공기 시설을 활용할 수 있도록 민간무인항공기 통제소를 통한 정보공유가 가능하도록 하되 민간무인항공기의 보다 정밀한 유도/항행을 수행하기 위해 필요한 최신 시설들을 조사 및 분석하였고 이를 토대로 다목적 격납고 옥상 또는 기존 공항 내 토목시설물 주변에 해당 시설 최적 구축위치를 도출함
- 민간무인항공기용 통신/통제시설 구축과 관련하여 가시영역(LOS)/비가시영역(BLOS)을 구분하여 조사 및 분석하였고 해당 시설의 구축은 다목적 격납고

옥상에 설치하여 민간무인항공기 통제소로 집중될 수 있도록 하는 방안을 제시함.

□ 유/무인 혼용운용 기법/절차 연구

- 국내 유인항공기 관제절차 분석을 통하여 향후 국내 공역에서 유/무인항공기 혼용운용 시 별도로 추가되는 관제사 업무 분석 기반자료 확보함
- 해외 무인항공기 관제/운용절차 분석을 통하여 국내 유/무인항공기 혼용운용 방안 획득 및 국내 유/무인항공기 혼용운용 관제절차 및 시스템 구축방안 효과적 도출함
- 차세대 항공교통시스템(NextGen) 분석을 통해 국내 유/무인항공기 혼용운용 시 안전성, 운용효율성 증대 및 환경개선기능 포함된 기법/절차 도출함

나. [성과 16] 민·군 연계협력 방안 검토 보고서

□ 국내 활용가능 군 인프라 파악 및 활용가능성 분석

- 현 국내 비행장 중 비행시험을 위한 시설로는 고흥항공센터가 유일 하며, 민수 및 군용 개발 항공기의 비행시험 장으로 연계 활용 중
- 방산사업의 경우 개발 항공기의 비행시험에 군 운용 비행장의 이용을 지원하고 있음
- 현재 육군 운용 비행장 중 5개 비행장이 무인항공기 운용에 활용되고 있으며, 이중 1개 비행장만이 무인항공기 전용 비행장으로 활용중.
- 공공기관 및 민간업체 운용 무인항공기의 대부분이 소형 핸드론치 및 수직이착륙 형으로 비행장 소요 부재에 따른 이용 사례 없음
- 주요 민간 개발업체 및 3개 민간업체는 기 개발된 군용무인항공기의 성능개량 및 개조를 통한 민간무인항공기 개발 노력을 다각적으로 검토 중에 있음.

□ 군 인프라 민간연계 협력방안 제시

- 군용 시설 민간연계 및 군 무인항공기 인증체계 적용 방안을 제시를 위한 인프라 분석함
  - 민용(감항증명) : 감항성이 있다는 증명
  - 군용(감항인증) : 군용기가 감항성을 가지고, 요구된 항공기 체계의 성능과

기능을 발휘할 수 있음에 대한 정부의 인증

- 협력방안 분석결과, 국내 민군 운용 비행장 활용의 현실적 어려움
  - 보안 상 군사시설의 민 활용 불가 하나 민·군 공동개발의 경우 활용 가능
  - 대정부 차원의 국방부/국토교통부 군 인프라 활용 MOU 체결
- 비행장 이외의 개발 및 운용 인프라
  - 군 개발사업 참여업체 기 보유 상태
  - 개발업체의 국토교통부과제 참여를 통한 활용 가능
  - 군사기밀 이외 항목은 대 정부 협력차원에서 활용 가능

다. [성과 17] 민간무인항공기 항공교통관제절차(안)

□ 기존의 유인항공기용 항공교통관제절차인 국토교통부고시 제 2013- 100호를 기반으로 무인항공기를 위한 항공교통관제절차(안)을 도출함

□ 무인항공기의 민간공역 내 관제 시 항공법에 따른 항공교통관제목적을 기본적으로 준수하고 유/무인항공기 혼용운용 시 기존 관제사의 과도한 업무가중 및 변경상황을 미연에 방지함을 목적으로 함

□ 무인항공기의 특수한 운영상황을 기존의 민간공역 내 유인항공기들 관제에 최대한 영향을 주지 않고 최소한의 업무변경, 추가를 통해 유/무인항공기 혼용운용이 가능하도록 무인항공기 내부조종사(RPAS operator)와 비행장/접근/항로관제사와의 실시간 음성통신기반 관제상황을 가정하여 수행함

□ 기존 절차의 삭제 없이 수정, 추가 작업만으로 수행되었으며 단순개정과 심도있는 분석 후 개정으로 구분하여 결과를 도출하였음, 특히 ICAO의 RPAS Manual에 근거한 국제적인 규약에 따라 무인항공기만을 위한 개정안을 APPENDIX를 신설하여 추가하여 좀 더 현실적인 무인항공기용 항공교통관제절차(안)이 되도록함

□ 기존 유인항공기용 항공교통관제절차 분석 및 무인항공기를 위한 개정(초안) 요약과 민간무인항공기 항공교통관제절차(안) 현행, 개정(안) 대조표를 수록함 (본문 3장-4절-성과17 참조)

라. [성과 18] 민간무인항공기 운용핵심기술 개발계획

□ 핵심기술 획득방안

- 국내 기술성숙도(TRL) 수준에 따른 기술개발 주체 분류함.
  - 항공교통관제 기술
  - 충돌 감지 및 회피 기술
  - 자율화 기술/안전 기술

□ 핵심기술 개발계획

- 민간무인항공기 운용 핵심기술 로드맵을 수립함
  - 공역통합 일정 및 단계별 목표는 ICAO의 ASBU를 기준으로 함
  - 단 국내 여건을 고려하여 공역통합 일정은 다음에 따름
- 단계별 무인항공기 운용 시나리오를 전제로 핵심기술 로드맵을 작성함.

<table>
<tr><th>구분</th><th>1단계 (현재 ~ 2020)</th><th>2단계 (2021 ~ 2028)</th></tr>
<tr><td>운용방식</td><td>유·무인항공기 분리 운용</td><td>유·무인항공기 통합 운용 시작 및 완전 통합</td></tr>
<tr><td>항공교통관제 기술</td><td rowspan="2">2단계 초에 초기 운용이 가능할 정도의 기술 성숙.
단, ABDAA 기술의 경우 2단계 초에 운용 곤란</td><td rowspan="2">- 고성숙 기술 2단계 초·중반에 완전히 성숙

- 저성숙 기술 2단계 말에 완전히 성숙</td></tr>
<tr><td>충돌감지 및 회피 기술</td></tr>
<tr><td>자율화 기술</td><td rowspan="2">기술개발 자원 우선 투입</td></tr>
<tr><td>안전 기술</td></tr>
</table>

- 민간무인항공기 운용 핵심기술 개발요구도 수립를 위해 앞에서 정리된 핵심기술개발 로드맵을 기반으로 13개 기술 분야별 RFP를 제시함
  - 핵심기술개발 로드맵의 1단계 내에서 복수의 기술개발 성숙단계가 존재하는 아래 3개 기술의 경우, RFP는 하나로 작성하되 내용은 각 기술성숙 단계별로 구분하여 작성함

□ 핵심기술 분석

- 민간무인항공기에 필요한 핵심기술 기준을 설정함
  - 기 선정한 민간무인항공기 핵심기술에 대하여 정량적, 정성적 성능 요구도를 제시 및 정량적 기준 설정함
  - 개발된 기술과 비교하여 무인항공기를 운용하기 위해 만족해야 할 기술성숙도(TRL) 제시함.

5. 무인항공기 중장기 로드맵 수립(세부내용 3-1)

가. [성과 19] 민간무인항공기 중장기 로드맵

□ 국내외 무인항공기 분류 체계 분석

- 국내 및 미국 FAA, 영국, 호주 등의 무인항공기 분류체계를 조사함.
  - 항공법, 동법 시행령, 동법 시행규칙에 의하면 현재 국내 항공기는 무게를 기준으로 구분되어 있음

□ 국내 무인비행장치 제도 현황 조사

- 국내 무인비행장치 제도에 대한 현황을 조사함

□ 무인항공기 적용 가능한 국내 법·규정 현황 조사

- 항공기 관련 항공법 규정, 경량항공기 관련 항공법, 초경량비행장치 관련 항공법 규정 및 국내외 무인항공기 기술기준 수립 현황을 조사함

□ 중장기 로드맵 단계 구분

- 무인항공기 운용 조건에 따른 중장기 로드맵 단계를 제시함.
  - VLOS, E-VLOS, B-VLOS, RLOS 및 B-RLOS 로 구분됨.
- 국내 로드맵에서는 150kg 이상 무인항공기가 Radio 범위 내에서 초기적으로 운용될 수 있는 기술을 ICAO Module N° B1 단계에서 검토할 수 있도록 제안함.

□ 민간무인항공기 실용화 기반 조성 중장기 로드맵 제시

- 로드맵 항목은 다음과 같으며 관련 도출근거 및 로드맵 항목은 보고서 본문 참조바람.
  - 운항기준 수립 로드맵
  - 형식/감항기준 수립 로드맵
  - 운용자 승인 제도 수립 로드맵
  - 항공종사자 자격(무인항공기 관련) 제도 수립 로드맵
  - 무인항공기 운용 시스템 보안 방안 수립 로드맵
  - 민간무인항공기 운용 인프라 구축 로드맵
  - 민간무인항공기 법제화 로드맵
  - 민간무인항공기 운용 핵심기술 로드맵

V. 연구목표 달성 및 효과

□ 본 최종보고서의 연구 분야별 최종목표 달성도는 다음과 같음.

핵심성과	세부연구내용	목표(성능) 기준	달성도 (%)	성과지표		담당 기관
				목표치	달성치	
[성과 1] 무인항공기 인증체계 및 기술기준(안)	▪ 민간무인항공기 인증체계 기초연구	• 법규/절차 정책 제안 • 기술기준(안) 제시 • 시범인증 방안 제시	100	논문: 2건 보고서: 1건 기준(안): 1건	논문: 2건 보고서: 1건 기준(안): 1건	KARI
	▪ 우리나라 민간무인항공기 인증체계(안) 제시					
	▪ 민간무인항공기 기술기준(안) 제시					
	▪ 시범인증 방안 제시					
[성과 2] 군 무인항공기 감항인증기술기준 분석보고서	▪ 군용항공기 감항인증 기술기준 분석	• 감항인증 적용 방안 제시	100	논문: 3건 보고서: 1건	논문: 5건 보고서: 1건	항공대
	▪ 군용무인항공기 감항인증 기술기준 분석					
	▪ 민간무인항공기 감항인증 기술기준 적용방안 연구					
[성과 3] 민간무인항공기 운항기술기준(안)	▪ 무인항공기 운용 환경을 고려한 변경	• 운항기술기준(안) 제시 • 다부처 RFP 작성	100	논문: 1건 보고서: 1건 기준(안): 1건 협력: 2건 RFP: 1건	논문: 4건 보고서: 1건 기준(안): 1건 협력: 2건 RFP: 1건	항공안전 기술원
	▪ 운용기법 및 절차 수립					
	▪ 다부처 RFP 작성(국토부 분야)					
	▪ 법 제.개정 전문가 검토					
	▪ 운항기술기준(안) 작성					
[성과 4] 민간무인항공기 사생활 보호기준 연구	▪ 무인항공기의 사생활 침해 유형 자료 분석	• 사생활 보호법 정책 제안	100	논문: 1건 보고서: 1건	논문: 1건 보고서: 1건	항공안전 기술원
	▪ 무인항공기의 사생활 침해 유형 조문 작성					
[성과 5] 민간무인항공기 운영자의 법적 책임	▪ 무인항공기 운용자의 범위	• 운영자 법적책임 및 해결방안 제시	100	논문: 0건 보고서: 1건	논문: 1건 보고서: 1건	항공안전 기술원
	▪ 무인항공기 운영자의 책임 조항					
	▪ 무인항공기 운영자의 사고 개념과 유형					
	▪ 무인항공기 운영자의 법적 책임의 연구동향					
	▪ 무인항공기 운영자의 법적 책임의 검토					
[성과 6] 민간무인항공기 종사자 자격/교육 제도(안)	▪ 민간무인항공기 종사자 자격제도 구축	• 교육제도 및 전문교육기관 지정 요건(안) 제시 • 무인항공기 종사자 자격 기준(안) 제시	100	논문: 1건 보고서: 1건 기준(안): 1건	논문: 0건 보고서: 1건 기준(안): 1건	항공안전 기술원
	▪ 민간무인항공기 교육 제도 구축					
	▪ 민간무인항공기 항공신체검사 기준 작성					

[성과 7] 민간무인항공기 운영자 승인제도(안)	▪ 국내 무인항공기 운영자 현황 분석 ▪ 외국 무인항공기 운영자 현황 분석 ▪ 민간무인항공기 운영자 승인 기준	• 운영자 승인절차(안) 제시	100	논문: 1건 보고서: 1건 기준(안): 1건	논문: 0건 보고서: 1건 기준(안): 1건	항공안전기술원
[성과 8] 민간무인항공기 국내법 법제화 기본 연구	▪ ICAO의 법제화 동향 및 실제 사례의 연구 ▪ 주요 외국의 법제화 동향 및 사례의 연구 ▪ 우리나라의 법제화 현황 연구 ▪ 국내법 법제화 방안	• 국내법 법제화(안) 제안	100	논문: 0건 보고서: 1건	논문: 1건 보고서: 1건	항공안전기술원
[성과 9] 유무인항공기 통합검증 시뮬레이션 시스템 개발	▪ 국내·외 동향 분석 및 시스템 기초 설계 ▪ 시스템 상세 설계 및 개발 ▪ 시스템 연동시험 및 시연 결과	• ATC 시뮬레이션 ICD 및 연동시험 • 관제 시뮬레이션 연동시험 • 유인항공기 시뮬레이션 연동시험 • 무인항공기 시뮬레이션 연동시험 • 시나리오 수립	100	논문: 4건 보고서: 1건 시제품: 1건 SW: 1건	논문: 10건 보고서: 1건 시제품: 1건 SW: 1건	항공안전기술원 /인하대 /항공대 /세종대
[성과 10] 시범사업계획 검토 보고서	▪ 국내 잠재수요기관 요구사항 조사 ▪ 해외 시범사업 사례 조사 ▪ 시범사업계획 종합	• 시범사업계획서 제시	100	보고서: 1건	보고서: 1건	KAI
[성과 11] 국내외 민간무인항공기 기술수준 조사보고서	▪ 국내 기술수준 평가 ▪ 국내 미성숙 기술요소 식별 및 확보 방안 수립 ▪ 해외 기술수준 평가	• 민간무인항공기 기술 및 조사분석 결과 제시	100	보고서: 1건	보고서: 1건	KAI
[성과 12] 전문조사기관을 이용한 수요분석서	▪ 수요자 설문 개요 ▪ 설문조사 결과 요약 ▪ 설문조사 결과 분석	• 설문조사를 통한 수용 분석서 제시	100	보고서: 1건	보고서: 1건	항공안전기술원

[성과 13] 민간무인항공기 운용개념 검토 보고서	▪ 민간용 무인항공기 개념 및 운용 조건 ▪ 민간용 무인항공기의 운용개념 이해 ▪ 민간용 무인항공기 활용 수요처 및 요구성능 조사 ▪ 다수 수요처 임무 분석을 통한 최적 운용개념 도출 ▪ 국내 민간용 무인항공기 운용개념 발전 제시	• 민간무인항공기의 운용 개념 및 요구성능 제시	100	보고서: 1건	보고서: 1건	대한항공
[성과 14] 고위험 기술요소 획득방안 검토보고서	▪ 무인항공기 운용자의 범위 ▪ 무인항공기 운영자의 책임 조항 ▪ 무인항공기 운영자의 사고 개념과 유형 ▪ 무인항공기 운영자의 법적 책임의 연구동향 ▪ 무인항공기 운영자의 법적 책임의 검토	• 안전 및 인증 관련 핵심요구사항 및 기술조사분석 결과 제시	100	보고서: 1건	보고서: 1건	KAI
[성과 15] 민간무인항공기 운용시설 구축방안 보고서	▪ 민간무인항공기 고위험 기술요소 식별 ▪ 고위험 기술 획득방안 수립	• 시범사업에 요구되는 인프라 구축방안 제시 • 운용시설 조사/분석 및 시설 구축방안 제시	100	논문: 3건 보고서: 1건	논문: 3건 보고서: 1건	KAIST
[성과 16] 민·군 연계협력 방안 검토 보고서	▪ 국내 활용가능 근 인프라 파악 및 활용가능성 분석 ▪ 군 인프라 민간연계 협력방안 ▪ 해외 민·군 무인항공기 연계활용 사례 ▪ 국내 민군 연계협력 방안	• 군 인프라 구축 현황 및 활용방안 제시	100	보고서: 1건	보고서: 1건	대한항공
[성과 17] 민간무인항공기 항공교통관제절차(안)	▪ 민간무인항공기 항공교통관제 동향 ▪ 무인항공기 항공교통관제절차 초안 작성	• 유/무인 혼용운용 구축 사례 조사 • 유무인 혼합 항공교통관제절차(인) 제시	100	논문: 4건 보고서: 1건	논문: 3건 보고서: 1건	KAIST
[성과 18] 민간무인항공기 운용핵심기술 개발계획	▪ 핵심기술 획득방안 ▪ 핵심기술 개발계획 ▪ 핵심기술 분석	• 핵심기술개발 RFP 작성 • 핵심기술개발 로드맵 작성 • 핵심기술 성능요구도 제시	100	논문: 4건 보고서: 1건	논문: 2건 보고서: 1건	KARI /KAIST

[성과 19] 민간무인항공기 중장기 로드맵	▪ 국내외 로드맵 및 규정 현황	• 중장기 로드맵 제시	100	보고서: 1건 로드맵: 1건	보고서: 1건 로드맵: 1건	항공안전기술원/항공대/KARI
	▪ 로드맵 작성					
	- 법제화 로드맵					
	- 운용 핵심기술 로드맵					
	- 운항로드맵 등(운항 및 감항기준/운영자 승인제도/항공종사자 자격제도/운용시스템 보안방안수립/운용 인프라 구축 로드맵)					
	▪ 로드맵 분석 및 제시					
계			100	논문: 24건 보고서: 19건 기준(안): 4건 시제품: 1건 SW: 1건 협력: 2건 로드맵: 1건 RFP: 1건	논문: 32건 보고서: 19건 기준(안): 4건 시제품: 1건 SW: 1건 협력: 2건 로드맵: 1건 RFP: 1건	

□ 연구결과 및 기대효과

- 무인항공기 분야는 전 세계적으로도 정책 변화 및 기술 발전이 급격하게 이루어지고 있으므로, 국제적인 공조체제를 구축함과 동시에 우리나라 국익에 이바지할 수 있도록 선도적인 연구 및 정책 반영이 필요함.
- 국내의 발달된 무인항공기 기술과 IT 기술을 접목하여, 민간무인항공기 인증·운영체계 등 실용화 기술 개발을 국제적 추세에 뒤지지 않도록 추진한다면 국산 민간무인항공기 보급기반을 구축할 수 있을 것임.

Ⅵ. 연구성과 활용계획

□ 민간무인항공기의 인증체계 및 운항기술기준(안)의 수립을 통해 국내 민간무인항공기 시범인증 사업에 활용이 가능하며 향후 안전운항 체계 수립이 가능함

□ 종사자 자격/훈련 제도(안) 및 운용자 승인제도(안)에 따라 민간무인항공기의 산업화가 가속될 수 있음.

□ 사생활보호법(안)은 무인항공기로부터 야기되는 개인의 사생활 침범 문제점에 대한 법적 테두리를 명시함에 따라 무인항공기로 안전하게 개인의 생활을 영위할 수 있음.

□ 국제항공기구에서 진행 중인 민간무인항공기 운용 관련 국제 표준화 제정에 본 과제의 결과가 반영될 수 있으며 이를 바탕으로 국제적인 민간무인항공기의 공역통합 정책에 부합하는 국내 민간무인항공기 운용 핵심기술 개발 로드맵을 작성할 수 있음.

□ 군용항공기 감항인증기준 및 프로세스연구와 군용무인항공기 기술기준요구도(USAR) 및 가용 적합성검증(MOC) 방법을 분석하고 시스템 안전 평가에 대한 기준을 제시하여 국내 민간용 무인항공기 감항 인증기술 기준 제정 및 감항 인증 체계 구축을 위한 기초자료로 유용하게 사용될 수 있음.

□ 공역 시뮬레이션을 적용한 유·무인항공기 혼합 시뮬레이션은 민간무인항공기의 국가공역 진입에 대한 안정성을 검증하고, 모의 시험적 운영을 위한 테스트베드(Test Bed) S/W로 활용할 예정이며 다음에 활용 가능함.

□ 유·무인항공기 혼합 시뮬레이션은 유·무인항공기 혼합운영 기법과 절차에 대한 연구를 통하여 운항기술기준 개발 및 고시 지원을 위한 기초 자료로도 활용 가능함.

□ 이러한 연구개발성과들은 2년간의 짧은 기간에 완벽하게 최종적인 목표를 성취한다기보다 향후 10여년 이상 무인항공기의 민수화가 진행되는 과정을 통해서 계속해서 진화/발전 시켜야 함 (새로운 무인항공기 기종에 따라 운용 시나리오가 새롭게 개발/변경되며, 이에 따른 혼합운용 기법 및 절차 개발 필요함.)

□ 세부과제별 연구내용에 대한 전략목표와 최종성과물은 인증기술기준, 운항기술기준 등 법·제도 구축, 민간무인항공기 개발 기반 구축 등에 활용될 수 있음.

여백 페이지입니다.

SUMMARY

Now the ICAO leads the integration of civil RPAS into the manned aviation system and prepares the regulatory framework for harmonizing the international integrated operation.

Until 2018 ICAO will amend and legislate SARP in accordance with ASBU for safe integrated operation and Korea shall respond it.

Korea shall establishes and participates in the international level regulatory framework for future usage related to civil RPAS industry development as the member of international aviation community. also, Korea domestic aircraft manufacturing and aerial work industry focus on the application of civil RPAS.

The Korea CAA of MOLIT as a civil aviation certification authority paves the way to establish regulatory framework to address the the emerging civil RPAS market

This project has completed the draft of international level of civil RPAS safety and operation regulations for the integration of manned and unmanned aircraft integration in the national airspace in consultant with experts and through the coordination of NASA, Boeing and NLR .

The simulation for the verification of operational regulation draft has been completed and verified the effectiveness with scenarios based on it.

The key technologies for the integration of manned and unmanned aviation has been identified and the requirements are established and the RPAS unique infrastructure for manned and unmanned aviation has been studied to provide the regulator with the technical informations.

Korea civil RPAS midtime roadmap has been established and revised with the domestic expert's consultation gathered in the public hearing for the direction of industry development.

Deliverables consist of 19 reports, 7 papers published in main journals, and 25 presentations in the conferences in consultant with the experts to secure the quality of them.

The results of this project will be used in the continuing multi-ministry project establishing the framework for the integration of manned and unmanned aviation in the national airspace until 2020 and also in participating in the international aviation community of ICAO for harmonized international addressing the RPAS regulatory frameworks.

CONTENTS

Chapter 1. Overview ····· 1

Chapter 2. Details and Outcomes ····· 49

Chapter 3. Final Results and Deliverables ····· 59

Chapter 4. Objects Achievements and Impacts ····· 475

Chapter 5. Usage of Results and Necessity of Further Studies ····· 487

Chapter 6. Conclusion ····· 489

< Reference > ····· 491

< Appendix > ····· 495

< Annex > ····· 692

목 차

1 장. 연구개발 개요 ····· 1

1 절. 연구개발 배경 ····· 1

1. 연구 배경 ····· 1

2. 연구 주요 추진경과 ····· 2

3. ‘민간무인항공기’ 란 무엇인가? ····· 3

2 절. 연구개발 필요성 ····· 5

1. 국내 · 외 민간무인항공기 동향 ····· 5

2. 연구개발 필요성 ····· 10

3. 연구목표 ····· 11

4. 연구범위 ····· 11

3 절. 주요 연구내용 및 진행현황 ····· 13

1. 주요 연구내용 ····· 13

2. 연구 진행현황 ····· 16

4 절. 국내 유사 연구 현황 ····· 19

1. 개요 ····· 19

2. 국내 유사 연구 주요 내용 ····· 19

3. 연구개발의 차별화 방안 ····· 25

5 절. 국내·외 기술개발 현황 ····· 27

1. 인증체계 분야 ····· 27

2. 운항기준 분야 ····· 29

3. 무인항공기 시범운용 분야 ····· 31

4. 무인항공기 운용기술 및 활용 분야 ····· 35

5. 무인항공기 개발 현황 ····· 37

2 장. 연구개발 수행 내용 및 결과 ····· 49

1 절. 연구수행 전략 및 방법 ····· 49

1. 연구수행 전략(비전 목표) ····· 49

2. 연구수행 방법 ·····50

3 장. 최종 연구 성과 및 실적 ·····59

1 절. 민간무인항공기 안전성 인증기준 연구(세부내용 1-1) ·····59

1. [성과 1] 무인항공기 인증체계 및 기술기준(안) ·····59

2. [성과 2] 군 무인항공기 감항인증기술기준 분석보고서 ·····82

2 절. 민간무인항공기 운항기술기준 연구(세부내용 1-2) ·····100

1. [성과 3] 민간무인항공기 운항기술기준(안) ·····100

2. [성과 4] 민간무인항공기 사생활 보호기준 연구 ·····134

3. [성과 5] 민간무인항공기 운영자의 법적 책임 ·····141

4. [성과 6] 민간무인항공기 종사자 자격/교육 제도(안) ·····163

5. [성과 7] 민간무인항공기 운영자 승인제도(안) ·····180

6. [성과 8] 민간무인항공기 국내법 법제화 기본 연구 ·····199

7. [성과 9] 유무인항공기 통합검증 시뮬레이션 시스템 개발 ·····214

3 절. 국산 민간무인항공기 시범인증 연구(세부내용 2-1) ·····247

1. [성과 10] 시범사업계획 검토 보고서 ·····247

2. [성과 11] 국내외 민간무인항공기 기술수준 조사보고서 ·····268

3. [성과 12] 전문조사기관을 이용한 수요분석서 ·····286

4. [성과 13] 민간무인항공기 운용개념 검토 보고서 ·····292

5. [성과 14] 고위험 기술요소 획득방안 검토보고서 ·····320

4 절. 민간무인항공기 운용시설 구축방안 및 운용 핵심기술 도출(세부내용 2-2) ··338

1. [성과 15] 민간무인항공기 운용시설 구축방안 보고서 ·····338

2. [성과 16] 민 · 군 연계협력 방안 검토 보고서 ·····364

3. [성과 17] 민간무인항공기 항공교통관제절차(안) ·····384

4. [성과 18] 민간무인항공기 운용핵심기술 개발계획 ·····405

5 절. 민간무인항공기 중장기 로드맵 수립(세부내용 3) ·····436

1. [성과 19] 민간무인항공기 중장기 로드맵 ·····436

4 장. 연구목표 달성 및 효과 ·····475

1 절. 연구개발 최종목표 달성도 ·····475

2 절. 연구개발 성과의 효과 ·····479
1. 기술적 효과 분석 ·····480
2. 경제적 효과 분석 ·····480
3. 사회적 효과 분석 ·····480
3 절. 연구과제 추진 일정표 ·····483

5 장. 연구성과의 활용 및 추가연구 필요성 ·····487
1 절. 연구성과 향후 활용방안 ·····487
2 절. 추가연구 필요성 ·····488

6 장. 결론 ·····489

< 참고문헌 > ·····491

< 부록 > ·····495
부록 1. 민간무인항공기 약어집 ·····497
부록 2. 논문실적 및 증빙 ·····505
부록 3. 전문가 자문 검토의견 ·····561
부록 4. 연구개발과정에서 수집된 해외과학기술정보 ·····597
부록 5. 연구개발 변경사항 ·····599
부록 6. 자체평가 의견서 ·····603
부록 7. 연구개발결과 활용계획서 ·····627
부록 8. 다부처 과제 경제성 분석 ·····662

< 별책 > ·····692

표 목 차

<표 1-1> 전 세계 무인항공기 시장 규모 ·····5
<표 1-2> 전 세계 무인항공기 생산량 및 시장 규모 ·····5
<표 1-3> 한국 군용무인항공기 시장 생산대수 예측 ·····6
<표 1-4> 2025년까지 국내 무인항공기 수요예측 ·····6
<표 1-5> 우리나라의 민간용 무인항공기 시장 예측 ·····7
<표 1-6> 민간무인항공기 실용화를 위한 기반조성 연구 주요내용 ·····13
<표 1-7> 연구 분야별 추진 실적 ·····16
<표 1-8> 송골매 제원 ·····40
<표 1-9> 사단급 무인항공기 제원 ·····41
<표 1-10> 스마트 무인항공기 제원 및 성능 ·····43
<표 1-11> 국가별 무인항공기 대표 기종 ·····45
<표 2-1> 민간무인항공기 실용화를 위한 기반조성 연구 수행 방법 ·····51
<표 3-1> 무인항공기 Complexity Level에 따른 분류 ·····70
<표 3-2> 기술기준(안) 개발 대상 선정 배경 ·····76
<표 3-3> 유인항공기 및 무인항공기 기술기준 명칭 ·····76
<표 3-4> 무인항공기 시범인증을 위한 인증절차 ·····81
<표 3-5> 프랑스 감항인증 기술기준 ·····82
<표 3-6> 미국 감항인증 기술기준 ·····83
<표 3-7> 미국 무인항공기 분류 ·····88
<표 3-8> 영국 무인항공기 분류 ·····89
<표 3-9> 독일 무인항공기 분류 ·····89
<표 3-10> 대한민국 무인항공기 감항인증기준 ·····90
<표 3-11> 위험도 평가 ·····91
<표 3-12> 위험도 평가 시스템 ·····92
<표 3-13> 군용무인항공기 감항인증 기술기준 ·····93
<표 3-14> STANAG 4671 구조 ·····93
<표 3-15> 민간무인항공기 감항인증 기술기준 ·····95
<표 3-16> STANAG 4671 기술기준 ·····96
<표 3-17> 무인항공기 운항기술기준 목차 ·····109
<표 3-18> 항공법 제23조의4 ·····140
<표 3-19> 국내 무인항공기 등록 현황 ·····180

<표 3-20> 국가별 운영자 승인 현황 (UVS International forum(2014.5.27.) ……183
<표 3-21> 영국의 무인항공기 분류(참고문헌, CAP722) 무인항공기 ……185
<표 3-22> 무인항공기 운영을 위한 고려 사항 ……186
<표 3-23> 항공법 시행규칙 〔별표 63의3〕 <개정 2013.3.23.> ……187
<표 3-24> 현행 무인비행장치 안전관리 제도 ……187
<표 3-25> 항공법시행규칙 〔별표 54〕 <개정 2013.3.23> ……189
<표 3-26> 항공기 분류 ……220
<표 3-27> 시나리오에 따른 비행 방식 및 활용범위ㅊ ……228
<표 3-28> 시나리오 단계 별 개선방향 및 제반요건 ……230
<표 3-29> 시나리오 단계 별 개선방향 및 제반 요건 ……231
<표 3-30> 시나리오 단계 별 개선방향 및 제반 요건 ……234
<표 3-31> 인근 경량항공기 비행경로 ……235
<표 3-32> 시나리오 단계별 개선방향 및 제반 요건 ……236
<표 3-33> 시나리오 단계별 개선방향 및 제반 요건 ……243
<표 3-34> 시스템 스트레스 테스트 결과 ……243
<표 3-35> 국내 공공·민간 기관 요구사항 조사 ……247
<표 3-36> 국내 공공·민간 기관 요구사항 조사 ……248
<표 3-37> 계층적 분석방법(AHP) ……249
<표 3-38> 가상 제품군 성능수준 가정 ……251
<표 3-39> 가상 제품군 상대적 선호도 ……251
<표 3-40> 인터뷰 응답 내용 ……252
<표 3-41> 기관에 대한 세부 운용임무 요구사항 ……253
<표 3-42> 미국 기관에 대한 세부 운용임무 요구사항 (시험장 1, 2, 3) ……258
<표 3-43> 기관에 대한 세부 운용임무 요구사항 (시험장 4, 5, 6) ……259
<표 3-44> 유럽 기관에 대한 세부 운용임무 요구사항 (시험장 1, 2, 3) ……260
<표 3-45> 유럽 기관에 대한 세부 운용임무 요구사항 (시험장 4, 5, 6) ……261
<표 3-51> 대상 무인항공기 형태 ……268
<표 3-47> 국내 기술수준 평가 결과 ……271
<표 3-48> 미성숙 기술요소 확보방안 ……282
<표 3-49> 주요국 기술수준 및 판단 근거 ……283
<표 3-50> 설문조사 사례수 및 비율 ……287
<표 3-51> 공공용 민수용 무인항공기 적정 요구성능 ……315
<표 3-52> 임무단계별 임무형상(mission profile) (예) ……319

<표 3-53> 민간무인항공기 주요 핵심기술 ·····322
<표 3-54> 데이터링크 기술 ·····329
<표 3-55> 국내 개발 중인 무인항공기 엔진 형태 ·····331
<표 3-56> 고위험 기술요소 식별 ·····333
<표 3-64> 후보지별 공항확장 가능성 평가 ·····346
<표 3-58> BLOS C2를 위한 위성통신 종류 ·····356
<표 3-59> 주요 체계 및 시제개발 업체 현황 ·····364
<표 3-60> 주요 체계개발 기관 현황 ·····364
<표 3-61> STANAG 4671 항목별 구성 ·····374
<표 3-62 > 2장 개정안 요약 ·····387
<표 3-63 > 3장 개정안 요약 ·····390
<표 3-64> 4장 개정안 요약 ·····392
<표 3-65> 5장 개정안 요약 ·····393
<표 3-66> 무선통신 두절 3단계 ·····394
<표 3-67> 6장 개정안 요약 ·····395
<표 3-68> 7장 개정안 요약 ·····397
<표 3-69> 10장 개정안 요약 ·····400
<표 3-70> APPENDIX 요약 ·····402
<표 3-71 > 항공교통관제 기술명 및 획득방안 ·····405
<표 3-72> 충돌감지 및 회피 기술 획득방안 ·····406
<표 3-73> 자율화 기술 획득방안 ·····407
<표 3-74 > 안전 기술 획득방안 ·····407
<표 3-75> Thread 90 모듈 요약 정리 ·····409
<표 3-76> ASBU 무인항공기 공역통합 로드맵 요약 ·····411
<표 3-77> 핵심기술 로드맵 요약 ·····412
<표 3-78> 항공교통관제 기술개발 로드맵 요약 ·····413
<표 3-79> 충돌감지 및 회피 기술개발 로드맵 요약 ·····414
<표 3-80> 자율화 기술개발 로드맵 요약 ·····416
<표 3-81> 안전 기술개발 로드맵 요약 ·····417
<표 3-82> 종합 핵심기술개발 로드맵 요약 ·····418
<표 3-83> 안전성입증 기술 성능요구도 ·····433
<표 3-84> 항공교통관제 기술 성능요구도 ·····434
<표 3-85> 보안 기술 성능요구도 ·····434

<표 3-86> 충돌감지 및 회피 기술 성능요구도 ·····435
<표 3-87> 자율화 기술 성능요구도 ·····435
<표 3-88> 미국 무인항공기 분류 체계 ·····436
<표 3-89> 영국 무인항공기 분류 체계 ·····436
<표 3-90> 호주 무인항공기 분류 체계 (무게) ·····437
<표 3-91> 호주 무인항공기 분류 체계 (고도) ·····437
<표 3-92> 국내 유·무인항공기 분류 현황 ·····438
<표 3-93> 국내 초경량비행장치 공역 위치 ·····441
<표 3-94> C2 링크 형식에 따른 통신 성능 요구조건 예시 ·····444
<표 3-95> 유럽의 원격조종항공기시스템 인증 규정 수립 현황 ·····446
<표 3-96> 초경량 비행장치 기체 제한 범위 (출처 : 교통안전공단) ·····450
<표 3-97> ICAO 분류에 따른 국내 분류 제안 ·····452
<표 4-1> 연구 분야별 추진 실적 ·····475
<표 4-2> 무인항공기의 파급효과 내용 및 근거 ·····479
<표 4-3> 무인항공기 활용분야 ·····481

그 림 목 차

<그림 1-1> 전 세계 무인항공기 생산량 및 시장 규모 ·····6
<그림 1-2> UAS integration in the NAS ·····32
<그림 1-3> SINUE 개념도 ·····33
<그림 1-4> 미국의 대표적 무인항공기 ·····38
<그림 1-5> 군단급 무인항공기 RQ-101 송골매 ·····40
<그림 1-6> 사단급 무인항공기 형상 ·····41
<그림 1-7> 차기 군단 정찰용 무인항공기 예상 형상 ·····41
<그림 1-8> 중고도 정찰용 무인항공기 예상 형상 ·····42
<그림 1-9> 스마트무인항공기 운용개념도 ·····43
<그림 1-10> 단계별 체계개발 목표 ·····44
<그림 2-1> 연구수행 전략 ·····49
<그림 3-1> ICAO SAPRS 제정 등 무인항공기 관련 일정 ·····100
<그림 3-2> 미국의 국가공역으로 통합 계획 ·····103
<그림 3-3> 유럽 무인항공기 공역 통합 일정(안) ·····104
<그림 3-4> 국내 항공법규 체계 ·····105
<그림 3-5> 무인항공기 운항기술기준 작성 흐름도 ·····107
<그림 3-6> 비교차이분석의 예 (제5장 무인항공기 성능 운용 제한) ·····108
<그림 3-7> 가시영역 내 및 밖의 혼합운용 개념도 ·····110
<그림 3-8> 동일 지점 가시영역 내 운항 개념도 ·····111
<그림 3-9> 두 지점 지상관제 및 조종 이양 개념도 ·····112
<그림 3-10> 두 지점 지상 및 위성 통신과 조종 이양 혼합 운항 개념도 ·····113
<그림 3-11> 세 지점 위성관제 및 위성통신 개념도 ·····114
<그림 3-12> 세 지점 지상 및 위성통신 조종 이양 혼합 운항 개념도 ·····115
<그림 3-13> 호주 퀸즈랜드주 운항시험용 이동식 항공기 추적 설비 (보잉) ·····118
<그림 3-14> 미래 적용 가능한 ATC와 ATS간 지상 연결 (NASA) ·····119
<그림 3-15> 다부처 과제 추진일정 ·····121
<그림 3-16> 무인기 종류에 따른 공역내 운용 개념 ·····124
<그림 3-17> 무인항공기 운영자증명 승인절차에 관련된 법•규정 ·····193
<그림 3-18> 유무인항공기 통합 시뮬레이션 시스템 구성도 ·····215
<그림 3-19> 관제사용 화면 ·····217
<그림 3-20> 조종사용 화면 ·····218

<그림 3-21> 3차원 시점에서 바라본 항공기 궤적 ·····218
<그림 3-22> MRD 화면 ·····219
<그림 3-23> SDPS 모듈 시뮬레이션 결과 ·····219
<그림 3-24> 항공기 모델 검증 결과 ·····220
<그림 3-25> 조종사 음성 통신 UI ·····221
<그림 3-26> 관제사 음성 통신 UI ·····221
<그림 3-27> 3D 지형 랜더링 ·····222
<그림 3-28> 관제 모니터링 화면 랜더링 ·····222
<그림 3-29> 3D 영상엔진 주요기능 (무인항공기 시스템) ·····223
<그림 3-30> 3D 영상엔진 주요기능 (디브리핑) ·····223
<그림 3-31> 기존 및 신축 예정 활주로 ·····224
<그림 3-32> 공역정보 표시 ·····225
<그림 3-33> 유무인항공기 항적 및 충돌상황경고표시 ·····225
<그림 3-34> 시스템 연동 시험 ·····226
<그림 3-35> 지정된 공역 입·출항 비행 ·····235
<그림 3-36> 시나리오 개요도 ·····239
<그림 3-37> 유무인항공기 연동 화면 - CWP ·····244
<그림 3-38> 유무인항공기 연동 화면 - 무인항공기 모듈 ·····244
<그림 3-39> 부산대 모듈 ·····244
<그림 3-40> CWP에서 부산대 무인항공기 확인 ·····244
<그림 3-41> CIP Result(All Cases) ·····246
<그림 3-42> WCV With Relaxation Factor ·····246
<그림 3-43> 해양경찰청 1단계 설문조사 수행내용 ·····250
<그림 3-44> 산림청 1단계 설문조사 수행내용 ·····250
<그림 3-45> 민간무인항공기 체계 소요기술 ·····269
<그림 3-46> 무인항공기 체계 구성품 ·····292
<그림 3-47> 고정익 무인항공기 구성 ·····293
<그림 3-48> 회전익 무인항공기 구성 ·····293
<그림 3-49> 항공기의 이륙 및 착륙 절차 ·····296
<그림 3-50> 민간용 무인항공기 항법 및 통제 체계 ·····297
<그림 3-51> 수도권(경기도)지역 공역 ·····298
<그림 3-52> Shadow 200 운용 개념 ·····303
<그림 3-53> Graphic View of UAV Test Scenario ·····305

<그림 3-54> 고정익형 무인항공기 시스템 구성 및 운용개념 ·····308
<그림 3-55> 해외 무인항공기 운용개념 사례 ·····308
<그림 3-56> 고정익형 단거리 운용개념 ·····310
<그림 3-74> 지상중계장비를 이용한 장거리 운용개념 ·····312
<그림 3-75> 선박에서의 자동이착륙 개념 ·····312
<그림 3-76> 민수 해상용 무인항공기 운용개념 ·····317
<그림 3-77> 민수 지상용 틸트로터 무인항공기 운용개념 ·····318
<그림 3-78> SAVDS 운용개념 ·····324
<그림 3-79> GPAR-RMS 운용개념 ·····324
<그림 3-80> 전형적인 TACS 충돌방지 체계 ·····325
<그림 3-81> ADS-B 운용개념 ·····326
<그림 3-82> CD&R 운용개념 ·····326
<그림 3-83> 복수 무인항공기 통신운용 개념도 ·····328
<그림 3-84> FAA 선정 민간무인항공기 시범운용 시설 및 시범운용 범위 ·····339
<그림 3-85> 공역등급화 도표 (출처: 항공교통센터 홈페이지) ·····340
<그림 3-86> 민간무인항공기 운용시설구축 방안을 위한 축약형 공항개발 총괄계획 수립절차 도식화 결과 ·341
<그림 3-87> 민간무인항공기 운용 시 상황별 필요한 시설 도출 ·····342
<그림 3-88> 고흥항공센터 확장시설 배치 시뮬레이션 결과(본 과제 연구결과) ·····342
<그림 3-88> 고흥항공센터 계류장 및 다목적 격납고(본 과제 연구결과) ·····343
<그림 3-90> 대한민국 민간공항의 위치와 민간무인항공기 운용을 위한 후보공항 위치 ·345
<그림 3-91> 민간무인항공기 시범인증을 위한 운용시설 부지계획 예시 ·····347
<그림 3-92> 민간무인항공기 운용을 위한 고흥 항공센터 내 시설물 배치(안) ·····347
<그림 3-93> 민간무인항공기 운용을 위한 무안 국제공항 내 시설물 배치(안) ·····347
<그림 3-94> 민간무인항공기 운용을 위한 여수공항/울진비행장 내 시설물 배치(안) 348
<그림 3-95> 공항시설구축 시뮬레이션 결과 (본 과제 연구결과) ·····348
<그림 3-96> 지상기반 공중충돌 감지 및 회피 시스템(Ground-based Sense-and-Avoid, GBSAA) 349
<그림 3-97> 미국의 ADS-B 지상 기지국(2014) ·····350
<그림 3-98> 전 세계 GBAS 설치 공항; 초록색: GBAS 운영중, 파란색: ·····352
<그림 3-99> 전IILS 시스템과 GBAS 시스템 비용 분석 ·····352
<그림 3-100> GBAS 시설 설치비용 ·····352
<그림 3-84> Malaga 공항의 GBAS 설치 환경 (출처: GBAS Implementation Status and GBAS Activities in Aena, IGWG, 2013) ·····354
<그림 3-85> Newark 공항과 Houston 공항의 GBAS 설치 위치 (출처: GBAS

Performance Analysis/Activites Report, 2014) ·····354
<그림 3-86> 고흥, 무안 공항의 GBAS 지상장비 설치 가능상 지역(안) ·····354
<그림 3-87> 위성통신 데이터 송수신용 안테나(좌: 정지궤도위성, 우: 저궤도위성) ··356
<그림 3-88> CNPC 기반 네트워크 시스템 ·····357
<그림 3-89> 정보 교환 중심 네트워크- SWIM의 개념 ·····357
<그림 3-90> 민간무인항공기의 공역 내 운용 개념도 ·····358
<그림 3-91> NextGen 모식도 (출처: www.nws.noaa.gov/nextgen) ·····359
<그림 3-92> NextGen의 6요소 모식도 (출처: www.nws.noaa.gov/nextgen) ·····360
<그림 3-93> ADS-B가 요구되는 공역(출처: www.faa.gov) ·····361
<그림 3-94> Airport2Airport 모드, 특정 항공기의 공항 간 이동경로 획득 ·····362
<그림 3-95> Enroute2Airport 모드, 지정 공항으로 이동하는 항공기 데이터 획득 ···362
<그림 3-96> X Plane10 ADS-B 실시간 피드 결과 로컬 맵(인천공항) ·····363
<그림 3-97> 세계 무인항공기 기술수준 (국방기술품질원 2013년 기준) ·····365
<그림 3-98> 전국 군 공항기지 현황 (공군) ·····368
<그림 3-99> 군 운용 공항 (육군) ·····369
<그림 3-100> 군용 비행장 전경 및 기반시설 현황 ·····370
<그림 3-101> 기타 비행장 전경 및 기반시설 현황 ·····371
<그림 3-102> 군용무인항공기 감항인증 조직도 ·····373
<그림 3-103> 국내 형식인증 취득 군용무인항공기 형상 ·····375
<그림 3-104> 글로벌호크 활용 ·····378
<그림 3-105> 프레데터 활용 ·····378
<그림 3-106> 스캔이글 활용 ·····379
<그림 3-107> 새도우 200 활용 ·····379
<그림 3-108> 퓨마 활용 ·····380
<그림 3-109> Hermes 활용 ·····381
<그림 3-110> Heron 활용 ·····381
<그림 3-111> 패스파인더 플러스 활용 ·····382
<그림 3-112> 에어로존데 활용 ·····382
<그림 3-113> ASBU 구성 ·····408
<그림 3-114> 초경량비행장치 검사신청 순서 (교통안전공단) ·····440
<그림 3-115> 국내 초경량 비행장치 공역 ·····441
<그림 3-116> 무인데이터통신시스템용 특정소출력무선기기 기술기준 ·····443
<그림 3-117> 무인항공기 운용 조건 ·····452

<그림 3-118> 운항기준 수립 로드맵 아이템 도출 근거 ·····453
<그림 3-119> 무인항공기 운항기준 수립 로드맵에 적용 가능한 국내 법·규정 현황 ·····454
<그림 3-120> 형식/감항기준 수립 로드맵 아이템 도출 근거 ·····455
<그림 3-121> 운영자 승인제도 수립 로드맵 아이템 도출 근거 ·····456
<그림 3-122> 운용자 승인 제도 수립 로드맵 적용 가능한 국내 법·규정 현황 ·····456
<그림 3-123> 항공종사자 자격(무인항공기 관련) 제도 수립 로드맵 아이템 도출 근거 ·456
<그림 3-124> 항공종사자 자격(무인항공기관련) 제도 수립 로드맵 적용 가능한 국내 법·규정 현황 ···457
<그림 3-125> 무인항공기 운용 시스템 보안 방안 수립 로드맵 아이템 도출 근거 ····457
<그림 3-126> 민간무인항공기 운용 인프라 구축 로드맵 아이템 도출 근거 ·····458
<그림 3-127> 법제화 추진 일정 ·····459
<그림 3-128> 핵심기술 로드맵 운합운용안 ·····460
<그림 3-129> 운항기준 수립 로드맵 ·····465
<그림 3-130> 형식/감항기준 수립 로드맵 ·····466
<그림 3-131> 운용자 승인 제도 수립 로드맵 ·····466
<그림 3-132> 항공종사자 자격(무인항공기관련) 제도 수립 로드맵 ·····467
<그림 3-133> 무인항공기 보안 기술 로드맵 (무인항공기 운용 시스템 보안 방안 수립 로드맵) ·467
<그림 3-134> 지상국 장비 보안 기술 로드맵 (무인항공기 운용 시스템 보안 방안 수립 로드맵) ·468
<그림 3-135> 무인항공기 보안 교육 및 훈련 로드맵 (무인항공기 운용 시스템 보안 방안 수립 로드맵) ·468
<그림 3-136> 운무인항공기 시스템 보안 로드맵 (무인항공기 운용 시스템 보안 방안 수립 로드맵) ·469
<그림 3-137> 비행시험 인프라 구축 로드맵 ·····469
<그림 3-138> 지상운용 인프라 구축 로드맵 ·····470
<그림 3-139> 통신 인프라 구축 로드맵 ·····470
<그림 3-140> 위성을 이용한 무인항공기 운용 인프라 구축 로드맵 ·····471
<그림 3-141> 민간무인항공기 실용화 기반 조성을 위한 중장기 종합계획 공청회 ····472

1

연구개발 개요

1 장. 연구개발 개요

1 절. 연구개발 배경

1. 연구 배경

본 과제는 “민간무인항공기 실용화를 위한 기반조성 연구”로 제한조건에서 운용이 승인되던 민간무인항공기(이후부터 무인항공기로 기록)를 유인항공기(이후부터 유인항공기로 기록)와 같은 공역에서 운용할 수 있도록 제도적 기반을 조성하기 위한 연구임.

국토교통부는 2009년 12월에 발표한 「제1차 항공정책기본계획 (2010~2014)」에 신기술 및 신종항공기 출현에 따른 항공체계의 변화를 예측하여, 차세대 항행시스템 및 무인항공기 등 신종항공기 등장에 따라 항공분야 최첨단 기술 간의 접목을 시도하고 있음. 이에 본 과제는 장기적으로 항공안전의 기반이 되는 무인항공기의 안전성 인증 기술기준과 운항기술기준을 수립하고, 유인항공기 공역으로의 통합 운영을 위해 운항 신뢰성 확보 증진을 위한 기술 개발을 도모하고자 함.

무인항공기의 수요와 개발이 확대됨에 따라 무인항공기를 유인항공기와 같이 자유롭게 운용할 수 있게 해야 한다는 사회의 요구가 증가되고 있으며 ICAO, FAA, EASA 등 세계 각국의 감항당국은 이런 사회의 요구를 만족시키기 위하여 무인항공기가 유인항공기와 동등한 수준의 안전성을 가지고 운항할 수 있는 방안을 연구 중에 있음. (FAA와 EASA는 무인항공기를 유인항공기와 같은 공역에서 운용하기 위한 중장기 로드맵을 작성완료 하였음)

국내에서는 이미 군용무인항공기 및 농업용 무인비행장치가 보편화되고 있으며, 세계적 추세로 볼 때 우리나라도 조만간 무인항공기의 보급이 증가될 것으로 기대됨.

따라서, 국내 도입 및 제작이 예상되는 무인항공기의 운항안전을 확보하기 위하여 국제수준의 운항기술기준, 무인항공기 인증기준 및 충돌 감지 및 회피 등과 같은 핵심기술을 개발하여 무인항공기 실용화를 위한 기반조성 연구가 필요함.

2. 연구 주요 추진경과

본 기반조성 연구의 착수 전·후 시점부터 본 보고서 제출 시점까지의 주요 추진 경과를 요약하면 다음과 같음.

□ ‘13. 11. 12. 과제 공고(국토교통과학기술진흥원)

□ ‘13. 12. 11. 제안서 제출

□ ‘13. 12. 18. 제안서 발표 및 평가

□ ‘13. 12. 20. 연구기관 선정

□ ‘13. 12. 26. 전문(국토교통과학기술진흥원)-주관연구기관(기술원)간 협약체결

□ ‘14. 02. 11. 사업 착수보고회(국토교통부/진흥원/주관・공동기관)

□ ‘14. 08. 29. 진도점검 평가(국토부/진흥원/주관・공동・위탁)

□ ‘14. 11. 13. 1차년도 자체평가(주관・공동・위탁)

□ ‘14. 12. 11. 1차년도 중간평가(주관/공동・위탁・장기자문)

□ ‘14. 12. 26. 2차년도 사업 착수

□ ‘15. 01. 16. 2차년도 사업 착수회의(국토교통부/진흥원/주관・공동기관)

□ ‘15. 03.~06. 분야 별 자체점검회의(주관/공동・위탁・장기자문)

□ ‘15. 03.~06. 기술기준 1~3차 자문검토회의(주관/공동・위탁・장기자문)

□ ‘15. 03.~06. 시뮬레이션 시스템 1~3차 자문검토회의(주관/공동・위탁・장기자문)

□ ‘15. 06. 04. 중장기 로드맵 자문검토회의(주관/공동・위탁・장기자문)

□ ‘15. 06. 18./22. 2차년도 자체평가(주관/공동・위탁・장기자문)

□ ‘15. 07. 07. 연구보고서 요약본 제출(진흥원)

□ ‘15. 07. 13. 중장기 로드맵 공청회(국토교통부/진흥원/주관・공동기관/산・학・연)

□ ‘15. 07. 24. 최종보고서(초안) 제출

□ ‘15. 08. 31. 최종보고서(수정본) 제출

□ ‘15. 09. 23. 최종평가 실시

3. '민간무인항공기'란 무엇인가 ?

□ 무인항공기의 정의

- 항공법 제2조에서 무인항공기는 항공기에 사람이 탑승하지 아니하고 원격 또는 자동으로 비행할 수 있는 항공기를 지칭함.
- 현재 상업용으로 활용도가 증가하고 있는 농약 살포용 무인헬기 및 항공촬영용 멀티콥터는 대부분 총 이륙중량이 150kg 이하이며, 무인동력비행장치로 구분됨.

□ 민간무인항공기의 정의

- 민간무인항공기는 민간 항공기의 정의와 항공법에서 정의하는 무인항공기의 정의에 따라 정의할 수 있음.
- 민간(Civil) 항공기는 상업용(Commercial, 이익/영업용) 항공기와 일반(General Aviation, 자가/레저용) 항공기로 나누어짐.
- 항공법 제2조 2항에 의해 공공기관이 소유·임차한 항공기로서 다음과 같은 업무를 수행하기 위한 항공기는 "국가기관 등 항공기"로 구분됨.
  - 재난·재해 등으로 인한 수색·구조
  - 산불의 진화 및 예방
  - 응급환자의 후송 등 구조·구급활동
  - 그 밖에 공공의 안녕과 질서유지를 위하여 필요한 업무
- 해외 전문 분석기관인 Teal Group에서는 군용을 제외한 정부 및 상업용 무인항공기를 민간무인항공기로 분류함.
- 본 연구에서는 국내 상업용 무인항공기 수요가 미미한 관계로 정부기관의 공공용 무인항공기도 연구 대상에 포함하였음.

□ 무인항공기 항공업무의 정의

- 항공법 제2조 3항의 정의에서 정의하는 "항공업무" 중 무인항공기에 적용할 수 있는 업무는 다음과 같음.
  - 항공기에 사람이 탑승하지 아니하고 원격·자동으로 비행할 수 있는 항공기("무인항공기")의 운항
  - 항공교통관제
  - 운항 관리 및 무선설비의 조작

- 정비・수리・개조(“정비 등“)된 항공기・발동기・프로펠러(“항공기 등“), 장비 또는 부품에 대하여 항공법 제22조에 따라 안전성 여부를 확인하는 업무

□ 무인항공기 이용 사업의 정의

- 항공법 제2조 및 시행규칙 제14조의 2항, 제15조의 2항에서 정의하는 항공기를 이용하는 사업 중 무인항공기에 적용할 수 있는 사업의 종류는 다음과 같음.
  - 소형항공운송사업: 국내항공운송사업 및 국제항공운송사업 외의 항공운송사업을 말함.
  - 국내항공운송사업 및 국제항공운송사업은 승객의 좌석 수가 51석 이상, 조종실과 객실 또는 화물칸이 분리된 구조일 경우에 해당하나, 무인항공기는 좌석 수나 객실 관련 해당사항이 없으므로 소형항공운송사업을 적용 가능함.
  - 항공기사용사업: 항공운송사업 외의 사업으로서 타인의 수요에 맞추어 항공기를 사용하여 유상으로 농약 살포, 건설 또는 사진촬영 등 국토교통부령으로 정하는 업무를 하는 사업은 다음과 같음.
  - 상업서류 송달업: 타인의 수요에 맞추어 유상으로 「우편법」 제2조 제2항 단서에 해당하는 수출입 등에 관한 서류와 그에 딸린 견본품을 항공기를 이용하여 송달하는 사업

□ 무인항공기 체계

- 무인항공기는 단순히 무인비행체뿐만 아니라 이륙/발사, 비행통제, 착륙/회수 등 전 비행과정에 여러 가지 다양한 장비와 소프트웨어 등이 필요하고, 이것이 하나의 시스템으로서 운용되기 때문에 UAV 용어 대신에 UAS(Unmanned Aircraft System)라고 부르기도 함.
- 무인항공기 체계는 크게 비행체, 지상통제장비, 통신 및 데이터링크 장비, 임무장비, 이착륙 장비 및 지상 지원 장비 등으로 구성됨.
- 무인항공기 체계 구성요소 중 선택 장비로는 지상 중계기, 공중중계기, 발사대, 회수용 훅, 회수용 그물망, 원격 영상수신 및 감지/조종기 등이 있음.

2 절. 연구개발 필요성

1. 국내·외 민간무인항공기 동향

□ 경제적 측면

- 전 세계적으로 무인항공기 시장은 ‘14년 기준 약 7조원(64억 US달러)에서 ’24년 약12조6천억원(115억 US달러)로 연 평균 7.9%씩 성장 예상되며 이 중 민간무인항공기 시장은 세계 무인항공기 시장의 약 10% 로 예상됨.
  - 시스템 매출액 및 연구개발비 포함
  - 환율 US$1=1100원

<표 1-1> 전 세계 무인항공기 시장 규모

분류	억원	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	합계
군용	연구비	31,570	32,626	30,019	28,798	30,129	32,736	34,287	35,893	37,554	39,149	332,761
	매출액	35,756	34,601	26,708	41,932	41,536	44,616	39,699	50,171	57,673	59,444	332,761
	합계	67,326	67,227	56,727	70,730	71,665	77,352	73,986	86,064	95,227	98,593	665,522

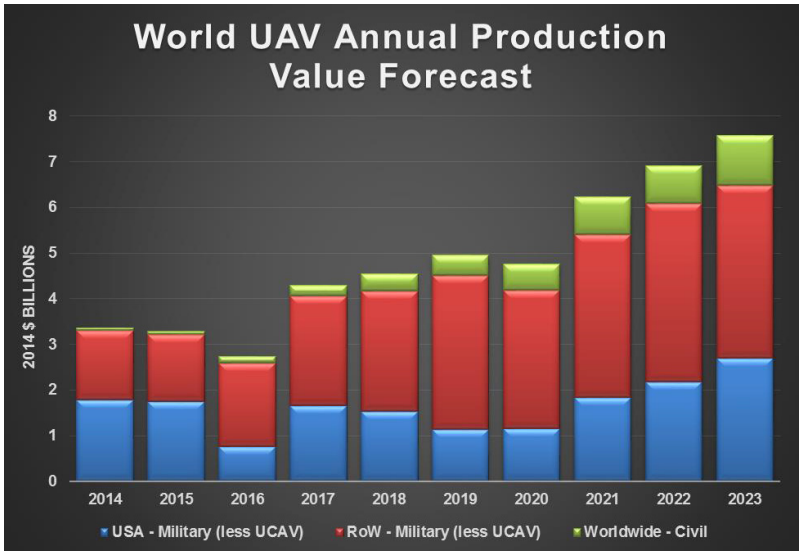
자료: Teal Group, ‘World Unmanned Aerial Vehicle Systems, 2014 Market Profile and Forecast’

<표 1-2> 전 세계 무인항공기 생산량 및 시장 규모

분류	대수/억원	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	합계
군용	생산량	2,810	2,283	2,112	2,623	2,905	3,905	4,110	4,632	4,944	5,403	35,727
	매출액	36,421	35,398	28,435	44,594	49,082	57,849	68,607	81,939	97,691	95,612	595,628
민용	생산량	267	387	556	1,406	2,508	3,009	3,414	6,014	6,014	8,514	32,089
	매출액	666	798	1,727	2,662	4,246	4,983	6,358	9,218	9,218	11,968	51,843

자료: Teal Group, ‘World Unmanned Aerial Vehicle Systems, 2014 Market Profile and Forecast’

- 국내 무인항공기 시장은 현재 군 수요 위주로 형성되어 있으며 완제품보다는 정부주도 R&D 시장이 주를 이루고 있음.
- 무인항공기 직접수요 외에도 관련 기술의 타 분야 파급에 따른 수 조원의 간접수요 발생이 전망됨.



<그림 1-1> 전 세계 무인항공기 생산량 및 시장 규모

자료: Teal Group, 'World Unmanned Aerial Vehicle Systems, 2014 Market Profile and Forecast'

<표 1-3> 한국 군용무인항공기 시장 생산대수 예측

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Total
Mini UAV	30	30	30	60	70	80	90	90	90	90	660
Tactical UAV	5	5	10	10	10	15	15	15	15	15	115
Naval VTUAV	-	-	-	3	3	3	3	3	3	3	21
MALE UAV	-	-	2	2	2	2	2	2	2	2	16
HALE UAV	-	1	1	1	1	-	-	-	-	-	4

자료: Teal Group, 'World Unmanned Aerial Vehicle Systems, 2014 Market Profile and Forecast'

<표 1-4> 2025년까지 국내 무인항공기 수요예측

군사용	고고도/중고도 무인정찰기	7-8 여대
	사단급 무인정찰기	60 여대
	연대/대대급 이하 무인정찰기	500 여대
	공격용 무인항공기	500 여대
	포병 관측용	100 여대
	전자전 및 화생방용 무인항공기	100 여대
민간용	농업용	1,000 여대
	해안/산불 감시용	200 여대
	기타	500 여대

자료: "상업용 민간무인항공기 보급 기반 구축 기획 최종보고서", 국토교통부, 한국과학기술원2012

- 2025년까지 국내의 무인항공기 수요는 군수용으로 약 1,300여 대, 민간용으로는 약 1,700여 대의 농업 및 산불 감시용 무인항공기의 수요가 있을 것으로 예측되며 국내 민간무인항공기 수요는 2020년대 초부터 본격적으로 창출될 것으로 전망됨.
- 현재는 농업용 및 항공촬영용 위주로 소규모 시장이 형성되어 있으며 향후 해안/산불/환경 감시 등의 공공용부터 시작하여 다양한 민간용으로 활용될 것으로 예측됨. 아울러 국내 민간용 무인항공기 시장규모는 향후 15년간 1조 6천 2백 억 원으로 추산됨.

<표 1-5> 우리나라의 민간용 무인항공기 시장 예측

용도	시기	예상 획득비 (억 원)	비고
해안 감시	2018 - 2025	5,200	26개 해경 × 2조
산불 감시	2018 - 2022	2,000	5개 산림청 × 4조
환경 감시	2020 - 2025	1,000	10개 지자체 × 1조
재해재난 모니터링	2018 - 2030	2,000	10개 지자체 × 2조
교통통제/사고수습	2018 - 2022	1,000	10개 지자체 × 1조
공중촬영	2016 - 2025	1,500	업체 60대 (대당 25억 원)
농업용	2016 - 2025	2,000	업체 1,000대 (대당 2억 원)
기타	2016 - 2025	1,500	소형 위주
계		16,200	
- 해안/산불/환경감시 및 재해재난/교통상황 모니터링 : 1조당 100억 원 수준 - 10개 지자체: 서울/경기/강원/충남/충북/전남/전북/경남/경북/제주			

자료: “상업용 민간무인항공기 보급 기반 구축 기획 최종보고서", 국토교통부, 한국과학기술원2012

□ 기술적 측면

- 무인항공기에 적용되는 기술은 급속도로 발전하고 있으며, 특히 엔진 및 장비의 고성능, 소형화 등으로 인하여 민간무인항공기의 무게에 대한 제한은 점차 의미가 없어지고 있는 추세임. 그러나 아직 충돌 감지 및 회피 기술의 적용과 유인항공기와 무인항공기의 공역 통합운용은 아직 기술과 절차에 대한 검증이 더 필요한 실정임.
  - 민간무인항공기를 유인항공기가 운항하고 있는 공역에서 운용하기 위해서는 무인항공기와 무인항공기 또는 유인항공기와의 충돌 감지 및 회피를

위한 장치가 반드시 필요함.

- 무인항공기의 충돌 감지 및 회피를 위해서는 기존의 유인항공기에 적용되는 기술을 활용하거나 유인항공기의 충돌 감지 및 회피 방식에 영향을 주지 않는 범위에서 새로운 기술의 개발이 필요함.

• 무인항공기 운용을 위해 지상시설, 통신신호 및 데이터 등에 대한 안전한 보안 상태가 요구됨.

- 무인항공기의 종류 및 등급에 따라 지상통제시설의 규모는 다양하나, 규모에 불문하고 지상 통제시설에 대한 보안이 요구됨.
- 무인항공기는 지상통제소와 무선통신으로 연결되어 있으므로 무선통신의 교란, 혼신, 차단 또는 의도적인 통제권 찬탈 등의 문제가 있을 수 있으므로, 고도로 통합된 데이터링크 보안 확보가 필수임.
- 현대의 암호화 기술이나 인증 기술로 문제의 소지를 줄일 수 있으나, 고출력의 전파 교란 (jamming)은 여전히 해결되어야 할 문제임.
- 무인항공기의 통신보안은 사용 주파수, 통신 매체, 적용한 암호화 기술, 통신 링크의 부가적 속성 등에 따라 좌우됨. 특히 저주파 대의 암호화는 고주파 대의 암호화보다 보안에 취약함.
- 무인항공기와 지상통제소 및 관제소와의 원활한 통신을 보장하는 동시에 외부의 해킹 등으로부터 시스템을 보호할 수 있는 통신 규격의 개발이 필요함.

• 무인항공기 기술의 발전으로 용도와 운용지역이 다양화됨에 따라 무인항공기 종류와 등급에 따른 운영 관련 종사자를 식별하고, 자격교육 및 취득, 유지와 종사자의 신체검사 자격에 필요한 요건의 체계화가 요구됨.

• 민간무인항공기에 대한 기본 개념을 담은 ICAO 부속서 1 항공종사자 면허에는 무인항공기 종사자 자격에 관련된 내용은 별도로 없으나, Circular 328 AN/190(CIR328) 무인항공기 시스템을 발간하였으며, 무인항공기 시스템의 전반적 구성과 운영개념, 자격에 관련된 지침을 다루고 있음. (2012년에 원격조종항공기시스템(Remotely Piloted Aircraft System, RPAS) 지침서의 초안이 발행되어, CIR328을 보다 자세한 내용을 다루고 있으며, 2014년 말 초안을 완성하여 사무총장에게 제출된 상태임.)

□ 사회문화적 측면

• 무인항공기는 이라크와 아프칸 전쟁에서 정찰과 살상용으로 사용되면서 널리 알려지게 되었으며, 이로 인해 일반시민들은 무인항공기에 대한 거부감과 두

려움을 가지고 있음.

- 소형 무인항공기의 경우, 해안 및 도서 산간지역에서 촬용, 감시, 공공목적으로 사용되는 것에 반해, 도시지역에서 범죄자 추적 또는 도로 감시를 위하여 주로 사용 됨. 하지만 최근 도심 내 주거지역에서 사생활 도촬 등의 자신도 모르게 촬영될 수 있고, 촬영된 자료가 본인도 모르게 다른 사람들에게 공개될 수가 있어 이를 막기 위한 사생활보호 분야에 대한 연구가 필요함.
- 사생활보호를 강조하다 보면 민간무인항공기 산업이 위축될 수 있으므로 시간을 가지고 세계적 추세를 따라 법과 절차를 연구해야 함. 그러나 우선 제작사나 연구기관이 민간무인항공기를 실험적으로 운용하기 위해서는 무인항공기 운용 중 취득된 자료에 대한 철저한 관리와 보관 절차를 수립하는 것이 필요함.
- 민간무인항공기는 다른 항공기, 지상에 있는 재산 또는 인간에 대한 손해를 끼칠 수가 있으며, 이 경우 손해에 대한 배상 책임을 결정하는 문제가 쉽지 않으므로 이와 관련하 손해 배상 보험에 대한 규정도 마련되어야 함.
  - 예를 들어 통신장애로 인한 사고가 발생했을 경우, 그 원인이 민간무인항공기에 장착된 장비에 있는 지, 지상기지국의 장비에 있는 지, 통신회사의 위성 또는 기지국에 있는 지를 밝혀내기가 어렵게 됨.
  - 이 분야는 사회적인 공감대가 필요한 부분이므로 세계 추세를 보면서 점진적으로 규정을 작성해야 함.
- 국내 항공법 내에 무인항공기에 대한 법적 정의를 규정하고 있으나, 시행규칙에는 무인항공기/무인자유기구 비행허가와 관련한 규정으로 운영을 위한 최소한의 장비와 허가 및 금지사항을 언급되어 있을 뿐으로 민간무인항공기의 관련 규정과 제도를 반드시 체계화해야 함.
- 무인항공기 종류와 등급에 따라 운영에 필요한 종사자의 자격을 세분화하고 체계화함으로서 무인항공기 운영자가 갖추어야할 최소한의 지상통제소와 운용요원을 설정하고, 유지관리에 필요한 종사자를 규정화함으로서, 인적요인에 의한 항공사고를 방지하고 유인항공기와 동등한 수준으로 유지 관리하도록 체계화 필요함.

2. 연구개발 필요성

전 세계 무인항공기 시장 규모가 '14년 약 7조원에서 '23년 약 12.6조원으로 증가가 예상되며, 상업용 민간무인항공기 국산화 등 보급기반의 선제적 구축이 필요함.

항공기술 첨단화에 따라 민간부문에서도 항공촬영, 감시, 농약 살포 등 수요가 증가하여, 무인항공기 제작 산업이 고부가가치 산업으로 발전할 전망임. 그러나 현재 상업용 민간무인항공기에 대한 제작·인증·운영 등에 대한 제도화 및 기술개발 등 관련 인프라가 전무한 실정임.

세계적으로 무인항공기는 군사용 위주로 개발·사용되어 왔으며 민간부문에는 150kg 미만의 무인비행장치로 제한적으로 사용되어 있음. 국내 역시 무인항공기에 대한 군 수요는 급격히 증가하고 있으나 상대적으로 민간 부분의 수요가 매우 낮은 수준에 머물러 있는 상태임.

다행히, 최근 무인항공기 기술의 첨단화와 민간부문 수요가 계속 증가하면서 차세대 고부가가치 산업으로 발전하고 있어 국제민간항공기구(ICAO)에서 민간무인항공기 운영을 제도화 (' 12. 11월) 함에 따라, 미국, 캐나다 등 외국에서도 민간무인항공기 실용화 기술 개발을 경쟁적으로 추진 중에 있음.

우리나라의 경우 스마트 무인항공기(연구용도) 개발 경험 등 민간무인항공기 제작 기초기술이 항공선진국 대비 동등이상으로 이번 실용화 기술 개발을 계획대로 추진할 경우 세계시장 진출 및 점유도 유리한 상황임.

민간무인항공기 실용화 기술을 개발할 경우 다양한 국산 민간무인항공기의 개발 및 보급 기반을 갖추게 됨에 따라 국토·해양감시, 항공촬영, 농약 살포, 산불감시·진화, 응급환자 수송, 수색·구조, 기상관측 등 다목적 활용과 안전한 무인항공기 운영체계 구축을 통하여 항공사고 예방에도 크게 기여 할 것이며, 교통인프라가 부족한 산간·도서 지역에 24시간 긴급 항공서비스 제공, 국가 재난사고 대응(피해지역 실시간 상황전파 등), 산불·해양감시 등을 무인항공기로 대체 활용이 가능하여 국가 균형발전에도 도모할 것임

아울러, 국내에서 개발된 민간무인항공기 기초기술의 실용화를 유도하고 부가가치가 높은 무인항공기 산업을 미래 창조경제 산업으로 육성하여 일자리 창출 등 항공산업 발전에 기여할 것으로 예상됨.

군용무인항공기의 경우, 군 공역과 민간 공역에 대한 접근과 이용에 우선권이 있는 반면, 민간무인항공기의 경우 유인 일반항공기와 상업용 항공기들과 함께 공역을 이용해야 한다는 제약을 지니고 있어, 민간무인항공기의 발달에 따른 공역사용 규제들도 재조정이 이루어져야 하며 민간무인항공기가 발전하기 위해서는 가격의 인하와 함

께 안전 및 운용 안전성도 개선되어야만 함.

3. 연구목표

성공적인 민간무인항공기 실용화를 위한 기반조성 연구를 위해 본 연구의 최종 목표는 다음과 같음.

> “2020년 유·무인항공기의 유인항공 체계 내 통합 운용을 목표로 ICAO를 위시한 국제항공선도국의 제도화 개발이 활발히 진행되고 있는 바, 국제기준의 민간무인항공기 제도화를 위해 안전성 인증기술기준과 운항기술기준 초안 작성을 필두로 핵심기술, 인프라 구축방안, 중장기 로드맵 등 향후 진행될 민간무인항공기 실용화를 위한 기반을 조성함.”

4. 연구범위

민간무인항공기 실용화를 위한 연구는 안전성 인증기준 및 운항기술기준 연구, 실용화 전략수립, 중장기 로드맵 수립 등 크게 3개 분야에 대한 연구로 구성되며, 인증기술기준 및 운항기술기준의 초안을 비롯한 19개 성과물 도출을 목표로 함. 이에 따른 주요 연구범위는 아래와 같음.

□ 세부내용 1-1: 민간무인항공기 안전성 인증기준 연구

- [성과 1] 무인항공기 인증체계 및 기술기준(안)
- [성과 2] 군 무인항공기 감항인증기술기준 분석보고서

□ 세부내용 1-2: 민간무인항공기 운항기술기준 연구

- [성과 3] 민간무인항공기 운항기술기준(안)
- [성과 4] 민간무인항공기 사생활 보호기준 연구
- [성과 5] 민간무인항공기 운영자의 법적 책임
- [성과 6] 민간무인항공기 종사자 자격/교육 제도(안)
- [성과 7] 민간무인항공기 운영자 승인제도(안)

- [성과 8] 민간무인항공기 국내법 법제화 기본 연구
- [성과 9] 유무인항공기 통합검증 시뮬레이션 시스템 개발

□ 세부내용 2-1: 국산 민간무인항공기 시범인증 연구(1차년 종료)

- [성과 10] 시범사업계획 검토 보고서
- [성과 11] 국내외 민간무인항공기 기술수준 조사보고서
- [성과 12] 전문조사기관을 이용한 수요분석서
- [성과 13] 민간무인항공기 운용개념 검토 보고서
- [성과 14] 고위험 기술요소 획득방안 검토보고서

□ 세부내용 2-2: 민간무인항공기 운용시설 구축방안 및 운용 핵심기술 도출

- [성과 15] 민간무인항공기 운용시설 구축방안 보고서
- [성과 16] 민・군 연계협력 방안 검토 보고서
- [성과 17] 민간무인항공기 항공교통관제절차(안)
- [성과 18] 민간무인항공기 운용핵심기술 개발계획

□ 세부내용 3: 무인항공기 중장기 로드맵 수립

- [성과 19] 민간무인항공기 중장기 로드맵

3 절. 주요 연구내용 및 진행현황

1. 주요 연구내용

성과 및 연구목표 달성을 위해 수행되는 본 연구과제의 분야별 주요 연구내용은 아래 <표 1-1>과 같음.

<표 1-6> 민간무인항공기 실용화를 위한 기반조성 연구 주요내용

성과목표	연구목표	핵심성과	연 구 내 용
[1-1세부] 민간무인항공기 안전성 인증기준 연구	민간무인항공기 인증을 위한 기술기준 개발 및 고시 지원 등	**[성과 1] 무인항공기 인증체계 및 기술기준(안)**	• 민간무인항공기 인증체계 기초연구 - 우리나라의 현행 민간무인항공기 인증체계에 대한 조사 및 분석 - 선진국들의 무인항공기 인증체계에 대한 조사 및 분석 • 우리나라 민간무인항공기 인증체계(안) 제시 - 항공법 개선 제안 - 제한형식증명제도의 도입 제안 - 무인항공기 특별감항증명을 위한 요건과 업무지침의 제안 • 민간무인항공기 기술기준(안) 제시 - 인증 카테고리 분류에 대한 연구 - 무인항공기 시스템 안전성수준 책정에 관한 연구 - 해외의 무인항공기 기술기준 사례에 대한 연구 - 군용무인항공기 기술기준에 대한 검토 - 국내 적용을 위한 무인항공기 기술기준(안) 개발 • 시범인증 방안 제시 - 시범인증 시나리오 설정 - 항공기 인증 방식 분석 - 민간무인항공기 실용개발 시나리오에 따른 인증방식의 선정 - 무인항공기 시범인증을 위한 인증절차 제시
	기타 안전인증 기술기준 제·개정에 필요한 사항	**[성과 2] 군 무인항공기 감항인증기술기준 분석보고서**	• 군용항공기 감항인증 기술기준 분석 • 군용무인항공기 감항인증 기술기준 분석 • 민간무인항공기 감항인증 기술기준 적용방안 연구

[1-2세부] 민간무인항공기 운항기술기준 연구	국가공역에서 유·무인항공기 혼합운용 운항기술기준 개발 및 고시지원	**[성과 3] 민간무인항공기 운항기술기준(안)**	• 무인항공기 운용 환경을 고려한 변경 • 운용기법 및 절차 수립 • 중장기 종합계획 수립 및 홍보물 제작 • 다부처 RFP 작성(국토부 분야) • 법 제.개정 전문가 검토 • 운항기술기준(안) 작성
	사생활 보호기준 연구	**[성과 4] 민간무인항공기 사생활 보호기준 연구**	• 무인항공기의 사생활 침해 유형 자료 분석 • 무인항공기의 사생활 침해 유형 조문 작성
		[성과 5] 민간무인항공기 운영자의 법적 책임	• 무인항공기 운용자의 범위 • 무인항공기 운영자의 책임 조항 • 무인항공기 운영자의 사고 개념과 유형 • 무인항공기 운영자의 법적 책임의 연구동향 • 무인항공기 운영자의 법적 책임의 검토
	민간무인항공기 종사자 교육/자격제도 구축	**[성과 6] 민간무인항공기 종사자 자격/교육 제도(안)**	• 민간무인항공기 종사자 자격제도 구축 • 민간무인항공기 교육 제도 구축 • 민간무인항공기 항공신체검사 기준 작성
	민간무인항공기 운영자 승인제도 구축 등	**[성과 7] 민간무인항공기 운영자 승인제도(안)**	• 국내 무인항공기 운영자 현황 분석 • 외국 무인항공기 운영자 현황 분석 • 민간무인항공기 운영자 승인 기준
	기타 운항기술기준 제·개정에 필요한 사항 - 유·무인항공기 통합 운용 시뮬레이션 개발	**[성과 8] 민간무인항공기 국내법 법제화 기본 연구**	• ICAO의 법제화 동향 및 실제 사례의 연구 • 주요 외국의 법제화 동향 및 사례의 연구 • 우리나라의 법제화 현황 연구 • 국내법 법제화 방안
		[성과 9] 유무인항공기 통합검증 시뮬레이션 시스템 개발	• 국내·외 동향 분석 및 시스템 기초 설계 • 시스템 상세 설계 및 개발 • 시스템 연동시험 및 시연 결과
[2-1세부] 국산 민간무인항공기 시범인증 연구	시범사업계획 검토	**[성과 10] 시범사업계획 검토 보고서**	• 국내 잠재수요기관 요구사항 조사 • 해외 시범사업 사례 조사 • 시범사업계획 종합
	국내외 무인항공기 기술수준조사	**[성과 11] 국내외 민간무인항공기 기술수준 조사보고서**	• 국내 기술수준 평가 • 국내 미성숙 기술요소 식별 및 확보방안 수립 • 해외 기술수준 평가

	민간무인항공기 수요분석	**[성과 12] 전문조사기관을 이용한 수요분석서**	• 수요자 설문 개요 • 설문조사 결과 요약 • 설문조사 결과 분석
	민간무인항공기 실용화를 위한 운용 개념 개발	**[성과 13] 민간무인항공기 운용개념 검토 보고서**	• 민간용 무인항공기 개념 및 운용 조건 • 민간용 무인항공기의 운용개념 이해 • 민간용 무인항공기 활용 수요처 및 요구성능 조사 • 다수 수요처 임무 분석을 통한 최적 운용개념 도출 • 국내 민간용 무인항공기 운용개념 발전 제시
	기종선정에 따른 고위험 요소기술 식별 및 획득방안 수립	**[성과 14] 고위험 기술요소 획득방안 검토보고서**	• 민간무인항공기 고위험 기술요소 식별 • 고위험 기술 획득방안 수립
[2-2세부] 민간무인항공기 운용시설 구축방안 및 운용 핵심기술 도출	민간무인항공기 운용시설 구축방안 연구 (유도/항행, 지휘/통제(C2) 등)	**[성과 15] 민간무인항공기 운용시설 구축방안 보고서**	• 민간무인항공기 운용시설 구축방안 연구 • 민간무인항공기 운용 기법 연구
	군 인프라를 활용할 수 있는 민·군 연계협력 방안연구	**[성과 16] 민·군 연계협력 방안 검토 보고서**	• 국내 활용가능 근 인프라 파악 및 활용가능성 분석 • 군 인프라 민간연계 협력방안 • 해외 민·군 무인항공기 연계활용 사례 • 국내 민군 연계협력 방안
	민간무인항공기 운용기법 연구	**[성과 17] 민간무인항공기 항공교통관제절차 (안)**	• 민간무인항공기 항공교통관제 동향 • 무인항공기 항공교통관제절차 초안 작성
	민간무인항공기 운용 핵심기술 식별, 기술획득방안 및 개발요구도 수립	**[성과 18] 민간무인항공기 운용핵심기술 개발계획**	• 핵심기술 획득방안 • 핵심기술 개발계획 • 핵심기술 분석
[3세부] 무인항공기 중장기 로드맵 수립	해외 기 수립되었거나 수립중인 중장기 로드맵 등을 분석하여 국내 민간무인항공기 개발 및 운용 중장기 로드맵 수립	**[성과 19] 민간무인항공기 중장기 로드맵**	• 국내외 로드맵 및 규정 현황 • 로드맵 비교 • 로드맵 분석 및 제시

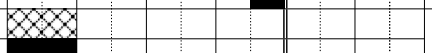
2. 연구 진행현황

본 최종보고서의 연구 분야별 추진계획 대비 실적은 다음의 <표 1-7>와 같음.

<표 1-7> 연구 분야별 추진 실적

핵심성과	세부연구내용	추진계획 대비 실적								담당기관
		구분	1차년도				2차년도			
			1/4	2/4	3/4	4/4	1/4	2/4		
[성과 1] 무인항공기 인증체계 및 기술기준(안)	▪ 민간무인항공기 인증체계 기초연구	계획	▨	▨	▨					KARI
		실적	■	■	■					
	▪ 우리나라 민간무인항공기 인증체계(안) 제시	계획				▨				
		실적			■	■				
	▪ 민간무인항공기 기술기준(안) 제시	계획					▨	▨		
		실적					■	■	■	
	▪ 시범인증 방안 제시	계획						▨	▨	
		실적							■	
[성과 2] 군 무인항공기 감항인증기술기준 분석보고서	▪ 군용항공기 감항인증 기술기준 분석	계획	▨	▨	▨	▨	▨			항공대
		실적	■	■	■	■				
	▪ 군용무인항공기 감항인증 기술기준 분석	계획					▨			
		실적					■			
	▪ 민간무인항공기 감항인증 기술기준 적용방안 연구	계획						▨	▨	
		실적						■	■	
[성과 3] 민간무인항공기 운항기술기준(안)	▪ 무인항공기 운용 환경을 고려한 변경	계획	▨	▨						항공안전기술원
		실적	■	■						
	▪ 운용기법 및 절차 수립	계획			▨					
		실적			■					
	▪ 다부처 RFP 작성(국토부 분야)	계획						▨	▨	
		실적							■	
	▪ 법 제.개정 전문가 검토	계획					▨			
		실적					■			
	▪ 운항기술기준(안) 작성	계획				▨	▨	▨	▨	
		실적			■	■	■	■	■	
[성과 4] 민간무인항공기 사생활 보호기준 연구	▪ 무인항공기의 사생활 침해 유형 자료 분석	계획	▨	▨						항공안전기술원
		실적	■	■	■					
	▪ 무인항공기의 사생활 침해 유형 조문 작성	계획			▨	▨				
		실적			■	■				
[성과 5] 민간무인항공기 운영자의 법적 책임	▪ 무인항공기 운용자의 범위	계획					▨			항공안전기술원
		실적					■			
	▪ 무인항공기 운영자의 책임 조항	계획						▨		
		실적					■			
	▪ 무인항공기 운영자의 사고 개념과 유형	계획						▨		
		실적						■		
	▪ 무인항공기 운영자의 법적 책임의 연구동향	계획							▨	
		실적						■		
	▪ 무인항공기 운영자의 법적 책임의 검토	계획							▨	
		실적						■		

[성과 6] 민간무인항공기 종사자 자격/교육 제도(안)	▪ 민간무인항공기 종사자 자격제도 구축	계획 / 실적	항공안전기술원
	▪ 민간무인항공기 교육 제도 구축	계획 / 실적	
	▪ 민간무인항공기 항공신체검사 기준 작성	계획 / 실적	
[성과 7] 민간무인항공기 운영자 승인제도(안)	▪ 국내 무인항공기 운영자 현황 분석	계획 / 실적	항공안전기술원
	▪ 외국 무인항공기 운영자 현황 분석	계획 / 실적	
	▪ 민간무인항공기 운영자 승인 기준	계획 / 실적	
[성과 8] 민간무인항공기 국내법 법제화 기본 연구	▪ ICAO의 법제화 동향 및 실제 사례의 연구	계획 / 실적	항공안전기술원
	▪ 주요 외국의 법제화 동향 및 사례의 연구	계획 / 실적	
	▪ 우리나라의 법제화 현황 연구	계획 / 실적	
	▪ 국내법 법제화 방안	계획 / 실적	
[성과 9] 유무인항공기 통합검증 시뮬레이션 시스템 개발	▪ 국내·외 동향 분석 및 시스템 기초 설계	계획 / 실적	항공안전기술원 /인하대 /항공대 /세종대
	▪ 시스템 상세 설계 및 개발	계획 / 실적	
	▪ 시스템 연동시험 및 시연 결과	계획 / 실적	
[성과 10] 시범사업계획 검토 보고서	▪ 국내 잠재수요기관 요구사항 조사	계획 / 실적	KAI
	▪ 해외 시범사업 사례 조사	계획 / 실적	
	▪ 시범사업계획 종합	계획 / 실적	
[성과 11] 국내외 민간무인항공기 기술수준 조사보고서	▪ 국내 기술수준 평가	계획 / 실적	KAI
	▪ 국내 미성숙 기술요소 식별 및 확보방안 수립	계획 / 실적	
	▪ 해외 기술수준 평가	계획 / 실적	
[성과 12] 전문조사기관을 이용한 수요분석서	▪ 수요자 설문 개요	계획 / 실적	항공안전기술원
	▪ 설문조사 결과 요약	계획 / 실적	
	▪ 설문조사 결과 분석	계획 / 실적	
[성과 13] 민간무인항공기 운용개념 검토 보고서	▪ 민간용 무인항공기 개념 및 운용 조건	계획 / 실적	대한항공
	▪ 민간용 무인항공기의 운용개념 이해	계획 / 실적	

	▪ 민간용 무인항공기 활용 수요처 및 요구성능 조사	계획		
		실적		
	▪ 다수 수요처 임무 분석을 통한 최적 운용개념 도출	계획		
		실적		
	▪ 국내 민간용 무인항공기 운용개념 발전 제시	계획		
		실적		
[성과 14] 고위험 기술요소 획득방안 검토보고서	▪ 무인항공기 운용자의 범위	계획		KAI
		실적		
	▪ 무인항공기 운영자의 책임 조항	계획		
		실적		
	▪ 무인항공기 운영자의 사고 개념과 유형	계획		
		실적		
	▪ 무인항공기 운영자의 법적 책임의 연구동향	계획		
		실적		
	▪ 무인항공기 운영자의 법적 책임의 검토	계획		
		실적		
[성과 15] 민간무인항공기 운용시설 구축방안 보고서	▪ 민간무인항공기 고위험 기술요소 식별	계획		KAIST
		실적		
	▪ 고위험 기술 획득방안 수립	계획		
		실적		
[성과 16] 민·군 연계협력 방안 검토 보고서	▪ 국내 활용가능 근 인프라 파악 및 활용가능성 분석	계획		대한항공
		실적		
	▪ 군 인프라 민간연계 협력방안	계획		
		실적		
	▪ 해외 민·군 무인항공기 연계활용 사례	계획		
		실적		
	▪ 국내 민군 연계협력 방안	계획		
		실적		
[성과 17] 민간무인항공기 항공교통관제절차(안)	▪ 민간무인항공기 항공교통관제 동향	계획		KAIST
		실적		
	▪ 무인항공기 항공교통관제절차 초안 작성	계획		
		실적		
[성과 18] 민간무인항공기 운용핵심기술 개발계획	▪ 핵심기술 획득방안	계획		KARI /KAIST
		실적		
	▪ 핵심기술 개발계획	계획		
		실적		
	▪ 핵심기술 분석	계획		
		실적		
[성과 19] 민간무인항공기 중장기 로드맵	▪ 국내외 로드맵 및 규정 현황	계획		항공안전기술원 /항공대 /KARI
		실적		
	▪ 로드맵 작성	계획		
		실적		
	- 법제화 로드맵	계획		
		실적		
	- 운용 핵심기술 로드맵	계획		
		실적		
	- 운항로드맵 등(운항 및 감항기준/운영자 승인제도/항공종사자 자격제도/운용시스템 보안방안수립/운용 인프라 구축 로드맵)	계획		
		실적		
	▪ 로드맵 분석 및 제시	계획		
		실적		

4 절. 국내 유사 연구 현황

1. 개요

국내 민간무인항공기 개발 및 관련 규정의 필요성에 대한 인식이 확대됨에 따라 이를 위한 연구가 다수 수행된 바 있으며, 최근까지 국내에서 수행된 유사 연구 현황은 다음과 같음.

□ “무인항공기 안전관리제도 구축 연구”, 교통안전공단(2009.07)

□ “스마트무인항공기기술개발사업”, 한국항공우주연구원(2002.06)

□ “상업용 민간무인항공기 보급기반 구축 기획”, 한국과학기술원(2011.12)

본 연구에서는 위와 같이 기 수행된 유사 연구에 대한 검토 및 분석을 통해 본 과제를 위한 활용방안을 모색하는 한편 본 과제와의 차이점을 식별하여 ‘민간무인항공기 실용화를 위한 기반조성 연구’의 성공적인 성과도출 위한 사업추진방안 제시에 활용하고자 함.

2. 국내 유사 연구 주요 내용

가. 교통안전공단, “무인항공기 안전관리제도 구축 연구”

1) 연구개요

“무인항공기 안전관리제도 구축” 연구는 2009년 7월부터 12월까지 교통안전공단에서 수행하였으며, 무인항공기 안전관리제도에 관한 국내외 현황 조사 및 분석을 주 내용으로 하고 있음. 연구목적을 비롯한 연구 개요는 다음과 같음.

□ 연구명 : 무인항공기 안전관리제도 구축 연구

□ 연구기간 : 2009.07.08. ~ 2009.12.15

□ 연구수행기관 : 교통안전공단

□ 연구목적

- 무인항공기 안전관리제도에 관한 국내외 현황 조사 및 분석을 통하여, 무인항공기 운용 및 설계·제작에 필요한 안전기준을 제시함으로써 무인항공기 사

고예방과 공역의 안전을 확보

□ 연구범위

- 무인항공기 안전에 관한 해외사례 수집 및 분석
- 무인항공기 기술기준(안) 개발
- 무인항공기 안전성 인증검사 절차 수립
- 운항안전을 위한 무인항공기 운항기준(안) 개발

□ 연구방법

- 무인항공기 안전에 관한 해외사례 수집 및 분석
- 무인항공기 분야 전문가의 자문
- 무인항공기 협의체 구성

2) 주요 연구내용 및 결론

최종 보고서 구성, 주요 연구내용 및 결론을 정리하면 다음과 같음.

□ 보고서 구성

- 제1장 - 연구 개요
- 제2장 - 무인항공기의 이해
- 제3장 - 무인항공기 현황 및 전망
- 제4장 - 무인항공기에 관한 현안
- 제5장 - 무인항공기 안전관리제도 현황
- 제6장 - 무인항공기 안전관리제도 개선 방향
- 제7장 - 무인항공기 안전관리제도 법제화 방안
- 제8장 - 결 론

□ 연구내용 및 결론

- 무인항공기 비행안전 및 공역의 운항안전 보장을 위한 최소한의 기준 확립 제시
  - 무인항공기 비행허가 신청 : 특별운용증명, 특별감항증명 등
  - 허가기준 : 기술 기준 및 공역 안전성 평가
- 무인항공기 안전관리 제도 수립

- 운영기준 : 공역이용, 비행절차, 비행·운영허가, 자격 등에 대한 안전관리제도 확립
- 기술기준 : 안전성 인증기준, 인증절차 등 확립

• 무인항공기 운영협의회 등 민군산학 협력체계 구축 및 무인항공기 안전관리 제도 발전을 위한 지속적인 노력 필요

• 무인항공기 안전성 평가기법 개발 필요
- 기술 안전성 : 무인항공기 기술 신뢰성 및 안전성 평가기법
- 공역 안전성 : 무인항공기 공역비행의 안전성 평가기법

3) 검토결과

“무인항공기 안전관리제도 구축 연구”는 무인경량항공기 기술기준과 무인항공기 운영기준에 대한 연구로 무인경량항공기의 기술기준(안)과 운항기술기준(안)을 작성하였으나, 기술안정성 및 공역안정성 평가가 없었으며, 최근 유럽과 미국의 유인항공기와 무인항공기의 혼합운용 로드맵을 반영하지 못하여 공역혼용의 시뮬레이션에 따른 운항기준설정을 연구하는 본 연구과제의 연구내용과는 차별화 됨

나. 한국항공우주연구원, “스마트무인항공기기술개발사업”

1) 연구개요

“스마트무인항공기기술개발사업” 연구는 ‘2002년 6월부터 2012년 3월까지 한국항공우주연구원에서 수행하였으며, 수직이착륙과 고속비행 및 장시간 비행이 가능한 스마트무인항공기 시스템 개발을 위한 기술개발사업임. 연구목적을 비롯한 연구 개요는 다음과 같음.

□ 연구명 : 스마트무인항공기기술개발사업

□ 연구기간 : 2002.06. ~ 2012.03

□ 연구수행기관 : 한국항공우주연구원

□ 연구목적

• 주.야간 원거리 영상정보의 실시간 획득을 위하여 자율비행, 충돌감지 및 회피 등 핵심 스마트 기능을 포함하고, 수직이착륙 및 고속 수평비행이 가능한 틸트로터형 무인항공기, 통신장비, 지상관제시스템, 지원장비 등 지능형 무인

항공기시스템을 개발하고, 이를 통하여 국가적인 무인항공 시스템 기술 자립화 기반을 확보

□ 연구범위(1단계 ~ 3단계 사업 수행)

- 스마트 무인항공기 체계종합 기술개발
- 스마트 구조/재료 및 고성능화 기술개발
- 스마트 자율비행 및 비행안전성 기술개발
- 센서/구동기 소형경량화 기술개발
- 신개념 비행체 기술개발
- 무인항공기 동력장치 기술개발
- 무인항공기 항공전자 기술개발
- 무인항공기 통신 기술개발
- 무인항공기 관제 기술개발
- 무인항공기 임무/운용 기술개발

□ 연구방법

- 스마트 무인항공기 사업단을 중심으로 국내연구개발(산학연) 및 국제 연구개발(기술협력체) 기관으로 구성된 연구진 구성
- 지식경제부 21세기 지식경제프론티어 기술개발 사업의 일환으로 주무부처 및 전담평가단 및 운영위원회, 평가위원회를 구성하여 기술개발 추진

2) 주요 연구내용 및 결론

연구결과 보고서 구성, 주요 연구내용을 정리하면 다음과 같음.

□ 보고서 구성(10개 주요 분야 기술개발 수행)

- 제1장 - 사업의 개요
- 제2장 - 사업단 운영 현황
- 제3장 - 주요 분야별 추진현황

□ 연구내용 및 결론

- 스마트무인항공기 체계종합 기술개발
- 신개념 비행체 설계기술개발

- 대형국책사업 수행경험 및 인프라를 활용한 사업 총괄주관
- 스마트무인항공기 비행체 시스템통합
- 무인항공기 시스템 (항공전자, 통신, 관제) 개발
- 하드웨어 개발 및 제작 업무 수행
- 육군 군단급 무인항공기 개발사업 수행경험을 활용한 기술
- 개발의 위험도 제거 및 신기술 개발을 통한 기술향상 추진
- 스마트 기술개발 (제어, 공력, 구조재료)

3) 검토결과

지식경제부의 지식경제프론티어기술개발 사업으로 2002~2012년 수행된 스마트무인항공기 기술개발사업을 통해 무인항공기 관련 법규가 정비되지 않은 시점에서 틸트로터 비행체 기술개발을 포함하여 충돌감지 및 회피 기술 등 무인항공기의 자율비행을 구현을 위한 기초연구가 수행되었음 공역진입 제도 구축이 준비되고 있는 시점에서 이를 반영하여 민간무인항공기 운용에 필요한 전반적인 핵심기술들을 도출하는 본 연구과제의 연구내용과는 차별화 됨.

다. 한국과학기술원, “상업용 민간무인항공기 보급기반 구축 기획”

1) 연구개요

“상업용 민간무인항공기 보급기반 구축 기획” 연구는 ‘2011년 12월부터 2012년 8월까지 한국과학기술원에서 자체적으로 수행하였으며, 기 구축된 고흥항공센터를 선진국 수준의 R&D 기반으로 확대시키고 국내 개발 항공기의 비행시험 지원 기반으로 활용하기 위한 자체 기획연구임. 연구목적을 비롯한 연구 개요는 다음과 같음.

□ 연구명 : 상업용 민간무인항공기 보급기반 구축 기획연구

□ 연구기간 : 2011.12.13. ~ 2012.08.12

□ 연구수행기관 : 한국과학기술원

□ 연구목적

- 우리나라 현실에 적합한 시범 인증용 무인항공기 개발 방안 및 민간무인항공기의 인증체계 개발 방안을 마련하기 위한 연구 수행

□ 연구범위

- 우리나라 현실에 적합한 시범 인증용 무인항공기 개발 방안
- 민간무인항공기의 인증체계 개발 방안
- 민간무인항공기의 안전하고 효율적 운용을 위한 운용기법 조사 및 제시
- 민간무인항공기 운용을 위한 기반 시설 및 인력양성 방안
- 공공/상업용 무인항공기 이용 시범사업 발굴 및 시행 방안

□ 연구방법

- 국내·외 무인항공기 동향 및 환경 분석
- 정책적, 기술적, 경제적 타당성 검토 및 파급효과 분석

2) 주요 연구내용 및 결과

연구결과 보고서 구성, 주요 연구내용 및 결론을 정리하면 다음과 같음.

□ 보고서 구성

- 제1장 - 기술의 정의 및 필요성
- 제2장 - 국내외 동향 및 환경 분석
- 제3장 - 국내외 동향 및 환경 분석
- 제4장 - 사전타당성 검토
- 제5장 - 인력투입 소요예산 산정
- 제6장 - 과제 제안요구서

□ 연구내용 및 결론

- 무인항공기 제작, 인증, 운용에 요구되는 기반시설의 사전 구축을 통한 수요 대비 및 세계적 추세에 선제적 대응 통해 민간용 무인항공기 개발에 선구자 역할 담당
- 세계적으로 태동기인 민간용 무인항공기 분야의 각종 법령/규정 제정 시 새로운 표준 제시로 국위 선양 및 국부 창출
- 무인항공기 개발 및 연관 분야 고급연구인력 및 기술연구체계/운용기반시설 구축
- 자연 재해 및 국가 주요 기간 시설의 감시를 통한 국가 재난 방지 및 선제적

대응 역량 확보

- 항공물류산업의 선진화로 국토균형발달
- 기상관측, 해양관측, 측량 등 순수 및 응용과학 여러 분야 발전에 기여

3) 검토결과

국토교통부에서는 항공선진화사업의 일환으로 상업용 민간무인항공기 보급 기반 구축에 대한 기획 연구(2011.12.13~2012.08.12)를 수행함. 상기의 민간무인항공기 보급기반 구축을 위한 기획연구를 통해 국내 인프라 구축의 필요성이 강조되었으며, 이에 따라 실용화 연구를 위해 추진되는 본 연구과제의 연구내용과는 차별화 됨.

3. 연구개발의 차별화 방안

가. 공학적 차별성

국내 민간무인항공기의 보급과 운항안전을 위하여 운항기술기준 및 인증기준을 수립하고, 충돌 감지 및 회피 등의 핵심기술에 대한 식별, 획득, 검증을 위한 로드맵 및 필요한 RFP를 작성하는 본 과제는 기 수행된 과제와 차별화 됨.

국내에서 진행된 무인항공기 관련 연구개발과제는 기초기술 연구 또는 군용무인항공기 관련 연구로서, 우리나라 항공당국인 국토교통부 주도로 추진되는 본 과제의 연구개발범위와 민간무인항공기의 공역진입을 위한 새로운 제도, 절차, 규정 및 기준 등의 결과물은 차별성이 있음.

현재까지는 무인항공기 안전과 사고에 관해 관련 법규와 제도의 보완 및 확립을 통한 기준을 마련하고자 하였으나 보다 근본적으로 각 사고 발생 요인 분석과 공학적 접근을 통해 각 요인별 예방방안을 수립하고자 함.

나. 기술적 차별성

무인항공기는 유인항공기(고정익, 회전익)에 비해 약 10배 ~ 100배 까지 사고율이 높게 나타나고 있음. 따라서 무인항공기 관련 법규 및 제도 확립뿐 아니라 좀 더 무인항공기 자체 성능의 면밀한 분석이 필요함에 따라 본 과제는 전반적인 무인항공기 기반 조성에 관한 것이므로 기본적인 고정익 무인항공기와 틸트 로터 형식의 무인항공기 또한 정확한 성능 분석과 안정성 평가가 요구됨.

무인항공기의 이착륙은 유인항공기와 마찬가지로 항공기의 전체 운용조건 중 사고가 가장 많이 일어나는 절차임. 중대형 유인항공기의 경우, 계기 착륙 시스템(ILS,

Instrument Landing System)을 이용하여 고신뢰도의 안전한 착륙이 가능하지만, ILS는 활주로 유도를 위한 장치로 고정익 형태의 일반적인 항공기만 장착이 가능하고 무게와 가격면에서 민간용 무인항공기에 장착이 어려운 제약이 존재하며, 통합비콘착륙시스템(IBLS, Integrity Beacon Landing System)는 GPS 반송파 신호 기반 시스템으로 위치 추적 정확도를 높였나 활주로의 단방향 접근만 가능하여 복수 무인항공기의 운용에 비효율 적임. 따라서 고정밀 고신뢰성 자동착륙을 가능하게 하는 GPS 지역보강항법시스템(GBAS)의 성능 검증 및 무인항공기용 보강항법시스템의 구현 가능성에 대한 검토가 필요함.

현재 비가시영역(BLOS) 조건에서 자동착륙이 가능한 유인항공기용 GBAS(Ground Based Augmentation System) CAT-Ⅱ/Ⅲ의 개발이 진행되고 있으나, 무인항공기를 대상으로 하는 시스템의 기술개발이 진행된 사례는 없으며. GBAS는 유인항공기용으로 개발된 만큼 유·무인항공기 혼합운용에서의 성능 검토 및 시스템 강화 방안 제시 필요.

산업자원부 및 교육과학기술부의 주도로 무인항공기의 근접 운용을 위한 통신·통제 시스템에 대한 연구가 선행된 바 있으나 이러한 연구는 적용 범위가 제한되고 운용 반경이 작은 무인항공기를 대상으로 수행된 연구로 무인항공기 운용 및 무인항공기 시스템 전체를 아우르는 기술 및 기준이 되기에는 부족함. 이에 본 연구 수행을 통하여 일반적으로 적용 될 수 있는 무인항공기 운용 시스템을 위한 C2 시스템의 기준과 성능을 수립 할 계획임.

특히 무인항공기가 원격으로 운용되는 만큼 통신링크의 기본적인 안정성/신뢰성/실시간성이 구현되어야 하는데, 기존의 무선통신망은 무인항공기 등에 필요한 실시간 네트워크라기보다는 burst형태의 고속 네트워크이므로 그대로 적용하기엔 추가적인 연구가 필요함.

국가 공역에서 유무인항공기 통합 운영의 법적인 근거를 마련하기 위하여, 무인항공기 기체, 지상 통제 시스템, 통신 시스템, 안전거리유지 시스템, 그리고 (차세대) 교통관제시스템을 아우르는 모든 요소에 대한 조사와 연구가 이루어질 계획임.

5 절. 국내·외 기술개발 현황

1. 인증체계 분야

가. 해외 인증체계 분야

1) 미국 FAA의 무인항공기 인증체계

□ 미국 행정부와 의회는 최근 급증하는 민간무인항공기에 대한 수요에 대응하고 관련 산업 육성을 위해 안전성이 중요한 걸림돌임을 인식하고 FAA에 조속한 인증체계의 수립을 종용하면서 2012년 FAA Reauthorization Act를 통해 2015년9월까지 무인항공기의 공역 내 “안전한 통합(safe integration)“을 요구하는 등 입법적, 예산적 지원을 하고 있음.

□ 미국 FAA는 무인항공기 특별감항증명(Experimental Certificate 포함) 발급에 관한 업무규정을 발행하였음. 여기에는 Optionally Piloted Aircraft(원격조종유인항공기)도 포함됨. 유럽과 그 외 국가에서도 무인항공기에 대해 특별감항증명을 하거나 운항승인을 하고 있음. 대개는 수십 킬로그램 이하의 소형무인항공기에 대한 운항승인임.

□ 무인항공기에 대해 형식증명을 한 사례는 아직 없으며 모든 국가의 인증전문가들은 충돌 감시 및 회피를 위한 확고한 기술이 개발되고 무인항공기의 안전성이 유인항공기 수준까지 획기적으로 높아지기 전에는 무인항공기에 대한 형식증명이 이루어지지 않을 것으로 전망함.

□ 미국 FAA는 2013년 무인항공기 로드맵(Integration of Civil UAS in the National Airspace System Roadmap)에서 무인항공기 인증은 달성이 가능한 안전성 수준에 맞추어 인증수준(Levels of Certitide)을 적용하는 접근방식을 제안하고 궁국적으로는 형식증명과 표준감항증명을 발급할 수 있도록 인증체계를 발전시켜 나갈 것을 천명한 바 있음. 각 인증수준의 구체적인 적용시기는 무인항공기 기술(Enabling technology)의 발전에 따라 좌우되므로 당연히 제시하지 않고 있음.

2) 유럽 EASA의 무인항공기 인증체계

□ 유럽은 무인항공기 인증에 관한 2009년 방침문서(EASA Policy Statement, Airworthiness Certification of UAS)에서 무인항공기 인증에 있어 유인항공기에 적용되는 규정인 Part 21이 기본적으로는 그대로 같이 적용되고 무인항공기의

안전성이 확실히 확보되기 전까지는 제한형식증명과 제한감항증명이 적용될 것임을 밝히고 있음.

□ 유럽의 EASA는 2014년 4월에 유럽의 민간용 무인항공기의 점진적 개발을 지원하기 위한 전략(“A New era for a aviation-Opening the aviation market to the civil use of remotely piloted aircraft systems in a safe and sustainable manner”)을 발표함.

□ EASA는 현재 무인항공기 인증과 운항승인에 관련된 Rule- making 작업을 진행중임.

3) ICAO의 무인항공기 인증체계

□ ICAO에서는 20개국이 참여하는 무인항공기 연구그룹(UASSG)을 결성하여 6개 분과로 나누어 무인항공기에 관한 매뉴얼과 국제표준안을 개발하고 있음.

- 6개 분과 : 감항(Airworthiness), 관제(ATM), 운항(Opera- tions), 지휘/통제(C2) 및 ATC Communications, 감지 및 회피 (Detect & Avoid), 자격(Licensing) 등. 인증체계와 기술기준은 감항분야에서 취급.
- ICAO Doc 10019(Manual on Remotely Piloted Aircraft Systems) 개발 (2015년3월) - 2018년 업데이트 및 Guidance 자료 개발 예정
- 2020년 완료 목표로 무인항공기 관련 국제표준(SARPs, Standard and Recommended Practices) 개발 작업 진행

나. 국내 인증체계 분야

□ 우리나라의 민간무인항공기 인증체계는 항공법에 수록되어 있음.

□ 현행 항공법에서는 일반적으로 통칭되는 무인항공기를 “무인항공기”와 “무인비행장치” 두 가지 카테고리로 구분하고 있음.

□ 항공법에서는 무인비행장치를 자체중량 150kg 이하인 동력비행장치로 정의하고 있음. 즉, 우리나라 항공법 상으로는 자체중량 150kg의 무인항공기는 무인항공기가 아니고 무인비행장치임. 이는 항공기의 일종인 초경량비행장치가 항공법상으로는 항공기가 아닌 것과 같은 논리임.

□ 현행 항공법은 무인비행장치를 일종의 초경량비행장치로 분류하여 기본적으로 초경량비행장치에 적용되는 법규를 준용하도록 하되 일부 예외조항을 두고 있음.

- Note : 본 연구는 무인항공기에 국함됨. 따라서 무인비행장치에 관한 연구는 배제하였음.

□ 무인항공기에 대해서는 기본적으로 유인항공기에 적용되는 항공법 법규가 똑같이 적용되도록 되어있으며 무인항공기에 특정해서는 다음과 같이 세 개 조항만 있음.

- 항공법 제2조 제3호
- 항공법 제55조 제5호 및 동시행규칙 제196조의2
- 항공법 시행규칙 제20조 제3호

□ 항공법 제2조 제3호 "가"에서는 "항공업무"에 대한 정의를 하는 가운에 무인항공기에 대한 정의가 간접적으로 되어있음.

□ 항공법 제55조(비행 중 금지행위 등)의 제5호에서는 무인항공기의 비행을 "비행 중 금지행위"의 하나로 하되 비행을 하려면 국토부장관의 허가를 받도록 하고 있음.

□ 시행규칙 제296조의2(무인항공기의 비행허가 신청 등)는 항공법 제55조의 제5호에 관한 세부규칙으로 무인항공기의 비행허가신청에 관한 요건을 수록하고 있음. 이 조항에서 무인항공기 비행허가는 지방항공청장 또는 항공교통센터장에게 위임하고 있음.

□ 시행규칙 제20조(특별감항증명의 대상)는 동법 제15조제3항제호2호에 관한 세부규칙으로 특별감항증명 대상이 되는 항공기 운항용도를 명시하고 있음. 이 조항의 제3호에 "무인항공기의 운항"이 포함되어 있음.

2. 운항기준 분야

가. 해외 운항기준 분야

1) 미국 FAA의 무인항공기 운항기준체계

□ (ICAO) 민간무인항공기가 모든 국가에서 조화롭게, 유인항공기와 동등한 수준의 안전성을 확보하며, 경제적이고 효율적인 운영 및 운항 목표

- '11년 Circular 328제정, ' 15년도 RPAS Guidance Manual 발표, '18년도 SARPs Annex 6 제정(예정)

- 비분리공역(Non-segregation)과 공항에서 통합 운영

• 운항 관련 개요 및 특정 주요 부분 강조
  - 모든 UAS 단체에 운항관련 지침(Guidance) 제공을 목적으로 함
  - 기존 적용된 RPAS 기준 및 기존 수립된 항공 운항원칙과 부합
  - 고려해야하는 새로운 RPAS 특정 부분 강조
  - ‘살아있는’ 문서로 논의가 진행되며 개정 가능(Circular 328 대체)

• 안전 관련하여 운항과 관련된 장(Chapter)
  - 6장(운영자 책임), 7장(안전관리), 9장(RPAS 운항), 11장(C2), 13장(지상통제소)

• (주안점) RPAS 운영자 인증(ROC), 계약서비스-운영자 책임(C2 통신서비스 제공자), 원격 기장(PIC) 책임, 피로관리(지루함 등), 안전관리, 운항(환경, 운항종류, 지상통제소 이양, 응급상황, 보안)

• (난점) C2 링크(구성, 승인/감독, 관리, 단절), 지상통제소(기능 개요, 다수 RPA 형식, 인간영향)

□ 특별 인증 없이 민간 UAS를 국가공역시스템(NAS)에 통합

• 공공 UAS 운용(~ ‘15), 민간 UAS 운용(~ ‘20)

2) 유럽, EASA의 무인항공기 운항기준체계

□ 하나의 시장, 하나의 규칙을 목표로, 기존 항공 시스템의 안전/운용에 영향을 주지 않고 통합하며, 산업분야 투자 활성화 및 고용 창출을 위한 법 · 제도 수립

• 민간 RPAS 비분리공역 초도 통합(~ ‘16), 운항관련 규정(UAS OPS & FCL) 수립(’ 13~ ‘17)
  - ASBU 단계와 동조하여 단계적 공역 통합

나. 국내 운항기준 분야

□ 1999년부터 무인비행장치 안전관리 기준 반영, 비행계획 승인제도 운영

• 민간 RPAS 비분리공역 초도 통합(~ ‘16), 운항관련 규정(RPAS OPS & FCL) 수립(’ 13~ ‘17)

□ 국내 항공법 분석

• 항공기 안전운항을 위한 운항기술기준 (제74조의2)
  - 국토교통부장관은 항공기 안전운항을 확보하기 위하여 이 법과 「국제민

간항공 조약」 및 같은 조약 부속서에서 정한 범위에서 다음 각 호의 사항이 포함된 운항기술기준을 정하여 고시할 수 있다.

- 운항기술기준의 준수 (제74조의3)
  - 소유자등 및 항공종사자는 제74조의2에 따른 운항기술기준을 준수하여야 한다.
- 민간무인항공기 운항 관련하여 ‘시험비행 허가’(항공법 제20조) 및 ‘비행 허가 신청’(항공법 제196조의2) 으로 관리
- 제20조(시험비행 등의 허가)
  - 조종사가 탑승하지 아니하고 비행할 수 있는 항공기(이하 “무인항공기“라 한다)는 시험비행 등 항공에 사용할 수 있다는 허가(이하 시험비행 등의 허가“라 한다)를 받은 경우 비행 가능
- 제196조의2(무인항공기의 비행허가 신청 등)
  - 무인항공기를 비행시키고자 하는 자는 성명·주소 및 연락처/무인항공기의 형식 및 등록기호/ 비행의 목적·일시·경로 및 고도/무인항공기의 조작자의 성명 및 연락처 사항을 지방항공청장에게 비행예정일 5일 전까지 제출
  - 지방항공청장은 무인항공기 비행 신청을 받은 경우 심사한 후 항공교통의 안전에 지장이 없다고 인정되는 경우에는 비행을 허가

3. 무인항공기 시범운용 분야

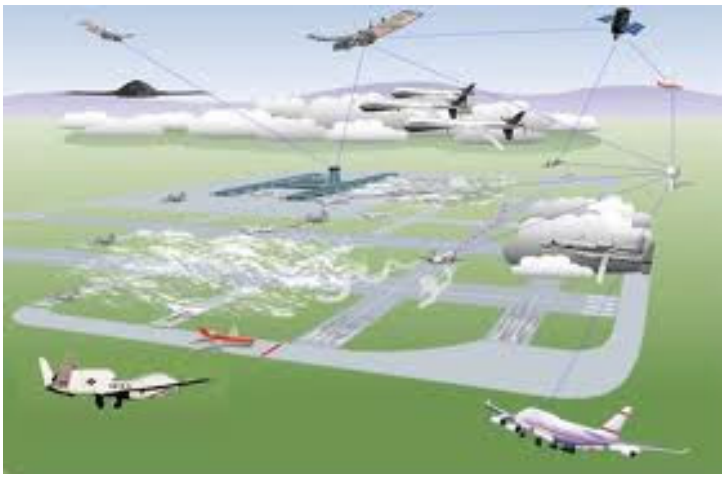
가. 해외 무인항공기 시범운용 분야

1) 미국

□ 차세대 항공교통관리(ATM: Air Traffic Management) 시스템 연구 프로젝트인 NextGen을 진행하고 있으며, 무인항공기를 NAS(National Airspace System)에 완전히 통합하여 운영을 위한 로드맵을 2013년에 발표하여 무인항공기 혼용운용을 위한 연구 및 법제화에 박차를 가하고 있음

□ 국가 공역 시스템(NAS)으로의 무인항공기 시스템 통합을 위한 프로젝트에서는 다섯 개 분야에 대해 세부 연구 목표 수립하였는데, 분리 간격 수립(Separation Assurance), 통신(Communication), 휴먼 시스템 통합(Human System Integration),

인증(Certification), 통합 시험 및 평가(Integrated Test and Evaluation)를 포함함.



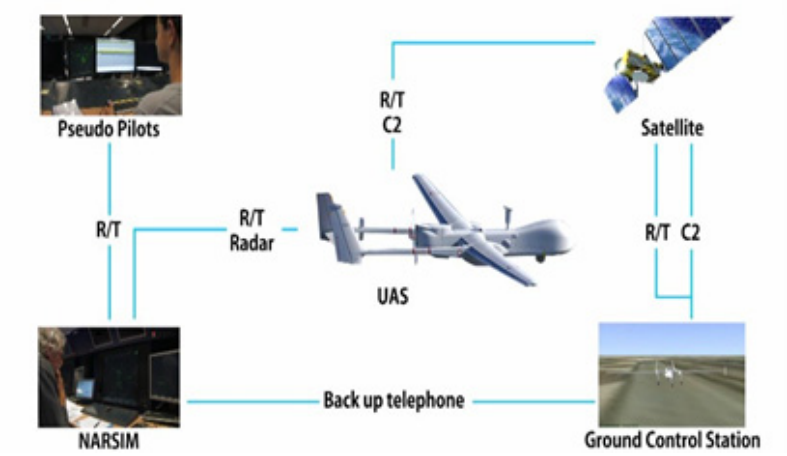
<그림 1-2> UAS integration in the NAS

2) 유럽

□ EUROCONTROL을 중심으로 SESAR(the Single European Sky ATM Research Programme)을 진행하고 있으며 유럽의 항공교통관리(ATM) 시스템의 현대화 프로그램으로 유럽의 전 공역을 기술적, 경제적, 법제적 관점에서 단일 공역으로의 통합을 목표로 함.

□ SESAR 프로젝트 일환으로서 무인항공기 특화 프로젝트인 INOUI(Innovative Operational UAS Integration)는 7개의 Work Package로 구성되어 있으며, 통합된 무인항공기 항공관리시스템의 기술 요소를 제시하고 있음

□ 또한 SINUE (Satellites enabling the Integration in Non-segregated airspace of UAS in Europe) 프로젝트를 통해 2015년까지 유럽공역내의 SATCOM 데이터 링크를 이용하여 UAS의 통합 운영 타당성 조사를 하고 있으며 네덜란드 항공관련 국립 연구소인 NLR에서 개발한 ATC 시뮬레이터인 NARSIM을 이용하여 분석을 진행하고 있음.



<그림 1-3> SINUE 개념도

3) 영국

□ 영국에서는 ASTREA(Autonomous Systems Technology Related Airborne Evaluation & Assessment) 프로젝트를 통해서 영국 공역 내에서 무인항공기를 특별한 제약 조건 없이 운영하는 것을 목표로 하고 있으며, ASTREA I은 2006~2008년에 진행되었고, 현재 ASTREA II (2009~2013) 단계를 진행하고 있음.

□ ASTREA II 단계에서는 Separation Assurance & Control과 Autonomy & Decision making 프로젝트가 진행 중임

4) 프랑스

□ 항공 관련회사인 THALES에서는 군용 UAS의 민간 영공으로의 통합을 위해 적합한 주파수 영역을 지정하는 연구인 SIGAT(Study on military frequency spectrum allocations for the insertion into General Air Traffic of UAS) 프로젝트를 진행 중임

5) 독일

□ 독일항공센터(DLR)에서 2002년부터 2004년까지 USICO(Unmanned aerial vehicle Safety Issues for civil Operations) 프로젝트를 통해 무인항공기의 감항 기준을 분석하였고 민간 공역 내 운용을 위한 ATM 통합 개념과 충돌 감지 및 회피를 시뮬레이션 하였음. 또한, BR&TE(Boeing Research & technology Europe)에서는 ATLANTIDA(Application of Leading Technologies to Unmanned Aerial Vehicles for Research and Development in ATM) 프로젝트를 통해 2007년부터 2010년까지 현대화 항공교통관리시스템의 새로운 운용개념인 TOB(Trajectory-Based

Operations)에 무인항공기의 운용을 통합하기 위한 연구를 진행하였음.

나. 국내 무인항공기 시범운용 분야

□ 유인항공기의 경우 현재 운용중인 접근관제 장비 및 통합관제 장비를 전량 해외 도입하여 운영함에 따라, 항공운항관리에 필요한 주요 장비에 대한 연구개발 능력이 부족한 상태임. 이로 인해 관제 업무 수행 중 문제가 발생하였을 경우 관제 장비의 수입으로 인한 대처 능력과 방안의 한계점을 드러낼 수 있음

□ 이와 같은 문제점을 해결하기 위하여 항공대와 한서대학교에서는 각각 Unix 기반, Window기반의 항공관제 시뮬레이터를 개발하여 사용하고 있으며, 철도 교통관제 센터에서는 2004년 1000억원을 들여 전국 각지에 흩어져있던 교통관제실을 통합운영하고 있음

□ 그러나, 무인항공기와 유인항공기와의 통합적인 관제 시스템 개발 및 무인항공기용 관제 시뮬레이터에 대한 연구는 많이 부족한 상황이며, 비가시영역(Beyond Line of Sight, BLOS) 상황에서의 음성/데이터 통신 중계기 연구 또한 미미한 실정임

□ 이런 상황에서, 국토교통부에서 2015년 12월부터 무인비행장치(드론, 150kg이하)의 안전성 검증을 위한 시범사업이 추진될 예정임. 가칭 “무인비행장치 활용 신산업분야의 안전성검증을 위한 시범사업”으로 무인비행장치(드론) 시범사업을 통한 관련법 개정 등의 활성화 정책을 제시함으로써, 드론을 활용한 신산업 성장 달성을 목표로 하고 있음.

- 무인비행장치 산업 활성화 및 안전성 검증을 통한 순조로운 상용화 단계 진입을 목표로 함
- 무인비행장치 시범사업은 현재(‘15. 7. 28 기준) 시범사업을 위한 기획연구(5개월) 제안 공고 상태임
  - 기획연구에서는 국내외 현황 및 사례분석, 시범사업 운영메뉴얼 수립, 안전관리 시행방안 등을 포함하는 사업추진계획과 이에 따른 사업준비 지원을 위한 세부사항 마련 등을 연구함.
- 무인항공기는 다양한 크기와 용도로 개발되고 있음. 따라서 초소형부터 여객기 수준의 대형까지 전체를 범위로 하는 운항기술기준이 필요하나, 본 과제는 무인항공기(150kg 초과)만을 다루고 있어, 무인비행장치급에 관한 추가 연구가 필요함.

4. 무인항공기 운용기술 및 활용 분야

가. 해외 무인항공기 운용기술 및 활용 분야

1) 해외 무인항공기 운용기술 분야

□ 미국은 무인항공기의 자율비행능력 수준을 10단계로 구분하고 있으며, 현재 2~3단계 수준으로 다수 무인항공기의 편대 비행을 위한 자율비행 제어시스템 설계 기술 개발 및 기술 시현을 위한 연구들이 진행되고 있음. 무인항공기 자체의 운용성에 초점을 둔 기술 등급 분류로, 유/무인항공기 통합운용 및 관제 공역 내 무인항공기 운용을 위해서는 추가적인 기술 분류 및 개발이 필요함.

□ 유/무인항공기 통합 운용을 시험하기 위한 시험 인프라로 NASA는 LVC-DE (Live Virtual Constructive Distributed Environment)를 개발하였음. 이 시험인프라는 유무인항공기 통합 운용을 위해 개발된 시스템들 간의 상호작용 무결성, 무인항공기가 NAS에 진입하기 위해 필요한 새로운 기술이나 개념의 검증 등에 사용될 예정이며 LVC-DE를 구성하는 장비로서 무인항공기는 ADS-B가 장착된 Ikhana, Global Hawk등이 포함되어 있고, 유인항공기는 충돌 감지 및 회피 알고리듬이 탑재된 T-34C 등이 포함됨.

□ 현재 ADS-B(Automatic Dependent Surveillance-Broadcasting) 기반으로 실시간 유·무인항공기의 운항정보를 GCS (Ground Control Station)와 ATC(Air Traffic Control)에 동시에 디스플레이하는 시험에 성공하였음.

2) 해외 무인항공기 활용 분야

□ 민간용 무인항공기는 환경, 기상연구, 탐사 등 과학적 목적 외에도, 농업, 어업, 산림 및 국토관리 등 다양한 활용 가능성이 있으며, 아직 군용무인항공기 시장만큼 규모가 크지는 않으나 앞으로 성장 가능성이 높은 분야임.

- 상업용 활용 분야
  - 감지 및 탐사 : 어군 감지, 광물 및 유전 등 탐사, 지도 제작
  - 관리 및 감시 : 농약/종자 살포, 농장 감시, 송전탑/송유관 감시, 경비
  - 기상 및 통신 : 상업용 기상관측, 광역 통신망, 통신 중계
  - 운송 : 화물 운송, 승객 운송
- 정부 부문 및 공공 활용 분야
  - 감시 : 해양 및 국경 감시, 불법어로 감시, 법무관련 업무, 세관 감시, 교

통상황 감시, 산림/산불 감시, 수자원 감시 및 관리, 불법 수렵 감시, 치안 감시 및 범죄자 추적
- 기상 및 통신 : 기상 및 대기 관측, 일기예보, 긴급통신 중계
- 비상/재난 : 수색/구조, 홍수·태풍·지진 모니터링, 방사능 모니터링

• 과학적 연구 활용 분야
- 환경 및 지구과학 : 기상/대기 연구, 해양 관측, 태풍 연구, 자원 탐사, 화산 연구
- 기타 : 지리정보 구축

나. 국내 무인항공기 운용기술 및 활용 분야

1) 국내 무인항공기 운용기술 분야

□ 무인항공기 운용 기술 관련 연구는 무인항공기 제어, 고장감지 및 재형상, 편대비행 등 무인항공기 제어 알고리듬에 대한 연구들이 주를 이루고 있음

□ 공역 내 민간무인항공기를 운용하기 위한 핵심 기술인 충돌 감지 및 회피 분야는 알고리듬에 관한 학술적 연구가 대부분으로 시뮬레이션 수준에 머무르고 있으며, 상용화를 위한 추가 연구 및, 영상/레이더/ADS-B 등 항법 기술과 연계한 기술 개발이 필요함.

□ 국내에서는 국토교통부 항공선진화사업의 일환으로 국제민간항공기구(ICAO)의 권고를 충족하기 위한 '항공용 위성항행 통신시스템 개발' 연구가 진행되고 있으나 유인항공기 운용을 위한 차세대 항행시스템 기술 개발을 주 목적으로 하고 있으며, 민간무인항공기 운용을 위한 기술 개발은 포함되어 있지 않음.

2) 국내 무인항공기 활용 분야

□ 1990년대 기초연구

• 1993년부터 1999년까지 상공부의 지원을 받아 대우중공업이 주관하여 농업용 무인헬기를 개발 하였으나 실용화되지는 못함.

• 한국항공우주연구원은 1999년부터 소형 장기체공 무인항공기인 '두루미'를 개발하기 시작하여 2004년에는 우천 시의 운용을 포함한 기상관측 시험비행을 성공함.

□ 스마트 무인항공기 개발

• 항공우주연구원은 2000년부터 10년간 연구개발비 1,400억 원을 투자하여 수

직 이착륙 틸트로터 형식의 '스마트 무인항공기' 개발사업을 수행하여, 미국에 이어 두 번째로 수직 이·착륙 틸트로터 무인항공기 개발에 성공함.

5. 무인항공기 개발 현황

가. 해외 무인항공기 개발 현황

1) 개발 동향과 발전추세

□ 군사용 무인항공기

- 미국의 9.11 테러 이전 서서히 증가하던 무인항공기 시장이 9.11 테러 이후에 미국의 대테러 전략으로 시작된 아프간 및 이라크 전쟁에서 무인항공기의 효용성이 입증됨으로써 급격히 증가함.
- 아프간과 이라크 전장에서 미국의 글로벌호크(RQ-4 Global Hawk)와 프레데터(MQ-1 Predator)를 필두로 한 무인항공기들이 연합군의 작전승리에 기여하면서 무인항공기의 역할과 위력이 세상에 널리 알려지게 되었으며 이에 따라 각국은 무인항공기의 가치와 필요성에 대한 인식을 새로이 하게 되었고 이제는 거의 모든 나라들이 무인항공기를 개발하거나 운용할 준비를 하고 있음.

□ 민간무인항공기

- 미국의 경우 민간무인항공기 운용은 항공기 및 통신주파수(Data Link)나 공역통제 등에서 안전성과 신뢰성이 보장되지 않아 아직까지는 가시영역(LOS) 내에서의 운용으로 국한되고 있으나 재해재난방지/피해조사, 원격탐사, 기상관측, 통신중계, 환경감시, 산불감시/진화, 밀입국감시, 지리정보수집, 화산관측 및 토목/건축물 구조안전 검사 등 공공용도로 부터 점차적으로 확산·운용될 것으로 예상됨.
- 이에 따라 민수용으로써의 안전한 운용을 위한 연구와 법적·제도적 준비가 미국과 유럽을 중심으로 본격적으로 진행되고 있어 수년 내에 민수용 운용의 확산이 예상됨.
- 무인항공기는 개발 초기 단순히 정찰 위주의 지상감시를 위한 영상정보를 수집 제공하는 것이 주된 기능이었으나, 현재는 다양한 임무를 수행할 수 있는 여러 종류의 무인항공기가 개발되어 활용되고 있고, 계속 새로운 목적의 무인항공기들의 개발이 진행되고 있음. 또한 각종 첨단 과학 기술의 진보에 힘

입어 무인항공기는 더욱 고성능화 되고 있고 유인항공기의 기능뿐만 아니라 유인항공기로서는 할 수 없는 임무의 수행까지 효율적으로 수행할 수 있도록 발전할 것으로 예상됨.

2) 국가별 무인항공기 개발 및 발전추세

□ 미국

- 무인항공기 개발에 있어 선두주자로서 미 국방부는 무인항공기의 기술적 우위를 유지하기 위해 무인항공기 개발에 대폭적인 자금 증액과 투자를 추진하고 있음. 미국은 현재 각 군마다 다양한 형태의 무인항공기를 개발·운용하고 있으며, 향후 유인전투기를 대체할 수 있는 무인전투기 개발에 무인항공기 개발예산의 대부분을 투입하고 있음.
- 무인항공기의 체공 및 탑재능력이 향상됨에 따라 과거 단순 정찰임무에 머물러 있던 것이 이제는 미사일을 탑재하여 목표를 감지하고 공격하는 전투형 임무까지 추가된 다목적형으로 역할이 확대되고 있는 추세임.



MQ-9 Reaper	MQ-8B Fire Scout	X-47B UCAV

<그림 1-4> 미국의 대표적 무인항공기

□ 이스라엘

- 이스라엘은 무인항공기 개발과 운용에 있어 미국과 쌍벽을 이루는 국가로서, 초소형부터 대형의 무인항공기를 아우르는 제작·운용 기술을 가지고 있음.
- 이스라엘은 무인항공기의 속도보다는 유형과 규모, 생존성에 주안점을 두어 개발하고 있으며, 주변국들과의 여러 차례에 걸친 전쟁과 분쟁으로 얻은 경험을 무인항공기의 설계와 개발에 반영하고 있음. 그 결과 이스라엘은 최근 전술 무인항공기를 설계하고 운용하는데 있어서 그들의 경험을 바탕으로 전

보다 더 진보적인 설계와 응용력을 갖춘 새로운 무인항공기 개발을 추진하고 있음.

- IAI와 Ebit 사는 민간무인항공기 인증에 노력을 기울이고 있음. 2007년 이스라엘 공군은 비군사용 무인항공기에 대한 권한을 CAAI(Civil Aviation Authority of Israel)로 이전시켰으며 여기에는 민간 영공에서의 비행에 필요한 항공기, 지상 조종사, 정비사 등에 대한 인증이 포함되어 있음. 2007년 CAAI는 Hermes 450에 대한 민간 인증을 발급함.
- 이 두 회사는 이스라엘, 유럽연합, 미국 항공 당국과 무인항공기의 안전 기준 확립에 관하여 협력하고 있으며, 민간 시장 진입을 위해 민간에서 사용하는 공중충돌방지장치(TCAS) 및 항공통제소(Air Traffic Controller)와 연동할 수 있는 무인항공기의 감지 및 회피(Sense-and-avoid) 기술을 개발하고 있음

□ 유럽연합

- 유럽연합은 2013년 11월, 2020년 이후 차세대 무인항공기를 확보하기 위해 벨기에에서 열린 EU 국방장관 회의에서 중고도장기체공 무인항공기를 개발하는 방안을 승인하였음. 참여국가는 독일, 프랑스, 이탈리아, 스페인, 영국, 오스트리아, 벨기에, 체코 등이 있음.
- 현재 프랑스는 2020년부터 라팔 전투기를 대체할 대체무인항공기를 연구 중이며, 3억 5천만 달러 규모의 이 사업은 500파운드 급의 유도폭탄 2발을 투하할 수 있는 무인전투기 생산을 목표로 하고 있음. 또한 현재 스텔스 무인항공기 연구와 함께 라팔 전투기와 타이거 헬기에서 무인항공기를 조종하는 통합작전 운영에 대해서도 연구 중임.
- 독일은 유럽에서 가장 활발하게 무인항공기를 실전에 운용한 국가로, 1990년에 보스니아와 코소보에서 EADS 도니에르 CL-289를 운용한 것을 시작으로 KZO, LUNA, Aladin 등의 무인항공기를 운용하고 있음.

나. 국내 무인항공기 개발 현황

1) 군단급 무인항공기 송골매

- 처음에 비조라는 이름으로 개발이 시작되었던 국산 무인항공기는 1993년 선행개발완료, 1998년 서울 에어쇼 전시, 2000년 개발완료를 거쳐 2002년부터 실전배치를 시작했다. 실전배치와 동시에 RQ-101 송골매 군단급무인정찰기(R은 정찰, Q는 무인항공기를 의미)라는 제식명칭이 부여되었음. 송골매는 290

kg의 최대이륙중량에 길이 4.8m, 폭 6.4m인 중소형 무인항공기로 최고시속은 185㎞/h로 순항속도에서 6시간까지 비행이 가능하며, 작전반경은 110㎞, 최대 4㎞ 이상 상공까지 상승하여 정찰할 수 있음.



<그림 1-5> 군단급 무인항공기 RQ-101 송골매

<표 1-8> 송골매 제원

구 분	내 용
제원(l×w×h)	4.6×6.4×1.5 m
최대이륙중량	290kg
운용반경	110 km
체공시간	6 hrs
운용고도	4 km
최대속도	185 km/h
순항속도	120~150 km/h

2) 사단급 무인항공기

- 사단급 무인항공기는 2010년부터 개발이 진행중이며, 발사대에서 이륙하여 '후크제동'으로 착륙하며 산악/야지의 협소지역에서 운용이 가능하다는 것이 특징임. 기체의 95%이상이 복합소재로 제작되었고, 무인항공기의 체계 신뢰도 및 안정성 향상을 위하여 항전장비 등의 다중화 시스템을 적용하였으며, 군용항공기 감항인증 기준인 STANAG-4671을 적용하고 있음.



<그림 1-6> 사단급 무인항공기 형상

<표 1-9> 사단급 무인항공기 제원

구 분	내 용
제원(l×w×h)	3.4×4.2×1.2 m
최대이륙중량	165kg
운용반경	00 km
체공시간	0 hrs 이상
고도	0 km
최대속도	000km/h
순항속도	000km/h

3) 차기 군단 정찰용 무인항공기

- 차기 군단 정찰용 무인항공기는 2013년부터 체계개발이 시작되었으며, 2020년 실전배치를 시작할 계획이다. 국방과학연구소 주도 하에 한국항공우주산업이 체계종합 및 시제제작을 담당하고, LIG넥스원에서 지상통제체계 및 SAR/EO 장비, 삼성탈레스에서 데이터링크체계를 담당하고 있음.
- 차기 군단 정찰용 무인항공기는 기존 송골매에 비해 작전반경과 체공시간이 2배 이상 향상될 것으로 예상됨.



<그림 1-7> 차기 군단 정찰용 무인항공기 예상 형상

4) 중고도 정찰용 무인항공기

- 중고도 정찰용 무인항공기(MUAV)는 2012년 말 탐색개발이 완료되었으며, 현제 체계개발이 진행 중임. MUAV는 북한의 전략표적을 지속적으로 감시하기 위하여 장시간 체공이 가능한 중고도급 정찰용 무인항공기를 국방과학연구소 주관으로 연구개발하는 사업으로, 고도 00㎞ 상공에서 지상의 목표물을 정찰하고 탑재될 레이더의 감지거리는 000여 ㎞에 이르는 것으로 알려져 있음.
- 대한항공에서 비행체 제작 및 체계종합, 유콘시스템에서 지상통제체계, LIG넥스원에서 데이터링크 및 합성개구레이더(SAR), 삼성탈레스에서 EO/IR을 담당하고 있음.



<그림 1-8> 중고도 정찰용 무인항공기 예상 형상

5) 스마트 무인항공기(상용 틸트로터)

- 스마트 무인항공기는 2002년 6월 21세기 프론티어 기술개발사업의 일환으로 출범해, 한국항공우주산업, LIG넥스원, 영풍전자 등 20개 국내 업체와 해외업체가 기술개발에 참여하였으며 틸트로터 무인항공기로 미국의 Eagle Eye에 이어 우리나라가 2번째로 개발에 성공하였음.
- 2007년 40% 축소비행체로 반자동 천이비행시험 성공하였으며, 육군의 사단급 무인항공기로 활용할 목적으로 TR-60이 개발되어, 현재 대한항공으로 핵심기술 이전이 이루어져 KUS-TR이 개발되고 있음.



<그림 1-9> 스마트무인항공기 운용개념도

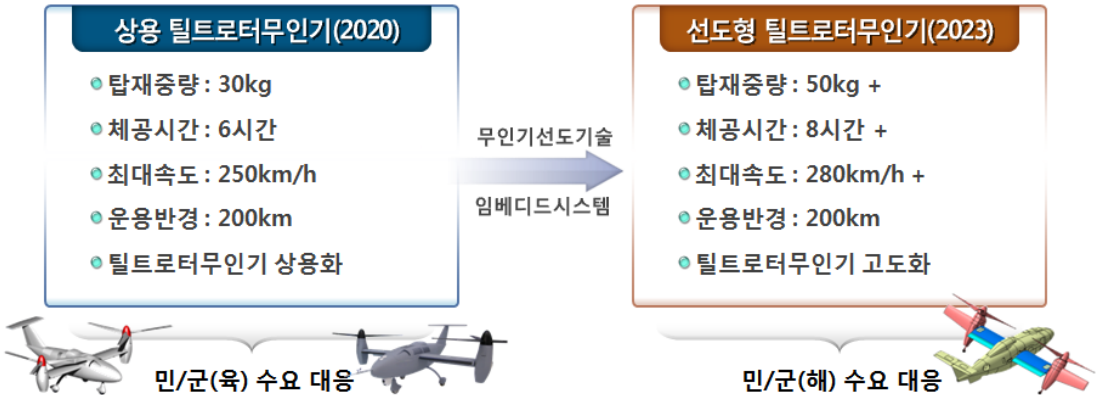
<표 1-10> 스마트 무인항공기 제원 및 성능

구분		TR-100	TR-60
제원	크기(전장×전폭)	5.0 m × 6.8 m	3.0 × 5.2 m
	이륙 중량	1,000 kg	200 kg
	임무장비 중량	90 kg	30 kg
	엔진	터보샤프트 550hp	로터리 55 hp
성능	운용 시간	5 hr	6 hr
	최대 고도	5,000 m	4,500 m
	운용 반경	200 km	200 km
	속도(최고 / 임무)	500 / 250 km/h	250 / 165 km/h

6) 고속-수직이착륙 무인항공기(선도형 틸트로터)

- 스마트 무인항공기(상용 틸트로터) 개발에 이어 틸트로터 무인항공기의 실용화개발을 통한 국내 민/군 수요에 대응 및 글로벌 무인항공기 시장선점을 목표로 2016년 ~ 2023년(총 연국기간 8년) 간 총 사업비 2,573억원을 투입하여 개발 예정임. (현재 예비타당성조사 진행 중임)
  - 주관부처 : 산업통상자원부(주관), 미래창조과학부(참여)
  - 사업내용 :
    * 1단계(2016~2020) : 긴급 국내수요 대응을 위한 상용 체계개발
    * 2단계(2021~2023) : 글로벌시장 선점을 위한 선도형 체계개발

- 현황 : 현재 ‘14하반기 예비타당성조사 진행 중 (’ 15.2~)



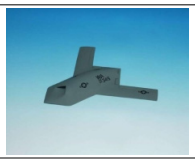
<그림 1-10> 단계별 체계개발 목표

- “민간무인항공기 실용화를 위한 기반조성 연구” 중 “안전성 인증기술기준 개발”을 통해 스마트 무인항공기(상용틸트로터) / 고속-수직이착륙 무인항공기(선도형 틸트로터)에 대한 고정-회전익 무인항공기 인증제도 구축에 관한 시범인증을 수행할 수 있음

- 다부처과제 연계 방안
  - 무인항공기가 민간 시장에 진출하기 위해서는 민간인증 필수적임.
  - 다부처과제(2015~2020)에서 1단계 상용 틸트로터무인항공기의 시범인증을 통해 틸트로터·고정익·회전익 무인항공기 인증제도 구축
    * 시범인증 비용은 고속-수직이착륙 무인항공기 시스템개발 사업비 활용
    * 시범인증은 “민간무인항공기 실용화를 위한 기반조성 연구”를 통해 개발된 “안전성 인증기술기준(안)”을 적용하여 스마트 무인항공기(상용틸트로터) / 고속-수직이착륙 무인항공기(선도형 틸트로터)에 대한 고정-회전익 무인항공기 인증제도를 구축함
  - 이후(2021~) 국내 무인항공기의 민간인증을 통해 글로벌 시장경쟁력 제고

다. 국가별 무인항공기 대표 기종

<표 1-11> 국가별 무인항공기 대표 기종

제작사	모델명	사양	형상	가격 (억원)
미국				
Northrop Grumman	Global Hawk Block 40	최대속도 570km/h, 항속시간 32h, 항속거리 22,780km, 최대중량 14,600kg, 유상하중 1,360kg		7,227억원 (4대1식)
General Atomic	MQ-1B Predator	최대속도 222km/h, 항속시간 40h, 항속거리 6.782km, 최대중량 1,020kg, 유상하중 204kg		42억원/대
Lockheed Martin	RQ-8B FireScout	최대속도 230km/h, 항속시간 8h, 항속거리 213km, 최대중량 1,430kg, 유상하중 91kg		149억원/대
Boeing	X-45B	최대속도 850km/h, 항속시간 2h, 항속거리 2,405km, 최대중량 8,618kg, 유상하중 907kg		미정
AeroVironment	Raven	최대중량 1.9kg, 유상하중 185g, 거리 10km, 시간 90분, 속도 32-81km/h		3.3억원 (3대 1식)
이스라엘				
IAI-Malat	Heron TP	최대속도 450km/h, 항속시간 30h, 항속거리 1,000km, 최대중량 5,080kg, 유상하중 1,800kg		MALE UAV
	Searcher III	최대속도 220km/h, 항속시간 18h, 항속거리 300km, 최대중량 436kg, 유상하중 120kg		Tactical UAV
	Panther	최대속도 130km/h, 항속시간 6h, 항속거리 60km, 최대중량 65kg, 유상하중 8kg		Small Tactical UAV
	Ghost Rotary Micro	최대속도 65km/h, 시간 30분, 항속거리 4km, 최대중량 4kg		Mini-UAV
Elbit	Hermes 180	최대속도 176km/h, 항속시간 20h, 항속거리 200km, 최대중량 450kg, 유상하중 150kg		MALE UAV

중국				
AVIC	Soar Dragon	순항속도 750km/h, 항속시간 10h, 항속거리 7,000km, 최대중량 7,500kg, 유상하중 650kg		확인 불가
	Wing Loong (翼龍)	최대속도 280km/h, 항속시간 20h, 항속거리 4,000km, 최대중량 1,100kg, 유상하중 200kg		확인 불가
	V750	최대속도 161km/h, 항속시간 4h, 항속거리 150km, 최대중량 757kg, 유상하중 80kg		확인 불가
Xian ASN Tech Group	ASN209	최대속도 180km/h, 항속시간 10h, 항속거리 200km, 최대중량 320kg, 유상하중 50kg		확인 불가
	ASN217	최대속도 120km/h, 항속시간 1.5h, 항속거리 20km, 최대중량 5.5kg, 유상하중 1.5kg		확인 불가
DJI (민간용)	Inspire I	중량 2.9kg, 최대속도 22m/s, 시간 18분		400만원/대
	Phantom II	중량 1kg, 최대속도 15m/s, 시간 25분		142만원/대
	Phantom I	중량 1.2kg, 최대속도 10m/s, 시간 25분		53만원/대
일본				
Fuji	FFOS	최대속도 120km/h, 항속시간 3h, 항속거리 150km, 최대중량 275kg		Tactical UAV
Yamaha (민간용)	RMAX	최대속도 72km/h, 항속시간 2.5h, 항속거리 150km, 최대중량 95kg, 유상하중 10kg		2.2억원/대

영국				
Qinitiq	Zephyr	최대속도 22km/h, 항속시간 82h, 최대중량 30kg, 유상하중 2kg		미정
BAE	Herti-1B	최대속도 220km/h, 항속시간 20h, 항속거리 1,500km, 최대중량 750kg, 유상하중 150kg		Tactical UAV
Dragonflyer (민간용)	Guadian	유상하중 420g		770만원/대
	X6	유상하중 335g		1억원/대
	X4-P	유상하중 800g		330만원/대
	X4-ES	유상하중 800g		330만원/대
프랑스				
Parrot (민간용)	AR Drone 2.0	최대속도 18km/h, 비행시간 0.2시간, 최대중량 0.42kg		45만원/대
오스트리아				
Schiebel (민군겸용)	Camcopter -100	최대속도 220km/h, 항속시간 6h, 항속거리 130km, 최대중량 200kg, 유상하중 50kg		10억원/대

여백 페이지입니다.

2

연구개발 수행 내용 및 결과

2 장. 연구개발 수행 내용 및 결과

1 절. 연구수행 전략 및 방법

1. 연구수행 전략(비젼 목표)



<그림 2-1> 연구수행 전략

2. 연구수행 방법

□ 본 연구과제의 최종 목표는 민간무인항공기의 산업화를 위한 제도 구축 및 핵심 기술 개발을 위한 기반 수립임, 따라서 민간무인항공기를 유인항공기와 같은 공역에서 운용할 수 있도록 유인항공기와 동일한 운항안전성을 확보하기 위하여 운항기술기준, 인증체계를 수립하고, 충돌 감지 및 회피, 지휘/통제 등 안전에 필요한 핵심기술을 식별함

□ ICAO, FAA, EASA에서는 10년 이상의 장기 과제로 추진하고 있으며, 초기 2~3년에 인증제도와 핵심기술을 식별하고 개발하는 기반을 마련하는 연구를 수행하고 있음. 따라서 세계적인 개발의 수준과 동등한 수준으로 개발하는 것이 적정한 방안으로 판단되어 본 연구과제는 3대 추진전략 및 5개 추진과제로 구분하여 연구를 수행하였음.

□ 아울러 성공적인 연구과제 목표 달성을 위해 다음과 같은 연구방안을 적용함.

- 선행사업의 기술적 성과 적극 활용
  - 선행 민/군 무인항공기 기술개발사업 성과, 참여인력 및 시설 활용
  - 항공안전기술개발사업의 성과, 참여인력 및 인증인프라 활용
- 국내외 산학연을 연계한 협력구도 강화
  - 국내 산학연의 독자 기술력 활용 우선
- 항공선진국/기관과의 협력체제 구축을 통하여 국제적인 연구 교류 활성화 추진
- 개발비용/리스크 최소화 및 시범사업에 적용 가능한 인증방안 구축
  - 신 기종 개발 시의 기술적인 부담, 비용, 개발기간 및 사업리스크 증가를 고려하여 가급적 국내외 기개발 무인항공기를 시범운항 기종으로 활용
  - 국내 민간무인항공기 운용환경에 적합한 기종으로서 국내법상 150kg이상인 기체를 시범인증 기종으로 선정

□ 본 연구과제는 기존 유인항공기 개발 및 인증과제와 달리 무인항공기 인증기준 개발 뿐만 아니라 기존에는 존재하지 않은 법령, 체계 등의 수립 및 운용 인프라의 구축이 병행되어야 하는 과제임.

□ 이로인해, 기술분야 뿐만 아니라 법령체계연구, 시설구축, 인력 양성 등 다양한 분야의 통합적 연구가 요구됨에 따라 학교/연구소 주도의 컨소시엄으로 연구기관 및 연구진을 구성함

가) 연구수행 및 검증 방법

성과 및 연구목표 달성을 위해 수행되는 본 연구과제의 분야별 주요 연구수행 방법은 아래 <표 2-1>과 같음.

<표 2-1> 민간무인항공기 실용화를 위한 기반조성 연구 수행 방법

성과목표	핵심성과 (연구수행 결과)	연구수행 방법	목표(성능) 기준	검증 방법	검증 결과
[1-1세부] 민간무인항공기 안전성 인증기준 연구	**[성과 1] 무인항공기 인증체계 및 기술기준(안)**	• 민간무인항공기 인증체계 기초연구 - 우리나라의 현행 민간무인항공기 인증체계에 대한 조사 및 분석 - 선진국들의 무인항공기 인증체계에 대한 조사 및 분석 ◆ 미국과 유럽의 민간무인항공기 인증체계에 대한 로드맵 및 인증방식 조사(인증체계에 대한 아이디어, 접근방식, 국제적 합의 등의 파악) • 우리나라 민간무인항공기 인증체계(안) 제시 - 우리나라의 현행 민간무인항공기 인증체계에 대한 문제점 분석 - 항공선진국의 무인항공기 인증에 대한 개념과 아이디어에 대한 분석을 바탕으로 한 개선방안 제시 : 항공법 개정안 제시 - 민간무인항공기 인증을 위한 실무절차 개발 • 민간무인항공기 기술기준(안) 제시 - 항공선진국들의 무인항공기 기술기준 사례 분석 - 무인항공기 안전성 요구수준 분석 - 군용무인항공기 기술기준 사례 분석 - 기술기준(안) 개발 • 시범인증 방안 제시 - 시범인증 시나리오 설정 - 인증방식에 대한 고찰 - 인증방안 제시	• 법규/절차 정책제안 • 기술기준(안) 제시 • 시범인증방안 제시	• 기술기준 검토위원 검토 • 국토부 항공기술과 정책 제안후 접수/확인	• 국토부 항공기술과 담당관 협의 및 초안제출 ('15. 8. 20) • 작성된 4종 기술기준

	[성과 2] 군 무인항공기 감항인증기술 기준 분석보고서	• (연구 대상 선정) 국제 항공 조직(군) 및 항공선진국의 군용 감항인증 기관(군) 선정 • (연구자료의 유형) 무인항공기 관련 감항 요구조건, 인증사례, 비행안전, 현행 기술기준, 논문 및 컨퍼런스 자료 등을 다양하게 참조 - 국내 민간무인항공기 감항인증 기술기준에 고려될 수 있는 사항을 구체적으로 조사 및 제시 • (비교 및 분석) KAS Part 23 & STANAG 4671의 비교 및 분석 - 방위사업청에서 군용 고정익 무인항공기에 적용 중인 무인항공기 감항인증 기술기준 STANAG 4671을 민간에서 현행되고 있는 유인항공기 감항인증 기술기준과 직접적으로 비교 및 분석하여 무인항공기에 필요한 감항인증 기술기준(안) 제시	• 감항인증 적용 방안 제시	• 기술기준 검토위원 검토 • 국토부 항공기술과 정책 제안후 접수/확인	• 국토부 항공기술과 담당관 협의('15. 8. 20)
[1-2세부] 민간무인항공기 운항기술기준 연구	**[성과 3] 민간무인항공기 운항기술기준(안)**	• (국제 협력) ICAO 동향 파악 및 제정 관련 보조를 맞춤, 선진 항공국의 협력 관계 도출 - ICAO UASSG 및 RPASP 참여, 부속서 6 Part IV 개정 의견 제시. - ICAO RPASP 참석자와 유대 관계 정립, 각국의 최신 동향 파악 - 네덜란드 NLR과 협력을 위한 NDA 체결, 시뮬레이션 협력 추구 - Boeing사와 협력을 위한 PIA 체결 ◆ 호주 Boeing Insitu사 방문 운항시험 견학 ◆ 향후 시뮬레이션 등 협력 분야 협의 • (운항기술기준 작성) 국가 민간 공역으로 유·무인항공기의 안전하고 효율적인 통합 운용을 목표 - ICAO Cir 328 및 Doc10019 RPAS Manual 분석 및 반영 - ICAO Annex 6, Part IV 초안을 기본 문헌으로, Gap Analysis 결과 반영 - 유인항공기의 기술기준 참조, Gap Analysis - 고시를 위한 무인항공기 운항기술기준으로 사용 (다부처 과제) • (전문가 자문) 운항기술기준 및 검증용 시뮬레이션의 품질 향상을 위한 전	• 운항기술기준(안) 제시 • 다부처 RFP 작성	• 기술기준 검토위원 검토 • 국토부 운항정책과 정책 제안후 접수/확인 • 국토부 항공산업과 정책 제안후 접수/확인 • 다부처 RFP 검토위원회(국토부 운항정책과/항공산업과,전문기관(진흥원)으로 구성) 검토/확인	• 국토부 운항정책과 담당관 협의 • 국제기술기준 작성전으로 추후 검토('15. 8. 19)

		문가 자문 수행 - 기술기준 전문가 (ICAO 전 항행위원, 서항청, 산업계) - 시뮬레이션 전문가 (서항청, 인천공항공사, 대한항공, 서원무인항공기술) • (검증 도구 구축) 무인항공기의 운항시험 전 위험 감소를 위한 제 시험 방안(시뮬레이션, 대역기) 중 하나로 시뮬레이션 구축 - 시범사업자로부터 시험비행 요구사항 및 규제완화 가능범위를 도출·제도화			
	[성과 4] 민간무인항공기 사생활 보호기준 연구	• 국내에서는 무인항공기 관련법이 없으며 사생활 침해를 대비한 법정책을 도출 - 현행 무인항공기 관련법은 없으며, 무인항공기 상용화가 임박한 가운데 사생활 침해에 대한 현행법의 검토 - 무인항공기 운영자들에게 대한 책임발생문제가 발생되지 않기 위한 방안 제시 - 법 개정을 위해 각국의 입법안 등을 분석하여 반영	• 사생활 보호법 정책 제안	• 기술기준 검토위원 검토 • 국토부 운항정책과 정책 제안후 접수/확인	• 국토부 항공산업과 담당관 협의 및 제출('14. 11. 14 , 1차년도 과제 종료)
	[성과 5] 민간무인항공기 운영자의 법적 책임	• 무인항공기 운영자의 법적 책임 검토를 위해 국제협약과 국내법의 분석 - 무인항공기 운영자의 법적 책임을 위해 ICAO, 미국, EASA, 영국, 호주, 기타 국가의 법제와 사례를 조사 - 무인항공기 사고 발생 시 운영자의 법적 책임에 적용되는 국제협약과 국내법에 대한 검토를 통해 합리적인 대비책을 제시 - 무인항공기의 운영자의 법적 책임 분석 후 미비한 사항은 입법안의 제시 • 무인항공기 운영자의 책임 범위 중 보안에 대한 연구수행을 통해 관련 기준안 초석 마련 - 무인항공기 운영자의 보안 책임은 ① 지상관제소의 출입보안, ② 통신도청에 대한 보안, ③ 데이터 보안, ④ 기술 및 운영상 통제의 보안임	• 운영자 법적책임 및 해결방안 제시	• 기술기준 검토위원 검토 • 국토부 운항정책과 정책 제안후 접수/확인	• 국토부 항공산업과 담당관 협의 ('15. 8. 20)
	[성과 6]	• (종사자 자격) 무인항공기 관련 종사자의 종류를 파악하고, 해당 자격의 응	• 교육제도 및	• 기술기준 검토위	• 국토부 항공자

	민간무인항공기 종사자 자격/교육 제도(안)	시기준에 합당한 기량과 지식수준 등을 맞출 수 있는 교육 및 훈련 체계에 대한 연구 수행 • (종사자 교육) 국외에서 적용하고 있는 무인항공기 관련 자격제도 및 교육체계에 대한 분석을 통하여 국내 규정에 적용가능하고 국제 기준에 맞는 자격제도 마련 • (신체검사 기준) 무인항공기 종사자의 항공신체검사는 유인항공기와 달리 탑승하지 않는 상황을 고려하여 무인항공기에 적합한 항공신체검사 기준을 제시하기 위한 연구 수행	전문교육기관 지정 요건(안) 제시 • 무인항공기 종사자 자격 기준(안) 제시	원 검토 • 국토부 항공자격과 정책 제안후 접수/확인	격과 담당관 협의 • 국제기술기준 작성전으로 추후 검토('15. 8. 19)
	[성과 7] 민간무인항공기 운영자 승인제도(안)	• (국내외 현황분석) 국내외 항공기사용사업자와 초경량비행장치사용사업(무인비행장치)에 대한 항공법 등의 요건을 분석 및 선진국가의 무인항공기 운영자에 대한 승인 제도 현황 파악 및 신청 요건 분석 • (무인항공기 운영자 승인 기준 수립) 무인항공기를 운영하고자 하는 자에 대한 운영자 승인 기준 수립 • (무인항공기 운영자 승인 절차 수립) 무인항공기를 영리 목적으로 운영하고자 하는 자가 항공법에서 요구하는 최소 요건을 만족하고, 무인항공기를 유인항공기와 동등한 안전성을 가지고 운영할 수 있는 승인 절차를 수립	• 운영자 승인절차(안) 제시	• 기술기준 검토위원 검토 • 국토부 항공관제과 정책 제안후 접수/확인 • 대항항공 운항담당자/ 아시아나 운항담당자 협의	• 국토부 운항정책과 담당관 협의 • 국제기술기준 작성전으로 추후 검토('15. 8. 19)
	[성과 8] 민간무인항공기 국내법 법제화 기본 연구	• 무인항공기 인증, 운항, 자격증명, 교육훈련 등 무인항공기 운영과 관련된 제반 법제화 연구수행을 위해 ICAO, 미국, EU, 호주의 무인항공기 관련 최근까지의 법제화 동향을 살피고 제정된 대표적인 법률 중심으로 실제로 규정된 사례를 연구 • 현행 법규정의 문제점과 개선방안 제시 • ICAO, 미국, EU, 호주의 법제화 실 사례와 우리나라의 무인항공기 관련 법규정 사례를 기반으로 앞으로 국내법의 법제화할 부문을 구체적으로 제시 • 최종적으로는 무인항공기에 관한 우리나라 국내법을 어떤 형태로 제·개정할 것인지에 대한 방안을 제시	• 국내법 법제화(안) 제안	• 공청회 실시 • 국토부 항공산업과 정책 제안후 접수/확인	• 국토부 항공산업과 담당관 협의 ('15. 8. 20)

	[성과 9] 유무인항공기 통합검증 시뮬레이션 시스템 개발	• 다양한 항공교통상황의 시뮬레이션 수행이 가능한 유·무인항공기 통합 검증 시뮬레이션 시스템 개발 • 무인항공기가 유인항공기의 공역에 통합되어 운용될 경우 발생할 수 있는 상황에 대해 연구하기 위한 시나리오를 3단계로 개발 • 무인항공기와 다수의 유인항공기를 포함한 시나리오에 맞춰 시뮬레이션 수행 및 수행결과 분석 • 무인항공기가 유인항공기와 다른 4대 핵심요소(통신, 안전, 성능, HMI)를 중점으로 그 영향을 분석하여 요구 조건에 대한 연구 • 유·무인항공기 공역 통합 운용 시뮬레이션을 통해 관제사의 업무 부담 및 적합성에 대한 관제사 자문 수행	• ATC 시뮬레이션 ICD 및 연동시험 • 관제 시뮬레이션 연동시험 • 유인항공기 시뮬레이션 연동시험 • 무인항공기 시뮬레이션 연동시험 • 시나리오 수립	• 시뮬레이션 검토위원 검토 • 국토부 항공관제과 시스템 제안 및 의견수렴 • 인천공항공사 시뮬레이션 담당자(협의)	• 국토부 서항청 운항관제과 담당관 협의 (‘15. 6. 18)
[2-1세부] 국산 민간무인항공기 시범인증 연구	**[성과 10] 시범사업계획 검토 보고서**	• (고객니즈 조사) 민간무인항공기 활용 가능성이 있는 국내 공공·민간 기관을 대상으로 설문조사 및 인터뷰를 통해 운용임무 요구사항을 파악 - 객관적 조사를 위해 학계 전문가의 용역연구 실시 (한양대, '14.3~6) - 조사대상 : 해양경찰청, 산림청, 지자체, 민간업체 등 13개 기관 • (시범운용 시나리오) 잠재수요기관의 요구사항 조사결과를 바탕으로 국내 시범사업에 적합한 운용 시나리오 도출 • (해외사례 조사) 미국 및 유럽의 민간무인항공기 시범사업 사례 조사를 통해 국내 시범사업계획 수립시 고려되어야할 시사점 도출 • (시범사업계획 종합) 고객니즈에 기반한 시범운용 시나리오와 해외사례에서의 시사점을 종합하여 시범사업계획 연구결과를 종합 - 아래와 같은 연구 프로세스를 통해 잠재수요기관 요구사항 조사 결과로 도출된 시범운용 시나리오와, 해외사례 벤치마킹을 통해 도출된 국내 적용방안을 종합하여 검토	• 시범사업계획서 제시	• 국토부 항공산업과 구축방안 제안 후 의견수렴	• 국토부 항공산업과 담당관 협의 및 제출(‘14. 11. 14 , 1차년도 과제 종료)

	[성과 11] 국내외 민간무인항공기 기술수준 조사보고서	• (민간무인항공기 기술에 중점) 군용무인항공기 기술과는 차별화되거나 추가 요구되는 민간무인항공기 기술요소가 중점적으로 평가될 수 있도록 소요기술 구성체계 정의 - 군용무인항공기 기술체계를 근간으로 민간무인항공기 고유 기술을 추가 • (전문가 자문) 객관적 조사를 위해 학계 전문가의 용역연구를 통해 기술수준 평가를 수행하되, 용역연구 결과는 산·학·연 전문가의 자문과정을 한번더 거침으로써 타당성 있는 평가 결론으로 도출	• 민간무인항공기 기술 및 조사분석 결과 제시	• 국토부 항공산업과 구축방안 제안후 의견수렴	• 국토부 항공산업과 담당관 협의 및 제출('14. 11. 14 , 1차년도 과제 종료)
	[성과 12] 전문조사기관을 이용한 수요분석서	• (전문조사기관을 이용한 수요분석 설문조사) 국내 연론조사 전문기관인 ㈜인사이트코리아를 통한 설문조사 실시 - 표본 크기(143명, 유효표본) - 구조화된 질문지, 온라인 조사 실시 • "민간무인항공기 이용 경험 및 수요규모" 과 "무인항공기의 용도 및 사양" 분야로 나누어 설문지 구성 • 완성된 질문지는 'Editing→Coding/Punching→Data Cleaning/Data Processing'의 과정을 거쳐 교차집계표로 구성되며, "SPSS 12.0 for Window" 통계 소프트웨어 사용하여 수요 분석 수행.	• 설문조사를 통한 수용 분석서 제시	• 국토부 항공산업과 구축방안 제안후 의견수렴	• 국토부 항공산업과 담당관 협의 및 제출('14. 11. 14 , 1차년도 과제 종료)
	[성과 13] 민간무인항공기 운용개념 검토 보고서	• 국내외 민간무인항공기의 현황을 파악하여 이를 바탕으로 공통 운용개념 및 요구성능을 도출 - 국내외 무인항공기 개발 현황 조사 - 민간무인항공기의 기술수준 및 운용성을 분석 - 임무 시나리오, 프로파일 작성 및 공통 운용개념 수립 • 다수 수요처의 임무 시나리오/프로파일 종합분석을 통해 민간용 무인항공기의 최적 운용개념과 요구성능을 도출 - 민간무인항공기의 현재/잠재적인 수요처를 조사 - 위 결과를 바탕으로 한 종합 최적 운용개념과 요구성능 도출 - 운용개념을 구현 가능한 민간무인항공기의 형상/사이징을 제시시	• 민간무인항공기의 운용 개념 및 요구성능 제시	• 국토부 항공산업과 구축방안 제안후 의견수렴	• 국토부 항공산업과 담당관 협의 및 제출('14. 11. 14 , 1차년도 과제 종료)

	[성과 14] 고위험 기술요소 획득방안 검토보고서	• (안전·인증측면 중점) 현재 국내 민간무인항공기 개발 방향이 구체화되지 않은 상태이므로, 안전·인증 측면에서의 핵심 요구사항과 최신 기술개발 동향 등을 고려하여 일반적인 민간무인항공기 개발 및 인증에 필요한 고위험 기술요소를 검토 • (전문가 자문) 객관적 조사를 위해 학계 전문가의 용역연구를 통해 고위험 기술요소 평가를 수행하되, 용역연구 결과는 산·학·연 전문가의 자문과정을 한번더 거침으로써 타당성 있는 평가 결론으로 도출	• 안전 및 인증 관련 핵심요구사항 및 기술 조사분석 결과 제시	• 국토부 항공산업과 구축방안 제안후 의견수렴	• 국토부 항공산업과 담당관 협의 및 제출('14. 11. 14 , 1차년도 과제 종료)
[2-2세부] 민간무인항공기 운용시설 구축방안 및 운용 핵심기술 도출	**[성과 15] 민간무인항공기 운용시설 구축방안 보고서**	• (안전 검증) 그간 제한해 온 비행행위를 시범사업과 연계해 현재 기술수준과 안전성을 단계적으로 실험, 검증 - 시범사업자로부터 시험비행 결과를 제출받아 제도 개선 필요사항 및 규제완화 가능범위를 도출·제도화 • (문헌조사/분석/방안도출) 해외 무인항공기 운용사례를 통한 필요시설 도출, • (산학연 연계) 유/무인항공기 혼용운용이 가능한 공역으로 확장하여 세계적인 항행연구를 수행할 수 있도록 현재 보유 및 개발기술을 비행실험을 통해 단계적으로 검증 및 실용화 - 비행실험을 통한 시설운용 관련 데이터 축적 - 통계적인 분석을 통한 운용시설 구축방안 개정	• 시범사업에 요구되는 인프라 구축방안 제시 • 운용시설 조사/분석 및 시설 구축방안 제시	• 운용시설 및 기술 검토 위원 검토 • 국토부 운항정책과/ 항공산업과 구축방안 제안후 의견수렴	• 국토부 항공산업과 담당관 협의 ('15. 8. 20)
	[성과 16] 민·군 연계협력 방안 검토 보고서	• (기술수준) 민간무인항공기 운용관련 군에서 구축 및 활용하고 있는 각종 인프라에 대한 활용 및 민·군 연계협력방안 제시 - 국내 활용가능 군 인프라 파악 및 활용 가능성 분석 - 군 인프라 민간 연계협력 방안 - 해외 민·군 무인항공기 연계활용 사례 구축 - 군 인프라 활용 방안 제시	• 군 인프라 구축현황 및 활용방안 제시	• 국토부 운항정책과/ 항공산업과 구축방안 제안후 의견수렴	• 국토부 항공산업과 담당관 협의 및 제출('14. 11. 14 , 1차년도 과제 종료)

	[성과 17] 민간무인항공기 항공교통관제 절차(안)	• (해외사례 참고) 국외에 민간무인항공기를 운용하고 있는 국가의 법적 제도와 이를 활성화하기 위한 프로그램 참고 - 미국의 FAA에서 수행하고 있는 NEXT GENERATION, 국제민간 항공기구 ICAO에서 개최한 RPAS Symposium 등 • (관제절차 검토) 민간무인항공기와 유인항공기의 공역 통합을 이루기 위해 기존의 항공교통관제절차 검토를 통한 개정 방향성을 모색	• 유/무인 혼용 운용 구축 사례 조사 • 유무인 혼합 항공교통관제 절차(인) 제시	• 운용시설 및 기술 검토 위원 검토 • 국토부 운항정책과/항공산업과/항공기술과 방안 제안후 의견수렴	• 국토부 항공관제과/항공산업과 담당관 협의 ('15. 8. 20)
	[성과 18] 민간무인항공기 운용핵심기술 개발계획	• 운용핵심기술 관련 연구대상 기술분야 4가지 선정 - 항공교통관제 기술/ 충돌 감지 및 회피 기술/ 자율화 기술/ 안전 기술 • 연구대상 기술분야에 대한 고려사항 선정 - RFP 제시 핵심기술 우선 고려 : 충돌 감지 및 회피, 안전 - 민간무인항공기 공역통합에 중요도와 시급성이 높은 기술 우선 고려 : 자율화 - 국토교통부의 고유임무와 연관 있는 기술 우선 고려 : 항공교통관제	• 핵심기술개발 RFP 작성 • 핵심기술개발 로드맵 작성 • 핵심기술 성능 요구도 제시	• 운용시설 및 기술 검토 위원 검토 • 국토부 항공산업과/항공기술과 방안 제안후 의견수렴	• 국토부 항공산업과 담당관 협의 ('15. 8. 20) • 운영핵심기술 로드맵 공청회 개최('15.7.13)
[3세부] 무인항공기 중장기 로드맵 수립	**[성과 19] 민간무인항공기 중장기 로드맵**	• 최신 자료와 정부 및 공공기관의 통계 및 신뢰할 수 있는 기초자료를 활용 • 해외의 사례를 최대한 활용하고, 국내 여건을 감안하여 실행 가능한 로드맵을 작성 - 해외 사례 : ICAO ASBU, 유럽 ERSG RPAS 로드맵, FAA UAS 로드맵 - 국내 항공법, 동법 시행령, 동법 시행규칙 등 • 주요 과업내용에 대하여 관련 정부부처 및 유관기관 등의 의견을 폭넓게 수렴 • 과업수행 과정 중 과업성과 향상을 위하여 무인항공기 관련분야에 경험이 풍부한 전문가를 위촉하며 자문 실시 • 과업수행 과정 중 과업성과 향상을 위하여 공청회를 개최(민간무인항공기에 관심이 있는 전문가들의 다양한 의견을 수렴하여 반영)	• 중장기 로드맵 제시	• 공청회 실시 • 국토부 항공산업과 정책 제안후 접수/확인	• 로드맵 공청회 개최('15.7.13)

3

최종 연구 성과 및 실적

3 장. 최종 연구 성과 및 실적

1 절. 민간무인항공기 안전성 인증기준 연구(세부내용 1-1)

1. [성과 1] 무인항공기 인증체계 및 기술기준(안)

가. 민간무인항공기 인증체계 기초연구

1) 우리나라의 현행 민간무인항공기 인증체계에 대한 조사 및 분석

□ 우리나라의 현행 민간무인항공기 인증체계에 대한 조사결과

- 우리나라의 민간무인항공기 인증체계는 항공법에 수록되어 있음.
- 현행 항공법에서는 일반적으로 통칭되는 무인항공기를 “무인항공기”와 “무인비행장치” 두 가지 카테고리로 구분하고 있음.
- 항공법에서는 무인비행장치를 자체중량 150kg 이하인 동력비행장치로 정의하고 있음. 즉, 우리나라 항공법 상으로는 자체중량 150kg의 무인항공기는 무인항공기가 아니고 무인비행장치임. 이는 항공기의 일종인 초경량비행장치가 항공법상으로는 항공기가 아닌 것과 같은 논리임.
- 현행 항공법은 무인비행장치를 일종의 초경량비행장치로 분류하여 기본적으로 초경량비행장치에 적용되는 법규를 준용하도록 하되 일부 예외조항을 두고 있음.
  - Note : 본 연구는 무인항공기에 국함됨. 따라서 무인비행장치에 관한 연구는 배제하였음.
- 무인항공기에 대해서는 기본적으로 유인항공기에 적용되는 항공법 법규가 똑같이 적용되도록 되어있으며 무인항공기에 특정해서는 다음과 같이 세 개 조항이 있음.
  - 항공법 제2조 제3호
  - 항공법 제55조 제5호 및 동시행규칙 제196조의2
  - 항공법 시행규칙 제20조 제3호
- 항공법 제2조 제3호 “가”에서는 “항공업무”에 대한 정의를 하는 가운에 무인항공기에 대한 정의가 간접적으로 되어있음.

- 항공법 제55조(비행 중 금지행위 등)의 제5호에서는 무인항공기의 비행을 “비행 중 금지행위”의 하나로 하되 비행을 하려면 국토부장관의 허가를 받도록 하고 있음.
- 시행규칙 제296조의2(무인항공기의 비행허가 신청 등)는 항공법 제55조의 제5호에 관한 세부규칙으로 무인항공기의 비행허가신청에 관한 요건을 수록하고 있음. 이 조항에서 무인항공기 비행허가는 지방항공청장 또는 항공교통센터장에게 위임하고 있음.
- 시행규칙 제20조(특별감항증명의 대상)는 동법 제15조제3항제호2호에 관한 세부규칙으로 특별감항증명 대상이 되는 항공기 운항용도를 명시하고 있음. 이 조항의 제3호에 “무인항공기의 운항”이 포함되어 있음.

□ 우리나라의 현행 민간무인항공기 인증체계에 대한 분석

- 기본적으로 유인항공기 인증 체계를 바탕으로 무인항공기 특성을 고려한 인증 체계를 개발하며, 이는 항공선진국의 무인항공기 인증 체계에 대한 방침과 방향을 같이 함.
- 항공법 제2조 제3호에서 “항공업무”를 정의하는 가운데 무인항공기를 정의하는 것은 위치상 적절하지 않으며 무인항공기를 “항공기에 사람이 탑승하지 아니하고 원격·자동으로 비행할 수 있는 항공기”라고 정의하는 것도 맞지 않음. 미래의 수송용 무인항공기에는 승객이 탈 수 있는 가능성이 있으며 무인항공기는 자동으로만 조종되지 않고 현재의 무인항공기는 수동조종이 포함되어 있는 경우가 있음.
- 항공법 제55조 “비행 중 금지행위 등”은 비행 중 해서는 안될 행위를 규정하는 것인데 여기에 무인항공기 운항 자체를 포함시키는 것은 적절하지 않음.
- 항공법 시행규칙 제296조의2(무인항공기의 비행허가 신청 등)은 적절하지 않음. 이 조항은 항공기인증에 관한 법제도의 기본에 전면적으로 배치됨. 항공법 제15조제3항에 따르면 모든 항공기는 비행을 하려면 감항증명(특별감항증명 포함)이 있어야 함. 이 조항은 항공기 인증의 근간을 이루는 조항임. 시행규칙 제196조의2는 상위 법규인 항공법 제15조와 배치되는 규정임. 무인항공기의 비행허가는 유인항공기와 같이 감항증명 또는 특별감항증명을 통해 안전성이 확인된 상태에서 이루어져야 함.

- 시행규칙 제20조 제3호에 “무인항공기 운항”을 포함시킨 것은 적절치 않음. 시행규칙 제20조는 특별감항증명 발급 대상이 되는 항공기의 용도(연구개발, 산불진화, 농업용...)를 규정한 것임. 무인항공기라는 항공기 유형을 이곳에 포함시키는 것은 적절치 않음.
- 특별감항증명은 유인항공기이든 무인항공기이든 항공기의 유형에 관계없이 그 용도가 발급대상에 적합하면 소정의 절차를 거쳐 발급됨.
- 또한, “운항”이라고 함은 수송을 포함한 모든 용도가 해당될 수도 있으므로 무인항공기를 수송용으로 사용할 수도 있다는 오해가 생길 소지도 있음. 특별감항증명으로는 항공기를 수송용으로 사용할 수 없음.

2) 선진국들의 무인항공기 인증체계에 대한 조사 및 분석

□ 선진국들의 무인항공기 인증체계에 대한 조사

- 우리나라의 인증체계 개발을 위한 해외사례 연구를 위해 미국의 항공기 인증당국인 미연방항공청(FAA)와 유럽 EU의 항공기 인증당국인 EASA를 비롯한 해외 각국의 무인항공기 인증체계 현황과 로드맵, ICAO의 국제표준 개발 동향 등을 조사하여 분석함.
  - 미국 FAA의 무인항공기 인증체계 및 로드맵
  - 유럽 EASA의 무인항공기 인증에 관한 방침 및 로드맵
  - 호주, 캐나다, 일본 등의 무인항공기 인증체계
  - ICAO의 무인항공기 인증체계에 관한 국제표준 제정활동 및 동향
  - 각 국의 무인항공기 인증 현황
- 미국 행정부와 의회는 최근 급증하는 민간무인항공기에 대한 수요에 대응하고 관련 산업 육성을 위해 안전성이 중요한 걸림돌임을 인식하고 FAA에 조속한 인증체계의 수립을 종용하면서 2012년 FAA Reauthorization Act를 통해 2015년9월까지 무인항공기의 공역 내 “안전한 통합(safe integration)“을 요구하는 등 입법적, 예산적 지원을 하고 있음.
- 무인항공기 개발과 활용에 있어 가장 앞서있는 미국에서 현재 무인항공기 인증체계는 임시적이고 과도기적으로 운영되고 있으며 계속 변화하고 있음. 현재 운영되는 인증체계와 그 사례는 다음과 같이 요약할 수 있음.
  - 공공용 무인항공기는 비교적 간단한 절차인 COA(Certificate of

Authorization or Waiver)를 통해 운항승인을 받고 비행.

- 공공용이 아닌 사적 용도의 무인항공기는 유인항공기에서와 같이 Experimental Certificate을 받아 비행하거나 제한형식증명을 취득하고 이를 근거로 한 특별감항증명을 받고 비행. 현재 운용 중인 미국의 민간무인항공기는 거의 대부분 전자인 경우임.
- COA와 Experimental Certificate 발급 사례는 수백건에 이르고 있음.
- 2013년 7월에는 최초로 군용으로 사용되었던 무인항공기인 Boesing사의 Scan Eagle X200과 Aerovironment사의 Puma AE에 대해 제한형식증명을 발급하였으나 두 기종 모두 수백 그램대의 초소형 무인항공기이며 알래스카연안과 북극해 연안에서 가시영역(LOS) 내 운항만 허용되는 수준임.
- 55lb(25kg)이하의 무인항공기를 소형무인항공기(sUAS, small Unmanned Aircraft System)로 구분하고 소형무인항공기의 상용 용도의 운항허가를 위해 별도의 규정(14 CFR Part 107)을 신설하는 입법이 진행 중임. Part 107 제정안에 따르면 소형무인항공기에 대해서는 항공기 자체에 대한 인증은 하지 않되 조종자(Pilot 대신 Operator라고 칭함) 자격취득 의무, 많은 비행제한 등을 부과하고 있음.
- Part 107 입법이 완료되기 이전인 현재 FAA는 Public Law 112-95(FAA Modernization and Reform Act)의 Section 333에 의거하여 위험도가 낮은 무인항공기 운항에 대해 간단한 절차를 통한 “Exemption Approvol“을 해주고 있음. (주: 여기에서 exemption이란 소형무인항공기급에 대한 Experimental Certificate의 취득 면제라는 의미임.)

- 미국 FAA는 무인항공기 특별감항증명(Experimental Certificate 포함) 발급에 관한 업무규정을 발행하였음. 여기에는 Optionally Piloted Aircraft(원격조종유인기)도 포함됨.

- 유럽과 그 외 국가에서도 무인항공기에 대해 특별감항증명을 하거나 운항승인을 하고 있음. 대개는 수십 킬로그램 이하의 소형무인항공기에 대한 운항승인임.

- 무인항공기에 대해 형식증명을 한 사례는 아직 없음. 모든 국가의 인증전문가들은 See and Avoid를 위한 확고한 기술이 개발되고 무인항공기의 안전성이 유인항공기 수준까지 획기적으로 높아지기 전에는 무인항공기에 대한 형식증명이 이루어지지 않을 것으로 전망함.

- 미국 FAA는 2013년 무인항공기 로드맵(Integration of Civil UAS in the

National Airspace System Roadmap)에서 무인항공기 인증은 달성이 가능한 안전성 수준에 맞추어 인증수준(Levels of Certitide)을 적용하는 접근방식을 제안하고 궁국적으로는 형식증명과 표준감항증명을 발급할 수 있도록 인증체계를 발전시켜 나갈 것을 천명한 바 있음.

- 유럽은 무인항공기 인증에 관한 2009년 방침문서(EASA Policy Statement, Airworthiness Certification of UAS)에서 무인항공기 인증에 있어 유인항공기에 적용되는 규정인 Part 21이 기본적으로는 그대로 같이 적용되고 무인항공기의 안전성이 확실히 확보되기 전까지는 제한형식증명과 제한감항증명이 적용될 것임을 밝히고 있음.

- 유럽의 EASA는 2014년 4월에 유럽의 민간용 무인항공기의 점진적 개발을 지원하기 위한 전략(“A New era for a aviation-Opening the aviation market to the civil use of remotely piloted aircraft systems in a safe and sustainable manner”)을 발표함.
  - 민간용 무인항공기 활용을 위한 단일 유럽시장을 형성하자는 내용 포함.
  - 무인항공기에 내포되어 있는 모든 종류의 위험에 대해 안전성을 확보하기 위한 법적 인증체계의 수립, 감지 및 충돌 감지 및 회피 기술, 통신링크 기술 등 필수기술의 개발을 통해 2016년까지 무인항공기를 유럽 항공시스템의 안전 및 보안부문에 통합시키겠다는 계획과 아울러 무인항공기 운항에 따른 프라이버시 보호, 시장개발, 유럽의 산업을 지원하는 조치 등을 포함.

- EASA는 현재 무인항공기 인증과 운항승인에 관련된 Rule- making 작업을 진행 중임.
  - 무인항공기의 시계가시영역(Visual Line of Sight, VLOS) 운영과 비시계가시영역(BVLOS, Beyond VLOS) 운영 각각에 대한 기준 개발
  - 무인항공기의 공중충돌위험도를 허용안전수준(TLC, Tolerable Level of Safety)으로 유지하고 전체 항공시스템상의 모든 행위주체들의 거동을 고려한 ‘감시 및 회피’ 성능 요건 개발
  - 데이터링크를 통한 명령 및 통제시스템의 성능요건 개발
  - 무인항공기의 추락에 따른 지상피해 위험을 최소화하기 위한 안전성 평가와 안전목표에 관한 요건 개발(기술기준 ‘1309’ 조항)

- ICAO에서는 20개국이 참여하는 무인항공기 연구그룹(UASSG)을 결성하여 6개 분과로 나누어 무인항공기에 관한 매뉴얼과 국제표준안을 개발하고 있음.

- 6개 분과 : 감항(Airworthiness), 관제(ATM), 운항(Opera- tions), 지휘/통제(C2) 및 ATC Communications, 감지 및 회피 (Detect & Avoid), 자격(Licensing) 등. 인증체계와 기술기준은 감항분야에서 취급.
- ICAO Doc 10019(Manual on Remotely Piloted Aircraft Systems) 개발 (2015년3월) - 2018년 업데이트 및 Guidance 자료 개발 예정
- 2020년 완료 목표로 무인항공기 관련 국제표준(SARPs, Standard and Recommended Practices) 개발 작업 진행

□ 항공선진국들의 무인항공기 인증체계와 동향에 대한 분석

- 앞서 세계 각 국의 현행 인증체계와 향후 방침에 대한 사례를 분석한 결과 컨센서스를 이루고 있는 사항을 아래와 같음.
  - 오늘날 항공기 인증체계는 사실상의 국제표준으로 작용하는 미국 FAA의 체계를 바탕으로 하여 세계적으로 거의 표준화되어 있으므로 우리나라 무인항공기 인증체계의 수립에 있어서도 아래에 정리한 항공선진국들 사이에서 컨센서스를 이루고 있는 사항들을 반영해야 할 것으로 판단함.
- 무인항공기 인증체계는 현재 유인항공기에 적용되는 인증체계인 Part 21을 그대로 적용한다는 것이 중론임.
  - 주 : Part 21이라함은 항공기인증절차가 수록된 FAA의 연방규정인 14 CFR Part 21을 말함. FAA의 Part 21은 인증체계의 근간을 이루는 문서로 사실상의 국제적 표준으로 우리나라를 포함한 거의 모든 나라의 항공기 인증법규는 이를 모태로 하여 만들어져 있음.
  - 무인항공기에 특성에 따라 특정할 필요가 있는 사항에 대해서는 부분적으로 수정하거나 세부 방침이나 절차문서를 통해 규정하고 있음. (FAA의 경우 Policy memo, Order, Advisory Circular 등)
- 무인항공기의 안전성 요구 수준
  - 무인항공기에는 사람이 탑승하지 않으나 유인항공기와의 충돌이나 추락으로 인해 재산과 인명의 피해가 유발되므로 유인기와 같은 수준의 안전성이 필요하다는 것이 전 세계 감항당국 전문가들의 공통적인 인식임.
  - 같은 수준이라 함은 동급 무게 또는 동급 충돌에너지로 수렴되고 있음.
  - 현재 무인항공기의 안전성 수준은 유인항공기에 비해 크게 떨어지는 수준임.
- 무인항공기가 본격적인 상용화를 위해 형식증명을 받고 유인항공기와 같은

공역에서 자유로이 비행하려면(공역통합) 다음과 같은 기술적 환경이 확보되어야 함.

- 신뢰도가 충분히 높은 See and Avoid 기술의 달성 및 글로벌적인 감시 및 회피 체계의 확보
- Command and Control 데이터링크의 신뢰도 제고
- 유인기 수준의 안전성 확보

• 따라서, 향후 상당기간 형식증명은 실현되기 어렵다고 보고 용도에 따라 제한형식증명을 바탕으로 한 특별감항증명 또는 제한형식증명 없는 특별감항증명을 통해 운항허가를 하는 제한적인 인증이 이루어질 것임.

• 소형무인항공기를 위한 입법이 우선적, 단기적으로 진행 중임.

- 배경
  * 소형무인항공기에 대한 수요가 급증
  * 향후 상당기간 주로 소형무인항공기 위주로 실용화될 것으로 전망
  * 사고로 인한 피해가 상대적으로 작아 인증부담이 작음.
  * 가시영역(LOS)내 운항으로도 용도 목적을 상당히 달성할 수 있으므로 See and Avoid 기술이 요구되지 않아 인증이 용이
- 소형무인항공기에 대한 무게기준은 25kg 내외
- 적합성확인과 합치성검사를 하지 않음. 즉, 기술기준을 설정하여 설계의 적합성 확인을 하고 승인된 설계에 대한 합치성검사를 하는 인증을 생략
- 대신, 가시거리 내 주간 운항, 400ft 이하 고도에서의 비행을 비롯한 상당한 운항제한 조건이 부과됨.

• 인증문제 외적으로 프라이버시 침해와 보안문제 같은 사회적인 문제가 민간무인항공기의 활성화와 관련 산업의 발전에 큰 걸림돌이 되고 있음.

나. 우리나라 민간무인항공기 인증체계(안)

앞서 논한 우리나라의 현행 민간무인항공기 인증체계에 대한 분석 결과와 항공선진국들의 무인항공기 인증체계와 동향에 대한 분석 결과를 바탕으로 항공법을 중심으로 한 우리나라의 무인항공기 인증체계를 아래와 같이 제안함.

1) 항공법 개선

• 현재 법 제2조 제3호 “가” “항공업무”에 포함되어 있는 무인항공기에 대한 정

의를 법 제2조의 독립 조항을 신설하여 이동토록 함.

- 무인항공기에 대한 정의를 다음과 같이 수정토록 함.
  - “ 무인항공기란 조종사가 항공기에 탑승하지 않고 원격으로 조종하는 항공기를 말한다.”
- 항공법 제55조(비행 중 금지행위 등)의 제5호를 삭제토록 함.
- 시행규칙 제296조의2(무인항공기의 비행허가 신청 등)를 삭제토록 함.
- 시행규칙 제20조(특별감항증명의 대상) 제3호 삭제토록 함.

2) 제한형식증명제도의 도입

- 무인항공기는 유인항공기와 달리 운송용보다는 대개의 경우 운송을 포함한 범용이 아닌 용도가 한정된 형식으로 개발될 것으로 보이므로 제한형식증명 제도의 활용이 많을 것으로 전망됨.
- 그러나, 현재 항공법에는 제한형식증명 제도가 누락되어 있으므로 제한형식증명 제도를 도입할 필요가 있음.
- 또한 군용항공기를 민간의 특수목적 항공기로 용도를 전환하기 위해서도 제한형식증명이 활용됨. 현재 우리나라는 군용무인항공기가 상당히 개발되어 있음. 이러한 무인항공기를 민간용으로 전화하기 위해서도 제한형식증명 제도의 도입이 시급함.

3) 무인항공기 특별감항증명을 위한 요건과 업무지침의 제안

- 150kg 이상의 무인항공기에 대해서는 향후 상당 기간 동안 형식증명과 그를 바탕으로 한 표준감항증명 보다는 특별감항증명이 주로 적용될 것이므로 무인항공기의 특별감항증명에 적용되는 시행규칙과 무인항공기 특별감항증명 절차를 수록한 업무규정의 개발이 필요함.
- 무인항공기는 항공법 제15조에 따라 특별감항증명을 취득하도록 하나, 현재 발행된 “특별감항증명 발급 지침(OD 15-5, 국토교통부 훈령 제243호)”에는 무인항공기에 대한 세부적인 지침이 포함되어있지 않아 관련한 요건과 구체적인 절차가 필요함.
- 전세계적으로 무인항공기에 대해서는 감항당국이나 신청자 모두 경험이 없으

므로 세부적인 과정으로 들어갈수록 그 절차를 정하기 쉽지 않으므로 미국 FAA는 특별감항증명 발급 절차에 관한 상세한 업무절차(FAA Order 8110.4)가 있음에도 불구하고 무인항공기 특별감항증명 발급에 관한 업무지침(FAA Order 8130.34)을 별도로 만든 바 있음.

- Order 8130.34의 내용에 대한 분석을 바탕으로 국내 실정에 적합한 가칭 “무인항공기 특별감항증명 업무지침” 지침과 특별감항증명 취득을 위한 요건을 개발하여 제시하였음.
- 특별감항증명 업무지침에서는 특별감항증명을 신청하는 무인항공기에 대해 무인항공기시스템 상세서, 운항체계서, 설계상세서, 비행시험 및 운항지역 내역서 등을 제출하게 함.
- 이 자료를 중심으로 한 기술검토와 현장 확인을 통해 운항제한조건을 설정하여 특별감항증명을 발부하는 절차를 마련함.

다. 민간무인항공기 기술기준(안)

1) 인증 카테고리 분류에 대한 연구

□ 인증 카테고리 분류 필요성에 대한 고찰

- 항공기는 형태상 크게 고정익항공기와 회전익항공기로 분류되고 크기가 다양함.
- 인증 시 적합성 판단의 기준이 되는 기술기준은 그 내용이 항공기 형태에 따라 크게 다르며 항공기의 무게 또는 탑승인원수로 나타내는 크기에 따라 수준을 달리함.
- 즉, 사고로 인한 피해규모가 클수록 인증수준(Levels of Certitude)을 높이고 작을수록 그 수준을 낮춤. 기술기준에 내포되어 있는 인증수준은 항공기 개발의 난이도, 개발비용, 개발기간 등에 직접적인 영향을 미침.
- 항공기 분류는 안전성에 대한 고려와 함께 실수요 측면에서 나타나는 경계층을 감안하여 책정함. 예를 들어, 유인 고정익 항공기의 경우 2인승(750kg) 이하의 Very Light급, 8인승(5,700kg)이하의 Small급, 19인승(9,000kg)이하의 Commuter급, 그 이상의 수송급 등으로 분류하여 기술기준의 수준에 차등을 두고 있음.

□ 인증 카테고리 분류 사례

- 세계적으로 무인항공기의 인증카테고리를 분류하기 위하여 아래와 같이 여러 연구들이 진행되어 왔음.
- FAA 2009 Advisory Rulemaking Committee(Small UAV 분류)에서는 공역 및 운항요건에 따라 12개 분야 총 54개 항목으로 나누어 요건을 그룹별로 차등 적용토록 제안
- EASA에서는 150kg 이상을 대상으로 해당 무인항공기 설계별로 추락 시 충돌 운동에너지를 산출하여 그 크기에 상응하는 유인항공기 카테고리의 기술기준을 적용하며, 불시 강하(Unpremeditated Descent)의 경우와 제어불능(Loss of Control)의 경우로 나누어 기준을 적용하는 안을 연구
- 그 외 호주, 캐나다, 영국, 독일, 스위스 등에서도 무인항공기 카테고리 설정을 위한 연구를 진행한 바 있음.

□ 인증 카테고리 분석 결과

- 무인항공기 인증의 목적은 공중충돌을 감한하지 않을 때 지상의 인명과 재산 보호임. 인증 수단의 하나인 기술기준 카테고리 분류도 이러한 목적에 부합되는 방향으로 규정하는 방안이 모색되고 있음.
- 무게가 클수록 충돌에너지가 크고 지상의 피해도 크므로 무게를 중심으로 분류하는 접근방식이 가장 선호되고 있음. 무게로 분류하는 측면은 유인항공기 기술기준에서와 같음.
- EASA에서는 지상피해 규모수준을 보다 직접적으로 반영하기 위해 무게가 아닌 운동에너지(KE, Kinetic Energy)를 중심으로 분류하고자 하나, 모델별로 KE를 산출해야 하는 번거로움이 있고 표준화가 어려운 문제점이 있음.
- 무게 이외에도 운영 범위(Range)와 비행지역 등과 같은 운영(operational)측면을 반영하여 분류하기도 하나 이는 설계에 대한 인증 단계에서의 분류라기보다는 운항단계라고 볼 수 있음.
- 결론적으로 카테고리 분류 기준이나 카테고리별 비행허가 수준은 연구자 또는 국가별로 차이가 있으나 인증 카테고리 분류 기준은 무게로 하는 것이 가장 큰 방향인 것으로 판단됨. 이는 무인항공기 인증체계를 유인항공기와 되도록 동일하게 가져가려는 방향과도 일치함.

2) 무인항공기 시스템 안전성수준 책정에 관한 연구

□ 안전성수준 책정의 필요성에 대한 고찰

- 항공기 기술기준 1309항에서는 항공기 안전에 영향을 미치는 시스템에 대한 안전성평가를 요구하고 있으며 각 시스템의 Criticality에 따라 요구하는 안전성수준을 달리하고 있음.
- 이 안전성수준은 항공기 인증카테고리에 따라서도 차등적으로 적용됨. 수송급 항공기에 대해서는 허용가능한 안전수준(Acceptable Level of Safety)이 가장 높으므로 그 시스템에 대해서도 역시 가장 높은 수준의 안전성수준이 요구됨.
- 법규의 일부인 기술기준에는 안전성수준이 정량화되어 있지 않고 “improbable“, “extremely improbable“과 같은 추상적인 표현으로 되어 있음. 이는 안전성수준에 대한 기대가 사회적, 기술적 환경에 따라 가변적이기 때문이라고 판단됨. 대신 안전성수준에 대한 정량적인 요건은 FAA의 Advisory Circular에 수록되어 있으며 국제적인 표준으로 적용되고 있음. (현재 유인항공기에 대한 안전성수준(사망사고발생율)은 수송급항공기의 경우 비행시간당 10-6이고 소형항공기의 경우 10-5임. 고장이 날 경우 사망사고가 유발될 수 있는 치명시스템의 경우 각각 10-9 과 10-7임.)
- 무인항공기 인증에 있어서도 마찬가지로 정량적인 안전성수준을 어떻게 책정할 것인가를 규정해야 함.

□ 안전성수준 책정에 관한 연구 사례

- 무인항공기의 안전성 수준 책정에 관해서는 유럽 국가들이 주도하고 있는 JARUS에서 가장 활발하게 연구를 진행하였고 그 결과도 상당히 구체적임.
- JARUS는 WG-6(UAS System Safety)을 구성하여 기술기준 1309항에 대한 AMC(Acceptable Means of Compliance)를 개발하는 과정에서 무인항공기시스템에 적용되는 안전성수준의 책정에 대하여 검토를 하여 2014년1월에 그 결과를 제시하였음.
- JARUS는 안전성수준의 책정에 있어 유인항공기 사례를 기본으로 하고 있으나 무인항공기 환경을 고려하여 Complexity Level이라는 팩터를 도입하여 같

은 무게급의 항공기에 있어서도 CL에 따라 세부적으로 분류하여 안전성 수준을 부과하고 있음.

<표 3-1> 무인항공기 Complexity Level에 따른 분류

Complexity Level(CL)	내 용
CL I	• 전통적인 명령 및 제어 기술 적용 • 원격 조종사는 RPA의 모든 비행단계에 대하여 조종 • 통신관련 고장(손실 또는 오작동)은 C2 링크에 의해서만 발생 • 소프트웨어 및 복합하드웨어(AEH) 제한적 사용
CL II	• 조종사의 업무부하를 경감시키기 위한 내장시스템 포함된 RPAS • 자동조종 기능은 제한적이어야 하며, 항시 수동 전환이 가능해야 함 • 소프트웨어 및 복합하드웨어(AEH) 일부 사용
CLIII	• CL I, CL II 이외의 모든 RPAS • 조종시스템에 의한 RPAS 비행 관리 가능. 필요시 조종사 개입 가능 • 소프트웨어 및 복합하드웨어(AEH) 광범위 사용
CLIV	• 완전 자동 무인비행체 시스템 • ICAO에서 정의한 RPAS의 범주 이외의 것으로, 이 문서의 범위에 해당되지 않음

- 무인항공기는 항공기 자체의 안전성 뿐만 아니라 공중충돌로 인한 사고의 가능성이 높으므로 이를 감안하여야 하나 경험적인 데이터가 없어 현재의 책정안은 공중충돌의 가능성을 감안하지 않음.

□ 안전성수준 책정에 관한 연구사례 분석 결과

- JARUS가 제안하고 있는 안전성수준 책정안을 채택함이 적절하다고 판단됨.
- 그러나, 이 기준은 형식증명 무인항공기에 적용됨. FAA의 경우 형식증명 항공기에 대해 아직 안전성수준을 제시하고 있지 않으며 특별감항증명을 신청하는 경우 안전성평가를 요구하고 안전성 수준에 대해서는 사안 별로 무인항공기 운항용도와 운항환경 등을 고려하여 신청자와의 협의하에 책정하도록 하고 있음.
- 우리의 경우 JARUS에서 제안하는 기준을 바탕으로 하여 인증을 신청한 무인

항공기의 용도와 운항환경 등을 고려하여 안전성 요구 수준을 책정할 필요가 있음.

3) 해외의 무인항공기 기술기준 사례에 대한 연구

□ 무인항공기 기술기준 개발에 대한 시각과 기본방침

- FAA는 2013년 무인항공기 로드맵을 통해 무인항공기 기술기준의 경우, 무인항공기 운용경험이 충분히 축적된 이후 법규화 예정임을 발표함.
- EASA 역시 2009년 발표한 무인항공기 방침문서를 통해 형식증명 신청건이 발생 될 경우, 신청된 특정 무인항공기에 대한 기술기준을 유인항공기 기술기준을 테일러링 하여 적용할 계획임.
  - 단, EASA는 무인항공기의 특성을 감안하여 다음과 같은 항목에 대한 기준을 특수기술기준 형태로 부가할 에정임.
    * Emergency Recovery Capability
    * Command and control Link
    * Level of Autonomy
    * Human Machine Interface
    * Control station
    * Due to type of operation
    * System safety assessment
  - 주 : 특수기술기준이라 함은 현행 기술기준에 포함되어 있지 않은 기술기준으로 형식증명을 신청한 특정 형식에 국한해서만 적용되는 기술기준을 말함. (형식증명을 신청한 항공기 설계에 새로운 기술, 특수한 설계(novel design) 등이 포함되는 경우 적용됨)
- 유인항공기 기술기준에 없는 원격조종국, 통신제어데이터링크, 발사 및 회수장치 등에 대한 기술기준은 새로 개발하여 특수기술기준(Special condition)으로 추가하는 방법이 사용될 것으로 전망됨.
- 유인항공기 기술기준의 테일러링 유형은 다음과 같음.
  - F(Fully applicable) : 유인항공기 요건 동일하게 적용
  - I(Intent of specification) : 유인항공기 요건 일부 수정
  - N/A(Not Applicable) : 모든 무인항공기에 적용되지 않는 조항
  - N/A-C(N/A to configuration) : 해당 형식에 적용되지 않는 조항

- P(Partially) : 유인항공기 요건 중 일부만 적용되는 조항
- A(Alternative) : 대체 기준 적용 조항으로 필요시 특수기술기준(Special Condition) 제정

□ 무인항공기 기술기준 개발사례

• Part 23/27급 이하 무인항공기에 대한 기술기준 개발

- Part 23/27급 이상 대형 무인항공기에 대한 기술기준의 개발 시도나 논의는 이루어지지 않고 있음.
- 호주 감항당국인 CASA는 항공안전규정인 CASR(1998) Section21.025에 따른 제한형식증명에 대한 점정적인 성격의 기술기준으로 Design Standards UA25와 UR25를 개발하였음. 이들 Design Standards의 적용범위에는 무게기준을 명시하지 않았지만 그 내용으로 판단할 때 이들 기준은 각각 Very Light Airplane급 고정익항공기와 Very Light Rotorcraft급 회전익항공기의 무게에 해당하는 기술기준임을 알 수 있음.
- 유럽에서는 JARUS(Joint Authorities for Rulemaking of Unmanned Systems)를 결성하여 그 활동의 일환으로 무인항공기 기술기준을 개발하고 있는데 첫 결과로 최대이륙중량 750kg 이하의 회전익무인항공기에 적용되는 LURS(Light Unmanned Rotorcraft System)에 대한 기술기준을 발표하였음. LURS는 Very Light Rotorcraft에 대한 EASA의 기술기준인 CS-VLR을 바탕으로 개발되었으며 EASA에서는 이를 CS-LURS로 채택하였음.
- 이스라엘의 감항당국인 CAAI에서는 최대이륙중량이 150kg 이상인 고정익 무인항공기에 적용되는 기술기준 (Airworthi -ness Code)인 USAR을 개발하였음. 일반적으로 기술기준은 적용범위로 무게 상한선을 정하는데 비해 이 경우 특이하게 하한선을 정해 놓고 있는데 이 기준은 Part 23을 기본으로 개발한 것으로 5,700kg 이하의 고정익무인항공기에 적용되는 것이 타당함. 또한, 이 기준은 USAR.1 Applicability 조항과 같이 정규화된 기준은 아니며 형식증명이 신청된 특정한 형식에 맞추어 재차 테일러링하여 적용해야 하는 기준임.
- 미국 FAA는 기술기준을 제정하지 않고 있음. 미국 FAA는 형식증명 소요가 발생되면 인증을 신청하는 해당 특정 형식의 무인항공기에 대한 기술기준을 그때그때 개발하여 적용한다는 것이 방침임.

• 소형무인항공기에 관한 표준 개발

- FAA는 최근 25kg 이하의 상용 small UAV에 대한 운항승인 규정(14 CFR Part 107)을 입법예고하였으며 곧 발효될 예정임.
- 이 제도는 최대이륙중량 600kg, 2인승 이하의 유인항공기에 대한 미국의 Light Sport Aircraft 특별감항제도와 유사함. 이 제도에서는 LSA 항공기에 대해 FAA에서 직접 검사를 하지 않고 설계, 제작, 운영 등이 ASTM(American Society of Testing and Material)에서 개발한 Consensus Standards에 의거하여 이루어졌음을 소유자가 확인 후 (확인서 제출) 특별감항증명서를 발급함
- . 즉, 사용자의 자율적인 관리에 크게 의존하는 제도임.
- 위의 small UAV에 대한 Part 107에서는 비행체에 대한 이러한 확인서 제출 조차 요구하고 있지 않음.
- 그러나, 무인항공기 산업계에서는 이러한 소형 무인항공기의 안전성을 진작하기 위해 설계-제작-운용 전 과정에 걸친 산업표준 개발의 필요성을 인지하고 있으며, 이에 부응하여 ASTM에서는 소형무인항공기에 대한 표준을 개발하고 있음.
- (예) F2910 Design and Construction of sUAS

□ 무인항공기 기술기준에 대한 해외 선진사례 분석 결론

- 무인항공기 기술기준은 기본적으로 유인항공기 기술기준을 테일러링하여 개발한다는 것이 일반적인 방안임. 이는 실제 인증에 있어 유인항공기의 적합성 입증방안을 그대로 활용할 수 있다는 측면에 있어서도 합당한 방안이라고 판단됨.
- 유인항공기 기술기준에 없는 원격조종국, 데이터링크, 발사 및 회수 시스템 등에 대한 기술기준은 새로 개발하여야 함.
- See and Avoid에 대한 기준은 기술자체가 확립되어 있지 않아 현재로서는 기술기준 개발이 이루어지지 않고 있음. See and Avoid에 대해서는 기술 자체의 신뢰성도 문제이지만 국제적인 표준이 적용되어야 하는 어려움이 있음.
- 미국 FAA가 기술기준의 개발을 유보하고 있는 반면, 유럽에서는 JARUS(Joint Authorities for Rulemaking of Unmanned Systems)를 통해 Very Light급 무인항공기에 대한 기술기준의 개발을 서두르는 것은 미국은 단일 당국체계이므로 의사결정이 빠른 반면 유럽은 여러 당국이 합의하는 과정을 거쳐야 하므로 완성도가 떨어지더라도 현재 시점에서 개발해 둘 필요가

있다는 판단이 있기 때문임.

- 무인항공기의 다양성으로 인해 정형화된 기술기준의 개발이 어려우며 기술기준을 개발해 놓았다 하더라도 실제 적용시 인증이 신청된 해당 무인항공기의 형상에 적합한 기술기준으로 상당히 수정하여 적용할 필요가 있음. 법적으로는 테일러링 된 유인항공기 기술기준과 추가된 항목들로 구성되는 특수기술기준(Special condition)형태로 적용하고 있음.

4) 군용무인항공기 기술기준에 대한 검토

□ 군용 항공기 기술기준 일반

- 미국방성의 경우 민간에서와 같이 범용적인 기술기준을 규정해 두지 않음. 대신 군용항공기를 개발할 때 개발 대상이 되는 특정 형식의 항공기 모델에 대해 공군의 경우 TACC(Tailored Airworthiness Certification Criteria)를 육군의 경우 AQS(Airworthiness Qualification Specification)를 개발하여 적용함. 이들 문서는 군사표준서인 MIL-HDBK-516과 안내지침서인 JSSG(Joint Service Specification Guide)를 바탕으로 하여 개발됨.
- 유럽의 NATO는 항공기를 개발구매할 때 범용적인 기술기준인 STANAG 문서를 개발하여 적용함. NATO는 Part 23급 군용무인항공기에 대한 기술기준으로 STANAG 4671을 개발하였음.

□ 군용무인항공기 기술기준에 대한 분석 결론

- STANAG 4671은 민간 유인항공기 항공기 기술기준인 CS-Part 23을 상당부분 참고로 하여 개발되었음. 따라서, 기본적으로 항공기의 안전성을 확보하기 위한 요건은 민간 기준과 크게 차이가 없음. 그러나, 문서의 편집체계(조항번호, 문장 구성과 표현 등)가 민간 기준과는 다소 상이함.
- 한편, 민간 인증당국의 기술기준의 경우 문서의 기술기준 간의 조항번호, 문구표현 방식 등 편집체계에 일관성을 이루고 있음. 예를 들어 시스템의 안전성에 관한 요건인 1309항인 경우 어느 카테고리에서나 그 내용에는 차이가 있더라도 조항 번호는 모두 1309로 통일하고 있음(23.1309. 25.1309, VLA 1309, ...)

5) 국내 적용을 위한 무인항공기 기술기준(안) 개발

□ 개발 배경

- 우리나라는 군용무인항공기를 상당히 개발하여 사용하고 있고 앞으로도 계속 개발사업이 진행될 전망임. 민간에서는 연구기관을 중심으로 다수의 소형 고정익 무인항공기가 개발되었거나 개발되고 있으며 최대이륙중량 1,000kg 틸트로터 무인항공기도 개발되는 등 2인승 고정익항공기의 무인화에도 성공한 바 있음.
- 그러나, 위와 같이 민간부문에서 개발한 무인항공기들은 기술시현(Technology demonstration) 수준까지만 개발된 것으로 실용화를 위해서는 민간 항공당국의 인증을 받아야 함.
- 현재 기술시현 수준으로 개발된 민간무인항공기에 대한 실용화 개발과 인증이 논의되고 있으며 이러한 개발환경에 대응하는 민간무인항공기 인증체계 구축의 일환으로 무인항공기 형식증명 또는 제한형식증명시 적용되는 기술기준의 개발이 필요하게 되었음.

□ 기술기준 카테고리의 선정 및 명칭(안)

- 본 과제에서는 시범인증 대상 무인항공기에 대한 기술기준(안)을 개발하고자 하였으나, 시범인증사업 대상기종이 결정되지 않아 현재 국내 실정에서 실용화가 유력한 카테고리들을 설정하여 기술기준(안)을 개발하였음.
- 무게기준으로 동급 유인항공기의 카테고리에 맞추어 설정함.
- 현재 기술시현 수준의 개발에 성공하여 실용화 개발이 논의되고 있고 아울러 실용화 수요가 예상되는 무인항공기 카테고리는 Very Light급 고정익무인항공기, Very Light급 회전익무인항공기, Part 23급고정익무인항공기 등임.
- Part 27급의 스마트무인항공기(최대이륙중량 1000kg) 역시 실용개발사업에서는 600kg 이하의 Very Light급이 논의되고 있는 것으로 알려져 있음.
- 이 같은 전망을 바탕으로 하여 아래와 같은 총 4종의 무인항공기 기술기준을 개발하기로 함.

<표 3-2> 기술기준(안) 개발 대상 선정 배경

국내 실용화개발 예상 무인항공기	무게	유인항공기 기술기준	개발 제안 무인항공기기술기준
KC-100 무인화 (KAI)	Part 23급	Part 23	KUAS(가칭)
2인승기유인화 (항우연)	LSA급	LSA	KAS-LUA(가칭)
농업용헬기	200kg 내외	VLR	KAS-LUR(가칭)
틸트로터기 (항우연)	600kg 이하	없음	KAS-UTR(가칭)
틸트로터기 (KA)	600kg 내외		

- 무인항공기 기술기준의 명칭은 유인항공기 기술기준에 대한 명칭과 구별하되 명칭간 통일성을 유지하는 방향으로 정하여 제안함.

<표 3-3> 유인항공기 및 무인항공기 기술기준 명칭

유인항공기 기술기준 명칭	무인항공기 기술기준 명칭(안)
KAS Part 23 감항분류가 보통(N), 실용(U), 곡기(A), 커뮤터(C)류인 비행기에 대한 기술기준	KUAS(-23) 무인고정익항공기 기술기준
KAS Part VLA 감항분류가 경비행기(Very Light Airplane)류인 비행기에 대한 기술기준	KAS-LUA 무인고정익경항공기 기술기준
KAS Part VLR 감항분류가 경회전익항공기(Very Light Rotorcraft)류인 비행기에 대한 기술기준	KAS-LUR 무인회전익경항공기 기술기준
없 음	KAS-UTR 무인틸트로터항공기 기술기준

□ 무인고정익항공기 기술기준안(KUAS) 개발

- KUAS(Korean UAS Airworthiness Standard)
- 적용범위는 최대이륙중량 5,700 kg(12,500 lb)이하로 함.
- KAS Part 23을 무인항공기에 맞추어 테일러링하되 이스라엘 CAAI에서 CS-23을 바탕으로 하여 개발한 무인고정익항공기에 대한 기술기준을 참고로 하였음. 특히, 유인항공기 기술기준에는 포함되어 있지 않은 원격조종국, 데이터링크, 발사 및 회수장치 등에 대한 사항을 대폭 채용함.

□ 무인고정익항공기경항공기 기술기준안(KAS-LUA) 개발

- KAS-LUA(Korean Airworthiness Standards : Light Unmanned Airplane)
- 최대이륙중량 750 kg이하, 착륙 형상에서의 실속 속도가 83 km/h(45 노트)이하의 무인고정익경항공기에 적용
- 주야간 시계비행방식, 시계가시영역(VLOS) 비행을 전제로 한 기준으로 개발
- KAS-LUA를 무인항공기에 맞추어 테일러링하여 개발. 원격조종국, 데이터링크, 발사 및 회수장치 등에 대한 사항은 KUAS 것을 적용
- 전기식 동력장치에 대한 기준 포함

□ 무인회전익경항공기 기술기준안(KAS-LUR) 개발

- KAS-LUR(Korean Airworthiness Standards : Light Unmanned Rotorcraft)
- 최대이륙중량 600 kg 이하의 무인회전익경항공기에 적용
- 종래(Conventional)형식의 회전익무인항공기에 적용
- 주야간 시계비행방식, 시계가시영역(VLOS) 비행을 전제로 한 기준으로 개발
- KAS-LUA와 JARUS에서 개발한 Light Unmanned Rotorcraft System에 대한 CS-LURS를 참고로 하여 개발. 원격조종국, 데이터링크, 발사 및 회수장치 등에 대한 사항은 CS-LURS 것을 적용
- 전기식 동력장치에 대한 기준 포함

□ 무인틸트로터항공기 기술기준안(KAS-UTR) 개발

- KAS-UTR(Korean Airworthiness Standards : Unmanned Tilt Rotor System)
- 최대이륙중량 600 kg 이하의 무인틸트로터항공기에 적용
- KAS-LUR을 중심으로 하되 고정익항공기 특성에 대해서는 KAS-LUA 조항을 추출, 부가하여 개발

□ 개발한 민간무인항공기 기술기준안의 활용

- 전술한 외국 사례에서와 같이 무인항공기에 대한 경험이 일천한 현재 단계에

서 정규화된 기술기준을 개발하는 것은 현실적이지 못함. 본 연구에서 개발된 기술기준안 역시 잠정적인 형태로 향후 (제한)형식증명이 신청되는 무인항공기의 인증기준(Certification basis)을 확정하는 과정에서 해당 설계형식에 적합한 기술기준으로 수정하는 과정을 거쳐 적용되어야 할 것임.

- 제안한 기술기준안을 항공법 제15조에 의한 기술기준으로 고시할 경우 잠정안임을 명시하는 것이 바람직함.

라. 시범인증 방안

1) 시범인증 시나리오 설정

□ 민간무인항공기 실용개발 시나리오

- 현재 우리나라 상황에서 민간 인증을 목표로 무인항공기를 실용 개발하는 경우는 다음 네 가지 케이스로 요약할 수 있음.
  - 새로운 무인항공기 모델을 개발
  - 기술시연(Technology Demonstration) 수준으로 개발된 무인항공기를 인증을 받을 수 있는 수준으로 추가 개발
  - 군용무인항공기를 민간무인항공기로 전환
  - 형식증명을 받은 유인항공기를 무인항공기로 개발

2) 전형적인 항공기 인증 방식

□ 형식증명을 받고 이를 바탕으로 표준감항증명을 취득하는 경우

- 무인항공기의 경우 현재 기술로 가능한 안전성수준이 형식증명을 취득하기에는 크게 부족하다는 것이 일반적인 인식이며, Detect and Avoid 체제가 확보되지 않은 상황에서 그 비행과 용도가 많이 제한되어 특수목적용의 범주를 벗어나지 않음. 따라서 무인항공기에 대해서 형식증명과 표준감항증명을 추구하는 것은 시기상조임.

□ 제한형식증명을 받고 이를 바탕으로 특별감항증명을 취득하는 경우

- 형식증명을 취득한 항공기를 특수목적용으로 개조할 때는 특수목적용 형상에

대해서만 적합성을 입증하면 됨.

- 처음부터 제한형식증명을 받을 때는 해당 특수목적을 감안하여 테일러링된 기술기준을 적용하며, 형식증명과 비교해서 부담은 적지만 여전히 적합성을 입증해야 하는 과정을 거쳐야 함.
- 요건을 갖춘 군용항공기는 제한형식증명을 거쳐 특수목적용 민수용 항공기로 전환할 수 있음. 여기에서 요건이라 함은 미국의 경우 미군이 군용항공기로 10년 이상 성공적으로 사용한 서비스이력을 말함.

□ 형식증명이나 제한증명 없이 특별감항증명을 취득하는 경우

- 일반적으로 비행시험, 시장개척을 위한 데모비행, 자사 조종사 훈련 등 극히 제한적인 용도에 대해서만 허용하고 있음.
- 따라서 이 경우는 목적이 개발 자체로 끝나는 사업에서의 비행허가 또는 개발과정에서의 임시적인 비행허가를 득하는 방편 정도로만 이용할 수 있음.

3) 민간무인항공기 실용개발 시나리오에 따른 인증방식의 선정

- 주 : 아래 무인항공기에 대한 인증방식은 우리나라 항공법에 제한형식증명으로 도입하는 것을 전제로 함. 제한형식증명 제도 없이는 무인항공기에 대한 인증체계를 논하기 어려움.

□ 처음부터 새로운 무인항공기 모델을 개발하는 경우

- 특수목적용의 실용화가 목표라면 제한형식증명을 적용하고 이를 바탕으로 특별감항증명을 받을 수 있음.
- 용도에 따라 기술기준 적용항목이 달라질 수 있으므로 Certification Basis를 확정하려면 용도를 분명히 해야 함.
- Certification Basis에 정해진 기술기준에 대한 적합성을 입증해야 함.

□ 기술시연 수준으로 개발된 무인항공기로 민간인증을 받고자 하는 경우

- 위의 처음부터 새로운 모델을 개발하는 경우와 같음.

□ 군용무인항공기로 사용된 무인항공기를 활용하여 민간인증을 받고자 하는 경우

- 특수목적용도로 제한형식증명을 적용하고 이를 바탕으로 특별감항증명을 받을 수 있음.
- 군용으로 개발된 형식의 항공기에 대해서는 군당국의 관리 하에 이루어진 설계와 생산 단계를 거친 것이므로 군에서 상당기간 동안(국토교통부에서 설정하여 명시해야 할 기간. 미국의 경우 10년 이상) 성공적으로 사용된 경험이 있다면 이를 인정하여 항공기 기본형상에 대해서는 적합성 확인을 하지 않고 제한형식증명을 발급함.
- 용도에 따라 기술기준 적용항목이 달라질 수 있으므로 Certification Basis를 확정하려면 용도를 분명히 해야 함.
- 용도에 따라 개조되는 부분에 대해서는 기술기준을 설정하고 이에 대한 적합성을 입증해야 함.

□ 형식증명 받은 유인항공기를 무인항공기로 개발하는 경우

- 특수목적용의 실용화가 목표라면 제한형식증명이 적용되고 이를 바탕으로 특별감항증명을 받을 수 있음.
- 용도에 따라 기술기준 적용항목이 달라질 수 있으므로 Certification Basis를 확정하려면 용도를 분명히 해야 함.
- 이때 유인항공기의 형식은 국토교통부의 형식증명 또는 형식증명승인을 받은 것이어야 함.
- 형식증명이 된 유인항공기 기체를 사용하는 것이므로 개조가 이루어지거나 환경이 변경되지 않는 적합성 입증을 다시 할 필요가 없음.
- 무인화에 따른 개조부분과 원격조종국, 데이터링크 등에 같이 추가되는 부분에 대해서는 기술기준을 설정하고 이에 대한 적합성 입증을 해야 함.
- 원격조종무인항공기(Optionally Piloted Aircraft)로 개조하여 조종사가 탑승하는 경우 Detect and Avoid 요건이 충족되므로 운항제한의 범위를 크게 줄일 수 있음.

4) 무인항공기 시범인증을 위한 인증절차

- 무인항공기의 제한형식증명에 있어서도 그 절차는 유인항공기 형식증명 절차와 크게 다르지 않음. 항공기 형식증명 지침(최신본 : 국토교통부훈령 제451호, 2014년11월21일)에 따라 다음과 같은 절차를 통해 수행될 것임. 이 형식증명 지침은 제한형식증명의 도입과 함께 제한형식증명 절차를 포함하도록 개정되어야 할 것임.

<표 3-4> 무인항공기 시범인증을 위한 인증절차

1. 인증신청 전 설명 2. 사전검토회의 3. 인증계획서 초안에 대한 협의 4. 인증신청 5. 형식증명위원회 구성 6. 인증과제계획서 개발 7. 예비 형식증명위원회의 8. 과제세부인증계획서 개발 9. 신청자의 주요사안 제안 10. 주요사안검토서 개발 11. 인증기준(안) 작성 12. 중간 형식증명위원회의 13. 적합성 입증자료 생성 14. 시험계획서 제출 및 승인 15. 시제품 생산계획 제출 16. 적합성 입증	17. 합치성 검사 18. 적합성 실증을 위한 인증시험 19. 비행시험 특별감항증명 발행 20. 신청자 비행시험 21. 인증비행시험 위험평가 22. 인증비행시험전 형식증명위원회 23. 형식검사승인서 발행 24. 인증비행시험 합치성검사 25. 인증비행시험 26. 적합성입증자료 승인 27. 정비교범 및 비행교범 승인 28. 형식증명자료집 개발 29. 최종 형식증명위원회 30. 형식검사보고서 작성 31. 형식증명서 교부 32. 사후관리

- 군용무인항공기에 대한 군당국의 인증과 운용경험이 인정되어 이를 바탕으로 민간무인항공기로 전환하는 경우 위 절차에서 적합성입증과 합치성검사의 대부분이 생략되어 비교적 간단한 절차를 통해 제한형식증명이 이루어 질 수 있음.

2. [성과 2] 군 무인항공기 감항인증기술기준 분석보고서

가. 군용(유인)항공기 감항인증 기술기준 분석

1) 해외 군용(유인)항공기 감항인증 기술기준 분석

□ 프랑스(DGA)

- 감항인증 기술당국 DGA(Directorate of Armament)가 항공기 인증 및 품질에 직접적으로 참여하여 군용항공기의 사용, 감항, 등록에 대한 규칙, 감항인증서 및 비행허가서 발행 조건, 군용 및 국가 소유의 항공기 등록 규정함

<표 3-5> 프랑스 감항인증 기술기준

Decree 2006-1551				
Order Duties	Order Certification	Order Registration	Order Continuing Airworthiness	Order UAS

□ 영국(MAA)

- 감항성 인증을 군 감항당국 MAA주관으로 7단계 접근방법으로 수행형식인증, 지속적 감항인증서를 행함

□ 미국

- 미국 감항성 인증기관은 FAA, NASA, Army, Air Force, Navy 로 구성됨. 군용 항공기 감항성 인증기관은 군 또는 국방부내에 감항인증 담당조직을 갖추고, 민간 항공기 감항성 인증기관인 FAA와 긴밀한 협조 체제를 유지함
- 미국의 육, 해, 공군의 감항인증 체계, 인증규정, 인증조직, 인증기준은 다음과 같음

<표 3-6> 미국 감항인증 기술기준

구분		인증규정	인증조직	인증기준
미국	육군	• AR 70-62	• AMCOM, 사업관리기관, ARDECOM, Deputy Chief of Staff, G-4	• ADS-51-HDBK. • MIL-HDBK-516B
	해군	• OPNAVINST 3710.7T, NAVAIRINST 13034.1C	• NANAIRSYSCOM, AIR-4.0, 사업관리기관	• MIL-HDBK-516B • (2008.2개정)
	공군	• AFPD 62-6	• 공군획득차관, 수사령관(AFMC), 공군 주요사령부, AF AB, 사업관리자(PM)	• MIL-HDBK-516B

2) 군용(유인)항공기 표준 감항인증 기술기준 분석

□ 군용항공기 표준 감항인증 기술기준

- 모든 유인·무인항공기, 고정익·회전익 항공기 시스템의 감항성 결정에 사용될 표준 감항인증 기준을 정함. 군용항공기 비행안전성 인증에 관한 법률 제3조에 따라 방위사업청장이 고시한 표준 감항인증기준. (2011년 12월 7일 방위사업청 고시 제 2011-1호로 제정)
- 미 국방성의 “MIL-HDBK-516B W/Change 1 Airworthiness Certification Criteria”를 바탕으로 작성됨
- 무인항공기 기술기준 정립시 적합성검증 방법(MOC)은 문서검사, 해석, RM&S분석, Lab/Bench시험, 지상시험, 비행시험, 항공기 검사 및 시범, 모의, 구성품인증 의 9 단계 분류를 적용함이 요구됨.
- 무인항공기/무선조종항공기(UAV/ROA) 기능들은 고유한 안전비행(SOF, Safety-Of-Flight) 시스템 요구도를 요구하며, UAV/ROA 운용 시스템은 항공기에 장착되거나 또는 무선조종항공기의 지상통제실의 일부가 될 수 있음. UAV/ROA 시스템은 항공기뿐만 아니라 지상통제실, 데이터링크, 비행제어시스템, 통신시스템/링크 등으로 구성된다. UAV/ROA 는 크기, 무게 및 복잡성 측면에서 상당히 다양함
- 무인항공기로서 승무원 손실과 관련된 안전비행 위험은 적용되지 않지만, 유인 비행체와 마찬가지로 대인, 장비에 대한 손상, 재산 및 환경에 수반되는

안전비행 위험은 고려되어야 함. UAV/ROA 가 “소모성” 이거나 “예상 수명 시간”을 갖고 임무를 수행하는 등의 고유한 적용특성에 대해 감항성 기준이 조정되어야 함

- UAV/ROA가 운영될 환경(통제된 시험장소, 영공, 군함 탑재 사용을 포함한 항공기 운용도), 비행기체 설계수명 그리고 통제시스템, 인력, 자산 또는 타 장비에 대한 근접 상황에서의 “소모성”에 대한 고려도 감안되어야 함

□ 표준 감항인증 기술기준 무인항공기 적용성 분석

- 아래 표준 감항인증 기술기준은 무인항공기 적용성 분석은 17개 기술항목, 816 여개 기술기준별로 국내 민간무인항공기 적용가능성을 ‘적용’(576항목), ‘미적용’(183항목), 수정’(57항목)의 3레벨로 분석하여 2차년도 Stanag-4671과 KAS-23의 분석을 통한 민간무인항공기 감항인증 기술기준 정립에 대비하였음
- 구조분야
  - 구조에 대한 감항인증 기술기준은 무인항공기 기술기준 정립에 해당되는 기술기준이 총 28개 항목 중 21개가 적용 가능한 기준으로 분석되었으며, 미적용 항목은 3개 항목, 수정 시 적용 가능한 항목은 4개 항목으로 분석됨
- 비행기술분야
  - 비행기술분야의 감항인증 기술기준은 크게 조종안정성, 항공기 조종기능, 공력성능의 3분야로 이루어진다. 비행기술에 대한 감항인증 기술기준은 무인항공기 기술기준 정립에 해당되는 기술기준이 총153개 항목 중 136개가 적용 가능한 기준으로 분석되었으며, 미적용 항목은 7건, 수정 시 적용 가능한 항목은 10건으로 분석됨
  - 6.2.2.47 “해당 항공기, 타 연계 항공기 및 지상 통제소상의 지휘 및 통제, 통신이 수용 가능한 고장 확률로 안전하게 통합되어 있는지 검증”와 6.2.2.48 “모든 지휘 및 통제 통신이 원하지 않은 간섭에 대해 보안성이 유지되고 사용된 보안기법들이 안전하게 적용되는지를 검증”의 2개 항목은 무인항공기에 대해 적용함을 명시하고 있음
- 추진체 기술분야
  - 추진체 및 추진체 장착에 대한 감항인증 기술기준은 무인항공기 기술기

준 정립에 해당되는 기술기준이 총88개 항목 중 68개가 적용 가능한 기준으로 분석되었으며, 7.3.2의 16항목은 회전익항공기에 적용하고. 7.2.5.4, 7.2.5.5의 추력 편향 관련 시스템기준 2항목 총 18개 항목이 미적용으로 수정 시 적용 가능한 항목은 2항목으로 분석됨

- 항공기 세부 계통
  - 세부계통은 군용항공기 표준 감항인증 기술기준 에서 총 279건의 항목을 검증해야 하며 적용 가능한 기준은 216항목, 미적용 기술기준은 36건으로 8.10 “외장 화물고리계통 ”, 8.11 “구조용 외장 호이스트” 는 헬리콥터에 적용되는 감항인증 기술기준임
  - 8.4.15 항목인 “사람활동 영역, UAV/ROA 조종실 또는 UAV/ROA 비행 주요센서 공간으로 유해량의 연기, 화염 또는 소화 작용제가 들어오는 것이 방지되어 있음을 검증” 는 무인항공기 의 지상 통제 시스템에 대한 언급으로서 무인항공기 인증기준에 직접 적용됨
- 승무원 시스템
  - 항공기 승무원 시스템 분야의 감항인증 기술기준은 탈출 계통, 조종실 및 항공기 내부, 항공기 조명, 인간공학적 성능, 구명계통, 캐노피 투명체 통합, 추락 생존성, 항공수송능력 및 공중투하, 항상 사용되지 않는 화장실, 주방 및 공간의 9개의 분야로 구성되어 있으며, 대부분 유인항공기와 관련된 감항인증 기술 기준으로 무인항공기에는 미적용 됨
- 진단계통
  - 진단계통 분야의 감항인증 기술기준은 총 7개의 항목으로 설정되어 있으며 무인항공기기술기준에 모두 적용됨
- 항공전자
  - 항공전자 분야의 감항인증 기술기준은 총 14개의 항목으로 설정되어 있으며, 10개의 항목이 무인항공기기술기준에 적용됨
- 전기계통
  - 12.2의 “전력분배를 포함한 전기배선 계통” 은 항공기 전체에 걸친 모든 배선 및 배선 구성품들(연결단, 회로차단기 등)을 포함하며, UAV/ROA 에 대해서는 비행에 관련된 배선계통의 통제소 안전도 포함함을 명시 하고 있음
- 전자기 환경효과

- 전자기 환경 효과 기술분야는 2개분야 총 13기술기준 항목으로 분류된다. 여기서 12개의 기술기준이 무인항공기에 적용됨

• 시스템 안전

- 4.1.1.2의 “임시 및 영구 개조를 포함한 모든 계획들에 대해 MIL-STD-882의 해당 분석업무들이 완료되었다는 것을 검증한다” 기준은 AC-1309를 테일러링을 통하여 민간무인항공기에 적용할 수 있음

• 컴퓨터 자원

- 컴퓨터 자원 기술분야 감항인증 기술기준은 2개 분야 총 27개의 기술기준 항목으로 분류되며 27개 감항인증 기술기준 항목이 모두 무인항공기에 적용됨

• 정비

- 정비 기술분야 감항인증 기술기준은 2개 분야 총 11개의 기술기준 항목으로 분류되며 11개 감항인증 기술기준항목이 모두 무인항공기에 적용됨

• 무장 장착물 통합

- 무장/장착물 통합 기술분야 감항인증 기술기준은 4개 분야 총 20개의 기술기준 항목으로 분류되며 17개 감항인증 기술기준항목이 무인항공기에 적용되며 기총/로켓 통합 및 인터페이스 분야는 민간무인항공기에는 미적용 됨

• 승객 안전

- 승객안전 기술분야 감항인증 기술기준은 4개 분야 총 19개의 기술기준 항목으로 분류되며 모두유인항공기에 적용되는 기술기준임

• 재료

- 재료 기술분야 감항인증 기술기준은 총 18개 기술기준이 모두 해군 및 해병대 항공기에만 적용된다. 따라서 총 18개의 기술기준이 민간무인항공기에는 미 적용됨

• 기타 고려사항

- 기타 고려사항에서는 기술분야 감항인증 기술기준은 총 3개 기술기준 중 20.1.3의 기술기준은 무인항공기에 적용되지 않음

3) 비행안전성 평가 기준 비교분석

□ 무인항공기 비행안전성 확보(AC-1309)

- AC-1309는 ‘장비, 시스템, 장착’에 관한 내용을 다루며, Subpart B, C, D의 성능, 비행특성, 구조 하중 및 강도 (Strength)에 대해서는 직접 적용되지 않으나 Subpart B, C, D, E의 요구도들을 기반으로 하는 모든 시스템들에 대해서 적용 됨
- 승객들을 포함한 제3자에게 절대적으로 중요한 항공기 시스템의 경우 100%의 신뢰성을 갖추어야함을 의미 함. 100%의 신뢰성이라는 것은 사실상 불가능하여, 신뢰성을 100% 추구하기 보다는 잉여분을 최소한으로 하는 ‘수용할 수 있는 수준의 신뢰성’을 가지는 시스템 설계를 하는 것이 더 현명함
- 무인항공기 기술기준 정립 시, AC-1309는 ‘장비, 시스템, 장착’ 의 고장가능성 과 고장상태 관계표 적용 보다는 B-1-3서 언급한 MIL-STD-882E 의 발생확률과 치명도를 정량화 시킨 RHI (Risk Hazard Index) (표 1) 적용 방안이 요구됨. 이 경우 무인항공기 WBS 별로 FTA, FMEA 분석이 요구됨
- 민간무인항공기 경우 승객이 탑승치 않으나, 무의미하게 신뢰성을 100% 추구하기 보다는 잉여분을 최소한으로 하는 ‘수용할 수 있는 수준의 신뢰성’ (AC-1309; 발생확률<10-5 , 중대 하지 않음 고장, MIL-STD-882 RHI ; 10- 20)을 가지는 시스템 설계를 하는 것이 바람직함.

나. 군용무인항공기 감항인증 기술기준 분석

1) 군용무인항공기 인증사례 분석

□ 유럽 방위청(EDA)

- 군용항공기 감항당국들 간의 서명된 이행지침으로 유럽방위청 예하의 군, 업체, 사업관리자 통합규정의 필요성 제기, EMAD R(European Military Airworthiness Document Recognition)에 따른 유럽 군 감항인증 통합, 유럽 방위청 산하 모든 국가들이 EMAD R을 채택하도록 MAWA 포럼을 상설 기구화하여 운영하고 있음
- 유럽통합 군감항인증을 위해 민간감항당국(CAA)과의 관계를 법적/규정적으로 정하며, 두 조직 간의 관할범위와 책임한계를 명확히 함
- EMAD R을 통한 인정의 과정은 초기 인정 단계, 인정 감사 단계, 효과의 실현 단계로 이루어져 있으며, 모든 단계는 조직화된 활동의 일정한 형식으로 지원되었음

- 초기 인정 단계 : 인정을 16개의 단계로 나누어 단계별로 인정 과정 착수와 사용하기 위한 과정의 협정 또는 그 기상의 당국에 의해 요구된 활동을 기술하며, 만족되었을 경우 “인정”을 공표함
- 인정 감사 단계 : 인정 초기 발행을 넘어 이전에 성립된 인정의 유지와 관련된 활동으로 인정 감사 단계를 지원하기 위한 재원 요구, 인정 협정 설립 시 평가 및 지정
- 효과의 실현 단계 : 인정 증명을 갖게 되었을 경우 효과의 활용

• 국가 및 기관 간의 법률적인 활동을 현저히 감소시키며, 동맹국들의 인증된 항공기를 채택할 수 있는 이점이 있으며, 관리시설 및 이용 시설을 공동으로 사용할 수 있음

□ 미국(DoD)

• 미국의 군용 항공기 감항성 인증기관(Army, Air Force, Navy)은 군 또는 국방부 내에 감항인증 담당조직을 갖추고, 민간 항공기 감항성 인증기관(FAA, 미 연방항공청)과 긴밀한 협조체제를 유지함

• 미공군은 MIL-HDBK-516B/EXPANDED 제정으로 MIL-Spec 및 MIL-STD로 분산되어 있던 항공기 설계, 운영, 및 안전성 요구사항을 독립된 감항인증 체계로 통합하여 효율성을 추구함

• Global Hawk 기종에 대해 MIL-HDBK-516B에 따라 선정된 500여개 이상의 기술기준를 평가하여 최초로 무인항공기 시스템에 대한 감항인증을 부여함 (2006년 1월 25일)

• 미국방부는 다음의 표와 같이 무인항공기를 분류하고 있음

<표 3-7> 미국 무인항공기 분류

구분	최대이륙중량(kg)	운용고도(ft)	속도제한(kts)
Group 1	0~9	< 1,200	100
Group 2	9~25	< 3,500	250
Group 3	25~600	< 18,000	
Group 4	> 600		없음
Group 5		> 18,000	

□ 영국(MAA)

- 영국 군용항공기 감항인증 관리 규정(JSP553)은 비행안전정책/규정에 감항인증 규정을 통합하고 있으며, 영국 군용무인항공기 시스템은 군용항공기와 동일하게 감항인증 규정을 따름, 중량별 무인항공기의 분류는 다음과 같음

<표 3-8> 영국 무인항공기 분류

구분	민간	군
소형(small) 무인항공기	<20kg (400ft 이하 무자격조종사 비행가능)	Micro (<5 kg)
		Mini (<30 kg)
경량(light) 무인항공기	20~150kg (형식인증 필요)	Tactical (신규개발 시 감항인증적용)
무인항공기 시스템	>150kg (EASA규정 적용, 미개발)	MALE (감항인증 적용)
		HALE (감항인증 적용)

□ 독일(Bundeswehr)

- 독일의 모든 군용항공기는 ANC(Air Navigation Act) 범위에 포함되지만, 무인항공기는 ANC에 의거 사용 금지, 그러나 해당 무인항공기가 국가 방위의 목적(독일군, 연방, 경찰)을 띈 경우 ANC와 연관된 법에 영향을 받지 않고 비행가능

- 군용 항공기는 연방방위군 감항당국에 의한 개별 형식인증을 취득해야 하며, 무인항공기는 이에 추가적으로 LTF-1550-001 감항성 요구조건을 적용하여 항공교통에서의 감항성 입증과 운영을 위한 형식 검사를 수행

<표 3-9> 독일 무인항공기 분류

구분	형식인증	이륙/착륙	비행 조건
CAT1	미적용	특정 군용 훈련 영역/ 제한된 영역	- 구조 품질보증 시험 불필요(SCT 제외) - 실험용 무인항공기 /시제 항공기 비행시험 - 무인항공기가 제한된 영역을 벗어나지 않다는 증거 제시
CAT2	적용	특정 군용 훈련 영역/ 제한된 영역	- 구조 품질 보증시험 /인증과정 필요 - 군/민간 당국에 무인항공기가 안전하게 비행함에 대한 증거 제시 - 유인항공기와 동등한 안전성
CAT3	적용	제한사항 없음/ 민간 영공 참여 가능	- 제한 없음/일반공역 비행가능

□ 프랑스(DGA)

- 프랑스 감항인증 기술당국 DGA(Directorate of Armament)가 항공기 인증 및 품질분야에 직접적으로 참여
- 2006년 12월 구체화된 감항요구도(프랑스 국방부 법) 발표, 내용은 군용항공기의 사용, 감항, 등록에 대한 규정 및 특별사항(예외적인 환경, 긴급 운영요구에 대한 허가), 형식 인증서 개정, 감항인증서 및 비행허가서 발행의 조건 확립 등
- 프랑스 감항인증 기술당국은 각 항공기의 형상 별로 1개의 형식인증서와 개별 인증서를 각각 발급

□ 대한민국(기타 감항인증 기준)

- 국내 군용항공기 감항인증은 연구개발, 구매, 성능개량, 국내외 판매 등 4가지 사업으로 구분, 주관/전문기관인 공군과 전문기관인 국방과학연구소, 국방기술 품질원이 공동으로 군용항공기 표준 감항인증 기준 및 기타 감항인증 기준을 검토, 감항인증 업무수행
- 중고도 및 사단정찰용 무인항공기(형식인증 획득 2014.10) 감항인증 기술기준 적용, 차기 군단 정찰용 무인항공기(성층권 장기체공 무인항공기 개발), 적용 현황은 다음의 표와 같음

<표 3-10> 대한민국 무인항공기 감항인증기준

구분	STANAG 4671(기타 감항인증기준)적용
중고도 무인항공기 (국과연)	- 총합계 : 1,616(적용 항목 : 790개, 미적용 항목 : 709개, TBD 38개)('11.9 기준) - 최초 안전비행 평가기준 : 645개 • CDR : '10.7.7-7.9 • FFRR : '12.6.1206.13 • SVI 종결 : '12.6.26
사단정찰용 무인 항공기(KAL)	- 총합계 : 1,537(적용 항목 : 790개, 미적용 항목 : 709개, TBD : 38개)('12.3 기준) - 최초 안전비행 평가기준 : 525개 • CDR : '12.3.27-3.29 • FFRR : '13.6 • 형식인증 : '14.10

2) 군용무인항공기 비행안전 분석

□ 시스템 설계 및 해석

- ‘수용할 수 있는 수준의 신뢰성’을 가진 무인항공기 시스템 설계로 추상적인 개념이 아닌 ‘실용성’에 근거한 구체적인 목표로 함
- USAR 1309 연구결과 장비, 시스템, 장착에 대한 안전평가는 무인항공기 설계에 있어 매우 중요한 부분으로 설계 시작 단계에서부터 안전평가가 이루어져야 하며, 안전 평가의 기법은 해당 분야의 전문가들에 의해 검토되어야 함
- JARUS 1309는 유·무인항공기의 비행안전성 시스템 건전성 요구조건으로 유인항공기와 동등하게 안전한 비행과 착륙을 보장토록 하고 있으며, 무인항공기에 대해 공중충돌을 회피할 수 있는 능력을 요구

□ 위험도 평가 및 발생확률

- MIL-STD-882E는 발생확률과 위험심각도에 따라 정량적인 위험도 평가를 하고 있으며, 위험 치명도는 심각(Catastrophic), 중대(Critical), 경미(Marginal), 무시(negligible)로 심각도는 빈번, 가능, 가끔, 희박, 불가능으로 분류 및 정의함(표 참조)

<표 3-11> 위험도 평가

치명도 확률수준	심각	중대	경미	무시
빈번(발생률 $\geq 10^{-1}$)	1	3	7	13
가능($10^{-1} >$ 발생확률 $\geq 10^{-2}$)	2	5	9	16
가끔($10^{-2} >$ 발생확률 $\geq 10^{-3}$)	4	6	11	18
희박($10^{-3} >$ 발생확률 $\geq 10^{-6}$)	8	10	14	19
불가능($10^{-6} >$ 발생확률)	12	15	17	20
제거	제거됨			

□ STANAG 비행안전성

- 위험도 평가 시스템을 지침으로 활용해야 하며 에너지 충돌기법을 고려한 위험요소를 고려해야 함

<표 3-12> 위험도 평가 시스템

		Cata-strophic	Hazar-dous	Major	Minor	No safety effect
Frequent	$> 10^{-3}/h$					
Probable	$> 10^{-3}/h$					
Remote	$> 10^{-4}/h$					
Extremely Remote	$> 10^{-5}/h$					
Extremely Improbable	$> 10^{-6}/h$					

	Unacceptable
	Acceptable

3) NATO STANAG 4671 제정 검토

□ NATO STANAG 4671의 제정 배경

- 2005년 FINAS(Flight in National Airspace) Working Group(영국, 미국, 캐나다, 독일, 이탈리아, 네덜란드, 스페인, 터키, 폴란드, 프랑스, 스웨덴)을 조직, 무인항공기 시스템 기술기준 외 시스템 구조, 데이터 링크, 의료 표준 등의 기술기준 제정
- 2007년 STANAG 4671 Draft 완성, 2009년 9월 STANAG 4671 초판 발행, 2013년 10월 STANAG 4671 3판 발행
- NATO의 무인항공기 상호 운영 증가, 비분리 공역 운영 촉진, 산업체 군 요구도 수용을 위한 무인항공기 시스템 설계, 신속한 비행승인의 계기가 됨.

4) NATO STANAG 4671 분석

□ 무인항공기 공역 통합을 위한 NATO STANAG 4671의 핵심내용

- 미국과 NATO의 무인항공기가 서로의 공역에서 비행하기 위한 요구사항

□ STANAG 4671의 제한사항

- STANAG 4671에서 다루고 있지 않은 기타 감항당국의 승인이 필요한 항목

  : 통제소 보안, 주파수 스펙트럼 할당, 소음, 방사 및 기타 환경적 인증 등

□ STANAG 4671 구조 및 최대 이륙중량별 고정익 및 회전익 무인항공기에 대한

감항인증 기술기준

• NATO 표준화 국이 제정한 군용무인항공기 감항인증 기술기준 검토

<표 3-13> 군용무인항공기 감항인증 기술기준

STANAG Code	적용기준	비고
4671 (USAR)	- 고정익(150 kg< MTOW >20,000 kg) - 399개 감항 요구도	- 2009년 제정 - 2013 년 3판 - Part 23 기준
4703 (USAR Light)	- 고정익(MTOW≤150 kg) - 충돌에너지 66 J(49 ft-lb) 이상 - 69개 감항 요구도 및 8개 부속서	Hybrid 접근방식 CS Code와 다른 방식 감항인증 기준의 최소화
4702 (RW-USAR)	- 회전익(150 kg< MTOW >3,175 kg) - 297개 감항 요구도 및 5개 참고	- 2013년 초안 CS 27 기준
4746 (RW-USAR Light)	- 회전익(MTOW≤150 kg) - 69개 감항 요구도 및 10개 참고	제정 중

• STANAG 4671의 구조는 다음과 같음

<표 3-14> STANAG 4671 구조

		UAV 시스템(UAV System)				
		무인 비행체 (UAV)	명령/통제 데이터링크	통신 시스템	무인 비행체 통제소	기타 부수 요소들
A	일반	x	x	x	x	x
B	비행	x				
C	구조	x				x
D	설계 및 제작	x				x
E	동력장치	x				
F	장비	x				
G	운영한계 및 정보	x	x	x	x	x
H	명령, 통제, 데이터 링크		x	x		
I	통제소				x	

다. 민간무인항공기 감항인증 기술기준 적용방안 연구

1) 유럽의 감항인증 기술기준 표준화

□ 유럽의 감항인증 기술기준 표준화 과정 및 원칙

- 유럽방위청의 민·군 감항인증 기술기준 Harmonization 동향 분석을 통한 민간무인항공기 감항인증 기술기준 제정 방안 마련

2) STANAG 4671과 KAS Part 23의 비교분석을 통한 국내 민간무인항공기 기술기준(안) 제시

□ 민간무인항공기 감항인증 기술기준(안) 제시

- KAS Part 23과 Stanag 4671의 비교 및 분석을 통해 민간무인항공기 감항인증 기술기준(안)(KAUS)을 도출함(KAS Part 23 기준 “적용”, “미적용”, “수정 후 적용”, “추가” 4개의 레벨로 분류함, 150kg~20,000kg 중량)
- KAS Part 23을 기준으로 민간무인항공기 감항인증 기술기준(안)은적용 84(22.7%)개, 미적용 109(27.8%)개, 수정 후 적용 185(49.5%)개로 분류됨

<표 3-15> 민간무인항공기 감항인증 기술기준

기준 / Subpart		KAS Part 23	STANAG 4671	KUAS	비고
A	일반	3	5	4	* 유인항공기 감항분류 삭제 * KUAS 최대이륙중량 150~20,000kg
B	비행	49	44	44	* 정상 상승 구배 최소 5%, 인입식 2.5%
C	구조	71	65	65	* 구조제한하중 105~115% * 수명기간 분류:5회이상, 5회 미만
D	설계 및 제작	78	55	55	* 조종이 불가한 무인항공기의 추락 으로 인한 제 3자 손상 최소화 * 조류충돌 관련 규정 KAS Part 23 : 0.9kg, 바람막이창 및 관련 구조물 관통되지 않아야 함. KUAS:0.9kg, 충돌로 추락하지 않음
E	추진체	92	74	74	* 최고 대기온도 범위를 신청자가 설정한 온도의 5%로 설정 * 방화벽 피팅은 부식되지 않도록 내화성을 가져야 함
F	장비	54	39	39	* 고강도 전자기장으로부터 승무원 보호 기준 미적용
G	운용제한치 및 정보	31	23	23	* 범세계적 시간 참조 기록
H	명령 및 통제 데이터링크	-	8	8	* 명령 및 통제 데이터링크, 항로 교통관제 통신시스템, 탑재 데이터 링크에 대한 기준을 설정함.
I	무인항공기 통제소	-	70	70	* 무인항공기 통제소 내 갖추어야 하는 각종 시스템 및 시스템의 기능을 설정함.
합계		378	399	382	

- 민간무인항공기 감항인증 기술기준(안)은 KAS Part 23 기준 외에 무인항공기에 대해 특별히 고려된 STANAG 4671 기술기준의 분석 및 고찰을 통해 총 113개의 기술기준을 추가하여 총 382개의 기술기준으로 구성됨.

<표 3-16> STANAG 4671 기술기준

분류 / Subpart	적용	미적용	수정 후 적용	추가	각 항목별 합계
A 일반	0	2	1	3	4
B 무인항공기 비행	2	15	32	10	44
C 무인항공기 구조	20	15	35	10	65
D 무인항공기 설계 및 제작	23	31	27	5	55
E 무인항공기 추진체	23	14	51	0	75
F 장비	10	23	23	6	39
G 운용 제한치 및 정보	6	9	16	1	23
H 명령 및 통제 데이터링크	0	0	0	8	8
I 무인항공기 통제소	0	0	0	70	70
각 분류별 합계	84 (17.3%)	109 (21.2%)	185 (38.1%)	113 (23.4%)	382 (100%)
민간무인항공기 감항증명 기술기준(안) 요구조건 합계					382

- Subpart A 일반 : KAS Part 23 기준 0개 기준 적용, 2개 기준 미적용, 1개 기준 수정 후 적용, 3개 기준 추가로 총 4개의 기준으로 구성
  - 유인항공기의 좌석 및 용도에 따라 분류되어 있는 유인항공기 감항분류(보통(N), 실용(U), 곡기(A), 커뮤터(C))를 삭제하며, 무인항공기 시스템을 무인항공기, 무인항공기 통제소, 명령 및 통제 데이터 링크, 통신시스템 및 이착륙 요소 등으로 규정함
  - KAS Part 23은 최대이륙중량이 5.670kg 미만의 유인항공기, STANAG 4671은 최대이륙중량이 150~20,000kg의 무인항공기에 대한 기준으로 서로 상이한 최대이륙중량의 범위를 가지고 있으므로 KAS Part 25의 기술기준을 참고할 필요가 있음
  - 무인항공기가 기존의 항공기에 비해 독특한 설계 특성 및 사용 목적을 갖거나 또는 기존의 항공기와 유사하지만 불안전한 조건을 유발할 경우 감항당국이 특정 조건을 규정함
  - STANAG 4671의 특수 군 운용모드는 모두 미적용함
- Subpart B 무인항공기 비행 : KAS Part 23 기준 2개 기준 적용, 15개 기준 미적

용, 32개 기준 수정 후 적용, 10개 기준 추가로 총 44개의 기준으로 구성

- 유인항공기 각 감항분류에 따른 정상상승구배(2,720kg 이하의 보통, 실용, 곡기인 육상기 : 8.3%, 2,720kg 이상의 보통, 실용, 곡기 : 4%)의 조건을 무인항공기에 적합하도록 5%로 설정함

• Subpart C 무인항공기 구조 : KAS Part 23 기준 20개 기준 적용, 15개 기준 미적용, 35개 기준 수정 후 적용, 10개 기준 추가로 총 65개의 기준으로 구성

- 유인항공기 구조에 영구 변형 없이 제한하중을 지지해야 기준을 무인항공기에 한하여 105%~115% 까지 늘릴 수 있게 수정함
- 무인항공기의 수명시간을 5회를 기준으로 5회 이하의 짧은 수명시간을 갖는 무인항공기는 극한하중을 이용한 정적 강도에 대한 실증을 요구하며, 5회 이상의 긴 수명기간의 갖는 무인항공기는 피로 및 손상허용 분석, 수명기간에 적합한 실증 수준과 완성도를 갖추도록 기술기준을 추가함

• Subpart D 무인항공기 설계 및 제작 : KAS Part 23 기준 23개 기준 적용, 31개 기준 미적용, 27개 기준 수정 후 적용, 5개 기준 추가로 총 55개의 기준으로 구성

- 조종이 불가한 무인항공기의 추락으로 제 3자에 대한 잠재적인 손상을 최소화 하는 것을 목표로 해야 하는 기술기준 추가함
- 조류충돌에 관한 규정은 KAS Part 23에는 0.9kg(2lb)의 조류와 충돌하였을 경우, 바람막이 창 및 관련 구조물이 관통되지 않아야 하며, 시계가 불량한 경우 나머지 창을 사용하여 비행 및 착륙이 가능해야 하며, KAS Part 25에는 1.8kg(4lb)의 조류와 충돌하였을 경우, 바람막이 창 및 관련 구조물이 관통되지 않아야 하며, 3.6kg(8lb)의 조류와 충돌하였을 경우 안전한 비행 및 착륙이 가능해야 하며, 무인항공기에는 바람막이 창이 필요하지 않는점을 고려하여 0.9(2lb)의 조류와 충돌하였을 경우 무인항공기가 조종이 불가하지 않으며, 추락하지 않아야 하는 내용으로 수정함

• Subpart E 무인항공기 추진체 : KAS Part 23 기준 23개 기준 적용, 14개 기준 미적용, 51개 기준 수정 후 적용, 0개 기준 추가로 총 75개의 기준으로 구성

- 유인항공기의 승무원 및 승객을 고려하여 설정된 예상 최고 대기온도를 승무원 및 승객의 탑승인 없는 무인항공기에 적합하도록 신청자가 설정한 온도에 한해 +5℃로 설정할 수 있도록 수정함
- 방화벽 피팅이 갖춰야 하는 성질에 내화성(1,100℃±80℃의 열, 무인항공

기에 유해한 고장 없이 15분을 견딜 수 있는 능력, 강철 또는 티타늄이 화염에 견디는 능력과 동일)을 추가함

- Subpart F 장비 : KAS Part 23 기준 10개 기준 적용, 23개 기준 미적용, 23개 기준 수정 후 적용, 6개 기준 추가로 총 39개의 기준으로 구성
  - 고강도 전자기장으로부터 승무원을 보호하기 위한 기술기준을 삭제함 이는 무인항공기의 특성인 더러운 임무(Dirty Mission, 오염조사 및 측정)를 가능하게 하기 위해 필요함
- Subpart G 운용 제한치 및 정보 : KAS Part 23 기준 6개 기준 적용, 9개 기준 미적용, 16개 기준 수정 후 적용, 1개 기준 추가로 총 23개의 기준으로 구성
  - 모든 항공기 상호간의 시간을 일치시켜 비행 안전성을 향상시킬 수 있도록 범세계적 시간 참조 신호를 기록하게 하는 기술기준을 추가함
- Subpart H 명령 및 통제 데이터링크 : KAS Part 23에는 해당 Subpart에 대한 기준이 없으며, STANAG 4671의 기준을 분석하여 8개의 기준을 추가하여 구성
  - 무인항공기에 대한 통신시스템의 세부시스템을 명령 및 통제 데이터 링크 시스템, 항공 교통관제 통신 시스템, 탭재체 데이터 링크 시스템으로 설정하며, 각 세부 시스템에 대한 기술기준을 설정함
  - 명령 및 통제 데이터 링크는 위해 조건 또는 그 이상의 고장이 없어야 하며, 전자기 간섭에 보호되며, 전자기 치명성(EMV; Electromagnetic Vulnerability, 전자-자기적 간섭의 결과로 기능 및 성능 감소 또는 수행불능의 문제를 야기시키는 시스템의 특성)이 없어야 하며, 전자기 호환성(EMC; Electromagnetic Compatibility, 장비 또는 시스템이 해당 환경 내의 어떤 것에 대해서도 과도한 전자기 방해를 일으키지 않게 하는 능력)이 있게 설계되도록 기술기준을 추가함
  - 위의 명령 및 통제 데이터링크를 감시하기 위한 기준으로 무인항공기 통제소 내에 시현되어야 하며, 자동적 및 일관적으로 명령 및 통제 데이터 링크의 정보가 제공되어야 하며, 두절될 경우를 대비하여 무인항공기 운용요원에게 경보할 수 있는 장치 또는 수단이 있어야 하는 기술기준이 추가됨
- Subpart I 무인항공기 통제소 : KAS Part 23에는 해당 Subpart에 대한 기준이 없으며, STANAG 4671의 기준을 분석하여 70개의 기준을 추가하여 구성

- 무인항공기 통제소 및 무인항공기 통제소를 구성하는 요소를 정의하며, 요원 및 각종 시스템이 갖추어야 하는 기능을 설정함
- 무인항공기 운용요원에 대한 최소한의 업무(무인항공기 필수 계통에 대한 작동 및 감시, 항법, 비행경로 통제, 통신, 공역 및 항적 그리고 항공교통관제 요구도 충족, 운용요원 관리를 포함한 명령 결심)를 설정하여 기술기준을 추가함
- 무인항공기 통제소에 전력을 공급하는 발전장비에 대한 기술기준과 해당 발전장비의 고장에 대한 경보를 무인항공기 운용요원에게 알릴 수 있도록 기술기준을 추가함

2 절. 민간무인항공기 운항기술기준 연구(세부내용 1-2)

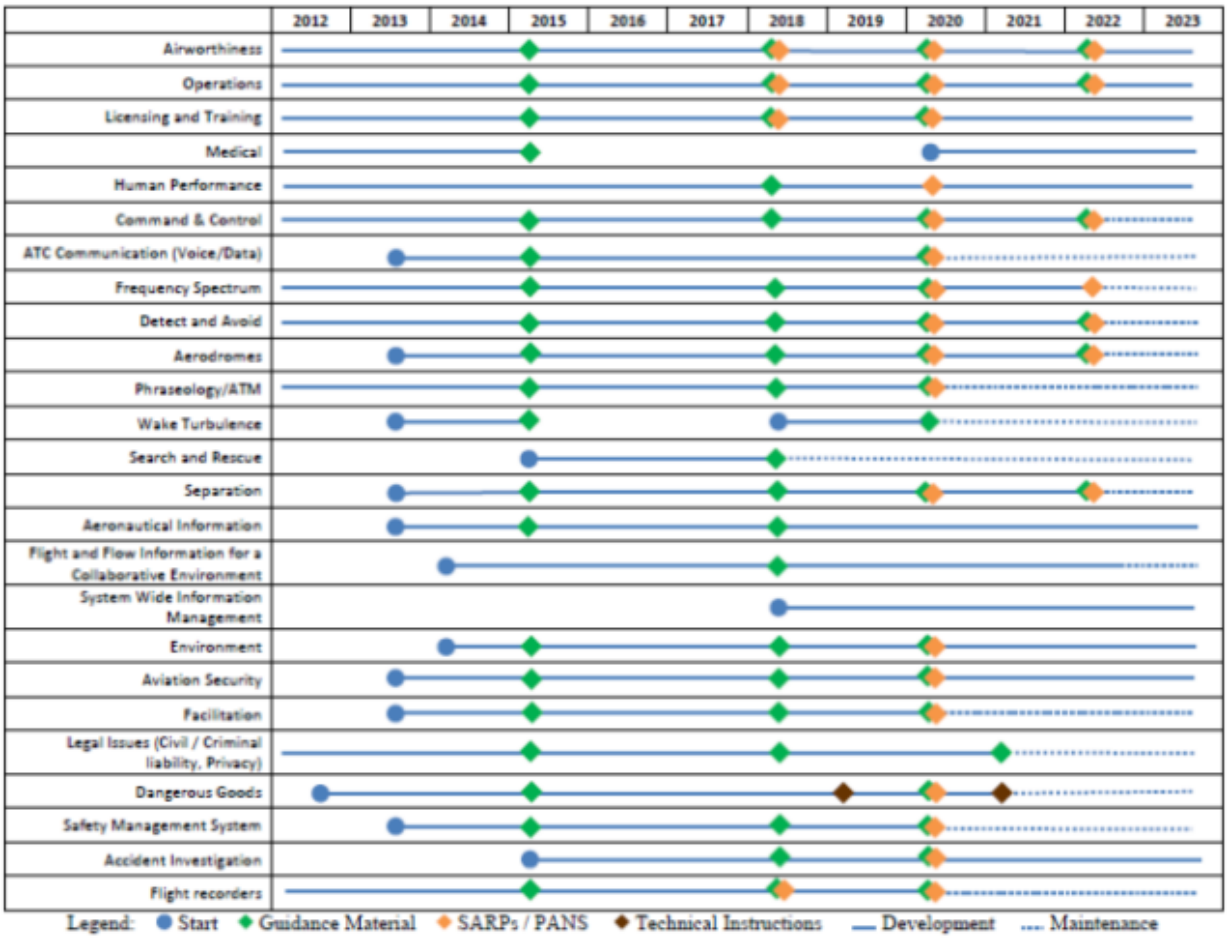
1. [성과 3] 민간무인항공기 운항기술기준(안)

가. 국내외 현황분석

1) 민간무인항공기 운항 국내외 동향 분석

□ (ICAO) 민간무인항공기가 모든 국가에서 조화롭게, 유인항공기와 동등한 수준의 안전성을 확보하며, 경제적이고 효율적인 운영 및 운항 목표

- '11년 Circular 328제정, ' 15년도 RPAS Guidance Manual 발표, '18년도 SARPs Annex 6 제정(예정)



<그림 3-1> ICAO SAPRS 제정 등 무인항공기 관련 일정

비분리공역(Non-segregated airspace)과 공항에서 통합 운영

- 운항 관련 개요 및 특정 주요 부분 강조
  - 모든 UAS 단체에 운항관련 지침(Guidance) 제공을 목적으로 함
  - 기존 적용된 RPAS 기준 및 기존 수립된 항공 운항원칙과 부합
  - 고려해야하는 새로운 RPAS 특정 부분 강조
  - ‘살아있는’ 문서로 논의가 진행되며 개정 가능(Circular 328 대체)
- 안전 관련하여 운항과 관련된 장(Chapter)
  - 6장(운영자 책임), 7장(안전관리), 9장(RPAS 운항), 11장(C2), 13장(지상통제소)
- (주안점) RPAS 운영자 인증(ROC), 계약서비스-운영자 책임(C2 통신서비스 제공자), 원격 기장(PIC) 책임, 피로관리(지루함 등), 안전관리, 운항(환경, 운항 종류, 지상통제소 이양, 응급상황, 보안)
- (난점) C2 링크(구성, 승인/감독, 관리, 단절), 지상통제소(기능 개요, 다수 RPA 형식, 인간영향)

□ (ICAO Doc 10019) Manual on RPAS

- 2015년 3월 발간
- RPAS에 대한 이해
  - ICAO와 각국과 산업계가 이해하고 정의하고 궁극적으로 통합하기 위해 노력하고 있는 항공 시스템의 새로운 구성 요소
  - 항공산업 기술 중 최첨단 개발에 바탕을 두고 있으며, 새롭고 향상된 민간/상용 응용뿐 아니라 모든 민간 항공의 안전과 효율에 향상을 여는 진보를 제공
  - 비분리 공역으로 RPAS를 안전하게 진입
    * 원격조종사의 자격과 의료 적합성
    * 탐지회피시스템의 기술
    * 주파수 대역(고의 혹은 불법 혼선으로부터 보호 포함)
    * 다른 항공기와의 분리 표준
    * 강건한 규정 제도화의 개발
- RPAS의 문제
  - 승객 탑승, 조종사가 항공기를 운용한다는 개념에 바탕
  - 조종사의 제거는 중요한 기술과 운용 문제를 야기, 제거의 정도에 대한 연구

- 지식의 향상이 증가함에 따라 이 문제들을 해결할 지침 개선

• ICAO의 RPAS의 목표

- 유인 운용과 비교되는 안전하고 조화
- 빈틈없이 전 세계에 RPAS의 일상적인 운항을 지원하는 PANS와 지침서를 지원
- SARP을 통한 국제 규정 제도화를 제공
- 원격 조종 항공기의 비분리 공역과 비행장으로 진입이 유인항공기에 안전 위험 증가 불가

• 목차

- 제1장 ICAO 규정 제도화와 교범의 범위
- 제2장. RPAS 입문
- 제3장. 특별 허가
- 제4장. 형식 증명과 감항성 승인
- 제5장. RPA 등록
- 제6장. RPAS 운영자의 책임
- 제7장. 안전 관리
- 제8장. 자격과 기량
- 제9장. RPAS 운용
- 제10장. 탐지회피(DAA)
- 제11장. 지휘와 통제 (C2) 링크
- 제12장. ATC 통신
- 제13장. 원격 조종국 (RPS)
- 제14장. ATM과 ATM 절차로 RPAS 운용의 통합
- 제15장. 비행장의 사용

□ 부속서 6 Part IV의 제정 양식

• ICAO는 현재 RPASP의 WG5에서 부속서의 Part3에 이어 Part IV로 제정 중

• 현재 구성 완료

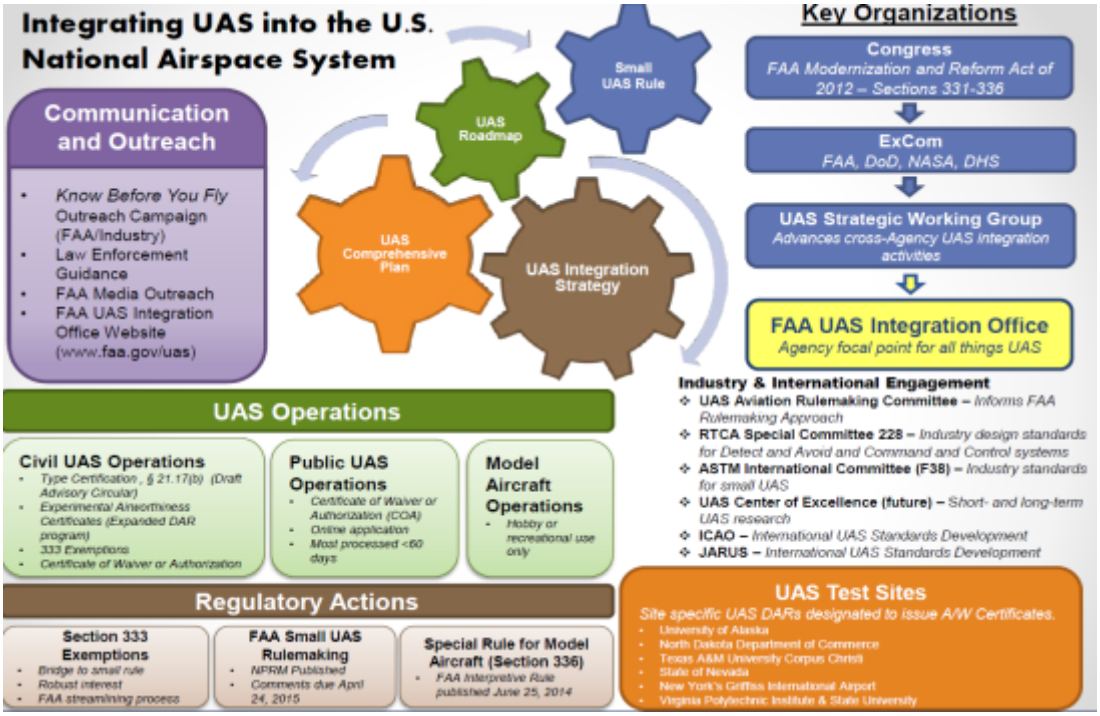
• 4개의 Section

- Section I General
- Section II Open and Specific Category
- Section III RPAS Operator Certification

- Section IV RPAS Operations
- Appendices

□ (미국, FAA) 특별 인증 없이 민간 UAS를 국가공역시스템(NAS)에 통합

• 공공 UAS 운용(~ ‘15), 민간 UAS 운용(~ ‘20)

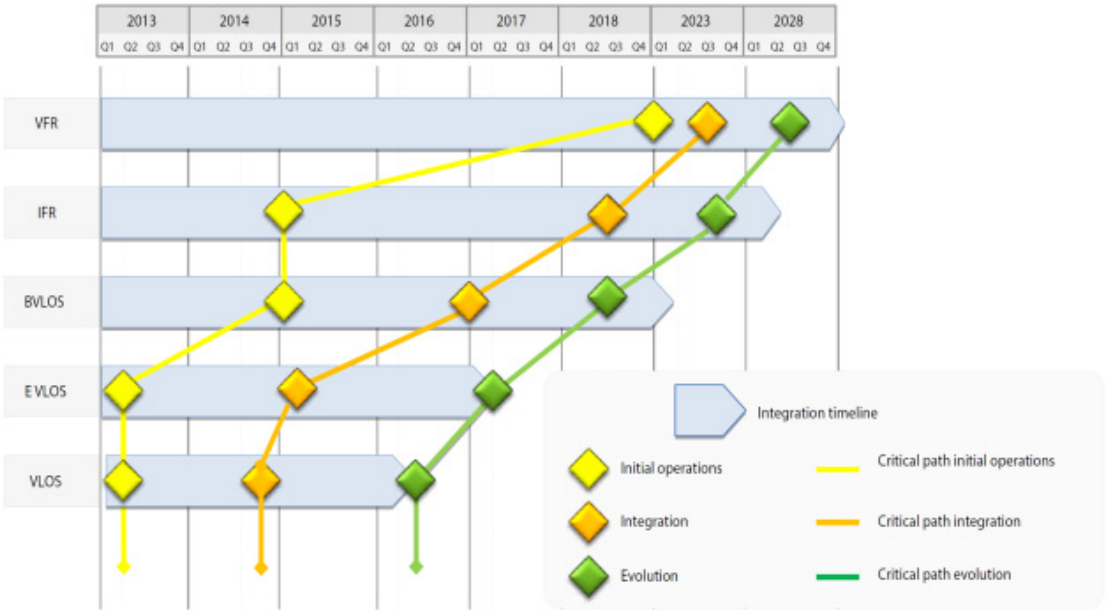


<그림 3-2> 미국의 국가공역으로 통합 계획

□ (유럽, EASA) 하나의 시장, 하나의 규칙을 목표로, 기존 항공 시스템의 안전/운용에 영향을 주지 않고 통합하며, 산업분야 투자 활성화 및 고용 창출을 위한 법 · 제도 수립

• 민간 RPAS 비분리공역 초도 통합(~ ‘16), 운항관련 규정(UAS OPS & FCL) 수립(’ 13~ ‘17)

- ASBU 단계와 동조하여 단계적 공역 통합



<그림 3-3> 유럽 무인항공기 공역 통합 일정(안)

□ (국내) 1999년부터 무인비행장치 안전관리 기준 반영, 비행계획 승인제도 운영

- 민간 RPAS 비분리공역 초도 통합(~ '16), 운항관련 규정(RPAS OPS & FCL) 수립(' 13~ '17)

2) 국내 항공법 분석

□ 항공기 안전운항을 위한 운항기술기준 (제74조의2)

- 국토교통부장관은 항공기 안전운항을 확보하기 위하여 이 법과 「국제민간항공 조약」 및 같은 조약 부속서에서 정한 범위에서 다음 각 호의 사항이 포함된 운항기술기준을 정하여 고시할 수 있다.
  - 항공기 계기 및 장비
  - 항공기 운항
  - 항공운송사업의 운항증명
  - 항공종사자의 자격증명
  - 항공기 정비
  - 그 밖에 안전운항을 위하여 필요한 사항으로서 국토교통부령으로 정하는 사항



<그림 3-4> 국내 항공법규 체계

□ 운항기술기준의 준수 (제74조의3)

- 소유자등 및 항공종사자는 제74조의2에 따른 운항기술기준을 준수하여야 한다.

□ 민간무인항공기 운항 관련하여 '시험비행 허가'(항공법 제20조) 및 '비행허가 신청'(항공법 제196조의2) 으로 관리

□ 제20조(시험비행 등의 허가)

- 조종사가 탑승하지 아니하고 비행할 수 있는 항공기(이하 "무인항공기"라 한다)는 시험비행 등 항공에 사용할 수 있다는 허가(이하 시험비행 등의 허가"라 한다)를 받은 경우 비행 가능

□ 제196조의2(무인항공기의 비행허가 신청 등)

- 무인항공기를 비행시키고자 하는 자는 성명·주소 및 연락처/무인항공기의 형식 및 등록기호/ 비행의 목적·일시·경로 및 고도/무인항공기의 조작자의 성명 및 연락처 사항을 지방항공청장에게 비행예정일 5일 전까지 제출
- 지방항공청장은 무인항공기 비행 신청을 받은 경우 심사한 후 항공교통의 안전에 지장이 없다고 인정되는 경우에는 비행을 허가

나. 민간무인항공기 운항기술기준(안)

1) 국내 민간유인항공기 운항기술기준 현황

□ 국내 유인항공기의 운항기술기준은 항공법과 항공법시행규칙을 보완하는 운항 및 안전에 관한 상세규정으로서 2001년 제정되었음

□ 제정 당시 조속한 시일 내에 항공안전 1등급 국가로 회복해야 한다는 긴박한 상황으로 인해서 많은 시일이 소요되는 독자적인 규정 제정보다는 FAA IASA 프로그램의 모델규정(Model Regulations)을 번역하여 일부를 우리 실정에 맞게 고쳐 차용하는 방법으로 제정

□ 이후 현재까지 운항기술기준은 ICAO의 SARPs(Standards and Recommended Practices)가 개정될 때마다 변경된 조항을 국내 법규에 충실히 반영하기 위해서 수시로 개정

2) 문제점

□ 근간으로 삼았던 모델규정과는 점차 세부조항에서 차이가 발생

□ 모델규정을 근간으로 한 운항기술기준의 틀 자체가 ICAO 부속서(ICAO Annex)의 틀과는 상당히 달라서 운항기술기준 개정 작업을 위해 해당 조항을 비교하는 데에도 상당한 어려움이 발생

□ 현재의 항공법 체계를 그대로 둔 채 부가적으로 운항기술기준이라는 것을 고시로 제정하다 보니 일부 조항은 항공법 및 항공법시행규칙과 중복되는 문제가 발생

3) 작성 방향

□ 유인항공기의 항공안전법 제71조(항공기 안전운항을 위한 운항기술기준)을 고려하여 다음 사항을 포함하도록 작성

- 자격증명 (성과 6. 무인항공기 종사자 자격교육제도)
- 항공기 훈련기관 (성과 6. 무인항공기 종사자 자격교육제도)
- 항공기등록 및 등록부호 표시
- 항공기 감항성 (성과 1. 무인항공기 기술기준)

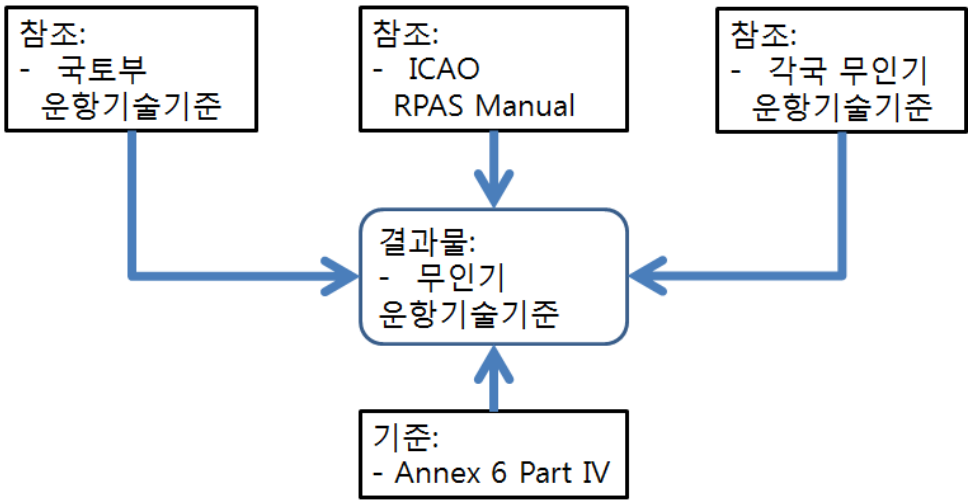
- 항공기 계기 및 장비
- 항공기 운항
- 항공운송사업의 운항증명 및 관리 (성과 7 무인항공기 운영자 승인제도)
- 그 밖에 안전운항을 위하여 필요한 사항으로서 국토교통부령으로 정하는 사항

□ 이를 포함하며 ICAO의 SARPS 중 새로이 무인항공기에 대해 작성하려는 부속서 6 Part IV(2016년 완료 예정)를 기준으로 함

□ 용어는 기존 유인항공기의 운항기술기준을 따름

□ 세부적인 내용은 ICAO Doc 10019 AN/507 Manual on Remotely Piloted Aircraft Systems (RPAS)를 참고

□ 미국, EASA, 영국, 호주, 이탈리아 등의 운항기술기준 참고

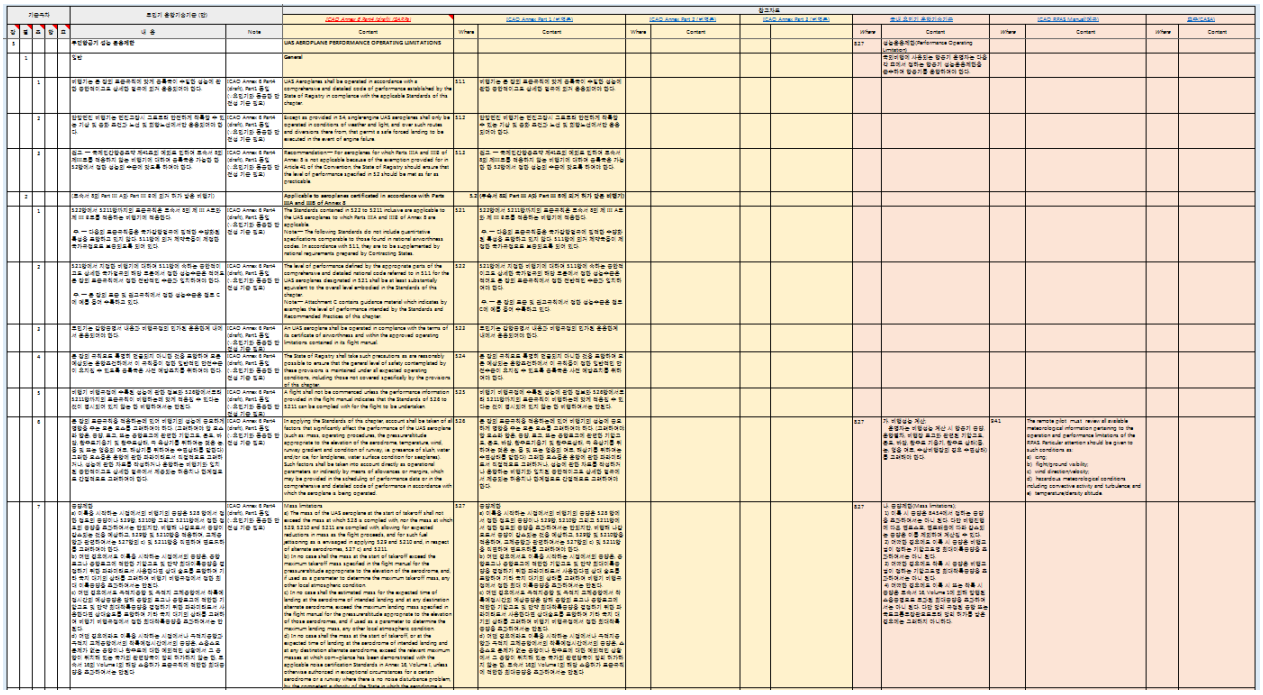


<그림 3-5> 무인항공기 운항기술기준 작성 흐름도

□ 차이비교분석(Gap Analysis) 방법

- 차이비교분석 방법은 보편적으로 새로운 규정을 만드는 데 사용
- 유인항공기에 대한 운항기술기준은 현재 상당한 수준의 안정을 보증하면서 사용되고 있음
- 이를 바탕으로 새로운 기술기준을 작성할 수 있음

- 최종 결과물인 무인항공기 운항기술기준의 작성을 위한 차이비교분석 방법을 위한 작성 흐름도는 그림 7에서 보여줌
- ICAO의 부속서 6 제I, II, III 부의 내용과 우리나라 유인기 운항기술기준을 비교차이분석한 결과는 별첨에 있음
- 비교차이분석의 중간 결과로서 엑셀 차트는 양이 많은 관계로 본 보고서에는 첨부되지는 않으나 예의 일부는 다음 그림 8 과 같음



<그림 3-6> 비교차이분석의 예 (제5장 무인항공기 성능 운용 제한)

4) 운항기술기준 목차 선정

□ (ICAO RPAS SARPs 초안) 현재 ICAO RPAS Panel 운항분야 Working Group에서 작성중인 SARPs 부속서 6, Part 4 초안 목록 기준 (표 23)

- ’15년도 발간된 RPAS Manual(Doc 10019) 및 국외 기술기준 참고 추가

5) 무인항공기 운용필수시스템 식별

□ 민간무인항공기의 운용 환경

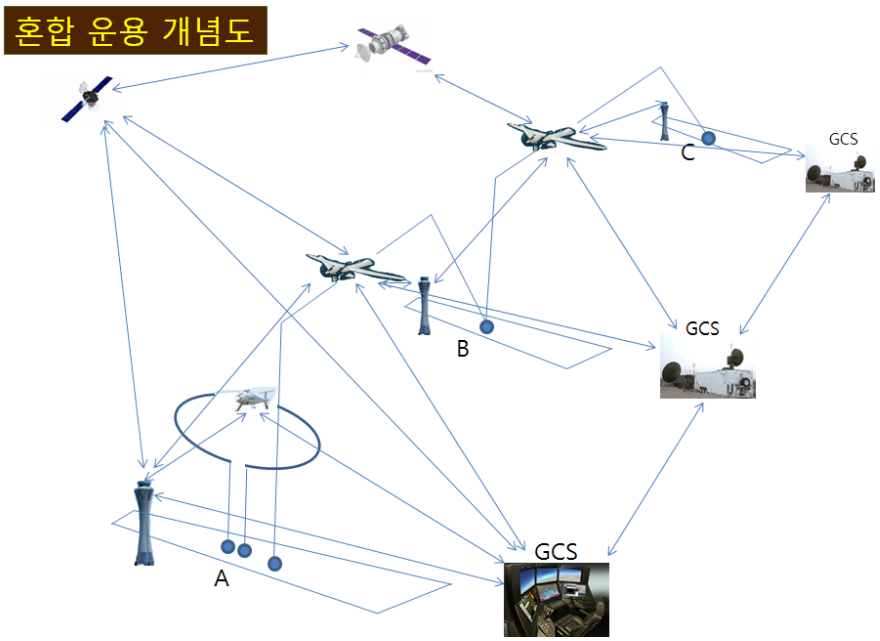
- 무인항공기 운항 개념
- 무인항공기의 운항은 다음과 같이 분류할 수 있음
  - 육안가시영역 운항(VLOS)
  - 비육안가시영역 운항(BVLOS)
  - 전파가시영역 운항 (RLOS)
  - 비전파가시영역 운항 (BRLOS)

<표 3-17> 무인항공기 운항기술기준 목차

목 차
제1장 용어의 정의(Definitions) 제2장. 적용(Applicability) 제3장. 총칙(General) 제4장. 운항(Flight operations) 제5장. 무인항공기(고정익) 성능운용제한(RPAS Aeroplane performance operating limitations) 제6장. 무인항공기(고정익) 외 비행기 성능운용제한(Performance operating limitations for RPAS other than aeroplanes) 제7장. 무인항공기 계기, 장비 및 비행서류(RPAS instruments, equipment and flight documents) 제8장. 무인항공기 통신 및 항행 장비(RPAS communication and navigation equipment) 제9장. 무인항공기 정비(RPAS maintenance) 제10장. 교범, 일지 및 기록(Manuals, logs and records) 제11장. 보안(Security)

□ 운항개념도

- 혼합운용 개념 (그림 9)
  - 고려되는 시스템
    * 항공기: 유인항공기, 무인항공기시스템(BLOS), 무인항공기시스템(VLOS)
    * 통신: 위성, 지상 네트워크 시스템
    * 관제시스템: 비행장, 관제사



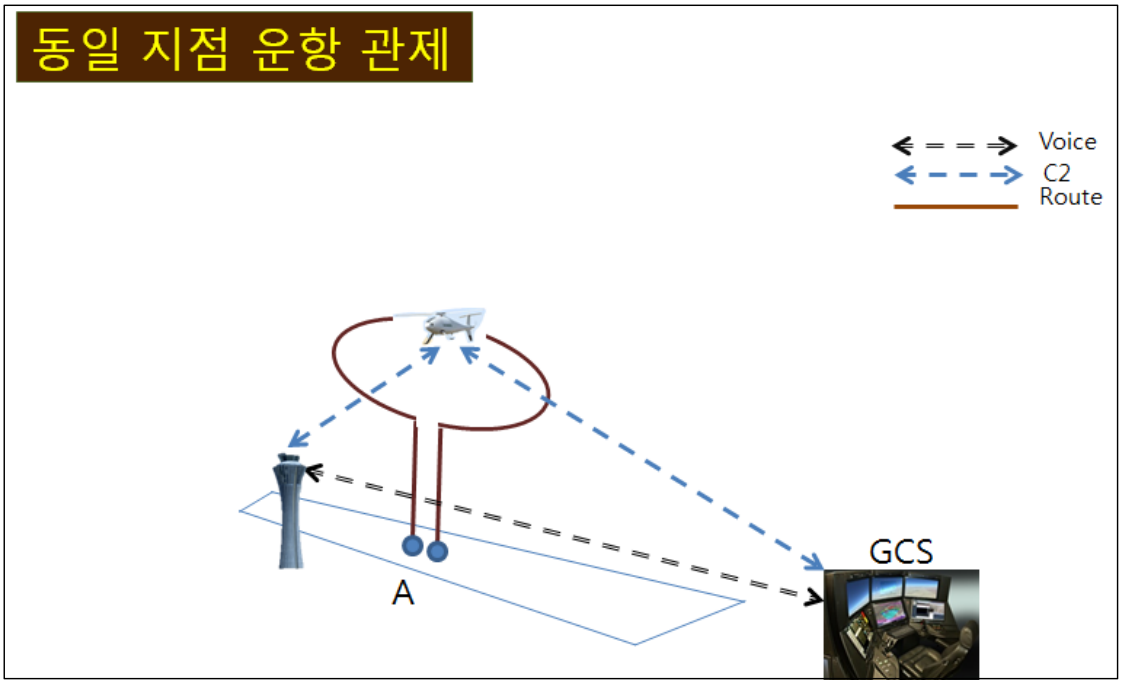
<그림 3-7> 가시영역 내 및 밖의 혼합운용 개념도

- 유인항공기 공역 내의 관제를 통해 유인항공기와 무선 시계 밖과 가시영역 내의 운항을 포함하는 개념으로 이는 다음 몇 개의 개념으로 나누어 볼 수 있음

• 동일 지점 운항 관제 (그림 10)

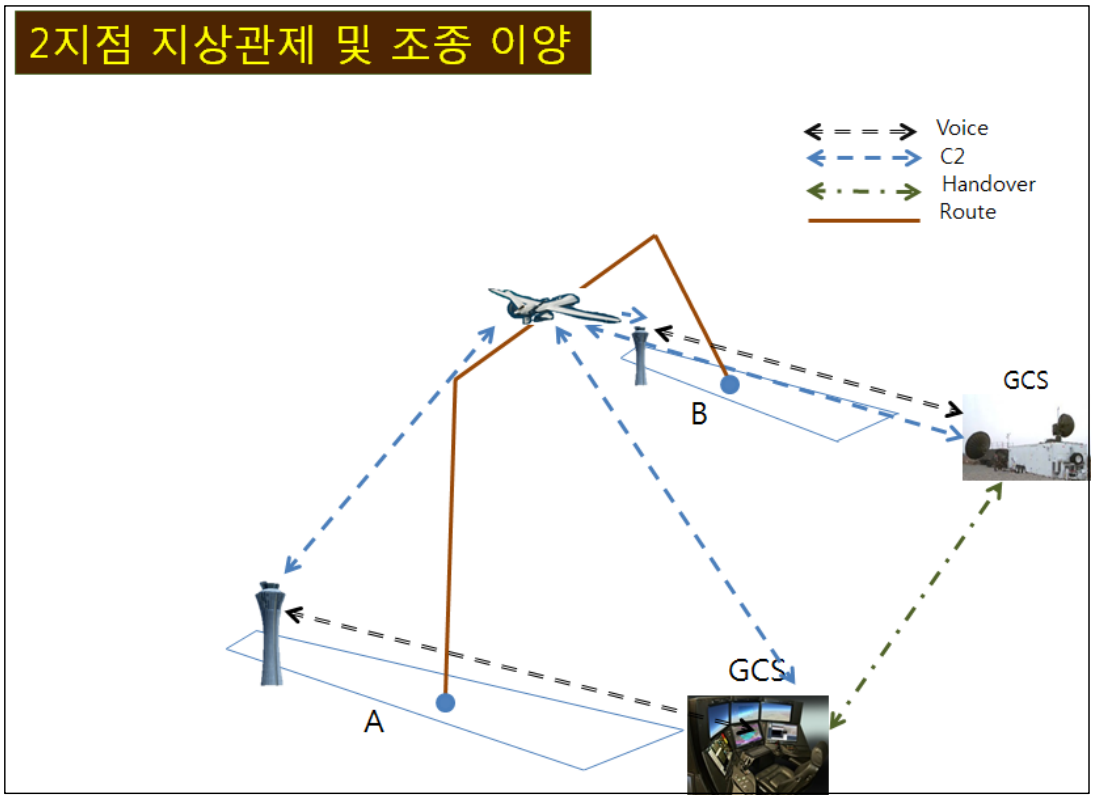
- 시스템
  * 항공기: 무인항공기(LOS) 시스템
  * 통신: 가시영역 통신
  * 관제: 무관제/관제권 내
- 공공 및 민간 상용 목적으로 현재 가장 많이 사용될 것으로 예상됨
- 원격조종사의 시계 내에서 운항하는 것으로 충돌 감지 및 회피를 원격조종사의 판단에 의해 수행
- 운항제한 요건을 조기에 개발할 필요가 있음(2015년)
  * 중량
  * 고도
  * 항속거리
  * 시계기상조건(VMC)
  * 주간 운항
  * 의학적 요건

- 이륙지점으로 착륙



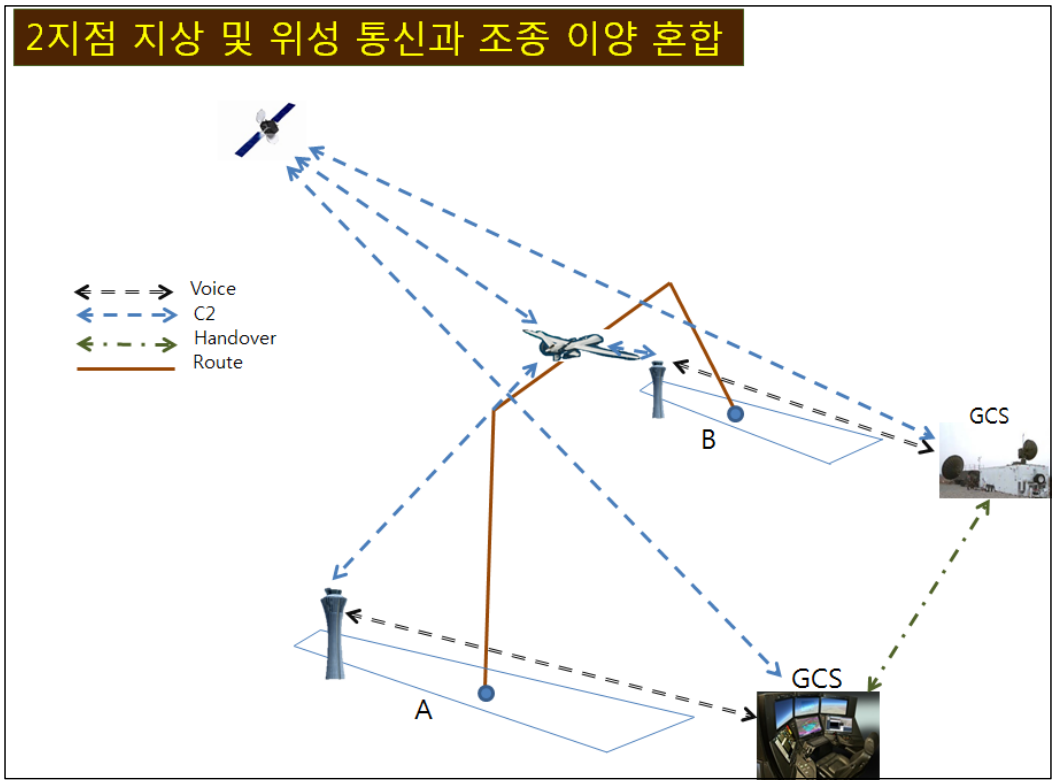
<그림 3-8> 동일 지점 가시영역 내 운항 개념도

- 두 지점 지상관제 및 조종 이양 (그림 11)
  - 순항 시 무선 시계 내 가능
  - 두 지점 운항
  - 조종권을 이양
  - 비행 계획 작성 시 무선 시계 운항임을 입증 필요
  - 시스템
    * 항공기: 무인항공기 시스템, 추가 RPS
    * 통신: 가시영역 통신
    * 관제: 관제권 내
  - 운항 요건
    * 주야간 운항
    * 가시영역 내 통신
    * 의학적 요건



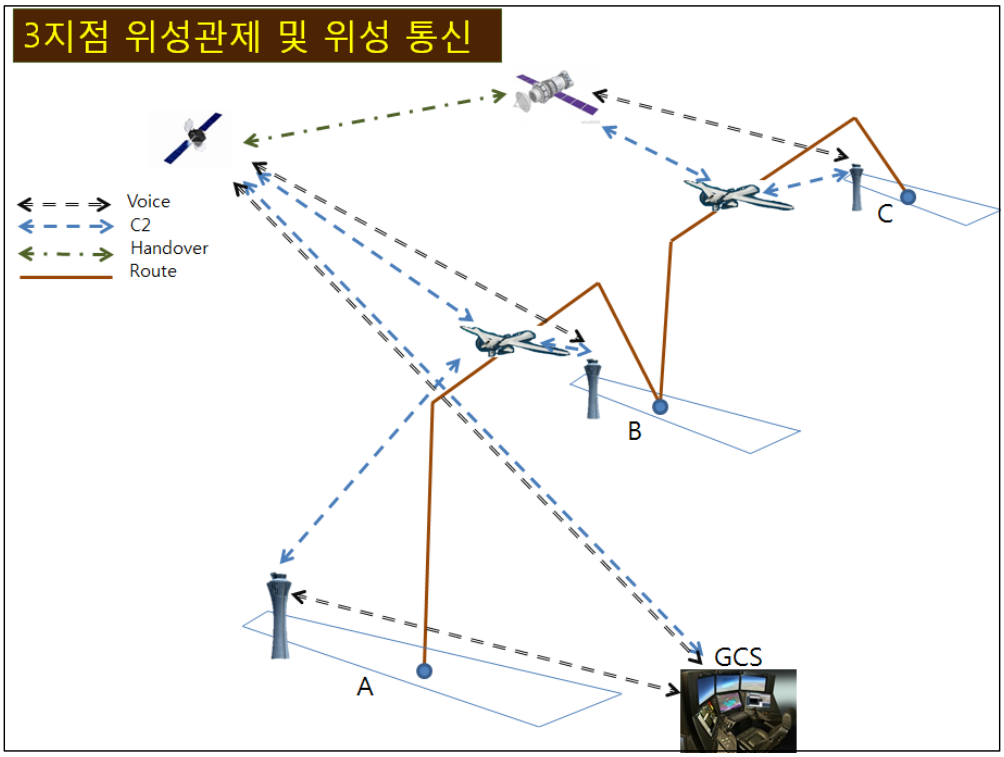
<그림 3-9> 두 지점 지상관제 및 조종 이양 개념도

- 두 지점 지상 및 위성 통신과 조종 이양 혼합 (그림 12)
  - 순항 시 무선 시계 밖
  - 두 지점 운항
  - 조종권을 이양
  - 비행 계획 작성 시 무선 시계 밖 위성 이용 계획 제출
  - 시스템
    * 항공기: 무인항공기 시스템, 추가 RPS
    * 통신: 시선 내 및 위성 통신
    * 관제: 관제권 내
  - 운항 요건
    * 기상조건(CAT I)
    * 주야간 운항
    * 가시영역 내 통신 가능
    * 의학적 요건



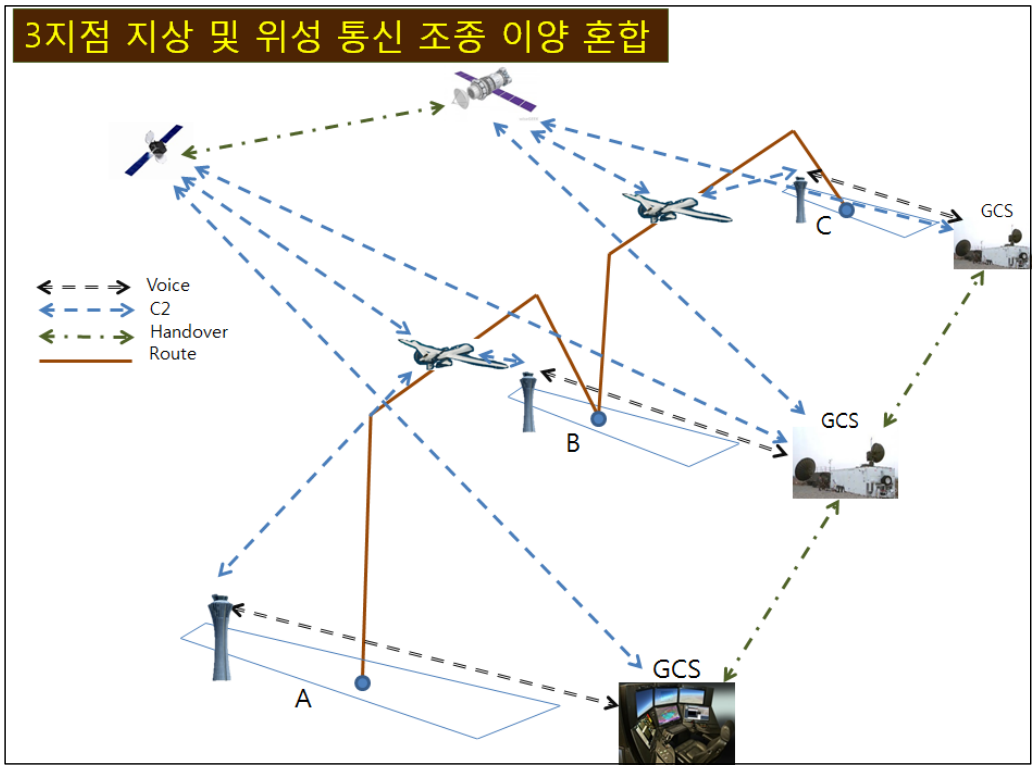
<그림 3-10> 두 지점 지상 및 위성 통신과 조종 이양 혼합 운항 개념도

- 세 지점 지상 관제 및 위성통신 조종 이양 (그림 13)
  - 순항 시 무선 시계 밖 운항
  - 세 지점 운항
  - 조종권을 이양
  - 비행 계획 작성 시 위성 통신 계획 제출
  - 시스템
    * 항공기: 무인항공기(LOS, BLOS)시스템, 추가 RPS
    * 통신: 위성 통신
    * 관제: 관제권 내
  - 운항 요건
    * 기상조건(CAT I)
    * 주야간 운항
    * 위성 통신 가능
    * 의학적 요건



<그림 3-11> 세 지점 위성관제 및 위성통신 개념도

- 세 지점 지상 및 위성 통신과 조종 이양 혼합 (그림 14)
  - 순항 시 무선 시계 내 및 위성 혼합 이용 가능
  - 세 지점 운항
  - 조종권을 이양
  - 비행 계획 작성 시 위성 통신 계획 제출
  - 시스템
    * 항공기: 무인항공기시스템(LOS, BLOS), 추가 RPS
    * 통신: 위성 통신
    * 관제: 관제권 내
  - 운항 요건
    * 기상조건(CAT I)
    * 주야간 운항
    * 위성 통신 가능
    * 의학적 요건



<그림 3-12> 세 지점 지상 및 위성통신 조종 이양 혼합 운항 개념도

□ 민간무인항공기 운용개념에 따른 시스템 식별

- 원격조종항공기시스템(RPAS) = RPA + RPS + C2
- 원격조종항공기(RPA)
- 원격조종소(RPS)
- 지휘/통제(C2, Command & Control)
- 관제소(ATS), 원격조종소(RPS) 간 음성 통신
- 감지 및 회피(DAA)

6) 운용기법 및 절차 수립

□ 국외 시범운항 동향

- 미국 무인항공기 시범운항
  - FAA 주도하에 시범비행 등을 수행할 기관을 선정하여 민간무인항공기 실용화 연구 진행 중

- 총 24개 주, 25개의 제안서 중, 지리, 기후 지상시설 위치, 연구 필요성, 공역 사용, 안전, 항공 경험 그리고 위험 등을 고려하여 총 6개의 기관(알래스카 대학교, 텍사스주의 A&M, 버지니아텍, 네바다주, 뉴욕 그리피스 국제공항, 노스다코타 상무부)을 선정하여 2017년 2월 13일까지 수행할 예정
- 시스템 안전 및 데이터 획득, 비행기 인증, C2(Command & Control), 조종실 배치 및 인증, 지상기반 공중충돌 감지 및 회피 시스템(GBSAA) 및 환경 영향성을 검토할 예정
  * 무인항공기 및 관제 시뮬레이터 활용 데이터 획득
- NASA 또한 5년간(2011년~2015년) $157M 달러를 투입하여 국가공역 통합 프로젝트를 진행. 이 프로젝트는 민간무인항공기에 필요한 기술개발과 분리보장, 인간-시스템 통합(HSI), 통신 및 인증, 네 가지 분야를 입증하는 것을 목표
  * 서로게이트 항공기 활용 충돌 감지 및 회피, C3 통신 장비 검증

• 유럽연합(EC)

- ASBU(Aviation System Block Upgrades), SESAR(Single European Sky ATM Research) 등 차세대 공역 관리 시스템과 동조
- 2013년 VLOS 경량무인항공기 상용운용으로부터, 2028년도 비분리공역 및 공항에서 상용항공운송 완전통합까지 단계적으로 계획

• 호주

- “Smart Skies“ 프로젝트를 통하여 제정한 기준 등을 검증하는 시범운항 또한 진행
  * 보잉으로부터 “Scan Eagle“을 지원받아 3년간(2009~2011) 총 사업비 $22M을 투자하여 “Class G“ 공역에서 시범운항을 진행
- ADS-B 기반 이동형 비행기 추적 시스템, 영상기반 동적 충돌감지 및 회피 시스템, 정적 장애물 충돌 감지 및 회피, 미래 자동 공역분리 관리시스템 등을 연구
- “ResQU“ 과제를 통하여 무인항공기의 비상상황 반응 및 환경보호(Biosecurity)에 대한 연구 진행

□ 공역 통합 운항관련 검증사항

• ICAO 공역통합 요구조건

- 인증 : RPA(무인항공기), 운용자, 원격조종사
- 승인 : RPAS(무인항공기시스템)
- 충돌 감지 및 회피
- ATC(Air Traffic Control) 및 타 항공기와의 통신
- 보안 : 데이터링크, RPA, 원격조종실
- 통행권 규칙
- 비상절차

• ICAO 공역통합 기술 요건

- 감지 및 회피(DAA)
- C3 통신 및 국제통신연맹(ITU) 동향 분석

□ 민간무인항공기 실용화 시범운항 방안

• 단계 별 예상 시험

- 1단계: 무인항공기 및 관제 시뮬레이터 운영
  * 운항 중 발생할 수 있는 돌발 상황 사전 점검 및 공역 통합 운용에 따른 영향성 분석
  * 국제협력기관과 시뮬레이션과 실 위성을 이용한 장거리 국제 운항 시험
- 시험 방안 작성
- 시험 결과 분석
- 비행계획 수립 및 운항 절차 구축
- 2단계: 서로게이트 항공기(Surrogate Aircraft) 활용
  * 감지 및 회피(DAA), C3 통신, 인적요소에 대한 충분한 신뢰성 및 안전성 검토
  * 항공우주연구원의 항공기 부품 비행시험용 플랫폼 구축 과제의 적용 가능성 연구
  * NASA 등 기관의 연구 방향 분석
- 3단계: 무인항공기 실기 시범운항
  * 항공기 급별, 공역 레벨 별, 각각 단계적으로 운항을 확장
  * NLR, 호주 퀸즈랜드 주, 보잉 등과 자료 공유 등 국제 협력

• 예상 인프라

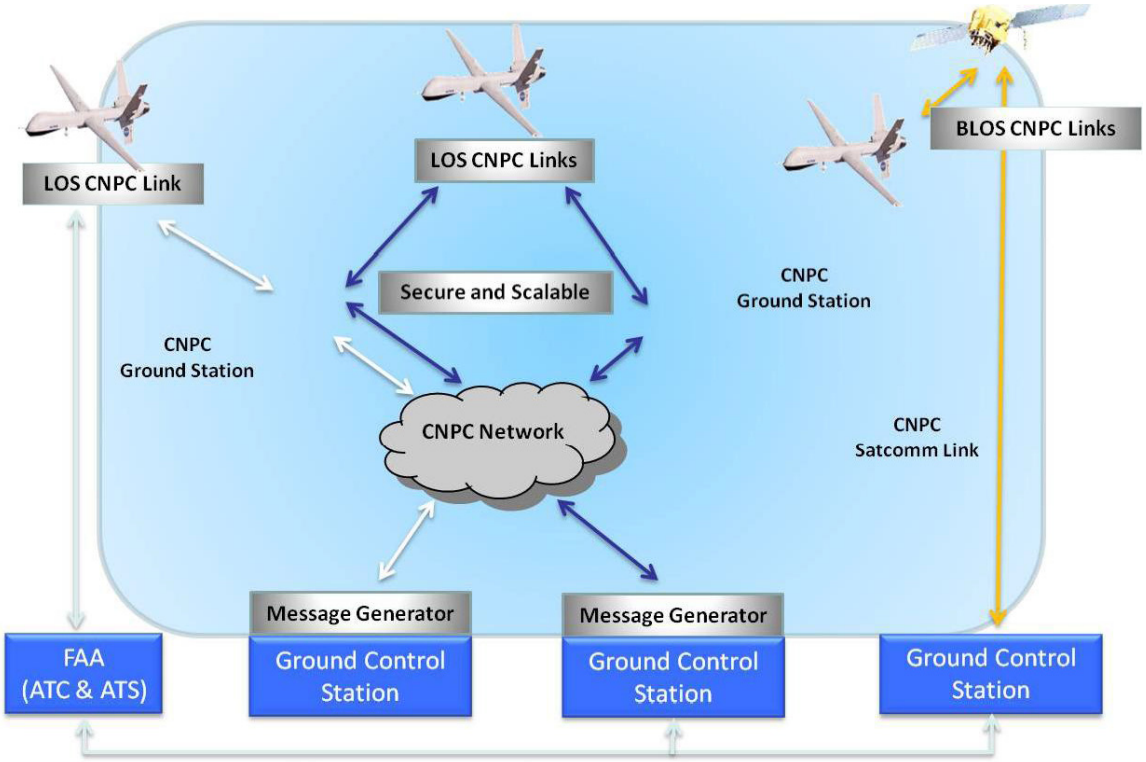
- 지상기반 공중충돌 감지 및 회피 시스템(GBSAA)
  * 시험장에 적절한 시험용 최소 장비 1식 (그림 15)
  * 최적의 위치 확정을 위한 이동형 장비

* 우리나라 전국토를 관할 가능한 소형 무인비행장치 등을 감지할 수 있는 수준의 GBSAA의 구축 연구



<그림 3-13> 호주 퀸즈랜드주 운항시험용 이동식 항공기 추적 설비 (보잉)

- 통신 네트워크
  * SWIM 적용 분석
  * CNPC(Control and Non-payload Communication) 적용 분석(그림 16)
  * 지상 중계 연구
  * 위성 통신(이리듐, 정지궤도 위성) 중계 연구



<그림 3-14> 미래 적용 가능한 ATC와 ATS간 지상 연결 (NASA)

7) 법 제·개정 전문가 검토

□ 기술기준 전문가 자문회의 수행(총 3차)

- 검토자 : 국내 항공법 및 기술기준 전문가
- 주요 검토 사항
  - 1차('15. 3. 12) : 용어 정의, 유인기 해당 규정 삭제 및 오류 수정 등
  - 2차('15. 4. 21) : 국내 항공법, 기술기준 체계 반영 및 오류 수정 등
  - 3차('15. 6. 11) : 무인항공기 특징 반영 규정 추가 등

8) 다부처 RFP 작성(안)

□ 다부처 RFP 관련 기획과제 진행 경위

- '13. 9-12월 "S7" 과제 사전연구 (카이스트)

- 미래부 주관 다수 소형 무인기 통합운용 연구

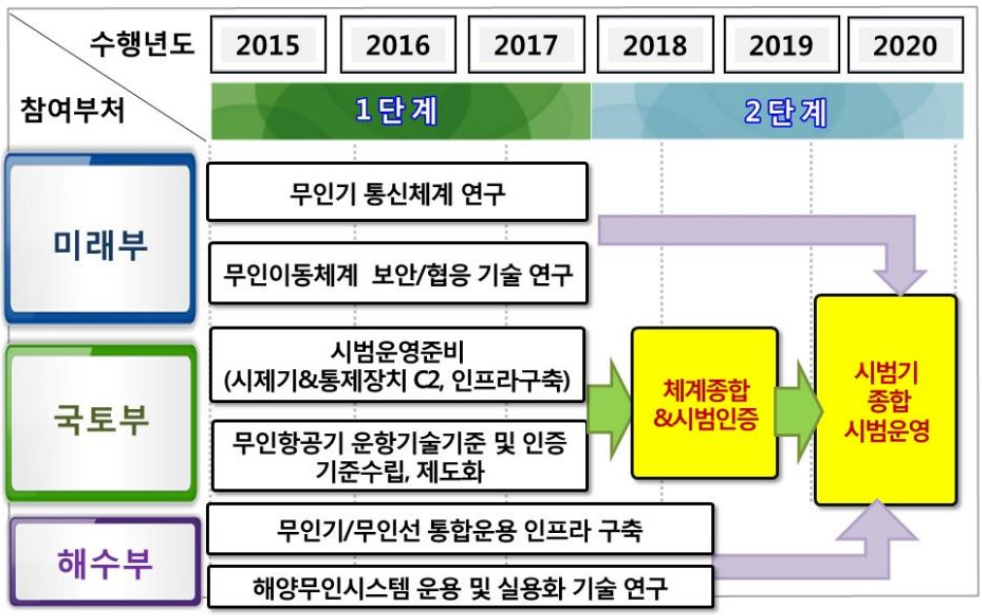
- ‘14. 1월 다부처 공동기획사업 사전기획대상 과제로 선정 (국토부 주도 사업으로 변경)
- ‘14. 4월~6월간 국토부 주관 “고신뢰성 다개체 무인이동체계 네트워크 연구개발 및 기술검증” 상세기획연구 추진 (카이스트/ASTC/ETRI)
- 관계부처 협의 완료(’ 14.6월)
- 다부처특위 심의 통과 (‘14.6.30)
- 예산조정 (‘14.7.11. 493억원→370억원)
  - 국토부 과제 범위 축소 (민간 무인기 시험 위주)
  - 미래부 세부연구 내용 조정됨
- 과제세부기획회의 (‘14.9-10)
- (미래부)
  - RFP 기획회의(SW 융합과/IITP 주관) (‘14.10-’ 15.1)
  - ‘15. 1월말 RFP 공고 “고신뢰성 다종 무인이동체 통신 및 보안 SW기술 개발” (75억원/4년)
  - ‘15. 3월 과제선정 (ETRI 주관)
- (해수부)
  - 과제 RFP 기획회의 (‘14.10-’ 15.1)
  - ‘15. 1월말 RFP 공고 “고신뢰성 무인성 운용기술 및 인프라 구축” (42억원/6년)
  - ‘15. 4월 과제선정 (선박해양플랜트연구소 주관)

□ 과제내용

- (사업목적) 무인항공기, 무인선박 등 다종 무인이동체의 안전하고 효율적인 통합운용체계 개발을 위한 보안, 통신 등 핵심기술 개발 및 무인이동체의 실용화에 필요한 인증방안, 운항기준, 운용기법 개발 및 체계 구축으로 국민 편익 및 안전을 향상시키고 무인이동체 기술의 선진국 수준 진입
- (사업내용)
  - 국토부: 민간무인기 인증방안 연구, 운항기준 수립, 인프라 구축, 무인기 시험운용 통한 기술 검증

* 사업기간: 1단계(3년) + 2단계(3년)
* 소요예산: 1단계(국고 87억원)+2단계(국고 96억원/민자70억원) 총 국고 183억원/민자 70억원

- 미래부: 고신뢰성 무인이동체 운용을 위한 보안/협응 기술 개발/검증 및 무인기용 통신체계 연구 및 통신장비 개발
  * 사업기간: 1단계 (3년)
  * 소요예산: 1단계(국고 75억원)
- 해수부: 무인선과 무인기 통합 운용에 필요한 관련 인프라 구축기술과 활용 서비스 개발
  * 사업기간: 1단계(3년) + 2단계(3년)
  * 소요예산: 1단계(국고 18억원)+2단계(국고 24억원), 총 42억원



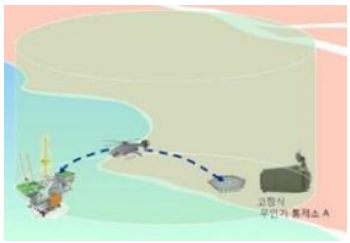
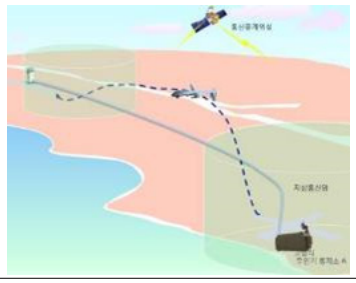
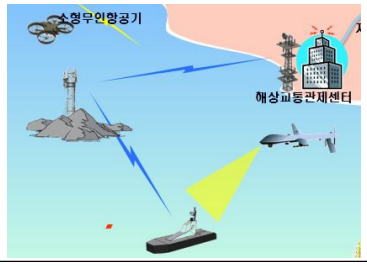
<그림 15> 다부처 과제 추진일정

□ 비행시험 시나리오

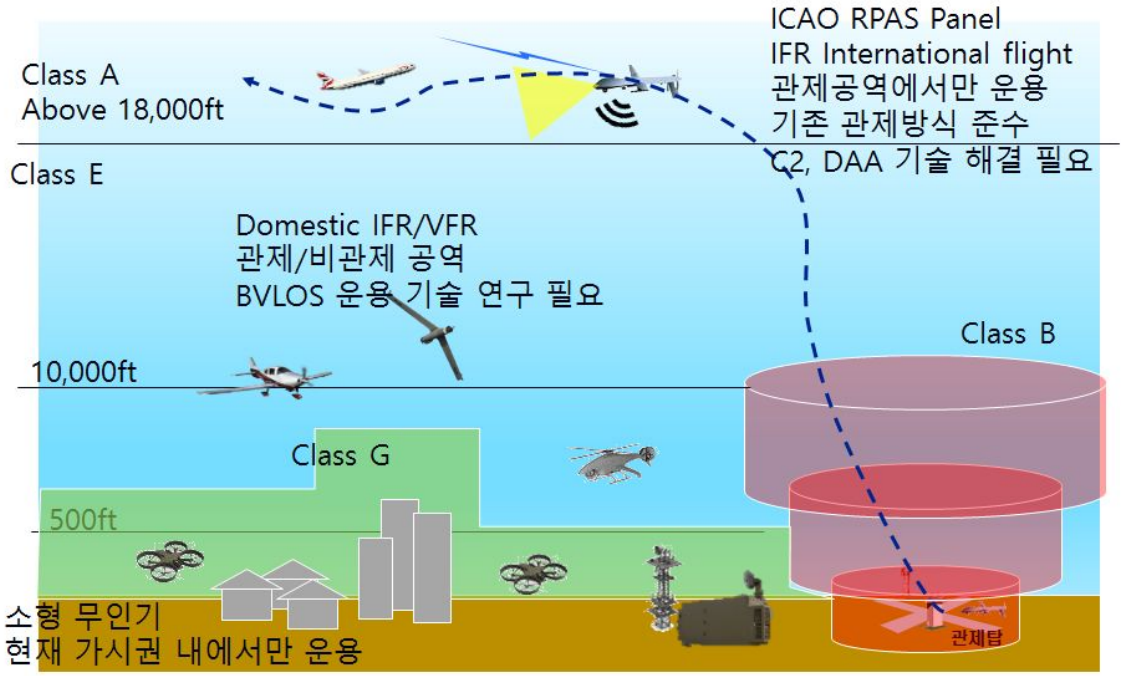
• 대상 무인기 기종

후보항공기	제원	수행 시나리오
소형 쿼드로터 	• 중량: < 10kg • 항속거리: <10 km • 최고속도: < 10m/s • 고도: <500 ft • 운용방식: VLOS(외부조종사), • FPV-based LOS(내부조종사) • 가격: 대당 ~1천만원	• 단일지점 기반 운용 • 편도 비행 • 저고도 운용 • • 정찰, 공중감시, 운송
소형 고정익 무인기 (단거리) 	• 중량: < 20kg • 항속거리: < 30 km • 최고속도: <40m/s • 고도: <1000 ft • 운용방식: VLOS, FPV-based LOS, BVLOS/ RLOS • 가격: 대당 ~ 1억원	• 단일지점 기반 운용 (발사장치 이용, 배면 착륙) • 편도비행 • 저고도, 중고도 비행 • 정찰, 공중감시
소형 고정익 무인기 (중거리) 	• 중량: < 20kg • 항속거리: < 2400 km • 최고속도: <40m/s • 고도: <19,500 ft (class A) • 운용방식: BVLOS/RLOS, BRLOS •	• 단일지점 기반 운용 • (발사장치 이용) • 편도 장거리 비행쟈 • 중고도/고고도 비행 • 정찰, 공중감시, 해상운용(해수부과제)
헬리콥터 무인기 	• 중량: < 100kg • 항속거리: < 10 km • 최고속도: < 30 m/s • 고도: <5,000 ft • 운용방식: VLOS, • FPV-based LOS, BVLOS/ RLOS • 가격: 대당 <2억원	• 단일지점 기반 운용 • 편도비행 • 저고도, 중고도 비행 • 정찰, 공중감시, 항공방제, 운송
유무인기 겸용 고정익 항공기 	• 중량: > 150kg • 항속거리: < 0 km • 최고속도: < 70 m/s • 고도: <15,000 ft • 운용방식: VLOS, • FPV-based LOS, BVLOS/ RLOS	• 단일지점 기반 운용 • 편도 장거리 비행 (multi-hop) • 저고도, 중고도 비행 • 정찰, 공중감시, 운송 • *미래부개발 모뎀 탑재 가능

- 수행 시나리오

수행 시나리오	활용 기체	검증 내용
가시권 내(VLOS) 운용 (왕복) 	• 소형/중형/대형 • 고정익/회전익 무인기 대상	• 가시권 내 기본 운용 기념 • 안전한 이착륙 (자동이착륙) • 경로점 비행 • Contingency planning
전파가시권 내(RLOS) 운용 (oneway) 	• 소형/중형/대형 • 고정익/회전익 무인기 대상	• 조종권 이양 기법
가시권 외 (BVLOS) 운용 	• 중형/대형 • 고정익/회전익 무인기 대상	• 통신 hand-off 기법 • 조종권 이양 기법 • 장거리 상 cotingency planning • 미래부 개발 통신 모델 검증
충돌회피 시나리오 	• 중형/대형무인기 vs any무인기	• ADS-B기반/영상기반 • 정면,측면,후면 방향 접근 • 고도차 존재시 • 기체 근접시 상호간섭 (wake turbulence) • 충돌회피중 통신두절발생 시나리오
무인기-무인선 통합운용 	• 장거리 비행 무인기(고정익) • 무인선	• 무인기/무인선 협응 미션 • 무인기/무인선 통신, 임무할당

- 무인기 운용인프라 구축
  - 통신 안테나(추적기능)
  - 감시 레이더 PSR, SSR: 비행종합시험장 사업 결과 활용
  - 통신 중계소 (미래부와 협의)
  - 무인기 정비/보관 격납고
  - ADS-B 지상국
  - GBAS 지상국
  - GBSAA용 레이다 구축



<그림 16> 무인기 종류에 따른 공역내 운용 개념

□ 세부수행 예산(2014년 7월 기준)

- 사업기간 : ‘15-’ 20 (6년간)
- 총사업비 : 370억원 (국토부 183억원, 미래부 75억원, 해수부 42억원, 민간 70억원)

(단위:억원)

주요 사업		연도별 소요예산						소계
		1단계			2단계			
		’15년	’16년	’17년	’18년	’19년	‘20년	
무인이동체계 통신 체계 연구		**12**	**14**	**14**	**8**	**0**	**0**	**48**
	미래창조과학부	12	14	14	8	0	0	48
다수 무인이동체계 보안/협응 기술 연구		**8**	**9**	**10**	**0**	**0**	**0**	**27**
	미래창조과학부	8	9	10	0	0	0	27
무인항공기 운항 기준 연구		**8**	**8**	**8**	**0**	**0**	**0**	**24**
	국토교통부	8	8	8	0	0	0	24
무인항공기 인증 방안 연구		**9**	**9**	**9**	**0**	**0**	**0**	**27**
	국토교통부	9	9	9	0	0	0	27
무인이동체 운용 인프라 구축		**12**	**15**	**15**	**13**	**13**	**13**	**81**
	미래창조과학부	0	0	0	0	0	0	0
	국토교통부	12	12	12	9	9	9	63
	해양수산부	0	3	3	4	4	4	18
고신뢰성 해양 무인시스템 운용기술 연구		**4**	**4**	**4**	**0**	**0**	**0**	**12**
	해양수산부	4	4	4	0	0	0	12
무인기 시험운용 및 통합운용 기술 검증/시연		**0**	**0**	**0**	**50**	**50**	**51**	**151**
	국토교통부	12	12	12	9	9	9	63
	해양수산부	0	0	0	4	4	4	12
	민 간	0	0	0	23	23	24	70
총계		**53**	**59**	**60**	**71**	**63**	**64**	**370**
		172			**198**			

□ 과제 제안 요청서 (RFP)

연구개발과제명	민간무인항공기의 안전하고 확장가능한 운항기반구축 사업

1. 연구개발 목표

○ 최근 전세계적으로 활발히 개발중이고 법제화가 진행중인 무인항공기를 대상으로 국가공역 내 민간무인항공기의 통합운용을 위한 제도화, 운용기반 구축, 시험운용 수행
- 관련 법령의 정비 및 관련 기술기준의 제정 및 개정
- 민간 무인기 인증 방안 연구
- 운항절차 및 기술기준 검증위한 민간무인기 시험운용 수행
- 무인항공기 시험운용 위한 인프라 구축 계획 및 시행

2. 연구개발의 필요성 및 기술동향

□ 연구개발의 필요성

○ 국내 무인기 관련 기술수준이 성숙해짐에 따라, 민간 무인기 잠재수요가 증가→차세대 고부가가치 신성장 동력산업으로 발전할 것으로 예측됨.
- 현재 세계 무인기시장은 '15년 7조원(64억달러)→'24년 12.6조원(115억달러)으로 연평균 약 6.8%씩 성장할 것으로 예측되며, 향후 민수부분도 큰 비중을 차지할 것으로 예상.

○ 무인기는 군용/연구용 위주로 개발·운용되어 왔으나, 인증체계, 운용기준 및 관련 인프라 부재로 인하여 민수분야는 폭발적으로 수요가 증가함에도 불구하고 실용화가 지연되는 실정임

○ 무인기는 일반 항공기에 비해 사고율이 높은 것으로 알려져 있으나 구체적인 신뢰성 수준은 정립되어 있지 않음

○ 무인기가 국가공역으로 통합되는데 필수적인 통신, 자체적 충돌회피(Detect-and-avoid)관련 기반 기술 및 관련기준은 아직 갖추어져 있지 않음

○ 원격으로 통제되는 무인기의 특성상 외부의 의도적인 해킹 공격등에도 안전이 보장이 가능한 보안기술이 선제적으로 적용되어야 함 (미래부와 다부처 사업 진행중)

○ 향후 민간 무인기의 보급 및 세계 민간 무인기 관련 규정 수립을 선도하기 위해서 통제된 지역에서의 무인기 운용을 통한 기반 데이터 확보가 반드시 선행되어야 함
※ 군용무인기 운용경험이 풍부한 미국도 2014년부터 전국 6개소에서 FAA 주도 민간 무인기 시범사이트 운용중

○ 민간무인항공기의 안전한 운용에 필요한 유도/항행 시설 및 활주/계류시설의 구축이 필요함

○ 민간 무인기의 전국적인 보급 및 운용에는 현행 가시권(VLOS)내 운용 뿐만 아니라, 향후 가시권외(BVLOS) 운용을 위한 통신망 구축 및 운용 체계 수립이 요구됨 (미래부와 다부처 사업 진행중)

○ 영해 감시, 구조, 해양 사고의 초동 대처 등 해양 광역감시에 대단히 효과적인 무인기-무인선간의 협응기술의 개발이 요구됨 (해수부와 협력)

□ 기술동향

○ 국내 기술 동향

- 지난 10여년간 다양한 군용 무인항공기 개발 프로그램이 수행되어 보급을 앞두고 있음 (군단급/사단급/대대급 무인기 등)
- 방사청, 미래부, 산업부 등의 정부주도 R&D를 통해 세계 10권 내의 무인기 기술을 확보한 것으로 평가됨
- 국내에서도 공중 촬영, 재난 감시, 물류 이송 등 다양한 분야에서의 민간무인항공기의 수요가 급증하고 있음
- 민간 무인기의 경우 현행 국내 항공법 상 12kg 이상 150kg 미만 비행체는 무인비행장치, 150kg이상 비행체는 무인항공기로 분류하는데, 무인항공기에 대한 인증/운항기준이 부재함
- 12~150kg 무인비행체의 경우 교통공단으로부터의 안전성 인증 후 가시권내에서 비행가능
- 2008년부터 국토해양부 주도로 수행 중인 항공안전기술개발사업을 통해 4인승 항공기(KC-100) 개발(774억원), 미국과 상호항공안전협정(BASA) 체결 완료하였음
- 2011년 구 지식경제부 지원으로 스마트 무인기 사업 완료, 후속사업 예비타당성 조사 진행중('15.6 현재)
- 2014년 유인기(2인승 초경량비행기) 무인화 사업 성공 (항우연)
- 2015년 민간용 고고도 장기체공 무인기 사업 수행 (항우연)
- 국토부 주도 민간무인항공기 운용기반 구축 선행연구 수행('13.12-'15.6)

○ 국외기술동향

- 전세계적으로 무인항공기, 무인선박 등 다양한 무인이동체계가 활발히 개발, 실용화를 앞두고 있음

- 군용 무인기의 운용경험 축적과 기술발전으로 민간용 무인기 활용 수요가 급증하고 있으며, 이에 따라 미국, 유럽 등 선진국은 민간무인기의 인증체계 및 운용인프라 구축에 박차를 가하는 중

- 무인항공기의 민간 활용방안이 국제기구(ICAO, EASA)등을 중심으로 논의중

이며 민간공역에서의 활용도 점차 확대되는 추세임

- ICAO는 2007년 항행위원회 산하에 UASSG (Unmanned Aircraft System Study Group)을 설립, 무인기 관련 연구를 수행하다 이를 2014년 RPAS Panel로 격상하여 국제적 상호협력, 국제기준 및 매뉴얼 개발, 기술적 세부사항과 SARPs의 개정 연구를 활발히 수행 중

* 특히 관제공역 내 국가간 계기비행상황인 RPAS의 통합운용을 위해 2020년까지 관련 부속서 개정 예정

→국내에서도 ICAO가 발표할 SARPs에 기준하여 국내 무인기 운용관련 규정 및 법령 개정 필요 시급함

- 기존 중대형 무인기와 별도로 최근에는 수 kg급 취미용/촬영용 무인기가 광범위하게 보급되어 새로운 시장이 창출되고 있으며 관련 규정 제정이 요구됨

* 중국 DJi는 촬영용 소형 드론 판매로 '14년 5천억원 규모의 매출 달성 ('15년 매출은 1조원 이상으로 예상됨)

- 미국은 FAA산하 UAS Integration Office를 2012년 설립, 2015년까지 국가공역에 무인기 완전 통합을 목표로 법령/체계/기반시설 구축중이며 6개소 무인기 시험장을 운영중

* 최근 FAA는 25kg 미만 무인기의 상업적 운용(가시권내)을 허가할 방침 발표 ('15.2.15)

- 민간 무인기 감시에 핵심적인 차세대 항행시설인 ADS-B가 활발히 보급되고 있으며, 호주는 전 국토를 커버하는 ADS-B 망 구축완료
- 캐나다는 2012년 상업용 무인기 비행시험장 완공, 본격적인 운용중
- 유럽 EASA도 UAV Task Force Team을 구성하여 무인항공기 인증절차 및 기준 연구중
- 프랑스는 세계최초로 민간 무인기의 가시권 외 운용 규정 마련
- 민간 무인기 통신을 위한 5GHz대 주파수가 할당되었음 (구체적인 운용 표준 규약은 수립되어 있지 않음)

3. 연구개발내용

□ 연구내용

1.민간무인항공기 관련 기술기준 수립 등 제도적 보완사항 연구 개발

- 민간무인항공기 운용 기준 제정 및 법령 개정
  * 무인항공기 관련 국내 항공법령 정비 및 제정
  * 진화하는 국제 운용 기준 표준화에 대비한 운항기술기준, 민간무인기 관제절차 수립
- 무인항공기 시스템 (RPAS) 인증 방안 연구
  * 무인항공기 기체(RPA) 지상국(RPS) 통합 인증 방안 연구

- 민간 무인기 시범사업 관리
  * 국민 편익 증진을 위한 민간 무인기 시범 사업 수행시 특별 감항인증 및 운용 인프라 지원

2. 안전 기반 민간무인항공기 체계 시험운용
- 민간 무인기 시험운용
  * 가시권내/외 비행, 자동이착륙, 충돌회피 기술, 통제권 이양, 비상운용절차 등 RLOS이상 장거리 비행 (multi-hop), 무인수상선 등과의 협업 시나리오 개발 및 실제 적용을 통한 검증
  * 주요 운용 시나리오 별 시뮬레이터, 대역기(surrogate), 실기를 활용한 검증
  * 무인기(무인항공기,무인비행장치) 비행시험 수행을 통한 비행자료 획득 및 분석
  * 민간 무인기 운용 결과 확보 및 분석을 통한 운용 안전성, 신뢰성, 효율성 제고
- 수요자 지향적 무인기교통관리시스템 (UTM) 시범 구축
  지형적 경계 설정 (geo-fencing)에 기반한 RPAS 및 Autonomous 무인항공기의 단계별 공역 운용 모델 개발
  * SMS 기반 무인항공기 경로 최적화 및 경로 재설정의 수학 및 확률적 알고리듬 연구 개발
  * 무인항공기 교통관리체계(UTM) 프로토타입 구축을 통해, 국내 법령 정비 및 인프라 요구사항 검증 및 시뮬레이션 실시
  ※ 미국 FAA CoE, NASA, 호주 CAA 등 기관과의 협업을 통한 조화로운 연구개발 및 아국의 무인기분야 국제적 위상 재고

3. 민간무인항공기 운용을 위한 통신, 항생, 감시 인프라 시설 구축
- 민간 무인기 시험운용을 위한 기본 인프라 구축 계획 수립
  통신소(C2), 감시레이더, 관제시설, 항행시설 등
  * 국토부, 산업부가 수행예정인 비행종합시험장 과제와의 공조
- 무인기 원격 통제소 구축 (2개소 이상)
- 무인기 운용을 위한 통신 중계시설 구축 (가시권 밖 포함)
- 무인기 감시시설 구축 (레이더 등)
- 무인기용 항행시설 구축 (유도시설, GBAS 등)

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략

○ 국내 여건의 면밀한 조사와 국제적 수준의 기술협력을 통한 무인항공기 운용 인프라 요건을 분석하고 운용 인프라 소요를 최적화하여 도출

○ 기존 군용 및 민간 항공기 운용 인프라 및 선행사업의 기술적 성과의 검증을 통한 활용

	- 선행 민/군 무인기 기술개발사업 성과의 연속성있는 활용을 통한 중복투자 방지 및 연구의 연속성 추구 ○ 시험운용을 통해 향후 전국적으로 무인기를 보급할 때 요구되는 무인기 관련 시설 및 운용 방안 도출 ○ ICAO 등 국제기구 및 무인항공기선진국 해당기관과의 협력체제 구축을 통하여 ICAO 이사국의 위상에 부합하는 국제적 연구개발 - ICAO RPAS Panel 참석, 국제동향 파악 및 공조 - NASA 무인기 연구 공조 - EASA, 호주 CAA, JARUS등 기관과 공조 **○ 다부처사업 구도하에 타부처와의 긴밀한 협력 (미래부를 통한 핵심기술 확보, 해수부와의 협력하여 해양감시용 무인기 기술 및 무인선과의 협응기술 개발)** ○ 실용화 기반 구축 과제의 결과물 활용 ○ 추진중인 타 부처 과제들과의 연계를 통한 중복투자 방지 및 연구 개발 공조 유지
□ 추진체계	○ 연구단 구성을 통한 효율적, 체계적 연구체계 구축 ○ 본 사업은 국토부의 주관하에 다부처사업으로 수행되므로 연구단장은 “연구조정회”를 구성하고 타부처 사업으로 진행중인 과제의 진도를 점검하고 각 부처 과제를 수행중인 연구진간의 기술 교류를 통한 긴밀한 협력체계 유지 ○ 본 과제와 관련이 높은 무인기과제와 공조하여 적극적인 연구체계 구축 ○ 전문가 의견 수렴위한 자문위원회 구성 및 공청회 개최(2회 이상)
5. 최종성과물	
□ 주요 최종성과물	○ 중간보고서 : 협약일로부터 매년 중간보고서 제출 ○ 최종보고서 : 협약 종료 후 1개월 이내
6. 활용방안 및 기대효과	
□ 활용방안	○ 민간무인항공기 인증체계 및 운항기준의 수립을 통한 국내 무인항공기의 운용 기반 확보 ○ 민간 무인기 시험운용을 통한 민간 무인기의 전국적인 보급에 필요한 근거 데이터 확보 ○ 본 과제 연구결과를 기반하여 ICAO RPAS Panel에 참여, 국제 무인항공기 관련 법규 및 규정 수립과정에 적극 기여 ○ 무인선 등 다수/다종 무인이동체를 기반으로 한 신개념 운용체계 구축 ○ 추후 활발히 전개될 민간주도 각종 무인기 사업 수행에 본과제를 통해 도출한 운용기준, 인증방안, 운용 인프라를 활용 가능 ○ 장래 전국적인 무인기 운용체계 구축시 본 연구 결과를 확장, 적용 가능

※ 최종 성과물의 예상 수요처(수요자) 제시 및 구체적인 활용방안 기술
(현장적용계획이 있는 경우에는 추진계획 등 제시)

□ 기대효과

<경제적 파급효과>

○ 국내 민간 무인항공산업의 선도적 개발을 통한 새로운 경제분야 창조 및 고부가 가치 일자리 창출증진

○ 민간 무인항공관련 기술의 발전을 통한 항공산업 전반 및 관련 산업 경쟁력 제고

- 고용확대 및 기술경쟁력 향상을 통한 창조경제에 기여
- 항공 관련 분야 국제 경쟁력 제고
- 관련 분야 기술력 향상

○ 민간무인기를 중심으로 한 무인선, 무인차량 등 다수/다종 무인이동체 운용기반을 구축하여 신개념 운송체계 개발

- 상시 감시, 재난 긴급 대응 등 국토 균형 개발, 국민 편익 증대

<기술적 파급효과>

○ 전세계적으로 실용화가 임박한 민간무인항공기의 실용화 기술의 조기개발을 통해

- 무인항공기의 고신뢰성 비행제어시스템, 통신체계, 지상통제 체계 개발을 통해 세계적인 기술 개발
- 민간무인항공기 기술개발을 통한 군용 무인기 및 항공분야 전체로 파급 효과 기술

○ 무인항공분야에 필요불가결한 무선통신, 보안기술 등 관련 ITC분야의 기술력 확대

<정책적 파급효과>

○ 전세계적으로 활발하게 진행중인 민간무인기 관련 법령 및 규정의 조기수립

○ 세계적으로 민간 무인기 법제화가 활발히 진행중인 상황에서 본 시험운용을 통해 얻어진 자료를 기반으로 국제 민간무인항공기 관련 규정 수립에 적극적으로 참여, 국제적 위상 제고, 국제기준 도입에 의한 비용 절감

○ 민간 무인기 인증 및 운용체계 구축 경험을 타 무인이동체 법제화에 적용가능 (무인수상선, 무인차량 등)

※ 경제적, 기술적, 정책적 파급효과 제시
- 국토부 사업 및 정책에의 활용, 비용절감효과, 수입대체효과, 안전율 제고 등

7. 연구개발기간 및 소요예산

○ 총 연구개발기간 : 2015.9 ~ 2021.9 (6 년)
- 1차년도 연구개발기간 : 2015.9 ~ 2015.12 (4 개월)

○ 사업기간 : 협약일로부터 6년내

○ 사업예산 (논의 필요)

- 당해연도 사업비 : 정부 7.5억원
- 총사업비 : 정부 183 억원
  민간 70 억원

	15	16	17	18	19	20	합계
국고	7.5	20	38.5	39	39	39	183
민간	0	0	0	23	23	24	70
총계	7.5	20	38.5	62	62	63	253

(단위: 억원)

8. 기 타 *(필요시 내용 수정 가능)*

○ 본 과제의 보안등급은 “일반/보안 과제”임

○ 연구개발계획서는 과제제안요구서(RFP)에 제시된 연구내용을 참고하여 작성하되, 과제 목적 달성을 위해 반드시 필요하다고 판단되는 경우에는 일부 세부내용을 가감할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시하여야 함

○ 기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함

※ www.kaia.re.kr 열린정보, http://rndgate.ntis.go.kr의 유사과제목록 참조

- 공모과제와 관련하여 기 수행되었거나 현재 수행중인 과제의 연구개발결과물과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함
- 제안된 연구내용이 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함

※ 연구개발 수행 도중 과제의 중복성이 사후에 발견되거나 연구개발목표가 다른 연구개발에 의하여 성취되어 연구개발을 계속할 필요성이 없어진 때에는 협약을 해약할 수 있음

○ 연구 착수시점 현황과 개발종료 후의 대비가 가능하도록 세부과제별로 As-Is와 To-Be를 구체화·가시화하여 제시

○ 연구개발계획서에 세부과제간 연구내용 및 성과의 연계/활용을 위한 전략 제시

- 기획보고서에서 제시한 기술개발 TRM을 기반으로 전체 개발기술과 성과물간의 유기적 연계를 파악할 수 있는 체계 제시

※ (예시) 개발기술 상호간, 성과물 상호간, 개발기술-성과물간 연계성

- 과학기술적 성과물을 포함하여 최종성과물을 구체화하여 제시

○ 연구신청자는 연구개발 성과목표(성과지표/달성목표치/가중치) 및 사업수행

(일정)계획과 이에 대한 관리계획 등을 연구개발계획서에 제시
- 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적 방안을 제시해야 함

※ 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검・관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용

- 제시한 성과지표는 사전검토, 선정평가를 통해 조정(추가) 가능

○ 참여기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업 수행실적이 있고, 과제추진시 역할(자료·기술조사 또는 제공, 시험시공 현장제공 등)이 명확하여야 하며 연구개발결과를 직접 활용하고자 하는 기업에 한함

○ 국제공동연구 또는 전문가 활용방안
- 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함

○ 추후 연구개발계획 등은 수정・보완될 수 있으며, 이에 따라 과제내 특정 기술개발에 대한 추진방식 등이 변경될 수 있음
- 본 과제의 연구기간은 추후 협약시 변경될 수 있음
- 전문기관은 필요시 선정된 주관기관(연구책임자)과 협의를 거쳐 연구개발계획서의 수정·보완(연구목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)할 수 있음
- 연구추진과정에서 관련기술 환경변화에 따라 연구내용(연구비 포함)이 조정될 수 있음

2. [성과 4] 민간무인항공기 사생활 보호기준 연구

가. 무인항공기 사생활 침해 유형 자료 분석

1) 무인항공기 사생활 침해의 유형

□ 침해 방법

- 무인항공기 상용화로 인하여 제기 되는 사생활침해 문제는 개인의 사적 영역에 속하는 얼굴이나 행동을 국가(군용)에서 촬영하고 그것을 수록 · 관리하는 것은 헌법이 보장하고 있는 인격권(초상권 등), 사생활 비밀과 자유 그리고 자기정보결정권 등을 침해할 수 있음

□ 공공부문의 사생활 침해 유형

- 무인항공기는 공익을 목적으로 사용된다면 여러 가지로 운용될 수 있음. 이를테면 공공부문에서는 교통법규위반 단속용, 교통흐름 조사용, 버스전용차선 위반 단속용, 쓰레기무단투기 단속용 등으로 활용할 수 있음. 또한 방범을 목적으로 한 방범용과 수배차량 감지용, 산림청이나 지방자치단체에서 설치한 산불감시용 등에 적극적으로 활용이 가능함

□ 민간부문의 사생활 침해 유형

- 민간무인항공기는 주택, 사무실 등의 내 · 외부에 범죄예방 및 시설안전을 목적으로 설치 · 운영될 수 있으며, 대규모 사업장(조선소 · 건설현장)에서 근로 모니터링을 목적으로 활용이 가능함

□ 무인항공기 카메라 줌 인(zoom in) 장치의 사용

- 무인항공기에 장착된 고성능 광학카메라는 촬영거리를 증가시켜 원거리 촬영이 가능함. 이는 무인항공기 카메라 사용에 대한 명확한 기준이 없다면 고해상도를 활용한 불법목적의 무인항공기가 운용될 가능성을 배제할 수 없음

□ 무인항공기 아파트단지 및 주택가 활용 위반 등

- 도시지역의 경우 대부분 아파트단지 및 주택가를 중심으로 주거지역을 형성

하고 있고, 시민들은 출·퇴근 및 일상생활이 대부분 주거지역을 중심으로 이루어지고 있음

2) 해외의 사생활보호법 분석

□ 미국

- 미국 FAA는 '민간무인항공기와 영공 통제 시스템 통합을 위한 1차 연간 로드맵(Integration of Civil Unmanned Aircraft Systems (UAS) in the National Airspace System(NAS) Roadmap)'을 발표. 6개 시범지역에서 사생활 보호대책을 마련하여 5~10년에 걸쳐 점진적으로 확대시행 예정
- FAA의 항공정책은 NAS에 대한 안전의 허용수준을 준수함. 이러한 정책의 핵심은 각 항공기가 필요한 절차와 방법에 따라나서다 조종사에 의해 비행하는 개념
- ICAO 회람 328(ICAO Circular 328) 지침에 따르면 UAV 관련 규제 호환성을 보장하기 위해 UAV를 통합하는 회원국에 대한 기본 지침을 제공
- 미국, 민주당 의원 에드워드 마키는 무선으로 조종되는 무인항공기 운영자가 준수해야 할 프라이버시 보호 기준을 내용으로 하는 '무인항공기 프라이버시 및 투명성 법(Drone Aircraft Privacy and Transparency Act of 2012)' 초안을 공개('12. 08. 01)

□ 유럽

- 유럽연합은 민간용 무인항공기(드론)의 규제안을 마련하기 위한 초기 작업 중임. 민간 부분에서 무인항공기사용이 확대되면서 이로 인한 안전과 사생활 보호에 대한 우려 발생. 유럽 집행위원회(EC)는 민간용 드론의 사용이 날로 늘어나고 있으며 EU 무인항공기 관련 통합 규제기준 마련 예정. 이를 위해 무인항공기 영향 평가를 끝낸 다음 규제를 위해 2015년에 입법안 마련 계획임
- 유럽 RAPS는 세계 항공선진국과 마찬가지로 무인항공기 효과성 때문에 발전을 도모하고 있음. 무인항공기의 활용은 동전의 양면처럼 사생활침해 가능성 문제를 발생시킬 수 있는바 이는 무인항공기 경제적 효과를 훼손할 수 있으면 기술적 진보를 막을 수 있음

- 유럽은 사생활보호에 대한 법규의 포괄적인 법적 체계를 갖고 있음. EU 인권헌장(The charter for fundamental rights of the EU)은 개인과 관련된 사생활(가족 및 통신)에 대한 보호 규정을 두고 있음(제7조, 제8조)
- EU의 RPAS의 활용은 개인정보보호 및 데이터 보호관련 법규를 준수해야 함. 그러나 개인정보보호기구(DPA)은 현행 무인항공기 규제체계의 약점과 부족을 확인한바 다른 RPAS 활용에 의해 결정되는 개인정보보호에 미치는 영향을 평가하고 규제
- CAAS는 유럽 각국의 데이터보호기관과의 긴밀한 협력을 취하여 RPAS 규정과 관련한 개인정보보호 조례를 시행하여야 함

□ 독일

- 독일 연방정보보호법(Bundesdatenschutzgesetz)은 정보자기결정권 개념은 이후 독일의 법률과 판례에 많은 영향을 주었음
- 연방정보보호법은 목적이 인격권 보호에 있음을 명확하게 밝힘. 연방정보보호법 제1조는 “이 법률의 목적은, 개인정보의 처리과정에서 인격권이 침해되는것으로부터 개인을 보호하는 것이다.” 라고 규정

□ 일본

- 일본은 「개인정보보호에 관한 법률(個人情報の保護に関する法律)」은 기본법에 해당하는 부분과 민간부문의 개인정보보호의 일반법에 해당하는 부분으로 구성
- 일본 자치단체의 개인정보보호현황은 1998년부터 현황을 집계한 이래 도도부현 및 시정촌에 있어서 개인정보보호조례 및 개인정보보호방침 등이 제정

나. 무인항공기의 사생활 침해 유형 조문 작성

1) 법 제·개정 제안의 목적

□ 제안 목적

- 무인항공기를 사용하는 기관은 개인의 사생활이 침해되지 않도록 무인항공기

를 최소한으로 필요한 경우에만 활용해야 하며 구체적 사안에서 아래의 각 원칙이 구현될 수 있도록 입법안을 제시 필요함

- 누구든지 공개된 장소에 무인항공기를 사용운영하는 것은 원칙적으로 금지되며 다른 법익의 보호를 위하여 필요한 경우 예외적으로 사용이 허용
- 무인항공기에는 사생활 침해 가능성이 있는 녹음 기능을 사용할 수 없고, 사용 목적과 다른 목적으로 임의 조작할 수 없음
- 공개된 장소에 개인영상정보를 수집하기 위하여 무인항공기를 사용·운영하려는 공공기관의 장은 관계 전문가 및 이해관계인의 의견을 수렴
- 무인항공기 영상정보의 목적 외 이용 및 제3자 제공) 공공기관은 법률에서 정하는 등 특별한 경우를 제외하고 무인항공기 개인영상정보를 수집 목적 이외로 이용하거나 제3자에게 제공할 수 없음

2) 미국 무인항공기 사생활보호법안의 분석

- Drone Aircraft Privacy and Transparency Act of 2013(Congressman Markey)
- 본 법안은 미국 하원의원인 에드워드 마키가 제안한 입법안
- 2012년 2월 14일에서 오바마 대통령은 연방항공청(FAA)의 2012 현대화 개정법률(FAA MODERNIZATION AND REFORM ACT OF 2012, Public Law 112-95; 49 U.S.C. 40101 note)를 제331조에서 336조를 통해가 2015년 공공무인항공기와 민간용 무인항공기 시스템을 통합하기 위한 정책 마련
- The Preserving American Privacy Act of 2013 H.R.(Congressman Ted)
- 미국 하원의원인 테드 포(Ted Poe)가 제안한 입법안 미국의 국경 내에서 무인항공기(드론)의 정부 및 민간 사용을 규제하는 법안으로 캘리포니아의 위에서 언급한 마키의 법안보다 무인항공기(드론)의 정부 사용에 훨씬 더 초점을 맞춤
- 무인항공기를 운영하는 공공기관은 무인항공기로 수집한 해당 정보를 공공의 목적으로 식별하는 것에 합리적임

3) 국내 입법방향

□ 현행법(민법, 개인정보보호법)

- 무인항공기로 인한 사생활침해에 대한 규정이 없는바 인격권 침해에 대하여 「민법」 제750조를 적용할 수 있음
- 개인정보보호법은 정보주체의 손해배상청구권을 명시적으로 규정하고 있으며 개인정보처리자(무인항공기 운영자)가가 이 법을 위반한 행위로 정보주체(국민)에게 손해를 발생시켜 피해를 발생하게 하면 개인정보처리자는 손해배상책임을 부담함. 이러한 경우 개인정보처리자는 고의 또는 과실이 없음을 입증하지 아니하면 책임을 면할 수 없음(「개인정보보호법」 제39조)
- 개인정보처리자가 본법에 따른 의무를 준수하고 상당한 주의와 감독을 게을리 하지 아니한 경우에는 개인정보의 분실 · 도난 · 유출 · 변조 또는 훼손으로 인한 손해배상책임을 감경 받을 수 있다고 규정하여 책임을 강화하고 있음

□ 무인항공기 사생활 보호법을 제정

- 앞서 살펴본 미국의 무인항공기로 인한 사생활 침해를 대비한 특별법안과 마찬가지로 무인항공기 사생활 보호법을 제정하는 방안을 제시할 수 있음
- 무인항공기 사생활 보호법은 무인비행장치가 국내에서 상용화되면 국민 개인정보의 유출 및 오 · 남용이 발생될 것이 예상됨에 따라 안전하고 신뢰받는 무인비행장치를 사용하기 위해 공공 · 민간을 포괄하는 법안 임
- 국토교통부는 무인항공기 사생활 보호법을 제정하여, 공공 · 민간에서 사용될 무인비행장치가 개인정보의 활용과 파기까지의 단계별 처리원칙을 제시하고 개인영상정보보호를 위한 개인정보의 실질적 보호와 국민의 사후 권리 구제 강화를 위한 제도적 장치를 도입할 필요가 있음

□ 현행 항공관련법 중 사생활 보호조항을 개설

- 「항공법」 제2조 제28호는 “초경량비행장치란 항공기와 경량항공기 외에 비행할 수 있는 장치로서 국토교통부령으로 정하는 동력비행장치(動力飛行裝置), 인력활공기(人力滑空機), 기구류(氣球類) 및 무인비행장치 등을 말한다.” 로서 무인항공기를 정의해놓았음

□ 무인항공기 운영관련 가이드라인을 마련하고 이를 준수하게 함

- 가이드라인(지침)은 공적 가이드라인과 사적 가이드라인으로 구분되며 효력의 범위는 내부적 효력과 외부적 효력으로 구분할 수 있음
- 공적 가이드라인은 상위 행정기관이 하위 행정기관의 업무처리에 있어 필요한 기준을 마련한 것이므로 준수하여야 하며, 준수하지 않았을 경우 공무원에 대한 징계사유에 해당하게 되어 정도에 따라, 주의, 경고, 견책 등의 징계를 받음. 그러나 외부적(일반 국민)들에 대한 효력은 없음(판례)
- 사적 가이드라인은 일반 회사에서 업무처리에 있어 필요한 기준을 마련한 것으로 가이드라인을 준수하지 않았을 경우 사내 규정에 따라 징계를 받음. 그러나 외부적 효력은 없음
- 무인항공기 운영 가이드라인은 기기를 운용함에 있어 각종 사고를 사전에 예방하고 사생활 침해 등을 미연에 방지하고자 하는 목적을 갖고 있음
- 「개인정보보호법」 제12조는 개인정보 보호지침을 정하여 준수를 권장할 수 있음

4)「항공법」 개정안

□ 초안 작성

- 「개인정보보호법」 제6조는 다른 법률에 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 본법의 규정을 따르게 되어 있으므로 항공법의 개정은 최소한으로 하는 것이 개정안의 목적 임
- 「개인정보보호법」 제25조는 이미 영상정보처리기기에 대한 규정을 하고 있으며 영상정보처리기기에는 무인항공기에 장착된 광학 비디오카메라가 포함된다고 해석할 수 있음(「개인정보보호법 시행령」 제3조 제1호 나목).

□ 무인항공기 사생활 보호법의 제정안

- 무인비행장치를 사용하는 공공 · 민간기관에 개인정보를 보호하기 위한 목적을 갖고 있음
- 무인비행장치로 수집된 개인정보의 수집-이용-제공-파기 단계별 보호기준 규정하고 있으며 수집 · 이용 · 제공은 정보주체 동의, 법률 규정, 법령상 의무나 계약 이행 등 일정한 기준에 해당될 때에만 허용

- 수집 · 이용, 제공, 목적 외 이용 · 제공의 각 단계별로 보호수준 차등화하고 목적 달성 등으로 불필요한 경우는 복구 · 재생되지 않도록 파기
- 현행 「개인정보보호법」 제25조(영상정보처리기기의 설치 · 운영 제한)를 통하여 기기를 이용한 영상정보처리에 대한 규정을 두고 있음. 그래서 이미 개인정보보호법에 규정을 두고 있기 때문에 기존의 항공법 개정안은 최소 범위 내에서 개정안을 제시할 필요가 있음
- 「항공법」 제23조의4 신설안은 현행 개인정보보호법상의 규정과 중복되는 것을 피하고 무인항공기 산업의 발전을 저해하지 않는 목적을 기준으로 최소한의 개정안을 제시하였음
- 국토교통부의 무인항공기 사생활 침해 방지에 대한 정책실행방안으로 국토교통부장관의 표준 무인항공기 개인정보 보호지침의 제시에 대한 의무를 규정하였음

<표 3-18> 항공법 제23조의4

항공법 제23조의4 신설안	개정 사항
제23조의4(무인비행장치 운영자의 개인정보보호 의무) 무인비행장치의 운영자는 정보주체의 사생활 침해를 최소화하는 방법으로 개인정보를 처리하여야 한다. 국토교통부장관은 개인정보의 처리에 관한 기준, 개인정보 침해의 유형 및 예방조치 등에 관한 표준 무인항공기 개인정보 보호지침을 정하여 무인비행장치 운영자에게 그 준수를 권장할 수 있다.	신 설

3. [성과 5] 민간무인항공기 운영자의 법적 책임

가. 무인항공기 운용자의 범위

1) 무인항공기 운용자 개관

□ 무인항공기의 운영자와 운용자의 구분

- 무인항공기 운영자(operator)는 운영(運營)의 의미로서 무인항공기 조직이나 기구, 사업체 따위를 총괄 운용(運用)하고 경영함을 의미함[1)]
- 미국 연방항공청은 연방규정 14장(14 CFR)에 Part 107을 신설하여 소형 무인항공기의 민간운영이 가능하도록 허용하되 관련 안전규정을 준수하도록 제시하였음. 특히 운영먼허 무인항공기 시스템(UAS)을 조종하는 자를 운영자(Operator)라고 정의하고 있음
- 무인항공기 운용자(controller)는 운영자의 세부적인 조종사를 의미하는 것으로 예를 들어 조종사, 육안감시자 등을 의미함

□ 현행 항공법에서는 무인항공기 운항을 위한 기준이 정립되지 않아 비행규칙, 관제절차, 운용자의 책임과 의무, 조종자의 자격 및 교육 등에 대한 유인항공기와 차별적인 기준마련이 필요

□ 무인항공기는 타 항공기와 다르게 시스템 장비로서 각 요원들 간의 협업이 요구됨. 그래서 각 구성원들은 원활한 의사소통과 상호 협조할 수 있는 요원들을 선발 후 훈련을 하고 있음

□ 미국 휜불나방 육군정보학교(Fort Huachuca)에서 실시되고 있는 전술 무인항공기 운용자 과정을 참고하여 운용자를 분석하였음

2) 무인항공기 운용자의 구분

□ 「항공법」 규정

- 「항공법」상 150kg 이하의 무인동력비행장치는 초경량비행장치의 범주에 포함되어 있어, 무인비행장치를 조종하기 위해서는 초경량비행장치 조종자와 동등한 자격이 요구

1) ICAO 부속서 2(항공규칙)에는 원격 조종사(remote pilot), 원격 조종소(remote pilot station), 원격조종항공기(RPA: remotely-piloted aircraft), 원격 조종항공기시스템(RPAS: remotely piloted aircraft system), 원격 조종항공기 감시자(RPA observer) 등 용어정의를 하고 있음(Chapter 1).

□ 무인항공기 운용자의 개념

- 임무 지휘자(Mission Commander : MC)
- 비행 전 각종 비행 데이터 및 임무에 필요한 정보를 수집하여 회의 주재함
- 비행 실시간에 관제기관과 관제업무를 수행하고, 각 운용요원들 간의 협업을 유지하며 전반적인 임무수행 상황을 조절함. 유사시의 비상상황이 발생되었을 시 빠른 상황 판단으로 각 운용요원의 비상조치를 조력하여 안전한 임무수행이 유지되도록 함
- 내부 조종사(RPAS Internal Operator : RPAS IP)
- 지상통제소·이착륙통제소 내부에서 이륙부터 착륙단계까지 직접적인 이착륙을 제외한 전반적인 항공기 조종을 실시함
- 항공 조종분야 종사자 및 자격증 소지자 등 항공역학, 기상학, 전자 통신·컴퓨터 관련 분야 등에 기본지식을 보유한 자를 교육시켜 임명함
- 외부 조종사(RPAS External Pilot : RPAS EP)
- 무인항공기 활주로나 발사대 주변에서 이착륙 통제소의 지원을 받아 무인항공기를 직접 이착륙 시키는 임무를 담당함
- 항공 조종분야 종사자 및 자격증 소지자 등 항공역학, 기상학 등에 기본지식을 보유한 자를 교육시켜 임명함
- 감지기 조종관(Meteorological Observer : OB)
- 무인항공기에 탑재된 감지기를 조종하여 표적 등을 감지 및 식별하고, 수집된 정보를 각 사용처의 요구에 적합하게 편집하여 전파하며, 기본적으로 컴퓨터 분야 지식 보유자를 선발하여 교육함
- 타 항공기와의 충돌예방을 위해 무인항공기를 육안으로 추적하면서 비행상태와 항로상황을 감시하여 조종사에게 조언하는 역할을 담당함
- 기체/엔진 정비관(Aviation Maintenance Technician : MT)
- 기체와 엔진 부분의 점검/수리를 담당하며, 항공 정비관련 유경험자나 유자격자를 선발함
- 정비사는 기체, 엔진, 전자·통신 등 분야별로 정비를 담당함
- 전자/통신 정비관(Electronic & Communication System Technician : ET)

- 각종 전자 통신 시스템을 점검·수리를 담당하며 항공 전자 통신 정비분야의 자격을 충족하는 자를 선발함

□ 운영자와 운용자의 법적 책임에 대한 관련문제

- 무인항공기의 운영을 총괄하는 운영자(operator)와 운용자(controller)가 동일한 경우 사고책임은 운영자가 부담하고, 사고에 따른 피해에 대한 책임을 부담함
- 무인항공기의 등록국과 운영국이 다를 경우 Article 83bis의 적용을 검토할 수 있음. 83bis의 효력이 발생되기 위해선 양국 모두 83bis를 비준하여야 하며 양국 간에 감독책임 이전협정이 체결되면 임차항공기 운영과 관련 83bis의 효력이 발생되어 등록국의감독책임이 운영국으로 이전되게 됨

나. 무인항공기 운영자의 책임 조항

1) 국제민간항공협약 제8조

□ ICAO 회원국은 민간 공역에서 무인항공기의 비행으로 인한 유인항공기의 위험과 지상인구 밀집지역에 대한 피해를 방지하도록 국제민간항공협약(Conventionon International Civil Aviation) 제8조(Pilotless Aircraft)에 따라 다음과 같은 사항을 준수해야 함

□ 그래서 회원국은 무인항공기에 대하여 비행허가(permit to flight)를 통해 특정 제한공역 내 일시적인 비행만을 허용하는 방식으로 관리해왔지만 급격하게 증가하는 무인항공기의 수요 및 활용 가치로 인해 무인항공기의 공역 진입과 활주로 이용을 제한하는 관리 정책은 한계에 도달하였음

□ 2007년부터 ICAO는 무인항공기시스템 연구그룹(Unmanned Aircraft System Study Group : UASSG)을 결성하여 무인항공기와 관련 업무에 대한 국제적 상호협력, 무인항공기 관련 규정 및 매뉴얼 개발, 기술적 세부사항과 국제표준·권고(Standards and Recommended Practices : SARPs)의 개정에 대한 연구를 진행하고 있음

□ UASSG에 참여하고 있는 국가는 호주, 오스트리아, 브라질, 캐나다, 중국, 체코, 프랑스, 독일, 이탈리아, 네덜란드, 뉴질랜드, 노르웨이, 러시아, 싱가포르, 남아프리카공화국, 스웨덴, 영국, 미국 등 18개국이며, 이외에도 CANSO, EASA, EUROCAE, EUROCONTROL, IAOPA,ICCAIA, IFALPA, IFATCA, NATO, RTCA,

UVS International 등의 기관에서 참여하고 있음

2) ICAO Circular 328

□ ICAO Circular 328은 위의 국제민간항공조약 제8조에서 규정하고 있는 제8조의 조종사 없는 항공기(Pilotless aircraft)의 규정을 준수하고 있음

□ ICAO는 민간무인항공기를 제도권 내로 수용하기 위한 지침을 제시하기 위한 목적으로 Cir 328 (Unmanned Aircraft Systems)을 2011년 3월 10일자로 발간하였음. 본 지침을 통해 ICAO는 국제적으로 일관된 법규 및 제도를 회원국의 실정에 부합하게 구축할 수 있도록 다음과 같은 사항을 제시하고 있음

□ Circular 328(Unmanned Aircraft Systems : UAS)은 무인항공기 관련 ICAO 정책 및 체제 규정, 용어 정의, ICAO 협약을 고려한 법적 고려사항, 무인항공기 운영, 항공 규칙, 항공교통관제(Air Traffic Management : ATM), 탐색구조(Search and rescue : SAR), 항공보안(Aviation Security Service : AVSEC), 공항, 환경 등을 규정하고 있음

3) 무인항공기 매뉴얼(Manual on RPAS)

□ 국제민간항공기구(ICAO)는 2011년 ICAO 정책서인 ICAO Circular 328-AN/190과 2012년에는 Draft 매뉴얼인 ASP 12-12 “Manual on Remotely Piloted Aircraft Systems(RPAS)” 을 발행함으로써 미래의 민간무인항공기 시장의 활로를 열기 시작하였음

4) 호주 Civil Aviation Safety Regulations 1998

□ 개관

- 호주는 유럽과 동일하게 중량 150kg을 기준으로 소형 무인비행장치에 대해서는 형식증명과 감항증명을 요구하지 않고 비행허가 제도만을 적용하고 있음
- 호주 항공법인 CAR 1998에서 150kg 이상의 무인항공기는 Restricted category의 Special certificate of airworthiness 또는 Experimental certificate이 있어야 비행이 가능한 것으로 규정하고 있음
- 호주 인증당국은 무인항공기 설계기준을 제정하고자 2000년대 초반에 초안(draft)으로 고정익 무인항공기 설계기준(UA25 Design standards: Unmanned Aerial Vehicles : Aeroplane)과 회전익 무인항공기 설계기준(UR25 Design

standards: Unmanned Aerial Vehicles - Rotorcraft)을 개발한 바 있음

- 이 설계기준 초안의 안전성 요구 수준은 동급의 유인항공기 기준인 JAR-VLR/VLA 및 FAR 23/27과 동등하거나 낮게 설정되어 있으며, 설계기준 부록에 왕복엔진 및 프로펠러에 관한 요건이 포함되어 있다는 특징임

다. 무인항공기 운영자의 사고 개념과 유형

1) 무인항공기 사고 개념

□ 항공법상 개념

- 「항공법」 제2조 제13호 및 「항공법 시행령」 별표5는 항공기 사고에 대하여 규정하고 있음
- 「항공법」 규정에 따라 무인항공기 사고는 무인항공기로 인해 사람의 사망·중상(重傷) 또는 행방불명, 항공기의 중대한 손상·파손 또는 구조상의 결함, 항공기의 위치를 확인할 수 없거나 항공기에 접근이 불가능한 경우 등의 총체적인 사고를 의미한다고 할 수 있음
- 무인항공기 사고는 인적요인에 의한 무인항공기 사고 발생 가능성이 높으며, 무인항공기 운용자(조종사·육안감시자 등)의 자격 및 교육훈련에 기준이 없어 인적요인에 의한 사고 발생 가능성이 잠재되어 있음
- 무인항공기 개발인력 중에서 항공법 및 운항·관제에 대한 기본지식이 부족한 경우가 상당수 있는바 시험비행 과정에서 사고가 발생하거나 공역침범으로 항공기 안전운항에 위험을 초래하는 경우가 있음

2) 무인항공기 피해 유형

□ 피해 유형

- 추락 피해
- 무인항공기 추락 사고란 무인항공기가 중력에 의하여 높은 곳에서 떨어지면서 다른 물체의 방해를 받지 않고 자유 낙하하는 것을 말하며, 추락 사고의 결과 기체가 지상 또는 건물 또는 사람에게 부딪쳐 피해를 발생하는 것을 의미함

□ 공중충돌 피해

- 무인항공기 공중충돌 사고는 무인항공기 상호간 또는 무인항공기와 유인항공기 간에 직접 또는 간접으로 공역에서 접촉하여 무인항공기의 파괴 또는 항공기 내에 있는 물건이나 사람에 대하여 손해를 발생하게 하는 경우 임
- 이러한 사고의 개념에 따라 무인항공기는 사고 시 지상의 인명이나 재산, 또는 유인기와 동일공역 사용 시 유인기와의 충돌가능성이 있음
- 국내 공역시스템에서 무인항공기의 사용과 관련된 두 번째 잠재적인 사고들은 공중충돌임. 현재 무인항공기는 정기항공기에 요구되는 충돌 감지 및 회피 시스템을 장착하고 있지 않거나, 타항공기를 인지하고 회피할 수 있는 원시적인 시스템을 갖고 있음
- 비행기내에 조종사가 있으면, 충돌에 대비하여 다른 항공기를 볼 수 있지만 무인항공기의 특성상 공중충돌을 더욱 발생시킬 수 있음. 또한 무인항공기의 레이더 성능의 부족함은 민간항공기의 충돌 시 막대한 인명피해와 재산피해에 중대한 위험을 야기할 수 있음

□ 소음 피해

- 무인항공기 소음은 크게 비행 중의 소음과 지상에서의 소음으로 나눌 수 있음. 비행 중의 소음은 이륙 후 지상의 소음레벨이 문제가 되지 않는 일정고도까지 도달하는 사이 그리고 일정고도에서 착륙 시까지 항공기에서 발생하는 소음이라고 할 수 있음
- 지상에서의 소음은 이륙 시까지 지상에서 발생하는 소음 그리고 항공기의 지상시험 시, 정비를 위해 엔진을 기체에 장착한 상태에서 시운전할 때 발생하는 소음으로 구분할 수 있음

□ 사생활 침해에 따른 피해

- 무인항공기 상용화로 인하여 제기 되는 사생활침해 문제는 개인의 사적 영역에 속하는 얼굴이나 행동을 국가(군용)에서 촬영하고 그것을 수록 · 관리하는 것은 헌법이 보장하고 있는 인격권(초상권 등), 사생활 비밀과 자유 그리고 자기정보결정권 등을 침해할 수 있음
- 민간무인항공기도 카메라를 통한 녹화물 등은 촬영되는 사람들의 초상권과

정보자기결정권 침해 문제를 야기할 수 있음

- 민간무인항공기는 주택, 사무실 등의 내·외부에 범죄예방 및 시설안전을 목적으로 설치·운영될 수 있으며, 대규모 사업장(조선소·건설현장)에서 근로 모니터링을 목적으로 활용이 가능함

라. 무인항공기 운영자의 법적 책임의 연구동향

1) 총론

□ 미국, 영국, 호주 등 무인항공기 개발을 주도하는 선진국은 무인항공기 운영을 위해 운용용자의 책임을 유인항공기 기장과 동일한 책임과 권한을 부여하였음

□ 무인항공기 조종사 자격 증명을 위한 교육훈련과 관련하여 ICAO는 17세 이상의 지원자에 대해 이론지식 증명, 인가된 교육기관에서 무인항공기 등급 또는 기종에 대한 비행교육 수료 및 기술숙련도를 유지할 것을 규정 하였지만 비행 경험에 대해서는 아직 규정화되지 않았음

□ 미국은 무인항공기 운용자에 대하여 유인항공기조종사 자격에 추가적으로 무인항공기의 정상 및 비정상 비행절차 교육을 필요로 하며, 무인항공기제조업체의 특정교육 이수 및 무인항공기 비행시연을 요구하고 있음

□ 영국은 별도의 교육훈련을 요구하지 않으나 기존 유인항공기 조종사 교육훈련 사항을 따를 것을 권고하고 있으며, 경량 무인항공기의 경우 2개 파트로 나누어 파트 1은 이론, 파트 2는 비행을 통해 무인항공기 조종사 자격을 부여하고 있음

□ 호주 역시 영국과 같이 별도의 무인항공기 조종사 교육훈련을 규정하고 있지 않으며, 유인항공기 조종사 자격요건을 준용하고 있음

2) 미국

□ 미국은 무인항공기 사고책임에 별도의 규정을 하고 있지 않지만 Geoffrey Christopher Rapp의 “Unmanned Aerial Exposure: Civil Liability Concerns Arising from Domestic Law Enforcement Employment of Unmanned Aerial Systems”에서 엄격책임(strict liability)을 적용해야 함을 주장하였음

□ 미국은 군사적으로는 무인항공기를 적극적으로 활용하고 있지만, 상업적인 용도에 대해서는 FAA를 통해서 전면적으로 통제하고 있음. 현재 구글과 아마존 같은 경우도 기술적인 문제로 DHL보다 한 발 늦은 것이 아니라 연방항공국(FAA)

의 철저한 규제 때문에 미국 내에서 테스트를 하지 못했음. 구글은 호주에서 아마존은 캐나다에서 테스트를 진행하고 있는 실정임

□ 무인항공기 자체에 결함이 발생하지 않더라도 당국의 허가를 받고 실시간으로 위치와 고도가 확인되는 헬기나, 일반적인 항공기와는 달리 개인이 원격으로 비행하는 무인항공기들은 위치파악이 되지 않기 때문에 상공에 있는 다른 물체와 충돌할 가능성도 존재함

□ 무인항공기의 사생활 침해에 대한 우려에 때문에 캘리포니아는 언론기자들이 무인항공기를 사용해서 유명 인사들의 사진을 무분별하게 찍을 경우 처벌하는 법안을 통과시켰음

3) 호주

□ 호주의 무인항공기 기술기준은 호주 항공법인 CAR 1998에서 대형무인항공기는 Restricted category의 Special certificate of airworthiness 또는 Experimental certificate를 받아야 운영할 수 있다는 규정하고 있음

□ 호주의 무인항공기 설계기준은 고정익 항공기 기준(UA25 Design standards a Unmanned Aerial Vehicles T Aeroplane)과 회전익 항공기 기준(UR25 Design standards a Unmanned Aerial Vehicles T Rotorcraft)으로 나뉘어져 있으며, 기준의 안전성 요구수준은 동급의 유인항공기 기준인 JARTVLR/VLA 및 FAR 23/27과 동등하거나 낮게 설정되어 있음

4) 유럽

□ EASA

- 유럽은 EASA가 중심이 되어 UCARE(UAVs Concerted Actions for Regulations) JAA-EUROCONTROL, EUROCARE와 같은 기관과 협력하여 형식증명을 위한 기술기준 및 특수기술기준의 제정 등과 같은 인증절차를 연구하고 있음
- EASA는 “Roadmap for the integration of civil Remotely-Piloted Aircraft Systems into the European Aviation System(유럽 항공 시스템으로의 민간무인항공기 통합을 위한 로드맵)” 을 발간하면서 안전한 민간무인항공기 운영을 도모하고 있음
- EASA의 보고서는 유럽 무인항공기 운영위원회(European RPAS Steering

Group : ERSG)에서 작성된 문서로서, 운영위원회는 무인항공기의 통합운영을 위한 전문가 그룹임

- EASA의 유럽 무인항공기 운영위원회는 로드맵에서 무인항공기와 관련된 문제를 해결하기 위해 단계적인 접근을 시도하였음. 이는 무인항공기의 사회적 영향에 대한 ① 규제 방식(A Regulatory Approach), ② 전략적 연구 계획(A Strategic Research Plan), ③ 사회적 파급효과의 분석연구(A Study on the Societal Impact)을 수행하였음
- EASA는 "ANNEX 3 A study on the societal impact of the integration of civil RPAS into the European Aviation System" 보고서에서 무인항공기 운영자의 책임을 결정하는 것은 고의 또는 과실(negligence or wilful misconduct)에 대한 개인의 책임에 관계없는 엄격책임(strict liability)에 기초해야 한다고 하였음
- 무인항공기의 중량을 기준으로 보상기구 운영자에 의해 발생하고 사고에 대하여 몬트리올 협약(1999)을 적용하는 것은 EU에서도 받아들였음
- 무인항공기로 인해 제3자에게 발생된 손해의 책임은 운영자가 통제할 수 없는 행위로 인한 사고이기 때문에 손해의 보상은 엄격책임에 기초해야 한다고 하였음. 무인항공기 사고는 제품의 오작동 뿐만 아니라 항공기의 결함에 따라 문제가 발생할 수 있기 때문에 엄격책임을 적용하는 것이 옳다고 하였음
- EASA는 보고서에서 "3.3. Analysing the societal impact of RPAS(무인항공기의 사회적 파급효과의 분석)"의 내용 중 "3.3.1. Third party liability and insurance(제3자 책임보험)"의 도입을 주장하고 있음
- RPAS의 운영 중 사고로 인해 발생될 수 있는 사상자가 고려되어야 하며 이는 RPAS의 조작에 의해 발생한 부상이나 손상을 보상 할 필요가 있음
- 이를 위해 제3자 보상 책임을 도입할 필요가 있으며, 무인항공기 운영에 있어 참고해야 함
- 무인항공기 사고가 발생하면 기체는 물론 기체외의 제3자에게 인적·물적 손해를 발생시킬 수 있음. 즉 항공기가 충돌 또는 추락한 경우에는 충돌 당한 상대방 항공기와 탑승객과 지상의 제3자에게도 손해를 발생시킴
- 이러한 경우에 무인항공기 운영자는 제3자의 신체상해 또는 재산피해에 대하여 손해배상 책임을 부담하게 되며 지상 제3자에 대한 무인항공기 운영자의

손해배상책임은 불법행위에 의한 손해배상책임을 부담함

- 피해자가 항공기 전문가가 아닌 이상 무인항공기 운영자의 고의·과실을 입증하는 것은 녹록치 않으며, 국제 조약에서도 엄격책임주의를 채택하여 행위의 원인과 결과가 발생한 경우에는 결과에 기초하여 가해자의 책임을 묻는 방법을 적용하고 있음

□ 영국

- 영국 민간항공국(Civil Aviation Authority : CAA)은 무인항공기 운영을 위한 가이드라인(CAP722 : Unmanned Aerial Vehicle Operations In UK)을 시행 중임. 이 가이드라인은 2002년 5월에 초판이 나온 이후에 2004년, 2008년, 2009년, 2010년, 2012년, 2015년 6번째 개정되었음
- 최신판 CAP 722는 5개 section에 총 25개 Chapter로 구성되어 있으며, 무인항공기의 등록, 운용 및 운용요건, 운용요원 자격, 감항, 관제절차 및 군용무인항공기의 민간관제공역 운항에 관한 내용이 포함되어 있음
- 영국도 전 세계의 무인항공기 개발동향에 맞춰 민간무인항공기의 상용화를 위한 노력을 다하고 있으며, 소형·중형·대형 무인항공기 운용에 따른 안전사고와 개인정보 침해 등에 대비해야 한다는 우려가 제기되었음
- 무인항공기에 대한 영국의 기본 정책은 영국 상공을 비행하는 무인항공기의 운용기준 및 안전도는 유인항공기보다 높거나 최소한 동등해야 한다는 입장이며, 유인항공기와 동등한 안전도를 구비할 수 있도록 특정 기능들을 무인항공기에 요구하고 있음
- CAA는 EuroCAE Working Group73에서 논의되고 있는 안에 따라 이륙중량을 기준으로 무인항공기를 구분하고 있으며, 자체중량 20kg 이하의 소형 무인항공기(Small Aircraft)는 레크레이션 목적의 모형항공기로 분류하여 별도의 등록 없이도 AGL 400ft 이하에서 비행이 가능하도록 하고 있음

□ 독일

- 독일 항공법(Luftverkehrsgesetz : LuftVG)의 개정에 따라, 민간 무인항공기는 현재 항공기로 인정받고 있으며 정확한 명칭은 '항공기 사고 및 준사고의 고지에 관한 규정(Luftverkehrsordnung : LuftVO)' 에 규정되어 있음

- 독일 항공법 제1조의 개정을 통해, 무인항공기를 스포츠 등의 목적을 위해 개정하였음(§1 LuftVG)
- 독일의 민간무인항공기는 덜 엄격한 규칙이 적용되며, 무인항공기가 순수하게 개인 용도로 사용되는 경우(5kg 이하)는 비행허가를 신청할 필요가 없으며 5kg 이상인 경우 비행 허가를 신청함
- 5kg 이하 개인 민간 무인항공기의 조종사는 구체적인 항공 법적 요구 사항의 적용을 받지 않음. 그러나 무인항공기를 조정할 수 있는 나이를 제한해 놓고 있으며, 5kg까지 상용 드론을 사용하여 회사는 관련 연방 국가 기관의 비행 허가를 신청해야함(§16 (1) LuftVO)
- 민간무인항공기를 운용 시 최소 공항에서 1.5 km 떨어진 곳에서 운용하여야 함. 비행 허가를 얻기 위한 전제 조건은 보험의 가입해야 하며 조종 교육 등 무인항공기 기본지식을 갖고 있어야 함

마. 무인항공기 운영자의 법적 책임의 검토

1) 국제협약

□ 몬트리올 협약(1999)의 적용 검토

- 무인항공기 운영자의 책임 규정 분석
- 우리나라는 제38차 총회 법률위원회에서 무인항공기(Remotely Piloted Aircraft)관련 법적 책임 문제를 검토할 연구그룹의 설립과 무인항공기 관련 정보교환 시스템 마련의 필요성을 제기하였음
- 미국은 항공기로 분류되는 무인항공기도 몬트리올 협약에 준하여 다루어질 수 있다고 하였음
- 몬트리올 협약의 무인항공기의 운영자 책임에 관한 내용은 “국제항공운송에 있어서의 일부 규칙 통일에 관한 협약(Convention for the Unification of Certain Rules for International Carriage by Air)”와 관련된 내용이라고 할 수 있음
- 몬트리올 협약 제1조 제1항의 내용(적용범위)은 “이 협약은 항공기에 의하여 유상으로 수행되는 승객·수하물 또는 화물의 모든 국제운송에 적용되며, 항공운송기업이 항공기에 의하여 무상으로 수행되는 운송에도 동일하게 적용된다”고 규정하고 있음

- 몬트리올 협약 제21조의 항공운송인의 손해배상책임 강화에서 승객 1인당 100,000 SDR 이하의 피해(사망 또는 부상) 대하여 항공운송인의 무과실 항변이 배제되고, 100,000 SDR을 초과하는 피해에 대해서는 항공사에 대한 과실책임을 추정하는 이원적인 체제를 규정하고 있음. 특히 물가변동율을 감안한 책임한도액 자동조정장치도 마련하였음
- 무인항공기 운영자와 피해자 사이에는 이해관계가 없는바 제한적인 손해배상체제를 적용할 수 없으며, 염격책임을 적용하는 것이 옳다고 생각함

□ 로마 협약(2009)의 적용 검토

- 무인항공기 운영자의 책임 규정 분석
- 로마 협약의 재논의는 국 9·11 테러 이후 세계 항공보험시장이 재편으로 인한 항공보험의 전쟁특약(AVN52C)이 해약되고 신특약(AVN52D)에 의한 담보범위의 축소, 지불한도의 감소, 추가 보험료의 부담과 보험부보 등에 대한 문제에 따라 항공업계는 혼란을 겪게 되었음
- 이에 따라 국제사회에서도 선의의 피해자에 대한 당연 보호방안에 대한 관심과 '로마 협약의 현대화' 작업이 필요하게 되었음
- 2004년 5월 31일에 로마 협약 현대화를 위한 특별연구 그룹이 결성되고 ICAO 법률위원회 주도로 개정작업에 착수하여, 일반위험배상협약안(Draft Convention on Compensation for Damage Caused by Aircraft to Third Parties)과 불법방해 배상 협약안(Draft Convention on Compensation for Damage Caused by Aircraft to Third Parties, in case of Unlawful Interference)의 2개의 협약안을 마련하였음
- 이 2개의 협약안은 ICAO 특별위원회의 집중적인 논의를 거쳐 최종적으로 2009년 4월 20일부터 5월 2일 까지 몬트리올에서 개최된 ICAO 주최 외교회의에서 채택되었음. 그러나 불법방해배상협약에서 규정하고 있는 국제민간항공배상기금 문제를 둘러싸고 항공선진국과 개발도상국 간의 대립으로 인해 발효는 녹록치 않은 실정임
- 로마 협약의 2개 협약 중 불법방해배상협약은 불법방해행위(unlawful acts)로서 테러를 대상으로 하는 것인바 무인항공기 운영에 따르는 항공사고 손해배상책임에는 적용할 수 있으며, 일반위험배상협약도 적용될 것으로 판단됨

- 일반위험배상협약은 불법방해 행위 결과 이외의 사고에 대한 적용으로서 국제운송비행 중 발생된 항공기 사고에 대한 체약국의 영토 내에서 발생된 제3자 손해에 대한 적용이라고 할 수 있음(협약 제2조 제1항)
- 운항자는 오직 손해가 비행 중의 항공기에 의하여 발생된 제3자가 입은 손해에 대하여만 책임을 부담함(협약 제3조 제1항). 그러나 손해가 발생한 사고와 직접적인 관련이 없거나 항공기가 현행 항공규칙을 준수하여 단순한 통과를 위한 비행에 불과한 경우에는 운항자는 책임을 부담하지 않음(협약 제3조 제2항)
- 정신적 상해(mental injury)에 대해서도 신체적 상해에 의한 정신적 상해 또는 사망이나 신체적 상해에 의한 정신적 상해 또는 사망이나 신체적 상해가 임박할 수 있는 상황에서 야기되는 정신적 상해를 배상대상으로 하고 있음(협약 제3조 제3항). 이는 종전의 협약 상 정신적 상해의 포함여부를 놓고 많은 논란이 되었던 문제를 명문으로 명시한 것임
- 환경적 손해(environmental damage)는 손해가 발생한 체약국의 법률에 의해 배상 대상으로 규정되어 있는 경우 배상됨(협약 제3조 제5항)
- 재산상의 손해는 당연히 배상되나 징벌적 또는 非보상적 손해는 배상되지 않음(협약 제3조 제4항, 제6항, 제7항)
- 동 협약은 운항자의 책임을 항공기의 최대이륙중량을 기준으로 10개로 세분하여 유한책임을 지우고 있고 그 책임한도액도 최대 7억 SDR로 대폭 상향하였음
- 동일한 운항자에 의하여 운항되고 있는 2대 이상의 항공기가 포함된 사고의 경우는 항공기 최대책임한도액이 적용됨(협약 제4조 제2항)
- 이러한 한도액은 운항자의 손해가 사용인 혹은 대리인의 과실 혹은 부당한 작위나 부작위에 원인되지 않았다는 것과 발생된 손해가 오로지 제3자의 과실 혹은 부당한 작위나 부작위에 원인되었을 때에만 적용되는 것임(협약 제4조 제3항)
- 운항자의 책임은 손해배상청구권자의 기여과실이나 다른 부당한 작위나 부작위가 있었을 경우에는 그 정도에 따라 전부 또는 일부가 면제됨(협약 제10조)
- 배상액 지불은 배상액상한을 초과한 손해 발생 시 사망, 신체상의 상해, 정신적 상해와 같은 인적손해를 우선적으로 하여 비례하여 지불하도록 하고 있으

며, 보상되지 않은 손해에 경우에는 다른 손해에 대하여 비례적으로 지불하도록 규정하고 있음(협약 제5조)

- 2인 이상의 항공기가 이 협약이 적용되는 손해를 발생하는 사고에 관련된 경우 이들 항공기 운항자들은 지상 제3자가 입은 손해에 대하여 연대책임을 부담함(협약 제6조 제1항)
- 로마 협약 제2조 제1항은 국제운송 비행 중의 사고 일반위험배상협약 중, 국제운송 비행 중의 무인항공기에 의하여 발생된 체약국의 영토 내에서 일어난 제3자 손해에 대하여 적용되는 것은 적용할 수 있음
- 무인항공기 테러로 인한 사고는 불법침해행위(unlawful acts)로 판단할 수 있기 때문에 항공사고 손해배상책임에 대한 적용방안과 불법방해배상협약의 적용에 대한 검토가 요망됨
- 로마 협약 제3조 제3항 정신적 상해(mental injury)의 책임 적용이 가능함. 이는 종전에는 정신적 상해를 보상하지 않았으나, 무인항공기 사고에 의해서도 신체적 상해에 의한 정신적 상해 또는 사망이나 신체적 상해에 의한 정신적 상해 또는 사망이나 신체적 상해가 임박할 수 있는 상황에서 야기되는 정신적 상해를 배상대상으로 할 필요가 있음
- 로마 협약 제3조 제4항, 제6항, 제7항에 따라 로마 협약에서는 재산상의 손해는 당연히 배상되나 징벌적 또는 비보상적 손해는 배상되지 않음. 그러나 무인항공기가 불법적인 제작이나 운영으로 인한 피해를 당했다면, 징벌적 피해보상의 대상에 대한 검토가 필요함
- 로마 협약 제4조 1항은 최대 이륙중량기준으로 보상비 분류동 협약은 운항자의 책임을 항공기의 최대이륙중량을 기준으로 10개로 세분하여 유한책임을 지우고 있고 그 책임한도액도 최대 7억 SDR로 대폭 상향하였음
- EU에서 적용하는 Regulation 785/2004에서 무인항공기에 적용하는 보험료도 500kg, 1,000kg, 2,700kg, 6,000kg으로 분류 적용하고 있으므로, 무인항공기에 의하여 구분하여 보험료를 적용하고, 손해배상액을 적용하는 방안을 검토하여야 함
- 지상 제3자의 손해에 대한 책임 관련 협약으로 1933년의 로마 협약을 기준으로 국제협약이 마련되었지만 보상수준의 미흡 등을 이유로 대부분의 항공선진국들이 비준을 하지 않아 관련 협약들은 국제사회에서 충분한 역할을 다하지 못하고 있었음

- 무인항공기 사고의 발생에 따른 운영자의 책임 규정
- 무인항공기는 주로 지상 통제국에서 조종하기 때문에 '지상 통제국'을 항공사의 주소지 또는 주된 영업소 소재지로 판단하기 어려움. 특히, 무인항공기 운영에 있어서 무인항공기 조종에는 여러 지상 통제국이 같이 할 수도 있고, 순차적으로 무인항공기를 운영할 수도 있음
  - 몬트리올 협약은 여객운송에 있어 소제기를 위한 제5관할권 인정(제33조 2항)하고 있는데 이는 종래 바르샤바 체제가 규정한 4개 관할에 '여객의 주소지 또는 영구 거주지'를 추가한 것임. 종래 관할권 인정은 ① 항공사의 주소지, ② 항공사의 주된 영업소 소재지, ③ 운송계약이 체결된 영업소 소재지, ④ 도착지 법원이었음

□ 적용 검토

- 무인항공기 운영에 따르는 사고발생 시 손해배상책임은 대부분 지상 제3자에 대한 인명이나 재산상의 손해 임
- 이러한 지상 제3자에 대한 책임을 규율하는 국제협약으로 로마 협약이 있으나 소수의 국가가 가입되어 있기 때문에 국제협약으로서의 역할을 못하고 있음. 또한 로마 협약을 현대화한 2009년 로마 협약은 발효 되지 않았으며, 발효의 가능성도 없어 보임
- 향후 무인항공기의 국제적 운영에 따르는 사고발생 시 손해배상책임 문제는 로마 협약 보다는 각국의 국내법에 의하여 해결될 가능성이 많을 것임. 그래서 항공기사고는 발생지국법에 따라서 처리하는 것을 원칙으로 하고 있으므로 발생지국의 국내법이 적용 될 것으로 봄
- 이 점에 있어서 2009년 로마 협약은 손해배상책임에 있어 가장 현대화한 내용을 갖추고 있으나 발효가 되지 않고 있음. 이러한 이유는 발효에 대한 요건이 복잡하며, 일반위험배상협약과 불법방해배상협약까지 채택하여 항공선진국과 개발도상국 사이의 갈등을 초래하고 있음
- 로마 협약이 지상 제3자에 대한 피해를 해결할 수 있지만, 무인항공기 사고시 유형을 전부 공중충돌, 통신간섭 등의 문제들을 로마 협약에서 해결할 수 없으며, 특히 무인항공기 조종사나 지상통제국의 과실, 무인항공기 제작사를 상대로 하는 제작사들에 대한 제조물책임법의 적용 검토가 필요함
- 로마 협약 제2조 제1항은 국제운송 비행 중의 항공기에 의하여 발생된 체약

국의 영토 내에서 일어난 제3자 손해에 대하여 적용된다고 규정되어 있지만 무인항공기 운영이 국제운송 비행이라 볼 수 있는지 여부와 체약국이 아닌 영토에서 일어난 사고의 법적 책임의 판단이 필요함. 로마 협약 제3조 제4항, 제6항, 제7항에서 재산상의 손해는 당연히 배상되나 징벌적 또는 非보상적 손해는 배상되지 않는다고 규정하고 있음

- 무인항공기의 악의적인 사용과 무인항공기 운영자의 행위가 과실을 넘어, 고의에 가까운 중과실일 경우 또한 무인항공기 제작사의 제작과실이 상당한 주의의무를 무시하였을 경우에도 징벌적 손해배상이 제한되는지는 검토가 필요함
- 동 협약 제4조 제1항에서 운항자의 책임을 항공기의 최대이륙중량을 기준으로 10개로 세분하여 유한책임을 적용하고 있으며, 책임한도액도 최대 7억 SDR로 대폭 상향한 것은 무인항공기 사고 시 법적 책임을 적용할 여지가 있음
- 동 협약 제4조 제2항에서 동일한 운항자에 의하여 운항되고 있는 2대 이상의 항공기가 포함된 사고의 경우에는 항공기의 최대책임 한도액이 적용된다는 규정도 무인항공기 사고에 대한 운영자의 법적 책임을 적용할 여지가 있음
- 로마 협약에는 1933년, 1952년, 1978년, 2009년 로마 협약이 있으나 1952년 로마 협약을 제외하고는 가입국가 수가 적고 2009년 로마 협약은 가장 최근에 제정된 협약이지만 가입국가가 일반위험배상협약에 다만 1개국이 가입하여 발효가 쉽지 않은 실정임. 그리고 미국, 영국 등 대부분의 항공선진국들은 가입하지 않고 있으며 우리나라도 어떠한 로마 협약에도 가입하지 않았음
- 그래서 향후 무인항공기의 국제적 운영에 따르는 사고발생 시 손해배상책임 문제는 로마 협약 보다는 각국의 국내법에 의하여 해결될 것임
- 항공기사고는 발생지국법에 따라서 처리하는 것을 원칙으로 하고 있으므로 발생지국의 현행법이 적용 될 것으로 판단됨
- 우리나라는 상법 항공운송편 제3장의 지상 제3자 손해에 대한 책임이 적용될 수 있을 것으로 판단됨

□ Chicago Convention 부속서 2의 적용 검토

- 부속서 2에서는 원격조종항공기(remotely piloted aircraft : RPA)는 사람, 재산 및 다른 항공기에 미치는 장애가 최소화되는 방법으로 운영해야 한다고 규정

하고 있음

- 또한 부속서 2에서는 운용방법, 운용허가신청서 제출 등에 관한 기준을 신설하였음. ① 국제비행용 원격조종항공기시스템(RPAS)은 RPA가 이륙하는 국가로 부터 허가를 받을 것 ② RPA가 다른 국가를 비행코자 할 때에는 그 국가로부터 특별허가를 받을 것 ③ RPA는 관련 관제당국과 사전 협의되지 않는 한 공해상에서 운용하지 말 것 ④ 위의 모든 특별허가와 협의는 RPA가 이륙하기 전에 완료할 것 ⑤ RPA는 등록국, 운용국 및 비행코자하는 국가가 정한 조건에 따라 운용할 것 ⑥ RPA를 운용하기 위해서는 부속서 2에 따라 (또는 비행코자 하는 국가가 정하는 바에 따라) 비행계획서를 제출할 것 ⑦ RPA는 비행코자하는 공역에 정해진 성능 및 장비(performance and equipment) 기준을 충족시킬 것

□ Article 83bis의 적용 검토

- ICAO는 항공기가 임대될 경우 항공기 등록국(State of Registration) 및 항공기 운영국(State of Operation)이 임차 및 교환(lease, charter, interchange) 또는 이와 유사한 형태의 운영을 하고자 하는 경우 항공기 관리에 대한 기능과 책임의 이전을 가능케 하는 국제적 규정이 필요함을 인지하게 되었음
- 1978년 법률위원회에서는 시카고 협약 본문의 개정과 함께 관련된 부속서 1, 6, 8 의 개정이 추진되게 되었음. 이 결과 1980년 10월에 개최된 제23차 ICAO 총회에서 83bis 도입안이 채택되었으며 이로부터 17년이 지난 1997년 비준 국가가 시카고 협약의 개정 정족수인 회원국 과반수(98개 국가)를 넘게 되어 발효되었음
- 83bis의 효력이 발생되기 위해선 양국 모두 83bis를 비준하여야 하며 양국 간에 감독책임 이전협정이 체결되면 임차항공기 운영과 관련 83bis의 효력이 발생되어 등록국의 감독책임이 운영국으로 이전되게 됨

□ Article 83bis의 무인항공기 적용 검토

- 국제항공운송에서 나타나고 있는 다양한 형태의 운항 중 임대차 항공기의 운항 시 안전감독 책임주체를 명확하게 하여 항공운송산업의 진흥을 돕고 한편으로는 항공기에 대한 안전 감독을 강화하기 위한 필요성에 의해 도입된 83bis는 매우 유용한 제도임

- 무인항공기가 임대되어 항공기의 국제운항이 이루어질 경우에는 단순임차 형태 및 포괄임차 방식으로 운영될 것임. 무인항공기가 단순임차 형태를 취하고 있으면서 포괄임차를 할 경우 서류로 임차 여부를 판단함으로 물론 감독관의 현장실사 등을 통한 실질적인 확인이 필요함

2) 국내법

□ 「상법」의 적용

- 몬트리올 협약에서는 여객과 운송인의 보호를 위하여 바르샤바조약 및 헤이그의정서에 없는 책임보험의 강제부보조항을 신설키로 합의하여 이를 규정하였음(협약 제 50조)
- 이에 따라 무인항공기 운영에 따르는 대부분의 사고는 지상 제3자에 피해에 대한 손해배상책임일 것임. 지상 제3자 피해에 대한 손해배상책임은 국제적으로는 로마 협약에 의하여 규율되고 국내적으로는 상법 항공운송편의 적용할 수 있음
- 로마 협약에는 1933년 로마 협약, 1952년 로마 협약, 1978년 로마 협약과 2009년 로마 협약이 있으나 2009년 로마 협약은 아직 미 발효 상태임. 우리나라 상법 항공운송편은 1978년 로마 협약을 모델로 하여 입법한 것으로 동 협약에서 규정하고 있는 내용의 대부분을 수용하고 있음
- 무인항공기 운영에 따르는 대부분의 사고는 지상 제3자에 피해에 대한 손해배상책임일 것임. 지상 제3자 피해에 대한 손해배상책임은 국제적으로는 로마 협약에 의하여 규율되고 국내적으로는 상법 항공운송편의 적용을 받음
- 국내의 경우 무인항공기 운용에 따르는 사고 발생 시 로마 협약을 국내 입법화한 상법 항공운송편이 적용됨. 그러나 동편에서 규정하고 있는 손해배상책임액은 1978년의 로마 협약을 그대로 반영한 것이어서 책임한도액이 낮아 현실적이지 못하다는 문제점이 있음

□ 「제조물책임법」의 적용

- 국제적 동향
- 무인항공기 사고는 일순간의 사고로 수많은 인명과 재산을 빼앗아 가며, 국가·사회적 문제일 뿐만 아니라 피해자의 사고 휴유증도 심각 함. 또한 피해자

는 무인항공기에 대한 전문지식도 없을 뿐만 아니라 항공기사고의 원인이 되는 항공기의 고도의 기술적인 원인을 입증하기란 매우 어렵기 때문에 피해자의 신속한 구제를 위해 무인항공기 제조업자에게 무과실책임을 부과할 필요가 있음

- 그러나 항공기 제조업자 및 부품업자에 대하여 책임제한을 하지 않을 경우 항공기 제조업자 및 부품업자는 과중한 부담으로 도산을 초래할 수도 있음. 그래서 항공기 또는 그 부품의 결함으로 인하여 사고가 발생한 경우에 일반 제조물의 책임규정을 그대로 적용하기에 다소 무리가 따를 수도 있음. 그러므로 피해자의 구제와 항공기 제조업자의 보호도 고려하여 양자의 조화를 모색하여야 할 것임
- 그러나 최근 각국의 판례동향은 항공기 사고에 있어 피해자 보호를 위하여 항공운송업자 및 판매업자, 제조업자에게 엄격책임(strict liability)을 부과하는 추세에 있음
- 현재로서는 무인자동차 사고가 발생한 경우 운전자 책임인지 제조자 책임인지 판단이 어렵기에 기술발전의 혜택을 누리는 것이 지연될 가능성 존재
- FAA는 미국의 영공안전 확보에 책임을 가지나, 연방정부와 주정부 간의 권한 문제가 발생함
- FAA가 무인항공기에 대한 엄격한 법률을 마련하기 보다는, 주별 자치가 확대되도록 무인항공기에 대한 규제 권한 이양을 하는 것이 효과적이라고 할 수 있음
- 문제의 복합성과 주법(state laws)의 다양성 고려가 필요함. 그러나 연방항공국(FAA)이 지역토지이용제한법, 투명성, 데이터접근절차 등에 관한 가이드라인을 제시할 필요가 있음
- 무인항공기 사고가 발생하면 재판관할과 준거법이 문제가 발생함. 그런데 대부분의 항공기제조물 책임소송은 미국 이외에서 발생된 항공기 사고라도 미국에서 제기하는 경우가 많음
- 이는 대부분의 항공기가 미국에서 제작되고 있다는 이유 이외에 미국은 제조물책임법이 발전되어 있고, 배심원제도에 의한 피해자에게 유리한 재정을 기대할 수 있는데다가 징벌적 손해배상까지 인정되고 있어 비교적 고액의 배상을 받을 수 있다는 점에서 그 이유를 찾을 수 있음

- 국내법의 적용
- 제조물책임법에 따르면 결함이라 함은 당해 제조물이 제조·설계 또는 표시상의 결함이나 기타 통상적으로 기대할 수 있는 안전성이 결여되어있는 것임(제조물책임법 제2조 제2호). 그래서 제조물책임법상의 결함개념에서 핵심적 요소는 안전성의 결여라고 할 수 있음. 제조물의 안전성은 해당 제조물로 인해 생명·신체 또는 재산에 미치는 위해로부터의 안전이라고 할 수 있음

□「민법」의 적용

□「민법」 제750조(불법행위책임)이 적용 됨

- 무인항공기 사고피해에 대한 손해배상청구는 무인항공기 사고로 인해 신체적·재산적 피해를 입은 국민이 국가 또는 가해자를 상대로 그 침해에 대한 금전적인 보상을 청구하는 것임
- 무인항공기 사고에 의한 피해자의 피해구제를 위한 민사소송을 제기함에 있어 법률구성은「민법」 제750조 또는 국가배상법 제2조의 불법행위에 의한 손해배상책임과「민법」 제758조 또는 국가배상법 제5조 제1항 소정의 영조물(공작물)의 설치·관리의 하자로 인한 손해배상책임으로 구성하는 것이 가능함
- 이러한 법리구성에서 어느 이론을 구성하는가에 따라서 당사자 즉, 원고와 피고의 특정문제와 소송물의 요건사실이 달라질 수 있음. 불법행위에 의한 손해배상책임론으로 구성하면「민법」의 불법행위의 요건사실인 고의 또는 과실을 입증해야 함
- 「민법」 제750조의 불법행위에 의한 손해배상책임이 성립하기 위해서는 가해자의 고의 또는 과실로 인한 위법행위로 타인에게 손해를 가한 경우여야 함. 가해자의 고의·과실, 위법성 및 손해의 발생 모두 원고인 피해자가 입증을 하여야 함. 그렇다면 무인항공기사고 피해에 대하여 국민들이「민법」 제750조의 불법행위책임에 의한 손해배상을 청구하기 위해서는 무인항공기를 운항하는 항공회사나 공항 운영자들에 대한 사고발생에 대한 과실을 입증해야 함
- 그러나 현행법상 무인항공기 공항의 설치나 관리가 법률에 정해진 바에 따라 행해지고 공항의 설치, 관리자가 항공기의 운항을 지휘, 감독하는 것도 아니며 현재의 항공기 제작과 비행에 관한 기술수준으로 보아 항공회사나 항공기 제작회사에게 현재 발생되는 사고 수준을 저감시킬 예견가능

성이 있다고 보이지 아니하므로, 불법행위의 요건사실인 과실을 입증하기가 어려움

3) 무인항공기 운영자의 보안 책임

□ 지상관제소의 출입 보안

- 무인항공기 운영을 총괄하는 지상관제소의 보안이 요망되며, 몇 대를 동시 운영하는 경우에는 높은 수준의 보안대책이 요구됨

□ 통신도청에 대한 보안

- 무인항공기는 지상통제소와 무선통신으로 연결되어 있으므로, 무선통신의 교란 등, 의도적인 통신해킹이 발생할 수 있으며, 이를 방지하기 위해 시스템 방어벽이 요구됨
- 무인항공기의 통신 도청에 대한 보안 유지는 사용 주파수, 통신 매체, 적용한 암호화 기술, 통신 링크의 부가적 속성 등이 중요 요소임

□ 데이터 보안

- 무인항공기 운영에 사용되는 비행 데이터는 고도의 통합과 보안이 요구되는 부분임
- 무인항공기에 사용되는 데이터는 사이버 공격 등에도 취약하지 않을 정도의 보안이 요구되며, 군용으로 만들어진 데이터 보안 기술이 차후에 민간무인항공기에도 적용될 수 있음

□ 기술 및 운영상 통제에 대한 보안

- 소형 무인항공기의 경우 헬기와 같은 수직 이착륙이 가능한 모델도 있어 건물 옥상 등에서도 날릴 수 있고, 심지어 손으로도 던져서 날릴 수 있는 기종도 있기 때문에 도심에서의 무분별한 비행이 가능하여 보안에 문제가 될 수 있음
- 현재 무인항공기를 이용한 생화학무기의 공중살포 등의 테러 위험 등이 거론되고 있으며, 미국을 비롯한 각국에서는 무인항공기가 테러에 이용되는 방지하기 위해 무인항공기 기술 개발을 군용 목적으로 한정하거나 또는 민간용

무인항공기의 운영 및 성능을 제한하고 있음

4) 무인항공기 운영자의 보험제도의 도입 필요

□ 국제기국(ICAO)의 책임보험의 강제가입 조항의 개설이 요망

- 몬트리올 협약(1999)에는 여객과 운송인의 보호를 위하여 바르샤바 조약 및 헤이그의정서에 없는 책임보험의 강제부보조항을 개설하기로 하였음(동 조약 제 50조). 이러한 책임보험의 강제부보조항은 무인항공기 운영에 대한 ICAO 규정에도 필요함
- 무인항공기가 민간상용화 된 이후 국민에게 발생될 피해 및 잠재적인 책임으로부터 회사의 책임을 면피하기 위해 보험 가입은 필요하며, 이는 무인항공기에만 해당하는 것이 아니라 제조물에 전부 해당하는 내용임
- 일반 항공기는 선체보험(hull insurance)을 통해 재산손실에 대비한 보험에 가입되어 있음. 이러한 보험제도는 항공기의 운영주체가 누군인지 여부와 사고에 따른 위험과 손실의 전보할 수 있음
- 무인항공기 보험제도는 무인항공기로 발생될 모든 사고에 대한 피해를 보상해야 되어야 하며, 책임보험 형식으로 가입이 되어야 함

□ 무인항공기 무게에 따른 보험제도의 도입 필요

- 로마 협약(2009) 제4조 제1항에서도 항공기의 중량에 따라 200,000kg 이상 500,000kg 미만인 경우는 5억 SDR, 항공기의 최대중량이 500,000kg 이상인 경우는 7억 SDR로 규정하고 있음. 특히 무인항공기로 인한 테러, 전쟁에 대비하기 위하여 ICAO에서 무인항공기 보험제도를 적극적으로 도입할 필요가 있음

4. [성과 6] 민간무인항공기 종사자 자격/교육 제도(안)

가. 민간무인항공기 종사자 자격제도 구축

1) 종사자의 자격의 종류

□ (국내외 무인항공기 종사자 분석) ICAO, 미국, 유럽, 호주 등의 국가에서 운영되고 있는 무인항공기의 종사자의 종류와 자격을 비교 분석

- ICAO : 원격조종사, 원격항법사, 원격엔지니어, 감시자 등
- 미국 : 기장(PIC), 내부조종사/외부조종사, 보조조종사, 감시자, 정비사 등
- 영국 : 원격조종사, 운용요원(crew), 정비사, 지휘자(Commander) 등
- 호주 : 무인항공기 조종사, 이륙조종사, 감독조종사 등
- 한국 : 무인항공기 조종사, 무인항공기 감시자 (항공법 시행규칙에 따른)
  - 군용무인항공기 : 내부조종사, 외부조종사, 감지기 조종관, 임무지휘자, 전자통신정비관, 기체엔진정비관, 장비운용통제관 등

□ (무인항공기 종사자 자격 종류 제안) 무인항공기 비행허가를 신청하기 위해 무에 자격증명이 필요한 항공종사자는 크게 10종으로 구분

- 조종요원 : 사업용 무인항공기 조종사, 개인용 무인항공기 조종사
- 지상지원 요원 : 무인항공기 정비사, 무인항공기 운항관리사(유인항공기 운항관리사에 추가 보수 교육으로 대체), 무인항공기 감시자

2) 조종사 자격제도 구축

□ (무인항공기 조종사 자격 기준) 초경량 무인비행장치의 자격기준 보다 강화된 기준으로 설정 필요

- 조종 자격의 종류 : 개인용 무인항공기 조종사, 사업용 무인항공기 조종사
- 종류 한정자격 : 비행기, 회전익항공기, 수직이착륙기, 비행선, 멀티콥터
- 등급 한정 : 육상단발, 육상다발, 수상단발, 수상다발
- 조종위치에 따른 등급한정 : 내부조종사, 외부조종사

- 기타 비행 증명 : 조종교육증명, 계기비행증명 등
- 비행경험 및 교육경험 : 유사 유인항공기의 조종사 자격에 준하여 기준을 설정하였으며, 새로운 형식의 무인항공기는 해외기준을 준용하였음

□ 수직이착륙기 및 멀티콥터에 대한 조종자격

- 회전익 항공기와 멀티콥터는 정지비행이나 전진비행과 같은 운동특성이 상당히 유사하며, 일부 멀티콥터중 쿼드콥터의 경우는 전진비행중 양력발생이 가능한 날개가 있는 형태가 있으며, 이는 멀티콥터라기보다 파워플랜트가 4개로 구성된 수직이착륙기로 취급할 수 있으며 비행 및 조종특성이 유사함
- 국제 자격기준을 고려하여 전문가 그룹의 논의를 통하여 종류를 통합할 필요성하며, 멀티콥터와 회전익항공기의 자격을 병합 관리하기 위해서는 조종에 관련된 비행특성을 면밀히 검토할 필요가 있음.
- 비행기, 회전익항공기, 수직이착륙기로만 구분할 경우, 특수한 형태의 멀티콥터는 비행특성 중에 전진비행중 비행기와 같이 양력을 발생하는지를 고려하여 조종 자격을 구분할 필요가 있음

□ 조종연습생 자격 기준

- 자격 요건
  - 만 17세 이상으로, 읽고, 말하고, 쓰고, 이해할 수 있는 자
  - 제3종 항공신체검사증명서 소지자(탑승하지 않으므로 가장 낮은 수준으로 완화하여 적용)
  - 유자격 교관으로부터 교육받은 사항에 대하여 교육기록부(logbook)에 기록하고 이를 유지
- 조종연습생의 단독비행 조건
  - 단독 비행을 수행할 비행장의 공역에 대한 규정과 절차
  - 비행할 무인항공기의 구조와 모델에 대한 비행특성과 운항 제한사항 등
  - 비행할 무인항공기에 해당하는 구조와 모델에 대한 기동과 절차에 관한 비행훈련
  - 비행할 무인항공기와 모델 또는 유사한 구조와 모델에 대하여 기동과 절차에 관하여 허가된 교관이 심사하는 기량과 안정성 훈련
- 조종연습생 일반 제한사항

- 보수를 받거나 또는 고용이 되어 운항
- 사업상의 목적
- 국제 비행
- 주간 비행 시 지상시정 3SM이하 또는 야간 비행 시 5SM이하인 경우
- 지상 시각 참조물을 이용한 비행이 불가능한 경우

□ 개인용 무인항공기 조종사 자격 기준

• 자격 요건(유인항공기와 동일한 조건)
  - 만 18세 이상으로, 읽고, 말하고, 쓰고, 이해할 수 있는 자
  - 유자격 교관으로부터 교육받은 사항에 대하여 교육기록부(logbook)에 기록하고 이를 유지

• 항공지식
  - 유자격 교관으로부터 지상교육을 받고 기록을 유지
  - 시행규칙에서 정한 학과시험범위에 포함된 내용을 숙지

• 비행기량
  - 유자격 교관으로부터 다음의 지상교육과 비행교육을 받고 기록을 유지
  - 항공법, 무인항공기 시스템에 관한 일반 지식, 기상학, 위험한 기상 식별 및 방지 절차, 비행전 준비, 비행전 절차, 공항운항, 이륙, 착륙과 복행, 성능조작 (Performance maneuvers), 지표물 참조기동, 항법, 저속비행(Slow flight)과 실속, 기본계기 기동, 비상운영, 야간 비행, 비행 후 절차, 계기비행, 비정상 및 비상 절차(C2 연결 손실, 소프트웨어 오류, 통신 오류 등), 회전익항공기의 경우 자동회전(autorotation)

• 조종사 경험
  - 비행기 : 40시간(전문교육기관 이수자 : 35시간)
  - 회전익항공기, 멀티콥터 : 40시간(전문교육기관 이수자 : 35시간)
  - 수직이착륙기 : 40시간(전문교육기관 이수자 : 35시간)

• 조종사 업무 제한
  - 보수를 받거나 고용이 되어 화물을 수송
  - 보수를 받거나 고용이 되어 운항

□ 사업용 무인항공기 조종사 자격 기준

- 자격 요건(유인항공기와 동일한 조건)
  - 만 20세 이상으로, 읽고, 말하고, 쓰고, 이해할 수 있는 자
  - 유자격 교관으로부터 교육받은 사항에 대하여 교육기록부(logbook)에 기록하고 이를 유지
- 항공지식
  - 유자격 교관으로부터 지상교육을 받고 기록을 유지
  - 시행규칙에서 정한 학과시험범위에 포함된 내용을 숙지
- 비행기량
  - 유자격 교관으로부터 다음의 지상교육과 비행교육을 받고 기록을 유지
  - 항공법, 무인항공기 시스템에 관한 일반 지식, 기상학, 위험한 기상 식별 및 방지 절차, 비행전 준비, 비행전 절차, 공항운항, 이륙, 착륙과 복행, 성능조작 (Performance maneuvers), 지표물 참조기동, 항법, 저속비행(Slow flight)과 실속, 기본계기 기동, 비상운영, 야간 비행, 비행 후 절차, 계기비행, 비정상 및 비상 절차(C2 연결 손실, 소프트웨어 오류, 통신 오류 등), 회전익항공기의 경우 자동회전(autorotation)
- 조종사 경험
  - 무인항공기 조종 기술은 유인항공기에 비해 육체적인 숙련도가 필요치 않음에 따라 유인항공기와 동일한 비행경력을 적용할 필요가 없음.(추가 연구 필요)
  - 비행기 : 150시간(전문교육기관 이수자 : 100시간)
  - 회전익항공기, 멀티콥터 : 150시간(전문교육기관 이수자 : 100시간)
  - 수직이착륙기 : 150시간(전문교육기관 이수자 : 100시간)
- 조종사 업무 범위
  - 보수를 받고 무상운항을 하는 무인항공기를 조종하는 행위
  - 항공기사용사업에 사용하는 무인항공기를 조종하는 행위
  - 항공운송사업에 사용하는 무인항공기(1인의 조종사가 필요한 항공기에 한함)를 조종하는 행위
  - 기장 외의 조종사로서 항공운송사업에 사용하는 무인항공기를 조종하는 행위
  - 보수를 받거나 고용이 되어 운항

□ 비행교관 자격 기준

- 해당 무인항공기의 종류·등급 또는 형식에 적합한 기량이 있어야 하며, 다음의 교육을 받아야 함
  - 자원 준비, 학습에 도움이 되는 분위기의 생성, 지식 전달, 운용요원 자원 관리와 위협과 실책 관리(threat and error management (TEM))의 통합, 교육 목표를 성취하기 위한 시간 관리, 학습 촉진, 교육생 수행 평가, 진척 사항 검토 및 감시, 강의 평가, 결과 보고
- 계기비행증명 기준
  - 무인항공기 비행방식은 유인항공기와 다름. 이에 따른 계기비행증명에 대한 증명 기준, 훈련 기준에 대한 추가 연구가 필요함.
  - 국토교통부장관이 지정한 전문교육기관에서 해당 무인항공기 종류에 대한 계기비행과정의 전문교육훈련을 이수한 자
  - 외국정부가 인정한 교육기관(항공기 제작사의 교육기관을 포함한다)에서 해당 무인항공기 종류에 대한 계기비행과정의 전문교육훈련을 이수한 자
  - 지상교육 : 계기비행에 필요한 소정의 교육을 이수한 자
  - 비행훈련 : 40시간 이상의 계기비행훈련을 이수한 자

□ 외국인 조종사 자격증명 및 한정증명 전환

- 외국인의 자격증명
  - 다른 체약국가의 조종사 자격증명을 가지고 있는 조종사 자격증명 및 한정자격 시험에 응시하여 그 자격을 취득
  - 체약국에서 적법하게 취득한 조종사 자격증명 및 계기비행증명은 해당 항공기 기종 한정자격으로 소정의 확인절차 후, 아국의 한정자격으로 인정
  - 외국의 자격증명을 아국의 자격증명으로 전환하였을 경우 외국 조종사 자격증이 취소 또는 정지되었을 때에는 아국의 자격증명도 그 기간 동안 취소 또는 정지

□ 외국 및 군조종사의 자격증명과 한정자격의 인정

- 외국자격에 근거한 자가용 조종사 자격증명 및 한정자격
  - 국제민간항공조약 체약국의 자격증명을 소지한 자는 국내 조건에 부합하게 자격증명 및 한정자격을 신청할 경우 이를 인정하여 그 자격 및 한정을 취득 가능
  - 체약국에서 취득한 항공기 한정자격(aircraft rating) 및 계기비행증명

(instrument rating)을 국내 자격증명 발급 시 이를 인정 가능

- 외국의 자격증명을 아국의 자격증명으로 전환하였을 경우 외국 조종사 자격증이 취소 또는 정지되었을 때에는 아국의 자격증명도 그 기간 동안 취소 또는 정지

• 군 조종사 경력 인정

- 운송용 조종사, 사업용 조종사, 자가용 조종사, 계기비행증명 및 조종교육증명 시험에 응시하고자 하는 자의 경력 산정 시 군 및 경찰 비행경력을 인정자

3) 조종사 이외의 운항요원 자격제도 구축

□ (무인항공기 감시자) 지상통제소 외부에 위치하며, 무인항공기가 가시영역 내에서 비행할 때 안전한 비행을 하도록 지원하는 업무를 수행함.

• 기본 자격 요건 : 만18세이상으로, 읽고, 말하고, 쓰고, 이해할 수 있는 자

• 무인항공기 감시자 항공지식 : 무인항공기 감시자에 적용하는 규정, 비행과 항공역학의 이론, 제한사항과 관련된 무인항공기 절차 운영, 정상운영절차, 비상절차

• 무인항공기 감시자 경험 : 무인항공기 감시자를 필요로 하는 무인항공기의 무인항공기 감시자 업무의 실기연습을 10시간 이상 행한 경험한자나, 전문교육기관에서 무인항공기 감시자에 필요한 과정을 이수한 자

□ (무인항공기 탑재장비 운용사) 무인항공기 내부나 외부에 장착되는 장비로서, 무인항공기가 운항 중에 운항목적에 맞추어진 업무를 수행하기 장착된 장비를 운용하는 자

• 기본 자격 요건 : 만20세이상으로, 탑재된 장비를 목적에 맞게 운영하고, 장비를 안전하고 효율적으로 운용하거나, 필요시 조종사의 비상절차 등에 조력을 수행하는 필수 운용자.

• 무인항공기 장비운용사 지식 : 무인항공기 운용에 관한 전반적인 운용 절차, 무인항공기 및 임무장비 제한사항과 관련된 무인항공기 절차 운영, 정상운영절차, 비상절차, 임무탑재장비에 관한 제원, 특성 및 운용 절차

4) 운항요원 이외의 항공종사자 자격제도 구축

□ (무인항공기 운항관리사) 유인항공기의 운항관리사와 동일한 업무를 수행하며, 별도의 자격이 필요하지 않으며, 기존의 운항관리사 자격에 무인항공기의 운항 특성과 관련하여 추가보수 교육을 통하여 추가로 자격한정

□ (무인항공기 정비사) 유인항공기 정비사 자격과 동일한 수준으로 관리하며, 지상통제소의 시스템 및 통신시설과 관련된 정비 범위를 추가함

- 항공정비사의 업무범위
  - 무인항공기 대한 정비업무범위는 기체관련분야, 피스톤발동기관련분야, 터빈발동기관련분야, 프로펠러관련분야, 또는 전자・전기・계기관련분야로 한정함
  - 이동통제소를 포함한 지상통제소에 정비는 전자・전기・계기관련분야의 항공정비사가 제작사의 교육과정 이수를 통하여 정비를 수행함

나. 민간무인항공기 교육 제도 구축

1) 조종사 교육제도 구축

□ (전문교육기관 지정기준(안)작성) 무인항공기 특화된 지정기준(안) 설정

- 유인항공기 운항기술 기준 준용 및 해외 사례 참조 적용
- 교육과정에서 통합훈련과정 추가
- 항공안전관리시스템 추가(ICAO Doc 9841 Ch.5 적용)
- 해외 훈련기관의 인가 사항 추가(ICAO Doc. 9841 Ch12. 적용)

□ (국외 무인항공기 훈련 제도 분석) ICAO, FAA, EASA 및 해외 국가들의 교육 제도화 비교

- NATO 훈련 내용: 공역구조/운용 요구, ATC 절차/공중규칙, 항공역학, 항공시스템, 성능, 항법, 기상, 항공영어 포함 통신절차, 임무 준비
- 미 국방성 훈련: 다음 4가지 중 한가지 자격 수준 구분 훈련
  - BUQ-I: VFR in Class E, G, 1200 AGL이하의 전투/제한 공역
  - BUQ-II: VFR in Class D, E, G, 18,000 MSL 이하의 전투/제한 공역

- BUQ-III: VFR in 18,000 MSL 이하의 모든 공역
- BUQ-IV: FL 600까지의 모든 기상 조건하의 공역

□ 조종사 훈련요소 구성 : 외부조종사

- 비행 기술
  - 활주이착륙 또는 발사/회수 비행 수동/반자동 조종 기술(고정익) : 외부조종사는 활주 및 이착륙 사이트에서 수동(반자동)으로 내부조종사의 비행데이터 조력에 따라 육안으로 비행체를 보면서 이륙/착륙 조종을 실시
  - 수직이착륙 이륙/착륙 비행 수동/반자동 조종 기술(회전익) : 회전익 및 틸트로터, 멀티로터 기종들은 수직으로 이착륙 비행 조종을 실시
  - 장주 비행 : 이륙 후 장주 비행 절차에 따라 장주비행을 실시하면서 장주 이탈 시점에 내부조종사에게 비행통제권을 이양, 복귀 시에는 내부조종사의 비행데이터 조력 하에 비행체를 육안 식별이 되면, 통제권을 이양 받아서 장주 비행을 실시하여 장주 착륙 조종을 실시
- 절차 기술
  - 비행장 이착륙 절차 : 비행장 지상 및 공중 운용 절차를 숙지해야 함
  - 관제 절차(공항 관제 이해 수준) : 교신 내용을 이해하고 비상상황에서 비행장 이탈 조치를 할 수 있는 수준의 관제 절차를 숙달해야 함
- 지식요소
  - 비행원리, 항공기상, 항공안전, 무선통신에 사용되는 언어를 말하고 이해할 수 있는 능력, 비행장 운영 지식, 비행장 관제 공역 운영

□ 조종사 훈련요소 구성 : 내부조종사

- 비행 기술
  - 활주이착륙 또는 발사/회수 비행 반자동/자동 조종 기술(고정익), 수직이착륙 이륙/착륙 비행 반자동/자동 조종 기술(회전익/틸트로터/멀티로터), 장주 비행 반자동/자동 조종 기술, 장주 이탈 및 진입 비행 기술, 경로 비행 기술, 임무수행 비행 기술(점항법, 선항법, 지역항법)
- 절차 기술
  - 비행장 이착륙 절차, 관제 절차(공항 및 항로 관제 절차 가능 수준), 계기

비행 절차, 공중충돌 감지 및 회피 시스템 기술

- 지식요소
  - 비행원리, 항공기상, 항공안전, 항공보안, 통신운용(ATC통신/데이터링크,), 무선통신에 사용되는 언어를 말하고 이해할 수 있는 능력, 비행장 운영/공항 관제 운영, 항로 공역 관리, 항공안전관리, 품질보증
  - 전파/통신 시스템 운용: 무선통신 운용을 위해서 기본 자격에 추가하여 아마추어무선통신사 특수급(항공) 자격증 별도 필요

□ 무인항공기 훈련기관 요건 및 인가 과정

- ICAO 항공기 교육기관 지정 매뉴얼과 국내 운항기술기준 고려하여 적용
- 훈련기관 운영요건
  - 국토교통부장관으로부터 훈련운영기준 (Training Operation Specifications)이 포함된 무인항공기 훈련기관 인가에 대한 절차 및 제도 제정
- 인가신청시 포함될 내용
  - 설치자 및 책임관리자의 이력서 및 평가기준 및 방법
  - 훈련시설 및 비행훈련장비에 대한 개요
  - 교관, 평가관 등 종사자 확보현황 및 과정별 세부 훈련운영계획
  - 훈련생, 교관, 평가관 등의 훈련과 자격 등에 관한 기록유지 시스템
  - 품질보증시스템 및 안전관리시스템(SMS) 운영에 대한 개요
- 훈련운영기준(Training and Procedures manual)
  - 훈련기관의 조직과 인가 받은 분교의 명칭 및 주소
  - 교육훈련과정의 범위 및 평가에 관한 사항
  - 훈련과 시험, 평가 등에 사용하는 교재 및 항공기, 모의비행장치 등 장비 등을 포함한 교육훈련 프로그램
  - 모의비행장치 운영등급과 기타 훈련에 사용되는 장비에 관한 사항
  - 무인항공기 훈련기관 설치자, 관리자 및 교관에 대한 이름, 임무 및 자격요건 등
  - 무인항공기 훈련기관의 품질보증체계 및 안전관리시스템운영에 관한 사항
  - 무인항공기 훈련기관의 기록관리에 관한 사항
  - 기타 국토교통부장관이 설정한 인가사항과 제한사항 등
- 보고사항 : 책임관리자, 교관 및 평가관, 훈련 진행에 영향을 미치는 사항 발생시

- 인가의 정지 또는 취소
- 훈련과정과 종사자의 요건
  - 인가된 훈련과정을 준수하고, 훈련과정에 따라 주어진 임무를 수행할 수 있는 자격을 갖춘 충분한 교관 · 평가관 및 행정요원을 확보
  - 무인항공기 훈련기관은 장관의 사전인가 없이 임의로 훈련과정을 변경불가
  - 무인항공기 훈련기관은 정한 기준에 따라 훈련을 진행할 수 있는 책임관리자를 최소 1인 이상 지정
- 설치자 및 책임 관리자의 자격요건
  - 만25세 이상이고, 훈련기관을 적정하게 운영할 수 있다고 인정되는 자일 것
  - 설치자가 법인인 경우에는 그 법인의 대표자가 금치산자 · 한정치산자 또는 파산자로서 복권되지 아니한 자가 아닐 것
- 주임교관의 자격요건
  - 교관의 자격을 갖춘 자로서 훈련과정 관련부서에서의 교관경력이 5년 이상
- 교관의 자격요건
  - 학과교관의 경우에는 해당 교과목에 대한 전문지식과 5년 이상의 실무경험
  - 해당 훈련과정에 유효한 항공종사자 자격증명 또는 교관 인증서를 소지할 것(해당되는 훈련과정에 한한다)
- 비행훈련과정의 비행교관 자격요건
  - 사업용 무인항공기 조종사의 경우에는 사업용 무인항공기 조종사 자격증명과 해당 무인항공기 형식의 한정 자격증명을 소지하고 사업용 무인항공기 기장으로서 총 비행시간 500시간 또는 해당기종 기장으로서 비행시간 300시간의 경력이 있을 것. 단, 모의비행장치 전담교관의 경우 모의비행장치 비행시간을 인정할 수 있음
  - 법 제34조제2항 제2호의 규정에 의한 조종교육을 수행하고자 하는 자는 조종교육증명을 소지하고, 시행규칙 제142조의 규정에 의한 조종교육경험을 가질 것
  - 모의비행장치를 사용하여 훈련비행을 수행하는 자는 3.5.5에서 정한 교관

훈련을 이수하고 시험요건을 충족한 자일 것

- 신규 기종으로서 기존 무인항공기 기종들과 조종방식이 현격히 차이가 있는 경우 최초 교관의 경우 국내 제작사가 지정한 유자격 조종사 및 해외 해당 기종 유자격 조종사들 경력을 인정하여 해당 기종의 교관으로 지정할 수 있음.

• 평가관의 자격요건 및 인정

- 지상학 이수 내용 : 평가관의 임무 · 역할 및 책임, 시험과 평가를 수행하는 방법, 절차 및 기법, 조종사 기량의 평가(비행훈련과정에 한함)
- 지식심사와 정기기량심사(Annual Proficiency Check)를 이수할 것

□ 무인항공기 훈련기관 시설과 훈련장소

• 무인항공기 훈련기관은 훈련과정의 내용, 훈련생의 수 및 연간 훈련회수 등을 감안하여 필요한 시설, 장비 및 교재 등을 갖추어야 한다.

• 학과훈련교재

- 국제민간항공기구(ICAO)에서 정한 범위와 수준 이상이 포함된 적절한 내용의 기본교과서 및 필요 참고서를 갖출 것
- 해당과정에 맞는 형식의 무인항공기 운항, 항공보안, 운항관리, 또는 안전관리 등의 학습에 필요한 교재를 갖출 것
- 해당 과정에 맞는 형식의 무인항공기 계기 및 장비품의 구조, 기능 또는 조작방법을 명시한 모형 또는 도면을 갖출 것

• 비행훈련을 위해 사용하는 비행장은 훈련용 항공기

- 기상조건은 풍속 5노트 이하로 해당지역의 평균최고기온 적용
- 운용방법은 무인항공기 제작사가 발행한 비행교범 또는 비행규정에 의한 통상의 방법
- 비행훈련을 실시하기 위하여 필요한 수의 무인항공기를 갖출 것
- 해당과정을 훈련하기에 필요한 성능, 구조 및 장비를 갖출 것
- 훈련용 무인항공기 비행규정은 제작사 및 국토교통부장관이 인가한 것으로 훈련생이 충분히 사용할 수 있는 수 이상을 갖출 것
- 훈련용 무인항공기의 감항성을 유지하기 위해 필요한 정비수단을 확보할 것

• 학과 또는 실기훈련을 위한 강의실, 브리핑실 등의 시설

- 훈련생수에 따라 충분한 면적과 건축 관계법규에 적합할 것
- 책상, 의자, 흑판, 컴퓨터, OHP, Beam Projector 등 필요한 사무기기를 갖출 것

• 훈련용 모의비행장치
- 지방항공청장이 지정한 해당 형식의 무인항공기에 맞는 모의비행장치를 갖출 것
- 해당과정을 훈련하기에 필요한 성능, 구조 및 장비를 갖출 것
- 훈련용 모의비행장치의 성능 및 기능 등을 유지하기 위하여 필요한 기본적인 정비수단을 확보할 것
- 모의비행장치 검사기록부를 유지, 관리할 것

□ 훈련과정

• 훈련과정의 구분
- 조종사 지상학과정, 비행훈련과정, 계기비행과정, 탑재장비 운용과정, 항공보안과정, 운항관리과정, 항공안전관리과정, 항공정비 훈련과정

• 무인항공기 훈련기관은 교육훈련 요구사항을 충족할 수 있는 훈련 및 교수기법에 대한 품질보증시스템을 수립

• 무인항공기 훈련기관은 자체 안전관리시스템(SMS: Safety Management System)을 구축하고 교육훈련에서 항공안전관리시스템 과정을 포함하여 운영

2) 조종사 이외의 운항요원 교육제도 구축

□ (무인항공기 감시자) 무인항공기가 가시영역 내에서 비행할 때 안전한 비행을 하도록 지원하는 업무를 수행. 감시자의 자격, 지식 및 경험, 무인항공기 제작사의 운영지침이 반영된 제작사 교육훈련체계를 인가

□ (무인항공기 탑재장비 운용사) 무인항공기 내부나 외부에 장착되는 장비를 무인항공기가 운항 중에 운항목적에 맞게 운용하는 자로, 장비운용자의 자격, 지식 및 경험, 무인항공기 제작사의 운영지침이 반영된 제작사 교육훈련체계를 인가

3) 운항요원 이외의 항공종사자 교육제도 구축

□ (무인항공기 운항관리사) 유인항공기의 운항관리사 자격에 무인항공기의 운항특

성과 관련하여 추가보수 교육을 통하여 추가로 자격한정

□ (무인항공기 정비사) 유인항공기 정비사 자격과 동일한 수준으로 관리하며, 지상통제소의 시스템 및 통신시설과 관련된 정비 범위를 추가함

다. 민간무인항공기 항공신체검사 기준

1) 조종사 항공신체검사 기준

□ (국내 유인항공기 항공신체검사 기준) 항공법 시행규칙에 따른 종류와 유효기간 검토하여 무인항공기에 적합한 기준안 작성(항공의학협회의 전문전인 검토가 필요함)

- 개인용 무인항공기 조종사 : 제3종으로 신경/정신계 검사 추가하고 일부 기준 완화 필요, 유효기간은 유인기와 동일함
- 사업용 무인항공기 조종사 : 제3종으로 신경/정신계 검사 추가하고 일부 기준 완화 필요, 유효기간은 12개월

□ 무인항공기 조종사 항공신체검사 제3종 검사 항목

- 일반 검사
  - 두부・안면・경부・몸통 또는 사지에 항공업무에 지장을 주는 변형・기형도는 기능장애가 없을 것
  - 악성종양 또는 그 염려가 없을 것
  - 현저한 전신의 쇠약이 없을 것
  - 중대한 내분비장애나 대사・영양장애가 없을 것
  - 중대한 알레르기성 질환이 없을 것
  - 인슐린이나 혈당강하제로 조절이 필요한 당뇨병이 없을 것
- 호흡기 계통
  - 호흡기계통의 활동성 질환이 없을 것
  - 흉막 또는 종격에 중대한 이상이 없을 것
- 순환기 계통
  - 조절되지 않는 고혈압이 없을 것
  - 순환기계통의 중대한 기능 및 구조적 이상이 없을 것
  - 심근장애, 관상동맥장애 또는 이들의 증후가 없을 것

- 중대한 선천성 또는 후천성 심질환이 없을 것
- 중대한 자극생성 또는 흥분전도의 이상이 없을 것
- 심부전 또는 그 기왕력이 없을 것
- 중대한 심막의 질환이 없을 것
- 심장판막의 교체, 영구적인 심장 박동기 이식 또는 심장 이식의 기왕력이 없을 것

• 소화기 계통

- 소화기계통 또는 복막에 중대한 기능장애 또는 질환이 없을 것
- 항공업무에 지장을 줄 염려가 있는 소화기계 질환이나 수술 후유증, 특히 염착이나 압박에 의한 폐쇄증상이 없을 것

• 혈액 및 조혈장기

- 출혈성 경향을 갖는 질환이 없을 것
- 나. 중대한 비종이 없을 것

• 정신계

- 기질적 정신장애가 없을 것
- 향정신성 물질로 인한 정신 또는 행동장애가 없을 것
- 약물의존 또는 알코올 중독이 없을 것
- 정신분열증이나 정신분열성 또는 망상장애가 없을 것
- 정동장애가 없을 것
- 신경증, 스트레스 관련성 또는 신체성 장애가 없을 것
- 생리적 장애 또는 육체적 요인으로 동반된 행동증후군이 없을 것
- 인격장애 또는 행동장애가 없을 것
- 정신시체가 없을 것
- 정신발달장애가 없을 것
- 유년기 또는 청소년기에 발병한 행동장애 또는 정서장애가 없을 것
- 그 밖에 다른 정신장애가 없을 것

• 신경계

- 간질성 질환이나 원인불명의 의식장애, 경력·발작 또는 이들의 기왕력이 없을 것
- 중대한 두부외상의 기왕력 또는 두부외상 후유증이 없을 것
- 중추신경계통의 중대한 장애 또는 이들의 기왕력이 없을 것
- 중대한 말초신경계통 또는 자율신경계통의 장애가 없을 것

- 운동기 계통
  - 뼈・근육・건・신경 또는 관절에 중대한 질환이나 외상 또는 이들의 후유증에 의한 중대한 운동기능장애가 없을 것
  - 습관성 관정 탈구가 없을 것
  - 사지에 항공업무에 지장을 줄 염려가 있는 운동기능 장애가 없을 것
- 신장・비뇨・생식기계통
  - 신장 및 비뇨생식기계 질환이나 수술의 후유증, 특히 협착이나 압박에 의한 폐쇄증상이 없을 것
- 눈
  - 안구 또는 안구 부속기에 항공업무에 지장을 줄 질환과 수술 및 상해로 인한 후유증이 없을 것
  - 녹내장이 없을 것
  - 중간 투광체・안저 또는 시로에 항공업무에 지장을 줄 질환이 없을 것
  - 눈 굴절상태에 영향을 주는 수술을 받지 않았을 것. 다만, 피검자의 면허나 한정업무 수행 시 지장을 줄 수 있느 ㄴ후유증이 없는 경우는 제외한다.
- 이비인후과, 구강 및 치아
  - 귀 또는 관련 구조에 항공업무에 지장을 줄 이상이나 질환이 없을 것
  - 비공・부비공 또는 인후두에 중대한 질환이 없을 것
  - 심한 말더듬이・발성장애 또는 언어장애가 없을 것
- 시기능
  - 다음의 어느 하나에 해당할 것. 다만, 2)의 기준에 항공업무를 수행할 때 한쌍 이하의 상용안경(항공업무를 수행할 때 사용하는 교정안경 등을 말한다)을 사용하는 동시에 예비 안경을 휴대할 것을 항공신체검사 증명에 조건으로 부여받는 사람만 해당한다.
    * 각 눈의 교정하지 않고 0.7 이상의 원거리 시력이 있을 것
    * 각 눈이 교정하여 0.7 이상의 원거리 시력이 있을 것
    * 각 눈의 원거리 시력이 교정하지 않고 0.1 미만인 경우에는 최초검사와 이후 5년마다 안과 정밀검사를 제출해야 한다.
  - 교정하지 않거나 자기의 교정안경에 의하여 각 눈이 30센티미터에서 50센티미터까지의 임의의 시거리에서 근거리 시력표(30센티미터 시력용)의 0.5 이상의 시표를 판독할 수 있고, 다음의 요건을 갖출 것. 다만, 50세 이상

은 100센티미터에서 N14 도표나 그에 상응하는 것의 0.5 시상의 시표를 판독할 수 있어야 한다.

* 근거리 교정만 필요한 경우, 즉시 사용 할 수 있는 근거리 교정안정 및 예비안경을 소재해야 한다.
* 근거리·원거리 교정이 필요한 경우, 계기와 손에 있는 차트 또는 매뉴얼을 보기 위해 2중 또는 다초점 렌즈를 사용하여 안경을 벗을 필요 없이 근거리·원거리를 볼 수 있어야 한다.

- 정상적인 양눈 시기능을 가질 것
- 정상적인 시야를 가질 것
- 야간시력이 정상일 것
- 안구운동이 정상일 것
- 색각이 정상일 것, 단 색각경검사(아노말포스코프) 불합격자에게는 색각제한사용을 부과하여 항공신체검사증명서 발급

• 청력

- 소음이 35데시벨 미만인 방에서 각 귀가 매초 500, 1,000 및 2,000헤르츠의 각 주파수에서 35데시벨 이하의 음을, 3,000헤르츠의 주파수에서 50데시벨 이하의 음을 들을 수 있을 것
- 가목의 기준에 충족하지 못하는 경우에는 다음의 어느 하나에 해당할 것
  1) 소음이 50데시벨 미만이 방에서 후방 2미터 거리에서 발성되는 통상강도의 대화음을 귀로 올바르게 들을 수 있을 것
  2) 한쪽 귀의 어음 명료도가 70퍼센트 이상일 것

• 종합

- 항공업무에 지장을 줄 염려가 있는 심신의 결함이 없을 것

2) 종사자 항공신체검사 기준

□ 무인항공기 감시자 항공신체검사 기준

• 항공관제사의 항공신체검사 기준을 따르면 될 것으로 판단됨

□ 무인항공기 탑재장비 운용사 항공신체검사 기준

• 무인항공기 조종사 항공신체검사 제3종 기준을 적요하면 될 것으로 판단됨

□ 무인항공기 운항관리사 항공신체검사 기준

- 운항관리사는 항공운송사업에 필요한 자격으로 항공기의 운항에 필요한 비행계획의 작성 및 변경, 운항에 필요한 항공기 연료 소비량의 산출, 운항에 필요한 항공기 운항의 통제 및 감시등이 주요한 업무로, 무인항공기에 관련하여 별도의 자격이 필요하지 않음

□ 무인항공기 항공정비사 항공신체검사 기준

- 항공신체검사 기준을 요구하지 않으며, 항공기 정비사의 기준을 따르면 될 것으로 판단됨

5. [성과 7] 민간무인항공기 운영자 승인제도(안)

가. 국내 무인항공기 운영자 현황 분석

1) 국내 민간무인항공기 운영자 현황

□ 국내 무인항공기의 등록(신고) 현황은 아래 표와 같으며, 150 킬로그램 이상의 등록 무인항공기는 없음.

<표 3-19> 국내 무인항공기 등록 현황

구 분	무인항공기 (항공기급)	무인비행장치 (초경량비행장치급)
무게기준	150kg 초과	150kg 이하
등록 / 신고 대수	(없음)	240대

국토교통부 보도자료('14.3.31 기준)

□ 국내 무인비행장치는 주로 농약살포, 항공촬영 등의 사업을 주로하고 있으나, 무인항공기와 무인비행장치의 활용범위가 확대됨에 따라 사업자의 수는 지속적으로 증가할 것으로 예상됨.

2) 무인비행장치 사용사업 관련 항공법 등 분석

□ 우리나라는 무게기준으로 150Kg 이하의 무인항공기를 무인비행장치로 구분하고 있으며, 무게 12Kg을 초과하는 무인비행장치를 사용하여 사업을 하려는 자는 초경량비행장치에 준하는 법규정을 적용함.

□ 무인비행장치 사용사업자의 등록기준은 항공법 시행규칙 별표 63의 3 "초경량비행장치사용사업 등록기준"을 적용하며, 법인인 경우 납입자본금 3천만원 이상이고, 조종자 1명, 무인비행장치 1대 이상이며, 제3자 보험에 가입하여야 함.

□ 무인비행장치의 안전성 평가는 교통안전공단에서 자체 규정에 따라 수행함.

□ 현재 무인비행장치에 대한 조종자 증명은 전문교육기관에서 교육을 받은 자에 대해 시험을 거쳐 교통안전공단에서 조종자 증명을 발행함.

□ 무인비행장치 조종자는 해당 무인비행장치를 육안으로 확인할 수 있는 범위 내에서 조종하여야 함.

□ 무인비행장치사용사업과 관련된 규정은 사업신고, 무인비행장치 안전성인증, 무인비행장치 조종사증명, 사업자의 안전관리 시스템 등으로 분류할 수 있음.

3) 우리나라의 무인항공기 운영자 승인 제도

□ 우리나라는 항공법 시행규칙 196조의 2(무인항공기의 비행허가 신청등)에 무인항공기의 비행 요건을 규정하고 있으나, 무인항공기 사용사업과 관련한 법규정은 없음.

□ 무인항공기사용사업은 규모와 목적을 고려하면 승무원과 승객이 탑승하지 않는다는 것을 제외하고는 항공기사용사업과 유사하다고 볼 수 있으므로, 여기서는 항공기사용사업에 준하는 운영자 승인제도를 고려함.

□ 무인항공기 운영자 승인 제도는 사업등록, 무인항공기 형식증명, 운항증명, 정비조직인증, 무선설비, 항공종사자 자격증명 등에 대한 규정 이외에 충돌 감지 및 회피, 통신, 보안 등에 대한 규정이 추가되어야 함.

4) 무인항공기 사용사업 관련 항공법 등 분석

□ 항공기사업사용에 대한 규정을 참조하여 무인항공기사용사업에 적용가능한 우리나라 항공법을 정리함.

□ 무인항공기사용사업에 대한 규정은 사업자등록, 무인항공기 감항증명, 무인항공기종사자증명, 무인항공기운항증명, 정비조직 및 사업자의 안전관리시스템 등으로 분류할 수 있음.

나. 외국 무인항공기 운영자 현황 분석

1) 국제민간항공기구(ICAO)의 운영자 승인 규정

□ 국제민간항공기구 부속서 2 (항공규칙) 부록4에 따르면 무인항공기는 국가의 규정에 따라 인증되어 유지되고 그리고 부속서 6(항공기 운항)의 규정의 운항증명(AOC)에 일치하는 무인항공기 운영자 증명을 가지고 있어야 함.

□ 국제민간항공기구 부속서 6 파트 1에 따르면 운영자는 운영국가에서 발행하는 유효한 운항증명을 소지하지 않는다면, 상업용 항공 수송을 할 수 없음. 따라

서 국제운항을 위해서는 무인항공기도 유효한 무인항공기 운영자 증명을 소지하고 있어야 함.

□ 국제민간항공기구 부속서 19에 따르면 국가는 국가안전프로그램의 하나로서 부속서 6에 따라 자국의 권한 아래에 있는 국제 상업용 항공 수송을 수행하도록 허락된 항공기 또는 헬리콥터의 운영자에게 안전관리시스템을 이행하도록 요구해야 함.

□ 무인항공기 운영자는 무인항공기 운항과 관련하여 예상되는 안전 위험이 안전성능 목표를 성취하도록 관리되고 있다는 것을 보증해야 함.

2) 외국 무인항공기 운영자 승인 현황

□ 미국의 경우 아직 무인항공기 운영에 대한 법이 제정되지 않아, 개별검토를 통해 법률의 예외조항을 적용하여 운용을 허용하고 있으며, FAA의 발표 자료에 따르면 2014년 9월25일 현재 6개의 사진촬영 과 비디오 제작을 하는 회사에 대해 소형무인항공기의 운용을 허가하였음.

□ 일본의 경우 농업용으로 주로 사용하며, 2014년5월27일 ACUO(Australian Certified UAS Operators) Forum 발표 자료에 따르면 2,000 개의 운영자와 14,000 명이상의 무인항공기 조종사가 있으며, 야마하 무인항공기가 95%를 차지함. 특이한 농업용 무인항공기는 감항당국의 규제를 받지 않으나, 지난 15년간 5건의 사건 밖에 없음.

□ 호주의 경우 2014년 10월1일 기준으로 146 개의 무인항공기 운영자 승인(UAS Operator Certificate)이 이루어 졌으며, 이중 영세사업자(Micro Business)가 100개로 대부분을 차지함.

□ 유럽의 경우 무인항공기의 무게에 따라 무인항공기에 대한 법률을 제정하는 주최가 달라지는 데, 150 킬로그램 이하의 무인항공기에 대한 법률은 각 국가의 감항당국이 제정을 하며, 150 킬로그램 이상의 무인항공기에 대해서는 EASA가 법률을 제정하고 있음.

□ 유럽에서 무인항공기 운영자 승인은 각 국가의 감항당국이 하고 있으며, 국가별 운영자 승인 현황은 다음 표와 같음.

<표 3-20> 국가별 운영자 승인 현황 (UVS International forum(2014.5.27.)

벨기에	체코	핀란드	덴마크	프랑스	독일	아일랜드
10	24	33	13	497	300	12
이탈리아	**네덜란드**	**스페인**	**스웨덴**	**영국**	**노르웨이**	**총**
1	13	1	216	212	76	1331

3) 외국 무인항공기 운영자 승인 제도

□ 캐나다의 무인항공기 운영자 승인 제도

- 무인항공기 무게 25kg을 초과하는 경우 특별비행운영증명(Special Flight Operations Certificate)를 신청해야 하며, 무게 2Kg 과 2.1Kg~25Kg 무인항공기는 면제요건(Exemption)을 만족하면 운영 가능.
- 무인항공기 무게 35Kg 이하인 경우, 사업 또는 연구용이 아닐 경우, 허가 없이 운영이 가능함.
- 캐나다의 경우 소형 무인항공기(우리나라의 무인비행장치)에 대한 사용사업에 대한 허가 면제(Exemption) 제도를 운영 중이나, 무게 35Kg 이상에 대해서는 우리나라의 무인항공기(무게 150Kg 이상)와 같이 특별비행허가 제도를 운영함.

□ 호주의 무인항공기 운영자 승인 제도

- 호주에서 무인항공기 운영자 증명(UAV Operator Certificate) 제도를 운영하고 있음. 무인항공기 운영자가 지켜야할 법 규정과 안전운항을 위하여 지켜야 할 요소를 잘 설명하고 있음.
- 아래 그림은 무인항공기 사용사업을 준비하는 과정에서부터 무인항공기 운영자증명을 취득할 때까지 무인항공기 운영자가 지켜야할 법 규정과 안전운항을 위하여 지켜야 할 요소를 잘 설명하고 있어, 무인항공기 운영자 승인 제도를 이해하는데 도움이 됨.

□ 미국의 무인항공기 운영자 승인 제도

- 미국연방항공청(FAA)은 ‘15년2월 소형무인항공기 운영 관련 법안(Part107)을 제정하기 위한 입법예고를 하였음.
- 동 법안은 55파운드(25킬로그램) 이하의 소형무인항공기의 운영에 관련된 것으로 우리나라에서는 초경량비행장치로 구분되는 무인비행장치에 해당됨.
  - 법안에 따르면 무인비행장치를 일출부터 일몰까지 무인항공기조정자가 육안으로 확인할 수 있는 범위내에서 운영가능하며, 조종자의 자격과 국가공역 구분에 따른 운영기준 등을 설정하고 있음.
  - 이 법안에 따르면 무인비행장치를 일출부터 일몰까지 무인항공기조정자가 육안으로 확인할 수 있는 범위내에서 운영가능하며, 조종자의 자격과 국가공역 구분에 따른 운영기준 등을 설정하고 있음.
- 상기 법안과는 별도로 미국의 공역에서 무인항공기를 운영하고자 하는 국가기관등이 연방항공청에서 면제·승인 증명서(COA) 받기 위해서 다음과 같은 정보가 요청됨.
  - 1. 조직 및 운항의 연락처
  - 2. 운영에 대한 설명(예, 항행 방법, 보고 피하기 등)
  - 3. 시스템 설명(예, 기체, 조종스테이션, 통신 등)
  - 4. 기체 성능 특성
  - 5. 감항성
  - 6. 우발 사건 절차(예, 명령과 조종 계통의 연결 두절, 통신 두절 및 비상상황)
  - 7. 전자 장비 : 고도 발신 트랜스폰더(14 CFR 91.25)
  - 8. 비행등 : 충동방지 또는 항행 등화(14 CFR 23.1401)
  - 9. 주파수 스펙트럼 분석
  - 10. 교통관제와의 통신 수단
  - 11. 감시 능력(예, 전자 또는 육안)
  - 12. 시스템 모니터링 및 기록 능력
  - 13. 비행요원 자격
  - 14. 비행 운항 설명(비행 계획)
  - 15. 특별 상황
  - 16. 과거의 사건 또는 사고의 기록(이전에 면제•승인 증명서를 받은 자에게 해당)

- 무인항공기 운영을 승인을 위하여 신청자는 유인항공기의 보고 피하기에 상응하는 동등한 안전 수준을 제공하는 수단을 가지고 무인항공기시스템을 제안하도록 요구됨. 고려할 수 있는 방법은, 단 이런 것들에 한정되지 않고, 레이더 관찰, 전방 또는 측방 카메라, 전자 감지 시스템, 하나 또는 그 이상의 지상사이트에서 육안 관찰, 순찰 또는 추적 항공기에 의한 모니터링 또는 이런 것들의 조합 등임.
- 공역의 새로운 형식 또는 카테고리의 수립에 의존하는 위험 완화는 수락가능하다고 고려될 수 없음. 국가공역은 엄밀한 법 절차를 통하여 수립되고 형상화되었음. 공역을 운항하는 공공의 권리를 금지하는 결과를 가진 위험 완화는 고려되지 않을 것임.

□ 영국의 무인항공기 운영자 승인 제도

- 유럽의 경우 150 킬로그램을 초과하는 무인항공기의 경우, EASA에서 감항기준을 수립하여야 하나 아직 기준이 마련되지 않았으며, 150 킬로그램 이하의 무인항공기 운영에 대한 허가는 해당 회원국에서 수행함. 참고로, EU회원국인 영국의 무인항공기 분류기준은 다음과 같음.

<표 3-21> 영국의 무인항공기 분류(참고문헌, CAP722) 무인항공기

무인항공기 분류	질량(Mass, Kg)	책임있는 법적 기관
소형무인항공기(SUA)	0-20	영국항공당국(CAA)
경무인항공기(Light UAS)	> 20 to 150	영국항공당국(CAA)
UAS	> 150	EASA

- 영국의 무인항공기 운영자는 다음 기준에 따라 승인을 받아야 함.
  - 상업용으로 비행하는 경우(예, 측량, 지형촬영, 광고 등)
  - 무인항공기에 카메라 또는 감시 장치를 장착하고 인구가 밀집한 지역이나 타인의 사람 또는 부동산에 근접한 비행을 하는 경우
  - 무인항공기를 허가 받고 운영하기 위해서는 다음과 같은 사항을 고려함

<표 3-22> 무인항공기 운영을 위한 고려 사항

항공기 질량(Kg)	감항인증	등록	운영허가	조종사 자격
0-20	불필요	불필요	필요(주1)	필요(주1, 2)
> 20 to 150	필요(주3)	필요(주3)	필요	필요(주2)
> 150	EASA 승인 또는 특별한 경우 CAA 승인(주3)	필요	필요	필요(주2)

- 주1. 측량 또는 지형촬영 등(Aerial Work)하기 위한 비행 또는 인구가 밀집한 지역이나 타인의 사람 또는 부동산에 근접한 비행을 하는 경우에 적용
- 주2. 운항 허가 신청시 사례별로 상등한 조종경험이 고려됨.
- 주3. 감항인증과 등록에 대한 특정 면제를 받을 수 있다.

다. 민간무인항공기 운영자 승인 기준

1) 우리나라의 무인항공기 운영자 승인 기준 분석

□ 우리나라의 무인비행장치의 사용사업은 항공법 제2조 44호의 “초경량비행장치 사용사업이란 다른 사람의 수요에 맞추어 국토교통부령으로 정하는 초경량비행장치를 사용하여 유상으로 농약살포, 사진촬영 등 국토교통부령으로 정하는 업무를 하는 사업을 말한다.“를 적용하게 됨.

□ 또한 항공법 제141조는 초경량비행장치사용사업을 경영하려는 자는 등록하도록 규정하고 있으며, 항공법 시행규칙 제313조는 초경량비행장치사용사업의 등록기준을 별표 63-3에 제시하고 있으나, 별도의 운항증명을 요구하고 있지는 않음.

<표 3-23> 항공법 시행규칙 [별표 63의3] <개정 2013.3.23.>

초경량비행장치사용사업 등록기준(제313조의3 관련)	
구분	**기준**
1. 자본금	가. 법인: 납입자본금 3천만원 이상 나. 개인: 자산평가액 4천 5백만원 이상
2. 조종자	1명 이상
3. 장치	초경량비행장치 1대 이상
4. 보험가입	무인비행장치는 제3자 보험에, 계류식 기구는 「자동차손해배상 보장법 시행령」 제3조 제1항 각 호에 따른 금액이상을 보장하는 보험에 가입할 것
비고: 가. 위 표 제4호에 따른 보험에는 해당 보험의 종류에 상당하는 공제를 포함한다. 나. 위 표에 따른 등록기준의 세부내용에 관하여는 국토교통부장관이 정하여 고시한다.	

□ 무인비행장치의 신고와는 별도로 우리나라 현행법은 무인비행장치를 운용하기 위한 안전관리 제도를 운영하고 있음.

<표 3-24> 현행 무인비행장치 안전관리 제도
(국토교통부 보도자료(2014.4.4.))

종 류			장치 신고	안전성 인증	조종자 증명	비행계획 승인
무인 비행 장치	12Kg 초과	사업	○	○	○	○
		비사업	○	○	×	○
	12Kg 이하	사업	×	×	×	×
		비사업	×	×	×	×

□ 무인항공기가 150킬로그램을 경우는 유인항공기에 적용되는 기준인 항공법 제134조(항공기사용사업)에 따른 항공기사용사업 허가와 항공법 제115조의 2(항공기운송사업 운항증명)을 준용한 운항증명을 받아야 함. 무인비행장치의 신고와는 별도로 우리나라 현행법은 무인비행장치를 운용하기 위한 안전관리 제도를 운영하고 있음

□ 항공법 제115조 2의 제1항은 “국내항공운송사업자 또는 국제항공운송사업자는 국토교통부령으로 정하는 기준에 따라 인력, 장비, 시설, 운항관리지원 및 정비관리지원 등 안전운항체계에 대하여 국토교통부장관의 검사를 받아 운항증명을 받은 후 운항을 시작하여야 한다. <개정 2013.3.23.>”와 같으며, 운항증명을 받도록 규정하고 있음.

□ 항공법시행규칙 제280조 제1항은 “ 법 제115조의2제1항에 따라 운항증명을 받으려는 자는 별지 제110호서식의 운항증명 신청서에 별표 54의 서류를 첨부하여 운항 개시 예정일 90일 전까지 국토교통부장관 또는 지방항공청장에게 제출하여야 한다. <개정 2013.3.23.>”와 같으며, 운항증명 신청서에 별표 54의 서류를 첨부하도록 되어있음.

<표 3-25> 항공법시행규칙 [별표 54] <개정 2013.3.23>

운항증명 신청 시에 제출할 서류(제280조 관련)
1. 국토교통부장관 또는 지방항공청장으로부터 발급 받은 법 제112조에 따른 국내항공운송사업면허증 또는 국제항공운송사업면허증, 법 제132조제1항에 따른 소형항공운송사업등록증 중 해당 면허증 또는 등록증의 사본 2. 제278조제1항제4호 또는 제298조제1항제3호에 따라 제출한 사업계획서 내용의 추진일정 3. 조직·인력의 구성, 업무분장 및 책임 4. 주요 임원의 이력서 5. 항공법규 준수의 이행 서류와 이를 증명하는 서류(Final Compliance Statement) 6. 항공기 또는 운항·정비와 관련된 시설·장비 등의 구매·계약 또는 임차 서류 7. 종사자 훈련 교과목 운영계획 8. 별표 58에서 정한 내용이 포함되도록 구성된 다음 각 목의 구분에 따른 교범. 이 경우 단행본으로 운영하거나 각 교범을 통합하여 운영할 수 있다. 가. 운항일반교범(Policy and Administration Manual) 나. 항공기운영교범(Aircraft Operating Manual) 다. 최소장비목록 및 외형변경목록(MEL/CDL) 라. 훈련교범(Training Manual) 마. 항공기성능교범(Aircraft Performance Manual) 바. 노선지침서(Route Guide) 사. 비상탈출절차교범(Emergency Evacuation Procedures Manual) 아. 위험물교범(Dangerous Goods Manual) 자. 사고절차교범(Accident Procedures Manual) 차. 보안업무교범(Security Manual) 카. 항공기 탑재 및 처리교범(Aircraft Loading and Handling Manual) 타. 객실승무원업무교범(Cabin Attendant Manual) 파. 비행교범(Airplane Flight Manual) 하. 지속감항정비프로그램(Continuous Airworthiness Maintenance Program) 9. 승객 브리핑카드(Passenger Briefing Cards) 10. 급유·재급유·배유절차 11. 비상구열 좌석(Exit Row Seating)절차 12. 약물 및 주정음료 통제절차 13. 운영기준에 포함될 자료 14. 비상탈출 시현계획(Emergency Evacuation Demonstration Plan) 15. 운항증명을 위한 현장검사 수검계획(Flight Operations Inspection Plan) 16. 환경영향평가서(Environmental Assessment) 17. 훈련계약에 관한 사항 18. 정비규정

2) 외국의 운영자 승인 기준 분석

□ 호주의 운영자 승인 기준

- 무인항공기를 영리 목적으로 사용하기 위해서는 운항 전에 최소한 다음 매뉴얼 등을 개발하여 유지하고 있어야 함. 다만, 호주의 경우 무인항공기의 무게에 따라 차별된 제도를 운영하고 있지 않음.

- 운항규정(Operations Manual, including a risk assessment)
- 비행교범(Flight Manual)
- 정비교범(Maintenance Manual)

□ 미국의 운영자 승인 기준

• 미국 FAA는 현재 55파운드(25그램)이하의 무인항공기에 대해 호주의 경우와 같이 운항규정, 정비교범 등을 인가 기준에 반영함.

□ 국제민간항공기구(ICAO)의 운영자 승인 기준

• 무인항공기 매뉴얼(RPAS Manual) 제6장은 무인항공기 운영자가 유지하고 있어야 할 문서들을 다음과 같이 언급하고 있음. 다만, 무인항공기의 무게에 따른 차별이 없으나, 국제민간항공기구는 유인항공기와 동일한 공역에서 운항할 수 있는 무인항공기를 고려하고 있음.
  - RPAS operator certificate (ROC);
  - Operations specifications relevant to the RPA and RPS models, issued with the ROC;
  - ROC operations manual;
  - RPAS operating manual;
  - RPA/RPAS flight manual;
  - RPS manual, if applicable;
  - Maintenance control manual (MCM);
  - Third party liability insurance certificate(s);
  - Certificate of registration of each RPA;
  - Certificate of airworthiness of each RPA;
  - Certificates of any additional RPAS components, if applicable;
  - All radio station licence(s), if applicable;
  - All noise certificates, if applicable;
  - Notification of special loads, if applicable; and
  - Cargo manifests, if applicable.

3) 우리나라의 무인항공기 운영자 승인 기준(안) 작성 기준

□ 무인항공기의 운항증명에 대한 우리나라 항공법과 해외 사례를 검토한 결과 무게에 관계없이 운항증명을 발행하고 있으나, 우리나라에서 초경량비행장치로 구분되는 150킬로그램 이하의 무인항공기에 대해서는 안전성 인증과 신고 제도로 운영함. 다만, 사업자의 운항규정, 비행교범 및 정비교범 등은 요구하고 있지 않음.

□ 무인항공기 운영자는 안전운항에 전적으로 책임을 가지며, 유인항공기와 동등한 안전 수준을 유지할 수 있는 체계를 가져야 함

□ 우리나라, 미국, 영국, 캐나다 및 호주에서 운영 중인 무인항공기 운영자 승인제도는 주로 소형무인항공기(우리나라에서는 무인비행장치)를 기준으로 되어있기 때문에 무인항공기에 직접 적용하는 것은 실효성이 없음.

□ 상기 두 가지를 전제로 무인항공기 운영자 승인기준을 수립하기 위하여 비정기운항을 하고 운영 규모가 작은 항공기사용사업에 대한 운항 승인 기준을 참조하였음

□ 또한 무인항공기 운영 승인과 관련하여 현행 항공법의 개정이 필요한 부분을 제시하였음.

□ 외국의 소형무인항공기 운영자 승인 기준와 우리나라의 항공기사용사업자 승인 기준을 반영하여 “별책 1.무인항공기 운영자 승인 기준(안)”을 작성하였음.

4) 우리나라의 무인항공기 운영자 승인 기준(안) 작성 기준

□ 무인항공기 운영자 승인 기준(안)은 다음과 같이 구성되어 있음.

- 무인항공기 사용사업자 등록 요건
- 무인항공기 운영 요건
  - 사용하고자하는 무인항공기를 선정
  - 진출하고자 하는 시장 분석
  - 기타 사업 진출을 결정하기 위해 필요한 사항
- 무인항공기 운영자증명 취득 요건
  - 무인항공기 운영자는 운영에 필요한 적절한 조직을 구성하고, 책임자 지정을 포함하는 운영기준을 수립하여야 함.

- 보유하고 있는 무인항공기에 대한 비행교범을 조종스테이션에 배치하여야 함
- 무인항공기 정비교범을 가지고 있어야 함
- 수석 무인항공기 조종자(the Chief Controller (Remote Pilot Certificate needs to be approved already))를 임명하여야 함.
- 품질책임자를 임명하여야 함.
- 무인항공기의 운영에 관한 모든 절차를 포함하는 운항규정이 있어야 함.
- 화물탑재와 관련한 위험물 규정이 있어야 함.
- 무인항공기의 운영 보안에 대한 보안규정이 있어야 함.
- 항공안전프로그램을 위한 안전관리시스템 매뉴얼이 있어야 함.

• 무인항공기 계기 장치 요건

• 무인항공기 조종스테이션 요건

• 무인항공기 조종사 자격 및 훈련 요건

• 통신사업자 승인 요건

• 무인항공기 정비조직 승인 요건

• 무인항공기 또는 조종스테이션의 무선설비 요건

• 무인항공기 관제 통신 요건

5) 무인항공기 운영자 승인 관련 항공법 개정 요소

□ 현행 항공법은 무인항공기를 항공기로 분류하고 있으나, 특별감항증명을 받지 않으면 운항을 하지 못하도록 되어 있음.

□ 따라서 무인항공기를 운영하기 위해서는 항공법의 개정이 요구되며, 특히, 무인항공기의 사용사업을 허가하기 위해서는 포괄적인 개정이 필요함.

□ 무인항공기 관련 항공법의 제•개정 분야는 본 과제의 “법제화 로드맵”에서 심층 연구되었으며, 여기서는 항공기사용사업자의 등록을 기준으로 무인항공기 운영자 승인에 필요한 법 개정 요소를 제시하였음.

6) 무인항공기 운영자 승인 절차의 제정 방향

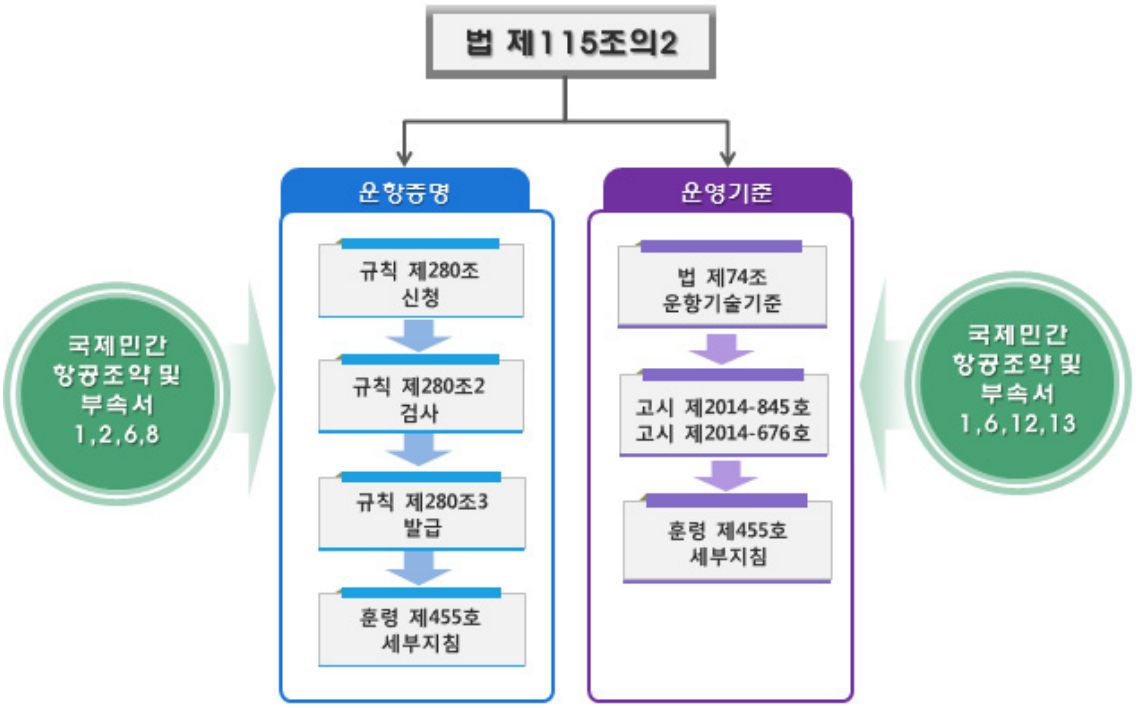
□ 외국의 소형무인항공기에 대한 운영자 승인 제도를 살펴보면, 항공운송사업자에게 발행하는 운항증명(Air Operator Certificate)과 유사한 개념으로 무인항공기

운영자에게 무인항공기 운영자증명(UAV Operator Certificate)을 발행하고 있음.

□ 이는 기본적으로 무인항공기의 운항이 유인항공기 운항과 동등한 안정성을 유지해야 한다는 개념과 일치하는 것임.

□ 우리나라의 항공운송사업의 운항증명 제도는 운항증명과 운영기준으로 구성되어 있으므로, 이와 유사하게 무인항공기 운영자증명 승인절차에 운영자증명과 운영기준의 요건을 서술하였음.

□ 다만, 무인항공기의 운항 형태가 항공운송사업의 운항 형태와 다른 점이 많고, 유•무인항공기의 공역/공항 혼합 운영에 대한 기준이 수립되지 않아 운영기준에는 최소 요건만 반영하였음.



<그림 3-17> 무인항공기 운영자증명 승인절차에 관련된 법•규정

7) 무인항공기 운영자증명 승인절차의 작성 기준

□ 우리나라의 항공법에서 150 킬로그램을 초과하는 무인항공기는 항공기로 분류되어 있으므로, 기본적으로 항공기에 적용되는 규정은 무인항공기에도 동일하게 적용된다고 가정할 수 있음.

□ 다만, 무인항공기의 운항 특성이 유인항공기와 다르고, 유•무인항공기 통합을 위한 인프라 구축 및 절차 수립이 되어 있지 않으므로 유인항공기와 동일한 규정을 적용하는 데는 무리가 있음.

□ 본 연구에서는 “무인항공기 운영자증명 승인절차(안)”을 우리나라의 항공운송사업의 운항증명 제도와 관련된 법·규정을 기준으로 작성하였음.

□ 다만, 무인항공기의 운영에 대한(공역사용, 비행장비, 통신 등)에 대한 국제민간항공조약 및 부속서 와 우리나라의 운항기술기준이 작성되지 않아 추후 이들을 반영한 개정이 요구됨.

□ 또한 무인항공기의 다양성을 고려하여 무인항공기에 대한 검사는 항공운송사업에 대해 감독 업무를 수행하는 항공안전감독관 대신 전문검사기관이 수행하는 것을 고려함.

□ 우리나라 항공법은 제55조에 따라 무인항공기의 비행을 금지하고 있음. 그러나 항공법 제15조에 따라 특별감항증명을 받고, 항공법 시행규칙 제196조의2에 따라 비행허가를 받으면 무인항공기를 운항할 수 있음. 이는 무인항공기 운영자의 승인은 아니지만, 무인항공기의 비행에 필요한 최소 요건을 정의하고 있음. 비행허가 신청을 위하여 제공하여야 할 정보는 국제민간항공기구와 유사하며 다음과 같음.

- 성명・주소 및 연락처
- 무인항공기의 형식, 최대이륙중량, 발동기 수 및 날개 길이
- 무인항공기의 등록증명서 사본 및 식별부호
- 무인항공기의 표준감항증명서 또는 특별감항증명서 사본
- 무인항공기 조종사의 자격증명서 사본
- 무인항공기의 무선국 허가증 사본(「전파법」 제19조에 따라 무선국 허가를 받은 경우에 한정한다)
- 비행의 목적・일시 및 비행규칙의 개요, 육안식별운항계획(육안식별운항을 하는 경우에 한정한다), 비행경로, 이륙・착륙 장소, 순항고도・속도 및 비행주파수
- 무인항공기의 이륙・착륙 요건
- 무인항공기에 대한 다음 각 목의 성능

- 다음 각 목의 통신을 위한 주파수와 장비
- 무인항공기의 항행장비 및 감시장비(SSR transponder, ADS-B 등)
- 무인항공기의 충돌 감지 및 회피
- 다음 각 목의 경우에 대비한 비상절차
- 하나 이상의 무인항공기 통제소가 있는 경우 그 수와 장소 및 무인항공기 통제소 간의 무인항공기 통제에 관한 이양절차
- 소음기준적합증명서 사본(법 제16조제1항에 따라 소음기준적합증명을 받은 경우에 한정한다)
- 해당 무인항공기 운항과 관련된 항공보안 수단을 포함한 국가항공보안계획 이행 확인서
- 무인항공기의 적재 장비 및 하중 등에 관한 정보
- 무인항공기의 보험 또는 책임범위 증명에 관한 서류

8) 무인항공기 운영자 승인 절차(안)

□ 무인항공기 운영자 승인 절차는 “무인항공기 운영자 증명”을 발행하기 위하여 국토교통부에서 수행하는 절차를 말함.

□ 무인항공기 운영자 증명을 발행하기 위한 절차는 다음과 같이 5단계로 진행함.

- 신청
- 예비평가
- 서류 및 현장 검사
- 무인항공기 운영자 증명 교부 결정 및 교부
- 지속감독

□ 운영자증명과 함께 교부하는 운영기준에는 신청자의 보유 무인항공기, 운항하고자 하는 노선의 구조 및 운항형태 등 운항의 범위와 성격 등을 고려하여 신청자가 준수해야 할 안전기준과 제한사항을 명시하여야 함.

- Part A : 일반사항

- Part B : 비행인가, 제한사항 및 절차
- Part C : 공항사용허가 및 제한사항
- Part D : 정비
- Part E : 중량배분
- Part F : 무인항공기부품교환
- Part G : 무인항공기 임차운항에 관한 사항

라. 안전관리시스템

□ 무인항공기 운영자는 유인항공기 운영자와 같이 안전관리시스템을 유지하여야 하며, 안전관리시스템의 구성요소에 하나로 운항위험관리를 포함하여야 함.

1) 우리나라 항공법에 따른 안전관리 요건

□ 우리나라 항공법은 국내항공운송사업자, 국제항공운송사업자, 소형항공운송사업자 등에 대하여 항공안전관리시스템을 마련하도록 규정하고 있음. 따라서 유인항공기와 등등 수준의 안전성 확보를 요구하는 무인항공기 운영자에 대해서도 유인항공기 운영자와 유사한 항공안전관리시스템을 마련하도록 규정하는 것을 필연적이라고 볼 수 있음

□ 안전관리시스템은 사업을 시작하기 전에 승인을 받아야 하며, 승인을 받지 않고 운항할 경우에는 과태료가 부과됨.

□ 우리나라는 안전관리시시스템에 대한 안내서로 국토교통부 훈령 “항공안전관리시스템 스인 및 운영지침” 규정하고 있음. 안전관리시스템의 구성요소로서 위험관리를 포함하고 있음.

□ 본 과제에서 무인항공기의 안전성 평가는 형식/감항인증 분야에서 다룰 것이므로 여기서는 기술하지 않음.

□ 위험관리는 무인항공기 운항 안전을 위하여 매우 중요한 요소임. 따라서 무인항공기 운영자는 사업 전에 운항 노선, 인력, 조직 등에 대한 위험평가를 실시하여야 함. 또한 무인항공기 운영자는 매 비행 전에 위험 평가를 수행하여, 운항안전을 저해하는 위험 요소를 식별하여야 함.

□ 우리나라의 경우 항공법에서 무인항공기 운영자에게 사업자에게 안전관리시스템을 마련하도록 규정하고 있으며, 국토교통부 훈령으로 “안전관리시스템 승인

및 운용절차”를 발행하고 있음. 위험관리는 안전관리시스템의 구성 요소로 되어 있고 예시가 되어 있으나, 무인항공기 운영자가 바로 적용하기에는 어려움이 많음.

□ 무인항공기는 유인항공기와 다르게 조종사자 지상에 있으므로, 안전관리시스템을 유인항공기와 동일한 기준을 적용하기에는 어려울 것으로 예상되며, 다음 연구에서 외국의 경우와 같이 무인항공기를 위한 별도의 위험관리 기준이 제시되어야 할 것으로 사료됨.

2) 무인항공기 운항위험관리

□ 항공에서의 운항위험관리는 항공기 사고율이 아주 미소할 지라도 항공안전과 동일하다고 간주할 수 있음. 운항안전관리는 운영자의 실현가능성을 위협하는 위험을 발견하고 분석하여 수용 가능한 수준까지 완화시키는 과정으로 알려져 있음.

□ 우리나라의 “안전관리시스템 승인 및 운용절차”는 위험관리에 대해 서술하고 있으나, 위험관리에 대한 일반적인 개념의 설명에 치중하고 있어, 인원과 조직의 규모를 고려하였을 경우 무인항공기 운영자가 실제로 적용하기에는 어려움이 있을 것으로 사료됨.

마. 무인항공기 보안

□ 무인항공기는 조종사가 탑승하지 않으므로 유인항공기에 대해 테러에 취약할 수 있으며, 또 공중 촬용 등으로 취득한 정보의 잘 못 된 유출을 통하여 개인정보를 타인에게 제공할 가능성이 높음.

□ 본 연구과제의 법제도화 분양에서 사생활보호와 관련된 규정을 검토하였으며, 무인항공기 실용화를 위항 중장기 종합계획에서는 무인항공기 보안 관련 기술로드맵을 도출하였음.

□ 우리나라에서 무인항공기 운영자는 유인항공기 운영자와 동등하게 “항공보안법”을 적용 받아야 할 것으로 사료됨.

바. 결론

□ 우리나라를 비롯하여 여러나라가 소형무인항공기에 대한 운영기준과 운영자증명 제도를 운영하고 있으나, 무인항공기에 대한 운영자 승인제도는 별도로 수립되지 않았으며, 대부분의 나라에서 특별비행허가 또는 특별감항증명 제도를 활용하여 무인항공기 운영을 허가 하고 있음.

□ 본 연구에서는 자체중량이 150 킬로그램을 초과하는 무인항공기에 대한 운영자를 승인하기 위한 기준과 절차를 작성하였음.(우리나라에서 소형무인항공기는 무인비행장치로 분류되어 신고하고 비행이 가능함)

□ 무인항공기 운영자 승인 절차는 항공운송사업자에게 발행되는 “운항증명 승인절차”를 기준으로 “무인항공기 운영자증명 승인절차(안)”을 작성하였음.

□ 향후 무인항공기 운영증명 제도는 다양한 무인항공기의 설계형식, 운영형식 및 유·무인 통합 운영 등을 반영하여 지속적으로 보완되어야 함.

6. [성과 8] 민간무인항공기 국내법 법제화 기본 연구

가. ICAO의 법제화 동향 및 실제 사례의 연구

1) ICAO의 법제화 작업 역사 및 과정 연구

□ IACO의 무인항공기 작업 역사 및 과정

- ICAO의 민간무인항공기 법제화 작업과정은 1944년의 국제민간항공협약에 무인항공기를 의미하는 무조종사 항공기를 언급하고는 있으나 본격적인 법제화 작업은 2000년대 들어와서 시작되었다고 할 수 있음. 즉, 그 이전까지는 주로 군사용으로 개발된 무인항공기가 민간 부문에서 효용성 및 상업성이 입증되고 앞으로 성장가능성과 활동영역의 확대가 상됨에 따라 민간무인항공기의 안전 운항을 고려한 제도적 규제의 필요성에 따라 ICAO의 법제화 작업이 본격적으로 시작되었음
- 이에 따라 ICAO는 법제화 작업 등 민간무인항공기 관련 업무를 수행 할 기구로 “무인항공기 시스템연구 그룹(Unmanned Aircraft System Study Group: UASSG)“을 2007년 설립하여 법제화 작업을 수행함
- 현재는 RPASP 주도로 법제화 작업이 진행 중에 있으며 전체적인 추진 방향은 초기에는 무인항공기에 대한 지침서와 매뉴얼을 개발 및 제정하고 최종적으로는 관련 부속서 상에 SARPs의 개발 및 제정으로 가고 있다고 할 수 있음

□ 국제민간항공협약 상 무인항공기 관련 규정 연구

- 현행 규정 중 무인항공기에 적용 할 수 있는 규정 위주
- 관련 규정: 제3조 bis, 제8조 무조종사 항공기, 제12조 항공규칙, 제15조 공항의 사용료 및 기타의 사용 요금, 제29조 항공기가 휴대하는 서류, 제31조 감항 증명서, 제32조 종사자의 면허장, 제33조 증명서 및 면허장의 승인

2) ICAO UASSG 및 RPASP의 법제화 작업 활동 연구

□ 무인항공기 관련 지침서 및 Manual 제정 작업

- UASSG를 구성하여 RPAS 규정 개발 등 법제화 작업을 수행하였으며ICAO

Cir.328제정(2011.3.10) 및 RPAS Manual(2015.3)을 제정함

- 2014.5.6 제196차 회기의 두 번째 회의에서 항행위원회는 UASSG에 의해 시작된 업무의 진행을 다룰 Remotely Aircraft System Panel(RPASP))를 설립
- RPASP는 현재 6개의 Working Group을 구성하여 RPAS 규정 개발 등 법제화 작업을 수행하고 있음

  - WG 1: 감항성 및 지속감항성, 형식증명, CofA
  - WG 2: 지휘 및 통제와 주파수 문제
  - WG 3: 감지 및 회피(DAA), 공중충돌, 상호운용 문제
  - WG 4: 종사자 자격과 기량과 의학 문제
  - WG 5: 운영자 면허와 비행 운항 문제
  - WG 6: 전략과 항공 항법 시스템 통합

3) ICAO Cir.328 및 RPAS Manual 상 실제 사례 연구

□ ICAO Cir.328 및 RPAS Maual 상 무인항공기 규정 소개

- ICAO Circular 328의 내용에 대한 집중 분석, 금년 3월 발간 RPAS Manual 개요 소개
- ICAO RPAS Manual은 Cir.328을 대체하게 되며 Cir.328의 내용들은 RPAS Manual에 발전되어 승계됨

□ ICAO Cir.328

- ICAO Cir.328-UAS(Unmanned Aircraft System :무인항공기 시스템) 은 민간무인항공기에 대한 국제적으로 일관된 법규 및 제도의 구축을 목적으로 ICAO에 의하여 2011년 3월 10일에 발간된 첫 번째 지침서이며 무인항공기 전반에 대한 내용을 담고 있음.
- 동 ICAO Cir.328은 총 7개의 장(제1장 서론, 제2장 ICAO 규제 제도화, 제3장 무인항공기 개관, 제4장 법적 문제, 제5장 운항, 제6장 항공기와 시스템, 제7장 종사자)과 부록으로 구성되어 있음.
- 목적은 1) 무인항공기 시스템(UAS)의 비분리 공역과 비행장에의 통합에 대한

대두되는 ICAO의 전망을 각 국에 통보하고; 2) 그러한 통합이 수반하게 될 유인 항공과의 근본적인 차이점들을 고려하며; 3) 이들 항공기와 관련된 자신들의 경험에 대한 정보를 제공함으로써 각국이 UAS에 관한 ICAO의 정책 개발을 돕도록 장려하는 것임.

□ ICAO RPAS Manual

- 2015년 3월에 발간된 ICAO RPAS Manual은 총 15개의 장과 3개의 부록으로 구성되어 있음. 본 Manual은 ICAO 부속서에 무인항공기에 관한 세부 SARPs가 제정 반영되기에 앞서 무인항공기에 관한 기준을 마련하고자 하는 체약국에게 지침을 제공하기 위한 것임.
- 15개 장은 1) ICAO regulatory framework and scope of manual, 2)Introduction to RPAS, 3) Special authorization, 4)Type and airworthiness approvals, 5) RPA registration, 6) Responsibilities of the RPAS operations, 7) Safety management, 8) Licensing and competencies, 9) RPAS operations, 10) Rules of the air and detect and avoid, 11) Command and Control link, 12)ATC communications, 13) Remote pilot station, 14) Intergration of RPAS operations into ATM-ATM procedures, 15) Use of aerodromes 임. 3개 부록은 Appendix A-Request for authorization, Appendix B-C2 link information flow, Appendix C-Parking lot material로 구성되어 있음.
- 이 매뉴얼은 국가항공기, 전자동 무인항공기와 그 운영, 모형항공기에는 적용되지 않음.

4) ICAO 부속서상 무인항공기 규정 반영 사항 연구

□ 무인항공기 규정이 반영되어야 할 주요 부속서

- 부속서 1(항공종사자 면허), 부속서 2(항공규칙), 부속서 6(항공기 운 항), 부속서 8(항공기 감항성), 부속서 10(항공통신), 부속서 11(항공교통업무), 부속서 19(안전 관리) 임. 기타 부속서는 필요에 따라 반영될 것으로 봄.
- 현재 ICAO 부속서상 무인항공기 규정 반영작업은 국제적으로 ICAO 를 중심으로 체약국이 적용할 수 있는 수준의 운항기술기준을 부속서 6의 제Ⅳ부로 작성 중에 있으며 2016년 중으로 완성할 예정으로 있음. 그리고 부속서 2와

부속서 7(항공기의 국적과 등록기호)에는 일부가 이미 반영되었음.

나. 주요 외국의 법제화 동향 및 사례의 연구

1) 미국의 법제화 동향 및 사례 연구

□ UASIO 설립

- 미국은 현재 FAA 비행표준국(Flight Standards service)내에 기존의 UAPO(Unmanned Aircraft Program Office)에 속해있던 무인항공기 업무를 통합한 UASIO(Unmanned Aircraft Integration Office)를 설립하고 ATO(Air Traffic Organization)와 협조 하에 무인항공기의 전하며 효율적인 공역 내 통합운용 방안 연구

□ Interim Operational Approval Guidance 제정

- 2008년 3월 연방항공청은 무인항공기에 대한 법 규정의 부재 문제를 해결하기 위하여 미국 국가공역체계 내에서 무인항공기 시스템을 운영하는 Interim Operational Approval Guidance 08-01을 제정하여 무인항공기 운영을 위한 지침으로 함.

□ FAA Modernization and Reform Act 2012 제정

- 2012년 2월 14일에는 오바마 대통령이 미국의 국가공역에서 무인항공 기를 운용하도록 하는 제반 법령 및 규정을 제정하는 법안 -FAA Modernization and Reform Act of 2012에 서명함.
- 동 법안은 FAA로 하여금 무인항공기 시스템 관련 5년간의 로드맵을 제시하도록 하는 한편 산업체의 의견을 수렴한 세부계획을 270일 이내에 수립하고 상업용 무인항공기 시스템을 국가공역 내에서 비행할 수 있도록 하는 제도를 2015년 9월30일 까지 구축하도록 하고 있음.

□ Integration of Civil Unmanned Aircraft Systems(UAS) in the National Airspace Systems(NAS) 발간

- 무인항공기 개발 및 법제화를 수용, 통합, 발전의 3단계를 거쳐 2025까지 국가공역에서의 무인항공기 운영을 위한 시스템을 완성한다는 중장기 계획을

발표함(2013.11.7).

□ Notice 8900.227 및 ORDER 8130.34C 공표

- 무인항공기 운영과 관련된 허가 규정 Notice 8900.227(2013.7.30.) 공표 및 감항성 인증 관련 규정 ORDER 8130.34C(2013.8.2) 공표.

□ “미국 소형 무인항공시스템의 운영과 자격증명에 관한 규정(안)” 을 고시

- 금년 2월15일 소형무인항공기에 대한 규제안 발표

□ Interim Operational Approval Guidance 08-01

- 미국의 무인항공기에 대한 대표적 법제화 사례로 연구 및 전체 내용 소개
- 동 지침은 FAA 산하 무인항공기 전담 기구였던 UAPO(Aviation Safety Unmanned Aircraft Program Office)에서 2008년 3월에 발간한 지침으로 이후 부문별 법률, 고시, 훈령으로 대체되기 전까지 무인항공기 운영 전반에 걸쳐서 체계적으로 규정하고 있는 미국의 무인항공기 운영 지침임
- 2005년 6월에 초판이 AFS-400 Policy Memo 05-01로 발간되었으나 이후 초판을 폐기하고 내용을 업데이터하여 나온 것임
- 동 지침은 1)소개, 2)배경, 3)정의, 4)허가와 적용 방법, 5)준수의 대체 방법, 6)UAS 감항성, 7)지속 감항성, 8)항공기 운항, 9)종사자 자격으로 9개 Part로 구성되어 있음
- 동 지침은 UAPO의 미국 국가공역 내 무인항공기 시스템이 미국 국가공역시스템 내에서 항공기 운항을 하는 것을 허용할 것인가를 결정하는데 사용될 지침을 제공함. UAPO와 ATO 직원은 이 지침을 COA나 특별감항증명(통상 실함증명류로 발부됨) 신청을 평가할 때 지침으로 사용할 것임

2) EU의 법제화 동향 및 사례 연구

□ ERSG 설립

- 2012년 7월에 유럽 항공시스템 내 RPAS 도입의 연구를 주관할 기구로 ERSG(European RPAS Steering Group)를 설립함

- 현재 ERSG는 EASA를 비롯하여 EUROCONTROL, EUROCARE SESAR, JARUS 등의 기관과 전문가로 구성되어 있음.

□ EC Regulation No.216/2008

- 유럽 최초의 무인항공기에 관한 규정

□ E.Y 013-01

- EASA에서 발표한 무인항공기 감항증명에 관한 정책임

□ Roadmap for the integration of civil Remotedly-Piloted Aircraft System into the European Aviation System

- ERSG에서 2013년에 발표한 유럽 항공시스템 내 민간 RPAS 통합운영을 위한 로드맵임.

□ Rulemaking Programme

- 2013년에 제정된 무인항공기 법규제정 프로그램으로 2021년까지 10개의 항목에 대한 무인항공기 법규정을 제정할 예정임

□ NPA(Notice of Proposed Amendments)2012 및 2014

- EASA에서 발표한 비분리 공역에서의 무인항공기 특별 운항허가, 150kg 이상의 무인항공기에 대한 감함증명, 운항증명, 조종사 자격증명 등에 관한 법규를 NPA 2012와 NPA 2014를 통하여 제정한다는 것임.

□ CAP 722- Unmanned Aircraft System Operations in UK Airspace - Guidance

- 영국의 무인항공기에 대한 대표적 법제화 사례로 연구 및 전체 내용 소개
- 영국의 무인항공기에 대한 지침서인 CAP722-Unmanned Aircraft System System Operations in U.K Airspace-Guidance로 2002년 5월29일 처음 발간된 이래 5차례의 개정을 거쳐 가장 최근은 2012년 8월10일에 발간 된 제5판임
- 구성은 크게 4개의 Section으로 나누고 각 Section하에 Chapter를 두는 형식

으로 하고 있음. Section 1(General)에는 2개의 Chapter를, Section 2(Policy)에는 8개의 Chapter를, Section 3(Civil Operations)에는 10개의 Chapter를, Section 4에는 4개의 Chapter를 두고 있음

- 영국에서 운항하는 무인항공기 시스템(UAS)은 최소한 유인항공기와 동등한 안전과 운항기준을 충족시켜야 한다는 것이 영국 CAA의 정책임
- UAS 제작자와 운영자의 한정된 항공배경을 고려하였을 때 이 지침 은 포괄적이고 필연적으로 규범적임. CAA는 이 지침을 필요할 경우 추가 서면 권고로 보완할 것이라고 함
- 이 지침은 자율 운항의 잠재적 가능성을 인식하면서도 주로 원격으로 조종되는 항공기(RPA)에 포커스가 맞추어져 있음

3) 호주의 법제화 동향 및 사례 연구

□ CASR(Civil Aviation Safety Regulation)1998, Part 101-Unmanned Aircraft and Rocket Operations

- 세계 최초의 무인항공기에 관한 정식 법률
- 기존의 1998년의 CASR에 무인항공기에 관한 법규인 Part 101을 신설한 것임.

□ CASR Part 101 개정 작업

- 현재의 Part 101의 무인항공기 규정은 제정한지 10년 이상 경과하였고, 2012년 ICAO의 부속서 개정에 무인항공기 규정이 반영되어 ICAO 규정과 맞출 필요성 등 여건의 변화
- PROJECT OS 11/20를 추진하여 개정 작업을 진행 중에 있음.
- 내용은 CASR 내 Part 102로 RPAS 규정을 2016년 중으로 수립 및 공표를 목표로 하고 있음.

□ Part 101-Unmanned Aircraft and Rocket Operations

- 호주의 무인항공기에 대한 대표적 법제화 사례로 연구 및 전체 내용 소개
- CASR Part 101은 무인항공기에 관한 세계 최초의 정식 법률로서 Subpart 101.A Priliminary, Subpart 101.B General Prohibition on unsafe operation,

Subpart 101.C Provisions applicable to unmanned aircraft genearally, Subpart 101.D Tethered ballons and kites 의 4개 부분으로 구성되어 있으며 무인항공기에 관한 주 규정은 Subpart 101.C 임

•

다. 우리나라의 법제화 현황 연구

1) 현행 국내 항공법 상 관련 규정 연구

□ 항공법상 무인항공기와 무인비행장치의 구별

- 현행 우리나라 무게기준으로 구별하고 있으며 구별 기준은 무게를 중심으로 150kg 이상을 무인항공기 그 이하를 무인비행장치로 구별하고 있음.

□ 항공법상 무인항공기와 무인비행장치에 관한 규정 연구

- 현행 항공법상 무인항공기/무인비행장치에 관한 규정은 무인항공기에 대한 규정은 실제 무인항공기가 운항함에 따르는 최소한의 규정만 있는데 반하여 무인비행장치에 대한 규정은 보완할 점은 많지만 상당한 법규 체제를 갖추고 있다고 할 수 있음.
- 무인항공기 및 무인비행장치에 대한 현행 법규정 전체를 조사 분석하고 문제점을 연구함.

□ 무인항공기에 관한 규정

- 무인항공기 정의 규정
- 무인항공기의 비행허가 신청 및 비행승인에 관한 규정
- 무인항공기 운영자의 비행준수 사항에 관한 규정
- 특별감항증명에 관한 규정
- 무인항공기 사고 정의에 관한 규정
- 무인항공기 탑재장비 등에 관한 규정

□ 무인비행장치에 관한 규정

- 무인비행장치의 분류
- 무인비행장치의 정의 규정
- 초경량비행장치의 신고 및 관리에 관한 규정
- 초경량 비행장치 사용사업에 관한 규정
- 초경량 비행장치 비행 승인에 관한 규정
- 초경량 비행장치 비행 조종자 준수사항에 대한 규정
- 초경량 비행장치 조종자 자격증명에 관한 규정
- 초경량 비행장치 조종자 교육훈련에 관한 규정
- 초경량 비행장치 사고에 관한 규정
- 초경량 비행장치 구조장비에 관한 규정
- 벌칙

□ 고시·훈령 등 연구

- 항공법으로 부족한 경우에 고시 및 훈령으로 보완
- 고시로는 1) 운항기술기준, 2) 초경량 비행장치의 비행안전을 확보하기 위한 기술상의 기준, 3)초경량 비행장치의 조종자의 자격기준 및 전문교육기관의 지정 요령이 있음
- 훈령으로는 1) 특별감항증명 발급 지침, 2) 초경량 비행장치의 신고 요령이 있음

□ 국내법 검토 의견

- 현행 국내법의 문제점 분석 및 개선 방향 제시
- 무인항공기에 관하여는 거의 새로운 법률을 제정하는 정도의 입법이 필요한 실정
- 무인비행장치에 대해서는 1) 분류체계의 재검토, 2) 신고제외 대상의 범위 재 조정, 3) 소형무인항공기 개념 도입 필요성 검토, 4) 자격증 제도 재검토, 5) 교육제도 재검토, 6) 모형항공기에 관한 법률 도입 필요성 등 전반적으로

개정이 필요한 사항 중심으로 검토 의견 제시

라. 국내법 법제화 방안

1) 법제화가 필요한 부문

□ 법제화 필요 부문

- ICAO와 주요 외국의 법제화 사례에서 살펴본 바를 요약하면 우리 항공법상 무인항공기에 관해 법제화가 필요한 부문은 다음과 같이 정리할 수 있다고 봄.

① 무인항공기 등 관련 사항에 대한 정의 규정
② 무인항공기의 분류체계
③ 무인항공기 인증기준
④ 통신
⑤ 탑재장비 및 탑재서류
⑥ 비행규칙
⑦ 공역사용
⑧ 등록 및 운항허가
⑨ 운영자 증명
⑩ 무인항공기 항공종사자 자격증명
⑪ 무인항공기 항공종사자 교육훈련
⑫ 무인항공기 사고
⑬ 보안
⑭ 보험
⑮ 벌칙 규정
⑯ 기타 법제화가 필요한 사항

□ 기타 법제화가 필요한 사항

- 사생활 보호, 제조물 책임, 안전관리체계의 구축 등 항공법 상이 아니라 주로 관련법 상에서 다루어져야 할 법적사안 들임.

2) 각 부문별 법제화 방안 소개

□ 무인항공기 등 관련 사항에 대한 정의 규정

- 정의규정은 정확하고, 명확하고, 정치하게 규정되어야 함
- 따라서 기존의 무인항공기 관련 정의규정도 이것이 명확하게 규정되었는지, 규정에 있어서 오류는 없는지 등을 재검토할 필요성이 있음.
- 새로이 규정되어야 할 사항도 항공법(항공안전법)에 규정할 사항과 단순히 인증기술기준이나 운항기술기준에 규정하여도 족한 사항을 구분하여 규정할 필요성이 있음.

□ 무인항공기의 분류체계

- 무인항공기의 분류체계를 어떻게 할 것인가에 대해서는 무게와 운영범위, 속도 등 다양한 기준으로 분류하고 있음.
- 세계적인 대세는 무게기준으로 분류하고 있으며 우리나라도 무게기준으로 분류하고 있음.(영국이 대표적)
- 무인항공기 선진국의 분류체계를 연구하여 우리나라 실정에 맞는 분류 체계 수립 필요

□ 무인항공기 인증기준

- 무인항공기-유인항공기와 동등한 수준의 감항성 요구
- ICAO의 국제기준에 부합하는 감항증명 및 형식증명에 대한 인증기준 필요
- 특별감항증명 및 초경량비행장치 안전성 인증요건 재검토 및 보완
- 독자적 기술기준 제정 또는 유인항공기의 기술기준을 준용하는 법 규정 필요
- 정비확인, 감항성 개선지시, 감항성 유지에 대한 법 규정 필요

□ 통신

- 조종사가 탑승하지 않으므로 통신의 무인항공기의 안전을 확보하는 안전을 확보하는 가장 중요한 수단의 하나임

- 독립적이고 안전한 통신체계 수립에 대한 법 규정 필요
- 통신두절을 해결할 수 있는 기술적 해결 방안 필요
- 무인항공기 만의 별도의 통신 주파수 필요

□ 탑재장비 및 탑재서류

- 민간무인항공기가 국가공역내에서 운용될 때 항공교통의 안전을 확보하기 위해 필수 탑재장비 및 탑재서류에 대한 법 규정 필요
- 탑재서류는 무인항공기의 특성 상 전자서류체계 구축 필요

□ 비행규칙

- 감지 및 회피(Derect and Avoid)의 안전기준 수립 필요
- ATM절차에 대한 법 규정 필요
- 충돌 감지 및 회피 기능을 수행할 수 있는 장비의 탑재 필수

□ 공역 사용

- 유인항공기와 무인항공기가 국가공역 내 통합운영에 대비한 법 규정 필요
- 현재 1) 허가받은 공역에서 비행계획 승인을 받은 공역에서 운용, 2) 관제기관 허가 시 운용, 3) 18개 초경량 비행장치 비행공역에 대한 규정
- 우리나라 공역의 특성 상 군용무인항공기와 국가공역을 효율적으로 사용하는 문제 해결 필요

□ 등록 및 운항허가

- 항공기 등록에 관한 국내 항공법상의 규정은 대부분 큰 수정없이 무인항공기에도 적용 가능
- 최근의 무인항공기 개발의 기술발전 및 수준을 반영하여 무인항공기의 운항허가를 위한 기준 마련 필요
- ICAO RPAS 매뉴얼 및 미국, 영국, 호주 등 주요 국가의 운항허가 기준 등을

종합적으로 참고하여 제정

□ 운영자 증명

- ICAO 운영자 증명(RPAS Operator Certificate)제도 채택, 체약국 국내법으로 반영할 것을 권고

□ 무인항공기 종사자 자격증명

- CAO 부속서 1에 따른 자격증명 필요
- 무인항공기 운영을 위해서는 무인항공기 조종사, 보조 조종사, 감시자에 대한 자격증명과 신체검사 증명에 대한 법 규정 필요

□ 무인항공기 항공종사자 교육훈련

- ICAO 부속서 1에 따른 교육훈련 필요
- 무인항공기 특성을 고려한 무인항공기 조종사, 지상 통제소 요원, 관제사 등 항공종사자에 대한 교육훈련 및 관리 절차에 대한 법 규정 마련 필요
- 무인항공기에 관한 일반지식, 시스템, 항법, 운영절차 등 지상교육을 포함한 정기적인 교육훈련

□ 무인항공기 사고조사

- 무인항공기 사고, 준사고에 대한 법 규정 마련 필요

□ 보안

- 무인항공기도 유인항공기와 동등한 수준의 보안등급 요구
- 무인항공기에 의한 생화학 무기의 살포 또는 테러의 위험
- 지상시설 보안, 인적 보안, 통신 보안, 데이터 보안 등에 대한 보안관 리대책의 구체적 법 규정 필요

□ 보험

- 다른 항공기와의 충돌 피해 또는 지상 제3자 피해에 대비한 보험가입 필수적
- 적절한 보험가입 수준 산정 필요
- 무인항공기 보험가입의 의무화 법 규정 필요

□ 벌칙

- 무인항공기 관련 법 규정 위반 시 벌칙 규정 필요
- 적절한 양형에 대한 연구 필요
- 기존의 유인항공기 벌칙 규정 준용과 새로운 벌칙 규정 제정 필요

□ 기타 사안 -사생활 보호

- FAA에서 무인항공기 운용과 관련하여 가장 중요시 하는 분야의 하나
- 보안·감시 목적의 무인항공기(주로 소형 무인항공기)는 고해상도의 카메라를 장착하여 낮은 고도로 비행하면서 촬영하기 때문에 국민의 사생활 침해 가능성
- 국민의 사생활 침해 가능성으로부터 보호하기 위한 법 규정 필요
- 사생활 보호는 사법 규정으로 공법인 항공법 상 규정하기에는 부적당
- 특별법 또는 개인정보 보호에 관한 법률에 규정 고려

□ 기타 사안 -제조물 책임

- 무인항공기 사고가 제작상의 결함으로 발생했을 시 무인항공기 제작자는 제조물 책임을 짐
- 무인항공기 사고는 통상의 사고와는 달리 무인항공기 통제소와 무인항공기 시스템이 결합하여 사고가 일어나기 때문에 복잡한 책임 문제 발생
- 무인항공기 산업을 수출산업으로 육성할 경우 우리나라가 제작자의 지위에 있기 때문에 이에 대한 연구 필요

□ 기타 사안 -안전관리 체계(SMS) 구축

- 무인항공기 운영과 관련한 국가 주도의 안전관리 시스템 구축 필요

3) 국내법(항공법, 항공안전법, 항공보안법, 항공사업법) 법제화 방안 제시

□ 3가지 방안 제시

- 1안 : 완전히 독립적으로 무인항공기 만을 다루는 별도의 법(예: 무인항공기 운영에 관한 법률) 제정
- 2안 : 현행 항공법(항공안전법)에서 유인항공기 규정가운데 무인항공기에 관한 규정을 새로이 두어 병존시키는 방안
- 3안 : 현행 항공법(항공안전법)에 별도의 무인항공기에 관한 장을 두는 방안

□ 3가지 방안 중 무인항공기는 유인항공기와는 상당히 다른 운영상의 특성을 가지는 점에서 달리 취급할 필요성이 있고 새로운 법률을 제정하는 것은 입법과정의 어려운 점을 감안 제3안을 현실적인 안으로 제시

- 최종적으로는 정부의 입법 정책 방침에 따라 결정될 것임

7. [성과 9] 유무인항공기 통합검증 시뮬레이션 시스템 개발

가. 국내·외 동향 분석 및 시스템 기초 설계

1) 국내·외 시뮬레이터 동향 분석

□ 시뮬레이션 시스템을 설계하기에 앞서, 개발된 다양한 국내·외 시뮬레이터 및 시뮬레이션을 통한 연구 개발 사례 분석을 수행하여 본 과제의 목적에 맞는 시스템을 설계

□ 유·무인항공기 혼합운용 시뮬레이션 연구 개발 사례 분석

- USICO (Unmanned aerial vehicle Safety Issues for Civil Operations)
- SINUE (Satellites enabling the Integration in Non-segregated airspace of UAS in Europe)

□ 국내·외 관제 시뮬레이터 분석

- 국외 연구용 시뮬레이터
  NASA 관제 시뮬레이터 시스템, EUROCONTROL의 ESCAPE
- 국외 상용 시뮬레이터
  ATCSimulator2, Global ATC Simulator, CS Soft ATC Simulator
- 국내 훈련용 시뮬레이터
  항공대, 한서대, 항공기술훈련원, 공군본부, 공군교육사령부, 인천공항공사

□ 시뮬레이션 시스템 세부 모듈별 동향 분석

- 서버 통신 시스템
- 항공기 모델
- 관제사/조종사 UI
- 실시간 데이터베이스 시스템
- 음성 데이터 시스템
- SDPS (Surveillance Data Processing System)
- MRD (Multi Radar Display)

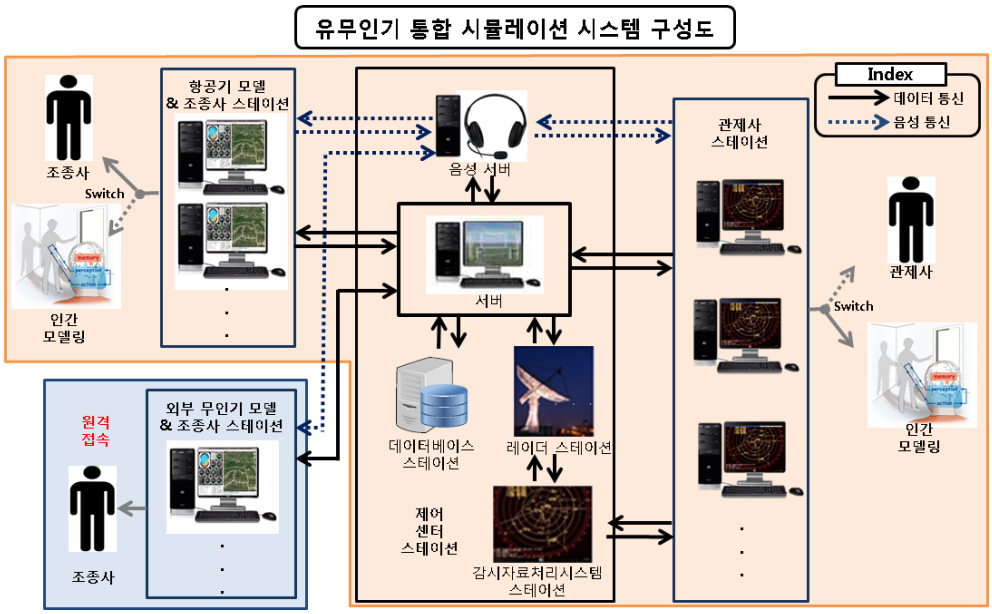
2) 시스템 성능기준(안) 도출

□ 국내·외 시뮬레이션 시스템 동향 분석과 본 과제의 목적을 반영하여 개발할 시스템 성능기준 도출

□ 성능기준

- 비행 계획 : 2000 건
- 최대 운용 항공기 수 : 1200 대
- 조종사석 : 4 석
- 관제사석 : 2 석
- 항공기 종류 : 5 대
- 공항 정보 : 18 개
- 시나리오 관리 기능 가능
- 음성 통신 기능 가능
- Radar / SDPS를 통한 실제 관제 장비 모사
- 운용 가능 공역 : 대한민국 공역 내

3) 시스템 운영개념 및 기초 설계



<그림 3-18> 유무인항공기 통합 시뮬레이션 시스템 구성도

□ 앞서 도출 된 성능기준(안)을 만족하는 시스템 기초 설계 수행

□ 유무인항공기 통합 시뮬레이션 시스템은 통합 검증 시뮬레이션 시스템(주황)과 외부 무인항공기 시뮬레이션 시스템(파랑)으로 구성

□ 외부 무인항공기 시스템은 서버와 음성 서버에 접속하여 시뮬레이션 정보 공유 및 관제사와의 음성 통신 수행

□ 전체 통신 방식은 TCP/IP를 사용하며 데이터 통신과 음성 통신으로 구성

나. 시스템 상세 설계 및 개발

1) 시스템 요소 기술 개발

□ 유·무인항공기 통합 시뮬레이션 시스템 구성에서 외부 무인항공기 시스템을 제외한 나머지 시스템 요소에 대해 설계 및 개발

□ Interface Control Document (ICD) 개발

- 시스템의 각 모듈을 연결하는 통신 규약 정의
- EUROCONTROL, ICAO, NASA의 ICD 분석
- 관제시스템 모듈과 연동하는 통신은 실제 관제 시스템 통신 패킷과 동일하게 정의
- 외부 무인항공기 모듈과 접속 시 보안을 위해 Password를 확인하는 모듈 추가
- 부산대학교로부터 ICD 검토 수행
- ICD 정의 문서인 [성과09__(별책1)_ICD_v1.0.xlsx] 참고

□ 서버 및 데이터베이스 개발

- 서버 개발
  - 시뮬레이션 시스템의 중심이 되는 모듈로 실제 관제시스템을 모사한 모듈을 제외하고는 모든 통신이 서버를 거쳐 전달 됨
  - 데이터베이스로부터 시나리오 및 항공기 모델 정보를 전달받아 각 모듈에게 전송

- 항공기의 상태정보를 주기적으로 받아 레이더에게 전송
- 음성통신을 위한 음성서버에게 시뮬레이션 정보 제공
- 시나리오 생성/수정/삭제 관리

• 데이터베이스 개발

- 데이터베이스를 통해 항공기 특성 정보 및 시나리오 관리

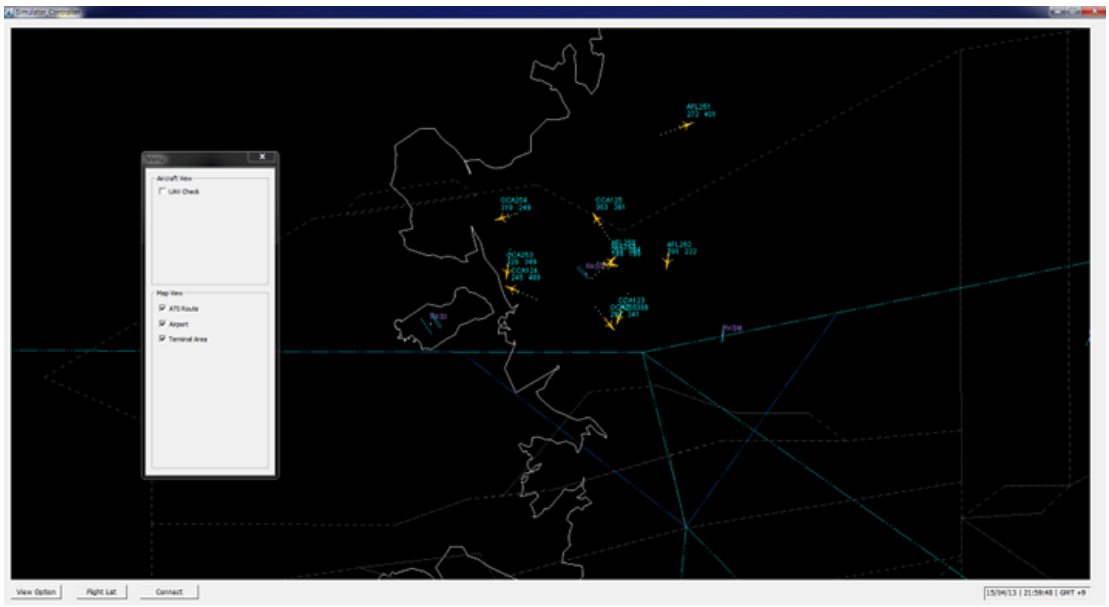
□ 관제사 및 조종사 인터페이스 개발

• 관제사 인터페이스

- 항공기의 정보를 제공하여 관제사가 사용하기 위한 화면 구현
- 한반도 지도 획득 및 좌표변환
- Aeronautical Information Services(AIP) 정보(SID, STAR, Enroute 등) 반영
- 관제사 자문 수행

① 실제 관제 화면과 비교하였을 때의 평가

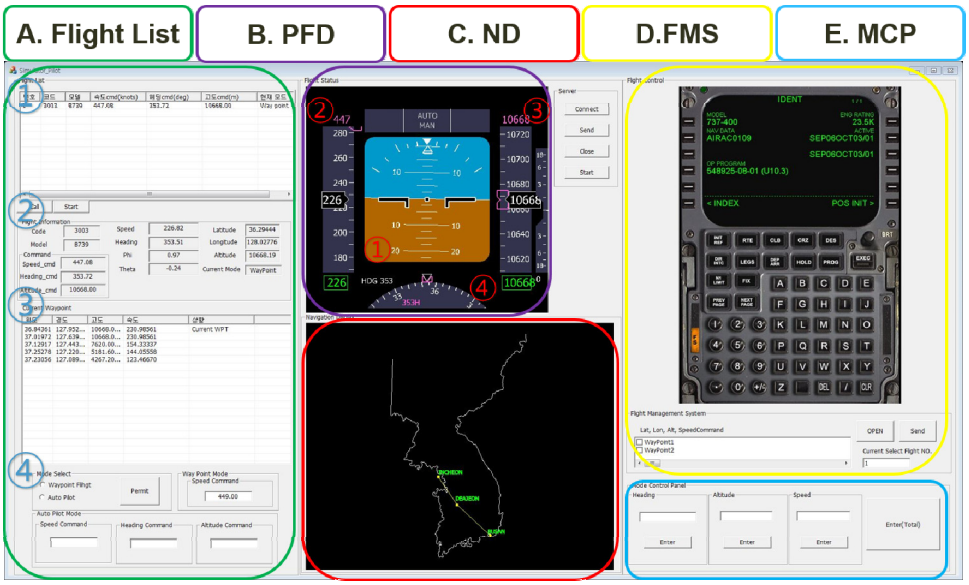
② 유·무인항공기 혼합운용 시 무인항공기와의 구분을 위한 표시



<그림 3-19> 관제사용 화면

• 조종사 인터페이스

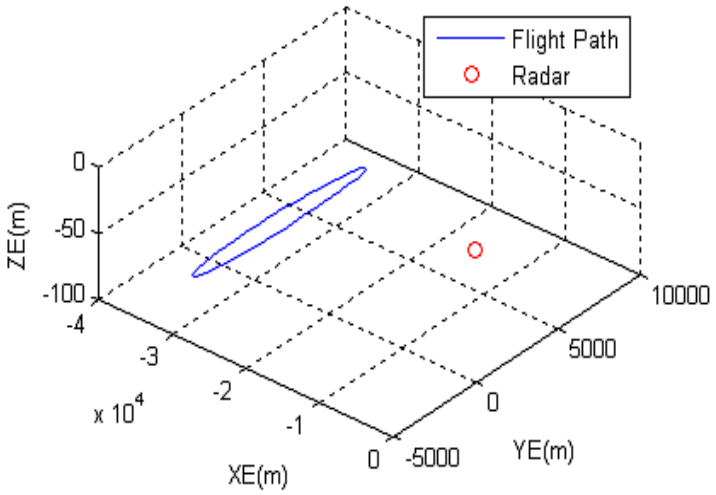
- 개발환경 구성
- 한명의 조종사가 다수의 항공기를 운용하기 위한 다양한 세부 기능 구현



<그림 3-20> 조종사용 화면

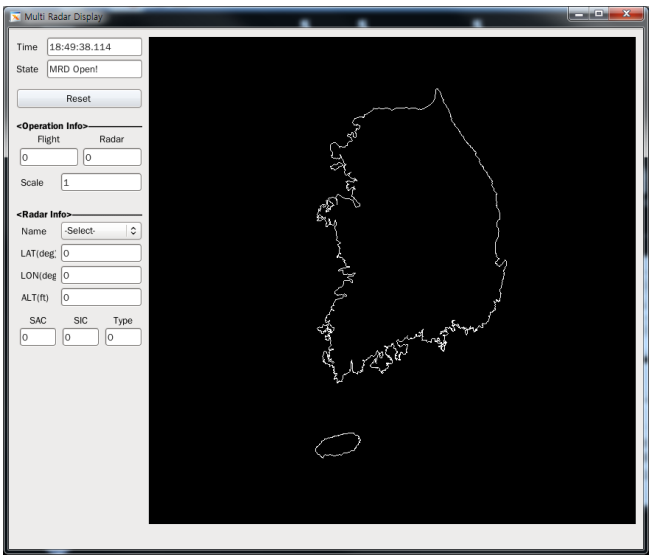
□ 관제 시스템 (Radar, MRD, SDPS) 개발

- 실제 관제 시스템인 Radar, MRD, SDPS를 시뮬레이션을 위해 동일하게 모사
- Radar 모델
  - 항공기 상태정보(위치, 자세, 속도 등)을 받아 레이더에서의 감지 정보(레이더로부터 항공기의 상대 거리, 방위각, 고도)로 출력
  - 감지 정보 순서가 잘못 들어오는 구간 확인 및 수정



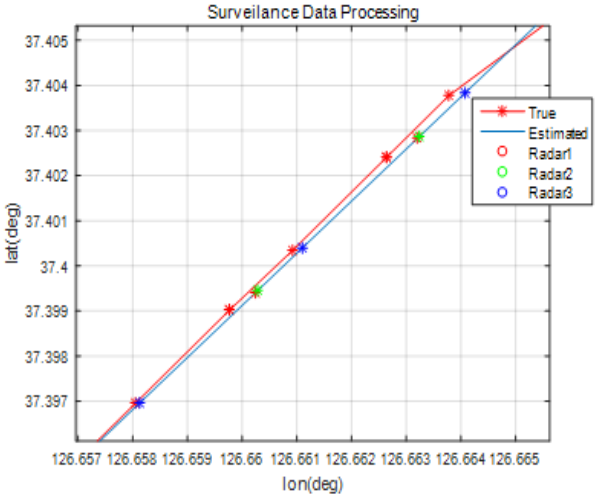
<그림 3-21> 3차원 시점에서 바라본 항공기 궤적

- Multi Radar Display (MRD) 모델
  - 레이더로부터 항공기의 상대 위치 정보와 실제 항공기 위치 정보를 표시하여 레이더의 성능 검증



<그림 3-22> MRD 화면

- Surveillance Data Processing System (SDPS) 모델
  - 레이더로부터 받은 데이터를 통해 항공기의 위치 및 속도 추정
  - 실제 감시 자료 처리 시스템 장비 특성을 반영



<그림 3-23> SDPS 모듈 시뮬레이션 결과

□ 유인기 모델 개발

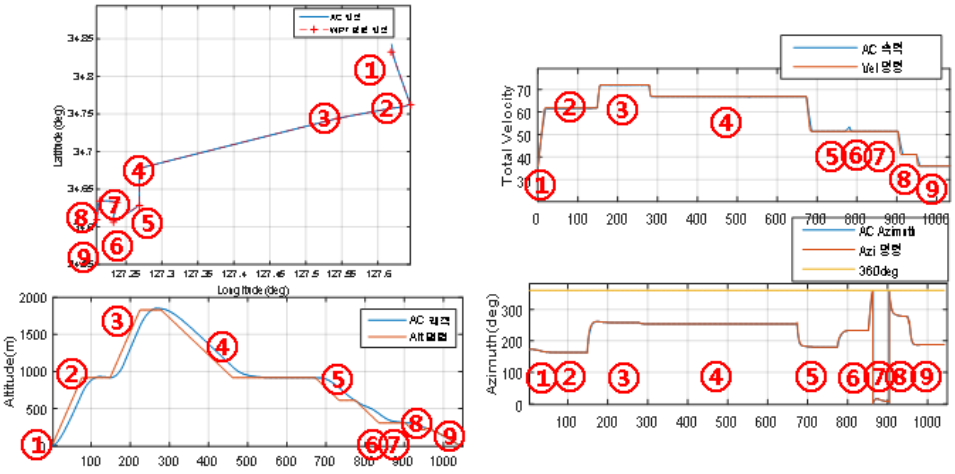
- 실제 유인항공기의 움직임을 모사하기 위한 모듈

- 다양한 종류의 항공기를 ICAO와 BADA의 분류 기준을 기반으로 5가지 Category로 분류하고 각 Category에 해당하는 대표 모델 선정

<표 3-26> 항공기 분류

ICAO의 항공기 분류와 BADA의 항공기 분류			대표 모델
Aircraft Category	1.3 Times the Stall Speed in Knots	BADA Aircraft Category	
A	less than 91 knots	Light	Cessna 172
B	91 to 120 knots	Light	Citation 550
C	121 to 140 knots	Middle	B737
D	141 to 165 knots	Heavy	B747
E	above 166 knots	Jumbo	A380

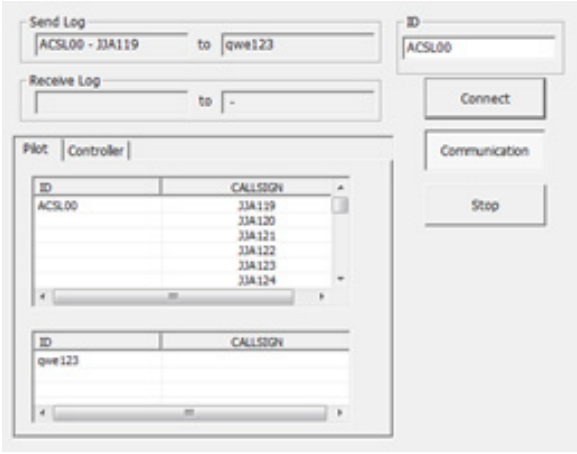
- 차세대시스템 적용을 위해 자세 표현이 가능한 5자유도 개발
- BADA 정보를 반영하여 각 Category의 대표 모델 개발
- 실제 항공기 비행 궤적 정보를 통한 개발 된 항공기 모델 검증 수행



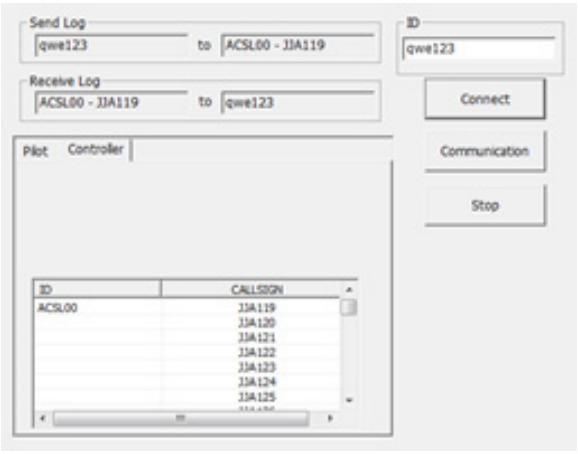
<그림 3-24> 항공기 모델 검증 결과

□ 음성통신 개발

- 조종사와 관제사의 음성통신을 모사하기 위한 모듈
- 프로그램 구조 설계
- 양방향 및 다:다 통신 가능



<그림 3-25> 조종사 음성 통신 UI



<그림 3-26> 관제사 음성 통신 UI

□ 다중접속 처리능력 향상

- 본 시뮬레이션 시스템의 각 모듈을 앞서 정의한 시스템 성능기준만큼 다중 접속시켜 스트레스를 주었을 때 처리 가능하도록 기능 향상
- Pilot Station 2대 & CWP(Controller Working Position) 2대 운용 수행
- 외부 유무인항공기 모듈 최대 10대 동시 운용 수행
- 외부 유무인항공기 모듈 실시간 접속 수행
- 최대 1200대 항공기 동시 운용 수행

2) 외부 무인항공기 시뮬레이션 시스템 개발 (이지테크)

□ 무인항공기 3D 영상 비행시뮬레이션 기능

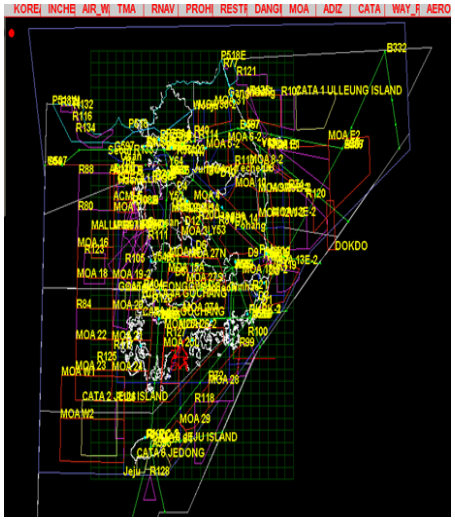
- 무인항공기와 유인항공기가 공일 공역 상에서 운영될 경우 무인항공기의 비행성능과 운항조건이 기존 유인항공기의 비행에 미치는 영향을 3 차원 영상화면을 통행 입체적으로 분석 가능한 3D 영상 비행시뮬레이션 엔진을 개발하였음
- 이 영상엔진은 OpenGL 기반으로 제작 되었으며 Windows XP, Windows 7, Windows 8 운영환경 상에서 실행됨
- 모델링(지형, 건물, 항공기) 데이터베이스의 크기가 1 GB 정도 됨으로 메인

메모리 2 GB 이상의 그래픽 가속기가 있는 그래픽 전용 컴퓨터에서 정상적인 실행이 가능함.

- 3D 영상엔진은 지형, 공항, 활주로 및 항공기 3D 모델을 랜더링 하는 3 D 지형랜더링 기능과 AIP 공역 정보와 유/무인항공기 비행궤적을 그려주는 관제 모니터링 화면 랜더링 기능의 두 가지 기능을 수행함.

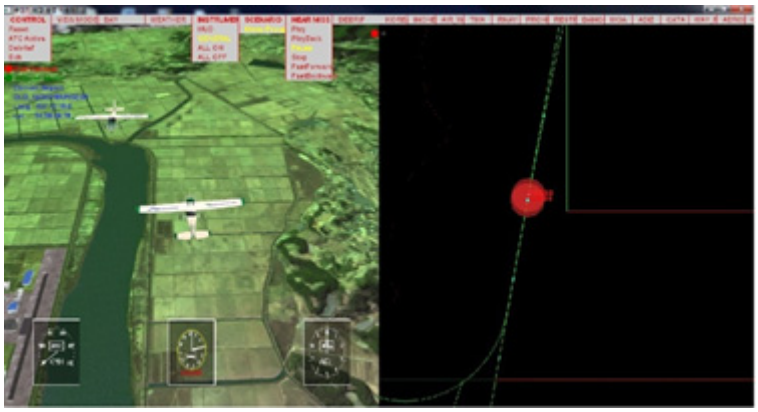


<그림 3-27> 3D 지형 랜더링



<그림 3-28> 관제 모니터링 화면 랜더링

- 3 D 영상엔진의 주요기능을 제공함
  - 지형 및 항공기 모델 랜더링
  - 외부 조종사 조종입력 처리(마우스, 조이스틱)
  - 시점 제어(조종사, 관찰자, 타워, 꼬리날개)
  - 운영환경 (날씨, 시간 제어)
  - 계기 시현(HUD, 일반계기)
  - 비행시나리오에 의한 비행
  - 충돌 경고 (Near Miss)
  - 디브리핑
  - AIP 정보 현시
  - 자동 활주로 생성
  - 음향 (접근 속도 경고음)
  - ATC 시스템과의 연동



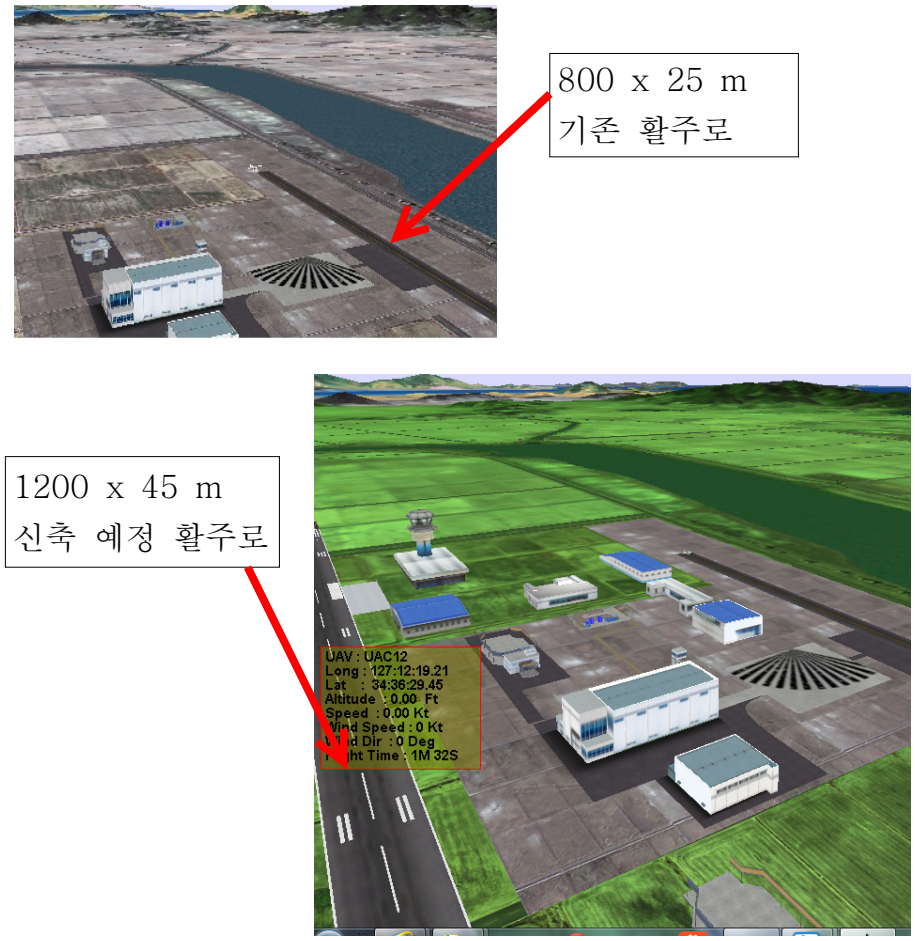
<그림 3-29> 3D 영상엔진 주요기능 (무인항공기 시스템)



<그림 3-30> 3D 영상엔진 주요기능 (디브리핑)

□ 공항 및 공역 정보 생성

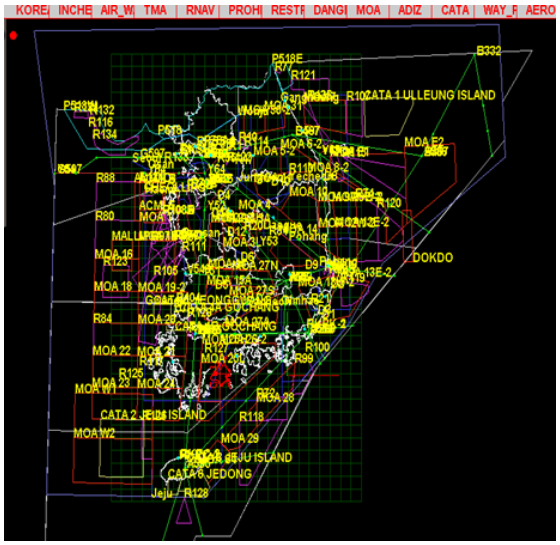
- 국내에서 가장 활발하게 무인항공기의 비행시험이 수행되고 향후에도 확장 예상되는 고흥 항공센터를 중심으로 한 3 차원 지형을 제작하고 신규 건설 예정이 관제탑과 신규 활주로를 3 차원 모델로 제공함
- 따라서 기존 800 m 길이의 활주로와 1200 m 의 길이의 활주로를 이용한 비행 이착륙 시뮬레이션이 가능하도록 함
- 향후 실제 활주로 신축 또는 확장 시에 실제 설계도를 이용하여 활주로 및 건물 부분을 수정 보완할 수 있도록 함



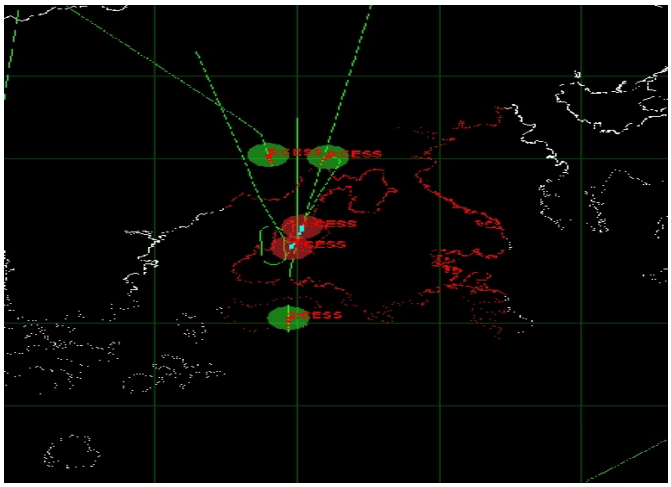
<그림 3-31> 기존 및 신축 예정 활주로

- 국내의 공역정보를 관제 모니터링 화면에 제공함 . ATC 시스템에서 수신한 유인기 비행정보를 이용하여 유/무인항공기의 비행궤적을 남한지역의 해안선과 시도경계선이 그려지는 지도 화면위에 그려줌과 동시에. 지도 화면에는 다음의 공역 정보를 선택적으로 보여줌
  - 남한 지역의 해안선 및 시도 경계선
  - FIR
  - AUR WAY
  - TMA
  - RNAV
  - PRIHIBIT
  - RESTRICT
  - DANGER

- MOA
- ADIZ
- CATA
- WAY POINT
- AERODROM
- OBSTALE
- AIR NAV



<그림 3-32> 공역정보 표시

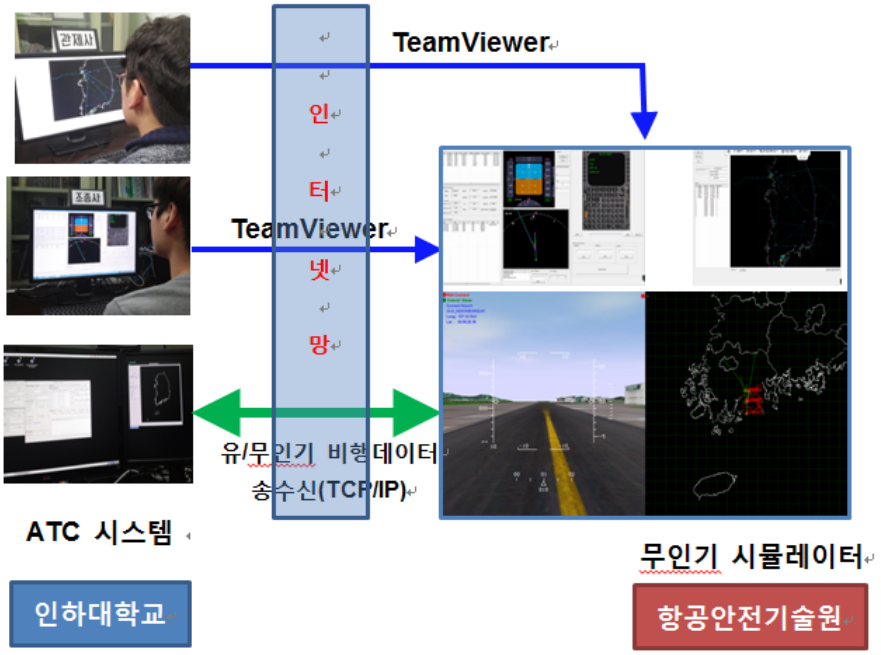


<그림 3-33> 유무인항공기 항적 및 충돌상황경고표시

□ 시스템 연동 시험

- 무인항공기 시뮬레이션 시스템이 인하대에서 개발한 ATC 시뮬레이션 시스템

과 인터넷 통신을 통해서 유.무인항공기의 비행 데이터를 상호 교환할 수 있도록 인터페이스 ICD를 설계하고 이를 적용하여 유.무인항공기 통합 운영 상황을 시뮬레이션 하고 그 결과를 분석할 수 있도록 함.



<그림 3-34> 시스템 연동 시험

□ 성과 및 향후 개선 내용

- 본 과업을 통해 단 기간내에 제한된 예산으로 민간 유/무인항공기가 같은 공역을 운영할 수 있는 상황을 시뮬레이션 할 수 있는 기본적인 환경을 구축할 수 있게 되었음.
- 인터넷을 통한 ATC 시스템과의 연동이 가능하여 유무인항공기의 혼합 운영 환경을 실시간 시뮬레이션이 가능하게 되었고, 이 상황을 재현해 볼 수 있는 디 브리핑기능이 구현됨으로써, 혼합 비행운영 상황을 분석하고 관련 법규를 제정함에 있어 신뢰성 있는 무인항공기의 운항절차 , 기술기준 규정들을 개발을 위한 도구로 활용할 수 있게 되었음.
- 그러나, 과제를 수행하면서 다음과 같은 개선사항들은 도출할 수 있었으며 이를 위하여 확장성을 고려하여 개발되었음.
  - 국내 주요공항 3 D 모델링 추가
  - 다양한 항공기 모델 구현

- 고압 송전선 구현
- 화재 상황 재현
- 실제 상황에서의 비행 구역 설정 가시화
- 원격 조종석

3) 통합운용절차 및 시나리오 개발 (항공대)

□ 무인항공기 시나리오 고려사항 분석

- 현실적인 시나리오 도출을 위하여 무인항공기 운용 절차 및 시나리오 개발에 앞서 현 공역 체계 하에서 무인항공기 도입이 미치는 영향을 분석하고,
- 국내·외 무인항공기 운영 규정 및 제도를 분석하며 무인항공기 운영의 일반 원칙을 반영하고자 함
  - 무인항공기는 현재 적용되는 항공교통 및 공역관련 규정 및 절차 준수
  - 무인항공기의 운항이 다른 공역 이용자들에 대해서 위험 요소가 되어서는 안 됨
  - 무인항공기의 운항이 다른 공역 사용자들에게 추가적인 장비의 탑재를 요구해서는 안 되며 무인항공기의 운항 형태가 유인항공기와 최대한 유사하여야 함
  - 무인항공기의 통합은 현행 항공 안전 수준을 저하시켜서는 안 되며 충돌 위험을 감지 및 회피할 수 있는 성능 및 항공기간 분리를 유지할 수 있는 성능이 요구됨
- 국내 공역 현황, 항행 및 항공교통관리 체계를 분석하여 국내를 배경으로 한 합리적인 무인항공기 운영 시나리오의 도출
- Detect and Avoid, C2 통신 및 CNS/ATM 성능 등을 기반으로 하는 무인항공기와 유인항공기의 차이점을 분석하여 해당 차이점을 고려한 시나리오 작성
  - 무인항공기의 경우 원격으로 조종하는 무인항공기 조종사에 의한 기체 주변의 상황 인지에는 얻을 수 있는 정보량이나 시간 지연 등에 의해 충돌 위험 상황 시 즉각적인 대응에 한계 발생
  - 무인항공기가 무인항공기 통제소의 통신 영역 안에 있을 때, 직접 통신을 통해 C2 Link를 유지하며, 통신 범위를 벗어날 경우 위성 혹은 지상 중계기를 이용한 중계를 통해 C2 Link를 유지

- 분석된 무인항공기 도입 파급효과를 바탕으로 시나리오 단계별로 구성
- 무인항공기 활용 분야 특성과 운항의 복잡성을 고려하여 3단계로 구분
- 1단계: 고정 지점 운항 시나리오 - 현재의 공역 체계, 항공교통관제 환경에서 무인항공기 기술 및 규정으로도 충분히 실현할 수 있는 임무로 구성
- 2단계: 지점 간 운항 시나리오 - 향후 민간분야 무인항공기의 안정성이 검증되며 제도가 완화되면 민간분야 무인항공기 활용이 활발히 이루어 질 것으로 예측하여, 지점 간 운항을 바탕으로 구성
- 3단계: 지상통제소(Ground Control Station) 간 통제권 이양 시나리오 - 무인항공기 기술 발달로 인한 공해상 비행에 필요한 지상통제국간 무인항공기 통제권 이양

<표 3-27> 시나리오에 따른 비행 방식 및 활용범위ㅊ

시나리오 단계	비행 방식	활용범위	FAA 구분 운항형태
고정 지점 운항 시나리오	현 무인항공기 기술 및 제도 하에서 가능한 운항		
1. 비행장 주위 비행	유사 VFR	시험, 훈련비행	Terminal Area Operation
2. 지정된 공역 입출항	유사 VFR	수색, 감시, 공중촬영, 농약살포	Operating Area Operation
지점간 운항 시나리오	민간무인항공기 수용 가능한 지점간 운항		
1. 유사 VFR 운항	유사 VFR	무인항공기를 이용한 지점간 운항	Lateral Transit Operation / Vertical Transit Operation
2. IFR 운항	IFR	항로를 이용한 운항	-
지상통제소간 통제권 이양 시나리오	공해상을 포함하여 지상통제소 이양 운항		
공해 지점 이양	IFR	공해상 비행	-

- 시뮬레이션으로 구사할 수 있는 비행단계에는 포함되지 않으나, 비행 전 단계 시나리오로써 비행계획 및 지상운영 시나리오도 함께 다룰 것임
  - 궁극적으로 유·무인항공기의 통합 공역 운영을 위해서는 관련된 제반 절차가 비행계획 단계부터 선행되어야 함.
  - 이는 각 단계별 운항형태 및 환경의 변화에 따라 비행계획 및 지상운영의

내용도 변화하기 때문에 비행 시나리오에 앞서 공통단계 시나리오를 작성하였음

- Detect and Avoid, 기상상황 변화, 수렴 상황 등의 비정상상황을 각 시나리오별 적합한 단계에 포함하여 비정상상황에 대비한 시나리오 제시
- 각 시나리오별 구체적인 무인항공기 기종, 비행장, 공역 등의 운영환경을 설정
  - 현 기술 수준의 무인항공기의 성능과 유사한 유인항공기를 무인항공기로 가정, 무인항공기가 Cessna-172와 유사한 비행 성능과 특성을 보인다고 가정
  -
  - 국내 항공교통 및 공역 현황을 바탕으로 무인항공기 운항에 가장 적절한 지역인 고흥비행장 및 그 인근을 시나리오 배경으로 선성
  - 인근 접근관제구역, 제한 및 통제공역, 군작전구역, 항로, 출도착 절차 및 시계비행로 등을 고려하여 무인항공기 비행 경로를 설정
  - 단계별 무인항공기 기술 발달에 따른 성능과 운항을 뒷받침하는 CNS/ATM(통신・항행・감시/항공교통관리) 기술 및 관련 규제 수준의 발달을 가정하여 시나리오 환경을 구성하였음. (성과 19 중장기 로드맵 참조)

□ 비행 전 공통단계 시나리오

- 시나리오 배경
  - 무인항공기의 비행에 앞서 비행에 관련된 정보(항공기, 공역, 절차 등)를 항공교통관제기관에 제출하고 필요한 경우 관련 정보를 전파하는 시나리오
  - 다만, 본 연구에서 다루지 않았지만 미래항공교통체계의 변화에 따른 미래 항공교통흐름관리(Air Traffic Flow Management) 및 4D 운항체계 상 항공기 수용여부, 항공기 우선순위 등의 변화를 감안한 추가 연구가 필요함.
- 시나리오 구성 목적
  - 완전통합을 위한 점진적인 비행계획단계의 발전 방향 제시와 비행계획단계에서 필요한 제반요건들의 단계별 제시
  - 현 규정 상, 무인항공기의 비행을 앞서 별도의 공역을 배정하는 것이 일반적임

- 필요한 경우, 비행계획을 토대로 공역 분리 외의 무인항공기 비행 정보의 사전 전파를 통해 유인항공기에게 관련 정보를 전달
- 미래항행체계 상에서는 항공정보의 전파와 공역 수용이 체계적이고 효율적으로 이루어질 것으로 예상

• 공역 통합운영을 위한 단계별 개선방향 및 제반요건 제시

• 비행계획과 관련된 운항기술기준(안)의 고려사항 연구

<표 3-28> 시나리오 단계 별 개선방향 및 제반요건

시나리오 단계	개선방향	제반 요건
현재	(현 규정 상) 무인항공기의 운항을 위해서는 다른 유인항공기의 진입을 금지 및 제한하며, 무인항공기를 위해 설정된 공역 이외의 비행은 안전상의 이유로 불가	
1단계	분리된 공역(무인항공기 전용 공역 또는 임시 제한 공역)의 비행에서 유인항공기와 같은 공역을 사용할 수 있도록 변화	무인항공기 비행정보의 사전 전파로 안전 확보
	무인항공기의 비정상상황 운영, 비행 우선순위, 항공기 성능 프로필 및 비행 단계 정보를 포함하는 무인항공기 비행계획서의 제출	관련 운항규정 및 기준의 설립
	운항 전 마다 제한된 비행 허가를 받지 않고 유인항공기 운항과 같이 비행 전 일정 시간 이전에 비행계획서를 제출하면 항공기 수용	항공교통관제기관과 운영자 간의 비행 계획 수정과 피드백
2단계	항공교통관제기관은 단순한 형태의 무인항공기의 운항뿐만 아니라 복잡하고 장거리의 무인항공기 운항에 대한 비행계획을 접수하고 처리하여야 함.	무인항공기 운항 특성을 고려한 비행계획의 수립
	유·무인항공기 통합을 위하여 유인항공기 운항에 미치는 영향을 최소화하기 위한 항공교통흐름관리 업무에 무인항공기를 포함	실시간 비행관리와 무인항공기 운항의 정확한 정보 제공
3단계	무인항공기 운항에 있어 지상통제소 간의 통제권이양(Handover)이 이루어지는 형식의 비행을 수행	통제권이양 (Handover)를 포함하는 비행계획

□ 지상운영 단계

• 시나리오 배경

- 비행장 내 주기장에서 출발하여 유도로를 거쳐 활주로에 도달하는 단계로 관제탑과의 통신을 유지하며, 지시된 경로를 따라 지상 이동
- 이륙 전 계류장에서 활주로까지의 지상운영 또는 착륙 후 활주로에서 계

류장까지의 지상운영
- 유·무인항공기 통합운영의 취지에 맞춰 실제 유인항공기가 운항하는 여수공항 내에서 지상운영 시나리오 작성

• 시나리오 구성 목적
- 운항에 있어 필수적인 지상운영단계 시나리오로 공역통합과 함께 지상 단계에서의 유·무인항공기 통합 운영에 필요한 요건 검토 필요
- 지상운영과 관련된 운항기술기준(안)의 고려사항 연구
- 비교적 교통량이 적은 비행장 및 관제탑이 없는 공항에서 실제 유인항공기가 운항하는 대형 공항의 통합지상운영에서 필요한 제반 요건 설정을 위한 근거 제시
- 무인항공기의 지상운영은 기본적으로 'Detect and Avoid'를 통해 다른 항공기, 차량 및 장비와 분리
- (관제탑이 있는 경우) 유인항공기와 마찬가지로 관제탑의 통제와 지시를 받으며 운영자가 시각적 정보를 기반으로 항공기간의 분리를 실시
- (관제탑이 없는 경우) 경량항공기 및 초경량비행장치와 마찬가지로 관제탑이 없는 지역에 대한 이착륙절차에 따라 운영

<표 3-29> 시나리오 단계 별 개선방향 및 제반 요건

시나리오 단계	개선방향	제반 요건
현황	무인항공기의 지상운영은 유인항공기와 완전히 분리되어 있음. (비행장, 활주로, 계류장 등)	
1단계 이후	지상 감시자가 직접 눈으로 주시하는 지상운영에서 지상감시(Surveillance) 기술을 활용한 지상운영으로 변화	안전한 지상운영이 가능하도록 조종사에게 주위 시각 정보 및 다른 항공기 정보를 제공 (Detect and Avoid)
	효율적인 지상 운영을 위하여 유인항공기와 무인항공기가 같은 유도로/활주로 및 활주 경로를 사용 (별도의 시설 없이 운영)	

□ 무인항공기 시나리오 연구 (1~3단계)

• 무인항공기 활용 분야 특성과 운항의 복잡성을 고려하여 3단계로 구분
- 우리나라는 공역이 복잡하고 각종 제한사항이 많은 관계로 Class D, E, G

등급과 고흥항공센터 주변의 근접한 여수, 무안 공항을 중심으로 시나리오를 구성

- 1단계: 고정 지점 운항 시나리오
  - 비행장 주위 공역(관제권) 내에서 비행하는 시나리오
  - 지정된 공역에 입출항하여 임무 수행하는 시나리오
- 2단계: 지점간 운항 시나리오
  - 유사 시계비행방식에 따라 비행하는 시나리오
  - 계기비행방식에 따라 비행하는 시나리오
- 3단계: 지상통제소(Remote Pilot Station) 간 통제권 이양 시나리오
  - 공해 지점에서 통제권을 이양하는 시나리오

- 시나리오 환경 설정
  - 고흥항공센터에서 관제업무가 제공되며, 명칭을 고흥비행장으로 가정함
  - 시나리오 상 고흥항공센터 활주로 방향은 RWY19로 가정함
  - 사용활주로는 관제탑에 의해 가장 적합한 활주로 방향으로 설정함
  - 풍속 5노트 이상일 때 풍향과 가장 가까이 정대되는 방향으로 설정하며 풍속이 5노트 미만이면 무풍활주로 사용
  - 고흥지역의 평균풍속은 1.5m/s으로 활주로 방향 설정에 대한 장애가 크지 않음.
  - 기 설정된 Class G 공역인 UA-22에 관제업무가 제공되는 Class D 등급의 관제권(Control Zone, CTR)로 가정
  - 항공교통 혼잡도가 높지 않은 Class D로 가정

□ (제1-1단계) 비행장 주위 공역 비행 시나리오

- 시나리오 배경
  - 고흥비행장을 이륙하여 VFR과 유사한 형식의 비행 규칙으로 교통장주(Traffic Pattern)를 따라 비행
  - 조종사가 눈으로 비행하는 Visual Flight Rule에 적용되지 않으나, 이와 유사하게 시각적인 정보를 받고 비행하는 것으로 가정
  - 교통장주(Traffic Pattern)은 시계비행 항공기만 사용하는 경로로, 정해진 좌표 없이 시각 참조물을 기준으로 설정되어 정확한 거리, 방위는 규정화 되어있지 않음.

- 시계비행 기상상태(Visual Meteorological Conditions) 하에서 비행
- 시계상의 양호한 기상상태 (항공법 시행규칙 별표 8)

• 관련 규정인 FAA AC 90-66a Recommended Standard Traffic Pattern, FAA JO 7400.2k Procedures for Handling Airspace Matters를 참고하여 가상의 고흥비행장에 Traffic Pattern 설정
  - 장애물, 지형 혹은 소음 민감 지역의 제한이 없을 경우 비행장 좌측에 장주 패턴 수립을 권장 (FAA AC 90-66a)
  - 고흥항공센터 서쪽 용동리 봉우리(195m) 장애물의 영향으로 RWY19 기준, 좌측(Left-Hand) 패턴 설립
  - 장주고도는 1,000ft AGL, 대형 터빈항공기의 경우 1,500ft AGL 또는 수립된 장주고도에 500ft를 더한 고도에서 비행을 권장 (FAA AC 90-66a)
  - 1단계 시나리오 대상 항공기(TR-100 & Cessna-172S)를 고려, 지면고도 1,000ft에서 비행하는 시나리오 수립
  - 항공기 카테고리에 따른 접근속도를 고려, 장주패턴의 Leg 길이를 설정 (FAA JO 7400.2k)
  - 항공기 시험 비행, 조종사 이착륙 교육 등에 해당하는 시나리오

• 시나리오 구성 목적
  - 관련된 운항기술기준(안)의 연구
  - 무인항공기 운항이 공역, 타 항공기 및 관제에 미치는 영향에 대한 검토
  - 기존 조종사의 시각에 의존하는 관제지시(예: ‘report traffic in sight’, ‘following identified aircraft’) 또는 일부 교통장주 내 지시(예: ‘extend downwind’ 등)가 무인항공기 운항에 사용이 불가능
  - 출발 또는 도착하는 무인항공기에 대해 경로, 기동 지시와 실패접근 또는 체공절차를 적용하며, 필요할 경우 후류요란에 따른 분리도 수행할 수 있도록 발전하여야 함
  - Class D 등급을 비행하는 유사 VFR 방식의 무인항공기 비행에 관한 규정 근거 및 제반 요건 도출
  - 무인항공기 조종사는 Detect and Avoid 기능을 활용하여 VFR 항공기 간의 분리를 수행하여야 함.
  - Class D를 비행하는 무인항공기는 TCAS, ADS-B 등의 장비를 이용한 공중충돌 방지 능력을 갖추어야 함.

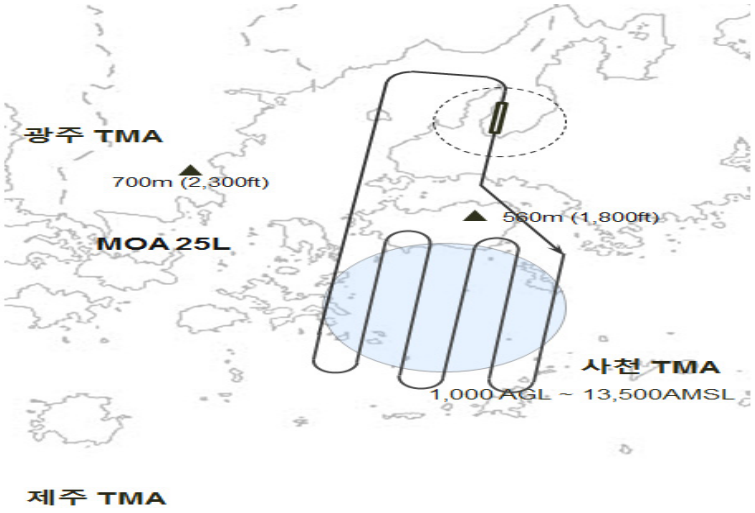
<표 3-30> 시나리오 단계 별 개선방향 및 제반 요건

시나리오 단계	개선방향	제반 요건
현황	무인항공기 운영을 위해서는 비행 전 매번 특별 허가가 필요하며, 유인항공기가 비행하지 않는 분리된 공역에서 비행. 민간 공항에서의 무인항공기 출발 및 도착은 예외적인 경우로 취급	
1단계	관제업무가 제공되는 민간공항에 무인항공기가 이·착륙 할 수 있도록 함.	무인항공기 운영자는 관제업무가 제공되는 공항에 비행하기 위한 항공기 성능 및 계기/장비 조건을 만족
	무인항공기 조종사는 Detect and Avoid 기능을 이용하여 공항 주위에서 유·무인항공기의 혼합 운영에 대비	
2단계 이후	무인항공기와 유인항공기에 제공되는 관제업무의 차이가 최소화되며 항공기 성능, 탑재 장비에 따라 구분	무인항공기와 유인항공기의 통합 운영에 있어 적합한 새로운 기술과 비행절차의 적용

- 관련 운항기술기준
  - 7.5 VLOS안에서 모든 무인항공기의 시계비행방식 운영(All UAS Operated as VFR flights within VLOS)

□ (제1-2단계) 지정된 공역 입·출항 비행 시나리오

- 시나리오 배경
  - 고흥관제권을 벗어나 사천접근관제구역(TMA)에서 비행하는 시나리오
  - 고흥 남쪽 바다(34° 20’45“N 127° 11’34“E) 반경 10NM 지역 해양감시 저고도 체공비행
  - VFR 유사비행으로 교통장주 출항경로(활주로 방향 또는 45° 방향)으로 기 설정된 공역으로 비행하는 시나리오



<그림 3-35> 지정된 공역 입·출항 비행

- MOA-25L 내 목적지 상공에서 3,000ft 상공에서 비행하며 Grid-Pattern으로 약 2시간 해양감시 수행
- 인근 IFR 항로 및 경량항공기 비행경로를 비행하는 유인항공기와의 분리가 이루어져야 하므로 아래의 기술된 항로로부터 고도와 거리를 분리하여 운항을 하여야 한다.
- 서울-제주 항로인 Y711/Y722, B576와 약 15NM 이내로 근접 가능
- 광주-김해 항로인 Y253, V543, W45와 약 20NM 이내로 근접 가능
- 제주-김해 항로인 A586, Y579와 약 30NM 이내로 근접 가능
- 고흥 인근 경량항공기 비행경로를 따라 비행하는 VFR 항공기와 Detect and Avoid 기능을 이용한 분리 유지

<표 3-31> 인근 경량항공기 비행경로

경로명	출발지	도착지	비행거리	최저지면고도
UR 067	성화대 344157N 1263101E	고흥 343642N 1271219E	64.1km	802ft
UR 068	고흥 343642N 1271219E	화순 350353N 1265839E	54.8km	1,188ft
UR 069	고흥 343642N 1271219E	순천 345536N 1273515E	49.8km	357ft

- 고흥비행장 주위 공역 접근관제구역(TMA) 현황
  - 고흥비행장은 세 접근관제구역(사천, 광주, 제주)의 경계에 위치
  - 본 시나리오 상에는 사천 APP의 관제를 받는 것으로 가정
  - 시뮬레이션 편의를 위하여 사천TMA에서 비행하는 무인항공기가 경계를 넘더라도 Point-Out 절차를 적용하여 사천 APP에서 관제권 유지
    * Point-Out: 관제권 요구절차는 관제중인 항공기가 타관제기관의 공역 또는 보호된 공역으로 진입하려는 경우, 무선통신은 인계되지 않고, 타 관제기관의 관제사에게 레이더 식별이 될 수 있도록 관련 항공기의 정보를 수동(직통선)으로 제공하며 타 기관 관할공역으로 통과비행하는 항공기에 대한 관제권을 요청/허가하는 절차 (항공교통관제절차 5-4-7 POINT-OUT)
  - 고흥비행장 인근 지형장애물 임무공역에서 3,000ft로 비행하는데 장애물에 의한 문제 없음.
  - 이륙 후 약 16.5NM 지점에 위치한 거금도 적대봉(1,945ft) 장애물 clearance를 위해 약 2° 이상의 상승각이 필요
  - 무인항공기 운항에 있어 큰 문제점 없음

- 시나리오 구성 목적
  - 관련된 운항기술기준(안) 연구
  - 무인항공기 운항이 공역, 타 항공기 및 관제에 미치는 영향에 대한 예측, 연구 및 분석
  - 원거리에서 운용될 때 관제소 및 지상통제소(Remote Pilot Station)과의 통신을 유지하기 위한 인공위성 또는 지상 통신 중계 장비가 필요
  - 고흥관제탑과 사천 접근관제소 간의 무인항공기 관제이양이 수행되며 관제이양에 해당하는 사항 포함
  - 비행 중 조우할 수 있는 협조표적(Cooperative) 또는 비협조표적(Non-cooperative)와 의 수렴 상황을 가정
  - 비행장 상황에 따라 필요할 경우 관제사가 항공기 우선순위를 조정하거나 체공을 지시할 수 있음
  - Class D, E, G 등급에서 비행하는 무인항공기의 비행절차 및 제반요건 제시

<표 3-32> 시나리오 단계별 개선방향 및 제반 요건

시나리오 단계	개선방향	제반 요건
현황	무인항공기 운영을 위해서는 비행 전 매번 특별 허가가 필요하며, 유인항공기가 비행하지 않는 분리된 공역에서 비행. 민간 공항에서의 무인항공기 출발 및 도착은 예외적인 경우로 취급	
1단계	관제업무가 제공되는 민간공항에 무인항공기가 이·착륙 할 수 있도록 함.	무인항공기 운영자는 관제업무가 제공되는 공항에 비행하기 위한 항공기 성능 및 계기/장비 조건을 만족
	무인항공기 조종사는 Detect and Avoid 기능을 이용하여 공항 주위에서 유·무인항공기의 혼합 운영에 대비	
2단계 이후	무인항공기와 유인항공기에 제공되는 관제업무의 차이가 최소화되며 항공기 성능, 탑재 장비에 따라 구분	무인항공기와 유인항공기의 운영에 있어 적합한 새로운 기술과 비행절차의 적용

- 관련 운항기술기준
  - 7.6 BVLOS 시계비행방식으로 모든 무인항공기 운용 (All UAS operated as VFR flights BVLOS)
  - 7.15 “감지 및 회피“ 시스템이 필요한 무인항공기(UAS required to be equipped with “Detect and Avoid” systems)

<표 3-32> 시나리오 단계별 개선방향 및 제반 요건

□ (2-1단계) 지점(여수-고흥)간 운항 시나리오

- 시나리오 개요
  - 지점간 운항 시나리오는 한 비행장에서 이륙하여 다른 비행장에 착륙하는 시나리오로 구성
  - RPA 기술의 발전으로 무인항공기 운용 범위가 넓어져 비행장 간 무인항공기 이착륙 절차에 대한 기본적인 연구와 절차 개발이 필요
  - 무인항공기의 IFR 비행을 실시하는 시나리오로 1단계 시나리오에 비하여 더 많은 제약 조건이 따름.
  - Class D 및 FL200 이하의 Class E 공역 내 비행

- 무인항공기가 통합 공역 내에서 비행하기 위해서는 기존 유인항공기 위주의 공역시스템, 비행절차, 항법요건 등에 맞춰가야 함.
- IFR 비행에 필요한 계기는 운항기술기준 제7장 항공기 계기 및 장비에서 규정
- 항공운송사업용 항공기에 적용되는 추가기준 중 계기비행방식으로 비행시 갖추어야 할 계기 목록
- 1) 1대의 전방향표지시설(VOR) 수신기, 1대의 거리측정시설(DME) 장치, 1대의 마커 수신장비
- 2) 접근을 위해 계기착륙시설(ILS) 또는 마이크로파 착륙시설(MLS)이 필요한 곳에서는 1대의 계기착륙시설 또는 마이크로파 착륙시설
- 3) 지역항법(Area Navigation)이 요구되는 항로를 운항할 경우에는 지역항법장치(Area Navigation System)
- 4) 항법이 전방향표지시설 신호로만 실시되는 항로에서는 추가 전방향표지시설 수신장비
- 5) 자동방향감지기(ADF) 1대. 단 무지향표지시설(NDB) 신호로만 계기접근절차가 구성되어 있는 공항에 운항하거나 무지향표지시설(NDB) 신호로만 구성되어 있는 항로를 운항하는 경우에만 해당한다.

• 고흥비행장 환경 설정
  - 고흥비행장의 가상 계기비행 절차 수립
  - 현 고흥비행장에서는 계기비행 절차가 수립되어 있지 않으나, 시뮬레이션을 위해 주변공역 , 항공로, 장애물 등을 고려하여 가상의 절차 수립
  - 표준계기출발절차(SID, Standard Instrument Departure), 표준계기도착절차(STAR, Standard Terminal Arrival Route), 계기접근절차(Instrument Approach)
  - 본 가상 절차는 향후 연구를 위한 참고용 제시이고 실제 시나리오 및 실제 비행에 있어서는 관련근거(국토부 고시 '항공교통업무기준' 및 '비행절차업무기준, 국토부 예규 비행절차 설계요령)에 따라서 추후 정밀하게 절차를 설계하여 이를 활용해야함.

• 고흥비행장 외 공항 환경 설정
  - 시나리오 대상 출발공항, 목적공항 설정
  - 공역 및 접근성 등을 고려하여 인근 민간전용 공항을 출발공항 및 도착공항으로 선정하여 보다 현실적인 시나리오를 도출

- 여수공항 출항 단계
  - 여수공항(34° 50’34.3“N 127° 37’08.7“E)을 출항하여 고흥비행장(34° 36’34.0“N 127° 12’34.5“E)에 Direct 비행으로 접근, 고흥비행장 내 교통장주 진입 후 착륙



<그림 3-36> 시나리오 개요도

  - 여수-고흥 운항단계, 무인항공기는 Class D, Class E를 거쳐 다시 Class D 공역에 진입하며 여수공항 관제탑, 사천 접근관제소, 고흥비행장 관제탑 관할 구역을 통과
  - 고흥비행장 입항 단계, 1단계 시나리오에서 작성한 가상 고흥비행장 시계 접근절차에 따라 고흥비행장에 입항, 교통장주 진입 후 착륙
  - 여수공항에 접근하는 유인항공기와의 수렴 상황 가정, A586 항로(제주-김해)에서 여수공항으로 접근하는 GOSBO 1D 절차를 따라 들어오는 항공기와 여수공항에서 고흥으로 DIRECT 비행하는 무인항공기간 분리
- 시나리오 구성 목적
  - 유사 VFR 방식으로 비행하는 무인항공기의 지점간 운항에 있어 공역, 타 항공기 및 관제에 미치는 영향에 대한 연구

□ (2-1 단계) 고흥-무안 IFR 지점간 운항

- 시나리오 배경
  - 현 고흥비행장에서는 계기비행 절차가 수립되어 있지 않으나, 시뮬레이션을 위해 주변공역 , 항공로, 장애물 등을 고려하여 가상의 절차 수립
  - 고흥비행장 이륙 시나리오, 고흥비행장(34° 36’34.0“N 127° 12’34.5“E)을 출항하여 TEDAN 9Y 절차를 따라 상승

- 무인항공기는 항로최저고도인 8,000ft로 비행
- V543 항로에서 8,000ft를 유지하며 SAMUL까지 비행
- SAMUL에서는 무안공항 STAR인 SAMUL 1D에 따라 IAF인 DOWAN까지 접근
- 이후 RNAV(GNSS) RWY 19 절차에 따라 무안공항(34° 59'29″ N 126° 22'58″ E)에 착륙

• 시나리오 구성 목적

- 무인항공기의 IFR 지점간 운항시 공역, 관제체계 및 다른 유인항공기에 미칠 수 있는 영향에 대한 예측, 검토 및 분석

□ 3단계 지상통제소간 통제권 이양 시나리오

• 시나리오 구성

- 무인항공기 비행경로를 담당하는 각 지상통제소(Remote Pilot Station) 간 무인항공기 통제권 이양(Handover)를 수행하는 시나리오
  * 운영 범위가 넓어진 무인항공기가 운항을 하기 위하여 지상통제국 간 통제권 이양 절차가 필요
  * 무인항공기의 운항은 현재 통제를 받는 지상통제국의 범위와 이양받을 지상통제국의 범위가 겹치는 지점에 설정된 통제권 이양 지점에 도달하여 통제권 이양 절차를 수행하며, 통제권 이양이 완전히 이루어짐을 확인한 후에 다시 비행경로로 복귀하여 운항을 실시
- 고흥RPS-여수RPS간 통제권 이양 시나리오
  * 고흥비행장에서 출항하여 고흥RPS의 통제를 받아 비행하다 지정된 통제권 이양 지점에서 여수RPS에 통제권이 이양되는 시나리오
  * 통제권이양이 완료될 때 까지 해당 지점 인근에서 체공하며, 통제권 이양에 실패할 경우, 고흥비행장 복귀 또는 사전에 지정된 분리공역으로 비행하여 다른 유인항공기의 비행 안전에 영향을 최소화

• 시나리오 환경설정

- 고흥비행장 관할 지상통제소는 고흥RPS로 가정하며, 고흥비행장 인근 공역에 비행하는 무인항공기의 조종 및 통제를 담당
  * 고흥RPS 및 여수RPS의 위치는 해당 공항 내 있다고 가정
  * 지상통제소의 C2 Link 통달범위는 통제권 이양 지점까지 비행하는데

충분히 넓다고 가정하며, C2 Link의 신호는 안정적이라고 가정

* 향후 무인항공기의 C2 Link의 안정성과 신뢰성을 확인하기 위해서 거리에 따른 신호 지연(Delay)를 가정해 볼 수 있음.

- 무인항공기의 비행규칙(VFR/IFR)에 관계없이 통제권 이양(Handover)는 같은 절차에 따른다고 가정
  * 가상의 통제권 이양 절차를 수립하여 가상의 통제권 이양 지점, 교신내용, 통제권 이양 과정 및 확인 절차의 수립
  * 통제권 이양 도중 주위 항로를 따라 비행하는 IFR 항공기 및 인근의 VFR 항공기의 운항에 영향을 미치지 않도록 규정

• 고흥RPS-여수RPS간 통제권 이양 시나리오

- 2단계 여수-고흥 VFR 운항시나리오와 동일한 환경을 가정
- 고흥비행장을 IFR 방식으로 이륙하여 GOSBO 1K 절차를 따라 상승 중 6,000ft에 도달하는 GH003에서 GOSBO 1K절차에서 나와 Handover Point에 도달하여 고흥RPS에서 여수RPS로 통제권을 이양
- Handover가 완료된 후 여수공항 GOSBO 1D 절차의 Waypoint인 HANSU에 도달하여 GOSBO 1D 절차에 따라 착륙하는 시나리오
- GOSBO 1K 절차의 Waypoint인 GH003(34° 19’19.21“N 127° 30’56.88“E)와 여수공항 STAR 절차인 GOSBO 1D 절차의 Waypoint인 HANSU(34° 28’36“N 127° 40’19“E)의 중간지점인 34° 23′ 58″ N, 127° 35′ 38″ E에서 Handover 지점(CYLIN) 설정
- Handover Point(CYLIN) 반경 3NM 공역을 분리하여 통제권 이양이 이루어지는 동안 다른 항공기의 출입을 제한
- 시나리오 구성 목적
  * 무인항공기 운항 중 지상통제국간 통제권 이양이 이루어지는 시나리오로 별도의 통제권이양 절차 수립이 필요하며, 해당 절차 수립 근거를 제시
  * ICAO Cir 328 - Unmanned Aircraft Systems(UAS)에서 지상통제국 간 통제권 이양 관련 규정 명시
  * 지상통제국에서 다른 지상통제국으로 무인항공기의 통제권을 넘겨주는 것을 통제권 이양(Handover)이라 칭함.
  * 무인항공기 통제권 이양을 받은 무인항공기 조종사는 무인항공기 통제소 간의 거리에 상관없이 운항 중인 무인항공기의 운항 관련 모든 의무를 처리하여야 함.

* 무인항공기는 한 번에 오직 한 개의 무인항공기 조종사의 조종 하에 있어야 하며 통제권 이양 시 지상통제국 간에 C2 데이터 링크 권한의 자동 전달이 수행되어야 함.
* 무인항공기 통제소 간 데이터 링크의 이전이 검증되고 통제권이 이양되면 인수 무인항공기 조종사의 브리핑을 C2 데이터 링크가 종료하기 전에 완료하여야 함.
* 가상 무인항공기 통제권 이양 절차 수립
* 현 국내 규정에서는 무인항공기 통제권 이양 절차가 수립되어 있지 않으나, 시뮬레이션을 위해 가상 통제권 이양 절차 수립
* 다음의 조건과 일치할 경우 지상통제국은 무인항공기 통제권을 이양하여야 한다.
* 지정된 또는 합의된 위치, 시간, 픽스, 고도
* 인수 지상통제국에 대한 C2데이터 링크 권한 이전이 완료된 시간 또는 이양되는 통제권의 형태 및 범위에 관하여 별도 합의서 또는 운영내규에서 정한 시간
* 분리책임이 있는 다른 항공기와 충돌요인 제거 후
* 별도의 협의 또는 합의서·운영내규에서 명시하지 않은 한, 무인항공기가 이양 지상통제국의 통제 범위와 인수 지상통제국의 통제범위가 중첩되는 구역에 진입 후, 통제권책임을 인수하여야 한다.
* 통제권이 이양되는 무인항공기는 통제권 이양 완료 시까지 이양 지상통제국의 통제범위와 인수 지상통제국의 통제범위가 중첩되는 구역에서 사전에 지정된 체공패턴에 따라 체공한다.
* 지상통제국 간 통제권 이양 실패 시 통제권 이양에 실패한 무인항공기는 기존 경로에서 출발지 공항으로 돌아와야 한다.
* 인수 지상통제국의 동의 없이 항공기의 통제책임을 다른 지상통제국으로 이양하여서는 안된다.
* 이양 지상통제국은 인수 지상통제국이 요구하는 비행계획 상 필요한 부분 및 이양에 필요한 통제권정보를 통보하여야 한다.

<표 3-33> 시나리오 단계별 개선방향 및 제반 요건

시나리오 단계	개선방향	제반 요건
현황	(현 규정 상) 무인항공기를 비행시키고자 하는 자는 하나 이상의 지상통제국이 있는 경우 그 수와 장소 및 지상통제국 간의 무인항공기 통제에 관한 이양절차를 적은 무인항공기 비행허가 신청서 제출하여야 한다고 규정하고 있으나 구체적 규정 미비	
1단계	장거리 임무를 수행하는 무인항공기 운항 시 지상통제국 간 통제권 이양 절차 수	관련 운항규정 및 기준의 설립, 복수의 지상통제국 설치 및 C2 데이터링크 권한 이전 성능 검증
2단계 이후	무인항공기가 통제권 이양을 위해 체공 시 및 통제권 이양 실패로 귀환 시 관제 절차 수립	관련 운항규정 및 기준의 설립, 무인항공기 체공 및 귀환 시 비행절차 마련

- 관련 운항기술기준, 7.19 무선 조종국(RPS)들의 이양(Hand-over between RPSs)

다. 시스템 연동시험 및 시연 결과

1) 시스템 통합 연동 시험

□ 스트레스 테스트

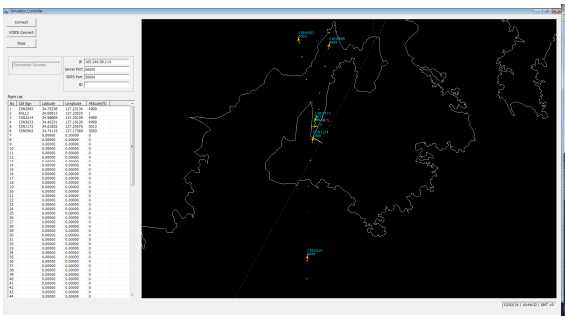
- 항공기 모델에 WPT & Auto Pilot 반복 명령
- Pilot Station 10대 & CWP(Controller Working Position) 2대 운용
- 최대 1200대 항공기 동시 운용 시 각 PC의 CPU 점유율 확인

<표 3-34> 시스템 스트레스 테스트 결과

		Linux (Server, SDPs, Radar)	조종사 모듈 PC	관제사 모듈 PC
CPU 점유율		35%	11%	30%
PC 사양	운영체제	Linux, CentOS6.5	Windows7	
	메모리	8GB(DDR3, 4GB × 2)	8GB(DDR3, 2GB × 4)	
	그래픽카드	DDR5, 1GB	DDR5, 2GB	
	CPU	3.4Ghz, 4Core	3.7Ghz, 4Core	
	메인보드	PCI-Express 3.0 x16	PCI-Express 3.0 x16	

□ 외부 무인항공기 시뮬레이션 시스템 연동 테스트

- KIAST 외부 무인항공기 시뮬레이션 시스템과 연동



<그림 3-37> 유무인항공기 연동 화면 - CWP

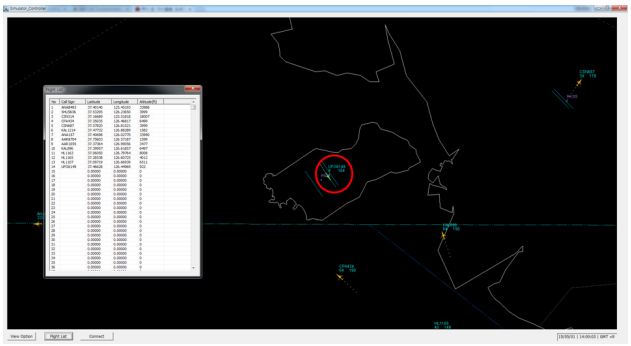


<그림 3-38> 유무인항공기 연동 화면 - 무인항공기 모듈

- 부산대학교 외부 무인항공기 모듈 연동



<그림 3-39> 부산대 모듈



<그림 3-40> CWP에서 부산대 무인항공기 확인

2) 시스템 시연 및 결과 분석

□ 시나리오 1

- 시나리오 시연 및 결과
  - 개별성과물 [별책4] 2.가 절 참조
- 결론
  - 타워 관제에 의해 유무인항공기 혼합 장주비행 가능
  - 다만 C2 지연이 없어야 함
  - Extend downwind 명령으로 조우상황을 야기하는 목적의 시뮬레이션을 10회 이상 수행하여 성공률 20% 달성. 통신지연, 상황인식 속도, HMI 효율

성, 무인항공기의 조종성 등의 원인이 있으나, 기본 특성이 비선형인 관계로 인해 발생하는 요인이 가장 큼. 반복된 횟수의 시험을 통한 조우 상황 횟수 증가로 대처

□ 시나리오 2

- 시나리오 시연 및 결과
  - 개별성과물 [별책4] 2.나 절 참조
- 결론
  - 관제 레이더에 감지 된다는 가정 하에 교통량이 매우 적은 유인기 공역에서 운용 가능
  - 유무인항공기 혼합운용 공역에서 지정된 항로가 아닌 정찰을 위한 그리드 패턴 수행

□ 시나리오 3

- 시나리오 시연 및 결과
  - 개별성과물 [별책4] 2.다 절 참조
- 결론
  - 유무인항공기 조우상황에서 관제사의 명령을 받아 무인항공기가 기동함으로써 분리 유지 가능
  - BVLOS 상황에서 성능기준을 만족시키는 시각센서가 장착되어 있다면 관제사로부터 전달되는 주변 교통정보를 확인하고 필요시에 적절한 조치를 취할 수 있음

□ 시나리오 4

- 시나리오 시연 및 결과
  - 개별성과물 [별책4] 2.라 절 참조
- 결론
  - 유인기가 관제명령을 받아 속도가 느린 무인항공기를 추월 상황 시뮬레이션 수행
  - 무인항공기의 ILS 모델 미장착으로 계기착륙은 수행 못함

□ 시나리오 5

- 시나리오 시연 및 결과
  - 개별성과물 [별책4] 2.마 절 참조
- 결론
  - 실제적인 RPS 통제권 이양에 대한 시뮬레이션은 수행하지 않았으나 통제권이 문제없이 이양되는 일반적인 상황을 설정하고, 이륙과 착륙을 서로 다른 RPS에서 수행 가능

3) Human Factor 연구

□ 통합공역 운용은 관제사의 업무 부담 증가 및 조종사와의 인적요소(Human Factor)로 의한 명령 처리 지연과 항공기간 충돌 발생 가능

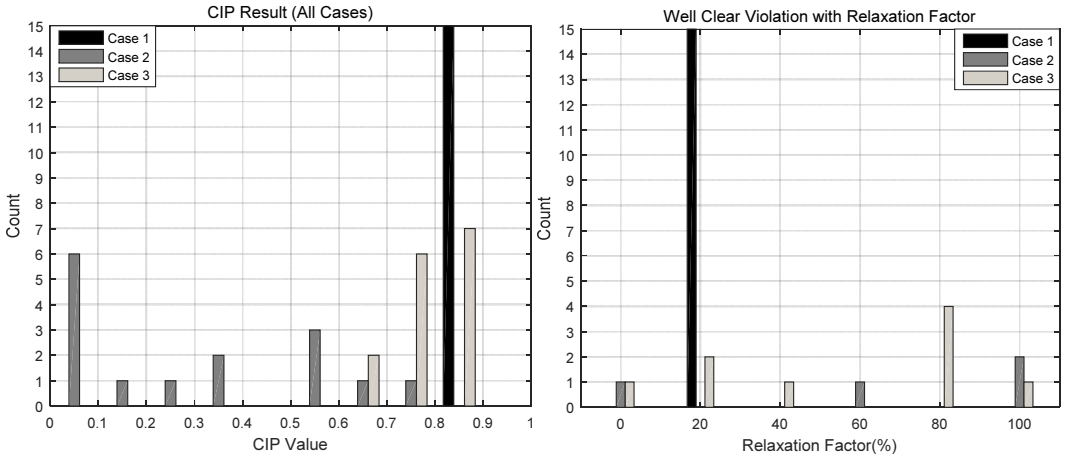
□ 유인항공기와 무인항공기 조우 상황을 설정하여 조종사와 관제사간의 명령처리에 대한 Human-in-The-Loop(HiTL) 시뮬레이션 수행

□ 조종사와 관제사의 반응 및 처리시간 측정을 기반으로 위험도 지표를 도입하여 위험도 분석

□ 위험상황을 유도하기 위해 무인항공기 3대를 임의로 추가하여 총 3가지의 위험상황 설정

□ 조종사 반응속도와 관제사 인지속도를 측정하여 인적요소 분석 수행

□ CIP와 WCV 기준으로 위험도 분석 수행



<그림 3-41> CIP Result(All Cases)

<그림 3-42> WCV With Relaxation Factor

3 절. 국산 민간무인항공기 시범인증 연구(세부내용 2-1)

1. [성과 10] 시범사업계획 검토 보고서

가. 국내 잠재수요기관 요구사항 조사

1) 잠재수요기관 요구사항 조사 방법

□ 조사대상 : 민간무인항공기 활용 가능성이 있는 국내 공공·민간 기관 중에서 해양경찰청, 산림청, 지자체, 민간업체 등 13개 기관을 선정

- 세계적으로 민간무인항공기 시장이 활성화되지 않은 상태로 상용사업자 등 민간기관의 수요는 충분치 않을 것으로 판단되어, 공공기관도 포함하여 연구를 진행함.

<표 3-35> 국내 공공·민간 기관 요구사항 조사

조사대상 기관	설문 조사 (수량)	인터뷰 조사
해양경찰청	O (202부)	O
산림청	O (7부)	O
농촌진흥청	O (1부)	O
부산시 (소방안전본부)	O (1부)	O
강원도 (소방본부)	O (1부)	-
충청북도 (소방본부)	O (11부)	-
육군 교육사령부	-	O
경찰청	-	O
대한통운	O (1부)	O
무성항공	-	O
홍익항공	-	O
한국전력	-	O
한국수력원자력	-	O
합 계	7개 기관 (224부)	11개 기관

※ 군 기관, 방송기관, 기상청 등도 접촉하였으나 보안 등의 사유로 공식답변 미접수

□ 1단계 설문 조사

- 무인항공기 도입시 고려사항, 기술 및 성능 우선순위에 대해 7개 기관을 대상으로 설문조사를 실시함.
- 설문조사 항목은 (A) 무인항공기 운용 현황 및 계획을 파악하는 부분과 (B) 민간무인항공기 요구사항별 가중치 분석을 위한 우선순위를 파악하는 부분으로 구성됨.

<표 3-36> 국내 공공·민간 기관 요구사항 조사

구분	(A) 무인항공기 운용 현황/계획	(B) 요구사항별 우선순위
질문 내용	• 유인항공기 운용 현황 및 관련 문제점 • 무인항공기 운용 현황 및 관련 문제점 • 무인항공기 도입 의향, 예정 시기 및 개략 예산규모	• 도입시 고려사항별 우선순위 (비용/도입시기/성능/기술) • 기술요소별 우선순위 (자동비행/충돌감지 및 회피/목표물 자동추적/복수무인항공기 동시운용) • 성능요소별 우선순위 (임부반경/운용시간/탑재중량/ 최대속도)

- 설문조사를 통해 확보된 기초자료를 계층적 분석방법(AHP, Analytic Hierarchy Process)을 활용하여 통계 분석함으로써 요구사항별 우선순위를 평가함.
  - AHP 방법 : 의사결정을 위한 자료들이 충분히 완비되지 않은 상태에서, 각 요구사항별 상대적 중요성에 대한 주관적 판단치를 수치화하여 할당하고 이를 통합함으로써 각 요소별 우선순위를 결정하는 방법
- 계층적 분석방법(AHP)의 주요 내용은 설문조사 기초자료의 통계적 분석을 통해 각 요구사항들에 대한 상대비중을 평가하는 것이며, 이를 통해 고객니즈 우선순위를 파악할 수 있음.
  - 요구사항별 '상대비중 평가 결과치'가 실제 고객의 제품 선정시 어떤 영향을 미치는지를 살펴보기 위하여, 가상 제품군을 설정하여 상대적 선호도를 평가함.

<표 3-37> 계층적 분석방법(AHP)



□ 2단계 인터뷰 조사

- 설문조사 대상기관을 포함하여 11개 기관에 대해 인터뷰를 실시하여 잠재수요기관별 운용임무에 대한 세부 요구사항을 파악함.
- 인터뷰 조사 항목은 각 기관별 민간무인항공기를 활용할 수 있는 예상 운용임무, 운용에 필요한 주요 성능요건 및 적용 기술요소, 비행체 형상에 대한 선호도 등으로 구성됨.
- 인터뷰 조사를 통해 보다 세부적으로 파악된 고객니즈는 시범운용 시나리오 도출시 활용됨.

2) 1단계 설문조사 수행내용

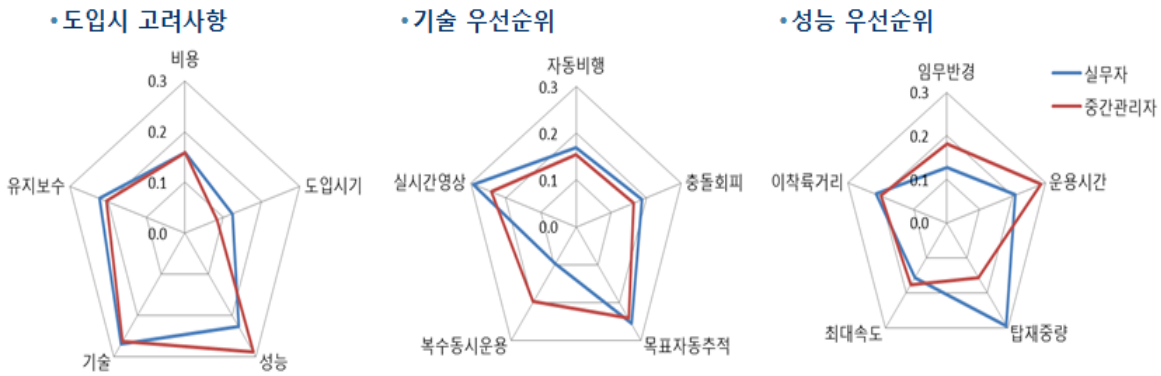
□ 1단계 설문조사에서는 7개 기관에서 224부의 설문 응답지가 접수되어 통계분석 기초자료로 활용됨.

- 일부 기관은 보안 등의 사유로 공식 설문 응답지 제공이 곤란하다고 하여, 설문조사는 생략하고 2단계 인터뷰 조사만 진행된 경우도 있음.

□ 설문응답에서 민간무인항공기 도입 의향이 상대적으로 긍정적으로 나타난 해양

경찰청과 산림청을 대상으로, AHP 분석을 통해 기관별 고객니즈 우선순위를 평가한 결과는 아래와 같음.

- 해양경찰청 : 도입시 고려사항으로는 기술과 성능, 기술 우선순위에서는 실시간영상과 목표물 자동추적, 성능 우선순위에서는 탑재중량(실무자 선호)과 운용시간(중간관리자 선호)을 중요시하는 것으로 나타남.



<그림 3-43> 해양경찰청 1단계 설문조사 수행내용

주) 수치는 각 요소의 상대비중, 즉 중요도를 의미함

- 산림청 : 도입시 고려사항으로는 성능, 기술 우선순위에서는 충돌감지 및 회피, 성능 우선순위에서는 탑재중량을 중요시하는 것으로 나타남.



<그림 3-44> 산림청 1단계 설문조사 수행내용

□ AHB 분석 과정의 하나로, 고객니즈 우선순위 평가결과가 실제 고객의 제품 선정시 어떤 영향을 미치는지 살펴보기 위하여, 아래와 같은 가상 제품군을 설정

하여 상대적 선호도를 평가함.

- 국내 잠재수요기관 기초조사 과정에서 대부분 회전익 기종을 선호하는 것으로 파악됨에 따라, 3개의 가상 제품은 회전익 기종으로 가정하였으며 각 제품의 개략적인 성능수준은 아래와 같이 가정함.

<표 3-38> 가상 제품군 성능수준 가정

구 분	A 제품 (저성능/소형급)	B 제품 (중간급)	C 제품 (고성능/대형급)
최대이륙중량 (kg)	600	1,000	1,600
Useful Load (kg)	200	550	900
운용거리 (km)	300	750	850

- AHP 분석 결과, 가상 제품군에 대한 선호도는 해양경찰청과 산림청 모두 C 제품 > B 제품 > A 제품의 순으로, 고성능/대형급 제품을 선호하는 것으로 나타남.

<표 3-39> 가상 제품군 상대적 선호도

구 분	가상 제품 선호도 순위
해양경찰청	C 제품 > B 제품 > A 제품
산림청	C 제품 > B 제품 > A 제품

- 위 결과는 고객니즈 우선순위에서 ‘성능’과 ‘탑재중량’을 중요시한다는 분석내용과 일치함을 확인할 수 있음.

3) 2단계 인터뷰 조사 수행내용

□ 2단계 인터뷰 조사에서는 11개 기관을 대상으로 직접방문(불가시에만 유선연락으로 대체) 방법을 통해 인터뷰를 진행함.

- 민간무인항공기 도입 의향과 관련한 인터뷰 응답내용은 아래와 같음.

<표 3-40> 인터뷰 응답 내용

구 분	인터뷰 응답 내용
해양경찰청	·경비함에서 운용 중인 유인항공기의 일부 임무를 대체하기 위한 무인항공기 도입 필요 ·함상이착륙, 실시간 영상전송 등 능력 요구
산림청	·산불감시/진화, 인명수색/구조에 무인항공기 활용 가능 ·열화상 획득, 방역장비 운용, 산불진압용 소방용수 투하 등 능력 요구 ·산불진압을 위해 600L 용량의 소방용수 투하 가능한 비행체 요구 (총이륙중량 1,500kg 이상)
소방방재청	·화재감시 및 인명수색/구조에 무인항공기 활용 가능 ·실시간영상전송, 열화상획득 등 능력 요구
경찰청	·구체적인 무인항공기 도입 계획은 없는 상태
농촌진흥청	·구체적인 무인항공기 도입 계획은 없는 상태 ·총이륙중량 150kg 이하의 소형 비행체 선호
기상청	·시장조사 항목에 미 응답
지방자치단체	·재난시 인명수색/구조 임무는 유인항공기 활용 중 ·총이륙중량 150kg 이하의 소형 비행체 선호
방송기관	·시장조사 항목에는 미 응답하였으나, 총이륙중량 150kg 이하의 소형 비행체 선호하는 것으로 밝힘
항공방제업체/ 화물운송업체	·총이륙중량 150kg 이하의 소형 비행체 선호 ·화물운송 경로 최적화 기술 요구

- 시장조사 항목에 미 응답하거나 무인항공기 도입 계획이 없는 기관을 제외하고, 6개 기관에 대해 세부적인 운용임무 요구사항을 파악함.

<표 3-41> 기관에 대한 세부 운용임무 요구사항

구분	해양경찰청	산림청	소방방재청	지방자치단체	항공방제업체	화물운송업체
임무	불법어로감시, 인명구조/수색	산불감시/화재진화, 인명구조/수색		재해재난감시, 교통통제 등	항공방제, 작황상태감시	소형고가품등 운송
임무 반경	약 100km	약 100km	-	2~5km	-	10km 이내
탑재 장비	실시간영상	열화상영상, 실시간영상, 소방용수투하 (600L 이상)	열화상영상, 실시간영상	실시간영상, 구명튜브투하 (약 2kg)	농약살포	장기이식용 보관함(25kg)
충돌 감지 및 회피	항공기간 충돌감지 및 회피	항공기간 충돌감지 및 회피	항공기간 충돌감지 및 회피	건물/전신주 충돌감지 및 회피	수목/전신주 충돌감지 및 회피	건물/전신주 충돌감지 및 회피
기타	함상이착륙	-	-	필요시 복수기체 운용	필요시 복수기체 운용	-
기종 선호	대형 기종 선호		소형 기종 선호			
	수직이착륙 형태 선호					

□ 인터뷰 조사내용을 토대로 잠재수요기관의 운용임무 요구사항을 아래와 같이 정리함.

- 공공기관의 경우 감시·정찰 임무에 기초하여 운용할 것이므로 공통적으로 실시간 영상전송 능력을 요구함.
- 대부분의 기관은 별도의 활주로 없이 이착륙 가능한 수직이착륙기 형태를 선호함.
- 민간무인항공기 운용이 아직 활성화되지 않은 상황이므로 가시영역 또는 근거리 내에서 운용되고 신규 인프라 투자소요가 적은 소형 기종을 선호하는

기관이 다수이며, 해양경찰청과 산림청은 운용임무 특성상 대형 기종을 선호함.

- 해양경찰청은 함상이착륙 능력을 요구하였으며, 산림청은 산불발견 즉시 진화 가능하도록 소방용수(600L 이상) 투하 능력을 요구함.

4) 시범운용 시나리오 도출 수행내용

□ 설문/인터뷰 조사를 통해 파악된 기관별 운용임무 특성 및 도입 의지를 고려하여 민간무인항공기 시범운용에 적합한 기관을 대상으로 시범운용 시나리오를 도출함.

- 시범운용에 적합한 기관은 산림청, 소방방재청, 해양경찰청, 경찰청인 것으로 검토됨.
- 운용임무 특성이 유사한 2개 그룹으로 묶어서 아래와 같이 시범운용 시나리오를 검토함.
  - 산림청/소방방재청 : 산불감시, 화재진화, 수색 및 인명구조
  - 해양경찰청/경찰청 : 불법어로 감시, 수색 및 인명구조
- 국내 항공법에 따른 무인항공기 이용 가능한 사업은 소형항공운송사업, 항공기사용사업, 상업서류송달사업 등이 있으나, 본 연구의 조사 결과에 따라 국내 잠재수요 창출 가능성이 높은 것으로 평가되는 '항공기 사용사업'을 중심으로 시범운용 시나리오를 제안함.

□ 산림청/소방방재청 운용임무에 기초한 시범운용 시나리오는 아래와 같이 도출됨.

- 산불감시 임무 시나리오
  - GBSAA(Ground Based Sense and Avoid, 지상기반 공중충돌 감지 및 회피 시스템) 인프라가 구축된 가로 000km, 세로 000km의 감시구역을 설정
  - 무인항공기의 감시범위 및 속도를 고려하여 관할구역에 대한 감시비행경로를 작성
  - 감시영역이 넓을 경우 동일한 비행경로에 복수의 무인항공기를 시간 간격(허용 감시공백 고려)을 두고 연속적으로 비행시켜 지속 감시가 가능하게 함
  - 감시임무를 수행하는 동안, 중앙지휘소에서 임무공역으로 접근하는 항공기에 대한 감지 및 비행경로 조정 등의 지휘임무를 수행
  - 산불 발생시 발생위치를 계산하여 화재진화를 위한 유인항공기 또는 무인항공기를 투입
  - 소방용수를 탑재한 유인항공기 또는 무인항공기가 투입되는 동안 화재를 발견한 감시용 무인항공기는 화재 발생지점 주위에서 상황을 감시할 수

있도록 대기(로이터링)
- 화재 지점에 소방용수를 탑재한 유인항공기 또는 무인항공기가 도착할 경우 감시용 무인항공기는 고도를 높여 충돌을 방지
- 화재가 진화되지 않은 경우 소방용수를 탑재한 항공기가 화재진화 임무를 수행하는 동안 지속적인 감시를 통해 최적의 소방용수 투하지점을 탐색

• 화재진화 임무 시나리오
- 화재 발생지점과 규모에 대한 정보를 접수
- 화재 발생지점까지의 비행장애 구역을 고려하여 비행경로를 설정
- 화재 규모에 따라 복수의 화재진화용 무인항공기를 투입
- 임무를 수행하는 동안, 중앙지휘소에서 기존의 화재 감시용 무인항공기 및 임무공역으로 접근하는 항공기에 대한 감지 및 비행경로 조정 등의 지휘임무를 수행
- 화재진화용 무인항공기가 현장에 근접할 경우 감시용 무인항공기보다 낮은 고도로 접근하여 소방용수를 투하

• 수색 및 인명구조 임무 시나리오
- GBSAA 인프라가 구축된 가로 000km, 세로 000km의 수색구역을 설정
- 신속한 수색을 위해 투입 가능한 복수의 무인항공기를 모두 동원하는 것을 전제로, 무인항공기의 수색범위/속도를 고려하여 관할구역에 대한 수색비행경로를 작성
- 수색임무를 수행하는 동안, 중앙지휘소에서 임무공역으로 접근하는 항공기에 대한 감지 및 비행경로 조정 등의 지휘임무를 수행
- 조난자를 발견할 경우 발견위치를 계산하여 중앙지휘소에 전송
- 구급장비를 투하하고 인명구조를 수행할 수 있는 인명구조용 유인항공기 또는 무인항공기가 투입될 동안 대기

□ 해양경찰청/경찰청 운용임무에 기초한 시범운용 시나리오는 아래와 같이 도출됨.

• 수색 및 인명구조 임무 시나리오
- GBSAA 인프라가 구축된 함정의 작전반경 내에 수색임무 영역을 설정 (해상에서의 GBSAA 인프라는 함정레이더 기반으로 하는 것으로 전제)
- 함정의 감시범위 및 무인항공기 비행속도를 고려하여 수색비행경로를 작성

- 감시임무를 수행하는 동안, 함정의 중앙지휘소에서 임무공역으로 접근하는 항공기에 대한 감지 및 비행경로 조정 등의 지휘임무를 수행
- 조난자를 발견할 경우 발견위치를 계산하고 인명구조용 구명튜브 투하

• 불법어로 감시 임무 시나리오
- GBSAA 인프라가 구축된 함정의 작전반경 내에 수색임무 영역을 설정
- 함정의 감시범위 및 무인항공기 비행속도를 고려하여 수색비행경로를 작성
- 감시임무를 수행하는 동안, 함정의 중앙지휘소에서 임무공역으로 접근하는 항공기에 대한 감지 및 비행경로 조정 등의 지휘임무를 수행
- 불법어선을 발견하면 접근하여 불법어로 증거를 수집하고 경고방송을 송출
- 불법어선이 경고를 무시할 경우 경비정이 접근하여 단속임무를 수행

나. 해외 시범사업 사례 조사

1) 시범사업 사례 조사 방법

□ 조사대상 : 민간무인항공기 인증 및 운용에 필요한 기술기준 수립을 위해 선도적으로 연구활동을 추진하고 있는 미국 FAA와 유럽 SESAR의 시범사업 사례를 대상으로 조사함.
- SESAR : Single European Sky ATM Research

□ 조사방법 : 미국 FAA와 유럽 SESAR에서 발행하는 개략적인 사업계획 및 연구내용/동향 자료에 기초하여 검토함.
• 본 연구에서는 주로 인터넷 공개자료 중심으로 검토되어 시범사업의 구체적 내용 파악에 제한이 있는 상태이며, 향후 후속연구 진행시 FAA의 Test Site 등을 직접 방문하여 구체적 내용을 파악해야 할 것임.

2) 미국 FAA 시범사업 사례 조사내용

□ FAA가 민간무인항공기 실용화를 위한 기술연구 및 시범운용을 목적으로 진행중인 Test Site 프로그램 사례를 조사함.

- FAA는 2013년 12월 6개 지역의 시험장(Test Site)을 선정하였으며 2017년 2월까지 운영될 예정임.
  - 6개 시험장의 주요 연구분야와 진행현황은 아래와 같이 파악됨.

<표 3-42> 미국 기관에 대한 세부 운용임무 요구사항 (시험장 1, 2, 3)

시험장	주요 연구분야	특성 및 진행현황
University of Alaska	• UAV 카테고리, 상태감시, 항법 관련 기준 개발 • UAS 운용을 위한 안전 기준 연구	• 7개의 각기 다른 기후대와 다양한 지리적 환경을 갖추고 있는 것이 이점임 • Fairbanks 국제공항으로부터 5mile 거리여서, ATC와의 교신절차, 운용데이터 송출형식/주기평가, 안전관련 운용데이터 수집에 용이 • '14년 5월, Aeryon Scout(중량 약 1kg) 무인헬기 시범운용을 위한 COA(2년) 획득 -순록, 사향소, 곰 등 야생동물의 위치파악/관찰 등 생태조사 수행 예정
State of Nevada	• UAS 기준 및 운용, 운용자기준, 인증요건 • 민간공역에 UAS 도입시 ATC 절차의 전개방향 • NextGen과의 통합방향	• 4개 공항에 시험장 운용 예정이며, 다양한 기후 조건 및 지리적 환경을 제공하는데 기여 • '14년 6월, Insitu ScanEagle 무인항공기 시범운용을 위한 COA(2년) 획득 -에너지부 소유의 전용공항인 Desert Rock Airport에서 운용 예정 -3,000ft(914m) 이하에서 육안관측자와 임무통제자 감시 하에 운용 가능
Griffis International Airport (New York)	• FAA 안전감독 하에 시험평가/검증/확인절차 개발 • 충돌감지 및 회피 기술 연구 • 혼잡한 북동지역 공역에 UAS 통합운용 시의 영향 연구	• 과거 공군기지로도 사용된 바 있는 공군 Rome Laboratory의 본거지이며, 인근의 뉴욕항공경비대에서 MQ-9 Reaper(무장형)를 운용하고 있음 • 군용시설지역으로 7,000㎡의 제한공역을 보유하여 시험시 안전확보가 용이 • 현재 Flytera사의 DT-18(hand-launched 형태)만

		운용중이나, 향후 중량 4,500kg, 고도 18.3km 수준까지 운용 가능할 것임

<표 3-43> 기관에 대한 세부 운용임무 요구사항 (시험장 4, 5, 6)

시험장	주요 연구분야	특성 및 진행현황
North Dakota DoC	• UAS 감항성관련 데이터 확보 • 고신뢰도 링크기술 확인 • Human factor 연구	• 유일한 온대 기후 지역이며, 다양한 클래스의 공역을 포함하고 있음 • '14년 4월, Draganflyer X4-ES 소형무인항공기 시범운용을 위한 COA(2년) 획득 -토양/곡물상태조사 등 정밀농업에의 활용성 연구
Texas A&M University	• UAS 비행체/운용 관련 시스템안전 요건 개발 • 감항성 시험을 위한 프로토콜/절차 연구 • C2 링크기술 연구 • GCS 레이아웃 관련 Human factor 연구 • 충돌 감지 및 회피 기술 연구	• '14년 6월, AAAI RS-16 UAS(중량 39kg) 시범 운용을 위한 COA(2년) 획득 -해양/해양습지 보호, 열대성 저기압 예측, 도서지역 치안 등 연구 예정
Virginia Polytechnic Institute and State University (Virginia Tech.)	• UAS 고장모드시험 수행 • 운용/기술측면의 리스크 요소 도출 및 평가	• Virginia Tech는 '13년 10월 무인헬기(중량 113kg)에 자외선/적외선 카메라를 탑재하여 20,250㎡의 담배수확지 상태조사 임무를 성공적으로 수행 • 버지니아 및 뉴저지 지역에 시험장 운영 예정 (활주로 길이 10,000ft의 국제공항 보유) • 단계적으로 시범운용영역 확대 -제한구역 내에서 비행시험을 통해 기본성능을 검증한 후, 경고구역과 특별공역으로 확대하면서 시범 수행

- FAA는 항공교통관제, 데이터링크, 충돌감지 및 회피, 안전, 인적요소 등 무인항공기 통합 운용에 필요한 제반요소에 대해 관련 기준/규정 제정을 위한 기술검증을 수행하고 있음.
- 6개의 시험장은 다양한 기후대, 지리환경, 공역형태에서 시범운용이 가능하도록 선정되었으며, 지역별 특성에 맞게 생태/환경/작황조사/해안감시 등 실제적인 운용임무 사례를 시범하고 있음.

3) 유럽 SESAR 시범사업 사례 조사내용

□ SESAR가 유럽 공역내 민간무인항공기 통합 운용을 목표로 수행 중인 9개의 시범사업 프로그램 사례를 조사함.

- '13년초 공개입찰을 통해 9개 시범사업 과제(총 EUR 4M 규모)가 선정되었으며, 8개국 38개 파트너가 참여 중임. (체코, 프랑스, 독일, 이탈리아, 몰타, 네덜란드, 스페인, 영국)
- 각 시범사업에는 ANSP(항행서비스기관) 및 Air operators가 공동으로 참여하고 있으며, 시범운용에 활용되는 기종에는 다양한 형태의 유·무인혼용기(OPV) 및 무인항공기(RPAS) 기종이 포함되어 있음.

<표 3-44> 유럽 기관에 대한 세부 운용임무 요구사항 (시험장 1, 2, 3)

사업명	개 요	시범운용 내용
DEMORPAS (Demonstration Activities for Integration of RPAS in SESAR)	• SESAR 내 RPAS 통합을 위한 시범 • 스페인 ISDEFE 주관	• 혼합운용 환경에서 이착륙절차/비행과정/비상절차 시범 및 운용자에 대한 영향 평가 • 비분리 공역에서의 통신 평가
INSuRE (Integration into Non-segregated ATM)	• 비분리공역 ATM 체계로 RPAS 통합 시범 • 이탈리아 IDS 주관	• CPDLC(Controller-Pilot Data Link Communication), ADS-B, TCAS에 기반한 비행 시범 • 시뮬레이션 및 비행을 통한 광범위한 시범 수행
RAID (RPAS ATM Integration Demonstration)	• RPAS와 ATM 체계간 통합 시범 • 이탈리아 C.I.R.A. 주관	• D&A, C3 Link 기술 성숙도/적합성/제한사항 평가 • 조종사/ATC운용자 관련 Human factor 영향 평가 • 기술/운용 측면의 한계점 도출

		• 시뮬레이션부터 실제 비행시험까지 단계적 수행 -Human-in-the-loop 시뮬레이션 -ATC 통제하에 교통상황 모사환경에서 비행시험 -실제 교통상황에서 비행시험
MedALE (Mediterranean ATM Live Exercise)	• 지중해 연안의 항공교통 관리 실제 시험 • 이탈리아 Alenia 주관	• 비분리공역 운용에 요구되는 능력과의 Gap 분석 • 다양한 MALE/Tactical/Light급 RPAS와 유인항공기의 혼합운용에 대한 실제적인 시험 수행

<표 3-45> 유럽 기관에 대한 세부 운용임무 요구사항 (시험장 4, 5, 6)

사업명	개 요	시범운용 내용
TEMPAERIS (Testing Emergency Procedures in Approach/En Route Integration Simulation)	• 접근비행 및 순항비행시 비상절차 관련 통합 시뮬레이션 검증 • 프랑스 DSNA 주관	• ATC 업무부하, 제약사항, 통신/C2 단절상황 등 고려, 8개 형태의 접근비행 시나리오 시험 수행 (실제비행 5종, 실시간 시뮬레이션 3종) • 순항비행 시범은 OPV를 활용하여 Bordeaux-Merignac 공항에서 수행
ODREA (Operational Demonstration of RPAS in European Airspace)	• 유럽 공역내 RPAS의 운용 시범 • 프랑스 Rockwell Collins 주관	• 민간무인항공기 운용절차 정의 및 검증, 시범운용 • IFR과 유사한 비행계획/출항/도착 표준절차 이행 • 중간급 상용공항에서 유인항공기와의 통합 운용 • 저고도 공역에서의 임무 수행 (비정상 상황 포함) • 2인승 유·무인 혼용기(OPV)인 SAGEM Patroller와 6인승 일반항공유인기 ENAC Beech 58 활용 • 충돌감지 및 회피 시스템은 SAGEM사의 D&A Suite를 탑재 -IR Camera , ADS-B/Transponder Receiver 기반의 융합센서 기술 활용
CLAIRE (Civil Airspace Integration of RPAS in Europe)	• 유럽 민간공역으로의 RPAS 통합 시범 • 영국 Thales UK 주관	• ATC/RPAS 운용자, 비행체간 비행경로정보 공유 • 혼합운용시 ATC 업무부하에 대한 영향 평가 • RPAS 통합에 따른 영향요소 정의, 제약사항 도출

		• 상호운용성 있는 정찰/통신/항법 구현방안 도출 • Watchkeeper 무인항공기 활용
AIRICA (ATM Innovative RPAS Integration for Coastguard Applications)	• 해안경비 활용을 위한 ATM 혁신 시범 • 네덜란드 NLR 주관	• 유인항공기로 수행하던 해안경비임무를 OPV로 시범 운용 (FALCON OPV 활용) • Mode S와 ADS-B를 활용한 D&A 시스템 탑재 • 해상의 비분리 공역에서 low level BLOS 운용
ARIADNA (Activities on RPAS Integration Assistance and Demonstration for Operations in Non-segregated Airspace)	• 비분리공역 운용을 위한 RPAS 통합 지원/시범 • 스페인 Indra Sistemas 주관	• SBAS에 기반하여 접근 및 착륙 절차 수행 • 자동화된 ATC에서 제공하는 항공교통정보와 ADS-B 기술을 활용한 GBSAA 구현

- SESAR도 FAA와 유사하게 무인항공기 통합운용에 필요한 제반요소에 대해 연구 및 기술검증을 수행하고 있음.
- 효율적이고 경제적인 시범사업을 위해, 시뮬레이션부터 실제 비행시험까지 단계적으로 수행하고 있음.

4) 해외사례를 통한 시사점 도출 수행내용

□ 미국 FAA 및 유럽 SESAR 시범사업 사례 조사를 통해 국내 시범사업에서 고려되어야 할 주요 시사점을 도출함.

□ 미국과 유럽 시범사업의 주요 목적은 국가공역 내 무인항공기 통합운용을 위해 최적의 인증 및 운항기술 요구조건을 정의하고 관련 규정을 제정하는 것임.

□ 무인항공기 시범사업을 위해 막대한 예산과 자원을 투입하여 연구를 수행하고 있음.

- 미국의 경우, 교통경보 및 충돌방지 시스템(TCAS, Traffic-alert & Collision avoidance)의 알고리즘 개발에 수년간 9억 달러를 투자함.
- 무인항공기 통합운용에 필수적으로 요구되는 감지 및 회피(SAA, Sense and

Avoid) 개발에도 10여년간 10억 달러 정도 소요될 것으로 전망하고 있음.

- 자료: “Unmanned Community Making Progress On Airspace Access“ (Aviation Week & Space Technology 2013/08/05)

□ 현재 단기간 내 대규모 예산투입이 어려운 국내 여건을 고려, 미국 FAA 등에서 관련기준을 수립하면 이에 대해 국내 적용시 적절성을 검증하고 보완사항을 도출하는 방법도 검토 가능함.

- 해외 시범사업 수행내용을 참고하여 국내 시범사업에서 검증 수행할 대상항목을 도출하되,
- 세부적인 수행범위 및 단계별 검증 계획은 FAA 등 해외기관의 관련규정 연구・제정 일정을 지속적으로 모니터링하면서 수립해야 할 것임.

□ 시범사업에서 잠재수요기관의 활용 목적을 고려하여 실시함으로써 민간무인항공기의 운용 활성화에 필요한 제반 문제점 및 개선사항을 파악할 수 있음.

- 해외 사례에서는 생태・환경・작황 조사나 해안・도시 경비 등의 실제 운용임무를 시범적으로 수행함.
- 국내 시범사업의 경우, 본 연구의 잠재수요기관 설문조사 및 인터뷰 결과를 통해 도출된 시범운용 시나리오를 참고할 수 있음.

□ 해외 사례에서 시뮬레이션부터 실제 비행시험까지 단계적으로 시범하고 있는 것처럼, 국내 시범사업도 단계적으로 수행함으로써 제반 위험부담을 줄일 수 있음.

- 1단계 : 실시간 시뮬레이션 (ATM 요소 포함)
- 2단계 : 교통흐름상황 모사 환경에서 비행시험 실시
- 3단계 : 실제 교통흐름상황 하에서 비행시험 실시

□ 비행시험 수행시는 Safety Pilot 탑승이 가능한 유・무인 혼용기(OPV)를 적극 활용함으로써 비행할 수 있는 공역 범위를 확대하고 비행 안전성도 확보 가능함.

- 비분리 공역내 혼합운용 시험을 위해서는 기존 개발된 유인항공기도 같이 활

용 가능

□ 시범운용 공역은 비행시험시 사고 위험을 최소화하기 위해 해안 지역을 중심으로 운용되는 경우가 많으나, 시범운용 목적에 따라 다양한 공역 형태에서 수행하는 것이 필요함.

다. 시범사업계획 종합

1) 시범사업계획 종합 수행방법

□ 검토방법 : 잠재수요기관 요구사항 조사 결과로 도출된 시범운용 시나리오와, 해외사례 벤치마킹을 통해 도출된 국내 적용시 시사점을 종합적으로 검토함.

□ 중점검토 대상

- 민간무인항공기 운항관련 기준
- 무인항공기 운용계획 수립시 고려사항
- 시범운용 인프라 관련 고려사항

□ 연구의 제한사항

- 후속 연구단계에서 국내 적용 가능한 시범운용 시나리오를 선정하고 이에 적합한 시범운용 기종을 정의함으로써 구체적인 시범사업계획 수립에 대한 보완 연구가 필요함.

2) 민간무인항공기 운항관련 기준 검토내용

□ 시범사업계획 수립시 고려되어야 할 민간무인항공기 운항관련 기준들을 다음과 같이 예시하였으며, 후속 연구단계에서 법제화 검토 과정을 거쳐 구체화될 것임.

- 비상착륙, 링크두절, 타 항공기와의 충돌 감지 및 회피 등에 대한 절차 확보
- 무인항공기 조종사와 관제기관 간에는 양방향 통신이 가능해야 함
- 야간운항은 A등급 공역 및 민간공역과 분리된 공역에서만 가능하며 충돌 감지 및 회피 기능이 있어야 함

- 완전자동으로 운항되는 무인항공기는 민간공역에서 운항이 허가되지 않음
- 군 관할 공역 또는 별도로 지정된 분리공역에서는 비행안전을 위한 요건과 절차를 따른다는 조건 하에 운항 가능
- 민간 관제공역에서는 운항 허가가 필요하며, 안전운항에 필요한 장비(TCAS, 트렌스폰더 등) 탑재 필요

3) 무인항공기 운용계획 수립시 고려사항

□ 무인항공기 시범운용시 비행계획/출발부터 착륙/도착까지 각 단계별로 발생할 수 있는 문제점에 대한 대응방안이 필요함.

□ 비행계획 단계

- 무인항공기 등록 및 비행/운용계획의 관제소 통보

□ 지상활주/출발 단계

- 이착륙장과 GCS간 거리가 멀 경우, 지상 충돌방지를 위해 직접통제(무인항공기에 센서를 탑재하여 GCS에서 직접 통제) 또는 권한이양(이착륙을 위해 무인항공기 통제권한을 관제소에 임시 이양) 등의 대응방안 필요

□ 상승/순항 단계

- 권한이양 방식의 이륙 경우 통제권한을 GCS로 재이양 절차가 필요하며, 순항시 GBSAA 또는 ABSAA 방식의 충돌 감지 및 회피 능력 필요

□ 하강/접근 단계

- 권한이양 방식의 착륙 경우 통제권한을 관제소로 이양 절차 필요

□ 착륙/지상활주/도착 단계

- 지상활주/출발 단계와 동일한 지상 충돌방지 방안 마련

4) 시범운용 인프라 관련 고려사항

□ 운용 인프라는 시범운용 기종과 내용이 정의된 이후 구체화될 것이나, 본 연구에서는 비행장, 비행영역, 지상통제 및 충돌방지 인프라를 중심으로 개략 검토함.

□ 시범운용 비행장 및 비행영역

- 시범운용을 위한 비행장은 고흥비행장 등 민간 또는 군용 비행장을 대상으로 시범운용 적합성을 검토하여 추후 선정
- 비행영역은 비행체 성능을 고려하여 설정하되 안전확보를 위해 영역 구분 필요 (무인항공기 주변의 충돌위험 영역 / 비행장 주변의 가상충돌 시범영역 / 무인항공기 비행이동 접근경로 / 비행금지 영역 등)

□ 지상통제 인프라

- 지상 관제소는 기존 비행장의 관제시설 활용이 가능하나, 무인항공기와의 통신장비는 기존 장비로 운용 곤란할 경우 신규 도입하는 방안도 고려
- 충돌방지를 포함한 시범운용 전 과정의 통제·관리를 위해 중앙지휘소 설치

□ 지상기반 충돌방지 인프라

- 지상기반 공중충돌 감지 및 회피 시스템(GBSAA)는 탑재기반 공중충돌 감지 및 회피 시스템(ABSAA)에 비해 기술 실현이 상대적으로 용이하므로 민간무인항공기 시범운용에서 우선적으로 적용 가능
- 시범운용 비행영역 내 모든 항공기 감지가 가능하도록 지상 레이더 시설을 구축하고 장비 가동에 필요한 전력 및 통신 연결망도 함께 구축

5) 시범사업계획 검토 결론 도출내용

□ 현재 민간무인항공기 운용을 위한 인프라가 구축되지 않아서 국내 민간무인항공기 수요도 구체화되지 않은 상태이므로, 시범사업을 통해 실제적 운용사례를 시범함으로써 국내 수요를 견인할 필요가 있음.

- 미국 FAA Test Site 프로그램이나 유럽 SESAR의 민간무인항공기 통합 시범사업에서도 각 시험장별로 생태/환경 조사, 농작물 작황상태 조사, 해양감시 등 구체적인 운용임무를 수행하면서 연구 진행 중임.
- 국내 시범사업시 적용할 시범운용 임무는 용역연구를 통해 도출된 산림청/소방방재청과 해양경찰청/경찰청의 시범운용 시나리오들을 참고하여 수립할 수 있음.

□ 민간무인항공기 인증 및 운항기준 수립을 위해 시범사업에서 검증해야 할 항목은 상당히 광범위하며, 해외 시범사업 사례에서는 막대한 예산과 자원을 투입하여 관련 연구를 수행하고 있음. 현재 단기간 내 대규모 예산투입이 어려운 국내 여건을 고려, 미국 FAA 등에서 관련기준이 제정되었을 때 이에 대한 국내 적용 시 적절성을 검증하고 보완하는 방법이 효율적일 것임.

□ 국내 시범사업은 소요 비용과 일정 등을 검토하여, 초기단계 시범사업에서 수행 가능한 항목과 지속적인 보완연구를 통해 후속단계 시범사업에서 수행 필요한 항목을 구분하여 단계적으로 계획 수립되어야 함.

- 국내 수행이 어려운 항목에 대해서는 해외에서 진행되는 시범사업에 참여하는 등의 대안 수립이 필요함.

2. [성과 11] 국내외 민간무인항공기 기술수준 조사보고서

가. 국내 기술수준 평가

1) 국내 기술수준 평가 방법

□ 민간무인항공기 개발을 위한 기술수준을 평가하기 위해서는 운용환경 및 목적에 따른 대상 무인항공기의 형태 및 요구성능 수준이 개략적으로 정의되어야 하나, 현재 국내 민간무인항공기 개발 방향은 아직 구체화되지 않은 상태이므로 본 연구에서는 대상 무인항공기를 포괄적으로 정의하여 검토함.

- 대상 무인항공기의 형태는 지상활주형(고정익형) 및 수직이착륙형(회전익형, 틸트로터형, 틸트프롭형)을 모두 검토함.

<표 3-51> 대상 무인항공기 형태

<table>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>고정익형</td><td>회전익형</td><td>틸트로터형</td><td>틸트프롭형</td></tr>
<tr><td>지상활주형</td><td colspan="3">수직이착륙형</td></tr>
</table>

- 향후 민간 공역에서 운용하기 위해 유인항공기 및 타 무인항공기와의 충돌방지 능력을 확보하고 저고도에서 고고도까지의 운용 능력이 필요한 것으로 가정함.
- 비행체의 최대이륙중량 등 세부 요구성능은 구체화할 수 없으나, 임무 수행에 필요한 EO/IR 카메라 등 임무장비를 탑재하고 충돌 감지 및 회피 장비도 탑재 가능한 수준으로 가정함.

□ 민간무인항공기 소요기술 구성체계는, 군용무인항공기 기술체계를 근간으로 충돌 감지 및 회피 등 민간무인항공기 안전확보를 위해 중요한 기술요소를 추가하는 방법으로 정의함.

□ 무인항공기 형태별로 국내 기술수준에 대한 기존 분석자료를 검토하 여 기술준비수준(TRL, Technology Readiness Level)을 판단함.

- 기존 분석자료는 주로 군용무인항공기를 대상으로 평가된 것이나, 무장 운용능력을 제외한 비행체, 데이터링크, 임무장비 등 거의 모든 기술요소가 민간무인항공기에도 공통적으로 적용될 수 있음에 따라 본 연구의 기초자료로 활용됨.

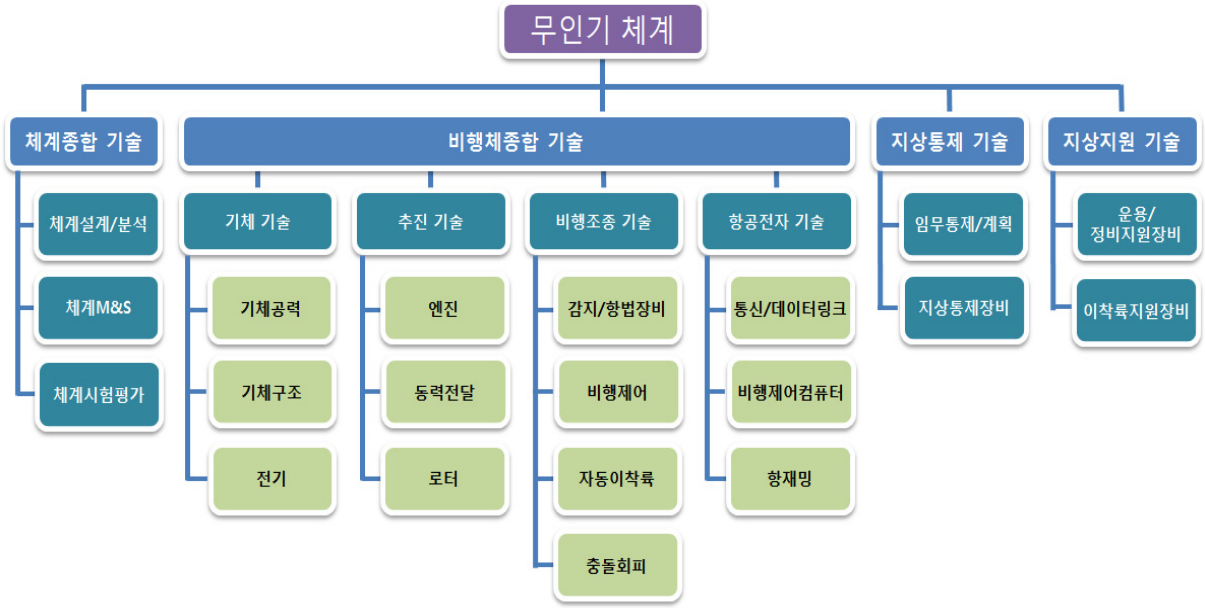
□ 객관적 평가를 위하여 학계 전문가의 용역연구를 활용함. (건국대, '14.5 ~ 8)

□ 산업체·학계·연구소 전문가들의 자문과정을 거쳐서 종합적인 기술수준 평가 결과를 도출함.

- 자문 참여 전문가 : 무인항공기 및 위성통신시스템 관련 산업체, 학계 항공공학과 교수 등

2) 민간무인항공기 소요기술 구성체계 정의 내용

□ 민간무인항공기 체계의 소요기술은 체계종합, 비행체종합, 지상통제, 지상지원 등 대분류 4개 항목 하에 중분류 11개 항목, 소분류 13개 항목으로 구성함.



<그림 3-45> 민간무인항공기 체계 소요기술

3) 국내 기술수준 평가 수행내용

□ 민간무인항공기 형태별 기술준비수준 판단을 위해 활용된 기존 분석자료는 아래와 같음.

- 무인항공기체계 전반: 국방과학기술조사서(국방기술품질원, 2013)
- 고정익형: 사단급 무인항공기 기술수준동향 분석보고서(국방기술품질원, 2009)
- 회전익형: 전방해역작전용무인항공기 사전기술기획연구(국방기술품질원, 2011)
- 틸트로터형: 틸트로터형 무인항공기 기술준비수준(한국항공우주연구원, 2013)

□ 기존 분석자료 검토 및 전문가 자문을 통한 국내 기술수준 평가 결과는 아래와 같음.

<표 3-47> 국내 기술수준 평가 결과

기술명			국방과학 기술조사서 (2013)	고정익형 기품원평가 (2009)	회전익형 기품원평가 (2011)	틸트로터형 항우연평가 (2013)	본 연구 평가결과	
대분류	중분류	소분류					지상 활주형	수직 이착륙형
체계 종합	체계설계/분석		6.5	7	7	7	7	7
	체계 M&S		6	6.5	6	-	6	6
	체계시험평가		7	7	7	7	7	7
비행체 종합	기체	기체공력	7	7	6	7	7 (고고도: 6)	7
		기체구조	7	7	6	7	7	7
		전기	6	7	-	7	7	7
	추진	엔진	5	6	5	6	4	4
		동력전달	5	6	5	6	6	5
		로터	6	-	6	6	-	5
	비행조종	감지/항법장치	7	6	-	-	7	7
		비행제어	7	7	7	6	7	7
		자동이착륙	-	-	-	4	6	4
		충돌 감지 및 회피	-	-	-	-	4	4
	항공전자	통신/데이터링크	7	6	6.2	7	6	6
		비행제어컴퓨터	7	-	-	-	7	7
		항재밍	-	-	-	-	5	5
지상 통제	임무통제/계획		7	7	7	7	7	7
	지상통제장비		-	-	7	7	6	6
지상 지원	함상착륙장비		-	-	5	-	-	4
전반적인 기술준비수준							6.25	5.89

- 지상활주형 무인항공기의 전반적 기술수준은 TRL 6.25로 도출되어 체계개발로 진입이 가능한 6단계 이상으로 분석됨.

- 수직이착륙형 무인항공기의 전반적 기술수준은 TRL 5.89로 도출되었으나 자동이착륙/함상착륙장비 기술을 제외한다면 6.12로 판단할 수 있으므로, 자동이착륙 관련 미성숙 기술 확보를 조건으로 체계개발로 진입이 가능할 것으로 분석됨.

□ 각 기술요소의 기술수준 평가치 도출의 판단 근거는 아래와 같음.

- 체계종합 기술
  - 체계설계/분석
    * 국내에서 개발한 송골매, 스마트무인항공기를 통해 확보한 상태이며, 현재 진행 중인 중고도 정찰용 무인항공기, 차기 군단 정찰용 무인항공기 개발 사업을 통해 민간무인항공기 개발에 필요한 체계설계 및 분석 기술을 확보하고 있는 것으로 판단함.
    * 동 기술은 국방과학연구소, 한국항공우주연구원, 한국항공우주산업, 대한항공 등의 연구기관과 체계종합업체에서 관련 기술을 보유하고 있으므로, 민간무인항공기 개발 시 운용개념 설계, 중량 예측/분석/관리 등의 기술에 대한 TRL 수준을 요구성능을 충족하는 시제품을 개발하여 실제 운용환경에서 시험할 수 있는 수준인 7단계로 평가함.
  - 체계 M&S
    * 기 개발된 T-50, 수리온, 스마트무인항공기와 개발중인 중고도 정찰용 무인항공기, 차기 군단 정찰용 무인항공기에는 디지털 설계 소프트웨어가 활용되었으며, 체계 M&S 관련 기술은 국방과학연구소, 한국항공우주연구원, 한국항공우주산업, 대한항공 등의 체계종합업체에서 디지털 목업 설계 기술을 확보하고 있음.
    * 가상 비행기술이 활용되는 비행시뮬레이션 프로그램과 시뮬레이터는 국내 업체인 유콘시스템, 신일, 지멘코 등이 개발 기술을 보유하고 있음.
    * 따라서 민간무인항공기 개발에 필요한 체계 M&S 기술은 향후 사업 수행 시 TRL 6 단계로 판단함.
  - 체계시험평가
    * KT-1, T-50, 수리온 개발과정을 통해 기술을 확보하고 있으며, 개발 진행중인 중고도 정찰용 무인항공기, 차기 군단 정찰용 무인항공기 개발을 통해 성숙된 기술을 보유하게 될 것으로 판단함. 따라서 전반적인 체계시험평가 기술의 TRL을 7단계로 판단함.

- 비행체종합 기술
  - 기체 기술
    * 기체공력:
    * KT-1, T-50, 수리온 개발 및 사단급 무인항공기, 스마트무인항공기, 중고도 정찰용 무인항공기, 차기 군단 정찰용 무인항공기 개발을 통해 항공기 기체 형상에 대한 공력설계 기술을 일부 확보하고 있으며, 관련기술은 국방과학연구소, 한국항공우주연구원, 한국항공우주산업, 대한항공에서 보유하고 있음.

    • 본 연구에서 제시한 기술수준 자료와 국내 개발 현황에 따라 중고도 이하의 무인항공기 개발시 공력기술의 TRL은 7단계로 판단함.

    • 다만 고고도 무인항공기 개발시에는 무인항공기의 형상, 고고도, 속도 등에 따라 기존의 공력 해석방법을 적용하기 어려우며 해당 등급의 무인항공기를 개발한 사례가 없기 때문에 전문가 자문을 통해 국내 공력 해석의 기술수준을 고려하여 고고도 민간무인항공기 개발시 설계에 요구되는 공력기술의 TRL은 6단계로 판단함.

    * 기체구조:
    * 국내의 유인·무인항공기 연구개발 사업을 통해 TRL 7단계 수준의 기술을 확보하고 있음.
    * 다만 수직이착륙 형상의 민간무인항공기 개발 시 현재까지 개발된 항공기가 없으나 수리온 및 스마트무인항공기 개발을 통해 유사 기술을 확보하고 있는 것으로 판단하여 최종적으로 TRL 7단계로 판단함.

    * 전기:
    * 전기계통(전원부, 전원 분배기 등)의 모듈화, 전력발전 등의 전기기술은 T-50, 수리온, 반디호 개발과 사단 무인항공기, 중고도 정찰용 무인항공기 등의 개발을 통해 관련기술을 확보하고 있으며, 기술 보유 기관 및 업체로는 국방과학연구소, 항공우주연구원, 한국항공우주산업, 대한항공에서 보유하고 있음.
    * 전기계통의 TRL은 7단계로 판단함.

- 추진

* 엔진:
* 민간무인항공기 개발 대상으로 예상되는 무인항공기의 경우 최대이륙중량, 목표 성능 등에 따라 다양한 엔진의 사용이 가능하며, 일반적으로 로터리엔진과 터보프롭 및 터보샤프트 엔진이 주로 사용됨. 하이브리드 엔진 및 연료전지 추진 시스템은 아직까지는 민간무인항공기에 적용하기 위한 상용화 수준이 부족하여 기술준비수준 분석에서 제외함.
* 국내에서는 국방과학연구소에서 장거리순항미사일(현무3), 대함미사일(해성) 개발을 통해 가스터빈엔진의 기본이 되는 터보제트엔진 개발 능력을 확보하고 있으며, 삼성테크윈에서는 수리온의 APU 소형가스터빈 엔진을 독자 기술로 개발한 경험을 보유하고 있어 이를 바탕으로 무인항공기에 장착할 수 있는 가스터빈 엔진의 개발 가능성을 갖추고 있음.
* 그러나 민간무인항공기에 사용하기 위한 인증 및 신뢰성을 달성하기 위한 기술수준은 낮은 것으로 평가하여 현재 엔진에 대한 기술수준은 실험실 환경에서의 제한적 성능을 구현할 수 있는 4단계로 판단함.

* 동력전달:
* 지상활주형 고정익의 경우 사단급 무인항공기, 중고도 정찰용 무인항공기, 차기 군단 정찰용 무인항공기 개발을 통해, 수직이착륙형의 경우 수리온, 스마트무인항공기 개발을 통해 관련 기술을 확보하고 있음. 기술 보유 관련 기관 및 업체로는 국방과학연구소, 한국항공우주연구원, 한국항공우주산업, 대한항공, S&T 중공업 등이 있음.
* 다만, 수직이착륙형의 경우 고정익형에 비해 항공기 형상/최대이륙중량 및 엔진 출력이 높을수록 기술적 난이도가 증가하는 점을 고려해야 하므로 지상활주형은 TRL 6단계, 수직이착륙형은 5단계로 판단함.

* 로터:
* 로터 기술은 Bell 212/412 허브 부품생산, 다목적 무인헬기 개발, SB-427 국제공동개발, 복합재 로터깃 개발, 수리온, 스마트무인항공기, 사단급 무인항공기 개발 등의 사업을 통해 설계 및 해석 관련 기반기술을 확보함. 기술보유 기관 및 업체로는 국방과학연구소, 한국항공우주연구원, 한국항공우주산업, 대한항공이 있으며, TRL은 5단계로 판단함.

- 비행조종
  * 감지/항법장비:
  * 관성, 레이더, 영상 및 대기센서 등의 설계, 제작 및 통합기술은 국내 유인항공기 및 무인항공기 연구개발을 통해 관련기술을 확보하고 있으며, 개별 감지 센서를 이용한 통합 시스템 기술도 확보하고 있음. 기술 보유 기관 및 업체로는 국방과학연구소, 항공우주연구원, 한국항공우주산업, 대한항공, 마이크로인피니티, 유콘시스템 등이 있음.
  * 무인항공기에 사용되는 GPS/INS 기반의 항법장비는 국내업체인 마이크로 인피니티, 넵코어스, 유콘시스템 등에서 생산하고 있음. 국내 생산 장비는 스마트무인항공기, 군 무인항공기 외에도 대학 및 기업에서 운영중인 다양한 소형 무인항공기 등에 장착되어 성능이 검증되고 있음.
  * 따라서 감지/항법장비 기술의 TRL은 7단계로 판단함.

  * 비행제어:
  * 항공우주연구원에서 개발한 스마트무인항공기와 개발중인 사단급 무인항공기, 중고도 정찰용 무인항공기, 차기 군단 정찰용 무인항공기를 통해 비행체 조종, 유도를 위한 비행제어기술을 확보하고 있으며, 기술보유 기관 및 업체로는 국방과학연구소, 항공우주연구원, 한국항공우주산업, 대한항공이 있음.
  * 따라서 비행제어 기술은 시제품 제작이 가능한 TRL 7단계로 판단함.

  * 자동이착륙:
  * 지상활주형 무인항공기의 자동이착륙기술은 사단급 무인항공기, 차기 군단 정찰용 무인항공기, 중고도 정찰용 무인항공기 개발을 통해 관련 제반 기술을 획득하고 있어 TRL 6단계로 판단함.
  * 수직이착륙형의 경우 해군에서 운용중인 Shadow 무인항공기와 S-100 Camcopter를 통해 함정에서 무인항공기를 운용하는 노하우를 습득하고 있으나, 국내에서 개발된 유·무인항공기의 함상운용 실적은 전무함.
  * 다만, 향후 함상운용을 고려하여 항우연과 대한항공에서 시뮬레이션 환경의 시험이 수행되고 있는 정도임. 기술 보유 기관 및 업체로는 국방과학연구소, 한국항공우주연구원, 대한항공이 있으며, 수직이착륙형 무인항공기 자동이착륙 기술의 TRL은 4단계로 판단함.

* 충돌 감지 및 회피:
* 충돌 감지 및 회피 기술은 현재 미국을 중심으로 지상기반/공중기반의 SAA (Sense and Avoidance) 충돌방지 기술이 연구되고 있으며, 국내에서는 국책연구기관 및 산학연을 중심으로 관련 기술들의 기반 연구가 진행되고 있음. 현재 무인항공기 체계에서 충돌 감지 및 회피를 위한 영상 및 레이더 기반 알고리즘 개발, 컴퓨터 모의실험 환경에서 충돌 감지 및 회피 알고리즘 성능 비교 및 최적화를 수행한 연구실적을 보유 중임.
* 따라서 국내의 충돌 감지 및 회피 기술은 주요 기능에 대한 실험실 수준의 핵심 성능 평가 단계인 TRL 4단계로 판단함.

- 항공전자
  * 통신/데이터링크:
  * 무인항공기에 필요한 통신/데이터링크 기술은 송골매, 사단급 무인항공기, 중고도 정찰용 무인항공기 등과 같이 국내에서 진행된 무인항공기 개발 사업들을 통해 관련기술들을 확보하고 있음.
  * 민간무인항공기 개발시 VHF 대역의 ACARS(Aircraft Communications Addressing and Reporting System)와 같이 민간항공 정보를 송수신하는 민간항공용 데이터링크 체계와의 연동, 지상의 관제소와 무인항공기 지상통제소간의 음성통신이 추가로 요구됨.
  * 본 연구에서는 민간무인항공기의 전파가시영역(Radio Line-of-Sight. RLOS) 밖 비행을 고려하지 않았으므로 위성통신에 대한 기술준비수준 분석은 제외함.
  * 무인항공기의 제어 및 통제, 정보 송수신에 관한 기술보유 기관 및 업체로는 LIG넥스원, 삼성탈레스, 휴니드테크놀러지스, 파인텔레콤이 있으며, 전반적인 TRL은 7단계로 판단되나, 민간항공용 데이터링크의 개발 및 음성통신의 연동이 필요한 점 등을 고려하여 데이터링크기술은 TRL 6단계 정도로 판단함.

  * 비행제어컴퓨터:
  * T-50, 수리온, 송골매, 스마트무인항공기 개발을 통해 비행제어컴퓨터 개발 기술을 확보하고 있으며, 기술보유 기관 및 업체로는 국방과학연

구소, 한국항공우주연구원, LIG넥스원이 있음.

* 비행제어컴퓨터 기술은 다양한 항공기의 성능 요구조건에 부합하는 HW 및 SW 기술을 확보하고 있으므로 TRL 7단계로 판단함.

* 항재밍:
* 데이터통신 보안을 위한 기술 중 하나인 고정/이동체 통신환경에서 재밍 회피 스펙트럼 관리 및 운용기술은 상용통신망에서 주파수간섭분석을 위한 알고리즘과 Application을 기지국 배치를 위한 용도로 개발하여 기 활용되고 있음.
* 이와 함께 군의 차세대 통신체계인 TICN체계에 적용된 동적 스펙트럼 할당/운용 기술 등을 고려 시, 데이터통신 보안 기술은 민간무인항공기 운용에 필요한 보안수준에 도달한 것으로 판단함.
* 또한 민간무인항공기는 군 작전용이 아니므로 현재 실용화되어 있는 무선통신 보호대책 이상의 항재밍 기술은 불필요한 것으로 판단하여 GPS 재밍을 기준으로 기술준비수준을 판단함.
* GPS 교란에 대응하기 위한 항재밍 기술 및 제품은 국방과학연구소, 항공우주연구원, 삼성탈레스, LIG넥스원, 단암시스템즈, 넵코어스, 한양네비콤 등에서 주요 요구 성능에 대한 교란 회피 솔루션을 보유하고 있으나, 저출력 신호나 비정형화된 GPS 재밍 환경에서의 신뢰성 검증이 부족하므로 TRL 5~6단계 수준에 머무르는 것으로 판단됨.
* 민간에서 보유중인 항재밍 기술의 한계를 고려할 경우, 제한된 재밍 신호에 대한 시작품 제작 및 성능 평가가 이루어지고 있으므로 TRL 5단계로 판단함.

- 지상통제 기술
  - 임무통제/계획
    * 무인항공기의 안전한 운항을 위한 임무통제/계획 기술은 송골매 운용, 사단급 무인항공기 개발, 중고도 정찰용 무인항공기, 차기 군단 정찰용 무인항공기 개발을 통해 기술을 보유하고 있으며, 기술 보유 기관 및 업체는 국방과학연구소, 한국항공우주연구원, 한국항공우주산업, 대한항공, 유콘시스템 등이 있음. 임무통제/계획기술의 TRL은 7단계로 판단함.

- 지상통제장비
  * 지상통제장비에 포함되는 기술은 비행통제장비/임무계획통제장비/영상외부 전송장치/영상처리장치가 있으며, 국내에서 운용 및 개발 중인 송골매, 스마트무인항공기, 사단급 무인항공기, 중고도 정찰용 무인항공기, 차기 군단 정찰용 무인항공기 사업을 통해 관련 기술과 운용 노하우를 확보하고 있음.
  * 국방과학연구소, 한국항공우주연구원, 한국항공우주산업, 대한항공, 유콘시스템, 메타빌드, 영풍전자, 에어로매스터, 세트랙아이에서 지상통제장비 기술을 보유하고 있어 TRL 7단계로 평가할 수 있으나 민간무인항공기 개발 시 요구되는 높은 신뢰성 및 안전성을 고려하여 TRL 6단계로 판단함.

• 상지원 기술
  - 함상착륙장비
    * 국외 업체의 함정 운용 수직이착륙기는 각각의 착륙유도시스템과 착함시스템을 갖추고 있음. 국내에서는 아직까지 실 운용환경에서 유사장비를 개발 및 시험한 사례가 없으며, 산학의 연구논문 및 시뮬레이션 단계의 시험이 이루어지고 있음.
    * 관련 기술 보유 기관 및 업체로는 한국항공우주연구원과 대한항공이 있으며, 함상착륙장치의 TRL은 4단계로 판단함.

나. 국내 미성숙 기술요소 식별 및 확보방안 수립

1) 미성숙 기술요소 식별 수행방법

□ 국내 기술수준 평가 결과에서 TRL 5단계 이하의 기술들을 미성숙 기술요소로 식별함.

• 무인항공기 형태에 따라 기술수준 평가가 상이한 항목이 있으므로, 무인항공기 공통적으로 적용되는 미성숙 기술요소와, 특정 무인항공기 형태에만 적용되는 미성숙 기술요소로 구분하여 식별함.

□ 미성숙 기술요소로 식별된 항목에 대하여 개략적인 기술확보 방안을 검토하여 제시함.

2) 미성숙 기술요소 식별 수행내용

□ TRL 5단계 이하로 평가된 미성숙 기술요소 항목을 요약하면 아래와 같음.

- 엔진(TRL 4) : 소형 엔진(미사일용 엔진, APU 등) 개발 기술을 보유하고 있으나, 민간무인항공기의 인증/신뢰성을 달성하기에는 기술수준이 낮음.
- 동력전달/로터(수직이착륙형, TRL 5) : 관련기술을 일부 보유하고 있으나, 회전익 무인항공기 개발경험이 부족함.
- 자동이착륙(수직이착륙형, TRL 4) : 국내 개발된 유인항공기/무인항공기의 함상운용 실적은 전무하며, 시뮬레이션 환경에서 기술개발 진행 중임.
- 충돌 감지 및 회피(TRL 4) : 국내에서 관련기술들의 기반연구가 진행되고 있으나 실험실 수준의 핵심성능 평가 단계인 것으로 판단됨.
- 항재밍(TRL 5) : 다양한 재밍 환경에 대한 신뢰성 검증이 부족하며, 제한된 재밍 신호에 대한 시작품 제작 및 성능 평가가 진행되는 수준임.
- 함상착륙장비(수직이착륙형, TRL 4) : 착함/착륙유도 시스템에 대해 실 운용 환경에서의 개발/시험 사례가 없으며, 시뮬레이션 시험이 진행 중임.

3) 미성숙 기술요소 확보방안 검토 수행내용

□ TRL 5단계 이하의 미성숙 기술요소에 대해 개략적인 확보방안을 검토한 내용은 아래와 같음.

- 엔진 기술
  - 본 연구에서 민간무인항공기를 대상으로 한정한 운용고도, 탑재중량 등을 고려할 때 가장 적합한 엔진은 고정익은 터보팬, 회전익은 터보샤프트엔진으로 판단됨.
  - 현재 국내 기술수준 및 민간무인항공기에 대한 높은 안전성, 신뢰성 및 경제성을 고려하여 국외구매가 효율적일 것으로 판단됨.

- 동력전달 기술 / 로터 기술
  - 수직이착륙형 무인항공기의 동력전달 및 로터 기술은 현재까지 스마트무인항공기와 이의 60% 축소형인 TR-60 개발 경험을 통해 동급의 틸트로터형 무인항공기 개발에 필요한 기술은 갖추고 있으나, 회전익형 무인항공기

의 경우는 본 연구에서 검토하는 민간무인항공기 수준의 무인헬기 개발 경험이 없기 때문에 이에 대한 기술 확보가 필요함.

- 회전익형 무인항공기 개발에 필요한 동력전달 및 로터 기술은 국내 독자 개발 시 비용 및 개발 기간의 증가가 예상되며, 추가적인 인증 획득에 대한 어려움이 있음.
- 따라서 회전익형 민간무인항공기를 개발할 경우에는 기체, 동력전달장치, 로터는 별도로 개발하지 않고 기존의 민수용 헬기를 그대로 활용하는 개념으로 개발하는 방식이 유리할 것으로 판단됨.

• 자동이착륙 기술

- 자동이착륙 기술 중 기술적으로 고난도인 함상자동이착륙기술의 핵심은 해상상태에 따라 움직이는 함정의 갑판에 착륙시키기 위해 함정의 움직임과 무인항공기의 움직임을 연동시키는 기술, 함정의 움직임과 바람, 난류 등에 따른 착륙 접근 및 강하 알고리즘, 함정과 무인항공기간의 정확한 위치, 상대속도 등을 측정하기 위한 정밀 GPS, 착륙유도장비 등의 기술이 필요함.
- 이와 같은 기술은 현재 국내에서는 관련 기초 기술을 보유하고 개발하고 있는 상황이며, 이스라엘 IAI사와 체결한 수직이착륙 무인항공기의 함상운용기술 공동개발 MOU를 통해 기술확보가 가능할 것으로 판단됨.

• 충돌 감지 및 회피 기술

- 무인항공기의 충돌 감지 및 회피 기술은 현재 민간무인항공기 개발에 있어 민간공역 진입을 위한 핵심기술로써, 세계 주요국가들에서 충돌 감지 및 회피를 위한 센서 및 알고리즘 개발을 진행하고 있으며 운용환경에서 비행시험을 수행하고 있음.
- 국내에서는 충돌회피에 관한 기초적인 연구가 수행되고 있어 주요 국가들에 비해 기술력의 차이가 있는 상태이므로, 향후 민간무인항공기 개발시 충돌회피 센서와 같은 주요 장비들은 국외구매를 통한 확보방법을 우선적으로 추진해야 할 것으로 판단됨.

• 항재밍 기술

- 항재밍 기술은 민간공역을 비행하는 무인항공기에 있어 재밍에 의한 테러 등의 위협을 방지하기 위한 안전성 측면에서 가장 중요한 기술 중 하나임.
- 위성항법 신호를 교란하는 기술은 날로 발전하고 있으며 이에 대응하기 위한 기술 역시 지속적으로 개발 및 제품에 적용이 되어야 하기 때문에 국내 독자 기술 확보가 중요함.
- 국내에서는 한국전자통신연구원(ETRI)을 중심으로 매년 위성항법 재밍에 대응하기 위한 기술을 개발하고 있어 이러한 기술들의 산업체 이전을 통해 항재밍 제품 개발이 가능할 것으로 판단됨.
- 다만 안전을 위한 제품의 신뢰성 수준이 성숙한 단계에 도달하기 전까지 국외 제품 도입을 통해 민간무인항공기에 적용되어야 할 것으로 판단됨.

• 함상착륙장비 기술

- 함상착륙장비는 항공기의 운용개념 및 환경에 따라 여러 방식의 장비가 개발 및 운용되고 있으나, 민간무인항공기 개발 시 구조가 간단하고 운용이 편리한 하푼 & 그리드 방식의 함상착륙장비 개발이 우선시 될 것으로 판단됨. 이 방식은 현재 국내 해경의 경비함 및 해군의 함정에서 사용되는 방식이기 때문에 운용자 환경에도 적합하다고 할 수 있음.
- 하푼장비는 항공기 동체와의 구조결합, 이착륙시 운용자가 원하는 시점에 항공기 고정 및 해제가 정확하게 작동되는지에 대한 신뢰성이 중요하며 이에 대한 구조/공력해석이 필요하고, 신뢰성 시험이 필요함. 아직까지 국내에서 개발된 사례가 없어 미성숙 기술로 분류되어 있으나 해군의 해상작전헬기 및 정보수집 무인항공기 운용 노하우를 통해 기술 확보 및 독자 개발이 가능할 것으로 판단됨.
- 착륙유도시스템의 경우 민간무인항공기의 착함 방식에 따라 요구되는 기술 및 장비가 달라 현 단계에서 구체적인 확보 방법을 제시하기에 어려운 점이 있음. 다만 함상 자동 이착륙을 지원하기 위한 정밀 유도 레이더와 같은 착륙유도시스템을 갖추기 위해서는 국내개발 보다는 국외장비 구매를 통한 확보방법이 국내개발에 따른 신뢰성 측면에서 보다 유리할 것으로 판단함.

□ 상기 검토과정을 통해 도출된 미성숙 기술요소 확보방안을 요약하면 아래와 같음.

- 기존 수행중인 무인항공기 개발사업을 통한 경험확보, 민수용 헬기 등 유인 항공기 시스템 활용 등 다양한 방법으로 확보가 가능할 것이며, 단기적으로 국외구매를 고려하는 경우도 단계적인 국내개발을 추진해야 할 것임.

<표 3-48> 미성숙 기술요소 확보방안

형태	미성숙 요소	TRL	확보방안
공통	엔진	4	· 민간무인항공기 적용을 위한 높은 안전성/신뢰성/경제성 요구를 고려시, 단기적으로는 국외구매가 효율적
	충돌회피	4	· 국내에서는 기초연구 수행중이며 세계 선진수준과 기술력의 차이가 있으므로, 충돌회피 센서와 같은 주요장비들은 국외구매 확보를 우선적으로 추진
	항재밍	5	· 국책연구원을 중심으로 개발중인 위성항법 재밍 대응기술을 산업체에 이전하여 관련제품 개발 가능 · 신뢰성수준이 성숙단계에 도달 전까지는 국외 도입을 고려
수직 이착륙형	동력전달/로터	5	· 국내 독자개발시는 개발비용/기간, 인증획득측면에서 어려움이 예상되므로, 기존 민수용 헬기 시스템을 활용하여 개발
	자동이착륙	4	· 가장 어려운 기술인 함상자동이착륙의 경우, 해외 선진업체와의 함상운용기술 공동개발 등을 통해 기술 확보
	함상착륙장비	4	· 하푼&그리드 방식의 착륙장비는 해군 해상작전 헬기 등 운용 노하우를 통해 기술확보 및 독자개발 가능 · 정밀유도레이더 등의 착륙유도시스템은 신뢰성 측면에서 국외장비 구매가 유리

다. 해외 기술수준 평가

1) 해외 기술수준 평가 방법

□ 해외 기술수준은 미국, 이스라엘, 유럽 등 해외 주요국의 무인항공기 개발 동향과 2013년 국방과학기술조사서 분석내용을 토대로 평가함.

□ 현재 최고 선진국인 미국의 기술수준을 100%로 가정하고 주요국의 기술수준을 이에 대비한 상대적 수치로 평가함.

- 상대적 평가결과 80% 이상의 기술수준을 갖춘 국가는 자국 내의 독자기술로 무인항공기의 개발이 가능한 것으로 정의함.

2) 해외 기술수준 평가 수행내용

□ 미국 기술수준 대비 상대적으로 평가된 주요국의 기술수준과 그 판단 근거는 아래와 같음.

<표 3-49> 주요국 기술수준 및 판단 근거

국가명	기술수준		판단 근거
	%	TRL	
미국	100	9	· 고고도 장기체공형 무인항공기부터 초소형 무인항공기까지 군용/민수용으로 사용하고 있으며, 무인전투기나 공격용, 자폭형 무인항공기까지 다양하게 개발 및 운용 중임 · 무인항공기 소요기술 및 모든 서브시스템에 이르는 기술을 보유 · Global Hawk부터 Raven에 이르는 유수의 무인항공기시스템 개발능력 보유 · 무인전투기의 2015년 전력화를 목표로 UCAS-D 프로그램을 진행 중임 · 새로운 임무성능(무장공격, 공중급유, 물자수송 등)을 가진 무인항공기 지속 개발/시험 도전 등으로 글로벌 리더 역할 수행
이스라엘	95	9	· 세계적인 항공전자 기술력을 바탕으로 실전을 통해 군용 (특히 전술급) 무인항공기 분야의 세계 최고의 기술력을 보유 중임 · 국영사인 IAI사와 Elbit사를 중심으로 미국을 비롯한 전 세계 42개국 이상에 1,000여대 이상 수출을 통해 미국과 대등한 영향력을 행사 · 자국방어 개념보다는 판매목적으로 무인항공기를 개발하고 있으며, 세계 최대의 무인항공기 생산국임

프랑스	93	8	· 유럽 국가들 중 EADS, Sagem, Dassault, Altec, Alcore 등 무인항공기 분야에 활동하는 체계업체와 Aerospatiale, Thales 등과 같은 항공전자분야를 선도하는 기업을 보유 하고 있어 임무장비 개발능력이 타국을 능가하고 있음 · 초소형으로부터 MALE급 Eagle-1 개발 및 유럽공동 UCAV인 Neuron 개발 주도 등 다양한 무인항공기 개발을 주도적으로 진행
독일	92	8	· 유럽에서 가장 먼저 무인항공기 개발을 시작하여 EADS, EMT, Rheinmetall사 등의 업체가 주도하면서 전술급 KZO, CL-289 및 Luna, 소형 Aladin 그리고 VTOL인 Orka 1200 등 다양한 무인항공기를 개발/운용하고 있음 · UCAV Barracuda를 스페인과 공동개발하고, 최근에는 Global Hawk 동체에 EADS 전자전장비를 탑재한 Euro Hawk 개발을 거의 완료하였으나 추가 비용문제 및 독일 영공 비행 허가 문제로 현재 공식적으로 사업이 취소된 상태임
영국	91	8	· 일찍이 무인항공기 개발에 투자를 시작, 1980년대 전술급 Phoenix 개발을 시작으로 2004년부터는 이스라엘 Elbit사가 포함된 Thales팀이 Watchkeeper 프로그램을 진행했으며, UCAV Taranis와 MALE Mantis를 개발 중임
러시아	87	7	· 러시아는 비행체 기술은 세계적인 수준이나, 무인항공기에 필요한 데이터링크 및 SW 기술 부족으로 고성능 무인항공기를 실용화하고 있지는 못함 · 월등한 무기개발 기술력 보유에도 불구하고 군의 무인항공기 개발 정책 부재로 방산 분야 무인항공기가 쇠퇴 하였으나, 최근 민수분야 무인항공기를 중심으로 경쟁국의 군사용 무인항공기를 따라잡기 위해 노력중임
이탈리아	84	6	· Selex Galileo사의 HALE급 Molynx 및 MR급 전술 무인항공기인 Falco, Alenia사의 UCAV급 Sky-X, MR급 Sky-Y 등 대형으로부터 소형에 이르는 다양한 무인항공기를 독자개발 및 운용하면서, 유럽 UCAV인 Neuron 개발에 참여 중임
중국	84	6	· 지난 40여 년간 표적기 중심의 많은 무인항공기를 개발, 운용해 왔으며, 정찰감시용으로 전력화된 무인항공기만도 NRIST사의 I-Z, W-30/50, PW-1/2, Xian사의 ASN-15/104, 104B/206, CAC사의 Tianyi, CASIC사의 LT-A/B/C 등이 있음 · 중국은 미국과 이스라엘 다음으로 아프리카 등 제3국을 대상으로 한 무인항공기 수출 강국이며, 이에 걸맞게 무인항공기 연구개발을 국가적으로 지원하고 있음
일본	84	6	· 일본은 수직이착륙 무인항공기 분야에서 세계 최초로 전력화 경험이 있고, R-50, RMAX, RPH-2A 등으로 민수시장에서 성공을 거둠 · 군사용 개발에는 국내 사정으로 어려움이 있으나 로봇산업의 선진국으로서 기술집중시 비교적 단기간에 선진수준의 능력을 가질 수 있을 것임
스웨덴	80	6	· Saab에서 개발된 소형 UCAV Sharc가 비행에 성공했으나 정부는 프랑스 주도의 UCAV에 관심을 보임 · 최근에는 VTOL 무인항공기인 Skeldar V 시리즈에 집중하고 있음

인도	75	5	· 무인항공기 분야의 주요 구매국으로 주로 이스라엘제 무인항공기(Searcher Ⅰ/Ⅱ, Heron 등)를 구매 운용하고 있으나, 정부와 군 관계자들은 자체개발 기술력 확보를 위해 이스라엘 IAI사와 조인트 개발프로그램 협정을 체결함
스페인	75	5	· `91년 이후부터 국립항공연구소(INTA) 주도하에 무인항공기 연구를 진행하면서 ALO 및 Siva를 개발하였으며, CATUAV사 등에서 Sniper, Argos 등의 소형무인항공기 개발을 진행하고 있음
터키	75	5	· TUSAS Aerospace Industries(TAI)사에서 자체 무인항공기 를 개발 중임 MALE급의 Tiha를 비롯하여 ANKA를 개발 중에 있으며, 최근에는 국제무기 전시장에 자국 무인항공기 를 공개 전시함
남아공	72	5	· 이스라엘로부터 무인항공기 개발 기술을 전수 받아 전술급 무인항공기 Seeker와 Vulture를 자체 생산하면서 인접 아프리카 국가에 수출하는 등 일찍부터 무인항공기 개발에 투자하고 있으나, 전술급 무인항공기 개발 수준에 머물고 있고 더 이상의 진전이 없음
캐나다	71	5	· 항공산업의 오랜 전통으로 무인항공기 분야에도 조기 진입 하여, Canadair사에서 설계한 CL-289가 프랑스와 독일에 의해 개발되었고, MMIST사에서는 Snow Goose를 개발하여 미국에 기술 이전함
브라질	64	4	· 소형 Starcara를 개발/운용중이고 다양한 전술급 무인항공기 8종을 개발 중임 · 브라질의 Synergy Group과 이스라엘 IAI사가 무인항공기 개발을 위한 조인트벤처 설립에 서명함으로써 장차 브라질 의 무인항공기 개발 기술향상이 기대됨
콜롬비아	56	3	· 최근에 이스라엘 Elbit사로부터 $50million 규모의 Hermes 900을 구매하는 것으로 알려짐

3. [성과 12] 전문조사기관을 이용한 수요분석서

가. 수요자 설문 개요

1) 수요자 설문 조사 목적설계 및 자료처리 방안 작성

□ 조사 목적/설계 및 자료처리 방법

- 조사 목적 : 민간무인항공기 국내 시장의 수요를 알아보기 위한 조사임
- 표본 크기 : 143명 (유효표본)
- 표본 추출 방법 : 리스트 전수 컨택
- 자료 수집 도구 : 구조화된 질문지 (Structured Questionnaire)
- 자료 수집 방법 : 온라인 조사(On-line Survey)
- 자료 처리 방법 : 완성된 질문지는 'Editing→Coding/Punching→Data Cleaning/Data Processing' 의 과정을 거쳐 교차집계표로 구성되며, 사용된 통계 소프트웨어는 SPSS 12.0 for Window임
- 조사 기간 : 2014년 4월 7~25일 (19일간)

□ 주요 조사 내용

- 무인항공기 이용 경험 및 수요 규모
- 무인항공기의 용도 및 사양
- 자료 분류형 질문

□ 설문조사에 대한 응답자 특성

<표 3-50> 설문조사 사례수 및 비율

구 분		사례수	비율
전 체		143	100.0%
지역별	서울	26	18.2%
	인천/경기	22	15.4%
	강원	6	4.2%
	대전/충청/세종	34	23.8%
	광주/전라	26	18.2%
	대구/경북	3	2.1%
	부산/울산/경남	21	14.7%
	제주	5	3.5%
기관별	정부부처	53	37.1%
	공공기관/연구소/대학	46	32.2%
	언론사	4	2.8%
	일반 기업	18	12.6%
	개인 사업자	1	0.7%
	기타(농협)	21	14.7%
직급별	최고관리자/책임급	36	25.2%
	중간관리자/선임급	63	44.1%
	실무자/원급	42	29.4%
	기타(특허청, 동아일보)	2	1.4%
근무 연수별	5년 미만	27	18.9%
	5~10년 미만	34	23.8%
	10~15년 미만	22	15.4%
	15~20년 미만	17	11.9%
	20년 이상	43	30.1%

나. 설문조사 결과 요약

1) 무인항공기 이용 경험 및 수요 규모

- (전체 응답자) 무인항공기 수요가 확대되는 추세는 아님
- (전체 응답자) 신규 시장의 창출보다 기존 시장의 수요가 더 큼
- (현재 무인항공기 운용기관) '직접 운용'(86.3%) 방식을 가장 많이 이용
- (현재 무인항공기 운용기관) '농수축산용'(49.0%), '연구용'(27.5%)으로 운용 중
- (현재 무인항공기 운용기관) 기술적 문제보다 '비용/제도' 문제가 더 큼
- (현재 무인항공기 운용기관) 응답자의 60.8%는 '5년 이내' 추가 구입
- (현재 무인항공기 운용기관) 응답자의 86.3%가 현재 '5대 이하' 보유
- (현재 무인항공기 운용기관) 1대당 '1억~5억원대'에 구입
- (현재 무인항공기 운용기관) 1대당 월평균 유지비 '100만~500만원 미만'
- (현재 운용+운용 계획 기관) '5년 이내' 68.9%가 신규/추가 구입 예상
- (현재 운용+운용 계획 기관) '농수축산용'(33.8), '연구용'(32.4%)으로 운용
- (현재 운용+운용 계획 기관) 응답자의 89.2%는 '5대 이하' 구입 계획
- (현재 운용+운용 계획 기관) 1대당 '1,000만~5,000만원 미만' 가격 가장 선호
- (현재 운용+운용 계획 기관) 1대당 월평균 '500만원 미만'의 유지비 예상

2) 무인항공기의 용도 및 사양

- (전체 응답자) '멀티콥터'(31.5%)와 '회전익'(26.6%) 선호도 높음
- (전체 응답자) 최대 비행거리 '10km 미만' 희망 46.2%
- (전체 응답자) 최대 비행고도 '1,000m 미만' 79.8%
- (전체 응답자) 최대 비행시간 - '2시간 미만'(30.1%), '2~4시간 미만'(27.3%), '4~6시간 미만'(17.5%) 순

- (전체 응답자) 최대 이륙중량 ‘10~50kg 미만’ 33.6%
- (전체 응답자) 최대 탑재중량 ‘5~50kg 미만’ 46.2%
- (전체 응답자) 최대 속도 ‘100km/h 미만’ 77.0%
- (전체 응답자) 수요 예상 분야 - ‘감시(정찰)용’ 88.8%, ‘촬영용’(61.5%), ‘농수축산용’(42.0%)

다. 설문조사 결과 분석

1) 무인항공기 이용 경험 및 수요 규모

□ 무인항공기 사용 경험 여부

- 결과 : ‘경험있다’ 45.5% 〈 ‘경험없다’ 54.5%

□ 현재 무인항공기 운용 여부

- 결과 : ‘현재 운용’ 35.7% 〈 ‘운용하지 않는다’ 64.3%

□ 향후 무인항공기 사용 계획 여부

- 결과 : 향후 사용 계획 ‘있다’ 25.0% 〈 ‘없다’ 75.0%

□ 무인항공기 운용 방식

- 결과 : ‘직접운용’ 86.3% 〉‘두 방식 혼용’ 11.8% 〉‘대행업체 이용’ 2.0%

□ 무인항공기 사용 목적

- 결과 : ‘농수축산용’(49.0%), ‘연구용’(27.5%),
  ‘감시(정찰)용’(9.8%), ‘촬영용’(9.8%) 등의 순

□ 무인항공기 사용 어려움

- 결과 : ‘비용’(27.5%), ‘제도’와 ‘안전성’(각각 21.6%)

□ 무인항공기 구입 예상 시기

- 결과 : 응답자의 60.8%는 ‘5년 이내’ 추가 구입

□ 무인항공기 보유 대수

- 결과 : 응답자의 86.3%, 현재 ‘5대 이하’ 보유

□ 무인항공기 구입 방식

- 결과 : ‘국내구매’ 47.1% 〉 ‘자체개발’ 27.5% 〉 ‘해외구매’ 23.5%

□ 무인항공기 대당 평균 구입 금액

- 결과 : 1대당 ‘1억~5억원대’에 구입 많음

□ 무인항공기 월평균 유지 비용

- 결과 : 1대당 월평균 유지비 ‘100만~500만원 미만’ 가장 많음

□ 향후 무인항공기 구입 시기

- 결과 : ‘5년 이내’ 68.9%가 신규/추가 구입 예상

□ 향후 무인항공기 사용 목적

- 결과 : ‘농수축산용’(33.8%)과 ‘연구용’(32.4%) 가장 많이 꼽혀

□ 선호하는 무인항공기 구입 방식

- 결과 : 선호하는 구입방식 1위는 ‘국내구매’(59.5%)

□ 향후 무인항공기 구입 예상 대수

- 결과 : 응답자의 89.2%는 ‘5대 이하’ 구입 계획

□ 무인항공기 대당 예상 구입 비용

- 결과 : ‘1,000만~5,000만원 미만’ 가격대 무인항공기 가장 선호

□ 무인항공기 구입 시 월평균 예상 유지 비용

- ‘500만원 미만’ 87.9%

2) 무인항공기의 용도 및 사양

□ 구입을 희망하는 무인항공기 유형

- 결과 : ‘멀티콥터’(31.5%)와 ‘회전익’(26.6%) 선호도 높음

□ 구입을 희망하는 무인항공기의 최대 비행거리

- 결과 : 최대 비행거리 ‘10km 미만’ 46.2%

□ 구입을 희망하는 무인항공기의 최대 비행고도

- 결과 : ‘250m 미만’(30.1%) 〉 ‘250~500m 미만’(25.9%) 〉 ‘500~1,000m 미만’(23.8%)

□ 입을 희망하는 무인항공기의 최대 비행시간

- 결과 : ‘2시간 미만’(30.1%) 〉 ‘2~4시간 미만’(27.3%) 〉 ‘4~6시간 미만’(17.5%)

□ 구입을 희망하는 무인항공기의 최대 이륙중량

- 결과 : 최대 이륙중량 ‘10~50kg 미만’ 가장 많음

□ 구입을 희망하는 무인항공기의 최대 탑재중량

- 결과 : 희망하는 최대 탑재중량 ‘5~50kg 미만’(46.2%)

□ 구입을 희망하는 무인항공기의 최대 속도

- 결과 : 희망하는 최대 속도 ‘100km/h 미만’ 77.0%

□ 무인항공기의 수요 예상 분야

- 결과 : ‘감시(정찰)용’ 88.8% 〉 ‘촬영용’ 61.5% 〉 ‘농수축산용’ 42.0%

4. [성과 13] 민간무인항공기 운용개념 검토 보고서

가. 민간용 무인항공기 개념 및 운용 조건

1) 무인항공기의 개념 및 구성

□ 무인항공기의 개념

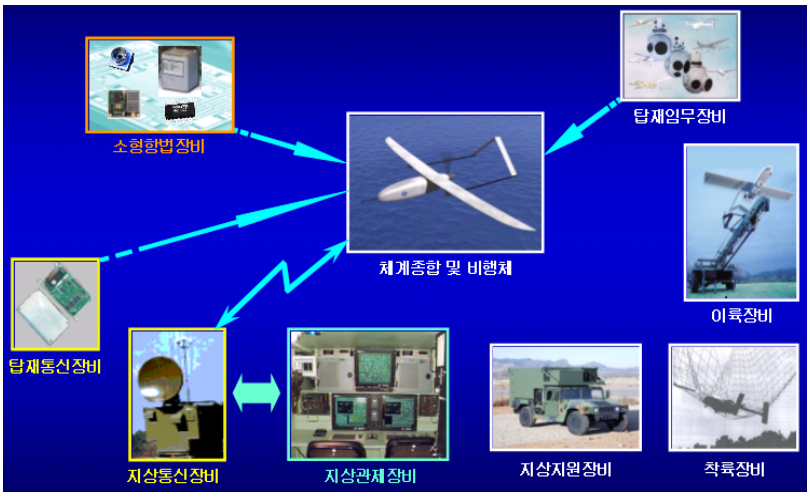
- 조종사가 탑승하지 않은 상태에서 지상에서의 원격조종 또는 사전에 입력된 프로그램에 따라 비행체 스스로 주위환경을 인식하고 판단하여 자율적으로 비행하는 비행체
- 무선조종 소형 무인항공기로부터 대형 무인항공기에 이르는 모든 범위를 포함하며, 2015년 6월 현재 항공관계 법령에 따르면 다음의 기준을 따른다.
  - 무인항공기는 총 이륙중량 150kg 이상 원격·자동으로 비행할 수 있는 항공기
  - 무인비행장치는 자체중량 150kg 이하, 12kg 이상인 비행체



<그림 3-46> 무인항공기 체계 구성품

□ 민간용 무인항공기의 구성

- 무인항공기의 정확한 표현은 “무인항공기 시스템” 인데, 무인항공기는 단순히 비행체 하나만으로 이루어진 것이 아니고 여러 가지 요소들이 통합되어 운용되어지는 복합시스템이기 때문임.
- 고정익 무인항공기 구성
  - 고정익 무인항공기 시스템은 일반적으로 비행체, 임무장비, 데이터링크, 지상통제장비, 이/착륙장비 및 지원장비를 기본으로 함
- 회전익 무인항공기 구성
  - 무인헬기 시스템의 일반적 구성은 비행체, 임무장비, 데이터링크, 지상통제장비 및 지원장비를 기본으로 하며, 고정익형에서 소요되는 이륙 및 착륙에 필요한 장비는 불필요



<그림 3-47> 고정익 무인항공기 구성



<그림 3-48> 회전익 무인항공기 구성

2) 민간용 무인항공기의 운용 특징 및 절차

□ 무인항공기의 운용 특징

- 유인기와 무인항공기 운항방식의 가장 큰 차이는 조종사가 탑승하지 않으므로 유인항공기 운항의 근간이 되는 시계비행방식(Visual Flight Rule; VFR)이 적용될 수 없음
- 유인항공기의 경우 : Flight Management System(FMS) 및 자동비행장치가 탑재되어 있는 경우 기본적인 고도/속도/방향 추종 비행이나 자동 경로점 비행이 가능하며, 시계비행은 조종사가 직접 육안으로 지형지물과 VFR 지도를 참조하면서 목적지까지 비행한다는 방식임

- 무인항공기의 경우 : 조종사가 탑승하고 있지 않아 조종사의 눈을 대신할 카메라 및 영상 전송장치가 필수적인데 상황인식의 제약뿐만 아니라 영상전송 지연이나 실패 등으로 인해 원격조종사가 무인항공기를 안전하게 조종하기 어려우므로 기본적인 안정화 및 자율비행을 수행할 자동제어장치가 필수
- 위성기반 항법(GPS)는 지구 원거리 궤도를 회전하는 24개 이상의 위성에서 송출되는 위치정보(의사거리, pseudorange)를 사용하여 수신기의 위치를 실시간으로 측정하는 장치로서 그 크기가 작고 사용이 간단하며 상당히 높은 정밀도를 제공하므로 기존의 전파기반 (VOR, DME, NDB) 항행시설을 급속히 대체하고 있음
- 최근에는 항공기 간의 충돌을 방지하는 ADS-B(Automatic Dependent Surveillance-Broadcast) 체계의 핵심 기술이기도 함
- 무인항공기는 조종사가 탑승하지 않는 대신 지상의 통제소에서 원격으로 임무를 지시하고 상태를 감시하는 방식으로 운용되므로 지상통제소의 역할이 매우 중요
- 무인항공기는 조종사가 탑승하지 않고 지상에서 조종 및 감시 임무를 수행하므로 항공기의 상태를 실시간으로 감시할 수 있는 원격 감시 능력이 필요
- 무인항공기는 원하는 목표지점 (waypoint)으로 일정한 고도, 속도, 방향을 유지하면서 자동으로 비행이 가능하므로 자상의 조종사가 항상 항공기에 조종입력을 가해줄 필요는 없지만 비상상황이나 자동으로 비행하기 곤란한 이착륙 시에는 직접 조종간을 잡고 비행을 해야 하는 경우도 있으므로 조이스틱 등의 조종간 필요
- 무인항공기에는 항공기의 운동상태 및 엔진, 연료 등 각종 부품들의 동작 상태를 감시하는 센서들이 설치되어 있어 지상 조종사가 항공기의 상태를 감시하는데 필수적인 정보를 제공

□ 무인항공기의 운용 절차

- 무인항공기 운용절차는 무인항공기의 형태, 규모 및 운용 목적 등에 따라 매우 다양할 수 있으나, 활주로를 사용해야 하는 일반적인 무인항공기의 운용절차는 다음과 같은 절차가 필요함
  - 무인항공기 이륙 전 지상요원에 의해 사전비행점검절차(preflight check)

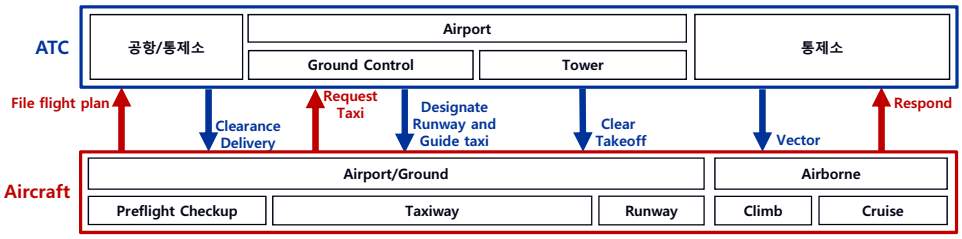
실시

- 현장 운용요원은 무인항공기의 시동을 걸고, 탑재장비들을 가동한 후 원격조종사에 통제권 이양(hand-off)
- 원격 조종사는 비행계획(flight plan)을 자동비행 장치에 업로드하고 통신 및 항법장치를 설정한 후 관제사의 지시에 따라 지상 활주 후 이륙 장소에 도달, 이륙지시 대기
- 이륙 허가가 내려지면 원격조종사는 항공기를 이륙시켜 상승시킨 후 자동이나 반자동 비행을 인가하여 목적지까지 비행하며, 비행 중 관제탑과의 교신
- 목적지에 접근하면 관제탑의 착륙허가를 받고 절차에 따라 강하, 착륙
- 착륙 후 관제탑의 지시에 따라 지상 활주를 하여 지정된 장소로 이동하며, 지상요원은 항공기의 시동을 끄고 계류 절차 수행
- 무인항공기는 조종사의 직접적인 개입 없이 자동비행이 가능하지만, 자동조종 하의 유인기와 같이 지상조종사가 항상 비행 상태의 감시 필요

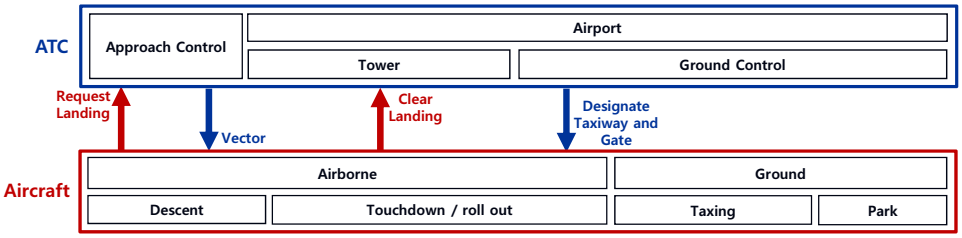
□ 민간용 무인항공기의 안전운용

- 무인항공기 사고는 일반 항공기 사고에 비해 더 빈번히 발생할 수 있음에 따라 항행 안전성을 확보한 상태에서 임무 수행 필요
- 이러한 무인항공기의 안전성/운용성을 향상시키기 위해 다양한 운용 기법들이 연구되고 있음. (선진국의 경우, 실제 무인항공기를 이용하여 충돌 감지 및 회피 시스템, 자동이착륙 시스템, 복합 항법 시스템, 자동 경로점 비행 시스템 등의 기법 적용 시험 중)

❑ 무인항공기 이륙 절차 (IFR)

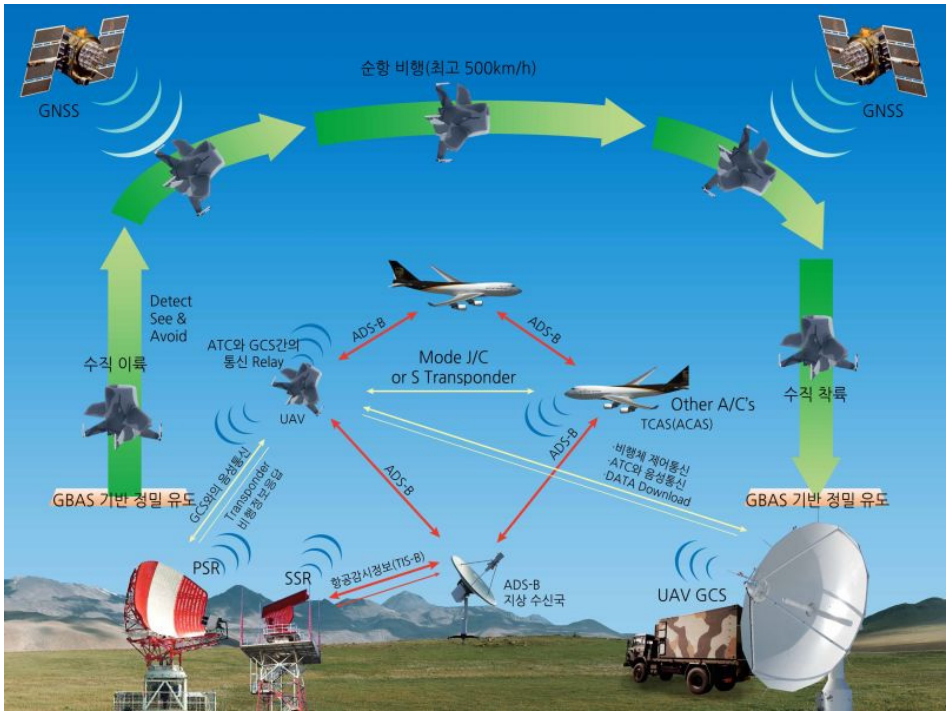


❑ 무인항공기 착륙 절차 (IFR)



<그림 3-49> 항공기의 이륙 및 착륙 절차

- 감항인증 필요 : 민간용 무인항공기는 조종사가 탑승하지 않고 원격으로 통제하여 운용한다는 기능적 측면에서는 군용무인항공기와 차이가 없으나 군용기의 경우 군 공역 내에서 운용되는 것에 반해 민간무인항공기는 기존 유인항공기가 운항하는 공역에서 운용이 허용되어야 하며, 이와 함께 항공기 자체의 안전성에 대한 증명, 즉 감항 인증이 필요
  - 군용무인항공기는 소요처에서 제시하는 성능을 만족하고 자체적인 인증체계를 통과하면 운용이 가능하지만 국가공역에서는 국제적으로 합의된 인증체계에 따라야만 운용 허가
  - 민간분야에 있어서는 무인항공기에 대한 법령의 부재로 인해 일부 연구용 외에는 그 이용이 매우 제한적이며, ICAO는 국가공역에서 유인기의 안전한 비행을 위협하는 무인항공기 운용은 현 규정상 허용되지 않음
  - 무인항공기의 운용기술이 발달하면서 민간용으로의 사용가능성과 필요성을 인식하여 ICAO는 최근 국가공역(NAS)에서의 무인항공기 운용을 허가하는 조항을 신설하고 운용 준비 중

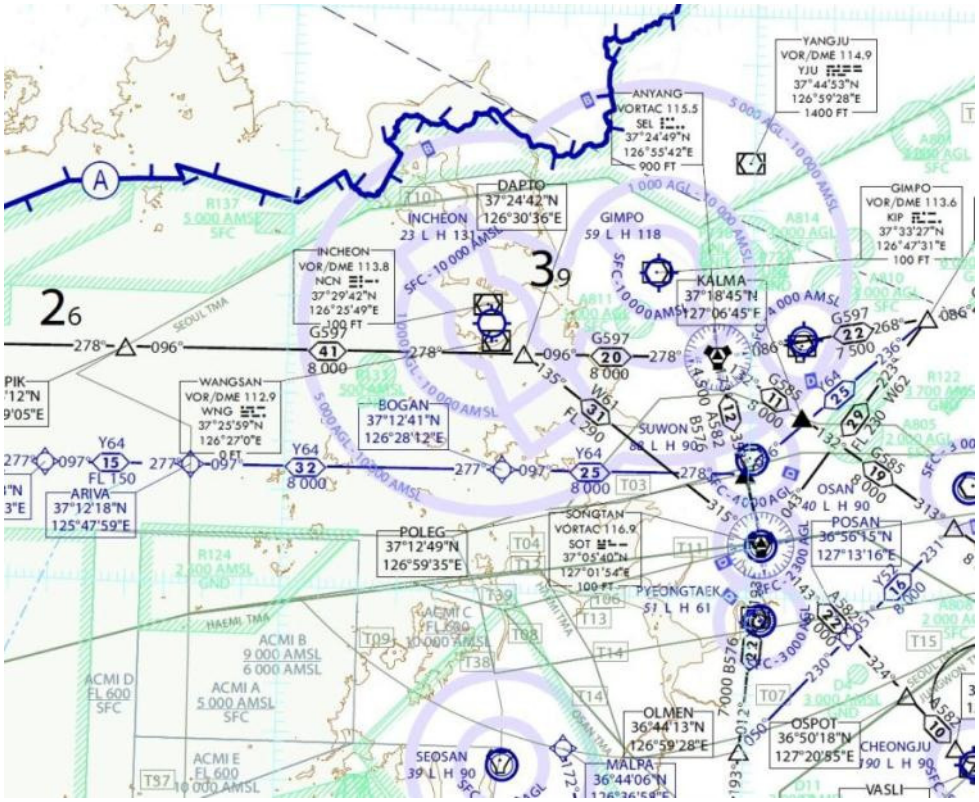


<그림 3-50> 민간용 무인항공기 항법 및 통제 체계

○ 미국의 경우 : General Aviation(GA)급 항공기의 활용도가 매우 높아 무인항공기가 국가공역에 사용될 경우 유인기와 무인항공기간의 충돌 우려 심각

- FAA 규정에 의하면 모든 항공기는 비행 중 주변상황을 시각적으로 주시하여 충돌여부를 판단하고 충돌가능성이 있을 경우에는 항공기를 충돌 경로에서 벗어나도록 조치를 취할 것을 규정
- 무인항공기의 경우 시각적으로 주변을 인지하는 것은 활발히 연구되고 있으나 영상처리의 복잡함 및 불확실성에 의해 실용화 단계에는 도달하지 못하고 있음

○ 우리나라 경우 : 공역의 대부분이 군의 직/간접적인 통제 하에 있어 국가공역에서 무인항공기를 운용하려면, 안전 운용기법 개발과 병행한 군과의 긴밀한 협력 및 조율이 필요 예상. (사례: 수도권 지역 공역 참고)



<그림 3-51> 수도권(경기도)지역 공역
(초록색 : 군공역 / 보라색 : 공항주변 제한구역)

나. 민간용 무인항공기의 운용개념 이해

1) 운용개념(concept of operations)의 정의

□ 운용개념(CONOPS)은 특정 시스템을 사용하는 사용자의 관점에서 제안되는 시스템 운용의 특성을 기술한 문서로서, 모든 시스템 관계자에게 체계의 정량적, 정성적 특성을 알려 공유하고 시스템을 사용 목적과 용도에 맞게 운용하기 위한 기초로서 활용됨

□ 이러한 운용개념은 군사, 행정 등의 분야에서 널리 사용되어 민간 분야로 확산됨

□ 운용개념(CONOPS)은 일반적으로 시스템 사용자가 원하는 목적을 달성하거나 상태를 종결시키기 위해 사용할 수 있는 방법에 대한 개념을 다루며, 이는 지속적으로 발전되고 있음

□ 운용개념(CONOPS)은 군사 목적에서 군사용 시스템의 사용을 위해 개발, 활용되

기 시작하여 모든 용어가 군사적 성격을 띠고 있음

- 즉, 미 국방부 용어로의 합동 군사작전 분야에서 CONOPS는 운용하고자 하는 무기체계에 대하여 어떻게 명령을 의도한대로 잘 달성하고 그것을 위해 가용한 자원을 어떻게 운용할 것인가에 대한 방법에 대해서 구도 또는 도식으로 간결한 문장으로 정의
- 이 개념은 운용 시에 전체적인 그림을 볼 수 있도록 설계되어 지휘관 개념으로도 불리며, 운용 시 전체적인 그림을 볼 수 있도록 설계됨

2) 운용개념의 중요성

□ 사용목적에 부합한 무인항공기의 효율적 운용을 위해서는 무인항공기 관련 기술의 발전과 병행하여 이에 걸 맞는 운용개념의 발전이 절대적으로 중요

□ 우수한 기술이 개발되었다 하더라도 이를 용도에 맞게 효과적으로 운용할 운용개념이 없다면 해당 기술의 사용에는 제한

□ 무인항공기를 개발하기 전에 운용목적(임무 또는 용도)에 따른 철저한 운용개념을 수립하는 것이 필요

□ 운용개념은 UAV 요구성능을 결정하고 그에 따른 기술수준을 요구하는 면에서 매우 중요

- 누가 어떤 목적으로 어떤 환경에서 사용할 것인가에 따른 운용개념의 정립은 사용자의 요구에 가장 적합한 체계를 설계, 개발, 제조함으로써, 불필요한 기술, 시간, 예산, 노력의 낭비요소를 제거하여 용도와 목적에 부합하는 최적의 요구성능을 구현할 수 있도록 하므로 개발 초기단계부터 명확한 운용개념의 정립과 발전이 중요
- 따라서 운용개념은 고객의 UAV 운용복안으로써, UAV가 편제된다면 어떤 구성 체계를 갖추고, 어떻게 이동을 하며, 어떻게 이륙(발사) 및 착륙(회수)할 것이고, 어느 정도의 거리에서, 어떤 목표를, 어떤 수단으로 감지하며, 획득자료는 어떻게 전파할 것인가 등에 대한 기본적인 구상
- 이와 같은 운용개념은 궁극적으로 요구성능의 기초가 되는 것으로서, 개발 전 고객 요구 임무수행을 위한 최적의 운용조건 제시 필요.
- 운용개념을 구현하기 위한 기능과 성능 구현을 위한 기술수준이 요구되는데, 현재의 기술수준으로 가능한지, 비용면에서 감당할 수 있는 기술수준인지 판

단 필요

- 즉, 기술의 가용성과 기술의 실현을 위한 예산 문제가 선결되어야 하나, 운용개념은 고객 입장에서 임무수행만을 전제로 한 요구사항을 기술하는 것

3) 운용개념(CONOPS) 문서에 포함할 사항

□ 운용개념의 문서는 여러 가지 방법으로 개발되고 있지만 일반적으로 동일한 특성을 공유하고 있으며, 통상 다음 사항을 포함함

- 시스템의 목표와 목적
- 시스템에 영향을 미치는 전략, 전술, 정책 등의 변수
- 참여자 및 이해 관계자 사이에서의 조직, 활동 및 상호 작용
- 명확히 서술된 책임과 권한
- 체계를 보호하기 위한 구체적인 운용 방법
- 체계의 제기, 개발, 유지보수 및 퇴역을 위한 프로세스

□ 운용개념(CONOPS)은 어떤 체계를 실행하는데 있어서 운용과정의 서술방법과 관계가 깊으며, 시스템의 운용과정 전반에 걸쳐 참여 관계자 간의 역할을 정의하는 것이며, 체계의 목표와 그 목적을 실현하기 위한 명확한 방법론을 제공하는 것임

□ 美 전기전자표준학회(IEEE) 표준에서는 “운용개념(CONOPS)은 사용자의 관점에서 제안 된 체계에 대한 특성을 설명하는 사용자 중심의 문서” 라는 관점을 지향하며, CONOPS 문서는 사용자와 구매자의 세계적인 정량 및 정성적 체계 특성을 소통하는데 사용되는 표준정보 시스템을 중심으로 구성된다고 기술

4) 무인항공기 운용개념의 개발 사례

□ 무인항공기 시스템의 운용개념 개발 및 적용 사례는 아직 민간용 무인항공기의 개발·운용이 소형무인항공기에 국한되고 있어 본 연구에서 다루고자하는 150kg 이상의 무인항공기 운용사례는 확인이 어려움

□ 무인항공기는 기본적으로 군용과 상용 간의 임무와 운용자 및 운용지역이 상이

한 것이지, 시스템을 운용하는 방법은 유사함. 따라서 군사용 무인항공기 운용이나 민간용 무인항공기 운용에 있어서 운용자와 임무 및 운용지역 외에 시스템을 운용하는 절차나 방법 등을 기술하는 운용개념의 차이는 크게 다를 수가 없음

□ 따라서 군사용 무인항공기의 운용개념 개발 사례 연구를 통해 민간용 무인항공기 운용개념 적용 방안을 유추하여 적용하는 방법을 적용함

□ 본 운용개념의 연구는 위에서 언급된 운용개념 문서에 포함할 사항들을 포함해야 할 것이나, 다음의 사례에서는 이중 일부만 소개하고자 함

□ 사례 1) 단기체공 UAV CONOPs

- 목 적 (Concept Goal)
  - 본 운용개념(CONOPS)은 군사용 저고도 단기체공 전술 무인항공기(Tactical Unmanned Aerial Vehicle)인 Shadow 200의 운용개념 초안 문서를 참고함
  - 이 운용개념(CONOPS)은 전술무인항공기 체계를 계획하고 사용하기 위한 지침을 제공하고, 다양한 최근 전투운용에서 얻은 교훈을 반영함
  - 본 운용개념은 살아있는 문서로서, 수반되는 훈련 및 전투 운용에 적용되면서 계속 수정되고 있음
  - 본 문서는 무인항공기 운용요구서(ORD, Operational Requirements Document)에 기술된 요구조건 및 지휘관의 전술무인항공기 특성을 반영함
- 주요 역할
  - 본 무인항공기는 지상기동 지휘관의 주간 및 야간의 주된 수색 감시 및 표적획득 체계로서, 지휘관에게 적군에 대한 상황인식, 목표획득 능력, 전투피해판정, 강화된 전투관리 능력과 같은 지휘관의 임무성공을 보장하는 다양한 이득을 제공함

- 임무 (Mission)
  - 무인항공기의 임무는 지휘관에게 군사작전의 범위에 걸친 임무 지원 하에 근 실시간(NRT) 정보자료를 수집하는 능력을 제공하면서 담당 지휘관들에게 수색감지 및 표적획득 계획을 지원함
  - 중요감시지역 및 관심타격지역 감시
  - 상황전개에 대한 지원
  - 목표획득에 대한 지원

- 기타 : 전장분석 지원, 후방지역보안 지원, 수색구조 지원 등

• 범위 (Scope)

- 본 운용개념(Conops) 문서는 전술무인항공기 체계에 의해 제공되는 전술무인항공기의 구성요소와 성능을 기술함

• 체계운용 개요 (System Overview)

- 전술 무인항공기 체계는 4개의 기본적인 요소로 구성됨 : 지상통제소와 관련 장치, 비행체, 임무탑재체, 통신 등이 이에 속함
- 본 체계는 최소한 2개의 지상통제소, 2개의 지상데이터단말기, 1개의 휴대용 지상통제기를 보유함
- 이 때 가시영역(LOS) 내에서 비행체로 지휘통제가 연결되어 있고, 비행체로부터 얻은 자료와 원격영상단말기(RVT)를 보유함
- 본 체계는 발진, 운용, 회수, 그리고 최소한의 훈련, 군수 및 최소의 운용요원으로 유지하는 것이 쉽도록 설계됨
- 본 무인항공기는 24시간 연속 운용이 가능하며, 72시간 중 하루 18시간 동안 운용될 수 있는 능력을 가짐

• 체계 구성요소 (System Component)

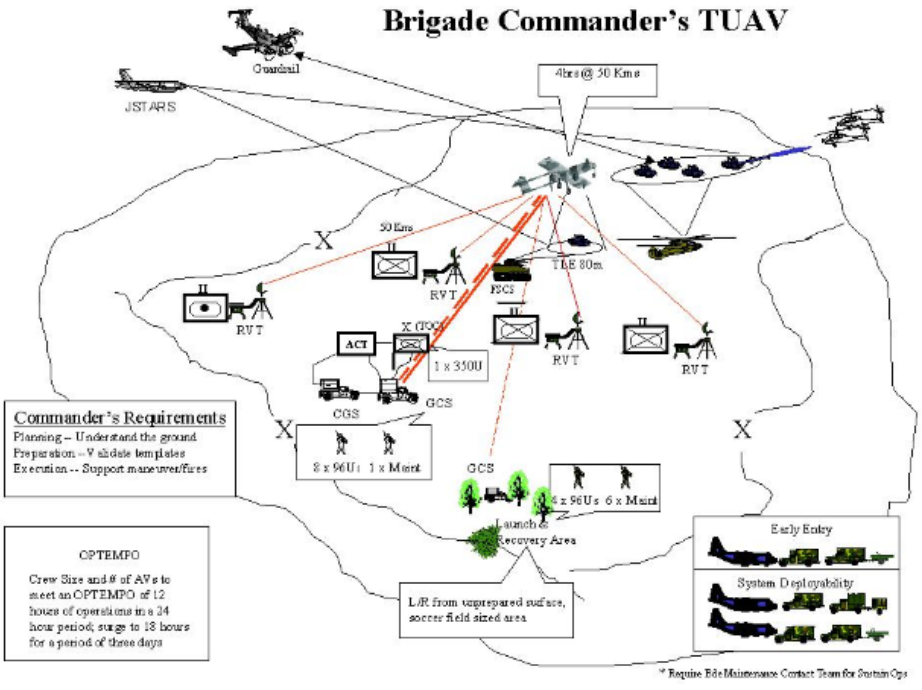
- 근거리 전술 무인항공기는 일반적으로 비행체, 임무탑재체(센서), 지상통제소, 데이터링크 통신, 휴대용 발사/회수 장치, 지원장비 등으로 구성함

• 편성 및 인원 (Organization and Personnel)

- 본 무인항공기는 운용소대에 소대본부(3), 비행작전반(12), 정비반(2) 17명으로 구성하며, 여단 이동정비반에 5명의 인원을 별도 구성함

• 운용 기본 고려사항 (Basic Considerations)

- 임무 : 무인항공기 임무를 계획할 때, 지휘관의 요구조건에 기초한 철저한 임무분석이 필요
- 적 : 적의 위치, 구성, 전투서열, 능력, 예상 행동장침 등을 고려
- 통신에 미치는 지형 효과 : 가시영역(LOS)는 무인항공기 운용의 필수조건이며, 지형적 특성으로 인해 가시거리 통신이 방해 받는 지역은 무인항공기 성능을 현저히 저하 시키거나 운용을 제한할 수 있음
- 기상 : 기상은 이륙 및 착륙 작전과 임무장비(감지기) 효율성에 영향을 미침. 풍향, 풍속, 습기(안개, 비, 눈)는 유인항공기 보다 취약함
- 이착륙지역 위치선정 : 무인항공기는 연료, 기시거리에 대한 고려사항, 통신, 대기속도, 탐재체를 포함한 다양한 요소에 기초한 작전반경을 가지므로 이착륙지역 위치는 이러한 고려사항에 영향을 줌
- 기타 : 항법계획, 보안, 정보통합 등



<그림 3-52> Shadow 200 운용 개념

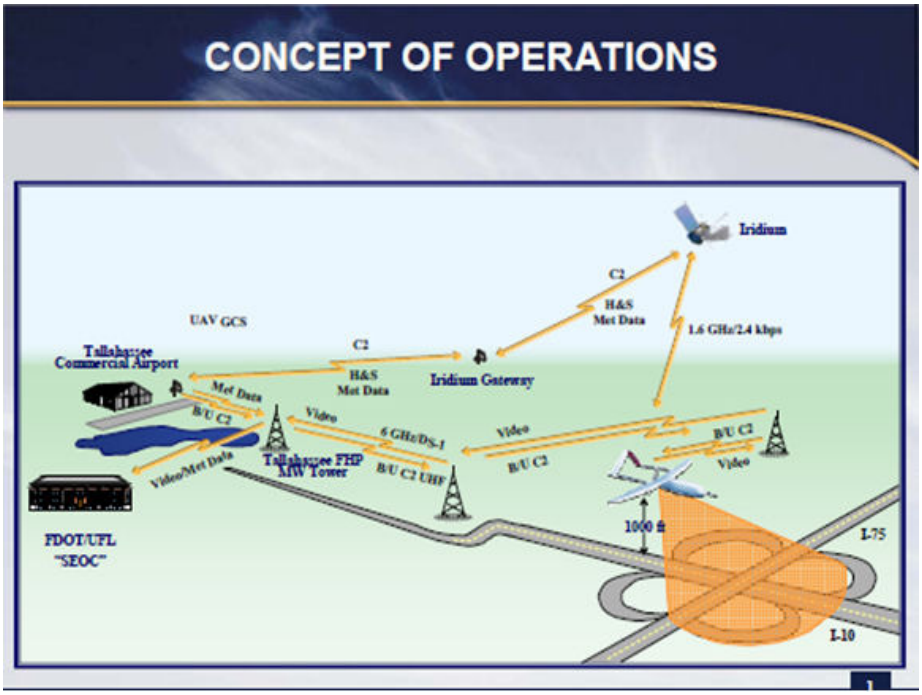
□ 사례 2) 민간용 UAV CONOPs (교통감시 및 관리용 UAV)

- 교통 상황에 대한 정보 수요
  - 교통사고와 그에 대한 관리능력을 향상시키기 위해서는 정책 결정자에게 고속도로 또는 다른 운송수단의 상황에 대해 실시간으로 정확한 정보가 제공되어야 함
  - 카메라와 기타 여러 센서를 장착한 무인항공기의 사용은 중요한 교통사고 및 자연재해에 대해서 효과적인 보안 및 안전대책을 제공하기 위한 결정 과정을 지원하는 실용적인 방법임
  - 따라서 빠르게 커지는 교통량으로 인해 발생하는 혼잡하고 산발적인 사고 등을 방지하기 위해서는 그에 따른 대응책이 필요하며, 다음 시나리오는 이를 해결하기 위해 필요한 UAV의 운용 개념임

- 플로리다 교통수송국의 UAV 운용시
  - (FDOT : Florida Department of Transportation Scenario)
  - FDOT는 "체계"를 설계하는 연구 프로젝트에 자금을 지원함
  - 공중교통감시시스템(ATSS : Airborne Traffic Surveillance System) 개념연구로 명명한 이 사업은 미래를 위한 UAV 또는 유사한 운송수단의 전개에 대한 기준 연구를 위해 원격감시 개념의 통합을 수행하고 있음
  - ATSS 연구는 농촌과 도시 모든 환경을 적용대상으로 하며, 연구결과를 적용할 모델은 '15년부터 '20년 까지 농촌 ITS 사업의 전개를 강화하는데 사용 예정
  - 무인항공기를 통한 원격 데이터 수집, 분석 및 다양한 임무를 통해 필요한 정보를 저비용으로 제공 할 수 있을 것으로 기대함

- 무인항공기 운용 및 비행 Profile의 개념(예)
  - 항공기 운항 및 데이터 배포를 위한 운용개념(예)은 다음과 같음.
  - 탈라상업공항(TCA)에서 UAV 이륙 및 1,000 feet 까지 상승
  - 레이크 시티 근처 I-10 / I-75 인터체인지 영역, 동쪽 I-10 회랑에서 비행
  - 경로를 따라 장애물 및 인구 밀집 지역을 회피
  - SR-136 타워 북쪽의 I-75 • 궤도 I-10 / I-75지점을 분기점으로 지정

- SR-136과 레이크 시티 전파타워에 영상 데이터를 제공
- 탈라 SEOC 전파 시스템에 데이터를 전송
- TCA에서 서쪽으로 센서 영역에서 I-10를 따라 지상 TCA에 회신.
- 10시간 이상의 비행시간으로 지속적 임무 수행



<그림 3-53> Graphic View of UAV Test Scenario

• 결 론

- ATSS 연구는 감시, 데이터 수집 및 전송을 통해 ITS 기술을 적용하는 혁신적인 방법을 보여 줌
- 데이터 수집 및 기타 작업에 무인항공기를 적용하는 것은 극심한 교통체증 관리 및 사고 관리, 산불 감시 등에 탁월한 효과를 경험
- 단속기관들은 교통 관리를 위해 사고관리 및 운송관련 (인공 및 자연) 재해에 대처하기 위한 자료수집 및 학습에도 무인항공기를 효과적으로 이용할 수 있음을 확인
- 공중에서의 데이터 수집 및 무인항공기 사용은 매우 효율적이라는 사실은 무인항공기의 본격적 운항이 수행되지 않았음에도 불구하고 입증되었음
-
-

- 이는 가까운 미래에 단속기관의 데이터 수집부터 농촌과 도시지역의 화물 배달 등 여러 분야에서 무인항공기의 사용을 허용할 규칙과 표준이 개발

되어야 함을 의미함

- 무인항공기의 군사용 사용량이 증가함에 따라 관련 기술은 민간 부문에서 사용되기 위해 전용될 것임
- 운송관리자들은 공중, 해상 또는 육상에서 UAV 원격 감지기의 사용과 관련된 새로운 기술과 지식을 습득해야 하며, 이와 병행하여 데이터의 수집 · 운반 관리에 연관된 공중 자산의 운용을 위한 절차 및 규제가 신속히 개발되어야 할 것임
- 결국 이러한 변화는 삶, 시간 및 자원을 절약하는 데 도움이 될 것임

5) 운용 개념의 개발

□ 무인항공기의 새로운 운용방식에 대한 가능성은 많은 사람들이 인식하고 있으며, 세계 각국은 군사용 뿐 만이 아니라 민간용도에 이르기까지 이러한 생각들을 실현하거나 입증하기 위한 연구를 지속하면서 연구에 상당한 지원을 계속하고 있음

□ 군사용 무인항공기 운용개념 개발

- 군사용의 경우에는 무인항공기 체계의 기술개발 목적이아니라 순수하게 새로운 운용개념을 개발하고 입증하기 위한 연구소가 설립되어 운용실험을 통한 성과를 얻고 있는데 이해를 위해 미국의 예를 소개함
  - 미국은 각 군별로 전투연구실을 두고 무인항공기 또는 대용물을 운용한 전투실험을 계속하고 있음
  - 공군의 경우 무인과 유인항공기간의 마찰 저하를 위한 충돌회피 시스템(TCAS : Traffic Collision / Avoidance System) 도입, 무인항공기를 기지 방어 수단의 하나로써 가치평가와 SCUD 미사일을 요격하기 위한 E-8/J-STARS의 눈으로 이용함
  - 그리고 특전팀 지원용 실시간 정찰기로서의 활용성 증명 등에 대한 실험을 통해 괄목할 만한 성과를 얻은 바 있음
  - 해군 및 해병대는 미래전투를 위한 무인항공기의 새로운 운용개념과 전술, 운용기술과 절차를 개발하고 있으며 특히 대대급 이하 제대에서 운용할 수 있도록 몇 종류의 무인항공기를 실험하고 있음
  - 해상에서의 적시적인 목표물 포착 기능 및 전투지역 내에서 적시적인 임무수행의 가능성을 실험함

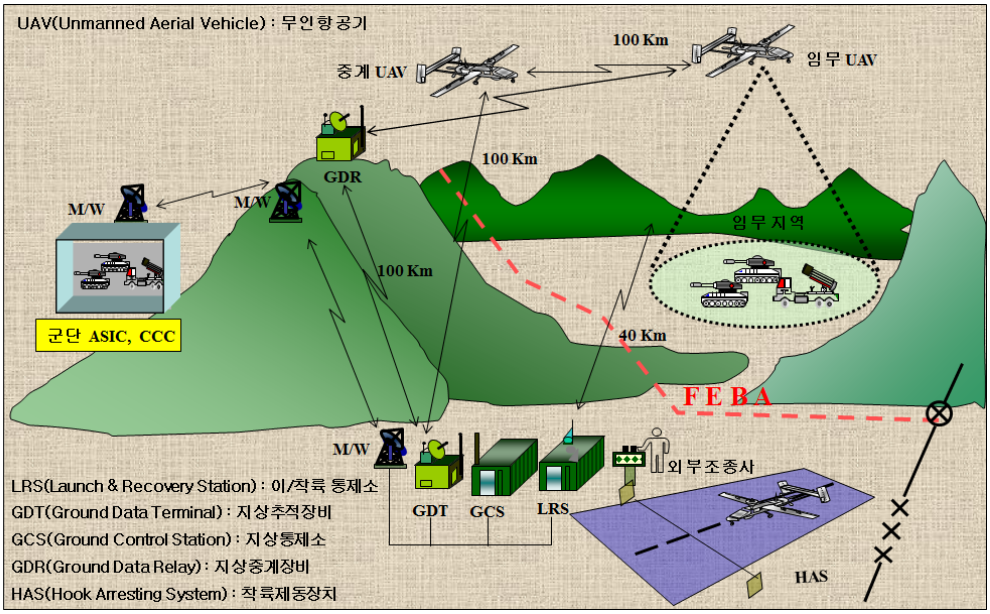
- 육군은 타군에 비해 전문적이지는 않으나 몇 개의 연구소에서 타군과의 합동 작전에 가용한 무인항공기, 도시전투에서 시가지 군사작전에 가용한 초소형 무인항공기, 여단 급 이하의 정찰용도의 무인항공기 개발을 위한 운용개념 연구에 주력하고 있음

□ 민간용 무인항공기 운용개념 개발

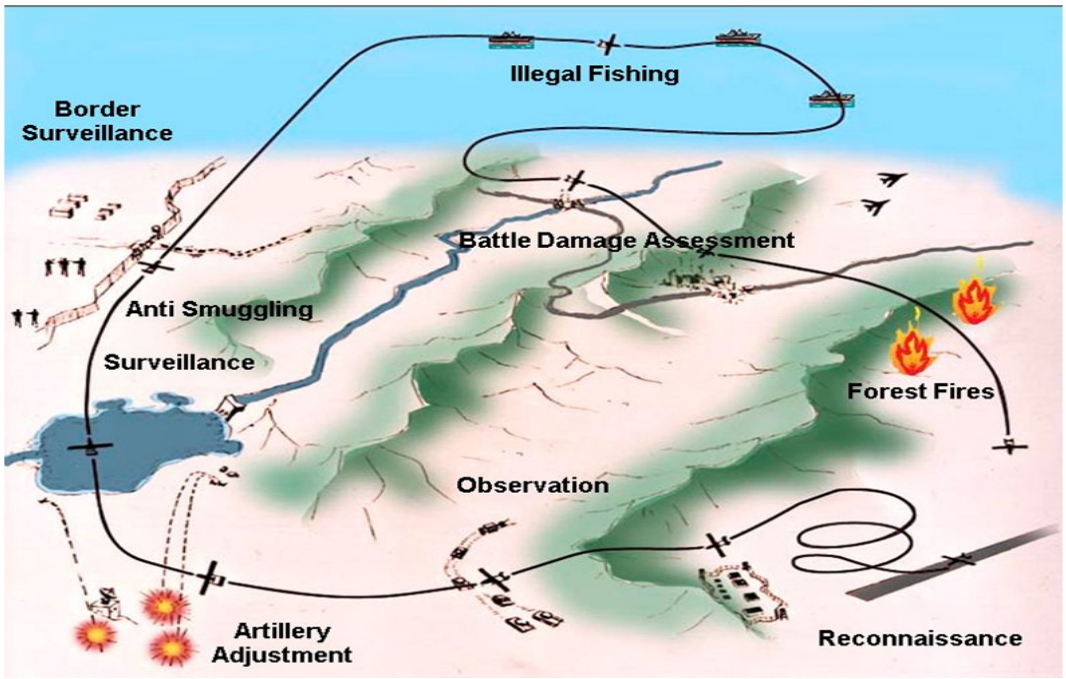
- 민간용도의 무인항공기 운용개념 연구는 각종의 용도에 기술적으로는 상당한 진전을 보이고 있으나 법적, 제도적으로 많은 제한사항을 안고 있음
- 이러한 제한을 벗어나 유인항공기와 같은 비교적 자유로운 비행 조건을 얻기 위한 연구와 노력을 지속하고 있지만 여러 가지 어려움으로 해결되기 까지는 상당한 시간이 필요함
- 하지만 무인항공기의 여러 장점과 유용성으로 미루어볼 때 공역사용, 주파수 획득 사용, 비행 활주로 확보 및 안전성 등의 제한 사항만 해결된다면 공공기관을 비롯한 민간 기업용도 등의 다양한 사용에 빠른 속도로 확산될 수 있을 것으로 기대 됨
- 민수용 무인항공기의 운용 목적과 용도별로 세부적인 운용 개념을 정립하고 발전시킬 준비를 지속하여야 함

□ 무인항공기 운용개념 연구

- 활주로 사용 고정익형 정찰용 무인항공기 운용개념
- 운용개념도 : 현재까지 활주로 사용 무인항공기는 군사용으로의 운용이 대부분이므로 군사용 무인항공기 운용개념도로 대신함



<그림 3-54> 고정익형 무인항공기 시스템 구성 및 운용개념



<그림 3-55> 해외 무인항공기 운용개념 사례

시스템 형상

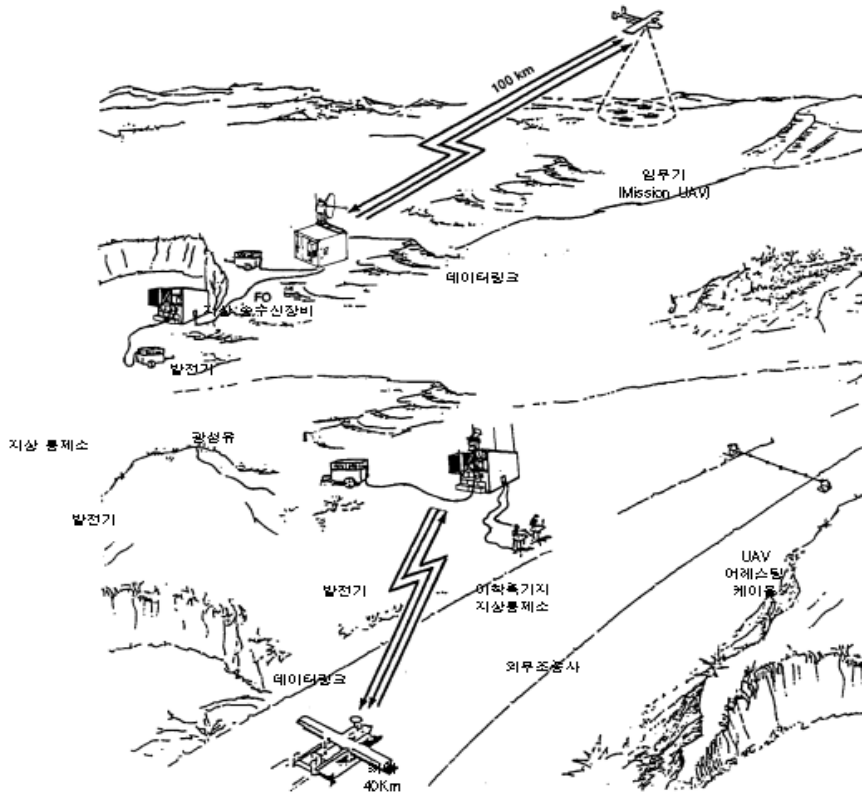
- 시스템은 비행체(UAV), 지상통제소(GCS), 이착륙기지 지상통제소
- (LRS)의 3가지 주요장비로 구성됨
- 비행체 : 시스템이 사용하는 비행체는 통상 하나의 비행체로 운용이 되나, 장거리 운용을 위해 공중중계 방법을 사용할 시에는 중계형상 비행체를

추가로 구성할 수 있다. 임무기 형상은 정찰 및 정보를 위해 한 가지 또는 그 이상의 임무장비(페이로드)를 탑재함

- 주간 실시간 동영상 전송 TV 카메라
- 야간 실시간 동영상 전송 적외선(IR) 센서
- 지상통제소(GCS)는 UAV 임무를 준비, 통제 및 모니터로 감시하는 장비로 데이터통신장치(UAV의 추적 및 업링크/다운링크 통신)인 지상송수신장비(GDT)와 지상중계가 필요한 경우에는 지상중계장비(GDR)로 구성됨
- 이착륙기지 지상통제소(LRS)는 UAV의 임무 전. 후 점검을 포함하여 이륙 및 착륙을 통제하며 이착륙기지 지상통제소(LRS)로 구성된다. 이착륙기지 지상통제소(LRS) UAV(임무장비 포함) 조종 기능에 추가하여 데이터통신장치(이착륙기지 지상송수신장비(LRDT)를 포함함

• 운용 시나리오

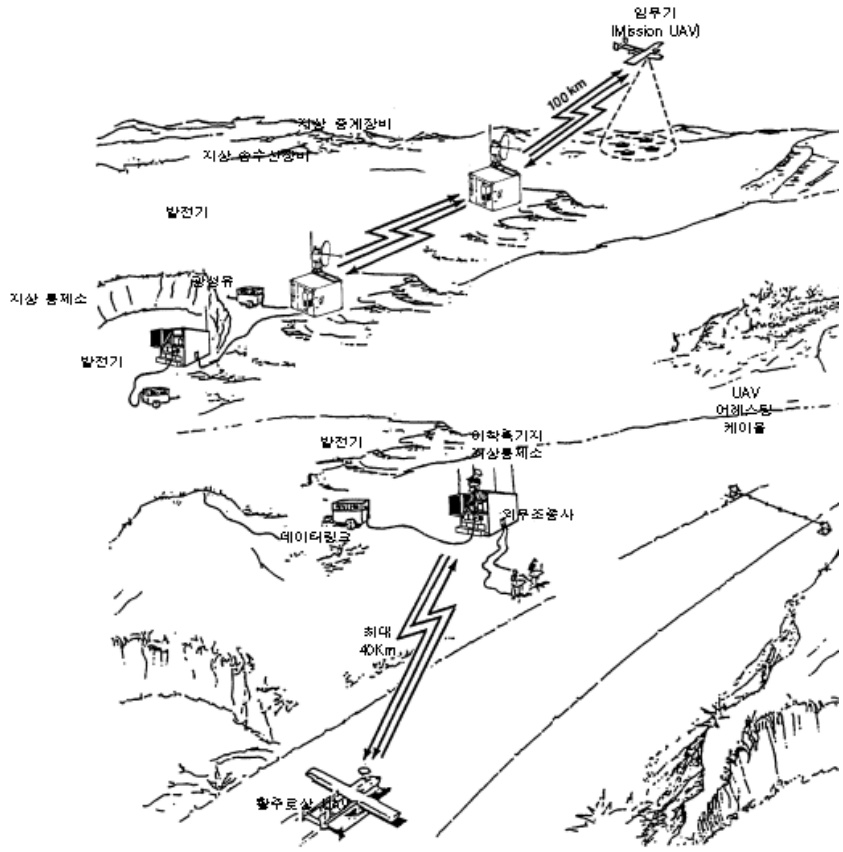
- 시스템은 단거리 운용 시나리오와 장거리 운용 시나리오의 2가지로 수행할 수 있음
- 단거리 운용 시나리오의 운용 원칙은 다음과 같음



<그림 3-56> 고정익형 단거리 운용개념

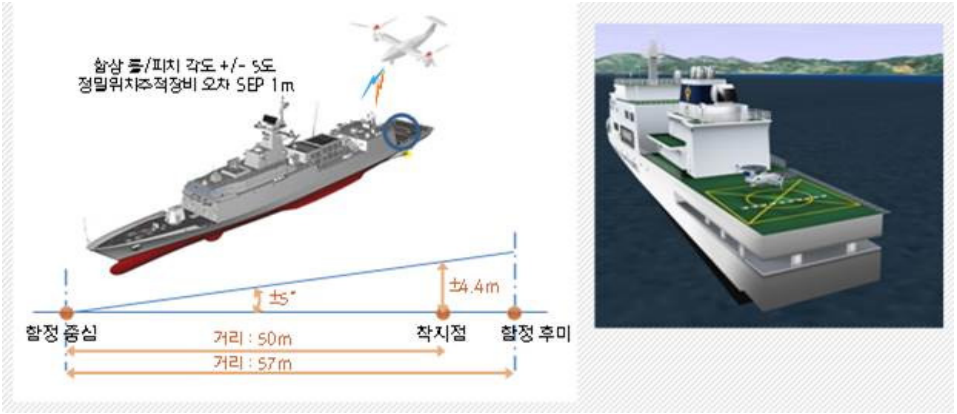
- 이륙은 외부조종기를 사용하는 외부조종사에 의해 활주로에서 이루어짐
- 외부 조종사는 지정된 고도로 UAV를 조종하고 UAV의 통제권을 이착륙기지 지상통제소(LRS)의 내부 조종사에게 이양함
- 내부 조종사는 비행체를 보다 더 높은 고도로 상승시키면서 임무지역으로 유도함
- 비행체가 적정고도로 상승하게 되면 지상통제소(GCS) 내부조종사는 UAV의 통제권을 재이양 받아 운용거리 내의 표적지역 또는 운용 목적지로 무인항공기를 보내어 UAV를 통제하고 임무를 수행함
- 임무가 완료되면 지상통제소(GCS)는 UAV가 복귀하도록 귀환을 안내하고 이착륙기지 지상통제소(LRS)로 통제권을 이양하며, 내부조종사는 활주로 지역에 비행체가 접근하면 외부조종사에게 인계하여 외부조종사가 외부조종기를 사용하여 비행체를 활주로에 착륙시킴
- 임무가 완료되면 지상통제장비는 비행체를 활주로 30km 이내지역으로 유도하여 발사통제장비로 통제권을 이양함

- 발사통제장비의 내부조종사는 활주로 지역에 비행체가 접근하면 외부조종사에게 인계하여 외부조종사가 외부조종기를 사용하여 비행체를 활주로에 착륙시킴
- UAV는 자체 제동장치에 의해 정지하거나 또는 활주로 상에 설치된 어레스팅 케이블에 의해 정지됨
- 장거리 임무를 수행하는 방법으로는 지상중계장비(GDR)를 이용하는 방법과 공중중계장비(ADR)를 이용하는 2가지의 가능한 방법이 있음
- 지상중계장비(GDR) 운용 시나리오는 지상중계장비의 사용을 원칙으로 한다. 지상중계장비는 이동이 가능하며 지상 데이터통신장치를 탑재한 쉘터로 지상송수신장비로부터 명령통신 채널을 수신하여 이것을 UAV로 전송한다. 동시에 이 장비는 UAV로부터 보고된 다운링크(DNL) 채널과 비디오 신호를 수신하고 지상 송수신장비를 통하여 이를 지상통제소(GCS)에 전송함
- 공중중계장비(ADR)를 이용한 장거리 운용개념은 공중중계를 수행하기 위해 공중중계장비(ADR) UAV가 사용됨. 공중중계장비는 통상적으로 임무장비를 대신하여 UAV에 설치되고 이 UAV가 중계기가 됨. 중계기는 또 다른 UAV로서 동일한 통제방법을 사용하는 임무기보다 일반적으로 먼저 이륙을 함. 공중중계장비(ADR) 운용 시나리오의 원칙은 복잡하여 생략함



<그림 3-74> 지상중계장비를 이용한 장거리 운용개념

- 민간 선박에서의 수직이착륙 무인항공기 운용개념



<그림 3-75> 선박에서의 자동이착륙 개념

- 일정 규모 이상의 수직이착륙 무인항공기가 불법어업 감시선이나 원양어선 등과 같은 선박에서 운용되기 위해서는 해상상태에 따른 선박의 이동과 유동(롤, 피칭 등) 및 기상 조건을 고려한 함상 자동이착륙 기술이 필요함

- 최근 들어서는 함상자동이착륙 기술이 개발, 적용되고 있어 보다 안전한 함상 이착륙 및 운용성을 보장하고 있음
- 해상에서의 무인항공기 운용도 이착륙 외에는 지상과 크게 다를 바는 없어 운용개념 세부적인 설명은 생략하고, 보다 편이한 함상운용을 위한 기술을 소개하면 다음과 같음
- 함상 운용 핵심기술
  * 함상 운용 시 좁은 공간에서의 수월한 격납 및 운용 요구
  * 이를 위한 접이식 날개 및 블레이드를 기구장치 설계
  * 이동선박에서의 자동이착륙 비행제어 및 선박과 비행체간의 정밀 상대항법을 위한 함상이착륙 유도제어시스템 기술
  * 자동착륙지점 실시간 업데이트 및 추종 호버링
  * 이착륙 비행제어로직과 절차

다. 민간용 무인항공기 활용 수요처 및 요구성능 조사

1) 민간용 무인항공기 활용 분야

□ 민간무인항공기 활용 분야

- 무인항공기의 사용은 크게 공공부문과 일반 민간부문으로 나뉨
- 공공부문 : 중앙정부 각 부처와 그 산하 기관, 지방정부와 예하 조직기관들이 무인항공기의 잠재사용자로서 원격탐사, 강 · 하천의 공해물질 폐기 감시 및 해안 적조 감시 등 환경감시, 우편배달, 각종 구조활동, 산림감시 · 진화통제, 태풍 · 기상관측, 핵 발전시설 모니터링, 국경 · 해안 감시, 범죄 용의자 추적 · 수색, 폭동진압, 교통상황 조사 및 통제, 전력선 점검, 지도제작 등에 이용이 가능
- 일반 민간부문에서는 저공위성과 같은 기능의 통신중계, 뉴스취재, 농업관리 지원, 항공방제, 사진촬영, 토지개발 · 건축, 해양 · 오일 및 광산업 등의 다양한 분야에서 매우 유용하게 이용될 수 있을 것임

2) 국내 민간용 무인항공기 잠재 수요처

□ 민수용 사용은 무인항공기가 가지는 시스템적 특성과 제한사항으로 인하여, 국내 공공기관 중 활용이 가능할 것으로 판단되는 기관 또는 부서를 우선 조사

□ 국가 공공기관의 활용 가능분야는 일반적으로 알려져 있는 수요처 및 활용분야를 포함해서 업무 연관성이 높거나 접촉조사가 가능한 기관 및 부서들을 대상

□ 조사방법 : 잠재수요 공공기관들의 기능을 확인하고, 유관 업무에 대한 인터넷 탐색을 통해 확인.

3) 국내 민간무인항공기 수요처 임무

□ 민수용 무인항공기의 가용임무는 대상기관 중에서 현재 항공기를 운용하여 임무를 수행 중이며, 향후 활용 우선순위가 높다고 판단한 제1순위 수요처인 해양경찰청, 산림청, 소방방재청 등 3개 기관을 주 대상으로 기술

□ 해양경찰청

- 무인항공기 가용임무
  - 해역경비 활동, 불법조업 외국어선 단속, 해양테러 대응체제구축
  - 불법 소형 저인망어선 단속, 해상밀입국 단속
  - 중국어선 불법조업 감시, 독도 · 이어도 수역경계 등

□ 산림청

- 무인항공기 가용임무
  - 해외산림자원 개발 확대 및 북한 황폐산림복구
  - 대형 산불 감시 · 예방 및 진화 통제 지원
  - 소나무 제선충 등 산림병해충 감시, 확산 저지

□ 소방방재청

- 무인항공기 가용임무
  - 실시간 신속 · 정확한 재난 현장 파악으로 상황대응체계 확보
  - 지진/화산활동, 태풍/해일/호우/황사, 대형산불, 해상사고 등 재난현장 실시간 정보 공유
  - 현장상황 파악, 체계적인 피해 집계 및 복구활동 계획수립, 현장 실시간 모니터링으로 의사결정 및 신속한 복구 지원 등

라. 다수 수요처 임무 분석을 통한 최적 운용개념 도출

1) 수요처 의견 종합

□ 비행속도 및 비행고도는 앞의 성능과 비교할 때에 성능이 낮아 기관별 임무수행 내용을 고려한 추가 분석 및 판단 필요

□ 민수용 무인항공기 수요처 요구성능 종합판단

<표 3-51> 공공용 민수용 무인항공기 적정 요구성능

우선순위		민수용 1 (기 항공기 운항기관)	민수용 2 (기타 잠재수요기관)
운용반경		150 ~ 200 km	60 ~ 100 km
비행고도	운용	2 ~ 3 km	1 ~ 2 km
	최대	5 km	4 km
체공시간		6 시간 이상 - 왕복이동 2 시간 - 임무가용 4 시간	6 시간 이상 - 왕복이동 1 시간 - 임무가용 5 시간
임무장비	종류	EO/IR (+SAR, 특수카메라)	EO/IR
	중량	30 kg	20 kg
속도	최대	250~300 km/h	200~250 km/h
	순항	150~200 km/h	←
	임무	100~150 km/h	←
운용방법		필요시 지상중계	←
이착륙조건		수직이착륙	←
운반 / 이동		소형화/경량화/ 모듈화(차량 이동)	←
기타 요구		- 충돌회피 기능 - 풍속 30kts 이상 - 야간/저시정 운용 - 함상자동이착륙 - 육상/해상환경조건 - 화산/원전사고지역 등 유인기 접근불가지역 운용 - GPS 방해 차단 - 사계절 운용성	- 운용환경조건에서 다소 완화된 성능
비고		※ 해외수출검용	

마. 국내 민간용 무인항공기 운용개념 발전

1) 민간용 무인항공기 운용개념 설정 조건 (가정 및 제한)

□ 무인항공기의 운용개념은 군사용이 적 지역 상공에서 운용하는 것인데 반해 민간용은 아군지역 상공에서 운용되는 것 외에 민간용과 군사용에 큰 차이는 없음

□ 민간공공의 다목적 용도로의 무인항공기 기본 운용개념을 설정하는 데에는 이미 적정 요구성능을 판단한 결과가 있기는 하지만, 적정 운용개념을 설정하기 위해 다음과 같은 몇 가지 가정 및 제한이 필요

□ 첫째, 민수용 무인항공기는 국내 수요를 우선적으로 고려하면서 현재 항공기를 운용하고 있는 수요기관(해양경찰청, 산림청, 소방방재청)의 임무수행에 적정한 성능을 전제. (단순 임무를 요구하는 소형의 상업용 및 레저용 무인항공기 운용은 제외)

□ 둘째, 민수용 무인항공기는 민간공공용도를 우선으로 하되, 가능하다면 군사용으로의 공동사용도 중요한 요소로 고려. 군사용 무인항공기는 민수용 무인항공기 수요처의 적정 요구성능과 유사한 작전요구성능(ROC)을 필요로 하는 제대의 정찰용 무인항공기로의 운용을 전제로 함

□ 셋째, 공공용 무인항공기의 기본 운용개념은 민·군수용 통합 요구성능을 기준으로 하되, 아직 민간용 무인항공기의 운용개념이 발전되지 않은 상황에서 기존의 군사용 무인항공기 운용개념을 모델로 연구 필요

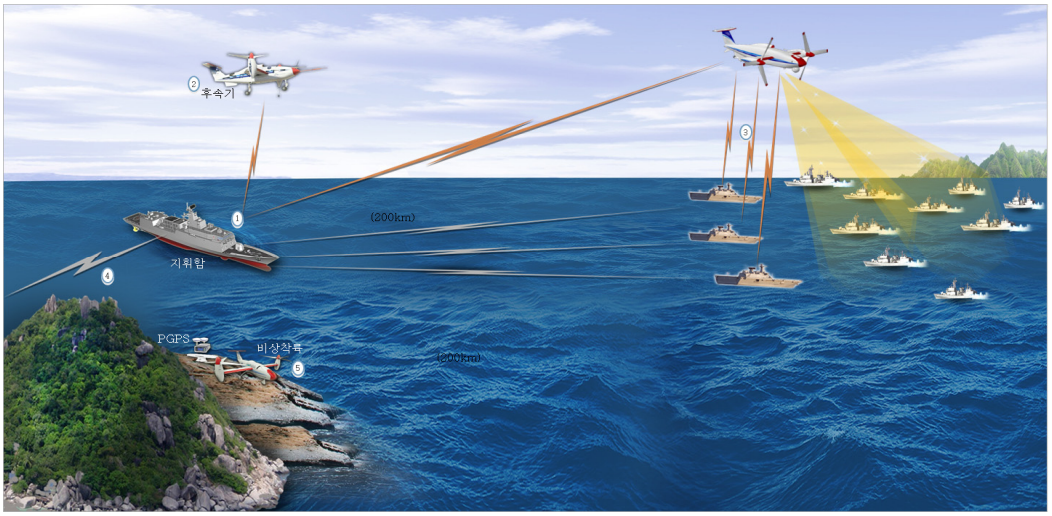
□ 넷째, 잠재 수요처인 공공분야에서 요구하는 민간용 무인항공기의 적정 요구성능을 고려해 볼 때에 운용환경 면에서 무인항공기 전용의 활주로가 가용하지 않음에 따라 고정형 무인항공기의 사용은 매우 어렵고 불편할 것으로 판단됨. 따라서 민간공공용 무인항공기는 수직이착륙이 가능한 헬기형이나 복합형(틸트로터형) 무인항공기의 운용을 고려함이 현실적으로 타당하다고 사료됨

2) 민간용 무인한공기의 임무형상별 기본 운용개념

□ 기본 운용개념은 민수용 무인항공기의 요구성능을 기준으로 한 민간, 공공용의 지상 및 해상 운용개념을 각각의 가상임무를 가정하여 제시

□ 민수 해상용 무인항공기 운용개념도

- 민수 해상용의 기본운용개념은 민수용 요구성능을 기준으로 하여 해양경찰(해양수산부)의 연근해 및 배타적 경제수역(EEZ) 내에서의 불법조업을 하는 중국어선 등의 감시를 모델로 가정하여 운용개념도를 제시



<그림 3-76> 민수 해상용 무인항공기 운용개념

- 무인항공기는 해안선 인근지역(또는 도서지역)이나 해수부 불법조업 감시선 또는 해양경찰의 연안 순시선(지휘함)에서 수직 이륙
- 임무지역으로 신속한 이동 비행
  - 해역경비 활동, 불법조업 외국어선 단속(중국어선 불법조업 감시, 해양테러 감시, 불법 소형 저인망어선 단속, 해상밀입국 단속 등)
- 주야간 24시간 연속 감시가 필요할 경우에는 후속기를 이륙하여 임무지역으로 이동 비행 후 교대 운용
- 목표지역에 도달한 무인항공기는 공중에서 실시간 광역 해상 감시 및 위법행위 색출 및 대응 활동
  - (예) 불법조업 중인 중국어선 등 발견 시
  - 실시간 현장 동영상을 통해 활동 감지 및 증거 보존(활동지점의 좌표 인식 및 동영상 보존)
  - 불법어선에 대하여 무인항공기 내 탑재된 방송장비를 이용한
  - 경고 방송 및 퇴각 조치
  - 퇴각에 응하지 않을 시에는 물리적 대응 수단 강구 (최루탄 살포, 어선 진입 포획)
  - 획득 상황은 인접 단속선에 무선전파 (필요 시 직수신체제 운용) 및 육상지휘소로 실시간 영상 보고

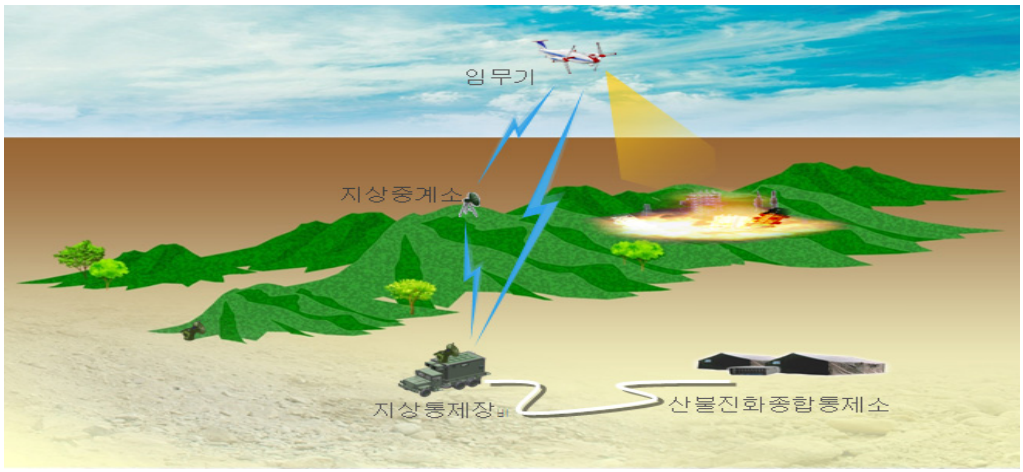
- 중국어선 등이 저항할 시에는 무인항공기의 영상을 통한 현장지휘 및 공중중계를 통해 지상지휘국 작전 지휘

• 기상악화 등 비상시 인근도서/육지로 비상착륙 (휴대용 GCS)

• 임무 종료 시에는 이륙지점으로 복귀 이동 및 착륙

□ 민수 지상용 무인항공기 운용개념

• 민수 지상용의 기본운용개념은 민수용 요구성능을 기준으로 하여 산림청의 산불감시 및 진화통제를 모델로 가정하여 간략하게 제시



<그림 3-77> 민수 지상용 틸트로터 무인항공기 운용개념

• 무인항공기는 지상기지에서 수직 이륙하여 목표지역으로 신속한 이동

• 비행체와의 통신가시영역 확보 위해 (필요 시) 지상중계장비 운용

- 한국적 산악지형에서는 지상 중계 필요성 증가

• 주야간 24시간 연속 감시가 필요할 경우에는 후속기를 이륙하여 임무지역 상공에서 교대 운용

• 임무지역 상공에서 광역 신람지역 정찰 및 산불 감시

- 비행체로부터 실시간으로 동영상을 수신하여 산불진화통제소 등 수요처 제공

• 산불 발견 시에는 실시간 동영상을 통한 신속한 상황조치

- 산불 위치, 산불 규모, 산불 방향, 대응방법 및 대응지점 판단 등

• 필요 시, 산불진화중앙통제소는 방송국 등과 연결하여 방송을 통한 산불 상

황 공유 및 해당지역 주민 해소 / 대피

- 산불진화지역 지휘관에게 실시간 동영상 제공으로 진화통제 지원 (필요 시, 휴대용 GCS 및 RVT 이용)
- 비상시 인근 안전지역에 비상착륙 (휴대용 GCS)
- ⑨ 임무 종료 시에는 이륙지점으로 복귀 이동 및 착륙

3) 무인항공기 운용개념 최적화

□ 기 수립된 무인항공기의 운용개념을 적용하여 임무 시나리오를 작성하고, 임무 시나리오를 장입한 임무분석 장비를 이용하여 운용개념을 최적화할 수 있음

□ 분석장비는 임무수행 시의 임무장비 제어/동작 상태, 무인항공기와 지상간의 데이터링크에 대한 통신가시영역 분석기능, 데이터링크 통신상태 등을 제공하여 임무시나리오의 사전검증 및 임무효과 예측이 가능. (임무분석 장비의 소개는 본내용과 직접 관련이 없으므로 생략함

<표 3-52> 임무단계별 임무형상(mission profile) (예)

단계	임무형상	고도 및 속도	엔진가동 시간
점검	- 비행체 시동 예열 및 점검	(비행 전 점검)	점검시간 30분
상승	- 통제장비에 의한 수직 이륙 - 틸트각도 90°에서 0°로 변경	- 0 ~ 500m - 0 ~ 160km/h	5시간 체공 (예비연료30분)
이동	- 지상통제장비/지상중계장비를 통한 통제 - 임무지역으로 순항속도로 이동	- 4,000m - 200km/h	
임무	- 임무지역 도착 시 임무고도로 하강 - 임무지역에서 임무비행 - 임무완료 후 귀환고도로 상승	- 하강 : 160km/h - 3,000m: 160km/h - 상승 : 160km/h	
귀환	- 착륙지역으로 순항속도로 이동 - 지상통제장비를 통한 통제	- 4,000m: 200km/h	
하강	- 착륙지역상공에서 수직하강 - 틸트각도 0°에서 90°로 변경, 자동착륙	- 500 ~ 0m - 160 ~ 0km/h	
점검	- 비행 후 비행체(비행체점검장비) 및 지상체 점검	(비행 후 점검)	점검시간 20분

5. [성과 14] 고위험 기술요소 획득방안 검토보고서

가. 민간무인항공기 고위험 기술요소 식별

1) 고위험 기술요소 식별 방법

□ 본 연구의 검토목적상 국내 개발되는 민간무인항공기의 예상 임무는 아래와 같은 것으로 가정함.

- 민간무인항공기 활용 임무는 농업, 임업, 수산업 등 산업분야와 교통, 치안 등 공공분야에서 다양하지만, 본 연구에서는 여러 분야에서 공통적으로 요구되는 항공정찰을 기본 임무로 가정함.
- 또한 국내 개발되는 민간무인항공기는 EO/IR 카메라나 SAR 레이더 등 기본 임무장비를 장착한, 자체중량 150kg 이상의 무인항공기로 가정함.

□ 국내 기존 연구결과와 해외 기술개발 동향을 조사하여 민간무인항공기 개발을 위한 주요 핵심기술을 도출함.

- 핵심기술 검토에 활용된 국내 기존 연구결과와 해외 기술개발동향 자료는 아래와 같음.
  - 중・고고도정찰용 무인항공기 사업추진을 위한 사전분석(국방대학교, 2003)
  - 국방과학기술조사서(국방기술품질원, 2013)
  - 항공산업 전략기술로드맵(항공산업기술진흥원, 2010)
  - FAA 무인항공기 공역통합 추진방향
  - 미국 국방부 무인항공기 기술개발 로드맵
  - 기타 선진업체・연구기관의 기술개발동향 등

□ 본 연구에서 고위험 기술요소는 민간무인항공기 개발을 위한 핵심기술 중에서 개념적으로는 가능하지만 가까운 미래에 요구도를 충족시키기 어려운 기술로 정의함.

□ 객관적 평가를 위하여 학계 전문가의 용역연구를 활용함. (건국대, '14.5 ~ 8)

□ 산업체·학계·연구소 전문가들의 자문과정을 거쳐서 종합적인 기술수준 평가 결

과를 도출함.

- 자문 참여 전문가 : 무인항공기 및 위성통신시스템 관련 산업체, 학계 항공공학과 교수 등

2) 민간무인항공기 주요 핵심기술 도출 수행내용

□ 국내 기존 연구내용과 해외 발전추세 검토 결과에서 공통분모로 도출되는 항목을 핵심기술군으로 정리하였으며, 이 중에서 주로 군 요구도에 해당하는 기술군은 제외하고 민간무인항공기에 적용하여야 할 항목으로 최종 도출함.

- 주요 자료들 [① 2003년의 '중·고고도 무인항공기 정찰용 무인항공기 사업 추진을 위한 사전분석 연구보고서', ② '2013 국방과학기술조사서', ③ 미국의 무인항공기 시스템 발전추세, 이에 기초한 공역통합을 위한 필수 기술과 일반적 조건, ④ 기타 현재 추진 중 또는 향후 달성 가능한 목표기술, ⑤ 2010년도 항공산업 전략기술로드맵] 을 비교분석, 공통분모를 '민간무인항공기 핵심기술'로 도출하여 분석의 기초로 삼음.

- 공통분모로 도출된 기술 중 민간무인항공기 핵심기술 검토시 제외 또는 분리한 기술은 다음과 같음.
  - 스마트/고성능화 등 비행체 관련기술 : 국내 무인항공기 개발 사례를 고려한 저고도 기체공력의 국내 기술수준 판단결과가 TRL6 이상이고('국내외 무인항공기 기술수준조사' 연구결과 참조), 핵심기술 요소는 군의 전술적 요구도 충족을 위한 성능이므로 민간무인항공기에의 적용은 불필요한 것으로 판단하여 제외
  - 임무계획/통제 기술 : 비행조종 및 항전 계통의 자율비행기술과 중첩되므로 제외
  - 함상이착륙 기술 : 자동이착륙기술에 포함되는 기술이나 지상이착륙에 비하여 현재 시험이 이루어지는 고난도 기술이고 삼면이 바다인 우리나라의 특성상 필수적인 기술로 사료되어 별도의 핵심기술요소로 분리

□ 이에 더하여 본 연구를 수행하는 과정에서 민간무인항공기 개발을 위한 필수요소로 식별된 항목들을 추가하였으며, 항목 및 이유는 다음과 같음.

- 엔진 기술 : 추진을 위한 핵심부품이며 국내 개발 제품이 없어 검토 필요

- 연료탱크 기술 : 추락시 폭발 방지 등 민간 피해예방을 위하여 중요하며, 고난도의 제작기술로 판단
- 임무장비(EO/IR, SAR) 기술 : 현 시점에서는 민간무인항공기의 임무가 제시되지 않았으나 일반적으로 무인항공기의 임무가 정찰/감시임에 비추어 공공용이건 민간용이건 임무수행을 위해서는 이들 중 하나를 임무장비로 장착할 개연성이 높다고 판단되어 포함

□ 상기와 같은 과정을 통해 도출된 민간무인항공기 주요 핵심기술은 아래와 같음.

- 기존연구 분석결과 및 발전추세 검토 결과 : 체계통합, 자율비행을 위한 충돌감지 및 회피, 자동이착륙, 함상이착륙, 통신
- 연구과정에서 식별된 필수 요소 : 추진계통의 엔진/연료탱크, 임무장비 중 EO/IR, SAR

<표 3-53> 민간무인항공기 주요 핵심기술

①2003연구	②국조서	③공역통합관련 필수기술	④기타 목표기술	⑤전략기술 로드맵	본연구 검토대상 핵심기술
체계통합			공통화	체계통합	체계통합
비행체	·저피탐 기체 ·스마트/다기능구조		대형/고성능화	개조 설계/ 해석	
비행조종계통 및 항전	·신개념 항법체계 ·무인자율 비행제어 체계	·항법 ·감지 및 회피 ·자동착륙	·소형/단순화 ·고성능화	·자동비행제어/유도 ·함상이착륙	·감지 및 회피 ·자동이착륙 ·함상이착륙
통신 (데이터 링크)	공용/공통화 무인체계	·통신 ·데이터링크		데이터링크	통신
EO/IR, SAR					임무장비 (EO/IR, SAR)
임무계획/ 통제	무인 자율 임무통제 체계	·비행관리/통제 ·운용기준/절차 ·감항성	자동화		
기타	추진/동력				추진계통

3) 주요 핵심기술 요소별 검토 수행내용

□ 체계통합 기술

- 무인항공기 체계를 구성하는 비행체, 지상통제장비, 통신장비 등 요소를 종합적으로 설계/해석/제작/시험하여 요구되는 임무를 달성하는 기술로, 체계공학, 체계설계, 체계 M&S, 시험평가, 비행안전/통제 기술 등으로 구성됨.
- 국내 유/무인항공기 개발사례로 볼 때 체계통합 능력은 보유한 것으로 판단됨.
- 단, 고정익형은 충분한 기술력을 가진 것에 비해 회전익형은 본 연구의 검토 대상 수준의 비행체 개발 경험이 없으므로 추가적인 기술확보가 필요한 상태임.

□ 감지 및 회피 기술

- 무인항공기의 공역통합 운용시 유인항공기와 동등한 수준의 안전성 확보를 위해 핵심적으로 요구되는 기술임.
- 현존하는 기술로도 레이더를 이용하여 유인항공기 조종사 수준의 감지 및 회피 능력을 확보하는 데는 기술적 어려움이 없지만, 유인항공기에 비하여 소형 기종이 많은 무인항공기의 경우에는 탑재 중량 및 공간의 제한 때문에 이를 비행체에 구현하기가 힘든 상황임.
- 미국무인항공기기전시회(AUVSI 2014) 참관 등을 통해 파악된 충돌 감지 및 회피 관련 미국의 연구동향을 정리하면 다음과 같음.
  - 미국 FAA는 지상기반 공중충돌 감지 및 회피 시스템(GBSAA, Ground Based Sense and Avoid) 및 탑재기반 공중충돌 감지 및 회피 시스템(ABSAA, Airborne Sense and Avoid)를 단계적으로 기술 표준화 예정임.
  - GBSAA 방식은 민간 유인항공기의 운용고도보다 낮은 고도에서 민간무인항공기를 운용할 수 있도록 전용항로를 지정하는 개념으로 검토 중임. 항로를 따라 지상에서 레이더로 운항 중인 항공기들의 정보를 제공함으로써 충돌을 회피할 수 있음.
  - ABSAA 방식에 대해서는 FAA의 공식 지침이 결정되지는 않았으나, 민간무인항공기에 레이더를 탑재하는 방식이 가장 실용적인 방안으로 검토되고 있음. 현재 기술로는 중량 130kg 가량의 레이더를 민간무인항공기에 탑재

해야 하는 점을 고려시, ABSAA 적용 가능한 민간무인항공기는 레이더 및 추가 임무장비를 탑재 가능한 수준의 Payload가 요구될 것으로 예상됨.

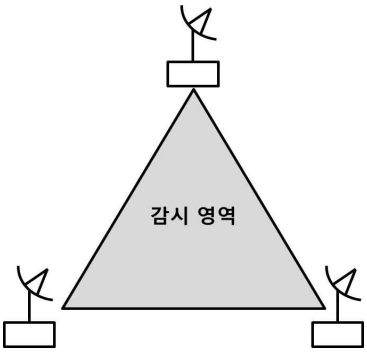
- 미국은 공군에서 탑재기반 기술, 육군에서 지상기반 기술 개발을 주도하고 있으며, 탑재기반 기술과 지상기반 기술이 통합된 형태가 충돌 감지 및 회피의 최종적인 해결책이 될 것으로 판단하고 있음.

• 현재 기술개발 진행중인 지상기반 충돌 감지 및 회피 기술로는 3차원 레이더를 기반으로 하는 SAVDS와 GPAR-RMS 등이 있음.

- SAVDS(Sense and AVoid Display System) : SAVDS사와 TRS(Thales Raytheon System)사가 2006년부터 개발한 시스템으로, 지상의 3차원 레이더로 감시영역 내의 모든 항공기 경로를 추적하고 이로부터 계산한 충돌 위험 정보를 무인항공기 관제장비에 전달 및 도시함.
- GPAR-RMS(Ganged Phased-Array Radar Risk Mitigation System) : 미국 North Dakota 대학이 공군 지원 하에 연구 중인 시스템으로, 3개 지점에 레이더를 설치하여 삼각형 감시영역 내의 모든 비행물체를 커버하는 방식임.

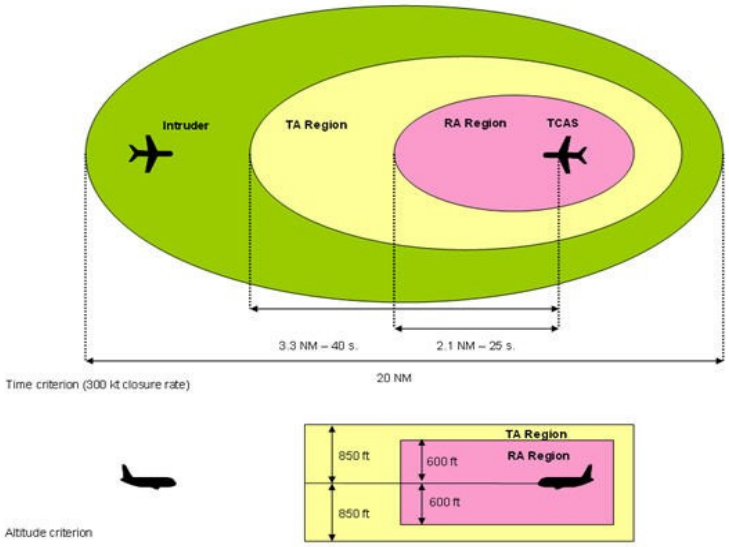


<그림 3-78> SAVDS 운용개념



<그림 3-79> GPAR-RMS 운용개념

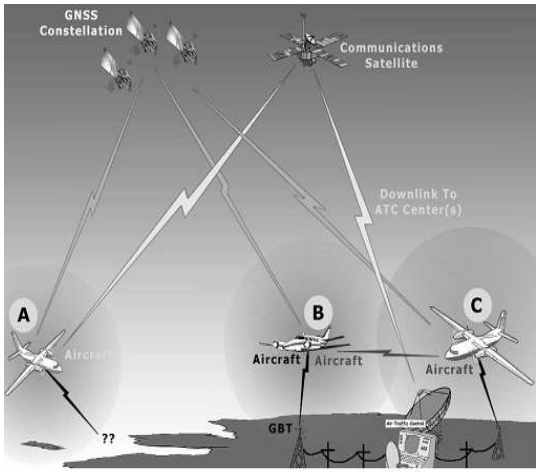
- 탑재기반 공중충돌 감지 및 회피 시스템 기술 중, 현재 공역시스템에서 항공기간 분리를 유지하고 충돌을 방지하기 위한 시스템으로는 TCAS, ADS-B, CD&R 등이 있음.
  - TCAS(Traffic alert and Collision Avoidance System) : 항공기에 무선통신장비를 장착하여 정보를 교신하면서 충돌위험이 감지될 때 충돌경고나 회피기동 제시를 하는 시스템이며, 현재 민간 유인항공기에서 가장 널리 사용되고 있음. 소형 무인항공기에 장착하기 어려운 정도의 크기이며, 무인항공기에 적용하기 위해서는 항공기 특성 및 가능한 충돌의 특성 차이 때문에 상당한 개조가 요구될 것임.



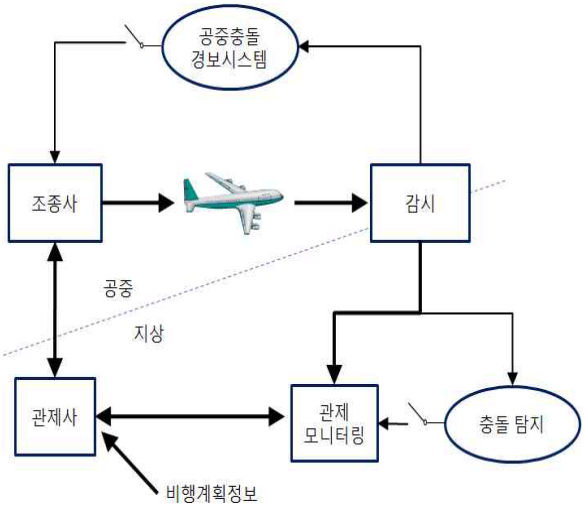
<그림 3-80> 전형적인 TACS 충돌방지 체계

  - ADS-B(Automatic Dependent Surveillance-Broadcast) : 각 항공기가 독립적으로 정보를 송수신하지 않고 장착된 GNSS 수신기로부터 자신의 정보를 얻어 무선 데이터링크를 통해 주변의 모든 항공기와 지상관제소에 이 정보를 송신함. 모든 이용자가 주변의 항공기에 대한 위치 정보를 공유하는 시스템으로 TCAS보다 정보의 정확도가 높고 탐색범위도 넓은 장점이 있음.
  - CD&R(Conflict Detect & Resolution) : TCAS보다 진보된 자동화 도구로서 충돌발생을 예측하여 충돌감지를 알리고 충돌상황 해결을 지원할 수 있는 시스템이며, 기존의 중앙통제식 관제에서 벗어나 각 항공기가 많은 권한을

가지는 자율비행 실현을 목적으로 연구되고 있음. 이는 무인항공기 자율비행 요구조건과도 일치하므로 무인항공기의 충돌 감지 및 회피 기법에도 적용 가능할 것임.



<그림 3-81> ADS-B 운용개념



<그림 3-82> CD&R 운용개념

- 탑재기반 기술의 경우 소형의 무인항공기에도 적용 가능한 시스템이나 감지 및 회피 알고리즘이 실용화되지 않은 상태이며, 지상기반 기술은 상대적으로 구현이 용이하여 현재에도 적용되고 있음.
- 따라서 탑재기반 기술이 완성되기 전까지는 지상기반 기술을 적용할 것으로 예상됨.

□ 자동이착륙 기술

- 무인항공기의 자동이착륙 구현을 위하여 GPS, IBLS(Integrity Beacon Landing System) 등과 같은 시스템 연구가 진행되고 있음.
- 미국은 Global Hawk, F/A-18E/F, X-31 등 여러 유/무인항공기를 이용한 자동이착륙 실험을 통해 관련기술을 확보하였으며 무인전투기에도 이를 적용할 예정임.
- 국내에서도 자동이착륙 알고리즘 연구가 활발히 진행되고 있으며 일부 소형 무인항공기에 적용한 실험사례들이 있음.
  - 국방과학연구소는 미국·이스라엘에 이어 세계 세 번째로 독자개발한 무인항공기의 자동이착륙 시험비행에 성공했다고 발표 (2004. 6)
  - 서울대 기계항공공학부는 관성센서 없이 GPS를 이용한 무인항공기 이착륙

기술 개발에 성공 (2007. 5)

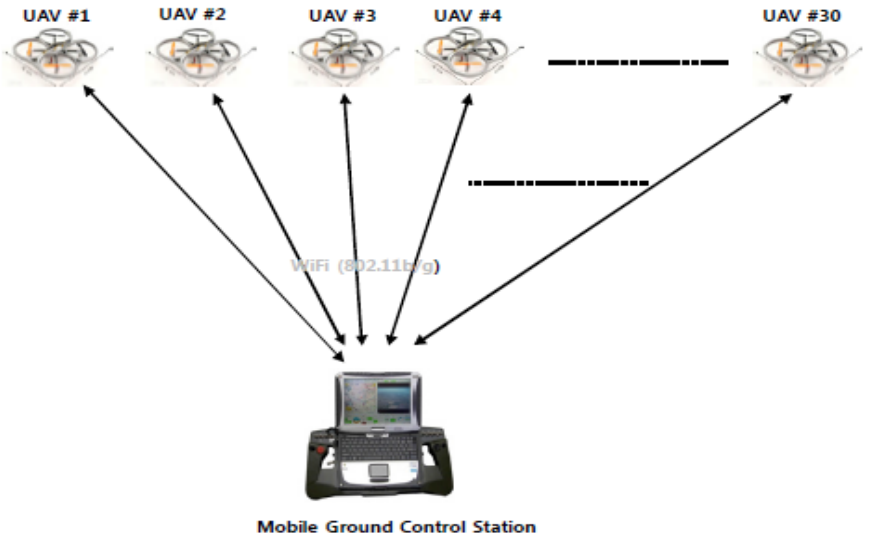
- 무인항공기의 자동이착륙 기술을 완전히 구현시키는 것은 아직 곤란한 실정이며, 단기적으로 GCS에 의한 지상기반 기술, 중·장기적으로 공중(탑재)기반 기술을 발전시켜 나가야 할 것임.

□ 함상이착륙 기술

- 무인항공기가 움직이는 함정에서 이착륙하기 위해서는 더욱 정밀한 수준의 유도 및 제어 기법이 필요하며, 무인항공기 자체의 시스템 이외에 착륙유도시스템과 착함시스템이 구비되어야 함.
  - 착륙유도시스템 : 함상 이착륙시 무인항공기를 선박에 안착시키기 위하여 정밀항법 기능을 제공하는 시스템으로, Radar, DGPS 등이 이용되고 있음.
  - 착함시스템 : 무인항공기기가 함상 착륙후 함상에 안전하게 유지시키기 위해 별도의 착함시스템이 사용되고 있음.
- 미국 해군이 성공적으로 운용하고 있는 회전익 무인항공기 Fire Scout MQ-8B의 경우, 현재 Radar 기반의 UCARS(UAV Common Automatic Recovery System)을 사용하고 있으며, 성능개량을 위한 다양한 옵션을 검토하고 있음.
  - UCARS의 신뢰성 향상을 위해, 광학시스템(Optical System), DGPS 및 JPALS(Joint Precision Approach and Landing System), LIDAR, Radar와 Beacon, LNS(Local Navigation System), 하이브리드 형태(LIDAR + Radar + Optical) 등을 활용하는 방안을 검토 중임.
- 국내에서는 한국항공우주연구원이 틸트로터 무인항공기의 해상운용을 위해 실험실 수준에서 함상이착륙을 검증하고 있는 상태로, 관련 기초기술은 보유하고 있음.
  - 4,000톤급의 구축함과 Sea State Code 4 (파고 1.25m～2.5m)를 기준으로 함상이착륙 조건을 설정하여 검증하고 있으며, 착함시스템으로는 Harpoon/Mesh 시스템을 적용함.
- 민간무인항공기 함상이착륙 적용을 위하여 먼저 지상활주로에서의 이착륙 및 자동이착륙 능력이 검증된 이후에 함상이착륙 기술을 단계적으로 발전시켜야 할 것임.

□ 통신 기술

- 무인항공기시스템 통신은 지상통제장비와 무인비행체 사이의 내부통신, 외부장비와의 통신으로 구성되며, 다음과 같은 특성이 고려되어야 함.
  - 무인항공기시스템 통신 주파수를 선정하기 위해서는 통신시스템 데이터 형태에 따라 요구되는 데이터 사이즈와 대역폭이 정의되어야 하며, 무인항공기 운용에 사용되는 모든 주파수들은 국제적으로 승인되어야 함.
  - 데이터링크 신호의 강도는 연속적으로 모니터링 될 수 있어야 함.
  - 적절한 최대 데이터링크 범위는 감시 관제사에 의해 제공되어야 함.
  - 통신시스템의 오류가 무인항공기의 제어에 영향을 미치지 않아야 함.
- 전반적인 국내 통신기술은 IT 기술력을 바탕으로 음성통신용 기기 등 기술개발에 제한사항이 없는 것으로 판단되나, 차세대 무인항공기 통신의 주요 쟁점사항인 스펙트럼 표준화, 복수 무인항공기 링크 기술 등에 대해서는 해외 기술개발 동향을 주시하면서 국내 대응방안도 준비해야 할 것임.
  - 2012년 세계전파통신회의(WRC-12)에서 무인항공기 제어를 위하여 61MHz 폭(5,030~ 5,091MHz)의 주파수가 신규 분배되었으며, 위성주파수(12-14GHz 대, 고정위성) 이용 방안은 차기 회의(WRC-15)에서 논의하기로 함.
  - 복수 무인항공기 통신링크에서는 일대일 통신에 비하여 데이터 전송량이 저하되므로 영상신호(최대 2Mbps)와 같은 대용량 데이터 전송이 가능하도록 통신링크 기술을 개발해야 할 것임.



<그림 3-83> 복수 무인항공기 통신운용 개념도

□ 데이터링크 기술

- 영상정보용 데이터링크에는 기본적인 공용데이터링크(CDL, Common Data Link) 외에 전술적 용도를 위해 CDL을 경량화한 전술형 공용데이터링크(TCDL, Tactical CDL)와 미래 네트워크 중심전 수행을 위해 네트워킹 능력이 추가된 다중플랫폼 데이터링크(MP-CDL, Multi Platform CDL) 등이 있음.

<표 3-54> 데이터링크 기술

구분	CDL	TCDL	MP-CDL
특성	ISR 체계 간의 상호운용과 단절 없는 통신을 보장하기 위한 링크	ISR 체계에 응용이 가능한 저비용, 경량의 CDL	ISR 체계 간의 네트워크 중심적인 CDL
속도 (상향)	200kbps~45Mbps	200kbps~45Mbps	59/500kbps, 45Mbps
속도 (하향)	10.71~45Mbps, 137/274Mbps 548/1,096Mbps(지원예정)	1.544~10.71Mbps 45/137//274Mbps	45/137/274Mbps
통신 거리	Class Ⅰ : 24.384㎞ ~ Class Ⅴ : 1,389㎞ 이상	최대 200㎞ 이상	최대 500㎞ 이상

- 국내에서는 영상전송용 데이터링크 100Mbps급을 개발 중이며 200Mbps급 개발도 예정하고 있음. 또한 한반도 전장환경과 무기체계에 적합하도록 독자적인 한국형 합동 전술데이터링크체계(JTDLS)를 점진적으로 구축할 계획임.
- 이에 따라 민간무인항공기 데이터링크 시스템은 소요되는 데이터 전송용량 등을 설정하여 발전시킴으로써 국내 개발은 가능할 것으로 판단됨.

□ 위성통신 기술

- 위성통신 기술은 크게 고정통신위성 방식과 이동통신위성 방식으로 나눌 수 있음.
  - 고정통신위성은 고정된 지상국 간의 통신중계에 이용되는 위성으로, 이용 지역 범위에 따라 국제통신위성, 지역통신위성, 국내통신위성으로 분류됨.

- 이동통신위성은 선박, 항공기, 차량 등 이동체간 또는 이동체와 각 가정에서 직접 송수신할 수 있도록 하는 위성임.

• 일반적으로 무인항공기에는 큰 송신출력과 큰 안테나 이득을 가지는 통신장치 탑재가 어려우므로 위성 출력이 큰 이동통신위성(MSS, Mobile Satellite Services)을 활용하는 것이 효율적이며, 대용량의 영상정보 송신을 위해 차세대 MSS 위성 확보가 필요함.

- 현재 운용 중인 상용 MSS 위성은 음성통신 제한은 없으나 영상정보 송신을 위한 2Mbps 이상의 용량 확보는 불가능함.
- 우리나라 우주개발 중장기계획에 따르면, 2020년까지 차세대 중형위성과 방송통신위성을 추가 발사하여 위성정보 범정부 활용체계를 구축하고, 2030년까지 전파감지위성, 항법위성 등을 추가 발사하여 동아시아 상시관측/활용 서비스를 구축하는 것을 목표로 하고 있음. 또한 미래창조과학부 주관으로 민군겸용 MSS 위성확보 계획이 추진되고 있음.
- 우주개발 중장기계획 및 MSS 위성확보 추진계획을 기준으로 판단시, 민간무인항공기 개발완료 시점에 무인항공기 위성통신을 위한 인프라는 구축될 것으로 전망됨.

• 차세대 MSS 위성 등 인프라가 구축되고 필요한 주파수만 확보한다면 송·수신기 등 주변기기들은 국내 기술력으로 개발할 수 있는 것으로 판단됨.

- 민간무인항공기 적용시 외부 전파방해 방지를 위한 주파수 도약기술(Have Quick 방식) 운용을 위해 가급적 넓은 주파수 대역을 할당받는 것이 유리하며, 통신시스템의 품질 향상을 위해서도 넓은 주파수 대역이 필요함.
- MSS 위성의 확보시기를 고려하여 사전에 관련부처와 주파수 할당을 위한 협조가 필요함.

□ 엔진 기술

• 자동차 엔진 개발능력의 우수성 등 국내 기술수준을 고려시, 수요와 경제성만 충족된다면 국내 기술에 의한 엔진 개발은 가능할 것으로 판단됨.

- 엔진 개발에 필요한 성능 데이터는 엔진 제작사로부터 확보하거나 국내 엔진시험을 별도 수행하여 확보함으로써 개발이 가능할 것임.
- 특히 수요 증가가 예상되는 소형급의 터보프롭 및 로터리 엔진은 적기 개발 착수가 이루어진다면 중기 이내에 개발이 가능할 것으로 전망됨.

• 현재 국내 개발 중인 무인항공기의 엔진 형태는 다음과 같으며, 사단 무인항공기 및 TR-6X급 엔진은 국내개발이 가능할 것으로 판단됨.

<표 3-55> 국내 개발 중인 무인항공기 엔진 형태

구 분	사단 무인항공기	TR-6X	중고도 무인항공기
엔 진 명	AR-741	AE-50R	PT6A-67A
엔진형태	35hp / Turboprop	55hp / Rotary	1,200hp / Turboprop
제조사(국가)	UEL (영국)	Austro (오스트리아)	PWC (캐나다)
국내개발 가능성	○	○	×

□ 연료탱크 기술

• 현재 국내 연료탱크 설계/제작 기술이 미흡하여 사단급 정찰무인항공기 등의 사업에서 해외도입하고 있으나, 군용 유인항공기 사업의 국산화 개발경험을 고려시 향후 국내개발이 가능할 것으로 판단됨.

- ㈜데크는 2008년에 외부연료탱크 개발을 완료하여 용량 150갤런과 50갤런의 두 가지 형태로 생산하고 있음. (T-50, FA-50, T-50B, KT-1 등에 적용가능)

• 민간무인항공기에 군용기와 유사한 내충격성 충족 기준을 적용해야 하는 경우는 관련 규정을 검토하여 기술개발에 반영해야 할 것임.

- 연료탱크는 체계연관성이 큰 대표적인 핵심 구성품으로, 미 육군에서는 화재에 의한 인명손실을 원천적으로 방지하기 위하여 군용 회전익항공기에 연료탱크 고유의 내충격성 규격(MIL-DTL-27422D)을 적용해 왔음.

□ 임무장비 기술

• EO/IR과 SAR 등의 임무장비는 부분적으로 국내 기술을 보유하고 있으며, 민간무인항공기 개발 요구도에 따라 국내개발 또는 해외도입이 가능할 것임.

- EO/IR 카메라
  - 사단정찰 무인항공기용은 삼성탈레스가 개발하였고 차기군단정찰 무인항공기용은 국방과학연구소 주관으로 2017년까지 개발하는 계획을 검토한 바 있음.
  - 스마트무인항공기의 파생형인 TR-60 및 TR-6X(KUS-TR)는 감지기 성능의 요구수준이 높아서 양산단계까지 개발이 불가하다고 판단되어 해외도입이 예상됨.
- SAR (합성개구면레이더)
  - 무인정찰기에 탑재되어 주/야간 전천후 고해상도 영상정보 수집과 실시간 지상이동표적 감지가 가능한 영상레이더로, 전자광학영상장비의 취약점인 구름이나 비도 통과할 수 있는 전천후 정보획득 장비임.
  - 국내에서는 LIG넥스원(NEXSAR), 국방과학연구소(KOMSAR) 등이 기술을 보유하고 있음.

4) 고위험 기술요소 식별 수행내용

□ 민간무인항공기 개발에 필요한 주요 핵심기술 요소별 분석결과에 기초하여, 고위험 기술은 자율비행 관련한 기술로서 다음 세 가지 항목으로 식별됨.

- 감지 및 회피 기술 / 자동이착륙 기술 / 함상이착륙 기술

<표 3-56> 고위험 기술요소 식별

민간무인항공기 주요 핵심기술		고위험기술 해당여부	비 고
체계통합		×	· 유/무인항공기 개발경험을 통해 체계통합기술 보유
자율비행	감지 및 회피	○	· 완전자율비행 목표시 탑재기반 충돌 감지 및 회피기술이 필수적이나, 해외도 실험실 수준에서 개발 중이며 실용화시기 예측은 곤란한 상태
	자동이착륙	○	· 완전한 자동이착륙 구현은 아직 곤란한 실정
	함상이착륙	○	· 움직이는 함정에서의 이착륙을 위해 더욱 정밀한 수준의 유도/제어기법 및 관련시스템 개발 필요
통 신	데이터링크	×	· 데이터 용량 등 기준이 설정되면 국내개발 가능
	위성통신	×	· 위성 인프라 및 주파수 확보되면 주변기기들은 국내개발 가능
추진계통	엔진	×	· 수요/경제성만 충족되면 국내개발 가능 예상
	연료탱크	×	· 국산화 개발경험 고려시 국내개발 가능 예상
임무장비 (EO/IR, SAR)		×	· 부분적으로 국내 기술 보유 상태로, 민간무인항공기 개발요구도에 따라 국내개발 또는 해외도입 가능

나. 고위험 기술 획득방안 수립

1) 고위험 기술 획득방안 검토방법

□ 먼저 기술확보를 위한 일반적인 연구개발 방안을 국내연구개발과 국제공동연구개발로 구분하여 각각의 특성을 파악함.

□ 국내개발 추진 시의 효과적인 기술확보가 가능한 방안을 개략 검토하여 제안사항을 도출함.

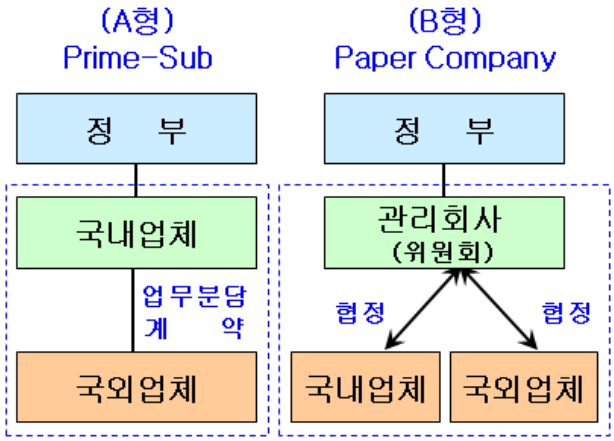
□ 국내개발 추진 시 고위험 기술의 개발 리스크와 국내 기술수준을 고려하여 단계화된 기술개발 방안을 검토하여 제시함.

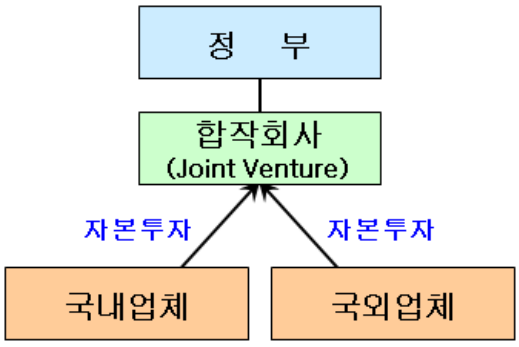
2) 고위험 기술 획득방안 검토 수행내용

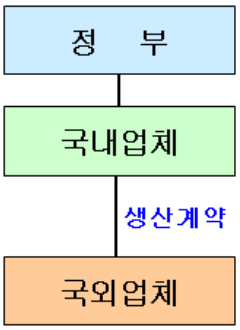
□ 기술확보를 위한 연구개발 방안을 국외기관의 참여 여부에 따라 국내연구개발과 국제공동연구개발로 구분하여 다양한 계약형태와 주요 사업 사례를 검토함.

<표 3-63> 기술확보를 위한 연구개발 방안

구 분	정 의	계 약 형 태	사 례
국제기술협력 개발	국내업체가 부족기술을 국외로부터 이전/지원 받아 개발	정 부 국내업체 기술지원 계 약 국외업체	· KUH (한국) · ALH (인도)

<table>
<tr><td rowspan="2">국제
공동
연구
개발</td><td>컨소
시엄</td><td>국내외 다수
업체가 역할을
분담하여 개발
(프로젝트 형태로
임무 완료후 해산)</td><td>
</td><td>· F-2
(일본)

· JSF
(미국)</td></tr>
<tr><td>합작
투자</td><td>국내외 업체가
합작회사를 설립,
개발
(생산 및 판매 로
연결 가능성 이 큼)</td><td>
</td><td>· NH-90
(유럽)

· Tiger
(유럽)</td></tr>
<tr><td colspan="2">기술협력
생산
(면허생산)</td><td>기 개발된
무기체계를
외국 원제작
업체와의 기술
협력을 통해 생산</td><td>
</td><td>·T-129
(터키)

·UH-60P
(한국)</td></tr>
</table>

□ 고위험기술의 확보 방법은 국외구매와 국내개발로 구분할 수 있는데, 국외구매는 협상의 문제를 제외하고는 특별히 논의할 사항이 없으므로 본 연구에서는 국내개발 방안 위주로 검토함.

□ 국내개발 추진 시, 고위험기술의 특성상 국내 단독의 연구개발은 쉽지 않고 국외기술 도입이 필요할 것이며, 이와 관련한 비용을 최소화하기 위해서는 군용무인항공기 사업과 연계하거나 기 개발된 유인항공기/무인항공기 기술을 적용하는 방안을 검토해야 함.

- 군용무인항공기 개발/도입과 연계하는 방안 (예시)
  - 군용무인항공기 개발을 통해 구축 및 확보한 국내 무인항공기 기술기반 인프라를 최대한 활용함.
  - 군용무인항공기 국외도입 사업의 절충교역 조건을 활용하여 기술 확보함.

□ 연구개발 실패의 주된 원인의 하나는 기술수준에 대한 부정확한 판단에 따라 목표수준을 과도하게 설정하는 것으로, 민간무인항공기 개발 시에도 이러한 실패 사례를 거울삼아 국내외 기술수준을 고려하여 단계화 개발을 추진하는 것이 바람직함.

- 2013 국방과학기술조사서에 의하면 우리나라의 무인항공기 기술수준은 세계 7위권으로 평가되고 있고 국내 기술력은 계속 발전할 것으로 전망되나, 민간 무인항공기의 높은 신뢰성, 안전성, 경제성 요구를 감안할 때 고위험 기술을 일시에 확보하는 것은 상당한 어려움이 있을 것으로 판단됨.
- 특히 본 연구에서 고위험기술로 식별된 감지 및 회피, 자동이착륙, 함상이착륙 등의 자율비행 기술은 무인항공기 개발에서 가장 핵심적인 기술로서, 해외 선진국들도 완전자동화를 목표로 연구를 계속하고 있으며 개발 리스크도 가장 높다고 평가됨.

□ 고위험기술에 대한 구체적인 단계화 개발 계획은 후속 연구단계에서 국내 민간 무인항공기 개발방향과 연계하여 수립될 것이며, 본 연구에서는 자율비행 기술에 대한 단계화 개발방안을 다음과 같이 예시함.

- 감지 및 회피 기술
  - 탑재기반 공중충돌 감지 및 회피 기술의 경우 소형의 무인항공기에도 적용 가능한 기술이 아직 개발되지 않은 상태여서, 탑재기반 공중충돌 감지 및 회피 기술이 완성될 때까지는 지상기반 공중충돌 감지 및 회피 기술을 대안으로 활용할 것으로 예상됨.
  - 따라서 단기적으로는 지상기반 공중충돌 감지 및 회피 기술을 국내 개발하여 적용하고, 중기 사업으로는 사업기간을 고려하여 탑재기반 공중충돌 감지 및 회피 기술의 국내개발을 추진할 수 있음.
  - 장기적으로는 더욱 진보된 차세대 충돌회피 개념인 CD&R (Conflict Detect & Resolution) 시스템에 대한 연구를 진행하는 것이 바람직할 것임.

- 함상이착륙 기술
  - 해외 선진업체와 수직이착륙 무인항공기의 함상운용기술 공동개발을 통해 기술 확보가 가능할 것임.
  - 움직이는 함정에서의 이착륙과 관련한 제반 위험요소를 고려하여, 지상에서의 이착륙기술 검증을 먼저 수행한 후 적용하는 것이 바람직할 것임.

4 절. 민간무인항공기 운용시설 구축방안 및 운용 핵심기술 도출(세부내용 2-2)

1. [성과 15] 민간무인항공기 운용시설 구축방안 보고서

가. 민간무인항공기 운용시설 구축방안 연구

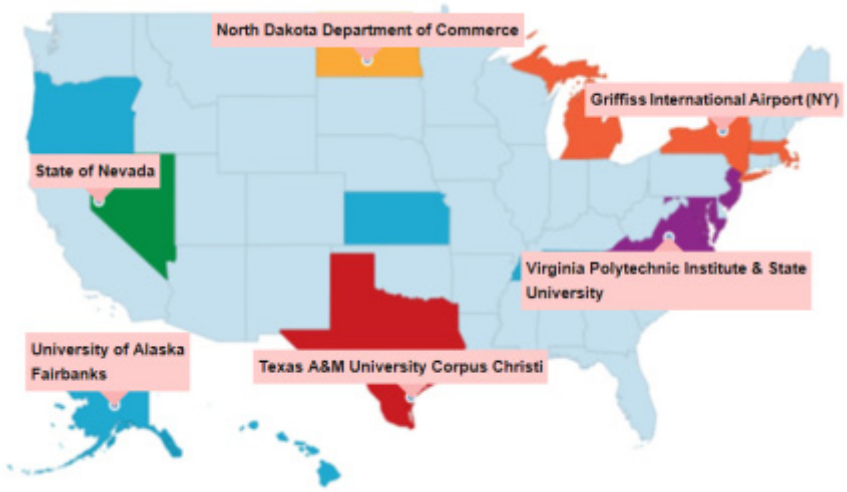
1) 운용시설 및 인프라 구축방안

□ (해외 무인항공기 운용사례 조사) 미국, 유럽 사례 중심

- 치안유지, 환경보호, 시설운영 등을 위한 광역감시 및 모니터링 임무 위주
- 분리공역 내 유/무인항공기 혼용운용 시험비행을 통한 데이터 수집
- 임무수행 결과물로 광역 영상지도 획득, 시설/지형지물 변화 단시간 파악
- 민간 무인물류배송을 위한 시험운용 수행 중 (DHL, Amazon)
- 운용사례 분석을 통한 필요시설, 인프라 구성요소 도출

□ (해외 무인항공기 시범운용 시설구축 사례조사) 미국, 유럽, 영국 사례 중심

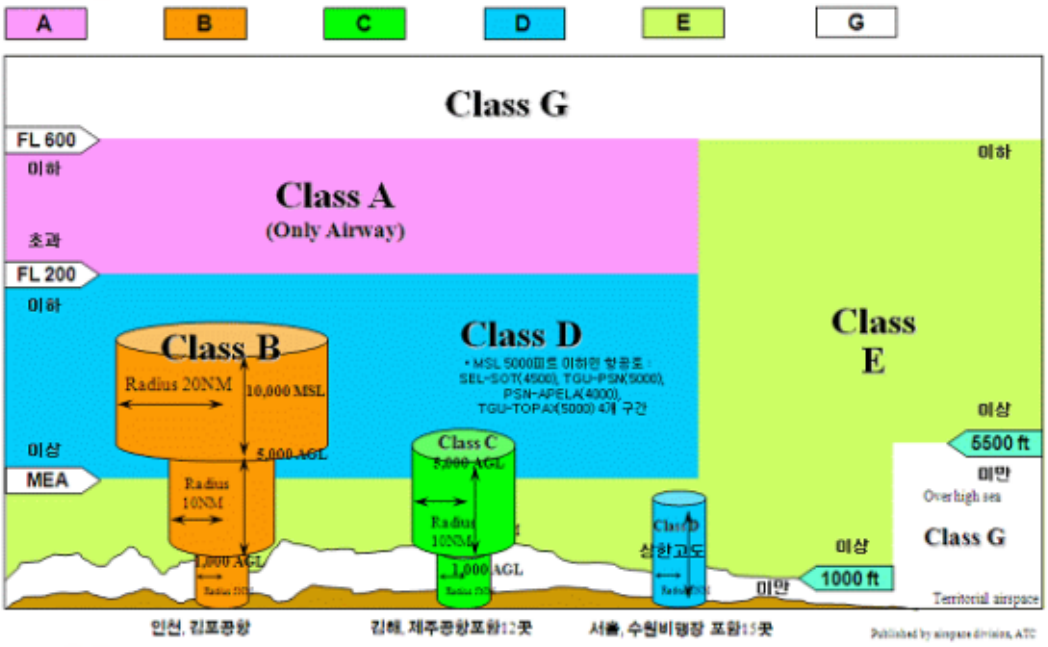
- 미국 FAA의 민간무인항공기 시범운용 시설 선정(총 6개소)
- 덴마크, 노르웨이, 영국의 유/무인항공기 혼용운용 연구목적 공항설치
- 호주의 자연환경 감시목적을 위한 무인항공기 시범운용 시설구축
- 시범운용시설 이용을 통한 공역 내 유/무인항공기 혼용운용 데이터 수집
- 정식 절차 및 허가를 통한 연구/개발목적 무인항공기 비행실험 수행
- 유/무인항공기 통합관제 및 충돌 감지 및 회피 등 다양한 연구수행
- 시설구축동향을 통해 국내실정 대비 필요시설 도출



<그림 3-84> FAA 선정 민간무인항공기 시범운용 시설 및 시범운용 범위
(출처: http://www.faa.gov)

□ (무인항공기 시험운용 시나리오 도출) 공항 간 이동기반 광역감시 임무

- 미국 FAA 시나리오 체계를 활용한 임무 시나리오 설정
- D등급 공역 내 이동 중 광역감시정찰 임무 설정
- 필요 시 A등급 공역 내 고도분리 후 광역감시정찰 임무 설정
- 비행계획, 지상이동, 감시정찰, 공항 간 이동상황을 가정한 시나리오 도출
- 임무수행 중 시계비행 항공기에 대한 관제기반 분리비행 상황 삽입
- 센서융합 기반 자동화 충돌 감지 및 회피 기능을 이용한 분리비행 상황 삽입
- 시범운용 시나리오에 따른 유/무인항공기 혼용운용 공항 후보 선정



<그림 3-85> 공역등급화 도표 (출처: 항공교통센터 홈페이지)

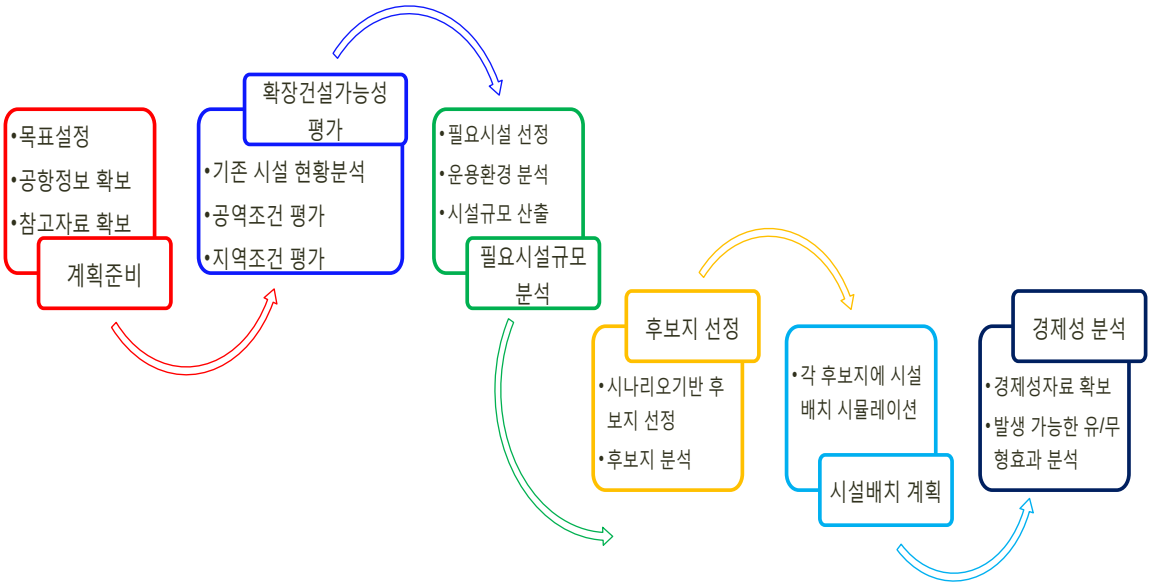
□ (무인항공기 시험운용 시설구축 방안 강구) 기존시설기반 추가구축 방안

- 기존 유인기 운용을 위한 공항시설을 토대로 무인항공기 운용시설 도출
- 임무상황별 필요시설 도출, 유인기 운용시설 공유가능여부 판단
- 민간무인항공기 운용공항 확장을 위한 시설구축 총괄계획 수립절차 작성
- 기존 유인기 공항개발계획을 효과적 축약하여 총괄계획 수립절차 도출
  - 기존 유인기 공항개발 총괄계획
    * 1단계: 계획준비
    * 2단계: 공항확장건설 가능성 평가
    * 3단계: 항공수요 예측
    * 4단계: 공항시설 규모분석
    * 5단계: 후보지 선정
    * 6단계: 시설배치 계획단계
    * 7단계: 교통 및 환경영향 평가
    * 8단계: 경제성 및 재정분석
  - 분석결과
    * 단계별 분석을 통해 공항운용, 유도/항행, 지휘/통제(C2)시설 구축계획

수립

* 3단계, 7단계, 8단계는 추가시설 구축계획 수립 시 제외 가능
* 단, 7단계 중 소음영향관련 평가는 공항후보지에 따라 수행필요성 있음
* 1, 2, 4, 5, 6단계에 대하여 민간무인항공기를 위한 공항확장을 위한 축약형 총괄계획 수립절차 도출

- 시뮬레이션을 통한 민간무인항공기 시범운용을 시설구축 적절성 연구
- 가상 공간상에 시설물 배치하여 실제 무인항공기 지상/공항관제 적절성 판단
- 시설배치 시뮬레이션 환경 운용절차 개발
- 기존시설 공유를 통한 시설구축 비용절감효과 기대

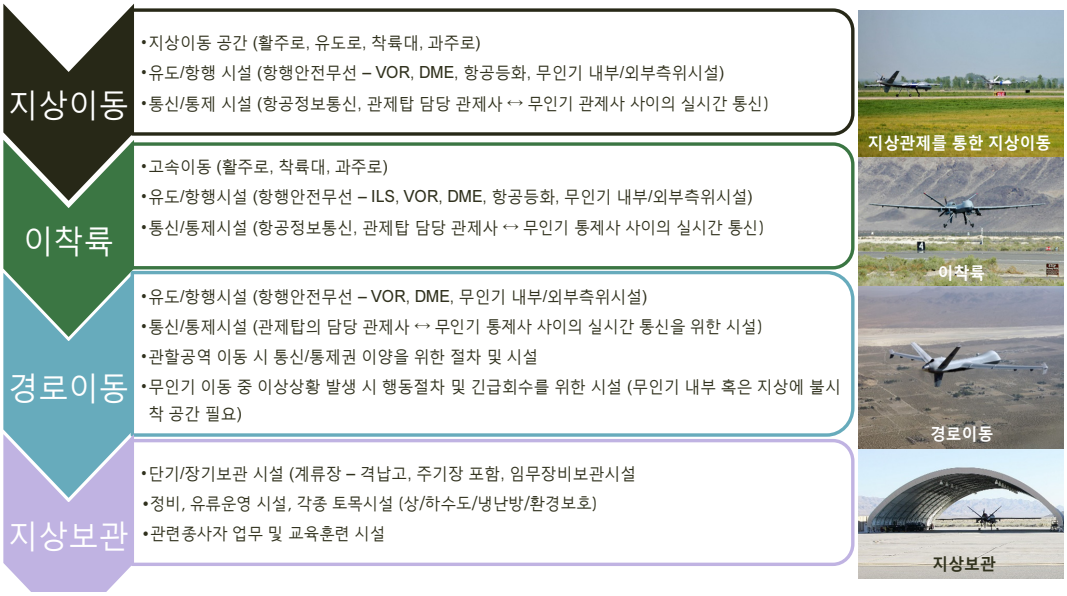


<그림 3-86> 민간무인항공기 운용시설구축 방안을 위한 축약형 공항개발 총괄계획 수립절차 도식화 결과

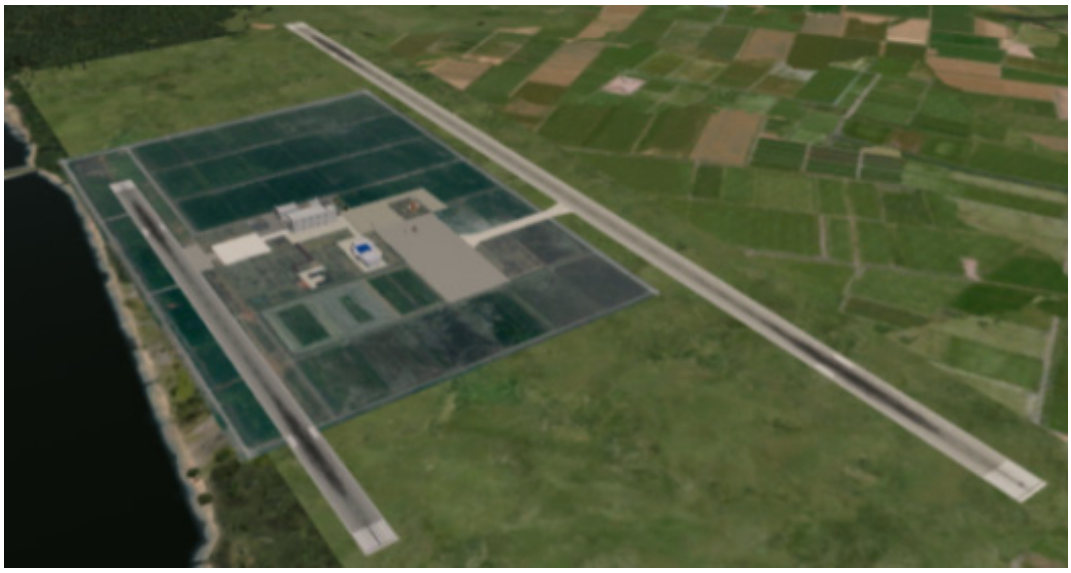
□ (무인항공기 시범운용 시설구축 방안 강구) 신공항 부지활용 시설구축 방안

- 신공항 부지를 선정하는 상황을 가정하여 무인항공기 운용시설 도출
- 운용부지 확보에 상당한 어려움이 있을 것으로 예상
- 연구수행기간 단축, 효과적인 기술개발을 위해 기존공항시설 이용 필요
- 부지확보단계 후에는 기존시설기반 추가구축 방안 이용하여 시설구축
- 도입/개발무인항공기 운영형태에 따라 포장/비포장 활주로 결정 필요

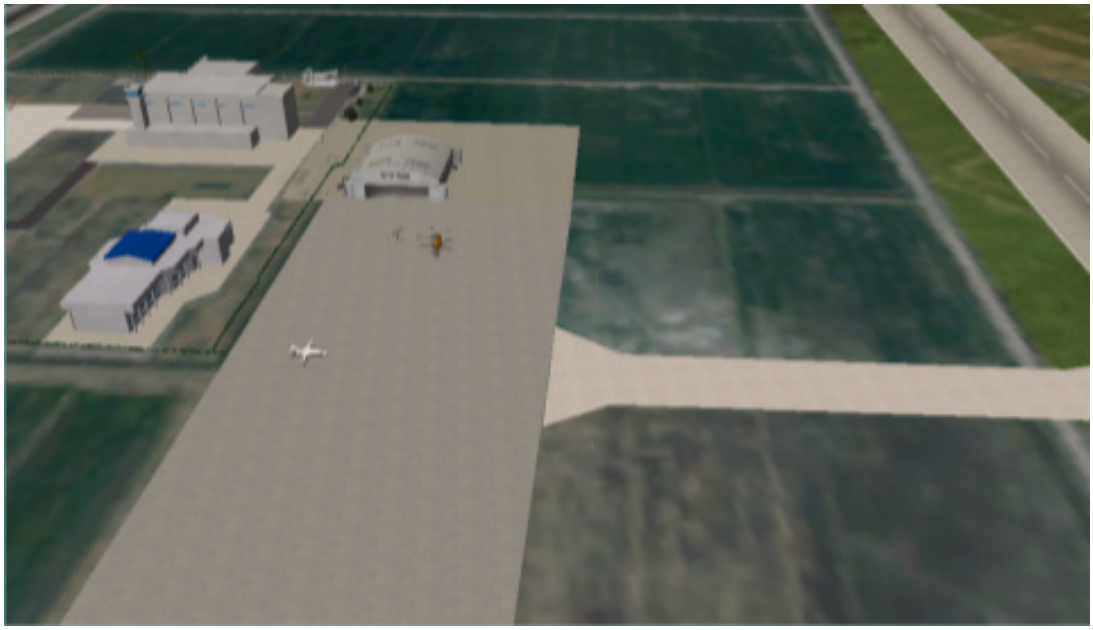
- 주간/야간 운영형태에 따라 항공등화시설 구축범주 결정 필요
- 그 외의 시설은 기존시설기반 추가구축 방안과 동일
- 비용/일정측면 불리함 존재하나 전문성 부여된 운용시설 구축가능성 도출



<그림 3-87> 민간무인항공기 운용 시 상황별 필요한 시설 도출



<그림 3-88> 고흥항공센터 확장시설 배치 시뮬레이션 결과(본 과제 연구결과)



<그림 3-88> 고흥항공센터 계류장 및 다목적 격납고(본 과제 연구결과)

1) 민간무인항공기 시범인증을 위한 운용시설 방안도출

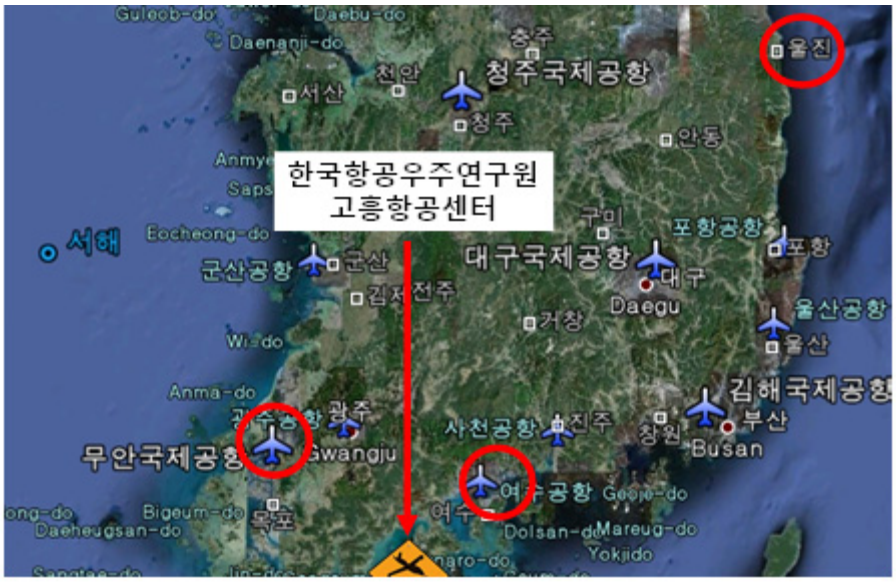
□ (운용을 위한 공항시설) 민간무인항공기용 다목적 공항시설 구축

- 민간무인항공기 시범운용을 위한 공항시설의 해외구축사례 조사
  - Fort Campbell Unmanned Aircraft System (UAS) Facility
  - UAS test center, operation in FIS airspace, by Christian S.Struwe
  - Norwegian Univ. of Science and Technology
  - Austrailia, ScanEagle UAS facility
- 해외 구축사례를 통해 단일목적 시설의 단층/다수구축이 아닌 다목적 시설의 다층/단일구축이 운용목적 조기달성에 용이하고 효율적임을 도출
- 기존 공항 토목시설을 그대로 활용하되 계류장을 포함한 다목적 시설구축
- 별도의 발전시설, 유류저장시설 구축 필요
- 국내 무인항공기용 연구시설 구축사례 조사
  - 한국항공우주연구원 고흥항공센터
  - 부산대학교 양산캠퍼스 무인항공기비행시험센터
- 국내 구축사례를 통해 시설구축 시 외부 환경 및 소음발생을 고려한 시설구축 방안 도출

- 국내외 운용시설 구축사례를 통한 실제 민간무인항공기용 필요시설 선정
- 공항시설을 공항 내부(Airside)와 외부(Landside)로 구분하여 구축전략 수립
  - 공항 내부에는 계류장을 포함하는 다층 단일 복합 격납고 구축
  - 공항 외부에는 무인항공기용 유류저장고, 배터리 충방전 및 저장고 위치
  - 격납고 주위에 비상발전, 화재진압시설 구축 필수
- 기존 유인기 공항시설 공유가능/불가능 시설 분석 및 결과도출
  - 민간무인항공기 이용가능 시설
    * 기존 공항시설 중 토목시설과 이착륙용 유도/항행시설 공유 가능
    * 단, 유도/항행시설, 통신/통제시설을 이용을 위해 무인항공기 내부에 별도의 장비를 부착해야 하고 무인항공기 통제소에 해당 정보를 수신받기 위한 시설이 설치되어야 함
    * 활주로, 유도로, 계류장, 착륙대 등 항공기의 이, 착륙시설
    * 야간비행을 위한 항공등화시설
    * 항행안전무선시설, 기상관측 시설
    * 경비보안시설, 운항지원시설, 주기장을 포함한 계류장
    * 운항관리/의료시설, 소방시설, 공항 내부 교통시설
    * 조경/방음벽/공해배출방지시설 등의 환경보호 시설
    * 민간무인항공기의 임무장비 보관을 위한 창고시설 등
  - 민간무인항공기 이용 불가능 시설
    * 민간무인항공기를 위한 통신/통제시설은 기존 공항에 추가로 설치하여 민간무인항공기 통제소를 구축하는 것이 민간무인항공기 운용 시 용이함
    * 민간무인항공기는 기존 공항에서 운용하는 여객, 화물용 유인기와 지상조업 및 정비체계가 다르기 때문에 별도의 시설구축이 필요함
    * 민간무인항공기 운용지역은 기존의 공항시설과 독립적으로 구성하여 운용의 용이성을 가져가는 것이 좋으므로 기본 토목시설 및 비상발전시설은 별도구축이 필요함
    * 민간무인항공기는 기존 유인항공기에서 사용하는 항공유와 다른 종류의 유류가 필요할 수 있으므로 별도의 유류관련 시설구축이 필요함
    * 공항에서 운용하는 관제소, 송수신소, 통신소
    * 항공기, 지상 장비의 일상/계획점검, 경정비, 고장탐구, 중정비/창정비용 정비시설

* 계류장 운영/관리시설, 상/하수도/전력/통신/냉난방 시설
* 항공기 급유 및 유류저장, 관리 시설, 비상발전시설

- 국내 민간무인항공기 시범인증용 공항후보지 설정 및 시설구축가능성 분석
- 민간무인항공기 운용을 위한 각 공항별 필요시설 및 공유가능시설 분석
  - 전라남도 고흥, 한국항공우주연구원 고흥항공센터
  - 전라북도 무안, 무안국제공항
  - 전라남도 여수, 여수공항
  - 경상북도 울진, 울진비행장



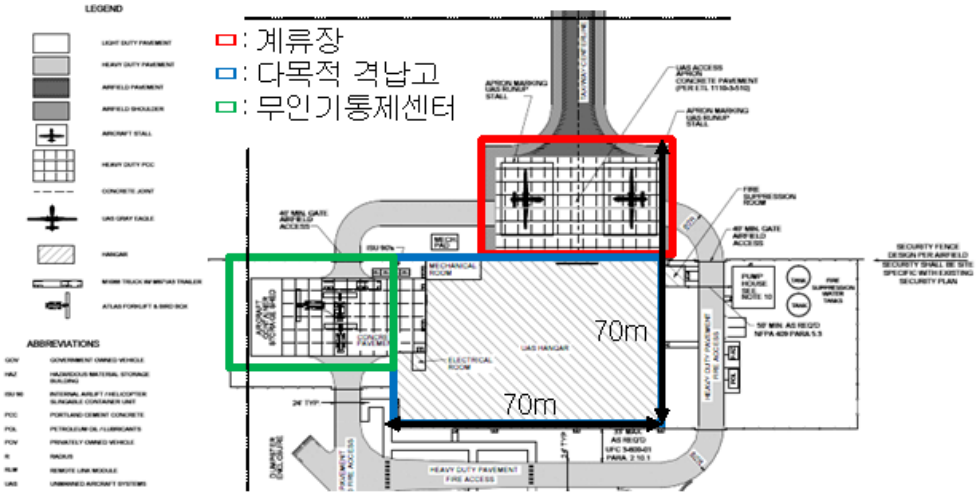
<그림 3-90> 대한민국 민간공항의 위치와 민간무인항공기 운용을 위한 후보공항 위치

<표 3-64> 후보지별 공항확장 가능성 평가

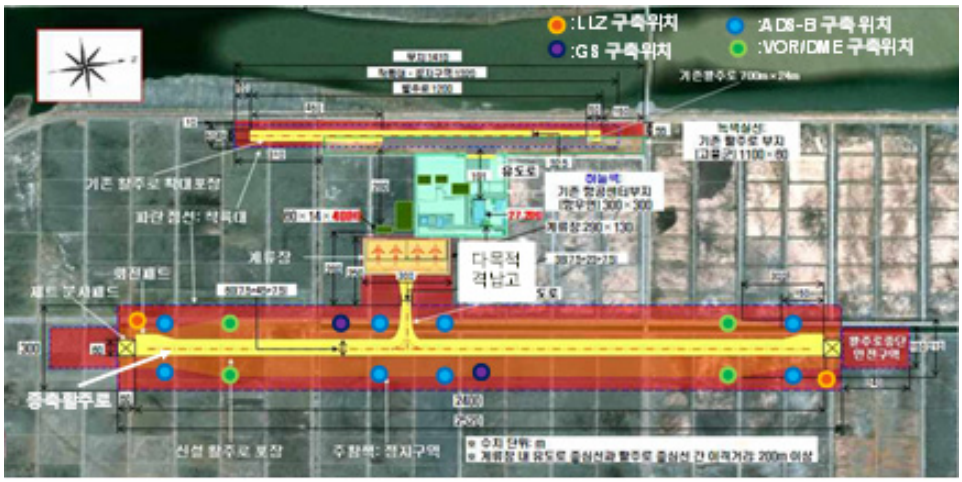
시설구분	고흥항공센터	무안국제공항	여수공항	울진비행장
활주로	길이 700m, 폭 24m	길이 2800m, 폭 45m	길이 2100m, 폭 45m	길이 1600m, 폭 30m
계류장 (유도로 포함)	별도의 유도로/계류장 없음, (90000m², 약 28000평, 가로세로 약 300m 크기를 갖는 정사각형 모양의 공간)	90692 m² 약 28000평, 가로세로 약 300m	41868 m², 약 12500평 가로세로 약 200m	18000 m² 약 5500평 가로세로 약 130m
사용가능 공간	지역사회 협조를 통한 주변지역 부지확보 용이	공항개발계획에 의해 주변 부지 확보 완료	지형장애물로 인한 부지확보 어려움	공항개발계획에 의해 주변부지 확보 완료
특이사항	• 대형 활주로 신설에 대한 연구 및 사업 추진 중 • 비행장 주변 수km내에 지형지물에 의한 장애물 없음 • 가시권 내의 무인기 운용에 최적화된 공간 제공 • 유인기 이착륙을 위한 별도의 항행안전무선시설, 항공관제 통신시설 없음 • 광주/사천비행장의 레이더관제 받을 수 있으나 지형에 의한 장애를 받을 수 있음	• 주중/주말 취항횟수 적음 • 정밀한 수준의 유도/항행, 통신/통제시설 운용 중 • 공항 주변에 이착륙 및 운용 방해를 일으키는 지형지물관련 장애물이 적음 • 기존 공항의 각종 지원시설 활용이 용이한 부지가 존재	• 비행장 주변 수 km 내 지형 장애물이 존재 • 인구밀집지역에 공역 존재 • 활주로 및 항행, 관제시설 확장으로 인하여 항행환경은 상당부분 개선 • 확장부지를 모두 소모했기 때문에 민간무인기 운용시설부지 확보 어려움	• 현재 비행교육훈련원으로 용도 변경하여 사용 중 • 교육훈련을 위한 높은 정밀도의 유도/항행시설, 통신/통제시설 설치, 운용 중 • 교육생들의 항행안전을 위한 각종 시설구축 상태 양호

- 해외 무인항공기 시범운용, 시범시설운용, 국내외 시설구축사례를 통한 다각도 분석을 적용하여 민간무인항공기용 다목적 공항시설 구축필요성 제기
- 국내외 구축사례 조사, 분석 및 기존 유인기용 공항시설 대비 무인항공기용 공유가능/불가능 시설 분석 결과, 민간무인항공기용 공항시설은 계류장 포함 가로세로 70[m] 정사각형 부지에 2~3층 복합 격납고 방식으로 구축할 것을 제안
  - * 옥외: 비상발전, 계류장 운영/관리, 기타 외부 무인항공기 운용관련 시설
  - * 1층: 무인항공기 격납, 정비/유지보수, 임무장비보관 창고 시설
  - * 2층: 임무브리핑용 공간, 정보송수신용 서버시설
  - * 3층: 민간무인항공기 유도/항행, 통신/통제를 위한 전용 통제소,
  - * 옥상: 정보송수신용 안테나 장비
- 각 후보지별 무인항공기 운용을 위한 공항시설 배치위치 도출

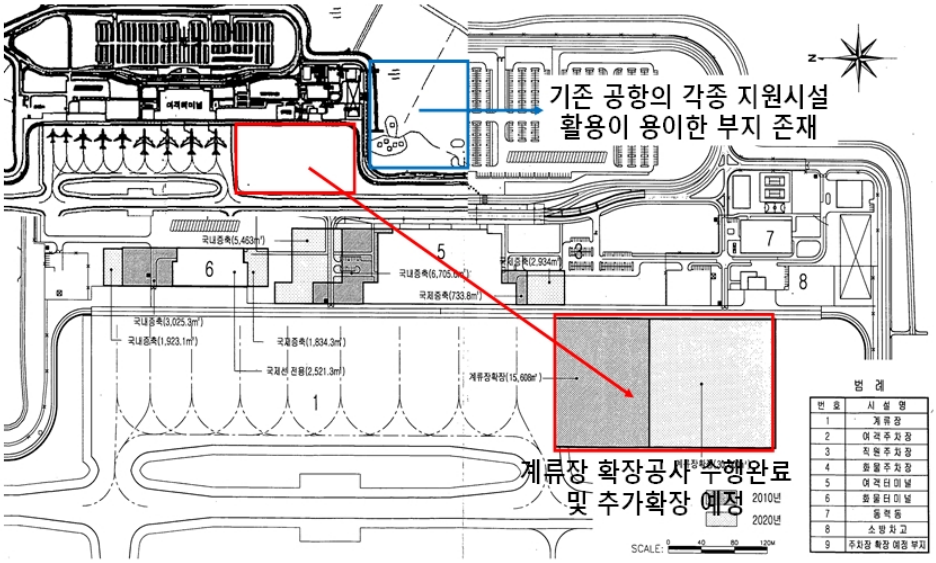
무인항공기 운용을 위한 유도/항행, 지휘/통제(C2)시설물 배치 시 고려사항 도출



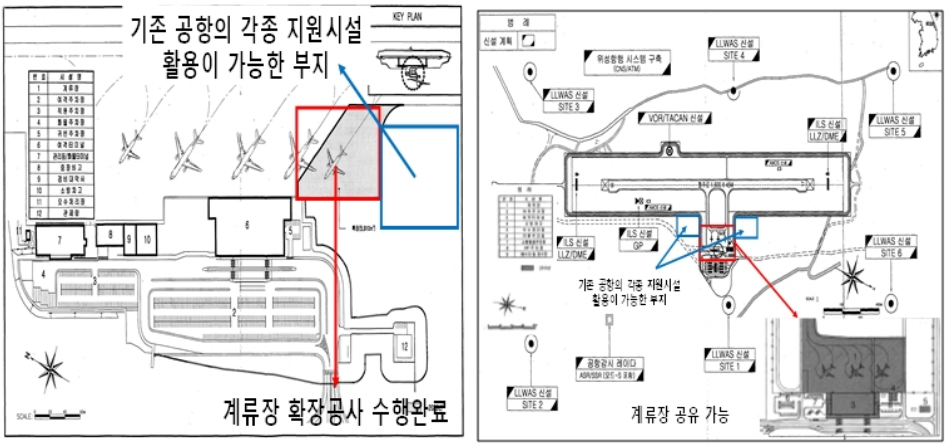
<그림 3-91> 민간무인항공기 시범인증을 위한 운용시설 부지계획 예시



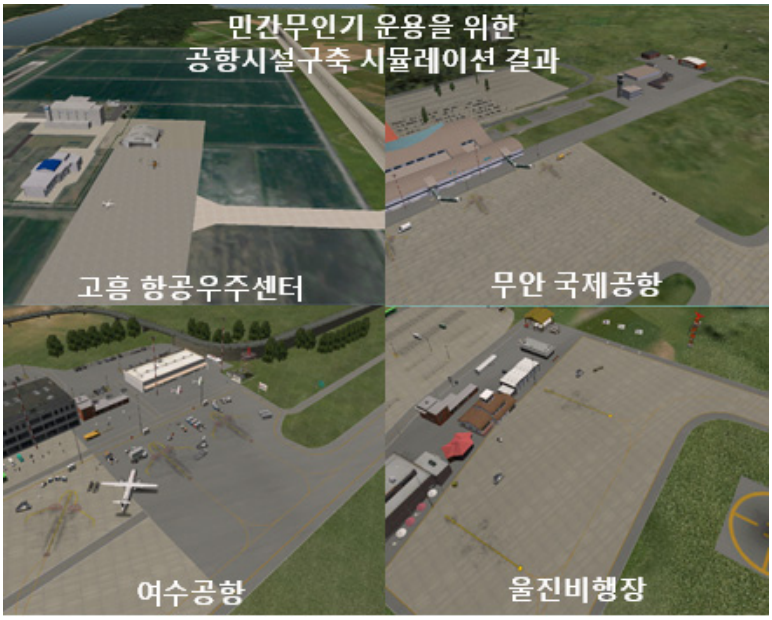
<그림 3-92> 민간무인항공기 운용을 위한 고흥 항공센터 내 시설물 배치(안)



<그림 3-93> 민간무인항공기 운용을 위한 무안 국제공항 내 시설물 배치(안)



<그림 3-94> 민간무인항공기 운용을 위한 여수공항/울진비행장 내 시설물 배치(안)

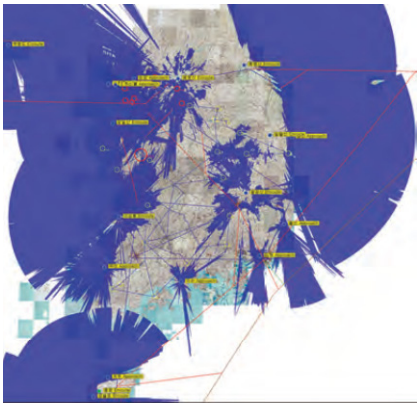


<그림 3-95> 공항시설구축 시뮬레이션 결과 (본 과제 연구결과)

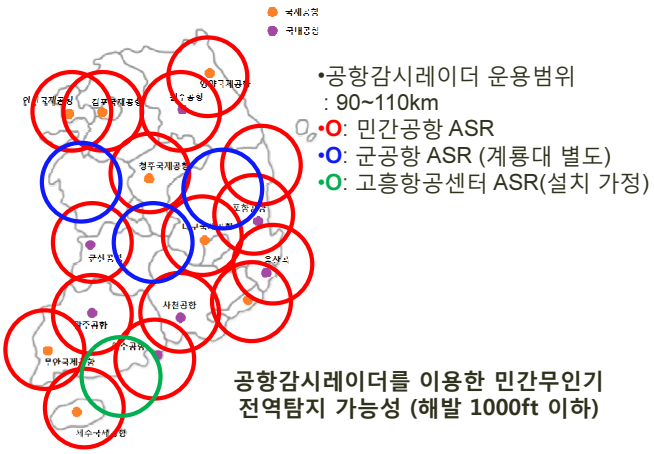
□ (유도/항행을 위한 시설) 민간무인항공기용 차세대 유도/항행센서 검토

- 민간무인항공기 유도/항행 방식 및 시설조사, 필요시설 선정, 대략적 비용 산출 및 구축후보지위치 선정
- 기존 유인기용 유도/항행시설과 무인항공기용 유도/항행센서 복합사용 검토목적
- 무인항공기의 유도/항행을 위해 필요한 추가 시설 조사, 분석 및 설치위치 도출

- 기존 유인기 이착륙용 유도/항행장치 적용가능성 판단 (계기착륙장치: ILS)
  - 150[kg]급 이상 무인항공기는 ILS수신기 장착하여 기존시설 공유 및 활용 가능
- 지상기반 공중충돌 감지 및 회피 시스템(Ground-based Sense-and-Avoid, GBSAA) 조사 및 적용가능성, 최적 시설 설치위치 분석
  - GBSAA는 레이더기반 감지기술로서 알고리듬 변경을 통해 기존시설 활용 가능
  - 중기 해결방법: GBSAA를 위한 추가 시설 도입 후 시설 구축
  - 장기 해결방법: 다목적 위상배열레이더(MPAR) 도입 후 시설 구축
  - 국내 공항위치 고려 시 공항감시레이더(ASR)와 기상관측레이더 복합 활용 필요
  - 미국 사례를 통해 공항감시레이더의 기능을 운용개념에 적합하게 확장 필요
    * 국제민간항공기구(ICAO)는 GBSAA를 감지 및 회피(Detect-and-Avoid, DAA) 후보기술로 고려하지 않고 있음



항공로 및 접근관제구역 감시 레이더를 이용한 해발 1000ft 의 탐지범위



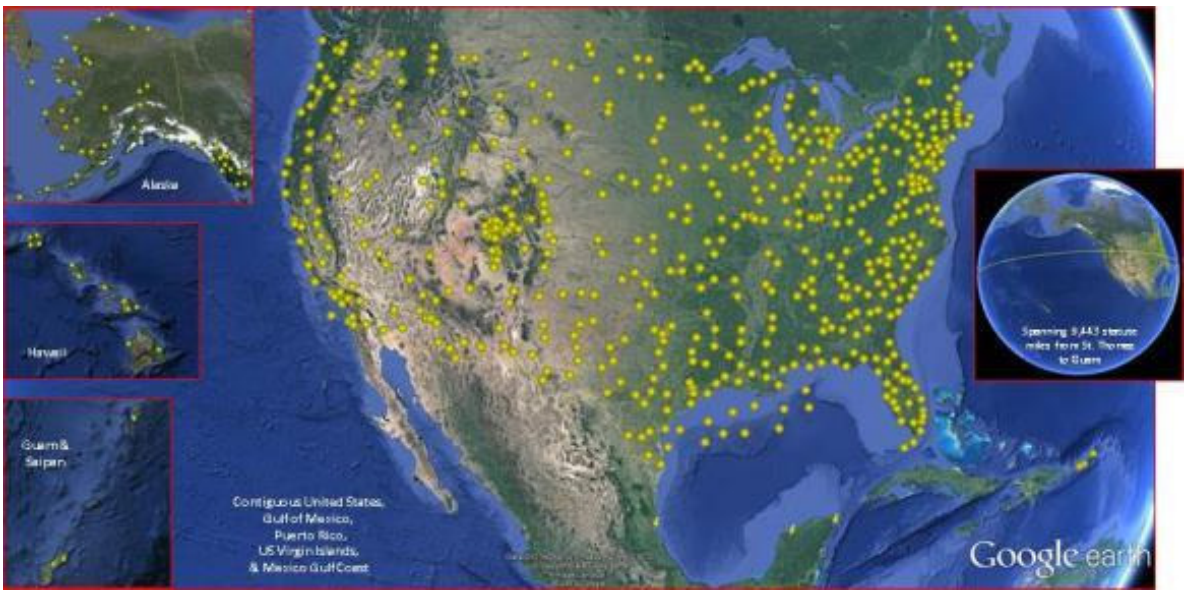
공항감시레이더를 이용한 민간무인기 전역탐지 가능성 (해발 1000ft 이하)

<그림 3-96> 지상기반 공중충돌 감지 및 회피 시스템(Ground-based Sense-and-Avoid, GBSAA) 최적 시설 설치위치 분석
(참고문헌: 윤석준, “차세대 항공기 위치감지시스템 (ADS-B) 구축 및 설계, CNS Today 2015년 2월호)

- 방송형 자동 종속감시 시스템(Automatic Dependent Surveillance-Broadcast, ADS-B) 조사 및 적용가능성, 최적 시설 설치위치 분석
  - ADS-B는 식별정보, 위치, 고도, 속도 및 기타 데이터를 주변으로 방송함

- ADS-B는 송신자 서브시스템, 수신자 서브시스템, 지상국으로 구성
- 지상국은 서버, 데이터처리 시스템, 모니터링 시스템으로 구성
- 종류: 1090ES(운송목적 항공기용) UAT(경량항공기용)
- 미국, 호주, 중국에서 상용화 단계 진입
- 미국의 ADS-B 운용비용은 연간 약 1,130억 원 이상으로 추정
- 국내 고흥 항공센터, 목포공항에서 시험운용 단계 (1090ES사용)
- 국내 고흥 항공센터 ADS-B 시스템 구축비용은 약 164,000천 원
- UAT를 이용하기 위해 978MHz 대역 주파수 확보가 필수적
- 기존 공역감시 시설로는 저고도 공역을 포함하는 공역 전체감지 불가
- 레이더기반 공역감시는 해발 1000[ft]이상 고도만 가능
- ADS-B 사용 시 1000[ft]이하 공역 감시 가능
- 국내 ADS-B 설치는 상전, 통신망, 진입도로 등 기반시설 구축이 완료된 국유지 혹은 통신망 중계소 근방에 수행해야 효과적
- 기존 공역감시 시설과 1090ES, UAT 시설의 복합사용으로 공역전체 감시 가능

  * (참고문헌: 윤석준, “차세대 항공기 위치감지시스템 (ADS-B) 구축 및 설계, CNS Today 2015년 2월호)



<그림 3-97> 미국의 ADS-B 지상 기지국(2014)

• 무인항공기용 내부측위방식을 적용하기 위한 센서기반 시스템

- 비행관리장치 (Flight Management System, FMS)를 이용한 내부측위
- GPS, 관성측정장치를 이용한 위치추정 알고리듬으로 자기위치 추정
- 대기데이터, 데이터링크, 엔진정보, 다기능 가시화장치, 항행수신기 포함
- 항로이동에 국한된 이용은 가능, 이착륙 이용은 불가 (요구정밀도 달성 불가)
- 외부관제요청 시 기존 관제시스템 이용불가 상황에서 대체방법으로 활용 가능

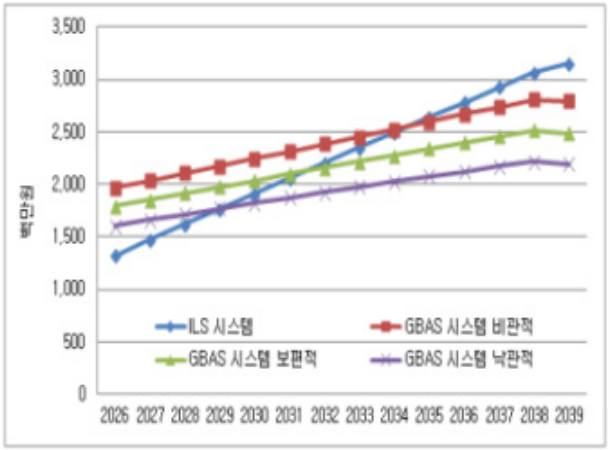
• 지상보강항법 시스템(Ground-Based Augmentation System, GBAS) 조사 및 적용가능성, 최적 시설 설치위치 분석

- GBAS: GPS기반의 정밀 접근 및 착륙 시스템, 공항 정밀 이착륙 지원 시설
- 위성시스템, 지상시스템, 항공기 탑재시스템으로 구성
- GBAS는 현재 CAT-I급 달성 가능
- 현재 해외에서는 CAT-II/III 달성목표로 연구진행 (관련 기술동향 파악 완료)
  * 미국은 NextGen 프로그램의 일부분으로 GBAS 기술 분야의 연구개발 추진
  * 미국은 GBAS를 차세대 항행시스템용 핵심기술로 선정, 집약적 연구 수행
  * 유럽은 GBAS 운영 및 구축 지원 활동을 지속하고 있으며, CAT-II/III 기술 요구조건들의 유효성을 검증하는 활동과 다중주파수와 다중위성군을 지원하는 GBAS 기술에 대해서도 연구를 진행 중임
- GBAS CAT-II/III 시설 국내 구축 가능성 및 경제성 분석 수행
- 국내 고흥-무안공항 간 GBAS 구축방안, 설치위치 선정 및 경제성 분석 수행
  * GBAS I 시스템 도입 및 설치비용 : Infrastructure, Civil works, Installation & Commissioning, Flight certification = 694 KEUR = 8억 4천만원
  * GBAS II/III 시스템 도입 및 설치비용 : Infrastructure, Civil works, Installation & Commissioning, Flight certification = 1,194 KEUR = 14억 5천만원
  * GBAS 시스템 연간 유지비용 : Operating cost/year = 43 KERU = 5천 2백만원
  * GBAS 시스템 내용연수 : 14년 (국토교통부 고시 항행장비 내용 년수)

* GBAS 설치 시 ILS 시설이용 비용보다 상대적으로 적은 비용으로 시설 운용 가능



<그림 3-98> 전 세계 GBAS 설치 공항; 초록색: GBAS 운영중, 파란색: GBAS 연구용, 노란색: SCAT-I 운영, 자주색: GBAS 설치예정 (출처: www.flygls.net)



<그림 3-99> 전ILS 시스템과 GBAS 시스템 비용 분석

GLS unit cost

The table below gives the GLS itemised costs in KEUR.

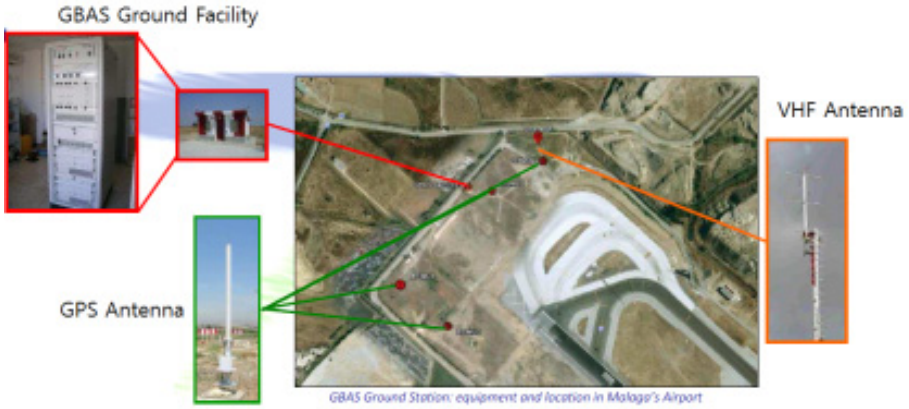
Cost items	Cost in K€
GLS CAT I Infrastructure	500
GLS CAT II/III Infrastructure	1 000
Civil works	44
Installation & Commissioning	120
Flight Certification	30
Operating cost/year	43

<그림 3-100> GBAS 시설 설치비용 (2005 Report, Eurocontrol Xls business Case)

- 공항시설로 설치 시 외부노출 시설은 GPS 수신용 안테나이고 100~200[m] 간격, 사각형 모양으로 설치 권고
- 외부시설 구축 시 해당 지역은 바람환경, 지형지물에 의한 장애가 없어

야 함

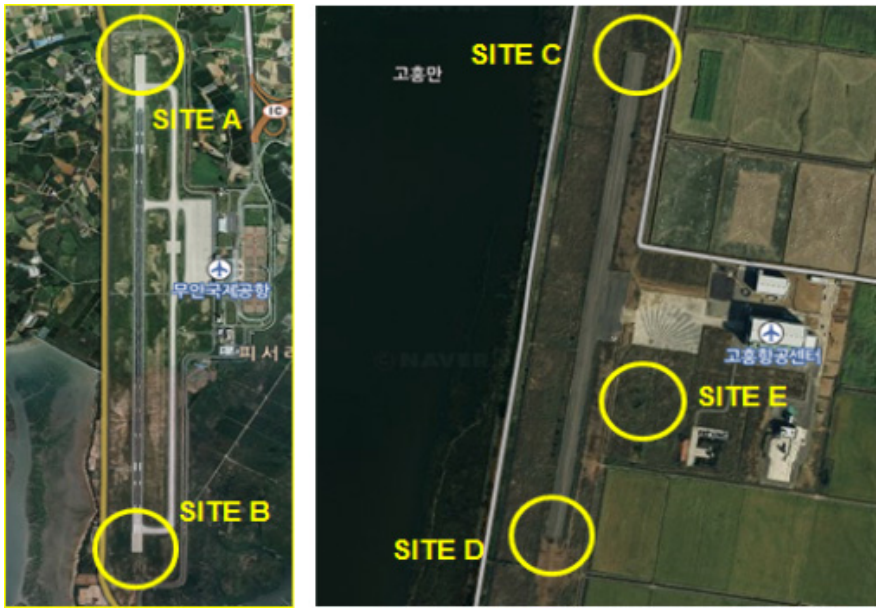
- 지상정보 수집 시스템 가시영역 내에 설치되어야 함
- 실제 시설위치 결정 시 측량을 통한 권고 간격, 분포 형상, 낮은 경사도 유지 필요
- 김포공항의 GBAS 설치 현황 분석을 통한 시설구축전략 확보
  * 지상장비는 활주로 32방향 녹지대 부근에 설치
  * 4대의 기준국 수신기로 공항내의 GPS 신호를 수집
  * 주 처리장치는 수집된 GPS 신호를 통해 보정정보와 무결성(Integrity) 정보 생성
  * 해당 정보는 최종접근구간(FAS) 데이터와 함께 항공기로 방송
  * 항공기에 탑재된 MMR(Multi-Mode Receiver)은 GPS 위성신호 및 GBAS 지상 장비에서 방송되는 신호를 수신하여 향상된 정확도의 위치정보 계산
  * 최종접근구간에서의 수평 및 수직 보호수준은 5m
  * 코스 정렬 정확도 시험 결과 김포공항의 GBAS 시설은 CAT-I급 정밀접근성 만족
- 무인항공기용 공항 후보지에 GBAS 시스템 설치구축 전략 수립
  * 지도 및 문헌조사(Map and Paper Assessment) 후 실측 방문조사(On-Site Assessment)를 수행
  * 지도 및 문헌조사는 문서상으로 작성된 공항의 배치도 및 개발계획도, NAVAID의 설치 현황 등을 기반으로 후보지 선정 (공항 및 GBAS 터미널 서비스 지역에 대한 지형차트 및 항공사진, 공항운영지역 내 환경보호지역의 위치, 공항 내 교통 패턴, 지면정보, 온도 습도 등의 환경 정보 검토 필요)
  * 실측 방문조사는 지도 및 문헌조사를 통해 선정된 후보지를 직접 방문하여 실제 GPS 데이터 취득 및 분석을 통해 위성신호 수신 환경을 조사 (VDB 안테나 설치장소 주변의 기존 NAVAID와의 전파 간섭에 대한 평가, 항공기와 VDB 안테나간의 LOS에 영향을 미치는 장애물에 대한 조사, 쉘터의 유지 보수를 위한 접근성과 전원 및 통신 가용성에 대한 조사, 실제 GPS 데이터를 수집하여 다중경로(multipath) 오차 분석, 가시위성 수 측정, GDOP 변화 분석을 통한 GBAS의 가용성 예측 수행 필요)



<그림 3-84> Malaga 공항의 GBAS 설치 환경 (출처: GBAS Implementation Status and GBAS Activities in Aena, IGWG, 2013)



<그림 3-85> Newark 공항과 Houston 공항의 GBAS 설치 위치 (출처: GBAS Performance Analysis/Activites Report, 2014)



<그림 3-86> 고흥, 무안 공항의 GBAS 지상장비 설치 가능상 지역(안)

□ (지휘/통제(C2)를 위한 시설) 민간무인항공기용 차세대 통신/통제장비 검토

- 민간무인항공기용 지휘/통제(C2)는 무인항공기 비행통제용 데이터통신과 관제사와의 음성통신으로 구성
- 민간무인항공기 사용되는 통신시스템과 위성통신을 위한 지상 통신시설 조사
- 민간무인항공기 지휘/통제(C2)방식 및 시설조사, 필요시설 선정, 대략적 비용산출 및 구축후보지 위치 선정
- 전파가시영역(Radio Line-Of-Sight, RLOS) 기반 지휘/통제(C2) 시설
  - 고성능 모뎀을 이용한 통신
  - 안테나 시설구성은 전방향 안테나와 지향성 안테나 혼용
  - 전방향 안테나는 단거리(~5[km]), 지향성 안테나는 중장거리(5~20[km]) 통신용
  - 항공교통관제시설에 정보수신용 안테나 및 서버시설 별도로 추가구축 필요
  - 안테나 및 서버시설구축 후 정보획득 알고리듬 추가하면 사용 가능
- 비가시영역(Beyond Line-Of-Sight, BLOS) 기반 지휘/통제(C2) 시설
  - 저궤도 혹은 정지궤도 위성 이용
  - 위성안테나를 포함한 지상국(사용자 입장의 수신국) 설치 필요
  - 항공교통관제시설에 지상국, 서버시설 구축 후 정보수신 알고리듬 추가 필요
  - 정지궤도 위성통신은 안테나/서버 시설 필수
  - 저궤도 위성통신은 별도 수신장비(휴대용도 있음)만 있으면 가능
- 정지궤도 또는 저궤도 위성활용 시 장단점 분석 수행
- 국내 정지궤도 위성사용 시 통신시간 지연성(0.3초 이상) 해결 필요
- 해외 저궤도 위성단 활용 시 비교적 고가의 유료서비스임을 감안 필요
  - 이리듐 위성: - Message 형식, 1Byte의 데이터당 0.0015달러가 부과됨
  - Globalstar 위성: - 15초의 데이터당 0.05달러가 부과됨
- 그 외에 서비스 질과 부가서비스에 따라 기하급수적인 비용증대

<표 3-58> BLOS C2를 위한 위성통신 종류

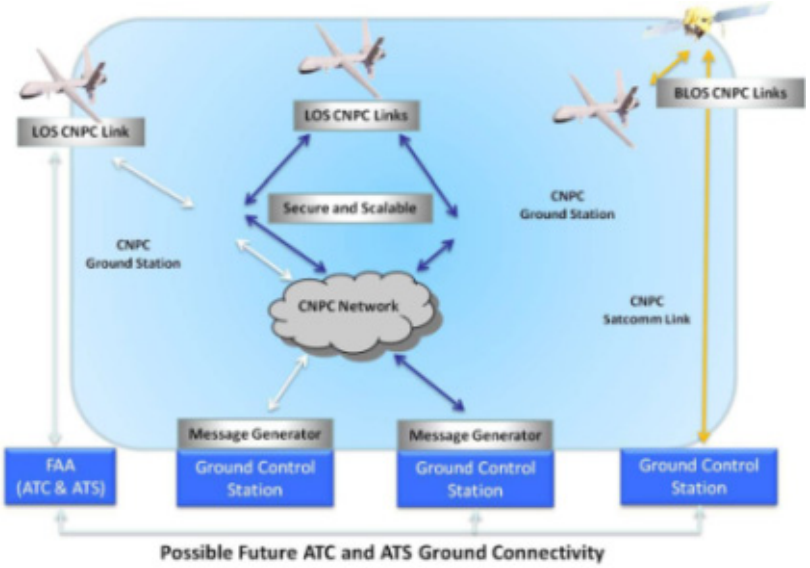
정지궤도 위성	저궤도 위성단
•약 35,000 km 고도의 위성 이용 •높은 데이터 전송률에 의해 안정적인 명령 전송 가능 •높은 전송률이 보장되어야 하는 이착륙 명령 하달 가능 •저궤도 위성보다 긴 수명을 가짐 •높은 고도로 인해 저궤도 위성보다 명령 시간 지연이 큼 •지형에 의한 차폐가 발생할 수 있음	•약 700~1500 km 고도의 다수 위성 •현재의 주류 저궤도 위성단은S, L-band 주파수를 사용하여, 전송률이 낮아 궤도 위에 올라 비행 중인 경우에만 C2 가능 •소수 위성 문제 시에도 기능 수행 가능 •단말의 소형, 경량화가 가능하여 휴대 가능 •모두 민간용이므로 군용 기준을 따르지 않고, 보안 문제 가능성 존재



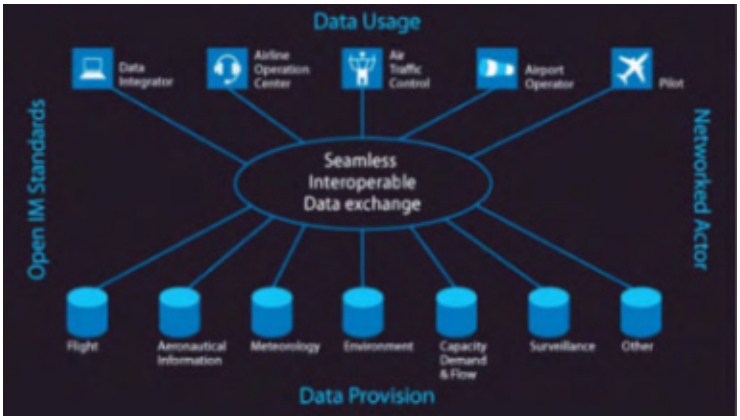
<그림 3-87> 위성통신 데이터 송수신용 안테나(좌: 정지궤도위성, 우: 저궤도위성)

- 민간무인항공기 운용을 위해 필요한 차세대 지휘/통제(C2)기술 도출
  - 무인이동체 고속 추적 및 통제이양(handover) 기술
  - 우선순위기반 Quality of Service(QoS) 기술
  - 지연내성망(Delay Tolerant Network) 기술
  - VoIP (Voice over Internet Protocol) 기술
  - Control and Non-Payload Communications(CNPC) 기술
  - System Wide Information Management(SWIM) 기술
- 국제 통신협회(International Telecommunication Union)의 World Radio Communication Conference (WRC)에서 무인항공기 CNPC용 주파수 할당 (5GHz 대역)
- CNPC와 SWIM의 연동가능성 분석
- 지휘/통제(C2)시설구축방안과 차세대 필요기술 도출결과를 융합하여 최적 지

휘/통제(C2) 시설 구축방안 도출



<그림 3-88> CNPC 기반 네트워크 시스템



<그림 3-89> 정보 교환 중심 네트워크- SWIM의 개념

나. 민간무인항공기 운용 기법 연구

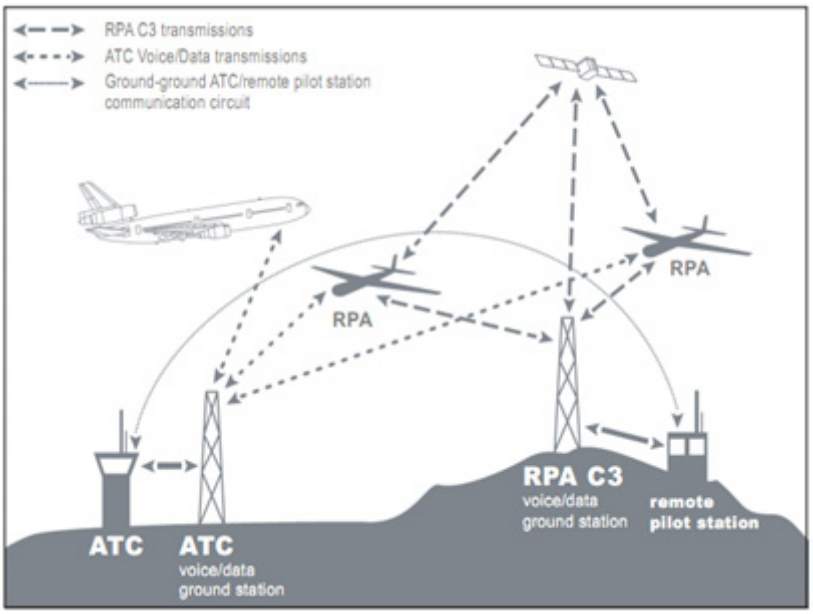
1) 유/무인 혼용운용 기법/절차 연구

□ (국내 항공교통관제 자료조사 및 분석) 유인기 위주의 관제절차 분석

- 국내 유인기 관제절차 자료수집 및 분석
- 국내 적용중인 항공교통관제 개념, 절차, 법률적 근거 및 관제범위 분석
- 비행절차 및 관제공역과 관련된 관제사 업무 분석

- 비행장-접근-항로관제로 구분하여 업무 분석

• 향후 국내 공역에서 유/무인항공기 혼용운용 시 별도로 추가되는 관제사 업무 분석을 위해 기반자료로 활용



<그림 3-90> 민간무인항공기의 공역 내 운용 개념도

□ (국외 항공교통관제 자료조사 및 분석) 무인항공기 위주의 관제절차 분석

• ICAO는 무인항공기를 유인기와 동등한 수준의 right-of-way 부여

• 국외자료 조사, 분석을 통해 국내 유/무인항공기 혼용운용 방안 획득 목적

• 미국(FAA), 유럽(EuroControl), 영국(CAA), ICAO의 민간무인항공기 관제 및 운용절차 자료분석

- 공역구역별 제한 설정, 무인항공기는 주요 공역에서 비행이 불가능하도록 통제(임시)
- 주 관제소와 내부조종사 간의 음성 또는 메시지 교신 필수
- 내부조종사와 무인항공기간의 통신 두절 대비를 위한 대책 필수
- 무인항공기의 이상 작동 시 비상절차 및 기동설정 필수
- 비상 상황 발생 시 무인항공기의 모든 기동과 관제는 유인기의 안전을 최우선화
- 내부조종사는 무인항공기의 임무수행 전 과정 감시

- 관제사와 내부조종사는 음성통신으로 상황 교환

• 국가별 특이사항 분석

- 미국: 관제사와 내부조종사의 음성교신 필수강조
- 유럽: 자동 충돌감지 및 회피능력 유인기 수준으로 요구
- 영국: 무인항공기를 나타내는 콜사인 부여, ADS-B 적극 사용

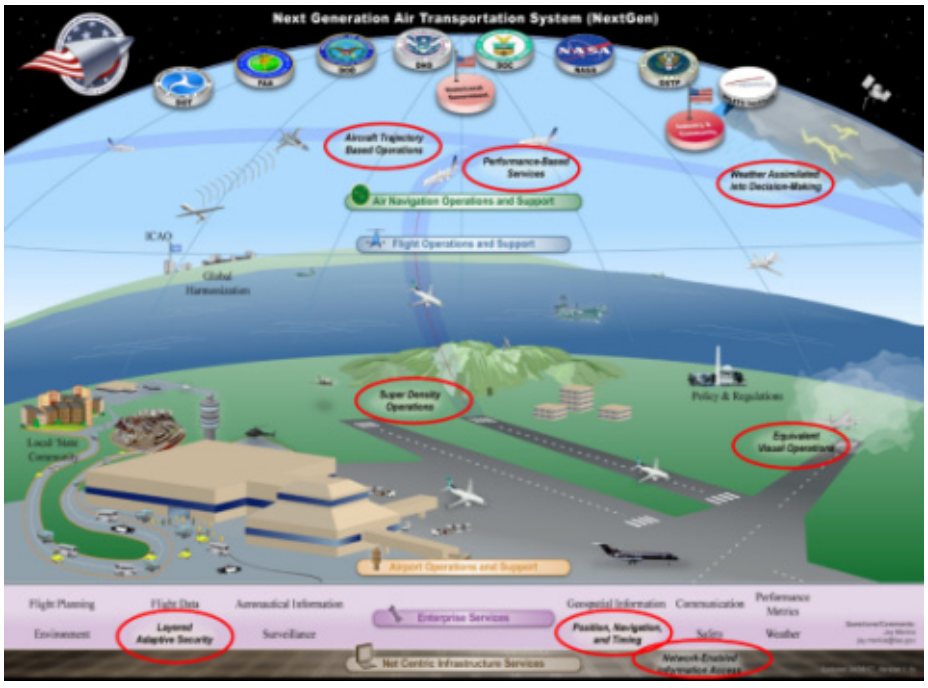
• 국내 유/무인항공기 혼용운용 관제절차 및 시스템 효과적 구축, 주의사항 획득

- 유인기 수준의 비행계획서 제출 및 내부조종사의 음성교신 시스템 구축
- ADS-B를 활용한 관제시스템 구축, 관제기반 충돌 감지 및 회피 기본운영 필수
- 비상상황 대처권한을 관제사/내부조종사 동시 부여 혹은 다수 인원 운영
- 무인항공기를 나타내는 콜사인 부여 및 관제화면 데이터블록에 표시

□ (차세대 항공교통시스템 분석) 무인항공기 기반의 항공교통 시스템

• 차세대 항공교통시스템(NextGen) 조사 및 적용 가능성 분석

• NextGen의 안전성, 운용효율성 증대 및 환경개선 기능을 국내 유/무인항공기 혼용운용 기법에 적용할 필요성 있음



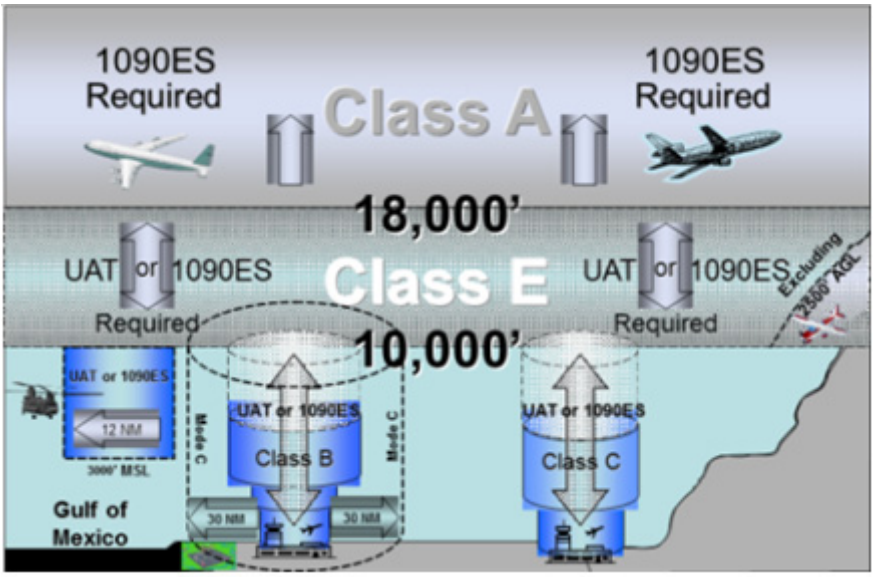
<그림 3-91> NextGen 모식도 (출처: www.nws.noaa.gov/nextgen)

- NextGen의 6개 구성요소의 기능 분석 수행
  - Automatic Dependent Surveillance-Broadcast (ADS-B)
  - Collaborative Air Traffic Management Technologies (CATMT)
  - Data Communications (Data Comm)
  - NextGen Weather
  - System Wide Information Management (SWIM)
  - The National Airspace System Voice System (NVS)
  - Atlantic Interoperability Initiative to Reduce Emissions (AIRE)



<그림 3-92> NextGen의 6요소 모식도 (출처: www.nws.noaa.gov/nextgen)

- NextGen의 주요 기능은 크게 두 가지로 요약분석 가능
  - Traffic Information Service-broadcast (TIS, 항공기 위치, 지상감시 데이터)
  - Flight Information Service-broadcast (FIS, 날씨, 기상정보, 사고 예방 정보)
- 위 두 가지 기능을 통해 고차원 교통관제 및 항행안전 강화 가능
- 기존 유인기는 관제소 간 통신채널을 통해 해당 정보 송수신 가능
- 무인항공기는 SWIM 기능이 구현되어야 해당 정보 송수신 가능
- 단기간에는 내부조종사에게 정보 송신하여 가시화하는 방향으로 구현 가능
- NextGen의 국내 도입방안 검토
  - 미국은 SWIM 개발의 최종 단계를 진행 중으로 2016년 개발 완료 목표



<그림 3-93> ADS-B가 요구되는 공역(출처: www.faa.gov)

- 국내 실정: 국제적 CRV(Common Regional VPN) 네트워크 체계 구축사업 수행
- SWIM 네트워크 시스템으로 체계전환 후 단계적으로 NextGen 도입사업 수행

• 결과적으로 국내 유인기용 SWIM 시스템 개발 이후 무인항공기용 SWIM 도입 가능하므로 NextGen의 유/무인항공기 혼용운용도 해당 시점에서 수행 가능

• 미국은 조종사, 관제사에게 비행관리장치(FMS), ADS-B 사용기술 교육 수행

• 향후 국내 무인항공기 내부조종사도 해당 기술교육 필요성 있음

• 단기간 기술구현 시 아래 두 가지 요소 구현 필수
  - ADS-B 송신기(무인항공기), 수신기(지상시설) 설치 후 데이터 관리
  - 공항주변 및 공역 내 기상상황정보 데이터화하여 방송화(broadcasting)

□ (시뮬레이션 환경 개발) 유/무인항공기 운용 시뮬레이션 수행

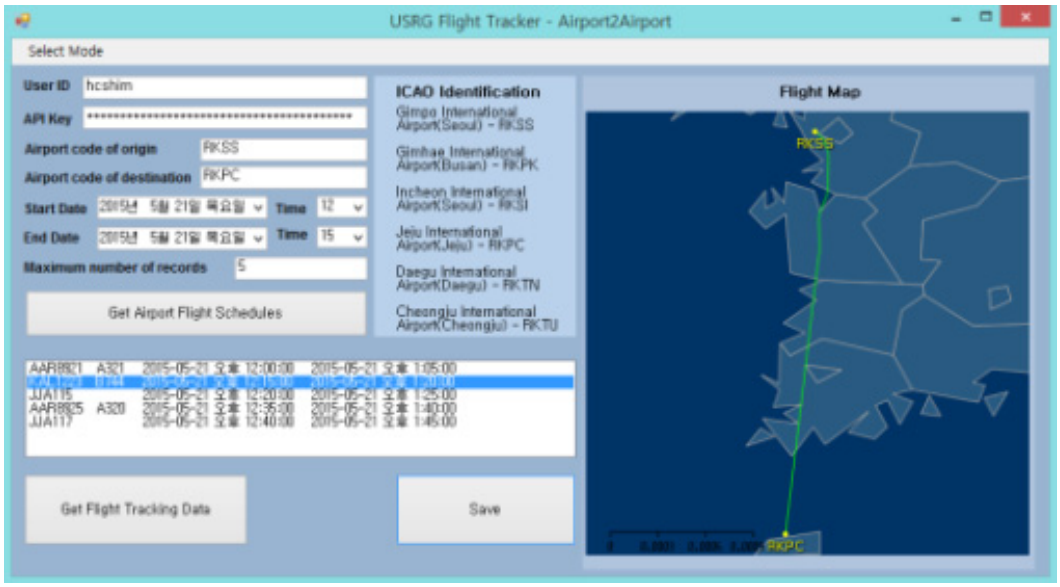
• X-Plane 기반의 유/무인항공기 혼용 시뮬레이션 환경 개발

• 가상 시뮬레이션을 통해 유/무인항공기 혼용운용 관제 및 자동 충돌 감지 및 회피 알고리듬 성능검증 수행 가능

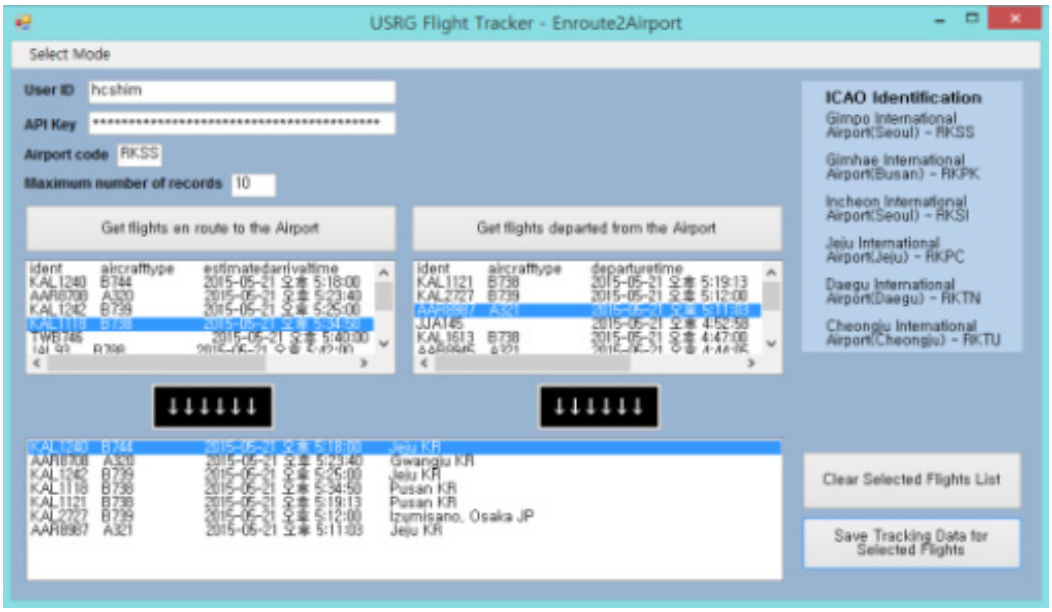
• 과거 및 실시간 비행정보는 FlightAware사에서 제공하는 데이터 활용

• 제공하는 데이터는 ADS-B정보를 기반으로 위치, 경로, 비행시각 등을 포함

- 과거의 데이터를 획득하는 Airport2Airport 모드 소프트웨어 개발
- 실시간 데이터를 획득하는 Enroute2Airport 모드 소프트웨어 개발
- 무인항공기 데이터는 기 보유한 Pilot-in-the-loop 시스템을 이용하여 획득 가능
- 향후 유/무인항공기 혼용운용 시뮬레이터의 제반기술로 활용 가능



<그림 3-94> Airport2Airport 모드, 특정 항공기의 공항 간 이동경로 획득



<그림 3-95> Enroute2Airport 모드, 지정 공항으로 이동하는 항공기 데이터 획득



<그림 3-96> X Plane10 ADS-B 실시간 피드 결과 로컬 맵(인천공항)

2. [성과 16] 민·군 연계협력 방안 검토 보고서

가. 국내 활용가능 근 인프라 파악 및 활용가능성 분석

1) 군용무인항공기 인프라 구축 현황

□ 개발 인프라

- 주요 개발업체 및 기관
  - 군단 무인항공기를 필두로 중고도, 차기 군단, 사단 및 대대급 무인항공기 등의 국내 개발로 대한항공 등 다수의 민간업체 및 국방과학연구소가 군용무인항공기 주요 개발업체/기관으로 참여 중

<표 3-59> 주요 체계 및 시제개발 업체 현황

업체명	주력 무인항공기 제품군	대표 기종
대한항공	중/대형 및 특수임무기	사단 무인항공기 중고도 무인항공기
한국항공우주산업	중/대형 및 특수임무기	군단 무인항공기 차기 군단 무인항공기
유콘	중/소형 및 특수임무기	리모아이 무인비행선
성우엔지니어링	중/소형	리모-H
넥스앤텍	소형	ARIS LITE-V 멀티콥터

<표 3-60> 주요 체계개발 기관 현황

기관명	주력 무인항공기 제품군	대표 기종
국방과학연구소	중/대형 및 특수임무기	중고도 무인항공기
항우연	중/대형 및 특수임무기	틸트로터 무인항공기

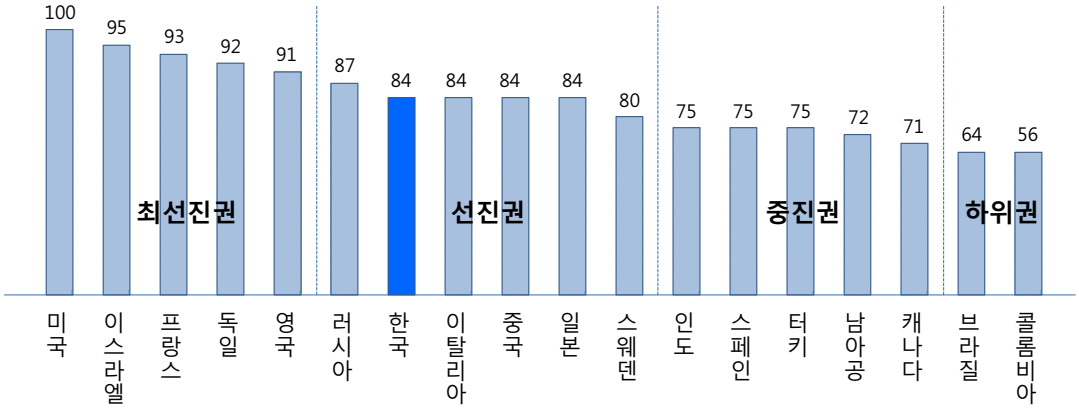
- 개발 및 시험 시설/설비/장비
  - 국내 무인항공기 개발사업 활성화 기반, 기존 유인항공기 개발/시험 인프라에 더하여 무인항공기 체계 및 구성품의 개발/시험 인프라 완비 및 지속적 확충 중
  - 현 국내 비행장 중 비행시험을 위한 시설로는 고흥항공센터가 유일 하며,

민수 및 군용 개발 항공기의 비행시험 장으로 연계 활용 중

- 방산사업의 경우 개발 항공기의 비행시험에 군 운용 비행장의 이용을 지원 하고 있음

• 기술 인프라

- 한국은 현재 중국, 일본 및 이태리 등과 더불어 세계 7위권 수준으로 선진권 수준의 독자적 무인항공기 체계개발 기술을 보유 중



<그림 3-97> 세계 무인항공기 기술수준 (국방기술품질원 2013년 기준)

* 운용자 편의성 및 휴먼에러 요소 감소를 위한 자율비행
* 다종 체계의 복합 운용환경 및 통합 관제를 위한 충돌 감지 및 회피 및 다종 체계간의 데이터링크 공통화/표준화
* 무인항공기 활용분야 확대를 위한 임무장비의 성능향상 및 소형경량화
* 성능개량 및 임무장비의 교체장착 용이성 확보를 위한 임베디드 소프트웨어 및 기체 구조의 모듈화 개발 등으로, 동 분야로 연구역량을 집중하고 있음

□ 운용 인프라

• 비행장

- 현재 육군 운용 비행장 중 5개 비행장이 무인항공기 운용에 활용되고 있으며, 이중 1개 비행장만이 무인항공기 전용 비행장으로 활용중.
- 공공기관 및 민간업체 운용 무인항공기의 대부분이 소형 핸드론치 및 수직이착륙 형으로 비행장 소요 부재에 따른 이용 사례 없음

• 정비시설

- 각 비행장 별 간단한 야지/운용정비 지원을 위한 시설이 구축 되어있으며, 긴급 이동정비 및 창정비의 지원은 개발업체 인프라를 활용 중

• 교육시설

- 육군정보학교 예하 공중정찰교육대에 의한 통합교육센터를 운영, 비행 및 시뮬레이터를 이용한 운용자 양성을 주관
- 각 운용부대에서는 전자식 교범을 활용 운용자 유지 교육 수행
- 신규개발 무인항공기의 초기 운용자 양성교육은 업체 주관이나, 현재 구축/유지된 교육 시설 및 체계는 미비
- 민간 교육시설로 한서대에서 지난 2013년 무인항공기학과를 신설 무인항공기 개발 및 운용 인력 양성 중

• 관제시설

- 관제 주관은 육군항공에서 수행하며, 공역할당 및 비행승인은 공군작전사령부를 통하고 있음

2) 활용가능 방안

□ 개발 인프라

• 주요 민간 개발업체 및 3개 민간업체는 기 개발된 군용무인항공기의 성능개량 및 개조를 통한 민간무인항공기 개발 노력을 다각적으로 검토 중에 있음. 대표적 사례로 항우연과 대한항공이 공동개발한 고속 수직이착륙 무인항공기(틸트로터 무인항공기)의 민·군 연계개발 사업화를 위해 노력하고 있음.

• 개발 및 시험설비의 연계활용은 다양한 분야에서 이루어지고 있으나, 비행시험장의 공통활용에 있어서는 현재까지 제약이 많은 상황임. 이유로는 군 시설의 보안상 문제도 있겠으나, 신규 개발되는 항공장비의 외부로의 노출에 따른 문제 역시 수반되는 바, 비행시험장의 연계활용에는 앞으로도 어려움이 산재할 것으로 예상됨. 이에 비행시험 시설의 공동 활용에 있어서는 민·군 연계보다는 유·무인 인프라의 연계활용방안의 검토가 적합하며 이를 위한 안정성을 확보하기 위한 연구가 선행되어야 할 것임.

• 기술적 측면에서의 연계활용은 기 활성화 되어 있으나 이를 활용하여 민·군 겸용 구성품의 개발은 다소 미진한 상태임. 이에는 다양한 사유가 있으나 가장 근본적인 이유는 민·군 간의 상이한 이용자 요구조건임. 이는 상업성을 중시하는 민수시장과 고성능을 중시하는 군수시장의 차이에 기인한 것으로

이 간극은 쉽게 좁혀지지 않을 것으로 예상됨. 단, 소프트웨어 등의 일부 연계활용이 가능한 부분에 대해서는 지속적인 표준화 노력이 요구됨

□ 운용 인프라

- 비행장 및 관제시설 등에 있어서는 연계활용 사례가 유인기를 통하여 입증된 바 있으며, 이의 선례를 준용한 연계노력이 가능할 것으로 예상됨
- 정비시설의 경우 유인기와 동일하게 국내 주요 항공기 정비업체를 활용한 민·군 무인항공기 정비가 가능할 것으로, 향후 가장 기대되는 연계활용 인프라 중 하나가 될 것임.
- 교육시설의 경우 인증된 민간무인항공기 개발업체에 의한 운용시 그 연계 활용성이 가장 클 것으로 기대됨

3) 연계 활용에 따른 기대효과

□ 개발 인프라

- 개발 비용의 중복투자 및 기간 단축 가능
- 개발제품의 추가적 소요 제시를 통한 업체 개발부담 완화
- 기술 표준화 촉진을 통한 신뢰성 및 경쟁력 강화

□ 운용 인프라

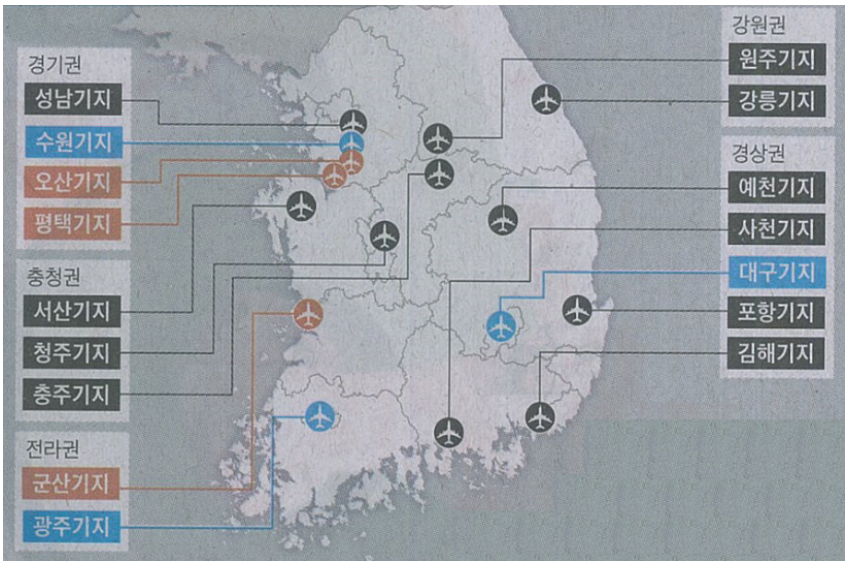
- 비행장 및 관제시설의 이용률 확대를 통한 기반시설 확충 및 유지지원
- 교육시설의 연계활용을 통한 상호 교육체계의 보완 및 일관된 운용자 수준관리 및 인증제도의 일원화 지원
- 민군 정비체계의 현행 유지를 통한 기술적 신뢰도 및 육성에 더불어 부품조달 용이성 및 재고보관 부담 완화

나. 군 인프라 민간연계 협력방안

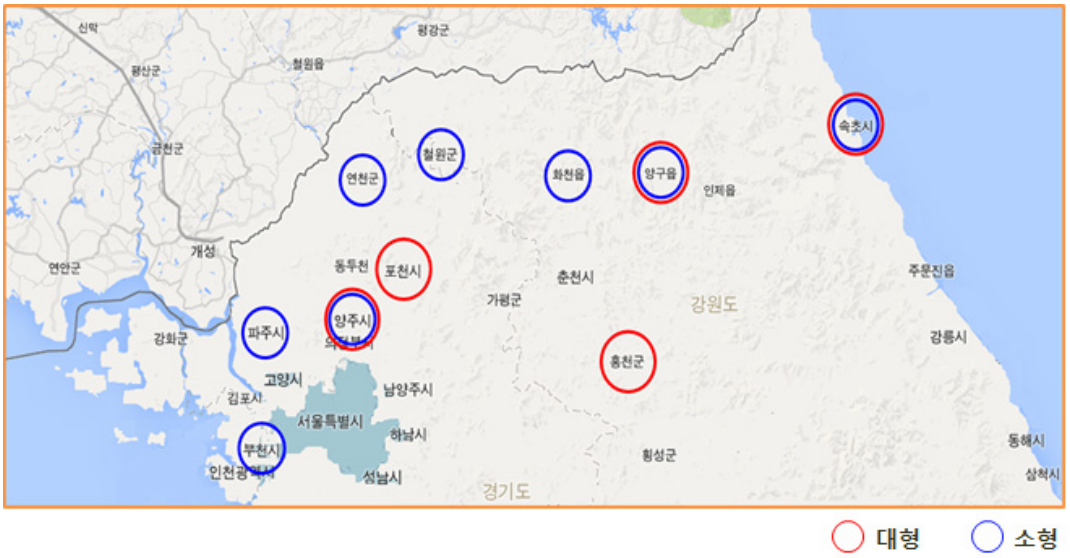
1) 군용 시설 민간연계 방안

□ 비행장 및 인프라

- 군 운용 공항 (공군)
  - 총 16개 공항 운용 중
  - 경기권 4개 : 성남, 수원, 오산, 평택
  - 충청권 3개 : 서산, 청주. 충주
  - 전라권 2개 : 군산, 광주
  - 강원권 2개 : 원주, 강릉
  - 경상권 5개 : 예천, 사천, 대구, 포항, 김해
- 민용 공동 사용 공항
  - 총 6개 공항 공동사용 중
  - 충청권 1개 : 청주
  - 전라권 1개 : 광주
  - 강원권 1개 : 강릉
  - 경상권 3개 : 사천, 대구, 김해



<그림 3-98> 전국 군 공항기지 현황 (공군)



<그림 3-99> 군 운용 공항 (육군)

- 미군 단독 또는 한미 공동 사용 공항
  - 총 3개 공항 사용 중
  - 경기권 2개 : 오산, 평택
  - 전라권 1개 : 군산
- 군 운용 공항 (육군)
  - 총 10여개 공항 운용 중
  - 대형급 : 양구, 홍천, 속초, 포천, 양주 근방
  - 소형급 : 파주, 양주, 부천, 연천, 철원, 화천 근방



<그림 3-100> 군용 비행장 전경 및 기반시설 현황

- 고흥 항공센터 (항우연)
  - 항우연 소유의 항공센터로 활주로 및 기반시설 보유 중
  - 비행장 : 길이(800m) x 폭(40m)
  - 민·군용 항공기/무인항공기 개발/운용시험 수행 및 운용 경험 보유
  - 향후 인프라는 민·군 무인항공기 실용화를 위해 활용 가능

- 기타 비행장
  - 항공대 : 수색 비행장
  - 한서대 : 태안 비행장
  - 대한항공 : 제주 정석 비행장
  - 현재 민용 비행훈련용 항공기 교육에 활용 중

- 향후 민·군 무인항공기 실용화를 위해 활용 가능



<그림 3-101> 기타 비행장 전경 및 기반시설 현황

2) 군 무인항공기 인증체계 적용 방안

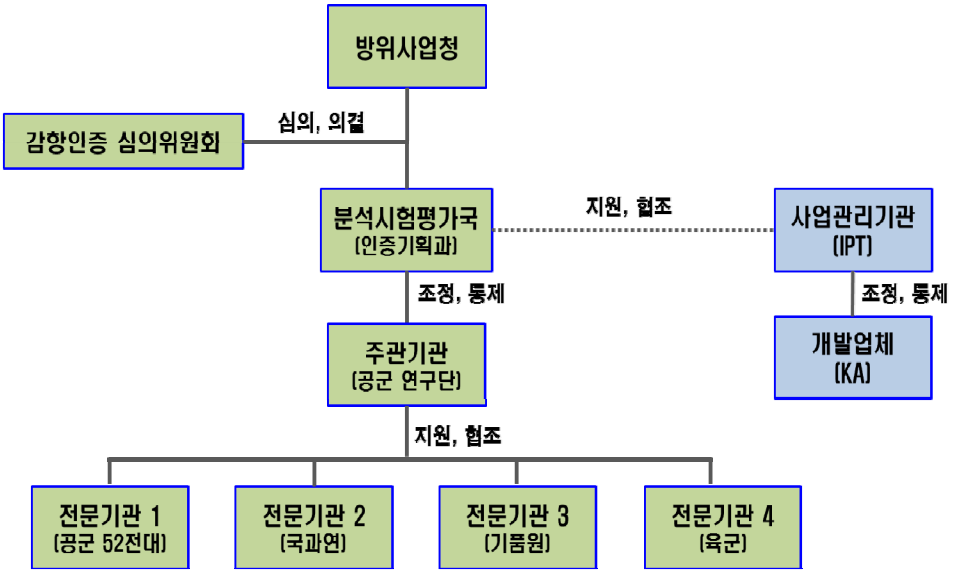
□ 감항인증

- 감항인증
  - 민용(감항증명) : 감항성이 있다는 증명
  - 군용(감항인증) : 군용기가 감항성을 가지고, 요구된 항공기 체계의 성능과 기능을 발휘할 수 있음에 대한 정부의 인증
- 군용 감항인증 기본방침
  - 감항인증은 설계, 시제작, 시험평가 및 생산단계별 규정된 운용범위 내에서 비행안전성과 기능 적합성을 군의 운용요구도, 각 개발규격서 및 비행교범과의 일치를 확보하기 위한 일련의 인증관련 업무를 수행하는 것임
  - 군용무인항공기는 군용항공기 비행안정성 인증에 관한 법률에 따라 군 당국의 감항인증체계를 적용하여 비행안전성 확인 및 군 요구사항 충족여부 확인 등 인증행위를 수행하고, 사업완료시 국내 무인항공기개발 감항 인증체계를 정립함
- 군용항공기 감항인증 법률체계

- 군용항공기 비행안전성 인증에 관한 법률 (법률 제 11559호)
- 군용항공기 비행안전성 인증에 관한 법률 시행령 (대통령령 제24402호)
- 군용항공기 비행안전성 인증에 관한 법률 시행규칙 (국방부령 제792호)
- 군용항공기 비행안전성 인증에 관한 업무규정 (방위사업청 훈령 제214호)

• 군용항공기 감항인증 조직 및 역할

- 방위사업청 분석시험평가국
  * 주관기관 및 전문기관 간 업무 조정 · 통제
  * 감항성 심사 주관 및 감항인증서 발행
  * 감항인증계획 작성지침 수립
- 방위사업청 IPT (Integrated Product Team, 통합사업관리팀)
  * 감항인증방안 수립 및 신청
  * 감항인증계획안 수립
  * 감항인증에 대한 사업 관리
- 주관기관 (공군 연구단)
  * 전문기관 감항인증 수행결과 종합 및 제출
  * 감항인증기준 검토결과 종합 및 제출
  * 주요안전품목 관리
- 전문기관 (공군, 국방과학연구소, 기품원)
  * 공군 : 비행교범 및 비행시험 검증
  * 국과연 : 설계/해석 검증
  * 기품원 : 개발/생산 합치성 검증
- 개발주관기관 (산업체)
  * 감항인증 업무 지원 및 감항성 확보 업무 수행
  * 개발대상 군용무인항공기 감항인증기준 수립
  * 감항인증계획서 작성
  * 적합성, 합치성 입증방법 수립*



<그림 3-102> 군용무인항공기 감항인증 조직도

- 군용무인항공기 감항인증 적용 사례
  - 군용무인항공기의 국제적인 감항인증 기준은 회전익의 경우는 없음. 고정익의 경우는 중량 150kg 이하는 STANAG 4703을, 150kg 이상에 20,000kg 이하는 STANAG 4671의 기준을 적용하고 있음
  - 국내에서는 군용무인항공기에 대한 감항인증을 적용한 사례가 없으며, 현재 대한항공이 개발 중인 군용무인항공기에 처음으로 감항인증 기준을 정의하여 개발단계에 적용하고 있음
  - 국내에서 개발 중인 고정익 군용 무인항공기는 국제 기준인 STANAG 4671을 테일러링하여 적용하고 있으며, 총 1,378 항목 중 850 항목을 적용중
    * Subpart A 일반 : 총 13 항목 중 3 항목 적용
    * Subpart B UAV 비행 : 총 159 항목 중 89 항목 적용
    * Subpart C UAV 구조 : 총 221 항목 중 151 항목 적용
    * Subpart D UAV 설계 및 제작 : 총 159 항목 중 105 항목 적용
    * Subpart E UAV 추진체 : 총 326 항목 중 136 항목 적용
    * Subpart F 장비 : 총 167 항목 중 106 항목 적용
    * Subpart G 운용 제한치 및 정보 : 총 109 항목 중 89 항목 적용
    * Subpart H 명령 및 통제 데이터링크 : 총15항목 중 14 항목적용
    * Subpart I UAV 통제소 : 총 209 항목 중 157 항목 적용

<표 3-61> STANAG 4671 항목별 구성

Subpart	항 목	세부 구성
A	일반	-
B	UAV 비행	- 일반 - 성능 - 비행특성 - 조종성 및 기동성 - 안정성 - 실속 - 스핀(나선강하) - 지상취급 특성 - 기타 비행요건 - 캐터필트 및 로켓 보조 이륙 UAV - 낙하산 착륙 시스템
C	UAV 구조	- 일반 - 비행 하중 - 조종면 및 시스템 하중 - 수평꼬리날개 - 수직 조종면 - 에일러론과 특수장치 - 지상 하중 - 피로 평가 - 캐터필트 및 로켓 보조 이륙 UAV - 낙하산 착륙 시스템
D	UAV 설계 및 제작	- 일반 - 조종면 - 조종 시스템 - 재하중 및 장비 격실 - 여압 - 화재 보호 - 전기적 접속 및 낙뢰 보호 - 낙하산 착륙 시스템
E	UAV 추진체	- 일반 - 연료시스템 - 연료시스템 구성품 - 윤활 시스템 - 냉각 - 액체 냉각 - 흡입시스템 - 배기시스템 - 추진체 제어 및 부가장치 - 추진체 화재보호

F	장비	- 일반 - 측정 장치 장착 - 전기 시스템 및 장비 - 조명 - 기타장비 - 자동 이착륙 시스템
G	운용 제한치 및 정보	- 일반 - 알림, 표식 및 게시물 - UAV 시스템 비행교범
H	명령 및 통제 데이터링크	- 명령 및 통제 데이터링크
I	UAV 통제소	- 일반 - UAV 통제소에 시현되는 데이터 - 제어기 - 지시기 및 경고 - 정보, 표식 및 게시물 - 기타

- 대한항공이 체계개발한 군용무인항공기에 대하여 2014년 10월 29일 국내에서는 처음으로 방위사업청으로부터 형식인증을 취득함



<그림 3-103> 국내 형식인증 취득
군용무인항공기 형상

□ 군 무인항공기 시험평가 항목

- 방위사업관리규정에 기술된 항목에 대하여 시험평가를 실시함
- 개발시험평가 항목
  - 기본성능시험
  - 소프트웨어 시험
  - 환경시험

- 전력화지원요소 기술적 입증시험
- 신뢰성 시험
- 정비성 시험
- 내구성 시험
- 인체공학 적합성 시험
- 수송적응성 시험

• 운용시험평가 항목

- 작전운용성능의 충족성 시험
- 군 운용의 적합성 시험
  * 운용 및 조작 편의성에 관한 적합성, 안정성 시험
  * 전술적 운용의 적합성
  * 환경 적응성 시험
  * 지상전술 C4I(Command, Control, Communication, Computer & Intelligence) 체계와 상호연동성 시험
- 전력화지원요소의 실용성 확증시험

□ 군 무인항공기 비행시험 및 절차

• 비행시험 전 준비사항

- 주파수 할당 신청
  * 비행시험 계측장비 주파수는, 데이터링크 주파수 신청 시 함께 신청
  * 필요 시, 관할 전파관리소(광주, 강릉)에 개별 신청
- 비행계획 승인
  * 항공법 제68조에 의거 ‘군사목적으로 사용되는 초경량비행장치를 비행하는’ 경우 비행계획 승인 불필요
  * 단, 시험 전 군사목적 비행장치 관련 입증자료 공문 발송 필요
  * 처리 기한 : 비행 전 4주 이내
  * 관할 기관 : 부산지방항공청
- 공역 신청
  * 공역 관할 기관 : 부산지방항공청
  * 신청 기한 : 비행 전 2주 ~ 4주 이내
  * 고흥항공센터 반경 3.5km, 고도 500ft 내 비행시 공역신청 불필요
- 비행시험장 신청

- 비행시험 단계
  - 체계배치
    * 활주로에 회수장비 설치
    * 이착륙 통제장비 활주로 이동
    * 지상체 운반장비 이동
    * 계측장비 배치
    * 내부통신 장비 설치
  - 비행체 이동 및 점검
    * 비행체 활주로 이동
    * 외부전원 연결
  - 통신개설 및 엔진 시동
  - 이륙준비
    * 비행장 기상정보와 지상통제소 기상정보 비교 후 이륙 판단
  - 이륙 및 상승
  - 고도 OO 진입
    * 비상모드 직선상승 선택
    * 안테나 및 출력 전환
  - 수평비행 진입
  - 패턴비행
  - 착륙

다. 해외 민·군 무인항공기 연계활용 사례

1) 미국

□ 미국의 무인항공기 민·군 협력 내용

- 미국에서는 기 개발된 다 수의 군용무인항공기를 민간용으로 운용 및 활용하고 있으며, 군용 비행장을 민용 무인항공기 개발 시 활용하고 있음

- 글로벌호크
  - 2007.10, 미국 캘리포니아 대규모 화재 시 정찰임무 수행
  - 2010.1, 아이티 지진당시 국제구호 작업을 위한 정찰입무 수행
  - 2011.3, 일본 지진 및 쓰나미 발생으로 후쿠시마 원전의 방사능 오염 지역

에서 사진촬영 및 데이터 수집
- 2013.12, 캐나다 북극지역 환경탐사 및 데이터 수집
- 2013.8, 대서양 상공에서 히리케인 진로/강도 예측 자료 수집 등 재난재해 방지 및 구호활동 활용 준비
- 2013.11, 필리핀 태풍피해 복구를 위한 광학사진 촬영을 통해 태풍피해 조사와 기반시설 복구에 활용
- 2014,1, 호주 상공에서 기상측정 시험 운용 (열대성 태풍 진로 예측 통한 재난 방지)



<그림 3-104> 글로벌호크 활용

• 프레데터 : Guardian(Predator B) 및 INCA(Predator A) 등 민간용 응용 개발
  - Guardian : 2012.8, 미 Homeland Security 에서 미국-캐나다 국경감시 및 남부 프로리다 해안에서 해안경비용 운용
  - INCA : 2007년 캘리포니아 대형 산불 진화 지원임무 수행 (산불감시 및 산불지도 작성용으로 NASA와 공동 개발)



<그림 3-105> 프레데터 활용

- 스캔이글
  - 2013.7, 북극지방에서 빙산 및 어족자원 보호(고래 탐사활동) 지원 (미 최초 FAA 무인항공기 형식 인증)
  - 미 정유회사 코노코필립스의 알래스카 바다 조사활동에 활용



<그림 3-106> 스캔이글 활용

- 새도우 200
  - FAA로부터 민간공항에서 운용이 가능한 특별감항인증 받음



<그림 3-107> 새도우 200 활용

- 퓨마
  - 2014.6, FAA로부터 민간용으로의 활용에 대한 첫 승인 획득
  - 미 알래스카 푸루드호만 인근에 설치된 송유관로, 도로, 시설 조사에 활용 중
  - 북극해 보퍼트해에서 기름 유출 감시 및 야생보호 용도로 활용



<그림 3-108> 퓨마 활용

- 군용무인항공기를 민간용으로 완전하게 운용하기 위해서는 민간 공역에서 유인기와 통합 운용을 위한 법/제도 수립과 안전 운용을 위한 기술 개발 및 적용의 문제가 남아 있으며, 미국 FAA는 이 문제의 해결을 위해 연구를 진행중

2) 이스라엘

□ 이스라엘의 무인항공기 민·군 협력 내용

- 이스라엘에서는 수요 군과 개발/생산자 간의 밀접한 관계를 유지함
  - 군 입대 자원 중 무인항공기 관련 분야 근무경력 인원은 반드시 무인항공기 부대에서 근무할 수 있도록 인력을 관리함
  - 무인항공기 운용 부대에서 근무한 장병들은 전역 후 다시 무인항공기 관련 회사의 연구개발이나 생산과정에서 일할 수 있도록 인적자원을 관리함
- 인적자원 관리를 통한 국가 무인항공기 개발에 적극 활용함
  - 군에서의 운용경험을 새로운 무인항공기 개발이나 기존 장비의 성능개선에 반영함
  - 경험 인력을 활용하여 군이 요구하는 성능에 가장 적합한 실용적인 무인항공기를 개발/생산하는데 크게 기여하고 있음
- 무인항공기 운용 시험장 공동 활용
  - 무인항공기의 운용 시험장을 장비 제작사가 별도 보유하지 않음
  - 군의 무인항공기 부대와 활주로를 활용하고 있음

3) 기타

□ 브라질

- Hermes : 이스라엘 무인항공기 도입
  - 2014.6, 브라질 월드컵 기간 중 정찰 등 보안임무 수행
  - 2016년 브라질 올림픽 기간 중 테러감시용으로 운용 예정
  - 평시에는 주요 도시와 국경지역 순찰용으로 활용
  - 공군에서 운용



<그림 3-109> Hermes 활용

- Heron : 이스라엘 무인항공기 도입
  - 2014.6, 브라질 월드컵 기간 중 정찰 등 보안임무 수행
  - 상파울로, 리우데자네이루 등 주요도시 월드컵 반대시위 감시 등으로 운용
  - 연방경찰에서 운용



<그림 3-110> Heron 활용

□ 미 NASA

- 패스파인더 플러스
  - 2002년, 하와이 KAUAI 커피농장 작황 조사에 활용
  - 고해상도의 디지털 칼라 다중스펙트럼 페이로드가 장착되어 실시간으로 커피의 작황을 지상으로 전송
  - 커피 열매의 익은 정도와 잡초가 번성한 지역을 분석함으로써 수확, 관개 및 시비가 필요한 지역을 구분해내는데 성공함



<그림 3-111> 패스파인더 플러스 활용

□ 호주

- 에어로존데

1990년대 말, 남극 상공 등에서 고효율의 기상관측 수행

- 1998년, 태풍 연구에 활용



<그림 3-112> 에어로존데 활용

라. 국내 민군 연계협력 방안

□ 국내 민군 운용 비행장 활용의 현실적 어려움

- 보안 상 군사시설의 민 활용 불가
- 민·군 공동개발의 경우 활용 가능
- 대정부 차원의 국방부/국토교통부 군 인프라 활용 MOU 체결

□ 비행장 이외의 개발 및 운용 인프라

- 군 개발사업 참여업체 기 보유 상태
- 개발업체의 국토교통부과제 참여를 통한 활용 가능
- 군사기밀 이외 항목은 대 정부 협력차원에서 활용 가능

□ 해외 무인항공기 선진국의 민·군 협력체계 적용 검토 필요

- 무인항공기 연구개발/생산회사 및 기관들과 사용군(부대) 간의 긴밀한 협조체계 구축/활용

3. [성과 17] 민간무인항공기 항공교통관제절차(안)

가. 민간무인항공기 항공교통관제 동향

1) 해외 항공교통관제절차 분석 사례

□ (해외사례 분석) 미국, 유럽사례 중심

- 미국 FAA, 유럽 EUROCONTROL, 영국 CAA, ICAO의 무인항공기 운용방안 분석
- 무인항공기를 운용하기 위해서 필요한 관제절차 및 무인항공기에 탑재할 시스템 분석
- 무인항공기를 운용하는 공항에 필요한 제반 시스템 분석
- 안전한 무인항공기 운용을 위한 비상 상황 분석 및 대응 방안 분석
- 무인항공기를 운용하기 위한 조종사의 자격 기준 설정

□ (국내 관제절차에 적용) 국내 관제절차에 추가될 내용 제시

- 무인항공기의 충돌 감지 및 회피, 비상절차에 대해 정리하여 추가
- 무인항공기를 운용하기 위해서 필요한 관제업무와 운용절차 추가

나. 무인항공기 항공교통관제절차 초안 작성

1) 무인항공기 항공교통관제를 위한 전제조건

- 국제민간항공기구(International Civil Aviation Organization, ICAO)에서는 기존의 Unmanned Aircraft Systems Study Group(UASSG)를 Working Group으로 격상하면서 무인항공기를 Remotely Piloted Aircraft Systems(RPAS)로 고려하기 시작하였음
- 이와 관련된 연구결과로 RPAS를 계기비행수준에서 관제하기 위해 필요한 권고사항을 작성하였음 (International Civil Aviation Organization, “Manual on Remotely Piloted Aircraft Systems (RPAS)“, ISBN 978-92-9249-718-7, AN507, 1st Edition, 2015)

- 결과적으로 ICAO에서는 RPAS의 관제에 대하여 국제규모의 계기비행 차원의 권고사항을 위의 문헌으로 작성하였음, 즉 각 국가 내에서 이루어지는 계기비행 혹은 시계비행에 대한 권고사항은 문헌화되어있지 않음
- 본 보고서는 이러한 국제적 계기비행 권고사항에 맞춰 국내 항공교통관제절차에 무인항공기에 대한 계기/시계비행 관제업무에 대하여 필요한 항목이 수정/추가된 항공교통관제절차(안)을 도출하였음

□ 항공교통관제 업무

- 무인항공기가 유인기 공역에 통합 운영되더라도 기존의 항공교통관제 업무에는 큰 변화가 없음
- 무인항공기가 기존의 유인기의 항공관제절차 시스템을 따를 수 있는 방안을 모색

□ Remotely Piloted Aircraft Systems(RPAS) 개념

- Remotely Piloted Aircraft System(RPAS) : RPA, RPS를 포함하고 이들이 서로 지휘/통제(C2)하도록 구성된 링크 및 이들을 운영하기 위한 기타 장비들을 모두 포함하는 시스템
- Remotely Piloted Aircraft(RPA) : 무인항공기 내부조종실(RPS)에서 무인항공기 내부 조종사(RPAS Internal Operator)에 의해 수동 혹은 반자동으로 비행하는 무인항공기
- Remote Pilot Station(RPS) : RPAS의 한 부분으로서 RPA를 조종하기 위한 장치들을 포함한 무인항공기 내부조종실
- RPAS Operator : RPA를 조종하는 사람

□ 무인항공기와 유인기 통행우선순위

- 무인항공기와 유인기는 통행우선순위에 있어 동등한 입장을 가짐

□ 무인항공기의 특성

- 무인항공기는 기존의 유인기에 비해 크기가 작고 각각의 무인항공기 별 비행 동특성이 다를 수 있음

- RPAS Operator는 무인항공기를 운용하기 전에 이를 잘 알아야 함
- 관제사는 무인항공기마다 비행 동특성이 다르다는 걸 사전에 인지해야 함

□ 무인항공기 운용의 장점과 단점

- 장점 : 조종사가 비행기에 탑승하지 않고 지상에서 통제가 가능하고, 무인항공기의 비상 상황에도 조종사 인력 손실이 발생하지 않음
- 단점 : 무선통신 두절의 위험성이 있고, 통제가 불가능한 경우 지상의 인명 및 재산 피해가 발생 가능, 무인항공기 통제권 강제 이양 또는 비행종단시스템 필요

2) 제 2장, 관제일반 (General Control)

□ 주요업무

- 항공교통관제업무(ATC Control)에 대한 일반적 내용
- 공중과 지상에서 항공기의 안전운항을 보장하고 원활한 교통흐름을 유지하는 기능 수행, 비행단계별로 관할범위 및 특성이 정해져 있음
- 주요업무: 항공기 간의 충돌방지, 항공기와 장애물 간의 충돌방지, 항공교통의 촉진 및 질서유지 (이착륙활주로, 항로/비행고도 지정, 이착륙허가 발부 등)
- 항공법 제 70조: 항공기는 관제권(비행장관제구역) 또는 관제구(항로관제구역)에서는 건설교통부장관이 지시하는 이륙, 착륙의 순서 및 시기와 비행의 방법 등에 따라 이착륙 또는 비행해야 함
- 항공법시행규칙 제 205조 1항: 항공교통관제업무는 비행장관제업무, 접근관제업무, 항로관제업무의 세 가지로 구분함

□ 개정 기준

- 항공교통관제의 일반적인 절차에 대한 내용이 있는 이번 장에서는 무인항공기를 항공관제하기 위해서 추가되어야 할 업무, 절차에 대해서 고려함
- 무인항공기를 항공교통관제에 추가하더라도 무인항공기와 유인기를 동등하게 판단하고 관제사의 추가적인 업무가 없도록 함

- 기존의 유인기 조종사(Pilot)의 업무를 무인항공기 내부조종사(RPAS Internal Operator)가 대신 수행하도록 하여 기존의 항공관제 시스템을 개정을 최소화 함

□ 주요 개정사항

- 개정안의 항공교통관제 업무는 무인항공기가 기존 유인기의 공역에서 운용될 수 있기 위해 필요한 일반적인 업무에 대해서 추가 및 수정
- 기존에 관제사가 유인기 조종사와 음성통신으로 수행하던 업무는 무인항공기 내부조종사가 무인항공기의 상태를 수시로 체크하고 관제사와 연락을 주고받는 형식으로 수정
- 교통관제 절차 중 필요한 서류제출, 보고, 경보, 조언 등을 기존 유인기에 적용하는 것과 똑같이 적용하였음
- 무인항공기의 특성상 지상에서 활주, 또는 비행장 공역 내에서 비행할 때, 무인항공기 내부조종사는 다른 항공기의 안전을 지킬 수 있도록 무인항공기를 통제해야 하며 무인항공기에 사용되는 Data link는 매우 높은 수준의 QoS, 신뢰성 및 보안성이 요구됨

□ 개정(안) 요약표

<표 3-62 > 2장 개정안 요약

구분(절, 조항)	수정	추가	비고
2-1-7, 비행 중 장비고장 (Inflight Equipment Malfunctions)		ㅇ	무인항공기 비상상황
2-1-14, 공역 사용 협조 (Coordinate Use of Airspace)		ㅇ	무인항공기공역
2-1-27, 공중충돌경고장치 회피조언 (ACAS Resolution Advisories)		ㅇ	무인항공기 비상상황

□ 주요 개정(안)

2-1-7 비행 중 장비고장 (Inflight Equipment Malfunctions)

- 추가:
- 라. 무인항공기의 비행 중 장비고장이 발생하면 고장수준을 판단하여 비행이 불가능하다고 판단 시, 인근 공항이나 비상착륙이 가능한 지역에 비상착륙할 수 있도록 한다.
- 추가사유:
- 무인항공기의 비행 중 장비고장 상황에 대해 대처하기 위한 절차 수립

- 기존의 항공교통관제절차에서 관제이양 중에 유인기 조종사의 업무를 무인항공기 내부조종사의 일을 대신 수행하기 위한 개정 방향을 모색
- 무인항공기가 현재 유인기 공역에서 통합되어 운용되더라도 기존의 관제이양 시스템을 그대로 적용

2-1-27 공중충돌경고장치 회피조언(ACAS Resolution Advisories)

- 추가:
  - 마. 무인항공기는 ADS-B와 같은 방송형 위치정보 발신기를 이용하여 관제사에게 현재 비행정보를 송신할 수 있어야 하며 관제사는 이 정보를 이용하여 해당 무인항공기 내부조종사에게 다른 항공기들과의 공중충돌경고 업무를 수행할 수 있도록 한다.
- 추가사유:
  - 무인항공기에 해당하는 공중충돌 경고 업무 수행을 위한 방법 제시

- 무인항공기를 운용하기 위해서 고려해야 될 비상상황 중 기체가 고장이 났을 때 대처하는 방법에 대해 제시함
- 무인항공기가 사전에 정해진 비상착륙지점에 착륙할 수 있도록 비행종단시스템의 알고리즘이 탑재되어야 함
- 무인항공기를 운용하기 위해 구성되어야 할 통신 링크에 대해 제시함

3) 제 3장, 공항교통관제 (AIRPORT TRAFFIC CONTROL) - 터미널 (Terminal)

□ 주요업무

- 고정익 및 회전익 항공기에 대한 공항/비행장에서의 관제 조항
- 공항/비행장에서의 지상 활주 및 이륙/착륙 상태의 관제 조항
- 주요업무: 지상 활주 안전, 이륙/착륙 시 안전, 이륙/착륙 순서 관제 및 항적으로 인한 사고 방지

□ 개정 기준

- 터미널의 공항교통관제에서 무인항공기가 운영될 때 발생할 수 있는 문제점, 무인항공기 내부조종사가 수행해야 할 업무들을 고려함
- 조종사가 비행기에 탑승하지 않는 무인항공기의 특징에 따라 내부조종사의 시각으로 판단할 수 있는 업무에 대해서 대체 방안 및 절차들을 마련함

□ 주요 개정사항

- 개정안의 공항 교통관제의 업무는 무인항공기를 항공관제 대상으로 추가되면서 필요한 업무를 제시함
- 관제소와 항공기와 무선 통신이 두절되었을 경우 사용하던 시각적 신호는 무인항공기에 적용할 경우 무인항공기 내부조종실과의 직접 통신으로 대체하고 각 단계에 맞는 조치를 취해야 함
- 이륙 시에 유인기 조종사와 통신으로 수행하던 업무를 무인항공기 내부조종사와 수행하는 것을 고려함

□ 개정(안) 요약표

<표 3-63 > 3장 개정안 요약

구분(절, 조항)	수정	추가	비고
3-2-1, 빛총 신호 (Light Signals)		o	사고 예방
3-2-2, 경고 신호 (Warning Signal)		o	사고 예방
3-2-3, 수신만 가능한 항공기의 인지(Receive-Only Acknowledgment)		o	사고 예방
3-6-2, 식별 (Identification)		o	무인항공기 표식

□ 주요 개정(안)

3-2-1, 빛총 신호 (Light Signals)

- 추가 :
  - 주기: 무인항공기는 반드시 전방 180도 이상을 육안을 통해 확인할 수 있도록 다수 카메라 또는 팬/틸트형 카메라 모듈을 장착해서 관제사의 빛총 신호을 내부조종사가 확인할 수 있도록 한다.
  - 주기2: 무인항공기 내부조종사는 관제사와 상시 통화 가능한 별도의 핫라인을 항상 확보해서 위급상황 시 관제사의 지시를 항시 이행하고 무인항공기의 비행 상황을 보고해야 한다. 이 때, 핫라인은 상용통신망을 활용하거나 비상회선과 같은 전용통신망을 이용할 수 있다.
  - 주기3: 무인항공기는 관제사와의 교신이 여의치 않을 시 활용할 수 있는 시각적인 통신방법을 기본으로 탑재하여 활용해야 한다.
- 추가사유 :
  - 무인항공기의 무선교신 실패 시 관제사와의 교신을 수행하기 위함

- 조종사가 무인항공기에 탑승하지 않는 특수한 상황에서 무인항공기는 관제탑과의 무선통신 두절에 빛총 신호와 같은 조종사의 시각 신호를 이용한 통신은 무인항공기에 장착되어 있는 카메라를 통해서 내부조종사가 관찰할 수 있으므로 이를 이용하거나 지상에서 근무하고 있는 내부조종사에게 직접적으로

통신을 수행하는 방법을 고려할 수 있음

- 따라서 무인항공기 운용 시에는 전방을 모두 주시할 수 있는 카메라를 다수 설치해서 내부조종사의 시야를 확보해야 함

4) 제 4장, 계기비행방식 (IFR)

□ 주요업무

- 항공기의 계기비행과 관련된 기본절차, 준수사항, 이상상황 대처
- 주 관제소와 조종사 간에 계기비행과 관련된 의사소통에 대하여 정의
- 무인항공기의 경우 주 관제소와 RPS 사이의 정보 송수신 중요
- 무인항공기 내부조종사의 무인항공기 계기비행 통제 시 반드시 이행 필요

□ 개정 기준

- 무인항공기의 계기비행을 수행하는데 필요한 업무를 중점으로 검토
- 조종사가 없는 무인항공기의 계기비행을 위해서 필요한 절차와 안전을 도모하기 위해 수행되어야 할 업무에 대한 기준을 마련

□ 주요 개정사항

- 개정안의 계기비행은 무인항공기가 추가되면서 무인항공기의 계기비행에 필요한 관제소 및 내부조종실 업무를 고려
- 무인항공기의 계기비행을 정의하고 무인항공기 내부조종사는 무인항공기가 계기비행 하는 동안 계기판을 주시해야 함
- 무인항공기의 경우 기존의 관제사와 유인기 조종사간에 음성통신으로 계기비행에 관련된 업무를 수행하던 것을 무인항공기 내부조종사와 수행

□ 개정(안) 요약표

<표 3-64> 4장 개정안 요약

구분(절, 조항)	수정	추가	비고
4-2-8, 비행방식의 변경 허가 (IFR-VFR And VFR-IFR Flight)		ㅇ	비행방식 고려

□ 주요 개정(안)

4-2-8, 비행방식의 변경 허가 (IFR-VFR And VFR-IFR Flights)

- 추가 :
  - 마. 무인항공기를 운용하는 중 IFR 비행이 불가능한 상황인 경우 무인항공기 내부조종사는 “APPENDIX 무인항공기의 시계비행”을 참고해서 VFR로 변경이 가능하고 변경사유를 주 관제사에게 보고한다.
- 추가사유 :
  - 무인항공기의 비행 중 비행방식이 변경되는 경우에 대하여 주 관제사와 무인항공기 내부조종사 사이의 업무처리 절차를 확립하기 위함

- 무인항공기의 계기비행이라 함은 항공기의 운동 상태를 계기 판독의 결과로 비행을 수행하는 것을 말함
- 무인항공기 내부조종사는 비행기에 탑승하지 않고 계기비행을 수행해야 하므로 무인항공기가 계기 비행하는 동안에는 비행 상태를 수시로 확인해야 함
- 따라서 무인항공기 내부조종사는 조종자격 중 **계기비행자격**을 소지하고 있어야 함

5) 제 5장, 레이더 (RADAR)

□ 주요업무

- 항공기의 레이더 비행과 관련된 기본 절차, 준수사항, 이상상황 대처
- 공중과 지상에서의 항공기의 레이더 이용에 관련한 절차 및 레이더 분리, 레이더 유도 방법
- 항공기에 항로이탈, 근처 항공기간에 최저 분리 등 주위 정보를 모르는 항공기 조종사에게 유용한 정보를 제공 가능

□ 개정 기준

- 비행기간의 분리 시 유인기에 비해 크기가 작은 무인항공기의 새로운 기준을 마련하고 동시에 무인항공기의 중량 별 기준을 마련함
- 기존의 유인기 조종사와 주 관제사의 음성통신으로 업무를 수행하던 방식을 무인항공기 내부조종사와의 음성통신으로 바꾸어 기존의 항공관제 시스템을 유지함

□ 주요 개정사항

- 개정안의 레이더 업무는 음성으로 통신을 수행하던 기존의 방법을 유지하기 위해서 유인조종사와 통신하던 절차를 무인항공기 내부조종사와 음성으로 통신하도록 함
- 무인항공기의 경우 기존의 유인기보다 크기가 대부분 작으므로 무인항공기에 적용할 수 있는 중량 별 기준들을 설정해야 함
- 유인기에 적용된 기준들을 무인항공기에 적용하기 위해서 고려해야 될 사항들에 대해서 고려함

□ 개정(안) 요약표

<표 3-65> 5장 개정안 요약

구분(절, 조항)	수정	추가	비고
5-2-8, 무선통신 두절 (Radio Failure)		o	비상상황
5-5-4, 최저치 (Minima)		o	무인항공기의 기준 정립
5-7-3, 최저치 (Minima)		o	무인항공기의 기준 정립

□ 주요 개정(안)

5-2-8, 무선통신 두절 (Radio Failure)

- 추가 :
  - 무인항공기의 무선통신 두절인 경우 다음표에 해당하는 단계를 식별하고 각 단계에 맞는 조치사항을 수행하도록 한다.

<표 3-66> 무선통신 두절 3단계

무선통신 두절 단계	의 미	조치 사항
1단계	무인항공기로부터 위성을 통해 내부조종실으로 보내주는 비행계기 정보가 끊김	통신이 끊긴 지점에서 가장 가까운 무인항공기 내부조종실에서 data를 획득하여 전송함
2단계	위성을 통해서 무인항공기 내부조종사에 의해 원격으로 조종하는 통신이 끊김	통신이 끊긴 지점에서 가장 가까운 내부조종실에 있는 외부 조종사가 무인항공기의 VLOS 지점에 가서 무인항공기를 통제
3단계	무인항공기를 외부조종사에 의한 원격으로 조종하는 통신이 끊김	비행종단시스템에 의해서 주변 안전지대에 비상착륙하도록 함

- 추가사유 :
  - 무인항공기의 무선통신의 두절은 무인항공기의 조종(Control)능력을 상실한 것이기 때문에 유인기와는 다른 절차가 필요함

- 무인항공기의 무선통신 두절은 무인항공기의 안전 운용을 위해 반드시 고려되어야 할 비상상황이고 이에 대처할 절차가 반드시 필요
- 무선통신이 두절된 무인항공기는 상황을 파악하고 비행종단시스템에 의해서 안전지대에 비상착륙할 수 있는 알고리즘이 필요

6) 제 6장, 비 레이더 절차 (NON RADAR)

□ 주요업무

- 항공기의 비 레이더 비행과 관련된 기본 절차, 준수사항
- 레이더를 이용하지 않고 안전거리를 유지하기 위해서 비행기가 운항하기 전에 미리 최소거리를 유지하는 기준을 정함
- 레이더가 없는 경우, 안전을 도모하기 위해 항공기간에 최소 분리 거리, 최소

분리 시간 등을 설정

□ 개정 기준

- 무인항공기가 비 레이더 절차를 따르기 위해 필요한 업무에 대해 제시함
- 유인기에 비해 크기가 작은 무인항공기의 새로운 최저치 기준을 마련함
- 안전한 무인항공기 운용을 위해서 비상상황 발생 시 따라야 할 절차를 정의함

□ 주요 개정사항

- 개정안의 비 레이더 업무는 기존의 유인기에 적용되던 최저치 기준들을 무인항공기의 기준에 맞게 설정함
- 무인항공기와 유인기가 함께 운용되기 위해서 대형 유인기로부터 발생하는 '항적난기류' 에 의한 최소 안전거리를 설정함

□ 개정(안) 요약표

<표 3-67> 6장 개정안 요약

구분(절, 조항)	수정	추가	비고
6-1-4, 인접공항운영 (Adjacent Airport Operation)		ㅇ	무인항공기 안전성 확보
6-1-5, 도착 분리 최저치 (Arrival Minima)		ㅇ	무인항공기의 기준 정립
6-7-5, 간격 최저치 (Interval Minima)		ㅇ	무인항공기의 기준 정립

□ 주요 개정(안)

6-1-4, 인접공항운영 (Adjacent Airport Operation)

- 추가 :
  - 나. 도착 또는 출발하게 될 비행기가 무인항공기인 경우 대형 항공기/B757의 진로 후면을 통과하게 될 경우 "10분 시차 분리"를 적용하고 중형

항공기인 경우에는 “5분 시차 분리”를 적용한다.

- 추가사유 :
  - 다른 유인기에 비해 크기와 중량이 작은 무인항공기의 중·대형 항공기의 항적난기류*에 대한 안정성을 확보하기 위함.

- 항적난기류란 대형비행기가 지나간 자리에 남는 와류로서 비행기에 의해서 인위적으로 발생하는 난기류를 말함
- 유인기에 비해 크기가 작은 무인항공기의 안전한 운용을 위해서 대형 비행기가 지나갔을 때 발생한 항적난기류가 줄어들 때까지의 시간이 필요

6-7-5, 간격 최저치 (Interval Minima)

- 추가 :
  - 무인항공기의 경우, 접근하는 비행기가 유인기인 경우 “5-7-3 최저치”의 조건에 따라 10마일 최저 간격을 유지하고 최소 10분 시차 분리를 적용하도록 한다. 그리고 가. 나. 다. 라. 의 경우에 해당하면 관제사와 무인항공기 내부조종사간에 합의하에 증가된 최저치를 적용하여야 한다.
  - 주기 : 무인항공기의 증가된 최저치는 20마일로 정한다.
- 추가사유 :
  - 다른 유인기에 비해 크기와 중량이 작은 무인항공기의 대형항공기의 항적난기류에 대한 안정성을 확보하기 위함.

- 무인항공기를 안전하게 운용하기 위해서는 주변의 항공기와 유지할 거리에 대한 정의가 필요
- 기존의 유인기 대상으로 구성된 최저치에 유인기보다 크기가 작은 무인항공기에 적용하기 위해서 별도의 최저치를 마련

7) 제 7장, 시계비행 (VISUAL)

□ 주요업무

- 항공기의 시계비행과 관련된 관제사 업무절차 기술

- 시계비행을 이용한 항행, 접근, 분리업무절차 및 운상시계비행, 특별 시계비행관련 업무 권고사항
- 시계비행 항공기에 대한 기본적인 레이더 업무 기술

□ 개정 기준

- 무인항공기가 시계비행을 수행하기 위해 필요한 업무 및 절차 마련
- 조종사가 탑승하지 않는 특수한 상황에서 무인항공기가 시계비행을 위해 필요한 제반 시설 및 시스템에 대해 제시함

□ 주요 개정사항

- 개정안의 시계비행의 업무는 유인기의 조종사가 없는 무인항공기의 시계비행에 대한 정의를 수립
- 조종사와 관제사간에 시계비행에 필요한 업무를 무인항공기 내부조종사가 이를 대신 수행하도록 제시
- 무인항공기가 시계비행을 통해서 충돌 감지 및 회피를 수행하는데 필요한 절차를 수립
- 예기치 못한 충돌위험에 대해서 대비할 수 있는 비상절차에 대해서 고려

□ 개정(안) 요약표

<표 3-68> 7장 개정안 요약

구분(절, 조항)	수정	추가	비고
7-1-2, 시계비행방식(VFR) 조건 (VFR Condition)		ㅇ	비행방식 고려
7-8-4, 양방향 무선교신 설정 (Establishing Two-Way Communications)		ㅇ	통신방식 고려

□ 주요 개정(안)

7-1-2 시계비행방식 조건(VFR Condition)

- 추가:
  - 다. 무인항공기를 조종하는 내부조종사는 해당 무인항공기의 계기비행이 불가함을 인지하는 경우 시계비행으로 전환하고 이를 관제사에게 통보하여 다른 모든 항공기와의 충분한 분리가 이루어질 수 있도록 한다.
- 추가사유:
  - 관제사가 무인항공기의 시계비행 중 공중충돌방지업무를 수행하기 위함

7-8-4 양방향 무선교신 설정(Establishing Two-Way Communications)

- 추가:
  - 주기1: 무인항공기 내부조종사는 관제사와 상시 통화 가능한 별도의 핫라인을 항상 확보해서 위급상황 시 관제사의 지시를 항시 이행하고 무인항공기의 비행 상황을 보고해야 한다. 이 때, 핫라인은 상용 통신망을 활용하거나 비상회선과 같은 전용통신망을 이용할 수 있다.
- 추가사유:
  - 관제사와 무인항공기 내부조종사 사이의 양방향 통신수단 확보

8) 제 10장, 비상절차 (EMERGENCIES)

□ 주요업무

- 조난(distress)" 또는 "긴급한 상태(urgency)"의 비상상황이 발생하였을 시 대처 절차, 비상지원, 책임, 지시
- 항공기에서 발생하는 비상 상황 정의 및 대처 절차 수립

□ 개정 기준

- 무인항공기를 운용할 때 발생할 수 있는 비상상황을 정의하고 이를 대처할 수 있는 절차에 대해서 정의함
- 무인항공기는 항공기 자체에서는 인명피해가 없음으로 이를 고려하여 비상상황 대처 필요

□ 주요 개정사항

- 비행기가 조난 또는 위협 등의 비상상황에 처해있을 때 수행해야할 업무에 대해서 정리함
- 무인항공기가 비상상황에 처해있을 때 지상의 인명 및 재산 피해 등을 최소할 할 수 있는 방법과 절차에 대해서 정의하고 이를 수행하기 위해 조종사와 관제사의 업무에 대해서 제시함
- 현재 유인기에 적용되는 최저치, 비상상황 종류, 조건 등을 무인항공기에 맞게 수정 및 추가를 수행함

□ 개정(안) 요약표

<표 3-69> 10장 개정안 요약

구분(절, 조항)	수정	추가	비고
10-1-1 비상상황의 결정 (Emergency Determinations)		o	비상상황
10-1-4 책임 (Responsibility)	o	o	비상상황
10-2-7 악기상 상태하의 시계비행방식(VFR) 항공기 (VFR Aircraft In Weather Difficulty)		o	비상상황

□ 주요 개정(안)

10-1-1, 비상상황의 결정 (Emergency Determinations)

- 추가 :
  - 마. 무인항공기의 비상상황의 경우 내부조종사가 비상상황을 관제탑에 즉각적으로 전달할 수 있는 신호를 보내어 주관제사들이 무인항공기의 비상상황을 쉽게 알 수 있도록 한다.
  - 주기 : 무인항공기의 비상상황이라 함은 관제사가 예상하지 못한 충돌위험, 무인항공기와의 통신두절, 통제 불능 등을 말한다.
- 추가사유 :
  - 무인항공기의 비상상황에 대해 정의하고 기존의 유인조종사와 관제사의 업무를 무인항공기 내부조종사가 대신하기 위함.

- 무인항공기를 운용하는데 있어 가장 큰 비상상황은 충돌위험, 무선통신 두절, 통제 불능 등이 있음
- 이를 무인항공기가 식별하고 대처할 수 있는 방안이 마련되어야 함

10-2-7 악기상 상태하의 시계비행방식(VFR) 항공기 (VFR Aircraft In Weather Difficulty)

- 추가:
  - 다. 무인항공기의 경우, ‘APPENDIX 무인항공기의 시계비행’에 제시된 내용에 따라 시계비행을 수행하고 무인항공기 내부조종사는 관련 자격을 소지하고 있어야 한다.
- 추가사유:
  - 무인항공기의 시계비행에 대해 정의하고 기존의 유인기 조종사와 관제사 간의 업무를 무인항공기 내부조종사가 대신 수행하기 위함

9) APPENDIX 원격조종 무인항공기시스템 (Remotely Piloted Aircraft System, RPAS)

□ 개요

- 무인항공기를 운영하기 위해 필요한 제반 시스템을 정의하고 무인항공기 내부조종실에서 무인항공기를 통제할 무인항공기 내부조종사의 업무에 대해 제시

□ 주요 추가사항

- 무인항공기를 운용하기 위해서 무인항공기 내부조종사의 업무 및 필요한 운용 환경에 대해 정리
- 무인항공기를 안전하게 운용하기 위해서 필요한 절차 및 조건 정리

<표 3-70> APPENDIX 요약

구분(절, 조항)	수정	추가	비고
1-1 RPAS의 정의 (Definition of RPAS)		o	
1-2 무인항공기 내부조종실의 조건 (Condition of Remote Pilot Station)		o	
1-3 무인항공기 내부조종사 (RPAS Internal Operator)		o	
2-1 무인항공기의 운용절차 (Process Of Operation RPA)		o	
2-2 무인항공기의 계기비행방식 (IFR For RPA)		o	
2-3 무인항공기의 시계비행방식 (VFR For RPA)		o	
2-4 인구밀집지역에서의 무인항공기 운용 (Operation RPA in Population)		o	
2-5 무인항공기의 비상착륙 (RPA Emergency Landing)		o	
3-1 무인항공기의 감지 (Detection Of RPA)		o	
3-2 무인항공기의 충돌 감지 및 회피 시스템 (RPA Collision Avoiding System)		o	
3-3 무인항공기의 시계분리 (Visual Separation For RPA)		o	
3-4 관제사의 교통 혼잡 상황 (Situation of Air Traffic Confusion)		o	
4-1 무인항공기의 지휘/통제(C2 link) (RPA C2 Communication link)		o	
4-2 관제사와의 통신 (Communication to Air Controller)		o	

1-2 무인항공기 내부조종실의 조건 (Condition of Remote Pilot Station)

- 추가:
  - 가. C2 link의 성능은 내부조종사가 바라보는 영상과 조종에 제한을 준다. 따라서 무인항공기 내부조종실 및 무인항공기 제조사는 반드시 무인항공기를 유인기와 동등하게 정상적으로 조종이 가능하고 여러 대의 카메라를 통해 전방시야 약 270도 이상 확보할 수 있도록 해야 한다.
  - 주기 : 그 외에 전방 시야 확보에 필요한 영상 센서는 추가적으로 부착할 것을 권장함
  - 나. 무인항공기 내부조종실은 유인기의 조종석과 동등하게 구성되어야 한다. 그러므로 무인항공기 내부조종실과 무인항공기 내부조종사의 보안은 항공 항법 시스템과 함께 가장 우선적으로 고려되어야 한다.
- 추가사유:
  - 무인항공기 내부조종실에 대한 개념과 무인항공기를 운용하는데 필요한 업무 정리

다. 항공교통관제절차 주요 개정사항

□ 본 연구는 기존의 유인기용 항공교통관제절차인 국토교통부고시 제 2013- 100호를 기반으로 무인항공기를 위한 항공교통관제절차(안)을 도출하였음

□ 본 연구는 무인항공기의 민간공역 내 관제 시 항공법에 따른 항공교통관제목적을 기본적으로 준수하고 유/무인항공기 혼용운용 시 기존 관제사의 과도한 업무가중 및 변경상황을 미연에 방지하고자 하였음

□ 본 연구에서는 무인항공기의 특수한 운영상황을 기존의 민간공역 내 유인기들 관제에 최대한 영향을 주지 않고 최소한의 업무변경, 추가를 통해 유/무인항공기 혼용운용이 가능하도록 무인항공기 내부조종사와 비행장/접근/항로관제사와의 실시간 음성통신기반 관제상황을 가정하여 수행하였음

□ 본 연구는 해외 무인항공기 관제절차를 분석한 결과뿐만 아니라 본 연구책임자

의 관련연구 수행경험을 기반으로 수행되었음

□ 본 연구는 기존 절차의 삭제 없이 수정, 추가 작업만으로 수행되었으며 단순개정과 심도 있는 분석 후 개정으로 구분하여 결과를 도출하였음, 특히 ICAO의 RPAS Manual에 근거한 국제적인 규약에 따라 무인항공기만을 위한 개정안을 APPENDIX를 신설하여 추가하여 좀 더 현실적인 무인항공기용 항공교통관제절차(안)이 되도록 하였음

□ 본 보고서는 기존 유인기용 항공교통관제절차 분석 및 무인항공기를 위한 개정(초안) 요약과 민간무인항공기 항공교통관제절차(안) 현행, 개정(안) 대조표가 수록되어 있으며 보다 자세한 사항은 별책 1을 참고하도록 작성되었음

4. [성과 18] 민간무인항공기 운용핵심기술 개발계획

가. 핵심기술 획득방안

1) 민간무인항공기 운용 핵심기술 획득방안 수립

□ 기술 획득방안 수립 기준

- 국내 기술성숙도(TRL ; Technology Readiness Level) 수준에 따른 기술개발 주체 분류
  - 기술성숙도 목표가 1~3 수준 : 대학 및 연구소 주도
  - 기술성숙도 목표가 4~6 수준 : 연구소 및 산업체 주도
  - 기술성숙도 목표가 7 이상 : 산업체 주도
- 국내 기술기반에 근거한 기술 획득방안 분류
  - 국내 기술기반 구축 : 국내개발
  - 국내 기술기반 일부 미비 : 국제공동개발
  - 국내 기술기반 미약하거나 경제성 부족 : 기술도입

□ 항공교통관제 기술 획득방안

<표 3-71 > 항공교통관제 기술명 및 획득방안

기술명			획득방안	TRL
Level 1	Level 2	Level 3		
ATM 통합에 필요한 무인항공기 성능 보완	지상 이동	지상이동을 위한 인지	국내개발	4
		Conflict 대처		3
	공용 이착륙	자동 이착륙		5
		이착륙 표준절차 준수		2
	자동 분리 유지		국내개발	3
무인항공기 성능 정의	공항 등급에 따른 무인항공기 성능 정의		국내개발	1
	비행형태 및 공역진입을 위한 무인항공기 성능 등급 분류		국내개발	1
	무인항공기 임무 분석 및 비행패턴의 정형화		국내개발	1
무인항공기 통합 운영	무인항공기를 포함한 비행계획 수립		국내개발	1
	공역 진출입 표준절차 개발		국제공동개발	1

	시나리오 별 해당 공역 비행을 위한 표준절차 개발	국제공동개발	1
	새로운 운항체계를 수용하기 위한 기술	국내개발	1
	모델링 및 시뮬레이션	국내개발	5
감시정보 및 ATC 성능개량	감시정보의 가용성/질에 대한 분석	국내개발	4
	ATC 성능 수준 정의	국내개발	4
	ATC 추가 교육	국내개발	4

□ 충돌감지 및 회피 기술 획득방안

<표 3-72> 충돌감지 및 회피 기술 획득방안

기술명		획득방안	TRL
Level 1	Level 2		
GBSAA 센서	레이더	국내개발	3
	네트웍 구축	국내개발	6
ABSAA 센서	탑재 레이더	국내개발	3
	EO/IR	국내개발	3
	ADS-B	국내개발	6
	트랜스폰더 조회기	국내개발	3
	ACAS	국내개발	3
	Laser	국내개발	3
	Sonar	국내개발	3
	Vision	국내개발	3
	Acoustic	국내개발	3
센서퓨전	영상정보 처리	국내개발	3
	다중센서 정보 퓨전	국내개발	5
	지형정보 DB	국내개발	4
	기상정보(난류, 번개, 결빙, 우박, 강우) 획득 및 도시	국내개발	6
	항적회피정보 획득 및 도시	국내개발	6
충돌 감지 및 회피	충돌관리기술 (항공기간 분리)	국내개발	4
	항적 회피	국내개발	4
	NAS상의 시뮬레이션 (무인항공기성능모델)	국내개발	4
	지면 및 장애물 충돌회피	국내개발	4
	충돌 감지 및 회피 기동 자동유도	국내개발	4

□ 자율화 기술 획득방안

<표 3-73> 자율화 기술 획득방안

기술명		획득방안	TRL
Level 1	Level 2		
비상상황 인식 및 실시간 임무관리	상황 인식	국내개발	3
	실시간 임무관리	국내개발	3
	ATM과 연동	국내개발	6
고장 대응	Lost Link	국내개발	6
	Lost ATC Communication	국내개발	6
	Lost GPS	국내개발	4
	Lost ADS-B	국내개발	4
	FCS 고장	국내개발	8
	영상센서 고장	국내개발	6

□ 안전 기술 획득방안

<표 3-74 > 안전 기술 획득방안

기술명		획득방안	TRL
Level 1	Level 2		
Health monitoring and Fault detection		국내개발	5
대체 항법	Loran	국내개발	4
	영상기반 항법시스템	국내개발	3

나. 핵심기술 개발계획

1) 민간무인항공기 운용 핵심기술 로드맵 수립

□ 민간무인항공기의 단계별 공역통합 기준

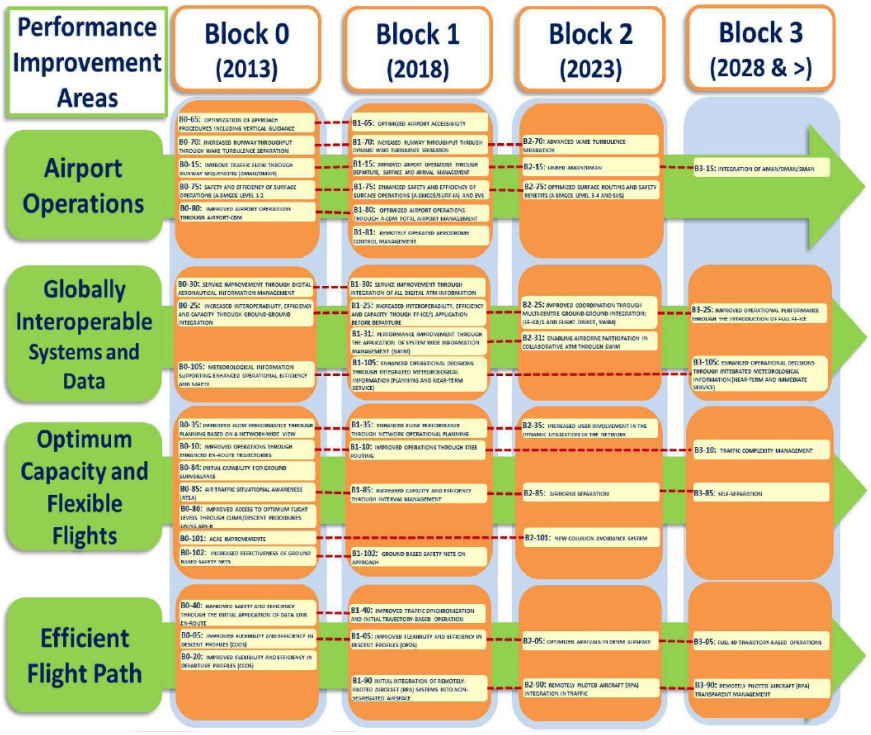
- 기술로드맵 수립을 위해서는 민간무인항공기를 공역에 통합하기 위한 단계별 계획의 기준이 우선 수립되어야 함
- 즉, 일정에 따른 단계의 구성과 단계별 최종목표가 수립되어야 단계별 목표를 충족시키기 위한 기술개발로드맵 작성이 가능함
- 이에 따라 항공대학교에서 있었던 중장기 로드맵 작성회의(2015.3.6, 항공대)

에서 아래와 같은 기준이 합의되었음

- 공역통합 일정 및 단계별 목표는 ICAO의 ASBU를 기준으로 함
- 단 국내 여건을 고려하여 공역통합 일정은 다음에 따름
  * 2020년까지 분리 공역에서 운용
  * 2028년까지 비분리 공역에서 점진적 운용 및 완전 통합 운용

□ ASBU의 민간무인항공기 공역통합 계획

- ASBU는 4개의 Area, 21개의 Thread 및 51개의 Module로 구성되며 4개의 단계는 Block 0(2013), Block 1(2018), Block 2(2023), Block 3(2028 및 이후)로 설정되어 있음



<그림 3-113> ASBU 구성

- 무인항공기의 공역 통합은 [Efficient Flight Path] Area의 Thread 90(Remotely Piloted Aircraft)에 3개의 모듈(B1-90, B2-90, B3-90)로 구성되어 있음
- 모듈 B1-90 (2018) : Initial Integration of Remotely Piloted Aircraft (RPA) into Non-Segregated Airspace
  - (목표) 충돌 감지 및 회피를 포함하는 비분리공역에서 무인항공기를 운용하기 위한 기본 절차 구현
  - 개선사항

* 비분리공역 접근을 위한 일관된 절차
* 무인항공기 감항인증
* 운용자 인증
* 원격조종사 자격 요건
* 충돌 감지 및 회피 기술의 성능 요건
* 통신 성능 요건

- (기준) 이전 단계에서 무인항공기는 분리공역에서만 운용됨

• 모듈 B2-90 (2023) : Remotely Piloted Aircraft (RPA) Integration in Traffic

- (목표) 관련 제도와 기술의 지속 발전을 통한 공역통합 확대
- 개선사항
  * 자격을 갖춘 무인항공기는 대부분의 공역에 접근 가능
  * 무인항공기 감항인증 수행
  * 비분리공역 운용을 위한 다음 절차의 정립
  * 대부분의 무인항공기에 ADS-B 장착
  * 통신 성능 요건 정제
  * 충돌 감지 및 회피 기술의 인증
  * 통신주파수 할당 및 보안기술
- (기준) 이전 단계에서 무인항공기가 비분리공역에서 운용되기 시작함

• 모듈 B3-90 (2028) : Remotely Piloted Aircraft (RPA) Transparent Management

- (목표) 관련 제도와 기술의 지속적인 개선
- 개선사항
  * 모든 등급의 공역에서 비행을 위한 무인항공기의 인증
  * 통신기술의 완성 및 인증
  * 인증된 비합시 자동대응절차
  * 인증된 충돌 감지 및 회피 알고리듬
  * 비행장(Aerodrome)에서 통합 운용
- (기준) 이전 단계에서 무인항공기의 통합운용이 확대됨

• 이상의 Thread 90(Remotely Piloted Aircraft) 3개 모듈(B1-90, B2-90, B3-90)을 요약 정리하면 다음 표와 같음

<표 3-75> Thread 90 모듈 요약 정리

구분	B1-90 (2018)	B2-90 (2023)	B3-90 (2028)
Baseline (이전 단계)	무인항공기는 분리공역에서만 운용	무인항공기가 비분리공역에서 운용되기 시작	무인항공기의 비분리공역 운용 확대
본 단계 목표	충돌 감지 및 회피를 포함하는 비분리공역에서 무인항공기를 운용하기 위한 기본 절차 구현	관련 제도와 기술의 지속 발전을 통한 공역통합 확대	관련 제도와 기술의 지속적인 개선
본 단계 개선사항	비분리공역 접근을 위한 일관된 절차 무인항공기 감항인증 운용자 인증 원격조종사 자격 요건 감지 및 회피(DAA) 기술의 성능 요건 통신 성능 요건	자격을 갖춘 무인항공기는 대부분의 공역에 접근 가능 무인항공기 감항인증 절차 비분리공역 운용을 위한 다음 절차의 정립 - 통신두절시 표준절차 - 통신두절시의 트랜스폰더 코드 - 분리요건 및 운용절차의 개정 대부분의 무인항공기에 ADS-B 장착 통신 성능 요건 개선 - 높은 수준의 공역통합을 위한 성능요건 상승 감지 및 회피(DAA) - GBDAA 기술 인증 - ABDAA 기술은 통신두절시에도 안전성을를 보장하기 위한 분리 및 충돌회피 수행에 촛점 통신주파수 할당 및 보안기술	모든 등급의 공역에서 비행을 위한 무인항공기의 인증 - 유인기와 동일하게 비분리 공역에서 운용 통신 성능요건의 인증 - 완전한 공역통합을 위한 성능요건 상승 인증된 비상시 자동대응절차 - 통신두절시의 안전성 보장을 위한 자동 충돌 감지 및 회피 기동 - 언제라도 조종사 오버라이드 가능 인증된 충돌 감지 및 회피 알고리듬 - ABDAA 기술 완성 비행장(Aerodrome)에서 통합 운용 - 사인 및 마킹 인지 - 충돌 감지 및 회피 - ATC 지시 수용 - 무인항공기 인프라
필요 절차	무인항공기 수용을 위한 교통관제 서비스 및 절차의 수정 - 통신두절시 절차의 표준화 - 통신두절시 트랜스폰더 코드 - 분리 표준 - ATC 용어	교통관제 절차의 개선 - 무인항공기 고유의 운용특성을 수용하기 위한 ATM 설비 개선 - 무인항공기 고유의 고장모드(failure mode)를 고려한 비상절차 검토 - 터미널 지역에서의 절차 수정	모든 등급의 공역에서 무인항공기 운용을 위한 절차 동시에 같은 공역에서 복수 무인항공기 운용 절차 특정 상황에서 사전에 설정된 자동 대응을 수용하는 절차

	- 원격조종사와 ATC간 음성/데이터 통신 수단	- 지상운용 절차 수정 무인항공기 인증 절차 개선 표준화된 통신두절 대응절차 ABDAA 알고리듬 개발	
시스템 요구 능력	ABDAA 기술 개발 GBDAA 기술 적용	유인기 뿐만 아니라 대부분의 무인항공기에 ADS-B OUT 장착 ABDAA 기술개발 및 시험 가능한 경우 GBDAA 적용 ATC 자동화는 통신두절 코드에 응답 공해상(high seas)의 통신두절시 ATC에 자동위치 보고 능력	인증된 ABDAA 알고리듬 신뢰성 있는 통신링크 검증된 감지 및 회피(DAA) 장비가 모든 항공기에 탑재 기존 비행장에서 무인항공기 운용을 위한 필수장비 GBDAA 및 인증된 알고리듬

- ASBU의 무인항공기 공역통합은 3단계로 계획되어 있으나, 본 로드맵은 2단계로 계획되어 있으므로 일대일 대응이 곤란함. 또한 ASBU는 2013년까지만 무인항공기가 분리공역에서 운용되고 2014년부터는 비분리 운용이 시작되는 것으로 설정되어 있으나 본 로드맵은 2021년부터 비분리 운용이 시작되는 것으로 설정된 차이가 있음
- 이에 본 로드맵에서는 1단계(~2020)이 ASBU B1-90(2014~2018)에, 2단계(2021~2028)가 ASBU B2-90 및 B3-90(2019~2028)에 각각 대응되는 것을 기준으로 하되, 비분리 운용이 시작되는 시점은 2021년을 기준으로 하였음

<표 3-76> ASBU 무인항공기 공역통합 로드맵 요약

구분	1단계 (현재 ~ 2020)	2단계 (2021 ~ 2028)
운용방식 기준	유·무인항공기 분리 운용	유·무인항공기 통합 운용 시작 및 완전 통합
기술개발 기준	ASBU B1-90 (2014~2018)	ASBU B2-90 (2019~2023) ASBU B3-90 (2024~2028)

□ 핵심기술 로드맵

- 단계별 기술발전 가정
  - 본 기술로드맵은 다음과 같은 단계별 무인항공기 운용 시나리오를 전제로 작성되었음

- 1단계 (현재 ~ 2020년)
  * 본 단계에서 무인항공기는 분리된 공역에서 운용되는 것을 전제로 함
  * 분리공역에서 운용되기 때문에 기존 항공교통시스템의 안전성에 위협요소가 되지는 않지만 지상의 인명이나 인프라에 대한 안전성은 확보되어야 하므로 '안전' 기술 및 통신두절이나 고장에 대비한 '자율화' 기술 개발에 자원이 우선적으로 투입되어야 함
  * 2단계에는 통합 운용이 시작되기 때문에 이를 위해 필수적인 '항공교통관제' 기술과 '충돌감지 및 회피' 기술은 제한적인 환경에서 초기 운용이 가능할 정도의 기술적 성숙(TRL 5~6)에 1단계 말(2020년)까지 도달해야 함
- 2단계 (2021년 ~ 2028년)
  * 본 단계에서 무인항공기는 유인기와 통합 운용되는 것을 전제로 함
  * 그러나 통합 운용이 전 공역에서 동시에 이루어지는 것은 아니며 초기에는 위험도가 낮은 환경에서 시범운용 수준으로 조심스럽게 시작될 것이고, 기술 및 제도의 성숙에 따라 그 운용범위가 점진적으로 확대되어 2028년에 이르면 자격을 갖춘 무인항공기는 모든 공역에서 유인기와 함께 통합 운용되는 수준에 도달할 것임
  * 따라서 현재 성숙도가 높은 기술들은 본 단계 초반에서 중반에 이르기까지 완전히 성숙될 것이고, 비협조적 ABDAA와 같이 현재 성숙도가 상대적으로 낮은 기술들은 본 단계 막바지에 이르러서야 완전히 성숙될 것을 전제로 함

<표 3-77> 핵심기술 로드맵 요약

<table>
<tr><th>구분</th><th>1단계 (현재 ~ 2020)</th><th>2단계 (2021 ~ 2028)</th></tr>
<tr><td>운용방식</td><td>유·무인항공기 분리 운용</td><td>유·무인항공기 통합 운용 시작 및 완전 통합</td></tr>
<tr><td>항공교통관제 기술</td><td rowspan="2">2단계 초에 초기 운용이 가능할 정도의 기술 성숙.
단, ABDAA 기술의 경우 2단계 초에 운용 곤란</td><td rowspan="4">- 고성숙 기술 2단계 초·중반에 완전히 성숙

- 저성숙 기술 2단계 말에 완전히 성숙</td></tr>
<tr><td>충돌감지 및 회피 기술</td></tr>
<tr><td>자율화 기술</td><td rowspan="2">기술개발 자원 우선 투입</td></tr>
<tr><td>안전 기술</td></tr>
</table>

• 항공교통관제 기술개발 로드맵 요약

<표 3-78> 항공교통관제 기술개발 로드맵 요약

기술명	현재 수준	1단계 (2015~2020) 유무인항공기 분리 운용	2단계 (2021~2028) 유무인항공기 통합 운용
비행장 내 통합운용 기술개발	TRL 3	<TRL 도달 목표> 5 <성능목표> 1. 비행장 정보 DB화 및 GCS에 통합 2. 비행장 내 표지, 등화 인지 기술 개발 (반경 244m 이내) 3. 비행장 등급에 따른 무인항공기 제원 및 성능 정의	<TRL 도달 목표> 8 <성능목표> 1. 비행장 내 안전한 지상 이동 능력 . 반경 244m 이내 표지, 등화, 이동물체 인식 . 이동체 간 충돌 대처 능력 2. 이착륙 표준절차 준수 능력 3. 관제사 지시 준수 능력 . 무인항공기 시스템의 지상 조종능력
무인항공기 등급분류 및 등급별 표준절차개발	TRL 2	<TRL 도달 목표> 6 <성능목표> 1. 비행형태 및 공역진입을 위한 무인항공기 성능 등급 분류 2. 무인항공기 임무별 비행패턴 정형화 시안 도출 3. 분리공역 비행을 위한 비행패턴별 표준절차 개발	<TRL 도달 목표> 8 <성능목표> 1. 무인항공기 임무별 비행패턴 정형화 2. 통합공역 비행을 위한 비행패턴별 표준절차 개발
항공교통관제 성능수준 정의 및 교육	TRL 4	<TRL 도달 목표> 5 <성능목표> 1. 무인항공기 통합운용 ATC 절차 시안 개발 . VFR/IFR 관제절차 . 비상 관제절차 . 시범 분리운용을 통한 절차 개선 2. 항적 감시 장비 성능수준 정의 3. ATC 음성통신 요건 정의 및 시연	<TRL 도달 목표> 8 <성능목표> 1. 통합 운용 ATC 절차 확립 . VFR/IFR 관제절차 . 비상 관제절차 . 시범 통합운용을 통한 절차 개선 2. ATC 데이터통신 요건 확립 3. ATC 신규 절차 교육 및 자격 증명
무인항공기 통합운영을 위한 모델링 및 시뮬레이션	TRL 5	<TRL 도달 목표> 6 <성능목표> 1. 표준절차에 따른 비행패턴 모델링 및 시뮬레이션 도구 개발 . 현행 관제 시뮬레이터 활용 연구 . 무인항공기 비행패턴 모델링 및 관제 시뮬레이터 개발 2. ATM 1단계 개발목표 모델링 및 시뮬레이션을 통한 절차 적합성 검증 . 유무인항공기 분리운용 시뮬레이션 및 공역 안전성 평가	<TRL 도달 목표> 8 <성능목표> 1. 모델링 및 시뮬레이션 도구 성능 향상 . 활주로 입출항(이착륙) 절차 모델링 . 비행장 내 지상이동체 패턴분석 및 모델링 2. ATM 2단계 개발목표 모델링 및 시뮬레이션을 통한 절차 적합성 검증 . 유무인항공기 통합운용 시뮬레이션 및 공역 안전성 평가

• 충돌감지 및 회피 기술개발 로드맵 요약

<표 3-79> 충돌감지 및 회피 기술개발 로드맵 요약

기술명	현재 수준	1단계 (2015~2020) 유무인항공기 분리 운용	2단계 (2021~2028) 유무인항공기 통합 운용
공중충돌회피 (GBDAA 방식)	TRL 2	<TRL 도달 목표> 6 <성능목표> 1. 센서의 최소탐색거리는 충돌회피 기동시 최소 근접거리 (miss distance)는 500ft 이상을 확보할 수 있어야 함 2. 센서의 최소탐색거리는 모든 공중 물체에 대해 상기 최소근접거리를 만족할 수 있는 수준이상이어야 함 3. 센서탐색영역(Field Of Regard)은 항공기를 중심으로 하는 20nm의 직경을 갖는 원의 상하 5nm 영역이상이어야 함. 무인항공기와의 통신 시간지연(latency)을 포함하여 예상근접시간 40초 에서 TA, 예상근접시간 25초 에서 RA를 수행할 수 있어야 함. 예상근접 고도는 상하 850ft에서 TA, 상하 600ft 이내인 경우 RA를 수행할 수 있어야 함 4. 감지된 모든 공중물체는 지도상에 표시되어야 함 5. 충돌회피 실패확률은 1백만시간당 0.51회 미만 이어야 함 6. 감지 및 회피(DAA) 고장시 특수 코드송출기능을 가져야 함	<TRL 도달 목표> 8 <성능목표> 좌동
공중충돌회피 (협조적 ABDAA 방식)	TRL 4	<TRL 도달 목표> 6 <성능목표> 1. 센서의 최소탐색거리는 협조적 ABDAA 센서를 장착한 모든 공중 이동물체에 대해 최소근접거리 500ft를 만족할 수 있는 수준이상이어야 함 2. 나머지 성능은 GBDAA에서 기술된 내용과 동일	<TRL 도달 목표> 8 <성능목표> 좌동
공중충돌회피 (비협조적 ABDAA 방식)	TRL 2	<TRL 도달 목표> 3 <성능목표> 1. 센서의 최소탐색거리는 모든 공중 이동물체에 대해 최소근접거리 500ft를 만족할 수 있는 수준이상이어야 함 2. 센서탐색영역(Field Of Regard)은 기축선으로부터 좌우 110도, 상하 15도 또는 이에 상응하는 영역을 만족해야 함 3. 나머지 성능은 GBDAA에서 기술된 내용과 동일	<TRL 도달 목표> 8 <성능목표> 좌동

지면 및 장애물 충돌회피	TRL 4	<TRL 도달 목표> 6 <성능목표> 1. 지면 충돌회피 기동시 지면과 최소 근접거리 (miss distance)는 500ft 이상 2. 지형정보를 지도상에 3차원적으로 도시가능하여야 하고 상기 최소근접거리로 회피 가능하여야 함 3. 충돌회피 실패확률은 1백만 시간당 0.51회 미만	<TRL 도달 목표> 8 <성능목표> 좌동
악기상 회피	TRL 4	<TRL 도달 목표> 6 <성능목표> 1. 기상정보는 FIS(Flight Information System), ATIS(Automatic Terminal Information System),그리고, 위성기상정보를 모두 수신 가능하여야 하고, 이를 지도상에 동시에 도시할 수 있어야 함 2. 주어진 기상정보로부터 적란운 등 악기상 위험구역을 상방 500ft, 하방 1000ft, 측방 2000ft 이상 이격하여 회피하여야 함	<TRL 도달 목표> 8 <성능목표> 좌동

• 자율화 기술개발 로드맵 요약

<표 3-80> 자율화 기술개발 로드맵 요약

기술명	현재 수준	1단계 (2015~2020) 유무인항공기 분리 운용	2단계 (2021~2028) 유무인항공기 통합 운용
상황인식	TRL 3	<TRL 도달 목표> 6 <성능목표> 1. 전방주시 카메라는 기축선으로부터 좌우 110도, 상하 15도의 영상을 제공가능 하여야 함 2. 기체의 상태를 감시할 수 있는 모니터링 카메라를 장착하고 영상정보를 실시간으로 제공가능 하여야 함 3. 주변의 충돌위험이 높은 교통정보, 지형정보, 악기상정보를 영상에 포개어서 정보제시 가능해야 함 4. 상황인식 장비는 추가 조종사 요구나 정상상황에서 임무수행능력을 감소시키는 등 조종사의 업무량을 증가시키지 않아야 함 5. 충돌위협 및 충돌회피 기동 시 청각 또는 시각적 경고 제공해야 함	<TRL 도달 목표> 8 <성능목표> 좌동
Lost Link	TRL 4	<TRL 도달 목표> 6 <성능목표> 1. 통신두절 발생 시 비상코드를 송출가능하여야 함 2. 통신두절 발생 시 통신연결을 시도하고 주어진 시간 이상 통신이 연결되지 않으면 사전에 설정한 안전한 지점으로 이동하여 착륙할 수 있어야 함. 3. 충돌위협이 가장 낮은 귀환경로를 재설정할 수 있어야 함 4. 통신 복구 및 자율귀환 비행시 주변 항공교통을 모니터링하여 주변 항공물체에 대해 충돌위험을 감지하고 스스로 회피할 수 있어야 함	<TRL 도달 목표> 8 <성능목표> 좌동

• 안전 기술개발 로드맵 요약

<표 3-81> 안전 기술개발 로드맵 요약

기술명	현재 수준	1단계 (2015~2020) 유무인항공기 분리 운용	2단계 (2021~2028) 유무인항공기 통합 운용
Loran	TRL 4	<TRL 도달 목표> 7 <성능 목표> - RNP 2.0 - 센서 퓨전에 의한 성능 향상 및 성능 감시/경고 기능 - H-field 안테나 성능 향상 및 소형화	<TRL 도달 목표> 8 <성능 목표> - RNP 0.3 - 자체 성능 감시 및 경고(RAIM) 기능 - H-field 안테나 성능 개선
영상기반 항법	TRL 3	<TRL 도달 목표> 5 <성능 목표> - 영상기반 정밀 접근 및 착륙 - 지상 표적 기반 지역 항법	<TRL 도달 목표> 8 <성능 목표> - 영상 기반 전역 항법, RNP 2.0 - 주 항법 고장 시 영상 기반 항법 이행 절차 수립

□ 종합 핵심기술개발 로드맵

<표 3-82> 종합 핵심기술개발 로드맵 요약

구 분		1단계 (유무인항공기 분리 운용)						2단계 (유무인항공기 통합 운용)							
		'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	'25	'26	'27	'28
항공교통관제	비행장 내 통합 운용 기술 개발	TRL 3			TRL 4-6						TRL 7-8				
	무인항공기 등급분류 및 등급별 표준 절차 개발	TRL 2-3			TRL 4-6			TRL 7-8							
	항공교통관제 성능 수준 정의 및 교육	TRL 4-6								TRL 7-8					
	무인항공기 통합운영을 위한 모델링 및 시뮬레이션	TRL 5-6						TRL 7-8							
충돌감지 및 회피	공중충돌회피 (GBDAA 방식)	TRL 2-3			TRL 4-6			TRL 7-8							
	공중충돌회피 (협조적 ABDAA)	TRL 4-6						TRL 7-8							
	공중충돌회피 (비협조적 ABDAA)	TRL 2-3						TRL 4-6					TRL 7-8		
	지면 및 장애물 충돌회피	TRL 4-6						TRL 7-8							
	악기상 회피	TRL 4-6						TRL 7-8							
안전	Loran	TRL 4-6						TRL 7-8							
	영상 기반 항법	3	TRL 4-6								TRL 7-8				
자율화	상황인식	3	TRL 4-6					TRL 7-8							
	Lost Link	TRL 4-6						TRL 7-8							

2) 민간무인항공기 운용 핵심기술 개발요구도 수립

□ 앞에서 정리된 핵심기술개발 로드맵을 기반으로 13개 기술 분야별 RFP를 제시하였음

□ 기술개발 범위는 핵심기술개발 로드맵의 1단계(2015~2020)만을 대상으로 하였는데, 이는 2단계(2021~2028) 기술개발을 위한 RFP는 1단계 종료가 가까운 시점에 실질적인 기술개발 진척도를 파악하여 반영하는 것이 합리적이기 때문임

□ 단, 핵심기술개발 로드맵의 1단계에 시작되지만 2단계에 종료되는 항목에 대해서는 종료시점을 기준으로 반영하였음

□ 핵심기술개발 로드맵의 1단계 내에서 복수의 기술개발 성숙단계가 존재하는 아래 3개 기술의 경우, RFP는 하나로 작성하되 내용은 각 기술성숙 단계별로 구분하여 작성하였음

- 비행장 내 통합 운용 기술
- 무인항공기 등급분류 및 등급별 표준 절차 개발
- 지상기반 공중충돌 감지 및 회피 시스템(GBDAA) 기술

□ 기술성숙도 목표가 1~3 수준인 경우는 대학 및 연구소가 주도하는 것으로, 기술성숙도 목표가 4~6 수준인 경우는 연구소 및 산업체가 주도하는 것으로, 기술성숙도 목표가 7 이상인 경우는 산업체가 주도하여 연구개발을 수행하는 것으로 판단하였음

□ 항공교통관제 기술

연구과제명	비행장 내 통합 운용 기술
1. 연구개발 목표	
	○ 비행장 내에서 유인항공기가 운용되는 것과 대등하게 무인항공기를 통합하여 운용하기 위하여 필요한 핵심기술 개발 ○ 기술성숙 1단계 (2015년~2017년) - 기술성숙도 : TRL 3 - 비행장정보 DB화 및 GCS에 통합 - 비행장 내 표지, 등화 인지기술 개발 (반경 244m 이내) - 비행장 등급에 따른 무인항공기 제원 및 성능 요건 정의 ○ 기술성숙 2단계 (2018년~2023년) - 기술성숙도 : TRL 6 - 비행장 내 안전한 지상 이동 능력 - 이착륙 표준절차 준수 능력 - 관제사 지시 준수 능력
3. 연구개발내용	
	○ 비행장정보 DB화 및 GCS에 통합 - 비행장 구내 배치도, 유도로 및 활주로, 표지 설비 등 정보 - 비행장 무선통신설비, 기상, 항행시설 등의 정보 - 무인항공기 지상통제소(RPS) 내의 조종사용 정보 화면에 효과적으로 구현할 수 있도록 표준 DB화 및 조종사 인터페이스 개발 ○ 비행장 내 표지, 등화 인지기술 개발 - 유인기 조종사의 육안 인지와 대등한 수준의 표지 및 등화 인지 능력 개발(인지거리 244m 이내) ○ 비행장 등급에 따른 무인항공기 제원 및 성능 요건 정의 - 비행장의 등급에 따라 운용 가능한 무인항공기의 제원 및 성능 요건을 정의함 - 또는 기존 비행장의 시설 장비 및 인력 등 수용능력에 따라 운용 가능한 무인항공기의 제원 및 성능 요건을 명시하고 비행장 정보 DB에 포함시킴 ○ 비행장 내 안전한 지상 이동 능력 구현 - 유도로 및 활주로 이동을 유인기와 대등한 수준으로 할 수 있도록 구현함 ○ 이착륙 표준절차 준수 능력 - 유인항공기에 적용 중인 이착륙 표준절차를 준수하는데 있어서 갖추어야 할 미흡 기술 식별 및 개발
6. 연구기간	
	○ 총연구기간 : 9년 기술성숙 1단계 : 2015 ~ 2017 (3년) 기술성숙 2단계 : 2018 ~ 2023 (6년)

연구과제명	무인항공기 등급분류 및 등급별 표준 절차 개발
1.연구개발 목표	

○ 무인항공기를 제한공역이 아닌 일반공역에서 안전하게 운용할 수 있도록 등급을 분류하고 공역 내 안전한 비행을 위한 표준절차 개발

○ 기술성숙 1단계 (2015년~2017년)

- 기술성숙도 : TRL 3
- 비행형태 및 공역진입을 위한 무인항공기 등급 분류
- 무인항공기 임무별 비행패턴 정형화 시안 도출
- 분리공역 비행을 위한 비행패턴별 표준절차 개발

○ 기술성숙 2단계 (2018년~2020년)

- 기술성숙도 : TRL 6
- 비행형태 및 공역진입을 위한 무인항공기 등급 분류
- 무인항공기 임무별 비행패턴 정형화
- 통합공역 비행을 위한 비행패턴별 표준절차 시안 도출

3. 연구개발내용

○ 무인항공기 등급분류(Categorization)(안) 및 분리공역 비행 표준절차 개발
- 무인항공기 등급분류 관련 연구동향 조사 분석 비교 제시(ICAO, 미국, 유럽, 호주, 일본)
- 현행 국내외 유인기 감항분류, 무인항공기 감항분류 조사(ICAO, 미국, 유럽, 호주, 일본)
- 무인항공기 형태별(고정익, 회전익, 기타), 용도별, 성능별(속도, 상승률), 비행영역별(고도, 통신반경 or 항속거리 중 짧은 거리), 중량별, 비행 에너지별(중량×속도2) 분류
- 무인항공기 등급분류(안) 개발
- 무인항공기 등급분류 별 비행패턴 분석 및 비행패턴 정형화
- 분리공역 비행을 위한 비행패턴별 표준절차 개발

○ 무인항공기 비행 표준절차(안) 개발
- 무인항공기 공역 내 통합 운용을 위한 비행절차 관련 최신 연구동향 조사 비교 제시(ICAO, 미국, 유럽, 호주, 일본)
- 현행 한국, 미국, 유럽 공역체계 및 ATM 절차 제시(VFR/IFR, 접근관제, 항로관제, 공항관제)
- 현행 항공교통관제업무 및 무인항공기 관련 연구동향 제시(항공교통관제업무, 비행정보업무, 경보업무 상세 포함)
- 비행 공역 별 최소 비행성능 제시(속도, 상승률, 고도)
- 관제공역 내 통합운용을 위한 표준절차(안) 개발
- 비 관제공역 내 통합운용을 위한 표준절차(안) 개발
- 접근절차, 이착륙절차
- 공항 내 이동/운용 절차

6. 연구기간

○ 총연구기간 : 6년

기술성숙 1단계 : 2015 ~ 2017 (3년)

기술성숙 2단계 : 2018 ~ 2020 (3년)

연구과제명	항공교통관제 성능수준 정의 및 교육
1.연구개발 목표	
	○ 무인항공기를 유인기와 통합 운용하기 위한 관제업무를 지원하기 위해 수반되어 야할 부가 장비, 이를 운용하는 인력, 인프라 등과 관련된 기술개발 - 기술성숙도 : TRL 6 - 통합 운용 ATC 절차 개발 · VFR/IFR 관제절차 · 비상 관제절차 · 시범 통합운용을 통한 절차 개선 - 항적 감시 장비 성능수준 정의 - ATC 음성통신 요건 정의 및 시연
3. 연구개발내용	
	○ ATC 관제절차 시안 개발 - 무인항공기에 대한 VFR/IFR 정의 및 관제절차 수립 - 비상 관제절차 ○ 관제장비 성능수준 정의 및 시제품 개발 - 복합 감시자료 처리시스템 성능수준 정의 - 감시정보 신뢰수준 평가 - 항적 데이터 처리 용량 - 경고 및 경보 정의 - 관제 의사결정 지원 방안 등 ○ 음성통신 요건 정의 및 체계 시연 - 관제사와 무인항공기 운용자들과의 통신 체계 - 무인항공기 운용자들 간의 통신 체계
6. 연구기간	
	○ 총연구기간 : 8년 (2015 ~ 2022)

연구과제명	무인항공기 통합운영을 위한 모델링 및 시뮬레이션
1.연구개발 목표	
	○ 무인항공기의 민간공역 진입에 대한 상황을 유인기와 더불어 통합적으로 묘사하고 안전성을 평가할 수 있는 항공교통관리 (ATM) 시뮬레이터 확보 - 기술성숙도 : TRL 6 - 표준절차에 따른 비행패턴 모델링 및 시뮬레이션 도구 개발 . 현행 관제 시뮬레이터 활용 연구 . 무인항공기 비행패턴 모델링 및 관제 시뮬레이터 개발 - ATM 1단계 개발목표 모델링 및 시뮬레이션을 통한 적합성 검증 . 유무인항공기 분리운용 시뮬레이션 및 공역 안전성 평가
3. 연구개발내용	
	○ 시뮬레이터 운용개념 수립, 형상설계 및 입출력변수 정의 ○ 국내 환경을 반영한 CNS/ATM 시뮬레이션 도구 개발 ○ 실제 비행계획, 항적, 관제, 항공기 정보 등의 자료를 확보 혹은 연동하며 비행 상황을 묘사하고 분석할 수 있는 체계 구축 ○ 무인항공기의 성능, 비행 시나리오, 비상조치 절차 등의 데이터베이스화 및 프로그램 연동 ○ 무인항공기 운용자들과의 관제지시 수행 절차를 반영하고 비상조치 등의 특수 상황을 고려한 시뮬레이션 도구 개발 ○ 안전성, 절차 적합성, 교통량 적정성, 관제사 업무량 등을 분석하여 적절성을 판단할 수 있는 모델 구현
6. 연구기간	
	○ 총연구기간 : 6년 (2015 ~ 2020)

□ 충돌 감지 및 회피 기술

연구과제명	지상기반 공중충돌 감지 및 회피 시스템(GBDAA) 기술
1.연구개발 목표	
	○ 무인항공기의 SAA(Sense and Avoid) 능력 구현을 위한 지상기반 공중충돌 감지 및 회피 시스템(GBSAA) 기술 개발 및 시범운용 ○ 기술성숙 1단계 (2015~2017, 3년) - 기술성숙도 : TRL 3 - 무인항공기와의 통신 시간지연(latency)을 포함하여 예상근접시간 40초에서 TA, 예상근접시간 25초 에서 RA 수행 가능 - 예상근접 고도는 상하 850ft에서 TA, 상하 600ft 이내인 경우 RA 수행 가능 ○ 기술성숙 2단계 (2018~2020, 3년) - 기술성숙도 : TRL 6 - 센서의 최소탐색거리 : 충돌회피 기동시 최소 근접거리 (miss distance) 500ft 이상 - 센서탐색영역(Field Of Regard) : 항공기를 중심으로 하는 20nm의 직경을 갖는 원의 상하 5nm 영역 이상 - 충돌회피 실패확률 : 1백 만 시간당 0.51회 미만 - 감지 및 회피(DAA) 고장시 특수 코드송출 기능 제공
3. 연구개발내용	
	○ 지상기반 공중충돌 감지 및 회피 시스템 기술 조사 - 해외 개발사례 분석 및 국제 기술 표준 동향 분석 ○ 지상기반 공중충돌 감지 및 회피 시스템 기술 개발 - 지상기반 공중 충돌감지 센서 연구 - 지상기반 공중 충돌감지 디스플레이 기술 연구 - 지상기반 공중 충돌회피 알고리즘 개발 - 지상기반 공중 충돌감지 및 회피 시험평가 환경구축 ○ 지상기반 공중충돌 감지 및 회피 시스템 설계 제작 및 시험평가 - 기능 및 성능 요구도 분석 - 시스템 개념/기본/상세설계, 제작 및 시험평가 ○ 지상기반 공중충돌 감지 및 회피 시스템 통합시험 및 기술시범 - 지상기반 공중 충돌감지 및 회피 시스템 구축, 시범 운용
6. 연구기간	
	○ 총연구기간 : 6년 기술성숙 1단계 : 2015 ~ 2017 (3년) 기술성숙 2단계 : 2018 ~ 2020 (3년)

연구과제명	협조적 탑재기반 공중충돌 감지 및 회피 시스템(ABDAA) 기술
1.연구개발 목표	
	○ 무인항공기의 SAA(Sense and Avoid) 능력 구현을 위한 협조적(Cooperative) 탑재 기반 공중충돌 감지 및 회피 시스템(ABDAA) 기술 개발 및 시범운용 - 기술성숙도 : TRL 6 - 무인항공기와의 통신 시간지연(latency)을 포함하여 예상근접시간 40초에서 TA, 예상근접시간 25초 에서 RA 수행 가능 - 예상근접 고도는 상하 850ft에서 TA, 상하 600ft 이내인 경우 RA 수행 가능 - 센서의 최소탐색거리 : 충돌회피 기동시 최소 근접거리 (miss distance) 500ft 이상 - 센서탐색영역(Field Of Regard) : 항공기를 중심으로 하는 20nm의 직경을 갖는 원의 상하 5nm 영역 이상 - 충돌회피 실패확률 : 1백 만 시간당 0.51회 미만 - 감지 및 회피(DAA) 고장시 특수 코드송출 기능 제공
3. 연구개발내용	
	○ 협조적 탑재 기반 공중충돌 감지 및 회피 시스템 기술 조사 - 국내외 개발 및 운용사례 분석 - 국제 기술 표준 동향 및 기술 기준 분석 ○ 협조적 탑재 기반 공중충돌 감지 및 회피 시스템 개발 - 협조적 탑재 기반 공중 충돌감지 센서 연구 - 협조적 탑재 기반 공중 충돌감지 디스플레이 기술 연구 - 협조적 탑재 기반 공중 충돌회피 알고리즘 개발 - 협조적 탑재 기반 공중 충돌감지 및 회피 시험평가 환경구축 ○ 협조적 탑재 기반 공중충돌 감지 및 회피 시스템 설계 제작 및 시험평가 - 기능 및 성능 요구도 분석 - 시스템 개념/기본/상세설계 - 시스템 제작 및 시험평가 ○ 협조적 탑재 기반 공공중충돌 감지 및 회피 시스템 통합시험 및 기술시범 - 협조적 탑재 기반 공중 충돌감지 및 회피 통합 시험 평가 - 협조적 탑재 기반 공중 충돌감지 및 회피 시범 운용
6. 연구기간	
	○ 총연구기간 : 6년 (2015 ~ 2020)

연구과제명	비협조적 탑재기반 공중충돌 감지 및 회피 시스템(ABDAA) 기술
1.연구개발 목표	
	○ 무인항공기의 SAA(Sense and Avoid) 능력 구현을 위한 비협조적(Non-Cooperative) 탑재 기반 공중충돌 감지 및 회피 시스템(ABDAA) 기술 개발 - 기술성숙도 : TRL 3 - 센서의 최소탐색거리는 모든 공중 이동물체에 대해 최소근접거리 500ft를 만족할 수 있는 수준이상이어야 함 - 센서탐색영역(Field Of Regard)은 기축선으로부터 좌우 110도, 상하 15도 또는 이에 상응하는 영역을 만족해야 함 - 감지된 모든 공중물체는 지도상에 표시되어야 함 - 충돌회피 실패확률은 1백 만 시간당 0.51회 미만 이어야 함 - 감지 및 회피(DAA) 고장시 특수 코드송출기능을 가져야 함
3. 연구개발내용	
	○ 비협조적 탑재센서 소형/경량/저전력 기술 개발 ○ 비협조적 탑재센서 기반 충돌위험 감지 기술 개발 ○ 비협조적 탑재센서 기반 충돌 회피 기술 개발 ○ 유무인항공기 분리 운용 공역에서 비협조적 탑재센서 기반 공중충돌위험 감지 및 회피 기술에 대한 시뮬레이션 시험 및 평가
6. 연구기간	
	○ 총연구기간 : 6년 (2015 ~ 2020)

연구과제명	지면 및 장애물 충돌회피 기술
1.연구개발 목표	
	○ 지면 및 장애물을 인지하고 회피하는 기술에 대한 연구개발 - 기술성숙도 : TRL 6 - 지면 충돌회피 기동 시 지면과 최소 근접거리 (miss distance)는 500ft 이상 - 지형정보를 지도상에 3차원적으로 도시 가능하여야 하고 상기 최소근접거리로 회피 가능하여야 함 - 충돌회피 실패확률은 1백만 시간당 0.51회 미만
3. 연구개발내용	
	○ 지형정보 DB로부터 매우 정밀한 지형정보를 이용하는 기술 개발 ○ 지형정보 DB 기반 주변상황 인식 및 충돌회피 기술 개발 ○ 지형정보 DB가 비행체가 아닌 GCS에 존재할 경우, 통신두절시의 지면 및 장애물 회피방안 연구 ○ 유무인항공기 분리 운용공역에서 비행시범
6. 연구기간	
	○ 총연구기간 : 6년 (2015 ~ 2020)

연구과제명	악기상 회피 기술
1.연구개발 목표	
	○ 비행 중 기상정보를 수집하고 이를 활용하여 악기상 지역을 우회하여 비행하는 기술 개발 - 기술성숙도 : TRL 6 - 기상정보 서비스 인프라 구축 - FIS-B 정보 및 위성기상정보 통합 도시 시스템 개발 - 악기상 회피 알고리즘 개발 및 비행시범 • 유인기의 VFR 규정에 준하는 수준의 악기상회피 • 주어진 기상정보로부터 적란운 등 악기상 위험구역을 상방 500ft, 하방 1000ft, 측방 2000ft 이상 이격하여 회피 • Storm 및 태풍지역을 20 nm 이상 우회하여 비행
3. 연구개발내용	
	○ 항공기상정보 인프라 구축 - FIS-B 서비스 인프라 구축 • 공항주변의 기상정보 서비스 시스템 구축 • 국제 표준(RTCA 표준과 Eurocontrol ASTERIX 표준)에 따른 ADS-B 신호 정보전송 - 위성기상 정보 서비스 인프라 구축 • 국제 표준에 따른 ADS-B 신호 정보 전송 • NEXRAD 레이더로부터 측정된 번개, 폭풍, 정보를 전송 • 기상정보 도시 시스템 개발 ○ 무인항공기용 통합 FIS-B 및 위성기상정보 도시 시스템 개발 - Portable Device 및 무인항공기 GCS에서 사용가능한 App 개발 - 전용 하드웨어 개발 - 무인항공기용 무선신호 규격 정의 ○ 무인항공기의 악기상 지역 인식기술 개발 - 영상을 이용한 악기상 지역 인식기술 개발 ○ 악기상 회피 알고리즘 개발 및 비행시험 검증 - 상기 통합 기상정보 시스템 정보를 이용하여 유인기의 VFR에 준하는 3차원으로 회피가능한 악기상 회피 알고리듬 개발 - 공중 충돌 감지 및 회피 시스템과 통합 및 비행시범
6. 연구기간	
	○ 총연구기간 : 6년 (2015 ~ 2020)

□ 자율화 기술

연구과제명	상황인식 기술
1.연구개발 목표	
	○ 항공기 전방의 상황을 주시하기 위해 유인기와 유사한 환경의 시야를 지상의 조종사에게 제공하고, 비행체 상태 및 교통정보, 지형정보, 기상정보 등 주변 상황을 종합적으로 인지할 수 있도록 도시하는 상황인식 기술 개발 - 기술성숙도 : TRL 6 - 전방주시 카메라는 기축선으로부터 좌우 110도, 상하 15도의 영상을 제공 가능하여야 함 - 기체의 상태를 감시할 수 있는 모니터링 카메라를 장착하고 영상정보를 실시간으로 제공 가능하여야 함 - 주변의 충돌위험이 높은 교통정보, 지형정보, 악기상 정보를 영상에 포개어서 정보제시 가능해야 함 - 상황인식 장비는 추가 조종사 요구나 정상상황에서 임무수행능력을 감소시키는 등 조종사의 업무량을 증가시키지 않아야 함 - 충돌위협 및 충돌회피 기동 시 청각 또는 시각적 경고 제공해야 함
3. 연구개발내용	
	○ 무인항공기 주변 상황인식 및 정보전파 기술 개발 - 항공기 전방 및 기체 상태 모니터링 기술 개발 - 교통정보, 지형정보, 악기상정보 오버레이 기술 개발 - 위험요소 식별 및 자율회피 기술개발 - 위험상황 정보 전파 기술 개발 (운용자, 관제사 등)
6. 연구기간	
	○ 총연구기간 : 6년 (2015 ~ 2020)

연구과제명	통신두절 대응 기술
1.연구개발 목표	
	○ 지상통제소와 비행체 간 C2(Command and Control) 링크 두절 시 안전한 비행체의 운항 및 귀환을 보장할 수 있는 대응 기술 개발 - 기술성숙도 : TRL 6 - 통신두절 발생 시 비상코드를 송출가능 하여야 함 - 통신두절 발생 시 통신복구 시도 후 통신이 복구되지 않으면, 통신연결을 시도하고 주어진 시간 이상 통신이 연결되지 않으면 사전에 설정한 안전한 지점으로 이동하여 착륙할 수 있어야 함 - 충돌위협이 가장 낮은 귀환경로를 재설정할 수 있어야 함 - 통신 복구 및 자율귀환 비행시 주변 항공교통을 모니터링 하여 주변 항공물체에 대해 충돌위험을 감지하고 스스로 회피할 수 있어야 함
3. 연구개발내용	
	○ 통신두절시 비상코드 송출 기술개발 - Transponder의 통신두절시 비상코드 표준화 - 무인항공기 통신두절시 Transponder 를 통해 비상코드 송출 ○ 통신두절시 자율 통신연결 알고리듬 개발 - 자율적으로 주통신, 부통신 및 위성통신 연결을 수행 - 통신연결 확률이 가장 높은 자세 및 비행경로 자율 결정 ○ 통신두절시 자율 충돌 회피 기술개발 - 자동 통신복구 시도 후 복구시도가 실패하면 안전한 지점으로 자동 회귀 알고리듬 개발 - 충돌위협이 가장 낮은 귀환경로 재설정 - 통신두절 상태로 귀환 비행시 주변 항공기를 감지하고 공중충돌, 지형충돌, 악기상을 회피하는 기술 개발
6. 연구기간	
	○ 총연구기간 : 6년 (2015 ~ 2020)

□ 안전 기술

연구과제명	Loran 기술
1. 연구개발 목표	
	○ 위성항법이 불가능한 상황에서 e-Loran을 활용하여 연속적인 항법이 가능하도록 함으로써 무인항공기의 신뢰성, 생존성을 향상시키는 기술 개발 - 기술성숙도: TRL 6 - RNP 2.0 항법 성능 구현 - 센서 퓨전에 의한 성능 향상 및 성능 감시/경고 기능 개발 - H-filed 안테나 성능 향상 및 소형화
3. 연구개발내용	
	○ e-Loran 기반 대체항법시스템 개념 설계 - 기능 및 성능 요구도 분석 ○ e-Loran/GNSS 통합항법 수신기 설계 - SDR (Software Defined Radio) 기반 통합 수신기 플랫폼 설계 - ASF Map, LDC(Loran Data Channel) 데이터, Differential Loran를 이용한 정확도 향상 알고리듬 - e-Loran/GNSS 통합항법 알고리듬 연구 ○ H-filed e-Loran 안테나 설계 - H-field 안테나 최소운용성능(MOPS) 도출 - H-field 안테나 소형화 기술 연구 - e-Loran/GNSS 통합 안테나 설계 ○ 성능 감시 및 경고 기능 구현 - GNSS 재밍, 스푸핑 감지 기술 연구 - GNSS, 관성센서를 이용한 e-Loran 성능 감시 및 경고 기술 - LDC 데이터를 이용한 자체 무결성 감시 및 경고 기능 ○ e-Loran 기반 대체항법시스템 제작 및 시험평가 - RNP 성능 검증 비행시험 - 성능 감시 및 경고 기능 시험 평가
6. 연구기간	
	○ 총연구기간 : 5년 (2015 ~ 2019)

연구과제명	영상기반 항법 기술
1. 연구개발 목표	
	○ 정밀 접근 및 착륙 단계나 소규모 임무 지역에서 위성항법 전파 교란에 대처 가능한 무인항공기 탑재 영상 기반 대체항법 시스템 개발 - 기술성숙도: TRL 6 - 영상기반 정밀 접근 및 착륙 - 지상 표적 기반 지역 항법
3. 연구개발내용	
	○ 영상기반 항법 기술 조사 - 국내외 기술 개발 및 비행시험 사례 조사 및 분석 ○ 영상기반 활주로 인식을 통한 정밀접근 및 착륙용 항법시스템 - 활주로 인식률 제고를 위한 실시간 영상처리 기술 - 광류 및 지평선을 이용한 비행체 자세 및 상태정보 추정기술 - 센서 퓨전에 의한 항법시스템의 정확도 및 연속성 향상 기술 ○ 지상 표적을 이용한 영상기반 지역 항법시스템 - 특징점 추출 및 추적 성능 개선 - 영상 기반 SLAM (simultaneous localization and mapping) 기술 - 실시간성 확보를 위한 계산량 감소 알고리듬 연구 - 지상 표적을 이용한 정확도 및 가용성 향상 기술 - 관성센서 및 고도 정보 통합 기술 ○ 영상기반 대체항법 시스템 성능 요구도 산출 - 영상 기반 항법 알고리듬 성능 비교 및 요구도 산출
6. 연구기간	
	○ 총연구기간 : 9년 (2015 ~ 2023)

다. 핵심기술 분석

1) 민간무인항공기 운용 핵심기술 분석

□ (운용 핵심기술 개발계획) 민간무인항공기에 필요한 핵심기술 기준설정

- 1차 년도에 선정한 민간무인항공기 핵심기술에 대하여 정량적, 정성적 성능요구도를 제시 및 정량적 기준 설정
- 개발된 기술과 비교하여 무인항공기를 운용하기 위해 만족해야 할 기술성숙도(TRL) 제시

□ 안전성입증 기술 성능요구도

- 무인항공기가 공역에 통합되더라도 현재 공역시스템의 안전성 수준이 유지됨을 입증하는 기술

<표 3-83> 안전성입증 기술 성능요구도

정성적 성능요구도	정량적 성능요구도	TRL
무인항공기를 기존의 유인기 운용환경에 통합하는데 필요한 수준의 안전도 확보	무인항공기에 사용될 다음 알고리즘에 대해서는 ATM을 연계하는 시험에서 사고율이 0.1% 이하를 만족 1. 비상 착륙 알고리즘 2. 충돌회피 알고리즘 3. 무선통신 두절 알고리즘 4. 자동 이착륙 알고리즘	8
무인항공기 구성품 중 통신 장비, 전자회로 부품, 센서 관련 장비들은 모두 TRL 7의 기술수준을 만족하는 제품을 사용		7

□ 항공교통관제(ATM) 기술 성능요구도

- 현재 및 미래의 공역시스템에 무인항공기를 통합시키기 위한 교통관제 기술

<표 3-84> 항공교통관제 기술 성능요구도

정성적 성능요구도	정량적 성능요구도	TRL
무인항공기는 공항 내 표지, 시설 및 지상 장애물에 대해 인식 가능	지상이동 중 정적 장애물에 대해서 20m 전방 최소 10개 이상의 장애물을 인식해야 하며 동적 장애물에 대해서 5m 전방 최소 3개 이상의 장애물 0.5초 이내에 인식	8
무인항공기는 ATM과 연계하고 항행안전무선시설을 이용하여 자동 이착륙이 가능해야 함	자동 이착륙 알고리즘은 시범운용 시 사고율 0.1% 이하 만족하고 무인항공기가 자동 착륙 시 종방향으로 5m, 횡방향으로 10m의 허용오차를 만족	8

□ 보안 기술 성능요구도

- 무인항공기의 안전한 운항을 위한 데이터링크 보안 및 사이버 보안기술

<표 3-85> 보안 기술 성능요구도

정성적 성능요구도	정량적 성능요구도	TRL
장거리 운용을 위한 대형 민간무인항공기의 경우, C2재밍, 스푸핑, 신호간섭 감지 등을 수행하는 알고리즘을 탑재	C2재밍, 스푸핑, 신호간섭 등의 최초감지 시간은 0.5초 이내에 무인항공기가 감지해야 함	8
위성항법 신호에 교란신호를 감지할 수 있는 알고리즘을 탑재	위성항법 신호에 교란신호는 2초 이내에 무인항공기가 감지 가능해야 함	8

□ 충돌감지 및 회피 기술 성능요구도

- 유인기의 공중충돌방지, 지형 및 장애물 회피, 악기상 회피 기술을 무인항공기에 구현하는 기술

<표 3-86> 충돌감지 및 회피 기술 성능요구도

정성적 성능요구도	정량적 성능요구도	TRL
무인항공기에 탑재할 센서 중 충돌감지에 필요한 센서들은 TRL 8을 만족하는 제품을 사용	무인항공기의 시각센서를 이용하여 모니터링 할 수 있는 항공기는 5대 이내이며 감지가능 범위는 3km 이내 인식 가능해야 함	8
무인항공기와 통제소와 데이터를 주고 받고 통제할 수 있는 통신 네트워크 기술은 TRL 8을 만족하는 제품을 사용	무인항공기 통제소와 무인항공기 사이의 통신지연 시간은 0.1초 미만이여야 한다.	8

□ 자율화 기술 성능요구도

- 무인항공기 시스템이나 외부시스템의 고장으로 인한 비상상황에 대처하여 안전성을 확보하기 위해 자동적으로 대처하는 기술

<표 3-87> 자율화 기술 성능요구도

정성적 성능요구도	정량적 성능요구도	TRL
무선통신이 두절 되었을 때 무인항공기는 이를 감지하고 비상상황 알고리즘을 실행해야 함	무인항공기가 비상상황을 인지하고 나서 비상상황 알고리즘으로 기동하는데 걸리는 시간은 1초 이내여야 함	8
GPS 신호가 끊겼을 경우 이를 파악하고 항법을 계속 수행할 수 있는 시스템 구축	GPS 통신이 두절되었을 때 대응하는데 걸리는 시간은 2초 이내여야 함	7

5 절. 민간무인항공기 중장기 로드맵 수립(세부내용 3)

1. [성과 19] 민간무인항공기 중장기 로드맵

가. 국내외 무인항공기 분류 체계

1) 국외 무인항공기 분류 체계

□ 미국의 경우 무게, 운영범위, 속도를 기준으로 무인항공기를 분류하고 있음

<표 3-88> 미국 무인항공기 분류 체계

구 분	Certified UAS(CAT3)	Nonstandard UAS (CAT2)	RC Model UAS (CAT1)
FAA 규정	14 CFR 91	14 CFR 91, 101, 103	없음
최대이륙중량	600 kg 초과	25 kg 이상 600 kg 이하	25 kg 미만
공역제한	All	Class E, G	Class G (〈1,200 ft AGL)
속도제한	없음	250 kts	100 kts

□ 영국의 경우 무게만으로 무인항공기를 분류하고 있음

<표 3-89> 영국 무인항공기 분류 체계

구 분	무 게
Small Aircraft	20 kg 이하
Light Aircraft	20 kg 이상 150 kg 미만
UAV	150 kg 이상

□ 호주의 경우 무게와 운영 범위로 무인항공기를 분류하고 있음

<표 3-90> 호주 무인항공기 분류 체계 (무게)

구 분	무 게
초소형 무인항공기	100 g 이하
소형 무인항공기	100 g 초과 150 kg 이하
대형 무인항공기	150 kg 초과

<표 3-91> 호주 무인항공기 분류 체계 (고도)

구 분	운영 고도
Low	1,000 m 미만
Medium	1,000 ~ 10,000 m
High	10,000 m 초과

2) 국내 무인항공기 분류 체계

□ 항공법, 동법 시행령, 동법 시행규칙에 의하면 현재 국내 항공기는 무게를 기준으로 구분되어 있음

<표 3-92> 국내 유·무인항공기 분류 현황

<table>
<tr><th>구 분</th><th>유 형</th><th>중 량</th><th>좌 석
/배기량</th><th>제 정</th><th>담당기관
/문서</th></tr>
<tr><td rowspan="6">초경량
비행장치</td><td>동력비행장치
(타면조종형, 체중이동형)</td><td rowspan="2">자체중량 ≤ 115 kg</td><td>1인승</td><td rowspan="5">2002.11</td><td rowspan="7">TS
교통안전공단</td></tr>
<tr><td>회전익비행장치
(초경량 자이로플레인,
초경량헬리콥터)</td><td>1인승</td></tr>
<tr><td>동력패러글라이더</td><td>자체중량 ≤ 115 kg</td><td>1인승</td></tr>
<tr><td>무인비행장치
(무인동력비행장치)</td><td>자체중량 <150 kg</td><td rowspan="2">무인
/50cc 초과</td></tr>
<tr><td>무인비행장치 (무인비행선)</td><td>자체중량 <180 kg</td></tr>
<tr><td>인력활공기</td><td>자체중량 ≤ 70 kg</td><td>—</td></tr>
<tr><td>LSA</td><td>Light Sport Aircraft</td><td>최대이륙중량 ≤ 600 kg</td><td>—</td><td>2009.09</td></tr>
<tr><td>VLA</td><td>Very Light Aircraft</td><td>최대이륙중량 ≤ 750 kg</td><td>2인승 이하</td><td>2010.05</td><td>KAS
VLA</td></tr>
<tr><td rowspan="2">PART
23</td><td>보통(N), 실용(U), 곡기(A)</td><td>최대이륙중량 ≤ 5,670 kg</td><td>조종석 제외
9인승 이하</td><td rowspan="2">1993.08</td><td rowspan="2">KAS
PART23</td></tr>
<tr><td>커뮤터(C)</td><td>최대이륙중량 ≤ 8,618 kg</td><td>조종석 제외
19인승 이하</td></tr>
<tr><td>PART
25</td><td>수송기(T)</td><td>최대이륙중량 > 5,700 kg</td><td>—</td><td>1993.08</td><td>KAS
PART25</td></tr>
</table>

나. 국내 무인비행장치 제도 현황

1) 초경량비행장치의 신고

□ 항공법 시행규칙 제65조 (초경량장치의 신고・관리)

□ 항공법 제23조 (초경량비행장치등) 제1항, 제4항 의거

□ 안전성인증을 받기 전까지 지방항공청장에게 제출

2) 항공법 시행령 제 14조
(신고를 필요로 하지 아니하는 초경량비행장치의 범위)

□ 무인비행기 및 무인회전익 비행장치

□ 연료의 무게를 제외한 자체무게가 12kg 이하

□ 장착되어 있는 엔진의 총배기량이 50cc 이하

□ 무인비행선

□ 연료의 무게를 제외한 자체무게가 12kg 이하

□ 길이가 7미터 이하

□ 엔진의 총배기량이 50cc 이하

□ 연구기관 등이 시험, 조사, 연구 또는 개발을 위하여 제작한 초경량비행장치

□ 제작자 등이 판매를 목적으로 제작하였으나 판매되지 아니한 것으로서 비행에 사용되지 아니하는 초경량비행장치

3) 초경량비행장치 검사신청 순서 (교통안전공단)

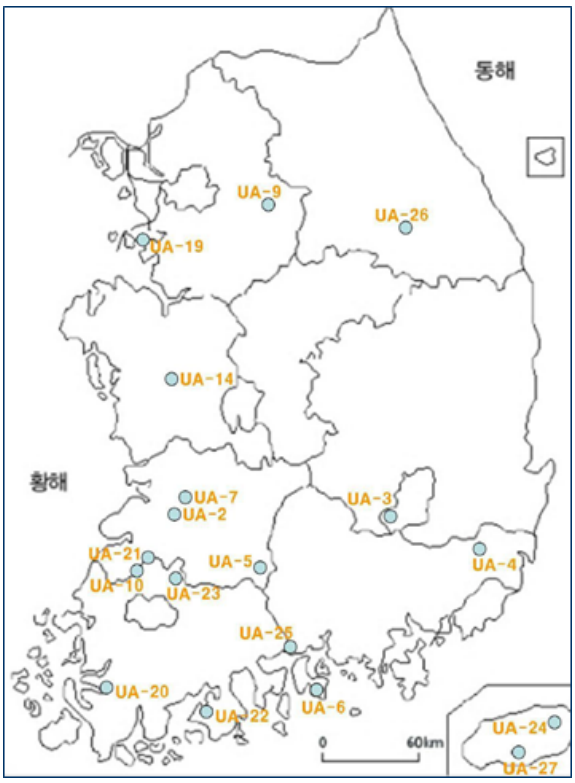


<그림 3-114> 초경량비행장치 검사신청 순서 (교통안전공단)

4) 초경량비행장치 비행공역

<표 3-93> 국내 초경량비행장치 공역 위치

순번	위치	운영여부	순번	위치	운영여부
1	토함산	수평:폐쇄 수직:운영	15	고성	폐쇄
2	구성산	운영	16	산내	폐쇄
3	약산	운영	17	이리	폐쇄
4	봉화산	운영	18	일산	폐쇄
5	덕두산	운영	19	시화호	운영
6	금산	운영	20	성화대	운영
7	홍산	운영	21	방장산	운영
8	장현	폐쇄	22	고흥	운영
9	양평	운영	23	담양	운영
10	고창	운영	24	구좌	운영
11	대정	폐쇄	25	하동	운영
12	송도	폐쇄	26	장암산	운영
13	양산	폐쇄	27	미악산	운영
14	공주	운영			



<그림 3-115> 국내 초경량 비행장치 공역
(폐쇄된 비행공역은 표지되어 있지 않음)

5) 무인비행장치 조종사 준수사항

□ 항공법 제23조 (초경량비행장치등)

□ 항공법 시행규칙 제68조(초경량비행장치 조종자의준수사항)

□ 항공법 시행규칙 제196조의2 (무인항공기의 비행허가 신청 등)

- 비행 중 낙하물 투하 행위금지
- 인구가 밀집된 지역과 그 밖에 사람이 많이 모인 장소 상공 비행금지
- 관제공역 · 통제공역 · 주의공역 비행금지

(지방항공청장의 허가를 받은 경우에는 제외)

- 안개 등으로 인하여 지상목표물을 육안으로 식별할 수 없는 상태 비행 금지
- 일몰 후부터 일출 전까지의 야간 비행 금지
  (최저비행고도 150 m 미만에서 운영하는 계류식 기구제외)
- 주류 등의 영향으로 조종업무를 정상적으로 수행할 수 없는 상태에서 조종 또는 비행 중 주류 등을 섭취하거나 사용하는 행위 금지

□ 관제권 내 또는 150m 이상 고도 비행 → 지방항공청장 허가 필요

□ 비행금지구역에서의 비행 → 국방부장관 허가 필요

6) 항공사진 촬영 지침

□ 국가정보원법 제3조 (직무)

□ 보안업무규정 제37조 (측정의 실시)

□ 국가보안시설 및 보호장비 관리지침 제32조와 제33조

□ 항공촬영 신청 및 허가

- 항공사진 촬영 7일전 까지 국방부장관에게 촬영 대상, 촬영 일시, 촬영자 인적 사항 등을 명시한 항공사진 촬영허가신청서 제출
  →국방부장관은촬영목적, 용도 및 대상시설, 지역의 보안상 중요도 등을 검토하여 항공촬영 허가여부 결정
- 항공사진 촬영 금지시설
  - 국가보안목표 시설 및 군사보안목표 시설
  - 비행장, 군항, 유도탄 기지등군사시설
  - 기타 군수산업시설 등 국가안보상 중요한 시설 및 지역

□ 항공 촬영을 위한 비행시 국토교통부 신고 →항공 촬영 허가와 별도

□ 비행금지구역을 비행할 경우 국토교통부 신고
→항공촬영 신청자는 해당 지역의 공역 관리 기관(청와대·합참 · 수도방위사령부)의 별도 승인을 얻은 후

□ 군사작전 지역 내 비행 및 군시설 이용이 필요할 경우
→ 사전에 관할 군부대와 협조

7) 무인비행장치 데이터 통신

□ 무선설비규칙 제 29조(특정소출력무선국용 무선설비)

⑦ 무선데이터통신시스템용 특정소출력무선기기의 기술기준

→ 실효복사전력 제한이 있는 경우 모두 10 mW 이하

주파수(MHz)	비 고
2400~2438.5	• "해당 무선설비는 운용 중 전파혼신 가능성이 있음"이라는 문구를 동 설비의 잘 보이는 곳에 표시할 것 • 제작사 및 설치자는 해당 무선설비가 전파혼신 가능성이 있으므로 인명안전과 관련된 서비스는 할 수 없음을 사용자 설명서 등을 통하여 운용자 및 사용자에게 충분히 알릴 것 • 5825~5850MHz 주파수대역의 채널 탐색을 위한 수신기능을 탑재할 수 있다.
5725~5825	

<그림 3-116> 무인데이터통신시스템용 특정소출력무선기기 기술기준

다. 국외 무인항공기 규정 현황

1) ICAO Circular 328 'Unmanned Aircraft System' (2011)

□ 본 정책서는 ICAO 조약국들이 무인항공기시스템을 비분리 공역에 통합하는데 필요한 관점을 제공하는 것이 목적임

□ 무인항공기는 비행체 외 지상통제소, C2 데이터 링크 등의 지원 시스템이 없이 운용이 불가능하므로 지상통제소와 C2 데이터 링크에 대한 인증이 필요

□ 무인항공기 시스템의 다중화(Redundancy)에 대한 기술기준 필요

2) NATO STANAG 4671

□ 150 ~ 20,000 kg의 고정익 군용무인항공기를 대상으로 함

□ 무인항공기, 데이터 링크, 지상통제소에 대한 인증기준의 399개 요구조건 포함

□ 사단, 군단, MUAV 등의 군용무인항공기 사업에 적용 중

3) NATO STANAG 4702

□ 150 ~ 3,750 kg의 회전익 군용무인항공기를 대상으로 함

□ 2013년 개발을 시작 (초안 상태)

4) NATO STANAG 4203

□ 150 kg 이하 고정익 군용무인항공기

□ 현재 개발 중 (초안 상태)

5) NATO STANAG 4746

□ 150 kg 이하의 경량/초경량 회전익

□ 2013년 개발을 시작 (초안 상태)

6) EASA CS-LURS

□ 최대이륙중량 750 kg 이하 무인회전익항공기

□ 2013년 10월 30일 발행 (JARUS 개발)

□ 현재 개발 중

7) JARUS RPAS C2 Link Required Communication Performance (RCP) Concept

□ JARUS Working Group 5에서 2014년 10월 10일 발행

□ 다음 사항에 대한 지침을 마련할 목적으로 발행

- C2 링크를 위해 통신 성능 요구조건 수립
- 운용 시나리오 상에서 통신 성능 요구조건의 적용을 위한 기반 제공
- 아래 표는 C2 링크 형식에 따른 통신 성능 요구조건의 예시를 보여줌

<표 3-94> C2 링크 형식에 따른 통신 성능 요구조건 예시

C2 Link RCP Type	Transaction Time (sec)	Continuity (Probability per flight hour)	Availability (Probability per flight hour)	Integrity (Acceptable rate per flight hour)
C2 Link RCP A	3	0.999	0.9999	10-5
C2 Link RCP B	5	0.999	0.999	10-4

8) FAA Order 8110.4C와 8130.34

□ 감항인증 신청 및 특별감항인증서 발행을 위한 절차를 포함

□ 운용 공역 제한, ATC 응답기 및 고도 보고 시스템 요구조건, 감지 및 회피, 데이터 링크 고장에 대한 내용 포함

9) FAA Notice of proposed rulemaking (NPRM)

□ 2015년 2월 23일 소형 무인항공기시스템의 운용과 인증에 대한 권고 제시

□ 운용 제한 조건, 운용자 인증과 책임, 항공기 요구조건 등에 대한 내용 수록

□ 운용 제한

- 무인항공기 중량 25 kg 이하
- 시계가시영역(VLOS, Visual Line of Sight) 내 운용
- 낮시간 운용
- 최고 속도 87 노트
- 최고 고도 500 피트 이내
- 지상통제소와의 최소 3 마일 가시영역(LOS)
- G 공역 운용 외 항공관제소 허가 하에 B, C, D 공역 운용

10) 아래 표는 유럽의 원격조종항공기시스템 규정 수립 현황을 보여주고 있음

<표 3-95> 유럽의 원격조종항공기시스템 인증 규정 수립 현황

	In place			In preparation		
Austria	< 150 kg	VLOS				
Czech Rep.	< 150 kg	VLOS	BLOS			
Denmark	< 150 kg	VLOS				
Finland				< 150 kg	VLOS	
France	< 25 kg	VLOS	BLOS		VLOS	BLOS
Germany	< 25 kg	VLOS				
Hungary				< 150 kg	VLOS	
Ireland	< 20 kg	VLOS				
Norway				< 150 kg	VLOS	BLOS

라. 무인항공기 적용 가능한 국내 법·규정 현황

1) 무인항공기의 분류(classification)

□ 항공법규에 따른 ‘항공기, 경량항공기, 초경량비행장치’의 정의

- 항공법 제2조(정의) 1. “항공기“란 비행기, 비행선, 활공기, 회전익 항공기, 그 밖에 대통령령으로 정하는 것으로서 항공에 사용할 수 있는 기기
- 항공법 시행령 제9조(항공기의 범위) 「항공법」 제2조 제1호에서 “대통령령으로 정하는 것으로서 항공에 사용할 수 있는 기기“
- 항공법 시행규칙 제3조(항공기인 동력비행장치의 범위) 「항공법 시행령」 제9조 제1호에서 “국토교통부령으로 정하는 범위를 초과하는 동력비행장치 “항공법 시행규칙 제13조의2(경량항공기의 기준) 법 제2조 제26호에서 “국토교통부령으로 정하는 타면조종형비행기, 체중이동형비행기 및 회전익경량항공기 등“이란 제14조에 따른 초경량비행장치에 해당하지 아니하는 것으로서 다음 각 호의 기준에 적합한 타면조종형비행기, 체중이동형비행기, 경량헬리콥터, 자이로플레인 및 동력패러슈트를 말함;
- 항공법 시행규칙 제14조(초경량비행장치의 범위 등) 법 제2조 제28호에서 “국

토교통부령으로 정하는 동력비행장치, 인력활공기·기구류 및 무인비행장치 등"이란 다음 각 호의 것을 말함;

- 항공법 시행령 제14조(신고를 필요로 하지 아니하는 초경량비행장치의 범위) 법 제23조 제1항 단서에서 "대통령령으로 정하는 초경량비행장치"란 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 것으로서 항공기대여업·항공레저스포츠사업 또는 초경량비행장치사용사업에 사용되지 아니하는 것을 말함;

2) 항공기 관련 항공법 규정

□ 항공기 등록에 관한 조항

- 항공법 제3조(항공기의 등록)
- 항공법 제6조(항공기등록의 제한)
- 항공법 제8조(등록사항)
- 항공법 제9조(등록증명서의 발급) 등

□ 항공기 감항증명/인증기준에 관한 조항

- 항공법 제15조(감항증명)
- 항공법 제15조의2(항공기 등의 감항승인)
- 항공법 제16조(소음기준적합증명),
- 항공법 제17조(형식증명)
- 항공법 제17조의2(수입 항공기등의 형식증명승인)
- 항공법 제17조의3(제작증명)
- 항공법 제18조(감항증명 검사기준의 변경)
- 항공법 제19조(수리·개조승인)
- 항공법 제20조(기술표준품에 대한 형식승인)
- 항공법 제20조의2(부품등제작자증명)
- 항공법 제40조(무선설비의 설치·운용 의무)
- 항공법 제41조(항공계기 등의 설치·탑재 및 운용 등)

□ 항공기 정비에 관한 조항

- 항공법 제22조(항공기등의 정비등의 확인)
- 항공법 제22조의2(항공기 등에 발생한 고장, 기능불량 또는 결함 보고 의무)

□ 항공기 공역진입에 관한 조항

- 항공법 제38조(공역 등의 지정)
- 항공법 제38조의2(비행제한 등)

□ 항공기 안전운항에 관한 조항

- 항공법 제43조(항공기의 연료 등)
- 항공법 제44조(항공기의 등불)
- 항공법 제46조(승무시간 기준 등)
- 항공법 제49조(항공안전프로그램 등)
- 항공법 제49조의3(항공안전 의무보고)
- 항공법 제49조의4(항공안전 자율보고)
- 항공법 제50조(기장의 권한 등)

□ 비행장 무인항공기 운용기준/절차 수립

- 항공법 제53조(이착륙의 장소)

□ 비행규칙에 관한 조항

- 항공법 제54조(비행규칙 등)
- 항공법 제55조(비행 중 금지행위 등)
- 항공법 제59조(위험물 운송 등)
- 항공법 제60조(위험물 포장 및 용기의 검사 등)

- 항공법 제61조(위험물취급에 관한 교육 등)
- 항공법 시행규칙 제196조의2(무인항공기의 비행허가 신청 등)

□ 항공교통업무 및 절차기준에 관한 조항

- 항공법 제69조의3(수직분리축소공역 등에서의 항공기 운항)
- 항공법 제70조(항공교통업무 등)
- 항공법 제72조(수색·구조 지원계획의 수립·시행)

□ 항공정보에 관한 조항

- 항공법 제73조(항공정보의 제공 등)

□ 운항기준에 관한 조항

- 항공법 제74조의2(항공기 안전운항을 위한 운항기술기준)
- 항공법 제74조의3(운항기술기준의 준수)

3) 경량항공기 관련 항공법 (경량항공기 인증 및 안전운항에 관한 조항)

□ 항공법 제24조(경량항공기 등)

4) 초경량비행장치 관련 항공법 규정

□ 경량항공기 인증 및 안전운항에 관한 조항

- 항공법 제23조(초경량비행장치 등)
- 항공법 제23조의2(초경량비행장치의 변경신고 등)

□ 초경량비행장치의 비행규칙에 관한 조항

- 항공법 시행령 제14조의2(초경량비행장치 비행승인 제외 범위)

5) 국내외 무인항공기 기술기준 수립 현황

□ 국내 항공법에서 초경량비행장치로서 무인항공기를 정의하고 있으며, 교통안전공단에서 초경량비행장치 안전 검사를 기준으로 적용 중임

□ 아래 표는 초경량 비행장치의 유형에 따른 기체제한 범위를 보여주고 있음

<표 3-96> 초경량 비행장치 기체 제한 범위 (출처 : 교통안전공단)

초경량 비행장치의 유형		사양 (SPECIFICATION)	자격 증명시험	안전성 인증검사
동력비행장치 (타면조종형,체중이동형)	단좌	자체중량 115kg 이하	O	O
회전익비행장치 (초경량 자이로플레인, 초경량 헬리콥터)	단좌	자체중량 115㎏ 이하	O	O
동력패러글라이더		낙하산에 추진력을 부착한 장치로, 착륙장치가 없거나 1인승 115㎏ 이하	O	O
무인비행장치	무인동력 비행장치	자체중량 12㎏초과 150㎏ 미만, 배기량 50cc 초과	O	O
	무인비행선	자체중량 12㎏초과 180㎏ 미만, 배기량 50cc 초과, 길이 7미터 초과 20미터 미만	O	O
기구류 (사람이 탑승하는 기구류에 한함)	열기구	공기 온도차에 의한 부력에 의해 비행하는 장치	O	O
	가스기구	헬륨가스의 부력을 이용해 윈치 케이블을 이용하여 상승/하강하는 장치	×	O
인력활공기 (항공레저스포츠사업용에 한함)		체중이동 등 인력에 의하여 조종하는 행글라이더와 패러 글라이더로서, 자체중량 70㎏ 이하	O	O
낙하산류 (항공레저스포츠사업용에 한함)		항력(抗力)을 발생시켜 대기(大氣) 중을 낙하하는 사람 또는 물체의 속도를 느리게 하는 비행장치	O	O

□ 국토교통부 고시 제2012-287호 초경량비행장치의 비행안전을 확보하기 위한 기술상의 기준 (2012.05.31.)

- 강관구조, 목재구조, 판금구조 등의 공작방법, 볼트·너트의 사용방법 기타 비행장치 전반의 공작방법, 계기 및 장비품의 작동시험, 비행장치의 정비작업 기준과 설계기준에 대하여는 제작사에서 제공한 기술기준을 준용
- 제작자는 일반 조종자의 기술을 지닌 자이면 누구나 이륙, 상승, 하강 착륙을 안전하게 제어 조종할 수 있다는 사실을 증명할 수 있어야 함
- 무인비행기 점검기준은 연료를 사용하는 엔진을 장착한 경우 지상에서 연료유량을 확인하는 장치, 착륙장치와 날개의 연결부분이 대상
- 무인회전익비행장치 점검기준은 연료를 사용하는 엔진을 장착한 경우 지상에서 연료유량을 확인하는 장치,메인로우터(Main rotor) 및 테일로우터(Tail rotor)의 연결상태, 메인로우터 및 테일로우터의 피치(Pitch) 조절상태가 대상
- 외국에서 키트를 구입한 경우에는 그 제작국 정부 또는 제작회사에서 정한 시험비행 방법 등을 준수
- 키트 제작국 정부 또는 키트제작회사에서 시험비행 방법을 명시하지 않거나 국내에서 설계·제작된 경우 또는 외국에서 완제기나 중고 비행장치를 도입한 경우에는 지상운전(정지상태), 지상활주를 수행하여 심험비행 심사기준을 적용
- 기계제작은 계산 또는 이에 준 하는 방법에 의한 시험으로 안전성을 증명 (어떤 한가지 결함이나 손상이 발생되어도 그것으로 인하여 안전성을 해치는 방식의 구조이어서는 안 됨)

마. 중장기 로드맵 단계 구분

1) 무인항공기 운용 조건

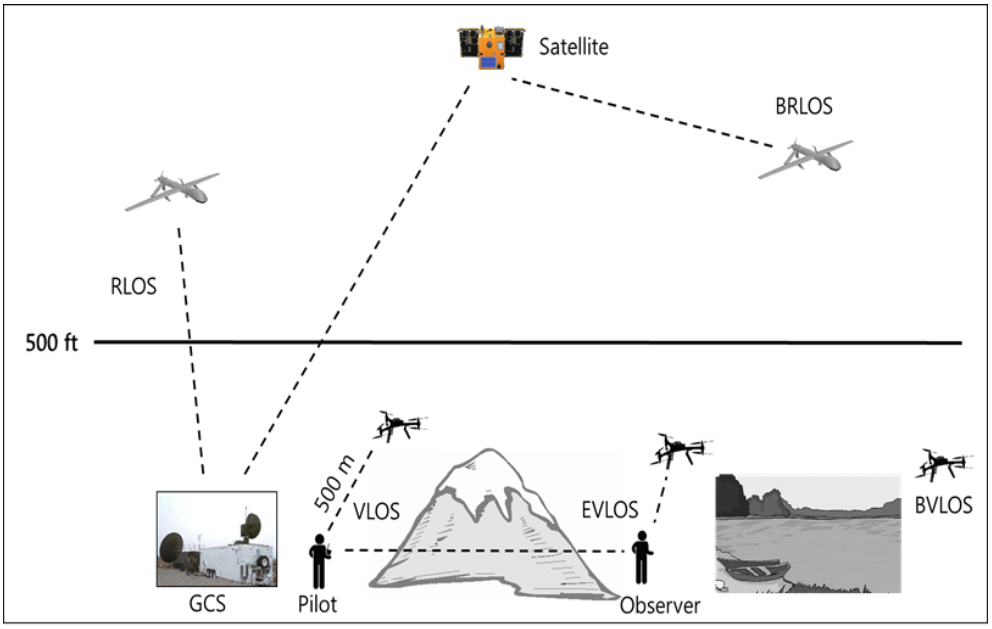
□ VLOS : 조종자로부터 500m 범위 내에서, 조종자가 무인항공기를 계속 볼 수 있어야 함

□ E-VLOS : 조종사가 1명 또는 그 이상의 감시자의 도움을 받아 무인항공기를 계속 볼 수 있도록 유지되어야 함

□ B-VLOS : 무인항공기가 시야에서 벗어난 경우 (다른 기술적 지원이 필요함)

□ RLOS : 비 분리공역에서 유인항공기와 공존하게 되는 경우 감지 및 회피 능력을 갖추어야 함 (갖추지 않을 경우 특정 절차 및 제한 사항 필요)

□ B-RLOS : 무인항공기가 RPS과 라디오 통신을 직접적으로 할 수 없는 경우 (위성 통신이나, 다른 통신서비스가 필요함)



<그림 3-117> 무인항공기 운용 조건

□ 국내 로드맵에서는 150kg 이상 무인항공기가 Radio 범위 내에서 초기적으로 운용될 수 있는 기술을 ICAO Module N° B1 단계에서 검토할 수 있도록 제안

<표 3-97> ICAO 분류에 따른 국내 분류 제안

ICAO 분류	ERSG 분류		국내 분류 제안	
			ICAO 분류 근거	ERSG 분류 근거
ICAO Module N° B0-RPAS (2013)	Very Low Level (500ft 이하)	VLOS	ICAO Module N° B0-RPAS (2015)	VLOS
ICAO Module N° B1-RPAS (2018)		E-VLOS	ICAO Module N° B1-RPAS (2020)	E-VLOS
		B-VLOS		B-VLOS
				Initial RLOS*
ICAO Module N° B2-RPAS (2023)	VFR, IFR (500ft 이상)	RLOS	ICAO Module N° B2-RPAS (2025)	RLOS
ICAO Module N° B3-RPAS (2028)		B-RLOS	ICAO Module N° B3-RPAS (2030)	BRLOS

바. 로드맵 항목 및 도출 근거

1) 운항기준 수립 로드맵

□ 운항기준 수립 로드맵 아이템 도출 근거

항 목	ICAO ASBU	ICAO Cir. 328	ICAO Doc 10019	ITU-R	ERSG Roadmap	FAA UAS Roadmap
무인기 공역 진입기준 수립	√				√	
비행 규칙 수립					√	
무인기 감항증명 기준 수립 /무인항공기 안전성 인증기준 및 절차 수립	√				√	
통신 (C2) 성능요건 수립	√				√	
탐지회피 기술 성능요건 수립	√				√	
통신 주파수 및 보안기준 수립	√				√	
항공교통업무기관과의 통신 요건 및 절차 수립					√	
항공교통업무기준 (분리기준포함) 및 절차 수립	√				√	
우발상황 (통신 및 제어불능) 대응 기준 및 절차 수립	√				√	
통합정보관리시스템 (SWIM) 운용요건 수립					√	
비행장 무인기 운용기준 및 절차 수립	√				√	

<그림 3-118> 운항기준 수립 로드맵 아이템 도출 근거

□ 무인항공기 운항기준 수립 로드맵에 적용 가능한 국내 법·규정 현황

항 목	항공법	항공법 시행령	항공법 시행 규칙
무인기의 분류	√	√	√
항공기 등록	√		
항공기 감항증명/인증기준	√		
항공기 정비	√		
항공기 공역진입	√		
항공기 안전운항	√		
비행장 무인기 운용기준/절차 수립	√		
비행규칙	√		
항공교통업무 및 절차기준	√		
운항기준	√		
경량항공기 인증 및 안전운항	√		
무인비행장치 인증 및 안전운항	√		
초경량비행장치의 비행규칙	√		

<그림 3-119> 무인항공기 운항기준 수립 로드맵에 적용 가능한 국내 법·규정 현황

2) 형식/감항기준 수립 로드맵

□ 형식/감항기준 수립 로드맵 아이템 도출 근거

항 목		ICAO ASBU	ICAO Cir. 328	ICAO Doc 10019	ITU-R	ERSG Roadmap	FAA UAS Roadmap
RPA > 150 kg 에 대한 기술기준 수립	무인항공기 분류 및 개선	√	√				
	무인항공기의 안전 기준 수립 및 개선					√	
	무인항공기의 최소 성능 요구조건 수립 및 개선					√	
	통신 링크의 최소 성능 요구조건 수립 및 개선					√	
	무인항공기 통제소의 성능 요구조건 수립 및 개선					√	
	감지 및 회피에 대한 기술기준 수립 및 개선					√	
	우발상황 (명령 및 통제 링크 불능 등)에 대한 기술기준 수립 및 개선					√	
	특별 감항기준 수립 및 개선					√	
	통합정보시스템 (SWIM)의 통합 운용 기술기준 수립 및 개선					√	
RPA < 150 kg 에 대한 기술기준 개선	무인항공기의 안전기준 개선		√			√	
	통신 링크의 최소 성능 요구조건 개선		√			√	
	무인항공기 통제소의 성능 요구조건 개선		√			√	
	감지 및 회피에 대한 기술기준 개선		√			√	
	우발상황 (명령 및 통제 링크 불능 등)에 대한 기준 개선		√			√	
시범 무인항공기 시스템 형식 인증	시범 인증 계획 수립						√
	주요사안검토서를 통한 인증기준 설정						√
	무인항공기 시스템 시범 인증						√
	인증기준 추가 설정 및 보완						√

<그림 3-120> 형식/감항기준 수립 로드맵 아이템 도출 근거

3) 운용자 승인 제도 수립 로드맵

□ 운영자 승인제도 수립 로드맵 아이템 도출 근거

항 목	ICAO ASBU	ICAO Cir. 328	ICAO Doc 10019	ITU-R	ERSG Roadmap	FAA UAS Roadmap
무인기 운영자 분류	√	√				
무인기 운영자 승인기준 수립	√				√	

<그림 3-121> 운영자 승인제도 수립 로드맵 아이템 도출 근거

□ 운용자 승인 제도 수립 로드맵에 적용 가능한 국내 법·규정 현황

항 목	항공법	항공법 시행령	항공법 시행 규칙
무인기 운영자 분류	√		
무인기 운영자 승인 기준	√		

<그림 3-122> 운용자 승인 제도 수립 로드맵 적용 가능한 국내 법·규정 현황

4) 항공종사자 자격(무인항공기 관련) 제도 수립 로드맵

□ 항공종사자 자격(무인항공기 관련) 제도 수립 로드맵 아이템 도출 근거

항 목	ICAO ASBU	ICAO Cir. 328	ICAO Doc 10019	ITU-R	ERSG Roadmap	FAA UAS Roadmap
무인기 항공종사자의 분류/역할	√	√			√	
무인기 항공종사자 자격제도 기준 수립	√				√	
무인기 항공종사자 교육기관의 인가요건 수립					√	
무인기 항공종사자 교육, 훈련, 및 평가 기준 수립	√					

<그림 3-123> 항공종사자 자격(무인항공기 관련) 제도 수립 로드맵 아이템 도출 근거

□ 항공종사자 자격(무인항공기관련) 제도 수립 로드맵에 적용 가능한 국내 법·규정 현황

항 목	항공법	항공법 시행령	항공법 시행 규칙
무인기 항공종사자의 분류/역할	√		
무인기 항공종사자 자격제도 기준 수립	√		
무인기 항공종사자 교육기관의 인가요건 수립	√		
무인기 항공종사자 교육, 훈련, 및 평가 기준 수립	√		

<그림 3-124> 항공종사자 자격(무인항공기관련) 제도 수립 로드맵 적용 가능한 국내 법·규정 현황

5) 무인항공기 운용 시스템 보안 방안 수립 로드맵

□ 무인항공기 운용 시스템 보안 방안 수립 로드맵 아이템 도출 근거

항 목		ICAO ASBU	ICAO Cir. 328	ICAO Doc 10019	ITU-R	ERSG Roadmap	FAA UAS Roadmap
무인항공기 보안	무결성 및 유지보수 기술					√	
	사이버 공격 탐지/방지 및 암호화 기술					√	
	재밍 및 스푸핑 방지 기술					√	
지상국 보안 기술	무결성 및 유지보수 기술					√	
	사이버 공격 탐지/방지 및 암호화 기술					√	
	재밍 및 스푸핑 방지 기술					√	
무인항공기 보안 교육 및 훈련	무인항공기 보안 인력 교육					√	
	무인항공기 보안 인력 훈련					√	
	무인항공기의 사이버 요구조건을 반영한 물품조달 절차 개발					√	
무인항공 시스템의 보안	무인항공 시스템의 납치					√	
	GPS 취약성 분석 및 개선					√	
	보안 통신 요구조건					√	
	무인항공 시스템 보안 교육 및 훈련					√	

<그림 3-125> 무인항공기 운용 시스템 보안 방안 수립 로드맵 아이템 도출 근거

6) 민간무인항공기 운용 인프라 구축 로드맵

□ 민간무인항공기 운용 인프라 구축 로드맵 아이템 도출 근거

항 목	ICAO ASBU	ICAO Cir. 328	ICAO Doc 10019	ITU-R	ERSG Roadmap	FAA UAS Roadmap
지상운용인프라 구축 로드맵						
무인항공기 지상통제소 구축	√	√	√			
계류장	√					
유도로	√					
무인항공기 중계국 구축			√			
민간 유인항공기의 지상기반 유도/ 항행지원 시설 연계를 위한 방안 수립					√	
탐지 및 회피 시설 구축	√				√	
통신 인프라 구축 로드맵						
주파수 스펙트럼 수립	√	√		√	√	
명령 및 통제 링크 구축		√	√		√	
명령 및 통제 링크의 우발상황 (통신 및 제어불능 등) 대응 기법 수립					√	
통합정보관리시스템 (SWIM) 연계	√				√	
위성을 이용한 민간 무인항공기 운용인프라 구축 로드맵						
위성을 이용한 통신 운용기준 및 절차 수립		√		√	√	
위성 지상국 경우 명령 및 제어 링크 구축				√		

<그림 3-126> 민간무인항공기 운용 인프라 구축 로드맵 아이템 도출 근거

- 민간무인항공기 비행시험 인프라 구축 로드맵은 국가 비행종합 시험 인프라 구축 기획 보고서에서 아이템 도출
  - 비행시험장 기본시설
    : 활주로, 비행시험 지원장비, 탑재계측장비, 지상계측장비, 격납고, 관제탑,
    시험통제실
  - 지상시험시설
    : 하부체계 및 구성품 시험시설, 전기체 수준 시험시설, 소음 측정 시험시설, 낙뢰 시험시설, 엔진 시험시설

7) 민간무인항공기 법제화 로드맵

□ 민간무인항공기 법제화 추진 일정 제시

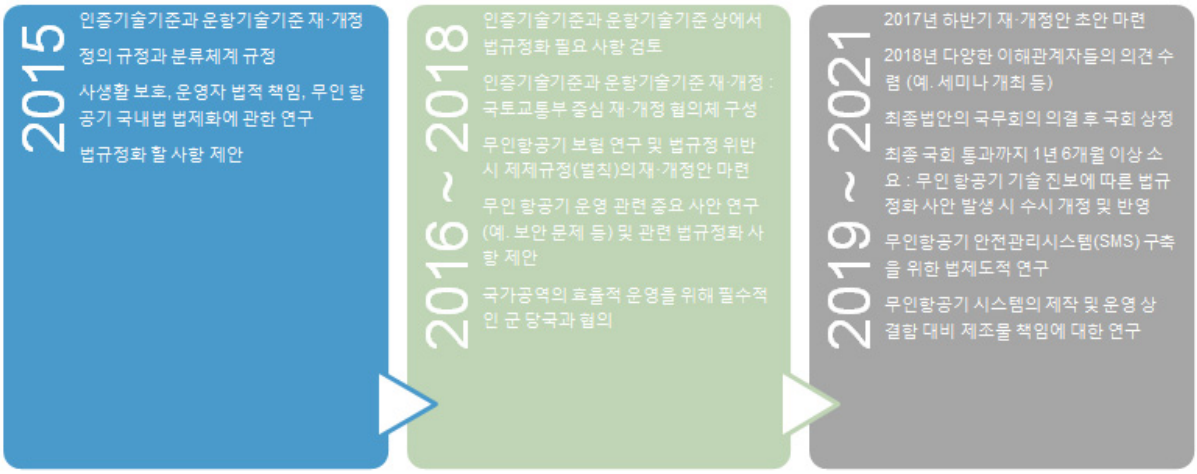


그림 127 법제화 추진 일정

- 항공안전법의 국회 통과 후 발표까지 1년 6개월 감안하여 제시

□ 민간무인항공기 법제화를 위한 기초 규정 수립

- 무게와 운영범위, 속도 등 다양한 기준으로 분류
- 향후 민간무인항공기의 운영범위에 의한 분류 고려 필요.

□ 인증기준 법제화

- 감항증명 (Airworthiness Certificate), 형식증명 (Type Certificate), 정비확인 항목에 대한 법제화 도출

□ 운항기준 법제화

- 탑재장비 및 탑재서류, 통신, 비행 규칙, 공역사용, 비행장 사용, 등록, 운항허가, 항공종사자 자격증명과 교육훈련, 운영자 증명제도, 항공사고 조사 항목에 대한 법제화 도출

□ 운영상의 특별사안의 법제화

- 보안, 운영자의 법적책임과 보험, 사생활보호, 제조물책임, 안전관리시스템(SMS), 법 규정 위반 시의 제재 규정(벌칙)에 대한 법제화 도출

□ 항공안전법/시행령/시행규칙 상에의 법규정화

- 항공안전법의 시행령(안), 시행규칙(안)은 제정되지 않은 상태: 시행규칙(안)을 만들 때 무인항공기에 관한 규정들을 함께 포함시키는 방법을 제시

8) 민간무인항공기 운용 핵심기술 로드맵

□ 국내 민간무인항공기 공역통합을 위한 핵심기술 로드맵 개발

- 안전성 입증, 교통관제, 보안, 데이터링크, 안전, 인적요소, 충돌감지 및 회피, 자율화
- 미국/유럽 무인항공기 공역통합 로드맵, 해외 민간무인항공기 기술개발 동향 고려
- 핵심기술 로드맵 - 항공교통관제(ATM) 기술
- 핵심기술 로드맵 - 감지 및 회피(DAA) 기술
- 핵심기술 로드맵 - 자율화 기술
- 핵심기술 로드맵 - 안전 기술

□ 공역통합 일정 및 단계별 목표는 ICAO의 ASBU 기준 (단, 국내 여건을 고려하여 공역통합 일정은 다음에 따름)

구분	1단계 (현재 ~ 2020)	2단계 (2021 ~ 2028)
운용방식 기준	유·무인기 분리 운용	유·무인기 통합 운용 시작 및 완전 통합
기술개발 기준	ASBU B1-90 (2014~2018)	ASBU B2-90 (2019~2023) ASBU B3-90 (2024~2028)

그림 128 핵심기술 로드맵 운합운용안

- ASBU와 차이점
  - (단계 구성) ASBU 3단계 vs. 본 로드맵 2단계
  - (통합운용 시점) ASBU 2014년 vs. 본 로드맵 2021년
- 본 로드맵 작성 기준
  - 1단계(~2020)에 ASBU B1-90(2014~2018) 대응
  - 2단계(2021~ 2028)에 ASBU B2-90 및 B3-90(2019~2028) 대응
  - 단, 통합운용 시점은 2021년 기준

사. 민간무인항공기 실용화 기반 조성 중장기 로드맵 제시

1) 운항기준 수립 로드맵 항목

□ 무인항공기 공역진입 기준 수립

□ 비행규칙(rules of the air) 수립

□ 무인항공기 감항증명(airworthiness certification) 기준 수립/무인항공기 인증기준 및 절차 수립

□ 지휘/통제(command & control; C2) 성능요건 수립

□ 감지회피기동 성능요건 수립

□ 통신주파수 및 보안기준 수립

□ 항공교통업무 기관과의 (ground & ATM) 통신요건 및 절차 수립

□ 항공교통업무 및 절차(분리기준 포함) 기준 수립

□ 우발상황(통신 및 제어불능 등) 대응 절차 및 기준 수립

□ 무인항공기 정비기준 수립

□ 통합정보관리시스템(System Wide Information Management; SWIM) 운용 요건 수립

□ 비행장 무인항공기 운용 기준/절차 수립

2) 형식/감항기준 수립 로드맵 항목

□ RPA > 150 kg 에 대한 기술기준 수립

- 무인항공기 분류 및 개선
- 무인항공기의 안전 기준 수립 및 개선
- 무인항공기의 최소성능요구조건 수립 및 개선
- 통신 링크의 최소 성능 요구조건 수립 및 개선
- 무인항공기 통제소의 성능 요구조건 수립 및 개선
- 감지 및 회피에 대한 기술기준 수립 및 개선
- 우발상황(명령 및 통제 링크 불능 등)에 대한 기술기준 수립 및 개선

- 무인항공기 시스템의 장비에 대한 요구조건 수립 및 개선
- 특별 감항증명 기준수립및개선
- 통합정보시스템(SWIM)의 통합 운용 기술기준 수립 및 개선

□ RPA < 150 kg 에 대한 기술기준 개선

- 무인항공기의 안전기준 개선
- 통신 링크의 최소성능 요구조건 개선
- 무인항공기 통제소의 성능 요구조건 개선
- 감지 및 회피에 대한 기술기준 개선
- 우발상황(명령 및 통제 링크 불능 등)에 대한 기준 개선

□ 시범 무인항공기 시스템 형식증명

- 시범 형식증명 계획수립
- 주요사안검토서를 통한기술기준 설정
- 무인항공기 시스템 시범 형식증명
- 기술기준 추가 설정 및 보완

3) 운용자 승인 제도 수립 로드맵 항목

□ 민간무인항공기 운영자 분류

- 무인항공기 사용 사업자
- 상업서류 송달업자
- 항공 레저 스포츠 사업자 등

□ 무인항공기 운영자 승인기준 수립

- 무인항공기 운영자승인기준검토
- 무인항공기 운영자승인기준수립

4) 항공종사자 자격(무인항공기관련)제도 수립 로드맵 항목

□ 무인항공기 항공종사자의 분류/역할 (업무분장)

- 조종사
- 지원조종사
- 항공교통관제사
- 정비사
- 운항관리사 등

□ 무인항공기 항공종사자 자격제도 기준 수립

- 무인항공기 항공종사자자격제도 기준검토
- 무인항공기 항공종사자자격제도 기준수립

5) 무인항공기 운용 시스템 보안 방안 수립 로드맵 항목

□ 무인항공기 보안

- 무결성 및유지보수기술
- 사이버 공격 감지/방지 및 암호화 기술
- 재밍 및스푸핑 방지기술

□ 지상국 보안 기술

- 무결성 및유지보수기술
- 사이버 공격 감지/방지 및 암호화 기술
- 재밍 및스푸핑 방지기술

□ 무인항공기 보안 교육 및 훈련

- 무인항공기 보안 인력 교육
- 무인항공기 보안 인력 훈련
- 무인항공기의 사이버 요구조건을 반영한 물품조달 절차 개발

□ 무인항공기 시스템의 보안

- 무인항공 시스템의 납치
- GPS 취약성 분석 및 개선
- 보안 통신 요구조건

- 무인항공 시스템 보안 교육 및 훈련

6) 민간무인항공기 운용 인프라 구축 로드맵

□ 비행시험 인프라 구축 로드맵

- 비행시험장 기본시설
- 지상시험 시설

□ 지상인프라 구축 로드맵

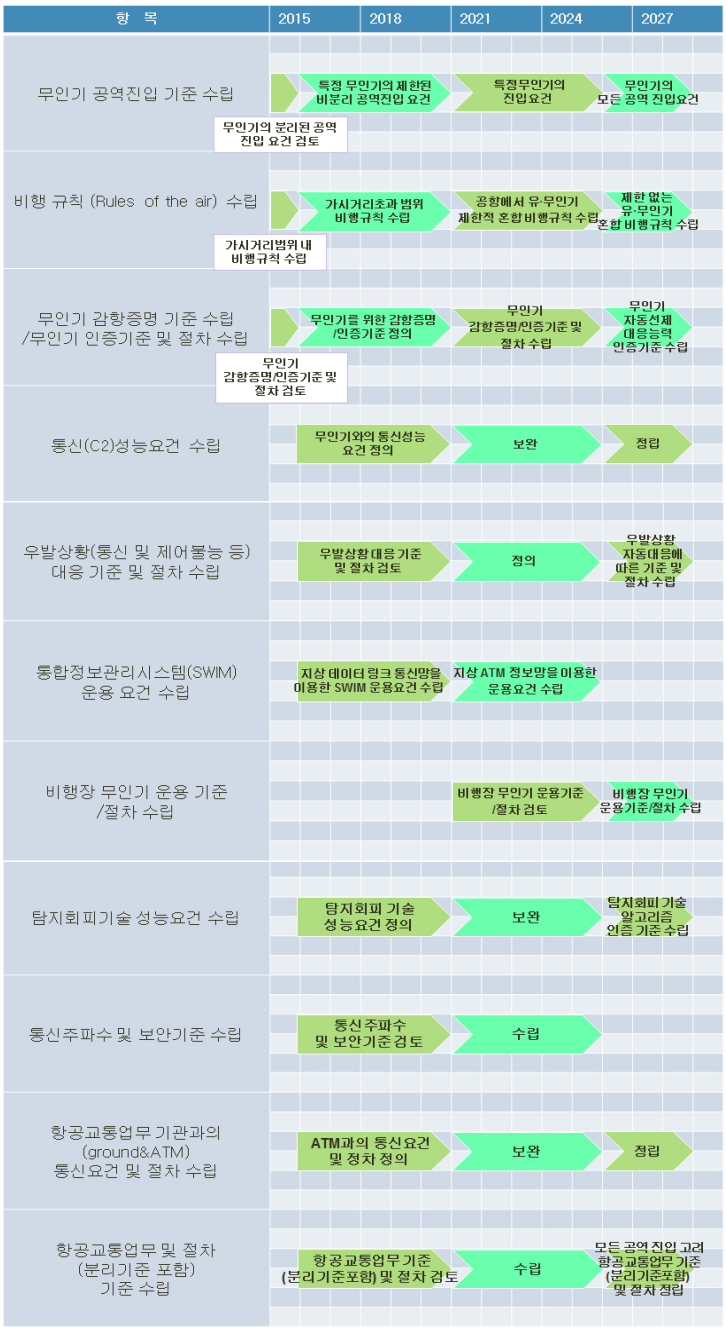
- 무인항공기 지상통제소 구축
- 계류장
- 유도로
- 무인항공기 중계국 구축
- 민간 유인기의 지상기반 유도/항행지원 시설 연계 방안 수립
- 감지 및 회피 시설 구축

□ 통신인프라 구축 로드맵

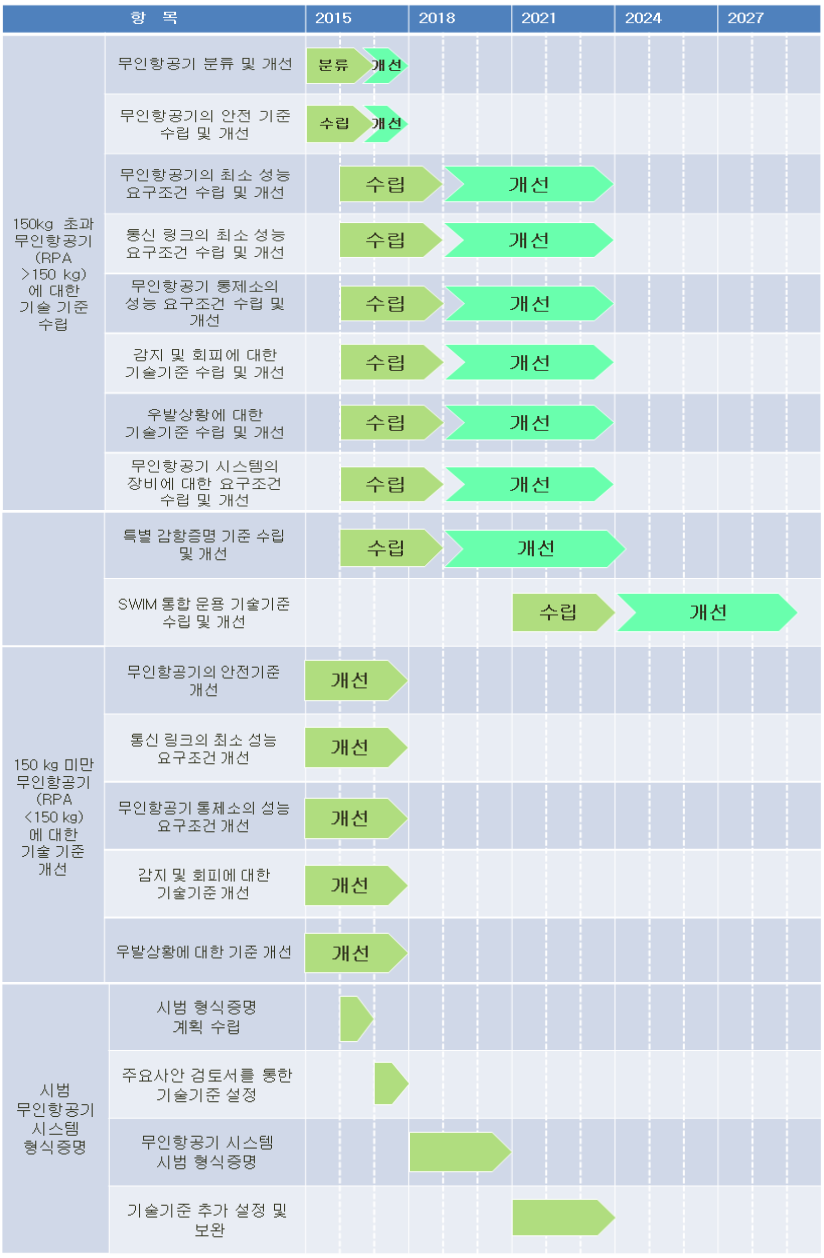
- 주파수 스펙트럼 수립
- 명령 및 통제 링크 구축
- 명령 및 통제 링크의 우발상황(통신 및 제어불능 등) 대응 기법 수립
- 통합정보관리시스템(SWIM)연계

□ 위성을 이용한 민간무인항공기 운용인프라 구축 로드맵

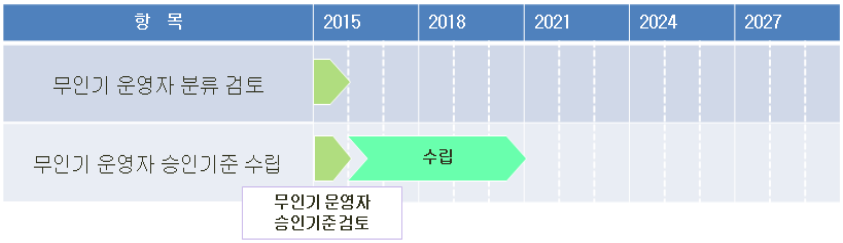
- 위성을 이용한 통신 운용기준 및 절차 수립
- 위성 지상국 경유 명령 및 제어 링크 구축



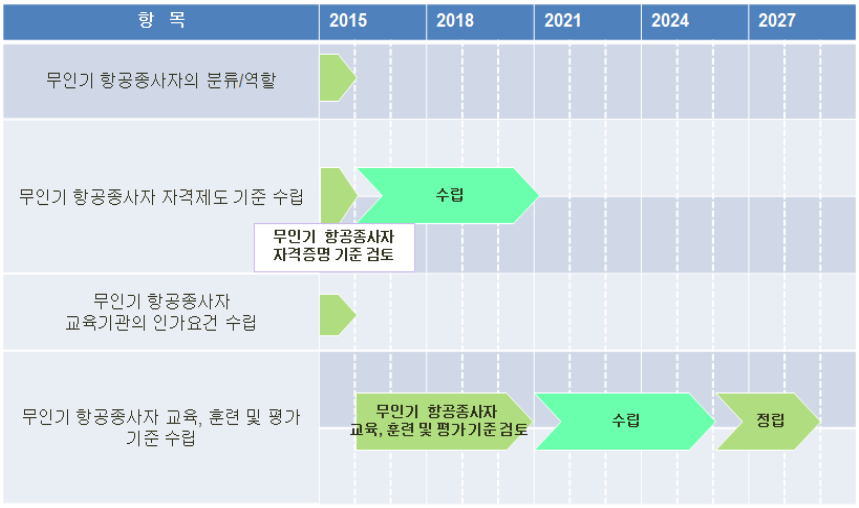
<그림 3-129> 운항기준 수립 로드맵



<그림 3-130> 형식/감항기준 수립 로드맵



<그림 3-131> 운용자 승인 제도 수립 로드맵



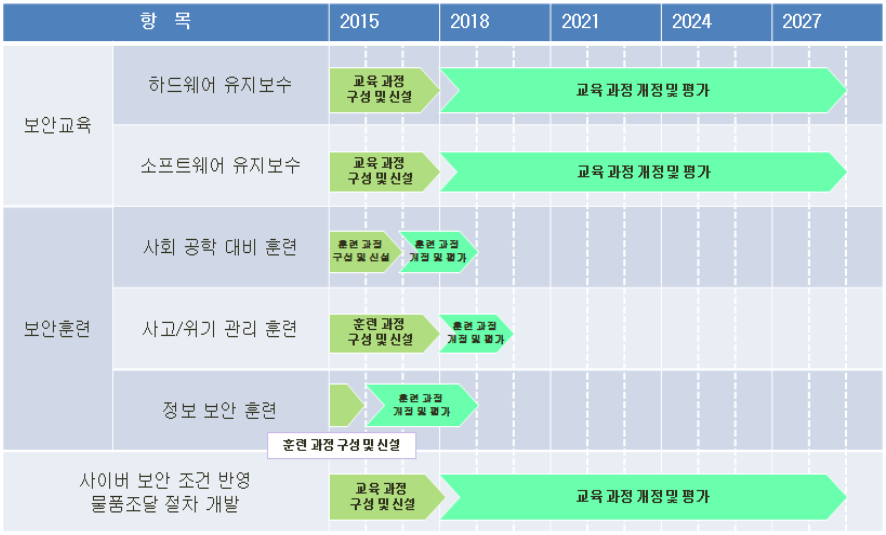
<그림 3-132> 항공종사자 자격(무인항공기관련) 제도 수립 로드맵



<그림 3-133> 무인항공기 보안 기술 로드맵
(무인항공기 운용 시스템 보안 방안 수립 로드맵)



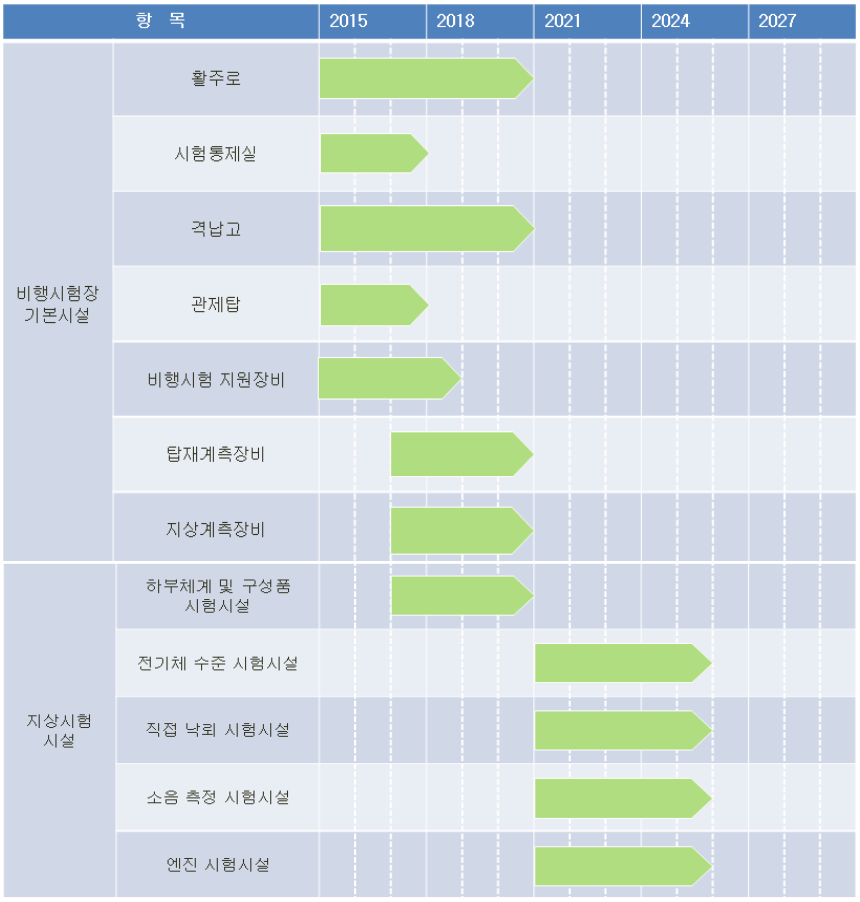
<그림 3-134> 지상국 장비 보안 기술 로드맵
(무인항공기 운용 시스템 보안 방안 수립 로드맵)



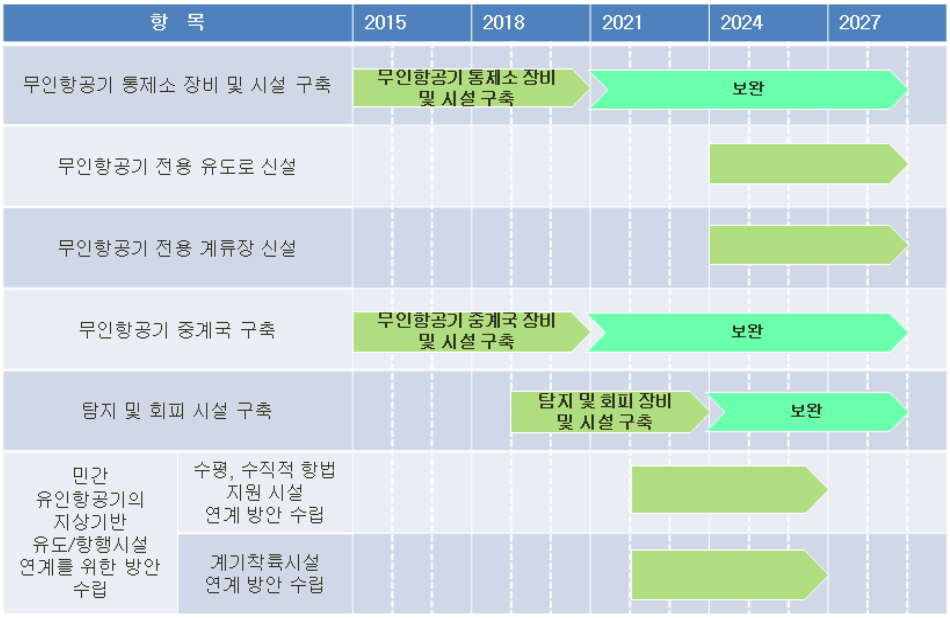
<그림 3-135> 무인항공기 보안 교육 및 훈련 로드맵
(무인항공기 운용 시스템 보안 방안 수립 로드맵)



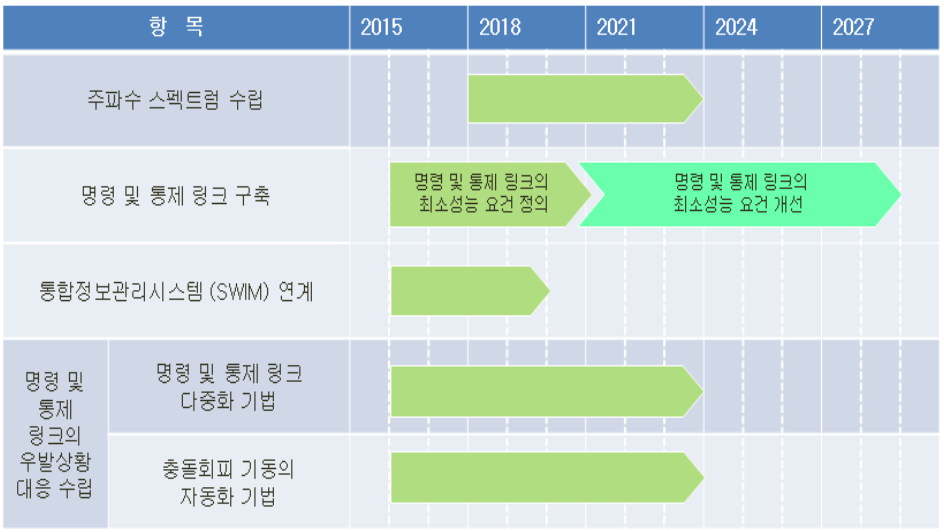
<그림 3-136> 운무인항공기 시스템 보안 로드맵
(무인항공기 운용 시스템 보안 방안 수립 로드맵)



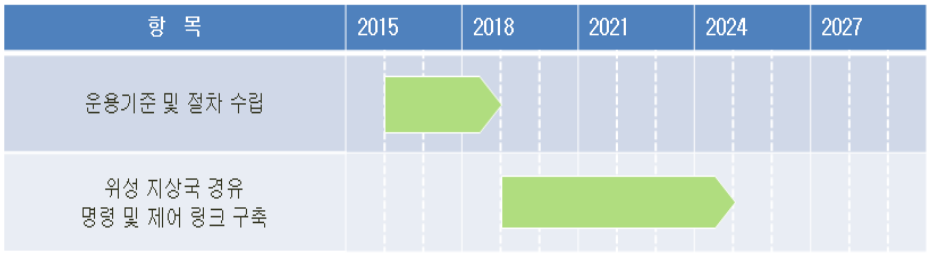
<그림 3-137> 비행시험 인프라 구축 로드맵
(민간무인항공기 운용 인프라 구축 로드맵)



<그림 3-138> 지상운용 인프라 구축 로드맵
(민간무인항공기 운용 인프라 구축 로드맵)



<그림 3-139> 통신 인프라 구축 로드맵
(민간무인항공기 운용 인프라 구축 로드맵)



<그림 3-140> 위성을 이용한 무인항공기 운용 인프라 구축 로드맵
(민간무인항공기 운용 인프라 구축 로드맵)

아. 공청회 개최

□ 일 시 : 2015년 7월 13일 (월) 14:30 ~ 17:30

□ 장 소 : 용산역 ITX 6 회의실

□ 참석 인원 : 48명

□ 발표 내용 :

- 운항기준 수립 로드맵
- 형식/감항기준 수립 로드맵
- 운영자 승인제도 수립 로드맵
- 항공종사자 자격(무인항공기관련) 제도 수립 로드맵
- 무인항공기 운용시스템 보안 방안 수립 로드맵
- 민간무인항공기 운용 인프라 구축 로드맵
- 민간무인항공기 법제화 로드맵
- 민간무인항공기 운용 핵심기술 로드맵



<그림 3-141> 민간무인항공기 실용화 기반 조성을 위한 중장기 종합계획 공청회

1) 회의 내용

□ 이상거동 RPA의 회수를 위한 활주로 근거리에 위치한 별도의 장소를 마련하는 방법 고려 필요

□ 무인항공기 자율화 비행 기술 중 상황인식 방법으로 카메라를 이용하는 것 보다 HMS(Health Monitoring System)로 대체 고려

□ 무인항공기 관련 산업을 신성장 산업으로 육성하기 위한 시범 특구 (예. 고흥)을 지정하여 규제 적용에 대한 유예(예. 가시영역(LOS) 규제, 실효복사전력 규제 등)를 주는 것에 대한 고려 필요

□ 산업 육성에만 초점을 맞추다 안전에 소홀해지지 않게 하는 것이 필요

□ 무인항공기 운용시스템 보안 방안 수립 로드맵, 무인항공기 운용 인프라 구축 로드맵, 민간무인항공기 운용 핵심기술 로드맵의 정렬이 약간 부족

□ C2 기술을 위해 궁극적으로 전국 네트워크를 구축해야 할 것이지만 구축, 운영, 관리의 주체가 누가 될 것인가도 고려 필요

□ 비관제공역인 Class G 공역이외 운영을 위한 법제도 필요

□ 전국 각 도에 대표적인 인프라를 구축하는 것을 고려하는 것이 필요

□ 민간무인항공기 운영자에 대한 애로사항을 해소하는 것이 필요

□ 민간무인항공기 운용 인프라 로드맵의 시험시설에 대한 예산 및 비용 소모가 크므로 해결법 필요 (예. 기존 시설을 이용한 방법)

□ 민간무인항공기 인프라 구축은 학계보다는 산업체와 협력하여 진행하는 것을 추천

□ 무인항공기 산업의 과열 성장 및 거품 우려

□ 무인항공기 산업에 대한 부처별 역할 분담 명시 필요

□ 150 kg 미만 무인항공기는 1 km 내에서 육안식별이 어려우므로 안전 확보한 후 통제가 필요

□ 2 km 이하 고도 운영 시 레이더에 시현이 안되므로 ADS-B, 트랜스폰더와 같은 장비 장착 필요

□ 인재양성에 대한 로드맵 추가 고려

2) 무인항공기 산업 현황 분석

□ 전세계 무인항공기 시장이 2013년 66억 달러 규모에서 2022년 약 114억 달러로 약 2배 성장할 것으로 예상

□ 국내 무인항공기를 사용하는 민간업체 수는 현저히 증가

□ 무인항공기를 사용하는 업체는 증가하고 있으나, 무인항공기의 안전 및 무인항공기 산업 발전을 위한 국내 법적·제도적 장치가 부족

3) 민간무인항공기 안전성 확립 관련 국외 동향 분석

□ 국제민간항공기구(ICAO)는 2011년 Circular 328 AN/190 “Unmanned Aircraft System (UAS)“ 통해 비분리 공역 및 공항에서의 무인항공기 통합운용에 대한 전망을 제시

□ 유럽항공청(EASA)은 2013년 무인항공기시스템의 감항인증을 위한 정책서인 E.Y013091 “EASA policy statement : airworthiness-certification of Unmanned Aircraft Systems (UAS)“를 발행

□ 무인항공기시스템의 안전성 확립과 더불어 향후 민간무인항공기의 유인항공기 공역 통합 운용을 대비하기 위한 로드맵이 발행

- ICAO의 Aviation System Block Upgrade이 2013년 발행

- FAA의 Integration of Civil Unmanned Aircraft Systems (UAS) in the National Airspace System (NAS) Roadmap이 2013년 발행
- ERSG의 Roadmap for the integration of civil Remotely-Piloted Aircraft Systems into the Europe and Aviation System이 2013년 발행

4) 민간무인항공기 실용화 기반 조성 중장기 로드맵 제시

□ 비분리 공역 및 공항에서의 무인항공기 통합운용을 대비하는 국제 동향에 대비 국내 민간무인항공기 실용화 기반 조성 중장기 로드맵을 제시

□ 로드맵은 다음 내용이 포함

- 운항기준 수립 로드맵
- 형식/감항기준 수립 로드맵
- 운용자 승인 제도 수립 로드맵
- 무인항공기 관련 항공종사자 자격 제도 수립 로드맵
- 무인항공기 운용 시스템 보안 방안 수립 로드맵
- 민간무인항공기 운용 인프라 구축 로드맵
- 민간무인항공기 법제화 로드맵
- 민간무인항공기 운용 핵심기술 로드맵

5) 민간무인항공기 실용화 기반 조성 중장기 로드맵의 기대효과

□ 민간무인항공기의 안전한 운용을 위한 법적·제도적 장치(안) 준비

□ 민간무인항공기의 유인항공기 공역에서의 안전한 통합 운용(안) 준비

□ 향후 국내 공역을 이용하고자 하는 국외 항공기에 대한 법적·제도적 대비 가능

□

4

연구목표 달성 및 효과

4 장. 연구목표 달성 및 효과

1 절. 연구개발 최종목표 달성도

본 최종보고서의 연구 분야별 최종목표 달성도는 다음의 <표 4-1>와 같음.

<표 4-1> 연구 분야별 추진 실적

핵심성과	세부연구내용	목표(성능) 기준	달성도 (%)	성과지표		담당 기관
				목표치	달성치	
[성과 1] 무인항공기 인증체계 및 기술기준(안)	▪ 민간무인항공기 인증체계 기초연구 ▪ 우리나라 민간무인항공기 인증체계(안) 제시 ▪ 민간무인항공기 기술기준(안) 제시 ▪ 시범인증 방안 제시	• 법규/절차 정책 제안 • 기술기준(안) 제시 • 시범인증방안 제시	100	논문: 2건 보고서: 1건 기준(안): 1건	논문: 2건 보고서: 1건 기준(안): 1건	KARI
[성과 2] 군 무인항공기 감항인증기술기준 분석보고서	▪ 군용항공기 감항인증 기술기준 분석 ▪ 군용무인항공기 감항인증 기술기준 분석 ▪ 민간무인항공기 감항인증 기술기준 적용방안 연구	• 감항인증 적용 방안 제시	100	논문: 3건 보고서: 1건	논문: 5건 보고서: 1건	항공대
[성과 3] 민간무인항공기 운항기술기준(안)	▪ 무인항공기 운용 환경을 고려한 변경 ▪ 운용기법 및 절차 수립 ▪ 다부처 RFP 작성(국토부 분야) ▪ 법 제.개정 전문가 검토 ▪ 운항기술기준(안) 작성	• 운항기술기준(안) 제시 • 다부처 RFP 작성	100	논문: 1건 보고서: 1건 기준(안): 1건 협력: 2건 RFP: 1건	논문: 4건 보고서: 1건 기준(안): 1건 협력: 2건] RFP: 1건	항공안전 기술원
[성과 4] 민간무인항공기 사생활 보호기준 연구	▪ 무인항공기의 사생활 침해 유형 자료 분석 ▪ 무인항공기의 사생활 침해 유형 조문 작성	• 사생활 보호법 정책 제안	100	논문: 1건 보고서: 1건	논문: 1건 보고서: 1건	항공안전 기술원
[성과 5] 민간무인항공기 운영자의 법적 책임	▪ 무인항공기 운용자의 범위 ▪ 무인항공기 운영자의 책임 조항 ▪ 무인항공기 운영자의 사고 개념과 유형 ▪ 무인항공기 운영자의 법적 책임의 연구동향 ▪ 무인항공기 운영자의 법적 책임의 검토	• 운영자 법적책임 및 해결방안 제시	100	논문: 0건 보고서: 1건	논문: 1건 보고서: 1건	항공안전 기술원

[성과 6] 민간무인항공기 종사자 자격/교육 제도(안)	▪ 민간무인항공기 종사자 자격제도 구축 ▪ 민간무인항공기 교육 제도 구축 ▪ 민간무인항공기 항공신체검사 기준 작성	• 교육제도 및 전문교육기관 지정 요건(안) 제시 • 무인항공기 종사자 자격 기준(안) 제시	100	논문: 1건 보고서: 1건 기준(안): 1건	논문: 0건 보고서: 1건 기준(안): 1건	항공안전 기술원
[성과 7] 민간무인항공기 운영자 승인제도(안)	▪ 국내 무인항공기 운영자 현황 분석 ▪ 외국 무인항공기 운영자 현황 분석 ▪ 민간무인항공기 운영자 승인 기준	• 운영자 승인절차(안) 제시	100	논문: 1건 보고서: 1건 기준(안): 1건	논문: 0건 보고서: 1건 기준(안): 1건	항공안전 기술원
[성과 8] 민간무인항공기 국내법 법제화 기본 연구	▪ ICAO의 법제화 동향 및 실제 사례의 연구 ▪ 주요 외국의 법제화 동향 및 사례의 연구 ▪ 우리나라의 법제화 현황 연구 ▪ 국내법 법제화 방안	• 국내법 법제화(안) 제안	100	논문: 0건 보고서: 1건	논문: 1건 보고서: 1건	항공안전 기술원
[성과 9] 유무인항공기 통합검증 시뮬레이션 시스템 개발	▪ 국내·외 동향 분석 및 시스템 기초 설계 ▪ 시스템 상세 설계 및 개발 ▪ 시스템 연동시험 및 시연 결과	• ATC 시뮬레이션 ICD 및 연동시험 • 관제 시뮬레이션 연동시험 • 유인항공기 시뮬레이션 연동시험 • 무인항공기 시뮬레이션 연동시험 • 시나리오 수립	100	논문: 4건 보고서: 1건 시제품: 1건 SW: 1건	논문: 10건 보고서: 1건 시제품: 1건 SW: 1건	항공안전 기술원 /인하대 /항공대 /세종대
[성과 10] 시범사업계획 검토 보고서	▪ 국내 잠재수요기관 요구사항 조사 ▪ 해외 시범사업 사례 조사 ▪ 시범사업계획 종합	• 시범사업계획서 제시	100	보고서: 1건	보고서: 1건	KAI
[성과 11] 국내외 민간무인항공기 기술수준 조사보고서	▪ 국내 기술수준 평가 ▪ 국내 미성숙 기술요소 식별 및 확보 방안 수립 ▪ 해외 기술수준 평가	• 민간무인항공기 기술 및 조사분석 결과 제시	100	보고서: 1건	보고서: 1건	KAI

[성과 12] 전문조사기관을 이용한 수요분석서	▪ 수요자 설문 개요 ▪ 설문조사 결과 요약 ▪ 설문조사 결과 분석	• 설문조사를 통한 수용 분석서 제시	100	보고서: 1건	보고서: 1건	항공안전기술원
[성과 13] 민간무인항공기 운용개념 검토 보고서	▪ 민간용 무인항공기 개념 및 운용 조건 ▪ 민간용 무인항공기의 운용개념 이해 ▪ 민간용 무인항공기 활용 수요처 및 요구성능 조사 ▪ 다수 수요처 임무 분석을 통한 최적 운용개념 도출 ▪ 국내 민간용 무인항공기 운용개념 발전 제시	• 민간무인항공기의 운용 개념 및 요구성능 제시	100	보고서: 1건	보고서: 1건	대한항공
[성과 14] 고위험 기술요소 획득방안 검토보고서	▪ 무인항공기 운용자의 범위 ▪ 무인항공기 운영자의 책임 조항 ▪ 무인항공기 운영자의 사고 개념과 유형 ▪ 무인항공기 운영자의 법적 책임의 연구동향 ▪ 무인항공기 운영자의 법적 책임의 검토	• 안전 및 인증 관련 핵심요구사항 및 기술조사분석 결과 제시	100	보고서: 1건	보고서: 1건	KAI
[성과 15] 민간무인항공기 운용시설 구축방안 보고서	▪ 민간무인항공기 고위험 기술요소 식별 ▪ 고위험 기술 획득방안 수립	• 시범사업에 요구되는 인프라 구축방안 제시 • 운용시설 조사/분석 및 시설 구축방안 제시	100	논문: 3건 보고서: 1건	논문: 3건 보고서: 1건	KAIST
[성과 16] 민·군 연계협력 방안 검토 보고서	▪ 국내 활용가능 근 인프라 파악 및 활용가능성 분석 ▪ 군 인프라 민간연계 협력방안 ▪ 해외 민·군 무인항공기 연계활용 사례 ▪ 국내 민군 연계협력 방안	• 군 인프라 구축 현황 및 활용방안 제시	100	보고서: 1건	보고서: 1건	대한항공

[성과 17] 민간무인항공기 항공교통관제절차(안)	▪ 민간무인항공기 항공교통관제 동향 ▪ 무인항공기 항공교통관제절차 초안 작성	• 유/무인 혼용운용 구축 사례 조사 • 유무인 혼합 항공교통관제절차(인) 제시	100	논문: 4건 보고서: 1건	논문: 3건 보고서: 1건	KAIST
[성과 18] 민간무인항공기 운용핵심기술 개발계획	▪ 핵심기술 획득방안 ▪ 핵심기술 개발계획 ▪ 핵심기술 분석	• 핵심기술개발 RFP 작성 • 핵심기술개발 로드맵 작성 • 핵심기술 성능 요구도 제시	100	논문: 4건 보고서: 1건	논문: 2건 보고서: 1건	KARI /KAIST
[성과 19] 민간무인항공기 중장기 로드맵	▪ 국내외 로드맵 및 규정 현황 ▪ 로드맵 작성 - 법제화 로드맵 - 운용 핵심기술 로드맵 - 운항로드맵 등(운항 및 감항기준/운영자 승인제도/항공종사자 자격제도/운용시스템 보안방안수립/운용 인프라 구축 로드맵) ▪ 로드맵 분석 및 제시	• 중장기 로드맵 제시	100	보고서: 1건 로드맵: 1건	보고서: 1건 로드맵: 1건	항공안전기술원 /항공대 /KARI
계			100	논문: 24건 보고서: 19건 기준(안): 4건 시제품: 1건 SW: 1건 협력: 2건 로드맵: 1건 RFP: 1건	논문: 32건 보고서: 19건 기준(안): 4건 시제품: 1건 SW: 1건 협력: 2건 로드맵: 1건 RFP: 1건	

2 절. 연구개발 성과의 효과

무인항공기 분야는 전 세계적으로도 정책 변화 및 기술 발전이 급격하게 이루어지고 있으므로, 국제적인 공조체제를 구축함과 동시에 우리나라 국익에 이바지할 수 있도록 선도적인 연구 및 정책 반영이 필요함.

국내의 발달된 무인항공기 기술과 IT 기술을 접목하여, 민간무인항공기 인증·운영체계 등 실용화 기술 개발을 국제적 추세에 뒤지지 않도록 추진한다면 국산 민간무인항공기 보급기반을 구축할 수 있을 것임.

<표 4-2> 무인항공기의 파급효과 내용 및 근거

	구분	기술적 효과	경제적 효과	사회적 효과
파급효과	내용	• 다양한 무인항공기 시스템에 대해 호환 가능한 알고리즘 및 운용 기술 적용이 가능함. • 무인항공기 간 통합운용기법 개발을 통해 보다 높은 자율형` 협응 원천 기술 확보가능 • 플랫폼 운용에 최적화된 운용환경을 제공함으로써 무인항공기의 운용 효율을 극대화시킬 수 있음.	• 공통 기술의 적용을 통해 기술 개발 및 운용 통합에 소요되는 비용을 대폭 줄일 수 있음. • 무인항공기의 기술경쟁력 확보를 통해 국가 브랜드 기술로 육성시킴으로써 일자리를 늘리고 국부를 창출함으로써 궁극적으로 창조 경제에 기여함. • 민간무인항공기 기반조성 연구를 통해 진행 될 다부처 사업은 기술의 공동활용이 가능하여 시너지 효과를 얻을 수 있으며 중복투자를 피할 수 있음	• 무인항공기를 공공분야에 적용하여 사회안전도 향상 가능 • EEZ, NLL 감시 등 국방분야에도 활용가능 • 다양한 분야에서의 무인항공기 활용을 통해 사회적 손실 비용을 줄이고 및 작업의 효율과 안정성을 높일 수 있음 • 무인항공기의 적용을 통해 고령화에 따른 노동 인력 감소 및 생산성 감소에 효과적으로 대처할 수 있음.
	근거	• 무인항공기 시스템 원천 기술은 다양한 형태의 플랫폼에 공통적으로 적용 가능 기술임. • 플랫폼의 운용 성능은 무인항공기이 운용되는 환경 조건에 크게 좌우됨. • 다수 무인항공기의 협응 기술은 세계적으로도 활발히 개발되고 있으나 실용화된 바는 거의 없는 기술임	• 플랫폼 별로 개별적인 기술 개발이 이루어질 경우 개발 비용이 높아지며 추후 통합에 많은 시간과 노력이 요구됨. • 무인항공기는 우리나라가 높은 경쟁력을 갖는 IT 기술과의 융합을 통해 높은 시너지 효과를 기대할 수 있음. • 국가적 연구결과를 효율적으로 활용가능	• 무인항공기를 활용한 상시 감시 체계 구축 가능 • 사고에 따른 사회적 손실 비용 증가에 따라 고위험, 고난이도 작업에 있어 무인항공기의 필요성이 크게 대두되고 있음. • 무인항공기 기반의 통합무인시스템을 활용 시 작업 효율과 안전성 향상 시킬 것으로 예상

1. 기술적 효과 분석

□ 민간무인항공기 운용기반 구축을 통한 생활 무인항공기 시대로의 진입이 가능함

□ 항공촬영, 치안, 감시, 물류 배송 등의 임무를 무인항공기를 활용하여 수행 할수 있음

- 유인항공기 대신 무인항공기를 사용함으로써 비용 절감, 성능 향상, 접근성/활용성 등이 비약적으로 향상됨.

□ 무인항공기 통신/제어 등 운용기술의 독자 확보 및 국내외 표준화 제정에 기여할수 있음.

□ 기술개발을 통해 무인항공기의 국가공역으로의 안정적 진입을 지원하는 통신/항법/감시를 위한 규제, 법령 제정에 기여함.

2. 경제적 효과 분석

□ 무인항공기의 통합 운용 기술은 기계/전자/전산/재료 등 다분야의 최신 기술을 종합하는 최상위 단계의 핵심 기술로 원천 기술 확보와 산업 경쟁력 제고, 개발 비용의 절감 등의 성과가 기대됨

□ 무인항공기 세계시장은 연평균 10%씩 성장하며 무인항공기가 미래 성장동력으로 급속히 부각되고 있어 국내시장 수요에 대처 및 관련 상품 수출에 기여함.

□ 무인항공기의 개발 및 활용 등 새로운 고부가가치 산업 및 일자리 창출 효과가 예상됨

- 무인항공기 관련 산업은 중소기업에 적합한 산업으로 일자리 창출이 기대됨.

□ 무인 통합 운용 기술 개발은 무인항공기 뿐 아니라 기타 무인이동체 운용에 있어서도 중요한 역할을 하므로, 산업 전반에 걸쳐 시설의 효율적 운용 및 가치 창출에 기여함.

- 무인항공기 세계시장은 특히 생산 및 제조 분야에 있어서 지속적인 성장을 보이고 있으며, 최근에는 물류 및 유통에 이르기까지 그 분야를 확장시키고 있음

3. 사회적 효과 분석

□ 무인항공기는 다양한 민간/상용과 공공 분야에 활용이 가능하여 국민의 안전하

고 행복한 삶에 기여함.

- 과학용(환경, 기상, 탐사 등), 국토·해양 영토 감시, 항공촬영, 국토·해양 환경 조사, 농약 살포 및 파종, 농작물 작황 조사, 재고량 조사, 산불감시·진화, 응급환자수송, 비상·재난, 통신 중계, 위험지역 정찰, 수상/항만 물류 자동화 등에 활용
- 무인항공기를 긴급 재난 현장에 신속히 접근시켜 광역 시각 정보를 실시간 제공함으로써 재난상황에 신속 대응
- 다수의 무인항공기 통합 상시 운용체계를 구축해 각종 국가적 기간 설비(원자력 발전소, LNG 터미널, 원유비축기지)의 테러 위협 등으로부터의 감시, 배타적경제수역(EEZ) 하에서의 불법어로행위 감시 및 군사충돌이 빈번한 NLL 지역에서의 경계 임무 수행
- 기존 유인선박을 통해 수행하던 해양 유류/위험물 유출 사고 등에 무인항공기 기반의 통합무인시스템을 활용하여 작업 효율과 안전성 향상

<표 4-3> 무인항공기 활용분야

공공부문	사업부문
해안선/해양감시 해난조난/실종자수색 불법어로활동감시 산불감시/초기대응 치안/교통 상황 파악 생태연구/기상관측 긴급 장기이송/의약품 수송	물류수송 항공사진촬영 무인항공기 이용 연구/기술개발 공공용 무인항공기 위탁운용 사업 무인항공기 이용 구조안전성 검사
경찰청, 소방방재청, 산림청, 해양경찰청, 병원등	항공사, 물류업체, 레저/항공촬영업체 등

여백 페이지입니다.

3 절. 연구과제 추진 일정표

<table>
<tr><th>과제</th><th colspan="2">민간무인항공기 실용화를 위한 기반구축</th><th colspan="4">다개체 무인이동체 다부처 과제</th><th colspan="6">유무인기 공역 통합 운용</th></tr>
<tr><td>예산</td><td colspan="2">• 42.5억원</td><td colspan="4">• 183억원</td><td colspan="6">-</td></tr>
<tr><td>일정</td><td colspan="2">• ´13.12.~´15.6.</td><td colspan="4">• ´15.10.~´21.10.</td><td colspan="6">-</td></tr>
<tr><td>목적</td><td colspan="2">• 실용화를 위한 법령 초안 수립</td><td colspan="4">• 실용화 구현</td><td colspan="6">• 유무인 항공 공역 통합 운용</td></tr>
<tr><td>내용</td><td colspan="2">• 기술기준의 수립
• 핵심기술 요구도 수립
• 인프라 구축 연구
• 운용개념 연구
• 운항 검증용 시뮬레이션 구축
• 중장기 로드맵 수립</td><td colspan="4">• 기술기준의 고시안
• 기술기준 검증을 위한 시험 운항
• 운용 인프라 시험 시설 구축 및 전국 규모 구축 연구
• 무인항공기 인증 절차 수립
• 해상 통함 운용 시험</td><td colspan="6">• 유무인항공기 통합 국제 운항
• 무인항공기 국제 운항 기술기준 수립
• 전국 규모 C2 망 구축
• 전국 규모 지상기반 탐지회피 시설 구축
• 유무인 항공 통합 관제
• 시범 인증</td></tr>
<tr><td rowspan="14">무인항공기 관계 법령</td><td>• 로드맵</td><td>´15</td><td>´16</td><td>´17</td><td>´18</td><td>´19</td><td>´20</td><td>´21</td><td>´22</td><td>´23</td><td>´24</td><td>´25</td><td>´26</td></tr>
<tr><td>• 법제화 기초규정 수립</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>• 법체계 구축</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>• 운항관련 법체계 구축</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>• 운영 상 특별 사안의 법제화</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>• 법/령/규칙의 법규정화</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>-</td><td colspan="6">• 항공법/시행령/규칙/기술기준
- 정의 규정
- 분류체계
- 인증 관련 법체계 구축
- 운항관련 법체계 구축
- 운영 상 특별 사안의 법제화
- 항공안전법/시행령/시행규칙 상의 법규정화</td><td colspan="6">• 항공법령 적용</td></tr>
<tr><td>• 로드맵</td><td>´15</td><td>´16</td><td>´17</td><td>´18</td><td>´19</td><td>´20</td><td>´21</td><td>´22</td><td>´23</td><td>´24</td><td>´25</td><td>´26</td></tr>
<tr><td>• 무인기 공역진입기준 수립</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>• 비행규칙 수립</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>• 감항기준 및 절차 수립</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>• C2 성능요건 수립</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>• DAA 성능요건 수립</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>• 통신 주파수 및 보안기준 수립</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>• ATC 지상 통신 요건 및 절차 수립</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>• ATM 분리 기준 및 절차 수립</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>• 우발상황 대응 기준 및 절차 수립</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>• SWIM 운용 요건 수립</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>• 비행장 무인기 운용 기준 및 절차 수립</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

	• 운항기술기준 초안	• 운항기술기준 고시 안 (B 등급 공역 운항, 승객 운송 제외) - 공역 진입 기준 수립 - 비행 규칙 수립 - 형식/감항증명 기준 수립 - 운영자 증명 - 종사자 자격 및 교육훈련기관 제도						• 운항기술기준					
	• 로드맵	´15	´16	´17	´18	´19	´20	´21	´22	´23	´24	´25	´26
	• 분류 및 개선												
	• 안전 기준 수립 및 개선												
	• 최소 성능 요구조건 수립 및 개선												
	• 통신 링크 최소성능 요건 수립 및 개선												
	• 조종국의 성능 요건 수립 및 개선												
	• 탐지회피 기술기준 수립 및 개선												
	• 우발상황에 대한 기술기준 수립 및 개선												
	• 장비에 대한 요건 수립 및 개선												
	• 특별감항증명 기준 수립 및 개선												
	• SWIM 통합 운용 기술기준 수립 및 개선												
	• 운영자 분류 연구												
	• 운영자 승인기준 수립												
	• 항공종사자 분류/역할												
	• 항공종사자 자격제도 기준 수립												
	• 항공종사자 교육기관 인가 요건 수립												
	• 항공종사자 교육, 훈련, 평가 기준 수립												
	• 무인항공기기술기준 초안 - Part 23, VLA, VLR, TR	• 무인항공기기술기준 고시 안 - Part 21, 23, VLA, VLR, TR - 무인항공기 분류 및 개선 - RPA, RPS, C2의 최소 성능 요건 수립 및 개선 - DAA 에 대한 기술기준 수립 및 개선 - 우발상황에 대한 기술기준 및 개선						• 무인항공기기술기준 통합안 - Part 21 - 통합기술기준					
	-	• 항공교통관제기준 고시 안						• 항공교통관제기준					
	• 항공교통관제절차 초안	• 항공교통관제절차 고시 안						• 항공교통관제절차					
		• 성능 분석						-					
		• 통제 기법 - 신뢰도 분석 - 위험분석 - HSI 분석 - 책임 보험 분석						• 통제 기법 - 책임 보험 적용					

시험운항	• 운항 개념 - 검증 시나리오 구축	• 운항 개념 수립 - 유무인항공기 전 등급 공역 통합 운항 시나리오	-
	• 운항 시뮬레이션 구축 - ATC, 유인항공기, 무인항공기	• 운항 시뮬레이션 구축 - 무인항공기 RPA, RPS 분리 구축 - C2 상용망 구축 - C2 CNPC망 구축 - C2 정지궤도 위성통신망 구축 - C2 저궤도 위성통신망 구축 • ATC-RPS 통신망 시뮬레이션 구축 - VHF - RPA 우회 - 위성 우회 - RPA + 위성 우회 • HSI 시뮬레이션 구축 • DAA 시뮬레이션 구축 - ADS-B 자료 이용 - TCAS 자료 이용	• 운항 시뮬레이션 개선 • ATC-RPS 통신망 시뮬레이션 개선 • HSI 시뮬레이션 개선 • DAA 시뮬레이션 개선
	• 운항 시뮬레이션 검증 시험 - 3가지 시나리오 시뮬레이션 수행	• 운항 시뮬레이션 시험 - 운항 시험 시나리오 수립 - 유무인항공기 전 등급 공역 통합 운항 시험 - 국제 협력 운항 시험	• 운항 시뮬레이션 시험 - 국제 협력 운항 시험
	• 대역항공기 시험 방안 수립	• 대역항공기 운항 시험 - 운항 시험 시나리오 수립 - C, D, E 공역 운항 시험 - C2 지연, 상실 - 비행 중단 - 비행 성능 - 다부처 통신 모뎀 적용 시험	• 대역항공기 운항 시험 - A 공역 운항 시험 포함
	-	• 무인항공기 운항 시험 - 운항 시험 시나리오 수립 - 다부처 통신 모뎀 적용 시험 - C, D, E 공역 운항 시험 - C2지연, 상실 - 비행 중단 - 비행 성능 • 다부처 통합 운용 시험	• 무인항공기 운항 시험 - A 공역 운항 시험 포함
인프라 구축	• 조종국 장비 및 시설 구축		
	• 중계국 구축		
	• DAA 시설 구축		
	• 유도항행시설 연계 연구		
	• C2 링크 구축		
	• SWIM 연계		
	-	• 비행장 선정 연구 - 위치 - 시설 - 설비 활용성	-

	• C2 구축 방안 수립	• C2 구축 방안 - 이착륙, 순항 등 운항 단계별 통신 연속 무결성 - BRLOS용 정지궤도 통신위성망 시험용 구축, 가용성 연구 및 운용 방안 수립 - BRLOS용 저궤도 통신위성망 시험용 구축 및 운용 방안 수립 - BRLOS용 통신위성 통합망 시험용 구축 운용 방안 수립 - RLOS용 5GHz CNPC통신망 시험용 구축 및 운용 방안 수립 - RLOS용 상용통신망 시험 및 운용 방안 수립 - RLOS용 통합통신망 시험 구축 및 운용 방안 수립 - 국제 운항 통합망 구축 및 운용 개념 수립	• C2 전국 및 전 공역 망 구축 - BRLOS용 통신위성 통합망 구축 - RLOS용 CNPC 통합망 구축 - BRLOS와 RLOS 통합망 구축 - 국제 운항 통합망 구축 - 주파수 동적 할당 연구
	• GBDAA 구축 방안 수립	• GBDAA 구축 방안 - GBDAA 시험용 구축 및 운용 방안 수립 - GBDAA 운용 시험	• GBDAA - 민간 전 국토 전 공역(B등급 제외) 감시 체계 구축
	• DAA 구축 방안 수립	• DAA 구축 방안 - ADS-B 시험용 구축 - TCAS 시험용 구축 - Vision-Based 시험용 구축	• 유무인 통합 공역에서 DAA 구현 - ADS-B - TCAS - Vision-Based
	-	• 자동이착륙 구축 방안 - Laser 방식 시험용 구축 - GBAS, SBAS 방식 시험용 구축	• 자동이착륙 구축
	-	• 시험용 음성 통신망 구축 - VHF - 상용망 이용 통신 - RPA 중계 통신 - 위성 중계 통신 - RPA + 위성 중계 통신	• 유무인 통합 통신망 전 공역 구축
	-	• SWIM 연계 방안 연구	• SWIM 연계 구축
시범 인증	• 시범 인증 방안 수립	• 시범 인증 업체 선정	• 표준 인증 시범 업체 신청 접수
	-	• 시범 인증(RPS) - 시범형식증명 신청 - 시범형식증명 계획 수립 - 시범형식증명 수행 - 시범형식중명 부여	• 시범 인증(RPAS) - RPAS 형식 인증 - RPA 형식증명 신청 - RPS 형식증명 계획 수립 - 시범 형식증명 수행 - 비행시험 - 표준 형식중명 부여
실용화 응용 연구	-	-	• 무인항공기 불법 침입 방지 연구
	-	-	• 차세대 CNS/ATM 나래(NARAE) 시스템 내 무인항공기 운용에 관한 연구
	-	• 관제 공역 밖의 소형 무인항공기의 자동 관제 개념 연구	• 관제 공역 밖의 소형 무인항공기의 자동 관제에 관한 연구

5

연구성과의 활용 및 추가연구 필요성

5 장. 연구성과의 활용 및 추가연구 필요성

1 절. 연구성과 향후 활용방안

□ 민간무인항공기의 인증체계 및 운항기술기준(안)의 수립을 통해 국내 민간무인항공기 시범인증 사업에 활용이 가능하며 향후 안전운항 체계 수립이 가능함

□ 종사자 자격/훈련 제도(안) 및 운용자 승인제도(안)에 따라 민간무인항공기의 산업화가 가속될 수 있음.

□ 사생활보호 법(안) 등은 무인항공기에 대한 국민의 인식을 호감으로 변화시킬 수 있음.

□ 국제항공기구에서 진행 중인 민간무인항공기 운용 관련 국제 표준화 제정에 본 과제의 결과가 반영될 수 있으며 이를 바탕으로 국제적인 민간무인항공기의 공역통합 정책에 부합하는 국내 민간무인항공기 운용 핵심기술 개발 로드맵을 작성할 수 있음.

□ 군용항공기 감항인증기준 및 프로세스연구와 군용무인항공기 기술기준요구도(USAR) 및 가용 적합성검증(MOC) 방법을 분석하고 시스템 안전 평가에 대한 기준을 제시하여 국내 민간용 무인항공기 감항 인증기술 기준 제정 및 감항 인증 체계 구축을 위한 기초자료로 유용하게 사용될 수 있음.

□ 공역 시뮬레이션을 적용한 유·무인항공기 혼합 시뮬레이션은 민간무인항공기의 국가공역 진입에 대한 안정성을 검증하고, 모의 시험적 운영을 위한 테스트베드(Test Bed) S/W로 활용할 예정이며 다음에 활용 가능함.

- 국가공역에서 유·무인항공기 혼합운용 운항기술기준 개발 및 고시
- 민간무인항공기 종사자 교육/자격제도 구축
- 민간무인항공기 운영자 승인제도 구축
- 민간무인항공기 실용화를 위한 운용개념 개발
- 국내환경에 적합한 민간무인항공기 시범인증 대상기종 선정
- 기종선정에 따른 고위험 요소기술 식별 및 획득방안 수립

□ 유·무인항공기 혼합 시뮬레이션은 유·무인항공기 혼합운영 기법과 절차에 대한 연구를 통하여 운항기술기준 개발 및 고시 지원을 위한 기초 자료로도 활용 가능함.

□ 이러한 연구개발성과들은 2년간의 짧은 기간에 완벽하게 최종적인 목표를 성취한다기보다 향후 10여년 이상 무인항공기의 민수화가 진행되는 과정을 통해서 계속해서 진화/발전 시켜야 함 (새로운 무인항공기 기종에 따라 운용 시나리오가 새롭게 개발/변경되며, 이에 따른 혼합운용 기법 및 절차 개발 필요함.)

□ 세부과제별 연구내용에 대한 전략목표와 최종성과물은 인증기술기준, 운항기술기준 등 법·제도 구축, 민간무인항공기 개발 기반 구축 등에 활용될 수 있음.

2 절. 추가연구 필요성

□ 무인항공기의 민수화는 전 세계적인 추세인데 반해, 혼합운용 운항에 따른 감항인증, 운항기법의 개발, 무인항공기 조종사 자격인증 등에 대한 대비가 국내의 무인항공기 개발 속도를 감안할 때 뒤쳐진 감이 있음

□ 본 연구개발 성과 활용 시 무인항공기의 민수화를 위해 발생될 것으로 예상되는 예산 및 개발 기간을 단축 시킬 수 있음. 예를 들어, 유.무인항공기 혼합운용 시뮬레이션 시스템을 이용하여 시각적으로 시뮬레이션 한다면, 어떠한 안전문제가 혼합운용 운항에 잠재되어 있는지를 항공운항 비전문가들도 쉽게 이해하게 될 것임

□ 아울러, 최근 발생한 민간 S-76 헬기 강남 고층 아파트 충돌 사건에서 보듯이, 무인항공기가 민수분야에 도입될 경우 도심 내 항공 운항안전문제가 크게 대두될 것으로 예상 됨에 따라 본 연구에서 개발된 유.무인항공기 혼합운용 시뮬레이션 시스템을 보다 적극적으로 활용할 필요가 있음.

□ 본 연구개발에서 개발된 유.무인항공기 혼합운용 시뮬레이션 시스템의 경우, 고흥, 여수 비행장 등 무인항공기 운용 및 시범비행이 가능한 공항에 대한 제한적 맵데이터가 개발된 바, 향후 도심 내 항공 운항안전문제등에 대한 심도있는 시뮬레이션을 위해서는 도심 지형지물 등을 포함한 환경 요건등의 추가적으로 연구 개발이 필요함.

6

결론

6 장. 결론

세계는 지금 UN 산하의 국제민간항공기구 즉 ICAO의 주도로 무인항공기의 유인 항공 체계로 국제적인 조화로운 통합 운용을 위한 제도화를 추진하고 있으며 ICAO는 ASBU를 통해 2018년 무인항공기의 안전한 통합운용을 위한 관련 SARP의 제개정을 수행하고 체약국의 회람 후 각국이 이를 적용할 수 있도록 준비하고 있는 바, 우리나라도 이에 대비하여야 함.

아울러, 우리나라도 미래 산업으로서 민간무인항공기 산업을 발전시키고 국제 수준의 제도를 준비하여 국제 항공 사회의 일원으로 민간무인항공기 제도화에 동참하여야 함.

국토교통부의 항공정책실은 우리나라의 민간 항공기등의 인증기관으로서 항공 분야의 미래의 새로운 산업의 발전을 위한 길을 마련하기 위해 급격히 시장이 확대되고 있는 민간무인항공기의 실용화를 위한 제도화를 준비 중임.

본 과제는 민간무인항공기의 유무인 통합 실현을 위한 실용화 기반을 조성하기 위한 것으로 ICAO의 RPAS 패널 참여 및 NASA, Boeing, NLR 등 국제협력을 통해 국제 수준의 무인항공기 안전성 인증기술기준과 운항기술기준의 초안을 마련하고 국내 전문가들의 자문을 통하여 완성 되었음.

먼저 주요 성과물 중, 운항기술기준의 검증을 위한 수단으로 ATC를 포함하는 유무인항공기 통합 운용 시뮬레이션을 제작하여 운항기술기준을 바탕으로 한 시나리오로 그 유효성을 검증하였으며, 유무인 통합 운용을 위한 핵심기술의 식별과 요구도를 도출 하였음.

또한 각종 법령의 기술적인 자료 제공을 위해 유무인항공기 통합 시험 운용을 위한 무인항공기만의 인프라의 연구를 수행하였고, 우리나라 민간무인항공기의 산업 발전의 방향 설정을 위한 중장기 로드맵을 작성하고 공청회를 개최하여 국내 전문가들이 의견을 수렴하였음.

최종 성과물로 최종보고서 종합본 및 19개의 관련 보고서를 도출하였으며, 정량적 성물로 국내외 유수의 학술지에 논문 7건 게재 및 25회에 걸쳐 국내 학술대회에서 성과를 발표하였음. 아울러 성과물의 완성도 향상 및 연구 검증을 위해 수차례 연구관련 분야 전문가의 자문을 수행하였음.

끝으로, 본 과제의 결과물들은 2020년 국내 공역에서 유무인항공기 통합 운용을 위한 다부처 과제와 ICAO 등 국제 사회와 협력하여 조화로운 국제 공역 통합 운용을 위한 제도화에 동참하는데 기여할 것으로 사료됨.

여백 페이지입니다.

참고문헌

〈 참고문헌 〉

[1] Advisory Circular, AC101-1(0), Unmanned Aircraft and Rockets-Unmanned Aerial Vehicle(UAV) Operations, Design Specification, Maintenance and Training of Human Resources, Civil Aivation Safety Authority Australlia.

[2] Roadmap for the integration of civil Remotely-Piloted Aircraft Systems into the European Aviation System, 2013

[3] Roadmap for the integration of civil Remotely-Piloted Aircraft Systems into the European Aviation System-Annex1, 2013

[4] Roadmap for the integration of civil Remotely-Piloted Aircraft Systems into the European Aviation System-Annex2, 2013

[5] F. Glatzl, G. Lippitsch, H. Fluhr, " Proposal of a Certification Specification for a Light Unmanned Aerial System(CAS-LUAS)", Deutscher Luft-und Raumfahrtk on gress 2012

[6] ICAO & LACAC UAS Seminar, An overview of the approach to certifying RPA systems, 2012.

[7] ICAO Manual on Remotely Piloted Aircraft Systems(RPAS), drift, 1st, 2012.

[8] ICAO Cirular 328 AN/190, Unmanned Aircraft Systems(UAS), 2011

[9] ICAO Annex 1 — Personnel Licensing

[10] ICAO Annex 2 — Rules of the Air

[11] ICAO Annex 3 —Meteorological Service for International Air Navigation

[12] ICAO Annex 6 — Operation of Aircraft, Part I — International Commercial Air Transport — Aeroplanes

[13] ICAO Annex 7 — Aircraft Nationality and Registration Marks

[14] ICAO Annex 8 — Airworthiness of Aircraft

[15] ICAO Annex 10 — Aeronautical Telecommunications

[16] ICAO Volume II — Communication Procedures including those with PANS status, Volume IV — Surveillance and Collision Avoidance Systems

[17] ICAO Annex 11 — Air Traffic Services

[18] ICAO Annex 13 — Aircraft Accident and Incident Investigation

[19] ICAO Annex 14 — Aerodromes, Volume I — Aerodrome Design and Operations

[20] ICAO Annex 16 — Environmental Protection, Volume I — Aircraft Noise

[21] ICAO Annex 16 — Environmental Protection, Volume II — Aircraft Engine Emissions

[22] ICAO Annex 17 —Security

[23] ICAO Annex 18 —The Safe Transport of Dangerous Goods by Air

[24] ICAO Doc 4444 Procedures for Air Navigation Services — Air Traffic Management (PANS-ATM)

[25] ICAO Doc 8643 Aircraft Type Designators

[26] ICAO Doc 9284 Technical Instructions for the Safe Transport of Dangerous Goods by Air

[27] ICAO Doc 9854 Global Air Traffic Management Operational Concept

[28] ICAO Doc 9863 Airborne Collision Avoidance System (ACAS) Manual

[29] ICAO Doc 9869 Manual on Required Communication Performance (RCP)

[30] FAA Order.8130.34B, Airworthiness Certification of Unmanned Aircraft Systems and Optionally Piloted Aircraft, 2011.

[31] Radio technical commission for Aeronautics (RTCA), 'DO-304, Guidance Material and Considerations for Unmanned Aircraft Systems Issued 03-22-0' Prepared by SC-203.

[32] STANAG 4670, Guidance for the Training of Unmanned Aircraft Systems (UAS) Operators, 2013.

[33] STANAG 4671, On Unmanned Aerial Vehicles Systems Airworthiness Requirements (USAR), 2007.

[34] STANAG 2954, NBC/MED - Training of Medical Personnel for NBC Defence Operations, 2006.

[35] STANAG 4586, NAVY - Standard Interfaces of UAV Control Systems(UCS) for NATO UAV Interoperability, 2012.

[36] STANAG 3230, FS - Emergency Markings on AIrcraft, 2007.

[37] STANAG 3102, FS - Flight Safety Co-Operation in Common Ground/Airspace, 2007.

[38] NATO STANDARD ATP-3.3.7, Guidance for the Training of Unmanned Aircraft Systems(UAV) Operators, 2013.

[39] CAP 722, Unmanned Aircraft System Operations in UK Airspace - Guidance, Civil Aviation Authority(CAA), United Kingdom, 2012.

[40] UAV Market Profile and Forecast 2013, Teal Group, 2013.

[41] UAV Market Trends and Forecast, Frost & Sullivan, 2009.

[42] Jim Griner, "UAS Integration in the National Airspace System Project", NASA Advisory Council Aeronautics Committee, 2012.

[43] RPAS The Global Perspective 2012/2013, UVSI, 2012.

[44] Karen M. Feigh, An Airspace Simulator for Air Traffic Management Research, Cranfield Univ., Master of Philosophy Thesis, 2003

[45] FAA, Integration of Unmanned Aircraft Systems into the National Airspace System, FAA report, 2012.

[46] Eurocontrol Experimental Center, Base of Aircraft Data(BADA) Aircraft Performance Modelling Report, EEC Technical/Scientific Report No 2009-009, 2009

[47] Heinrich Dorgeloh, et al, Integration of UAV into civil ATC/ATM ATM-Simulation, In proceeding of: CCG-Seminar TV 3.09: UAV-Fuhrungssysteme, 2009

[48] U.S. Department of Transportation, Federal Aviation Administration, "Integration of

Civil Unmanned Aircraft Systems (UAS) in the National Airspace System (NAS) Roadmap", 1st Edition, 2013

[49] Next Generation Air Transportation System, Joint Planning and Development Office, "NextGen UAS Research, Development and Demonstration Roadmap," Version 1.0, March 15, 2012

[50] U.S. Department of Defense, "Unmanned Systems Integration Roadmap FY2011-2036," Ref. No. 11-S-3613

[51] Federal Aviation Administration, "NextGEN Overview 2013 Implementation Plan"

[52] Next Generation Air Transportation System, Joint Planning and Development Office, "Concept of Operations for the Next Generation Air Transportation System," Version 2.0, June 13, 2007

[53] Federal Aviation Administration, "Integration of Unmanned Aircraft Systems into the National Airspace System Concept of Operations," Version 2.0, September 28, 2012

[54] U.S. Department of Defense, Handbook, "Airworthiness Certification Criteria," MIL-HNBK-516B, September 26, 2005

[55] Jeffrey M. Maddalon, Kelly J. Hayhurst, A. Terry Morris, and Harry A. Verstynen, "Considerations of Unmanned Aircraft Classification for Civil Airworthiness Standards," AIAA Paper 2013-5216, AIAA Infotech@Aerospace Conference, August 19 - 22, 2013, Boston, MA

[56] Jeffrey M. Maddalon, Keey J. Hayhurst, Daniel M. Koppen, Jason M. Upchurch, A. Terry Morris, and Harry A. Verstynen, "Perspectives on Umanned Aircraft Classification for Civil Airworthiness Standards," NASA TM-2013-217969

[57] Communication Radio Communication Sector, International Telecommunication Union, "Examples of technical characteristics for unmanned aircraft control and non-payload commnuication links," Report ITU-R M.2233, November 2011

[58] Michael Neale and Brooks Cressman, "UAS Control and Non Payload Communications (CNPC) Link Availability," ICAO ACP-WG-F Meeting #24, March 2011, Paris

[59] FAA Fact Sheet, Unmanned Aircraft Systems(UAS)

[60] ER-004, A concept for UAS Airworthiness Certification and Operational Approval, EUROCAE

[61] EASA E.Y013-01, Policy Statement - Airworthiness Certification of Unmanned Aircraft Systems (UAS)

[62] Unmanned Aircraft Systems (UAS) Comprehensive Plan, JPDO (2013.9)

[63] 최영재외, 무인항공기 안전관리제도 구축 연구, 국토해양부, 2009.12

[64] 신홍철외, 무인비행장치 운용기준 개발 연구, 교통안전공단, 2010.7

[65] 무인항공기 안전관리계획, 국토교통부 항공정책실, 2012.

[66] 2012 국가별 국방과학기술수준조사서, 국방기술품질원, 2012.

[67] 이덕주 외 10인, "상업용 민간무인항공기 보급 기반 구축 기획", 국토해양부 기획

보고서, 2012.

[68] 윤석준, 항공교통관제체계의 시뮬레이션에 대한 연구, 항공산업연구 제51집, 1999.9, 69-90

[69] 임대준, 항공교통흐름관리를 통한 효율적인 공역사용에 관한 연구, 한국항공대학교, 석사논문, 2012

[70] 황유철, 강자영, 무인항공기의 유인공역 통합을 위한 민·군 협력 방안 연구, 제8회 국방기술 학술대회, 2012.7, 689-697

[71] 김종욱, 김도현, 국가공역체계에서 무인항공기 통합운영에 대한 동향, 항공우주산업 기술동향 제8권 2호, 2010.12, 136-144

〈 부록 〉

부록 1. 민간무인항공기 약어집
부록 2. 논문실적 및 증빙
부록 3. 전문가 자문 검토의견
부록 4. 연구개발과정에서 수집된 해외과학기술정보
부록 5. 연구개발 변경사항
부록 6. 자체평가 의견서
부록 7. 연구개발결과 활용계획서
부록 8. 다부처 과제 경제성 분석(고신뢰성 다개체 무인이동체 통합운용체계구축사업 경제성 분석)

여백 페이지입니다.

부 록

부록 1. 민간무인항공기 약어집

Term	번역용어(안)	연구분야
Acceptable Means of Compliance (AMC)	적용가능(한)입증방법	인증기준
aerial work	항공기사용사업	
aeronautical experience	비행경험	운항기술기준
aerodrome	비행장	
Airborne Based Detect and Avoid (ABDAA)	탑재기반 감지 및 회피시스템	중장기로드맵
Airborne Collision Avoidance System (ACAS)	항공기 탑재기반 충돌회피 시스템	무인항공기관제절차
Airborne Sense and Avoid (ABSAA)	탑재기반 공중충돌 감지 및 회피 시스템	운항기술기준
aircraft operating manual	항공기 운영교범	운항기술기준
air operator certificate	운항증명	운항기술기준
Airport Surveillance Radar (ASR)	공항 감시 레이더	운용시설구축방안
Air Traffic Control (ATC)	항공교통관제	운항기술기준
Air Traffic Control Clearance (ATCC)	비행허가	유무인통합시뮬레이션
air traffic flow management	항공교통흐름관리	운용시설구축방안
air traffic management	항공교통관리	핵심기술개발계획 중장기로드맵
Air Traffic Service (ATS)	항공 교통 업무	인증기준
airworthiness	감항성	인증기준
airworthiness certification	감항인증	인증기준
airworthiness release	감항성 확인	
airspeed indicator	대기속도지시계	
alternator	교류발전기	
altimeter	고도계	
ammeter	전류계	
area control center	지역관제소	무인항공기관제절차
authority	당국(또는 항공당국)	운항기술기준
Automatic Dependent Surveillance - Broadcast (ADS-B)	방송형 자동종속감시	운용시설구축방안
autopilot	자동조종시스템	
availability	유용성	운항기술기준
baseline configuration	형상기준	인증기준
basic airfoil moment coefficient	기본 익형의 모멘트 계수	
Beyond Line of Sight (BLOS)	비가시영역	운항기술기준
Beyond Visual Line of Sight (BVLOS)	비시계가시영역	운항기술기준
carburetor air temperature indicator	기화기 공기온도지시기	
catastrophic	심각, 재난적	인증기준

Term	번역용어(안)	연구분야
Certification basis	인증 기준	인증기준
Certifying staff	감항성 확인요원	
chafing	마찰(손상)	
Chief Controller	수석 무인항공기 조종사	운영자 승인
circuit protective device	회로보호장치	
clear	허가	
clearance delivery	허가중계	유무인시뮬레이션
Collaborative Air Traffic Management Technology (CATMT)	협력적 항공교통관제 기술	운용시설구축방안
collision avoidance	충돌 회피	운용시설구축방안
Command and Control (C2)	지휘/통제	운용시설구축방안
Command and Control link (C2 link)	명령 및 통제 링크	운용시설구축방안
Common Data Link (CDL)	공통 데이터 링크	운용시설구축방안
Communication Navigation Surveillance (CNS)	통신, 항법, 감시	운용시설구축방안
communication transaction time	통신처리시간	운항기술기준
comecial derivative aircraft	상용파생 항공기	인증기준
comply	적합하다, 적합성을 보이다	
configuration control	형상통제	인증기준
configuration item	형상품목	인증기준
configuration management	형상관리	인증기준
configuration status accounting	형상자료유지	인증기준
continued safe flight and landing	지속적인 안전 비행과 착륙	
continuity	연속성	운항기술기준
Control and Non-Payload Communications (CNPC)	비탑재형 무인항공기 통신 및 제어기술	운용시설구축방안
controller	조종사	
coolant temperature indicator	냉각제 온도 지시기	
coordinating support function	협동 지원 기능	인증기준
cooperative	협조표적	유무인통합시뮬레이션
corrective action	대응 조작	
crashworthiness	내추락성	인증기준
crew	종사자, 운용요원	종사자 자격제도
criteria	기준	
critical	중대	인증기준
critical part	중요 부품	
critical safety item	주요안전품목	인증기준
cruising speed	순항속도	

Term	번역용어(안)	연구분야
cumulative safety	누적 안전	인증기준
deflection	변위	
dent	눌린 자국	
Detect and Avoid (DAA)	감지 및 회피	유무인시뮬레이션 핵심기술개발계획
detrimental	유해한	
diaphragm	격막, 다이어프램	
difference of potential	전위차	
discharge	방전, 배출	
dispatch	운항시작/비행개시	
disposable load	소모성 하중	
Distance Measurement Equipment (DME)	거리 측정 장치	운용시설구축방안
dive speed	급강하속도	
drain	배출구	
duct	덕트	
electric power source	전원	
electromagnetic environment effects (E3)	전자기환경 효과	인증기준
electrical equipment	전기장비	
electrical load	전기부하	
electrical system	전기시스템	
emergency landing	비상 착륙	무인항공기관제절차
emergency recovery capability	비상복구능력	
emit	방출	
end-Item	완제품	인증기준
engine constructor	엔진 제작자	
engine fluid	엔진유체	
equivalence	동등성	인증기준
expansion tank	팽창 탱크	
Extended Visual Line of Sight (EVLOS)	확장시계가시영역	운항기술기준
external power	외부전원	
extremely improbable	극히 불가능한	
failure	고장	
failure condition	고장 조건	
Failure Modes, Effects, and Criticality Analysis(FMECA)	고장유형, 영향 및 치명도 분석	인증기준
Fairness	정당성	인증기준
fill	채우다, 매우다, 때우다	
filter	필터	
fire hazard	화재위험요인	

Term	번역용어(안)	연구분야
fire resistance	내화성	
fireproof	불연성의	
flame	화염	
flammable fluid	가연성 유체	
flap extended	플랩내림(상태)	
flap retracted	플랩올림(상태)	
flight clearance	비행허가	인증기준
flight critical	비행중요도	인증기준
flight data analysis	비행자료분석	운항기술기준
flight dispatcher	운항관리사	운항기술기준
flight duty period	비행근무시간	운항기술기준
flight envelope	비행영역선도	
Flight Management System (FMS)	비행관리 시스템	운용시설구축방안f
flight plan	비행계획서	운항기술기준
flight recorder	비행기록장치	운항기술기준
flight time	비행시간	운항기술기준
forced landing	강제착륙	
foreign matter	외부물질	
foreseeable operating condition	예상가능한 운용 조건	
fuel gravity system	중력식 연료 시스템	
fuel pressure warning device	연료압 경고장치	
fuel quantity indicator	연료량지시기	
functional baseline	기능기준	인증기준
generator	발전기	
Ground Based Augmentation System (GBAS)	위성항법 지상보강시스템	운용시설구축방안
Ground Based Sense and Avoid (GBSAA)	지상기반 공중충돌 감지 및 회피 시스템	운항기술기준 핵심기술개발계획 중장기로드맵 운용시설구축방안
Ground Control System (GCS)	지상통제시스템	무인항공기관제절차 종사자 자격
gust allevation factor	돌풍완화계수	
gust envelope	돌풍영역선도	
handoff	관제권 이양	유무인통합시뮬레이션
handover	통제권 이양	유무인통합시뮬레이션
harmful	위해한	
hazard	위험요인	
Hazard Risk Index (HRI)	위험요인 참조지표	인증기준
head-on gust	맞방향 돌풍	
hot-day	폭염, 기온이 높은 날	
human performance	인적수행능력	운항기술기준

Term	번역용어(안)	연구분야
ice clogging	결빙 폐쇄	
Implementation Guidance	이행지침	인증기준
induction system screen	흡입계통 차폐물(칸막이)	
inertia	관성(력)	
in-flight occurrence	비행 중 상황	
installation	장착	
Instrument Flight Rules (IFR)	계기 비행 방식	무인항공기관제절차
Instrument Landing System (ILS)	계기 착륙 시스템	운용시설구축방안
Instrument Meteorological Conditions (IMC)	계기비행기상상태	운항기술기준
Integrity	건전성	인증기준
Interface	인터페이스	인증기준
Integrity	무결성	운항기술기준
interaction	상호작용	
item of mass	중량물	운항기술기준
knowledge test	지식심사	종사자 자격
launch controller	이륙조종사	조종사 자격
Line of Sight (LOS)	가시영역	운항기술기준 운용시설구축방안
load reduction/alleviation	하중 감소/완화	
magnetic direction indicator	자기식 방향지시계	
main rotor	주회전익	
major	중대	인증기준
maintenance	정비	운항기술기준
malfunction	(기능)장애, 오작동	
maneuvering envelope	기동영역선도	
manifold pressure	다기관 압력	
manifold pressure indicator	다기관압력지시기/다기관압력계	
marginal	경미	인증기준
Master minimum equipment list (MMEL)	표준최소장비목록	운항기술기준
Minimum equipment list (MEL)	최소장비목록	운항기술기준
maximumanticipatedair temperature	최대 예상 공기 온도	
maximum continuous power	최대 연속 출력	
maximum ultimate acceleration	최대극한가속	
maximum working pressure	최대 작동압력	
mean geometric chord	기하학적 평균시위	
mechanic	정비사	종사자 자격
Means of Compliance (MOC)	적합성검증 방법	인증기준

Term	번역용어(안)	연구분야
minor	경미	인증기준
mishap	재난	인증기준
mission critical	임무중요도	인증기준
national airspace system	국가공역 체계	인증기준
negligible	무시	인증기준
nonabsorbent	비흡습체	
non-segregated airspace	비분리 공역	중장기로드맵
non-cooperative	비협조표적	유무인통합시뮬레이션
normal operation	정상 운영(작동)	
no safety effect	안전 영향 없음	인증기준
obsever	감시자	중장기로드맵 조종사 자격
obstruct	방해	
oil pressure warning device	오일압 경고장치	
oil radiator	오일 방열기	
oil temperature warning device	오일온도 경고장치	
operation	운항, 운영, 운영, 작동	
operational control	운항통제	운항기술기준
operational flight plan	운항비행계획서	운항기술기준
operations manual	운항교범	운항기술기준
operations specifications	운영기준	
operator	운영자, 운용자	운항기술기준
operator's maintenance control manual	정비규정	운항기술기준
outlet	출구	
pad	패드	
Participating Member State (PMS)	참여회원국	인증기준
payload	임무장비	
peak	극치	
performance	성능	인증기준
pilot-in-command	기장	운항기술기준
positive locking	양(+)방향 잠금	
positive stop	양(+)방향 정지부, 포지티브 스톱	
power-assisted	동력 조향	
powered-lift	수직이착륙기	운항기술기준
powerplant instrument	동력장치계기	
practical test	실기시험	운항기술기준
preheater	예열기	
pressure-altitude	기압고도	운항기술기준
probe	탐침	

Term	번역용어(안)	연구분야
provision	수단,규정,요건	
psychoactive substances	향(向) 정신성 물질	운항기술기준
Quality of Service (QoS)	통신서비스 품질	운용시설구축방안
rated limit	정격 제한(범위)	
rate-of-climb speed	상승률속도	
reconfiguration	형상변경	
rating	한정자격	종사자 자격r
relay station	무인항공기 중계국	중장기로드맵
remote control station	원격통제장비	조종사 자격
Remotely Operated Aircraft (ROA)	원격조종항공기	인증기준
Remote Pilot Station (RPS)	원격조종국	
Remotely Piloted Aircraft (RPA)	원격조종항공기	
Remotely Piloted Aircraft System (RPAS)	원격조종항공기시스템	
Remotely Piloted Aircraft System (RPAS) External Operator	무인항공기 외부조종사	무인항공기관제절차
Remotely Piloted Aircraft System (RPAS) Internal Operator	무인항공기 내부조종사	무인항공기관제절차
response	반응/응답	
rest period	휴식시간	운항기술기준
radio failure	무선통신 두절	무인항공기관제절차
Radio Line of Sight (RLOS)	전파가시영역	운항기술기준 핵심기술개발계획 중장기로드맵
safe drainage	안전 배수	
safety critical	안전중요도	인증기준
safety management system	안전관리시스템	운항기술기준
Safety of Flight (SOF)	안전비행	인증기준
safety program	안전프로그램	운항기술기준
segregated airspace	분리 공역	중장기로드맵
self-containment	자체 봉쇄	
Sense and Avoid (SAA)	감지 및 회피	핵심기술개발계획
stability augmentation	안정성 증강	
standard Instrument Departure	표준계기출발절차	유무인통합시뮬레이션
standard terminal arrival route	표준계기도착절차	유무인통합시뮬레이션
State of Registry	등록국가	운항기술기준
steep bank	깊은 경사각	
stressed-skin wing	응력외피날개	
sUAS	소형무인항공기	핵심기술개발계획
sub-paragraph	호(號)	
substantiating load test	하중 입증 시험	
supercharged engines	과급 기관(엔진)	

Term	번역용어(안)	연구분야
supercharger	과급기	
supervising Controller	감독 조종사	
System Engineering (SE)	시스템 엔지니어링, 체계공학	인증 기준
system response	시스템 반응	
system safety	시스템 안전	인증기준
System Wide Information Management (SWIM)	통합정보관리시스템	중장기로드맵
Satellite Based Augmentation System (SBAS)	위성항법 광역보강시스템	운용시설구축방안
System Wide Information Management (SWIM)	항공 데이터 종합 관리망	운용시설구축방안
technician	정비사	종사자 자격
temperature gradient	온도구배	
Target level of safety(TLS)	안전목표수준	운항기술기준
terms of reference	위임 사항	
third parties	제3자	
traffic pattern	교통장주	유무인통합시뮬레이션
transmission cable	송전케이블	
transmittal	전달	
tripping	트리핑	
Type Certification (TC)	형식인증	인증기준
type design	형식설계	인증기준
telemetry	원격측정기술	운용시설구축방안
Ultra High Frequency (UHF)	극초단파	운용시설구축방안
Unmanned Aerial Vehicle (UAV)	무인항공기	중장기로드맵
UAV flight manual	무인항공기 비행 교범	
UAV operating manual	무인항공기 운영교범	운영자 승인
UAV operating information	무인항공기 운영정보	운영자 승인
Unmanned Aircraft System(UAS)	무인항공기시스템	운영자 승인
Unmanned Aircraft System Operator	무인항공기 운영자	운영자 승인
Unmanned Aircraft System Operator Certificate(UOC)	무인항공기 운영자 증명	운영자 승인
Unmanned Helicopter	회전익 무인항공기	운영자 승인
Vehicle Control Functions (VCFs)	항공기 조종기능	인증기준
Very High Frequency (VHF)	초단파	운용시설구축방안
Very High Frequency (VHF) Omnidirectional Radio range (VOR)	초단파 전 방향성 무선 표지	운용시설구축방안
Visual Flight Rules (VFR)	시계비행방식	무인항공기관제절차
Visual Line of Sight (VLOS)	시계가시영역	운항기술기준 핵심기술개발계획 중장기로드맵

부록 2. 논문실적 및 증빙

1) 논문게제 성과 (총 7건)

번호	게재연도	논문명	저자			학술지명	Vol.(No.)	국내외 구분	SCI구분
			주저자	교신저자	공동저자				
1	2014.06	Fault Detection of Aircraft System with Random Forest Algorithm and Similarity Measure	Sanghyuk	Wookje Park (항공안전기술원)	Sikhang	The Scientific World Journal	2014	국외 (USA)	SCIE (IF=1.730)
2	2014.11	무인항공기의 사생활 침해에 관한 법적 고찰	김선이	김선이	-	동아법학	제62호	국내	-
3	2014.10	민간무인항공기시스템 인증체계 현황 및 관련규정 연구 동향 분석	안효정	유승우	박종혁	한국항공우주학회지	42권(제10호)	국내	-
4	2014.12	소형 무인항공기 감항인증 기술기준 및 에너지 충돌기법 분석 연구	임준완	고준수	김용래, 최병철	한국항공운항학회지	22권(제4호)	국내	-
5	2015.03	소형 무인항공기 운용을 위한 관련법 현황 및 인증방안 연구	안효정	박종혁	박종혁	대한기계학회지	3권(제1호)	국내	-
6	2015.05	무인항공기 사고로 인한 운영자의 법적 책임 연구	김선이	김선이	최병철	전북대학교 법학연구	통권 (제44집)	국내	-
7	2015.07	항공관제시뮬레이터를 이용한 항공기간 회피기동의 위험도 분석	정세훈	이학태	오혜주, 최기영	한국항공우주학회지	43권(제8호)	국내	-

2) 논문 증빙

[논문-1] Fault Detection of Aircraft System with Random Forest Algorithm and Similarity Measure – 항공안전기술원(박욱제 외 2명)

Hindawi Publishing Corporation
The Scientific World Journal
Volume 2014, Article ID 727359, 7 pages
http://dx.doi.org/10.1155/2014/727359

Research Article

Fault Detection of Aircraft System with Random Forest Algorithm and Similarity Measure

Sanghyuk Lee,[1] Wookje Park,[2] and Sikhang Jung[3]

[1] *Department of Electrical and Electronic Engineering, Xi'an Jiaotong-Liverpool University, Suzhou 215123, China*
[2] *Aviation Technical Division, Aviation Safety Technology Center, 557 Yongyu-ro, Jung-gu, Incheon 400-420, Republic of Korea*
[3] *Department of Aerospace, Automobile & Mechanical Engineering, Chung Cheong University, 38 Wolgok-Gil, Gangnae-Myeon, Cheongwon-Gun, Chungcheongbuk-Do 363-792, Republic of Korea*

Correspondence should be addressed to Wookje Park; parkwookje@gmail.com

Received 4 April 2014; Accepted 10 June 2014; Published 25 June 2014

Academic Editor: T. O. Ting

Copyright © 2014 Sanghyuk Lee et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Research on fault detection algorithm was developed with the similarity measure and random forest algorithm. The organized algorithm was applied to unmanned aircraft vehicle (UAV) that was readied by us. Similarity measure was designed by the help of distance information, and its usefulness was also verified by proof. Fault decision was carried out by calculation of weighted similarity measure. Twelve available coefficients among healthy and faulty status data group were used to determine the decision. Similarity measure weighting was done and obtained through random forest algorithm (RFA); RF provides data priority. In order to get a fast response of decision, a limited number of coefficients was also considered. Relation of detection rate and amount of feature data were analyzed and illustrated. By repeated trial of similarity calculation, useful data amount was obtained.

1. Introduction

Fault-tolerance and adaptation of aircraft system with actual faults/healthy data have been studied. In order to process the adaptation of the pilot or the flight control system under abnormal condition, critical mission or return to a safe region should be followed with clear and right decision [1]. First of all, data for fault decision should be available; data acquisition system is required to take data accurately and quickly for the guarantee of precise fault decision. A lightweight fault detection model of DURUMI-II, which is an unmanned aerial vehicle (UAV), was considered and fault decision process was carried out with random forests algorithm (RFA) [2]. RFA is a state-of-the-art classification algorithm and has shown high classification accuracy. Additionally, RFA generates priority for each feature. The proposed approach enables one to figure out stable, important features with high detection rates. As a result, parameter optimization and feature selection were performed to make guaranteed high detection rates.

In order to get fault detection result, discrimination measure has to be considered. Similarity measure [3–6] represents the degree of similarity between comparable data; it has also been done by numerous works [1, 2, 7–9]. Similarity measures between two vague datasets mean that it roughly depends on inverse value of distance. Therefore, similarity can be considered as common information between two data distributions; hence, the obtained similarity measure was based upon the distance measure. Hence, the computation of similarity between two fuzzy sets could be followed with the obtained similarity measure.

12 cases operating data are used to design discriminating measure for healthy/faults condition. Hence, it is represented as multivariate dataset; it is also understood as multidimensional data. Each component has different importance to determine either faulty or healthy. To get more accurate decision, it is needed to consider weighting factor to each 12 coefficients. Depending on expert's opinion could be a strong candidate to solve the problem. It seems, like the heuristic approach, results depend on individual. It means

[논문-2] 무인항공기의 사생활 침해에 관한 법적 고찰 – 항공대(김선이 교수)

[논 문]

무인항공기의 사생활 침해에 관한 법적 고찰*

김 선 이**

≪차 례≫

Ⅰ. 서 론
Ⅱ. 무인항공기 사생활 침해의 개념과 유형
Ⅲ. 미국 무인항공기 사생활 침해의 대응방안의 분석
Ⅳ. 국내법의 대응 방안
Ⅴ. 결 론

Ⅰ. 서 론

무인항공기(UAV : An Unmanned Aerial or Air Vehicle)란 조종사가 탑승하지 않은 상태에서 지상에서의 원격조종을 통해 사전에 입력된 프로그램에 따라 주위환경을 판단하여 자율적으로 비행하는 비행체나 이러한 기능의 일부나 전부를 가진 비행체계를 말한다.[1] 이 같은 무인항공기는 인간의 생명에 대한 위협적인 업무 등을 안전하게 수행할 수 있어서 주목 받고 있으며, 세계 각국에서도 무인항공기 산업에 공격적으로 투자하고 있다.[2]

* 본 논문은 국토교통과학기술진흥원□민간 무인항공기 실용화를 위한 기반조성 연구□를 수행함에 있어서 항공안전기술센타로부터 수주하여 필자가 담당한 □무인항공기로 인해 발생되는 사생활보호방안□에 관한 법률자문용역의 결과물임

** 한국한공대학교 항공교통물류우주법학부 교수

1) 김성배, 한국적 전략 무인항공기 개념과 개발 방향, 항공산업연구, 제64권, 세종대학교 항공산업연구소, 2003, 15면.

[논문-3] 민간무인항공기시스템 인증체계 현황 및 관련규정 연구 동향 분석 – 한국항공우주연구원(안효정 외 3명)

技術論文 J. of The Korean Society for Aeronautical and Space Sciences 42(10), 893-901(2014)
DOI:http://dx.doi.org/10.5139/JKSAS.2014.42.10.893

민간 무인항공기시스템 인증체계 현황 및 관련규정 연구 동향 분석

안효정*, 박종혁, 유승우

A study of the status of UAS Certification System and Airworthiness Standards

Hyojung Ahn*, Jonghyuk Park and Seungwoo Yoo
Korea Aerospace Research Institute

ABSTRACT

UAS and related technology have been mainly developed for military use but, in recent years, various types of civil UAS have been using in a variety of applications. For example, there are multicopters to shoot aerial photography, pesticide spraying unmanned helicopter, and in addition there are radio control (R/C) aircraft to be used for hobbyists. UAV has spread rapidly enough that permitted experts as well as the public can use it but the related safety regulations are not properly equipped. We investigated the status of domestic and international UAS certification system and airworthiness standards. And the trends in research for the development and modification of the certification system were studied in this paper. As a result, most countries have studied to develop the related regulations and especially ICAO has tried to develop RPAS manual, standards and recommended plans and modify the related ICAO annex through the research group, ICAO UASSG. Based on the manual and SARPs, authorities, related organizations and companies have prepared to develop and modify regulations in accordance with the actual situation of each country.

초 록

무인항공기시스템 기술은 그동안 주로 군사용 목적으로 개발되어 왔으나, 근래에는 무인기의 활용이 공공부문으로 확산되면서 민간분야에서도 여러 형태의 무인기를 다양한 용도로 활용하고 있다. 예를 들어 농약 살포를 위한 회전익 무인기가 대표적으로 사용되고 있으며, 방송에서도 무인 멀티콥터를 이용한 촬영 영상을 활용하고 있다. 이와 같이 민간의 다양한 분야에서 무인기 활용이 늘어나고 있으나 무인기 관련 안전규정은 제대로 마련되어 있지 않은 실정이다. 본 논문에서는 전 세계의 무인항공기시스템 기술 발전과 관련하여 국내외 민간 무인항공기시스템 관련 현행 규정을 조사하고, 이와 관련한 인증체계 개정 및 개발을 위한 연구동향을 조사 분석 하였다. 그 결과 최근 몇 년간 여러 국가에서 무인항공기시스템 관련 규정을 개발하기 위한 연구를 수행하고 있으며, 대표적으로 국제민간항공기구(ICAO)에서 연구조직(UASSG)을 결성하여 무인항공기시스템에 대한 매뉴얼 발행과 국제표준 및 권고를 개발해 오고 있다. 또한 세계 각국의 감항 당국 및 관계 기관, 업체 등에서는 이를 기반으로 각국의 실정에 맞는 규정을 개발 및 개정하고자 준비하고 있다.

Key Words : UAS(무인항공기시스템), RPAS(원격조종항공기시스템), Certification(인증), ICAO(국제민간항공기구), Airworthiness Standard(감항기준)

† Received: July 16, 2014 Accepted: September 29, 2014
* Corresponding author, E-mail : hjahn@kari.re.kr
http://journal.ksas.or.kr/
pISSN 1225-1348 / eISSN 2287-6871

[논문-4] 소형 무인항공기 감항인증 기술기준 및 에너지 충돌기법 분석 연구 – 한국항공대학교 (임준완 외3명)

論文

소형 무인항공기 감항인증 기술기준 및 에너지 충돌기법 분석 연구

임준완*, 김용래**, 최병철***, 고준수****

Analysis for Unmanned Aerial Vehicle Airworthiness Certification Criteria

JunWan Lim*, YongRae Kim**, ByungChul Choi***, JoonSoo Ko****

ABSTRACT

Unmanned aerial vehicles(UAVs) refer to the aircraft which carries no human pilot and is operated under remote control or in autonomous operational mode. As the UAVs can perform the dull, dangerous and difficult missions, various kinds of UAVs with different sizes and weights have been developed and operated for both civil and military application. As the avionics and communication technology related to the UAVs are matured, the demand for the UAVs is dramatically increased. Therefore, It is important to develope airworthiness process and regulations of the UAVs to minimize related risk to the man and environment.

This paper describes related regulations and classification of the small UAVs for different international airworthiness authorities. The analysis of the CS-LURS verses Stanag 4702 and Stanag 4703 can provide guidelines for the generation of the airworthiness certification criteria for the small UAVs in civil sector. This paper conducted kinetic impact energy analysis of the loss of the small UAVs control scenarios and of the very small UAVs under 66 joules. Based on the analysis, the energy impact analysis can be considered before the design certification approval for the small UAVs.

Key Words : Unmanned Aircraft System(무인항공기 시스템), Airworthiness(감항성), Certification Criteria(인증 기술기준), Hazard Risk Index(위해조건 참조지표)

1. 서 론

군용 무인항공기는 군의 제한된 공역에서 운영되어 왔으나, 항공기술의 발달로 첨단기술이 적용된 다양한 무인항공기는 유인항공기와 상호 간섭이 빈번해지고 있으며, 민간 유인항공기와 통합운영 공역인 비분리 공역에서 상호운영이 요구되고 있다.

민간 무인항공기에 대한 국내규정은 무인항공기를 항공법 제 2조 3호 마목에 의거 항공기에 사람이 탑승하지 아니하고 원격·자동으로 비행할 수 있는 항공기로 정의하고 있다. 무인항공기는 항공법 시행규칙 제 3조의 항공기인 비행동력장치 범위에 속하는 무인동력비행장치와 항공법 제 2조 28호의 초경량비행장치로 구분될 수 있다. 항공법 시행규칙 제 14조 6호에서는 초경량비행

2014년 11월 28일 접수 ~ 2014년 월 일 심사완료
논문심사위원
* 한국항공대학교 대학원 항공우주 및 기계공학과
** 한국항공대학교 항공우주 및 기계공학부
*** 항공안전기술원
**** 한국항공대학교 항공우주 및 기계공학부
교신저자, E-mail : jsko@kau.ac.kr
경기도 고양시 덕양구 화전동 항공대학로 76

[논문-5] 소형 무인항공기 운용을 위한 관련법 현황 및 인증방안 연구 – 한국항공우주연구원 (안효정 외1명)

Trans. Korean Soc. Mech. Eng. C, Vol. 3, No. 1, pp. 71~78, 2015 71

<응용기술논문> DOI http://dx.doi.org/10.3795/KSME-C.2015.3.1.071 ISSN 2288-3991(Online)

소형 무인항공기 운용을 위한 관련법 현황 및 인증방안 연구

안 효 정*† · 박 종 혁*
* 한국항공우주연구원

A Study on Certification Requirements for Small Unmanned Aerial System(sUAS)

Hyojung Ahn*† and Jonghyuk Park*
* Korea Aerospace Research Institute

(Received January 30, 2015 ; Revised February 7, 2015 ; Accepted February 7, 2015)

Key Words: UAS(무인항공기시스템), FAA(미연방항공청), EASA(유럽안전청), Type Certificate(형식증명), Airworthiness Certificate(감항증명), 인증(Certification), 승인(Approval)

초록: 각국의 무인기 카테고리 분류 기준에는 차이가 있으나, 대부분의 국가에서는 중량을 기준으로 25 kg(55 lb) 이하를 소형무인기로 분류하고 있다. 소형무인기는 주로 군사용, 공공용으로 개발되어 왔으나, 최근에는 취미 및 미디어 촬영 등을 위하여 민간분야로 확산되고 있다. 하지만 이러한 무인기를 운영하기 위해서는 유인기와 같은 수준의 안전성을 확보할 필요가 있다. 이는 무인기가 유인기와의 충돌이나 추락에 의해 지상 피해를 유발할 수 있기 때문이다. 본 논문에서는 미국과 유럽의 국가들을 중심으로 소형무인기 운용을 위한 입법 및 운용 승인제도에 대해 조사하였다. 또한 소형무인기 운영을 위한 국내 제도 마련 방안에 대해서도 연구하였다.

Abstract: Although there are differences in the classification of category adopted by each country, small UAS is usually classified as the one less than 25 kg. UAS has been mainly used for military and public purposes, but in recent years, it has spread to the private sector for hobby, media, and so on. Especially, considering the nature of the operating region and applications, it is necessary to improve operating time, noise and vibration in small UAS to ensure the same level of safety with a manned aircraft. This is because the drone can pose health and safety hazard through collision with manned aircraft or crashing into the ground. In this paper, we investigated operational regulations in the United States and European countries. Based on the investigation, a domestic system development plan for small UAS operation is under development.

- 기호설명 -

AC	: Airworthiness Certificate	EVLOS	: Enhanced Visual Line of Sight
AGL	: Above Ground Level	FAA	: Federal Aviation Administration
ARC	: Aviation Rulemaking Committee	ICAO	: International Civil Aviation Organization
ATC	: Air Traffic Control	LOS	: Line of Sight
BVLOS	: Beyond Visual Line of Sight	OC	: Operator Certificate
COA	: Certification of Waiver or Authorization	RTCA	: Radio Technical Commission for Aeronautics
C2	: Command and Control	TC	: Type Certificate
CS	: Certification Specifications	UAS	: Unmanned Aerial System
DAA	: Detect and Avoid	UAV	: Unmanned Aerial Vehicle
EASA	: Europe Aviation Safety Agency	VLOS	: Visual Line of Sight
EU	: Europe Union		

† Corresponding Author, E-mail: hjahn@kari.re.kr, TEL: 042-870-3572
© 2015 The Korean Society of Mechanical Engineers

[논문-6] 무인항공기 사고로 인한 운영자의 법적 책임 연구 – 항공대 (김선이 외1명)

전북대학교 법학연구소 법학연구 통권 제44집 2015년 5월 237~261면
Chonbuk Law Review Vol. 44 May 2015. pp. 237~261

무인항공기 사고로 인한 운영자의 법적 책임 연구*

김선이** · 최병철***

〔목 차〕

Ⅰ. 들어가며
Ⅱ. 무인항공기 운용자의 범위와 사고의 개념
Ⅲ. 무인항공기 운영자의 책임 적용에 따른 국제조약과 국내법의 분석
Ⅳ. 마치며

국문요약

무인항공기는 조종사를 탑승하지 않고 지정된 임무를 수행할 수 있도록 제작된 비행체이다. 이러한 무인항공기는 활용분야에 따라 다양한 장비(광학, 적외선, 레이더 센서 등)를 탑재하여 감시·정찰·정밀공격무기의 유도 등의 임무를 수행하며 국가안보 유지 수단으로 주목을 받고 있다.

정부(국토교통부·산업통상자원부)는 이러한 무인항공기의 국내경제발전의 파급효과를 인지하고, 세계 항공기 시장에서 우선순위를 선점하기 위해 상당한 투자를 하고 있다. 무인항공기는 미래 항공산업의 블루오션이지만 민간 상용화 되었을 때 발생할 수 있는 법적 분쟁요소도 부각되고 있다. 무인항공기의 일반적인 특성인 소형화 및 영상촬영 기능은 이착륙부터 운항 시의 주변의 기록의 저장은 피촬영자에게 불쾌감을 유발시킬 수 있는 것이다.

이에 따라 안전한 무인항공기 운용을 위해 운영자의 법적책임에 대한 분석 필요하다. 현재 무인항공기의 종류와 용도에 따라 위험요소와 영향평가가 다르며 사고 관련 기준 및 법적용 기준이 구체화 되어 있지 않다. 그래서 민간 무인항공기 실용화를 위해 운영자의 법적 책임의 분석이 필요하다고 할 것이다.

무인항공기 운영에 따르는 사고발생 시 손해배상책임은 대부분 지상 제3자에 대한 인명이나 재산상의 손해에 대한 책임이다. 이러한 지상 제3자에 대한 책임을 규율하는 국제협약으

* 본 논문은 국토교통과학기술진흥원 '민간 무인항공기 실용화를 위한 기반조성 연구'를 수행함에 있어서 공동저자가 연구한 결과물임
** 한국항공대학교 항공교통물류우주법학부 교수, 법학박사
*** 항공안전기술원 책임연구원, 공학박사

[논문-7] 항공관제시뮬레이터를 이용한 항공기간 회피 기동의 위험도 분석 – 인하대 (정세훈 외 3명)

論文

항공관제시뮬레이터를 이용한 항공기간 회피 기동의 위험도 분석

정세훈, 오혜주, 최기영, 이학태*

Human-in-the-Loop Simulation Analysis of Conflict Resolution Maneuvers Using an Air Traffic Control Simulator

Sehun Jeong, Hyeju Oh, Keeyoung Choi, and Hak-Tae Lee*
Department of Aerospace Engineering, Inha University

ABSTRACT

With rapid growth in the technologies and demand of Remotely Piloted Aircraft Systems (RPASs), integration of such systems into the existing airspace system is becoming an issue in many countries. To establish rules and regulations for RPAS integration, it is important to understand the impacts of RPASs on the airspace system, which have different flight performances, communication characteristics, separation assurance mechanisms, and human machine interfaces from manned aircraft. A simulation system that integrates manned aircraft, air traffic control, and RPASs is developed in Inha University to investigate these impacts through Human-in-The-Loop (HiTL) simulations. Three conflict resolution scenarios between a manned aircraft and a Remotely Piloted Aircraft (RPA) were constructed and tested. Human factors such as the response times of pilots and controllers were measured and analyzed as well as the risk of each maneuvers.

초 록

무인항공기시스템 수요의 증가와 기술의 급격한 발전에 따라, 많은 국가들에서 기존의 공역 시스템에 무인항공기를 통합하려는 시도가 이루어지고 있다. 통합 운용을 위한 규정을 제정하기 위해서는 비행성능의 차이, 통제와 통신의 특징, 항공기간 분리 방법, 인간과 기계의 상호작용과 같은 무인항공기의 통합이 전체 시스템에 끼치는 영향에 대한 이해가 중요하다. 인하대학교에서는 공역 내에서의 무인항공기의 영향을 실제 운용 인력이 참여하는 Human-in-The-Loop(HiTL) 시뮬레이션을 통하여 연구할 수 있는 항공관제시뮬레이션 시스템을 개발하였다. 이를 이용하여 무인항공기와 유인항공기가 조우하는 3 가지의 시나리오를 설정하고, 관제사의 관제명령을 통하여 위험 상황을 해결하는 실험을 진행하여 조종사와 관제사의 반응 속도와 각 기동에 대한 위험도를 분석하였다.

Key Words : Remotely Piloted Aircraft System (무인항공기 시스템), Human-in-The-Loop Simulation, Conflict Resolution(분리 유지), Air Traffic Control Simulator(항공교통관제 시뮬레이터), Risk Analysis(위험도 분석)

† Received: October 00, 0000 Accepted: January 00, 0000
* Corresponding author, E-mail : haktae.lee@inha.ac.kr
http://journal.ksas.or.kr/
pISSN 0000-0000 / eISSN 0000-0000

3) 학술대회 발표 성과 (총 25건)

번호	발표일	기관	발표명	저자	학술대회명	국내외 구분
1	2014.05	KAIST	민간 무인항공기 실용화를 위한 충돌 회피 기술	신희민, 심상욱, 심현철, 최병철	2014 춘계 항공운항학술대회	국내학회
2	2014.05	인하대학교	민간 유무인항공기의 운항기술기준 검증을 위한 시뮬레이터 개발	조성범, 오혜주, 이학태, 최기영	2014 춘계 항공운항학술대회	국내학회
3	2014.5.14	한국항공대학교	무인항공기 감항인증 기술기준 분석' (항공우주 시스템 공학회 춘계학술대회	고준수, 임준완	항공우주 시스템 공학회 춘계학술대회	국내학회
4	2014.5.23	한국항공대학교	소형 무인항공기 감항인증 기술기준 분석 및 안전성 평가 연구	고준수, 임준완	한국항공운항학회 춘계학술대회	국내학회
5	2014.10	KAIST	LADGNSS 지원 환경에서의 무인항공기 항법 정확도 평가를 위한 비행실험	김기완, 김민찬, 이동경, 이지윤	2014 한국위성항법시스템학회 정기학술대회	국내학회
6	2014.11	KAIST	최근접거리를 이용한 무인항공기의 충돌회피 알고리즘	김윤영, 심상욱, 탁민제	2014 추계 항공우주학술대회	국내학회
7	2014.11	KAIST	Single GPS와 1D LiDAR를 이용한 고정익 무인항공기의 자동 이착륙 알고리듬 설계	신희민, 조성욱, 정지원, 유동일, 정연득, 심현철, 양광진	2014 추계 항공우주학술대회	국내학회
8	2014.11.19.~21	세종대	항공기성능모델(BADA)기반 비행 시뮬레이션 엔진연구	김동현, 김일우, 윤석준	2014 추계 항공우주 학회	국내학회
9	2014.11.19.~21	세종대	항공교통 시뮬레이션을 위한 가상비행궤적생성 및 X-plane을 이용한 신뢰성 확인	김일우, 김동현, 윤석준	2014 추계 항공우주 학회	국내학회
10	2014.11.20	항공안전기술원	민간무인항공기 운항기술기준 수립을 위한 시범운항 방안 연구	이은석, 최병철	2014 추계 학술대회 (항공우주학회)	국내학회
11	2014.11	KARI	민간무인항공기시스템의 공역통합을 위한 핵심기술	오수훈	2014 추계 항공우주학술대회	국내학회
12	2014.11	KARI	민간무인항공기 운용주파수 표준화 동향	송복섭	2014 추계 항공우주학술대회	국내학회
13	2014.11	항공안전기술원	민간무인항공기 운항 개념	최병철	2014 한국항공우주학회 추계학술대회	국내학회
14	2014.11	인하대학교	BADA를 이용한 차세대 항공관제시뮬레이터의 항공기 모델 신뢰성 검증 방안	박주성, 오혜주, 최기영, 이학태	2014 한국항공우주학회 추계학술대회	국내학회
15	2014.11	인하대학교	차세대 항행 시스템을 고려한 항공관제시뮬레이터 서버 및 조종사 스테이션 구현	정세훈, 조환희, 오혜주, 최기영, 이학태	2014 한국항공우주학회 추계학술대회	국내학회
16	2014.11	인하대학교	차세대 항행시스템 및 민간무인항공기의 공역 운용 제도 검증을 위한 항공관제시뮬레이터 설계	오혜주, 최기영, 이학태	2014 한국항공우주학회 추계학술대회	국내학회

17	2014.12	KAIST	A Study on Aerodynamic-Dynamic Characteristics of Helicopter during Maneuver Flight	Yeon Bok Chu, Duck Joo Lee	Asian/Australian Rotorcraft Forum	국제학회
18	2015.04	KAIST	Conceptual Study of Mobile Differential GNSS Architecture Utilizing UAV Networks	Minchan Kim, Dong-Kyeong Lee, Eugene Bang	ION Pacific PNT 2015	국제학회
19	2015.04.	세종대	성능모델기반 유·무인항공기 시뮬레이션엔진 개발	김동현, 김일우, 김준형, 윤석준, 최병철	2015 한국항공우주학회 춘계학술대회	국내학회
20	2015.04.	세종대	유무인항공기 혼합운용을 위한 성능기반 시뮬레이션 툴 개발 연구	김동현, 김일우, 김준형, 윤석준, 최병철	2015 한국항공우주학회 춘계학술대회	국내학회
21	2015.05	항공안전기술원	우리나라 상업용 민간무인항공기 산업발전을 위한 법제도 구축방안	김종복	2015년 제54회 항공우주정책·법 학술대회	국내학회
22	2015.05	항공안전기술원	민간무인항공기의 운항개념 연구	최병철	2015년 제54회 항공우주정책·법 학술대회	국내학회
23	2015.5.19	한국항공대학교	무인항공기 감항인증 기술기준 분석 연구	고준수	2015 군용항공기 감항인증 세미나	세미나
24	2015.6.2	한국항공대학교	감항인증에서의 시스템 엔지니어링 역할	고준수	2015 The 2nd KAIST-LMC System Engineering Workshop	Workshop
25	2015.05	한국항공대학교	유·무인항공기 항공기의 국내 공역 혼합운용을 위한 연구	오수환, 문우춘, 정현태	2015 춘계 항공경영학술대회	국내학회

4) 학술대회 발표 증빙

[학술-1] 민간 무인항공기 실용화를 위한 충돌 회피 기술 - KAIST(신희민 외 3명)

論文

민간 무인 항공기 실용화를 위한 충돌 회피 기술 동향

신희민*, 심상욱**, 심현철*, 최병철***

Technical Trend of Collision Avoidance for Civilian Application of Unmanned Aerial Vehicles

HeeMin Shin*, SangWook Shim**, Hyunchul Shim*, and ByungChul Choi***

ABSTRACT

This paper introduces the recent trends of the collision avoidance techniques of unmanned aerial vehicles(UAVs) for civilian application. A number of see and avoid systems are categorized according to their characteristics. Then, advantages and limitations of each approach are introduced. Furthermore, ways to cope with its current limitations and to commercialize collision avoidance technique of UAVs are mentioned. Two prior experimental research results about vision-based aircraft detection algorithms are also introduced to show the potential of see and avoidance technique for small UAVs.

Key Words : Civilian UAVs(민간 무인항공기), Collision Avoidance(충돌 회피), See and Avoid(인지 및 회피), ADS-B(방송형 자동종속감시)

1. 서 론

무인항공기(Unmanned Aerial Vehicles; UAVs)는 조종사가 탑승하지 않은 무인 상태에서 원격으로 조종(Remoted Control) 되거나 자동 비행(Autonomous Flight) 하는 비행체를 말한다[1]. 무인기는 유인기로는 수행이 어렵거나 조종사에 위험을 받을 수 있는 4D(Dirty, Dull, Danger, and Deep) 임무에 적용 될 수 있어 최근 많은 관심을 받고 있다.[2] 이러한 이유로 무인 항공기는 특히 군사적 목적으로 개발되기 시작하여 많은 임무 및 영역에 적용되고 있다.

최근에는 전 세계적으로 무인기에 대한 수요가 급증하고 있는 실정이다. Fig 1은 전 세계적으로 요구되는 무인기의 수요를 예상한 그림이다.[3] 무인항공기에 대한 수요가 미국을 중심으로 지속적으로 증가 할 것이며, 우리나라를 포함한 전 세계적으로 이러한 경향이 공통적으로 나타나는 것을 확인 할 수 있다.

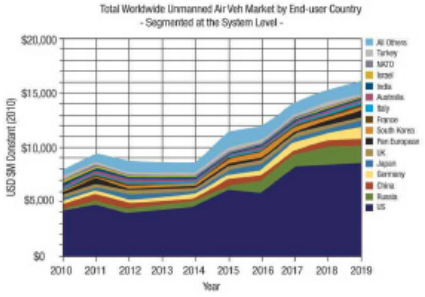


Fig 1. 세계 무인 항공기 수요 전망

오늘날의 무인항공기는 자신의 위치를 측정하

2014년 5월12일 접수
* KAIST 항공우주공학과 무인시스템 및 제어 연구실
C-FRIEND 필드로보틱스 센터
**KAIST 항공우주공학과 비행동역학 및 제어 연구실
***항공안전기술센터 항공인증본부
연락저자, E-mail : hcshim@kaist.ac.kr
대전광역시 유성구 대학로 291 한국과학기술원

[학술-2] 민간 유무인항공기의 운항기술기준 검증을 위한 시뮬레이터 개발 - 인하대학교(조성범 외 3명)

민간 유무인항공기의 운항기술기준 검증을 위한 시뮬레이터 개발

Development of Simulator for Validation of Flight Safety Regulations of Civil Manned/Unmanned Aerial Vehicle

조성범[1]*, 오혜주[1], 이학태[1], 최기영[1]
인하대학교[1]

초 록

최근 유/무인항공기를 동시 운용하기 위한 운항기술기준을 마련하기 위해 연구를 진행하고 있으며, 운항기술기준의 검증을 위한 방법으로 본 논문에서는 유/무인항공기의 관제 시뮬레이터를 제시한다. 실제 관제 시스템과 유사하게 구현하기 위해 요구 조건을 도출하였으며, 각 구성 요소를 모듈 단위로 설계하여 확장성을 고려하였다. 컴퓨터의 연산 부하를 줄이기 위하여 단순화된 저 충실도의 5자유도 항공기 운동 모델을 적용하였으며, 통신의 신뢰성을 위해서 TCP/IP 방식의 통신 방식을 적용하였다. 본 시뮬레이터는 요구 조건을 만족하며 실제 관제 장비와의 연동이 가능하고, 추후 운항기술기준의 검증을 위해 개발하고 있다.

1. 서 론

최근 무인항공기의 활용 범위가 넓어지면서 시장이 확대되고 있다. 그 중에서 민간 무인항공기 시장은 시장 형성 초기 단계로 잠재적 시장 성장 가능성이 높으며, 다양한 민간 수요 존재로 인한 경제적, 산업적 파급효과가 크다. 무인항공기의 활용 범위가 커지면서 2012년 2월 미국에서는 유인 항공기의 공역을 무인 항공기에 개방하는 법안이 통과되었으며, 국제민간항공기구(ICAO : International Civil Aviation Organization)를 비롯한 다양한 단체에서 민간용 무인항공기 시스템과 관련한 규정을 일부 포함하여 운항기술기준안을 마련하고 있다.

무인항공기와 유인항공기를 같은 공역에서 운용하기 위해서는 충돌 방지와 같은 무인 비행체의 기술 수준 향상과 더불어 감항 증명을 부여하여 원활하게 운용될 수 있도록 기존 항공기의 인증 체계에 부합하는 법과 제도의 정비가 뒤따라야 한다.

본 연구에서는 민간 무인 항공기를 실용화하기 위한 연구의 일부분으로 새로 제정될 무인항공기의 운항기술기준을 검증하기 위한 방법으로 관제 시뮬레이터를 개발한다. 이를 위해, 미국 NASA Ames Research Center의 The Airspace Operations Laboratory(AOL)에 구축된 시뮬레이터를 분석하였다. NASA의 AOL에는 항공교통과 관련된 연구를 위해 HILS (human-in-the-loop simulation) 시스템을 구축하여 차세대 항행 및 항공 운송 시스템과 복수의 항공 교통을 제어하고 관리하기 위한 연구를 수행 중에 있다[1]. 이 시스템 중에서 실시간 소프트웨어인 MACS(Multi Aircraft Control System)을 분석하여 이를 바탕으로 운항기술기준의 검증을 위한 시뮬레이터를 구성한다.

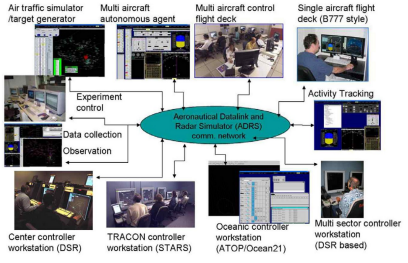


Fig 1. Overview over existing capabilities in the AOL[1]

[학술-3] 무인항공기 감항인증 기술기준 분석 - 항공대(고준수 외 1명)

항공우주시스템공학회 2014년도 춘계학술대회 2014 SASE Spring Conference

무인항공기 감항인증 기술기준 분석

임준완[1,†] · 김용래[2]

[1]한국항공대학교 일반대학원 항공우주 및 기계공학과
[2]한국항공대학교 항공우주 및 기계공학부

Analysis for Unmanned Aerial Vehicle Airworthiness Certification Criteria

Junwan Lim* · Yongrae Kim**

ABSTRACT

항공산업의 발전이 거듭될수록 무인항공기 또한 첨단화, 다양화 되고 있으며, 무인기가 갖는 둔감, 더러움 및 위험성에 대한 이점으로 인해 세계 각국에서는 민간무인기 운항에 대한 수요가 급증하고 있다. 또한 비행안전성에 대한 인식이 증가되어 무인항공기도 유인항공기와 동등한 인증체계를 적용받아야 하나 아직까진 형식인증을 위한 감항인증 기술기준이 정립되어 있지 않다. 이에 따라 세계 각국의 인증 관련 기관들은 무인항공기의 감항인증 규정 제정을 위해 노력을 경주하고 있다. 본 논문에서는 국내 무인항공기 감항인증 기준 수립을 지원하기 위하여 세계 항공 조직들의 민간 및 군용 무인항공기 감항인증 기준에 대한 비교 및 분석에 대한 연구를 수행하였다.

Key Words : Unmanned Aircraft System, Airworhiness

1. 서 론

항공법 제 2조에 의거 항공기는 비행기, 비행선, 활공기, 회전익 항공기 등으로 분류되며, 조종사의 탑승 유무에 따라 유인항공기와 무인항공기로 분류된다. 항공법 시행규칙 제 14조에는 무인비행 조종 장치를 사람이 탑승하지 아니하는 것으로 분류하고, 150kg 이하의 무인 동력 비행장치와 180kg 이하의 무인 비행선으로 구분하고 있다.

항공법 15조에는 시험비행 등 특별감항증명의 경우를 제외하고는 항공기가 안전하게 비행할 수 있는 성능이 있다는 감항인증을 받아야 하나 무인항공기에 대한 감항인증 규정은 현재까지 제정되어 있지 않다[1].

민간항공의 경우 국제민간항공기구(ICAO)의 권고 및 표준 사항에는 무인항공기의 감항증명에 대한 기술기준이 포함되지 않았으며, 각 회원국이 현재 까지의 제시된 기준 및 제도를 개발하여 자국내에서 적용하도록 하고 있다[2]. 또한 ICAO는 민간 무인항공기의 안전과 효율적인 사용을 위해 2012년 무인항공기 매뉴얼(RPAS)을 발행, 무인항공기가 민간 공역에서 운행될 경우의 사고 및 피해를 고려하여 부속서13 항공기 사고조사부문의 '조종사(Pilot)'를 삭제로 유·무인항공기의 구분을 없앴으며, 부록A-G를 항공기 사고조사 지침으로 사용하고 있다[3, 4].

최근에는 무인항공기의 대부분이 군용항공기로 개발 및 활용되고 있으며, NATO에서는 일찍부터

† 임준완, 한국항공대학교 항공우주 및 기계공학부
E-mail: aeromec_ljw@naver.com
Copyright © The Society for Aerospace System

[학술-4] 소형 무인항공기 감항인증 기술기준 분석 및 안전성 평가 연구 – 항공대(고준수 외 1명)

소형 무인기 감항인증 기술기준 분석 및 안전성 평가 연구

Small Unmanned Aerial Vehicle Airworthiness Certification Criteria Analysis and Safety Assessment Research

임준완[1]*, 김용래[2]
한국항공대학교[1], 한국항공대학교[2]

초 록

무인항공기에 대한 관심과 이해도가 높아지면서 군은 물론 민간 항공분야에서 중량이 수 kg인 소형 무인항공기부터 수 톤에 이르는 대형 무인항공기까지 다양한 급의 무인항공기가 개발 및 운영되고 있다. 우리나라의 군 감항당국은 150kg 이상 20,000kg 미만인 무인항공기 감항인증을 위해 북대서양조약기구(NATO)의 기술기준 STANAG-4671을 준용하여 왔으나, 해당 범위 외의 무인항공기에는 적용할 수 있는 기준이 현재까지는 존재하지 않는 상태이다. 이에 따라 다양한 무인항공기 운용이 고려된 감항인증 기술기준의 제정과 안전성 확보가 필요하게 되었다. 현재 세계 각국의 감항당국들은 다양한 무인항공기의 신뢰성 축적과 감항성을 위해 국가 간의 Working Group을 구성하여 무인항공기 감항인증 기술기준을 제정하고 안전성 평가 방법을 개발하고 있다. 본 논문에서는 국내 무인항공기 감항인증 기준 수립의 모델이 될 수 있는 항공선진국의 민간 및 군용 무인항공기 감항인증 기준에 대한 비교·분석과 안전관리 및 평가 방법에 관한 연구를 수행하였다.

1. 서 론

군용 무인항공기는 군의 관할 공역에서만 운용되어 왔으나, 최근 민간 관제공역 진입이 잦아지고 있으며, 민간 무인항공기는 제한된 공역이 아닌 유인항공기와 동등한 공역에서의 운용을 목표로 하고 있다. 또한 항공기술의 발전으로 보다 첨단화, 다양화 된 무인항공기가 등장하고 있어 유인 항공기와의 공역 등 상호 간섭이 빈번히 일어나고 있다.

민·군의 공역에서의 운용을 위해서는 해당 무인항공기가 감항성을 가지고 요구된 항공기 체계의 성능과 기능을 발휘할 수 있음에 대한 정부의 인증이 필수적으로 요구된다[1].

지금까지 제정 및 시행되고 있는 무인항공기에 대한 국내 규정은 항공법 시행규칙 제14조의 초경량 비행장치로 150kg 이하 무인 동력비행장치와 180kg 이하 무인 비행선으로 기체 중량에 대한 기준이 정해져 있을 뿐, 감항인증에 대한 규정이 없어 현재 개발 및 운용되고 있는 무인항공기 및 무인항공기 시스템의 비행 안전성 확보는 충분하지 않다[2].

본 연구는 국내 무인항공기 감항인증 기준 수립을 지원하기 위하여 해외 항공선진국으로 미국, 영국, 호주를 선정하여 이들의 민간 및 군용 무인항공기 감항인증 기준에 대한 비교, 분석과 안전관리 및 평가 방법에 대한 연구를 수행하였다.

2. 해외 소형 무인항공기 감항인증 기준

2.1 미국

2013년 미연방항공청(FAA)은 유·무인항공기의 통합 로드맵을 발간, Table 1과 같이 무인항공기에 대해 최대이륙중량, 고도, 속도를 기준으로 세분화 하였으며, 각각의 무인기에 대한 감항인증 규정을 개발 및 적용하고 있다. 또한 원격조종스테이션, 데이터링크, 조종링크, 지원장비, 관측기기, 비행 종료 시스템, 발진 및 회수 장비의 인증을 추가로 요구한다[3].

[학술-5] LADGNSS 지원 환경에서의 무인항공기 항법 정확도 평가를 위한 비행실험 – KAIST (김기완 외 3명)

LADGNSS 지원 환경에서의 무인항공기 항법 정확도 평가를 위한 비행실험

Flight Experiments to Evaluate Navigation Accuracy of UAVs Supported by Local Area Differential GNSS (LADGNSS)

김기완, 김민찬, 이동경, 이지윤*

Kiwan Kim, Minchan Kim, Dong-Kyeong Lee, Jiyun Lee*

한국과학기술원 항공우주공학과

Aerospace Engineering, KAIST

주소 : 대전시 유성구 과학로 335 한국과학기술원, 305-701

연락처 : 042-350-3725 이메일 : jiyunlee@kaist.ac.kr

Abstract: Precise positioning is vital for UAVs to accomplish complicated missions successfully in various environments. However, in practice, it is challenging for commercial small UAVs to achieve high accuracy positioning. One of the reasons is that most of high-performance navigation equipment is heavy and high-priced. One solution to this issue is the use of Local-Area Differential GNSS (LADGNSS) which broadcasts differential corrections to UAVs in the vicinity of the LADGNSS ground station. By using the differential corrections, the UAVs can carry out their missions with sub-meter level accuracy. In this research, in order to verify that the navigation performance improves when the UAVs employ the LADGNSS corrections, flight tests are carried out with octo-copters. These octo-copters are equipped with commercial controllers employing on-board MEMS sensors, NovAtel receivers, and communication modules. Overall, two types of flight tests are conducted: altitude holding of multiple UAVs, and precise landing. In the first flight test, relative vertical errors were estimated while the UAVs held the same altitude. In the second flight test, the coordinates of the landing points were collected after the UAVs landed on designated positions,. These data are statistically analyzed to assess the improvement in the landing accuracy when LADGNSS is applied. Also, in this paper, the entire system configuration is demonstrated in detail including the hardware configuration of the UAVs and description of the KAIST LADGNSS test-bed.

Keywords: LADGNSS, UAVs, Flight Test

1. 서 론

최근 민간에서 무인항공기의 활용이 점차 증가할 것으로 기대되면서, 무인항공기의 정확하고 안전한 항법이 어느 때 보다 중요해지고 있다. 실외환경에서 무인항공기가 임무를 수행하는 경우, 무인항공기의 절대위치를 파악하기 위해 주로 상용 GNSS(Global Navigation Satellite System) 수신기를 사용하게 되는데, 이러한 상용 GNSS 수신기로 정밀한 항법을 수행하는 데는 한계가 있다. 특히 민간에서 운용하는 무인항공기의 경우 민간의 피해를 방지하기 위해 항법의 무결성이 보장되어야 하는데, 일반 GNSS 센서만으로는 무결성을 보장할 수 없다. LADGNSS (Local-Area Differential Global Navigation Satellite System)는 위와 같은 문제를 해결 할 수 있는 시스템으로써, 상용 무인항공기에 항법 보정정보를 제공하여 항법 정확도를 향상시키고, 발생할 수 있는 각종 고장이나 위협을 감시하여 항법 무결성을 증대시킬 수 있다. 본 연구에서는 무인항공기가 LADGNSS의 지원을 받는 경우, 항법 정확도가 어느 수준까지 향상될 수 있는가에 초점을 맞추고 이를 검증하기 위한 비행실험을 수행하였다. 첫 번째 비행실험은 다수의 무인항공기가 동일한 고도를 유지하는 비행실험으로 무인항공기간 상대 수직방향 정확도를 평가하기 위한 실험이다. 두 번째 실험은 무인항공기에 착륙 지점을 할당하고 해당위치에 무인항공기를 착륙시키는 실험이다. 착륙 실험에서는 수평방향의 항법 정확도를 평가해 볼 수 있다.

[학술-6] 최근접거리를 이용한 무인항공기의 충돌회피 알고리즘 – KAIST(김윤영 외 2명)

최근접거리를 이용한 무인기의 충돌회피 알고리즘

UAV Collision Avoidance using Closest Point of Approach

김윤영[1]*, 심상욱[1], 탁민제[1]
한국과학기술원

초 록

본 연구에서는 무인기를 위한 확률기반 충돌회피 알고리즘에 기초하여 무인기 간 최근접거리 계산을 통해 회피를 진행하는 변경된 알고리즘을 제안하였다. ADS-B 시스템을 통해 얻은 정보에 불확실성을 추가하여 회피를 진행하는 기존의 확률기반 알고리즘은 뛰어난 회피 성능을 보이지만 상당한 반복적 계산을 요구하기에 최근접점과 최근접거리를 이용하여 계산 시간을 단축하고자 하였으며, 질점 무인기 모델을 이용한 시뮬레이션을 통해 한 대 또는 다수의 침입기에 대하여 알고리즘의 성능을 확인하였다.

ABSTRACT

In this paper, based on collision avoidance algorithm using probabilistic method, we propose a modified algorithm using closest point of approach. This paper gives the description for the configuration of collision avoidance system and simulation results.

Key Words : Collision Avoidance(충돌 회피), , The closest point of approach(최근접점), ADS-B(자동항행 감시방송 시스템)

1. 서 론

최근 무인기의 수요가 증가함에 따라 무인항공기 시스템(UAS; Unmanned Aircraft System)의 구축이 적극적으로 진행되는 추세이다. 무인기를 민간 공역에서 운용하기 위해서는 법적, 제도적 기반 이외에도 기술적 안전성이 요구되는데 충돌회피, 신뢰도 향상 등이 대표적인 항목이다. 무인기에서는 유인기의 조종사와 최소한 동일한 능력의 충돌 감지 및 회피(DSA; Detect, Sense and Avoid) 능력이 요구된다[1]. 최근에는 조종실 내의 조종사와 지상의 항공 교통관제사가 정밀하게 항공교통상황을 볼 수 있도록 하는 ADS-B(Automatic Dependent Surveillance-Broadcast) 시스템이 주목을 받고 있다. ADS-B 는 데이터 장비를 장착한 항공기가 디지털 데이터 링크를 통해 자신의 정확한 위치, 고도, 비행지역 기상정보, 상승 또는 하강 등에 대한 정보를 불특정 다수를 향해 방송하는 협조적 탑재기반 기술이다[2].

많은 연구에서 이러한 ADS-B 의 기술을 활용하여 충돌회피 알고리즘을 발표하였는데, 2012 년 발표된 Smart 무인기를 위한 확률기반 충돌회피 알고리즘에서는 획득한 ADS-B 정보에 가우시안 분포의 불확실성을 추가하여 각 기동 옵션에 대한 충돌 확률을 계산하였다[3]. 이에 추가적으로 본 논문에서는 충돌 확률이 특정 값 이상이면 회피 기동을 진행하되, 회피 기동 중에는 최근접점을 이용하는 방식을 제안하였다. 2 장에서는 앞서 언급한 Smart 무인기 개발에 활용되었던 확률기반 충돌회피 알고리즘에 대하여 알아본다. 충돌감지 후 Monte-Carlo Simulation 을 통해 결정되는 회피 기동 과정을 살펴본다. 이후 3 장에서는 최근접점을 이용한 변경된 알고리즘을 제안하고, 3 차원에서의 질점 무인기 모델 시뮬레이션을 통해 회피 성능을 확인하였다.

2. 확률기반 충돌회피 알고리즘

2.1 충돌감지와 회피기동

무인기의 운행 과정에서 충돌이란 침입기와 무인기사이의 상대거리가 일정 기준 이하가 되는 경우를 의미한다. 원통형의 충돌구역을 설정하여, 충돌구역 이내로 침입기에 들어오게 되면 충돌으로 판단한다. ADS-B 시스템은 무인기와 침입기들에 대한 위치, 속도 정보를 제공하지만 회피명령을

[학술-7] Single GPS와 1D LiDAR를 이용한 고정익 무인항공기의 자동 이착륙 알고리듬 설계 - KAIST(신희민 외 6명)

Single GPS와 1D LiDAR를 이용한 고정익 무인 항공기의 자동 이착륙 알고리듬 설계

Auto Take-Off and Landing Algorithm of Fixed-Wing UAVs using Single GPS and 1D LiDAR

신희민[1]*, 조성욱[1], 정지원[1], 유동일[1], 정연득[2], 심현철[1], 양광진[3]
KAIST[1], 한국항공우주연구원[2], 공군사관학교[3]

초 록

본 논문은 고정익 무인 항공기 운용에 있어 이착륙을 자동으로 수행하기 위한 알고리듬에 대해 기술한다. 무인 항공기의 운용에 있어 사고율이 높은 이착륙 구간을 자동으로 수행하기 위해서는 비행체의 위치와 고도에 대한 정확한 정보를 필요로 한다. 이를 위해 레이더와 같은 정밀 측정 센서를 이용하는 것이 일반적인데 이러한 경우 그 운용 장비가 갖춰지지 않은 환경에서는 정밀한 성능 보장이 어렵다. 이러한 단점을 보완하기 위해 본 연구에서는 탑재 기반 측위 방식인 Single GPS 와 정밀 고도 측정을 위한 1D LiDAR를 기반으로 한 자동 이착륙 알고리듬을 제안한다. 지면과의 충돌을 피하고 안전하게 이착륙을 수행 할 수 있는 시나리오를 설계하고, 시선각 유도제어 법칙을 통해 이를 추종 하도록 한다. 제안된 기법은 실제 무인 항공기에 적용되어 그 성능 및 타당성을 실험적으로 검증하였다.

ABSTRACT

This paper proposes auto take-off and landing algorithm for fixed wing type Unmanned Aerial Vehicles (UAVs). Accurate data of altitude and position of UAV is necessary for autonomous take-off and landing. To do this, precision measurement equipment like DGPS or Radar is widely used. However, it is hard to guarantee its precision without accompanied ground based equipment. In this paper, two airborne-based measurement equipment, Single GPS and 1D LiDAR, are combined to precision measurement of UAV's altitude. Auto take-off and landing scenarios considering collision avoidance with ground are represented. In addition, LOS(Line-Of-Sight) guidance laws for runway and glide slope tracking are designed. The performance of proposed method is validated by flight test using fixed wing type UAV.

Key Words : Auto Take-Off and Landing(자동 이착륙), LiDAR(라이더), LOS Guidance(시선각 기반 유도법칙), Runway Tracking(활주로 추종), Fixed-wing UAVA (고정익 무인 항공기)

1. 서 론

항공기의 운용에 있어 이착륙 구간은 가장 위험하고 사고율이 높은 구간 중 하나이다.[1] 특히, 무인 항공기의 운용에 있어 높은 신뢰도의 자동 이착륙 기술은 그 운용의 안전성과 임무 범위의 확장성을 증가시킬 수 있는 중요한 기술이다. 때문에 최근 무인 항공기에 적용하기 위한 자동 이착륙 기술에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

이착륙 구간에서 중요하게 고려해야 할 부분은 지면과의 충돌 방지이다. 이륙 직후와 착륙 과정에서 지면과의 충돌을 피하고 안전한 자동 이착륙을 수행하기 위해서는 지면과 비행체 사이의 상대거리를 정확히 측정하는 것이 필수적이다. 무인 항공기의 운용에 일반적으로 사용되는 정밀 측위 방식은 비행체를 기준으로 탑재 기반(Airborne-Based) 방식과 지상 기반(Ground-Based) 방식으로 나눌 수 있다.

지상 기반 방식은 비행체 외부의 지상에 별도의 장비를 이용하여 그 위치를 측정하는 방식으로 대표적으로 레이더를 이용한 측위가 있다. 이러한 방식은 지상 측정 장비가 구축된 활주로에서만 사용 할 수 있는 단점이 있다. 또한 외부로부터의 측위값을 통신을 통해 비행체로 전달하는 과정에서 발생하는 시간 지연은 제어 성능의 저하를 유발 할 수 있다.[2]

이러한 단점을 극복하고 특정 지상 장비 없이 일반 활주로를 대상으로 안정적이고 정확한 자동 이착륙을 수행 할 수 있는 탑재 기반 방식에 대한 연구가 진행되고 있다. 레이저 고도계의 측정값과 DGPS 의 고도축 속도 정보를 필터로 엮어 자동 이착륙용 지면고도를 계산하는 알고리듬이 조상욱

[학술-8] 항공기성능모델(BADA)기반 비행 시뮬레이션 엔진연구 – 세종대(김동현 외 2명)

KSAS 학술대회 Template

항공기 성능모델(BADA)기반 비행 시뮬레이션 엔진연구

A study of flight simulation engine based on aircraft performance models(BADA)

김동현[1]*, 김일우[2], 윤석준[2]
세종대학교[1], 세종대 M&S기술연구소[2]

초 록

미래에 항공기의 수요가 점차 증가될 것으로 예상되면서 국가 공역에서 유인기와 무인기의 공중 충돌을 회피하기 위한 효과적인 운용방안이 필요해졌다. 따라서 항공기에 대한 비행 시뮬레이션을 통해 이 문제에 대한 해결방안을 연구하고자 항공기 성능데이터(BADA)를 이용하여 시뮬레이션 모델링을 수행하였다. 시뮬레이션은 AIP(항공정보간행물)에 기술된 정보를 이용하여 비행 시나리오를 구성하였다. 비행 결과로 항공기 성능 평가에 중요한 속력, 추력, 시간에 따른 연료소모율과 비행경로 등을 출력하였다. 향후 실제 비행데이터와 비교를 통해 확인할 계획이며, 이에 대한 평가 결과를 통해 유·무인기 혼합운용에 대한 연구에 활용하고자 한다.

ABSTRACT

The demand for civil aviation is expected to gradually increase in the future. Therefore, effective operation in the National Airspace(NAS)for avoiding collision with manned aircraft and unmanned aircraft has become more necessary. With that in mind, we carried out a flight simulation using BADA to find a solution. The flight simulation and scenario was composed using AIP(Aeronautical Information Publication). The result of the flight simulation includes, fuel consumption by time, speed, thrust, flight path which are crucial in evaluating the performance of an aviation. After achieving the simulation result, it will be compared by the actual flight data. And the evaluation result will be applied in the study of manned aircraft and unmanned aircraft mixed operation.

Key Words : Eurocontrol(유럽항행안전기구), BADA(Base of Aircraft Data), AIP(항공정보간행물), Flight plan(비행계획), NAS(National Airspace)

1. 서 론

무인항공시스템(UAS)이 발전하면서 미국 연방항공청(FAA)은 유·무인기를 통합하는 국가공역체계 확립에 착수하여 2013년 11월 7일 UAS의 국가공역(NAS)으로의 통합 로드맵을 발표하였다. 이에 소형 무인기에 대한 민간 항공시장의 수요가 점차 증가될 것으로 예상하며 국가 공역에서 유인기와의 공중 충돌을 회피하기 위한 보다 효과적인 운용이 필요해졌다. 따라서 항행 시스템에 있어 새로운 시스템의 구축이 필요하다. 새로운 시스템 구축을 위해 항공기에 대한 비행 시뮬레이션은 필수적이며, 이미 MITRE나 FAA의 프로젝트에 의해 만들어진 AEDT, TARGETS 등등의 유사 툴들이 개발 되었지만 ATC/ATM뿐 아니라 다양한 연구 분야에 활용하기 위해서는 많은 유·무인기 개체들을 시뮬레이션 해야 할 필요성이 대두되었다. 본 논문에서 사용자가 쉽게 사용할 수 있도록 시뮬레이션 툴을 개발하였다. 기존 6자유도를 이용한 모델링을 이용할 경우 항공기들의 중요한 파라미터 값들을 알 수 없는 것이 많다는 제한 사항이 있기 때문에 각 항공기들의 성능데이터를 제공하는 Eurocontrol의 BADA를 이용하면 많은 항공기에 대해 보다 쉽게 모델링을 수행할 수 있는 장점이 있다. BADA에서는 ver3.11기준 405대의 민항기와 군용기 데이터를 제공하고 있어 BADA를 이용한 시뮬레이션 엔진을 개발하였고, AIP(항공정보간행물)정보를 이용

[학술-9] 항공교통 시뮬레이션을 위한 가상비행궤적생성 및 X-plane을 이용한 신뢰성 확인 – 세종대(김일우 외 2명)

KSAS 학술대회 Template

항공교통 시뮬레이션을 위한 가상비행궤적생성 및 X-Plane을 이용한 신뢰성 확인

Flight trajectory generation for air traffic simulation and verification using X-Plane

김일우[1]*, 김동현[2], 윤석준[2]
세종대학교[1], M&S기술연구소[2]

초 록

늘어나는 항공교통량과 유무인기의 혼합운용을 위해서 효율적이고 안전한 항공교통관리시스템이 필요하다. 이를 위해서는 여러 상황에 대한 시뮬레이션이 필요하고 이러한 항공교통관리 즉 ATM 시뮬레이션에 활용할 수 있는 항공기의 경로생성에 대해 연구하였다. 3DOF Equation을 이용하여 항공기가 기동할 수 있는 네 가지 모드에 대해 정의 하였고 이 모드를 바탕으로 사용자가 원하는 Waypoint를 경유하여 목적지까지 경로를 생성하는 시뮬레이션을 수행하였다. 또한 상용 비행시뮬레이션 프로그램인 X-Plane을 통해 개발된 경로생성모델의 신뢰성을 확인하였다.

ABSTRACT

For increasing Air Traffic scale and operation of piloted aircrafts and UAVs(Unmanned aerial vehicle) together, A efficient and safe air traffic control systems are needed. In order to accomplish this, a simulation in various circumstances is required. and we have studied a trajectory generation that can be useful for the simulation. We defined four movement of aircraft using 3DOF equation. with these four basic movement, we conducted the simulation passing through user defined waypoints while flying from a point of departure to a point of destination. additionally, a reliability of the trajectory generation was verified using X-Plane.

Key Words : Air Traffic Management(항공교통관리), Trajectory Generation(경로 생성), UAV(무인항공기), Waypoint(경유지점), Simulation(시뮬레이션)

1. 서 론

1.1 항공교통량의 증가



Fig. 1. Aircrafts in Europe by flightradar24

Fig. 1과 같이 유럽하늘을 가득 메운 항공기를 보면 알 수 있듯이 세계적으로 항공교통량이 급격히 증가하고 있다. 우리나라 역시 항공교통량이 증가하고 있으며 국토교통부에서는 항공수요 증가에 따라 '14년 상반기 항공교통량이 지난해 동기 대비 약 5.8% 증가하며 역대 최고치를 기록하였다' 고 밝혔다.

1.2 민간무인기의 증가

이와 더불어 민간무인기의 증가 역시 두드러진다. 미국의 항공 컨설팅 업체인 틸그룹 코퍼레이션에 따르면 2003년부터 지금까지 10년간 무인기는 연간 21.8%의 성장을 나타냈고 2022년에는 지금의 두 배 이상인 80억7,600만 달러로 성장할 것을 전망했다.

[학술-10] 민간무인항공기 운항기술기준 수립을 위한 시범운항 방안 연구 – 항공안전기술원(이은석 외 1명)

KSAS 학술대회 Template

민간 무인항공기 운항기술기준 수립을 위한 시범운항 방안 연구

A Study on Demonstration Operation Plan for Civil RPAS Operation Standards

이은석[1]*, 최병철[1]
항공안전기술센터[1]

초 록

민간 무인항공기를 안전하게 유인항공기와 함께 공역에서 운용하기 위하여 필수적으로 운항기술기준을 수립하여야한다. 무인항공기의 고유한 특징을 파악하여 기존 운항중인 유인기와 동등한 안전성을 확보하며 운용될 수 있도록 운항절차, 필수장비기준 등을 확립하여야 한다. 국내외적으로 이러한 기준을 제정하는 움직임이 활발하게 진행되고 있으며, 기준 수립을 위한 데이터 획득 및 수립된 기준의 검증을 위한 시범운항이 추진되고 있다. 본 논문에서는 민간 무인항공기 운항의 특징을 확인하고 국외 사례를 조사하여 국내 현실에 적합한 시범운항 방안을 모색해 보았다.

ABSTRACT

It is essential to establish operation standards for Civil RPAS(UAS) operating in non-segregated airspace with manned aircraft. Operation procedure, essential equipment standard and etc should be established to operate by equivalent level of safety with existing manned aircraft through figure out characteristic of Civil RPAS. The movements of enacting for these standards have been progressed actively at home and aboard, and demonstration operation is proceeding for data gathering to standard establishing and verification of established standard. In this paper, demonstration operation plan has been considered with case study of international practices and identify characteristics of civil RPAS.

Key Words : Civil(민간), RPAS(원격조종항공기시스템), UAS(무인항공기시스템), Operation(운항), SARPs(기준 및 권고사항), GCS(지상통제소), Demonstration(시범운항), Airspace(공역), Non-segregated Airspace(비분리공역), Detect and Avoid(충돌회피), ATC(항공교통관제), Surrogate Aircraft(서로게이트 항공기)

1. 서 론

전 세계적으로 민간 무인항공기 실용화를 위한 노력이 활발히 진행되고 있다. 지난 수년간 군용, 연구용 등 다양한 분야에서 무인항공기가 사용되어왔으며 이제 민간영역으로의 확대가 활발히 이루어지고 있다. 무인항공기의 민간 활용을 위한 기술적 발전에 비하여 안전한 운용을 위한 제도적 뒷받침은 실용화를 할 만큼 성숙되어 있지 않았다. 이러한 제도적 한계로 인하여 민간에서의 무인항공기 상용화 및 산업 활성화가 제한되었다.

이러한 문제점을 인식하고 국내외적으로 민간무인항공기 활성화를 위한 제도 연구가 진행되었다. 가장 적극적으로 무인기 상용화에 앞장서고 있는 미국은 2012년 2월 14일 민간무인항공기 사용을 허용하는 법안을 통과시켜 총 634억 달러를 투입, 2015년 9월 15일까지 미국 공역에 통합시키기로 하였다.(1) 유럽연합(EU) 또한 2013년도부터 2028년까지 단계적으로 공역 통합을 연구를 진행하고 있다.(2) 국내에서는 2013년부터 "민간 무인항공기 실용화를 위한 기반조

[학술-11] 민간무인항공기시스템의 공역통합을 위한 핵심기술 – KARI(오수훈)

민간 무인항공기시스템의 공역통합을 위한 핵심기술

Key Technologies for the Integration of Civil Remotely Piloted Aircraft Systems into the Airspace System

오수훈
한국항공우주연구원

초 록

현재는 대부분의 무인기가 군용으로 활용되고 있지만 장차 민간무인기 시장이 활성화되면 군용시장 규모를 추월할 것으로 예상되고 있다. 그러나 민간무인기 시장의 활성화를 위해서는 민간무인기가 공역에 통합되어야 하는데 이를 위한 제도, 인프라 및 기술개발이 선결되어야 한다. 본 논문에서는 현재까지 발간된 유럽 및 미국의 민간무인기 공역통합 로드맵 자료를 분석하고 한국항공우주연구원의 무인기 개발 경험을 활용하여 민간무인기를 공역에 통합하기 위한 핵심기술을 도출하였다.

ABSTRACT

Most UAVs are being used by the military, but when activated, the civil UAV market is expected to overtake the military market. However in order to activate the market, UAVs should be integrated into the airspace and it needs several prerequisites such as law, regulations, infrastructure, and technology development. In this paper, we derive the key technologies for integrating civil UAVs into the airspace by analyzing civil UAVs integration roadmaps published so far in Europe and the US and leveraging UAVs development experience of Korea Aerospace Research Institute.

Key Words : UAVs(무인항공기), Civil Remotely Piloted Aircraft Systems(민간 무인항공기 시스템), Integration into Airspace System(공역통합), Key Technologies(핵심 기술)

1. 서 론

무인항공기시스템(UAS; Unmanned Aircraft System, 이하 무인기)는 항공시장에서 가장 빠르게 성장하는 섹터로 항공 전체시장 성장률 대비 2배 이상의 가파른 속도로 성장 중이다(Fig. 1). 현재까지는 군용시장이 대부분을 차지하고 있으나 군용 무인기의 운용경험 축적으로 관련기술이 성숙함에 따라 민간용 수요가 급증하고 있으며, 관련 여건만 조성된다면 군용 무인기 시장보다 훨씬 가파른 시장성장세를 기록할 것으로 예측되고 있다(Fig. 2).

미국, 유럽 등 항공 선진국들은 민간무인기 시장의 성장으로 도래할 경제적 이익이 막대하다고 판단하고[1], 시장 활성화의 선제조건인 민간무인기의 공역통합을 위한 법제도 구축, 기준 제정 및 관련 핵심기술 개발에 매진하고 있으며, 우리나라도 2013년 국토부 주관의 '민간무인기 실용화 기반조성 연구' 사업에 착수하여 민간무인기 기반조성에 적극적인 노력을 경주하고 있다.



Fig. 1. Aeronautical Market Growth Forecast[2]

[학술-12] 민간무인항공기 운용주파수 표준화 동향 – KARI(송복섭)

KSAS 학술대회

민간 무인항공기 운용주파수 표준화 동향

Operating Frequency Standardization of Civil Unmanned Aerial Vehicle(UAV)

송복섭
한국항공우주연구원

초 록

무인항공기에 대한 지상 및 위성 제어용 주파수의 신규 분배 논의가 ITU/WRC에서 의제로 상정되어 결정이 진행 중에 있다. 그 결과로 WRC-12에서 지상에서 무인항공기를 조종할 수 있도록 하기 위한 주파수로 5030-5091MHz대역이 신규 분배 되었다. 무인항공기 안전성 향상을 위한 통신(C2) 개발을 위해 상용 휴대폰 , 고정위성(FSS) 링크, 군사용 C4I 링크와의 상호연결에 대한 연구가 활발히 진행하고 있다. 이를 통해 민간 무인항공기 산업의 활성화 및 경쟁력 강화가 예상되어진다. 본 논문에서는 민간 무인항공기의 운용주파수 표준화 동향에 대해 기술하고자 한다.

ABSTRACT

The frequency assignment for UAV control with ground and satellite communication had been issued and discussed in ITU/WRC. The bandwidth of 5030-5091 MHz was newly assigned for UAV control with the ground control system(GCS) as the frequency of WRC-12. The research on the integration of many different types of communication links among commercial Mobile phone link, FSS link, and military C4I link having been conducted for the development of C2 for the safety improvement of UAV. It is expected that those kinds of research could lead the enhancement of the international competitiveness and also activate the development of industries of Civil UAV. In this paper, describe the operating frequency standardization of Civil UAV.

Key Words : ITU(국제전기통신연합), WRC(세계전파통신총회), ICAO(국제민간항공기구), UAV(무인항공기), GCS(지상통제시스템), UAS(무인항공기시스템), Data-Link(통신링크), FSS(고정위성)

1. 서 론

정보통신기술의 디지털화에 따른 방송·통신 분야의 양방향통신 다채널화로 멀티콘텐츠 등 대용량의 정보를 다양한 서비스로 빠르고 안전하게 제공하고 있다. 무인항공기는 현재 군사 분야에서 가장 많이 사용되고 있으며, 정부·기업·개인 사용이 늘어나고 있다. 특히, 방송국 및 영화제작 등 방송·통신의 멀티콘텐츠 분야에서 활발하게 이용되고 있다[1]. 민간에서의 무인항공기 사용이 활발해 짐에 따라 효율적인 운용을 위해 무인항공기 안전성이 대두되고 있으며, 안전을 위해서는 지상통제시스템(GCS: Ground Control System)과 무인항공기(UAV: Unmanned Aerial Vehicle) 간 통신링크가 유지되어야 한다. 무인항공기 안전성 향상을 위해 통신(C2: Command and Control) 개발과 S-band, C-band의 민간에서 사용할 수 있는 상업적 대역에서 통신주파수 사용이 늘어나고 있다. 무인항공기 주파수 대역의 상업화 요구가 증가함에 따라 Ku-band 대역 이상의 초고주파(SHF : Super High Frequency) 데이터링크 개발 및 상용 휴대폰, 고정위성(FSS : Fixed Satellite Service) 링크, 군사용 C4I 링크와의 상호연결에 대한 연구가 활발히 추진 중 이다[1].

본 논문에서는 상업적 활용을 위해 늘어나는 민간 무인항공기의 안전한 운용을 위한 운용 주파수 표준화 동향에 대해 기술하고자 한다.

[학술-13] 민간무인항공기 운항 개념 – 항공안전기술원(최병철)

대표저자	이름	최병철	이메일	bc.choi@astc.or.kr	전화	010-3452-2046
공동저자	없음					
논문제목	민간 무인항공기 운항 개념					
논문개요	ICAO는 Cir328에서 민간 무인항공기의 국제적으로 통용될 표준 및 권고(SARP)의 방향을 정하고 이를 추후 민간항공기의 운항기술기준으로 삼을 것을 권고함. 동 회람의 방향에 따라 민간 무인항공기를 운항할 방안에 대해 고찰해 본다.					

민간 무인항공기 운항 개념

Concept of Civil Remotely Piloted Aircraft System Operation

최병철

항공안전기술원

초록

무인항공기는 군사용으로 개발되어 기술 발전과 함께 운용회수가 늘어나고 다방면에서 운용되고 있다. 다양한 크기와 운용 범위와 항속 시간이 늘어남에 따라 신뢰성이 향상되고 있다. 민간 사업자들은 무인항공기의 신뢰성 향상됨에 주목하여 이의 민간 활용 방안을 모색하고 있다. 택배, 환경 감시, 자원 탐사 등의 다양한 민간 용도가 개발되어 운용에 대한 수요가 증대되고 있다. 이에 국제기구인 ICAO를 위시하여 각국은 이를 안전하게 운용할 규정이 필요하게 되었다. ICAO는 우리나라를 비롯하여 각국의 전문가들로 구성된 UASSG를 구성하여 Cir328을 발간하여 민간 무인항공기의 운항에 대한 방향을 수립하였다. 본 논문에서는 이 회람에 수록된 개념을 바탕으로 이를 좀 더 구체적인 구현할 방안을 제시한다.

[학술-14] BADA를 이용한 차세대 항공관제시뮬레이터의 항공기 모델 신뢰성 검증 방안 – 인하대학교(박주성, 오혜주, 최기영 이학태)

KSAS 2014 추계학술대회

BADA를 이용한 차세대 항공관제시뮬레이터의 항공기 모델 신뢰성 검증 방안 연구

The research to verify reliability of an aircraft model for the Next Generation System simulator by using BADA

박주성[1]*, 오혜주[1], 최기영[1], 이학태[1]
인하대학교[1]

초 록

항공관제 시뮬레이터 개발을 위해, 자세제어가 가능한 항공기 운동모델을 검증하는 것이 필요하다. 시뮬레이터의 경확성과 효율성 사이의 균형을 위해 5 자유도 운동모델을 선택하였다. 문헌조사를 바탕으로 필요한 운동 매개변수와 운용 과정을 BADA 로부터 추출하여 운동모델을 보완하였다. 향상된 운동모델의 시뮬레이션 결과와 상용 비행 경보제공 서비스인, Flightaware 에서 제공하는 실제 비행궤적 정보를 비교하여 검증하였다. 이 후, 세부적인 검증 과정을 제시하고, 항공기 모델 인증을 위한 전용도구 개발계획을 논의하였다.

ABSTRACT

To develop air traffic control simulator, it is necessary to verify dynamic aircraft model with attitude control. A five degree-of-freedom dynamic model is chosen due to its balance between accuracy and efficiency. Based on the literature review, necessary performance parameters and operational procedures are extracted from BADA to supplement the dynamic model. The BADA enhanced dynamic model is verified by simulating an actual flight trajectory provided by a commercial flight information service, Flightaware. Detailed verification procedure is presented, and a plan to develop a dedicated tool for aircraft model validation is discussed.

Key Words : Aircraft Traffic Control(항공관제), BADA(Base of Aircraft Data), Verification(검증), Next Generation System(차세대 항행시스템), Five degree-of-freedom dynamic model(6 자유도 운동모델)

1. 서 론

최근 국토교통부의 2014 년 7 월 발표에 따라, 항공운송시장에서 항공 여객 부분 11.1%, 항공화물 부분 7.4% 의 전년 동월대비 증가는 항공교통량의 상승세를 의미하며, 항공관제의 중요성으로 귀결된다.

항공관제를 효과적으로 하기 위해서는 시뮬레이터의 효율적 활용이 절대적이다. 새로운 관제기법을 고안하여 시험 및 분석하고, 수정한 기존 사안에 대하여 변경된 운용을 확인하여 변수에 대처해야 한다. 이러한 관제시뮬레이터 구현에 있어서 필수적인 항목은 적용된 항공기 운동모델의 충실도(Fidelity)이다. 현재 관제 시뮬레이터에 사용하는 대부분의 운동모델은 저충실도 모델인 3 자유도 또는 4 자유도 모델로써 연산속도와 통신데이터의 양을 고려하였다.[1] 그러나 차세대 항행 시스템에 적용하기 위해서는 자세정보의 표현이 가능한 모델인 5 자유도 이상의 모델이 필수이다.

따라서 본 논문은 차세대 항행시스템이 고려된 항공관제시뮬레이터의 항공기 모델을 자세표현이 가능한 5 자유도로 정하고, 모델의 정확성을 보완하기 위해 BADA 를 활용한다. BADA 는 실제 항공기 제원 및 운동특성을 포함하는 정보로써 EUROCONTROL 에서 제작사 및 항공사로부터 수집한 것이다. 먼저 BADA 를 활용한 기 시행된 연구들을 바탕으로 BADA 가운데 운동모델 보충을 위한 운동 매개변수 및 운용정보를 추출해 낸다. 상용 비행 경보제공 서비스인, Flightaware 로부터 항공기 궤적정보를 참고하여 비행시뮬레이션 결과와 비교한다. 마지막으로 세부적인 검증 과정을 제시하고, 항공기 운동모델 인증을 위한 도구 개발 계획을 기술한다.

[학술-15] 차세대 항행 시스템을 고려한 항공관제시뮬레이터 서버 및 조종사 스테이션 구현 – 인하대학교(장세훈, 조환희, 오혜주, 최기영 이학태)

KSAS 학술대회

차세대 항행 시스템을 고려한 항공관제시뮬레이터 서버 및 조종사 스테이션 구현

Implementation of Aircraft Control Simulator Server and Pilot Station Considering of Next Generation Navigation System

정세훈[1]*, 조환희[1], 오혜주[1], 최기영[1], 이학태[1]
인하대학교[1]

초 록

본 논문에서는 차세대 항행 시스템중 하나인 Automatic Dependent Surveillance – Broadcast (ADS-B)를 적용한 항공관제시뮬레이터 서버와 이를 검증하기 위한 조종사 스테이션을 설계하였다. 서버와 조종사 스테이션의 설계는 항공기 운용 현황 및 개발 추세, 차세대 항행시스템 그리고 데이터의 저장 및 활용을 고려하였다. 이를 통해 운용조건, 실시간성, ADS-B, 통신 인터페이스, 편의성, 데이터베이스의 활용을 서버와 조종사 스테이션의 요구조건으로 도출하였고, 서버와 조종사 스테이션을 설계하였다. 현재 시험 중인 서버와 조종사 스테이션은 검증을 위한 요구사항을 만족하도록 개발되고 있다.

ABSTRACT

In this paper, designs of an air traffic control simulator server and a pilot station are presented, which use Automatic Dependent Surveillance-Broadcast (ADS-B) as one of the next generation navigation system components. The implementation takes the current aircraft operation procedures, development trends, next generation navigation systems, and data storage and usage into consideration. Requirements for the server and the pilot station are presented that include operational conditions, real-time operability, ADS-B integration, human factors, and utilization of database. Prototype server and pilot station are developed that meets the requirement for verification, which are currently being tested.

Key Words : Server(서버), Pilot User Interface(조종사 유저 인터페이스), Air Traffic Control Simulator(관제시뮬레이터), Next Generation Navigation System(차세대 항행 시스템), ADS-B(자동독립감시 방송시스템).

1. 서 론

최근의 관제시스템은 차세대 항공 감시 운용체제인 ADS-B(Automatic Dependent Surveillance – Broadcast)등 차세대 항행시스템을 적용하고 있으며 유/무인기를 혼합하여 운용하는 로드맵을 중장기적으로 개발 중에 있다. 미국의 FAA(Federal Aviation Administration)는 차세대 항행시스템에 관한 10년간의 로드맵과 민간 무인항공기 시스템 – 미국 내 공역을 통합하는 로드맵을 개발하고[1][2] 이를 항공관제 시뮬레이터에 적용하기 위해 NASA, FAA, DOT(Department of Transport) 등으로 구성된 JPDO(Joint Planning and Development Office)를 구성하여 2025년을 목표로 프로젝트를 진행 중에 있다.[5] 이에 대해 국내에서도 중장기적 로드맵 개발이 진행 중이고, 차세대 항행시스템이 적용된 항공관제시뮬레이터가 개발되었으나, 차세대 항행 시스템에 대한 데이터 통신은 많은 서버 및 클라이언트 구조가 요구되어 통신 구조가 복잡해지고 송/수신하는 데이터 량이 증가된다.

본 논문에서는 통신 구조를 단일화 시켜 데이터를 효율적으로 관리하고, ADS-B를 적용하여 항공기간의 정보 공유를 가능하게 하는 항공관제시뮬레이터의 서버와 항공기 제어 및 항공기 상태와

[학술-16] 차세대 항행시스템 및 민간무인항공기의 공역 운용 제도 검증을 위한 항공관제시뮬레이터 설계 - 인하대학교(오혜주, 최기영 이학태)

KSAS 학술대회

차세대 항행시스템 및 민간무인기의 공역 운용 제도 검증을 위한 항공관제시뮬레이터 설계

Design of Air Traffic Control Simulator for Validation of Next Generation System and Airspace Management System of Civil UAV

오혜주[1]*, 최기영[1], 이학태[1]
인하대학교[1]

초 록

본 논문에서는 차세대 항행시스템과 민간무인기의 공역 운용 제도를 검증하기 위한 항공관제시뮬레이터를 설계하였다. 이를 위해 항공관제시스템 및 시뮬레이터, 차세대 항행시스템, 민간무인기의 공역운용 제도를 분석하여 시뮬레이터가 만족해야 할 요구조건을 운용범위, 실시간성, 통신인터페이스, 모델충실도, 편의성을 기준으로 도출하였다. 그 결과는 시뮬레이터 설계에 반영되어 서버, 음성서버, 데이터베이스 모듈, 항공기모델 및 조종사 스테이션, 관제사 스테이션, 레이더모듈, 감시 데이터 처리 시스템 모듈로 구성되었다. 마지막으로 본 논문에서 제안한 항공관제시뮬레이터를 통하여 발생할 수 있는 기대효과에 대하여 분석하였다.

ABSTRACT

This paper presents a design of air traffic control simulator for validation of next generation air traffic management concepts including civil UAS integration schemes. First, current air traffic control systems, simulators, and airspace management systems are analyzed. Then requirements for the simulator are identified considering operating range, real-time operability, communication interfaces, and human factors. These results are reflected in the design of a prototype simulator. This prototype is composed of individual modules including central command server, voice server, database, aircraft model and pilot station, controller station, radar module, and surveillance data processing system. Finally, the expected impacts of the simulator are analyzed.

Key Words : Air Traffic Control Simulator(항공관제시뮬레이터), CNS/ATM(차세대 항행시스템), Airspace Management System(공역 운용 제도), Modeling and Simulation(모델링 및 시뮬레이션), Unmanned Aerial Vehicle(무인기)

1. 서 론

국제민간항공기구(ICAO)는 증가하는 항공교통량을 수용하고 안전성과 효율성을 증대시키기 위하여 위성항법과 데이터 통신 기술이 접목된 차세대항행시스템의 개발과 구축을 권고하고 있다. ICAO는 차세대 항행시스템을 위한 국제 항행 계획을 수립하였고, 세계 항공선진국은 이 계획을 충족하고 항공교통 인프라의 전환을 위하여 CNS/ATM(Communications, Navigation, Surveillance / Air Traffic Management) 연구개발을 추진하고 있다. 이러한 국제적인 흐름에 맞춰 국내에서도 국토해양부의 항공선진화사업 일환으로 차세대항행시스템 연구개발을 본격적으로 시작하였다.[1] 이러한 항공선진화 사업으로 차세대 항행 시스템과 관련하여 다양한 연구 성과물이 도출되고 있다.[2]

또한 무인기의 수요와 개발이 확대됨에 따라 무인기를 유인기와 같이 자유롭게 운용할 수 있게 해야 한다는 사회의 요구가 증가되었다. ICAO,

[학술-17] A Study on Aerodynamic-Dynamic Characteristics of Helicopter during Maneuver Flight - KAIST(Yeon Bok Chu 1명)

A Study on Aerodynamic-Dynamic Characteristics of Helicopter during Maneuver Flight

Yeon Bok Chu
ybchu@kaist.ac.kr
M. D. candidate

Duck Joo Lee
djlee2@kaist.ac.kr
Professor

Department of Aerospace Engineering
Korea Advanced Institute of Science and Technology
Daejeon, Korea

ABSTRACT

A present study aims to the aerodynamic and dynamic characteristics during maneuvering flight in order to prevent helicopter accidents. Vortex Lattice Method (VLM) and Free-Wake method were used. The calculated aerodynamic forces are coupled with the equations of motion to describe maneuvering flight. In order to understand pilot's input and maneuvering flight associate with it, as the first step, pop-down simulations are conducted with various collective pitch angles. The altitude of a main rotor was plotted by calculating the aerodynamic forces and solving the equations of motion at each time step. Additionally, wake configuration is observed during a vertical maneuvering flight. Finally, a simplified equation modeling yawing moment is analyzed to understand a hovering turn.

INTRODUCTION

A helicopter plays essential roles with unique abilities to hover, flight forward in vertical take-off and low speed regimes. These advantages enable the helicopter to carry out many distinctive tasks in both civilian and military missions (Ref. 1). It is well known that handling helicopter is quite difficult and sensitive to pilot's control. Nowadays, due to frequent accidents, the stability of the helicopter has raised a deep concern.

The causes of helicopter accident, as a function of the year, are shown in figure 1. The major cause of the helicopter accidents is loss-of-engine power in the initial development stage of the helicopter. However it can be seen decreasing gradually as technology improves. On the other hand, loss-of-control accidents have been increased inversely. Accidents of loss-of-control frequently occurred in maneuvering flight. The accident rate according to the types of engine and maneuvering is shown in Figure 2. Figure 2 indicates that controlling yaw in all flight states becomes problematic on both piston and turbine engine type helicopters. The increases of the helicopter accidents results in considerable loss of life and property and potential damage to nearby residents, and even deteriorate the activity of civilian demands market. Moreover, the causes of these accident are quite complex. Therefore, the detailed investigations of them need to be performed.

In order to reduce the helicopter accidents, the more accurate prediction and analysis of dynamics for maneuvering flight should be executed together with precise aerodynamics analysis. It should be noted that they are not only for the behaviors of a main rotor in steady flight but also in unsteady flight.

In the present research, the analysis of the aerodynamic and dynamic behaviors of a main rotor of UH-60A helicopter during a pop-down maneuvering flight is performed with an aerodynamic- dynamic coupling code and compared with the related results by other researchers. Additionally, a simplified equation modeling yawing moment is constructed and used for the simulation to understand the effect of yawing moment on the main rotor.

Presented at the Australian Pacific Vertiflite Conference on Helicopter Technology. December 18-19, 2014, Melbourne, Australia. Copyright © 2014 by the American Helicopter Society International, Inc. All rights reserved.

[학술-18] Conceptual Study of Mobile Differential GNSS Architecture Utilizing UAV Networks - KAIST (김민찬 외 2명)

Conceptual Study of Mobile Differential GNSS Architecture Utilizing UAV Networks

Minchan Kim, Dong-Kyeong Lee, and Eugene Bang
*Korea Advanced Institute of Science and Technology**
Jiyun Lee*
Tetra Tech AMT

ABSTRACT

Differential Global Navigation Satellite Systems (DGNSS) which feature rapid deployment and mobility can provide required navigation accuracy and integrity to a wide range of users at arbitrary locations where no permanently installed systems exist. This paper proposes a concept of mobile DGNSS whose reference stations are composed of multiple Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) to facilitate mobility of system. Key algorithms of Mobile DGNSS architecture, developed in this work, include a decision making technical for selecting reference station location, a fast location surveying method and integrity monitors.

Using the decision making technical, landing positions of UAV reference stations are selected by taking into account the geographical characteristics of the landing vicinity, and the distances from DGNSS service demands. To validate that the locations satisfy the minimum siting requirements upon landing, two tests are carried out: territorial inclination test for assuring a sufficient number of satellites in view and satellite visibility test for avoiding a harsh environment with obstacles. The fast location surveying method is developed to reduce the time taken for the determination of the surveyed positions within specific positional accuracy. The simulation results show that the proposed method enables users to achieve the desired positional accuracy in less amount of time than the general method of simply averaging stand-alone GNSS solutions only. Integrity monitors in addition to the well-established Ground Based Augmentation System (GBAS) monitors are developed to detect faults specific to the mobile DGNSS. The code multipath monitor and the station displacement monitor are designed to detect large multipath errors on code measurements and unexpected movements of the reference stations, respectively under uncontrolled siting conditions.

Rapid start-up time is a critical factor to assess whether the proposed concept is feasible. We derive surveying position error budgets for different multipath environments and system architectures. A new Vertical Protection Level (VPL), which includes the bound of surveying errors, is defined for the mobile DGNSS users. The effect of the resulting surveying errors on the system is evaluated by estimating deployment time for various conditions.

1.0 INTRODUCTION

Unmanned vehicles are currently used for a number of missions including reconnaissance, surveillance, and combat. One of the most essential technologies required for the operation of unmanned systems is reliable and accurate computation of navigation information. As Global Satellite Navigation System (GNSS) is an essential component of most autonomous navigation systems, it is imperative to research a way to improve the accuracy and the reliability of GNSS positioning. In order to achieve the high accuracy and reliability that is needed for the autonomous Unmanned Aerial Vehicle (UAV) applications, Ground Based Augmentation System (GBAS) technology, which was developed to support precision approach and landing of manned aircraft, can be employed [1]. GBAS ground facility is installed at fixed positions within the property of a particular airport, and the facilities broadcast differential corrections and provide integrity information to users. However the range of the fixed reference stations are limited to within several tens of kilometers of GBAS equipped airports. If the reference stations can be deployed at arbitrary mission locations where GBAS service was not originally available, the constraint of the correction broadcasting range is no longer a limiting factor. Furthermore, if the reference stations are mobile, even if the mission locations change, there is no need for additional GBAS installations, which implies that the overall installation costs can be reduced.

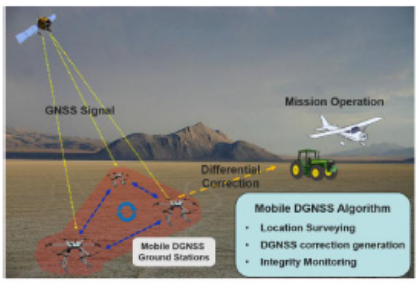


Figure 1 Mobile DGNSS Concept

Fig. 1 illustrates the concept of mobile DGNSS for supporting a wide variety of users by providing navigation capabilities of high accuracy and integrity. The

[학술-19] 성능모델기반 유·무인항공기 시뮬레이션엔진 개발 – 세종대(김동현 외 4명)

한국항공우주학회 2015년도 춘계학술대회

성능모델기반 유·무인항공기 시뮬레이션엔진 개발

Development of manned·unmanned aircraft simulation engine based on aircraft performance models

김동현[1]*, 김일우[1], 김준형[1], 윤석준[1], 최병철[2]
세종대학교[1], 항공안전기술원[2]

초 록

성능모델기반 유·무인항공기 시뮬레이션엔진은 국가공역(NAS)내 민간무인항공기의 증대에 대비해 유인항공기와 혼합운용에 관한 연구를 위해 개발되었다. 본 연구를 위해 시뮬레이션엔진은 자동비행과 조종사 입력이 가능한 5자유도모델을 이용하였다. 향후 연구에 필요한 무인항공기의 BADA 형식 데이터는 NASA자료를 인용하였으며, 유인항공기의 경우 EUROCONTROL에서 제공하는 BADA ver3.11 data를 사용하였다. 시뮬레이션 평가는 Boeing 社의 B739기종을 적용하여 비행시나리오(User-Defined)를 통해 5자유도 모델과 기존 3자유도모델의 주요 데이터결과 비교를 통해 검증하였으며, 추후 모델 보완 및 무인항공기에 대한 시뮬레이션을 수행할 계획이다.

ABSTRACT

Manned and unmanned aircraft simulation engine based on performance model has been developed for the study of integrated operation of manned aircraft in case of increase of UAV in NAS. The simulation engine was used as a pilot and auto-pilot type 5 degrees of freedom model for the study. UAV's BADA data types which were needed for the future study applied NASA's data, and manned aircraft used BADA ver3.11 which EUROCONTROL supplied. The evaluation is verified by simulation results compared to existing primary data 3DOF model and 5DOF model through the flight scenarios (User-Defined) by applying the B739 model of Boeing 社. Future models are complementary and are planning to do a simulation of the unmanned aircraft.

Key Words : NAS(National Airspace System), USICO(UAV Safety Issues for Civil Operations), TAAM(Total Airspace and Airport Modeler), RAMS(Re-organized ATC Mathematical Simulator), SIMMOD(Simulation Model)

1. 서 론

현재 무인항공기 시장의 성장에 따라 교통량이 증대될 것이라는 예측으로 국가공역(NAS)내 유·무인항공기 충돌·회피문제 등에 대한 연구의 필요성이 증대되어왔다. 국내 전체 무인항공기의 시장은 국토해양부 전망 '13. 8. 28기준 향후 15년간 약 1.62조원, 항공우주연구원 전망 '14. 1. 23기준 '22년까지 약 1,000여대의 수요를 예상하였다. 따라서 유·무인항공기 통합 관련문제 연구는 필수적이며, 이미 미국은 2015년도까지 소형 및 공공용 무인기, 2020년까지 모든 민간 무인기에 대한 기준 마련을 완료한다는 계획을 갖고 있다. 유럽의 경우 유·무인기 충돌회피 문제 등에 대한 해결을 위한 연구가 10년 이상 진행되어왔으며, USICO를 통해 무인항공기의 국가공역 내 통합의 문제에 대한 시뮬레이션 시스템을 구성하여 연구 환경을 구축하였다. 국내에서도 유·무인기 혼합운용 문제를 연구하는 기반을 마련해나가고 있으며, 이미 상용 시뮬레이션 프로그램들(TAAM, RAMS, SIMMOD)이 있지만 고가에 현재 유인항공기에 국한되어 있고, 충돌회피 문제 등을 다루기에 필요한 상황연출이 불가하고, 오픈소스가 아니기 때문에 자체 비행시뮬레이션 엔진개발이 요구되었다.

따라서 본 논문에서는 기존 BADA를 이용한 질점모델로 병진운동만 기술한 3자유도 모델에서 조종사 입력과 자동비행을 스왑할 수 있는 5자유도 모델을 추가하여 경로생성시뮬레이션 엔진을

[학술-20] 유무인항공기 혼합운용을 위한 성능기반 시뮬레이션 툴 개발 연구 – 세종대(김일우 외 4명)

한국항공우주학회 2015년도 춘계학술대회

유무인기 혼합운용을 위한 성능기반 시뮬레이션 툴 개발 연구

The research of simulation tool for integrated operation between civil aircraft and UAV

김일우[1]*, 김동현[1], 김준형[1], 윤석준[1], 최병철[2]
세종대학교[1], 항공안전기술원[2]

초 록

늘어나는 항공교통량과 유무인기 혼합운용에 대비하기 위한 시뮬레이션에 대해 연구하였다. 5DOF모델을 이용하여 수동 및 자동비행이 가능하도록 구현하였으며 항공기의 기종별 성능을 반영하기 위하여 BADA(Base of Aircraft Data)를 이용하였다. 전체적으로 모델을 물리모델과 논리모델로 분리구성 함으로써 다양한 항공기 기종 및 다양한 시나리오 구성에 용이하도록 하였으며 추후 모델의 수정보완에 대비하였다. 구성된 모델을 통하여 유무인기 간 가상의 충돌시나리오를 구성하여 수동조작을 통한 회피상황을 시뮬레이션 하였다.

ABSTRACT

For increasing air traffic load and integrated operation between airliner and UAV, research of simulation has been undertaken. Using 5DOF model, operator can use not only auto flight mode but manual flight mode. By using BADA(Base of Aircraft Data), performance of Aircrafts has been applied to the model. On the whole, model is divided two concepts physical model and logical model, which have advantage of applying more various aircraft model and more various scenario. Using this simulation model, collision and avoid scenario between civil aircraft and UAV had been conducted.

Key Words : Air Traffic Management(항공교통관리), Unmanned Aerial Vehicle(무인 항공기), BADA(Base of Aircraft Data), Real Time Simulation(실시간 시뮬레이션), Collision Avoidance(충돌 회피)

1. 서 론

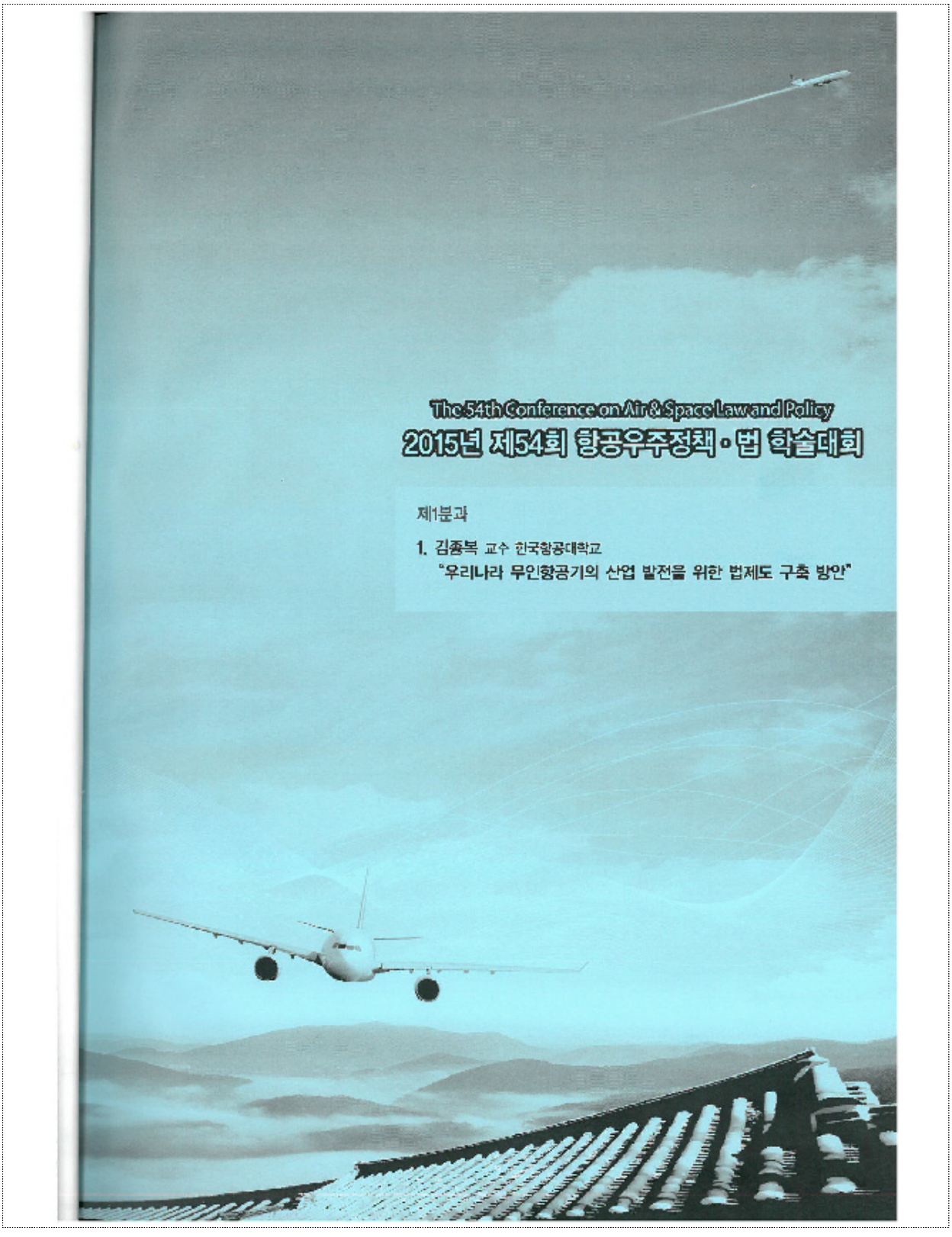
1.1 항공교통량 증가

출근길 교통상황이 연상될 만큼 민간여객기는 하늘을 가득 메우고 있다. 이와 함께 군용으로 주로 사용되던 무인항공기 역시 민간분야로 점차 확대되고 있으며 그 수 또한 가파르게 상승하고 있다. 그에 따라 공역 상에서 민간유인기와 민간무인기를 안전하고 효율적으로 운용할 수 있는 방안이 화두로 떠오르게 되었고 이러한 연구를 위한 시뮬레이션 개발에 목적을 두었다.(1)

1.2 본 시뮬레이션 툴 특징

현재 개발되어 사용하고 있는 Air Traffic Simulation Tool이 많이 있다. 이들은 대부분 유인항공기를 대상으로 하고 있으며 많은 비용이 요구되고 있다. 이번 연구를 통한 시뮬레이션 엔진은 유인항공기의 시뮬레이션 뿐 아니라 현재 급격히 늘고 있는 무인항공기의 시뮬레이션까지 구현하였으며 자동비행모드 및 수동비행모드를 모두 지원함으로써 일반적인 혼합운용 및 충돌상황에서의 수동조작이 모두 가능하도록 구성하고 있다.

[학술-21] 우리나라 상업용 민간무인항공기 산업발전을 위한 법제도 구축방안 – 항공안전기술원 (김종복)





우리나라 상업용 민간 무인항공기 산업 발전을 위한 법제도 구축방안



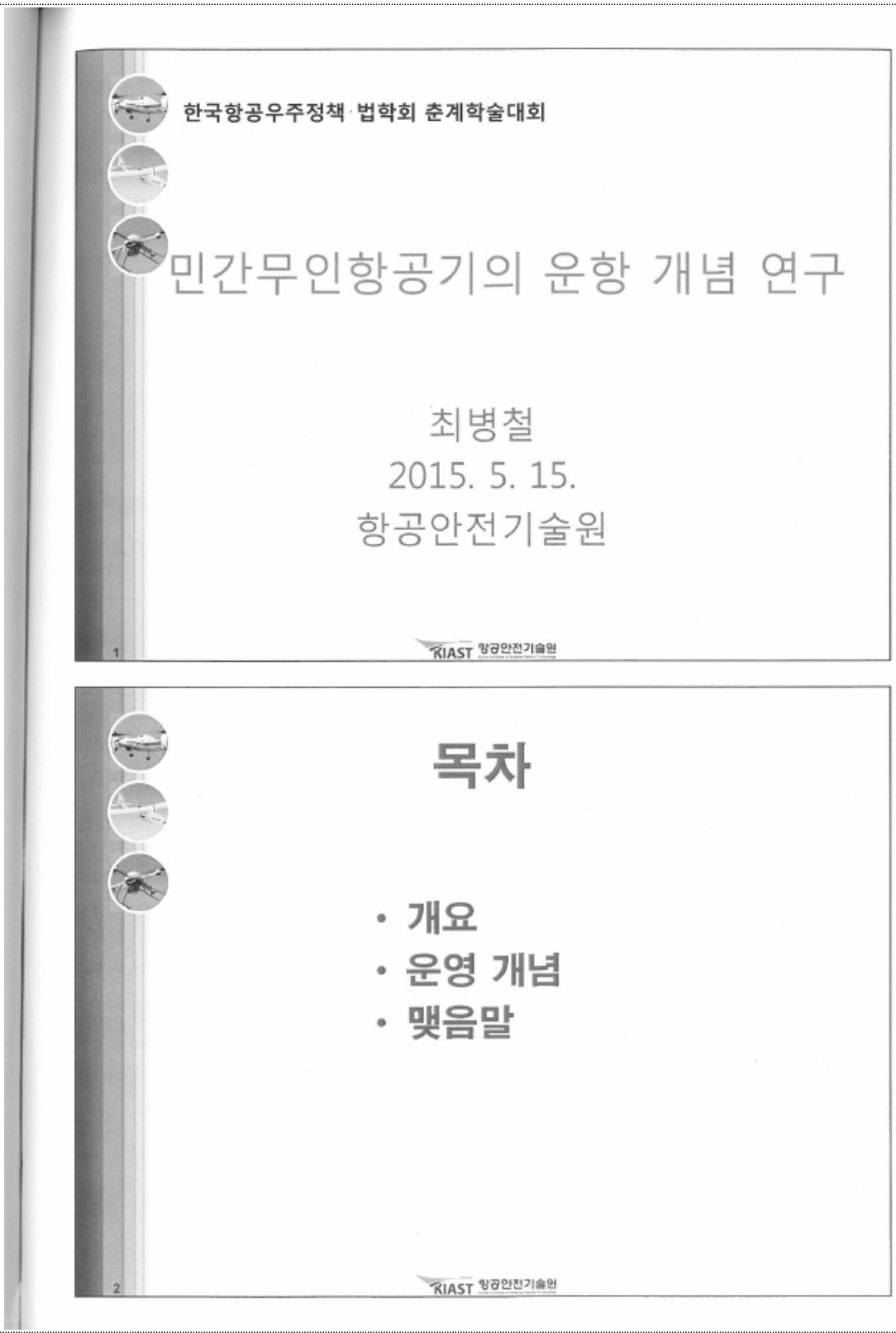
한국항공우주정책·법학회
부회장
김종복 교수

목 차

1. 무인항공기 시장 전망
2. 상업용 민간 무인항공기의 용도
3. 무인항공기 법제화 작업의 기본방향
4. 무인항공기 법제화 작업의 국제적 동향
(1) ICAO (2) 미국 (3) EU (4) 호주
5. 우리나라 무인항공기 관련 규정의 법제화 현황
6. 우리나라 무인항공기 관련 규정의 법제화 방안
7. 결론

[학술-22] 민간무인항공기의 운항개념 연구 – 항공안전기술원 (최병철)




한국항공우주정책·법학회 춘계학술대회
민간무인항공기의 운항 개념 연구
최병철
2015. 5. 15.
항공안전기술원
1
KIAST 항공안전기술원
목차
• 개요
• 운영 개념
• 맺음말
2
KIAST 항공안전기술원

[학술-23] 무인항공기 감항인증 기술기준 분석 연구 – 항공대(고준수)



The Military Airworthiness Certification Seminar

무인항공기 감항인증 기술기준 분석 연구

Analysis for Unmanned Aerial Vehicles Airworthiness Certification Criteria

고 준 수
한국항공대학교 항공우주 및 기계공학부

Joon Soo Ko
School of Aerospace and Mechanical Engineering,
Korea Aerospace University

요 약

무인항공기는 인간 조종사를 태우지 않고 원격조종 또는 자율비행 모드로 운영되는 항공기를 말한다. 무인항공기는 둔감, 위험 및 지저분한 임무를 수행하는 장점으로 인해 중량 및 크기별로 다양한 무인항공기가 민간 및 군용으로 개발 및 운영되고 있다. 무인항공기 관련 항공전자와 통신기술의 발달로 무인항공기 수요가 급증하고 있다. 따라서 무인항공기의 감항인증 과정과 규정의 개발에 있어 인간과 환경에 위험을 최소화하도록 하는 것이 매우 중요하다.

본 논문은 서로 다른 국제적인 감항당국에서 수행한 소형 무인기의 규정과 분류에 대해 설명하였다. CS-LURS 대비 STANAG-4702, STANAG-4703에 대한 분석을 통해 민간분야에서의 소형 무인항공기 감항인증 기술기준 작성에 도움을 줄 수 있다. 소형 무인항공기가 통제 불능 상황에 처할 경우와 66 Joules 이하의 에너지를 가진 초소형 무인항공기에 대한 에너지 충돌 분석을 수행하였다. 분석결과, 에너지 충돌 분석이 소형 무인항공기 설계승인 이전에 고려되어야 한다.

1. 서 론

군용 무인항공기는 군의 제한된 전용 공역에서 운영되어 왔으나, 항공기술의 발달로 첨단기술이 적용된 다양한 무인항공기는 유인항공기와 상호 간섭이 빈번해지고 있으며, 민간 유인항공기와 통합운영 공역인 비분리 공역에서의 상호운영이 요구되고 있다.

민간 무인항공기에 대한 국내 규정은 무인항공기를 항공법 제 2조 3호 마목에 의거 항공기에 사람이 탑승하지 아니하고 원격·자동으로 비행할 수 있는 항공기로 정의하고 있다. 무인항공기는 항공법 시행규칙 제 3조의 항공기인 비행동력장치 범위에 속하는 무인동력

[학술-24] 감항인증에서의 시스템 엔지니어링 역할 – 항공대(고준수)

Workshop Schedule (워크샵 일정)

13:00 - 13:30	Registration
13:30 - 13:50	Welcoming Remarks Prof. Hyo-Choong Bang (방효충 교수, KAIST) Dr. Kyung K. Kim (김경규 박사, LMC)
13:50 - 14:10	산업기술 R&D와 시스템 엔지니어링 [Industrial R&D and Systems Engineering] Prof. Heui Jae Pahk (박희재 단장, 산업통상자원 R&D 전략기획단)
14:10 - 14:40	KAIST의 시스템 엔지니어링 교육 – 현황과 비전 [Systems Engineering Education at KAIST – Status and Vision] Prof. Jaemyung Ahn (안재명 교수, KAIST)
14:40 - 15:20	군 전력 증강과 시스템 엔지니어링 [Force Improvement and Systems Engineering] Prof. Yong-Soo Kwon (권용수 교수, KNDU)
15:20 - 15:50	Coffee Break
15:50 - 16:20	감항인증에서의 시스템 엔지니어링 역할 [Systems Engineering for Airworthiness Certification] Prof. Joon Soo Ko (고준수 교수, KAU)
16:20 - 17:00	철도 시스템 연구/개발/운용과 시스템 엔지니어링 [Systems Engineering in R&D and Operations of Railroad Systems] Dr. Suk-Yoon Han (한석윤 박사, KRRI)
17:00 - 17:40	시스템 엔지니어 – Value & Opportunity Creator [System Engineer – Value & Opportunity Creator] Mr. Oh-Sung Ahn (안오성 실장, KARI)
18:00	Wrap-Up Discussion (Moderator: Prof. J. Ahn)
18:00 - 19:30	Networking Reception

Registration (등록 안내)

- 심도 있는 논의를 위해 사전 등록을 원칙으로 하고 있습니다. 참석을 희망하시는 분은 꼭 사전 등록해 주시면 감사하겠습니다.
- 사전 등록은 다음의 정보를 아래의 연락처로 알려주시면 됩니다.

성명:
소속:
직위:
전화:
이메일:

- 사전 등록 및 문의처

이재명 교수
Email: leejm320@kaist.ac.kr, Phone: 042-350-3792
윤현수 행정원
Email: smartcel@kaist.ac.kr, Phone: 042-350-3793

- 별도의 등록비는 없으며, 인쇄된 자료와 리셉션이 제공됩니다.

Directions (오시는 길)

밀레니엄 서울힐튼 호텔
서울특별시 중구 소월로 50 (Tel: 02-753-7788)



밀레니엄 서울힐튼은 서울역과 회현역 사이에 위치하고 있으며, 서울역에서 걸어서 5분 거리에 위치하고 있습니다. 서울역 8번 출구로 나오셔서 직진하시다 SK빌딩 옆 언덕길로 올라오시면 호텔 뒷편에 위치한 주차장이 있습니다.

KAIST 항공우주공학과

LOCKHEED MARTIN

The 2nd KAIST – LMC Systems Engineering Workshop:

Plan for Education Innovation



일 시: 2015년 6월 2일 (화)
장 소: 밀레니엄 서울힐튼 호텔
Grand Ballroom (Lower Level)
주 최: KAIST 항공우주공학과
주 관: (가칭) KAIST 시스템 엔지니어링 수월성 센터
후 원: Lockheed Martin Corporation
KAIST Decision Under Uncertainty 연구회

감항인증 에서의 시스템 엔지니어링
(SE for Airworthiness Certification)

2015. 6

고 준 수
한국 항공대학교



Korea Aerospace University

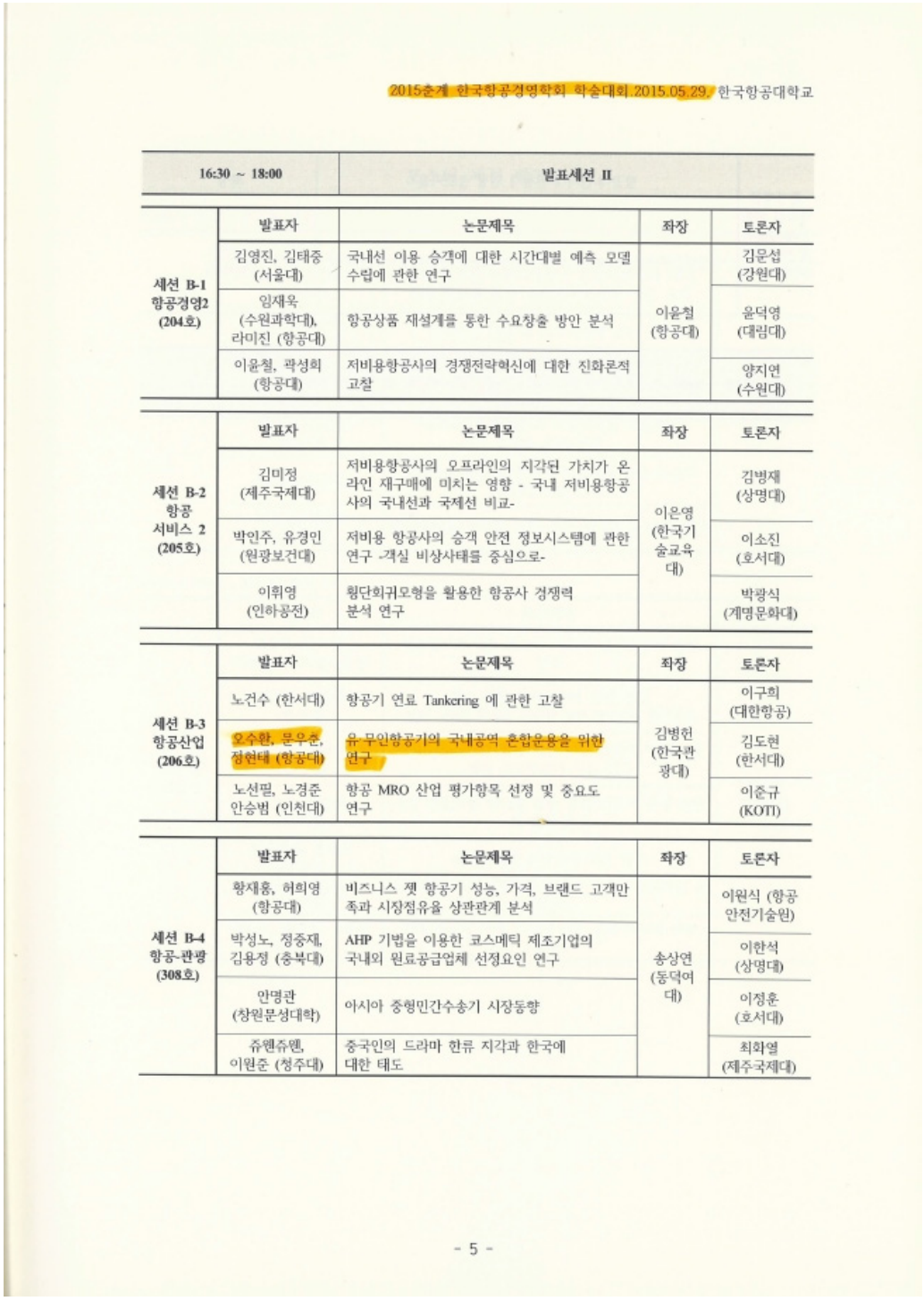
목 차

1. 시스템 엔지니어링과 감항인증 ---------- 3
2. 시스템 엔지니어링 감항인증기술기준 ------- 7
3. 시스템 안전 ---------- 28



Korea Aerospace University

[학술-25] 유·무인항공기 항공기의 국내공역 혼합운용을 위한 연구 – 항공대 (오수환 외 1명)



2015춘계 한국항공경영학회 학술대회.2015.05.29. 한국항공대학교

16:30 ~ 18:00	발표세션 II			
세션 B-1 항공경영2 (204호)	발표자	논문제목	좌장	토론자
	김영진, 김태중 (서울대)	국내선 이용 승객에 대한 시간대별 예측 모델 수립에 관한 연구	이윤철 (항공대)	김문섭 (강원대)
	임재욱 (수원과학대), 라미진 (항공대)	항공상품 재설계를 통한 수요창출 방안 분석		윤덕영 (대림대)
	이윤철, 곽성희 (항공대)	저비용항공사의 경쟁전략혁신에 대한 진화론적 고찰		양지연 (수원대)
세션 B-2 항공 서비스 2 (205호)	발표자	논문제목	좌장	토론자
	김미정 (제주국제대)	저비용항공사의 오프라인의 지각된 가치가 온라인 재구매에 미치는 영향 - 국내 저비용항공사의 국내선과 국제선 비교-	이은영 (한국기술교육대)	김병재 (상명대)
	박인주, 유경민 (원광보건대)	저비용 항공사의 승객 안전 정보시스템에 관한 연구 -객실 비상사태를 중심으로-		이소진 (호서대)
	이휘영 (인하공전)	횡단회귀모형을 활용한 항공사 경쟁력 분석 연구		박광식 (계명문화대)
세션 B-3 항공산업 (206호)	발표자	논문제목	좌장	토론자
	노건수 (한서대)	항공기 연료 Tankering 에 관한 고찰	김병헌 (한국관광대)	이구희 (대한항공)
	오수환, 문우춘, 정현태 (항공대)	유·무인항공기의 국내공역 혼합운용을 위한 연구		김도현 (한서대)
	노선필, 노경준 안승범 (인천대)	항공 MRO 산업 평가항목 선정 및 중요도 연구		이준규 (KOTI)
세션 B-4 항공-관광 (308호)	발표자	논문제목	좌장	토론자
	황재홍, 허희영 (항공대)	비즈니스 젯 항공기 성능, 가격, 브랜드 고객만족과 시장점유율 상관관계 분석	송상연 (동덕여대)	이원식 (항공안전기술원)
	박성노, 정중재, 김용정 (충북대)	AHP 기법을 이용한 코스메틱 제조기업의 국내외 원료공급업체 선정요인 연구		이한석 (상명대)
	안명관 (창원문성대학)	아시아 중형민간수송기 시장동향		이정훈 (호서대)
	쥬웬쥬웬, 이원준 (청주대)	중국인의 드라마 한류 지각과 한국에 대한 태도		최화열 (제주국제대)

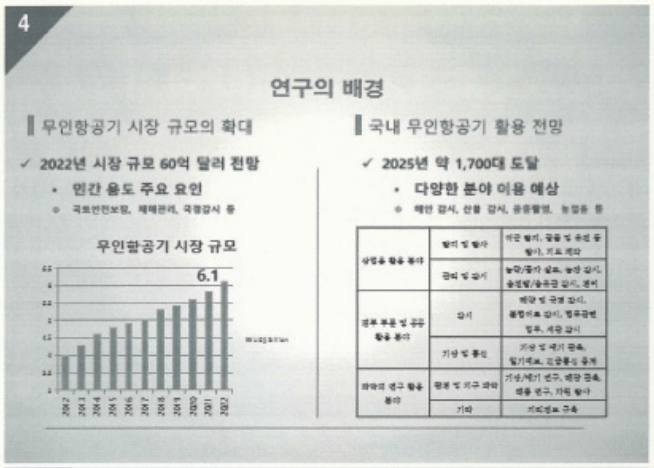
- 5 -

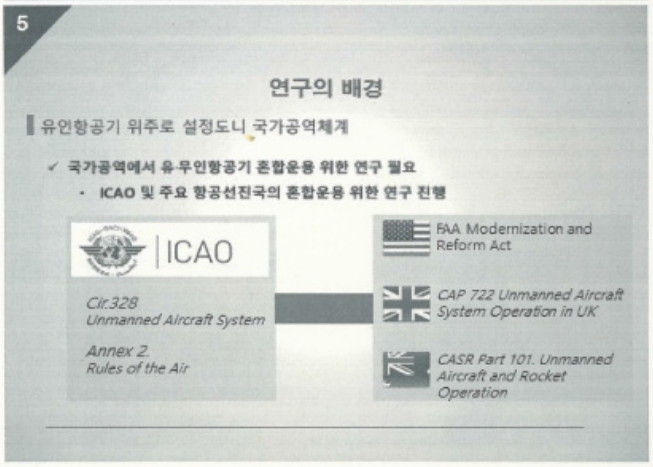
2015춘계 한국항공경영학회 학술대회,2015.05.29, 한국항공대학교

유·무인 항공기의 국내공역 혼합운용을 위한 연구

오수환[1], 문우춘[2], 정현태[3]

Abstract





1) 한국항공대학교
2) 한국항공대학교 항공교통물류학부 교수
3) 한국항공대학교

5) 국제 협력 성과 (총 2건)

번호	발표일	기관	협력 내용	참석자	해당국가	비고
1	2014.7.13	네덜란드 국립 항공우주연구원 (NLR)	ATC 민간무인항공기 시뮬레이션 분야 협력 방안 협의	이종희, 최병철	네덜란드	
2	2015.2.1 ~ 6	보잉사(INSITU)	민간무인기 규정관련 동향 파악 및 국제협력 협의	최병철, 김요식	호주	

[국제협력-1] 네덜란드 국립 항공우주연구원 (NLR) 비밀유지각서(NDA) (1/3)

NON DISCLOSURE AGREEMENT

This agreement is made between

Stichting Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium, having its registered address at, Anthony Fokkerweg 2, 1059 CM Amsterdam, The Netherlands hereinafter referred to as **"NLR"**

and

Sejong University having its registered office at 209 Neungdong-ro, Gwangjin-gu, Seoul, 143-747, Republic of Korea hereinafter referred to as **"Sejong University "**,

and

Aviation Safety Technology Center, having its registered address at 557 Yongyuro Junggu Incheon, 400-420, hereinafter referred to as **"ASTC"**,

WHEREAS the Parties have been and expect to further engage in discussions concerning UAS integration in National Air Space, hereinafter referred to as "the Purpose";

WHEREAS during the course of the discussions it will be necessary for the Parties to disclose to each other certain information of a proprietary or confidential nature;

WHEREAS Parties wish to protect the proprietary and confidential information so disclosed, and for that purpose Parties define their rights and obligations with respect to any such information disclosed and the conditions for the protection thereof;

NOW, THEREFORE, the Parties agree as follows:

1. For the purpose of this Agreement "Proprietary Information" shall mean any information or data disclosed by either Party to the other, pursuant to this Agreement, either in writing or by any other means of disclosing such Proprietary Information as a Party may elect to use, and designated as Proprietary Information by the disclosing Party by an appropriate stamp, legend or other notice in writing.

   Any Proprietary Information communicated orally or visually on a basis of confidentiality shall subsequently be presented in tangible or visible form and identified as Proprietary Information to the receiving Party within a period of thirty days after such communication, it being understood that such information shall be protected in accordance with the provisions of this Agreement for the said thirty day period.

   Notwithstanding the above mentioned all information disclosed by one of the Parties to the other Party in connection with the Purpose of which the receiving Party has to understand that it is Proprietary Information by nature, is also considered to be Proprietary Information.

   This Agreement shall apply to all Proprietary Information disclosed by either of the Parties to the other in connection with the Purpose notwithstanding that such information may have been disclosed prior to the date of signature of this Agreement.

2. The Parties agree to use the Proprietary Information solely for the Purpose.

   Each party shall limit disclosure of Proprietary Information to those officers and employees that have a need to know.

3. Each Party undertakes for a period of three (3) years after the date of disclosure of the Proprietary Information, to keep the Proprietary Information of the other Party in strict confidence and to protect it from unauthorised use, dissemination, or disclosure

1

[국제협력-1] 네덜란드 국립 항공우주연구원 (NLR) 비밀유지각서(NDA) (2/3)

with the same degree of care it uses to handle and protect its own proprietary information, but will use no less than a reasonable degree of care.

4. The receiving Party is not liable for the disclosure or use of information identified as Proprietary Information, which the receiving Party can prove:
   a. has come into the public domain prior to or after disclosure to the receiving Party, through no act of the receiving Party in breach of this Agreement,
   b. has been known to or has been in the possession of the receiving Party prior to disclosure to it by the disclosing Party;
   c. is developed independently by employees of the receiving Party who did not have access to the Proprietary Information; or
   d. becomes known to the receiving Party without restrictions or breach of this Agreement, from an independent source having the right to convey it;
   e. is disclosed with the prior written consent of the disclosing Party.

5. Nothing in this Agreement shall be construed as compelling either Party hereto to disclose any Proprietary Information to the other Party, or to enter into any further contractual relationship.

   Nothing in this Agreement shall be construed as granting or conferring, expressly or impliedly, any rights in or title to the Proprietary Information disclosed hereunder.

   All Proprietary Information disclosed under this Agreement shall remain the property of the disclosing Party and shall be returned to it immediately on its request including all copies or other records of the same.

6. The Parties hereby designate the following individuals as the persons responsible for the transmission and receipt of all Proprietary Information exchanged under this Agreement:

NLR
Egbert J Smit
Anthony Fokkerweg 2
1059 CM Amsterdam
The Netherlands
+31 88 5113778

Sejong University
Steve S. Yoon
209 Neungdong-ro,
Gwangjin-gu, Seoul
143-747, Korea
+82 2 3408 3283

ASTC
Byungchul Choi
557 Yongyuro
Junggu
Incheon
400-420, Korea
+82 32 743 5520

7. The Party disclosing Proprietary Information does not assume any responsibility or liability for any use of the Proprietary Information by the receiving Party.

8. This Agreement is governed by and construed in accordance with the laws of the Netherlands. Disputes that cannot be resolved amicably shall be settled exclusively and finally in accordance with the Rules of Reconciliation and Arbitration of the International Chamber of Commerce. The arbitration proceedings take place in The Hague, the Netherlands and will be conducted in the English language.

9. This agreement is effective from the date of signature by both Parties and shall have retroactive effect as from June 1st, 2014 and shall remain in force for a period of three (3) years.

   Parties' obligations of confidentiality arisen during the term of this agreement shall survive termination of this Agreement for the period indicated in article 3.

2

[국제협력-1] 네덜란드 국립 항공우주연구원 (NLR) 비밀유지각서(NDA) (3/3)

10. This Agreement constitutes the entire understanding between the Parties on the subject of Proprietary Information with regard to the Purpose exchanged or to be exchanged between the Parties.

Signed in duplicate,

NLR

Name: Ir. E.W. Pijpers

Title: Division Manager Aerospace Systems NLR

Date: 10.06.2014

Steve Yoon

디지털 서명자Steve Yoon
DN: cn=Steve Yoon, o=ModelSim, Inc., ou, email=sjyoon@modelsim.co.kr, c=<값
날짜: 2014.07.31 09:30:58 +09'00'

SEJONG University

Name: Steve S. Yoon

Title: Professor & Director of M&S Research Center

Date: June 9, 2014

ASTC

Name: Byungchul Choi

Title: Principal Researcher, Project Manager of MOLIT Civil UAS Project

Date: June 13, 2014

그림 11 NLR과의 NDA 서명 문서

[국제협력-2] 보잉사(Boieng Inc.) 비밀유지각서(NDA)

PROPRIETARY INFORMATION NON-DISCLOSURE AGREEMENT
PIA No. 2014-6812

This Proprietary Information Non Disclosure Agreement (hereinafter referred to as "Agreement") is executed on and effective from this 15th day of September, 2014 by and between The Boeing Company (hereinafter referred to as "Boeing"), acting through its BDS Phantom Works organization, located at 5301 Bolsa Avenue, Huntington Beach, CA 92647 and Aviation Safety Technology Center (hereinafter referred to as "ASTC"), acting through its office located at 557, Yongyu-ro, Jung-gu, Incheon, Korea. Boeing and ASTC shall individually be referred to as a "Party" and collectively be referred as "Parties."

BACKGROUND

The Parties wish to protect their respective Proprietary Information (as defined below in this Agreement) against any unauthorized use and disclosure in strict accordance with the terms of this Agreement. This Agreement sets forth the rights and obligations of the Parties with respect to the use, handling, protection, and safeguarding of Proprietary Information which is disclosed by and between the Parties for the purpose of discussing about study on practical use and regulations for civil UAV for the Republic of Korea.

TERMS AND CONDITIONS

1. **Definition of Proprietary Information** For the purpose of this Agreement, the term "Proprietary Information" shall mean all non-public information that either Party designates "Proprietary" possessed or disclosed by the Originating Party or which, under the circumstances ought to be treated as "Proprietary" by the Receiving Party. Proprietary Information includes, without limitation, either Party's technical information in the form of designs, concepts, requirements, specifications, software, interfaces, components, processes, or the like.

2. **Procedure to Protect** To gain protection under this Agreement as Proprietary Information, the Originating Party will disclose information in written or other permanent form and will clearly and conspicuously mark such information as being "proprietary" using an appropriate legend. Information stored in electronic form on disk, tape, or other storage media constitutes information in permanent form. Such electronic information will be adequately marked if a proprietary legend displays when the information originally runs on a computer system and when the information is printed from its data file. If an Originating Party originally discloses information in some other form (e.g., orally or visually), a Receiving Party will protect such information as Proprietary Information to the extent that the Originating Party:

   a. Identifies the information as proprietary at the time original disclosure;
   b. Summarizes the Proprietary Information in writing;
   c. Marks the writing clearly and conspicuously with an appropriate proprietary legend;

그림 12 Boeing PIA 서명 문서

[국제협력-2] 보잉사(Boieng Inc.) 협력 구축 성과(호주 출장 보고서) (1/11)

붙임1. **다부처 사업 RFP 도출 위한 해외시범운항 관련 국외출장 결과 보고**

2015. 2. 24(화)

□ 출장 개요

○ (과제명) 「민간 무인항공기 실용화를 위한 기반구축 연구(국토교통부)」
- 다부처 사업 RFP 도출 위한 해외시범운항 참관
- 민간무인기 규정관련 동향 파악 및 국제협력 협의

○ (기간/장소) 15.2.1.(일) ~ 2.6.(토)/Boeing, IPL(Insitu Pacific Limited) Inc., CASA(호주민간항공청) (호주 Brisbane)

○ (협의자) Boeing, IPL, CASA(호주민간항공청) 담당자
- 출장자: 최병철 (책임연구원, KIAST), 김요식 (연구원, KIAST), 심현철(교수, KAIST)

○ 주요 업무내용
- 민간 무인항공기 과제 소개, IPL 시설 견학(IPL 방문)
- IPL 무인항공기 활동 및 임무 소개
- 호주의 무인항공기 소개
- 호주 항공 당국 운영자 자격
- IPL 운영 교범, 운영자 자격, 정비 품질보증 소개 협의
- ScanEagle 시범 운항 참관
- CASA(호주민간항공청) 방문: 호주 민간무인기 운항 규정 및 협력 협의
- 보잉 System Analysis Lab 방문: 무인기 분석 및 경험 소개
- IPL/보잉 향후 협력 협의(다부처 사업등)

○ 첨부 문서
- IPL 회사 소개 자료
- Building the Safety Case for UAS Operations (보잉)

[국제협력-2] 보잉사(Boieng Inc.) 협력 구축 성과(호주 출장 보고서) (2/11)

□ 출장 일정

일 자	내 용	비 고
2.1.(일)	○ 인천 출발	
2.2.(월)	○ 전체 회의 - 일정 및 Agenda 소개 - 참석자 및 본원 소개 - 민간 무인항공기 과제 소개 - IPL 시설 견학	IPL 회의실
2.3.(화)	○ 전체 회의 - IPL 무인항공기 활동 및 임무 소개 - 호주의 무인항공기 소개 - 호주 항공 당국 운영자 자격 - IPL 운영 교범, 운영자 자격, 정비 품질보증 소개 협의	IPL 회의실
2.4.(수)	○ 시범운항 참관 - ScanEagle 재원소개 - 시범운항 인프라 소개 - 시범운항 수행(GCS, 추적안테나 시연)	Coominya (Brisbane 교외)
2.5.(목)	○ 호주민간항공청(CASA) 항공안전 총괄매니저 면담 - 호주 무인기 정책 소개 - 호주 무인기 규정 소개 - 호주 무인이 운영 현황 소개 - 무인기 관련 국제 협력 강화 확인	CASA 회의실
	○ 보잉 System Analysis Lab 방문 - 무인기 설계/해석/분석 시뮬레이션 TOOL 소개 - 무인기 운항 시뮬레이션 경험 소개 - 협력방안 협의	보잉 회의실
2.6.(금)	○ 종결회의 - IPL 사 무인기(ScanEagle) 국내 적용 기대 - 향후 협력 방안 논의(다부처 사업등)	IPL 회의실
2.7.(토)	○ 인천 도착	

[국제협력-2] 보잉사(Boieng Inc.) 협력 구축 성과(호주 출장 보고서) (3/11)

□ 업무 수행 내용

○ 전체회의

방문일자 : '15. 2. 2(월) ~ 3(화) 방문기관 : IPL(Insitu Pacific Limited) 참석자 : 최병철 (책임연구원), 김요식 (연구원), 심현철(교수, KAIST), Mr. Kevin Giles(POC, IPL), Niles Meadows(Chief Pilot, IPL), Michael Konig (Sales Manager. IPL), Brandon Williams(Technical Fellow, Boeing), Richard Aplin(PM, Boeing)


- IPL은 보잉사 소유의 Insitu 자회사로 2009 년 6 월에 설립되었으며 호주 퀸즐랜드주 브리즈번에 본사를 두고 있음. (현재 직원 60명)
- IPL은 민간 및 군수용 응용프로그램, 감시/정찰 (ISR), 페이로드 수정 및 무인기 운영자 교육 등 종합적인 무인 항공기 시스템 (UAS) 서비스를 제공함.
- 보잉사의 국제 무인기 시장(아시아-태평양 지역) 선점을 위한 정책 일환으로 호주를 선정하여 무인기 사업을 위한 시범운항을 수행 중임

[국제협력-2] 보잉사(Boieng Inc.) 협력 구축 성과(호주 출장 보고서) (4/11)

- IPL은 현재 소형무인기종인 스캔이글을 보유 중이며, 자체적인 운항 규정(Operation Manual)을 개발하여 호주 내에서 무인기 시범운용 중임.(CASA와 협조 내 운용 중)
- QUT(퀸즐랜드 대학), ARCAA(QUT 부설 연구소) 등과 GBSAA(지상 감지 및 회피 레이더 시스템) 실험 수행
  * QUT: Queensland University of Technology
  * ARCAA: Australian Research Centre for Aerospace Automation
- ScanEagle 활용사례 소개(공중 촬영, 항공 감시, Pipeline Monitoring, Border Security, Aerial Surveillance, 3D mapping, 어군 감시, 해상 치안 유지 등)

[국제협력-2] 보잉사(Boieng Inc.) 협력 구축 성과(호주 출장 보고서) (5/11)

ㅇ 시범운항 참관

방문일자 : '15. 2. 4(수)
방문기관 : IPL 시범운항 시설 (Brisbane 교외 Coominya 지역)
참석자 : 최병철 (책임연구원), 김요식 (연구원), 심현철(교수, KAIST),
Mr. Kevin Giles(POC, IPL), Nigel Meadows(Chief Pilot, IPL), 다수 운영 요원



- Scan Eagle 시범운항을 위한 시스템 구성
  * 지상통제소(GCS), 발사대(launcher), 지상안테나 2식, 지상회수장치 (Skyhook), ScanEagle
- Scan Eagle 재원 :
  * Wingspan: 3.1 m
  * Length: 1.55 m
  * Weight: 14-18kg
  * MTOW: 22kg
  * Payload: 3.4kg
  * Endurance: >24hours
  * Ceiling: 19,500 ft
  * Cruise speed: 50-60 knots
  * Engine: Heavy fuel or Gasoline
  * 운용방식: 발사대 이륙(공압사출), Skyhook 이용회수
- 총 운용시간: 850,000hours

[국제협력-2] 보잉사(Boieng Inc.) 협력 구축 성과(호주 출장 보고서) (6/11)

* 38,700 shipboard flight hours,
* 5,000 shipboard sorties

- Scan Eagle 운용 절차 :



* 시범운항 브리핑 : 날씨, 비행경로, 수행임무, 비상절차, 특이사항 등
* 무인기 발사 준비 (날개조립, 연료주입등)
* 발사대 장착
* 시동
* 공압 사출
* 무인기 운용
* 무인기 회수준비
  1) 나선 강하를 통해 고도 강하
  2) D-GPS수신하면서 정렬
  3) Skyhook으로 진입 (비행조종성능유지 위해 속도는 유지)
  4) Skyhook에 걸림
  5) 무인기 엔진 정지
  6) 손으로 회수
* 남은 연료 제거
* 보관상자에 수납

[국제협력-2] 보잉사(Boieng Inc.) 협력 구축 성과(호주 출장 보고서) (7/11)

- IPL 시범운항 시설 :



* 보관/작업건물
* 공압식 발사대
* SkyHook 회수장치
* 자동추적 지향성 안테나 2대
* 전방향 (Omni) 고정형 안테나 1대
* 지상국 (Toughbook 1대, 모니터 2대, 비상조종용 조이스틱 1대, 카메라 조종 조이스틱 1대로 구성), 무인기 경로 설정 및 통제, 탑재 카메라 조작

- 이착륙을 포함한 시범운항 전체 과정을 시연 (운항시간 약 30분)

[국제협력-2] 보잉사(Boieng Inc.) 협력 구축 성과(호주 출장 보고서) (8/11)

○ 호주민간항공청(CASA) 항공안전 총괄매니저 면담

방문일자 : '15. 2. 5(목)
방문기관 : CASA(호주민간항공청)
참석자 : 최병철 (책임연구원), 김요식 (연구원), Richard White(manger, CASA)





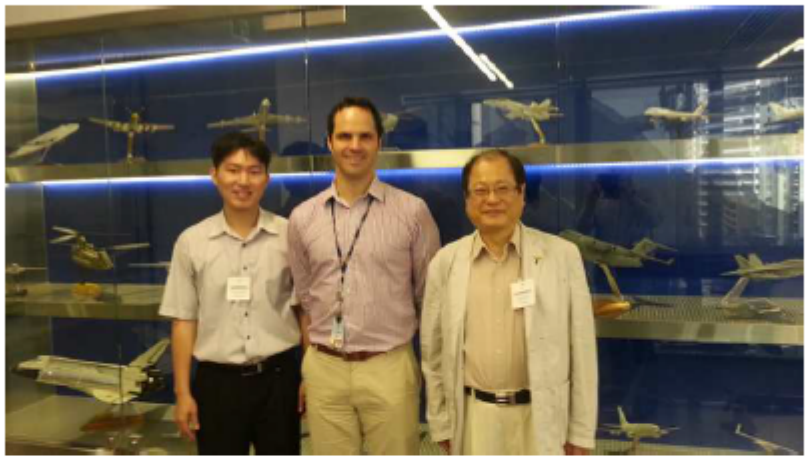
- CASA 조직 내 민간무인항공기(RPAS) 담당(총7명)
  * Brisbane: White 외 4명
  * Canberra: Nikolic 외 1명
- CASA는 타국가에 비해 적극적인 민간무인기 활용 정책 운용중
- 무인항공기용 운항기술기준 CASR 102 작성 중(ICAO RPASP와 공조하여 규정을 제정하는 개념임)
  * 대형 무인항공기를 포함
  * 2016년 목표, Peter Nikolic(Canberra) 작성
  * CASR 101 중 무인항공기 부분만 발췌
  * 올해 말에 150kg 이상에 대한 입장 발표 예정
  * 비분리 공역에서 운항 목표
  * JARUS CS-LURS를 차용 750kg 이하 회전익 무인항공기 인증 예정
  * 다음 달에 Yamaha 100kg 이상 인증 신청, 6개월 내 운항 인증 부여 예정
- Class B A/C는 현재의 규정 101 Doc75로 정비 가능
- 60J(2kg, 30kts) 이하 운영자 허가 불필요
- 감항은 Part 21에 합쳐서 다룰 예정

[국제협력-2] 보잉사(Boieng Inc.) 협력 구축 성과(호주 출장 보고서) (9/11)

- 사생활 보호 관련 법규는 다른 부서의 업무임
- 현재 200개의 운영자 등록 중
  * 공중 촬영, 공중 현장 중계, 공중 관측, 전력선 검사, 공중 광고, 기초 및 형식 교육용, 공중 영상 제공
  * 98kg Yamaha 파종용으로 사용 중(현행 운영규정 상 100kg 이하 가능)
- AOC(Air Operator Certificate)을 준용하여 운영자 허가
  * Risk Analysis, 운영자 교범, 비행 교범 등 필요
- 운항 제한 조건
  * 500ft 이하, 인구 밀집 지역, 분리 공역, 위험 분석 등 필요
  * Redudndnat: IMU, FC, Battery, Rotor 등 이중화

[국제협력-2] 보잉사(Boieng Inc.) 협력 구축 성과(호주 출장 보고서) (10/11)

○ 보잉 System Analysis Lab 방문

방문일자 : '15. 2. 5(목) 방문기관 : 보잉 참석자 : 최병철 (책임연구원), 김요식 (연구원), Richard White(manger, CASA) Brandon Williams(Technical Fellow, Boeing), Tarek Tabbouche(engeneer, Boeing), Richard Aplin(PM, Boeing)


- 현재 국내 한국국방연구원(KIDA)과 협력 중(군수 무인기 관련 시뮬레이션 기술 지원)
- 무인기 관련 다양한 분석 시뮬레이션 TOOL 보유 중
  * 무인기 운항 시뮬레이션 TOOL
  * 무인기 장비장착 dynamic 모델 시뮬레이션 TOOL
- 미국 보잉사에서 위성 네트워크를 통해 호주 무인기 시범운항 정보 취득 가능
- 무인기 운항 시뮬레이션 TOOL 내에 국가별 지형, 지물 정보를 제공하여 시범운항에 따른 다양한 운항 문제점을 분석 및 해결함.
- 무인기 관련 다양한 시뮬레이션 수행 및 시험 인력을 보유 중.
- 무인기 협력요청 시 시뮬레이션 기술 지원 가능

[국제협력-2] 보잉사(Boieng Inc.) 협력 구축 성과(호주 출장 보고서) (11/11)

○ 종결회의

방문일자 : '15. 2. 6(금) 방문기관 : IPL(Insitu Pacific Limited) 참석자 : 최병철 (책임연구원), 김요식 (연구원), Kevin Giles(POC, IPL), Nigel Meadows(Chief Pilot, IPL),

- CASA 정책에 대한 의견 교환
- 발표 자료 제공 요청
- 운항관련 자료 요청
  * 운항 위험 분석 자료
  * 운항 교범
  * 정비 교범 등
- 국내 무인기 관련 후속 사업에 IPL사의 스캔이글 참여 논의
- 국내 사업 참여 시 적절한 가격/조건하에 운용 가능(추후 논의)
- Boeing 및 ARCAA와 협력 주선 요청

□ 기대 효과

○ 호주 민간 무인항공기 기술기준 전문가 협의
- 호주의 세계 최초 수립된 규정의 적용 현황 파악
- 본 과제의 관련 기술기준에 대한 작성 방향 구체화

○ 보잉사의 스캔이글 무인항공기의 유인기 공역 혼합 운용 시범 시험 현황 파악
- 다부처 RFP 작성에 적용 방안 확보
- 운항기술검증 시뮬레이션 시나리오 작성에 적용

○ 운용 인프라 및 핵심기술 현황 파악
- 운용 인프라 구축에 적용
- DAA, C2 현재 기술 구축에 적용

○ 향후 협력 관계 도출

부록 3. 전문가 자문 검토의견

가. 목적

□ 민간무인항공기 실용화를 위한 기반조성 연구과제 관련 산·학·연 각 분야별 전문가들의 폭넓은 의견을 수렴하여 최적의 연구과제를 수행하는데 활용함

나. 개요

□ 전문가 자문 검토회의는 본 연구과제에서 핵심이 되는 인증/운항 기술기준 분야, 통합 시뮬레이션 시스템 개발, 중장기 로드맵 수립 등 크게 3개 분야에 대해 각 전문가 패널을 구성하여 진행됨.

분야	성과명	자문일시	위원명	비고
인증/운항기술기준 분야	[성과 1] 무인항공기 인증체계 및 기술기준(안) [성과 3] 민간무인항공기 운항 기술기준(안) [성과 6] 민간무인항공기 종사자 자격/교육 제도(안) [성과 7] 민간무인항공기 운영자 승인제도(안)	’15.3.12	박향규 (전 ICAO 항행위원) 윤희권 (KAI 형식설계 팀장)	진흥원 회의실
		’15.4.21	박향규 (전 ICAO 항행위원) 윤희권 (KAI 형식설계 팀장) 이영대 (국토부 항공검사과 과장)	항공안전기술원 회의실
		’15.6.11	박향규 (전 ICAO 항행위원)	항공안전기술원 회의실
통합 시뮬레이션 시스템 개발 분야	[성과 9] 유무인항공기 통합검증 시뮬레이션 시스템 개발	’15.4.2	박향규 (전 ICAO 항행위원) 박주원 (서원무인항공기술 대표이사)	항공안전기술원 회의실
		’15.5.28	박향규 (전 ICAO 항행위원) 유혁 (인천공항공사 안전조사팀 차장)	항공안전기술원 회의실

중장기 로드맵 수립 분야	[성과 19] 민간무인항공기 중장기 로드맵	’15.6.4	안존 (세종대 교수) 이윤생 (유콘시스템 연구소장) 조진수 (한양대 교수) 김명성 (KAI 연구센터 센터장) 홍성경 (세종대 교수) 이대우 (부산대 교수) 장두현 (대한항공 항공기술연구소 전문위원) 이동진 (한서대 교수) 김유신 (항공우주연구원 미래비행체연구실 선임연구원)	항공대 희의실

4) 인증/운항기술기준 분야

□ 제1차 기술기준 분야 전문가 자문검토회의

- 박향규 자문위원

연구과제명	민간무인항공기 실용화를 위한 기반조성 연구		
자문위원 성명	박 향 규 (서명)	일자	2015 년 3 월 12 일

[인증기술기준] 성과01-별책1. 무인고정익항공기시스템 Part 23 기술기준(안)

1. KUAS.1 (Detect and avoid 관련)

- 아직 Detect and avoid에 필요한 세부내용이 포함되지 않았으므로 본 인증기술기준은 분리 공역(Segregated airspace)내에서 비행하는 무인항공기에게만 적용 가능한 바, 이는 매우 중요한 사항이므로 그 사실(제한조건)을 『Subpart A 일반』에 명확하게 명시할 필요가 있음.

2. KUAS.1 (최대이륙중량 150 kg 관련)

가. 현재 Subpart A 일반, KUAS.1 적용범위, (a)에 "이 기준은 최대이륙중량이 150 kg 이상인 고정익 무인항공기에 적용한다" 라고 명시되어 있는 바,

나. 현행 국토교통부 기술기준(2015.3.2. 개정) 중 무인항공기 관련 부분이 너무 빈약(*A4 1.5쪽에 불과함)하고,

다. 본 과제 과업지시서에 최대이륙중량 150 kg 초과 무인항공기에 관한 사항만 개발하라는 내용이 없고(*또한 150 kg 이하 무인항공기에 관한 사항은 개발하지 말라는 내용도 없음),

라. 현재까지 개발된 내용(별책 1)을 150 kg 이하인 무인항공기에 적용시키더라도 별 무리가 없을 것으로 보이므로,

마. (결론) 이러한 관점에서 본 인증기술기준 전체 내용을 재검토한 후 『Subpart A 일반』 KUAS.1 적용범위 (a) 중 "최대이륙중량이 150 kg 이상인" 을 "최대이륙중량이 12 kg을 초과하는" 으로 수정하는 방안 검토 필요

바. 또한 무인항공기의 경우에는 일반항공기와 달리 "경량무인항공기" 개념을 사용할 실익이 없을 것으로 보임.

3. KUAS.3 (외부조종사 조종금지 관련)

가. (b)에 "이 기준은 외부조종사의 조종을 허용하지 않는 무인항공기에 적용

한다” 라고 명시되어 있으나,

나. 현재 본 문건에 이 “외부조종사” 의 의미가 정의되어 있지 않고,

다. 외부조종사도 “조종사” 인데, “조종사” 의 조종을 허용하지 않는 무인항공기가 어떤 경우에 존재할 수 있는지에 대하여 이해하기 쉽게 보완 필요

4. 인증 카테고리 설정 관련

가. 인증기술기준 개발 시 “모든 용도, 모든 중량” 을 대상으로 할 경우 그 연구범위가 너무 넓어 제한된 기간 내 효과적인 개발이 어려울 것으로 예상되므로, 카테고리를 일부분으로 특정한 후,

나. 기존의 법령이나 행정규칙(고시)에 구애받지 말고 독자적인 관점에서 일관성 있게 개발한 후,

다. 그 내용에 따라 ①기존 법령-고시를 개정하거나 ②새로운 법령-고시를 제정토록 제안하는 방향으로 진행할 필요가 있음.

5. Detect and avoid 관련

가. Detect and avoid는 혼합공역내 무인항공기 운용에 “필수조건” 인데도 불구하고 본 인증기술기준에 언급조차 되지 않았는바,

나. 최소한, Detect and avoid 관련 예상되는 주요 항목명과 그 골자만이라도 나열하고 추후 기술개발이 진전 되는대로 보완 예정이라고 명시할 필요가 있음.

6. 개발 미흡 부분 처리 관련

가. ICAO의 경우, 특정 기준 개발내용의 성숙도가 미흡하면 우선 “Circular" 형식으로 발행하고 그 후 기술개발이 완료되면 이를 SARPs 또는 Manual 수준으로 upgrade 시키고 있는 바,

나. 본 인증기술기준의 경우에도 그 내용이 확실한 부분은 그대로 수록하되,

다. 아직 미흡한 부분은 주요 항목의 제목과 그 골자만 수록하고 필요에 따라 우선 국토교통부에서 고시하는 “기술기준” 보다 수준이 더 낮은 “안내서, 지침서” 등의 보조적 수준으로 발행할 수도 있도록 별도 준비 필요

7. 공공용/민간용 구분 불필요

가. 무인항공기 인증기술기준의 경우 순전히 항공기술적인 측면에서의 소요기준을 정하는 것이지 무인항공기의 운용주체가 공공기관인지 민간운용자인지는 관계가 없으므로,

나. 본 인증기술기준 중 무인항공기의 공공용/민간용 구분은 불필요

8. 독립된 기술기준 수립 추진

가. ICAO Annex 6 중 무인항공기 전용으로 Part IV 신설을 추진하는 등 무인항공기 관련 사항은 별도로 분리하는 경향을 고려할 때 우리나라도 항공법-시행령-시행규칙 중 무인항공기 관련 사항은 일반항공기와는 별도의 장(Chapter)으로 분리하고, 무인항공기 관련 기준(국토부 고시 등)도 여타 기준으로부터 분리할 것으로 예상되는바 (*기술기준의 경우: 별도의 무인항공기용 KAS Part 등),

나. 이런 추세를 감안하여 앞으로 기존 기술기준 Part 중 무인항공기 부분을 삭제하고 (그 내용을 이전 후) 모든 무인항공기(초소형 무인항공기 포함)는 본 기술기준(*향후 별도의 무인항공기용 KAS Part로 제정된 이후)만으로 운영되도록 하는 것을 목표로 하여 본 문건을 개발 필요

9. 기타

가. 본 인증기술기준 전체내용 중 전반적으로 “일반항공기”가 아닌 “무인항공기”용 문건이 될 수 있도록 내용과 표현을 정제 필요

나. 추후 본 인증기술기준 보완내용에 대하여 수차례 더 검토 필요 예상

[운항기술기준] (성과04_별책 무인항공기 운항기술기준(안))

1. 용어 관련

가. 제1장 용어정의 중 본문에 사용되지 않은 용어가 다수 포함되어 있으므로 정리 필요

1) 항공기운항교범, 항공운송사업의 운항증명, 교체공항, 이륙교체공항, 항로상교체공항, ETOPS 항로상 교체공항, 목적지교체공항, 객실승무원, Commercial air transport operation, 승무원, 항로교대조종사, 휴대용 및 비상 ELT, 운항승무원 등 다수

2) 제10장 10.1.1.1항 나. 중

- 1) 기장시간, 3) 부기장시간, 4) 최신비행훈련장치 등 용어 재정리 필요
- 10), 11) 및 12) “이륙중량”을 “연료를 제외한 최대이륙중량”으로 수정
- 10), 11) 및 12)의 중량 표시 중 이상/이하/미만 구분을 명확히 표시

나. 그 나머지 용어도 전체 문건에 걸쳐 표현이 어색한 부분이 다수 있으므로 보완 필요

2. 무인항공기와 관련 없는 내용 수록

가. 제2장 전체내용, 3.1.5항, 4.3.6항(초음속 비행기) 등

나. 제4장, 제5장, 제6장, 제7장, 제8장, 제9장, 제10장, 제11장, 제12장 중 다수 부분

3. 내용 오류

가. 3.1항 제목 중 한글과 영어 내용 불일치, 3.1.4항 “비행운항공무원/비행관리사” 등 그 의미를 알 수 없는 용어사용/번역 오류

나. 3.2항 중 “국제선 항공사” 운항에 관한 사항을 “무인항공기 운용자”에 관한 사항으로 변경 필요

다. 3.3항의 안전관리에 관한 사항은 국토부 고시 제2014-135호(국가안전프로그램)와 중첩되지 않도록 조정 필요 (*특히 국가가 직접 이행해야 할 사항)

라. 3.3.6항과 3.3.7항의 내용상 차이점 분석 후 존치필요성 여부 재확인 필요

마. 3.3.8항의 내용이 “이상” 함. (용어사용/번역 오류)

바. 제4장 중 무인항공기와 관련이 없는 “항공운송사업자” 등 용어 다수 사용

사. 7.4.2항(FDR 부분) 중 다수 부분이 1969년, 1987년, 1989년, 1990년 등 오래전의 기준을 언급하고 있으나, 현 시점을 기준하여 불필요한 내용은 삭제 필요

4. 7.15.1.2항 (Detect and avoid 관련)

가. Detect and avoid는 일반항공기 조종사의 “눈”에 해당하여 다른 항공기, 기상현상 또는 물체의 존재를 감지하는 기능이지 그 자체가 다른 항공기, 기상현상 또는 물체와의 충돌을 방지하기 위한 기동을 하지는 않으므로,

나. (결론) 시스템의 명칭으로 “감지 및 회피 시스템” 용어를 사용하는 것은 문제가 없으나 그 이외의 경우에는 “회피” 용어 삭제 필요(가, 나, 라, 마)

5. 7.15.1.2항 바. (Detect and avoid 관련)

가. Detect and avoid가 무인항공기가 시계비행방식(VFR)으로 운용할 때만 적용되고 계기비행방식(IFR)으로 운용할 때에는 적용되지 않는 것으로 생각하는 것은 오류임.

나. 일반항공기의 경우 비행 중 다른 항공기와의 공충충돌을 방지할 책임과 비행 중 다른 항공기를 눈으로 보았을 때 충돌회피를 하기 위한 통행우선권(Right of way) 책임이 시계비행방식/계기비행방식 구분없이 꼭같이 적용됨

*근거: ①공중충돌방지 및 통행우선권 관련 규정이 ICAO Annex 2의 Chapter 4 (VFR) 또는 Chapter 5 (IFR)가 아닌 Chapter 3

(General Rules)에 명시되어 있고, ②항공법시행규칙 제170조 및 제178조의 이행대상 항공기에 VFR/IFR 구분이 없음.

다. 즉, 다른 항공기를 보았을 때 충돌을 회피하기 위한 See and avoid 책임은 계기비행방식 항공기 조종사일지라도 면제되지 않음.

라. (결론) 따라서, 이 “바. 기타 유인항공기의 시계 비행에서 수행하는 기능들과 동일한 기능 수행”은 “바. 기타 유인항공기 조종사의 눈과 유사한 기능 수행”으로 수정 필요

6. 최대이륙중량 150 kg 관련

가. 현행 국토교통부 운항기술기준(2014.12.17. 개정) 중 무인항공기 관련 부분이 너무 빈약(*일부 용어정의 및 무인비행선 부분만 있음)하고,

나. 본 과제 과업지시서에 최대이륙중량 150 kg 초과 무인항공기에 관한 사항만 개발하라는 내용이 없고(*또한 150 kg 이하 무인항공기에 관한 사항은 개발하지 말라는 내용도 없음),

다. 현재까지 개발된 본 운항기술기준 내용을『150 kg 이하 12 kg 초과』의 무인항공기에 적용시키더라도 별 무리가 없을 것으로 보이는바,

라. (결론) 이러한 관점에서 본 운항기술기준 전체 내용을 재검토한 후『12 kg 초과』무인항공기를 그 적용대상으로 하도록 하는 방안 검토 필요

마. 또한 무인항공기의 경우에는 일반항공기와 달리 “경량무인항공기” 개념을 사용할 실익이 없을 것으로 보임.

7. 종사자 자격증명 관련

가. 10.1.2항 중 조종사 자격증명 8개, 무인항공기 종류 한정자격 5개, 무인항공기 등급 한정자격 11개, 조종교육증명 5개 등 무인항공기 관련 자격증명/한정자격의 종류가 너무 많아 실제 관리하기가 어렵고 그 실효성도 의문이므로,

나. (결론) 아직 본격적인 무인항공기운용제도 도입의 초기단계이므로 이를 극도로 단순화시키고, 추후 그 시행경과와 도출되는 문제점 및 국제적 추세 등을 고려하여 보완하는 방향으로 추진 필요

8. 개발 미흡 부분 처리 관련

가. ICAO의 경우, 특정 기준 개발내용의 성숙도가 미흡하면 우선 “Circular" 형식으로 발행하고 그 후 기술개발이 완료되면 이를 SARPs 또는 Manual 수준으로 upgrade 시키고 있는 바,

나. 본 운항기술기준의 경우에도 그 내용이 확실한 부분은 그대로 수록하되,

다. 아직 미흡한 부분은 주요 항목의 제목과 그 골자만 수록하고 필요에 따라 우선 국토교통부에서 고시하는 “운항기술기준” 보다 수준이 더 낮은 “안내서, 지침서” 등의 보조적 수준으로 발행할 수도 있도록 별도 준비 필요

9. 독립된 운항기술기준 수립 추진

가. ICAO Annex 6 중 무인항공기 전용으로 Part IV 신설을 추진하는 등 무인항공기 관련 사항은 별도로 분리하는 경향을 고려할 때 우리나라도 항공법-시행령-시행규칙 중 무인항공기 관련 사항은 일반항공기와는 별도의 장(Chapter)으로 분리하고, 무인항공기 관련 기준(국토부 고시 등)도 여타 기준으로부터 분리할 것으로 예상되는바 (*운항기술기준의 경우: 고정익/회전익/무인 등),

나. 이런 추세를 감안하여 앞으로 기존 운항기술기준 중 무인항공기 부분을 삭제하고 (그 내용을 이전 후) 모든 무인항공기(초소형 무인항공기 포함)는 본 운항기술기준(*향후 별도의 무인항공기용 운항기술기준으로 제정된 이후)만으로 운영되도록 하는 것을 목표로 하여 본 문건을 개발 필요

10. 기타

가. 본 운항기술기준 전체내용 중 전반적으로 “일반항공기”가 아닌 “무인항공기”용 문건이 될 수 있도록 내용과 표현을 정제 필요

나. 추후 본 운항기술기준 보완내용에 대하여 수차례 더 검토 필요 예상

끝.

- 윤희권 자문위원

연구과제명	민간무인항공기 실용화를 위한 기반조성 연구		
자문위원 성명	윤 희 권 (서 명)	일자	2015년 3월 12일

1. 민간 유인항공기 인증기술기준을 검토하여 무인항공기에 불필요한 기준 삭제, 필요한 기준 추가 등을 통해 민간무인항공기 인증기술기준을 만드는 것은 매우 노력이 많이 필요한 작업임. 최근 세계적인 추세를 본다면 민간무인항공기 기술기준 수립 시 국내용 뿐만아니라 국제적으로 통용이 가능한 Global Standard로 만들어야 함. EASA, FAA등 각각의 감항당국이 참여하는 JARUS라는 회의체는 민간무인항공기 Global Standard를 수립하고 있음. 현재 EASA의 Eric Sivel 이 회장이며 FAA의 Christopher Swider 이 부회장임.
   JARUS는 750kg이하의 무인 회전익항공기의 CS-LRUS를 2014년에 publish하였음.
   한국 감항당국도 JARUS에 일원으로 참여하여 대한민국의 무인항공기 인증기술기준을 국제적으로 일치화시키는 노력이 기울여져야 함.

2. 제시된 인증기술기준(안)은 NATO 무인항공기체계 감항인증기준 STANAG-4671을 대부분 참조하여 작성되었음. 4671 기준은 최대이륙중량이 150Kg - 20,000Kg 해당되며 군용무인항공기를 대상으로 하고 있기 때문에 Type of Operation이나 고도 제한을 기준에 포함하고 있지 않음. 따라서 본 기준(안)은 국내 민간무인항공기 인증 Roadmap에 따라 인증기술기준도 점차 확대해나가는 것을 고려하는 것이 바람직함
   (1) KUAS.1에 150Kg이상으로 규정하고 있는데, EASA의 경우 Roadmap에 150Kg 이상 600Kg이하를 대상으로 하고 있는 중량범위를 참조하는 것이 필요함.
   (2) 운용고도가 Non-segregated Airspace가 허용되지 않고 500ft이하로 제한된다면 KUAS.909 터보과급기, KUAS. 841 여압구역 등은 불필요하게 됨. 또한 KUAS.1401 충돌방지등 시스템 요구사항이 과도하지 않은 지 검토 필요함

3. KUAS.570 (b) 매우 짧은 수명을 몇 회 이하인지 정량적인 값을 제시하는 것이 필요하며, 동일 장절에 있는 USAR은 KUAS로 정정 필요

4. 운항기술기준에서 요구되는 사항들, 예를들면 인구밀집 지역 비행, BVLOS 비행등에 필요한 운항 필수 장비 등을 식별하고 이것과 관련된 기술요구조건이 인증기술기준에 감항 Requirement로 포함되는 것이 필요한지 검토 필요함.
   수립된 운항기술기준과 인증기술기준 간에 상호 일관성을 유지하도록 인증기술기준 검토 필요함.

5. 세계적으로 무인항공기를 상업적으로 이용하고 있는 나라 중에 가장 앞선 나라는 프랑스임. 무인항공기 운용업체 수는 650여 업체, 제작업체는 40여 업체, 무인항공기 조종사는 2,000여명이 등록되어 있음. 그리고 Scenario 1, 2, 3, 4로 중량 구분 및 VLOS(Visual Line of Sight)와 BVLOS(Beyond Visual Line of Sight)구분하에 감항인증을 수행하고 있음. 따라서 국내에서도 Category를 설정하고 Category별로 인증기술기준 요건 세분화 필요함

6. 무인항공기 조종사 자격 중에 BVLOS비행 가능한 자격은 프랑스 요구조건과 동일하게 유인항공기 조종 자격도 보유하는 것이 비행안전성을 증진시킬 수 있는 방안인지 검토 필요함

□ 제2차 기술기준 분야 전문가 자문검토회의

- 박향규 자문위원

연구과제명	민간무인항공기 실용화를 위한 기반조성 연구		
자문위원 성명	박 향 규 (서명)	일자	2015 년 4 월 21일

[인증기술기준(안)] 관련

□ <성과01-별책1> 항공기 기술기준(안) 무인고정익항공기 U23 관련 의견

1. Detect and avoid 관련
   - 위 성과1-001 및 성과1-005에 제시된 4.21자 자문의견 참조
2. KAS-U23.3의 제목은 "무인항공기조종사"이나 그 내용은 제목과 관련 없는 무인항공기 설계 원칙에 관한 사항이므로, 제목을 그 내용과 일치되도록 보완 필요 (예: "무인항공기설계원칙", "무인항공기설계일반원칙" 등)
3. KAS-U23.3의 (b)는 이 기준의 "적용 범위"를 규정하고 있으므로 그 내용상 이를 "KAS-U23.1 적용범위" 부분으로 위치이전 검토 필요
4. KAS-U23.3 (b) 외부조종사 조종 무인항공기 관련
   - KAS-U23.3 (b)에 "이 기준은 외부조종사의 조종을 허용하지 않는 무인항공기에 적용한다"라고 명시되어 있으나,
   - 그렇다면 "외부조종사가 조종하는 무인항공기"에는 어떤 인증기술기준을 적용할 것인지 불분명하므로 보완 필요
5. KAS-U23.51 (a) "승무원" 용어 관련, 본래 이 용어는 항공기에 실제 탑승하여 항공업무를 수행하는 자를 의미하는데 "무인"항공기 관련 문건에 이를 사용하는 것은 부적절한 것으로 판단되므로 다른 용어로 변경하는 방안 검토 필요 (본 문건 중 12차례 사용) (*운항기술기준도 동일 사정)
6. KAS-U23.63 (c)와 다른 여러 부분에 "공항"용어를 사용하고 있으나, 항공법 제2조에 명시된 바와 같이 "공항"이란 공항시설을 갖춘 공공용 비행장으로서 국토부가 지정·고시한 것을 말하는 바, 우리나라에서 가까운 시일 내에 무인항공기가 이 "공항"에서 이착륙하도록 허용될 수 있을 것으로는 예상되지 않으므로, 이를 "공항" 보다 더 넓은 의미를 가지는 "비행장"으로 변경하는 방안 검토 필요
7. KAS-U23.65 (a) (2) "착륙장치 올린 상태"가 명시되어 있으나,

- 실제 착륙장치를 올릴 수 없도록 고정된 무인항공기의 경우에는 이 기준을 적용하는 것이 불가능하므로 예외/단서 추가 검토 필요(*예: “착륙장치가 인입식인 경우에 한 한다”, “착륙장치가 고정식인 경우는 제외 한다” 등)

- KAS-U23.67, KAS-U23.69, KAS-U23.149 동일 (5개소)

8. KAS-U23.561 중 “인명과 구조물을 가능한 한 보호”를 다른 규정에서 널리 사용되고 있는 “인명과 재산을 가능한 한 보호”로 변경하는 방안 검토 필요

9. KAS-U23.775~U23.787 중에 7차례 사용된 “유용 탑재물”의 표현이 어색한 바, 이를 “탑재물”, “탑재장비” 등으로 수정하는 방안 검토 필요

10. KAS-U23.1385~U23.1395 중 “위치등” 용어가 27차례 사용되고 있으나 만약 그 영문 원어가 “navigation lights″이라면, 항공법시행규칙 제137조 제1항에 이미 “항행등”(*ICAO Annex 2와 Annex 6 Part I 및 Annex 8에는 “navigation lights″) 용어를 사용하고 있으므로 이를 고려하여 보완 검토 필요

11. KAS-U23.1587 (a) (3) 및 기타 여러 부분에 있는 “공항의 고도”를 “공항의 표고”로 수정 필요

12. KAS-U23.1621 통신시스템 관련

- KAS-U23.1621에 “무인항공기는 통신시스템을 갖추어야 한다. 여기서 통신시스템이란 원격조종국 무인항공기조종사와 비행관제소(ATC)간의 비행관제에 대한 통신을 할 수 있는 수단을 말한다”라고 명시되어 있으나,

- 통신시스템은 무인항공기체 뿐만 아니라 원격조종국에도 구비되어야 함. 실제 관제기관과 비행중인 무인항공기조종사간에는 VHF 음성통신 및 (필요한 경우) 데이터통신(*이들 통신을 공중에 있는 무인항공기가 중계 가능)이 필요하고,

- 이와는 별도로, 원격조종국이 유인항공기 업체의 운항관리실 역할도 수행해야 하기 때문에, 원격조종국과 공항 항공정보실간 비행계획서제출, 항공정보(aeronautical information) 통보 등을 위한 별도의 통신망이 필요함.

- 이러한 관제통신망 관련 내용이 KAS-U23.1621에만 일부 명시되고 Subpart I 원격조종국 부분에는 주로 사고조사에나 필요한 “음성기록장치”(KAS-U23.1709) 이외에는 언급되어 있지 않으므로, 필요한 통신망의 용도별 종류, 운용방식, 성능검증, 신뢰성확보, 통신보안(필요시) 등에 관련하여 보완 필요

13. 기타 (편집, 표현 등)

가. KAS-U23.51 (a) “원격제어실”을 다른 부분(″원격조종국″)과 통일 필요

나. KAS-U23.201 (a) ″초당 약 1.9km/h(1knot)의 이어야 한다“ 중 누락부분 보완 필요

다. KAS-U23.1613 및 U23.1621 중 “비행관제소”를 “관제기관”으로 정정 필요

라. KAS-U23.1623의 의미가 명확하지 않아 무슨 내용인지 이해하기 곤란

마. 기타 오자, 탈자 및 띄어쓰기오류가 다수 발견되고 있으므로 면밀히 검토하여 보완 필요

[운항기술기준(안)] 관련

□ <성과04-별책> 무인항공기 운항기술기준(안) 관련 의견

1. 용어사용 관련

가. 본 운항기술기준(안)에 부적절한 용어가 다수 사용되고 있으므로 보완 필요

- ” 객실요원 “, ” 국제운항사 “, ” 건설교통부령 “, ” 국가 등기소 “, ” 정부 등기소 “, ” 정부 등기국 “, ” 비행체 “, ” 운항요원 “, “원격항공기”, “항공기”, “표준 및 권고” 등

나. 제1장 용어정의 중 표현방식을 항공법 등의 사례를 참조하여 보완 필요

- “--- 뜻함.”, “--- 말함.”, “---포함.”, “--- 있음. ‘ 등

다. 동일한 의미로 서로 다른 용어가 사용되고 있으므로 보완 필요

- “무인항공기 조종실”, “무선 조종국”, “원격조종소”, “원격조종실”, “원격조종국”(인증기술기준 중)

2. 본 운항기술기준(안)은 장차 국토교통부 규정으로 제정될 예정이기 때문에 “국제기준”에 관련된 내용은 언급될 수 없으므로 보완 필요

가. “국제민간공역 운송 항공기 운용을 위한 표준 또는 권고에서 “, ” 부속서 2 “, ” PANS-OPS “, ” Doc 8335 “, ” Doc 9376 “, ” ICAO 부속서 18 “, ” ICAO 부속서1 “, ” 권고 “ 등 다수

나. 제5장, 제6장, 제7장, 제8장, 제9장 및 제10장은 전체 내용 재검토 필요

3. 불필요한 내용 삭제 필요

- 제3장 주1; 3.2.2. 주; 8.2.3; 8.2.5; 8.2.6; 8.2.7; 제9장 주2 및 주3; 9.2.1 주; 9.3.1 주; 9.7 등

4. 7.4.1.8의 FDR 기록 파라미터 부분은 "부록"으로 이전 필요

5. 7.4.1.3, 7.4.1.4, 7.14.4, 7.14.6 중 1995년, 1998년, 2003년, '07년 등 오래 전의 기준을 언급하고 있으나, 현 시점을 기준하여 불필요한 내용은 삭제 필요

6. 모든 "권고" 글자 삭제 필요 (*예: 4.2.3.3)

7. 제10장 중 다수 부분이 "유인항공기"용 기준으로 구성되어 있으므로 보완 필요

8. 제13장 전체 내용이 이해하기 어려운 문장으로 구성되어 있으므로 보완 필요

9. 전체 문건에 걸쳐 표현이 어색한 부분이 다수 있으므로 보완 필요

10. 본 운항기술기준(안)은 "고정익 무인항공기"에 관한 사항만 명시되어 있는 바, 현재 인증기술기준(안)이 개발되고 있는 "농업용 헬기" 및 "틸트로터 무인항공기"를 위한 운항기술기준(안)도 별도로 개발하거나, 또는 본 운항기술기준(안)에 장을 분리하여 별도 명시하는 등 보완 필요

11. 본 운항기술기준(안) 전체내용을 전반적으로 "일반항공기"가 아닌 "무인항공기"용 문건이 될 수 있도록 내용과 표현을 정제 필요

12. 4.1.3과 다른 여러 부분에 "공항"용어를 사용하고 있으나, 항공법 제2조에 명시된 바와 같이 "공항"이란 공항시설을 갖춘 공공용 비행장으로서 국토부가 지정·고시한 것을 말하는 바, 우리나라에서 가까운 시일내에 무인항공기가 이 "공항"에서 이착륙하도록 허용될 수 있을 것으로는 예상되지 않으므로, 이를 "공항" 보다 더 넓은 의미를 가지는 "비행장"으로 변경하는 방안 검토 필요

13. 아래 내용을 보완하여 적절한 부분에 추가 필요

가. 무인항공기조종사는 비행중 관제기관의 항공법 제70조에 의한 관제지시를 잘 청취하고 이를 철저히 준수할 것.

나. 무선통신절차를 준수할 것.

다. 무선통신장비 운영에 따라 무선국허가를 받을 것.

라. 비행전 비행계획서를 지방항공청장에게 제출할 것.

마. 무인항공기 이착륙시간을 지방항공청장에게 신속히 통지할 것.

바. 다른 무인항공기, 유인항공기 및 지상의 사람 또는 물건과 충돌하거나

위험할 정도로 가까이 접근하지 않도록 조심하면서 비행할 것.

사. 사고발생시 지방항공청과 항공철도사고조사위원회에 지체없이 신고할 것.

아. (원격조종국이 유인항공기 업체의 운항관리실 역할도 수행해야 하기 때문에) 원격조종국과 공항 항공정보실간 비행계획서제출, 항공정보(aeronautical information) 통보 등을 위한 별도의 통신망을 구비할 것.

자. 사생활침범 사례가 발생되지 않도록 할 것.

차. 인구밀집지역 상공을 비행하지 말 것.

카. 통제공역을 관할기관의 사전 승인 없이 비행하지 말 것.

- 윤희권 자문위원

연구과제명	민간무인항공기 실용화를 위한 기반조성 연구		
자문위원 성명	윤희권 (서 명)	일자	2015년 4월 21일

(인증기술기준)

1. 작성된 각 무인항공기 형식별 인증기술기준(안)의 XX.1 적용범위(Applicability)를 구체화하고, 그 내용에 따라 타 인증기준 항목의 필요 여부를 재확인하는 것이 필요함. 예를들면, CS-LURS.1 Applicability 내용에,
   "This airworthiness code is applicable to Light Unmanned Rotorcraft Systems with Light Unmanned Rotorcraft maximum certified take-off weights not exceeding 750 kg.
   For the purposes of CS-LURS the Light Unmanned Rotorcraft is a conventional helicopter.
   In operational terms, applicability of this airworthiness code is limited to all DAY/NIGHT VFR Visual Line Of Sight Operations and excludes all human transport, flight into known icing conditions, and aerobatics." 등으로 신청범위를 정하고 있다.
   즉, 최대이륙중량 범위, VFR, VLOS내 운용, 결빙조건 비행금지, 곡예비행 금지 등이다.
   따라서, 형식별 감항인증기준에 적용범위를 명확히 하고, 이 범위에 따라 인증기준항목별로 불합치한 항목이 없는지 검토 확인 필요함.

2. 인증기준 항목 중 충돌방지등(XX.1401), 여압(XX.841), 낙뢰보호(XX.867), 피로평가(XX.570) 등에 대해 VLR, VLA형식에서의 포함여부와 그 형식을 토대로 작성된 KAS-LUR, KAS-LUA형식에서의 포함여부를 정리하고 그 사유에 대한 타당성을 확인하는 것 필요함.

3. KAS-U23과 KAS-LUA의 기준항목 차이에 대해 정리하고 그 기준항목별 사유의 타당성에 대해 검토 필요함. 중량 범위 이외의 형식차이에 대해 Applicability에서 구체적으로 정리 필요함.

4. 현재 작성된 기술기준이 non-seregated airspace에서의 비행을 할 수 있는 형식을 정의한다면, Detect and Avoid 기능품목은 non-segregated 공역에 들어가야 할 필요조건으로써 필수장비이므로 기술기준에 포함시키는 것을 추천함.

5. 고정익 무인항공기는 limit maneuvering load factor가 최대3.8g 이내로 제한이 됨. 이 경우 Part 23급 유인기는 최대 Angle of bank 60도 이내인데, 고정익무인항공기의 경우에도 Bank angle 제한이 필요한 지 여부 검토 필요함.

6. KAS-U23.570(b)에서 수 차례의 cycle로 정성적으로 표현하고 있으나, STANAG 4671에서는 5 cycle미만으로 정의하고 있음. 수 차례를 5사이클 보다 큰 값으로 판단하게 될 경우에 기술적으로 문제가 없는 지에 대해 검토 필요함.

7. KAS-U23.570(b) (1)에서 "극한하중을 가하여 정적강도를 입증하는 것은 적용되지 않는다"라고 하였으나, STANAG 4671에서는 :극한하중을 가하여 정적강도를 입증하는 것이 필요하다"로 되어 있음. 단순 문구 오타인지에 대해 기술적으로 검토 필요함.

(운항기술기준)

1. 무인항공기의 최저비행고도를 500ft 이상으로 한정하면, 무인비행장치가 들어가는 공역에는 무인항공기가 들어가지 못하는 모순 점이 발생함. 최저비행고도에 대한 검토 필요함

(공통)

1. 운용거리, 공역 사용, 공항 사용, 외국 운용 등과 관련하여 인증기술기준과 운항기술기준 개발 Roadmap이 필요하며, 여기에 맞춰 기술기준을 순차적으로 build-up해가는 방안이 추천됨

□ 제3차 기술기준 분야 전문가 자문검토회의

- 박향규 자문위원

연구과제명	민간무인항공기 실용화를 위한 기반조성 연구		
자문위원 성명	박 향 규 (서명)	일자	2015 년 6 월 11일

[인증기술기준(안)] 관련

□ <성과01-별책2> 항공기 기술기준(안) 무인고정익항공기 LUA 관련 의견

구분	자문의견(6.11)
인증기술기준 - 별책2. KLUA	- KAS-LUA.1 (b)에 "무인고정익항공기는 기체, 원격조종국, 명령제어데이터링크, 통신시스템, 발사 및 회수장치 등으로 구성된다"라고 명시되어 있으나, - "무인고정익항공기" 용어에 이를 운용하는데 관련되는 제반 요소(*이들의 기능과 목적이 모두 상이함)를 모두 포괄토록 하는 것은 이치에 닿지 않을 뿐만 아니라 본문 내용과도 모순되고 이 기준 이용자들에게 대단한 혼란을 초래하게 되므로, - "RPA" 대신 "RPAS" 용어를 사용하는 ICAO기준과 같이, **"무인고정익항공기"를 "무인고정익항공기시스템"으로 수정 필요** **※ 이 경우** KAS-LUA.1 (b)는 "무인고정익항공기시스템은 무인고정익항공기, 원격조종국, 명령제어데이터링크, 통신시스템, 발사 및 회수장치 등으로 구성된다"로 수정 - "무인고정익항공기 U23"과 "무인회전익항공기 LUR", "무인틸트로터 UTR"도 이와 같이 수정 필요 - 이에 따라 본 인증기술기준(안)의 제목도 "항공기 기술기준(안) 무인고정익항공기시스템 U23", "항공기 기술기준(안) 무인고정익항공기시스템 LUA", "항공기 기술기준(안) 무인회전익항공기시스템" 및 "항공기 기술기준(안) 무인틸트로터시스템"으로 각각 수정 필요
인증기술기준 - 별책2. KLUA	용어 사용 관련 -본문에 무인고정익항공기/무인비행기/비행기 용어가 각각 사용되고 있으므로 용어사용 통일 필요 (전체)
인증기술기준 - 별책2. KLUA	KAS-LUA.3 (b) (3) 중 "경사각 "을 " bank"로 수정 필요
인증기술기준 - 별책2. KLUA	KAS-LUA.51 중 "15m 장애물을 넘어 상승하는데 "를 " 15m 높이에 도달하는데 "로 수정 필요

인증기술기준 - 별책2. KLUA	KAS-LUA.75 (c), KAS-LUA.77, KAS-LUA.143 (a)(6) 등에서 "복행"의 영문이 "balked landing", "go-around" 등 서로 다르게 표기되고 있으므로 보완 필요
인증기술기준 - 별책2. KLUA	Detect and avoid 관련 - Detect and avoid는 혼합공역내 무인항공기 운용에 "필수조건"인데도 불구하고 본 인증기술기준에 언급조차 되지 않았는바, - 최소한, Detect and avoid 관련 예상되는 주요 항목명과 그 골자만이라도 나열하고 추후 기술개발이 진전 되는대로 보완 예정이라고 명시할 필요가 있음. ☆무인회전익항공기용 KAS-LUR Subpart H "충돌감지 및 회피 요건" 참조
인증기술기준 - 별책2. KLUA	원격조종국 관련 - "원격조종국"은 무인고정익항공기 운용에 필수적인 시설/장비인데도 불구하고 본 인증기술기준에 누락되어 있는 바 - 이미 마련된 무인회전익항공기용 KAS-LUR Subpart I "조종국" 내용을 참조하여 이를 보완 필요
인증기술기준 - 별책2. KLUA	일부 부록 분리 필요 - "부록 B 기술기준분석표"는 "인증기술기준(안)" 내용이 아니고 "연구보고서"의 일부이므로 별도로 분리(*또는 표시방법을 변경) 필요

□ <성과01-별책3> 항공기 기술기준(안) 무인회전익항공기 LUR 관련 의견

구분	자문의견(6.11)
인증기술기준 - 별책3. KLUR	용어 사용 관련 - 무인회전익항공기/회전익무인항공기/무인항공기/회전익무인항공기 시스템/회전익항공기/회전익항공기/무인항공기 시스템/무인비행체/회전익 항공기/RPA/RPA 시스템 용어가 각각 사용되고 있으므로 용어사용 통일 필요(전체) - 조종시스템/조정시스템 용어가 각각 사용되고 있는 바, 만약 이들의 의미가 동일한 경우에는 용어 통일 필요
인증기술기준 - 별책3. KLUR	KAS-LUR.679 (a), KAS-LUR. 1702, KAS-LUR.1729 및 KAS- LUR.1731 중 "UA" 용어가 사용되고 있으나 이 "UA"의 의미가 불명확하므로 보완 필요 (*약어집에 UA가 "무인항공기"로 되어 있으나, "무인항공기"용어는 본 문건(LUR)에 사용하기 부적절함.
인증기술기준 - 별책3. KLUR	KAS-LUR1700 등 Subpart I에 "조종국" 용어가 다수 사용되고 있으나, 이를 KAS-LUR. 1749, KAS-LUR.1755 및 본 인증기술기준 이외 다른 문건과의 통일을 위해 "원격조종국"으로 변경 필요
인증기술기준 - 별책3. KLUR	부록 A. 제목 "계속감항성 유지 지침서"를 "감항성 유지 지침서"로 변경하는 방안 검토 필요

인증기술기준 - 별책3. KLUR	무인회전익항공기 등급 관련 -부록 B의 KAS-LUR.B.1 (a)에 "본 부록 B는 무인 경량 회전익항공기의 엔진에 적용한다"라고 명시되어 있으나, - 무인회전익항공기의 등급("경량" 등) 구분에 관한 사항이 본 문건에 명시되어 있지 않으므로 보완 필요
인증기술기준 - 별책3. KLUR	부록 부호체계 -본 인증기술기준에: 부록 A. 계속감항성 유지 지침서; 부록 B. 엔진; 부록 C. 시스템과 구조의 상호 작용; 부록 A 약어집; 및 부록 B 기술기준분석표가 수록되어 있으나 - 그 부록 부호체계(A, B, C, A, B.)가 부적절하므로 수정 필요
인증기술기준 - 별책3. KLUR	일부 부록 분리 필요 - "부록 B 기술기준분석표"는 "인증기술기준(안)" 내용이 아니고 "연구보고서"의 일부이므로 별도로 분리(*또는 표시방법을 변경) 필요

☐ **(제3차 자문) 항공기 기술기준(안) 무인틸트로터 UTR 관련 의견:** 성과물이 제출되지 않아 자문의견 없음.

[운항기술기준(안)] 관련

☐ **<성과03-별책> 무인항공기 운항기술기준(안) 관련 의견 (1차)**

구분	자문의견(6.11)
운항기술기준 - 별책. 무인항공기 운항기술기준(안)	용어 사용 관련 -무인항공기와 관련 없는 용어가 다수 사용되고 있으므로 수정 필요: 항공기, 부속서 등 (전체)
운항기술기준 - 별책. 무인항공기 운항기술기준(안)	본문에 사용되지 않은 용어는 "용어의 정의"에서 삭제 필요: 향정신성물질, 소형비행기, 안정성, 연속성, 유용성, 요구통신성능, 요구통신성능형식, 라디오가시거리, 라디오가시거리이상, 안전프로그램 등
운항기술기준 - 별책. 무인항공기 운항기술기준(안)	"시계비행기상상태"의 용어 정의를"항공교통업무 기준 및 관리규정"(국토교통부고시)에 따라 다음과 같이 수정 필요 - 시계비행기상상태(Visual meterological condition): 항공기가 항행함에 있어 시정 및 구름의 상황이 양호한 기상상태로서 「항공법 시행규칙」 별표 제8호의 기상상태를 말한다.
운항기술기준 - 별책. 무인항공기 운항기술기준(안)	"계기비행기상상태"의 용어 정의를"항공교통업무 기준 및 관리규정"(국토교통부고시)에 따라 다음과 같이 수정 필요 - 계기비행기상상태(Instrument meterological condition): 시계비행기상상태외의 기상상태를 말한다.

운항기술기준 - 별책. 무인항공기 운항기술기준(안)	“안전관리시스템(Safety management system)”의 용어 정의를 “국가항공안전프로그램”(국토교통부고시)에 따라 다음과 같이 수정 필요 - 안전관리시스템(Safety management system): 무인항공기 운용자가 정부의 항공안전프로그램에 따라 자체적인 안전관리를 위하여 요구되는 조직, 책임과 의무, 안전정책, 안전관리절차 등을 포함하는 안전관리체계를 말한다.
운항기술기준 - 별책. 무인항공기 운항기술기준(안)	2.1항을 다음과 같이 수정하는 방안 검토 필요: “이 기준은 대한민국 영역 내에서 무인항공기를 운용하는 자에게 적용된다.”
운항기술기준 - 별책. 무인항공기 운항기술기준(안)	3.2.4항에“원격 기장”용어가 사용된 바, 이 용어의 의미를 “용어의 정의”에 포함 필요
운항기술기준 - 별책. 무인항공기 운항기술기준(안)	무인항공기 기체를 직접 원격으로 조작하는 자를 “무인항공기 운용자(運用者)”, 무인항공기를 이용하여 사업을 하거나 무인항공기로 산불감시 등 특정 프로젝트를 수행하는 자를 ”무인항공기 운영자(運營者)“로 통일 사용 필요 (*경우에 따라 소유자가 운용자 및/또는 운영자가 될 수 있고, 운용자가 운영자를 겸할 수도 있음) (전체) (과제 전체)
운항기술기준 - 별책. 무인항공기 운항기술기준(안)	무인항공기도 최저비행고도가 필요하나, 현재 제시된 최저비행고도에 관련된 4.2.3.1 및 4.2.3.2항을 무인항공기에 그대로 적용시키는 것은 부적절하므로 일단 삭제 필요
운항기술기준 - 별책. 무인항공기 운항기술기준(안)	4.2.4.3항은 무인항공기의 CAT II 및 III 착륙을 전제로 하는 바, 아직 이 문제를 거론하기는 너무 이르므로 우선 삭제 필요
운항기술기준 - 별책. 무인항공기 운항기술기준(안)	4.2.5.1항 중 “운영국가가”는 불필요하므로 삭제 필요
운항기술기준 - 별책. 무인항공기 운항기술기준(안)	4.2.6.2항 중 “항공당국”을 “국토교통부”로 수정 필요
운항기술기준 - 별책. 무인항공기 운항기술기준(안)	4.2.6.3항 중 “최근 기록을”을 “기록을 6월이상”으로 수정 필요
운항기술기준 - 별책. 무인항공기 운항기술기준(안)	4.3.1항 나. 중 “제6장”을 “제7장”으로 수정 필요
운항기술기준 - 별책. 무인항공기 운항기술기준(안)	4.3.1항 다. 중 “8.8항”을 “9.7항”으로 수정 필요
운항기술기준 - 별책. 무인항공기 운항기술기준(안)	4.3.1항 바. 중 “제5장” 을 “제5장 또는 제6장” 으로 수정 필요
운항기술기준 - 별책. 무인항공기 운항기술기준(안)	4.3.4.1.1항 중 “이륙교체 비행장의 기상상태가 비행장 운항 최저치 이하이거나 또는 다른 이유로 이륙 교체 비행장으로 회항할 가능성이 없다면” 을 “출발비행장의 기상상태가 비행장착륙최저치(aerodrome landing minima) 미만이거나 그 밖의 다른 이유로 출발비행장으로 되돌아올 수 없는 경우” 로 수정 필요
운항기술기준 - 별책. 무인항공기 운항기술기준(안)	4.3.5.1항 및 4.3.5.2항의 의미가 불분명하므로 재검토 후 보완 필요

운항기술기준 - 별책. 무인항공기 운항기술기준(안)	4.3.5.4항 중 “처리를 하였으면”을 “처리가 완료되지 않았으면”으로 수정 필요
운항기술기준 - 별책. 무인항공기 운항기술기준(안)	4.3.5.4항 중 “감항조건을 유지하는 얼음이나 다른 자연적으로 발생되는 물질 축적을”을 “감항성 유지를 위해 얼음이나 다른 자연적으로 발생되어 축적된 물질을”로 수정 필요
운항기술기준 - 별책. 무인항공기 운항기술기준(안)	4.3.6.2항 중 “프로펠러 시스템”을 항공법시행규칙 별표23에 따라 “왕복발동기 장착 무인항공기”로 수정 필요(2개소)
운항기술기준 - 별책. 무인항공기 운항기술기준(안)	4.3.6.2.2항 가. 중 “4.3.4.3항 a)”를 “4.3.6.2.1항 가.”로 수정 필요
운항기술기준 - 별책. 무인항공기 운항기술기준(안)	4.3.6.2.2항 나. 중 “4.3.4.3항 b)”를 “4.3.6.2.1항 나.”로 수정 필요
운항기술기준 - 별책. 무인항공기 운항기술기준(안)	4.3.6.3항 중 “터보제트엔진 무인항공기”를 항공법시행규칙 별표23에 따라 “터빈발동기 장착 무인항공기”로 수정 필요
운항기술기준 - 별책. 무인항공기 운항기술기준(안)	4.3.6.3.1항 1) 중 “운항 및 ATS 비행계획서”를 “운항비행계획서”로 수정 필요
운항기술기준 - 별책. 무인항공기 운항기술기준(안)	4.3.6.3.1항 3)의 의미가 불분명하므로 재검토 후 보완 필요

끝.

5) 통합 시뮬레이션 시스템 개발 분야

□ 제1차 통합시뮬레이션 시스템 분야 전문가 자문검토회의

- 박향규 자문위원

연구과제명	민간무인항공기 실용화를 위한 기반조성 연구		
자문위원 성명	박 향 규 (서명)	일자	2015 년 4 월 2 일

[유무인항공기 통합검증 시뮬레이션 시스템 - 자문검토 회의]

□ Presentation 내용

- ATC 시뮬레이션 서버 개발
- 관제시뮬레이션 개발
- 유인기 시뮬레이션
- 무인항공기 시뮬레이션
- 통합운용절차시나리오 개발

□ 자문의견

1. 시뮬레이션 내용이 목적과 불일치

- 본 시뮬레이션의 목적이 “운항기술기준에 대한 검증”이나 아직 그 시뮬레이션의 대상인 운항기술기준이 온전히 개발되지도 않은 상태임.
- 더구나 일부 개발자는 현재 개발 중인 운항기술기준의 내용을 알고 있지 못했음.
- 이러한 상태에서 이 시뮬레이션 프로그램이 개발됨에 따라 그 내용이 당초의 취지와 달리 무엇을 하기 위한 시뮬레이션인지 잘 이해가 되지 않는 수준임.
- 따라서, 검증 대상인 운항기술기준의 개발을 조속히 마무리한 다음 그 내용을 각 시뮬레이션 개발자에게 전달 후 그에 따라 시뮬레이션을 개발토록 할 필요가 있음.

2. 시뮬레이션 시스템 성능기준 등

- 현재 비행계획이 10,000건으로 계획되어 있으나, 불필요한 재원과 시간소모를 방지하고 원활한 운항기술기준 검증을 위해서는 유인항공기와 무인항공기 비행계획을 모두 합하여 2,000건 정도이면 충분할 것으로 판단됨.
- 실제 시뮬레이션에 표시된 항공기의 모양이 ‘무인항공기’가 아니고 ‘유인항공기’인 바, 현실감 증대를 위해 이를 ‘무인항공기’로 변경 필요

- 시뮬레이션에 표시된 무인항공기의 비행의 '목적' 이 없어 무작정 직진비행 또는 선회비행만 하는 바, 보다 현실감 있게 하기 위해서는 목적(*산불감시, 고압선순찰, 해안선 환경오염순찰 등)이 있는 비행을 하도록 프로그램 개발 필요

3. Detect and avoid 관련

- 한 개발자의 설명에 의하면 통합공역내 운용 필수조건인 'Detect and avoid' 기능 확보를 위해 무인항공기에 화상카메라를 설치하고 그 데이터를 지상통제소로 실시간 전송할 경우 엄청난 데이터 크기로 인하여 전송속도가 느려져 실효성이 없으므로 그 대신 ADS-B나 ACAS 설치로 대체한다고 하였으나,

- ADS-B나 ACAS는 모두 공중충돌 회피대상인 상대방 항공기에 특정 장비(ADS-B Out, SSR mode 3/A/S 트랜스폰더 등)가 설치되고 실제 작동되고 있어야 제 기능을 발휘할 수 있는 바,

- 실제 우리나라 공역 내에는 이러한 장비가 설치된 "민간유인항공기" 이외에도 많은 군용항공기, 군용무인항공기, 민간무인항공기 등이 비행하고 있는 바, 만약 상대방항공기에 이들 장비가 설치되지 않았거나 또는 설치되었더라도 실제 제대로 작동하지 않으면 당해 무인항공기의 'Detect and avoid' 기능은 없는 것과 마찬가지이며 이러한 경우 통합공역내 비행은 불가능하게 된다는 점에 유의할 필요가 있음(중요).

4. 격리공역 확보 관련

- 통합공역내 비행을 위한 요건을 충족시키지 못하는 무인항공기는 격리공역(segregated airspace)내 비행만 가능한 바, 이미 항공법에 따라 정하여 고시된 21개 격리공역 이외의 임시 격리공역 추가 확보를 위해서는 당해 공역 관할기관(*지방항공청, 항공교통센터, 육/해/공군, 미공군 등)과 사전 협의 후 지방항공청/항공교통센터에 소요 행정조치(NOTAM 발행 등)를 요청해야 함에 유의 필요

5. 통제불능시 비상조치 관련

- 무인항공기 통제불능시 즉각적인 비행중단을 위해 필요한 조치를 운항기술기준에 명시한 후 본 시뮬레이션으로 검증되도록 조치 필요

끝.

- 박주원 자문위원

연구과제명	민간무인항공기 실용화를 위한 기반조성 연구		
자문위원 성명	박 주 원 (서 명)	일자	2015년 4월 2일

1. 관제 및 유인기 시뮬레이션
   ① 시스템 성능기준안 작성에 있어 현재 구성된 서버시스템의 사양 검증을 위한 절차가 필요해 보입니다. 현재의 성능기준안을 토대로 산정해 볼 때 현재 시스템의 몇 %정도 이용되고 있는지 산술적인 계산이 요구됩니다.
   ② 현재 성능기준안을 기초하여 최대 성능에 대한 검증이 요구됩니다. ①항과 더불어 검토되면 향후 서버 시스템의 하드웨어 사양 수정 및 시뮬레이션 기능의 확장을 예측할 수 있을 것으로 사료됩니다.
   ③ 구성된 관제 시뮬레이션 화면의 구성을 관제화면 위주로 구성하고 초기 설정 및 임무 설정 등의 내용은 메뉴 바 형태로 구성하는 게 좋을 걸로 사료됩니다.

2. 무인항공기 시뮬레이션
   ① 현재 구성된 무인항공기 모델 외에 실제 항공우주연구원에서 제작된 스마트무인항공기 또는 CTLS 무인항공기 모델을 적용하면 향후 실제 운용 시뮬레이션에 효과적일 것 같습니다.
   ② 무인항공기 시뮬레이션에서 보여 지는 화면의 구성이 국내에서 개발한 무인항공기의 내부 조종석과 차이가 있습니다.
   ③ 외부조종사 입력 처리에 이용되는 조종기는 실제 운용되는 시스템과 유사한 형태였으면 합니다.

□ 제2차 통합시뮬레이션 시스템 전문가 자문검토회의

- 박향규 자문위원

연구과제명	민간무인항공기 실용화를 위한 기반조성 연구		
자문위원 성명	박 향 규 (서명)	일자	2015 년 5 월 28일

[유무인항공기 통합검증 시뮬레이션 시스템] 2차 자문회의

1. 동 시뮬레이션 시스템의 용도 불분명

- 통상적으로 시뮬레이션은 특정 사안에 대한 검증/확인/시험 등을 위해 사용하게 되나, 본 건 시뮬레이션 시스템의 경우 개발완료 이후의 구체적인 용도가 아직 불분명하므로 이를 보완 필요 (용도, 운용주체, 운용방법, 운용효과 등)

- 연동시험을 누가 무슨 목적으로 이용할 수 있는지 불분명하므로 이를 보완 필요

2. 브리핑 자료에 인용된 FAA기준(*항공기 분류 등) 중 ICAO 기준에도 동일한 내용이 있는 것은 가능한 한 ICAO 기준을 인용 필요

3. 비행장 주변 비행 상황의 경우, 모니터에 보이는 시뮬레이션 내용과 실제 관제탑에서 관제사가 육안으로 보는 상황과는 큰 차이가 있을 수 있으므로 향후 개량시 참조 필요

※ 예를 들면; 세스나172 절반 크기의 무인항공기가 비행장 교통장주 중 Downwind 구간에 있을 경우 관제사 눈에는 거의 안보이게 됨. 관제기관에 ADS-B가 없이 레이더만 설치되고 또한 그 레이더안테나가 비행장에서 멀리 떨어져 있으면 비행장 주위의 저고도 무인항공기 포착 곤란. 등)

4. 향후 장기적으로 다음 기능이 수용될 수 있도록 더 발전 필요

가. 조종사/관제사간 음성통신 기능 검증
나. 원격조종국 기능 검증
다. 조종사 기능 검증
라. 무인항공기 성능/기능 검증
마. 통합공역의 공역등급에 따른 제한사항 수용 검증

• 유혁 자문위원

연구과제명	민간무인항공기 실용화를 위한 기반조성 연구		
자문위원 성명	유 혁 (서명)	일자	2015 년 5 월 28일

[유무인항공기 통합검증 시뮬레이션 시스템] 2차 자문회의

□ 무인항공기 유무인 통합 시뮬레이션 시스템 검토 내용

1. ATC 시뮬레이션 & 관제 시뮬레이션

A. 유,무인항공기 통합 시뮬레이션을 위한 ATC 시뮬레이션과 관제 시뮬레이션의 개발은 무인항공기가 유인기 공역으로 운영할 수 있는 최소한의 요건을 확인할 수 기반이 되는 훌륭한 연구로 생각됨

B. 무인항공기 조종사들이 해당 시뮬레이션에 접속하여 해당 무인항공기를 점검할수 있도록 하는 통합 시뮬레이션은 근래 요구되는 무인항공기 산업의 발전과 진행되는 속도를 감안한다면 해당 연구가 계속적으로 진행되어야 하는 당위성을 주고 있음

C. 그리고 시나리오를 준비하여 운용체계를 점검하는 방법도 아주 좋은 착안으로 사료됨

D. 다만 유인기의 시나리오 및 궤적이 단조롭고 항공기 접근 상황에 대한 Performance의 구현이 너무 단순하므로 해당 내용이 충분하게 무인항공기의 유인기 공역에 대한 검증에 사용될 수 있는 지 여부는 좀더 검토해봐야 할 사항으로 사료됨.

2. 항공기 Performance 관련 내용

A. 유인항공기와 동일 공역 내 혼합 운용체계를 구축하기 위한 시뮬레이션으로서는 개개 항공기의 Performance를 충분하게 구현하지 못하고 있음.

B. ICD 내용에 대한 충분한 검토가 없었지만, 무인항공기의 구동조건에 대한 시뮬레이션의 반영이 충분하지 못한 것을 질문시간을 통해 알 수 있었음. 이 시뮬레이션의 목적이 단지 항공기 궤적 정도만 파악하기 위한 것이라면 유인기 공역으로의 검증에는 적합 하지 않고 유인기 공역까지 확대하기

위해서는 무인항공기의 Performance의 내용도 좀더 구현할 수 있는 시뮬레이션 요건을 포함하여야 하지 않을까 사료됨,

C. 유인기 Runway의 경우 Approach 당시 많은 Irregular가 발생할 수 있고 그러한 사항을 다 반영할 수 없더라도 최소한의 사항과 시나리오를 좀더 전문가들의 의견을 청취하여 반영할 필요가 있음.

D. 유인기의 여러가지 Irregular 사항들(TCAS, Tail Strike로 인한 FOD 발생, Approach 도중 Side step등)의 고려가 있어야 유인기 공역 및 해당 Runway를 사용할 수 있는 요건을 검증할 수 있는 시뮬레이션이 될 수 있다고 사료됨.

E. 현재의 시뮬레이션에 반영된 항공기 모델은 제한적이므로 다양한 무인항공기 모델을 반영하기 위한 Performance 표준 요건을 만들어야 하고 해당 내용을 시뮬레이션에 반영해야 할 것으로 사료됨

3. 비행 후 항공기의 동작에 대한 데이터 및 통신장비에 대한 검증을 위한 시뮬레이션의 요건 개발

A. 해당 시뮬레이션이 단지 실시간 운용하는 내용만으로 검증을 하기에는 항공기의 검증 내용이 방대함.

B. 따라서 항공기의 궤적이 실제로 제대로 되었고 또한 항공기의 Irregular적인 동작과 반응이 항공기 자체의 문제인지 아니면 Weather의 문제인지(or 유인항공기의 이 착륙중 발생하는 Wake Turbulence등)를 검증할 비행후 data 수집등에 대한 요건등이 수립되어야 할 것으로 사료됨.

C. 또한 그러한 data의 수집에 대한 규정과 표준화가 필요함.

끝.

6) 중장기 로드맵 수립 분야

□ 중장기 로드맵 수립 분야 전문가 자문검토회의

- 안존 자문위원

자문보고서

연구과제명	민간 무인항공기 실용화를 위한 기반조성 연구		
자문위원 성명	안 존 (서명)	일자	2015년 6월 4일

1. UAV 개발, 운용, 생산등 관련 산학연, 관 Community의 성장, 발전이 훌륭히 이루어지기 전의 시점에서 과도한 규제로 이어질 수 있는 위험성을 내포하고 있습니다.

2. 운항기준, 형식/감항기준, 운용자 승인, 조사자 자격, 시스템 보안, 민간 무인 항공기 운용 인프라 등 민간 무인 항공기 로드맵에 따라 기준 등이 제정될 때, 초기 10년 정도 개정 및 폐기, 신규 제정 등이 신속하게 이루어질 수 있는 제도적 장치 확보를 통해 Trial & Error 가 발생하는 위험성을 줄이고 가장 중요한 과업인 시간의 효과적인 활용이 가능할 것으로 무인기 산업, 운용등 제반 Community에 좋아 판단됩니다.

3. 국토교통부에서 민간무인항공기 공역, 신청 등의 절차를 Web에 기반한 One-stop 서비스로 비행 허가 제반 관련 인프라 제공하는 방향의 전향적 인프라 서비스를 통해 안정무인 항공기 개발, 생산, 운용, 서비스, 교육 등 제반 산업의 발전과 활성화를 주도하는 방안을 건의 드립니다.

4. 현행 12kg, 150kg 으로 구분된 무인 항공기 중량은 기술과 산업의 발전을 위하여 단계적으로 적용될 수 있도록 개정할 것을 건의 드립니다

- 이윤생 자문위원

자문보고서

연구과제명	민간 무인항공기 실용화를 위한 기반조성 연구		
자문위원 성명	이 윤생 (서명)	일자	2015년 6월 4일

1. 민간무인항공기의 각종 로드맵의 일정이 너무 늦어지는 경향이 있음. 현재 무인기 운용이 한반해지고 있는데 ~~이에 대한~~ (특히 민간 무인항공기) 이에 대한 운용관련 로드맵이 하루빨리 마련되어야 할것으로 판단되기 때문에 로드맵의 일정을 지금보다 앞당겨야 할것으로 사료됨

2. 핵심기술 로드맵에서 GPS 대체항법의 (Loran) 오차가 1단계 RNP 2.0 NM, 2단계 RNP ~~2.0~~ 0.3 NM 인데 정상적인 무인기 운용의 경우는 문제가 없을지 모르나, 이 정도의 요구조건은 무인항공기의 통신두절 모드 운용시에는 활주로에 비상 착륙하기에는 오차가 너무 큰것으로 판단됨 (유.무인 공동 활주로에서 비상 자동 착륙하려면 상당한 제도의 정밀도가 높은 정밀접근도 요구됨)

- 조진수 자문위원

자문보고서

연구과제명	민간 무인항공기 실용화를 위한 기반조성 연구		
자문위원 성명	조 진수 (서명)	일자	2015년 6월 4일

○ 무게 기준은 flexible하게 하고 특정무게상한 (현재는 150kg)을 초과한 경우 특별허가는 받는 방향으로 갔으면 좋겠음.

○ 무인기의 성능에 따라 운항기준은 차별하게 수립할 필요가 있음.

○ 무선 해킹(Jamming, Spoofing, Hi-jacking 등)에 대비한 기술 로드맵 수립의 필요성이 큼.

○ 추락등 사고에 대비하여 시민들의 인명과 재산권 보호에 대한 로드맵도 중요함.

- 김명성 자문위원

자문보고서

연구과제명	민간 무인항공기 실용화를 위한 기반조성 연구		
자문위원 성명	김 명 성 (서명)	일자	2015년 6월 4일

- 전반적으로 민간 무인항공기 실용화를 위한 각 분야별 검토 항목 도출은 적절히 하였음.
- 완벽치 못하더라도 국토교통부에서의 법제화를 통해 이 분야 기준을 만들어 시작하는 것이 좋겠음.
- 세부 기준 등은 운영하면서 법을 보완해 나가는 것은 추천함 → 실질적인 내용으로. (자칫 법이 사용되지 못해 산업을 저해하게 되는 경우)
- 150kg 이상 등에 대해서는 국제적 공감을 통해 기술 기준 등을 사용하는 것이 국가는 인증(정)하는 효과를 가져옴.
- 단 운영기준 등 나머지 부분은 한국적 특성이 있으니 기본적인 틀 위에서 한국 특성을 반영하여 자체적으로 제정/시행
- 핵심기술 로드맵은 ㅇㅇ대학교(이상현교수)와 연계해서 도출/검토하는 것은 추천함.

대체가능

- 홍성경 자문위원

자문보고서

연구과제명	민간 무인항공기 실용화를 위한 기반조성 연구		
자문위원 성명	홍 성경 (서명)	일자	2015년 6월 4일

- 향후 민간 무인기 실용화의 주종은 150kg 이하, 특히 12kg 이하에서 출현할 가능성이 높으므로 이들에 대한 법제정과 로드맵의 수립에 초점이 맞춰져야 할것으로 판단됨.

- 올해초 미국에서 소형 무인기 운용 안의 개정에서 공역을 가시권내 (500m 이하)로 유지함으로써 택배, 목장 등에 활용하기위한 기술개발 및 사업에 제동을 건 것과를 야기하였다. 한편 이와 대조적으로 중국과 일본에서도 이에 대한 규제를 단계적 완화하며, 민간 무인기 실용화의 골든타임으로 규정하고 있다. 따라서 과도한 규제보다는 안전을 위한 규제로 한정하여 개발(연구)의 활성화에 도움이 되는 방향을 간과하지 말것이 요구됨.

- 이대우 자문위원

자문보고서

연구과제명	민간 무인항공기 실용화를 위한 기반조성 연구		
자문위원 성명	이 대우	일자	2015년 6월 4일

1. 경량항공기 법령의 제정으로 인해 경량항공기 활성화가 된 것이 아니고 도리어 70% 이하중량의 때에 제한이 되는 상황이 벌어졌다. 이러한 관계는 과당경쟁을 삼아서 법령제정에 있어 무인항공기 산업과 [redacted] 연구에 [redacted] 부정적 영향이 미치지 않도록 산업에 필요한 필수부분은 규제를 포함시키는 것이 합당하다고 판단된다.

2. 비행규칙에 있어 계기비행시의 경우 IFR이 표준적 다고 되어 있는데 ATC가 소홀하는 것을 IFR로 규정하는 것이 올바른 판단한 관점가 되었다 라고 판단된다. 유인기 IFR은 조종사가 비행하는 이것과 방식으로 무인기의 경우라는 점이 있다.

3. 무인기 유럽 [redacted]에 있어 VFR/IFR의 차이가 유인기라는 [redacted] 차이가 없기 때문에 혼동하지 않기 위해 Air Rule이 따로 존재해야 한다고 판단됨.

- 장두현 자문위원

자문보고서

연구과제명	민간 무인항공기 실용화를 위한 기반조성 연구		
자문위원 성명	장 두 현 (서명)	일자	2015년 6월 4일

1. 무인항공기의 정의부분 및 분류체계 부터 명확히 선정필요
   ¥ 독일 명어지다/사용
2. 150kg 이상을 중심으로 하되, 민간 상업용의 중심시장이 되것으로 예상되는 150kg 이하에 대한 연구 병행필요.
3. 유인항공기 방식 중심적이지 않은 독창적 방식개발필요.
4. 1단계 연구결과가 2단계 마지막 종료전 연계하되 (2단계 전체성 복수인식)
   분야별 선정적 전문가는 참여하여 참여(변동가능기술발주필요)
   ¥ 해외참여는 누구는 이런분야 개발지식(연구 없이 관심가능)
5. 전체적 무인항공기 운용 활성화 및 국제적 시각을 키워서는
   실행가능한 계획 중심을 강력한 실행필요.
   ¥ 항공안전의 최대목표 (법규, 기술, 인증, 보험 …)
   ¥ 민간중심의 운용 및 성장 선도.

- 이동진 자문위원

자문보고서

연구과제명	민간 무인항공기 실용화를 위한 기반조성 연구		
자문위원 성명	이 동 진 (서명)	일자	2015년 6월 4일

- 민간 무인기 실용화를 위한 항공법 규정 법제화와 관련해 현재는 150kg 이상의 무인기에 대한 법이 한정되어있어 산계 실효성과 적용성에 대응하지 못하는 문제점이 있다고 본다.
- 150kg 이하의 소형 무인비행장치에 대한 규정과 법 필요.
- 해설기술 로드맵 구상이 있어 무인항공기에 의사결정이 있는지 자동 유무에 대한 검토 필요.

- 김유신 자문위원

자문보고서

연구과제명	민간 무인항공기 실용화를 위한 기반조성 연구			
자문위원 성명	김유신		일자	2015년 6월 4일

- 현재 드론쪽 작성이 focus를 맞추고 있는 150이상의 무인기는 국내에 거의다 군용으로 사용되고 있음.
- 현재 민간 분야에서 활발히 개발 되고 있고, 다양한 분야에서 V 사용되고 있는 무인기는 소형 무인기임.
- 민간 무인기 로드맵이라면 현재 V 사용으로 활발히 연구되고 있는 소형 무인기 분야도 연구에 많이 포함시키는 것이 바람직.

부록 4. 연구개발과정에서 수집된 해외과학기술정보

1) 미국 퍼듀대학 황인석 교수

□ 해외과학기술정보 개요

- 무인항공기의 국가공역 통합에 대한 미국의 최신 정책 및 기술동향을 파악하고자 2014년 7월 1일부터 2014년 7월 2일까지 이틀간 미국 퍼듀대학의 황인석 교수를 초청 세미나 및 자문을 받음
- 자문보고서명 : “Integration of Unmanned Aircraft Systems (UAS) into the National Airspace System (NAS)”

□ 미국의 정책적 및 기술적 동향

- 무인항공기의 국가공역 통합으로 많은 새로운 응용이 일어나겠지만 규정, 인증, 사생활 보호, 안전, 통신, 보안, 인적요소 등 많은 사항들이 지속적인 항공안전과 공역 운용 효율을 위하여 고려되어야 함
- 이를 위하여 현재 FAA는 규정과 인증절차를 개발하기 위한 연구에 착수하였음
- 미국에서 무인 연, 로켓, 열기구, 400ft이하에서 운용하는 모델 항공기 외의 무인항공기 시스템에 대해서는 COA 형태로 비행허가를 해주고 있음. 관련하여 FAA는 현존하는 규정으로 관리하지 못하는 무인항공기 시스템의 운용에 대한 정책 결정하는데 도움을 받고자 COE(Center of Excellence)를 세우기로 하였으며 이미 미국 전역 6개 지역에 대해 무인항공기의 국가공역 운용 관련 시험을 허용하고 있음
- 무인항공기의 국가공역 통합 관련하여 장시간 비행, 다양한 센서기술과 더불어 개인 사생활 보호가 관심대상이 되고 있음. 이와 관련하여 FAA, 의회, 지방/주 정부 단위의 규정이 제정이 진행되고 있으며 AUVSI의 무인항공기 운용 안내지침에서는 개인 사생활 침해를 금지하고 있음
- 또 하나 중요한 사항은 무인항공기 안전임. 현재 무인항공기 사고는 유인항공기에 비해 훨씬 높음. 사고를 피하기 위한 기술이 무인항공기를 안전하게 통합하기에 충분히 성숙되지 못한 실정임. 이에 무인항공기의 감지 및 회피(SAA) 능력이 요구되고 있음
- 안전한 항적분리도 아직 무인항공기가 국가공역에 통합되기에 충분히 기술적

으로 성숙되지 못하고 있음

- 유인항공기 수준의 무인항공기 보안 문제도 국가공역에서 안전하고 효율적으로 운용하기 위해 해결되어야 함. 무인항공기 보안은 통신과 시스템과 관련되어 있음. 예를 들면 무인항공기는 신호의 간섭, 기만에 취약함
- 인간과 시스템간의 반응과 관련된 인적요소에 대한 연구는 무인항공기 운용에 있어서 중요한 고려사항임. 1994~2003년 동안 군용무인항공기 사고의 60%가 인적요소에 의한 것으로 디스플레이, 제어, 자동화, 시스템 고장, 운용요원 훈련 등을 포함한 인적요소에 대한 연구가 이루어져야 함

□ 2014년 FAA COE(Center of Excellence) 프로그램 추진

- ‘무인항공기 국가공역 통합 운용’ 관련 현존 또는 예상되는 무인항공기 현안에 대한 해결책을 찾기 위하여 미정부부처, 민간기관, 학계 연합으로 세계 수준의 컨소시움 만들기 위한 목적으로 추진
- FAA의 R&D Integration Division, ANG-C2에서 담당하며 FAA에서 10년간 예산을 지원(협약은 5년 단위)하고 분기별/반기별 보고서, 반기별 미팅, 5년마다 심포지움 개최를 요구함
- FAA 요구 연구분야는 항공교통관제 상호운용성, 공항 지상 운용, 관제 및 통신, 충돌감지 및 회피, 인적요소, 스펙트럼 관리, 무인항공기 운용요원 훈련 및 인증임

※ 자문보고서 “Integration of Unmanned Aircraft Systems (UAS) into the National Airspace System (NAS)” 는 개별 성과물 성과15 참조 바람..

부록 5. 연구개발 변경사항

□ 연구개발 변경 개요

- 항공안전기술개발사업으로 추진 중인 “민간무인항공기 실용화를 위한 기반조성 연구”의 추진사항 및 향후계획 점검을 통해 미흡한 사항에 대한 보완 등 연구결과의 완성도 제고를 위한 진도점검 회의 개최
  - 추진근거 : 국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 제34조(진도관리) 및 국토교통 연구개발사업 관리지침 제30조(과제 진도관리)

□ 회의 개요

- 대상과제 및 일정

(단위 : 백만원)

대상 과제명	주관연구기관 (연구책임자)	당해연도 연구기간	당해연도 연구개발비	일정 및 장소
민간무인항공기 실용화를 위한 기반조성 연구	(재)항공안전기술센터 (최병철)	’13.12.26～ ’14.12.25	2,876	’14.8.29(금) 09:30～12:00 진흥원 3층3회의실

- 참석대상 : 외부전문가, 연구책임자, 국토부 사업담당관, 진흥원 담당자 등
- 주요 검토내용 : 과제 추진 실적 및 주요 현안사항 등

□ 회의 결과

- 당초 계획대비 추진 정도는 적정하나 원활한 다부처 협력 추진을 위하여 연구 일정을 단축(2차년도 연구기간 6개월 단축)하여 진행하는 것이 타당함
- ‘안전성 인증기준 연구’ 및 ‘운항기술기준 연구’는 시급성과 중요성을 감안하여 1차년도 조기수행할 수 있도록 연구개발계획을 변경하여 제시하기 바람
  - 조기수행에 필요한 예산은 다부처 공동기획 결과 등에 따라 조정되는 연구비 308백만원 활용
- 2차년도 연구비는 1차년도 조기수행으로 지원한 예산(308백만원)과 연구기간 단축에 따른 감액분(1,192백만원)을 반영하여 조정(당초 2,875백만원 → 변경 1,375백만원)

(단위 : 백만원)

구분	연구내용	1차년도 예산			2차년도 예산		
		당초	변경	증감	당초	변경	증감
민간무인기 안전성 인증기준 및 운항기술기준 연구	○ 민간무인기 안전성 인증기준 연구 - 국내외 민간무인기 인증체계에 관한 현황 및 동향 분석 - 민간무인기 인증관련 제반 법-규정 연구 - 민간무인기 인증을 위한 기술기준 개발 및 고시 지원 등 - 기타 안전인증 기술기준 제·개정에 필요한 사항	446	602	156	755	362.5	△392.5
	○ 민간무인기 운항기술기준 연구 - 국가공역에서 유·무인기 혼합운용 운항기술기준 개발 및 고시 지원 - 사생활 보호기준 연구 - 민간무인기 종사자 교육/자격제도 구축 - 민간무인기 운영자 승인제도 구축 등 - 기타 운항기술기준 제·개정에 필요한 사항	844.5	996.5	152	1,063	488	△575
민간무인기 실용화 전략수립	○ 국산 민간무인기 시범인증 연구 - 국내외 무인기 기술수준 조사 - 민간무인기 수요분석 - 민간무인기 실용화를 위한 운용개념 개발 - 국내환경에 적합한 민간무인기 시범인증 대상기종 선정 - 기종선정에 따른 고위험 요소기술 식별 및 획득방안 수립 - 민간무인기의 효과적 시범인증방안 수립 - 기종선정에 따른 시범인증사업 경제성 분석(BC)	507.5	213	△294.5	0	0	0
	○ 민간무인기 운용시설 구축방안 및 운용 핵심기술 도출 - 민간무인기 운용시설 구축방안 연구(유도/항행, 통신/통제(C2) 등) - 군 인프라를 활용할 수 있는 민·군 연계협력 방안연구 - 민간무인기 운용기법 연구(유/무인기 혼용운용기법/절차연구) - 민간무인기 운용 핵심기술 (충돌회피, 정밀이착륙, 복합항법, 보안기술)	963	949.5	△13.5	970	481	△489
민간무인기 중장기 로드맵 수립	○ 무인기 중장기 로드맵 수립 등 - 해외 기 수립되었거나 수립중인 중장기 로드맵 등을 분석하여 국내 민간무인기 개발 및 운용 중장기 로드맵 수립	115	115	0	87	43.5	△43.5
합계		2,876	2,143.1	0	2,875	1,375	△1,500

□ 조치 결과

- 진도점검 회의 결과에 따라 1차년도 연구수행 내용 및 예산 조정을 반영한 연구개발계획서(안) 수정 및 반영 조치함.

□ 연구개발 변경 종합

• 당초 연구개발 내용, 기간 및 연구비에 대한 계획 대비 변경(안)은 다음과 같음.

<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th>변경 전</th><th>변경 후</th><th>변경사유</th></tr>
<tr><td colspan="2">연구내용</td><td>• 민간무인항공기 안전성 인증기준 연구
• 민간무인항공기 운항기술기준 연구
• 국산 민간무인항공기 시범인증 연구
• 민간무인항공기 운용시설 구축방안 및 운용 핵심기술 도출
• 무인항공기 중장기 로드맵 수립 등</td><td>• 민간무인항공기 안전성 인증기준 연구
• 민간무인항공기 운항기술기준 연구
• 삭제
• 민간무인항공기 운용시설 구축방안 및 운용 핵심기술 도출
• 무인항공기 중장기 로드맵 수립 등</td><td>다부처 공동기획연구 결과를 반영한 연구내용 조정
세부변경내역 붙임 참조</td></tr>
<tr><td colspan="2">연구기간</td><td>총 연구기간
‘13.12.26 ~ ‘15.12.25</td><td>총 연구기간
‘13.12.26 ~ ‘15.6.25</td><td>부처간 원활한 협력 추진을 위한 연구기간 6개월 단축</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구비
(단위 :
천원)</td><td>1차년</td><td><u>총액 : 2,876,000</u>
항공안전기술원: 903,000
항공우주연구원: 900,000
인하대학교: 261,000
한국항공우주산업: 288,000</td><td><u>총액 : 2,876,000</u>
항공안전기술원: 912,900
항공우주연구원: 1,210,000
인하대학교: 218,600
한국항공우주산업: 178,000</td><td rowspan="2">다부처 공동기획 결과 반영 및 부처간 원활한 협력 추진을 위한 연구내용 조정 및 연구기간 단축으로 인한 연구비 조정</td></tr>
<tr><td>2차년</td><td><u>총액 : 2,875,000</u>
항공안전기술원 : 962,000
항공우주연구원 : 1,210,000
KAIST : 485,000
인하대학교: 218,000</td><td><u>총액 : 1,375,000</u>
항공안전기술원: 363.500
항공우주연구원 : 593.500
KAIST : 250,000
인하대학교 : 168,000</td></tr>
</table>

여백 페이지입니다.

부록 6. 자체평가 의견서

자체평가 의견서

1. 과제현황

				과제코드	050500	
사 업 명	국토교통기술연구개발사업					
과 제 명	민간 무인항공기 실용화를 위한 기반조성 연구					
연 구 기 관	항공안전기술원		연구책임자		최병철 책임연구원	
연 구 기 간 연 구 비 (천원)	연 차	기 간	정 부 출 연 금	기 업 부 담 금	정 부 외 출 연 금	계
	1차연도	'13.12.26. ~ '14.12.25.	2,876,000 천원			2,876,000 천원
	2차연도	'14.12.26. ~ '15.6.25.	1,375,000 천원			1,375,000 천원
	계	'13.12.26. ~ '15.6.25.	4,251,000 천원			4,251,000 천원
참 여 기 업	1차연도 - 공동기관 : 한국항공우주연구원, 한국과학기술원, 인하대학교 대한항공, 한국항공우주산업 - 위탁기관 : 항공대(고준수), 세종대(윤석준) 2차연도 - 공동기관 : 한국항공우주연구원, 한국과학기술원, 인하대학교 - 위탁기관 : 항공대(고준수), 항공대(문우춘)					
상 대 국			상대국 연구기관			

2. 작 성 일 :

- 일시/장소 :2015.6.18.(목), 22(월) /인천공항공사 인재개발원

3. 연구책임자

소 속	직 위	성 명
항공안전기술원 항공인증본부	책임연구원	최 병 철

4. 연구책임자 확인

본인은 평가대상 과제의 연구결과에 대하여 객관적으로 기술하였으며, 공정하게 평가하였음을 확약하며, 이 자료가 전문가 및 전문기관 평가시에 기초자료로 활용되기를 바랍니다

확 약	최 병 철 (인)

Ⅰ. 연구개발실적

1. 연구개발결과의 우수성 및 창의성

○ 평가 분야 : 민간무인항공기 안전성 인증기준 및 운항기술기준 연구

- 평가위원 1(박향규)
  - 우리나라에서는 처음 연구되는 무인항공기에 대한 인증 및 운용 기술의 기준 및 기술개발이고 세계적으로도 한국의 무인기 기술이 낙후되지 않았기 때문에 연구결과가 기대됨.

- 평가위원 2(이영대)
  - “군감항 인증기준”의 경우, 안전성 평가기준 등 기존 자료의 단순인용으로 창의성 부족함

- 평가위원 3(윤희권)
  - 유인기의 공역에 무인항공기가 편입되어 제한없이 비행할 수 있도록 하기 위해 유인기 기술기준 및 운항기준을 참조하여 무인항공기 형식, 특성에 맞는 무인항공기 기술기준 및 운항기준을 도출하였다.

○ 평가 분야 : 유무인기 통합검증 시뮬레이션 시스템 개발

- 평가위원 1(박향규)
  - 현재 어느 국가도 운항기술기준을 검증하기 위한 적절한 수단이 없는 것으로 알려진 가운데 국내 관련 연구기관들이 합심하여 전문지식과 능력을 총동원하여 개발한 만큼 아직 완벽한 수준에는 미치지 못하나 현재까지 개발된 운항기술기준을 검증하는데는 문제가 없을 정도로 연구개발의 내용이 우수하며, 창의성 또한 기대치 이상임.

- 평가위원 2(유혁)
  - 우리나라에서 유무인기 통합 검증 시뮬레이션 시스템은 전세계적으로 개발 되고 있는 무인 항공기의 유인기 공역사용을 위한 조건을 검증하는 시스템으로 연구 자체의 의미하는 바가 크다고 할 수 있다. 이러한 시뮬레이션 시스템 개발 자체가 전세계적으로 개발되고 있는 무인 항공기 개발의 자국 경쟁력 제고에 커다란 영향력을 발휘하리라 사료되고 검증 방식 등은 타 국가의 시뮬레이션 시스템에서 벤치마킹을 한 듯 하나 결과적으로 전체적인 통합 과정에는 창의적인 부분이 많이 발휘되고 있는 것을 확인 할 수 있다.
  - 또한 개발 과정에서 관제 데이터 서버 개발의 다중 접속 처리능력 향상 등의 기술 개발, 연동 ICD 개발, 음성통신 분야 접목, 항공기 비행궤적 검증 등은 매우 우수한 연구개발 결과라 할 수 있다.

- 평가위원 3(이상욱)
  - 우리나라에서 민간무인항공기 상용화를 위한 시뮬레이션 시스템은 국내공항여건에 부합한 상황 및 무인기와 유인기가 동일 공간에서 비행시 발생하는 절차상 문제점 등을 파악하도록 개발되어 무인기 항공안전에 기여할 것이라 판단함.

○ 평가 분야 : 운용시설 구축 방안 및 항공교통관제절차 연구

- 평가위원 1(유병선)
  - 우리나라에서 무인항공기 시범인증을 위한 운용시설(인프라 구축)과 항공관제절차가 대체로 잘 조사 검토되었음. 특히 공중충돌회피를 위한 다양한 항행안전시설/탑재장비의 활용방안이 도출되었음.

- 평가위원 2(강자영)

- 우리나라에서 무인기 운용은 국제 기준을 따라야 하므로 해외 자료를 참조하면서 국내 기준을 개발해야 하므로 창의적 결과를 기대하기가 어려운 실정임.
- 다만 국외에서 설정된 기준을 참조하는 것에 그치지 않고 설정된 기준이 왜 그렇게 도출되었는지에 대한 이유를 증명하고, 경우에 따라서는 국제기준을 우리가 제시할 수 있는 수준의 연구 능력을 갖추어야 본 평가항목을 충족시킬 수 있을 것으로 판단됨.

- 평가위원 3(류영기)
- 우리나라 지역에서 무인기 운용을 위한 무에서 유를 창조한 연구로 일부 시행착오도 있지만 창의적이고 우수하게 작성되었음.
- 무인기 전용기지 구축을 사례로 운용시설 구축방안을 제시한 것은 좋으나 고흥센터를 제외하고는 현실적으로 활용할 수 있는지를 추가 확인이 필요함. (무안, 여수 공항과 울진비행장 등을 무인기 전용으로 활용하기가 어려움)
- 연구지역을 남쪽지역으로 국한하여 연구한 것이 아쉬움(중부권 포함필요)
- 항공교통관제절차는 유인기 관제와 유사한데 비해 무인기 운용의 특성을 무리하게 반영하기 위해 작성하다보니 부분적으로 수정소요 있음.

- 평가위원 4(윤학원)

[민간무인항공기 운용시설 구축방안보고서]
- 실용화 전략을 위한 기종별 비행을 위한 시험개발을 위한 비행장시설 구축을 위한 연구는 아주 우수한 연구용역 과제임.

[민간무인항공기 항공교통관제절차(안)]
- 항공교통관제는 유·무인 통합연구 과제로서 창의성이 있으나 조금 더 최신자료의 업데이트가 추가적으로 필요할 것으로 판단됨.

○ 평가 분야 : 운용핵심기술 시설 개발계획 연구

- 평가위원 1(송용규)
- 민간무인기 운용 핵심기술 개발과 관련하여 핵심기술을 적절히 분석한 후, 획득방안, 개발요구도, 로드맵 수립을 현재의 국내기술수준으로부터 국제 운용 요구에 맞출 수 있는 방안을 도출하는데 상당한 노력을 하였고 연구결과도 현 여건에서 국제기준에 대응할 수 있는 수준까지 제시할 정도로 우수함.

- 평가위원 2(석진영)
- 우리나라에서 민간 무인항공기 실용화를 위한 기반 조성을 위하여 민간무인기 운용핵심기술식별 및 기술획득방안 등에 대해 과제계획대로 성실히 수행하여 연구결과가 우수함.

- 평가위원 3(이기성)
- 세계 5~7위의 기술력을 가진 우리나라로서 향후 예상되는 유·무인기 혼용 관제에 대비한 발빠른 연구로서 많은 자료조사와 관제방안 연구를 진행한 것으로 평가되며 기존의 유인기 관제 법에서 크게 벗어나지 않는 무인기 관제방법을 연구한 노력이 보임.

2. 연구개발결과의 파급효과

○ 평가 분야 : 민간무인항공기 안전성 인증기준 및 운항기술기준 연구

- 평가위원 1(박향규)
  - 무인항공기 운용에 필요한 기본적인 체계가 제시됨에 따라 향후 국내 무인항공기시스템의 개발, 설계 및 제작, 안전성인증, 운항, 통신, 종사자 등 관련 산업의 발전과 활성화에 크게 기여할 수 있을 것으로 판단

- 평가위원 2(이영대)
  - " 인증 기술기준"의 경우, Airworthiness category 가 정립되지 않아 실무적용 시 혼란 가능(감항성 분류에 대한 구도 작성 필요)

- 평가위원 3(윤희권)
  - 무인항공기가 유인기의 공역에 편입되어 비행할 수 있는 인증제도를 구축함으로써 향후 무인항공기를 활용한 광범위한 산업발전에 파급효과가 크다

○ 평가 분야 : 유무인기 통합검증 시뮬레이션 시스템 개발

- 평가위원 1(박향규)
  - 본 연구개발결과가 당초 목표로 한 운항기술기준 검증 이외에 무인항공기 기체와 운용시스템 개발 및 운용 산업에도 활용할 경우 매우 좋은 결과를 얻을 수 있을 것으로 예상

- 평가위원 2(유혁)
  - 우리나라에서 이러한 유무인기 통합 검증 시뮬레이션 시스템의 개발은 현재의 개발 수준 평가이전에 개발 자체가 주는 의미가 크다고 볼 수 있다. 이 개발을 통해 자국 무인기 개발의 유인기 공역 사용에 대한 조건을 전반적으로 확인할 수 있는 배경이 될 수 있고 이를 통하여 자국 무인기의 수준을 한 단계 향상 시킬 수 있는 계기를 마련할 수 있고 타국의 무인기에 대한 사용 승인에 대한 조건을 마련 할수 있는 산업 다분야의 기술 및 표준을 설정하고 이를 통해 자국 무인기 사업의 수출 조건 등을 미리 설정 할 수 있는 효과가 있을 것으로 사료된다.

- 평가위원 3(이상욱)
  - 우리나라에서 본연구의 개발결과는 민간유무인기 운용뿐 아니라 군용에도 확대 적용가능하다고 생각됨.

○ 평가 분야 : 운용시설 구축 방안 및 항공교통관제절차 연구

- 평가위원 1(유병선)
  - 우리나라에서 무인항공기 수요증대에 따른 운용 인프라의 효율적인 구축 및 안전운항에 기여 기대

- 평가위원 2(강자영)
  - 우리나라에서 무인기 운용에 관한 해외 추진 동향 분석 및 국내 적용방안 모색 연구를 통하여 무인기 운용을 위한 초기 결과 제시로 동종의 후속 연구에 기여를 할 것으로 사료됨.

- 평가위원 3(류영기)
  - 우리나라에서 운용시설 구축방안은 무인기 전용기지로의 표준안을 제시하여 향후 연구와 시설구축 시 활용자료로서의 가치가 상당히 높을 것으로 평가됨.
  - 항공교통관제절차는 무인기가 유인기와 동일하게 이륙, 비행 중, 착륙 단계의 관제를 실시하여 운용

간 식별과 향후 유, 무인기 통합운용 시 관제절차의 기준을 제시하여 활용가치가 높을 것으로 평가됨. (특히 외국의 사례를 활용하여 작성함으로서 공신력이 높음)

- 실 비행경험(유, 무인기)자가 작성하지 않은 듯 다소 불필요하고 행동화하기 어려운 부분도 있음. (관제절차 p31 수신만 가능한 항공기의 인지 : 무인기의 행동을 어떻게 할 것인가?, 보조익 방향타를 움직인다. 날개를 좌우로 흔든다. 등등)

- 평가위원 4(윤학원)

[민간무인항공기 운용시설 구축방안보고서]

- 최첨단 시설의 시험테스트 비행장시설이 구축이 된다면 향후 민·군협력을 위한 경제 활성화에 크게 향상 될 것으로 판단됨.

[민간무인항공기 항공교통관제절차(안)]

- 유·무인기 운용고도별,지역별 통합 관제시스템이 개발이 된다면 아주 큰 항공관제 시스템이 될것으로 판단됨

○ 평가 분야 : 운용핵심기술 시설 개발계획 연구

- 평가위원 1(송용규)

- 본 연구결과는 무인기를 유인기와 같은 공역내에서 운용하는데 필수적인 핵심기술의 개발요구도를 RFP와 함께 정확히 제공하므로 이와 관련된 연구개발과제를 단계에 맞추어 진행할 수 있도록 하였고 그와 관련된 국내 연구개발 주체들의 연구개발방향과 수준을 제시하게 될 것임.

- 평가위원 2(석진영)

- 본 과제에서 수행된 민간무인기 운용핵심기술 개발계획에 따라 체계적인 무인기 개발을 위한 기반이 수립된 것으로 평가함. 따라서 보다 구체적인 실행계획연구를 통해 민간무인기 실용화개발에 일조할 것으로 판단됨. 또한 군수용 무인기에 대해서도 참고가 될 것으로 보여 파급효과가 지대함.

- 평가위원 3(이기성)

- 우리나라에서 1. 미래 무인기 시대를 대비한 연구로 국제적인 무인기 운항규정 수립에 대비한 적절한 연구로서 2. 미래 신산업의 하나로 성장하여 고용 창출 등 경제적 효과가 기대됨

3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

○ 평가 분야 : 민간무인항공기 안전성 인증기준 및 운항기술기준 연구

- 평가위원 1(박향규)
  - 앞으로 본 연구개발결과를 국내 무인항공기 관련 법령, 안전성인증기준, 운항기술기준 등의 제정과 개정, 무인항공기시스템의 개발, 설계 및 제작, 조종사양성과 훈련 등에 활용할 수 있을 것으로 예상

- 평가위원 2(이영대)
  - “인증기술기준” 의 경우, 국내 개발 또는 운용중인 무인항공기를 대상으로 하여 실무적용 가능
  - “종사자 자격제도”의 경우, 무선통신사 자격 소지 필요성 검토

- 평가위원 3(윤희권)
  - 무인항공기 또는 유무인공용항공기(OPV: Optionally Piloted Vehicle)로 무인항공기 인증요건에 대한 기술적 충족가능성을 검증하는 기술시범기 사업 수행이 가능하다.
  - 인증요건을 충족하는 무인항공기의 기술개발이 뒷받침될 경우 다양한 상업용 무인항공기의 인증과 운용에 직접적으로 활용된다.

○ 평가 분야 : 유무인기 통합검증 시뮬레이션 시스템 개발

- 평가위원 1(박향규)
  - 우리나라에서

- 평가위원 2(유혁)
  - 우리나라에서 유무인기 통합 검증 시뮬레이션 시스템 연구 개발 결과는 산업 전반에 걸쳐 활용 가능성이 있다 하겠다. 무엇보다 무인기의 성능 검증에 대한 실제적 운용상태를 검증하는 것을 목적으로 개발 되었기 때문에 해당 목적으로 활용 될 뿐만 아니라, 무인기 사용자들이 공역활용에 대한 시뮬레이션을 경험할 수 있는 기회를 주므로 미리 안전에 대한 사항을 파악할 수 있게 할 수 있다. 이것은 충돌 가능성에 대한 회피 기동 등에 대하여 활용 될 수 있는 등의 사용자 우선의 활용을 제고 해 볼 수 있다.

- 평가위원 3(이상욱)
  - 우리나라에서 시뮬레이션등 통해 비행장내 유무인기 운영시 문제점 인식과 안전을 위한 운영 제한 기준을 수립하는 데 활용성이 높을 것으로 판단됨.

○ 평가 분야 : 운용시설 구축 방안 및 항공교통관제절차 연구

- 평가위원 1(유병선)
  - 우리나라에서 다양한 무인항공기의 운용을 위한 운용시설 활용 및 유·무인기의 통합운영 환경 토대 마련

- 평가위원 2(강자영)
  - 우리나라에서 현재 연구결과를 국내 구축 및 운용에 바로 적용할 수는 없는 수준이지만 후속 진행되는 연구에 활용 가능

- 평가위원 3(류영기)
  - 우리나라에서 운용 시설 구축 방안은 무인기 전용 시설은 무엇을 어떻게 어느 수준으로 설치되어야

하는가? 하는 기준을 제시하여 향후 기준서로서의 활용이 아주 많을 것으로 평가됨.

- 항공교통관제절차 역시 기초자료와 기준자료로서의 역할을 충분히 할 수 있어 향후 수정 보완하여 충분히 활용할 수 있을 것으로 평가됨.

- 평가위원 4(윤학원)

[민간무인항공기 운용시설 구축방안보고서]

- 민·군 협력 증진에 크게 활용될 것으로 판단됨

[민간무인항공기 항공교통관제절차(안)]

- 민·군 협력 증진에 크게 활용될 것으로 판단됨

○ 평가 분야 : 운용핵심기술 시설 개발계획 연구

- 평가위원 1(송용규)

- 본 연구결과는 무인기가 유인기 공역내에서 비행과 이착륙의 보장과 관련된 핵심기술의 획득방안, 로드맵, 개발요구도를 국제운항기준에 맞출 수 있도록 적절히 제시하였으므로 이와 관련된 법규 등을 제정하는데 토대로서 활용될 수 있을 것임.

- 평가위원 2(석진영)

- 우리나라에서 민·군 모두 본 연구결과를 크게 활용할 수 있음

- 평가위원 3(이기성)

- 우리나라에서 이 연구결과를 지속적으로 연구하고 해외(미국, 유럽, 중국등)의 운용기준에 대한 정보를 수집하여 개선하여 대비해 놓는다면 향후 한발 앞서는 선진 무인기 운용국가가 될 수 있다고 사료됨

4. 연구개발 수행노력의 성실도

○ 평가 분야 : 민간무인항공기 안전성 인증기준 및 운항기술기준 연구

- 평가위원 1(박향규)
  - 본 무인항공기 실용화를 위한 연구개발에 참여하고 있는 연구수행자들이 각자 책임감을 가지고 최신 IT기술과 전문지식을 이용하여 진지하고 성실한 자세로 최선을 다하여 과업을 수행한 것으로 판단

- 평가위원 2(이영대)
  - 검토의견 없음.

- 평가위원 3(윤희권)
  - 무인항공기 인증관련 ICAO 및 선진국가의 무인항공기 인증 관련 심포지엄 참석, 자료 수집, 동향 조사등을 함으로써 본 연구개발의 결과를 세계적인 수준에 맞추기 위해 노력한 것으로 판단된다.

○ 평가 분야 : 유무인기 통합검증 시뮬레이션 시스템 개발

- 평가위원 1(박향규)
  - 우리나라에서 본 연구개발에 참여하고 있는 연구기관의 연구수행자들이 각자 사명감을 가지고 최신 IT기술과 전문지식을 이용하여 진지하고 성실한 자세로 최선을 다하여 과업을 수행한 것으로 판단됨.

- 평가위원 2(유혁)
  - 우리나라에서 실제 개발 과정을 본적이 없어서 성실도를 논하기는 쉽지 않지만 결과물을 보았을 때 성실하게 연구 개발 수행을 한 흔적이 여러 곳에서 확인 할 수 있었다. 그러나 한달 전의 건의 사항 및 문제점 제기 부분에 대한 개선된 부분이 많지 않았고 거기에 대한 언급이 부족하였던 것으로 보인다. 연구개발 과정의 거의 마지막 단계인 것을 감안하면 충분히 이해가 되는 부분이 있지만 마지막까지의 성실성은 조금 결여된 것으로 보인다.

- 평가위원 3(이상욱)
  - 검토의견 없음.

○ 평가 분야 : 운용시설 구축 방안 및 항공교통관제절차 연구

- 평가위원 1(유병선)
  - 우리나라에서 해외 구축사례 검토와 국내 여건을 고려한 결과 도출은 비교적 잘 되었으나 해외 기준을 국내자료로 잘못 제시된 내용(예, 미국 공역을 국내 공역으로 사용 등)이 일부 있음.

- 평가위원 2(강자영)
  - 적정함.

- 평가위원 3(류영기)
  - 제한된 자료와 외국에서의 사례를 우리나라에 접목시키기 위해 노력한 흔적이 아주 많고 성실히 노력하여 연구한 흔적이 많음.
  - 외국의 과거와 현재의 사례를 우리나라의 현재와 미래에 접목시키기 위한 노력이 많이 반영된 연구임.

- 평가위원 4(윤학원)

[민간무인항공기 운용시설 구축방안보고서]

- 전반적으로 연구과제에 대한 지역단위의 공항시설 시뮬레이션 기법과 이·착륙기지내 충돌회피에 대한 연구는 아주 좋은 기법을 활용한 연구라 판단됨.

[민간무인항공기 항공교통관제절차(안)]

- 최신 교통관제를 번역하여 추가적으로 연구방안이 있어야 할 것으로 보임.

○ 평가 분야 : 운용핵심기술 시설 개발계획 연구

- 평가위원 1(송용규)

- 우리나라에서 본 연구의 방향과 범위가 일부 수정되었음에도 연구자들은 요구되는 성과를 낼 수 있도록 상당히 노력하였음.

- 평가위원 2(석진영)

- 우리나라에서 체계적인 연구팀 구성과 연구절차를 수립하고, 적절한 공동연구기관을 선정하였으며, 과제의 수행을 위한 노력이 성실하였음.

- 평가위원 3(이기성)

- 우리나라에서 많은 자료 수집과 연구노력등이 엿보이나 연구대상의 특성상 발표자료에 가시적인 성과를 기술하기 어려움이 있었을 것임.
- 이는 자칫 자료 수집 및 정리한 페이퍼 워크로 보일 가능성이 있으므로 연구 결과에 대한 일목 요연한 표현이 보강 되어야 할 것으로 보임.

5. 공개발표된 연구개발성과(논문·지적재산권·발표회 개최 등)

○ 평가 분야 : 민간무인항공기 안전성 인증기준 및 운항기술기준 연구

- 평가위원 1(박향규)
  - 특별한 문제점이 발견되지 않았음.

- 평가위원 2(이영대)
  - 검토의견 없음.

- 평가위원 3(윤희권)
  - 검토의견 없음.

○ 평가 분야 : 유무인기 통합검증 시뮬레이션 시스템 개발

- 평가위원 1(박향규)
  - 특별한 문제점이 없는 것으로 판단

- 평가위원 2(유혁)
  - 검토의견 없음.

- 평가위원 3(이상욱)
  - 검토의견 없음.

○ 평가 분야 : 운용시설 구축 방안 및 항공교통관제절차 연구

- 평가위원 1(유병선)
  - 우리나라에서 자체평가(전문가 집단의 자문)를 통해 보고서의 완성도 향상 및 관련분야 학술지에 우수한 논문 게재가 기대됨.

- 평가위원 2(강자영)
  - 발표 자료에 공개된 연구개발 성과가 제시되지 않았음.

- 평가위원 3(류영기)
  - 이전 발표된 내용은 확인을 하지 못하였으나 오늘 공개 발표한 내용은 기초 및 초기자료로서 상당히 가치가 높은 자료로 평가됨. (부분적으로 수정 후)

- 평가위원 4(윤학원)

  [민간무인항공기 운용시설 구축방안보고서]
  - 아주 좋은 연구 개발이라 판단됨.

  [민간무인항공기 항공교통관제절차(안)]
  - 획기적인 연구개발 과제라 판단됨.

○ 평가 분야 : 운용핵심기술 시설 개발계획 연구

- 평가위원 1(송용규)
  - 우리나라에서 현재로서는 국제기준을 맞출 수 있는 방안제시와 관련된 개발요구도, 로드맵, 구체적인 RFP를 작성하는 것이 주 목표이므로 기술논문이나 정책 논문을 발표할 단계는 아닌 것으로 판단됨. 관련 전문가들의 자문/평가를 위한 발표는 적절히 행해졌음.

- 평가위원 2(석진영)
  - 검토의견 없음.

- 평가위원 3(이기성)
  - 발표자료에 논문이나 지적재산권에 대한 성과 표현 미흡

Ⅱ. 연구목표 달성도

○ 평가 분야 : 민간무인항공기 안전성 인증기준 및 운항기술기준 연구

연차별 성과목표	연구목표		달성 내용	수행기관	달성도(%)		
					평가위원 1	평가위원 2	평가위원 3
[1-1세부] 민간무인항공기 안전성 인증기준 연구	민간무인기 인증을 위한 기술기준 개발 및 고시 지원 등	민간무인항공기 인증기술기준(안)	해외 당국 및 전문기관의 민간 무인기 인증 법규 및 절차 검토 및 분석	KARI	85	85	80
			국내 무인기 관련 법규/절차 정책 제안				
			무인항공기 기술기준(안) 초안 작성				
			무인항공기 기술기준(안) 제시				
		민간무인항공기 시범인증방안	해외 시범인증 사례 조사	KARI	-	80	70
			시범인증을 위한 국내 인증 제도 및 절차 제시				
	기타 안전인증 기술기준 제·개정에 필요한 사항	군 무인항공기 감항인증기술기준 분석보고서	군용 무인항공기 감항인증 기술기준 분석	위탁(항공대)	84	75	80
			민간 무인공기 감항인증 기술기준 적용방안 연구				
[1-2세부] 민간무인항공기 운항기술기준	국가공역에서 유·무인기 혼합운용 운항기술기준 개발 및 고시지원	민간무인항공기 운항기술기준(안)	무인기 운용 환경을 고려한 변경	KIAST	91	85	80
			운용기법 및 절차 수립				
			중장기 종합계획 수립 및 홍보물 제작				
			다부처 RFP 작성(국토부 분야)				
			법 제.개정 전문가 검토				
			운항기술기준(안) 작성				
	사생활 보호기준 연구	민간무인항공기 사생활 보호기준 연구	무인항공기의 사생활 침해 유형 조문 작성	KIAST	84	90	-
			무인항공기 운영자의 법적 책임				
	민간무인기 종사자 교육/자격제도 구축	민간무인항공기 종사자 자격 제도(안)	무인기 종사자 교육제도 기준 초안 작성	KIAST	94	80	90
			무인기 종사자 항공신체검사 기준 연구				
			무인기 종사자 자격(안) 작성				
			무인기 훈련기관(안) 작성				
	민간무인기 운영자 승인제도 구축 등	민간무인항공기 운용자 승인제도(안)	운영자 업무 범위 및 보안규정 기준 연구	KIAST	92	90	80
			운영자 승인절차(안) 작성				
	민간무인기 법제화 기본연구	민간무인항공기 국내법 법제화 기본연구	유무인기 혼합운용을 위한 법제도 구축 안	KIAST	82	85	90

◯ **평가 분야 : 민간무인항공기 안전성 인증기준 및 운항기술기준 연구**

연차별 성과목표	연구목표		달성 내용	수행기관	달성도(%)		
					평가위원 1	평가위원 2	평가위원 3
[1-2세부] 민간무인 항공기 운항기술 기준	기타 운항기술기준 제·개정에 필요한 사항 - 유·무인기 통합 운용 시뮬레이션 개발	관제 데이터 서버 개발	시스템 성능기준(안) 작성	인하대	96	88	100
			다중접속 처리능력 향상				
			연동 ICD 개발				
			시스템 연동 시험				
			운항기술기준 검증을 위한 시나리오 기반 시뮬레이션 수행				
		관제(ATC) 시뮬레이션 개발	관제사 (CWP) 디스플레이 개선	인하대	95	93	100
			레이더 데이터 처리 기능 (SDPS) 연구				
			시스템 연동 시험				
		유인기 시뮬레이션 개발	항공기 모델링 개선 및 추가	인하대	95	78	100
			항공기 비행궤적 검증				
			시스템 연동 시험				
		무인기 시뮬레이션 개발	무인항공기 3D 영상 비행시뮬레이션 기능 수정	KIAST	92	93	100
			공항 및 공역 정보 생성				
			시스템 연동 시험				
		통합운용절차 시나리오 개발	유인기 운용기법/절차 수립	위탁 (항공대)	98	78	100
			유인기 운용 시나리오				
			무인기 운용기법/절차 수립				
			무인기 운용 시나리오				

○ **평가 분야 : 운용시설 구축 방안 및 항공교통관제절차 연구**

연차별 성과목표	연구목표		달성 내용	수행기관	달성도(%)			
					평가위원 1	평가위원 2	평가위원 3	평가위원 4
[2-2세부] 민간무인기 운용시설 구축방안 및 운용 핵심기술 도출	민간무인기 운용시설 구축방안 연구 (유도/항행, 지휘/통제(C2) 등)	민간무인항공기 운용시설 구축 방안 보고서	해외 무인기 시범운용 시설 구축 동향 조사	KAIST	70	80	80	60
			무인기 시범운용 시나리오 도출					
			무인기 시범운용 시설 구축 방안 강구					
			민간무인기 운용을 위한 공항시설 구축방안					
			민간무인기 유도/항행을 위한 시설 구축방안					
			민간무인기 통신/통제(C2)를 위한 시설 구축 방안					
	민간무인기 운용기법 연구 (유/무인기 혼용운용기법/ 절차연구)	민간무인항공기 항공교통관제 절차(안)	국내외 유/무인기관제절차 분석	KAIST	65	80	75	50
			무인항공기 항공교통관제절차(안) 작성					

○ **평가 분야 : 운용핵심기술 시설 개발계획 연구**

연차별 성과목표	연구목표		달성 내용	수행기관	달성도(%)		
					평가위원 1	평가위원 2	평가위원 3
[2-2세부] 민간무인기 운용시설 구축방안 및 운용 핵심기술 도출	민간무인기 운용 핵심기술 식별, 기술획득방안 및 개발요구도 수립	민간무인항공기 운용 핵심기술 개발계획	민간무인기 운용 핵심기술 획득방안 수립	KARI	90	100	90
			민간무인기 운용 핵심기술 개발요구도 수립				
			민간무인기 운용 핵심기술 로드맵 수립				
			민간무인기 운용 핵심기술 분석	KAIST			

Ⅲ. 종합의견

1. 연구개발결과에 대한 종합의견

○ 평가 분야 : 민간무인항공기 안전성 인증기준 및 운항기술기준 연구

- 평가위원 1(박향규)
  - 현 단계에서의 목표수준이 거의 달성된 것으로 판단
  - 전체 성과물을 대상으로 용어, 개념 등이 상호 일치(조화) 되도록 보완
  - 아래 사항에 대한 검토 및 (필요시) 보완 필요

1) [성과1] 인증기술기준 분야

✓ 본 연구결과 개발된 인증기술기준상 무인항공기 무게의 기준(“최대이륙중량”)이 현행 항공법시행규칙 제14조의 규정(“연료의 중량을 제외한 자체 중량”)과 상이하므로 조정 필요

✓ 150kg 미만의 무인항공기에 대한 인증기술기준이 본 연구개발에 포함되지 않아 연구개발자에게 질의한 결과 150kg 미만의 무인항공기는 초경량비행장치 중 “무인동력비행장치”로 분류되어 이미 별도의 기준으로 안전성인증이 이루어지고 있기 때문에 본 연구개발에 포함시키지 않았다는 의견이나, 동 “무인동력비행장치”용 안전성인증기준은 본 연구 결과 개발된 인증기술기준에 비하면 그 내용이 너무나 빈약하여 제 기능을 다하지 못하고 있을 가능성이 매우 크므로, 이 문제에 대한 관계당국의 정책적 판단이 필요함.

✓ “Detect and avoid”는 혼합공역내 무인항공기 운용에 필수조건인데도 불구하고 본 인증기술기준에 언급조차 되지 않았는바, 최소한, Detect and avoid 관련 예상되는 주요 항목명과 그 골자만이라도 나열하고 추후 기술개발이 진전 되는대로 보완 예정이라고 명시할 필요가 있음.

✓ 틸트로터용 인증기술기준(안)이 제시되지 않았음.

2) [성과2] 군무인항공기 감항인증기술기준 분야

✓ “STANAG 4671 대비 KAS Part 23, 25 비교 및 분석“ 내용 중 ”민간 무인항공기 감항증명 기술기준(안)“의 내용은 본 연구개발과제로 항우연 측이 개발한 ”인증기술기준(안)“의 내용과 전혀 상이한데도 본 연구개발과제의 성과물 중 일부로 동시에 제출됨에 따라 동 ”인증기술기준(안)“의 내용으로 오인될 소지가 크기 때문에 이를 삭제하거나 또는 ”인증기술기준(안)“의 내용으로 보완 필요

3) [성과3] 운항기술기준 분야

✓ “용어의 정의” 중 본문에 사용되지 않은 용어가 다수 포함되어 있으므로 이를 삭제 필요

✓ “용어의 정의”에 포함된 용어의 정의를 현행 항공법, 시행령, 시행규칙, 고시 등에 규정된 내용과 일치되도록 보완

✓ 용어, 개념 등이 다른 분야의 연구개발 내용과 조화되도록 보완

4) [성과5] 운영자의 법적책임 분야

✓ 무인항공기로 인하여 제3자의 인명 및 재산에 피해 발생시 현행 “상법”에 의한 보상으로는 미흡한 것으로 연구되었으나, 이에 대한 보완대책이 제시되지 않았음.

5) [성과6] 종사자 자격/교육 제도 분야

✓ “무인항공기 감시자”도 일정한 자격증명을 취득할 필요가 있는 것으로 제시되었으나, 단순히 감시업무만 수행하는 자에게 자격증명을 강제적으로 취득토록 하는 것은 “과도한 규제”로 판단

✓ 조종사 자격을 무인항공기 중량(*“150kg 이상” 등)으로 구분하는 것은 불합리함.

6) [성과7] 운영자 승인제도 분야: 의견 없음.

7) [성과8] 국내법 법제화 분야

✓ 국내법 법제화 연구내용 중 구체적인 법령 제/개정(안) 내용이 전혀 제시되지 않았음.

- 평가위원 2(이영대)

• 연구범위, 대상을 각 기관간 통일 요함.

- 평가위원 3(윤희권)

• 본 연구개발결과는 민간무인항공기가 민간유인항공기 공역에 편입되어 운용할 수 있게 하기위한 인증기술기준 및 운항기술기준을 수립한 것으로서 향후 민간무인항공기의 산업 성장에 매우 중요한 초석으로서의 의미가 있다.

• 향후 수립된 인증기술기준과 운항기술기준 요건에 대한 시범무인기를 활용한 검증과 핵심기술개발이 추가로 요구되어진다.

○ 평가 분야 : 유무인기 통합검증 시뮬레이션 시스템 개발

- 평가위원 1(박향규)

• 가. 현 단계에서의 목표수준이 거의 달성된 것으로 판단

• 나. 앞으로 운항기술검증 이외에 다양한 활용방안을 강구 필요

• 다. 향후 장기적으로 아래 사항에 대한 검토 및 연구가 필요

1) 무인항공기를 원격조종 방법으로 통제가 불가능한 경우 그 비행을 즉각적으로 중단시키는 상황을 시뮬레이션

2) 비행장 주변 비행 상황의 경우, 모니터에 보이는 시뮬레이션 내용과 실제 관제탑에서 관제사가 육안으로 보는 상황과는 큰 차이가 있으므로, 모니터상의 무인기와 유인기의 크기를 거리에 따라 다르게 표시

※ 예를 들면, 세스나172 절반 크기의 무인항공기가 비행장 교통장주 중 Downwind 구간에 있을 경우 무인항공기가 맑은 하늘에 매몰되어 관제탑 관제사의 눈에는 거의 보이지 않게 됨.

3) 무인항공기 조종사와 관제사간 음성통신 기능 검증

4) 원격조종국 기능, 조종사 기능, 무인항공기 성능 검증 등

- 평가위원 2(유혁)

• 우리나라에서 전세계적으로 개발 및 사용이 가속화 되고 있는 무인기의 추세를 감안하면 유인기 공역 사용에 대한 유,무인기 통합검증 시뮬레이션 시스템 개발은 개발을 늦추어서는 안되는 핵심 과제로 보인다. 그리고 중국 무인기가 대거 수입되고 있는 시점에 자국 산업의 보호 및 발전을 위한 시뮬레이션 개발은 아주 필요한 사항이라 하겠다. 또한 결국 유인기 공역을 함께 사용할 미래에 대한 준비를 위한 해당 연구는 우리나라의 산업전반에 걸친 중요한 초석이 되리라 생각된다. 이러한 연구가 아직은 검증 과정에서 더 많은 정보와 기술의 향상이 필요한 부분이 있지만 연구 자체의 가치를 감안하면 해당 연구는 계속되어야 하는 필요성을 충분이 내포하고 있다. 다만 유인기 및 무인기 시뮬레이션에서 여러 항공기의 Performance를 반영 할 수 있는 방안을 좀더 세밀하게 모색하여야 해당 시뮬레이션이 유인기 공역사용을 위한 조건을 반영할 수 있으리라 사료된다. 또한 조종사 자격 분야일수도 있지만 시뮬레이션과정에서 보안성의 평가를 염두에 둘 수 있는 장치가 없다는 것이 과연 문제가 되지 않을까 염려 되는 부분이 있다. 해커의 서버 침투로 인한 조종능력 상실 혹은 검증이 어려운 무인기 조종사의 위험요인을 내포한 항공기 기동 상실 장치를 검증을 할 수 있는 시뮬레이션 장치도 고려 되어야 할 부분이라 생각된다. 여러가지 보완 되어야 할 부분이 있지만 해당

연구는 계속적으로 진행되어야 되고 발전 되어야 한다는 의견이다.

- 평가위원 3(이상욱)
  - 우리나라에서 동 시스템은 유무인기 동일 공간 운영시 문제점을 사전에 도출하여 해결할 수 있는 시스템이라 사료됨.
  - 다만 무인기가 유인기와 같은 항로 또는 비행장의 장주를 사용시 무인기 조종자가 상황을 파악할 수 있는 카메라 등 안전 시스템 확보 필요.

○ 평가 분야 : 운용시설 구축 방안 및 항공교통관제절차 연구

- 평가위원 1(유병선)
  - 우리나라에서 무인항공기 운용시설은 단기적으로 확보하기에는 경제적, 지역적 어려움이 많으므로 중작기적인 계획으로 확보하되 초기에는 군/민 공동으로 사용할 수 있도록 정부차원의 협조가 필요함.
  - 안전한 관제지원을 위한 레이더 시설의 확충은 기 구축된 시설을 기술적으로 활용하는 것이 경제적임(예, 공군 MCRC 항적 포착자료 선별 활용, 민간 공항 레이더 포착자료 등)

- 평가위원 2(강자영)
  - 현재 국외에서도 무인기 운용을 위한 기준이 상세화 되어 있지 않은 관계로 국내 기준개발 및 운용을 위한 방안 도출에 한계가 있을 것으로 판단됨.
  - 그러나 본 연구의 성과목표 및 단위성과에 대한 목표(성능)수준 설정이 모두 동향조사, 방안도출 등과 같이 설정되어 있어서 연구개발결과에 대한 정량적 및 정성적 평가가 어려운 실정임.
  - 무인기관제절차개발은 필요하나 각 절차에 대한 안전성 분석 및 평가 연구가 우선되고 그 결과를 바탕으로 수립되어야 할 것으로 판단됨.
  - 또한 시설구축방안 역시 기능적 시스템의 나열보다는 RCP, RNP, RSP 등 성능 수준별 요구사항에 따른 항행안전시설의 필요성, 통신 스펙트럼 가용성 및 용량 분석, 구축비용 및 구축일정 등을 고려한 종합적 분석 결과에 따른 여러가지의 대안 제시가 되어야 할 것으로 판단됨.

- 평가위원 3(류영기)
  - 우리나라에서 제한된 자료와 외국의 사례를 참고하여 틀을 만든것에 대하여 높이 평가함.
  - 작성한 결과물의 시행을 위해 현실에 반영 시 상당히 많은 부분에서 제한을 받을 것이다.(예, 무안, 여수공항, 울진비행장 등은 무인기 전용기지로서의 운용에 많은 제한사항이 있음)
  - 항공교통관제절차는 우선 무인기에 어떤 통신장비를 얼마나 어떻게 장착할 것인가? 에 따라서 절차와 방법이 달라질 것이다. 즉 무인기의 관제를 위한 장비의 장착도 병행 연구되어야 할 분야라 판단됨.

- 평가위원 4(윤학원)

[민간무인항공기 운용시설 구축방안보고서]
  - 공항시설 활주로 구축시 해당지역의 연간풍향 방향을 데이터를 기반으로 활주로 시설은 추가 연구가 필요
  - 추가적으로 소형,중형,대형의 기종별 무인기 운용 시설 구축방안이 연구 검토가 필요함.

[민간무인항공기 항공교통관제절차(안)]
  - 유·무인기의 통행의 우선순위에 대한 추가 연구 필요(지역단위)
  - 고도별 유, 무인기 관제통제 계획에 대한 추가 연구 필요
  - 무인항공기의 자동항법 이․착륙 시스템으로 개발 되고 있으나, 비행안전 확보를 위한 이,착륙 안전을 위한 외부조종사의 필요성에 대해서도 연구·검토가 필요(안전사고의 대부분은 이·착륙에

서 사고가 발생됨) 또한 인구 밀집으로 인한 도심지역 비행장에 대한 안전대책 강구를 위한 백업 조종을 위한 대책 기반 조성 필요.

○ 평가 분야 : 운용핵심기술 시설 개발계획 연구

- 평가위원 1(송용규)
  - 우리나라에서 연구과제의 방향과 범위가 일부 조정이 되었지만 주어진 연구 목표에 대해서는 나름 열심히 노력하여 목표를 어느 정도 달성한 것으로 판단됨

- 평가위원 2(석진영)
  - 검토의견 없음.

- 평가위원 3(이기성)
  - 우리나라에서 시기적절하고 꼭 필요한 연구과제로 생각이 들며 방대한 자료 조사와 연구를 통해 보고서를 작성하였음은 인정되나 가시적인 개발 결과가 표현되기 어려움이 예상되므로 개발 결과에 대한 어필이 더 보강 되어야 할 것으로 보임.

2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

○ 평가 분야 : 민간무인항공기 안전성 인증기준 및 운항기술기준 연구

- 평가위원 1(박향규)
  - 본 연구 성과물에 포함된 내용 중 상당 부분이 아직 외국에서는 실용화되고 있지 않을 정도로 본 연구개발 내용이 선도적으로 앞서 나가고 있음을 고려하여 평가 필요

- 평가위원 2(이영대)
  - 검토의견 없음.

- 평가위원 3(윤희권)
  - 민간무인항공기 인증이 가능한 기술기준 및 운항기준을 수립하고 있는가?
  - 국내 연구개발 결과가 무인항공기 선진국가의 연구개발 수준과 동등한가?
  - 민간무인항공기 인증제도의 구축이 국내 무인항공기 산업을 뒷받침할 수 있는가?

○ 평가 분야 : 유무인기 통합검증 시뮬레이션 시스템 개발

- 평가위원 1(박향규)
  - 우리나라에서 본 연구 성과물이 실제 업무에 활용될 수 있도록 하기 위해서는 개발된 시스템과 프로그램 및 운용자매뉴얼이 발주자에게 제출되고 사용방법에 대한 교육이 적절히 이루어질 수 있는지에 대하여 평가 필요

- 평가위원 2(유혁)
  - 우리나라에서 시뮬레이션에 항공기 Performance를 좀 더 세밀하게 반영될 수 있는 연구가 필요

- 평가위원 3(이상욱)
  - 검토의견 없음.

○ 평가 분야 : 운용시설 구축 방안 및 항공교통관제절차 연구

- 평가위원 1(유병선)
  - 우리나라에서 함께 연구되고 있는 타 분야와 용어의 통일이 필요함
  - 운용방안 관련 내용을 공유 필요 (예, 무인항공기 분류, 인적자원 자격관리, 운용절차 등)

- 평가위원 2(강자영)
  - 우리나라에서 현재 무인기 운용에 대한 국제 기준도 개발 상태에 있으므로 국내에서도 바로 절차수립이나 기준 개발을 시도하지 말고 안전성 분석/평가 연구, 검증 시뮬레이션, 비행실험 등과 같은 충분한 기초연구를 통하여 국내 절차 수립은 물론 국제 표준화에도 기여할 기회를 갖는 것이 중요함.
  - 현재와 같이 국외 동향을 분석하고 필요한 문서개발 위주의 연구의 형태로는 연구평가에서 요구하는 정량적/정성적 요구사항을 충족시키기가 어려울 것으로 판단됨.
  - 짧은 시간에 수행해야 할 연구 성과 가지 수가 많아서 심도 있는 연구의 수행이 어려울 것으로 판단됨.

- 평가위원 3(류영기)

  [운용시설의 구축]
  - 남부지역의 비행센터와 공항을 기준으로 작성되었는데 우리나라의 중부권 지역에서는 어떻게 할 것

인가? 에도 고려하여 작성 (간단히 언급이라도)

- 현, 유/무인기의 비행금지공역을 회피하여 비행할 수 있는 방안 검토 (서울을 비롯하여 중부권지역에는 군비행장과 금지공역이 산재함)
- 무인항공기 전용 기지를 등급화하여 운용토록 개념정립 필요성 (예, 공군비행장 : 전술항공기지, 육군비행장 : 헬기전용작전기지 등 무인기의 중량이나 규모에 따른 분류를 하여 이에 맞게 등급화 필요성) → 물론 이번과제는 작은 규모의 드론 등은 포함되지 않지만 등급화 등을 할 경우에는 가장 큰 규모를 연구하는 과제에서 전체적인 그림을 그려서 표현하여야 함 : 향후 추가 연구의 기준이 됨.
- 무인기 전용기지는 활주로 방향을 양방향이 아닌 다 방향 즉 6방향 정도는 만들어야 효율적으로 운용이 가능할 듯(우리나라는 외국지형과 달리 산악지형으로 바람의 방향이 아주 다방향임. 따라서 바람방향에 따라 상시 이착륙이 원활하도록 하기 위함. 육군에서 운용중인 무인기 : 측풍 때문에 운용 곤란한 경우가 아주 많음)
- 현 연구된 공항, 비행장의 향후 활용 가능성을 병행 추진.
- 로드맵에 국방부와의 협조를 어떻게 할 것인가? 문제도 포함되어야 할 필요성 (현 우리나라의 무인기 운용에 대한 제한사항과 규제를 연구하면서 함께 추진되도록 국방부와 사전 협조하여야 조기에 추진될 듯)
- 현재 육군에서 운용 중인 우리나라 지역에서의 무인항공기 운용 실태를 확인하여 제한사항과 문제점이 무엇인지를 정확히 확인 후 연구할 필요성. (예를 들어 현 헬기기지에 무인항공기를 운용시 문제점이 무엇인가? 보완해야 할 사항이 무엇인가? 등등)

[항공교통관제절차]

- 관제를 어떻게 할 것인가? 문제를 해결하기 전에 우선 무인기의 운용개념을 명확히 정립된 상태에서 관제를 어떻게 할 것인가로 풀어 나갔으면 함. (항공기의 운용되는 모습이 연상되지 않는 상태에서 관제가 나오지 않음)
- 무인기에 어떤 통신장비를 얼마나 장착하고 중계 등은 어떻게 할 것인가가 우선된 상태에서 관제는 자연히 유인기 관제를 하면 됨.
- 관제가 무인기 따로 유인기 따로는 아닌 것으로 평가되며 어떻게 운용될 것인가에 따라서 달라 질 것이라고 판단됨.
- 외국에서의 관제 절차를 보고 개, 수정하였는데 애써 그렇게 하는 것보다 유인기 운용개념에 무인기 운용개념을 맞추지 말고 무인기 운용개념에 맞는 관제만 포함하여 작성할 필요성.

[기타분야]

- 이번 연구 과제를 발표 간 및 연구하면서 안전관리에 대하여 많은 논의를 하였는데 무인기 기반조성연구의 전체적인 흐름속에서 “무인기 안전관리” 분야도 연구가 되어야 할 것으로 판단됨.
- ICAO Annes 19에 Safety Management가 포함되어 있으며, 우리나라 항공 안전법은 항공보안법으로 명칭이 변경되어 운용되고 있고, “국가항공안전 프로그램”으로 운용토록 되어 있어 무인기분야도 “무인기 안전관리”가 반드시 연구되어 포함되어야 할 것으로 판단됨.(다음 과제 연구시 반드시 포함 건의)

- 평가위원 4(윤학원)

- 연구과제에 대한 발표와 평가위원의 별도 토의 시간이 필요하다 보며, 연구과제 내용에 비해 평가시간이 너무 시간이 적었다고 판단됨.

○ 평가 분야 : 운용핵심기술 시설 개발계획 연구

- 평가위원 1(송용규)

- 우리나라에서 연구기간이 축소되어 외국의 기술개발동향 들을 자세히 살펴볼 시간이 다소 부족했던 것으로 판단되어 이에 대한 고려가 필요함.

- 평가위원 2(석진영)
  - 검토의견 없음.

- 평가위원 3(이기성)
  - 우리나라에서 이 연구는 우리나라 독자적으로 표준이 만들어질수 없는 특성이 있으므로 해외 무인기 선진국에서 진행하거나 완료한 유사 연구 사례분석이 더 필요하며 국제 표준화를 대비해야 할 것으로 보임.

3. 연구개발결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

○ 평가 분야 : 민간무인항공기 안전성 인증기준 및 운항기술기준 연구

- 평가위원 1(박향규)
  - 본 연구개발결과를 향후 국내 무인항공기 관련 법령, 안전성인증기준, 운항기술기준 등의 제정과 개정, 무인항공기시스템의 개발, 설계 및 제작, 조종사양성과 훈련 등에 활용
  - 위 III. (종합의견), 1. 다.에 제시된 조치가 완료된 이후 본 연구개발결과 및 실용 결과를 무인항공기 관련 각종 국제회의에 제출 및 발표

- 평가위원 2(이영대)
  - 검토의견 없음.

- 평가위원 3(윤희권)
  - 연구개발결과가 실제로 활용되기 위해서는 인증요건에 대한 기술적 충족가능성을 검증하는 기술시범기 사업이 요구되어 진다. 유럽의 경우 SES-JU 프로젝트를 통해 9개의 민간무인항공기 기술시범사업이 진행되고 있다.
  - 향후 무인항공기 또는 유무인공용항공기(OPV: Optionally Piloted Vehicle) 기술시범기 사업을 통해 수립된 인증기술기준 및 운항기술기준에 대한 검증과 핵심기술개발이 필요하다.

○ 평가 분야 : 유무인기 통합검증 시뮬레이션 시스템 개발

- 평가위원 1(박향규)
  - 가. 우리나라에서 장차 본 연구개발결과를 운항기술기준 검증, 무인기조종사훈련, 공역 설계 검토, 무인기 비행허가기관의 사전확인, 무인기 안전성인증, 무인기 성능검증 등 다양한 용도로 활용
  - 나. 위 III. (종합의견), 1. 다.에 제시된 조치가 완료된 이후 본 연구개발결과 및 실용 결과를 무인항공기 관련 각종 국제회의에 제출 및 발표

- 평가위원 2(유혁)
  - 우리나라에서 무인기의 성능 검증에 대한 실제적 운용상태를 검증하는 것을 목적으로 개발 되었기 때문에 해당 목적으로 활용 될 뿐만 아니라, 무인기 사용자들이 공역활용에 대한 시뮬레이션을 경험할 수 있는 기회를 주므로 미리 안전에 대한 사항을 파악할 수 있게 할 수 있다. 이것은 충돌 가능성에 대한 회피 기동 등에 대하여 활용 될 수 있는 등의 사용자 우선의 활용을 제고해 볼 수 있다. 또한 무인기 사용자들이 ATC 경험을 할수 있는 방법으로 활용 될 수 있고, 각종 시나리오 개발을 통해 항공기 성능 점검에도 활용 될 수 있다.

- 평가위원 3(이상욱)
  - 검토의견 없음.

○ 평가 분야 : 운용시설 구축 방안 및 항공교통관제절차 연구

- 평가위원 1(유병선)
  - 우리나라에서 군・민의 표준관제절차 및 용어의 사용이 상이하므로 이에 대한 표준화가 필요함.
  - 무인항공기의 비상절차(Emergency Procedures)에 대한 검토가 필요함(예, 비상상황 별 절차, 전담조종사 운용, 공역 및 비상착륙지 운영 등)

- 평가위원 2(강자영)
  - 활용방안 및 향후조치 미제시

• 종합의견 1에 기술한 것처럼 기초연구 또는 심도 있는 분석을 통하여 절차나 구축방안을 도출하는 것이 필요하다고 판단함.

- 평가위원 3(류영기)
• 우리나라에서 운용구축방안은 우리나라 전역에서 무인기 전용기지 구축 시 현실을 고려하여 어떻게 할것인가에 초점을 맞추어 보완하여 활용하여야 함. (현 공항, 비행장 활용보다 무인기 전용기지를 별도로 구축방안 고려)
• 교통관제절차는 무인기 운용개념을 먼저 정립한 후 자연히 따라 올 수 있게 관제절차를 연구하고, 향후 유, 무인기 통합 시 관제도 포함하여야 함

- 평가위원 4(윤학원)
• 연구과제의 제목으로 보았을때 현재 군에서도 아주 많은 고민을 하고 있으며 향후 우리나라의 하늘은 무인기가 지배 할 것으로 보이므로 최첨단의 유·무인기 관제통제 시스템 꼭 개발이 되었으면 합니다. 또한 무인기 운용시설은 군에서 해외도입 및 연구개발을 위한 민간 무인기 최첨단 시험테스트 시설이 구축이 된다면, 업체에서도 많은 활용이 될 것으로 판단됨.

○ 평가 분야 : 운용핵심기술 시설 개발계획 연구

- 평가위원 1(송용규)
• 본 연구결과는 유무인기 통합운용을 위한 국제기준을 맞출 수 있도록 하는 핵심기술의 획득방안, 요구도, 로드맵 등이 적절히 작성되었으므로 이를 관련 연구개발의 근거로 활용할 수 있을 것임. 이에 기초한 기술적 연구개발이 반드시 이루어져야 함.

- 평가위원 2(석진영)
• 검토의견 없음.

- 평가위원 3(이기성)
• 우리나라에서 이 과제는 국내 연구로서만 진행이 되어서는 안 될 것 같으며 국제적인 교류를 통해 국제적인 표준화가 요구되는 것으로 연구 결과에 대한 국제적인 발표등을 통해 무인기 선진국들과의 지속적인 논의, 협의하는 것이 필요하다고 사료됨.

Ⅳ. 보안성 검토

1. 연구책임자의 의견

국토교통기술 연구개발사업 보안관리규칙(2013.11.11. 개정)의 제7조(등급분류 기준) ①항 2목에 따라 본 과제는 일반과제로서 보안등급을 부여하지 않음

2. 연구기관 자체의 검토결과

항공안전기술원 보안규정(2013.9.17.제정)의 제12조(연구개발사업보안)에 따라의 개인별 보안서약서를 징구하였고, 일반과제로의 보안 등급 분류가 적정하였으며, 이에 따라 보안 업무를 적절히 수행함 결론: 보안 위해 사항 없음

첨부 자체평가 점검 분야 및 자문위원 명단

일시 및 시간	점검 분야		기관	자문위원
	대	소		
'15.6.18(목) 10:00~12:00	•세부내용 1-1: 민간무인항공기 안전성 인증기준 연구 •세부내용 1-2: 민간무인항공기 운항기술기준 연구	•[성과 9] 유무인기 통합검증 시뮬레이션 시스템 개발	•항공안전기술원 •인하대(이학태) •항공대(문우춘) •이지테크	•박향규 •유혁 •이상욱
'15.6.18(목) 13:30~18:00		•[성과 1] 민간무인항공기 인증기술기준(안) •[성과 2] 군무인항공기 감항인증기술기준 분석보고서 •[성과 3] 민간무인항공기 운항기술기준(안) •[성과 5] 민간무인항공기 운영자의 법적 책임 •[성과 6] 민간무인항공기 종사자 자격/교육 제도(안) •[성과 7] 민간무인항공기 운영자 승인제도(안) •[성과 8] 민간무인항공기 국내법 법제화 기본 연구	•항우연(박종혁) •항공대(고준수) •항공안전기술원 •자문(김선이) •자문(김종복)	•박향규 •이영대 •윤희권 •박극로
'15.6.22(월) 10:00~12:00	• 세부내용 2-2: 민간무인항공기 운용시설 구축방안 및 운용 핵심기술 도출	•[성과 15] 민간무인항공기 운용시설 구축방안 보고서 •[성과 16] 민간무인항공기 항공교통관제절차(안)	•KAIST	•유병선 •강자영 •류영기 •윤학원
'15.6.22(월) 14:00~18:00		•[성과 18] 민간무인항공기 운용핵심기술 개발계획	•항우연(오수훈) •KAIST	•송용규 •석진영 •이기성

부록 7. 연구개발결과 활용계획서

연구개발결과 활용계획서

A. 과제 일반정보

사 업 명	국토교통기술연구개발	과학기술표준분류	교통/정보통신/기타 기반시설
과 제 유 형	■기초 □응용 □개발	실용화대상여부	■실용화 □비실용화
연구과제명	민간 무인항공기 실용화를 위한 기반조성 연구	과 제 구 분	■일 반 □연구단 □사업단
주관연구기관	항공안전기술원	연구책임자	최병철
세부과제명	민간 무인항공기 실용화를 위한 기반조성 연구		
협동연구기관	해당없음	연구책임자	해당없음
총 연구기간	2013년 12월 26일 ~ 2015년 6월 25일 (18개월)		
총 연구개발비 (단위 : 천원)	정부출연금	민간부담금	합계
	2,876,000	0	2,876,000
공동연구기관	한국항공우주연구원, 한국과학기술원, 인하대학교, 대한항공, 한국항공우주산업		
참 여 기 업	해당없음		

구 분	성과활용책임자	성과활용실무자
성 명	최병철	김요식
소속기관/부서	항공안전기술원/항공인증본부	항공안전기술원/항공인증본부
E-mail	bc.choi@kiast.or.kr	yskim@kiast.or.kr
연락처	032-743-5520	032-743-5532

국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 제35조(연구개발결과의 보고) 제2항에 의거 연구개발결과 활용계획서를 제출합니다.

붙임 1. 성과총람 원고 1부.

2. 기술소개자료 각 1부(기술별).

2015 년 7월 24 일

주관(협동) 연구기관장 : 이 경 태 (직인)

B. 요소기술 정보

☐ 요소기술 총괄

과제명 (세부과제명)	해당 기관명	핵심연구성과	요소기술*	정부출연금 (백만원)	기술실시계약 대상여부**	비고
민간 무인항공기 실용화를 위한 기반조성	주관: 항공안 전기술 원	민간 무인항공기 운항기술기준 안	1-가. 민간 무인항공기 운항기술기준		*비대상*	
		로드맵	1- 나. 민간 무인항공기 중장기 로드맵		*비대상*	
	공동: 한국항 공우주 연구원	민간 무인항공기기 술기준안	1-다. 민간 무인항공기 안전성 인증기술기준		*비대상*	
	공동: 인하대 학교	시뮬레이션 구축	1-라. 유무인항공기 통합 운항 시뮬레이션		*비대상*	
소 계						
연구단 운영비						
합 계						

* 요소기술 : R&D 성과물을 구성하는 단위기술로서, 기술이전이나 활용의 대상이 되는 단위 성과물

** 기술실시계약 대상여부 :
- 대상 : 실용화 대상으로 분류된 연구개발기술로 참여기업 등과 기술실시계약 체결 또는 직접 실시대상이 되는 기술
- 비대상 : 실용화 대상으로 분류되지 않은 연구개발기술, 기초연구단계의 연구개발 결과물 등 과제 특성에 따라 기술실시계약이 불필요 하다고 전문기관의 장이 인정하는 경우 등 「국토교통기술 연구개발사업 관리지침」 제51조(기술실시계약) 제2항에 해당되어 기술실시계약 대상에서 제외되는 기술

- 귀 기관의 R&D를 통해 창출된 주요 요소기술 정보를 작성해 주십시오.
- 요소기술이 2개 이상인 경우, 해당 양식을 추가하여 작성해 주십시오.(요소기술 수만큼 기재)
- 요소기술: R&D 성과물을 구성하는 단위기술로서, 기술이전이나 활용의 대상이 되는 단위 성과물

구 분	1-가
요소기술명	민간 무인항공기 운항기술기준
기술개요	민간 무인항공기를 국가 공역에서 유인기와 안전하게 통합 운항하기 위한 기술기준
관련 키워드	민간 무인항공기시스템, 원격조종항공기시스템, 운항기술기준
기술 분류	R38.항공안전기술
결과물 유형*	□공법/기법 □장비/장치 □재료/자재 □SW □시스템 ■기준/지침 □기타
기술수명주기**	■기술도입기 □기술성장기 □기술성숙기 □기술쇠퇴기

구 분	1-나
요소기술명	민간 무인항공기 중장기 로드맵
기술개요	ICAO와 유럽과 FAA의 로드맵을 기반으로 국내 실정을 반영한 민간 무인항공기 산업 발전의 목표 설정을 위한 중장기 로드맵
관련 키워드	민간 무인항공기, 로드맵,
기술 분류	R38.항공안전기술
결과물 유형*	■공법/기법 □장비/장치 □재료/자재 □SW □시스템 □기준/지침 □기타
기술수명주기**	■기술도입기 □기술성장기 □기술성숙기 □기술쇠퇴기

구 분	1-다
요소기술명	민간 무인항공기 안전성 인증기술기준
기술개요	민간 무인항공기의 유인기 수준의 안전성을 확보하기 위해 필요한 형식 및 감항 증명의 인증을 위한 무인항공기기술기준
관련 키워드	원격조종항공기, 무인항공기기술기준, 감항증명, 형식증명
기술 분류	R38.항공안전기술
결과물 유형*	□공법/기법 □장비/장치 □재료/자재 □SW □시스템 ■기준/지침 □기타
기술수명주기**	■기술도입기 □기술성장기 □기술성숙기 □기술쇠퇴기

구 분	1-라
요소기술명	유무인항공기 통합 운항 시뮬레이션
기술개요	유인항공기 수준의 안전성을 확보하기 위한 수립된 운항기술기준안의 검증을 위한 ATC와 유무인항공기의 통합 운용 시뮬레이션
관련 키워드	무인항공기, 운항기술기준, ATC, 시뮬레이션
기술 분류	R38.항공안전기술
결과물 유형*	□공법/기법 □장비/장치 □재료/자재 □SW ■시스템 □기준/지침 □기타
기술수명주기**	■기술도입기 □기술성장기 □기술성숙기 □기술쇠퇴기

* 본 보고서는 R&D 결과물의 유형을 아래와 같이 분류하고 있습니다. 내용을 충분히 숙지하시고 귀 기관이 수행한 R&D 과제의 결과물에 해당하는 것을 선택해 주십시오.

번호	구분	내용	예시
1	공법/기법	기존 장비와 자재 등을 활용하되, 새로운 절차 및 방법을 제시	시공방법, 설계기법, 분석/평가기법
2	장비/장치	새로운 기계적 구조나 작동원리를 활용하여 기존 창치와 설비를 대체	기계, 로봇, 부품, 측정장치
3	재료/자재	새로운 원료, 재료를 활용하여 기존의 것을 대체	FRP, 강화 콘크리트, 철강재료
4	S/W	새로운 Data Base, 해석 및 설계 방법을 적용한 컴퓨터 프로그램	설계 프로그램, 사업관리시스템, 데이터베이스
5	시스템	다양한 장치와 S/W가 결합하여 일체로 활용되는 유형	고속철도, 경량전철, 공조시스템
6	기준/지침(안)	각종 법령, 건설공사기준, 지침 등	건설교통 법령, 설계기준, 시공기준 안전기준, 표준
7	기 타	(_____)	인프라구축, 정책기획 등

** 아래 기술수명주기 분류를 참조하시어 해당되는 단계를 선택해 주십시오.

번호	구분	내용
1	기술도입기	기술의 잠재적 가능성만 있는 단계
2	기술성장기	기술개발국 및 일부 선진국에서 활용되고 있는 단계
3	기술성숙기	선진국 사이에서 활발한 기술이전이 일어나며, 기술의 표준화가 되어가는 단계
4	기술쇠퇴기	선진국에서 개도국으로 기술이전이 활발하게 일어나고, 선진국에서는 기술의 가치가 저하되나, 개도국에서는 아직 시장의 가치가 높은 기술

C. 성과활용 네트워크 정보

- 귀 기관의 R&D를 통해 개발된 기술을 활용하기 위해 필요한 시험·검증, 현장적용 및 수요기업 정보를 작성해 주십시오.
- 요소기술이 2개 이상인 경우, 해당 양식을 추가하여 작성해 주십시오.(요소기술 수만큼 기재)

요소기술 구분	1-가	요소기술명	민간 무인항공기 운항기술기준
구 분		주체명	
연구개발결과 시험·검증기관		ICAO 전 항행위원과 국토부 및 산업계 전문가의 검증	
연구개발결과 수요기업		국토부, 항공안전기술원	
연구개발결과 현장적용 기관·업체		항공안전기술원, 대한항공, 한국항공우주산업, 유콘시스템, 한화, 항공우주연구원	
연구개발결과 추가 R&D(사업비) 투자·자문 기관		대한항공, 한국항공우주산업, 유콘시스템, 한화	

요소기술 구분	1-나	요소기술명	민간 무인항공기 중장기 로드맵
구 분		주체명	
연구개발결과 시험·검증기관		전문가 참여 공청회	
연구개발결과 수요기업		국토부, 산업부, 미래부, 항공안전기술원	
연구개발결과 현장적용 기관·업체		항공안전기술원, 대한항공, 한국항공우주산업, 유콘시스템, 한화, 항공우주연구원	
연구개발결과 추가 R&D(사업비) 투자·자문 기관		대한항공, 한국항공우주산업, 유콘시스템, 한화	

요소기술 구분	1-다	요소기술명	민간 무인항공기 안전성 인증기술기준
구 분		주체명	
연구개발결과 시험·검증기관		ICAO 전 항행위원과 국토부 및 산업계 전문가의 검증	
연구개발결과 수요기업		국토부, 항공안전기술원	
연구개발결과 현장적용 기관·업체		항공안전기술원, 대한항공, 한국항공우주산업, 유콘시스템, 한화, 항공우주연구원	
연구개발결과 추가 R&D(사업비) 투자·자문 기관		대한항공, 한국항공우주산업, 유콘시스템, 한화	

요소기술 구분	1-라	요소기술명	유무인항공기 통합 운항 시뮬레이션
구 분		주체명	
연구개발결과 시험·검증기관		ICAO 전 항행위원과 국토부 및 산업계 전문가의 검증	
연구개발결과 수요기업		항공안전기술원	
연구개발결과 현장적용 기관·업체		항공안전기술원, 대한항공, 아시아나항공	
연구개발결과 추가 R&D(사업비) 투자·자문 기관		-	

D. 성과 정보

- 귀 기관의 성과 정보에 대한 자료 수집을 위한 것입니다.
- 본 과제를 통해 발생한 성과를 기재해 주십시오.

1. 특허등록 : 없음

No.	요소기술 구분	특허명칭	등록번호	등록일	출원인 (등록권리자)
A-1	1-가	*해당사항 없음.*			

2. 학술지 게재

No.	요소기술 구분	SCI/ 일반	논문명	학술지명	ISBN ISSN	주저자명	Vol. (No)	시작 페이지	끝 페이지	게재 일자
B-1	1-가	SCIE	Fault Detection of Aircraft System with Random Forest Algorithm and Similarity Measure	The Scientific World Journal	1537-744 X (online)	Sanghyuk	2014	1	7	2014.06
B-2	1-가	일반	무인항공기의 사생활 침해에 관한 법적 고찰	동아법학		김선이	제65호	267	299	2014.11
B-3	1-가	일반	무인항공기 사고로 인한 운영자의 법적 책임 연구	전북대학교 법학연구		김선이	통권 (제44집)	237	261	2015.05
B-4	1-다	일반	민간 무인항공기시스템 인증체계 현황 및 관련규정 연구 동향 분석	한국항공우주학회지		안효정	42권(제10호)	893	901	2014.10
B-5	1-다	일반	소형 무인항공기 감항인증 기술기준 및 에너지 충돌기법 분석 연구	한국항공운항학회지	1225-9705	임준완	22권(제4호)	65	74	2014.12
B-6	1-다	일반	소형 무인항공기 운용을 위한 관련법 현황 및 인증방안 연구	대한기계학회지	2288-3991	안효정	3권(제1호)	71	78	2015.03
B-7	1-라	일반	항공관제시뮬레이터를 이용한 항공기간 회피 기동의 위험도 분석	한국항공우주학회지		정세훈	43권(제8호)			2015.07

3. 소프트웨어 등록

No.	요소기술 구분	SW명칭	창작일	저작자명	등록일	등록번호	저작권자명
E-1	1-가						

4. 신기술 지정 : 없음

No.	요소기술 구분	명칭	출원일	고시일	보호기간	지정번호
F-1	1-가					

5. 시제품 제작

No.	요소기술 구분	시제품명	출시/제작일	제작업체명	설치장소	이용분야
C-1	1-라	ATC 시뮬레이션	20150625	인하대학교	항공안전기술원	운항기술기준 검증
C-2	1-라	유인항공기 운항시뮬레이션	20150625	인하대학교	항공안전기술원	운항기술기준 검증
C-3	1-라	무인항공기 운항시뮬레이션	20150625	이지테크	항공안전기술원	운항기술기준 검증

6. 현장시험* : 없음

No.	요소기술 구분	현장시험명	시험일	시험장소	주요내용
D-1	1-가				

* 현장시험: 개발기술의 보완이나 검증을 위하여 실험현장에 최초로 시험·적용하는 행위

7. 표준/인증 : 없음

No.	요소기술 구분	인증번호 (규격번호)	인증명	취득일	취득기관	관리기관
K-1	1-가					

8. 정책채택 : 없음

No.	요소기술 구분	구 분	정책명	관련기관 (담당부서)	시행일시	채택내용
L-1	1-가					

9. 법령반영 : 없음

No.	요소기술 구분	구분	활용구분 (신규/개선)	명 칭	해당조항	시행일시	관리부처	제정/개선내용
M-1	1-가							

10. 설계기준, 시방서, 지침에 반영 : 없음

No.	요소기술 구분	구 분 (설계기준/시방서/지침)	활용구분 (신규/개선)	설계기준/시방서/지침 명칭	반영일시	반영내용
J-1	1-가					

11. 기술실시계약 : 없음

No.	요소기술 구분	계약명	실시기업명	계약체결일	기술사용 시작일	기술사용 종료일	징수일자	징수금액 (천원)	계약 유형
G-1	1-가								

12. 사업화/제품화 : 없음

No.	요소기술 구분	사업화명	사업화내용	업체명	사업자 등록번호	매출액(천원)	매출발생년도	고용실적(명)
H-1	1-가							

13. 현장적용(시공)** : 없음

No.	요소기술 구분	발주기관명	시공업체명	적용현장명	공사시작일	공사종료일	공사금액(천원)***
I-1	1-가						

** 현장적용(시공): 사업화주체(기업)가 개발기술을 실제 공사현장(수주)에 적용하여 매출이 발생하는 경우
***공사금액: 당해 기술이 적용된 공사의 총공사금액

E. 성과활용 정보

- 귀 기관의 성과활용 정보에 대한 자료 수집을 위한 것입니다.
- 요소기술이 1개 이상인 경우, 해당 양식을 추가하여 작성해 주십시오.(요소기술 수만큼 기재)

구분	1-가	요소기술명	민간 무인항공기 운항기술기준

※ 본 보고서에서 사용하는 “성과의 활용” 이란 용어는 아래와 같은 의미를 가지고 있습니다.

“국토교통 R&D 성과의 활용 “ 이란?

국토교통 R&D 성과가 산업적 활용을 통해 부가가치를 창출하거나 공공적 활용을 통해 공익에 기여하는 경우에 대해 <활용되었다>고 판단합니다. 본 조사에서는 사업화/기업화에 의한 제품의 매출발생, 입찰 및 발주 절차를 거친 공법 등의 실제 공사 현장적용을 성과 활용으로 분류하고 있습니다. 다만 R&D의 목적이 법/기준/지침 마련인 경우, 법/기준/지침의 반영을 성과 활용으로 분류합니다.

1. 위 내용을 고려하였을 때 현재시점(R&D 종료)에서 귀 기관의 R&D 결과물은 그 성과가 활용되었습니까? (2)

1. 예, 활용되었습니다. 2. 아니오, 활용되지 않았습니다.

2. 귀 기관이 수행한 건설교통 R&D 사업의 종료 후, 결과물이 활용되기까지 거쳐야 하는 프로세스를 <보기>와 같은 단계로 정의하였습니다. 귀 기관의 R&D 결과물의 활용프로세스 상 현재 단계를 표시하여 주십시오.

<보기> R&D사업 종료 후 성과 활용에 이르는 단계

단계	단 계 명(R&D 종료시점)	단 계 정 의
Ⅰ	기술 개발 단계 □완료	국가 R&D 사업을 통해 연구개발이 완료된 단계
Ⅱ	기술 검증.보완 단계 ■준비 □진행중 □완료	시제품 제작, 현장시험적용 등을 통해 기술을 검증하고 보완하여 기술적 완성도를 높이는 단계
Ⅲ	실용화 추진 단계(마케팅) □준비 □진행중	제품판매 및 공사수주를 위한 마케팅(제안・홍보.입찰 등) 단계
Ⅳ	시장수용 단계 □초기발생 □지속발생	제품 판매나 공사 수주를 통해 실제 매출이 발생하는 단계

3. 위 2에서 Ⅰ~Ⅲ단계라고 응답한 경우, R&D 결과물을 활용하기 위해 지속적인 활동을 진행하실 예정입니까?(1)

1. 예, 계속 활용을 추진할 예정입니다. 2. 아니오, 활용추진을 중단하였습니다.

4. 귀 기관이 위 2번에서 응답한 단계까지 수행한 주요 활동내용을 구체적으로 설명해 주십시오.

※ 만약 귀 기관이 위 2번에서 Ⅲ단계라고 응답한 경우, Ⅰ단계, Ⅱ단계, Ⅲ단계의 주요 활동내용(주체, 시기, 산출물이나 공사명 등을 구체적으로 기입)을 작성해 주십시오.

※ 수행한 주요 활동내용을 기재하시고 B. 성과 및 활용정보에서 기재한 활용성과 번호를 함께 기재해 주십시오.

단계	단계명	주요 활동내용
Ⅰ	기술 개발 단계	
Ⅱ	기술 검증.보완 단계	ICAO의 RPASP 참여를 통하여 획득한 자료로 국내 기존 유인기 운항기술기준을 참고하여 시험운항에 사용될 수준으로 완성
Ⅲ	실용화 추진 단계	
Ⅳ	시장 수용 단계	

구분	1-나	요소기술명	민간 무인항공기 중장기 로드맵

※ 본 보고서에서 사용하는 “성과의 활용” 이란 용어는 아래와 같은 의미를 가지고 있습니다.

“국토교통 R&D 성과의 활용 “ 이란?

국토교통 R&D 성과가 산업적 활용을 통해 부가가치를 창출하거나 공공적 활용을 통해 공익에 기여하는 경우에 대해 <활용되었다>고 판단합니다. 본 조사에서는 사업화/기업화에 의한 제품의 매출발생, 입찰 및 발주 절차를 거친 공법 등의 실제 공사 현장적용을 성과 활용으로 분류하고 있습니다. 다만 R&D의 목적이 법/기준/지침 마련인 경우, 법/기준/지침의 반영을 성과 활용으로 분류합니다.

1. 위 내용을 고려하였을 때 현재시점(R&D 종료)에서 귀 기관의 R&D 결과물은 그 성과가 활용되었습니까? (1)

1. 예, 활용되었습니다. 2. 아니오, 활용되지 않았습니다.

2. 귀 기관이 수행한 건설교통 R&D 사업의 종료 후, 결과물이 활용되기까지 거쳐야 하는 프로세스를 <보기>와 같은 단계로 정의하였습니다. 귀 기관의 R&D 결과물의 활용프로세스 상 현재 단계를 표시하여 주십시오.

<보기> R&D사업 종료 후 성과 활용에 이르는 단계

단계	단 계 명(R&D 종료시점)	단 계 정 의
Ⅰ	기술 개발 단계 □완료	국가 R&D 사업을 통해 연구개발이 완료된 단계
Ⅱ	기술 검증.보완 단계 ■준비 □진행중 □완료	시제품 제작, 현장시험적용 등을 통해 기술을 검증하고 보완하여 기술적 완성도를 높이는 단계
Ⅲ	실용화 추진 단계(마케팅) □준비 □진행중	제품판매 및 공사수주를 위한 마케팅(제안・홍보.입찰 등) 단계
Ⅳ	시장수용 단계	제품 판매나 공사 수주를 통해 실제 매출이 발생하는 단계

	□초기발생 □지속발생	

3. 위 2에서 Ⅰ~Ⅲ단계라고 응답한 경우, R&D 결과물을 활용하기 위해 지속적인 활동을 진행하실 예정입니까?(1)

1. 예, 계속 활용을 추진할 예정입니다. 2. 아니오, 활용추진을 중단하였습니다.

4. 귀 기관이 위 2번에서 응답한 단계까지 수행한 주요 활동내용을 구체적으로 설명해 주십시오.

※ 만약 귀 기관이 위 2번에서 Ⅲ단계라고 응답한 경우, Ⅰ단계, Ⅱ단계, Ⅲ단계의 주요 활동내용(주체, 시기, 산출물이나 공사명 등을 구체적으로 기입)을 작성해 주십시오.

※ 수행한 주요 활동내용을 기재하시고 B. 성과 및 활용정보에서 기재한 활용성과 번호를 함께 기재해 주십시오.

단계	단계명	주요 활동내용
Ⅰ	기술 개발 단계	
Ⅱ	기술 검증.보완 단계	ICAO, FAA, ESRG의 로드맵을 바탕으로 우리 실정에 맞는 기술기준과 법제화와 핵심 기술에 대한 로드맵을 작성, 전문가 공청회를 통해 검증 완료, 국내 민간 무인항공기 산업의 방향 설정 및 다부처 과제의 RFP 작성의 기준으로 적용
Ⅲ	실용화 추진 단계	
Ⅳ	시장 수용 단계	

구분	1-다	요소기술명	민간 무인항공기 안전성 인증기술기준

※ 본 보고서에서 사용하는 “성과의 활용” 이란 용어는 아래와 같은 의미를 가지고 있습니다.

“국토교통 R&D 성과의 활용 “ 이란?

국토교통 R&D 성과가 산업적 활용을 통해 부가가치를 창출하거나 공공적 활용을 통해 공익에 기여하는 경우에 대해 <활용되었다>고 판단합니다. 본 조사에서는 사업화/기업화에 의한 제품의 매출발생, 입찰 및 발주 절차를 거친 공법 등의 실제 공사 현장적용을 성과 활용으로 분류하고 있습니다. 다만 R&D의 목적이 법/기준/지침 마련인 경우, 법/기준/지침의 반영을 성과 활용으로 분류합니다.

1. 위 내용을 고려하였을 때 현재시점(R&D 종료)에서 귀 기관의 R&D 결과물은 그 성과가 활용되었습니까? (2)

1. 예, 활용되었습니다. 2. 아니오, 활용되지 않았습니다.

2. 귀 기관이 수행한 건설교통 R&D 사업의 종료 후, 결과물이 활용되기까지 거쳐야 하는 프로세스를 <보기>와 같은 단계로

정의하였습니다. 귀 기관의 R&D 결과물의 활용프로세스 상 현재 단계를 표시하여 주십시오.

<보기> R&D사업 종료 후 성과 활용에 이르는 단계

단계	단 계 명(R&D 종료시점)	단 계 정 의
Ⅰ	기술 개발 단계 □완료	국가 R&D 사업을 통해 연구개발이 완료된 단계
Ⅱ	기술 검증.보완 단계 ■준비 □진행중 □완료	시제품 제작, 현장시험적용 등을 통해 기술을 검증하고 보완하여 기술적 완성도를 높이는 단계
Ⅲ	실용화 추진 단계(마케팅) □준비 □진행중	제품판매 및 공사수주를 위한 마케팅(제안・홍보.입찰 등) 단계
Ⅳ	시장수용 단계 □초기발생 □지속발생	제품 판매나 공사 수주를 통해 실제 매출이 발생하는 단계

3. 위 2에서 Ⅰ~Ⅲ단계라고 응답한 경우, R&D 결과물을 활용하기 위해 지속적인 활동을 진행하실 예정입니까?(1)

1. 예, 계속 활용을 추진할 예정입니다. 2. 아니오, 활용추진을 중단하였습니다.

4. 귀 기관이 위 2번에서 응답한 단계까지 수행한 주요 활동내용을 구체적으로 설명해 주십시오.

※ 만약 귀 기관이 위 2번에서 Ⅲ단계라고 응답한 경우, Ⅰ단계, Ⅱ단계, Ⅲ단계의 주요 활동내용(주체, 시기, 산출물이나 공사명 등을 구체적으로 기입)을 작성해 주십시오.

※ 수행한 주요 활동내용을 기재하시고 B. 성과 및 활용정보에서 기재한 활용성과 번호를 함께 기재해 주십시오.

단계	단계명	주요 활동내용
Ⅰ	기술 개발 단계	
Ⅱ	기술 검증.보완 단계	국내 가까운 미래에 가장 개발 가능성 있는 4개 즉 Part23, VLA, VLR, Tilt Rotor급을 선정 국제적으로 개발된 기준을 참고하여 무인항공기기술기준을 작성
Ⅲ	실용화 추진 단계	
Ⅳ	시장 수용 단계	

구분	1-라	요소기술명	유무인항공기 통합 운항 시뮬레이션

※ 본 보고서에서 사용하는 “성과의 활용”이란 용어는 아래와 같은 의미를 가지고 있습니다.

“국토교통 R&D 성과의 활용 “ 이란?

국토교통 R&D 성과가 산업적 활용을 통해 부가가치를 창출하거나 공공적 활용을 통해 공익에 기여하는 경우에 대해 <활용되었다>고 판단합니다. 본 조사에서는 사업화/기업화에 의한 제품의 매출발생, 입찰 및 발주 절차를 거친 공법 등의 실제 공사 현장적용을 성과 활용으로 분류하고 있습니다. 다만 R&D의 목적이 법/기준/지침 마련인 경우, 법/기준/지침의 반영을 성과 활용으로 분류합니다.

1. 위 내용을 고려하였을 때 현재시점(R&D 종료)에서 귀 기관의 R&D 결과물은 그 성과가 활용되었습니까? (2)

1. 예, 활용되었습니다. 2. 아니오, 활용되지 않았습니다.

2. 귀 기관이 수행한 건설교통 R&D 사업의 종료 후, 결과물이 활용되기까지 거쳐야 하는 프로세스를 <보기>와 같은 단계로 정의하였습니다. 귀 기관의 R&D 결과물의 활용프로세스 상 현재 단계를 표시하여 주십시오.

<보기> R&D사업 종료 후 성과 활용에 이르는 단계

단계	단 계 명(R&D 종료시점)	단 계 정 의
Ⅰ	기술 개발 단계 □완료	국가 R&D 사업을 통해 연구개발이 완료된 단계
Ⅱ	기술 검증.보완 단계 □준비 ■진행중 □완료	시제품 제작, 현장시험적용 등을 통해 기술을 검증하고 보완하여 기술적 완성도를 높이는 단계
Ⅲ	실용화 추진 단계(마케팅) □준비 □진행중	제품판매 및 공사수주를 위한 마케팅(제안・홍보.입찰 등) 단계
Ⅳ	시장수용 단계 □초기발생 □지속발생	제품 판매나 공사 수주를 통해 실제 매출이 발생하는 단계

3. 위 2에서 Ⅰ~Ⅲ단계라고 응답한 경우, R&D 결과물을 활용하기 위해 지속적인 활동을 진행하실 예정입니까?(1)

1. 예, 계속 활용을 추진할 예정입니다. 2. 아니오, 활용추진을 중단하였습니다.

4. 귀 기관이 위 2번에서 응답한 단계까지 수행한 주요 활동내용을 구체적으로 설명해 주십시오.

※ 만약 귀 기관이 위 2번에서 Ⅲ단계라고 응답한 경우, Ⅰ단계, Ⅱ단계, Ⅲ단계의 주요 활동내용(주체, 시기, 산출물이나 공사명 등을 구체적으로 기입)을 작성해 주십시오.

※ 수행한 주요 활동내용을 기재하시고 B. 성과 및 활용정보에서 기재한 활용성과 번호를 함께 기재해 주십시오.

단계	단계명	주요 활동내용
Ⅰ	기술 개발 단계	
Ⅱ	기술 검증.보완 단계	유무인기 통합 공역에서 운용을 위해, 기존 ATC와 유인기의 운항 시뮬레이션을 구축, 무인항공기의 운항 시뮬레이션을 구축하여 유무인기 통합 운항 시뮬레이션을 완료, 유인기 운항을 기반으로 무인항공기의 운항 시나리오를 작성 검증 완료.
Ⅲ	실용화 추진 단계	
Ⅳ	시장 수용 단계	

F. 성과활용 계획

- 귀 기관의 성과활용 계획에 대한 자료 수집을 위한 것입니다.
- 요소기술이 1개 이상인 경우, 해당 양식을 추가하여 작성해 주십시오.(요소기술 수만큼 기재)

구분	1-가	요소기술명	민간 무인항공기 운항기술기준

1. 동 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획을 표기해 주십시오.

단계	종료 후 1년	종료 후 2년	종료 후 3년	종료 후 4년	종료 후 5년
Ⅰ	기술 개발 단계 □ 완료	기술 개발 단계 □ 완료	기술 개발 단계 □ 완료	기술 개발 단계 □ 완료	기술 개발 단계 □ 완료
Ⅱ	기술 검증.보완 단계 ■ 준비 □ 진행중 □ 완료	기술 검증.보완 단계 □ 준비 ■ 진행중 □ 완료	기술 검증.보완 단계 □ 준비 ■ 진행중 □ 완료	기술 검증.보완 단계 □ 준비 ■ 진행중 □ 완료	기술 검증.보완 단계 □ 준비 □ 진행중 ■ 완료
Ⅲ	실용화 추진 단계 (마케팅) □ 준비 □ 진행중	실용화 추진 단계 (마케팅) □ 준비 □ 진행중	실용화 추진 단계 (마케팅) □ 준비 □ 진행중	실용화 추진 단계 (마케팅) □ 준비 □ 진행중	실용화 추진 단계 (마케팅) □ 준비 □ 진행중
Ⅳ	시장수용 단계 □ 초기발생 □ 지속발생	시장수용 단계 □ 초기발생 □ 지속발생	시장수용 단계 □ 초기발생 □ 지속발생	시장수용 단계 □ 초기발생 □ 지속발생	시장수용 단계 □ 초기발생 □ 지속발생

2. 귀 기관이 위 1번에서 응답한 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)을 구체적으로 설명해 주십시오.

단계	단계명	주요 활동내용			
		주체*	성과물**/개수	시기	내용
Ⅰ	기술 개발 단계	-	-		
Ⅱ	기술 검증.보완 단계	한국과학기술원	운항기술기준고시안/1개	~종료후 6년	운항시험 결과 분석 적용 최종 고시안 수립, 고시 지원 ICAO등 국제 협력 결과 적용
Ⅲ	실용화 추진 단계				
Ⅳ	시장 수용 단계				

* 주체: 연구주관기관(연구책임자)과 함께 Co-Work을 진행하는 기업/기관명
** 성과물: 각 단계별 성과활용 과정에서 발생한 성과물(예: 시험적용, 시제품, 현장적용 등)

3. 귀 기관의 R&D 결과물을 활용하기 위해서는 기준이나 지침의 제.개정이 필요합니까? (1)
1, 예, 필요합니다. 2. 아니오, 필요하지 않습니다.

4. 위 3에서 1번이라고 응답한 경우, 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획을 설명해 주십시오.

구 분 (설계기준/시방서/지침)	활용구분 (신규/개선)	내용
지침	개선	항공 관련 법령 개정 국회 제안

구분	1-나	요소기술명	민간 무인항공기 중장기 로드맵

1. 동 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획을 표기해 주십시오.

단계	종료 후 1년	종료 후 2년	종료 후 3년	종료 후 4년	종료 후 5년
Ⅰ	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계
	□ 완료	□ 완료	□ 완료	□ 완료	□ 완료
Ⅱ	기술 검증.보완 단계	기술 검증.보완 단계	기술 검증.보완 단계	기술 검증.보완 단계	기술 검증.보완 단계
	□ 준비 □ 진행중 ■ 완료	□ 준비 □ 진행중 ■완료	□ 준비 □ 진행중 ■ 완료	□ 준비 □ 진행중 ■ 완료	□ 준비 □ 진행중 ■ 완료
Ⅲ	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)
	□ 준비 □ 진행중	□ 준비 □ 진행중	□ 준비 □ 진행중	□ 준비 □ 진행중	□ 준비 □ 진행중
Ⅳ	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계
	□ 초기발생 □ 지속발생	□ 초기발생 □ 지속발생	□ 초기발생 □ 지속발생	□ 초기발생 □ 지속발생	□ 초기발생 □ 지속발생

2. 귀 기관이 위 1번에서 응답한 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)을 구체적으로 설명해 주십시오.

단계	단계명	주요 활동내용			
		주체*	성과물**/개수	시기	내용
Ⅰ	기술 개발 단계	-	-		
Ⅱ	기술 검증.보완 단계	한국항공대학교	중장기로드맵/1개	~종료후 1년	다부처 과제 기반으로 적용, 국내 민간 무인항공기 산업 정책 기반으로 적용
Ⅲ	실용화 추진 단계				
Ⅳ	시장 수용 단계				

* 주체: 연구주관기관(연구책임자)과 함께 Co-Work을 진행하는 기업/기관명
** 성과물: 각 단계별 성과활용 과정에서 발생한 성과물(예: 시험적용, 시제품, 현장적용 등)

3. 귀 기관의 R&D 결과물을 활용하기 위해서는 기준이나 지침의 제.개정이 필요합니까? (2)
1, 예, 필요합니다. 2. 아니오, 필요하지 않습니다.

4. 위 3에서 1번이라고 응답한 경우, 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획을 설명해 주십시오.

구 분 (설계기준/시방서/지침)	활용구분 (신규/개선)	내용

구분	1-다	요소기술명	민간 무인항공기 안전성 인증기술기준

1. 동 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획을 표기해 주십시오.

단계	종료 후 1년	종료 후 2년	종료 후 3년	종료 후 4년	종료 후 5년
Ⅰ	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계
	□ 완료	□ 완료	□ 완료	□ 완료	□ 완료
Ⅱ	기술 검증.보완 단계	기술 검증.보완 단계	기술 검증.보완 단계	기술 검증.보완 단계	기술 검증.보완 단계
	□ 준비 □ 진행중 ■ 완료	□ 준비 □ 진행중 ■완료	□ 준비 □ 진행중 ■ 완료	□ 준비 □ 진행중 ■ 완료	□ 준비 □ 진행중 □ 완료
Ⅲ	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)
	□ 준비 □ 진행중	□ 준비 □ 진행중	□ 준비 □ 진행중	□ 준비 □ 진행중	■ 준비 □ 진행중
Ⅳ	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계
	□ 초기발생 □ 지속발생	□ 초기발생 □ 지속발생	□ 초기발생 □ 지속발생	□ 초기발생 □ 지속발생	□ 초기발생 □ 지속발생

2. 귀 기관이 위 1번에서 응답한 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)을 구체적으로 설명해 주십시오.

단계	단계명	주요 활동내용			
		주체*	성과물**/개수	시기	내용
Ⅰ	기술 개발 단계	-	-		
Ⅱ	기술 검증.보완 단계	유콘시스템	시범인증시스템/1개	~종료후 5년	민간 무인항공기시스템의 시범 인증에 적용 ICAO 등 국제 협력 적용
Ⅲ	실용화 추진 단계		민간 무인항공기기술기준/4개	종료 후 5~6년	최종고시안 수립, 고시 지원
Ⅳ	시장 수용 단계				

* 주체: 연구주관기관(연구책임자)과 함께 Co-Work을 진행하는 기업/기관명
** 성과물: 각 단계별 성과활용 과정에서 발생한 성과물(예: 시험적용, 시제품, 현장적용 등)

3. 귀 기관의 R&D 결과물을 활용하기 위해서는 기준이나 지침의 제.개정이 필요합니까? (2)
1, 예, 필요합니다. 2. 아니오, 필요하지 않습니다.

4. 위 3에서 1번이라고 응답한 경우, 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획을 설명해 주십시오.

구 분 (설계기준/시방서/지침)	활용구분 (신규/개선)	내용

구분	1-라	요소기술명	유무인항공기 통합 운항 시뮬레이션

1. 동 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획을 표기해 주십시오.

단계	종료 후 1년	종료 후 2년	종료 후 3년	종료 후 4년	종료 후 5년
Ⅰ	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계
	□ 완료	□ 완료	□ 완료	□ 완료	□ 완료
Ⅱ	기술 검증.보완 단계	기술 검증.보완 단계	기술 검증.보완 단계	기술 검증.보완 단계	기술 검증.보완 단계
	□ 준비 ■ 진행중 □ 완료	□ 준비 □ 진행중 ■완료	□ 준비 □ 진행중 ■ 완료	□ 준비 □ 진행중 ■ 완료	□ 준비 □ 진행중 ■ 완료
Ⅲ	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)
	□ 준비 □ 진행중	□ 준비 □ 진행중	□ 준비 □ 진행중	□ 준비 □ 진행중	□ 준비 □ 진행중
Ⅳ	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계
	□ 초기발생 □ 지속발생	□ 초기발생 □ 지속발생	□ 초기발생 □ 지속발생	□ 초기발생 □ 지속발생	□ 초기발생 □ 지속발생

2. 귀 기관이 위 1번에서 응답한 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)을 구체적으로 설명해 주십시오.

단계	단계명	주요 활동내용			
		주체*	성과물**/개수	시기	내용
Ⅰ	기술 개발 단계	-	-		
Ⅱ	기술 검증.보완 단계	인하대학교 이지테크	유무인기 통합 운항시뮬레이션/1개	~종료후 2년	비행체와 조종국 분리, 무선 네트워크 연결, 운항기술기준 검증 시뮬레이션 수행
Ⅲ	실용화 추진 단계				
Ⅳ	시장 수용 단계				

* 주체: 연구주관기관(연구책임자)과 함께 Co-Work을 진행하는 기업/기관명
** 성과물: 각 단계별 성과활용 과정에서 발생한 성과물(예: 시험적용, 시제품, 현장적용 등)

3. 귀 기관의 R&D 결과물을 활용하기 위해서는 기준이나 지침의 제.개정이 필요합니까? (2)
1, 예, 필요합니다. 2. 아니오, 필요하지 않습니다.

4. 위 3에서 1번이라고 응답한 경우, 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획을 설명해 주십시오.

구 분 (설계기준/시방서/지침)	활용구분 (신규/개선)	내용

붙임 1

국토교통연구개발사업
성과총람 원고

주관연구기관명	항공안전기술원
연 구 책 임 자 명	최 병 철

Ⅰ. 과제 기본정보

사업명	국토교통기술연구개발사업	
최상위과제명	민간 무인항공기 실용화를 위한 기반조성 연구	
(핵심·세부) 과제명	민간 무인항공기 실용화를 위한 기반조성 연구	
연구책임자 정보	(성 명) 최 병 철 (전 화) 032-743-5520 (이메일) bc.choi@kiast.or.kr (소 속) 항공안전기술원 항공인증본부	

Ⅱ. 연구개발 배경 및 목표

1. 연구배경

○ 무인항공기의 기술적 발전에 따른 민간 수요 증대

○ 무인항공기의 기술기준 및 운용체계 미흡

○ 유/무인항공기 공역 통합 운영을 위한 법제도 구축 필요

2. 연구목표

○ 민간무인항공기의 제도적 기반조성

○ 유인항공기와 동일 공역 내 혼합운용체계 시범운용 기반 조성

○ 운용핵심기술을 식별 및 운용인프라 구축 방안 연구

○ 법제도 구축을 포함하는 중장기 로드맵

Ⅲ. 연구개발 내용 및 결과물

1. 주요 연구내용

(1) 민간무인항공기 안전성 인증기준 연구

○ 민간무인항공기 인증을 위한 기술기준 개발
○ 시범인증 방안 제시
○ 민간무인항공기 감항인증 기술기준 적용방안 연구

(2) 민간무인항공기 운항기술기준 연구

○ 민간무인항공기 운항기술기준 개발
○ 사생활 보호기준 연구
○ 민간무인항공기 종사자 교육/자격제도 구축
○ 민간무인항공기 운영자 승인제도 구축 등
○ 유·무인항공기 통합 운용 시뮬레이션 개발

(3) 국산 민간무인항공기 시범인증 연구

○ 시범사업계획 검토
○ 국내외 무인항공기 기술수준조사
○ 민간무인항공기 수요분석
○ 민간무인항공기 실용화를 위한 운용 개념 개발3
○ 기종선정에 따른 고위험 요소기술 식별 및 획득방안 수립

(4) 민간무인항공기 운용시설 구축방안 및 운용 핵심기술 도출

○ 민간무인항공기 운용시설 구축방안 연구
○ 군 인프라를 활용할 수 있는 민.군 연계협력 방안연구
○ 민간무인항공기 운용기법 연구
○ 민간무인항공기 운용 핵심기술 식별, 기술획득방안 및 개발요구도 수립

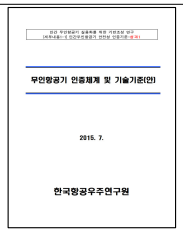
(5) 무인항공기 중장기 로드맵 수립

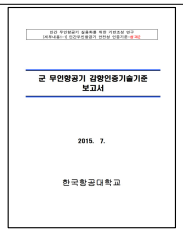
○ 국내 민간무인항공기 개발 및 운용 중장기 로드맵 수립

2. 연구개발 결과

(1) 민간무인항공기 안전성 인증기준 연구

○ 무인항공기 인증체계 및 기술기준(안)
○ 군 무인항공기 감항인증기술기준 분석보고서





민간무인항공기 인증체계 및 기술기준(안) 등 2건

(2) 민간무인항공기 운항기술기준 연구

○ 민간무인항공기 운항기술기준(안)
○ 민간무인항공기 사생활 보호기준 연구
○ 민간무인항공기 운영자의 법적 책임
○ 민간무인항공기 종사자 자격/교육 제도(안)
○ 민간무인항공기 운영자 승인제도(안)
○ 민간무인항공기 국내법 법제화 기본 연구
○ 유무인항공기 통합검증 시뮬레이션 시스템



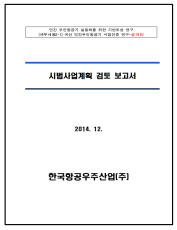


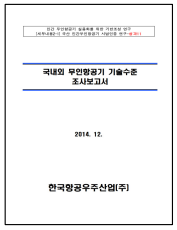
시뮬레이션 시스템

민간무인항공기 운항기술기준(안) 등 7건
시제품(시뮬레이션 시스템) 1건

(3) 국산 민간무인항공기 시범인증 연구

○ 시범사업계획 검토 보고서
○ 국내외 민간무인항공기 기술수준 조사보고서
○ 전문조사기관을 이용한 수요분석서
○ 민간무인항공기 운용개념 검토 보고서
○ 고위험 기술요소 획득방안 검토보고서

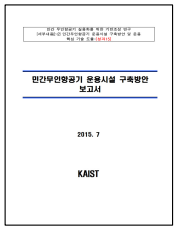


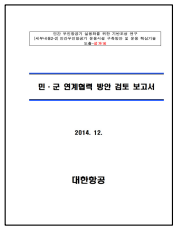


시범사업계획 검토 보고서 등 5건

(4) 민간무인항공기 운용시설 구축방안 및 운용 핵심기술 도출

○ 민간무인항공기 운용시설 구축방안 보고서
○ 민·군 연계협력 방안 검토 보고서
○ 민간무인항공기 항공교통관제절차(안)
○ 민간무인항공기 운용핵심기술 개발계획 보고서

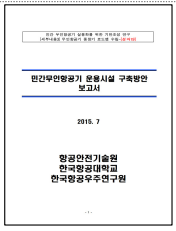




민간무인항공기 운용시설 구축방안 보고서 등 4건

(5) 무인항공기 중장기 로드맵 수립

○ 민간무인항공기 중장기 로드맵



민간무인항공기 중장기 로드맵 1건

3. 연구개발 성과

(1) 공공적 성과

○ 무인항공기를 공공분야에 적용하여 사회안전도 향상 가능

○ 다양한 분야에서의 무인항공기 활용을 통해 사회적 손실 비용을 줄이고 및 작업의 효율과 안정성을 높일 수 있음

○무인항공기의 적용을 통해 고령화에 따른 노동 인력 감소 및 생산성 감소에 효과적으로 대처할 수 있음.

(2) 기술적 성과

○ 민간무인항공기 운용기반 구축을 통한 생활 무인항공기 시대로의 진입 가능

○ 항공촬영, 치안, 감시, 물류 배송 등의 임무를 무인항공기를 활용하여 수행

○ 공역으로의 안정적 진입을 지원하는 통신/항법/감시를 위한 규제, 법령 제정에 기여

(3) 학술적 성과

○ 과학용(환경, 기상, 탐사 등) 조사 및 분석에 적용 가능

○ 무인항공기 통신/제어 등 운용기술의 독자 확보 및 국내외 표준화 제정에 기여

○ 무인항공기의 통합 운용 기술은 기계/전자/전산/재료 등 다분야의 최신 기술을 종합하는 최상위 단계의 핵심 기술로 원천 기술 확보

(4) 경제적 성과

○ 산업 경쟁력 제고, 개발 비용의 절감 등의 성과 기대

○ 무인항공기 세계시장은 연평균 10%씩 성장하며 무인항공기가 미래 성장동력으로 급속히 부각되고 있어 국내시장 수요에 대처 및 관련 상품 수출에 기여

○ 새로운 고부가가치 산업 및 일자리 창출 효과가 예상됨

○ 산업 전반에 걸쳐 시설의 효율적 운용 및 가치 창출에 기여

(5) 기타 성과

○ EEZ, NLL 감시 등 국방분야에도 활용가능

○ 무인항공기를 긴급 재난 현장에 신속히 접근시켜 광역 시각 정보를 실시간 제공함으로써 재난상황에 신속 대응

○ 다수의 무인항공기 통합 상시 운용체계를 구축해 각종 국가적 기간 설비 감시 및 경계 임무 수행 가능

Ⅳ. 활용계획 및 기대효과

1. 활용계획

○ 공역 시뮬레이션을 적용한 유·무인항공기 혼합 시뮬레이션은 민간무인항공기의 국가공역 진입에 대한 안정성을 검증하고, 모의 시험적 운영을 위한 테스트 베드(Test Bed) S/W로 활용할 예정이며 다음에 활용 가능함.

○ 유·무인항공기 혼합 시뮬레이션은 유·무인항공기 혼합운영 기법과 절차에 대한 연구를 통하여 운항기술기준 개발 및 고시 지원을 위한 기초 자료로도 활용 가능함.

○ 세부과제별 연구내용에 대한 전략목표와 최종성과물은 인증기술기준, 운항기술기준 등 법·제도 구축, 민간무인항공기 개발 기반 구축 등에 활용될 수 있음.

2. 기대효과

○ 민간무인항공기의 인증체계 및 운항기술기준(안)의 수립을 통해 국내 민간무인항공기 시범인증 사업에 활용이 가능하며 향후 안전운항 체계 수립이 가능함

○ 종사자 자격/훈련 제도(안) 및 운용자 승인제도(안)에 따라 민간무인항공기의 산업화가 가속될 수 있음.

○ 사생활보호 법(안) 등은 무인항공기에 대한 국민의 인식을 호감으로 변화시킬 수 있음.

3. 선진 기술수준과의 기술격차 해소

○ 무인항공기의 민수화는 전 세계적인 추세인데 반해, 혼합운용 운항에 따른 감항인증, 운항기법의 개발, 무인항공기 조종사 자격인증 등에 대한 대비가 국내의 무인항공기 개발 속도를 감안할 때 뒤쳐진 감이 있음

○ 본 연구개발 성과 활용 시 무인항공기의 민수화를 위해 발생될 것으로 예상되는 예산 및 개발 기간을 단축시킴으로써, 항공선진국과의 기술격차를 매년 5% 씩 약 5년 동안 25%의 기술격차를 해소할 수 있음.

붙임 2

기술소개자료(SMK : Sales Material Kit)

민간 무인항공기 운항기술기준

□ 기술개요

민간 무인항공기의 국제 및 국내 운항 및 사용 사업을 위해 국가 공역의 유인기 항공 체계 내에서 **유무인항공기의 통합 운항**을 위한 ICAO 등 국제 기준을 적용한 **무인항공기**의 **운항기술기준**

□ 기존 기술의 문제점

❶ 민간 무인항공기의 **운항기술기준 부재**
❷ ICAO의 민간 무인항공기 운항기술기준(부속서 6 Part IV) 제정 권고에 대한 대비 부재
❸
❹

□ 기술의 차별성 및 효과

차별성

국내 민간 무인항공기의 운항기술기준 고시
ICAO의 2018년 예정 민간 무인항공기 기술기준 권고 대비

기술적효과

국제 및 국내 유무인 공역 통합 운항 가능

- 운항기술기준 제정 능력
- 운항기술기준 검증 기술
- 항공로 설계 기술
- 공항 설계 기술
- 유무인기 통합 관제 기술



경제적 효과

민간 무인항공기 제작 및 사용 사업 등 신산업 창출

- 민간 무인항공기 제작 산업
- 민간 무인항공기 운항 사업
- 민간 무인항공기 사용 사업
-
-

분류	억원	2015	2020	2024
군용	연구비	31,570	32,736	39,149
	매출액	35,756	44,616	59,444
민용	매출액	666	4,983	11,968

□ 기술활용 실적 및 기술내용

활용실적

- ICAO RPASP 참석 부속서 6 Part IV 작성 지원
- 민간 무인항공기 운항기술기준안 작성 이용
-

기술내용

국제 및 국내 유인항공기 공역에서 무인항공기를 통합 운항할 수 있도록 하는 운항기술기준
- 고정익 무인항공기 비행 운용 기준
- 회전익 무인항공기 비행 운용 기준
- 종사자 자격 기준
- 운영자 자격 기준

□ 수요처 및 권리현황

수요처

수요처	적용처
▪ 국토교통부	▪ 대한항공
▪ 항공안전기술원	▪ 아시아나항공

권리현황

▪

특허명	특허번호	비고
▪		
▪		
▪		

□ 추가기술정보

기술분류

기술수준	■ 기술개념확립 □ 연구실환경검증 □ 시제품제작 □ 실제환경검증 □ 신뢰성평가 □ 상용품제작 □ 사업화
시장전망	2020년 5000억원

□ 문 의

관리자	- 국토교통과학기술진흥원 성과활용실(031-389-6000) - techbiz@kaia.re.kr
연구자	소속기관: 항공안전기술원 성명: 최병철 연락처: 010-3452-2046 이메일: bc.choi@kiast.or.kr

기술소개자료(SMK : Sales Material Kit)

민간 무인항공기 중장기 로드맵

□ 기술개요

ICAO, ERSG, FAA는 민간 무인항공기의 유무인기 통합 공역에서 운용을 위한 로드맵을 발표, 국내 민간 무인항공기 산업 발전을 위한 기본 자료로 국토교통부가 정책으로 책택할 수 있는 수준의 국내 실정을 반영한 로드맵 작성

□ 기존 기술의 문제점

❶ 민간 무인항공기에 대한 로드맵 부재
❷ 국내실정을 고려하지 않은 국외 로드맵 이용
❸
❹

□ 기술의 차별성 및 효과

차별성

국외 민간 무인항공기 관련 로드맵을 국내 실정에 맞춤
ICAO, ERSG, FAA 등 선진국 로드맵 종합 분석 적용

기술적효과

국제 동향 분석, 국내 민간 무인항공기 기술기준 및 핵심기술의 방향 설정

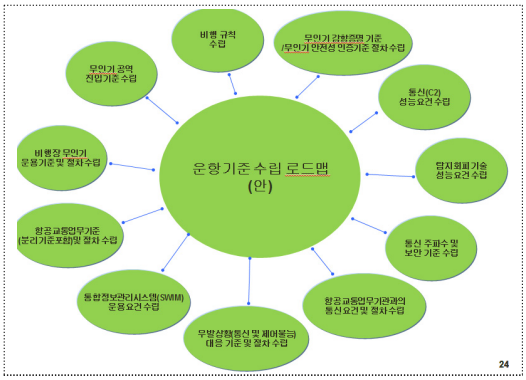
- 법제화 내용 및 방향 설정
- 기술기준의 내용 및 방향 설정
- 핵심기술의 내용 및 방향 설정
-
-

경제적 효과

국토부 정책 반영으로 정부 및 산업체의 투자 유치 가능

- 정부 정책의 명확힌 방향 설정
- 산업계 투자 유발
- 핵심기술 개발 유도
-
-





□ 기술활용 실적 및 기술내용

활용실적

- 다부처 RFP 작성
-
-

기술내용

국내 민간 무인항공기 산업 발전을 위한 국토교통부의 정책 방행의 기반
- 법적 근거 확보를 위한 벱제화 로드맵
- 유무인기 통합 운용을 위한 기술기준 로드맵
- 유무인기 통합 운용을 위한 핵심기술 로드맵

□ 수요처 및 권리현황

수요처

수요처	적용처
▪ 국토교통부	▪ 대한항공
▪ 항공안전기술원	▪ 한국항공우주산업

권리현황

▪

특허명	특허번호	비고
▪		
▪		
▪		

□ 추가기술정보

기술분류

기술수준	■ 기술개념확립 □ 연구실환경검증 □ 시제품제작 □ 실제환경검증 □ 신뢰성평가 □ 상용품제작 □ 사업화
시장전망	

□ 문 의

관리자	- 국토교통과학기술진흥원 성과활용실(031-389-6000) - techbiz@kaia.re.kr
연구자	소속기관: 항공안전기술원 성명: 최병철 연락처: 010-3452-2046 이메일: bc.choi@kiast.or.kr

기술소개자료(SMK : Sales Material Kit)

민간 무인항공기 안전성 인증기술기준

□ 기술개요

유무인 총합 공역에서 운용 가능한 수준의 무인항공기의 안전성 확보를 위한 기술기준의 제정. 국내 수요에 대비한 4가지의 기술기준 작성

□ 기존 기술의 문제점

❶ 민간 무인항공기의 형식 및 감항 기술기준 부재
❷ ICAO의 민간 무인항공기기술기준(부속서 8) 제정 권고에 대한 대비 부재
❸
❹

□ 기술의 차별성 및 효과

차별성

국내 민간 무인항공기의 항공기기술기준 고시
ICAO의 2018년 예정 민간 무인항공기 기술기준 권고 대비

기술적효과

국제 및 국내 유무인 공역 통합 운항 가능

- 항공기기준 제정 능력
- 항공기기술기준 검증 기술
- 무인항공기 인증기술 확보
-
-

경제적 효과

민간 무인항공기 제작 등 신산업 창출

- 민간 무인항공기 제작 산업
-
-
-
-

분류	억원	2015	2020	2024
군용	연구비	31,570	32,736	39,149
	매출액	35,756	44,616	59,444
민용	매출액	666	4,983	11,968

□ 기술활용 실적 및 기술내용

활용실적

- ICAO RPASP 참석 부속서 8 작성 지원
- 민간 무인항공기 항공기기술기준안 작성 이용
-

기술내용

무인항공기를 유무인기 통합 운항 가능한 수준의 항공기기술기준
- Part 23 급 기술기준
- VLA 급 기술기준
- VLR 급 기술기준
- 스마트무인기 급 Tilt Rotor 기술기준

□ 수요처 및 권리현황

수요처

수요처	적용처
▪ 국토교통부	▪ 대한항공
▪ 항공안전기술원	▪ 아시아나항공

권리현황

▪

특허명	특허번호	비고
▪		
▪		
▪		

□ 추가기술정보

기술분류

기술수준	■ 기술개념확립 □ 연구실환경검증 □ 시제품제작 □ 실제환경검증 □ 신뢰성평가 □ 상용품제작 □ 사업화
시장전망	2020년 5000억원

□ 문 의

관리자	- 국토교통과학기술진흥원 성과활용실(031-389-6000) - techbiz@kaia.re.kr
연구자	소속기관: 항공안전기술원 성명: 최병철 연락처: 010-3452-2046 이메일: bc.choi@kiast.or.kr

기술소개자료(SMK : Sales Material Kit)

유무인항공기 통합 운항 시뮬레이션

□ 기술개요

민간 무인항공기의 유인기 항공 체계 내에서 **유무인항공기의 통합 운항**을 시뮬레이션, ATC와 유인항공기와 무인항공기의 시뮬레이션 구축 후 통합, 원격지 운용 시뮬레이션

□ 기존 기술의 문제점

❶ 운항용 시뮬레이션이 아닌 조종사 훈련용
❷ 유무인 통합 운용의 시뮬레이션 아닌 관제용
❸
❹

□ 기술의 차별성 및 효과

차별성

유무인기와 ATC 통합 시뮬레이션
무인항공기 운항 시뮬레이션

기술적효과

국제 및 국내 유무인 공역 통합 운항 시뮬레이션을 통해 안전하고 효과적으로 운항기술검증

- 이질적인 업무의 통합 시뮬레이션
- 유무인 통합 운용 시뮬레이션 기술
- 유인기 운용의 무인기 적용 시나리오 구현 기술
-
-

경제적 효과

실 시험의 준비 및 대체 효과, 유무인기 통합 운용 시뮬레이션 시장 개척

- 유무인기 통합 운용 시뮬레이션 산업
- 실기 시험 대체 비용
- 민간 무인항공기 사용 사업
-
-

□ 기술활용 실적 및 기술내용

활용실적

- 민간 무인항공기 운항기술기준 검증, 안 작성 이용
-
-

기술내용

국제 및 국내 유인항공기 공역에서 무인항공기를 통합 운항할 수 있도록 하는 운항기술기준
- ATC 시뮬레이션 기술
- 유인기 시뮬레이션 기술
- 무인기 시뮬레이션 기술
- 통합 시뮬레이션 기술
- 검증 시나리오 수립 기술

□ 수요처 및 권리현황

수요처

수요처	적용처
▪ 국토교통부	▪ 유콘시스템
▪ 항공안전기술원	▪ 성우엔지니어링

권리현황

▪

특허명	특허번호	비고
▪		
▪		
▪		

□ 추가기술정보

기술분류

기술수준	■ 기술개념확립 □ 연구실환경검증 □ 시제품제작 □ 실제환경검증 □ 신뢰성평가 □ 상용품제작 □ 사업화
시장전망	

□ 문 의

관리자	- 국토교통과학기술진흥원 성과활용실(031-389-6000) - techbiz@kaia.re.kr
연구자	소속기관: 항공안전기술원 성명: 최병철 연락처: 010-3452-2046 이메일: bc.choi@kiast.or.kr

부록 8. 다부처 과제 경제성 분석(고신뢰성 다개체 무인이동체 통합운용체계구축사업 경제성 분석)

고신뢰성 다개체 무인이동체 통합운용체계구축사업 경제성 분석

2014. 09

목 차

Ⅰ. 개요 ····· 1
1. 연구 배경 및 목적 ····· 1
2. 연구 프레임워크 ····· 2

Ⅱ. 경제성 분석 방법론 ····· 3
1. 비용편익 분석(cost-benefit analysis) ····· 3
2. 비용분석 ····· 6
3. 편익분석 ····· 8

Ⅲ. 사례 분석 ····· 11
1. 중·고고도 정찰용 무인항공기 사업의 경제성 분석 ····· 11
2. 무인잠수정 개발 사업의 경제적 가치 추정 ····· 12
3. 스마트무인기 기술의 경제성 분석 ····· 13
4. 시사점 ····· 15

Ⅳ. 고신뢰성 다개체 무인이동체 통합운용체계 구축사업 경제성 분석 ····· 17
1. 사업 분석 ····· 17
2. 비용·편익 모델링 ····· 19
가. 비용 모델 ····· 19
나. 편익 모델 ····· 19
3. 비용편익 분석 ····· 22
가. 비용 분석 ····· 22
나. 편익 분석 ····· 23
다. 비용/편익 분석 ····· 28

표 목 차

<표 Ⅱ-1> 민간사업과 공공사업에서의 순현재가치법 산출 개념 비교 ·····5
<표 Ⅱ-2> 경제성 분석기준의 장·단점 비교 ·····6
<표 Ⅲ-1> 획득방법별 수명주기 비용 비교(단위: 억원) ·····12
<표 Ⅲ-2> 차세대 무인잠수정의 비시장가치 추정을 위한 표본 기본 통계 ·····12
<표 Ⅲ-3> 차세대 무인잠수정사업의 가구별 지불의사액(WTP) 추정 결과 ·····13
<표 Ⅲ-4> 스마트무인기 기술개발의 경제적, 기술적 파급효과(단위: 억원) ·····14
<표 Ⅲ-5> 선행연구 적용 방법론 비교 ·····15
<표 Ⅳ-1> 사업 기본 방향 및 세부 사업 구성 ·····17
<표 Ⅳ-2> 사업 투입 비용 계획(단위: 억원) ·····22
<표 Ⅳ-3> 인프라 운영비 추정(단위: 억원) ·····22
<표 Ⅳ-4> 사업 투입 비용 계획(단위: 억원) ·····23
<표 Ⅳ-5> 세계 무인기 시장 전망(단위: 억원) ·····23
<표 Ⅳ-6> 세계 무인선 시장 전망(단위: 억원) ·····23
<표 Ⅳ-7> 세계 무인기/무인선시장 점유율 설정(단위: %) ·····24
<표 Ⅳ-8> OS 시장창출효과 편익 산출(단위: 억원) ·····24
<표 Ⅳ-9> 무인기 및 무인선 인증대수 추정(단위: 대) ·····25
<표 Ⅳ-10> 사고비용 절감효과(단위: 억원) ·····25
<표 Ⅳ-11> 신산업창출효과(단위: 억원) ·····26
<표 Ⅳ-12> 무인이동체 통합운용체계구축사업의 총편익(단위: 억원) ·····27
<표 Ⅳ-13> 비용/편익 분석 ·····28

그 림 목 차

[그림 Ⅰ-1] 연구 프레임워크 ·····2
[그림 Ⅱ-1] 비용편익분석 절차 ·····4
[그림 Ⅱ-2] 직접편익 추정 방법론 ·····10
[그림 Ⅱ-3] 간접편익 추정 방법론 ·····10
[그림 Ⅲ-1] 중고고도 정찰용 무인항공기 경제성 분석 절차 ·····11
[그림 Ⅳ-1] 편익항목 도출 모델 ·····18

Ⅰ. 개요

1. 연구 배경 및 목적

□ 전세계적으로 무인이동체계의 실용화 연구가 활발히 진행됨에 따라 신뢰성 및 보안성을 확보한 무인이동체계 운용기반 구축 및 시범 운용 추진 필요성 대두

- 무인항공기, 무인선박 등 전통적인 공중에서의 이동장치가 ICT 기술과 결합한 신개념 융합체계로 전환되어 관련 연구의 경쟁 가속화되고 있음
  - 무인이동체계는 조직자가 탑승하지 않고 원격으로 운용되는 이동체와 운용에 필요한 원격통제소 등의 체계를 통칭
- 산업구조 선진화 등에 따른 인건비 및 위험관리 비용 증가, 노동인력 감소 등으로 무인이동체계의 필요성과 활용도가 지속적으로 증대되면서 관련 산업의 성장 예상
  - 무인항공기의 경우 미국을 선두로 정찰, 감시 등 공공분야와 물류 등의 민간 공역에서의 활용방안이 제시되고 있으며, 우리나라에서도 소형 항공촬영용 무인기 등 활용 확산
  - 2013년 세계 무인기 총 시장은 7.6조원(66억 달러)이며, 연평균 6%의 성장[1)]
- 이에 무인이동체 산업 성장을 견인하고 무인이동체계의 운용 효율 및 활용도를 극대화할 수 있는 ‘고신뢰성 다개체 무인이동체 통합운용체계 구축사업’을 추진

□ 국가연구개발사업은 예비타당성조사의 하나로 경제성 분석을 실시하고 있어, 추진사업의 경제성 분석을 통해 투자적합성을 파악하고자 함

- 경제성 분석은 연구개발 성과를 미리 예측하고, 성과의 경제적 가치가 얼마인가를 분석하여 대상 연구개발사업의 추진 정당성을 판단하기 위한 절차임
  - 비용-편익 분석을 위해서 사업 시행에 따른 수요를 추정하여 편익을 산정하고, 총사업비와 해당 사업의 운영에 필요한 모든 경비를 합하여 비용을 산정함
- 정부 연구개발사업의 경제성 분석은 해당 사업의 파급효과와 투자 적합성을 분석하기 위한 수단으로 비용-혜택 분석을 기본적인 분석방법으로 활용
  - 비용-혜택 분석은 투자대상 사업을 수행할 경우 예측되는 모든 비용과 편익을 측정하고 사업의 타당성을 사전에 검증하는 방법
  - 비용-혜택 분석을 통한 사업의 경제성 판단은 혜택이 비용을 초과해야 한다는 원칙 하에서 진행하기 때문에 일반적으로 B/C(Benefit/Cost) 비율이 1보다 클 경우 경제적 타당성이 있음을 의미함

1) Teal Group, 2013

□ 이에 따라 동 연구에서는 ‘고신뢰성 다개체 무인이동체 통합운용체계 구축 사업’의 비용편익분석을 실시하여 경제성을 파악하고자 함

- 동 사업의 총 투입 비용 추정 및 사업을 통해 발생하는 편익 추정
- 비용 대비 편익 분석을 통해 경제성 확보 여부 파악

2. 연구 프레임워크

□ 동 연구는 사업의 이해를 바탕으로 방법론을 설정하고, 비용·편익 산출, 비용/편익 분석 순으로 추진



[그림 Ⅰ-85] 연구 프레임워크

Ⅱ. 경제성 분석 방법론

1. 비용편익 분석(cost-benefit analysis)

□ (개념)비용편익 분석(cost-benefit analysis)이란, 선택한 대안에 소요되는 비용과 해당 대안으로 인하여 발생하는 편익을 분석하여 투자할만한 가치가 있는지 판단하는 기준 의미

- 모든 사업은 기본적으로 비용을 요구하고 편익을 창출하게 되는데, 이때 편익과 비용을 정확히 측정하여 비교함으로써 투자사업의 타당성 여부를 평가하거나 투자사업의 우선순위를 결정할 수 있음

□ (절차)비용편익분석은 ‘투자 시나리오 정의’, ‘비용분석’, ‘편익분석’, ‘결과 도출 및 해석’의 절차에 따라 수행함

- 「투자 시나리오 정의」는 수행사업의 범위 및 대상산업 정의, 투자로드맵 설정의 순으로 수행함
  - 투자 시나리오 정의는 전문가 인터뷰 및 유관기관 협의를 통해 추진함
- 「비용분석」은 기술개발 및 기타 비용의 항목을 도출하고 이를 토대로 총비용을 산정함
  - 비용분석은 과거 자료에 기반하여 추정하는데, 일반적으로 유사사업 자료 원용 또는 전문가 추정에 의하여 산정함
- 「편익분석」은 사업내용에 토대로 편익항목을 도출하고, 편익항목을 직접, 간접 편익으로 구분하여 계량화하고 이를 통해 총 편익을 산출함
  - 편익분석은 유사사업의 편익항목 분석, 내부 Brainstorming, 편익 함수 도출 및 파라미터 설정 등을 통해 수행함

□ 「결과 도출 및 해석」단계에서는 경제성 분석 지표 설정, 비용-편익 분석 결과 도출 및 결과 해석 등을 통해 수행함



[그림 Ⅱ-1] 비용편익분석 절차

□ (분석 방법론)비용편익 분석에서는 경제성 분석 지표로 「순현재가치(Discounted Cash Flow)」, 「비용-편익 비율(B/C ratio)」, 「내부수익률」 등을 활용함

- 「순현재가치」는 투자사업의 전기간에 걸쳐 발생하는 순편익의 합계를 현재가치로 환산한 값을 의미함
  - 순현재가치는 가장 보편적으로 인정되는 비용편익분석 기법으로, 기업이나 공공부문 각계에서 광범위하게 적용되는 방법임
  - 순현재가치법에 기반한 비용-편익분석은 평가모형, 사업대상 및 평가주체, 평가시기 등에 따라 다양하게 구분될 수 있으며, 평가모형은 순현재가치(NPV: net present value)를 보느냐, 비용과 편익의 상대 비율을 보느냐 등에 따라 다양함
  - 순현재가치가 0보다 크면 경제성이 있으며 0보다 작으면 경제성이 없다고 판단하며, 여러 개의 사업 중 우선순위를 설정할 경우 그 값이 클수록 선호도가 높아짐

<표 Ⅱ-1> 민간사업과 공공사업에서의 순현재가치법 산출 개념 비교

구 분	목 적	정 의
민간사업	수익성 극대화	순현재가치(Private NPV)는 PNPV= PB-PC, 즉 사적편익(PB)에서 사적비용(PC)을 제한 것
공공사업	- 공익적 가치를 고려하므로 사회적 순현재가치를 산출함 - 사회적 순현재가치의 배경에는 소위 공리주의적 사고가 존재하여, 사회 구성원 전체의 집계후생의 개선에 초점을 둠	- 사회적 순현재가치(Social NPV)는 SNPV=SB-SC, 즉 사회적 편익(SB)에서 사회적 비용(SC)을 차감한 것

자료: 한국개발연구원(2004)

- 「비용-편익 비율」은 사업 추진으로 인한 총편익과 총비용을 현재가치로 환산하고 각각의 현재가치의 상대적 비율을 산출한 것을 의미함
- 「내부수익률」은 투자사업이 원만하게 진행된다는 전제하에 기대되는 예상수익률로, 투자사업의 전 기간에 걸쳐 발생하는 편익의 현재가치와 비용의 현재가치를 일치시켜 순현재가치가 0이 되게 하는 할인율로 계산함
  - 내부수익률이 사회적 할인율보다 크면 경제성이 있다고 판단하며, 다수의 사업이 있는 경우에는 내부수익률이 클수록 선호

□ (지표별 특징)순현재가치, 비용-편익 비율, 내부수익률 지표별 아래와 같은 특징 및 사항을 고려하여 분석해야 함

- 「순현재가치」를 이용하여 여러 대안의 우선순위를 결정할 때에는 다음의 사항들을 고려할 필요가 있음
  - 첫째, NPV 기준은 사업규모가 커질수록 NPV도 커지므로 소규모 사업보다 대규모 사업의 우선순위가 비현실적으로 높아질 수 있음
  - 둘째, NPV의 계산과정에는 미래에 발생하는 편익과 비용을 현재가치로 계산하는 과정이 포함되어 있기 때문에 상황에 따라 다른 결과가 나타날 수 있음
  - 셋째, NPV를 투자사업의 선정기준으로 삼을 때 사전에 할인율을 결정해야 하나, 사업간 순위가 할인율에 따라 민감하게 반응함
- 「비용-편익 비율」은 수확체감의 법칙에 따라 거의 항상 소규모 사업이 대규모 사업에 비해 높은 비용-편익 비율을 갖게 되는 단점을 보유하고 있음
- 「내부수익률」 기준은 다른 기준과 마찬가지로 편익의 발생 시기에 큰 차이가 있을 때에는 사업의 내용 연한이 짧고 편익이 조기에 발생하는 사업이 상대적으로 유리한 사업으로 판명되는 단점을 보유하고 있음

<표 Ⅱ-2> 경제성 분석기준의 장·단점 비교

분석기법	판단방법	장점	단점
순현재가치	NPV ≥ 0	- 대안 선택시 명확한 기준 제시 - 장래발생편익의 현재가치 제시 - 한계 순현재가치를 고려하고 타분석에 이용 가능	- 대안우선순위 결정시 오류발생이 가능하고 이해하기 어려움
편익/비용	B/C ≥ 1	- 이해가 용이하고 사업규모 고려 가능 - 비용편익 발생시간 고려	- 편익과 비용의 명확한 구분이 어려움 - 상호 배타적 대안선택의 오류발생 가능
내부수익률	IRR ≥ γ	- 사업의 수익성 측정 가능 - 타대안과 비교 용이 - 평가과정과 결과에 대한 이해가 용이	- 사업의 절대적 규모를 고려하지 않음 - 여러개의 내부수익률이 도출될 가능성이 존재

자료 : 한국개발연구원(2004)

2. 비용분석

□ (비용추정)연구개발사업의 비용 추정시 사업의 목적과 규모, 제반 여건에 따라 사업비를 다양하게 분류하여 연구개발사업의 비용요소로 활용할 수 있음

- 비용요소의 적절한 분류는 비용추정 작업에 기본적인 방향을 제시하고 타당성을 부여하는 등 비용추정 작업의 기초로 활용
- 예비타당성조사에서는 사업주체가 제시한 비용자료를 토대로 비용편익분석을 수행하되, 사업계획서에 제시된 연도별 예산집행계획을 검토하여 그 적절성여부를 파악
- 필요시 선진국의 유사한 사업투자 사례를 검토하여 투자비용, 투자계획 등을 비교·분석함

□ (비용추정의 원칙)비용은 실제 지출된 비용이 아닌 기회비용의 관점에서, 그리고 외부비용까지 포함한 사회적 비용의 관점에서 추정함

- 비용은 연구개발사업 수행으로 발생하는 일체의 자원비용(resource cost)을 의미하므로, 투자사업으로 인한 직접비용과 간접비용뿐만 아니라 사업이 시행됨에 따라 발생하는 외부비용(external cost)까지 포함함
  - 예를 들어, 연구센터 구축시 부지를 무상으로 제공받는 경우 기회비용의 관점에서 부지매입 비용을 반영함
- 기술개발로 인해 새로운 환경문제가 발생하거나 이를 악화시킬 수 있다면 환경비용이라는 외부비용도 포함함

□ (비용 도출과 추정)예비타당성조사에서는 사업 수행단계에서 발생가능한 모든 비용항목들을 고려함

- 예비타당성조사에서 검토하는 연구개발 사업비는 사업수행을 위한 초기 투자비의 형태로 제안되므로, 총 사업비에는 초기 투자비뿐만 아니라, 운영관리비 등도 포함함
  - 연구장비구축사업의 경우는 중간에 발생하는 개수비, 보수비, 재투자비용을 적절하게 포함하기도 함
- 비용 추정시 다음의 비용들은 분석에서 제외함
  - 세금, 은행이자, 보조금과 같은 이전지출(transfer payment)은 실제 발생한 비용이 아니라, 한 곳에서 다른 곳으로 이전되는 지출에 불과하므로 관련 비용은 제외함
  - 연구개발사업의 경제성 분석을 수행하기 이전에 발생한 매몰비용(sunk cost)도 제외함
  - 감가상각비(depreciation cost)는 기업의 회계처리상 중요한 비용항목이나 비용편익분석의 비용으로는 제외함
  - 다만, 연구 장비나 시설과 같이 분석기간이 종료한 이후에도 사업시설이 남아있는 것이 있다면 이것의 잔존가치(salvage value)를 추정하여 이를 비용에서 차감함

3. 편익분석

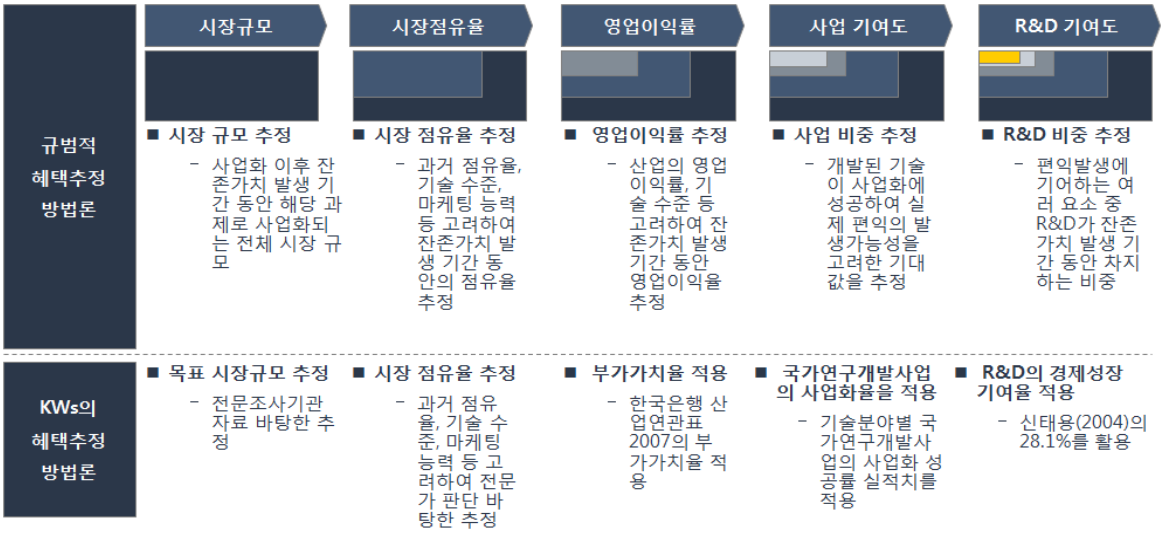
□ (편익의 정의) 연구개발사업의 편익은 원칙적으로 연구개발 활동의 결과로 나타나는 모든 긍정적 효과를 의미함

- 연구개발사업의 편익의 분석은 미시적 수준에서 긍정적 효과를 구분하여 추정한 후 거시적 수준에서 각각의 긍정적 효과를 적절하게 합산함
  - 연구개발사업으로 인해 혜택을 얻는 경제주체를 크게 소비자(또는 가계)와 생산자(기업 또는 산업)로 구분한다면, 소비자에게 발생하는 편익은 소비자 잉여의 관점에서 평가되어야 하고, 생산자에게 발생하는 편익은 부가가치의 관점에서 평가
  - 수혜의 대상을 소비자와 생산자로 뚜렷하게 구분하기 어려운 경우는 국가 전체의 부가가치 창출액으로 평가하거나 정성적으로 평가할 수 있음
  - 각각의 추정된 편익을 합산할 때는 이중계산의 문제는 없는지 또는 누락된 부분은 없는지에 대한 검토할 필요가 있음
- 연구개발사업의 편익분석 시 경제적 편익 중에서 화폐가치로 측정할 수 있는 직접 편익만을 고려하되, 간접 편익이 중요한 경우에는 추정하여 편익에 반영
- 편익추정은 원칙적으로 경제학적 방법에 근거해야 하는데, 이 방법을 적용하기 위해 많은 시간과 비용이 소요되거나 여러 여건상 적용할 수 없는 경우에는 대용가능한 간편법을 사용하기도 함
  - 연구개발사업의 편익을 추정하기 위해서는 원칙적으로 수요곡선 접근법이나 부가가치 접근법과 같은 경제학적 방법론에 근거해야 하나 경우에 따라 이 방법이 용이하지 않거나 분석이 불가능할 경우도 존재함
  - 이런 경우에는 국내외 분석사례를 참고하여 해당 상황에 맞게 조정하는 편익이전(benefit transfer) 작업을 수행함
  - 예를 들어, 외국에서 측정한 편익을 구매력 지수와 분석시점 등을 종합적으로 고려하여 국내 상황에 맞게 조정한 값을 이용할 수 있으나, 이러한 방법은 왜곡된 결과를 초래할 수 있으므로 주의가 필요함

□ (편익 추정)편익의 추정은 편익의 특성에 따라 직접편익과 간접편익으로 추정함

- 직접편익은 연구성과의 사업화를 통해 시장에서 발생하는 직접적인 매출 편익을 의미하며, 간접편익은 사업화 매출 외에 연구성과 활용에 따라 발생하는 다양한 종류의 편익을 모두 포함함

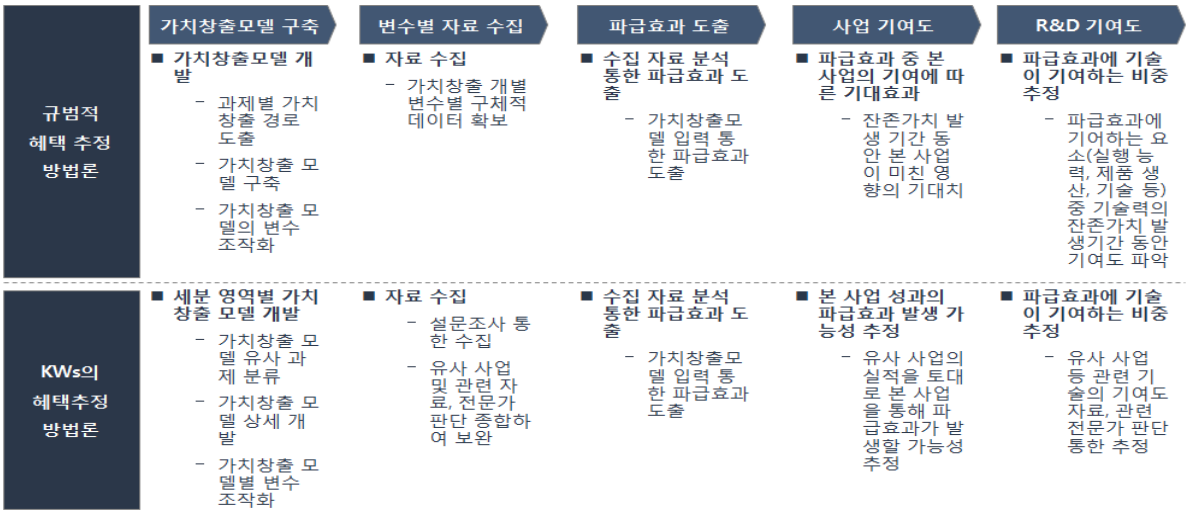
- 직접편익은 일반적으로 시장에서의 매출 규모 추정, 매출에서의 이익률, 사업기여도, R&D 기여도 등을 고려하여 추정함
  - 매출 규모는 관련 시장 규모와 시장점유율에 근거하여 추정함
    * 시장 규모는 사업화 이후 잔존가치 발생기간 동안 해당 과제로 사업화되는 목표시장의 규모 의미
    * 시장점유율은 해당 시장에서 성과물이 차지할 수 있는 비중으로 과거 점유율, 기술 수준, 마케팅 능력 등을 고려하여 잔존가치 발생기간의 점유율을 추정함
  - 매출에서의 이익률은 산업의 영업이익률, 기술수준 등을 고려하여 잔존가치 발생 기간 동안 영업이익율을 추정함
    * 그러나 실제 산업별 영업이익률 추정이 어려워 한국은행에서 발표하는 산업별 부가가치율로 대체하여 적용
  - 사업기여도는 개발된 기술이 사업화에 성공하여 실제 편익의 발생가능성을 고려한 기대값을 추정하는 것으로, 일반적으로 기존 유사분야 국가연구개발사업의 사업화 성공률을 적용함
  - R&D 비중은 편익발생에 기여하는 여러 요소 중 R&D가 잔존가치 발생기간 동안 차지하는 비중을 의미함



[그림 Ⅱ-2] 직접편익 추정 방법론

- 간접편익의 추정은 가치창출모델을 토대로 가치창출 항목별 파급효과를 분석함

- 가치창출모델은 과제별 가치창출 경로 도출을 통해 설계함
- 가치창출모델의 변수조직화 및 자료수집을 통해 가치창출모델 개별 변수별 데이터를 확보함
- 수집자료 분석을 통해 확인된 변수들을 가치창출모델에 입력하여 파급효과를 도출함
- 파급효과에 기여하는 요소(실행능력, 제품생산, 기술 등)중 기술력의 잔존가치 발생기간 동안 R&D 사업 결과물의 기여도(비중)를 추정함



[그림 Ⅱ-3] 간접편익 추정 방법론

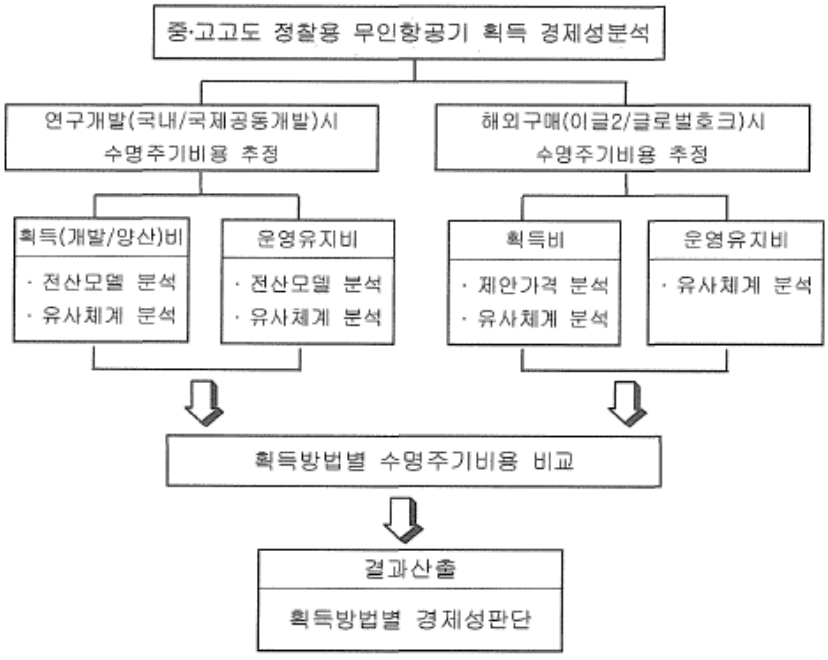
Ⅲ. 사례 분석

1. 중·고고도 정찰용 무인항공기 사업의 경제성 분석[2)]

□ (목적)중·고고도 정찰용 무인항공기 사업추진을 위한 사전분석 연구로 획득방법 결정을 위한 경제성 분석과 함께 국내개발 추진 필요성 및 적절성 분석

□ (연구 범위) 장비개발에 따른 경제성 판단 및 수명주기 비용 분석

- 국내 연구개발의 필요성과 개발비용에 대한 비용의 적절성 판단/분석
  - 개발 가능성 및 개발비용의 적절성
  - 개발에 필요한 핵심기술 확보 및 타 무기체계 적용여부
  - 개발대상장비와 해외개발 유사장비와의 운용개념 및 경제성 검토
- 국내 연구개발 또는 해외구매에 따른 수명주기 비용분석
  - 국내 연구개발에 따른 수명주기 비용분석
  - 해외구매에 따른 수명주기 비용분석



[그림 Ⅲ-1] 중고고도 정찰용 무인항공기 경제성 분석 절차
자료: 국방대학교, 2003

□ (분석방법)획득방법별 수명주기비용 추정을 통해 경제성 판단

- 획득 방법은 국내/국제공동개발과 해외구매로 분류하고 수명주기비용은 획득(개발/양산)비용 및 운영유지비로 산정하여 연구개발과 구매비용의 차로 경제성 분석

2) 중·고고도 정찰용 무인항공기 사업추진을 위한 사전분석(국방대학교, 2003)

<표 Ⅲ-1> 획득방법별 수명주기 비용 비교(단위: 억원)

구분		획득비 (개발비 포함)	운영유지비 (20년)	수명주기 비용
국내연구개발		5,798	5,163	10,961
국제공동연구개발		3,010	5,658	8,668
해외 구매	Eagle-2	972	2,682	3,654
	글로벌호크	2,569	7,091	9,660

자료: 국방대학교, 2003

- 기술축적 및 파급, 사업리스크, 국가정책기여 측면의 기술적, 사회적 파급효과를 판단하고자 하였으나, 정성적으로 분석하여 경제성 분석과 함께 사업 추진 판단 여부 참고 자료로 활용

2. 무인잠수정 개발 사업의 경제적 가치 추정[3)]

□ (목적)2006년 한국해양연구원에서 6,000m 심해까지 들어갈 수 있는 잠수정 '해미래'를 개발함에 따라 사업의 실용화를 위한 경제성 분석 추진

- 2001년부터 2007년까지 6년간 심해용 무인잠수정 시스템 설계·제작하고, 실해역 시운전을 통해 시스템의 신뢰도 향상 및 안전 장치를 개발

□ (분석방법)심해용 무인잠수정 개발사업에 대한 경제적 편익을 측정하기 위해 비시장 가치를 위주로 측정하는 조건부가치측정법(CVM)을 이용

- 전국의 만 20세에서 64세 대상으로 성별, 결혼여부, 교육수준, 소득을 변수로 설문조사를 실시하여 조건부가치측정법 추정

<표 Ⅲ-2> 차세대 무인잠수정의 비시장가치 추정을 위한 표본 기본 통계

변수	평균	표준편차	최소치	최대치
제시가격	3.0000	1.4160	1	5
나이	43.6525	9.7011	20	64
성별	0.4925	0.5006	0	1
결혼여부	0.5525	0.4979	0	1
교육수준	15.4700	49.3509	2	999
소득	457.4375	288.8832	90	1500

자료: 전남대, 평택대(2011)

3) 조건부가치측정법을 이용한 무인잠수정 개발에 대한 경제적 가치 추정, 2011

- CVM 조사 결과 지불의사액 2,094원을 전국의 총 가구수로 확대하고 5년간의 세금 납부기간을 적용하면 총 1,618억원으로 도출되어 경제적 가치가 있는 것으로 분석
  - CVM 조사 결과 가구당 연평균 지불의사액은 2,094원이었으며, 95%의 유의수준에서 1,804~2,472원으로 조사됨

<표 Ⅲ-3> 차세대 무인잠수정사업의 가구별 지불의사액(WTP) 추정 결과

구분	이중경계 양분선택형 모형(DBDC)	
	공변량이 없는 경우 (t-통계량)	공변량을 포함한 경우 (t-통계량)
평균 WTP	2,094원(12,4901)***	1,945원(7.2221)***
95% 신뢰구간	1,804~2,472원	1,454~2,538원

***유의수준 1%에서 통계적으로 유의함을 의미
자료: 전남대, 평택대(2011)

3. 스마트무인기 기술의 경제성 분석[4)]

□ (목적)스마트무인기의 시장 성장 및 활용 확산을 위해 관련 기술의 경제적, 기술적 가치 평가를 실시

- 스마트무인기란 기존의 무인기에 한층진화하여 고성능 및 높은 안전성을 가진 수익이착륙 비행을 하는 항공기를 지칭
- 무인기의 시장이 급속히 성장하고 있고 광범위한 효용성과 잠재력에도 불구하고 여러 기술적 과제로 인해 대부분의 수요가 군수용에 머무르고 있어 스마트 기술개발의 경제적, 기술적 가치평가를 실시해 봄

□ (분석방법)개발된 기술이 적용된 제품이 유입되는 시장의 미래 시장을 추정하고, 시장에서의 기술 기여도를 적용하여 가치를 분석

- 산업연관표를 활용하여 1) 개발제품이 가져오는 가치, 2) 기술개발을 하기 위한 투입액이 가져오는 효과 3) 기술개발의 파급효과에 대한 분석 실시
- 기술개발의 파급효과는 파급기술에 의한 잠재시장을 파악하고, 기술의 기여도를 기반으로 가치를 측정

4) 스마트무인기 기술개발의 경제적, 기술적 파급효과 분석, 항공대 박상범(2011)

- 분석 결과 무인기로 인한 산업파급효과 2조 2,729억원, 기술파급효과 9조 6,83억원의 경제효과를 거둘 수 있는 것으로 분석함

<표 Ⅲ-4> 스마트무인기 기술개발의 경제적, 기술적 파급효과(단위: 억원)

구분	산업파급효과	기술파급효과	총계
회전익시스템	25	12,837	12,862
비행컴퓨터기술	117	6,654	6,771
항법장비기술	214	14,836	15,050
무인항공기전기장치기술	134	2,687	2,821
탑재회수장비기술	113	2,585	2,698
안테나/페데스탈/추적기 기술	2,007	2,964	4,971
상향송수신장비기술	3,300	2,561	5,861
영상압축/복원기술	975	6,012	6,987
통신제어장비기술	2,028	4,741	6,769
비행조정장비기술	111	5,160	5,271
영상조정 및 분석 장비기술	2,871	6,337	9,208
임무계획장비기술	178	2,704	2,882
자동이착륙유도장치기술	1,840	4,111	5,951
EO/IR기술	2,297	7,708	10,005
센서안정화 장치 기술	2,797	10,765	13,562
체계시험장비기술	3,722	3,421	7,143
총계	22,729	96,083	118,812

자료; 박상범(2011)

4. 시사점

□ 선행연구에서는 무인이동체 관련 사업의 경제성 분석 방법론으로 비용절감법, 조건부가치측정법, 시장접근법을 활용

- 무인이동체 관련 시장은 대부분 외산을 도입하여 국내에 활용하는 경우가 많아 국내기술이 적용된 무인이동체 활용 시 비용 절감 효과 분석이나 시장접근법에 의한 파급효과 분석이 많음
- 미래 시장에 대한 전망치가 뚜렷하지 않은 점을 근거로 설문조사 기반의 조건부가치측정법을 활용하기도 함

<표 Ⅲ-5> 선행연구 적용 방법론 비교

선행연구	분석 항목	분석방법
중·고고도 정찰용 무인항공기 사업추진을 위한 사전분석	개발비용, 획득비용, 운영유지비용 측면	기존 유인기의 무인기 전환을 통한 제작비용 및 유지비 절감효과 분석
조건부가치측정법(CVM)을 이용한 무인잠수정 개발에 대한 경제적 가치 추정	무인잠수정의 경제적 편익 추정	조건부가치측정법(CVM)
스마트무인기 기술개발의 경제적, 기술적 파급효과 분석	스마트무인기의 기술파급효과 및 산업파급효과	시장접근법에 기술 및 사업 기여도를 적용

□ 비용절감효과 영역의 선행연구는 통합 감항인증제도 실시에 따른 기대효과를 분석한 연구가 있으며, 동 과제의 인증 및 운용인프라 구축에 부분적인 적용 가능

- 일정·비용 절감효과와 기존 인프라 활용을 통한 중복투자 방지 및 비용절감 효과를 분석하고 있으며, 동 과제의 인증체계 및 운용인프라 구축의 기대효과 분석에 적용 가능할 것으로 판단
- 기타 파급효과로서 감항인증제도 시행에 따른 국내 항공분야 안전기준 향상에서 파급되는 기대효과를 언급하고 있으나, 정량적 결과 도출에 필요한 구체적 방법론은 제시하지 않고 있어 적용에 한계

□ 산업 성장 및 기술 파급효과를 모두 포괄하여 분석한 실시한 경우에는 시장접근법을 활용하고 있어 동 과제에 적용 가능

- 시장접근법을 활용한 선행연구에서는 미래 무인이동체 시장에서의 사업기여도를 적용하여 산업과 기술의 파급효과를 추정
- 시장접근법을 활용할 경우에는 객관적 관점의 미래시장 전망치가 존재하고, 전문가 그룹 등을 활용한 기여도 파악 필요

Ⅳ. 고신뢰성 다개체 무인이동체 통합운용체계 구축사업 경제성 분석

1. 사업 분석

□ (사업 목적)높은 수준의 보안성, 신뢰성이 구현된 다수, 다개체 무인이동체계 운용 기반 구축 및 시범운용을 통한 새로운 산업분야 개척 및 글로벌 표준화 선도

- 신뢰성, 보안성이 향상된 통합운용체계 개발을 통해 무인이동체계의 운용 효율 및 활용도를 극대화하고 글로벌 표준화 선점을 통한 대규모 무인이동체계 실용화 대비

□ (사업 내용 및 범위)동 사업은 무인이동체 핵심기반 기술개발, 운용 기반 구축, 통합 시범운용 등 추진

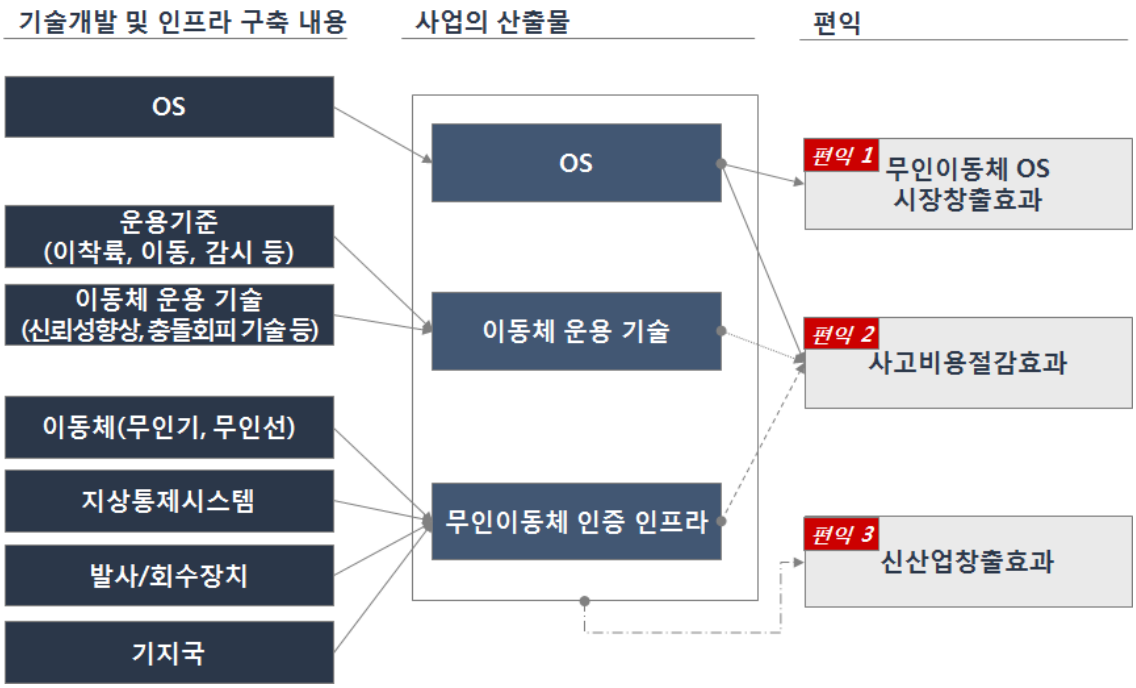
- 동 사업은 ‘고신뢰성 다개체 무인이동체 활용을 통한 국민 편익 및 안전향상, 기술선진국 진입, 국부창출’을 비전으로 추진
- 무인항공기, 무인선박 등 다수/다종 무인이동체의 민간 통합운용기반 구축을 목표로 함

<표 Ⅳ-1> 사업 기본 방향 및 세부 사업 구성

	기본 방향	세부사업
무인이동체 핵심기반 기술 개발	– 다수/다종 무인이동체의 고신뢰성 보안성 구현 기술개발 – 무인이동체의 원격 운용을 위한 통신기술 개발	– 무인이동체용 고신뢰 운영체제 개발 – 무인이동체용 통신체계개발 – 다개체 보안운용기술개발
민간 무인항공기 운용기반구축	– 민간 무인기 운용 법제화 – 무인기 인증 절차 사전 수립, 시범 사업용 무인기의 인증 수행	– 무인기 인증 및 운항기준 수립 – 무인기 운용 인프라 구축 – 무인기 비행핵심 기술개발 – 시범기 인증 및 운용
해양용플랫폼 및 운용기술 개발	– 해양용 무인시스템 운용기술개발 – 무인항공기와의 협응에 필요한 기술개발	– 민간 무인항공기 실용화를 위한 인증기술, 운용 기술 기준 수립 – 운용인프라 구축 – 시범기 인증 – 시범기 사업
다종 무인이동체계 통합시범운용	– 무인항공기/무인선박 실용화 및 시범사업 수행 – 무인기/무인선 등 이종간 무인이동체계간의 통합 및 협응연구	– 무인기 시범운용 – 무인선 시범운용 – 무인기/무인선 협응 기법 연구

□ (편익도출모델) ‘고신뢰성 다개체 무인이동체 통합운용체계 구축사업’은 OS개발, 운용 기준 및 기술 개발, 인프라 구축 등으로 구성되며 사업 산출물에 따른 3개의 편익을 도출

- 사업을 통한 산출물은 무인이동체 운용을 위한 OS, 이동체 운용 기술(기준 및 기술), 무인이동체 인증 인프라로 구성
- 이로 인한 편익은 OS 개발로 인한 무인이동체 SW 시장 창출, 사고비용 절감 및 신산업창출효과 발생



[그림 Ⅳ-1] 편익항목 도출 모델

2. 비용·편익 모델링

가. 비용 모델

□ 분석대상사업의 비용/편익 분석 모델에서 사용될 비용은 구축 비용과 운용 비용 등 편익이 산출되는데 소요되는 모든 자원으로 설정

- 동 사업은 인프라 사업이므로 사업 구축에 소요되는 사업비용과 인프라 구축 후 운용을 위한 비용 발생

비용 산출식

$Cost =$ 통합운용체계 구축사업비+(운용비*운용기간)

- 구축사업비는 ‘15년~20년(6년간) 정부 및 민간 예산으로 투입되는 493억원
- 운용비는 인프라 운용 인건비, 경상비 등으로 구성되며, 운용 기간은 KDI 예비타당성조사 지침에 따라 20년으로 설정
  - 운영비 추정은 정지궤도복합위성개발사업의 연평균 운용비(97억원)를 적용하고, 매년 경제성장률(2%)만큼 운용비용은 증가하는 것으로 가정

나. 편익 모델

□ (OS 시장창출효과)무인이동체 OS를 개발하여 통신체계에 적용할 경우 국산 OS 시장 창출이 가능함에 따라 이를 아래와 같이 산출 모형 설정

- 세계 무인기 및 무인선 시장은 국내외 시장조사기관에서 발행한 자료의 시장전망치 및 연평균성장률을 바탕으로 동사업의 편익기간까지의 미래시장규모 추정
- 동 사업은 민간 무인기 및 무인선만 해당되므로, 세계 시장에서의 민간용 비율을 언론보도 및 시장조사기관 자료를 활용하여 추정하고 민간용 시장비율이 점차 확대되는 것으로 가정함
  - 민간 무인기 시장은 언론보도를 근거로 2014년 현재 세계 시장의 10%로 추정하고 이는 2021년까지 15%를 달성하는 것으로 가정함
  - 민간 무인선 시장은 2014년 현재 세계 무인선 시장의 5%를 차지하는 것으로 가정하고, 매년 점유율의 5%가 증가하는 것으로 가정

- 우리나라 민간무인기 및 무인선 시장 점유율은 2017년 0.1%로 추정하고 매년 점유율의 45%의 증가를 보일 것으로 가정하여 2026년 3% 목표로 설정
- R&D 기여율은 신태영(2004), R&D 성공률은 국가연구개발사업 효과성 분석 보고서(2009)를 근거로 각각 28.1%, 32.7%로 가정
- 동사업의 기여율은 WBS사업과 동사업의 총 예산 대비 동사업의 비중인 43%를 적용

OS 시장창출효과 산출식

$$Benefit1 = \sum^{t=5} WM^{*}\, CMS^{*}\, TS^{*}\, KS^{*}\, \alpha^{*}\, \beta^{*}\, \gamma$$

WM = 세계 무인기 및 무인선시장(Teal Group 자료 활용)
CMS = 민간 무인기 및 무인선 시장 비율
TS = 무인기에서의 통신체계 기여분 비율[5)]
KS = 우리나라 점유율 예상치('25년 3% 목표 가정)
α = R&D 기여율(28.1%, 신태영(2004) 근거)
β = R&D 성공률(32.7%, 국가연구개발사업 효과성 분석 근거)
γ = 사업기여율(43%로 가정)

□ (사고비용절감효과)인프라를 통해 무인이동체의 운용적정 수준을 확보할 수 있도록 함에 따라 사고비용절감효과를 창출하는 것으로 보고 아래와 같이 산출

- 민간용 대형무인기 대수는 Teal Group의 자료의 대수 전망치와 연평균 증가율을 활용하여 인프라 편익 기간인 2040년까지 추정
- 민간용 무인선대수는 Visiongain(2009)에서 발표한 무인선시장규모 자료를 바탕으로 무인선 평균 대당 가격으로 나누어 대수를 추정
- 항공사고 및 선박사고의 1건당 평균 피해비용은 한국교통공단 자료 및 한국교통연구원(2011) 자료 활용
- 동사업은 무인이동체의 통합운용체계의 첫사례로 될 것으로 예상되나 편익기간은 20년 동안 타 인프라가 추가로 구축될 것으로 예상되므로 사업기여율은 50%로 가정
- 사고 감소율은 무인기 및 무인선의 기존 사고율이 유인기 및 유인선 사고율 수준으로 감소하는 것으로 가정하여 49%[6)]의 감소율 적용

5) 상업용 민간 무인항공기 보급기반 구축 기획, 국토부, 2012
6) 민군통합감항인증제도 발전방안에 관한 연구, 사단법인 21세기 군사연구소, 2013 자료 활용

- R&D 기여율은 신태영(2004), R&D 성공률은 국가연구개발사업 효과성 분석 보고서(2009)를 근거로 각각 28.1%, 32.7%로 가정

사고비용절감효과 산출식

$$Benefit2 = \sum^{t=20} KU^{*}AC^{*}\delta^{*}\epsilon$$

KU=우리나라의 민간용 대형 무인기/무인선 대수
AC=항공사고/선박사고 1건당 평균 피해비용(한국교통공단, 2011 자료 근거)
α=R&D 기여율(28.1%, 신태영(2004) 근거)
δ=사업 기여율(30%로 가정)
ϵ=사고감소율

□ (신산업 창출 효과)OS 개발, 운용 기술 개발, 인프라 구축으로 인해 국내 무인이동체 산업이 형성되는데 기여하게 됨에 따라 신산업창출효과를 아래의 모형과 같이 산출

- 국내 민간 무인기 및 무인선 시장 추정은 OS 시장창출효과 산출 기준과 동일하게 적용
- R&D 기여율은 신태영(2004), R&D 성공률은 국가연구개발사업 효과성 분석 보고서(2009)를 근거로 각각 28.1%, 32.7%로 가정
- 사업기여율은 ETRI의 CDMA 기여율(날리지웍스, 2004)과 무인기 '수리온'의 민간용 전환 개발비용을 바탕으로 26%로 가정

신산업 창출 효과 산출식

$$Benefit3 = \sum^{t=20} WM^{*}CMS^{*}KS^{*}\alpha^{*}\beta^{*}\gamma$$

WM=세계 무인기/무인선시장(Teal Group 자료 활용)
CMS=민간 무인기/무인선 시장 비율
KS=우리나라 점유율 예상치
α=R&D 기여율(28.1%, 신태영(2004) 근거)
β=R&D 성공률(32.7%, 국가연구개발사업 효과성 분석 근거)
γ=사업기여율(26%으로 가정)

3. 비용편익 분석

가. 비용 분석

□ (항목별 비용)동 사업은 인프라 사업으로서 사업기간동안 투입되는 사업비와 인프라 운영기간동안 투입되는 운영비로 구성

- 동사업기간은 2015년부터 2020년이며 6년간 총 투입비용은 410억원이며, 그 중 정부투입 예산은 340억원임

<표 Ⅳ-2> 사업 투입 비용 계획(단위: 억원)

	사업예산			사업예산의 현재가치		
사업 기간	정부	민간	합계	정부	민간	합계
2015년	63	–	63	59.7	–	59.7
2016년	69	–	69	62.0	–	62.0
2017년	70	–	70	59.6	–	59.6
2018년	58	23	81	46.8	18.6	65.4
2019년	40	23	63	30.6	17.6	48.2
2020년	40	24	64	29.0	17.4	46.4
합계	340	70	410	287.8	53.6	341.3

- 운영비는 인프라가 구축되는 2021년부터 2040년까지 20년간 추정한 결과, 총 2,356.8억원으로 도출되었으며, 이는 2014년 현재가치로 986.3억원임

<표 Ⅳ-3> 인프라 운영비 추정(단위: 억원)

년도	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
운영비용	97.0	98.9	100.9	102.9	105.0	107.1	109.2	111.4	113.7	115.9
현재가치	66.7	64.5	62.3	60.3	58.3	56.3	54.5	52.7	50.9	49.2
년도	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
운영비용	118.2	120.6	123.0	125.5	128.0	130.5	133.2	135.8	138.5	141.3
현재가치	47.6	46.0	44.5	43.0	41.6	40.2	38.9	37.6	36.3	35.1
합계	운영비용: 2,356.8									
	현재가치: 986.3									

□ (총사업비)사업예산 중 정부투입 예산과 운영비용의 총합계는 2,696.8억원이며, 2014년 현재가치로 1,274.1억원으로 추정됨

<표 Ⅳ-4> 사업 투입 비용 계획(단위: 억원)

구분	원가치	현재가치
정부예산	340.0	287.8
운영비용	2,356.8	986.3
합계	2,766.8	1,327.7

나. 편익 분석

□ (OS 시장창출효과)동사업으로 인해 기술수명주기 7년간 세계 시장에서 우리나라점유율이 3%에 이를 것으로 가정할 경우 11.9억원의 편익 발생 추정

- Teal Group과 Vsiongain에서 발표한 시장전망치에 따르면 세계 무인기시장은 2022년까지 7.8조원 규모로 성장할 전망이며, 무인선 시장은 2019년까지 10.8조원에 이를 전망

<표 Ⅳ-5> 세계 무인기 시장 전망(단위: 억원)

	2013년	2022년	CAGR
세계 무인기 시장	66,607.2	77,708.4	1.7%

자료: Teal Group(2014)

<표 Ⅳ-6> 세계 무인선 시장 전망(단위: 억원)

	2015년	2019년	CAGR
세계 무인선 시장	32,600.9	108,311.6	35.0%

자료: Visiongain(2009)

- 우리나라 점유율은 18년 0.1%에서 매년 점유율의 25%가 증가하여 2026년 3%로 성장하는 것을 목표로 설정
  - 동사업은 2015년부터 시작되며, 1차년도 결과물이 Time-lag 2년을 거쳐 2018년부터 시장 효과가 발생하는 것으로 가정
  - 기술수명주기는 기가코리아사업 IT 기술수명주기 5년을 적용하여 사업의 마지막 년도인 2020년의 결과물이 Time-lag 2년을 거쳐 2023년부터 2027년까지 시장 효과가 발생하는 것으로 가정

- 통신체계 비중은 ‘상업용 민간 무인항공기 보급기반 구축 기획’(국토부, 2012) 자료에 따라 4.9%로 적용

<표 Ⅳ-7> 세계 무인기/무인선시장 점유율 설정(단위: %)

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
우리나라 점유율	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.5	1.9	2.4	3.0	3.7

- 추정된 국내 통신체계 시장규모에서 R&D 성공률, R&D 기여율, 사업기여율을 적용한 결과 총편익은 17.8억원으로 산출되었으며, 이는 현재가치로 10.4억원임

<표 Ⅳ-8> OS 시장창출효과 편익 산출(단위: 억원)

년도	사업편익	편익의 현재가치
2018	0.2	0.1
2019	0.4	0.3
2020	0.7	0.5
2021	1.2	0.9
2022	2.1	1.4
2023	3.4	2.1
2024	3.2	1.9
2025	2.8	1.6
2026	2.3	1.2
2027	1.4	0.7
합계	17.8	10.4

□ (사고비용 절감효과)무인이동체 통합운용체계 인프라를 통해 인증된 무인기 및 무인선으로 발생되는 사고비용절감효과는 총 5,618.9억원으로 분석됨

- Teal Group에서 발표한 국내 무인기 생산대수와 Visiongain에서 발표한 무인선시장 규모를 기반으로 인프라 운영기간 동안의 생산대수 추정

<표 Ⅳ-9> 무인기 및 무인선 인증대수 추정(단위: 대)

년도	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
무인기	20	26	27	27	34	36	36	44	44	48
무인선	0.3	0.7	1	2	3	4	7	11	16	21
년도	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
무인기	58	58	58	75	80	102	102	102	127	127
무인선	28	37	47	60	75	95	118	147	182	224

- R&D기여율, 사업기여율, 사고감소율을 적용하여 편익을 산출한 결과, 5,618.9억원으로 분석되었으며, 이는 현재가치로 1,875.9억원임

<표 Ⅳ-10> 사고비용 절감효과(단위: 억원)

년도	편익	편익의현재가치
2021	44.1	30.3
2022	58.9	38.4
2023	62.9	38.9
2024	65.2	38.2
2025	84.6	47.0
2026	93.7	49.3
2027	100.0	49.9
2028	128.4	60.7
2029	140.0	62.7
2030	162.7	69.1
2031	204.6	82.3
2032	223.9	85.4
2033	247.7	89.6
2034	324.8	111.3
2035	376.1	122.2
2036	486.2	149.7
2037	543.3	158.6
2038	613.0	169.6
2039	776.3	203.6
2040	882.4	219.3
합계	5,618.9	1,875.9

□ (신산업창출효과)무인이동체 통합운용체계 구축을 통해 신산업이 창출되는 효과를 정량적으로 분석한 결과 5,618.9억원의 효과가 발생할 것으로 추정됨

- 시장규모 추정 및 점유율 목표는 OS 시장 창출효과에서 적용한 수치와 동일하게 활용
- 신산업창출효과는 5,618.9억원으로 분석되었으며, 이는 현재가치로 1,875.9억원임

<표 Ⅳ-11> 신산업창출효과(단위: 억원)

년도	편익	편익의 현재가치
2021	1.4	1.0
2022	1.8	1.2
2023	2.3	1.4
2024	3.0	1.8
2025	4.0	2.2
2026	5.3	2.8
2027	7.4	3.7
2028	10.3	4.9
2029	14.6	6.5
2030	20.8	8.8
2031	29.7	12.0
2032	42.8	16.3
2033	61.9	22.4
2034	89.7	30.7
2035	130.2	42.3
2036	189.4	58.3
2037	275.8	80.5
2038	401.7	111.1
2039	585.1	153.4
2040	852.1	211.8
합계	2,729.4	773.2

□ (총편익)동사업을 통한 총 편익은 8,366.0억원이 창출될 것으로 분석되었으며, 할인율 5.5%를 적용한 현재가치는 2,659.8억원으로 추산됨

- 동사업을 통한 기술개발 및 인프라 운영을 통해 OS 시장창출효과, 사고비용절감효과, 신산업창출효과 3개 편익이 발생
- 3개 편익의 총 편익은 8,366.0억원으로 산출되며, 현재가치로 2,659.8억원임

<표 Ⅳ-12> 무인이동체 통합운용체계구축사업의 총편익(단위: 억원)

년도	항목별 편익			총편익	
	OS시장 창출효과	사고비용 절감효과	신산업 창출효과	총편익	편익의 현재가치
2018	0.2	-	-	0.2	0.1
2019	0.4	-	-	0.4	0.3
2020	0.7	-	-	0.7	0.5
2021	1.2	44.1	1.4	46.8	32.2
2022	2.1	58.9	1.8	62.9	41.0
2023	3.4	62.9	2.3	68.7	42.4
2024	3.2	65.2	3.0	71.4	41.8
2025	2.8	84.6	4.0	91.4	50.7
2026	2.3	93.7	5.3	101.4	53.3
2027	1.4	100.0	7.4	108.8	54.2
2028	-	128.4	10.3	138.7	65.6
2029	-	140.0	14.6	154.6	69.3
2030	-	162.7	20.8	183.5	77.9
2031	-	204.6	29.7	234.3	94.3
2032	-	223.9	42.8	266.8	101.8
2033	-	247.7	61.9	309.5	111.9
2034	-	324.8	89.7	414.5	142.1
2035	-	376.1	130.2	506.3	164.5
2036	-	486.2	189.4	675.6	208.0
2037	-	543.3	275.8	819.0	239.0
2038	-	613.0	401.7	1014.7	280.7
2039	-	776.3	585.1	1361.4	357.0
2040	-	882.4	852.1	1734.5	431.1
합계	17.8	5,618.9	2,729.4	8,366.0	2,659.8

다. 비용/편익 분석

□ 동사업의 사업비 및 운영비용 2,696.8억원을 고려한 B/C Ratio는 2.09으로 도출되어 경제성이 매우 높은 것으로 분석됨

- B/C Ratio는 분석대상에 비용규모 대비 편익규모의 비율로 1보다 높으면, 경제성이 존재하는 것으로 판단 가능
- 기술개발 및 인프라 구축으로 인한 경제적 파급효과 중 동사업의 기여분만을 고려하여 산출한 결과 2.09에 이르러 경제성이 매우 높음
  - 인프라 구축비를 포함하여 투입된 사업비 및 운영비는 인프라 수명주기인 20년간 활용 시 총비용 이상의 효과를 확보할 수 있는 것으로 나타나 투자타당성이 충분한 것으로 판단됨
  - 본 분석에서는 정량화하기 힘든 경제적 효과와 증명이 어려운 효과(국가 이미지 제고 및 신뢰도 향상 등)가 포함되지 않았기 때문에 해당 내용들이 포함 될 경우 현재보다 높은 B/C Ratio 예상

<표 Ⅳ-13> 비용/편익 분석

구분	원가치	현재가치	B/C Ratio
비용	2,696.8	1,274.1	–
편익	8,366.0	2,659.5	2.09

[참고문헌]

21세기군사연구소(2011), 민・군 통합 감항인증제도 발전방안에 관한 연구
국방대학교(2003), 중・고고도 정찰용 무인항공기 사업추진을 위한 사전 분석
박상범(2011), 항공우주산업의 기술개발 파급효과의 특성 및 활용방안에 관한 고찰
신승식, 이동현(2008), 조건부가치측정법을 이용한 무인잠수정 개발에 대한 경제적 가치 추정
한국교통연구원(2011), 2009년 교통사고 비용 추정
한국건설교통기술평가원(2012), 상업용 민간 무인항공기 보급 기반 구축 기획 최종보고서
KDI(2012), 예비타당성조사 수행을 위한 일반지침
KISTEP(2010), 차세대 중형항공기 개발사업 예비타당성조사 보고서
KISTEP(2010), 정지궤도복합위성개발사업 예비타당성조사 보고서
KISTEP(2011), 연구개발부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 연구

〈 별책 〉

별책 1. 세부내용 1-1: 민간무인항공기 안전성 인증기준 연구
- [성과 1] 무인항공기 인증체계 및 기술기준(안)
- [성과 2] 군 무인항공기 감항인증기술기준 분석보고서

별책 2. 세부내용 1-2: 민간무인항공기 운항기술기준 연구
- [성과 3] 민간무인항공기 운항기술기준(안)
- [성과 4] 민간무인항공기 사생활 보호기준 연구
- [성과 5] 민간무인항공기 운영자의 법적 책임
- [성과 6] 민간무인항공기 종사자 자격/교육 제도(안)
- [성과 7] 민간무인항공기 운영자 승인제도(안)
- [성과 8] 민간무인항공기 국내법 법제화 기본 연구
- [성과 9] 유무인항공기 통합검증 시뮬레이션 시스템 개발

별책 3. 세부내용 2-1: 국산 민간무인항공기 시범인증 연구(1차년 종료)
- [성과 10] 시범사업계획 검토 보고서
- [성과 11] 국내외 민간무인항공기 기술수준 조사보고서
- [성과 12] 전문조사기관을 이용한 수요분석서
- [성과 13] 민간무인항공기 운용개념 검토 보고서
- [성과 14] 고위험 기술요소 획득방안 검토보고서

별책 4. 세부내용 2-2: 민간무인항공기 운용시설 구축방안 및 운용 핵심기술 도출
- [성과 15] 민간무인항공기 운용시설 구축방안 보고서
- [성과 16] 민・군 연계협력 방안 검토 보고서
- [성과 17] 민간무인항공기 항공교통관제절차(안)
- [성과 18] 민간무인항공기 운용핵심기술 개발계획

별책 5. 세부내용 3: 무인항공기 중장기 로드맵 수립
- [성과 19] 민간무인항공기 중장기 로드맵