

항공감시용 ADS-B 핵심기술개발 기획 연구보고서

2010. 1. 7.

세부연구기관 / 한국과학기술원
협동연구기관 / 탑엔지니어링(주)

국 토 해 양 부
한국건설교통기술평가원

제 출 문

국토해양부 장관 (한국건설교통기술평가원장) 귀하

이 보고서를 “항공감시용 ADS-B 핵심기술개발” 과제의 기획보고서로 제출합니다.

2010. 01.

주관연구기관명 : 한국과학기술원

주관연구책임자 : 탁 민 제

연 구 원 : 심 현 철

" : 신 효 상

" : 오 현 동

협동연구기관명 : (주)탐엔지니어링

협동연구책임자 : 김 인 중

보고서 요약서

과제고유번호	09항공-항행03	해당단계 연구기간	1차년도	단계구분	/
연구사업명	중 사업명	항공선진화사업			
	세부사업명				
연구과제명	대 과 제 명				
	세 부 과 제 명	항공감시용 ADS-B 핵심기술개발 기획			
연구책임자	탁민제	해당단계 참여 연구원수	총 : 7 명 내부: 7 명 외부: 0 명	해당단계 연구비	정부: 50,000천원 기업: 천원 계: 50,000천원
		총연구기간 참여 연구원수	총 : 7 명 내부: 7 명 외부: 0 명	총연구비	정부: 50,000천원 기업: 천원 계: 50,000천원
연구기관명 및 소 속 부 서 명	한국과학기술원		참여기업명	(주)탐엔지니어링	
국제공동연구	상대국명:		상대국연구기관명:		
위탁연구	연구기관명:		연구책임자:		
요 약 (연구결과를 중심으로 개조식 500자 이내)				보고서면수	
1. ADS-B 시스템의 핵심기술 정의 및 국내외 정책/시장/기술 동향 분석 2. 국내 기술수준 분석 및 SWOT 분석을 통한 미래시장 대응전략 수립 3. ADS-B 시스템 개발 선진화, 시험평가 선진화, 운용 선진화를 위한 세부과제 도출 3.1. 탑재장비, CDTI, 지상장비(1090ES/UAT/VDL M4), 모니터링장비, 서버 개발 3.2. 시험평가도구 개발과 1090ES, UAT 및 VDL M4 ADS-B에 대한 적합성 시험평가 3.3. 항로, 터미널 및 비행장 공역에서 ADS-B 운용에 대한 안전성 및 성능 시험평가 4. 도출된 세부과제의 중복성 검토, 특허분석 및 정책적/기술적/경제적 타당성 검토 5. 시스템공학/동시공학 및 CMMI Level-3을 적용한 과제추진전략 및 추진체계 수립 6. 세부과제별 산출물 정의 및 소요예산 수립 7. 항공감시용 ADS-B 핵심기술개발에 따른 기대성과와 활용방안 제시					
색인어 (각 5개 이상)	한글	항공감시, 1090ES, UAT, VDL 모드4, ADS-B, CDTI			
	영어	Surveillance, 1090ES, UAT, VDL Mode 4, ADS-B, CDTI			

요 약 문

I. 제목

항공감시용 ADS-B 핵심기술개발 기획

II. 연구개발의 목적 및 필요성

- 본 기획연구의 최종목표는 “항공감시용 ADS-B 핵심기술개발”의 세부과제에 대한 상세 연구계획 수립과 본 과제 공모를 위한 RFP를 도출하는 것임.
- ADS-B는 Automatic Dependent Surveillance - Broadcast의 약자로, 항공기와 항공기, 항공기와 지상 관제기관 사이에 감시 데이터를 공유하여 조종사의 상황인식 능력과 관제사의 감시 능력을 향상시키는 차세대 항공감시 기술임.
- ICAO는 차세대 항행시스템으로의 전환 및 구축 계획을 수립하였는데, 국토해양부 항행정책실은 “차세대 항행안전시설 구축 기본계획”을 수립하고 2011년부터 단계적으로 추진할 계획임.
- 주5일제 정착과 함께 선진국형 레저스포츠에 대한 국민적 관심과 욕구의 증대로 인하여 보다 안전한 경량항공기 운용을 위한 항공감시시스템의 도입이 필요함.
- 따라서 국내 공역에 항공감시용 ADS-B 시스템을 구축하기에 앞서 국내 실정에 적합한 운용 시나리오와 응용 및 성능 요구조건을 정의하고 그에 따른 적합성 및 운용 성능 확인 방법에 대한 연구개발이 필요함.

III. 연구개발의 내용 및 범위

- 국내외 ADS-B 기술개발 현황 분석
 - ▷ 각 국가별 ADS-B 연구개발 추진현황 파악
 - ▷ 수요처와 전문가 의견을 통하여 ADS-B 정책/시장현황/전망 조사
 - ▷ 조사 결과를 토대로 SWOT 분석을 수행하여 비전과 전략 수립

- ADS-B 핵심기술개발의 연구과제 기획
 - ▷ ICAO SARPs, RTCA 및 EUROCAE 기술기준 분석
 - ▷ ADS-B 관련 국내외 논문, 세미나, 연구결과 분석
 - ▷ 분석 결과를 토대로 ADS-B 핵심요소기술 정의 및 기능 구조 파악
 - ▷ 세부과제 수립 및 연구내용 분석
- 연구과제에 대한 기술적/경제적 타당성 검토
 - ▷ 기술기준으로부터 ADS-B 핵심요소기술의 요구사항 정의
 - ▷ 국내 전문가와의 자문 및 의견을 통하여 국내 기술수준 파악
 - ▷ 기존 연구와의 중복성 및 국내 기술개발 가능성 검토
 - ▷ 편익분석과 비용분석 결과를 기반으로 비용/편익분석 및 민감도 분석 수행
- 연구과제에 대한 이행방안 검토 (연구일정, 소요예산 및 추진전략)
- 연구과제에 대한 RFP 도출

IV. 연구개발결과

- 국제 기술기준에서 제시하고 있는 초기 ADS-B 응용으로부터 공역을 감시할 수 있는 항공감시용 ADS-B 핵심기술개발의 세부과제를 도출
- 연구개발 목표
 - ▷ 항공감시용 ADS-B 핵심기술개발을 통한 항공감시기술 선진화
- 연구개발 내용
 - ▷ 세부과제1: ADS-B 시스템 개발
 - UAT (또는 VDL Mode 4) ADS-B 탑재 장비
 - PDA급 CDTI
 - 1090ES/UAT(또는 VDL Mode 4) 지상 장비
 - ADS-B 모니터링 장비

- ADS-B 서버
- ▷ 세부과제2: ADS-B 적합성 시험
 - 시험평가도구 개발
 - 1090ES ADS-B 적합성 시험평가
 - UAT ADS-B 적합성 시험평가
 - VDL 모드 4 적합성 시험평가
- ▷ 세부과제3: ADS-B 운용 시험
 - 레이더 감시 구역에서의 ADS-B 운용 안전성 및 성능 시험평가
 - 공항 지상이동지역에서의 ADS-B 운용 안전성 및 성능 시험평가
- 연구개발 추진전략
 - ▷ 시스템공학과 동시공학 및 CMMI Level-3를 적용하여 기술개발
 - ▷ 산·학·연·관 협력체계를 구축하여 역량을 집중할 수 있도록 추진
 - ▷ 국제 기술기준에 적합한 시스템 개발과 시험평가가 되도록 추진
- 연구개발 기간 및 예산
 - ▷ 기간 : 2010년 ~ 2013년 (4년간)
 - ▷ 예산 : 86.3억원 (정부지원 64.5억원 이내)

V. 연구개발결과의 활용계획

- 2011년부터 착수하는 차세대 항행시스템 구축에 참여하여 국내 항공감시시스템의 지상 장비와 모니터링 장비 및 서버를 제공
- 경량항공기 또는 무인항공기의 감시를 위하여 일반항공의 탑재 장비와 지상 장비, 모니터링 장비 및 서버를 제공
- 공항 관제탑이나 이동지역 통제소의 지상감시 능력을 향상시키기 위하여 지상 장비, 모니터링 장비 및 서버를 제공

목 차

제 출 문	i
보고서 요약서	ii
요 약 문	iii
I. 제목	iii
II. 연구개발의 목적 및 필요성	iii
III. 연구개발의 내용 및 범위	iii
IV. 연구개발결과	iv
V. 연구개발결과의 활용계획	v
목 차	vi
표 목차	xi
그림 목차	xiv
 제1장 ADS-B 정의 및 필요성	1
제1절 ADS-B 정의	1
1. ADS-B 운용개념	1
2. ADS-B 구성요소	3
3. ADS-B 데이터링크와 메시지	4
4. ADS-B 장비 클래스	16
제2절 필요성	20
1. 정책적 필요성	20
2. 경제적 필요성	33
3. 기술적 필요성	37
제3절 기획연구의 내용 및 접근방법	38
1. 연구내용	38
2. 접근방법	39
 제2장 정책동향조사	44
제1절 국내 정책동향	44

제2절 국외 정책동향	44
1. 유럽	45
2. 미국	46
3. 아시아	47
제3장 시장현황조사	51
제1절 국내 시장현황	51
제4장 기술동향분석	54
제1절 국내 기술동향	54
제2절 국외 기술동향	56
제3절 기술기준	60
1. 국내 기술기준	60
2. 국제 기술기준	60
제5장 국내 기술수준 및 역량분석	64
제1절 국내 기술수준	64
제2절 국내 연구개발 역량	66
제6장 SWOT 분석	67
제1절 내부역량과 외부환경	67
1. 내부역량	67
2. 외부환경	68
제2절 미래시장 대응전략	69
1. 시사점	69
2. 대응전략	70
제7장 비전 및 목표 수립	72
제8장 세부과제 구성	73

제1절 ADS-B 응용 선정	73
제2절 세부과제 선정	74
제9장 세부과제 분석	75
제1절 세부과제 개요	75
1. ADS-B 시스템 개발	75
2. ADS-B 적합성 시험	79
3. ADS-B 운용 시험	83
제2절 세부과제 간 연계관계	102
제3절 기존 연구와의 중복성 및 연계관계	103
1. 중복성 검토 기준	103
2. 중복성 검토 대상과제	103
3. 중복성 검토 결과	111
제10장 과제의 적정성 검토	113
제1절 기술수준 분석	113
제2절 도출된 과제의 특허분석	115
1. 특허정보 수집 방법과 범위	115
2. 특허정보 수집 결과	115
3. 특허정보 분석 결과	117
제11장 세부과제별 추진전략	121
제1절 세부과제 기술 로드맵(TRM)	121
제2절 연구개발 성과물	129
1. 최종 성과물	129
2. 세부과제별 성과물	130
제3절 성능지표 및 KPI 도출	134
제4절 성과물기반 TRM	137

제12장 기대성과 및 활용방안	141
제1절 기대성과	141
1. 기술적 측면	141
2. 사회·경제적 측면	141
제2절 실용화 및 활용방안	142
1. 실용화방안	142
2. 활용방안	142
제13장 타당성 분석	145
제1절 정책적 타당성 분석	145
제2절 기술적 타당성 분석	147
1. 국내 기술수준 분석	147
2. 기존 연구와의 중복성	147
3. 기술개발 성공 가능성	147
제3절 경제적 타당성 분석	148
1. 분석 방법	148
2. ADS-B 시스템 구축에 대한 경제적 타당성	149
3. ADS-B 시스템 연구개발에 대한 경제적 타당성	156
제14장 소요예산	161
제1절 총괄 소요예산	161
1. 총 연구개발비	161
2. 세부과제별 연구개발비	161
제2절 세부과제별 소요예산 내역	163
1. ADS-B 시스템 개발	163
2. ADS-B 적합성 시험	167
3. ADS-B 운용 시험	170

제15장 운영전략 및 추진체계	173
제1절 운영전략	173
1. 시스템공학과 동시공학	173
2. 역량 성숙도 모델 통합 (CMMI)	178
제2절 추진체계	180
제16장 세부과제 RFP	181
참고문헌	191
부록 A. 약어표	196
부록 B. 자문회의 회의록	202
B.1. 1차 자문회의 회의록	202
B.1.1. 회의 개요	202
B.1.2. 기획 결과 발표	203
B.1.3. 자문 결과	205
B.2. 2차 자문회의 회의록	208
B.2.1. 회의 개요	208
B.2.2. 기획 결과 발표	209
B.2.3. 자문 결과	211
B.3. 3차 자문회의 회의록	212
B.3.1. 회의 개요	212
B.3.2. 기획 결과 발표	213
B.3.3. 자문 결과	217
부록 C. ADS-B 기술 세미나	219
C.1. 세미나-1: 미국의 CNS/ATM 기술동향	219
C.2. 세미나-2: 유럽의 CNS/ATM 기술동향	226
C.3. 세미나-3: 국내 ADS-B 기술동향	230

표 목차

표 1.1.1 ADS-B 데이터링크 특성	4
표 1.1.2 1090ES ADS-B 메시지 형식	7
표 1.1.3 UAT ADS-B 메시지 페이로드의 구성	10
표 1.1.4 지상 업링크 인터리버 행렬	12
표 1.1.5 ADS-B 클래스 A 송신 장비 특성	17
표 1.1.6 ADS-B 클래스 B 송신 장비 특성	18
표 1.1.7 ADS-B 클래스 A 수신 장비 특성	19
표 1.1.8 ADS-B 클래스 C 수신 장비 특성	19
표 1.2.1 전국공항 항행안전무선시설 설치현황	20
표 1.2.2 항공로 구성시설 설치현황	21
표 1.2.3 경량항공기 이착륙장 현황	23
표 1.2.4 경량항공기의 구간별 비행경로 정보	24
표 1.2.5 초경량비행장치 비행공역 (국토해양부 고시 제2004-5호)	28
표 1.2.6 최근 5년간 항공교통량 증감	33
표 1.2.7 2008년도 주요 항공로 운항노선별 교통량	34
표 1.2.8 최근 5년간 항공기 결항 및 지연	36
표 1.3.1 기획연구의 목표 및 내용	38
표 1.3.2 기획연구의 추진계획 및 방법	41
표 3.1.1 연도별 국내 항공기 등록현황	51
표 3.1.2 국내 항공기 등록 현황	52
표 3.1.3 비행장치의 종류별 신고현황	52
표 3.1.4 항공감시용 ADS-B 시스템의 국내 시장 예측	53
표 4.1.1 ADS-B Package-1의 지상감시 응용	58
표 4.1.2 ADS-B Package-1의 공중감시 응용	59
표 5.1.1 기술수준 평가척도	64
표 5.1.2 국내 기술수준 분석	65
표 5.2.1 국내 연구개발 인프라	66
표 6.2.1 항공감시용 ADS-B 시스템에 대한 미래시장 대응전략	71

표 7.1.1 항공감시용 ADS-B 핵심기술개발의 목표	72
표 7.1.2 단계별 추진전략	72
표 8.1.1 선정된 ADS-B 응용	74
표 9.1.1 등급에 따른 공역 구분	85
표 9.1.2 관제기관별 관제업무	86
표 9.1.3 비행장 코드번호와 코드문자에 따른 활주로와 유도로의 최소 폭	92
표 9.1.4 평행활주로 사이의 최소 간격	93
표 9.1.5 유도로 사이의 최소 분리간격	93
표 9.1.6 활주로중심선과 대기지점 사이의 최소 거리	94
표 9.1.7 시정 조건	94
표 9.1.8 지상이동 운용 시 전형적인 단계 진행	95
표 9.1.9 단계별 프로세스와 역할	96
표 9.1.10 CDTI 지원 시 프로세스와 역할	97
표 9.3.1 유사과제 조사를 위한 검색어와 검색결과 건수	104
표 9.3.2 유사과제 조사 결과	104
표 9.3.3 대상과제1의 연구목표 및 연구내용	105
표 9.3.4 대상과제2의 연구목표 및 연구내용	107
표 9.3.5 대상과제3의 연구목표 및 연구내용	108
표 9.3.6 대상과제4의 연구목표 및 연구내용	108
표 9.3.7 대상과제5의 연구목표 및 연구내용	109
표 9.3.8 중복성 검토 결과	111
표 10.1.1 세부과제의 기술수준 분석	114
표 10.2.1 특허정보 수집 결과	116
표 10.2.2 국내 공개특허 정보	116
표 11.2.1 사업관리 성과물	130
표 11.2.2 세부과제 성과물 (ADS-B 시스템 개발)	130
표 11.2.3 세부과제 성과물 (ADS-B 적합성 시험)	131
표 11.2.4 세부과제 성과물 (ADS-B 운용 시험)	133
표 11.3.1 ADS-B 시스템 개발의 성과지표 및 성과목표	134
표 11.3.2 ADS-B 적합성 시험의 성과지표 및 성과목표	135

표 11.3.3 ADS-B 운용 시험의 성과지표 및 성과목표	135
표 13.1.1 상위 계획과의 부합성 분석 결과	146
표 13.3.1 사례1: 편익과 비용 추정 결과	153
표 13.3.2 사례1: 경제적 타당성 분석의 민감도 분석 적용범위	154
표 13.3.3 사례2: 편익과 비용 추정 결과	158
표 13.3.4 사례2: 경제적 타당성 분석의 민감도 분석 적용범위	159
표 14.1.1 총 연구개발비	161
표 14.1.2 세부과제별 연구개발비 (ADS-B 시스템 개발)	161
표 14.1.3 세부과제별 연구개발비 (ADS-B 적합성 시험)	162
표 14.1.4 세부 연구개발비 (ADS-B 운용 시험)	162
표 14.2.1 2009년 엔지니어링기술자 노임단가	163
표 14.2.2 ADS-B 시스템 개발 1차년도 연구개발비 내역	163
표 14.2.3 ADS-B 시스템 개발 2차년도 연구개발비 내역	164
표 14.2.4 ADS-B 시스템 개발 3차년도 연구개발비 내역	166
표 14.2.5 ADS-B 적합성 시험 1차년도 연구개발비 내역	167
표 14.2.6 ADS-B 적합성 시험 2차년도 연구개발비 내역	168
표 14.2.7 ADS-B 적합성 시험 3차년도 연구개발비 내역	169
표 14.2.8 ADS-B 운용 시험 2차년도 연구개발비 내역	170
표 14.2.9 ADS-B 운용 시험 3차년도 연구개발비 내역	170
표 14.2.10 ADS-B 운용 시험 4차년도 연구개발비 내역	171
표 15.1.1 CMMI Level-2와 Level-3의 프로세스 영역	179
표 15.2.1 연구개발 추진체계	180

그림 목차

그림 1.1.1	과도기에서의 ADS-B 운용개념	2
그림 1.1.2	궁극적인 ADS-B 운용개념	2
그림 1.1.3	ADS-B 구성요소	3
그림 1.1.4	1090ES ADS-B 메시지 구조	5
그림 1.1.5	1090ES ADS-B/TIS-B 메시지 포맷 구조	6
그림 1.1.6	UAT 프레임	9
그림 1.1.7	UAT ADS-B 메시지 포맷	9
그림 1.1.8	UAT 지상 업링크 메시지 포맷	11
그림 1.1.9	UAT 지상 업링크 메시지 페이로드의 구성	11
그림 1.1.10	지상 업링크 정보 프레임	12
그림 1.1.11	VDL 모드 4의 OSI 모델 하위 계층	13
그림 1.1.12	VDL 모드 4의 TDMA 프레임 구조	14
그림 1.1.13	하나의 시간 슬롯을 사용한 데이터 전송	14
그림 1.1.14	VDL 모드 4 데이터 버스트 필드	15
그림 1.1.15	VDL 모드 4 데이터 버스트 구조	16
그림 1.2.1	경량항공기 이착륙장 위치 및 비행경로	23
그림 1.2.2	초경량비행장치 비행공역 (국토해양부 고시 제2004-5호)	29
그림 1.2.3	비행금지구역(P)	30
그림 1.2.4	군 훈련공역(MOA), 비행제한구역(R) 및 경계구역(A)	31
그림 1.2.5	비행장관제권 및 초경량비행장치 비행제한구역(URA)	32
그림 1.2.6	최근 5년간 항공교통량 증감	34
그림 1.2.7	국내 항공로	35
그림 1.2.8	항공감시시스템 선정 절차	37
그림 1.3.1	기획연구 수행절차	43
그림 2.3.1	Eurocontrol의 AVT 구현 로드맵	45
그림 2.3.2	Eurocontrol의 ADS-B 구축 로드맵	46
그림 2.3.3	미국의 CNS Program 추진 현황	47
그림 2.1.1	호주 UAP의 레이더 및 ADS-B에 의한 감시범위	48

그림 2.1.5 세계 각국의 ADS-B를 활용한 감시	50
그림 2.3.1 ADS-B 비행시험 결과 자료	54
그림 2.3.2 ADS-B 지상시험 결과 자료	55
그림 2.3.3 김포공항 PSR/SSR 및 비행계획 데이터 처리 결과	55
그림 4.1.1 ADS-B Package-1에서 언급한 ADS-B 응용	57
그림 2.3.2 RTCA 기술기준들의 관계	61
그림 9.1.1 개발될 ADS-B 시스템의 구성요소	75
그림 9.1.2 ADS-B 다중채널 수신기의 예 (탈레스社の AS685)	77
그림 9.1.3 ADS-B 모니터링 장비 예	78
그림 9.1.4 ADS-B 적합성 시험환경	80
그림 9.1.5 ADS-B 운용 시험환경	83
그림 9.1.6 인천 비행정보구역	84
그림 9.1.7 공역 등급	85
그림 9.1.8 관제섹터	86
그림 9.1.9 접근관제구역	87
그림 9.1.10 ADS-B 지상 운용 환경	90
그림 9.1.11 전형적인 공항 지상 운용	91
그림 9.1.12 CDTI에 표시된 공항 Moving Map	92
그림 9.1.13 단일 주기장통행로(상)와 이중 주기장통행로(하)의 폭	93
그림 9.1.14 CDTI에 지상이동 경로 표시	98
그림 9.1.15 CDTI에 장애 구간 표시	98
그림 9.1.16 CDTI에 사용 중인 활주로 표시	99
그림 9.1.17 CDTI에 항공교통 상황인식 표시	99
그림 9.1.18 CDTI에 지상이동 시 충돌 경보 표시	100
그림 9.1.19 CDTI에 활주로 침입 경보 (Level 2) 표시	100
그림 9.1.20 CDTI에 활주로 침입 경보 (Level 3) 표시	101
그림 9.2.1 추진과제 간 연계관계	103
그림 10.2.1 출원인 랭킹 분석	117
그림 10.2.2 출원인 점유율 분석	117
그림 10.2.3 출원인 신규 진입 맵	118

그림 10.2.4 출원인 진입 기간 맵	118
그림 10.2.5 출원인-연도 레이더 분석	119
그림 10.2.6 기술발전도 분석	119
그림 12.2.1 A-SMGCS에서 ADS-B의 활용	143
그림 12.2.2 ARTS에서 ADS-B의 활용	144
그림 12.2.3 D-AIM에서 ADS-B/TIS-B/FIS-B의 활용	144
그림 13.3.1 사례1: 비용에 대한 민감도 분석	154
그림 13.3.2 사례1: 편익에 대한 민감도 분석	155
그림 13.3.3 사례1: 할인율에 대한 민감도 분석	155
그림 13.3.4 사례2: 직접 경비에 대한 민감도 분석	159
그림 13.3.5 사례2: 유지보수 비용에 대한 민감도 분석	160
그림 13.3.6 사례2: 할인율에 대한 민감도 분석	160
그림 15.1.1 시스템공학의 V-다이어그램 개념	173
그림 15.1.2 시스템공학의 V-다이어그램	174
그림 15.1.3 시스템공학 활동	174
그림 15.1.4 시스템 계층구조	175
그림 15.1.5 시스템 계층구조 간의 상호작용	176
그림 15.1.6 기본적인 RFS 루프	177
그림 15.1.7 낮은 동시성(좌)과 높은 동시성(우)	177
그림 15.1.8 시스템공학 프로세스 모델과 V-다이어그램	178

제1장 ADS-B 정의 및 필요성

제1절 ADS-B 정의

1. ADS-B 운용개념

- ADS-B는 Automatic Dependent Surveillance - Broadcast의 약자로, 그림 1.1.1과 그림 1.1.2에서 나타낸 바와 같이, 항공기와 항공기, 항공기와 지상 관제기관 사이에 감시 데이터를 공유하여 조종사의 상황인식 능력과 관제사의 감시 능력을 향상시키는 차세대 항공감시 기술임.
 - ▷ “Automatic(자동)”은 조종사에 의해 수행되던 보고가 자동으로 보고된다는 것을 의미함.
 - ▷ “Dependent(종속)”은 PSR¹⁾과는 달리 ADS-B는 위성항법시스템과 같은 타 시스템을 필요로 한다는 것을 의미함.
 - ▷ “Surveillance(감시)”는 항공기의 식별부호, 위치, 속도, 방향 등과 같은 감시 데이터를 제공한다는 것을 의미함.
 - ▷ “Broadcast(방송)”은 SSR²⁾과는 달리 ADS-B는 주기적으로 항공기의 감시 데이터가 방송한다는 것을 의미함.
- 그림 1.1.1은 현 PSR/SSR 감시 시스템으로부터 ADS-B로 전환하는 과정에서의 ADS-B 운용개념을 나타낸 것임. 초기 단계에서는 PSR/SSR과 ADS-B를 병행하여 운용하면서 ADS-B의 가용성(Availability), 무결성(Integrity) 및 비용 대 성능 효과를 검증하는 것이 목적임.^[14]
- 그림 1.1.2는 궁극적인 ADS-B 운용개념을 나타낸 것인데, ADS-B 장비가 SSR 트랜스폰더의 기능을 대체하면서 PSR과 ADS-B로만 감시 시스템을 운용하는 것임.

1) Primary Surveillance Radar (일차감시레이더)

2) Secondary Surveillance Radar (이차감시레이더)

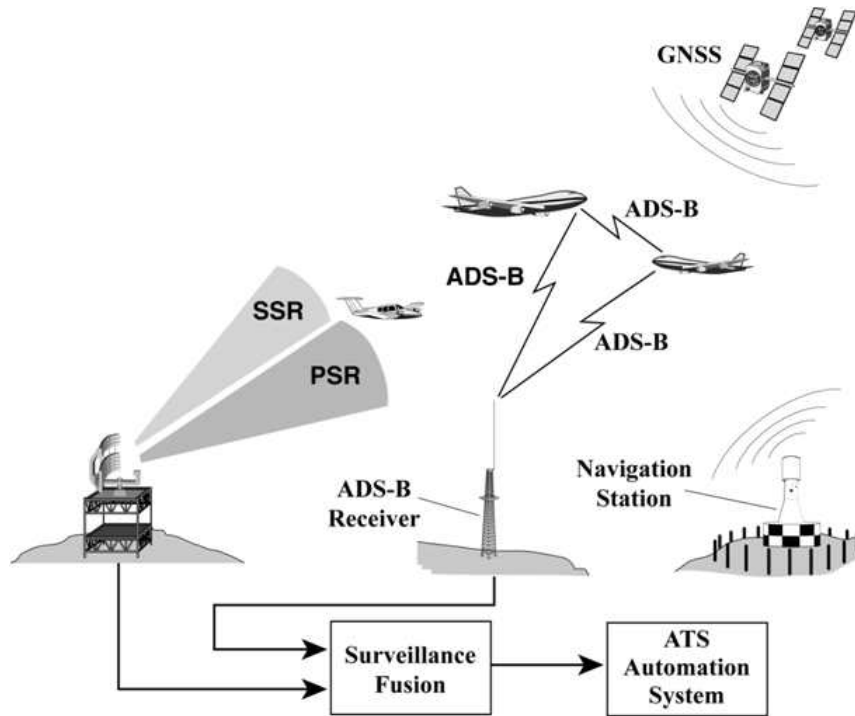


그림 1.1.1 과도기에서의 ADS-B 운용개념^[14]

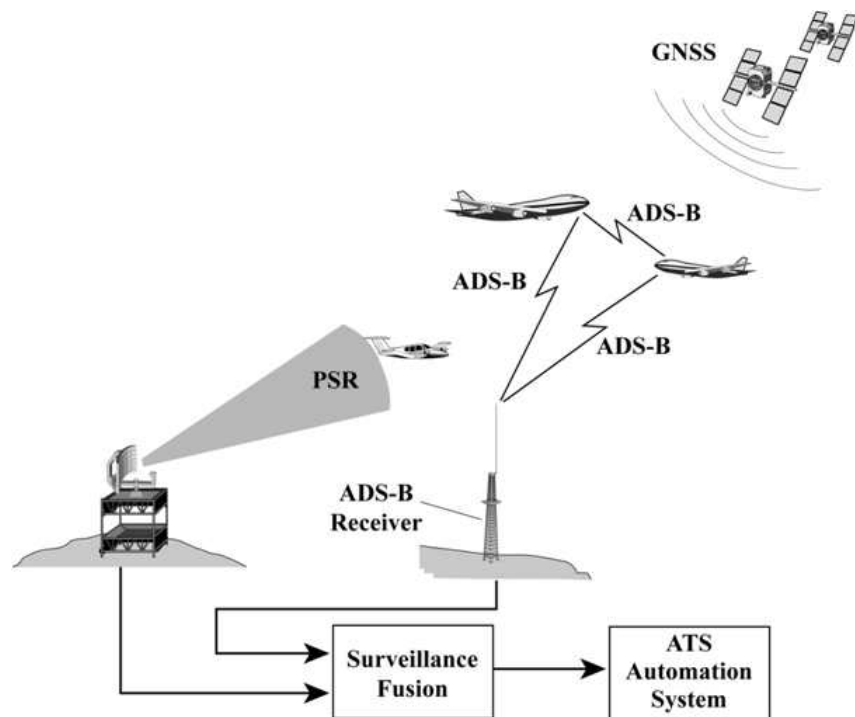


그림 1.1.2 궁극적인 ADS-B 운용개념^[14]

2. ADS-B 구성요소

- ADS-B 시스템은 그림 1.1.3과 같이 항공감시 송신자 서브시스템, 항공감시 수신자 서브시스템, 지상국으로 구성됨.

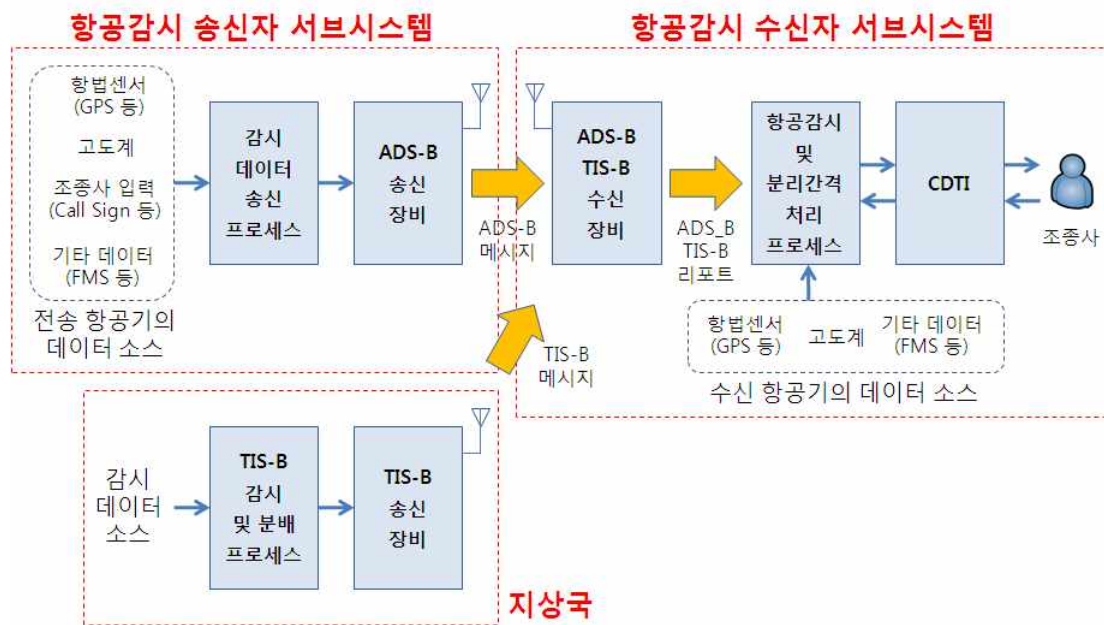


그림 1.1.3 ADS-B 구성요소

○ 항공감시 송신자 서브시스템의 기능

- ▷ 항공감시 송신자 서브시스템은 송신 항공기의 데이터 소스, 감시 데이터 송신 프로세스, ADS-B 송신 장비로 구성됨. 데이터 소스는 항공기에 탑재된 항법 센서와 항공전자 장비 및 조종사 입력에 의한 감시정보임. 이러한 데이터 소스는 감시 데이터 송신 프로세스를 거쳐 ADS-B 메시지로 만들어지고 ADS-B 메시지는 ADS-B 송신 장비를 통해서 방송됨.
- ▷ ADS-B OUT 기능을 의미하며 ADS-B 메시지 생성 기능과 ADS-B 메시지 교환(송신) 기능으로 구성됨.

○ 항공감시 수신자 서브시스템의 기능

- ▷ 항공감시 수신자 서브시스템은 ADS-B/TIS-B³⁾ 수신 장비, 항공감시 및 분리간격 처리 프로세스, CDTI⁴⁾, 수신 항공기의 데이터 소스로 구성됨.

3) Traffic Information Service - Broadcast (교통정보서비스방송)

ADS-B/TIS-B 수신 장비는 항공감시 송신자 서브시스템으로부터 송신된 ADS-B 메시지와 지상국으로부터 송신된 TIS-B 메시지를 수신하여 ADS-B 보고서를 생성함. 항공감시 및 분리가격 처리 프로세스는 ADS-B 보고서와 수신 항공기의 데이터 소스를 이용하여 수신 항공기 주변 상황과 분리간격 등을 CDTI에 제공함.

- ▷ ADS-B IN/TIS-B IN 기능을 의미하며 ADS-B/TIS-B 메시지 교환(수신) 기능과 ADS-B 보고서 취합 기능으로 구성됨.

○ 지상국의 기능

- ▷ 지상국은 PSR/SSR 또는 ASDE⁵⁾ 등으로부터 제공된 감시 데이터 소스와 TIS-B 감시 및 분배 프로세스, TIS-B 송신 장비로 구성됨.
- ▷ TIS-B OUT 기능을 의미하며 TIS-B 메시지 생성 기능과 TIS-B 메시지 교환(송신) 기능으로 구성됨.

3. ADS-B 데이터링크와 메시지

○ ADS-B 시스템의 데이터링크는 1090ES⁶⁾, UAT⁷⁾, VDL⁸⁾ 모드 4가 있음.

표 1.1.1 ADS-B 데이터링크 특성

구 분	1090ES	UAT	VDL 모드 4
주파수(MHz)	1,090	978	118~136.975
채널	단일채널	단일채널	다중채널 (25kHz)
변조방식	PPM ⁹⁾	PFSK ¹⁰⁾	GFSK ¹¹⁾
다중접속	Random Access	Random Access	STDMA ¹²⁾
데이터전송률	1Mbps	1Mbps	19.2kbps
시간 슬롯	N/A	4000 MSO ¹³⁾	75

4) Cockpit Display of Traffic Information (비행정보 디스플레이)

5) Airport Surface Detection Equipment (지상감시레이더)

6) 1090 MHz Extended Squitter (1090 MHz 확장 스쿼터)

7) Universal Access Transceiver (범용 접속 데이터통신)

8) VHF Data Link (VHF 데이터링크)

9) Pulse Position Modulation (펄스 위치 변조)

10) Phase Frequency Shift Keying (위상 주파수 편이 변조)

11) Gaussian Frequency Shift Keying (가우시안 주파수 편이 변조)

12) Self-Organizing Time Division Multiple Access (자동 재구성 시분할 다중 접속)

- ▷ 초기에는 1090ES 데이터링크를 사용하여 ADS-B 시스템을 구축함.
- ▷ UAT는 미국에서 제안한 데이터링크로 미국은 18,000ft 이하의 일반항공(GA¹⁴⁾)에서 UAT를 사용하기로 채택함.

가. 1090ES ADS-B 데이터링크와 메시지

- 1090ES ADS-B 메시지 블록은 그림 1.1.4와 같이 프리앰블(8.0μsec)과 데이터 블록(112μsec)으로 구성됨.

- ▷ 메시지 블록의 각 펄스는 $0.5 \pm 0.05 \mu\text{sec}$ 로 구성

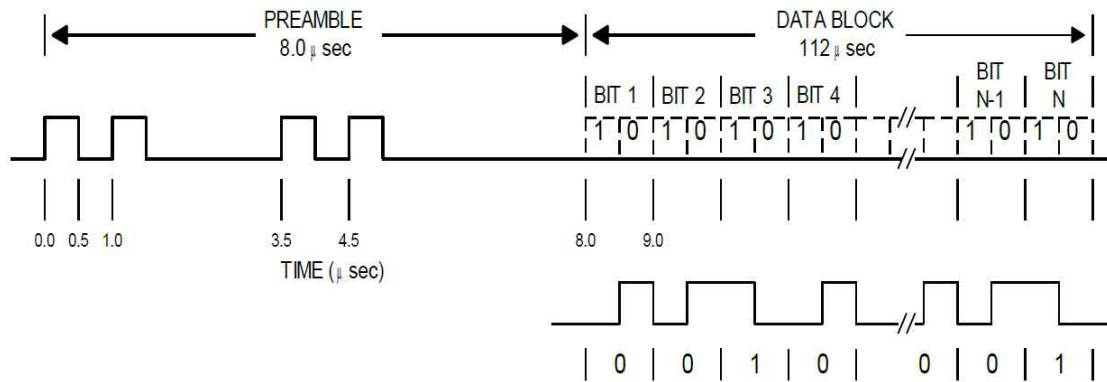


그림 1.1.4 1090ES ADS-B 메시지 구조

- 1090ES ADS-B 메시지 포맷 구조는 그림 1.1.5와 같이 5개 필드로 구성됨.
 - ▷ DF 필드 (5비트) : 17(ADS-B)과 18(ADS-B/TIS-B)을 지원
 - ▷ CA 필드 또는 CF 필드 (3비트)
 - ▷ AA 필드 (24비트) : 항공기 주소
 - ▷ ME 필드 (56비트) : ADS-B 메시지
 - ▷ PI 필드 (24비트) : Parity / Identity

13) Message Start Opportunities (메시지 시작 기회)

14) General Aviation

Bit # →	1 ----- 5	6 ----- 8	9 ----- 32	33 ----- 88	89 ----- 112
DF=17 Field Names →	DF=17 [5]	CA [3]	AA ICAO Address [24]	ADS-B Message “ME” Field [56]	PI [24]
DF=18 Field Names →	DF=18 [5]	CF=0 [3]	AA ICAO Address [24]	ADS-B Message “ME” Field [56]	PI [24]
		CF=1 [3]	AA non-ICAO Address [24]		
		CF=2 to 3 [3]	AA [24]	TIS-B Message “ME” Field [56]	PI [24]
		CF=4 [3]	TIS-B and ADS-R Management Messages		PI [24]
		CF=5 [3]	AA non-ICAO Address [24]	TIS-B Message “ME” Field [56]	PI [24]
		CF=6 [3]	ADS-R, rebroadcast of an ADS-B Message from an alternate data link using the same TYPE Codes and Message Formats as are defined for DF=17 ADS-B Messages, with the exception of bits modified as identified in §2.2.18.		
		CF=7	Reserved		
DF=19 Field Names→	DF=19 [5]	AF=0 [3]	AA ICAO Address [24]	ADS-B Message “ME” Field [56]	PI [24]
		AF=1 to 7 [3]	Reserved for Military Applications		
	MSB LSB	MSB LSB	MSB LSB	MSB LSB	MSB LSB

그림 1.1.5 1090ES ADS-B/TIS-B 메시지 포맷 구조

○ ME 필드(56비트)를 통해서 전달되는 ADS-B 메시지 형식은 표 1.1.2와 같음.

표 1.1.2 1090ES ADS-B 메시지 형식

형식 코드 (1~5비트)	서브형식 코드 (6~8비트)	ADS-B 메시지 형식
0	Not Present	• 공중 위치 메시지 • 지상 위치 메시지
1 ~ 4	Not Present	• 항공기 식별 및 카테고리 메시지
5 ~ 8	Not Present	• 지상 위치 메시지
9 ~ 18	Not Present	• 공중 위치 메시지
19	0	• Reserved
	1 ~ 4	• 공중 속도 메시지
	5 ~ 7	• Reserved
20 ~ 22	Not Present	• 공중 위치 메시지
23	0	• 시험 메시지
	1 ~ 7	• Reserved
24	0	• Reserved
	1	• 지상 시스템 상태
	2 ~ 7	• Reserved
25 ~ 26		• Reserved
27		• Reserved (궤도 변경 메시지)
28	0	• Reserved
	1	• 확장 스쿼터 항공기 상태 메시지 (긴급/우선순위 상태 및 모드 A 코드)
	2	• 확장 스쿼터 항공기 상태 메시지 (1090ES TCAS RA 메시지)
	3 ~ 7	• Reserved
29	0	• 표적 위치 상태 및 항법 데이터 상태 (Version 1)
	1	• 표적 위치 상태 및 항법 데이터 상태
	2 ~ 3	• Reserved
30	0 ~ 7	• Reserved
31	0 ~ 1	• 항공기 운용 상태
	2 ~ 7	• Reserved

나. UAT ADS-B 데이터링크와 메시지

- UAT는 1.041667Mbps의 변조율로 978MHz에서 작동하는 방송 데이터 링크로 단일 채널을 사용하지만 ADS-B 외에도 TIS-B와 FIS-B를 포함하는 다중 방송 서비스를 지원함.
- UAT 방송 메시지는 “ADS-B 메시지”와 “지상 업링크 메시지”가 있음.
 - ▷ “ADS-B 메시지”는 상태 벡터 및 기타 정보를 전송하기 위하여 각 항공기로부터 1초에 한 번씩 방송되는 메시지임.
 - ▷ “지상 업링크 메시지”는 지상국의 서비스 범위 내에 있는 항공기에게 문자 및 그래픽 기상 데이터, 조연, 그리고 기타 항공정보와 같은 비행정보를 전송하는 메시지임.
- UAT 프레임은 그림 1.1.6과 1초 길이를 갖고 있고, UTC로 매 초마다 시작되며, “지상 세그먼트”와 “ADS-B 세그먼트”로 구성됨.
 - ▷ 지상 세그먼트와 ADS-B 세그먼트 전후로 신호 전파(Signal Propagation)와 타이밍 드리프트(Timing Drift)를 위해서 6ms 간격의 보호 시간(Guard Time)이 있음.
 - ▷ UAT 프레임은 250 μ s 간격의 MSO로 세분되는데, MSO는 메시지 전송을 스케줄링 하기 위한 최소 시간 증분임.
 - ▷ 682 MSO 또는 176ms의 길이로 구성되는 지상 세그먼트에서는 지상 업링크 메시지가 32 슬롯 중 하나 또는 그 이상의 슬롯으로 전송됨.
 - ▷ 3200 MSO 또는 800ms의 길이로 구성되는 ADS-B 세그먼트에서는 ADS-B 메시지가 항공기에 의해서 방송되거나 TIS-B 메시지가 TIS-B 지상국에 의해서 방송됨.

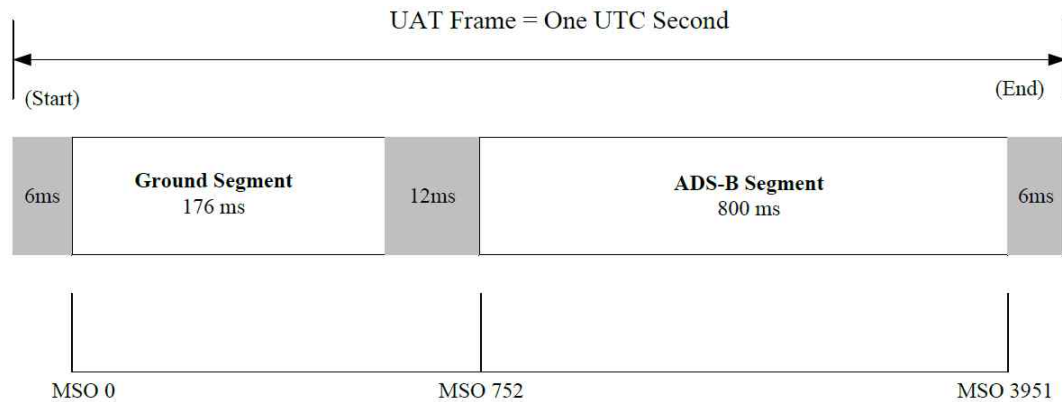


그림 1.1.6 UAT 프레임

- 각 메시지는 사용자 정보를 포함하는 메시지 페이로드(Payload)와 순방향 오류 정정(FEC¹⁵⁾) 패리티를 주로 포함하는 메시지 오버헤드(Overhead)로 구성됨.
- UAT ADS-B 메시지 포맷은 그림 1.1.7과 같이 순서대로 동기화 비트(SYNC), 페이로드 및 FEC 패리티로 구성됨.

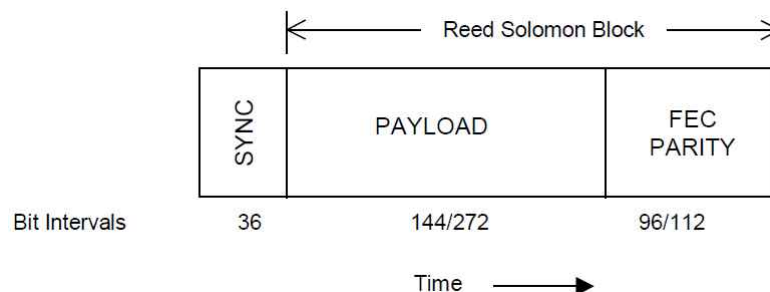


그림 1.1.7 UAT ADS-B 메시지 포맷

- ▷ 동기화 비트는 다음과 같은 36 비트 시퀀스로 표현됨.

111010101100110111011010010011100010

- ▷ 페이로드는 페이로드 형식 코드(Payload Type Code)에 따라 표 1.1.3와 같이 구성됨. 페이로드 형식 코드 0는 “기본 ADS-B 메시지”로 항공기 상태 벡터만 포함됨. 페이로드 형식 코드 1부터 32는 “장문 ADS-B 메시지”로 항공기 상태 벡터 외에 부가적인 정보가 포함됨.

15) Forward Error Correction (순방향 오류 정정)

표 1.1.3 UAT ADS-B 메시지 페이로드의 구성

Payload Type Code	ADS-B 메시지 페이로드 바이트 번호						
	1 - 4	5 - 17	18 - 24	25 - 28	29	30 - 33	34
0	HDR	SV	Res	19~34 바이트는 없음			
1	HDR	SV	MS			AUX SV	
2	HDR	SV	Reserved			AUX SV	
3	HDR	SV	MS			TS	Res
4	HDR	SV	Reserved for TC+0			TS	Res
5	HDR	SV	Reserved for TC+1			AUX SV	
6	HDR	SV	Res	TS	Res	AUX SV	
7	HDR	SV	Reserved				
8	HDR	SV					
9	HDR	SV					
10	HDR	SV					
11~29	HDR	Reserved					
30, 31	HDR	Reserved for Development Use					

▷ 페이로드 구성요소는 헤더(HDR¹⁶), 항공기 상태벡터(SV¹⁷), 항공기 모드상태(MS¹⁸), 보조 상태벡터(AUX SV¹⁹), 표적상태(TS²⁰), 궤도수정+0(TC²¹+0) 및 궤도수정+1(TC+1)이 있음.

▷ FEC 패리티는 리드-솔로몬(RS²²) 256-ary 부호 기반으로 생성됨. 기본 ADS-B 메시지의 패리티 부호는 RS(30, 18) 이고, 장문 ADS-B 메시지의 패리티 부호는 RS(48, 34) 임.

○ 지상 업링크 메시지 포맷은 그림 1.1.8과 같이 동기화 비트(SYNC)와 인터리브된 페이로드와 FEC 패리티로 구성됨.

16) Header (헤더)

17) State Vector (항공기 상태벡터)

18) Mode Status (항공기 모드상태)

19) Auxiliary State Vector (보조 상태벡터)

20) Target State (표적 상태벡터)

21) Trajectory Change (궤도수정)

22) Reed-Solomon (리드-솔로몬)

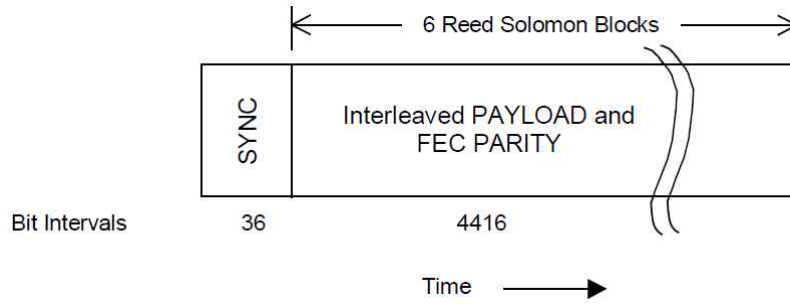


그림 1.1.8 UAT 지상 업링크 메시지 포맷

▷ 동기화 비트는 다음과 같은 36 비트 시퀀스로 표현됨.

000101010011001000100101101100011101

▷ 인터리브 전과 역 인터리브 후의 페이로드는 그림 1.1.9와 같이 8 바이트의 메시지 헤더와 424 바이트의 응용 데이터로 구성됨. 응용 데이터는 그림 1.1.10과 같이 하나 이상의 정보 프레임(I-Frame)으로 구성됨.

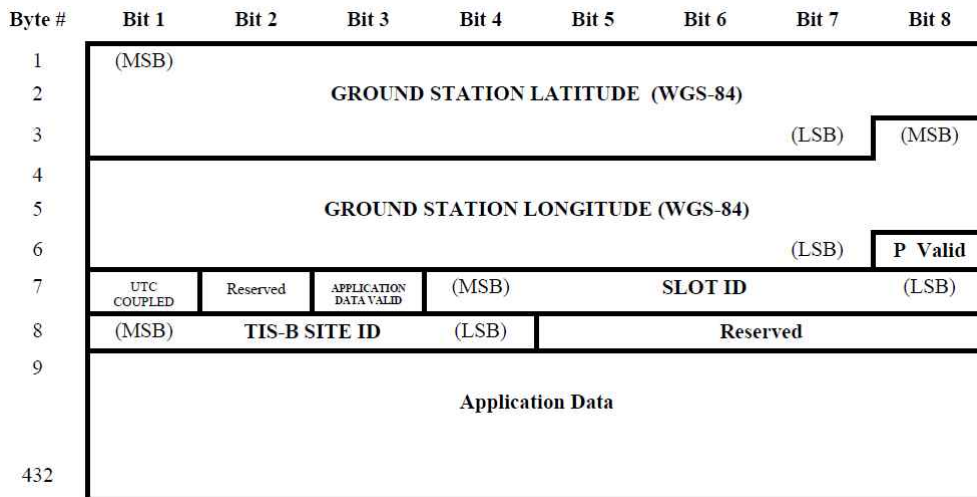


그림 1.1.9 UAT 지상 업링크 메시지 페이로드의 구성

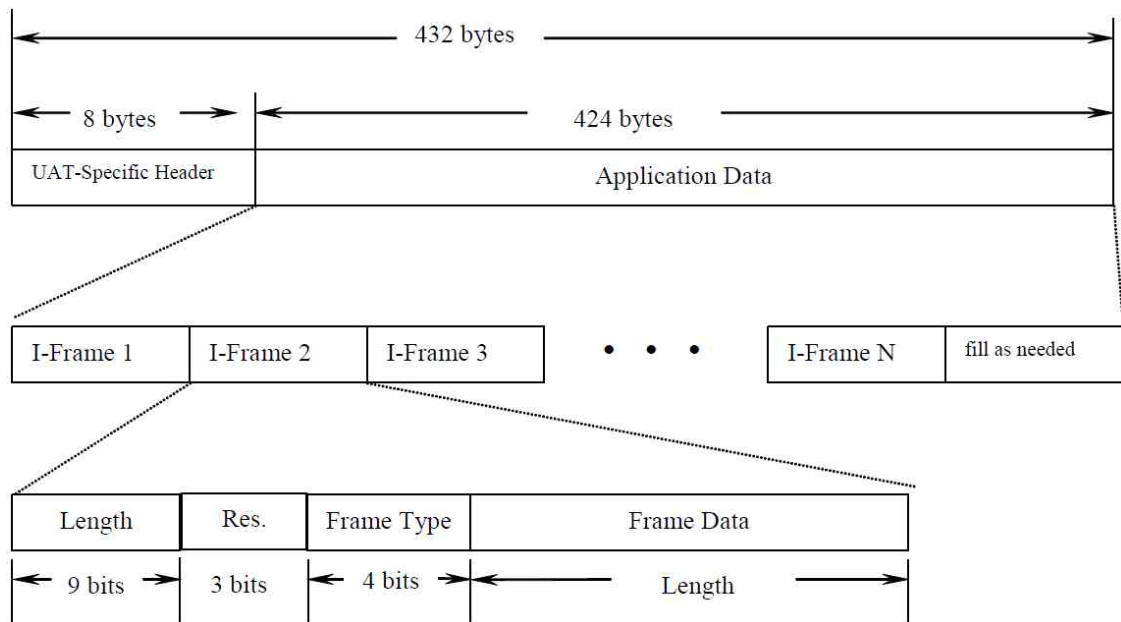


그림 1.1.10 지상 업링크 정보 프레임

▷ FEC 패리티는 리드-솔로몬(RS) 256-ary 부호 기반으로 생성됨. 표 1.1.3의 6개 블록에 대해서 FEC 패리티 부호는 RS(92, 72) 임.

표 1.1.4 지상 업링크 인터리버 행렬

RS블록	페이로드 바이트 번호						FEC 패리티 (블록/바이트 번호)			
	1	2	3	...	71	72	A/1	...	A/19	A/20
A	1	2	3	...	71	72	A/1	...	A/19	A/20
B	73	74	75	...	143	144	B/1	...	B/19	B/20
C	145	146	147	...	215	216	C/1	...	C/19	C/20
D	217	218	219	...	287	288	D/1	...	D/19	D/20
E	289	290	291	...	359	360	E/1	...	E/19	E/20
F	361	362	363	...	431	432	F/1	...	F/19	F/20

▷ 표 1.1.4의 바이트는 왼쪽에서 시작하여 행의 순서로 다음과 같이 전송됨.

1, 73, 145, 217, 289, 361, 2, 74, 146, ..., D/20, E/20, F/20

다. VDL 모드 4 ADS-B 데이터링크와 메시지

○ VDL 모드 4 데이터링크는 그림 1.1.11과 같은 OSI²³⁾ 모델로 구현됨.

23) Open System Interconnection (개방 시스템 상호연결)

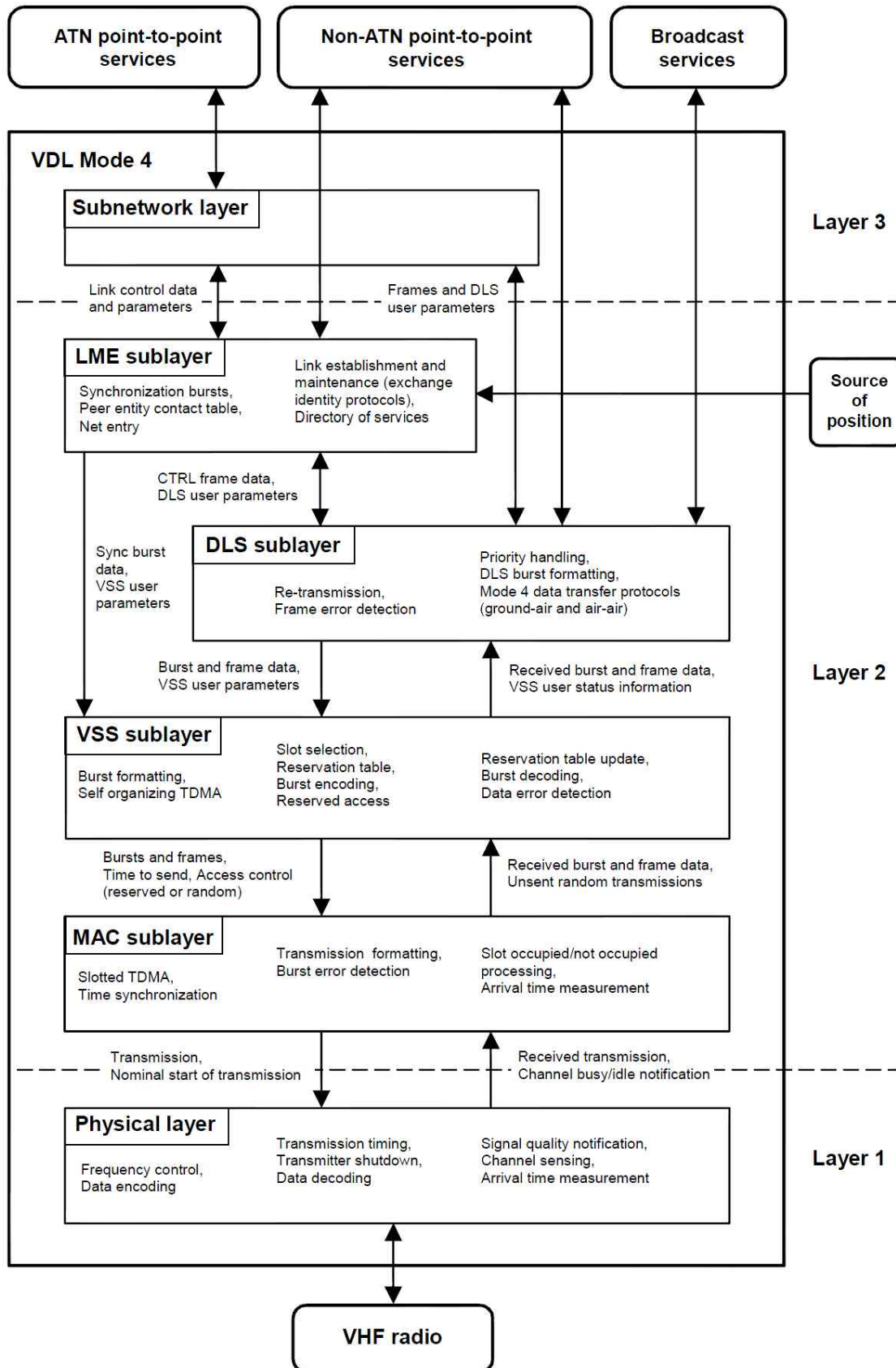


그림 1.1.11 VDL 모드 4의 OSI 모델 하위 계층

- VDL 모드 4는 STDMA 접속방식을 사용하므로 데이터링크 운용을 위한 별도의 지상 장비를 필요로 하지 않음.
- VDL 모드 4 채널 시간은 고정된 크기의 시간 슬롯으로 구분됨.
 - ▷ 슈퍼프레임은 그림 1.1.12와 같이 60초 동안의 4500 시간 슬롯으로 구성됨. (초당 75 시간 슬롯)

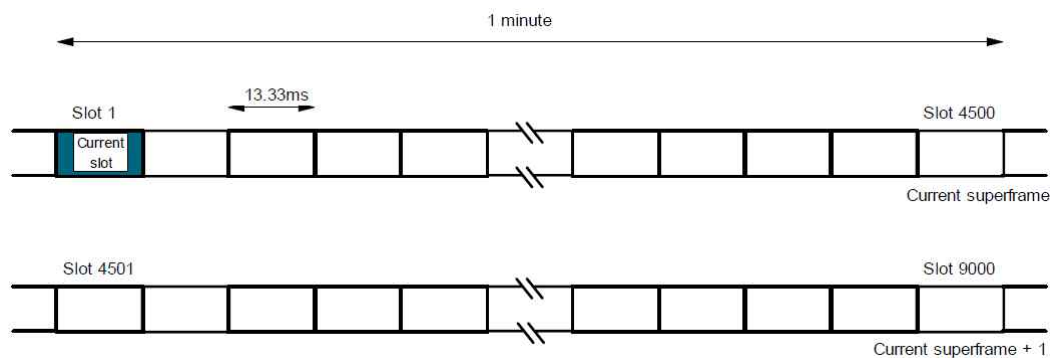


그림 1.1.12 VDL 모드 4의 TDMA 프레임 구조

- ADS-B 메시지는 하나 또는 그 이상의 시간 슬롯으로 전송되는데 최대 75 시간 슬롯 즉, 1초까지 가능함.
- 데이터 전송은 그림 1.1.13과 같이 4단계로 구성됨. 여러 개의 시간 슬롯을 사용하는 경우에도 4단계로 구성되는데 C 단계가 늘어나는 것임.

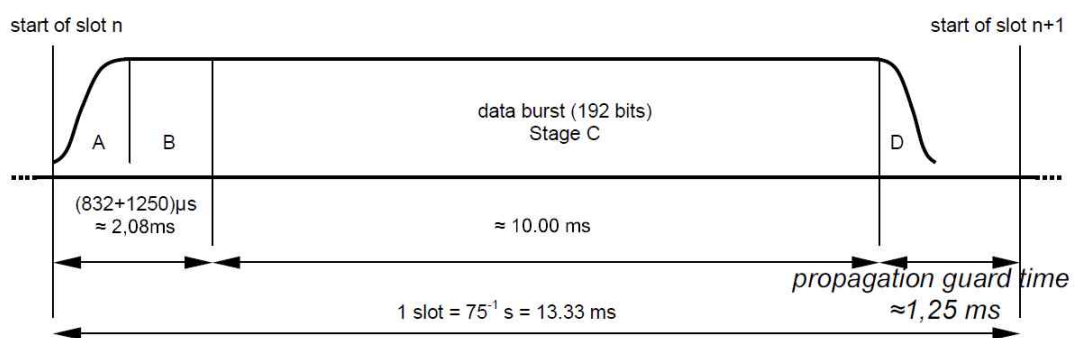


그림 1.1.13 하나의 시간 슬롯을 사용한 데이터 전송

- VSS²⁴⁾ 서버계층에서 생성되는 VDL 모드 4의 데이터 버스트는 그림 1.1.14과 같이 오버헤드와 정보로 구성됨.

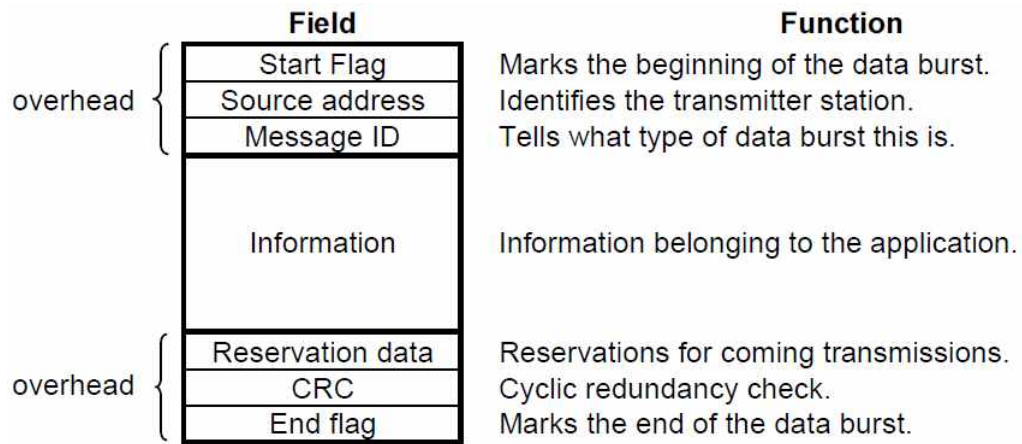


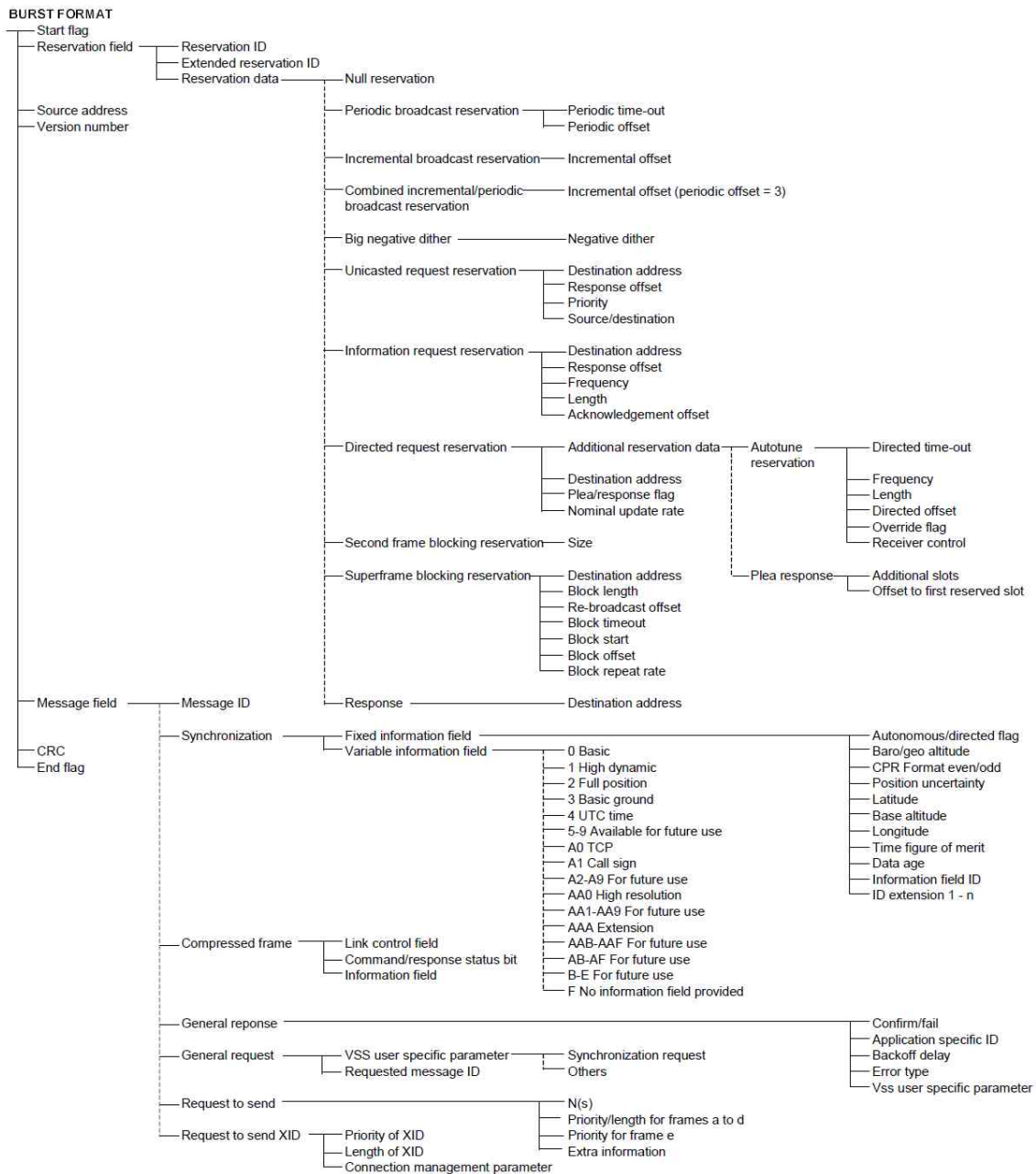
그림 1.1.14 VDL 모드 4 데이터 버스트 필드

- VDL 모드 4는 그림 1.1.15의 메시지 구조를 사용하여 다음과 같은 메시지를 전송함.

- ▷ ADS-B 메시지
- ▷ 일반 요청 메시지
- ▷ 블로킹 메시지
- ▷ 네트워크 엔트리 메시지
- ▷ DoS²⁵⁾ 메시지
- ▷ TIS-B 메시지
- ▷ FIS-B 메시지
- ▷ GRAS 메시지

24) VDL Mode 4 Specific Services (VDL 모드 4 특정 서비스)

25) Directory of Services



4. ADS-B 장비 클래스

- ▷ 클래스 A : 송수신이 가능한 장비로 항공기와 차량에 탑재
- ▷ 클래스 B : 송신만 가능한 장비로 항공기와 차량에 탑재
- ▷ 클래스 C : 수신만 가능한 장비로 지상국에 설치

표 1.1.5 ADS-B 클래스 A 송신 장비 특성

클래스	응용	운용 예	최소 메시지 요구 능력
A0 (최소)	공중	• 보조 시계 획득 • 충돌 방지	• 공중 위치 및 속도 • 항공기 식별부호 및 형식 • 항공기 운용상태 • 확장 스쿼터 항공기 상태
	지상	• 공항 지상감시	• 지상 위치 • 항공기 식별부호 및 형식 • 항공기 운용상태 • 확장 스쿼터 항공기 상태
A1 (기본)	공중	• 보조 시계 획득 • 충돌 방지 • 동시 접근	• 공중 위치 및 속도 • 항공기 식별부호 및 형식 • 항공기 운용상태 • 확장 스쿼터 항공기 상태
	지상	• 공항 지상감시	• 지상 위치 • 항공기 식별부호 및 형식 • 항공기 운용상태 • 확장 스쿼터 항공기 상태
A2 (향상)	공중	• 보조 시계 획득 • 충돌 방지 • 분리 보증 및 순서 • 비행경로 충돌방지 계획 • 동시 접근	• 공중 위치 및 속도 • 항공기 식별부호 및 형식 • 항공기 운용상태 • 확장 스쿼터 항공기 상태 • 표적 상태벡터 및 운용상태 • TC 메시지를 위한 예비
	지상	• 공항 지상감시	• 지상 위치 • 항공기 식별부호 및 형식 • 항공기 운용상태 • 확장 스쿼터 항공기 상태
A3 (확장)	공중	• 보조 시계 획득 • 충돌 방지 • 분리 보증 및 순서 • 비행경로 충돌방지 계획 • 동시 접근	• 공중 위치 및 속도 • 항공기 식별부호 및 형식 • 항공기 운용상태 • 확장 스쿼터 항공기 상태 • 표적 상태벡터 및 운용상태 • TC 메시지를 위한 예비
	지상	• 공항 지상감시	• 지상 위치 • 항공기 식별부호 및 형식 • 항공기 운용상태 • 확장 스쿼터 항공기 상태

표 1.1.6 ADS-B 클래스 B 송신 장비 특성

클래스	응용	운용 예	최소 메시지 요구 능력
B0 (항공기)	공중	• 보조 시계 획득 • 충돌 방지	• 공중 위치 및 속도 • 항공기 식별부호 및 형식 • 항공기 운용상태 • 확장 스쿼터 항공기 상태
	지상	• 공항 지상감시	• 지상 위치 • 항공기 식별부호 및 형식 • 항공기 운용상태 • 확장 스쿼터 항공기 상태
B1 (항공기)	공중	• 보조 시계 획득 • 충돌 방지	• 공중 위치 및 속도 • 항공기 식별부호 및 형식 • 항공기 운용상태 • 확장 스쿼터 항공기 상태
	지상	• 공항 지상감시	• 지상 위치 • 항공기 식별부호 및 형식 • 항공기 운용상태 • 확장 스쿼터 항공기 상태
B2 (차량)	지상	• 보조 시계 획득 • 충돌 방지 • 공항 지상감시	• 지상 위치 • 항공기 식별부호 및 형식 • 항공기 운용상태
B3 (장애물)	공중	• 보조 시계 획득 • 충돌 방지 • 공항 지상감시	• 공중 위치 • 항공기 식별부호 및 형식 • 항공기 운용상태

표 1.1.7 ADS-B 클래스 A 수신 장비 특성

클래스	운용 예	최소 메시지 요구 능력
A0 (기본 VFR)	• 보조 시계 획득 • 공항 지상감시	• 상태벡터 보고 • 모드상태 보고
A1 (기본 IFR)	• 보조 시계 획득 • 충돌 방지 • 동시 접근 • 공항 지상감시	• 상태벡터 보고 • 모드상태 보고 • 공중 참조 속도 보고
A2 (향상)	• 보조 시계 획득 • 충돌 방지 • 분리 보증 및 순서 • 동시 접근 • 공항 지상감시	• 상태벡터 보고 • 모드상태 보고 • 표적상태 보고 • 공중 참조 속도 보고 • 궤도수정 보고 (예비)
A3 (확장)	• 보조 시계 획득 • 충돌 방지 • 리 보증 및 순서 • 비행경로 충돌방지 계획 • 동시 접근 • 공항 지상감시	• 상태벡터 보고 • 모드상태 보고 • 표적상태 보고 • 공중 참조 속도 보고 • 궤도수정 보고 (예비)

표 1.1.8 ADS-B 클래스 C 수신 장비 특성

클래스	운용 예	최소 요구 보고서
C0 (향로 및 터미널)	• 보조 시계 획득 • 충돌 방지 • 분리 보증 및 순서 • 비행경로 충돌방지 계획	• 상태벡터 보고 • 모드상태 보고 • 표적상태 보고 • 공중 참조 속도 보고 • 궤도수정 보고 (예비)
C1 (접근 및 지상)	• 보조 시계 획득 • 충돌 방지 • 분리 보증 및 순서 • 시 접근 • 공항 지상감시	• 상태벡터 보고 • 모드상태 보고 • 표적상태 보고 • 공중 참조 속도 보고 • 궤도수정 보고 (예비)
C2 (비행추적)	• 보조 시계 획득 • 분리 보증 및 순서 • 공항 지상감시	• 상태벡터 보고 • 모드상태 보고

제2절 필요성

1. 정책적 필요성

가. 항공기 감시의 필요성

○ 국내 항행안전시설 현황

- ▷ 15개 항로감시레이더와 13개 접근감시레이더 및 4개 지상감시레이더를 보유하고 있어서 인천 비행정정보구역(FIR²⁶) 내 모든 공역을 감시할 수 있음.

표 1.2.1 전국공항 항행안전무선시설 설치현황

공 항	관제용		착륙 유도용		공항 접근 및 비정밀 착륙유도용		
	접근관제 레이더	지상감시 레이더	계기 착륙시설	준계기 착륙시설	전방향 표지시설	무지향 표지시설	거리 측정시설
인천공항	2/4	1/2	4/8		1/2		5/10
김포공항	1/2	1/2	4/8		1/2		5/10
김해공항	1/2	1/2	2/4		1/2		3/6
제주공항	1/2	1/2	2/4		1/2		3/6
광주공항	(1/2)		1/2		1/2		2/4
대구공항	(1/2)		1/2	1/2	1/2		3/6
울산공항	포항		1/2		1/2		2/4
여수공항	1/2		1/2		1/2		2/4
포항공항	(1/2)			1/2	1/2		1/2
사천공항	(1/2)		1/2	1/2	1/2		3/6
양양공항	강릉		1/2		1/2		2/4
목포공항	광주			1/2	1/2	1/2	2/4
군산공항	(1/2)		(2/4)		(1/2)		
청주공항	(1/2)		1/2		1/2		2/4
원주공항	(1/2)		군 PAR 이용		1/2		1/2
계	13/26	4/8	21/42	4/8	15/30	1/2	36/72

* 범례: 괄호는 군 시설을 의미, 주·예비를 포함하여 “식/조”로 표시

26) Flight Information Region (비행정정보구역)

▷ 또한 10곳에 항공로 구성시설을 유지하고 있어서 항공기의 안전한 운항을 지원하고 있음.

표 1.2.2 항공로 구성시설 설치현황

위 치	전방향표지시설 (VOR)	거리측정시설 (DME)	전술항행표지시설 (TACAN)
안양 항공무선표지소	1/2		1/2
강원 항공무선표지소	1/2		1/2
부산 항공무선표지소	1/2		1/2
포항 항공무선표지소	1/2		1/2
제주 항공무선표지소	1/2		1/2
예천 항공무선표지소	1/2	1/2	
대구 항공무선표지소	1/2		1/2
양주 항공무선표지소	1/2	1/2	
광주공항	1/2 ^{주1}	1/2 ^{주1}	
오산공항	(1/2)		(1/2)
계	10/20	3/6	7/14

* 범례: 괄호는 군 시설을 의미, 주·예비를 포함하여 “식/조”로 표시

* 주1. 공항접근용으로 공동 사용

○ 전 세계적으로 항공교통 분야의 항행체계는 디지털통신기술과 위성항법기술의 발전에 힘입어 차세대 항행체계(CNS/ATM)로 전환되고 있음.

▷ 현 항행안전시설의 지속적인 유지와 더불어 전 세계가 추진하고 있는 차세대 항공감시시스템의 도입을 검토하여 구축할 필요가 있음.

▷ 국제 사회에서 ICAO 상임이사국의 지위에 맞는 기술력 확보를 위하여 차세대 항공감시시스템의 핵심기술 국산화를 위한 연구개발이 필요함.

○ 국토해양부 항공정책실는 이러한 변화에 발맞추어 세계적인 수준의 차세대 항행 체계를 구축하기 위해서 2007년 12월부터 2008년 9월까지 국내외 전문연구기관을 통해서 “차세대 항행안전기술 연구개발 로드맵 수립 기획연구”를 수행하였음.

▷ 기획연구 결과로 통신분야(C), 항법분야(N), 감시분야(S) 및 관제분야(ATM)

에 대해서 국내외 통합 후보중점과제가 선정되었는데, 감시분야에서는 “항공 감시용 ADS-B 핵심기술 개발”이 최종적으로 선정되었음.

- 또한 국토해양부 항공정책실은 2009년 “차세대 항행안전시설 구축 기본계획”을 수립하고 2011년부터 단계적으로 추진할 계획임.

나. 경량항공기 및 초경량비행장치 감시의 필요성

- 국토해양부는 초경량비행장치의 빈번한 불법비행과 사고 발생을 근본적으로 개선하고자 경량항공기 제도를 법제화하여 2009년 9월 10일부터 시행하고 있음. 이에 모든 경량항공기는 항공교통관제기관과 교신할 수 있는 이차감시레이더용 트랜스폰더를 의무적으로 장착해야 함.
- 2009년 8월 31일 현재 국내 경량항공기는 미신고 경량항공기를 포함하여 400여대가 활동하고 있음.
- 경량항공기가 사용하는 이착륙장은 표 1.2.3과 같이 전국에 30여개가 있음. 그림 1.2.1은 이들 이착륙장의 위치와 경량항공기의 비행경로를 나타낸 것임.
- 국토해양부 고시 제2004-5호에 지정된 초경량비행장치 비행구역은 표 1.2.5와 같이 전국에 21개가 있음. 그림 1.2.2은 이들 비행구역을 지도에 표시한 것이고 그림 1.2.3부터 그림 1.2.5는 경량항공기가 비행을 하면 안 되는 통제구역과 주의구역을 표시한 것임.
- 그림 1.2.1의 이착륙장과 그림 1.2.2의 승인된 비행구역을 비교해 보면 공주, 송도, 신어리(경기도 화성), 전주 이착륙장을 제외한 대부분의 이착륙장은 승인된 비행구역과 일치하지 않고 있음.
- 주5일제 정착과 함께 선진국형 레저스포츠에 대한 국민적 관심과 욕구의 증대로 인하여 보다 안전한 경량항공기 운용을 위한 항공감시시스템의 도입이 필요함.

표 1.2.3 경량항공기 이착륙장 현황

명칭	위 치	명칭	위 치	명칭	위 치
신평	363116N 1265610E	성화대	344157N 1263101E	울진	364612N 1292755E
고흥	343642N 1271219E	송도	372447N 1263834E	전주	355031N 1270404E
공주	362706N 1270514E	신외리	371653N 1264807E	제천	370945N 1281327E
구리	373430N 1270848E	안동	363305N 1284226E	청풍	370054N 1281023E
구미	361339N 1281918E	안산	371751N 1264834E	충주	371148N 1274444E
나주	350145N 1264407E	어섬	371501N 1263921E	칠곡	360255N 1282417E
단양	365931N 1282147E	여주승진	371338N 1273646E	한서대	363527N 1261756E
담양	352032N 1270148E	여주이포	372530N 1273135E	함안	351952N 1282315E
대전	361848N 1263247E	연기	363022N 1271851E	현풍	354306N 1282551E
문경	363442N 1281307E	영덕	363413N 1292516E		
삼존리	371340N 1264640E	영암	344609N 1263839E		

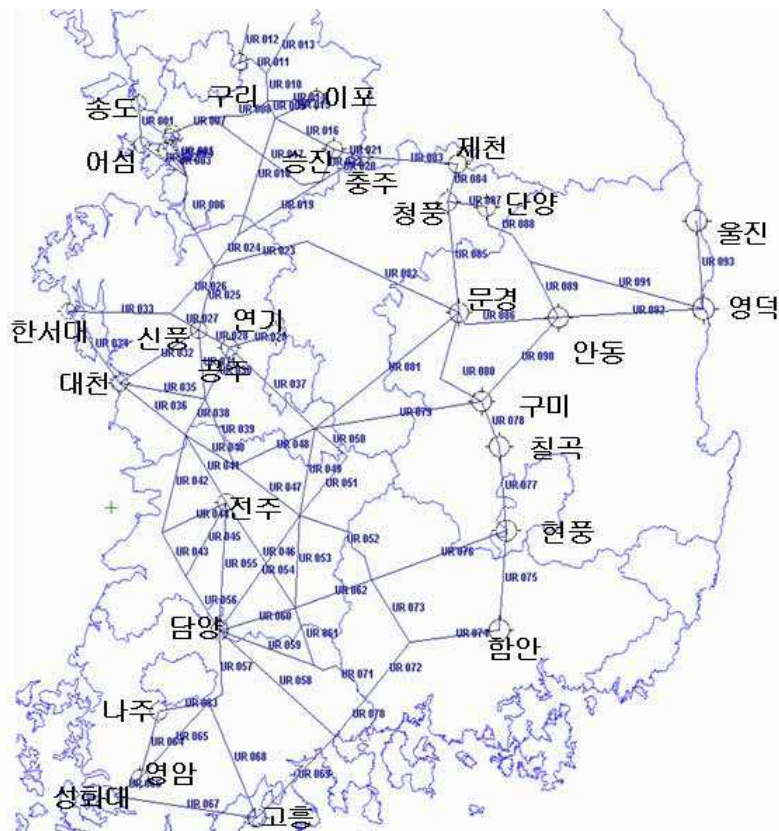


그림 1.2.1 경량항공기 이착륙장 위치 및 비행경로

표 1.2.4 경량항공기의 구간별 비행경로 정보

항로명	비행구간	비행거리(km)	최고지면고도(ft)
UR001	송도 ↔ 어섬	18.0	52
UR002	어섬 ↔ 발안IC	24.6	204
UR003	삼존리 ↔ 발안IC	14.7	187
UR004	신외리 ↔ 발안IC	18.9	295
UR005	안산 ↔ 발안IC	20.5	574
UR006	발안IC ↔ 서평택IC ↔ 아산	42.8	430
UR007	안산 ↔ 의왕터널	18.2	492
UR008	의왕터널 ↔ 문형산 ↔ 경수교	27.1	1319
UR009	경수교 ↔ 곤지암IC	8.1	387
UR010	경수교 ↔ 팔당댐	12.2	429
UR011	구리 ↔ 한강 ↔ 팔당댐	13.0	231
UR012	구리 ↔ 왕숙천	16.9	313
UR013	팔당댐 ↔ 청평댐	25.3	676
UR014	이포 ↔ 경수교	21.6	1056
UR015	이포 ↔ 곤지암IC	19.9	1089
UR016	승진 ↔ 곤지암IC	29.5	584
UR017	의왕터널 ↔ 일죽IC ↔ 장호원	59.2	818
UR018	곤지암IC ↔ 성환	53.7	811
UR019	성환 ↔ 장호원	43.7	1221
UR020	충주 ↔ 장호원	20.6	743
UR021	승진 ↔ 충주	12.3	677
UR022	승진 ↔ 장호원	15.1	611
UR023	진천IC ↔ 아산	42.5	1122
UR024	성환 ↔ 아산	17.3	401
UR025	신풍 ↔ 아산	28.7	1155
UR026	아산 ↔ 예당호	28.4	1056
UR027	신풍 ↔ 예당호	14.4	924
UR028	신풍 ↔ 공주	15.5	759

항로명	비행구간	비행거리(km)	최고지면고도(ft)
UR029	공주 ↔ 연기	21.3	402
UR030	공주 ↔ 부여	24.9	403
UR031	신풍 ↔ 부여	30.2	957
UR032	신풍 ↔ 대천	42.2	1023
UR033	한서대 ↔ 예당호	45.2	528
UR034	한서대 ↔ 대천	38.6	208
UR035	대천 ↔ 부여	38.6	990
UR036	대천 ↔ 웅포대교	36.9	1089
UR037	공주 ↔ 금산	51.8	1914
UR038	부여 ↔ 웅포대교	18.5	307
UR039	부여 ↔ 익산IC	32.4	515
UR040	웅포대교 ↔ 익산IC	26.1	957
UR041	전주 ↔ 웅포대교	34.5	307
UR042	웅포대교 ↔ 부안IC	43.6	515
UR043	부안IC ↔ 정읍	21.9	957
UR044	전주 ↔ 부안IC	31.5	307
UR045	전주 ↔ 정읍	36.8	304
UR046	전주 ↔ 남원IC	55.2	429
UR047	익산IC ↔ 진안	35.5	1287
UR048	익산IC ↔ 금산	38.5	1683
UR049	진안 ↔ 금산	40.0	1782
UR050	금산 ↔ 무주	18.8	1320
UR051	무주 ↔ 진안	33.1	1682
UR052	진안 ↔ 함양JC	42.6	2244
UR053	진안 ↔ 남원IC	40.2	1848
UR054	담양 ↔ 진안	61.7	1914
UR055	전주 ↔ 담양	66.0	1353
UR056	담양 ↔ 정읍	27.9	1914
UR057	담양 ↔ 안심재 ↔ 화순	34.6	1452

항로명	비행구간	비행거리(km)	최고지면고도(ft)
UR058	담양 ↔ 순천	69.2	1452
UR059	담양 ↔ 구례	44.4	1749
UR060	담양 ↔ 남원IC	34.8	858
UR061	남원IC ↔ 구례	36.4	2211
UR062	남원IC ↔ 함양JC	35.9	2178
UR063	나주 ↔ 화순	22.5	462
UR064	영암 ↔ 나주	30.3	462
UR065	영암 ↔ 화순	44.7	505
UR066	성화대 ↔ 영암	14.4	264
UR067	성화대 ↔ 고흥	64.1	802
UR068	고흥 ↔ 화순	54.8	1188
UR069	고흥 ↔ 순천	49.8	357
UR070	순천 ↔ 하동	21.1	1353
UR071	구례 ↔ 하동	31.1	330
UR072	하동 ↔ 단성IC	31.5	1386
UR073	단성IC ↔ 함양JC	31.8	1386
UR074	함안 ↔ 단성IC	40.5	759
UR075	함안 ↔ 현풍	43.7	429
UR076	현풍 ↔ 함양JC	63.7	2310
UR077	현풍 ↔ 칠곡	36.6	406
UR078	칠곡 ↔ 구미	21.4	505
UR079	구미 ↔ 금산	75.1	1947
UR080	구미 ↔ 청리 ↔ 문경	50.4	1320
UR081	문경 ↔ 금산	81.6	1510
UR082	문경 ↔ 진천IC	74.2	2112
UR083	제천 ↔ 충주	43.1	2376
UR084	청풍 ↔ 제천	17.2	1155
UR085	문경 ↔ 청풍	48.6	2442
UR086	문경 ↔ 하심교 ↔ 안동	47.5	561

항로명	비행구간	비행거리(km)	최고지면고도(ft)
UR087	청풍 ↔ 단양	17.2	2442
UR088	단양 ↔ 영주IC	33.4	2310
UR089	안동 ↔ 영주IC	27.1	1518
UR090	구미 ↔ 안동	49.9	911
UR091	영덕 ↔ 영주IC	79.2	1506
UR092	영덕 ↔ 안동	64.5	2442
UR093	영덕 ↔ 울진	38.4	726
UR101	신평검사소	공역	1115
UR102	시화호	공역	264

표 1.2.5 초경량비행장치 비행공역 (국토해양부 고시 제2004-5호)

번호	위 치	수 평 범 위	수 직 범 위
1	토함산	354751N 1291954E로부터 반경 1.4km	SFC-500FT AGL
2	구성산	354421N 1270027E로부터 반경 1.8km	SFC-500FT AGL
3	약산	354421N 1282502E로부터 반경 0.7km	SFC-500FT AGL
4	봉화산	353731N 1290532E로부터 반경 4km	SFC-500FT AGL
5	덕두산	352441N 1273157E로부터 반경 4.5km	SFC-500FT AGL
6	금산	344411N 1275852E로부터 반경 2.1km	SFC-500FT AGL
7	홍산	354941N 1270452E로부터 반경 1.2km	SFC-500FT AGL
8	안산	371840N 1264516E로부터 반경 2.6km	SFC-500FT AGL
9	남양	371544N 1264903E로부터 반경 2.5km	SFC-500FT AGL
10	장현	372322N 1264657E로부터 반경 1.5km	SFC-500FT AGL
11	반월	371702N 1265133E로부터 반경 2.5km	SFC-500FT AGL
12	양평	373010N 1272300E- 373010N 1273200E- 372700N 1273200E- 372700N 1272300E	SFC-500FT AGL
13	고창	352311N 1264353E로부터 반경 4km	SFC-500FT AGL
14	대정	331212N 1261553E로부터 반경 4km	SFC-500FT AGL
15	송도	372430N 1263912E로부터 반경 3km	SFC-500FT AGL
16	양산	351811N 1285852E로부터 반경 3km	SFC-500FT AGL
17	공주	362721N 1270455E로부터 반경 4km	SFC-500FT AGL
18	고성	350246N 1282602E로부터 반경 4km	SFC-500FT AGL
19	산내	353351N 1270137E로부터 반경 3km	SFC-500FT AGL
20	이리	355411N 1265652E로부터 반경 7km	SFC-500FT AGL
21	일산	373930N 1264501E로부터 반경 2.5km	SFC-500FT AGL

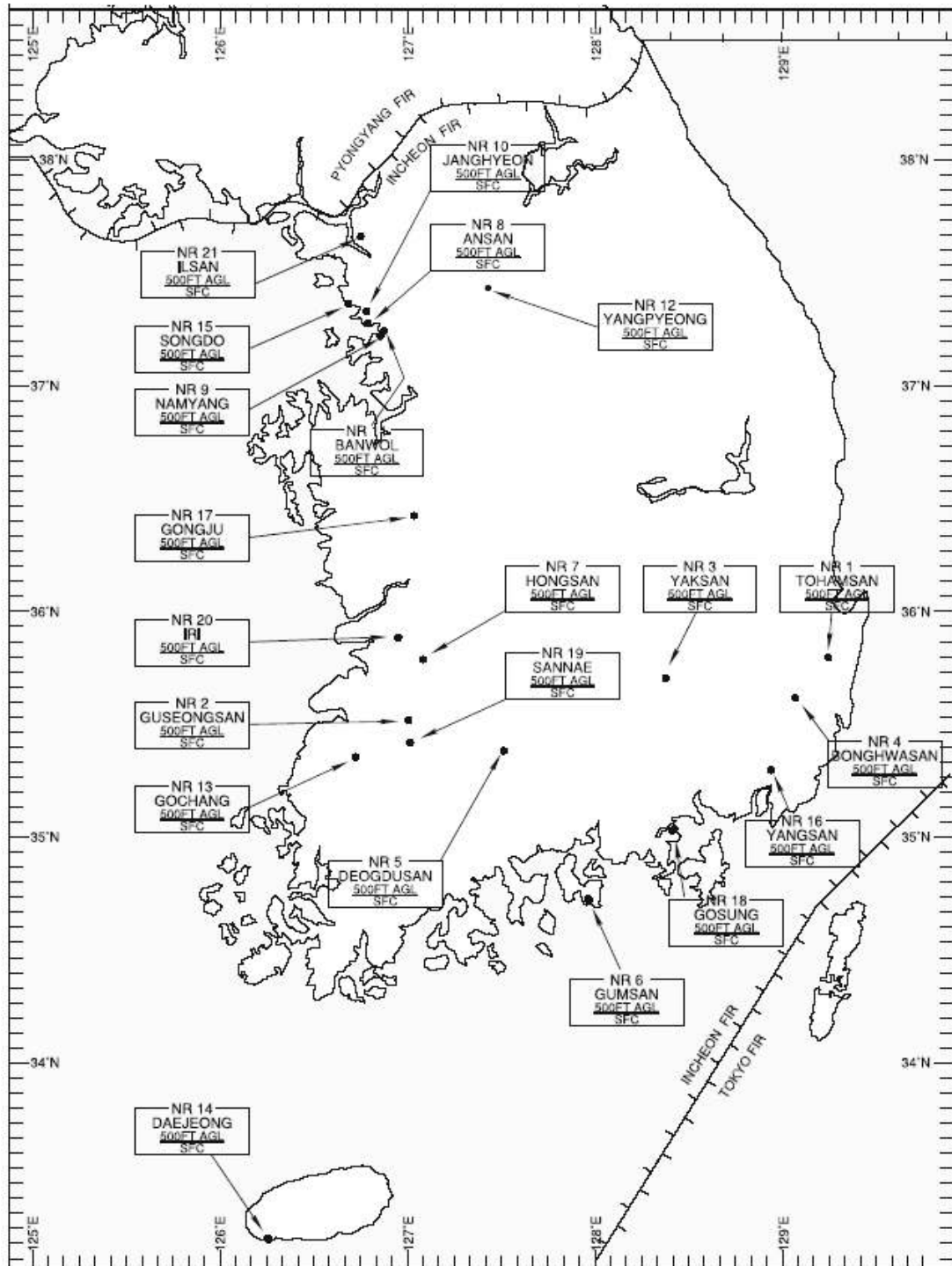


그림 1.2.2 초경량비행장치 비행공역 (국토해양부 고시 제2004-5호)

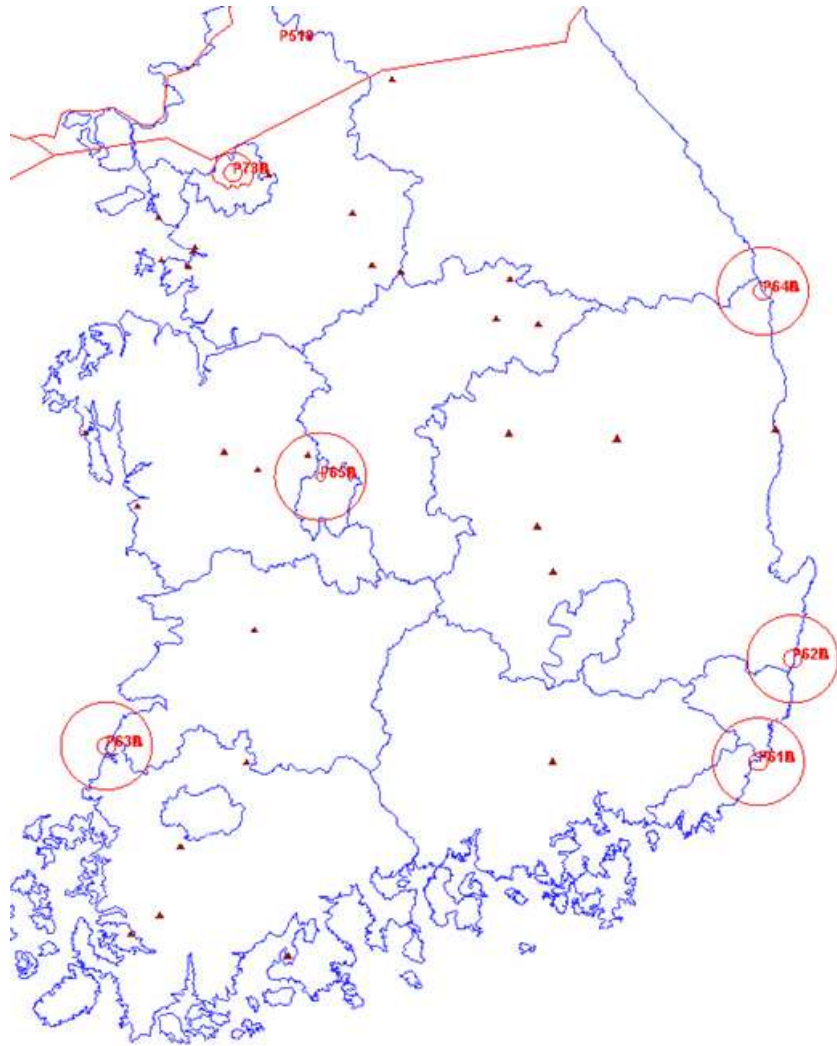


그림 1.2.3 비행금지구역(P)

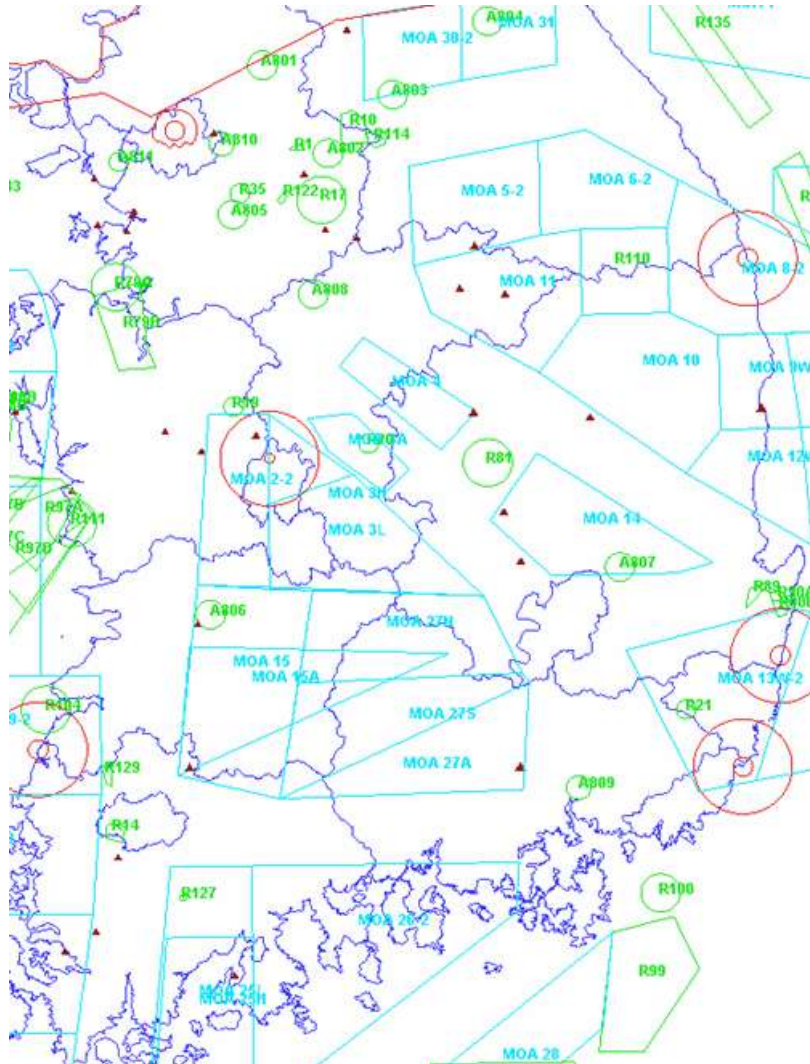


그림 1.2.4 군 훈련공역(MOA), 비행제한구역(R) 및 경계구역(A)

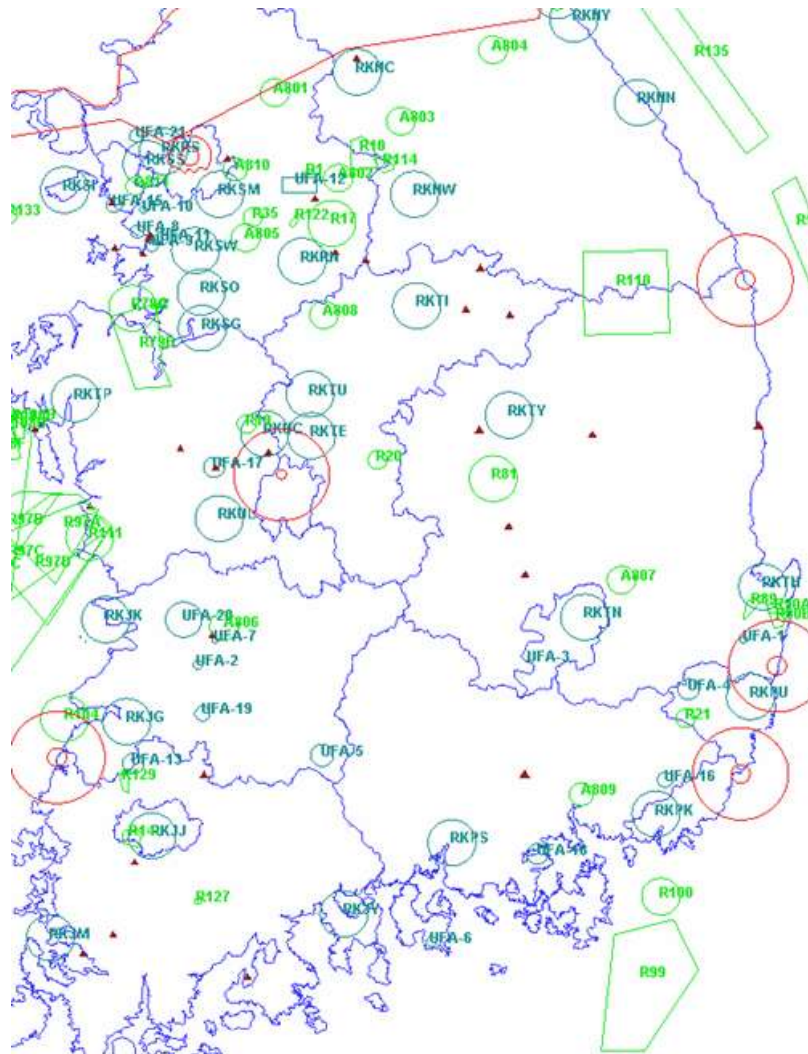


그림 1.2.5 비행장관제권 및 초경량비행장치 비행제한구역(URA)

2. 경제적 필요성

- 현 항행안전시설의 대부분은 외국에서 도입한 장비로, 외국 기술 의존도가 높고 시스템 수정/보완, 유지보수 등의 문제가 지속적으로 발생하고 있어서 차세대 항공감시시스템의 국산화에 대한 국가적 차원의 필요성이 제기됨.
- 표 1.2.6의 최근 5년간 항공교통량을 보면 평균 5.1%의 증가율을 보이고 있음.
 - ▷ 지속적인 해외 여행객 증가로 국제선 항공교통량이 증가하고 있음. 2008년도 하반기 국제유가상승, 경기침체, 동남아 정세불안 등의 이유로 주춤하였으나 2009년도부터 다시 증가하고 있음.
 - ▷ 국내선 항공교통량은 2005년도 KTX 운행개시 이후로 감소하였으나 2007년도부터 저가 항공사 진입 등으로 국내선 항공교통량이 증가함.
 - ▷ 따라서 이와 같은 항공교통량 증가에 따른 항공감시 성능 향상을 위한 대처 방안이 필요함.

표 1.2.6 최근 5년간 항공교통량 증감

구 분	2004년	2005년	2006년	2007년	2008년
국 제 선	204,110	221,217	247,122	294,847	292,281
국 내 선	167,198	146,913	143,693	157,330	167,655
합 계	371,308	368,130	390,815	452,177	459,936
전년대비 증감률	2.8%	-0.9%	6.2%	15.7%	1.4%

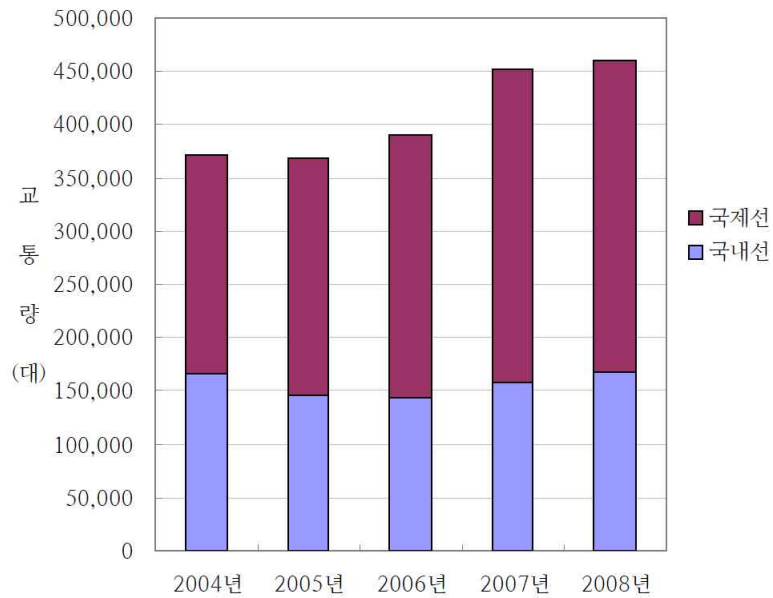


그림 1.2.6 최근 5년간 항공교통량 증감

○ 표 1.2.7는 2008년도 주요 항공로 운항노선별 교통량을 나타낸 것임.

- ▷ 전체 국제선 항공기 중 약 37%가 G597 항공로를 이용함. G597 항공로는 북중국↔서울↔일본을 운항하는 항공기가 주로 이용함.
- ▷ 전체 국제선 항공기 중 약 36%가 B576 항공로를 이용함. B576 항공로는 서울↔제주↔남중국/동남아시아를 운항하는 항공기가 주로 이용함.
- ▷ 전체 국내선 항공기 중 약 51%가 B576 항공로를 이용함. B576 항공로는 서울↔제주를 운항하는 항공기가 주로 이용함.
- ▷ 전체 국내선 항공기 중 약 32%가 G585 항공로를 이용함. B585 항공로는 부산/대구/울산/포항/진주→서울을 운항하는 항공기가 주로 이용함.

표 1.2.7 2008년도 주요 항공로 운항노선별 교통량

항공로	국 제 선		국 내 선		합 계	
	교통량	이용률	교통량	이용률	교통량	이용률
A582	21,612	7%	37,047	22%	58,659	13%
B576	105,186	36%	85,219	51%	190,405	41%
G585	49,961	17%	52,966	32%	102,927	22%
G597	106,826	37%	3,449	2%	110,275	24%

- ▷ 따라서 인천 FIR 내에서 가장 혼잡한 항공로는 B576 항공로로 전체 항공기의 약 41%가 B576 항공로를 이용함.
- ▷ B576 항공로의 교통 혼잡으로 항공기 성능을 고려한 안전 비행거리 분리 및 유지를 위하여 관제사의 업무가 증가될 수 있음.
- 향후 국내 공역의 교통 혼잡을 대비하여 차세대 항공감시시스템의 도입이 필요함.

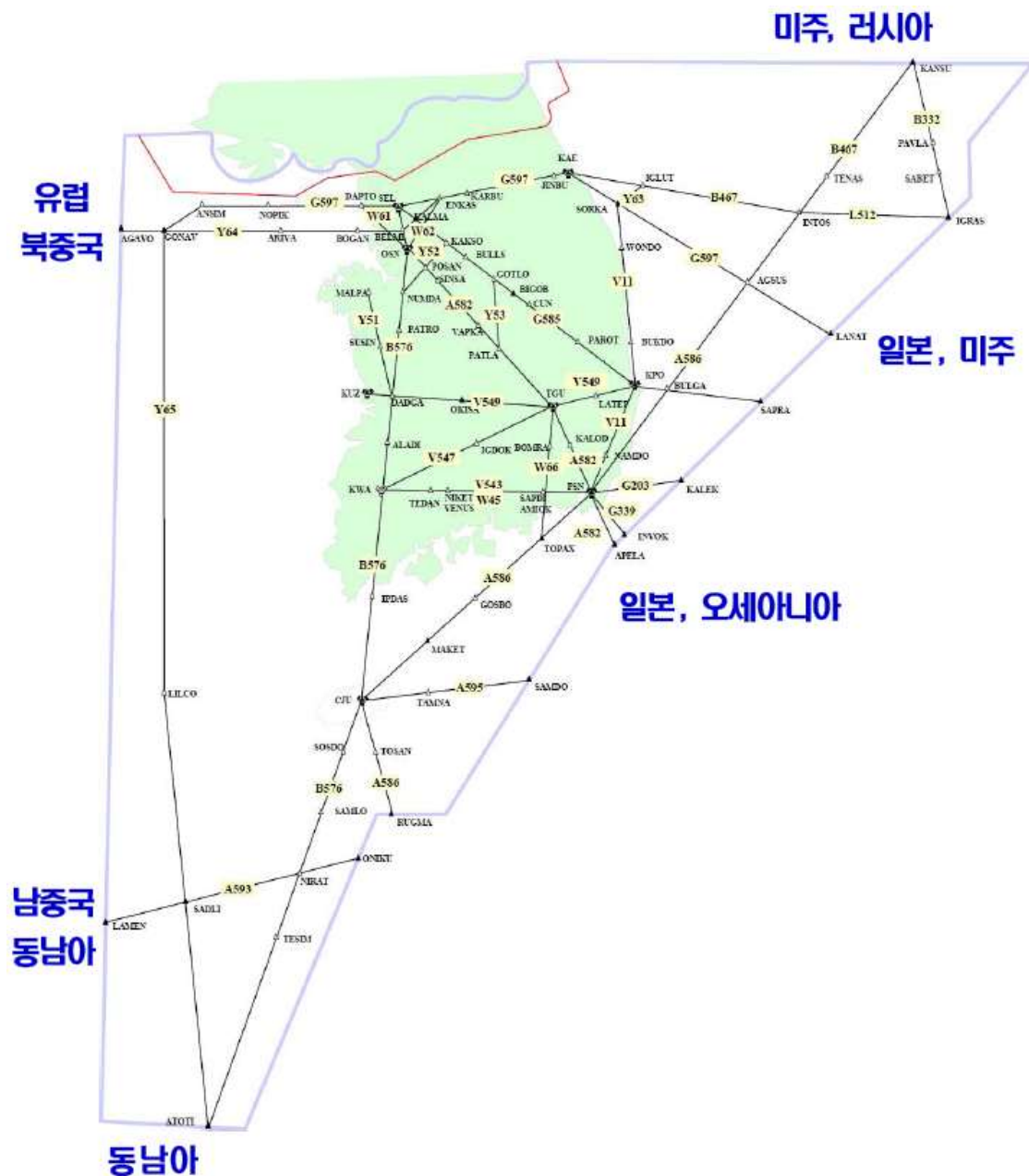


그림 1.2.7 국내 항공로

○ 표 1.2.8는 최근 5년간 항공기 결항 및 지연을 나타낸 것임.

- ▷ 결항 요인은 항공기 접속이 제대로 이뤄지지 않은 경우가 가장 많았고 기상 악화, 정비 불량 등이 있음.
- ▷ 항공기 결항 및 지연은 항공사와 승객에게 경제적 비용을 발생시킬 뿐만 아니라 국가 경제에도 손실을 입히게 됨.
- ▷ 따라서 차세대 항공감시시스템의 도입으로 결항 및 지연을 최소화할 필요가 있음.

표 1.2.8 최근 5년간 항공기 결항 및 지연

구 분		운항계획	운항회수	결항회수	지연회수	결항률	지연율
2004년	국내선	291,543	282,335	9,208	5,573	3.2%	2.0%
	국제선	129,689	129,319	370	3,172	0.3%	2.5%
	계	421,232	411,654	9,578	8,745	2.3%	2.1%
2005년	국내선	256,082	248,226	7,856	4,215	3.1%	1.7%
	국제선	145,078	144,578	500	3,707	0.3%	2.6%
	계	401,160	392,804	8,356	7,922	2.1%	2.0%
2006년	국내선	252,653	243,758	8,895	5,307	3.5%	2.2%
	국제선	166,811	166,149	662	4,645	0.4%	2.8%
	계	419,464	409,907	9,557	9,952	2.3%	2.4%
2007년	국내선	256,846	250,756	6,090	8,967	2.4%	3.6%
	국제선	265,321	207,360	841	7,785	0.3%	3.8%
	계	522,167	458,116	6,931	16,752	1.3%	3.7%
2008년	국내선	259,892	256,522	3,370	5,892	1.3%	2.3%
	국제선	224,401	223,256	788	5,676	0.4%	2.5%
	계	484,293	479,778	4,158	11,568	0.9%	2.4%

3. 기술적 필요성

- 일반적으로 항공감시시스템의 구축과 관련하여 ICAO는 상호운용성을 보장하기 위한 시스템의 기술적 요소에 대해서만 정의하고, 각 공역에서의 시스템 선정은 각 가입국의 역할로 남겨두고 있음. 따라서 각 공역에서의 항공감시시스템 선정 기준이 필요함.
- 일반적으로 항공감시시스템 선정은 그림 1.2.8과 같은 절차에 의해서 선정됨.

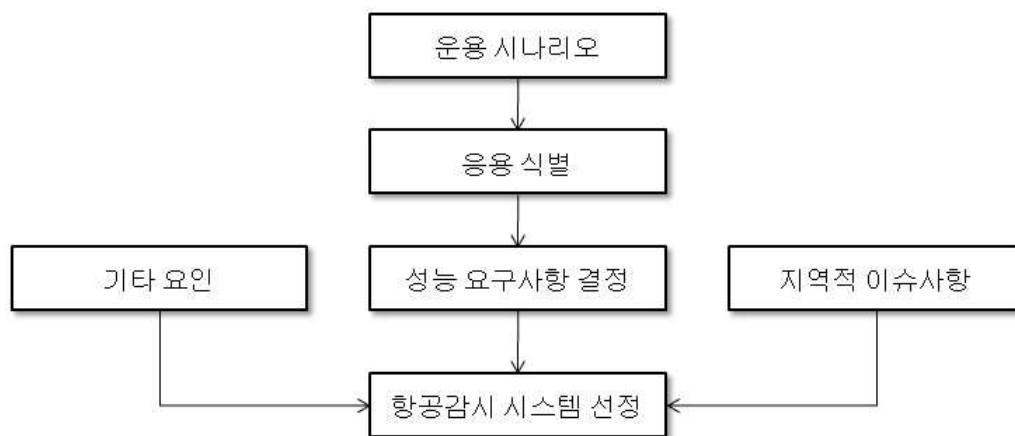


그림 1.2.8 항공감시시스템 선정 절차

- 그림 1.2.3과 같은 항공감시시스템 선정 시 항공감시 성능 요구사항이 필요한데, 이는 RSP²⁷⁾로 정의되며 다음과 같은 요소를 포함함.
 - ▷ 정밀도 (Accuracy)
 - ▷ 가용성 (Availability)
 - ▷ 무결성 (Integrity)
 - ▷ 지연시간 (Latency)
 - ▷ 갱신주기 (Update Rate)
 - ▷ 연속성 (Continuity)
 - ▷ 도달범위 (Coverage)

27) Required Surveillance Performance (필수감시성능)

- 이러한 RSP는 그림 1.2.3에서 나타낸 바와 같이 운용 시나리오와 선정된 응용에 따라서 정의됨.
- 따라서 국내 공역에 항공감시용 ADS-B 시스템을 구축하기에 앞서 국내 실정에 적합한 운용 시나리오와 응용 및 성능 요구조건을 정의하고 그에 따른 적합성 및 운용 성능 확인 방법에 대한 연구개발이 필요함.

제3절 기획연구의 내용 및 접근방법

1. 연구내용

- 본 기획연구의 최종목표는 “항공감시용 ADS-B 핵심기술개발”의 세부과제에 대한 상세 연구계획 수립과 본 과제 공모를 위한 RFP를 도출하는 것임.
- 연구목표 및 연구내용

표 1.3.1 기획연구의 목표 및 내용

연구목표	연구내용
국내외 ADS-B 기술개발 현황 분석	• 국내외 정책/시장현황/전망 조사 • 국내 인프라 (관련기관 및 기업) 및 기술수준 조사 • 조사 결과 분석을 통한 SWOT 전략 수립 • 관련 분야 특허동향 조사 • 해외 실용화/상업화 추진체계 및 사례조사 • 국내 기존 연구에 대한 결과 분석 • 국내 기존 연구의 연계활용 방안 수립
ADS-B 핵심기술개발의 연구과제 기획	• ADS-B 핵심요소기술 정의 • 기술개발 필요성 및 중요도 분석 • 기술개발 목표 및 범위 정의 • 연차별 성과물과 성과지표 정의 • 현장 적용 시 실효성 및 가시효과 검토 • 핵심요소기술에 대한 기존 연구와의 중복성 검토
연구과제에 대한 기술적 타당성 검토	• ADS-B 핵심요소기술에 대한 기술 요구사항 분석 • 국내 인프라의 기술 보완사항 분석 • 국내 기술개발 가능성 및 해외 협력 필요성 분석 • 기술적 문제해결 방안 및 추진방안 제시
연구과제에 대한	• 기술개발의 실용화/상업화 가능성 분석

연구목표	연구내용
경제적 타당성 검토	• 시장에 대한 파급효과 분석 • 구축 후 운용/유지보수에 따른 경제성 분석 • 비용/편익분석 • 정부지원의 필요성 분석 • 상업화 추진방안 제시
연구과제에 대한 이행방안 검토	• 연구목표 달성을 위한 추진전략 제시 • 연구일정 및 소요예산 제시 • 연구 성과물에 대한 사후 연계 방안 제시
연구과제에 대한 RFP 도출	• 본 과제 공모를 위한 RFP 작성 • 연구과제별 성과목표 및 성과지표 선정

2. 접근방법

가. 연구범위

○ 국내외 ADS-B 기술개발 현황 분석

- ▷ ICAO 아·태 지역 사무소의 각 국가별 ADS-B 연구개발 추진현황 파악
- ▷ Eurocontrol을 통하여 유럽의 각 국가별 ADS-B 연구개발 추진현황 파악
- ▷ 항행체계 관련 기술전문잡지를 통한 각 업체별 기술개발 현황 파악
- ▷ FAA, Eurocontrol 등에서 수행한 연구결과 보고서 검토
- ▷ 수요처(항공정책실, 인천국제공항공사, 한국공항공사, 대한항공, 아시아나 항공 등) 전문가의 자문 및 의견을 통하여 정책/시장현황/전망 조사
- ▷ 전문연구기관(한국항공우주연구원, 한국교통연구원 등)과 학계(한국과학기술원, 서울대학교, 한국항공대학교 등) 전문가의 자문 및 의견을 통하여 정책/시장현황/전망 조사
- ▷ 기존 연구 수행자와 유관 업체 전문가의 자문 및 의견을 통하여 정책/시장현황/전망 조사
- ▷ 조사 결과를 토대로 SWOT 분석을 수행하여 ADS-B 핵심기술개발에 대한 전략 수립

○ ADS-B 핵심기술개발의 연구과제 기획

- ▷ ICAO 아·태 지역 사무소의 ADS-B 관련 기술표준문서 분석 (기능 위주)
- ▷ RTCA²⁸⁾의 ADS-B 관련 기술표준문서 분석 (기능 위주)
- ▷ ADS-B 관련 국내외 논문, 세미나, 연구결과 등을 수집하여 분석
- ▷ 분석 결과를 토대로 ADS-B 핵심요소기술 정의 및 기능 구조 파악

○ 연구과제에 대한 기술적 타당성 검토

- ▷ ICAO 아·태 지역 사무소의 ADS-B 관련 기술표준문서 분석 (요구사항 위주)
- ▷ RTCA의 ADS-B 관련 기술표준문서 분석 (요구사항 위주)
- ▷ 분석 결과를 토대로 ADS-B 핵심요소기술의 요구사항 정의
- ▷ 국내 전문가와의 자문 및 의견을 통하여 국내 기술수준 파악
- ▷ 국내 기술 보완사항 및 국내 개발 가능성 검토
- ▷ 해외기술 협력 등 기술적 문제해결 방안 도출

○ 연구과제에 대한 경제적 타당성 검토

- ▷ 국내외 연구결과보고서와 기술전문잡지를 통하여 기술개발의 실용화/상용화 가능성 분석
- ▷ 국내 전문가와의 자문 및 의견을 통하여 구축 후 운용/유지보수에 따른 경제성 분석
- ▷ 직접비용, 간접비용, 무형의 비용 등을 조사하여 비용 분석 수행
- ▷ 사업 추진 시 발생하는 효과와 화폐가치로 환산한 편익 분석 수행
- ▷ 편익분석과 비용분석 결과를 기반으로 비용/편익분석 및 민감도 분석 수행
- ▷ 분석 결과를 토대로 정부지원 필요성 여부 조사 및 상업화 추진방안 제시

○ 연구과제에 대한 이행방안 검토

- ▷ 기술적 타당성 검토 결과를 바탕으로 추진전략 및 연구일정 제시

28) Radio Technical Commission for Aeronautics (미국 항공무선기술위원회)

- ▷ 경제적 타당성 검토 결과를 바탕으로 소요예산 제시
- ▷ 국내 전문가 자문과 의견을 통해서 사후 연계 방안 제시

○ 연구과제에 대한 RFP 도출

- ▷ 수행된 연구결과를 취합하여 각 연구과제의 RFP 작성
- ▷ 한국건설교통기술평가원의 건설교통 R&D 성과지표를 참조하여 각 연구과제의 성과목표 및 성과지표 선정

나. 연구방법

○ 추진계획 및 방법

표 1.3.2 기획연구의 추진계획 및 방법

번호	연구 내용	추진계획 및 방법
1	▪ 국내외 기술현황 분석 - 정책/시장현황/전망 - 국내 인프라/기술수준 - SWOT 전략 수립 - 기존 연구 결과 - 실용화/상용화 사례	▪ 문헌조사 - ICAO ADS-B SITF²⁹⁾ Meeting 보고서 - Avionics Magazine 등의 기술전문잡지 - FAA, Eurocontrol 등의 연구결과 보고서 ▪ ADS-B 활용사례 및 연구개발 동향 분석 ▪ 국내 전문가 자문 및 의견수렴 - 연구소 (KARI, 한국교통연구원 등) - 학계 (한국항공학회, 한국항공우주학회 등) - 유관 기술 보유 기업체 ▪ 국외 전문가 자문 및 의견수렴 ▪ 수요처 의견수렴 - 항공정책실 - 인천국제공항공사와 한국공항공사 - 관제사 및 조종사 - 항공사 (대한항공, 아시아나항공 등) ▪ 기 수행 연구과제 결과 활용 ▪ 인터넷 자료 활용 ▪ 수집 자료와 연구 결과는 DB/파일서버에 보관
2	▪ 연구과제 기획 - 핵심요소기술 정의 - 연구목표 및 범위 - 성과물 및 성과지표 - 실효성 및 가시효과	▪ 문헌조사 - ICAO, RTCA 등에서 발행한 기술표준문서 - 국내외 학회의 Journal, Proceeding 등 - 국내외 세미나 자료 ▪ 국내 전문가 자문 및 의견수렴 (1과 동일)

번호	연구 내용	추진계획 및 방법
		▪ 국외 전문가 자문 및 의견수렴 (1과 동일) ▪ 수요처 의견수렴 (1과 동일) ▪ 기 수행 연구과제 결과 활용 ▪ 인터넷 자료 활용 ▪ 수집 자료와 연구 결과는 DB/파일서버에 보관
3	▪ 기술적 타당성 검토 - 기술 요구사항 분석 - 기술 보완사항 분석 - 국내 개발 가능성 - 기술적 문제해결 방안	▪ 1), 2) 연구내용 종료 후 착수 ▪ SWOT 분석 결과 수립된 전략 활용 ▪ 연구과제 기획 결과 활용 ▪ 문헌조사 - ICAO, RTCA 등에서 발행한 기술표준문서 - 국내외 학회의 Journal, Proceeding 등 ▪ 국내 전문가 자문 및 의견수렴 (1과 동일) ▪ 국외 전문가 자문 및 의견수렴 ▪ 수집 자료와 연구 결과는 DB/파일서버에 보관
4	▪ 경제적 타당성 검토 - 실용화/상업화 가능성 - 파급효과 및 경제성 - 비용/편익분석 - 정부지원 필요성 분석 - 상업화 추진방안	▪ 1), 2) 연구내용 종료 후 착수 ▪ SWOT 분석 결과 수립된 전략 활용 ▪ 연구과제 기획 결과 활용 ▪ 문헌조사 - Avionics Magazine 등의 기술전문잡지 - FAA, Eurocontrol 등의 연구결과 보고서 ▪ 국내 전문가 자문 및 의견수렴 (1과 동일) ▪ 국외 전문가 자문 및 의견수렴 (3과 동일) ▪ 수집 자료와 연구 결과는 DB/파일서버에 보관
5	▪ 연구과제 이행방안 검토 - 추진전략 제시 - 연구일정 및 소요예산 - 사후 연계 방안 제시	▪ 3), 4) 연구내용 종료 후 착수 ▪ 기술적 타당성 검토 결과 반영 ▪ 경제적 타당성 검토 결과 반영 ▪ 국내 전문가 자문 및 의견수렴 (1과 동일) ▪ 수요처 의견수렴 (1과 동일) ▪ 수집 자료와 연구 결과는 DB/파일서버에 보관
6	▪ 공모를 위한 RFP 도출	▪ 3), 4) 연구내용 종료 후 착수 ▪ 연구과제 기획 수행 결과 취합 ▪ 연구과제별 성과목표와 성과지표 선정 ▪ 국내 전문가 자문 및 의견수렴 (1과 동일) ▪ 수요처 의견수렴 (1과 동일) ▪ 수집 자료와 연구 결과는 DB/파일서버에 보관
7	▪ 최종보고서 작성	▪ 5), 6) 연구내용 종료 후 착수 ▪ 수집 자료와 연구 결과 정리 (DB/파일서버)

번호	연구 내용	추진계획 및 방법
		- 본 기획과제의 성과지표 평가 - 기획결과의 적절성 - 기술 동향 조사 (국내/국외) - 전문가 의견반영 실적 - 사전 타당성 평가 실적 - 수요자 요구 반영 실적 - 보고서 작성

○ 기획연구 수행절차

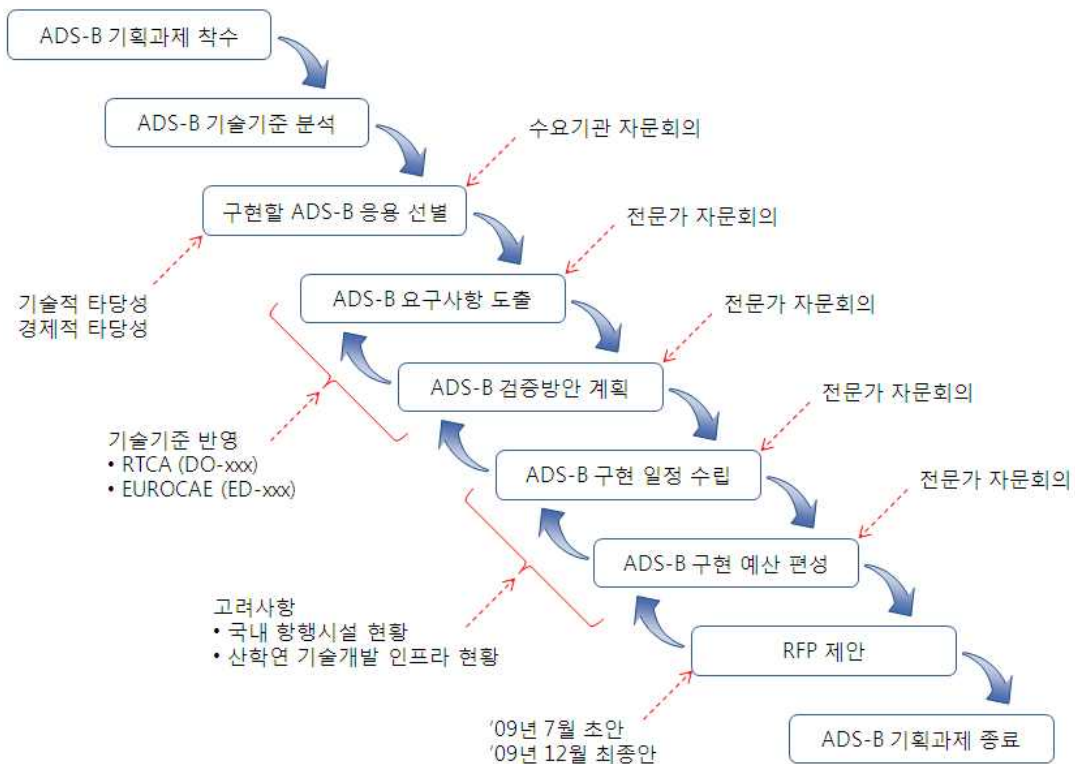


그림 1.3.1 기획연구 수행절차

제2장 정책동향조사

제1절 국내 정책동향

- 국가 항공안전 전반에 대해 담당하고 있는 국토해양부 항공정책실은 ADS-B 기술과 관련하여 ICAO GNSS Implementation Team Meeting, ICAO ADS-B SITF 등의 국제회의를 개최하는 등 적극적인 국제 활동을 하고 있음.
- 국제 항행기술의 변화에 맞춰 2007년부터 “항공선진화사업”의 일환으로 차세대 항행시스템 기술개발에 대한 연구개발을 지원하고 있음.
- 국토해양부 항공정책실은 ICAO의 차세대 항행안전시설(CNS/ATM)의 전환계획에 발맞추어 통신, 항법, 감시 및 관제 분야에 대해서 2011년부터 시작되는 단기·중기·장기 전환계획을 수립함.
- 향후 ADS-B의 기술발전 속도와 항공기의 ADS-B 탑재 비율을 고려해 볼 때 당분간은 ADS-B가 현장에 설치되더라도 기존 레이더와 병행하여 운영할 것으로 예상하고 있음.

제2절 해외 정책동향

- ICAO는 1991년 9월 제10차 ICAO 항행회의에서 기존 항행시설을 위성항법, 디지털 통신기술을 활용한 새로운 개념의 CNS/ATM으로 전환하기로 결의하고 ICAO 가맹국들이 차세대 국제표준시설로 승인함에 따라 ICAO 가맹국들은 본격적으로 구축계획 수립 및 연구개발 경쟁에 돌입하고 있음.
- ICAO는 당초 2010년을 목표로 CNS/ATM 전환계획을 수립하였으나 각국은 관련 인프라의 신뢰성 확보 문제로 인하여 2015년을 기준으로 CNS/ATM 전환계획을 수립함.
- ICAO 아태 지역 사무소는 레이더 감시 불가능 지역에 대한 ADS-B 서비스 제공을 검토하고 있음.

1. 유럽

○ 유럽은 Eurocontrol을 중심으로 영국, 프랑스, 스페인, 독일, 스웨덴 등의 나라가 참여하여 ADS-B 구현 및 검증을 위한 CASCADE 프로젝트를 수행 중임.

▷ Eurocontrol은 2002년에 AVT³⁰⁾ 구현을 위한 프로젝트를 시작하여 매년 단계별로 기능과 성능을 발전시키고 있으며 현재 Phase 5를 진행 중임.

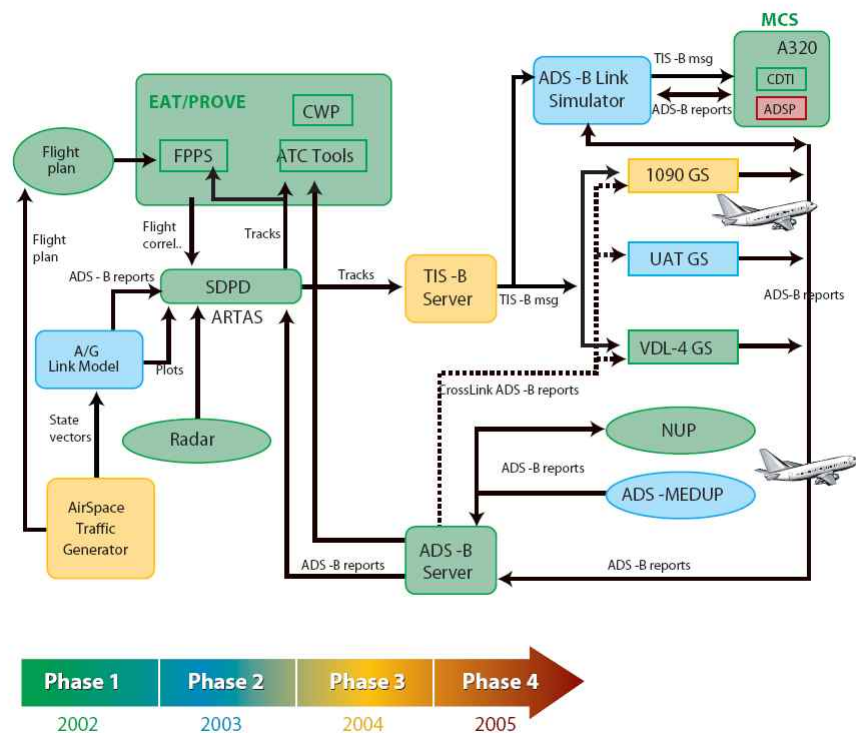


그림 2.3.1 Eurocontrol의 AVT 구현 로드맵

▷ Eurocontrol은 2007년부터 2011년까지 ADS-B-NRA³¹⁾, ADS-B-RAD³²⁾, ADS-B-APT³³⁾, ADS-B-ADD³⁴⁾, ATSAW-VSA³⁵⁾, ATSAW-ITP³⁶⁾, ATSAW-AIRB³⁷⁾, ATSAW-SURF³⁸⁾, Spacing-S&M³⁹⁾과 같은 ADS-B

30) ADS-B/TIS-B Validation Test-bed (ADS-B/TIS-B 확인 시험환경)

31) ATC Surveillance in Non-Radar Areas (비 레이더 공역에서 항공교통관제를 위한 감시)

32) ATC Surveillance in Radar Areas (레이더 공역에서 항공교통관제를 위한 감시)

33) Airport Surface Surveillance (공항 지상감시)

34) Aircraft Derived Data for Ground ATC Tools (지상관제 도구를 위한 항공기 파생 데이터)

35) Enhanced Visual Separation on Approach (향상된 접근 시 시계 분리)

36) In-Trail Procedure in Oceanic Airspace (대양 공역에서 일렬 비행 시 고도 변경 절차)

37) Enhanced Traffic Situational Awareness during Flight Operations (향상된 비행 중 항공교통 상황인식)

38) Enhanced Traffic Situational Awareness on the Airport Surface (향상된 지상이동 시 항공교통 상황인식)

39) Enhanced Sequencing and Merging Operations (향상된 순서 및 합병 운용)

Package I 응용 프로그램을 추진 중임.

	2007	2008	2009	2010	2011
ADS-B NRA	Pre-ops Validation		Implementation		
ADS-B RAD ATSAW-VSA ATSAW-ITP	Initial Validation	Pre-ops Validation		Implementation	
ADS-B APT ADS-B ADD ATSAW-AIRB ATSAW-SURF Spacing-S&M	Initial Validation		Pre-ops Validation		Implementation

그림 2.3.2 Eurocontrol의 ADS-B 구축 로드맵

2. 미국

- 미국 FAA는 항공안전 인프라가 취약한 알래스카 지역에 ADS-B 기반의 CAPSTONE 프로그램을 적용하여 47% 치사율 감소라는 항공운항 안전성 개선 효과를 얻었음.
- ▷ 이러한 결과를 토대로 미국 FAA는 2007년을 기점으로 CAPSTONE 프로그램 시스템을 2013년까지 전 공역으로 확장하기로 결정하였고 CNS/ATM 시설을 구축하기 위한 빠른 행보를 보이고 있음.
- ▷ 현재 미국 FAA는 알래스카, 멕시코 만 등에 UAT 기반의 ADS-B를 운용하고 있으며 향후 더 확대 전망할 것으로 예상됨.
- ▷ 이와 같은 미국 FAA의 움직임은 다른 국가의 CNS/ATM 시설 구축에 경쟁을 초래하였고 결과적으로 2015년을 기준으로 수립된 CNS/ATM 전환계획은 앞당겨질 것으로 예상됨.

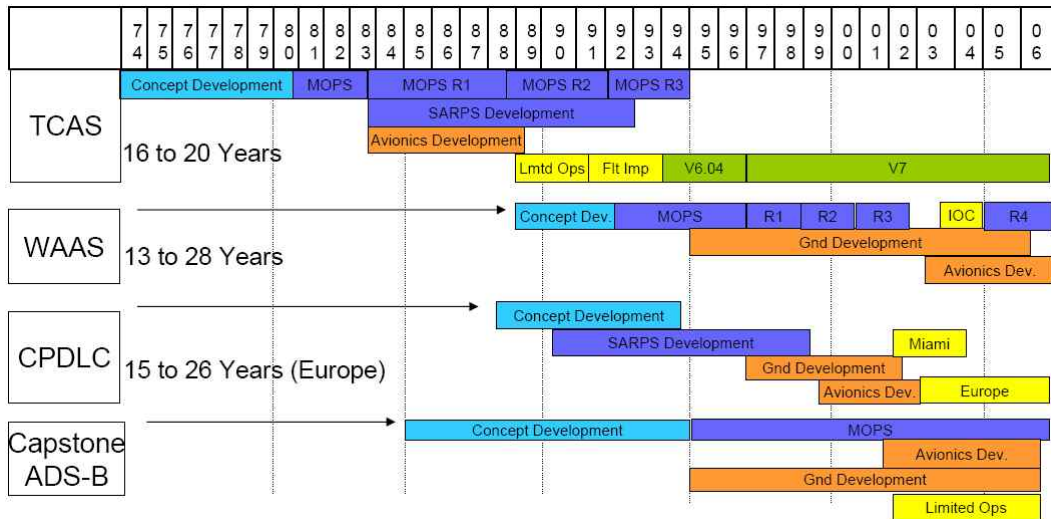


그림 2.3.3 미국의 CNS Program 추진 현황

3. 아시아

○ 아시아/태평양 지역 국가들은 향후 ADS-B 운영을 세계적인 추세로 인식하고 ADS-B 구축 이행에 적극적임.

▷ 호주, 인도네시아, 말레이시아 등은 Sub-regional ADS-B 이행그룹을 설치하여 활동하고 있음.

○ 호주의 정책동향

▷ 호주는 기존의 레이더 및 항공 보조 시설들을 ADS-B와 GNSS 같은 위성 기반 기술로 대체하는 것을 고려해왔음.

▷ 호주는 2005년 전 공역에 28개 지상국을 설치하였고, 2009년 현재 16개 지상국의 시험을 완료하여 관제용으로 사용하고 있으며, 2009년 내에 나머지 12개 지상국의 시험을 완료할 예정임.

▷ 776대의 항공기에 ADS-B 장착 및 사용 인가 되었음. (2009년 4월 한 달 기준 호주의 국제 항공편의 약 60%가 ADS-B를 장착한 것으로 집계됨)

▷ 2009년 3월 호주 CASA⁴⁰⁾는 2013년 12월부터 고고도 공역(29,000ft 이상)을 지나가는 모든 항공기(타국 포함)에 ADS-B 장착 의무화를 공표함.

▷ 이것의 일환으로 고고도 공역계획(UAP⁴¹⁾)을 수립하여 28개의 ADS-B 지상

40) Civil Aviation Safety Authority (민간항공안전국)

국을 설치 및 운영하여 FL300 이상의 고도에서 연속적인 감시정보 제공을 추진하고 있음.

- ▷ 그림 2.1.4은 고고도 공역계획의 레이더 및 ADS-B에 의한 감시범위를 표시한 것임. (적색: 레이더에 의한 감시범위, 녹색: ADS-B에 의한 감시범위)

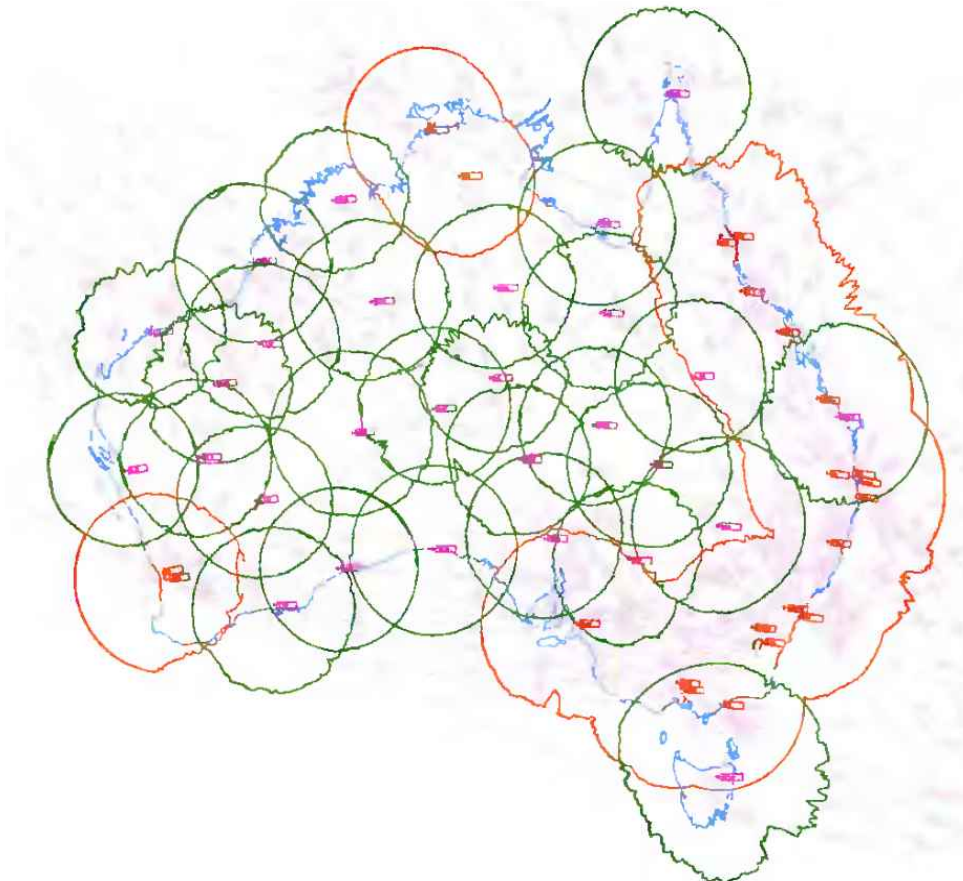


그림 2.1.1 호주 UAP의 레이더 및 ADS-B에 의한 감시범위

○ 중국의 정책동향

- ▷ 중국은 ADS-B 관련 정책 수립 및 중국 민간항공비행학원(CAFUC⁴²⁾) 등에 ADS-B 시설을 시범운영 하는 등 연구개발에 주력하고 있음.
- ▷ 중국은 2007년 4월에 청두에 ADS-B 지상국을 설치하고 ADS-B 장비를 탑재한 항공기로부터 ADS-B 메시지를 수신하여 모니터링 하고 있음.

41) Upper Airspace Project (고고도 공역계획)

42) Civil Aviation Flight University of China (중국 민간항공비행학원)

- ▷ 중국은 ADS-B 데이터를 시험평가하기 위하여 레이더와 ADS-B 데이터를 비교하는 시험을 두 차례 시행하였음. 첫 번째 시험은 2008년 12월에 시행되었는데 A319 항공기를 이용하여 청두에서 JiuZhai까지 90분 정도를 비행하였음. 두 번째 시험은 2009년 2월에 MianYang에서 시행되었는데, 이 때에는 항공기에 RTK 장비를 탑재하여 고정밀도 GPS 위치정보를 수집함으로써 위치오차, 위치정밀도와 같은 파라미터를 평가하였음.
- ▷ 홍콩은 ADS-B를 시범운영하고 있으며 2004년부터 분기별로 A-SMGCS 시스템을 이용하여 측량을 시작하고 2007년에 ADS-B 전용 시스템을 사용하는 시범운영을 완료함.

○ 일본의 정책동향

- ▷ 일본은 ADS-B 구현을 위한 Working Group을 결성하고 이에 대한 로드맵을 2001년에 구축한 후 실험시설 개발 및 평가시험을 진행하고 있음.
- ▷ 일본의 동경 및 나리타 공항은 MLAT⁴³⁾을 이용한 지상 감시 시범 운영을 시행 중이며, ENRI⁴⁴⁾는 2009년부터 ADS-B를 이용한 감시활동을 계획하고 있음.
- ▷ 그러나 대부분의 감시가 레이더로 가능하기 때문에 ADS-B 도입을 위한 계획은 없는 것으로 알려져 있음.

○ 인도네시아의 정책동향

- ▷ 인도네시아는 2004년에 Airservices Australia 및 SITA와 협력을 맺고 ADS-B 시범운영의 확립을 통한 ADS-B 구현 계획을 준비 중임.
- ▷ 인도네시아는 2006년에 1개 지상국 시험을 실시하였고 2010년까지 5개 지상국을 추가로 구축할 계획임.
- ▷ 또한 인도네시아는 Banda Aceh 지상국의 ADS-B 데이터를 말레이시아와 공유하는 프로그램을 제안한 상태임.

○ 베트남은 ADS-B를 2011년까지 3개의 섬에 설치하고, 2015년까지는 레이더 감

43) Multilateration

44) Electronic Navigation Research Institute (일본 전항법연구소)

시 범위 밖에 있는 비행장에 설치할 2단계 계획을 진행 중임.

○ 미국, 호주, 중국, 프랑스 등 아시아/태평양 지역의 ADS-B 활용을 고려하는 대부분의 나라들이 인접국의 FIR 사이의 감시 데이터를 공유하는 계획을 긍정적으로 검토 중임.

○ 그림 2.1.5는 세계 각국의 ADS-B 관련 진행 사항을 나타낸 것임.

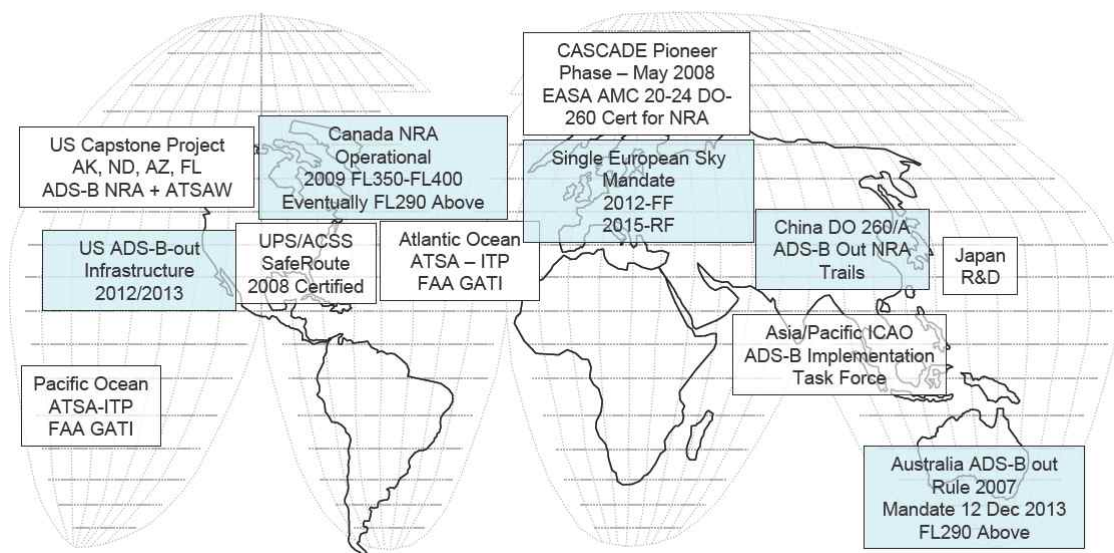


그림 2.1.5 세계 각국의 ADS-B를 활용한 감시

제3장 시장현황조사

제1절 국내 시장현황

- 항공감시용 ADS-B 시스템은 항공기와 경량항공기 및 초경량비행장치의 공역 내 비행을 감시하기 위한 시스템임. 따라서 국내 시장은 항공기에 대한 감시와 경량항공기 및 초경량비행장치에 대한 감시로 구분하여 파악할 수 있음.
- ICAO의 차세대 항행안전시설 전환 계획에 맞추어 국토해양부는 “차세대 항행안전시설 구축 기본계획”(2009년)을 수립하여 시행하고 있는데, 이 기본계획에 의하면 우리나라는 2011년부터 2016년까지 7개 지역에 ADS-B 지상 시스템을 구축하여 그림 1.2.7과 같은 인천 FIR을 비행하는 항공기를 감시할 예정임.
- 2001년부터 2008년까지 국내 항공기 등록 현황은 표 3.1.1과 같고, 2008년 12월 31일 현재 항공기 종류별 등록 현황은 표 3.1.2와 같음.
- ADS-B 탑재 시스템은 고정익 항공기와 회전익 항공기에 장착하여 사용할 수 있음.
 - ▷ 고정익 항공기의 경우 탑재를 하기 위해서는 국제 인증을 획득해야 하고, 또 항공사와 사업자마다 선호하는 ADS-B 제품 브랜드가 있어서 시장 진입이 어려운 상태임.

표 3.1.1 연도별 국내 항공기 등록현황

구 분	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08
정기운송용	177	184	178	181	176	185	196	205
부정기 및 사용사업용	60	64	67	66	73	85	100	111
자가용	46	47	45	45	48	56	126	131
합 계	283	295	290	292	297	326	422	447

표 3.1.2 국내 항공기 등록 현황

구 분		고정익	회전익	비행선	활공기	합 계
정기운송용		205	0	0	0	205
부정기 및 사용사업용		39	72	0	0	111
자가용	교육기관	29	0	0	2	31
	보도기관	0	2	0	0	2
	정부기관	1	0	0	0	1
	국가기관	2	72	0	0	74
	기타	12	10	0	1	23
총 계		288	156	0	3	447

○ 경량항공기와 초경량비행장치는 주5일제 정착과 함께 선진국형 레저스포츠에 대한 국민적 관심과 욕구의 증대로 인하여 지속적으로 성장할 것으로 기대됨.

▷ 표 3.1.3은 2009년 8월 31일 현재 경량항공기와 초경량비행장치의 등록 현황을 나타낸 것임.

표 3.1.3 비행장치의 종류별 신고현황

구 분	경량항공기					초경량비행장치		계
	체중 이동형	타면 조종형	초경량 자이로 플레인	초경량 헬리콥터	동력 패러 글라이더	기구류	무인 비행장치	
서울지방 항공청	42	198	6	3	54	45	102	450
부산지방 항공청	2	50	1	0	44	3	31	131
계	44	248	7	3	98	48	133	581

○ 경량항공기와 초경량비행장치에 대한 항공감시시스템의 도입은 “제1장 제2절 필요성”에서 언급한 바와 같이 비행장관제권과 통제 구역이나 주의 구역에 침입하는 사례가 발생하여 이로 인한 항공기와의 충돌 위험이 발생함에 따라 그 필요성이 제기되고 있음.

- 경량항공기와 초경량비행장치에 탑재되는 ADS-B 시스템은 소형이고 경량이기 때문에 송수신기의 통달거리는 10NM~20NM (Class A0 또는 Class A1 수준) 정도 일 것으로 예상됨.
- 따라서 경량항공기와 초경량비행장치의 지상감시를 위하여 다음과 같은 지역에 ADS-B 지상 시스템을 구축하여 운용할 필요가 있음.
 - ▷ 표 1.2.3에 언급된 경량항공기 및 초경량비행장치의 이착륙장에 설치할 경우 31개의 지상 시스템 구축이 예상됨.
 - ▷ 그림 1.2.1과 표 1.2.4에 나타난 경량항공기 비행경로를 따라 최대 통달거리를 20NM로 가정하여 30km 간격으로 설치할 경우 표 1.2.4의 각 지점에 대해서 ADS-B 송수신기를 추가로 설치할 필요가 있음.
- 국내 공역의 항공감시를 종합적으로 관리하기 위하여 ADS-B 서버를 포함한 ADS-B 종합상황실을 구축할 필요가 있음.
- 이와 같은 결과를 정리하면 표 3.1.4와 같이 국내 시장을 예측할 수 있음.

표 3.1.4 항공감시용 ADS-B 시스템의 국내 시장 예측

설비 구분		수 량	단가 (천원)	금액 (천원)
탑재장비	회전익 항공기	156	2,500	390,000
	경량항공기	400	2,500	1,000,000
	무인비행장치	133	2,500	332,500
지상장비	공중/지상 감시용	14	500,000	7,000,000
	경량항공기 감시용	31	500,000	15,500,000
ADS-B 종합상황실		1	4,000,000	4,000,000
합 계				28,222,500

제4장 기술동향분석

제1절 국내 기술동향

- 1990년대 후반부터 산·학·연 관련 기관이 연계하여 차세대 항행시스템에 대한 기초 연구를 수행함.
- 한국항공우주연구원을 중심으로 산·학·연 관련 기관이 2004년부터 “차세대 위성 항행시스템 핵심기술 개발”이라는 연구과제로 ADS-B 기술개발에 대한 집중적인 연구를 시작하여 2006년 국내 최초로 ADS-B 지상시험과 비행시험을 성공적으로 수행함.
- 당시 ADS-B 비행시험은 2대의 세스나 항공기에 국내 개발된 DGPS 수신기와 선박용 AIS⁴⁵⁾를 탑재하여 수행된 것으로 항공기와 항공기, 항공기와 지상 관제탑(한서대학교 태안비행장) 사이에 식별부호, 위치정보, 고도정보 등의 감시정보를 VDL 모드 4로 상호 교환하여 CDTI에 시현한 것임.

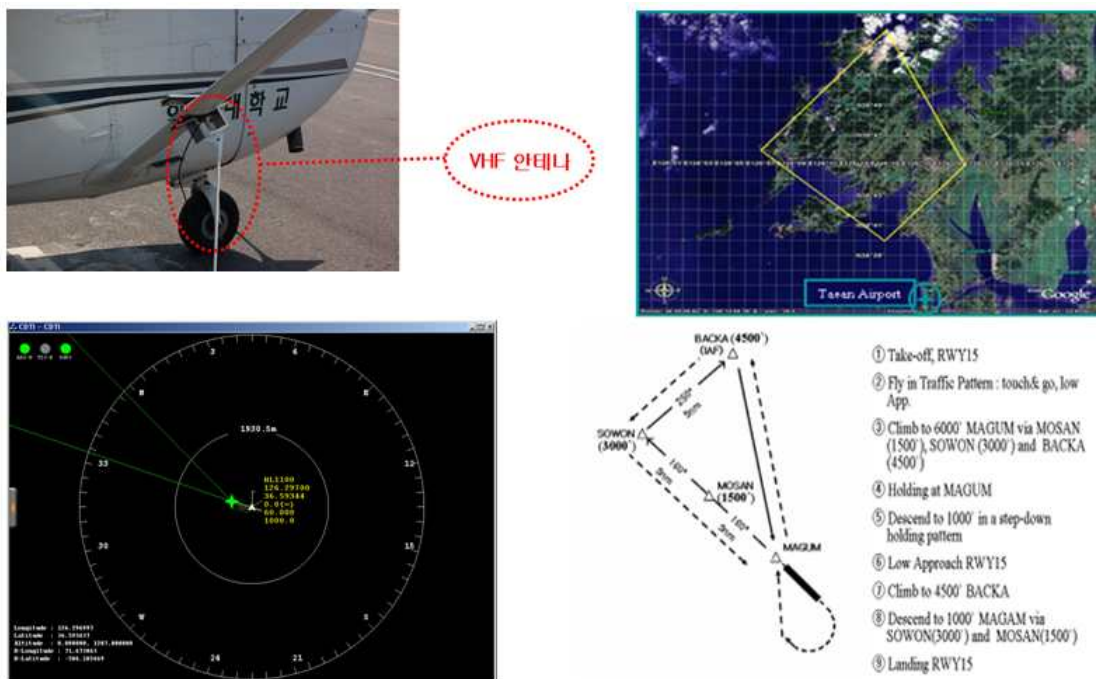


그림 2.3.1 ADS-B 비행시험 결과 자료

45) Automatic Identification System (선박자동식별시스템)

- 지상시험은 VDL 모드 4와 UAT 기반의 ADS-B를 탑재한 항공기와 차량을 운영하여 지상국에 설치된 TIS-B 응용 기능을 통해서 충돌 감지 및 경고 기능을 검증한 것임.



그림 2.3.2 ADS-B 지상시험 결과 자료

- 2008년도에는 김포공항의 PSR/SSR 및 ASDE를 연계하여 ADS-B의 지상 운용 측면을 검토하고 미국 FAA가 추진한 알래스카 지역의 CAPSTONE 프로그램에 대한 견학이 예정되어 있었으나 연구 진행 중 사업 중단 조치로 인하여 더 이상의 연구개발은 진행되지 않은 상태임.

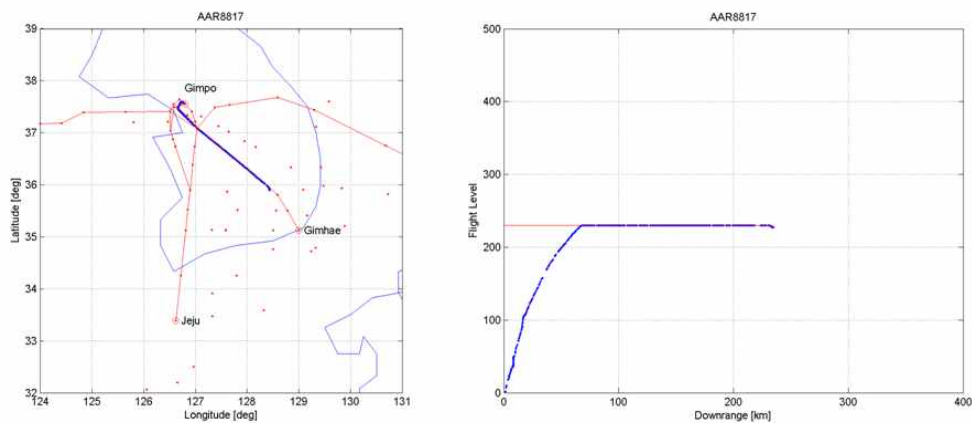


그림 2.3.3 김포공항 PSR/SSR 및 비행계획 데이터 처리 결과

- 인천국제공항에서는 2단계 건설사업 시 지상감시업무 지원용으로 지상 장비 (Mosquito) 50여대를 설치하여 2008년 6월부터 운영 중임.

제2절 국외 기술동향

- 국외의 ADS-B 기술은 FAA와 Eurocontrol의 프로젝트를 중심으로 산·학·연 협력을 통해서 진행되고 있음. ADS-B 시스템 개발 보다는 ADS-B 운용에 초점을 맞춰서 검증 및 확인(V&V⁴⁶⁾)을 수행하고 있음.
- ADS-B 요구사항 포커스 그룹 (RFG⁴⁷⁾)
 - ▷ RFG는 FAA, RTCA, Eurocontrol, EUROCAE 등의 기관으로 구성된 그룹임.
 - ▷ RFG의 주목적은 지상감시(GS⁴⁸)와 공중감시(AS⁴⁹) 응용에 대한 운용 개념과 최소 안전성 및 성능 요구사항을 규정하는 것임.
 - ▷ 이러한 GS/AS 응용을 Package-1로 명칭하고 있음.
 - ▷ ADS-B Package-1에는 ASAS⁵⁰) 운용원리에 근거하여 구현되어야 하는 초기 응용들이 포함됨.
 - ▷ RFG는 ADS-B Package-1 응용에 대해서 OSED⁵¹), SPR⁵²), INTEROP⁵³)로 구성된 문서를 작성함.
 - ▷ OSED는 AD⁵⁴) 서브그룹에서 개발하고 SPR은 SPR 서브그룹에서 개발하며 INTEROP는 두 서브그룹에서 공동으로 개발함.
 - ▷ RFG에서 개발한 문서는 RTCA와 EUROCAE를 통해서 발간됨.
- ADS-B Package-1
 - ▷ ADS-B Package-1은 운용 관점에서 ADS-B 초기 구축에 적합한 GS/AS 응용들을 포함한 패키지임.
 - ▷ GS/AS 응용은 ADS-B 응용, TIS-B 응용 또는 ASAS 응용으로 구분되는 모든 응용을 포함함.

46) Verification and Validation (검증 및 확인)

47) Requirement Focus Group (ADS-B 요구사항 포커스 그룹)

48) Ground Surveillance (지상감시), 관제사가 감시 데이터를 사용하는 응용

49) Airborne Surveillance (공중감시), 조종사가 감시 데이터를 사용하는 응용

50) Airborne Separation Assistance Systems (공중분리확인시스템)

51) Operational Services and Environment Description (운용업무 및 환경 설명)

52) Safety and Performance Requirement (안전성 및 성능 요구사항)

53) Interoperability Specification (상호운용성 규격)

54) Application Description (응용 설명)

- ▷ ADS-B는 GS/AS 응용을 가능케 하는 핵심기술이므로 GS/AS 응용에서 제안하는 바는 ATM 시스템을 향상시키기 위하여 운용적인 관점에서 ADS-B 데이터를 어떻게 사용할 것인가에 맞춰져 있음.
- ▷ ADS-B Package-1은 5개의 GS 응용과 7개의 AS 응용으로 구성됨.

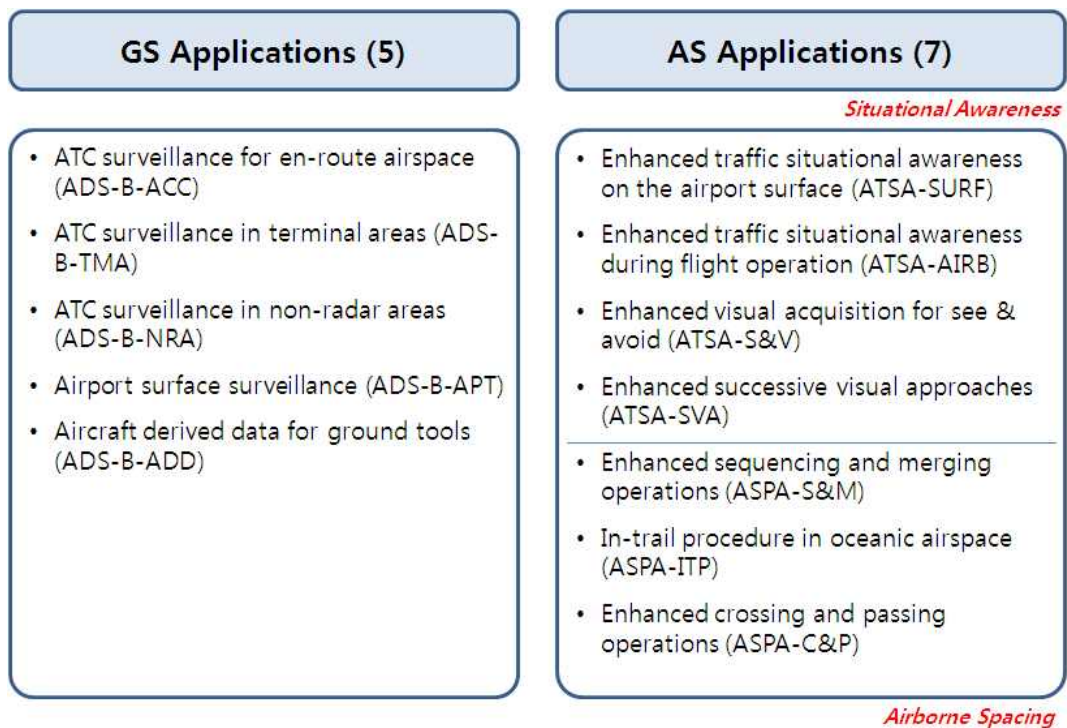


그림 4.1.1 ADS-B Package-1에서 언급한 ADS-B 응용

표 4.1.1 ADS-B Package-1의 지상감시 응용

응 용	설 명
ATC surveillance for en-route airspace (ADS-B-ACC)	- 관제사에게 레이더로 제공되는 감시 기능을 증대시키기 위한 ADS-B 응용 - 예: 하나의 레이더로 감시를 수행하는 영역에서의 ADS-B 응용
ATC surveillance in terminal areas (ADS-B-TMA)	- 관제사에게 레이더로 제공되는 감시 기능을 증대시키기 위한 ADS-B 응용 - 예: 지형에 근접한 저고도에서 감시 기능을 증대시키기 위한 ADS-B 응용
ATC surveillance in non-radar areas (ADS-B-NRA)	- 비 레이더 영역에서 관제사에게 감시 기능을 제공하기 위한 ADS-B 응용 - 예: 레이더 설치가 어려운 영역(원거리, 연안, 대양 등)에서의 항공교통정보와 분리간격 서비스를 증대시키는 ADS-B 응용
Airport surface surveillance (ADS-B-APT)	- SMGCS가 있거나 또는 없는 공항에서 지상이동을 보다 안전하고 효과적으로 관리하기 위하여 새로운 감시 정보를 제공하는 ADS-B 응용 - 항공기와 함께 지상조업차량에 대해서도 적용 가능
Aircraft derived data for ground tools (ADS-B-ADD)	- ADS-B를 통해서 제공되는 부가적인 항공기 정보를 사용하여 지상관제도구(MTCD⁵⁵), AMAN⁵⁶), DMAN⁵⁷) 등을 개발하거나 증대시키기 위한 ADS-B 응용 - CDM⁵⁸) 응용 시에도 장점이 있음

55) Medium Term Conflict Detection (중기충돌감지)

56) Arrival Manager (항공기 도착 관리도구)

57) Departure Manager (항공기 출발 관리도구)

58) Collaborative Decision Making (협력의사결정)

표 4.1.2 ADS-B Package-1의 공중감시 응용

응 용	설 명
Cat-1: Airborne Traffic Situational Awareness	
Enhanced traffic situational awareness on the airport surface (ATSA-SURF)	- 모든 기상 조건에서 조종사에게 유도로와 활주로의 교통 상황인식에 대한 증대된 기능을 제공하는 ADS-B 응용 - 목적은 지상이동 시 안전을 증대시키고 저시정 상황에서 이동시간을 단축시키는 것임
Enhanced traffic situational awareness during flight operations (ATSA-AIRB)	- 시정조건에 상관없이 조종사에게 교통 상황인식에 대한 향상된 기능을 제공하는 ADS-B 응용 - 목적은 비행 안전성과 항공교통관제의 효율성을 향상시키는 것임
Enhanced visual acquisition for see & avoid (ATSA-S&A)	- 관제사로부터 분리간격 서비스가 제공되지 않을 때 조종사가 충돌방지 업무를 수행할 수 있도록 도움을 주는 ADS-B 응용 - 목적은 “See & Avoid” 기능을 통하여 보다 안전한 비행을 가능하게 하는 것임
Enhanced successive visual approaches (ASTA-SVA)	- 조종사가 앞선 항공기와 시간적으로 분리간격을 유지하면서 연속적인 시계 접근을 수행할 수 있도록 도움을 주는 ADS-B 응용 - 목적은 활주로 점유율을 증대시키기 위한 연속적인 시계 접근 절차를 수행하고 보다 안전한 운용을 지원하는 것임
Cat-2: Airborne Spacing	
Enhanced sequencing & merging operations (ASPA-S&M)	관제사와 조종사 사이의 항공교통의 순서조정(Sequencing) 및 중첩항적 처리(Merging)와 관련된 업무를 재분배하는 ADS-B 응용
In-trail procedure in oceanic airspace (ASPA-ITP)	- ITP는 레이더가 없는 대양공역에서 ADS-B를 장착한 항공기가 일렬(In-Trail)로 비행할 때 서로 다른 비행 고도로 상승 또는 하강하는 것을 허용하는 절차 - 목적은 보다 빠른 주기로 비행고도 변경을 이용함으로써 대양공역의 사용을 향상시키는 것임
Enhanced crossing & passing operations (ASPA-C&P)	- 목적은 관제사에게 충돌을 방지하기 위한 새로운 지침을 제공하여 관제사의 가용성을 증가시키는 것임 - 예를 들면 조종사가 적절한 HMI를 사용하여 주어진 분리간격을 유지하면서 교차진로(Crossing)로 비행하거나 통과(Passing)하는 업무를 수행

제3절 기술기준

1. 국내 기술기준

- 국내 ADS-B 관련 기술기준은 국가법령과 고시를 통하여 제공되고 있음.
 - ▷ 항공법 (법률 제9780호, 시행 2009.09.10)
 - ▷ 항공법 시행령 (대통령령 제21719호, 시행 2009.09.10)
 - ▷ 항공법 시행규칙 (국토해양부령 제164호, 시행 2009.09.10)
 - ▷ 항공정보통신시설의 설치 및 기술기준 (국토해양부고시 제2009-344호)
 - ▷ 항행안전무선시설의 설치 및 기술기준 (국토해양부고시 제2009-1047호)
 - ▷ 항행안전시설 성능적합증명 검사 기술기준 (국토해양부고시 제2009-355호)
 - ▷ 항행안전시설 관리 및 운영규정 (국토해양부고시 제2009-1046호)

2. 국제 기술기준

가. ICAO SARPs⁵⁹⁾

- ADS-B와 관련된 ICAO 기술기준은 ICAO 부속서와 Doc로 제공되고 있음.
 - ▷ Annex 10, Volume III, Part I
 - ▷ Doc 9871, Technical Provisions for Mode S Services and ES
 - ▷ Doc 9816, Manual on VHF Data Link (VDL) Mode 4
 - ▷ Circular 311, Assessment of ADS-B to Support ATS and Guidelines for Implementation

59) Standards and Recommended Practices (표준 및 권고이행)

나. RTCA 기술기준

- ADS-B와 관련된 RTCA 기술기준은 그림 2.3.2과 같이 “Application MASPS⁶⁰⁾,” “Functional MASPS” 및 “Standards MOPS⁶¹⁾”의 세 가지 형태로 제공됨.

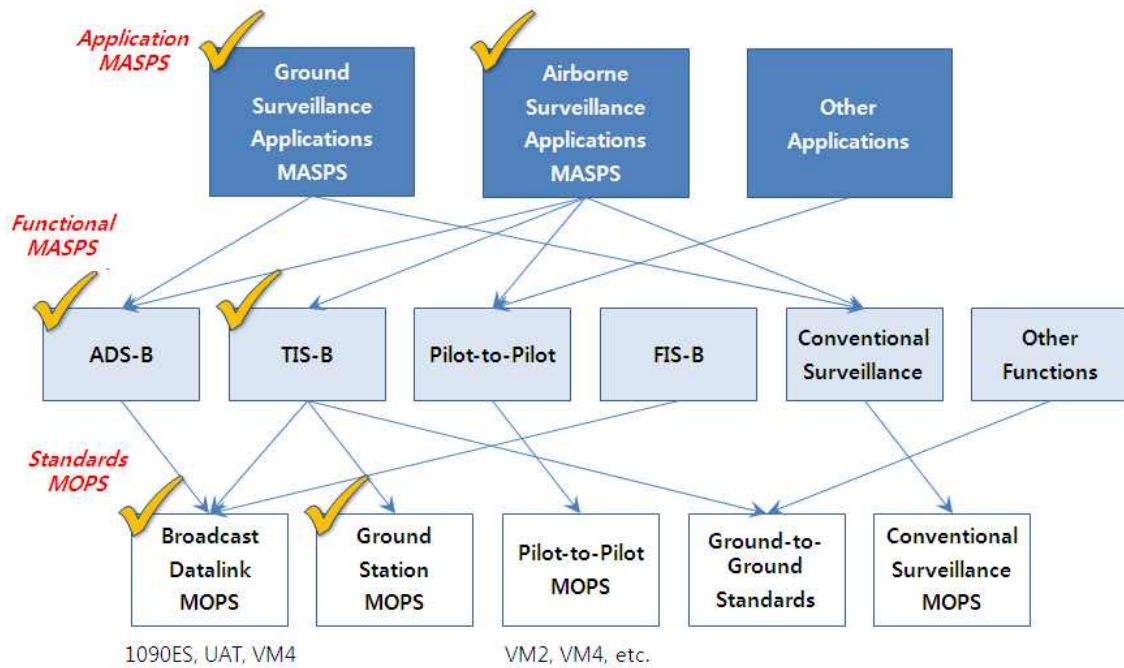


그림 2.3.2 RTCA 기술기준들의 관계

○ Application MASPS

- ▷ DO-289, Minimum Aviation System Performance Standards for Aircraft Surveillance Applications (ASA), 2003
- ▷ DO-317, Minimum Aviation System Performance Standards for Aircraft Surveillance Application Systems (ASAS), 2009

○ Functional MASPS

- ▷ DO-242A, Minimum Aviation System Performance Standards for Automatic Dependent Surveillance Broadcast (ADS-B), 2002

60) Minimum Aviation System Performance Standards (항공 전자장비 최소성능표준)

61) Minimum Operation Performance Standards (항공 전자장비 최소운용성능표준)

- ▷ DO-286B, Minimum Aviation System Performance Standards (MASPS) for Traffic Information Service – Broadcast (TIS-B), 2007

○ Standards MOPS

- ▷ DO-260, Minimum Operational Performance Standards for 1090 MHz Automatic Dependent Surveillance – Broadcast (ADS-B), 2000
- ▷ DO-260B, Minimum Operational Performance Standards for 1090 MHz Extended Squitter Automatic Dependent Surveillance – Broadcast (ADS-B) and Traffic Information Services – Broadcast (TIS-B), 2009
- ▷ DO-282B, Minimum Operational Performance Standards of Universal Access Transceiver (UAT) Automatic Dependent Surveillance – Broadcast (ADS-B), 2009
- ▷ DO-302, Minimum Operational Performance Standards (MOPS) for Surveillance Transmit Processing (STP), 2006

○ Safety, Performance and Interoperability Requirements Document

- ▷ DO-303, Safety, Performance and Interoperability Requirements Document for the ADS-B Non-Radar-Airspace (NRA) Application, 2006
- ▷ DO-312, Safety, Performance and Interoperability Requirements Document for the In-Trail Procedure in Oceanic Airspace (ATSA-ITP) Application, 2008
- ▷ DO-314, Safety, Performance and Interoperability Requirements Document for Enhanced Visual Separation on Approach (ATSA-VSA), 2008
- ▷ DO-318, Safety, Performance and Interoperability Requirements Document for Enhanced Air Traffic Services in Radar-Controlled Areas Using ADS-B Surveillance (ADS-B-RAD), 2009
- ▷ DO-319, Safety, Performance and Interoperability Requirements Document for Enhanced Traffic Situational Awareness During Flight

Operations (ATSA-AIRB), 2010

다. EUROCAE 기술기준

○ EUROCAE는 VDL 모드 4와 관련된 기술기준을 제공하고 있음.

- ▷ ED-108A, Minimum Operational Performance Specification for VDL Mode 4 Aircraft Transceiver, 2001
- ▷ ED-156, ADS-B Application Interoperability Requirements for VDL Mode 4, 2008
- ▷ ED-128, Guidelines for Surveillance Data Fusion in Advanced Surface Movement Guidance and Control Systems (A-SMGCS) Levels 1 and 2, 2007

라. FAA

○ FAA는 ADS-B와 관련하여 다음과 같은 TSO⁶²⁾를 제공하고 있음.

- ▷ TSO-C154b, UAT ADS-B Equipment Operating on the Frequency of 978 MHz
- ▷ TSO-C166a, Extended Squitter ADS-B and TIS-B Equipment Operating on the Frequency of 1090 MHz

62) Technical Standard Orders (기술표준규칙)

제5장 국내 기술수준 및 역량분석

제1절 국내 기술수준

- 국내 기술수준을 분석하기 위해서 ICAO와 RTCA 및 EUROCAE 기술기준을 토대로 항공감시용 ADS-B 핵심기술에 대한 기술항목을 다음과 같이 식별함.
 - ▷ 항공감시용 ADS-B 핵심기술은 크게 원천/공통기술과 부품/시제품기술 및 응용기술로 구분할 수 있음.
 - ▷ 원천/공통기술은 ADS-B, TIS-B 및 FIS-B 기능 분석 및 설계에 필요한 기술로 항공감시용 데이터링크, 데이터 생성, 데이터 처리, 데이터 융합 및 사용자 인터페이스를 포함함.
 - ▷ 부품/시제품기술은 하드웨어 및 소프트웨어를 제작하기 위한 기술과 통합 및 적합성 시험평가 기술을 포함함.
 - ▷ 응용기술은 ADS-B 시스템을 이용한 지상감시(GS)와 공중감시(AS) 응용기술로 본 연구개발에서 다루고자 하는 항로, 터미널 및 비행장 공역에 대한 응용을 포함함.
 - ▷ 각 기술항목의 세부기술은 본 연구개발의 세부과제에서 다루고자 하는 범위로 제한함.
- 기술수준의 평가척도는 표 5.1.1과 같이 5단계로 구분하여 평가함.

표 5.1.1 기술수준 평가척도

기술수준	기호	평 가 척 도
기초단계	▼	• 시스템의 기본 원리를 이해 • 시스템의 운용 개념과 응용을 이해
실험단계	▽	• 시스템의 운용 개념과 응용을 분석하고 시뮬레이션으로 검증 • 연구실 수준에서 시스템 구성요소를 구현하여 기능 검증
시작품단계	○	• 시작품을 제작하여 실제 환경 또는 운용 환경에서 시험
제품단계	◎	• 최종 형상이 결정되어 실용화 단계에 진입 (인증 및 표준화)
양산단계	●	• 실제 환경에 설치되어 성공적으로 운용 (양산)

○ 항공감시용 ADS-B 시스템과 관련된 국내 기술수준은 표 5.1.2와 같음.

표 5.1.2 국내 기술수준 분석

분야 및 기술항목			기술 수준
대 분 류	중 분 류	소 분 류	
원천/공통 기술	항공감시용 데이터링크	• 1090MHz 확장 스쿼터	▼
		• UAT	▼
		• VDL 모드 4	▽
	데이터 생성	• ADS-B 메시지	▽
		• TIS-B/FIS-B 메시지	▼
	데이터 처리	• ADS-B 보고	▼
		• ASAS, 충돌감시 등	▽
	데이터 융합	• 선택에 의한 데이터 융합	○
		• 필터에 의한 데이터 융합	▽
	사용자 인터페이스	• Moving Map	○
		• 감시데이터 디스플레이	○
부품/시제품 기술	안테나	• 항공기 탑재용 안테나	▽
		• 지상국 안테나	◎
	송수신 장비	• 항공기 탑재 송수신 장비	▽
		• 지상국 송수신 장비	◎
	CDTI	• MFD 또는 EFB 기반의 CDTI	▽
		• PDA 기반의 CDTI	▽
	지상 관리	• 원격제어 및 모니터링	○
		• 통합 서버 관리 및 데이터 분배	○
	통합 및 설치	• 표준 인터페이스 및 시스템 통합	○
		• 설치환경 분석 및 설치	○
응용 기술	항로 공역 감시	• 운용 안전성 분석 및 평가	▼
		• 운용 성능 분석 및 평가	▼
	터미널 공역 감시	• 운용 안전성 분석 및 평가	▼
		• 운용 성능 분석 및 평가	▼
	비행장 공역 감시	• 운용 안전성 분석 및 평가	▼
		• 운용 성능 분석 및 평가	▼

○ 표 5.1.2의 분석 결과에 의하면 원천/공통기술 중 항공감시용 데이터링크 관련 기술과 응용기술이 상대적으로 수준이 낮음.

▷ 항공감시용 데이터링크 기술은 주파수 확보 문제로 인해 기술개발에 어려움이 있는 것으로 분석됨.

▷ 응용기술의 경우 항로, 터미널 및 비행장 공역은 일반적으로 접근하기 어려운 보안지역으로 연구개발에 어려움이 있는 것으로 분석됨.

▷ 따라서 본 연구개발 수행 시 항공감시용 데이터링크의 주파수 확보 문제와 실제 환경에서의 운용 시험은 국가적 차원에서 협조되어야 할 것으로 사료됨.

제2절 국내 연구개발 역량

○ 국내 연구개발 역량은 표 5.2.1과 같이 차세대 항행시스템과 관련한 기업, 대학, 연구소 및 정부기관의 네트워크로 정리할 수 있음.

표 5.2.1 국내 연구개발 인프라

구 분	연구개발 역량	대 표 기 관
정 부	• 민·군 관제사 다수 보유 • 항로, 접근 및 비행장 관제시스템 운용 • ICAO 국제회의 참여	국토해양부 항공정책실
연구소	• 연구 인력 다수 보유 • 대형 복합 시스템 개발 능력 • 차세대 항행시스템 연구개발 경험 • 레이더 추적 및 관제 장비 개발	한국항공우주연구원 한국교통기술연구원
공사/공단	• 항행시설 실무자 및 연구 인력 다수 보유 • 항행시설, 관제장비 등 운용 및 유지관리 • 항행시설, 항공안전 관련 연구개발 경험	인천국제공항공사 한국공항공사 교통안전공단
항공사	• 조종사·정비사 등 다수 보유 • 항공기용 ADS-B 탑재장비 운용	대한항공 아시아나항공
대학/학회	• 차세대 항행시스템 관련 원천기술 연구 • 전문 인력양성 및 배출	한국항공대학교 한서대학교
산업체	• 기업부설연구소 연구인력 • 정보통신, IT 분야의 우위 기술 보유 • 중소기업 위주의 ADS-B 개발 경험	삼성 SDS, LG CNS, LIG넥스원, 사라콤, 두시텍, 파인텔레콤 등

제6장 SWOT 분석

제1절 내부역량과 외부환경

1. 내부역량

가. 강점 요인

- 국내에 설치된 항행시설과 항공관제시설은 세계 최고 수준이고 운영 경험도 상당한 수준에 이르고 있어 운영 기술과 노하우를 해외에 수출하고 있음.
- 일반 정보통신 분야와 군 통신 분야의 데이터링크 기술은 국산화 및 실용화 단계에 있어서 항공감시 데이터링크의 개발에 적용 가능함.
- 국내 IT 기반 기술은 세계 최고 수준이고, 정부 차원에서 항공+IT 융합 기술을 新성장 동력의 하나로 선정하여 “저탄소·녹색성장”을 추진하고 있음.

나. 약점 요인

- 국내 항공감시 레이더와 항공교통관제시스템은 전량 해외 도입하여 운용 중이며 해외 기술 의존도가 높음.
- 국내 연구개발 추진 시 산학연관 협력체계를 구축해 왔으나 상호 긴밀한 연계가 이루어지지 않아 시너지 효과가 미흡함.
- 차세대 항행시스템에 대한 산발적인 지원 체계와 중장기적인 기술 로드맵의 부재로 인하여 연구개발의 연속성이 떨어짐.
- 대학과 연구소를 중심으로 한 항공감시 관련 연구는 산업 현장에 적용하기에는 부족한 기초 연구 수준에 머무르고 있고 원천기술 또한 부족한 상태임.
- 항공감시용 ADS-B 시스템 개발은 주로 중소기업을 위주로 정부기관, 공사 또는 연구소의 용역 형태로 수행하고 있으며 대기업은 소극적인 자세로 관망하고 있음. 산업체의 선행연구개발과 제품화 및 사업화는 거의 없는 상태임.

2. 외부환경

가. 기회 요인

- 전 세계적으로 차세대 항행시스템으로의 전환계획이 수립되어 초기 구축 및 이행 단계에 있음.
- 기술 선진국도 아직 기술개발 진행 중에 있으며 궁극적으로는 2025년경이 되어야 차세대 항행시스템으로의 완전한 전환이 이루어질 것으로 예상됨. 따라서 우리나라는 차세대 항행시스템 분야의 후발 주자이지만 추후 10년간 연구개발을 적극적으로 추진함으로써 기술 선진국으로 진입할 수 있는 여력이 있음.
- 인천국제공항은 2006년부터 4년 연속으로 “세계최고공항(Best Airport in the World)”으로 선정됨에 따라 국제 사회에서 국내 항공기술에 대한 인지도가 높음. 또한 삼성전자, LG전자 등 가전제품 분야의 적극적인 해외 진출과 양질의 사후 서비스로 인하여 국내 기술력에 대한 신뢰도와 평판이 좋음.

나. 위협 요인

- 기술 선진국의 항공분야의 첨단기술 보호정책으로 인하여 기술 추월에 한계가 있음.
- 항공감시용 ADS-B와 관련된 표준을 기술 선진국이 선점함에 따라 기술적으로 종속될 가능성이 있음.
- 운송용/화물용 항공기의 경우 항공기 장착을 위해서는 ICAO SARPs와 관련 기술기준에 따라 FAA 형식인증을 획득해야 함. 또한 항공사마다 탑재 장비 선정시 나름대로 선호하는 브랜드와 제품군이 있어서 진입 장벽이 높음.
- 항공감시용 ADS-B 시장은 수요가 제한적이고 이미 해외 대기업이 선점하고 있음. 따라서 국내 대기업 또는 중소기업이 시장에 진출하기에는 해외 대기업과 경쟁해야 하는 어려움이 있고 경제성도 낮음.

제2절 미래시장 대응전략

1. 시사점

- 앞서 언급한 연구개발 여건에서 항공감시용 ADS-B 시스템에 대한 시사점은 다음과 같음.
- 산학연관 각 분야별로 분산된 역량을 집중할 필요가 있음.
 - ▷ 항행시설, 운용능력, 항공운항실적 등 세계적 수준의 항공 인프라를 보유하고 있으나 연구개발 능력과 산업화 능력은 미비함.
 - ▷ 따라서 대학, 연구소의 연구개발 역량을 강화하고 산업체의 적극적인 활동을 유도할 수 있는 안정적인 지원 체계의 구축이 필요함.
- 국가적인 차원에서 각 기관의 장점을 살려 기능과 역할을 분담하고 상호보완적인 관계를 설정할 필요가 있음.
 - ▷ 항공감시용 ADS-B 시스템 개발 및 구축은 획득계획 수립에서부터 원천기술 개발, 시스템 설계, 제작, 통합, 시험 및 양산에 이르기까지 어느 한 기관이 전담하기에는 한계가 있음.
 - ▷ 따라서 항공감시용 ADS-B 시스템 개발을 위한 정부, 연구소, 대학, 공사, 산업체 사이의 연계 협력과 지속적인 교류를 위한 방안이 필요함.
- 기술 종속 탈피를 위한 원천기술 개발 방안이 필요함.
 - ▷ 항공감시용 ADS-B와 관련한 국내 연구논문 및 석·박사 학위논문은 10편 내외로 거의 없는 상태임.
 - ▷ 원천기술 개발을 위한 전문 연구 인력과 연구개발 환경 및 도구도 부족한 상태임.
 - ▷ 따라서 원천기술 확보를 위한 중장기 기술로드맵과 지속적인 지원 체계 구축이 필요함.

○ 기술력 유지를 위한 국내 산업 인프라 구축이 필요함.

▷ 연구개발을 통한 시제품 제작에 그치는 것이 아니라 현장에서 사용할 수 있도록 제품화하고 이를 지속적으로 공급할 수 있는 사업화가 필요함.

▷ 이를 위해서 항공감시용 ADS-B 시스템을 총괄적으로 개발하고 양산할 능력을 보유한 산업체의 적극적인 참여가 요구됨.

2. 대응전략

○ 이러한 시사점을 토대로 표 6.2.1과 같이 항공감시용 ADS-B 시스템에 대한 미래시장 대응전략을 수립할 수 있음.

표 6.2.1 항공감시용 ADS-B 시스템에 대한 미래시장 대응전략

내 부 역 량 외 부 환 경	강점 (S) • 세계 최고 수준의 항행안전시설과 시스템 운영 경험 • 정보통신과 IT 기반 기술의 경쟁력 우위 • 정부 차원의 항공+IT 융합 기술 지원	약점 (W) • 시설 구축 및 연구개발의 높은 해외 기술 의존도 • 산학연관 연구기반의 연계 부족 • 산발적인 지원 체계와 중장기적인 기술 로드맵의 부재 • 기초연구 및 원천기술의 열세 • 대기업의 소극적 자세와 중소기업의 시장진입 여력 부족
기회 (O) • 전 세계적인 전환계획 수립 및 이행 • 기술 선진국의 기술개발 미완성 • 국내 항공 기술력과 사후 서비스에 대한 높은 인지도와 신뢰도	SO전략 (우선수행 과제) • 정보통신 및 IT 기반 기술을 활용한 ADS-B 시스템 핵심기술개발 • 역량 집중 및 강화를 위한 산학연관 연계 협력 및 교류 체계 구축	WO전략 (우선보완 과제) • 해외기술 컨설팅 또는 교육을 통한 ADS-B 시스템의 최신 기술동향 파악 및 습득
위협 (T) • 기술 선진국의 첨단기술 보호정책 • 기술 선진국의 표준 선점에 따른 기술 종속 가능성 • 탑재 장비 개발 시 형식인증 획득 필요 • 해외 시장 진출 시 높은 진입 장벽 • 제한된 수요에 따른 낮은 경제성	ST전략 (위협포함 과제) • ADS-B 시스템의 제품화 및 사업화 추진 • 지상 장비를 우선적으로 제품화하여 국내 시장에 진출	WT전략 (장기보완 과제) • 전문 인력 양성과 원천기술 개발을 위한 중장기 기술로드맵 수립 및 지속적인 지원 체계 구축 • 정부 지원을 통한 인증 및 신뢰성 확보 • 국제 시장 진출을 위한 경쟁력 확보

제7장 비전 및 목표 수립

○ “제6장 SWOT 분석”을 통해서 얻어진 연구개발 여건과 미래시장 대응전략을 기반으로 다음과 같이 비전을 정의함.

▷ 비전 : 항공감시용 ADS-B 핵심기술개발을 통한 항공감시기술 선진화

○ “항공감시기술 선진화”란 전 세계적인 차세대 항행시스템으로의 전환 추세에 따라 차세대 항공감시 시스템의 개발과 더불어 이를 획득하기 위한 적합성 평가기술 및 운용 기술의 향상을 통하여 항공교통 산업의 성장을 도모하고 국제적인 기술 경쟁력을 확보하는 것을 의미함.

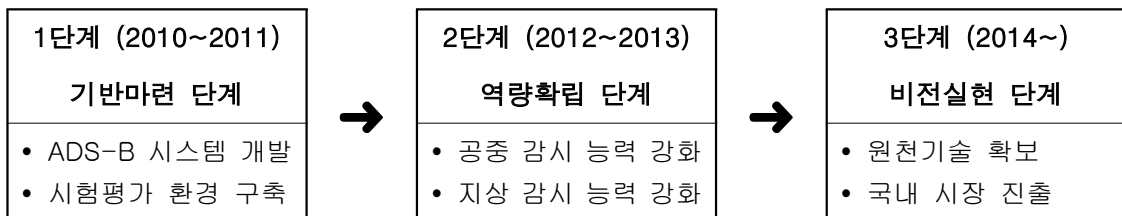
○ 이에 비전을 실현하기 위한 목표를 표 7.1.1과 같이 정의함.

표 7.1.1 항공감시용 ADS-B 핵심기술개발의 목표

목 표	주 요 내 용
ADS-B 개발기술 선진화	항공감시용 ADS-B 시스템 개발을 통하여 항공감시 성능을 향상시키고자 하는 목표
ADS-B 시험평가기술 선진화	개발된 항공감시용 ADS-B 시스템의 기능 및 성능 요구사항 충족 여부를 평가하는 기술을 선진화하고자 하는 목표
ADS-B 운용기술 선진화	차세대 항공감시시스템을 항공교통업무에 적용하기에 앞서 가능한 운용 시나리오에 대하여 운용 안전성과 운용 성능을 평가하여 항공교통업무 적용 타당성을 확인하고자 하는 목표

○ 각 목표를 달성하기 위한 추진전략을 단계별로 나타내면 표 7.1.2와 같음.

표 7.1.2 단계별 추진전략



제8장 세부과제 구성

제1절 ADS-B 응용 선정

- 그림 1.2.8의 항공감시시스템 선정 절차와 그림 1.3.1의 기획연구 수행절차에 따라 먼저 국제 기술기준의 ADS-B 응용을 선정하고 그에 따른 세부과제를 도출하고자 함.
- 표 4.1.1과 표 4.1.2의 ADS-B Package-1 응용 중에서 ADS-B 기술 선진국의 선행 연구결과와 경험을 바탕으로 ADS-B 응용의 우선순위를 결정하고자 함.
- Eurocontrol의 ADS-B 구축 로드맵(그림 2.3.2 참조)에 의하면 ADS-B 기술 선진국에서는 다음의 순서로 ADS-B 응용을 추진하고 있음.
 - ▷ ADS-B-NRA
 - ▷ ADS-B-RAD, ATSA-VSA, ATSA-ITP
 - ▷ ADS-B-APT, ADS-B-ADD, ATSA-SURF, ATSA-AIRB
- ADS-B Package-1 응용 중에서 다음과 같은 국내 실정을 고려하여 본 연구개발에서 수행할 ADS-B 응용을 선정함.
 - ▷ 공중감시 응용은 ADS-B IN 기능을 필요로 하기 때문에 추진과제 선정 시 지상감시 응용을 우선적으로 고려함.
 - ▷ 국내 모든 공역은 레이더에 의해서 감시 가능하므로 “1. ADS-B를 이용한 비 레이더 공역에서의 감시 응용 (ADS-B-NRA)”는 추진과제로 적합하지 않음.
 - ▷ 국내 공역에는 대양공역이 없으므로 “4. ADS-B를 이용한 대양공역에서의 In-Trail 절차 (ATSA-ITP)”는 추진과제로 적합하지 않음.
 - ▷ “6. ADS-B 부가 데이터를 이용한 관제 응용 (ADS-B-ADD)”의 경우 기술 선진국에서도 아직 추진하지 않고 있으므로 본 과제의 추진과제로 적합하지 않음.
 - ▷ “3. ADS-B와 CDTI를 이용한 접근 절차 응용 (ATSA-VSA)”와 “8. 공중에

서 조종사의 상황인식 향상(ATSA-AIRB)”의 경우 항공사 및 조종사의 적극적인 참여가 필요한데 이는 현 국내 연구개발 여건상 이행하기 어려울 것으로 판단됨.

- 최종적으로 본 과제에서 수행될 ADS-B 응용은 다음과 같음.

표 8.1.1 선정된 ADS-B 응용

우선순위	ADS-B 응용	관련 기술기준
1	레이더 공역에서의 ADS-B 응용 (ADS-B-RAD)	RTCA DO-318
2	공항의 지상이동지역에서 상황인식 향상 (ATSA-SURF)	2010년 발간 예정

제2절 세부과제 선정

- 표 8.1.1과 같이 선정된 ADS-B 응용의 가용성, 무결성 및 비용 대 성능 효과를 검증하기 위해서 필요한 세부과제는 다음과 같음.
- 세부과제 1 : ADS-B 시스템 개발
 - ▷ 항공안전운항 향상과 항공감시 성능 향상을 위한 ADS-B 시스템을 개발하는 세부과제임.
- 세부과제 2 : ADS-B 적합성 시험
 - ▷ 개발된 ADS-B 시스템의 기능 및 성능 요구사항에 대한 적합성을 검증(Verification)하기 위한 인증 및 성능적합증명 절차를 개발하는 세부과제임.
- 세부과제 3 : ADS-B 운용 시험
 - ▷ 인증된 ADS-B 시스템을 사용하여 선정된 응용을 평가함으로써 ADS-B 시스템이 항공교통업무에 적용 가능한지 확인(Validation)하기 위한 세부과제임.
- 각 세부과제에 대한 상세 설명은 제9장에서 다루기로 함.

제9장 세부과제 분석

제1절 세부과제 개요

1. ADS-B 시스템 개발

○ “ADS-B 시스템 개발”은 표 8.1.1와 같이 선정된 ADS-B 응용을 수행하기 위해서 필요한 최소한의 ADS-B 장비를 개발하는 것임.

▷ “ADS-B 시스템 개발”은 “제4장 제3절 기술기준”에서 언급한 국내 기술기준과 국제 기술기준을 준수하여 개발되어야 함.

○ 개발될 ADS-B 시스템은 그림 9.1.1과 같이 4개의 요소로 구성됨.

- ▷ ADS-B 탑재 장비
- ▷ ADS-B 지상 장비
- ▷ ADS-B 모니터링 장비
- ▷ ADS-B 서버

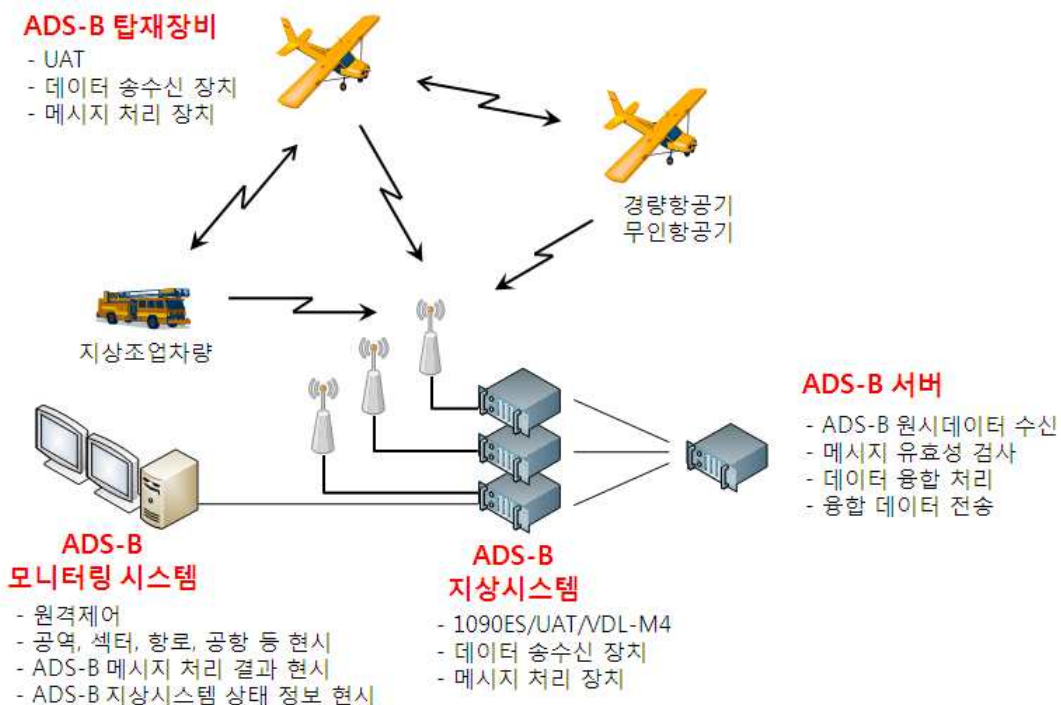


그림 9.1.1 개발될 ADS-B 시스템의 구성요소

- 표 8.1.1의 ADS-B 응용은 지상감시에 초점이 맞추어져 있으므로 개발될 ADS-B 지상 시스템도 탑재 장비보다는 지상 장비와 모니터링 장비 및 서버에 중점을 두어 개발하고자 함.

가. ADS-B 탑재 장비

- 국내 공역을 비행하는 항공기는 운송용과 일반항공용으로 구분할 수 있는데, 현재 국제적으로 운송용에는 1090ES ADS-B를 사용하고 일반항공용에는 UAT ADS-B를 사용하는 추세임.

○ 1090ES ADS-B 탑재 장비

- ▷ 국내 공역을 비행하는 운송용 항공기의 경우 이미 1090ES ADS-B 장비를 장착한 항공기가 상당수 있음.
- ▷ 일반적으로 각 항공사마다 선호하는 1090ES ADS-B 장비 제조사가 있음.
- ▷ 운송용 항공기에 장착되는 1090ES ADS-B 장비는 인증(Certification) 절차를 필요로 하는데 이는 본 연구개발의 범위를 벗어남.
- ▷ 따라서 1090ES ADS-B 탑재 장비 개발은 본 연구개발에서 다루지 않음.

○ UAT (또는 VDL Mode 4) ADS-B 탑재 장비

- ▷ 2009년 6월에 개정된 국내 항공법은 경량항공기에 항공기 식별용 트랜스폰더 등의 무선설비를 의무 장착하도록 정하고 있음.
- ▷ 국내 일반항공의 안전 운항을 향상시키기 위하여 ADS-B 기반의 감시 체계 구축이 필요한데, 국제적인 추세가 VDL 모드 4와 UAT 데이터링크를 선호하고 있음.
- ▷ 국내 일반항공의 ADS-B 시스템은 국내 공역에서만 사용하게 되므로 국제 인증보다는 국내 인증 또는 승인을 통하여 운용될 것으로 판단됨.
- ▷ 따라서 본 연구개발에서는 UAT 또는 VDL Mode 4 ADS-B 탑재 장비를 1차년도 연구 시 선정하여 개발하고자 함.

- ADS-B 탑재 장비는 안테나, 송수신기, 메시지 처리기 및 CDTI로 구성됨.

- 개발되는 UAT ADS-B 탑재 장비는 경량항공기, 초경량항공장치, 헬기, 무인항공기, 지상조업차량 등에 휴대 또는 장착될 수 있도록 소형, 경량이어야 하고, 배터리 등으로 전원을 공급할 수 있어야 함.

나. ADS-B 지상 장비

- ADS-B 지상 장비는 안테나, 송수신기, 메시지 처리기로 구성됨.
- ADS-B 지상 장비는 1090ES, UAT (또는 VDL Mode-4) 데이터링크를 지원할 수 있도록 개발되어야 함. (그림 9.1.2 참조)



그림 9.1.2 ADS-B 다중채널 수신기의 예 (탈레스社の AS685)

- ADS-B 지상 장비 중 송수신기는 주/예비 형태의 이중화를 지원할 수 있도록 개발되어야 함.
- 1090ES ADS-B의 경우 Version Zero(0)와 Version One(1)을 모두 처리할 수 있어야 함.
 - ▷ 1090ES ADS-B의 Version Zero(0)는 ADS-B 메시지를 송수신하여 처리하는 시스템이고 Version One(1)은 ADS-B 메시지와 TIS-B 메시지를 송수신하여 처리하는 시스템임.

- ADS-B 지상 장비는 ADS-B 메시지 처리 기능 외에 TIS-B 메시지 처리 기능과 기상 정보 등의 FIS-B 메시지 처리 기능을 수행할 수 있어야 함.

다. ADS-B 모니터링 장비

- ADS-B 모니터링 장비는 ADS-B 지상 장비의 운용 상태를 모니터링 하는 장비임.
- ADS-B 모니터링 장비는 그림 9.1.3과 같이 데스크톱 형태의 워크스테이션급 컴퓨터와 21인치 이상의 듀얼 모니터로 구성됨.
 - ▷ ADS-B 모니터링 장비는 COTS 플랫폼을 사용하여 구성함.
 - ▷ 워크스테이션급 컴퓨터는 주/예비 이중화 형태로 구성되어야 함.

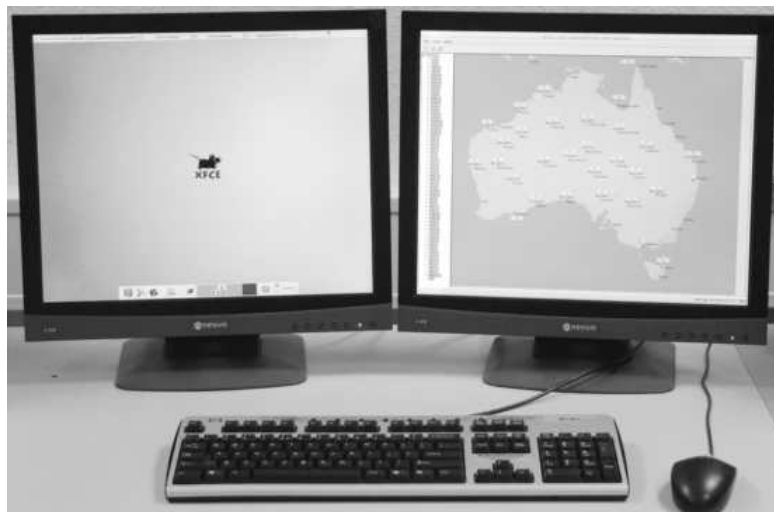


그림 9.1.3 ADS-B 모니터링 장비 예

- ADS-B 모니터링 장비가 제공해야 하는 최소한의 기능은 다음과 같음.
 - ▷ 공역, 섹터, 항로, 지형, 공항 등의 정보를 도시
 - ▷ ADS-B 지상 장비별 ADS-B 메시지 처리 상태 도시
 - ▷ ADS-B 지상 장비별 장애 상태 도시
 - ▷ SNMP를 이용한 원격제어

라. ADS-B 서버

- ADS-B 서버는 ADS-B 지상 장비로부터 수신된 감시 정보를 통합 처리하여 분배하는 장비임.
- ADS-B 서버는 랙 타입의 서버와 19인치 모니터로 구성됨.
 - ▷ ADS-B 서버는 COTS 플랫폼을 사용하여 구성함.
 - ▷ ADS-B 서버는 주/예비 이중화 형태로 구성되어야 함.
 - ▷ 19인치 모니터는 ADS-B 서버의 통제 및 유지보수를 위한 것으로 19인치 표준 랙에 설치 가능해야 함.
 - ▷ 19인치 표준 랙은 유지보수에 용이한 형태로 제공되어야 함.
 - ▷ 전원은 무정전전원장치(UPS)를 사용하여 제공되어야 함.
- ADS-B 서버가 제공해야 하는 최소한의 기능은 다음과 같음.
 - ▷ 수신된 ADS-B 데이터의 유효성 검증
 - ▷ 원시 데이터 및 처리 데이터의 저장 및 재생
 - ▷ 수신된 ADS-B 데이터의 통합 처리
 - ▷ 통합 처리된 ADS-B 데이터의 분배
 - ▷ ASTERIX CAT021과 CAT023을 이용하여 타 시스템과 데이터 송수신

2. ADS-B 적합성 시험

- “ADS-B 적합성 시험”은 “제4장 제3절 기술기준”에서 언급한 국내 기술기준과 국제 기술기준의 적합성 시험 절차를 준수하여 개발되어야 함.
- ADS-B 지상 시스템의 적합성 시험을 수행하기 위하여 각 시험 항목에 적합한 시험환경 또는 시험평가도구를 사용해야 함.
 - ▷ 국내에서 보유한 시험환경 또는 시험평가도구가 있을 경우, 해당하는 항목의 시험을 의뢰하거나 시험환경 또는 시험평가도구를 임대하여 시험을 수행할 수 있음.

○ 본 과제에서 사용될 적합성 시험환경은 M&S⁶³⁾ 기술을 활용하여 그림 9.1.4와 같이 크게 5개 요소로 구성됨.

- ▷ “비행 시뮬레이터”는 항공기, 지상차량 등의 이동에 대한 모델과 공항, 공역 등의 운용환경에 대한 모델의 시뮬레이션 기능을 제공함.
- ▷ “감시센서 시뮬레이터”는 ADS-B의 데이터링크, 신호처리 등에 대한 모델과 레이더 출력 모델의 시뮬레이션 기능을 제공함.
- ▷ “감시 데이터 처리 서버”는 시험대상시스템(SUT⁶⁴⁾)을 의미함.
- ▷ “통제 및 모니터링 시스템”은 시험을 전반적으로 통제하고 모니터링 하기 위한 시스템으로 일련의 시험절차를 자동으로 수행하는 기능과 시험결과의 저장 및 재생 기능을 제공함.
- ▷ “비행 현시 시스템”은 비행 시뮬레이터와 감시센서 시뮬레이터의 출력을 2D 또는 3D로 시현하는 기능을 수행함.

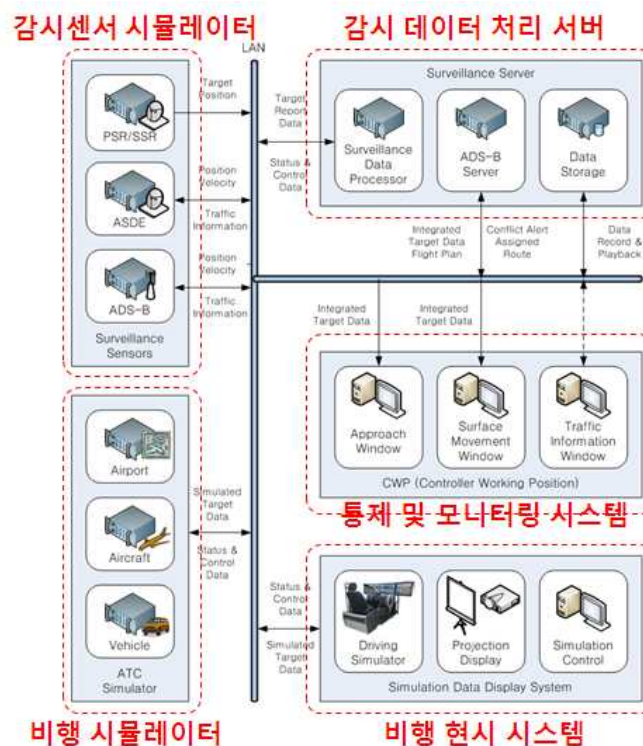


그림 9.1.4 ADS-B 적합성 시험환경

63) Modeling & Simulation (모델링 및 시뮬레이션)

64) System Under Test (시험대상시스템)

○ 1090ES ADS-B 지상 장비는 “제4장 제3절 기술기준”에서 언급한 국내 기술기준과 국제 기술기준을 참조하여 다음 항목에 대한 적합성 시험을 수행해야 함.

- ▷ ADS-S 송신기 특성 검증
- ▷ 방송 메시지 특성 검증
- ▷ ASD-B 수신기 특성 검증
- ▷ ADS-B 송신장치 메시지 처리기 특성 검증
- ▷ ADS-B 수신장치 메시지 처리기 특성 검증
- ▷ ADS-B 메시지 처리기 특성 검증
- ▷ ADS-B 보고 특성 검증
- ▷ ADS-B 보고 형식 요구사항 검증
- ▷ ADS-B 수신기 보고 취합 및 배달 기능 검증
- ▷ 자가진단 및 모니터 기능 검증
- ▷ 상호 억제 펄스에 대한 응답 검증
- ▷ 안테나 검증
- ▷ 인터페이스 검증
- ▷ 전원 공급 검증
- ▷ 타 시스템과의 호환성 검증
- ▷ TIS-B 기능 검증

○ UAT ADS-B 장비는 “제4장 제3절 기술기준”에서 언급한 국내 기술기준과 국제 기술기준을 참조하여 다음 항목에 대한 적합성 시험을 수행해야 함.

- ▷ ADS-B 송신기 특성 검증
- ▷ 방송 메시지 특성 검증
- ▷ ADS-B 메시지 페이로드 검증
- ▷ 시간 데이터 처리에 대한 절차 검증

- ▷ ADS-B 메시지 전송에 대한 절차 검증
 - ▷ UAT 송신기 메시지 데이터 특성 검증
 - ▷ 수신기 특성 검증
 - ▷ 보고 취합 요구사항 검증
 - ▷ 수신기 서브시스템 용량 및 처리량 요구사항 검증
 - ▷ 송수신기 구현에 대한 특수 요구사항 검증
 - ▷ 상호 억제 펄스 검증
 - ▷ 자가진단 및 모니터링 기능 검증
 - ▷ 안테나 검증
 - ▷ 인터페이스 검증
 - ▷ 전원 공급 검증
 - ▷ 타 시스템과의 호환성 검증
- VDL Mode-4 ADS-B 장비는 “제4장 제3절 기술기준”에서 언급한 국내 기술기준과 국제 기술기준을 참조하여 다음 항목에 대한 적합성 시험을 수행해야 함.
- ▷ ADS-B 송신기 특성 검증
 - ▷ 방송 메시지 특성 검증
 - ▷ 통신 프로토콜 검증
 - ▷ ADS-B 수신기 특성 검증
 - ▷ 보고 취합 요구사항 검증
 - ▷ ADS-B 수신기 보고 취합 및 배달 기능 검증
 - ▷ 상호 억제 펄스 검증
 - ▷ 자가진단 및 모니터링 기능 검증
 - ▷ 안테나 검증
 - ▷ 인터페이스 검증

▷ 전원 공급 검증

▷ 타 시스템과의 호환성 검증

3. ADS-B 운용 시험

○ “ADS-B 운용 시험”은 “제4장 제3절 기술기준”에서 언급한 국내 기술기준과 국제 기술기준의 운용 시험 절차를 준수하여 수행해야 함.

○ ADS-B 운용 시험을 위하여 그림 9.1.5와 같은 운용 시험환경을 사용함.

▷ 운용 시험에 참여하는 항공기는 국토해양부 항공정책실의 협조를 얻어 점검용 항공기를 활용할 수 있음.

▷ 일반 경량항공기와 무인항공기를 활용할 경우에는 자발적인 참여나 타 과제와의 협의가 필요함.

▷ 일반 경량항공기와 무인항공기를 활용한 운용 시험은 UAT 데이터링크 기반의 ADS-B 탑재장비를 필요로 함. UAT 데이터링크 기반의 ADS-B 탑재장비는 PDA급 CDTI를 포함함.

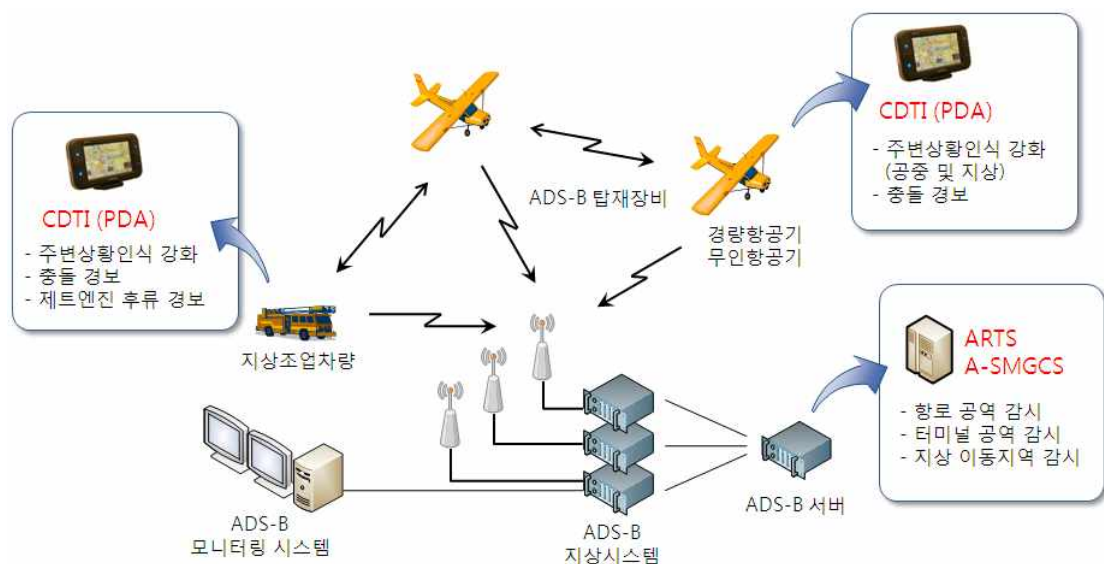


그림 9.1.5 ADS-B 운용 시험환경

가. 레이더 공역에서의 ADS-B 응용 (ADS-B-RAD)

- ADS-B-RAD 응용은 레이더에 의한 감시가 수행되는 공역에서 ADS-B를 추가함으로써 항공교통업무(ATS)를 지원하고 향상시키는 것임.
- 우리나라의 관할공역은 그림 9.1.6과 같이 구분된 인천 비행정보구역(FIR)으로, 항공기의 안전하고 효율적인 비행을 위하여 항공교통업무 즉, 항공교통관제업무(ATCS), 비행정보업무(FIS) 및 경보업무를 제공함.

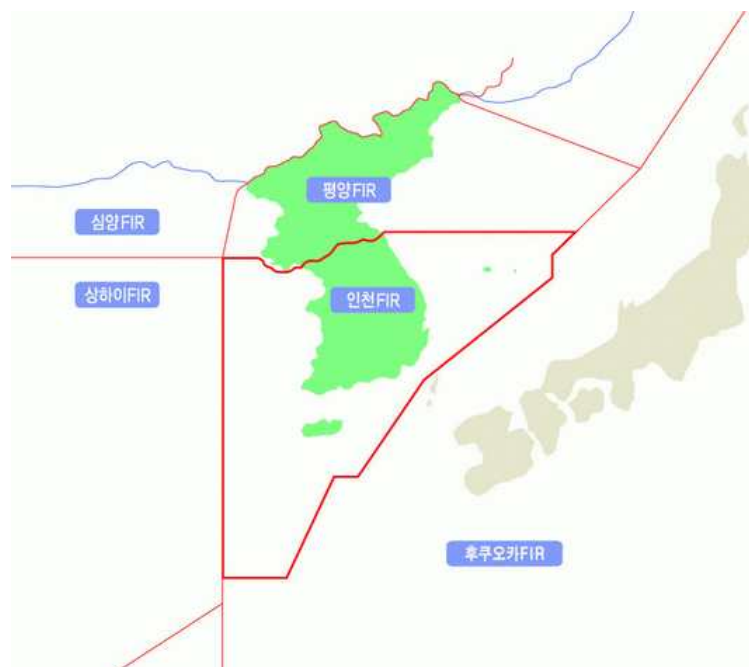


그림 9.1.6 인천 비행정보구역

- 우리나라 국토해양부는 비행안전을 확보하기 위하여 인천 비행정보구역을 그림 9.1.7과 표 9.1.1과 같이 정의된 A, B, C, D, E 및 G 등급 공역으로 세분화하여, 각 공역 등급별로 비행방식과 항공관제업무 제공 범위 등을 지정 고시하여 시행하고 있음.

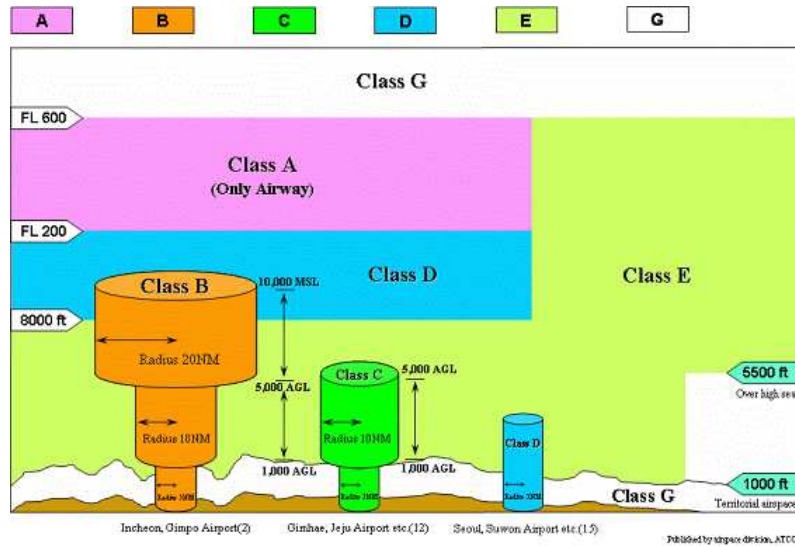


그림 9.1.7 공역 등급

표 9.1.1 등급에 따른 공역 구분

공역구분		내용
관제공역	A-등급 공역	• 모든 항공기가 계기비행을 하여야 하는 공역
	B-등급 공역	• 계기비행 및 시계비행을 하는 항공기가 비행가능 • 모든 항공기에 분리를 포함한 항공교통관제업무가 제공되는 공역
	C-등급 공역	• 모든 항공기에 항공교통관제업무가 제공되나, 시계비행을 하는 항공기간에는 비행정보업무만 제공되는 공역
	D-등급 공역	• 모든 항공기에 항공교통관제업무가 제공되나, 계기비행을 하는 항공기와 시계비행을 하는 항공기 및 시계비행을 하는 항공기간에는 비행정보업무만 제공되는 공역
	E-등급 공역	• 계기비행을 하는 항공기에 항공교통관제업무가 제공되고, 시계비행을 하는 항공기에 비행정보업무가 제공되는 공역
비관제공역	G-등급 공역	• 모든 항공기에 비행정보업무만 제공되는 공역

○ 항공교통관제업무는 관제기관별로 표 9.1.2와 같이 구분됨.

표 9.1.2 관제기관별 관제업무

관제기관	관제업무 구분	관제업무 내용
항공교통센터	지역관제업무	• 항공교통관제허가 발부 • 항로관제업무 제공 및 각 접근관제소 및 인접국 ACC에 항공기 관제권 이양
접근관제소	접근관제업무	• 접근관제구역내 출발 및 도착 항공기 관제 • 지역관제소 및 관제탑에 항공기 관제권 인수/인계
공항관제탑	비행장관제업무	• 공항 내 이착륙 항공기 관제 • 공항이동지역내의 항공기 및 차량 이동통제

○ 지역관제는 관할공역을 효율적으로 관리하기 위하여 관제구역을 그림 9.1.8과 같이 7개 섹터로 분할하여 운영하고 있음.

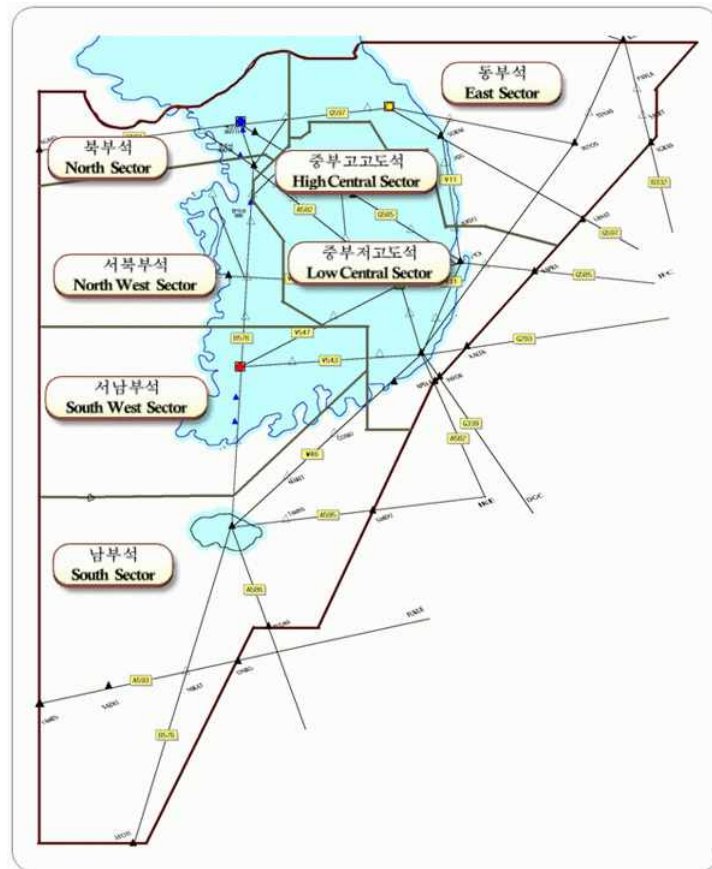


그림 9.1.8 관제섹터

- 인천 비행정보구역 내에는 그림 9.1.9과 같이 14개 접근관제구역(TMA⁶⁵)이 있는데, 항공교통센터는 각 접근관제소 간의 접근관제구역 및 계기비행 항공기 관제권을 위임하고, 각 접근관제소는 위임받은 일정 공역 내에서 항공교통관제업무를 수행하고 있음.

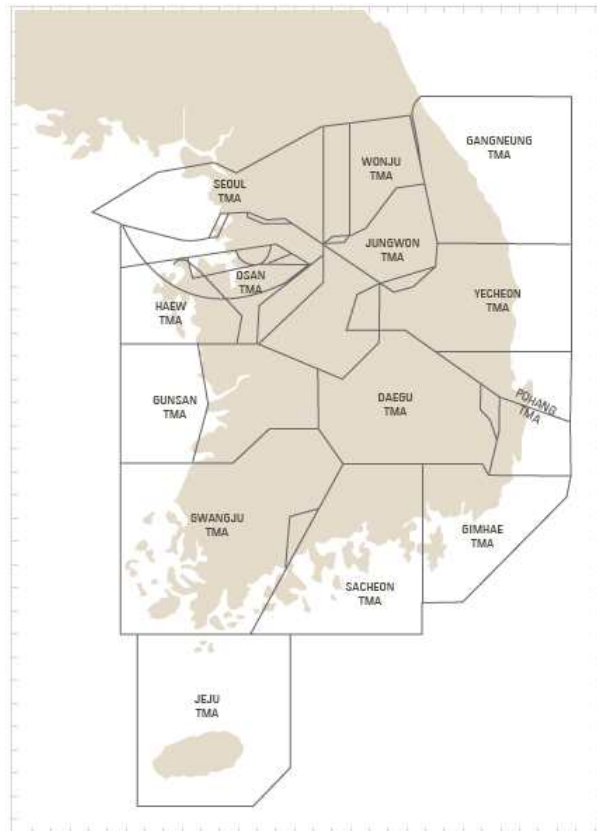


그림 9.1.9 접근관제구역

- ADS-B-RAD 응용은 그림 9.1.7과 표 9.1.1에 정의된 A-등급 공역부터 D-등급 공역까지 적용됨.
- ADS-B-RAD 응용에서 지원해야 하는 항공교통업무는 다음과 같음.
 - ▷ 항공교통관제업무 (지역관제업무와 접근관제업무)
 - ▷ 비행정보업무
 - ▷ 경보업무
 - ▷ 항공교통조언업무

65) Terminal Area (접근관제구역)

○ ADS-B-RAD 응용은 ICAO DOC 4444 PANS-ATM과 관련하여 다음과 같은 응용을 다룸.

- ▷ ATS 감시 시스템 역량 (ICAO DOC 4444 Chapter 8.1)
- ▷ 상황 도식 (ICAO DOC 4444 Chapter 8.2)
- ▷ ATS 감시 업무의 규정 (ICAO DOC 4444 Chapter 8.4)
- ▷ SSR 트랜스폰더와 ADS-B 송신기의 사용 (ICAO DOC 4444 Chapter 8.5)
- ▷ 일반 절차 (ICAO DOC 4444 Chapter 8.6)
- ▷ 항공교통관제업무에서 ATS 감시 시스템의 사용 (ICAO DOC 4444 Chapter 8.7)

○ ADS-B-RAD 응용에서 다룰 수 있는 운용 시나리오는 다음과 같음. (본 과제 수행 시 운용 시나리오는 항공교통관제기관의 사정에 따라 변경될 수 있음)

- ▷ RAD 1: 항공교통량이 중간 정도인 접근관제구역에서 하나의 PSR과 ADS-B를 사용하여 감시를 수행하는 경우
- ▷ RAD 2a: 항공교통량이 많은 항로에서 하나의 모노펄스 SSR 즉, 모드 A/C 트랜스폰더와 ADS-B를 사용하여 감시를 수행하는 경우
- ▷ RAD 2b: 항공교통량이 많은 항로에서 하나의 모드 S 트랜스폰더와 ADS-B를 사용하여 감시를 수행하는 경우
- ▷ RAD 3: 항공교통량이 많은 접근관제구역에서 하나의 PSR/SSR과 ADS-B를 사용하여 감시를 수행하는 경우

○ ADS-B 응용은 다음과 같은 운용 안전성 평가(OSA⁶⁶⁾)를 수행해야 함.

- ▷ 운용 위험성 평가(OHA⁶⁷⁾)를 통한 운용 위험 식별
- ▷ 각 운용 위험에 대한 결함모드 영향분석 (FMEA⁶⁸⁾)
- ▷ 각 운용 위험에 대한 결함수목분석 (FTA⁶⁹⁾)

66) Operational Safety Assessment

67) Operational Hazard Assessment

68) Failure Modes and Effects Analysis

69) Fault Tree Analysis

○ ADS-B 응용은 각 시나리오에 대해서 다음의 파라미터에 대한 운용 성능 평가 (OPA⁷⁰⁾)을 수행해야 함.

- ▷ ADS-B 보고의 갱신 주기 및 갱신 확률
- ▷ 수평/수직 위치 정밀도 (NIC, NAC_P 등)
- ▷ 데이터 무결성 및 데이터 보존
- ▷ 신뢰성 (가용성과 연속성)
- ▷ 지연시간(Latency), 시점확인(Time Stamp) 정밀도, 용량, 통달범위

○ ADS-B 응용은 다음 파라미터에 대해 상호운용성 평가를 수행해야 함.

- ▷ ADS-B 메시지와 보고
- ▷ 시간 기준
- ▷ 항공기의 식별부호 (ICAO 24-비트 항공기 주소 등)
- ▷ 위치 정보 (위도/경도, 압력 고도, NIC/NAC_P)
- ▷ 긴급 및 SPI⁷¹ 지시자
- ▷ 대지 속도

70) Operational Performance Assessment

71) Special Position Identification

나. 공항에서 지상이동 시 상황인식 향상 (ATSA-SURF)

- ATSA-SURF 응용은 공항 지상이동 시 조종사의 상황인식 능력을 향상시켜 경로이탈, 경로오류 및 충돌과 같은 잠재적인 위험을 감소시키는 것임.
- 차세대 지상 운용은 그림 9.1.10과 같이 ASDE 외에도 ADS-B, Multilateration 등과 같은 지상 감시 센서를 이용하여 항공기, 차량 등을 감시하고 통제하며 안내하는 기능을 수행함.

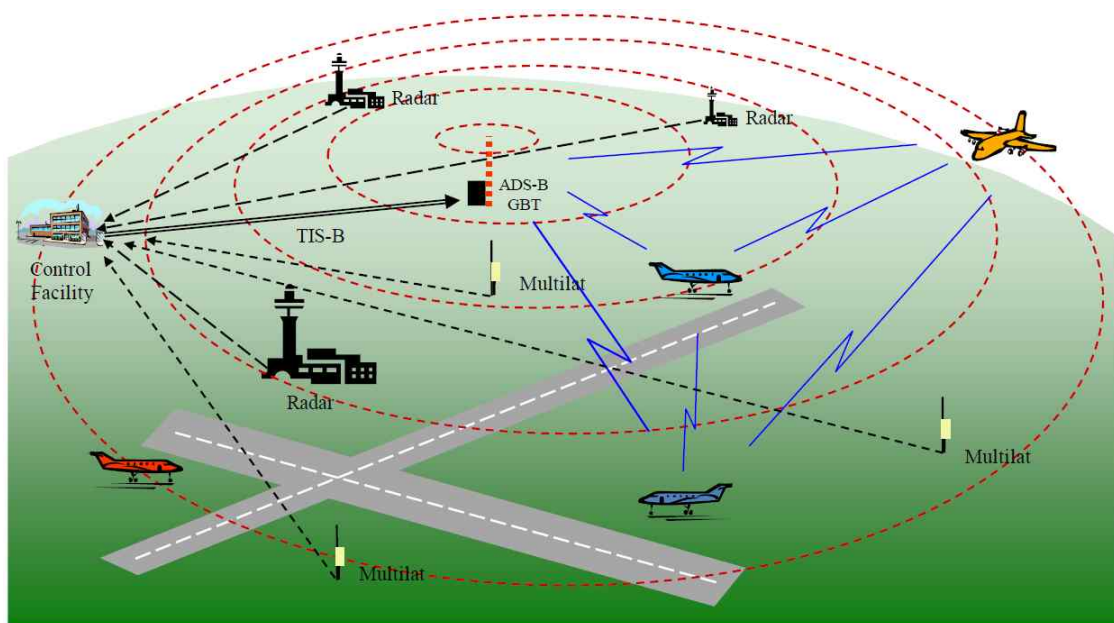


그림 9.1.10 ADS-B 지상 운용 환경

○ 공항 지상 운용은 그림 9.1.11과 같이 주기장, 유도로 및 활주로와 같은 구역에서 항공기와 지상조업차량의 이동을 포함함.

▷ 공항 지상 운용은 주로 관제탑의 항공교통관제에 의해서 수행됨.

▷ 경우에 따라 이동지역(Movement Area)의 지상이동은 관제탑에서 담당하고 비 이동지역(Non-Movement Area)의 지상이동은 램프 관제소에서 담당함.

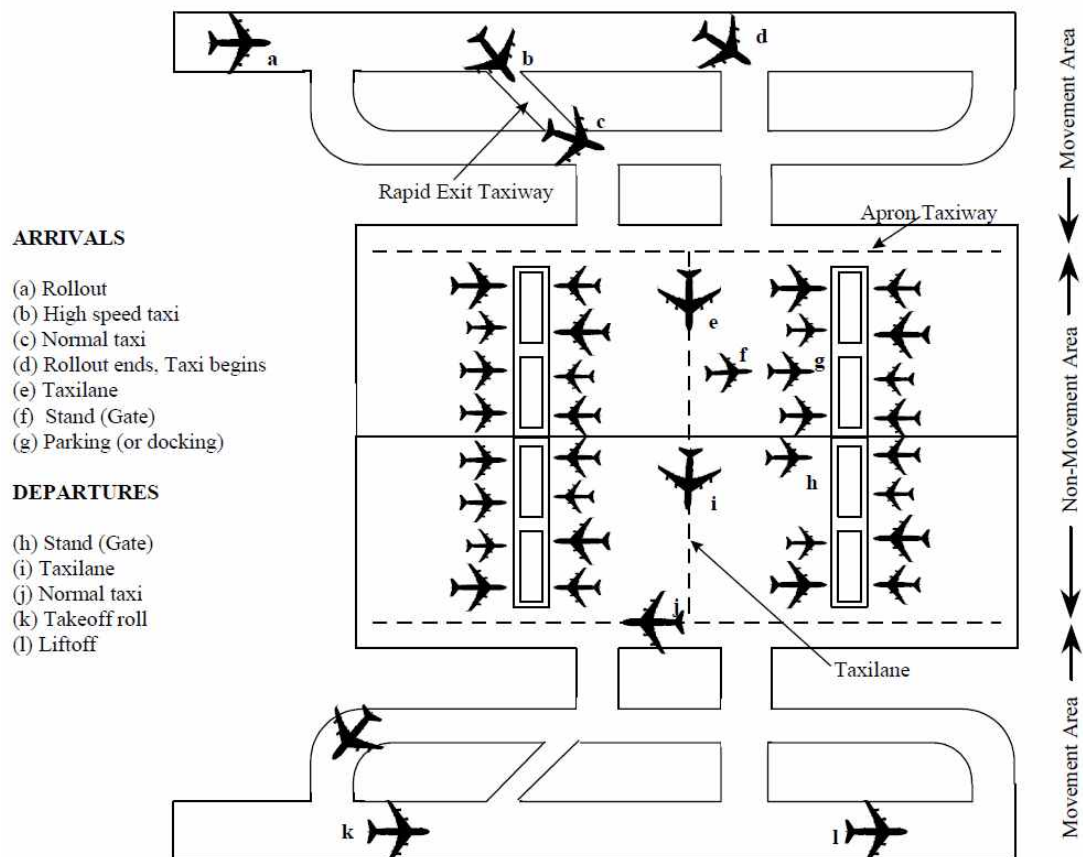


그림 9.1.11 전형적인 공항 지상 운용

○ 현재 지상 이동 시 조종사는 공항 지도 또는 시각보조시설을 이용하여 사전 정의되거나 또는 관제사가 지정해 준 경로를 따라 이동함.

▷ 창밖의 시각보조시설과 정보로는 중심선, 가장자리선, 항공등화, 표시판, 타 항공기, 타 지상조업차량, 지형, 지물, 유도로, 활주로 등이 있음.

- ATSA-SURF 응용에서는 ADS-B와 그림 9.1.12와 같은 CDTI를 이용하여 조종사가 A-SMGCS의 일부 기능을 수행함.

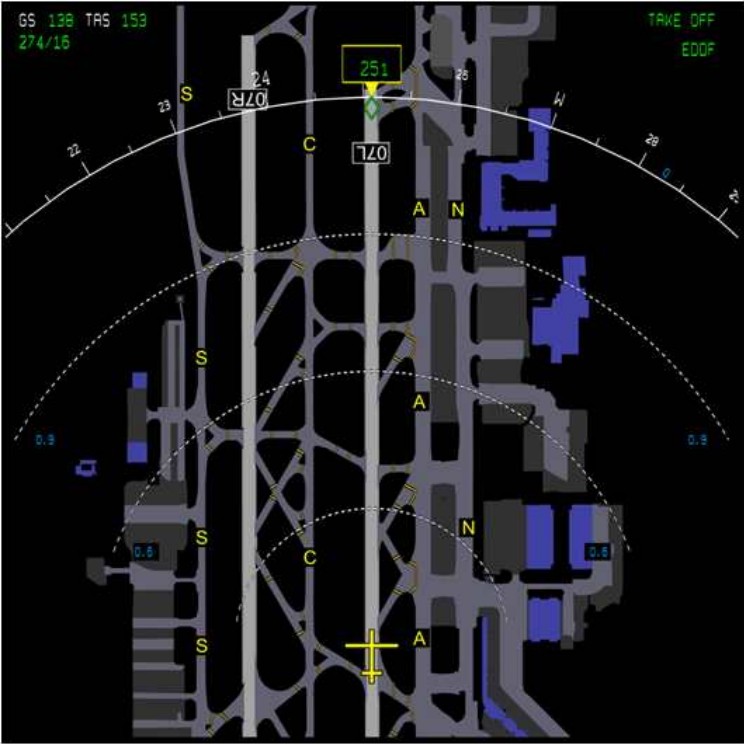


그림 9.1.12 CDTI에 표시된 공항 Moving Map

- ATSA-SURF 응용 수행 시 다음과 같은 공항의 물리적 특성을 고려해야 함.

표 9.1.3 비행장 코드번호와 코드문자에 따른 활주로와 유도로의 최소 폭

공항 지상	비행장 코드번호	비행장 코드문자에 따른 최소 폭 [m]					
		A	B	C	D	E	F
활주로	1	18	18	23	—	—	—
	2	23	23	30	—	—	—
	3	30	30	30	45	—	—
	4	—	—	45	45	45	60
유도로	—	7.5	10.5	15/18	18/23	23	25
유도로 가장자리 안전여유	—	1.5	2.25	3/4.5	4.5	4.5	4.5

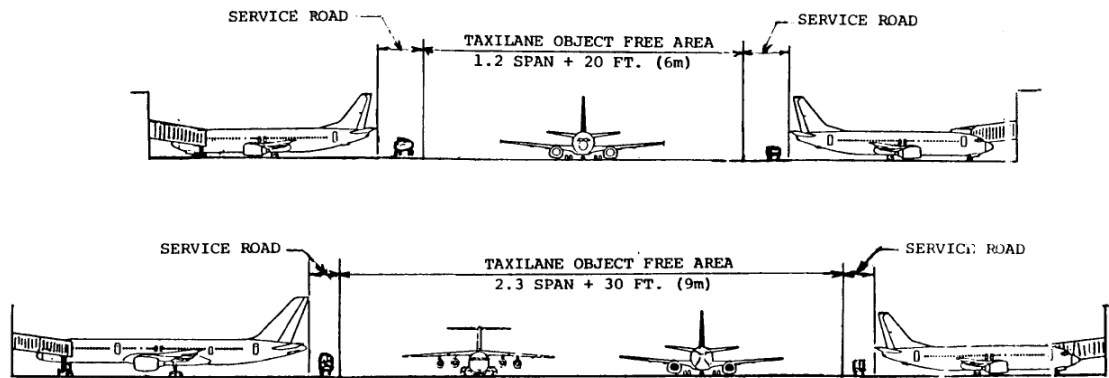


그림 9.1.13 단일 주기장통행로(상)와 이중 주기장통행로(하)의 폭

표 9.1.4 평행활주로 사이의 최소 간격

활주로	조 건	평행활주로 사이의 최소 간격 [m]
비계기 활주로	비행장 코드번호 1	120
	비행장 코드번호 2	150
	비행장 코드번호 3 또는 4	210
계기 활주로	분리된 평행 운용	760
	독립 평행 출발	760
	종속 평행 접근	915
	독립 평행 접근	1035

표 9.1.5 유도로 사이의 최소 분리간격

비행장 코드 번호	유도로중심선과 활주로중심선 사이의 거리								유도로 중심선과 유도로 중심선	유도로 중심선과 물체	주기장 통행로 중심선과 물체
	계기활주로 코드번호				비계기활주로 코드번호						
	1	2	3	4	1	2	3	4			
A	82.5	82.5	—	—	37.5	47.5	—	—	23.75	16.25	12
B	87	87	—	—	42	52	—	—	33.5	21.5	16.5
C	—	—	168	—	—	—	93	—	44	26	24.5
D	—	—	176	176	—	—	101	101	66.5	40.5	36
E	—	—	—	182.5	—	—	—	107.5	80	47.5	42.5
F	—	—	—	190	—	—	—	115	97.5	57.5	50.5

표 9.1.6 활주로중심선과 대기지점 사이의 최소 거리

활주로 형식	비행장 코드번호			
	1	2	3	4
비계기	30m	40m	75m	75m
비정밀접근	40m	40m	75m	75m
정밀접근 CAT-I	60m	60m	90m	90m
정밀접근 CAT-II/III	-	-	90m	90m
이륙 활주로	30m	40m	75m	75m

○ ATSA-SURF 응용은 표 9.1.7과 같은 여러 가지 시정 조건에서 평가되어야 함.

표 9.1.7 시정 조건

구 분	내 용
시정 조건 1	- 조종사가 지상이동을 하기에 충분 - 조종사가 유도로 및 교차점에서 충돌을 피하기에 충분 - 관제사가 시각적 감시를 기초로 항공교통관제를 하기에 충분
시정 조건 2	- 조종사가 지상이동을 하기에 충분 - 조종사가 유도로 및 교차점에서 충돌을 피하기에 충분 - 관제사가 시각적 감시를 기초로 항공교통관제를 하기에 불충분 - RVR > 400 m (1300 ft)
시정 조건 3	- 조종사가 지상이동을 하기에 불충분 - 조종사가 유도로와 교차점에서 충돌을 피하기에 불충분 - 관제사가 시각적 감시를 기초로 항공교통관제를 하기에 불충분 75 m (250 ft) < RVR < 400 m (1300 ft)
시정 조건 4	- 조종사의 시각적인 유도만으로는 지상이동을 하기에 불충분 - RVR < 75m (250 ft)

○ ATSA-SURF 응용은 공항 지상 운용을 고려하여 다음과 같은 시나리오를 적용할 수 있음. (본 과제 수행 시 운용 시나리오는 항공교통관제기관의 사정에 따라 변경될 수 있음)

▷ 비행 전(Preflight)

▷ 후방견인(Push-back)

▷ 경로 인가(Route Clearance)

▷ 지상이동(Taxi)

▷ 이륙 전(Prior to Take-off)

○ 이러한 지상이동은 다음과 같이 5단계로 구분할 수 있음.

▷ P1 : 설정 및 지상이동 계획 단계

▷ P2 : 초기 지상이동 단계 (이동지역 진입 시)

▷ P3 : 관제사 통제 구역 내 지상이동 단계

▷ P4 : 관제사 통제 구역 밖 지상이동 단계

▷ P5 : 지상이동 종료 단계

○ 일반적으로 지상이동 운용은 표 9.1.8과 같이 진행됨.

표 9.1.8 지상이동 운용 시 전형적인 단계 진행

출발점	도착점	단계
탑승구	활주로	시작 → P1 → P2 → P3 → P5 → 종료
활주로	탑승구	시작 → P1 → P2 → P3 → P5 → 종료
탑승구	정비 구역	시작 → P1 → P2 → P3 → P4 → P5 → 종료
정비 구역	탑승구	시작 → P1 → P2 → P4 → P2 → P3 → P5 → 종료
정비 구역 내		시작 → P1 → P2 → P4 → P5 → 종료

○ 현재 지상이동 시 각 단계별로 관제사와 조종사의 프로세스 및 역할은 표 9.1.9와 같고, ADS-B 및 CDTI 도입 시 단계별 프로세스와 역할은 표 9.1.10과 같음.

표 9.1.9 단계별 프로세스와 역할

단계	관제사 프로세스와 역할	조종사 프로세스와 역할
P1	- 비행계획 수령 (필요 시) - 사전 지상이동 인가 제공 (필요 시)	[지상이동 계획] - 비행계획 제출 (필요 시) - 비행 전/기상 브리핑의 요청/수령 및 항공고시보(NOTAM) 점검 (이륙 시) - 이동 전 계획 (위치, 목적지, 경로 계획) - 사전 지상이동 인가 요청 (이륙 시) - 이동 전 시스템 점검
P2	[이동지역에 진입하는 항공기에 대해] - 지상이동 인가/정보/지침 제공 - 관련된 항공교통조언/안전경보 제공	[지상이동 준비] - 위치 상황인식 획득 - 지상이동 인가 요청 (관제사 관할 구역으로 이동 시) - 지상이동 인가 획득 (관제사 관할 구역으로 이동 시) - 인가/지침에 대한 응답/복창 - 교통 상황 획득/평가
P3	- 진행에 따른 지상이동 인가/정보/지침 제공 - 항공교통조언/안전경보 제공 - 발급된 인가/정보/할당/지침에 대한 조종사 응답(ACK)/복창 확인 - 무응답 또는 복창 오류 시 재발급	[관제사 관할구역 내 지상이동] - 교통 상황인식 유지/평가 - 위치 상황인식 유지 - 규정/인가/지침/절차 등에 따라 항공기를 안전하게 이동 - 지상이동 진행 보고 - 진행에 따른 지상이동 인가 획득 - 인가/지침에 대한 응답/복창
P4	해당사항 없음	[관제사 관할구역 밖 지상이동] - 교통 상황인식 유지 - 위치 상황인식 유지 - 안전하게 항공기 이동
P5	- 보고된 위치 확인 (보고 시) - 적절한 지침 제공	[지상이동 종료] - 목적지에 항공기 정지 - 관제사 관할구역인 경우 위치 보고

표 9.1.10 CDTI 지원 시 프로세스와 역할

단계	관제사 프로세스와 역할	조종사 프로세스와 역할
P1	• 해당사항 없음	[지상이동 계획] • 이동 전 시스템 점검 • CDTI를 이용한 지상이동 경로 계획 • CDTI를 이용한 위치 결정
P2	• 해당사항 없음	[지상이동 준비] • CDTI를 이용한 위치 결정 및 보고 - 시각적 기준을 이용한 위치 비교점검 • CDTI를 이용한 교통상황 식별 및 모니터링 - 타 정보와 비교점검
P3	• 해당사항 없음	[관제사 관할구역 내 지상이동] • CDTI를 이용한 교통상황 식별 및 모니터링 - 타 정보와 비교점검 • CDTI를 이용한 위치 상황인식 유지 및 보고 - 타 정보와 위치 비교점검
P4	• 해당사항 없음	[관제사 관할구역 밖 지상이동] • CDTI를 이용한 교통상황 식별 및 모니터링 - 타 정보와 비교점검 • CDTI를 이용한 위치 상황인식 유지 - 타 정보와 위치 비교점검
P5	• 해당사항 없음	[지상이동 종료] • CDTI를 이용한 위치 식별과 보고 (이동지역인 경우) - 타 정보와 비교점검

○ 표 9.1.10의 지상이동 시 CDTI가 지원하는 기능은 그림 9.1.14부터 그림 9.1.20과 같음.



그림 9.1.14 CDTI에 지상이동 경로 표시



그림 9.1.15 CDTI에 장애 구간 표시



그림 9.1.16 CDTI에 사용 중인 활주로 표시

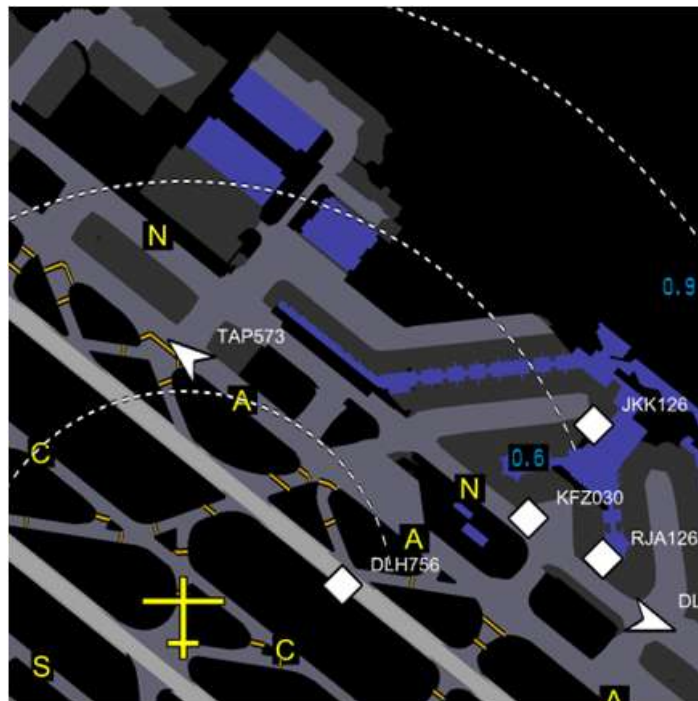


그림 9.1.17 CDTI에 항공교통 상황인식 표시



그림 9.1.18 CDTI에 지상이동 시 충돌 경보 표시

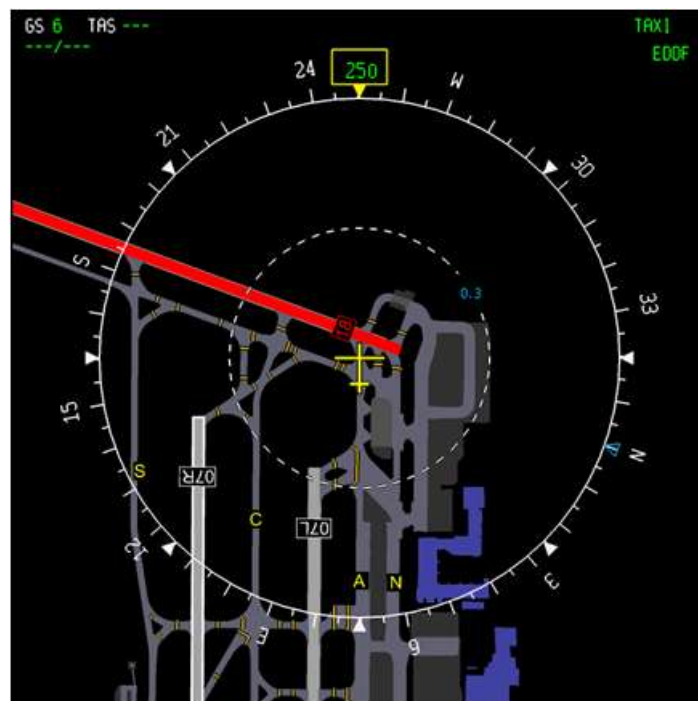


그림 9.1.19 CDTI에 활주로 침입 경보 (Level 2) 표시

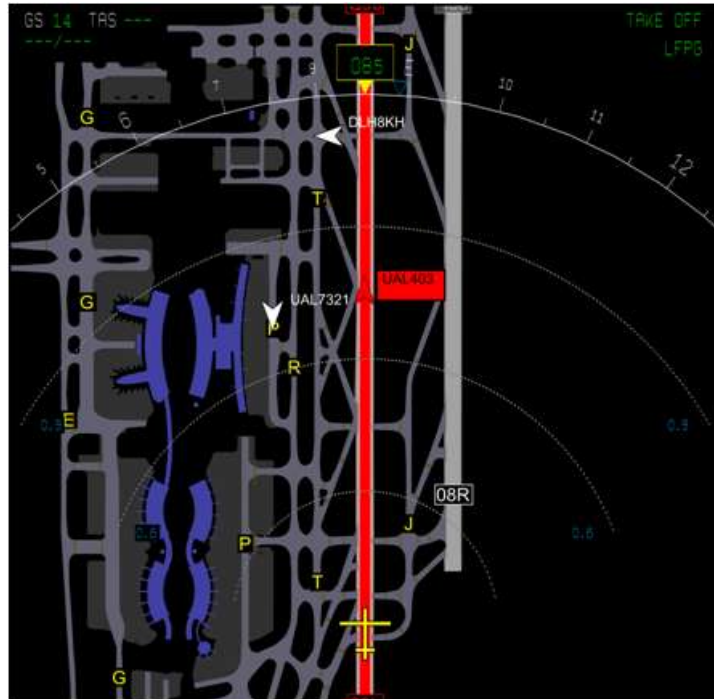


그림 9.1.20 CDTI에 활주로 침입 경보 (Level 3) 표시

- ATSA-SURF 응용은 지상이동의 각 단계에 대해서 다음과 같은 운용 안전성 평가(OSA)를 수행해야 함.
 - ▷ 운용 위험성 평가(OHA)를 통한 운용 위험 식별
 - ▷ 각 운용 위험에 대한 결함모드 영향분석 (FMEA)
 - ▷ 각 운용 위험에 대한 결함수목분석 (FTA)
- ATSA-SURF 응용은 지상이동의 각 단계에 대해서 다음의 파라미터에 대한 운용 성능 평가(OPA)을 수행해야 함.
 - ▷ 수평/수직 위치 및 속도 정밀도
 - ▷ 위치 오차에 기인한 수평/수직 속도와 가속도
 - ▷ 항공교통 상태 데이터 (정밀도, 무결성, 타이밍, 지연시간, 전송 데이터 품질)
 - ▷ 항공기(Own-ship) 상태 데이터
 - ▷ 공항 데이터베이스 (통달범위, 지도 데이터베이스)
 - ▷ ADS-B 서브시스템의 무결성, 연속성 및 가용성

○ ATSA-SURF 응용은 지상이동의 각 단계에 대해서 다음의 파라미터에 대한 상호운용성 평가를 수행해야 함.

- ▷ ADS-B 메시지와 보고
- ▷ 시간 기준
- ▷ 항공기의 식별부호 (ICAO 24-비트 항공기 주소 등)
- ▷ 위치 정보 (위도/경도, 압력 고도, NIC/NAC_P)
- ▷ 긴급 및 SPI 지시자
- ▷ 대지 속도

제2절 세부과제 간 연계관계

○ 본 연구에서 도출된 세부과제 간 연계관계는 그림 9.2.1과 같음.

- ▷ “ADS-B 시스템 개발” 세부과제는 “ADS-B 적합성 시험”과 “ADS-B 운용 시험” 세부과제에 시험 검증 대상 시제를 제공함.
- ▷ “ADS-B 적합성 시험” 세부과제는 기능, 성능, 환경 등에 대한 요구사항 충족 여부를 확인하여, 충족하지 못하면 “ADS-B 시스템 개발” 세부과제에 검증 결과를 제공하여 요구사항을 충족하지 못하는 부분을 개선할 수 있도록 하고, 충족하면 “ADS-B 운용 시험”을 착수할 수 있도록 함.
- ▷ “ADS-B 운용 시험” 세부과제는 공역 내에서 ADS-B 시스템의 운용 안전성, 운용 성능 및 상호운용성에 대한 요구사항 충족 여부를 확인하여, 충족하지 못하면 “ADS-B 시스템 개발” 세부과제에 검증 결과를 제공하여 요구사항을 충족하지 못하는 부분을 개선할 수 있도록 함.

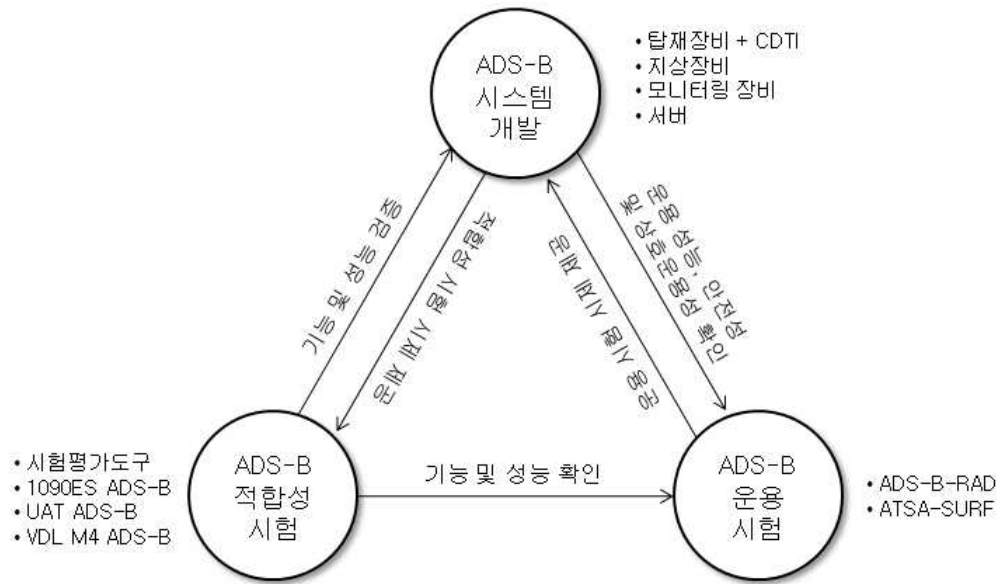


그림 9.2.1 추진과제 간 연계관계

제3절 기존 연구와의 중복성 및 연계관계

1. 중복성 검토 기준

- 중복성 검토는 국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 시행규칙 제5조 제2항 및 별표 2의 중복성 검토 기준 및 방법을 준하여 수행함.
- 관련 규칙에 의하면 기존 연구와의 중복성은 연구목표, 연구방법 및 연구내용을 판단요소로 하여 검토하도록 되어있음. 하지만 본 연구개발에서는 연구목표와 연구내용을 판단요소로 하여 중복성 검토를 수행함.
- 기존 연구와 판단요소가 동일하거나 거의 유사한 경우에는 중복과제로 판단함.

2. 중복성 검토 대상과제

- 중복성 검토를 위해서 다음의 서비스를 이용하여 대상과제를 조사함.
 - ▷ 국가과학기술지식정보서비스(NTIS⁷²⁾)의 국가R&D사업관리서비스⁷³⁾
 - ▷ 한국건설교통기술평가원⁷⁴⁾의 중복성 검토 메뉴

72) National Science & Technology Information Service (국가과학기술지식정보서비스), <http://www.ntis.go.kr>

73) <http://rndgate.ntis.go.kr>

74) <http://www.kictcp.re.kr>

○ 대상과제 조사 범위 : 최근 10년간 수행되거나 현재 수행 중인 연구개발과제

○ 표 9.3.1과 같이 6개의 검색어를 사용하여 대상과제를 조사함.

- ▷ 각 검색어별 검색결과는 중복하여 계수됨.
- ▷ 2년 이상의 연차과제인 경우 중복하여 계수됨.
- ▷ 기획과제는 대상과제에서 제외함.

표 9.3.1 유사과제 조사를 위한 검색어와 검색결과 건수

검 색 어	NTIS 서비스		KICTEP 서비스	
	총 검색 건수	대상과제 건수	총 검색 건수	대상과제 건수
항행	26건	5건	10건	5건
항공감시	4건	1건	-	-
항공통신	3건	2건	7건	7건
항공관제	2건	1건	8건	6건
ADS-B	5건	4건	7건	6건
공항	32건	4건	10건	-

○ 검색결과를 토대로 대상과제를 정리하면 표 9.3.2와 같음.

표 9.3.2 유사과제 조사 결과

번호	연구기간	지원기관	사 업 명	과 제 명	수행기관
1	07.12 14.10	국토해양부	항공선진화 사업	항공관제용 통합 정보처리 시스템 개발	인하대학교
2	05.07 09.06	건설교통부	국가교통핵심 기술개발	차세대 항공데이터통신 시스템 (VHF Data Link) 개발	한국항공우주 연구원
3	04.06 08.05	교육과학 기술부	공공기술 연구회	차세대 위성항행시스템 핵심기술 개발	한국항공우주 연구원
4	02.12 04.12	국토해양부	건설기반 기술혁신	항공관제 무선통신장비 (VHF, UHF Radio) 개발	한국통신학회
5	07.12 12.07	국토해양부	항공선진화 사업	차세대 지능형 공항시스템 개발	한국교통 연구원

○ 표 9.3.3부터 표 9.3.6에 각 대상과제의 연구목표와 연구내용을 정리하였음.

표 9.3.3 대상과제1의 연구목표 및 연구내용

과 제 명	항공관제용 통합 정보처리 시스템 개발
연구기간	2007년 12월 ~ 2014년 10월
연구목표	• 항공안전강화를 위해 레이더 기반의 감시정보, 비행자료, 관제용 정보처리를 통합하는 미래형 CNS 기반의 통합정보처리시스템 설계 기술 확보 • 감시 자료와 비행자료를 인터페이스 하여 시범운용 할 수 있는 통합관제시스템 개발 및 시험평가 • 통합관제 시스템과 동일한 기능을 수행할 수 있으며 차세대 항행장비 확장성 시험 및 새로운 공역 및 기능 추가 시 테스트가 가능한 시뮬레이션 시스템 개발 • 항공관제용 통합정보처리시스템의 핵심 구성 시스템 인터페이스 표준화
연구내용	• 항공관제용 통합정보처리시스템 개발 대상 - 감시 자료 처리 시스템, 감시 자료 우회 처리 시스템, 비행 자료 처리 시스템, 시뮬레이션 시스템, 감시/비행자료 외부 인터페이스 처리 시스템, 현시 시스템 시제품 개발 제작 및 실용화를 위한 비행시험 실시(최소한 2년 이상 운용 평가) • 시스템 일반 요구사항 분석 및 구현 - 시스템 설계 : 개방형 시스템, 분산처리 시스템, Fault Tolerant 시스템 - 도입 시스템 규격 분석, 상용화/전문화 소프트웨어 개발 도구 분석 - 산업 표준 통신 시스템/통신 프로토콜 분석 - 신뢰성, 가용성, 안정성 분석 - 감시/비행자료 삼중화, 네트워크 삼중화 분석 및 구현 - 온라인 상태 유지보수 구현, 접근제어/사용자 인증 처리 구현 • 감시자료 처리 시스템 구현 - 최소 30개 레이더 사이트 1,200대 동시 항적 자료 처리 - 단일 레이더 추적 및 다중 레이더 추적 처리 - 다중 센서 정보 통합 처리 - 감시 정보에 기반한 비행 관련 시스템 경보 정보 처리 • 비행자료 처리 시스템 구현 - 최소 5,000대 비행계획서 및 25,000대 반복 비행 계획서 처리 등 비행계획 자료 관리 - 비행계획에 근거한 비행 궤적 예측 - 감시 정보와 비행 계획 자료의 중첩 - 메시지 관리와 데이터베이스 관리 - SSR 코드 발부, RVSM 적용 항공기 표시, RNAV기능, 시스템 경보 정보 처리

	• 차세대 항행장비 확장성 연구 및 구현 - 항공기/항공관제시스템 간 데이터 링크 규격 연구 - 기존 레이더와 차세대 감시정보 데이터 통합 운영 방안 연구 - 미래 CNS 장비 통합 방안 연구 - 차세대 감시정보 ADS-B, Mode-S 통합 처리 - 조종사/관제사 데이터통신(CPDLC) 적용 - 항공관제정보교환망(AIDC) 연동 • 감시 자료 우회 처리 기능 구현 - 감시 자료 처리 시스템의 고장에 대비하여 감시 자료를 수신하고 항적을 생성시켜 이를 현시 시스템으로 제공 - 감시 기능 및 비행 계획 자료와의 중첩 기능 구현 • 감시/비행자료 외부 인터페이스 처리 시스템 구현 - 데이터 통신 시스템 분석, 상용 검증된 데이터 통신 시스템 분석, 감시자료 처리, 비행자료 처리, 차세대 항행장비(ADS-B, Mode-S, CPDLC, AIDC 등)와 연동 기능 개발 및 구현 • 관제 경고/경고 처리 기능 구현 - 항공기 항적 분석 및 데이터베이스화, 항공기 항적 예측 개발, 항공기 충돌 경고 기능 개발, 접근 비행로, 위험구역, 비상정보, 고도이탈 • 현시시스템 시제품 개발 - CWP 분석 및 설계, 최적 GUI 설계, 경고/경고, 항적 및 기상자료 현시, 비행 계획 자료, NOTAM • 시간 동기화 구현 - GPS 위성으로부터 시간 신호 수신 및 다른 서브시스템으로 시간 동기화 • 통합정보처리시스템 시범 운용 및 평가 - 시험 평가 기술 개발(국제 표준 조사) - 실제 레이더 및 비행 계획 자료를 활용하여 시범적으로 개발 시스템을 운용하여 성능 입증 - 접근 관제 레이더 3개 이상, 항로관제 레이더 2개 이상으로부터 데이터 적용 - 건설교통부 비행점검기를 이용하여 레이더 정보 및 기능의 정확도 확인 (비행시험) • 시뮬레이션 시스템 개발 - 타겟 제너레이터 : 감시자료, 비행자료 등 관제 시스템의 입력 자료 생성 - 모의 조종사 기능 : 항공기 항적 생성을 위한 모의 조종사 기능 - 시뮬레이터 성능 : 통합관제 시스템과 동일한 기능을 수행할 수 있으며 차세대 항행장비 확장성 시험 및 새로운 구역 및 기능 추가 시 테스트가 가능 • 항공관제용 통합정보처리시스템의 핵심 구성 시스템 인터페이스 표준화
--	---

	- 구성 시스템의 모듈화 - 핵심 구성 시스템 인터페이스 표준화
--	--

표 9.3.4 대상과제2의 연구목표 및 연구내용

과 제 명	차세대 항공데이터통신시스템(VHF Data Link) 개발
연구기간	2005년 07월 ~ 2009년 06월
연구목표	• 국제 기술표준과 규격에 부합하는 항공용 데이터통신시스템인 VHF Data Link (VDL) Mode 2를 지원하는 송수신기를 개발함. - VDL Mode 2 지원 송수신기 설계/제작/시험 - VDL Mode 2 통신 알고리즘 구현 CNS/ATM 환경을 대비하여 핵심 요소기술인 VDL 분야 핵심기술을 확보함 - VDL 기술과 H/W적인 측면에서 매우 유사하고 단기 시장 수요 발생이 예상되는 VDB(VHF Data Broadcasting) 애플리케이션에의 활용을 위하여 개발 VDL 송수신기를 이용한 VDB 알고리즘을 개발함. - VDL Mode 3 (VHF Data Link Mode 3)의 하드웨어적 특성과 OSI (Open System Interconnection) 계층 중 Data link 및 Subnetwork layer 알고리즘을 중점 연구하여 VDL 관련 핵심기술을 확보함. - VDL Mode 3, Mode 4 핵심기술을 선행 연구하여 요소기술을 확보함
연구내용	• VDL Mode 2의 SARPs, Manual 등 관련 국제기술표준 및 규격 분석 - ICAO, RTCA, Eurocae 등의 관련 국제기술표준 문서를 수집/분석/정리함. - VDL Mode 2 송수신기의 하드웨어를 분석함. • VDL Mode 2 송수신기 설계/제작 - VDL Mode 2를 지원하는 지상장비와 탑재장비를 국내기술로 설계/제작. - RF Front End 상세설계 및 제작, BBP 상세설계 및 제작 - CMU 상세설계 및 제작 • VDL Mode 2 프로토콜 연구 및 구현 - VDL Mode 2 통신 프로토콜을 분석함 - VDL Data Link 계층 프로토콜 분석 - VDL Subnetwork 계층 프로토콜 분석 • VDB 알고리즘 연구 및 구현 - VDB 알고리즘과 관련 기술을 연구하여 구현함(시험평가 포함) • 시험평가 기법 및 시험장치 설계/제작 - 항공기 탑재를 위한 치구 및 시험장비 설계/제작 - 시험평가 방법과 절차에 대한 연구 진행 • VDL Mode 3, Mode 4 기술 선행 연구 - 송수신기 하드웨어 분석

	- 통신프로토콜 분석 • 항공이동 통신시스템 기술 동향 분석 - 항공용 데이터링크를 중심으로 선진국 기술동향 및 개발사례 분석 • 각 구성품별 기능/성능시험 - 개발된 시제품에 대한 구성품 별 기능 및 성능시험 실시 - 지상장비 기능/성능 시험 - 탑재장비 기능/성능 시험 • 지상 성능 시험평가 - 전체 시스템의 통합 시험평가 실시 • 환경시험 - 국제 기준인 DO-160을 참고하여 주요 요구조건에 관한 환경영향 평가 • 비행성능 시험평가 - 탑재장비의 항공기 탑재 후 데이터링크 성능 시험 실시
--	---

표 9.3.5 대상과제3의 연구목표 및 연구내용

과 제 명	차세대 위성항행시스템 핵심기술 개발
연구기간	2004년 06월 ~ 2008년 05월
연구목표	• ICAO의 CNS/ATM 전환계획에 대비하고 국내 CNS/ATM 관련 핵심원천기술 확보를 위한 데이터통신링크 기반의 항공감시(ADS-B)용 데이터링크 요소기술 연구 • 항공기 충돌해결기술 연구 • 연구용 항공감시 test-bed 구현 및 성능평가
연구내용	• 항공감시용 데이터링크 (VDL Mode 4) 시뮬레이션을 통한 성능 평가 - Test-Bed 시험에 사용된 실제 데이터 링크 장비 모델링 및 거리에 따른 수신전력 연구 • N:N 충돌감시 및 유도알고리즘 연구 - 비행역학에 근거한 근접비행 수치모델링 - 진화연산기법을 적용한 시뮬레이션 • 항공감시정보를 이용한 최적항로생성기술 연구 - 실시간 데이터를 이용한 충돌회피 최적비행경로 생성 • ADS-B 기반이 지대지 감시 Test-bed 비행시험

표 9.3.6 대상과제4의 연구목표 및 연구내용

과 제 명	항공관제 무선통신장비 (VHF, UHF Radio) 개발
연구기간	2002년 12월 ~ 2004년 12월
연구목표	• 민간 항공용 VHF 송신기 설계, 제작 및 평가

	• 민간 항공 VHF 수신기 설계, 제작 및 평가 • 군용 UHF 송신기 설계, 제작 및 평가 • 군용 UHF 수신기 설계, 제작 및 평가 • 한국형 VHF, UHF 송·수신기 사양 도출 • 상기 결과로 참여기업의 양산화 전 단계까지의 기술 개발 도출
연구내용	• 1차년도 수행 내용 - 참고 문헌 조사 및 국제 기술 동향 수집 정리 - 견품 견학 및 분석으로 시스템 설계 계획 수립 - 세부 설계 사양서 도출 - 국내 환경 분석 - 기본회로 시뮬레이션 - 회로 모듈화 계획 수립 - 부분회로를 설계, 제작하여 성능 측정 및 회로 수정 (1차년도 최종 회로 도출) • 이를 기반으로 한 한국형 VHF(UHF)송신기 설계, 제작 및 평가

표 9.3.7 대상과제5의 연구목표 및 연구내용

과 제 명	차세대 지능형 공항시스템 개발
연구기간	2007년 12월 ~ 2012년 07월
연구목표	• 본 연구의 최종 연구목표는 공항의 주요 구성요소인 여객, 공항시설, 항공화물을 연구대상으로 선정하여 신속한 여객 및 항공화물 처리와 안전하고 효율적인 시설운동을 실현하고자 하며 연구목표를 달성하기 위한 방법으로 첨단 IT기술의 적용(Intelligent), 각종 정보의 실시간 활용(Ubiquitous), 효율적인 공항운영 (Efficient) 및 국제적 수준의 안전관리(Safe)방안 창출을 활용하고자 함. • 공항운영의 효율성 및 공항 이용승객의 편의성을 향상시키기 위해 여객 프로세스와 관계된 정부 부처 및 기관의 상이한 시스템 운영과 업무처리를 개선 및 통합하여 실질적인 여객 프로세스 간소화를 구현함. • 공항내의 전반적인 시설안전을 도모하기 위하여 u-IT 기반기술을 접목하여 공항 주요시설과 항공기와 같은 공항 내 이동물체의 안전성 확보는 물론 공항 주요시설 운영의 효율성을 증대할 수 있는 시설안전 통합시스템을 구축함. • 항공물류의 지능화, 효율화를 달성하기 위하여 IATA 'e-freight Strategy'와 같은 국제적 흐름을 고려하여 다양한 항공물류 프로세스 간소화 방안을 도출하고 유비쿼터스 기술기반의 첨단 유무선 기술을 활용하여 화물 및 화물자원 인식 및 관리체계 구축과 관련 응용시스템을 개발함.
연구내용	• 세부 1 과제 : 여객 프로세스 간소화 관련 기술 연구개발

	- 여객 프로세스 간소화 BPR 연구 - 여객 정보 공유 및 통합기반 체계 연구 (u-Information Hub 설계 및 개발) - 출국 절차 통합 및 자동화 체계 연구 - 여객 모니터링 및 분석 체계 타당성 조사 - 차세대 공용여객처리시스템(CUPPS) 연구 • 세부 2 과제: 공항 시설안전 관리 기술 개발 - 공항시설 안전관리 및 운영기준의 표준화 체계 연구 - 공항시설 안전 시스템 Architecture 표준화 방향 수립 및 연구 - 통합 관리 기술구현을 위한 기술규격 표준안 선정 및 권고사항 연구 - 공항 시설물 각 단위 시스템 구성 요소별 원격관리 요소 및 구조분석 - 시설물 인증기술 체계 및 u-IT기반 시설물 원격관리 기술 분석 - 이동체 위치정보 인식 및 통제관리 기술사항 검토 - Airside 내 u-LBS기반 위치정보인식을 위한 무선 측위 선정 기술 연구 및 관련 플랫폼 및 어플리케이션 설계 - 공항 시설 안전 통합관리 DB 표준안 및 실시간 위험인지 감시 및 통보의 자율 컴퓨팅 알고리즘 및 원격관리 시스템 응용 플랫폼 개발 - 대상 시설의 u-IT기반 Control Devices 시범적용을 RFID/USN 추가 및 시스템 개량 - 성능평가 및 분석을 통한 설계, 시공기준 마련 - 공항시설 안전관리 및 운영기준의 표준화 체계 연구, 공항 시설안전 통합관리 시스템 기반기술 연구, 항공기 이탈/손상 방지 안전시스템 등 안전관리 기초기술 연구 - 공항 시설안전 통합관리 시스템 기반기술 연구, 항공기 이탈/손상 방지 안전시스템 등 안전관리 기반기술 연구 • 세부 3 과제: 유비쿼터스 기술 기반 항공화물 관리 방안 및 시스템 개발 - 탑재용기 및 화물지상 조업장비 등 화물운송자원에 실시간 위치 및 이력 추적 기술연구 - 인식기술과 연계한 monitoring 기법 연구 - 실시간 work space 이용 상태 추적, 관리 연구 - 대기화물 감소 기술과 관리기술 연구 및 시스템 개발 - 화물자산 관리, 수명주기 관리 기법 연구 및 시스템 개발 - 화물체화관리 연구, 특수화물 보관 상태 관리 기술 연구 - 개발된 시스템 적용을 위한 시험 인증 환경 구축 진행 - 시험 인증환경 구축 - 실시간 화물 및 화물 지원 자원에 대한 모니터링을 통한 경고 기능 및 화물자원의 문제발생 시 신속복구 스케줄 기술 연구 및 시스템 개발 - 인식기술 기반 화물기 정비부품 관리 연구 - 항공화물 통계분석 모델에 관한 연구 - 항공물류의 지식관리모델 및 Contents 확보에 관한 연구
--	---

	- 통합시스템 개발 및 연동테스트
--	--------------------

3. 중복성 검토 결과

○ 5개의 대상과제에 대한 중복성 검토 결과는 표 9.3.8과 같음.

표 9.3.8 중복성 검토 결과

대상과제	중복성	연계 관계	중복성 검토 결과
항공관제용 통합 정보처리 시스템 개발	없음	필요	- 대상과제는 항공교통관제의 입장에서 항공감시 자료 처리를 다루고 있으므로 본 연구개발과 목적 및 내용이 다름. - ADS-B와 ARTS는 서로 연계되는 시스템이므로 기능 및 성능 시험 시 인터페이스 검증에 위한 연계가 필요함.
차세대 항공데이터통신 시스템 (VHF Data Link) 개발	거의 없음	필요	- 대상과제에서 개발한 VDL 모드 2 기술은 VDL 모드 4와 같은 VHF 대역을 이용하는 데이터링크라는 점에서 유사하지만 변조방식, 다중접속, 데이터전송률 등이 전혀 다름. - VDL 모드 4 송수신기와 프로토콜에 대한 선행 연구를 수행하였으나 본 연구개발의 목적과 범위에 비교하면 미흡함. - 데이터링크를 시험평가 하기 위한 도구 개발과 절차 수립 및 시험평가 과정은 방법론적으로 유사성이 있으므로 본 연구개발 시 이를 활용할 필요가 있음.
차세대 위성항행시스템 핵심기술 개발	거의 없음	필요	- 대상과제는 국내에서 수행된 최초의 ADS-B 연구임. - ADS-B 탑재 장비 - “항공관제 무선통신장비 개발” 과제에 참여한 (주)사라콤의 선박용 VDL 모드 4 장비를 사용함. - 데이터링크 프로토콜 측면에서 선박용 항법메시지를 사용한다는 것과 갱신주기가 6초라는 문제가 있었음. - Moving Map 기능을 연구실 수준으로 구현한 노트북 기반의 CDTI를 사용함. - ADS-B 지상 장비 - 역시 선박용 VDL 모드 4 장비를 사용하였으나 지상국 장비가 아닌 탑재용 장비를 그대로 사용함. - 지상시험과 비행시험 - 항공기와 차량을 이용한 지대지 감시기능으로 충돌

대상과제	중복성	연계 관계	중복성 검토 결과
			경보, 활주로 침입 등에 대한 시험을 수행하여 지대지 감시기능의 가능성을 확인함. - 2대의 항공기를 이용한 비행시험을 수행하여 공대공 및 공대지 감시기능의 가능성을 확인함. • 2단계 1차년도 과제 수행 중 부득이한 사정으로 인해 과제 중단 조치가 내려졌음. • 그 결과 항공감시용 ADS-B 시스템은 가능성만 확인한 채 완전하게 개발되지 못한 상태이고 ADS-B 응용 시험도 운용 안전성과 운용 성능을 검증하고 확인할 만큼 이뤄지지 못한 상태임. • 본 연구개발은 대상과제와 연구주제를 같으므로 후속과제와 같은 특성을 지님. • 따라서 본 연구개발에서는 선행 연구의 결과와 경험을 최대한 활용하여 계속해서 이어가는 것이 필요함.
항공관제 무선통신장비 (VHF, UHF Radio) 개발	없음	불필요	• “제5장 국내 기술수준 및 역량분석”에서 언급한 바와 같이 VHF/UHF 송수신기 및 안테나에 대한 기술은 이미 국내에서 보유한 기술임. • 본 연구개발에서는 송수신기와 안테나를 경량항공기 또는 무인항공기에 장착하기 위한 경량화에 대해서 다루고자 함.
차세대 지능형 공항시스템 개발	없음	불필요	• 대상과제의 세부과제 중 GPS를 이용한 공항 내 차량의 위치정보 인식 및 통제관리 관련 기술이 있음. • 대상과제의 세부과제는 ADS-B와는 다른 데이터링크를 사용하여 항법정보를 송수신함. • 본 연구개발의 공항 지상이동 운용시험은 항공기를 대상으로 하며 이착륙을 포함한 지상이동 과정 전체를 다루므로 대상과제의 세부과제와는 다른 기술임.

제10장 과제의 적정성 검토

제1절 기술수준 분석

- “제5장 국내 기술수준 및 역량분석”에서 제시한 기술수준 평가척도를 사용하여 본 연구개발 수행 후 기술수준을 비교하면 표 10.1.1과 같음.
- 이는 항공감시용 ADS-B 시스템을 개발하고 적합성 시험평가를 수행하여 제품화 단계에까지 도달하는 것을 목표로 하는 것임.
- 응용 기술에 대해서는 시작품 단계까지 도달하여 ADS-B를 이용한 차세대 항공감시시스템 도입의 타당성을 확인하는 것을 그 목표로 함. 이후 ADS-B 항공감시시스템의 구축을 통한 항공교통업무에 적용하는 것은 본 과제의 범위를 벗어나는 것임.
- 현 기술수준과 격차가 비교적 크게 나는 기술항목은 다음과 같음.
 - ▷ 항공감시용 데이터링크 관련 기술 (1090ES, UAT)
 - ▷ ADS-B/TIS-B/FIS-B 메시지 및 보고 처리 기술
 - ▷ ADS-B 응용 기술
- 따라서 이러한 기술항목에 대해서 역량을 집중하여 개발할 필요가 있음.

표 10.1.1 세부과제의 기술수준 분석

분야 및 기술항목			기술수준	
대 분 류	중 분 류	소 분 류	현재	목표
원천/공통 기술	항공감시용 데이터링크	• 1090MHz 확장 스쿼터	▼	◎
		• UAT	▼	◎
		• VDL 모드 4	▽	◎
	데이터 생성	• ADS-B 메시지	▽	◎
		• TIS-B/FIS-B 메시지	▼	◎
	데이터 처리	• ADS-B 보고	▼	◎
		• ASAS, 충돌감시 등	▽	◎
	데이터 융합	• 선택에 의한 데이터 융합	○	◎
		• 필터에 의한 데이터 융합	▽	◎
	사용자 인터페이스	• Moving Map	○	◎
		• 감시데이터 디스플레이	○	◎
부품/시제품 기술	안테나	• 항공기 탑재용 안테나	▽	◎
		• 지상국 안테나	◎	◎
	송수신 장비	• 항공기 탑재 송수신 장비	▽	◎
		• 지상국 송수신 장비	◎	◎
	CDTI	• MFD 또는 EFB 기반의 CDTI	▽	◎
		• PDA 기반의 CDTI	▽	◎
	지상 관리	• 원격제어 및 모니터링	○	◎
		• 통합 서버 관리 및 데이터 분배	○	◎
	통합 및 설치	• 표준 인터페이스 및 시스템 통합	○	◎
		• 설치환경 분석 및 설치	○	◎
	적합성 시험평가	• 시험평가도구 구축 및 운용	▽	◎
		• 기능시험, 환경시험 및 비행시험	▽	◎
응용 기술	항로 공역 감시	• 운용 안전성 분석 및 평가	▼	○
		• 운용 성능 분석 및 평가	▼	○
	터미널 공역 감시	• 운용 안전성 분석 및 평가	▼	○
		• 운용 성능 분석 및 평가	▼	○
	비행장 공역 감시	• 운용 안전성 분석 및 평가	▼	○
		• 운용 성능 분석 및 평가	▼	○

제2절 도출된 과제의 특허분석

1. 특허정보 수집 방법과 범위

- 항공감시용 ADS-B 시스템에 대한 특허정보 수집을 위해서 다음의 웹사이트를 활용함.
 - ▷ 한국특허정보원 (KIPRIS) - <http://www.kipris.or.kr>
 - ▷ 미국특허상표청 (USPTO) - <http://www.uspto.gov>
 - ▷ 유럽특허사무국 (esp@cenet) - <http://www.espacenet.com>
- KIPRIS는 한국특허정보원에서 1947년 이후의 모든 국내 산업재산권 정보를 수집하여 종합적으로 구축한 국내 대표적인 인터넷 특허정보 서비스 사이트임. 국내 특허, 실용신안, 의장, 상표, 심판, 영문초록, 염기서열에 대한 검색이 가능함.
- USPTO는 미국특허청에서 무료로 제공하고 있는 대표적인 미국특허 검색사이트로 1976년부터 현재까지의 특허정보 전문(Full-text)을 검색하여 이용할 수 있음.
- esp@cenet은 유럽특허청(European Patent Office)에서 제공하는 무료 특허검색 사이트로 esp@cenet를 이용하여 유럽특허 및 국제특허(PCT)를 검색할 수 있음. 일본 공개특허 영문초록(PAJ)이 수록되어 키워드로 일본특허정보를 검색할 수 있음.
- 본 연구개발과 관련한 특허정보 수집을 위하여 사용할 수 있는 검색어는 여러 가지가 있지만 여기서는 “automatic AND dependent AND surveillance AND broadcast” 또는 “ads-b”로 한정하여 검색하고자 함.

2. 특허정보 수집 결과

- KIPRIS 검색 결과에 의하면 해외특허 1,349건 가운데 미국공개(UO) 475건, 미국등록(UP) 440건, PCT(WO) 356건, 유럽공개(EP) 78건이고 국내 공개특허는 2건임.

- 국내에 등록된 ADS-B 관련 공개특허는 2건임.
- USPTO 검색 결과에 의하면 미국에 등록된 ADS-B 관련 공개특허는 건임.
- esp@cenet 조사 결과에 의하면 ADS-B 관련 공개특허는 모두 25건으로, 미국 19건, 유럽 3건, 한국 1건, PCT 1건, 중국 1건 순서임.

표 10.2.1 특허정보 수집 결과

순위	KIPRIS	USPTO	ESPACE
1	미국공개(UO) 475건	미국 138건	미국 19건
2	미국등록(UP) 440건	-	유럽 3건
3	PCT(WO) 356건	-	한국 1건, PCT 1건, 중국 1건
4	유럽공개(EP) 78건	-	-
5	한국공개(KR) 2건	-	-

- 국내 공개특허 정보는 표 10.2와 같음.

표 10.2.2 국내 공개특허 정보

번호	출원번호	상태	발명의 명칭	IPC	출원인	등록번호
1	10-2007-0137065	포기	자동항행감시 정보 제공을 위한 조종석 현시장치 (Cockpit Display of Traffic Information for Automatic Dependent Surveillance - Broadcast)	G01S 5/14	한국항공 우주연구원	-
2	10-2007-0058960	등록	ADS-B와 영상정보를 이용한 무인항공기의 자동 착륙유도 제어 방법 (Guide and control method for automatic landing of UAVs using ADS-B and vision-based information)	B64C 19/00	주식회사 대한항공	10-0842104-0000

3. 특허정보 분석 결과

- 특허정보 분석은 KIPRIS에서 제공하는 특허정보분석시스템(PIAS⁷⁵⁾) V2.0 프로그램을 사용하였음.
- 항공감시용 ADS-B 시스템의 기술개발 동향을 살펴보기 위해서 미국의 특허정보를 대상으로 분석함.
- ▷ 그림 10.2.1는 출원인의 상위 랭킹 5위를 나타낸 것으로, Honeywell사가 15건으로 1위이고 뒤를 이어 Rockwell Collins사, Garmin사, Rannoch사, Era System사 등 대기업 위주로 구성됨.
- ▷ 그림 10.2.2의 점유율 분석에 의하면 Honeywell사가 11%를 차지하고 뒤를 이어 Rockwell Collins사와 Garmin사가 각각 8%를 차지하고 있음.

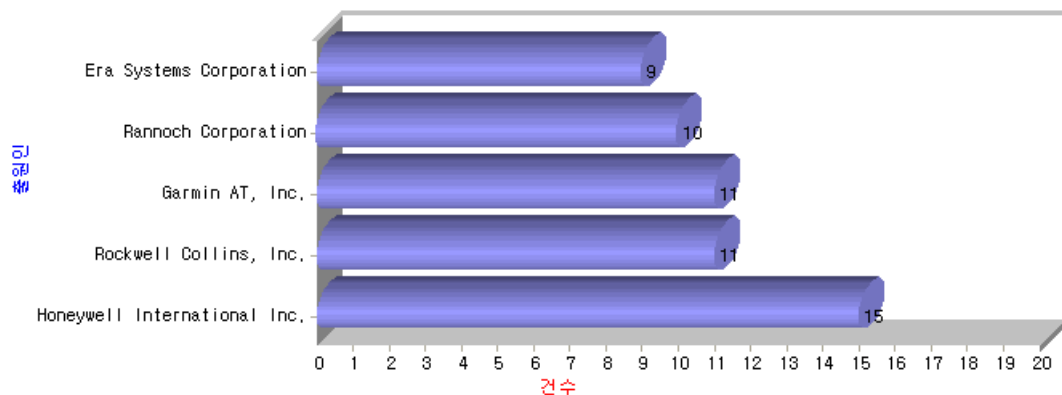


그림 10.2.1 출원인 랭킹 분석

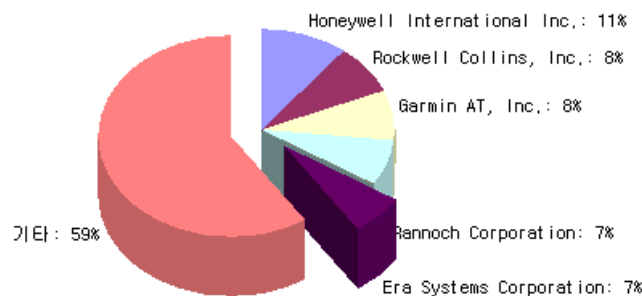


그림 10.2.2 출원인 점유율 분석

75) Patent Information Analysis System (특허정보분석시스템)

▷ 그림 10.2.3과 그림 10.2.4는 출원인의 신규진입시기와 진입기간을 보여주고 있음. Honeywell사와 Rockwell Collins사 및 Garmin사는 2000년 경에 진입하여 이후로 지속적으로 특허출원을 하고 있음. Era Systems사는 2005년에 후발주자로 진입하여 지속적으로 특허출원을 하고 있음.

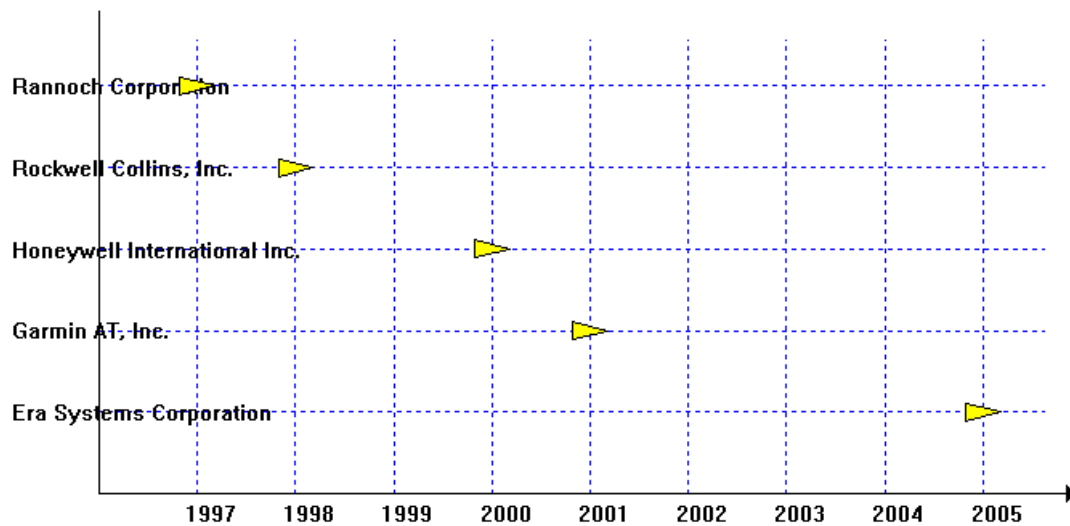


그림 10.2.3 출원인 신규 진입 맵

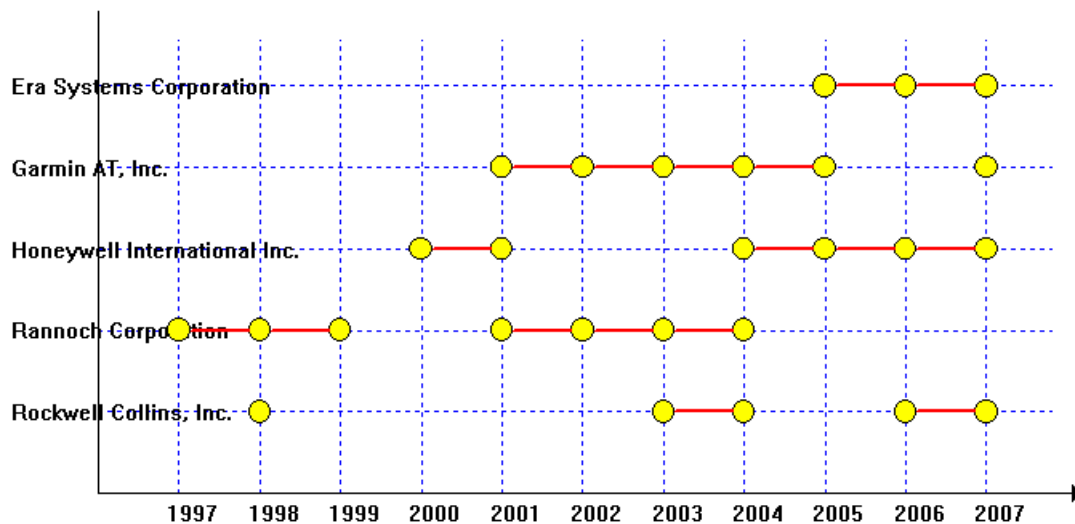


그림 10.2.4 출원인 진입 기간 맵

- ▷ 그림 10.2.5의 출원인-연도 레이더 분석 결과에 의하면 ADS-B 관련 기술은 2000년 이후로 특허출원이 활발해 짐. 또한 그림 10.2.6의 기술발전도가 보여주는 바와 같이 2001년 이후로 지속적인 특허출원이 발생함. 이러한 결과는 미국의 ADS-B 프로그램인 CAPSTONE 프로그램이 시작되면서 ADS-B에 대한 기술개발이 활발해 진 것을 보여줌.

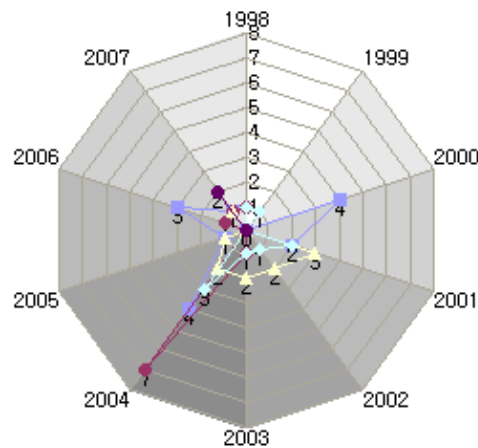


그림 10.2.5 출원인-연도 레이더 분석

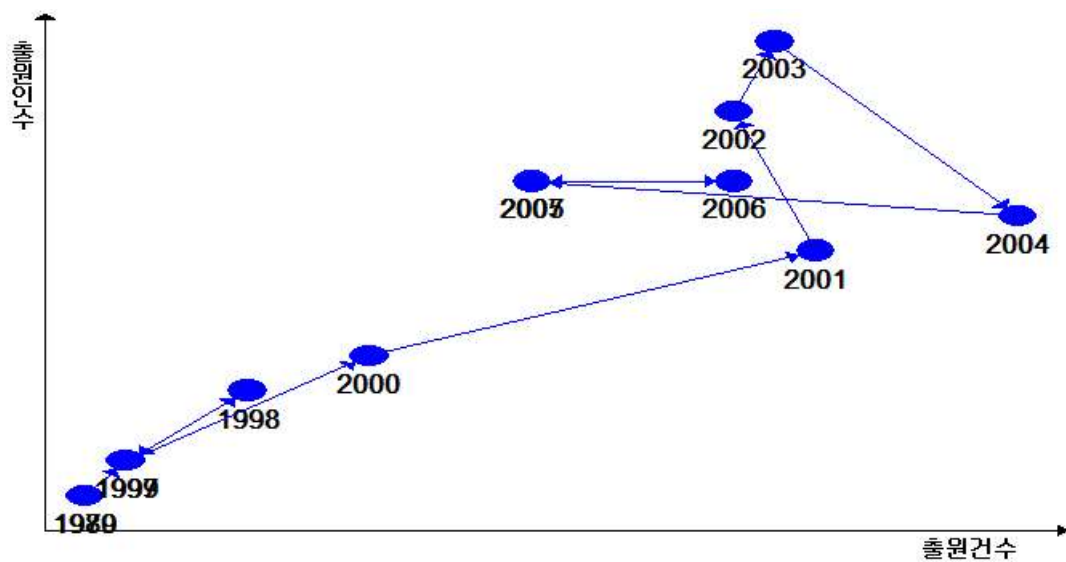


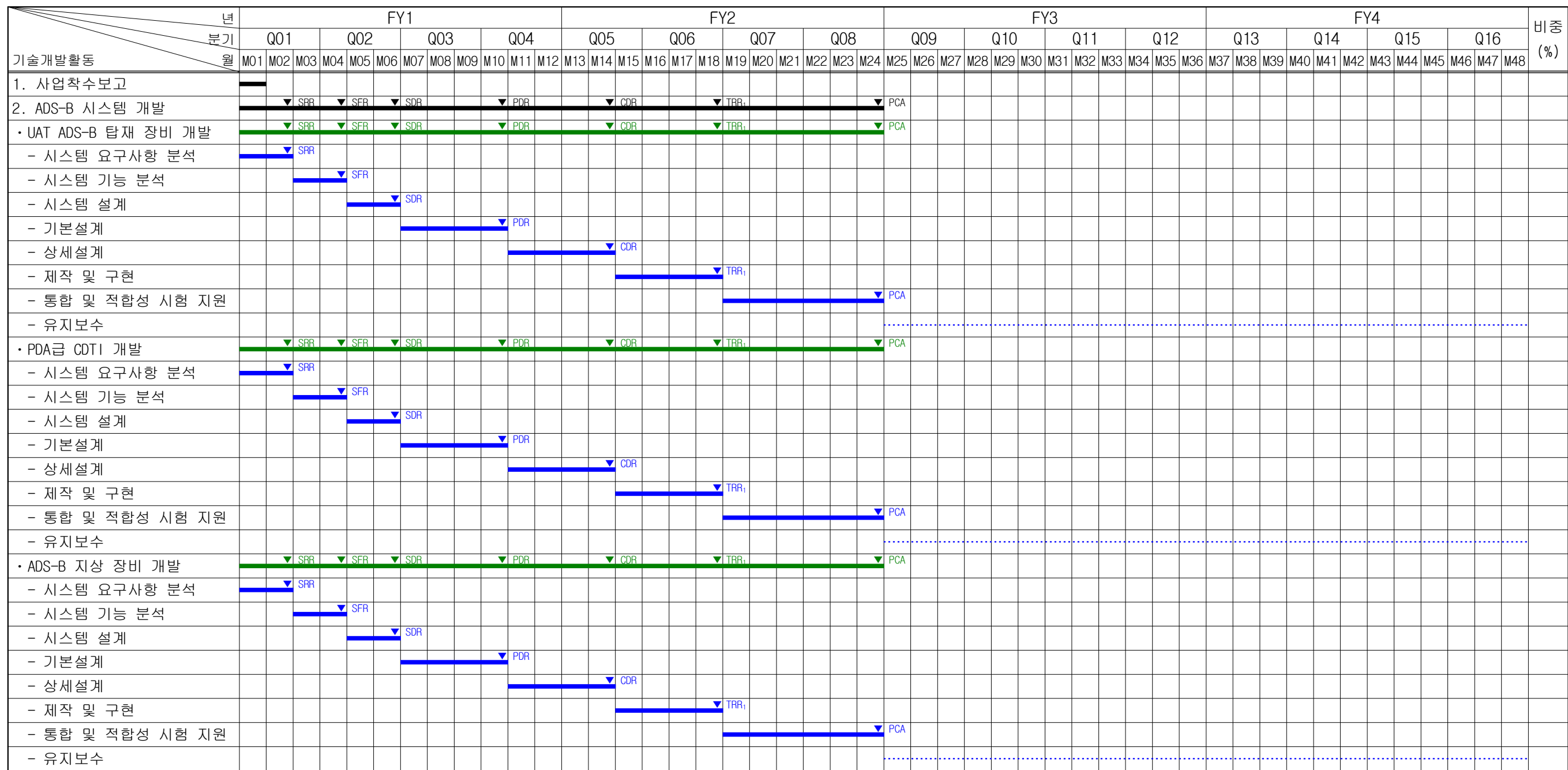
그림 10.2.6 기술발전도 분석

- ▷ 이와 같은 특허분석 결과를 보건대, 본 연구개발은 ADS-B와 관련된 국내 특허출원 활성화를 촉진시킬 것으로 예상됨.

**이 페이지는 의도적으로
공백 처리된 페이지입니다.**

제11장 세부과제별 추진전략

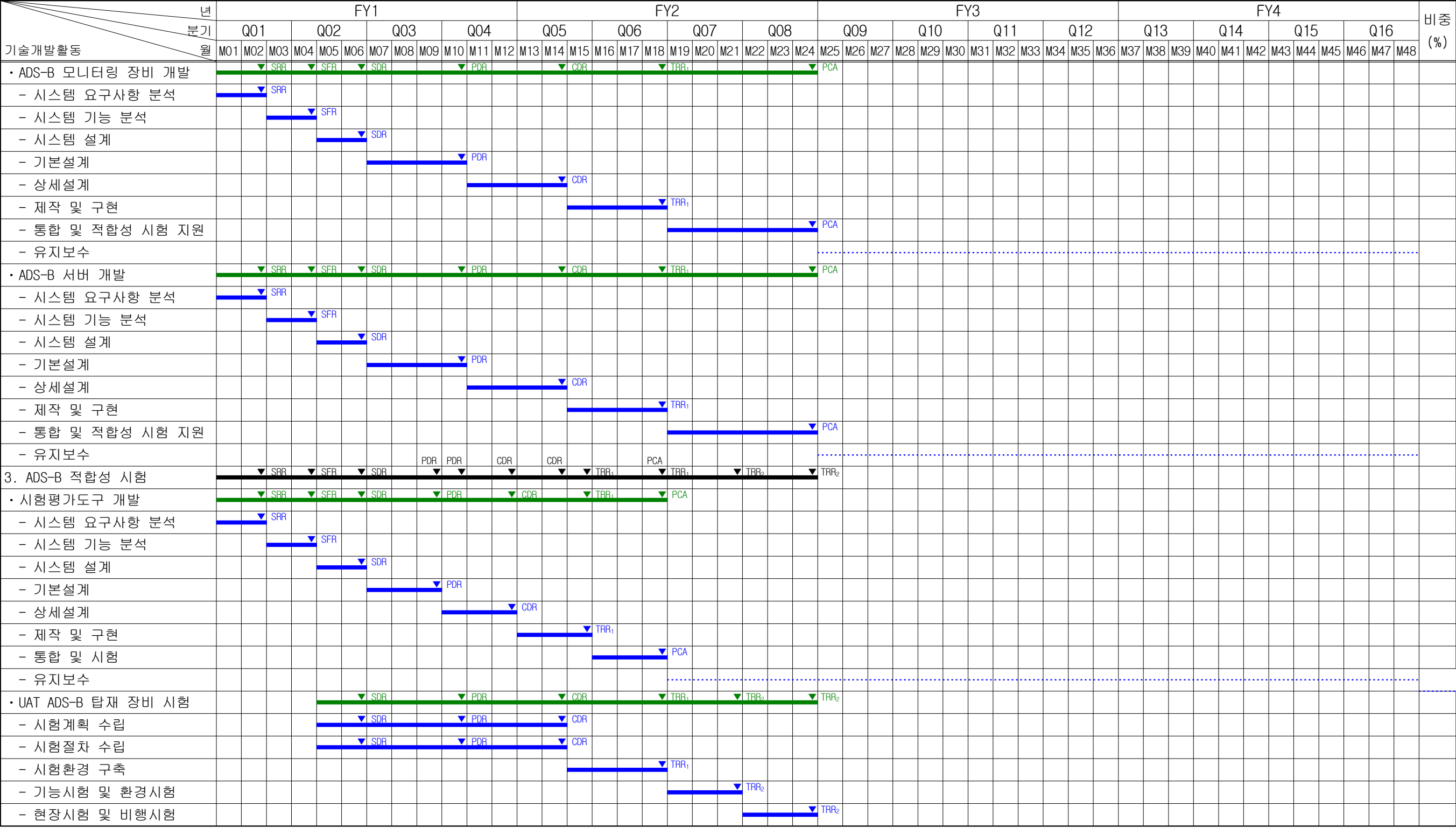
제1절 세부과제 기술 로드맵(TRM)



SRR System Requirement Review SFR System Functional Review SDR System Design Review PDR Preliminary Design Review CDR Critical Design Review

TRR₁ Test Readiness Review TRR₂ Test Result Review PCA Physical Configuration Audit QR Quarterly Review AR Annual Review

**이 페이지는 의도적으로
공백 처리된 페이지입니다.**



SRR System Requirement Review
TRR₁ Test Readiness Review

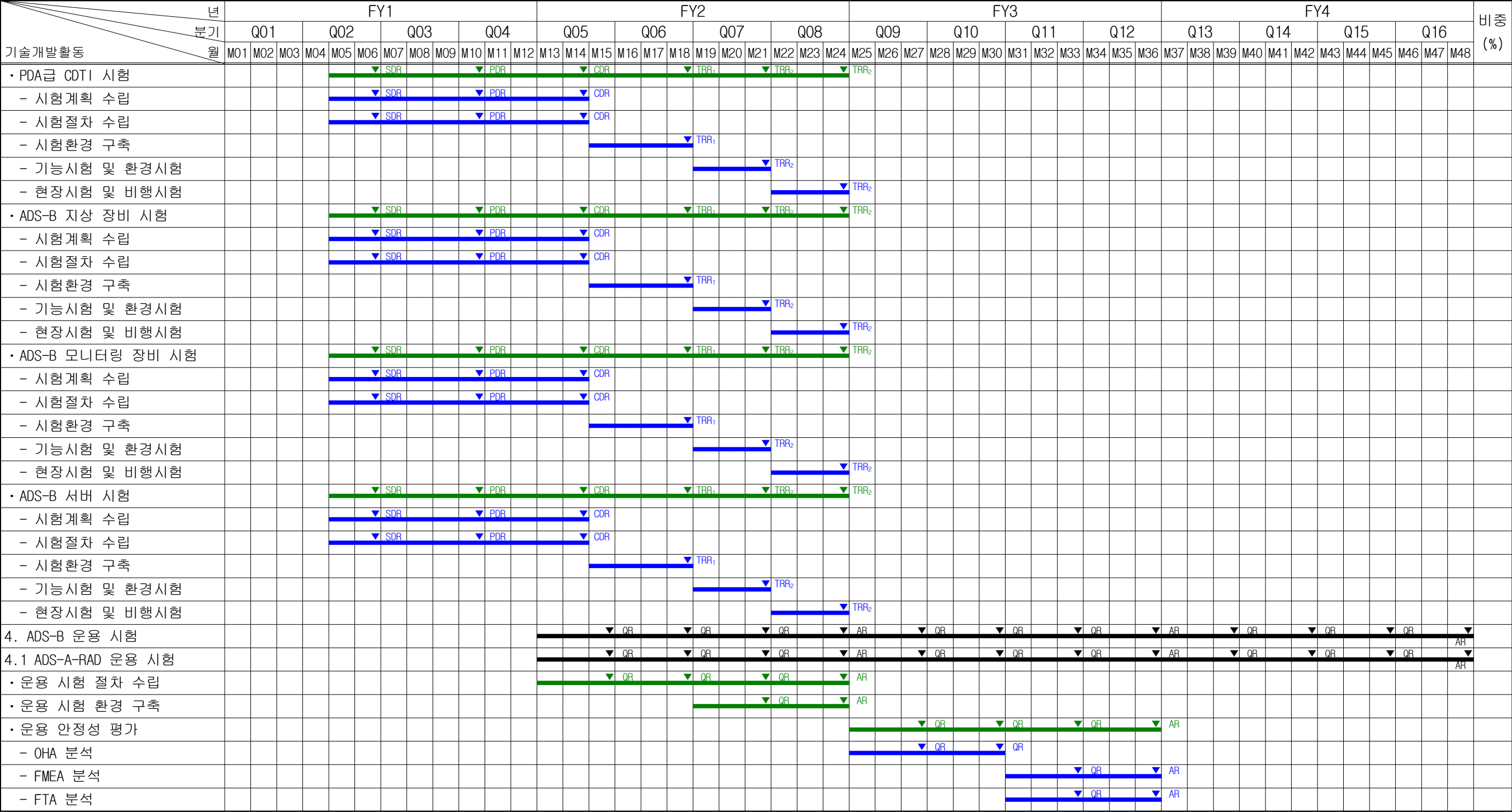
SFR System Functional Review
TRR₂ Test Result Review

SDR System Design Review
PCA Physical Configuration Audit

PDR Preliminary Design Review
QR Quarterly Review

CDR Critical Design Review
AR Annual Review

**이 페이지는 의도적으로
공백 처리된 페이지입니다.**



SRR System Requirement Review
TRR₁ Test Readiness Review

SFR System Functional Review
TRR₂ Test Result Review

SDR System Design Review
PCA Physical Configuration Audit

PDR Preliminary Design Review
QR Quarterly Review

CDR Critical Design Review
AR Annual Review

**이 페이지는 의도적으로
공백 처리된 페이지입니다.**

기술개발활동	년 분기 월	FY1												FY2												FY3												FY4												비중 (%)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
		Q01			Q02			Q03			Q04			Q05			Q06			Q07			Q08			Q09			Q10			Q11			Q12			Q13			Q14			Q15			Q16																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
		M01	M02	M03	M04	M05	M06	M07	M08	M09	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24	M25	M26	M27	M28	M29	M30	M31	M32	M33	M34	M35	M36	M37	M38	M39	M40	M41	M42	M43	M44	M45	M46	M47	M48																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
• 운용 성능 평가(OPA)																												▼ QR		▼ QR		▼ QR		▼ QR		▼ AR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
- 갱신주기 및 갱신확률																												▼ QR		▼ QR		▼ QR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
- 위치 정밀도																												▼ QR		▼ QR		▼ QR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
- 데이터 무결성 및 보존																												▼ QR		▼ QR		▼ QR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
- 가용성 및 연속성																														▼ QR		▼ AR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
- 기타 파라미터																														▼ QR		▼ AR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
• 상호운용성 평가(INTEROP)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
- ADS-B 메시지와 보고																														▼ QR		▼ QR		▼ QR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
- 시간 기준																														▼ QR		▼ QR		▼ QR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
- 항공기 식별부호																														▼ QR		▼ QR		▼ QR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
- 위치 정보																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
- 긴급 및 SPI 지시자																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
- 대지 속도																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
4.2 ATSA-SURF 운용 시험																▼ QR		▼ QR		▼ QR		▼ AR		▼ QR		▼ QR		▼ QR		▼ QR		▼ AR		▼ QR		▼ QR		▼ QR		▼ QR		▼ QR		▼ QR		▼ QR		▼ QR		▼ AR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									

SRR System Requirement Review
TRR₁ Test Readiness Review

SFR System Functional Review
TRR₂ Test Result Review

SDR System Design Review
PCA Physical Configuration Audit

PDR Preliminary Design Review
QR Quarterly Review

CDR Critical Design Review
AR Annual Review

**이 페이지는 의도적으로
공백 처리된 페이지입니다.**

제2절 연구개발 성과물

1. 최종 성과물

○ 하드웨어

- ▷ ADS-B 탑재 장비 (항공기용 6식, 차량용 10식)
- ▷ ADS-B 지상 장비 (2식)
- ▷ ADS-B 모니터링 장비 (2식)
- ▷ ADS-B 서버 (2식)
- ▷ 적합성 시험평가도구 (1식)

○ 소프트웨어

- ▷ ADS-B 시스템 개발 소프트웨어 (2개)
- ▷ 적합성 시험평가도구 소프트웨어 (2개)

○ 문서/도면

- ▷ 사업관리 관련 2종
- ▷ 운용개념 관련 2종
- ▷ 요구사항 관련 8종
- ▷ 설계 관련 38종
- ▷ 시험평가도구 검증 관련 11종
- ▷ 적합성 시험 관련 15종
- ▷ 운용 시험 관련 14종
- ▷ 설명서 관련 36종
- ▷ 부품 목록 12종

○ 연차보고서 및 최종보고서

2. 세부과제별 성과물

가. 사업관리

표 11.2.1 사업관리 성과물

구 분	성 과 물	수 량	비 고
문서	사업관리 계획서	1종	착수 후 1개월 이내
	시스템개발 계획서	1종	착수 후 1개월 이내
	보고서	4종	1. 1차년도 연차보고서 2. 2차년도 연차보고서 3. 3차년도 연차보고서 4. 최종보고서

나. ADS-B 시스템 개발

표 11.2.2 세부과제 성과물 (ADS-B 시스템 개발)

구 분	성 과 물	수 량	비 고
문서/도면	운용개념 기술서	1종	SRR/SFR
	시스템/서브시스템 명세서	1종	
	하드웨어 요구사항 명세서	1종	SDR/PDR
	소프트웨어 요구사항 명세서	1종	
	인터페이스 요구사항 명세서	1종	
	시스템/서브시스템 설계 기술서	1종	SDR
	하드웨어 설계 기술서	7종	PDR/CDR 1. UAT ADS-B 탑재장비 2. PDA급 CDTI 3. 1090ES ADS-B 지상장비 4. UAT ADS-B 지상장비 5. VDL 모드 4 지상장비 6. ADS-B 모니터링 장비 7. ADS-B 서버
	소프트웨어 설계 기술서	7종	
	인터페이스 설계 기술서	7종	
	사용자 설명서	7종	PCA 1. UAT ADS-B 탑재장비 2. PDA급 CDTI 3. 1090ES ADS-B 지상장비 4. UAT ADS-B 지상장비
	운용 설명서	7종	

구 분	성 과 물	수 량	비 고
	유지보수 지침서	7종	5. VDL 모드 4 지상장비 6. ADS-B 모니터링 장비 7. ADS-B 서버
	부품 목록	7종	
하드웨어	UAT ADS-B 탑재 장비	20식	항공기용 10식, 차량용 10식
	ADS-B 지상 장비	1식	주/예비 이중화 및 예비품 포함
	ADS-B 모니터링 장비	1식	주/예비 이중화
	ADS-B 서버	1식	주/예비 이중화
소프트웨어	ADS-B 시스템 개발 소프트웨어	2개	DVD

다. ADS-B 적합성 시험

표 11.2.3 세부과제 성과물 (ADS-B 적합성 시험)

구 분	성 과 물	수 량	비 고
문서/도면 (시험평가도구)	운용개념 기술서	1종	SRR/SFR
	시스템/서브시스템 명세서	1종	
	하드웨어 요구사항 명세서	1종	SDR/PDR
	소프트웨어 요구사항 명세서	1종	
	인터페이스 요구사항 명세서	1종	
	시스템/서브시스템 설계 기술서	1종	SDR
	하드웨어 설계 기술서	5종	PDR/CDR 1. 통제 및 모니터링 시스템 2. 비행 시뮬레이터 3. 감시센서 시뮬레이터 4. 감시 데이터 처리 서버 5. 비행 현시 시스템
	소프트웨어 설계 기술서	5종	
	인터페이스 설계 기술서	5종	
	시험 계획서	1종	CDR
	시험 절차서	5종	TRR ₁ 1. 통제 및 모니터링 시스템 2. 비행 시뮬레이터 3. 감시센서 시뮬레이터 4. 감시 데이터 처리 서버 5. 비행 현시 시스템

구 분	성 과 물	수 량	비 고
	시험 결과보고서	5종	PCA 1. 통제 및 모니터링 시스템 2. 비행 시뮬레이터 3. 감시센서 시뮬레이터 4. 감시 데이터 처리 서버 5. 비행 현시 시스템
	사용자 설명서	5종	
	운용 설명서	5종	
	유지보수 지침서	5종	
	부품 목록	5종	
문서/도면 (적합성 시험)	적합성 시험 계획서	1종	ADS-B 시스템 개발의 PDR/CDR
	적합성 시험 절차서	7종	ADS-B 시스템 개발의 TRR ₁ 1. UAT ADS-B 탑재장비 2. PDA급 CDTI 3. 1090ES ADS-B 지상장비 4. UAT ADS-B 지상장비 5. VDL 모드 4 지상장비 6. ADS-B 모니터링 장비 7. ADS-B 서버
	적합성 시험 결과보고서	7종	ADS-B 시스템 개발의 TRR ₂ 1. UAT ADS-B 탑재장비 2. PDA급 CDTI 3. 1090ES ADS-B 지상장비 4. UAT ADS-B 지상장비 5. VDL 모드 4 지상장비 6. ADS-B 모니터링 장비 7. ADS-B 서버
하드웨어	적합성 시험평가도구	1식	PCA
소프트웨어	적합성 시험평가도구 소프트웨어	2개	DVD

라. ADS-B 운용 시험

표 11.2.4 세부과제 성과물 (ADS-B 운용 시험)

구 분	성 과 물	수 량	비 고
문서/도면 (시험평가도구)	운용 시험 계획서	2종	2차년도 중간보고/연차보고 1. ADS-B-RAD 2. ATSA-SURF
	운용 시험 절차서	6종	2차년도 중간보고/연차보고 1. ADS-B-RAD 1.1. 운용 안정성 평가 1.2. 운용 성능 평가 1.3. 상호운용성 평가 2. ATSA-SURF 2.1. 운용 안정성 평가 2.2. 운용 성능 평가 2.3. 상호운용성 평가
	운용 안정성 평가 보고서	2종	3차년도 중간보고/연차보고 1. ADS-B-RAD 2. ATSA-SURF
	운용 성능 평가 보고서	2종	3차년도 중간보고/연차보고 1. ADS-B-RAD 2. ATSA-SURF
	상호운용성 평가 보고서	2종	4차년도 중간보고/최종보고 1. ADS-B-RAD 2. ATSA-SURF

제3절 성능지표 및 KPI 도출

○ 세부과제별로 성과지표 및 성과목표는 다음과 같음.

표 11.3.1 ADS-B 시스템 개발의 성과지표 및 성과목표

성 과 지 표		연차별 성과목표			
		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도
논문	학술지 게재 논문건수	5건	5건		
	학술회의 발표 논문건수	10건	10건		
	SCI급 학술지 게재 논문건수	1건	1건		
지식재산권	특허출원 건수		5건		
	소프트웨어 등록건수		5건		
기술성능 목표 달성	요소기술 성능목표 달성도	100%	100%		
	제품 성능목표 달성도	100%	100%		
하드웨어	ADS-B 탑재 장비		20식		
	ADS-B 지상 장비		1식		
	ADS-B 모니터링 장비		1식		
	ADS-B 서버		1식		
소프트웨어	ADS-B 시스템 개발 소프트웨어		2개		
문서/도면	사업관리 관련	3종	1종	1종	1종
	운용개념 관련	1종			
	요구사항 관련	4종			
	설계 관련		22종		
	설명서/지침서 관련		21종		
	부품 목록 관련		7종		

표 11.3.2 ADS-B 적합성 시험의 성과지표 및 성과목표

성 과 지 표		연차별 성과목표			
		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도
논문	학술지 게재 논문건수	3건	3건		
	학술회의 발표 논문건수	6건	6건		
	SCI급 학술지 게재 논문건수	1건	1건		
지식재산권	특허출원 건수		2건		
	소프트웨어 등록건수		2건		
기술성능 목표 달성	요소기술 성능목표 달성도	100%	100%		
	제품 성능목표 달성도	100%	100%		
하드웨어	적합성 시험평가도구		1식		
소프트웨어	적합성 시험평가도구 소프트웨어		2개		
문서/도면	운용개념 관련	1종			
	요구사항 관련	4종			
	설계 관련	16종			
	시험평가도구 검증 관련	1종	10종		
	적합성 시험 관련		15종		
	설명서/지침서 관련		15종		
	부품 목록 관련		5종		

표 11.3.3 ADS-B 운용 시험의 성과지표 및 성과목표

성 과 지 표		연차별 성과목표			
		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도
논문	학술지 게재 논문건수		2건	5건	5건
	학술회의 발표 논문건수		4건	10건	10건
	SCI급 학술지 게재 논문건수			2건	2건
기술성능 목표 달성	요소기술 성능목표 달성도		100%	100%	100%
	제품 성능목표 달성도		100%	100%	100%
문서/도면	운용 시험 관련		8종	4종	2종

**이 페이지는 의도적으로
공백 처리된 페이지입니다.**

제4절 성과물기반 TRM

성과물	년 분기 월	FY1												FY2												FY3												FY4																
		Q01			Q02			Q03			Q04			Q05			Q06			Q07			Q08			Q09			Q10			Q11			Q12			Q13			Q14			Q15			Q16							
		M01	M02	M03	M04	M05	M06	M07	M08	M09	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24	M25	M26	M27	M28	M29	M30	M31	M32	M33	M34	M35	M36	M37	M38	M39	M40	M41	M42	M43	M44	M45	M46	M47	M48					
1. 사업 총괄																																																						
· 사업관리 계획서		◆																																																				
· 시스템개발 계획서		◆																																														4분기						
· 분기보고				◆ 1분기			◆ 2분기			◆ 3분기			◆ 4분기			◆ 1분기		◆ 2분기		◆ 3분기			◆ 4분기			◆ 1분기		◆ 2분기		◆ 3분기			◆ 4분기			◆ 1분기		◆ 2분기			◆ 3분기							4분기	◆					
· 연차/최종보고서												◆ 1차년											◆ 2차년										◆ 3차년														◆							
2. ADS-B 시스템 개발																																																최종						
· 문서 및 도면																																																						
- 운용개념 기술서			◆ 초안		◆ 최종																																																	
- 시스템/서브시스템 명세서			◆ 초안		◆ 최종																																																	
- 하드웨어 요구사항 명세서						◆ 초안					◆ 최종																																											
- 소프트웨어 요구사항 명세서						◆ 초안					◆ 최종																																											
- 인터페이스 요구사항 명세서						◆ 초안					◆ 최종																																											
- 시스템/서브시스템 설계 기술서						◆																																																
- 하드웨어 설계 기술서											◆ 초안			◆ 최종																																								
- 소프트웨어 설계 기술서											◆ 초안			◆ 최종																																								
- 인터페이스 설계 기술서											◆ 초안			◆ 최종																																								
- 사용자 설명서																									◆																													
- 운용 설명서																									◆																													
- 유지보수 지침서																									◆																													
- 부품 목록																									◆																													
· 하드웨어 및 소프트웨어																																																						
- UAT ADS-B 탑재 장비																		◆ 인도						◆ 납품																														
- PDA급 CDTI																		◆ 인도						◆ 납품																														
- 1090ES ADS-B 지상 장비																		◆ 인도						◆ 납품																														
- UAT ADS-B 지상 장비																		◆ 인도						◆ 납품																														
- VDL Mode 4 지상 장비																		◆ 인도						◆ 납품																														
- ADS-B 모니터링 장비																		◆ 인도						◆ 납품																														
- ADS-B 서버																		◆ 인도						◆ 납품																														
- ADS-B 개발 소프트웨어																		◆ 인도						◆ 납품																														
3. ADS-B 적합성 시험																																																						
· 문서 및 도면 (시험평가도구 개발)																																																						
- 운용개념 기술서			◆ 초안		◆ 최종																																																	
- 시스템/서브시스템 명세서			◆ 초안		◆ 최종																																																	
- 하드웨어 요구사항 명세서						◆ 초안					◆ 최종																																											
- 소프트웨어 요구사항 명세서						◆ 초안					◆ 최종																																											
- 인터페이스 요구사항 명세서						◆ 초안					◆ 최종																																											

**이 페이지는 의도적으로
공백 처리된 페이지입니다.**

성과물	년 분기 월	FY1												FY2												FY3												FY4														
		Q01			Q02			Q03			Q04			Q05			Q06			Q07			Q08			Q09			Q10			Q11			Q12			Q13			Q14			Q15			Q16					
		M01	M02	M03	M04	M05	M06	M07	M08	M09	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24	M25	M26	M27	M28	M29	M30	M31	M32	M33	M34	M35	M36	M37	M38	M39	M40	M41	M42	M43	M44	M45	M46	M47	M48			
- 시스템/서브시스템 설계 기술서						◆																																														
- 하드웨어 설계 기술서									◆	초안			◆	최종																																						
- 소프트웨어 설계 기술서									◆	초안			◆	최종																																						
- 인터페이스 설계 기술서									◆	초안			◆	최종																																						
- 시험 계획서												◆	최종																																							
- 시험 절차서															◆																																					
- 시험 결과보고서																		◆																																		
- 사용자 설명서																		◆																																		
- 운용 설명서																		◆																																		
- 유지보수 지침서																		◆																																		
- 부품 목록																		◆																																		
• 하드웨어 및 소프트웨어																				◆	납품																															
- 시험평가도구																			◆	납품																																
- 시험평가도구 소프트웨어																			◆	납품																																
• 문서 (적합성 시험)																																																				
- 적합성 시험 계획서										◆	초안				◆	최종																																				
- 적합성 시험 절차서																		◆																																		
- 적합성 시험 결과보고서																				◆	기능 환경				◆	현장 비행																										
4. ADS-B 운용 시험																																																				
• 문서																																																				
- 운용 시험 계획서																			◆	중간					◆	최종																										
- 운용 시험 절차서																			◆	중간					◆	최종																										
- 운용 안정성 평가 보고서																														◆	중간						◆	최종														
- 운용 성능 평가 보고서																															◆	중간					◆	최종														
- 상호운용성 평가 보고서																																																			◆	

**이 페이지는 의도적으로
공백 처리된 페이지입니다.**

제12장 기대성과 및 활용방안

제1절 기대성과

1. 기술적 측면

- 항공감시용 ADS-B 핵심기술개발 사업의 성공적 수행을 통한 차세대 항행시스템으로의 원만한 전환이 가능하게 함.
- 미국 FAA의 CAPSTONE 프로그램에서 보여준 바와 같이 ADS-B의 도입은 기존 레이더로 감시가 어려운 지역의 항공기 운항과 저시정 상황에서의 항공기 이동에 대한 안전을 향상시켜줄 것으로 예상됨.
- ADS-B는 저시정 상황에서 A-SMGCS와 연계하여 공항 내 지상 이동의 효율성을 향상시킴으로써 공항 가동률을 증가시킬 것임.
- 차세대 항공감시기술의 국산화를 통하여 2011년부터 착수되는 차세대 항행시스템 구축을 국내 기술로 가능하게 할 것임.

2. 사회 · 경제적 측면

- 차세대 항행시스템의 검증된 기술과 제품을 해외에 수출함으로써 경제적 이익을 창출할 수 있음.
- 기존 항행시설에 대한 수입대체 및 수입단가 인하 효과와 구축 후 운용 · 유지보수에 소요되는 비용을 절감할 수 있을 것임.
- 산·학·연·관의 상호 유기적인 협력 체계와 기술개발 체계를 정립하여 차세대 항행체계와 관련된 범국가적인 인프라를 구축함으로써 항공 선진국 G-10 수준의 기술역량을 확보할 수 있음.
- ICAO 상임이사국, 항공운송 세계 8위, 인천국제공항 4년 연속 세계 최고 공항 부문 1위라는 국제적인 지위와 부합하도록 ICAO 항공감시 분야의 표준화 활동에 적극적으로 활동함으로써 기술 선진국으로서의 지위를 확립할 수 있음.

제2절 실용화 및 활용방안

1. 실용화방안

- 본 연구개발은 개발하는 항공감시용 ADS-B 시스템은 표 10.1.1에 정리한 것과 같이 제품화 단계까지 도달하는 것을 목표로 하고 있음.
- 본 연구개발을 성공적으로 수행한 후 실용화 방안은 다음과 같음.
 - ▷ 첫째는 2011년부터 착수하는 것으로 계획되어 있는 차세대 항행시스템 구축에 참여하여 국내 항공감시시스템의 지상 장비와 모니터링 장비 및 서버를 제공하는 것임.
 - ▷ 둘째는 경량항공기 또는 무인항공기의 감시를 위하여 일반항공의 탑재 장비와 지상 장비, 모니터링 장비 및 서버를 제공하는 것임.
 - ▷ 셋째는 공항의 지상조업차량의 상황 인식을 향상시키기 위하여 차량용 탑재장비를 제공하는 것임.
 - ▷ 넷째는 공항 관제탑이나 이동지역 통제소의 지상감시 능력을 향상시키기 위하여 지상 장비, 모니터링 장비 및 서버를 제공하는 것임.
- 성공적으로 국내 시장을 개척할 경우 이를 기반으로 하여 아시아 시장에 진출할 수 있을 것임.
 - ▷ 선진국과 비교하여 성능은 동일하고 비용 측면에서 경쟁력을 가져가며 사후 서비스를 신속하게 대응한다면 틈새시장을 개척할 수 있을 것임.

2. 활용방안

가. A-SMGCS

- A-SMGCS는 공항의 레이아웃, 교통 밀도 및 시정상황에 따라 Level-1부터 Level-5까지 있음.
- A-SMGCS는 감시, 제어, 경로, 안내의 4가지 주요 기능은 통하여 항공기와 차량의 지상이동을 안전하게 관제함. 여기서 감시 기능은 모든 Level에 적용되는

기본 기능임.

- 현재 지상감시 기능은 대부분 ASDE를 통해서 이루어지고 있으나 저시정 상황에서의 성능 저하 등으로 인해 한계점을 드러내고 있음.
- A-SMGCS에서는 이러한 한계점을 보완하기 위해 ADS-B, Multilateration 등의 감시 센서를 융합하여 사용함.

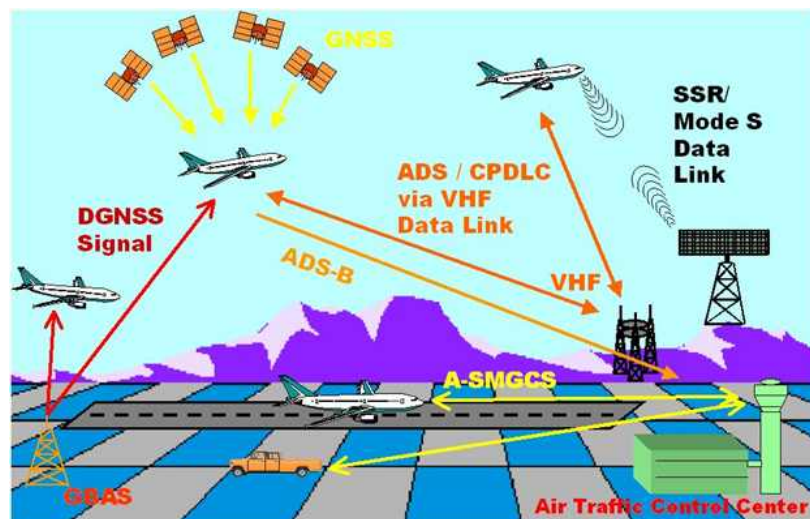


그림 12.2.1 A-SMGCS에서 ADS-B의 활용

나. ARTS

- 항로 관제와 터미널 관제에 사용되는 ARTS는 일반적으로 SDP⁷⁶⁾와 FDP⁷⁷⁾로 구성됨.
- ▷ SDP의 경우 기존에는 레이더 자료를 처리하기 때문에 RDP라 불렸지만 최근에는 레이더 자료 이외에 ADS-B, Multilateration 등의 다른 감시 자료도 처리하기 때문에 SDP라 불림.
- ARTS와 ADS-B는 ASTERIX CAT021을 통해서 연계됨.

76) Surveillance Data Processor (감시 데이터 처리기)

77) Flight Data Processor (비행 데이터 처리기)

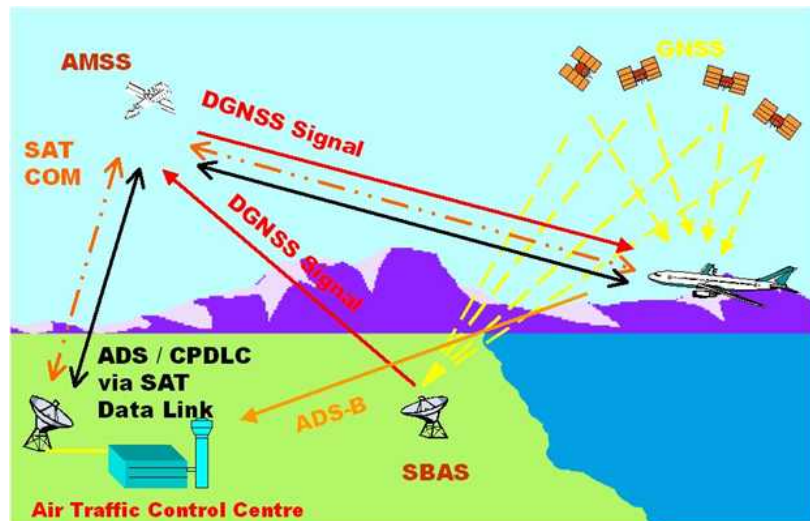


그림 12.2.2 ARTS에서 ADS-B의 활용

다. D-AIM

- D-AIM은 기존에 문서 등으로 제공되던 항공정보를 “One-Stop-Shop”이라 불리는 서버를 통하여 제공함으로써 항공정보의 무결성을 향상시키는 차세대 항공 정보관리시스템임.
- ADS-B를 통하여 수집된 항공정보는 D-AIM 서버를 통하여 다른 사용자에게 제공되고 교통정보, 공항정보, 기상정보 등 비행에 필요한 비행정보는 TIS-B와 FIS-B를 통해서 조종사에게 제공됨.

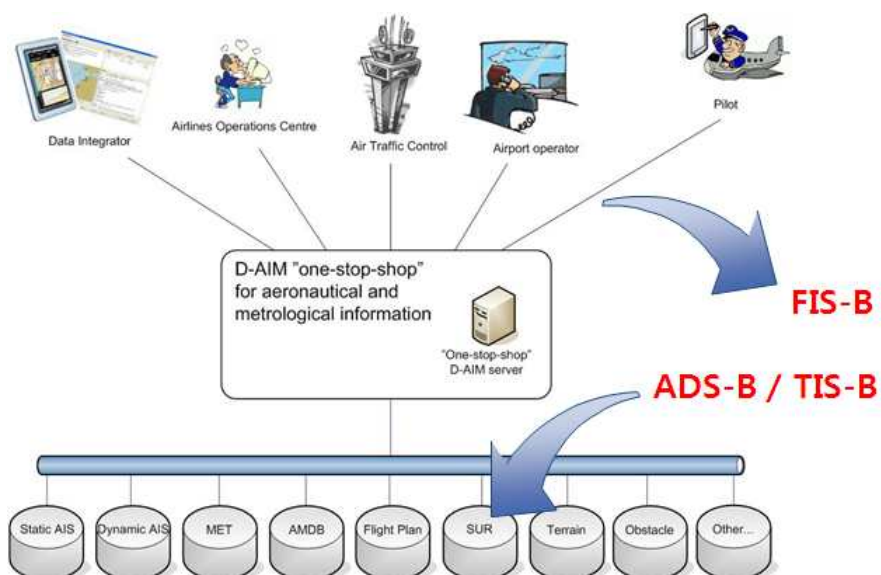


그림 12.2.3 D-AIM에서 ADS-B/TIS-B/FIS-B의 활용

제13장 타당성 분석

제1절 정책적 타당성 분석

- 한국건설교통기술평가원은 2006년 5월에 건설교통 산업의 경쟁력 확보를 위해 “건설교통 R&D 혁신로드맵”을 수립하였음.
- 또한 2007년 12월에 건설교통 R&D 혁신로드맵을 체계적이고 효율적으로 추진하기 위한 실행계획으로 “건설교통 R&D 중장기계획(안) (2008~2012)”을 수립하였음.
- 국토해양부 항공정책실은 2009년 12월 30일에 “항공법” 제2조의 5에 따라 “제1차 항공정책기본계획”(국토해양부고시 제2009-1296호)을 수립하여 고시함.
- 본 연구개발은 이와 같은 건설교통 R&D 계획에 따라 단계적으로 추진되고 있으므로 이를 기준으로 하여 상위 계획과의 부합성을 파악함으로써 정책적 타당성을 분석함.

표 13.1.1 상위 계획과의 부합성 분석 결과

구분	상위 계획	본 연구개발	부합성
비전	세계 10위권 항공기술 강국으로 도약	항공감시용 ADS-B 핵심기술개발을 통한 항공감시기술 선진화	부합
목표	• 선진국 대비 75% 수준의 항공기술력 확보 • 항공기 인증체계 구축 및 수출 기반 강화 • 항공기 운항 사고율 50% 감소	• ADS-B 개발기술 선진화 • ADS-B 시험평가기술 선진화 • ADS-B 운용기술 선진화	부합
중점과제	첨단 항공감시시스템 및 항공교통관리 기술 개발	• ADS-B 시스템 개발 - UAT ADS-B 탑재 장비 - PDA급 CDTI - ADS-B 지상 장비 - ADS-B 모니터링 장비 - ADS-B 서버 • ADS-B 적합성 시험 - 시험평가도구 개발 - 대상: 1090ES/UAT/VDL M4 - 기능/환경/성능 시험 • ADS-B 운용 시험 - 시험환경 구축 - ADS-B-RAD 응용 확인 - ATSA-SURF 응용 확인	부합
성과목표	공항 및 저고도 항공기 ADS-B 시스템 개발을 통한 항공기 사고 예방 및 ADS-B 정보 검증시스템 확보	• 항공교통업무를 위한 ADS-B 감시시스템 구축 기반 확보 • 항로/터미널/비행장 공역의 ADS-B 운용 안전성 및 성능 확인 • 경량항공기 및 무인항공기의 안전운항을 위한 항공감시시스템 구축 기반 확보	부합

제2절 기술적 타당성 분석

1. 국내 기술수준 분석

- “제5장 제1절 국내 기술수준”과 “제10장 제1절 기술수준 분석”에서 제시한 바와 같이 본 연구개발을 통해서 항공감시용 ADS-B 시스템의 원천/공통기술 11개 항목과 부품/시제품기술 12개 항목 및 응용기술 6개 항목에 대해서 선진화를 수행하고자 함.

2. 기존 연구와의 중복성

- “제9장 제3절 기존 연구와의 중복성 및 연계관계”에서는 본 연구에서 수행해야 하는 세부과제에 대한 중복성과 연계성에 대한 검토를 수행함으로써 기술적 타당성을 제시하였음.

3. 기술개발 성공 가능성

- ICAO의 차세대 항행시스템으로의 전환 계획에 따라 항공감시용 ADS-B 시스템과 관련하여 ICAO, RTCA, ERUOCAE, FAA 등으로부터 발간된 국제 기술기준이 정립되어 있음.
- 이러한 국제 기술기준의 최소 성능 요구사항은 미국의 NextGen 프로그램과 유럽의 CASCADE 프로그램 등을 통해서 그 성능이 검증된 기술임.
- 국내의 경우 본 연구개발에 앞서 수행된 “차세대 위성항행시스템 핵심기술 개발 (한국항공우주연구원 주관)” 사업에서 ADS-B 시스템에 대한 기술적인 가능성을 입증하였음.
- 또한 인천국제공항에서는 외국에서 도입된 ADS-B 시스템을 구축하여 항공기와 지상조업차량의 감시 정보를 수집하여 분석하였음.
- 이와 같은 상황들은 볼 때 본 연구개발의 세부과제는 성공 가능성이 높음.

제3절 경제적 타당성 분석

1. 분석 방법

- 항공감시용 ADS-B 핵심기술개발 사업의 경제적 타당성을 분석함에 있어 국토해양부의 “제3차 교통시설 투자평가지침 개정안”(2009)을 참조하여 적용함.
- 경제성 분석은 순현재가치(NPV⁷⁸⁾), 편익/비용 비율(BCR⁷⁹⁾), 내부수익률(IR⁸⁰⁾) 등의 계산을 통하여 국가 전체적 입장에서 연구개발사업의 경제성을 측정하고 파악하는 것을 말하는데, 본 연구개발에서는 BCR 방법을 적용하여 경제성을 분석함.
- 편익/비용 비율은 다음과 같이 계산하는데, 그 결과 지수가 1보다 크면 경제성 수익성이 있는 것으로 판정하는 것임.

$$BCR = \frac{\sum_{t=0}^N \frac{B_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^N \frac{C_t}{(1+r)^t}}$$

- ▷ 여기서 B_t 는 t년도 편익 흐름, C_t 는 t년도 비용 흐름, r 은 사회적 할인율, N 은 사업기간임.
- 본 기획연구에서는 항공감시용 ADS-B 시스템에 대하여 다음의 두 가지 관점에서 경제적 타당성을 분석함.
 - ▷ 사례1: 항공감시용 ADS-B 시스템 구축에 대한 경제적 타당성
 - ▷ 사례2: 항공감시용 ADS-B 시스템 구축 시 국내 연구개발을 통한 ADS-B 시스템 구축에 대한 경제적 타당성

78) Net Present Value (순현재가치)

79) Benefit Cost Ratio (편익/비용 비율)

80) Internal Rate of Return (내부수익률)

2. ADS-B 시스템 구축에 대한 경제적 타당성

가. 편익 추정

○ 편익은 다음과 같이 3단계 과정을 통해서 추정됨.

- ▷ 1단계: 편익항목의 식별
- ▷ 2단계: 편익항목별 편익의 측정
- ▷ 3단계: 편익의 화폐단위 변환

(1) 편익항목의 식별

○ 항공감시용 ADS-B 시스템은 “제3차 교통시설 투자평가지침 개정안”의 <표 4-72> 중 “에어사이드 장비 구입/설치”에 해당하며, 이에 해당하는 편익항목은 다음과 같음.

- ▷ 승객통행시간 감소
- ▷ 화물운송시간 감소

(2) 편익의 측정

○ 승객통행시간 감소의 경우, 연간 항공기 운항지체시간 감소분(단위: 항공기-시간)에 평균 탑승객수(단위: 인/항공기)를 곱하여 연간 승객통행시간 감소를 “인 · 시간” 단위로 측정함.

- ▷ Eurocontrol의 “Cost Benefit Analysis for ADS-B Implementation at Pescara Airport” 보고서는 ADS-B 시스템 도입에 따른 이륙 지연시간 감소를 2분으로, 착륙 대기시간 감소를 4분으로 추정함. 따라서 본 연구개발에서는 이를 참고하여 항공기 1편당 운항지체시간 감소분을 4분으로 사용함.
- ▷ 한국항공진흥협회 통계자료에 의하면 2008년도 국내선 여객은 16,990,360명이고 국제선 여객은 35,341,410명임.
- ▷ 따라서 연간 승객통행시간 감소에 의한 편익은 국내선의 경우 1,132,690인 · 시간이고 국제선의 경우 2,356,094인 · 시간(분)임.

- 화물운송시간 감소의 경우, 연간 항공기 운항지체시간 감소분(단위: 항공기-시간)에 평균 적재량(단위: 톤/항공기)를 곱하여 연간 화물운송시간 감소를 “톤·시간” 단위로 측정함.
- ▷ 승객통행시간 감소와 마찬가지로 항공기 1편당 운항지체시간 감소분을 4분으로 사용함.
- ▷ 한국항공진흥협회 통계자료에 의하면 2008년도 평균 적재량은 3,251,606톤임.
- ▷ 따라서 연간 화물운송시간 감소에 의한 편익은 216,774톤·시간임.

(3) 편익의 화폐단위 변환

- 항공 승객의 시간가치는 다음과 같이 적용함.
 - ▷ 국내선의 경우 2005년 “지방공항 운영체계 개선방안” 연구에서 제시된 값을 바탕으로 200년 가격으로 환산하여 업무와 비업무 구분 없이 시간당 18,978원을 적용함.
 - ▷ 국제선의 경우 2000년 “인천국제공항 교통수단별 접근교통수요예측” 연구에서 제시된 값을 바탕으로 2008년 가격으로 환산하여 업무와 비업무 구분 없이 시간당 26,584원을 적용함.
 - ▷ 따라서 연간 총 승객통행시간 감소에 의한 편익은 841억원 정도임.
- 화물의 시간가치는 일본의 “평성 12년도 화물지역유동조사”와 “평성 12년도 전국화물순유동조사”를 바탕으로 수단선택모형을 이용해 도출한 톤-시간당 73,000원을 적용함.
 - ▷ 따라서 연간 총 화물운송시간 감소에 의한 편익은 158억원 정도임.
- 따라서 항공감시용 ADS-B 시스템 도입에 따른 편익은 999억원임.

나. 비용 추정

○ 비용 산출은 미국의 FAA가 공항타당성조사 방법론으로 제시한 “Life Cycle Cost Model”과 국내 공항건설사업의 자료를 바탕으로 함.

○ 비용은 크게 연구개발비, 공사비, 유지관리비의 세 가지 항목으로 구성됨.

(1) 연구개발비

○ “제14장 소요예산”에서 제시한 바와 같이 본 연구개발의 소요예산은 86.3억원임.

(2) 공사비

○ 공사비는 2008년도 엔지니어링 사업대가 기준을 적용하여 실비정액가산방식으로 산정함.

▷ 직접인건비는 고급기술자의 노임단가로 50M/M를 가정하여 2.1억원으로 산정함.

▷ ADS-B 시스템의 직접경비는 국토해양부의 “제3차 교통시설 투자평가지침 개정안”(2009)에서 제시하고 있는 개략공사비를 적용하여 13.84억원으로 산정함.

▷ 제경비는 직접인건비의 120%로 가정하여 2.54억원으로 산정함.

▷ 기술료는 직접인건비와 제경비를 합한 금액의 20%로 가정하여 0.9억원으로 산정함.

▷ 따라서 항공감시용 ADS-B 시스템에 대한 공사비는 19.38억원으로 산정함.

(3) 유지관리비

○ 항공감시용 ADS-B 시스템의 내구연한을 10년으로 산정하고, 매년 구축비의 10%에 해당하는 유지관리비가 소요된다고 가정함.

다. 할인율과 평가기간

- 사회적 할인율은 공공투자사업의 경제성 분석에 있어서 결정적인 요인으로 작용하기 때문에 국토해양부의 “제3차 교통시설 투자평가지침 개정안”(2009)에서 지침으로 제시하고 있는 5.5%로 적용함.
- 경제적 타당성 분석기간은 본 연구개발이 시작되는 2010년부터 20년간으로 함.
 - ▷ 연구개발은 2010년부터 2013년까지 4년간 수행함.
 - ▷ 연구개발 시 개발된 ADS-B 지상 장비는 시범공항에 설치되어 운용됨.
 - ▷ 연구개발 종료 후 2014년부터 2016년까지 연간 2개 공항에 항공감시용 ADS-B 시스템이 구축하여 모두 6개 공항에 ADS-B 시스템을 구축함.
 - ▷ 또한 2014년부터 2016년까지 ADS-B 종합상황실을 구축함.

라. 편익/비용 분석 결과

- 지금까지 추정된 편익과 비용에 대해서 5.5%의 할인율을 적용하여 20년간의 총 편익과 총 비용을 추정해 보면 다음과 같음.

표 13.3.1 사례1: 편익과 비용 추정 결과

년도	편익(백만원)	비용(백만원)
2010	-	1,978
2011	-	3,290
2012	-	1,794
2013	3,078	1,007
2014	3,103	4,625
2015	3,131	4,783
2016	3,162	4,911
2017	3,197	1,074
2018	3,234	1,018
2019	3,275	965
2020	3,318	914
2021	3,365	867
2022	3,415	822
2023	3,467	779
2024	3,523	738
2025	3,582	1,655
2026	3,644	2,556
2027	3,709	2,578
2028	3,777	2,592
2029	3,848	1,056
합계	57,830	40,002

○ 표 13.3.1로부터 편익/비용 비율을 계산해 보면 $BCR = 1.45$ 이므로 $BCR > 1$ 이 되어 항공감시용 ADS-B 시스템을 국내 공역에 구축하는 것은 경제적 타당성 있는 것으로 분석됨.

마. 민감도 분석 결과

- 민감도 분석은 비용, 편익 및 할인율에 대해서 표 13.3.2와 같은 경우를 적용하여 분석함.

표 13.3.2 사례1: 경제적 타당성 분석의 민감도 분석 적용범위

구 분	적 용 범 위
비 용	+10%, +20%, +30%, +40%, +50%
편 익	-30%, -20%, -10%, +10%, +20%, +30%
할인율	3.5%, 4.5%, 6.5%, 7.5%

(1) 비용에 대한 민감도 분석

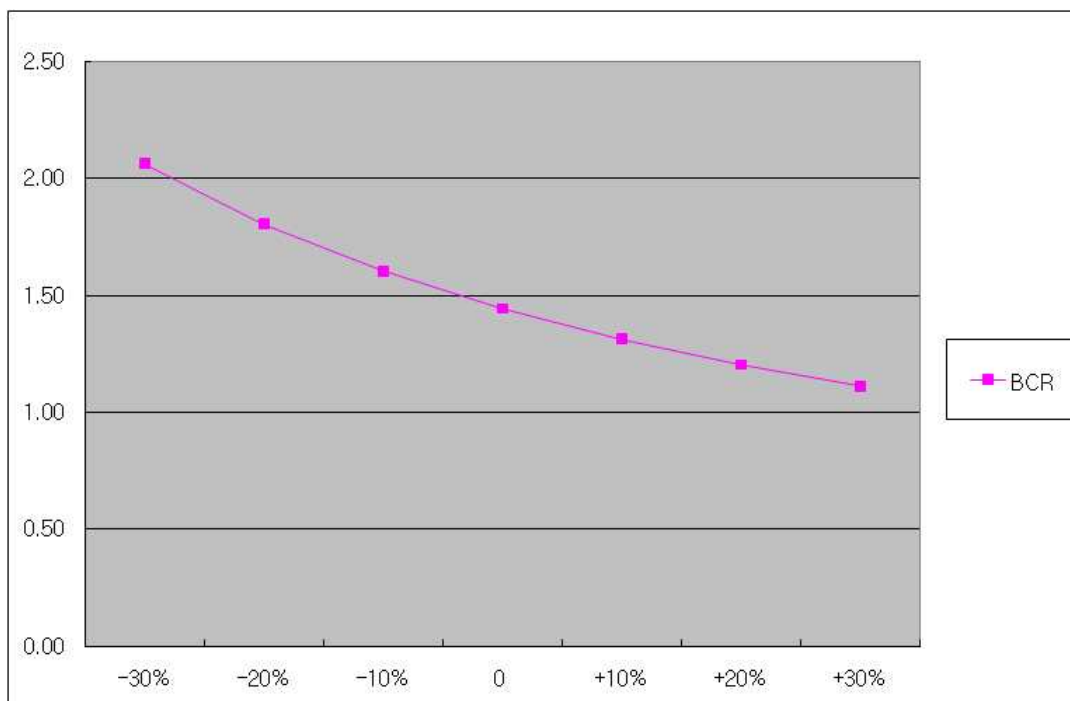


그림 13.3.1 사례1: 비용에 대한 민감도 분석

(2) 편익에 대한 민감도 분석

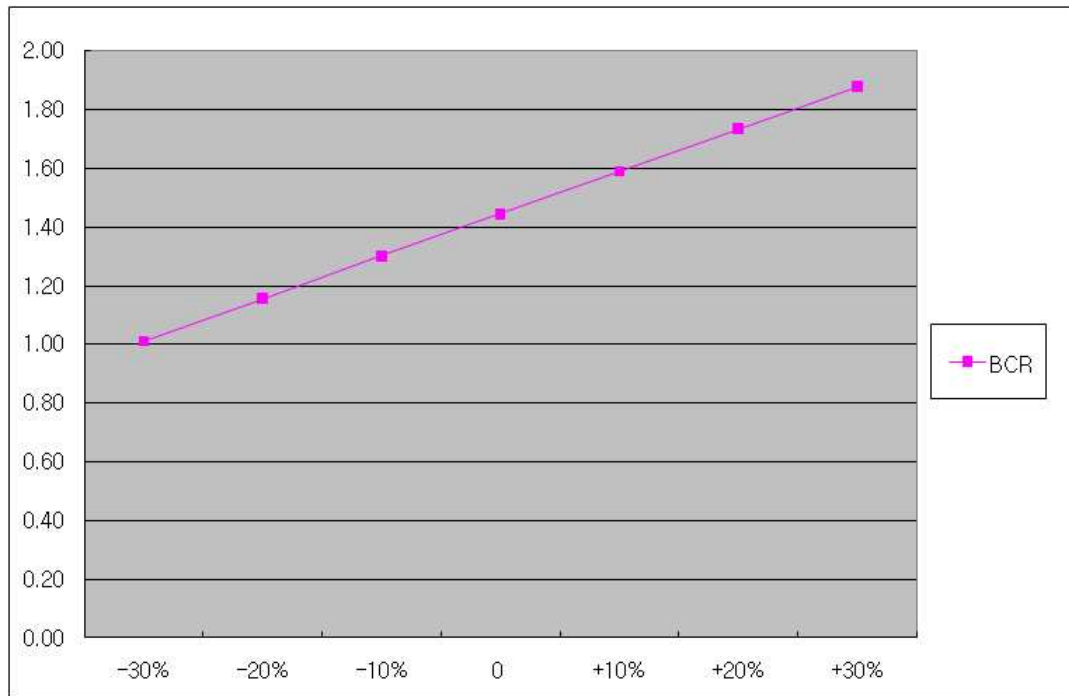


그림 13.3.2 사례1: 편익에 대한 민감도 분석

(3) 할인율에 대한 민감도 분석

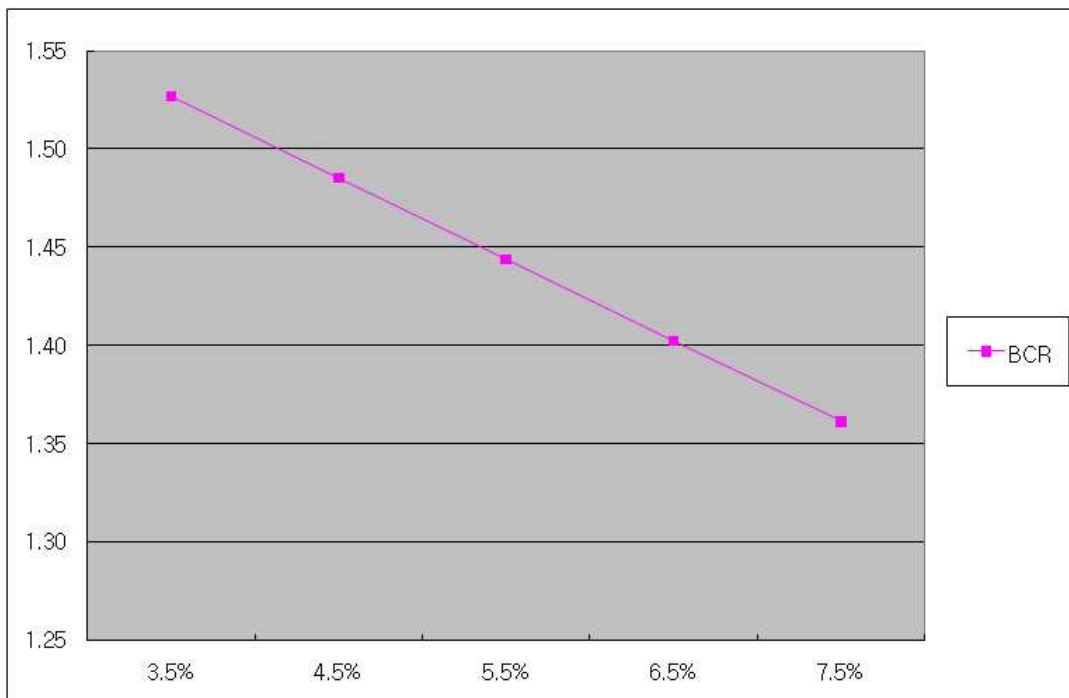


그림 13.3.3 사례1: 할인율에 대한 민감도 분석

3. ADS-B 시스템 연구개발에 대한 경제적 타당성

가. 편익 추정

○ 항공감시용 ADS-B 시스템을 국내 연구개발 시 발생 가능한 편익항목은 다음과 같음.

▷ 수입 대체에 따른 구축비 절감

▷ 유지보수 비용 감소

(1) 수입 대체에 따른 구축비 절감

○ 수입 대체에 따른 구축비는 ADS-B 시스템 구축 시 발생하는 공사비로 산정함.

○ 외국 시스템 도입 시 공사비는 2008년도 엔지니어링 사업대가 기준을 적용하여 실비정액가산방식으로 다음과 같이 산정함.

▷ 직접인건비는 고급기술자의 노임단가로 50M/M를 가정하여 2.1억원으로 산정함.

▷ ADS-B 시스템의 직접경비는 국토해양부의 “제3차 교통시설 투자평가지침 개정안”(2009)에서 제시하고 있는 개략공사비를 적용하여 13.84억원으로 산정함. 이는 인천국제공항에 도입된 ADS-B 시스템의 개략공사비로 외국 시스템 도입에 따른 직접비로 간주할 수 있음.

▷ 제경비는 직접인건비의 120%로 가정하여 2.54억원으로 산정함.

▷ 기술료는 직접인건비와 제경비를 합한 금액의 20%로 가정하여 0.9억원으로 산정함.

▷ 따라서 항공감시용 ADS-B 시스템에 대한 공사비는 19.38억원으로 산정함.

○ 국내 연구개발 시스템 도입 시 직접비를 10억으로 간주하여 앞서 산정한 방식과 동일하게 적용할 경우 공사비는 15.54억원으로 산정함.

○ 따라서 수입대체에 따른 구축비 편익은 3.84억원임.

(2) 유지보수 비용 감소

- 일반적으로 외국 시스템 도입 시 발생하는 유지보수 비용은 국내 시스템 도입 시 발생하는 유지보수 비용보다 높은 편임.
- 항공감시용 ADS-B 시스템의 내구연한을 10년으로 산정하고, 외국 시스템 도입 시 발생하는 유지보수 비용은 매년 구축비의 15%로 가정하고, 국내 시스템 도입 시 유지보수 비용은 매년 구축비의 10%로 가정함.

나. 비용 추정

- 국내 연구개발 시 비용은 “제14장 소요예산”에서 제시한 바와 같이 86.3억원임.

다. 할인율과 평가기간

- 사회적 할인율은 공공투자사업의 경제성 분석에 있어서 결정적인 요인으로 작용하기 때문에 국토해양부의 “제3차 교통시설 투자평가지침 개정안”(2009)에서 지침으로 제시하고 있는 5.5%로 적용함.
- 경제적 타당성 분석기간은 본 연구개발이 시작되는 2010년부터 20년간으로 함.
 - ▷ 연구개발은 2010년부터 2013년까지 4년간 수행함.
 - ▷ 연구개발 시 개발된 ADS-B 지상 장비는 시범공항에 설치되어 운용됨.
 - ▷ 연구개발 종료 후 2014년부터 2016년까지 연간 2개 공항에 항공감시용 ADS-B 시스템이 구축하여 모두 6개 공항에 ADS-B 시스템을 구축함.

라. 편익/비용 분석 결과

- 지금까지 추정된 편익과 비용에 대해서 5.5%의 할인율을 적용하여 20년간의 총 편익과 총 비용을 추정해 보면 다음과 같음.

표 13.3.3 사례2: 편익과 비용 추정 결과

년도	편익(백만원)	비용(백만원)
2010	-	1,979
2011	-	3,290
2012	-	1,795
2013	-	1,007
2014	838	0
2015	1,001	0
2016	1,146	0
2017	558	0
2018	529	0
2019	501	0
2020	475	0
2021	450	0
2022	427	0
2023	405	0
2024	384	0
2025	364	0
2026	786	0
2027	854	0
2028	912	0
2029	587	0
합계	10,218	8,071

○ 표 13.3.3으로부터 편익/비용 비율을 계산해 보면 $BCR = 1.27$ 이므로 $BCR > 1$ 이 됨.

○ 따라서 항공감시용 ADS-B 시스템 구축 시 국내 연구개발을 통하여 ADS-B 시스템을 구축하는 것이 경제적 타당성이 있는 것으로 분석됨.

마. 민감도 분석 결과

- 민감도 분석은 국내 ADS-B 시스템의 직접 경비, 외국 시스템 도입 시 유지보수 비용 및 할인율에 대해서 표 13.3.4와 같은 경우를 적용하여 분석함.

표 13.3.4 사례1: 경제적 타당성 분석의 민감도 분석 적용범위

구 분	적 용 범 위
국내 시스템의 직접 경비	-30%, -20%, -10%, +10%, +20%, +30%
외국 시스템 도입 시 유지보수 비용	10%, 12.5%, 15%, 17.5%, 20%
할인율	3.5%, 4.5%, 5.5%, 6.5%, 7.5%

(1) 국내 시스템의 직접 경비에 대한 민감도 분석

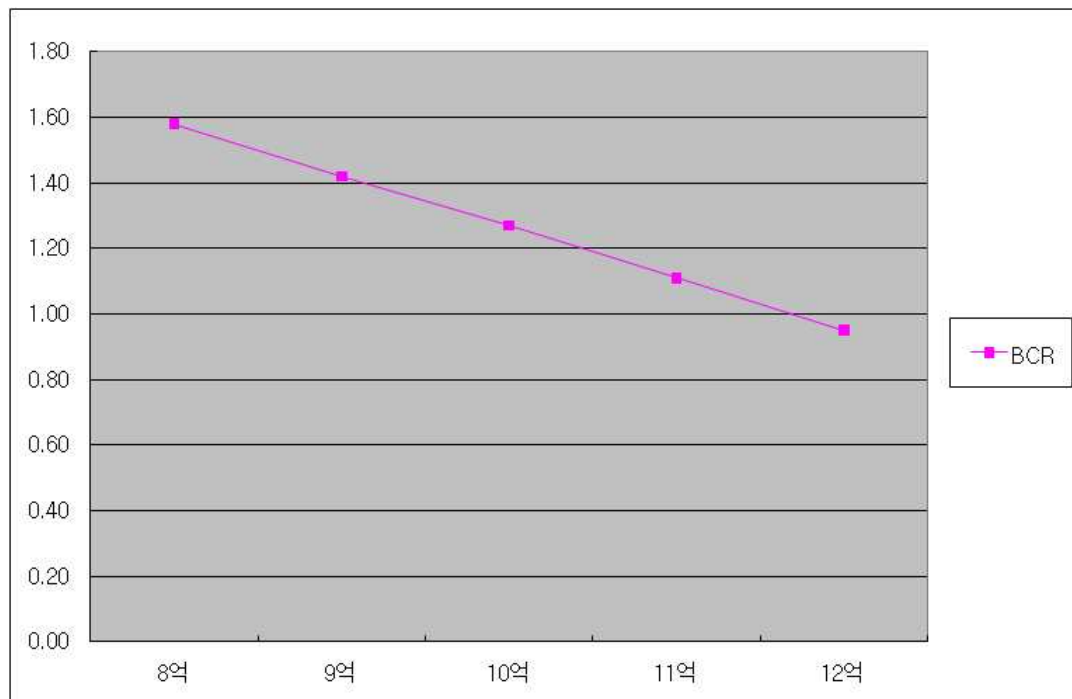


그림 13.3.4 사례2: 직접 경비에 대한 민감도 분석

(2) 외국 시스템 도입 시 유지보수 비율에 대한 민감도 분석

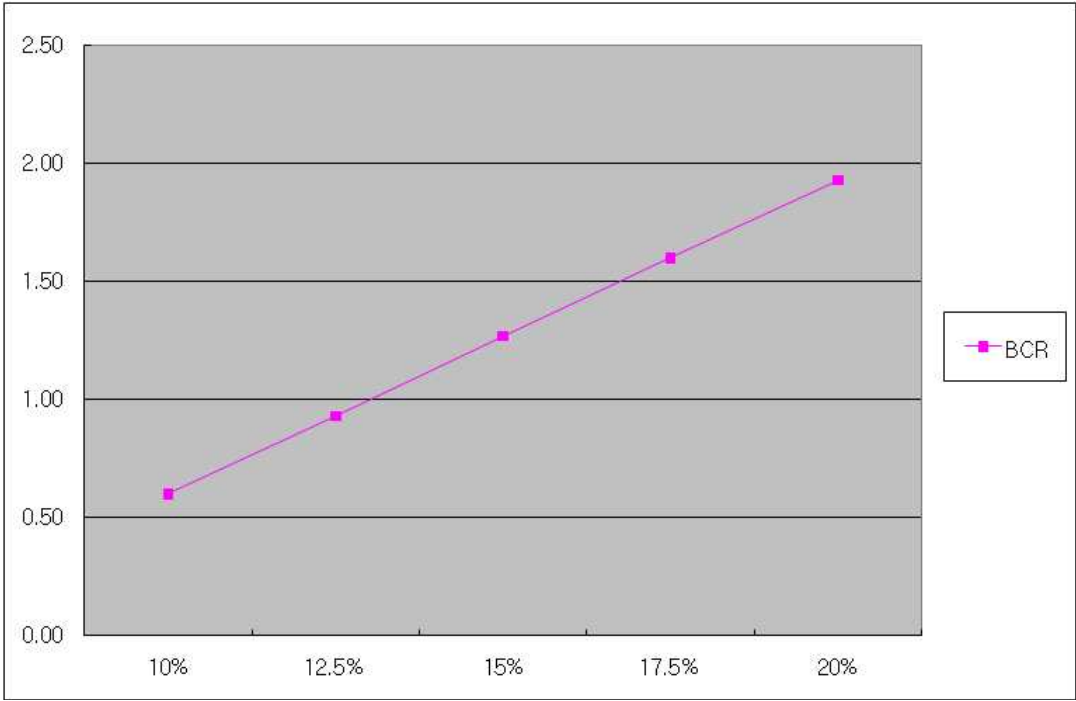


그림 13.3.5 사례2: 유지보수 비율에 대한 민감도 분석

(3) 할인율에 대한 민감도 분석

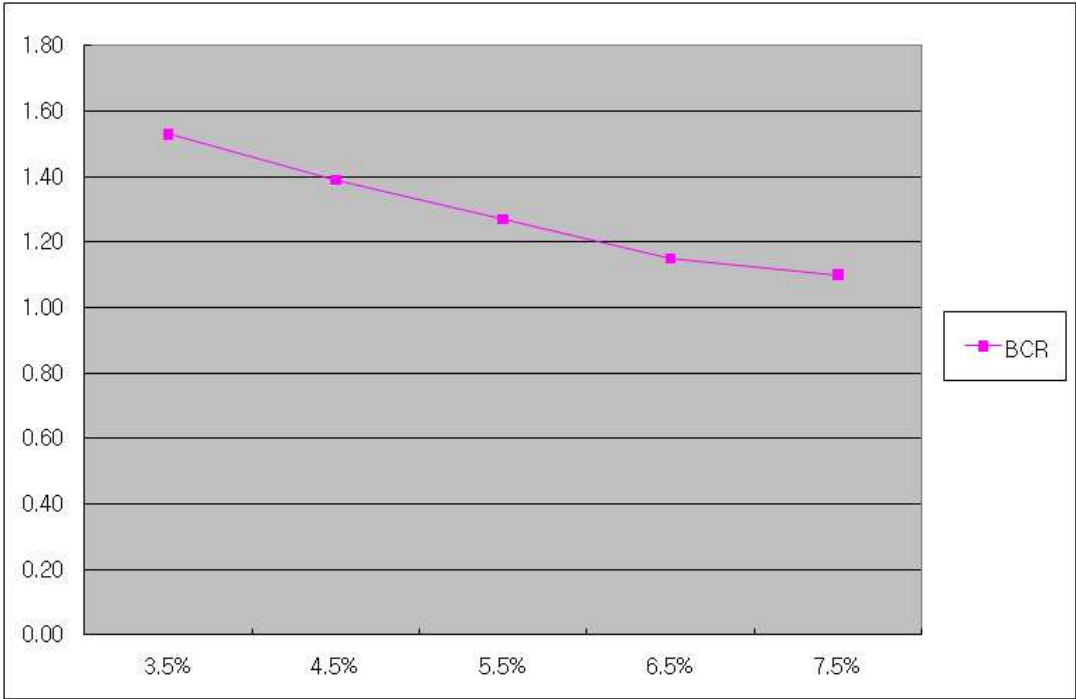


그림 13.3.6 사례2: 할인율에 대한 민감도 분석

제14장 소요예산

제1절 총괄 소요예산

1. 총 연구개발비

표 14.1.1 총 연구개발비

(단위: 천원)

비 목	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합 계
인건비	1,541,389	1,134,054	1,454,063	840,079	4,969,585
직접비	337,469	2,137,303	443,703	242,604	3,161,079
위탁연구비	100,000	200,000	100,000	100,000	500,000
간접비	0	0	0	0	0
합 계	1,978,859	3,471,357	1,997,766	1,182,683	8,630,664

2. 세부과제별 연구개발비

○ ADS-B 시스템 개발

표 14.1.2 세부과제별 연구개발비 (ADS-B 시스템 개발)

(단위: 천원)

비 목	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합 계
인건비	1,227,967	714,171	513,797	0	2,455,935
직접비	191,598	1,490,909	110,890	0	1,793,397
위탁연구비	50,000	50,000	0	0	100,000
간접비	0	0	0	0	0
합 계	1,469,566	2,255,080	624,686	0	4,349,332

○ ADS-B 적합성 시험

표 14.1.3 세부과제별 연구개발비 (ADS-B 적합성 시험) (단위: 천원)

비 목	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합 계
인건비	313,422	213,235	100,187	0	626,844
직접비	145,871	550,862	45,209	0	741,942
위탁연구비	50,000	50,000	0	0	100,000
간접비	0	0	0	0	0
합 계	509,293	814,096	145,397	0	1,468,786

○ ADS-B 운용 시험

표 14.1.4 세부 연구개발비 (ADS-B 운용 시험) (단위: 천원)

비 목	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합 계
인건비	0	206,648	840,079	840,079	1,886,805
직접비	0	95,532	287,604	242,604	242,604
위탁연구비	0	100,000	100,000	100,000	300,000
간접비	0	0	0	0	0
합 계	0	402,180	1,227,683	1,182,683	2,812,546

제2절 세부과제별 소요예산 내역

○ 인건비는 표 14.2.1로 공표된 2009년 엔지니어링기술자 노임단가 적용함.

표 14.2.1 2009년 엔지니어링기술자 노임단가

구 분	단가 (M/D)	평균근무일수	단가 (M/M)
기술사	296,530원	22.30일	6,612,619원
특급기술자	234,433원		5,227,856원
고급기술자	189,895원		4,234,659원
중급기술자	162,228원		3,617,684원
초급기술자	120,491원		2,686,949원

1. ADS-B 시스템 개발

○ 1차년도

표 14.2.2 ADS-B 시스템 개발 1차년도 연구개발비 내역

(단위: 천원)

비 목			산 출 근 거	금 액
인건비	사업관리		- 기술사 1.6M/M - 특급기술자 1.6M/M - 고급기술자 1.6M/M	25,720
	ADS-B 탑재 장비	UAT ADS-B	- 특급기술자 6M/M - 고급기술자 6M/M - 중급기술자 12M/M	100,187
		PDA급 CDTI	- 특급기술자 6M/M - 고급기술자 6M/M - 중급기술자 12M/M	100,187
	ADS-B 지상 장비	1090ES	- 특급기술자 12M/M - 고급기술자 12M/M - 중급기술자 24M/M	200,374
		UAT	- 특급기술자 12M/M - 고급기술자 12M/M - 중급기술자 24M/M	200,374
		VDL Mode 4	특급기술자 12M/M	200,374

비 목			산 출 근 거	금 액
			- 고급기술자 12M/M - 중급기술자 24M/M	
	ADS-B 모니터링 장비		- 특급기술자 12M/M - 고급기술자 12M/M - 중급기술자 24M/M	200,374
	ADS-B 서버		- 특급기술자 12M/M - 고급기술자 12M/M - 중급기술자 24M/M	200,374
소 계				1,227,964
직접비	연구 장비	연구기자재	소요예상 H/W 장비	45,000
		전산처리비	200,000원 * 12개월	2,400
	연구 활동비	국내여비	200,000원 * 6 회 * 30명	36,000
		국외여비	5,000,000원 * 2회 * 3명	30,000
		수용비 및 수수료	400,000원 * 12개월	4,800
		기술정보활동비	500,000원 * 4회 * 6명	12,000
	연구수당		인건비 * 5%	61,398
소 계				191,598
위탁연구비			50,000천원 * 1과제	50,000
간 접 비				0
합 계				1,469,566

○ 2차년도

표 14.2.3 ADS-B 시스템 개발 2차년도 연구개발비 내역

(단위: 천원)

비 목			산 출 근 거	금 액
인건비	사업관리		- 기술사 0.8M/M - 특급기술자 0.8M/M - 고급기술자 0.8M/M	12,860
	ADS-B 탑재 장비	UAT ADS-B	- 특급기술자 6M/M - 고급기술자 6M/M - 중급기술자 12M/M	100,187
		PDA급 CDTI	• 특급기술자 6M/M	100,187

비 목				산 출 근 거	금 액
				• 고급기술자 6M/M • 중급기술자 12M/M	
	ADS-B 지상 장비	1090ES		• 특급기술자 6M/M • 고급기술자 6M/M • 중급기술자 12M/M	100,187
		UAT		• 특급기술자 6M/M • 고급기술자 6M/M • 중급기술자 12M/M	100,187
		VDL M4		• 특급기술자 6M/M • 고급기술자 6M/M • 중급기술자 12M/M	100,187
	ADS-B 모니터링 장비			• 특급기술자 6M/M • 고급기술자 6M/M • 중급기술자 12M/M	100,187
	ADS-B 서버			• 특급기술자 6M/M • 고급기술자 6M/M • 중급기술자 12M/M	100,187
	소 계				714,171
직접비	연구 장비 및 재료비	ADS-B 탐재장비	UAT ADS-B	• 20,000,000원 * 20대	400,000
			PDA급 CDTI	• 20,000,000원 * 20대	400,000
		ADS-B 지상장비	1090ES	• 50,000,000원 * 3대	150,000
			UAT	• 50,000,000원 * 3대	150,000
			VDL M4	• 50,000,000원 * 3대	150,000
		모니터링 장비		• 20,000,000원 * 2대	40,000
		ADS-B 서버		• 40,000,000원 * 2대	80,000
		전산처리비		• 200,000원 * 12개월	2,400
	연구 활동비	국내여비		• 200,000원 * 6 회 * 30명	36,000
		국외여비		• 5,000,000원 * 2회 * 3명	30,000
		수용비 및 수수료		• 400,000원 * 12개월	4,800
		기술정보활동비		• 500,000원 * 4회 * 6명	12,000

비 목		산 출 근 거	금 액
	연구수당	• 인건비 * 5%	35,709
소 계			1,490,909
위탁연구비		• 50,000천원 * 1과제	50,000
간 접 비			0
합 계			2,255,080

○ 3차년도

표 14.2.4 ADS-B 시스템 개발 3차년도 연구개발비 내역

(단위: 천원)

비 목			산 출 근 거	금 액
인건비	사업관리		• 기술사 0.8M/M • 특급기술자 0.8M/M • 고급기술자 0.8M/M	12,860
	ADS-B 지상 장비	1090ES	• 특급기술자 6M/M • 고급기술자 6M/M • 중급기술자 12M/M	100,187
		UAT	• 특급기술자 6M/M • 고급기술자 6M/M • 중급기술자 12M/M	100,187
		VDL M4	• 특급기술자 6M/M • 고급기술자 6M/M • 중급기술자 12M/M	100,187
	ADS-B 모니터링 장비		• 특급기술자 6M/M • 고급기술자 6M/M • 중급기술자 12M/M	100,187
	ADS-B 서버		• 특급기술자 6M/M • 고급기술자 6M/M • 중급기술자 12M/M	100,187
	소 계			513,797
직접비	연구 장비 및 재료비	전산처리비	• 200,000원 * 12개월	2,400

비 목			산 출 근 거	금 액
	연구 활동비	국내여비	• 200,000원 * 6 회 * 30명	36,000
		국외여비	• 5,000,000원 * 2회 * 3명	30,000
		수용비 및 수수료	• 400,000원 * 12개월	4,800
		기술정보활동비	• 500,000원 * 4회 * 6명	12,000
	연구수당		• 인건비 * 5%	25,690
소 계				110,890
위탁연구비				0
간 접 비				0
합 계				624,686

2. ADS-B 적합성 시험

○ 1차년도

표 14.2.5 ADS-B 적합성 시험 1차년도 연구개발비 내역

(단위: 천원)

비 목			산 출 근 거	금 액
인 건 비	사업관리		- 기술사 0.8M/M - 특급기술자 0.8M/M - 고급기술자 0.8M/M	12,860
	시험평가장비		- 특급기술자 12M/M - 고급기술자 12M/M - 중급기술자 24M/M	200,375
	적합성 시험		- 특급기술자 6M/M - 고급기술자 6M/M - 중급기술자 12M/M	100,187
소 계				313,422
직 접 비	연구 장비	연구기자재	소요예상 H/W 장비	45,000
		전산처리비	200,000원 * 12개월	2,400
	연구 활동비	국내여비	200,000원 * 6 회 * 30명	36,000
		국외여비	5,000,000원 * 2회 * 3명	30,000
		수용비 및 수수료	400,000원 * 12개월	4,800

비 목			산 출 근 거	금 액
		기술정보활동비	• 500,000원 * 4회 * 6명	12,000
		연구수당	• 인건비 * 5%	15,671
소 계				145,871
위탁연구비			• 50,000천원 * 1과제	50,000
간 접 비				0
합 계				509,293

○ 2차년도

표 14.2.6 ADS-B 적합성 시험 2차년도 연구개발비 내역

(단위: 천원)

비 목			산 출 근 거	금 액
인건비	사업관리		• 기술사 0.8M/M • 특급기술자 0.8M/M • 고급기술자 0.8M/M	12,860
	시험평가장비		• 특급기술자 6M/M • 고급기술자 6M/M • 중급기술자 12M/M	100,187
	적합성 시험		• 특급기술자 6M/M • 고급기술자 6M/M • 중급기술자 12M/M	100,187
소 계				213,235
직접비	연구장비 및재료비	시험평가도구	• 50,000,000원 * 1식	50,000
		전산처리비	• 200,000원 * 12개월	2,400
	연구 활동비	국내여비	• 200,000원 * 6 회 * 10명	12,000
		국외여비	• 5,000,000원 * 1회 * 3명	15,000
		수용비 및 수수료	• 400,000원 * 12개월	4,800
		기술정보활동비	• 500,000원 * 2회 * 6명	6,000
	연구수당		• 인건비 * 5%	10,662
	소 계			550,862
위탁연구비			• 50,000천원 * 1과제	50,000
간 접 비				0

비 목	산 출 근 거	금 액
합 계		814,096

○ 3차년도

표 14.2.7 ADS-B 적합성 시험 3차년도 연구개발비 내역

(단위: 천원)

비 목			산 출 근 거	금 액
인건비	적합성 시험		• 특급기술자 6M/M • 고급기술자 6M/M • 중급기술자 12M/M	100,187
소 계				100,187
직접비	연구장비 및재료비	전산처리비	• 200,000원 * 12개월	2,400
	연구 활동비	국내여비	• 200,000원 * 6 회 * 10명	12,000
		국외여비	• 5,000,000원 * 1회 * 3명	15,000
		수용비 및 수수료	• 400,000원 * 12개월	4,800
		기술정보활동비	• 500,000원 * 2회 * 6명	6,000
	연구수당		• 인건비 * 5%	5,010
소 계				45,210
위탁연구비				0
간 접 비				0
합 계				145,397

3. ADS-B 운용 시험

○ 2차년도

표 14.2.8 ADS-B 운용 시험 2차년도 연구개발비 내역

(단위: 천원)

비 목			산 출 근 거	금 액
인건비	사업관리		• 특급기술자 1.2M/M	6,273
	운용 시험		• 특급기술자 12M/M • 고급기술자 12M/M • 중급기술자 24M/M	200375
소 계				206,648
직접비	연구장비 및재료비	전산처리비	• 200,000원 * 12개월	2,400
	연구 활동비	국내여비	• 200,000원 * 180회	36,000
		국외여비	• 5,000,000원 * 2회 * 3명	30,000
		수용비 및 수수료	• 400,000원 * 12개월	4,800
		기술정보활동비	• 500,000원 * 6회 * 4명	12,000
	연구수당		• 인건비 * 5%	10,332
소 계				95,532
위탁연구비			• 50,000천원 * 2과제	100,000
간 접 비				0
합 계				402,180

○ 3차년도

표 14.2.9 ADS-B 운용 시험 3차년도 연구개발비 내역

(단위: 천원)

비 목			산 출 근 거	금 액
인건비	사업관리		• 기술사 2.4M/M • 특급기술자 2.4M/M • 고급기술자 2.4M/M	38,580
	ADS-B-RAD	운용 안전성 평가	• 특급기술자 12M/M • 고급기술자 12M/M • 중급기술자 24M/M	200,375

비 목			산 출 근 거	금 액
		운용 성능 평가	• 특급기술자 12M/M • 고급기술자 12M/M • 중급기술자 24M/M	200,375
	ATSA-SURF	운용 안전성 평가	• 특급기술자 12M/M • 고급기술자 12M/M • 중급기술자 24M/M	200,375
		운용 성능 평가	• 특급기술자 12M/M • 고급기술자 12M/M • 중급기술자 24M/M	200,375
소 계				840,079
직접비	연구장비	연구기자재	• 45,000,000원	45,000
		전산처리비	• 300,000원 * 12개월	3,600
	연구 활동비	국내여비	• 200,000원 * 20 회 * 32명	128,000
		국외여비	• 5,000,000원 * 3회 * 3명	45,000
		수용비 및 수수료	• 500,000원 * 12개월	6,000
		기술정보활동비	• 500,000원 * 6회 * 6명	18,000
	연구수당		• 인건비 * 5%	42,004
소 계				287,604
위탁연구비			• 50,000천원 * 2과제	100,000
간 접 비				0
합 계				1,227,683

○ 4차년도

표 14.2.10 ADS-B 운용 시험 4차년도 연구개발비 내역

(단위: 천원)

비 목			산 출 근 거	금 액
인건비	사업관리		• 기술사 2.4M/M • 특급기술자 2.4M/M • 고급기술자 2.4M/M	38,580
	ADS-B-RAD	상호운용성 평가	• 특급기술자 24M/M • 고급기술자 24M/M • 중급기술자 48M/M	400,749

비 목			산 출 근 거	금 액
	ATSA-SURF	상호운용성 평가	• 특급기술자 24M/M • 고급기술자 24M/M • 중급기술자 48M/M	400,749
소 계				840,079
직접비	연구장비	전산처리비	• 300,000원 * 12개월	3,600
	연구 활동비	국내여비	• 200,000원 * 20 회 * 32명	128,000
		국외여비	• 5,000,000원 * 3회 * 3명	45,000
		수용비 및 수수료	• 500,000원 * 12개월	6,000
		기술정보활동비	• 500,000원 * 6회 * 6명	18,000
	연구수당		• 인건비 * 5%	42,004
소 계				242,604
위탁연구비			• 50,000천원 * 2과제	100,000
간 접 비				0
합 계				1,182,683

제15장 운영전략 및 추진체계

제1절 운영전략

- 본 과제의 ADS-B 핵심기술은 시스템공학(System Engineering)과 동시공학(Concurrent Engineering)을 적용하고 CMMI⁸¹⁾ Level-3 수준의 사업관리를 수행함으로써 확보하도록 함.

1. 시스템공학과 동시공학

- 시스템공학을 적용한 ADS-B 핵심기술개발은 그림 15.1.1과 같이 V-다이아그램으로 표현된 설계, 제작, 통합/시험 과정을 통해서 이루어지며, 각 과정은 그림 15.1.2와 같이 전 순기에 걸쳐 시스템공학 활동을 포함하고 있음.

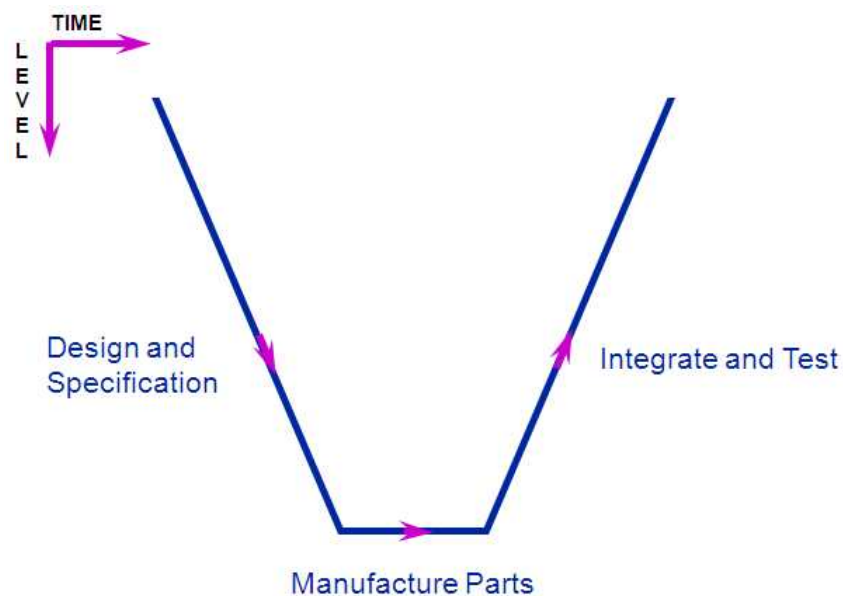


그림 15.1.1 시스템공학의 V-다이아그램 개념

81) Capability Maturity Model Integration

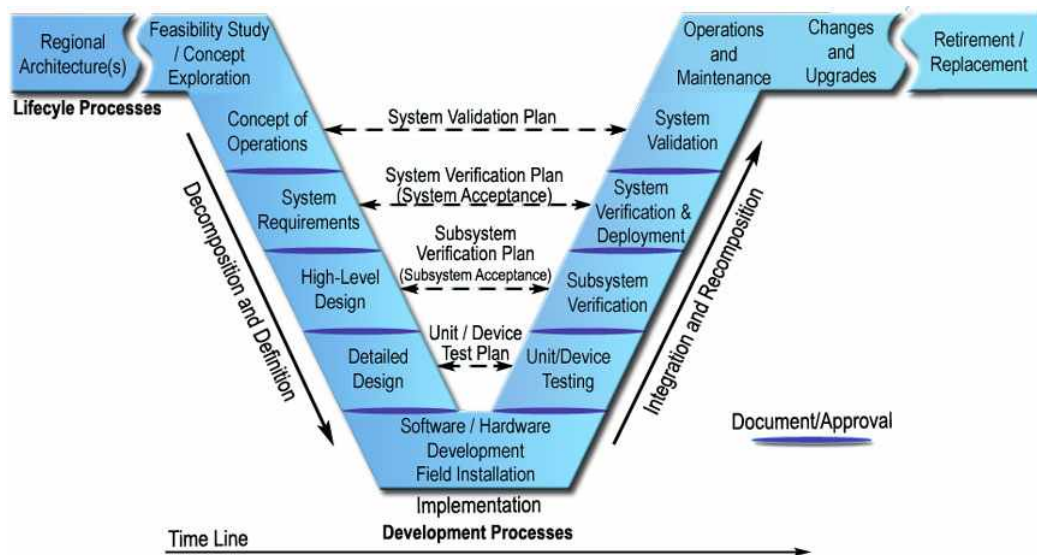


그림 15.1.2 시스템공학의 V-다이어그램

○ 시스템공학 활동은 그림 15.1.3과 같이 각 단계별로 설계, 제작, 통합/시험 활동과 그에 상응하는 검토회의(Review)와 감사(Audit)를 포함함.

- ▷ SRR : 시스템 요구사항 검토회의 (System Requirement Review)
- ▷ SFR : 시스템 기능 검토회의 (System Function Review)
- ▷ SDR : 시스템 설계 검토회의 (System Design Review)
- ▷ PDR : 기본 설계 검토회의 (Preliminary Design Review)
- ▷ CDR : 상세 설계 검토회의 (Critical Design Review)
- ▷ TRR : 시험 준비 검토회의 (Test Readiness Review)
- ▷ FCA : 기능적 형상 감사 (Functional Configuration Audit)
- ▷ PCA : 물리적 형상 감사 (Physical Configuration Audit)

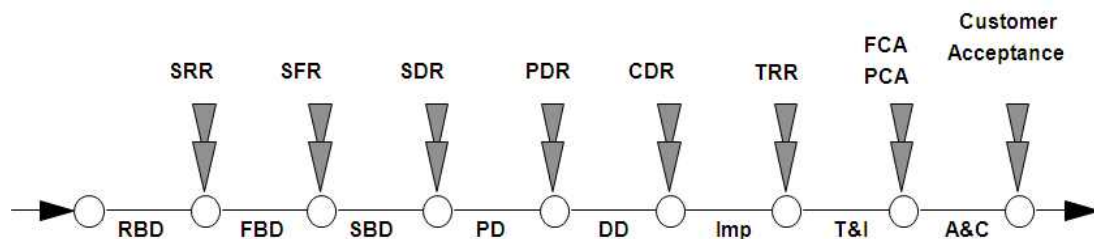


그림 15.1.3 시스템공학 활동

- ADS-B 시스템은 그림 15.1.4와 같이 시스템, 서브시스템, 컴포넌트, 유닛 및 모듈로 세분화할 수 있음.

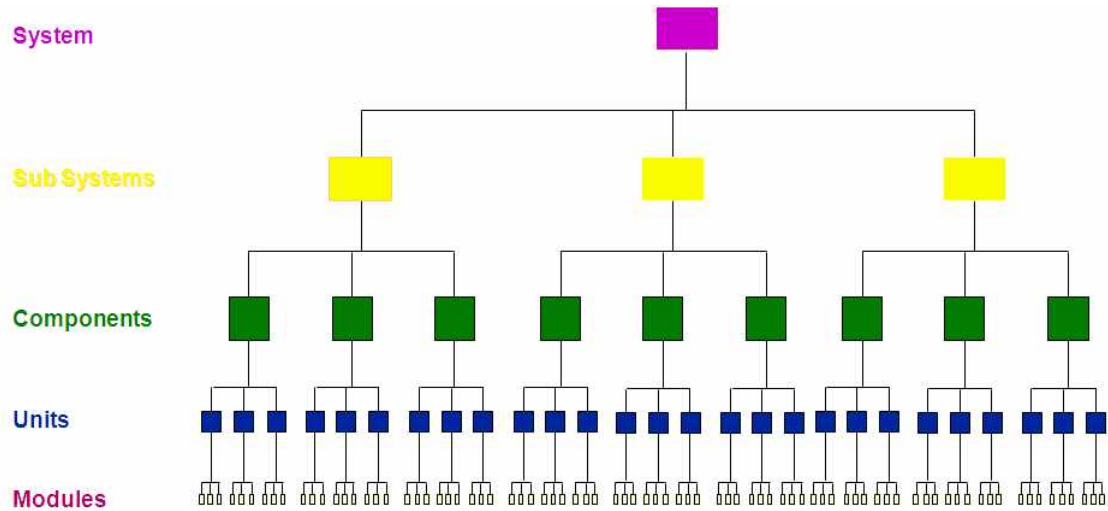


그림 15.1.4 시스템 계층구조

- 이러한 시스템공학 활동은 시스템 계층구조 간에 그림 15.1.5와 같은 상호작용을 통하여 이루어짐.

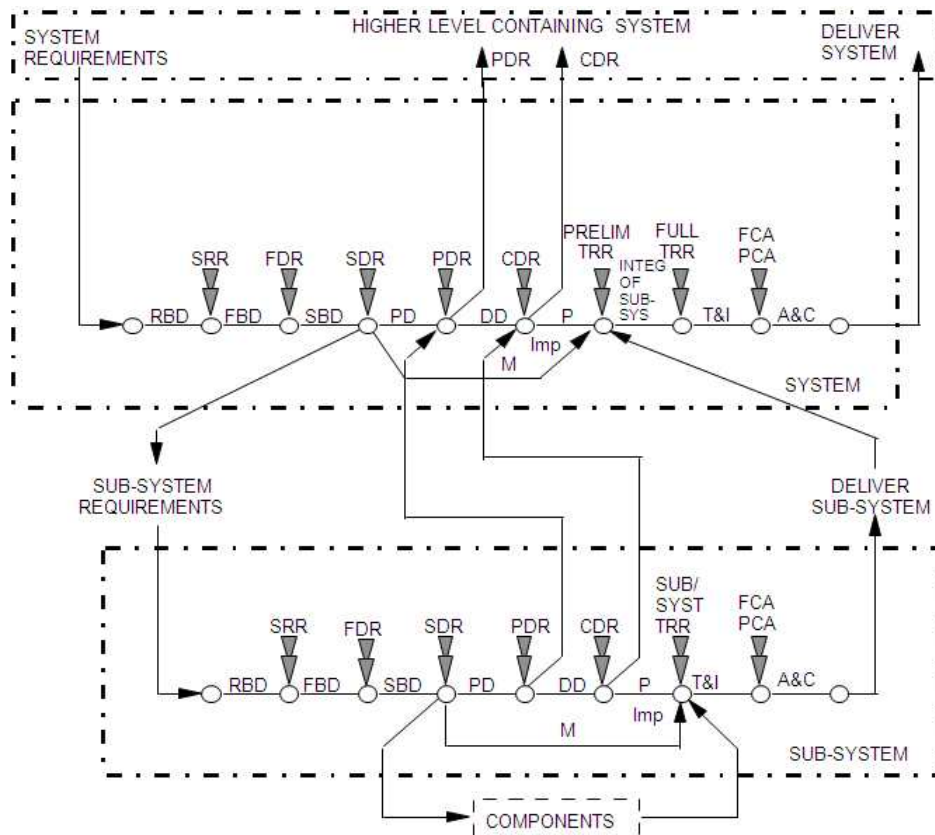


그림 15.1.5 시스템 계층구조 간의 상호작용

- 시스템공학의 각 활동은 그림 15.1.6과 같이 요구사항 분석(R), 기능적 분석/할당(F) 및 설계조합(S) 프로세스와 시스템 분석/통제 프로세스의 상호작용을 통해서 이루어짐.

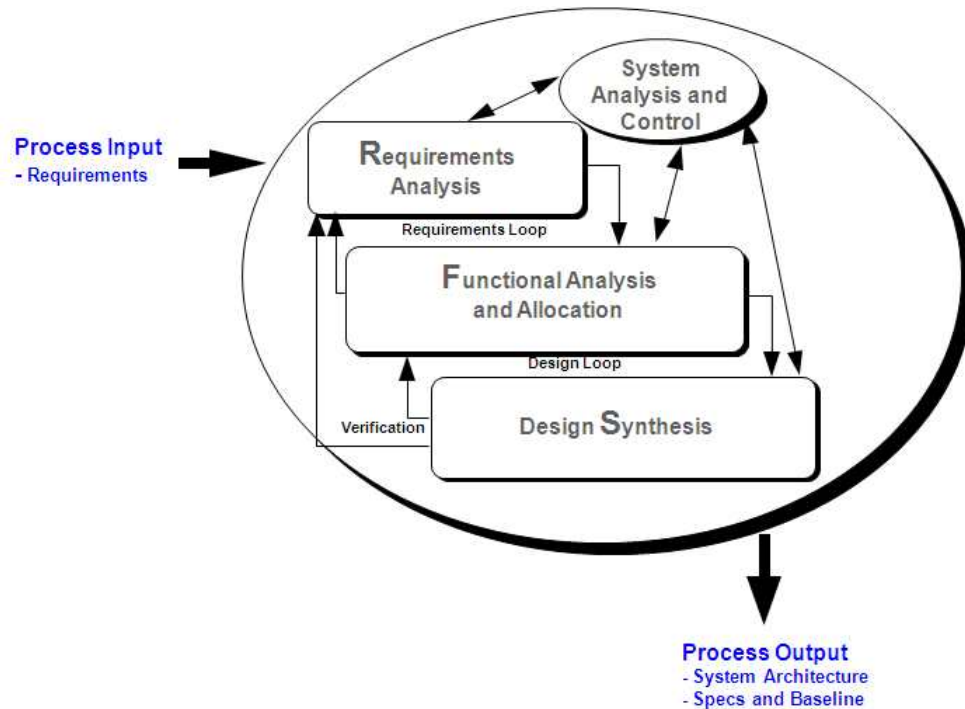


그림 15.1.6 기본적인 RFS 루프

- V-다이아그램의 깊이는 그림 15.1.7과 같이 동시성(Concurrency)을 나타내는데 동시성이 높을수록 개발에 소요되는 시간이 단축됨을 의미함.

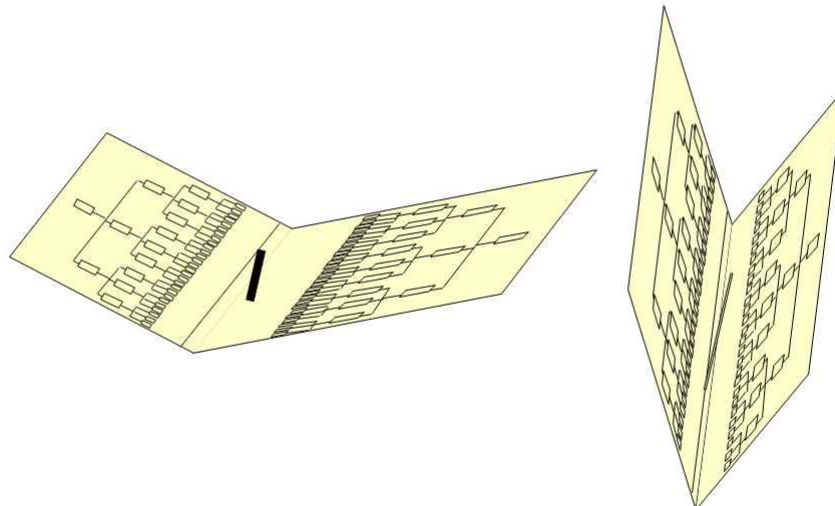


그림 15.1.7 낮은 동시성(좌)과 높은 동시성(우)

- 결과적으로 ADS-B 핵심기술개발은 그림 15.1.8과 같이 표현되는 시스템공학과 동시공학을 기반으로 개발되어야 함.

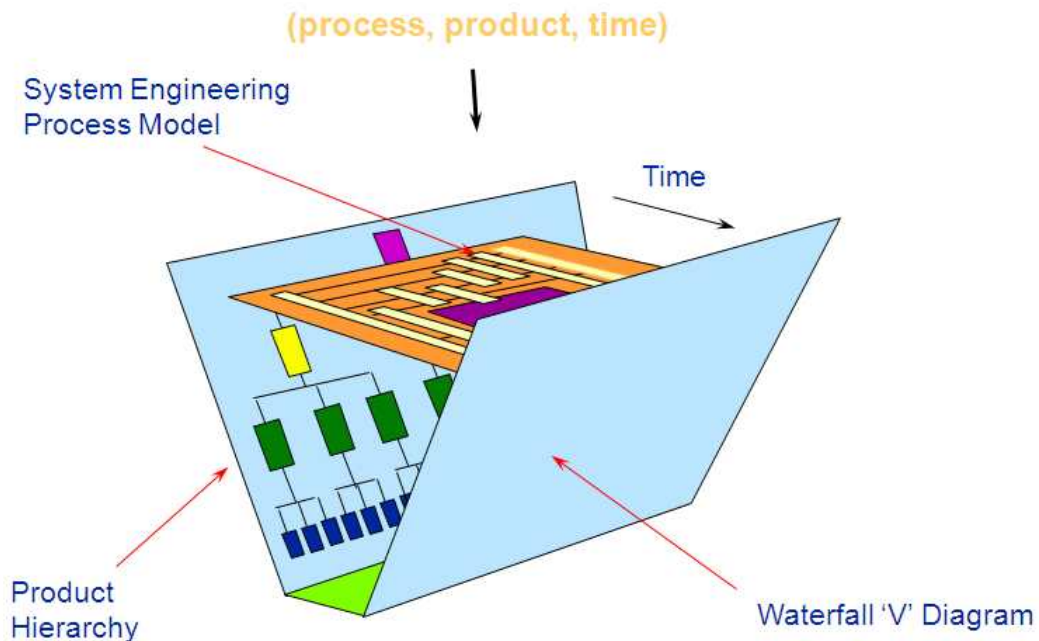


그림 15.1.8 시스템공학 프로세스 모델과 V-다이어그램

2. 역량 성숙도 모델 통합 (CMMI)

- CMMI는 SW-CMM⁸²⁾, SECM⁸³⁾ 및 IPD-CMM⁸⁴⁾이 통합된 모델로 소프트웨어와 시스템공학의 역량 성숙도를 평가하는 모델임.
- ▷ CMMI는 시스템공학, 소프트웨어공학, 통합 제품 및 프로세스 개발, 공급자 소싱의 4가지 지식체계와 관련하여 24개의 프로세스 영역을 지원함.
- ▷ 본 과제에서 필요한 CMMI 역량 성숙도는 최소한 Level-3로 표 15.1.1의 20개 프로세스 영역을 포함함.

82) Software Capability Maturity Model

83) System Engineering Capability Model

84) Integrated Product and Process Development Capability Maturity Model

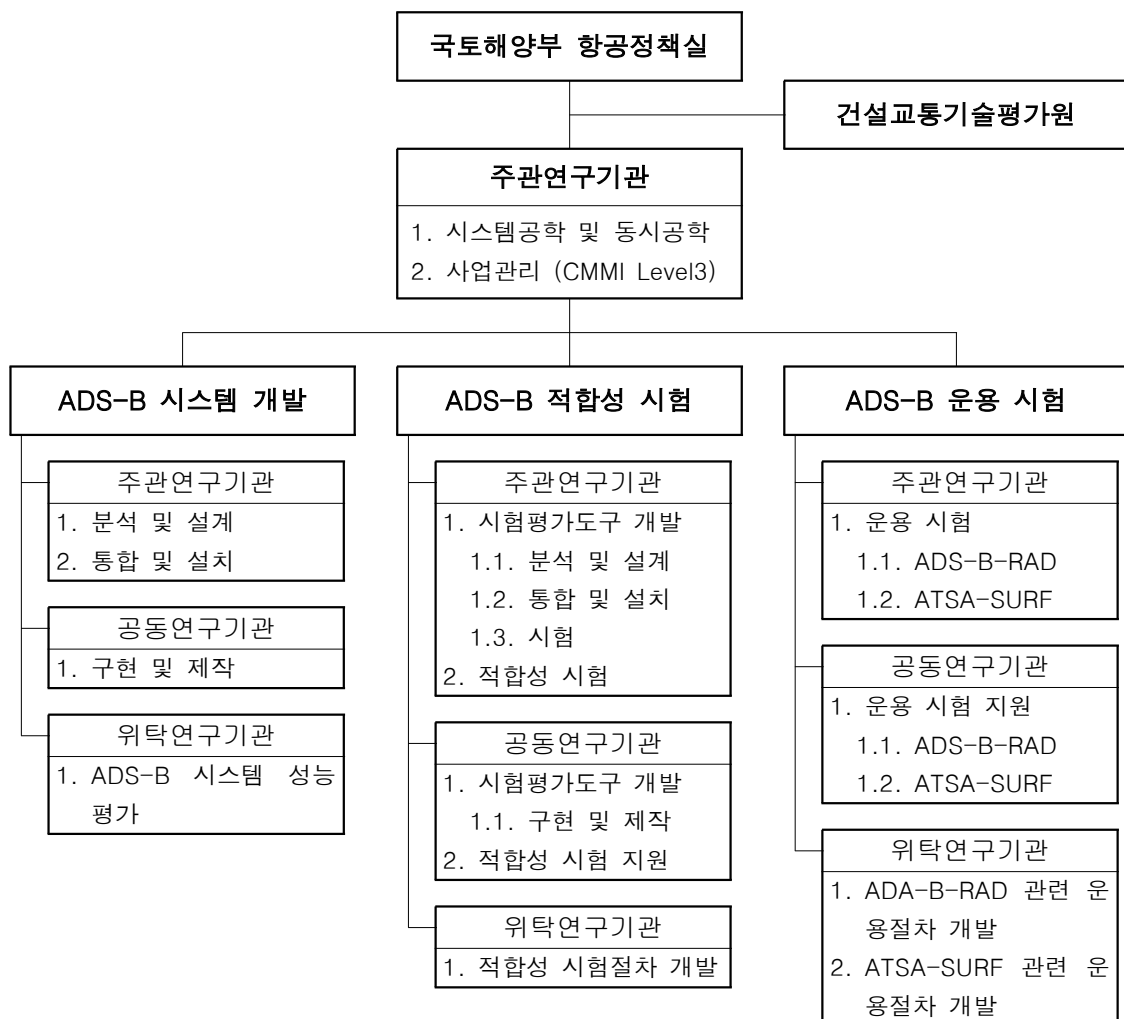
표 15.1.1 CMMI Level-2와 Level-3의 프로세스 영역

CMMI Level-2 프로세스 영역 (7개)	CMMI Level-3 프로세스 영역 (13개)
• 요구사항 관리 (Requirement Management) • 프로젝트 계획 (Project Planning) • 프로젝트 모니터링 및 통제 (Project Monitoring and Control) • 공급자 합의 관리 (Supplier Agreement Management) • 측정과 분석 (Measurement and Analysis) • 프로세스와 제품의 품질 보증 (Process and Product Quality Assurance) • 형상 관리 (Configuration Management)	• 요구사항 개발 (Requirement Development) • 기술적 솔루션 (Technical Solution) • 제품 통합 (Product Integration) • 검증 (Verification) • 조직 프로세스 중점 (Organization Process Focus) • 조직 프로세스 정의 (Organization Process Definition) • 조직 훈련 (Organization Training) • 통합된 프로젝트 관리 (Integrated Project Management) • 통합된 공급자 관리 (Integrated Supplier Management) • 위험 관리 (Risk Management) • 의사결정 분석 및 해결 (Decision Analysis & Revolution) • 통합을 위한 조직적 환경 (Organizational Environment for Integration) • 통합된 팀 구성 (Integrated Teaming)

제2절 추진체계

- 본 연구개발은 앞 절에서 언급한 시스템공학 및 동시공학 수행 능력과 CMMI Level 3 이상의 사업관리 능력을 보유한 기관이 주관연구기관이 되어 전체 연구개발을 추진하는 것이 바람직함.
- 세부과제는 주관연구기관이 단독으로, 또는 주관연구기관과 공동연구기관이 공동으로 수행함. 주관연구기관과 공동연구기관은 필요에 따라 협력연구기관 및 위탁연구기관을 선정하여 세부과제의 일부 연구개발을 추진할 수 있음.
- 표 15.2.1은 가능한 연구개발 추진체계를 나타낸 것임.

표 15.2.1 연구개발 추진체계



제16장 세부과제 RFP

연구과제명	항공감시용 ADS-B 핵심기술개발
1. 연구 목표	○ 항공감시용 ADS-B 지상 시스템 개발 ○ 항공감시용 ADS-B 적합성 인증절차 개발 ○ 지상/공중 감시 응용을 통한 ADS-B 운용 시험 평가 기술 개발 ※ ADS-B (Automatic Dependant Surveillance-Broadcasting) : 자동종속감시방송
2. 연구 필요성	
☐ 연구의 필요성	○ 항공감시용 ADS-B 시스템은 데이터링크를 통하여 자동으로 항공기의 정밀 위치/속도 정보, 항공기 식별부호, 상태 정보 등을 0.5초 간격으로 방송하는 시스템임 ○ 항공 교통량 증가에 따라 기존 레이더만으로는 항공교통관제에 한계점에 이를 것으로 예측됨에 따라 기존 레이더의 감시 성능을 극복하고 이를 보완하기 위한 차세대 항공감시 시스템으로 개발됨 ○ 국제적으로 비 레이더 공역과 대양 항로를 대상으로 ADS-B 시스템 도입을 현실화하고 있으며 2015년에는 전 공역으로 확대될 것으로 예상됨. 국내 공역은 기존 레이더에 의해서 감시 가능하지만 국제적인 발전 방향에 맞추어 향후 ADS-B 시스템으로의 전환이 필요함 ○ 향후 ADS-B 시스템 도입 시 외국에서 도입된 장비로 구축한다면 해외 구매에 따른 기술 종속, 시스템 도입비 과다 지출, 운용/유지비 증가, 국제기준 변경에 따른 수정/보완, 차세대 항공관제시스템과의 통합 필요 발생 시 해외에 전적으로 의존하여야 하는 문제가 있음. 이를 극복하기 위해 ADS-B 시스템의 국산화에 대한 국가적 필요가 제기되고 있음 ○ 항공선진국에 비하면 우리나라는 후발주자이지만 ADS-B 시스템은 구조적으로 간단하고 데이터링크, 위성항법 등 항공IT 기술에 기반하고 있으므로 국내 IT 기반 기술을 활용하여 개발함으로써 기술선진국과의 기술 격차 해소
☐ 국내외 기술동향	○ 국내 기술 동향 ▷ 현재 인천국제공항에 탈레스사의 ADS-B 지상 시스템 4대와 차량용 ADS-B 시스템(Mosquitos) 50대가 설치되어 시범운용 되고 있음 ▷ 국내 ADS-B 연구개발로는 선박용 AIS 장비를 개량한 VDL Mode-4와 DGSP 수신기를 활용하여 지상 시스템과 탑재 시스템을 구축하고 세스나 항공기 2대를 사용한 지상시험 및 비행시험을 수행한 바 있음 ○ 국외 기술 동향 ▷ ICAO는 항공교통량의 증가로 인한 기존 감시 시스템의 한계를 인식하고 이를 극복하기 위한 차세대 감시 시스템인 ADS-B 시스템의 전 세계적

	구축을 단계적으로 추진하고 있음 ▷ 차세대 항행시스템의 핵심기술 중 하나인 ADS-B 시스템은 미국, 유럽 등의 항공선진국을 중심으로 중장기 계획을 수립하여 국가 주도적으로 연구개발하고 있음 ▷ 미국은 알래스카 CAPSTONE 프로그램의 성공적 결과를 바탕으로 전 공역으로의 확대 구축을 추진하고 있으며 NextGen이라는 차세대 항행시스템 전반의 중장기 계획을 수립하여 CNS/ATM 관점에서 타 시스템과의 상호운용을 고려한 ADS-B 시스템을 개발하고 있음 ▷ 유럽은 EUROCONTROL을 중심으로 관련 국가들의 산·학·연·관이 참여하여 SESAR라는 차세대 항행시스템 중장기 계획을 수립하고 "Single European Sky"를 실현하기 위한 ADS-B 시스템을 개발하고 있음 ▷ 아시아에서는 ICAO 가입국을 중심으로 ADS-B 연구 및 구축 전담반을 구성하여 활동하고 있으며 2012년 중반 이후에 ADS-B 의무 이행을 계획 중임. 호주의 경우 비 레이더 공역에 대해 ADS-B 시스템을 구축하여 항공교통관제 서비스를 제공하기 위한 시범운용을 수행하고 2013년 말부터 FL290 이상의 공역에 대해서 ADS-B 시스템 도입을 시행할 계획임
3. 연구 내용	○ 연구개발 내용 요약 ▷ ADS-B 시스템 개발 ▷ ADS-B 적합성 시험 ▷ ADS-B 운용 시험 ○ ADS-B 시스템 개발 ▷ 개발 대상 ADS-B 시스템 - ADS-B 탑재 장비 • UAT 또는 VDL Mode 4 • PDA급 CDTI - ADS-B 지상 장비 • 1090ES • UAT 또는 VDL Mode 4 ※ GA용 데이터링크 통신방식 선정은 1차년도에 UAT 또는 VDL Mode 4 중에서 기술검토위원회 등을 통해 결정하여야 함. - ADS-B 모니터링 장비 - ADS-B 서버 ▷ ADS-B 탑재 장비 요구사항 - ADS-B 탑재 장비는 항공법, ICAO SARPs 및 RTCA와 FAA의 기술 기준을 만족해야 함. - 국내 공역을 비행하는 항공기는 운송용과 일반항공용으로 구분할 수

있는데, 현재 국제적으로 운송용에는 1090ES ADS-B를 사용하고 일반항공용에는 UAT ADS-B를 사용하는 추세임.

- UAT ADS-B 탑재 장비는 안테나, 송수신기, 메시지 처리기 및 CDTI로 구성됨.
- 개발되는 UAT ADS-B 탑재 장비는 경량항공기, 초경량항공장치, 무인항공기 등에 휴대 또는 장착될 수 있도록 소형, 경량이어야 하고, 배터리 등으로 전원을 공급할 수 있어야 함. (EMI/EMC 검증 필요)

▷ ADS-B 지상 장비 요구사항

- ADS-B 지상 장비는 항공법, ICAO SARPs 및 RTCA와 EUROCAE의 기술기준을 만족해야 함.
 - ADS-B 지상 장비는 안테나, 송수신기, 메시지 처리기로 구성됨.
 - ADS-B 지상 장비에서 송수신하는 메시지는 다음의 내용을 포함해야 하며, ICAO, RTCA 및 EUROCAE에서 규정한 메시지 규격을 충족해야 함.
 - 항공기 상태벡터 (State Vector)
 - 항공기 모드상태 (Mode State)
 - 보조 상태벡터 (Auxiliary State Vector)
 - 표적상태 (Target State)
 - 궤도수정+0 (Trajectory Change+0)
 - 궤도수정+1 (Trajectory Change+1)
 - ADS-B 지상 장비는 1090ES, UAT(또는 VDL Mode-4) 데이터링크를 모두 지원할 수 있어야 함.
 - ADS-B 지상 장비 중 송수신기는 주/예비 형태의 이중화를 지원할 수 있도록 개발되어야 함.
 - 1090ES ADS-B의 경우 Version Zero(0)와 Version One(1)을 모두 처리할 수 있어야 함.
 - Version Zero(0)는 ADS-B 메시지를 송수신하여 처리함.
 - Version One(1)은 ADS-B 메시지와 TIS-B 메시지를 송수신하여 처리함.
 - ADS-B 지상 장비는 ADS-B 메시지 처리 기능 외에 TIS-B 메시지 처리 기능을 수행할 수 있어야 함.
- ※ UAT 데이터링크 사용 시에는 기상 정보 등의 FIS-B 메시지 처리 기능을 수행할 수 있어야 함.

▷ ADS-B 모니터링 장비 요구사항

- ADS-B 모니터링 장비는 ADS-B 지상 장비의 운용 상태를 모니터링 하는 장비임.
- ADS-B 모니터링 장비는 데스크톱 형태의 워크스테이션급 컴퓨터와 21인치 이상의 듀얼 모니터로 구성됨.

- ADS-B 모니터링 장비는 상용 플랫폼을 사용하여 구성함.
- 워크스테이션급 컴퓨터는 주/예비 이중화 형태로 구성되어야 함.
- ADS-B 모니터링 장비가 제공해야 하는 최소한의 기능은 다음과 같음.
 - 구역, 섹터, 항로, 지형, 공항 등의 정보를 도시
 - ADS-B 지상 장비별 ADS-B 메시지 처리 상태 도시
 - ADS-B 지상 장비별 장애 상태 도시
 - SNMP를 이용한 원격제어
(SNMP: Simple Network Management Protocol)

▷ ADS-B 서버 요구사항

- ADS-B 서버는 ADS-B 지상 장비로부터 수신된 감시 정보를 통합 처리하여 분배하는 장비임.
- ADS-B 서버는 랙 타입의 서버와 모니터로 구성됨.
 - ADS-B 서버는 COTS 플랫폼을 사용하여 구성함.
 - ADS-B 서버는 주/예비 이중화 형태로 구성되어야 함.
 - 모니터는 ADS-B 서버의 통제 및 유지보수를 위한 것으로 19인치 표준 랙에 설치 가능해야 함.
 - 19인치 표준 랙은 유지보수에 용이한 형태로 제공되어야 함.
 - 전원은 무정전전원장치(UPS)를 사용하여 제공되어야 함.
- ADS-B 서버가 제공해야 하는 최소한의 기능은 다음과 같음.
 - 수신된 ADS-B 데이터의 유효성 검증
 - 원시 데이터 및 처리 데이터의 저장 및 재생
 - 여러 대의 ADS-B 지상 장비로부터 수신된 ADS-B 정보를 통합하여 처리
 - 통합 처리된 ADS-B 데이터의 분배
 - ASTERIX CAT021과 CAT023을 이용하여 타 시스템과 데이터 송수신

○ ADS-B 적합성 시험

- ▷ ADS-B 적합성 시험은 항공법, ICAO SARPs 및 RTCA와 EUROCAE의 기술기준을 만족하도록 개발되어야 함.
- ▷ 시험평가도구 개발
 - 감시 센서 시뮬레이터
 - 비행 시뮬레이터
 - 감시 데이터 처리 서버
 - 통제 및 모니터링 시스템
 - 비행 현시 시스템

▷ ADS-B 시스템 검증 및 시험평가

- ADS-B 송신부 검증
- ADS-B 수신부 검증
- ADS-B 메시지 처리부 검증
- ADS-B 리포트 처리부 검증
- ADS-B 메시지 특성 검증
- ADS-B 메시지 갱신 전송률 검증
- ADS-B 전송 메시지 오류 차단 검증
- 자가진단 및 모니터 검증
- 안테나 검증
- 인터페이스 검증
- 환경시험

▷ 실제 항로/접근/지상 관제 레이더 자료와 비교하여 개발 시스템의 위치 추적 정밀도 성능 입증

○ ADS-B 운용 시험

▷ ADS-B 운용 시험은 항공법, ICAO SARPs 및 RTCA와 EUROCAE의 기술기준을 만족하도록 시행되어야 함.

▷ 지상/공중 감시 응용에 대한 운용 검증

- 레이더 구역에서의 ADS-B 응용 (ADS-B-RAD)
- 공항에서 지상이동 시 상황인식 향상 (ATSA-SURF)

▷ 레이더 구역에서의 ADS-B 응용 (ADS-B-RAD) 검증

- ADS-B-RAD 응용은 레이더에 의한 감시가 수행되는 구역에서 ADS-B를 추가함으로써 항공교통업무를 지원하고 향상시키는 것임.
- 우리나라의 관할구역은 인천 비행정보구역으로, 항공기의 안전하고 효율적인 비행을 위하여 항공교통업무 즉, 항공교통관제업무, 비행정보업무 및 경보업무를 제공함.
- ADS-B-RAD 응용에서 지원해야 하는 항공교통업무는 다음과 같음.
 - 항공교통관제업무 (지역관제업무와 접근관제업무)
 - 비행정보업무
 - 경보업무
 - 항공교통조언업무
- ADS-B-RAD 응용의 목적은 개발된 ADS-B 지상 시스템이 이와 같은 레이더 구역에서의 항공교통업무를 지원할 수 있는지에 대한 가능성을 검토하는 것임.
- ADS-B-RAD 응용에서 다룰 수 있는 운용 시나리오는 다음과 같음.
 - RAD 1: 항공교통량이 중간 정도인 접근관제구역에서 하나의 PSR

과 ADS-B를 사용하여 감시를 수행하는 경우

- RAD 2a: 항공교통량이 많은 항로에서 하나의 모노펄스 SSR 즉, 모드 A/C 트랜스폰더와 ADS-B를 사용하여 감시를 수행하는 경우
- RAD 2b: 항공교통량이 많은 항로에서 하나의 모드 S 트랜스폰더와 ADS-B를 사용하여 감시를 수행하는 경우
- RAD 3: 항공교통량이 많은 접근관제구역에서 하나의 PSR/SSR과 ADS-B를 사용하여 감시를 수행하는 경우

- ADS-B 응용은 다음과 같은 운용 안전성 평가를 수행해야 함.

- 운용 위험성 평가를 통한 운용 위험 식별
- 각 운용 위험에 대한 결함모드(Failure Mode) 영향분석
- 각 운용 위험에 대한 결함수목분석(Failure Tree Analysis)

- ADS-B 응용은 각 시나리오에 대해서 다음의 파라미터에 대한 운용 성능 평가를 수행해야 함.

- ADS-B 보고의 갱신 주기 및 갱신 확률
- 수평/수직 위치 정밀도 (NIC, NAC_P 등)
- 데이터 무결성 및 데이터 보존
- 신뢰성 (가용성과 연속성)
- 지연시간(Latency), 시점확인(Timestamp) 정밀도, 용량, 통달범위

- ADS-B 응용은 다음 파라미터에 대해 상호운용성 평가를 수행해야 함.

- ADS-B 메시지와 보고
- 시간 기준
- 항공기의 식별부호 (ICAO 24-비트 항공기 주소 등)
- 위치 정보 (위도/경도, 압력 고도, NIC/NAC_P)
- 긴급 및 SPI 지시자
- 대지 속도

※ 개발되는 지상 모니터링 시스템은 국가기관 항공기 운영기관 등에서 산발 진화 등 항공기 감시에 참고용으로 사용할 수 있어야 함.

▷ 공항에서 지상이동 시 상황인식 향상 (ATSA-SURF) 검증

- ATSA-SURF 응용은 공항 지상이동 시 조종사의 상황인식 능력을 향상시켜 경로이탈, 경로오류 및 충돌과 같은 잠재적인 위험을 감소시키는 것임.
- 차세대 지상 운용은 ASDE 외에도 ADS-B, Multilateration 등과 같은 지상 감시 센서를 이용하여 항공기, 차량 등을 감시하고 통제하며 안내하는 기능을 수행함.
- 공항 지상 운용은 주기장, 유도로 및 활주로와 같은 구역에서 항공기와 지상조업차량의 이동을 포함함.
- ATSA-SURF 응용에서는 ADS-B와 CDTI를 이용하여 조종사가

A-SMGCS의 일부 기능을 수행함.

- ATSA-SURF 응용의 목적은 개발된 ADS-B 지상 시스템이 공항 지상이동 시 조종사의 상황인식 능력을 향상시켜 안전운항을 향상시킬 수 있는지에 대한 가능성을 검토하는 것임.
- ATSA-SURF 응용은 공항 지상 운용을 고려하여 다음과 같은 시나리오를 적용할 수 있음. (본 과제 수행 시 운용 시나리오는 항공교통관제기관의 사정에 따라 변경될 수 있음)
 - 비행 전(Preflight)
 - 후방견인(Push-back)
 - 경로 인가(Route Clearance)
 - 지상이동(Taxi)
 - 이륙 전(Prior to Take-off)
- 지상이동은 다음과 같이 5단계로 구분할 수 있음.
 - P1 : 설정 및 지상이동 계획 단계
 - P2 : 초기 지상이동 단계 (이동지역 진입 시)
 - P3 : 관제사 통제 구역 내 지상이동 단계
 - P4 : 관제사 통제 구역 밖 지상이동 단계
 - P5 : 지상이동 종료 단계
- ATSA-SURF 응용은 지상이동의 각 단계에 대해서 다음과 같은 운용 안전성 평가를 수행해야 함.
 - 운용 위험성 평가를 통한 운용 위험 식별
 - 각 운용 위험에 대한 결함모드 영향분석
 - 각 운용 위험에 대한 결함수목분석
- ATSA-SURF 응용은 지상이동의 각 단계에 대해서 다음의 파라미터에 대한 운용 성능 평가를 수행해야 함.
 - 수평/수직 위치 및 속도 정밀도
 - 위치 오차에 기인한 수평/수직 속도와 가속도
 - 항공교통 상태 데이터 (정밀도, 무결성, 타이밍, 지연시간, 전송 데이터 품질)
 - 항공기(Own-ship) 상태 데이터
 - 공항 데이터베이스 (통달범위, 지도 데이터베이스)
 - ADS-B 서브시스템의 무결성, 연속성 및 가용성
- ATSA-SURF 응용은 지상이동의 각 단계에 대해서 다음의 파라미터에 대한 상호운용성 평가를 수행해야 함.
 - ADS-B 메시지와 보고
 - 시간 기준
 - 항공기의 식별부호 (ICAO 24-비트 항공기 주소 등)

	• 위치 정보 (위도/경도, 압력 고도, NIC/NAC_p) • 긴급 및 SPI 지시자 • 대지 속도 - 장비설치에 대한 신호 통달범위 분석을 사전 시뮬레이션 하여 고도별 이용가능성 범위를 조사해야 함. • 주파수에 따른 고도별 통달범위 • 전계강도 분석
4. 연구 추진방법	
☐ 추진전략	○ 기존 ADS-B 관련 연구개발 경험 및 자료 활용 ▷ 국내 차세대 항공통신, 항공항법, 항공감시 분야의 연구개발 결과 활용 ▷ 국내 구축된 ADS-B 시스템 운용 경험 및 자료 활용 ▷ 감시 데이터 처리 및 응용과 관련한 학계 연구 활동 활용 ▷ 시스템공학과 동시공학에 의한 시스템 개발 능력 활용 ○ 국제 기술표준에 근거한 ADS-B 시스템 적합성 평가기술 확립 ▷ 국제 기술표준에 대한 시스템 적합성 검증 절차 수립 ▷ 시스템 적합성 검증을 위한 시험환경 구축 ▷ 시스템 개발 전반에 걸쳐 전문가에 의한 감리 수행 ○ 항로/접근/지상 관제 시스템과의 연계 추진 ▷ 개발 중인 항로/접근 관제 시스템과 연계 추진 ○ ADS-B 개발 장비의 활용 연계성 연계 ▷ 개발하는 탑재장비를 국가기관 항공기 운영기관 등에 실제 탑재 및 시험 ▷ 항공기 위치탐지용 지상모니터는 시험항공기를 제공하는 기관에서 활용하도록 제공
☐ 추진체계	○ 산·학·연·관 역할분담 및 공조체제에 의한 연구개발 추진 ○ 관련 정부기관, 수요기관, 운영기관 등과 운용 시험을 위한 협력체계 구축 ○ 항공교통업무(ATS) 응용을 위하여 타 연구개발 사업팀과 협력체계 구축
☐ 성과목표 지표 설정	○ 성과목표(지표)별 달성목표치 및 가중치 등을 연구개발계획서에 제안하여야 하며, 이는 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용됨
5. 연구기간 및 소요예산	
	○ 사업기간 : 2010 ~ 2013 (3년 7개월) - 1차년도 사업기간 : 2010. 6. ~ 2010. 12. (7개월)

○ 소요예산 : 총 86억원 (정부지원 64.5억원 이내)

※ 민간의 추가부담 가능하며 정부지원금은 민간부담비율에 따라 달라질 수 있음

※ 사업 종료 후 연구개발 성과물

▷ ADS-B 시스템

- ADS-B 탑재 장비 (항공기용 6식, 차량용 10식)
- ADS-B 지상 장비 (2식)
- ADS-B 모니터링 장비 (2식)
- ADS-B 서버 (2식)
- ADS-B 지상 시스템 소프트웨어 (1식)

▷ ADS-B 적합성 시험평가도구

- ADS-B 적합성 시험평가도구 (1식)
- ADS-B 적합성 시험평가 소프트웨어(1식)

▷ ADS-B 개발 관련 문서 및 도면

- 사업관리 관련 2종
 - 사업관리계획서, 시스템개발계획서
- 운용개념 관련 2종
 - 세부과제1 (ADS-B 시스템)
운용개념기술서
 - 세부과제2 (적합성 시험평가도구)
운용개념기술서
- 요구사항 관련 8종
 - 세부과제1 (ADS-B 시스템)
시스템/서브시스템 명세서, 하드웨어 요구사항 명세서, 소프트웨어 요구사항 명세서, 인터페이스 요구사항 명세서
 - 세부과제2 (적합성 시험평가도구)
시스템/서브시스템 명세서, 하드웨어 요구사항 명세서, 소프트웨어 요구사항 명세서, 인터페이스 요구사항 명세서
- 설계 관련 38종
 - 세부과제1 (ADS-B 시스템) - 각 장비별로
시스템/서브시스템 설계기술서, 하드웨어 설계기술서, 소프트웨어 설계기술서, 인터페이스 설계기술서
 - 세부과제2 (적합성 시험평가도구) - 시험평가도구 구성품별로
시스템/서브시스템 설계기술서, 하드웨어 설계기술서, 소프트웨어 설계기술서, 인터페이스 설계기술서
- 시험평가도구 검증 관련 11종
 - 세부과제2 (적합성 시험평가도구) - 시험평가도구 구성품별로

	시험계획서, 시험절차서, 시험결과보고서 - 적합성 시험 관련 15종 • 세부과제2 (적합성 시험) - 각 장비별로 적합성시험계획서, 적합성시험절차서, 적합성시험결과보고서 - 운용 시험 관련 14종 • 세부과제3 (ADS-B 운용 시험) 운용시험계획서, 운용시험절차서, 운용안정성평가보고서, 운용성능 평가보고서, 상호운용성평가보고서 - 설명서 관련 36종 • 세부과제1 (ADS-B 시스템) - 각 장비별로 사용자설명서, 운용설명서, 유지보수지침서 • 세부과제2 (적합성 시험평가도구) - 시험평가도구 구성품별로 사용자설명서, 운용설명서, 유지보수지침서 - 부품 목록 12종 • 세부과제1 (ADS-B 시스템) - 각 장비별로 부품목록 • 세부과제2 (적합성 시험평가도구) - 시험평가도구 구성품별로 부품목록 ▷ 연차보고서 및 최종보고서
6. 기타	
	○ 연차별 중간 평가 결과에 따라 차년도 연구기간은 조정 가능 ○ 사전기획연구책임자는 본 과제의 주관연구책임자로 응모할 수 없음 ○ 연구신청자는 RFP 및 사전기획연구에 제시된 연구개발 내용을 기준으로 연구개발계획서를 작성하되, 과제의 목적 달성에 반드시 필요하다고 판단되는 경우, 연구내용의 일부를 수정하여 제안할 수 있음

참고문헌

- [1] RTCA, "ICAO Asia and Pacific Regional Office (<http://www.bangkok.icao.int>)
- [2] ICAO Asia and Pacific Regional Office, "The 5th Meeting of ADS-B Study and Implementation Task Force (ADS-B SITF/5)," New Delhi, India, April 3~7, 2006.
- [3] ICAO Asia and Pacific Regional Office, "ADS-B Seminar and the 6th Meeting of ADS-B Study and Implementation Task Force (ADS-B SITF/6)," Seoul, Republic of Korea, April 23~27, 2007.
- [4] ICAO Asia and Pacific Regional Office, "ADS-B Seminar and the 7th Meeting of ADS-B Study and Implementation Task Force (ADS-B SITF/7)," Chengdu, China, April 7~11, 2008.
- [5] ICAO Asia and Pacific Regional Office, "The 4th Meeting of the South East Asia Sub-Regional Implementation Working Group (SEA ADS-B WG/4)," Melbourne, Australia, February 9~10, 2009.
- [6] ICAO Asia and Pacific Regional Office, "ADS-B Implementation and Operations Guidance Document (AIGD)," Edition 3.0, September 2007.
- [7] ICAO Asia and Pacific Regional Office, "Guidance Material on Reporting Probability of ADS-B Update," September 2008.
- [8] ICAO Asia and Pacific Regional Office, "Guidance Material on Reporting ADS-B Avionics Fitment," September 2008.
- [9] ICAO Asia and Pacific Regional Office, "Guidance Material on Issues to be considered in ATC Multi-sensor Fusion Processing including the Integration of ADS-B Data," September 2008.
- [10] ICAO Asia and Pacific Regional Office, "Baseline ADS-B Service Performance Parameters," September 2007.

- [11] ICAO Asia and Pacific Regional Office, "Guidance Material on Comparison of Surveillance Technologies (GMST)," Edition 1.0, September 2007.
- [12] ICAO Asia and Pacific Regional Office, "Sample Agreement for the Standard Use of ADS-B Data," September 2008.
- [13] ICAO Asia and Pacific Regional Office, "Surveillance Strategy for the Asia/Pacific Region," September 2008.
- [14] ICAO Doc 4444, "Air Traffic Management," Procedures for Air Navigation Services (PANS) – ATM, Fifteenth edition, ICAO, 2007.
- [15] RTCA DO-242A, "Minimum Aviation System Performance Standards for Automatic Dependent Surveillance – Broadcast (ADS-B)," 25 June 2002.
- [16] RTCA DO-242A Change 1, "Minimum Aviation System Performance Standards for Automatic Dependent Surveillance – Broadcast (ADS-B) Change 1," December 13, 2006.
- [17] RTCA DO-249, "Development and Implementation Planning Guide for Automatic Dependent Surveillance – Broadcast (ADS-B) Applications," October 6, 1999.
- [18] RTCA DO-260, "Minimum Operational Performance Standards for 1090 MHz Automatic Dependent Surveillance – Broadcast (ADS-B)," September 13, 2000.
- [19] RTCA DO-260 Change 1, "Minimum Operational Performance Standards for 1090 MHz Automatic Dependent Surveillance – Broadcast (ADS-B) Change 1," June 27, 2006.
- [20] RTCA DO-260A, "Minimum Operational Performance Standards for 1090 MHz Extended Squitter Automatic Dependent Surveillance – Broadcast (ADS-B) and Traffic Information Services (TIS-B)," April 10, 2003.

- [21] RTCA DO-260A Change 1, "Minimum Operational Performance Standards for 1090 MHz Extended Squitter Automatic Dependent Surveillance – Broadcast (ADS-B) and Traffic Information Services (TIS-B) Change 1," June 27, 2006.
- [22] RTCA DO-260A Change 2, "Minimum Operational Performance Standards for 1090 MHz Extended Squitter Automatic Dependent Surveillance – Broadcast (ADS-B) and Traffic Information Services (TIS-B) Change 2," December 13, 2006.
- [23] RTCA DO-263, "Application of Airborne Conflict Management Detection, Prevention, and Resolution," December 14, 2000.
- [24] RTCA DO-282A, "Minimum Operational Performance Standards for Universal Access Transceiver (UAT) Automatic Dependent Surveillance – Broadcast," July 29, 2004.
- [25] RTCA DO-282A Change 1, "Minimum Operational Performance Standards for Universal Access Transceiver (UAT) Automatic Dependent Surveillance – Broadcast Change 1," December 13, 2006.
- [26] RTCA DO-286B, "Minimum Aviation System Performance Standards (MASPS) for Traffic Information Service – Broadcast (TIS-B)," October 11, 2007.
- [27] RTCA DO-289, "Minimum Aviation System Performance Standards (MASPS) for Aircraft Surveillance Applications (ASA)," December 9, 2003.
- [28] RTCA DO-289 Change 1, "Minimum Aviation System Performance Standards (MASPS) for Aircraft Surveillance Applications (ASA) Change 1," December 13, 2006.
- [29] RTCA DO-302, "Minimum Operational Performance Standards (MOPS) for Surveillance Transmit Processing (STP)," December 13, 2006.

- [30] RTCA DO-303, "Safety, Performance and Interoperability Requirements Document for the ADS-B Non-Radar-Airspace (NRA) Application," December 13, 2006.
- [31] RTCA DO-312, "Safety, Performance and Interoperability Requirements Document for the In-Trail Procedure in Oceanic Airspace (ATSA-ITP) Application," June 19, 2008.
- [32] 오경륜, 김종철, 남기욱, “차세대 위성항행시스템(CNS/ATM) 기술개발 동향,” 항공우주산업기술동향 제2권 제1호, 2004, pp. 51~63.
- [33] Jaehoon Song, Kyungryoon Oh, Inkyu Kim, Injung Kim and Sungsoo Kim, "Preliminary Implementation of Ground-to-Ground Surveillance Test-bed based on ADS-B Concepts," ICCAS 2007, Seoul, October 2007.
- [34] MITRE, "Korean CNS/ATM R&D Road Map Establishment Program," Final Draft, July 2008.
- [35] 차세대 항행안전기술 연구개발 로드맵 수립 기획연구 공청회, 주최 : 국토해양부 / 한국건설교통기술평가원, 주관 : 한국항공우주연구원 / 한국교통연구원, 2008년 9월 10일.
- [36] 김동민, 배종원, 한재현, 구경현, 이택경, 지규인, “CNS/ATM R&D 추진전략 및 로드맵,” 2008 한국항행학회 학술발표대회 및 워크숍 - 새로운 성장동력 창출을 위한 IT항공 Convergence, 2008년 10월 17~18일, pp. 11~33.
- [37] 한재현, 김장환, 김동민, “차세대 항행안전 기술개발 로드맵 수립을 위한 기초 연구,” 2008 한국항행학회 학술발표대회 및 워크숍 - 새로운 성장동력 창출을 위한 IT항공 Convergence, 2008년 10월 17~18일, pp. 130~134.
- [38] 김인규, 오경륜, 송재훈, 이대성, “데이터 통신링크를 이용한 항공 감시시스템 구현,” 2008 한국항행학회 학술발표대회 및 워크숍 - 새로운 성장동력 창출을 위한 IT항공 Convergence, 2008년 10월 17~18일, pp. 200~202.
- [39] 송재훈, 오경륜, 김인규, 김인중, 문상만, 김근택, 이장연, “공항감시레이더와

비행계획을 사용한 항공감시정보의 획득,” 2008 한국항행학회 학술발표대회 및 워크숍 - 새로운 성장동력 창출을 위한 IT항공 Convergence, 2008년 10월 17~18일, pp. 438~441.

[40] 한재현, 김장환, “CNS/ATM 기술개발 전략,” 제17회 비행안전 세미나, 2008년 11월 13일, pp. 187~215.

[41] 공공기술연구회 협동연구사업, “차세대 위성항행시스템 핵심기술 개발,” 연차실적계획서, 2007년 9월.

[42] U.S. Department of Transportation, “System Engineering for Intelligent Transportation Systems,” January 2007.

부록 A. 약어표

1090ES	1090 MHz Extended Squitter	1090 MHz 확장 스쿼터
--------	----------------------------	-----------------

A

AD	Application Description	응용 설명
ADS-B	Automatic Dependent Surveillance - Broadcast	자동종속감시시스템
ADS-B-ADD	GS Application - Aircraft Derived Data for Ground ATC Tools	지상감시 응용 - 지상관제 도구를 위한 항공기 파생 데이터
ADS-B-APT	GS Application - Airport Surface Surveillance	지상감시 응용 - 공항 지상감시
ADS-B NRA	GS Application - ATC Surveillance in Non-Radar Areas	지상감시 응용 - 비 레이더 공역에서 항공교통관제를 위한 감시
ADS-B-RAD	GS Application - ATC Surveillance in Radar Areas	지상감시 응용 - 레이더 공역에서 항공교통관제를 위한 감시
ADS-B SITF	ADS-B Study & Implementation Task Force	ADS-B 연구 및 구현 전담 위원회
AIS	Automatic Identification System	선박자동식별시스템
AMAN	Arrival Manager	항공기 도착 관리도구
AS	Airborne Surveillance	공중감시
ASAS	Airborne Separation Assistance Systems	공중분리확인시스템
ASDE	Airport Surface Detection Equipment	지상감시레이더
A-SMGCS	Advanced Surface Movement Guidance & Control System	향상된 지상이동통제시스템
ASPA-ITP	AS Application - In-Trail Procedure in Oceanic Airspace	공중감시 응용 - 대양 공역에서 일렬 비행 시 고도 변경 절차
ASPA-S&M	AS Application - Enhanced Sequencing and Merging Operations	공중감시 응용 - 향상된 순서 및 합병 운용

ATC	Air Traffic Control	항공교통관제
ATS	Air Traffic Service	항공교통업무
ATSAW	Air Traffic Situational Awareness	항공교통 상황인식
ATSAW-AIRB	AS Application – Enhanced Traffic Situational Awareness during Flight Operations	공중감시 응용 – 향상된 비행 중 항공교통 상황인식
ATSAW-SURF	AS Application – Enhanced Traffic Situational Awareness on the Airport Surface	공중감시 응용 – 향상된 지상이동 시 항공교통 상황인식
ATSAW-VSA	AS Application – Enhanced Visual Separation on Approach	공중감시 응용 – 향상된 접근 시 시계 분리
AVT	ADS-B/TIS-B Validation Test-bed	ADS-B/TIS-B 확인 시험환경

B

C

CAFUC	Civil Aviation Flight University of China	중국 민간항공비행학원
CASA	Civil Aviation Safety Authority	민간항공안전국
CDM	Collaborative Decision Making	협력의사결정
CDTI	Cockpit Display of Traffic Information	비행정보 디스플레이
CPDLC	Controller-Pilot Data Link Communication	관제사-조종사 간 데이터링크 통신

D

DGPS	Differential Global Positioning System	정밀위성측위시스템
DLS	Data Link Services	데이터 연결 서비스
DMAN	Departure Manager	항공기 출발 관리도구
DoS	Directory of Services	서비스 디렉터리

E

ENRI	Electronic Navigation Research Institute	일본 전자항법연구소
------	--	------------

F

FAA	Federal Aviation Administration	미국 연방항공청
FEC	Forward Error Correction	순방향 오류 정정
FIR	Flight Information Region	비행정보구역

G

GA	General Aviation	일반 항공
GFSK	Gaussian Frequency Shift Keying	가우시안 주파수 편이 변조
GNSS	Global Navigation Satellite System	전역위성항법시스템
GS	Ground Surveillance	지상감시

H

HDR	Header	헤더
-----	--------	----

I

ICAO	International Civil Aviation Organization	국제민간항공기구
INTEROP	Interoperability Specification	상호운용성 규격

J

K

L

LME	Link Management Entity	링크 관리 실체
------------	------------------------	----------

M

MASPS	Minimum Aviation System Performance Standards	항공 전자장비 최소성능표준
MLAT	Multilateration	멀티레터레이션
MOPS	Minimum Operation Performance Standards	항공 전자장비 최소운용성능표준
M&S	Modeling & Simulation	모델링 및 시뮬레이션
MS	Mode Status	항공기 모드상태
MSO	Message Start Opportunity	메시지 시작 기회
MTCD	Medium Term Conflict Detection	중기충돌감지

N

NTIS	National Science & Technology Information Service	국가과학기술지식정보서비스
-------------	---	---------------

O

OSD	Operational Services and Environment Description	운용업무 및 환경 설명
OSI	Open System Interconnection	개방 시스템 상호연결

P

PFSK	Phase Frequency Shift Keying	위상 주파수 편이 변조
PIAS	Patent Information Analysis System	특허정보분석시스템
PPM	Pulse Position Modulation	펄스 위치 변조
PSR	Primary Surveillance Radar	일차감시레이더

Q

R

RFG	Requirement Focus Group	ADS-B 요구사항 포커스 그룹
RFP	Request for Proposal	제안요청서
RS	Reed-Solomon	리드-솔로몬
RSP	Required Surveillance Performance	필수감시성능
RTCA	Radio Technical Commission for Aeronautics	미국 항공무선기술위원회

S

SARPs	Standards and Recommended Practices	표준 및 권고이행
SPR	Safety and Performance Requirement	안전성 및 성능 요구사항
SSR	Secondary Surveillance Radar	이차감시레이더
STDMA	Self-organizing Time Division Multiple Access	자동 재구성 시분할 다중 접속
STP	Surveillance Transmit Processing	감시 데이터 전송 처리
SUT	System Under Test	시험대상시스템
SV	State Vector	항공기 상태벡터
SWOT	Strength, Weakness, Opportunity, Threat	강점, 약점, 기회, 위협

T

TC	Trajectory Change	궤도수정
TCAS	Traffic Alert and Collision Avoidance System	공중충돌경보장치
TIS-B	Traffic Information Service - Broadcast	교통정보서비스방송
TS	Target State	표적 상태벡터
TSO	Technical Standard Orders	기술표준규칙 (미국 연방항공청)

U

UAP	Upper Airspace Project	고고도 공역계획
UAT	Universal Access Transceiver	범용 접속 데이터통신

V

V&V	Verification and Validation	검증 및 확인
VDL	VHF Data Link	VHF 데이터링크
VSS	VDL Mode 4 Specific Services	VDL 모드 4 특정 서비스

W

WAAS	Wide Area Augmentation System	광역보정위성항법시스템
------	-------------------------------	-------------

X

Y

Z

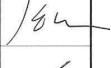
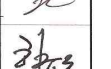
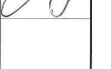
부록 B. 자문회의 회의록

B.1. 1차 자문회의 회의록

B.1.1. 회의 개요

- 목적 : ADS-B 핵심기술개발에 대한 수요기관 의견을 수렴하여 국내 실정에 적합한 ADS-B 응용을 선정
- 일시 : 2009년 6월 16일 (화) 오전 11시 ~ 오후 12시 30분
- 장소 : 용산역 KTX-3 회의실
- 참석자

참석자 명부

번호	이름	소속	직급	연락처 / E-mail	서명
1	박민지	KAIST	교수	mjtahk@fdcl.kaist.ac.kr	
2	정해웅	탑셀시스템	대표	huchang@topfel.co.kr	
3	곽종근	한국공항공사	과장	Hong 111@Airport.co.kr	
4	최충도	국토해양부	사무관	kdhu@Korea.kr	
5	윤민호	인천공항공사	차장	minh88@airport.kr	
6	신성식	대한항공	직장	SSShin@koreanair.com	
7	김인중	탑셀시스템	차장	ijkim@topfel.co.kr	
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					

B.1.2. 기획 결과 발표

1차 자문회의

2009. 06. 16

KAIST 한국과학기술원
탐엔지니어링

항공감시용 ADS-B 핵심기술개발 기획

I 과제 수행 절차

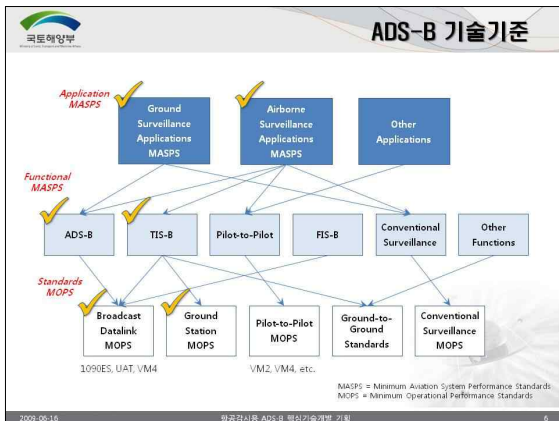
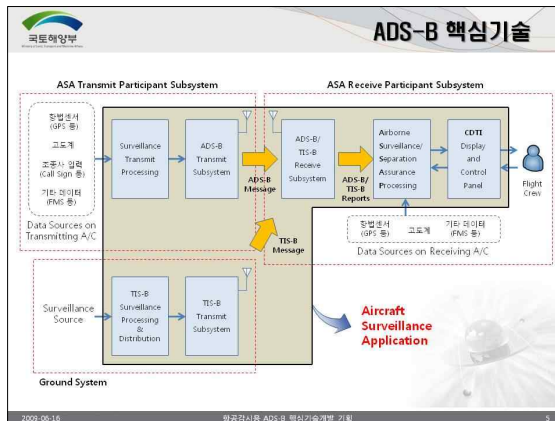
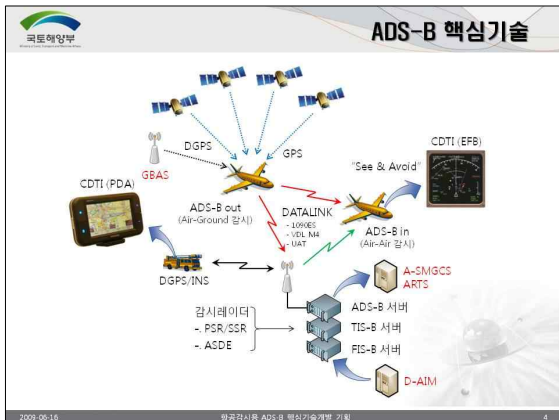
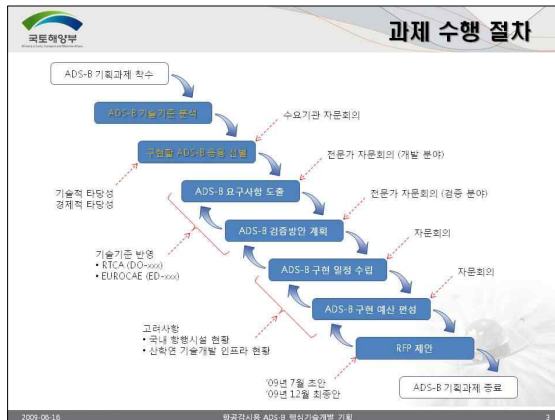
II ADS-B 핵심기술

III ADS-B 기술기준

IV ADS-B 응용

V ADS-B 장비 등급

항공감시용 ADS-B 핵심기술개발 기획



ADS-B 응용

Package-1

GS Applications (5)

- ATC surveillance for en-route airspace (ADS-B-ACC)
- ATC surveillance in terminal areas (ADS-B-TMA)
- ATC surveillance in non-radar areas (ADS-B-NRA)
- Airport surface surveillance (ADS-B-APT)
- Aircraft derived data for ground tools (ADS-B-ADD)

AS Applications (7)

Situational Awareness

- Enhanced traffic situational awareness on the airport surface (ATSASURP)
- Enhanced traffic situational awareness during flight operation (ATS-AIRB)
- Enhanced visual acquisition for see & avoid (ATSA-S&V)
- Enhanced successive visual approaches (ATSA-SVA)
- Enhanced sequencing and merging operations (ASPA-S&M)
- In-trail procedure in oceanic airspace (ASPA-ITP)
- Enhanced crossing and passing operations (ASPA-C&P)

Airborne Spacing

ADS-B 응용

Aircraft Surveillance Applications (RTCA DO-289)

Initial Applications

- Enhanced Visual Acquisition (EVAeq)
- Conflict Detection (CD)
- Airport Surface Situational Awareness (ASSA)
- Final Approach and Runway Occupancy Awareness (FAROA)
- Enhanced Visual Approach (EVAp)
- Airborne Conflict Management (ACM)
- Approach Spacing for Instrument Approaches (ASIA)
- Independent Closely Spaced Independent Parallel Approaches (ICSPA)

ASA Capability Level

0 : Transmit-Only

1 : **Basic**
CD
ASSA
FAROA } applications are optional

2 : Intermediate

3 : Advanced 1

4 : Advanced 2

5~7 : Future Reserved

ADS-B 응용

ADS-B Operational Applications (RTCA DO-242A)

Basic Applications

- Explicit Display of Traffic Information (CDTI)
- Airborne Collision Avoidance
 - ✓ Improvement to Existing Collision Avoidance System
 - ✓ ACAS Based on ADS-B
- Conflict Management and Airspace De-confliction
 - ✓ On-board Conflict Management and Airspace De-confliction
- ATS Surveillance and Conflict Management
- ATS Conformance Monitoring
 - ✓ Simultaneous Approaches
 - ✓ Inursion Processing

Other Applications

- Improved Search and Rescue
- Enhanced Flight Following
- Lighting Control and Operation
- Airport Ground Vehicle and Aircraft Rescue and Fire Fighting (ARFF) Vehicle Operational Needs
- Altitude/Height Keeping Performance Measurements
- General Aviation Operations Control

ADS-B 장비 등급

Class A Interactive Aircraft/Vehicle Participant Subsystem

Class	Subsystem	Example Applications	Features	Comments
A0	Minimum Interactive Aircraft/Vehicle	Enhanced visual acquisition, conflict detection	Lower transmit power and less sensitive receiver than Class A1	Minimum interactive capability with CDTI
A1	Basic Interactive Aircraft	A0 plus airborne conflict management, station keeping	Standard transmit power and more sensitive receiver, Antenna Diversity	Provides ADS-B based conflict avoidance and interface to current TCAS surveillance algorithms/display
A2	Enhanced Interactive Aircraft	A1 plus merging, conflict management, in-trail climb	Standard transmit power and more sensitive receiver, Interface with avionics source required for aircraft trajectory intent data, Antenna Diversity	Baseline for separation management employing intent information
A3	Extended Interactive Aircraft	A2 plus long range conflict management	Higher transmit power and more sensitive receiver, Interface with avionics source required for aircraft trajectory intent data, Antenna Diversity	Extends planning horizon for strategic separation employing intent information

ADS-B 장비 등급

Class B (Broadcast-Only Participant Subsystem)

Class	Subsystem	Example Applications	Features	Comments
B0	Aircraft Broadcast-only	Supports A0 Applications for other participants	Transmit power may be matched to coverage needs, NAV input required.	Enables aircraft to be seen by Class A and Class C users
B1	Aircraft Broadcast-only	Supports A1 Applications for other participants	Transmit power may be matched to coverage needs, NAV input required, Antenna Diversity	Enables aircraft to be seen by Class A and Class C users
B2	Ground Vehicle Broadcast-only	Supports airport surface situational awareness	Transmit power matched to surface coverage needs, High accuracy NAV input required.	Enables vehicle to be seen by Class A and Class C users
B3	Fixed Obstacle	Supports visual acquisition and airborne conflict management	Fixed coordinates, No NAV input required, Collocation with obstacle not required with appropriate broadcast coverage.	Enables NAV hazard to be detected by Class A users

ADS-B 장비 등급

Class C (Ground Receive-Only Subsystem)

Class	Subsystem	Example Applications	Features	Comments
C1	ATS En-route and Terminal Area Operations	Supports ATS cooperative surveillance	Requires ATS certifications and interface to ATS sensor fusion system	Supports provision of ATS Surveillance for ADS-B System Participants where adequate Air-Ground range and integrity have been demonstrated. Expected en-route coverage out to 200NM, Expected terminal coverage out to 60NM.
C2	ATS Parallel Runway and Surface Operation	Supports ATS cooperative surveillance	Requires ATS certification and interface to ATS sensor fusion system	Expected approach coverage out to 60NM, or - if of lesser value - the point where the aircraft intercepts the final approach course. Expected surface coverage out to 5 NM.
C3	Flight Following Surveillance	Supports private user operations planning and flight following	Does not require ATS interface. Certification requirements determined by user application.	Coverage determined by application

보조 자료

GS Applications

GS Application	Description
ATC surveillance for en-route airspace (ADS-B-ACC)	This application will enhance ATC surveillance currently provided with radars. An example of many is the case of surveillance in areas where single radar coverage is provided.
ATC surveillance in terminal areas (ADS-B-TMA)	This application will enhance ATC surveillance currently provided with radars. An example of many is the case of surveillance at low altitude and close to the terrain and also in areas where single radar coverage is provided.
ATC surveillance in non-radar areas (ADS-B-NRA)	This application will provide ATC surveillance in non-radar areas: e.g. remote areas, offshore operation areas and certain oceanic areas, which, due to the level of traffic, or the cost of the equipment, could not justify the installation of radars. The purpose is to enhance traffic information and separation services.
Airport surface surveillance (ADS-B-APT)	This application will provide a new source of surveillance information for a safer and more efficient ground movement management at airports with or without SMGS. Airport ground vehicles can also be fitted with the necessary equipment and displayed on an airport map, together with aircraft.
Aircraft derived data for ground tools (ADS-B-ADD)	This application will provide additional aircraft derived data through ADS-B to be used by the ATC ground system for developing or enhancing ATC tools like displays, MTCD, AMAN, DMAN and ground based safety nets. CDM applications will also share the benefits. It should be noted that this application does not encompass the ground tools themselves; it only provides additional input data for these tools.

보조 자료

AS Applications - Situational Awareness

AS Application	Description
Enhanced traffic situational awareness on the airport surface (ATSASURF)	This application provides the flight crews with an enhanced traffic situational awareness on the airport surface for both taxi and runway operations in all weather conditions. The objectives are to improve safety (e.g. at taxiway crossings, before entering a runway, on pushbacks) and to reduce taxi time in particular during low visibility conditions or at night.
Enhanced traffic situational awareness during flight operations (ATS-AIRB)	This application provides the flight crews with an enhanced traffic situational awareness irrespective of visual conditions. Additional data is provided to flight crews to supplement traffic information provided either by controllers or other flight crews. The objectives are to improve safety of flight and the efficiency of air traffic control. In all airspace, the flight crews will be better able to detect an unsafe situation.
Enhanced visual acquisition for see & avoid (ATSA-S&V)	This application is an aid for the flight crews to perform their collision avoidance task when separation service is not provided by ATC (e.g. IFR/VR in class D and E airspace, class G airspace). The objective is safer flight operations.
Enhanced successive visual approaches (ATSA-SVA)	This application is an aid for the flight crews to perform successive visual approaches when they are responsible for maintaining visual separation from the aircraft they are following. The objectives are to perform successive visual approach procedures on a more regular basis to enhance the runway throughput and to conduct safer operations especially in high-density areas.

- 204 -

국토해양부 보조 자료	
• AS Applications – Airborne Spacing	
AS Application	Description
Enhanced sequencing and merging operations (ASPA-S&M)	The objective is to redistribute tasks related to sequencing (e.g. in-trail following) and merging of traffic between the controllers and the flight crews. The controllers will be provided with a new set of instructions directing, for example, the flight crews to establish and to maintain a given time or distance from a designated aircraft. The flight crews will perform these new tasks using a suitable HMI. The main expected benefit is increased controller availability, but increased capacity through better adherence to ATC separation minima is also expected especially in high-density areas.
In-trail procedure in oceanic airspace (ASPA-ITP)	The ITP in non-radar oceanic airspace is a procedure allowing in-trail ADS-B equipped aircraft which may not be longitudinally separated from each other, to climb or descend through each other's flight levels. The objective is to improve the utilization of the NAT oceanic airspace by facilitating a higher rate of flight level changes than is currently provided, yielding better flight efficiency (e.g. fuel savings, avoiding turbulent flight levels).
Enhanced crossing and passing operations (ASPA-C&P)	The objective is to provide the controller with a new set of instructions to solve conflicts directing, for example, the flight crews to cross or pass a designated traffic while maintaining a given spacing value. The flight crews will perform these new tasks using a suitable HMI. The main expected benefit is increased controller availability through the reorganization and the streamlining of tasks.
2009-09-16	항공감시용 ADS-B 핵심기술개발 기획



국토해양부
KMA

보조 자료

• 1090 ES Transmitter Requirement

Transmitter Class	Minimum Transmitt Power	Example Operation	MASPS Requirement	Minimum Message Capability Required
A0 (Minimum)	70W	• Aid to Visual Acquisition • Conflict Avoidance	State Vector Mode Status	Airborne Position A/C Identification & Type Airborne Velocity A/C Operational Status Extended Squitter A/C Status
		• Airport Surface	State Vector Mode Status	Surface Position A/C Identification & Type A/C Operational Status Extended Squitter A/C Status
B0 (Aircraft)	70W	• Aid to Visual Acquisition • Conflict Avoidance	State Vector Mode Status	Airborne Position A/C Identification & Type Airborne Velocity A/C Operational Status Extended Squitter A/C Status
		• Airport Surface	State Vector Mode Status	Surface Position A/C Identification & Type A/C Operational Status Extended Squitter A/C Status
B2 (Ground Vehicle)	70W	• Aid to Visual Acquisition • Conflict Avoidance • Airport Surface	State Vector Mode Status	Surface Position A/C Identification & Type A/C Operational Status

8

2009-09-16

항공감시용 ADS-B 핵심기술개발 기획



국토해양부
Korea Meteorological Administration

보조 자료

• 1090 ES Receiver Requirement

Receiver Class	Minimum Trigger Threshold	Example Operation	MASPS Requirement	Minimum Report Required
A0 (Basic VFR)	-72dBm	• Aid to Visual Acquisition • Airport Surface	State Vector Mode Status	State Vector Report Mode Status Report
C2 (Approach and Surface)	Not Specified	• Aid to Visual Acquisition • Conflict Avoidance • Separation Assurance and Sequencing • Simultaneous Approaches • Airport Surface	State Vector Mode Status Target State ARV TC*	

B.1.3. 자문 결과

1. 개회 (11:00~11:05)
2. 참석자 소개 (11:05~11:10)
 - 2.1. 국토해양부 항공정책실 허균도 사무관 (과제 담당)
 - 2.2. 인천국제공항공사 레이더팀 윤민호 차장
 - 2.3. 한국공항공사 레이더관제팀 곽홍근 과장
 - 2.4. 대한항공 항공기술연구소 무인기팀 신성식 차장
 - 2.5. 교통안전공단 담당자는 워크숍 관계로 불참
3. 자문회의 목적 및 안건 설명 (11:10~11:20)
 - 3.1. 목적
 - 3.1.1. ADS-B 핵심기술개발에 대한 수요기관 의견 수렴
 - 3.1.2. 국내 실정에 적합한 ADS-B 응용 선정
 - 3.2. 안건 설명 (배포 자료 참조)
 - 3.2.1. 과제 수행 절차 설명 (슬라이드 3)
 - 3.2.2. ADS-B 핵심기술 설명 (슬라이드 4~5)
 - 3.2.3. ADS-B 기술기준 관련 체계 설명 (슬라이드 6)
 - 3.2.4. ADS-B 응용 설명 (슬라이드 7~9)
 - 3.2.4.1. Package-1은 5개 지상응용과 7개 공중응용으로 구성
 - 3.2.4.2. RTCA DO-289는 5개의 초기 응용과 3개의 추후 응용을 소개

- 3.2.4.3. RTCA DO-242A는 4개 기본 응용과 6개의 기타 응용을 소개
- 3.2.4.4. 주황색 표시는 본 연구팀에서 선별한 ADS-B 응용임
- 3.2.5. ADS-B 장비 등급 설명 (슬라이드 10~12)
 - 3.2.5.1. Class A는 송수신 가능
 - 3.2.5.2. Class B는 송신만 가능
 - 3.2.5.3. Class C는 지상 수신만 가능
 - 3.2.5.4. 적색 표시는 본 연구팀에서 선별한 등급임
- 4. 안건토의 (11:20~12:20)
 - 4.1. 국내외 ADS-B 추진 현황
 - 4.1.1. 순수한 R&D 사업 보다는 실질적인 결과가 있는 R&D 사업이 되어야 함.
 - 4.1.2. ICAO는 (1) 레이더 대체, (2) 지상 감시 응용, (3) 공대공 감시 응용, (4) TIS-B/FIS-B 응용 순으로 추진하고 있음.
 - 4.1.3. 지난 5월에 개최된 제8차 ADS-B SITF 발표 내용을 보면 NAC, NIC, NUC 등 성능평가에 주력하고 있음.
 - 4.1.4. 인천공항에는 ADS-B 수신기 4대, 차량용 ADS-B 송신기 50대 및 원격 시스템이 설치되어 운용 중. 장비는 이탈리아 Thales에서 도입된 것으로 1090ES 기반임. Follow-me 차량, FOD 점검 차량, 항공등화 점검 차량, 소방 차량 등 이동지역 출입이 잦은 차량을 위주로 설치됨.
 - 4.1.5. 인천공항에 출입하는 항공기의 60% 정도가 1090ES 기반의 ADS-B Out을 장착하고 있음. (주로 유럽 항공기)
 - 4.2. ADS-B 응용(1) - 공항 이동지역
 - 4.2.1. 탑재장비는 인증 등의 문제로 인해 개발 어려움.
 - 4.2.2. 지상응용을 위주로 개발을 수행하는 것이 적합함.
 - 4.2.3. TIS-B는 추후 사용하지 않을 것이므로 적합하지 않음. 호주의 경우 TIS-B를 적용하지 않고 있고 FAA의 경우 2015년 이후 TIS-B를 제거할 예정임.
 - 4.2.4. Aerodrome Map 등을 지원하는 FIS-B는 적용 가능.
 - 4.2.5. 1090ES 기반의 ADS-B Out 기능을 구현하는 것이 적합. 최종 사용자는 ADS-B In 기능 구현에 따른 제품 단가 상승을 원하지 않음.
 - 4.3. ADS-B 응용(2) - 경량항공기 및 무인기
 - 4.3.1. 교통안전공단 의견에 따르면 경량항공기 및 무인기에 적용 가능할 것으로 예상됨.
 - 4.3.2. 이착륙장 주변에 별도의 지상 시스템이 구축되어 경량항공기 및 무인기를 감시 및 관제 가능할 것으로 예상됨.
 - 4.3.3. 경량항공기의 경우 PDA를 이용한 HMI(또는 CDTI)를 구현할 수도 있음. ADS-B Out 기능을 이용하여 Conflict Alert (공역 침범 경보) 기능 제공.
 - 4.3.4. 무인기 적용을 위해서는 ADS-B Out 기능과 ADS-B In 기능이 동시에 구현되어야 함.
 - 4.4. 데이터링크
 - 4.4.1. 1090ES 데이터링크를 우선적으로 개발해야 함. 해외 도입보다는 직접 개발하는 것이 타당함.
 - 4.4.2. 가능하다면 UAT와 VDL Mode-4 장비도 개발할 필요가 있음. 예를 들면, 초경량항공기와 무인기에는 UAT를 장착하여 사용하면 1090ES와 다른 주파수 대역에서 사용할 수 있음.
 - 4.4.3. 지상 차량의 경우 Class B2 장비가 적합함.
 - 4.4.4. 초경량항공기 및 무인기는 Class A0 또는 Class B0 장비가 적합함. 탑재를 위한 장비 경량화도 고려해야 함.

- 4.4.5. 지상 수신 시스템의 경우 Class C1/C2 장비가 적합함.
- 4.4.6. 데이터링크 개발을 위한 주파수 확보는 정부 차원에서 지원되어야 함.
- 4.5. 감시 데이터 처리
 - 4.5.1. A-SMGCS 응용을 위해서 데이터 융합 기술이 필요할 수도 있음. 데이터 융합으로 Selection과 Kalman Filter 기술이 가능함.
 - 4.5.2. ACC와 연계하는 것은 ARTS 사업에서 수행할 것이므로 본 사업에서는 ASTERIX 표준에 맞춰서 개발하면 됨.
 - 4.5.3. ADS-B 수신기가 대부분 원격에 설치되므로 감시 데이터 처리 시스템 외에 원격 접속 시스템도 구축해야 함.
- 4.6. HMI 및 CDTI
 - 4.6.1. 지상 차량의 경우 CDTI 구현은 실질적인 결과를 얻기 어려움. 지상 차량은 관제사로부터 통제를 받아서 이동하므로 현재 CDTI를 이용하여 운전사가 할 수 있는 것이 없음.
 - 4.6.2. 초경량항공기의 경우 조종사가 공역 이탈을 능동적으로 모니터링 하기 위해서 CDTI가 필요함.
 - 4.6.3. 공항 지도, Moving Map 등을 구현하기 위한 측량에 오랜 시간이 소요될 수 있음.
- 4.7. 인증절차
 - 4.7.1. 인증은 국토해양부 항공정책실에서 수행함. 전문기관으로 한국항공우주연구원이 있음.
 - 4.7.2. ADS-B 국산 장비뿐만 아니라 해외 도입 장비의 적합성 인증을 위하여 국내 인증절차 수립이 필요함.
- 4.8. 개발 및 시범운용 환경 지원
 - 4.8.1. 본 과제 수행 시 원활한 개발 및 시험운용을 위하여 공항을 활용할 수 있도록 지원 필요함.
 - 4.8.2. 필요할 경우 비행점검용 항공기를 활용할 수도 있음.
- 5. 추후 일정 (12:20~12:30)
 - 5.1. 기술/검증 자문회의 후 보고서 및 RFP 초안 작성 (7월 중순)
 - 5.2. 8월부터 전체 자문회의 개최하여 보고서 및 RFP 수정/보완
 - 5.3. 초안은 e-mail로 사전 배포할 예정임.
- 6. 폐회 (12:30)

B.2. 2차 자문회의 회의록

B.2.1. 회의 개요

- 목적 : 본 과제에서 수행할 ADS-B 시스템 개발, 적합성 시험평가 및 시범운용에 대한 기술적/경제적 타당성 검토
- 일시 : 2009년 9월 21일 (월) 오후 4시 ~ 6시
- 장소 : 용산역 KTX-5 회의실
- 참석자

참석자 명부

번호	이름	소속	직급	연락처 / E-mail	서명
1	김민우	광우면	서면	[redacted] / Kim.mw@kari.re.kr	[Signature]
2	박종근	공공공사	공공	[redacted] / Hong.M@kkipm.co.kr	[Signature]
3	안희진	수원해상부	주무관	[redacted] / haegunha@korea.ac	[Signature]
4	한재현	KOTI	책임	[redacted] / jhkim@koti.re.kr	[Signature]
5	김정주	대한항공	과장	[redacted] / jkim15@koreanair.com	[Signature]
6	이관호	국립부	부	[redacted] / isdinh@korea.kr	[Signature]
7	신대원	국립항공안전	책임	[redacted] / dushin@ts-aoo.kr	[Signature]
8	김인웅	LIG 넥스원	차장	[redacted] / 99741108@gmail.com	[Signature]
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					

B.2.2. 기획 결과 발표

국토해양부

2차 자문회의

2009. 09. 21

KAIST 한국과학기술원 Korea Advanced Institute of Science and Technology

탐엔지니어링

항공감시용 ADS-B 핵심기술개발 기획

국토해양부

- I 과제 추진 현황
- II ADS-B 기술기준
- III ADS-B 시스템 개발
- IV ADS-B 시험평가
- V ADS-B 시범운용

2009-09-21

항공감시용 ADS-B 핵심기술개발 기획

국토해양부

과제 추진 현황

2009-09-21

항공감시용 ADS-B 핵심기술개발 기획

국토해양부

과제 추진 현황

- 1차 자문회의 목적
 - 1) ADS-B 핵심기술개발에 대한 수요기관 의견 수렴
 - 2) 국내 실정에 적합한 ADS-B 응용 선정
- 1차 자문회의 안건토의 내용 (회의록 참조)
 - 1) 국내외 ADS-B 추진 현황
 - 2) ADS-B 응용(1) - 공항 이동지역
 - 3) ADS-B 응용(2) - 경항항공기 및 무인항공기
 - 4) 데이터링크
 - 5) 감시데이터 처리
 - 6) HMI 및 CDTI
 - 7) 인증절차
 - 8) 개발 및 시범운용 환경 지원

2009-09-21

항공감시용 ADS-B 핵심기술개발 기획

국토해양부

과제 추진 현황

- 항공감시용 ADS-B 시스템 개발 (2010~2011)
 - 1) ADS-B 탑재 시스템
 - 2) ADS-B 지상 시스템
 - 3) ADS-B 모니터링 시스템
 - 4) ADS-B 서버 시스템
- 항공감시용 ADS-B 시스템 적합성 시험평가 (2011~2012)
 - 1) 기능 시험평가
 - 2) 환경 시험평가
 - 3) 성능 검증
- 항공감시용 ADS-B 시스템 시범운용 (2012~2013)
 - 1) 지상 감시 응용
 - 2) 공중 감시 응용

2009-09-21

항공감시용 ADS-B 핵심기술개발 기획

국토해양부

ADS-B 기술기준

1090ES, UAT, VM4

VM2, VM4, etc.

MASPS = Minimum Aviation System Performance Standards
MOPS = Minimum Operational Performance Standards

2009-09-21

항공감시용 ADS-B 핵심기술개발 기획

ADS-B 기술기준

- ICAO Technical Documents (Data Link & Procedures)
 - 1) Annex 10, Volume III, Part I
 - 2) Doc 9871, Technical Provisions for Mode S Services and ES
 - 3) Doc 9816, Manual on VHF Data Link (VDL) Mode 4
 - 4) Circular 311, Assessment of ADS-B to Support ATS and Guidelines for Implementation
- RTCA (Applications & On-board Equipment)
 - 1) DO-289, MASPS for Aircraft Surveillance Applications
 - 2) DO-242A, MASPS for ADS-B
 - 3) DO-317, MOPS for Aircraft Surveillance Application Systems
 - 4) DO-260, MOPS for 1090ES ADS-B
 - 5) DO-282A, MOPS of UAT ADS-B
 - 6) DO-302, MOPS for Surveillance Transmit Processing
 - 7) DO-303, Safety, Performance and Interoperability Requirements Document for the ADS-B NRA Applications

2009-09-21 항공감시용 ADS-B 핵심기술개발 기획 7

ADS-B 시스템 개발

2009-09-21 항공감시용 ADS-B 핵심기술개발 기획 8

ADS-B 시스템 개발

2009-09-21 항공감시용 ADS-B 핵심기술개발 기획 9

ADS-B 시스템 개발

• Class A (Interactive Aircraft/Vehicle Participant Subsystem)

Class	Subsystem	Example Applications	Features	Comments
A0	Minimum Interactive Aircraft/Vehicle	Enhanced visual acquisition, conflict detection	Lower transmit power and less sensitive receive than Class A1	Minimum interactive capability with CDTI
A1	Basic Interactive Aircraft	A0 plus airborne conflict management, station keeping	Standard transmit power and more sensitive receiver, Antenna Diversity	Provides ADS-B based conflict avoidance and interface to current TCAS surveillance algorithm/display
A2	Enhanced Interactive Aircraft	A1 plus merging, conflict management, in-trail climb	Standard transmit power and more sensitive receiver, Interface with avionics source required for aircraft trajectory intent data, Antenna Diversity	Baseline for separation management employing intent information
A3	Extended Interactive Aircraft	A2 plus long range conflict management	Higher transmit power and more sensitive receiver, Interface with avionics source required for aircraft trajectory intent data, Antenna Diversity	Extends planning horizon for strategic separation employing intent information

2009-09-21 항공감시용 ADS-B 핵심기술개발 기획 10

ADS-B 시스템 개발

• Class C (Ground Receive-Only Subsystem)

Class	Subsystem	Example Applications	Features	Comments
C1	ATS En-route and Terminal Area Operations	Support ATS cooperative surveillance	Requires ATS certification and interface to ATS sensor fusion system	Supports provision of ATS Surveillance for ADS-B System Participants where adequate Air-Ground range and integrity have been demonstrated. Expected en-route coverage out to 200NM. Expected terminal coverage out to 60NM.
C2	ATS Parallel Runway and Surface Operation	Supports ATS cooperative surveillance	Requires ATS certification and interface to ATS sensor fusion system	Expected approach coverage out to 30NM, or -if of lesser value - the point where the aircraft intercepts the final approach course. Expected surface coverage out to 5 NM.
C3	Flight Following Surveillance	Supports private user operations planning and flight following	Does not require ATS interface. Certification requirements determined by user application.	Coverage determined by application

2009-09-21 항공감시용 ADS-B 핵심기술개발 기획 11

ADS-B 시험평가

• 가능 시험 및 성능 검증

- 1) ADS-B 송수신부
- 2) ADS-B 메시지 처리부
- 3) ADS-B 리포터 처리부
- 4) ADS-B 메시지 특성
- 5) ADS-B 메시지 경신 전송률
- 6) ADS-B 메시지 오류 차단
- 7) 자가진단 및 모니터
- 8) 안테나
- 9) 인터페이스

• 환경시험

• 데이터 무결성

- 1) NUC 또는 NIC
- 2) 실제 레이더 자료 비교 검증

2009-09-21 항공감시용 ADS-B 핵심기술개발 기획 12

ADS-B 시범운용

• Package-1

GS Applications (5)

- ATC surveillance for en-route airspace (ADS-B-ACG)
- ATC surveillance in terminal areas (ADS-B-TMA)
- ATC surveillance in non-radar areas (ADS-B-NRA)
- Airport surface surveillance (ADS-B-APT)
- Aircraft derived data for ground tools (ADS-B-ADD)

AS Applications (7)

Situational Awareness

- Enhanced traffic situational awareness on the airport surface (ATSA-SURP)
- Enhanced traffic situational awareness during flight operation (ATSA-AIRB)
- Enhanced visual acquisition for see & avoid (ATSA-S&V)
- Enhanced successive visual approaches (ATSA-SVA)
- Enhanced sequencing and merging operations (ASPA-S&M)
- In-trail procedure in oceanic airspace (ASPA-ITP)
- Enhanced crossing and passing operations (ASPA-C&P)

Airborne Spacing

2009-09-21 항공감시용 ADS-B 핵심기술개발 기획 13

ADS-B 시범운용

• Aircraft Surveillance Applications (RTCA DO-289)

Initial Applications

- Enhanced Visual Acquisition (EVAeq)
- Conflict Detection (CD)
- Airport Surface Situation Awareness (ASSA)
- Final Approach and Runway Occupancy Awareness (FAROA)
- Enhanced Visual Approach (EVAApp)
- Airborne Conflict Management (ACM)
- Approach Spacing for Instrument Approaches (ASIA)
- Independent Closely Spaced Independent Parallel Approaches (ICSPA)

ASA Capability Level

0: Transmit-Only

1: Basic
CD, ASSA, FAROA } applications are optional

2: Intermediate

3: Advanced 1

4: Advanced 2

5~7: Future Reserved

2009-09-21 항공감시용 ADS-B 핵심기술개발 기획 14

B.2.3. 자문 결과

1. 개회 (16:00~16:10)
2. 참석자 소개 (16:10~16:20)
3. 자문회의 목적 및 안건 설명 (16:20~16:40)
 - 3.1. 목적
 - 3.1.1. ADS-B 핵심기술개발에 대한 기술적/경제적 타당성 검토
 - 3.1.2. ADS-B 시험평가 방안 검토
 - 3.2. 안건 설명 (배포 자료 참조)
 - 3.2.1. 과제 추진 현황 (슬라이드 3~5)
 - 3.2.2. ADS-B 기술기준 (슬라이드 6~7)
 - 3.2.3. ADS-B 시스템 개발 (슬라이드 8~11)
 - 3.2.4. ADS-B 시험평가 (슬라이드 12)
 - 3.2.5. ADS-B 시범운용 (슬라이드 13~14)
4. 안건토의 (16:40~18:00)
 - 4.1. 기술적 타당성 검토
 - 4.1.1. ADS-B 데이터링크에 대한 주파수 확보를 위하여 정보통신 관련 부서 간 협조가 필요함.
 - 4.1.2. 국내 ADS-B 시스템 구축을 위하여 ADS-B 개발 기술 보다는 ADS-B 운용 기술에 초점을 맞출 필요가 있음.
 - 4.1.3. 현재 인천공항에 ADS-B가 설치되어 시범운용을 하고 있으니 이를 활용하는 것도 하나의 방법임.
 - 4.1.4. 여러 ADS-B 시스템으로부터 수집된 정보를 융합하기 위한 ADS-B 서버 기능도 다루어져야 함.
 - 4.1.5. 지상장비는 세 가지 종류의 데이터링크를 모두 지원할 수 있어야 함.
 - 4.2. 시험평가 및 시범운용
 - 4.2.1. 비행구역에서의 시험평가에 어려움이 있으므로 무인기 또는 경량항공기를 이용한 시험평가 방안을 검토할 필요가 있음.
 - 4.2.2. 무인기 또는 경량항공기를 이용하여 시험평가 및 시범운용을 수행할 경우 탑재를 고려하여 경량, 소형화 시켜야 하며 전원공급 문제도 고려해야 함.
 - 4.2.3. PDA급의 CDTI를 구매 또는 개발하여 ADS-B 시스템의 시험평가 및 시범운용에 사용할 수 있어야 함.

B.3. 3차 자문회의 회의록

B.3.1. 회의 개요

- 목적 : 본 과제에서 수행할 ADS-B 시스템 개발, 적합성 시험평가 및 시범운용에 대한 기술적/경제적 타당성 검토
- 일시 : 2009년 12월 9일 (수) 오후 4시 30분 ~ 6시
- 장소 : 김포공항 스카이스티 회의실
- 참석자

B.3.2. 기획 결과 발표

국토해양부

항공선진화사업 R&D과제

항공감시용 ADS-B 핵심기술개발 기획

2009. 12. 09

KAIST 한국과학기술원 탐엔지니어링

2009-12-09 항공감시용 ADS-B 핵심기술개발 기획 1

국토해양부

- I 기획 과제 개요
- II ADS-B 기술기준
- III ADS-B 응용
- IV ADS-B 송수신기
- V ADS-B 메시지
- VI 세부과제 선정
- VII 연구성과 활용 방안

2009-12-09 항공감시용 ADS-B 핵심기술개발 기획 2

국토해양부

기획 과제 개요

The flowchart illustrates the ADS-B development process. It starts with 'ADS-B 기획과제 착수' (Start of ADS-B planning task), leading to 'ADS-B 기술기준 분석' (Analysis of ADS-B technical standards). This is followed by '3원합 ADS-B 표준을 수립' (Establishment of ADS-B standards through a three-way agreement), which involves '기술적 타당성' (Technical feasibility) and '경제적 타당성' (Economic feasibility). The process then moves to 'ADS-B 요구사항 도출' (Derivation of ADS-B requirements), 'ADS-B 시험평가의 계획' (Planning of ADS-B testing/evaluation), 'ADS-B 구현 실험 작업' (Implementation and experimentation of ADS-B), and finally 'ADS-B 구현 예산 수립' (Establishment of ADS-B implementation budget) and 'APP 개발' (Development of APP). The process concludes with 'ADS-B 기획과제 종료' (End of ADS-B planning task). Key milestones include '09년 7월 초안' (Draft in early July 2009) and '09년 12월 최종안' (Final draft in December 2009). External factors like '고려사항' (Considerations) such as '국내 항공시황 현황' (Current status of domestic aviation market) and '신기술 기술개발 인프라 현황' (Current status of new technology development infrastructure) are also noted.

2009-12-09 항공감시용 ADS-B 핵심기술개발 기획 3

국토해양부

기획 과제 개요

- 1차 자문회의 목적
 - 1) ADS-B 핵심기술개발에 대한 수요기관 의견 수렴
 - 2) 국내 실정에 적합한 ADS-B 응용 선정
- 1차 자문회의 안건토의 내용
 - 1) 국내외 ADS-B 추진 현황
 - 2) ADS-B 응용(1) - 공항 이동지역
 - 3) ADS-B 응용(2) - 경항항공기 및 무인항공기
 - 4) 데이터링크
 - 5) 감시데이터 처리
 - 6) HMI 및 CDTI
 - 7) 인증절차
 - 8) 개발 및 시범운용 환경 지원

2009-09-21 항공감시용 ADS-B 핵심기술개발 기획 4

국토해양부

기획 과제 개요

- 2차 자문회의 목적
 - 1) 본 과제 수행 내용 선정 결과 검토
 - 2) 본 과제 수행 내용에 대한 기술적/경제적 타당성 검토
- 2차 자문회의 안건토의 내용
 - 1) 기획과제 추진 현황
 - 2) ADS-B 적용 기술기준
 - 3) ADS-B 시스템 개발
 - 4) ADS-B 시험평가
 - 5) ADS-B 시범운용
 - 6) 주파수 확보 방안 토의
 - 7) 기 설치된 ADS-B 활용 방안 토의

2009-09-21 항공감시용 ADS-B 핵심기술개발 기획 5

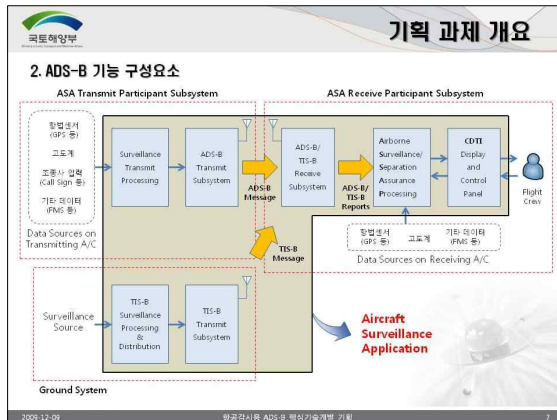
국토해양부

기획 과제 개요

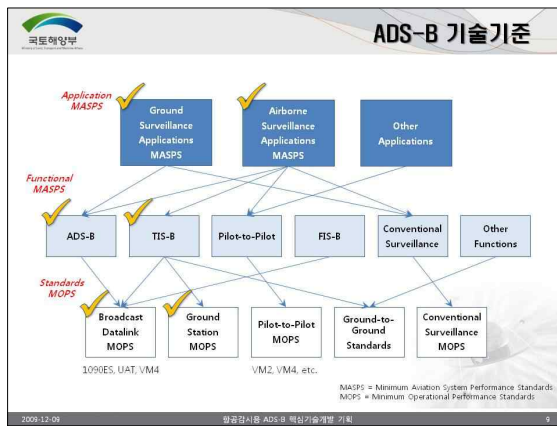
1. ADS-B 개념

The diagram illustrates the ADS-B concept. It shows an aircraft receiving signals from GPS, DGPS, and GBAS. The aircraft then transmits ADS-B out (Air-Ground) signals to a ground station (ADS-B in). The ground station also receives signals from DGPS/INS. The ground station then transmits ADS-B in (Air-Air) signals to other aircraft. The diagram also shows the ADS-B system architecture, including the ADS-B out (Air-Ground) and ADS-B in (Air-Air) components, and the associated data links (DATA LINK) and data processing (DATA LINK). The diagram also shows the ADS-B system architecture, including the ADS-B out (Air-Ground) and ADS-B in (Air-Air) components, and the associated data links (DATA LINK) and data processing (DATA LINK). The diagram also shows the ADS-B system architecture, including the ADS-B out (Air-Ground) and ADS-B in (Air-Air) components, and the associated data links (DATA LINK) and data processing (DATA LINK).

2009-12-09 항공감시용 ADS-B 핵심기술개발 기획 6



- ## ADS-B 기술기준
- ICAO Technical Documents (Data Link & Procedures)
 - 1) Annex 10, Volume III, Part I
 - 2) Doc 9871, Technical Provisions for Mode S Services and ES
 - 3) Doc 9816, Manual on VHF Data Link (VDL) Mode 4
 - 4) Circular 311, Assessment of ADS-B to Support ATS and Guidelines for Implementation
 - RTCA (Applications & On-board Equipment)
 - 1) DO-289, MASPS for Aircraft Surveillance Applications
 - 2) DO-242A, MASPS for ADS-B
 - 3) DO-317, MOPS for Aircraft Surveillance Application Systems
 - 4) DO-260, MOPS for 1090ES ADS-B
 - 5) DO-282A, MOPS of UAT ADS-B
 - 6) DO-302, MOPS for Surveillance Transmit Processing
 - 7) DO-303, Safety, Performance and Interoperability Requirements Document for the ADS-B NRA Applications
- 2009-12-09 항공감시용 ADS-B 핵심기술개발 기획 8



- ## ADS-B 응용
- Package-1
 - GS Applications (5)**
 - ATC surveillance for en-route airspace (ADS-B-ACC)
 - ATC surveillance in terminal areas (ADS-B-TMA)
 - ATC surveillance in non-radar areas (ADS-B-NRA)
 - Airport surface surveillance (ADS-B-APT)
 - Aircraft derived data for ground tools (ADS-B-ADD)
 - AS Applications (7)**
 - Enhanced traffic situational awareness on the airport surface (ATSA-SURF)
 - Enhanced traffic situational awareness during flight operation (ATSA-AIRB)
 - Enhanced visual acquisition for see & avoid (ATSA-S&V)
 - Enhanced successive visual approaches (ATSA-SVA)
 - Enhanced sequencing and merging operations (ASPA-S&M)
 - In-trail procedure in oceanic airspace (ASPA-ITP)
 - Enhanced crossing and passing operations (ASPA-C&P)
- 2009-12-09 항공감시용 ADS-B 핵심기술개발 기획 10

ADS-B 응용

• GS Applications

GS Application	Description
ATC surveillance for en-route airspace (ADS-B-ACC)	This application will enhance ATC surveillance currently provided with radars. An example of many is the case of surveillance in areas where single radar coverage is provided.
ATC surveillance in terminal areas (ADS-B-TMA)	This application will enhance ATC surveillance currently provided with radars. An example of many is the case of surveillance at low altitude and close to the terrain and also in areas where single radar coverage is provided.
ATC surveillance in non-radar areas (ADS-B-NRA)	This application will provide ATC surveillance in non-radar areas; e.g. remote areas, offshore operation areas and certain oceanic areas, which, due to the level of traffic or the cost of the equipment, could not justify the installation of radars. The purpose is to enhance traffic information and separation services.
Airport surface surveillance (ADS-B-APT)	This application will provide a new source of surveillance information for a safer and more efficient ground movement management at airports with or without SMCSS. Airport ground vehicles can also be fitted with the necessary equipment and displayed on an airport map, together with aircraft.
Aircraft derived data for ground tools (ADS-B-ADD)	This application will provide additional aircraft derived data through ADS-B to be used by the ATC ground system for developing or enhancing ATC tools like displays, MTCD, AMAN, DTMAN and ground based safety nets. CDM applications will also share the benefits. It should be noted that this applications does not encompass the ground tools themselves; it only provides additional input data for these tools.

2009-12-09 항공감시용 ADS-B 핵심기술개발 기획 11

ADS-B 응용

• AS Applications – Situational Awareness

AS Application	Description
Enhanced traffic situational awareness on the airport surface (ATSA-SURF)	This application provides the flight crews with an enhanced traffic situational awareness on the airport surface for both taxi and runway operations, in all weather conditions. The objectives are to improve safety (e.g. at taxiway crossings, before entering a runway, on pushback) and to reduce taxi time in particular during low visibility conditions or at night.
Enhanced traffic situational awareness during flight operations (ATSA-AIRB)	This application provides the flight crews with an enhanced traffic situational awareness irrespective of visual conditions. Additional data is provided to flight crews to supplement traffic information provided either by controllers or other flight crews. The objectives are to improve safety of flight and the efficiency of air traffic control. In all airspace, the flight crews will be better able to detect an unsafe situation.
Enhanced visual acquisition for see & avoid (ATSA-S&V)	This application is an aid for the flight crews to perform their collision avoidance task: when separation service is not provided by ATC (e.g. IFR/VFR in class D and E airspace, the flight crews will be better able to detect an unsafe situation).
Enhanced successive visual approaches (ATSA-SVA)	This application is an aid for the flight crews to perform successive visual approaches when they are responsible for maintaining visual separation from the aircraft they are following. The objectives are to perform successive visual approach procedures on a more regular basis to enhance the runway throughput, and to conduct safer operations especially in high-density areas.

2009-12-09 항공감시용 ADS-B 핵심기술개발 기획 12

ADS-B 응용

• AS Applications – Airborne Spacing

AS Application	Description
Enhanced sequencing and merging operations (ASPA-S&M)	The objective is to redistribute tasks related to sequencing (e.g. in-trail following) and merging of traffic between the controllers and the flight crews. The controllers will be provided with a new set of instructions directing, for example, the flight crews to establish and to maintain a given time or distance from a designated aircraft. The flight crews will perform these new tasks using a suitable HMI. The main expected benefit is increased controller availability, but increased capacity through better adherence to ATC separation minima is also expected especially in high-density areas.
In-trail procedure in oceanic airspace (ASPA-ITP)	The ITP in non-radar oceanic airspace is a procedure allowing in-trail ADS-B equipped aircraft, which may not be longitudinally separated from each other, to climb or descend through each other's flight levels. The objective is to improve the utilization of the NAT oceanic airspace by facilitating a higher rate of flight level changes than is currently provided, yielding better flight efficiency (e.g. fuel savings, avoiding turbulent flight levels).
Enhanced crossing and passing operations (ASPA-C&P)	The objective is to provide the controller with a new set of instructions to solve conflicts directing, for example, the flight crews to cross or pass a designated traffic while maintaining a given spacing value. The flight crews will perform these new tasks using a suitable HMI. The main expected benefit is increased controller availability through the reorganization and the streamlining of tasks.

2009-12-09 항공감시용 ADS-B 핵심기술개발 기획 13

- ## ADS-B 응용
- ### • Aircraft Surveillance Applications (RTCA DO-289)
- | Initial Applications | ASA Capability Level |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Enhanced Visual Acquisition (EVAq) • Conflict Detection (CD) • Airport Surface Situational Awareness (ASSA) • Final Approach and Runway Occupancy Awareness (FAROA) • Enhanced Visual Approach (EVAp) | 0: Transmit-Only |
| <ul style="list-style-type: none"> • Airborne Conflict Management (ACM) • Approach Spacing for Instrument Approaches (ASIA) • Independent Closely Spaced Independent Parallel Approaches (ICSPA) | 1: Basic
CD, ASSA, FAROA
applications are optional |
| | 2: Intermediate |
| | 3: Advanced 1 |
| | 4: Advanced 2 |
| | 5~7: Future Reserved |
- 2009-12-09 항공감시용 ADS-B 핵심기술개발 기획 14

ADS-B 응용

• ADS-B Operational Applications (RTCA DO-242A)

Basic Applications

- **cockpit Display of Traffic Information (CDTI)**
- **Airborne Collision Avoidance**
 - ✓ Improvement to Existing Collision Avoidance System
 - ✓ ACAS Based on ADS-B
- **Conflict Management and Airspace De-confliction**
 - ✓ On-board Conflict Management and Airspace De-confliction
 - ✓ **ATS Surveillance and Conflict Management**
- **ATS Conformance Monitoring**
 - ✓ Simultaneous Approaches
 - ✓ **Enroute Processing**

Other Applications

- Improved Search and Rescue
- Enhanced Flight Following
- **Lighting Control and Operation**
- **Airport Ground Vehicle and Aircraft Rescue and Fire Fighting (ARFF)** Vehicle Operational Needs
- **Altitude/Height Keeping Performance Measurements**
- **General Aviation Operations Control**

ADS-B 송수신기

• Class A (Interactive Aircraft/Vehicle Participant Subsystem)

Class	Subsystem	Example Applications	Features	Comments
A0	Minimum Interactive Aircraft/Vehicle	Enhanced visual acquisition, conflict detection	Lower transmit power and less sensitive receiver than Class A1	Minimum interactive capability with CDTI
A1	Basic Interactive Aircraft	A0 plus airborne conflict management, station keeping	Standard transmit power and more sensitive receiver, Antenna Diversity	Provides ADS-B based conflict avoidance and interface to current TCAS surveillance algorithm/display
A2	Enhanced Interactive Aircraft	A1 plus merging, conflict management, in-trail climb	Standard transmit power and more sensitive receiver, Interface with avionics source required for aircraft trajectory intent data, Antenna Diversity	Baseline for separation management employing intent information
A3	Extended Interactive Aircraft	A2 plus long range conflict management	Higher transmit power and more sensitive receiver, Interface with avionics source required for aircraft trajectory intent data, Antenna Diversity	Extends planning horizon for strategic separation employing intent information

2009-12-09 항공감시용 ADS-B 핵심기술개발 기획
15

ADS-B 송수신기

• Class B (Broadcast-Only Participant Subsystem)

Class	Subsystem	Example Applications	Features	Comments
B0	Aircraft Broadcast-only	Supports A0 Applications for other participants	Transmit power may be matched to coverage needs, NAV input required	Enables aircraft to be seen by Class A and Class C users
B1	Aircraft Broadcast-only	Supports A1 Applications for other participants	Transmit power may be matched to coverage needs, NAV input required, Antenna Diversity	Enables aircraft to be seen by Class A and Class C users
B2	Ground Vehicle Broadcast-only	Supports airport surface situational awareness	Transmit power matched to surface coverage needs, High accuracy NAV input required	Enables vehicle to be seen by Class A and Class C users
B3	Fixed Obstacle	Supports visual acquisition and airborne conflict management	Fixed coordinates, No NAV input required, Collocation with obstacle not required with appropriate broadcast coverage	Enables NAV hazard to be detected by Class A users

2009-12-09 항공감시용 ADS-B 핵심기술개발 기획
17

ADS-B 송수신기

• Class C (Ground Receive-Only Subsystem)

Class	Subsystem	Example Applications	Features	Comments
C1	ATS En-route and Terminal Area Operations	Supports ATS cooperative surveillance	Requires ATS certifications and interface to ATS sensor fusion system	Supports provision of ATS Surveillance for ADS-B System Participants where adequate Air-Ground range and integrity have been demonstrated. Expected en-route coverage out to 200NM, Expected terminal coverage out to 60NM.
C2	ATS Parallel Runway and Surface Operation	Supports ATS cooperative surveillance	Requires ATS certification and interface to ATS sensor fusion system	Expected approach coverage out to 50NM, or = if of lesser value – the point where the aircraft intercepts the final approach course. Expected surface coverage out to 5 NM.
C3	Flight Following Surveillance	Supports private user operations planning and flight following	Does not require ATS interface. Certification requirements determined by user application.	Coverage determined by application

2009-12-09 항공감시용 ADS-B 핵심기술개발 기획
14

ADS-B 송수신기

• 1090 ES Transmitter Requirement

Transmitter Class	Minimum Transmit Power	Example Operation	MASPS Requirement	Minimum Message Capability Required
A0 (Minimum)	70W	• Aid to Visual Acquisition • Conflict Avoidance • Airport Surface	State Vector Mode Status	Airborne Position A/C Identification & Type Airborne Velocity A/C Operational Status Extended Squitter A/C Status
B0 (Aircraft)	70W	• Aid to Visual Acquisition • Conflict Avoidance • Airport Surface	State Vector Mode Status	Airborne Position A/C Identification & Type Airborne Velocity A/C Operational Status Extended Squitter A/C Status
B2 (Ground Vehicle)	70W	• Aid to Visual Acquisition • Conflict Avoidance • Airport Surface	State Vector Mode Status	Surface Position A/C Identification & Type A/C Operational Status Extended Squitter A/C Status

2009-12-09 항공감시용 ADS-B 핵심기술개발 기획
19

ADS-B 송수신기

• 1090 ES Receiver Requirement

Receiver Class	Minimum Trigger Threshold	Example Operation	MASPS Requirement	Minimum Report Required
A0 (Basic VFR)	-72dbm	• Aid to Visual Acquisition • Airport Surface	State Vector Mode Status	State Vector Report Mode Status Report
C3 (Approach and Surface)	Not Specified	• Aid to Visual Acquisition • Conflict Avoidance • Separation Assurance and Sequencing • Simultaneous Approaches • Airport Surface	State Vector Mode Status Target State Report ARV TC Report	State Vector Report Mode Status Report Target State Report ARV Report TC Report (Reserved)

ARV = Air Reference Velocity
TC = Trajectory Change

2009-12-09 항공감시용 ADS-B 핵심기술개발 기획
20

ADS-B 메시지

• ADS-B 메시지 블록

2009-12-09 항공감시용 ADS-B 핵심기술개발 기획
21

ADS-B 메시지

• Baseline Format Structure

BIT #	1 --- 5	6 - 8	9 ----- 32	33 ----- 88	89 ----- 112
DF=17 FIELD NAME	DF [5]	CA [3]	AA [24]	ME [56]	PI [24]
DF=18 FIELD NAME	DF [5]	CF [3]	AA [24]	ME [56]	PI [24]
DF=19 FIELD NAME	DF [5]	AF ¹ [3]	AA [24]	ME [56]	PI [24]
DF=19 FIELD NAME	DF [5]	AF ¹ [3]	RESERVED FOR MILITARY APPLICATIONS [104]		

2009-12-09 항공감시용 ADS-B 핵심기술개발 기획
22

ADS-B 메시지

- Message Field (ME) 구조
 - 1) ADS-B 공중 위치 메시지
 - 2) ADS-B 지상 구조 메시지
 - 3) ADS-B 항공기 식별 및 메시지 구조
 - 4) ADS-B 공중 속도 정보 메시지
 - 5) 항공기 궤적 목적 메시지
 - 6) 항공기 운용 조정 메시지
 - 7) 항공기 운용 상태 메시지

ADS-B 메시지

- ADS-B 메시지 처리 절차

ADS-B 메시지

- ADS-B 출력 메시지 포맷 구조

ADS-B OUTPUT MESSAGE FORMAT STRUCTURE			
Transmitted Message BIT #	1 --- 5	9 --- 32	33 --- 88
Output Message BIT #	1 --- 5	6 --- 29	30 --- 85
FIELD NAME	DF [5]	AA [24]	ME [56]
	MSB LSB	MSB LSB	MSB LSB

ADS-B 메시지

- ADS-B 메시지 취합 및 배달

ADS-B 메시지

Equipment Class	INTERACTIVE AIRCRAFT/VEHICLES OPERATIONAL CAPABILITIES					
	Aid to Visual Acquisition	Conflict Avoidance	Separation Assurance and Sequencing	Flight Path Deconfliction Planning	Simultaneous Approaches	Airport Surface
A0 Basic VFR Aircraft/ Ground Vehicles	SV (Note 1)	Not Applicable	Not Applicable	Not Applicable	Not Applicable	SV (Note 1)
A1 Basic IFR (Note 1) and Ground Vehicles	SV (Note 1) MS (Note 2)	SV (Note 1) MS (Note 2)	Not Applicable	Not Applicable	SV (Note 1) MS (Note 2, 5)	SV (Note 1) MS (Note 2)
A2 Enhanced IFR Aircraft Only	SV (Note 1) MS (Note 3)	SV (Note 1) MS (Note 3)	SV (Note 1) MS (Note 3)	Not Applicable	SV (Note 1) MS (Note 3)	SV (Note 1) MS (Note 3)
A3 Extended Capability Aircraft Only	SV (Note 1) MS (Note 3) TCP + 1 (Note 4)	SV (Note 1) MS (Note 3) TCP + 1 (Note 4)	SV (Note 1) MS (Note 3) TCP + 1 (Note 4)	SV (Note 1) MS (Note 3) TCP + 1 (Note 4)	SV (Note 1) MS (Note 3) TCP + 1 (Note 4)	SV (Note 1) MS (Note 3) TCP + 1 (Note 5)

ADS-B 메시지

세부과제 선정

- 항공감시용 ADS-B 시스템 개발
 - 1) ADS-B 탑재 시스템 (경량항공기, 무인항공기, 지상조업차량 탑재용)
 - 2) ADS-B 지상 시스템 (1090ES Version 0 & Version 1)
 - 3) ADS-B 모니터링 시스템
 - 4) ADS-B 서버 시스템
- 항공감시용 ADS-B 시스템 적합성 시험평가
 - 1) 기능 시험평가
 - 2) 환경 시험평가
 - 3) 성능 검증
- 항공감시용 ADS-B 시스템 시범운용
 - 1) 지상 감시 응용 (감시 데이터를 관제사에게 제공)
 - 2) 공중 감시 응용 (감시 데이터를 조종사에게 제공)

세부과제 선정

- 항공감시용 ADS-B 시스템 개발

ADS-B 탑재장비

- 1090ES
- 데이터 송수신 장치
- 메시지 처리 장치

ADS-B 모니터링 시스템

- 원격제어
- 광대역, 유선, 무선, 광통신 등 통신
- ADS-B 메시지 처리 결과 표시
- ADS-B 지상시스템 상태 정보 표시

ADS-B 서버

- ADS-B 원시데이터 수신
- 메시지 유효성 검사
- 데이터 통합 처리
- 통합 데이터 전송

세부과제 선정

• 항공감시용 ADS-B 시스템 적합성 시험평가

- 기능 시험 및 성능 검증
 - 1) ADS-B 송수신부
 - 2) ADS-B 메시지 처리부
 - 3) ADS-B 리포트 처리부
 - 4) ADS-B 메시지 특성
 - 5) ADS-B 메시지 경신 전송률
 - 6) ADS-B 메시지 오류 차단
 - 7) 자가진단 및 모니터
 - 8) 안테나
 - 9) 인터페이스
 - 10) 환경시험
- 데이터 무결성
 - 1) NUC 또는 NIC
 - 2) 실제 레이더 자료 비교 검증

비행 시뮬레이터 비행 현시 시스템

2009-12-09 항공감시용 ADS-B 핵심기술개발 기획 21

세부과제 선정

• 항공감시용 ADS-B 시스템 시범운영

※ 시범운영 대상 공항: 인천공항, 김포공항, 제주공항 등
※ 기 설치된 ADS-B 장비 활용 방안 검토 (인천공항)

2009-12-09 항공감시용 ADS-B 핵심기술개발 기획 22

연구성과 활용방안

1. 기술적/경제적 기대성과

- 기술적 기대성과
 - 1) 차세대 항행시스템으로의 원만한 전환
 - 2) 항공선진국 G-10 수준의 기술력 확보
 - 3) 안정적인 항행안전 인프라 구축
- 경제적 기대성과
 - 1) 해외 수출에 따른 경제적 이익 창출
 - 2) 수입대체 및 수입단가 인하 효과
 - 3) 운용/유지보수의 비용 절감

2009-12-09 항공감시용 ADS-B 핵심기술개발 기획 23

연구성과 활용방안

2. 타 사업 연계방안

- A-SMGCS (Advanced Surface Movement Guidance & Control System)
 - 1) 2009년부터 2011년까지 김해공항, 제주공항 등에서 추진 중
 - 2) A-SMGCS의 지상감시 센서 중 하나로 사용 (감시 기능, 통제 기능)

2009-12-09 항공감시용 ADS-B 핵심기술개발 기획 24

연구성과 활용방안

2. 타 사업 연계방안

- ARTS (Automated Radar Terminal System)
 - 1) 2008년부터 2010년까지 1단계 사업 추진 중 (인하대학교)
 - 2) ASTERIX 포맷으로 SDP(Surveillance Data Processor)와 연동

2009-12-09 항공감시용 ADS-B 핵심기술개발 기획 25

연구성과 활용방안

2. 타 사업 연계방안

- D-AIM (Digital Aeronautical Information Management)
 - 1) 2010년부터 2015년까지 착수 예정
 - 2) D-AIM 서버로 감시 데이터 제공(ADS-B/TIS-B), 비행정보 수신(FIS-B)

2009-12-09 항공감시용 ADS-B 핵심기술개발 기획 26

B.3.3. 자문 결과

1. 개회 및 참석자 소개 (16:30~16:40)
2. 토의사항
 - 2.1. 배포 자료 참조
 - 2.2. 목적: ADS-B 기획과제 결과의 총괄 검토
3. 토의결과 (16:40~18:00)
 - 3.1. ADS-B 시스템 개발 관련
 - 3.1.1. ADS-B 지상 시스템 개발이 주목적임.

- 3.1.2. ADS-B 지상 시스템은 1090ES, UAT, VDL-M4를 모두 수용할 수 있어야 함.
- 3.1.3. 적합성 시험 및 운용시험을 위해서 경항공기나 무인항공기에 탑재하기 위한 UAT 장비 개발이 필요함.
- 3.1.4. 경항공기나 무인항공기 탑재를 위한 무게, 부피, 전력, EMI 등의 문제를 고려해야 함.
- 3.1.5. ADS-B 외에 TIS-B도 시험할 수 있도록 개발되어야 함.
- 3.1.6. 운용시험을 위한 PDA급의 CDTI 개발이 필요함.
- 3.1.7. ADS-B 모니터링 장비는 ADS-B 장비의 SOH(Status of Health) 정보를 제공해야 함.
- 3.1.8. 선행 연구결과로 얻어진 보유 기술을 최대한 활용하고 미확보 기술에 대해서 집중하여 연구개발해야 함.
- 3.2. ADS-B 적합성 시험 관련
 - 3.2.1. 각 장비별로 ICAO와 RTCA의 요구사항을 충족해야 함.
 - 3.2.2. 인천공항에 설치된 ADS-B 시스템과의 비교를 통하여 검증 가능함.
 - 3.2.3. 탑재장비의 인증은 적합성 시험과는 별도의 문제로 보아야 함.
- 3.3. ADS-B 운용시험 관련
 - 3.3.1. 지상감시와 공중감시 운용시험을 모두 수행해야 함.
 - 3.3.2. 먼저 지상감시 운용시험을 수행하는 것이 좋음.
 - 3.3.2.1. A-SMGCS를 지원하기 위한 ADS-B 운용시험 필요함.
 - 3.3.2.2. 공항의 지상감시는 전파환경이나 주파수 간섭 등으로 인하여 공중감시보다 어려울 수도 있음.
 - 3.3.2.3. 미국에서도 ADS-B의 성능이 공항의 지상감시를 지원할 수 있는지 검토하고 있음.
 - 3.3.3. 운용시험 시 관제시스템과 연동할 필요는 없음.
 - 3.3.3.1. 해외 사례를 보더라도 관제시스템과의 연동은 아직 무리가 있음.
 - 3.3.3.2. 경항공기나 무인항공기를 이용하여 운용시험을 수행하는 것이 적합할 것임.
 - 3.3.4. ADS-B IN과 관련된 운용시험도 필요함.
 - 3.3.4.1. TIS-B 관련
 - 3.3.4.1.1. 미국이나 호주의 경우 과도기적으로 사용됨.
 - 3.3.4.1.2. TIS-B 사용 시 보안사항도 문제가 되고 있음.
 - 3.3.4.1.3. 실제 사용하지는 않더라도 기능 구현은 필요함.
 - 3.3.4.1.4. 1090ES의 경우 Version 1을 구현해야 함.
 - 3.3.4.2. FIS-B 관련
 - 3.3.4.2.1. FIS-B의 대표적인 데이터는 기상 정보임.
 - 3.3.4.2.2. 기상 정보에 대해서는 기상청과의 연계가 필요함.
 - 3.3.4.2.3. 기능을 구현하고 가상 정보를 이용하여 시험할 수도 있음.
 - 3.3.5. 타 항공선진화 사업과의 연계도 고려해야 함.
 - 3.3.5.1. 연계를 위하여 인터페이스는 ASTERIX Format을 사용해야 함.
- 3.4. 추진체계 관련
 - 3.4.1. 추진일정
 - 3.4.1.1. 시스템 개발과 적합성 시험은 1년 6개월 정도가 적합하고 운용시험은 3년 정도가 적합함.
 - 3.4.1.2. 충분한 운용시험을 위해서 시스템 개발을 단축하는 것이 관건임.
 - 3.4.2. 추진체계
 - 3.4.2.1. 세부과제는 별도의 사업이 아니라 한 사업의 세부 분야로 보아야 함.
 - 3.4.2.2. 성공적인 개발을 위하여 한 기관이 사업을 수행하는 것이 바람직함.
 - 3.4.2.3. 필요할 경우 컨소시엄 형태도 가능함.

부록 C. ADS-B 기술 세미나

C.1. 세미나-1: 미국의 CNS/ATM 기술동향

- 강사: 황인석 교수 (Purdue University)
- 주제: Next Generation Air Transportation System (NextGen) : Concepts, Technical Enablers and Research Directions
- 발표자료

PURDUE UNIVERSITY School of Aeronautics and Astronautics

Next Generation Air Transportation System (NextGen): Concepts, Technical Enablers and Research Directions

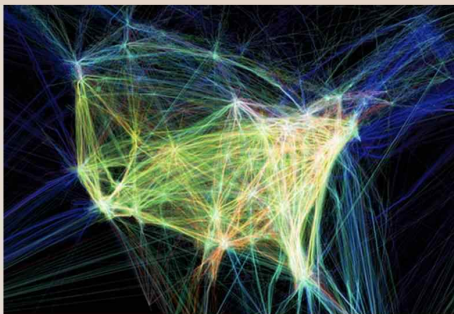
Inseok Hwang
Assistant Professor
School of Aeronautics and Astronautics
Purdue University

December 9, 2009, Seoul Korea

Scope

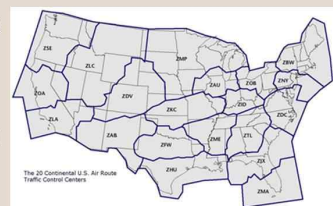
- Overview of the Current Airspace System in the U.S.
- Next Generation Air Transportation System (NextGen)
- Technical Enablers: ADS-B
- Research Direction: NASA's perspective
- Research in Hybrid Systems Lab

En-Route Air Traffic



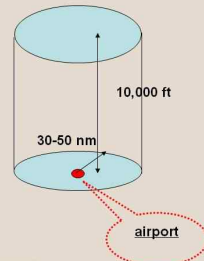
Current Airspace System: En-route Air Space

- Continental US has twenty **centers** controlled by Air Route Traffic Control Center (**ARTCC**); each center can be further divided into several **sectors** controlled by 1 or 2 **controllers** (coordinators)



Current Airspace System: Terminal Airspace

- The airspace within the vicinity of a large airport (30-50 nm radius, 0-10,000ft)
- Controlled by Terminal Radar Approach Control (**TRACON**)



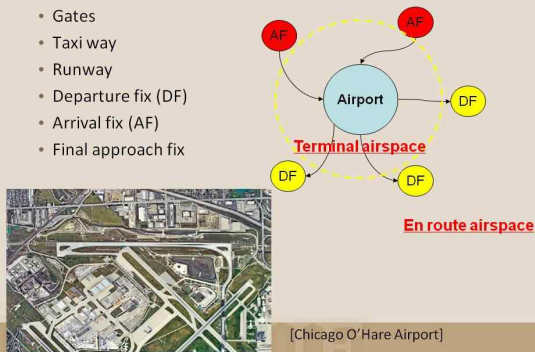
Current Airspace System: Terminal Airspace



New York LGA

Current Airspace System: Airport

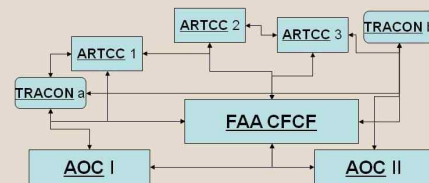
- Gates
- Taxi way
- Runway
- Departure fix (DF)
- Arrival fix (AF)
- Final approach fix



[Chicago O'Hare Airport]

Current Air Traffic Control (ATC)

When an aircraft plans to fly from Airport a to Airport b



- CFCF: Central Flow Control Facility
- ARTCC: Air Route Traffic Control Center
- TRACON: Terminal Radar Approach Control
- AOC: Airline Operation Center

Hierarchically organized; rigid structure; centralized control

Problems in Current ATC

- 4.7% growth in air transportation in next twenty years
- 5% increase in traffic leads to 26% increase in delay
- At present day, more than 40,000 commercial flights per day
- Weather is account for 70% delay. Weather prediction is accurate up to about 30 minutes
- Today's ATC is reaching its capacity limits and susceptible to disturbances such as weather events
- Currently, air traffic density is such that a single severe weather system can cause takeoff and landing delays that cascade throughout the entire National Airspace System (NAS).

Next Generation Air Transportation System (NextGen)

NextGen

- Joint Planning and Development Office (JPDO) was established in 2003 by Congress under VISION 100 - Century of Aviation Reauthorization Act
- An initiative to transform the Air Transportation System by 2025
- To meet projected growth of up to 3 times in air traffic volume while keeping or improving safety by utilizing new technologies.
- To accommodate various types of air vehicles including unmanned aircraft, very light jets, etc.
- Reduce transit time by 30% ; 95% on time
- More resilience (robust) to failures and disruptions

[ConOps of NextGen, JPDO 2004, 2007]

Cost of NextGen

- Short-Term Cost Estimates
 - 2007~2012: \$4.6 billion
- Longer-Term Cost Estimates:
 - 2007~2017: \$8-10 billion
 - End-state or through 2025: \$15-22 billion
- Avionics costs = \$14-20 billion
 - Equipment costs for individual aircraft
 - Amount of out-of-service time required for installation

http://www.jpdo.gov/library/2006_Progress_Report.pdf

NextGen Transformation

From... → To...

Ground-Based Navigation and Surveillance	Satellite-Based Navigation and Surveillance
Voice Radio Control	Digital Data Exchange
Disconnected Information Systems	Net-Centric Information Access
Human-Centric Air Traffic Control	Automation Assisted Air Traffic Management
Fragmented Weather Forecasting	Probabilistic Weather Decision Tools
Visibility Limited Airfield Parameters	Equivalent Visual Operations
Forensic Safety System	Prognostic Safety System
Inefficient Security Screening	Integrated Security Risk Management
Current Aircraft Environmental Footprint	Reduced Aircraft Environmental Footprint

http://www.jpdo.gov/library/20090818_NextGen_101.pdf

NextGen Key Characteristics

- **User focus**
 - More flexibility and information to users while reducing the need for government intervention and control of resources
- **Takes advantage of human and automation capabilities**
 - Capitalizes on human and automation capabilities to increase airspace capacity, improve aviation safety, and enhance operational efficiency
 - Based on building processes and systems that help humans do what they do best (choose alternatives and make decisions) and help automation functions accomplish what they do best (acquire, compile, monitor, evaluate, and exchange information)
- **Integrated safety management**
 - Ensures safety through use of an integrated safety management system for identifying and managing potential problems in a system, organization, or operation

"ConOps of NextGen", Version 2.0, JPDO, June 13, 2007

NextGen Key Characteristics

- **Scalability**
 - Adaptable to meet the changes in traffic load and demand that occur every day or over the decades to come
- **Distributed Decision-making**
 - Decisions are made at the local level with an awareness of system-wide implications
- **Robustness and resiliency**
 - More resilient in responding to failures and disruptions
- **Environmental management framework**
 - New technology, procedures, and policies in NextGen minimize impacts on community noise and local air quality and mitigate water quality impacts, energy use, and climate effects

NextGen Key Capabilities

- **Network-Enabled Information Access**
 - Information is available, securable, and usable in real time for different communities of interests and air transportation domains
- **Performance-Based Operations and Services**
 - Air traffic management services will be tailored and flights will be managed based on individual aircraft and flight crew performance capabilities
- **Weather Assimilated into Decision-making**
 - Improved probabilistic weather information will be applied to Air Traffic Management decision tools to make more airspace available to system users
- **Broad Area Precision Operations**
 - Broad Area Precision Navigation will provide navigation services where and when they are needed to enable safe and reliable aircraft operations in nearly all conditions

NextGen Key Capabilities

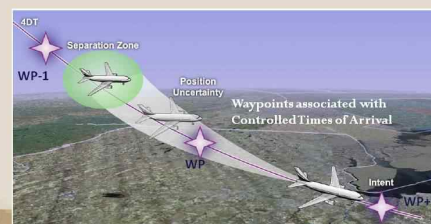
- **Equivalent Visual Operations (EVO)**
 - Through sensors and satellites, the system will allow for precise navigation and other critical information to be sent directly into the cockpit even during non-visual conditions
- **Aircraft Trajectory-Based Operations**
 - Adjusts the airspace structure to best meet user and security needs
 - Separation assurance performed using current aircraft states and intent as defined by 4D trajectory
- **Super Density Arrival/Departure Operations**
 - Enables high-capacity traffic operations on the airport surface

Concept of Operations

- **Trajectory Based Operations**
- **Distributed Decision Making**
- **Shared Situational Awareness**

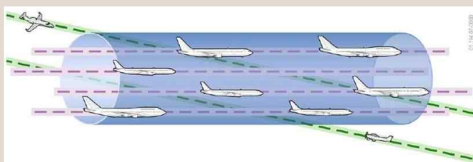
Trajectory Based Operations

- Planning and Air Traffic Management based on aircraft 4D trajectory
- 4D trajectory – a description of aircraft path in space and time plus position uncertainty

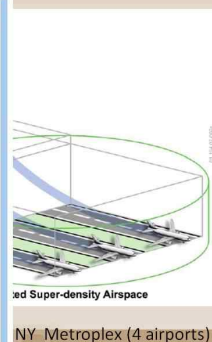
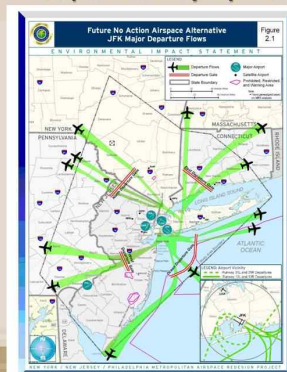


Flow Corridor: Tube

- Implemented in congested airspace
- Protected zone for large number of aircraft traveling in the same direction
- Aircraft can enter or exit using own separation capabilities



Super Density Operations: Metroplex

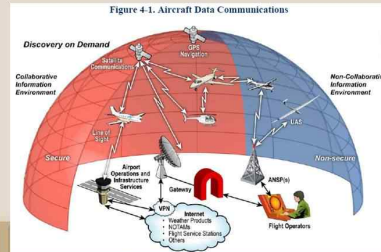


Benefits of Trajectory Based Operations

- Better airspace utilization through implementations of
 - Flow corridor
 - Super density operations
- Efficiency and environment
 - Efficient control and management of individual flights
 - Improve predictability/planning, e.g. enables reduce noise, improve fuel efficiency through better flight path planning

Distributed Decision Making

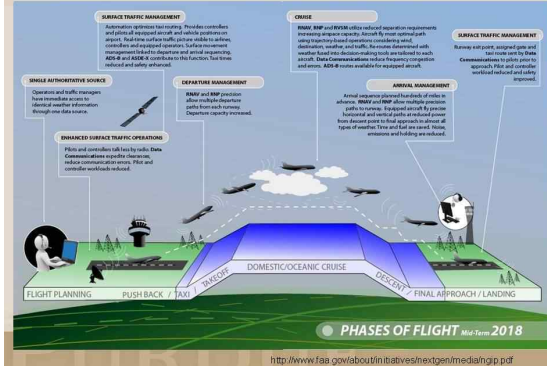
- Separation responsibility delegated to individual aircraft
- Aircraft could perform conflict resolution maneuvers without intervention by air traffic controllers
- Aircraft have flexibility to change flight plan, e.g. to avoid weather, to optimize fuel efficiency.



Shared Situation Awareness Services

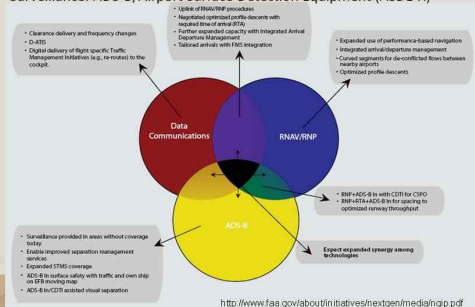
- Provide **necessary information to all users** (aircraft, air traffic controllers, etc.) so as to facilitate distributed decision making
- **Communications:** Data links, Automatic Dependent Surveillance-Broadcast (ADS-B), Flight Information Service-Broadcast (FIS-B), and Traffic Information Service-Broadcast (TIS-B)
- **Types of information provided**
 - Weather
 - Positioning, Navigation and Timing (PNT)
 - Surveillance
 - Flight Plan Filing and Flight Data Management
 - Aeronautical Information Services: Special Use Airspace (SUA), Temporary flight restrictions, Airport information
 - Geospatial Information Services: Airspace boundaries, Communication, Navigation and Surveillance infrastructure

NextGen Phases of Flight



NextGen Key Technologies

- Communications: Data Communications
- Navigation: Area Navigation (RNAV)/Required Navigation Precision (RNP)
- Surveillance: ADS-B/Airport Surface Detection Equipment (ASDE-X)



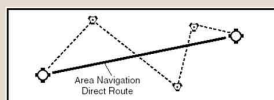
Data Communications

- Transition from current **analog voice communications to digital communications**
- Provides comprehensive data connectivity
 - Ground automation message generation and receipt
 - Message routing and transmission
- Enables ground systems to use real-time aircraft data to improve traffic management efficiency



RNAV/RNP

- Component of **Performance-Based Navigation (PBN)** framework
- Allows an aircraft to choose any course within a network of navigation beacons, rather than navigating directly to and from the beacons (**best-equipped, best-served**)



- RNP includes a requirement for **on-board navigation performance monitoring and alerting** (e.g., RNP 4: within 4 nm from the nominal trajectory for at least 95% flight time)

ADS-B

- **Automatic**
 - Periodically transmits information with no pilot or operator input required
- **Dependent**
 - Position and velocity vector are derived from Global Positioning System (GPS) or a Flight Management System (FMS)
- **Surveillance**
 - A method of determining position of aircraft
- **Broadcast**
 - Transmitted information available to anyone with the appropriate receiving equipment



In 2005, FAA determined that ADS-B is ready to be made operational throughout the national airspace system

ADS-B: Benefits

- Provides **air-to-air surveillance capability**
- Provides **surveillance to remote or inhospitable areas** that do not currently have coverage with radar
- Provides **real-time traffic and aeronautical information** in the cockpit
- Allows for **reduced separation and greater predictability** in departure and arrival times
- Improves ability airlines/air traffic controllers to manage traffic and aircraft fleets
- **Reduces the cost of the infrastructure** needed to operate the National Airspace System

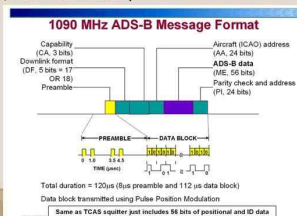
http://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/ato/service_units/enroute/surveillance_broadcast/

ADS-B: Benefits

- ADS-B has already **reduced the accident rate** in southwest Alaska **by 47%**
- ADS-B also improve operations for helicopters in the Gulf of Mexico
 - More than 650 helicopters flying among more than 5000 oil platforms in the Gulf of Mexico
 - In poor visibility conditions, helicopter flights in the Gulf of Mexico are reduced by 90% due to the lack of radar coverage/communications
- ADS-B improve operations for aircraft in high altitude airspace over the Gulf by providing coverage
 - 120 nm minimum separation for safety can be reduced to 5 nm with ADS-B

ADS-B: Data Links/Format

- **Universal Access Transceiver (UAT)**: Operates at 978 Hz and serves the general aviation and light cooperative aircraft fleet
- **1090MHz Mode S Extended Squitter (ES)**
 - Installed on air carrier and private/commercial operators of high performance aircraft
 - Data Block: 112 bits encoded in 112µs containing data such as **position reports, aircraft type and aircraft ID, and airborne velocity**



TIS-B and FIS-B

- **Traffic Information Service- Broadcast (TIS-B)** provides position reports from secondary surveillance radar on non-ADS-B equipped aircraft.
- **Flight Information Service- Broadcast (FIS-B)**: weather service products, temporary flight restrictions (TFRs), and special use airspace



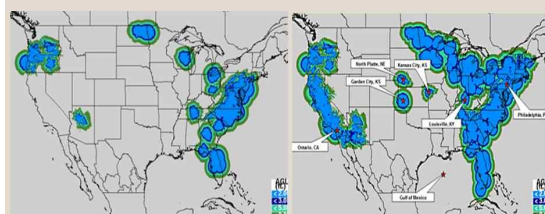
http://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/ato/service_units/enroute/surveillance_broadcast/general_information/

ADS-B vs. Radar

Ground radar-based system	ADS-B system
On the ground, dependent on human participation	On the aircraft, providing a constant flow of more accurate ID and location data
Coverage gaps exist in some areas	ADS-B ground stations can be placed anywhere (e.g., mountains, oil rigs)
Positions updated by aircraft every 12 seconds	Positions updated by aircraft every second
Costly to install and maintain	Significantly less costly to install and maintain
Birds and rain "clutter" problem	Does not have a problem with clutter

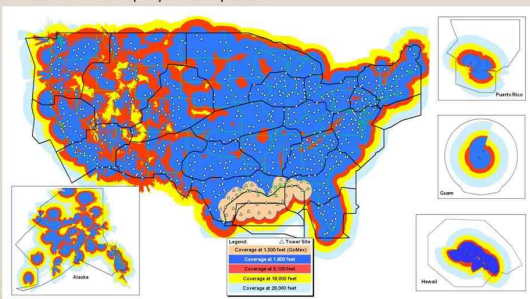
ADS-B: Coverage

- Current coverage
- Expansion locations by 2010



ADS-B: Coverage

- NAS-wide deployment by 2013



http://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/ato/service_units/enroute/surveillance_broadcast/coverage/

Airport Surface Detection Equipment - Model X (ASDE-X)

- Surveillance system using radar and satellite technology that allows air traffic controllers to track surface movement of aircraft and vehicles
- Core Components
 - **Multilateration**
 - Secondary surveillance which directly interacts with ADS-B equipped aircraft and vehicles for positive identification and location information
 - **Surface Movement Radar**
 - **ADS-B**
 - **Multi-Sensor Data Processing**
 - The fusion of radar, multilateration, and ADS-B data enables the best estimate of target location
 - **Tower Displays**
 - Depicts accurate, reliable surveillance in all weather conditions
 - Supports data recording/playback, system status monitoring and decision support tools

Airport Surface Detection Equipment - Model X (ASDE-X)

- System Specifications
 - Coverage
 - Entire movement area (taxiway and runway) up to 200 ft above ground level
 - Approach corridor for each runway from 5 miles out to the runway threshold up to 5,000 ft above ground level
 - System Update Rate
 - 1 update per second
 - Track continuity of 99.5 % over all tracks
 - System Target Capacity
 - 200 real targets
 - Mean Time Between Critical Failure
 - 2190 hrs with a Mean Time to Repair of 30 minutes
 - Operating Temperature (outdoor equipment)
 - -35 ~ +66° C

Airport Surface Detection Equipment - Model X (ASDE-X)



Display showing ground traffic at
Hartsfield-Jackson Atlanta International Airport

http://www.faa.gov/air_traffic/technology/asde-x/
<http://www.sensis.com/docs/128p/>

Airport Surface Detection Equipment - Model X (ASDE-X)



Airports already installed or will be installed by 2011

Research Direction: NASA

- 4 mission directorates: Exploration Systems, Science, Space Operations, and **Aeronautics**
- **Aeronautics Research Mission Directorate (ARMD)**
 - Principle
 - Dedicate to the mastery and intellectual stewardship of the core competencies of aeronautics for the nation in all flight regimes
 - Focus in areas that are appropriate to NASA's unique capabilities
 - Address the fundamental research needs of NextGen in partnership with JPDO
 - Programs
 - Fundamental Aeronautics Program
 - Aviation Safety Program
 - Aeronautics Test Program
 - Integrated Systems Research Program
 - **Airspace Systems Program**

<http://www.aeronautics.nasa.gov/programs.htm>

Airspace Systems Program

- Respond to the urgent need to transform air transportation system
- Enable transformation to NextGen as defined by JPDO
- **NextGen – Airportal**
 - Safe and Efficient Surface Operations
 - Coordinated Arrival/Departure Operations Management
 - Airportal and Metroplex Integration
- **NextGen – Airspace**
 - Dynamic Airspace Configuration
 - Traffic Flow Management
 - Separation Assurance
 - Airspace Super Density Operations
 - Trajectory Prediction, Synthesis and Uncertainty
 - System-Level Design, Analysis and Simulations Tools

http://www.aeronautics.nasa.gov/programs_asp.htm
"NASA Airspace Systems Program", John A. Cavolovsky, Annual Technical Interchange Meeting, Oct 13-16, 2009

NextGen - Airportal

- Safe and Efficient Surface Operations
 - Develop trajectory-based automation technologies to **optimize ground operations**
- Coordinated Arrival/Departure Operations Management
 - Maximize throughput by means of increasing runway capacity and optimal scheduling of arrivals/departures and surface operations
 - Wake Vortex Modeling
- Airportal and Metroplex Integration
 - Metroplex operations
 - System-level engineering and evolutions
 - Human-system integration

"NASA Airspace Systems Program", Leighton Quon, ASP Technical Interchange Meeting, Oct 13, 2009

NextGen - Airspace

- Dynamic Airspace Configuration
 - Develop concepts and algorithms to increase capacity through **dynamic allocation of airspace structure and controller resources**
- Traffic Flow Management
 - Develop concepts and algorithms to **effectively allocate demand** through scheduling, departure times, route modification, adaptive speed control, etc., in the presence of uncertainty
- Separation Assurance
 - Develop concepts and algorithms to **automatically detect and resolve conflicts** for transition and cruise airspace

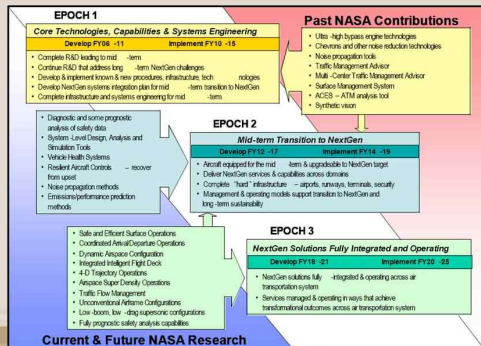
"NASA NextGen-Airspace Project", Parimal Kopardekar, Airspace Systems Program Technical Interchange Meeting, Oct 13-15, 2009

NextGen - Airspace

- Airspace Super Density Operations
 - Develop concepts and algorithms to simultaneously address scheduling, sequencing, spacing, merging, and de-confliction in **terminal airspace**
- Trajectory Prediction, Synthesis and Uncertainty
 - Focus on accurate trajectory generations and predictions that are interoperable with aircraft and ground systems
- System-Level Design, Analysis and Simulations Tools
 - Focus on system-level performance assessments; study key interactions; develop scenarios, metrics, models, algorithms, assumptions, and interfaces

"NASA NextGen-Airspace Project", Parimal Kopardekar, Airspace Systems Program Technical Interchange Meeting, Oct 13-15, 2009

Current and Future NASA Research



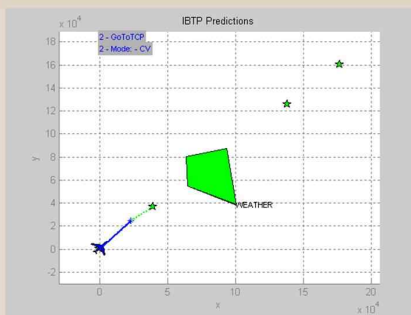
Research in Hybrid Systems Lab

- Develop automated algorithms and decision supporting tools for NextGen

- Aircraft Tracking in the Terminal Area
- 4D Trajectory Prediction
- Separation Assurance: Conflict Detection and Resolution
- Aircraft Conformance Monitoring for Airspace Safety
- Scheduling and Sequencing of Arrival Traffic
- Tube Network Design
- Dynamic Airspace Configuration

ADS-B related !

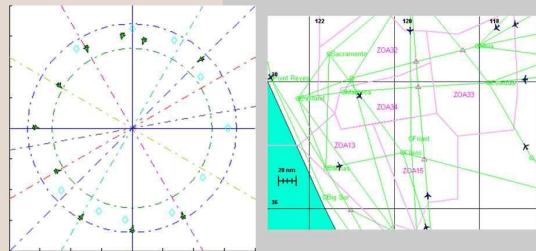
4D Trajectory Prediction



Weather Avoidance

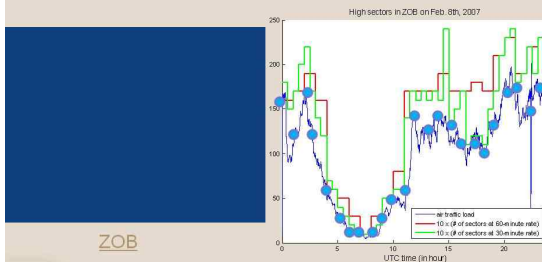
Conflict Detection and Resolution

- Protocol-Based Conflict Resolution



Dynamic Airspace Configuration

- Airspace sectorization varies dynamically in response to changing air traffic
- Cleveland Center (ZOB) on Feb 8, 2009



ZOB

Acknowledgement

- Collaborators
 - Graduate students
 - C.E. Seah, J. Li, W. Liu, A. Aligawesa, P. Kotecha, M. Savai, J. Wei, H. Kim
 - Visiting Scholars
 - Y. Eun and T. Wang
- Sponsors
 - NASA, Mosaic ATM, Raytheon, NSF, and PRF

Air Traffic to and from Atlanta Airport



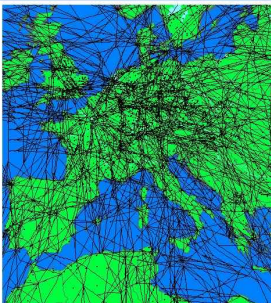
movie

NextGen Key Technologies (explanation)

- D-ATIS: Digital-Automatic Terminal Information Service**
 - Continuous broadcast of recorded information in airport areas
 - Contains weather information, which runways are active, available approaches, etc.
- FMS: Flight Management System**
 - Avionics that holds the flight plan, and allows the pilot to modify as required in flight
- CDTI: Cockpit Display of Traffic Information**
 - Generic display that provides the flight crew with surveillance information about other aircraft, including their position
- CSPO: Closely Spaced Parallel Operations**
- RTA: Required Time of Arrival**
- STMS: Surface Traffic Management System**
- EFB: Electronic Flight Bag**
 - Electronic display system intended primarily for cockpit/flight deck or cabin use

C.2. 세미나-2: 유럽의 CNS/ATM 기술동향

- 강사: 이금진 박사 (한국교통연구원)
- 주제: 유럽의 차세대 항행시스템 연구동향
- 발표자료

ADS-B 기술개발전략 세미나  유럽의 차세대 항행시스템 연구동향 2009. 12. 09 발표자: 이금진 책임연구원 항공우주교통기술센터 한국교통연구원 THE KOREA TRANSPORT INSTITUTE	발표 순서 1. 차세대 항공교통관리 시스템 2. 차세대 항공교통관리 시스템 연구동향: 유럽 3. Datalink Technology 1. CPDLC 2. ADS-B 4. CASCADE Program 1. Application based approach 2. Main Issues (for each application) 3. Current status 5. 결론 한국교통연구원 THE KOREA TRANSPORT INSTITUTE
Next Generation ATM System • The Global ATM Operational Concept – ICAO Doc. 9854, Doc. 9882 – Integrated, Harmonized, and Interoperable – Target Performance • Safety, Capacity, Efficiency • Environment, Security, Access and Equity – Functional Structure • Service Delivery Management • Airspace Organization & Management • Demand-Capacity Balancing • Conflict Management, etc. 한국교통연구원 THE KOREA TRANSPORT INSTITUTE	Next Generation ATM System • Enablers – Increased Level of Information Sharing – Collaborative Decision Making – More Flexible Operational Concept • Trajectory Based Operation • Performance Based Operation – More Automation – State-of-art CNS/Avionics Technology 한국교통연구원 THE KOREA TRANSPORT INSTITUTE
European Airspace • Air Traffic Volume – 8.5 M flights/year – 28000 flights/day • Air Traffic Growth – Last 10 Years: Grown by 50% – By 2020: To be doubled • Safe but Costly – Heterogeneous Working Practices – National Borders  한국교통연구원 THE KOREA TRANSPORT INSTITUTE	Operational Improvement • Single European Sky – Legislative Approach • Functional Airspace Blocks – Restructuring Airspace Based on Air Traffic Flows • Dynamic Management of the European Airspace Network (DMEAN) – Capacity Planning (CFMU) – Best Practices • Single European Sky ATM Research (SESAR) 한국교통연구원 THE KOREA TRANSPORT INSTITUTE

Technologies

- Global Navigation Satellite Systems
 - GPS, Galileo, GLONASS
 - GNSS Augmentation: ABAS, GBAS, SBAS
 - RNAV, RNP
- Digital Communication
 - 1090 ES, VDL M2, VDL M4, UAT
 - Controller Pilot Data Link Communication
 - Automatic Dependent Surveillance (ADS)



Controller Pilot Data Link Communication

- Increased Safety
 - No risk of misunderstanding
- Increased Capacity
 - Simple voice communication: 50% of workload
 - 75% CPDLC → 11% Capacity gain in Europe
- Increased Efficiency
- PETAL (Preliminary EUROCONTROL Test of Air/Ground Datalink)
 - Technical & Operational feasibility
 - Prototyping, Lab test, Flight trials, Large-scale and real-time simulation
 - Initial Implementation at Maastricht UAC



Controller Pilot Data Link Communication

- Before actual Implementation
 - Technology developed and validated
 - Airworthiness
 - Operation process developed and validated
 - Operational Approval
 - Safety analysis
 - Business Case justified
- Link 2000+
 - First set of CPDLC implementation
 - 11% capacity increase
 - Compatible with new service/tech
 - Followed by CASCADE program



Datalink Communication: From Mode S to ADS-B

- Mode-S Program
 - Improve surveillance capability
 - Mode S Elementary Surveillance (ELS)
 - Downlink aircraft's callsign
 - Mode S Enhanced Surveillance (EHS)
 - Downlink heading, speed, Selected flight level
- ADS-B
 - Provide surveillance capability
 - Increase airborne situation awareness



CASCADE: Objective & Challenge

- Co-ordinate the implementation of
 - First ADS-B services
 - Surveillance capability in a cost effective way
 - Improved situation awareness
 - More CPDLC services
 - More automated service (Ex. D-OTIS, D-TAXI)
- Challenges
 - Identifying operational needs
 - Technical & Operational feasibility
 - ADS-B performance standards
 - Optimum system architecture
 - ADS-B Procedures
 - Airworthiness, Operational Approval
 - Transition plan



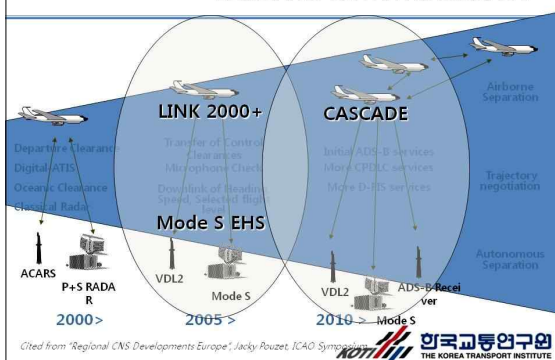
Datalink Communication

	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4
Communication	CPDLC • Reduce Voice Communication • Con & Req • Ops/Tech Val • ODIAC, PETAL etc.	Link 2000+ • CPDLC implementation	CASCADE Implementation of • Initial ADS-B • More CPDLC	• Airborne separation • Trajectory negotiation • Autonomous separation
Surveillance	Classical Radar • PSR, SSR, MSSR	Enhanced Mode S • Downlink call sign, heading, speed, flight level		

Cited from "Regional CNS Developments Europe", Jacky Pouzet, ICAO Symposium



Datalink Communication



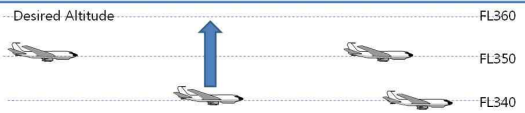
Cited from "Regional CNS Developments Europe", Jacky Pouzet, ICAO Symposium



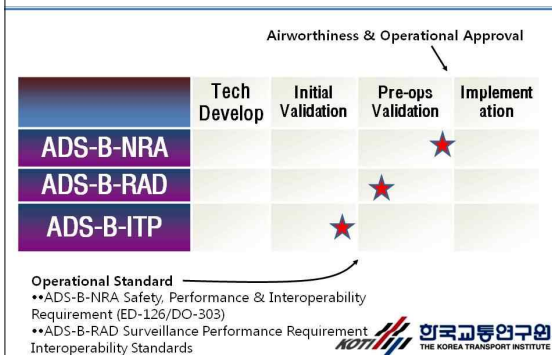
CASCADE: Applications

- ADS-B-OUT
 - Provide surveillance capability in non-radar area
 - Supplement radar surveillance
 - Ex. 1 MSSR+ADS-B = 2 MSSR → 5NM separation (En-route with high traffic density)
 - Ex. 1 MSSR+1PSR+ADS-B = 2 MSSR +PSR → 3NM separation (TMA with high traffic density)
 - Airport surface surveillance
 - Implementation at secondary airport without surveillance
 - Replace one layer of radar by ADS-B
 - Mandate ADS-B
- ADS-B-IN
 - Provide more Air Traffic Situational Awareness to pilot
 - Non-continental Airspace
 - Airport
 - More complex application
 - Airborne separation
 - Trajectory negotiation



CASCADE: Application Based Approach • ADS-B-OUT – ATC Surveillance in non-radar areas (ADS-B-NRA) – ATC Surveillance in radar areas (ADS-B-RAD) – Airport surface surveillance (ADS-B-APT) • ADS-B-IN – Airborne Traffic Situational Awareness(ATSAW) • Enhanced Traffic situation awareness during Flight Operation (ATSA-AIRB) • Enhanced Traffic situation awareness on the Airport Surface (ATSA-SURF) • In-trail Procedure in Procedural Airspace (ATSA-ITP) • Enhanced Visual Separation on Approach (ATSA-VSA) 	ADS-B-NRA: Initial & Pre-ops Validation • Provide radar-like service in non-radar airspace • Technical Feasibility – Performance analysis → Airworthiness – Ground system architecture for ATC • Operational Feasibility – Operational procedure • Mixed equipage traffic • Emergency procedure • Operational approval – ATC Workload • HMI acceptability • Mixed equipage traffic – Flight crew workload 
ADS-B-NRA: Initial & Pre-ops Validation • Safety Assessment – Mixed equipage traffic • Efficiency and Capacity Assessment – Reduced holding pattern – More direct routing • Cost-benefit Analysis – Short payback period • Transition to Implementation Phase – ADS-B-NRA Safety, Performance & Interoperability Requirement (ED-126/DO-303) – Ready for Airworthiness & Operational Approval 	ADS-B-RAD: Initial Validation • Supplement Radar Surveillance • Technical Feasibility – Combine multi source surveillance • Operational Feasibility – Minimum change in operational procedures – ATC HMI acceptability • Update rate • Data type displayed – ATC workload • Depend on multi-sensor surveillance process 
ADS-B-RAD: Initial Validation • Safety Assessment – Mitigation means → Multilateration • Efficiency and Capacity Assessment – Reduced separation standard • Cost-benefit Analysis • Transition to Pre-ops Validation – ADS-B-RAD Surveillance Performance Requirement Interoperability Standards 	ATSA-AIRB: Initial Validation • Increased Airborne Situation Awareness • Technical Feasibility – Cockpit Display of Traffic Information – Communicational Impact of TIS-B – Ground Station with TIS-B Capability • Operational Feasibility – Flight Crew workload • HMI design 
ADS-B-AIRB: Initial Validation • Safety Assessment – Safety benefit from visual acquisition of traffic – Potential hazards with excessive head down • Efficiency and Capacity Assessment • Cost-benefit Analysis • Transition to Pre-ops Validation 	ADS-B-ITP  • More Frequent Flight Level Change • Increased Efficiency – 1% reduction in fuel consumption – Decrease 344,000 tons in CO₂ annually • Technical & Operational Feasible – Ready for ITP standardization 

ADS-B: Current Status



Implementation Strategy

- Balance between Validation & Equipage
 - Voluntary basis
 - Incentive
 - Opportunity Traffic
 - Pioneer Airline (304 aircraft from 15 airlines)
 - Mandate ADS-B
 - Expected from 2015
- Application Based Validation
 - Based on Operational need for each region
- Simulation Based Validation
 - Real-time Simulation
 - Analysis tool
 - AVT (ADS-B TIS-B Validation Testbed)
- International Cooperation
 - Requirement Focus Group
 - Eurocontrol, FAA, EUROCAE, RTCA, Airservices Australia, NAV CANADA, Japanese Civil Aviation Board



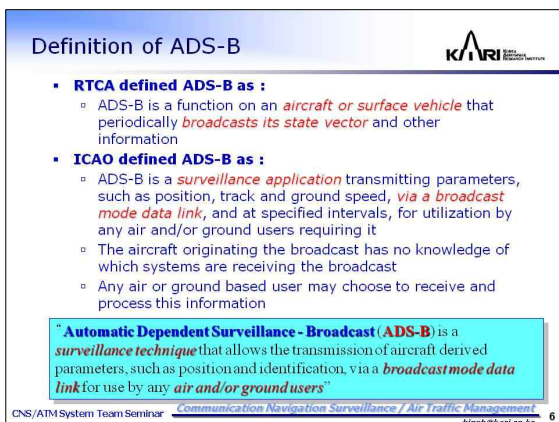
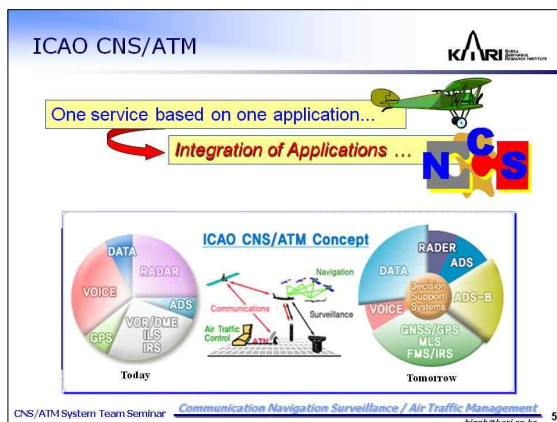
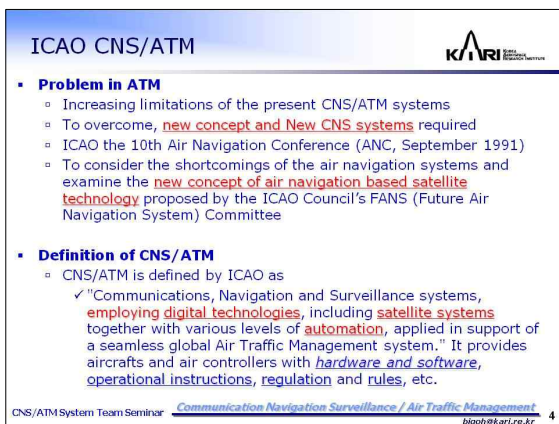
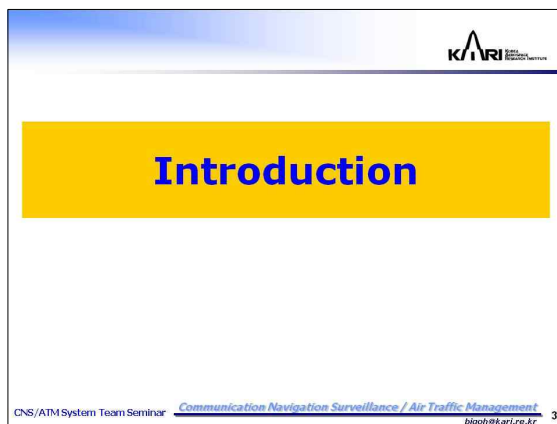
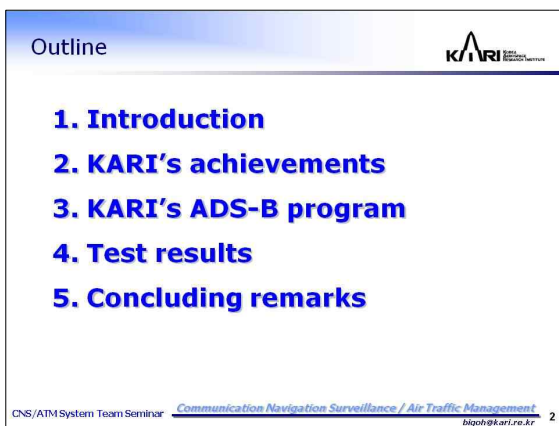
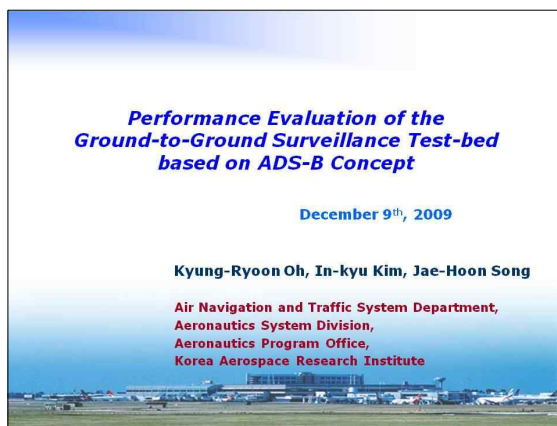
Conclusion

- Data Link Technology
 - Available for basic applications
 - CPDLC
 - ADS-B-OUT
 - More research for advanced applications
 - Must compatible with new service/tech
- Long Validation Process
 - A great deal of feedback
- Different Consideration for Different Application
- International Cooperation



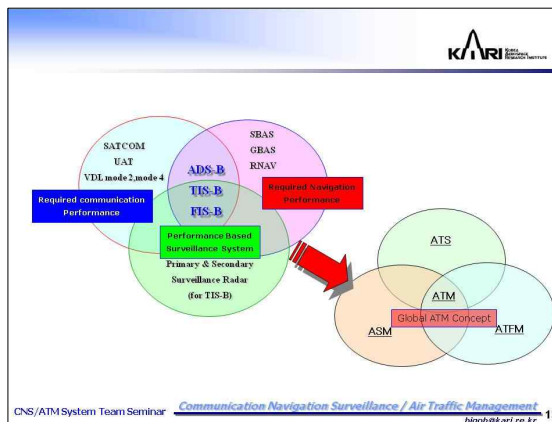
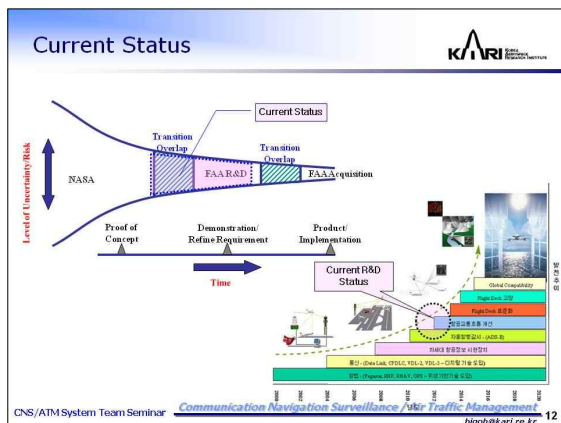
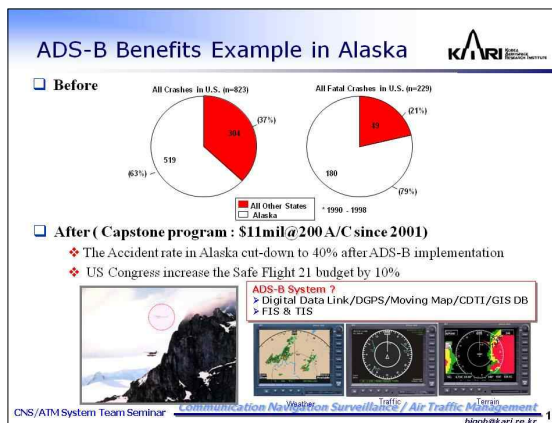
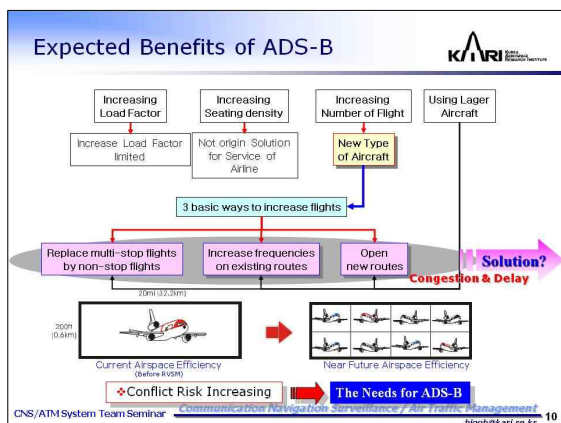
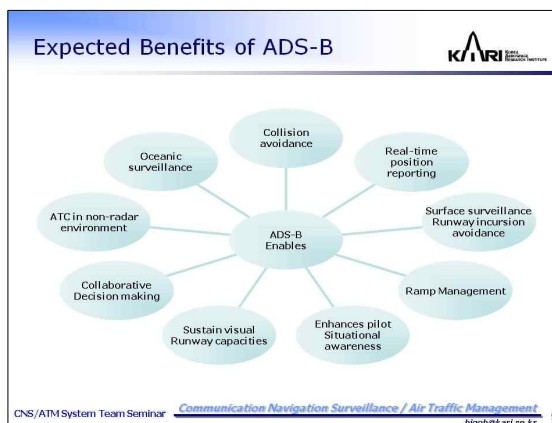
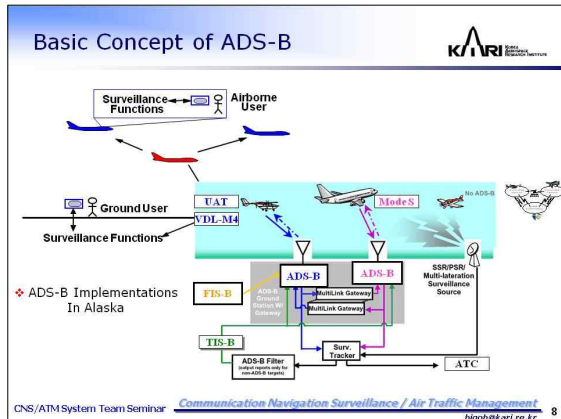
C.3. 세미나-3: 국내 ADS-B 기술동향

- 강사: 오경륜 선임연구원 (한국항공우주연구원)
- 주제: Performance Evaluation of the Ground-to-Ground Surveillance Test-bed based on ADS-B Concepts
- 발표자료



Candidate ADS-B Data Links Technologies		
Mode S 1090 MHz Extended Squitter	VHF Data Link Mode 4	Universal Access Transceiver (UAT)
Extension of Mode S radar <i>Standardised</i>	New system <i>Standardised</i>	New system <i>To be Standardised</i>
1090MHz (same as SSR downlink)	Requires 25kHz channels in VHF band	Uses a single wideband channel (trials at 978 MHz)
Carried by 40%+ of commercial traffic	Some surface vehicle systems in place (e.g. Stockholm)	USA solution for GA traffic

CNS/ATM System Team Seminar *Communication Navigation Surveillance / Air Traffic Management* 7 bigch@kari.re.kr



KARI Achievements on CNS/ATM



DGNSS

- KARI-LAAS Development(1998~2000)
 - ✓ SCAT-I Level (RTCA)



- DGPS Receiver Development (2001-2004)
 - ✓ Maritime DGPS receiver (RTCM)

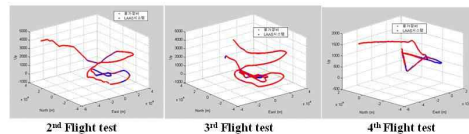


CNS/ATM System Team Seminar *Communication Navigation Surveillance / Air Traffic Management* 15

KARI-LAAS Flight Test Results



	Flight Test Procedure & Results
2nd Flight test	- Date : 3rd NOV 2000 : 2 approach by ILS approach procedure - Test Results - Horizontal error: 6.279m, Vertical error: 8.620m (2dRMS)
3rd Flight test	- Date : 9th NOV 2000 : 9 approach by ILS approach procedure - Test Results - Horizontal error: 2.701m, Vertical error: 4.799m (2dRMS)
4th Flight test	- Date : 21st NOV 2000 : 2 approach by ILS approach procedure - Test Results - Horizontal error: 1.805m, Vertical error: 3.307m (2dRMS)



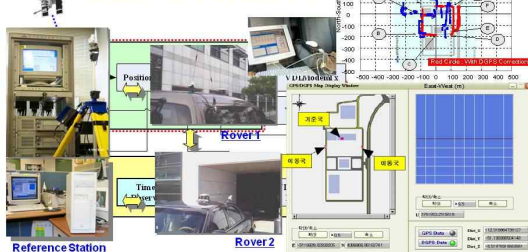
CNS/ATM System Team Seminar *Communication Navigation Surveillance / Air Traffic Management* 16

KARI A-SMGCS Implementation



STDMA Transmission for A-SMGCS

- A-SMGCS technology Using GPS & Time Sync signal
- Real-Time DGPS Navigation
- Realization the Software-based TDMA



CNS/ATM System Team Seminar *Communication Navigation Surveillance / Air Traffic Management* 17

KARI's ADS-B program

CNS/ATM System Team Seminar *Communication Navigation Surveillance / Air Traffic Management* 18

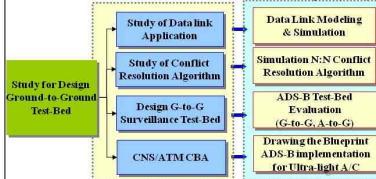
KARI's ADS-B Program



Objective

- R&D on Data Link Application
- Build up the Ground-to-Ground Surveillance Test-bed based on ADS-B Concept
- Budget: **1.2 M-USD/3 yrs**

Achievements

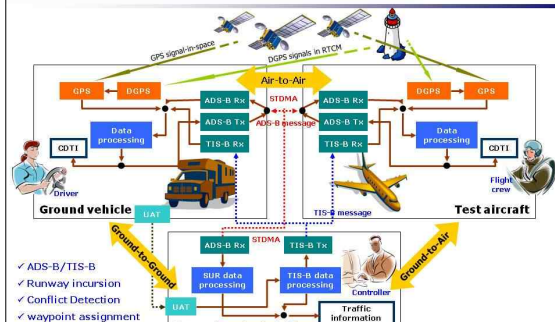


Plan of this year (2007)



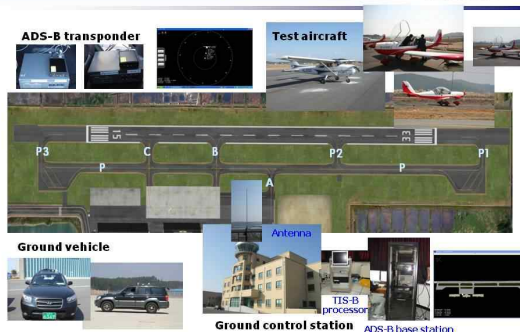
CNS/ATM System Team Seminar *Communication Navigation Surveillance / Air Traffic Management* 19

Block Diagram of ADS-B Test-bed



CNS/ATM System Team Seminar *Communication Navigation Surveillance / Air Traffic Management* 20

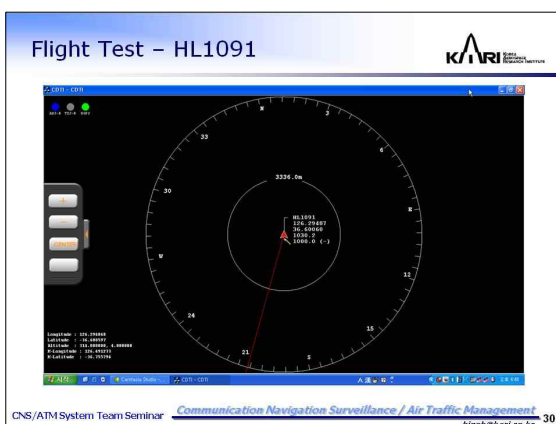
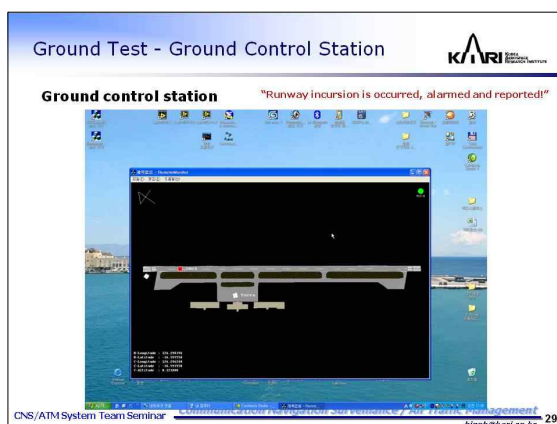
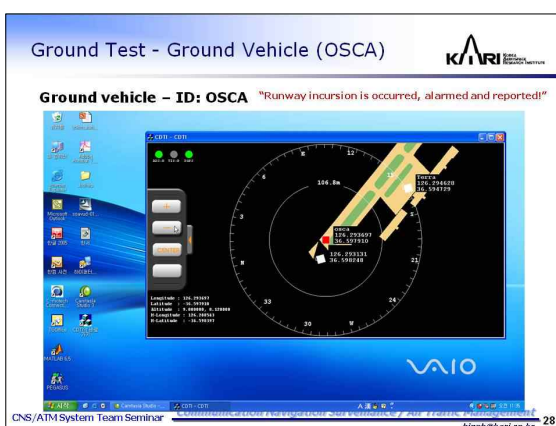
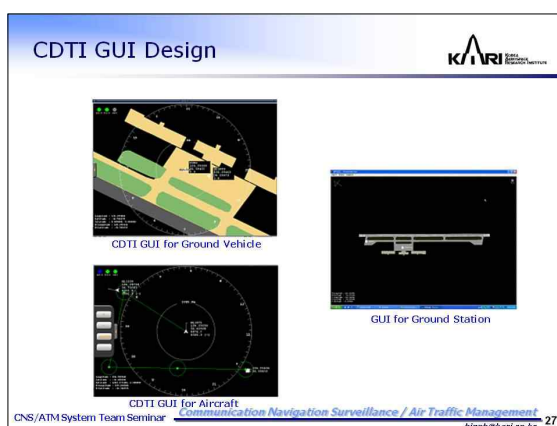
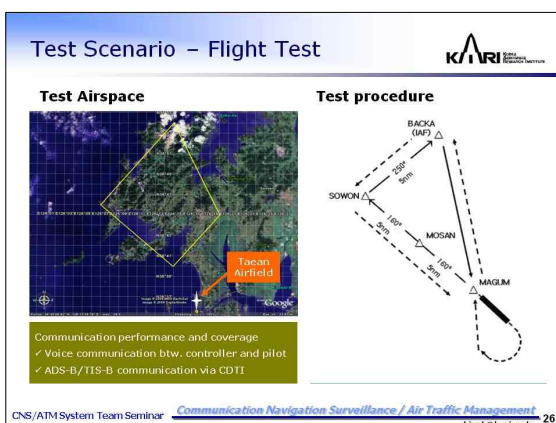
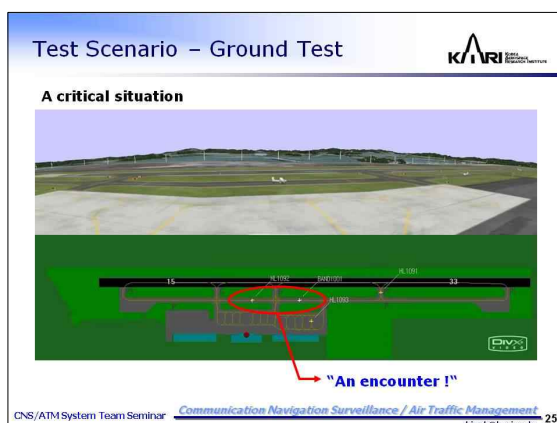
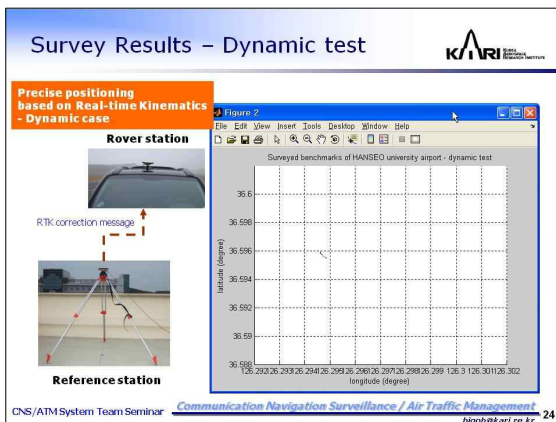
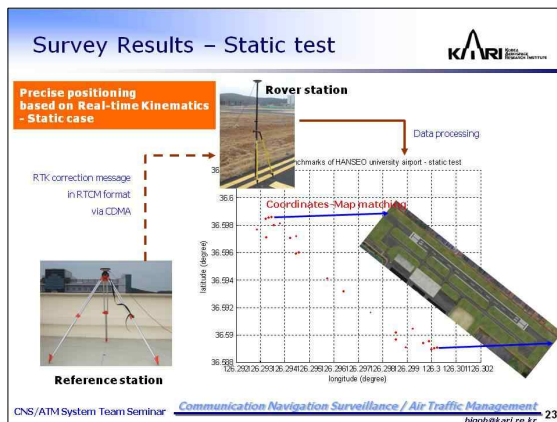
Overview of Test Equipment



CNS/ATM System Team Seminar *Communication Navigation Surveillance / Air Traffic Management* 21

Test results

CNS/ATM System Team Seminar *Communication Navigation Surveillance / Air Traffic Management* 22

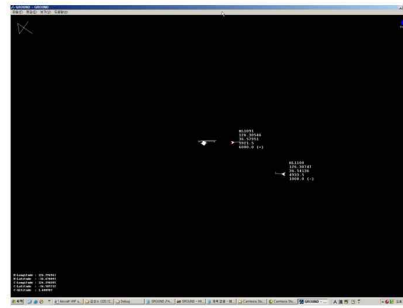


Flight Test – HL1100



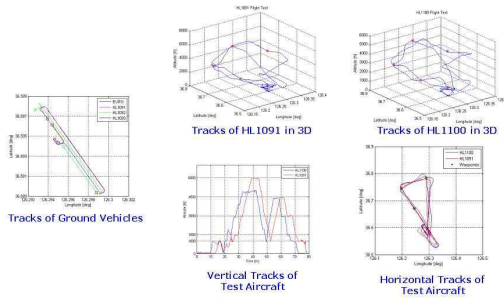
CNS/ATM System Team Seminar *Communication Navigation Surveillance / Air Traffic Management* bigph@kari.re.kr 31

Flight Test – Ground Control Station



CNS/ATM System Team Seminar *Communication Navigation Surveillance / Air Traffic Management* bigph@kari.re.kr 32

Test Tracks



CNS/ATM System Team Seminar *Communication Navigation Surveillance / Air Traffic Management* bigph@kari.re.kr 33

Data-link Occupancy



- Reduction of link occupation
 - For ATC : down to 45.9%
 - For Pilot : down to 35.1%
- Reduction the latent human factor error by using data communication

Case I : Only Using Voice Communication

Averaged link occupation (sec)	Flight Test			Ground Test (classified by scenario)			
	Ascend	Cruise	Descend	#1	#2	#3	#4
Controller	66	83	31	52	85	68	62
Pilots	42/38	47/33	23/22	57	76	63	62

Case II : Using ADS-B Data Communication

Averaged link occupation (sec)	Flight Test			Ground Test (classified by scenario)			
	Ascend	Cruise	Descend	#1	#2	#3	#4
Controller	22	32	16	40	48	43	41
Pilots	14/18	18/19	13/13	47	56	53	51

CNS/ATM System Team Seminar *Communication Navigation Surveillance / Air Traffic Management* bigph@kari.re.kr 34

Concluding remarks



CNS/ATM System Team Seminar *Communication Navigation Surveillance / Air Traffic Management* bigph@kari.re.kr 35

Result & Prospect



- Significance
 - The first ADS-B flight test in Republic of Korea.
 - Sharing the surveillance data between tower and cockpit.
 - Functional implementation such as runway incursion, way-point assignment, conflict detection & corresponding warning by data-link applications
- In the future, We will
 - Make progress KARI's ADS-B program into second phase.
 - Extend KARI's ADS-B program to national R&D project.
 - Willingly share the experiences with APANPIRG.

CNS/ATM System Team Seminar *Communication Navigation Surveillance / Air Traffic Management* bigph@kari.re.kr 36

Thank you for your attention



CNS/ATM System Team Seminar *Communication Navigation Surveillance / Air Traffic Management* bigph@kari.re.kr 37

평가위원 의견사항 보완대비표

□ 과제정보 및 평가결과

과제명	주관연구기관	연구책임자	평가결과			판정
			평가 위원회	진도 관리	종합 점수	
항공감시용 ADS-B 핵심기술 개발 기획	한국과학기술원	탁 민 제 (인)	70.33	6.85	70.15	성공

※ 종합점수(전문기관 진도관리점수 시범적용)
= (평가위원회 최종종합점수(100점만점)) × 0.9 + (진도관리 점수(10점만점))

□ 종합의견

구분	보완요청내용 (평가위원회에서 제시된 의견을 보고서에 충분히 반영하여 제출 요망)	보완답변 (해당 보고서 페이지 기재 또는 보완 증빙서류 별도 제출)	보완불가사유
1. 수정. 보완 사항	1. 대상항공기를 명확히 하고, 개발 탑재/지상 장비의 인증 및 성능적합증명 관련 절차 및 예산 등에 대해 반영 요망 2. RFP의 세부연구 목표 및 내용을 가능한 한 명확하 게 수정보완 요망	1. 본 과제의 범위 (pp.74~102) 1) 본 과제는 크게 세 개의 세부과 제로 구성됨 2) 첫째는 1090ES/UAT/VDL-M4 데이터링크 기반의 ADS-B 지 상 장비와 UAT 데이터링크 기 반의 ADS-B 탑재 장비를 개발	

구분	보완요청내용 (평가위원회에서 제시된 의견을 보고서에 충분히 반영하여 제출 요망)	보완답변 (해당 보고서 페이지 기재 또는 보완 증명서류 별도 제출)	보완불가사유
		하는 것임 3) 둘째는 개발된 ADS-B 시스템의 기능 및 성능 적합성을 평가하는 절차와 기법을 개발하는 것임 4) 셋째는 개발된 ADS-B 시스템의 운용 적합성을 평가하는 절차와 기법을 개발하는 것임 2. 대상 항공기 (pp.75~102) 1) UAT 데이터링크 기반 ADS-B 탑재 장비는 경량항공기와 헬기에 거치하여 운용 시험을 수행할 수 있도록 개발함 2) 개발되는 ADS-B 지상 장비는 항공안전운항 향상과 감시성능 향상을 위한 것으로, 지상감시 대상 항공기와 차량은 관제공역 내에서 1090ES/UAT/VDL-M4 데이터링크 기반의 ADS-B를 탑재한 운송용 항공기와 지상조	보완불가사유

구분	보완요청내용 (평가위원회에서 제시된 의견을 보고서를 충분히 반영하여 제출 요망)	보완답변 (해당 보고서 페이지 기재 또는 보완 증명서류 별도 제출)	보완불가사유
		업차량임 3) ADS-B 지상 장비의 대상 항공기와 차량은 본 과제에서 개발한 ADS-B 탐재 장비를 반드시 장착해야 할 필요는 없음 3. 인증 및 성능적합증명 절차 (p.78-82) 1) 본 과제는 개발되는 ADS-B 시스템의 인증 및 성능적합증명 절차 개발을 포함함 2) 인증 및 성능적합증명 절차는 국제표준, 국내법령 및 기술기준을 근거로 함 3) 인증 및 성능적합증명 절차 개발을 위한 예산은 이미 반영되어 있음 4. RFP 1) 이상의 내용을 반영하여 RFP 세부목표 및 내용을 수정/보완함	

□ 평가위원별 검토의견

구분	보완요청내용	보완답변 (해당 보고서 페이지 기재)	보완불가사유
평가위원(A)	1. 개발시스템의 최종목표, 최종응용이 모호함. 본과제가 우리나라의 관제기술 발전에 이바지 할 수 있는 방향으로 이루어질 있도록 목표가 분명하고 명확히 설정되어야 함 2. 가능한 범위 내에서 구체화 할 수 있는 사항은 구체화를 해야함 3. 인증방안, 인증수준, 인증예산 등이 기획과제에 반영되어야 함 4. 운용시험평가에 대한 구체적인 방안이 제시되어야 함 5. 용어 사용을 정확히 해야함 (예: 데이터 융합 → 취합)	1. 최종목표 및 최종응용 1) 최종목표는 최종보고서 72 페이지에 정리되어 있음 2) 최종응용은 최종보고서 74 페이지에 정리되어 있음 2. 인증 관련 사항은 “종합의견” 답변 참조 3. 운용시험평가 1) 최종보고서 83-102 페이지에 정리되어 있음 2) 운용시험은 레이다 공역에서의 ADS-B 응용(ADS-B-RAD)과 공항에서 지상이동 시 상황인식 향상(ATSA-SURF)에 대한 운용시험을 포함함 4. 용어 사용 1) “데이터 융합(Data Fusion)”은 “정보통합처리”로 용어 정리함 2) “취합”은 “ADS-B 메시지 취합	

구분	보완요청내용	보완답변 (해당 보고서 페이지 기재)	보완불가사유
		(Message Assembly)” 또는 “ADS-B 보고 취합(Report Assembly)” 등의 ADS-B 메시지 처리 기능을 언급할 때 사용함	
평가위원(B)	1. ADS-B 개발의 최종목표(여객기, 일반항공기, 무인기, 경량항공기 등 대상항공기가 무엇인지)를 명확하게 설정하고 이를 달성하기 RFP를 작성하여야 함. 2. 항공관련 시스템은 인증(적합성 인증)을 받아야하는데 이에 대한 표준, 국내법규, 국제인증 등에 대한 표준 및 절차, 소요 예산 등을 명확하게 제시해야 함. 3. 지상시스템 위주로 개발한다고 답변하였는데 탑재 및 지상장비 모두 함께 개발해야 운용상 문제가 발생하지 않음. 4. 최종 평가시험위해 사용할 방법, 항공기 종류, 공항 및 공항시설 등을 명확하게 설정하고 필요한 운용시험범위 및 예산 등을 설정해야함.	1. 대상 항공기 관련 사항은 “종합의견” 답변을 참조 2. 인증 관련 사항은 “종합 의견” 답변을 참조 3. 개발 범위 1) 본 과제의 범위에 대해서는 “종합 의견” 답변을 참조 4. 최종 평가시험 1) 최종 평가시험은 레이다 영역에서의 ADS-B 응용과 공항에서 지상이동 시 상황인식 향상에 대해서 기능 및 성능 요구 사항 총족 여부를 점검함 2) 구체적인 최종 평가시험 방안은 본 과제 수행기관에서 제안해야 함	

구분	보완요청내용	보완답변 (해당 보고서 페이지 기재)	보완불가사유
평가위원(C)	1. ADS-B 개발 제품을 적용할 항공기 범위 및 개발 범위 (지상 및 탑재 등)를 명확히 할 것 2. 특히 개발 제품의 국내외 항공 관련 법과 제도에 관한 검토를 보완할 것(목표 성능의 수치 계량화) 3. 시스템 개발시 인건비 대비 직접비가 과소하므로 개발에 직접 소요되는 예산을 적정하게 편성할 것(예-60:40)	1. 대상항공기 관련 사항은 “종합 의견” 답변을 참조 2. 국내외 항공 관련 법과 제도에 관한 사항은 “종합 의견” 답변에서 인증절차 부분을 참조 3. 예산 수정 반영함 (pp. 161-172)	
평가위원(D)	1. 개발과제의 목표를 명확하게 정해서 개발과제의 핵심 기술을 RFP에 명시하고 핵심기술의 검증확인 그리고 인증의 기준도 명확하게 제시하여야 한다. 2. 장비개발 및 환경시험등은 타 산업이나 타 분야에서 수행하고 있고 수행된 것으로 새롭게 투자하여 개발해야 하는 핵심기술로서 간주하기에는 문제가 있다. 핵심기술을 명확하게 정해서 투자를 집중시키고 핵심기술을 개발하는데 주면에 있는 부분은 비용을 최소화하여야 하겠습니다.	1. “종합의견” 답변 참조 2. 핵심기술 개발 1) 일부 장비개발과 환경시험 등은 핵심기술이라기 보다 이미 보유된 소요기술임 (p.65) 2) 기존 연구와의 중복성 검토를 통하여 보유 소요기술로 확인된 기술은 선행 연구개발 결과를 활용토록 함으로써 비용을 최소화함 (pp.103~112) 3) RFP의 추진전략 항목에서 선행 연구개발 결과를 활용토록 제시함 (p.188)	
평가위원(E)	1. 항공감시용 ADS-B 시스템 개발의 사용자 요구사항을	1. 연구목표 관련	

구분	보완요청내용	보완답변 (해당 보고서 페이지 기재)	보완불가사유
	명확히 표현할 필요함.(예시, 항공사용 or 일반항공용 or 초경량/무인기?) 항공감시용 ADS-B 시스템의 개발 및 적합성 검증 뿐만 아니라 현재의 운용시험에 대한 목표를 명기하는 것이 바람직함. 즉 기존의 항공 감시시스템인 레이더방식을 대체하는 것인지, 아니면 항공 감시용을 가능성을 보기 위한 연구개발인지 구분하고 연구내용에 일관성있게 수정/보완이 필요함. 2. 경제성분석부문에서 개발기간(2010년-2013년)후에 편의 발생이므로 수정필요(보고서, p150) → 편익부문의 2016년도에 공항별 구축 후 편익으로 구체화 필요함	1) 대상항공기 관련 사항은 “종합 의견” 답변을 참조 2) ADS-B 시스템은 최종보고서 1 페이지에서 언급한 바와 같이 레이더(PSR)을 대체하기 위한 것이 아니라 감시 성능을 향상시키기 위한 것임 3) 따라서 본 과제의 목표는 개발되는 ADS-B 시스템의 항공감시 가능성과 역량을 점검하는 것임 2. 경제적 타당성 분석 1) 경제적 타당성을 ADS-B 기술 개발에 대한 것과 ADS-B 구축에 대한 것으로 구분하여 분석함 (pp.148-160) 2) 본 과제를 통해서 개발되는 지상 장비는 시범공항에 설치되어 운용된다는 시나리오를 적용하여 편익은 2013년부터 발생하는 것으로 함	

구분	보완요청내용	보완답변 (해당 보고서 페이지 기재)	보완불가사유
평가위원(F)	1차년도 과제에 'ADS-B 운영지침'이 포함 필요. ADS-B 운영은 항공기 탑재장비/지상시스템/운영절차가 필요하며, 항공기 장비 및 운영에 대해서는 국토부의 운영지침이 필요함. - 운영 시험 전에 국내의 법에 ADS-B에 대한 부분 보완 필요(운영 부분과의 연계된 절차, 법 등이 미비함.) - 장비개발(UAT) 에 대한 인증 부분에 대한 지침등 보완 필요 → BASA 인증 체결 되었으므로 이 부분 준용 - 정책동향 언급 부분 : 최신 자료에 업데이트 필요. 예) 중국의 예는 2008년으로 되어 있음.	- 본 과제 수행 시 위탁연구를 통하여 ADS-B 시스템 운용에 대한 연구를 수행함으로써 관련 절차, 규칙 등을 보완하고자 함 - 본 과제는 개발되는 ADS-B 시스템의 인증 및 성능적합 증명 절차에 대한 연구를 다루지만 BASA를 통한 ADS-B 탑재 장비의 인증 획득은 다루지 않음 - 정책동향을 최신 자료로 업데이트 함 (pp.48-49)	
평가위원(G)	- 연구개발 최종목표 구체화 - 향후 수출을 고려하여 인증제도 도입 고려 - 세부과제 2) 적합성 시험범위 확대(M&S 도입하여 비행 시험 전 지상시험에서 가능한 분야 기능점검 필요)	- 최종목표 관련 사항은 “종합의견” 답변 참조 - 인증 관련 사항은 “종합의견” 답변 참조 - ADS-B 기능 및 성능 적합성은 M&S(Modeling & Simulation) 기술을 활용하여 비행시험 전 지상시험을 수행하도록 하였음 (p.80)	

구분	보완요청내용	보완답변 (해당 보고서 페이지 기재)	보완불가사유
평가위원(H)	1. 연구개발 목표를 명확하게 하고, 탑재장비(CDTI) 이용자 (조경량비행장치 등)를 관련규정에 의거 명확히 정립, 배터리외의 개발범위 포함여부 재검토 2. 지상장비 개발범위인 1090ES/UAT/VDL M4종 VDL M4에 대한 적용여부를 재검토하고, FIS의 이용목적 명확화(과업범위 포함할지 여부 등) 재검토 3. 운용시험에서 ARTS, A-SMGCS 연동 운용시험이 제시되어 있는데 이들이 개발범위에 포함되는지 아니면 무엇인지를 보완 4. ADS-B 감시데이터의 융합처리 및 분배에 대하여는 정보통합처리 및 분배로 용어 정리 필요성 검토 5. 적합성 시험평가에서 레이더와 비교하여 성능을 입증토록 하였는데 성능기준이 무엇인지가 불명확함 - 예를 들면 ADS-B데이터는 DGPS 또는 정밀감시센서와 성능을 비교하는 것이 바람직하지 않은지? 6. 타당성검토에는 연구개발을 함으로써 얻어지는 편익 분석 필요	1. 연구개발 목표 1) 최종목표 관련 사항은 “종합의견” 답변 참조 2) UAT 탑재장비 관련 사항은 “종합 의견” 답변을 참조 3) 본 과제에서 CDTI 이용자는 경량항공기, 조경량항공장치 및 헬기의 조종사와 지상조업차량 운전사가 있음 (p.77) 4) 배터리는 본 과제에서 개발하지 않고 상용제품을 활용하되 탑재 장비의 무게를 고려하여 선정토록 함 (p.77) 2. 지상장비 개발범위 1) ADS-B 지상장비 개발은 수요기관(국토해양부, 공항공사 등)의 의견과 전문가 자문결과를 수렴하여 세 가지 데이터링크를 모두 포함하기로 하였음 2) 전문가 자문결과에 따라 본 과제에서는 ADS-B 기능 외에	

구분	보완요청내용	보완답변 (해당 보고서 페이지 기재)	보완불가사유
		TIS-B와 FIS-B에 대한 기능도 구현하기로 함 3) 전문가 자문결과에 따라 TIS-B와 FIS-B를 실제 관제에서 활용하는 것은 본 과제와는 별개의 문제로 간주함 3. ARTS, A-SMGCS 관련 사항 1) 최종보고서의 운용시험에서 언급하고 있는 A-SMGCS 기능은 A-SMGCS의 네 가지 기능 중 감시 기능에 해당하는 것으로, CDTI와 같은 조종석 현시장치를 통하여 감시 정보를 검증하기 위한 것임 2) ADS-B의 기능 검증을 위하여 반드시 ARTS 또는 A-SMGCS를 사용할 필요는 없음 3) 따라서 ARTS, A-SMGCS와 같은 관제장비와의 연동은 본 과제에서 제외함 4) 전문가 자문결과에 따라 실제	

구분	보완요청내용	보완답변 (해당 보고서 페이지 기재)	보완불가사유
		관제장비와 연동하는 것은 본 과제와는 별개의 문제로 간주함 4. 용어 관련 사항은 “평가위원(A)” 답변 참조 5. 레이더와의 비교 1) ADS-B는 기존 레이더와는 달리 GPS와 같은 항법장치를 이용하여 감시 정보를 제공하므로 레이더의 위치 추적 정밀도와 ADS-B의 위치 추적 정밀도를 비교할 필요가 있음 6. 경제적 타당성 관련 사항은 “평가위원(E)” 답변 참조	

□ 전문기관 검토의견

구분	보완요청내용	보완답변 (해당 보고서 페이지 기재 또는 보완 증빙서류 별도 제출)	보완불가사유
1. 수정. 보완 사항	□ RFP 검토 (p. 170~) 1. p.71, ‘PDA급 CDTI’는 탑재장비의 sub item으로	□ RFP 검토 1. PDA급 CDTI는 UAT ADS-B 탑재	

구분	보완요청내용	보완답변 (해당 보고서 페이지 기재 또는 보완 증빙서류 별도 제출)	보완불가사유
	표현하는 것이 타당하지 않은지 검토요망 2. 제시된 개발대상 시스템의 명칭과 p.173의 요구사항에 제시된 명칭 일치요망(예:시스템 vs. 장비) 3. p.174, 1090ES의경우 Version(0)와 Version one(1)에 대한 설명필요(본문 등에) 4. 국내관련 법령 및 적용문서를 RFP에 나열할 필요 있는지 검토요망(p.171~p. 173) - 필요한 기술기준은 각각 개발과제에 “~~ 기술기준을 만족하여야 함” 등으로 표현하는 방안 검토 필요 5. p.175 적합성 시험 후 성능적합 증명획득 관련된 사항 검토 요망 - 적합증명 획득할지 여부, 그에 따른 비용, 증명(승인)절차 등 6. 탑재장비의 수신데이터와 지상장비의 송신데이터의 대상 및 포맷 등에 대해 설명 보충요망(p.173) 7. ADS-B 서버의 감시데이터 융합에서 융합의 의미를 명확히 할 필요(p.174) 8. 운용시험시 정부기관과의 원활한 협조가능성에 대해 검토할 필요(p.175) 9. 소요예산에 정부/민간부담 구분하여 표현요망 (p.178) 10. 성과물에 시험평가 도구 포함요망(p.179)	재 장비의 하위품목으로 변경함 (p.76) 2. 최종보고서에서 ADS-B 시스템 이 ADS-B 탑재 장비, ADS-B 지상 장비, ADS-B 모니터링 장비 및 ADS-B 서버로 구성되도록 명칭을 통일함 3. 1090ES ADS-B의 Version Zero 와 Version One에 대한 설명을 최종보고서에 추가함 (p.77) 4. 국내관련 법령과 적용문서에 대한 표현을 해당하는 개발품의 요구사항으로 변경하여 기술함 5. 적합성 시험 후 탑재 장비의 “인증”이나 지상 장비의 “성능적합 증명”을 획득하는 것은 본 과제와는 별개임 6. ADS-B 메시지의 내용을 제시함. 메시지 포맷은 내용이 반대하여 ICAO, RTCA 및	

구분	보완요청내용	보완답변 (해당 보고서 페이지 기재 또는 보완 증빙서류 별도 제출)	보완불가사유
	11. ADS-B 개발관련 문서 및 도면이 p.128, p.129와 연계하여 쉽게 파악가능하도록 표현요망(p.129) 12. RFP에서 수정된 부분은 연관된 본문의 내용도 수정반영할 필요 13. 제시된 산출물을 고유 성과목표/지표로 별도 표현요망 ☐ 타당성 검토 (p.147~) 14. 제시된 내용은 편익항목으로 부적합. ADS-B 구축이 아닌 연구개발의 편익항목으로 대체요망. 15. p.151 민감도 분석도 보완요망 ☐ 보고서 요약 - 요약문이나 부록등에 기획연구결과를 약 20페이지 분량으로 요약 정리하여 제시 요망.(향후 RFP와 더불어 과제 설명 요약 자료 등으로 활용 예정)	EUROCAE의 규격을 충족해야 하는 것으로 언급함. 7. ADS-B 서버에서 융합 기능을 여러 대의 ADS-B 지상 장비로부터 수신된 정보를 통합 처리하는 기능으로 설명함 8. 운용시험 시 ARTS, A-SMGCS와의 연계는 하지 않는 것으로 명시함 9. 정부/민간부담을 구분하여 표현 10.본 과제의 최종 성과물에 시험평가도구를 포함함 (pp.128~131) 11.본 과제의 최종 성과물을 하드웨어, 소프트웨어 및 문서/도면으로 구분하고, 이를 상세하게 나타냄 (pp.128~131) 12.RFP와 본문을 연관 지어 수정함 13.제시된 산출물을 성과목표/지표에 반영함 (pp.133~134)	

구분	보완요청내용	보완답변 (해당 보고서 페이지 기재 또는 보완 증빙서류 별도 제출)	보완불가사유
		☐ 타당성 검토 (p.147~) 14. 연구개발에 따른 경제적 타당성 수정/보완함 (pp.148~160) 15. 민감도 분석 보완함 (pp.154~155, 159~160) ☐ 보고서 요약 16. 별도 제출	

주 의

1. 이 보고서는 국토해양부에서 시행한 항공선진화사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토해양부에서 시행한 항공선진화사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.