(뒷면) (옆면)

(앞면)

과제번호

(총괄) 다변측정 감시시스템 기술개발 기획보고서

2012

국토해양부

한국건설교통기술평가원

Land Transpot and Maritime R&D Report

건설교통연구기획사업

R&D / 11연구기획-08-01

다변측정 감시시스템 기술개발 기획 연구보고서

2012. 7. 18.

주관연구기관 / 한국항공대학교
공동연구기관 / 한국항공우주연구원
한국과학기술원
위탁연구기관 / 인천국제공항공사

국 토 해 양 부
한국건설교통기술평가원

<표지- 뒷면>

주 의

1. 이 보고서는 국토해양부에서 시행한 건설교통연구 기획사업의 연구보고서입니다.

2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토해양부에서 시행한 건설교통연구 기획사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.

3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.

제 출 문

국토해양부 장관 (한국건설교통기술평가원장) 귀하

이 보고서를 "다변측정 감시시스템 기술개발 기획에 관한 연구"과제의 보고서로 제출합니다.

2012. 7.

주관연구기관명 : 한국항공대학교
주관연구책임자 : 이 택 경
연 구 원 : 허 희 영
" : 이 우 경
공동연구기관명 : 한국항공우주연구원
" : 한국과학기술원
공동연구책임자 : 김 태 식
" : 공 승 현
위탁연구기관명 : 인천국제공항공사
위탁연구책임자 : 임 강 현

보 고 서 요 약 서

<table>
<tr><td>과제고유번호</td><td>11연구기획
-08-01</td><td>해당단계
연구기간</td><td>7개월</td><td>단계구분</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">연 구 사 업 명</td><td colspan="4">건설교통연구 기획사업</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연 구 과 제 명</td><td>대 과 제 명</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>세부과제명</td><td colspan="4">다변측정 감시시스템 기술개발 기획</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연 구 책 임 자</td><td rowspan="2">이 택 경</td><td>해당단계
참 여
연구원수</td><td>총 : 17명
내부 : 11명
외부 : 6명</td><td>해당단계
연 구 비</td><td>정부 : 150,000천원
기업 : 천원
계 : 150,000천원</td></tr>
<tr><td>총연구기간
참 여
연구원수</td><td>총 : 17명
내부 : 11명
외부 : 6명</td><td>총연구비</td><td>정부 : 150,000천원
기업 : 천원
계 : 150,000천원</td></tr>
<tr><td>연구기관명 및
소 속 부 서 명</td><td colspan="2">한국항공대학교
항공전자연구소</td><td>참여기업명</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">공 동 연 구</td><td colspan="5">연구기관명 : 한국항공우주연구원 연구책임자 : 김 태 식</td></tr>
<tr><td colspan="5">한국과학기술원 공 승 현</td></tr>
<tr><td>위 탁 연 구</td><td colspan="5">연구기관명 : 인천국제공항공사 연구책임자 : 임 강 현</td></tr>
<tr><td colspan="4">요약(연구결과를 중심으로 개조식 500자 이내)</td><td>보고서면수</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="6">1. 다변측정 감시시스템의 핵심기술 정의 및 국내외 정책/시장/기술 동향분석
2. 다변측정 감시시스템의 설치·운용, 성능적합성 검증방안 및 상용화를 위한 상세 추진전략 수립 및 세부과제 도출
3. 특허/논문분석 및 정책적/기술적/경제적 타당성 검토
4. 다변측정 감시시스템의 실용화/사업화 방안 및 관제시스템과의 연동방안 수립
5. 연구개발 최종성과물 및 연차별 성과목표 수립
6. 다변측정 감시시스템의 기술개발에 따른 기대효과 및 활용방안 제시</td></tr>
<tr><td rowspan="2">색 인 어
(각 5개 이상)</td><td>한 글</td><td colspan="4">다변측정 감시시스템, 항공감시,
항로감시, 공항감시, 이차감시레이더</td></tr>
<tr><td>영 어</td><td colspan="4">Multilateration, Aeronautical Surveillance,
Enroute Surveillance, Surface Detection, SSR</td></tr>
</table>

요 약 문

Ⅰ. 연구개발의 목표 및 필요성

○ 본 기획연구의 최종목표는 “다변측정 감시시스템 기술개발”의 세부과제에 대한 상세 연구계획 수립과 본 과제 공모를 위한 RFP를 도출하는 것임.

○ 국제민간항공기구는 급증하는 항공교통 수요에 대비하고자 CNS/ATM를 차세대 국제표준시설로 채택하였고, 국내에서는 국토해양부 항공정책실을 중심으로 학계, 연구기관에서 CNS/ATM관련 연구개발 로드맵과 구축계획을 수립하여 단계적으로 추진 중

○ 현재 국내에서 운용중인 항공감시 시스템은 고가의 레이더 장비 기반 해외에서 전량 수입하고 있고, 이에 따른 유지/보수에 막대한 인력과 예산이 소요되고 있어 현재의 운영 상황보다 더욱 효율적이고 체계적이며 경제적으로 비용절감을 위해 차세대 항행안전시설에 대한 원천기술력 확보가 필요함.

○ 다변측정 감시시스템은 쌍곡선 또는 쌍곡면 위치 측정법을 이용하여 항공기로부터 네 개 이상의 수신기로 전송된 신호의 도달 시간 차이를 정확하게 계산하여 항공기의 위치를 측정하는 기술로 성능, 경제성 및 호환성이 우수하고, 적용분야가 다양하여 전 세계적으로도 매우 급속히 도입하고 있고, 향후에는 이차감시 레이더를 대체할 것이 확실시 되는 차세대 항공감시 시스템임.

○ 따라서 본격적인 다변측정 감시시스템 기술개발 추진에 앞서 국내개발의 타당성 검증, 효율적인 연구목표 및 범위 설정, 합리적인 연구비 산정 등을 통해 연구개발 성공가능성과 예산투입 효율성을 높이고 개발 타당성, 연구과제의 전략적인 방향 및 실행 방안을 제시할 사전 기획연구가 필요함.

Ⅱ. 연구개발의 내용 및 범위

○ 국내외 다변측정 감시시스템 동향 및 환경분석

- 각 국가별/기업별 다변측정 감시시스템 연구개발 추진현황 분석
- 기업체와 전문가 의견을 통하여 국내외 동향 및 환경분석
- 특허 및 논문 동향 분석을 통하여 국내외 기술개발 경향 분석
- 분석한 내용을 토대로 SWOT 분석을 수행하여 비전과 전략 수립

○ 연구목표 및 범위 설정

- 기술개발 동향 및 환경 분석

- 연구목표 및 범위 설정
- 기술개발 전략 수립
- 연구개발 사전타당성 검토

○ 연구목표 달성을 위한 추진방안 수립

- 연구목표 달성을 위한 추진방안 수립
- 성과물에 대한 활용방안 및 실용화 추진방안 제시
- 인력투입 계획 및 소요예산 산정

○ 기술개발 과제 RFP 작성 및 평가기준 설정

- 과제공모를 위한 RFP 작성
- 과제 제안서 평가기준 설정

Ⅲ. 연구개발결과

○ 연구개발 목표

- 레이더에 의한 항공기 감시 사각지대 해소 및 국가 항공교통 감시체계의 획기적 개선이 가능한 차세대 항공기 감시 기술인 다변측정 감시 시스템 기술개발

○ 연구개발 내용

- 체계종합 기술개발
- 중앙처리장치 (CPS) 개발
- 수신기/송신기 (Interrogator) 개발
- 외부연동장치 개발
- 시스템 통제/감시 개발
- 설치·운용 및 성능적합성 검증 기술

○ 연구개발 추진 전략

- 기 개발된 국내 IT기술을 최대한 활용하여 다변측정 감시시스템 핵심기술, 설계기술, 시험기술의 독자 개발
- 개발된 기술을 이용한 국내 다변측정 감시시스템의 역량 강화 및 실용화 능력 배양
- 국내 인프라 구축 및 해외시장 진출

○ 연구개발 기간 및 예산

- 기간 : 총 5년
- 예산 : 총 22,839백만원

Ⅳ. 연구개발결과의 활용방안

○ 활용 분야

- 공항지상감시
- 레이더 운용공역의 항로 및 접근 감시
- 수직분리간격축소 운용을 위한 정밀 고도 감시
- 수평평행활주로 동시이착륙을 위한 정밀 활주로 감시

○ 제품화 단계

- 1 단계 : LAM/WAM 요소기술개발
- 2 단계 : LAM/WAM 시스템 설계 및 개발
- 3 단계 : 시스템 통합 및 성능 검증
- 4 단계 : 시험 운영
- 5 단계 : 제품화

○ 상업화 단계

- 타사 제품과 차별된 성능 및 가격 경제성 확보 필요
- 국내·외 제조사와 전략적 제휴를 통한 상품화 및 판매
- 광역감시 MLAT(WAM) 경우 1차 공항감시레이더 및 ARTS과 연계한 사업화
- 국내 공항 및 개발도상국을 대상으로 우선 판매 전략 수립
- 국제회의를 통해 개발 시스템 전시 및 홍보
- 주도적 국제회의 참여 및 개최, 지속적 기반 기술 개발 등으로 기술 선진국 위상 확보

목 차

제 출 문 ····· i
보고서 요약서 ····· ii
요 약 문 ····· iii
Ⅰ. 연구개발의 목적 및 필요성 ····· iii
Ⅱ. 연구개발의 내용 및 범위 ····· iii
Ⅲ. 연구개발결과 ····· iv
Ⅳ. 연구개발결과의 활용방안 ····· v
목 차 ····· vi
표 목차 ····· ix
그림 목차 ····· xi

1장. 연구과제 개요 ····· 1
1절. 기획연구 추진배경 ····· 1
2절. 기획연구의 필요성 ····· 3
3절. 기획연구의 목표 및 연구내용 ····· 4
1. 기획 연구의 최종목표 ····· 4
2. 기획연구 세부목표 및 내용 ····· 5
4절. 다변측정 감시시스템의 정의 ····· 9
1. 항공감시 시스템의 분류 및 종류 ····· 9
2. 다변측정 감시시스템의 원리 ····· 17
3. 다변측정 감시시스템의 성능 ····· 23
4. 다변측정 감시시스템 적용분야 ····· 24

2장. 국내외 동향 및 환경분석 ····· 26
1절. 국내외 기술개발 동향 및 분석 ····· 26
1. 국내 기술개발 동향 및 분석 ····· 26
2. 국외 기술개발 동향 및 분석 ····· 33
3. 특허·논문 분석 ····· 50
2절. 국내외 정책동향 및 분석 ····· 61
1. 국내 정책동향 분석 ····· 61
2. 국외 정책동향 분석 ····· 63
3절. 국내외 시장동향 및 분석 ····· 66

1. 국내 시장동향 분석 ····· 66
2. 국외 시장동향 분석 ····· 68
4절. 연구개발 인프라 및 기반역량 분석 ····· 92
1. 국외 현황 ····· 92
2. 국내 현황 ····· 97
3. 국내 역량 분석 ····· 100
5절. 종합분석 ····· 104

3장. 연구개발과제 구성 및 추진전략 ····· 107
1절. 비전 및 목표 ····· 107
1. 연구의 비전 및 목표 ····· 107
2. 기술개발에 따른 미래상 ····· 111
2절. 연구개발과제 구성 ····· 114
1. 사전기획 대상 연구개발 목표 분석 ····· 114
2. 과제 구성 ····· 115
3절. 연구개발과제 주요내용 및 추진전략 ····· 117
1. 연구개발 목표 ····· 117
2. 연구개발의 필요성 및 정부지원 필요성 ····· 126
3. 기존 연구와의 중복성 및 연계방안 ····· 134
4. 연구개발 주요내용 ····· 144
5. 연구개발과제 TRM ····· 157
6. 최종성과물 ····· 183
7. 연차별 성과목표 ····· 186
4절. 연구추진체계 제안 ····· 190

4장. 사전 타당성 검토 ····· 191
1절. 정책적 타당성 분석 ····· 191
1. 정책적 필요성 ····· 191
2. 국가 전략적 중요성 ····· 193
3. 상위계획과의 부합성 ····· 194
2절. 기술적 타당성 분석 ····· 196
1. MLAT기술 국내 적용 타당성 ····· 196
2. 연구개발 목표 및 내용의 타당성 ····· 197
3. 기술 개발 성공 가능성 ····· 198
3절. 경제적 타당성 분석 ····· 200

1. 경제적 분석 ····· 200
2. MLAT 비용/편익 산정 ····· 204
3. 편익 비용 분석 ····· 216
4. 민감도 분석 ····· 217
5. 비용 편익 분석 결과 ····· 220

5장. 실용화 및 사업화 방안 수립 ····· 223
1절. 실용화 및 사업화 방안 ····· 223
1. 제품화 단계 ····· 223
2. 상업화 단계 ····· 224
3. MLAT 연구개발 시제품 성능 적합성 검증 및 운영 인증 ····· 227
4. 활용 분야 ····· 228
2절. 관제시스템과 연동 방안 ····· 231
1. 인터페이스 규격 ····· 231
2. 기존 관제시스템(ARTS)과 연동방안 ····· 233
3. 신규 관제시스템과 연동방안 ····· 234

6장. 인력투입 계획 및 소요예산 산정 ····· 236
1절. 연구일정에 따른 인력투입계획 ····· 236
1. 인력투입공수 산출 근거 (주요 기술별) ····· 239
2절. 소요예산 산정 ····· 241
1. 연구비 총괄표 ····· 242
2. 주요 기술별 소요 예산 ····· 245

7장. 과제 제안요구서 작성 및 평가기준 설정 ····· 264
1절. 과제 제안요구서(RFP) ····· 264
2절. 평가기준설정 ····· 270
1. 연구비 총괄표 ····· 270
2. 주요 기술별 소요 예산 ····· 273

8장. 참고문헌 ····· 275

부록 A. 1차 자문회의 회의록 ····· 279
부록 B. 2차 자문회의 회의록 ····· 290
부록 C. 3차 자문회의 회의록 ····· 297

표 목차

표 1.3.1 연구목표 및 주요연구내용 ····· 5
표 1.3.2 주요연구 추진방안 및 경과 ····· 6
표 1.3.3 일자별 과제 추진경위 ····· 8
표 1.4.1 동기화에 따른 성능 요약 ····· 22
표 2.1.1 국내 항행안전시설 개발 현황 ····· 27
표 2.1.2 국산 항행안전시설 국내 및 해외 판매 현황 ····· 27
표 2.1.3 MLAT 시스템에 대한 미래시장 대응전략 ····· 32
표 2.2.1 항공로용 차세대 감시시스템 구축 추진 일정 ····· 62
표 2.3.1 우리나라의 차세대 감시시스템 추진계획 ····· 68
표 2.3.2 2020년경의 비행단계별 감시요소 기술 ····· 69
표 2.3.3 ADS-B Package I 의 응용 ····· 77
표 2.3.4 일본 나리타 공항의 MLAT 시험운용 결과 ····· 84
표 2.3.5 일본 나리타 공항의 MLAT 시험평가시 문제점 및 개선책 ····· 86
표 2.3.6 세계 주요국가 및 공항의 MLAT 구축현황 ····· 91
표 2.4.1 진행 중인 항행안전시설 연구개발 사업 ····· 98
표 2.4.2 국내 연구개발 역량 ····· 99
표 2.4.3 NASA 기술 준비성 수준 기준 ····· 101
표 2.4.4 국내 MLAT 개발 기술 수준 기준 ····· 102
표 2.4.5 기술항목별 기술수준 분석 ····· 103
표 2.5.1 국내외 동향 비교분석 ····· 105
표 3.1.1 비전 실현을 위한 미션 ····· 108
표 3.1.2 미션 달성을 위한 연구목표 ····· 109
표 3.1.3 연구목표 달성을 위한 추진 전략 ····· 110
표 3.1.4 감시시스템의 발전 전망 ····· 113
표 3.3.1 LAM 감시시스템 개발 주요 기능 및 성능 목표 ····· 122
표 3.3.2. WAM 감시시스템 개발 주요 기능 및 성능 목표 ····· 125
표 3.3.3 SMR과 LAM의 융합 설치로 인한 이점 ····· 133
표 3.3.4 중복성 검토 결과 ····· 135
표 3.3.5 조사 기관별 중복성 검토 결과 ····· 136
표 3.3.6 대상과제별 중복성 검토 ····· 137
표 3.3.7 대상과제 1의 연구목표 및 연구내용 ····· 138
표 3.3.8 대상과제 3의 연구목표 및 연구내용 ····· 139

표 3.3.9 대상과제 4의 연구목표 및 연구내용 ····· 140
표 3.3.10 대상과제 5의 연구목표 및 연구내용 ····· 141
표 3.3.11. 대상과제 6의 연구목표 및 연구내용 ····· 142
표 3.3.12. 중복성 검토 결과 ····· 143
표 4.1.1 전국공항 항행안전무선시설 설치현황 ····· 191
표 4.1.2 항공로 구성시설 설치현황 ····· 192
표 4.1.3 상위 계획과의 부합성 분석 결과 ····· 195
표 4.2.1 감시센서의 비교 ····· 196
표 4.3.1 방법론의 비교 분석 ····· 203
표 4.3.2 공항별 필요한 LAM의 수신기와 구축 비용 ····· 206
표 4.3.3 국내 주요공항의 감시 장비 구축 현황 ····· 207
표 4.3.4 민·군 ATC 용 감시 레이더 현황 ····· 208
표 4.3.5 LAM/WAM 실수요 예측 및 구축비용 예측 ····· 208
표 4.3.6 수입대체에 따른 편익(개발완료 후 15년간) ····· 209
표 4.3.7 전 세계 대표적인 SSR 공항 감시 체제 ····· 210
표 4.3.8 목표시장 점유율에 따른 매출예상액(개발완료 후 15년간) ····· 211
표 4.3.9 국내개발 WAM장비의 해외판매 매출 예상액(개발완료 후 15년간) ····· 212
표 4.3.10 유럽에서의 레이더와 MLAT 유지 운영비용 차이 ····· 213
표 4.3.11 국내장비 운영유지 국내 매출액 ····· 213
표 4.3.12 점유율에 따른 유지보수 수출액 ····· 214
표 4.3.13 저고도 운항 항공기 보유 현황 ····· 214
표 4.3.14 MLAT시스템을 구축함으로써 얻게 되는 편익에 대한 전문가 의견 ····· 215
표 4.3.15 기술개발로 인한 종합적인 편익 ····· 215
표 4.3.16 LAM 개발시 편익-비용 분석 ····· 216
표 4.3.17 WAM 개발시 편익-비용 분석 ····· 217
표 4.3.18 경제적 타당성 분석의 민감도 분석 적용 범위 ····· 217
표 4.3.19 LAM 개발시의 BCR 민감도 분석 ····· 217
표 4.3.20 WAM 개발시의 BCR 민감도 분석 ····· 218
표 4.3.21 비용에 대한 민감도(LAM) ····· 219
표 4.3.22 비용에 대한 민감도(WAM) ····· 219
표 4.3.23 편익에 대한 민감도(LAM) ····· 220
표 4.3.24 편익에 대한 민감도(WAM) ····· 220
표 5.1.1 국내공항 및 항공로용 차세대 감시시스템 구축 추진 일정 ····· 225
표 5.2.1 타겟 타입별 부호 ····· 234
표 5.2.2 MRT와 MSF의 비교 ····· 235

그림 목차

그림 1.1.1 항행 감시 기술 발전도 ····· 2
그림 1.1.2 전세계 다변측정감시 시스템 초기 도입현황 ····· 3
그림 1.4.1 항공 지상감시 시스템의 구성 및 분류 ····· 10
그림 1.4.2 PSR의 개념도 ····· 11
그림 1.4.3 SSR의 개념도 ····· 12
그림 1.4.4 김포공항에 설치된 1, 2차 감시레이더 ····· 13
그림 1.4.5 항로 감시레이더 ····· 14
그림 1.4.6 ADS-B 운용개념도 ····· 15
그림 1.4.7 TDOA 개념도 ····· 17
그림 1.4.8 교차된 hyperbola를 통한 위치계산 ····· 17
그림 1.4.9 MLAT운용 개념도 ····· 18
그림 1.4.10 시각동기에 따른 MLAT시스템의 분류 ····· 18
그림 1.4.11 공통시각 MLAT의 구성도 ····· 19
그림 1.4.12 분산시각 MLAT의 구성도 ····· 20
그림 1.4.13 Transponder Synchronized MLAT의 구성도 ····· 20
그림 1.4.14 Standalone GNSS Synchronized MLAT의 구성도 ····· 21
그림 1.4.15 Common View GNSS Synchronized MLAT의 구성도 ····· 22
그림 1.4.16 감시시스템의 거리에 따른 정확도 ····· 24
그림 2.1.1. 우리나라 비행정보구역(FIR) ····· 29
그림 2.1.2. 14개 접근관제구역의 구성 ····· 29
그림 2.1.3 감시시스템의 발전 전망 ····· 33
그림 2.1.4 산으로 둘러싸인 Innsbruck 공항 ····· 35
그림 2.1.5 오스트리아 Innsbruck 공항의 WAM 설치 및 정밀도 ····· 36
그림 2.1.6 미국의 MLAT구축 현황(Sensis자료) ····· 38
그림 2.1.7 Sensis사의 MDS 다변측정감시시스템 구축현황(Sensis사 자료) ····· 39
그림 2.1.8 Sensis사의 MDS 다변측정감시시스템 구성도 ····· 43
그림 2.1.9 ERA사의 MSS의 시스템 구성도 ····· 44
그림 2.1.10 Selex사의 다변측정감시시스템 운용 개념도 ····· 45
그림 2.1.11 Selex사의 다변측정감시시스템의 구성도 ····· 46
그림 2.1.12 Thales사 MAGS 시스템 안테나 ····· 47
그림 2.1.13 Comsoft사 MLAT의 RU와 송신기 안테나 ····· 48

그림 2.1.14 Comsoft사의 다변측정장치 구성도 ····· 48
그림 2.1.15 Roke사 MLAT의 원격 유니트 ····· 49
그림 2.1.16 Roke사의 MLAT 기능 구성도 ····· 50
그림 2.1.17 연도별 MLAT관련 특허 건 수(2000년~) ····· 51
그림 2.1.18 기술별 MLAT 특허 분포 현황 ····· 52
그림 2.1.19 연도별 MLAT 관련 논문 건 수 (2002년~) ····· 56
그림 2.1.20 기술별 MLAT 논문 분포 현황 ····· 57
그림 2.2.1 미국의 WAM과 ADS-B 초기서비스 지역(출처: 2010 NextGen 자료) ····· 64
그림 2.2.2 유럽의 항로 및 터미널 지역 감시시스템 구축계획 ····· 65
그림 2.2.3 유럽의 공항관제를 위한 감시시스템 구축 계획 ····· 66
그림 2.3.1 감시시스템 운용 로드맵 ····· 69
그림 2.3.2 ADS-B를 활용한 감시 및 추진 계획 ····· 70
그림 2.3.3 미국의 차세대 공항 지상관제시스템(ASDE-X) 설치현황 ····· 71
그림 2.3.4 미국의 콜로라도 주 WAM 운영사례 ····· 72
그림 2.3.5 캐나다의 Radar와 ADS-B 제공영역 및 추진계획 ····· 73
그림 2.3.6 캐나다의 ADS-B를 이용한 추진현황 ····· 74
그림 2.3.7 유럽의 항공감시 시스템의 구축 동향 ····· 75
그림 2.3.8 유럽의 ADS-B 구축 로드맵 ····· 76
그림 2.3.9 호주의 기존 레이더와 ADS-B에 의한 고도별 감시범위 ····· 82
그림 2.3.10 MLAT의 시험평가 성능요건 ····· 83
그림 2.3.11 일본 하네다 공항의 MLAT 시험평가 결과 ····· 83
그림 2.3.12 일본 나리타 공항의 MLAT 도입 평가 및 개선책 적용결과 ····· 84
그림 2.3.13 홍콩 첵랍콕 공항의 MLAT 운용현황 ····· 89
그림 2.4.1 ERA사의 연혁 ····· 93
그림 2.4.2 ERA사 MLAT 구축 현황 ····· 94
그림 2.4.3 ERA사의 MLAT 응용 개념 ····· 95
그림 2.4.4 Sensis사의 미국내 MLAT구축 현황(출처: Sensis자료) ····· 96
그림 2.4.5 Sensis사 MDS 다변측정감시시스템의 미국이외 전 세계적인 운용현황 ····· 97
그림 3.1.1. 연구개발 비전 및 목표 도출 ····· 107
그림 3.1.2 항공감시 시스템의 구성 ····· 112
그림 3.2.1 중점추진분야 및 주요기술 도출 ····· 115
그림 3.2.2 연구개발 과제 구성도 ····· 117
그림 3.3.1 국내개발 다변측정 감시시스템 개념도 ····· 119
그림 3.3.2 MLAT을 이용한 지상 움직임 감시 화면 ····· 120

그림 3.3.3 LAM 감시시스템 개념도 ····· 121
그림 3.3.4 WAM 감시시스템 개념도 ····· 124
그림 3.3.5 미래 항공감시 시스템의 구성 ····· 128
그림 3.3.6 PRM시스템을 이용한 수평활주로 동시이착륙 ····· 129
그림 3.3.7 수직분리기준축소(RVSM) 운용 개념 ····· 129
그림 3.3.8 SSR과 MLAT의 획득/운용유지비용 비교 ····· 130
그림 3.3.9 인터페이스 관계도 ····· 147
그림 3.3.10 다변측정 감시시스템 기술개발 로드맵 ····· 158
그림 3.3.11 다변측정감시시스템 주요기술 로드맵 ····· 158
그림 3.4.1 다변측정감시시스템 기술 개발 연구추진체계 ····· 190
그림 5.1.1 제작업체별 MLAT 시스템 구축 현황 ····· 226
그림 5.1.2 MLAT의 활용분야 분류 ····· 228
그림 5.1.3 강우 및 강설에 의한 Flase Target 발생 사례 ····· 229
그림 5.1.4 RVSM(Reduced Vertical Seperation Minimum) ····· 230
그림 5.1.5 침범불가구역(NTZ) 및 접근경로모니터링(APM) 개념도 ····· 230
그림 5.2.1 ICAO Standard Format ····· 231

1장. 연구과제 개요

1절. 기획연구 추진배경

○ 국제민간항공기구(ICAO)는 급증하는 항공교통 수요에 대비하고자, 1991년 9월 ICAO[1] 제10차 항공항행회의에서 CNS/ATM[2]를 차세대 국제표준시설로 채택함을 결의하고 1992년 ICAO 제29차 총회에서 정식으로 승인함.

- 차세대 항행안전(CNS/ATM)기술은 전 세계적으로(global) 연속적인(seamless) 항공교통관리를 지원하기 위해 적용되는, 다양한 수준의 자동화와 위성시스템을 포함한 디지털 기술들을 채용한 통신, 항법, 감시 시스템으로 정의됨.
- ICAO 체약국들은 전세계(Global), 지역별(Regional), 국가별(National) CNS/ATM 구축계획을 수립하여 추진하고 있음.
- 국내의 경우, 국토해양부 항공정책실을 중심으로 학계, 연구기관에서 CNS/ATM관련(레이더관제시스템, 위성항법지역보강 운용기술 및 차세대 공항감시시스템) 연구개발 로드맵과 구축계획을 수립하여 일부 수행 중에 있음.

○ 현재까지 항로, 공항 주변 및 공항내 지상이동 지역의 항공기 감시는 항공교통의 안전성, 효율성 및 수용능력을 향상시키는 항행안전시설인 레이더에 의존

- 기존 감시시스템으로는 일차/이차감시레이더(PSR[3]/SSR[4]), 지상감시레이더(SMR[5])가 주로 사용되어 왔으나, 이러한 시스템은 위치오차 및 악기상에 의한 이동물체 탐지의 어려움이 있고 설치/운용 유지비가 많이 소요되며 특히, 산악/장애물에 의한 전파차폐로 레이더 감시 사각지대 발생함
- 고고도(290~410FL) 공역 수용능력 향상을 위해 추진 중인 수직분리기준축소(RVSM[6]) 운영에 요구되는 정밀고도측정에는 현행 레이더를 적용하기 어려움

  (참조 : Multilateration Executive Reference Guide, www.multilateration.com)
- 현행 레이더의 성능 한계로 안전 확보와 더 많은 교통량의 수용에 한계가 있어 디지털을 기반으로 하는 새로운 첨단 감시시스템의 도입 필요성이 계속적으로 대두됨
- 이러한 문제점을 해결하기 위해, 차세대 감시시스템으로 다변측정감시(MLAT[7])와 방송형 자동종속감시(ADS-B[8]) 시스템 도입이 전 세계적으로 진행 중임.
- 그리고 향후에는 현재의 레이더기반 감시시스템이 MLAT와 ADS-B 감시기술이 융합된 항공감시체계로 전환될 전망

---

1) ICAO : International Civil Aviation Organization
2) CNS/ATM : Communication, Navigation Surveillance / Air Traffic Management
3) PSR : Primary Surveillance Radar
4) SSR : Secondary Surveillance Radar
5) SMR : Surface Movement Radar
6) RVSM : Reduced Vertical Separation Minimum
7) MLAT : Multilateration
8) ADS-B : Automatic Dependant Surveillance - Broadcast

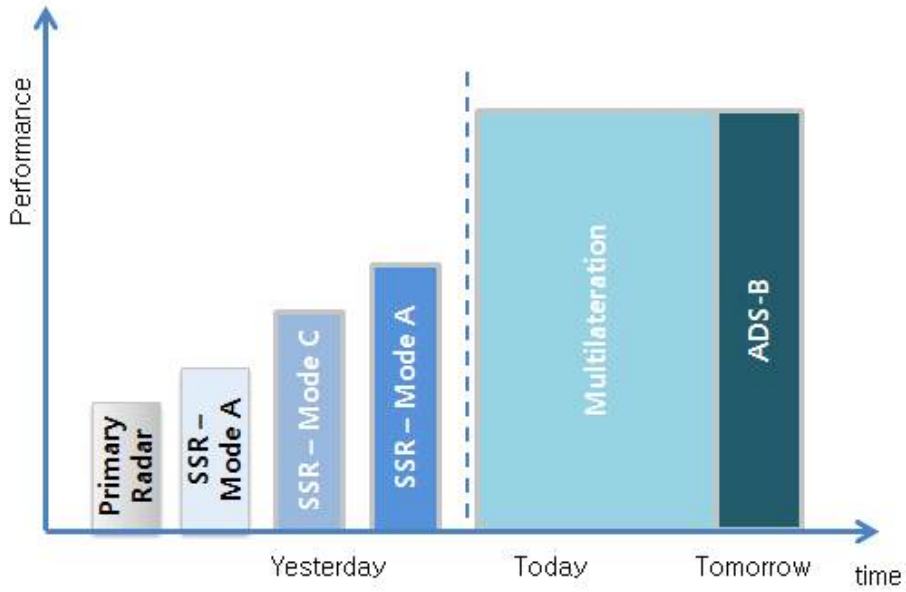


그림 1.1.1 항행 감시 기술 발전도

○ MLAT 기술은 Mode A/C/S가 탑재된 비행기에서 추가적인 장치가 없이 높은 감시시스템 성능을 보이며 다음과 같이 활용 범위가 넓어 기술적, 경제적 파급효과가 매우 클 것으로 판단됨.

- 공항관제(ASDE[9])용 감시장비로 활용
- 접근/항로관제(ATC[10])용 감시장비로 활용(WAM[11])
- 수평활주로 동시이착륙을 위한 정밀활주로 상태감시(PRM[12])
- 수직분리축소를 위한 정밀 고도감시장치(HMU[13])
- 레이더 음영지역 감시 해소 등

○ 유럽 및 미국의 경우 1980년대 말부터 차세대 항공감시 시스템으로 다변측정(MLAT)감시시스템을 연구하기 시작하여 2000년대 초부터 시범운용을 실시하였으며 2010경 전후로 공항감시 및 SSR음영지역 보완용으로 본격적인 구축

9) ASDE : Airport Surface Detection Equipment
10) ATC : Air Traffic Control
11) WAM : Wide Area Multilateration
12) PRM : Precision Runway Monitoring
13) HMU : Height Monitoring Unit



그림 1.1.2 전세계 다변측정감시 시스템 초기 도입현황

○ 국내의 항공감시분야의 기술 인프라는 레이더용 감시 센서 기술과 항공교통관제 시스템의 기술로 구분할 수 있는데 항공교통 관제시스템 기술의 경우 국내 개발을 통하여 상당한 수준의 기술을 확보하고 있으나, 레이더 센서 기술을 기반으로 하는 장비 제작에 관련된 기술은 시설 유지 관리에 필요한 기술만 확보하고 있는 실정임.

○ 2005년 이후 전방향표지시설(VOR[14]) 및 거리측정시설(DME[15])등 일부 항행안전시설에 대한 국산화가 지속적으로 이루어지고 있으며, 현재에도 여러 가지 항행안전시설에 대한 개발이 이루어지고 있는데 이러한 기술들과의 상호연계 개발이 가능함.

○ 전자 및 IT기술이 세계적인 수준으로 발전한 우리나라의 경우 이를 적극적으로 활용하여 단기간에 항공 감시시스템 기술의 성장을 할 수 있으며 항공 감시 시장에 참여할 수 있는 기회가 될 수 있음.

○ 현행 레이더시설의 유력한 대체 시설로 전망되는 MLAT시스템의 국내 독자기술 확보를 통해 항공안전과 국내 항공산업을 획기적으로 개선할 수 있음

○ 따라서, 현재의 국내의 항행안전시설에 대한 환경과 전 세계적인 현황 및 전망에 따라 MLAT시스템을 개발하여 차세대 항행안전시설에 대한 원천기술력 확보 및 상품화를 통한 해외수출 가능

2절. 기획연구의 필요성

○ 전 세계적으로 기존 항행안전시설의 성능 및 운용 한계를 극복하고 지속적으로 증가하는 항공교통량을 원활하게 수용하기 위하여 새로운 개념의 차세대 항행안

14) VOR: VHF Omni-directional Radio Range
15) DME : Distance Measurement Equipment

전시설인 CNS/ATM으로의 전환을 적극적으로 추진

○ 현재 국내에서 운용중인 항공감시 시스템은 고가의 레이더 장비 기반으로 국제적인 수준이상의 첨단장비이지만 운용/유지 기술만 확보하고 시스템 구축 및 개발 기술은 전무한 상태여서 해외에서 전량 수입하고 있고, 이에 따른 유지/보수에 막대한 인력과 예산이 소요되고 있음.

○ 현재의 운영 상황보다 더욱 효율적이고 체계적이며 경제적으로 비용절감을 위해 차세대 항행안전시설에 대한 원천기술력 확보가 필요함.

○ 차세대 항공감시 시스템인 다변측정 감시시스템은 성능, 경제성 및 호환성이 우수하고, 적용분야가 다양하여 전 세계적으로도 매우 급속히 도입되고 있는 실정으로 향후에는 이차감시 레이더를 대체할 것이 확실시 되며, 이에 따라 국내 대응이 시급히 요구됨.

○ 우리나라의 첨단 IT기술 및 산업인프라를 다변측정 감시시스템 기술개발에 접목한다면 단기에 선도국과의 기술격차 해소는 물론 산업화도 가능하므로 다변측정 감시시스템 기술 및 장비를 국내기술로 개발하고자 함.

○ 따라서 본격적인 MLAT 시스템 기술개발 추진에 앞서 국내개발의 타당성 검증, 효율적인 연구목표 및 범위 설정, 합리적인 연구비 산정 등을 통해 연구개발 성공가능성과 예산투입 효율성을 높이고 개발 타당성, 연구과제의 전략적인 방향 및 실행 방안을 제시할 사전 기획연구가 필요함.

3절. 기획연구의 목표 및 연구내용

1. 기획 연구의 최종목표

레이더에 의한 항공기 감시 사각지대 해소 및 국가 항공교통 감시체계의 획기적 개선이 가능한 차세대 항공기 감시 기술인 다변측정 감시 시스템(Multilateration, MLAT) 기술 개발을 위한 사전기획

○ 사전기획 대상 기술

- 항로·터미널·저고도 운항 항공기 감시 및 공항내 이동지역 정밀 감시, RVSM 운영평가 등 다용도로 활용하기 위한 다변측정 감시시스템 기술 개발
- 다변측정 감시 시스템의 성능 적합성 및 설치·운용 검증 기술 개발
- 개발된 MLAT 시설과 기존 관제시스템간 연동 기술개발
- 다변측정 감시 시스템 측위 정보의 TIS-B (Traffic Information Service -Broadcast) 정보로 활용 기술개발

○ 기획연구의 최종목표

- 기술개발 동향 및 환경분석, 사전타당성분석, 기술개발 전략 수립을 통한 연구목표 및 범위 설정
- 연구 목표 달성을 위한 추진방안 수립, 성과물 활용 방안 및 실용화 추진방안 제시, 인력투입 계획 및 소요예산 산정
- 기획대상 기술개발 연구과제 공모를 위한 RFP[16] 작성 및 평가기준 설정
- 기획연구 중간·최종 보고서 작성

2. 기획연구 세부목표 및 내용

가. 연구목표 및 연구내용

표 1.3.1 연구목표 및 주요연구내용

연 구 목 표	주 요 연 구 내 용
▪ 연구목표 및 범위 설정	▪ 기술개발 동향 및 환경 분석 ▪ 연구목표 및 범위 설정 ▪ 기술개발 전략 수립 ▪ 연구개발 사전타당성 검토
▪ 연구목표 달성을 위한 추진 방안 수립	▪ 연구목표 달성을 위한 추진방안 수립 ▪ 성과물에 대한 활용방안 및 실용화 추진 방안 제시 ▪ 인력투입 계획 및 소요예산 산정
▪ 기획 대상 기술개발 과제 RFP 작성 및 평가기준 설정	▪ 과제공모를 위한 RFP 작성 ▪ 과제 제안서 평가기준 설정
▪ 연구기획 보고서 작성	▪ 중간 보고서 작성 ▪ 최종 보고서 작성

16) RFP : Request for Proposal

나. 주요 연구내용의 추진방안 및 경과

표 1.3.2 주요연구 추진방안 및 경과

주 요 연 구 내 용	추 진 방 안 및 경 과
기술개발 동향 및 환경 분석	▪ 문헌조사 - ICAO MLAT Workshop 자료 - FAA[17], Eurocontrol, NLR[18] 등의 연구결과 보고서 ▪ 국외 MLAT 활용사례 및 연구개발 동향 분석 ▪ 전문가 자문 및 의견수렴(3회) - 연구소(항우연, 국방과학연구소 등) - 학계(항공대학교, 인천대학교 등) - 유관 기술 보유 기업체 ▪ 수요처 의견수렴 - 국토해양부 항공정책실 - 인천국제공항공사와 한국공항공사 - 기업체(삼성탈레스, LIG Nex1 등) ▪ 기 수행 연구과제 결과 활용 ▪ 인터넷 자료 활용
연구목표 및 범위 설정	▪ 기술개발 및 환경분석 연구내용 종료 후 착수 ▪ 문헌조사 - ICAO, NLR 등에서 발행한 기술표준문서 ▪ 전문가 자문 및 의견수렴
기술개발 전략 수립	▪ 연구목표 및 범위 설정 연구내용 종료 후 착수 ▪ SWOT[19] 분석 결과 수립된 전략 활용 ▪ 전문가 자문 및 의견수렴
연구개발 사전타당성 검토	▪ 연구목표 및 범위 설정 연구내용 종료 후 착수 ▪ 문헌조사 - ICAO, NLR 등에서 발행한 기술표준문서 ▪ SWOT 분석 결과 수립된 전략 활용 ▪ 전문가 자문 및 의견수렴 ▪ 수요처 의견수렴

연구목표 달성을 위한 추진방안 수립	▪ 기술개발 전략 수립 종료 후 착수 ▪ 기 수행 연구과제 결과 활용
성과물에 대한 활용방안 및 실용화 추진 방안 제시	▪ 국외 MLAT 활용사례 파악 - Sensis사, ERA사, Thales사 설치현황 분석 ▪ 수요처 의견수렴
인력투입 계획 및 소요예산 산정	▪ 연구목표 및 범위 설정 종료 후 착수 ▪ 전문가 자문 및 의견수렴
과제공모를 위한 RFP 작성 및 평가기준 설정	▪ 연구개발 사전타당성 검토 연구내용 종료 후 착수 ▪ 연구과제 기획 수행 결과 취합 ▪ 연구과제별 성과목표와 성과지표 선정 ▪ 전문가 자문 및 의견수렴 ▪ 수요처 의견수렴
최종보고서 작성	▪ 연구내용 종료 후 착수 ▪ 수집 자료와 연구 결과 정리

17) FAA : Federal Aviation Authority
18) NLR : Nederlands Lucht- en Ruimtevaart Laboratorium (NL) / National Aerospace Laboratory
19) SWOT : Strength, Weaknesses, Opportunities and Threats

다. 주요 추진경위 일정

표 1.3.3 일자별 과제 추진경위

구 분	일 시	장 소	회 의 내 용
착수보고회	2011. 8. 30	국토해양부	- 과제 추진계획 발표
과제착수회의	2011. 9. 8	항공대학교	- 각 기관별 과제 진행 일정 - 기획연구 최종목표 - 기술자문위원 활용
진도점검회의	2011. 10. 14	항공우주연구원	- 각 기관별 과제추진내용 검토
진도점검회의	2011. 11. 18	KAIST	- 중간보고서 작성 토의 - 각 기관별 과제추진내용 검토
기술자문회의	2011. 12. 1	항공대학교	- 과제 중간결과 발표 - 과제 범위 및 목표설정
중간보고회	2011. 12. 6	국토해양부	- 연구 중간결과 보고 - 연구 진행관련 협의
진도점검회의	2012. 1. 6	인천공항공사	- 중간보고회 결과 반영 - 각 기관 과제추진 내용 점검
기술자문회의	2012. 1. 13	KAIST	- 1차 자문회의 결과 토의 - 중간보고회 결과 자문
진도점검회의	2012. 1. 31	항공우주연구원	- 각 기관 과제추진 내용 점검 - 최종보고서 일정 검토
평가원업무보고	2012. 2. 2	한국건설교통 기술평가원	- 과제 진행중인 내용 보고 - 평가원 의견 수렴
국토부 협의	2012. 2. 3	국토해양부	- 과제 진행중인 내용 보고 - 국토해양부 의견 수렴
진도점검회의	2012. 3. 13	항공대학교	- 각 기관 과제추진 내용 점검 - 최종보고서 결과 토의
국토부 협의	2012. 3. 13	국토해양부	- 결과물에 대한 국토부의견 반영
기술자문회의	2012. 3. 14	항공대학교	- 최종결과물에 대한 자문위원 의견 수렴

4절. 다변측정 감시시스템의 정의

1. 항공감시 시스템의 분류 및 종류

○ 항공감시 시스템은 크게 조종사에게 교통상황인식을 향상시키기기 위한 기상감시시스템(Airborne Surveillance System)과 지상의 관제사들의 교통상황인식을 향상시키기 위한 지상감시시스템(Ground Surveillance System)으로 분류할 수 있으며, 본 기획에서는 지상감시시스템에 대한 내용에 구한함.

○ 지상감시 시스템은 감시센서와 감시자료처리시스템(SDP)으로 구성되며 SDP[20]는 단일 또는 다중 감시센서로부터 전달되는 감시자료를 처리하여 감시성능을 향상시키고 관제사의 인지 능력향상을 위한 경보 기능을 보유함.

○ 지상 감시센서는 감시 방법에 따라 그림 1.4.1과 같이 항공기와 지상국간 상호 협동여부에 따라 비협동(Non-Cooperative)과 협동(Cooperative)으로, 표적의 위치정보 획득을 항공기에 탑재된 타 장비에 의존여부에 따라 독립(Independent)과 종속(Dependent)으로 구분할 수 있음.

- 현재 활용되고 있는 지상 감시센서는 비협동 독립형(Non-Cooperative Independent), 협동 독립형(Cooperative Independent), 협동 종속형(Cooperative Dependent)이 있음.
- 비협동 독립형 감시센서로는 일차감시레이더(PSR)와 지면감시레이더(SMR)이 대표적이며 미확인 침입 표적을 탐지할 수 있음.
- 협동 독립형 감시센서로는 이차감시레이더(SSR), 다변측정감시시스템(MLAT)이 대표적이며 항공기에 탑재된 비콘인 트랜스폰더 신호를 이용하여 표적의 위치를 측정함.
- 협동 종속형 감시센서는 항공기 탑재장비, GPS[21]수신기에서 측정한 위치를 데이터링크를 통해 지상 또는 타 항공기로 전송하는 방식으로 ADS-B, ADS-C[22]가 대표적임.

---

20) SDP : Surveillance Data Processor
21) GPS : Global Positioning System
22) ADS-C : Automatic Dependent Surveillance-Contract

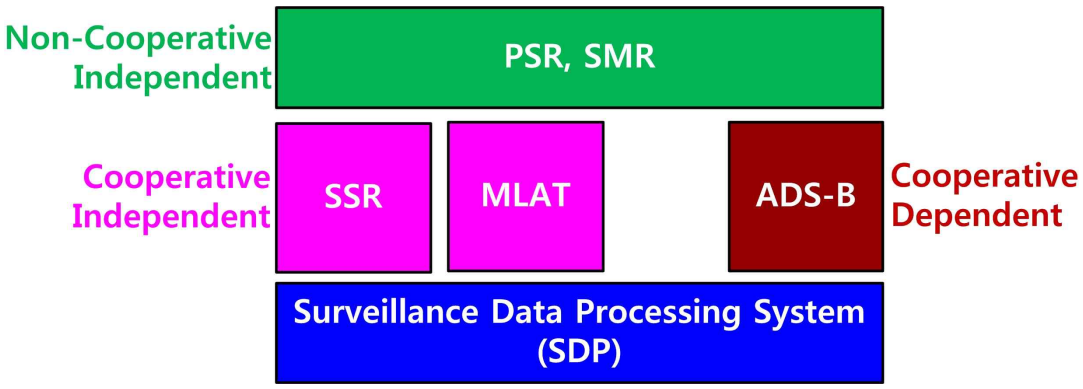


그림 1.4.1 항공 지상감시 시스템의 구성 및 분류

가. 1차 감시레이더(PSR)

○ 1차 감시레이더(Primary Surveillance Radar, PSR)는 공항으로 접근하고 있는 항공기의 기체에 전파를 쏘아서 반사되어오는 전파시간차에 의한 거리와 레이더의 회전각도에 의한 항공기의 방위각을 토대로 항공기 위치를 산출하여 공항주변의 공역에 있는 모든 비행물체를 탐지함.

○ PSR 송신주파수는 미국이나 유럽에서는 L-Band로 사용하는 곳도 있으나 안테나의 회전수가 15rpm 정도 되어야 하는 제약으로 안테나의 크기를 줄이기 위하여 대부분 주파수를 높은 S-Band(2~4GHz)를 많이 사용하고 있음.

○ PSR의 설치 높이는 평탄한 지표면에서 약 15m 정도 되어야 하며, 최고 높이는 40m 이하가 되어야 하고, 국제민간항공기구(ICAO) 규격(ANNEX-10)에 의하면 표적의 유효반사 단면적은 15m^{2}의 항공기에 대하여 앙각은 0.5°~ 30°사이 그리고 거리는 25Nm까지, 고도는 10,000ft까지의 공역을, 방위는 360°가 탐지가능 하도록 되어야 함.

○ 그러나 근년에 이르러 항공기의 고속화와 터미널 관제공역의 확대로 인하여 거리는 60~70Nm까지, 고도는 25,000ft까지 탐지영역이 확대됨.

○ PSR은 항공기의 ID 및 고도 등의 정보를 얻지 못하고, 구축 및 운용 비용이 높으며 고출력 에너지에 의한 환경피해 발생가능성을 내재하고 있음. 또한 정보의 갱신율이 4~12초로 매우 낮고 간섭 및 잡음에 매우 취약한 단점이 있음.

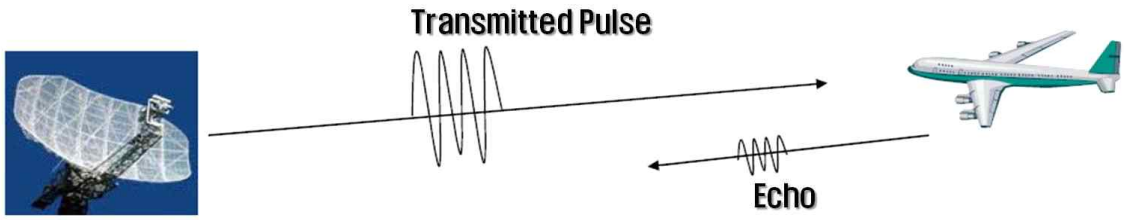


그림 1.4.2 PSR의 개념도

나. 2차 감시레이더(SSR)

○ 2차 감시레이더(Secondary Surveillance Radar, SSR)는 지상국 질문기로부터 질문신호를 발사하면 항공기의 트랜스폰더가 질문신호에 대응하는 응답신호를 지상국으로 반송하는 시스템

○ 레이더가 탐지한 에코 신호만으로 항공기의 식별(ID) 및 고도 정보를 얻을 수 없기 때문에 지상에서는 어떤 부호펄스를 전파에 실은 뒤 공중으로 송신하게 되면 항공기에서는 이것을 수신한 후 자동적으로 응답신호를 특정한 부호펄스로 송신하고 이때 지상에서 이 신호를 수신하여 해독함으로서 항공기의 식별(ID)과 고도정보를 쉽게 얻을 수 있음

○ SSR은 원래 군용의 피아식별에서 부터 발전하기 시작하여 현재는 민간 항공기까지 비행고도정보를 제공함으로서 항공기 관제에 매우 중요하게 사용되고 있음.

○ SSR은 크게 안테나부, 송신기, 수신기로 구성되어 있으며 안테나는 지향성(Directional) 안테나와 무지향성(Omni-Directional) 안테나로 구성되며 일반적으로 1차 레이더의 파라볼라 안테나 상단에 설치됨. 여기서 지향성 안테나는 질문(Interrotation) 송신과 응답(Reply) 수신용으로, 무지향성 안테나는 SLS[23]용으로 사용됨.

○ 질문 Mode는 Mode 1, 2, 3/A, B, C, D등 6종류가 있으며, Mode 3/A는 군·민항에서 공통으로 사용하는 것으로 항공기의 식별코드를 얻기 위한 코드이며, Mode C는 민항에서 사용하는 것으로 항공기의 고도정보를 얻기 위한 신호로 사용됨.

○ 질문 주파수는 1030MHz±0.2MHz이고, 응답 주파수는 1,090MHz±3MHz이며, 질문은 P1과 P3로 구성된 두개의 Pulse로 이루어지며, SLS용 펄스인 P2는 질문 펄스인 P1보다 2㎲ 지연된 다음에 송신이 됨

○ 응답펄스 코드 Train은 기본적으로 펄스간 간격이 20.3㎲인 두개의 프레이밍 펄스로 구성되며, 두개의 프레이밍 펄스 내 0 ~ 12개의 Data Pulse가 1.45㎲ 간격으로 위치함.

23) SLS : Side Lobe Suppression

○ SPI[24] 펄스는 관제사가 특정 항공기에 대한 식별부호(ID)를 재확인하고자 할 때, 음성통신으로 조종사에게 요구하면 조종사는 SPI 동작 버튼을 눌러 약 10초 동안 항공기 고유 식별부호가 지상으로 송신되도록 Mode 3/A 응답의 마지막 프레이밍 펄스로 부터 4.35μs 후 나타남.

○ 현재 운용되고 있는 SSR System은 지상국의 질문에 대하여 트랜스폰더가 일제히 응답을 하기 때문에 교통량이 많은 공역에서는 응답 펄스가 공간에서 중첩되어 간섭의 우려가 있으며 이러한 문제를 보완하기 위해 Mode S에서는 지상국과 Mode S가 장착된 각 항공기간 개별 질문으로 1:1의 데이터링크를 구성하여 SSR의 단점을 보완함.

○ SSR은 항공기와 지상국이 LOS(Line-Of-Sight)에 위치하지 않은 경우 신호의 세기가 급격하게 감소하며, 최대거리가 약 250Nm이지만 항공기가 많은 공역의 경우 레이더의 감시거리가 급속하게 줄어드는 단점이 있음.

○ PSR에 비하여 적은 전력이 소요되고 항공기 ID 및 고도를 제공하며 클러터 및 잡음의 영향이 없는 장점은 있지만, 정보 갱신율이 4~12초이며 위치오차가 100m 정도로 큰 단점이 있음.

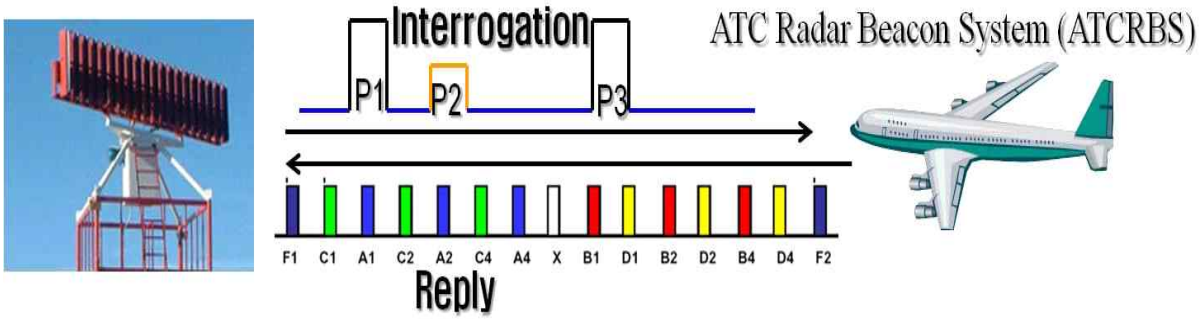


그림 1.4.3 SSR의 개념도

24) SPI : Special Pulse (Position) Identification (SSR)



그림 1.4.4 김포공항에 설치된 1, 2차 감시레이더

다. 항로감시레이더(ARSR[25])

○ 항로감시레이더(Air Route Surveillance Radar, ARSR)는 장거리 영역 레이더로서, 안테나를 중심으로 반경 200Nm이내의 공역에 있는 항공로의 항공기에 대한 감시가 가능함.

○ 관제공역이나 분담된 레이더 및 SSR정보를 비디오 맵(Map) 영상과 조합시켜 레이더 관제실에 정보를 제공하고, 여기에서 얻어진 정보에 따라 항공 관제사는 통신 제어장치를 통하여 항공기의 관제업무를 수행함.

○ ARSR은 장거리 항로용 레이더이기 때문에 사용주파수는 대기권 전파감쇠가 적은 비교적 낮은 주파수 사용이 바람직하며, 또 방위 분해능, 경제성 및 송신 출력관의 입수가 용이한 점 등으로 보아 대략 1.0 ~ 2.0GHz 대역(L-Band)이 많이 사용됨.

○ 항공로 감시레이더는 항공로에 있는 모든 항공기를 탐지하는 것이 본래의 목적이므로 가급적 멀고, 높은 곳에 이르기까지 탐지영역으로 정하는 것이 바람직하지만 안테나의 특성, 송신출력, 수신감도의 제약으로 인하여 보통 레이더의 유효 단면적은 15㎡ 에 대하여 탐지거리는 200Nm, 고도 70,000ft, 앙각 30°까지를 전 방위에 걸쳐 탐지 가능한 범위를 가짐.

○ ARSR은 레이더의 출력이 클수록 성능이 좋으나 대체로 사용되는 송신관으로는 Klystron과 Magnetron이 많이 사용됨. Klystron은 Magnetron에 비하여 주파수 안정도가 매우 우수하나 값이 비싼 단점이 있음. 현재에는 반도체의 기술의 발달로 Solid State방식의 반도체 방식도 많이 사용되는 상황임.

25) ARSR : Air Route Surveillance Radar



그림 1.4.5 항로 감시레이더

라. 자동종속감시용 방송시설(ADS-B)

○ 자동종속감시용 방송시설(Automatic Dependent Surveillance-Broadcast, ADS-B)은 항공기의 정보를 주기적으로 주변항공기 및 지상시설로 방송하는 감시시스템이며, 이를 통하여 항공관제 기능을 향상시키고 항공기 충돌의 방지를 통해 안전비행을 유도함.

- Automatic(자동)은 조종사에 의해 지상국으로 보고되던 항공기의 정보가 자동으로 보고된다는 것을 의미
- Dependent(종속)은 PSR과는 달리 ADS-B의 시스템에서는 위성항법시스템과 같은 타 시스템을 의존함을 의미
- Surveillance(감시)는 항공기의 식별부호, 위치, 속도, 방향 등과 같은 감시 데이터를 제공한다는 것을 의미
- Broadcast(방송)는 SSR과 달리 ADS-B는 불특정 다수에게 주기적으로 항공기의 감시 데이터를 방송한다는 것을 의미

○ ADS-B시스템은 항공감시인 송신자 서브시스템, 항공감시 수신자 서브시스템, 지상국으로 구성되며 항공감시 송신자 서브시스템은 송신 항공기의 데이터 소스, 감시 데이터 송신 프로세스, ADS-B 송신 장비로 구성되고 항공감시 수신자 서브시스템은 ADS-B/TIS-B 수신 장비, 항공감시 및 분리간격 처리 프로세스, CDTI[26], 수신 항공기의 데이터 소스로 구성되며 지상국은 PSR/SSR 또는 ASDE 등으로부

26) CDTI : Cockpit Display of Traffic Information

터 제공된 감시 데이터 소스와 TIS-B 감시 및 분배 프로세스, TIS-B 송신 장비로 구성됨.

○ ADS-B시스템을 갖춘 항공기는 소프트웨어를 사용해 위성으로부터 얻은 자기의 위치를 Mode-S를 통해 1090MHz로 계속 송출하며, 타 항공기로부터도 신호를 수신 함. 이렇게 함으로써 250~350km 범위에 있는 항공기는 서로 인식할 수 있게 되고, 동시에 지상의 관제시설(ATC)도 항공기의 정확한 위치를 파악할 수 있음.

○ 또한 위치, 속도, 고도 등의 정보를 문자 및 신호로 송출(초당 2회)하고 자신의 위치도 조종석에서 확인이 가능하며, 항공기 운항 시 ADS-B 지상국의 관제 DB시스템과 교통 및 운항정보 등에 의하여 관제지시를 문자 및 청각으로 수신, 고도 또는 항로 이탈 시에는 지상감시시스템이 자동 인식하여 경고함.

○ ADS-B는 공대공 감시 능력 강화, 설치 및 확장의 유연성, 항공기 4차원 위치정보 확인가능, 항공기의 비행정보 확보 가능, 탑승교에서 탑승교 사이 전 비행 과정을 통한 감시 능력 제공, 지상 관제시스템에 항법 정보 제공, 레이더시설에 비해 설치비용이 저렴, 음영지역 완전 제거 가능한 장점이 있지만 최근 GNSS[27]의 신뢰성 문제가 대두 되면서 큰 단점이 발생함.

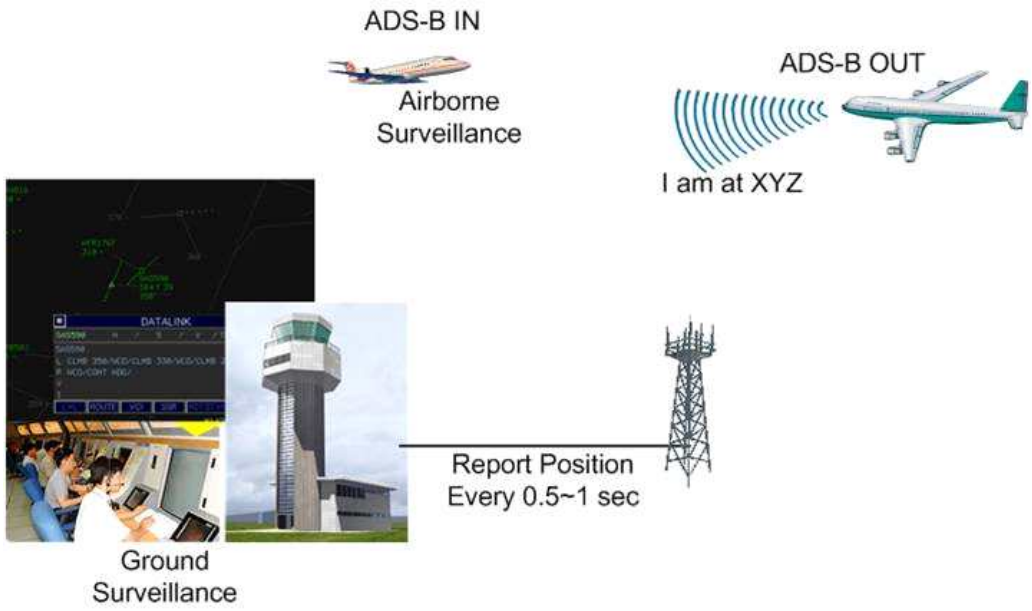


그림 1.4.6 ADS-B 운용개념도

마. 다변측정 감시시스템(MLAT)

○ 다변측정 감시시스템(Multilateration, MLAT)은 쌍곡선(hyperbola) 또는 쌍곡면

27) GNSS : Global Navigation Satellite System

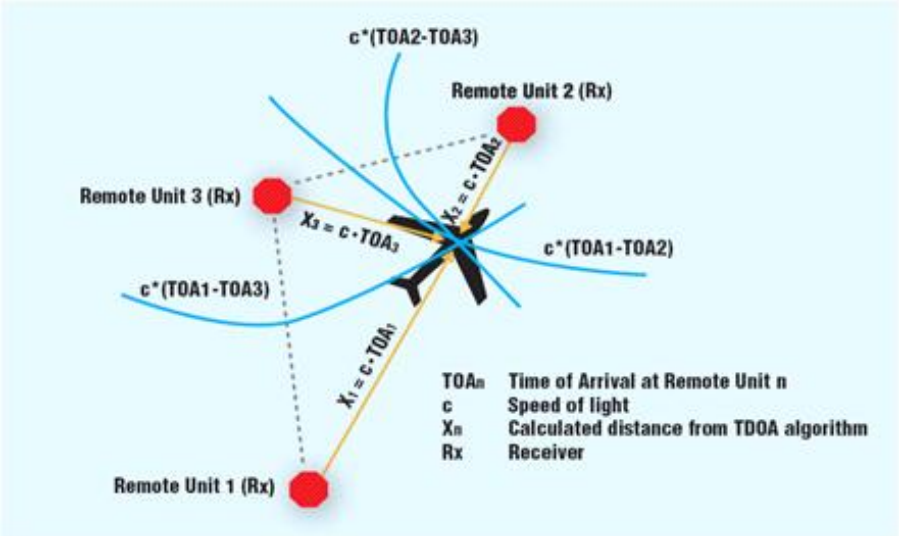
(hyperboloid) 위치 측정법을 이용하여 항공기로부터 네 개 이상의 수신기로 전송된 신호의 도달 시간 차이(TDOA, Time Difference Of Arrival)를 정확하게 계산하여 항공기의 위치를 측정함.

○ 하나의 수신기를 기준 수신기로 설정한다면 다른 수신기에 도착하는 신호의 시간차가 발생하게 되는데, 이를 통하여 항공기와 수신기들의 거리를 파악할 수 있으므로 3차원 공간에서 항공기의 위치를 파악

○ 항공기 트랜스폰더의 모드 A/C/S 및 1090ES(ADS-B) 신호를 다중으로 수신할 수 있다. 또한 ADS-B 통합형으로 구현될 수 있으며 ADS-B의 유효성 검증이 가능

○ ATC 중계기를 장착한 항공기의 위치를 확인하고 식별하기 위해 다변측정 시스템 또는 다른 감시 소스들이 발신한 질문들에 대한 응답뿐만 아니라 임의의 모드-S 스퀴터(squitter)를 사용

○ MLAT은 성능, 경제성 및 호환성이 우수하고 지형/기상조건에 따른 오차범위가 적어 현재 사용중인 레이더의 단점을 극복하고 있음. 현재 해외의 여러개의 공항에서 MLAT을 도입하여 사용하고 있으며 항공기의 안전성을 보장하고 사고율을 감소하는데 큰 역할을 하고 있음.



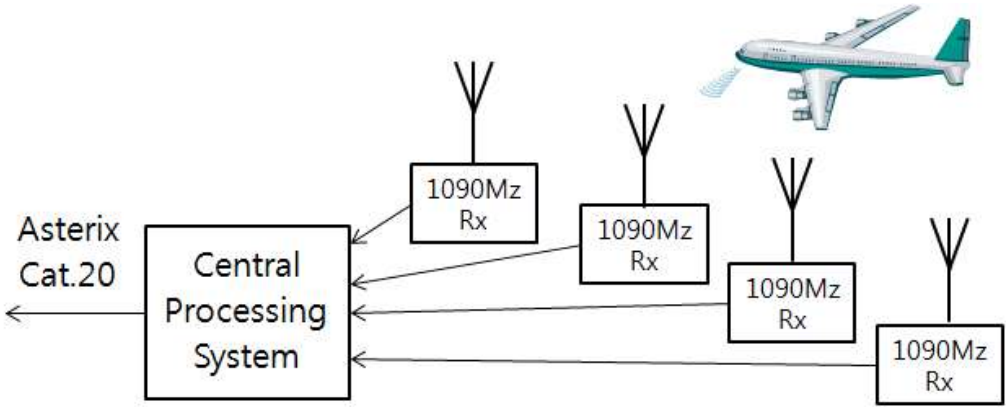


그림 1.4.7 TDOA 개념도

2. 다변측정 감시시스템의 원리

○ 다변측정 감시시스템은 항공기로부터 수신되는 여러개의 수신안테나와 항공기의 위치를 TDOA[28]로 계산하는 중앙처리 장치로 구성됨.

○ 최소 4개 이상의 수신안테나가 신호를 감지하게 되면 여러 개의 hyperbola가 발생되며 이러한 hyperbola의 교차된 지점을 계산하여 3차원 위치 파악이 가능함. 4개 이상의 안테나를 사용하면 높은 정확성을 가짐.

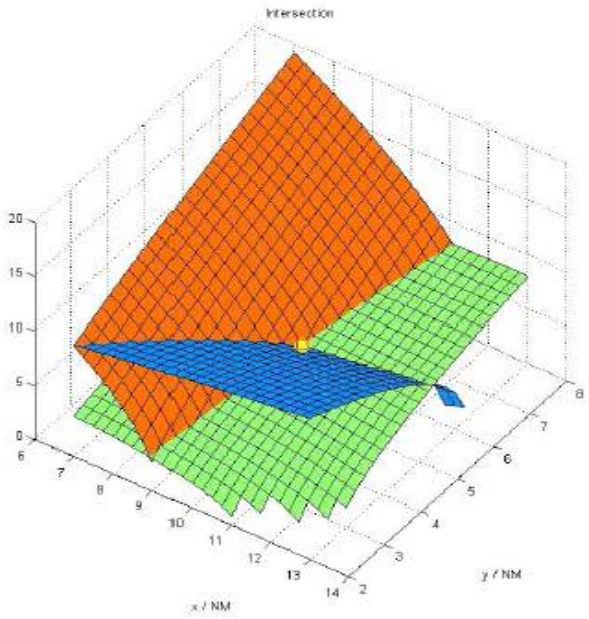


그림 1.4.8 교차된 hyperbola를 통한 위치계산

28) TDOA : Time Difference of Arrival

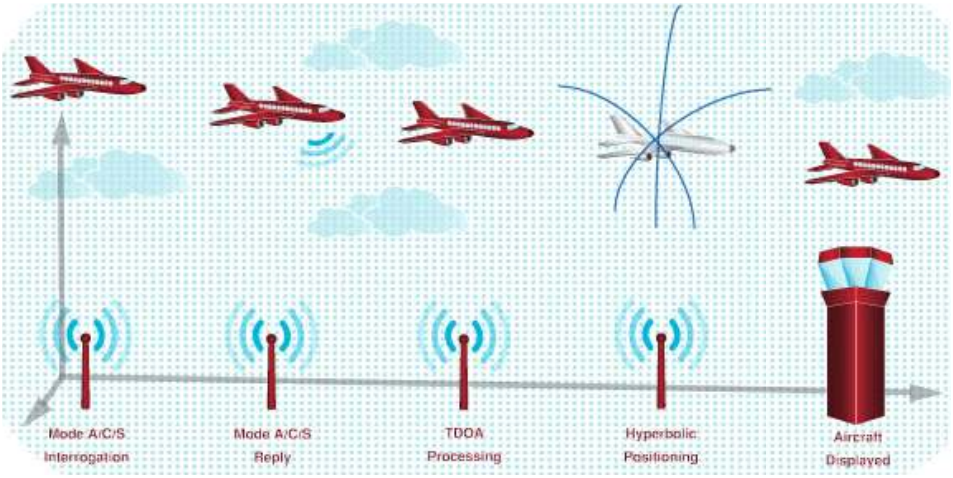


그림 1.4.9 MLAT운용 개념도

○ MLAT은 시각동기에 따라 시스템 구조차이를 보이는데 크게 공통시각(Common Clock)시스템과 분산시각(Distributed Clock)시스템으로 나눌수 있음.

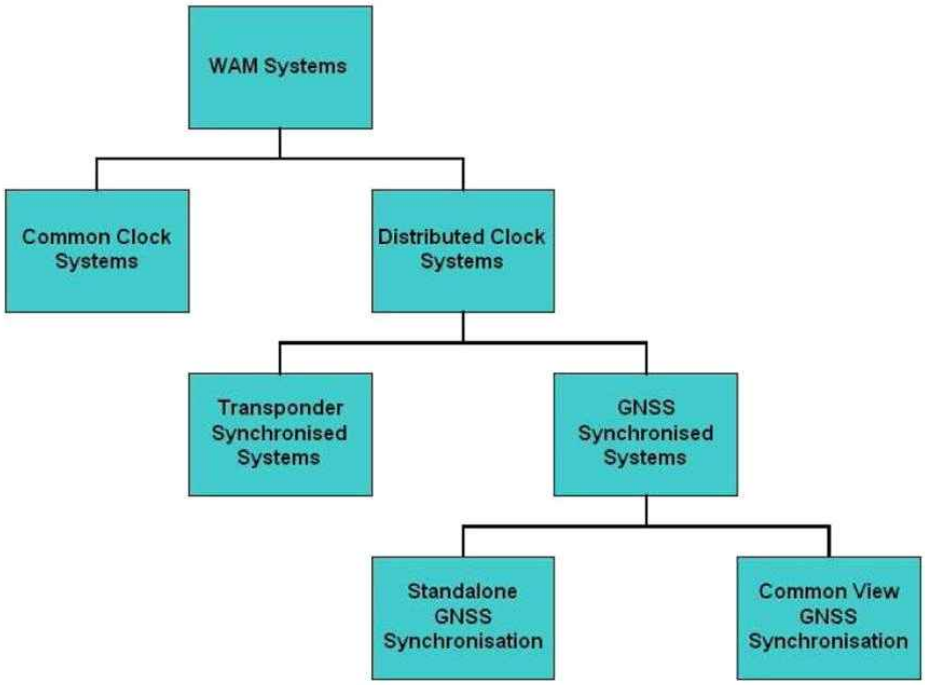


그림 1.4.10 시각동기에 따른 MLAT시스템의 분류

– 공동시각(Common Clock) 시스템

- 수신기(RU: Receiving Unit)에서는 간단하게 RF신호를 수신하나여 IF신호로 변환한 후 아날로그 링크를 통해 중앙처리장치(CPS)로 전달함.
- CPS[29]에서는 IF신호를 기저대역(Base-Band)신호 변환한 후 Cross-Correlation TDOA를 측정하여 표적의 위치를 계산함.

29) CPS : Central Processing System

- RU들 간 시각동기는 필요 없으나 RU와 CPS간의 아날로그링크의 Group Delay는 정밀하게 보정되어야 함.

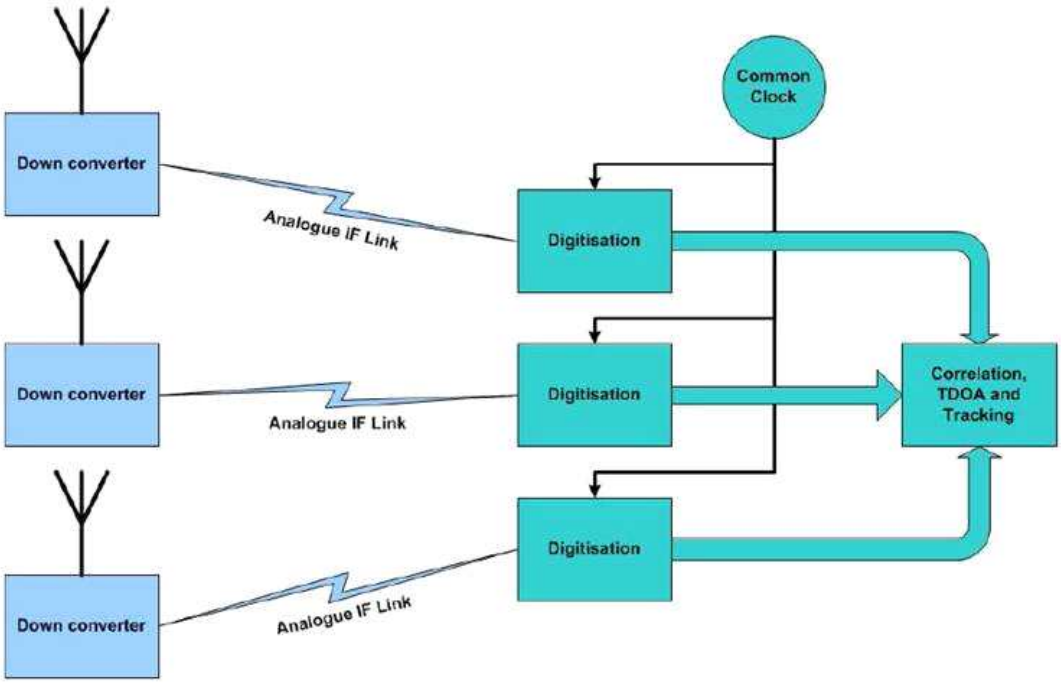


그림 1.4.11 공통시각 MLAT의 구성도

– 분산시각 시스템
  - RU가 신호를 수신 자료를 디코딩하고 도착시각(TOA[30])를 측정한 후 Digital Link를 통해 CPS로 전달함.
  - CPS에서는 각 수신기의 TOA로부터 두 쌍의 각 수신기간의 TDOA를 추정하여 표적의 위치를 계산함.
  - 따라서 분산기각 시스템은 수신기들의 정밀 시각동기가 요구되며, 시각 동기방식에 따라 기준트랜스폰더 시각동기, 독립(Stand-alone) GNSS시각동기, 공통시계(Common View) GNSS시각동기 방식으로 분류할 수 있음.

30) TOA : Time of Arrival

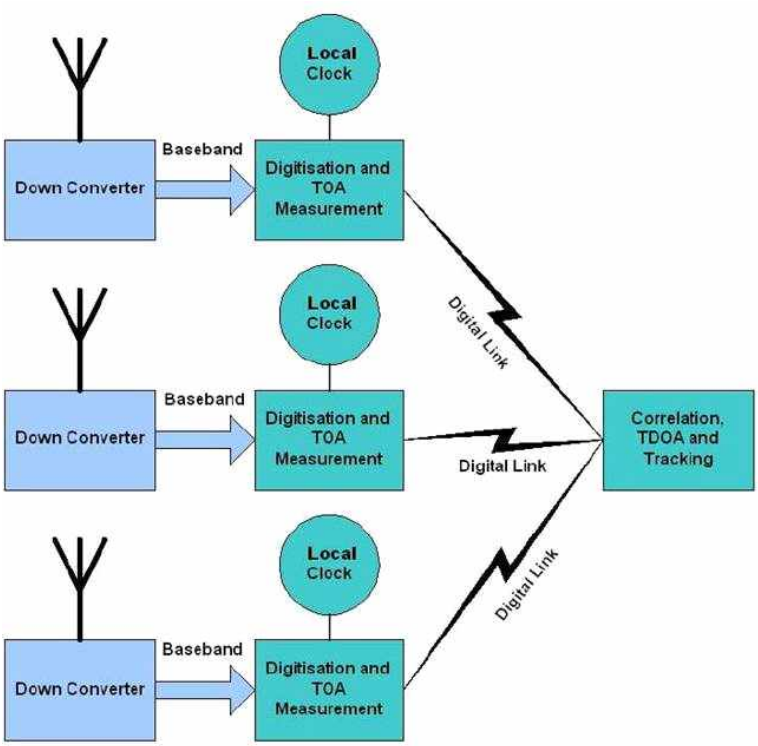


그림 1.4.12 분산시각 MLAT의 구성도

– 트랜스폰더 동기 시스템(Transponder Synchronized System)

• 기준 트랜스폰더와 RU간의 LOS를 확보

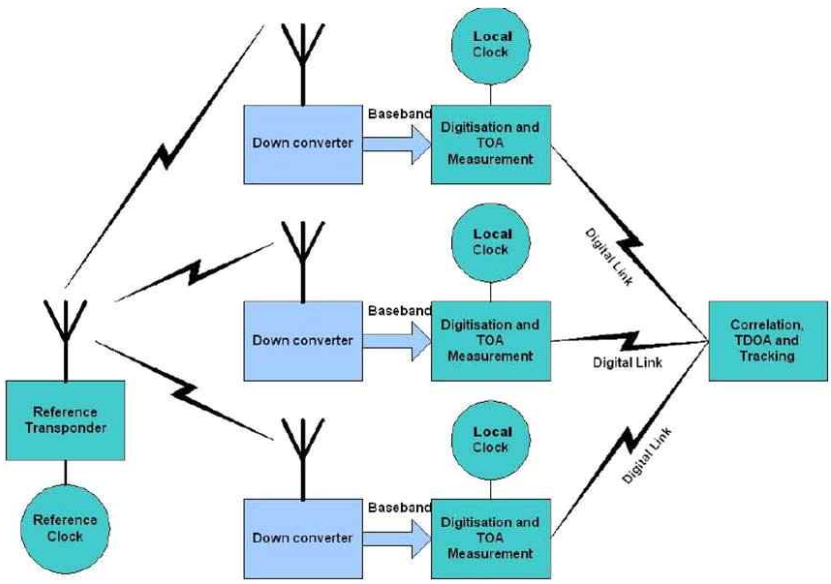


그림 1.4.13 Transponder Synchronized MLAT의 구성도

– 독립 GNSS 동기 시스템(Standalone GNSS Synchronized System)

• GPS는 100ns이내의 정밀시간을 제공하며 시스템 Integrity는 GNSS 수신기 Integrity에 의존하며 간단하고 쉬운 방법의 시스템 임.

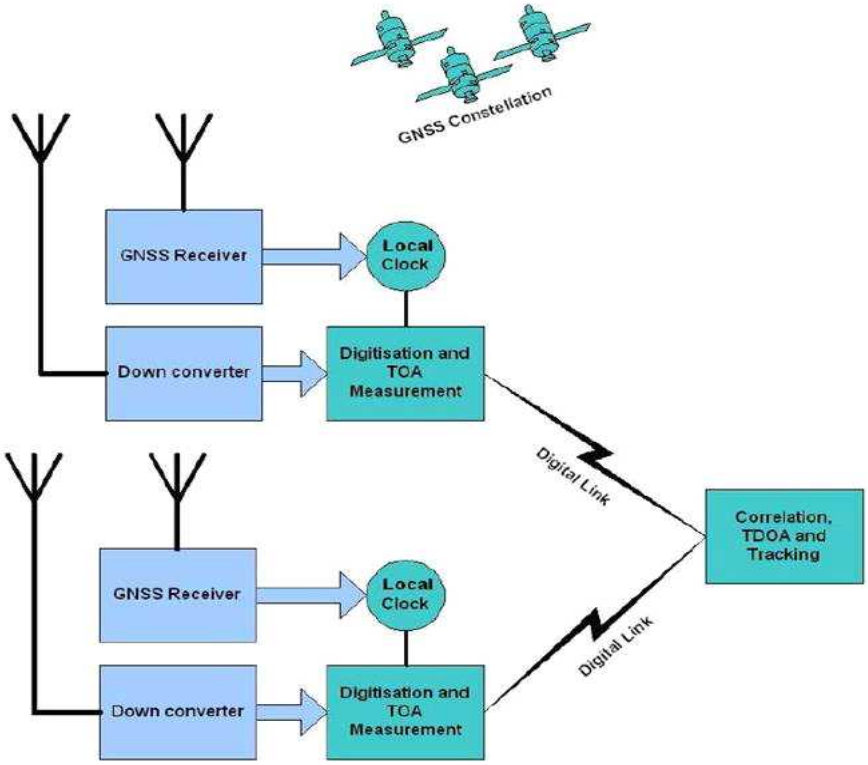


그림 1.4.14 Standalone GNSS Synchronized MLAT의 구성도

– 공통시계 GNSS 동기 시스템(Common View GNSS Synchronized System)

- 모든 RU의 GNSS수신기의 GPS위성정보 Differential Data를 보정하여 Error Source를 제거하며 동기화 품질에 대한 Integrity 확인을 함.

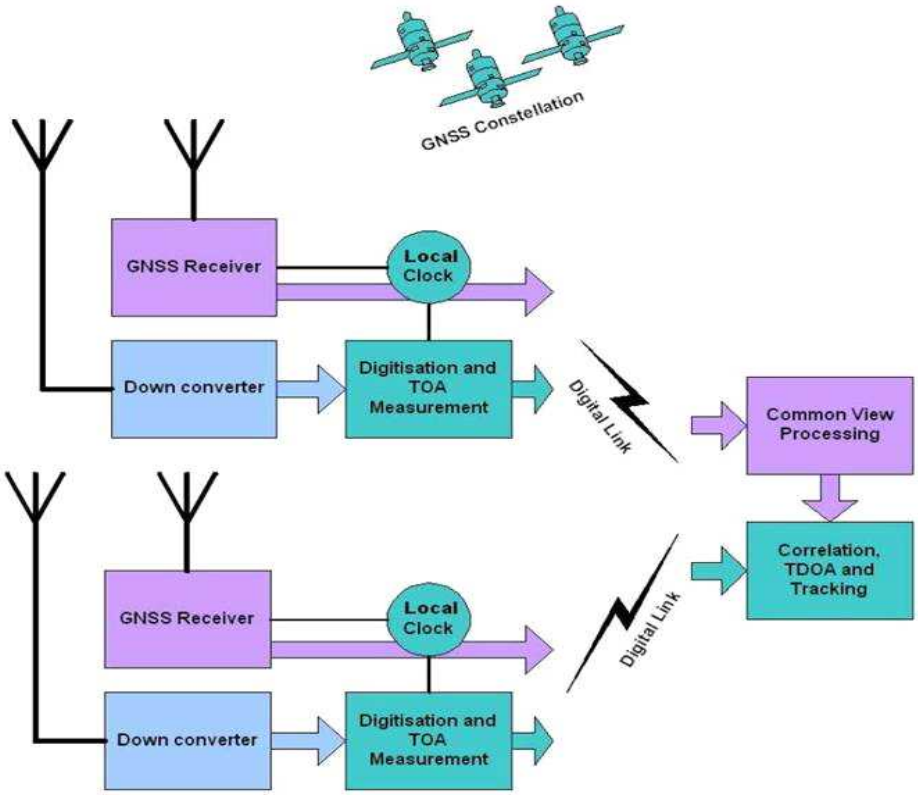


그림 1.4.15 Common View GNSS Synchronized MLAT의 구성도

표 1.4.1 동기화에 따른 성능 요약

시각동기화 방식	정밀도	Baseline	RU/CPS Link	Mast	LOS	비고
Common Clock	중 (2~20ns)	중	Microwave Optic	High Low	Yes No	ERA사 장비 가능 (공항감시 적용)
Ref. Transponder	중 (2~20ns)	중	Any	High	Yes	대부분 제작사 적용 (공항/TMA적용)
Standalone GNSS	하 (10ns이상)	Any	Any	Low	No	대부분 제작사 적용 (TMS/Enroute적용)
Common View GNSS	상 (5ns이하)	대	Any	Low	No	Roke사 특허

○ MLAT시스템은 질문기(Interrogator) 유무에 따라 능동형 MLAT과 수동형 MLAT으로 나뉘는데 수동형 MLAT은 SSR의 질문기에 반응하는 트랜스폰더 응답신호나 자동방송 신호인 1090ES 신호를 이용하여 표적위치를 계산하며, 능동형은 독자적으로 구비된 질문기를 이용하여 트랜폰더의 응답을 유도하여 표적의 위치를 계산함.

○ MLAT시스템이 출현한 초기에는 SMR을 대체해 공항지면을 감시할 목적으로 사용되었으나 차츰 TMA 및 항로 범위까지 활용성이 확대됨.

- 출현 초기에는 MLAT이라는 용어가 공항지면감시용을 의미하였으나 차츰 활용성이 증대됨에 따라 TMA 및 항로감시용을 WAM(Wide Area Multilateration)이라고 명명하고 있음.
- 현재에는 MLAT과 WAM이 혼동되어 공항지면 감시용을 LAM(Local Area Multilateration)이라고 일컫기도 함.
- 따라서, 본 보고서에서는 특별히 언급하지 않는 한 LAM과 WAM을 포함하는 다변측정 감시시스템을 MLAT이라고 일컫고, **공항감시용 MLAT을 LAM, TMA/항로 감시용 MLAT을 WAM** 이라고 함.

3. 다변측정 감시시스템의 성능

○ 레이더는 각도 오차를 갖기 때문에 추적거리가 늘어남에 따라 오차의 폭이 선형적으로 증가함.

○ ADS-B는 위성항법오차를 갖기 때문에 거리에 관계없이 항상 일정하여 정확성이 높긴 하지만 GNSS 안전성문제(spoofing, jamming 등)에 취약함.

○ MLAT은 수신기의 배치와 개수에 따라서 정확성의 차이가 있지만 보통의 경우 ADS-B 정도의 정확성을 갖으며, GNSS 안전성문제를 해결해 안정된 정확성을 갖음.

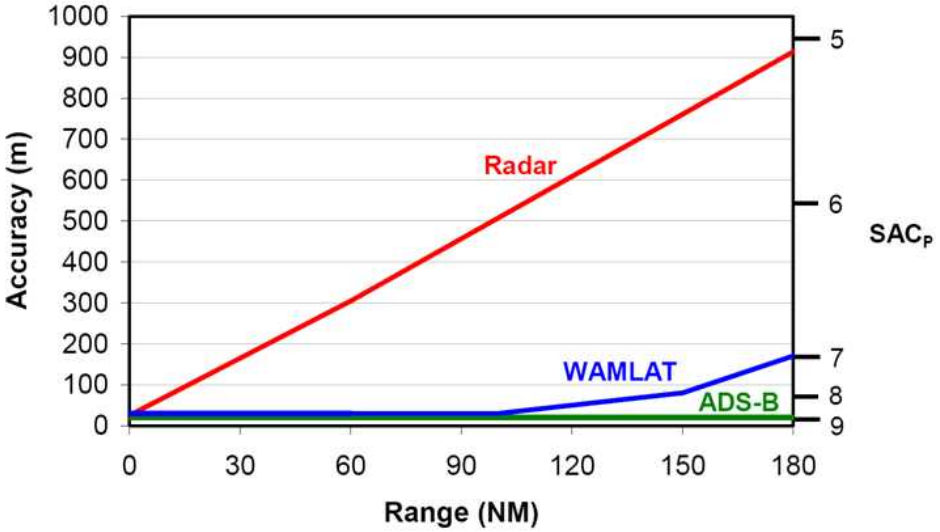


그림 1.4.16 감시시스템의 거리에 따른 정확도

○ 다변측정 감시시스템의 데이터 갱신 주기는 1초 이하로 갱신주기가 4초인 SSR에 비해 큰 장점을 갖음. 이에 따라 레이더를 사용할 때 존재하는 목표물 추적 오파를 상당히 감소시킬 수 있어 다변측정 감시시스템이 항로 및 터미널에서 운용되는 전자주사식의 PRM이나 SSR을 대체할 수 있음.

○ 일반 공항에서 위치 정확도는 10~23피트 정도이고, 공항으로부터 10마일 내에 있는 항공기의 정확도는 30~40피트 정도로 다변측정 감시시스템을 ADS-B 이외의 감시시스템과 비교할 때 다각적으로 이용 가능한 장점을 가지고 있어 상대적으로 효용도가 높을 것으로 예상 됨.

4. 다변측정 감시시스템 적용분야

○ 현재 우리나라의 공항에서 사용 중인 감시시스템으로는 PSR/SSR, SMR가 주로 사용되어 왔으나, 위치오차 및 악기상에 의한 이동물체 탐지의 어려움, 설치/운용 유지비가 많이 소요되고 산악/장애물에 의한 전파차폐로 레이더 감시 사각지대가 발생하며 고고도 공역 수용능력 향상을 위해 추진 중인 수직분리기준축소 운영에 요구되는 정밀고도측정에 어려움 발생

○ MLAT시스템은 레이더와 달리 산악/장애물과 폭우와 폭설에 의한 영향이 적으며 정확성이 높은 항공기의 정보를 제공함. 또한 모든 항공기 각각의 정보를 제공하며 항공기와 항공기 간의 정보를 공유 할 수 있음. 또한 항공기 탑재 장비의 개조가 요구되지 않아 경제적으로 효율적이며 수신기의 경우에도 레이더에 비하여 도입/유지비용이 저렴함.

○ 따라서 현재 사용 중인 레이더 감시시스템에서 더 정확하고 효율적인 MLAT 시스템의 적용이 가능함.

– 공항관제(ASDE)용 감시장비로 활용
  • MLAT은 여러 가지 장애물과 우천에 의해 영향을 받지 않으며 정확성이 높은 항공기의 정보를 제공함. SMR과 달리 모든 항공기 각각의 정보를 제공하며 항공기와 항공기 간의 정보를 공유 할 수 있음.
  • MLAT을 이용한 ASDE는 세계 주요한 공항에서 많이 이용하고 있으며, 활주로 사고의 감소에 큰 역할을 하고 있음.
– 접근/항로관제(ATC)용 감시장비로 활용(WAM)
  • 산악/장애물로 인하여 레이더의 경우 전파 음영지역이 발생하게 되는데, 이러한 문제점은 MLAT 또는 WAM을 설치하면서 문제점을 해결할 수 있음. 보통 WAM은 좀 더 넓은 범위를 감시할 수 있으며, 보통은 100Km정도의 거리로 수신기를 배치함.
– 수평활주로 동시이착륙을 위한 정밀활주로 상태감시(PRM)
  • 현재 증가하는 항공교통량을 원활하게 수용하기 위한 방법으로 MLAT의 높은 정확성을 이용하여 수평활주로 동시이착륙에 적용할 수 있음. 이러한 수평활주도 동시 이착륙을 적용하여 항공기 수용량이 현재의 약 30%가 증가하여 항공교통량을 원활하게 수용 가능함.
– 수직분리축소를 위한 정밀 고도감시장치(HMU)
  • 항공교통량의 증가하면서 항공기의 운항이 비교적 경제적인 29,000~41,000ft 높이에서 운항되는 항공기가 특히 많아짐. 그러나 기압고도계는 29,000ft 위에서 공기밀도가 낮아지기 때문에 29,000ft 밑에서는 1,000ft의 수직분리가 가능하지만 고도가 29,000ft보다 높아지면 2,000ft의 수직분리로 인해 항공교통량을 수용하기 어려움.
  • MLAT시스템을 이용하여 수직분리축소를 통해 항공기의 연료효율이 좋은 29,000ft~41,000ft에서의 항공기 운항을 통해 연료절약의 효과를 얻을 수 있음.

2장. 국내외 동향 및 환경분석

1절. 국내외 기술개발 동향 및 분석

1. 국내 기술개발 동향 및 분석

가. 국내 기술동향 분석

○ 그동안 항공감시와 관련한 국내 연구개발은 학계와 연구기관을 중심으로 기초, 개념연구 수준이었으며, 2010년부터 국토해양부의 지원 하에 “ADS-B 핵심기술 개발” 연구과제의 착수로 체계적인 개발 진행

- 1990년말 ADS기술 개발 용역 연구 수행(연구기관: 인하대학교)
- 2004년 ADS-B 기초 핵심기술 연구 수행(연구기관: 한국항공우주연구원)
- 2010년 “ADS-B핵심기술 개발” 연구개발과제가 착수
- 현재까지 다변측정 감시시스템 관련 연구개발/기술보유는 전무한 상태

○ IT분야서 무선이동통신 단말기 위치를 측정하는 기술과 GPS타이밍 기술은 보유하였으나 항공감시용 일차감시레이더 및 이차감시레이더 개발 실적이 전혀 없어 관련 기술이 전무한 것으로 판단됨.

○ 국내 기술역량

- 연구기관: IT핵심기술 및 레이더 추적기술, CNS/ATM 기반기술 및 연구 인력 보유
- 공항공사: 레이더 및 관제장비 유지관리기술 보유
- 학계: 레이더 신호처리 및 IT핵심기술 보유
- 산업계: 무기통제 추적레이더 개발 및 IT산업 인프라 보유

나. 국내 항행안전시설 구축현황

○ 2005년 이후 우리나라는 전방향표지시설(VOR) 및 거리측정시설(DME) 등 일부 항행안전시설에 대한 국산화 성공으로 국내 항행시설 관련 산업 발전과 기술 선진화에 많은 기여를 함.

○ 국내 항행안전시설의 경우 1960~1976년까지는 국제민간항공기구와 미국의 원조 등으로 김포공항 등 국내 5개소에 5식의 항행안전시설을 설치하여 기초적인 항행정보를 제공하기 시작하여 현재는 레이더 등 총 27개 종류 2,379대의 각종 항행안전시설을 16개의 국내공항과 주요 항공로 상에 설치하여 운용 중에 있음. 그러나 2005년까지는 현재 운용 중인 항행안전시설의 전량을 외국의 제품에 의존하여 왔으나 국내 일부 중소기업과 한국공항공사에서 전방향표지시설(VOR) 과 계기착륙시설(ILS[31]) 등의 항행안전시설에 대한 국산화 성공으로 국내에 설치 운용은 물

론 해외에도 수출하고 있음.

표 2.1.1 국내 항행안전시설 개발 현황

구분	개발업체	개발연도	비고
전방향표지시설 (VOR)	모피언스	2004.4	
거리측정시설 (DME)	〃	2007.5	
계기착륙시설 (ILS)	한국공항공사	2009.03	
관제통신시설 (A/G)	〃	2010.03	

표 2.1.2 국산 항행안전시설 국내 및 해외 판매 현황

구 분		'05년	'06년	'07년	'08년	'09년	'10년
VOR	국내 (15)	김해(1), 울진(1)	서울(1), 제주(1)	항기원(2), 안양(1), 포항(1), 강원(1)	김포(1), 사천(1)	청주(1)	원주(1), 제주(1), 울산(1)
	해외 (20)				이란(1), 터키(2)	말라위(2), 모리셔스(2), 태국(2), 사우디(1)	이란(2), 태국(1), 방글라데시(3), 터키(3), 수단(1)
DME	국내 (15)				김포(1), 사천(1)	서산(1), 항기원(2), 청주(2), 제주(2)	원주(1), 제주(1), 울산(1), 청주(1), 김포(1), 대구(1)
	해외 (26)				부탄(1), 이란(1)	인도네시아(2), 터키(7), 말라위(2), 모리셔스(2), 태국(2), 사우디(1)	이란(2), 태국(1), 방글라데시(3), 수단(2)

31) ILS : Instrument Landing System

ILS	국내 (7)					서산(1), 항기원(2), 청주(1), 제주(1)	청주(1), 김포(1)
	해외 (3)						수단(1), 터키(2)
A/G	국내 (36)						광주(10), 울산(20), 대구(2), 청주(4)

○ 국내에 구축하여 운용중인 항공감시 시스템은 국제적인 수준이상의 첨단장비이지만 전량 해외에서 완제품(Turnkey) 형태로 도입 운용 중임.

- 이로 인해 시설 구축 및 관리운용에 따른 예비품 확보 등의 유지비용으로 막대한 외화를 국외로 지출하고 있음.
- 운용 유지 기술은 확보하고 있으나 시스템 구축 및 개발 기술은 전무한 상태임.
- 전량해외 도입에 따른 자체 개발기술 및 산업기반이 매우 낙후되어 있는 실정이지만 국내 IT기술이 세계적인 수준이고 IT산업 기반 잘 갖추어져 있어 단기에 선진국 수준에 접근할 수 있음.

○ 우리나라는 인천 비행정보구역(FIR)내의 입·출항 항공기에 대한 항공교통관제 업무를 수행하기 위하여 인천 ACC를 운영 중이며, 또한 국내 운항 항공기의 원활한 흐름처리와 충돌 방지 등을 위해 국내 14개 접근관제소에 15식의 레이더를 설치하여 운용

- 일차감시레이더(PSR)과 이차감시레이더(SSR) 기반의 감시 체제로 이루어져 있음.
- 이로 인해 레이더 시설 운용유지에 막대한 예산과 인력이 소요되고 있을 뿐만 아니라 수명주기가 끝난 레이더 교체에 비용도 만만치 않게 소요되고 있음.

○ 중소기업 위주의 주변장비 개발을 통한 업무지원 수준

- 항공기 비행궤적 평가 및 사고조사 분석 등을 위해 레이더 추적 장비에 저장된 자료를 가시화시키는 분석 프로그램 등 주변 프로그램 개발
- 군용 레이더 인터페이스에 필요한 일부 부품 국산화 및 소형 부분품 성격의 용역작업 수행

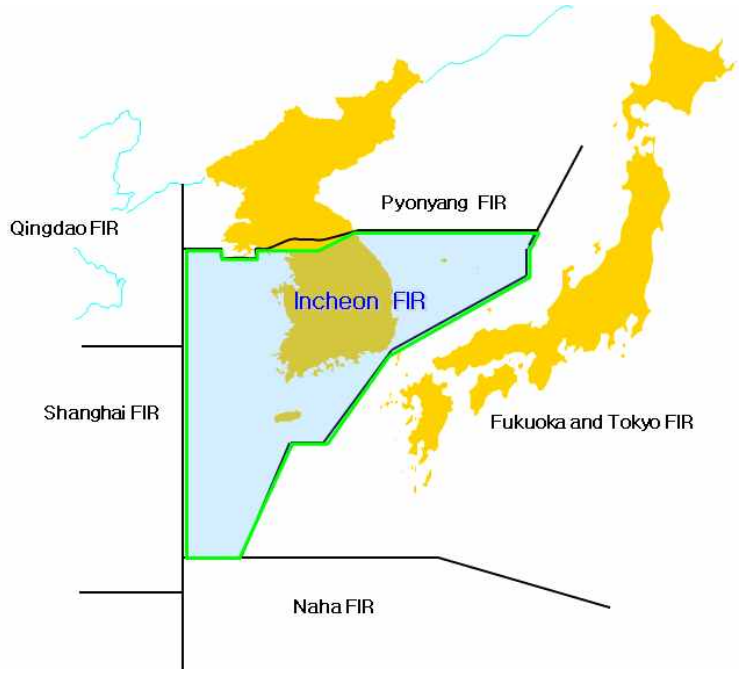


그림 2.1.1. 우리나라 비행정보구역(FIR)

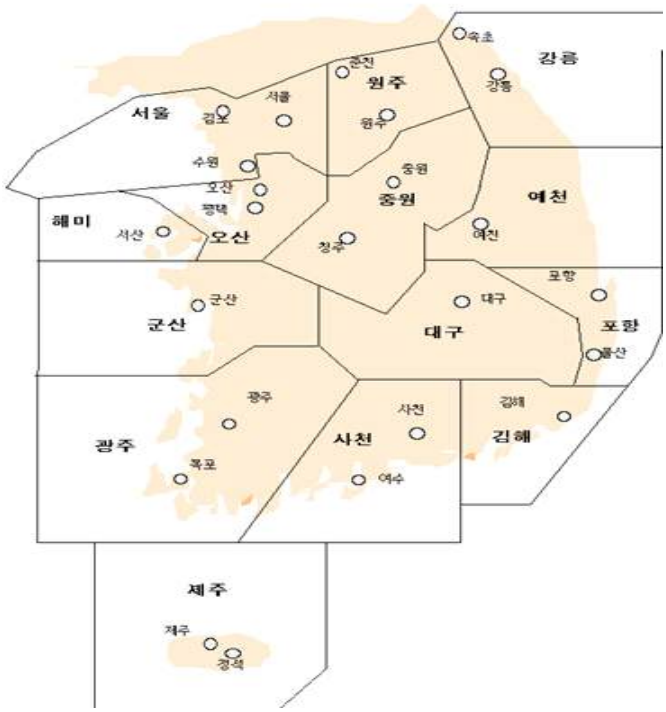


그림 2.1.2. 14개 접근관제구역의 구성

○ 다변측정감시시스템(MLAT)관련 국내 동향

– 제2롯데월드 신축에 따른 성남공항 주변 지역에서의 비행안전 확보를 위해 MLAT을 해외(Sensis사)로부터 도입하여 2012년 3월 현재 구축 중에 있음.

– 제주공항 접근관제 감시장비로 활용을 위한 광역감시 MLAT을 해외로부터 도입을 검토 중에 있음.
– 인천공항과 김포공항은 항공지면 정밀 이동체 감시을 위해 공항지면 감시 MLAT을 구축할 계획임.

다. 기술 경쟁력 분석 (SWOT 분석)

(1) 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.

(2) 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.

○ MLAT 시스템 개발을 위한 선행연구개발과 제품화 및 사업화는 거의 없는 상태임.

(3) 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.

(4) 위협 요인

○ 기술 선진국의 항공분야의 첨단기술 보호정책으로 인하여 기술 추월에 한계가 있음.

○ MLAT과 관련된 표준을 기술 선진국이 선점함에 따라 기술적으로 종속될 가능성이 있음.

○ MLAT 시장은 수요가 제한적이고 이미 해외 대기업이 선점하고 있음. 따라서 국내 대기업 또는 중소기업이 시장에 진출하기에는 해외 대기업과 경쟁해야 하는 어려움이 있고 경제성도 낮음.

(5) 대응전략

○ 앞서 언급한 요인들을 기반으로 다음 표와 같은 MLAT 시스템에 대한 미래시장 대응전략을 수립할 수 있음.

표 2.1.3 MLAT 시스템에 대한 미래시장 대응전략

내부역량 / 외부환경	강점 (S)	약점 (W)
	• 세계 최고 수준의 항행안전시설과 시스템 운영 경험 • 정보통신과 IT 기반 기술의 경쟁력 우위 • 정부 차원의 항공+IT 융합 기술 지원	• 시설 구축 및 연구개발의 높은 해외 기술 의존도 • 산학연관 연구기반의 연계 부족 • 산발적인 지원 체계와 중장기적인 기술 로드맵의 부재 • 기초연구 및 원천기술의 열세 • 선행연구개발, 사업화 및 제품화의 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 MLAT 시스템 핵심기술개발 • 역량 집중 및 강화를 위한 산학연관 연계 협력 및 교류 체계 구축	**WO전략 (우선보완 과제)** • 해외기술 컨설팅 또는 교육을 통한 MLAT 시스템의 최신 기술동향 파악 및 습득
위협 (T) • 기술 선진국의 첨단기술 보호정책 • 기술 선진국의 표준 선점에 따른 기술 종속 가능성 • 제한된 수요에 따른 낮은 경제성	**ST전략 (위협포함 과제)** • MLAT 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

2. 국외 기술개발 동향 및 분석

가. 국외 기술동향 분석

○ 유럽 및 미국의 경우 1980년대 말부터 차세대 항공감시 시스템으로 다변측정(MLAT)감시시스템을 연구를 시작하여 2000년대 초부터 시범운용을 실시하였으며 2010년 전후로 공항감시 및 SSR음영지역 보완용으로 본격적인 구축

○ 체코의 ANS(Air Navigation Services)가 1999년에 세계최초로 공항감시용 MLAT, 2002년에는 광역 MLAT를 구축하여 운용승인을 획득하고, 2006년에 통합장비를 구축함.

○ 최근에 GPS위성항법시스템의 위치정보를 사용하는 ADS-B 종속감시시스템의 안전성 및 신뢰성에 대한 문제점이 대두되면서 MLAT의 구축이 폭발적으로 증가하는 추세

○ 다변측정 감시시스템은 경제성, 효율성, 안전성, 호환성 및 성능이 우수하고, 항공기 탑재장비의 개조가 요구되지 않으면서 적용분야가 다양하여 유럽/미국뿐만 아니라 호주, 아시아 국가에서도 공항감시, 비레이더 감시지역 등에 매우 급속히 도입하고 있는 실정으로 향후에는 이차감시레이더를 대체할 것이 확실시 됨.

○ 전 세계적인 감시시스템은 국가 안보, 보안상의 이유로 독립감시시스템인 일차감시레이더(PSR) 및 공항이동레이더(SMR)는 계속 운용할 것이며 정 수직/수평 분리강화를 위한 감시수단으로 ADS-B수신 기능을 보유한 다변측정감시시스템(MLAT)을 사용하는 것으로 변화될 것임.

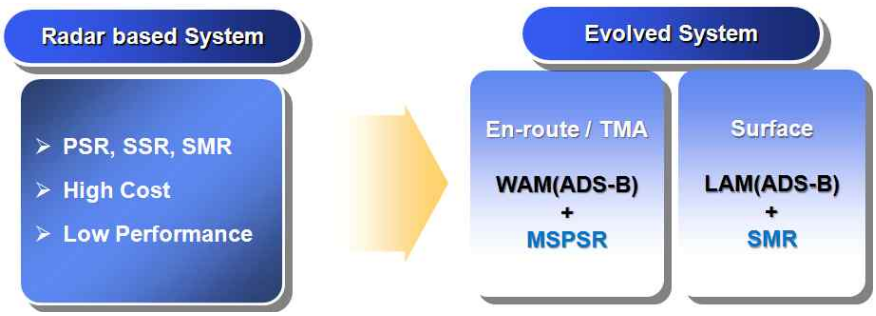


그림 2.1.3 감시시스템의 발전 전망

표 2.1.4 미래의 비행 단계별 감시시스템 발전 전망

	대양/원격지	항로/내륙	터미날	공항지면
주 감시시스템	ADS-C	WAM(ADS-B)	WAM(ADS-B)	LAM(ADS-B)
보조 감시시스템	절차관제	MSPSR (or PSR)	MSPSR (or PSR)	SMR

○ 이러한 전 세계적인 현황 및 전망에 따라 미국, 유럽의 다수의 기업체에서 MLAT 시스템을 개발 제품화하여 시장개척 진행 중임.

○ 유럽의 기술 현황

- 체코의 ANS(Air Navigation Services)가 1999년에 세계최초로 공항감시용 MLAT, 2002년에는 광역 MLAT, 2006년에 통합장비를 구축
- 오스트리아는 산으로 둘러싸인 Innsbruck 공항에 터미널 감시용 WAM을 설치하여 운용
- 그 외의 독일, 노르웨이, 영국 등에서 MLAT을 시범 설치하여 운용 중임.
- 상업화 관련해서는 체코의 ERA, 영국의 Selex사, 프랑스의 Thales사 등이 MLAT을 상품화하여 판매하고 있음.
- 비영리 기관인 EUROCAE(Europen Organization for Civil Aviation Equipment)에서 다변측정감시시스템에 대한 규격화/표준화를 수행
  - EUROCAE WG 41에서는 공항이동지역관제(A-SMGCS)용 다변측정감시시스템에 규격서(MOPS: Minimum Operational Performance Specification)인 ED-117, "Minimum Operational Performance Specification for Mode S Multilateration Systems for Use in Advanced Surface Movement Guidance and Control Systems(A-SMGCS)"를 2004년도에 발간하였음.
  - 또한, EUROCAE WG70에서는 항로, 터미널지지역에서의 광역다변측정감시시스템(WAM: Wide Area Multilateration)에 대한 기술 사양서 ED-142, "Technical Specification for Wide Area Multilateration(WAM) Systems"를 2011년도에 발간하였음.

○ 미국의 기술 현황

- FAA가 2000년도 ASDE-X 프로그램을 착수하였을 때 다변측정감시 시스템을 도입
- 현재까지 공항감시용 MLAT은 35개의 미국의 주요 공항에 설치되어 있으며 계속 확대 해나갈 방침임.
- 광역 MLAT(WAM)은 알라스카 Juneau와 콜로라도 산악지형에 설치하여 시범

운용 중임.

나. 국외 시설인프라 구축현황

○ 유럽의 현황

– 첫 번째로 Eurocontrol에 의해 운용이 승인된 다변측정감시시스템이 오스트리아의 Innsbruck Valley에 설치되었음.

- 오스트리아는 산으로 둘러싸인 Innsbruck 공항에 터미널 감시용 WAM을 설치하여 운용
- 이 지역에서는 험한 지형 및 막대한 비용 때문에 전통적인 감시시스템을 운용 할 수가 없어서 아홉 개의 원격 수신기 및 안테나를 사용함으로써 넓은 지역에 걸쳐서 10에서 50 미터의 정확성을 얻고 있음.
- Innsbruck의 각 Remote Unit은 자체적으로 정밀한 시계를 갖고 있어서 기준 트랜스폰더에 시각 동기화됨.
- Austro Control은 전통적인 SSR시스템을 사용할 경우 1300만유로가 들 것으로 추산하였지만 다변측정감시시스템은 연간 15만 유로의 운용비를 사용한다고 보고하고 있음.
- 8000피트 이상의 산들로 둘러싸인, Austria의 Innsbruck Airport 공항은 좁은 계곡 지형 공항의 도착 및 출발을 감시하는 관제사를 위한 엄격한 항공교통감시를 제공 하고 있음.
- 산 중턱이나 산 위에 기존의 레이더 설치는 비실용적이고, 필수적 공역을 표시하는 데는 몇 가지 요소가 요구됨.
- 이에 대하여 오스트리아 관제기관의 해결책은 다변측정감시시스템이었고, 작은 수신기들은 설치하기가 용이해 불필요한 신호 범위를 제공하는 큰 레이더가 접근하기 어려운 지역에서 위치를 쉽게 나타냄.
- Eurocontrol은 항공감시시스템 구축 전략에 다변측정을 포함시켰고 체코와 독일은 그 기술이 터미널 및 항로 감시에 사용될 수 있음을 보여주었음.
- 또한 스위스의 Skyguide, 독일의 DFS, 오스트리아의 Austro Control은 WAM의 운용을 시도하였음.
- 유럽은 또한 RVSM 네트워크 내에 5기의 다변측정 수신시스템을 설치하여 25피트의 정확도로 비행고도를 확인하고 있음.



그림 2.1.4 산으로 둘러싸인 Innsbruck 공항

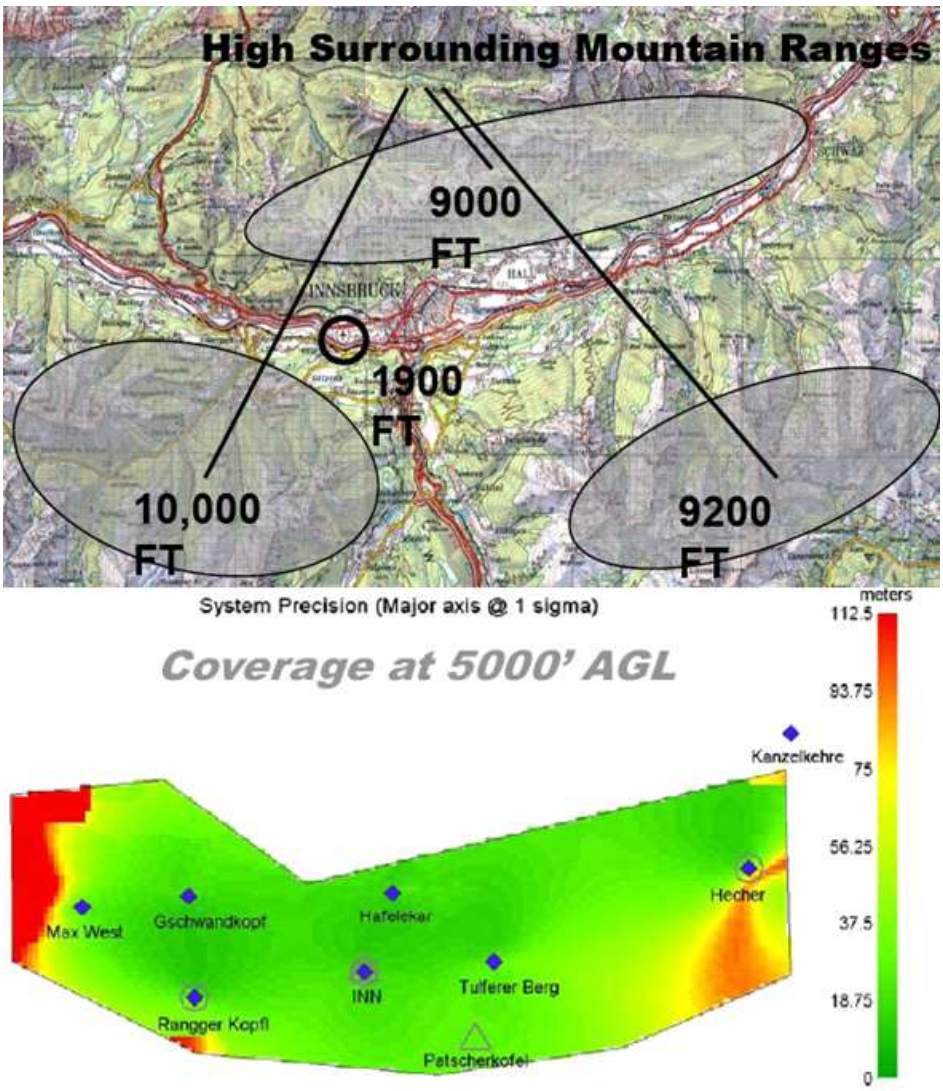


그림 2.1.5 오스트리아 Innsbruck 공항의 WAM 설치 및 정밀도

– 노르웨이

- ERA기업은 Oslo공항에 다변측정감시시스템과 ADS-B를 설치.
- 이 시스템은 현재 완전한 작동과 HITT[32] 기관에 의해 발전된 A-SMGCS에 반영되었음.
- ERA의 MSS는 기존의 레이더와 비교했을 때 보다 높은 정확도를 제공하고, 보다 나은 업데이트 속도, 보다 넓은 범위, 개선된 신뢰성을 제공하고, 그리고 적은 초기비용과 낮은 연간 유지비를 제공함.
- 향후 설치기업 자체 분석에 따르면 ADS-B와 다변측정감시 시스템의 작동상의 향상, 보다 광범위하게 선택되고, 그리는 특별한 경험과 시간적으로 효율적인 전달 시스템을 갖게 될 것으로 예상하고 있음.

– 체코

32) HITT : Holland Institute of Traffic Technology

- 체코의 Brno공항은 WAM을 채택하였음.
- WAM 장비의 ADS-B 신호 해독 능력은 Brno 공항에서부터 80 nautical mile 보다 먼 지역까지 감시 범위를 확대, 운영하고 있고, Brno 공항은 오스트라바와 프라하에 이어 세 번째로 WAM이 설치된 도시가 되었으며, 향후 전국적인 범위에 제공하기 위해 시스템을 구축될 전망임.
- 다변측정감시 시스템의 기존의 트랜드폰더 신호와 같은 ADS-B 전파의 해독할 수 있는 특별함, conventional secondary radar와 비교하였을 때 높은 위치 정확도와 빠른 업데이트 속도와 넓은 범위와 개선된 신뢰성을 제공함.

– 독일

- Frankfurt 지역의 WAM은 전 세계의 가장 큰 WAM 중 하나임.
- 이 시스템은 3개의 공항을 포함하는 128 x 80 Nm의 혼잡하고 복잡하고 공역을 관장할 수 있으며, 공역 내 3개의 공항의 모든 항로의 100ft 이상의 지역과, Frankfurt 국제공항의 경우 광역 다변측정감시정보를 모든 활주로에 제공해야 함.
- Frankfurt 공항의 타워 관제 지역 안에 WAM은 지상 500ft 이상의 고도에서 대한 비행정보를 제공함으로써 Frankfurt 지역에 가시적인 효과를 가져다 줄 것으로 예상되고 있음.

– 상업화 관련해서는 체코의 ERA(미국의 SRA사의 자회사로 MLAT관련 연구는 ERA의 체고 사무소에서 수행), 영국의 Roke사(스웨덴의 Indra사와 기술협력), 이탈리아의 Selex사, 독일의 Thales사와 Comsoft사 등이 MLAT을 상품화하여 세계시장 개척을 추진하고 있음.

○ 미국의 현황

– FAA가 2000년도 ASDE-X[33] 프로그램을 착수하였을 때 다변측정감시 시스템을 도입.

– 현재까지 공항감시용 MLAT은 35개의 미국의 주요 공항에 설치되어 있으며 계속 확대 해나갈 방침임.

– 광역MLAT(WAM)은 알라스카 Juneau와 콜로라도 산악지형에 설치하여 시범 운용 중임.

– Sensis사가 “MDS”라는 브랜드로 상품화를 완료하여 북아메리카는 물론 유럽, 호주, 아시아 등에서 상당한 시장을 점유하고 있음.

33) ASDE-X : Airport Surface Detection Equipment, Model X

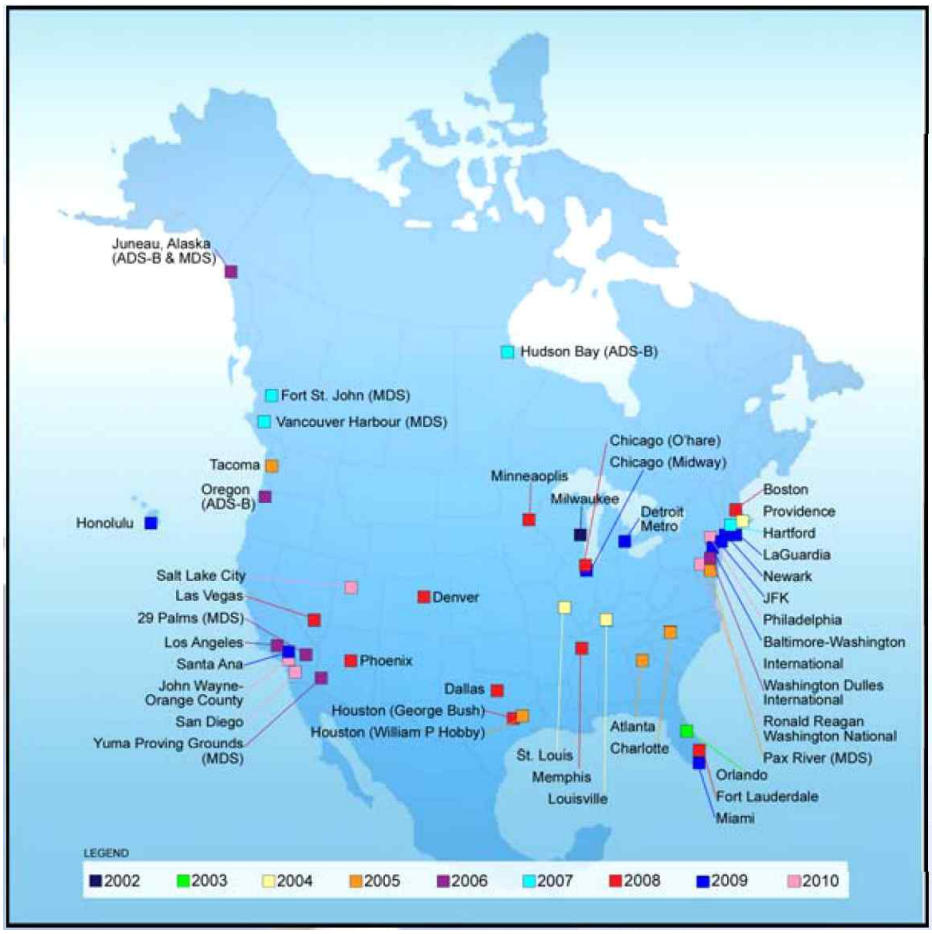


그림 2.1.6 미국의 MLAT구축 현황(Sensis자료)

- Sensis사가 "MDS"라는 브랜드로 상품화를 완료하여 북아메리카는 물론 유럽, 호주, 아시아 등에서 상당한 시장을 점유하고 있음.
- 알래스카 Junea에서는 RNP와 결합하여 터미널 지역에서 운용할 목적으로 다변측정감시시스템을 설치하였고, St. Louis에서는 다변측정감시시스템이 전자주사방식의 PRM을 대체할 수 있는지를 확인하기 위한 기술시험을 실시하였음. ⇒ 이 시험의 결과로 인하여 디트로이트와 클리블랜드를 비롯한 밀워키와 애틀랜타도 다변측정감시시스템을 채택하게 되었고, 레이더에 비해 비용이 상당히 저렴하기 때문에 PRM 대체용으로 많이 사용될 경우 사업성도 좋을 것으로 알려졌음.
- 미국에서 다변측정감시시스템 측정기술은 대부분 공항근처 감시에 적용이 되고 있지만 유럽과 아시아에서는 ATCBI[34]의 대안 또는 1차 레이더의 대체기술로서 개발되기 시작했음.

34) ATCBI : Air Traffic Control Beacon Interrogator

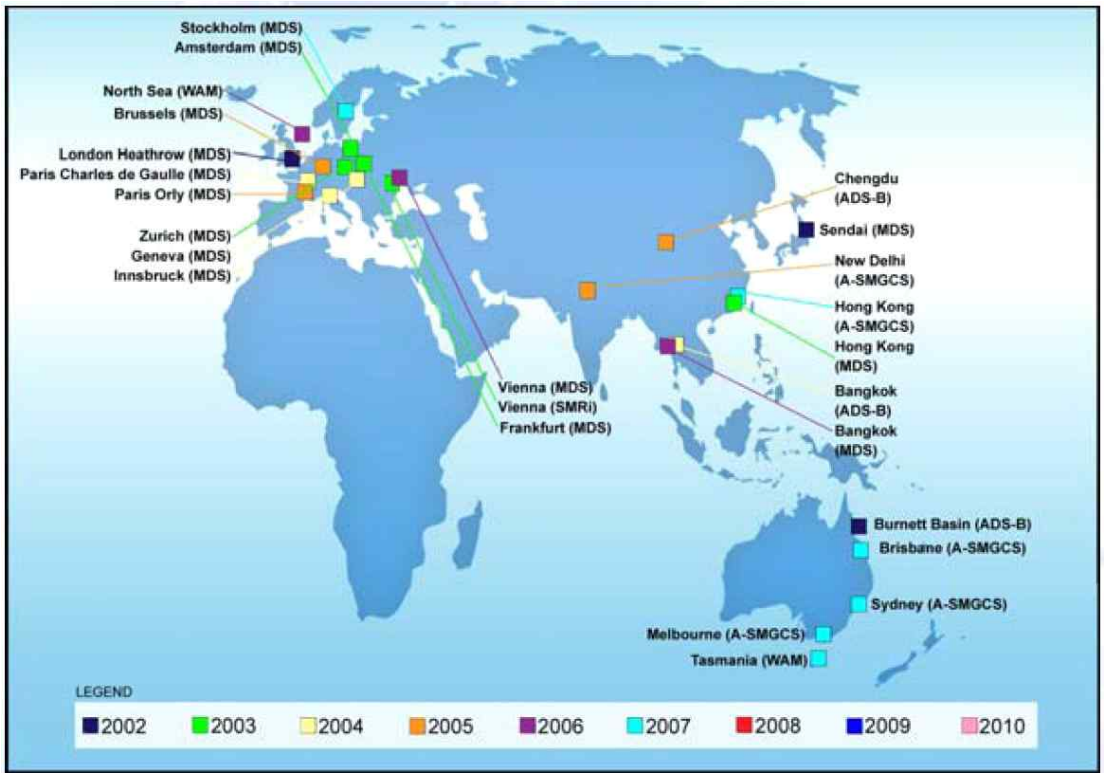


그림 2.1.7 Sensis사의 MDS 다변측정감시시스템 구축현황(Sensis사 자료)

○ 호주

– 시드니 공항

- 시드니 공항의 이착륙장은 병렬의 북쪽 남쪽 방향, 동쪽과 서쪽 활주로, 유도로 그리고 항공기 에이프론 그리고 지지기반시설이 있다. 평행 활주로는 바쁜 시간 동안에 한 시간에 80대의 항공기의 제한된 이동을 처리할 수 있도록 시스템을 제공해야만 했음.
- 기본 설계는 항공 교통 예측의 효율적으로 다루도록 보장하기 위해 유도로, 에이프론(Apron)과 지지기반시설에 보다 정확한 정보를 제공.
- 다변측정감시 시스템은 트랜스폰더와 다양한 주파수의 항공기에서 발산하는 전파를 수신하고 위치를 찾아내는 감시시스템으로 일반적으로 1090MHz - SSR, Mode S 그리고 ADS-B 트랜스폰더를 활용한 시스템으로 시드니 공항에 이착륙하는 모든 항공기는 , 트랜스폰더가 장치되어있어 이를 활용한 방식을 채택하고 있음.
- PRM을 대신해 다변측정감시 시스템을 사용하는 승인이 호주에서 현재까지 진행 중이며 2010년 까지 완성할 것으로 기대되고 있음.

– Tasmania 섬

- 호주 태즈매니아 섬(Tasmania)은 기존의 2차 감시레이더 대신 WAM을 이용하여 섬 전체 관제하는 구성으로 세계에서 유일하게 다변측정감시 시스템을 사용하는 지역임.

- WAM이 완전히 작동하게 되면, Launceston 레이더는 Adelaide로 옮겨 질 것임.
- 비록 호주의 이동통신 업체 Telstra 와의 전파 사용 자격 논쟁 해결이 선행되어야 할 과제로 남아 있지만 태즈매니아 지역에는 WAM 시스템은 완전히 설치되었고, 테스트도 실행되어 정밀도 및 운용 안정성이 입증되었음.
- 600만 달러의 시스템 사용한 14개의 안테나와 지상 스테이션은 항공기의 위치 추적을 위해 기존의 전통적인 회전 레이더를 사용하지 않고 다변측정감시시스템과 ADS-B 기술을 사용하여 항공기의 위치를 확인 할 수 있게 함.
- 이 시스템은 지난 1년 동안 평행 활주로에서 사용하였고, Launceston에서 Temporary Transportable Radar와 함께 사용되었음.
- WAM은 레이더의 범위보다 넓은 범위의 감시를 제공하였으며, 다른 공항의 항로 감시를 위해 Transportable Radar는 대체되어 재가동되었음.
- 호주 태즈매니아 섬(Tasmania)은 기존의 2차 감시레이더 대신 WAM을 이용하여 섬 전체를 관제

○ 중국 - 몽골

– 2008올림픽 때문에 증가하는 항공교통량을 처리하기 위해, Capitol airport에 존재하는 새로운 주요 활주로들을 증설하였음.

– 이에 베이징 공항 당국은 모든 평행 활주로들을 동시에 사용할 때 계속적인 관제를 제공하기 위하여 다변측정감시 시스템을 선택하였음.

– 다변측정감시 시스템으로 인해 평행 활주로 감시는 다변측정감시 시스템을 기반으로 한 A-SMGCS가 제공하는 공항의 지상 감시의 확장으로, 중국 및 몽골, 티베트 지역도 다변측정감시시스템의 운영을 계획 중이며, 우선 터미널 지역을 커버하고 그 다음에 항로를 연동시키는 방안을 추진 중에 있음.

○ 사우디아라비아

– 사우디아라비아의 General Authority of Civil Aviation 은 King Abdulaziz 국제공항과 King Fahad 국제공항을 위해 A-SMGCS와 WAM을 설치하였음.

– 두 공항은 A-SMGCS를 이용하여 지상에서의 항공기와 이동체를 감시하는 시스템을 운영 중이며 A-SMGCS 시스템의 터미널 지역의 분리의 효율과 안정을 위한 WAM과 함께 사용하고 있음.

– 두 공항의 경우 공항 표면의 이동체의 신원을 밝히기 위해 추가적으로 tracking 장치를 병용하고 있음.

– WAM은 A-SMGCS를 운영하고 있는 공항에서 50Nm 이내로 접근하는 항공기의 분리와 추적에 대한 정보를 제공하고 있음.

○ 북해

– 네덜란드의 LVNL13)과 영국의 NATS14) 그들 각자의 영역 속 북해의 유전지역을 지원 시스템을 활용하고 있음.

– 오일 플랫폼(시추선 등 기반시설) 위에 다변측정감시시스템 수신소를 설치하고

이 수신소는 표면이나, 바다 속에서 높은 정확도의 감시 시스템을 제공함으로서 감시가 상대적으로 취약한 저고도 회전익 항공기에 대한 관제지원 및 유전 시설에 대한 시설 감시 수단으로 활용하고 있음.

○ 뉴질랜드

- 뉴질랜드의 South Island, Queenstown 공항은 산악지역에 위치하고 있으며, 빠르게 성장해가는 관광 리조트 지역으로 계기비행 조건의 날씨에서 final landing 접근을 유도하기 위해 특별히 높은 정확도의 절차를 요구
- 하지만 먼저, 산악 지역 범위를 돌아서 하강하여야만 한다. 뉴질랜드 항공은 ATC가 착륙 접근, 그리고 그 뒤에 같은 험한 협곡지역 위로의 출발에 앞서 도착하는 항공기의 하강 항로 안전을 근접 감독하기 위해 다변측정감시시스템 감시 네트워크를 운영해 오고 있음.
- 뉴질랜드 항공의 CEO, Ashley Smout 는 "다변측정감시 시스템은 복잡한 협곡 지형에서 이용범위를 제공하고, 이것은 Queenstown의 항공로의 최근 발전의 근거이다. " 라고 말할 정도로 그 정확도와 안전성을 인정받고 있음.

○ 일본은 전자항법연구소(ENRI)가 간사이, 나리타 국제공항에 MLAT을 설치하여 시범 설치하여 성능향상을 위한 운용 기술을 연구함.

○ 평행 활주로 및 지상이동감시

- 미국 : Atlanta ,Baltimore, Boston , Burbank, Calgary Cincinnati, Cleveland Columbus,Dallas, Dekalb, Dulles, East Hampton, Houston, Indianapolis, Irving, Las Vegas, Louisville, Miami, Milwaukee, Minneapolis, Naples, Newark, New York, Philadelphia, Phoenix, Portland, Milwaukee, Minneapolis, Newark
- 영국 : East Midlands, Edinburgh, Glasgow
- 멕시코 : Albuquerque

○ 공항 지상이동감시

- 네덜란드 : Amsterdam
- 스페인 : Asturias, Tenerife, Santiago, Palma, Madrid
- 뉴질랜드 : Auckland
- 폴란드 : Balice
- 중국 : Beijing
- 독일 : Braunschweig, Hamburg, Munich
- 헝가리 : Budapest
- 이집트 : Cairo
- 남아공 : Cape Town
- 인도 : Chennai, Kolkata, Mumbai

- 아일랜드 : Dublin
- 타이완 : Kinmen
- 영국 : London
- 노르웨이 : Oslo
- 체코 : Prague
- 라트비아 : Riga
- 칠레 : Santiago
- 싱가포르 : Singapore

○ 광역 다변측정감시

- 스페인 : Asturias
- 캐나다 : Cold Lake
- 남아공 : Cape Town
- 영국 : East Midlands
- 알메니아 : Gyumri, Yerevan
- 타이완 : Kinmen
- 체코 : Ostrava, Prague
- 라트비아 : Riga

다. 제품화 현황 분석

○ Sensis 사(미국)

- 항공교통관제와 공항 시스템 등을 제공하는 회사로써 Mode A/C와 Mode S, Mode 3A, TCAS, 1090ES가 장착된 비행기들의 위치를 측정할 수 있는 “MDS(Multistatic Dependent Surveillance)”라는 브랜드의 MLAT장비를 개발 제품화
- 오스트리아의 Austro Control과 스웨덴의 Luftfartsverket을 비롯한 많은 항공 교통 서비스 제공자들이 미국 Sensis 사의 WAM기술을 채택했으며, 전 세계적으로 21 곳에서 Sensis 사의 WAM 시스템을 사용 혹은 구축 중임.
- 2010년 기준으로 미국 내 35개 공항에 Sensis 사의 MLAT 시스템이 구축되어 운용되고 있음.
- Sensis 사는 미국을 비롯하여 유럽과 아시아의 35개국에 MLAT 제품을 구축하였음.
- 주요 성능
  - 운용모드 : Mode A, C, S, 1090ES
  - 시각동기 : GNSS시각동기 또는 기준 트랜스폰더

- 위치오차 : 5m rms@Surface, 30m rms@airborne
- 표적처리능력 : 최대 250개
- 탐지율 : 97%이상
- 데이터 갱신율 : 1~12sec 설정가능
- 시스템 지연시간 : 250msec이하
- 데이터출력형식 : ASTERIX Cat 10, 11, 34/48, 21(ADS-B), CD2(MLAT)

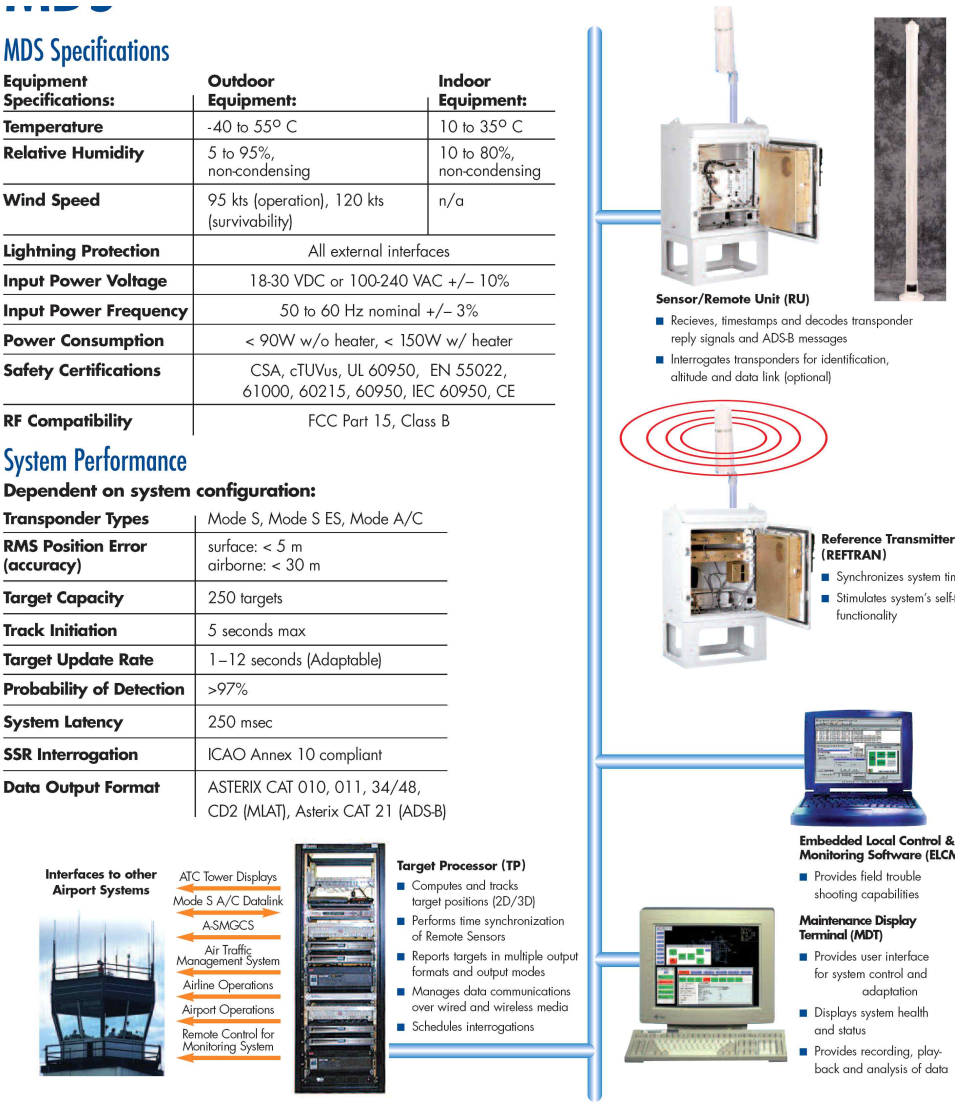


그림 2.1.8 Sensis사의 MDS 다변측정감시시스템 구성도

○ ERA 사

– Mode A/C/S 트랜스폰더가 설치된 모든 비행기, 자동차의 위치 정보를 실시간으로 제공하는 "MSS(Multilateration and ADS-B Surveillance System)"라는 브랜드의 MLAT장비를 개발 제품화

– 2010년에는 체코 Brno에 WAM시스템을 Prague와 Ostrava에 이어 세 번째로

구축함으로써 체코 전역을 커버하게 됨.

– ERA 사는 미주와 유럽, 아시아를 포함한 25개국 130여 곳에 MLAT을 구축하였음.

– 기본 시스템 구성

- 5개의 수신기와 중앙처리장치(CPS)
- 질문기(Interogator)와 감시용 트랜스폰더 통합된 IMT
- 1개 이상의 원격통제감시장치 모니터
- CWP(Controller Working Position)

– 주요성능

- 운용모드 : Mode A, C, S, 1090ES
- 시각동기 : GNSS시각동기 또는 기준 트랜스폰더(공항지면 감시에서는 중앙시각(Common Clock) 동기 가능)
- 위치오차 : 3~300m
- 표적처리능력 : 최대 500개
- 데이터 갱신율 : 1~12sec 설정가능
- 원격시스템관리 : SNMP
- 데이터출력형식 : ASTERIX Cat 01, 02, 10, 19, 20, 21, 34, 48
- 통신형식 : ASTERIX, SNMP, NTP, Proprietary Protocol

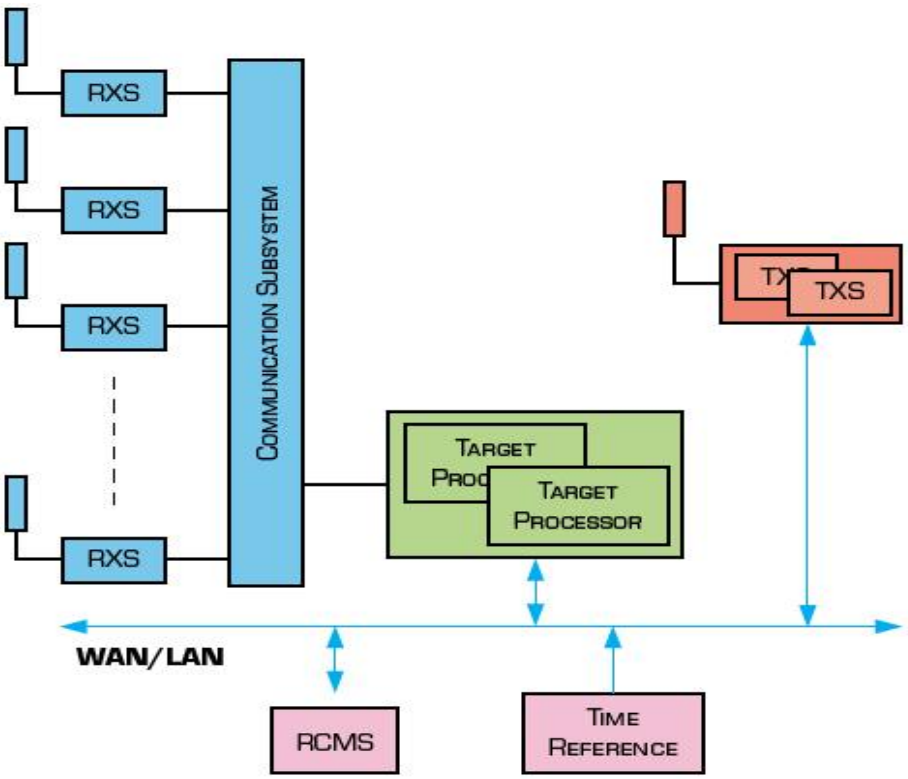


그림 2.1.9 ERA사의 MSS의 시스템 구성도

○ Selex 사

– Selex사(이탈리아)에서는 ADAM(Advanced Airport Multilateration System)과 AWAM(Advanced Wide Area Multilateration System)이라 브랜드로 제품화을 완료하여 현재 이탈리아 주공항인 Milan Malpensa(MXP)와 Rome Fiumicino(FCO)에서 운용중.

– 주로 공항지면 MLAT은 기준 트랜폰더 시각동기 방식을 사용하고 TMA/Enroute MLAT은 GNSS시각동기를 사용함.

– 주요성능

- 운용모드 : Mode 3/A, C, S, 1090ES
- 시각동기 : GNSS시각동기 또는 기준 트랜스폰더
- 데이터출력형식 : ASTERIX Cat 10, 19, 20, 21

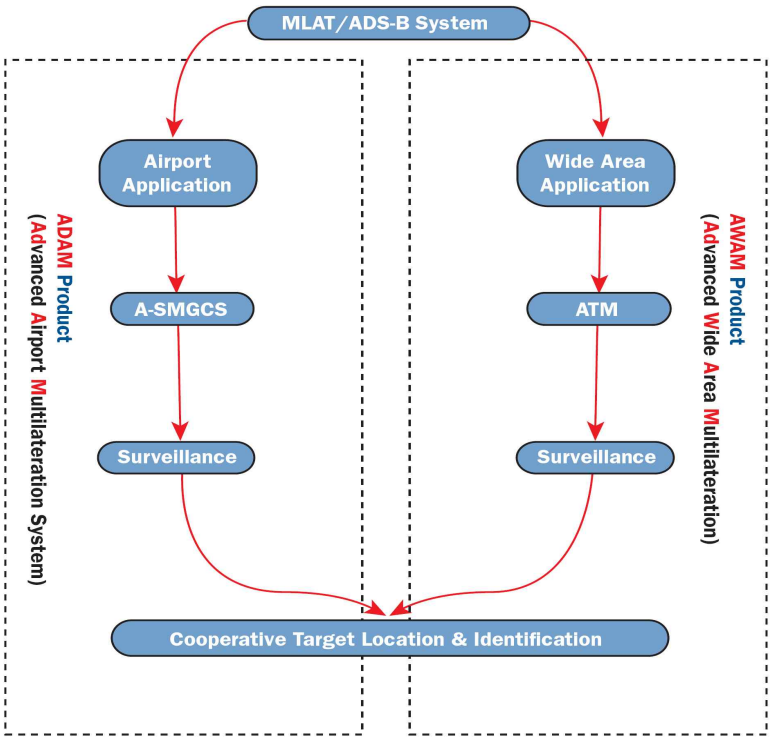


그림 2.1.10 Selex사의 다변측정감시시스템 운용 개념도

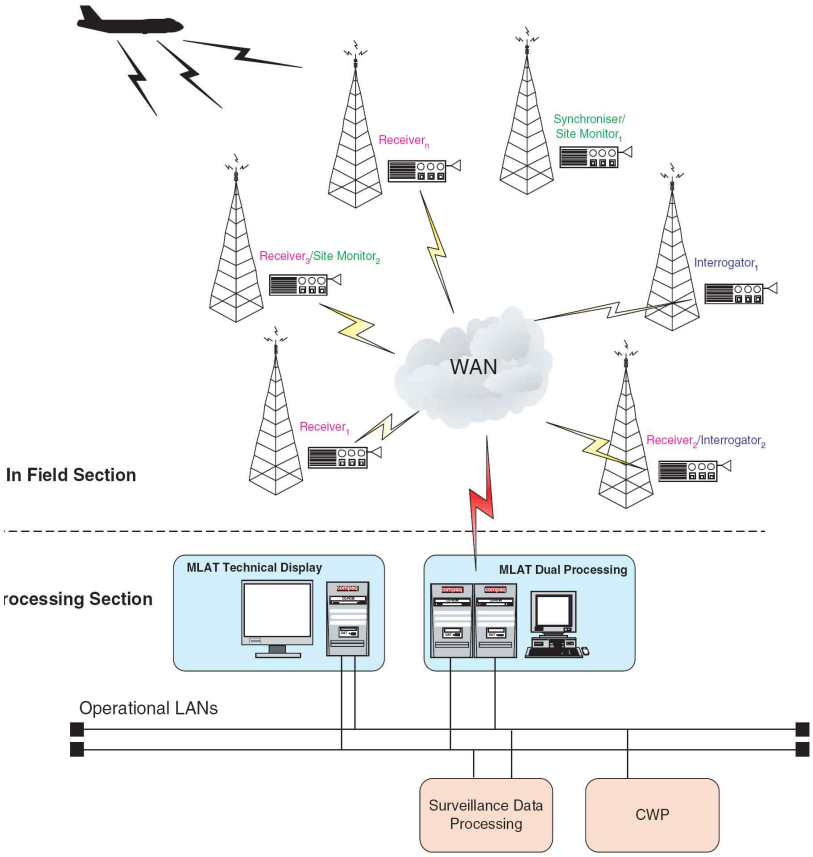


그림 2.1.11 Selex사의 다변측정감시시스템의 구성도

○ Thales 사

- Thales(독일)사는 MAGS(Multilateration and ADS-B Ground Surveillance)라는 브랜드의 다변측정감시시스템을 제품화
- Thales 사는 프랑스, 영국, 독일을 포함한 8개국에 MLAT/WAM 시스템을 구축하였음.
- 주요성능
  - 운용모드 : Mode A, C, S, 1090ES
  - 시각동기 : GNSS시각동기 또는 기준 트랜스폰더
  - 원격시스템관리 : SNMP
  - 데이터출력형식 : ASTERIX Cat 10, 19, 20, 23 제작업체별 MLAT 시스템 구축 현황
  - 통신형식 : ASTERIX, SNMP, NTP, Proprietary Protocol

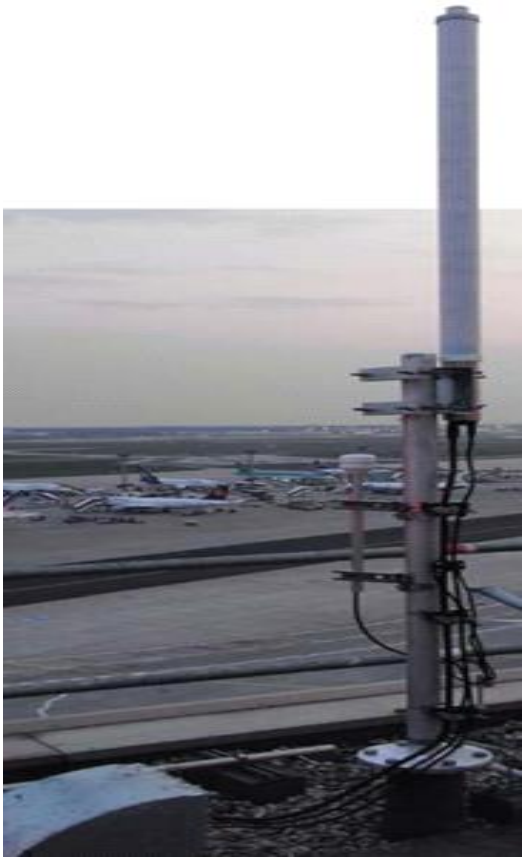


그림 2.1.12 Thales사 MAGS 시스템 안테나

○ COMSOFT 사

- Comsoft(독일)사는 Quadant라는 브랜드의 다변측정감시시스템을 제품화
- 주요성능
  - 운용모드 : Mode A, C, S, 1090ES
  - 시각동기 : GNSS시각동기 또는 기준 트랜스폰더
  - ADS-B와 MLAT의 통합형
  - 수동형 : ADS-B Sensor, Networked ADS-B Sensors
    : Multilateration
  - 능동형 : Site Monitor, 기준 트랜폰더
    : 질문기(Interrogator)
  - 데이터출력형식 : ASTERIX Cat 19, 20, 21, 23
  - Transmitter is Integrated with a Central Processor to create missing Inform.



그림 2.1.13 Comsoft사 MLAT의 RU와 송신기 안테나

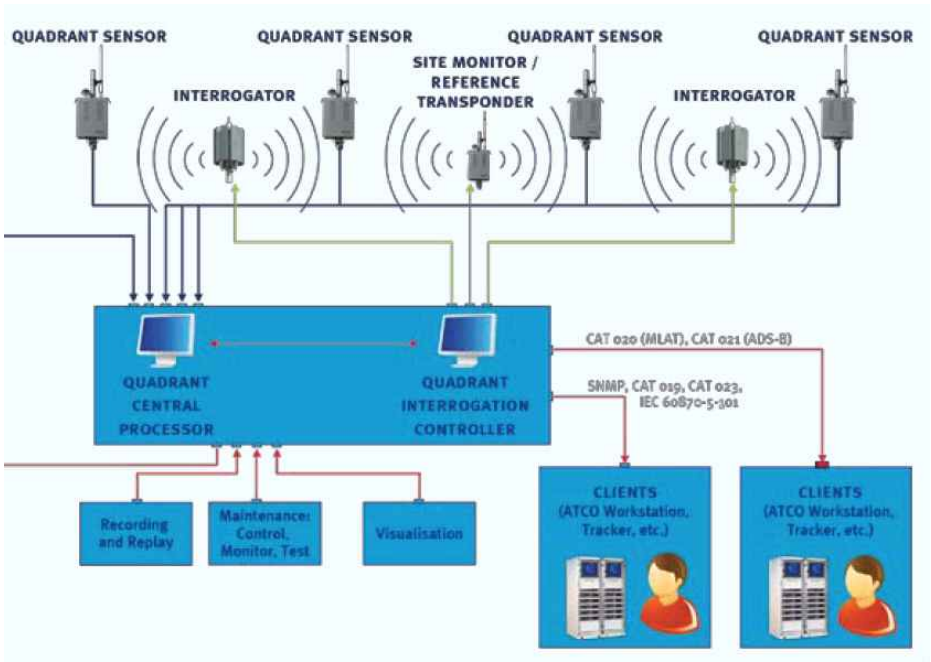


그림 2.1.14 Comsoft사의 다변측정장치 구성도

○ Roke 사

- Roke사(영국)는 Vigilance라는 브랜드의 WAM장비를 제품화
- 공통시계(Common View) GNSS 시각동기를 통한 정밀 위치계산
- 주요성능
  - 운용모드 : Mode A, C, S, 1090ES

- 시각동기 : Common View GNSS시각동기 또는 기준 트랜스폰더
- 수평오차 : 5m이하
- 수직오차 : 10m이하
- 표적처리능력 : 최대 500개
- 지연시간 : 250msec(공항지면감시)
  : 500msec(WAM)
- 데이터 갱신율 : 1~12sec 설정가능
- 원격시스템관리 : SNMP
- 데이터출력형식 : ASTERIX Cat 19, 20, 21



그림 2.1.15 Roke사 MLAT의 원격 유니트

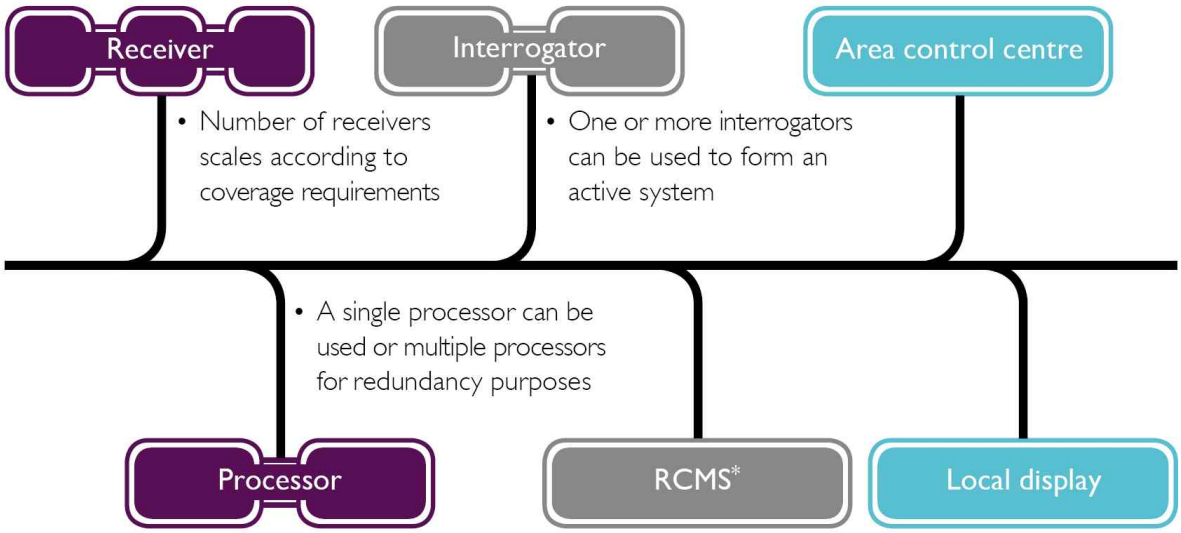


그림 2.1.16 Roke사의 MLAT 기능 구성도

○ Indra 사

– Indra(스페인)는 Roke사와 기술제휴를 통해 WAM기술을 개발 제품화하여 스페인에 공급하고 있음.

3. 특허·논문 분석

가. 특허 동향 분석

○ 다변측정감시 시스템 특허 분석을 위해 다변측정감시 시스템 분야의 선도적 기업인 Sensis Corporation, Era System Corporation, Roke Manor Res. Ltd, Rannoch Corporation사 등이 보유한 국내, 미국, PCT, 유럽 특허를 분석하였음.

– 총 76건의 다변측정감시 시스템 관련 특허 분석 수행

– Sensis Corporation 30건, Era System Corporation 18건, Roke Manor Res. Ltd사 13건, Rannoch Corporation 13건의 출원/등록 된 특허 보유

– 2000년 이후 특허 출원 및 등록 건수가 지속적으로 증가 하고 있음.

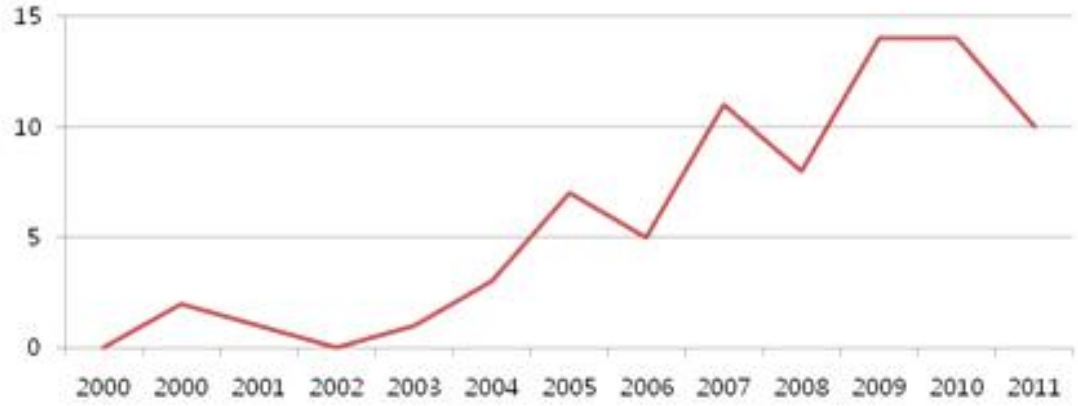


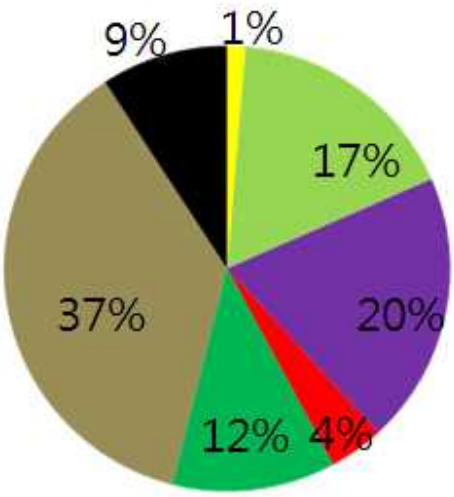
그림 2.1.17 연도별 MLAT관련 특허 건 수(2000년~)

○ 4개 사가 보유한 76건의 MLAT 관련 특허를 7개의 기술 분야로 구분하여 특허 분석을 수행함.

- 7개의 기술 분야는 DOP[35] 특성 향상, MLAT 위치 측정 정밀도 향상, MLAT 노드간 시간동기 확보, MLAT 시스템 기술, 간섭/다중경로/Garble 제거 기술, MLAT 수신기 설계 기술, 감시 시스템 기술로 구성되어 있음.
- 감시 시스템 기술 관련 특허가 37%로 가장 많았으며, MLAT 위치 측정 정밀도 향상 기술과, MLAT 시스템 기술 관련 특허로 큰 비중을 차지 함.
- S감시 시스템 기술은 항공 감시 체계 구축 및 운영을 위한 개념 특허와 시스템 구성 및 제공 기능 등을 포함하는 시스템 특허가 주를 이루고 있음.
- MLAT 위치 측정 정밀도 향상 기술 다변측정감시 시스템의 핵심 기술인 TDOA 기술과 위치 측위 정보와 기타 항행 정보 간 융합을 통한 정밀도 향상 기술 등이 포함되어 있음.

○ MLAT 시스템 기술은 다변측정감시 시스템의 구성 및 제공 기능 등을 포함하는 특허가 주를 이루고 있음.

35) DOP : Dilution of Precision



기술 분야	특허 건수
DOP 특성 향상	1
MLAT 위치 측정 정밀도 향상 (TDOA/TOA)	13
MLAT 노드간 시간동기 확보	0
MLAT 시스템 기술	15
간섭/Multi-path/Gable 제거 기술	3
MLAT 수신기 설계 기술	9
surveilance 시스템 기술	28
미분류	7

그림 2.1.18 기술별 MLAT 특허 분포 현황

○ MLAT 시스템 기술관련 특허로는 '이동성이 있는 RU[36], CPS로 구성되는 MLAT 시스템 구조', 'ID 데이터에 감시 데이터를 추가 (tagging) 하는 방법', '비행기 트랜스폰더신호를 통신링크를 통해 중앙 station에 연결된 다수의 수신기를 사용하여 triangulating하는 방법' 등이 있음.

– 원천 특허 확보를 위해서는 기존 선행 특허가 출원/등록 되지 않은 분야인 최적 MLAT 수신기 설계 방법, MLAT 네트워크 운영을 위한 프로토콜 분야 원천 기술 개발이 필요함.

○ 기존 특허를 통한 개발방안

– 특허기술이나 필요 기술이라 판단된 기술은 기술도입시 표준화 포맷을 이용하여 특허 기술을 회피

– TDOA 향상 및 멀티패스 감소를 위해서는 타 시스템과의 연계 및 참조 기술을 접목

○ 특허기술이나 일부 장비의 향상 기술

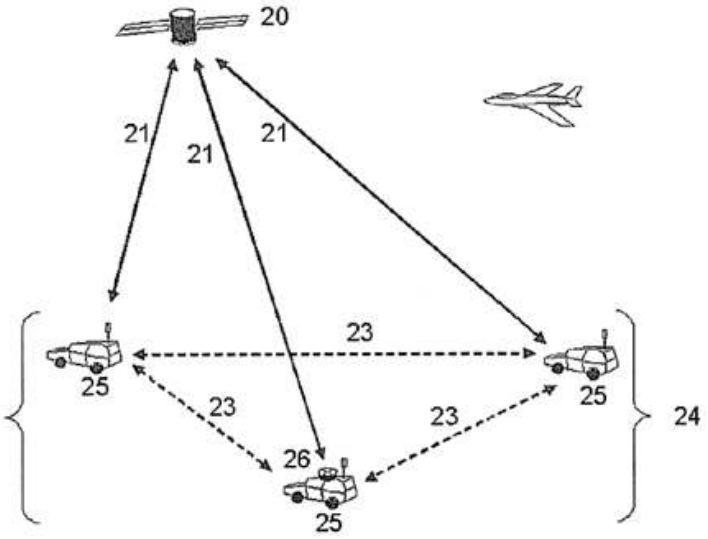
– 기술 회피 방안으로 송신용 트랜스폰더, 수신기 및 CPS 측에서 접목하는 기술을 바꾸어 위치정확도 향상

– 방향성 판별 능력 향상을 위한 파라메터 추가나 상호 협조기술을 이용

○ 대표 특허

특허명	System and Method for Multilatering a Position of a Target Using Mobile Remote Receiving Units
기술	본 발명은 기존의 고정되어 있는 RU (Receiving Unit)로 구성되어 있는

36) RU : Receiving Unit 또는 Remote Unit

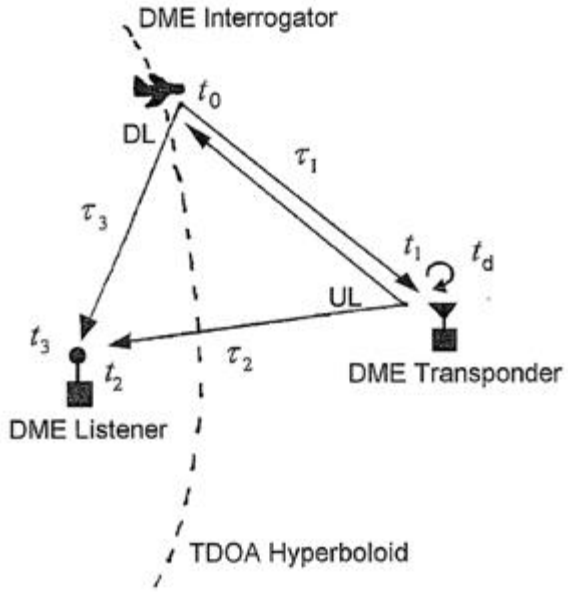
개요	Multilateration 시스템과는 다르게 이동성이 있는 RU를 기반으로 하는 시스템과 그 방법에 관한 것으로, GPS를 이용한 RU 간 동기화를 통하여 RU와 CP (Central Processor)의 이동성을 지원한다. 타겟으로부터 신호를 각각의 RU가 수신하고, 각 RU가 신호를 수신한 시점에서의 RU의 위치 정보와 TOA (Time of Arrival) 정보를 CP에 보내서 타겟의 위치를 획득한다.
대표도	

○ 위치 측정 정밀도 향상 기술은 위치 정확도 및 위치 정보 신뢰성 향상과 관련된 기술로, TDOA 기술, TDOA 응용 기술, 기타 항행 정보를 응용한 위치 추정 기술 등이 포함됨.

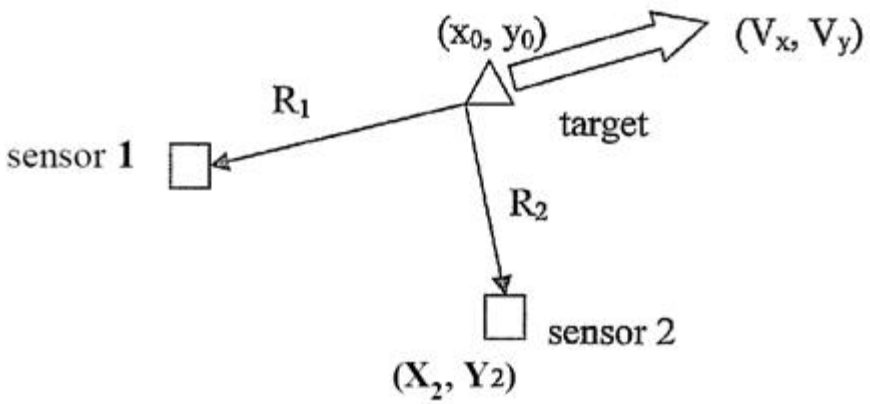
- 관련 특허로는 TDOA 정밀도 향상을 위한 특허 (Sensis, Rannoch 3건), DME 시스템을 활용하여 TDOA 방식을 통해 비행기의 위치를 확인 하는 특허 (Sensis, 2건), 비행기로부터 수신한 정보 (ID, 감시자료)를 활용한 위치 추정 기술 (Sensis, Era 4건), MLAT 시스템 구조 및 운영 방법 관련 특허 등이 있음.
- 위치 측정 정밀도 향상을 위한 원천 기술 및 특허를 확보하기 위해서는 이미 많은 특허가 출원/등록 되어 있는 TDOA 관련 기술은 회피하고, DME등 탑재 시스템을 활용한 다변측정 기술 개발이 필요함.

○ 대표 특허 1

특허명	System and method for providing timing services and DME aided multilateration for ground surveillance
기술개요	DME 시스템을 활용하여 DME 장비를 갖춘 비행체의 위치를 추정 하는 방법 제안. DME aided MLAT 시스템을 통한 위치 추정 절차와

	TODA 계산 식, DME listener들간 synchronization 방법 (reference transmitter 사용) 등에 대한 기술 소유권을 청구
대표도	

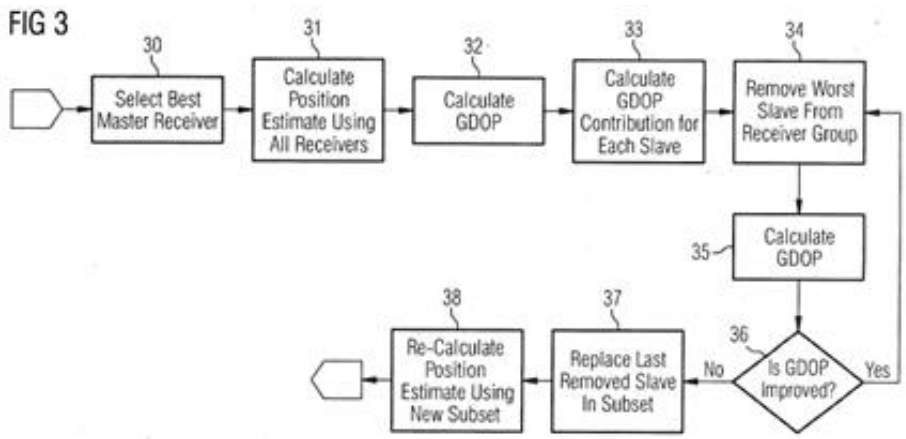
○ 대표 특허 2

특허명	Multilateration with kinematic modeling of target
기술개요	Target의 최초 위치와 일정한 시간 동안 관찰한 kinematics를 통해 TDOA를 계산 함. TOA 측정과 추가적인 kinematic measurement를 통한 위치 측정 방법 제안. Kinematic measurement는 3개 이상의 속도와 가속도를 포함해야 함
대표도	

○ DOP 특성 향상 기술은 주변 지형 및 수신기 위치에 따른 성능 저하를 방지 하기 위한 기술로 최적 DOP 계산 알고리즘, DOP 및 multi-path를 동시에 고려한 MLAT layout 설계 기술 등을 포함한다.

○ Roke Mannor Res. Ltd.에서 2011년 등록한 1건의 특허 존재

○ 대표 특허

특허명	The use of Geometric Dilution of Precision (GDOP) for selecting the best receiver group in a multilateration system
기술개요	GDOP 계산을 통해 최적의 receiver set을 찾아주는 방법 제안
대표도	

○ 본 과제와의 연계성 분석

- 본 과제에서 개발하는 MLAT 시스템 관련 원천 기술 및 특허 확보를 위해서 이미 출원/등록 되어 있는 특허 기술은 회피하는 것이 필요함.
  - 국제 표준 규격에 따라 시스템을 개발함으로써 기존 특허 회피가 가능함.
  - 시스템 성능 향상을 위해 개발할 원천 기술 혹은 시스템에서의 기능을 추가하여 기존 기술 및 시스템과의 차별성을 부각시킴.
- 또한 위치 측정 성능 향상을 위한 핵심 기술의 특허를 확보하기 위한 방안으로 전반적인 MLAT 시스템 구조와 프로토콜부터 상세 설계에 이르기까지 전략적인 특허 출원/등록 계획이 필요함.
  - 이미 상용화되어 있는 시스템을 새롭게 개발하는 후발주자로써 기존 시스템보다 나은 성능을 제공할 수 있는 시스템의 핵심 기술 및 기능, 구조 등에 대한 특허를 확보하는 것이 필요함.

○ 특허 분석을 통한 연구 필요 분야 도출

— 대다수의 특허가 다변측정감시 시스템 전체의 구성 및 제공 기능 등을 포함하는 정도의 범위.

- 시스템 구성요소에 대한 특허 미약
- 기존 감시 시스템에 대한 외부 연동 기술에 대한 특허 부재
- 시스템 운용 및 검증관련 기술에 대한 특허 부재

– 다변측정감시 시스템에 필수적으로 요구되는 시스템 각 구성요소에 대한 기술 개발 필요

– 기존 선행 특허가 출원/등록 되지 않은 분야에 대한 기술 개발 필요

– 기존 상용화된 시스템의 비교우위에 서기 위해서 시스템 핵심 기술 및 기능, 구조에 대한 기술 개발 필요

나. 논문 동향 분석

○ 다변측정감시 시스템 논문 분석을 위하여 'Multilateration, MLAT'이라는 키워드가 포함되어 발표/발행된 논문을 조사하여 분석함.

– 총 60건의 다변측정 감시 시스템 관련 논문 분석 수행.

– 특허와 마찬가지로 논문도 2002년 이후 현재까지 지속적으로 논문 발표 및 발행 건수가 증가하고 있음을 통해 다변측정감시 시스템의 인지도가 높아짐을 알 수 있음

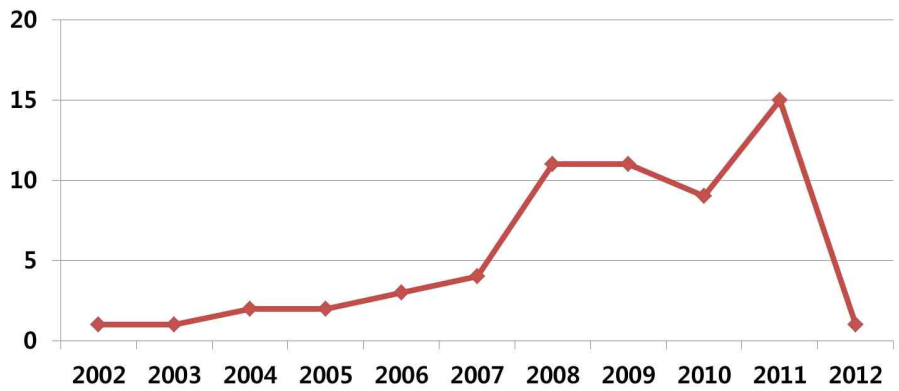


그림 2.1.19 연도별 MLAT 관련 논문 건 수 (2002년~)

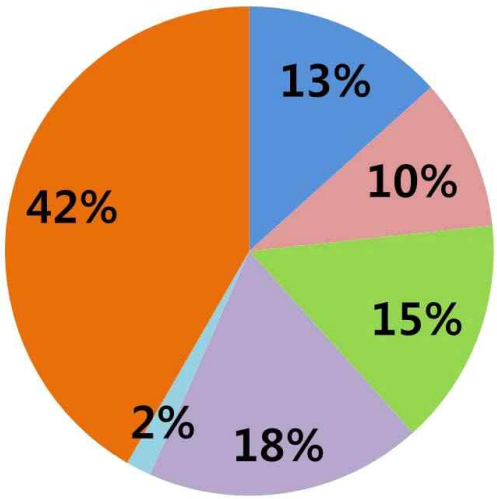
○ 총 60건의 MLAT 관련 논문을 6개의 기술 분야로 구분하여 분석을 수행함.

– 6개의 기술 분야는 MLAT 시스템 기술, MLAT 위치 측정 정밀도 향상 기술, Surveilance 시스템 기술, 시스템 성능 분석, 간섭/Multi-path/Gable 제거 기술, MLAT 시스템 시간 동기 기술로 구성되어 있음.

– MLAT 시스템 기술 관련 논문이 42%로 가장 많았으며, MLAT 위치 측정 정밀도 향상 기술 관련 논문이 18%로 역시 높은 비중을 차지하고 있음. 또한 실제 구축된 MLAT 시스템의 실측 데이터를 분석하여 시스템의 성능을 분석 및 평

가하는 논문이 13%를 차지하고 있음.

- MLAT 위치 측정 정밀도 향상 기술 관련 논문은 주로 TOA/TDOA와 관련하여 향상된 성능의 새로운 측위 알고리즘을 제안하고 시뮬레이션 등을 통해 검증하는 논문이 대부분을 차지하고 있음.
- MLAT 시스템 기술의 경우 수신기의 최적 위치나 수신기 선택, DOP와 성능의 상관 관계 등에 대한 논문이 주를 이루고 있음.



기술 분야	논문 건수
시스템 성능 분석	8
간섭/Multi-path/Gable 제거 기술	6
Surveilance 시스템 기술	9
MLAT 위치 측정 정밀도 향상 기술	11
MLAT 시스템 시간 동기 기술	1
MLAT 시스템 기술	25

그림 2.1.20 기술별 MLAT 논문 분포 현황

○ 위에서 분석한 논문 중 몇 가지 대표 논문을 아래와 같이 분석하였음.

제목	A two-step approach for offset and position estimation from pseudo-ranges applied to multilateration tracking
학회명 (저널명)	Information Fusion (FUSION)
발표일자 (게재일자)	26-29 July 2010
요약	본 논문에서는 다변측정감시 시스템에서의 측위 성능을 향상시키기 위한 방안을 제시한다. 일반적으로 수신 노드들은 송신기로부터의 신호를 수신한 시간을 이용하여 각 수신 노드들의 값들 간 시간 차이를 통해 송신기의 위치를 파악하게 된다. 본 논문에서는 수신 노드가 신호를 중복하여 수신하는 기법을 사용하여 최적의 offset을 구하고, 이를 통하여 실제 신호를 수신한 시간으로부터 수신기의 위치를 파악하여 다변측정감시 시스템의 성능을 향상시키는 것을 보인다.

제목	Availability Analysis of the Multilateration Surveillance System in Kiev (Boryspil) Airport
학회명 (저널명)	MRRS-2008 Symposium
발표일자 (게재일자)	22-24 September 2008
요약	본 논문에서는 시뮬레이션을 통해 우크라이나의 키예프에 위치한 Boryspil 공항에 다변측정감시 시스템을 적용하기 위한 분석을 실시하였다. RU(Remote Units)의 위치를 정확히 안다고 가정할 때 target 으로 부터 수신한 신호를 이용하여 TDOA 를 구한 후, 계산된 RU의 위치를 통해 error 를 구해 이를 분석하였고 RU의 위치에 따른 error 값을 보임으로써 RU의 geometry 가 다변측정감시 시스템의 정확도에 영향을 미침을 보였다.

제목	A Particle Swarm Optimization Based Multilateration Algorithm for UWB Sensor Network
학회명 (저널명)	Electrical and Computer Engineering, 2009. CCECE '09. Canadian Conference
발표일자 (게재일자)	3-6 May 2009
요약	본 논문에서는 UWB sensor network 에서 Particle Swarm Optimization기반의 multilateration 알고리즘을 (이하 PSO multilateration 알고리즘)을 제시하였다. Multilateration에 적용하긴 위한 방법으로 최소자승법, 테일러 급수 법, ML 방법 (maximum likelihood method), semi-definite-programming algorithm등 많은 알고리즘이 적용되어 왔으며 본 논문에서는 시뮬레이션으로 통해 PSO multilateration 알고리즘으로 구한 결과가 오차가 작고 계산의 복잡성이 낮아 multilateration 문제를 풀기에 적합한 알고리즘을 보인다.

제목	Geometrical Siting Considerations for Wide Area Multilateration Systems
학회명 (저널명)	Position Location and Navigation Symposium (PLANS), 2010 IEEE/ION
발표일자 (게재일자)	4-6 May 2010
요약	Multilateration 또는 쌍곡선 positioning이 항공 감시에 중요한 부분으로 자리잡고 있는 이 시점에 수신기를 설치하는 위치와 배열 방법을 연구하는 것이 중요한 요소로 인식되고 있다. 본 논문에서는 multilateration 방정식을 푸는 방법과 알고리즘을 알아보고 그 것들이 지형적 배치에 어떤 영향을 미치는 지를 DOP(dilution of precision)을 이용하여 알아본다.

제목	Efficient Multilateration Tracking with Concurrent Offset Estimation using Stochastic Filtering Techniques
학회명 (저널명)	Information Fusion (FUSION), 2010 13th Conference
발표일자 (게재일자)	26-29 July 2010
요약	Multilateration 시스템은 신호 응답기와 여러 수신기 사이의 거리를 측정함으로써 위치를 추적하는 것이다. 항공 감시에서는 Secondary Surveillance Radar(SSR)로서 전파되는 라디오 신호를 여러 개의 기지국들이 다른 시간에 각각의 신호를 받는데 가장 많이 쓰이는 것이 TDOA 측정방법이다. 쌍곡면들의 교차점을 이용하는 이 방식을 해결하는 데는 다소 어려움이 있으므로 이 논문에서는 raw receiving times를 사용하였다. 이렇게 함으로써 항공기 위치 추적과 근본적인 linear 시스템 모델이 Kalman filter로 수행될 수 있고 효과적인 계산을 위해 필터 step의 분해된 계산이 소개되어있다.

제목	A technical assessment of ADS-B and multilateration technology in the Gulf of Mexico
학회명 (저널명)	Radar Conference, 2003. Proceedings of the 2003 IEEE
발표일자 (게재일자)	5-8 May 2003
요약	2003년 발행된 본 논문에서는 다변측정감시 시스템을 실제로 구축하여 데이터를 수집하였다. 수집된 데이터를 기반으로 시스템의 성능을 측정하고, 실제 구현과 관련된 이슈를 소개한다. 성능 측정을 하기 위한 척도로 시스템의 측위 가능한 범위, 발견 확률, 위치의 정확도, 코드의 성능 등이 포함된다. 본 논문의 성능 측정 결과는 다변측정감시 시스템의 기술적 성공 가능성과 개발 가능성 등을 평가하기 위한 척도로 사용될 수 있다.

제목	Multilateration tracking and synchronization over wide areas
학회명 (저널명)	Radar Conference, 2002
발표일자 (게재일자)	2002
요약	본 논문에서는 다변측정감시 시스템에서 수신 노드들의 조합이나 tracking 알고리즘에 따라 변하는 타겟의 위치 정확도를 향상시키기 위한 방안을 제시한다. 또한 신호 세기 비교와 그 외 다른 기술등을 이용하여 시스템의 성능과 정확도를 높이기 위한 기술들을 소개한다. 실제 비행 실험을 통하여 다변측정감시 시스템의 가능성을 보여준다.

○ 본 과제와의 연계성 분석

- MLAT 관련 논문의 건수가 증가하는 추세이므로 본 과제에서 핵심 원천 기술을 개발하기 위해서는 지속적인 논문 분석이 필요함.
  - 실측 데이터를 분석한 논문의 결과는 시스템 개발을 통한 성능 비교 분석 자료로 활용할 수 있음.
  - 수신기의 최적 위치와 관련된 논문에서 소개되는 기술들을 실제 구축 환경 등을 고려하여 적용할 수 있는 방안 모색이 필요함
  - 정밀도 향상을 위한 기술들을 실제 구현하는데 있어서 필요한 문제점 등을 분석하고 더 나은 성능을 갖는 기술 개발 이슈를 발굴할 필요가 있음.
- 본 과제에서 개발되는 핵심 원천 기술의 특허 확보와 함께 논문을 작성하여 기술의 우수성을 알림.
  - 본 과제에서 확보할 특허 기술들을 논문에 소개함으로써 후발 주자로써 개발한 MLAT 시스템의 핵심 기술을 소개하고, 특허의 가치를 향상시킴.

2절. 국내외 정책동향 및 분석

1. 국내 정책동향 분석

○ 국토해양부와 한국건설교통기술평가원은 급변하는 국제적인 항행안전시설의 환경 변화와 관련 기술 발전에 원활히 대응하고 차세대 항행안전시설의 연구개발을 체계적으로 추진하기 위해 다양한 지원정책을 수행하여 왔으며, 특히 본격적인 R&D 연구개발 사업을 통해 국내 핵심기술 확보를 위해 “차세대 항행안전기술 연구개발 로드맵 수립” 기획 연구를 시행(2008. 9, 주관연구기관 : 한국항공우주연구원)한 바 있음. 본 기획 연구 결과에 의하면 MLAT 연구개발 일정은 2013-2016년까지 시행하는 것으로 제안됨.

- ‘03. 12 : 항공법 “항공안전기술개발계획의 수립·시행” 조항 신설
- ‘06. 2 : 건설교통부 R&D 중기계획서 제출
- ‘06. 5 :「건설교통R&D 혁신로드맵」수립 : “항공선진화(NEXT)사업” TRM 수립
- ‘08. 9 : 차세대 항행안전기술 연구개발 로드맵 수립
- ‘10. 9 : 녹색항공산업 지원을 위한 항행시스템 개발 구축방안 마련 연구

○ 최근 국토해양부가 수립한 항행안전시설 구축·관리 중장기 종합계획(2011.6)에 의하면 MLAT 및 ADS-B 등의 차세대 감시시스템을 도입하여 기존 레이더 장애 시 예비 시스템 및 저고도 운항 항공기 미탐지 구역 해소용으로 2020년까지 연차적으로 구축하여 기존 레이더와 융합 운용할 계획임.

- 기존 레이더는 항공기 감시 탐지율(항공로용 매 12초마다 1회, 공항용 6초마다 1회)이 낮아 탐지 정확도 저하 및 저고도 운항 항공기 미탐지 구역 다수 발생

함.(현재 국내 모슬포에서 사용중인 항로용 감시레이더(SSR)의 경우 감시범위 150Nm이내에서 감시고도가 약 5,000ft이상이고, WAM을 설치하여 저고도를 감시할 경우 최저고도가 3,000ft정도로 예상)

- 1단계 사업으로 김포국제공항 내 지상감시레이더(ASDE)에 의한 음영지역 해소와 저시정 운영 상태에서 항공기 및 차량 등 지상이동 물체의 감시능력 강화를 위하여 MLAT를 구축(2013-2014)할 계획임.
- 인천국제공항도 기존 ASDE의 음영지역 해소 및 CAT-IIIB의 저시정 운영 상태에서의 감시능력 강화를 위하여 2013-2015년까지 MLAT를 구축할 계획임.
- 항공로용 차세대 감시시스템 구축 추진 일정

표 2.2.1 항공로용 차세대 감시시스템 구축 추진 일정

사 업 내 용			'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20
ADS-B/MLAT 구축	항공로용									
	공항용	김포공항 (MLAT)								
		인천공항 (MLAT)								
		기타공항 (ADS-B/MLAT)								

○ 또한 국토해양부는 국가통합교통체계효율화법 제73조의 규정에 의하여 2012년 3월 수립 예정인 지능형교통체계 기본계획에 포함된 지능형 교통체계 항공분야 계획 2020(안)에도 2015년까지 MLAT 핵심기술을 개발하고 2016년~2020년까지 항공로 및 주요 공항에 확대 구축 계획이 반영됨.

○ 차세대 감시시스템인 MLAT를 구축하여 운영하기 위해서는 근거 법령과 관련 규정이 요구되는데 MLAT 설치·운영 근거 법령으로는 항공법 시행규칙 제10조 제1호 항목에 다변측정감시시설(MLAT)이 명시되어 있으며, MLAT 세부 기술기준은 항행안전무선시설 설치 및 기술기준(고시) 제2장 제9항에 명시되어 있음.

○ 차세대 항행안전시설의 기술개발 및 실용화 추세를 보면 2000년대 중반들어 위성과 첨단의 디지털 기술을 이용 가능한 단계까지 발전함에 따라 기존 레이더 기반의 항공기 감시체계는 MLAT 등의 디지털 기술을 이용한 항공기 감시체계를 주로 이용하게 될 것으로 예상됨.

○ MLAT 연구개발을 위한 지원계획은 본 기획과제의 연구결과를 토대로 항공선진

화 사업에 의거 2013년부터 연구개발 사업이 진행될 것으로 예상됨.

2. 국외 정책동향 분석

가. 국제민항기구(ICAO)

○ 국제민간항공기구(ICAO)는 2007년도에 MLAT를 차세대 감시시스템으로 지정하고 SARPs 협약부속서(Annex) 10 VolumeⅣ(Surveillance and Collision Avoidance Systems)의 제6장에 MLAT 시스템수준 기술기준과 기능적 요구조건 을 규정.

- ADS-B 항공기 탑재장비 개장 전 정밀감시 수단으로 활용
- 1090ES ADS-B신호 수신 권고 및 ADS-B 데이터 유효성 검증 수단으로 활용 계획.

나. 미국/FAA

○ 항공감시용 MLAT 개발을 위해 30년 이상 연구개발 수행

- Multilateration 최초 개발은 1970년대초 Bendix사에서 공항감시를 위해 2개의 좁은 전자 스캔빔 질문기와 트랜스폰더 응답을 3개의 수신기를 이용하여 항공기 위치를 측정한 것임
- 1980년도에 Cardion사에서 “Squitter Package"를 추가한 ATCRBS 트랜스폰더를 이용한 다변측정감시의 군용 시스템을 개발하였으나 실제 사용하지 못함.
- 1992~1997년에 FAA, NASA, MIT Lincoln Lab 공동으로 공항지면 감시 MLAT 실현가능성 시험을 수행하고 Cardion사의 새로운 MLAT시스템을 아틀란타 Hartsfield 공항에 설치하여, 운용반경, 공항지면 성능 분석과 PRM에 대한 시험을 수행.
- 1998~2000년도에 FAA에서 달라스 Fort Worth공항에 ATIDS(Airport Target IDentification System)으로 Sensis사의 MLAT를 설치하여 시스템 요구조건 설정과 검증을 위한 시험평가를 수행함.
- 2001~2005년도에 NASA주관으로 HITS(Helicopter In-Flight Track System)라는 R&D프로그램으로 멕시코만의 유정 플랫폼에 운용하는 저고도 헬리콥터 감시를 위한 Sensis사의 WAM을 설치하여 시험평가를 수행함.

○ 혼잡한 공항의 경우에 활주로 및 유도로 지역에서의 많은 충돌 위험이 잠재되어 있어 이를 개선하고자 ASDE-X라는 새로운 공항지면감시레이더와 ADS-B 및 MLAT 등의 감시센서와 융합하여 운영하기 위한 프로젝트를 진행중에 있으며, 이미 미국내 35개 주요공항에 ASDE-X를 설치하여 운영하고 있음.

○ 미국의 NextGen에 의하면 미국 알레스카 주노공항, 콜로라도 4개 공항에 WAM

을 설치하여 5Nm의 분리기준을 적용하고 있으며 기상이 좋지 않은 상태에서도 공항 수용능력을 증진시키는데도 큰 역할을 할 것으로 기대하고 있음.

○ WAM를 이용한 항공로 관제의 경우, 앵커리지 항공교통관제소(ARTCC)는 2010. 1.25부터, 덴버 항공교통관제소(ARTCC)는 2010. 7.29일부터 5Nm 분리기준을 적용하여 항공기 관제업무를 수행하고 있음.

○ 2011. 1월 25일에 FAA에서 5Nm 분리기준 적용을 위한 WAM 운용승인절차 공포.

○ FAA는 2009년에 1090ES와 UAT를 포함하는 통합된 WAM / ADS-B를 2012년까지 개발하는 계획을 승인.

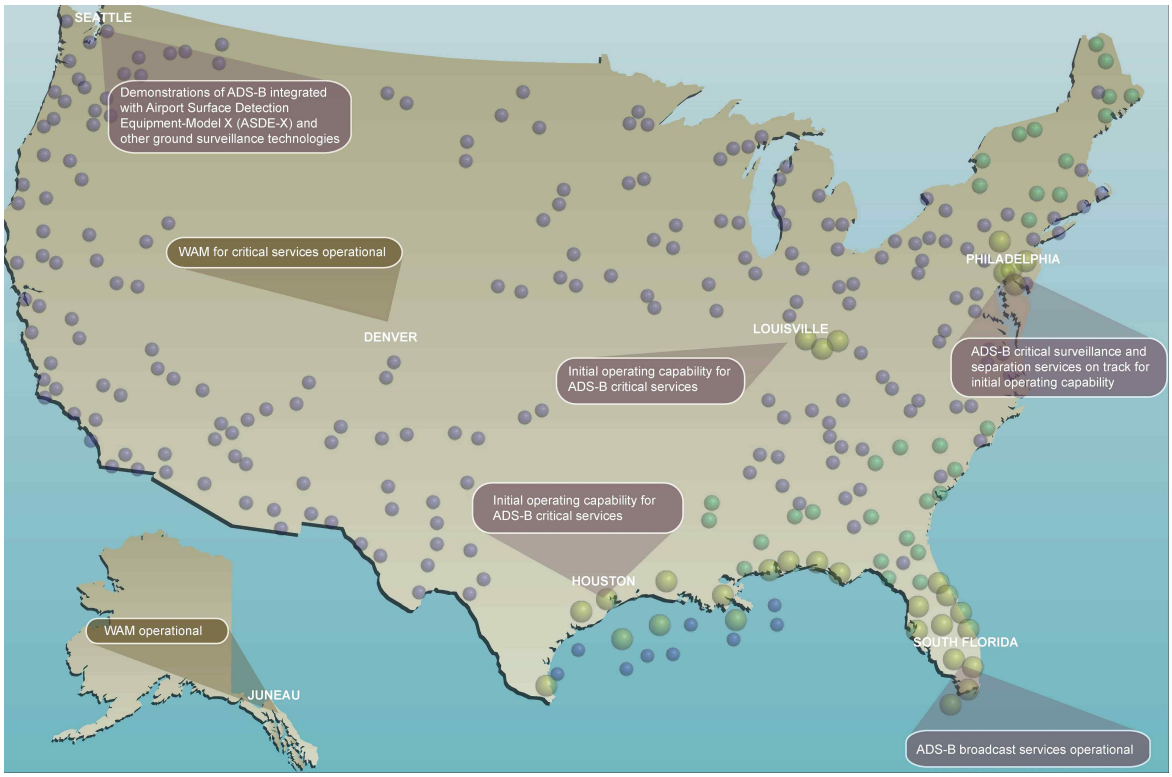


그림 2.2.1 미국의 WAM과 ADS-B 초기서비스 지역(출처: 2010 NextGen 자료)

다. 유럽/Eurocontrol

○ 체코의 ANS(Air Navigation Services)가 세계최초 LAM과 WAM 운용 승용 획득

– 프라하 Ruzyne국제공항에 ERA사의 공항지면 LAM시스템을 설치하여 1999년부터 감시장비로 활용.

– 레이더 감시 사각지역인 체코 Ostrova TMA에 WAM을 설치하여 80Nm부터 공항까지의 운용에 있어 시스템의 안전성과 정밀도에 대해 3Nm 터미널 교통분리 인증을 2002년에 민간항공국(CAA)으로 획득(※ SSR의 경우 5Nm 분리 관제)

– 2006년에는 세계최초로 통합 WAM/MLAT시스템 구축

○ Eurocontrol의 경우

– 오스트리아의 Innsbruck계곡와 체코 Ostrova, 남아공의 Cape Town에 설치된 WAM을 기반으로 5Nm(항로), 3(TMA) 항공기 분리에 대한 안전성 평가를 2007년에 완료함.

– "SESAR" 프로그램에서의 항로 및 터미널 지역의 ATM감시장비 구축전략

- 항공감시 구축 로드맵에 의하면 PSR은 미확인 비행체의 확인이나 보안 목적상 계속 유지가 될 것이지만, SSR은 2015년 이후부터 ADS-B 및 WAM이 본격적으로 운용될 예정이기 때문에 2017년경부터 사용이 점차 감소될 것으로 전망됨.
- 또한 운항 승무원에게 교통상황 정보를 제공하기 위한 TIS-B는 2010년부터 구축이 시작되면서 2018년부터는 본격적으로 서비스를 할 계획임.

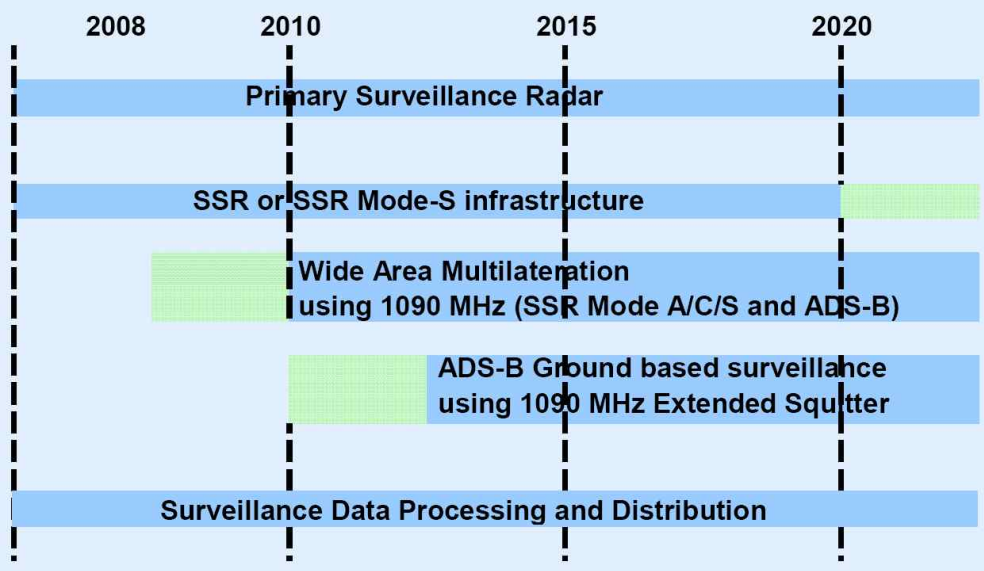


그림 2.2.2 유럽의 항로 및 터미널 지역 감시시스템 구축계획

출처 : EUROCONTROL(The ATM Surveillance Strategy for ECAC)

– "SESAR" 프로그램에서의 공항감시 장비 구축 전략

- 지상 이동체 감시 레이더(SMR 또는 ASDE) 계속 운용이 될 예정이고, 다변측정감시시스템 및 ADS-B가 본격적으로 운용되는 2015년 이후부터는 A-SMGCS I, II 등급을 지원하고,
- 또한 2018 년경부터 TIS-B의 본격적인 서비스가 시행됨에 따라 이때부터 다변측정감시시스템 또는 ADS-B와 함께 A-SMGCS III-IV급을 지원할 계획임.

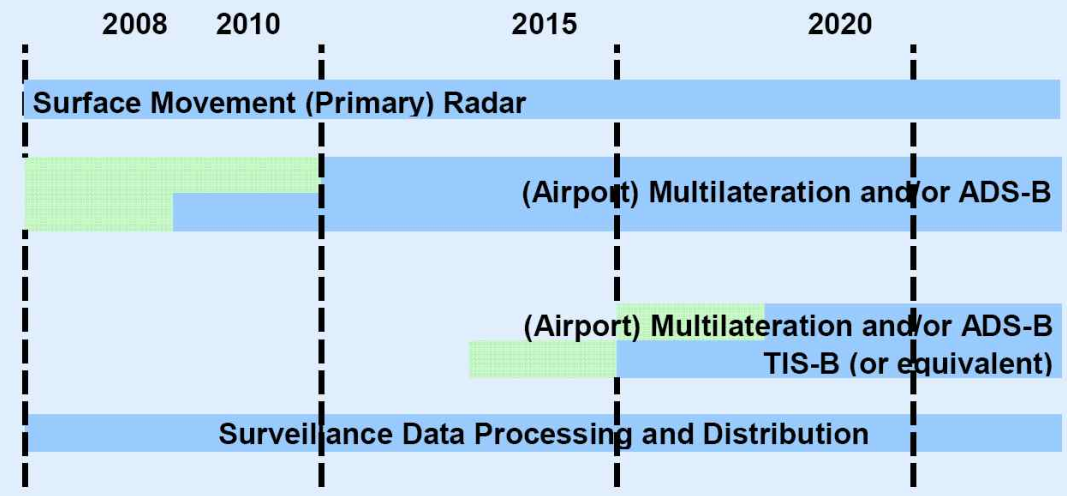


그림 2.2.3 유럽의 공항관제를 위한 감시시스템 구축 계획

출처 : EUROCONTROL(The ATM Surveillance Strategy for ECAC)

○ EUROCAE의 기술표준화

- 2004년에 ED-117 “MOPS for Mode S MLAT for use in A-SMGCS” 기술기준 제정
- 2010년에 ED-142 “Technical Specification for WAM System" 기술기준 제정

3절. 국내외 시장동향 및 분석

1. 국내 시장동향 분석

○ 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 있으며, 특히, ADS-B 프로젝트를 수행하고 있음.

- 해외 시스템 수입을 축소하고 유지비용을 줄이기 위해 자체 기술로 ADS-B 시스템을 개발 중에 있으며, ADS-B 기술 관련 R&D를 수행하고 있음.
- ADS-B관련 핵심기술 개발은 항공운송사업용 항공기를 제작하고 있지 않고 구매하는 관계로 지상용 장비위주의 개발을 추진하고 있으며, 항공시장의 변화에 따른 적절한 기술을 확보하는 것에 초점을 맞추고 있음.
- 일반 레이더를 이용한 ADS-B(ADS-B RAD) 적용 및 공항 지상이동 시 상황인식 성능(ARSA-SURF)에 초점을 맞춰 운영 테스트가 실시하였으며, 테스트의 목

적은 지상 및 공중 감시 필드에 대한 운영상의 감시를 검증하는 것으로 운영안전평가(OSA[37]) 및 상호 운용성에 관한 평가를 포함하고 있음.

○ 국토해양부 항공정책실은 ICAO의 차세대 항행안전시설(CNS/ATM)의 전환계획에 발맞추어 통신, 항법, 감시 및 관제 분야에 대한 2011～2020 항행안전시설 구축·관리 중장기 종합계획을 수립하였으며, 감시 분야는 항공로용과 공항용 차세대 감시시스템으로 구분하여 수립하였고, 추가적으로 공항 접근관제용 항공교통관리시스템의 노후화로 인한 현대화 계획을 반영하였음.

- 항로용 차세대 감시시스템
  - 레이더 장애시 예비 시스템 및 저고도 운항 항공기의 미탐지 구역 해소를 목적으로 하고 있음.
  - 전문기관의 용역결과를 반영하여 구축방법 등을 결정하고 사업을 시행하는 것으로 추진하고 있으며, 예상 시기는 기본·실시설계가 2015년, 구축은 2016～2020년으로 전망하고 있음.
- 공항용 차세대 감시시스템
  - 인천·김해·울산·여수공항의 공항감시레이더(ASR[38])/SSR)를 2020년까지 최신 시설로 교체하는 것으로 계획하였으며, 특히, 인천공항 ASR/SSR 레이더 교체시 Mode S 기능의 첨단시스템으로 보강하는 것으로 계획함.
  - 김포·김해·제주공항의 지상감시레이더를 2018년까지 첨단 지상감시레이더(ASDE-X)로 교체함.
  - 차세대 감시시스템(ADS-B, MLAT)을 2020년까지 연차적으로 도입하여 기존 레이더와 융합 운용하는 것으로 계획함.

  ※ MLAT 1식을 제주공항에 2014년까지 도입하여 SSR 장애 발생시 예비시설로 활용

  ※ 김포공항 지상감시레이더에 의한 일부 탐지 불가지역을 2011년 중으로 조사하여 필요시 보강
  - 연구개발 사업에 의거 개발되는 시제품을 국내 공항 및 항공로 상에 시범 운영 및 장비 성능을 평가한 후 전국 공항으로 확대 구축하는 것으로 계획하였음.

  ※ 국산화 연구개발 사업 : ADS-B('10. 9 ～ '14. 8, 현재는 핵심기술 개발단계), MLAT('12～'15, 현재는 기획연구단계)
- 공항용 접근관제용 항공교통관리시스템
  - '00년 설치되어 내용연수(14년) 도래 및 노후화가 진행 중인 일부 시스템의 현대화를 위해 차세대 감시시스템 수용 및 RVSM 기능 등을 갖춘 시스템으로 개선하고 있음.

37) OSA : Operational Safety Assessment
38) ASR : Airport Surveillance Radar

표 2.3.1 우리나라의 차세대 감시시스템 추진계획

구분		'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	비고
ADS-B	연구개발										국산화 개발 시행 중
	운용평가 및 시험운용										
MLAT	연구개발										국산화 개발 시행 중 ('11 기획연구)
	운용평가 및 시험운용										
ADS-B/ MLAT 구축	기본 및 실시설계										
	각 공항 확대 구축										

○ 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.

- 우리나라의 2011년 9월말 현재 위성을 활용한 항공감시 시스템의 적용이 가능한 항공운송용 항공기는 GPS 수신기 93.1%, SATCOM 52.2%, CPDLC 36.6%, ADS-B 43.1%가 장착되어 있는 등 아직 미흡한 실정이며, 또한, 대부분이 대형 항공사 위주로 구축되어 있음.
- 또한, 저비용항공사들은 GPS 수신기는 모두 장착되어 있으나 그 외의 SATCOM, CPDLC, ADS-B는 미장착되어 있어 향후 장착이 필요할 경우 추가적인 비용이 소요되며, 신규 장착시 최초 장착된 항공기를 도입한 경우에 비해 소요 비용이 가중될 것으로 예상됨.

2. 국외 시장동향 분석

○ 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.

○ 향후 항공감시 시스템은 다양한 방법으로 구성하여 운용할 수 있지만 공역 교통량에 따라 기존 시스템과 새로운 시스템이 균형있고 조화롭게 구성될 필요가 있을 것으로 예상됨. 이에 따른 2008～2020년의 감시시스템 로드맵은 그림2.3.1과 같으며, 2020년경의 비행단계별 감시기술은 표2.3.2과 같이 현재와는 다른 양상을 보일 것으로 전망됨.

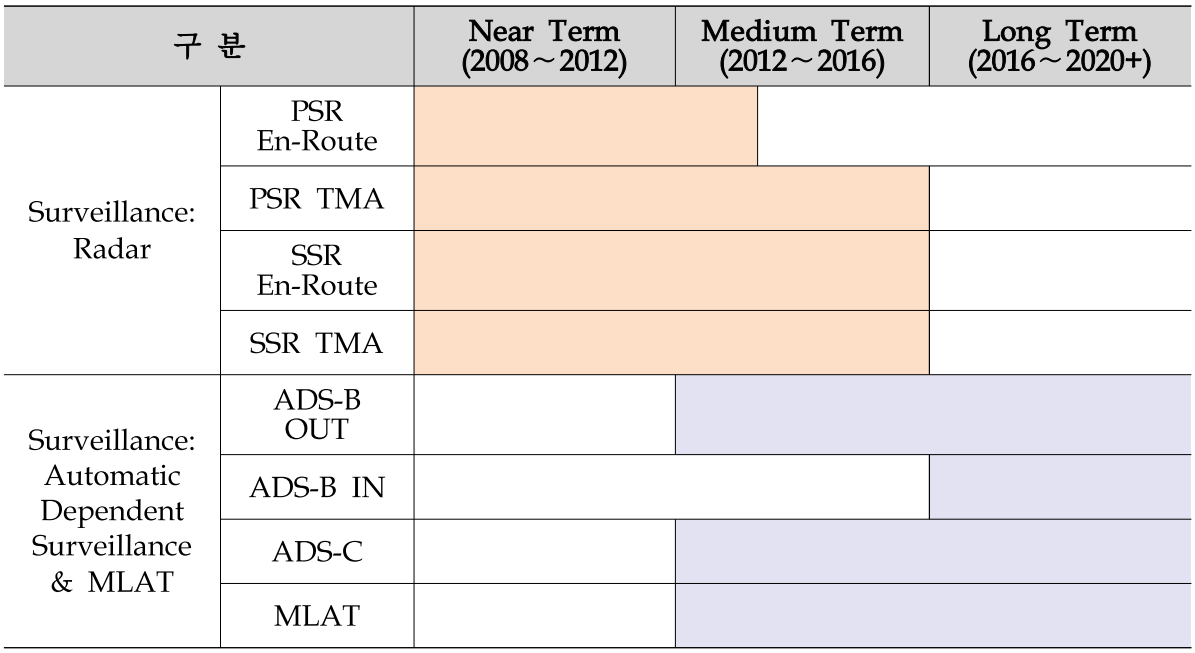


그림 2.3.1 감시시스템 운용 로드맵

표 2.3.2 2020년경의 비행단계별 감시요소 기술

구분	대양/원격지	항로/내륙	터미널 지역	지상 감시
주 시스템	ADS-C/ADS-B	WAM(ADS-B)	WAM(ADS-B)	LAM(ADS-B)
백업 시스템	절차관제	PSR	PSR	SMR

○ 현재 MLAT는 북미지역의 미국과 캐나다, 남미지역의 칠레, 유럽지역의 이태리, 그리스, 포르투갈과 일부 동유럽 국가, 러시아, 아시아지역의 중국, 일본, 인도, 말레이시아, 태국, 인도 등과 대양주의 호주와 뉴질랜드, 아프리카지역의 남아공과 이집트 등 다수의 국가들이 도입하여 적용하고 있음.

○ ADS-B를 시행하는 국가들은 북미, 유럽, 호주와 중국 일부지역, 싱가포르 및 말

레이시아 등에서 운용 및 진행하고 있음.

○ ICAO 아태 지역 사무소는 레이더 감시 불가능 지역에 대한 ADS-B 서비스 제공을 검토하고 있음.

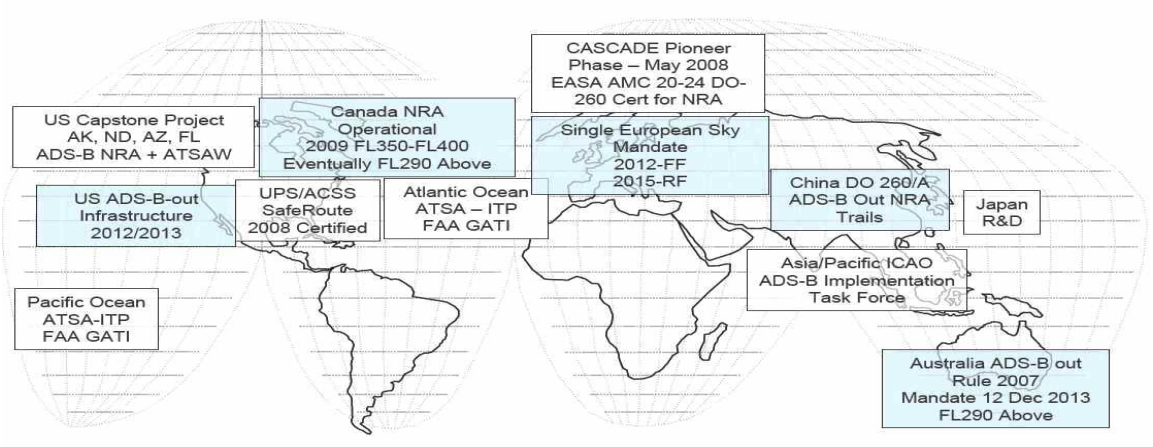


그림 2.3.2 ADS-B를 활용한 감시 및 추진 계획

가. 북미

(1) 미국

○ ASDE-X 프로그램에서 MLAT 시스템을 도입함.

○ 현재 공항감시용 MLAT는 35개 주요 공항에 설치되어 있으며(<그림 3-5> 참조), 앞으로 확대할 계획이며, WAM은 시범운용 중임.

– 알래스카 Junea에서는 RNP[39]와 결합하여 터미널지역에서 운용할 목적으로 설치하였음.

– ST. Louis에서는 전자주사방식의 PRM[40]을 대체할 수 있는지를 확인하기 위한 기술시험을 실시하였고, 이 결과로 인하여 디트로이트, 클리블랜드, 밀워키와 아틀란타 등으로 확대되었음.

○ Sensis사가 "MDS[41]"라는 브랜드로 상품화하여 설치 또는 설치 중에 있음.

– 최첨단 공항 지상관제시스템(A-SMGCS), 접근관제, 항로, 군 작전지역, 저고도 헬기 운영지역(WAM), 정밀 평행활주로 모니터링 시스템(PRM)에 적용하고 있음.

39) Required Navigation Performance (필수 항행 성능)
40) Precision Runway Monitoring (정밀 활주로 모니터링)
41) Multistatic Dependent Surveillance (다중정역학 종속 감시)

– 미 연방항공청(FAA) 최첨단 지상관제시스템 사업의 ASDE-X 주 계약사로 현재 미국내 48개 주요공항의 MDS / ADS-B / WAM을 설치하거나 설치 중에 있음.

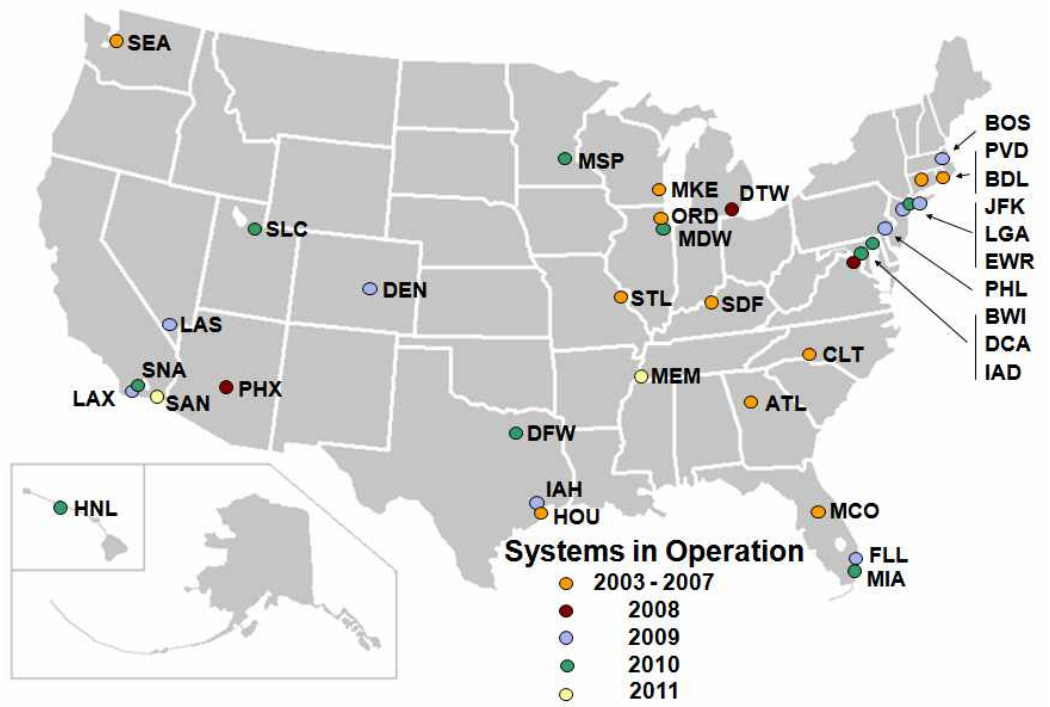


그림 2.3.3 미국의 차세대 공항 지상관제시스템(ASDE-X) 설치현황

○ 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, 멕시코만 등에 UAT 기반의 ADS-B를 운용하고 있으며, 향후 더욱 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.

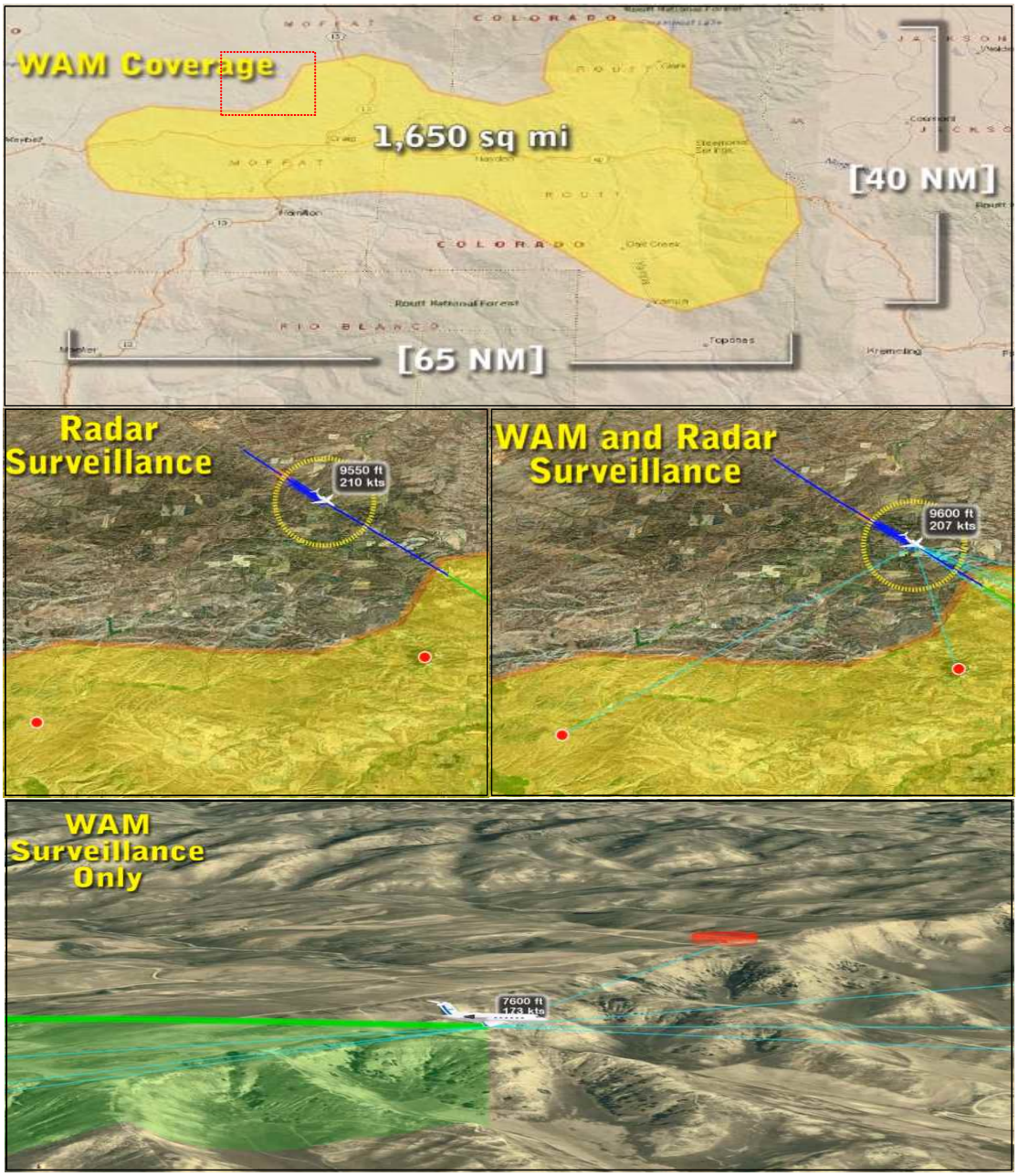


그림 2.3.4 미국의 콜로라도 주 WAM 운영사례

(2) 캐나다

○ 캐나다는 NAV CANADA 계획의 일환으로 ADS-B 운용에 대해 크게 3단계로 구분하여 추진하는 계획이 수립되었음.

- 1단계 : 2009년 초부터 허드슨만 지역에 ADS-B 서비스 제공
- 2단계 : 캐나다 북동부 해안지역의 적용
- 3단계 : 캐나다 북부지역의 적용

○ 상기 이외의 지역은 기존 감시레이더에 의해 서비스를 제공하는 것으로 계획함.

○ MLAT는 벤쿠버 국제공항, WAM은 포트 세인트 존 터미널지역 광역감시에 적용

함.

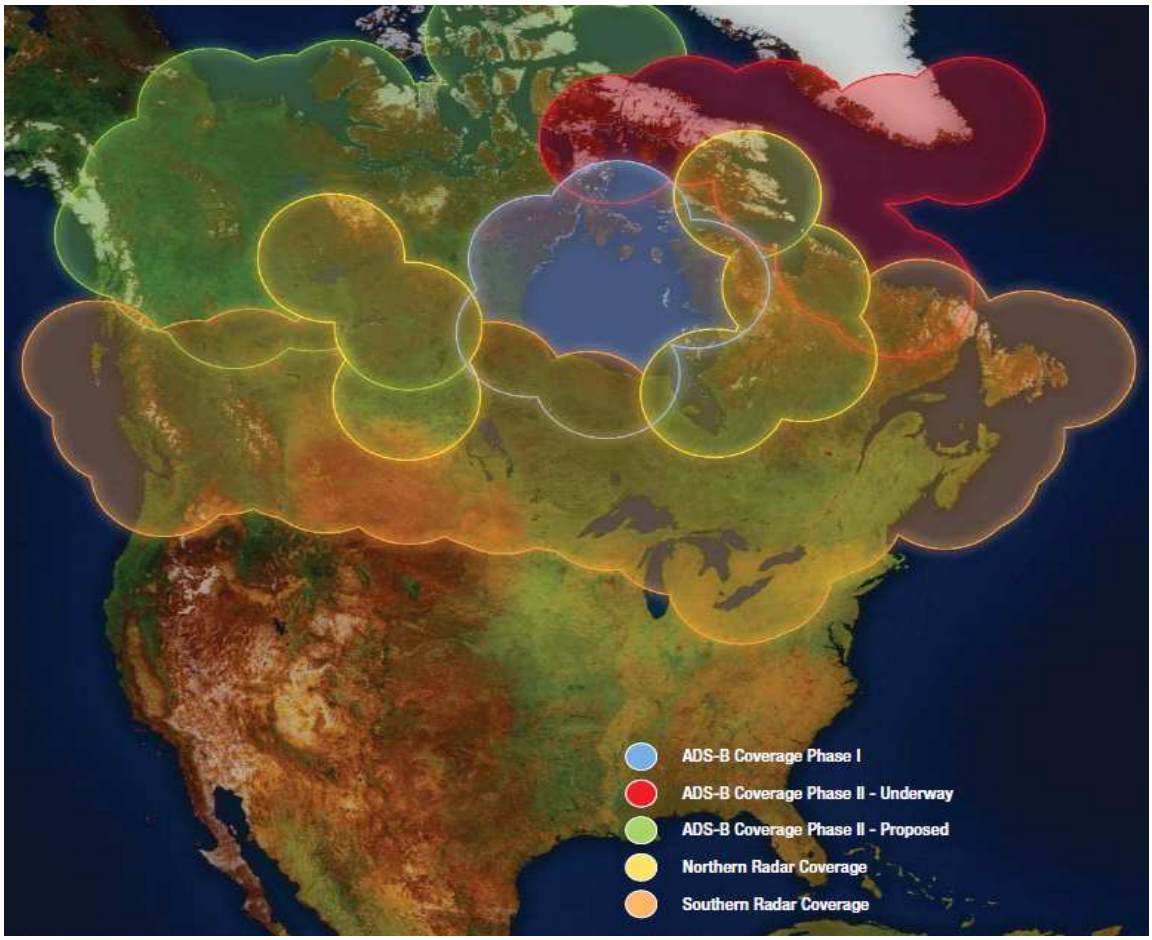


그림 2.3.5 캐나다의 Radar와 ADS-B 제공영역 및 추진계획

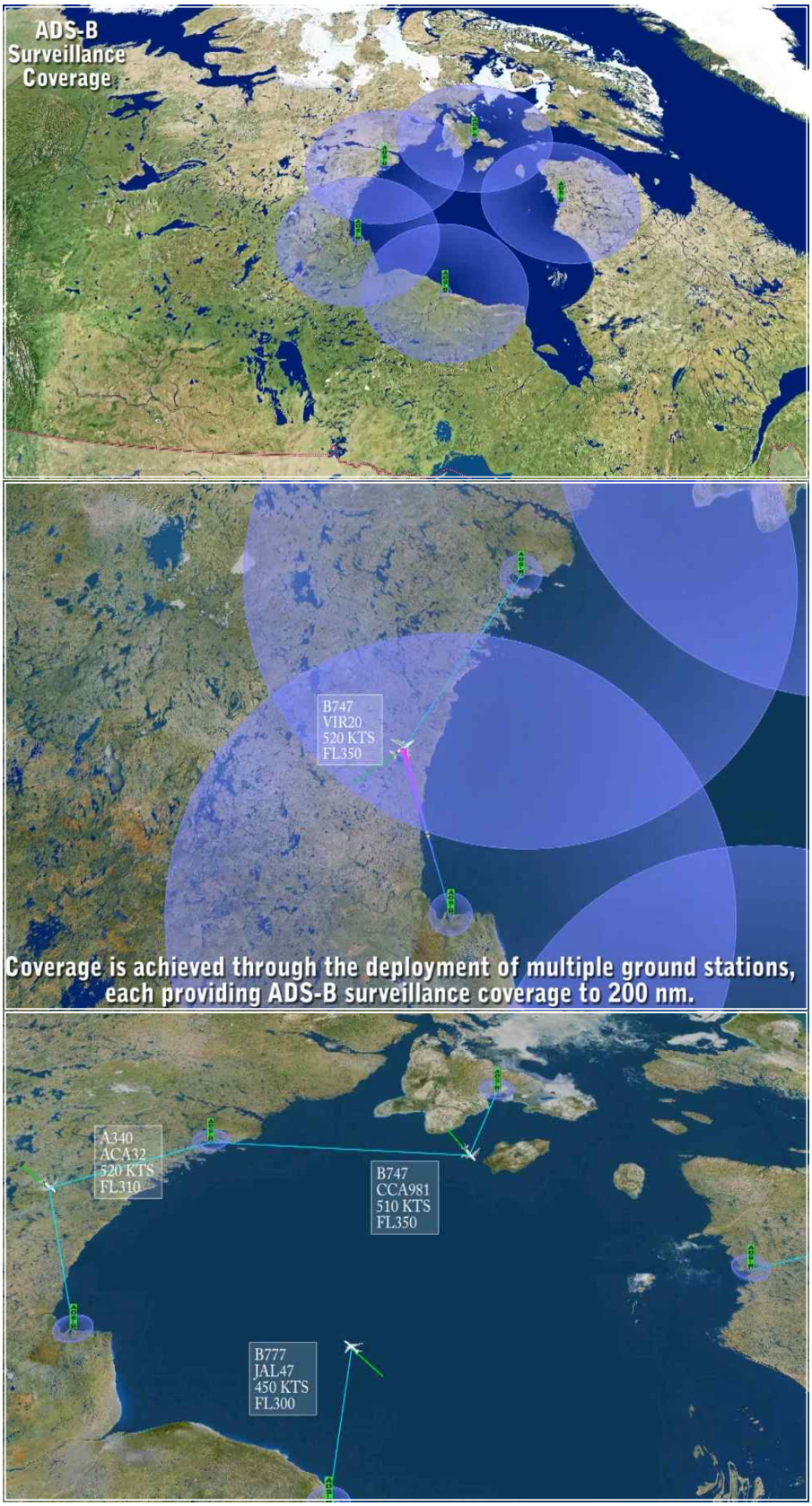


그림 2.3.6 캐나다의 ADS-B를 이용한 추진현황

나. 유럽

○ Eurocontrol은 항공감시시스템 구축전략에 MLAT를 포함시킴.

○ ERA(체코), Indra(스페인), Thales(프), Selex(영) 등에서 ADS-B와 MLAT를 제품화하여 생산 중임.

○ Eurocontrol에서는 "SESAR" 프로그램을 통한 ATM 감시장비 전략을 수립하였음.

○ 공항관제와 항로 및 터미널 공역의 감시 구축계획을 추진 중에 있으며 전체적인 감시시스템의 로드맵을 구축하였음.

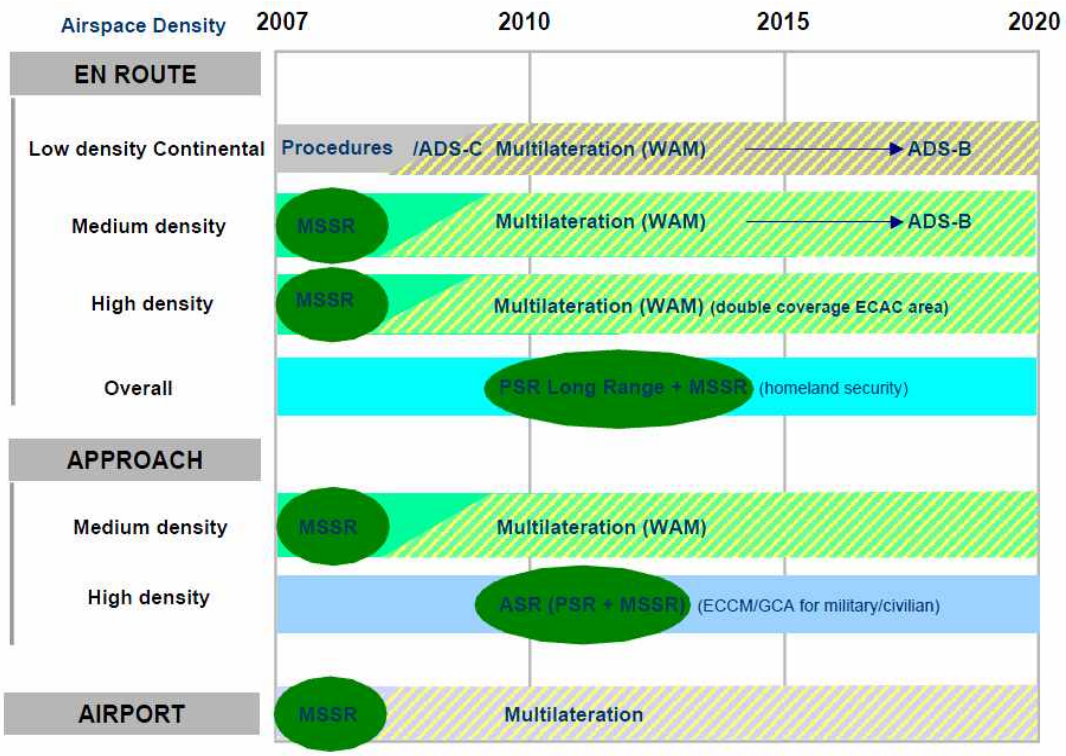


그림 2.3.7 유럽의 항공감시 시스템의 구축 동향

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

– 2002년에 AVT[42] 구현을 위한 프로젝트를 시작하여 매년 단계별로 기능과 성능을 발전시키고 있음.

– 2007년부터 2011년까지 ADS-B-NRA[43], ADS-B-RAD[44], ADS-B-APT[45],

42) ADS-B / TIS-B Validation Test-bed (ADS-B / TIS-B 확인 시험환경)
43) ATC Surveillance in Non-Radar Areas (비 레이더 공역에서 항공교통관제를 위한 감시)
44) ATC Surveillance in Radar Areas (레이더 공역에서 항공교통관제를 위한 감시)
45) Airport Surface Surveillance (공항 지상감시)

ADS-B-ADD[46], ATSAW-VSA[47], ATSAW-ITP[48], ATSAW-AIRB[49], ATSAW-SURF[50], Spacing- S&M[51]과 같은 ADS-B Package Ⅰ 응용 프로그램을 추진 중임.

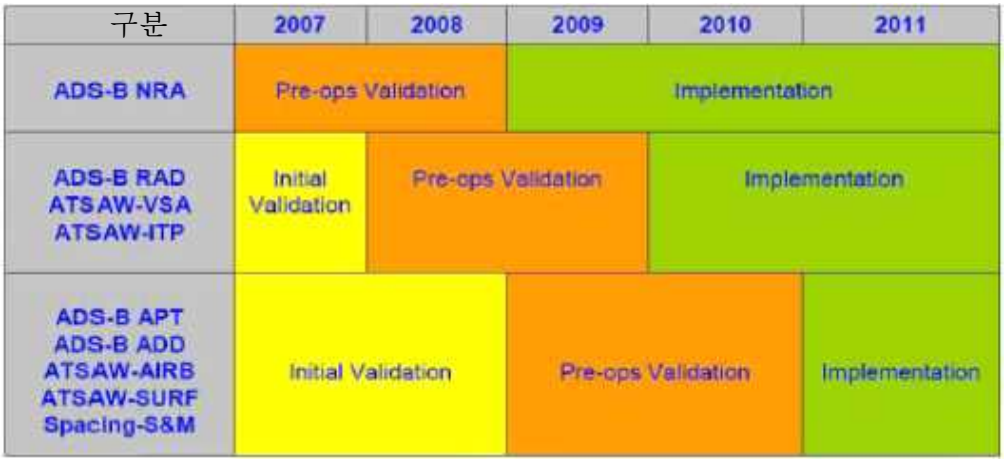


그림 2.3.8 유럽의 ADS-B 구축 로드맵

- FAA, RTCA, Eurocontrol, EUROCAE 등의 기관으로 구성된 그룹인 ADS-B 요구사항 포커스 그룹(RFG[52])의 주 목적은 지상감시(GS[53])와 공중감시(AS)[54] 응용에 대한 운용 개념과 최소 안전성 및 성능 요구사항을 규정하는데 있음.
- ADS-B Package Ⅰ은 5개 형태의 지상감시 응용과 7개 형태의 공중감시 응용을 일컬음.

46) Aircraft Derived Data for Ground ATC Tools (지상관제 도구를 위한 항공기 파생 데이터)
47) Enhanced Visual Separation on Approach (향상된 접근 시 시계 분리)
48) In-Trail Procedure in Oceanic Airspace (대양 공역에서 일렬 비행 시 고도 변경 절차)
49) Enhanced Traffic Situational Awareness during Flight Operations (향상된 비행 중 항공교통 상황인식)
50) Enhanced Traffic Situational Awareness on the Airport Surface (향상된 지상이동 시 항공교통 상황인식)
51) Enhanced Sequencing and Merging Operations (향상된 순서 및 합병 운용)
52) Requirement Focus Group (ADS-B 요구사항 포커스 그룹)
53) Ground Surveillance (지상감시), 관제사가 감시 데이터를 사용하는 응용
54) Airborne Surveillance (공중감시), 조종사가 감시 데이터를 사용하는 응용

표 2.3.3 ADS-B Package I 의 응용

구분		설명
지상감시 응용 (5)	ATC surveillance for en-route airspace (ADS-B-ACC)	· 관제사에게 레이더로 제공되는 감시기능을 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 감시기능을 증대시키기 위한 ADS-B 응용 예: 지형에 근접한 저고도에서 감시기능을 증대시키기 위한 ADS-B 응용
	ATC surveillance in non-radar areas (ADS-B-NRA)	· 비 레이더 영역에서 관제사에게 감시기능을 제공하기 위한 ADS-B 응용 예: 레이더 설치가 어려운 영역(원거리, 연안, 대양 등)에서의 항공교통 정보와 분리간격 서비스를 증대시키는 ADS-B 응용
	Airport surface surveillance (ADS-B-APT)	· SMGCS가 있거나 또는 없는 공항에서 지상이동을 보다 안전하고 효과적으로 관리하기 위하여 새로운 감시정보를 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(MTCD, AMAN, DMAN 등)를 개발하거나 증대시키기 위한 ADS-B 응용 · CDM 응용 시에도 장점이 있음.

공중감시 응용 (7)	Cat-Ⅰ: 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 비행안전성과 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 통해 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-Ⅱ: Airborne Spacing	Enhanced sequencing & merging operations (ASPA-S&M)	· 관제사와 조종사간 항공교통의 순서조정(Sequencing) 및 중첩 항적처리(Merging)와 관계된 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 비행고도로 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. 예: 조종사가 적절한 HMI를 사용하여 주어진 분리간격을 유지하면서 교차진로(Crossing)로 비행하거나 통과(Passing)하는 업무를 수행

(1) 오스트리아

○ Eurocontrol에 의해 운용이 첫 번째로 승인된 MLAT가 오스트리아 내 Innsbruck Valley에 설치되었으며, 이 지역의 험한 지형 및 막대한 비용 때문에 전통적인 감시시스템의 운용이 제한되어 9개의 원격 수신기 및 안테나를 사용한 MLAT로 넓은 지역에 걸쳐 10~50m의 정확성을 얻고 있음.

○ Innsbruck의 각 Remote Unit은 자체적으로 정밀한 시계를 갖고 있어서 기준 중계기에 시각 동기화되며, Austro Control은 전통적인 SSR 시스템 사용시 1,300만 유로가 들 것으로 추산하였지만 MLAT는 연간 15만 유로의 운용비용이 소요되는 것으로 예상됨.

○ 8,000피트 이상의 산들로 둘러싸인 Innsbruck Airport 공항은 좁은 계곡지형 공항의 도착 및 출발을 감시하는 관제사를 위한 엄격한 항공교통 감시가 제공되고 있으며, 산 중턱이나 산 위에 기존의 레이더 설치는 비실용적이고, 필수적 공역을 표시하는 데는 몇 가지 요소가 요구되어 이에 대한 해결책으로 MLAT 운용이 대두되었음.

○ MLAT는 작은 수신기들은 설치하기가 용이해 불필요한 신호범위를 제공하는 큰 레이더가 접근하기 어려운 지역에서 위치를 쉽게 나타냄.

(2) 노르웨이

○ Oslo 공항에 MSS[55]가 설치되어 MLAT와 ADS-B의 동시 운용이 가능하게 되었으며, 현재 완전한 작동과 A-SMGCS에 반영되었음.

○ MSS는 기존의 레이더와 비교했을 때 보다 높은 정확도 제공, 보다 나은 업데이트 속도, 보다 넓은 범위 감시, 개선된 신뢰성 제공, 그리고 적은 초기비용과 낮은 연간 유지비를 제공함.

○ MSS 설치기업의 자체 분석에 따르면 향후 ADS-B와 MLAT는 작동상의 향상, 보다 광범위하게 선택, 그리고 특별한 경험과 시간적으로 효율적인 전달 시스템을 갖게 될 것으로 예상하고 있음.

(3) 체코

○ Brno 공항은 Ostrava와 Praha에 이어 WAM을 설치한 도시로 80 Nm보다 먼 지역까지 감시범위를 확대 운영하고 있으며, 향후 전국적인 범위에 제공하기 위해 시스템이 구축될 전망임.

(4) 독일

55) Multilateration and ADS-B Surveillance System (MLAT 및 ADS-B 시스템)

○ Frankfurt 지역의 WAM은 전 세계의 가장 큰 WAM 중 하나로, Frankfurt 공항을 포함한 인근의 2개 공항이 포함되는 128×80 Nm의 혼잡한 공역을 관장하면서 모든 항로 의 100피트 이상 되는 지역에 대한 감시정보를 제공하고 있음.

○ Frankfurt 국제공항의 경우 WAM을 통한 감시정보가 모든 활주로에 제공하며, 공항내의 tower control 지역 안에 설치된 WAM은 지상 500피트 이상의 고도에서 비행정보를 제공함으로써 Frankfurt 지역에 가시적인 효과를 주고 있음.

(5) 기타

○ 스위스의 Skyguide, 독일의 DFS, 오스트리아의 Austro Control은 WAM의 운용을 시도하였으며, 유럽 중부지역의 WAM 사업은 Zurich, Nünberg, Salzburg, Innsbruck 영역을 포함하고 있음. 또한 RVSM[56] 네트워크 내에 5기의 MLAT를 설치하여 25피트의 정확도로 비행고도를 확인하고 있음.

다. 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.

○ 호주와 인도네시아는 브리즈번과 우중판당 FIR 간의 데이터 공유 프로젝트에 대한 갱신 사항을 보고하였음.

- 프로젝트 1A 단계 : 호주가 고브 및 서즈데이 아일랜드로부터 수집한 정보를, 인도네시아는 메라우께와 사움라키에서 수집한 정보를 제공하고, 후반에 브룸, 둔간, 킨타마니, 쿠팡 등의 추가적인 지점에 대한 데이터 공유를 포함하도록 수정하는 것으로, ADS-B 데이터 교환을 위해 위성 데이터 링크가 구현되었음. ADS-B 데이터 공유를 지원하기 위한 협정서가 2011년 9월 체결되었으며, 브리즈번과 마카사르 ATC 센터 스크린에 표시된 해외 FIR의 ADS-B 데이터를 이용한 전체 운영은 2011년 2월 1일에 실행되었음.
- 프로젝트 1단계
  - 호주의 추가 지점(결정 예정)과 인도네시아 추가지점(와잉가푸)에 대한 데이터 공유를 실행하는 단계임.
- 프로젝트 2단계
  - 적합한 ATC 인프라를 이용해 완전한 유사 레이더(radar-like) 분리 서비스로 전환하는 단계임.

56) Reduced Vertical Separation Minima (최소 수직분리 축소)

○ 인도네시아는 2004년에 Airservices Australia 및 SITA와 협력을 맺고 ADS-B 시범운용의 확립을 통한 ADS-B 구현계획을 준비 중이며, 2006년에 1개 지상국 시험을 실시하였고 2010년까지 5개 지상국을 추가로 구축하였음. 또한 Banda Aceh 지상국의 ADS-B 데이터를 말레이시아와 공유하는 프로그램을 제안한 상태임.

○ 베트남은 ADS-B를 2011년까지 3개의 섬에 설치하고, 2015년까지는 레이더 감시범위 밖에 있는 비행장에 설치할 2단계 계획을 진행 중임.

(1) 호주

○ 기존의 레이더 및 항행안전시설들을 ADS-B와 GNSS 같은 위성기반 기술로 대체하는 것을 고려해왔음.

○ 2005년 전 공역에 28개 지상국을 설치하였고, 2009년 현재 16개 지상국의 시험을 완료하여 관제용으로 사용하고 있음(<그림 3-14> 참조).

○ 2009년 3월, 호주 CASA[57]는 2013년 12월부터 고고도 공역(FL290 이상)을 통과하는 모든 항공기(타국 포함)에 ADS-B 장착 의무화를 공표함.

○ 고고도 공역계획(UAP)[58]을 수립하여 28개의 ADS-B 지상국을 설치 및 운영하여 FL300 이상의 고도에서 연속적인 감시정보 제공을 추진하고 있음.

57) Civil Aviation Safety Authority (민간항공 안전국)
58) Upper Airspace Project (고고도 공역계획)

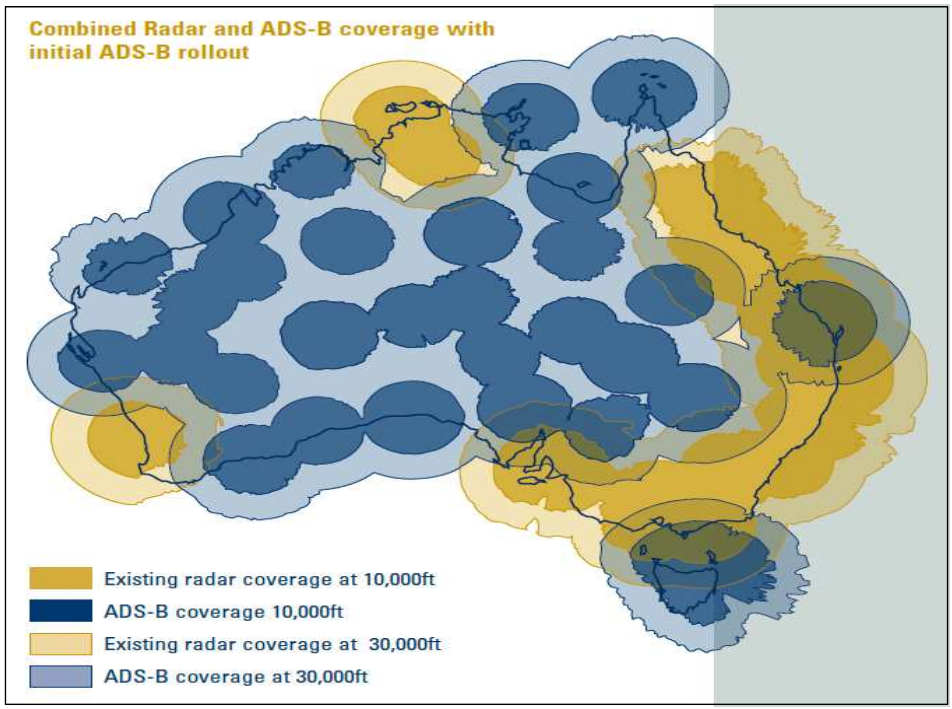


그림 2.3.9 호주의 기존 레이더와 ADS-B에 의한 고도별 감시범위

(2) 일본

○ ADS-B 구현을 위한 Working Group을 결성하고 이에 대한 로드맵을 2001년에 구축한 후 실험시설 개발 및 평가시험을 진행하고 있음.

○ 동경의 하네다 공항은 MLAT를 이용한 지상감시시스템을 구축하고 시범 운영하였음.

- MLAT의 평가 배경은 항공수요의 증가(교통량 증가, 운용의 복잡화)에 따른 공항 용량의 확장과 관제를 지원하는 시스템(공항면 감시; MLAT)으로 추진되었으며, 공항감시 평가에 의한 사전 검증을 통해 도입형태가 제안되었음.
- 설치시 평가방법은 위치 정확도, 검출율 및 갱신율을 적용함.
  - 위치 정확도 : GPS 위치기준으로 7.5m 이내(95% 신뢰수준)
  - 검출율 : 계산 값이 99.9% 이상(모든 구간 2초 간격)
  - 갱신율 : 게이트내 계산 값이 있을 때 추적처리 정지의 발생빈도
- 평가방법에 따른 결과 및 후속조치 추진
  - 1차 : 수신국 9개소 운용, MLAT 수신안테나의 높이가 3m임.
  - 결과 : 수신국 수의 부족, 수신안테나가 낮음, 최적화 되지 못한 설정 파라메타

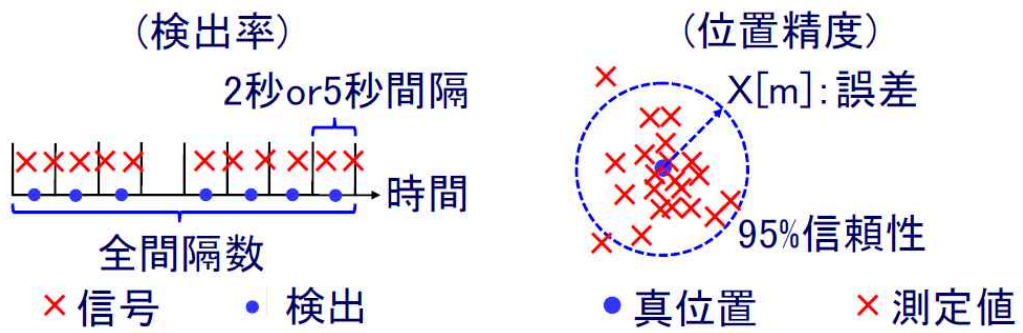
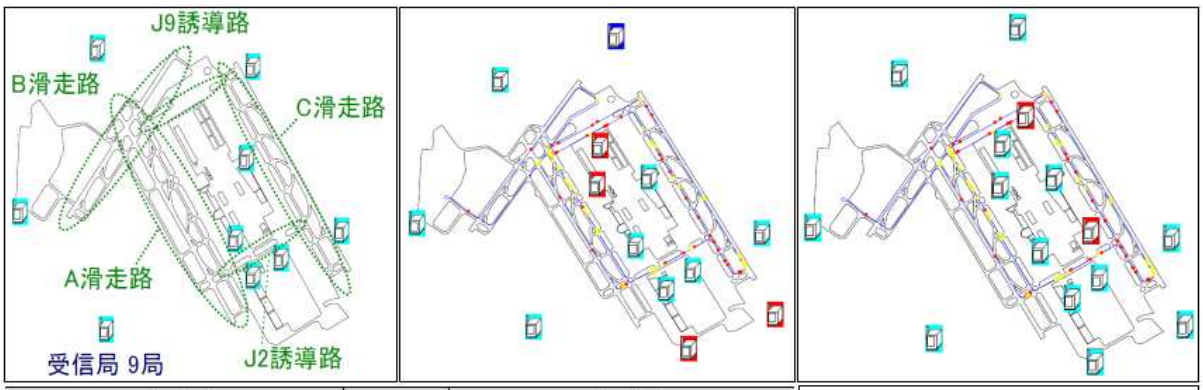


그림 2.3.10 MLAT의 시험평가 성능요건

- 2차 : 위치산출 수신국을 확대(3 → 4), 수신안테나 추가 설치(4개소), MLAT 수신안테나 1개소를 이전하여 높이를 조정하였음(3 → 12m).
- 결과 : J2/J9 유도로를 제외하고 성능요건 만족, 추적처리 정지의 발생빈도 크게 감소, 전 지역에서 갱신율이 거의 발생하지 않음.
- 3차 : J2/J9 유도로 MLAT 수신안테나 조정이 필요하여 추가 설치(2개소)함.
- 결과 : J2/J9 유도로의 성능요건을 충족함.



1차 평가			구분	2차 평가		
검출율	위치정도	갱신율		검출율	위치정도	갱신율
99.9%	29m	23%	A 활주로	99.9%	6.5m	0.2%
99.8%	No data	35%	B 활주로	100%	5.5m	0.1%
99.9%	63m	20%	C 활주로	100%	7.5m	0.1%
99.7%	20m	27%	J2 유도로	99.3%	12m	0.3%
99.2%	26m	24%	J9 유도로	98.8%	8.5m	0%
99.9% 이상	7.5m 이내	-	성능요건	99.9% 이상	7.5m 이내	-

범례
시험설치 수신안테나
이전설치 수신안테나
신규설치 수신안테나

그림 2.3.11 일본 하네다 공항의 MLAT 시험평가 결과

○ 동경의 나리타 공항에서도 MLAT를 이용한 지상감시에 대해 구축하고 시범 운영하였음.

– MLAT의 평가 배경은 교통량 증가, 운용의 복잡화에 따른 활주로 연장이나 유도로의 신설, 기존의 안전하고 원활한 운항의 지속적인 운영을 위한 MLAT를 도입, 매우 복잡한 나리타 공항 주기장(apron)[59] 형상을 충분히 사전 검증하는

데 있었으나 시설관리가 분리되어(활주로, 유도로; 국토교통성 동경항공국, 주기장; 나리타 국제공항주식회사) 있다는 것도 영향을 줌.

– 설치시 평가는 위치 정확도, 검출율에 대해 적용하며, 각각의 표준은 검출율이 활주로·유도로 99.9% 이상(2초 간격), 주기장 99.9% 이상(5초 간격)이고, 위치 정확도는 활주로·유도로 7.5m 이상(95%), 주기장 20m 이상(95%)임.

  • 나리타 공항의 MLAT 시험평가를 위해 초기에는 RUs(Receiver Units) 26개소, RefT(Reference Transmitters) 2개소 운영하였으나 건조물 등으로 인하여 차폐로 이어져 운용상 성능 저하가 발생하여 RefT 위치 조정과 RUs 1개소를 추가 설치하는 등 성능 개선을 하였으며, 이를 통해 전체적으로 성능 저하된 7개 지역이 3개 지역으로 감소하였고, 성능 저하된 지역들이 축소되는 결과로 향상됨.

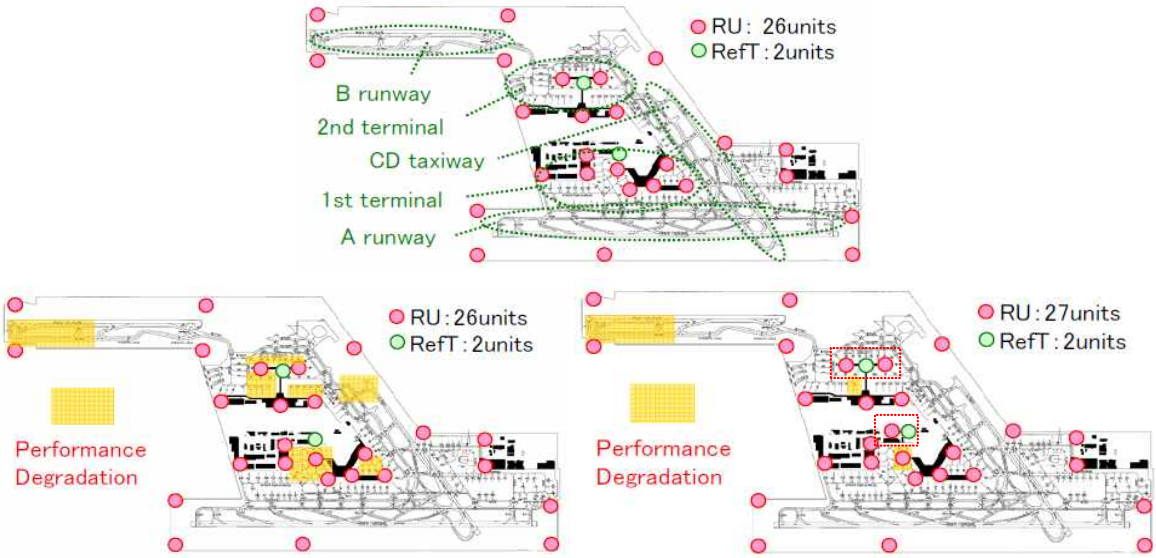


그림 2.3.12 일본 나리타 공항의 MLAT 도입 평가 및 개선책 적용결과

  • 특히, 나리타 공항의 MLAT 1차 평가 이후 개선책이 적용된 2차 평가에서 제1 터미널의 11번, 18번 및 21번 주기장을 제외한 A / B 활주로와 CD 유도로를 포함한 전 지역이 설정된 기준의 허용범위 내에 있으며, 2차 평가의 검출율과 위치 정확도가 향상된 것으로 나타났음.

표 2.3.4 일본 나리타 공항의 MLAT 시험운용 결과

구분	성능 요건	조정 전	조정 후	성능 요건
A 활주로 지역	검출율	99.9%	100%	검출율; 99.9% 이상, 위치 정확도; 7.5m 이하,
	위치 정확도	11m	6.9m	

59) 주기장 또는 격납고 앞의 포장된 광장

B 활주로 지역		검출율	99.9%	100%	업데이트; 2초
		위치 정확도	8.5m	7.4m	
CD 유도로 지역		검출율	99.8%	99.9%	
		위치 정확도	8.6m	6.8m	
제1 터미널 지역	11번 주기장	검출율	87.5%	92.5%	검출율; 99.9% 이상, 위치 정확도; 20m 이하, 업데이트; 5초
		위치 정확도	171m	59m	
	16번 주기장	검출율	92.3%	100%	
		위치 정확도	41m	7.2m	
	18번 주기장	검출율	-	87.6%	
		위치 정확도	-	16m	
	21번 주기장	검출율	-	100%	
		위치 정확도	-	40m	
	24번 주기장	검출율	97%	100%	
		위치 정확도	56m	8.2m	
	26번 주기장	검출율	100%	-	
		위치 정확도	17m	-	
	32번 주기장	검출율	91.4%	-	
		위치 정확도	29m	-	
	36번 주기장	검출율	-	100%	
		위치 정확도	-	10m	
	42번 주기장	검출율	100%	100%	
		위치 정확도	18m	9.4m	
	46번 주기장	검출율	100%	100%	
		위치 정확도	7.4m	6.2m	
	57번 주기장	검출율	100%	100%	
		위치 정확도	10m	8.2m	
	202번 주기장	검출율	-	100%	
		위치 정확도	-	6.8m	
	203번 주기장	검출율	100%	-	
		위치 정확도	51m	-	
	207번 주기장	검출율	100%	100%	
		위치 정확도	8.9m	6.1m	

제2 터미널 지역	63번 주기장	검출율	98.7%	100%	검출율; 99.9% 이상, 위치 정확도; 20m 이하, 업데이트; 5초
		위치 정확도	10m	6.8m	
	71번 주기장	검출율	100%	80.9%	
		위치 정확도	32m	10m	
	77번 주기장	검출율	97.6%	100%	
		위치 정확도	43m	6.6m	
	84번 주기장	검출율	100%	100%	
		위치 정확도	108m	9.5m	
	85번 주기장	검출율	-	100%	
		위치 정확도	-	7.1m	
	87번 주기장	검출율	100%	-	
		위치 정확도	91m	-	
	95번 주기장	검출율	96.9%	100%	
		위치 정확도	226m	7.7m	

– 또한, 나리타공항의 MLAT 시험평가시 수신국 설치와 운용에 문제가 있는 것으로 드러나 이를 개선함으로써 공항감시의 성능을 개선할 수 있었음.

표 2.3.5 일본 나리타 공항의 MLAT 시험평가시 문제점 및 개선책

구분	문제점	개선책
수신국 설치	• 수신국에서 신호 미검출 - 이상적이지 않은 안테나 설치 - 차폐·반사의 원인이 되는 건조물 • 구조적·비용적인 이유로 이상적인 위치에 안테나 설치곤란(수신국 수를 늘려 대처 가능하나 편성되는 수의 증가와 함께 폐해도 발생하고 직선 열이나 중의 중복형태로 나타남) - 처리장치 부하 증대 - 부적절한 위치관계 증대 - 기재 설치비용 증가	• 공항전체의 넓은 범위를 관망할 수 있는 매우 높은 건조물 상부에 안테나 설치 - 새로운 철탑 등의 정비가 불필요 - 수신국 수가 증가하지 않음. - 신호 간섭의 영향이 큰 폭으로 경감 - 보다 양호한 위치관계 획득 가능
수신국 운용	• 20개 수신국 - 지역마다 4개 수신국 설치5	• 15개 수신국 - 중앙 높은 곳에 수신국 수 집약 운용 - Ramp 관제탑 선정

○ ENRI[60]는 2009년부터 ADS-B를 이용한 감시활동을 계획하였으나 대부분의 감시가 레이더로 가능하기 때문에 ADS-B 도입을 위한 계획은 없는 것으로 알려져 있음.

(3) 중국

○ ADS-B관련 정책수립 및 중국 민간항공 비행학원(CAFUC)[61] 등에 ADS-B 시설을 시범 운영하는 등 연구개발에 주력하고 있음.

- 2010년 말까지 8개의 ADS-B 지상국을 설치하고 장비를 장착한 항공기로부터 데이터를 수집함.
- 중국 민용 항공국(CAAC; Civil Aviation Administration of China)이 2010년 11월 “중국의 민간항공 감시기술 적용정책(Application Policy of Civil Aviation Surveillance Technology of China)"을 발행하면서 레이더와 ADS-B 모두가 항공교통관리의 도구가 될 수 있다는 점을 명시하고 새로운 감시시스템으로의 전환은 점진적으로 진행될 예정이며, 보조 감시시스템에 이용될 몇 대의 레이더가 필요할 것으로 예상하였음.

○ 2007년 4월, 청두에 ADS-B 지상국을 설치하고 ADS-B 장비를 탑재한 항공기로부터 ADS-B 메시지를 수신하여 모니터링 하고 있음.

○ ADS-B 데이터를 시험평가하기 위하여 레이더와 ADS-B 데이터를 비교하는 시험을 두 차례 시행하였음.

- 청두-라사 루트 간 시험 운영 : 5개 ADS-B 스테이션과 VHF 음성통신 능력을 이용한 중국 최초의 ADS-B 항로, 즉 청두-라사 ATS 항로에 대한 감시 프로젝트는 2009년에 시작되어 2010년 완료되었음. 한편 ADS-B 신호의 재생빈도, 범위, 정확성, 안정성 등과 같은 ADS-B 성능을 평가하기 위한 비행 테스트가 2010년 말에 수행되었으며, 만족스러운 결과가 도출되었음. CAAC는 빠른 시기 내에 ADS-B 지상국을 추가할 계획에 있으며. ADS-B 기반의 시험운영은 2011년에 계획하였음.
- 또한 회의를 통해 중국 청두 ADS 지상국에서 수집한 NUC/NIC 통계자료가 검토되었음.
- 남중국해에서의 시험운영 : 남중국해에서의 ADS-B 구축 프로젝트가 2008년부터 시작되었음. 삼아 FIR에서의 시험 운영을 위해 ADS-B 지상국 1개소가 투입되었으며, 프로젝트의 목표는 감시범위 및 삼아 FIR의 신뢰성을 강화하는 한편 남중국해에서 장비를 장착한 항공기로부터 ADS-B 데이터를 수집, 평가하는 것으로 2009년 7월 ADS-B 신호가 삼아 ATM 자동 시스템으로 통합되었음. 현재는 ADS-B 데이터와 레이더 데이터 모두 스크린에 표시되고 있으며, 시험운영 결과

60) Electronic Navigation Research Institute (일본 전자항법연구소)
61) Civil Aviation Flight University of China (중국 민간항공 비행학원)

ADS-B 기반의 감시능력이 삼아 FIR의 ATS 항로의 감시능력을 개선할 수 있다는 점이 분명해졌음. 남중국해에 8,000m 이상의 삼아 FIR 공역에 대해 감시범위를 중복시키기 위해 3개소의 새로운 ADS-B 지상국이 추가 설치될 계획임. 2010년 삼아 FIR에 대한 정확성 및 무결성에 대한 평가가 실행되었고 자동화 시스템 공급자에게 다중 센서의 통합과 관련된 기술적 문제의 해결을 요청하였으며, 삼아 FIR에서의 ADS-B 시험운영도 2011년에 계획하였음.

○ 중국 최초의 MLAT 시스템이 베이징 수도 국제공항에서 운영을 시작하였고, 시스템은 지상이동 감시레이더와 통합될 예정임.

○ 홍콩은 ADS-B를 시범운영하고 있으며, 19개의 MLAT 센서를 설치하여 2004년부터 분기별로 A-SMGCS[62] 시스템을 이용한 측량이 시작되었고, 2007년에 ADS-B 전용 시스템이 사용된 시범운영을 시행하였음(<그림 3-18> 참조).

62) Advanced Surface Movement Guidance and Control System (지상이동 안내 및 감시시스템)

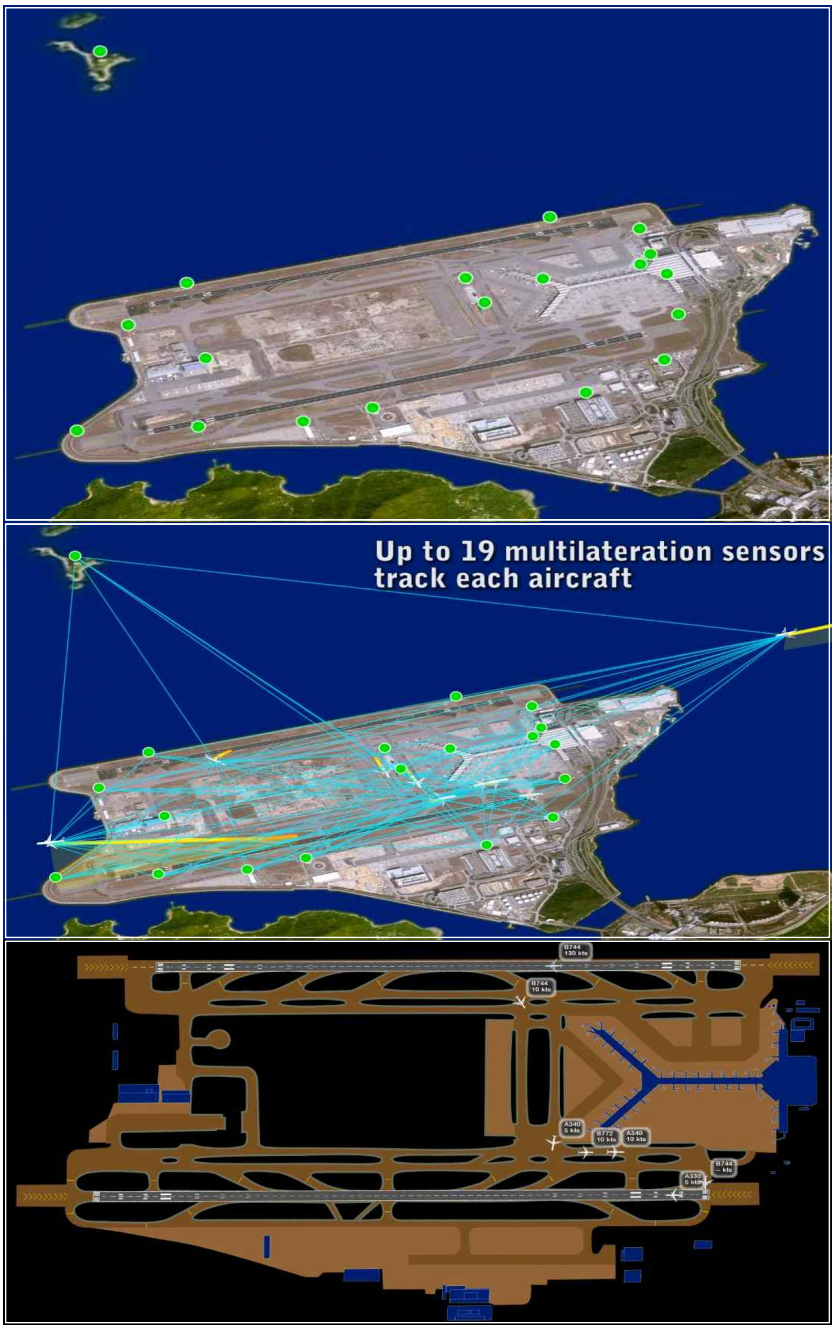


그림 2.3.13 홍콩 첵랍콕 공항의 MLAT 운용현황

(4) 싱가포르

○ 남중국해의 ATS 항로 L642 및 M771에 대한 시험운영 및 실행과정에서 ADS-B 기반 감시 서비스의 배치와 관련해 최대 혜택을 얻기 위해 ADS-B 장비 장착 항공기의 세로방향 공간 통제의 일치를 위한 정보문서를 제공하고 제안하였음.

– 성능기반 항행(PBN; Performance Based Navigation)을 이용하는 현재 항공교통관리 계획을 통해 세로방향의 축소 분리간격이 기존의 전통적인 10분 즉 80Nm에서 RNP10 PBN 명세 기반의 50Nm 및 RNP4 PBN 기반의 30Nm로 감소하였는데 이와 관련된 ADS-B 기반의 감시 서비스가 실행되기에 적합하도록 세로방

향 분리 간격의 적절한 감소를 제안하였음.

- 세로방향 분리간격의 감소는 ADS-B 장착 항공기가 최적의 비행고도로 운항할 수 있도록 도와주며, 공항에서의 지상 지연(ground delay)뿐 아니라 운영비용, 탄소 배출량 등을 줄이는 데도 도움이 될 것으로 예상되어 현재 싱가포르 FIR 내에서 시험운영을 시작하기 전에 필요한 안전평가를 실행하고 있는 중에 있음.

라. 기타

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

표 2.3.6 세계 주요국가 및 공항의 MLAT 구축현황

구분	국가	공항
평행 활주로 / 지상이동 감시	멕시코	Albuquerque
	미국	Atlanta, Baltimore, Boston, Burbank, Calgary Cincinnati, Cleveland Columbus, Dallas, Dekalb, Dulles, East Hampton, Houston, Indianapolis, Irving, Las Vegas, Louisville, Miami, Milwaukee, Minneapolis, Naples, Newark, New York, Philadelphia, Phoenix, Portland, Milwaukee, Minneapolis, Newark
	영국	East Midlands, Edinburgh, Glasgow
	호주	Sydney
공항 지상이동 감시	대만	Kinmen
	싱가포르	Singapore
	인도	Chennai, Kolkata, Mumbai
	중국	Beijing
	뉴질랜드	Auckland
	칠레	Santiago
	네덜란드	Amsterdam
	노르웨이	Oslo
	독일	Braunschweig, Hamburg, Munich
	라트비아	Riga
	스페인	Asturias, Madrid, Palma, Santiago, Tenerife
	아일랜드	Dublin
	영국	London
	체코	Prague
	폴란드	Balice
	헝가리	Budapest
	남아공	Cape Town
	이집트	Cairo
광역 다변측정 감시(WAM)	대만	Kinmen
	캐나다	Cold Lake
	라트비아	Riga
	스페인	Asturias
	아르메니아	Gyumri, Yerevan
	영국	East Midlands
	체코	Ostrava, Prague
	남아공	Cape Town

4절. 연구개발 인프라 및 기반역량 분석

1. 국외 현황

○ 유럽 및 미국의 경우 1980년대 말부터 차세대 항공감시 시스템으로 다변측정(MLAT)감시시스템 연구를 시작하여 2000년대 초부터 시범운용을 실시하였으며 2010년 전후로 공항감시 및 SSR음영지역 보완용으로 본격적인 구축

- 1970년대에 Bendix사에서 공항감시를 위해 2개의 좁은 전자스캔빔 질문기와 트랜스폰더 응답을 3개의 수신기를 이용하여 항공기 위치를 측정하는 MLAT 개발의 시초임.
- 1980년도에 Cardion사에서 “Squitter Package"를 추가한 ATCRBS 트랜스폰더를 이용한 다변측정감시의 군용 시스템을 개발하였으나 실제 사용하지 못함.
- 1995년도에 FAA, NASA, MIT Lincoln Lab 공동으로 Cardion사의 새로운 MLAT시스템을 아틀란타 Hartsfield 공항에 설치하여, 공항지면 감시용 구현가능성 확인과 공역 MLAT 시험 수행.
- 1999년도에 FAA에서 달라스 Fort Worth공항에 ATIDS(Airport Target IDentification System)으로 Sensis사의 MLAT를 설치하여 시스템 요구조건 설정과 검증을 위한 시험평가를 수행함.
- 2001~2005년도에 NASA주관으로 HITS(Helicopter In-Flight Track System)라는 R&D프로그램으로 멕시코만의 유정 플랫폼에 운용하는 저고도 헬리콥터 감시를 위한 Sensis사의 WAM을 설치하여 시험평가를 수행함.

○ 세계최초의 MLAT운용은 체코의 ANS(Air Navigation Services)가 ERA사 장비를 프라하 Ruzyne국제공항에 설치하여 1999년에 운용 승인을 획득한 것이며, 광역감시 MLAT는 2002년도에 체코의 Ostrova TMA에 레이더감시 서비스가 제공되지 않는 것을 보완하기 위해 설치하여 운용한 것이 세계 최초임.

가. ERA사

○ 기관 연혁

- ERA는 체코슬로바키아 시절의 Tesla사로부터 1994년에 주식회사로 설립.
- Rannoch사는 미국 버지니아주 소재의 기업으로 1991년에 설립.
- 2006년에 Rannoch사가 ERA를 인수, Rannoch사의 연구/재조 부문을 체코 ERA 소재지로 이전하고 회사명도 ERA Corporation으로 유지.
- 2008년에 SRA International에 매각되면서 SRA의 전략사업 자회사로 주로 감시제품 연구개발, 생산을 수행하고 있음.

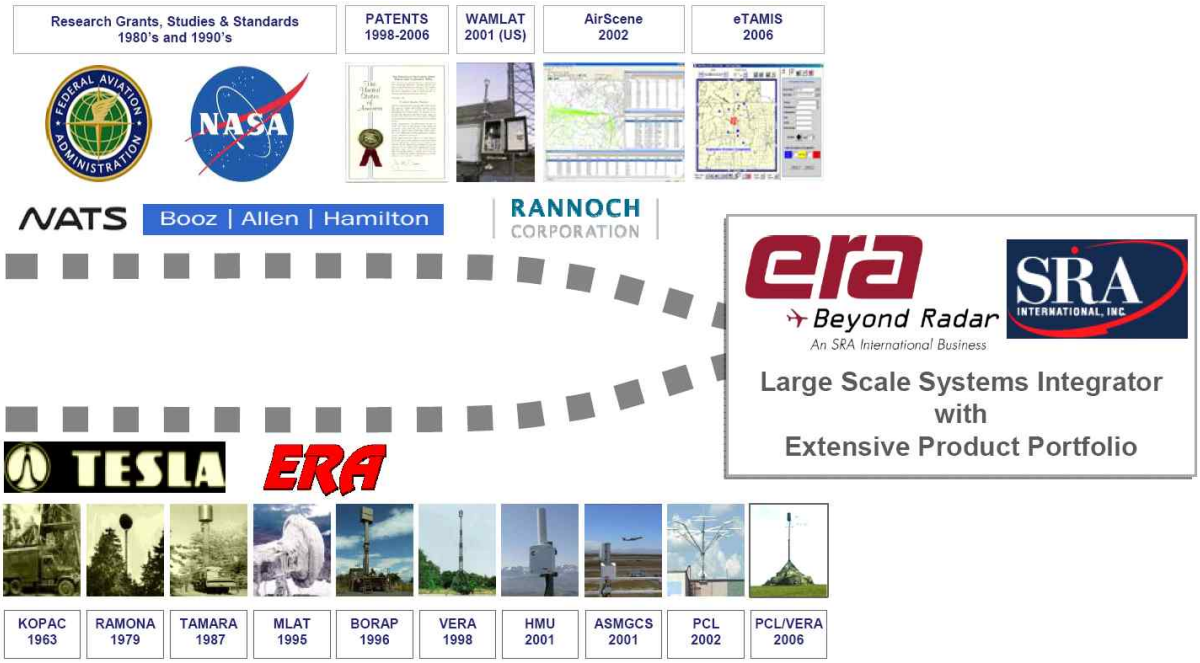


그림 2.4.1 ERA사의 연혁

○ ERA사는 체코 ANS에서 추진한 세계최초 MLAT 인프라 구축에 장비 제공

- 프라하 Ruzyne국제공항에 공항지면감시용 MLAT을 구축하여 1999년에 인증받음.
- 2002년에는 레이더 음영지역인 체코의 Ostrava에 광역 MLAT를 설치하여 2003년에 운용승인을 획득.
- 현재, 25개국에 130조 장비를 MLAT구축한 실적을 보유하고 있음.

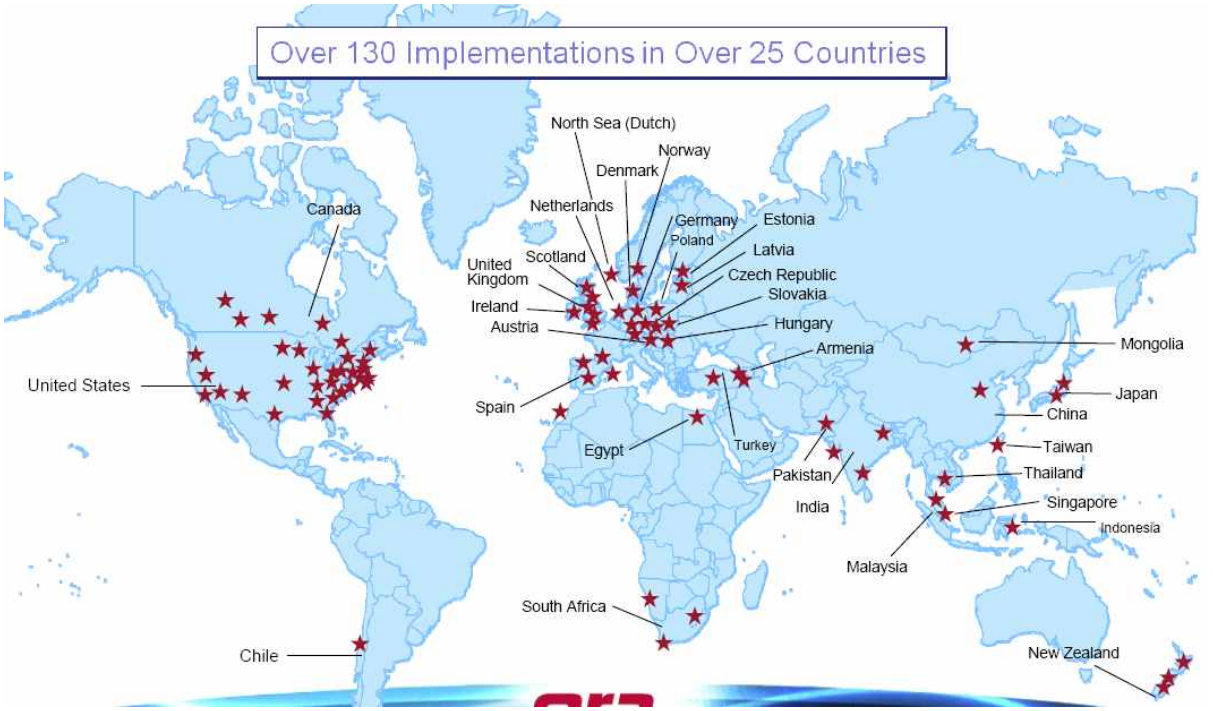


그림 2.4.2 ERA사 MLAT 구축 현황

○ ERA사는 MSS(Multilateration Surveillance Systems)라는 브랜드로 공항감시 MLAT는 MSS-A, 광역감시 MLAT는 MSS-W라고 명명하고 있으며, 응용에 따라 항로감시, TMA, 공항지면 감시 등에 대해 4종류의 제품을 제공하고 있음.

※ ADS감시시스템은 DSS(Dependent Surveillance System)라고 하고 이를 차량에 응용하는 제품을 VTS(Vehicle Tracking System)이라고 함.

○ ERA사는 Surveillance분야에 약 300명의 인력을 보유하고 있으며 MLAT시스템을 1995년도에 초기 제품개발 하였으며 이후 공항감시용 MLAT, 광역감시 MLAT등에 대한 연구개발을 꾸준히 수행하고 있음.

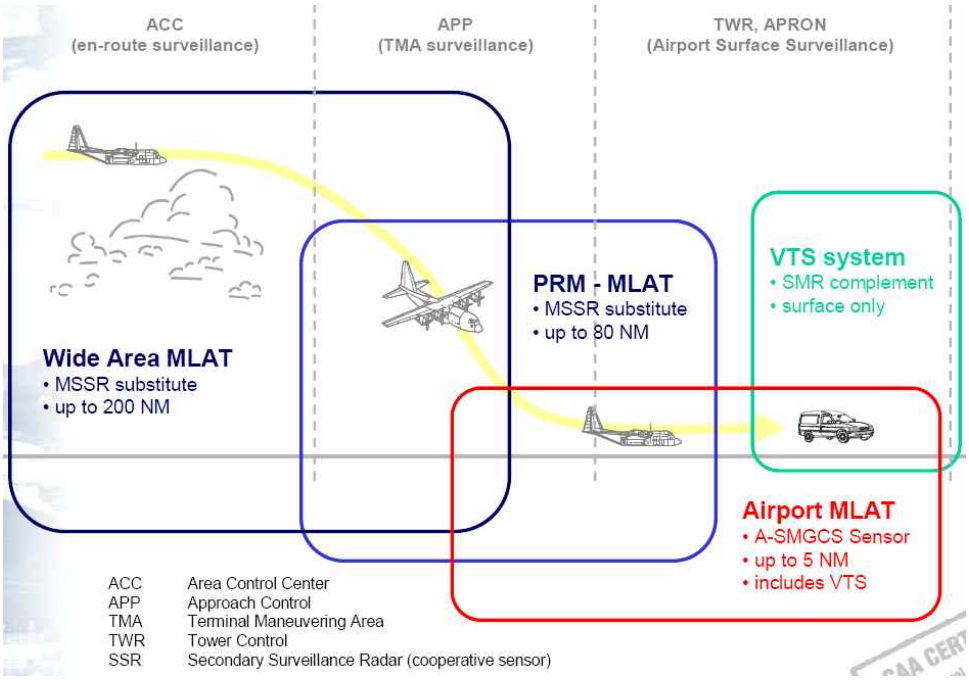


그림 2.4.3 ERA사의 MLAT 응용 개념

나. Saab Sensis사

○ Saab Sensis사는 항공교통서비스(ATS) 전문 회사인 Sensis사였지만, 2011년도에 국방/보안 회사인 Saab사가 Sensis사를 인수하면서 Saab Sensis사로 개명되었고 현재는 Saab그룹의 자회사임.

○ 주요 생산품은 공항관제 및 감시와 관련한 A-SMGCS, ASDE-X, ADS-B, MLAT, SMR등으로 현재 35개국에 진출하고 있으며 직원은 약 600명임.

○ Sensis사는 FAA주관으로 수행된 ATIDS(Airport Target IDentification System)에 달라스 Fort Worth공항에 MLAT을 설치하여 공항지면감시와 터미널지역에서의 정밀위치추정 및 식별정보를 제공하는 평가하고 시스템의 요구조건을 설정하고 검증하는 목적으로 사용됨.

○ 현재, MLAT 제품으로는 “MDS(Multistatic Depedent Surveillance)"라는 브랜드로 미국을 비롯한 35개국에 제품을 구축한 실적 보유.

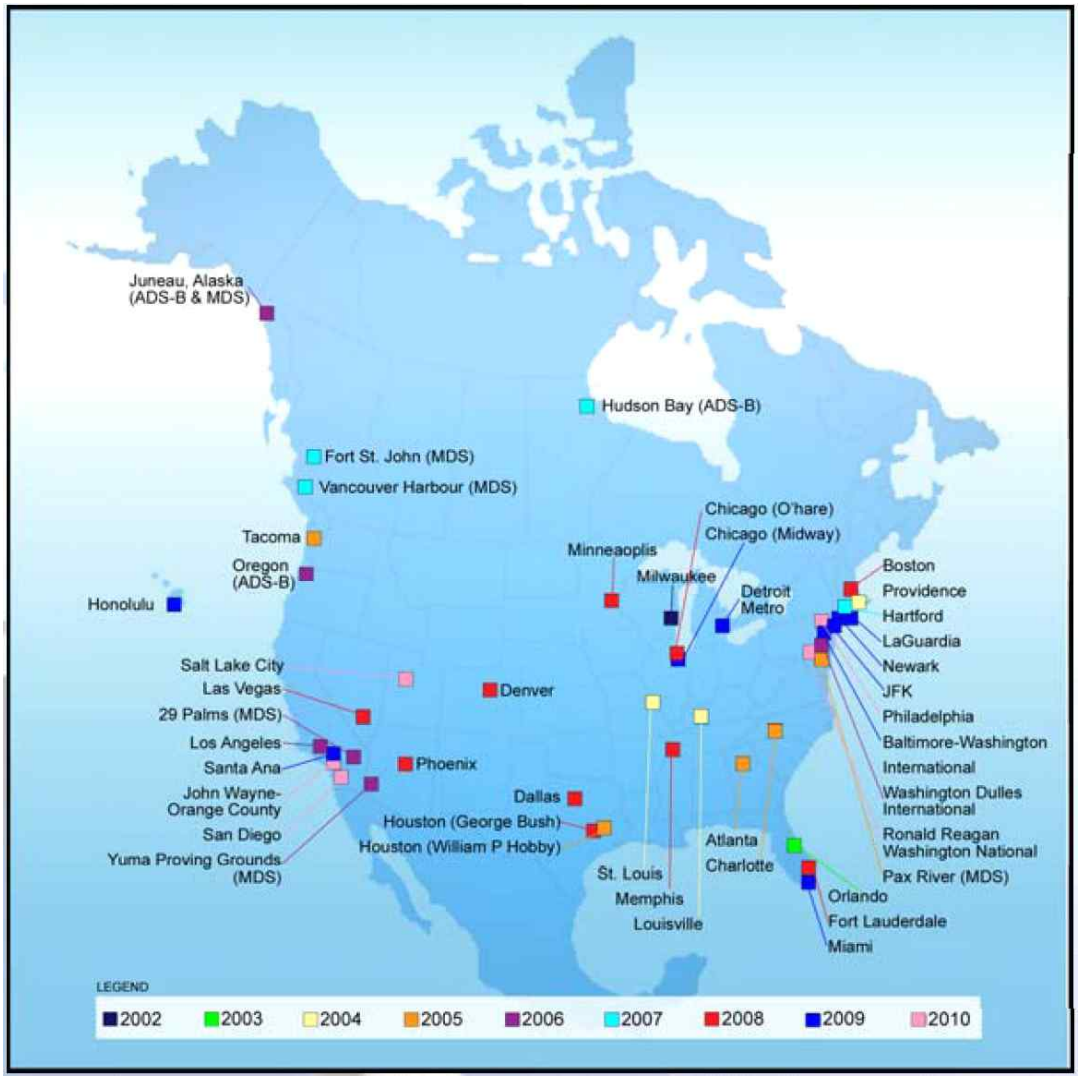


그림 2.4.4 Sensis사의 미국내 MLAT구축 현황(출처: Sensis자료)

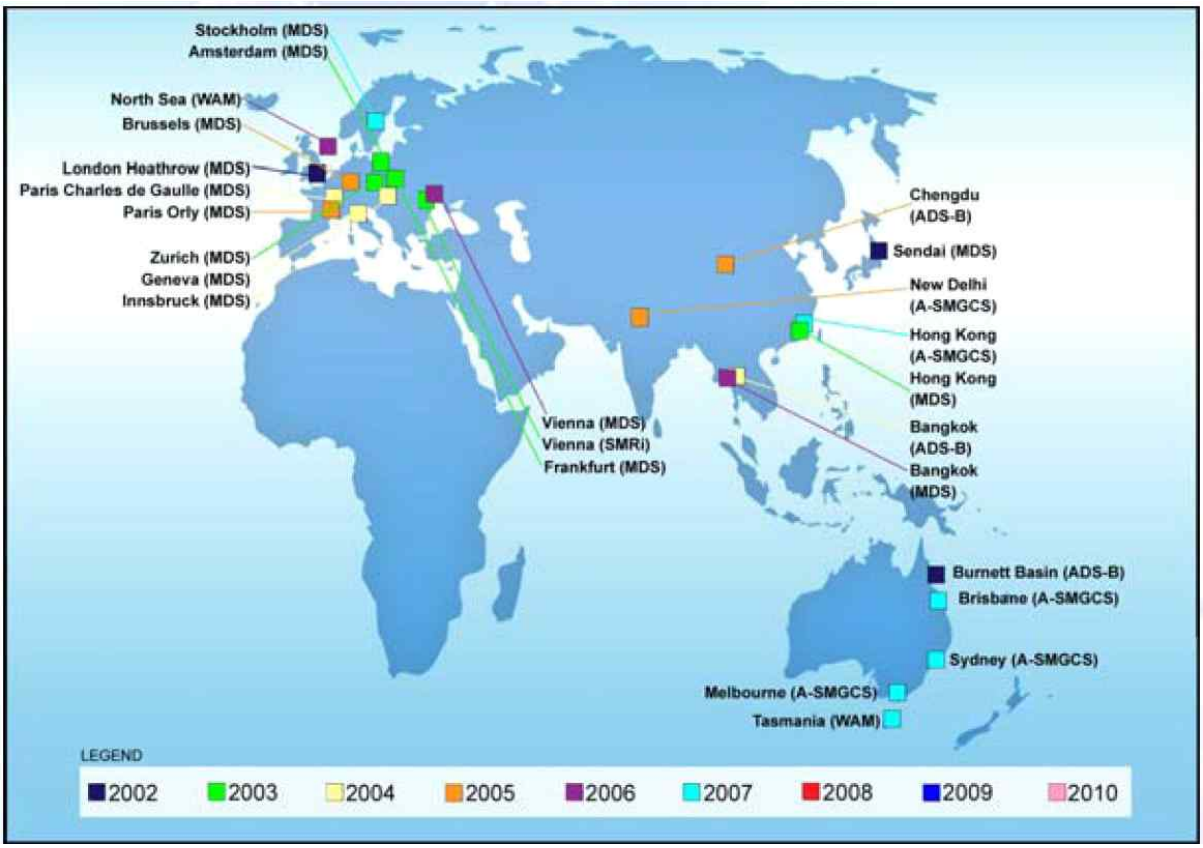


그림 2.4.5 Sensis사 MDS 다변측정감시시스템의 미국이외 전 세계적인 운용현황
(출처: Sensis자료)

다. 기타

○ Selex사(이탈리아)에서는 ADAM(Advanced Airport Multilateration System)과 AWAM(Advanced Wide Area Multilateration System)이라 브랜드로 제품화을 완료하여 현재 이탈리아 주공항인 Milan Malpensa(MXP)와 Rome Fiumicino(FCO)에서 운용중.

○ Thales(독일)사는 MAGS(Multilateration and ADS-B Ground Surveillance)라는 브랜드의 다변측정감시시스템을 제품화

○ Roke사(영국)는 Vigilance라는 브랜드의 MLAT를 제품화하였으며, Indra사(스페인)가 구축 및 공항서비스하면서 상호 기술제휴를 진행하고 있음.

○ Comsoft(독일)사는 Quadant라는 브랜드의 다변측정감시시스템을 제품화

2. 국내 현황

가. 국내 연구개발 인프라

○ 그동안 항공교통관제를 위한 감시시스템은 전량 해외에서 완제품 형태로 도입으로 체계적인 연구가 수행되지 못하고 학계와 연구기관을 중심으로 기초, 개념연구 수준이었음.

○ 2007년부터 국토해양부의 항공선진화 R&D사업에 의거하여 2008년 수립한 차세대 항행안전기술 연구개발 로드맵에 따라 체계적인 개발 진행 중

- 일부 항행안전시설의 국산화외에도 국토해양부의 항공선진화 R&D 사업에 의거하여 항공교통 관제시스템(사업명 : 항공관제용 통합정보처리시스템)의 국산화을 위한 1단계 개발 사업을 2007.12～2011.10까지 완료하고 2011. 11～2014년까지 2단계 개발사업을 추진할 계획임.
- 또한, 한국항공우주연구원 주관으로 항공용 위성항행 통신시스템 개발 연구단을 구성(2010.9.30)하여 2010.9～2014.9월까지 GBAS 운용기술 개발 및 ADS-B 핵심기술 개발 사업을 진행 중임.

표 2.4.1 진행 중인 항행안전시설 연구개발 사업

과 제 명	연구기간	수행기관	총사업비 (백만원)
항공레이더관제시스템 개발	'07.12 ~'14.10	인하대	29,358
위성항법 지역보강시스템(GBAS) 운용 기술 개발	'10.9 ~'14.8	항우연	9,367
차세대 항공감시시스템(ADS-B) 핵심기술 개발	'10.9 ~'14.8	항우연 AP시스템	6,383
합 계			45,108

* 총사업비는 정부출연금 기준

- 국토해양부는 2008년 수립한 차세대 항행안전기술 연구개발 로드맵에 따라 20012～2020년까지 총 213,400백만원을 투자할 계획임.

나. 국내 연구개발 역량

○ 국내 연구개발 역량은 표 2.4.2과 같이 차세대 항행시스템과 관련한 기업, 대학, 연구소 및 정부기관의 네트워크로 정리할 수 있음.

○ 국내에 설치된 항행시설과 항공관제시설은 세계 최고 수준이고 운영 경험도 상당한 수준에 이르고 있어 운영 기술과 노하우를 해외에 수출하고 있음.

○ 군 대공감시 및 사격통제 레이더와 관련하여 3차원 레이더의 국내 자체개발 능력을 보유하고 있으며 이러한 기술은 다변측정감시시스템의 기반기술로 활용 가능함.

○ 또한, 일반 정보통신 분야와 군 통신 분야의 데이터링크 기술은 다변측정 감시시스템의 수신기 개발에 적용 가능하며

○ 차량항법, 기지국 동기화와 관련한 국내 위성항법시스템(GPS)기술은 다변측적감시시스템의 동기화 기술에 적용할 수 있음.

○ 국내 IT 기반 기술은 세계 최고 수준이고, 정부 차원에서 항공+IT 융합 기술을 新성장 동력의 하나로 선정하여 “저탄소·녹색성장”을 추진하고 있어 단기에 MLAT국내 개발에 대한 잠재력을 보유하고 있음.

표 2.4.2 국내 연구개발 역량

구 분	연 구 개 발 역 량	대 표 기 관
정 부	• 민·군 관제사 다수 보유 • 항로, 접근 및 비행장 관제시스템 운용 • ICAO 국제회의 참여 • 과제 관리/평가	국토해양부 한국건설교통기술평가원
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 • 항공기 탑재장비 운용	대한항공 아시아나항공
대학/학회	• 차세대 항행시스템 관련 원천기술 연구 • 항공관제시스템 개발 • 전문 인력양성 및 배출	인하대학교 한국항공대학교 한서대학교
산업체	• 국방 대공레이더 및 3차원 레이더 제품화 • 정보통신, IT, GPS 분야의 우위 기술 보유 • ADS-B 감시시스템 개발 중 • 기업부설연구소 연구인력	LIG넥스원 삼성탈레스 AP시스템 네비콤, 두시텍 파인텔레콤

3. 국내 역량 분석

○ 국내 기술수준을 분석하기 위해서 ICAO기술 문서와 EUROCAE 기술기준을 토대로 항공감시용 MLAT시스템에 대한 기술항목을 다음과 같이 식별함.

- 체계종합 기술 : 시스템의 운용요구조건으로부터 시스템 구조를 설계하고 시스템 및 구성품의 내/외부 인터페이스 및 개발요구조건을 설정하고 시험평가를 총괄
- 중앙처리장치 기술 : 수신기에서 디코딩한 데이터를 처리, TDOA를 추정하여 표적의 위치를 계산하며 표적의 트랙을 생성.
- 원격 송수신기 : 항공기 트랜폰더의 응답을 유도하기 위한 질문신호를 송출하고 트랜스폰더의 응답을 수신하며 수신한 자료의 TOA를 정밀하게 측정하여 중앙처리장치로 전송.
- 외부연동 : 접근 및 항로용 관제장비(ARTS[63]), 항공관제장비(A-SMGCS) 및 TIS-B 서버와의 상호 연동
- 시스템 통제감시 : MLAT시스템의 상태를 감시하고 사용자 DB, 파라메터, 작동모드 등을 설정하는 것으로 공항, TMA[64] 및 항로의 교통상황현시 기능
- 설치/운용 및 성능검증 : MLAT장비를 구축, 운용, 성능검증하고 개발장비의 안전평가 및 운용승인 절차를 수립

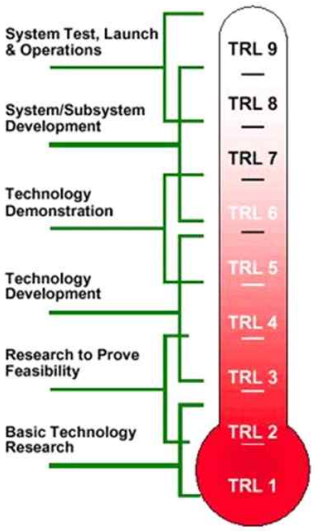
○ 국내 기술수준을 분석하기 위해 식별된 기술항목을 미 항공우주국(NASA)에서 적용하는 기술준비성 수준(TRL: Technology Readiness Level)에 적용.

- NASA[65]의 기술준비성 수준 설정 기준

63) ARTS : Automated Radar Terminal System
64) TMA : Terminal Movement Area
65) NASA : National Aeronautics and Space Administration

표 2.4.3 NASA 기술 준비성 수준 기준

TRL	NASA 기준	
	내 용	개 발 단 계
9	Actual system “flight proven” through successful mission operations	
8	Actual system completed and “flight qualified” through test and Demonstration	
7	System prototype demonstration in a space environment	
6	System/subsystem model or prototype demonstration in a relevant environment	
5	Component and/or breadboard validation in relevant environment	
4	Component and/or breadboard validation in laboratory environment	
3	Analytical and experimental critical function and/or characteristic proof-of concept	
2	Technology concept and/or application formulated	
1	Basic principles observed and reported	



– NASA의 기술 준비성 수준을 국내 MLAT개발에 적용하기 위한 기술 수준 기준 설정

표 2.4.4 국내 MLAT 개발 기술 수준 기준

TRL	국내 MLAT 적용	
	내 용	개 발 단 계
9	안정성평가, 품질인증시제(QM) 상업화	구축/배치, 상업화
8	품질인증시제(QM) 운용적합성 평가 및 운용시범	시험개발, 체계개발
7	시스템 시제품 실환경 시현, Test-Bed 구축/성능시현	
6	시스템/부시스템 시제품 모사환경 성능시현 FM(체계시제) 시스템 통합시험	
5	기술/구성품 단위 모사환경 검증, EM(연구시제) 성능검증	응용연구, 탐색개발
4	기술/구성품 단위 실험실 수준 검증	
3	핵심기술연구, 실험적/분석적 개념입증	
2	개념연구, 응응분야 설정	기초연구
1	기본원리연구	

○ 식별된 기술항목을 기반으로 기술수준 분석

표 2.4.5 기술항목별 기술수준 분석

항 목	주 요 기 술	TRL	비 고
체계종합	체계설계/성능분석	2	국내개발경험 無
	내/외부 인터페이스 설계	3	
	시험평가	2	
중앙처리장치	TDOA추정/위치계산	3	학문연구
	표적추적	5	SDP개발
	자료유효성검증	3	학문연구
송수신기	Mode A/C/S, ES자료수신	4	ADS-B일부개발중
	Mode-S 질문기	3	자료분석
	정밀TOA측정/시각동기	5	레이더/GPS시각동기
	다중경로저감/유무선 네트워크	4	이동통신기술
외부연동	TIS-B연동	5	ADS-B개발
	ARTS/A-SMGCS	4	관제개발
시스템 통제감시	시스템 통제/감시	4	관제개발
	교통상황현시	4	관제개발
설치/운용 및 성능검증	전파전파분석/성능예측 툴	4	이동통신
	안전성평가/운용승인절차	2	국내개발경험 無
평 균		3.56	전체적으로 탐색개발 진입단계 수준임.

⇒ 다변측정감시시스템과 관련된 국내 연구개발 실적이 전무하여 전반적인 각각의 기술 항목에서 수준이 낮고 기술수준의 평균값이 TRL 3.56으로 매우 저조하게 분석되어 성공적인 국내 개발을 위해서는 최소한 탐색개발, 체계개발의 2단계 개발이 요구됨.

⇒ 국외의 경우 유럽과 미국 기업인 ERA, Sensis, Roke/Indra, Selex, Thales사 등에서 상업화를 완료한 단계 기술 수준은 TRL 9로 평가됨.

5절. 종합분석

○ 유럽 및 미국의 경우 1980년대 말부터 차세대 항공감시 시스템으로 다변측정(MLAT)감시시스템을 연구를 시작하여 2000년대 초부터 시범운용을 실시하였으며 2010년 전후로 공항감시 및 SSR음영지역 보완용으로 본격적인 구축

○ 전 세계적인 감시시스템은 국가 안보, 보안상의 이유로 독립감시시스템인 일차감시레이더(PSR) 및 공항이동레이더(SMR)는 계속 운용할 것이며 정 수직/수평 분리강화를 위한 감시수단으로 ADS-B수신 기능을 보유한 MLAT을 사용하는 것으로 변화됨에 따라 미국, 유럽의 다수의 기업체에서 MLAT 시스템을 개발 제품화하여 시장개척 진행 중임.

○ 국내의 경우 다변측정 감시시스템에 대한 기술개발은 전무한 상황이고 1990년대 후반부터 산·학·연 관련 기관이 연계하여 차세대 항행시스템에 대한 기초 연구를 수행한 수준임.

○ 국내 동향에서 보면, 해외기술에 의존하고 있던 항행시설의 국산화가 지속적으로 이루어지고 있으며 이는 국내 항행시설관련 기술력이 점차 확산되고 있으며, 현재 개발하고 있는 레이더관제시스템, 위성항법지역보강 운용기술 및 차세대 공항감시시스템 등의 기술과의 상호 연계 개발이 가능할 것으로 판단됨.

○ 해외 동향에서 보면, 본 MLAT 기술은 미국 및 유럽 등에서 초기 운용단계로 기술보유국에서는 기술이전을 기피하기 때문에 자체개발을 필요로 하고, 일부 운용기술은 해외기술협력에 의해서도 지원받을 수 있을 것으로 보임.

○ MLAT 시스템 관련 원천 기술 및 특허 확보를 위해서 이미 출원/등록 되어 있는 특허 기술은 회피하는 것이 필요하며, 위치 측정 성능 향상을 위한 핵심 기술의 특허를 확보하기 위한 방안으로 전반적인 MLAT 시스템 구조와 프로토콜부터 상세 설계에 이르기까지 전략적인 특허 출원/등록 계획이 필요함.

- 국제 표준 규격에 따라 시스템을 개발함으로써 기존 특허 회피가 가능함.
- 시스템 성능 향상을 위해 개발할 원천 기술 혹은 시스템에서의 기능을 추가하여 기존 기술 및 시스템과의 차별성을 부각시킴.
- 이미 상용화되어 있는 시스템을 새롭게 개발하는 후발주자로써 기존 시스템보다 나은 성능을 제공할 수 있는 시스템의 핵심 기술 및 기능, 구조 등에 대한 특허를 확보하는 것이 필요함.

○ MLAT 관련 논문의 건수가 증가하는 추세이므로 본 과제에서 핵심 원천 기술을 개발하기 위해서는 지속적인 논문 분석이 필요하며, 핵심 원천 기술의 특허 확보와 함께 논문을 작성하여 기술의 우수성을 알림.

- 실측 데이터를 분석한 논문의 결과는 시스템 개발을 통한 성능 비교 분석 자료

로 활용할 수 있음.

- 수신기의 최적 위치와 관련된 논문에서 소개되는 기술들을 실제 구축 환경 등을 고려하여 적용할 수 있는 방안 모색이 필요함.
- 정밀도 향상을 위한 기술들을 실제 구현하는데 있어서 필요한 문제점 등을 분석하고 더 나은 성능을 갖는 기술 개발 이슈를 발굴할 필요가 있음.
- 특허 기술들을 논문에 소개함으로써 후발 주자로써 개발한 MLAT 시스템의 핵심 기술을 소개하고, 특허의 가치를 향상시킴.

○ 항공선진국의 본격적인 MLAT 개발과 글로벌공항의 선진화 추세, ICAO의 안전성에 대한 권고, 국내의 IT기반 축적기술 등을 고려하면 자체개발에 따른 투입 대비 경제적 효과는 충분한 것으로 판단됨.

○ 경제적 효과를 해외시장진출의 대상인 동남아 및 아프리카, 중동, 남미지역 국가들의 시스템 운영사업 등으로 확대할 경우, 공항운영을 통해 획득된 경험의 구현을 통해 잠재적 시장 규모를 확대할 수 있을 것임.

○ 현재 국내의 저고도 항공운항의 안전성은 민간뿐 아니라 군에 있어서도 고도화된 항행시스템이 선진국에 비해 상대적으로 취약함. 특히 일반항공의 확대에 따라 저고도 항공이 확대되는 추세를 감안하면 MLAT의 구축은 항공안전을 제고시키는 효과가 클 것으로 판단됨.

표 2.5.1 국내외 동향 비교분석

구 분	국내	국외
기술동향	- 2010년부터 ADS-B 핵심기술 개발 연구과제 착수로 체계적인 개발 진행 중이며 현재까지 MLAT관련 연구개발/기술보유는 전무한 상태	- 유럽의 경우 체코의 ANS가 1999년에 세계최초로 공항감시용 LAM[66]을 구축하였으며, 2002년에는 WAM[67]을 구축하고, 2006년에는 통합장비를 구축 함. - 미국은 FAA가 2000년도 LAM을 도입하고 현재까지 35개의 주요 공항에 LAM시스템을 설치하였으며, WAM은 시범운용 중임.

66) LAM : Local Area Multilateration
67) WAM : Wide Area Multilateration

정책동향	- 국토행양부와 한국건설교통기술평가원은 국제적인 항행안전시설의 환경변화에 따라 차세대 항행안전기술 연구개발 로드맵을 수립하고 2011년 항행안전시설 구축·관리 중장기 종합계획에 MLAT 및 ADS-B등의 차세대 감시시스템을 도입하여 기존 레이더와 융합 운용할 계획을 수립함.	- ICAO는 2007년도에 MLAT을 차세대 감시시스템으로 지정하고 시스템 및 기술기준을 규정 함. - FAA는 2009년에 1090ES와 UAT를 포함하는 통합된 WAM/ADS-B를 2012년까지 개발하는 계획을 승인 함.
시장동향	- 국내 인천공항, 김포공항, 김해공항, 제주공항에서 레이더를 대체하는 MLAT시스템 설치를 계획하고, 현재는 설계를 하고있는 단계임.	- 전 세계적으로 레이더를 MLAT으로 대체하고 있는 추세이며, 주요공항 중심으로 LAM을 구축하고 있음. - 현재 미국과 유럽에서는 아시아, 중동, 아프리카에 MLAT시장을 구축할 계획임.
보유 기술현황	- 연구기관, 공항공사, 학계, 산업계에서 IT기술과 레이더 신호처리 기술 보유	- ERA, Sensis, Thales 등의 기업체에서 LAM/WAM을 구축하고 제품화 함.
제품화 현황	- VOR, DME, ILS 등을 중동 및 동남아시아에 수출함.	- 미국의 Sensis사에서 MDS라는 브랜드로 MLAT을 제품화 함. - 체코의 ERA사에서 MSS라는 브랜드로 MLAT을 제품화 함. - 독일의 Thales사는 MAGS라는 브랜드로 MLAT을 제품화 함.

3장. 연구개발과제 구성 및 추진전략

1절. 비전 및 목표

1. 연구의 비전 및 목표

○ 2장에서 얻어진 국내외 기술, 정책, 시장 동향으로 볼 때 다변측정감시 시스템은 중/장기 미래에 항공감시에 있어서 주감시장비로 자리매김할 것이 확실시됨으로 미래 기술 및 시장 대응을 위한 비전을 그림 3.1.1과 같이 정의함.

– “비레이더 항공감시”에 대한 현재 국제적인 기술로는 "ADS-B"와 "다변측정감시(Multilateration)"가 있으며 이 중에서 ADS-B는 별도의 연구과제로 추진 중이므로 본 기획의 범위에 포함하지 않음.

– “기술 선진화”란 전 세계적 항행안전시설의 전환 추세에 따라 국내 기술을 선진국과 대등한 수준으로 끌어 올려 국제적인 기술경쟁력을 확보하고 국내 관련 산업 활성화 및 해외시장 진출을 의미함.



그림 3.1.1. 연구개발 비전 및 목표 도출

○ 비전을 실현하기 위한 Mission으로는 표 3.1.1와 같이 정의함.

표 3.1.1 비전 실현을 위한 미션

Mission	내 용
고정밀/저비용/다용도 시스템 기술 개발	• 기존 항공감시 기술인 레이더 기반 감시 시스템과 비교하여 구축/유지보수 비용이 저렴하면서 성능이 우수한 시스템 기술 개발 • 개발된 시스템은 공항지면, 항로, 접근 관제를 위한 감시시스템 사용하는 것은 물론 수직분리기준축소를 위한 정밀고도감시, 수평활주로 정밀감시 및 ADS-B 데이터 유효성 김증 등에 다용도로 활용
선진국 수준의 기술 경쟁력 확보	• 지금까지 항공감시용 항행시설은 완제품 형태로 전량 도입 했지만, 국내 핵심기술을 통해 비레이더 항공감시 기술의 자립은 물론 기술 선진국인 미국/유럽 수준의 기술 경쟁력 확보
해외시장 진출	• 국내 인프라 독자구축 및 운용 실적과 선진국 수준의 기술 경쟁력을 기반으로 해외시장 진출을 통한 관련 산업 활성화

○ 앞에서 정의한 미션을 완수하기 위해 표 3.1.2와 같은 연구목표를 정의함.

표 3.1.2 미션 달성을 위한 연구목표

연구목표	내 용
공항지면감시 LAM 기술 개발	• 기존의 ASDE 및 A-SMGCS는 SMR을 감시센서로 활용함으로 정밀도 저하, 이동체 ID식별 불가, 특히 악천후시 센서의 성능 저하되는 문제 발생 • 공항지면 동이동체에 대한 전천후 고정밀 감시, ID식별 등이 가능한 LAM기술을 개발하여 공항지면 감시 성능을 개선하고 이를 통해 공항 활용 효율성 증대
접근/항로 감시 WAM 기술 개발	• 기존에 사용하던 이차감시레이더는 위치정밀도와 갱신율이 낮아 항공교통 효율성 제고가 곤란하고 구축/유지보수 비용이 높아 서비스제공 지역 확대에 어려움이 있음. • 이러한 문제를 해결하기 위해 위치정밀도와 갱신율은 높고 구축/유지보수 비용이 상대적으로 저렴한 WAM 기술을 개발하여 교통 효율화 및 서비스 지역 확대를 꾀하여 미래에 증가하는 항공교통량에 대비코자 함.
운용/안전성평가 기술 개발	• 개발된 LAM과 WAM에 대한 성능적합성 시험을 위한 Test-Bed를 구축하여 시범운용을 통한 운용절차 수립. • 국내 인프라 구축을 통해 레이더 관제 기준 LAM, WAM의 성능, 신뢰성, 기능 등의 우위 확보 시험, 분석을 통한 안전성평가 기술 확보
외부연동 기술 개발	• 기존에 구축되어 있는 관제시설인 ARTS, A-SMGCS와의 상호 호환연동 기술 확보하여 실제 운용성 및 호환성을 증대 • 국내 개발 중인 관제장비(ARTS)와 교통정보서비스-방송(TIS-B) 서버와의 상호 호환연동을 위한 기술 개발을 추진하여, 실용화시 Turn-key 시스템 시장진출에도 대비함.

○ 연구목표 달성을 위한 추진전략을 표 3.1.3와 같이 수립함.

표 3.1.3 연구목표 달성을 위한 추진 전략

1단계(2013~2016) LAM 기술개발	
1.1 기반마련	1.2 개발능력 확보
• LAM요구조건 설정 • 원천기술 확보	• LAM설계 • 제작/시험평가 • 핵심기술 확보

⇨

2단계(2015~2017) WAM 기술개발	
2.1역량강화	2.2 실용화 능력 배양
• LAM 성능 개량 • WAM 개발	• 운용절차 수립 • 안전성평가 기술 확보

⇩

3단계(2018~) 비전 실현
• 국내 인프라 구축 진출 • 해외시장 진출

2. 기술개발에 따른 미래상

가. 기술의 진화 과정

○ 세계 2차 대전에서 대공감시를 위해 표적 탐지를 위한 1차레이더와 피아식별을 위한 2차 비콘형 레이더가 개발되어 현재까지 항공감시의 주장비로 활용되고 있음.

– 일반적으로 1차 레이더와 2차 레이더는 동일한 페데스탈에 탑재되어 작동되는데, TMA지역 감시용을 ASR(Airport Surveillance Radar)로 통달거리가 약 60Nm이고 회전주기는 약 4.6초이고 항로감시용을 ARSR(Air Route Surveillance Radar)라고하며 통달거리는 200Nm정도이고 회전주기는 약 12~15초 정도 됨.

○ 1960년대에 항공교통량이 급증하면서 이차감시레이더에서 인접 항공기간의 간섭발생, 즉 "Garbling"이 발생되면서 이를 해결하기 위해 FAA에서 Mode-S 기능을 개발하였으며, 이후 Mode-S EHS(Enhanced Surveillance), Mode-S ES(Extended Squitter)등이 추가.

○ 1970년대에 항공기간 충돌방지를 위해 TCAS(Threat alert and Collision Avoidance System)을 개발

○ 1980년대에 군용시스템으로 트랜폰더에 스퀴터(Squitter) 기능을 추가한 MLAT 개발하였으나 실제 사용하지 않음.

○ 2000년경에 ADS-B개발이 완료되어 향후 주 감시장비로 활용할 계획이었으나 2005년경 GNSS안전성에 대한 문제가 제기되면서 MLAT기술이 각광받기 시작.

○ 향후의 MLAT은 ADS-B용 데이터링크인 1090ES, UAT[68], VDL M4[69] 수신은 물론 항공기에서 송출되는 RF신호의 대부분을 수신하여 처리할 수 있는 기능을 가질 것으로 예측됨.

68) UAT : Universal Access Transceiver
69) VDL M4 : VHF Data Link Mode 4

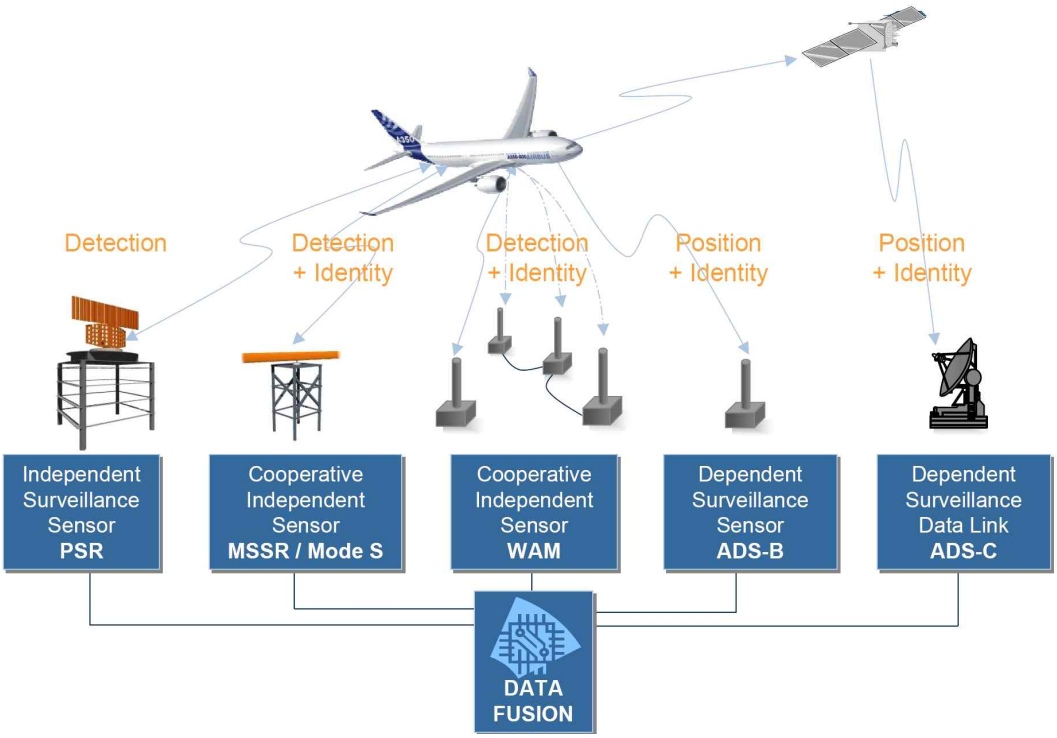


그림 3.1.2 항공감시 시스템의 구성

나. 기술개발에 따른 미래상

○ 미래의 감시시스템은 자국영토 보호 및 안보차원에서 비협조 표적을 탐지하기 위해서 1차 레이더 기술은 계속 사용될 것임.

– 중단기적으로는 1차 레이더 기술인 PSR과 SMR이 항로, 접근관제 및 공항지면 관제를 위한 감시 장비로 계속 사용될 것이며

– 장기적으로는 PSR이 안테나가 회전하면서 표적을 탐지하는 관계로 정밀도 및 신뢰성이 떨어지므로 이를 개선할 수 있는 MSPSR(Multi-Statatic PSR)로 대체될 것으로 전망됨.

○ SSR은 정밀도 및 신뢰성이 우수한 MLAT 기술로 대체될 것이며 또한 MLAT에 ADS-B신호 수신 및 데이터 추출을 포함하는 통합시스템으로 발전할 것임.

○ 원격지, 대양 감시는 지금과 마찬가지로 데이터링크를 통한 ADS-C 감시 수단을 계속 사용할 것이며 단지 데이터링크와 네트워크기술이 발전하여 전송 지연 시간을 대폭 개선할 것으로 전망됨.

○ 그리고, 기상감시 분야에서는 현재의 TCAS기능에 ADS-B와 TIS-B기능이 보강되어 감시 성능을 대폭 개선하여 비행안전성을 크게 향상시킬 것임.

표 3.1.4 감시시스템의 발전 전망

감시지역	현재	중단기(약 10년후)	장기 (약20년후)
대양, 원격지 감시	ADS-C (ACARS)	ADS-C (ATN)	ADS-C (ATN or IP)
항로감시	SSR, PSR	WAM(ADS-B), PSR	WAM(ADS-B), MSPSR
TMA감시	SSR, PSR	WAM(ADS-B), PSR	WAM(ADS-B), MSPSR
공항감시	SMR	LAM(ADS-B), SMR	LAM(ADS-B), SMR
기상(Airborne)감시	TCAS	ADS-B, TCAS	TIS-B(ADS-B), ACAS(TCAS)

2절. 연구개발과제 구성

1. 사전기획 대상 연구개발 목표 분석

○ 레이더에 의한 항공기 감시 사각지대 해소 및 국가 항공교통 감시체계의 획기적 개선이 가능한 차세대 항공기 감시 기술인 다변측정 감시 시스템(Multilateration, MLAT) 기술 개발

○ 기획대상 연구 목표

- 항로·터미널·저고도 운항 항공기 감시 및 공항내 이동지역 정밀 감시, RVSM 운영평가 등 다용도로 활용하기 위한 다변측정 감시시스템 기술 개발
- 다변측정 감시 시스템의 성능 적합성 및 설치·운용 검증 기술 개발
- 개발된 MLAT 시설과 기존 관제시스템 간 연동 기술개발
- 다변측정 감시 시스템 측위 정보의 TIS-B (Traffic Information Service-Broadcast) 정보로 활용 기술개발

○ 연구목표 분석

- 현재, 공항지면 감시는 SMR로 수행하고 있으며, SMR의 경우 항공기 식별(ID) 곤란, 인접 항공기 분해력 저하, 레이더 클러터 및 악천후시 탐지 성능저하 등의 문제로 공항지면에서 이동하는 비행체, 차량 등의 이동체를 정밀하게 감시 시스템 필요 ⇒ **운용반경이 5Nm이상 공항지면감시 다변측정감시시스템 기술개발**
- 항공교통량이 증가되면서 항로/공역에 항공기 수용능력의 증대가 요구되지만 현재의 이차감시레이더(SSR)로는 위치추정 정밀도와 측정갱신율(Update Rate) 낮아 부적합.
- 따라서, 항로(Enroute) 및 터미널기동지역(TMA)에서 현재의 이차감시레이더를 대체 3Nm 수평분리 관제가 기능을 수행할 수 있는 공역 정밀감시시스템이 필요 ⇒ **TMA운용반경 60Nm이상, 항로운용반경 170Nm이상 가능한 광역감시 다변측정감시시스템 기술 개발**
- 개발된 감시시스템을 실제 운용하기 위해서는 운용시험평가가 요구되며 이는 기존의 감시시스템 이상의 성능과 신뢰성을 유지하고 기존항행시설 및 관제절차와 호환성을 유지하는지 등의 안전성 평가, 구축된 시설이 정상적이고 지역적인 관제절차, 항행시설 등과 간섭을 시험할 수 있는 운용승인 절차수립 필요 ⇒ **설치/운용 및 성능적합성 검증 기술 개발**
- 감시자료의 최종적인 애플리케이션은 공항관제장비(A-SMGCS), 항로/접근관제장비(ARTS), 교통정보서비스-방송(TIS-B) 서버 등 이므로 이러한 항행안전시설과의 상호 연동이 요구됨 ⇒ **설치/운용 외부연동 및 성능적합성 검증 기술 개발**

2. 과제 구성

가. 중점추진 분야 및 주요기술 도출

○ 앞에서, 분석한 사전기획대상 과제의 연구목표 분석을 결과로 그림 3.2.1와 같이 4개의 중점추진 분야를 도출함.

- 공항지면 감시용 지역 다변측정감시시스템(LAM) 기술 개발
- TMA/항로 감시용 광역 다변측정감시시스템(WAM) 기술 개발
- 설치/운용 및 성능적합성 검증 기술 개발
- 외부연동 및 정보 활용 기술 개발

○ 4개의 중점추진분야에서 LAM, WAM에 대한 국제민항기구(ICAO) 기술문서, EUROCAE와 RTCA의 기술표준 문서, 해외 상업화 제품 기술사양서 및 기타 해외 기술자료를 분석하여 개발되어야 할 주요기술을 6개를 도출함.

- 체계종합 기술
- 중앙처리장치(CPS[70])
- 송/수신기(RU[71])
- 시스템 통제/감시 장치(CMS[72])
- 외부연동장치(EIU[73])
- 설치/운용 및 성능 적합성 검증 기술

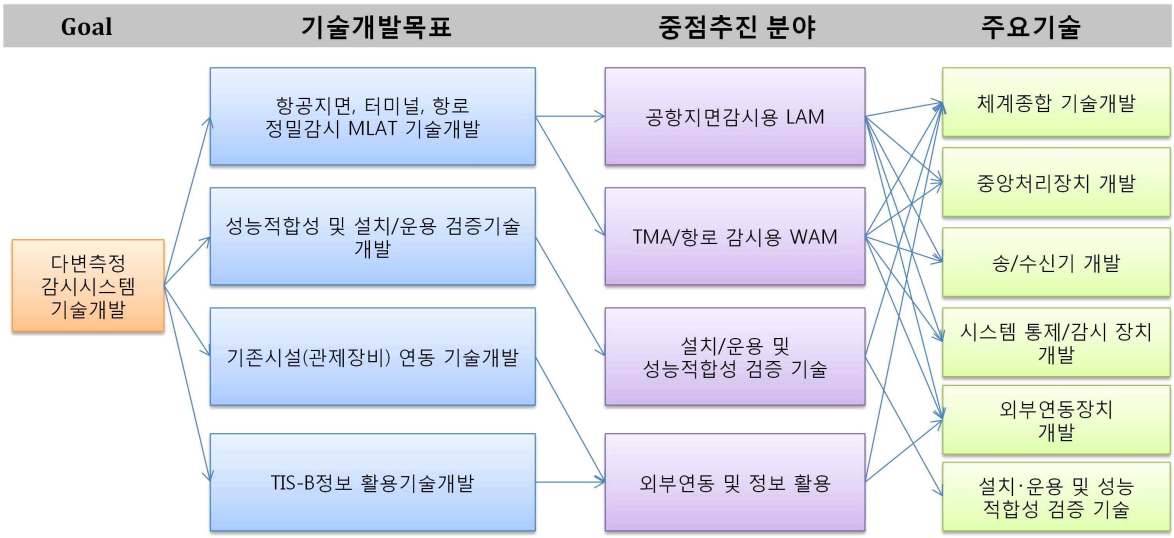


그림 3.2.1 중점추진분야 및 주요기술 도출

70) CPS : Central Processing System
71) RU : Remote Unit
72) CMS : Control and Monitoring System
73) EIU : External Interface Unit

나. 연구개발 과제 구성 설정

○ 앞에서 도출한 4개의 중점추진분야를 살펴보면 MLAT과 WAM으로 구성되는 2종의 시스템 기술개발과 이와 연관된 2개의 기술개발로 나눌 수 있음.

- 시스템 개발
  - 공항지면감시용 지역 다변측정감시시스템(LAM) 기술 개발
  - TMA/항로 감시용 광역 다변측정감시시스템(WAM) 기술 개발
- 시스템 개발과 연동된 기술개발 업무
  - 설치/운용 및 성능적합성 검증 기술 개발
  - 외부연동 및 정보 활용 기술 개발

○ 2장에서 분석한 기술수준을 근거로 선진국 수준의 상용화 기술개발을 위해서는 2단계의 기술개발이 요구되지만 국내 인프라 구축 시급성으로 개발 기간을 단축하기 위해 LAM과 WAM 시스템을 순차적이면서도 동시 개발을 병행 추진함.

- 1차: 공항지면 감시용 LAM 기술개발
- 2차: TMA/항로 감시용 WAM 기술개발

○ 국내 시설구축 계획(2016년경부터 저고도 감시 시설 구축 필요)과의 상호 연관성 및 일치성 부합을 위해 LAM을 우선 개발하여 조기 상용화 가능토록 기술개발

○ 상기의 전제조건을 근거로 그림 3.2.2와 같은 연구과제 구성 도출

- 해외 개발사례를 바탕으로 1차적으로 공항지면 지역감시용 LAM 기술개발을 우선추진하고 LAM시험시에 TMA/항로 광역감시용 WAM기술을 착수함.
- LAM 결과를 실용화하여 공항지면감시 및 저고도감시 국내 시설구축 수요를 우선 충족시킴
- LAM구성품 시험이 종료되는 시점에 LAM 설치운용과 WAM 설계를 동시에 추진하고 WAM시험이 종료 후에 WAM 운용에 대한 안전성평가를 수행함.
- 시스템 개발과 연동된 기술개발 업무는 각각의 개발업무와의 연계성과 효율성을 고려하여 적절한 시점에 수행함.

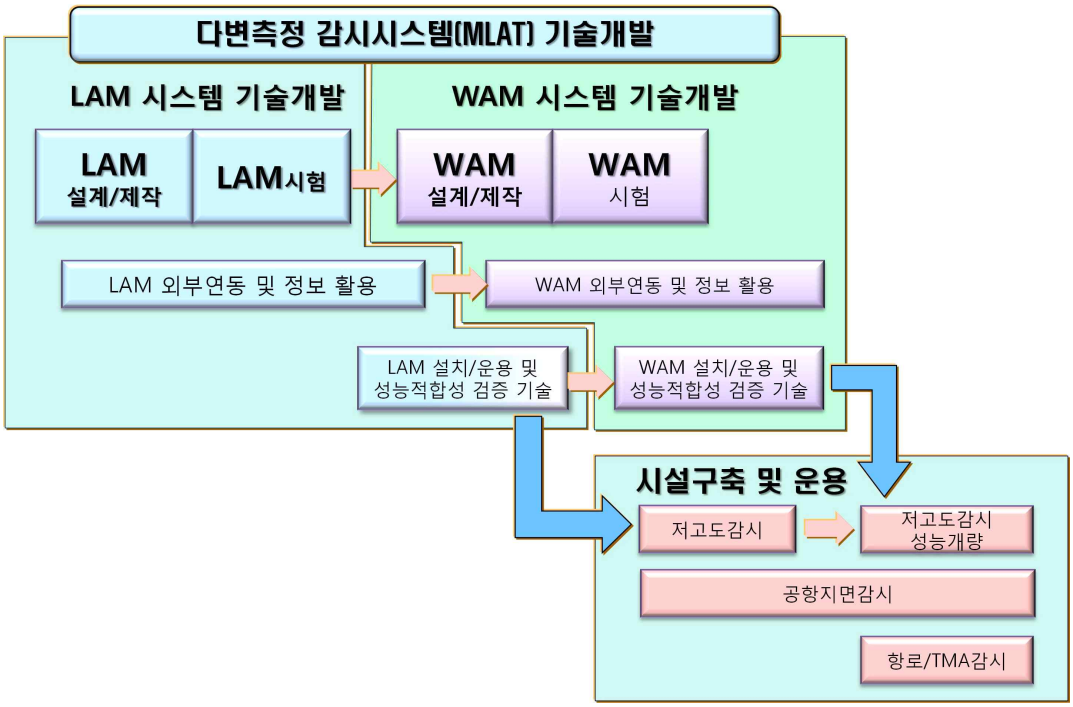


그림 3.2.2 연구개발 과제 구성도

3절. 연구개발과제 주요내용 및 추진전략

1. 연구개발 목표

가. 최종목표

공항지면과 TMA/항로 정밀감시, 레이더 감시 사각지대 해소하고 국가 항공교통 감시체계의 획기적 개선이 가능한 차세대 항공 감시기술인 지역다변측정(LAM) 및 광역다변측정(WAM) 감시시스템 기술개발

○ 최종목표 달성을 위한 연구개발 목표를 요약하면 아래와 같음.

- 항로·터미널·저고도 운항 항공기 감시 및 공항내 이동지역 정밀 감시, RVSM 운영평가 등 다용도로 활용하기 위한 다변측정 감시시스템 기술 개발
- 다변측정 감시 시스템의 성능 적합성 및 설치·운용 검증 기술 개발
- 개발된 다변측정 감시시스템과 기존 관제시설 간 연동 기술개발
- 다변측정 감시 시스템 측위 정보의 TIS-B(Traffic Information Service -Broadcast) 정보로 활용 기술개발

○ 최종목표와 연구개발 목표 달성을 위치 추진되어야 중점추진 분야는 아래와 같음.

- 국내에서 개발해야 할 다변측정 감시시스템의 구성은 아래와 같음
  - 공항관제에 적용할 수 있는 공항지면감시용 LAM
  - 접근 및 항로관제에 적용할 수 있는 정밀 광역감시용 WAM
- 또한 실제 항공교통 감시시스템으로 활용하기 위한 성능적합성, 시스템 안전성 평가 및 항행안전 시설과의 호환성 향상 기술도 개발
  - 설치/운용 및 성능적합성 검증 기술 개발
  - 외부연동 및 정보 활용 기술 개발

○ 최종 목표와 연구개발 목표를 반영한 시스템 개념도는 그림 3.3.1과 같음

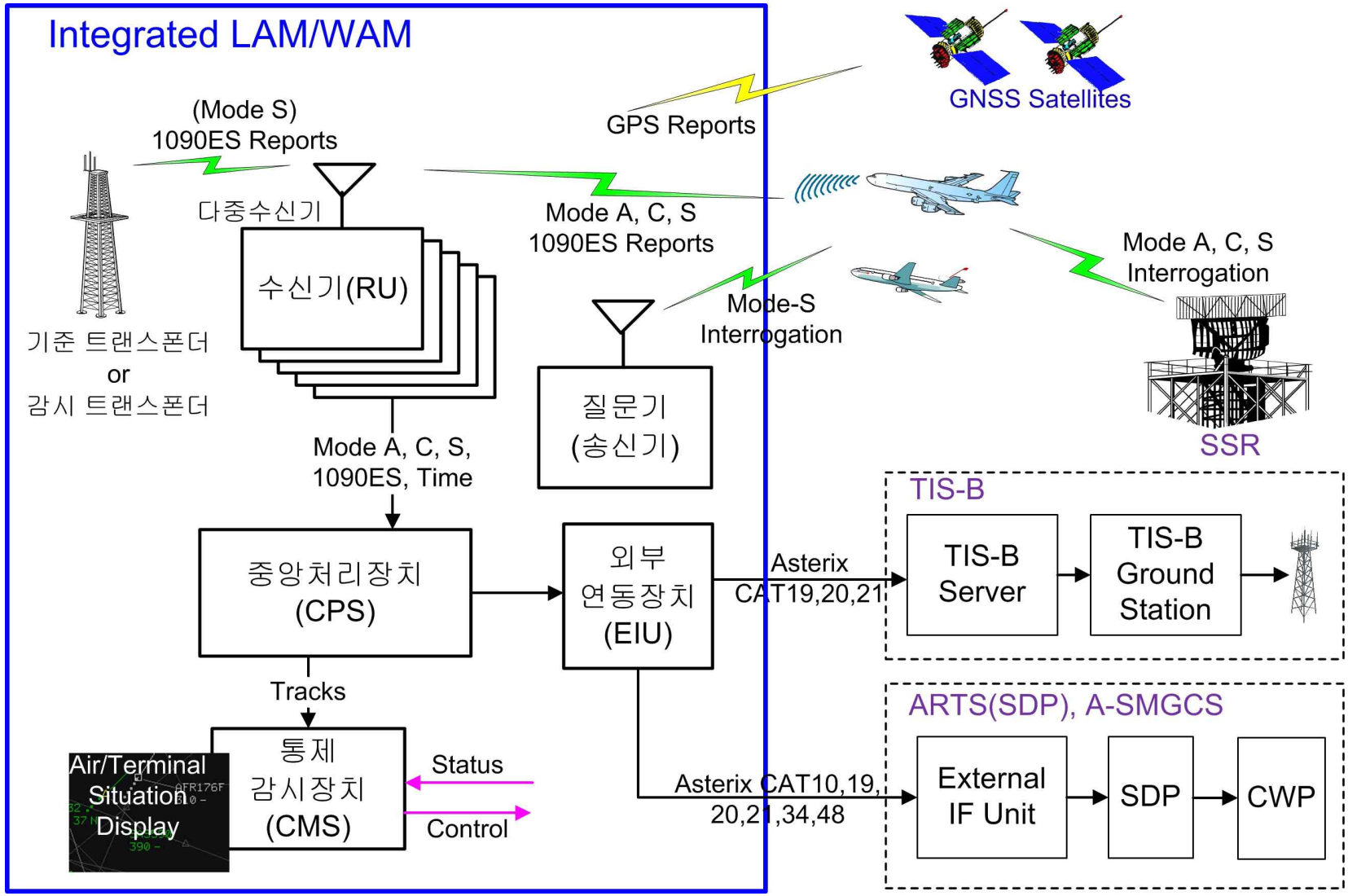


그림 3.3.1 국내개발 다변측정 감시시스템 개념도

나. 기술개발 목표

(1) 지역다변측정(LAM) 기술 개발

○ 공항지면 감시용 지역다변측정 감시시스템인 LAM은 공항주변에 설치된 4개 이상의 수신기에서 측정한 TOA로부터 TDOA(Time Difference of Arrival) 계산하여 항공기 위치를 예측하고 수신한 항공기 트랜스폰더 자료로부터 이동체의 식별정보를 디코딩함으로써 공항 내 이동하는 항공기 및 차량을 정밀 감시함.

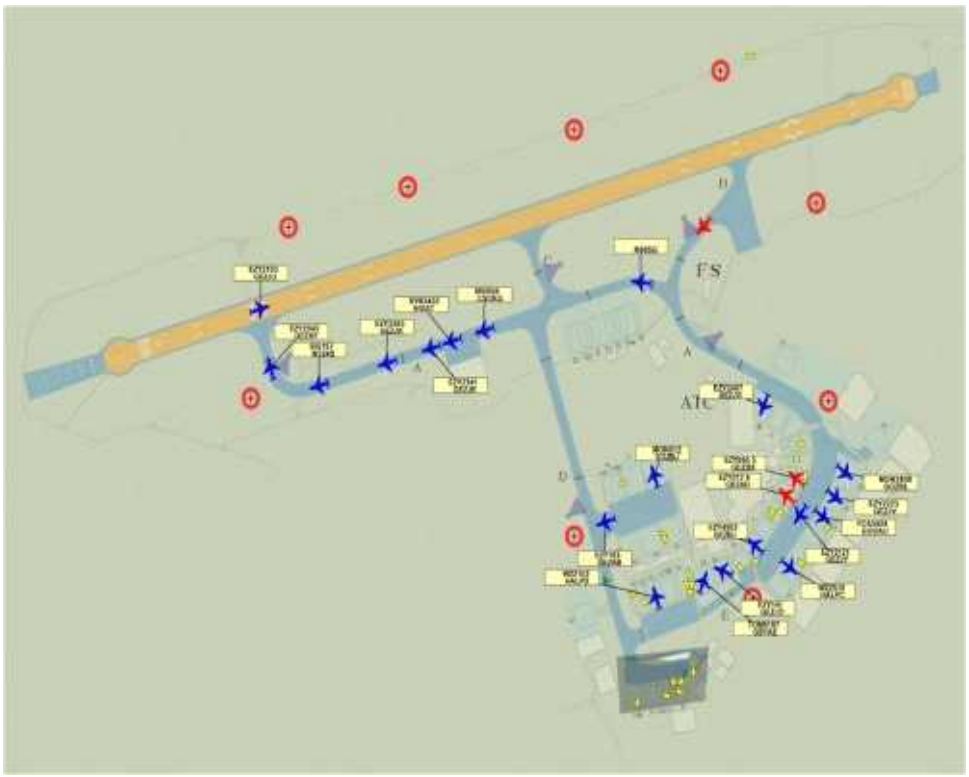


그림 3.3.2 MLAT을 이용한 지상 움직임 감시 화면

○ LAM기술개발에서는 그림 3.3.3과 같은 개념도의 LAM 시스템을 개발하고 개발된 시스템을 실제 활용하기 위한 기술을 개발하는 것이 연구 목표이며, 이를 달성하기 위한 중점추진 분야는 아래와 같음.

- 시스템 개발
  - 공항지면 지역감시 다변측정 LAM 감시시스템 기술 개발
- 시스템 개발과 연동된 기술개발 업무
  - LAM 설치/운용 및 성능적합성 검증 기술 개발
  - LAM 외부연동 및 정보 활용 기술 개발

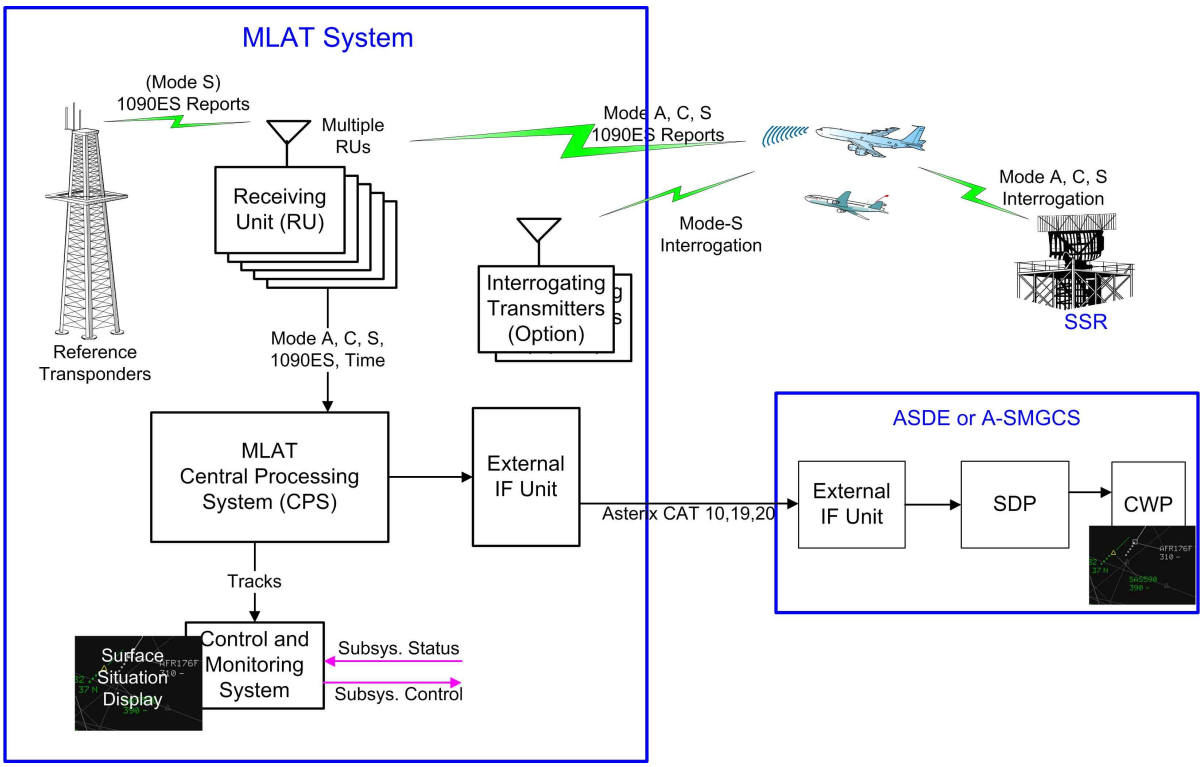


그림 3.3.3 LAM 감시시스템 개념도

○ LAM 시스템의 주요 기능 및 성능 목표는 표 3.3.1와 같음.

표 3.3.1 LAM 감시시스템 개발 주요 기능 및 성능 목표

항 목	기능 및 성능 목표	비 고
기 능	공항 내 이동체 탐지, 측위 및 식별	트랜스폰더/비콘 탑재 이동체에 한 함
적용 국제기술표준	RTCA/DO-260A, EUROCAE ED-117	
시각동기방식	기준 트랜스폰더 (또는 요구 정밀도를 만족시킬 수 있는 시각동기 방식 사용)	
정밀도 (위치오차기준)	7.5m이하(95%)@활주로 20m이하(95%)@활주로에서 2.5Nm 40m이하(95%)@활주로에서 5Nm	
표적처리능력	250개 이상 동시 탐지 및 추적	
표적 갱신시간	1초 이하	질문시간이 1초 이하 일 경우
탐지율	99.9%이상	
오탐지율	10^{-4}이하	
가용도	99.99%이상	
소프트웨어 설계 기준	EUROCAE ED-109 AL4[74]	
운용환경(온도)	실외장비 : -25 ~ 55℃ 실내장비 : 10 ~ 30℃	

74) AL4 : Assurance Level 4

○ LAM 기술개발 주요 연구내용

중점추진분야	주요연구내용	비 고
공항지면감시용 LAM 시스템 개발	• 시스템 체계설계 및 체계 성능분석 • 구성품간/외부 인터페이스 설계 • 시스템 통합 시험평가 기술 개발 • LAM 중앙처리장치(CPS) 개발 • 수신기/송신기(Interrogator) 개발 ※ 질문모드 : Mode-S 적용 • 시스템 통제/감시 개발 • 외부 연동장치 개발 • 구성품/시스템 기능/성능 검증 툴 개발 • 기준 트랜스폰더 시각동기 기술개발 • 공항감시 교통상황 현시 기술	
LAM 설치·운용 및 성능적합성 검증 기술	• LAM 시스템 구성품 전파 분석, 지형지물 영향 분석 및 툴 개발 • LAM 시스템 구축 환경 요구사항 도출 및 설치·운용 기술 연구 • LAM 시스템 구축 후 초기 운용/성능 적합성 검증 기술 개발 및 주기 검사 방안 도출	
LAM 외부연동 및 정보 활용	• 공항 관제장비인 A-SMGCS 및 ASE와 연동기술 개발	

(2) 광역다변측정(WAM) 기술 개발

○ TMA/항로 정밀감시를 위한 광역다변측정 감시시스템인 WAM은 터미널 지역의 접근관제용 감시 및 항로 관제용 감시를 위한 것으로 감시대상 지역에 장거리 이격된 4개 이상의 수신기에서 측정한 TOA로부터 TDOA(Time Difference of Arrival) 계산하여 항공기 위치를 예측하고 수신한 항공기 트랜스폰더 자료로부터 항공기의 식별정보를 디코딩함으로써 항공기를 정밀 감시함.

○ WAM 기술개발에서는 그림 3.3.4와 같은 개념도의 WAM 시스템을 개발하고 개발된 시스템을 실제 활용하기 위한 기술을 개발하는 것을 연구 목표하며, 이를 달성하기 위한 중점추진 분야는 아래와 같음.

– 시스템 개발

- 터미널지역 및 항로 감시를 위한 광역 다변측정 WAM 감시시스템 기술 개발

– 시스템 개발과 연동된 기술개발 업무

- WAM 설치/운용 및 성능적합성 검증 기술 개발
- WAM 외부연동 및 정보 활용 기술 개발

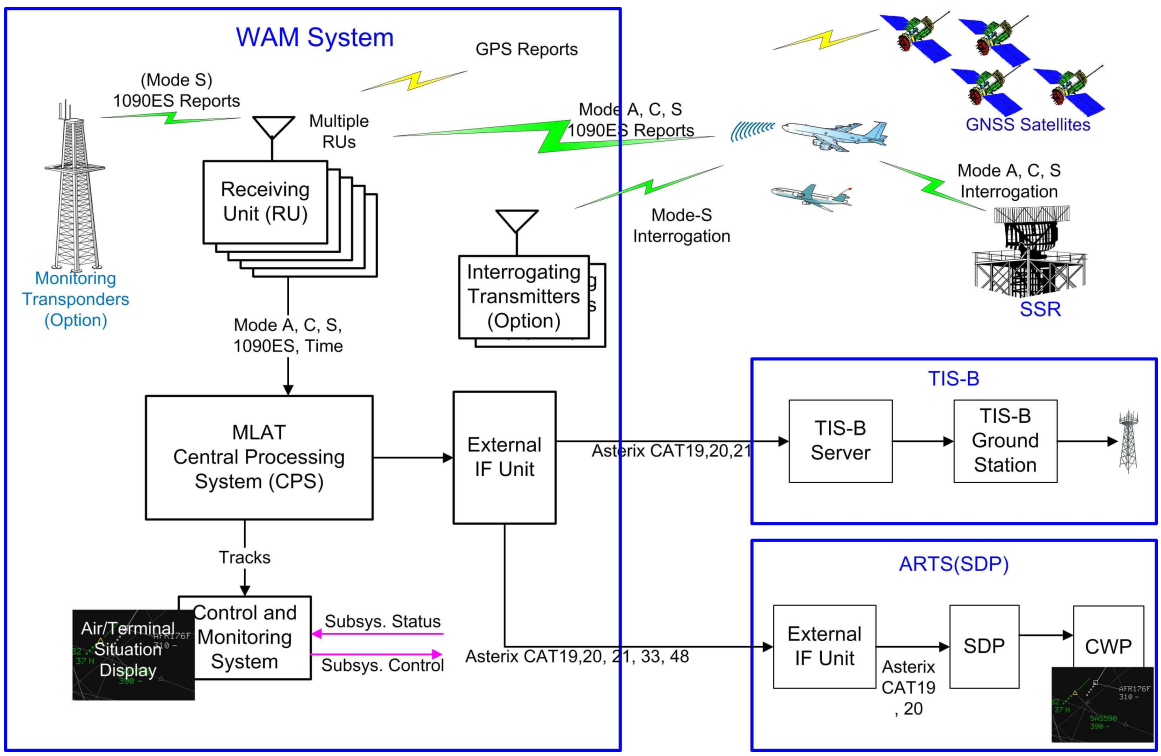


그림 3.3.4 WAM 감시시스템 개념도

○ WAM 시스템개발 주요 기능 및 성능 목표는 표 3.3.2와 같음.

표 3.3.2. WAM 감시시스템 개발 주요 기능 및 성능 목표

항 목	기능 및 성능 목표	비 고
운용목적	5Nm(항로), 3Nm(TMA) 분리관제를 위한 정밀감시	
적용 국제기술표준	ICAO Annex 10 Vol. IV RTCA/DO-260A, EUROCAE ED-142	
시각동기방식	GNSS 시각동기(또는 요구 정밀도를 만족시키고 LOS[75] 미확보시에도 운용 가능한 동기방식)	
정밀도 (위치오차기준)	350m rms 이하@항로 150m rms 이하@TMA	항로 운용반경 : 170Nm이상 TMA 운용반경: 60Nm이상
표적처리능력	250개이상 동시 탐지 및 추적	
표적 갱신시간	5초이하	SSR 질문시간 기준
탐지율	97%이상	
오탐지율	0.1%이하	
가용도	99.99%이상	
소프트웨어 설계 기준	EUROCAE ED-109 AL4	
운용환경	실외장비 : -25 ~ 55℃ 실내장비 : 10 ~ 30℃	

75) LOS : Line of Sight, 통신가시선

○ WAM 기술개발 주요 연구내용

중점추진분야	주요 연구내용	비 고
광역 다변측정(WAM) 감시시스템 개발	• 시스템 체계설계 및 체계 성능분석 • 구성품간/외부 인터페이스 설계 • 시스템 통합 시험평가 기술 개발 • WAM 중앙처리장치(CPS) 개발 • 수신기/송신기(Interrogator) 개발 ※ GNSS 시각동기 측정기능 포함 • 시스템 통제/감시 개발 • 외부 연동장치 개발 • 구성품/시스템 기능/성능 검증 툴 개발 • 항로/터미날 교통상황 현시 기술 • 시각동기 핵심 기술 개발	
WAM 설치·운용 및 성능적합성 검증 기술	• WAM 구성품 전파 분석, 지형지물 영향 분석 및 툴 개발 • WAM 구축 환경 요구사항 도출 및 설치·운용 기술 연구 • WAM 구축 후 초기 운용/성능 적합성 검증 기술 개발 및 주기 검사 방안 도출	
WAM 외부연동 및 정보 활용	• 기존 시설 및 국내개발 관제장비(ARTS)와의 연동기술 개발 • TIS-B정보 활용 기술 개발 • 국내 개발중인 ADS-B 시스템의 TIS-B서버와의 연동기술 개발	

2. 연구개발의 필요성 및 정부지원 필요성

가. 연구개발의 필요성

○ 현재까지 교통의 안전성, 효율성 및 수용능력을 향상시키기 위해서 항로, 공항 주변 및 공항내 지상이동 지역의 항공 감시는 일차감시레이더(PSR) 및 이차감시레이더에 의존하였으나 항공교통량이 증가함에 따라 정밀감시 시스템이 요구됨.

– 기존 감시시스템으로는 일차/이차감시레이더(PSR[76]/SSR[77]), 지상감시레이더

76) PSR : Primary Surveillance Radar

(SMR[78])가 주로 사용되어 왔으나, 위치오차 및 악기상에 의한 이동물체 탐지의 어려움, 설치/운용 유지비가 많이 소요됨.

- 또한 레이더는 LOS가 확보되어야 항공기를 탐지할 수 있어 현재 우리나라의 경우 산악/장애물에 의한 전파차폐로 레이더 감시 사각지대 문제가 발생함.
- 고고도(290~410FL) 공역 수용능력 향상을 위해 추진 중인 수직분리기준축소(RVSM[79]) 운영에 요구되는 정밀고도 측정 곤란
- 레이더는 안테나의 회전을 통하여 감시정보를 갱신하므로 갱신율이 4초로 효율적인 항공교통 감시에 한계가 있음.
- 현행 레이더의 성능 한계로 안전 확보와 더 많은 교통량의 수용에 한계가 있어 디지털을 기반으로 하는 새로운 첨단 감시시스템의 도입 필요성이 계속적으로 대두됨.
- 이러한 문제점을 해결하기 위해, 차세대 감시시스템으로 다변측정감시(MLAT)와 방송형 자동종속감시(ADS-B[80]) 시스템 도입이 전 세계적으로 진행 중임.
- 2000년대 초까지 ADS-B를 미래의 주감시장비로 채택하였으나 항공기 탑재장비 개장에 30년 이상이 소요되고 GNSS의존에 따른 GPS 안전성(고장, 재밍, 기만)에 대한 문제가 제기되면서 2006년경 이후 LAM과 WAM이 미래의 주 감시장비로 급부상
- 그리고, 향후에는 현재의 레이더기반 감시시스템이 MLAT와 ADS-B 감시기술이 융합된 항공감시체계로 전환될 전망.

77) SSR : Secondary Surveillance Radar
78) SMR : Surface Movement Radar
79) RVSM : Reduced Vertical Separation Minimum
80) ADS-B : Automatic Dependant Surveillance - Broadcast

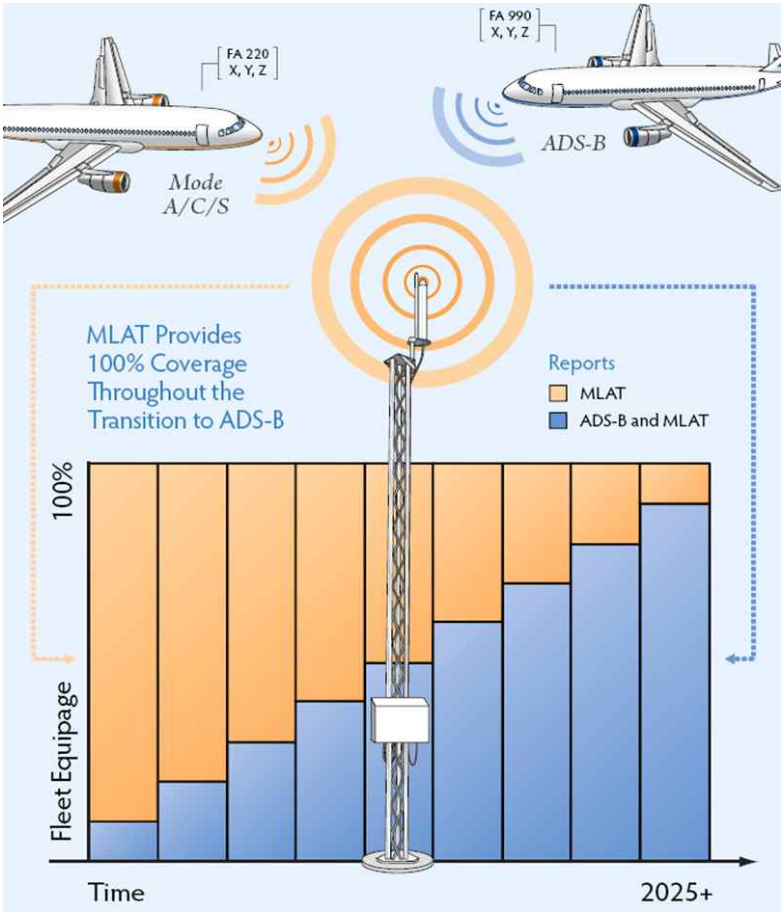


그림 3.3.5 미래 항공감시 시스템의 구성

○ LAM 및 WAM 시스템은 Mode A/C/S가 탑재된 비행기에서 추가적인 장치가 없이 정밀한 감시 성능을 보이며 다음과 같이 활용 범위 넓어 기술적, 경제적 파급효과가 매우 클 것으로 판단됨.

- 공항관제(ASDE[81])용 감시장비로 활용(LAM)
- 접근/항로관제(ATC)용 감시장비로 활용(WAM[82])
- 수평활주로 동시이착륙을 위한 정밀활주로 상태감시(PRM[83])

81) ASDE : Airport Surface Detection Equipment
82) WAM : Wide Area Multilateration
83) PRM : Precision Runway Monitoring or Parallel Runway Monitoring

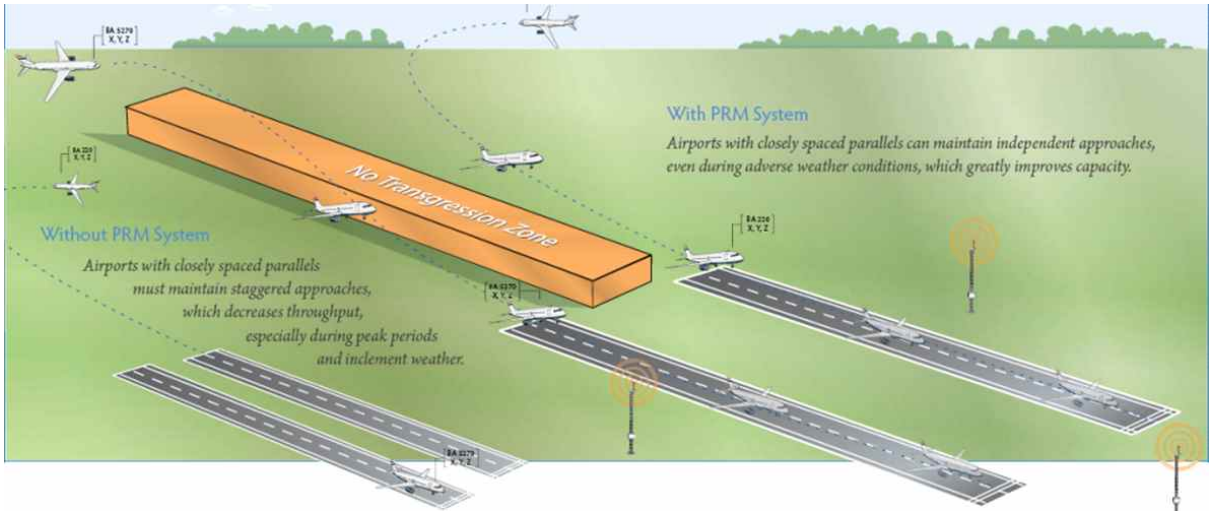


그림 3.3.6 PRM시스템을 이용한 수평활주로 동시이착륙

– 수직분리기준축소를 위한 정밀 고도감시장치(HMU[84])

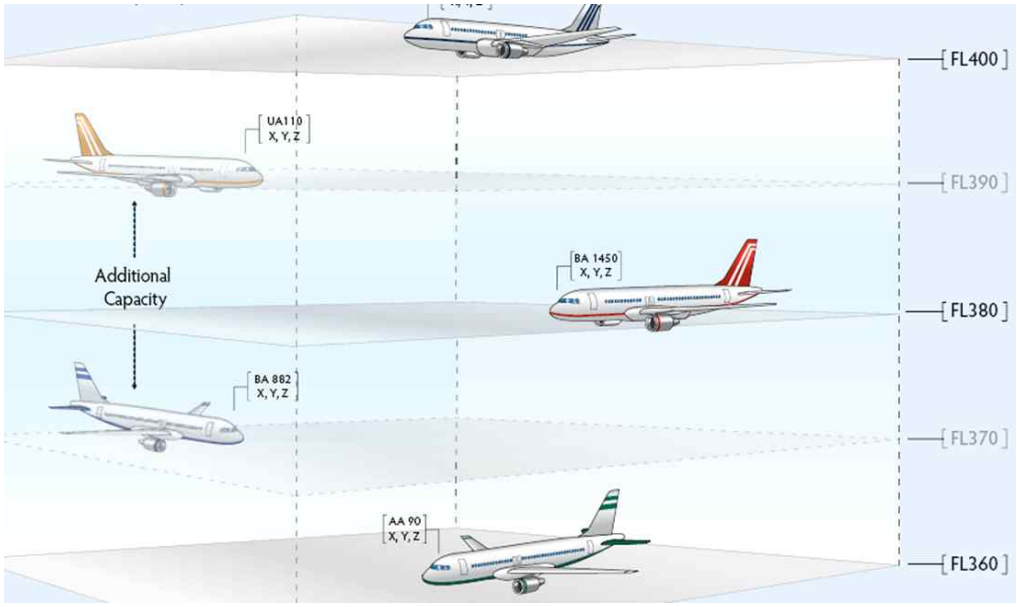


그림 3.3.7 수직분리기준축소(RVSM) 운용 개념

– 레이더 음영지역 감시 해소

– ADS-B(OUT) 자료의 유효성 검증 등

○ 현재 국내에서 운용중인 항공감시 시스템은 고가의 레이더 장비 기반으로 국제적인 수준이상의 첨단장비이지만 완제품 형태로 전량 해외 도입하는 실정.

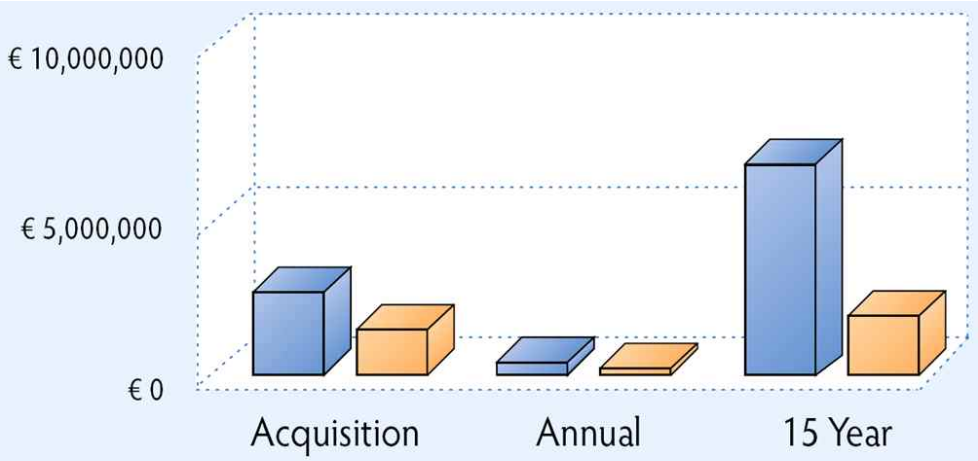
– 해외 도입에 따른 장비 운용유지 기술을 제외한 항공감시시스템 개발 및 구축 기술이 없어 IT기술 강국으로써의 국제 위상 손상

84) HMU : Height Monitoring Unit

- 해외 도입에 따른 구축 및 유지보수에 막대한 외화가 유출
- 국내 항공감시시스템 기술 확보로 국내 독자적인 인프라 구축 및 기술 강국으로써의 국제위상 제고 필요.

○ 다변측정 감시시스템은 성능, 경제성 및 호환성이 우수하고, 적용분야가 다양하여 전 세계적으로도 매우 급속히 도입되고 있는 실정으로 향후에는 이차감시 레이더를 대체할 것이 확실시, 이에 따라 국내 원천기술 확보를 위한 대응이 시급히 요구됨.

- 레이더 방식의 감시장비 대비 정밀도 우수함.
- SSR 및 SMR대비 획득/운용유지 비용 저렴(순환주기 비용 : SSR대비 35%이하).



Radar	€ 2,500,000	€ 270,757	€ 6,561,355
MLAT	€ 1,250,000	€ 50,000	€ 2,000,000

그림 3.3.8 SSR과 MLAT의 획득/운용유지비용 비교

○ 우리나라의 첨단 IT기술 및 산업인프라를 다변측정 감시시스템 기술개발에 접목한다면 단기에 선도국과의 기술격차 해소는 물론 산업화도 가능하므로 다변측정 감시시스템 기술 및 장비를 국내기술로 개발.

- 전자 및 IT기술이 세계적인 수준으로 발전한 우리나라의 경우 이를 적극적으로 활용하여 단기간에 항공 감시시스템 기술의 성장을 할 수 있으며 항공 감시 시장에 참여할 수 있는 기회가 될 수 있음.
- 현행 레이더시설의 유력한 대체 시설로 전망되는 MLAT시스템의 국내 독자기술 확보를 통해 항공안전과 국내 항공산업을 획기적으로 개선.
- MLAT시스템을 개발함으로 차세대 항행안전시설에 대한 원천기술력 확보는 물론 상품화를 통한 해외수출 가능

○ 타 시스템과의 비교

– 레이더(SSR) 및 ADS-B (감시시스템)

구 분	레이더(SSR)	ADS-B	MLAT
시스템 원리	전파의 송수신 시간차에 의한 위치파악	위성으로부터 얻은 항공기 자신의 정보를 주기적으로 주변항공기 및 지상시설로 방송	항공기로부터 수신되는 여러개의 수신안테나의 시간차이를 통한 위치계산
감시 방법	비협동 독립형	협동 종속형	협동 독립형
측정범위	200~250Nm	200~250Nm	170Nm (RU 배치에 관계)
오 차	R : 0.03Nm Az : 0.07deg (측정거리에 따라 선형적인 오차 발생)	0.1Nm 이하 (측정거리에 따른 오차 변화가 없음)	0.1Nm 이하 (측정거리에 따른 오차 변화가 거의 없음)
갱신율	낮음(4초)	높음	높음(1초이하)
추가 항공기 탑재장치	불필요	필요	불필요
장 점	탐지능력 우수, 고도/ID제공	탑재/지상 장비 저렴, 고정밀	호환성이 좋아 활용범위가 넓음, 고정밀
단 점	고가의 운용비용, 고고도 Az정밀도, 음영지역 발생	GNSS 문제성 발생	다중수신기 구축과 이에 따른 시스템 복잡

감시시스템 상호 비교	
레이더(SSR)	1. 고가의 장비 및 운용비용 2. SSR은 방위각과 거리를 제공하고, 고도정보는 항공기에 탑재된 기압고도계 정보로부터 트랜스폰더에 의해 획득함. 수직분리기준축소를 위해서는 더 정밀한 고도측정장치 필요. 3. 갱신율 상대적으로 낮음 4. 저고도 영역 음영지역 발생 5. 레이다로부터 거리증가에 따른 오차 증가 6. PSR의 경우 보안성 높으므로 비협조 독립감시시스템으로 계속 사용 가능성
ADS-B	1. 항공기에 탑재된 GNSS에 의한 위치 정보를 지상에서 수신하여 감시하는 디지털 기반 종속감시시스템임. 2. 위치정밀도 높음 3. GNSS의 안전성 취약 - 고장, 재밍, 기만 4. 항공기에 별도의 ADS-B 탑재장치 필요 5. 저고도 운행하는 소형항공기, 헬기 등의 ADS-B 탑재율 낮음. 6. 미래 감시시스템은 MLAT와 ADS-B를 병행한 시스템으로 구축될 예정임.
MLAT	1. 지상의 다중 수신기를 통하여 독립적으로 항공기의 3차원 위치 정밀측정 가능 2. 정밀한 고도 측정으로 수직분리기준축소 운용 가능 3. 거리 증가에 대해 높은 위치 정밀도 유지 4. 갱신율 높으므로 효율성 증대 5. 음영지역 해소로 저고도 감시 가능 6. 별도의 탑재장비 없이 항공기 위치 측정 가능 7. 3차원 위치측정을 위하여 4개 이상의 수신안테나 소요 8. 종속감시시스템인 ADS-B와 달리 지상에서 항공기의 위치를 측정할 수 있는 독립감시시스템임. 9. 차세대 항공감시체계의 주요 독립감시시스템으로 부상

- MLAT 감시시스템은 레이더의 단점인 산악/장애물에 의한 레이더 음영지역 발생 해소 및 고고도에서의 정밀고도측정의 단점을 보완하고, 위성으로부터 항공기 정보를 받는 ADS-B의 GNSS 취약성 문제를 보완하고 있어 앞으로는 ADS-B와 MLAT이 융합된 항공감시체계가 필요함.

– 지상감시레이더(SMR)

표 3.3.3 SMR과 LAM의 융합 설치로 인한 이점

구 분	SMR	SMR + LAM
Auto Labeling	도착 : 지원 출발 : 미지원	도착 : 지원 출발 : 지원
음영구역	일부지역발생	없음
기상영향(폭우,폭설)	민감	없음
정 확 도	24m	5m

- 현재 지상감시기능을 하고 있는 SMR은 레이더의 단점인 음영구역, 강우, 강설, Label Drop등의 한계점을 가지고 있지만, SMR과 LAM을 융합하여 설치 할 경우 이러한 문제점을 해결할 수 있고 높은 정확도의 정보를 얻을 수 있음.

– 위성항법 오차보강 시스템(GBAS)
- 기존의 위성항법 시스템의 정밀도를 향상시켜 위성으로부터 얻는 데이터의 정확성과 신뢰성의 단점을 극복하기 위한 기술인 위성항법 오차보강 시스템은 항공기에서 자신의 위치를 파악하고자 하는 항법시스템의 정밀도를 향상시키려는 항법(Navigation) 보완장비임.
- MLAT는 지상에서 항공기의 위치를 독립적으로 파악하는 항공 감시(Surveillance) 시스템으로서 항법시스템과는 구별됨

나. 정부지원 필요성

○ 항공교통의 안전성과 편리성 향상은 국가가 책임져야하는 공공 서비스 인프라이고 항행안전시설의 도움으로 수행가능

– 항공감시 시스템은 항행안전시설의 중요한 기능으로 이를 통해 항공교통관제 업무가 수행될 수 있음.

– 항공감시시스템은 일반적인 민수사업이니라 공공기관이 수요자인 SOC사업으로 관련 기술개발 및 구축을 위해서는 정부지원이 필수적임.

○ 지상 항행안전시설은 정부 혹은 공공기관이 수요자로 시장 진입장벽이 높을 뿐만 아니라 항공안전, 품질, 신뢰성 등의 엄격한 요구조건으로 기술적인 난이도 높고 오랜 개발기간으로 사기업이나 개인이 기술개발 투자하는 것은 어려움.

– 기술적 및 경제적인 진입 장벽이 높지만 정부지원으로 진입장벽을 넘으면 안정적인 기술 경쟁력 우위 및 시장 확보 가능.

– 따라서, 초기 국내기술과 시설구축을 위한 Seed-Money 지원이 필요하며 이를 통해 항공감시 시스템의 국가적인 기술 및 시장 경쟁력 확보에 기반을 다짐.

3. 기존 연구와의 중복성 및 연계방안

가. 중복성 검토 기준

○ 다변측정 감시시스템 개발에 대한 중복성 검토를 위하여 국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 시행규칙 제 5조 제 2항 및 별표 2의 중복성 검토 기준 및 방법을 활용함

○ 관련 규칙에 의하여 다변측정 감시시스템과 기존 연구와의 중복성 검토를 위한 판단요소로서 아래 항목과 같이 분류함

– 연구목표

– 연구방법

– 연구내용

○ 위에서 검토한 판단요소가 동일하거나 대부분 내역이 유사한 경우에는 중복과제로 판단함

나. 중복성 검토 대상과제

○ 중복성 검토를 위해서 다음의 서비스를 이용하여 대상과제를 조사함

– 국가과학기술지식정보서비스(NTIS)의 국가 R&D사업 관리 서비스

– 한국건설교통기술평가원의 중복성 검토 메뉴

○ 대상과제 조사 범위 : 최근 10년간 수행되었거나 현재 수행 중인 연구개발 과제

○ 다변측정 감시시스템 개발의 중복성 검사를 위한 검색어는 아래와 같음

– 항공감시

– 항공통신

- 항공관제
- MLAT
- WAM

○ 다변측정 감시시스템 개발의 중복성 검사시 아래의 제한을 적용함

- 각 검색어별 검색결과는 중복하여 계수하였음
- 2년 이상의 연차과제인 경우 중복하여 계수함
- 기획과제는 대상과제에서 제외

○ 위에서 제시한 검색어를 사용하여 검색된 건수와 조사된 대상 과제 건수는 표 3.3.4와 같음

표 3.3.4 중복성 검토 결과

검색어	NTIS		KICTEP	
	총 검색 건수	대상과제 건수	총 검색 건수	대상과제 건수
항공통신	15	2	4	1
항공항법	12	-	2	1
항공감시	14	1	5	-
항공관제	32	1	5	2
MLAT	2	-	1	-
WAM	4	-	-	-
합 계	79	4	17	4

○ 표 3.3.5는 각 조사 기관별 대상과제를 정리한 것임. (이태릭체는 중복된 과제임)

표 3.3.5 조사 기관별 중복성 검토 결과

검색어	NTIS	KICTEP
	대상과제 건수	대상과제
항공통신	항공관제 무선통신장비(VHF, UHF Radio) 개발	*차세대 항공 데이터통신시스템 (VHF Data Link) 개발*
	차세대 항공 데이터통신시스템 (VHF Data Link) 개발	
항공항법	항공용 위성항법시스템 기반기술 개발	*항공용 위성항행 통신시스템 개발*
	항공용 위성항행 통신시스템 개발	
항공감시	차세대 위성항행 시스템 핵심기술개발	해당과제없음
	항공용 위성항행 통신시스템 개발	
항공관제	항공관제용 통합 정보처리 시스템 개발	*항공관제용 통합 정보처리 시스템 개발*
	항공관제 무선통신장비(VHF, UHF Radio) 개발	*항공관제 무선통신장비(VHF, UHF Radio) 개발*
MLAT	해당과제없음	해당과제없음
WAM	해당과제없음	해당과제없음

○ 위의 결과를 토대로 대상과제를 정리하면 표 3.3.6와 같음

표 3.3.6 대상과제별 중복성 검토

번호	연구기간	지원기관	사 업 명	과 제 명	수행기관
1	05.07 ~ 09.06	건설교통부	국가교통핵심기술개발	차세대 항공 데이터통신시스템(VHF Data Link) 개발	한국항공우주연구원
2	07.12 ~ 14.10	국토해양부	항공선진화사업	항공관제용 통합 정보처리 시스템 개발	인하대학교
3	02.12 ~ 04.12	국토해양부	건설기반기술혁신	항공관제 무선통신장비(VHF, UHF Radio) 개발	한국통신학회
4	2004 ~ 2006	건설교통부	국가교통핵심기술개발	항공용 위성항법시스템 기반기술 개발	한국항공우주연구원
5	2010 ~ 2014	국토해양부	항공선진화사업	항공용 위성항행 통신 시스템 개발	한국항공우주연구원
6	04.06 ~ 08.05	교육과학기술부	공공기술연구회	차세대 위성항행 시스템 핵심기술개발	한국항공우주연구원

○ 각 대상과제의 연구목표와 연구내용은 표 3.3.7부터 표 3.3.11에 정리하였음

표 3.3.7 대상과제 1의 연구목표 및 연구내용

과제명	차세대 항공 데이터통신시스템(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 핵심요소기술인 VDL 분야 핵심기술을 확보함 - VDL 기술과 H/W적인 측면에서 매우 유사하고 단기 시장 수요 발생이 예상되는 VDB(VHF Data Broadcasting) 어리케이션에의 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 3.3.8 대상과제 3의 연구목표 및 연구내용

과제명	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 최종회로 도출) ○ 이를 기반으로 한 한국형 VHF(UHF)송신기 설계, 제작 및 평가

표 3.3.9 대상과제 4의 연구목표 및 연구내용

과제명	항공용 위성항법시스템 기반기술 개발
연구기간	2004년 ~ 2006년
연구목표	○ 차세대 위성항행시스템 기술 연구 동향 분석 ○ 각 시스템의 표준 규약 연구 ○ 시스템 요소 기술(정확성, 무결성, 연속성, 가용성) 연구 ○ 차세대 위성항행시스템 장비 개발 방안 연구
연구내용 및 범위	○ 차세대 항행시스템 자료수집/연구분석 ○ 각 시스템 기술 연구 동향 분석 ○ 각 시스템 국제 표준 규약(SARPs, MOPS, MASPS) 연구 ○ 집중적인 연구 분야 확립 시스템 요소기술(정확성, 무결성, 연속성, 가용성) 개발 ○ 국제표준규약에 준하는 신뢰성(무결성, 연속성, 가용성) 기술 구현/평가 기술 확보 ○ 국제표준규약에 준하는 신뢰성 모니터링 / 데이터 분석 / 알고리즘 개발 ○ 국제표준규약에 준하는 신뢰성 평가 시스템 개발 차세대 항행시스템의 접근절차 연구 ○ 비정밀 접근 절차(Non-Precision Approach) ○ 정밀 접근 절차(Precision Approach) Test-Bed 시스템 설계/제작 및 시험평가 ○ 신뢰성 평가 시스템 설계 및 구축 ○ Test-Bed 설계 및 제작 ○ Test-Bed를 이용한 시험평가

표 3.3.10 대상과제 5의 연구목표 및 연구내용

과제명	항공용 위성항행 통신시스템 개발
연구기간	2010년 ~ 2014 (4년)
연구목표	○ 위성항법 지역보강시스템 운용기술 개발 ○ 항공감시용 ADS-B 핵심기술개발
연구내용	○ 위성항법 지역보강시스템 운용기술 개발 - GBAS CAT-I 인증기준 개발 - GBAS CAT-I 비행시험시스템 및 인증 체계 개발 - GBAS CAT-I 시험평가 기술개발 - GBAS 지상장비 국산화를 위한 기술개발(상용화 전 단계) ○ 항공감시용 ADS-B 핵심기술개발 - ADS-B 시스템 통합 개발 및 연동 - 1090ES 지상국(GS) 개발 - UAT MS/GS 시스템 개발 - ADS-B 모니터링 시스템 및 ADS-B/TIS-B/FIS-B 서버 개발 - ADS-B 운용 적합성 검증 도구(AVS) 개발

표 3.3.11. 대상과제 6의 연구목표 및 연구내용

과제명	차세대 위성항행 시스템 핵심기술개발
연구기간	2004년 06월 ~ 2008년 05월
연구목표	○ 위성항행안전시스템으로의 전환을 계획한 ICAO의 이행권고를 실행하기위해 필요한 핵심기술을 연구 ○ 위성항행안전시스템의 주요 데이터링크에 대한 기술적 특성을 파악 ○ 통신기반 감시시스템 구현을 위한 핵심기술을 연구
연구내용	○ 데이터 통신링크 시스템 기술분석 - ADS-B 후보 데이터 링크 기술표준 분석 - ADS-B 후보 데이터 링크 소요 요소기술 정의 - 각 데이터 링크 프로토콜 구조 연구 - 유럽형 기준 데이터 링크 기술 연구 ○ ADS-B 응용기술 연구 - ADS-B 연구동향 분석 - ADS-B 응용기술 정의 - 충돌감시 및 유도기술 연구동향 분석 ○ 산업기술 동향 분석 연구 - 국내외 기술 동향 분석 - 국내외 CNS/ATM 산업 및 시장분석

가) 중복성 검토 결과

○ 6개의 대상과제에 대한 중복성 검토 결과는 표 3.3.12과 같음

표 3.3.12. 중복성 검토 결과

대상과제	중복성	연계 관계	중복성 검토 결과
차세대 항공 데이터통신시스템 (VHF Data Link) 개발	없음	불필요	○ 대상과제에서 개발한 VDL 모드 2 기술은 VDL 모드 4와 같은 VHF 대역을 이용하는 데이터링크로서 트랜스폰더 신호를 활용하는 MLAT과는 전혀 다름
항공관제용 통합 정보처리 시스템 개발	없음	필요	○ 대상과제는 항공교통관제의 입장에서 항공감시 자료 처리를 다루고 있으므로 본 연구개발과 목적 및 내용이 다름. ○ MLAT의 데이터는 차후 ARTS와 서로 연계되는 시스템이므로 기능 및 성능 시험 시 인터페이스 검증을 위한 일부 연계가 필요함.
항공관제 무선통신장비 (VHF, UHF Radio) 개발	없음	불필요	○ VHF/UHF 송수신기 및 안테나에 대한 기술은 이미 국내에서 보유한 기술임. ○ 본 연구개발에서는 항공기의 트랜스폰더 신호를 이용하여 항공기의 위치를 찾는 항공 감시로 항공통신과는 전혀 다름
항공용 위성항법시스템 기반기술 개발	없음	불필요	○ 본 연구개발에서는 항공기의 트랜스폰더 신호를 이용하여 항공기의 위치를 찾는 항공 감시로 위성을 기반으로 하는 위성항법과는 전혀 다름
항공용 위성항행 통신 시스템 개발	없음	필요	○ 위성항법 지역보강시스템(GBAS)은 기존의 위성항법시스템의 정밀도를 향상시키기 위한 기술로서, 지상에서 항공기의 위치를 독립적으로 파악하는 항공 감시 분야인 본 연구개발과 전혀 다름. ○ ADS-B 핵심기술은 항공기에서 항법장비로 파악된 위치를 지상 및 주변 항공기에서 전달받아 감시하는 종속감시 기술로서, 지상에서 독립적으로 항공기의 위치를 파악하는 독립감시기술인 본 연구개발과 전혀 다름. ○ 항공용 위성항행 통신 시스템에서 구축하는 인증기준 및 인증체계 개발과 시험평가 기술은 추후 지상 감시 시스템에서 MLAT과 연계하여 일부 활용할 수 있음
차세대 위성항행 시스템 핵심기술개발	없음	불필요	○ 본 연구개발에서는 항공기의 트랜스폰더 신호를 이용하여 항공기의 위치를 찾는 항공 감시로 위성을 기반으로 하는 위성항행 기술과는 다름

4. 연구개발 주요내용

주요기술	연구내용	비 고
체계종합 기술개발	• 공항지면감시용 LAM 및 TMA/항로 감시용 WAM 시스템 기능/성능 요구도 설정 • 시스템 운용환경 요구조건 설정 • 시스템 체계설계 및 체계 성능분석 • 구성품간 인터페이스 설계 • LAM 및 WAM 구성품 및 구성요소 형상관리 • 시험평가 기술연구 및 시스템통합 시험장비 구축 • LAM 및 WAM 테스드베드 구축 및 시험평가	
중앙처리장치 (CPS) 개발	• CPS 설계/제작/시험평가 기술 • CPS 기능/성능 검증 시뮬레이션 툴 개발 • TDOA 추정 및 플랏(Plot) 추출 • 표적추적 및 항적(Track) 생성 • 질문 스케쥴링 및 표적 ID 추출 • ADS-B데이터 추출 및 유효성 검증 • 기준 트랜스폰더와 수신기 간의 시각오차 추정 • 소프트웨어 신뢰성 향상 기술	
수신기/송신기 (Interrogator) 개발	• TOA시각동기 핵심 기술 개발 • Mode A, C, S, 1090ES 수신 및 처리 기술 • Mode-S 질문 신호 송출 기술 • 유/무선 네트워크 통신기술 • 송/수신기 기능/성능평가 툴 개발 • 기준 및 감시 트랜스폰더 적용 기술 • 송/수신기 설계/제작/시험평가	

주요기술	연구내용	비 고
외부연동장치 개발	• 외부연동장치 설계/제작/시험평가 기술개발 • WAM자료 TIS-B정보 활용 기술 • ASTERIX 자료포멧 입출력 기술 • 기존 관제장비(ARTS)와의 연동기술 개발 • 국내개발 관제장비와의 연동기술 개발 • 공항감시 관제장비(A-SMGCS or ASDE)와의 연동기술 개발	
시스템 통제/감시 개발	• LAM 및 WAM시스템 통제 및 감시 기술 • 항공지도, DTED, 사용자 설정자료 DB 기술 • 항로/터미날 교통상황 현시 기술 • 공항감시용 교통상황 현시 기술	
설치·운용 및 성능적합성 검증 기술	• 전파전파 분석/지형지물 간섭 영향에 따른 성능 분석 • LAM/WAM 지형지물 영향 분석 툴 개발 • LAM/WAM 구축 환경 요구사항 도출 및 설치·운용 기술 연구 • LAM/WAM 안전성 평가 및 운용승인 절차 개발 • LAM/WAM구축 후 초기 운용/성능 적합성 검증 기술 개발 및 주기 검사 방안 도출 • LAM/WAM의 소프트웨어 검증 및 품질보증 방안 수립	

가. 체계종합 기술 개발

○ 다변측정 감시시스템의 시스템 차원의 운용요구도를 설정하고 체계규격서, 인터페이스 통제서를 정립하고 및 시험평가를 담당하는 체계 종합 기술 개발의 주요 업무 내용은 아래와 같음.

- 공항지면감시용 LAM 및 TMA/항로 감시용 WAM 시스템 기능/성능 요구도 설정
- 시스템 운용환경 요구조건 설정
- 시스템 설계 및 성능분석
- 구성품간 인터페이스 설계

- LAM 및 WAM 구성품 및 구성요소 형상관리
- 시험평가 기술연구 및 시스템 통합 시험장비 구축
- LAM 및 WAM 테스드베드 구축 및 시험평가

※ GPS/Ref. 트랜스폰더 시각동기 정밀도 향상 핵심 기술 연구

(1) 공항지면감시용 LAM 및 TMA/항로 감시용 WAM 시스템 기능/성능 요구도 설정

○ ICAO SARPs, 기술문서 및 해외 운용 사례를 분석하여 국내개발 장비의 시스템 운용 요구도를 설정

○ EUROCAE/RTCA 등의 국제 규격서, 표준서 및 해외 장비 기술자료 분석을 기반으로 기능, 성능, 시험 및 품질 요구도를 설정

(2) 시스템 운용환경 요구조건 설정

○ LAM 시스템의 운용 제한 사항 분석

○ LAM 시스템 운용 환경 요구조건 설정

○ WAM 시스템의 운용 제한 사항 분석

○ WAM 운용 환경 요구조건 설정

(3) 시스템 설계 및 성능분석

○ 시스템 설계

- LAM 및 WAM 시스템 아키텍쳐 설계, 구성요소 기능/성능 할당
- LAM, WAM에 대한 시스템 개발규격서 작성
- 시험평가 계획수립

○ 시스템 체계 성능 분석

- LAM에 관한 시스템 성능 분석
- WAM에 관한 시스템 성능 분석

(4) 구성품간 인터페이스 설계

○ 수신기/송신기와 CPS 인터페이스 설계 및 ICD작성

○ CPS와 시스템 통제/감시 장치와의 인터페이스 설계 및 ICD작성

○ CPS와 외부연동장치와의 인터페이스 설계 및 ICD작성

○ 시스템 통제/감시 장치와의 수신기/송신기 인터페이스 설계 및 ICD작성

○ 시스템 통제/감시 장치와의 외부연동장치 인터페이스 설계

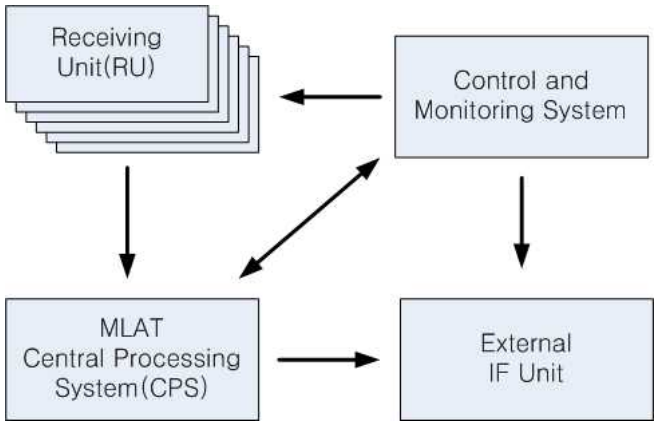


그림 3.3.9 인터페이스 관계도

(5) LAM 및 WAM 구성품 및 구성요소 형상관리

○ LAM 구성품 HBS(Hardware Breakdown Structure) 관리

○ LAM 주요 구성품의 품질/기능/성능 관리

○ WAM 구성품 HBS(Hardware Breakdown Structure) 관리

○ WAM 주요 구성품 품질/기능/성능 관리

(6) 시험평가 기술연구 및 시스템통합 시험장비 구축

○ 시스템 차원의 기능/성능 파라메터 검증을 위한 시험평가 기술개발 및 시험평가 절차 수립

○ 환경시험 및 품질검사 시험평가 절차 수립

○ 차량을 이용한 지상 통합 시험평가 기술 개발

○ 실험실 환경에서의 시스템 통합시험 시험장비 구축

○ 시스템 통합시험을 통합 성능검증

(7) LAM 및 WAM 테스드베드 구축 및 시험평가

○ 시범공항 선정 및 LAM 시범운용을 위한 Test-Bed 구축

○ LAM Test-Bed를 이용한 시험절차 수립 및 성능검증 시험평가 수행

○ LAM 시험평가 결과 분석 및 시험결과보고서 작성

○ WAM 시범운용을 위한 Test-Bed 구축

○ WAM Test-Bed를 이용한 시험절차 수립 및 성능검증 시험평가 수행

○ WAM 시험평가 결과 분석 및 시험결과보고서 작성

나. 중앙처리장치(CPS) 개발

○ 다변측정 감시시스템의 중앙처리장치는 각각의 수신기에서 전달되는 정보를 토대로 타겟의 정확한 위치를 파악하고 추적하는 주요 장치임.

○ 중앙처리장치 개발의 주요 업무 내용은 아래와 같음.

- CPS 설계, 제작, 시험평가 기술
- CPS 기능/성능 검증 시뮬레이션 툴 개발
- TDOA 추정 및 플랏(Plot) 추출
- 표적추적 및 항적(Track) 생성
- 질문 스케쥴링 및 표적 ID 추출
- ADS-B데이터 추출 및 유효성 검증
- 기준 트랜스폰더와 수신기 간의 시각오차 추정
- 소프트웨어 신뢰성 향상 기술

※ TDOA 정밀 위치 예측 핵심 기술 연구

(1) CPS 설계, 제작, 시험평가 기술

○ CPS 설계

- CPS 요구도 분석
- CPS 개념/기본/상세 설계
- 해외개발 CPS에 대한 자료분석 및 Bench-Mark

○ CPS 제작 시험 평가 기술

- CPS 제작
- CPS 시험 평가 항목 분석 및 절차서 작성

(2) CPS 기능/성능 검증 시뮬레이션 툴 개발

○ 제작된 CPS의 단독 기능 및 성능 검증을 위한 시뮬레이션 툴 개발

(3) TDOA 추정 및 플랏(Plot) 추출

○ TDOA 추정 방식 및 플랏 추출 방식 비교분석

○ 수신기로부터 전달된 TOA를 이용한 정밀 TDOA 추정 알고리즘 설계

○ TDOA로부터 타겟의 플랏 추출

(4) 표적추적 및 항적(Track) 생성

○ 추출된 Plot의 표적추적 알고리즘 설계

○ 시스템 항적(Track) 생성

(5) 질문 스케쥴링 및 표적 ID 추출

○ Interrogating 방식에 대한 연구

○ Interrogating 트랜스폰더의 Mode A(C), S에 대한 질문 스케쥴링

○ 표적 항공기의 트랜스폰더에서 전송되는 표적 ID 추출

(6) ADS-B 데이터 추출 및 유효성 검증

○ ADS-B 지원 가능한 표적 항공기로부터 전송되는 정보로부터 ADS-B 데이터 추출

○ ADS-B 데이터의 위치 정보와 MLAT 위치정보를 비교하여 ADS-B 데이터의 유효성 검증

(7) 기준 트랜스폰더와 수신기 간의 시각오차 추정

○ 수신기 시각 동기화를 위한 기준 트랜스폰더의 데이터 처리

○ 기준 트랜스폰더를 이용한 각 수신기의 시각오차 추정

(8) 소프트웨어 신뢰성 향상 기술

○ 소프트웨어 신뢰성 분석 기법 적용

○ 소프트웨어 신뢰성 향상 기술 개발

다. 수신기/송신기 (Interrogator) 개발

○ 다변측정 감시시스템의 수신기/송신기는 신호 발생 및 측정 처리 단에서 감시 정

확도와 위치 추정 정밀도를 향상시키는 것을 목적으로 하며 주요 업무 내용은 아래와 같음.

- TOA 시각동기 핵심 기술 개발
- Mode A, C, S, 1090ES 수신 및 처리 기술
- Mode S 질문 신호 송출 기술
- 유/무선 네트워크 통신기술
- 송/수신기 기능/성능평가 툴 개발
- 기준 및 감시 트랜스폰더 적용 기술
- 송/수신기 설계/제작/시험평가

※ 다중경로 오차 축소를 위한 핵심 기술 연구

(1) TOA 시각동기 핵심 기술 개발

○ TOA 시각동기 성능 요구사항 분석 및 기존 시각동기 기술 분석

○ 통합처리 GNSS 방식을 이용한 시각동기 기술개발

○ 기준 트랜스폰더 활용 기술

- 노드간 동기화 요소기술 및 동기 감시 기술 개발
- GPS 수신기를 위한 동기 이중화 기술 개발

○ 안정도 높은 동기 신호 발생 기술 개발

(2) Mode A, C, S, 1090ES 수신 및 처리 기술

○ Mode A, C, S, 1090ES 신호 특성 분석

○ 신호 특성에 따른 수신 정보 활용 기술 개발

○ Mode A, C, S, 1090ES 신호 특성에 따른 고정밀 TOA 시각 측정 및 신호처리 기술

○ 동시응답간섭(Garbling) 최소화 기술 연구

(3) Mode S 질문 신호 송출 기술

○ Mode S 질문 신호 특성 분석

○ 신호 정보 전송 최적화 기술 개발

○ Mode S 질문 신호 전파 출력 및 방향 제어 기술

(4) 유/무선 네트워크 통신기술

○ 중앙 관제 시스템과 연동하는 송신기 네트설계 및 운용기술 개발

○ 최적 네트워크 설계 및 네트워크 성능 분석 기술 개발

○ 자체 기능 reporting 기술 개발

- 자체 감시 통한 상태 보고 기술 개발

(5) 송/수신기 기준 기능/성능평가 툴 개발

○ 송/수신기 기능/성능평가를 위한 자동화 된 분석 s/w tool 개발

(6) 송/수신기 설계/제작/시험평가

○ 수신기 디지털 신호 처리 알고리즘 개발

○ 간섭 신호에 강인한 수신기 설계 기술 개발

○ 송/수신기 H/W 모듈(안테나, RF, Baseband 모듈) 설계 기술 개발

○ Test-bed를 통한 송/수신기 성능 분석

라. 외부연동장치 개발

○ 다변측정 감시시스템의 성공적인 활용을 위해서는 기존의 외부 시스템과의 연동이 필수적이며 이를 위한 외부연동장치 개발이 필요함.

○ 외부연동장치 기술 개발의 연구내용은 아래와 같음.

- 외부연동장치 설계/제작/시험평가 기술개발
- WAM자료 TIS-B정보 활용 기술
- ASTERIX 자료포멧 입출력 기술
- 기존 관제장비(ARTS)와의 연동기술 개발
- 국내개발 관제장비와의 연동기술 개발
- 공항감시 관제장비(A-SMGCS or ASDE)와의 연동기술 개발

(1) 외부연동장치 설계/제작/시험평가 기술개발

○ 외부연동 장치 설계

- 해외 외부연동 장치 기능 조사 및 분석
- 외부연동 프로토콜 설계

- 외부연동 장치 개념/기본/상세 설계

○ 외부연동 장치 제작

○ 외부연동 시험평가

- 외부연동 시험평가 절차서 작성
- CPS Emulator 및 관제장비 Emulator 개발
- CPS 및 관제장비 Emulator를 이용한 기능시험 수행

(2) WAM자료 TIS-B 정보 활용 기술

○ 국내개발 ADS-B용 TIS-B서버 인터페이스 기술자료 분석

○ WAM 자료의 TIS-B 서버 연동 ICD작성

○ TIS-B서버 연동 프레임 구조 설계

(3) ASTERIX 자료포멧 입출력 기술

○ EuroControl의 ASTERIX 기술 자료 분석

○ ASTERIX 자료 포맷 선정 및 Frame 포맷 설계

○ ASTERIX 자료 입출력 검증용 시뮬레이터 개발

(4) 기존 관제장비(ARTS)와의 연동기술 개발

○ 기존 관제장비(ARTS) 인터페이스 기술자료 분석

○ 관제장비(ARTS) 연동 데이터 포맷 설계 및 ICD 작성

○ 관제장비 연동 데이터 포맷 구현

(5) 국내개발 관제장비와의 연동기술 개발

○ 국내개발 관제장비에서 요구하는 데이터 포맷 분석

○ 다변측정 감시시스템에 적용할 국내 개발 관제장비와의 연동 데이터 포맷 선정

(6) 공항감시 관제장비(A-SMGCS or ASDE)와의 연동기술 개발

○ 공항감시 관제장비에서 요구하는 데이터 포맷 분석

○ 다변측정 감시시스템에 적용할 공항감시 관제장비와의 연동 데이터 포맷 선정

마. 시스템 통제/감시 개발

○ LAM 및 WAM 시스템의 상태를 감시하고 제어하기 위해서 시스템 통제/감시 기술이 필요함.

○ 시스템 통제/감시 개발 연구내용은 아래와 같음

- LAM 및 WAM 시스템 통제 및 감시 기술
- 항공지도, DTED, 사용자 설정자료 DB 기술
- 항로/터미날 교통상황 현시 기술
- 공항감시용 교통상황 현시 기술

(1) LAM 및 WAM 시스템 통제 및 감시 기술

○ LAM 및 WAM 시스템 통제 기술

- LAM 및 WAM 시스템 필수 통제 항목 분석
- LAM 및 WAM 시스템 통제의 신뢰성 분석

○ LAM 및 WAM 시스템 감시 기술

- LAM 및 WAM 시스템 필수 감시 항목 분석
- LAM 및 WAM 시스템 필수 감시 항목 도시 방안 강구

(2) 항공지도, DTED, 사용자 설정자료 DB 기술

○ 항공지도 및 고도정보를 제공하는 DTED 활용 기술

○ 사용자가 쉽게 설정할 수 있는 사용자 인터페이스가 제공되는 DB기술

(3) 항로/터미날 교통상황 현시 기술

○ WAM자료의 항로 및 터미널 교통상황 현시

○ 비행정보 및 WAM자료의 상호 매칭기법 설계

(4) 공항감시용 교통상황 현시 기술

○ 항공지면 이동 항공기 및 차량에 대한 교통상황 현시

○ 비행정보 및 LAM자료의 상호 매칭기법 설계

바. 설치·운용 및 성능적합성 검증 기술

○ 다변측정 감시시스템의 공항 내 또는 항로 내에 설치 및 운용에 대한 기술은 다변측정 감시시스템 구축시 시스템의 성능을 향상시키기 위한 지상장비 배치 및 운용절차를 개발하는 것 임

○ 다변측정 감시시스템의 성능적합성 검증 기술은 공항 또는 항로 내에 설치된 다변측정 감시시스템 Test-Bed를 구축하여 시스템의 안전성을 평가함

○ 설치·운용 및 성능적합성 검증 기술의 연구내용은 아래와 같음

- 전파전파 분석 / 지형지물 간섭 영향에 따른 성능 분석
- LAM/WAM 지형지물 영향 분석 툴 개발
- LAM/WAM 구축 환경 요구사항 도출 및 설치·운용 기술 연구
- LAM/WAM 안전성 평가 및 운용승인 절차 개발
- LAM/WAM 구축 후 초기 운용/성능 적합성 검증 기술 개발 및 주기 검사 방안 도출
- LAM/WAM의 소프트웨어 검증 및 품질보증 방안 수립

(1) 전파전파 분석 및 지형지물 간섭 영향에 따른 성능 분석

○ 지상 안테나의 높이에 따른 전파의 가시선(LOS) 분석

○ 지형지물 간섭 영향에 따른 다변측정 감시시스템의 운용반경 및 정밀도 분석

○ 항공기의 위치 및 고도에 따른 수신기의 수신가능성 분석

○ 수신기 관점에서 커버할 수 있는 최소고도 영역 분석

○ 기준 트랜스폰더 설치 위치를 고려한 LOS 분석

(2) LAM/WAM 지형지물 영향 분석 툴 개발

○ 분석 툴 기능

- DOP 분석 기능 (HDOP, VDOP)
- 각 수신기의 LOS 분석 기능
- 기준 트랜스폰더의 LOS 분석 기능
- 데이터 수신률 분석 기능
- 위치 정밀도 분석 기능

○ 최적 배치 기능

- DTED를 활용한 3차원 지도를 통해 수신기 및 기준 트랜스폰더의 최적 배치 시

뮬레이션 기능

(3) LAM/WAM 구축 환경 요구사항 도출 및 설치·운용 기술 연구

○ LAM/WAM 시스템 구축 시 지형지물을 포함한 환경에 대한 요구사항 도출

- WAM 또는 공항감시 LAM 구분
- WAM 시스템 구축시 수신기 설치 위치에 대한 사전 검토 필요
- 사전 시뮬레이션을 통한 필수 요구사항 도출

○ LAM/WAM 시스템 설치·운용 기술 연구

- 설치시 고려해야 할 사항 분석
- 운용시 주의사항 분석

(4) LAM/WAM 안전성 평가 및 운용승인절차 개발

○ Test-Bed를 이용한 안전성 평가

- SSR 또는 SMR과 성능비교를 통한 안전성 평가
- 운용서비스 및 환경 명세(OSED: Operational Service and Environment Description) 정립
- 기능적 위험 평가(FHA: Functional Hazard Assessment) 및 주요시스템 안전성 평가(PSSA: Preliminary System Safety Assessment)

○ 운용승인절차 개발

- 운용 요구조건 정의
- 설계 및 시스템 요구조건 분석
- 배치, 구축 및 검증관련 기술 연구
- 지역적인 영향성 고려한 운용승인 절차 수립

(5) LAM/WAM 구축 후 초기 운용/성능 적합성 검증 기술 개발 및 주기 검사 방안 도출

○ 장비 구축시 초기 운용성능 적합성 검증 방안 및 절차 수립

○ 장비 구축 후 주기적 검사 방안 및 절차 수립

- 감시 트랜스폰더를 이용한 검사
- ADS-B 자료를 이용한 검사

(6) LAM/WAM의 소프트웨어 검증 및 품질보증

○ EUROCAE ED-109의 AL4에 해당하는 소프트웨어 적합성(Verification) 절차 수립 및 적합성 검사

○ EUROCAE ED-109의 AL4에 해당하는 소프트웨어 품질보증(Quality Assurance) 절차 수립 및 품질보증 검사 수행

5. 연구개발과제 TRM

○ 연구 개발은 공항지면 지역감시 LAM과 광역감시 WAM 기술 개발을 위하여 5년에 걸쳐 연구 개발 사업을 진행 함.

○ 공항감시용 LAM 기술개발

- LAM 기술개발은 LAM시스템 개발과 이와 연관된 관련기술개발로 구성되며 총 4차년도에 걸쳐 진행됨.
- 2차 년도까지 주요 연구 내용에 따라 MLAT 체계종합, CPS, 수신기, 외부연동장치, 시스템통제감시, 설치 운용에 대한 요소기술 확보를 통하여 시스템을 설계하고 구성품을 제작함.
- 3차 년도에는 2차년도 연구를 통해 개발된 모듈과 시스템 장비를 하나로 통합하고, 각 구성품을 시험함. 또한 통합된 시스템 성능 검증을 위한 Test-bed를 구축하여 공항지면 감시 LAM의 성능을 분석하고 문제점을 보완함.
- 4차 년도에는 3차년도를 기반으로 공항지면 다변측정감시 시스템 시범운용 및 안정성 평가를 실시하여 상용화에 대비함.

○ TMA/항로 감시용 WAM 기술개발

- 3차 년도에 LAM시스템 구성품 시험이 종료되면 LAM 구성품 설계 및 시험결과를 바탕으로 WAM설계를 추진함.
- 4차 년도까지 WAM 시스템 설계를 완료하고 구성품을 제작한 후 시스템 통합을 착수 함.
- 5차 년도에 시스템 통합시험을 수행한 후, Test-bed 구축을 하고 WAM 시범운용 및 관제 연동을 통해 상용화에 대비함.

○ 다변측정감시 시스템 개발을 위한 기술 개발 로드맵은 그림 3.3.10과 같으며 기술개발 로드맵은 기술 개발 시나리오를 고려하여 5년간 달성되어야 하는 기술 개발 추진 내용을 포괄적으로 포함하고 있음.

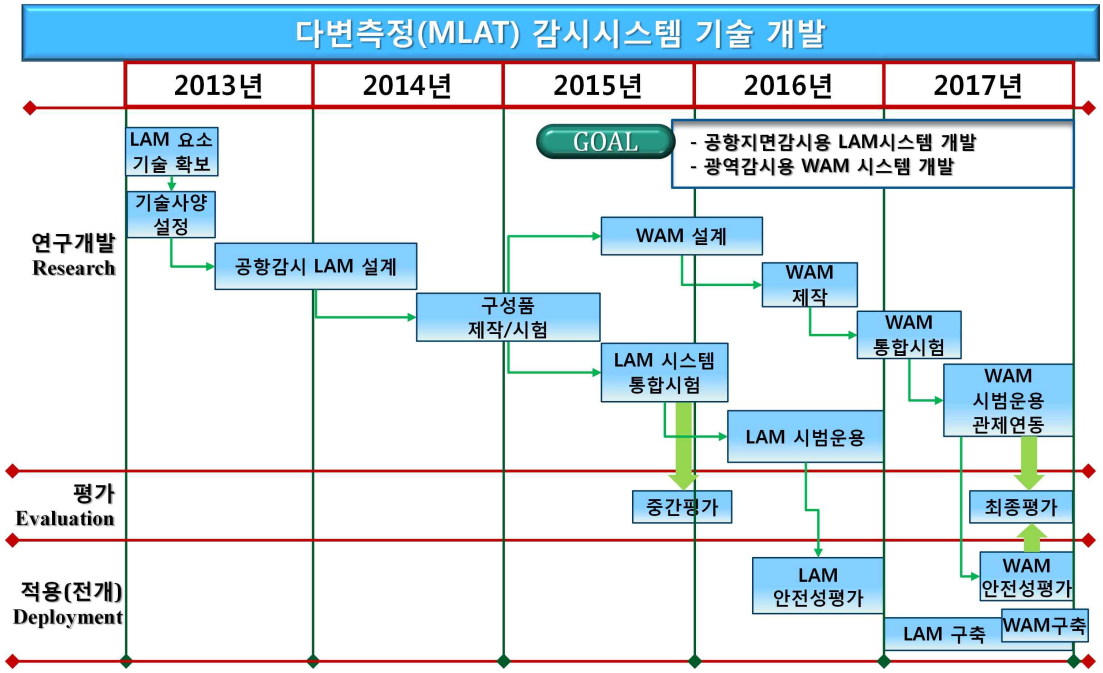


그림 3.3.10 다변측정 감시시스템 기술개발 로드맵

○ 다변측정감시 시스템 개발 기술 개발 로드맵을 토대로 아래 그림과 같이 주요 기술에 대한 로드맵을 세분화하였음.

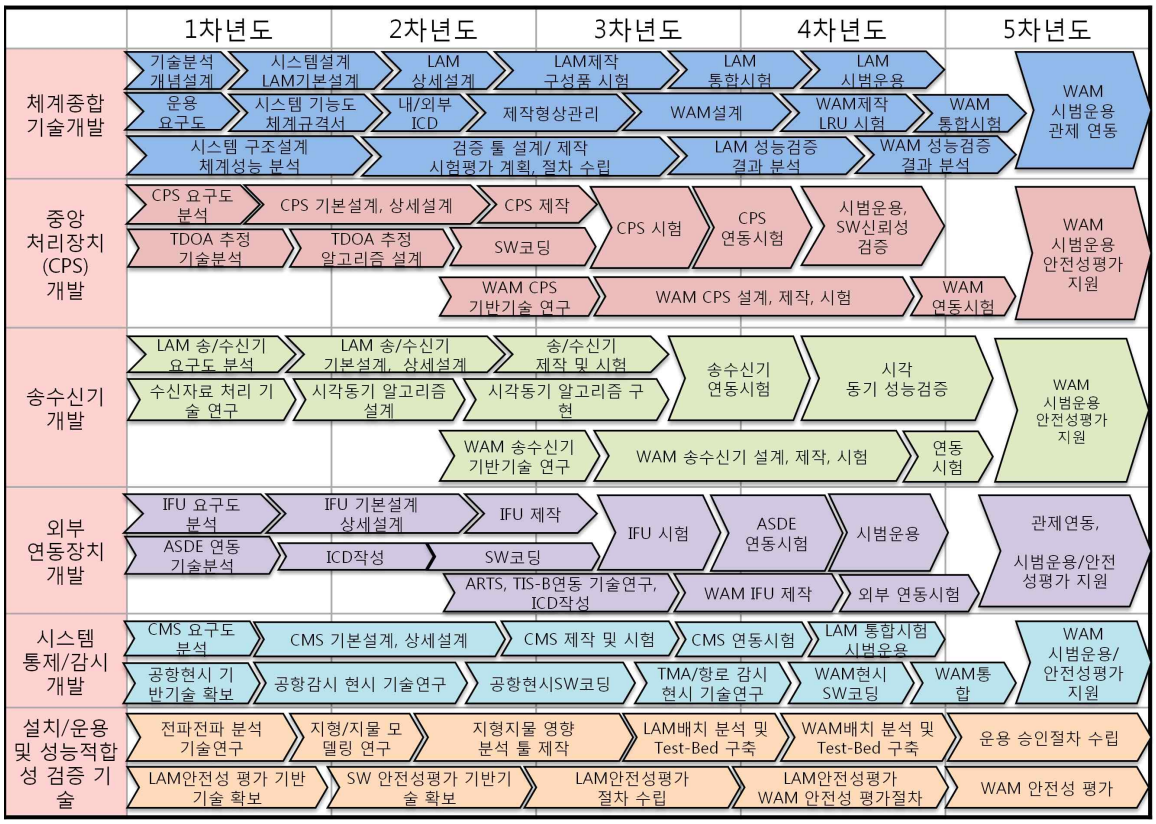
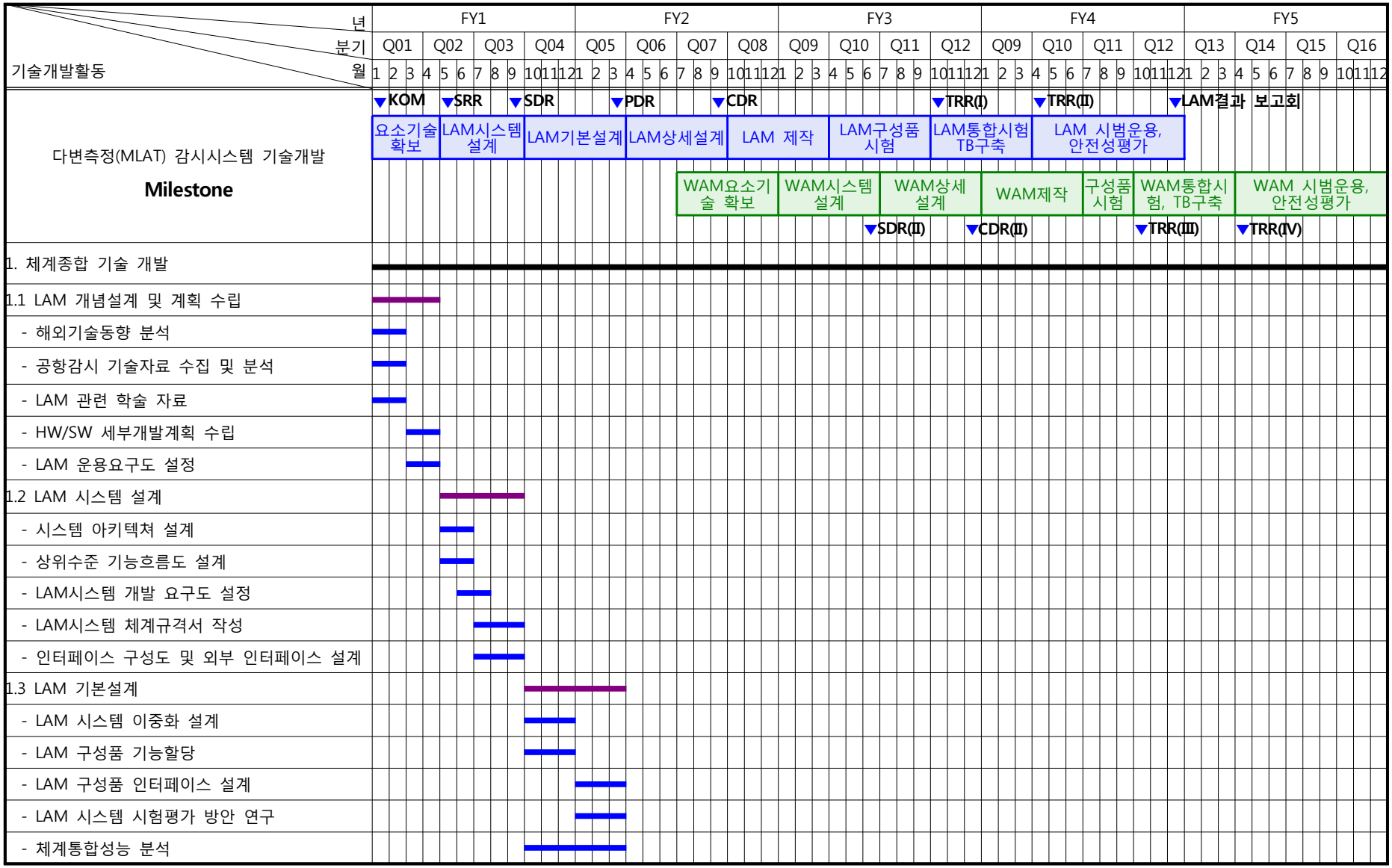
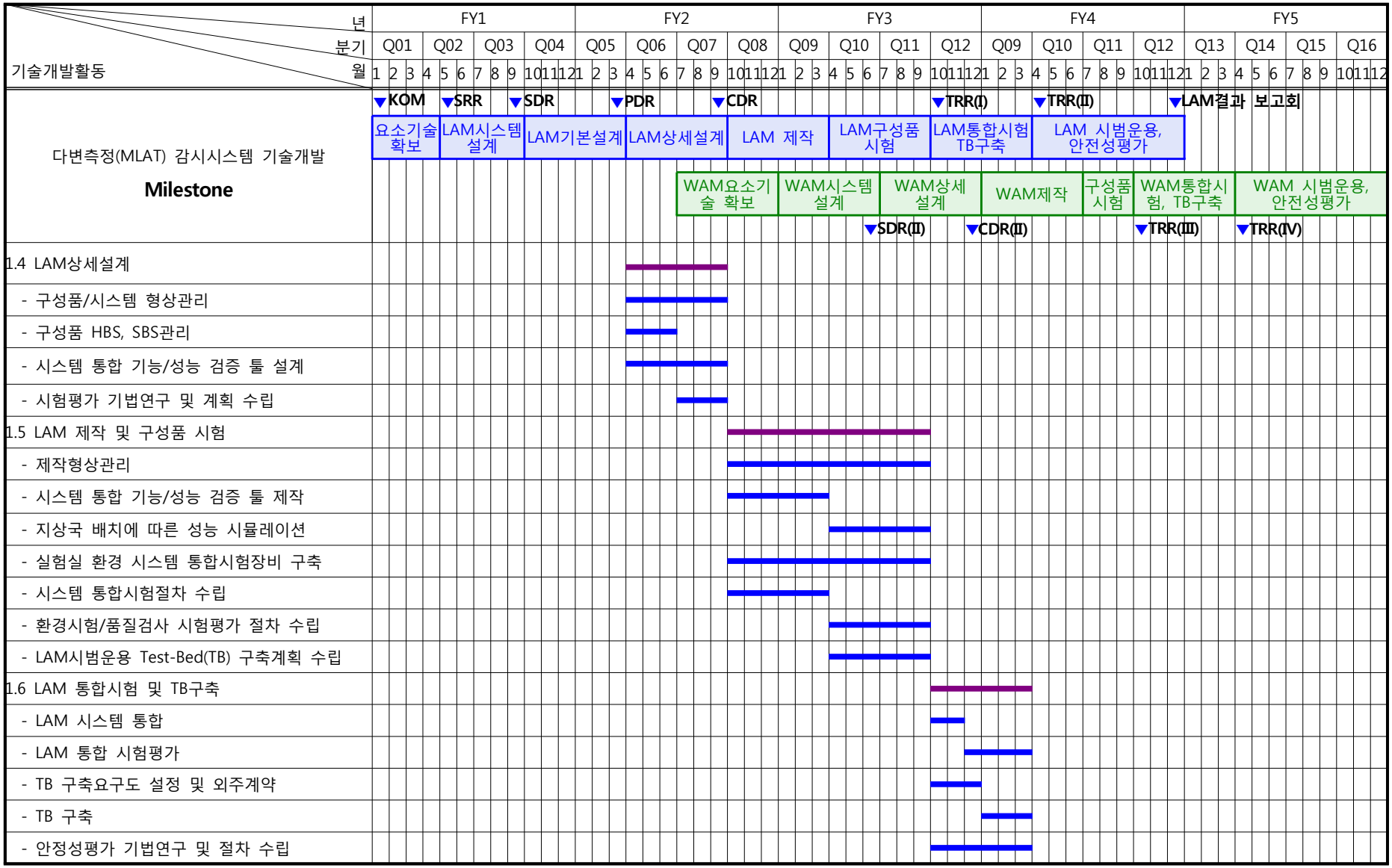
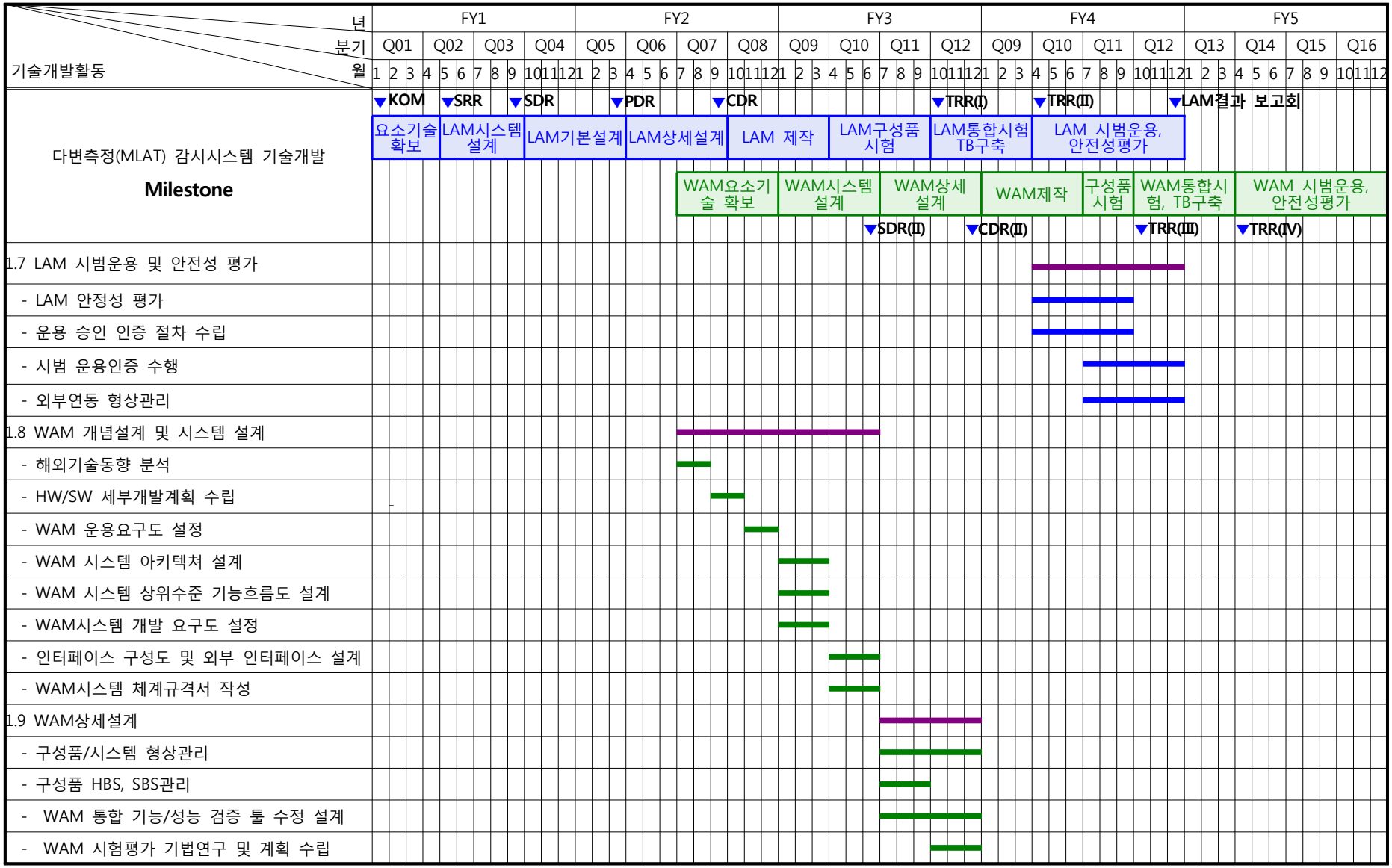


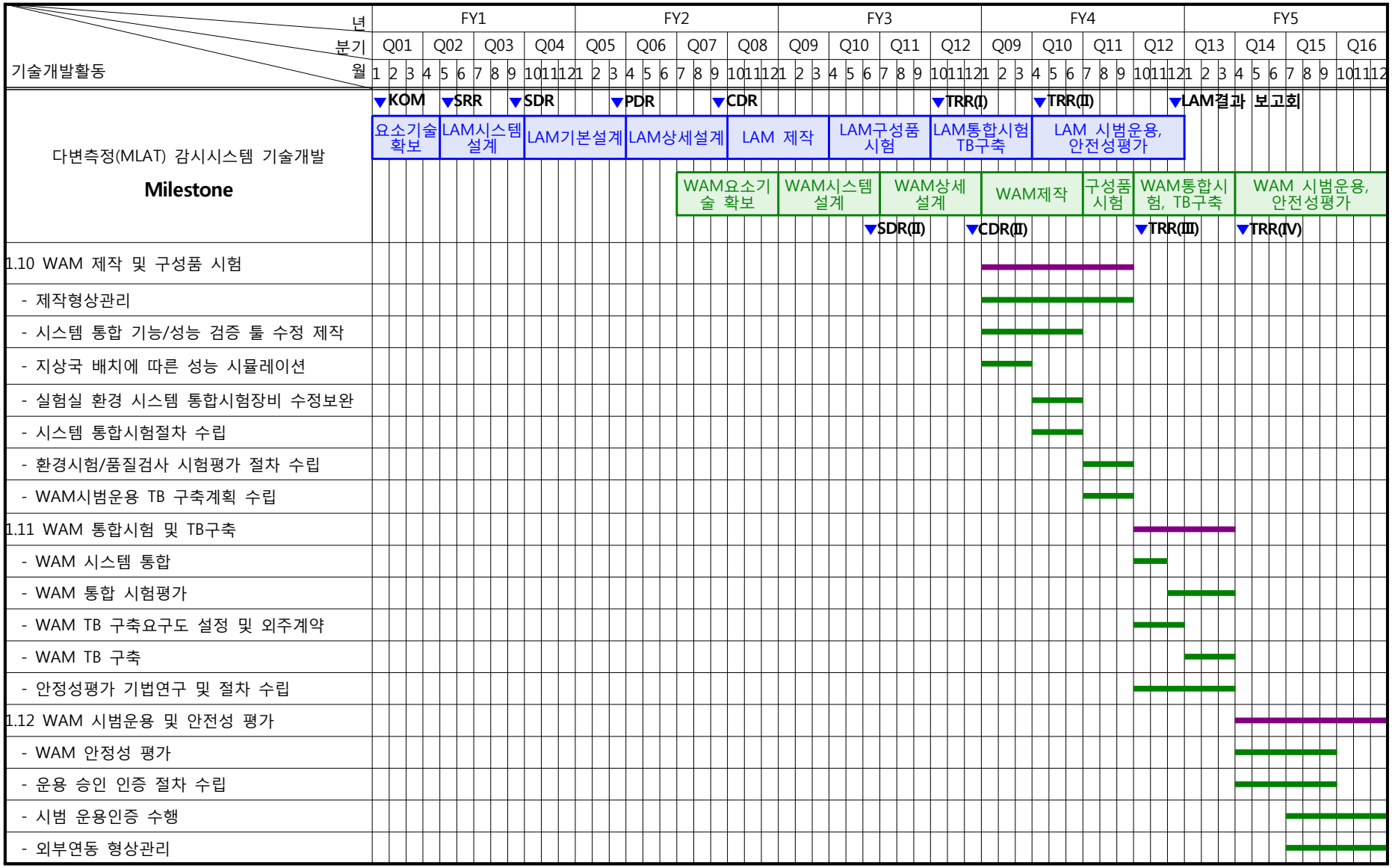
그림 3.3.11 다변측정감시시스템 주요기술 로드맵

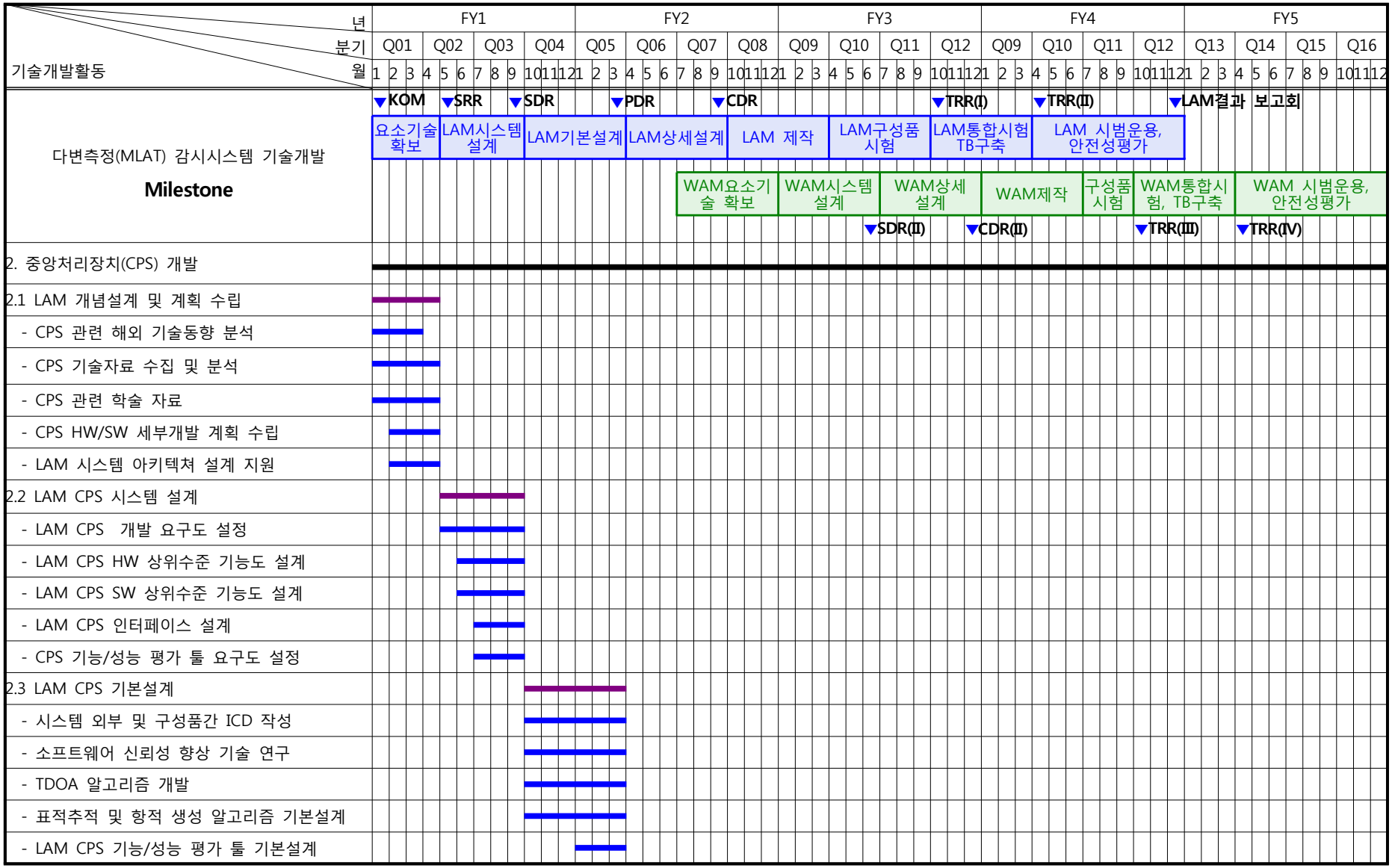
○ 연차별 상세 TRM(분기별)

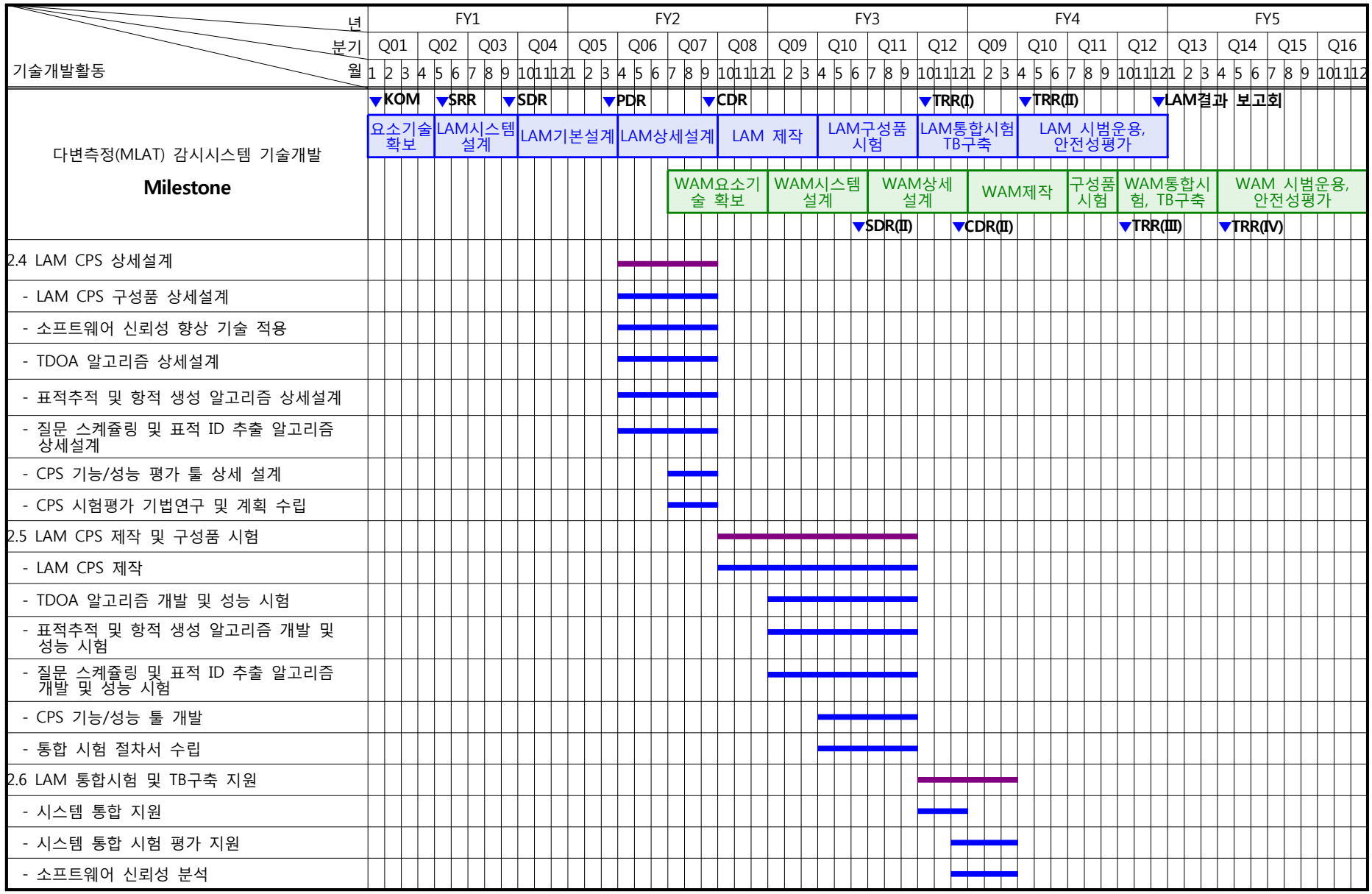

년
분기
월
기술개발활동
FY1
FY2
FY3
FY4
FY5
Q01 Q02 Q03 Q04 Q05 Q06 Q07 Q08 Q09 Q10 Q11 Q12 Q09 Q10 Q11 Q12 Q13 Q14 Q15 Q16
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
KOM
SRR
SDR
PDR
CDR
TRR(I)
TRR(II)
LAM결과 보고회
다변측정(MLAT) 감시시스템 기술개발
Milestone
요소기술 확보
LAM시스템 설계
LAM기본설계
LAM상세설계
LAM 제작
LAM구성품 시험
LAM통합시험 TB구축
LAM 시범운용, 안전성평가
WAM요소기술 확보
WAM시스템 설계
WAM상세 설계
WAM제작
구성품 시험
WAM통합시험, TB구축
WAM 시범운용, 안전성평가
SDR(II)
CDR(II)
TRR(III)
TRR(IV)
1. 체계종합 기술 개발
1.1 LAM 개념설계 및 계획 수립
- 해외기술동향 분석
- 공항감시 기술자료 수집 및 분석
- LAM 관련 학술 자료
- HW/SW 세부개발계획 수립
- LAM 운용요구도 설정
1.2 LAM 시스템 설계
- 시스템 아키텍쳐 설계
- 상위수준 기능흐름도 설계
- LAM시스템 개발 요구도 설정
- LAM시스템 체계규격서 작성
- 인터페이스 구성도 및 외부 인터페이스 설계
1.3 LAM 기본설계
- LAM 시스템 이중화 설계
- LAM 구성품 기능할당
- LAM 구성품 인터페이스 설계
- LAM 시스템 시험평가 방안 연구
- 체계통합성능 분석

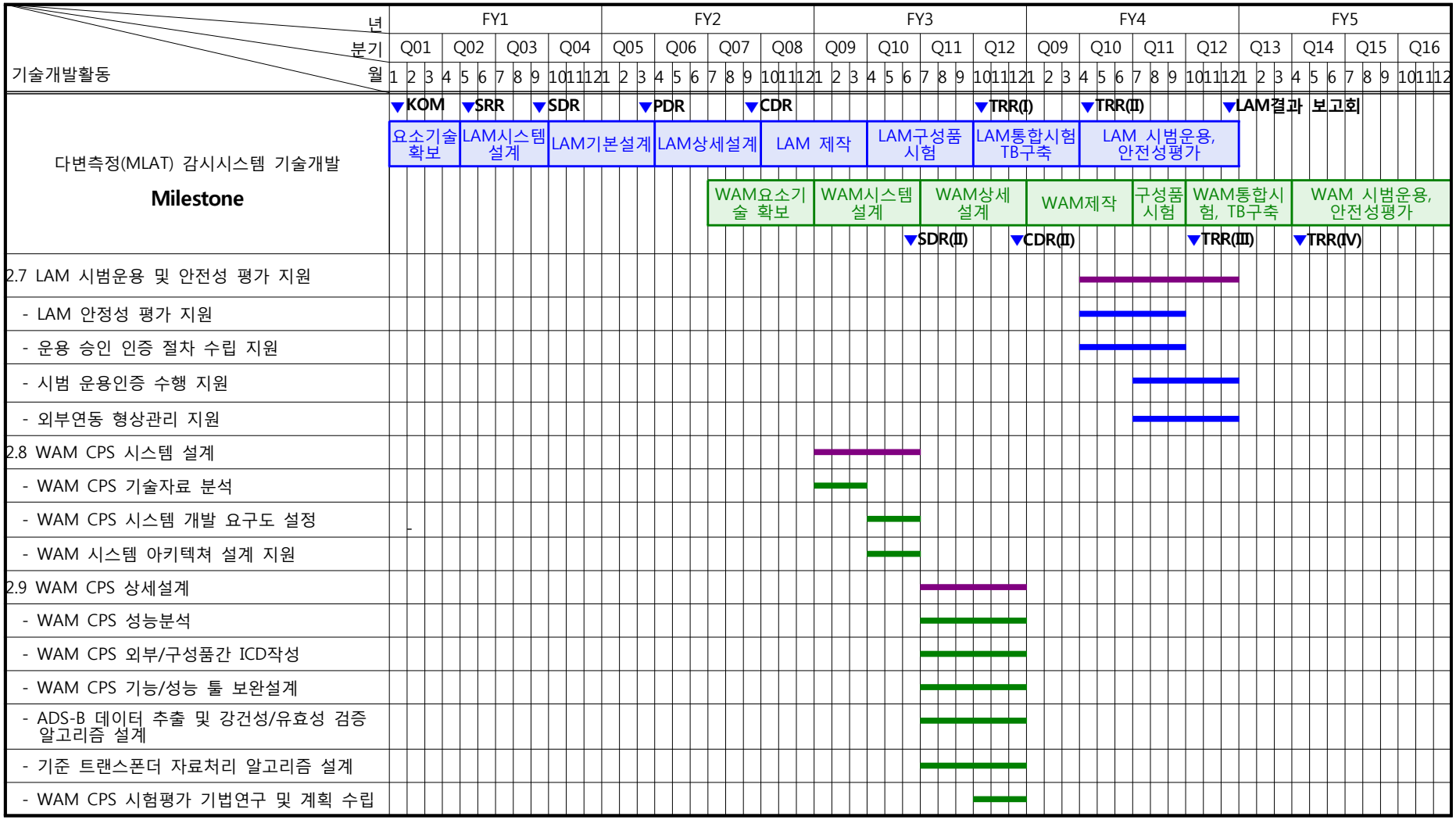

년
분기
월
기술개발활동
FY1
FY2
FY3
FY4
FY5
Q01
Q02
Q03
Q04
Q05
Q06
Q07
Q08
Q09
Q10
Q11
Q12
Q09
Q10
Q11
Q12
Q13
Q14
Q15
Q16
KOM
SRR
SDR
PDR
CDR
TRR(Ⅰ)
TRR(Ⅱ)
LAM결과 보고회
다변측정(MLAT) 감시시스템 기술개발
Milestone
요소기술 확보
LAM시스템 설계
LAM기본설계
LAM상세설계
LAM 제작
LAM구성품 시험
LAM통합시험 TB구축
LAM 시범운용, 안전성평가
WAM요소기술 확보
WAM시스템 설계
WAM상세 설계
WAM제작
구성품 시험
WAM통합시험, TB구축
WAM 시범운용, 안전성평가
SDR(Ⅱ)
CDR(Ⅱ)
TRR(Ⅲ)
TRR(Ⅳ)
1.4 LAM상세설계
- 구성품/시스템 형상관리
- 구성품 HBS, SBS관리
- 시스템 통합 기능/성능 검증 툴 설계
- 시험평가 기법연구 및 계획 수립
1.5 LAM 제작 및 구성품 시험
- 제작형상관리
- 시스템 통합 기능/성능 검증 툴 제작
- 지상국 배치에 따른 성능 시뮬레이션
- 실험실 환경 시스템 통합시험장비 구축
- 시스템 통합시험절차 수립
- 환경시험/품질검사 시험평가 절차 수립
- LAM시범운용 Test-Bed(TB) 구축계획 수립
1.6 LAM 통합시험 및 TB구축
- LAM 시스템 통합
- LAM 통합 시험평가
- TB 구축요구도 설정 및 외주계약
- TB 구축
- 안정성평가 기법연구 및 절차 수립

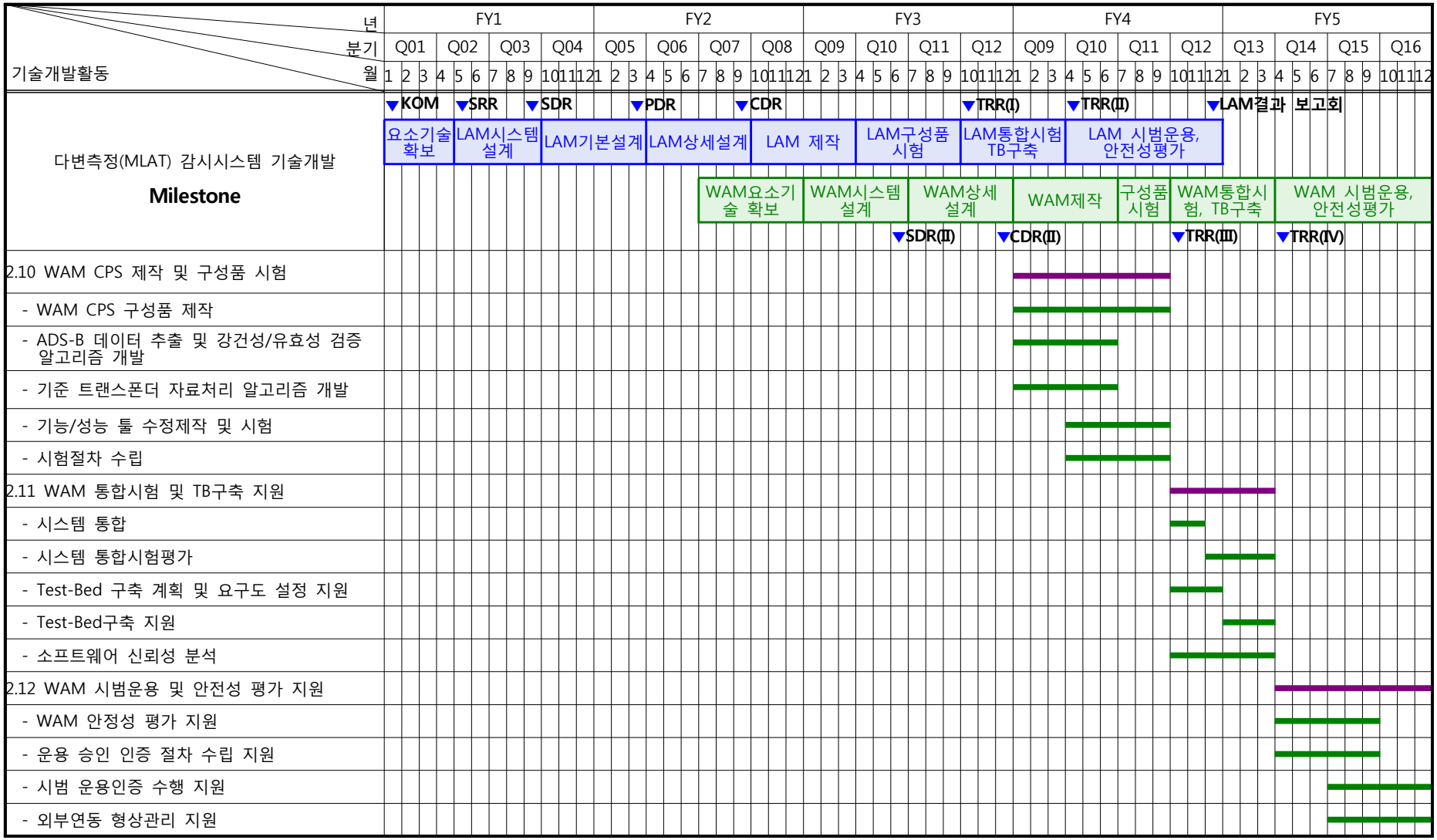

년
분기
월
기술개발활동
FY1
FY2
FY3
FY4
FY5
Q01 Q02 Q03 Q04 Q05 Q06 Q07 Q08 Q09 Q10 Q11 Q12 Q09 Q10 Q11 Q12 Q13 Q14 Q15 Q16
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
KOM
SRR
SDR
PDR
CDR
TRR(I)
TRR(II)
LAM결과 보고회
다변측정(MLAT) 감시시스템 기술개발
Milestone
요소기술 확보
LAM시스템 설계
LAM기본설계
LAM상세설계
LAM 제작
LAM구성품 시험
LAM통합시험 TB구축
LAM 시범운용, 안전성평가
WAM요소기술 확보
WAM시스템 설계
WAM상세 설계
WAM제작
구성품 시험
WAM통합시험, TB구축
WAM 시범운용, 안전성평가
SDR(II)
CDR(II)
TRR(III)
TRR(IV)
1.7 LAM 시범운용 및 안전성 평가
- LAM 안정성 평가
- 운용 승인 인증 절차 수립
- 시범 운용인증 수행
- 외부연동 형상관리
1.8 WAM 개념설계 및 시스템 설계
- 해외기술동향 분석
- HW/SW 세부개발계획 수립
- WAM 운용요구도 설정
- WAM 시스템 아키텍쳐 설계
- WAM 시스템 상위수준 기능흐름도 설계
- WAM시스템 개발 요구도 설정
- 인터페이스 구성도 및 외부 인터페이스 설계
- WAM시스템 체계규격서 작성
1.9 WAM상세설계
- 구성품/시스템 형상관리
- 구성품 HBS, SBS관리
- WAM 통합 기능/성능 검증 툴 수정 설계
- WAM 시험평가 기법연구 및 계획 수립

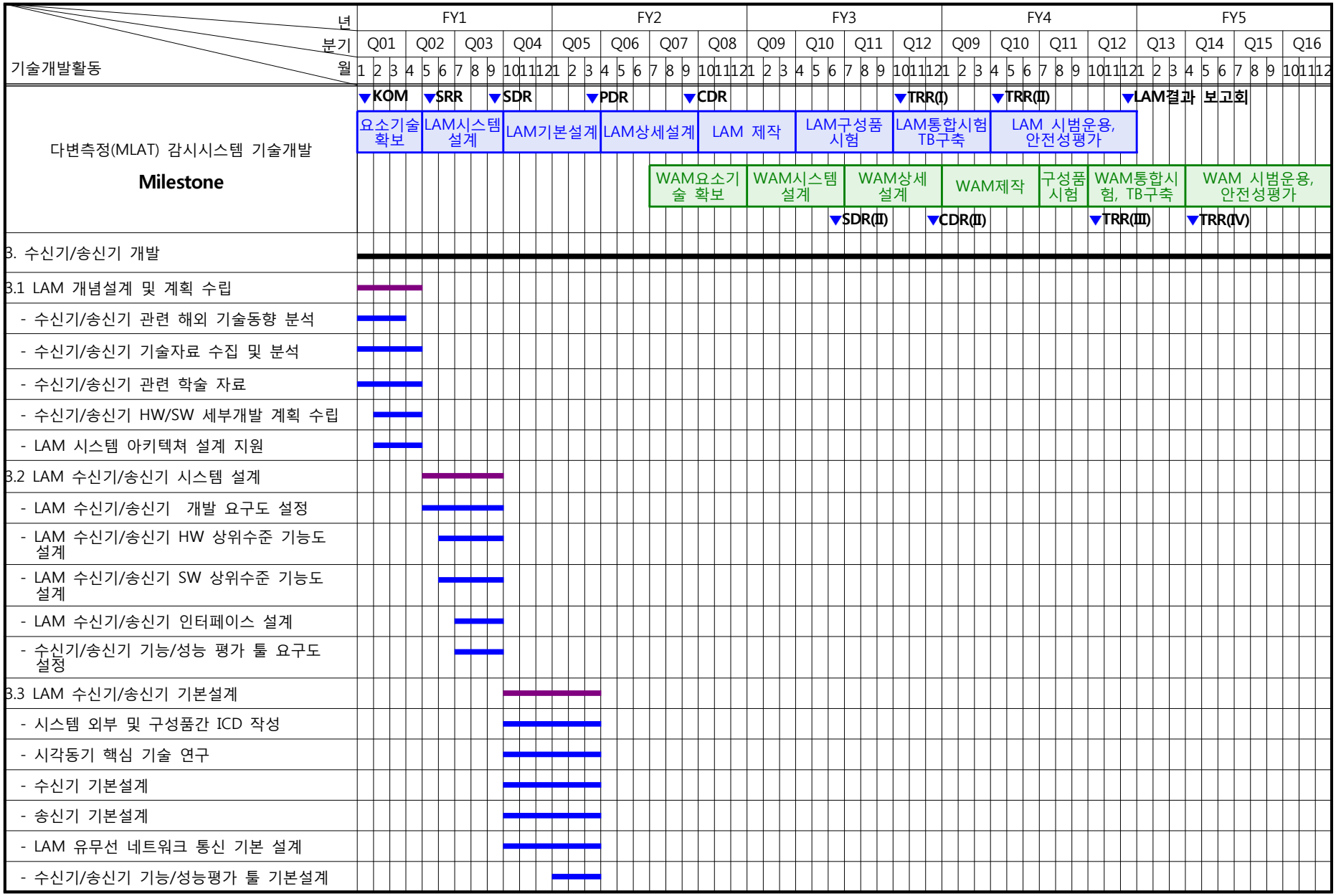

년
분기
월
기술개발활동
FY1
FY2
FY3
FY4
FY5
Q01 Q02 Q03 Q04 Q05 Q06 Q07 Q08 Q09 Q10 Q11 Q12 Q09 Q10 Q11 Q12 Q13 Q14 Q15 Q16
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
▼KOM
▼SRR
▼SDR
▼PDR
▼CDR
▼TRR(Ⅰ)
▼TRR(Ⅱ)
▼LAM결과 보고회
다변측정(MLAT) 감시시스템 기술개발
Milestone
요소기술 확보
LAM시스템 설계
LAM기본설계
LAM상세설계
LAM 제작
LAM구성품 시험
LAM통합시험 TB구축
LAM 시범운용, 안전성평가
WAM요소기술 확보
WAM시스템 설계
WAM상세 설계
WAM제작
구성품 시험
WAM통합시험, TB구축
WAM 시범운용, 안전성평가
▼SDR(Ⅱ)
▼CDR(Ⅱ)
▼TRR(Ⅲ)
▼TRR(Ⅳ)
1.10 WAM 제작 및 구성품 시험
- 제작형상관리
- 시스템 통합 기능/성능 검증 툴 수정 제작
- 지상국 배치에 따른 성능 시뮬레이션
- 실험실 환경 시스템 통합시험장비 수정보완
- 시스템 통합시험절차 수립
- 환경시험/품질검사 시험평가 절차 수립
- WAM시범운용 TB 구축계획 수립
1.11 WAM 통합시험 및 TB구축
- WAM 시스템 통합
- WAM 통합 시험평가
- WAM TB 구축요구도 설정 및 외주계약
- WAM TB 구축
- 안정성평가 기법연구 및 절차 수립
1.12 WAM 시범운용 및 안전성 평가
- WAM 안정성 평가
- 운용 승인 인증 절차 수립
- 시범 운용인증 수행
- 외부연동 형상관리

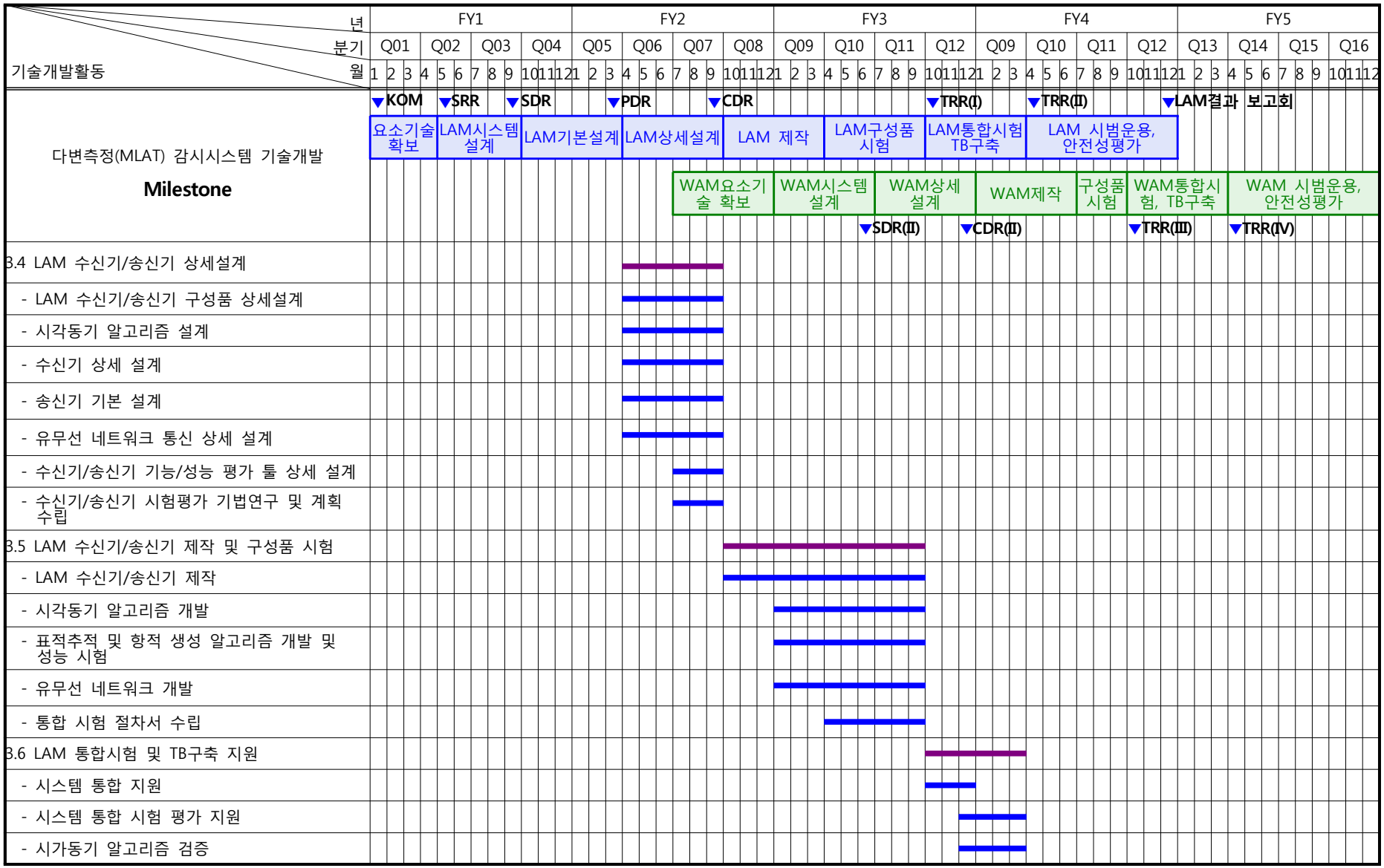

년
분기
월
기술개발활동
FY1
FY2
FY3
FY4
FY5
Q01 Q02 Q03 Q04 Q05 Q06 Q07 Q08 Q09 Q10 Q11 Q12 Q09 Q10 Q11 Q12 Q13 Q14 Q15 Q16
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
KOM
SRR
SDR
PDR
CDR
TRR(I)
TRR(II)
LAM결과 보고회
다변측정(MLAT) 감시시스템 기술개발
Milestone
요소기술 확보
LAM시스템 설계
LAM기본설계
LAM상세설계
LAM 제작
LAM구성품 시험
LAM통합시험 TB구축
LAM 시범운용, 안전성평가
WAM요소기술 확보
WAM시스템 설계
WAM상세 설계
WAM제작
구성품 시험
WAM통합시험, TB구축
WAM 시범운용, 안전성평가
SDR(II)
CDR(II)
TRR(III)
TRR(IV)
2. 중앙처리장치(CPS) 개발
2.1 LAM 개념설계 및 계획 수립
- CPS 관련 해외 기술동향 분석
- CPS 기술자료 수집 및 분석
- CPS 관련 학술 자료
- CPS HW/SW 세부개발 계획 수립
- LAM 시스템 아키텍쳐 설계 지원
2.2 LAM CPS 시스템 설계
- LAM CPS 개발 요구도 설정
- LAM CPS HW 상위수준 기능도 설계
- LAM CPS SW 상위수준 기능도 설계
- LAM CPS 인터페이스 설계
- CPS 기능/성능 평가 툴 요구도 설정
2.3 LAM CPS 기본설계
- 시스템 외부 및 구성품간 ICD 작성
- 소프트웨어 신뢰성 향상 기술 연구
- TDOA 알고리즘 개발
- 표적추적 및 항적 생성 알고리즘 기본설계
- LAM CPS 기능/성능 평가 툴 기본설계

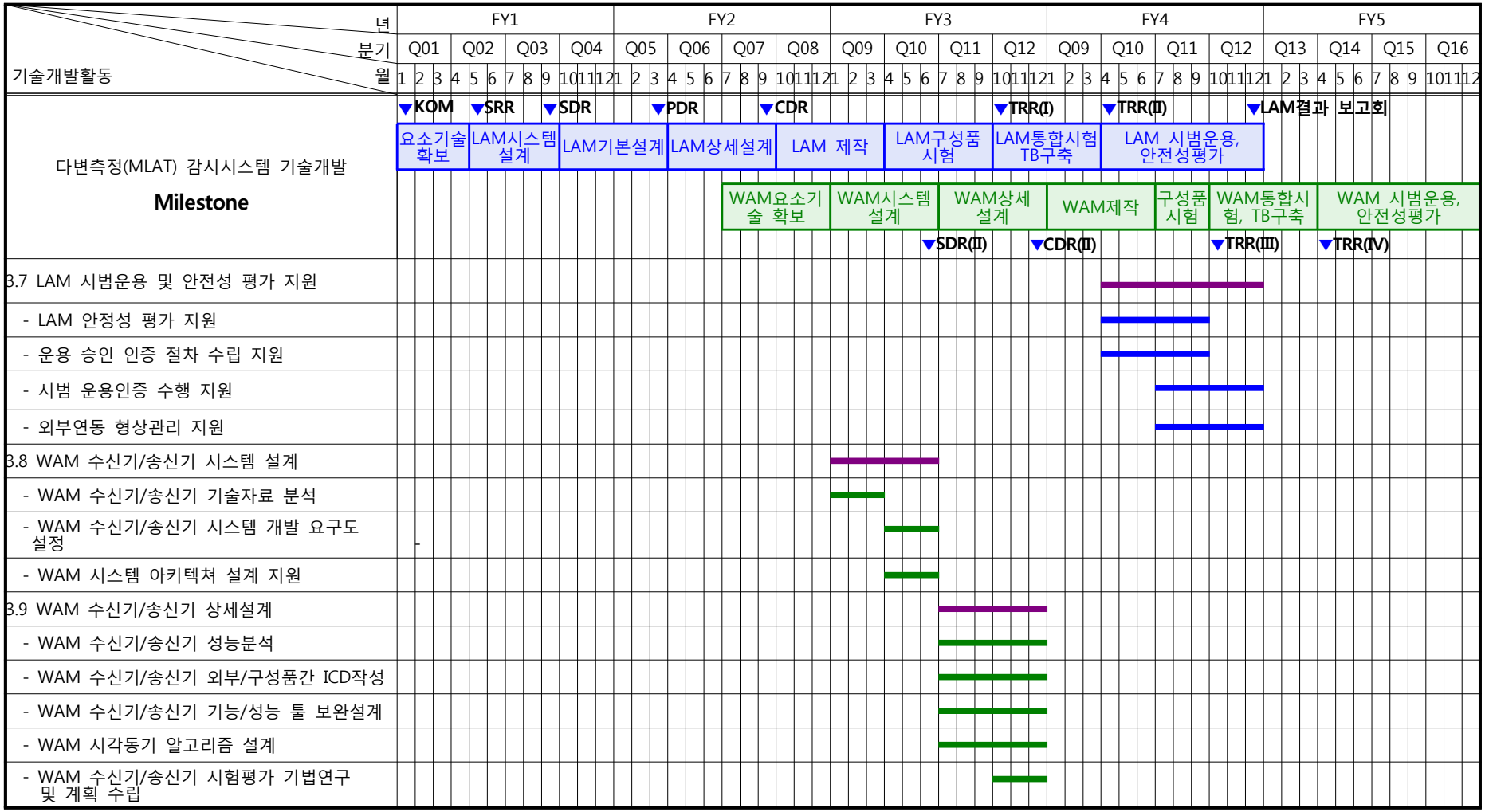

년
분기
월
기술개발활동
FY1
FY2
FY3
FY4
FY5
Q01 Q02 Q03 Q04 Q05 Q06 Q07 Q08 Q09 Q10 Q11 Q12 Q09 Q10 Q11 Q12 Q13 Q14 Q15 Q16
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
KOM
SRR
SDR
PDR
CDR
TRR(I)
TRR(II)
LAM결과 보고회
다변측정(MLAT) 감시시스템 기술개발
Milestone
요소기술 확보
LAM시스템 설계
LAM기본설계
LAM상세설계
LAM 제작
LAM구성품 시험
LAM통합시험 TB구축
LAM 시범운용, 안전성평가
WAM요소기술 확보
WAM시스템 설계
WAM상세 설계
WAM제작
구성품 시험
WAM통합시험, TB구축
WAM 시범운용, 안전성평가
SDR(II)
CDR(II)
TRR(III)
TRR(IV)
2.4 LAM CPS 상세설계
- LAM CPS 구성품 상세설계
- 소프트웨어 신뢰성 향상 기술 적용
- TDOA 알고리즘 상세설계
- 표적추적 및 항적 생성 알고리즘 상세설계
- 질문 스케쥴링 및 표적 ID 추출 알고리즘 상세설계
- CPS 기능/성능 평가 툴 상세 설계
- CPS 시험평가 기법연구 및 계획 수립
2.5 LAM CPS 제작 및 구성품 시험
- LAM CPS 제작
- TDOA 알고리즘 개발 및 성능 시험
- 표적추적 및 항적 생성 알고리즘 개발 및 성능 시험
- 질문 스케쥴링 및 표적 ID 추출 알고리즘 개발 및 성능 시험
- CPS 기능/성능 툴 개발
- 통합 시험 절차서 수립
2.6 LAM 통합시험 및 TB구축 지원
- 시스템 통합 지원
- 시스템 통합 시험 평가 지원
- 소프트웨어 신뢰성 분석

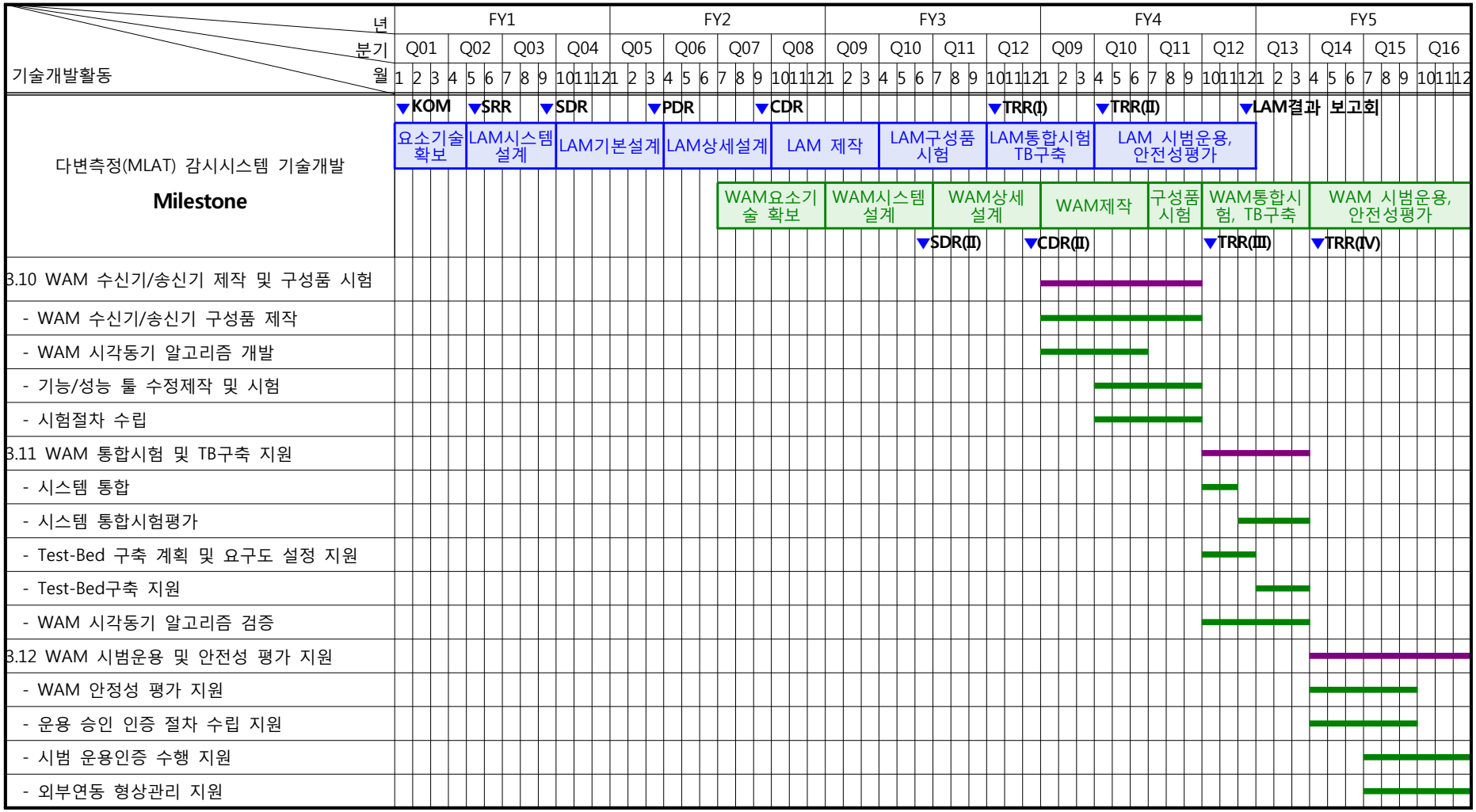

년
분기
월
기술개발활동
FY1
FY2
FY3
FY4
FY5
Q01 Q02 Q03 Q04 Q05 Q06 Q07 Q08 Q09 Q10 Q11 Q12 Q09 Q10 Q11 Q12 Q13 Q14 Q15 Q16
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
▼KOM
▼SRR
▼SDR
▼PDR
▼CDR
▼TRR(I)
▼TRR(II)
▼LAM결과 보고회
다변측정(MLAT) 감시시스템 기술개발
Milestone
요소기술 확보
LAM시스템 설계
LAM기본설계
LAM상세설계
LAM 제작
LAM구성품 시험
LAM통합시험 TB구축
LAM 시범운용, 안전성평가
WAM요소기술 확보
WAM시스템 설계
WAM상세 설계
WAM제작
구성품 시험
WAM통합시험, TB구축
WAM 시범운용, 안전성평가
▼SDR(II)
▼CDR(II)
▼TRR(III)
▼TRR(IV)
2.7 LAM 시범운용 및 안전성 평가 지원
- LAM 안정성 평가 지원
- 운용 승인 인증 절차 수립 지원
- 시범 운용인증 수행 지원
- 외부연동 형상관리 지원
2.8 WAM CPS 시스템 설계
- WAM CPS 기술자료 분석
- WAM CPS 시스템 개발 요구도 설정
- WAM 시스템 아키텍쳐 설계 지원
2.9 WAM CPS 상세설계
- WAM CPS 성능분석
- WAM CPS 외부/구성품간 ICD작성
- WAM CPS 기능/성능 툴 보완설계
- ADS-B 데이터 추출 및 강건성/유효성 검증 알고리즘 설계
- 기준 트랜스폰더 자료처리 알고리즘 설계
- WAM CPS 시험평가 기법연구 및 계획 수립

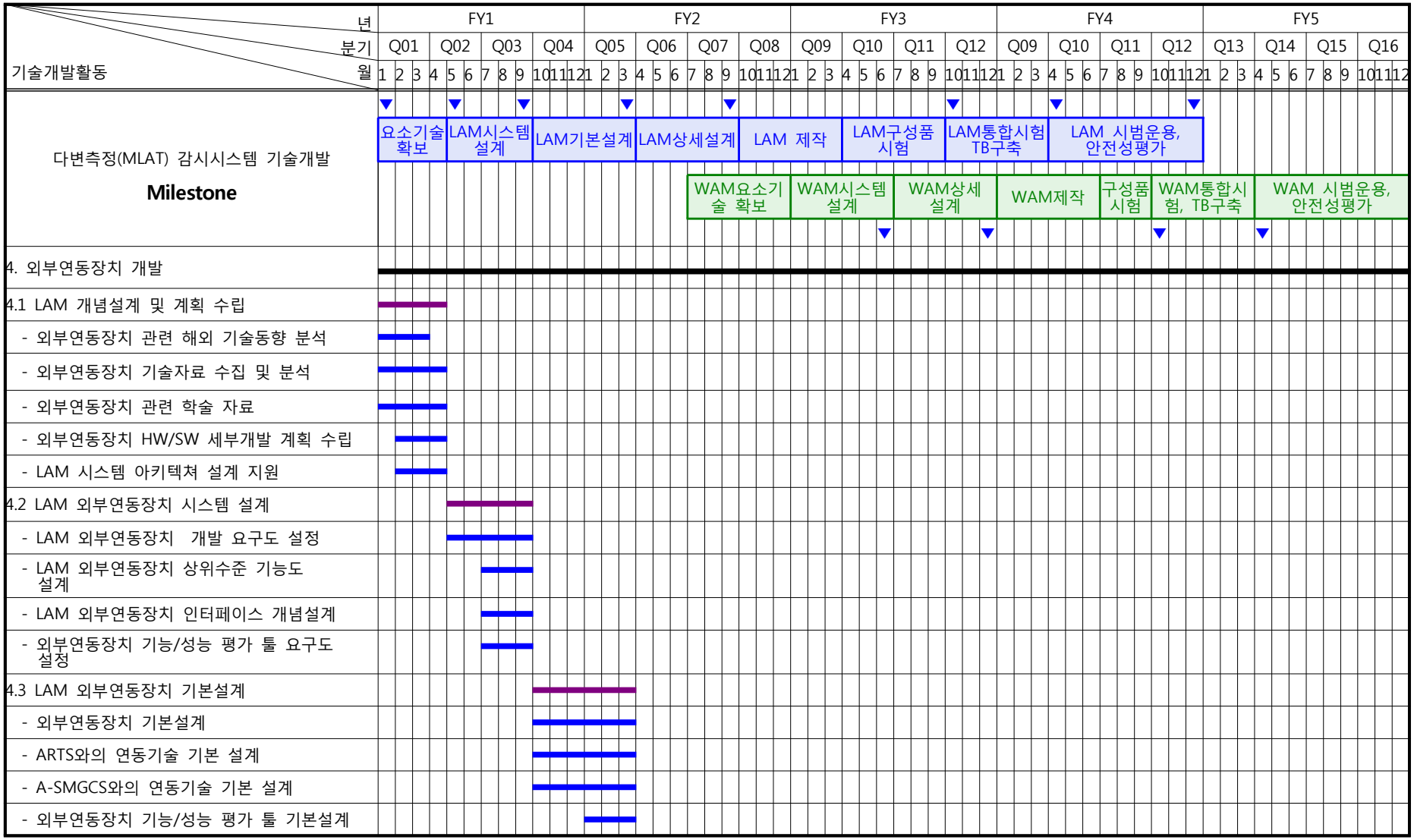

년
분기
월
기술개발활동
FY1
FY2
FY3
FY4
FY5
Q01 Q02 Q03 Q04 Q05 Q06 Q07 Q08 Q09 Q10 Q11 Q12 Q09 Q10 Q11 Q12 Q13 Q14 Q15 Q16
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
KOM
SRR
SDR
PDR
CDR
TRR(I)
TRR(II)
LAM결과 보고회
다변측정(MLAT) 감시시스템 기술개발
Milestone
요소기술 확보
LAM시스템 설계
LAM기본설계
LAM상세설계
LAM 제작
LAM구성품 시험
LAM통합시험 TB구축
LAM 시범운용, 안전성평가
WAM요소기술 확보
WAM시스템 설계
WAM상세 설계
WAM제작
구성품 시험
WAM통합시험, TB구축
WAM 시범운용, 안전성평가
SDR(II)
CDR(II)
TRR(III)
TRR(IV)
2.10 WAM CPS 제작 및 구성품 시험
- WAM CPS 구성품 제작
- ADS-B 데이터 추출 및 강건성/유효성 검증 알고리즘 개발
- 기준 트랜스폰더 자료처리 알고리즘 개발
- 기능/성능 툴 수정제작 및 시험
- 시험절차 수립
2.11 WAM 통합시험 및 TB구축 지원
- 시스템 통합
- 시스템 통합시험평가
- Test-Bed 구축 계획 및 요구도 설정 지원
- Test-Bed구축 지원
- 소프트웨어 신뢰성 분석
2.12 WAM 시범운용 및 안전성 평가 지원
- WAM 안정성 평가 지원
- 운용 승인 인증 절차 수립 지원
- 시범 운용인증 수행 지원
- 외부연동 형상관리 지원

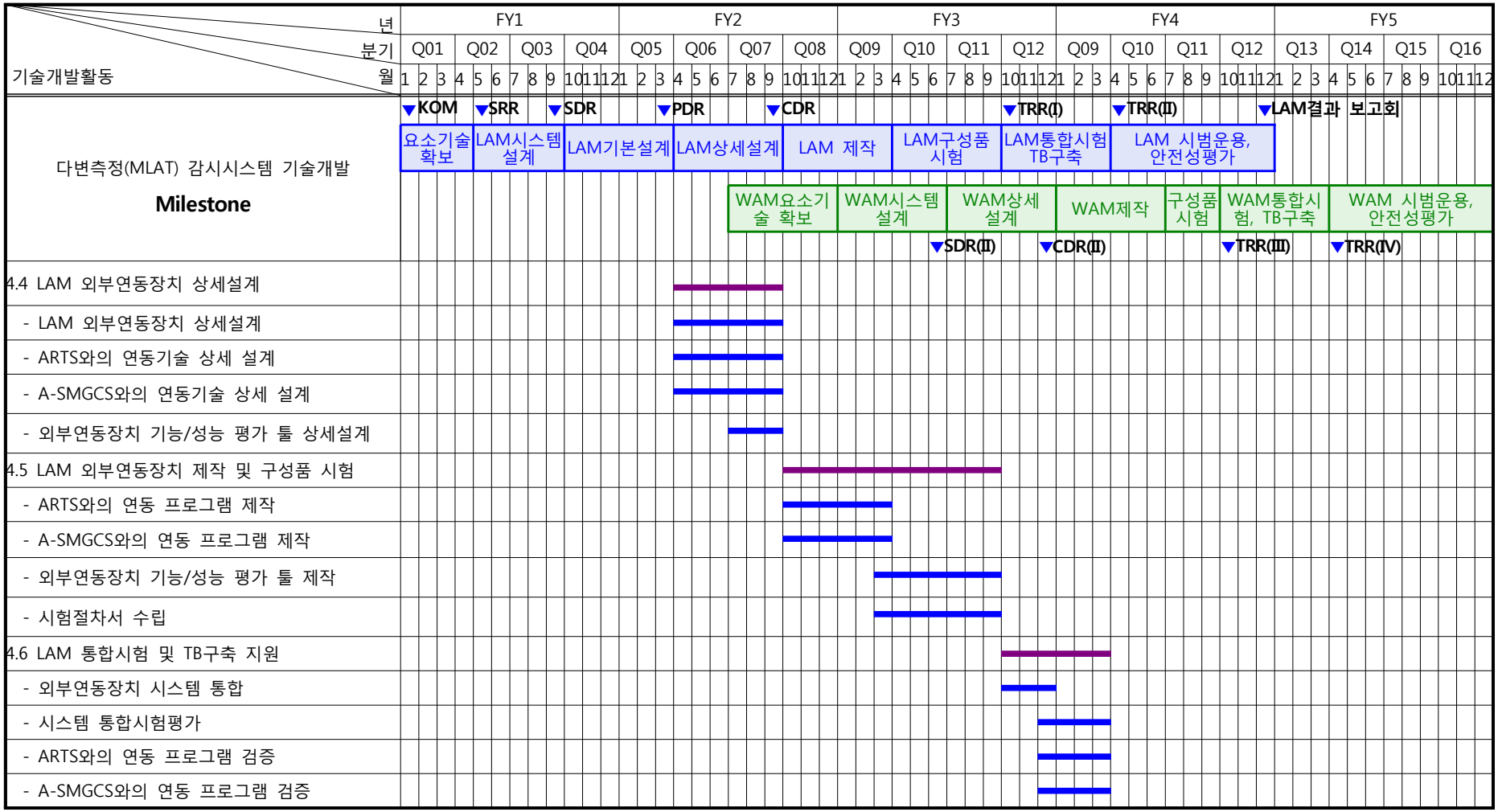

년
분기
월
기술개발활동
FY1
FY2
FY3
FY4
FY5
Q01 Q02 Q03 Q04 Q05 Q06 Q07 Q08 Q09 Q10 Q11 Q12 Q09 Q10 Q11 Q12 Q13 Q14 Q15 Q16
KOM
SRR
SDR
PDR
CDR
TRR(I)
TRR(II)
LAM결과 보고회
다변측정(MLAT) 감시시스템 기술개발
Milestone
요소기술 확보
LAM시스템 설계
LAM기본설계
LAM상세설계
LAM 제작
LAM구성품 시험
LAM통합시험 TB구축
LAM 시범운용, 안전성평가
WAM요소기술 확보
WAM시스템 설계
WAM상세 설계
WAM제작
구성품 시험
WAM통합시험, TB구축
WAM 시범운용, 안전성평가
SDR(II)
CDR(II)
TRR(III)
TRR(IV)
3. 수신기/송신기 개발
3.1 LAM 개념설계 및 계획 수립
- 수신기/송신기 관련 해외 기술동향 분석
- 수신기/송신기 기술자료 수집 및 분석
- 수신기/송신기 관련 학술 자료
- 수신기/송신기 HW/SW 세부개발 계획 수립
- LAM 시스템 아키텍쳐 설계 지원
3.2 LAM 수신기/송신기 시스템 설계
- LAM 수신기/송신기 개발 요구도 설정
- LAM 수신기/송신기 HW 상위수준 기능도 설계
- LAM 수신기/송신기 SW 상위수준 기능도 설계
- LAM 수신기/송신기 인터페이스 설계
- 수신기/송신기 기능/성능 평가 툴 요구도 설정
3.3 LAM 수신기/송신기 기본설계
- 시스템 외부 및 구성품간 ICD 작성
- 시각동기 핵심 기술 연구
- 수신기 기본설계
- 송신기 기본설계
- LAM 유무선 네트워크 통신 기본 설계
- 수신기/송신기 기능/성능평가 툴 기본설계

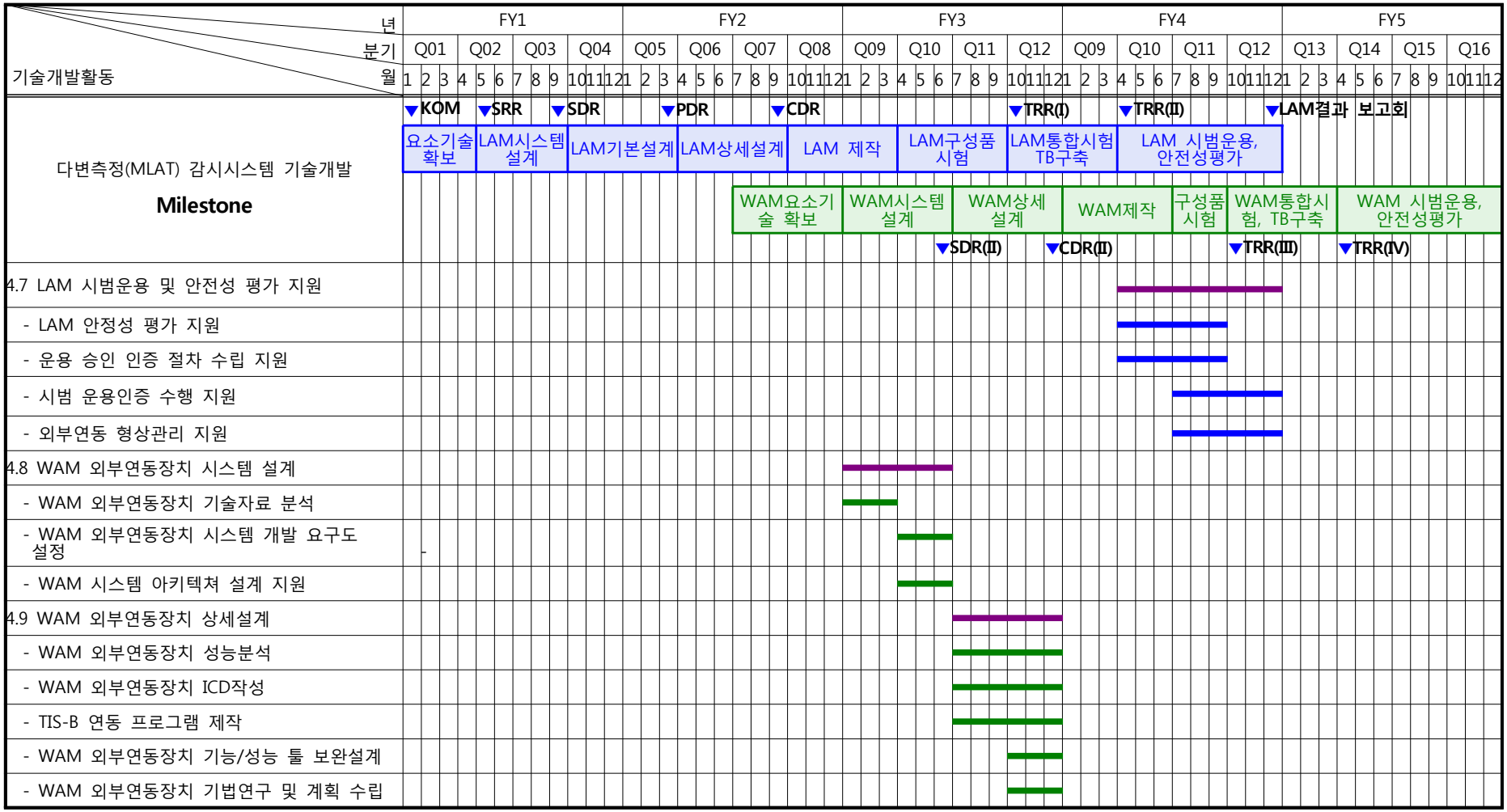

년
분기
월
기술개발활동
FY1
FY2
FY3
FY4
FY5
Q01
Q02
Q03
Q04
Q05
Q06
Q07
Q08
Q09
Q10
Q11
Q12
Q09
Q10
Q11
Q12
Q13
Q14
Q15
Q16
KOM
SRR
SDR
PDR
CDR
TRR(Ⅰ)
TRR(Ⅱ)
LAM결과 보고회
다변측정(MLAT) 감시시스템 기술개발
Milestone
요소기술 확보
LAM시스템 설계
LAM기본설계
LAM상세설계
LAM 제작
LAM구성품 시험
LAM통합시험 TB구축
LAM 시범운용, 안전성평가
WAM요소기술 확보
WAM시스템 설계
WAM상세 설계
WAM제작
구성품 시험
WAM통합시험, TB구축
WAM 시범운용, 안전성평가
SDR(Ⅱ)
CDR(Ⅱ)
TRR(Ⅲ)
TRR(Ⅳ)
3.4 LAM 수신기/송신기 상세설계
- LAM 수신기/송신기 구성품 상세설계
- 시각동기 알고리즘 설계
- 수신기 상세 설계
- 송신기 기본 설계
- 유무선 네트워크 통신 상세 설계
- 수신기/송신기 기능/성능 평가 툴 상세 설계
- 수신기/송신기 시험평가 기법연구 및 계획 수립
3.5 LAM 수신기/송신기 제작 및 구성품 시험
- LAM 수신기/송신기 제작
- 시각동기 알고리즘 개발
- 표적추적 및 항적 생성 알고리즘 개발 및 성능 시험
- 유무선 네트워크 개발
- 통합 시험 절차서 수립
3.6 LAM 통합시험 및 TB구축 지원
- 시스템 통합 지원
- 시스템 통합 시험 평가 지원
- 시가동기 알고리즘 검증

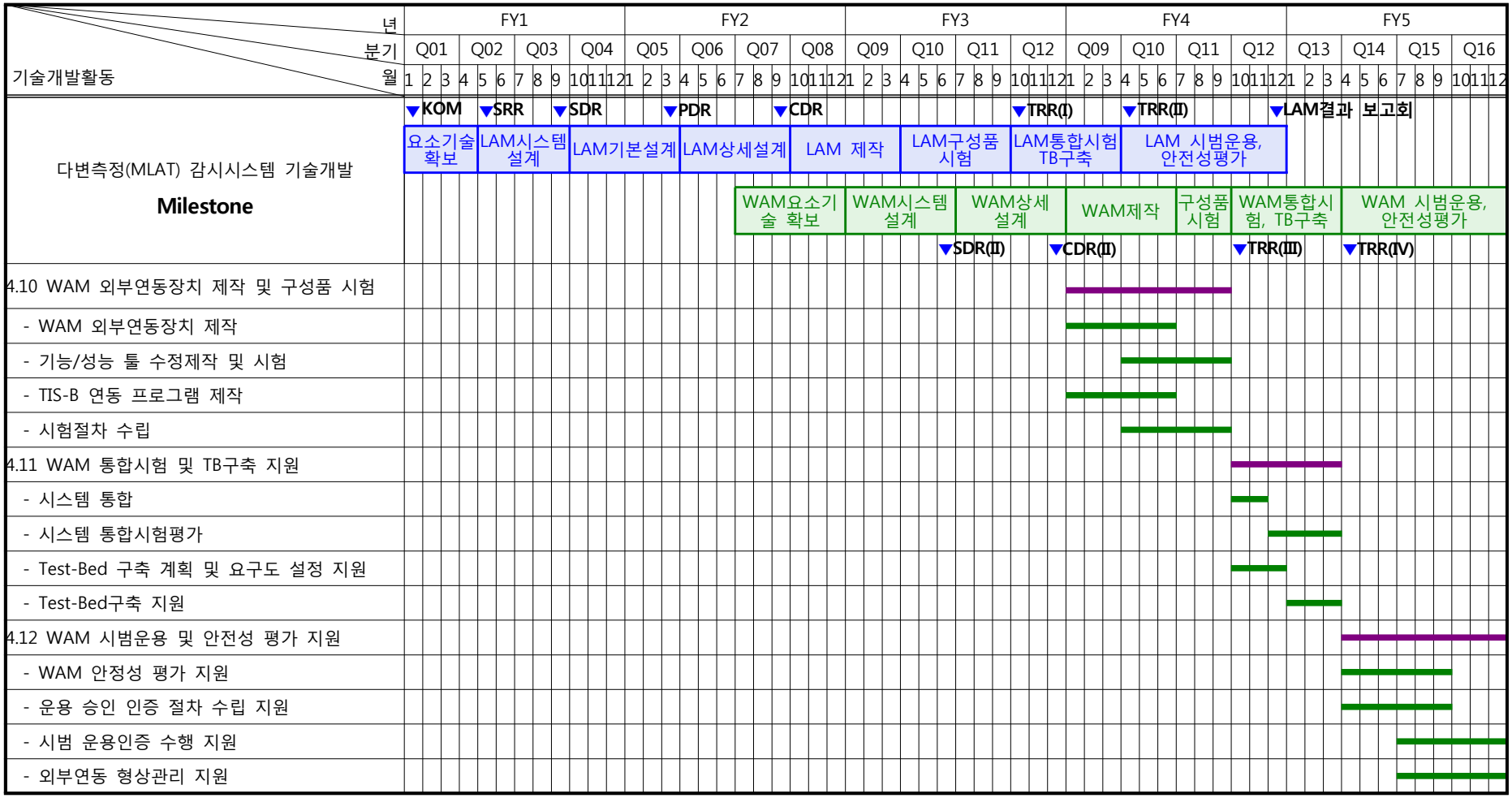

년
분기
월
기술개발활동
FY1
FY2
FY3
FY4
FY5
Q01 Q02 Q03 Q04 Q05 Q06 Q07 Q08 Q09 Q10 Q11 Q12 Q09 Q10 Q11 Q12 Q13 Q14 Q15 Q16
KOM
SRR
SDR
PDR
CDR
TRR(I)
TRR(II)
LAM결과 보고회
다변측정(MLAT) 감시시스템 기술개발
Milestone
요소기술 확보
LAM시스템 설계
LAM기본설계
LAM상세설계
LAM 제작
LAM구성품 시험
LAM통합시험 TB구축
LAM 시범운용, 안전성평가
WAM요소기술 확보
WAM시스템 설계
WAM상세 설계
WAM제작
구성품 시험
WAM통합시험, TB구축
WAM 시범운용, 안전성평가
SDR(II)
CDR(II)
TRR(III)
TRR(IV)
3.7 LAM 시범운용 및 안전성 평가 지원
- LAM 안정성 평가 지원
- 운용 승인 인증 절차 수립 지원
- 시범 운용인증 수행 지원
- 외부연동 형상관리 지원
3.8 WAM 수신기/송신기 시스템 설계
- WAM 수신기/송신기 기술자료 분석
- WAM 수신기/송신기 시스템 개발 요구도 설정
- WAM 시스템 아키텍쳐 설계 지원
3.9 WAM 수신기/송신기 상세설계
- WAM 수신기/송신기 성능분석
- WAM 수신기/송신기 외부/구성품간 ICD작성
- WAM 수신기/송신기 기능/성능 툴 보완설계
- WAM 시각동기 알고리즘 설계
- WAM 수신기/송신기 시험평가 기법연구 및 계획 수립

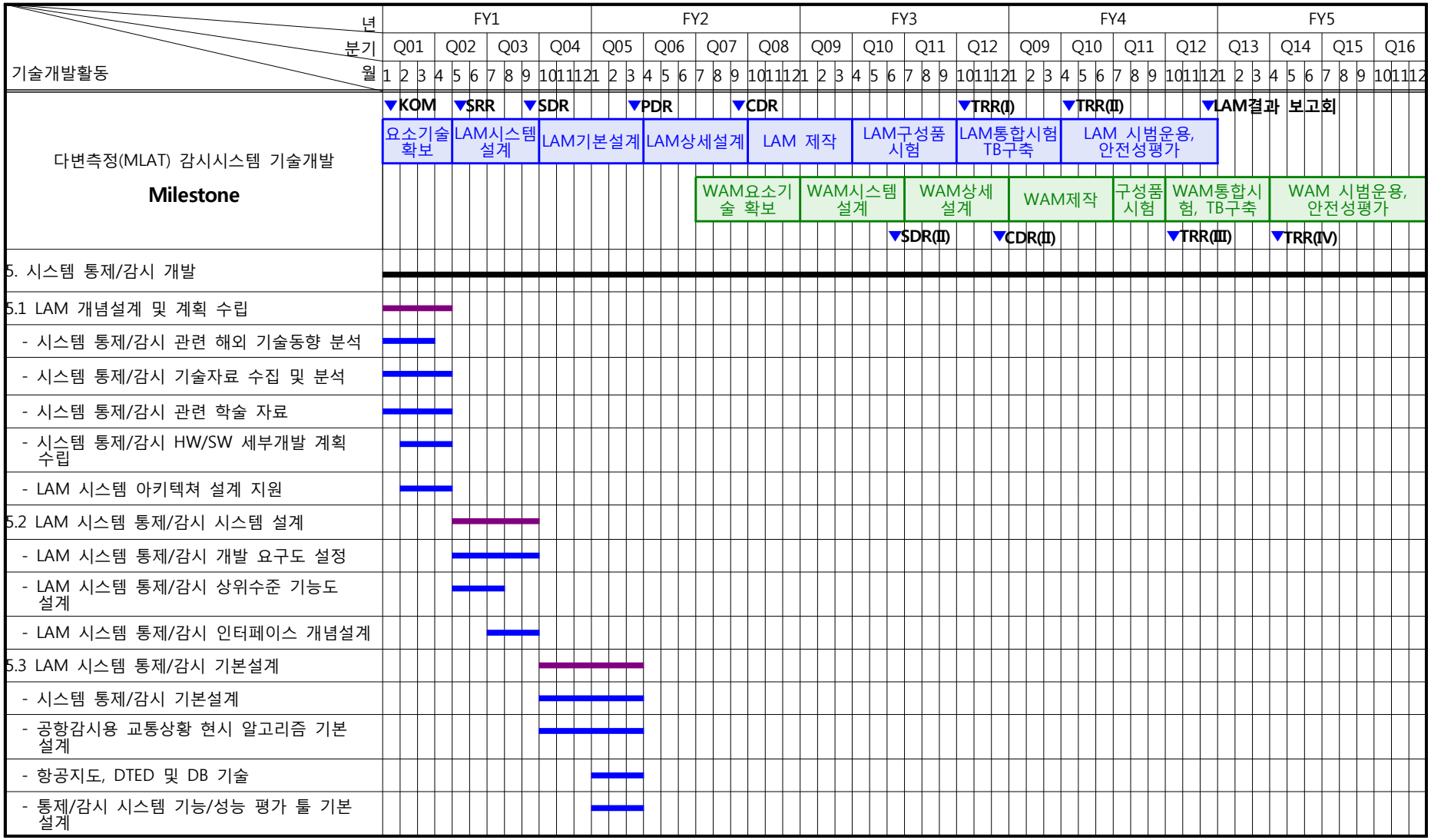

년
분기
월
기술개발활동
FY1
FY2
FY3
FY4
FY5
Q01 Q02 Q03 Q04 Q05 Q06 Q07 Q08 Q09 Q10 Q11 Q12 Q09 Q10 Q11 Q12 Q13 Q14 Q15 Q16
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
KOM
SRR
SDR
PDR
CDR
TRR(I)
TRR(II)
LAM결과 보고회
다변측정(MLAT) 감시시스템 기술개발
Milestone
요소기술 확보
LAM시스템 설계
LAM기본설계
LAM상세설계
LAM 제작
LAM구성품 시험
LAM통합시험 TB구축
LAM 시범운용, 안전성평가
WAM요소기술 확보
WAM시스템 설계
WAM상세 설계
WAM제작
구성품 시험
WAM통합시험, TB구축
WAM 시범운용, 안전성평가
SDR(II)
CDR(II)
TRR(III)
TRR(IV)
3.10 WAM 수신기/송신기 제작 및 구성품 시험
- WAM 수신기/송신기 구성품 제작
- WAM 시각동기 알고리즘 개발
- 기능/성능 툴 수정제작 및 시험
- 시험절차 수립
3.11 WAM 통합시험 및 TB구축 지원
- 시스템 통합
- 시스템 통합시험평가
- Test-Bed 구축 계획 및 요구도 설정 지원
- Test-Bed구축 지원
- WAM 시각동기 알고리즘 검증
3.12 WAM 시범운용 및 안전성 평가 지원
- WAM 안정성 평가 지원
- 운용 승인 인증 절차 수립 지원
- 시범 운용인증 수행 지원
- 외부연동 형상관리 지원

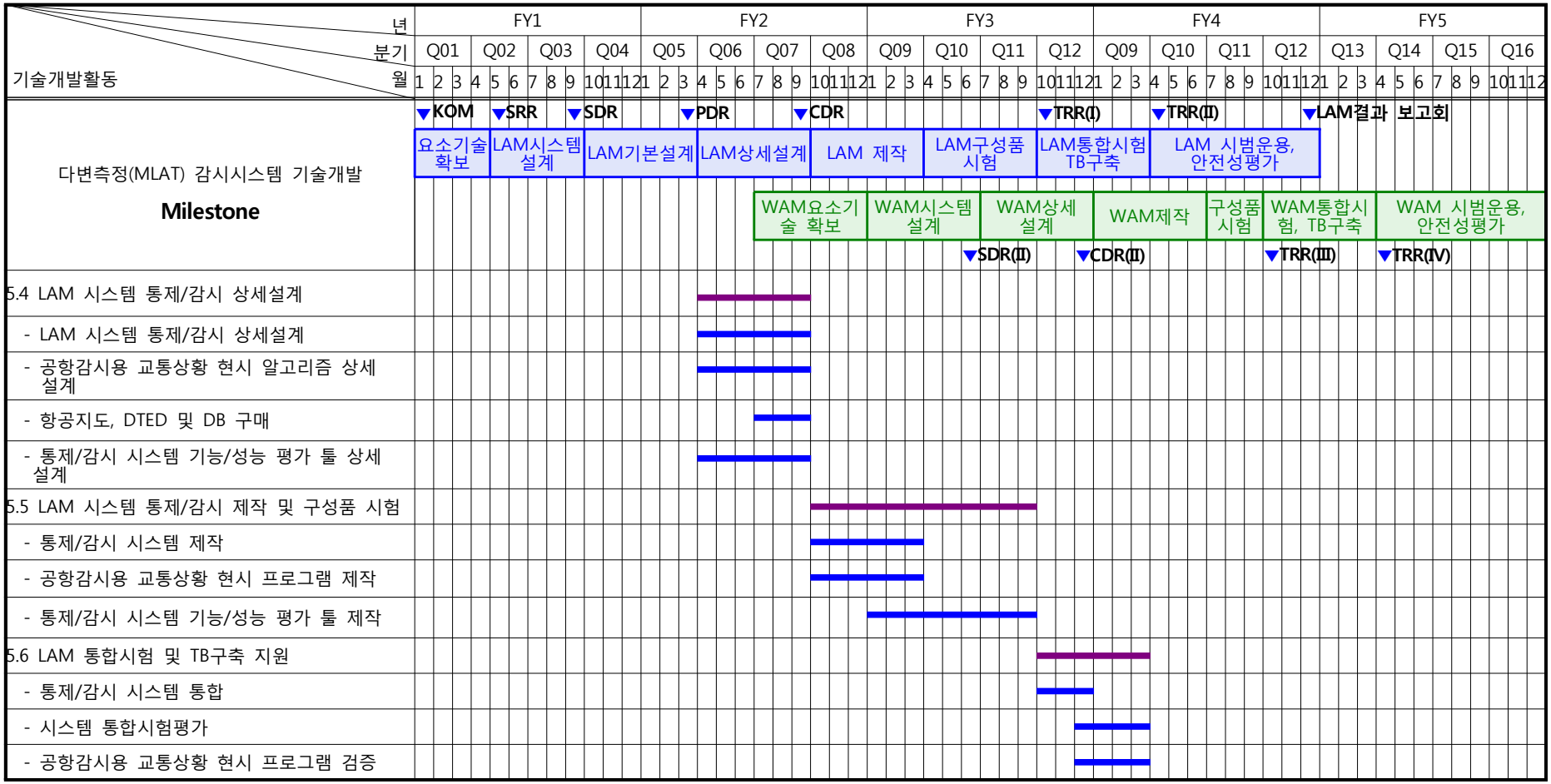

년
분기
월
기술개발활동
FY1
FY2
FY3
FY4
FY5
Q01 Q02 Q03 Q04 Q05 Q06 Q07 Q08 Q09 Q10 Q11 Q12 Q09 Q10 Q11 Q12 Q13 Q14 Q15 Q16
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
다변측정(MLAT) 감시시스템 기술개발
Milestone
요소기술 확보
LAM시스템 설계
LAM기본설계
LAM상세설계
LAM 제작
LAM구성품 시험
LAM통합시험 TB구축
LAM 시범운용, 안전성평가
WAM요소기술 확보
WAM시스템 설계
WAM상세 설계
WAM제작
구성품 시험
WAM통합시험, TB구축
WAM 시범운용, 안전성평가
4. 외부연동장치 개발
4.1 LAM 개념설계 및 계획 수립
- 외부연동장치 관련 해외 기술동향 분석
- 외부연동장치 기술자료 수집 및 분석
- 외부연동장치 관련 학술 자료
- 외부연동장치 HW/SW 세부개발 계획 수립
- LAM 시스템 아키텍쳐 설계 지원
4.2 LAM 외부연동장치 시스템 설계
- LAM 외부연동장치 개발 요구도 설정
- LAM 외부연동장치 상위수준 기능도 설계
- LAM 외부연동장치 인터페이스 개념설계
- 외부연동장치 기능/성능 평가 툴 요구도 설정
4.3 LAM 외부연동장치 기본설계
- 외부연동장치 기본설계
- ARTS와의 연동기술 기본 설계
- A-SMGCS와의 연동기술 기본 설계
- 외부연동장치 기능/성능 평가 툴 기본설계

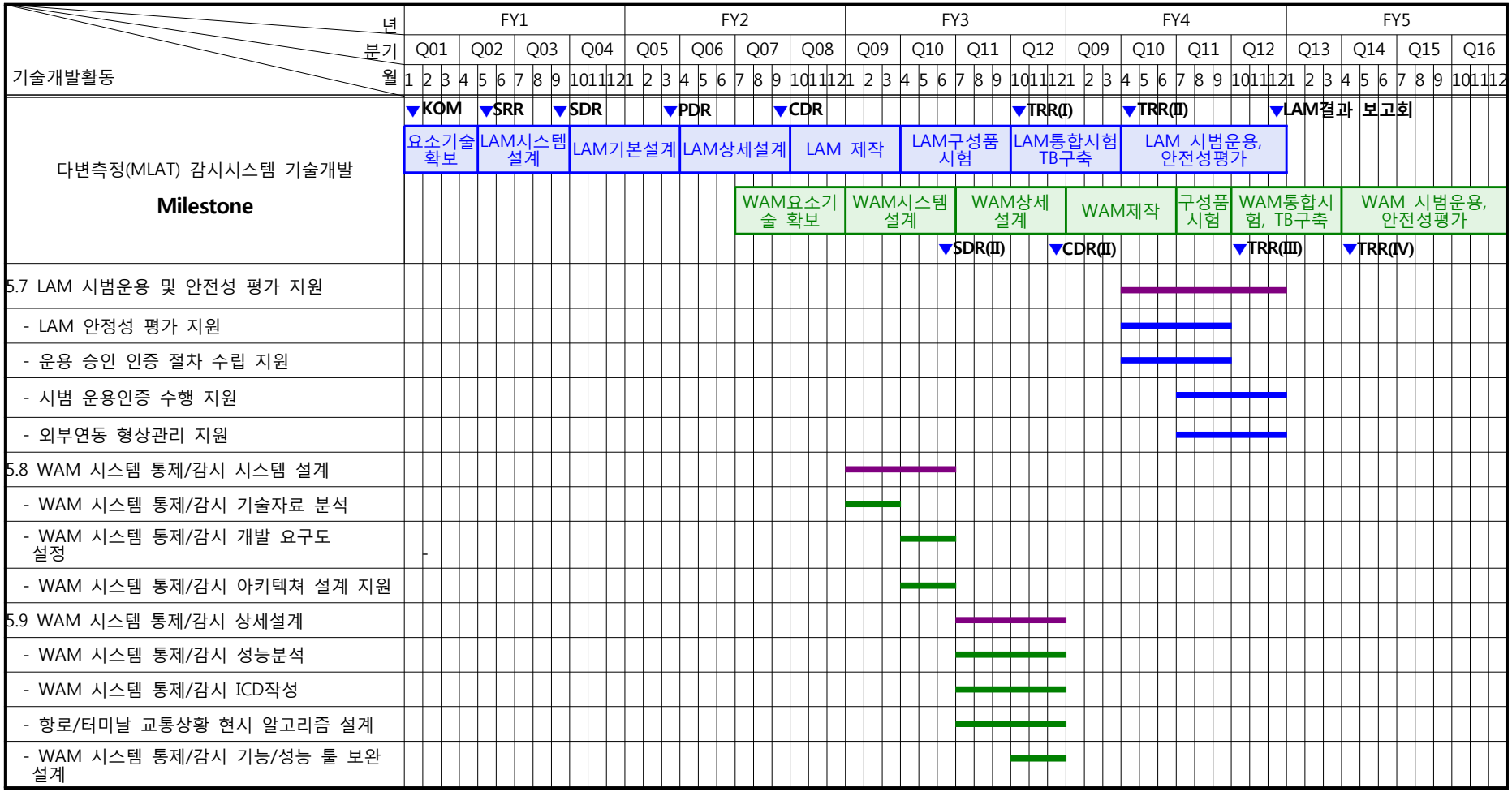

년
분기
월
기술개발활동
FY1
FY2
FY3
FY4
FY5
Q01
Q02
Q03
Q04
Q05
Q06
Q07
Q08
Q09
Q10
Q11
Q12
Q09
Q10
Q11
Q12
Q13
Q14
Q15
Q16
KOM
SRR
SDR
PDR
CDR
TRR(I)
TRR(II)
LAM결과 보고회
다변측정(MLAT) 감시시스템 기술개발
Milestone
요소기술 확보
LAM시스템 설계
LAM기본설계
LAM상세설계
LAM 제작
LAM구성품 시험
LAM통합시험 TB구축
LAM 시범운용, 안전성평가
WAM요소기술 확보
WAM시스템 설계
WAM상세 설계
WAM제작
구성품 시험
WAM통합시험, TB구축
WAM 시범운용, 안전성평가
SDR(II)
CDR(II)
TRR(III)
TRR(IV)
4.4 LAM 외부연동장치 상세설계
- LAM 외부연동장치 상세설계
- ARTS와의 연동기술 상세 설계
- A-SMGCS와의 연동기술 상세 설계
- 외부연동장치 기능/성능 평가 툴 상세설계
4.5 LAM 외부연동장치 제작 및 구성품 시험
- ARTS와의 연동 프로그램 제작
- A-SMGCS와의 연동 프로그램 제작
- 외부연동장치 기능/성능 평가 툴 제작
- 시험절차서 수립
4.6 LAM 통합시험 및 TB구축 지원
- 외부연동장치 시스템 통합
- 시스템 통합시험평가
- ARTS와의 연동 프로그램 검증
- A-SMGCS와의 연동 프로그램 검증

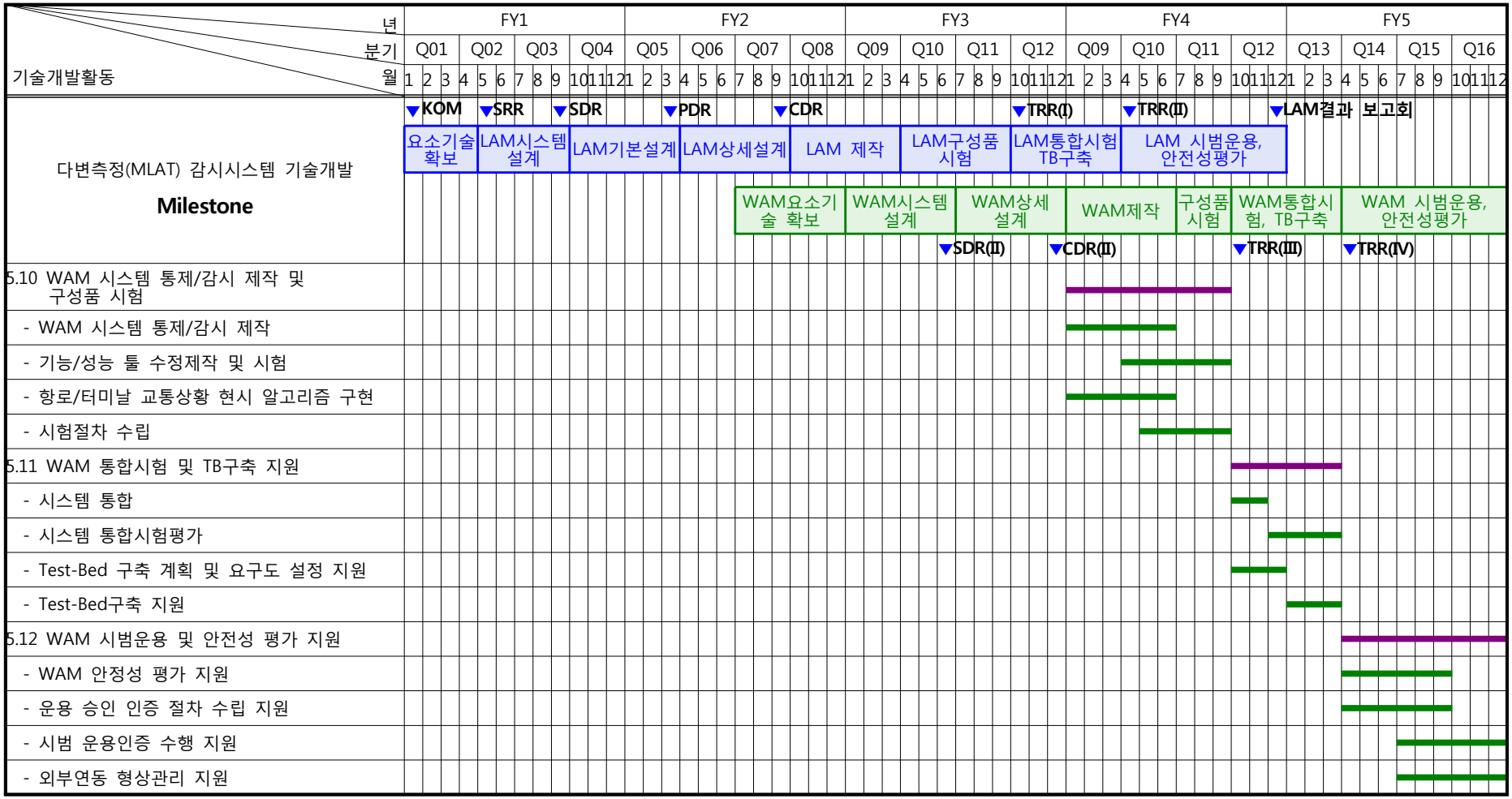

년
분기
월
기술개발활동
FY1
FY2
FY3
FY4
FY5
Q01 Q02 Q03 Q04 Q05 Q06 Q07 Q08 Q09 Q10 Q11 Q12 Q09 Q10 Q11 Q12 Q13 Q14 Q15 Q16
KOM
SRR
SDR
PDR
CDR
TRR(I)
TRR(II)
LAM결과 보고회
다변측정(MLAT) 감시시스템 기술개발
Milestone
요소기술 확보
LAM시스템 설계
LAM기본설계
LAM상세설계
LAM 제작
LAM구성품 시험
LAM통합시험 TB구축
LAM 시범운용, 안전성평가
WAM요소기술 확보
WAM시스템 설계
WAM상세 설계
WAM제작
구성품 시험
WAM통합시험, TB구축
WAM 시범운용, 안전성평가
SDR(II)
CDR(II)
TRR(III)
TRR(IV)
4.7 LAM 시범운용 및 안전성 평가 지원
- LAM 안정성 평가 지원
- 운용 승인 인증 절차 수립 지원
- 시범 운용인증 수행 지원
- 외부연동 형상관리 지원
4.8 WAM 외부연동장치 시스템 설계
- WAM 외부연동장치 기술자료 분석
- WAM 외부연동장치 시스템 개발 요구도 설정
- WAM 시스템 아키텍쳐 설계 지원
4.9 WAM 외부연동장치 상세설계
- WAM 외부연동장치 성능분석
- WAM 외부연동장치 ICD작성
- TIS-B 연동 프로그램 제작
- WAM 외부연동장치 기능/성능 툴 보완설계
- WAM 외부연동장치 기법연구 및 계획 수립

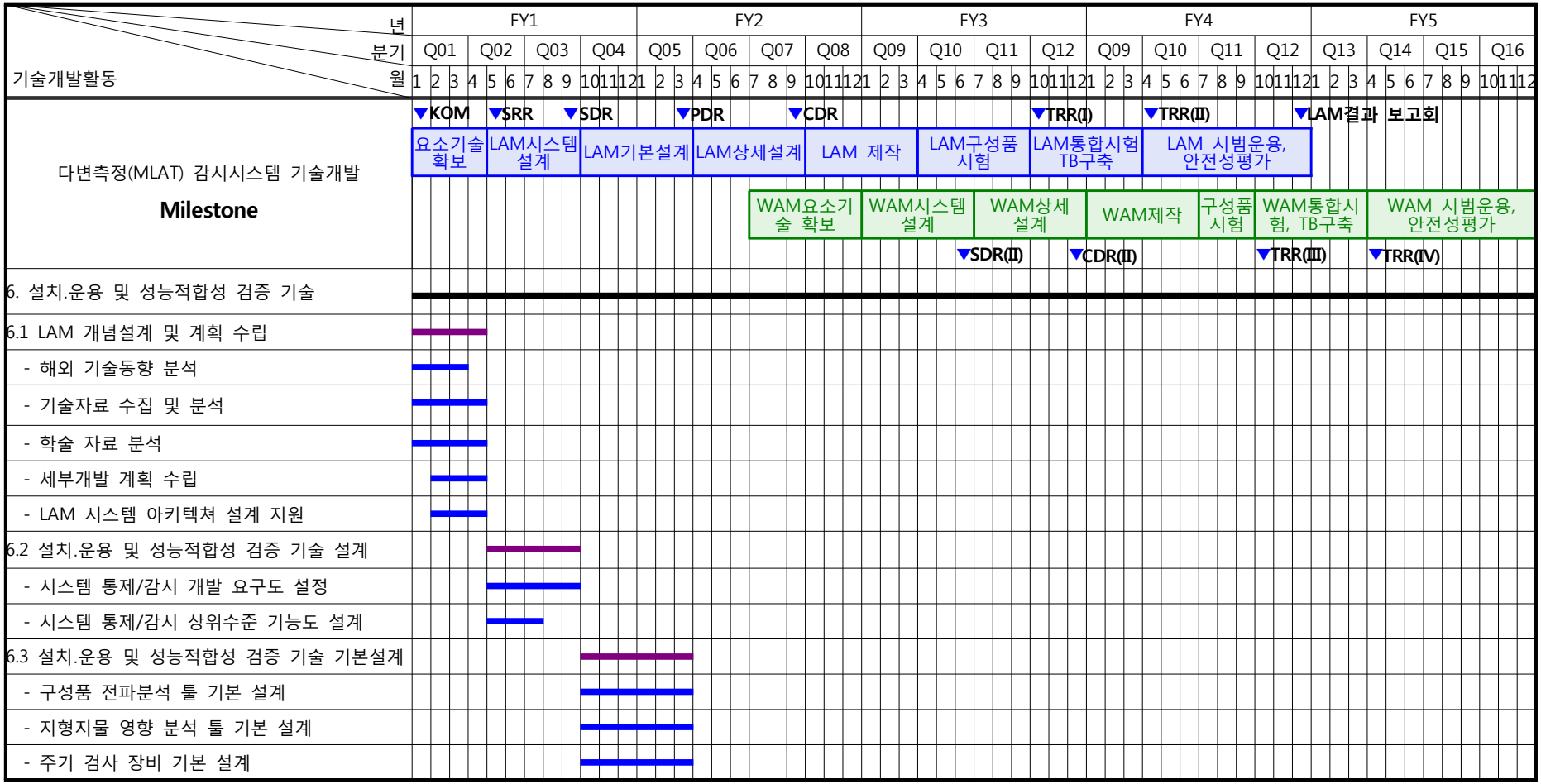

년
분기
월
기술개발활동
FY1
FY2
FY3
FY4
FY5
Q01 Q02 Q03 Q04 Q05 Q06 Q07 Q08 Q09 Q10 Q11 Q12 Q09 Q10 Q11 Q12 Q13 Q14 Q15 Q16
KOM
SRR
SDR
PDR
CDR
TRR(I)
TRR(II)
LAM결과 보고회
다변측정(MLAT) 감시시스템 기술개발
Milestone
요소기술 확보
LAM시스템 설계
LAM기본설계
LAM상세설계
LAM 제작
LAM구성품 시험
LAM통합시험 TB구축
LAM 시범운용, 안전성평가
WAM요소기술 확보
WAM시스템 설계
WAM상세 설계
WAM제작
구성품 시험
WAM통합시험, TB구축
WAM 시범운용, 안전성평가
SDR(II)
CDR(II)
TRR(III)
TRR(IV)
4.10 WAM 외부연동장치 제작 및 구성품 시험
- WAM 외부연동장치 제작
- 기능/성능 툴 수정제작 및 시험
- TIS-B 연동 프로그램 제작
- 시험절차 수립
4.11 WAM 통합시험 및 TB구축 지원
- 시스템 통합
- 시스템 통합시험평가
- Test-Bed 구축 계획 및 요구도 설정 지원
- Test-Bed구축 지원
4.12 WAM 시범운용 및 안전성 평가 지원
- WAM 안정성 평가 지원
- 운용 승인 인증 절차 수립 지원
- 시범 운용인증 수행 지원
- 외부연동 형상관리 지원

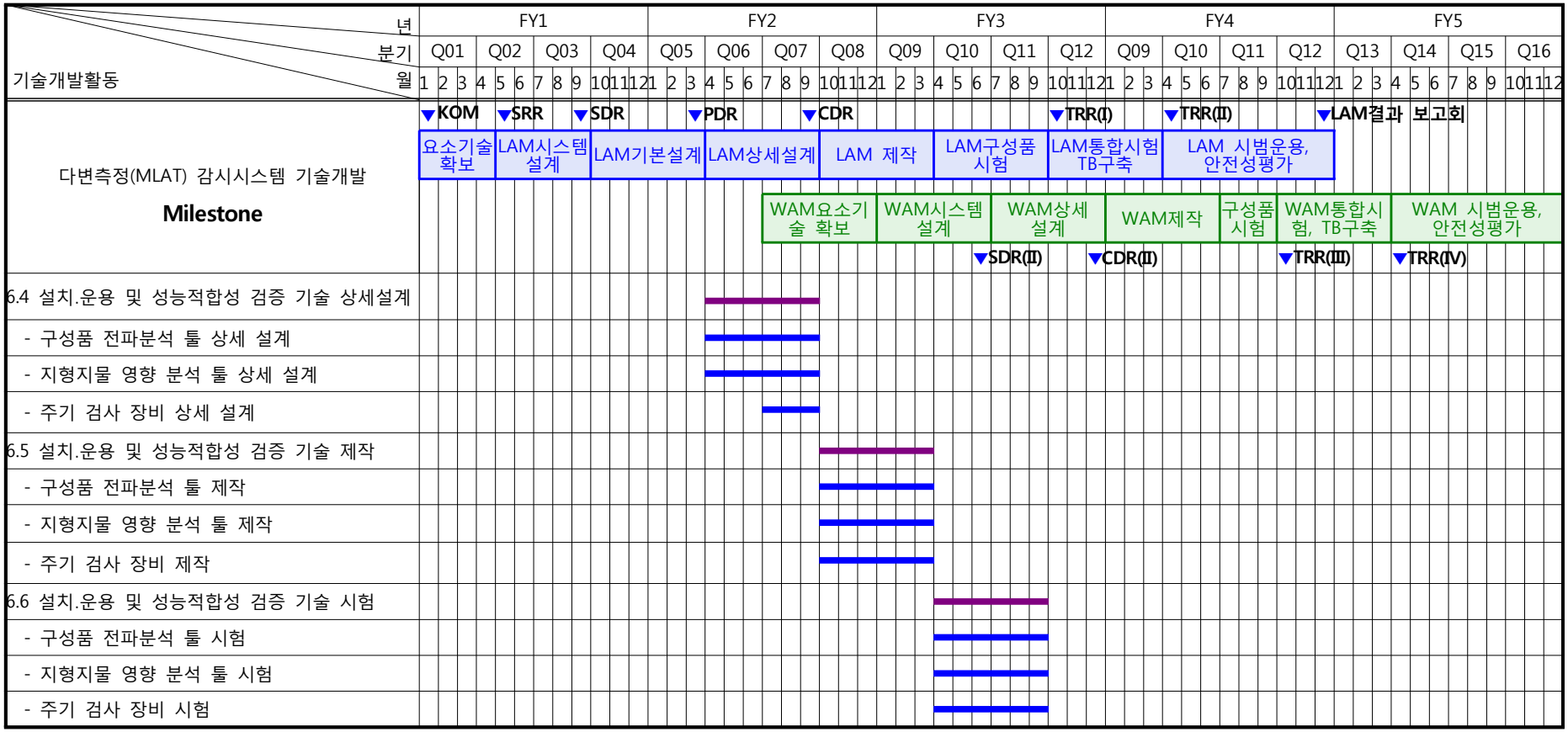

년
분기
월
기술개발활동
FY1
FY2
FY3
FY4
FY5
Q01 Q02 Q03 Q04 Q05 Q06 Q07 Q08 Q09 Q10 Q11 Q12 Q09 Q10 Q11 Q12 Q13 Q14 Q15 Q16
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
▼KOM
▼SRR
▼SDR
▼PDR
▼CDR
▼TRR(Ⅰ)
▼TRR(Ⅱ)
▼LAM결과 보고회
다변측정(MLAT) 감시시스템 기술개발
요소기술 확보
LAM시스템 설계
LAM기본설계
LAM상세설계
LAM 제작
LAM구성품 시험
LAM통합시험 TB구축
LAM 시범운용, 안전성평가
Milestone
WAM요소기술 확보
WAM시스템 설계
WAM상세 설계
WAM제작
구성품 시험
WAM통합시험, TB구축
WAM 시범운용, 안전성평가
▼SDR(Ⅱ)
▼CDR(Ⅱ)
▼TRR(Ⅲ)
▼TRR(Ⅳ)
5. 시스템 통제/감시 개발
5.1 LAM 개념설계 및 계획 수립
- 시스템 통제/감시 관련 해외 기술동향 분석
- 시스템 통제/감시 기술자료 수집 및 분석
- 시스템 통제/감시 관련 학술 자료
- 시스템 통제/감시 HW/SW 세부개발 계획 수립
- LAM 시스템 아키텍쳐 설계 지원
5.2 LAM 시스템 통제/감시 시스템 설계
- LAM 시스템 통제/감시 개발 요구도 설정
- LAM 시스템 통제/감시 상위수준 기능도 설계
- LAM 시스템 통제/감시 인터페이스 개념설계
5.3 LAM 시스템 통제/감시 기본설계
- 시스템 통제/감시 기본설계
- 공항감시용 교통상황 현시 알고리즘 기본 설계
- 항공지도, DTED 및 DB 기술
- 통제/감시 시스템 기능/성능 평가 툴 기본 설계

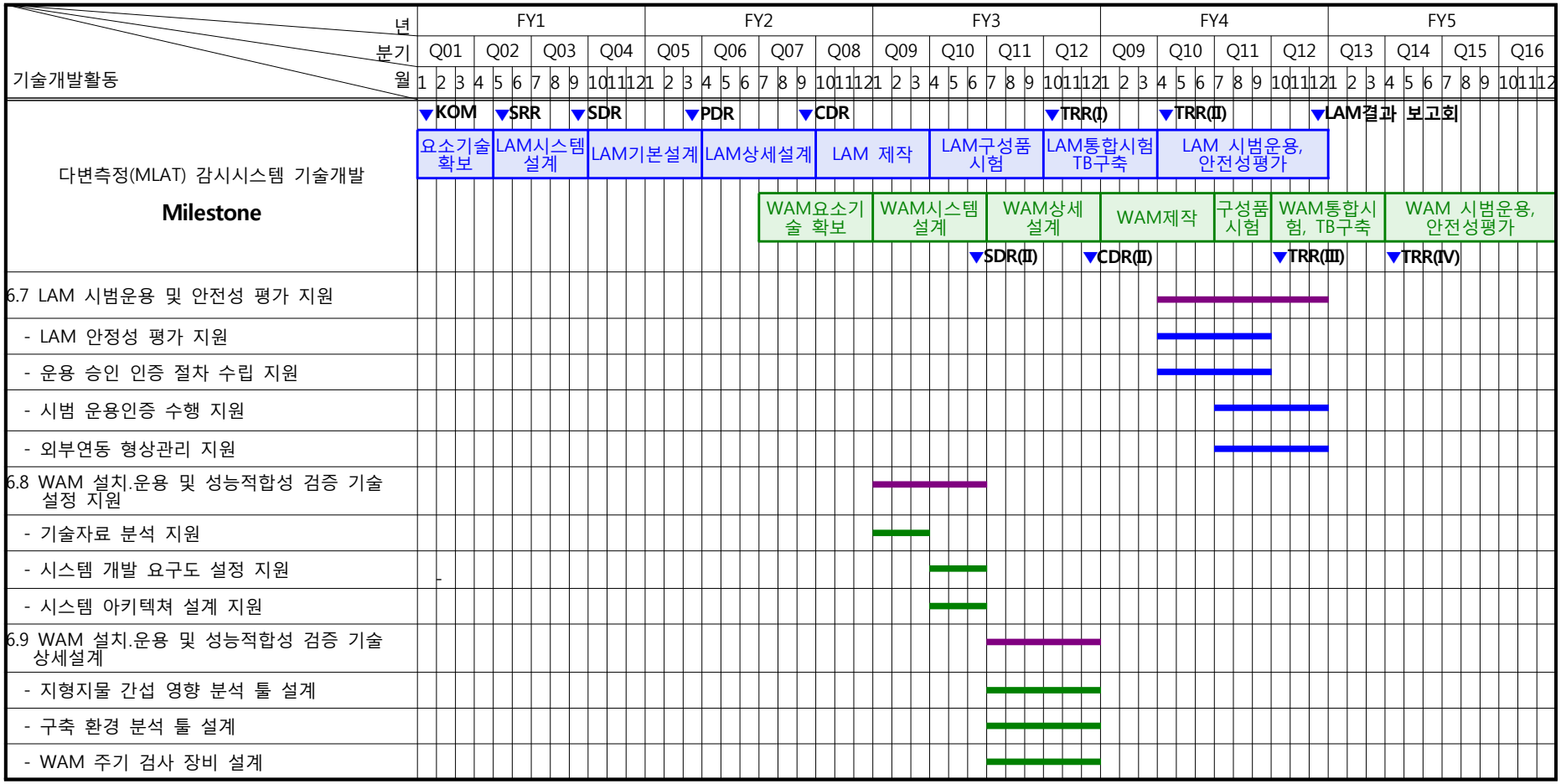

년
분기
월
기술개발활동
FY1
FY2
FY3
FY4
FY5
Q01 Q02 Q03 Q04 Q05 Q06 Q07 Q08 Q09 Q10 Q11 Q12 Q09 Q10 Q11 Q12 Q13 Q14 Q15 Q16
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
KOM
SRR
SDR
PDR
CDR
TRR(I)
TRR(II)
LAM결과 보고회
다변측정(MLAT) 감시시스템 기술개발
Milestone
요소기술 확보
LAM시스템 설계
LAM기본설계
LAM상세설계
LAM 제작
LAM구성품 시험
LAM통합시험 TB구축
LAM 시범운용, 안전성평가
WAM요소기술 확보
WAM시스템 설계
WAM상세 설계
WAM제작
구성품 시험
WAM통합시험, TB구축
WAM 시범운용, 안전성평가
SDR(II)
CDR(II)
TRR(III)
TRR(IV)
5.4 LAM 시스템 통제/감시 상세설계
- LAM 시스템 통제/감시 상세설계
- 공항감시용 교통상황 현시 알고리즘 상세 설계
- 항공지도, DTED 및 DB 구매
- 통제/감시 시스템 기능/성능 평가 툴 상세 설계
5.5 LAM 시스템 통제/감시 제작 및 구성품 시험
- 통제/감시 시스템 제작
- 공항감시용 교통상황 현시 프로그램 제작
- 통제/감시 시스템 기능/성능 평가 툴 제작
5.6 LAM 통합시험 및 TB구축 지원
- 통제/감시 시스템 통합
- 시스템 통합시험평가
- 공항감시용 교통상황 현시 프로그램 검증

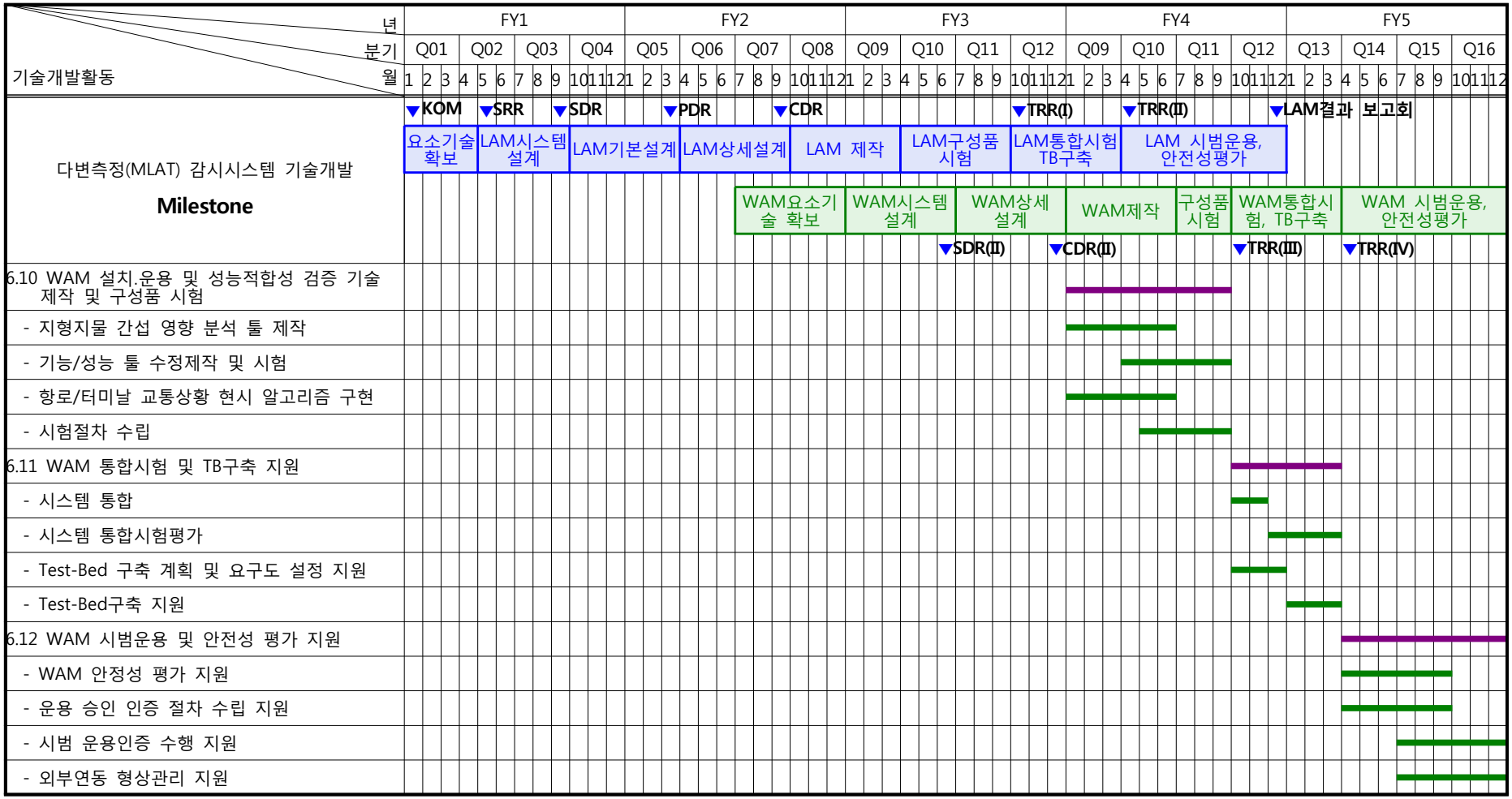

년
분기
월
기술개발활동
FY1
FY2
FY3
FY4
FY5
Q01 Q02 Q03 Q04 Q05 Q06 Q07 Q08 Q09 Q10 Q11 Q12 Q09 Q10 Q11 Q12 Q13 Q14 Q15 Q16
KOM
SRR
SDR
PDR
CDR
TRR(I)
TRR(II)
LAM결과 보고회
다변측정(MLAT) 감시시스템 기술개발
Milestone
요소기술 확보
LAM시스템 설계
LAM기본설계
LAM상세설계
LAM 제작
LAM구성품 시험
LAM통합시험 TB구축
LAM 시범운용, 안전성평가
WAM요소기술 확보
WAM시스템 설계
WAM상세 설계
WAM제작
구성품 시험
WAM통합시험, TB구축
WAM 시범운용, 안전성평가
SDR(II)
CDR(II)
TRR(III)
TRR(IV)
5.7 LAM 시범운용 및 안전성 평가 지원
- LAM 안정성 평가 지원
- 운용 승인 인증 절차 수립 지원
- 시범 운용인증 수행 지원
- 외부연동 형상관리 지원
5.8 WAM 시스템 통제/감시 시스템 설계
- WAM 시스템 통제/감시 기술자료 분석
- WAM 시스템 통제/감시 개발 요구도 설정
- WAM 시스템 통제/감시 아키텍쳐 설계 지원
5.9 WAM 시스템 통제/감시 상세설계
- WAM 시스템 통제/감시 성능분석
- WAM 시스템 통제/감시 ICD작성
- 항로/터미날 교통상황 현시 알고리즘 설계
- WAM 시스템 통제/감시 기능/성능 툴 보완 설계


년
분기
월
기술개발활동
FY1
FY2
FY3
FY4
FY5
Q01
Q02
Q03
Q04
Q05
Q06
Q07
Q08
Q09
Q10
Q11
Q12
Q13
Q14
Q15
Q16
KOM
SRR
SDR
PDR
CDR
TRR(I)
TRR(II)
LAM결과 보고회
다변측정(MLAT) 감시시스템 기술개발
Milestone
요소기술 확보
LAM시스템 설계
LAM기본설계
LAM상세설계
LAM 제작
LAM구성품 시험
LAM통합시험 TB구축
LAM 시범운용, 안전성평가
WAM요소기술 확보
WAM시스템 설계
WAM상세 설계
WAM제작
구성품 시험
WAM통합시험, TB구축
WAM 시범운용, 안전성평가
SDR(II)
CDR(II)
TRR(III)
TRR(IV)
5.10 WAM 시스템 통제/감시 제작 및 구성품 시험
- WAM 시스템 통제/감시 제작
- 기능/성능 툴 수정제작 및 시험
- 항로/터미날 교통상황 현시 알고리즘 구현
- 시험절차 수립
5.11 WAM 통합시험 및 TB구축 지원
- 시스템 통합
- 시스템 통합시험평가
- Test-Bed 구축 계획 및 요구도 설정 지원
- Test-Bed구축 지원
5.12 WAM 시범운용 및 안전성 평가 지원
- WAM 안정성 평가 지원
- 운용 승인 인증 절차 수립 지원
- 시범 운용인증 수행 지원
- 외부연동 형상관리 지원


년
분기
월
기술개발활동
FY1
FY2
FY3
FY4
FY5
Q01 Q02 Q03 Q04 Q05 Q06 Q07 Q08 Q09 Q10 Q11 Q12 Q09 Q10 Q11 Q12 Q13 Q14 Q15 Q16
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
KOM
SRR
SDR
PDR
CDR
TRR(I)
TRR(II)
LAM결과 보고회
다변측정(MLAT) 감시시스템 기술개발
Milestone
요소기술 확보
LAM시스템 설계
LAM기본설계
LAM상세설계
LAM 제작
LAM구성품 시험
LAM통합시험 TB구축
LAM 시범운용, 안전성평가
WAM요소기술 확보
WAM시스템 설계
WAM상세 설계
WAM제작
구성품 시험
WAM통합시험, TB구축
WAM 시범운용, 안전성평가
SDR(II)
CDR(II)
TRR(III)
TRR(IV)
6. 설치.운용 및 성능적합성 검증 기술
6.1 LAM 개념설계 및 계획 수립
- 해외 기술동향 분석
- 기술자료 수집 및 분석
- 학술 자료 분석
- 세부개발 계획 수립
- LAM 시스템 아키텍쳐 설계 지원
6.2 설치.운용 및 성능적합성 검증 기술 설계
- 시스템 통제/감시 개발 요구도 설정
- 시스템 통제/감시 상위수준 기능도 설계
6.3 설치.운용 및 성능적합성 검증 기술 기본설계
- 구성품 전파분석 툴 기본 설계
- 지형지물 영향 분석 툴 기본 설계
- 주기 검사 장비 기본 설계


년
분기
월
기술개발활동
FY1
FY2
FY3
FY4
FY5
Q01 Q02 Q03 Q04 Q05 Q06 Q07 Q08 Q09 Q10 Q11 Q12 Q09 Q10 Q11 Q12 Q13 Q14 Q15 Q16
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
KOM
SRR
SDR
PDR
CDR
TRR(I)
TRR(II)
LAM결과 보고회
다변측정(MLAT) 감시시스템 기술개발
Milestone
요소기술 확보
LAM시스템 설계
LAM기본설계
LAM상세설계
LAM 제작
LAM구성품 시험
LAM통합시험 TB구축
LAM 시범운용, 안전성평가
WAM요소기술 확보
WAM시스템 설계
WAM상세 설계
WAM제작
구성품 시험
WAM통합시험, TB구축
WAM 시범운용, 안전성평가
SDR(II)
CDR(II)
TRR(III)
TRR(IV)
6.4 설치.운용 및 성능적합성 검증 기술 상세설계
- 구성품 전파분석 툴 상세 설계
- 지형지물 영향 분석 툴 상세 설계
- 주기 검사 장비 상세 설계
6.5 설치.운용 및 성능적합성 검증 기술 제작
- 구성품 전파분석 툴 제작
- 지형지물 영향 분석 툴 제작
- 주기 검사 장비 제작
6.6 설치.운용 및 성능적합성 검증 기술 시험
- 구성품 전파분석 툴 시험
- 지형지물 영향 분석 툴 시험
- 주기 검사 장비 시험


년
분기
월
기술개발활동
FY1
FY2
FY3
FY4
FY5
Q01 Q02 Q03 Q04 Q05 Q06 Q07 Q08 Q09 Q10 Q11 Q12 Q09 Q10 Q11 Q12 Q13 Q14 Q15 Q16
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
KOM
SRR
SDR
PDR
CDR
TRR(I)
TRR(II)
LAM결과 보고회
다변측정(MLAT) 감시시스템 기술개발
Milestone
요소기술 확보
LAM시스템 설계
LAM기본설계
LAM상세설계
LAM 제작
LAM구성품 시험
LAM통합시험 TB구축
LAM 시범운용, 안전성평가
WAM요소기술 확보
WAM시스템 설계
WAM상세 설계
WAM제작
구성품 시험
WAM통합시험, TB구축
WAM 시범운용, 안전성평가
SDR(II)
CDR(II)
TRR(III)
TRR(IV)
6.7 LAM 시범운용 및 안전성 평가 지원
- LAM 안정성 평가 지원
- 운용 승인 인증 절차 수립 지원
- 시범 운용인증 수행 지원
- 외부연동 형상관리 지원
6.8 WAM 설치.운용 및 성능적합성 검증 기술 설정 지원
- 기술자료 분석 지원
- 시스템 개발 요구도 설정 지원
- 시스템 아키텍쳐 설계 지원
6.9 WAM 설치.운용 및 성능적합성 검증 기술 상세설계
- 지형지물 간섭 영향 분석 툴 설계
- 구축 환경 분석 툴 설계
- WAM 주기 검사 장비 설계


년
분기
월
기술개발활동
FY1
FY2
FY3
FY4
FY5
Q01 Q02 Q03 Q04 Q05 Q06 Q07 Q08 Q09 Q10 Q11 Q12 Q09 Q10 Q11 Q12 Q13 Q14 Q15 Q16
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
KOM
SRR
SDR
PDR
CDR
TRR(I)
TRR(II)
LAM결과 보고회
다변측정(MLAT) 감시시스템 기술개발
요소기술 확보
LAM시스템 설계
LAM기본설계
LAM상세설계
LAM 제작
LAM구성품 시험
LAM통합시험 TB구축
LAM 시범운용, 안전성평가
Milestone
WAM요소기술 확보
WAM시스템 설계
WAM상세 설계
WAM제작
구성품 시험
WAM통합시험, TB구축
WAM 시범운용, 안전성평가
SDR(II)
CDR(II)
TRR(III)
TRR(IV)
6.10 WAM 설치.운용 및 성능적합성 검증 기술 제작 및 구성품 시험
- 지형지물 간섭 영향 분석 툴 제작
- 기능/성능 툴 수정제작 및 시험
- 항로/터미날 교통상황 현시 알고리즘 구현
- 시험절차 수립
6.11 WAM 통합시험 및 TB구축 지원
- 시스템 통합
- 시스템 통합시험평가
- Test-Bed 구축 계획 및 요구도 설정 지원
- Test-Bed구축 지원
6.12 WAM 시범운용 및 안전성 평가 지원
- WAM 안정성 평가 지원
- 운용 승인 인증 절차 수립 지원
- 시범 운용인증 수행 지원
- 외부연동 형상관리 지원

6. 최종성과물

○ 연구개발 목표 및 내용에서 제안한 개발 방안에 따른 LAM과 WAM 개발을 통한 최종 성과물은 하드웨어, 소프트웨어, 및 관련 문서로 분류함

분 류	성 과 물
하드웨어	• 시스템통합시험(System Integration Lab Test) 장비 1식 - 중앙처리장치(1조), 외부연동장치(1조) - 수신기(5조), 송신기(1조), 기준트랜스폰더(1조) - 시스템 통제/감시 장치(1조) - 채널 시뮬레이터(1조) • 공항지면 지역감시 LAM 운용성 및 안전성평가 Test-bed 1식 - 중앙처리장치(1조), 외부연동장치(1조) - 수신기(6조), 송신기(1조), 기준트랜스폰더(1조) - 시스템 통제/감시 장치(1조) - 광 네트워크 통신링크(1조) • LAM 운용범위 및 구성품 배치 분석 툴 1조 • 광역감시 WAM 운용성 및 안전성평가 Test-bed 1식 - 중앙처리장치(1조), 외부연동장치(1조) - 수신기(5조), 송신기(1조), 감시트랜스폰더(1조) - 시스템 통제/감시 장치(1조) - 마이크로웨이브 네트워크 통신링크(1조) • WAM 운용범위 및 구성품 배치 분석 툴 1조
소프트웨어	• LAM시스템 소프트웨어 - CPS 프로그램 1종 - 외부 연동 프로그램 1종 - 시스템 통제/감시 프로그램 1종 - 공항지면 교통상황 현시 프로그램 1종 • LAM 성능분석 및 전파전파 분석 소프트웨어 1종 • WAM 소프트웨어 - CPS 프로그램 1종 - 외부 연동 프로그램 1종 - 시스템 통제/감시 프로그램 1종 - 항로 교통상황 현시 프로그램 1종 • WAM 성능분석 및 전파전파 분석 소프트웨어 1종
문서	• 공항감시 LAM 규격서 / 인터페이스 통제서 - LAM 운용 요구서 1종

	- LAM체계 규격서 1종 - LAM체계 인터페이스 통제서 1종 - 송수신기 개발규격서 1종 / 인터페이스 통제서 1종 - 중앙처리장치 개발규격서 1종 - 외부연동 인터페이스 통제서 1종 - 통제/감시장치 개발규격서 1종 • 공항감시 LAM 기본/상세 설계 보고서 - 체계종합 기본설계보고서 1종/상세설계보고서 1종 - 송/수신기 기본설계보고서 1종/상세설계보고서 1종 - CPS 기본설계보고서 1종/상세설계보고서 1종 - CMS 기본설계보고서 1종/상세설계보고서 1종 - 외부연동 기본설계보고서 1종/상세설계보고서 1종 • 공항감시 LAM 시험평가절차서 및 통합 시험 보고서 - 구성품별 시험절차서 4종/ 시험결과서 4종 - 시스템 연동 시험절차서 1종/ 시험결과서 1종 - 체계통합 시험절차서 1종/ 시험결과서 1종 - Test-Bed 운용 시험절차서 1종/ 시험결과서 1종 • LAM 개발 결과 보고서 - 구성품 개발 결과 보고서 4종 - LAM 시스템 개발결과 보고서 1종 • 공항감시 LAM 시범운용/안전성 평가 보고서 - LAM 시범운용 결과보고서 1종 - LAM 안전성 평가 보고서 1종 • 공항감시 LAM 운용 승인 절차서 1종 • LAM 도면/매뉴얼 - LAM 시스템 도면 1종, 송수신기 도면 1종 - LAM 사용자 매뉴얼 1종 • WAM 규격서 / 인터페이스 통제서 - WAM 운용 요구서 1종 - WAM 체계 규격서 1종 - WAM 체계 인터페이스 통제서 1종 - 송수신기 개발규격서 1종 / 인터페이스 통제서 1종 - 중앙처리장치 개발규격서 1종 - 외부연동 인터페이스 통제서 1종 - 통제/감시장치 개발규격서 1종 • WAM 기본설계/상세설계 보고서 - 체계종합 기본설계 보고서 1종/상세설계 보고서 1종 - 송/수신기 상세설계 보고서 1종

	- CPS 상세설계 보고서 1종 - CMS 상세설계 보고서 1종 - 외부연동 상세설계 보고서 1종 • WAM 시험평가절차서 및 통합 시험 보고서 - 구성품별 시험절차서 4종/ 시험결과서 4종 - 시스템 연동 시험절차서 1종/ 시험결과서 1종 - 체계통합 시험절차서 1종/ 시험결과서 1종 - Test-Bed 운용 시험절차서 1종/ 시험결과서 1종 • WAM 개발 결과 보고서 - 구성품 개발 결과 보고서 4종 - WAM 시스템 개발결과 보고서 1종 • WAM 시범운용/안전성 평가 보고서 - WAM 시범운용 결과보고서 1종 - WAM 안전성 평가 보고서 1종 • 공항감시 WAM 운용 승인 절차서 1종 • WAM 도면/매뉴얼 - WAM 시스템 도면 1종, 송수신기 도면 1종 - WAM 사용자 매뉴얼 1종

7. 연차별 성과목표

○ 다변측정 감시시스템 기술개발 성과목표 및 성과지표

성 과 지 표		연차별 성과목표				
		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
LAM 감시 시스템 성능	기 능	공항 내 이동체 탐지, 측위 및 식별 (단, 트랜스폰더/비콘 탑재체에 한함)				←
	적용 국제기술표준	RTCA/DO-260A, EUROCAE ED-117				←
	시각동기방식	기준 트랜스폰더 (또는 기타정밀시각동기 방식)				←
	정밀도 (95%기준)	7.5m이하 @활주로 20m이하 @활주로에서 2.5Nm 40m이하 @활주로에서 5Nm				←
	표적처리능력	250개 이상 동시 탐지 및 추적				←
	표적 갱신시간	1초 이하				←
	탐지율	99.9%이상				←
	오탐지율	10^{-4}이하				←
	가용도	99.99%이상				←
	소프트웨어 설계 및 안전성	EUROCAE ED-109의 AL4(보증수준 4)이상의 기준 만족				←
	운용환경(온도)	실외장비 : -25 ~ 55℃, 실내장비 : 10 ~ 30℃				←

성 과 지 표		연차별 성과목표				
		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
WAM 감시 시스템 성능	기 능	-	-	Mode A, C, S, 1090ES 트랜스폰더 탑재 비행체 탐지, 측위 및 식별		
	적용 국제기술표준	-	-	ICAO Annex 10 Vol. IV, RTCA/DO-260A, EUROCAE ED-142		
	시각동기방식	-	-	GNSS 시각동기(또는 기타정밀시각동기 방식)		
	정밀도 (위치오차기준)	-	-	350m rms 이하@항로 150m rms 이하@TMA		
	표적처리능력	-	-	250개이상 동시 탐지 및 추적		
	표적 갱신시간	-	-	5초이하		
	탐지율	-	-	97%이상		
	오탐지율	-	-	0.1%이하		
	가용도	-	-	99.99%이상		
	소프트웨어 설계 및 안전성	-	-	EUROCAE ED-109의 AL4(보증수준 4)이상의 기준 만족		
	운용환경	-	-	실외장비 : -25 ~ 55℃, 실내장비 : 10 ~ 30℃		

성 과 지 표		연차별 성과목표				
		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
논문	학술지 게재 논문건수	1건	2건	2건	3건	3건
	학술회의 발표 논문건수	6건	8건	8건	9건	8건
	SCI급 학술지 게재 논문건수		1건	1건	1건	1건
지식재산권	특허출원 건수	1건	2건	2건	2건	2건
	소프트웨어 등록건수	1건	1건	3건	2건	3건
하드웨어	LAM Test-bed 시스템				1식	
	시스템 통합시험 장치 주) (System Integration Lab. Test-Bench)			1식		
	LAM 운용범위 및 구성품 배치 분석 툴			1조		
	WAM Test-bed 시스템					1식
	WAM 운용범위 및 구성품 배치 분석 툴				1조	
소프트웨어	LAM시스템 소프트웨어			4종		
	LAM 성능분석 및 전파전파 분석 소프트웨어				1종	
	WAM시스템 소프트웨어					4종
	WAM 성능분석 및 전파전파 분석 소프트웨어					1종

※ 주) WAM 통합시험시에는 시스템 통합시험 장치를 수정/보완하여 재사용함.

성 과 지 표		연차별 성과목표				
		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
문서	LAM 개발 규격서/ICD	8종				
	LAM 기본/상세 설계 보고서		10종			
	LAM 구성품 시험 절차서/결과서			8종		
	LAM 체계 연동/통합 시험 절차서/보고서			2종		
	LAM 시범운용 시험 절차서/결과서				2종	
	LAM 결과보고서				5종	
	LAM 시범운용 결과보고서				1종	
	LAM 안전성 평가 보고서				1종	
	LAM 운용 승인 절차서				1종	
	WAM 규격서/ICD			1종	7종	
	WAM 기본/상세 설계 보고서				6종	
	WAM 구성품 시험 절차서/결과서				8종	
	WAM 체계 연동/통합 시험 절차서/보고서				2종	
	WAM 시범운용 시험 절차서/결과서					2종
	WAM 결과보고서					5종
	WAM 시범운용 결과보고서					1종
	WAM 안전성 평가 보고서					1종
	WAM 운용 승인 절차서					1종
	도면		2종		2종	
	매뉴얼				1종	1종

4절. 연구추진체계 제안

○ 산·학·연·관 역할 분담 및 공조체제에 의한 연구개발 추진체계의 효율화 및 기술 확보 가속화 추진

- 관 = 국내의 다변측정감시 시스템 관련 법 제도 및 규정 수립
- 연 = 다변측정감시 시스템 연구개발 계획과 검증방안 마련
- 산 = 다변측정감시 시스템 구성품 제작 및 시험환경 개발
- 학 = 핵심 요소기술 확보 및 시스템 설계

○ 국내외 기술전문가 초빙을 통한 기술 자문을 얻고, 해외 협력업체와의 주기적인 교류를 통해 기술 습득 및 개발 비용절감 도모

○ 다변측정감시 시스템 개발을 위한 연구추진체계 제안은 아래 그림과 같으며 주관연구기관을 중심으로 여섯 가지 주요기술을 공동연구기관이 분담하여 진행함.

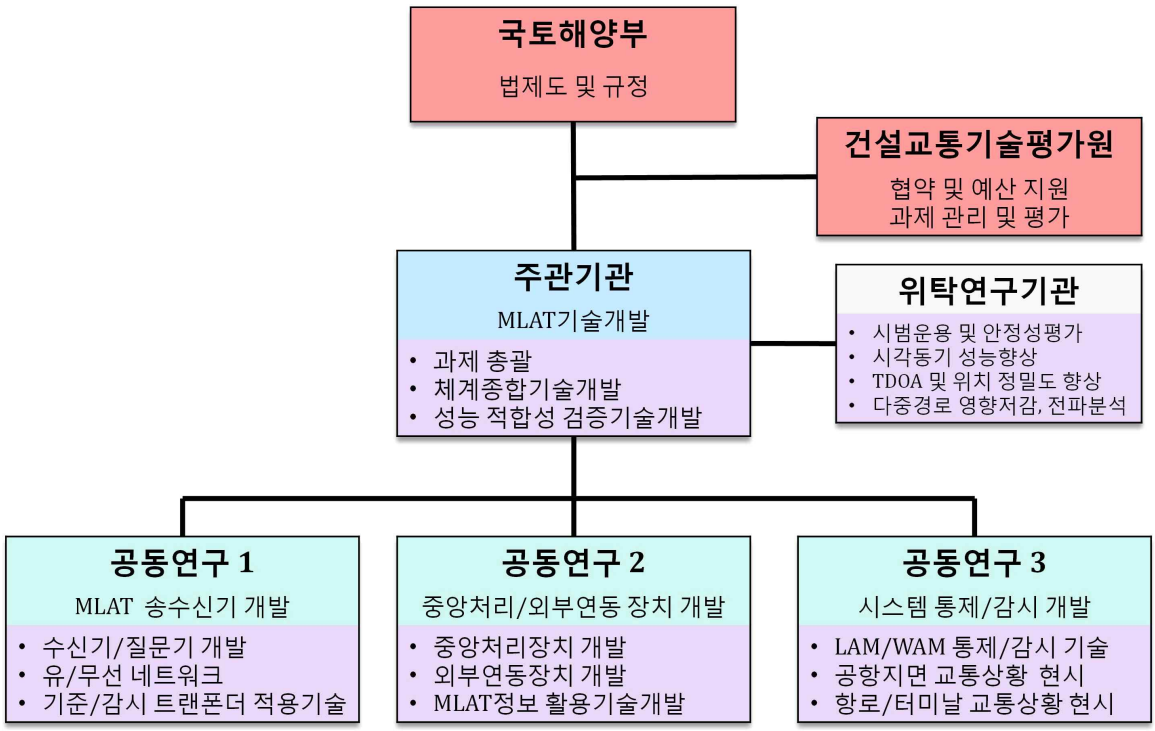


그림 3.4.1 다변측정감시시스템 기술 개발 연구추진체계

4장. 사전 타당성 검토

1절. 정책적 타당성 분석

1. 정책적 필요성

가. 항공기 감시의 필요성

○ 국내 항행안전시설 현황

– 15개 항로감시레이더와 13개 접근감시레이더 및 4개 지상감시레이더를 보유하고 있어서 인천 비행정보구역 내 모든 공역을 감시할 수 있음

표 4.1.1 전국공항 항행안전무선시설 설치현황

공항	관제용		착륙유도용		공항 접근 및 비정밀 착륙유도용		
	접근관제 레이더	지상감시 레이더	계기착륙 시설	준계기착 륙시설	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

※ 괄호는 군 시설, 주●예비를 포함하여 “식/조”로 표시

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

표 4.1.2 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	1/2	
오산공항	(1/2)		
계	10/20	3/6	7/14

※ 괄호는 군 시설, 주●예비를 포함하여 “식/조”로 표시

○ 전 세계적으로 기존 항행안전시설의 성능 및 운용 한계를 극복하고 지속적으로 증가하는 항공교통량을 원활하게 수용하기 위하여 새로운 개념의 차세대 항행안전시설인 CNS/ATM으로의 전환을 적극적으로 추진하고 있음.

– 현재 국내에서 운용중인 항공감시 시스템은 고가의 레이더 장비 기반으로 국제적인 수준이상의 첨단장비이지만 운용/유지 기술만 확보하고 시스템 구축 및 개발 기술은 전무한 상태여서 해외에서 전량 수입하고 있고, 이에 따른 유지/보수에 막대한 인력과 예산이 소요되고 있음.

– 현 항행안전시설의 지속적인 유지와 더불어 전 세계가 추진하고 있는 차세대 항공감시 시스템의 도입을 검토하여 구축할 필요가 있음.

– 국제 사회에서 ICAO 상임이사국의 지위에 맞는 기술력 확보와 현재의 운영 상황보다 더욱 효율적이고 체계적이며 경제적으로 비용절감의 문제를 해결하기 위해 차세대 항행안전시설에 대한 국산화 및 원천기술력 확보가 필요함.

○ 차세대 항공감시 시스템인 다변측정 감시시스템은 성능, 경제성 및 호환성이 우수하고, 적용분야가 다양하여 전 세계적으로도 매우 급속히 도입되고 있는 실정으로 향후에는 이차감시 레이더를 대체할 것이 확실시, 이에 따라 국내 대응이

시급히 요구됨.

나. 저고도 항로 감시의 필요성

○ 2011년 국토해양부 항공통계에 따르면 저고도 항공기는 1,000여 대로 추정됨. 최근 들어 국가경제 성장과 더불어 항공운송 산업이 확대되고 주 5일 근무제 정착으로 레저 분야에 항공스포츠가 점차 활성화 되어 국내 항공기 운항횟수가 크게 증가하고 있음.

○ 국토해양부는 증가하고 있는 경량항공기 및 저고도 비행장치의 빈번한 불법비행과 사고 발생을 근본적으로 개선하고자 경량항공기 제도를 법제화하여 2009년 9월 10일부터 시행하고 있음.

○ 저고도 항공기는 고고도 항공기와는 달리 식별이 곤란하고, 항공교통정보를 제공받기 어려우며 항상 위험에 노출 되어 있어 국가적으로 저고도 항공기의 항공교통 안전성을 확보할 필요가 있음.

– 현재 사용되고 있는 레이더는 신호의 전파 특성상 산악·장애물 등에 의한 사각지대가 많이 발생되고 저고도 비행 항공기의 감시가 곤란할 뿐만 아니라, 공항 내에서도 지상감시레이더로는 건물이나 장애물 등에 의한 전파 차폐로 전 이동지역에 대한 항공기와 차량 등의 이동물체 감시가 곤란하여 항공기 사고 발생의 잠재요인이 되고 있는 실정임.

○ 따라서 기존 감시시스템의 전파음영지역 해소를 통한 안전한 경량항공기의 운용을 위해서 3차원 항공감시 기술 개발이 필요함.

2. 국가 전략적 중요성

가. 국가 중요 인프라

○ 항공감시 시스템은 항공기 및 장애물과의 충돌을 사전에 방지함과 동시에 항공기들의 운항 상태를 촉진시키고 항공 교통의 질서를 유지하기 위한 시스템으로서 안전과 신뢰성이 담보되어야 하는 국가적으로 매우 중요한 국가 인프라 시설임.

○ 국내 운용되고 있는 항공감시 시스템은 모두 외국에서 도입된 것으로서, 국가 중요 인프라인 항공감시 시스템을 전적으로 외국에서 의존하는 것은 주권 국가의 기술, 경제, 안보적인 측면에서 매우 위험함.

○ 따라서 다변측정 감시시스템의 기술개발을 통하여 항로, 공항접근, 공항 내 지상감시, 고도감시장비(HME)등 다용도로 활용이 가능하여 항공안전과 국가의 기술, 경제, 안보적 측면의 획기적인 향상에 기여 할 수 있음.

나. 세계 수준의 항공안전체계

○ 향후 항공안전을 위한 감시기술로 레이더, ADS-B, 다변측정 감시 기술이 상호 융합된 항공감시 체계로 전환될 전망이며, 전 세계적으로 다변측정 감시시스템을 현행 레이더 시설의 유력한 대체 시설로 전망되고 있음.

○ 현재 항공감시용 ADS-B는 2009년 “차세대 항행안전시설 구축 기본계획”을 수립으로 시작하여 2011년부터 단계적으로 추진 중에 있음.

○ ADS-B와 다변측정 감시시스템이 상호 융합된 세계 수준의 항공안전체계를 수립하기 위하여 다변측정 감시시스템의 기술개발 도입이 필요함.

3. 상위계획과의 부합성

○ 국제기관(ICAO, FAA 등)들은 항공기 수요가 향후 20년 내에 현재보다 2~3배 수준으로 증가할 것이라고 전망하고 있고, 이러한 수요에 맞추어 항공교통 분야의 항행체계는 차세대 항행체계(CNS/ATM)으로 전환되고 있음.

○ 국토해양부 항공정책실은 이러한 변화에 발맞추어 세계적인 수준의 차세대 항행체계 구축을 위해서 2008년 건설교통기술평가원에서 시행한 “차세대 항행안전기술 연구개발 로드맵”에도 MLAT의 연구개발 사업 대상에 포함되었고, 2011년 8월부터 2012년 2월까지 항공우주 선진화분과의 “R&D 중장기계획을 수립 기획”연구를 수행하였음.

표 4.1.3 상위 계획과의 부합성 분석 결과

구 분	상위 계획	본 연구개발	부합성
비 전	항공기술을 선도하는 글로벌 항공강국실현	저비용/고정밀/다목적 항공 감시 서비스 제공	부합
목 표	항공기술 선진화를 도모하여 항공기술 10위권 진입	• 미래 항공 교통 감시체계 구축을 위한 다변 측정 감시 시스템 기술 개발 - 항공지면, 터미널, 항로 정밀감시 MLAT 기술 개발 - 성능적합성 및 설치/운용 검증 기술 개발 - 기존시설(관제장비)연동 기술개발 - TIS-B정보 활용기술개발	부합
중점과제	항공 교통의 효율화 및 차세대 항행시스템 국산화 기술개발	• MLAT 체계 종합 기술개발 • MLAT 중앙처리장치(CPS) 개발 • MLAT 수신기/송신기 개발 • 외부연동장치 개발 • 시스템 통제/감시 개발 • 설치·운용 및 성능적합성 검증기술	부합
성과목표	• 미래항공교통량 수요에 대비하여 공역 수용량 증가 및 항행안전 도모 • 세계 수준의 항공교통 관리를 가능하게 하는 자동화된 항행시스템 구축	• 증가하는 항공교통량을 수용하기 위한 MLAT 시스템 구축 기반 확보 • 항로/터미널 공역의 MLAT과 WAM의 운용 안전성 및 성능 확인	부합

○ 기획연구의 결과로 국내의 행행시스템 중점과제가 도출되었는데 다변측정 감시시스템 기술개발이 선정되었음.

2절. 기술적 타당성 분석

1. MLAT기술 국내 적용 타당성

○ 다변측정 감시시스템은 기존 PSR과 SSR 시스템의 문제점이었던 감시 사각지대 발생 문제를 해결 할 수 있으며, 정밀도 측면에서도 더 뛰어난 성능을 갖고 있음.

○ 수신기의 위치와 개수를 주변 지형에 따라 유동적으로 배치가 가능하기 때문에 우리나라와 같이 산악 지형이 많은 곳의 항공감시에 특히 유리함.

○ 주변의 다른 다변측정 감시 시스템과의 연계가 용이하기 때문에, 항공 감시 범위가 국토 전역으로 넓어질 수 있음.

○ 고정밀의 항공기 감시가 가능하므로 항공기 분리가 용이하며, PSR/SSR로는 불가능한 공항감시 등 활용 범위도 기존 시스템에 비하여 뛰어남.

○ 시스템 구축 비용이 레이더 대비 저렴하며, 항공기에 추가적인 장치를 설치하지 않아도 되는 이점을 갖고 있음.

○ 기술 성숙도가 기존 레이더 기반 시스템 대비 떨어지지만 국내 IT기술과 산업 기반을 활용하여 단기간에 선진국 수준으로 다가갈 수 있음.

표 4.2.1 감시센서의 비교

구분	PSR	SSR/Mode-S	MLAT	ADS-B	ADS-C
ICAO표준화	Not	SARPs A10	SARPs A10	SARPs A10	ATN SARPs
항공기 분리 (PANS-ATM)	-	5Nm승인 3Nm조건승인	3/5Nm 검토 중	5Nm승인 3Nm검토 중	30/30&50/50 Nm절차지원
Range	S:60~80Nm L:160~220Nm	200~250Nm	170Nm(RU배치에 의존)	200~250Nm	N/A
Accuracy (rms)	R: 0.1Nm Az: 0.15deg	R: 0.03Nm Az: 0.07deg	0.1Nm이하	0.1Nm이하@95%	0.1Nm이하@95%
가용성	99%이상	99%이상	99%이상	99%이상	99%이상
신뢰도(MTBF)	20K hr이상	20K hr이상	20K hr이상	20K hr이상	2K hr정도
기술성숙도	매우우수	우수	중	중	우수
장점	비협동감시 기상탐지	탐지능력우수, 고도/ID제공	상대적 저렴 고정밀	저렴, 고정밀 A-to-A 감시	대양감시 구축비용 無
단점	ID, 클러터, 비용고가	Az정밀도, 비용고가	다중Sites, 다중경로취약	탑재수정, GNSS의존	지연 大 통신비 지불
구축비용	$8~14M	$6M	$2~5M	$380K	N/A

2. 연구개발 목표 및 내용의 타당성

○ MLAT 기술 연구개발과제의 목표는 다음과 같은 네 가지로 구분되어 있음.

- 항로·터미널·저고도 운항 항공기 감시 및 공항내 이동지역 정밀 감시, RVSM 운영평가 등 다용도로 활용하기 위한 다변측정 감시시스템 기술 개발
- 다변측정 감시 시스템의 성능 적합성 및 설치·운용 검증 기술 개발
- 개발된 MLAT 시설과 기존 관제시스템간 연동 기술개발
- 다변측정 감시 시스템 측위 정보의 TIS-B (Traffic Information Service-Broadcast) 정보로 활용 기술개발

○ 국제민간항공기구(ICAO)에서는 이미 2007년도에 MLAT를 차세대 감시시스템으로 지정하였음. 또한 EUROCAE의 표준문서 ED-142 "Technical Specification for Wide Area Multilateration (WAM) Systems"에서는 다변측정 감시 시스템이 항로, 터미널 및 공항 감시뿐만 아니라 넓은 광역 항공 감시 등 다양한 활용이 가능함을 소개하고 있으며, 그 외의 다수의 기능들이 문서화 되어 있음. 이에 따라 다용도로 활용하기 위한 다변측정 감시시스템의 기술 개발이 절실함.

○ EUROCAE의 표준문서 ED-117 "Minimum Operational Performance Specification for Mode S Multilateration Systems for Use in Advanced Surface Movement Guidance and Control Systems (A-SMGCS)"에는 다변측정 감시 시스템의 각 부품과 구축된 완제품의 시험 방법과 절차에 정량적 수치와 함께 상세히 대해 소개하고 있으며, 성능 검증을 위한 세분화된 항목들이 문서화 되어 있음. 이에 따라 본 연구개발과제에서의 다변측정 감시 시스템의 성능 적합성 및 설치·운용 검증 기술 개발 목표는 반드시 필요한 항목임.

○ EUROCAE의 표준문서 ED-117에는 기존 관제 시스템과의 연동을 위한 외부 인터페이스와 시스템 확장성에 대한 소개를 하고 있으며, 감시 정밀도를 높이기 위한 하나의 시스템으로서 MLAT을 설명하고 있기 때문에 연동 기술 개발은 본 연구개발 과제에서 필수적으로 고려해야 함.

○ FAA에서는 항공감시를 위한 방법으로 다변측정 감시시스템을 이용한 TIS-B 정보 활용에 대한 개념을 이미 제안하고 있음. 본 연구개발 과제의 목표 중 하나인 다변측정 감시 시스템 측위 정보의 TIS-B 정보로 활용 기술개발은 보다 정밀한 항공감시를 위하여 반드시 개발되어야 할 기술임.

○ MLAT 기술 개발과제는 앞서 3장에서 설명한 것과 같이 체계종합, 중앙처리장치, 수신기/송신기, 외부연동장치, 시스템 통제/감시, 설치·운용 및 성능적합성 검증 기술로 구성된 총 6개의 주요 기술로 나뉘어 있음.

○ 체계종합 기술은 다변측정감시 시스템의 전체적인 요구조건과 시험평가를 담당하

는 세부 과제로서 시스템의 기능 및 성능 요구도 설정, 시스템 체계설계, 인터페이스 설계 등의 주요 업무로 구성되어 있기 때문에 시스템 개발, 설계 및 구축에 핵심적인 연구 항목임.

○ 다변측정감시 시스템의 중앙처리장치(CPS)는 각각의 수신기에서 전달되는 정보를 기반으로 항공기의 정확한 위치를 파악하고 추적하는 시스템의 주요 장치로써, 반드시 개발이 필요함.

○ 다변측정감시 시스템의 수신기/송신기(Interrogator)는 신호 발생 및 측정을 통하여 감시의 정확도와 위치 추정 정밀도 향상을 목적으로 하는 핵심 장치로 매우 중요한 세부 과제임.

○ 외부연동장치 기술 개발은 다변측정감시 시스템과 기존의 외부 시스템을 연동하여 항공기 감시 정확도를 보다 높이고 제품 상용화를 위해 반드시 필요함.

○ 다변측정감시 시스템의 상태를 감시하고 제어하는 시스템 통제 및 감시 기술은 성공적인 시스템 운용에 필수적임.

○ 설치·운용 기술은 개발된 다변측정감시 시스템의 성능을 향상시키기 위해서 반드시 필요한 핵심 연구 항목이며, 성능적합성 검증 기술은 공항 또는 항로 내에 설치된 다변측정감시 시스템의 성능을 평가하는 척도로서 개발 과제에서 반드시 제시해야 하는 연구 항목임.

3. 기술 개발 성공 가능성

가. 기술 개발 현황

○ 미국과 유럽의 몇 회사에서는 이미 자체적인 MLAT 시스템 기술을 개발하여 상용화된 제품을 미주, 유럽, 아시아 등 전 세계적으로 구축하고 있음.

○ 국내에서는 운용 중인 모든 항공감시 시스템을 완제품 형태로 해외에서 도입 운영해 오고 있으며, 국산 항공감시 시스템 개발 시도는 현재까지 파악되고 있지 않음.

○ 전량해외 도입에 따른 자체 개발기술 및 산업기반이 매우 낙후되어 있는 실정이지만 국내 IT기술이 세계적인 수준이고 IT산업 기반이 잘 갖추어져 있어 단기에 선진국 수준에 접근할 수 있을 것으로 파악됨.

○ 국내에서는 현재까지 다변측정 감시시스템 관련 연구개발이나 기술보유가 전무한 상태이지만 관련 IT핵심기술 및 레이더 추적기술, CNS/ATM 기반의 기술 및 연구 인력을 보유하고 있기 때문에 기술개발이 가능할 것으로 분석됨.

○ 2005년까지는 현재 운용 중인 항행안전시설의 전량을 외국의 제품에 의존하여 왔

으나 국내 일부 중소기업과 한국공항공사에서 전방향표지시설(VOR) 과 계기착륙시설(ILS) 등의 항행안전시설에 대한 국산화 성공으로 국내에 설치 운용은 물론 해외에도 수출하고 있는 것을 비추어 보아 다변측정 감시시스템도 자체적으로 개발이 가능하고 세계 시장도 진출이 가능 할 것으로 분석됨.

○ 비영리 기관인 EUROCAE(Europen Organization for Civil Aviation Equipment)에서 다변측정감시시스템에 대한 규격화/표준화를 수행되고 있기 때문에 이에 발맞추어 기술 개발이 필요한 것으로 분석됨.

나. 개발 소요 기술

○ 다변측정감시 시스템에 소요되는 기술은 시스템 설계, 소프트웨어 개발 기술, 시험평가 기술 등으로서, 성공적인 다변측정감시 시스템 개발을 위해서는 항공, 운항, 관제, 전기/전자/통신, 컴퓨터 소프트웨어 등의 요소 기술과 이들을 시스템으로 통합하는 기술이 필수적임.

○ 시스템 개발에 필요한 국내의 IT 기술 등 요소기술의 역량은 충분하며, 관제시스템의 운용 기술 또한 세계적인 수준임.

다. 기술 위험 요소 및 대응 방안

○ 다변측정감시 시스템을 국내에서 개발한 사례가 없고, 시스템의 안정성과 정확성을 고려할 때 개발 위험성 감소 및 시행착오에 따른 손실 방지를 위하여 외국 기업의 다변측정감시 시스템 개발 및 구축 경험과 사례를 활용할 필요가 있음.

○ 다변측정감시 시스템 개발을 위해서는 정부의 적극적인 개발 의지와 투지가 필요하며, 정부출연연구소의 대형 체계개발 수행 경험, 정부/공항공사의 공항운영 경험, 기업의 IT 기술, 학계의 기반 기술 등 우리나라의 강점을 충분히 활용할 수 있으면 선진국과의 격차를 단기간에 극복할 수 있을 것임.

○ 다변측정감시 시스템 개발은 실제 시스템 구축을 목표로 하며 체계종합의 중요성이 높기 때문에 실제 시스템 개발 및 체계개발 수행 경험이 풍부한 기관을 중심으로 연구개발 추진체계를 구축하는 것이 중요함.

○ 결론적으로 우리나라가 항공기술 선진국 대비 후발 주자이기는 하나, 정부의 개발 의지가 있고, 국내 유관 기관의 강점을 효과적으로 활용한다면, 시스템 개발 위험도가 상존함에도 불구하고, 성공 가능성 높음.

3절. 경제적 타당성 분석

1. 경제적 분석

가. 경제성 분석 방법론

○ 항공감시용 MLAT 핵심기술개발 사업의 경제적 타당성을 분석함에 있어 국토해양부의 “교통시설 투자평가지침 개정안”(2011.11)을 참조하여 적용함. 이는 ICAO에서 편익/비용 분석에 대한 지침서를 마련하고 한국개발연구원(KDI)이 보완한 것임.

○ 사업의 추진에 의해 국민경제 전체에서 발생이 예상되는 편익과 비용을 추정하고 이를 이용해 비용-편익분석(Cost-Benefit Analysis)을 수행하는 방법을 사용함.

○ 경제성 분석은 순현재가치(NPV[85]), 편익/비용 비율(CBR[86]), 내부수익률(IRR[87])등의 계산을 통하여 국가 전체적 입장에서 연구개발사업의 경제성을 측정하고 파악하는 것을 말하는데, 본 연구개발에서는 CBR 방법을 적용하여 경제성을 분석함.

나. 비용/편익 분석에 이용되는 기준

(1) 순현재 가치(NPV : Net Present Vlaue)

○ 순현재 가치란 투자사업으로부터 사업의 최종년도(T) 까지 얻게 되는 순편익(편익에서 비용을 뺀 금액)의 흐름을 현재 가치로 계산하여 이를 합한 값으로서, 다음과 같이 나타낼 수 있음.

$$NPV = \sum_{t=0}^{T} \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t}$$

B_t : t기의 편익

C_t : t기의 비용

r : 할인율

○ 순현재 가치가 0보다 크면 이 사업은 경제성이 있는 것으로 볼 수 있으며 모든 타당한 경제적 자료를 단일 계산하여 심사나 순위 매김이 가능함.

○ 현재가치를 계산하기 위해서는 적절한 할인율 산정이 요구되며, 일반적인 과정은

85) NPV : Net Present Value (순현재 가치)
86) CBR : Cost Benefit Ratio (비용/편익 비율)
87) IRR : Internal Rate of Return (내부 수익률)

순편익 흐름내의 미래가치를 현재가치로 계산함.

○ 일반적으로 순현재 가치가 0보다 작거나 같으면 사업안을 기각하는 것이 원칙이며, 사업의 예산에 대한 제약이 없을 경우 가장 높은 순현재 가치를 나타내는 사업이 우선순위로 결정됨.

○ 예산이 제약될 경우라도 예산집행제약 내에서 가장 높은 순현재 가치를 보이는 사업이 결정되는 것이 일반적임.

(2) 비용-편익 비율

○ 편익-비용비율은 편익의 현재가치의 합을 비용의 현재가치의 합으로 나눈 것으로 다음과 같이 나타낼 수 있음.

$$\frac{B}{C}=\sum_{t=0}^{T}\frac{B_t}{(1+r)^t}/\sum_{t=0}^{T}\frac{C_t}{(1+r)^t}$$

B_t : t년도 편익 흐름

C_t : t년도 비용 흐름

r : 사회적 할인율

N : 사업기간

○ 편익-비용비율이 1보다 크면 해당 사업은 사회적으로 바람직한 것임.

○ 만약 여러 개의 사업을 동시에 평가하는 경우에는 B/C비율이 큰 순서로 성과가 큰 것이 됨.

○ 편익-비용비율은 순 현재가치법과 마찬가지로 단일계산에 의한 통상적인 평가방법임.

○ 편익-비용비율 방법은 실제비용과 편익의 크기가 나타나 있지 않다는 점 때문에 동 분석만으로는 충분한 분석을 할 수 없다는 단점이 있음.

○ 타당한 사업규모의 결정에서 순현재 가치와 비용-편익 비율은 사업 규모의 증가에 따라 어느 규모까지는 증가시킬 수 있으며, 이 경우 순현재 가치가 최대가 되는 곳에서 사업규모가 결정됨.

(3) 내부 수익률

○ 내부수익률은 투자사업이 원만히 진행된다는 전제 하에 기대되는 예상수익률로서 투자사업의 전 기간에 걸쳐 발생하는 순현재 가치가 0이 되게 하는 할인율을 의미함.

○ 다른 말로 표현하면, 편익흐름의 현재가치의 합이 비용흐름의 현재가치의 합과 같아지는 할인율임.

○ 이 내부수익률은 케인즈의 자본의 한계효율 혹은 투자사업의 예상수익률이며, 이를 수식으로 표현하면 다음과 같음. 다음 수식에서 R은 내부수익률임.

$$\text{내부수익률}\,(IRR)\ :\ \sum_{t=0}^{T}\frac{B_t}{(1+R)^t}=\sum_{t=0}^{T}\frac{C_t}{(1+R)^t}$$

B_t : t년도 편익 흐름

C_t : t년도 비용 흐름

R : 사회적 할인율

○ 내부수익률은 투자사업에 대한 재무분석에 종종 이용되는 기준으로 만일 사전에 선택된 이율(보통 실질시장이자율)보다 계산된 내부수익률이 크다면 이 사업은 투자가치가 있다고 판단됨.

○ 여러 투자대안이 있는 경우에는 시장이자율보다 큰 내부수익률의 크기 순서에 의해 투자우선순위가 결정됨.

○ 이 기준은 순현재 가치 기준이나 편익-비용비율 기준에서와 같이 사전에 할인율을 선택할 필요가 없다는 장점 때문에 할인율을 선택하는 어려움을 피하고자 할 때 많이 사용됨.

○ 내부수익률을 계산하기 위해서는 반복법을 사용하며, 사업의 내부수익률이 사업평가에 이용된 수익률보다 작을 경우 그 사업은 기각됨.

○ 이 방법은 순현재 가치법이나 편익-비용비율을 구하는데 어떤 할인율을 적용해야 할지 명확하지 않은 경우에 이용될 수 있으며, 사업의 규모에 대한 정보가 반영되지 못하므로 투자의 우선순위를 결정하는 평가에는 독립적으로 이용이 불가능함.

(4) 비용편익 분석 종합

○ 앞에서 설명한 3가지 경제성 평가기준은 적용하는 목적과 사업의 특성에 따라 각각 장단점을 가지고 있으나, 이 기준들은 비용과 편익이 측정되면 모두 쉽게 구할 수 있으므로, 경제성을 평가하는 상호 보완적 기준으로 사용될 수 있음.

○ 아래 표 4.3.1은 한국개발연구원(KDI)에서 작성한 “예비 타당성 조사 수행을 위한 일반지침 수정 보완 연구(제5판)”에서 인용한 것으로서, 3가지 경제성 분석기준의

장점과 단점을 비교한 것임.

표 4.3.1 방법론의 비교 분석

방법	판단	장점	단점
순현재 가치 (NPV)	NPV≥0	· 대안 선택 시 명확한 기준 제시 · 장래 발생 편익의 현재가치 제시 · 한계 순현재 가치 고려 타 분석에 이용 가능	· 이해의 어려움 · 대안 우선 순위 결정시 오류 발생 가능
편익/비용비율 (B/C)	B/C≥1	· 이해용이 · 사업규모 고려 가능	· 상호 배타적 대안 선택의 오류 발생 가능
내부 수익률 (IRR)	IRR≥r	· 사업의 수익성 측정 가능 · 타 대안과 비교가 용이 · 평가과정과 결과 이해가 용이	· 사업의 절대적 규모 고려하지 않음. · 몇 개의 내부수익률 이동시 도출 가능성 내재

○ 순현재 가치는 순편익의 흐름을 사업 개시 연도의 가치로 평가하므로, 규모가 다른 사업간 비교에는 적당하지 않으며, 따라서 성격은 동일하지만 규모가 다른 두 사업의 순현재 가치만으로 수익성을 비교하는 것은 바람직하지 않음.

○ 편익/비용비율은 특정 항목을 편익 또는 비용으로 처리하는가에 따라 값이 달라지는 단점이 있으나, 일반적인 투자심사기준으로 사용되고 있음.

○ 내부수익률은 사업의 규모가 달라도 적용할 수 있는 장점은 있으나 수익성이 극히 낮거나 높은 사업의 경우는 계산되지 않는 단점이 있음.

○ 따라서 항공관제시스템 개발의 경제성 분석에서는 이상의 분석 방법론의 장단점을 고려하여, 순현재 가치, 비용/편익비율, 내부수익률을 모두 구하여 분석함.

다. 경제성 분석 기본 전제

(1) 사업 규모와 내용

○ MLAT(다변측정 감시시스템) 기술개발 기획연구로 추진되고 있는 내용을 본 사업의 계획으로 정의함.

○ 본 연구개발사업 공항지면 감시를 위한 LAM을 1단계에서 개발하고, 이를 기반으로 TMA/항로에 운용할 WAM을 2단계에서 개발하는 방안이고, 이후 특정 공항을 대상으로 시스템 구축 운용 시험기간이 각 1년 소요되는 것으로 가정함.

○ 본 연구는 현재 운영되고 있는 항공 안전 감시 장비를 개선하기 위하여 해외에서 운용 중인 시스템으로 대체하는 것이 목표이므로, 경제성 분석은 도입 시스템의 개발에 따른 편익 및 비용을 분석하는 것임.

(2) 분석 대상 기간

○ 본 사업은 2013년 착수하여 2015년까지 연구개발사업을 수행하고, 2016년까지 한 개 공항에 시범운영하여 실용화를 마무리하여, 2017년 시스템이 구축되는 방안과 이를 바탕으로 2단계 연구개발사업이 진행되는 것으로 가정함.

○ 평가기간은 법인세법 시행령 및 동 시행규칙에서 제시하고 있는 내구 연한 기준을 적용하는 것이 보통임(통상 12년 적용).

○ 경제성 분석 평가기간은 한국개발연구원(KDI)에서 작성한 “공항부문사업의 예비타당성조사 표준지침 연구(개정판)”에 근거하여, 연구개발 사업의 시작 시점(2012년)부터 20년(2032년까지)으로 함.

(3) 할인율

○ 경제성 분석을 위해서는 실제 자본의 기회비용(Opportunity Cost)을 적절히 반영하여 서로 다른 기간 중에 발생하는 비용과 편익을 비교할 수 있도록 할인율이 채택되어야 함.

○ 사업의 순현재 가치(NPV)와 편익-비용비율(B/C) 등을 계산하기 위한 할인율(Discount Rate)로서, 한국개발연구원(KDI)에서 “예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 수정·보완 연구(제5판)”(2008년12월)을 통해 제시한 6.5%를 적용함.

(4) 물가 상승률

○ 본 경제성 분석에서는 물가상승을 전혀 고려하지 않으며, 본 조사에서 사용한 할인율은 명목 할인율(Nominal Discount Rate)이 아니라 실질 할인율(Real Discount Rate)에 해당함.

(5) 경제성 지표 및 민감도 분석

○ 순현재 가치(NPV), 편익-비용비율(B/C), 내부수익율(IRR) 등의 평가 지표 산출

○ 편익과 비용의 추정에는 어느 정도 불확실성을 고려한 민감도 분석 수행

○ 민감도 분석은 경제성 분석 과정에서 발생할 수 있는 편익과 비용 및 할인율의 변화 등에 대한 경제적 타당성의 변동 여부를 밝힘으로써 사업 착수로 인한 위험율을 최소화하기 위한 것임.

2. MLAT 비용/편익 산정

○ 편익 산정은 “공항부문사업의 예비 타당성 조사 표준지침 연구(개정판)”에 근거하여, 공항투자사업의 완성시점을 의미하는 단기목표년도, 투자 사업의 효용과 실효가 끝나는 시점인 장기목표년도, 그리고 단기와 장기 목표연도의 중간시점에 해당하는 2개의 중기목표년도에 대해서 수행하는 것을 기본으로, 목표연도 사이의 연도에 대해서는 보간법을 적용하는 것이 원칙임.

○ 공항 관련 사업에 있어 일반적으로 적용되는 편익 항목으로는, 항공기 이착륙 지체 감소, 항공기 주기장 지체 감소, 승객 지체 감소, 화물 지체 감소, 차량 지체 감소, 항공기 운항시간 감소, 승객 이동 시간 감소, 항공기 운항 비용 감소, 공항 운영 및 유지 보수 비용 절감, 전환 수요의 통행시간/통행비용 절감 등이 있으며, 사업의 성격에 따라 포함 여부를 결정하게 됨.

○ 편익은 다음과 같이 3단계 과정을 통해서 추정됨.

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

가. 편익 항목의 식별

○ 항공감시용 MLAT 시스템은 ICAO 추천 장비중의 하나로 기존의 ADS-B의 단점을 보완할 수 있는 장비이며, 현재 세계적으로 많은 공항(약 130공항과 5개국의 WAM망구축)과 공역에서 사용 중에 있으므로, 이를 국산화 하여 상용화함으로서 얻을 수 있는 편익항목은 다음과 같음.

- 수입 대체에 따른 편익
- 수출효과
- 운영 유지보수 서비스 매출 및 서비스 수출 편익
- 기타 편익

나. 편익 항목별 편익 측정

(1) 수입 대체에 따른 편익

○ MLAT은 공항 내 이동물체 감시, 정밀착륙유도장치 그리고 항공로 위치의 정밀 측정장비로 활용됨.

- LAM(공항 지역)로 설치하여 공항 이동지역 내에서의 감시 장비
- WAM(TMA/항로의 광역)으로 설치하여 특정 공역 내 및 항로에서의 항공기 감시 장비

○ 따라서 용도에 따라 필요 수량이 공항 및 운영기관마다 달라짐.

(가) LAM으로 설치하여 공항 이동지역 내에서의 감시 장비로 활용할 경우

○ 공항 내 지상 이동물체 감시(Surface Detection)와 PRM(정밀착륙유도감시장치, Precision Runway Monitor)으로 활용할 경우 MLAT가 필요한 공항과 필요 수신기 수량은 표 4.3.2와 같을 것으로 추정함.

○ LAM은 공항마다 지형적 특성이 다르기 때문에 필요한 시스템 사양이 달라지며 가격 또한 달라짐.

○ 따라서 인천공항의 기술적 검토에 따른 구축비용과 국토해양부 책정예산을 기초로 LAM을 필요로 하는 공항의 구축비용은 표 4.3.2와 같음.

표 4.3.2 공항별 필요한 LAM의 수신기와 구축 비용

	인천	김포	김해	제주	합계
수신기 수량 (개)	17	9	8	9	43
추정 구축 비용 (백만원)	7,534	3,200	3,050	3,200	16,984

○ 그러나 공사비용과 보험비용 및 화물비용 등은 공통비용 항목이며, 인천공항을 중심으로 아래의 공통 비용을 추정한 결과의 합계는 746백만원으로 추정함.

- 공사비용 : 202.2백만원
- 보험 : 42백만원
- 운송 : 1.8백만원
- 화물선적비용 : 500백만원

○ 공항마다 시스템사양에 다른 상이한 도입단가를 반영하면 평균 도입단가는 4,246백만원으로 추정함.

○ 따라서 LAM 1식(개)당 수입대체효과는 도입단가와 공동비용을 고려하면 35억원

○ 공항에 LAM을 설치할 경우 표 4.3.3과 같은 공항 현황 중 중장기적으로 약 50%정도인 7개(현재 LAM 설치를 계획 중인 공항 4개 포함) 공항이 LAM을 설치할 것으로 가정하고, 시장 점유율을 80%로 가정하면 수입대체 효과는 196억원 정도임

- 3,500백만 × 7 × 80% = 19,600백만

표 4.3.3 국내 주요공항의 감시 장비 구축 현황

순번	구분	ASDE	ADS-B
1	인천공항	2식	2식
2	김포공항	1식	-
3	김해공항	1식	-
4	제주공항	1식	-
5	대구공항	-	-
6	울산공항	-	-
7	청주공항	-	-
8	무안공항	-	-
9	광주공항	-	-
10	여수공항	-	-
11	양양공항	-	-
12	포항공항	-	-
13	사천공항	-	-
14	원주공항	-	-

(나) WAM으로 설치하여 비행 항공기의 감시 장비로 활용할 경우

○ WAM(Wide Area MLAT : 광역 MLAT)이란 항공로 상에 설치하여 공역 내에서 운항하는 모든 항공기의 운항을 감시하는 것을 의미하는 것으로, WAM과 동일 기능을 수행하는 ATC용 SSR(2차 감시 레이더)이 접근관제 및 항로관제를 위해 표 4.3.4와 같이 전국에 16개(식) 설치되어 있으며(공군 : 10개, 국토부 : 5개 공항, 제주 모슬포 : 국토부 1개) 또한 향후에 감시정밀도를 높이기 위해 기존시설 대비 50%가 신규로 설치될 것으로 가정함.

표 4.3.4 민·군 ATC 용 감시 레이더 현황

순번	구분	ASR/SSR
1	인천공항	2식
2	김포공항	2식
3	김해공항	1식
4	제주공항	1식 (SSR은 2식)
5	대구공항	-
6	울산공항	1식
7	청주공항	1식(공군운영) PAR(공군운영)
8	무안공항	1식
9	광주공항	1식(공군운영)
10	여수공항	1식
11	양양공항	-
12	포항공항	PAR
13	사천공항	1식(공군운영)
14	원주공항	1식(공군운영)
15	항로레이더	(제주 MSSR 1식)

표 4.3.5 LAM/WAM 실수요 예측 및 구축비용 예측

	LAM	WAM
실수요예측	현재 14개 공항중 LAM 설치를 계획 중인 공항 4개와 중장기적으로 지역 거점공항으로 활성화가 기대되는 공항을 포함하여 7개 공항	현재 우리나라 접근관제 및 항로관제를 위해운용되는 ATC용 SSR(2차 감시 레이더) 16개(식)(공군 : 10개, 국토부 : 5개 공항, 제주 모슬포 : 국토부 1개)와 향후에 감시정밀도를 향상을 위한 시설 8개(기존시설 50%)
구축비용예측	인천공항의 기술적 검토에 따른 구축비용과 국토해양부 책정예산을 기초	WAM 방식의 MLAT설치를 진행하는 서울공항의 구축비용을 기초로 함

○ 최근 제2롯데월드(공식 명칭 '롯데수퍼타워' : Lotte Super Tower) 건설과 관련하여 MLAT의 도입을 추진하고 있는 공군의 서울(성남) 공항은 공항의 특성상 WAM 방식의 MLAT를 구축하는 것을 고려하고 있음. 기술적으로 수신기 8개가 필요한 1식의 시스템이 필요하며 구축비용은 52.5억원으로 추정함.

○ 따라서 WAM 1개(식)의 시스템에는 공통 비용 788백만원을 제외한 4,502백만원의 수입대체 효과가 발생함.

○ 따라서 군사 목적을 제외한 민간공항과 우리나라 전체 FIR에 대한 WAM 망 구축 시 약 1,080억원 정도의 수입대체 효과가 발생함.

- (16+8)×4,502백만 = 108,048백만원

○ 따라서 수입대체에 따른 편익을 종합하면 다음 표 4.3.6와 같음.

표 4.3.6 수입대체에 따른 편익(개발완료 후 15년간)

구분		시설규모(식)	점유율	단가	매출목표(억원)
LAM	공항지면감시	7 (14*0.5)	80%	35억/식	196
WAM	SSR대체	16	100%	45억/식	720
	TMA/항로용 신규	8	100%	45억/식	360
합 계					1,276

(2) 수출효과에 따른 편익

(가) LAM을 설치하여 공항 이동지역 내에서의 감시 장비로 활용할 경우

○ 세계적으로 LAM을 설치할 것으로 사료되는 주요공항과 WAM으로 대체될 SSR의 설치구축 현황은 다음 표 4.3.7과 같음.

표 4.3.7 전 세계 대표적인 SSR 공항 감시 체제

순 번	지 역	공 항(개소)	레이더(SSR)(식)	비교
1	아시아 - 태평양	243	267	비 개발지역
2	유럽	645	238	
3	북미	178	172	레이더 설치 공항만 조사
4	남미	193	218	비 개발지역
5	아프리카 - 인도양	52	28	비 개발지역
6	중동	62	74	비 개발지역
합계		1,373	997	

※ ICAO 지역별 FASID(FACILITIES AND SERVICE IMPLEMENTATION DOCUMENT)에 근거하여 조사함. 단 북미 지역은 FAA 홈페이지 내 TRACON(Terminal Radar Approach Control Facilities) 현황자료를 근거로 함. (인천공항제공)

○ 공항감시용 LAM은 감시거리가 WAM의 약 200Nm 보다 짧은 약 30Nm 이하이기 때문에 가격이 낮은 편임[88].

○ 아태지역에서 공항과 승객의 안전성확보를 위해 투자하려는 시장규모가 2010년 336백만 달러에서 2016년 723백만 달러로 추정됨[89]

○ 우리나라가 LAM을 개발하여 진출 가능한 지역은 우리나라가 항공기술교육과 교류 지원이 가능한 아태지역을 포함한 중동 및 남미지역으로 이들 지역에서 LAM 설치가 예상되는 주요 공항은 약 550개임.

- 243+193+52+62 = 550

○ 위 지역은 세계적으로 경제개발이 활발히 진행되는 지역으로 공항지면 이동체 관제를 위한 감시장비인 LAM 대한 수요는 지속적으로 증가할 것으로 예상됨.

- 항공서비스 수요의 지속적 증가로 승객의 안전에 대한 정부의 관심 증가
- 새로운 공항의 증가와 기존 항행안전시설의 업그레이드 수요 증가
- 신기술과 장비에 대한 수요는 증가하나, 예산의 제약성 상존
- 양질의 기술인력 부족

○ 항행안전 시설 시장은 기술개발과 현장간의 격차가 심한 산업인 동시에 국가의

88) Non_Radar Surveillance Multilateration, AFCEA 2010 CNS/ATM Conference San Antonio, Texas, Peter J. Radzikowski, Lead Engineer, 853rdELSG/International Affairs, 15 April 2010, slide.19
공항 감시용 MLAT 거래가격 200~250만 달러
WAM 용 MLAT 거래가격 350~500만 달러

89) Asia Pacific Air Traffic Control Equipment Market, Frost & Sullivan, March 2011

이익과 공항 특유의 특성이 많이 반영되며, 항행시설간의 융합기술이 중요하기 때문에 업계 선두기업의 시장 지배력이 높은 추세임.

○ 따라서 후발기업의 시장진입이 어려우나, 우리나라는 위 지역에서의 항공기술교육사업과 지원 사업, 공항현대화에 따른 공항수출, 정부차관 사업 등으로 진출할 경우, 전 세계적으로 ICAO의 CNS/ATM 현대화 사업 추진에 힘입어 시장 점유율은 국산화 제품 사업화 이후 15년 내로 비관적(5%), 보통(7.5%), 낙관적(10%)으로 추정할 수 있음.

○ 따라서 진출 가능지역의 공항의 LAM 설치 예상 비율을 75 %로 가정하고, 시나리오별 목표시장 점유율에 따른 매출예상액은 다음과 같음.

표 4.3.8 목표시장 점유율에 따른 매출예상액(개발완료 후 15년간)

	시설규모(식)	단가	점유율에 따른 매출목표(억원)		
			보수적(5%)	보통(7.5%)	낙관적(10%)
MLAT	412 (550 * 75%)	35억/식	721	1,082	1,442

(나) WAM으로 설치하여 비행 항공기의 감시 장비로 활용할 경우

○ WAM을 국산화할 경우 우리나라의 IT 능력과 반도체 제조 생산 능력, 그리고 저개발국가 지원 사업에 의한 관제사를 비롯한 항공기술인들의 기술교육 경험과 교류협력 경험, 항행안전시설의 해외판매 경험(표 2.1.2) 등에 의해 아태지역, 중동지역 및 중남미 지역의 SSR 교체사업에 진출 가능할 것으로 추정됨.

○ 우리나라가 WAM을 개발하여 진출 가능한 지역은 우리나라가 항공기술교육과 교류 지원이 가능한 아태지역을 포함한 중동 및 남미지역으로 이들 지역은 전세계 TMA/항로 감시 시설의 56.1%를 차지함.

- 550 / 997 × 100 = 56.1%

○ 위 지역은 세계적으로 경제개발이 활발히 진행되는 지역으로 향후 SMR 대체 WAM에 대한 수요는 지속적으로 증가할 것으로 예상됨.

- 항공서비스 수요의 지속적 증가로 승객의 안전에 대한 정부의 관심 증가
- 새로운 공항의 증가와 기존 항행안전시설의 업그레이드 수요 증가
- 신기술과 장비에 대한 수요는 증가하나, 예산의 제약성 상존
- 양질의 기술인력 부족

○ TMA/항로 감시용 SSR이 설치된 지역 중에서 국내 개발장비가 진출가능 지역의

SSR은 587식(아・태: 267, 남미: 218, 아프리카:28, 중동: 74) 이며 전 세계적으로는 997식의 SSR이 설치되어 있는 것으로 조사됨.

○ 최근 WAM 방식의 MLAT의 도입을 추진하고 있는 공군의 서울(성남) 공항의구축비용은 52.5억원으로 추정되며 여기서 공통 비용 788백만원을 제외하면 1식당 장비가격은 45억원으로 예상됨.

○ 따라서 신규로 구축되는 시설은 기존 SSR 대체 수요의 50%로 가정하였을 경우, 장비의 수명주기를 15년으로 가정하여 국내 개발장비가 해외시장 점유율에 따른 매출예상액은 다음과 같음.

표 4.3.9 국내개발 WAM장비의 해외판매 매출 예상액(개발완료 후 15년간)

시설		시설규모(식)	단가	점유율에 따른 매출목표(억원)		
				보수적 (5%)	보통 (7.5%)	낙관적 (10%)
WAM	SSR대체	997	45억/식	2,243.3	3,364.9	4,486.5
	신규	498 (997*0.5)		1,120.5	1,680.8	2,241.0
	합계	1495 (대체997+신규498)		3,363.8	5,045.6	6,727.5

(3) 국산화 제품 운영에 따른 유지보수 매출

(가) 국내 유지보수 매출

○ ERA 자료에 의하면 유럽에서의 MLAT 유지 운영비용은 레이더 1기 운영비용은 394백만원, MLAT 운영비용은 75백만원임[90].

○ 레이더는 지속적인 인적, 물적 유지보수 활동이 필요하나, MLAT는 동일 기능을 수행하는 SSR 장비만큼의 시스템이 필요하며 단순한 연간 유지 보수 비용만 필요하기 때문임.

90) 환률 1 유로=1,455원 기준

표 4.3.10 유럽에서의 레이더와 MLAT 유지 운영비용 차이

단위 : 유로

구분	획득 비용	유지 비용(연간)	15년 유지비용
SSR	2,500,000	270,757	6,565,355
MLAT	1,250,000	50,000	2,000,000
차 이	1,250,000	220,757	4,565,355

자료 : ERA company overview, An International Business, Bernard Asare, Director, ATM Solutions, Americas, p.33

○ 따라서 국내 개발 LAM/WAM 설치하여 운영할 경우 15년간 운용지원 매출은 333억원 정도임.

표 4.3.11 국내장비 운영유지 국내 매출액

	시설규모	점유율	단가	매출액(15년간)
LAM	7	80%	0.75억/식/년	63억
WAM	24 (16+8)	100%		270억

(나) 국산제품의 수출에 따른 운용유지 서비스 수출

○ LAM과 WAM의 국산화 장비를 판매함으로써 유지 보수를 위한 기술인력과 부품 교체와 유지를 위한 비용 점유율을 보수적(5%) 보통(7.5%) 낙관적(10%)로 가정했을 경우 15년간 유지보수를 위한 수출효과를 가정함

○ 공항용 LAM와 광역 WAM의 수요, 앞으로 발생할 신규수요를 가정한 MLAT와 WAM장비 수출에 따른 유지 보수 수출은 보수적(5%)인 경우 1,073억원 정도 임.

표 4.3.12 점유율에 따른 유지보수 수출액

	시설규모	단가	점유율에 따른 매출목표(15년간)		
			보수적 (5%)	보통 (7.5%)	낙관적 (10%)
LAM	412 (550* 75%)	0.75억/식/년	232억	348억	464억
WAM	1495 (대체997+ 신규498)		841억	1,261억	1,682억

(4) 기타 편익

○ 기술자립으로 인한 공항 지상 장비의 해외 의존도 감소로 인한 편익 증대

- 국내 관련 산업과 기술 육성
- 일자리 창출 (종합 통제실 설치로 인한 안전확보와 일자리 창출)
- 항행안전시설의 국산화로 인한 공항관련 수출 경쟁력 강화
- 기술자립으로 인한 외국에서의 한국제품에 대한 기술과 가격 경쟁

○ 세계적인 항공산업의 활성화로 3,000ft 이하를 비행하는 저고도 항공기는 증가 추세에 있으며, 특히나 우리나라에서 운항하는 저고도 항공기는 재난구조, 산림청, 각 군(육·해·공군)으로 표 4.3.13와 같이 약 950여 대의 항공기가 운영되고 있으며, 군의 특성상 MLAT 국산화를 통한 원천기술을 확보하는 것이 국가 안보상 상당히 중요함.

표 4.3.13 저고도 운항 항공기 보유 현황

단위 : 대수

구분	항공기 사용사업 등	자가용	관공서	경찰	군	세관	합계
2011.5	163	66	77	48	약 600	0	약 954
2010.9	150	66	77	48	약 600	0	약 941

○ 향후 연구개발 과제를 통하여 개발되는 MLAT 시스템을 구축 운영함으로써 얻을 수 있는 편익은 표 4.3.14와 같음.

표 4.3.14 MLAT시스템을 구축함으로써 얻게 되는 편익에 대한 전문가 의견

편익 내용	2007년	2012년
WAM 망 구축에 따른 민·군을 포함한 저고도 항공교통 안전성 증대에 따른 편익	*	5%
관제사 편의에 따른 업그레이드 용이성 편익	5%	5%
항공관제시스템 표준화에 따른 관제 효율 증대 편익	4%	4%
차세대 항행 시스템 확장성 적용에 따른 편익	3%	3%

○ 위에 정리된 수치는 추가적으로 발생할 것으로 추정되는 편익을 전문가의 의견을 토대로 추정한 값임.

○ 따라서 MLAT 시스템 연구개발을 통해 추가적으로 발생할 편익은 15년동안 보수적으로 1,256억원(실제 편익 7,386억원의 17%)일 것으로 추정함.

○ 이상과 같이 편익을 종합하면 표 4.3.15과 같음.

표 4.3.15 기술개발로 인한 종합적인 편익 (단위 : 억원)

구분	수입대체효과	수출효과			유지/보수/서비스효과				편익 총합계		
		보수적 (5%)	보통 (7.5%)	낙관적 (10%)	국내	해외수출			보수적 (5%)	보통 (7.5%)	낙관적 (10%)
						보수적 (5%)	보통 (7.5%)	낙관적 (10%)			
LAM	196	721	1,082	1,442	63	232	348	464	1,212	1,689	2,165
WAM	1,080	3,364	5,046	6,728	270	841	1,261	1,682	5,555	7,657	9,760
합계	1,276	4,085	6,128	8,170	333	1,073	1,609	2,146	6,767	9,346	11,925

다. 비용추정

○ MLAT 개발에 드는 비용은 본 연구과제에서 산정한 단계별로 1단계 공항지면 감시용 LAM은 147억원이며 이중에서 정부 투자금은 110억원이고, 2단계 WAM용 개발비용으로 80억원이고 이중에서 정부투자금은 60억원으로 함.

3. 편익 비용 분석

○ 편익 비용 분석은 다음의 2가지 경우로 분석함.

- LAM을 설치하여 공항 이동지역 내에서의 감시 장비
- WAM을 설치하여 비행 항공기의 감시 장비

○ MLAT의 연간 소요량은 아래와 같이 가정함.

- LAM 개발 시 : 2017년부터 활주로가 2개 이상인 4개 공항부터 연차적으로 구축하고 는 것으로 가정함.
- WAM 개발 시 : 공항에서 필요한 SSR 대체용 16개와 신규로 발생한 8식은 LAM공항구축이 완료된 다음해부터 1년에 3개(식)을 구축하는 것으로 가정함.

○ LAM연구개발기간은 2012년부터 2015년까지로 가정하였으며, 2016년 성능시험을 거친 후 국산화 제품을 80% 설치되는 것으로 가정하였으며, WAM제품은 100% 설치하는 것으로 가정하였음.

○ WAM으로 활용시의 편익은 LAM를 기반으로 개발하는 것으로 LAM의 편익을 함께 계산함

○ LAM 개발을 위한 총 연구 개발비용은 147억원, WAM용 개발은 LAM을 기반으로 80억원의 개발비용을 추가하는 것으로 가정하여 총 227억원으로 가정하였음.

가. LAM개발

○ 수출시장에서의 목표점유율에 따라 편익-비용 분석을 수행하였으며, 그 결과는 표 4.3.16와 같음.

표 4.3.16 LAM 개발시 편익-비용 분석

구 분	목표 시장 점유율		
	보수적 (5%)	보통 (7.5%)	낙관적 (10%)
편익총합(백만원)	121,200	168,900	216,500
MLAT 비용(백만원)	14,700	14,700	14,700
BCR	8.2	11.5	14.7

나. WAM 개발

○ 수출시장에서의 목표점유율에 따라 편익-비용 분석을 수행하였으며, 그 결과는 다음 표 4.3.17과 같음.

표 4.3.17 WAM 개발시 편익-비용 분석

구 분	목표 시장 점유율		
	보수적 (5%)	보통 (7.5%)	낙관적 (10%)
편익총합(백만원)	555,500	765,700	976,000
WAM 비용(백만원)	22,700	22,700	22,700
BCR	24.5	33.7	42.0

4. 민감도 분석

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

표 4.3.18 경제적 타당성 분석의 민감도 분석 적용 범위

구분	적용 범위
할인율	3.5%, 4.5%, 6.5%, 7.5%,
비용	+10%, +20%, +30%, +40%, +50%
편익	-30%, -20%, -10%, +10%, +20%, +30%

가. 할인율에 대한 민감도 분석

(1) LAM개발시의 BCR

표 4.3.19 LAM 개발시의 BCR 민감도 분석

할인율 / 비용	할인률3.5%	할인률4.5%	할인률5.5%	할인률6.5%	할인률7.5%
할인율 3.5%	8.28	8.36	8.44	8.52	8.61
할인율 4.5%	8.21	8.28	8.36	8.44	8.52
할인율 5.5%	8.13	8.21	8.28	8.36	8.44
할인율 6.5%	8.05	8.13	8.21	8.28	8.36
할인율 7.5%	7.98	8.05	8.13	8.21	8.28

(2) WAM 개발시의 BCR

표 4.3.20 WAM 개발시의 BCR 민감도 분석

할인율 / 비용	할인률3.5%	할인률4.5%	할인률5.5%	할인률6.5%	할인률7.5%
할인율 3.5%	20.93	21.14	21.34	21.54	21.74
할인율 4.5%	20.73	20.93	21.13	21.33	21.53
할인율 5.5%	20.54	20.74	20.93	21.13	21.33
할인율 6.5%	20.34	20.54	20.74	20.93	21.13
할인율 7.5%	20.15	20.35	20.54	20.74	20.93

나. 비용에 대한 민감도 분석

(1) LAM 개발시의 비용에 대한 민감도 분석

표 4.3.21 비용에 대한 민감도(LAM)

민감도 / 비용	민감도
할인률6.5%기준	8.28
10%	7.53
20%	7.35
30%	6.79
40%	6.30
50%	5.88

(2) WAM 개발시의 비용에 대한 민감도 분석

표 4.3.22 비용에 대한 민감도(WAM)

민감도 / 비용	민감도
할인률6.5%기준	20.93
10%	19.03
20%	17.44
30%	16.10
40%	14.95
50%	13.96

다. 편익에 대한 민감도 분석

(1) LAM 개발시의 편익에 대한 민감도 분석

표 4.3.23 편익에 대한 민감도(LAM)

편익 / 비용	-30%	-20%	-10%	할인율 6.5%기준	10%	20%	30%
BCR	5.80	6.63	7.46	8.28	9.11	9.94	10.77

(2) WAM 개발시의 편익에 대한 민감도 분석

표 4.3.24 편익에 대한 민감도(WAM)

편익 / 비용	-30%	-20%	-10%	할인율 6.5%기준	10%	20%	30%
BCR	14.65	16.75	18.84	20.93	23.03	25.12	27.21

5. 비용 편익 분석 결과

○ MLAT은 활용하는 방법은 다음의 2가지 경우로 편익비용비율은 다음과 같음.

- LAM을 활용할 경우 BCR은 8.28
- WAM을 활용할 경우는 BCR이 20.93

○ 이는 MLAT 시스템이 센서를 이용하는 장비로 기존의 레이더를 이용하는 시스템보다 운용성과 편의성이 높고, 운영유지비용이 저렴하며, 유사한 기능을 수행하는 ADS-B가 갖는 한계점을 극복할 수 있는 장비이기 때문임.

○ 따라서 세계적으로 미국, 호주 및 유럽 등의 130여개 공항에서는 LOCAL로, 3-5개 정도의 나라에서만이 WAM으로 사용하고 있을 뿐만 아니라, 우리의 인접국인 중국과 일본 또한 MLAT 시스템을 도입하고 있으며, 일본은 WAM 망을 구축하고 있음.

○ 더욱이 ICAO는 CNS/ATM의 현대화 작업의 일환으로 MLAT 시스템 도입을 적극 추천하고 있음.

○ 우리나라는 MLAT에 대한 검토가 늦었지만 도입하여 활용하는 것이 세계적 추세에 부응하고, 항공 선도국가로서의 항공 안전성 확보 측면에서의 ICAO 평가에

대비하는 한 가지 방법임.

○ 또한 우리나라는 우리가 갖고 있는 IT 분야, 반도체 분야 및 휴대폰 기술의 강점을 활용한다면 국산화는 어렵지 않은 과제임.

○ 또한 항공선진국과의 협력사업과 동남아, 아프리카 국가들에 대한 교류협력과 교육사업, 항행안전시설의 해외 판매 경험, 중동 및 남미국가들과의 우호적인 관계를 바탕으로 적극적인 마케팅을 펼친다면 해외 진출도 가능할 것이며,

○ 해외 공항사업 진출시 국산화된 항행안전시설을 다수 갖추게 됨으로써 경쟁력을 확보할 수 있음.

○ 우리나라가 갖고 있는 항공산업 선도 국가의 이미지와 항공 장비 산업의 발전과 국제 경쟁력을 확보하는데 도움이 될 것임.

○ 이외에도 현재 우리나라의 저고도 항공기의 항공안전성은 민간뿐만 아니라 군에서도 어떠한 확보 수단이 없는 실정이나, MLAT 망을 구축함으로서 확보할 수 있는 항공통제와 항공안전성을 확보할 수 있음.

○ 이는 세계적으로 점차 저고도 항공기가 증가 추세에 있는 민간뿐만 아니라 저고도 항공기 보유가 많고, 위험한 훈련이 많은 군에서 조차도 금액으로 환산하기 어려울 만큼의 지대한 편익이 될 수 있을 것임.

○ 항공안전시설에 대한 원천 기술을 확보하여 외국제품에 의존하지 않음으로써 국가안보의 독립성을 확보할 수 있음.

○ 이를통한 항공선진국의 본격적인 MLAT 개발과 글로벌공항의 선진화 추세, ICAO의 안전성에 대한 권고, 국내의 IT기반 축적기술 등을 고려하면 자체개발에 따른 경제적 효과는 충분한 것으로 판단됨.

○ 경제적 효과를 해외시장진출의 대상인 동남아 및 아프리카, 중동, 남미지역 국가들의 시스템 운영사업 등으로 확대할 경우, 공항운영을 통해 획득된 경험의 구현을 통해 잠재적 시장 규모를 확대할 수 있을 것임.

○ MLAT 개발은 국내의 IT기반 축적기술과 반도체 및 휴대폰 기술을 바탕으로 이루어짐으로 국내의 일자리 창출과 항공관련 산업의 육성에 이바지 할 수 있으며, MLAT를 효과적으로 운영하기 위한 종합통제본부등 항공관련 조직 체계화・활성화 효과가 발생함.

○ MLAT 개발을 통한 항행안전시설의 국산화와 원천기술 확보는 공항수출을 위한 경쟁력 확보에 기여하는 효과가 있음

○ MLAT 구축은 군을 포함한 민의 저고도 항공기의 취약한 항공안전성을 확보하는 방법이며, 또한 경제적 효과를 넘어 국가의 항공안전성을 확보하는 방안인 동시

에, 항공선진국을 지향하는 우리나라의 항공체계 전반을 개선하는 효과가 있음.

○ MLAT 개발을 통한 항행안전시설의 원천기술 확보는 해외기술에 대한 기술적 종속관계를 벗어날 수 있게 할 수 있을 뿐만 아니라, 남북대치 상황속에서의 북한의 위협에 대응할 수 있는 방법이기도 함.

5장. 실용화 및 사업화 방안 수립

1절. 실용화 및 사업화 방안

1. 제품화 단계

○ 본 연구개발은 다변측정감시시스템(MLAT/WAM)를 제품화 단계까지 도달하는 것을 목표로 하고 있으며 이를 위한 세부추진단계는 다음과 같다.

- 1 단계 : MLAT/WAM 요소기술개발
- 2 단계 : MLAT/WAM 시스템 설계 및 개발
- 3 단계 : 시스템 통합 및 성능 검증
- 4 단계 : 시험 운영
- 5 단계 : 제품화

○ 1 단계 : MLAT/WAM 요소기술개발

- 단위 장치별 기반 요소 기술 개발 및 기술 특허 취득
- MLAT/WAM 체계 종합 요소기술 개발
- 송/수신기 요소기술 개발
- 시스템 통제/감시 요소 기술 개발

○ 2 단계 : MLAT/WAM 시스템 설계 및 개발

- 단위 장치별 설계 및 개발
- MLAT/WAM 체계 종합 기술 개발
- MLAT/WAM 중앙처리 장치 설계 및 개발
- MLAT/WAM 송/수신기 설계 및 개발
- 외부 연동 장치 설계 및 개발
- 시스템 통제/감시 장치 설계 및 개발
- 설치/운용 및 적합성 검증 기술 개발
- MLAT/WAM 시스템 개발은 국제기술기준(EUROCAE ED117, ICAO Annex 10 Volume Ⅳ)을 준수하여 개발 필요

○ 3 단계 : MLAT 시스템 통합 및 성능 검증

- 공항 감시 MLAT 시스템 통합개발
- 광역다변측정감시시스템(WAM) 통합개발
- TestBed 구축
- 설치/운용 및 성능적합성 검증

- 외부연동 및 정보 활용 검증
- 성능 점검은 국제기술기준의 운용 시험절차를 준수하여 수행

○ 4 단계 : MLAT/WAM 연구개발 시제품 실용화

- MLAT/WAM 시스템 시범 운영
- 문제점 보완
- 시스템 운용 승인 절차

○ 5 단계 : 제품화

- 산·학·관이 연계한 컨소시엄 구성하여 시스템 개발 및 제품화
- 시제품 모듈화 및 제품 브랜드화
- 국내·외 관련 인증 취득
- 제품 생산, 유통, 판매, A/S 체계 구축

2. 상업화 단계

○ 타사 제품과 차별된 성능 및 가격 경제성 확보 필요

- 우리나라의 IT 분야 강점을 활용한 차별화 분야 발굴 및 기술 개발
- 타사 제품 내 Hardware적 기능을 Software화하여 제품의 소형화, 저전력화, 운영 및 구축의 편리성 등을 제공하고 가격 경제성 확보
- 손쉬운 장치 탈착·설치·장착 및 단순하고 다기능적인 UI(User Interface)을 통한 운영 및 유지관리 편리성 제공
- 설치 지역 환경을 고려한 제품 생산 체계 구축

  (예 : 해당 지역의 환경을 고려하여 적합한 장치, 부품, 함체 등 선정)
- 다양한 기능의 추가/삭제가 용이하도록 하여 가격의 유연성 확보

○ 국내·외 제조사와 전략적 제휴를 통한 상품화 및 판매

- 현재 공항감시시스템의 판매방식은 통합 패키지(예 : SMR + Display System + MLAT) 방식이여 수요자 역시 통합 패키지를 요구함
- 따라서 기존 국내·외 공항감시시스템 제조사와 전략적 연계를 통한 상품화 필요
- 지상감시 MLAT 경우 SMR 및 지상감시 통합서버와 연계하여 사업화
  - 지상감시 통합서버 : 항공관제용통합정보처리시스템 연구개발 제품 활용 가능
  - 다변측정감시스템 : 본 과제 연구개발품 활용
  - SMR 레이더 : 외국제조사 제품 활용
  - 인하대에서 개발중인 국산화 항공관제용통합정보처리시스템과 MLAT 시스템을 연계하면 구성품의 주요부분을 국산화 할 수 있고, 여기에 단순한 센

서인 SMR은 해외제조사와 연계하여 사업화시 국내·외 입찰에서 경쟁성 확보

○ 광역감시 MLAT(WAM) 경우 1차 공항감시레이더(ASR) 및 ARTS(Automatic Radar Terminal System)과 연계한 사업화

- 구성 시스템
  - ARTS 통합서버 : 항공관제용통합정보처리시스템 연구개발 제품 활용 가능
  - 다변측정감시스템 : 본 과제 연구개발품 활용
  - 공항감시레이더(ASR) : 외국제조사 제품 활용
- 인하대에서 개발중인 국산화 항공관제용 통합정보처리시스템과 개발예정인 MLAT 시스템을 연계하면 구성품의 주요부분을 국산화 할수 있고, 여기에 단순한 센서인 공항감시레이더(ASR)은 해외 제조사와 연계하여 사업화시 국내·외 입찰에서 경쟁성 확보

○ 국제회의를 통해 개발 시스템 전시 및 홍보

○ 주도적 국제회의 참여 및 개최, 지속적 기반 기술 개발 등으로 기술 선진국 위상 확보

○ 국내 공항 및 개발도상국을 대상으로 우선 판매 전략 수립

- 국내 공항 및 개발도상국을 우선으로 판매하여 제품 판매 실적과 경험 확보하고 제품 생산, 유통, 판매상의 문제점을 발굴 및 개선
- 다양한 공항 환경에서 운영함으로써 발생되는 문제점을 개선함으로 제품의 완전성 확보
- 국내공항/항공로 환경 및 분석을 통한 단계적 도입 방안

표 5.1.1 국내공항 및 항공로용 차세대 감시시스템 구축 추진 일정

		'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20
항공로용									
공항용	김포공항 (MLAT)								
	인천공항 (MLAT)								
	제주공항 (SSR 대체용 MLAT)								
	기타공항 (ADS-B/MLAT)								

- 지상감시용 시스템(ASDE) 경우 '14년 김포공항 / '15년 인천공항에 ASDE 보완시스템으로써 MLAT이 구축될 예정이며 김해공항('18년), 제주공항('18년)은 ASDE의 현대화를 계획 중임.

  ⇒ 지상감시용 MLAT 개발은 2013~2016년(4차년)으로 계획되어 있어 제주공항과 김해공항의 ASDE 현대화시 개발된 MLAT 설치 가능

- 항로용 WAM은 레이더장애시 예비시스템 및 저고도 항공기의 미탐지 구역 해소를 위해 2016~2020년 까지 설치 계획 중임.

  ⇒ WAM 개발은 2017년~2018년(2차년)으로 계획되어 있어 개발된 WAM 설치 가능

– 해외 공항 MLAT 판매전략



그림 5.1.1 제작업체별 MLAT 시스템 구축 현황

- 그림 5.1.1와 같이 소수의 MLAT 제작업체가 해외 선진국(북미, 유럽, 호주, 아시아 일부) 주요 공항내 MLAT 구축을 대부분 차지하고 있어 후발 MLAT 업체의 동 지역 내 MLAT 판매가 현실적으로 어려움이 많음.
- 이에 반해 남미, 아프리카, 중동, 동남아시아 등 개발도상국들은 공항 인프라에 적극적인 투자가 어려워 아직 MLAT 구축 실적이 저조하나 향후 동 국가 풍부한 자원개발과 관광유치 등을 위한 공항인프라 투자 확대로 인해 거대한 항행 인프라 시장이 형성될 것으로 예상됨.
- 따라서 기존 MLAT 제작업체와 차별적인 판매 전략으로 동 국가를 대상으로 해외 시장을 점차 확대하는 전략 수립이 필요함.

  ⇒ 동 국가의 공항 운영자 대상으로 무상교육실시하고 MLAT 시제품을 통한 교육으로 제품 우수성 홍보 및 판매처 확대

  ⇒ 공항 환경 및 요구조건의 면밀한 분석을 통해 필수 기능만 제공함으로

써 최적의 가격 제시

⇒ 동 국가의 취약한 운영 기술력을 고려한 운영 친화적인 GUI 환경 및 소프트웨어/하드웨어 환경 제공

3. MLAT 연구개발 시제품 성능 적합성 검증 및 운영 인증

○ MLAT 시스템 연구개발과 병행하여 다각적인 설치·운영 및 성능적합성 검증 기술을 개발 필요

- 전파전파 분석 / 지형지물 간섭 영향에 따른 성능 분석 기술
- MLAT 전파 송수신기 구성품 및 지형지물 영향 분석 툴
- MLAT 구축 환경 요구사항 도출 및 설치·운용 기술
- MLAT 안전성 평가 및 운용승인 절차
- MLAT 구축 후 초기 운용/성능 적합성 검증 기술 개발 및 주기 검사 방안

○ TestBed를 통한 성능 적합성 테스트

- 가능한 MLAT이 기 설치되어 운영 중인 국내공항을 선정하여 Testbed 구축 필요
- MLAT 설치·운영 중인 국내공항 선정이 어려울 경우 지상레이더시스템(ASDE)와 이차감시레이더(SSR)를 설치 운영 중인 국내공항을 Testbed로 선정 필요
- 기존 MLAT 또는 레이더시스템과 성능비교를 통해 MLAT 시제품의 성능적합성을 테스트하여 문제점 발굴 및 보완을 통해 시제품을 실용화
- 공항감시 MLAT을 설치한 공항은 CAT III(시정 100m)로 운영한 공항에 주로 설치운영 중임을 고려하여 Testbed 공항을 선정필요
- MLAT은 Multipath를 제거하는 기술이 중요하므로 건물구조가 Multipath가 많이 발생될 것으로 예상되는 기하학적 구조를 갖는 공항에 Testbed를 구축 필요
- 특히 레이더시설로 감시가 취약한 계절을 테스트 기간(예 : 여름 장마철 또는 겨울 폭설 시즌)에 포함시켜 성능 적합성 테스트를 실시

○ 비행점검센터 비행점검기를 이용한 성능 적합성 테스트

- 성능점검 및 인증 관련 적합성테스트는 운용승인기준 절차에 따라 수행하여야 하며, 충돌경보기능 • 위치정확성 • PRM • 저고도감시 기능 등을 측정하기 위해서는 공인된 기관의 신뢰성이 필요함
- 따라서 항공안전본부 비행점검소에 협조 요청을 통해 비행점검기를 통한 다양한 성능 적합성 테스트를 수행해야 함.

○ 운용승인절차 개발

- MLAT 시스템에 대한 기술기준에 대해 다양한 국제표준(예 : ICAO Annex 10 Vol. Ⅳ. FAA RTCA/DO-260A, EUROCAE ED-117/ED-142)가 있으며 MLAT를 구축·운영 중인 국가에서는 자체 운용승인절차에 따라 MLAT 시스템을 운용승인하고 있음.

- MLAT 구축이 김포공항, 제주공항(이상 '14년), 인천공항('15년)에 계획되어 있으며 현재 기본/실시설계 진행 중이므로 이에 대비하여 항공안전본부 주관으로 MLAT 시스템 기술 기준 보완, 성능 검사 및 운용 승인 절차 개발이 필요함.
- MLAT 시스템 개발 본 과제 수행 시 항공안전본부와 기술개발 수행기관이 공통으로 기술 기준 보완, 성능검사/운용 승인 절차 개발 수행이 합리적임.

4. 활용 분야

○ 다변측정 감시시스템 활용분야는 크게 공항지상감시 (Airport Surface Surveillacne)와 공항외의 항로(Wide Area Multilateration) 또는 접근감시 (Terminal Area Surveillance)로 크게 분류 할 수 있음.

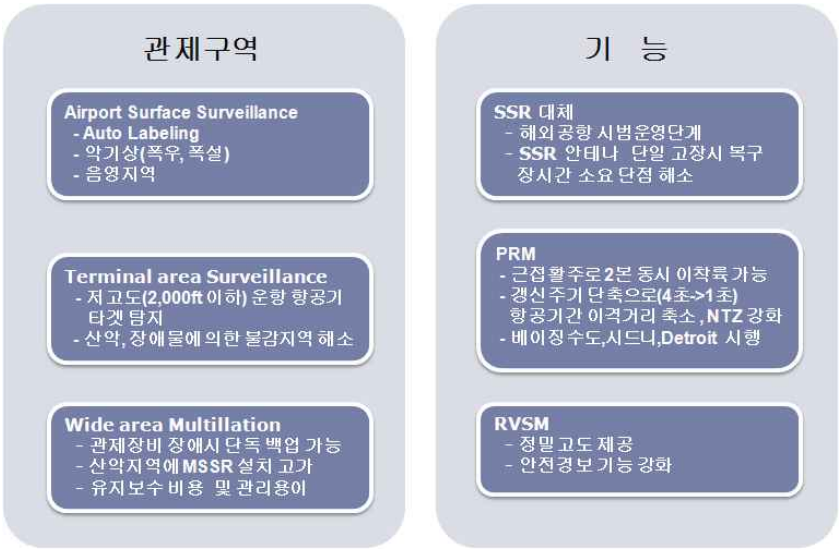


그림 5.1.2 MLAT의 활용분야 분류

○ 공항지상감시 (Airport Surface Surveillance)

- ASMGCS는 감시, 제어, 경로, 안내의 4가지 주요 기능은 통하여 항공기와 차량의 지상이동을 안전하게 관제하도록 지원하는 시설로써 공항의 레이아웃, 교통밀도 및 시정상황에 따라 Level1부터 Level5까지 있음.
- 현재 지상감시 기능은 대부분 지상감시레이더(SMR)를 통해서 이루어지고 있으나 음영구역, 강우, 강설, 반사파, Label Drop 등의 성능저하로 인해 기술적 한계점을 드러내고 있음.

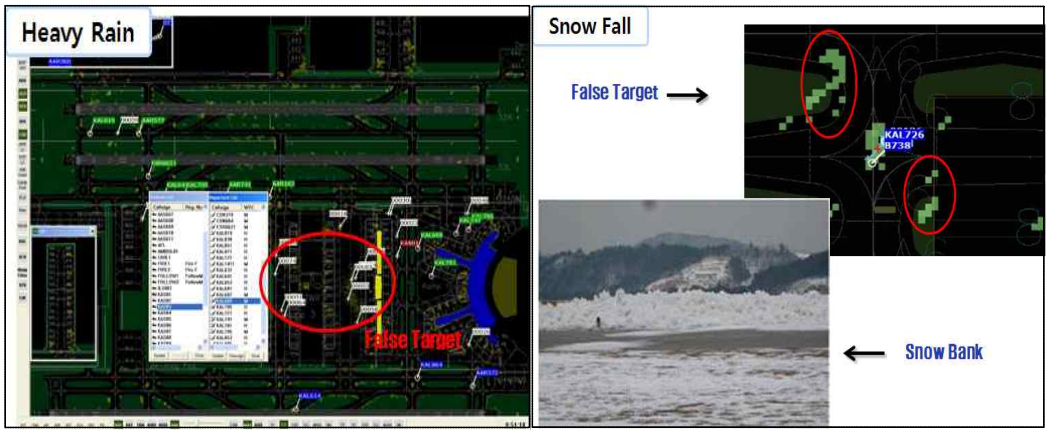


그림 5.1.3 강우 및 강설에 의한 Flase Target 발생 사례

– 이러한 SMR 기술적 한계를 극복하기 위하여 SMR과 LAM을 융합 설치함으로써 레이더 음영구역을 해결할 수 있고, 폭우 및 폭설과 같은 기상의 영향을 받지 않으며, 정확성도 24m에서 5m로 크게 향상됨.

○ 레이더 운용공역의 항로 및 접근 감시

– 현재 항로 및 접근 감시는 일차/이차 감시레이더에 의존하고 있으나 위치 오차, 데이터 갱신 시간(4초이상), 산악/장애물에 의한 레이더 감시 사각지대 발생 등 레이더 성능 한계로 인해 안전 확보 및 교통량 수용에 한계 발생

– 다변측정감시시스템(MLAT)은 기존 레이더에 비해 설치 및 운용비용 이 상대적으로 저렴하고(Life Cycle Cost : SSR 대비 35%이하), 짧은 데이터 갱신 주기(1초)와 높은 정밀도로 인해 항공기 항로 및 접근 감시에 안정성 및 교통량 수용성 향상을 지원함.

○ 수직분리간격축소(RVSM) 운용을 위한 정밀 고도 감시

– 항공기 항로 감시에서 기존 레이더 방식은 항적 및 충돌경보가 4초이상 마다 업데이트 되어 신속한 위치추적 및 충돌경보기능 제공이 어렵지만, 다변측정감시시스템은 높은 정밀도와 항적 및 충돌경보 1초의 업데이트를 제공하여 RVSM에 활용 가능함.

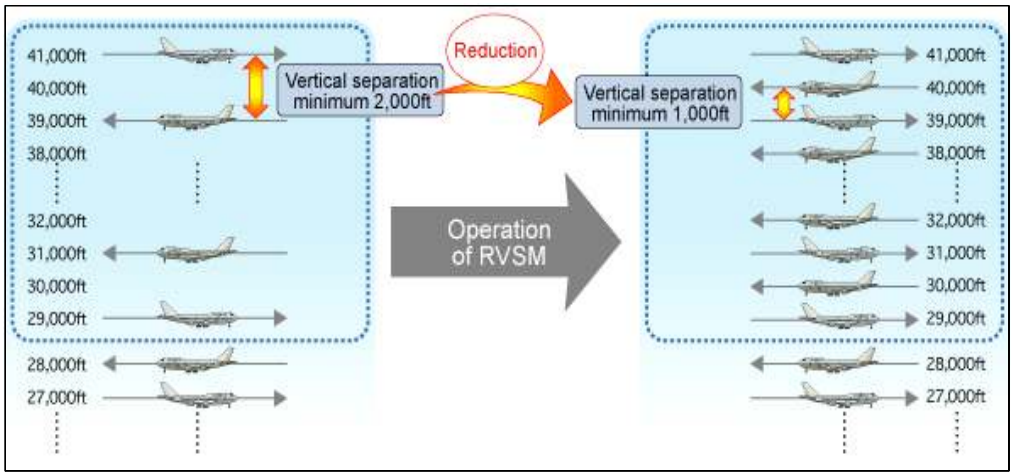
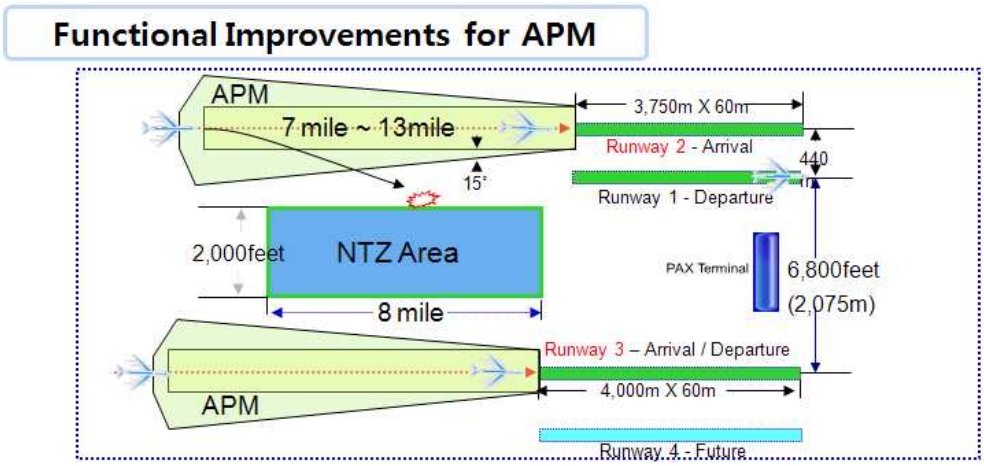


그림 5.1.4 RVSM(Reduced Vertical Seperation Minimum)

○ 수평평행활주로 동시이착륙을 위한 정밀 활주로 감시(PRM)

- 기존 레이더는 4초 이상 데이터 갱신주기로 인해 정밀 활주로 감시(PRM)가 어려움
- MLAT는 1초 데이터 갱신주기 제공으로 항공기 수평평행활주로 동시 이착륙시(ICAO DOC 9643 : Manual on Simultaneous Operations on Parallel or Near Parallel Instrument Runways) 보다 정밀한 NTZ 및 APM 기능 활용으로 신뢰성 있는 향상된 정밀 활주로 감시(PRM)를 제공



	SSR RADAR	ADS-B	MLAT
NTZ	Update Rate : 5 sec	1 sec	1 sec
APM	Update Rate : 5 sec	Not Used	1 sec

※ NTZ : No Transgression Zone
APM : Approach Path Monitoring

그림 5.1.5 침범불가구역(NTZ) 및 접근경로모니터링(APM) 개념도

2절. 관제시스템과 연동 방안

1. 인터페이스 규격

○ MLAT는 관제시스템(ARTS)과 연동을 위해 다음과 같이 ICAO Standard Format 사용함.



그림 5.2.1 ICAO Standard Format

○ MLAT Plot & Track 정보 : ASTREX Cat. 20

– MLAT 시스템은 관제시스템(ARTS)에 ICAO ASTREX Cat.20 Format를 사용하여 Plot & Track 정보를 전송하며 ICAO ASTREX Cat.20 Message Layout는 다음과 같음.

Data Item Ref. No	Description	Resolution
I020/010	Data Source Identifier	N.A.
I020/020	Target Report Descriptor	N.A.
I020/030	Warning/Error Conditions	N.A.
I020/041	Position in WGS84 Coordinates	180/225°
I020/042	Position in Cartesian Coordinates	0.5 m
I020/050	Mode2 Code in Octal Representation	N.A.
I020/055	Mode1 Code in Octal Representation	N.A.
I020/070	Mode3/A Code in Octal Representation	N.A.
I020/090	Flight Level in Binary Representation	¼ FL
I020/100	ModeC Code	1 FL
I020/105	Geometric Height (WGS84)	6.25 ft
I020/110	Measured Height (Local Coordinates)	6.25 ft
I020/140	Time of Day	1/128 s
I020/161	Track Number	N.A.
I020/170	Track Status	N.A.
I020/202	Calculated Track Velocity in Cartesian Coord.	0.25 m/s
I020/210	Calculated Acceleration	0.25 m/s2
I020/220	Target Address	N.A.
I020/230	Comms/ACAS Capability and Flight Status	N.A.
I020/245	Target Identification	N.A.
I020/250	Mode S MB Data	N.A.
I020/260	ACAS Resolution Advisory Report	N.A.
I020/300	Vehicle Fleet Identification	N.A.
I020/310	Preprogrammed Message	N.A.
I020/400	Contributing Receivers	N.A.
I020/500	Position Accuracy	0.25 / 0.5 m

- ASTREX Cat.20 Message Layout에서와 같이 항공기 식별코드, 위치, 고도 정보를 다음 형식으로 전송
  - 항공기 식별 코드 : Mode 1, 2, 3/A
  - 항공기 위치 : Cartesian 좌표(X,Y좌표), WGS84 좌표
    ※ 기존 Radar 위치 : 극좌표 또는 Cartesian 좌표
  - 항공기 고도 : Mode C, Geometric Height(WGS84), Measured Height (Local Coordinates)
  - 항공기 속도 : Cartesian 형식의 계산된 속도
    ※ 기존 Radar 속도 : 극좌표 형식의 계산된 속도
- Mode S MB Data를 사용하여 Down Linked Aircraft Parameter(DAPs)를 전송.

○ MLAT Status 정보 : ASTREX Cat. 19

- MLAT 시스템은 ASTREX Cat.19를 사용하여 관제시스템(ARTS)에 System Status 정보를 전송하며 ICAO ASTREX Cat.19 Message Layout는 다음과 같음.

Data Item Ref. No	Description	Resolution
I019/000	Message Type	N.A.
I019/010	Data Source Identifier	N.A.
I019/140	Time of Day	1/128 s
I019/550	System Status	N.A.
I019/551	Tracking Processor Detailed Status	N.A.
I019/552	Remote Sensor Detailed Status	N.A.
I019/553	Reference Transponder Detailed Status	N.A.
I019/600	Position of the MLT System Reference Point	$180/2^{30}$°
I019/610	Height of the MLT System Reference Point	0.25 m
I019/620	WGS84 Undulation	1m

- 위 ASTREX Cat.19 Message Layout에서 알 수 있듯이 System Status, Tracking Processor Status, Remote Sensor/Reference Transponder Status를 정보를 전송.

2. 기존 관제시스템(ARTS)과 연동방안

○ 국내에 기 설치/운영중인 관제시스템은 대부분 MLAT이 일반화되기 전에 설치되어 MLAT와 인터페이스를 고려하지 않았음. 따라서 기존 관제시스템과 연동 시 다음 사항을 고려해야 함

○ MLAT 전송데이터 Format인 ASTREX Cat.19/20을 수신할 수 있는 인터페이스 SubProcessor가 RDP(Radar Data Processor)내 없음으로 RDP에 인터페이스 SubProcessor 추가 설치 필요

○ 기존 관제시스템은 관제데이터 갱신주기가 5초 또는 12초로 고정되어 있어 1초단위의 갱신주기를 가진 MLAT 데이터를 기존 레이더 데이터와 함께 융합(Fusion)하기 위해 갱신 주기 변경 및 융합 알고리즘 변경 등 Fusion SubProcessor 업그레이드가 필요

○ 1초 단위의 MLAT 데이터를 이용해 보다 정밀하고 향상된 안전 기능 제공이 가능하며 이를 위해 안전 기능 SubProcessor 업그레이드도 필요

○ 수신된 ASTREX Cat.19내 정보를 이용 실시간 MLAT 시스템 상태를 현시하기 기존 모니터링/제어 프로그램 업그레이드 필요

○ CWP내 Target 현시 시 MLAT 표적임을 나타낼 필요가 있는 경우 아래 샘플(제작사 : ERA)와 같이 심볼 추가를 위해 관련 SubProcessor 업그레이드 필요

표 5.2.1 타겟 타입별 부호

Target Symbol	Target Type	비 고
+	PSR target only	
X	MSSR target only	
*	Combined PSR/MSSR target	
△	WAM target	추 가

○ Mode S MB Data 필드를 사용하여 전송된 Down Linked Aircraft Parameter(DAPs) 중 관제에 필요한 Parameter가 있는 경우 이를 관제기능에 반영하기 위해 관련 SubProcessor(RDP,FDP,CWP 등) 추가 및 업그레이드 필요

3. 신규 관제시스템과 연동방안

○ Multi-Sensor 융합시스템

- 최근 MLAT, ADSB 등 다양한 항공기 탐지 방식이 등장함에 따라 이를 수용하기 위해 관제시스템 내 Multi-Fusion/Tracking 방식이 기존 Multi-Radar Tracking System(MRT)에서 Multi-Sensor Fusion System(MSF)으로 변경됨.
- Multi-Sensor Fusion System(MSF)는 MLAT, ADSB 등 다양한 Sensor를 수용하기 위해 다양한 ICAO Standard 인터페이스와 가변적인 갱신주기를 지원함

○ MLAT/ADS-B Standard 내 다양한 정보를 이용하여 DAPs 등 향상된 관제 정보와 기능을 제공가능

- MRT와 MSF 비교

표 5.2.2 MRT와 MSF의 비교

구 분	MRT (Multi Radar Tracking)	MSF (Multi Sensor Fusion)
Sensor 수용	Radar	Radar, ADSB, Multilateration 등
데이터 갱신 주기	고 정 (5초 또는 12초)	가변적 (다양한 갱신 주기)
인터페이스 데이터 형식	Cat01/02 (레이더) Cat08 (기상) Cat34/48 (Mode S)	Cat01/02 (레이더) Cat08 (기상) Cat34/48 (Mode S) Cat19/20 (Multilateration) Cat23/21 (ADSB) 등
Fusion Subsystem	RDP (Radar Data Processor)	SDP (Surveillance Data Processor)

○ 관제시스템 신규 도입/개발시 고려사항

- 현재 진행 중인 항공교통관제시스템 R&D 및 향후 관제시스템 신규 도입 시 다양한 센서 데이터 수용을 위해 다음 항목에 대한 고려 필요
- Radar, ADSB, MLAT등 다양한 센서에 대한 인터페이스 제공
- 극좌표, X/Y 좌표, WGS84 좌표 등 다양한 좌표 수용
- 다양한 데이터 갱신 주기 수용 및 선택 기능 제공
- ADS-B, MLAT 데이터내 다양한 정보 수용 및 이를 이용한 향상된 관제 기능 (RVSM, RPM, 저고도 항공기 탐지 등) 제공
- 다양한 Sensor 모니터링&제어 기능 제공

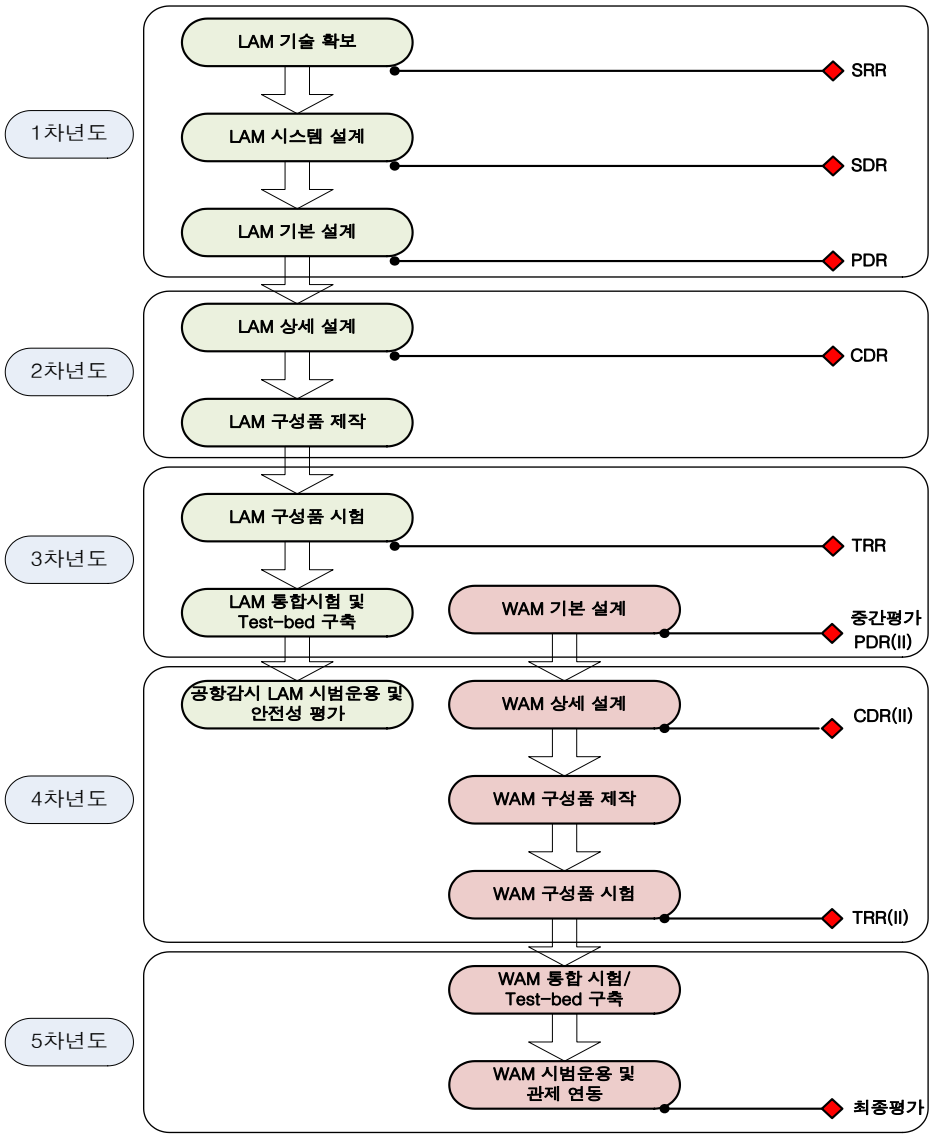
6장. 인력투입 계획 및 소요예산 산정

1절. 연구일정에 따른 인력투입계획

○ 다변측정감시시스템에 투입될 인력을 계획하기 위하여 위 장에서 분류한 6가지의 세부과제별로 분리

- 체계종합 기술개발
- 중앙처리장치 개발
- 수신기/송신기 개발
- 외부연동장치 개발
- 시스템 통제/감시 개발
- 설치 • 운용 및 성능적합성 검증 기술

○ 년차별 주요 업무를 구분하고 각각의 Milstone 을 아래와 같이 구분함



○ 각 세부과제별 WBS Level 4까지 주요업무와 Milestone을 기준으로 일정과 투입 인력을 산정

○ **인력투입공수(M/M)**

주요 기술	총 수행 기간 : 5년					합 계
	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	
체계종합 기술개발	45.5	35.0	39.1	112.1	66.0	297.7
중앙처리장치 개발	38.8	22.8	29.2	55.1	42.0	187.8
수신기/송신기 개발	65.9	37.4	44.8	78.0	45.9	271.9
외부연동장치 개발	22.2	11.9	23.5	29.8	14.5	102.0
시스템 통제/감시 개발	26.2	17.2	28.3	25.2	14.7	111.6
설치•운용 및 성능적합성 검증 기술	34.9	12.5	22.0	37.5	24.5	131.4
총 합	233.5	136.8	186.9	337.7	207.6	1,102.4

1. 인력투입공수 산출 근거 (주요 기술별)

가. 체계 종합 기술 개발

주요 업무별 주요 Activity		연도	① 인원수	② 참여개월수	③ 참여율	④ M/M 산출 (①x②x③)
1. 체계 종합 기술 개발	1.1 LAM 개념설계 및 계획 수립	1차년도	5.0	3.42	100%	17.1
	1.2 LAM 시스템 설계	1차년도	5.0	3.67	100%	18.4
	1.3 LAM 기본 설계	1차년도	4.0	2.50	100%	10.0
	1.4 LAM 상세 설계	2차년도	5.0	5.00	100%	20.0
	1.5 LAM 제작 및 구성품 시험	2차년도	3.0	5.00	100%	15.0
		3차년도	3.0	6.00	100%	18.0
	1.6 LAM 통합시험 및 Test-bed 구축	3차년도	2.0	4.55	100%	9.1
		4차년도	2.0	4.55	100%	9.1
	1.7 LAM 시범운용	4차년도	5.0	7.80	100%	39.0
	1.8 WAM 기본 설계	3차년도	4.0	3.00	100%	12.0
	1.9 WAM 상세 설계	4차년도	4.0	6.00	100%	24.0
	1.10 WAM 제작 및 구성품 시험	4차년도	5.0	8.00	100%	40.0
	1.11 WAM 통합시험 및 Test-bed 구축	5차년도	5.0	6.00	100%	30.0
	1.12 WAM 시범운용 및 관제연동	5차년도	3.0	12.00	100%	36.0
	합 계					297.7

나. 중앙처리장치 개발

주요 업무별 주요 Activity		연도	① 인원수	② 참여개월수	③ 참여율	④ M/M 산출 (①x②x③)
2. 중앙처리장치 개발	2.1 LAM 개념설계 및 계획 수립	1차년도	3.0	3.20	100%	9.6
	2.2 LAM 시스템 설계	1차년도	3.0	3.50	100%	10.5
	2.3 LAM 기본 설계	1차년도	4.0	4.67	100%	18.7
	2.4 LAM 상세 설계	2차년도	2.0	4.50	100%	9.0
	2.5 LAM 제작 및 구성품 시험	2차년도	2.0	6.88	100%	13.8
		3차년도	2.0	6.88	100%	13.8
	2.6 LAM 통합시험 및 Test-bed 구축 지원	3차년도	1.0	3.40	100%	3.4
		4차년도	1.0	3.40	100%	3.4
	2.7 LAM 시범운용 지원	4차년도	1.0	7.50	100%	7.5
	2.8 WAM 기본 설계	3차년도	2.0	6.00	100%	12.0
	2.9 WAM 상세 설계	4차년도	3.0	5.14	100%	15.4
	2.10 WAM 제작 및 구성품 시험	4차년도	4.0	7.20	100%	28.8
	2.11 WAM 통합시험 및 Test-bed 구축 지원	5차년도	4.0	5.50	100%	22.0
	2.12 WAM 시범운용 및 관제연동 지원	5차년도	2.0	10.00	100%	20.0
	합 계					187.8

다. 수신기/송신기 개발

주요 업무별 주요 Activity		연도	① 인원수	② 참여개월수	③ 참여율	④ M/M 산출 (①x②x③)
3. 송신기/수신기개발	3.1 LAM 개념설계 및 계획 수립	1차년도	4.0	3.29	100%	13.2
	3.2 LAM 시스템 설계	1차년도	4.0	3.80	100%	15.2
	3.3 LAM 기본 설계	1차년도	8.0	4.69	100%	37.5
	3.4 LAM 상세 설계	2차년도	4.0	4.40	100%	17.6
	3.5 LAM 제작 및 구성품 시험	2차년도	3.0	6.60	100%	19.8
		3차년도	3.0	6.60	100%	19.8
	3.6 LAM 통합시험 및 Test-bed 구축 지원	3차년도	1.5	4.64	100%	7.0
		4차년도	1.5	4.64	100%	7.0
	3.7 LAM 시범운용 지원	4차년도	1.0	6.86	100%	6.9
	3.8 WAM 기본 설계	3차년도	3.0	6.00	100%	18.0
	3.9 WAM 상세 설계	4차년도	4.0	5.63	100%	22.5
	3.10 WAM 제작 및 구성품 시험	4차년도	5.0	8.33	100%	41.7
	3.11 WAM 통합시험 및 Test-bed 구축 지원	5차년도	5.0	5.17	100%	25.9
	3.12 WAM 시범운용 및 관제연동 지원	5차년도	2.0	10.00	100%	20.0
	합 계					271.9

라. 외부연동장치 개발

주요 업무별 주요 Activity		연도	① 인원수	② 참여개월수	③ 참여율	④ M/M 산출 (①x②x③)
4. 외부연동장치 개발	4.1 LAM 개념설계 및 계획 수립	1차년도	1.0	3.43	100%	3.4
	4.2 LAM 시스템 설계	1차년도	2.0	3.40	100%	6.8
	4.3 LAM 기본 설계	1차년도	3.0	4.00	100%	12.0
	4.4 LAM 상세 설계	2차년도	1.0	5.14	100%	5.1
	4.5 LAM 제작 및 구성품 시험	2차년도	1.0	6.78	100%	6.8
		3차년도	1.0	6.78	100%	6.8
	4.6 LAM 통합시험 및 Test-bed 구축 지원	3차년도	1.0	4.71	100%	4.7
		4차년도	1.0	4.71	100%	4.7
	4.7 LAM 시범운용 지원	4차년도	1.0	7.50	100%	7.5
	4.8 WAM 기본 설계	3차년도	2.0	6.00	100%	12.0
	4.9 WAM 상세 설계	4차년도	2.0	4.80	100%	9.6
	4.10 WAM 제작 및 구성품 시험	4차년도	1.0	8.00	100%	8.0
	4.11 WAM 통합시험 및 Test-bed 구축 지원	5차년도	1.0	4.50	100%	4.5
	4.12 WAM 시범운용 및 관제연동 지원	5차년도	1.0	10.00	100%	10.0
	합 계					102.0

마. 시스템 통제/감시 개발

주요 업무별 주요 Activity		연도	① 인원수	② 참여개월수	③ 참여율	④ M/M 산출 (①x②x③)
5. 시스템통제/감시 개발	5.1 LAM 개념설계 및 계획 수립	1차년도	2.0	3.43	100%	6.9
	5.2 LAM 시스템 설계	1차년도	2.0	3.67	100%	7.3
	5.3 LAM 기본 설계	1차년도	3.0	4.00	100%	12.0
	5.4 LAM 상세 설계	2차년도	1.0	4.50	100%	4.5
	5.5 LAM 제작 및 구성품 시험	2차년도	2.0	6.33	100%	12.7
		3차년도	2.0	6.33	100%	12.7
	5.6 LAM 통합시험 및 Test-bed 구축 지원	3차년도	1.0	3.67	100%	3.7
		4차년도	1.0	3.67	100%	3.7
	5.7 LAM 시범운용 지원	4차년도	1.0	7.50	100%	7.5
	5.8 WAM 기본 설계	3차년도	2.0	6.00	100%	12.0
	5.9 WAM 상세 설계	4차년도	1.0	6.00	100%	6.0
	5.10 WAM 제작 및 구성품 시험	4차년도	1.0	8.00	100%	8.0
	5.11 WAM 통합시험 및 Test-bed 구축 지원	5차년도	1.0	4.70	100%	4.7
	5.12 WAM 시범운용 및 관제연동 지원	5차년도	1.0	10.00	100%	10.0
	합 계					111.6

바. 설치 • 운용 및 성능적합성 검증 기술

주요 업무별 주요 Activity		연도	① 인원수	② 참여개월수	③ 참여율	④ M/M 산출 (①x②x③)
6. 설치운용및성능적합성 기술개발	6.1 LAM 개념설계 및 계획 수립	1차년도	2.0	3.43	100%	6.9
	6.2 LAM 시스템 설계	1차년도	2.0	4.00	100%	8.0
	6.3 LAM 기본 설계	1차년도	4.0	5.00	100%	20.0
	6.4 LAM 상세 설계	2차년도	2.0	5.00	100%	10.0
	6.5 LAM 제작 및 구성품 시험	2차년도	0.5	5.00	100%	2.5
		3차년도	0.5	5.00	100%	2.5
	6.6 LAM 통합시험 및 Test-bed 구축 지원	3차년도	1.5	5.00	100%	7.5
		4차년도	1.5	6.67	100%	10.0
	6.7 LAM 시범운용 지원	4차년도	1.0	7.50	100%	7.5
	6.8 WAM 기본 설계	3차년도	2.0	6.00	100%	12.0
	6.9 WAM 상세 설계	4차년도	2.0	6.00	100%	12.0
	6.10 WAM 제작 및 구성품 시험	4차년도	1.0	8.00	100%	8.0
	6.11 WAM 통합시험 및 Test-bed 구축 지원	5차년도	1.0	4.50	100%	4.5
	6.12 WAM 시범운용 및 관제연동 지원	5차년도	2.0	10.00	100%	20.0
	합 계					131.4

2절. 소요예산 산정

○ 다변측정감시시스템의 예상되는 소요예산을 산정하기 위하여 6장 1절의 연구일정에 따른 인력투입계획과 같이 6가지의 세부과제별로 분리

- 체계종합 기술개발
- 중앙처리장치 개발
- 수신기/송신기 개발
- 외부연동장치 개발
- 시스템 통제/감시 개발
- 설치·운용 및 성능적합성 검증 기술

○ 소요예산은 크게 인건비와 직접비, 그리고 간접비로 구분하였음

○ 소요예산의 직접비는 주로 아래 항목으로 구분하여 적용하였음

- 연구시설 및 장비비
- 시작품 제작비
- 재료비
- 여비
- 수용비 및 수수료
- 기술정보 활동비
- 연구수당

○ 소요예산의 간접비는 아래와 같은 수식을 적용하였음

- (인건비 + 직접비) × 10%

○ 각 세부과제별 WBS Level 4까지 주요업무에 대해 세부적으로 산정하였음

1. 연구비 총괄표

가. 다변측정 감시시스템 개발 연구비 총괄표

단위:백만원

과 제 명		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합 계	구성비 (%)	비고
다변측정 감시시스템 개발		2,779	4,103	5,458	5,530	4,969	22,839	100%	
주요기술	체계종합 기술개발	676	808	1,467	1,927	2,206	7,084	31%	
	중앙처리장치 개발	527	813	669	947	579	3,535	15%	
	송수신기 개발	720	1,335	2,247	1,241	1,381	6,925	30%	
	외부연동장치 개발	220	275	411	419	238	1,562	7%	
	시스템 통제감시 개발	261	429	353	428	242	1,714	8%	
	설치운용 및 성능적합성 검증기술 개발	376	442	310	568	323	2,019	9%	

정부(75%): 17,129 백만원
민간(25%): 5,710 백만원

나. 연구비 상세 총괄표

[단위 : 원]

비	목		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		1,445,212,800	846,694,080	1,156,913,280	2,091,007,440	1,285,149,600	6,824,977,200	30%	
2) 직접비	연구 장비 재료비	연구기자재및시설비	584,000,000	165,000,000	217,000,000	122,000,000	17,500,000	1,105,500,000	5%	
		시작품 제작비	175,000,000	2,464,000,000	3,285,000,000	2,415,000,000	2,900,000,000	11,239,000,000	49%	
		재료비	37,161,000	38,000,000	40,700,000	46,000,000	46,200,000	208,061,000	1%	
	연구 활동비	여비	46,246,810	38,101,233	48,590,357	48,093,172	44,980,236	226,011,808	1%	
		수용비및수수료	47,692,022	46,568,175	48,590,357	48,093,172	47,550,535	238,494,261	1%	
		기술정보활동비	46,246,810	46,568,175	49,747,271	48,093,172	47,550,535	238,205,963	1%	
	연구수당		144,521,280	84,669,408	115,691,328	209,100,744	128,514,960	682,497,720	3%	
	직접비 합계		1,080,867,922	2,882,906,991	3,805,319,313	2,936,380,260	3,232,296,266	13,937,770,752	61%	
3) 간접비			252,608,072	372,960,107	496,223,259	502,738,770	451,744,587	2,076,274,795	9%	
4)	합 계		2,778,688,794	4,102,561,178	5,458,455,852	5,530,126,470	4,969,190,453	**22,839,022,747**	100%	1)+2)+3)

정부(75%): 17,129,287,060원

민간(25%): 5,709,755,687원

다. LAM/WAM 연차별 연구비

단위(백만원)

구 분	LAM 개발		WAM 개발		합 계
	예산	%	예산	%	
1차년도	2,678	96	101	4	2,779
2차년도	3,955	96	148	4	4,103
3차년도	4,839	89	619	11	5,458
4차년도	769	14	4,761	86	5,530
5차년도	308	6	4,661	94	4,969
총 합	12,549	55	10,290	45	22,839

2. 주요 기술별 소요 예산

○ 주요 기술별 총괄 예산표 (정부/민간 구분)

주요기술	구분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
1.체계종합기술개발	합계	675,661,141	808,481,960	1,467,472,087	1,926,573,024	2,205,812,893	7,084,001,105
	정부	506,745,856	606,361,470	1,100,604,065	1,444,929,768	1,654,359,670	5,313,000,829
	민간	168,915,285	202,120,490	366,868,022	481,643,256	551,453,223	1,771,000,276
2.중앙처리장치 개발	합계	526,713,587	812,753,755	669,400,104	947,081,579	579,059,114	3,535,008,139
	정부	395,035,190	609,565,316	502,050,078	710,311,184	434,294,336	2,651,256,104
	민간	131,678,397	203,188,439	167,350,026	236,770,395	144,764,778	883,752,035
3.송/수신기 개발	합계	719,940,063	1,334,997,294	2,247,374,647	1,241,379,216	1,381,312,865	6,925,004,085
	정부	539,955,047	1,001,247,971	1,685,530,985	931,034,412	1,035,984,649	5,193,753,064
	민간	179,985,016	333,749,323	561,843,662	310,344,804	345,328,216	1,731,251,021
4.외부연동장치개발	합계	219,534,532	274,592,827	410,813,972	418,855,949	238,203,742	1,562,001,022
	정부	164,650,899	205,944,620	308,110,479	314,141,962	178,652,807	1,171,500,767
	민간	54,883,633	68,648,207	102,703,493	104,713,987	59,550,935	390,500,255
5.시스템통제감시개발	합계	261,095,768	429,384,641	353,363,509	428,110,911	242,050,690	1,714,005,519
	정부	195,821,826	322,038,481	265,022,632	321,083,183	181,538,018	1,285,504,139
	민간	65,273,942	107,346,160	88,340,877	107,027,728	60,512,672	428,501,380
6.설치운용 및 성능 적합성 검증기술	합계	375,743,704	442,350,700	310,031,533	568,125,791	322,751,150	2,019,002,878
	정부	281,807,778	331,763,025	232,523,650	426,094,343	242,063,363	1,514,252,159
	민간	93,935,926	110,587,675	77,507,883	142,031,448	80,687,787	504,750,719
총 합	합계	2,778,688,795	4,102,561,177	5,458,455,852	5,530,126,470	4,969,190,454	22,839,022,748
	정부	2,084,016,596	3,076,920,883	4,093,841,889	4,147,594,853	3,726,892,841	17,129,267,061
	민간	694,672,199	1,025,640,294	1,364,613,963	1,382,531,617	1,242,297,613	5,709,755,687

가. 체계 종합 기술 개발

(1) 총괄표

비 목			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		281,426,400	216,720,000	242,107,200	694,123,200	408,672,000	1,843,048,800	26%	
2) 직접비	연구 장비 재료비	연구기자재및시설비	145,000,000	5,000,000	208,000,000	11,000,000	2,000,000	371,000,000	5%	
		시작품 제작비	125,000,000	450,000,000	820,000,000	920,000,000	1,500,000,000	3,815,000,000	54%	
		재료비	7,370,000	8,000,000	9,000,000	9,000,000	9,200,000	42,570,000	1%	
	연구 활동비	여비	9,005,645	9,752,400	10,168,502	15,964,834	14,303,520	59,194,901	1%	
		수용비및수수료	9,287,071	11,919,600	10,168,502	15,964,834	15,120,864	62,460,871	1%	
		기술정보활동비	9,005,645	11,919,600	10,410,610	15,964,834	15,120,864	62,421,553	1%	
	연구수당		28,142,640	21,672,000	24,210,720	69,412,320	40,867,200	184,304,880	3%	
	직접비 합계		332,811,001	518,263,600	1,091,958,334	1,057,306,822	1,596,612,448	4,596,952,205	65%	
3) 간접비			61,423,740	73,498,360	133,406,553	175,143,002	200,528,445	644,000,100	9%	
4)	합 계		675,661,141	808,481,960	1,467,472,087	1,926,573,024	2,205,812,893	**7,084,001,105**	100%	1)+2)+3)

(2) 세부내역 산출근거

○ 인건비

주요 업무별 주요 Activity		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
1. 체계 종합 기술 개발	1.1 LAM 개념설계 및 계획 수립	105,883,200					105,883,200
	1.2 LAM 시스템 설계	113,623,200					113,623,200
	1.3 LAM 기본 설계	61,920,000					61,920,000
	1.4 LAM 상세 설계		123,840,000				123,840,000
	1.5 LAM 제작 및 구성품 시험		92,880,000	111,456,000			204,336,000
	1.6 LAM 통합시험 및 Test-bed 구축			56,347,200	56,347,200		112,694,400
	1.7 LAM 시범운용				241,488,000		241,488,000
	1.8 WAM 기본 설계			74,304,000			74,304,000
	1.9 WAM 상세 설계				148,608,000		148,608,000
	1.10 WAM 제작 및 구성품 시험				247,680,000		247,680,000
	1.11 WAM 통합시험 및 Test-bed 구축					185,760,000	185,760,000
	1.12 WAM 시범운용 및 관제연동					222,912,000	222,912,000
	업무별 합계	281,426,400	216,720,000	242,107,200	694,123,200	408,672,000	1,843,048,800

※ 인건비 = 인력투입계획에서 계산된 인력투입공수 * 6,192,000원

○ 연구시설 및 장비비

ㅇ 연구시설 및 장비비 산출표 (A)

구 분	3천만원 이상	3천만원 미만	합계(원)	비 고
1차년도	119,000,000	26,000,000	145,000,000	3천만원 이상 : (B) 작성 3천만원 미만 : (C) 작성
2차년도	-	5,000,000	5,000,000	
3차년도	180,000,000	28,000,000	208,000,000	
4차년도	-	11,000,000	11,000,000	
5차년도	-	2,000,000	2,000,000	
합계	299,000,000	72,000,000	371,000,000	

ㅇ 연구시설 및 장비비 산출내역 (B) - 3천만원 이상 장비

주요 Activity	연차	장비명	용도	비용(원)	합계
1.1 LAM 개념설계 및 계획 수립	1차년도	요구도 관리 S/W	연구개발 요구도 관리	24,000,000	49,000,000
		아키텍쳐 개발 S/W	시스템 아키텍쳐 설계용	25,000,000	
1.3 LAM 기본 설계	1차년도	Matlab	Mlat 성능 분석 및 예측	40,000,000	40,000,000
1.4 LAM 상세 설계	1차년도	3차원 형상 관리 툴	시스템 형상 관리용	30,000,000	30,000,000
1.7 LAM 시범운용	3차년도	모스키토	차량시험용 트랜스폰더	50,000,000	160,000,000
		DGPS 기준국	위치 Reference 용	30,000,000	
		탑재 DGPS 수신기	위치 Reference 용	80,000,000	
1.8 WAM 기본 설계	3차년도	Matlab	Mlat 성능 분석 및 예측	20,000,000	20,000,000

ㅇ 연구시설 및 장비비 산출내역 (C) - 3천만원 미만 장비

연차	주요내역	금액	합계
1차년도	- 요구도 관리 S/W 원격 처리 장치	8,000,000	26,000,000
	- 개발 자료 관리 서버	10,000,000	
	- 문서관리 S/W (Acrobat)	3,000,000	
	- 그래픽 편집용 S/W (Photoshop)	5,000,000	
2차년도	- AutoCAD	5,000,000	5,000,000
3차년도	- 시스템 성능 시험용 계측기	18,000,000	28,000,000
	- 시험 데이터 저장 장치	10,000,000	
4차년도	- 현시용 모니터 (50인치+Sunreadable)	10,000,000	11,000,000
	- 문서관리 S/W (Acrobat)	1,000,000	
5차년도	- 시스템 성능 시험용 계측기 업데이트	1,000,000	2,000,000
	- 시험 데이터 저장 장치 업데이트	1,000,000	

○ 시제품제작비

ㅇ 시작품 제작비 산출표 (A)

구 분	1천만원 이상	1천만원 미만	합계(원)	비 고
1차년도	125,000,000	-	125,000,000	1천만원 이상 : (B) 작성 1천만원 미만 : (C) 작성
2차년도	450,000,000	-	450,000,000	
3차년도	820,000,000	-	820,000,000	
4차년도	920,000,000	-	920,000,000	
5차년도	1,500,000,000	-	1,500,000,000	
합계	3,815,000,000	-	3,815,000,000	

ㅇ 시작품 제작비 산출내역 (B) - 1천만원 이상 시작품 제작

주요 Activity	연차	시작품명	주요기능	비용(원)	합계
1.1 LAM 개념설계 및 계획 수립	1차년도	특허분석 용역	MLAT 특허 분석	25,000,000	75,000,000
		시스템 아키텍쳐 설계 방안 용역	시스템 아키텍쳐 설계	50,000,000	
1.3 LAM 기본 설계	1차년도	MLAT 이중화 설계 방안 및 신뢰성 분석 용역	이중화 설계 신뢰성 분석	50,000,000	50,000,000
1.4 LAM 상세 설계	2차년도	MLAT 시험평가 기법 연구 용역	시험평가 및 절차서	50,000,000	50,000,000
1.5 LAM 제작 및 구성품 시험	2차년도	다 채널 시뮬레이터 설계 및 제작	가상 항공기 신호 제연(6ch)	250,000,000	400,000,000
		기준트랜스폰더 Emulator 설계 및 제작	Lab 시험 평가용	100,000,000	
		LAB 시험데이터 저장 및 현시장비 제작	Lab 시험 데이터 분석 및 현시용	50,000,000	
1.6 LAM 통합시험 및 Test-bed 구축	3차년도	기준 트랜스폰더 시스템 설계 및 제작	수신기 시각동기용	200,000,000	750,000,000
		Optical Link 설계 및 제작	수신기,기준트랜스폰더 - CPS 데이터 전송	200,000,000	
		시험데이터 저장 및 현시장치 설계 및 제작	시범운용 결과 분석 및 현시	100,000,000	
		시범운용용 Test-bed 구축 용역	시스템 통합 및 Test-bed 구축	250,000,000	
1.7 LAM 시범운용	4차년도	탑재 데이터 획득 및 저장장치	시험 항공기 및 차량 탑재용	120,000,000	320,000,000
		차량 시험 및 비행시험 용역	시범 운용 및 시험 평가	200,000,000	
1.8 WAM 기본 설계	3차년도	WAM 특허분석 용역	MLAT 특허 분석	20,000,000	70,000,000
		WAM 시스템 아키텍쳐 설계 방안 용역	시스템 아키텍쳐 설계	50,000,000	
1.9 WAM 상세 설계	4차년도	WAM 시험평가 기법 연구 용역	시험평가 및 절차서	50,000,000	50,000,000
1.10 WAM 제작 및 구성품 시험	4차년도	감시 트랜스폰더 제작	WAM 시범 운영에 활용	100,000,000	550,000,000
		Microwave Link 제작	수신기를 포함한 장비와 CPS 통신용	450,000,000	
1.11 WAM 통합시험 및 Test-bed 구축	5차년도	시험데이터 저장 및 현시장비	WAM 시범운용 데이터 저장	200,000,000	200,000,000
1.12 WAM 시범운용 및 관제연동	5차년도	수신기용 파워모듈 제작	수신기에 전원 공급	400,000,000	1,300,000,000
		Test-bed 구축 용역	WAM 시범운용을 위한 구축	900,000,000	

ㅇ 시작품 제작비 산출내역 (C) - 1천만원 미만 시작품 제작

연차	주요내역	금액	합계

○ 재료구입비

구 분		1천만원 이상	1천만원 미만	합계(원)	비 고
1. 체계종합기술개발	1차년도		7,370,000	7,370,000	프린터 토너 + 복사지
	2차년도		8,000,000	8,000,000	프린터 토너 + 복사지
	3차년도		9,000,000	9,000,000	프린트 토너 + 전자부품류 + 공구류
	4차년도		9,000,000	9,000,000	프린트 토너 + 전자부품류 + 공구류
	5차년도		9,200,000	9,200,000	프린트 토너 + 전자부품류 + 공구류
	합계	-	42,570,000	42,570,000	

○ 여비

구 분	인건비	비율	합계(원)	비 고
1차년도	281,426,400	3.2%	9,005,645	
2차년도	216,720,000	4.5%	9,752,400	
3차년도	242,107,200	4.2%	10,168,502	
4차년도	694,123,200	2.3%	15,964,834	
5차년도	408,672,000	3.5%	14,303,520	
합계			59,194,901	

○ 수용비 및 수수료

구 분	인건비	비율	합계(원)	비 고
1차년도	281,426,400	3.3%	9,287,071	
2차년도	216,720,000	5.5%	11,919,600	
3차년도	242,107,200	4.2%	10,168,502	
4차년도	694,123,200	2.3%	15,964,834	
5차년도	408,672,000	3.7%	15,120,864	
합계			62,460,871	

○ 기술정보활동비

구 분	인건비	비율	합계(원)	비 고
1차년도	281,426,400	3.2%	9,005,645	
2차년도	216,720,000	5.5%	11,919,600	
3차년도	242,107,200	4.3%	10,410,610	
4차년도	694,123,200	2.3%	15,964,834	
5차년도	408,672,000	3.7%	15,120,864	
합계			62,421,553	

○ 연구수당

구 분	인건비	비율	합계(원)	비 고
1차년도	281,426,400	10.0%	28,142,640	
2차년도	216,720,000	10.0%	21,672,000	
3차년도	242,107,200	10.0%	24,210,720	
4차년도	694,123,200	10.0%	69,412,320	
5차년도	408,672,000	10.0%	40,867,200	
합계			184,304,880	

○ 간접비

연도	인건비+직접비	비율	금 액	비 고
1차년도	614,237,401	10%	61,423,740	인건비+직접비의 10% 이하
2차년도	734,983,600	10%	73,498,360	
3차년도	1,334,065,534	10%	133,406,553	
4차년도	1,751,430,022	10%	175,143,002	
5차년도	2,005,284,448	10%	200,528,445	
합계			644,000,100	

나. 중앙처리장치 개발

(1) 총괄표

비 목			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		240,125,760	140,929,920	180,558,720	341,303,040	260,064,000	1,162,981,440	33%	
2) 직접비	연구 장비 재료비	연구기자재및시설비	134,000,000	5,000,000	0	3,000,000	3,000,000	145,000,000	4%	
		시작품 제작비	50,000,000	550,000,000	380,000,000	450,000,000	200,000,000	1,630,000,000	46%	
		재료비	7,400,000	7,000,000	7,000,000	9,000,000	9,000,000	39,400,000	1%	
	연구 활동비	여비	7,684,024	6,341,846	7,583,466	7,849,970	9,102,240	38,561,546	1%	
		수용비및수수료	7,924,150	7,751,146	7,583,466	7,849,970	9,622,368	40,731,100	1%	
		기술정보활동비	7,684,024	7,751,146	7,764,025	7,849,970	9,622,368	40,671,533	1%	
	연구수당		24,012,576	14,092,992	18,055,872	34,130,304	26,006,400	116,298,144	3%	
	직접비 합계		238,704,774	597,937,130	427,986,829	519,680,214	266,353,376	2,050,662,323	58%	
3) 간접비			47,883,053	73,886,705	60,854,555	86,098,325	52,641,738	321,364,376	9%	
4)	합 계		526,713,587	812,753,755	669,400,104	947,081,579	579,059,114	**3,535,008,139**	100%	1)+2)+3)

(2) 세부내역 산출근거

○ 인건비

주요 업무별 주요 Activity		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
2. 중앙처리장치 개발	2.1 LAM 개념설계 및 계획 수립	59,443,200					59,443,200
	2.2 LAM 시스템 설계	65,016,000					65,016,000
	2.3 LAM 기본 설계	115,666,560					115,666,560
	2.4 LAM 상세 설계		55,728,000				55,728,000
	2.5 LAM 제작 및 구성품 시험		85,201,920	85,201,920			170,403,840
	2.6 LAM 통합시험 및 Test-bed 구축 지원			21,052,800	21,052,800		42,105,600
	2.7 LAM 시범운용 지원				46,440,000		46,440,000
	2.8 WAM 기본 설계			74,304,000			74,304,000
	2.9 WAM 상세 설계				95,480,640		95,480,640
	2.10 WAM 제작 및 구성품 시험				178,329,600		178,329,600
	2.11 WAM 통합시험 및 Test-bed 구축 지원					136,224,000	136,224,000
	2.12 WAM 시범운용 및 관제연동 지원					123,840,000	123,840,000
	업무별 합계	240,125,760	140,929,920	180,558,720	341,303,040	260,064,000	1,162,981,440

※ 인건비 = 인력투입계획에서 계산된 인력투입공수 * 6,192,000원

○ 연구시설 및 장비비

ㅇ 연구시설 및 장비비 산출표 (A)

구 분	3천만원 이상	3천만원 미만	합계(원)	비 고
1차년도	30,000,000	104,000,000	134,000,000	3천만원 이상 : (B) 작성 3천만원 미만 : (C) 작성
2차년도	-	5,000,000	5,000,000	
3차년도	-	-	-	
4차년도	-	3,000,000	3,000,000	
5차년도	-	3,000,000	3,000,000	
합계	30,000,000	115,000,000	145,000,000	

ㅇ 연구시설 및 장비비 산출내역 (B) - 3천만원 이상 장비

주요 Activity	연차	장비명	용도	비용(원)	합계
2.2 LAM 시스템 설계	1차년도	Matlab	TDOA 알고리즘 구현	30,000,000	30,000,000

ㅇ 연구시설 및 장비비 산출내역 (C) - 3천만원 미만 장비

연차	주요내역	금액	합계
1차년도	- 신뢰성 분석 프로그램	20,000,000	104,000,000
	- 개발 자료 관리 서버	10,000,000	
	- 소프트웨어 요구도 관리 시스템	15,000,000	
	- 소프트웨어 형상 관리 시스템	20,000,000	
	- 소프트웨어 개발 툴	15,000,000	
	- NI PXI 시스템	20,000,000	
	- 문서관리 S/W (Acrobat)	4,000,000	
2차년도	- AutoCAD	5,000,000	5,000,000
4차년도	- 문서관리 S/W (Acrobat)	3,000,000	3,000,000
5차년도	- 시스템 성능 시험용 계측기 업데이트	3,000,000	3,000,000

○ 시제품제작비

ㅇ 시작품 제작비 산출표 (A)

구 분	1천만원 이상	1천만원 미만	합계(원)	비 고
1차년도	50,000,000	-	50,000,000	1천만원 이상 : (B) 작성 1천만원 미만 : (C) 작성
2차년도	550,000,000	-	550,000,000	
3차년도	380,000,000	-	380,000,000	
4차년도	450,000,000	-	450,000,000	
5차년도	200,000,000	-	200,000,000	
합계	1,630,000,000	-	1,630,000,000	

ㅇ 시작품 제작비 산출내역 (B) - 1천만원 이상 시작품 제작

주요 Activity	연차	시작품명	주요기능	비용(원)	합계
2.3 LAM 기본 설계	1차년도	CPS 이중화 설계 방안 및 신뢰성 분석 용역	이중화 설계 신뢰성 분석	50,000,000	50,000,000
2.4 LAM 상세 설계	2차년도	CPS 시험평가 기법 연구 용역	시험평가 및 절차서	50,000,000	50,000,000
2.5 LAM 제작 및 구성품 시험	2차년도	CPS 1차 제작	단품 시험용	300,000,000	500,000,000
		CPS 성능 시험 및 점검 장비	CPS 시험 및 점검용	100,000,000	
		CPS 출력 데이터 저장 및 현시 장비	CPS 데이터 저장 및 현시용	50,000,000	
		CPS TDOA 코드 개발 용역	TDOA 코드 개발	50,000,000	
	3차년도	CPS 표적추적 코드 개발 용역	표적추적, 항적생성	50,000,000	80,000,000
		CPS 시험 용역	CPS 시험용 와이어 제작 및 시험	30,000,000	
2.6 LAM 통합시험 및 Test-bed 구축 지원	3차년도	CPS 2차 제작	Lab 테스트 및 시범운용에 활용	300,000,000	300,000,000
2.9 WAM 상세설계	4차년도	WAM CPS 시험평가 기법 연구 용역	시험평가 및 절차서	50,000,000	100,000,000
		CPS 업데이트 용역	LAB 시험에 적용	50,000,000	
2.1 WAM 제작 및 구성품 시험	4차년도	CPS 1차 제작	LAB 시험에 적용	200,000,000	350,000,000
		ADS-B 데이터 추출 프로그램 제작	WAM 기능	100,000,000	
		소프트웨어 신뢰성 분석 용역	WAM CPS 프로그램 신뢰성 분석	50,000,000	
2.2 WAM 통합시험 /Test-bed 구축 지원	5차년도	WAM 시험용 CPS 2차 제작	WAM 시범운용	200,000,000	200,000,000

ㅇ 시작품 제작비 산출내역 (C) - 1천만원 미만 시작품 제작

연차	주요내역	금액	합계

○ 재료구입비

구 분		1천만원 이상	1천만원 미만	합계(원)	비 고
2.중앙처리장치 기술개발	1차년도		7,400,000	7,400,000	프린터 토너
	2차년도		7,000,000	7,000,000	프린터 토너
	3차년도		7,000,000	7,000,000	전자부품류
	4차년도		9,000,000	9,000,000	프린터 토너, 전자부품류
	5차년도		9,000,000	9,000,000	프린트 토너 + 전자부품류 + 공구류
	합계	-	39,400,000	39,400,000	

○ 여비

구 분	인건비	비율	합계(원)	비 고
1차년도	240,125,760	3.2%	7,684,024	
2차년도	140,929,920	4.5%	6,341,846	
3차년도	180,558,720	4.2%	7,583,466	
4차년도	341,303,040	2.3%	7,849,970	
5차년도	260,064,000	3.5%	9,102,240	
합계			38,561,546	

○ 수용비 및 수수료

구 분	인건비	비율	합계(원)	비 고
1차년도	240,125,760	3.3%	7,924,150	
2차년도	140,929,920	5.5%	7,751,146	
3차년도	180,558,720	4.2%	7,583,466	
4차년도	341,303,040	2.3%	7,849,970	
5차년도	260,064,000	3.7%	9,622,368	
합계			40,731,100	

○ 기술정보활동비

구 분	인건비	비율	합계(원)	비 고
1차년도	240,125,760	3.2%	7,684,024	
2차년도	140,929,920	5.5%	7,751,146	
3차년도	180,558,720	4.3%	7,764,025	
4차년도	341,303,040	2.3%	7,849,970	
5차년도	260,064,000	3.7%	9,622,368	
합계			40,671,533	

○ 연구수당

구 분	인건비	비율	합계(원)	비 고
1차년도	240,125,760	10.0%	24,012,576	
2차년도	140,929,920	10.0%	14,092,992	
3차년도	180,558,720	10.0%	18,055,872	
4차년도	341,303,040	10.0%	34,130,304	
5차년도	260,064,000	10.0%	26,006,400	
합계			116,298,144	

○ 간접비

연도	인건비+직접비	비율	금 액	비 고
1차년도	478,830,534	10%	47,883,053	인건비+직접비의 10% 이하
2차년도	738,867,050	10%	73,886,705	
3차년도	608,545,549	10%	60,854,555	
4차년도	860,983,254	10%	86,098,325	
5차년도	526,417,376	10%	52,641,738	
합계			321,364,376	

다. 수신기/송신기 개발

(1) 총괄표

비 목			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		407,928,960	231,580,800	277,153,920	482,914,080	283,903,200	1,683,480,960	24%	
2) 직접비	연구장비 재료비	연구기자재및시설비	159,000,000	155,000,000	0	5,000,000	3,500,000	322,500,000	5%	
		시작품 제작비	0	760,000,000	1,695,000,000	550,000,000	900,000,000	3,905,000,000	56%	
		재료비	7,200,000	8,000,000	8,000,000	9,000,000	9,000,000	41,200,000	1%	
	연구활동비	여비	13,053,727	10,421,136	11,640,465	11,107,024	9,936,612	56,158,964	1%	
		수용비및수수료	13,461,656	12,736,944	11,640,465	11,107,024	10,504,418	59,450,507	1%	
		기술정보활동비	13,053,727	12,736,944	11,917,619	11,107,024	10,504,418	59,319,732	1%	
	연구수당		40,792,896	23,158,080	27,715,392	48,291,408	28,390,320	168,348,096	2%	
	직접비 합계		246,562,006	982,053,104	1,765,913,941	645,612,480	971,835,768	4,611,977,299	67%	
3) 간접비			65,449,097	121,363,390	204,306,786	112,852,656	125,573,897	629,545,826	9%	
4)	합 계		719,940,063	1,334,997,294	2,247,374,647	1,241,379,216	1,381,312,865	**6,925,004,085**	100%	1)+2)+3)

(2) 세부내역 산출근거

○ 인건비

주요 업무별 주요 Activity		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
3. 송신기/수신기 개발	3.1 LAM 개념설계 및 계획 수립	81,486,720					81,486,720
	3.2 LAM 시스템 설계	94,118,400					94,118,400
	3.3 LAM 기본 설계	232,323,840					232,323,840
	3.4 LAM 상세 설계		108,979,200				108,979,200
	3.5 LAM 제작 및 구성품 시험		122,601,600	122,601,600			245,203,200
	3.6 LAM 통합시험 및 Test-bed 구축 지원			43,096,320	43,096,320		86,192,640
	3.7 LAM 시범운용 지원				42,477,120		42,477,120
	3.8 WAM 기본 설계			111,456,000			111,456,000
	3.9 WAM 상세 설계				139,443,840		139,443,840
	3.10 WAM 제작 및 구성품 시험				257,896,800		257,896,800
	3.11 WAM 통합시험 및 Test-bed 구축 지원					160,063,200	160,063,200
	3.12 WAM 시범운용 및 관제연동 지원					123,840,000	123,840,000
	업무별 합계	407,928,960	231,580,800	277,153,920	482,914,080	283,903,200	1,683,480,960

※ 인건비 = 인력투입계획에서 계산된 인력투입공수 * 6,192,000원

○ 연구시설 및 장비비

ㅇ 연구시설 및 장비비 산출표 (A)

구 분	3천만원 이상	3천만원 미만	합계(원)	비 고
1차년도	130,000,000	29,000,000	159,000,000	3천만원 이상 : (B) 작성 3천만원 미만 : (C) 작성
2차년도	150,000,000	5,000,000	155,000,000	
3차년도	-	-	-	
4차년도	-	5,000,000	5,000,000	
5차년도	-	3,500,000	3,500,000	
합계	280,000,000	42,500,000	322,500,000	

ㅇ 연구시설 및 장비비 산출내역 (B) - 3천만원 이상 장비

주요 Activity	연차	장비명	용도	비용(원)	합계
3.2 LAM 시스템 설계	1차년도	알고리즘 개발용 툴	Multipath 감소 알고리즘개발	30,000,000	30,000,000
3.3 LAM 기본 설계	1차년도	RF+Digital 개발툴	수신기/송신기 하드웨어 설계	100,000,000	100,000,000
3.4 LAM 상세 설계	2차년도	스펙트럼 분석기	수신기/송신기 부품 점검용	30,000,000	130,000,000
		신호 발생기	수신기/송신기 부품 점검용	40,000,000	
		벡터 시그널 분석기	수신기/송신기 부품 점검용	60,000,000	
3.5 LAM 제작 및 구성품 시험	2차년도	3D 도면 관리 툴	하드웨어 도면 관리	20,000,000	20,000,000

ㅇ 연구시설 및 장비비 산출내역 (C) - 3천만원 미만 장비

연차	주요내역	금액	합계
1차년도	- 개발 자료 관리 서버	10,000,000	29,000,000
	- Firmware 개발 툴	15,000,000	
	- 문서관리 S/W (Acrobat)	4,000,000	
2차년도	- AutoCAD	5,000,000	5,000,000
4차년도	- 시스템 성능 시험용 계측기 업데이트	5,000,000	5,000,000
5차년도	- 시스템 성능 시험용 계측기 업데이트	3,500,000	3,500,000

○ 시제품제작비

ㅇ 시작품 제작비 산출표 (A)

구 분	1천만원 이상	1천만원 미만	합계(원)	비 고
1차년도	-	-	-	1천만원 이상 : (B) 작성 1천만원 미만 : (C) 작성
2차년도	760,000,000	-	760,000,000	
3차년도	1,695,000,000	-	1,695,000,000	
4차년도	550,000,000	-	550,000,000	
5차년도	900,000,000	-	900,000,000	
합계	3,905,000,000	0	3,905,000,000	

ㅇ 시작품 제작비 산출내역 (B) - 1천만원 이상 시작품 제작

주요 Activity	연차	시작품명	주요기능	비용(원)	합계
3.4 LAM 상세 설계	2차년도	채널 Emulator	Mulitpath, Doppler 구현	300,000,000	360,000,000
		수신기/송신기 성능 검사 장비 제작	단품 시험 평가용	60,000,000	
3.5 LAM 제작 및 구성품 시험	2차년도	송신기 1차 제작	단품 시험및 환경시험용	200,000,000	400,000,000
		수신기 1차 제작	단품 시험및 환경시험용	200,000,000	
	3차년도	수신기/송신기 시험용역	시험용 치구 제작 및 시험	45,000,000	45,000,000
3.6 LAM 통합시험 및 Test-bed 구축지원	3차년도	송신기 2차 제작	Lab 테스트 및 시범운용에 활용	150,000,000	1,650,000,000
		수신기 2차 제작	Lab 테스트 및 시범운용에 활용	1,500,000,000	
3.9 WAM 상세 설계	4차년도	수신기 업데이트 용역	LAB 시험에 적용	100,000,000	150,000,000
		송신기/질문기 업데이터	LAB 시험에 적용	50,000,000	
3.10 WAM 제작 및 구성품 시험	4차년도	송신기/질문기 제작	WAM 시험에 적용	400,000,000	400,000,000
3.11 WAM 통합시험/Test-bed 구축지원	5차년도	수신기 제작	WAM 시범운용	900,000,000	900,000,000

ㅇ 시작품 제작비 산출내역 (C) - 1천만원 미만 시작품 제작

연차	주요내역	금액	합계

○ 재료구입비

구 분		1천만원 이상	1천만원 미만	합계(원)	비 고
3. 수신기/송신기 기술개발	1차년도		7,200,000	7,200,000	프린트 토너
	2차년도		8,000,000	8,000,000	프린트 토너, 통신부품류
	3차년도		8,000,000	8,000,000	프린트 토너, 통신부품류
	4차년도		9,000,000	9,000,000	프린트 토너, 통신부품류
	5차년도		9,000,000	9,000,000	프린트 토너 + 전자부품류 + 공구류
	합계	-	41,200,000	41,200,000	

○ 여비

구 분	인건비	비율	합계(원)	비 고
1차년도	407,928,960	3.2%	13,053,727	
2차년도	231,580,800	4.5%	10,421,136	
3차년도	277,153,920	4.2%	11,640,465	
4차년도	482,914,080	2.3%	11,107,024	
5차년도	283,903,200	3.5%	9,936,612	
합계			56,158,964	

○ 수용비 및 수수료

구 분	인건비	비율	합계(원)	비 고
1차년도	407,928,960	3.3%	13,461,656	
2차년도	231,580,800	5.5%	12,736,944	
3차년도	277,153,920	4.2%	11,640,465	
4차년도	482,914,080	2.3%	11,107,024	
5차년도	283,903,200	3.7%	10,504,418	
합계			59,450,507	

○ 기술정보활동비

구 분	인건비	비율	합계(원)	비 고
1차년도	407,928,960	3.2%	13,053,727	
2차년도	231,580,800	5.5%	12,736,944	
3차년도	277,153,920	4.3%	11,917,619	
4차년도	482,914,080	2.3%	11,107,024	
5차년도	283,903,200	3.7%	10,504,418	
합계			59,319,732	

○ 연구수당

구 분	인건비	비율	합계(원)	비 고
1차년도	407,928,960	10.0%	40,792,896	
2차년도	231,580,800	10.0%	23,158,080	
3차년도	277,153,920	10.0%	27,715,392	
4차년도	482,914,080	10.0%	48,291,408	
5차년도	283,903,200	10.0%	28,390,320	
합계			168,348,096	

○ 간접비

연도	인건비+직접비	비율	금 액	비 고
1차년도	654,490,966	10%	65,449,097	인건비+직접비의 10% 이하
2차년도	1,213,633,904	10%	121,363,390	
3차년도	2,043,067,861	10%	204,306,786	
4차년도	1,128,526,560	10%	112,852,656	
5차년도	1,255,738,968	10%	125,573,897	
합계			629,545,826	

라. 외부연동장치 개발

(1) 총괄표

비 목			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		137,648,160	73,808,640	145,450,080	184,583,520	89,784,000	631,274,400	40%	
2) 직접비	연구 장비 재료비	연구기자재및시설비	30,000,000	0	0	20,000,000	3,000,000	53,000,000	3%	
		시작품 제작비	0	152,000,000	190,000,000	140,000,000	100,000,000	582,000,000	37%	
		재료비	4,812,000	5,000,000	5,000,000	5,000,000	5,000,000	24,812,000	2%	
	연구 활동비	여비	4,404,741	3,321,389	6,108,903	4,245,421	3,142,440	21,222,894	1%	
		수용비및수수료	4,542,389	4,059,475	6,108,903	4,245,421	3,322,008	22,278,196	1%	
		기술정보활동비	4,404,741	4,059,475	6,254,353	4,245,421	3,322,008	22,285,998	1%	
	연구수당		13,764,816	7,380,864	14,545,008	18,458,352	8,978,400	63,127,440	4%	
	직접비 합계		61,928,687	175,821,203	228,017,167	196,194,615	126,764,856	788,726,528	50%	
3) 간접비			19,957,685	24,962,984	37,346,725	38,077,814	21,654,886	142,000,094	9%	
4) 합 계			219,534,532	274,592,827	410,813,972	418,855,949	238,203,742	**1,562,001,022**	100%	1)+2)+3)

(2) 세부내역 산출근거

○ 인건비

주요 업무별 주요 Activity		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
4. 외부연동장치 개발	4.1 LAM 개념설계 및 계획 수립	21,238,560					21,238,560
	4.2 LAM 시스템 설계	42,105,600					42,105,600
	4.3 LAM 기본 설계	74,304,000					74,304,000
	4.4 LAM 상세 설계		31,826,880				31,826,880
	4.5 LAM 제작 및 구성품 시험		41,981,760	41,981,760			83,963,520
	4.6 LAM 통합시험 및 Test-bed 구축 지원			29,164,320	29,164,320		58,328,640
	4.7 LAM 시범운용 지원				46,440,000		46,440,000
	4.8 WAM 기본 설계			74,304,000			74,304,000
	4.9 WAM 상세 설계				59,443,200		59,443,200
	4.10 WAM 제작 및 구성품 시험				49,536,000		49,536,000
	4.11 WAM 통합시험 및 Test-bed 구축 지원					27,864,000	27,864,000
	4.12 WAM 시범운용 및 관제연동 지원					61,920,000	61,920,000
	업무별 합계	137,648,160	73,808,640	145,450,080	184,583,520	89,784,000	631,274,400

※ 인건비 = 인력투입계획에서 계산된 인력투입공수 * 6,192,000원

○ 연구시설 및 장비비

ㅇ 연구시설 및 장비비 산출표 (A)

구 분	3천만원 이상	3천만원 미만	합계(원)	비 고
1차년도	-	30,000,000	30,000,000	3천만원 이상 : (B) 작성 3천만원 미만 : (C) 작성
2차년도	-	-	-	
3차년도	-	-	-	
4차년도	-	20,000,000	20,000,000	
5차년도	-	3,000,000	3,000,000	
합계	0	53,000,000	53,000,000	

ㅇ 연구시설 및 장비비 산출내역 (B) - 3천만원 이상 장비

주요 Activity	연차	장비명	용도	비용(원)	합계

ㅇ 연구시설 및 장비비 산출내역 (C) - 3천만원 미만 장비

연차	주요내역	금액	합계
1차년도	- 소프트웨어 개발 툴	10,000,000	30,000,000
	- NI PXI 시스템	17,000,000	
	- 문서관리 S/W (Acrobat)	3,000,000	
4차년도	- NI PXI & 시리얼 인터페이스 보드	20,000,000	20,000,000
5차년도	- 시스템 성능 시험용 계측기 업데이트	3,000,000	3,000,000

○ 시제품제작비

구 분	1천만원 이상	1천만원 미만	합계(원)	비 고
1차년도	-	-	-	1천만원 이상 : (B) 작성 1천만원 미만 : (C) 작성
2차년도	152,000,000	-	152,000,000	
3차년도	190,000,000	-	190,000,000	
4차년도	140,000,000	-	140,000,000	
5차년도	100,000,000	-	100,000,000	
합계	582,000,000	-	582,000,000	

ㅇ 시작품 제작비 산출내역 (B) - 1천만원 이상 시작품 제작

주요 Activity	연차	시작품명	주요기능	비용(원)	합계
4.4 LAM 상세 설계	2차년도	외부연동장치 성능 분석 툴		52,000,000	52,000,000
4.5 LAM 제작 및 구성품 시험	2차년도	외부연동장치 1차 제작		100,000,000	100,000,000
4.6 LAM 통합시험 및 Test-bed 구축지원	3차년도	외부연동장치 시험 평가 용역	실제 관제 장비와 연동 시험	50,000,000	150,000,000
		외부연동장치 2차 제작	Lab 테스트 및 시범운용에 활용	100,000,000	
4.8 WAM 기본 설계	3차년도	TIS-B 연동 방안 연구 용역	외부연동 기능 연구	40,000,000	40,000,000
4.10 WAM 제작 및 구성품 시험	4차년도	외부연동장치 업데이트 용역	LAB 시험에 적용	40,000,000	140,000,000
		외부연동 장치 1차 제작	WAM 시범운용	100,000,000	
4.11 WAM 통합시험/Test-bed 구축지원	5차년도	외부연동 장치 2차 제작	WAM 시범운용	100,000,000	100,000,000

ㅇ 시작품 제작비 산출내역 (C) - 1천만원 미만 시작품 제작

연차	주요내역	금액	합계

○ 재료구입비

구 분		1천만원 이상	1천만원 미만	합계(원)	비 고
4. 외부연동장치 기술개발	1차년도		4,812,000	4,812,000	프린터 토너
	2차년도		5,000,000	5,000,000	프린터 토너
	3차년도		5,000,000	5,000,000	프린터 토너, 전자부품류
	4차년도		5,000,000	5,000,000	프린터 토너 + 복사지
	5차년도		5,000,000	5,000,000	프린트 토너 + 전자부품류 + 공구류
	합계	-	24,812,000	24,812,000	

○ 여비

구 분	인건비	비율	합계(원)	비 고
1차년도	137,648,160	3.2%	4,404,741	
2차년도	73,808,640	4.5%	3,321,389	
3차년도	145,450,080	4.2%	6,108,903	
4차년도	184,583,520	2.3%	4,245,421	
5차년도	89,784,000	3.5%	3,142,440	
합계			21,222,894	

○ 수용비 및 수수료

구 분	인건비	비율	합계(원)	비 고
1차년도	137,648,160	3.3%	4,542,389	
2차년도	73,808,640	5.5%	4,059,475	
3차년도	145,450,080	4.2%	6,108,903	
4차년도	184,583,520	2.3%	4,245,421	
5차년도	89,784,000	3.7%	3,322,008	
합계			22,278,196	

○ 기술정보활동비

구 분	인건비	비율	합계(원)	비 고
1차년도	137,648,160	3.2%	4,404,741	
2차년도	73,808,640	5.5%	4,059,475	
3차년도	145,450,080	4.3%	6,254,353	
4차년도	184,583,520	2.3%	4,245,421	
5차년도	89,784,000	3.7%	3,322,008	
합계			22,285,998	

○ 연구수당

구 분	인건비	비율	합계(원)	비 고
1차년도	137,648,160	10.0%	13,764,816	
2차년도	73,808,640	10.0%	7,380,864	
3차년도	145,450,080	10.0%	14,545,008	
4차년도	184,583,520	10.0%	18,458,352	
5차년도	89,784,000	10.0%	8,978,400	
합계			63,127,440	

○ 간접비

연도	인건비+직접비	비율	금 액	비 고
1차년도	199,576,847	10%	19,957,685	인건비+직접비의 10% 이하
2차년도	249,629,843	10%	24,962,984	
3차년도	373,467,247	10%	37,346,725	
4차년도	380,778,135	10%	38,077,814	
5차년도	216,548,856	10%	21,654,886	
합계			142,000,094	

마. 시스템 통제/감시 개발

(1) 총괄표

비 목			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		162,230,400	106,254,720	175,419,360	155,852,640	91,022,400	690,779,520	40%	
2) 직접비	연구 장비 재료비	연구기자재및시설비	38,000,000	0	0	50,000,000	3,000,000	91,000,000	5%	
		시작품 제작비	0	252,000,000	100,000,000	150,000,000	100,000,000	602,000,000	35%	
		재료비	5,170,000	5,000,000	6,000,000	7,000,000	7,000,000	30,170,000	2%	
	연구 활동비	여비	5,191,373	4,781,462	7,367,613	3,584,611	3,185,784	24,110,843	1%	
		수용비및수수료	5,353,603	5,844,010	7,367,613	3,584,611	3,367,829	25,517,666	1%	
		기술정보활동비	5,191,373	5,844,010	7,543,032	3,584,611	3,367,829	25,530,855	1%	
	연구수당		16,223,040	10,625,472	17,541,936	15,585,264	9,102,240	69,077,952	4%	
	직접비 합계		75,129,389	284,094,954	145,820,194	233,339,097	129,023,682	867,407,316	51%	
3) 간접비			23,735,979	39,034,967	32,123,955	38,919,174	22,004,608	155,818,683	9%	
4)	합 계		261,095,768	429,384,641	353,363,509	428,110,911	242,050,690	1,714,005,519	100%	1)+2)+3)

(2) 세부내역 산출근거

○ 인건비

주요 업무별 주요 Activity		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
5. 시스템통제/감시 개발	5.1 LAM 개념설계 및 계획 수립	42,477,120					42,477,120
	5.2 LAM 시스템 설계	45,449,280					45,449,280
	5.3 LAM 기본 설계	74,304,000					74,304,000
	5.4 LAM 상세 설계		27,864,000				27,864,000
	5.5 LAM 제작 및 구성품 시험		78,390,720	78,390,720			156,781,440
	5.6 LAM 통합시험 및 Test-bed 구축 지원			22,724,640	22,724,640		45,449,280
	5.7 LAM 시범운용 지원				46,440,000		46,440,000
	5.8 WAM 기본 설계			74,304,000			74,304,000
	5.9 WAM 상세 설계				37,152,000		37,152,000
	5.10 WAM 제작 및 구성품 시험				49,536,000		49,536,000
	5.11 WAM 통합시험 및 Test-bed 구축 지원					29,102,400	29,102,400
	5.12 WAM 시범운용 및 관제연동 지원					61,920,000	61,920,000
	업무별 합계	162,230,400	106,254,720	175,419,360	155,852,640	91,022,400	690,779,520

※ 인건비 = 인력투입계획에서 계산된 인력투입공수 * 6,192,000원

○ 연구시설 및 장비비

ㅇ 연구시설 및 장비비 산출표 (A)

구 분	3천만원 이상	3천만원 미만	합계(원)	비 고
1차년도	-	38,000,000	38,000,000	3천만원 이상 : (B) 작성 3천만원 미만 : (C) 작성
2차년도	-	-	-	
3차년도	-	-	-	
4차년도	50,000,000	-	50,000,000	
5차년도	-	3,000,000	3,000,000	
합계	50,000,000	41,000,000	91,000,000	

ㅇ 연구시설 및 장비비 산출내역 (B) - 3천만원 이상 장비

주요 Activity	연차	장비명	용도	비용(원)	합계
5.9 WAM 상세 설계	4차년도	DTED 지도	현시용	50,000,000	50,000,000

ㅇ 연구시설 및 장비비 산출내역 (C) - 3천만원 미만 장비

연차	주요내역	금액	합계
1차년도	- 소프트웨어 개발 툴	15,000,000	38,000,000
	- NI PXI 시스템	20,000,000	
	- 문서관리 S/W (Acrobat)	3,000,000	
5차년도	- 시스템 성능 시험용 계측기 업데이트	3,000,000	3,000,000

○ 시제품제작비

ㅇ 시작품 제작비 산출표 (A)

구 분	1천만원 이상	1천만원 미만	합계(원)	비 고
1차년도	-	-	-	1천만원 이상 : (B) 작성 1천만원 미만 : (C) 작성
2차년도	252,000,000	-	252,000,000	
3차년도	100,000,000	-	100,000,000	
4차년도	150,000,000	-	150,000,000	
5차년도	100,000,000	-	100,000,000	
합계	602,000,000	-	602,000,000	

ㅇ 시작품 제작비 산출내역 (B) - 1천만원 이상 시작품 제작

주요 Activity	연차	시작품명	주요기능	비용(원)	합계
5.4 LAM 상세 설계	2차년도	감시통제장비 시험용 Emulator		100,000,000	100,000,000
5.5 LAM 제작 및 구성품 시험	2차년도	감시통제장비 1차 제작		100,000,000	152,000,000
		감시통제장비 현시 프로그램 개발		52,000,000	
5.6 LAM 통합시험 및 Test-bed 구축지원	3차년도	감시통제장비 2차 제작	Lab 테스트 및 시범운용에 활용	100,000,000	100,000,000
5.9 WAM 상세 설계	4차년도	감시통제장치 업데이트 용역	LAB 시험에 적용	50,000,000	50,000,000
5.10 WAM 제작 및 구성품 시험	4차년도	감시통제 장치 1차 제작	단품시험	100,000,000	100,000,000
5.2 WAM 통합시험 /Test-bed 구축지원	5차년도	감시통제 장치 2차 제작	WAM 시범운용	100,000,000	100,000,000

ㅇ 시작품 제작비 산출내역 (C) - 1천만원 미만 시작품 제작

연차	주요내역	금액	합계

○ 재료구입비

구 분		1천만원 이상	1천만원 미만	합계(원)	비 고
5. 시스템 통제/감시 기술개발	1차년도		5,170,000	5,170,000	프린터 토너
	2차년도		5,000,000	5,000,000	프린터 토너
	3차년도		6,000,000	6,000,000	프린터 토너, 전자부품류
	4차년도		7,000,000	7,000,000	프린터 토너 + 복사지
	5차년도		7,000,000	7,000,000	프린트 토너 + 전자부품류 + 공구류
	합계	-	30,170,000	30,170,000	

○ 여비

구 분	인건비	비율	합계(원)	비 고
1차년도	162,230,400	3.2%	5,191,373	
2차년도	106,254,720	4.5%	4,781,462	
3차년도	175,419,360	4.2%	7,367,613	
4차년도	155,852,640	2.3%	3,584,611	
5차년도	91,022,400	3.5%	3,185,784	
합계			24,110,843	

○ 수용비 및 수수료

구 분	인건비	비율	합계(원)	비 고
1차년도	162,230,400	3.3%	5,353,603	
2차년도	106,254,720	5.5%	5,844,010	
3차년도	175,419,360	4.2%	7,367,613	
4차년도	155,852,640	2.3%	3,584,611	
5차년도	91,022,400	3.7%	3,367,829	
합계			25,517,666	

○ 기술정보활동비

구 분	인건비	비율	합계(원)	비 고
1차년도	162,230,400	3.2%	5,191,373	
2차년도	106,254,720	5.5%	5,844,010	
3차년도	175,419,360	4.3%	7,543,032	
4차년도	155,852,640	2.3%	3,584,611	
5차년도	91,022,400	3.7%	3,367,829	
합계			25,530,855	

○ 연구수당

구 분	인건비	비율	합계(원)	비 고
1차년도	162,230,400	10.0%	16,223,040	
2차년도	106,254,720	10.0%	10,625,472	
3차년도	175,419,360	10.0%	17,541,936	
4차년도	155,852,640	10.0%	15,585,264	
5차년도	91,022,400	10.0%	9,102,240	
합계			69,077,952	

○ 간접비

연도	인건비+직접비	비율	금 액	비 고
1차년도	237,359,789	10%	23,735,979	인건비+직접비의 10% 이하
2차년도	390,349,674	10%	39,034,967	
3차년도	321,239,554	10%	32,123,955	
4차년도	389,191,737	10%	38,919,174	
5차년도	220,046,082	10%	22,004,608	
합계			155,818,683	

바. 설치·운용 및 성능적합성 검증 기술

(1) 총괄표

비 목			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		215,853,120	77,400,000	136,224,000	232,230,960	151,704,000	813,412,080	40%	
2) 직접비	연구장비 재료비	연구기자재및시설비	78,000,000	0	9,000,000	33,000,000	3,000,000	123,000,000	6%	
		시작품 제작비	0	300,000,000	100,000,000	205,000,000	100,000,000	705,000,000	35%	
		재료비	5,209,000	5,000,000	5,700,000	7,000,000	7,000,000	29,909,000	1%	
	연구활동비	여비	6,907,300	3,483,000	5,721,408	5,341,312	5,309,640	26,762,660	1%	
		수용비및수수료	7,123,153	4,257,000	5,721,408	5,341,312	5,613,048	28,055,921	1%	
		기술정보활동비	6,907,300	4,257,000	5,857,632	5,341,312	5,613,048	27,976,292	1%	
	연구수당		21,585,312	7,740,000	13,622,400	23,223,096	15,170,400	81,341,208	4%	
	직접비 합계		125,732,065	324,737,000	145,622,848	284,247,032	141,706,136	1,022,045,081	51%	
3) 간접비			34,158,519	40,213,700	28,184,685	51,647,799	29,341,014	183,545,717	9%	
4)	합 계		375,743,704	442,350,700	310,031,533	568,125,791	322,751,150	**2,019,002,878**	100%	1)+2)+3)

(2) 세부내역 산출근거

○ 인건비

주요 업무별 주요 Activity		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
6. 설치운용 및 성능적합성 검증 기술	6.1 LAM 개념설계 및 계획 수립	42,477,120					42,477,120
	6.2 LAM 시스템 설계	49,536,000					49,536,000
	6.3 LAM 기본 설계	123,840,000					123,840,000
	6.4 LAM 상세 설계		61,920,000				61,920,000
	6.5 LAM 제작 및 구성품 시험		15,480,000	15,480,000			30,960,000
	6.6 LAM 통합시험 및 Test-bed 구축 지원			46,440,000	61,950,960		108,390,960
	6.7 LAM 시범운용 지원				46,440,000		46,440,000
	6.8 WAM 기본 설계			74,304,000			74,304,000
	6.9 WAM 상세 설계				74,304,000		74,304,000
	6.10 WAM 제작 및 구성품 시험				49,536,000		49,536,000
	6.11 WAM 통합시험 및 Test-bed 구축 지원					27,864,000	27,864,000
	6.12 WAM 시범운용 및 관제연동 지원					123,840,000	123,840,000
	업무별 합계	215,853,120	77,400,000	136,224,000	232,230,960	151,704,000	813,412,080

※ 인건비 = 인력투입계획에서 계산된 인력투입공수 * 6,192,000원

○ 연구시설 및 장비비

ㅇ 연구시설 및 장비비 산출표 (A)

구 분	3천만원 이상	3천만원 미만	합계(원)	비 고
1차년도	60,000,000	18,000,000	78,000,000	3천만원 이상 : (B) 작성 3천만원 미만 : (C) 작성
2차년도	-	-	-	
3차년도	-	9,000,000	9,000,000	
4차년도	30,000,000	3,000,000	33,000,000	
5차년도	-	3,000,000	3,000,000	
합계	90,000,000	33,000,000	123,000,000	

ㅇ 연구시설 및 장비비 산출내역 (B) - 3천만원 이상 장비

주요 Activity	연차	장비명	용도	비용(원)	합계
6.2 LAM 시스템 설계	1차년도	지도	설치 프로그램	30,000,000	30,000,000
6.3 LAM 기본 설계	1차년도	Matlab	알고리즘 분석	30,000,000	30,000,000
6.9 WAM 상세 설계	4차년도	Matlab	알고리즘 개발 및 검증	30,000,000	30,000,000

ㅇ 연구시설 및 장비비 산출내역 (C) - 3천만원 미만 장비

연차	주요내역	금액	합계
1차년도	- 소프트웨어 개발 툴	15,000,000	18,000,000
	- 문서관리 S/W (Acrobat)	3,000,000	
3차년도	- 시험 데이터 저장 장비	9,000,000	9,000,000
4차년도	그래픽 툴 (Photoshop)	3,000,000	3,000,000
4차년도	- 디스프레이 장치	3,000,000	3,000,000

○ 시제품제작비

ㅇ 시작품 제작비 산출표 (A)

구 분	1천만원 이상	1천만원 미만	합계(원)	비 고
1차년도	-	-	-	1천만원 이상 : (B) 작성 1천만원 미만 : (C) 작성
2차년도	300,000,000	-	300,000,000	
3차년도	100,000,000	-	100,000,000	
5차년도	205,000,000	-	205,000,000	
4차년도	100,000,000	-	100,000,000	
합계	705,000,000	-	705,000,000	

ㅇ 시작품 제작비 산출내역 (B) - 1천만원 이상 시작품 제작

주요 Activity	연차	시작품명	주요기능	비용(원)	합계
6.5 LAM 제작 및 구성품 시험	2차년도	구성품 전파분석 툴 제작		100,000,000	300,000,000
		지형지물 영향 분석 툴 제작		100,000,000	
		주기 검사 장비 제작		100,000,000	
	3차년도	시험 용역		100,000,000	100,000,000
6.9 WAM 설계	4차년도	감시통제장치 업데이트 용역	LAB 시험에 적용	50,000,000	50,000,000
6.10 WAM 제작 및 구성품 시험	4차년도	구축 환경 분석 툴 제작	구축 환경 분석	100,000,000	155,000,000
		WAM 주기검사 장비 제작	주기검사용	55,000,000	
6.2 WAM 통합시험/Test-bed 구축 지원	5차년도	지형지물 간섭 영향 분석 툴 개발 용역	지형지물 간섭 영향 분석	100,000,000	100,000,000

ㅇ 시작품 제작비 산출내역 (C) - 1천만원 미만 시작품 제작

연차	주요내역	금액	합계

○ 재료구입비

구 분		1천만원 이상	1천만원 미만	합계(원)	비 고
6. 설치운용 및 성능 적합성 검증 기술	1차년도		5,209,000	5,209,000	프린터 토너
	2차년도		5,000,000	5,000,000	프린터 토너
	3차년도		5,700,000	5,700,000	프린터 토너, 전자부품류
	4차년도		7,000,000	7,000,000	프린터 토너 + 복사지
	5차년도		7,000,000	7,000,000	프린트 토너 + 전자부품류 + 공구류
	합계	-	29,909,000	29,909,000	

○ 여비

구 분	인건비	비율	합계(원)	비 고
1차년도	215,853,120	3.2%	6,907,300	
2차년도	77,400,000	4.5%	3,483,000	
3차년도	136,224,000	4.2%	5,721,408	
4차년도	232,230,960	2.3%	5,341,312	
5차년도	151,704,000	3.5%	5,309,640	
합계			26,762,660	

○ 수용비 및 수수료

구 분	인건비	비율	합계(원)	비 고
1차년도	215,853,120	3.3%	7,123,153	
2차년도	77,400,000	5.5%	4,257,000	
3차년도	136,224,000	4.2%	5,721,408	
4차년도	232,230,960	2.3%	5,341,312	
5차년도	151,704,000	3.7%	5,613,048	
합계			28,055,921	

○ 기술정보활동비

구 분	인건비	비율	합계(원)	비 고
1차년도	215,853,120	3.2%	6,907,300	
2차년도	77,400,000	5.5%	4,257,000	
3차년도	136,224,000	4.3%	5,857,632	
4차년도	232,230,960	2.3%	5,341,312	
5차년도	151,704,000	3.7%	5,613,048	
합계			27,976,292	

○ 연구수당

구 분	인건비	비율	합계(원)	비 고
1차년도	215,853,120	10.0%	21,585,312	
2차년도	77,400,000	10.0%	7,740,000	
3차년도	136,224,000	10.0%	13,622,400	
4차년도	232,230,960	10.0%	23,223,096	
5차년도	151,704,000	10.0%	15,170,400	
합계			81,341,208	

○ 간접비

연도	인건비+직접비	비율	금 액	비 고
1차년도	341,585,185	10%	34,158,519	인건비+직접비의 10% 이하
2차년도	402,137,000	10%	40,213,700	
3차년도	281,846,848	10%	28,184,685	
4차년도	516,477,992	10%	51,647,799	
5차년도	293,410,136	10%	29,341,014	
합계			183,545,717	

7장. 과제 제안요구서 작성 및 평가기준 설정

1절. 과제 제안요구서(RFP)

연구과제명	다변측정 감시시스템(MLAT) 기술개발
1. 연구목표	
	○ 공항지면과 TMA/항로 정밀감시, 레이더 감시 사각지대 해소하고 국가 항공교통 감시체계의 획기적 개선이 가능한 차세대 항공 감시기술인 지역다변측정(LAM) 및 광역다변측정(WAM) 감시시스템 기술개발 ○ 설치/운용 및 성능적합성 검증 기술 개발 ○ 기존 관제시설과의 외부연동 및 TIS-B 정보 활용 기술 개발
2. 연구 필요성	
□ 연구의 필요성	○ 전 세계적으로 기존 항행안전시설의 성능 및 운용 한계를 극복하고 지속적으로 증가하는 항공교통량을 원활하게 수용하기 위하여 새로운 개념의 차세대 항행안전시설인 CNS/ATM으로의 전환을 적극적으로 추진하고 있음. ○ 현재 국내에서 운용중인 항공감시 시스템은 해외에서 전량 수입하고 있고, 해외구매에 따른 기술 종속, 시스템 도입비 과다 지출, 운용/유지비 증가 등의 문제가 있음. ○ 현재의 운영 상황보다 더욱 효율적이고 체계적이며 경제적으로 비용절감의 문제를 해결하기 위해 차세대 항행안전시설에 대한 원천기술력 확보와 항공감시 시스템의 국산화에 대한 국가적 필요가 제기되고 있음. ○ 차세대 항공감시 시스템인 다변측정 감시시스템은 성능, 경제성 및 호환성이 우수하고, 적용분야가 다양하여 전 세계적으로도 매우 급속히 도입되고 있는 실정으로 향후에는 이차감시 레이더를 대체할 것이 확실시, 이에 따라 국내 대응이 시급히 요구됨. ○ 항공기술 선진국에 비하면 우리나라가 후발주자이기는 하지만 우리나라의 첨단 IT기술 및 산업인프라를 다변측정 감시시스

	템 기술개발에 접목한다면 단기에 선도국과의 기술격차 해소는 물론 산업화도 가능하므로 다변측정 감시시스템 기술 및 장비를 국내기술로 개발하고자 함.
□ 국내외 기술동향	○ 국내 기술 동향 – 국내에 구축하여 운용중인 항공감시 시스템은 국제적인 수준 이상의 첨단 장비이지만 전량 해외에서 완제품 형태로 도입/운용 중임. – 인천 비행정보구역(FIR)내의 입·출항 항공기에 대한 항공교통 관제 업무를 수행하기 위하여 인천 ACC를 운영 중이며, 또한 국내 운항 항공기의 원활한 흐름처리와 충돌 방지 등을 위해 국내 14개 접근관제소에 15식의 레이더를 설치하여 운용 – 제주공항 접근관제 감시 장비의 활용과 제2 롯데월드 신축에 따른 비행안전 확보를 위해 성남공항에 다변측정 감시시스템을 해외로부터 도입 예정 ○ 국외 기술 동향 – 유럽 및 미국의 경우 1980년대 말부터 차세대 항공감시 시스템으로 다변측정 감시시스템을 연구를 시작하여 2000년대 초부터 시범운용을 실시하였으며 2010년 전후로 공항감시 및 SSR음영지역 보완용으로 본격적인 구축 – 체코의 ANS(Air Navigation Services)가 1999년에 세계최초로 공항감시용 다변측정 감시시스템, 2002년에는 광역 다변측정 감시시스템, 2006년에 통합장비를 구축하였으며 최근에 GPS위성항법시스템의 위치정보를 사용하는 ADS-B 종속감시시스템의 안전성 및 신뢰성에 대한 문제점이 대두되면서 다변측정 감시시스템의 구축이 폭발적으로 증가하는 추세 – 유럽의 경우 오스트리아의 Innsbruck에 첫 번째로 다변측정 감시시스템이 설치되었고 노르웨이, 체코, 독일에 다변측정 감시시스템 및 광역 다변측정 시스템이 설치 되어있음. – 미국의 경우 FAA가 2000년도 다변측정 감시시스템을 도입하여 현재 미국의 주요 공항에 35개의 공항감시용 다변측정 감시시스템이 설치되어 있으며 광역 다변측정 감시시스템은 알라스카 Juneau와 콜로라도 산악지형에 설치하여 시범 운용중임. – 미국의 Sensis사가 “MDS"라는 브랜드로 상품화를 완료하여 북아메리카, 유럽, 호주, 아시아 등에서 상당한 시장을 점유하고 있고 체코의 ERA사, 영국의 Roke사, 이탈리아의 Selex

사, 독일의 Thales사와 Comsoft사 등이 다변측정 감시시스템을 상품화하여 세계시장 개척을 추진하고 있음.

- 전 세계적인 감시시스템은 국가 안보, 보안상의 이유로 독립감시시스템인 일차감시레이더(PSR) 및 공항이동레이더(SMR)는 계속 운용할 것이며 정 수직/수평 분리강화를 위한 감시수단으로 ADS-B수신 기능을 보유한 다변측정감시시스템을 사용하는 것으로 변화될 것임.

3. 연구내용

○ 공항지면 감시를 위한 지역다변측정(LAM) 감시시스템 개발
- 적용규격 : EUROCAE ED-117, RTCA/DO-260A
- 운용반경 : 5Nm이상
- 정밀도(위치오차 기준) : 20m이하(95%) @활주로에서 2.5Nm
- 시각동기방식 : 기준 트랜스폰더
- 운용환경(온도) : -25 ~ 55℃(실외장비), 10 ~ 30℃(실내장비)

○ TMA/항로 감시를 위한 광역다변측정(WAM) 감시시스템 개발
- 적용규격 : ICAO Annex 10 Vol. IV, EUROCAE ED-142, RTCA/DO-260A
- 운용반경 : 60Nm이상(TMA), 170Nm이상(항로)
- 정밀도(위치오차 기준) : 150m rms이하@TMA 350Nm@항로
- 시각동기방식 : GNSS시각동기
- 운용환경(온도) : -25 ~ 55℃(실외장비), 10 ~ 30℃(실내장비)

○ 체계종합 기술개발
- 공항지면감시용 LAM 및 TMA/항로 감시용 WAM 시스템 기능/성능 요구도 설정
- 시스템 운용환경 요구조건 설정
- 시스템 체계설계 및 체계 성능분석
- 구성품간 인터페이스 설계
- LAM 및 WAM 구성품 및 구성요소 형상관리
- 시험평가 기술연구 및 시스템통합 시험장비 구축
- LAM 및 WAM 테스드베드 구축 및 시험평가

○ MLAT 중앙처리장치 (CPS) 개발
- CPS 설계/제작/시험평가 기술
- CPS 기능/성능 검증 시뮬레이션 툴 개발
- TDOA 추정 및 플랏(Plot) 추출

- 표적추적 및 항적(Track) 생성
- 질문 스케쥴링 및 표적 ID 추출
- ADS-B 데이터 추출 및 유효성 검증
- 기준 트랜스폰더와 수신기 간의 시각오차 추정
- 소프트웨어 신뢰성 향상 기술

○ 수신기/송신기 (Interrogator) 개발
- TOA시각동기 핵심 기술 개발
- Mode A, C, S, 1090ES 수신 및 처리 기술
- Mode-S 질문 신호 송출 기술
- 유/무선 네트워크 통신기술
- 송/수신기 기능/성능평가 툴 개발
- 기준 및 감시 트랜스폰더 적용 기술
- 송/수신기 설계/제작/시험평가

○ 외부연동장치 개발
- 외부연동장치 설계/제작/시험평가 기술개발
- WAM자료 TIS-B정보 활용 기술
- ASTERIX 자료포멧 입출력 기술
- 기존 관제장비(ARTS)와의 연동기술 개발
- 국내개발 관제장비와의 연동기술 개발
- 공항감시 관제장비(A-SMGCS or ASDE)와의 연동기술 개발

○ 시스템 통제/감시 개발
- LAM/WAM시스템 통제 및 감시 기술
- 항공지도, DTED, 사용자 설정자료 DB 기술
- 항로/터미날 교통상황 현시 기술
- 공항감시용 교통상황 현시 기술

○ 설치·운용 및 성능적합성 검증 기술
- 전파전파 분석/지형지물 간섭 영향에 따른 성능 분석
- LAM/WAM 지형지물 영향 분석 툴 개발
- LAM/WAM 구축 환경 요구사항 도출 및 설치·운용 기술 연구
- LAM/WAM 데스트베드를 이용한 안전성 평가
- LAM/WAM 운용승인 절차 개발
- LAM/WAM 구축 후 초기 운용/성능 적합성 검증 기술 개발 및 주기 검사 방안 도출

	– LAM/WAM의 소프트웨어 검증 및 품질보증 방안 수립
4. 연구 추진방법	
□ 추진전략	○ 기 개발된 국내 IT기술을 최대한 활용하여 다변측정 감시시스템 핵심기술, 설계기술, 시험기술의 독자 개발 ○ 개발된 기술을 이용한 국내 다변측정 감시시스템의 역량 강화 및 실용화 능력 배양 ○ 국내 인프라 구축 및 해외시장 진출
□ 추진체계	○ 산·학·연·관 역할 분담 및 공조체제에 의한 연구개발 추진체계의 효율화 및 기술확보 가속화 추진 – 관 = 국내의 다변측정감시 시스템 관련 법 제도 및 규정 수립 – 연 = 다변측정감시 시스템 연구개발 계획과 검증방안 마련 – 산 = 다변측정감시 시스템 구성품 제작 및 시험환경 개발 – 학 = 핵심 요소기술 확보 및 시스템 설계
□ 성과목표 지표설정	○ 성과목표(지표)를 달성목표치 및 가중치 등을 연구개발계획서에 제안하여야 하며, 이는 과제선정 후 해당 연구책임자에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용됨.
5. 최종성과물	
	○ 시스템통합시험(System Integration Lab Test) 시험평가 툴 1식 – 중앙처리장치(1조), 외부연동장치(1조) – 수신기(5조), 송신기(1조), 기준트랜스폰더(1조) – 시스템 통제/감시 장치(1조) – 채널 시뮬레이터(1조) ○ 공항지면 지역감시 LAM 운용성 및 안전성평가 Test-bed 1식 – 중앙처리장치(1조), 외부연동장치(1조) – 수신기(6조), 송신기(1조), 기준트랜스폰더(1조) – 시스템 통제/감시 장치(1조) – 광 네트워크 통신링크(1조) ○ LAM 운용범위 및 구성품 배치 분석 툴 1조 ○ LAM시스템 소프트웨어 – CPS 프로그램 1종 – 외부 연동 프로그램 1종

	– 시스템 통제/감시 프로그램 1종 – 공항지면 교통상황 현시 프로그램 1종 ○ LAM 성능분석 및 전파전파 분석 소프트웨어 1종 ○ 공항감시 LAM 규격서 / 인터페이스 통제서 ○ 공항감시 LAM 기본/상세 설계 보고서 ○ 공항감시 LAM 시험평가절차서 및 통합 시험 보고서 ○ LAM 개발 결과 보고서 ○ 공항감시 LAM 시범운용/안전성 평가 보고서 ○ 공항감시 LAM 운용 승인 절차서 ○ 광역감시 WAM 운용성 및 안전성평가 Test-bed 1식 – 중앙처리장치(1조), 외부연동장치(1조) – 수신기(5조), 송신기(1조), 감시트랜스폰더(1조) – 시스템 통제/감시 장치(1조) – 마이크로웨이브 네트워크 통신링크(1조) ○ WAM 운용범위 및 구성품 배치 분석 툴 1조 ○ WAM 소프트웨어 – CPS 프로그램 1종 – 외부 연동 프로그램 1종 – 시스템 통제/감시 프로그램 1종 – 항로 교통상황 현시 프로그램 1종 ○ WAM 성능분석 및 전파전파 분석 소프트웨어 1종 ○ WAM 규격서 / 인터페이스 통제서 ○ WAM 기본/상세 설계 보고서 ○ WAM 시험평가 절차서 및 통합 시험 보고서 ○ WAM 개발 결과 보고서 ○ WAM 시범운용/안전성 평가 보고서 ○ WAM 운용 승인 절차서
6. 연구기간 및 소요예산	
	○ 사업기간 : 총 5년(2013년~2017년) ○ 소요예산 : 총 22,839백만원

2절. 평가기준설정

1. 연차별 목표 성과물

연 도	성 과 물
1차년도	• 공항감시 LAM 규격서 / 인터페이스 통제서 - LAM 운용 요구서 1종 - LAM체계 규격서 1종 - LAM체계 인터페이스 통제서 1종 - 송수신기 개발규격서 1종 / 인터페이스 통제서 1종 - 중앙처리장치 개발규격서 1종 - 외부연동 인터페이스 통제서 1종 - 통제/감시장치 개발규격서 1종
2차년도	• 공항감시 LAM 기본/상세 설계 보고서 - 체계종합 기본설계보고서 1종/상세설계보고서 1종 - 송/수신기 기본설계보고서 1종/상세설계보고서 1종 - CPS 기본설계보고서 1종/상세설계보고서 1종 - CMS 기본설계보고서 1종/상세설계보고서 1종 - 외부연동 기본설계보고서 1종/상세설계보고서 1종
3차년도	• 공항감시 LAM 시험평가절차서 및 통합 시험 보고서 - 구성품별 시험절차서 4종/ 시험결과서 4종 - 시스템 연동 시험절차서 1종/ 시험결과서 1종 - 체계통합 시험절차서 1종/ 시험결과서 1종 - Test-Bed 운용 시험절차서 1종/ 시험결과서 1종 • WAM 규격서 / 인터페이스 통제서 - WAM 운용 요구서 1종 - WAM 체계 규격서 1종 - WAM 체계 인터페이스 통제서 1종 - 송수신기 개발규격서 1종 / 인터페이스 통제서 1종 - 중앙처리장치 개발규격서 1종 - 외부연동 인터페이스 통제서 1종 - 통제/감시장치 개발규격서 1종

	• WAM 기본설계/상세설계 보고서 - 체계종합 기본설계 보고서 1종/상세설계 보고서 1종 - 송/수신기 상세설계 보고서 1종 - CPS 상세설계 보고서 1종 - CMS 상세설계 보고서 1종 - 외부연동 상세설계 보고서 1종
4차년도	• LAM 운용범위 및 구성품 배치 분석 툴 1조 • LAM시스템 소프트웨어 - CPS 프로그램 1종 - 외부 연동 프로그램 1종 - 시스템 통제/감시 프로그램 1종 - 공항지면 교통상황 현시 프로그램 1종 • LAM 성능분석 및 전파전파 분석 소프트웨어 1종 • LAM 개발 결과 보고서 - 구성품 개발 결과 보고서 4종 - LAM 시스템 개발결과 보고서 1종 • 공항감시 LAM 시범운용/안전성 평가 보고서 - LAM 시범운용 결과보고서 1종 - LAM 안전성 평가 보고서 1종 • 공항감시 LAM 운용 승인 절차서 1종 • LAM 도면/매뉴얼 - LAM 시스템 도면 1종, 송수신기 도면 1종 - LAM 사용자 매뉴얼 1종 • 공항지면 지역감시 LAM 운용성 및 안전성평가 Test-bed 1식 - 중앙처리장치(1조), 외부연동장치(1조) - 수신기(6조), 송신기(1조), 기준트랜스폰더(1조) - 시스템 통제/감시 장치(1조) - 광 네트워크 통신링크(1조)
5차년도	• 광역감시 WAM 운용성 및 안전성평가 Test-bed 1식 - 중앙처리장치(1조), 외부연동장치(1조) - 수신기(5조), 송신기(1조), 감시트랜스폰더(1조) - 시스템 통제/감시 장치(1조) - 마이크로웨이브 네트워크 통신링크(1조) • WAM 운용범위 및 구성품 배치 분석 툴 1조

	• WAM 소프트웨어 - CPS 프로그램 1종 - 외부 연동 프로그램 1종 - 시스템 통제/감시 프로그램 1종 - 항로 교통상황 현시 프로그램 1종 • WAM 성능분석 및 전파전파 분석 소프트웨어 1종 • WAM 시험평가절차서 및 통합 시험 보고서 - 구성품별 시험절차서 4종/ 시험결과서 4종 - 시스템 연동 시험절차서 1종/ 시험결과서 1종 - 체계통합 시험절차서 1종/ 시험결과서 1종 - Test-Bed 운용 시험절차서 1종/ 시험결과서 1종 • WAM 개발 결과 보고서 - 구성품 개발 결과 보고서 4종 - WAM 시스템 개발결과 보고서 1종 • WAM 시범운용/안전성 평가 보고서 - WAM 시범운용 결과보고서 1종 - WAM 안전성 평가 보고서 1종 • 공항감시 WAM 운용 승인 절차서 1종 • WAM 도면/매뉴얼 - WAM 시스템 도면 1종, 송수신기 도면 1종 - WAM 사용자 매뉴얼 1종 • 시스템통합시험(System Integration Lab Test) 장비 1식 - 중앙처리장치(1조), 외부연동장치(1조) - 수신기(5조), 송신기(1조), 기준트랜스폰더(1조) - 시스템 통제/감시 장치(1조) - 채널 시뮬레이터(1조)

2. 시스템 목표 성능

가. LAM 감시시스템 성능

	목 표 성 능
기 능	공항 내 이동체 탐지, 측위 및 식별 (단, 트랜스폰더/비콘 탑재체에 한함)
적용 국제기술표준	RTCA/DO-260A, EUROCAE ED-117
시각동기방식	기준 트랜스폰더 (또는 기타정밀시각동기 방식)
정밀도 (95%기준)	7.5m이하 @활주로 20m이하 @활주로에서 2.5Nm 40m이하 @활주로에서 5Nm
표적처리능력	250개 이상 동시 탐지 및 추적
표적 갱신시간	1초 이하
탐지율	99.9%이상
오탐지율	10^{-4}이하
가용도	99.99%이상
소프트웨어 설계 및 안전성	EUROCAE ED-109의 AL4(보증수준 4)이상의 기준 만족
운용환경(온도)	실외장비 : -25 ~ 55℃, 실내장비 : 10 ~ 30℃

나. WAM 감시시스템 성능

	목 표 성 능
기 능	Mode A, C, S, 1090ES 트랜스폰더 탑재 비행체 탐지, 측위 및 식별
적용 국제기술표준	ICAO Annex 10 Vol. IV, RTCA/DO-260A, EUROCAE ED-142
시각동기방식	GNSS 시각동기 (또는 기타정밀시각동기 방식)
정밀도 (위치오차기준)	350m rms 이하@항로 150m rms 이하@TMA
표적처리능력	250개이상 동시 탐지 및 추적
표적 갱신시간	5초이하
탐지율	97%이상
오탐지율	0.1%이하
가용도	99.99%이상
소프트웨어 설계 및 안전성	EUROCAE ED-109의 AL4 (보증수준 4)이상의 기준 만족
운용환경	실외장비 : -25 ~ 55℃, 실내장비 : 10 ~ 30℃

8장. 참고문헌

[1] “Generic Safety Assessment for ATC Surveillance using Wide Area Multilateration” European Organization for the Safety of Air Navigation, 23 Oct 2008

[2] M.Loren Wood, "Multilateration System Development History and Performance at Dallas/FT. Worth Airport," IEEE Digital Avionics System Conferences, 2000. Proceedings, 2E1/1-2E1/8 vol 1

[3] "녹색항공산업 지원을 “ 위한 항행시스템 개발 구축방안 마련 연구” 최종보고서, 한국교통연구원, 2010. 9. 16

[4] W.H.L Neven, T.J. Quilter, R. Weedon, R.A. Hogendoorn, "Wide Area Multilateration Report on EATMP TRS 131/04 Version 1.1, National Aerospace Laboratory NLR, August 2005

[5] "Multilateration Executive Reference Guide", www.multilateration.com

[6] "Surveillance by MLAT for ATC Innsbruck", Wide Area Multilateration Workshop, Eurocontrol, Brussels. 2009

[7] "FAA’s NextGen Implementation Plan," Federal Aviation Administration(FAA), March 2010

[8] "The ATM Surveillance Strategy for ECAC," European Air Traffic Management Programme, 7 August 2008

[9] "Multilateration Systems Implementations," ICAO North American, Central American and Caribbean Office Surveillance Seminar for the NAM/CAR/SAM Regions, Sensis

[10] "Multilateration Surveillance Systems of ERA," ERA

[11] H. Miyazaki, T. Koga, E. Ueda, Y. Kakubari, S. Nihei, "Evaluation Results of Airport Surface Multilateration," ENRI Int. Workshop on ATM/CNS. Tokyo, Japan (EIWAC 2010), pp41~46

[12] Sensis Corporation, "www.sensis.com"

[13] Multilateration Technology Overview, "http://www.icao.int/nacc/meetings/2007/SURV_SEMI/Day02_SENSIS_Turner.pdf"

[14] SRA International INC, "http://www.sra.com/era/mss/"

[15] INDRA Corporation, "http://www.indracompany.com/en/sectores /transporte-y-trafico/nuestra-oferta/subsector/trafico-aereo/multilateration-system,-mlat/4197/1710"

[16] EUROCONTROL, "http://www.eurocontrol.int/"

[17] EUROCAE, "http://eurocae.net/"

[18] ICAO, "http://www.icao.int/"

[19] TruePosition (U-TDOA), "http://www.trueposition.com/u-tdoa/"

[20] 김현수, 박수용, 강자영, “다변측정법을 이용한 항공 감시 능력 향상 방안 연구,” 한국항공우주학회 2010년도 추계학술발표회 논문집(II), 2010.11, page(s): 820-1619

[21] Wide Area Multilateration report, "http://www.eurocontrol.int/surveillance/gallery/content/public/documents/WAM_study_report_1_1.pdf"
[22] ICAO Annex 10 Volume Ⅳ(Surveillance and Collision Avoidance Systems)
[23] ICAO DOC 9643(Manual on Simultaneous Operations on Parallel or Near-Parallel Instrument Runways)
[24] ICAO DOC 9476-AN/927 AMENDMENT No.2(Surface Movement Guidance and Control Systems)
[25] FAA-E-2942(AIRPORT SURFACE DETECTION EQUIPMENT - MODEL X)
[26] EUROCAE ED-117 (Minimum Operational Performance Specification For Mode S Multilateration Systems for Use in Advanced Surface Movement Guidance and Control Systems
[27] Thales Italia, Multilateration Air/Ground Surveillance System Manual
[30] Africa-Indian Ocean Region. Air Navigation Plan - FASID (Doc 7474). (2004.01)
[31] Asia and Pacific Regions Air Navigation Plan - FASID (Doc 9673) (2006.04)
[32] Caribbean and South American Regions. Air Navigation Plan-FASID (Doc 8733) (2002.06)
[33] European Region. Air Navigation Plan - FASID (Doc 7754) (2001.11)
[34] Middle East Region. Air Navigation Plan (Doc 9708). (2000.11)
[35] North Atlantic, North American and Pacific Regions. Air Navigation Plan (Doc 8755). (2003.05)
[36] Doc 9634 AIR NAVIGATION PLAN - NORTH ATLANTIC REGION (2005.06)
[37] 2011-2020 항행안전시설 구축•관리 중장기 종합 계획 (2011.6) - 국토해양부 항공감시 및 항공통신망 확충 타당성 및 기본설계 용역 타당성 조사보고서 (2011.8) - 국토해양부
[38] Sensor and Data Fusion, Book edited by: Dr. ir. Nada Milisavljević, (2009.02)
[39] Thales MLAT/WAM and ADS-B Reference list (2011.03)
[40] ATC REFERENCES – LIST OF ERA'S CUSTOMERS AND PROJECTS
[41] Sensis - References for WAM
[42] Sensis - References for A .SMGCS
[43] Sensis - References for MLAT
[44] 2013-2017 건설교통기술 R&D 중장기계획 - 국토해양부
[45] "차세대 항행안전기술 연구개발 로드맵," 항공선진화사업 기획보고서 최종보고서, 한국항공우주연구원, 2008. 9. 23.
[46] "항공관제시스템 개발," 항공선진화사업 항공관제시스템 기획 연구 보고서, 건국대학교, 2007. 10. 29.
[47] "항공감시용 ADS-B 핵심기술개발 기획연구보고서," 항공선진화사업 최종보고서, 건국대학교, 2010. 1. 7.
[48] 김현수, 박수용, 강자영, "다변측정법을 이용한 항공 감시 능력 향상 방안 연구," 한국항공우주학회 2010년도 추계학술발표회 논문집(II), 2010.11, page(s): 820-1619
[49] Alexander Jasch, Thomas Feuerle, Guido Scoor, Peter Hecker, "Geometrical Siting

Considerations for Wide Area Multilateration Systems," Position Location and Navigation Symposium (PLANS), 2010 IEEE/ION
[50] Ralph O. Schmidt, "A New Approach to Geometry of Range Difference Location," IEEE TRANSACTIONS ON AEROSPACE AND ELECTRONIC SYSTEMS VOL. AES-8, NO. 6 NOVEMBER 1972
[51] Anastasios Daskalakis and Patrick Martone, "A Technical Assessment of ADS-B and Multilateration Technology in the Gulf of Mexico," Radar Confernece, 2003. Proceedings of the 2003 IEEE
[52] M.Loren Wood, "Multilateration System Development History and Performance at Dallas/FT. Worth Airport," IEEE Digital Avionics System Conferences, 2000. Proceedings, 2E1/1-2E1/8 vol 1
[53] ICAO Annex 10 Volume Ⅳ(Surveillance and Collision Avoidance Systems)
[54] ICAO DOC 9643(Manual on Simultaneous Operations on Parallel or Near-Parallel Instrument Runways)
[55] ICAO DOC 9476-AN/927 AMENDMENT No.2(Surface Movement Guidance and Control Systems)
[56] ICAO DOC 4444 Procedures for Air Navigation Services - Air Traffic Management
[57] Guidance Material on Comparison of Surveillance Technologies (GMST), ICAO Asia and Pacific, Edition 1.0, September 2007
[58] Julio Cesar Siu, "Guidelines for ADS-B/MLAT Implementation, Regional CAR/SAM Strategy and references on Working Groupes in NAM/CAR Regions," ICAO/FAA Workshop on ADS .B and Multilateration Implementation, ICAO NACC Regional Office, Mexico City, Mexico, 6 to 8 September 2011
[59] Aeronautical Surveillance Manual, Aeronautical Surveillance Panel(ASP) Working Group Meeting, Louisville, April 2009
[60] FAA-E-2942, Airport Surface Detection Equipment - Model X
[61] EUROCAE ED-117, Minimum Operational Performance Specification For Mode S Multilateration Systems for Use in Advanced Surface Movement Guidance and Control Systems
[62] EUROCAE ED-142 Technical Specification for Wide Area Multilateration(WAM) Systems
[63] RTCA/DO-260B Minmum Operational Performance Standards 1090MHz Extended Squitter Automatic Dependent Surveillance-Broadcast(ADS-B) and Traffic Information Services-Broadcast(TIS-B)
[64] Thales Italia, Multilateration Air/Ground Surveillance System Manual
[65] GPS Synchronization of WAm Systems - Pros and Cons, Roke Mano Research Ltd.
[66] Baud Olivier, Gomord Pierre, Honoré Nicolas, Lawrence Peter, Ostorero Loïc, Paupiah Sarah and Taupin Olivier, "Air Traffic Control Tracking Systems

Performance Impacts with New Surveillance Technology Sensors," Thales France

부록 A. 1차 자문회의 회의록

1. 회의 개요

○ 목 적 : 다변측정감시시스템 기술개발 기획 자문

○ 일 시 : 2011. 12. 1 (16:00 ~ 18:00)

○ 장 소 : 한국항공대학교 기계관 113호

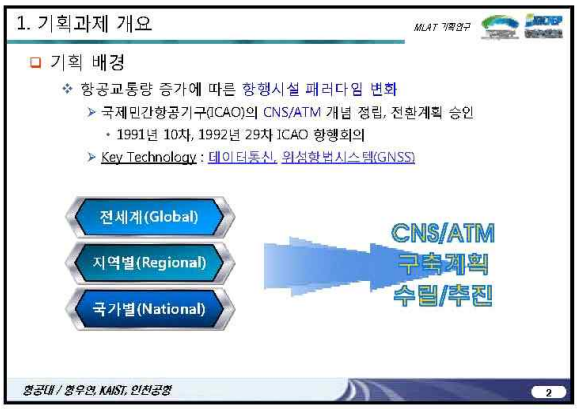
○ 참석자

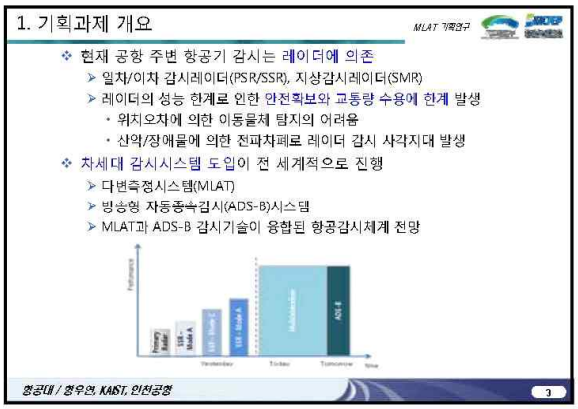
- 박근해(안세기술)
- 강지석, 곽홍근(한국공항공사)
- 유병선(한국항공대학교)
- 신동호(국방과학연구소)
- 장필식(단암시스템즈)
- 김형주(삼성탈레스)
- 한상현(AP시스템)
- 김정주(대한항공)
- 정진호(두시텍)

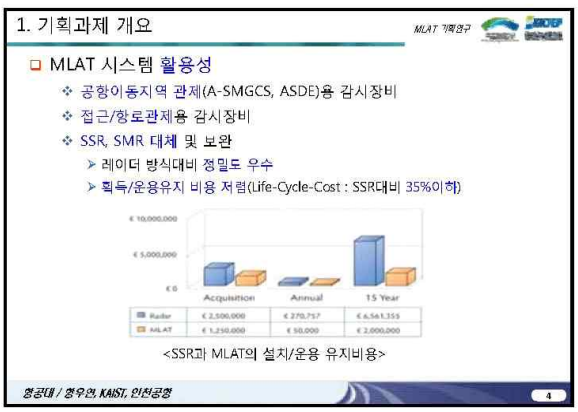
2. 과제 진행사항 발표자료













1. 기획과제 개요

MLAT 기술개발 기획 필요성

- 성능, 경제성 및 호환성이 우수
- 넓은 활용 분야
- 레이더(SSR) 대체 유력 장비로 전망
  - → 전세계적 수요 예상
- 도입국가 급속히 증가
  - → 국내 대응이 시급히 요구됨
  - → 국내 개발 및 해외수출 가능성 타진 필요



<MLAT 시스템 도입국 분포>

- **MLAT기술개발 사전기획**
  - 국내개발의 성공가능성 및 예산투입 효율성 증대
  - 성공적인 연구개발을 위한 합리적인 목표 설정 및 연구체제 제안
  - 개발 타당성, 연구과제의 전략적인 방향 및 실행 방안을 제시 (상용화)

2. 항공감시(Aeronautical Surveillance)

정 의

- 항공기 및 차량, 기상현상, 공역상태, 지형/방해물정보를 탐지(Detection), 추적(Tracking), 식별(Characterization) and 관측(Observation)

목 적

- 항공기 운용의 안전성, 효율성 강화를 위해,
  - 항공기 흐름을 통제
  - 항공기간 간격 분리
  - 조종사 및 관제사에게 기상/지상의 상황인식정보 제공

2. 항공감시(Aeronautical Surveillance)

방법

- Voice Reports, Visual Acquisition, Radar, Databases, Data Link

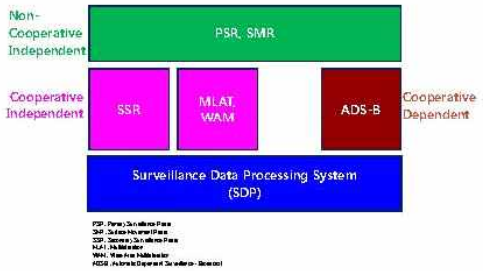
분류

- Cooperative/Non-Cooperative(PSR, SMR, WR etc.)
- Independent(PSR, SSR...)/Dependent(타장비 정보에 의존, ex) ADS)
- 기상감시(Airborne)/지상감시(Ground or Air-to-Ground)
  - 기상감시 : TCAS(ACAS), ADS-B, ASAS, Airborne WR, TIS-B, FIS-B
  - 지상감시 : PSR,SMR, SSR/Mode-S, ADS-B, MLAT, WR

PSR: Primary Surveillance Radar
SSR: Second Surveillance Radar
MLAT: Multilateration
SMR: Surface Movement Radar
WR : Weather Radar
TCAS : Traffic Collision Avoidance System

2. 항공감시(Aeronautical Surveillance)

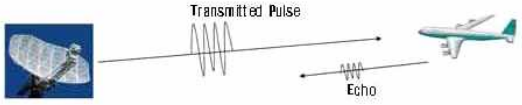
지상감시시스템의 구성 요소



2. 항공감시(Aeronautical Surveillance)

일차감시레이더(PSR)

- 모든 비행물체 탐지
- 항공기 ID, 고도 등의 정보가 없음
- 구축 및 운용 비용이 높음
- 고출력 에너지에 의한 환경피해 발생가능성 내재
- 낮은 갱신율(update rate) : 약 4~12초
- 간섭, 잡음 및 클러터에 취약



2. 항공감시(Aeronautical Surveillance)

지면이동레이더(SMR)

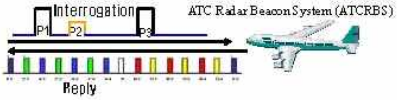
- 공항 지면의 항공기 및 차량 탐지
- 주로 저시정 및 야간에 항공기 및 차량 감시용으로 활용
- 일반적으로 공항지도 상에 비디오 blip(Clutter) 형태로 현시
- 표적 ID는 호출부호(Callsign) 할당으로 식별
- Frequency : 9GHz(X-band) or above
- High accuracy(typ. 7.5m), high update rate(1sec), high resolution(less than 20m)
- Narrow beam, Short pulse

2. 항공감시(Aeronautical Surveillance)

MLAT 개념구

- 이차감시레이더 (SSR)
  - 항공기 트랜스폰더 필요(Cooperative)
  - PSR보다 적은 전력 소요
  - 항공기 ID(Mode-A)와 압력고도(Mode-C) 제공
  - 클러터 및 잡음의 영향 없음.
  - 정밀도 – Update rate: 4~12sec, 위치오차 : 약 100m
  - Garbling/FRUIT 형상 발생

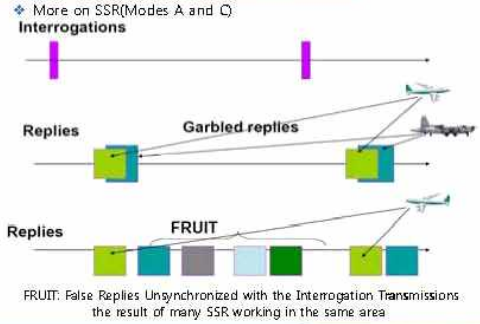




2. 항공감시(Aeronautical Surveillance)

MLAT 개념구

- More on SSR(Modes A and C)

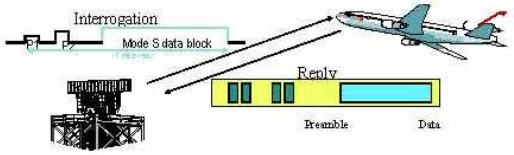


FRUIT: False Replies Unsynchronized with the Interrogation Transmissions
the result of many SSR working in the same area

2. 항공감시(Aeronautical Surveillance)

MLAT 개념구

- SSR/Mode-S
  - 항공기 ID(ICAO등록 24bit address)에 따라 선택적 질의 → Gabling, FLUIT감소
  - 항공기 탑재 Mode-S Transponder 필요(Cooperative)
  - 설정 및 운용이 복잡
  - All-Call, Stochastic Call-Back, Roll-Call, Lock-out by Interrogator ID



2. 항공감시(Aeronautical Surveillance)

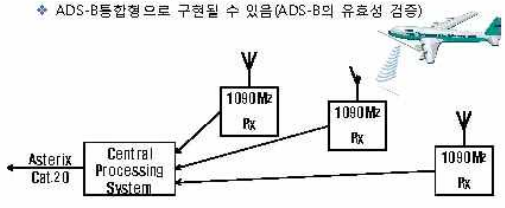
MLAT 개념구

- ELS(Elementary Surveillance)
  - Aircraft Identification(ICAO 24bits Address, 8charaters Flt ID)
  - Continue to use Mode A and C
- EHS(Enhanced Surveillance)
  - Include ELS
  - Selected Altitude, Track angle Rate, Roll Angle, True Track Angle, Ground Speed, Mag. HDG, Air Speed, Vertical Rate
- ES(Extended Squitter)
  - GPS/FMC Position Informations

2. 항공감시(Aeronautical Surveillance)

MLAT 개념구

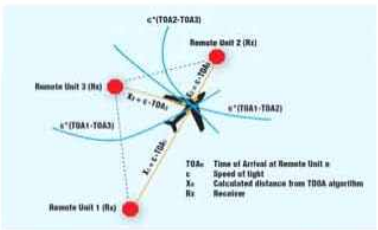
- MLAT
  - 항공기 트랜스폰더의 Mode A/C, S 및 1090ES(ADS-B) 신호를 다중 수신, TDOA(Time Difference of Arrival)/위치 계산
  - Interrogator유무에 따라 수동형/능동형 구분
  - ADS-B통합형으로 구현될 수 있음(ADS-B의 유효성 검증)



2. 항공감시(Aeronautical Surveillance)

MLAT 개념구

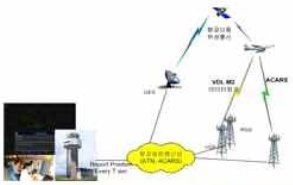
- High Update Rate : appr. 1sec
- 다수의 수신기 : 최소 3(2D)~4(3D)개의 Sites
- 위치오차 : 5~10m(Airport Surface), 20~50m(TMA)



2. 항공감시(Aeronautical Surveillance)

MLAT 개발연구

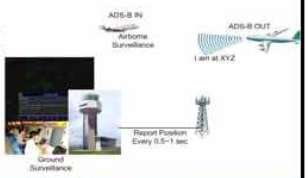
- ADS-C(Automatic Dependent Surveillance-Contract)
  - 항공 통신망을 통해 감시정보 보고
  - FANS 1/A or ATN avionics and ground infrastructure 필요
  - 주로 지상감시가 제공되지 않는 원격지, 대양에서 활용



2. 항공감시(Aeronautical Surveillance)

MLAT 개발연구

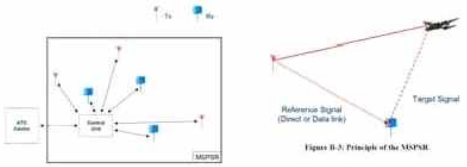
- ADS-B
  - 주변항공기 및 지상시설로 항공기의 위치를 방송
  - Data Link : 1090ES, VDL M4, UAT
  - High Update Rate
  - 레이더, MLAT에 비해 지상 시설구축, 운용 비용 저렴
  - 항공기 탑재장비 필요
  - Immune to Multipath
  - 보고자료의 신빙성 문제(독립적인 검증장비 필요 대두)



2. 항공감시(Aeronautical Surveillance)

MLAT 개발연구

- MSPSR(Multi-Static PSR)
  - 송신기/수신기 네트워크 또는 수신기만 네트워크를 구성
  - 전파의 이동거리인 타원체의 만나는 점을 계산(최소 3개sites(3D))
  - MLAT과 유사개념
  - Active MSPSR / Passive MSPSR(상용통신 전파를 이용)
  - 기술 개발 중



2. 항공감시(Aeronautical Surveillance)

MLAT 개발연구

- 기술비교

구분	PSR	SSR/Mode-S	MLAT	ADS-B	ADS-C
ICAO표준화	Not	SARPs A10	SARPs A10	SARPs A10	ATN SARPs
항공기 분리 (PANS-ATM)	-	5Nm 3Nm:허가요	3/5Nm검토중 FAA/Eu 5N승인	5Nm승인 3Nm검토중	30/30&90/90 Nm절차지원
Range	S:60~80Nm L:160~220Nm	200~250Nm	170Nm(RU배치에 따라 다름)	200~250Nm	N/A
Accuracy (rms)	R: 0.1Nm Az: 0.15deg	R: 0.03Nm Az: 0.07deg	0.1Nm이하	0.1Nm이하 @95%	0.1Nm이하 @95%
가용성	99%이상	99%이상	99%이상	99%이상	99%이상
신뢰도(MTBF)	20K hr이상	20K hr이상	20K hr이상	20K hr이상	2K hr
기술성숙도	매우우수	우수	중	중	우수
장점	비협동감시 기상탐지	탐지능력우수, 고도/ID제공	상대적저점 고정밀	저점, 고정밀 기상감시	대양감시 구축비용 無
단점	ID, 클러터, 비용고가	Az정밀도,	다중Sites, 다중경로취약	탑재수정, GNSS의존	지연 大 통신비용
구축비용	$8~14M	$6M	Surf.: $1~3M WAM: $2~5M	$380K	N/A

2. 항공감시(Aeronautical Surveillance)

MLAT 개발연구

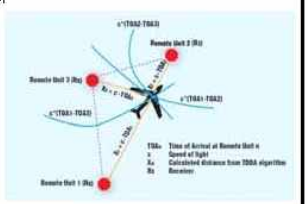
- 기술발전 전망

구분	현재	중단기(10년후)	장기(20년후)
대양(원격지)감시	ADS-C + (ACARS)	ADS-C + (ATN)	ADS-C + (ATN or IP)
항로감시	PSR + SSR	PSR + WAM(ADS-B)	MSPSR + WAM(ADS-B)
TMA감시	PSR + SSR	PSR + WAM(ADS-B)	MSPSR + WAM(ADS-B)
공항감시	SMR	SMR + MLAT(ADS-B)	SMR + MLAT(ADS-B)
기상(Airborne)감시	ACAS(TCAS)	ACAS(TCAS) + ADS-B	ACAS(TCAS) + ADS-B

3. MLAT기술

MLAT 개발연구

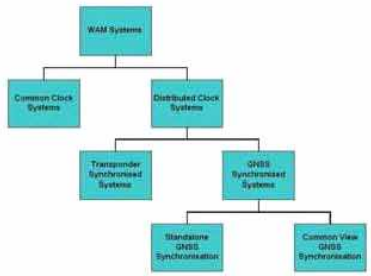
- 개요
  - 트랜스폰더 Mode A/C, S, ADS-B 수신
  - RF신호의 TDOA측정
  - 공항관제에서 항공기/차량 이동 관제능력 향상
  - 항로/TMA 관제로 확장: WAM
  - 정밀도 : 3~7m@Surface, 10~50m@WAM
  - 2D 위치 : 3RU
    3D 위치 : 4RU이상



3. MLAT기술

MLAT 개념

□ MLAT 분류: 시각동기에 따라 시스템 구조차이



항공대 / 항우연, KAIST, 인천공항

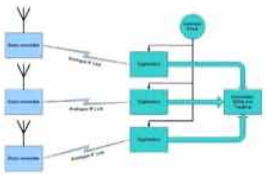
24

3. MLAT기술

MLAT 개념

□ Common Clock MLAT

- RU : RF to IF Down-converter, Simple
- IF신호는 아날로그링크를 통해 CPS로 전달
- CPS
  - Baseband신호로 변환 후 양자화
  - Cross-Correlation TDOA측정
  - RU 출력 시각동기 불필요
  - RU/CPS간 Group Delay 보정 요



항공대 / 항우연, KAIST, 인천공항

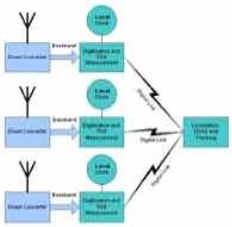
25

3. MLAT기술

MLAT 개념

□ Distributed Clock

- RU : 자료수신, TOA측정
- CPS로 Digital Link를 통해 Time Tagged Data전송
- CPS : TDOA계산, 표적추적
- 대부분 사용



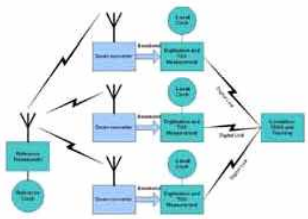
항공대 / 항우연, KAIST, 인천공항

26

3. MLAT기술

MLAT 개념

- Transponder synchronized systems
  - 기준 트랜스폰더와 RU간 LOS 확보



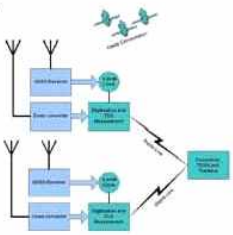
항공대 / 항우연, KAIST, 인천공항

27

3. MLAT기술

MLAT 개념

- Standalone GNSS Synchronized System
  - GPS는 100ns이내의 정밀시간 제공 ⇒ Difference : 10~20ns
  - 시스템 Integrity는 GNSS Receiver Integrity에 의존
  - 가장 간단하고 쉬운 방법



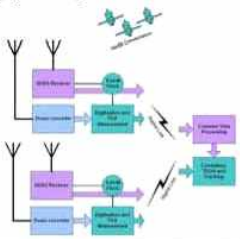
항공대 / 항우연, KAIST, 인천공항

28

3. MLAT기술

MLAT 개념

- Common View GNSS Synchronized MLAT
  - 모든RU의 GNSS수신기의 GPS위성정보 Differential Data를 보정, Error Source제거
  - 동기화 품질에 대한 Integrity Checking
  - Roke사(영국) 특허



항공대 / 항우연, KAIST, 인천공항

29

3. MLAT기술

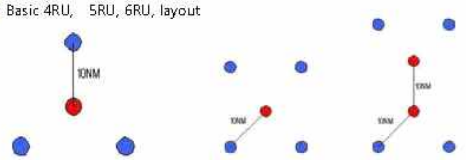
□ 동기화 성능 요약

구분	정밀도	Baseline	RU/CPS Link	Mast	LOS
Common Clock	중(2~20ns)	중	Microwave Optic	High Low	Yes No
Ref. Transponder	중(2~20ns)	중	Any	High	Yes
Standalone GNSS	하(10ns이상)	Any	Any	Low	No
Common View GNSS	상(5ns이하)	대	Any	Low	No

3. MLAT기술

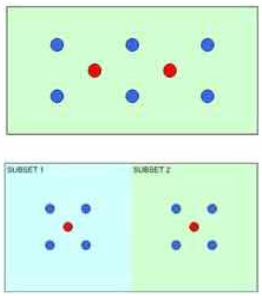
□ Passive MLAT / Active MLAT
- ❖ Interrogator유무에 따라 분류
- ❖ Mode A/C Interrogation: Garbling발생
  → Garbling저감 기술 개발 필요

□ System Baseline
- ❖ RU와 항공기간 LOS확보 → RU배치/항공기 최저고도
- ❖ Basic 4RU, 5RU, 6RU, layout



3. MLAT기술

- ❖ Coverage확장
  - ➢ RU수 증가
  - ➢ Multiple Sets of RU
  - ➢ RU Site 고도 증가



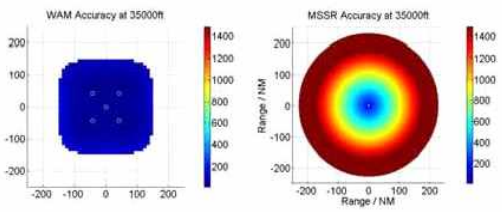
3. MLAT기술

□ Geometry 영향
- ❖ 정밀도는 TDOA정밀도와 Geometry(GDOP: Geometric Dilution of Precision)영향에 의존
- ❖ VDOP ≥ HDOP

□ 기타
- ❖ Mode A/C Code Swap 문제
- ❖ 안테나의 다중경로 수신 저감

3. MLAT기술

□ MSSR, WAM(5RU, Large Baseline(60Nm)) 비교



3. MLAT기술

□ GNSS Outage에 대한 MLAT 취약성
- ❖ Solar Flare : 앞으로 침체기로 들어가 수백년 동안 큰 문제 없음
- ❖ Jamming : 의도적인 Jamming은 한 개의 RU에만 영향을 줌 → Redundancy설계로 해결가능
- ❖ Common View Synch.의 경우 한 개의 GPS 위성신호만 있어도 가능
  ※ Position Fix GPS수신기는 4개이상(약 6개정도) 위성신호 필요

□ 20분 GPS Outage 분석(Roke사의 Vigilance WAM)
- ❖ Worst case in Common view synchronization
- ❖ Rubidium clock사용하여 RU의 단기 안정성 증대
- ❖ 장기보정은 GPS Common View Synch.(60초마다 보정)
- ❖ 시험결과에 의하면, 20분 후에 최대 2~3ns Drift발생 가능

4. MLAT관련 국내외 현황

❑ 국내 기술 현황

- ❖ 항공감시장비는 완제품으로 도입 운용
- ❖ '05년 이후 전방향표지시설(VOR) 및 거리측정시설(DME)등 국산화
- ❖ 현재 감시자료처리시스템(SDP), ADS-B 기술개발 중

구 분	개발업체	개발연도
전방향표지시설 (VOR)	모피탠스	'04. 4
거리측정시설 (DME)	모피탠스	'07. 5
계기착륙시설 (ILS)	한국공항공사	'09. 3
관제통신시설 (A/G)	한국공항공사	'10. 3

<국내 항행안전시설 개발현황>

과 제 명	연구기간	수행기관
항공레이더자료처리시스템 개발	'07. 12 ~ '14. 10	인천대
위성항법 지역보강시스템(GBAS) 운용 기술 개발	'10. 9 ~ '14. 8	항우연
차세대 항공감시시스템(ADS-B) 핵심기술 개발	'10. 9 ~ '14. 8	항우연 AP시스템

<진행중인 항행안전시설 연구개발 사업>

4. MLAT관련 국내외 현황

❖ 국내공항 감시시스템 현황

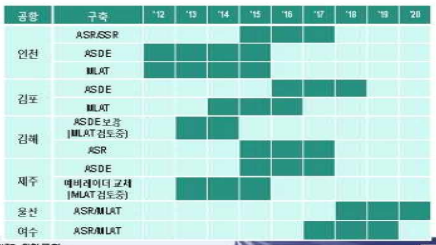
- ➢ 주요공항 : ASR/SSR 레이더 설치
- ➢ 지방공항 : 군에서 사용중인 ASR/SSR 사용
- ➢ 교통량이 많은 큰 공항에서만 ASDE시설 설치
- ➢ ADS-B 시스템은 인천공항에서만 설치되어 운용

구분	인천	김포	김해	제주	울산	청주	무안	광주	여수	포항	사천	원주
ASR/SSR	2식	2식	1식	1식 (SS-Mode S)	1식	1식 PAR (군군운용)	1식	1식 (군군운용)	1식	PAR	1식 (군군운용)	1식 (군군운용)
ASDE	2식	1식	1식	1식	-	-	-	-	-	-	-	-
ADS-B	2식	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

4. MLAT관련 국내외 현황

❖ 국내공항 감시시스템 도입계획

- ➢ 다변측정감시시스템(MLAT)의 다각적인 교체방안 검토
- ➢ 기존 항행감시시설에 대한 지속적인 투자와 차세대 시스템 개발 및 구축 병행
  - ▪ 현행시설과 차세대 시설을 체계적으로 구축하기 위한 방안 검토



4. MLAT관련 국내외 현황

❑ 국외 기술 현황

❖ 유럽

- ➢ ERA(체코), Indra(스페인), Thales(프), Selex(영) 등에서 제품화
- ➢ EuroControl에서는 "SESAR" 프로그램을 통한 ATM감시장비 전략 수립
- ➢ EUROCAE에서 다변측정감시시스템에 대한 규격화/표준화 수행
  - ▪ 2004년 : 공항이동지역관제(A-SMGCS)용 다변측정감시시스템 규격서 발간
  - ▪ 2011년 : 항로, 터미널 지역에서의 광역다변측정감시시스템(WAM)에 대한 기술사양서 발간



<En-Route/TMA감시 구축계획>



<공항관제감시 구축계획>

4. MLAT관련 국내외 현황

❖ 미국

- ➢ ASDE-X 프로그램에서 MLAT시스템 도입
- ➢ 현재, 공항감시용 MLAT은 35개 주요 공항에 설치, 앞으로 확대
- ➢ WAM은 시범운용 중
- ➢ Sensis사가 "MDS"라는 브랜드 상품화

❖ 기타, 일본, 중국, 호주 등에서 시범설치 운용 중



<미국의 MLAT구축 현황>

5. 연구개발 목표 및 내용

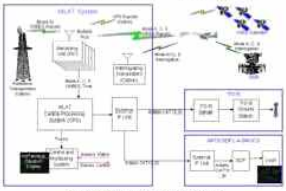
❑ 최종목표

레이더 감시 사각지대 해소
국가 항공교통 감시체계의 획기적 개선
차세대 항공 감시시스템인
다변측정 감시시스템(Multilateration, MLAT) 기술개발

- ❖ 공항관제, 접근관제 및 항로관제등 다양한 응용에 적용할 수 있는 시스템 개발
- ❖ 외부시스템과의 원활한 연동을 대비한 외부 인터페이스와 MLAT정보 활용에 관한 기술 개발
- ❖ 인프라 구축시 필요한 장비 설치 및 운용과 관련 기술 및 인프라 구축후 초기 성능적합성을 판단할 수 있는 검증 기술도 개발

5. 연구개발 목표 및 내용

- 항로, 터미널지역을 정밀감시할 수 있는 광역다변측정감시시스템 기술개발
- 공항 내 이동하는 비행기, 이동차량 등을 정밀 감시할수 있는 MLAT 기술개발
- MLAT 설치·운용 및 성능적합성 검증 기술개발
- 기존 관제시스템간 연동 및 TIS-B정보로 활용기술개발



<국내개발 MLAT 장비 개념도>

5. 연구개발 목표 및 내용

□ 연구범위

- 광역다변측정감시시스템(WAM)
  - 시스템 체계설계 및 체계성능분석
  - 구성품간/외부 인터페이스 설계
  - 시스템 통합 시험평가 기술 개발
  - MLAT 중앙처리장치(CPS) 기술개발
  - 수신기/송신기(Interrogator) 기술개발
  - 시스템 통제/감시 기술개발
  - 외부연동장치 기술개발
  - 구성품/시스템 기능/성능 검증 툴 개발
- 공항감시 MLAT
  - 기준 트랜스폰더 시각동기 기술개발
  - 공항감시 교통상황 현시 기술

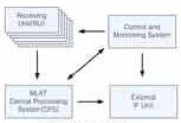
5. 연구개발 목표 및 내용

- 설치·운용 및 성능적합성 검증 기술
  - MLAT 구성품 전파 분석, 지형지물 영향 분석 및 툴 개발
  - MLAT 구축 환경 요구사항 도출 및 설치·운용 기술 연구
  - MLAT 구축 후 초기 운용/성능 적합성 검증 기술 개발 및 주기 검사 방안 도출
- 외부연동 및 정보 활용
  - 기존 설치되어 있는 관제장비(ARTS)와의 연동기술 개발
  - 국내개발 관제장비와의 연동기술 개발
  - 공항감시 관제장비(A-SMGCS)와의 연동기술 개발
  - TIS-B정보로 활용 기술 개발
  - 국내 개발중인 ADS-B의 TIS-B서버와의 연동기술 개발

5. 연구개발 목표 및 내용

□ 세부과제별 연구내용

- MLAT체계 종합 기술개발
  - WAM 및 공항감시 MLAT 시스템 기능/성능 요구도 설정
  - 시스템 체계설계 및 체계 성능분석
  - 구성품간/외부 인터페이스 설계
  - MLAT 구성품 및 구성요소 형상 관리
  - 시스템 통합 시험평가 기술개발
  - 시스템 통합 기능/성능 검증 툴 개발
  - MLAT시스템 시험평가 테스트베드 구축
  - 시스템 운용환경 요구조건 설정
- MLAT 중앙처리장치(CPS) 기술개발
  - CPS 설계/제작/시험평가 기술
  - CPS 기능/성능 평가 툴 개발
  - TDOA 추정 및 플랏(Plot) 추출
  - 표적추적 및 항적(Track) 생성
  - 질문 스케줄링 및 표적 ID 추출
  - ADS-B데이터 추출 및 강건성/유효성 검증
  - 기준 트랜스폰더 자료처리 기술
  - 소프트웨어 신뢰성 향상 기술



<인터페이스 관계도>

5. 연구개발 목표 및 내용

- MLAT 수신기/송신기(Interrogator) 기술개발
  - 시각동기 핵심 기술 개발
  - Mode A, C, S, 1090ES 수신 및 처리 기술
  - Mode A, S 질문 신호 송출 기술
  - 수신기/송신기 기준 트랜스폰더 다중 안테나 및 전파 예측 기술
  - 수신기/송신기 기준 트랜스폰더 제어 및 안정화 기술
  - 수신기, 송신기(질문기), 기준 트랜스폰더 유/무선 네트워크 통신기술
  - 수신기/송신기 기준 트랜스폰더 기능/성능평가 툴 개발
  - 수신기/송신기 설계/제작/시험평가
- 외부연동장치 기술 개발
  - 외부연동장치 설계/제작/시험평가 기술개발
  - MLAT자료 TIS-B정보 활용 기술
  - ASTERIX 자료포멧 입출력 기술
  - 기존 설치되어 있는 관제장비(ARTS)와의 연동기술 개발
  - 국내개발 관제장비와의 연동기술 개발
  - 공항감시 관제장비(A-SMGCS)와의 연동기술 개발
  - 국내 개발중인 ADS-B의 TIS-B서버와의 연동기술 개발

5. 연구개발 목표 및 내용

- 시스템 통제/감시 기술개발
  - MLAT시스템 통제 및 감시 기술
  - 항공지도, DTED, 사용자 설정자료 DB 기술
  - 항로/터미널 교통상황 현시 기술
  - 공항감시용 교통상황 현시 기술
- 설치·운용 및 성능적합성 검증기술
  - MLAT 구성품 전파전파 분석
  - 지형지물 간섭 영향에 따른 성능 분석
  - MLAT 전파 송수신기 구성품 및 지형지물 영향 분석 툴 개발
  - MLAT 구축 환경 요구사항 도출 및 설치·운용 기술 연구
  - MLAT구축 후 초기 운용/성능 적합성 검증 기술 개발 및 주기 검사 방안 도출

6. 추진전략

MLAT 기획연구

❑ 시스템 개발 비전 및 목표

Vision
저비용/고성능 항공 감시 인프라 구축 및 서비스 제공

Mission
미래 항공교통 감시체계 구축을 위한
다변 측정 감시 시스템 기술 개발

R&D Goal
- 광역다변측정감시시스템 (WAM) 기술 개발
- 공항 다변측정감시시스템 (Surface MLAT) 기술 개발
- MLAT 설치/운용 및 성능 적합성 검증 기술 개발
- 관제 시스템간 연동 및 TIS-B 정보 활용 기술 개발

Strategy
- 한국 지형을 고려한 독자적 항공 교통 감시 기술 개발
- Test-bed 구축을 통한 성능 분석 및 상용화 기술 개발
- 저비용/고정확도 다변 측정 감시 시스템 개발

6. 추진전략

MLAT 기획연구

❑ 기술개발목표 / 중점추진분야 / 주요기술

Goal	기술개발목표	중점추진 분야	주요기술
다변측정 감시시스템 개발	항로, 터미널지역을 정밀 감시할 수 있는 광역다변측정감시 시스템 기술개발	광역다변측정 감시시스템 (WAM)	MLAT체계 종합 기술개발
	공항내 이동 비행기, 차량 등을 정밀감시할 수 있는 다변측정감시시스템 (Surface Multilateration) 기술개발	공항감시 MLAT	MLAT 중앙처리 장치 (CPS) 기술개발
	MLAT 설치·운용 및 성능적합성 검증 기술개발	설치/운용 및 성능적합성 검증 기술	MLAT 송/수신기 (Interrogator) 기술개발
	기존 관제시스템간 연동 및 TIS-B정보로 활용기술개발	외부연동 및 정보 활용	설치·운용 및 성능 적합성 검증 기술
			시스템 통계/감시 기술개발
			외부연동장치 기술개발

6. 추진전략

MLAT 기획연구

❑ 연구개발 시나리오

❖ MLAT시스템 구축을 위해 5년(TBD)에 걸쳐 연구/개발 사업 진행

2012	2013-2014	2015	2016
요소기술 확보	시스템 설계 및 개발	시스템 통합 및 Test-bed 구축	시범 운영
• MLAT 요소기술 개발 : 체계종합 요소기술 개발 : 중앙처리 장치 요소기술 개발 : 송/수신기 요소기술 개발 : 시스템 통제/감시 요소 기술 개발 : 설치/운용 및 적합성 검증 기술 개발	• 시스템 설계 및 개발 : MLAT 중앙처리 장치 설계 및 개발 : MLAT 송/수신기 설계 및 개발 : 외부 연동 장치 설계 및 개발 : 시스템 통제/감시 장치 설계 및 개발	• MLAT 시스템 통합 : 광역다변측정감시시스템 (WAM) 통합 개발 : MLAT test-bed 구축 및 성능 검증 : MLAT test-bed 구축 : WAM 성능 검증 : 공항감시 MLAT 성능검증 : 설치/운용 및 성능적합성 검증 : 외부연동 및 정보 활용 검증	• MLAT 시범 운영 : 시스템 시험 운영 : 문제점 보완

6. 추진전략

MLAT 기획연구



8. 결론

MLAT 기획연구

❑ MLAT는 향후 CNS/ATM환경하에서 중추적인 감시시스템
- ❖ 접근/항로 관제를 위한 감시장비
- ❖ 공항이동지역 감시장비
- ❖ SSR대체 및 레이더 음영지역 해소 등

❑ 기술개발 기획으로 향후 MLAT 국내 기술확보 계기
- ❖ MLAT국내 연구개발 타당성 도출 및 성공적인 과제 추진 청사진
- ❖ 산업체 참여 유도 및 향후 상업화 추진방향 제시
- ❖ CNS/ATM 전반에 걸친 국내기술 등반발전 견인차

❑ MLAT는 항공/IT 기술융합 시스템으로 관련 전문집단 공동연구
- ❖ 고도의 IT 기술 활용으로 개발 성공가능성 증대

MLAT 기획연구

감사합니다!

TEL: 02-300-0138

3. 자문내용 요약

○ 다변측정감시시스템의 시스템운용이 너무 포괄적이고 융복합 기술은 새로운 문제점이 발생되고, 개발영역이 너무 방대해 지므로 다변측정감시시스템의 개발 범위로 한정 및 구체화하는 검토가 필요함.

○ 개발 시스템의 연구방향 및 범위와 응용분야가 포괄적으로 기술되어져 있는데 구체적인 기술이 필요하고 시스템 개발을 통하여 우리나라의 관제기술 발전에 이바지 할 수 있는 방향으로 이루어질 수 있도록 목표 설정이 필요

○ 시스템의 감시정보를 관제사들에게 제공하기위해서는 ARTS나 ASDE와의 데이터 융합이 반드시 필요하므로 기존 감시데이터 처리시설과의 데이터 융합방안에 대해서도 연구과제에 포함해서 진행하는 것이 이후 실행과제 진행시에도 필요한 것으로 판단 됨.

○ 우리나라 위치 고려시, 항상 Jamming에 취약하고, 북한의 위협에도 대비해야하는 문제를 고려하여 Jamming 노출시 시스템 Back-up 차원을 고려해야함.

○ 우리나라 공항에 다변측정감시시스템을 설치할 경우 상당수의 공항이 군과 같이 사용하게 되므로 군에서 사용하는 기술체계와 연동가능성의 검토가 필요함.

○ 다변측정감시시스템의 연구개발 목표 및 내용중에 항행안전시설 관련 선행과제를 검토하여 이미 개발되어져 있는 분야는 본 과제에 도입하여 활용할 수 있는 방안을 모색하여 추진하였으면 함.

○ 광역다변측정감시시스템(Wide Area Multilateration, WAM)과 공항감시용 다변측정감시시스템을 동시에 개발하는 것으로 연구개발범위를 설정하는 것보다, 단계적으로 개발하는 것이 연구개발 추진 및 정부의 예산 확보 차원에서도 수월 할 것으로 보임.

○ ADS-B에 비해 고품질의 정보를 제공할 수 있으며 GPS 교란에 상대적으로 대처가 강한 이점은 있지만 수신 안테나를 적어도 4개 이상 설치해야하므로 기존공항 지역에 설치한다고 가정할 때 안테나 설치위치 선정이 가능할 것인지, 또 공항지역 내를 벗어나 설치가 필요할 경우 기존의 SSR이나 ADS-B 설치비용과 비교 했을 때의 장점을 가지고 있는지에 대한 내용과 수도권, 충청남도, 전라도, 경상남도 해안선 지역을 제외한 지역에는 안테나 설치를 많이 해야 되는데, 경제성이 확보될 수 있는지의 여부의 세부 검토가 필요함.

부록 B. 2차 자문회의 회의록

1. 회의 개요

○ 목 적 : 다변측정감시시스템 기술개발 기획 자문

○ 일 시 : 2012. 1. 13 (16:00 ~ 18:00)

○ 장 소 : 한국과학기술원 KI건물 3층 Lecture Room

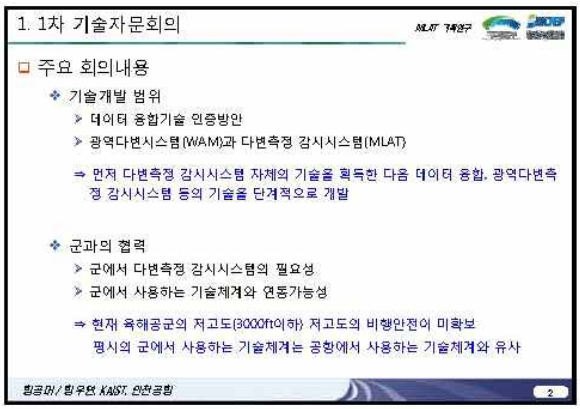
○ 참석자

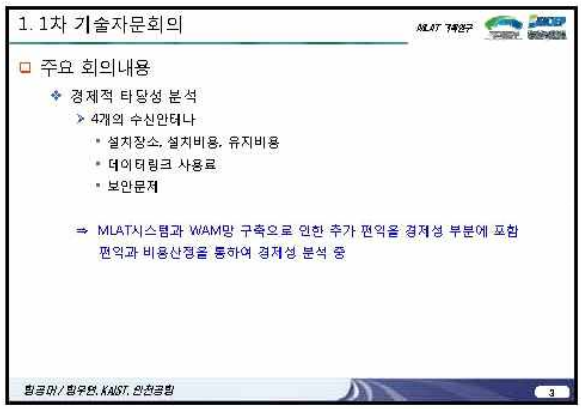
- 박근해(안세기술)
- 곽홍근(한국공항공사)
- 곽영길(한국항공대학교)
- 신동호(국방과학연구소)
- 김형주(삼성탈레스)
- 김정주(대한항공)
- 정진호(두시텍)
- 천기진(LIG 넥스원)
- 김동민(한국항공우주연구원)
- 구경헌(인천대학교)
- 이동국(파인텔레콤)

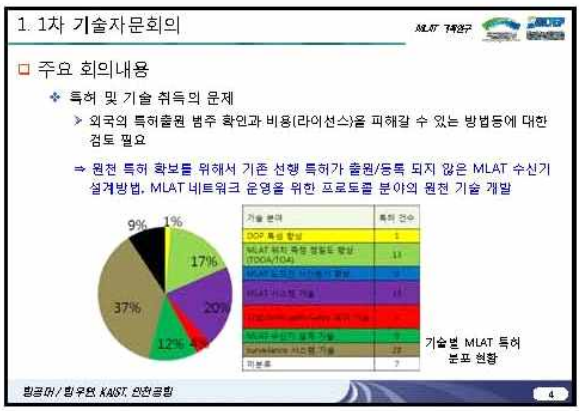
2. 과제 진행사항 발표자료

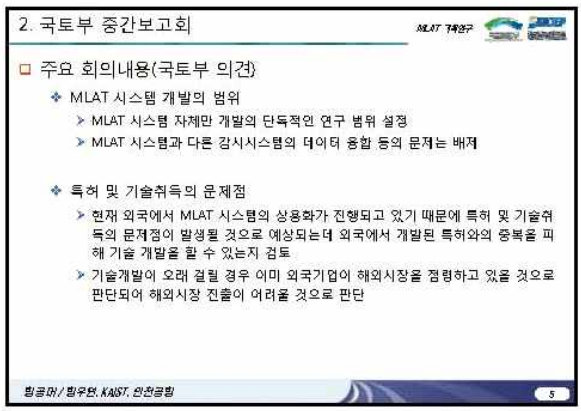












2. 국토부 중간보고회

❑ 주요 회의내용(국토부 의견)

❖ 연구개발 기간 및 비용 타당성 검토

➢ 연구개발 기간을 5년으로 한 시나리오에서 개발 기간을 조정할 수 있는지 검토 필요

➢ 연구개발 비용 및 기간에 대해 국토부 협의 및 의견 반영 필요

➢ 기획연구의 결과물로 도출된 연구개발 기간과 연구개발 비용을 통하여 얻을 수 있는 성과 및 기대효과를 통하여 타당성 검토 필요

➢ 기존 R&D 로드맵을 참고하여 기간과 비용의 검토가 필요

❖ MLAT 시스템의 국내 도입의 비용적인 문제

➢ 국내의 지형적인 문제로 인해 외국 MLAT 시스템과 비교하여 설치비용 증대

➢ 개발시 경제적 타당성 확보

3. 연구개발 목표 및 범위

❑ 최종목표

레이더 감시 사각지대 해소
국가 항공교통 감시체계의 획기적 개선
차세대 항공 감시시스템인
다변측정 감시시스템(Multilateration, MLAT) 기술개발

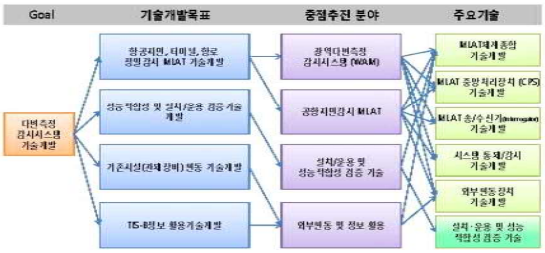
❖ 공항관제, 접근관제 및 항로관제 등 다양한 응용에 적용할 수 있는 다변측정감시시스템(MLAT) 기술 개발

❖ 기존 시설(ARTS, SMGCS) 및 국내개발 관제장비 연동기술개발 및 TIS-B 정보 활용 기술 개발

❖ Test-Bed 구축 기반 설치/운용 기술 및 성능적합성 검증 기술 개발

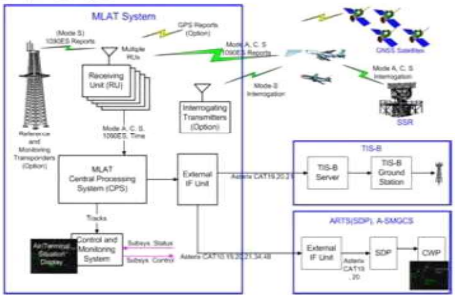
3. 연구개발 목표 및 범위

❑ 중점추진분야 / 주요기술 도출



3. 연구개발 목표 및 범위

❑ 개발 시스템 개념도



3. 연구개발 목표 및 범위

❑ 중점추진분야의 연구범위

광역감시 MLAT(WAM)

➢ 항로/터미널 교통상황 현시 기술

➢ GNSS 시각동기 기술 개발

➢ 장거리 무선네트워크 기술개발

➢ 시스템 체계설계 및 체계 성능분석

➢ 구성품간/외부 인터페이스 설계

➢ 시스템 통합 시험평가 기술 개발

➢ MLAT 중앙처리장치(CPS) 기술개발

➢ 수신기/송신기(Interrogator) 기술개발

➢ 시스템 통제/감시 기술개발

➢ 외부 연동장치 기술개발

➢ 구성품/시스템 기능/성능 검증 툴 개발

➢ 공항지면 교통상황 현시 기술

➢ 기존 트랜스폰더 시각동기 기술개발

공항지면감시 MLAT

3. 연구개발 목표 및 범위

설치·운용 및 성능적합성 검증

➢ MLAT 구성품 전파 분석, 지형지물 영향 분석 및 툴 개발

➢ MLAT 구축 환경 요구사항 도출 및 설치·운용 기술 연구

➢ 안전성 평가 및 운용 승인 절차 개발

➢ 초기 운용/성능 적합성 검증 기술 개발 및 주기 검사 방안 도출

외부연동 및 정보 활용

➢ 기존 설치되어 있는 관제장비(ARTS)와의 연동기술 개발

➢ 국내개발 관제장비와의 연동기술 개발

➢ 공항감시 관제장비(A-SMGCS)와의 연동기술 개발

➢ TIS-B정보로 활용 기술 개발

➢ 국내 개발 중인 ADS-B의 TIS-B서버와의 연동기술 개발

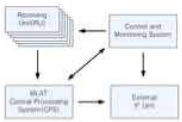
3. 연구개발 목표 및 범위

MLAT 개념연구

□ 주요기술별 연구내용

❖ MLAT체계 종합 기술개발
- WAM 및 공항감시 MLAT 시스템 기능/성능 요구도 설정
- 시스템 체계설계 및 체계 성능분석
- 구성품간/외부 인터페이스 설계
- MLAT 구성품 및 구성요소 형상 관리
- 시스템 통합 시험평가 기술개발
- 시스템 통합 기능/성능 검증 툴 개발
- MLAT시스템 시험평가 테스트베드 구축
- 시스템 운용환경 요구조건 설정

❖ MLAT 중앙처리장치(CPS) 기술개발
- CPS 설계/제작/시험평가 기술
- CPS 기능/성능 평가 툴 개발
- TDOA 추정 및 플랏(Plot) 추출
- 표적추적 및 항적(Track) 생성
- 펄로 스퀙콜링 및 표적 ID 추출
- ADS-B데이터 추출 및 유효성 검증
- 기준 트랜스폰더 자료처리 기술
- 소프트웨어 신뢰성 향상 기술



<인터페이스 관계도>

항공대 / 함우현, KAIST, 안전공학 12

3. 연구개발 목표 및 범위

MLAT 개념연구

❖ MLAT 수신기/송신기(Interrogator) 기술개발
- TOA 시각동기 핵심 기술 개발
- Mode A, C, S, 1090ES 수신 및 처리 기술
- Mode S 펄로 신호 송출 기술
- 수신기/송신기 기준 트랜스폰더 다중 안테나 및 전파 예측 기술
- 수신기/송신기 기준 트랜스폰더 제어 및 안정화 기술
- 유/무선 네트워크 통신기술
- 수신기/송신기 기능/성능평가 툴 개발
- 수신기/송신기 설계/제작/시험평가

❖ 외부연동장치 기술 개발
- 외부연동장치 설계/제작/시험평가 기술개발
- MLAT자료 TIS-B정보 활용 기술
- ASTERIX 자료포멧 입출력 기술
- 기존 설치되어 있는 관제장비(ARTS)와의 연동기술 개발
- 국내개발 관제장비와의 연동기술 개발
- 공항감시 관제장비(A-SMGCS)와의 연동기술 개발
- 국내 개발중인 ADS-B의 TIS-B서버와의 연동기술 개발

항공대 / 함우현, KAIST, 안전공학 13

3. 연구개발 목표 및 범위

MLAT 개념연구

❖ 시스템 통제/감시 기술개발
- MLAT시스템 통제 및 감시 기술
- 항공지도, DTED, 사용자 설정자료 DB 기술
- 항로/터미널 교통상황 현시 기술
- 공항감시용 교통상황 현시 기술

❖ 설치·운용 및 성능적합성 검증기술
- MLAT 구성품 전파전파 분석
- 지형지물 간섭 영향에 따른 성능 분석
- MLAT 전파 송수신기 구성품 및 지형지물 영향 분석 툴 개발
- MLAT 구축 환경 요구사항 도출 및 설치·운용 기술 연구
- 안전성평가 및 운용승인 절차 개발
- MLAT구축 후 초기 운용/성능 적합성 검증 기술 개발 및 주기 검사 방안 도출

항공대 / 함우현, KAIST, 안전공학 14

3. 연구개발 목표 및 범위

MLAT 개념연구

□ 시스템 수준 기술 요구도

구분	공항지면감시 MLAT	WAM	비 고
운용목적	공항이동체 탐지, 측위, 식별	SNM@En-Route 3NM@TMA 분리관제	
적용 기준	RTCA/DO-260A EUROCAE ED-117	ICAO Annex10 VolIV RTCA/DO-260A EUROCAE ED-142	
시각동기방식	Ref.Transponder	Standalone GNSS	Common View GNSS적용 검토
정밀도(위치오차)	≤7.5m 95%@Runway ≤20m 95%@2.5NM ≤40m 95%@5NM	≤350m rms@Enroute ≤150m rms@TMA	
표적처리능력	250개이상 탐지 및 추적	250개이상 탐지 및 추적	
갱신간격	1sec이하	5sec이하	Interrogation의존
탐지율	99.9%이상	97%이상	
오탐지율	10^{-6}이하	0.1%이하	
가용도	99.99%이상	99.99%이상	
Software설계	EUROCAE ED-129 AL4	EUROCAE ED-129 AL4	
운용환경	-25~55℃(실내 10~30℃)	-25~55℃(실내 10~30℃)	

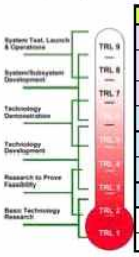
항공대 / 함우현, KAIST, 안전공학 15

4. 기술개발 전략

MLAT 개념연구

□ 국내 기술수준

❖ TRL(Technology Readiness Levels) 적용(NASA)



TRL	NASA기준	국내MLAT적용	비 고
9	Actual system "flight proven" through successful mission operations	QM/운용시험완료	설치운용/외부연동
8	Actual system completed and "flight qualified" through test and Demonstration	테스트베드 성능입증	
7	System prototype demonstration in a space environment	시스템 야외시험	
6	System/subsystem model or prototype demonstration in a relevant environment	FM/시스템 통합 시험	시스템 개발
5	Component and/or breadboard validation in relevant environment	EM/구성품 시험	
4	Component and/or breadboard validation in laboratory environment	EM/구성품 실험실 시험	
3	Analytical and experimental critical function and/or characteristic proof-of concept	기능/성능 분석	
2	Technology concept and/or application formulated	기술개념 형성	기획
1	Basic principles observed and reported	기본원리연구	

EM: Engineering Model, FM: Full-scale Model, QM: Qualified Model

항공대 / 함우현, KAIST, 안전공학 16

4. 기술개발 전략

MLAT 개념연구

❖ 주요기술 국내 수준

구분	주요기술	TRL	비 고
체계종합	체계설계/성능분석	2	국내개발경험 無
	내/외부 인터페이스 설계	3	
	시험평가	2	
중앙처리장치	TDOA추정/위치계산	3	학문연구
	표적추적	5	SDP개발
	자료유효성검증	3	학문연구
송수신기	A/C/S, ES자료수신	4	ADS-B일부개발중
	Mode-S 펄문기	3	자료분석
	정밀TOA측정/시각동기	5	레이더/GPS시각동기
	다중경로지감/유무선 네트워크	4	이동통신기술
외부연동	TIS-B연동	5	ADS-B개발
	ARTS/A-SMGCS	4	관제개발
시스템 통제감시	시스템 통제	4	관제개발
	교통상황현시	4	관제개발
설치/운용 및 성능검증	전파전파 분석	4	이동통신
	안전성평가/운용승인절차	2	국내개발경험 無

항공대 / 함우현, KAIST, 안전공학 17

4. 기술개발 전략

MLAT 기획연구

❑ 연구개발 시나리오 1

- ❖ MLAT/WAM 일괄 통합 개발
- ❖ 장점 : 개발비용 절감, WAM상업화 시기 단축
- ❖ 단점 : 국내 기술 미성숙으로 개발 위험성 상승, 개발장비 성숙도 저하

단계	1단계(5년)				
년차	X	X+1	X+2	X+3	X+4
MLAT	요소기술확보 개발규격설정 시스템설계	기본/상세설계 알고리즘 개발	제작/구성품시험	통합시험 Test-Bed구축 성능개선	설치운용 외부연동 성능개선
WAM					
설치/운용 및 성능검증		전파전분석/기반기술확보	지상국배치 성능분석툴개발 안전성평가기술	비행시험 성능검증 안전성평가	운용시험 운용승인절차수립
투입인력(M/Y)	15	30	35	35	30
투입예산(억)	25	55	80	70	65
합계(억)	295				

4. 기술개발 전략

MLAT 기획연구

❑ 연구개발 시나리오 2

- ❖ MLAT → WAM 단계적 개발

단계	1단계(4년): MLAT개발				2단계(3년) : WAM개발		
년차	X	X+1	X+2	X+3	X+4	X+5	X+6
MLAT	요소기술확보	기본/상세설계 알고리즘개발	제작/구성품시험	통합시험 Test-Bed구축	설치운용 외부연동 성능개선		
WAM				요소기술확보 기본설계	상세설계/제작	통합시험 Test-Bed구축	설치운용
설치/운용 및 성능검증			기반기술확보	성능분석툴개발/안전성평가기술	MLAT안전성평가	WAM안전성평가	운용승인절차 수립
투입인력(M/Y)	10	20	25	25	30	25	20
투입예산(억)	20	40	50	50	75	52	43
합계(억)	160				170		

5. 추진현황 및 향후 추진계획

MLAT 기획연구

❑ 추진현황

- ❖ 연구내용
  - ➢ 기술개발 동향 및 환경분석
  - ➢ 기술개발 전략 수립
  - ➢ 연구목표 및 범위 설정
  - ➢ 연구목표 달성을 위한 추진방안 수립
  - ➢ 중간보고서 작성 및 제출
  - ➢ 성과물에 대한 활용방안 및 실용화 추진방안
- ❖ 진도점검회의 개최(월 1회)
  - ➢ 총 4회 개최
  - ➢ 각 기관 의견 수렴 및 과제 추진방향 설정

5. 추진현황 및 향후 추진계획

MLAT 기획연구

❑ 추진현황

- ❖ 국토부 주관 착수보고회 수행('11. 8. 30)
  - ➢ 기획연구 추진 체계 및 일정, 주요 연구내용 발표
- ❖ 국토부 주관 중간보고회 수행('11. 12. 6)
  - ➢ 기획연구 중간결과 및 향후 추진계획 발표
  - ➢ 중간결과에 대한 국토부 의견 수렴
- ❖ 1차 기술 자문회의 개최('11. 12. 1)
  - ➢ MLAT시스템의 국내 설치 및 적용의 적합성 자문
  - ➢ MLAT시스템 개발의 범위 설정 자문
  - ➢ 기술 개발시 발생되는 기술적/경제적 문제점과 해결책 토의

5. 추진현황 및 향후 추진계획

MLAT 기획연구

❑ 향후 추진계획

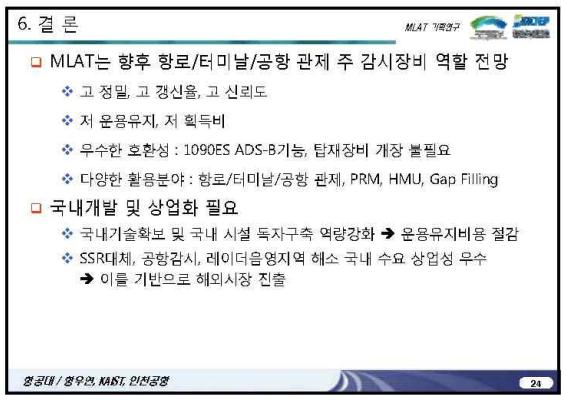
- ❖ 연구내용
  - ➢ 인력투입 계획 및 소요예산 산정
  - ➢ 연구개발 사전 타당성 검토
  - ➢ 과제공모를 위한 RFP작성 및 평가기준 설정
  - ➢ 최종 보고서 작성 및 제출
- ❖ 과제 추진 회의 진행
  - ➢ 기술자문회의(1회)
    - 상업화 의견수렴, 실용화 계획 수립, RFP 작성내용 검토 등
  - ➢ 진도점검회의(2회)
    - 각 기관의 연구 내용 발표 및 전체적인 기획의 의견 수렴
  - ➢ 국토부 주관 최종 보고회
    - 최종보고서에 대한 국토부 의견 반영

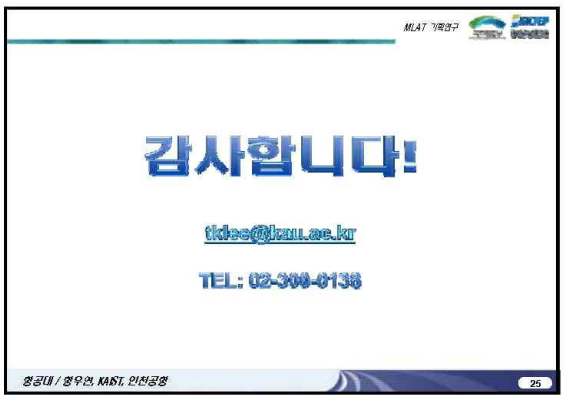
5. 추진현황 및 향후 추진계획

MLAT 기획연구

❑ 주요 추진 일정

연구내용	추진일정(주) 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24	비중(%)
기술개발 동향 및 환경분석		15
기술개발 전략 수립		10
연구목표 및 범위설정		5
연구목표 달성을 위한 추진방안 수립		10
활용방안/실용화 추진 방안		5
인력투입 계획 및 소요예산 산정		10
연구개발 사전 타당성 검토		15
과제공모를 위한 RFP작성 및 평가 기준설정		10
중간/최종 보고서 작성		20





3. 자문내용 요약

○ 현재 분석한 국내의 TRL 수준 재검토 및 상세한 근거가 필요하며 TRL 5 이하의 현 기술수준으로는 full scale development 착수는 무리이고, TRL분석 결과 고려시 바로 체계개발에 대한 위험부담이 너무 큼. 따라서 선 기술 검증(핵심기술) 후 체계개발 추진 건의->기술검증->체계개발->체계검증->실용화/상용화의 순서를 제안함.

○ 연구개발 대상이 체계 개발로 하여야 함

- 대상 핵심기술은 별도분리하여 추진
- 개발 대상 목표, 범위에 대한 달성방안 구체화 필요
- 비핵심, 단순 구매가능 분야는 개발대상에서 제외
- Data link 사용 대처안 검토 필요
- service 단계에서는 활용 곤람. 광케이블이나 ADSL 등

○ 현재 5년 1단계, 4년/3년 2단계 제안하고 있으나 국토해양부 현 예산(100억 이하)을 고려하여 3년/2년/2년의 3단계 등 다른 전략 수립 요망. (시제품개발3년/실용화 2년/WAM 2년 등) 즉, 100억 이하에 맞추어 연구개발 착수하는 것이 현재 제안한 연구기간 및 예산 부분에서 여유치 않을 경우에 대비 방안이 될 수 있음.

○ 상업화되어있는 시스템을 국내에서 개발하고자하므로 국내 개발 시스템의 기술적 수준 및 목표가 기존 시스템과 차별화되는 것이 필요할 가능성이 있음. 다양한 관점에서 국내 개발 시스템의 차별화 방안을 제시하는 것을 검토할 필요가 있음.

○ MLAT이 ADS-B의 문제를 해결하기위한 기술접근 방안이므로 GPS의 취약성에 대한 위험요소 등 완전히 극복할 수 있는 연구가 필요하고, clock 동기 방안에 따른 개발비용분석 필요.

○ 군이 적극적으로 참여하는데는 시기적으로 다소 어려워 보이기는 하지만 군의 관

심도에 따라 군 공항 등에 설치가 용이 해질 수도 있고 협력이 잘 된다면 시험설치 및 평가에도 도움이 될 것으로 보임.

○ 개발 후 기술연구 자료로서 사장되는 것을 방지하기 위해 예산대비 적정 실용화에 중점을 두고 개발을 추진하고, 성능 향상으로 경쟁력 있는 개발품 제작을 위해 송수신기 성능 향상 부분과 사용자(관제) 인터페이스 부분에 보다 많은 관심과 노력이 투자되어져야 하며, 매년 실적 평가에 대비해 중간 실적 생산에도 노력이 투입되어야 함.

○ 기술구현의 Test bed 구축과 상용화의 운용환경 요구사항에 따라 기술적 관점이 다르기 때문에 상용화 단계는 운용환경요구사항 규격 꼭 필요하고 많은 예산이 소요되므로 기반기술 단계와 상용화 단계는 구분되어 추진필요

- 기반기술 : 핵심기술 구현 Test-bed
- 상용화 : 운용규격에 따른 상용화 개발단계

부록 C. 3차 자문회의 회의록

1. 회의 개요

○ 목 적 : 다변측정감시시스템 기술개발 기획 자문

○ 일 시 : 2012. 3. 14 (16:00 ~ 18:30)

○ 장 소 : 한국항공대학교 기계관 113호

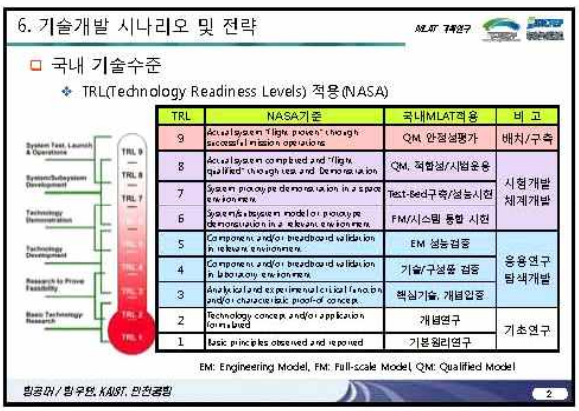
○ 참석자

- 박근해(안세기술)
- 강지석, 곽홍근(한국공항공사)
- 곽영길(한국항공대학교)
- 염재홍(AP우주항공)
- 박형택(인하대학교)
- 김정주(대한항공)
- 정진호(두시텍)
- 김동민(한국항공우주연구원)
- 이동국(파인텔레콤)
- 장필식(단암시스템즈)

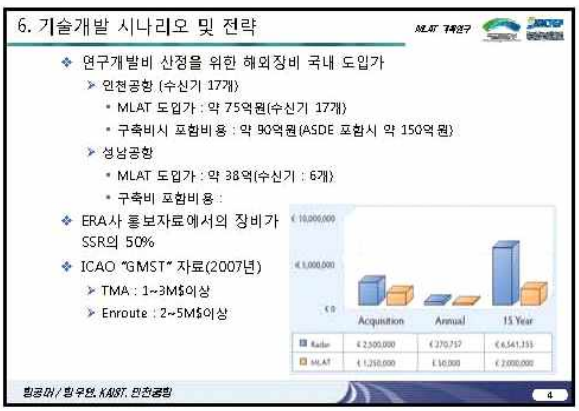
2. 과제 진행사항 발표자료

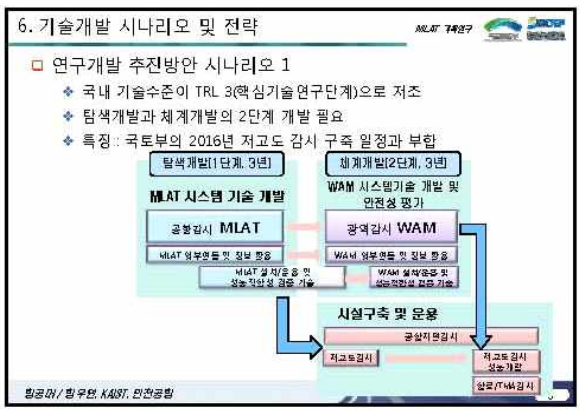






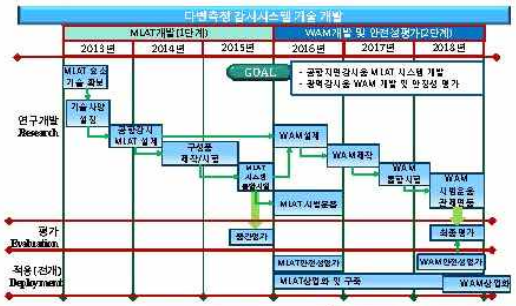






6. 기술개발 시나리오 및 전략

❖ 기술개발 로드 맵



6. 기술개발 시나리오 및 전략

❖ 연구개발비

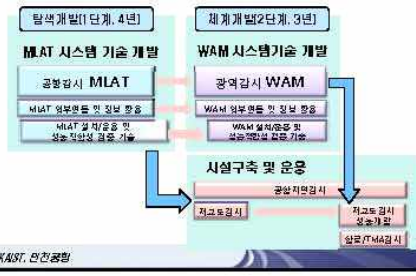
구분		MLAT개발(1단계)				WAM개발 및 안전성평가(2단계)				합 계
		1차년	2차년	3차년	소계	4차년	5차년	6차년	소계	
인건비	투입공수(M/M)	396.5	562.5	341	1,300	498	330	168	996	2,296
	예 산	23.8	33.8	20.5	78.1	29.9	19.8	10.1	59.8	137.9
직접비		12.3	38.6	24.1	75.0	21.6	34.0	9.8	65.4	140.4
간접비(5%)		1.8	3.6	2.2	7.6	2.6	2.7	1.0	6.3	13.9
합 계(억원)		160.7(정부: 120.5, 민간:40.2)				131.1(정부: 98.3, 민간: 32.8)				291.8

6. 기술개발 시나리오 및 전략

□ 연구개발 추진방안 시나리오 2

❖ 시나리오 1과 유사, 시나리오 1에서 MLAT개발/WAM개발 완전 분리

❖ 특징 : 1단계/2단계 업무 분리로 WAM개발 1년 연기



6. 기술개발 시나리오 및 전략

❖ 기술개발 로드 맵 (연구비 1단계 170억원, 2단계 : 120억원)



6. 기술개발 시나리오 및 전략

□ 연구개발 추진방안 시나리오 3

❖ 2010년에 수행된 "녹색항공산업 함행시스템 개발" 기획, 이를 근간으로 국토부 R&D 로드맵 설정 예산/연구 기간 준수

❖ WAM시스템 개발은 별도 사업으로 추진



6. 기술개발 시나리오 및 전략

❖ 특징 : 국토해양부 의견 수용



6. 기술개발 시나리오 및 전략

MLAT 기획연구

❖ 기술개발 로드 맵 (연구개발비 100억원 이하)



6. 기술개발 시나리오 및 전략

MLAT 기획연구

❑ 상업화에 따른 직접적인 경제 효과

❖ 개발 후 15년간(교체주기) 기준

❖ 유지보수지원 매출은 100% 설치를 기준

❖ 국내 시장 및 매출 예상 규모

구분		시설규모(식)	점유율	단가[1]	매출목표(억원)
MLAT	공항	7 (14*0.5)	80%	35억/식	196
WAM	SSR대체	16	100%	45억/식	720
	신규	8[2]	100%	45억/식	360
유지보수 매출		29(7*0.8+16+8)	100%	0.75억[3]/식/년	326
합 계					1,602

주 1) 국내 도입단가 기준
2) 기존 시설의 약 50%정도 예측
3) ERA사 자료의 유지비용 단가 기준

6. 기술개발 시나리오 및 전략

MLAT 기획연구

❖ 세계시장 규모 및 수출예상 규모 [1]

구분		시설규모(식)	점유율	단가[1]	매출목표(억원)
MLAT	공항	412 (1,373*0.3[2])	5%	35억/식	721
WAM	SSR대체	997	5%	45억/식	2,243
	신규	498(997*0.5)	5%	45억/식	1,121
유지보수 매출		95 ((412 + 997 + 498)*0.05)	100%[3]	0.75억[2]/식/년	1,068 (95*0.75*15)
합 계					5,153

주 1) 단가는 국내와 동일한 것으로 가정
2) 현재 공항의 약 30%정도 공항지면감시 MLAT구축 예측
3) 국내 판매장비에 대한 보수유지 점유율

➔ (국내+해외) 장비판매 경제효과(15년간) : 6,755억원

➔ 무형적(시간단축, 연료절감 등) 편익에 따른 간접적인 경제효과 별도

2. 과제 추진현황

MLAT 기획연구

구 분	일 시	장 소	내 용
1	9월 8일(목)	항공대학교	과제시작
2	10월 14일(금)	항공우주연구원	진도점검
3	11월 18일(금)	KAIST	중간보고서
4	12월 1일(목)	항공대학교	자문회의
5	1월 6일(금)	인천국제공항공사	진도점검
6	1월 13일(금)	KAIST	자문회의
7	1월 31일(화)	항공우주연구원	최종보고서
8	2월2일(목)	건설교통기술 평가원	업무보고
9	2월3일(금)	국토해양부	업무보고 및 협의
10	3월13(화)	항공대학교	최종보고서 작성

2. 과제추진현황

MLAT 기획연구

❑ 주요 추진 일정

연구내용	추진일정(주) 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28	비중(%)
기술개발 동향 및 환경분석	■■■■■■■■	15
기술개발 전략 수립	■■■■■■■■	10
연구목표 및 범위설정	■■■■■	5
연구목표 달성을 위한 추진방안 수립	■■■■■■■■■■	10
활용방안/실용화 추진 방안	■■■■■	5
인력투입 계획 및 소요예산 산정	■■■■■■■■■■	10
연구개발 사전 타당성 검토	■■■■■■■■■■■■■■■	15
과제공모를 위한 RFP작성 및 평가 기준설정	■■■■■■■■■■	10
중간/최종 보고서 작성	■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■	20

7. 결 론

MLAT 기획연구

❑ MLAT는 향후 항로/터미널/공항 관제 주 감시장비 역할 전망

❖ 고 정밀, 고 갱신율, 고 신뢰도, 저비용

❖ 우수한 호환성 : 1090ES ADS-B기능, 탑재장비 개장 불필요

❖ 다양한 활용분야 : 항로/터미널/공항 관제, PRM, HMU, Gap Filling

❑ 국내개발 및 상업화 필요

❖ 국내기술확보 및 국내 시설 독자구축 역량강화 ➔ 운용유지비용 절감

❖ SSR대체, 공항감시, 레이더음영지역 해소, 국내 수요 상업성 우수
➔ 이를 기반으로 해외시장 진출

❑ 최종 개발방안 확정을 위한 자문의견 수렴(목표/기간/예산)

❖ 3개 개발방안의 타당성

❖ ASDE 기능 추가 여부

3. 자문내용 요약

○ 상용화 기술 연구개발 시나리오(제1안)

- MLAT 및 WAM을 포함한 모든 기술을 7년동안 개발하여 상용화하는 당초 국가 R&D사업을 추진하는 취지에 부합함.
- 현재 국내에서 MLAT에 대한 기술보유가 거의 없는 상태에서 4년이라는 기간 안에 MLAT에 대한 기술개발 및 상용화까지 할 수 있는 성과물을 얻기에는 현실적으로 불가능함.
- 항공업계의 특성상 핵심기술의 개발만으로는 항공산업 진흥 및 국산화에 많은 어려움이 있으므로 상용화가 가능한 상태까지 개발하는 것이 바람직함.
- 당초 국토해양부의 MLAT개발 로드맵, 예산, 사업기간에서 차이가 많아 개발비 설정등에 대한 구체적 검토가 필요함.

○ 핵심기술 연구개발 시나리오(제2안)

- 국가에서 핵심요소기술만을 개발하고 상품화를 위한 부분은 업체에서 개발을 추진하는 방안으로 추진하여 국가예산을 절감할 수 있음.
- 국토해양부의 기획예산과 기간을 충족하기 위한 타당한 Workscope 설정이 필요하고 주어진 예산 규모의 개발모델의 핵심기술위주 개발이 필요함.
- 핵심기술을 보유한 뒤 부족한 예산은 민간사업자의 참여를 유도하여 상용화는 사업자가 담당토록하는 방향의 제시가 필요함.
- 또한, 핵심기술 개발 후 참여업체의 경쟁력 확보를 위해 개발 장비 설치 등에 대한 약속(MOU등)이 필요하고, 개발업체와 수요자의 구축 사업 등을 통해 상용화 진행
- 하지만, 4년간 MLAT에 대한 핵심기술에 대해서만 개발하는 것은 국내 MLAT 기술력 보유 및 해외시장 진출을 목표로 추진하고 있는 본 과제의 취지와는 거리가 있음.
- 핵심기술만 개발할 경우 MLAT 과제에 대한 향후 연속적인 추진 및 성과물에 대한 효용성이 떨어짐.

○ 종합의견

- MLAT에 대한 국내 기술력 보유가 우선적으로 추진되어야 하며, 단계별 검증작업을 거쳐 완성된 성과물이 도출된 후에 상용화를 추진하는 것이 가장 적정함.
- 기업참여의 체계개발 형태 과제 추진 또는 학연 중심의 핵심기술 과제로 우선 착수를 하고 상용화는 추가적으로 추진을 제안함.