

항공선진화사업 항공관제시스템 개발 기획 연구 보고서

R&D/ 07항공-항행-01

항공관제시스템 개발 기획 연구 보고서

2007. 10. 29.

주관연구기관 / 건국대학교

협동연구기관 / 한국항공우주연구원

건 설 교 통 부
한국건설교통기술평가원

제 출 문

건설교통부장관(한국건설교통기술평가원장) 귀하

본 보고서를 “항공관제시스템 개발 기획”의 최종보고서로 제출합니다.

2007. 10. 29.

주관연구기관 : 건국대학교

주관연구책임자 : 이 영 재

협동연구기관 : 한국항공우주연구원

협동연구책임자 : 염 찬 홍

■ 총괄연구책임자 / 교수

이영재

■ 주관연구기관 참여연구원

교수
교수
교수
교수
교수
박사과정
석사과정
석사과정
석사과정
석사과정
석사과정
석사과정
석사과정
석사과정
석사과정
석사과정
석사과정
석사과정
석사과정

이영재
강태삼
성상경
곽영길
홍교영
천세범
윤석창
원대회
안종선
장근형
송무준
이기건
유관우
사랑계텔
양주열
오탈봉
정정수
우성철

주관연구책임자
연구실효성 분석
기술로드맵과 적정성검토
핵심요소기술의 정의
연구추진전략/체계 수립
국내시스템 분석
국내시스템 분석
국외시스템 분석
국외시스템 분석
국외시스템 분석
중복성 검토
중복성 검토
연구개발 제안요구서작성
연구개발 제안요구서작성
핵심 요소기술 정의
핵심 요소기술 정의
핵심 요소기술 정의
핵심 요소기술 정의

■ 협동연구기관 참여연구원

책임연구원
책임연구원
선임연구원
선임연구원

염찬홍
김동민
전향식
전대근

협동연구책임자
국내외기술동향 분석
국내외기술동향 분석
국내외기술동향 분석

요 약 문

I. 제목

- 항공관제시스템 개발 기획

II. 연구개발의 목적 및 필요성

- 항공관제시스템은 항공기 운항지역에서 항공기 간의 충돌과 항공기와 장애물 간의 충돌을 사전에 방지함과 동시에 항공기들의 운항 효율을 촉진시키고 항공 교통의 질서를 유지하기 위한 시스템임
- 항공기의 질서정연한 흐름유지와 항공안전을 강화하기 위해, 현재 운용중인 레이더 기반의 감시정보와 미래형 CNS 통합기술에 기반을 둔 차세대 감시장비들에 의한 감시정보를 동시에 수용하여 보다 양질의 관제정보를 제공하는 첨단 항공관제시스템 개발 및 관련 기술 확보가 요구됨
- 항공관제 부분의 국산화 시스템 구축 시 해외 도입비 절감, 업그레이드 자율성 확보, 운영유지비 대폭 절감이 기대되며, 국내 기술에 기반한 효율적 영공관리 및 항행 안전 보장이 가능함
- 새롭게 전개될 CNS기술을 기반으로 한 항공교통관리(ATM) 분야에 국제적 수준을 유지하기 위해서는 항공관제장비 및 이를 구성하는 주요 모듈에 대한 국내 독자기술 확보는 필수적임
- 항공관제 시스템 개발 연구 목표 달성 및 예산의 효율적 활용을 위해, 본격적인 연구개발사업 추진에 앞서, 본 기획연구를 통하여 연구 개발의 구체적인 목표 및 세부 연구내용 등에 대한 검토가 필요함

III. 연구개발의 내용 및 범위

- 국내외 기술 동향 분석
 - ▷ 항공관제시스템 개발 기술에 대한 국내외 기술동향을 분석하고 국내 기술 수준에 따른 개발 역량을 분석함으로써 항공관제시스템의 국내 개발을 위한 기술적 수준을 파악함

- ▷ 항공관제시스템 관련 기술 및 산업의 국내외 시장동향, 국내 인프라 수준, 국제 경쟁력 등을 종합한 SWOT 분석을 수행함
- 본 연구개발 목표 제시
 - ▷ 항공관제시스템 개발의 범위와 목표를 명확히 설정하여, 핵심적이고 특화된 시스템에 대한 연구 개발이 될 수 있도록 함. 이 과정을 통해 본 과제의 과제명을 확정함
 - ▷ 체계적이고 실효성 있는 연구가 될 수 있도록 하기 위해, 기존 연구와의 중복성 검토를 통해 중복 투자를 배제하고 차별화하도록 함
 - ▷ 세부 과제별 연차별 및 최종 성과물을 정의함
 - ▷ 기술 로드맵과의 적정성을 검토하고, 세부과제별 핵심 요소 기술을 제시함
- 추진계획 수립을 위한 주요 방안 제시
 - ▷ 사업 추진의 기본 방향, 구체적 일정, 사업 추진 방식 등의 마스터플랜에 대해 종합적으로 면밀히 검토하여 연구개발 추진 여부 및 추진방식 등을 결정함
 - ▷ 연구 내용에 따른 세부과제별 연구 일정 및 기간을 제시하고, 내용 및 일정에 따른 연차별 소요예산 및 근거를 제시함
 - ▷ 연구목표 달성 여부를 평가할 수 있는 성과 목표 및 성과 지표를 정의함
 - ▷ 설정된 연구 목표와 내용, 추진전략을 바탕으로 과제를 공모하기 위한 과제제안요구서(RFP)를 작성함

IV. 연구개발결과

- 국내외 기술동향 분석
 - ▷ 현재 국내의 항공교통센터(ACC)용 항공교통관제시스템(ATCS)과 접근관제소용 레이더자료 자동처리시스템(ARTS)들은 시설구축사업을 통하여 전량 외국에서 도입 설치한 것임 (Lockheed Martin(미), Thales(프), Tern(Iceland) 등)
 - ▷ 한국공항공사와 인천공항공사가 시스템의 운영, 유지 보수를 담당하고 있으며 이 기술은 상당 수준에 도달해 있음

- ▷ 관제사들에 의해 제기되는 수정보완 및 성능확장을 위한 개조작업은 source code를 우리가 책임지고 수정할 수 없는 관계로 해외 제작사에 의해 이루어지고 있음
- ▷ 항공관제시스템은 해외의 국가연구소나 기업들에 의해 지속적으로 개발되어 왔으며 현재는 ICAO의 CNS/ATM 기술개념 등 신기술이 적용될 때마다 이에 부합되도록 수정 개발 중에 있음
- ▷ 유럽은 유럽의 하늘을 하나로 운영할 수 있도록 하는 SESAR 계획이 진행 중에 있으며 미국은 FAA 주도로 Free Flight와 Safe Flight program을 진행하면서 항공교통흐름관리를 최적화 하는 수준으로 진행 중에 있음

○ 주요 연구개발 목표 및 내용

- ▷ 현대의 기술개발 추세에 근거할 때, 접근관제용 관제시스템 기능과 향로 관제용 관제시스템 기능의 핵심부분들은 공통으로 활용되는 방향으로 발전해가고 있음
- ▷ 따라서 접근/향로관제용 항공관제시스템의 핵심 시스템 개발을 본 연구개발과제의 목표로 설정함

○ 개발 목표

- ▷ 항공관제용 통합정보처리시스템 개발

○ 개발 내용 :

- ▷ 항공관제시스템의 핵심 기능인 감시자료처리시스템, 감시자료 우회처리시스템, 비행자료처리시스템, 시뮬레이션시스템, 외부 인터페이스처리시스템 및 현시시스템시제품 개발
- ▷ 개발된 시스템을 실제 레이더 데이터 및 비행계획 자료와 연동하여 시험함으로써 성능 입증
- ▷ 항공관제용 통합정보처리시스템의 모듈별 입출력 자료 표준화

- ▷ 개발되는 항공관제시스템은 개방형 분산처리시스템의 형태를 가지고 세부 시스템별로 모듈화, 표준화되어 향후 개발될 세부시스템들과의 용이한 접속성을 유지함

▷ 주요 세부시스템별 요구사항은 본문 및 첨부 RFP에 설명되어 있음

○ 연구개발 추진전략 및 체계

- ▷ 기존 시스템 운용 경험 및 기술 자료를 활용하여 개발 추진
- ▷ 기술 격차 해소 및 개발 위험성 감소를 위한 해외 협력 추진
- ▷ 국제 기술 표준 개발 방향에 부합되도록 추진
- ▷ 산·학·연 공동협력체계 구축 및 효율적 운영체계 구축을 통한 성과 극대화
- ▷ 국내의 연구개발 기반인 관련 산·학·연 기관들에 대한 조사 결과 항공관제 시스템의 특성상 국가적인 개발의 필요성은 인정되지만 국내 기업이 연구 개발비를 투자하여 개발사업에 참여하는 것이 현실적으로 불가능하다고 판단됨. 먼저 전액 정부예산으로 항공관제시스템의 핵심이 되는 시스템을 개발하는 것이 선행되어야 함

○ 연구개발 기간 및 예산

- ▷ 기간 : 7년 (1단계 4년)
- ▷ 예산 : 310억원 (1단계 145억원) (전액 정부 연구개발비)

V. 연구개발결과의 활용계획

○ 항공관제시스템 개발의 성공적/효율적 수행에 활용

- ▷ 본 연구개발 착수 시 연구개발 범위 및 목표를 확정하는데 기준으로 활용
- ▷ 연구개발사업의 비전과 전략을 수립하여 중점 연구내용을 도출하고 전략적 우선순위와 개발비 규모를 산정하는 등 세부 실행 계획으로 활용
- ▷ 사업 수행 시, 효율적인 연구수행을 위한 국내외 전문기관 공동연구 조직 구성의 기본 자료로 활용

○ 효율적인 연구수행 및 사업성과 극대화에 활용

- ▷ 연구개발사업의 기술로드맵 및 개발계획을 수립함으로 사업초기에 발생되는 시행착오 및 개발일정 지연을 미연에 방지
- ▷ 본 기획 연구에서 정립된 국내외 기술수준 조사, 국내외 공동연구 개발조직 및 개발전략은 본 과제 초기 계획수립으로 활용

목 차

제 출 문	i
요 약 문	iii
목 차	vii
표 목차	xi
그림목차	xii
제 1 장 서론	1
제 1 절 항공관제시스템 개요	2
1. 항공교통관제 개요	2
2. 항공관제시스템 개요	7
제 2 절 연구개발의 필요성	11
1. 사회·문화적 관점	11
2. 경제·산업적 관점	12
3. 기술적 관점	13
제 3 절 항공관제시스템 관련 규정	16
1. ICAO 규정	16
2. FAA 규정	18
3. EUROCONTROL 규정	19
제 2 장 기술적 · 경제적 타당성 분석	22
제 1 절 기술성 분석	22
1. 국내 기술 수준 분석	22
2. 기술 개발 성공 가능성	25
3. 기존 연구와의 중복성 검토	26
제 2 절 경제성 분석	31
1. 경제성 분석 방법론	31
2. 경제성 분석 기본 전제	34

3. 편익 산정	36
4. 비용 산정	40
5. 편익-비용 분석	46
6. 민감도 분석	48
제 3 절 공익성 분석	51
1. 국가 전략적 중요성	51
2. 상위계획과의 부합성	53
제 3 장 국내외 기술 동향 분석	55
제 1 절 국내 기술 동향 분석	55
1. 항공관제시스템 운용 현황	55
2. 항공관제시스템 연구개발 기술 동향	56
제 2 절 국내 연구개발 인프라	58
1. 정부출연연구소	58
2. 관제시스템 운영자그룹	58
3. 산업계	58
4. 학계	58
5. 연구개발 인프라 종합	58
제 3 절 국외 기술 동향 분석	60
1. 미국의 STARS	60
2. 미국의 FACET	61
3. 미국 FAA의 Free Flight 21 Program	62
4. 유럽의 SESAR	63
5. 유럽의 NARSIM	65
6. 유럽의 AT-One 프로젝트	66
7. EUROCONTROL의 MMF	68
8. 일본 ENRI ATM 연구	70
9. 일본 JAXA의 NOCTARN	71
10. 전 세계적 기술 동향	73

제 4 절 SWOT 분석	75
1. 시장/기술의 특징	75
2. 기회/위협 요인	75
3. 강점/약점 요인	76
제 4 장 연구 개발 목표 및 내용	78
제 1 절 연구 방향 및 목표 선정	78
1. 연구 방향	78
2. 연구 목표	82
제 2 절 연구 개발 내용 정의	84
1. 연구개발 내용 요약	84
2. 항공관제용 통합정보처리 시스템 개발	84
3. 시범 운용을 통한 시험평가	89
4. 항공관제용 통합정보처리시스템 표준화	90
제 3 절 연차별 및 최종 성과물	91
제 4 절 핵심 요소 기술 정의	92
제 5 장 연구 추진 전략 및 추진 체계 수립	93
제 1 절 연구 추진 전략	93
1. 국내 기술 수준 요약	93
2. 연구 추진 전략	94
제 2 절 연구 추진 체계	96
제 6 장 연구 기간 및 예산	99
제 1 절 연구 기간 및 예산 산정	99
1. 개발 비용 산정 개요	99
2. 소프트웨어 비용 산정 기법	99
3. COCOMO 분석 결과	105
4. 국내 운용 시스템 도입 검토	109

5. 개발 기간 및 예산 산정	109
제 2 절 일정표 및 예산표	111
1. 개발 업무 및 기간별 연구개발비 (1단계)	111
2. 개발 업무 및 기간별 연구개발비 (2단계)	112
3. 연차별 연구개발비 (1단계)	113
4. 연차별 연구개발비 (2단계)	114
제 7 장 성과 목표 및 성과 지표	115
제 8 장 기대효과 및 파급효과	116
제 1 절 기대효과	116
제 2 절 파급효과	117
제 9 장 결론	118
제 10 장 참고문헌	121
부록 A. 과제 공모를 위한 RFP	123
부록 B. 제안서 평가기준	129
부록 C. 1차 자문위원회 회의록	130
부록 D. 2차 자문위원회 회의록	136
부록 E. 3차 자문위원회 회의록	143
부록 F. 연구개발비 세부 내역	156

표 목 차

표 1 항공 운송 증가량	12
표 2 ICAO의 CNS/ATM 관련 규정 목록	16
표 3 FAA의 CNS/ATM 관련 규정 목록	18
표 4 EUROCONTROL의 CNS/ATM 관련 규정 목록	19
표 5 개략 업무분해구조(WBS)	22
표 6 항공관제시스템 관련 국내 기술수준 현황 및 과제 종료 시 목표	24
표 7 기존 CNS/ATM 관련 연구과제	26
표 8 경제성 분석기법의 비교	34
표 9 편익 추정 결과	39
표 10 국내 운용 시스템 도입 비용	42
표 11 비용 산정 근거 요약 (억원)	44
표 12 비용 추정 결과	45
표 13 편익-비용 추정 결과	46
표 14 사회적 할인율에 따른 민감도 분석 결과	48
표 15 시나리오별 시장점유율	49
표 16 시장점유율에 따른 민감도 분석 결과	49
표 17 SESAR의 주요 기술력	64
표 18 SESAR의 목표	64
표 19 SESAR의 계획	65
표 20 NARSIM의 연구 주제	65
표 21 AT-ONE 연구 주제	67
표 22 AT-ONE의 보유 장비 목록	67
표 23 NOCTARN의 비행궤적 변경에 따른 두 모드 사이의 차이점	72
표 24 항공관제 시스템의 SWOT 분석	77
표 25 연구 목표 방안 비교	79
표 26 연구 개발 방안 비교	81
표 27 시스템 요구 사항	84
표 28 연차별 최종 성과물	91
표 29 국내 기술 수준 요약	93
표 30 소프트웨어 비용 산정 기법의 종류	100
표 31 국내 운용 시스템 도입 검토	109
표 32 개발 업무 및 기간별 연구개발비 (1단계)	111
표 33 개발 업무 및 기간별 연구개발비 (2단계)	112
표 34 연차별 연구개발비 (1단계) (단위 : 백만원)	113
표 35 연차별 연구개발비 (2단계) (단위 : 백만원)	114

그 립 목 차

그림 1	항공관제개요	3
그림 2	항공교통관제 업무 및 업무의 단계	5
그림 3	항공관제시스템의 내부 모습	7
그림 4	항공관제시스템의 구조	8
그림 5	서울 접근 관제소 ARTS의 네트워크 구조	9
그림 6	서울 접근 관제소 ARTS의 구조	10
그림 7	ICAO의 CNS/ATM 개념	14
그림 8	유럽의 미래 항공 정체 예상	14
그림 9	항공교통관제 관련 중장기 로드맵	15
그림 10	기존 연구와의 중복성 검토	30
그림 11	누적편익현가	40
그림 12	공항 관련 사업의 생애주기 비용	41
그림 13	누적비용현가	46
그림 14	사회적 할인율에 따른 민감도 분석 결과	48
그림 15	시장점유율에 따른 민감도 분석 결	50
그림 16	항공관제시스템의 과거, 현재, 미래 모습	52
그림 17	항공관제시스템 개발의 중요성	53
그림 18	인천 ACC 구조	55
그림 19	국내 연구개발 인프라	59
그림 20	STARS 시스템의 구성도	60
그림 21	FACET의 구조	62
그림 17	비행단계별 활용 시스템	63
그림 23	SESAR의 유럽형 ATM의 개발 성능별 구조도	64
그림 24	NARSIM의 구성도	66
그림 25	AT-One 프로그램을 통한 시뮬레이터 공동 활용 계획	68
그림 26	지중해 연안의 Core Area	68
그림 22	MFF 시뮬레이션 시스템 구축개요	69
그림 23	일본 ATM 시뮬레이터	71
그림 29	NOCTARN 시스템 구성도	73
그림 30	항공관제시스템 개념도	80
그림 31	충돌 경고 개념도	86
그림 32	최저 안전 고도 경고 개념도	86
그림 33	접근 비행로 감시 정보	87
그림 34	위험 구역 침범 경고	87

그림 35	항로 감시 경보 개념도	88
그림 36	허가 고도 이탈 경보 개념도	88
그림 37	핵심 요소 기술의 정의	92
그림 38	연구 추진 체계	96
그림 39	업무 분해 구조 예측	107
그림 40	개발 단계별 자원 분배 예측	107
그림 41	개발 일정 예측	108
그림 42	성과 목표 및 성과 지표	115

제 1 장 서론

항공관제시스템은 관제사가 항공교통관제업무를 수행하는 것을 지원하기 위한 정보를 관제사에게 제공하는 시스템으로서, 항공기 식별 및 전시, 비행 안전경고, 비행계획자료 전시 및 분배, 관제사 요구 자료 처리 등의 기능을 제공한다.

항공관제 관련 정보처리를 자동화한 항공관제시스템은 1950년대 말부터 미국에서 개발되기 시작하였다. 현재 미국의 경우에는, 21개 항로관제소를 비롯하여 접근관제소, 관제탑, 그리고 다양한 항공사 운항정보센터들 사이의 무수하고 다양한 정보들이 이 자동화 시스템을 통하여 처리되고 있다.

그렇지만 악천후 등에 의한 항로비행의 지연 때문에 상당히 많은 비행기들이 연발착을 하고 있는 것이 현실이며, 아직도 개선, 개발해야 할 기술은 여전히 많은 부분 상존하고 있다. 또한 전 세계적으로 급증하고 있는 항공교통량에 대비하여 신개념의 항공관제시스템이 항공선진국을 중심으로 지속적으로 연구 개발되고 있다.

우리나라의 항공교통량도 지속적으로 증가하면서 항공관제사들의 업무량이 증가하고 있어 항공교통을 안전하게 관리하기 위한, 우수한 성능의 관제시스템 개발을 필요로 하고 있다. 또한 항공교통은 그 특성상 한 나라가 독자적으로 운영하는 것뿐만 아니라 인접국의 항공교통관제소와 정보를 공유 또는 교류하기 위해서는 비슷한 기술수준을 유지해 나가야 할 필요성이 있다. 이러한 필요성들을 고려하여 건설교통부에서는 항공관제시스템 국내 연구개발의 수요를 제기하였다.

본 기획연구는 이와 같은 요구에 부합하고자 우리나라 실정에 맞는 합리적인 항공관제시스템 개발방안을 도출하고자 하였다.

먼저 1장에서 항공관제시스템의 특성 및 그 필요성을 알아보았으며, 2장에서는 항공관제시스템 개발의 기술적, 경제적 타당성을 분석하였고, 3장에서는 국내외 항공관제시스템 관련 기술동향을 파악하였다. 이를 통하여 4장에서는 개발사업의 목표 및 내용을 도출하였고 이를 성공적으로 수행하기 위한 개발추진체계에 대하여 5장에서 검토하였다. 6장에서는 개발에 필요한 연구기간 및 예산을 산정하였으며 7장에서는 본 개발사업 수행 시 평가를 위한 지표들을 설정하였다. 그리고 검토된 내용을 바탕으로 본 개발사업에 필요한 개발사업 과제제안 요구서와 그 평가기준을 작성하여 부록에 수록하였으며, 마지막으로 본 기획연구를 수행하면서 여러 전문가들과 함께 3회에 걸쳐 수행한 자문회의의 결과를 부록에 수록하였다.

제 1 절 항공관제시스템 개요

1. 항공교통관제 개요

가. 항공교통관제의 역사

- 항공교통은 1903년 12월 미국의 라이트 형제가 최초로 동력 비행에 성공한 이래 1919년 런던과 파리 구간에 최초의 정기편 항공운송사업으로 시작됨
- 항공기가 교통수단으로 이용되면서부터 항공교통관제업무의 필요성이 대두되었으며, 초창기에는 깃발, 횃불 등을 이용하여 지상에서 조종사에게 항공운항정보를 제공하였으나 제2차 세계대전을 계기로 하여 초단파(VHF) 무선통신장비, 레이더 장비, 컴퓨터 등의 첨단 장비를 이용하여 항공교통관제업무를 수행하게 됨
- 최근 전 세계적으로 항공교통량이 빠른 속도로 증가하고 이용 범위가 확대됨에 따라 관제 업무의 규칙, 절차의 표준화, 전담시설 등이 요구됨
- 1944년 11월 미국 제의로 세계항공회의가 시카고에서 개최되었으며 국제 민간항공조약이 성립됨. 1947년 4월 국제민간항공기구(ICAO, International Civil Aviation Organization)가 정식으로 출범하였으며, 우리나라는 1952년 12월 11일 ICAO 회원국으로 가입
- 미국의 경우에는 1930년대 말에 항행 중인 항공기의 위치정보를 항공사에서 전화로 알려주는 정보에 의존하여 항공기 운항감시업무를 수행하였으나 1950년대 초기에는 항행 중인 항공기와 항공교통관제소간에 공지통신을 할 수 있는 Radio System을 도입하였고 또한 미 해군에서는 Radar 자료를 처리할 수 있는 항공기 위치 식별 시스템을 설치하였음
- 1957년 인디애나폴리스 ARTCC에 Flight Strip Printing System을 설치한 것이 자동화의 초기 단계가 됨
- 1965년과 1968년 사이에는 항공교통량이 2배로 증가되면서 미연방항공국(FAA)는 전국적으로 항공교통관제시설의 현대화사업을 추진하면서 컴퓨터를 이용한 자동화 레이더 관제시스템을 설치하였고 그 후 전 ARTCC 간 Interface로 정보 교환이 가능한 시스템이 구축되었으며, 급증하는 항공교통량 처리 및 비행제한 요소들을 줄여 편의를 제공할 수 있는 새로운 시스템을

도입하기 위한 NAS(National Airspace System) 현대화 계획이 추진 중에 있음

- 우리나라의 경우, 1952년 7월 미공군이 항공관제업무를 처음으로 운영 개시 하였으며 1958년 1월에는 한국 공군이 미 공군으로부터 항로관제업무를 인수 받아 운영하기 시작하였음
- 1968년 11월 미 공군은 팔공산에 “고고도 항로관제소”를 설치 운영함으로써 고도 24,000피트 이상을 비행하는 항공기에 대한 레이더 관제를 시작함. 1973년 7월, 한국 공군이 미 공군으로부터 고고도 항로관제업무를 추가 인 수받아 운영함
- 1984년 4월부터 1986년 8월까지 한국공군에서는 전산화된 자동화 항로교통 관제시스템 구축을 위해 현대화사업을 추진. 1995년 3월에는 증가하는 민간 항공기의 교통관제업무를 원활히 수행하기 위해 국방부(공군)운영시설이 건 설교통부로 이관되어 대구 ACC로 명명하여 운영됨
- 인수 이후 2001년 8월, 건설교통부에서 인천지역에 현대화 시설로 개량된 항공교통관제시스템을 도입, 설치 운영함

나. 항공교통관제의 정의

- 항공교통관제는 항공교통업무의 한 요소이며, 항공교통업무는 그림에서 보는 바와 같이 항공교통관리의 일부인 항공교통업무의 한 요소임

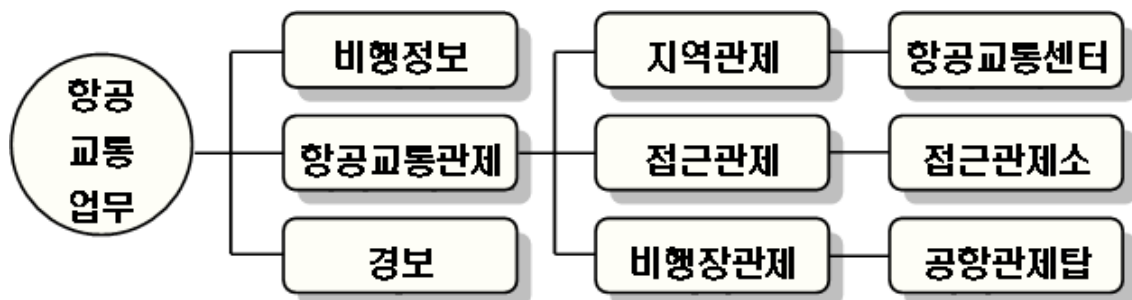


그림 1 항공관제개요

- 항공교통업무 (Air Traffic Service) : 국제민간항공기구(ICAO)에서 항공교 통관제업무(Air Traffic Control Service), 비행정보업무(Flight Information

Service), 경보업무(Alerting Service), 항공교통정보조언업무(Air Traffic Advisory Service)로 나누고 있으며, 우리나라도 이를 운용중임

- 항공관제 또는 항공교통관제(Air Traffic Control, ATC) : 항공기간의 충돌 방지, 항공기와 장애물간의 충돌방지, 항공교통흐름의 조절 및 축진을 위해 관제탑 (Control Tower), 접근관제 (Approach Control), 지역관제소(Area Control)에 의해 행해지는 항공기간의 분리(Separation), 레이더 유도(Radar Vectoring), 항공교통관제 허가 발부 (Air Traffic Control Clearance Issuance)등의 업무를 말하며, 국내는 대부분 정부기관에서 수행함

다. 항공교통관제의 종류

(1) 접근관제업무(Approach Control Service)

- 접근관제구역 내를 비행하는 항공기에게 제공하는 관제업무로서, 항공기를 관찰하고 있는 책임구역까지 순서를 정하여 유도하는 업무(인천공항의 경우 거리 108km, 높이 6.6Km)를 말함

(2) 지역관제업무(Area Control Service)

- 항공로 또는 관할 관제구역(Controlled Airspace)에서 운항하는 항공기에게 관제업무를 제공하는 업무로서, 우리나라는 인천에 소재한 항공교통관제소(ACC)에서 수행함

(3) 비행장 관제 업무(Aerodrome Control Service)

- 비행장(공항)을 중심으로 일정범위의 공역(통상 관제권이라 함) 및 공항지상 이동지역 내에서 관제탑 관제사에 의해 제공되는 관제업무임
- 공항이동지역(Airport Movement Area)의 감시(Surveillance) 및 통제, 이·착륙 및 관제권통과 항공기에 대한 비행허가발부, 항공교통관제허가의 중계(ATC Clearance Delivery) 등을 포함함
- 비행장관제업무의 종류로는 계류장관제(Ramp Control), 비행자료업무(Flight Data), 지상관제(Ground Control), 국지 관제(Local Control)등의 4단계가 있음

- 계류장관제업무(Ramp Control)는 비행장관제업무 중 지상 계류장구역내에서 이동하는 항공기에게 제공되는 관제업무로서 통상 비행장관제업무를 수행하는 관제탑에서 계류장관제업무를 함께 수행함. 다만, 인천국제공항의 경우 계류장관제업무를 관제탑의 비행장관제업무와 분리하여 인천국제공항공사에서 별도로 수행하고 있음

라. 항공교통관제 업무 단계

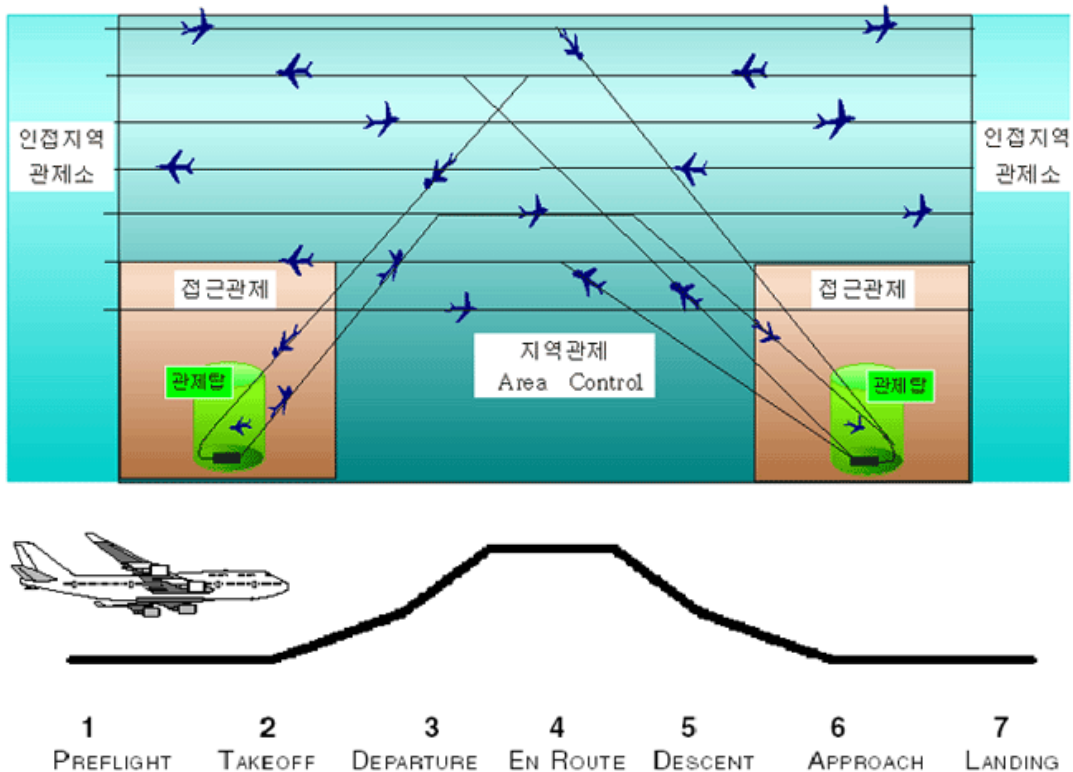


그림 2 항공교통관제 업무 및 업무의 단계

(1) 비행 전(PREFLIGHT)

- 이륙에 앞서 조종사는 관제기관이나 비행정보기관에 비행계획서를 제출하고 항공교통관제허가(Air Traffic Control Clearance)를 받은 후, 관제탑의 지상 관제사(Ground Controller)에게 지상이동(일명 푸시백이라 함)을 요구함
- 지상이동허가를 받은 후, 이륙을 위하여 관제사가 지정한 활주로까지 이동 (Taxi Out)함

(2) 이륙(TAKEOFF)

- 조종사는 관제탑의 국지관제사(Local Controller)로부터 이륙허가를 받은 후, 활주로를 이륙함

(3) 출발(DEPARTURE)

- 이륙 직후 조종사는 새로운 지시를 받기 위해 주파수를 변경하여야 하며, 관제권을 벗어나 접근관제구역으로 비행하게 되는데 접근관제구역의 관제기관인 접근관제소(Approach Control)와 교신을 하며 접근관제소의 출발관제사로부터 출발공항을 벗어나서 배정받은 항공로로 진입하기 위한 지시를 받게 됨
- 조종사는 고도와 항공로허가(Routing Clearance)를 발부 받게 되며, 관제사는 항공기 타킷과 진로를 감시함
- 항공기의 관제를 인수받게 되는 인수관제사(Receiving Controller)의 공역에 항공기가 진입 전에 관제권을 이양함

(4) 항공로(ENROUTE)

- 조종사는 지역관제소로부터 조정하여야 할 무선주파수뿐만 아니라 고도(Altitude)와 기수방향(Heading)을 유지하도록 지시를 받음
- 항공로 비행은 몇 분에서 몇 시간이 소요되기도 하며 항공기가 목적지공항에 가까워질 때, 조종사는 무선주파수를 변경하고, 강하를 위한 기수방향과 고도 변경지시를 받게 됨

(5) 강하(DESCENT)

- 기수방향 또는 고도변경지시를 받은 후, 항공기는 강하(Descent)를 시작하고 공항을 향하게 됨

(6) 접근(APPROACH)

- 조종사는 접근관제소로부터 목적지공항까지 접근허가를 받고, 동일공항에 착륙을 준비하는 다른 항공기와 순서를 조정 받음

(7) 착륙(LANDING)

- 조종사는 관제탑으로부터 착륙허가를 발부받고 지정받은 활주로에 착륙을 하게 되며, 항공기는 유도로를 통해 계류장지역에 배정받은 게이트(Gate)까지 지상이동

2. 항공관제시스템 개요

가. 항공관제시스템 정의

- 항공관제시스템은 관제사가 항공교통관제업무를 수행하는 것을 지원하기 위한 정보를 관제사에게 제공하는 시스템으로서, 항공기 식별 및 전시, 비행 안전 경고, 비행계획자료 전시 및 분배, 관제사 요구 자료 처리 등을 제공함
- 국내에서 항공관제시스템은 일반적으로 접근관제용 관제시스템과 항로관제용 관제시스템을 통틀어 일컬음. 또한 대부분의 항공관제시스템이 레이더 데이터를 기반으로 한 시스템이므로, 레이더 자료 자동 처리 시스템 (Automated Radar Terminal System)으로 불려 지기도 함



그림 3 항공관제시스템의 내부 모습

나. 국내 운용 항공관제시스템 사례

(1) 항공교통센터 ATCS (Air Traffic Control System)

- 항공교통센터 ATCS는 국내 유일의 항로관제시스템으로서 전국에 분산되어 있는 16개의 항공로 및 공항 레이더로부터 수신되는 항적 자료와 전 공항의 관제탑, 비행정보실(운항실), 접근관제소에 설치되어 있는 61개의 비행자료

단말기 및 항공고정통신망(AFTN)을 통하여 수신되는 비행자료를 처리하여 항공교통관제업무를 지원하기 위한 정보를 관제사에게 제공하는 시스템으로서 항공기 식별 및 전시, 비행 안전경고, 비행계획자료 전시 및 분배, 관제사 요구자료 처리 등의 기능을 제공함

- 인천 항로관제시스템은 아래 그림과 같이 3개의 시스템 분야 (Segment), 즉 운영시스템 (Operation Segment), 모의 훈련 시스템 (Simulation Segment), 지원 시스템 (Support Segment)로 구분되고, 각 Segment는 상용 (COTS : Commercial Off The Shelf) 하드웨어와 항공교통관제 업무를 수행할 수 있도록 개발된 소프트웨어로 구성되어 있는 서브시스템으로 이루어짐
- 서브시스템은 종류에 따라 시스템 안전성 유지를 위해 서버를 2중화 또는 3중화로 구성되어 있음

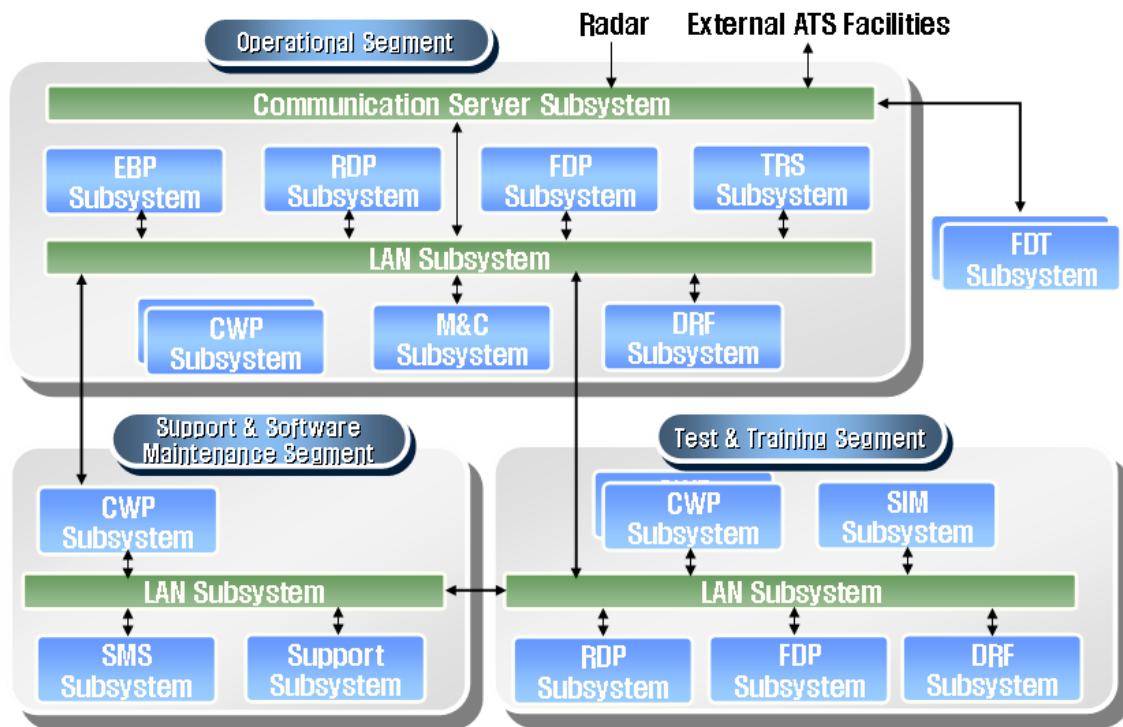


그림 4 항공관제시스템의 구조

(2) 서울 접근관제소 ARTS (Automated Radar Terminal System)

- 서울 접근관제소 ARTS는 인천, 김포공항에 입출항하는 항공기의 관제정보를 제공하고 있음 (서울 접근관제소, 인천 관제탑, 김포 관제탑)
- 항로관제시스템과 동일하게 1차 레이더 및 2차 레이더 신호를 바탕으로 비행계획과 일치된 항공기의 공역상의 위치를 시각적으로 현시하며, 항공교통 관제사에게 필요한 관제정보를 제공함

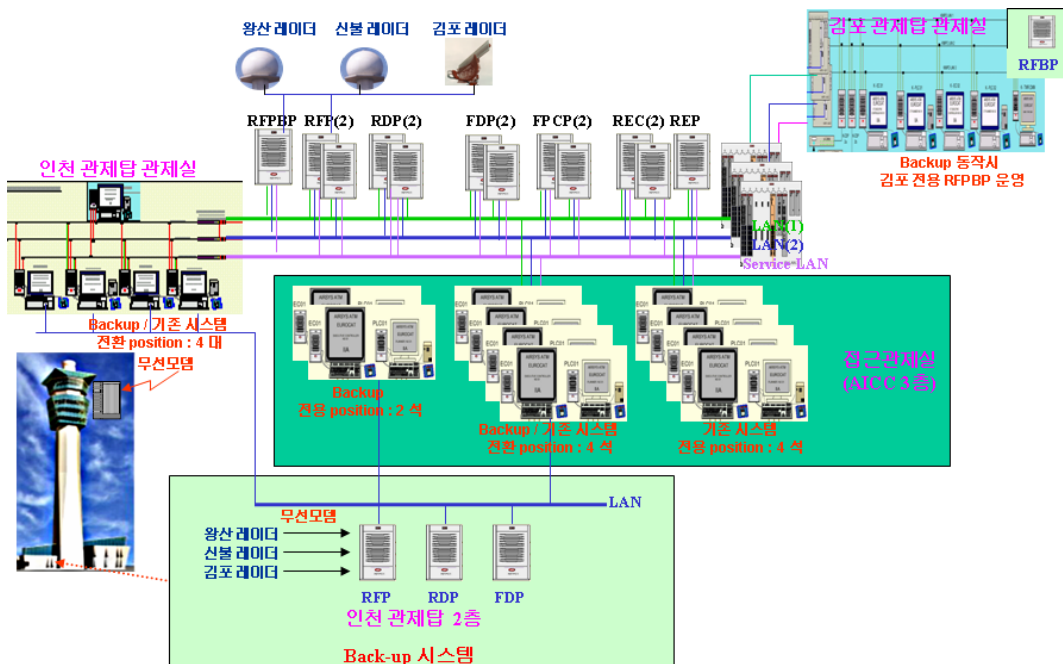


그림 5 서울 접근 관제소 ARTS의 네트워크 구조

- 서울 접근관제소 ARTS는 아래 그림에서 보는 바와 같이 1차/2차 레이더, AFTN 뿐만 아니라, ACC, 비행정보실 등을 비롯한 외부 시스템/시설과 관제 관련 데이터를 연동하고 있음

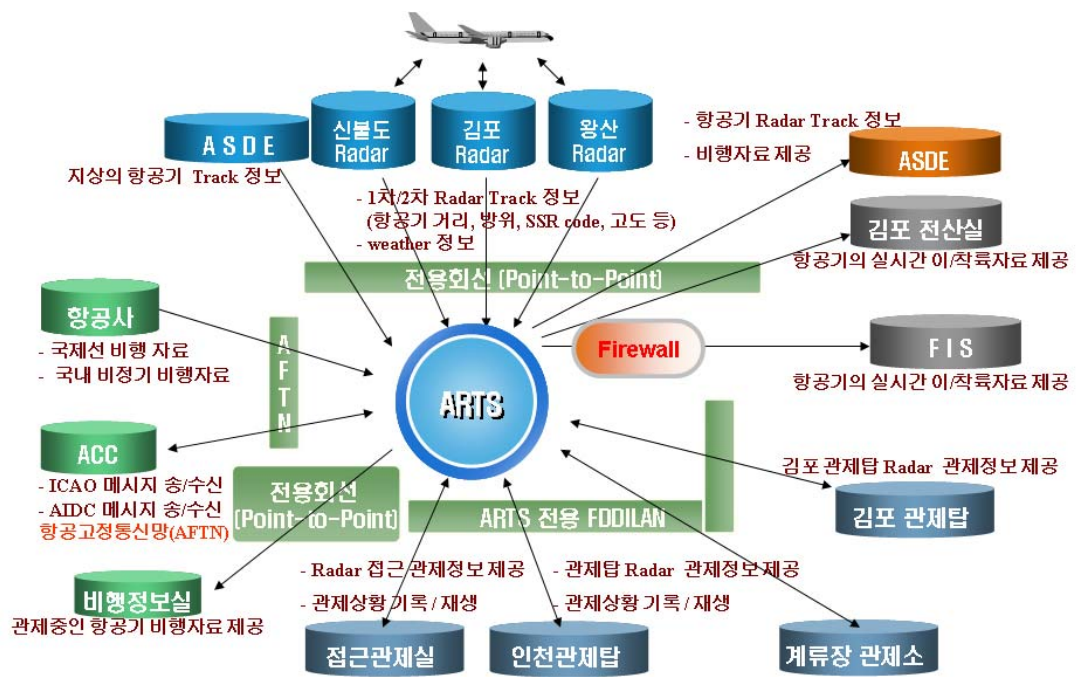


그림 6 서울 접근 관제소 ARTS의 구조

제 2 절 연구개발의 필요성

- 항공관제시스템은 항공기 운항지역에서 항공기 간의 충돌과 항공기와 장애물 간의 충돌을 사전에 방지함과 동시에 항공기들의 운항 효율을 촉진시키고 항공 교통의 질서를 유지하기 위한 시스템임
- 항공기의 질서정연한 흐름유지와 항공안전을 강화하기 위해, 현재 운용중인 레이더 기반의 감시정보와 미래형 CNS 통합기술에 기반을 둔 차세대 감시 장비들에 의한 감시정보를 동시에 수용하여 보다 양질의 관제정보를 제공하는 첨단 항공관제시스템 개발 및 관련 기술 확보가 요구됨
- 항공관제 부분의 국산화 시스템 구축 시 해외 도입비 절감, 업그레이드 자율성 확보, 운영유지비 대폭 절감이 기대되며, 국내 기술에 기반한 효율적 영공 관리 및 항행 안전 보장이 가능함
- 새롭게 전개될 CNS기술을 기반으로 한 항공교통관리(ATM) 분야에 국제적 수준을 유지하기 위해서는 항공관제장비 및 이를 구성하는 주요 모듈에 대한 국내 독자기술 확보는 필수적임

1. 사회·문화적 관점

- 생산 효율 중심에서 운송 및 서비스 효율중심으로의 경제적 변화가 이루어지고 있음. 항공기 개발 산업에서 운송시장 서비스의 중요성에 더 큰 가치를 두는 방향으로의 산업적 변화로 항공운송시장이 꾸준히 증가하는 추세임. 미래 수요 충족을 위한 다양한 항공기 출현 및 이에 적합한 운송시스템 소요도출이 필요함
- 지역중심에서 글로벌 중심 인프라로의 사회적 변화가 일어나고 있음. 위성통신을 이용한 전 세계 실시간 네트워크화 및 IT기술에 기반을 둔 항공운송 관리수단의 변화로 다양한 정보 공유 및 대용량 정보처리에 기반을 둔 항공 운항관리체계가 구축이 가능해짐. 위성항법을 통한 전 세계 동일 규격화된 인프라 및 운영체계 적용 등 글로벌 표준에 적합한 항공운항서비스 필요함
- 아시아 태평양 지역에서 항공교통관리의 주도권 경쟁이 나타남. 아시아 태평양 지역은 중국의 급성장과 동남아 국가들의 발전으로 인해 타 지역에 비해 항공교통량의 증대가 상대적으로 높으며, 한중일 인접국의 영공방어 및 정치

적 논리에 의해 자국의 항공운송 편의성을 극대화하는 정책을 추구하려 함.
전 세계적인 연계시스템으로 운영되므로 신속한 정보 전달 및 공유를 위한
통합시스템 차원에서 선도 필요함

- 현재 우리나라가 ICAO 상임이사국임에도 불구하고, 기술력 부족으로 항공
선진국이 주도하고 있는 국제표준 제정 등 각종 국제회의에 주체가 되지 못
하였으나, 차세대 항공관제시스템의 기술 확보를 계기로 선도적인 국가로 성
장할 수 있음

2. 경제·산업적 관점

- 항공교통 수요가 지속적으로 증가하고 있음. 국제선 여객 (부정기 포함)은
1994년 13,076천명, 2004년도 26,931천명으로 연평균 7.49% 증가하였으
며, 2014년은 2004년도 여객 수송량의 2배를 초과할 것으로 예상됨. 국내
및 국제선 총 화물 수송은 1994년도 1,419천 톤, 2004년도 2,978천 톤으로
연평균 7.69% 증가하였으며, 2014년도는 2004년도 화물량의 2.5배를 초과
할 것으로 예상됨
- 중대형 항공기의 운송은 국내선의 증가보다는 국제선의 증가 추세에 대처하
는 전략 수립이 필요하며, 국내선의 경우는 소득증대에 따른 고급화, 레저
스포츠로서의 욕구 증대에 따른 초경량 및 소형 항공기의 증가에 대처할 전
략 수립이 필요할 것으로 예상됨. 항공회수의 실적을 근거로 평가하면, 국제
선 운항회수는 1994년 77,332편에서 2004년 170,217편으로 연평균 8.21%
증가했고 국내선의 경우는 1994년 137,092편에서 2004년 150,230편으로
연평균 0.46% 증가함

표 1 항공 운송 증가량

	1994년	2004년	2014년
여객 수송량	13,076천 명	26,931천 명 (연평균 7.49% 증가)	2004년 대비 2배 증가 예상
화물 수송량	1,419천 톤	2,978천 톤 (연평균 7.69% 증가)	2004년 대비 2.5배 증가 예상
국제선 운항회수	77,332편	170,217편 (연평균 8.21% 증가)	-

- 국내 공항의 결항률을 최소화하여 효율을 증대 필요함. 결항의 가장 큰 원인은 기상이 64.78%로 가장 높고, 항공기 접속문제 22.88%, 기타 10.37% 및 정비가 0.99%로 분석됨. 특히 지방공항의 경우 시설수준 문제로 인해 기상 영향이 76.96%로 더욱 문제시 되는 것으로 분석됨. 공항의 ILS시설과 병행 사용이 예상되는 CNS/ATM 기술의 적용으로 자율비행 (Free-flight)이 구현될 경우 일정부분의 기상영향 및 관제 문제로 발생하는 결항 및 지연의 최소화 가능함
- 항공관제 부분의 국산화 시스템 구축 시 해외 도입비 절감, 업그레이드 자율성 확보, 운영유지비 대폭 절감이 기대되며, 국내 기술에 기반한 효율적 영공관리 및 항행 안전 보장이 가능함
- 국내 운용되고 있는 항공관제시스템은 모두 외국에서 도입된 것으로서, 해외 구매에 따른 기술 종속, 시스템 도입비 과다 지출, 운용/유지비 증가 등의 문제가 있음. 또한 국제기준변경에 따른 수정/보완, 차세대 항공통신 및 감시시스템의 통합 필요 발생 시, 해외에 전적으로 의존하여야 하는 현실임. 이를 극복하기 위해, 항공관제시스템의 국산화에 대한 국가적 필요가 제기되고 있음

3. 기술적 관점

- 국제민간항공기구(ICAO)는 1980년대 초부터 기존 항행안전시설의 구조적인 문제점을 해결하기 위한 연구를 진행해 온 결과 '91년 9월 제 10차 ICAO 항행회의에서 인공위성과 첨단 디지털 기술을 이용하는 새로운 개념의 차세대 항행시스템(CNS/ATM) 개념정립 후 전환계획 승인함
- 항공관제시스템은 차세대 항행시스템 (CNS/ATM)의 핵심요소로서, 기존 레이다 뿐만 아니라 차세대 항공통신 및 감시시스템 (CPDLC, ADS-B, Mode-S, ATN, AIDC 등)을 통합하는 방향으로 발전해가고 있음 (ATN의 적용가능성에 대해서는 불투명한 점이 많아 회의적 의견을 제시하는 견해가 많음)
- 위성항법 기술과 IT 기술이 접목된 차세대 항행시스템(CNS/ATM)의 도입은 항공운항분야에 획기적인 기술혁신을 가져올 것으로 전망됨. 이에 따라 향후

항공물류 시장은 CNS/ATM 기술의 채용정도에 따라 재편될 가능성이 매우 큼. 동북아시아 항공물류시장에서 선도국가(leading country)의 위치를 공고히 하기 위해서는 차세대 항행시스템에 대한 국가적인 R&D 투자가 시급한 실정임



그림 7 ICAO의 CNS/ATM 개념

- 항공교통량의 지속적 증가로 ATM기술의 중요성 부각됨. 아시아지역 증가 추세가 서구 선진국을 능가하며, 한국의 경우 휴가 성수기인 1월~4월의 경우 '07년 전년 동기 대비 교통량 15.7% 급증 추세임
- 항공기 안전에 위협을 주는 척도로 볼 수 있는 ACAS 회피기동 회수가 급증함. '06년 전반기 3회, 후반기 7회에서 '07년 1월~4월은 8회 발생되었음. 향후 항공체증으로 인한 이착륙 지연 증가가 예상되므로 기술적 및 제도적 대처 방안 수립 필요함

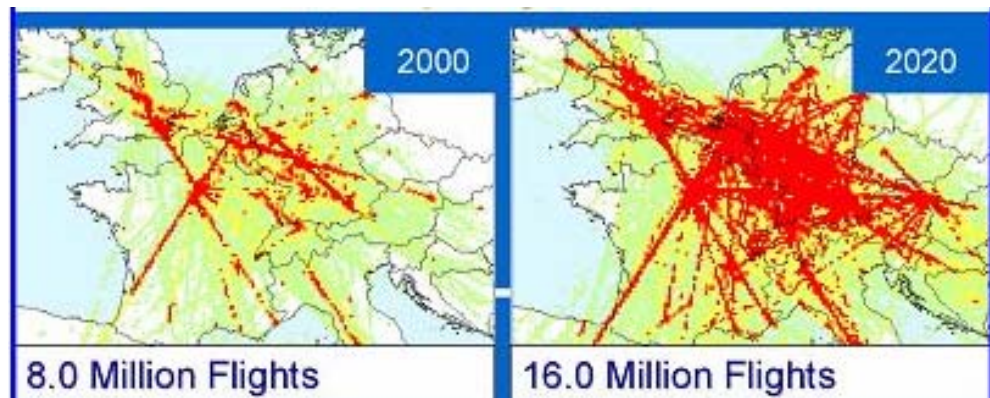


그림 8 유럽의 미래 항공 정체 예상

- 항공관제시스템 개발이 Free Flight 시대를 대비한 연구개발이 될 수 있도록
 동 분야에 대한 중장기 로드 맵을 고려한 연구개발 필요 (아래 그림 참조)

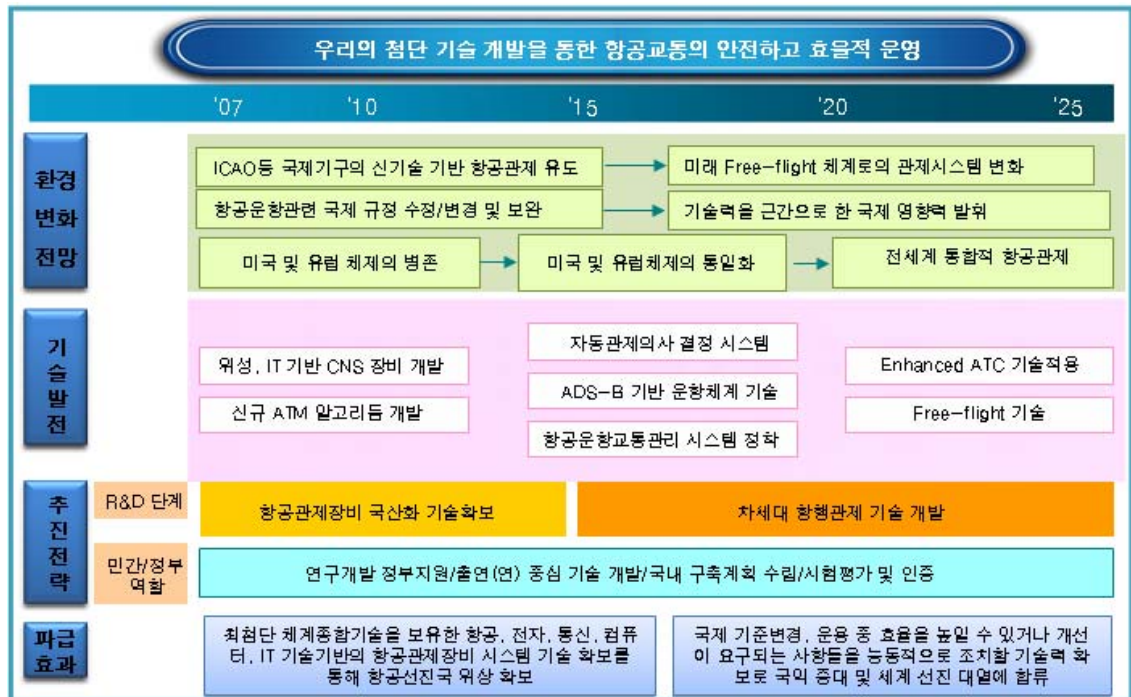


그림 9 항공교통관제 관련 중장기 로드맵

제 3 절 항공관제시스템 관련 규정

- 항공관제시스템 개발을 함에 있어서 국제표준 및 규약을 준수하여야, 개발되는 시스템간의 상호 호환성 유지 및 개발 시스템의 세계 시장의 진출이 용이함
- 항공관제시스템과 관련하여 규정을 제정하여 운영하는 기관으로는 ICAO, FAA, EUROCONTROL이 대표적인 기관임
- 본 연구팀에서 조사한 항공관제 관련 규정은 아래의 표와 같음

1. ICAO 규정

표 2 ICAO의 CNS/ATM 관련 규정 목록

문서번호	문서제목
Annex 2	Rules of the Air
Annex 10 (Vol. 1)	Radio Navigation Aids
Annex 10 (Vol. 2)	Communication Procedures including those with PANS status
Annex 10 (Vol. 3 – Part 1)	Communication Systems –Digital Data Communication Systems
Annex 10 (Vol. 3 – Part 2)	Communication Systems–Voice Communication Systems
Annex 10 (Vol. 4)	Surveillance Radar and Collision Avoidance Systems
Annex 10 (Vol. 5)	Aeronautical Radio Frequency Spectrum Utilization
Annex 11	Air Traffic Services
Annex 12	Search and Rescue
Doc. 4444	Procedures for Air Navigation Services – Air Traffic Management
Doc 8071	Manuals and Circulars Manual on Testing of Radio Navigation Aids
Doc 8259	Manual on the Planning and Engineering of the Aeronautical Fixed Telecommunication Network
Doc 9828, AN CONF/11	Report of the Eleventh Air Navigation Conference (2003)
Doc 9684	Manual of the Secondary Surveillance Radar (SSR) Systems

Doc 9688	Manual on Mode S Specific Services
Doc 9718	Handbook on Radio Frequency Spectrum Requirements for Civil Aviation including Statement of Approved ICAO Policies
Doc 9718	Handbook on Radio Frequency Spectrum Requirements for Civil Aviation including Statement of Approved ICAO Policies
Doc 9739	Comprehensive Aeronautical Telecommunication Network (ATN) Manual
Doc 9741	Manual on HF Data Link
Doc 9776	Manual on VHF Digital link (VDL) Mode 2
Doc 9804	Manual on ATS Ground–Ground Voice Switching and Signalling
Doc 9805	Manual on VHF Digital Link (VDL) Mode 3
Doc 9816	Manual on VHF Digital Link (VDL) Mode 4
Doc 9849	Global Navigation Satellite System (GNSS) Manual
Doc 9855	Manual on Guidelines for the Use of the Public Internet for Aeronautical Applications (in preparation)
Doc 9863	Airborne Collision Avoidance System (ACAS) Manual
Doc 9861	Manual on Universal Access Transceiver (UAT)
Doc 9426	Air Traffic Services Planning Manual
Doc 9432	Manual of Radiotelephony
Doc 9433	Manual concerning Interception of Civil Aircraft
Doc 9554	Manual Concerning Safety Measures Relating to Military Activities Potentially Hazardous to Civil Aircraft Operations
Doc 9574	Manual on Implementation of a 300 m (1000 ft) Vertical Separation Minimum Between FL 290 and FL 410 Inclusive
Doc 9613	Manual on Required Navigation Performance (RNP)
Doc 9689	Manual on Airspace Planning Methodology for the Determination of Separation Minima
Doc 9694	Manual of Air Traffic Services Data Link Applications
Doc 9731	International Aeronautical and Maritime Search and Rescue (IAMSAR) Manual, Volume I – Organization and Management, Volume II – Mission Coordination and Volume III – Mobile Facilities)
Doc 9750	Global Air Navigation Plan for CNS/ATM Systems
Circular 185	Satellite–aided Search and Rescue – The COSPAS–SARSAT System
Circular 207	Simultaneous Operations on Parallel or Near–parallel Instrument Runways (new manual in preparation)

Circular 213	Pilot Skills to make "Look-out" more effective in Visual Collision Avoidance
--------------	--

2. FAA 규정

표 3 FAA의 CNS/ATM 관련 규정 목록

문서번호	문서제목
AC 90-101	Approval Guidance for RNP Procedures with SAAAR
AC 120-29A	Criteria for Approval of Category 1 and Category 2 Wether minimal for Approach
IP-04	RCP and PARC V1
Order 3120.4L	Air Traffic Technical Training
Order 7010.1S	Air Traffic Control Safety Evaluations and Audits
Order 7110.10S	Flight Services
Order 7110.65R	Air Traffic Control
Order 7210.3U	Facility Operation and Administration
Order 7210.55C	Operational Data Reporting Requirements
Order 7400.2F	Procedures for Handling Airspace Matters
Order 8260.48	Area Navigation(RNAV) Approach Construction Criteria
Order 8260.51	Required Navigation Performance(RNP) Instrument Approach Procedure Construction
N JO 7210.645	Air Traffic Organization Policy : Operational Error Severity and Proximity Events
N JO 7210.661	Air Traffic Organization Policy : Terminal/TRACON Audit Process for Operational Errors & Operational Deviations

N JO 7210.663	Air Traffic Organization Policy : Operational Error Reporting, Investigation and Severity Polices
Order JO 7400.8N	Special Use Airspace

3. EUROCONTROL 규정

표 4 EUROCONTROL의 CNS/ATM 관련 규정 목록

문서번호	문서제목
ED-23B	MOPS for airborne VHF Rx-Tx operating in the frequency range 117.975-136.975 MHz
ED-73B	MOPS for Secondary Surveillance Radar Mode S Transponders
ED-78A	Guidelines for approval of the provision and use of ATS supported by data communications
ED-92A	MOPS for Airborne VDL Mode-2 Transceiver operating in the frequency range 118-136.975 MHz
ED-85A	DLASD for the "Departure Clearance" Data-Link Service
ED-100A	Interoperability Requirements for ATS Applications using Arinc 622 Data Communications
ED-108A	MOPS for the Very High Frequency (VHF) Digital Link (VDL) Mode 4 Aircraft Transceiver
ED-110A	Interoperability Requirements Standard for ATN Baseline 1 (Interop ATN B1)
ED-89A	DLASD for the "ATIS" data-link service"
ED-72A	MOPS for Airborne GPS Receiving Equipment used for Supplemental Means of Navigation
ED-75B	MASPS Required Navigation Performance for Area Navigation
ED-88	MOPS for MMR including ILS, MLS and GPS used for Supplemental Means of Navigation
ED-95	MASPS for a Global Navigation Satellite System GBAS to support CAT1 Operations
ED-97	Interim Technical Performance Statement for EGNOS / WAAS Airborne Equipment
ED-114	MOPS for a GBAS ground facility to support CAT I approach and landing
ED-43	MOPR for SSR transponder and alticoder
ED-102	MOPS for 1090 MHz Automatic Dependant Surveillance - Broadcast (ADS-B)

ED-109	Guidelines for CNS/ATM Systems Software Integrity Assurance
ED-117	MOPS for Mode S Multilateration Systems for Use in A-SMGCS
ED-115	MOPS for Light Aviation Secondary Surveillance Radar Transponders
1/WG9/71	MPS for airborne secondary surveillance radar transponder apparatus
ED-130	Guidance for the Use of Portable Electronic Devices (PEDs) on Board Aircraft
ED-14E	Environmental Conditions and Test Procedures for Airborne Equipment
ED-12B	Software Considerations in Airborne Systems and Equipment Certification
ED-53A	MOPS for MLS ground
ED-120	Safety and Performance Requirements Standard For Initial Air Traffic DLS In Continental Airspace
ED-126	Safety, Performance and Interoperability Requirements Document for ADS-B-NRA Application
1/WG7/70	MPS for 75 Mhz marker beacon receiving equipment
1/WG7C/74	MPS for doppler radar (airborne computer)
2/WG7C/74	MPS for dead reckoning computer equipment
ED-22B	MPS for Airborne VOR Receiving Equipment
ED-26	MPS for airborne altitude measurements and coding systems
ED-27	MOPR for airborne area navigation systems based on VOR and DME as sensors
ED-30	MPS for airborne low range radio (radar) altimeter equipment
ED-38	MPS for airborne weather, ground mapping and assisted approach radars
ED-18	Audio systems characteristics and MPS covering microphones (except carbon), headsets, handset
ED-39	MOPR for airborne area navigation systems based on two DME as sensors
ED-42	MPS for fuel flowmeter systems to aircraft standards
ED-52	MPS for Conventional and Doppler VOR ground equipment
ED-40	MPS for airborne computing equipment for area navigation system using two DME as sensors
ED-51	MPS for Airborne ADF equipment

ED-28	MPS for airborne area navigation computing equipment based on VOR and DME as sensors
ED-54	MPS for (DME/N and DME/P) interrogators (airborne equipment)
ED-57	MPS for distance measuring equipment (DME/N and DME/P) (ground equipment)
ED-67	MOPS for devices that prevent unintentional or continuous transmissions
ED-76	Standards for Processing Aeronautical Data
ED-77	Standards for Aeronautical information
ED-80	Design Assurance Guidance for Airborne Electronic hardware
ED-84	Aircraft Lightning Environment and Related Test Waveforms Standard
ED-79	Certification Considerations for Highly Integrated or Complex Aircraft Systems
ED-87A	MASPS for Advanced Surface Movement Guidance and Control Systems
ED-98A	User Requirements for Terrain and Obstacle Data
ED-96	Requirements Specification for an Avionics Computer Resource
ED-90A	Radio Frequency Susceptibility Test Procedures
ED-103	MOPS for Inflight Icing Detection Systems
ED-99A	User Requirements for Aerodrome Mapping Information
ED-104A	MOPS for Ground ice Detection Systems
ED-106A	DLASD for "Oceanic Clearance" (OCL) Datalink service
ED-105	Aircraft Lightning Test Method
ED-112	MOPS for Crash Protected Airborne Recorder Systems
ED-107	Guide for the Certification of Aircraft in a High Intensity Radiated Field (HIRF) Environment
ED-113	Aircraft Lightning Direct Effects Certification
ED-116	MOPS for Surface Movement Radar Sensor Systems for Use in A-SMGCS
ED-118	Report on electromagnetic compatibility between passenger carried PEDs and aircraft systems
ED-119	Interchange Standards for Terrain, Obstacle, and Aerodrome Mapping Data
ED-121	MOPS for Trolleys, Containers and associated equipment components
ED-123	MOPS for Flight Deck Door Monitoring System

제 2 장 기술적 · 경제적 타당성 분석

제 1 절 기술성 분석

1. 국내 기술 수준 분석

- 국내 기술 수준 분석을 위해 국내 운용되고 있는 항공관제시스템을 기준으로 개발 시 필요한 업무에 대해 개략 업무분해구조(WBS, Work Breakdown Structure)를 정의함
- 업무분해구조를 근간으로 항공관제시스템에 필요한 핵심 기술을 분류하고 이에 대한 국내기술수준을 정의함

가. 개략 업무분해구조(WBS)

표 5 개략 업무분해구조(WBS)

업무분해구조(WBS)						비고
1	2	3	4	5		
항공관제시스템						
	체계종합					
		요구도 분석 및 규격서 작성				
		시스템 설계				
		소프트웨어 개발/시험 관리				
		시험평가 계획 수립				
		형상/품질 관리				
	시스템 통합					
	시험평가					
		개발시험평가				
		운용시험평가 환경 구축				
		운용시험평가				
	구성품 개발					
		다중화 시스템 구성				
		외부 입력 데이터 전처리				
			외부 인터페이스 데이터 분석			

		레이더 데이터 전처리	
		ADS-B, Mode-S 데이터 전처리	
		기상 데이터 전처리	
		비행 계획 데이터 전처리	
		모노 레이더 트랙 데이터 생성	
		다중 레이더 자료 및 비행 데이터 처리	
		다중 레이더 트랙 데이터 생성	
		고도 트랙 데이터 생성	
		항공기 위치 예측	
		관제 관련 각종 경보 (충돌, 안전고도 등)	
		비행계획 정보 생성 및 갱신	
		비행계획에 의거한 충돌 가능성 정보	
		레이더 트랙 및 비행계획 통합	
		사용자-기계 인터페이스 (HMI)	
		트랙 정보 시현	
		지도 시현	
		관제사 입출력 처리	
		비행계획 입출력 처리	
		자료 녹화/재생	
		시스템 파라미터 설정	
		개발시험용 시뮬레이션 도구	
		확장성 기반 기술 및 차세대 ATM 알고리즘	

나. 국내 기술 수준

- 업무분해구조를 근간으로 항공관제시스템에 필요한 핵심 기술을 분류하고 이에 대한 국내기술수준을 정의함
- 항공관제시스템의 핵심 기술은 크게 시스템 설계 기술, 소프트웨어 개발 기술, 시험평가 기술로 분류됨
- 시스템 설계
 - ▷ 시스템 요구 규격 개발 기술
 - ▷ 다중 분산형 시스템 설계 기술

- ▷ 다중 네트워크 기반 데이터 통신 기술
- ▷ 고신뢰성 실시간 시스템 설계 기술
- ▷ 고장 분리 및 처리 기술
- 소프트웨어 개발
 - ▷ 소프트웨어 공학 (S/W 규격, 설계, 코딩, 시험)
 - ▷ 다중 센서 추적 및 퓨전 기술
 - ▷ 감시/비행 정보에 의거한 경보/경고 생성 기술
 - ▷ 휴먼 머신 인터페이스 기술
- 시험 평가
 - ▷ 시스템 시험 평가 기술
- 각 항목에 대해 1~3차 자문위원회를 거쳐 전문가의 의견을 반영하였으며, 그 결과를 기준으로 정리된 국내 기술 수준 (현재 및 과제 종료시 선진국 대비 기술수준(%))은 아래와 같음

표 6 항공관제시스템 관련 국내 기술수준 현황 및 과제 종료 시 목표

구 분		선진국 대비 기술수준 (%)	
		현재	과제종료 시
시스템 설계	시스템 요구 규격 개발 기술	60	90
	다중 분산형 시스템 설계 기술	60	90
	다중 네트워크 기반 데이터 통신 기술	80	100
	고신뢰성 실시간 시스템 설계 기술	80	100
	고장 분리 및 처리 기술	60	90
소프트웨어 개발	소프트웨어 공학 (S/W 규격, 설계, 코딩, 시험)	70	90
	다중 센서 추적 및 퓨전 기술	60	90
	감시/비행 정보에 의거한 경보/경고 생성 기술	60	90
	휴먼 머신 인터페이스 기술	90	100
시험평가	시스템 시험 평가 기술	60	90

2. 기술 개발 성공 가능성

가. 기술 개발 현황

- 항공관제시스템은 선진국에서는 1950년대 말부터 개발 운용되어 온 시스템으로서, 이미 완성되고 안정된 기술을 기반으로 발전되어 가고 있으며, 차세대 항행장비의 통합, 효율적인 관제를 위한 새로운 알고리즘 개발 등의 필요에 따라 끊임없이 진화해 가고 있음
- 국내에서는 미 공군으로부터 항로 관제업무를 인수받아 운영하기 시작한 1950년대 말부터 현재까지, 전량 해외에서 시스템을 도입 운영해 오고 있으며, 국산 항공관제시스템 개발 시도는 현재까지 파악되고 있지 않음
- 항공관제시스템을 해외 직도입하는 과정에서 일부 정비 분야에 대한 기술 이전은 있었으나, 시스템 개발에 요구되는 기술에 대한 이전은 거의 전무하였음

나. 개발 소요 기술

- 항공관제시스템에 소요되는 기술은 앞서 기술한 바와 같이 시스템 설계, 소프트웨어 개발 기술, 시험평가 기술 등으로서, 성공적인 항공관제시스템 개발을 위해서는 항공, 운항, 관제, 전기/전자/통신, 컴퓨터 소프트웨어 등의 요소 기술과 이들을 시스템으로 통합하는 기술이 필수적임
- 항공기술 선진국과 비교할 때, IT 기술을 기반으로 한 항공관제시스템 개발에 필요한 요소 기술은 우수하며, 관제시스템 운용 기술 또한 세계적인 수준임
- 단, 항공관제시스템과 같이 고도의 신뢰성, 가용성, 안전성이 담보되어야 하는 복잡한 시스템을 설계, 개발, 시험한 경험이 없음

다. 기술 위험 요소 및 대응 방안

- 항공관제시스템을 국내에서 개발한 사례가 없고, 동등 수준의 복잡하고 안전성이 담보되어야 하는 소프트웨어 중심 시스템을 개발한 경험 역시 부족하므로, 개발 위험성 감소 및 시행착오에 따른 손실 방지를 위해, 시스템/소프트웨어 요구 규격 개발 단계 및 시험평가 단계에서 항공기술 선진국의 경험을

활용하는 것이 필수적임

- 우리나라의 다른 항공 산업과 마찬가지로 항공관제시스템 역시 단기간에 선진국 수준에 도달하기 위해서는 정부의 전폭적인 개발 의지가 요구되며, 이에 따른 산학연 관련 기관의 집중적인 자원 투입이 요구됨
- 즉, 항공관제시스템의 수요자인 정부의 적극적인 의지, 정부출연연구소의 대형 체계개발 수행 경험, 정부/공항공사의 운용/정비 경험, 기업의 IT 기술, 학계의 기반 기술 등을 효율적으로 활용하여만 선진국과의 기술 격차를 좁힐 수 있음
- 다중 분산 복합 시스템 개발 사업 성격상, 체계종합의 중요성이 매우 높으므로, 체계개발 수행 경험이 풍부한 기관을 중심으로 연구개발 추진체계를 구축하여, 연구개발 성과가 극대화될 수 있도록 함
- 결론적으로 우리나라가 항공기술 선진국 대비 후발 주자이기는 하나, 정부의 개발 의지가 있고, 국내 유관 기관의 역량이 효율적으로 결집된다면, 시스템 개발 위험도가 상존함에도 불구하고, 성공 가능성 높음

3. 기존 연구와의 중복성 검토

가. 기존 CNS/ATM 연구과제 검토

표 7 기존 CNS/ATM 관련 연구과제

번호	분야	지원기관	지원기간	수행기관	과제형태	과제명
1	C (통신)	건설교통부	2002~2004	한국통신학회	연구개발	항공관제 무선통신장비 개발
2		건설교통부	2005~2009	항공우주연구원	연구개발	차세대 항공 데이터 통신 시스템 개발
3	N (항법)	건설교통부	1997~2002	항공우주연구원	연구개발	위성항법시스템 개발
4		해양수산부	2000~2004	해양연구원	연구개발	NDGPS 전파감시 시스템 구축을 위한 조사 분석
5		건설교통부	2004~2008	항공우주연구원	연구개발	항공용 위성항법시스템 기반 기술 개발
6		건설교통부	2002~2003	서울대학교	연구개발	전공역 위성보정시스템 구축방안
7	S (감시)	과학기술부	2005~2007	항공우주연구원	연구개발	차세대 위성항행시스템 핵심기술 개발
8		산업자원부	2002~2005	항공우주연구원	연구개발	비행체 탑재형 다목적 레이더 개발
9	ATM (항공관제)	과학기술부	2001~2004	항공우주연구원	연구개발	항공사고예방을 위한 시뮬레이션 연구
10		한서대학교	~2003	한서대학교	일반응역	비행장 및 레이더 관제 시뮬레이터 개발

(1) C (Communication, 통신)

- ‘항공관제 무선통신장비 개발’ 과제와 ‘차세대 항공 데이터 통신 시스템 개발’은 CNS/ATM에서 Communication의 한 부분에 속하며 항공 통신장비인 VHF, UHF와 관련된 과제임

(가) 항공관제 무선통신장비 개발

- ▷ 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

(나) 차세대 항공 데이터 통신 시스템 개발

- ▷ VHF에 사용되는 데이터 통신 시스템 (VHF Data Link) 개발

(2) N(Navigation, 항법)

- '위성항법시스템(GNSS) 개발', 'NDGPS 전파 감시 시스템 구축을 위한 조사 분석', '항공용 위성항법시스템 기반 기술 개발', '전공역 위성보정시스템 구축 방안' 과제는 CNS/ATM 분야에서 N(Navigation : 항법)을 연구하는 과제로서 향후 위성항행시스템 형태인 GBAS, SBAS의 구축을 위한 개발과 성능 향상을 위한 연구임

(가) 위성항법시스템(GNSS) 개발

- ▷ GPS 항법 위성을 이용한 항공기 이착륙 시스템 개발
- ▷ DGPS(Differential GPS)를 이용한 CAT-I의 정확성의 성능으로 제작

(나) NDGPS 전파 감시 시스템 구축을 위한 조사 분석

- ▷ GPS를 이용한 해양용 선박의 항법을 위한 시스템 개발
- ▷ 지상 원자시계를 이용한 시계오차 제거
- ▷ GPS 전파의 고장 판단 기법 연구

(다) 항공용 위성항법시스템 기반 기술 개발

- ▷ GPS 항법 위성을 이용한 GBAS (Ground Based Augmentation System) Test-Bed 개발
- ▷ 해외의 관련 규정에 준하는 항공 항법용 보정시스템 개발
- ▷ GPS신호의 고장검출 및 제거를 통한 시스템 무결성 향상 방안 연구
- ▷ 갈릴레오 위성의 신호 분석 및 향후 적용 방안 연구
- ▷ 전리층 폭풍에 의한 항법위성 신호 영향 연구

(라) 전공역 위성보정시스템 구축 방안

- ▷ SBAS (Satellite Based Augmentation System) 인 WAAS (Wide Area Augmentation System)의 구축 방안을 위한 연구

(3) S(Surveillance, 감시)

- ‘차세대 항공데이터 통신시스템 핵심기술 개발’ 과제는 CNS/ATM 분야에서 S (Surveillance)에 해당. ADS-B 및 ADS-B와 관련된 데이터 링크 (VDL M4, UAT, 1090E)를 통해 차세대 항공 감시 시스템 연구를 목표로 함
- ‘비행기 탑재형 다목적 레이더 개발’ 과제는 항행안전에 취약한 헬기, 소형항공기 및 무인항공기 등의 항행안전을 증대시킬 수 있도록 충돌물체를 탐지하는 레이더 개발을 목표로 함

(가) 차세대 위성항행시스템 핵심기술개발

- ▷ ADS-B 후보 데이터 링크 기술표준 분석
- ▷ ADS-B 후보 데이터 링크 소요 요소기술 정의
- ▷ 각 데이터 링크 프로토콜 구조 연구
- ▷ ADS-B 연구동향 분석 및 응용기술 정의 충돌감시, 유도기술 연구동향 분석
- ▷ 국내외 CNS/ATM 산업 및 시장분석

(나) 비행기 탑재형 다목적 레이더 개발

- ▷ 소형/경량 충돌회피 레이더 개발

- ▷ mm파 렌즈형 안테나 개발
- ▷ 충돌탐지 레이더 신호처리기 개발
- ▷ 고출력 mm파 펄스레이더 송수신기 개발

(4) ATM (Air Traffic Management, 항공교통관리)

- ‘항공사고예방을 위한 시뮬레이션 연구’는 동적 개체 모델링을 통해 가상의 공항내의 지상 운행체(차량, 항공기)에 대한 충돌 감시 시뮬레이터를 개발함
- 한서대학교에서 비행장 및 레이더 관제 교육용 시뮬레이터 개발

(가) 항공사고예방을 위한 시뮬레이션 연구

- ▷ 공항 지상에서 움직이는 항공기 및 차량 관제 시뮬레이터
- ▷ 공항내 동적 개체의 모델링을 통한 충돌 및 침투 감시 시스템
- ▷ 김포공항의 실제 ATC 콘솔 장비에 시현되는 GUI 환경 기반

(나) 한서대학교 비행장 및 레이더 관제 시뮬레이터 개발

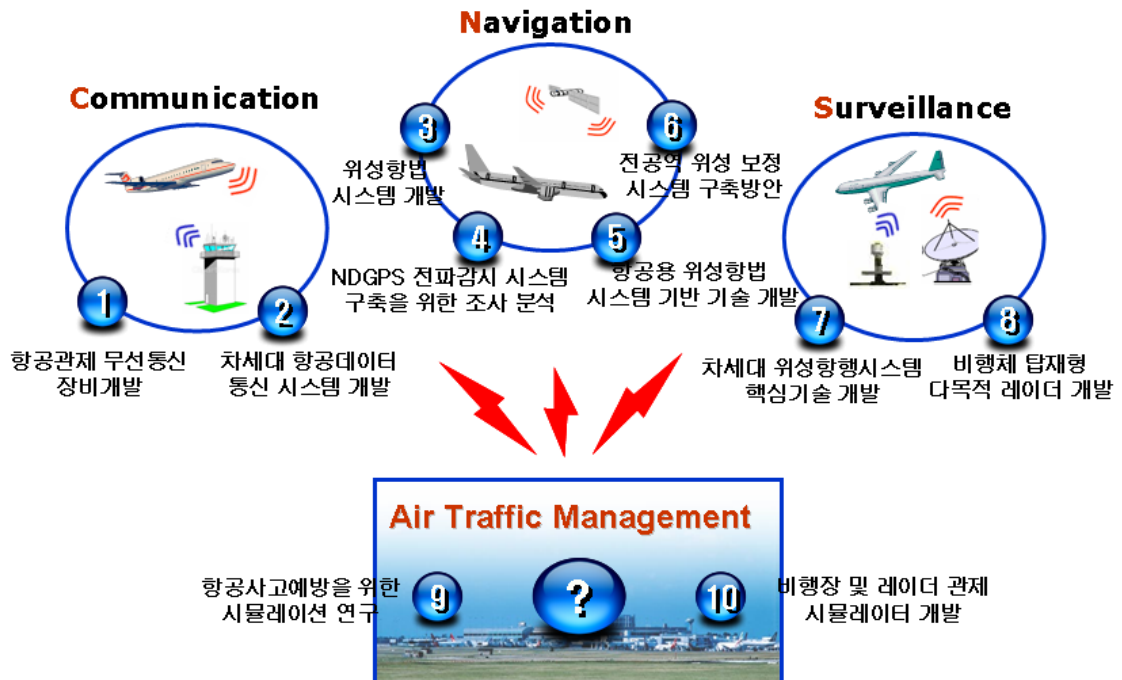
- ▷ 실제 항공관제 운영 시스템이 아닌 순수 항공관제사 교육을 위한 시뮬레이터
- ▷ 가상 시뮬레이션 정보를 통한 데이터 생성 및 처리

나. 기존 연구와의 연계성 및 중복성 검토

(1) 기존 CNS/ATM 과제와의 연계성 및 중복성

- C(통신), N(항법), S(감시) 기반기술 관련 다수 국내 연구 개발 사례 있음
- CNS 장비는 궁극적으로 항공관제를 위한 정보를 제공하는 역할을 수행하고, 반대로 항공관제시스템은 CNS 장비로부터의 정보가 항공관제로 현실화될 수 있도록 역할을 수행하는 기본 인프라임
- 연구개발 측면에서 항공관제시스템의 범위는 CNS 장비와의 인터페이스 이후 부터이므로, CNS 장비 개발 범위와는 전혀 다름
- 국내 운용 항공관제시스템은 전량 해외에서 직도입하였으며, 항공관제시뮬레이션을 제외한 항공관제시스템 연구 개발 관련 국내 사례는 없음
- 항공관제 시뮬레이터 개발 기존 사례는 순수 훈련용 시뮬레이터이거나, 특정

목적(항공기 사고 예방)용 연구 시뮬레이션을 목적으로 하였으므로, 실제 운용 목적의 항공관제시스템과의 상호 운용성 및 연관성은 없음



실제 운용 목적의 항공관제시스템 개발 사례 전무!!

그림 10 기존 연구와의 중복성 검토

(2) 기존 연구와의 중복성 검토 요약

- 결론적으로, 기존의 CNS 관련 과제는 C, N, S라는 각기 독립적인 목적으로 진행되었으며, ATM 관련 과제 역시 공항 지상 이동체에 대한 충돌회피 시뮬레이션, 항공관제사 양성을 위한 교육용 가상 시뮬레이터 연구에 그치고 있음
- 본 항공관제시스템 개발 과제는 실제 운용 목적의 항공관제시스템 핵심부분 개발을 목적으로 하므로, 기존 연구과제와 중복성 없음
- 또한 기존 CNS 과제의 성과물을 활용하여, 궁극적으로 이를 ATM에 적용 (차세대 항행장비 확장성 적용)시키는 것을 목표로 하는 개발업무이므로, 중복 연구가 아니라 오히려 기존 CNS 분야의 결과물을 활용/발전시키는 역할을 함

제 2 절 경제성 분석

1. 경제성 분석 방법론

가. 편익-비용분석 개요

- 대형 국가연구개발사업과 같은 공공투자사업의 경제성 분석은, 해당 사업의 추진에 의해 국민경제 전체에서 발생이 예상되는 편익과 비용을 추정하고 이를 이용해 편익-비용분석(Benefit-Cost Analysis)을 수행하는 방법을 사용하는 것이 일반적임
- 편익비용분석에서 이용되는 기준으로는 순현재가치(NPV, Net Present Value), 편익-비용비율(B/C Ratio), 내부수익률(IRR, Internal Rate of Return) 등 다양한 방법 있음
- 이들은 각각의 장단점에 의해 상황에 따라 선택적으로 이용되며, 때로는 여러 개의 방법이 상호보완적으로 이용이 되기도 함

나. 순현재가치 (NPV, Net Present Value)

- 순현재가치란 투자사업으로부터 사업의 최종년도(T)까지 얻게 되는 순편익(편익에서 비용을 뺀 금액)의 흐름을 현재가치로 계산하여 이를 합한 값으로서, 다음과 같이 나타낼 수 있음. 여기서 B_t 는 t기의 편익, C_t 는 t기의 비용, r은 할인율임

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

- 순현재가치가 0보다 크면 이 사업은 경제성이 있는 것으로 볼 수 있음
- 순현재가치는 모든 타당한 경제적 자료를 단일 계산하여 심사나 순위매김이 가능함
- 현재가치를 계산하기 위해서는 적절한 할인율 산정이 요구되며, 일반적인 과정은 순편익 흐름내의 미래가치를 현재가치로 계산함
- 일반적으로 순현재가치가 0보다 작거나 같으면 사업안을 기각하는 것이 원칙이며, 사업의 예산에 대한 제약이 없을 경우 가장 높은 순현재가치를 나타내는 사업이 우선 순위로 결정됨

- 예산이 제약될 경우라도 예산집행제약 내에서 가장 높은 순현재가치를 보이는 사업이 결정되는 것이 일반적임

다. 편익-비용비율

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

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

- 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 순현재가치와 비용-편익 비율은 사업 규모의 증가에 따라 어느 규모까지는 증가시킬 수 있으며, 이 경우 순현재가치가 최대가 되는 곳에서 사업규모가 결정됨

라. 내부수익률

- 내부수익률은 투자사업이 원만히 진행된다는 전제 하에 기대되는 예상수익률로서 투자사업의 전 기간에 걸쳐 발생하는 순현재가치가 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

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

- 내부수익률은 투자사업에 대한 재무분석에 종종 이용되는 기준으로 만일 사

전에 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 순현재가치 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 순현재가치법이나 편익-비용비율을 구하는데 어떤 할인율을 적용해야 할지 명확하지 않은 경우에 이용될 수으며, 사업의 규모에 대한 정보가 반영되지 못하므로 투자의 우선순위를 결정하는 평가에는 독립적으로 이용이 불가능함

마. 편익비용분석 방법 비교 및 선택

- 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 상호보완적 기준으로 사용될 수 있음
- 아래 표는 한국개발연구원에서 작성한 “예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 수정 보완 연구(제4판)”에서 인용한 것으로서, 3가지 경제성 분석기준의 장점과 단점을 비교한 것임

표 8 경제성 분석기법의 비교

방법	판단	장점	단점
순현재가치 (NPV)	$NPV \geq 0$	- 대안 선택시 명확한 기준 제시 - 장래발생편익의 현재가치 제시 - 한계 순현재가치 고려 - 타 분석에 이용 가능	- 이해의 어려움 - 대안 우선 순위 결정시 오류 발생 가능
편익/비용비율 (B/C)	$B/C \geq 1$	- 이해용이 - 사업규모 고려 가능	상호배타적 대안 선택의 오류 발생 가능
내부수익률 (IRR)	$IRR \geq r$	- 사업의 수익성 측정 가능 - 타 대안과 비교가 용이 - 평가과정과 결과 이해가 용이	- 사업의 절대적 규모 고려하지 않음 - 몇 개의 내부수익률이 동시 도출 가능성 내재

- 순현재가치는 순편익의 흐름을 사업 개시연도의 가치로 평가하므로, 규모가 다른 사업간 비교에는 적당하지 않으며, 따라서 성격은 동일하지만 규모가 다른 두 사업의 순현재가치만으로 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 분석방법론의 장단점을 고려하여, 순현재가치, 비용/편익비율, 내부수익률을 모두 구하여 분석함

2. 경제성 분석 기본 전제

가. 사업 규모와 내용

- 정부 연구 개발 사업으로 추진되고 있는 "항공선진화사업-항공관제시스템 개발"의 내용을 본 사업의 계획으로 정의함
- 연구개발사업 5년 이후, 특정 공항을 대상으로 한 시스템 구축을 위해 2년이 소요되는 것으로 가정함
- 본 사업은 국내 연구개발사업을 통해 개발된 시스템으로, 현재 운용 중인 해외 도입 시스템을 대체하는 것이 목표이므로, 경제성 분석은 기존 운용 중인

해외 도입 시스템의 편익 및 비용과 연계하여 수행하는 것이 타당함

나. 분석 대상 기간

- 본 사업은 2007년 착수하여 2012년까지 연구개발사업을 수행하고, 2014년까지 실용화를 마무리하여, 2015년 시스템이 구축되는 것으로 가정함
- 경제성 분석에서의 평가기간은 법인세법 시행령 및 동 시행규칙에서 제시하고 있는 내구연한 기준을 적용하는 것이 보통임
- 경제성 분석 평가기간은 한국개발연구원에서 작성한“공항부문사업의 예비타당성조사 표준지침 연구(개정판)”에 근거하여, 공항투자사업의 완료 시점(2015년)부터 20년(2034년까지)으로 함

다. 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 순현재가치(NPV)와 편익-비용비율(B/C) 등을 계산하기 위한 할인율(Discount Rate)로서, 한국개발연구원에서“예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 수정·보완 연구(제4판)”을 통해 제시한 6.5%를 적용함

라. 물가 상승률

- 본 경제성 분석에서는 물가상승을 전혀 고려하지 않으며, 본 조사에서 사용한 할인율은 명목할인율(Normal Discount Rate)이 아니라 실질할인율(Real Discount Rate)에 해당함

마. 경제성 지표 및 분석

- 순현재가치(NPV), 편익-비용비율(B/C), 내부수익율(IRR) 등의 평가 지표 산출
- 편익과 비용의 추정에는 어느 정도 불확실성이 포함을 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)

3. 편익 산정

가. 편익 산정 개요

- 편익 산정은 “공항부문사업의 예비타당성조사 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

나. 본 사업에서의 편익 산정 방법

- 본 사업에 대한 경제성 분석은, 국내 연구개발사업을 통해 개발된 시스템으로, 현재 운용 중인 해외 도입 시스템을 대체하는 방안에 대해 경제성을 “상대적으로” 분석하는 것을 목표로 하므로, 본 연구개발사업으로 인한 편익은, 현재 운용 중인 해외 도입 시스템의 편익을 추정한 후, 여기에 추가적으로 발생하는 편익을 더하는 방법으로 산정함

$$\text{편익(연구 개발 시스템)} = \text{편익(해외 도입 시스템)} + \text{추가 편익}$$

- 항공관제시스템은 관제사가 항공교통관제업무를 수행하는 것을 지원하기 위한 정보를 제공하는 시스템으로서, 만약 현재와 같은 시스템이 없다면 항공기 이착륙 지체, 주기장 지체, 승객 지체, 화물 지체, 항공기 운항 시간 증가, 항공기 운항 비용 증대 등과 관련한 편익을 기대할 수 없음. 현재 전세계적으로 예외 없이 항공관제시스템을 구축하여 운영하는 것은 적어도 편익이 비

용을 초과하고 있다는 증거임 (편익 > 비용)

- 따라서 현 운용 해외 도입 시스템으로 인한 편익을 엄밀하게 산정한다면 편익은 비용 보다 당연히 클 것으로 예상되지만, 본 연구에서는 상대적인 경제성 분석을 위해 현 운용 해외 도입 시스템의 편익은 비용 (도입 비용 + 운영 유지 비용)과 동일한 것으로 가정함 (즉 해외 도입 시스템의 $B-C$ 는 0, B/C 는 1로 가정하고, Cost로부터 Benefit을 역산함)
- 국내 연구개발사업을 통해 추가적으로 발생하는 편익은 별도 계산하여 합산함
- 결국, 이상과 같은 방식으로 산정된 편익을 기준으로 하여 계산된 $B-C$ 가 0 보다 크고, B/C 가 1 보다 클 경우, 해외 도입 시스템 대비 경제성이 있는 것으로 평가할 수 있음

다. 해외 도입 시스템 기준 편익

- 해외 도입 시스템의 편익(비용과 동일한 것으로 가정)을 계산하기 위해, 도입 비용 및 운영 유지 비용을 추정함
- 현재 국내에는 1개 항로관제소, 14개 접근관제소에서 항공관제시스템이 운영중임
- 항공관제시스템의 내구연한은 12년임
- 항로관제시스템 도입 비용의 평균은 아래와 같음
 - ▷ 항로관제시스템 : 400억원
 - ▷ 접근관제시스템 : 50억원
- 현재 제주 접근관제소에 예비 ACC 기능을 가진 관제시스템을 구축하는 사례를 고려함과 동시에 향후의 항공교통량 증대를 감안할 때 추가적인 항로관제시스템의 소요가 제기됨
- 내구 연한 및 소요 시스템을 고려하여 추정한, 항공관제시스템의 연간 소요량은 아래와 같음
 - ▷ 항로관제시스템 : 1/6 Set
 - ▷ 접근관제시스템 : 1 Set
- 운영유지비용은 정보시스템 구축 사업 사례 (국가환경종합정보시스템 구축사

업)를 근거로, 매년 구축비의 10% 소요, 1년에 10% 감소하는 것으로 가정함

- 시스템 연간 소요량, 도입 비용, 운영유지비를 고려하여 연도별 소요 비용을 계산함
- 도입 비용은 매년 동일한 것으로 가정할 때, 매년 접근관제시스템, 항로관제시스템에 소요되는 비용은 각각 50억원, 67억원(400억원/6)임
- 운영유지비용은 매년 구축비의 10% 소요, 1년에 10% 감소를 기준으로 할 때, 접근관제시스템의 경우 매년 1식 시스템 구축 비용의 71.8% (36억원), 항로관제시스템의 경우 매년 1식 시스템 구축 비용의 12% (8억원)의 운영유지 비용이 소요됨
- 결과적으로 현재와 같이 해외 도입 운용 시, 매년 161억원의 비용 발생하며, 이를 현 운용 시스템 사용에 따른 편익으로 추정함

라. 추가 편익

- 현재와 같이 항공관제시스템을 해외 도입하여 운영함에 따라 발생하는 기본적인 편익 이외에, 국내 연구 개발에 따라 발생될 추가적인 편익을 요약하면 아래와 같음
 - ▷ 관제사 편익에 따른 업그레이드 용이성 편익 : 5%
 - ▷ 항공관제시스템 표준화에 따른 관제 효율 증대 편익 : 4%
 - ▷ 차세대 항행 시스템 확장성 적용에 따른 편익 : 3%
- 위에 정리된 수치는 추가적으로 발생할 것으로 추정된 편익을 해외 도입 시스템 편익을 기준으로 비율로 표시한 것임
- 따라서 항공관제시스템 연구개발을 통해 추가적으로 발생할 편익은 매년 19억원(161억원의 12%)일 것으로 추정함
- 상기 추정된 편익은 순수 국내에서 발생할 편익으로 한정된 것으로서, 해외 수출에 따른 외화 획득 및 수입 대체에 따른 외화 소비 감소 등의 편익은 반영되지 않았음

마. 편익 산정 결과

- 결론적으로, 해외 도입 시스템으로 인한 편익에 추가 편익을 더하면, 매년 180억원의 편익이 발생함
- 매년 발생하는 편익을 2007년 현재가로 표현한 편익현가 및 이를 누적한 누적편익현가를 정리하면 아래 표와 같음 (단위 : 억원)

표 9 편익 추정 결과

년도	편익	편익현가	누적편익현가
2007	0	0	0
2008	0	0	0
2009	0	0	0
2010	0	0	0
2011	0	0	0
2012	0	0	0
2013	0	0	0
2014	0	0	0
2015	180	109	109
2016	180	102	211
2017	180	96	306
2018	180	90	396
2019	180	84	481
2020	180	79	560
2021	180	74	635
2022	180	70	704
2023	180	66	770
2024	180	62	832
2025	180	58	890
2026	180	54	944
2027	180	51	995
2028	180	48	1043
2029	180	45	1088
2030	180	42	1130
2031	180	40	1170
2032	180	37	1207
2033	180	35	1242
2034	180	33	1275
합계	3596	1275	1275

○ 누적편익현가를 그림으로 표현하면 아래와 같음

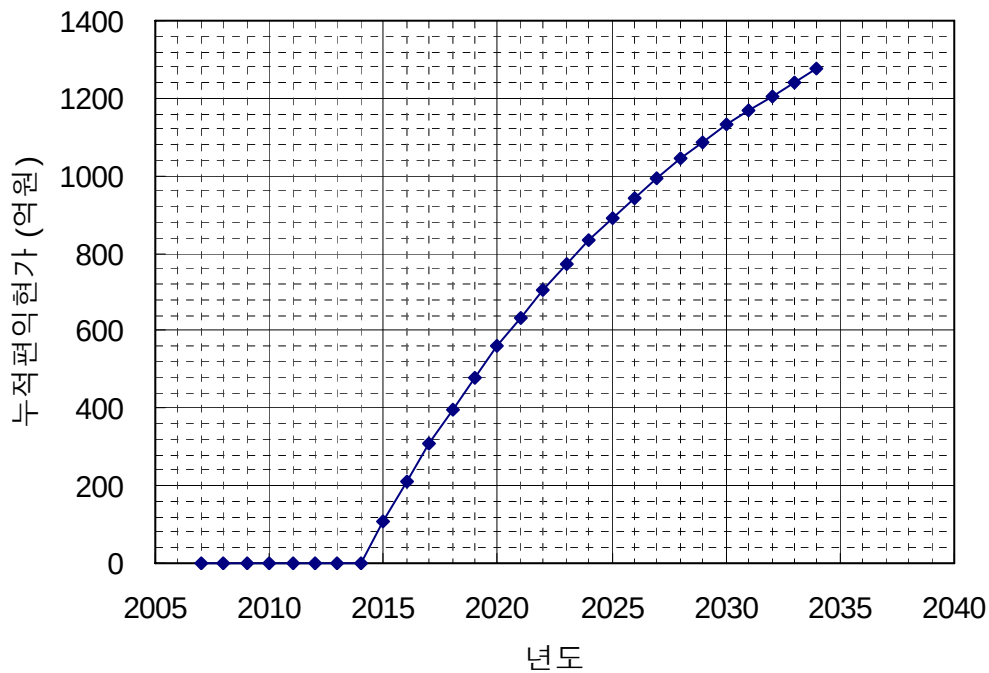


그림 11 누적편익현가

4. 비용 산정

가. 비용 산정 개요

- 공항관련 사업 시행 시 사업 목적의 달성을 위하여 설정된 대안별로 비용이 발생함. 이들 비용에는 정부, 공공단체, 혹은 특정 그룹이 지출하거나 소비한 자본, 노동력, 천연자원 등의 필수적인 요소가 포함됨
- “공항부문사업의 예비타당성조사 표준지침 연구(개정판)”에서는 미국 FAA가 공항 타당성조사 방법론으로 제시한 생애주기비용모형 (Life Cycle Cost Model)을 이용하여 비용의 요소들을 제시하고 있으며, 국내 공항건설사업의 자료를 바탕으로 비용산정지침을 제공함
- 생애주기 비용모형은 사업에 의한 투자비용을 체계적으로 정의할 수 있게 하며, 총비용 개념의 비용 비교를 가능하게 함
- 비용은 일반적으로 크게 연구개발비(Research and Development Cost), 투자비 (Investment Cost), 운영유지비(Operation and Maintenance Cost), 시스템 폐기 및 회수 비용(Termination Cost) 등으로 구분됨

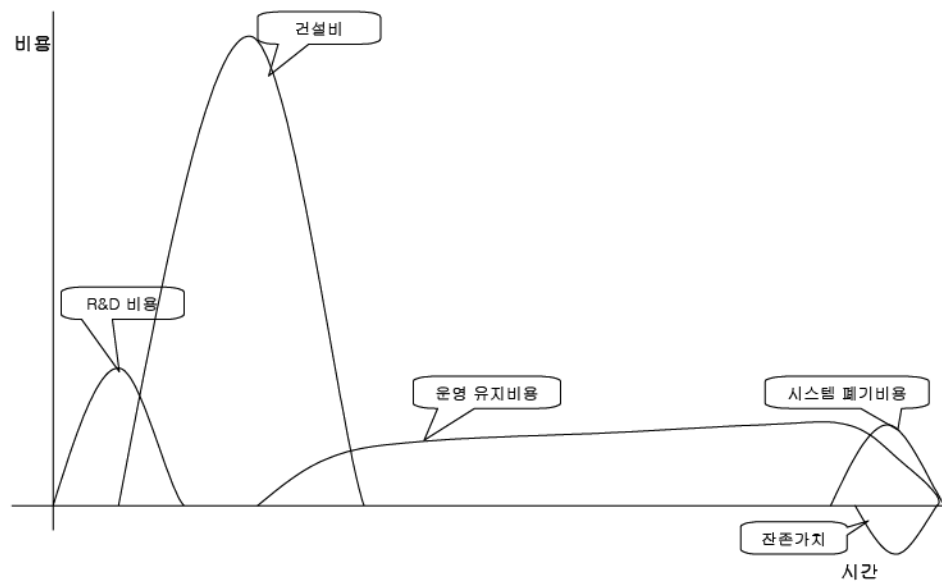


그림 12 공항 관련 사업의 생애주기 비용

○ 비용은 아래와 같이 구분하여 추정함

- ▷ 연구개발 비용
- ▷ 시스템 구축 비용
- ▷ 운영 유지 비용
- ▷ 시스템 폐기비용 및 잔존가치는 무시

나. 연구개발 비용 추정

○ 연구개발에 소요되는 비용은 개략 320억원으로 설정함

다. 시스템 구축 비용 추정

○ 시스템 구축 비용과 관련한 기초 정보

- ▷ 국내에서 현재 운용되고 있는 항공관제시스템은 전량 정부 구매설치사업을 통해 외국에서 도입한 것임
- ▷ 2007년 까지 외국에서 도입 설치되어 운용 중에 있는 접근관제소용 레이더자료 자동처리시스템(ARTS)들의 평균 시설구축사업비는 약 50~60억원 수준임 (단, 서울접근관제소 ARTS의 경우 1단계 도입비용 120억원,

성능개량비용 80억원 수준임)

- ▷ 항공교통센터(ACC)용 항공교통관제시스템의 구축비용은 약 400억원임
(소프트웨어인 Skyline 비용은 약 260억원)

표 10 국내 운용 시스템 도입 비용

구분	도입비용 [백만원]	제작사	도입년	비고
항공교통센터	39,480	Lockheed	2001년	VCCS 포함 금액임 S/W (Skyline) 비용 : 260억원
서울 접근관제소	12,000	Thales	2000년	ARTS
서울 접근관제소	8,000	Thales	2007년	ARTS Upgrade
제주 접근 관제소	4,765	Tern	2007년	ARTS
포항 접근 관제소	5,700	Telephonics	2002년	ARTS Upgrade
사천 접근 관제소	5,700	Telephonics	2002년	ARTS Upgrade
김포 접근 관제소	3,700	NEC	1996년	ARTS

○ 하드웨어 비용

- ▷ 접근관제용 시스템 당 하드웨어 구축비용은 약 20억원으로 추정
 - 감시자료처리 시스템 : 삼중화 필요
 - 비행자료처리 시스템 : 삼중화 필요
 - 공중상황 현시시스템 : 수요에 맞춘 수량
 - 비행자료 현시시스템 : 수요에 맞춘 수량
 - 비행자료터미널 : 수요에 맞춘 수량
 - 전체 시스템 감시 및 관리용 콘솔 : 이중화
 - 자료저장 및 재생 시스템 : 이중화
 - 기타 각종 부대시설 설치
 - 주변전산기기 (프린터, 무정전장치 등)
- ▷ 항로관제시스템 구축비용은 요구되는 시스템 및 기능의 다양화 (비행자료 처리시스템 및 현시시스템 기능의 다양화), 하드웨어 시스템 대수 증가 등에 따라 접근관제시스템 대비 상대적으로 높은 100억원 정도로 추산

- ▷ 항공관제시스템은 학습곡선에 따라 비용이 감소하는 비율이 매우 적은 특성을 가지고 있으므로 학습곡선지수는 적용치 않음. 참고로 NASA에서 사용하는 항공우주산업 분야 학습곡선 지수 (생산량이 2배 증가할 때 평균 비용이 감소하는 비율)는 Cost Estimation Handbook(2004)에 의하면 0.85임

- 소프트웨어 비용

- ▷ 접근관제시스템 Software Localization을 포함한 각종 직간접 비용은 약 10억원으로 추정
- ▷ 항로관제시스템 Software Localization을 포함한 각종 직간접 비용은 약 50억 원으로 추정

- 이윤

- ▷ 접근관제시스템의 경우 약 10억원으로 추정
- ▷ 항로관제시스템의 경우 약 50억원으로 추정

라. 운영 유지 비용

- 운영유지비용은 정보시스템 구축 사업 사례 (국가환경종합정보시스템 구축사업)를 근거로, 매년 구축비의 10% 소요, 1년에 10% 감소하는 것으로 가정함

마. 비용 산정 결과

- 이상 비용 산정 근거를 요약하여 정리하면 아래 표와 같으며, 이를 근거로 연간 소요될 비용을 추정함

표 11 비용 산정 근거 요약 (억원)

구분		접근관제시스템	항로관제시스템
연구개발 비용		320	
	하드웨어 비용	20	100
	소프트웨어 비용	10	50
	이윤	10	50
시스템 구축 비용		40	200
운영 유지 비용		매년 10% 소요, 1년에 10%씩 감소	

- 항공관제시스템의 연간 소요량은 편익 산정 근거와 마찬가지로 아래와 같이 가정함
 - ▷ 항로관제시스템 : 1/6 Set
 - ▷ 접근관제시스템 : 1 Set
- 연구개발기간은 2007년부터 2012년까지로 가정하였으며, 연구개발이후에는 곧바로 구축사업이 개시되어, 항로관제시스템 및 접근관제시스템 모두 전적으로 국내 개발 시스템이 설치되는 것으로 가정하였음
- 2007년 연구개발 예산은 30억원으로 가정하였으며, 2008년부터 2012년은 총연구개발비용(320억원) 중 2007년 예산 30억원을 제외한 나머지(290억원)를 균등하게 사용(58억원)하는 것으로 가정하였음
- 2013년, 2014년은 접근관제시스템 또는 항로관제시스템을 실제 구축하는 실용화 단계임. 요구되는 시스템의 종류에 따라 실용화 비용은 변할 수 있으므로, 본 연구에서는 접근관제시스템과 항로관제시스템의 구축 비용(각각 40억원, 200억원)의 평균값인 120억원을 균등하게 나누어 사용(매년 60억원)하는 것으로 가정함
- 2015년 이후 소요 비용은 본격적인 시스템 구축 비용 및 관련 운영 유지 비용임. 시스템 구축 비용은 위 표에 근거하여, 접근관제시스템 40억원, 항로관제시스템 33억원(200억원/6)이 소요됨. 운영유지비용은 매년 구축비의 10% 소요, 1년에 10% 감소를 기준으로 할 때, 접근관제시스템의 경우 매년 1식 시스템 구축 비용의 71.8% (29억원), 항로관제시스템의 경우 매년 1식 시스템 구축 비용의 12% (4억원) 정도의 운영 유지 비용이 소요됨. 결과적으로 연구개발결과를 이용한 시스템 구축 비용 및 관련 운영 유지 비용으로 매년

106억원이 소요됨

- 매년 발생하는 비용을 2007년 현재가로 표현한 비용현가 및 이를 누적한 누적비용현가를 정리하면 아래 표와 같음 (단위 : 억원)

표 12 비용 추정 결과

년도	비용	비용현가	누적비용현가
2007	30	30	30
2008	58	54	84
2009	58	51	136
2010	58	48	184
2011	58	45	229
2012	58	42	271
2013	60	41	312
2014	60	39	351
2015	106	64	415
2016	106	60	475
2017	106	56	531
2018	106	53	584
2019	106	50	634
2020	106	47	681
2021	106	44	725
2022	106	41	766
2023	106	39	805
2024	106	36	841
2025	106	34	875
2026	106	32	907
2027	106	30	937
2028	106	28	966
2029	106	27	992
2030	106	25	1017
2031	106	23	1041
2032	106	22	1063
2033	106	21	1083
2034	106	19	1103
합계	2560	1103	1103

○ 누적비용현가를 그림으로 표현하면 아래와 같음

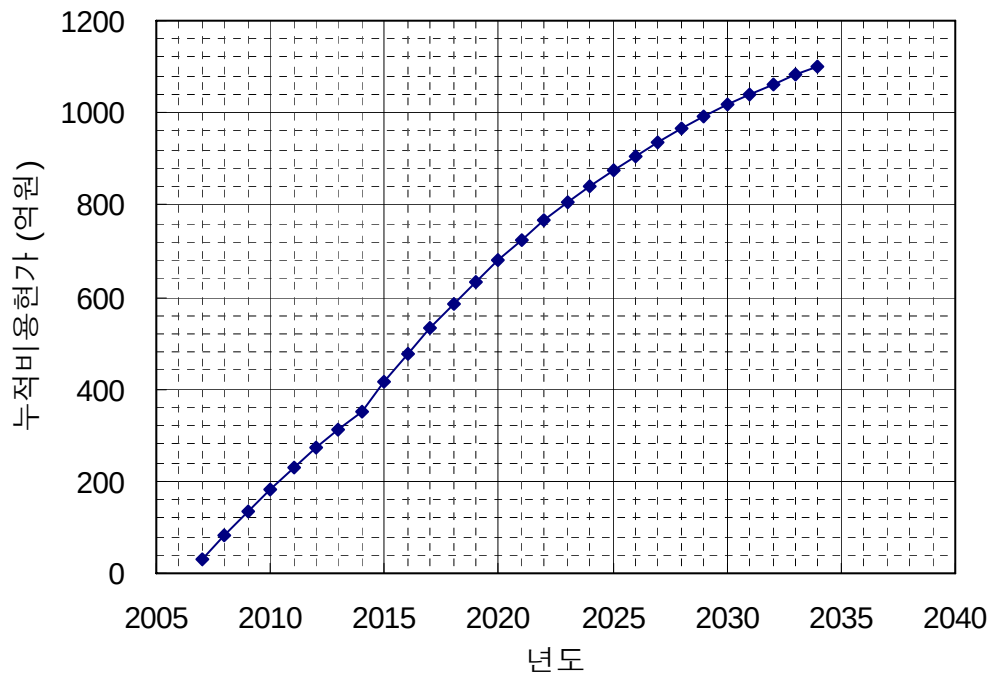


그림 13 누적비용현가

5. 편익-비용 분석

○ 표 9 편익 추정 결과 및 표 12 비용 추정 결과를 요약하면 아래와 같음
(단위 : 억원, 2007년 기준)

표 13 편익-비용 추정 결과

년도	편익현가	비용현가	누적편익현가	누적비용현가
2007	0	30	0	30
2008	0	54	0	84
2009	0	51	0	136
2010	0	48	0	184
2011	0	45	0	229
2012	0	42	0	271
2013	0	41	0	312
2014	0	39	0	351
2015	109	64	109	415
2016	102	60	211	475

2017	96	56	306	531
2018	90	53	396	584
2019	84	50	481	634
2020	79	47	560	681
2021	74	44	635	725
2022	70	41	704	766
2023	66	39	770	805
2024	62	36	832	841
2025	58	34	890	875
2026	54	32	944	907
2027	51	30	995	937
2028	48	28	1043	966
2029	45	27	1088	992
2030	42	25	1130	1017
2031	40	23	1170	1041
2032	37	22	1207	1063
2033	35	21	1242	1083
2034	33	19	1275	1103
합계	1275	1103	1275	1103

- 이상의 비용 산정, 편익 산정을 바탕으로 편익-비용분석을 수행하였으며, 그 결과는 다음과 같음
- 평가지표인 순현재가치(NPV), 편익-비용비율(B/C), 내부수익율(IRR)는 다음과 같이 추정되었음
 - ▷ 순현재가치(NPV) : 172억원
 - ▷ 편익-비용비율(B/C) : 1.16
 - ▷ 내부수익율(IRR) : 10.2%
- 따라서 본 경제성 분석의 결과, 항공관제시스템 개발 후 국내 항로/접근관제소에 개발 시스템을 구축할 시, 해외 직도입 대비 경제성이 있는 것으로 나타남
- 경제성 분석 과정에서 발생할 수 있는 편익과 비용 및 할인율의 변화 등에 대한 경제적 타당성의 변동 여부를 검토하기 위해 민감도 분석을 수행함

6. 민감도 분석

가. 할인율에 따른 민감도

- 본 연구에서는 경제성 분석에 사용되는 사회적 할인율 값으로, 한국개발연구원에서 “예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 수정·보완 연구(제4판)”을 통해 제시한 6.5%를 적용하였음. 이 사회적 할인율의 오차를 보완하기 위하여 1~10%의 구간에서 할인율을 변화시켜 보았음
- 민감도 분석 결과, 사회적 할인율이 1~10% 변화함에 따라 순현재가치(NPV)는 817억원에서 8억원까지 변화하였으며, 편익-비용비율(B/C)은 1.37에서 1.01까지 변화하는 것으로 나타남 (아래 표, 그림 참조)
- 분석 대상 할인율의 모든 경우에 대해 경제성이 있는 것으로 분석됨

표 14 사회적 할인율에 따른 민감도 분석 결과

사회적 할인율	순현재가치(억원)	편익-비용비율	비고
1.0%	817	1.37	
3.0%	498	1.30	
5.0%	285	1.22	
6.5%	172	1.16	기준 할인율
8.0%	88	1.09	
10.0%	8	1.01	

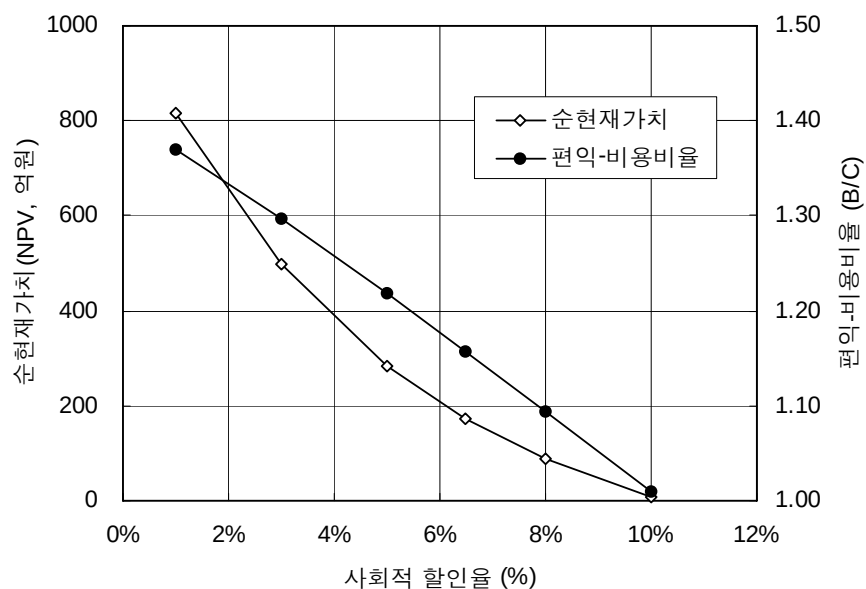


그림 14 사회적 할인율에 따른 민감도 분석 결과

나. 국내 시장점유율에 따른 민감도

- 앞서의 편익-비용 분석의 결과는 항공관제시스템 개발 후 국내 운용되고 있는 항공관제시스템 전량을 개발 시스템으로 구축하는 경우(아래 표에서 시나리오 1)에 대한 결과임
- 국내 시장점유율에 따른 민감도를 분석하기 위해 아래 표와 같은 다섯 유형의 시나리오를 설정함
- 시나리오 1을 제외한 나머지의 경우, 국내 항공관제시스템 시장의 일부를 해외 도입 시스템이 차지하는 것으로 가정함

표 15 시나리오별 시장점유율

	항로관제	접근관제	비고
시나리오 1	100%	100%	
시나리오 2	100%	50%	
시나리오 3	100%	0%	
시나리오 4	50%	100%	
시나리오 5	50%	50%	

- 설정된 시나리오에 의거하여, 비용 산정을 수행하였으며 이를 근거로 한, 편익-비용분석 결과는 아래 그림 및 표와 같음

표 16 시장점유율에 따른 민감도 분석 결과

	순현재가치(억원)	편익-비용비율	내부수익률
시나리오1	172	1.16	10.2%
시나리오2	111	1.10	9.0%
시나리오3	50	1.04	7.7%
시나리오4	40	1.03	7.5%
시나리오5	-21	0.98	5.9%

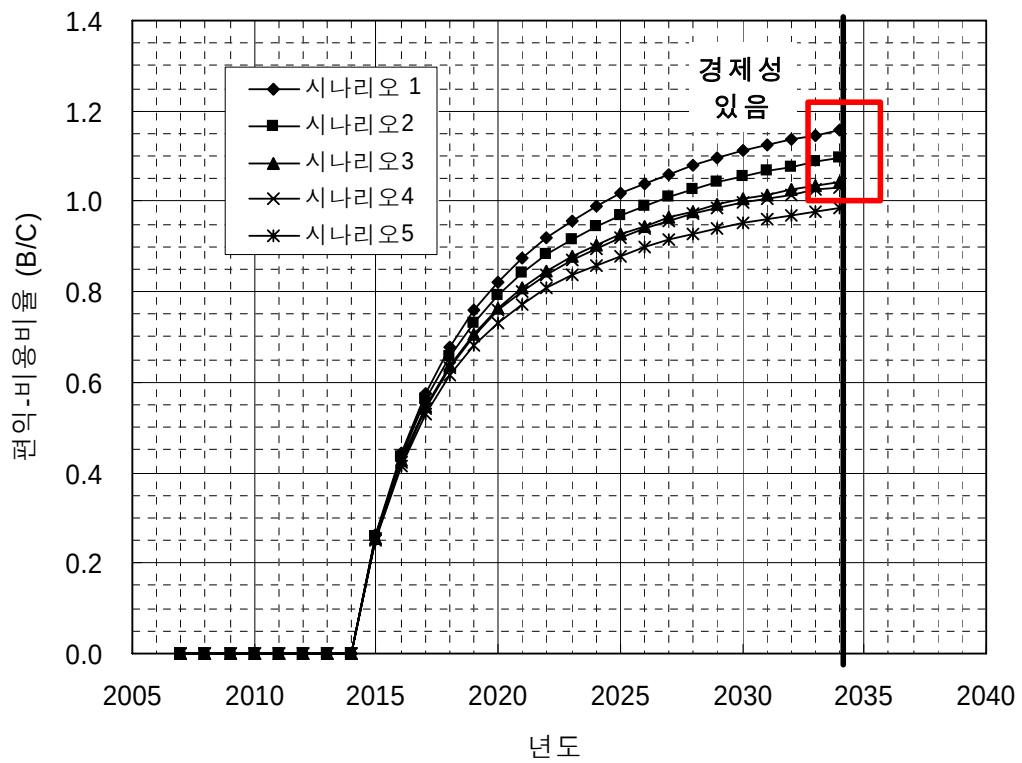


그림 15 시장점유율에 따른 민감도 분석 결

- 실용화 후 시장점유율에 따른 경제성 분석 결과, 시나리오5를 제외한 나머지 모든 경우에 대해 경제성이 있는 것으로 나타남

제 3 절 공익성 분석

1. 국가 전략적 중요성

가. 국가 중요 인프라

- 항공관제시스템은 항공기 간의 충돌과 항공기와 장애물 간의 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 항공관제시스템은 모두 외국에서 도입된 것으로서, 국가 중요 인프라인 항공관제시스템을 전적으로 외국에 의존하는 것은 주권 국가로서 기술, 경제, 안보적인 측면에서 매우 위험함
- 현재 국내에 도입되어 있는 접근/항로관제시스템들은 매우 다양한 나라의 다양한 제작사에서 개발된 시스템들임. 관제 구역의 광대역화, 인접국과의 연계성 강화 등의 세계적인 추세를 고려할 때, 상호 호환 및 연계성이 낮은 현 운용 시스템은 효율적이고 일관된 시스템 운용을 어렵게 함 (관제소 간 관제권 이양이 자동으로 이루어지지 않는 문제, 특정 관제소의 관제사가 다른 관제소의 시스템을 운용하기 힘든 문제 등이 있음)

나. 차세대 항공교통관리 선도

- 생산 효율 중심에서 운송 및 서비스 효율중심으로의 경제적 변화가 이루어지고 있음. 항공기 개발 산업에서 운송시장 서비스의 중요성에 더 큰 가치를 두는 방향으로의 산업적 변화로 항공운송시장이 꾸준히 증가하는 추세임
- 아시아 태평양 지역에서 항공교통관리의 주도권 경쟁이 나타남. 아시아 태평양 지역은 중국의 급성장과 동남아 국가들의 발전으로 인해 타 지역에 비해 항공교통량의 증대가 상대적으로 높으며, 한중일 인접국의 영공방어 및 정치적 논리에 의해 자국의 항공운송 편의성을 극대화하는 정책을 추구하려 함
- 최근의 항공관제시스템은 관제 구역의 광대역화가 특징적임. 차세대 항공관제시스템으로 유럽에서 연구되고 있는 SESAR (Single European Sky ATM Research Program)의 경우, 유럽 전체 공역을 기술적, 경제적, 법제적 관점

- 에서 단일 공역으로 통합시키는 것을 목표로 장기적인 전략 하에 진행 중임
- 차세대 항공교통관리의 핵심 시스템이자 기본 인프라인 항공관제시스템을 현재와 같이 전량 해외에 의존할 경우, 급속한 속도로 변화 발전해 가는 세계적인 흐름에 동참하거나 선도하지 못하는 것은 물론, 국제적으로 결정된 규격에 따라 해외에서 개발한 시스템을 단순 도입하여 운용하는 악순환만을 되풀이하는 결과를 초래할 것임
 - 만약 현 시점에서 항공관제시스템 연구 개발 사업을 성공적으로 수행한다면, 과거 선진 항공관제업체로부터의 장비 도입 수준을 벗어나, 차세대 항공교통관리 시스템 개발에 선도적인 역할을 수행할 수 있는 발판을 마련하게 될 것임



그림 16 항공관제시스템의 과거, 현재, 미래 모습

다. 타 시스템과의 연계성 및 파급효과

- 항공관제시스템은 차세대 항공교통관리(Air Traffic Management)를 실현하기 위한 기반이자, 통신(Communication), 항법(Navigation), 감시(Surveillance) 등의 차세대 항행장비가 항공관제의 형태로 현실화될 수 있게 만드는 개발 인프라의 역할을 가짐



그림 17 항공관제시스템 개발의 중요성

- 항공관제시스템 없이는 Free Flight을 궁극적인 목표로 개발되고 있는 차세대 항행장비의 개발 및 검증은 현실적으로 불가능함
- 항공관제시스템은 항공교통관리를 구성하는 항공교통흐름관리(ATFM) 및 공역관리에 대한 연구 개발의 기본 바탕이 됨. 즉, 항공교통흐름관리 및 공역관리 시스템 개발은 항공관제시스템 개발 선행이 전제되어야 함

라. 국가적 위상

- 우리나라는 세계 4위권의 항공운송산업국이자 ICAO(국제민간항공기구)에 7번째로 많은 재정 기여를 하고 있는 ICAO 상임이사국임
- 우리나라가 ICAO 상임이사국임에도 불구하고, 기술력 부족으로 항공 선진국이 주도하고 있는 국제표준 제정 등 각종 국제회의에 주체가 되지 못하였음
- 항공관제시스템 개발을 통해 국내 항공안전의 향상과 국제민간항공사회에 우리나라의 위상을 드높일 수 있는 기회를 창출할 수 있음

2. 상위계획과의 부합성

- 건설교통부 한국건설교통기술평가원에서 2006년 발간한 건설교통 R&D 혁신로드맵 보고서와 비교하여 과제의 적정성 여부를 검토함

건설교통 R&D 혁신로드맵 보고서 2006

13. 항공/물류 선진화

Section 1 : 항공운행시스템

차세대 항행시스템 기술개발

세부과제	성과목표	사업비 및 사업기간
첨단 항공감시시스템 및 항공교통관리 기술 개발	- 차세대 ATM 장비 및 시뮬레이터를 개발함으로써 국내 독자적인 항공교통관리 체계를 수립 - 미래 항공교통량 수요에 적합한 ATFM 개발 및 효율화된 공역설계 기술 확보 - 공항 및 저고도 항공기 ADS-B 시스템 개발을 통한 항공기 사고 예방 및 ADS-B 정보 검증시스템 확보	- 사업비 : 1,196억원 - 사업기간 : 10년

- 차세대 ATM 장비는 항공교통관제, 항공교통흐름관리, 공역관리 기능을 수행하는 장비임
- 항공교통관제를 위한 항공관제시스템은 차세대 항행장비와의 연동이 가능한 시스템으로서, 차세대 항공교통관리(ATM) 장비의 핵심시스템임
- 또한 항공관제시스템은 항공교통흐름관리(ATFM) 및 공역관리 등을 포함한 여타의 항공교통관리 시스템의 근간이 되므로, 다른 시스템 대비 선 개발되는 것이 필수적임
- 항공관제시스템 개발 과정에서 감시/비행 데이터 생성을 위한 관제 시뮬레이션 시스템의 개발은 필수적임. 관제 시뮬레이션 시스템은 항공관제시스템 본 시스템 개발 시 검증 시험용으로 활용되며, 개발 후에는 교육 훈련용으로도 활용 가능함
- 결론적으로 항공관제시스템 개발은 건설교통 R&D 혁신로드맵에 적정함

제 3 장 국내외 기술 동향 분석

제 1 절 국내 기술 동향 분석

1. 항공관제시스템 운용 현황

- 우리나라는 1952년 7월 미 공군이 항공관제업무를 처음으로 시작한 이래로 1958년 1월 미 공군으로부터 항로 관제업무를 인수받아 운영하기 시작함
- 1973년 7월 미국으로부터 고고도(24,000ft) 이상의 항공기에 대한 항로관제 업무를 인수 받아 운영함
- 1986년 한국공군에서는 자동화 항로교통관제 시스템의 현대화 사업을 추진 하였으며 1995년 3월에 공군으로부터 건설교통부로 이관되어 대구 ACC를 운영하기 시작함
- 2001년 8월에 건설교통부에서는 인천지역의 현대화 시설로 개량된 항공교통 관제시스템을 도입, 설치
- 현재 지역관제를 담당하는 항공교통센터 (ACC)를 중심으로, 접근관제를 담당하는 14개 접근관제소 및 24개(민간 15, 군 9) 공항관제탑이 운영되고 있음
- 모든 항공관제시스템을 외국으로부터 도입하여 운영 중이며, 시스템 개발 업체는 Lockheed Martin, Telephonics (이상 미국), Thales (호주), Tern (아일랜드) 등으로 다양함



그림 18 인천 ACC 구조

2. 항공관제시스템 연구개발 기술 동향

○ 국내 관련분야 연구개발 불모지

- ▷ CNS분야에 있어서는 장기적이지는 못하지만 몇 개의 소규모 연구용역 사업이 수행된 적이 있으나, ATM분야의 연구는 시도된 바가 없음
- ▷ 현재 운용중인 14개 접근관제 장비 및 통합관제장비를 전량 해외도입하여 운영해 오며 따라, 항공운항관리에 필요한 주요 장비에 대한 연구개발 능력 부재 상태임
- ▷ 도입장비를 활용한 관제업무를 수행함에 따라, 장비 운용/정비시 원천적 문제 발생시 대처 방안의 한계로 국산화 필요성 및 연구개발 필요성 제기 중임

○ 중소기업 위주의 부분적 소프트웨어 개발 및 업무 지원 수준

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

○ 훈련용 항공관제시스템 개발 운용

- ▷ 항공관제 시뮬레이터 개발 분야 현재 항공대학교와 한서대학교에서는 1999년부터 개발을 시뮬레이터 개발을 시작하여 1대씩 설치되어 있으며 Tower와 Radar 통합 시뮬레이터 형태로 구현되어 있음
- ▷ 항공대학교는 Unix기반, 한서대학교는 Window기반의 시스템이며 Pseudo-Pilot는 조종사의 설정에 따라 항공기가 움직이도록 구성되어 있음

○ 유사 시스템 기술 동향 (철도교통관제센터)

- ▷ 2004년부터 총 사업비 1000여억원을 투자하여 서울, 대전, 부산, 영주, 순천으로 분리되었던 교통관제실을 통합운영하고 있음
- ▷ 특히 400억원이 소요된 철도관제시스템(CTC) 설비는 전국 열차 운행상황을 중앙에서 일괄 감시하며 컴퓨터에 입력된 열차 운행 스케줄에 따라 자동적으로 집중제어하고 통제하는 열차 운행 제어 시스템임
- ▷ 전국 역에서 운행 중인 철도 정보를 광통신을 통해 받아 TCP/IP로 서버

에 전송, 콘솔 및 프로텍터는 서버에서 계산된 각종 정보를 받아 관제에 필요한 디스플레이 데이터를 생성하여 시현함

- ▷ 현재 총 420개역 중 290개의 역의 약 4000대의 열차를 제어하고 있음
- ▷ 시스템 신뢰성, 가용성, 안전성 측면에서 항공관제시스템의 시스템 설계시 참조 가능함

제 2 절 국내 연구개발 인프라

1. 정부출연연구소

- 대형 체계개발 과제 수행 경험 보유
- 레이더 추적/관제 장비 개발 경험 보유
- CNS/ATM 관련 기반 기술 및 연구인력 보유

2. 관제시스템 운영자그룹

- 항로관제시스템 운용 및 유지관리 (항공교통센터)
- 접근관제시스템 운용 및 유지관리 (14개 접근관제소)
- 레이더 운용 및 유지 관리
- 시스템 운용 및 유지관리 기술 보유

3. 산업계

- IT 기술을 기반으로 한, 소프트웨어 중심의 분산 시스템 개발 경험 보유
- 항공관제시스템 개발에 소요되는 기반 기술 (항공, 운항, 관제, 레이더 신호 처리, 실시간 컴퓨터 S/W, 데이터 통신, HMI 등) 및 연구인력 보유

4. 학계

- 레이더 신호 처리 및 시스템 핵심 기술 연구 경험 보유
- 항공관제 시뮬레이터 개발 및 운용 경험 보유
- CNS/ATM 관련 기반 기술 및 연구인력 보유

5. 연구개발 인프라 종합

- 항공관제시스템 국내 도입 시, 이에 대한 기술 이전은 정비 분야 등으로 제한적이었으며, 따라서 전체적인 연구개발 기술 및 개발 인력은 열악한 상황임

- 현재 우리나라가 주요 항공로 및 공항에 설치운영하고 있는 항공관제시스템은 세계 최고의 수준이며, 이 시설에 대한 운용 경험도 현재 상당한 수준임. 하지만 국내 개발 시스템이 아닌 해외 도입 시스템이므로 국제기준 변경에 따른 수정/성능개량 한계 등과 같은 원천기술 문제 발생함
- 항공기술 선진국에 비하면 우리나라가 후발주자이기는 하나, 항공기 개발 기술과 달리 차세대 항행시스템의 기초·기본기술인 IT 기술은 우리나라가 보유하고 있는 강점 기술임

정부출연 연구소	❖ 대형 체계개발 과제 수행 경험 보유 ❖ 레이더 추적/관제 장비 개발 경험 보유 ❖ CNS/ATM 관련 기반 기술 및 연구인력 보유
관제시스템 운영자그룹	❖ 항로관제시스템 운용 및 유지관리 (항공교통센터) ❖ 접근관제시스템 운용 및 유지관리 (14개 접근관제소) ❖ 레이더 운용 및 유지 관리 ❖ 시스템 운용 및 유지관리 기술 보유
산업계	❖ IT 기술을 기반으로 한, 소프트웨어 중심의 분산 시스템 개발 경험 보유 ❖ 항공관제시스템 개발에 소요되는 기반 기술 (항공, 운항, 관제, 레이더 신호 처리, 실시간 컴퓨터 S/W, 데이터 통신, HMI 등) 및 연구인력 보유
학 계	❖ 레이더 신호 처리 및 시스템 핵심 기술 연구 경험 보유 ❖ 항공관제 시뮬레이터 개발 및 운용 경험 보유 ❖ CNS/ATM 관련 기반 기술 및 연구인력 보유

그림 19 국내 연구개발 인프라

제 3 절 국외 기술 동향 분석

- 항공 선진국을 중심으로 자국 기술 부각 및 시장 선점을 위해 차세대 항공교통관리시스템 대한 연구개발이 국가 주도적으로 진행되고 있음
- 미국, 유럽, 일본의 항공교통관리시스템 연구개발 동향을 조사하고 분석함

1. 미국의 STARS

- STARS(Standard Terminal Automation Replacement System)는 미국의 FAA(Federal Aviation Administration)가 진행 중인 프로그램으로 미국 ATC 시스템의 현대화 작업임. 터미널 부근 공역에 대한 ATC 시스템을 구축하는 것이 목표이며 신뢰도 있고 현대화된 장비로의 교체하려 함. FAA와 DoD(Department of Defence)의 협력 하에 570여 개의 터미널과 타워 시설을 교체할 예정임

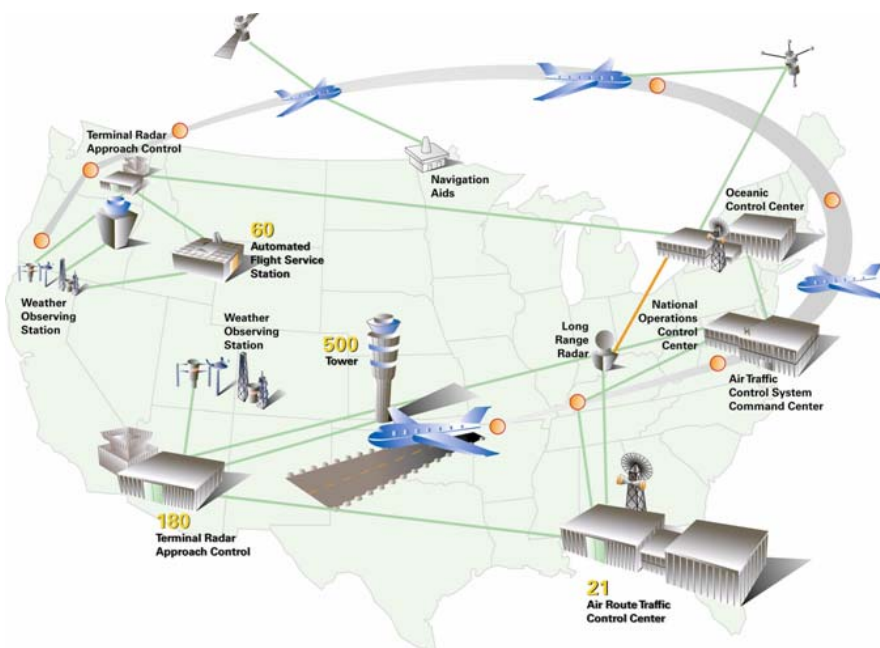


그림 20 STARS 시스템의 구성도

가. STARS 서비스의 3가지 단계

- FSL(Full Service Level) : 레이더, 비행 계획, 기상 데이터뿐만 아니라 ATC에서 사용하는 모든 정보를 처리하는 자동시스템이 완벽하게 작동하는 상태를 나타냄

- ESL(Emergency Service Level) : FSL 서비스 중에 예상치 못한 고장으로 인하여 내장된 백업 시스템이 동작하는 상태 말함. FSL보다 적은 기능을 수행하게 되므로 비행 계획 처리가 제한됨. 고장 발생시 Controller에 즉시 정보가 제공되어야 하므로 FSL과 병행하여 동작하여야 함
- EASL(Existing Automation Service Level) : ARTS 데이터를 STARS TCWs(Terminal Controller Workstation)상에 표시하는 단계임. EASL은 STARS EDC(Early Display Configuration)단계에 사용되며 STARS로 변환하기 쉬운 상태임

나. STARS 시스템의 특징

- Raytheon사에서 개발 중인 STARS 시스템은 높은 신뢰도와 공개된 구조설계를 기반으로 50% 증가된 처리능력을 가짐. 공개된 구조설계로 인하여 새로운 하드웨어의 추가에 있어서 쉽고 빠른 협력이 가능함
- COTS(Commercial-Off-The-Shelf) 사용으로 새로운 시스템의 새로운 시스템의 비용절감 효과를 얻을 수 있음. 터미널 영역 내에서 1350개의 항공기를 동시에 추적이 가능하고, 최대 16개의 멀티 레이더, 128개의 Controller 위치, 20개의 원격 타워, 400마일 X 400마일의 영역 처리가 가능함
- Air Traffic 정보와 함께 6단계의 기상정보를 연속적으로 처리 할 수 있고 6단계의 기상 정보는 NWS(National Weather Service)가 제공하는 정보와 동일함
- STARS 시스템은 백업 기능이 없는 ARTS 시스템보다 높은 신뢰도를 제공함. 2개의 분리된 시스템을 병행하여 운영하며, 하나의 시스템이 고장이 나면 다른 시스템이 곧바로 백업 시스템으로써 대체됨

2. 미국의 FACET

- FACET(Future ATM Concepts Evaluation Tool)는 NASA Ames Research Center에서 개발 중에 있는 시뮬레이션과 ATM 모델링을 지칭함. FACET의

목적은 ATM의 신개념의 개발 및 평가를 위한 유동적인 시뮬레이션 환경을 제공하는 것이며 NASA의 Airspace Systems Program에 의해 지원됨

- 미국 전역의 공역 운영에 관한 모델링을 할 수 있고, 공역 모델과 기상 모델을 데이터베이스로부터 이용이 가능함
- 시스템의 핵심 기능은 항공기의 궤적 생성임. 항공기의 비행계획에 따른 항로 중 바람에 영향으로 인한 변화나 각 항공기의 성능에 따른 순항, 고도상승/하강 등의 항로를 고려한 시뮬레이션이 가능함. 상승/하강률, 속도, 순항 속도 등의 항공기 성능 지표는 룩업 테이블을 통해 얻어지고 헤딩과 속도 또한 모델링이 가능함. 500개 이상의 항공기 모델링 가능함
- 유연성을 고려한 모듈식으로 구성되었으며 다른 컴퓨터에서 작동을 고려하여 'C', 'Java'를 프로그램 언어로 사용함
- 3가지 동작 모드 가짐: Playback, Simulation, Hybrid
- 오프라인 분석, 실시간 계획용 응용프로그램, 시스템의 가시화에 사용됨

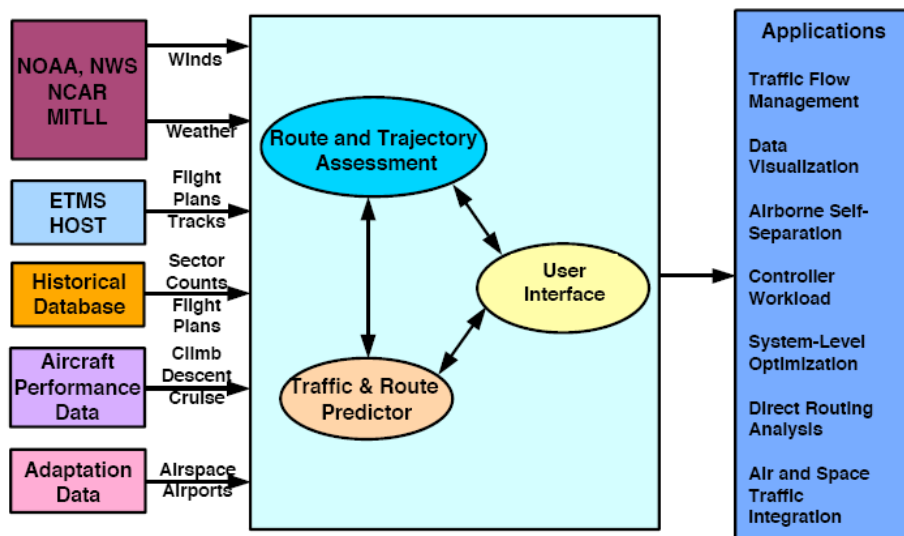


그림 21 FACET의 구조

3. 미국 FAA의 Free Flight 21 Program

- 미국 FAA는 공역효율화 및 최적의 비행운항을 구현하기 위하여 "free flight" 프로그램을 수행중에 있음. 항공기의 자율적인 비행과 이를 보장하기 위한 시스템 구축을 통하여 보다 효율적이고 경제적인 운항조건 창출을 목적으로 하는 이 프로그램은 다음 그림과 같이 항공기 운항의 모든 영역에 걸친

차세대 항행시스템 구축을 그 목표로 함

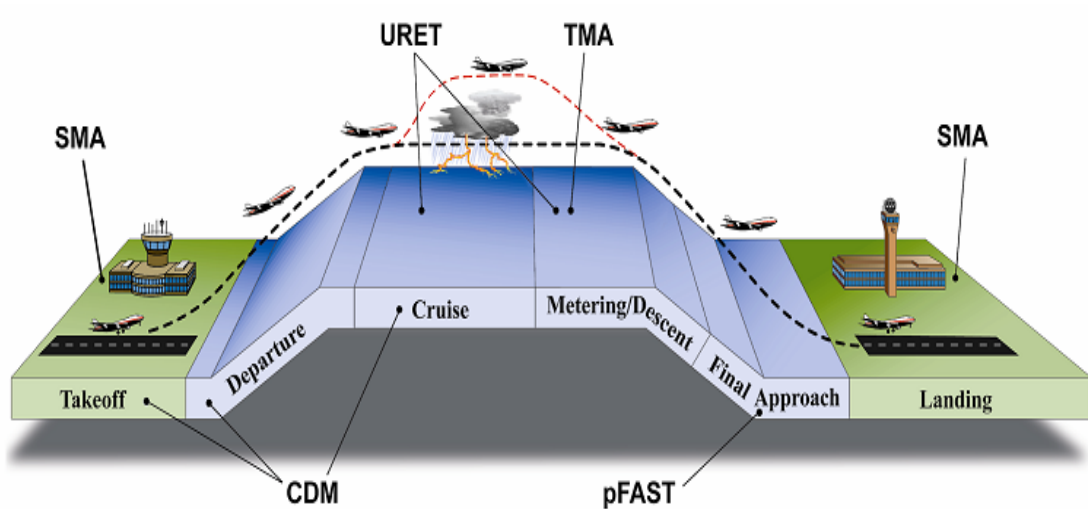


그림 17 비행단계별 활용 시스템

- User Request Evaluation Tool (URET)
- Traffic Management Advisor (TMA)
- Passive Final Approach Spacing Tool (pFAST)
- Collaborative Decision Making (CDM)
- Surface Management Advisor (SMA)
- Controller Pilot Data Link Communications (CPDLC)

4. 유럽의 SESAR

○ SESAR(Single European Sky ATM Research Program)는 유럽의 ATM 현대화 프로그램으로 유럽의 전공역을 기술적, 경제적, 법제적 관점에서 단일 공역으로 통합시키는 것을 목표로 함. 유럽의 각 기업의 컨소시엄 구성을 통하여 유럽에 맞는 ATM 구성에 관한 연구를 진행하려 함. 현재 개발 시스템의 개념 정립 단계에 있으며 개발목표의 일부 항목들이 결정된 상태임. 2020년까지 단계적으로 성능에 따른 개발 목표를 설정함

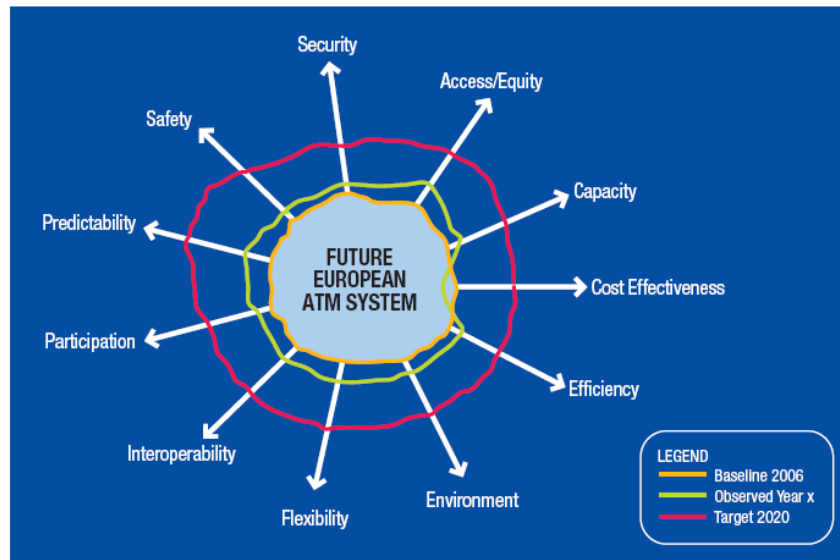


그림 23 SESAR의 유럽형 ATM의 개발 성능별 구조도

표 17 SESAR의 주요 기술력

- 지상과 항공기간에 디지털통신 및 음성통신에 있어서 높은 처리능력 갖추
- 폭 넓은 시스템에 맞는 안전한 통신 네트워크 구축
- ATC에 자동 결정(Automated Decision) 기능 지원
- 항공기 밀도가 낮은 영역에서 항공기 기반에 ATM 구현
- 모든 비행 단계(이륙/순항/착륙)에서 능동적 위성 항행 시스템 이용(갈릴레오)
- 외란(Turbulence) 감지 기능

표 18 SESAR의 목표

- 유럽의 통합된 ATM 인프라 구축
- 항공 교통량 처리량을 현재 시스템 대비 3배로 증가
- 2020년까지 기존시스템 대비 50% 수준으로 구축비용 감소
- 항행에 환경적 영향 요소를 현재 대비 10% 감소
- 2020년까지 안전 단계를 3으로 장기적으로 10으로 증가
- 기존 시스템의 최소 1/3에 해당하는 장비를 보다 효율적으로 재사용
- 다른 국제적인 기관의 흐름에 맞추어 유럽형 시스템 개발

표 19 SESAR의 계획

단계	계획 사항
개념 정립 단계 (2005-2008)	- 유럽형 ATM의 마스터플랜 수립 - 32개 기업의 컨소시엄 구성 (유럽 각국의 200여명이 2년간 참여) - 시장성 조사, 요구사항 조사 - 미래형 ATM 개념 구성 - 최상의 개발 시나리오 선택 - 개발 단계의 계획 및 프로그램 구성
개발 단계 (2007-2013)	- 마스터플랜에 맞는 개발 수행/진행 사항 확인 - 개발 시스템의 검증 - 연구 개발비 확보 - 모든 참여국의 의견 수렴
수행 단계 (2014-2020)	- 개발된 기술의 적용

5. 유럽의 NARSIM

- 네덜란드의 항공관련 국립 연구소인 NLR에서는 NARSIM이라는 ATC(Air Traffic Control) 시뮬레이터를 개발 중에 있음. ATC 기능과 조종사 기능을 동시에 시뮬레이션 할 수 있어 ATM 분야에서 다양한 사용자가 이용 가능함. 마우스, 키보드, 트랙볼(Trackball), 터치 입력 등의 다양한 입력 장치를 사용할 수 있으며, 다른 ATC 장비와 연동이 가능함
- 비행 시뮬레이터, NLR의 연구용 항공기와 연결이 가능하고 시뮬레이션 또는 실제의 ATN(Aeronautical Telecommunication Network)와 통신이 가능함. NLR에서 개발한 TRS(Tower Research Simulator)와 연결하면 완벽한 Gate-to-Gate 시뮬레이터를 구성 할 수 있음. NARSIM은 기능적으로 항공/항법 데이터베이스 부분, 레이더 시뮬레이션 부분, 비행 계획 데이터베이스 부분, 항공 교통 시뮬레이터 부분으로 구성됨

표 20 NARSIM의 연구 주제

- HMI 개발
- ATC 보조 장치 개발 및 검증 : 항공기 궤적 예측, 항공기 충돌 예측, 공항과 공항 간에 항공기의 항로 계획, 계획된 항로에서 일탈되는 편차 감지 ATC에 충돌 방지 제안
- 안전망(Safety nets)의 개발 및 검증
- ATM의 개념과 절차 개발 및 검증
- 정량적, 정성적 안전 평가 수치 제공
- 데이터 링크의 응용프로그램
- 항공전자 장비의 개발 지원

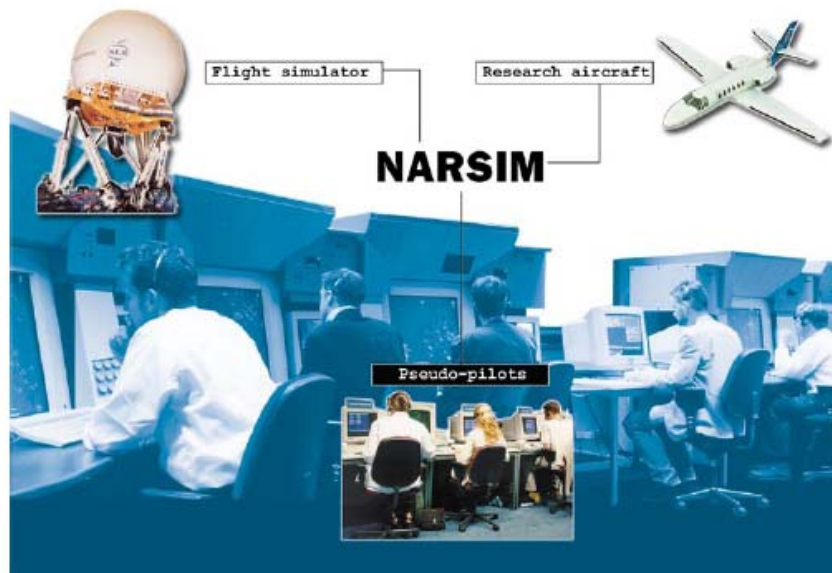


그림 24 NARSIM의 구성도

6. 유럽의 AT-One 프로젝트

- 2004년 NLR과 DLR은 항공교통관리(Air Traffic Management) 분야의 협동 연구 프로그램인 AT-One을 착수함. 유럽의 차세대 항공교통관리망을 구축하기 위한 이 연구로 다음과 같은 세부주제를 집중적으로 연구 중에 있음

표 21 AT-ONE 연구 주제

- ATM 신개념 연구 및 입증방안 수립
- 공항 및 공항 운용기법 설계 개발 연구
- ATM/공항 상호간의 의사결정보완(decision support systems) 시스템 및 절차개발
- HMI 설계 기술 및 입증방안 연구
- ATM 안전 및 보완 증진 방안
- 사고 조사 기법 연구
- 관제사 교육방안 수립

○ NLR과 DLR은 보다 효율적인 연구를 위하여 협동연구시스템을 구축하고 NLR과 DLR이 보유한 시설을 공동 활용함으로써 연구 효율을 극대화함. 두 기관은 260여명의 연구진을 제공하며 유럽 및 세계 ATM 시스템 관련 연구/개발에 투자함

표 22 AT-ONE의 보유 장비 목록

- Air Traffic Radar Simulation
- Air Traffic Tower Simulation
- Air Traffic Fast Time Simulation
- Cockpit Simulator
- ESMGCS(Experimental Surface Movement and Control System)
- ASAP(Airport Scenario Analysis Platform)
- ACCES(Airport and Control Centre Simulator)
- DAL(Experimental ATM Datalink)
- TRADEF(Tracker Development Facility)
- ATM 시험을 위한 시험기

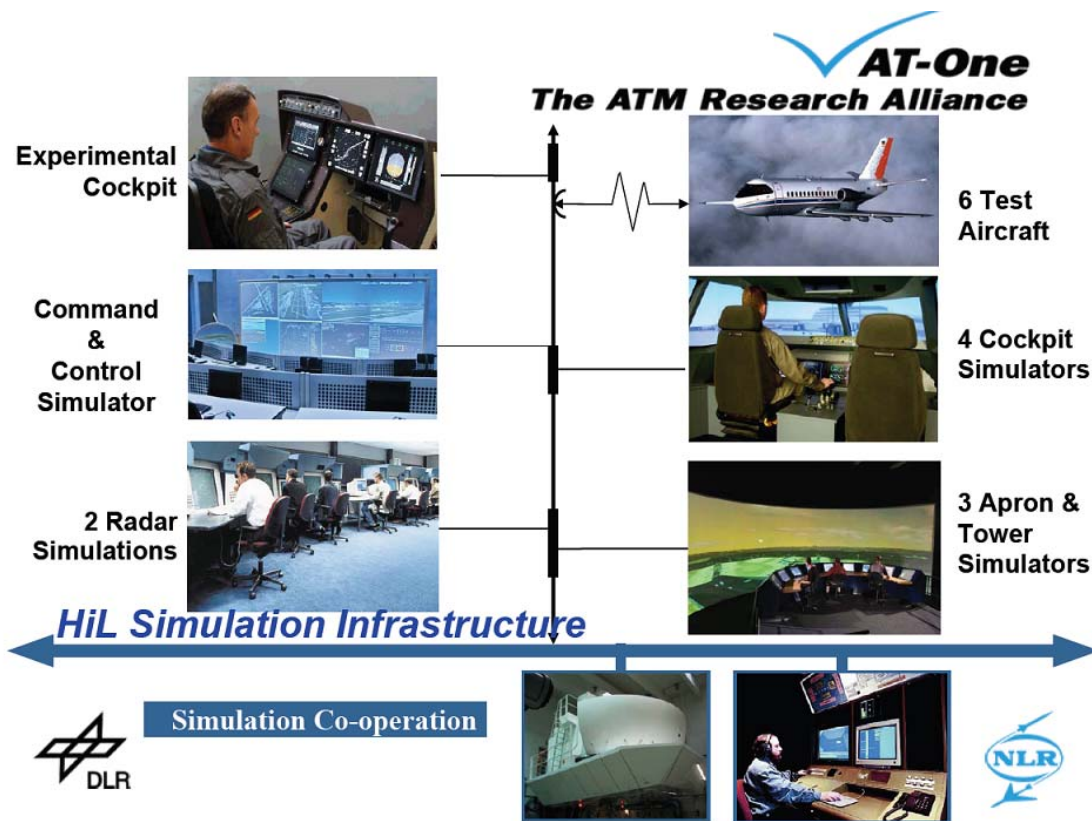


그림 25 AT-One 프로그램을 통한 시뮬레이터 공동 활용 계획

7. EUROCONTROL의 MMF

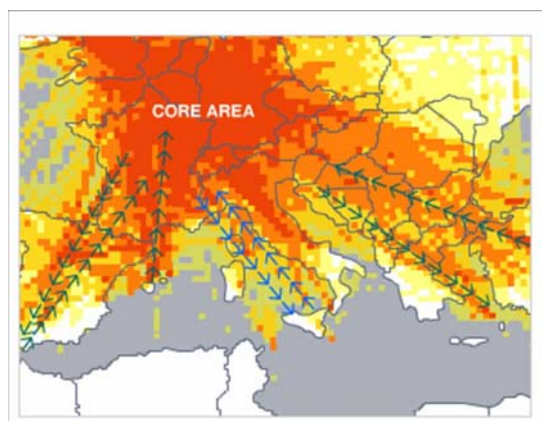


그림 26 지중해 연안의 Core Area

- 지중해 연안은 유럽연안의 CNS 장비가 잘 구축되어 있는 지역과 북아프리카 연안의 항행장비가 갖추어지지 않은 지역이 만나는 곳이며, 항공교통이 집중되고 있는 지역적 특성을 지니고 있어 차세대 CNS/ATM 시스템의 구축을

통하여 항공교통관리 능력의 향상을 꾀하고 있는 상황임

- 유럽의 항공운항기관인 EUROCONTROL은 MFF(Mediterranean Free Flight) 프로그램을 통하여 차세대 항행시스템이 구현된 환경 하에서 항공기의 운항의 효율성과 안전성을 입증하고자 하며, 특히 ASAS (Airborne Separation Assurance System)의 효율성 입증을 그 목표로 함. 유럽 각국의 협력으로 미래의 개념에 맞는 시뮬레이션 장비 및 기술의 개발/평가를 통하여 운영 및 기술의 장애 요인을 극복하려 함

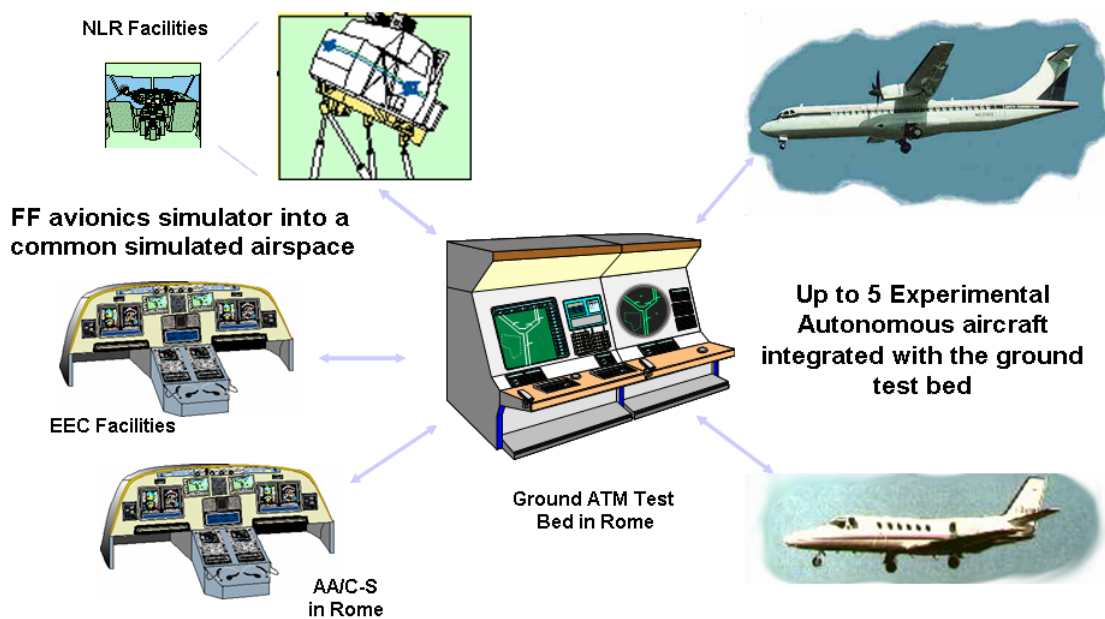


그림 22 MFF 시뮬레이션 시스템 구축개요

- HF 음성보고 및 1차/2차 감시레이더 기반의 감시기능에서 데이터통신 (1090ES, VDL mode 4, UAT 등) 기반의 감시기능으로 발전하고 있음(자동 감시방송시스템, ADS-B)
- 기존 point-to-point 방식의 통신에 의한 감시기능 구현에서 자신의 감시정보를 방송하는 형태로의 기술발전이 이루어지고 있으며, 이를 이용한 충돌회피(conflict resolution) 구현기술에 대한 연구가 진행 중임
- ICAO는 "Global ATM"이라는 비전 설정을 통하여 CNS 기술이 기반된 차세대 항공교통관리 시스템의 설계 및 개발 목표를 제시함으로써 항공교통량의 획기적인 증대 및 사고 위험성을 현저하게 낮춘 차세대 ATM 시스템의 전

세계적인 구축을 추진하고 있음

- EUROCONTROL과 미국의 NASA는 차세대 ATM 시뮬레이터를 운용함으로써 CNS 기술 및 새로운 항공교통관제 기술이 적용된 차세대 항공교통관제(ATM) 시스템의 효율성과 안전성을 평가함으로써 보다 증대되고 안전한 항공교통망의 확보를 국가가 주도적으로 수행하고 있음

8. 일본 ENRI ATM 연구

- ENRI(Electronic Navigation Research Institute)는 일본 전항법연구소로 ATM, CNS, Airbone 시스템 부서로 구성됨
- ENRI의 연구 분야 중 ATM 부분은 항공교통흐름관리 및 공역 용량 연구, 항공교통관제 지원 툴 연구, 항공교통관리 성능 연구, 지역항법 적용을 위한 안전성 평가, 시뮬레이션 등에 관한 연구를 수행 중에 있음
- 항공교통흐름관리(ATFM)과 관련하여 항공기 벡터를 고려한 계산 (FCFS, First Come First Serve), 섹터의 종류 (Arrival, Departure, Overflight, Innerflight)에 따라 차등화된 계산, 특정 섹터에 머무르는 시간 (Stay Time)을 고려한 계산, 항공기간 관계 (충돌 위험 등) 고려한 계산에 관한 알고리즘을 개발 중임. 실제 공항에서 운용되고 있는 항공교통흐름관리 시스템(NEC 개발)과 동일한 시스템을 이용하여 알고리즘 개발 중
- 항공교통관제 지원 툴 연구는 도착 관리 툴 개발 (Sequencing and Spacing Tool), 입력(비행 계획 및 레이더 Track), 처리(항공교통관제 규칙), 출력(최종진입지점에서의 순서, 예측도착시간, 계획 도착시간)에 관하여 진행 중임
- 안전성 평가와 관련하여 충돌 위험 예측을 위한 충돌 모델 개발, 충돌 위험 예측에 필요한 모델 파라미터 예측, 충돌 위험 계산, 향후를 위한 데이터 수집 및 해석에 관한 연구가 진행 중임

❖ **Air Traffic Control Simulation Facilities와 타워 시뮬레이터 운영 및 관련 연구 수행**



그림 23 일본 ATM 시뮬레이터

9. 일본 JAXA의 NOCTARN

- JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency, 일본 우주항공연구개발기구)는 일본 MEXT (Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology) 산하의 독립 법인임. CNS/ATM 관련하여 JAXA의 항공우주연구센터에서는 ENRI와 공동으로 NOCTARN (New Operational Concept using Three-dimensional Adaptable Route Navigation) 사업을 수행하고 있음

가. NOCTARN 연구 현황

- NOCTARN은 항공기와 항공교통관제 시스템 (ATC) 간 공유되는 3D 비행궤적에 기반한 새로운 항공기/관제 운영 개념임. 소형 항공기 운영 및 이에 대한 관제를 위한 신개념 실험 모델로서, 시뮬레이션뿐만 아니라 비행시험을 통한 평가까지 포함함
- 3D 비행궤적이 항공기(조종사) 및 관제시스템(관제사) 모두에게 공유되고

필요 시 조종사 또는 관제사에 의해 실시간으로 변경 가능(Adaptable)하므로 기존의 획일적이고 일방적인 관제 대비 자율적이면서도 안전한 형태의 비행을 기대할 수 있음

- Safety 및 Capacity 증대, 소음 절감을 목표로 하고 있으며 3D/4D 비행 궤적에 관한 기술(설계방법, 데이터 공유, 휴먼 인터페이스 포함)을 개발함
- 시스템은 디지털 데이터 링크를 이용한 항공교통관리시스템, On-Board 항법 제어 시스템 및 ATC 콘솔로 구성됨
- 비행궤적 공유를 위한 요구 및 응답 절차, 충돌 점검을 통한 안전한 비행 궤적 선택 등의 기본적인 개념은 동일하나 비행궤적 변경 권한 등의 차이에 따라 Ground Separated Mode와 Air Separated Mode로 구분됨

표 23 NOCTARN의 비행궤적 변경에 따른 두 모드 사이의 차이점

Ground Separated Mode (GSM)	- Approach Clearance 요구 - 충돌 점검 - 안전한 비행경로 선택 및 업로드 (by 관제사) - 즉, 3-D 비행궤적을 항공기, 항공교통관제시스템 모두 공유하되, 기 계획된 3-D 비행 궤적에 대한 변경 권한은 관제사에게 있음
Airborne Separation Mode (ASM)	- 비행 궤적 정보 요구 - 비행 궤적 정보 응답 - 충돌 점검 - 안전한 비행경로 선택 및 Broadcast (by 조종사) - 3-D 비행궤적을 항공기, 항공교통관제시스템 모두 공유하면서, 실제 비행궤적과 기 계획된 비행궤적과의 괴리에서 기인하는 비행궤적 변경 필요 시, 항공기가 자율적으로 계획된 비행궤적을 변경할 수 있음.(On-Board 시스템의 변경 요구에 의거) 즉 계획 비행궤적의 권한이 조종사에게 있음

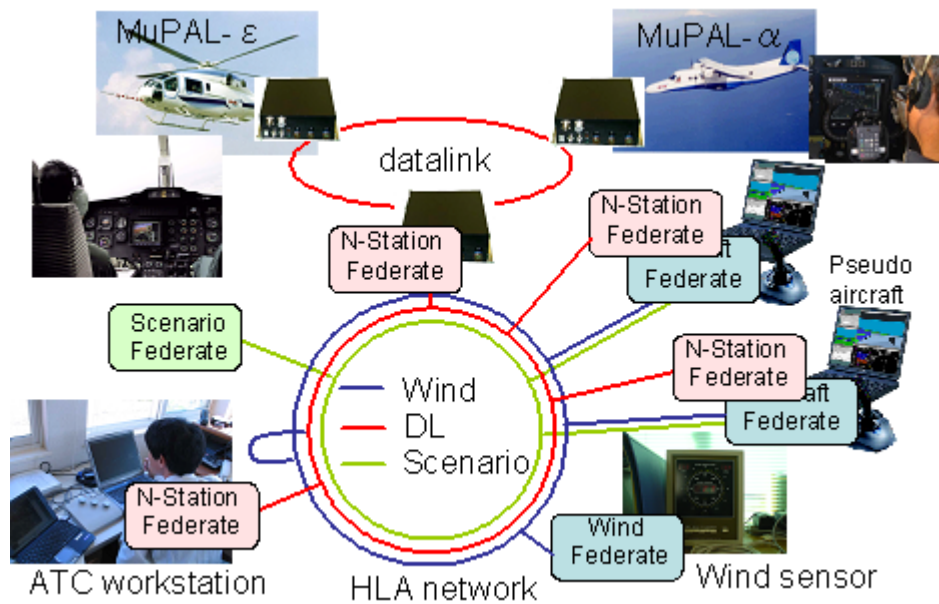


그림 29 NOCTARN 시스템 구성도

- NOCTARN 시험 평가는 JAXA 고유의 터널 형태 디스플레이 (Tunnel-In-The-Sky)가 포함된 비행 시뮬레이터를 방법과 JAXA 보유 비행 시험 항공기 (MuPAL-alpha)를 이용하는 방법을 사용함

10. 전 세계적 기술 동향

- 항공 선진국을 중심으로 자국 기술 부각 및 시장 선점을 위해 차세대 항공교통관리시스템 대한 연구개발이 국가 주도적으로 진행되고 있음
- ICAO는 "Global ATM"이라는 비전 설정을 통하여 CNS 기술이 기반된 차세대 항공교통관리 시스템의 설계 및 개발 목표를 제시함으로써 항공교통량의 획기적인 증대 및 사고 위험성을 현저하게 낮춘 차세대 ATM 시스템의 전 세계적인 구축을 추진하고 있음
- 미국은 중장기 전략으로 국가공역체계(National Airspace System) 현대화 계획을 수립하고 FAA, NASA, MITRE의 주도하에 산업체, 학계가 공동으로 항공교통관리를 포함한 차세대 항행시스템 관련 기술 개발을 추진 중임. 특히 미국 FAA는 공역효율화 및 최적의 비행운행을 구현하기 위하여 "Free Flight 21 Program"을 수행 중에 있는데, 이 프로그램의 목적은 항공기의 자율적인 비행과 이를 보장하기 위한 시스템 구축을 통하여 보다 효율적이고

경제적인 운항조건을 창출하는데 있음

- 유럽은 통합기구인 EUROCONTROL을 중심으로 영내 국가들이 공동으로 구축계획을 수립하고 협력 연구개발 사업 및 시범구축 사업을 활발히 추진 중임. EUROCONTROL은 특히 MFF(Mediterranean Free Flight) 프로그램을 통하여 차세대 항행시스템이 구현된 환경 하에서 항공기의 운항의 효율성과 안전성을 입증하고자 함
- EUROCONTROL과 미국의 NASA는 차세대 ATM 시뮬레이터를 운용함으로써 CNS 기술 및 새로운 항공교통관제 기술이 적용된 차세대 항공교통관제(ATM) 시스템의 효율성과 안전성을 평가함으로써 보다 증대되고 안전한 항공교통망의 확보를 국가가 주도적으로 수행하고 있음
- 일본 국토교통성(MLIT) 산하의 전자항법연구소(ENRI)는 ATC 시뮬레이터와 타워 및 비행 시뮬레이터를 자체개발하여 운용하고 있으며, 차세대 항공 운항환경에 적합한 ATC 시스템 및 ATFM을 자체 개발 중에 있음
- 일본 우주항공연구개발기구(JAXA)의 항공우주연구센터에서는 일본 ENRI와 공동으로 NOCTAN (New Operational Concept using Three-dimensional Adaptable Route Navigation) 사업을 수행하고 있음. NOCTANE은 궁극적으로는 무관제 자율 비행을 목표로 개발되고 있는 시스템 및 절차임

제 4 절 SWOT 분석

1. 시장/기술의 특징

- 정부가 수요자인 국가 인프라 시설
- 수요가 한정적이며, 각 공항의 특성에 적합한 맞춤형 형태로의 설계를 통한 구축이 수행되는 기술 및 소프트웨어적 산업
- 선진국의 대기업 위주로 시장이 주도되고 있으며, 개발비 소요 및 개발 기간이 길고 수요가 한정되어 있어 신규 참여 어려움
- 해외 구매 시, 안전성에 대한 책임문제로 구축 후 자체적인 소프트웨어 수정 불가
- 항공, 운항, 레이더, 컴퓨터, 통신 네트워크, 다중화, IT 기술이 복합된 시스템 엔지니어링이 필요한 체계종합 기술
- 레이더 Tracker 등 주요 핵심기술의 군사용 적용 가능성이 있어 기술이전 난이

2. 기회/위협 요인

가. 기회 요인

- 새롭게 구축되는 위성기반의 CNS 장비를 수용할 수 있는 항공관제체계는 전 세계적으로 새로운 형상으로 교체될 예정임
- 저개발국, 특히 아시아 각국의 항공운송량 급격한 증가가 예상되며, 빠르게 진화하는 컴퓨터, IT 기술의 발전으로 관련 장비의 교체 주기가 단축되므로 후발국의 경우도 시장개척 기회 확보 가능

나. 위협 요인

- 주요 핵심알고리즘에 대한 해외 기술 장벽이 높으며, 기술 신뢰도를 중요시하는 기술적 제도가 까다로워 연구개발 기간 소요의 장기화 예상
- 수요가 매우 제한되어 있어 연구개발 경제성 부족
- 해외 시장 개척을 위해서는 굴지의 해외 대기업과 경쟁하여야 하는 초기 어려움 존재

- 항공기에 탑재되는 장비의 경우, 극복할 수 없는 제한 사항으로 독자 브랜드에 의한 상업화 불가

3. 강점/약점 요인

가. 강점 요인

- 세계 최신의 장비를 운용해온 세계최고 수준의 운용 경험 및 기술 보유
- 세계 최고의 IT 기반 기술을 보유하고 있어, 소프트웨어 기반의 항공운항관리 기술개발 역량 보유
- 해외도입 운영에 따라, 지속적으로 개량되는 관제절차 변경에 대처할 수 없고 운영유지비용이 증대됨에 대한 문제 점 등으로 인해 원천 소프트웨어 보유 요구 기대 증가 및 국가적 연구개발 지원의지

나. 약점 요인

- 국가적 인프라에 해당되는 장비이며, 한정적 국내외 수요에 따른 경제성 불투명성으로 산업계의 연구개발에 대한 소극적인 자세 및 투자 유치 한계
- 연구개발 불모지 분야로서 상대적으로 부족한 연구개발 인력 및 인프라

표 24 항공관제 시스템의 SWOT 분석

SWOT 분석을 통한 전략방향 도출	O(기회)	T(위협)
	• 전 세계적 CNS/ATM 장비 신규 구축 추진 • IT기술 발전속도 가속화로 장비 교체 및 S/W Upgrade 주기 단축 • 후발국 신규 시장진출 기회	• 해외기술과의 격차 및 기술 장벽 • 유명 해외 대기업 위주의 시장 형성 • 고신뢰성 요구로 연구개발 비용 증대
S(강점)	SO전략	ST전략
• 정상급의 운용기술 보유 • 세계 최정상 수준의 컴퓨터, IT 기술 • 동북아 항공교통 허브 위치 확보 의지 • 연구개발 필요성 인지 및 투자 의지	• 세계 최정상급의 기술 잠재력을 활용한 미래 ATM 시장 기반 개척	• 기 장비 도입 해외업체를 활용한 기술확보 전략 수립
W(약점)	WO전략	WT전략
• 한정적 국내 수요 • 전문 R&D인력 및 연구개발 인프라 부족 • 불확실한 경제성으로 산업체 연구개발 실적 전여 없음	• 개발된 기술을 토대로 제품화 및 국내 시장 우선 진출	• 정부가 수요자인 국가 기반시설임을 감안한 정부 전액 투자 개발 • 정부 지원을 통한 국내독자기술 확보로 관련 산업 기반 구축 가능

제 4 장 연구 개발 목표 및 내용

제 1 절 연구 방향 및 목표 선정

1. 연구 방향

가. 연구 방향 설정 기준

- 항공관제시스템 개발 연구는 궁극적으로 정부가 수요자인 국가 기반 시설 확보 및 향후 차세대 항공교통관리의 핵심 기술 확보를 목표로, 현재 국내 여건을 고려하여 최적의 방안으로 추진되어야 함. 본 연구개발 과제 수행을 통해 최소한 확보해야 할 성과물은 다음과 같음
 - ▷ 항공관제시스템 국산화 핵심 기술 확보를 통한 기술 자립
 - ▷ 항공관제시스템 실용화/산업화 기반 마련
 - ▷ 차세대 항공교통관리 시스템 개발을 위한 기본 인프라 구축
 - ▷ 차세대 항행 기술 지속적 적용
 - ▷ CNS/ATM 국제 협력 기반 마련
- 항공관제시스템과 관련한 국내 여건은 다음과 같이 요약될 수 있음
 - ▷ 항공관제시스템 개발 경험 없음
 - ▷ IT 기술을 기반으로 한 연구 인력 및 기반 기술은 우수함
 - ▷ 항공관제시스템은 정부가 수요자인 국가 인프라로서 시장이 제한됨
 - ▷ 연구 개발 예산은 제한적임
- 해외 선진국의 경우, 정부, 연구소, 기업 간 효율적인 업무 분장을 통해 운용 장비 개발 운용 및 차세대 항공교통관리 연구를 장기적인 안목을 가지고 효과적이고 지속적으로 추진하고 있음. 즉 정부 기관의 경우 전체적인 안목에서의 요구도를 정의하고 연구소 및 학계는 항공교통관리의 핵심 알고리즘을 연구하고 이를 규격화하며, 기업은 시스템 설계 및 제작과 관련한 일련의 개발 업무를 수행함
- 국내 여건 및 해외 경험을 고려하여 최적의 연구 방향이 도출되어야 함

나. 연구 목표 방안

- 연구개발사업의 성격, 국내 기술 수준, 예산, 위험도, 실용화 가능성 등을 고려하여 두 가지 연구 목표 방안 즉, 항공관제시스템의 핵심시스템인 “항공관제용 통합정보처리시스템 개발”을 목표로 하는 “가”안과 실제 운용 가능한 시스템인 “항공관제시스템 개발”을 목표로 하는 “나”안을 구분하여 제시하였으며, 각 방안의 내용 및 특징을 아래 표에 정리하였음

표 25 연구 목표 방안 비교

구분	“가” 안	“나” 안
목표	• 항공관제용 통합정보처리시스템 개발	• 항공관제시스템 개발
전략	• 연구개발 후 구축사업 연계 전략	• 구축사업적 추진 전략
장점	• 미래 지향적 기술 유연성 확보 (핵심기술 등 해외 기술이전 기피품목 국산화 확보) • 상대적 낮은 연구개발비 (예산 범위에 조율 가능) • 표준화를 통한 국내 기업 경쟁력 제고	• 가시적 연구개발 결과 (개발 집중도 높음) • 초기 구축 용역사업 수주 시 유리
단점	• 연구개발로 끝날 위험성 (지속적 국가 R&D 추진 의지, 장기적 목표 설정 필요) • 초기 구축 용역사업 수주 시 상대적으로 불리	• 상대적 높은 연구개발비 (개발 필요성이 없는 구성품까지 전량 확보) • 국내 항공관제시스템 관련 체계 기술수준 (시행착오 비용 과다) 및 연구비 지원환경을 고려할 때 개발 위험도 매우 높음 • 성과위주로 인해 연구개발 효과 상실 가능성 (해외구매 비율 상승)
비고	• 단계별 연구성과를 가시화할 수 있는 목표 설정을 통해 연구개발 효과 창출 유도 필요	• 집중적 예산 및 인력 투입 필요 (예산 지원 차질 발생시 사업추진 불가)

- 위 표에서 각 방안의 개발 목표인 “항공관제용 통합정보처리시스템” 및 “항공관제시스템”의 개념도는 다음 그림과 같음. 그림에서 항공관제용 통합정보처리시스템은 항공관제시스템을 구성하는 핵심 시스템임

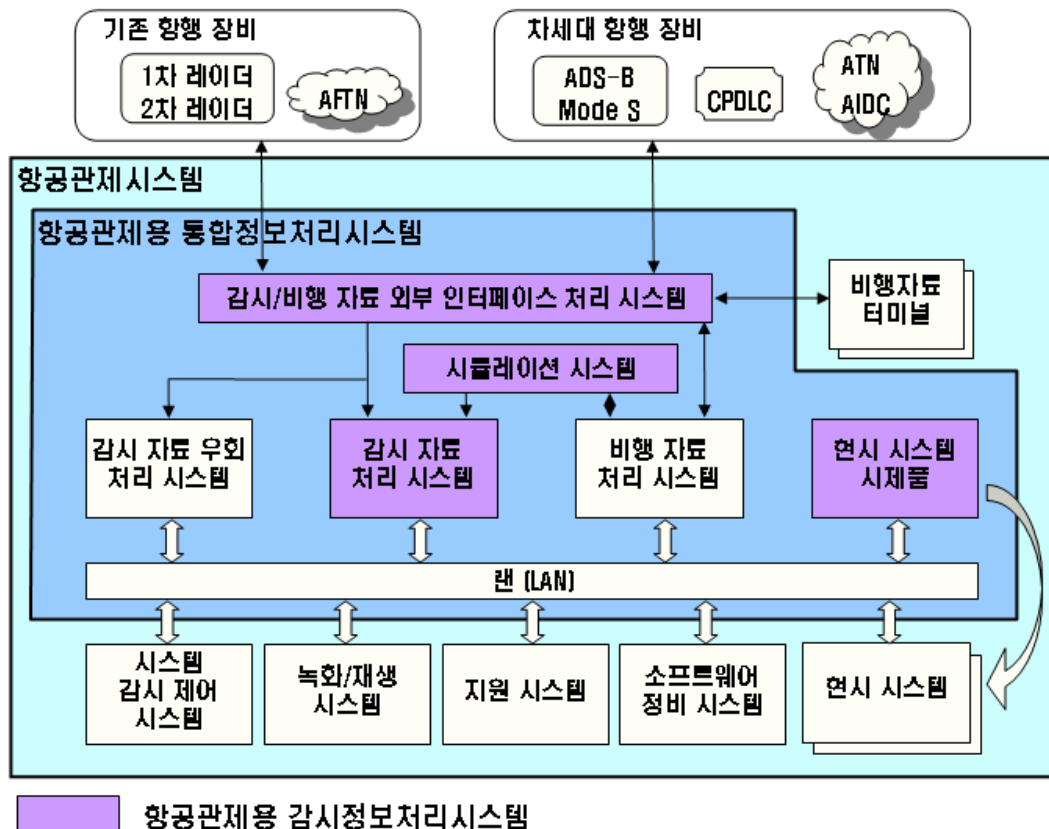


그림 30 항공관제시스템 개념도

- 항공관제시스템 개발 과제에 목표는 기존 운용 장비의 도입 사례와 같은 시스템의 단순 구축이 아닌, 연구개발을 통한 핵심 기술 국산화에 있으므로, 연구개발의 필요성이 희박한 부수적 구성품들 까지도 모두 확보해야 하는, 즉 구축을 위한 발주사업과 유사한 업무범위를 가지는 “나”안 보다는 “가”안 (항공관제용 통합정보처리시스템 개발)을 연구 목표로 제안함
- “가”안은 항공관제시스템을 구성하는 핵심 시스템을 개발하여 이를 표준화 하는 것으로서, 본 기획 연구에서는 개발 단계 구분 여부를 기준으로, “가”안을 다시 두 가지의 개발 방안 즉, 2단계 개발 방식(1안)과 1단계 개발 방식(2안)으로 구분하여 구체적으로 검토함
- 방안 별 결과물 및 장단점을 요약하면 다음 표와 같음

표 26 연구 개발 방안 비교

구분	1안	2안
전략	• 단계별 연구개발 전략 (2단계 개발)	• 단기적 연구개발 전략 (1단계 개발)
방안	• 1단계 : 감시정보처리시스템 개발 • 2단계 : 통합정보처리시스템 완성	• 통합정보처리시스템 개발
결과물	• 1단계 : 감시정보처리시스템 및 항공관제 장비 시뮬레이션 시스템 (교육, 훈련, 개발용) • 2단계 : 통합정보처리시스템	• 통합정보처리시스템 (시뮬레이션 시스템 포함)
장점	• 1단계 연구개발을 통해 국내 부족한 연구개발 인프라 구축 및 기술축적 가능 * • 초기 소규모 예산으로 연구개발 착수 가능 • 상대적 연구개발 장기화로 미래지향적 국제 기술변화에 대처가능	• 개발 집중도 높음 (가시적 연구개발 결과 창출을 위한 효율적 추진 방안) • 성공 보장 시, 상대적으로 개발 기간 및 예산 소요 절감 • 연구개발 사업화 및 예산확보 활동에 유리
단점	• 단계별 연구 성과 가시화가 가능한 구체적 목표설정 필요 • IT 기술 발전 속도를 고려하여 장기간 연구개발에 따른 문제 대응 필요	• 국내 연구개발 경험 부재로 상대적 연구개발 위험성 높음 • 예산 확보 문제 발생 시 개발 목표달성 불투명 (집중적 예산 및 인력 투입 필요) • 단기간의 성과위주 개발 추진 가능성으로 연구개발 효과 상실 가능

*) 해외 기술자문결과, 기 개발 경험에 근거하여 단계별 연구개발을 추천 (연구개발 위험성 완화 가능)

2. 연구 목표

- 항공관제시스템은 시스템 설계에 따라 다양한 서브시스템으로 구성될 수 있으나, 기능 위주의 시스템으로 분류할 때 일반적으로 아래와 같이 구분됨
 - ▷ 감시 자료 처리 시스템
 - ▷ 감시 자료 우회 처리 시스템
 - ▷ 비행 자료 처리 시스템
 - ▷ 시뮬레이션 시스템
 - ▷ 감시/비행자료 외부 인터페이스 처리 시스템
 - ▷ 현시 시스템
 - ▷ 시스템 감시 제어 시스템
 - ▷ 녹화/재생 시스템
 - ▷ 지원 시스템
 - ▷ 소프트웨어 정비 시스템
 - ▷ 비행자료 터미널
- 이들 항공관제시스템을 구성하는 서브시스템 중 감시/비행 정보를 입력 받아 관제 정보를 생성하는 핵심 정보처리시스템은 아래와 같음
 - ▷ 감시 자료 처리 시스템
 - ▷ 감시 자료 우회 처리 시스템
 - ▷ 비행 자료 처리 시스템
 - ▷ 시뮬레이션 시스템
 - ▷ 감시/비행자료 외부 인터페이스 처리 시스템
- 본 연구과제의 목표는 이상의 항공관제시스템을 구성하는 핵심시스템, 소위 “항공관제용 통합정보처리시스템”을 개발하는 것임. 또한 향후 실용화의 가능성을 제고하고, 국내 개발 업체의 시장 진입을 용이하게 하기 위한 시험평가 및 표준화 역시 연구 목표에 포함됨
- 핵심 정보처리시스템을 검증하고 시현하기 위한 장비인 현시 시스템 시제품을 포함한 “항공관제용 통합정보처리시스템”의 개념도는 그림 29와 같음

○ 연구 목표 요약

- 국내 운용 항공관제시스템 국산화 핵심기술 개발
- 차세대 항행 장비 통합 구현
- 차세대 항공교통관리 시스템 지속 개발을 위한 기본 인프라 구축

항공관제용 통합정보처리시스템 개발

항공관제용 통합정보처리시스템 개발
시범 운용을 통한 시험 평가
항공관제용 통합정보처리시스템 표준화

제 2 절 연구 개발 내용 정의

1. 연구개발 내용 요약

- 항공관제용 통합정보처리시스템 개발
- 시범운용을 통한 시험평가
- 항공관제용 통합정보처리시스템 표준화

2. 항공관제용 통합정보처리 시스템 개발

가. 시스템 요구 사항

표 27 시스템 요구 사항

구분		내용
개발 대상		감시 자료 처리 시스템
		감시 자료 우회 처리 시스템
		비행 자료 처리 시스템
		시뮬레이션 시스템
		감시/비행자료 외부 인터페이스 처리 시스템
		현시 시스템 시제품
시스템 요구사항 일반	컴퓨터/ 통신	개방형 시스템 (Platform, OS)
		신뢰성/가용성/안전성
		Fault Tolerant 시스템
		호환을 위해 동일 사양의 컴퓨터 시스템 사용
		상용화/전문화된 소프트웨어 개발 도구 사용
		산업 표준 통신 시스템/프로토콜 사용
	신뢰성/ 가용성/ 안전성	신뢰성, 가용성, 안전성 분석 적용
		감시자료/비행자료 처리 삼중화(운용, 운용대기, Cold Standby)
		네트워크 이중화
		온라인 상태에서 유지 보수 가능
		접근 제어, 사용자 인증 처리

나. 감시 자료 처리

- 최소 30개 레이더 사이트, 1,200대 동시 항적 자료 처리
- 단일 레이더 추적 (Mono-Radar Tracking) 및 다중 레이더 추적 (Multi-Radar Tracking) 처리

- 다중 센서 정보 통합 처리 (기존 레이더 자료 이외에 차세대 감시 장비 정보 통합)
- 감시 정보에 기반한 비행 관련 시스템 경보 정보 처리

다. 비행 자료 처리

- 비행 계획 자료 관리
 - ▷ 비행계획 자료 생성, 갱신, 유효성 검사
 - ▷ 최소 5,000대 비행계획서 동시 처리
 - ▷ 최소 25,000대 반복비행계획서 처리
- 비행계획에 근거한 비행 궤적 예측
- 감시 정보와 비행 계획 자료의 중첩
- 메시지 관리 및 데이터베이스 관리
 - ▷ 시스템에 전달되는 모든 메시지 저장, 처리, 전송
 - ▷ 항공고시보(NOTAM) 및 기상 전문 처리 (AFTN, FDT, 데이터베이스로 부터 전송)
- SSR 코드 발부
- 현시기 및 비행계획서 출력용지에 RVSM 적용 항공기 표시
- RNP (RNAV) 기능
- 감시 정보 및 비행계획 정보 통합에 의한 시스템 경보 정보 처리

라. 차세대 항행장비 확장성

- 위성항법 및 위성통신 분야의 기술 발전 속도에 부합하는 장비 및 연구 개발 수준 확보 목표
- 항공기-항공관제시스템 간 데이터링크 규격 연구
- 기존 레이더와 차세대 감시정보 데이터 퓨전 방안 연구
- 미래 CNS 장비 통합 방안 연구 (항공종합통신망(ATN) 등)
- 차세대 감시정보로서 ADS-B, Mode-S 통합 처리
- 조종사-관제사 데이터통신(CPDLC) 적용
- 항공관제정보교환망(AIDC) 연동

마. 관제 정보/경고 처리

○ 감시 정보에 기반한 비행 관련 시스템 정보 정보 처리

▷ 충돌 경고 (STCA, Short Term Conflict Alert)



그림 31 충돌 경고 개념도

▷ 최저 안전 고도 경고 (MSAW, Minimum Safe Altitude Warning)

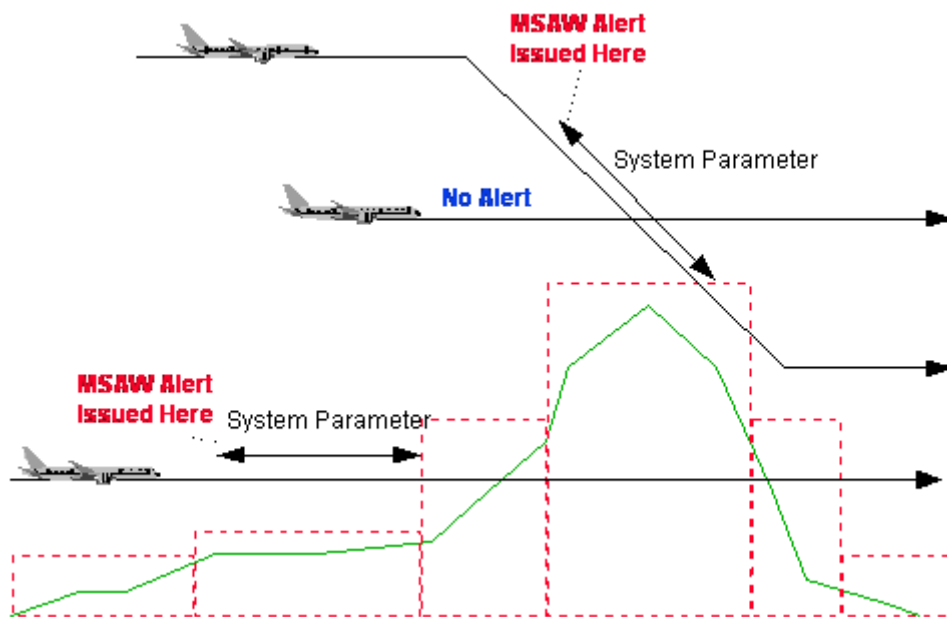


그림 32 최저 안전 고도 경고 개념도

▷ 접근 비행로 감시 경고 (APM, Approach Path Monitoring)

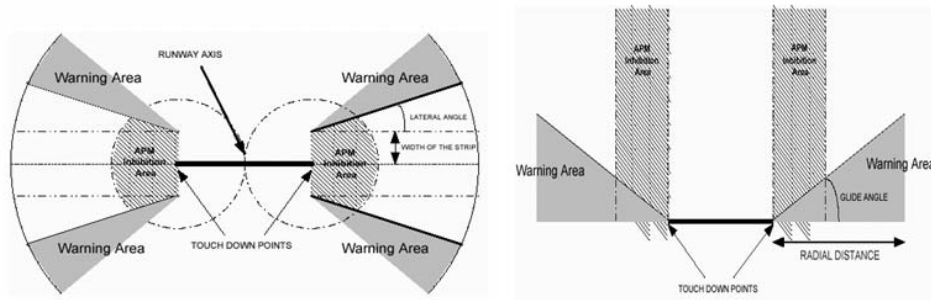


그림 33 접근 비행로 감시 정보

▷ 위험 구역 침범 경보 (DAIW, Danger Area Infringement Warning)

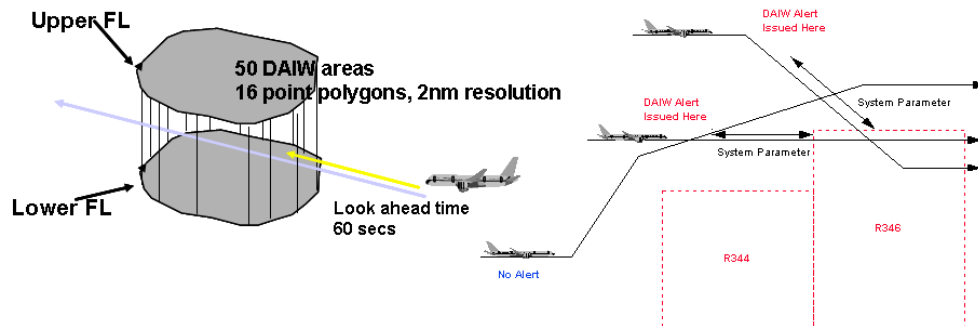


그림 34 위험 구역 침범 경보

▷ 항공기 피납/통신두절/비상 정보(코드 7500, 7600, 7700)

○ 감시 정보 및 비행계획 정보 통합에 의한 시스템 경보 정보 처리

▷ 항로 감시 경보 (RAM, Route Adherence Monitoring)

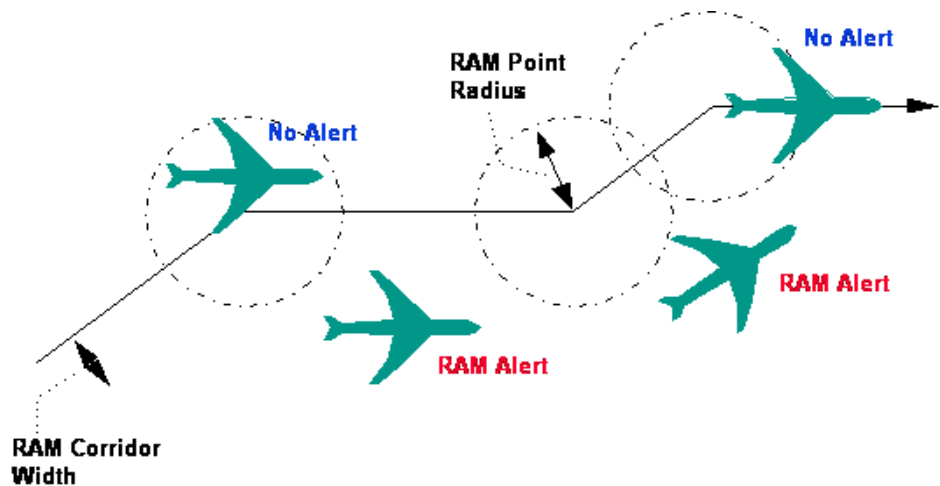


그림 35 항로 감시 경고 개념도

▷ 허가 고도 이탈 경고 (CLAM, Cleared Level Adherence Monitoring)

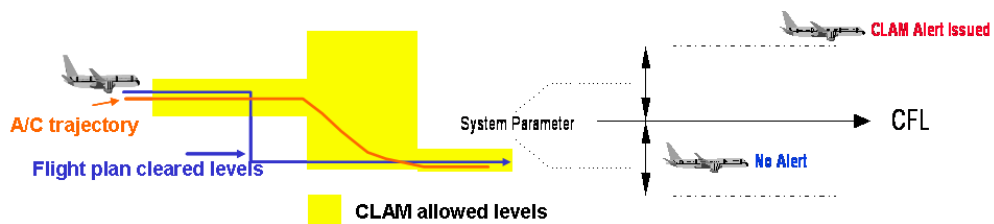


그림 36 허가 고도 이탈 경고 개념도

▷ 상공 도착 예정 시간 (ETO, Estimated Time of Overflight) 보고

▷ 위치 보고 미 접수 (MPR, Missed Position Report) 보고

바. 감시 자료 우회 처리

- 감시 자료 처리 시스템의 고장에 대비하여 감시 자료 수신하고, 항적을 생성시켜 이를 현시 시스템으로 제공
- 감시 기능 및 비행 계획 자료와의 중첩 기능 유지
- 경고 생성 능력을 포함한 일부 기능 미 포함 가능

사. 시간 동기화

- GPS 위성으로부터의 시간 신호 수신 및 다른 서브시스템의 시간 동기화

- 외부 시스템으로 시간 정보 제공

아. 시뮬레이션 시스템

- 시스템 개발/시험과 관제사 교육훈련 목적
- 감시 자료, 비행 자료 등 관제시스템의 입력 자료 생성
- 항공기 항적 생성을 위한 모의 조종사 (Pseudo Pilot) 기능

자. 감시/비행자료 외부 인터페이스 처리 시스템

- 레이더 자료 포함 감시 자료 전처리
- 비행 자료 처리를 위한 포맷 정규화
- 기 운용 외부 인터페이스와 연동
- 차세대 항행장비와의 연동
- 확장성 및 전체 시스템과의 연동 고려

차. 현시 시스템 시제품

- 개발된 통합정보처리시스템의 검증 및 시험용 시스템
- 운용 콘솔(공중 상황 현시 콘솔, 비행 자료 현시 콘솔)의 시제품
- 공중 상황 현시 기능
 - ▷ 공역상에서 추적된 항적의 감시정보 및 비행계획정보 동시 현시
 - ▷ 지도 자료 현시 (지형, DAIW 경보지역 등 포함)
 - ▷ 경보 및 경고 현시
- 비행 자료 현시 기능
 - ▷ 비행 계획 자료 현시
 - ▷ 항공 고시보 (NOTAM) 전문 검색 및 기상 전문 검색
 - ▷ 전자 스트립 정보 처리 (비행계획 상태, 관제 섹터, 비행 특성)

3. 시범 운용을 통한 시험평가

- 시험 평가 기술 개발 (국제 표준 조사 등)
- 실제 레이더 및 비행계획 자료를 활용하여 시범적으로 개발 시스템을 운용함

으로써 성능 입증

- 접근 관제 레이더 1개 이상, 향로 관제 레이더 1개 이상으로부터 데이터 확보하여 적용
- 최종 결과물의 실제 적용 가능성 제고를 위한 시험평가방안 및 품질보증계획을 시스템 설계 단계에서 구체적으로 제시
- 사업 완료 후 기대 효과(안전, 관제능력 등)를 정량화하여 제시

4. 항공관제용 통합정보처리시스템 표준화

- 핵심 구성 시스템 모듈화
- 핵심 구성 시스템 인터페이스 표준화
 - ▷ 감시 자료 처리 시스템 인터페이스
 - ▷ 비행 자료 처리 시스템 인터페이스
 - ▷ 감시/비행 자료 외부 인터페이스 처리 시스템

제 3 절 연차별 및 최종 성과물

- 제4장 연구 개발 목표 및 내용에서 제안한 1안 기준으로 할 때, 항공관제용 통합정보처리시스템 개발 및 시험평가를 위한 단계별 연구 기간으로 7년(1단계 항공관제용 감시정보처리시스템 개발 4년, 2단계 항공관제시스템 통합정보처리시스템 개발 3년)을 제시함
- 시스템 요구 규격 개발, 기본설계, 상세설계, 제작 및 시험평가를 고려한 연차별 및 최종 성과물은 아래와 같음

표 28 연차별 최종 성과물

단계	연구년도	성과물
1단계	1차년도	• 감시정보처리시스템 규격서
	2차년도	• 감시정보처리시스템 기본 설계 보고서 • 감시정보처리시스템 표준화 방안
	3차년도	• 감시정보처리시스템 상세 설계 보고서 • 감시정보처리시스템 하드웨어/소프트웨어
	4차년도	• 감시정보처리시스템 시제품 • 감시정보처리시스템 통합 시험 보고서 • 감시정보처리시스템 표준 • 교육/훈련/개발용 관제 시뮬레이터
2단계	1차년도	• 통합정보처리시스템 규격서 • 통합정보처리시스템 기본 설계 보고서
	2차년도	• 통합정보처리시스템 표준화 방안 • 통합정보처리시스템 상세 설계 보고서
	3차년도	• 통합정보처리시스템 시제품 • 통합정보처리시스템 통합 시험 보고서 • 통합정보처리시스템 운용 시험 보고서 • 통합정보처리시스템 표준
	최종 성과물	• 통합정보처리시스템 시제품 • 통합정보처리시스템 시험평가 절차 및 기술 • 통합정보처리시스템 표준

➤ 소프트웨어 개발 절차에 따른 소프트웨어 산출 문서 별도

제 4 절 핵심 요소 기술 정의

- 국내 운용되고 있는 항공관제시스템을 기준으로 한 항공관제시스템에 소요되는 기술은 크게 시스템 설계 기술, 소프트웨어 개발 기술, 시험평가 기술로 분류됨
- 시스템 설계
 - ▷ 시스템 요구 규격 개발 기술
 - ▷ 다중 분산형 시스템 설계 기술
 - ▷ 다중 네트워크 기반 데이터 통신 기술
 - ▷ 고신뢰성 실시간 시스템 설계 기술
 - ▷ 고장 분리 및 처리 기술
- 소프트웨어 개발
 - ▷ 소프트웨어 공학 (S/W 규격, 설계, 코딩, 시험)
 - ▷ 다중 센서 추적 및 퓨전 기술
 - ▷ 감시/비행 정보에 의거한 경보/경고 생성 기술
 - ▷ 휴먼 머신 인터페이스 기술
- 시험 평가
 - ▷ 시스템 시험 평가 기술

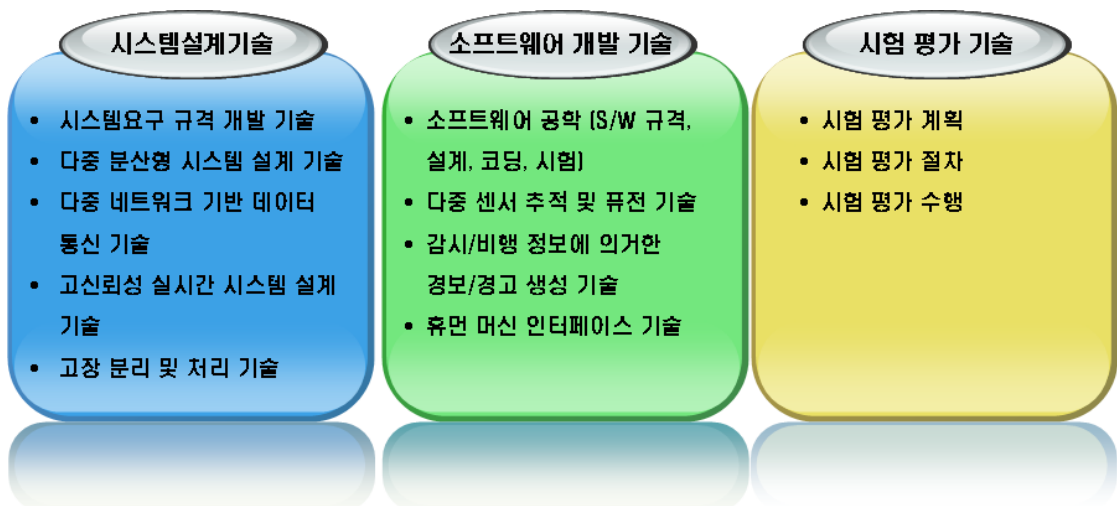


그림 37 핵심 요소 기술의 정의

제 5 장 연구 추진 전략 및 추진 체계 수립

제 1 절 연구 추진 전략

1. 국내 기술 수준 요약

- 연구 추진전략을 수립하기 위해, 항공관제시스템에 필요한 기술 및 인프라를 시스템 개발 측면에서 분류해 보면 아래와 같음
- 아래 표에서 항공관제시스템 개발에 소요되는 전용기술은 시스템 기술과 전용 핵심기술임
- 소요 기반기술은 IT기반의 S/W 기술로서 국내 기술보유수준이 매우 높음

표 29 국내 기술 수준 요약

구 분	기 술 분 류	선진국 대비 기술수준	선진국 대비 기술격차 (년)	비 고
시스템 기술	운용/정비 기술	상	—	
	관제시스템 체계종합기술	중하	5	
	S/W 엔지니어링 기술	중상	2	
	내외부 인터페이스 기술	상	—	
	시험평가/인증 기술	중	3	
소요 기반기술	데이터 분석 및 인터페이스	상	—	
	다중 네트워크 데이터 통신	상	—	
	다중화 시스템 구성	중상	—	
	다중화 S/W 프로그래밍	중상	—	
	HMI 및 인간공학기술	중상	2	
관제시스템 전용 핵심기술	다중 레이더 트래킹 모듈	하	7	
	비행정보 처리 모듈	하	3	
	관제 데이터 프로토콜	중하	1	
	관제 알고리즘	하	2	
	미래 ATM 확장 기술	중하	5	지속연구 필요
	관제 시뮬레이션	중	2	

2. 연구 추진 전략

- 상기 국내 기술수준을 바탕으로 관제시스템 개발을 위한 추진전략 수립
- 2015년 이후의 지속적 구축 및 성능개량을 위한 국제적 추세를 고려하여 장기적 시각을 가지고 연구개발 추진 (특히 미래 CNS/ATM기술 발전 전망을 고려한 연구개발 필요)
 - ▷ 현 운용시스템을 대체할 수 있는 기술기반 확보 : Full-scale의 체계개발이 가능한 기술수준 확보
 - ▷ 미래 관제시스템 적용기술 연구 : 중장기적 연구개발 목표를 설정하여 미래 기술 연구와 더불어 이를 통한 인력양성 추진
- 정부가 수요자인 국가 인프라 시스템, 제한적인 시장, 기술자립화 필요 등을 고려한 추진전략 수립 필요
- 국내 기술력이 부족한 체계종합, 관제시스템 전용 핵심기술 등은 해외기관과 협력 혹은 구매를 통하여 개발비 및 개발기간 절감을 추구하고 연구개발 위험성 감소
 - ▷ 미국 MITRE, 네덜란드 NLR, 독일 DLR 등 항공관제분야의 알고리즘 수준에서의 연구개발을 수행하고 있는 비영리성 기관과의 협조, 기술 자문 및 기술 용역 등 통해 상위레벨의 요구도 및 체계개발체계를 확고히 구축하여 연구개발의 시행착오를 줄일 수 있도록 조치
 - ▷ 해외 단순 구매 가능한 모듈, 부품 등은 우선적으로 구매하여 해결하고, 병행하여 위탁과제 등을 통해 국산화 개발을 추진토록 하여 중장기적으로 기술 자립화 달성할 수 있는 종합 계획 수립
 - ▷ 개발 후 지적소유권에 관련된 비용을 지불하지 않도록 주요 기술 자체 개발 및 단순 구매 가능품만 해외 도입
 - ▷ 외국과의 협력을 통해 국제적으로 인증될 수 있는 수준을 목표로 개발
- 개발 후, 즉각적인 실용화가 가능한 개발체제 구축
 - ▷ 내부 주요시스템을 모듈화하고 표준화 개념으로 주변시스템을 확장하는 구도의 기술개발 추진체제를 형성하여 핵심 주요 모듈에 초기 연구개발을 집중하여 개발비 절감 도모 및 국내업체 활용의 융통성 부여
 - ▷ 기술자료 확보와 표준화를 통해 국내 IT 혹은 항공전자 분야의 전문기업

으로 기술이 활용될 수 있는 체계로 연구개발 추진

- ▷ 개발 후 직접 양산 및 국산화 구축사업과 연결시킬 수 있도록 개발 초기에 시스템 규격을 확정하고 시험을 통해 입증토록 추진
- 개발 시 운영자(관제사 등)와 유지보수자의 적극적인 참여로 안정적이고 신뢰성 있는 시스템의 개발이 되도록 추진
- 국가 인프라 구축과 관련된 연구개발과제로 전액 정부지원 사업으로 추진
 - ▷ 개발 예산 규모, 자본 회수기간, S/W 개발 인건비의 직접비 산정 불가(국가 R&D 규정) 등의 문제로 연구개발비를 부담하는 참여기업 형태로의 사업추진은 현실적으로 불가능 예상
 - ▷ 정부가 수요자인 국가 기반시설인 항공관제와 관련된 기술 개발임을 고려하여 전액 정부지원 사업으로 추진 필요

제 2 절 연구 추진 체계

- 국내 기술수준이 낮은 관제시스템 전용기술은 해외기술을 활용토록 하고, 개발 후 기술 종속성이 없도록 국내 높은 소요 기반기술을 활용하여 주요 핵심 기술을 국산화 개발할 수 있는 가장 효율적인 추진체계 구성 필요

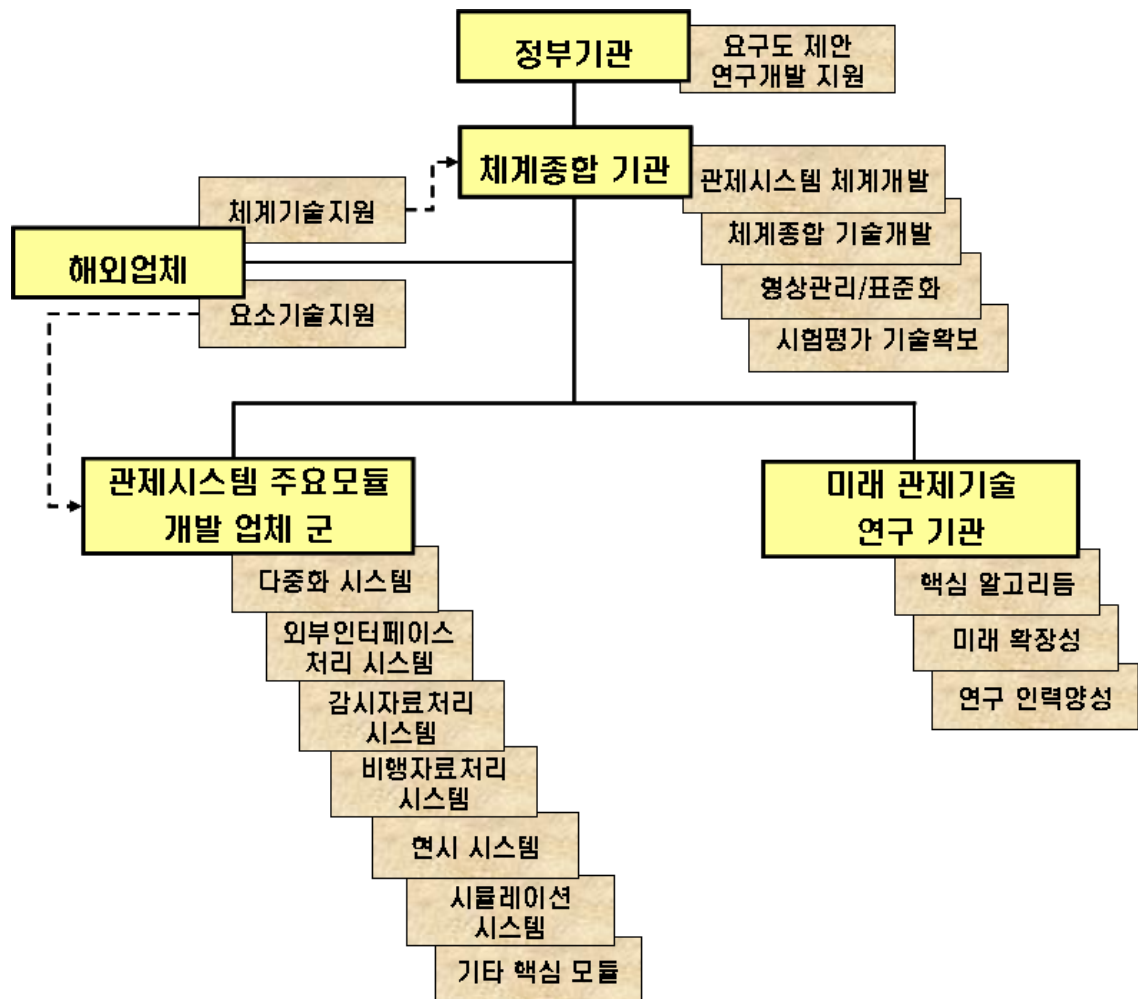


그림 38 연구 추진 체계

○ 정부기관

- ▷ 연구개발 요구도 제안
 - 구축 로드맵 및 목표 설정
 - 시스템 요구사항 제시
- ▷ 연구개발 지원

- 연구개발에 필요한 관제시설 활용 지원
- 시험평가를 위한 관제시설 지원
- 연구개발 지원제도 구축
- ▷ 연구개발 수준 평가
 - 개발 시제 시스템 운용
 - 개선안 제안 및 운용성 평가
- 체계종합 기관
 - ▷ 관제시스템 체계개발 기술종합 및 체계기술 확보
 - 개발 요구사항 도출 (체계규격서 작성)
 - 시스템 엔지니어링 관리계획 수립 (SEMP)
 - 기능 및 성능 할당
 - 인터페이스 설계
 - 해외 협력을 통한 체계기술 확보
 - ▷ 형상관리 및 표준화
 - 기술자료 (H/W, S/W) 관리
 - 모듈화 및 표준화
 - 형상관리 및 품질관리 체계 구축
 - ▷ 시험평가
 - 개발 단계별 주요 시험항목 설정 및 기술 수준 확인
 - 구성품 개발시험
 - 인터페이스 시험
 - 체계 통합시험
 - 시범 운용 시험
 - 정부 평가 결과 반영 및 수정 보완
 - 테스트 베드 구축을 위한 준비 (추가 사업화 등)
- 관제시스템 모듈 개발업체 군
 - ▷ 관제시스템 개발에 필요한 소요기반 기술을 보유한 업체들로 구성
 - 데이터 프로토콜 분석
 - 고신뢰성 다중화 시스템
 - 다중 네트워크 데이터 통신

- 분산형 S/W 개발
- HMI 및 인간공학 설계

▷ 개발 주요 업무

- 모듈별 인터페이스 정의 (ICD 개발)
- 개발규격서 작성 및 성능 입증
- 모듈 개발 형상관리 및 품질보증
- 구성품 시험 및 인터페이스 시험
- 통합시험 지원

▷ 개발 주요 모듈 혹은 시스템

- 다중화 시스템
- 외부 인터페이스처리 시스템
- 감시자료처리 시스템
- 비행자료처리 시스템
- 현시 시스템
- 관제 시뮬레이션 시스템
- 기타 주요 및 주변 모듈

○ 미래 관제기술 연구 기관

- ▷ 핵심 알고리즘 연구 및 개발
- ▷ 미래 확장성 연구 및 개발
- ▷ 인력 인프라 양성

제 6 장 연구 기간 및 예산

제 1 절 연구 기간 및 예산 산정

1. 개발 비용 산정 개요

- 항공관제시스템은 감시자료처리, 비행계획처리, 인터페이스처리 등의 복잡한 알고리즘을 포함한 소프트웨어 위주 시스템이므로 소프트웨어 개발 비용 산정의 중요성이 매우 높음
- 소프트웨어 비용 예측의 경우, 과거 유사한 프로젝트를 수행한 경험이 있다면 이전 프로젝트와 현 프로젝트의 핵심적인 차이를 파악하고, 개발자 또는 프로젝트 매니저의 경험 및 직관을 바탕으로 비용을 예측할 수 있으나, 유사한 프로젝트 경험이 없는 경우, COCOMO 또는 COCOMO II와 같은 방법을 적용하여 개략적인 비용 예측 가능함

2. 소프트웨어 비용 산정 기법

가. 소프트웨어 비용 산정의 정의

- 개발 소프트웨어 범위를 측정할 수 있는 소요공수, 투입인력, 개발기간 등을 파악하여 실행 가능한 계획을 수립하는 것
- 소프트웨어의 개발 시에 정보시스템의 구축에 필요한 기능과 규모를 근거로 하여 직접적으로 투입이 필요한 비용을 예측하는데 필요한 과학적, 합리적, 경험적인 활동

나. 소프트웨어 비용 산정의 필요성

- 소프트웨어 제품의 비용을 산정하는 과정에서 정확한 비용과 일정 계산에 오류가 많음
- 소프트웨어의 전체적인 규모파악을 통해서 사전에 비용을 분석하고 대응하기 위한 방안
- 발주자와 수주자 간에 합리적이고 신뢰할 수 있는 수준의 비용계약에 필요한 방법 필요

- 소프트웨어 개발의 생산성 측정방안과 개발비용에 대한 근거제시로 저가 입찰 및 소프트웨어 품질저하 지양

다. 소프트웨어 비용 산정 기법의 종류

표 30 소프트웨어 비용 산정 기법의 종류

구분	산정방식별 주요 내용
상향식	경험과 전문지식이 많은 개발자들이 인력, 시스템 크기, 필요 예산등을 합하여 결정 예) Delphi 기법
하향식	업무분류 구조로 정의, 각 구성요소에 대한 산정을 독립적으로 실시한 후 이를 집계하여 산정 예) LOC(Line Of Code)기법
수학적	프로젝트 개발비 산정의 자동화를 목표로 함 예) COCOMO, FP(Function Point) 기법

라. Delphi 기법

(1) 개념

- 델파이기법은 한 나라의 연구수준이나 미래의 특정시점을 예측하는 경우, 특히 현재의 상태에 대한 일반화/표준화된 자료가 부족한 경우, 전문가적인 직관을 객관화하는 예측의 방법으로 많이 사용되어지는 기법임
- 즉, 델파이기법은 내용이 아직 알려지지 않거나 일정한 합의점에 달하지 못한 내용에 대해 다수의 전문가의 의견을 자기기입식 설문조사방법이나 우편조사 방법으로 표준화와 비표준화 도구를 활용하여 수회에 걸쳐 피드백(feedback)시켜 그들의 의견을 수렴하고 합의된 내용을 얻는, 소위 전문 집단적 사고를 통하여 체계적으로 접근하는 일종의 예측에 의한 정책분석 방법이라고 볼 수 있음
- 델파이기법과 똑같지는 않지만 의도적인 면에서 비슷한 방법으로 이루어지는 브레인스토밍이 있음

(2) 특징

- 델파이기법은 각 전문가들에게 개별적으로 설문서와 그 종합된 결과를 전달/회수하는 과정을 거듭함으로써 독립적이고 동등한 입장에서 의견을 접근해 나갈 수 있도록 하려는 것임
- 따라서 설문서의 응답자는 철저하게 익명성이 보장되므로 외부적인 영향력으로 결론이 왜곡되거나 표현이 제한되는 예가 매우 적음
- 또한, 통제된 피드백(feedback) 과정을 반복하기 때문에 주제에 대한 계속적인 관심과 사고 촉진/종합된 의견의 전달은 질문서에 대한 답을 집계하는 형식으로 이루어지게 됨
- 따라서 통계적으로 의견을 처리하여 제시함으로써 그룹 내의 의견 차이 정도를 보여주고, 강한 소수의견에 대해서도 내용을 파악할 수 있도록 해 줌
- 하지만 질문서에 의지하는 경향이 나타나므로 질문서 자체가 잘못되면 델파이 조사 자체가 잘못될 수 있는 결정적인 문제점도 가지고 있음

(3) 델파이기법의 단계

- 관련 분야 전문가 집단 구성: 알고자 하는 내용에 대해 가장 잘 알고 있으리라 믿어지는 전문가를 30명에서 최고 100명까지 선정하여 패널을 구성
- 1차 질문: 구성된 패널을 통해 개방형 질문을 하여 그들의 견해를 모두 나열함으로 가능한 많은 자료를 수집/분석하여 항목으로 구성, 폐쇄형 질문지 작성
- 2차 질문: 이 폐쇄형 설문지를 동일 대상자에게 보내는 2차 질문을 실시. 이때는 문항에 점수를 주거나 중요도를 측정하여 일정수의 중요 문항을 선택하게 함
- 3차 질문: 수집된 결과를 항목별로 종합하여 전문가 전체의 항목별 도수, 평균, 또는 표준편차 등을 제시하여 다시 동일 집단에게 보내어 중요 문항을 선택하게 함
- 4차 질문/피드백: 셋째 단계의 결과를 가지고 면담을 실시. 이와 같은 방법으로 전문가들 사이에 어떤 합의점을 찾을 때까지 여러 차례의 설문을 통하여 최종 결과로 얻음

(4) 장점

- 편향된 토의에 쏟는 시간과 노력의 낭비를 줄일 수 있음
- 연구자에 의해 통제되기 때문에 초점에서 크게 빗나가지 않음
- 시간적/경제적(회의비/체제비/인건비 등)으로 절약할 수 있음
- 협의회 보다 시간/빈도 등이 덜 제약 받음
- 다수의 전문가 의견을 수렴, 피드백(feedback) 할 수 있음
- 익명성이 있고 독립적이기 때문에 자유롭고 솔직한 전문가의 의견을 들을 수 있음
- 몇몇 사람의 의견이나 분위기에 말려 휩쓸리지 않음. 또한 체면이나 위신에 의해 다른 결정을 하지 않음

(5) 단점

- 질문지 조사방법 자체에 결함이 있을 수 있다. 또한 문제가 참여자들에게 맡겨 만지기 때문에 문제의 확실한 속뜻을 알기가 어려움
- 다른 질문지와 마찬가지로 회수율이 높지 않다. 조사가 1/2/3/4 반복되어감에 따라 회수율은 점점 낮아지게 됨
- 반복적 조사이기 때문에 조사를 끝내려면 장기간이 필요함. 단기간의 조사는 용이하지 않음
- 문제와 처리 결과를 직접 주고받을 수 없음
- 통계적 처리 결과에 무의식적으로 따라갈 수 있음
- 현재성을 중시하는 현대인에게 미래에의 무관심을 나타내게 할 수 있음
- 한두 가지의 확신만을 가지고 미래를 볼 경우, 미래를 단순화 할 수 있음
- 전문가들이 과도한 확신으로 환상적이거나 체제 전체를 판단 못하게 할 수 있음
- 조작적 가능성도 가지고 있음
- 참여 전문가들이 설문에 대하여 신중하지 못할 수 있음
- 텔파이조사에 의한 예측 연구는 불확실한 상황을 연구대상으로 삼고 있다는 기본적인 한계를 가지고 있음

마. LOC(Line Of Code) 기법

(1) 개념

- 개발자의 관점에서 크기 중심으로 소프트웨어 규모를 측정하는 방식으로 직접적으로 소프트웨어 소스코드 라인 수를 측정

(2) 장점

- 측정하기 쉽고 이해하기 쉬움
- 기존의 많은 프로젝트 측정 모델들은 주요 입력으로 LOC를 이용하고 있음
- LOC를 중심으로 예측하는 자료들이 이미 충분히 존재
- 많은 측정 모델이 LOC를 중요한 입력값으로 사용

(3) 단점

- LOC 측정은 프로그래밍 언어에 의존
- LOC 척도는 잘 설계된 짧은 프로그램 일수록 불리함
- 개발 초기의 계획 및 분석단계에서 정확한 LOC를 측정하는 것은 불가능
- 프로그래밍 언어에 따라 크기가 가변적인 LOC의 기준이 모호하고 표준이 결여되어 있음

바. FP(Function Point)

(1) 개념

- 소프트웨어의 크기를 결정하는 소프트웨어 기능유형별 수량과 성능 및 품질 요인들이 영향도를 고려하여 계산되는 수치
- 기능점수 요소들은 소프트웨어 정보 영역의 가산적 척도들과 소프트웨어 복잡성에 대한 주관적 측정을 기초로 한 실험, 관찰에 의한 관계성을 이용하여 유도됨
- Application 크기를 결정하는 Application 기능유형별 수량과 성능 및 품질 요인들의 영향도를 고려하여 계산되는 수치
- 기능증대 요인의 수 및 요인별 난이도 가중치를 정하여 기본 기능 점수를 계산

(2) FP의 장점

- 프로그래밍 언어에 독립적이어서 일반 언어 또는 비절차적 언어에도 적용 가능
- 중복을 지양한 짧은 코드 불이익 해소
- 소스크기 뿐 아니라 복잡도 등 적용
- 프로젝트 개발 초리에 쉽게 알려질 수 있는 자료에 기초하여 작성

(3) FP의 단점

- 주관적 자료(복잡도)에 기초 계산
- 능숙한 기술과 축적된 경험있는 전문가 필요
- 프로젝트 영역 정보수집 곤란
- 개발초기 알려질 수 있는 자료 저조

사. COCOMO (COConstructive COst MOdel)

(1) 개요

- 1981년 Barry Boehm 교수에 의해 미국방산업체인 TRW의 자료를 바탕으로 개발되었음
- 소프트웨어 개발 비용, 필요한 개발 기간을 예측하는 방법으로서, 63개 프로젝트 자료를 바탕으로 함
- 알고리즘 비용 모델로서 어떤 소프트웨어 척도 (대체적으로 크기)를 프로젝트 비용에 관련시킨 과거의 비용 정보를 사용하여 모델이 개발됨. 이 척도에 대한 추정이 행해지고 모델은 필요한 노력을 예측함
- Project Category (Mode)에 따라 다른 공식을 적용함
 - ▷ Organic (simple) : Relatively small software teams developing software in a highly familiar, in-house project
 - ▷ Semidetached (average) : An intermediate stage between organic and embedded
 - ▷ Embedded (complex) : Need to operate with tight constraints, embedded in another system, rigid operating procedures, high cost of change, complex hardware interface

(2) 장점

- 잘 문서화되어 있고, 공개 모델로 이용할 수 있으며 공개 모델과 상용 도구들에 의해 지원됨
- 다양한 조직이 광범위하게 이용하고 평가하여 왔음
- 1981년에 처음 소개되고(Boehm, 1981), Ada 소프트웨어 개발에 맞도록 다듬어지고 난 후(Boehm and Royce, 1989), 2000년에 발표된 가장 최근의 버전인 COCOMO II (Boehm et al., 2000)까지 이어진 전통 있는 모델임

(3) 단점

- 명세서만 활용 가능한 때에는 프로젝트의 초기 단계에서 Size를 추정하기가 종종 어려움. 기능 점수와 객체 점수의 추정은 소스 코드의 크기를 추정하는 것 보다 더 쉽지만 종종 부정확함
- 사람들의 배경과 개발 중인 시스템 유형에 관한 경험에 따라 추정치가 다양함

아. 비용 산정 기법 선택

- 항공관제시스템 내장 소프트웨어의 경우, 유사한 프로젝트 경험이 없고, 개략적인 Line of Code (200,000 ~ 300,000)만 추정될 뿐이므로, COCOMO II 방법을 적용하여 개략 비용을 예측하였으며, 이를 위해 COCOMO II 알고리즘이 내장된 상용 비용 예측 툴인 Cost Xpert를 사용함
- 해외 개발 업체의 경험에 의거하여 LOC 250,000을 근거로 비용 및 기간을 산정함

3. COCOMO 분석 결과

가. 개략 개발 비용 및 기간 산정 결과

- 항공관제용 통합정보처리시스템 개발 기준
- 소프트웨어 개발 비용 : 2천 7백만 달러 (인플레이션 고려)
- 시스템 통합 비용 : 3백만 달러

- 소요 Man-Month : 1508 Man-Month
- 소요 기간 : 38 개월

나. 예측 결과 보고서

Estimation Summary Report

Project Name:	eATCS		
Effort:	1,507.9 Person-Months	Schedule:	37.6 Months
Start Date:	2008-01-01	Estimated End Date:	2011-02-16
Project Manager:	<Project Manager>	Cost:	\29,107,741
Project Type:	COCOMO II	Project Lifecycle:	Waterfall
Project Standard:	Waterfall		

eATCS

Estimation Method

Method	Effort (PM)	Schedule (mth)
SLOC	1,507.9	37.6

Estimation Summary

Effort	1,507.9 Person-Months
Effort in Person-Hours	229,194.0 Person-Hours
Schedule	37.6 Months
Duration in Calendar Days	1142 Days
Duration in Working Days	816 Days
Project Cost	\23,461,127
Wage Inflation Cost	\3,065,890
Integration Cost	\2,580,724
Final Cost	\29,107,741

Labor Distribution Costs

Strategists	\984,503
Analysts	\2,145,829
Designers	\4,365,973
Programmers	\3,217,855
Test/QA	\3,861,976
Copywriters	\268,730
Art & Media	\451,226
Management	\8,165,036

다. 업무 분해 구조 예측

Cost Xpert



WBS Report

Project Name: eATCS				Project Manager: <Project Manager>			
Effort:	1,507.9 Person-Months	Sub-total:	₩23,461,127	Project Type:	COCOMO II		
Schedule:	37.6 Months	Wage Inflation:	₩3,065,890	Project Standard:	Waterfall		
Start Date:	2008-01-01	System Integration:	₩2,580,724	Project Lifecycle:	Waterfall		
Estimated End Date:	2011-02-16	Total Cost:	₩29,107,741				
Notes: eATCS							
Index	Task	Start Date	End Date	Duration, days	Effort, PM	Cost	Percent
1	Software development planning	2008-01-01	2008-03-19	78	45.2	₩18,223	3.00 %
1.1	(DOC) Software Development Plan	2008-01-01	2008-03-19	78	0.0	₩0	0.00 %
2	Contingency	2008-01-01	2011-02-16	1142	60.3	₩1,059,793	4.00 %
3	Management assistants	2008-01-01	2011-02-16	1142	30.2	₩529,896	2.00 %
4	Status reporting	2008-01-01	2011-02-16	1142	7.5	₩132,474	0.50 %
5	System engineering management support	2008-01-01	2011-02-16	1142	45.2	₩794,845	3.00 %
6	Document production support	2008-01-01	2011-02-16	1142	82.9	₩1,457,215	5.50 %
7	Formal reviews	2008-01-01	2011-02-16	1142	60.3	₩1,059,793	4.00 %
8	Software quality planning	2008-01-01	2008-02-09	39	22.6	₩409,111	1.50 %
9	System requirements analysis	2008-01-01	2008-03-06	65	37.7	₩636,013	2.50 %
9.1	(DOC) System Architecture Specification	2008-01-01	2008-03-06	65	0.0	₩0	0.00 %
10	Software requirements analysis	2008-03-06	2008-08-11	158	90.5	₩1,443,578	6.00 %
10.1	(DOC) Software Requirement Specification	2008-03-06	2008-08-11	158	0.0	₩0	0.00 %
11	Interface requirements analysis	2008-03-06	2008-05-24	79	45.2	₩721,789	3.00 %
12	Requirement allocation	2008-08-11	2008-09-19	39	22.6	₩360,895	1.50 %
13	Develop test approach	2008-09-19	2008-11-24	66	37.7	₩554,363	2.50 %
13.1	(DOC) Software Test Plan	2008-09-19	2008-11-24	66	0.0	₩0	0.00 %
14	Interface design	2008-09-19	2008-12-20	92	52.8	₩838,277	3.50 %
15	Detailed design	2008-09-19	2009-03-09	171	98.0	₩1,556,800	6.50 %
15.1	(DOC) Detailed System Design	2008-09-19	2009-03-09	171	0.0	₩0	0.00 %
16	Design walkthroughs	2008-12-20	2009-02-10	52	30.2	₩479,015	2.00 %
16.1	(DOC) General System Design	2008-12-20	2009-02-10	52	0.0	₩0	0.00 %
17	Develop test cases	2008-12-20	2009-05-27	158	90.5	₩1,330,471	6.00 %
17.1	(DOC) Test Cases	2008-12-20	2009-05-27	158	0.0	₩0	0.00 %

WBS Report for Project "eATCS"

Page 1 of 4

Report created 2007-07-19 3:28:39

그림 39 업무 분해 구조 예측

라. 개발 단계별 자원 분배 예측

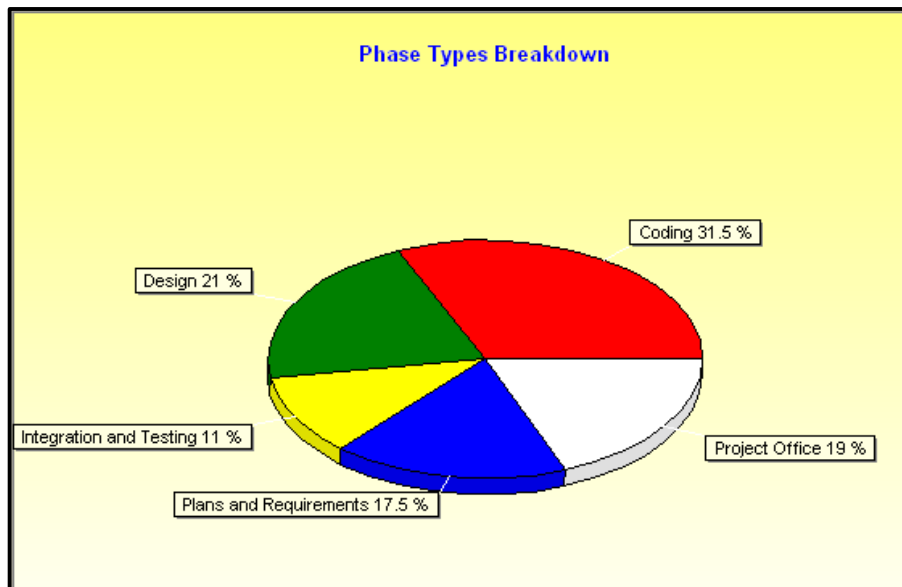


그림 40 개발 단계별 자원 분배 예측

마. 개발 일정 예측

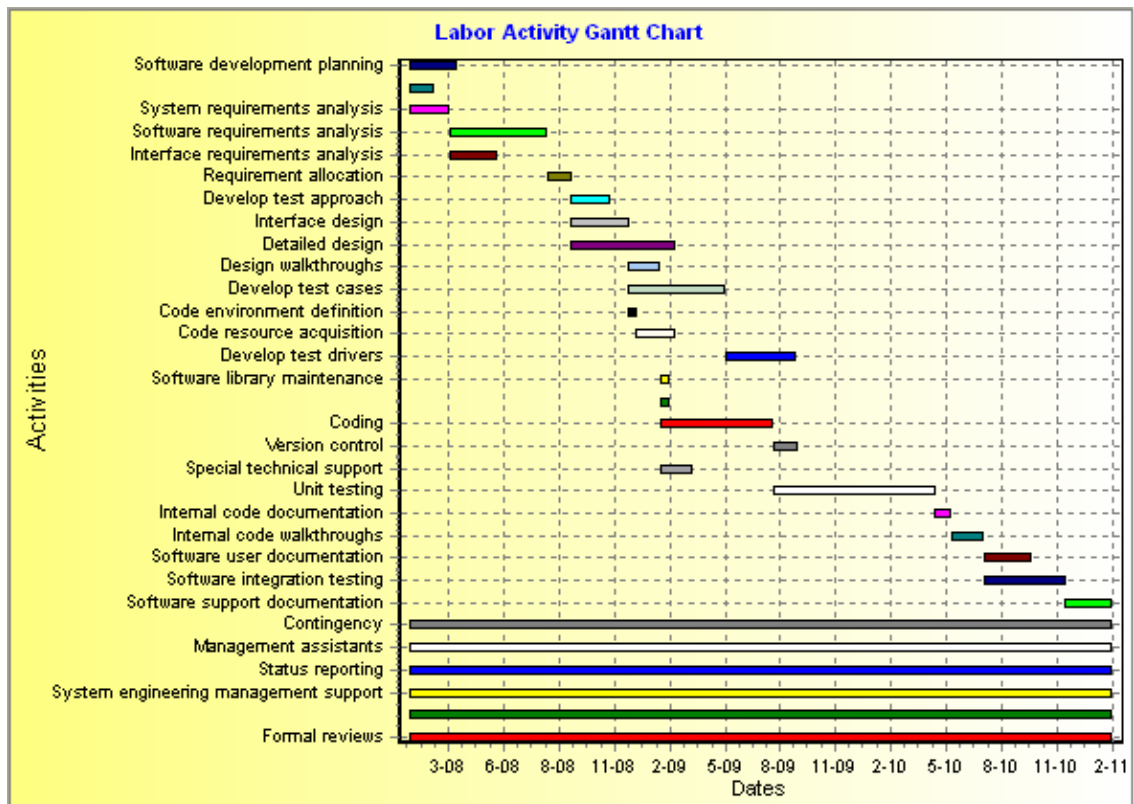


그림 41 개발 일정 예측

4. 국내 운용 시스템 도입 검토

- 국내에 도입된 항로관제시스템 및 접근관제시스템에 대한 비용을 조사함
- 아래 표와 같이 시스템 요구 조건에 따라 작게는 50억에서 크게는 400억 수준으로 다양하게 나타남

표 31 국내 운용 시스템 도입 검토

구분	도입비용 [백만원]	제작사	도입년	비고
항공교통센터	39,480	Lockheed	2001년	VCCS 포함 금액임 S/W (Skyline) 비용 : 260억원
서울 접근관제소	12,000	Thales	2000년	ARTS
서울 접근관제소	8,000	Thales	2007년	ARTS Upgrade
제주 접근 관제소	4,765	Tern	2007년	ARTS
포항 접근 관제소	5,700	Telephonics	2002년	ARTS Upgrade
사천 접근 관제소	5,700	Telephonics	2002년	ARTS Upgrade
김포 접근 관제소	3,700	NEC	1996년	ARTS

- 서울 접근관제소에 시스템을 납품 설치한 경험이 있는 Thales의 자문에 따르면, 전체 항공관제시스템에서 소프트웨어가 차지하는 비용 비중은 80% 수준임
- 국내 장비 도입 시 사용자 요구사항 반영 및 시스템 운용 시험을 위해 1~2년 이상 소요되었음

5. 개발 기간 및 예산 산정

- 항공관제용 통합정보처리시스템 개발을 위해 소요되는 기간은 단계 구분 없이 개발할 경우(2안)은 COCOMO 분석 결과에 근거하여 약 4년 정도 소요될 것으로 예측됨
- 체계통합, 수정 보완 및 시범 운용 시험 1년을 추가하여 총 개발 기간은 5년

을 제안함

- 개발 예산은 소프트웨어 개발 비용 (약 250억원)에 하드웨어 비용, 시스템 통합시험, 시범운용시험을 포함하여 약 324억원 소요될 것으로 예상됨
- 개발 예산 324억원은 항공관제핵심 시스템 개발 및 시험에 소요되는 최소 비용으로서, 통상의 항공관제시스템 도입 대 개발 비율을 고려할 때 상대적으로 매우 낮은 수준임 (항공관제시스템은 원자력 발전소 수준의 신뢰성, 가용성, 안전성이 요구되는 고위험 시스템으로서, 해외자문기관의 Rule of Thumb에 의하면, 개발 대 도입의 비용 비율은 최소 17배에 달함)
- 1안 (2단계 개발 방안)은 1단계 항공관제용 감시정보처리시스템 개발에 소요되는 기간 4년에 2단계 항공관제용 통합정보처리시스템 통합 개발에 소요되는 기간 3년을 더하여 총 7년 소요될 것으로 예측됨
- 개발 예산은 소프트웨어 개발 비용, 하드웨어 비용, 시스템 통합시험 비용을 포함하여 약 361억원 (1단계 150억원, 2단계 211억원) 소요될 것으로 예상됨
- 이를 바탕으로 국내 상황을 고려한 연구개발예산 규모를 산정한 결과(제 2절 참조), 1안 기준으로 할 때 약 310억원 (1단계 145억원, 2단계 165억원)의 예산이 적정한 것으로 판단

제 2 절 일정표 및 예산표

- 제4장 연구 개발 목표 및 내용에서 제안한 1안 기준으로 할 때 개발 업무 및 기간별 연구개발비, 연차별 연구개발비는 아래와 같음

1. 개발 업무 및 기간별 연구개발비 (1단계)

표 32 개발 업무 및 기간별 연구개발비 (1단계)

Milestone	▼ SRR/SDR			▼ PDR			▼ CDR			▼ TRR			
eSIPS 시스템 요구도 분석													679
eSIPS 시스템 개념 설계													68
eSIPS 하드웨어 기본 설계													136
eSIPS 하드웨어 상세 설계													136
eSIPS 하드웨어 제작													271
eSIPS 하드웨어 구성품 시험													102
eSIPS 소프트웨어 개발 계획 수립													271
eSIPS 소프트웨어 요구도 분석													2,565
eSIPS 소프트웨어 시험 계획 수립													170
eSIPS 소프트웨어 상세설계													2,036
eSIPS 소프트웨어 제작(코딩)													1,476
eSIPS 소프트웨어 단위 시험 및 구성품 시험													1,323
eSIPS 소프트웨어 시험절차 수립													407
eSIPS 소프트웨어 시험평가 환경 구축													509
eSIPS 소프트웨어 통합 시험													509
eSIPS 시스템 통합시험													2,715
eATIPS 시스템 요구도 분석 및 개념 설계													814
관제 핵심알고리즘 연구													290
예산(백만원)	2,845			4,027			4,073			3,532			14,477

eSIPS : Enhanced Surveillance Information Processing System (감시정보처리시스템)

eATIPS : Enhanced Air Traffic Information Processing System (통합정보처리시스템)

2. 개발 업무 및 기간별 연구개발비 (2단계)

표 33 개발 업무 및 기간별 연구개발비 (2단계)

Milestone	▼ PDR			▼ CDR			▼ TRR			
eATIPS 시스템 요구도 분석										840
eATIPS 시스템 개념 설계										84
eATIPS 하드웨어 기본 설계										168
eATIPS 하드웨어 상세 설계										168
eATIPS 하드웨어 제작										336
eATIPS 하드웨어 구성품 시험										126
eATIPS 소프트웨어 개발 계획 수립										336
eATIPS 소프트웨어 요구도 분석										3,176
eATIPS 소프트웨어 시험 계획 수립										210
eATIPS 소프트웨어 상세설계										2,521
eATIPS 소프트웨어 제작(코딩)										1,827
eATIPS 소프트웨어 단위 시험 및 구성품 시험										1,638
eATIPS 소프트웨어 시험절차 수립										504
eATIPS 소프트웨어 시험평가 환경 구축										630
eATIPS 소프트웨어 통합 시험										630
eATIPS 시스템 통합시험 및 시범운용시험										2,941
관제 핵심알고리즘 및 미래 ATM 기술 연구										392
예산(백만원)			6,032			6,108			4,388	16,528

eATIPS : Enhanced Air Traffic Information Processing System (통합정보처리시스템)

3. 연차별 연구개발비 (1단계)

○ 상세내역은 부록 F. 연구개발비 세부 내역 참조

표 34 연차별 연구개발비 (1단계) (단위 : 백만원)

연도 비목	2007년	2008년	2009년	2010년	합계	비율(%)
1. 인건비	801	1,021	1,292	640	3,755	25.94%
내부인건비	801	1,021	1,292	640	3,755	25.94%
외부인건비	0	0	0	0	0	0.00%
2. 직접비	1,565	2,416	2,037	2,472	8,490	58.64%
연구기자재 및 시설비	50	50	100	80	280	1.93%
재료비 및 전산처리 관리비	10	12	15	10	47	0.32%
시작품 제작비	259	930	1,244	907	3,340	23.07%
여비	96	129	139	129	493	3.41%
수용비 및 수수료	15	18	18	20	71	0.49%
기술정보활동비	1,015	1,124	327	1,230	3,696	25.53%
연구활동비	120	153	194	96	563	3.89%
부지매입비	0	0	0	0	0	0.00%
3. 위탁연구개발비	80	80	100	100	360	2.49%
4. 간접비	399	509	644	319	1,872	12.93%
합 계	2,845	4,027	4,073	3,532	14,477	100.00%

4. 연차별 연구개발비 (2단계)

○ 상세내역은 부록 F. 연구개발비 세부 내역 참조

표 35 연차별 연구개발비 (2단계) (단위 : 백만원)

연도 비목	2011년	2012년	2013년	합계	비율(%)
1. 인건비	1,342	1,360	1,251	3,953	23.92%
내부인건비	1,342	1,360	1,251	3,953	23.92%
외부인건비	0	0	0	0	0.00%
2. 직접비	3,921	3,970	2,413	10,304	62.35%
연구기자재 및 시설비	100	100	50	250	1.51%
재료비 및 전산처리 관리비	10	15	10	35	0.21%
시작품 제작비	1,640	2,267	1,377	5,284	31.97%
여비	129	139	139	407	2.46%
수용비 및 수수료	20	20	20	60	0.36%
기술정보활동비	1,820	1,225	630	3,675	22.23%
연구활동비	201	204	188	593	3.59%
부지매입비	0	0	0	0	0.00%
3. 위탁연구개발비	100	100	100	300	1.82%
4. 간접비	669	678	624	1,971	11.92%
합 계	6,032	6,108	4,388	16,528	100.00%

제 7 장 성과 목표 및 성과 지표

- 본 연구개발 사업 수행 시, 평가를 위한 성과 목표 및 성과 지표는 아래와 같음



그림 42 성과 목표 및 성과 지표

제 8 장 기대효과 및 파급효과

제 1 절 기대효과

- 안전하고 효율적인 운항체계를 위한 항공관제시스템을 국내 개발함으로써, 명실상부한 동북아 물류 중심국가의 목표 달성에 이바지함
- 항공관제시스템에 대한 기술자립화를 달성함에 따라 해외 기술 종속 상황 하에서 발생되고 있는 외화 과다 지출, 운용/유지비 증가, 국제 기준변경 및 개선 필요에 따른 수정/보완 조치 지연 등의 문제 극복
- CNS/ATM 기술을 실제적으로 구현할 수 있는 기반 및 능력을 확보함에 따라 차세대 항행 장비의 요구 사양 정의 및 국내 독자개발을 촉진할 수 있는 동기 확보
- ICAO의 New CNS/ATM 시스템 전환 계획에 동참하고 목표 연도에 차질 없이 구축할 수 있는 기반을 제공함으로써 안전, 신속, 정확하며 경제적인 21세기 항공교통 여건 마련
- 폭발적 증가 추세에 있는 항공운송시장에 따라 항공사고 피해도 증가 예상되어 피해 수준은 2016년 현재의 4배로 예상되고 있는 바, 차세대 항행장비 연동 가능한 항공관제 시스템 개발을 통해 이의 현저한 감소를 도모함
- 본 연구개발사업 과정에서 최신의 기술을 적용한 표준화된 시스템을 개발함으로써, 향후 관련 기술이 발전함에 따른 수정/보완 등의 업무 발생시 최소의 노력으로 성과 극대화 가능
- 항공관제시스템 국산화를 통한 국내 항행 안전성 및 관제 능력 강화 기대

제 2 절 파급효과

- 인접국과의 연속적인 항행을 위한 한중일 협상에 있어 기술력을 바탕으로 보다 유리한 방안으로의 국익 실현 가능
- ICAO 이사국 수준에 걸맞는 항공관제분야 기술 독립을 통하여 후진국에 대한 교육 및 기술이전이 가능해지며, 이는 국력의 신장으로 직결됨
- 국내 강점이 있는 IT 분야의 새로운 시장 발굴의 효과가 있으며, 이를 기반으로 한 해외시장 진출을 통해 국가 경쟁력 향상
- 연구개발 확보 기술의 타 분야 파급효과로 해상선박 관제체계 구축 등 국산화 기술 자립화 가능
- 자율항로비행 구현을 목표로 한 차세대 항공교통관리 시스템 개발을 위한 기반 구축
- 보다 경제적인 운항 즉 연료 절감 및 운항시간 단축, 공항 및 공역용량 증대로 승객, 항공사 및 정부의 편익 증진
- 정확한 항행정보 제공 및 화면 감시 기능 향상 등을 통해 항공기 안전운항에 기여

제 9 장 결론

본 기획연구에서는 국내에서 지금까지 연구개발 경험이 없는 항공관제시스템 개발연구에 관한 내용을 다루었다.

현재 전 세계적으로 급증하고 있는 항공교통량에 대비하여 선진국들도 신개념의 항공관제시스템을 지속적으로 개발하고 있는 상황이며, 인접국가인 일본과 중국에서도 관제시스템을 선진화하려는 노력을 진행하고 있다. 국내의 항공교통량도 연평균 10% 수준으로 지속적으로 증가하면서 항공관제사의 업무량이 증가하고 있어 항공교통을 안전하게 관리하기 위한 관제시스템의 개발을 필요로 하고 있다. 또한 항공교통은 특성상 우리나라만이 독자적으로 운영하는 것이 아니라 인접국의 항공교통관제소와 비슷한 기술수준을 유지해 나가야 할 필요성이 있다.

이러한 필요성들을 고려하여 건설교통부에서는 신기술개발의 수요를 제기하였으며 본 기획연구에서는 이 연구개발을 국가적으로 성공적으로 완수할 수 있는 최선의 방안을 도출하려 하였다.

본 기획연구를 통하여 국내 운용 중인 항공관제시설을 방문하여 자료를 입수하였으며, 국내외 전문가들과 함께 합리적인 개발 방안을 도출하기 위한 협의를 수행하였다. 또한 3차에 걸쳐 국내 전문가 자문위원회를 개최하였으며, 그 결과를 기획보고서 본문에 반영하였고, 부록에 자문위원회 상세 회의록을 첨부하였다.

이상을 바탕으로 정리된, 항공관제시스템 개발 기획연구의 결과는 다음과 같이 요약될 수 있다.

○ 국내외 기술동향 분석

- ▷ 현재 국내의 항공교통센터(ACC)용 항공교통관제시스템(ATCS)과 접근관제소용 레이더자료 자동처리시스템(ARTS)들은 시설구축사업을 통하여 전량 외국에서 도입 설치한 것들임 (Lockheed Martin(미), Thales(프), Tern(Iceland) 등)
- ▷ 한국공항공사와 인천공항공사가 시스템의 운영, 유지 보수를 담당하고 있으며 이 기술은 상당 수준에 도달해 있음
- ▷ 관제사들에 의해 제기되는 수정보완 및 성능확장을 위한 개조작업은 source code를 우리가 책임지고 수정할 수 없는 관계로 해외 제작사에 의

해 이루어지고 있음

- ▷ 항공관제시스템은 해외의 국가연구소나 기업들에 의해 지속적으로 개발되어 왔으며 현재는 ICAO의 CNS/ATM 기술개념 등 신기술이 적용될 때마다 이에 부합되도록 수정 개발 중에 있음
- ▷ 유럽은 유럽의 하늘을 하나로 운영할 수 있도록 하는 SESAR 계획이 진행 중에 있으며 미국은 FAA 주도로 Free Flight와 Safe Flight program을 진행하면서 항공교통흐름관리를 최적화 하는 수준으로 진행 중에 있음

○ 주요 연구개발 목표 및 내용

- ▷ 현대의 기술개발 추세에 근거할 때, 접근관제용 관제시스템 기능과 항로관제용 관제시스템 기능의 핵심부분들은 공통으로 활용되는 방향으로 발전해가고 있음
- ▷ 따라서 접근/항로관제용 항공관제시스템의 핵심 시스템 개발을 본 연구개발과제의 목표로 설정함

○ 개발 목표

- ▷ 항공관제용 통합정보처리시스템 개발

○ 개발 내용 :

- ▷ 항공관제시스템의 핵심 기능인 감시자료처리시스템, 감시자료우회처리시스템, 비행자료처리시스템, 시뮬레이션시스템, 외부인터페이스처리시스템 및 현시시스템시제품 개발
- ▷ 개발된 시스템을 실제 레이더 데이터 및 비행계획 자료와 연동하여 시험함으로써 성능 입증
- ▷ 항공관제용 통합정보처리시스템의 모듈별 입출력 자료 표준화

- ▷ 개발되는 항공관제시스템은 개방형 분산처리시스템의 형태를 가지고 세부시스템별로 모듈화, 표준화되어 향후 개발될 세부시스템들과의 용이한 접속성을 유지함
- ▷ 주요 세부시스템별 요구사항은 본문 및 첨부 RFP에 설명되어 있음

○ 연구개발 추진전략 및 체계

- ▷ 기존 시스템 운용 경험 및 기술 자료를 활용하여 개발 추진
- ▷ 기술 격차 해소 및 개발 위험성 감소를 위한 해외 협력 추진
- ▷ 국제 기술 표준 개발 방향에 부합되도록 추진
- ▷ 산·학·연 공동협력체계 구축 및 효율적 운영체계 구축을 통한 성과 극대화
- ▷ 국내의 연구개발 기반인 관련 산·학·연 기관들에 대한 조사 결과 항공관제 시스템의 특성상 국가적인 개발의 필요성은 인정되지만 국내 기업이 연구 개발비를 투자하여 개발사업에 참여하는 것이 거의 불가능하다고 판단됨. 먼저 전액 정부예산으로 항공관제시스템의 핵심이 되는 시스템을 개발하는 것이 선행되어야 함

○ 연구개발 기간 및 예산

- ▷ 기간 : 7년 (1단계 4년)
- ▷ 예산 : 310억원 (1단계 145억원) (전액 정부 연구개발비)

○ 활용방안

- ▷ 항공관제시스템 핵심기술의 국산화를 통한 기술자립
- ▷ 향후 항공관제시스템의 구매설치사업 수행시 시스템 도입비 저감
- ▷ 운용/유지비 저감 및 필요한 시기에 관제기관에서 요구하는 내용의 수정/보완 가능
- ▷ 향후 설치장소에 적합한 시스템을 구축하는 상용화 개발을 (사용자 요구 사항 반영 등) 통하여 시장진출이 가능하며 이 상용화 과정에서 국내 기업 참여가능
- ▷ 국제적으로 발전해 나가는 차세대 항행기술의 적용이 필요할 때, 즉 차세대 항공통신, 항법 및 감시시스템 등을 관제시스템에 통합할 필요 발생 시, 국산화된 통합정보처리시스템에 대한 적용이 용이함
- ▷ 국가적인 관제기술의 향상을 통하여 동등한 수준에서 국제협력 가능 및 국제기구에서의 역할 증대

제 10 장 참고문헌

- [1] 한국개발연구원, “예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 연구(제3판)”, 2001.12
- [2] 한국개발연구원, “예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 수정·보완 연구(제4판)”, 2004.12
- [3] 한국개발연구원, “공항부문사업의 예비타당성조사 표준지침 연구(개정판)”, 2001.12
- [4] 한국개발연구원, “국가환경종합정보시스템 구축사업 예비타당성 조사 보고서”, 2004.7
- [5] Michael S. Nolan, Fundamentals of Air Traffic Control. Purdue University
- [6] Milovan S. Brenlove, The Air Traffic System – A Commonsense Guide, Iowa State Press, 2003
- [7] Alexander T. Wells, Air Transportation – A Management Perspective, Thomson Brooks/Cole, 2004
- [8] Norman Ashford, Airport Engineering, A Wiley–Interscience Publication, 1992
- [9] Christopher D. Wickens, The Future of Air Traffic Control – Human Operations and Automation, National Academy Press, 1998
- [10] National Airspace System Operational Evolution Plan, Version 5.0, Federal Aviation Administration, 2002
- [11] FAA Publications, Air Traffic Handbook, 1989
- [12] FAA Publications, ARTS–III Data Systems Personnel Course, 1982
- [13] FAA Report AV–2003–058, FAA Needs to Reevaluate STARS Costs and Consider Other Alternatives
- [14] Braff, R., Self Delivery Terminal Area Control Concept Using MLS, MITRE Technical Report, MTR–6820, 1975
- [15] Mohleji, S.C., Rate Independent Metering (RIM) – Concept for Intergrated Separation Assurance and Traffic Flow Planning, Proceedings

- of the 37th Air Traffic Control Association Annual Meeting, Atlantic City, NJ, 1992
- [16] Air Traffic Management: Revolutionary Concepts that Enable Air Traffic Growth while Cutting Delays, Boeing Company, 2001
 - [17] Future Flight, Special Report 263, Transportation Research Board, 2002
 - [18] Erzberger, H., The Automated Airspeed Concept, 4th USA/Europe ATM R&D Seminar, 2001
 - [19] Dugong, Vu, et al., Sector-less Air Traffic Management, 4th USA/Europe ATM R&D Seminar, 2001
 - [20] FAA Aerospace Forecasts, Fiscal Years 2003-2014, FAA-APO-03-1, 2003
 - [21] 이근태, “항공교통관제시스템 발전방향”, 항공진흥, 제36호, 2004
 - [22] 항공안전본부 홈페이지 (<http://www.casa.go.kr>)
 - [23] 항공교통센터 홈페이지 (<http://acc.moct.go.kr>)

부록 A. 과제 공모를 위한 RFP

연구과제명	항공관제용 통합정보처리시스템 개발
1. 연구 목표	○ 항공관제용 통합정보처리시스템 개발 ○ 시범운용을 통한 시험평가 ○ 항공관제용 통합정보처리시스템 표준화
2. 연구 필요성	☐ 연구의 필요성 ○ 항공관제시스템은 항공기 운항지역에서 항공기 간의 충돌과 항공기와 장애물 간의 충돌을 사전에 방지함과 동시에 항공기들의 운항 상태를 촉진시키고 항공 교통의 질서를 유지하기 위한 항공교통 기반 시스템임 ○ 국내 운용되고 있는 항공관제시스템은 모두 외국에서 도입된 것으로서, 해외 구매에 따른 기술 종속, 시스템 도입비 과다 지출, 운용/유지비 증가 등의 문제가 있음. 또한 국제기준변경에 따른 수정/보완, 차세대 항공통신 및 감시시스템의 통합 필요 발생 시, 해외에 전적으로 의존하여야 하는 현실임. 이를 극복하기 위해, 항공관제시스템의 국산화에 대한 국가적 필요가 제기되고 있음 ○ 항공관제시스템은 차세대 항행시스템 (CNS/ATM)의 핵심요소로서, 기존 레이다 뿐만 아니라 차세대 항공통신 및 감시시스템 (CPDLC, ADS-B, Mode-S, ATN, AIDC 등)을 통합하는 방향으로 발전해가고 있음 ○ 항공기술 선진국에 비하면 우리나라가 후발주자이기는 하나, 항공기 개발 기술과 달리 차세대 항행시스템의 기초·기본기술인 IT 기술은 우리나라가 보유하고 있는 강점 기술임 ☐ 국내외 기술동향 ○ 국내 기술 동향 ▷ 국내에는 현재 인천비행정보구역(FIR)을 담당하는 항공교통센터 (ACC)를 중심으로, 접근관제를 담당하는 14개 접근관제소 및 24개(민간 15, 군 9) 공항관제탑이 해외에서 도입한 시스템으로 운영되고 있음 ▷ 항공관제시스템 국내 도입 시, 이에 대한 기술 이전은 운용 및 정비 분야 위주로 제한적이었음. 전체적으로 연구개발에 필요한 기술, 인력, 인프라 등은 존재하나, 항공관제시스템 설계, 통합, 시험평가 관련 경험 및 기술은 부족함 ○ 국외 기술 동향 ▷ 항공 선진국을 중심으로 자국 기술 부각 및 시장 선점을 위해 차세대 항공교통관리시스템 대한 연구개발이 국가 주도적으로 진행되고 있음 ▷ ICAO는 "Global ATM"이라는 비전 설정을 통하여 CNS 기술이 기반된 차세대 항공교통관리 시스템의 설계 및 개발 목표를 제시함으로써 항공교통

	량을 획기적으로 증대시키고 사고 위험성을 현저하게 낮춘 차세대 ATM 시스템의 전 세계적인 구축을 추진하고 있음 ▷ 미국은 중장기 전략으로 국가공역체계(National Airspace System) 현대화 계획을 수립하고 FAA, NASA, MITRE의 주도하에 산업체, 학계가 공동으로 항공교통관리를 포함한 차세대 항행시스템 관련 기술 개발을 추진 중임 ▷ 유럽은 통합기구인 EUROCONTROL을 중심으로 영내 국가들이 공동으로 구축계획을 수립하고 협력 연구개발 사업 및 시범구축 사업을 활발히 추진 중임
3. 연구 내용	○ 연구개발 내용 요약 ▷ 항공관제용 통합정보처리시스템 개발 ▷ 시범운용을 통한 시험평가 ▷ 항공관제용 통합정보처리시스템 표준화 ○ 항공관제용 통합정보처리시스템 개발 ▷ 개발 대상 시스템 - 감시 자료 처리 시스템 - 감시 자료 우회 처리 시스템 - 비행 자료 처리 시스템 - 시뮬레이션 시스템 - 감시/비행자료 외부 인터페이스 처리 시스템 - 현시 시스템 시제품 ▷ 시스템 요구 사항 일반 - 개방형 시스템 (Platform, OS) - 분산 처리 시스템 - Fault Tolerant 시스템 - 호환을 위해 동일 사양의 컴퓨터 시스템 사용 - 상용화/전문화된 소프트웨어 개발 도구 사용 - 산업 표준 통신 시스템/프로토콜 사용 - 신뢰성, 가용성, 안전성 분석 적용 - 감시자료/비행자료 처리 삼중화(운용, 운용대기, Cold Standby) - 네트워크 이중화 - 온라인 상태에서 유지 보수 가능 - 접근 제어, 사용자 인증 처리 ▷ 감시 자료 처리 기능 - 최소 30개 레이더 사이트, 1,200대 동시 항적 자료 처리

- 단일 레이더 추적 (Mono-Radar Tracking) 및 다중 레이더 추적 (Multi-Radar Tracking) 처리
- 다중 센서 정보 통합 처리 (기존 레이더 자료 이외에 차세대 감시장비 정보 통합)
- 감시 정보에 기반한 비행 관련 시스템 경보 정보 처리
- ▷ 비행 자료 처리 기능
 - 비행 계획 자료 관리
 - 비행계획 자료 생성, 갱신, 유효성 검사
 - 최소 5,000대 비행계획서 동시 처리
 - 최소 25,000대 반복비행계획서 처리
 - 비행계획에 근거한 비행 궤적 예측
 - 감시 정보와 비행 계획 자료의 중첩
 - 메시지 관리 및 데이터베이스 관리
 - 시스템에 전달되는 모든 메시지 저장, 처리, 전송
 - 항공고시보(NOTAM) 및 기상 전문 처리 (AFTN, FDT, 데이터베이스로부터 전송)
 - SSR 코드 발부
 - 현시기 및 비행계획서 출력용지에 RVSM 적용 항공기 표시
 - RNP (RNAV) 기능
 - 감시 정보 및 비행계획 정보 통합에 의한 시스템 경보 정보 처리
- ▷ 차세대 항행장비 확장성
 - 항공기-항공관제시스템 간 데이터링크 규격 연구
 - 기존 레이더와 차세대 감시정보 데이터 퓨전 방안 연구
 - 미래 CNS 장비 통합 방안 연구 (항공종합통신망(ATN) 등)
 - 차세대 감시정보로서 ADS-B, Mode-S 통합 처리
 - 조종사-관제사 데이터통신(CPDLC) 적용
 - 항공관제정보교환망(AIDC) 연동
- ▷ 관제 정보/경고 처리 기능
 - 감시 정보에 기반한 비행 관련 시스템 경보 정보 처리
 - 충돌 경보 (STCA, Short Term Conflict Alert)
 - 최저 안전 고도 경보 (MSAW, Minimum Safe Altitude Warning)
 - 접근 비행로 감시 경보 (APM, Approach Path Monitoring)
 - 위험 구역 침범 경보 (DAIW, Danger Area Infringement Warning)
 - 항공기 피납/통신두절/비상 정보(코드 7500, 7600, 7700)
 - 감시 정보 및 비행계획 정보 통합에 의한 시스템 경보 정보 처리

- 항로 감시 경보 (RAM, Route Adherence Monitoring)
- 허가 고도 이탈 경보 (CLAM, Cleared Level Adherence Monitoring)
- 상공 도착 예정 시간 (ETO, Estimated Time of Overflight) 보고
- 위치 보고 미 접수 (MPR, Missed Position Report) 보고

▷ 감시 자료 우회 처리 기능

- 감시 자료 처리 시스템의 고장에 대비하여 감시 자료 수신하고, 항적을 생성시켜 이를 현시 시스템으로 제공
- 감시 기능 및 비행 계획 자료와의 중첩 기능 유지
- 경고 생성 능력을 포함한 일부 기능 미 포함 가능

▷ 시간 동기화 기능

- GPS 위성으로부터의 시간 신호 수신 및 다른 서브시스템의 시간 동기화
- 외부 시스템으로 시간 정보 제공

▷ 시뮬레이션 시스템

- 시스템 개발/시험과 관제사 교육훈련 목적
- 감시 자료, 비행 자료 등 관제시스템의 입력 자료 생성
- 항공기 항적 생성을 위한 모의 조종사 (Pseudo Pilot) 기능

▷ 감시/비행자료 외부 인터페이스 처리 시스템

- 레이더 자료 포함 감시 자료 전처리
- 비행 자료 처리를 위한 포맷 정규화
- 기 운용 외부 인터페이스와 연동
- 차세대 항행장비와의 연동

▷ 현시 시스템 시제품

- 개발된 통합정보처리시스템의 검증 및 시험용 시스템
- 운용 콘솔(공중 상황 현시 콘솔, 비행 자료 현시 콘솔)의 시제품
- 공중 상황 현시 기능
 - 공역상에서 추적된 항적의 감시정보 및 비행계획정보 동시 현시
 - 지도 자료 현시 (지형, DAIW 경보지역 등 포함)
 - 경보 및 경고 현시
- 비행 자료 현시 기능
 - 비행 계획 자료 현시
 - 항공 고시보 (NOTAM) 전문 검색 및 기상 전문 검색
 - 전자 스트립 정보 처리 (비행계획 상태, 관제 섹터, 비행 특성)

○ 시범 운용을 통한 시험평가

	▷ 시험 평가 기술 개발 (국제 표준 조사 등) ▷ 실제 레이더 및 비행계획 자료를 활용하여 시범적으로 개발 시스템을 운용함으로써 성능 입증 ▷ 접근 관제 레이더 1개 이상, 항로 관제 레이더 1개 이상으로부터 데이터 확보하여 적용 ▷ 최종 결과물의 실제 적용 가능성 제고를 위한 시험평가방안 및 품질보증 계획을 시스템 설계 단계에서 구체적으로 제시 ○ 항공관제용 통합정보처리시스템 표준화 ▷ 구성 시스템의 모듈화 ▷ 핵심 구성 시스템 인터페이스 표준화 - 감시 자료 처리 시스템 - 비행 자료 처리 시스템 - 감시/비행 자료 외부 인터페이스 처리 시스템
4. 연구 추진방법	
☐ 추진전략	○ 기존 장비 운용 경험 및 기술 자료 활용 추진 ▷ 초기 개발단계부터 실수요자의 요구를 엄격히 반영하여 활용성 극대화 ▷ 국내 보유 시스템 운용/정비 경험 및 기술 자료 활용 ▷ 체계종합 기술 및 유사 시스템 개발 능력 활용 ▷ 관제사, 정비/운영자에 의한 시스템 검증 ○ 기술 격차 해소 및 개발 위험성 감소를 위한 방안 제시 ▷ 항공선진국과의 연구협력 체제구축을 통한 국제연구교류의 활성화 추진 ▷ 해외전문기관을 활용한 해외기술조사, 기술연수 및 기술도입, 공동연구 등 추진 ▷ 시스템/소프트웨어 요구 규격 개발을 위해 연구개발 경험이 많은 해외전문기관과의 용역 추진 ○ 국내외 기술 표준 개발 방향에 부합되도록 추진 ▷ 미래 지향적 국제 기술수준에 부합하는 연구개발 수행 ▷ 관제 알고리즘, CNS/ATM 확장성 등에 대한 학계 연구 활동 활용 ▷ 항공관제시스템 주요 시스템 및 인터페이스에 대한 국내 표준화 추진
☐ 추진체계	○ 산·학·연 역할분담 및 공조체제에 의한 연구개발 추진체계의 효율화 ○ 기술 격차 해소 및 개발 위험성 감소를 위한 해외 기술 협력 추진 ○ 공공 기관 지원 활용

5. 연구기간 및 소요예산	○ 사업기간 : 2007 ~ 2014 (7년) ▷ 1단계 : 4년 ▷ 2단계 : 3년 ○ 소요예산 : 310억원 ('07년 28.45억원) ▷ 1단계 : 145억원 ▷ 2단계 : 165억원
6. 기타	※ 1단계 사업 종료 후 연구개발 성과물 ▷ 감시자료처리시스템 및 현시 콘솔 ▷ 교육/훈련/개발용 관제 시뮬레이터

부록 B. 제안서 평가 기준

기준항목	세 부 항 목
연구개발목표 (10점)	최종목표 및 연차별 목표의 적절성·타당성(5점)
	년도별 성과지표 및 달성목표 설정의 적절성(5점)
연구개발내용 (25점)	최신 동향분석 및 사전계획의 충실성(10점)
	목표달성을 위한 연구내용의 구체성(15점)
추진전략 및 계획 (20점)	연구방법의 적정성, 구체성, 타당성(5점)
	다학제간 연구진 구성 등 추진체계 및 전략의 적절성(10점)
	연구개발비 편성의 적절성(5점)
연구수행능력 (25점)	연구책임자의 전문성 및 기획·관리능력(10점)
	연구팀 구성의 적정성 및 전문성(5점)
	연구기기·장바·시설 구축 수준 및 활용성(5점)
	연구관리시스템 및 지원시스템의 적절성(5점)
연구성과 활용방안 (20점)	활용계획의 적절성 및 구체성(10점)
	연구결과의 활용 가능성(10점)
과제제안요구서(RFP)와 의 부합성 평가	과제제안요구서와 신청연구개발계획서의 부합성 여부 정 성평가(평가위원 반수 이상 부합하지 않는 것으로 판정시 탈락)

부록 C. 1차 자문위원회 회의록

항공관제시스템 개발 기획 1차 자문위원회 회의록

1. 회의 개요

- 목 적 : 항공관제시스템 개발 기획 자문
- 일 시 : 2007.7.26 16:00~18:30
- 장 소 : 항공추진1동 3층 회의실
- 참석자
 - 김도현 (한서대학교)
 - 김성희 (한국전자통신연구원)
 - 정덕조 (국방과학연구소)
 - 천기진 (LIG 넥스원)
 - 이대성, 염찬홍, 김동민, 전대근, 송재훈 (한국항공우주연구원)
 - 조장훈 (KAIST)

2. 기획 중간 결과 발표

- 항공관제시스템 개발 기획 RFP 설명
- 항공관제시스템 개발 기획 중간 결과 발표
 - 기획 연구 개요
 - 기획 연구 개요
 - 기획 연구 수행 체계
 - 기획 연구 추진 시나리오
 - 기획 연구 추진 경과
 - 기획 연구 수행 경과

- 항공관제시스템 개요
- 연구개발의 필요성
- 국내외 기술동향 및 SWOT 분석
- 연구 방향 및 목표 설정
- 연구 개발 내용 정의
- 연구 개발 내용 검토
- 연구 추진 전략 및 추진 체계 수립
- 연구 기간 및 예산 산정
- 성과 목표 및 지표 설정
- RFP 요약 및 현안
 - RFP 요약
 - 현안
- 항공관제시스템 개발 본 과제 RFP 초안 설명

3. 자문 결과

□ 연구 방향 및 목표

○ 연구 목표

- 항로 관제 시스템은 레이더 관제 시스템 중 하나임. 항로관제 시스템은 접근 관제 시스템 또는 비행장 관제 시스템과 차이 (SSR 코드 발부를 포함한 FDP 일부 기능)가 있으나, 시스템이 하는 역할은 기본적으로 다른 레이더 관제 시스템과 동일함
- 향후 활용도 등을 고려하여, 항로관제시스템으로 명명하여 범위를 지정하기 보다 레이더 관제 시스템 또는 항공 관제 시스템으로 과제명을 설정하는 것이 타당할 것으로 판단됨
- 흔히 접근 관제로 한정된 시스템 명칭으로 알려진 ARTS (Automated Radar Terminal System)는 레이더 관제 시스템을 의미하는 용어로서, 접근 관제 시스템 보다 넓은 범위의 시스템임 (여기서 Terminal은 Terminal 관제의 의미가 아

님)

○ 기술 개발 또는 시스템 개발

- 안전본부의 기본 입장은 기술 개발이 시스템의 형상으로 구현되어야 한다는 것
- 기술 개발을 목표로 할 경우 기술에 대해 상세히 분류하고, 이를 RFP에 반영하여야 하며, 시스템 개발이 목표인 경우 시스템에 대한 사양이 제시되어야 함
- 현재 기획 내용은 기술 개발과 시스템 개발이 혼합되어 있는 형태임
- 기존 인천 ACC 도입 시 배포되었던 RFP를 확보하여 검토할 필요 있음

○ 핵심이 되는 서브시스템만 개발하는 방안 검토

- 기존 시스템과의 인터페이스가 가능하기 위해서는 소프트웨어 소스 코드를 포함한 기존 시스템의 모든 자원이 가용해야 하지만 실제로는 그렇지 못한 실정임
- 현재 운용되는 시스템은 전체로서 의미가 있는 것으로서, 소스코드 한 줄만 수정하여도 전체 시스템에 대한 제작자의 책임이 없게 되는 상황에서, 현재 운용되고 있는 시스템의 특정 부분만을 국산화 개발하는 것은 의미가 없음

□ 연구 개발 내용

○ 시험평가

- 시험평가 주체, 근거에 대한 정의 필요함
- Quality를 평가할 수 있는 정량화된 기준 정립 필요함. Transaction System이므로 정량화 가능할 것으로 판단됨
- 현재는 기획 단계이므로 시험평가와 관련한 가이드라인만 RFP에서 제시할 수 있도록 하고, 시험평가의 기준, 주체 등은 제안서를 통해 제안될 수 있도록 하는 것이 타당함
- 현재까지 파악한 바로는 국내 도입 운용되고 있는 장비들에 대한 표준화된 규격 또는 시험평가 기준은 없으며, 기능에 대한 관제사의 요구조건에 대한 수락 시험만 있었던 것으로 추

정됨

- 물론 소프트웨어를 개발하는 과정에서 표준화된 시험평가 기법은 당연히 적용되어야 할 것임

○ 요구도

- 외국 또는 군과의 상호 운용성 고려 필요함. 현재로서는 군 MCRC와의 데이터 상호 교환 가능성은 불확실하며, 외국과의 인터페이스는 항로 관제의 경우 당연히 고려되어야 할 것으로 판단됨
- 차세대 항행장비 확장성에 대한 요구도는 보다 구체화되어 기획 연구 결과로 제시되어야 할 필요가 있음. 즉 어떤 범위까지 시스템에 반영되어야 할 지 정의 필요

○ 국내 기술 수준

- 국내 기술 수준 검토는 가능하다면 구성 모듈에 대한 단위 수준으로 수행되는 것이 타당함. 이를 통해 부족 기술에 대한 해외 협력 내용을 구체화할 수 있을 것임
- 정리된 국내 기술 수준에 대한 근거, 기준이 부족함. 일반적으로 알려진 기준에 의하면, 기술 수준 60% 이상일 경우, 개발이 가능함. 현 국내 기술, 인력, 인프라 수준은 Application 단계의 기술만 다소 부족할 뿐 전체적으로 우수한 수준임
- 국방과학연구소에서 국내 기술수준 조사를 수행한 바 있으며 이를 참고자료로 활용할 수 있을 것임

○ 연차별 목표

- 기존 건교부, 산자부 과제의 사례에 비추어, 연차별 목표는 제안의 유연성을 떨어뜨리므로 RFP에 최종 목표만 제시하고 연차별 목표는 제외하는 것이 타당함. 보고서에만 반영하는 방안 검토 필요
- 국방부는 사전에 연차별 목표를 정한 후, RFP에는 해당 내용을 제외한 상태로 제안서를 받은 다음, 기 정의한 연차별 목표를 제안서 평가 시 활용하는 형태임. 참고로 정보통신부 과제는 연차별 목표와 예산을 상세히 기술하여 이에 따르도

록 요구하는 것이 원칙임

○ 기술 개발

- Multi-Radar Tracking과 같은 축적된 경험에 바탕을 둔 해외 기술의 경우 특허 등을 고려하여 신중히 접근해야 함

□ 연구 추진 전략 및 체계

○ 추진 전략

- 국가 인프라 성격의 시스템 개발 사업이므로 국가 주도하에 진행되어야 함. 이를 바탕으로 기업 및 학교가 참여 가능하도록 하는 유인책이 필요하며, 이를 위해 예산 100% 전액을 정부가 투자하는 방안이 바람직함
- 단계별 개발도 고려할 필요가 있음 (예를 들어 첫 3년간은 정부 100% 투자를 통한 기술 개발, 이후 2년은 기업 투자를 통한 시스템 개발)
- 정부 100% 투자의 경우, 참여 기업 없이 주관 기관의 주관 하에 용역 형태로 기업이 참여하는 것이 타당함. 이 경우 지적 재산권은 주관 기관으로 귀속되고, 기업은 이에 대한 어떠한 권리도 없음

○ 추진 체계

- 업무 체계도는 반영하였으나, 조직 체계도는 현재 반영되어 있지 않음
- Top Level의 조직 체계도를 RFP에 반영하는 것도 고려해 볼 것

○ 국외 협력 필요성에 대한 검토

- 국내에서만 독자 운용 시스템을 목표로 하지 않음
- 또한 기존 운용되고 있는 해외 도입 시스템에 대한 교체가 우선적인 목표임
- 이에 더불어 시스템 문제 발생 시 대형 사고로 이어질 수 있는 중요 국가 시설이므로 검증된 해외 기술력을 활용하는 것도 하나의 방법임
- 최종 목표는 기술 자립화여야 함

□ 연구 기간 및 예산

- 하드웨어 발전 속도를 고려하여, 하드웨어 선정 시기는 되도록 뒤로 미루는 방안 검토 필요. 이 경우 하드웨어 발주 이전 개발은 Simulation Test Bed 수준으로 개발
- Embedded System의 경우 소프트웨어/하드웨어 예산 비율은 6:4 정도로 추정됨 (제시된 항공관제시스템 기술 개발 추정 예산 비율은 대략 7:3 수준임)

부록 D. 2차 자문위원회 회의록

항공관제시스템 개발 기획 2차 자문위원회 회의록

1. 회의 개요

- 목 적 : 항공관제시스템 개발 기획 자문
- 일 시 : 2007.7.31 16:00~19:00
- 장 소 : 건국대학교 회의실
- 참석자
 - 박춘배 (인하공업전문대)
 - 강자영, 곽영길, 김정래 (항공대)
 - 이영재, 문창주 (건국대)
 - 안석민 (한국과학기술기획평가원)
 - 임영희, 고재희 (한국공항공사)
 - 염찬홍, 김동민, 전대근 (한국항공우주연구원)

2. 기획 중간 결과 발표

- 항공관제시스템 개발 기획 중간 결과 발표
 - 기획 연구 개요
 - 기획 연구 개요
 - 기획 연구 수행 체계
 - 기획 연구 추진 시나리오
 - 기획 연구 추진 경과
 - 기획 연구 수행 경과
 - 항공관제시스템 개요

- 연구개발의 필요성
- 국내외 기술동향 및 SWOT 분석
- 연구 방향 및 목표 설정
- 연구 개발 내용 정의
- 연구 개발 내용 검토
- 연구 추진 전략 및 추진 체계 수립
- 연구 기간 및 예산 산정
- 성과 목표 및 지표 설정
- RFP 요약 및 현안
 - RFP 요약
 - 현안
- 항공관제시스템 개발 본 과제 RFP 초안 설명

3. 자문 결과

□ 연구 목표 및 내용

- 연구 목표
 - “한국형 항공관제시스템”의 “한국형”은 Generic하고 Global한 형태의 시스템 개발이라는 본 과제 개발 목표와 상충되는 용어임
 - “한국형” 등의 수식어가 삭제된 “항공관제시스템”이 적절함
- 연구 방향
 - 인천 ACC의 경우 록히드의 완성된 제품을 기반으로 개발되었으며, 사용자 요구사항 및 공역에 대한 Adaptation에만 3~4년 소요되었음. 기존 시스템 대체용 시스템 개발에는 상당한 노력이 요구될 것임
 - 본 연구개발 과제의 목표는 제품 개발이 아닌 시제 시스템 개발을 통한 기술 확보이며, 상용화는 별개임. 항공관제시스

템은 Specific한 시스템을 목표로 하기보다는 Generic 시스템 개발을 통한 기술 개발, 시험평가를 통한 검증 등을 최종 목표로 함

- 항공관제시스템 개발의 목적은 제품 개발에 있지 않고 기술 개발에 있음. 시험평가 역시 완벽히 운용되는 시제품에 대한 검증에 목적이 있다기보다는 시험평가 과정을 통해 시험평가 기술을 확보하고, 시스템 개발 기술을 보완하는데 있음
- 공항 관련 소프트웨어 중 ATM이 차지하는 비율은 약 1/3에 상당함. 그 외 주기장 관리를 포함한 항공기 관리 소프트웨어, 네트워크 관련 소프트웨어로 구성됨. 인천 공항 2단계 사업에서는 이들을 묶어 ERP (Enterprise Resource Planning)를 구축할 예정임(면세점 관리 등도 포함). ATM은 ERP에서 핵심이 되는 소프트웨어임. 항공관제시스템 개발은 “레이더 데이터를 이용한 시험기 개발”이라는 개별 시스템 개발 관점으로 볼 것이 아니라 “공항 서비스 제공”이라는 큰 그림에서의 핵심 시스템/기술 개발 관점으로 접근해야 함. 이를 위해 항공관제시스템 핵심 기술 개발과 더불어, 데이터/인터페이스 표준화 및 법제화 등을 포함하는 방안도 검토되어야 함
- 프로토타입 개발은 상품화 전 단계를 의미함. 프로토타입과 상용 제품과의 차별성 정도는 상황에 따라 다르며, 다양하게 해석될 소지가 있음. 상용 제품은 아니라 하더라도 항공관제 시스템 기술 개발의 최종 산출물 중 하나가 시스템이므로 프로토타입이라는 용어는 삭제하거나 다른 용어로 변경하는 것이 바람직함

○ 국내 기술 수준

- 상용화를 위해서는 과제 종료 시 기술 수준이 기존 시스템 대비 100% 운용 가능 수준이 되어야 하므로 이를 고려하여 기술 수준이 정의되어야 함
- 기획 RFP 요구 내용은 선진국 대비 기술 수준이므로, 선진국 대비 기술 수준은 내용에 따라 100% 이하가 될 수도 있고 이상이 될 수도 있을 것임

- 국내 기술 수준은 단순 나열식으로 정리할 것이 아니라, 큰 카테고리(3개 정도)로 먼저 구분하고 정리하여, 본 과제를 통해 어떤 기술을 필수적으로 확보해야 할 것인지를 명확히 보일 필요 있음. 국내 개발을 통해 반드시 확보해야할 가장 대표적이고 중요한 기술은 시스템 설계 기술임

○ 기존 연구와의 중복성 검토

- 발표 자료에서 제시된 항공관제시스템 관련 유사 연구 사례는 항공관제시스템 개발과는 거의 연관성이 없는 연구임. 본 과제와 무관하다는 내용을 추가하거나, 발표자료에서 삭제할 것
- KISTEP 내부에서는 비공개된 자료의 열람이 가능하므로, 조사 의뢰하면 중복성 조사 내용에 대한 보충이 가능할 것임

○ 레이더 데이터 전처리

- ACC용으로 레이더 사이트에서 전송되는 데이터는 기본적으로 Asterix 형태이지만, Asterix의 버전이 여럿이므로 모든 레이더 데이터의 포맷이 동일하지는 않음
- 인천 ACC의 경우 Communication Server를 거쳐 Common Data Format으로 변환한 후 RDP로 전송하는 형태임 (Common Data Format으로의 데이터 포맷 변경은 유코닉스라는 미국 전문업체에서 수행함)
- 공군 레이더 데이터의 Decoding을 위한 장비는 암호를 처리하기 위한 것으로 Communication Server와는 무관함
- ACC가 전송 받는 모든 데이터를 전송 받아 운용시험을 수행할 수 없으므로, 2~3개 정도 레이더 사이트의 데이터만을 공통 포맷으로 변경하는 서버를 시스템 개발 내용에 포함시키는 것이 타당함

○ 시뮬레이터

- 인천 ACC에서 운용되고 있는 시뮬레이션 서버는 초기에는 운용시스템과 결합되어 있었으나, 이후 별도 시스템으로 운용중임. 시뮬레이션 서버를 제외한 나머지 서버는 실제 운용시스템의 서버와 동일함

- 위성 관제 시스템 개발 경험에 비추어 시뮬레이션 서버는 매우 중요한 시스템이며, 개발이 단순하지 않을 것으로 예상됨

□ 연구 추진 전략 및 체계

○ 1안 (1단계, 단일과제, 정부전액투자)

- 현재까지 공항 인프라 관련 R&D는 절대적으로 없었음. 공항 시설 성격상 기업 투자도 현실적으로 어려웠으며, 따라서 대부분 해외 도입에 의존하였음
- 정부가 투자하여 기본 인프라를 구축하고 기업이 투자할 수 있는 기반을 마련하는 것이 중요함. 참고로 국방부, 과기부도 인프라 관련된 연구개발 과제의 경우에는 매칭 펀드를 내지 않음. 정부가 전액 투자하여 향후 기업 참여를 유도하는 것이 타당함
- 현실적으로 가장 타당한 방안이지만, 건교부, 건교평의 입장을 고려할 때, 1안으로 사업화하기는 쉽지 않을 것으로 예상됨
- 기업 투자가 없으므로 상용화 가능성을 높이기 위해 사업화 계획 제시를 RFP에서 요구해야 하는 방안 검토 필요
- 수십년 동안 공항의 모든 시설을 수입하였고, 항공관제시스템 개발 사업에 투자할 기업이 없다는 것은 수익성이 없다는 증거임. 기반 기술 또는 공공 기술 성격이 강하다면, 그에 대한 내용이 부각되어야 함
- 업체 주도가 아닌 정부 주도 사업이어야 하며, 100% 정부 투자로 기업 참여를 유도하고, 이후 사업화를 하여 기업이 본격적으로 상용화할 수 있도록 유도하여야 함
- 수익성이 확보되지 않는 기반/공공 기술 개발 사업으로 정부 100% 투자가 바람직하나, 이 경우 사업화/상용화 없이 시제품 만드는 것으로 끝이 날 가능성도 높음. 따라서 향후 상용화를 위해 본 과제 수행 중 인터페이스를 포함한 시스템에 대한 국내 표준을 제정하고 이를 법제화하는 방안이 강구되어야 함

- 2안 (2단계, 단일과제, 정부투자+기업투자)
 - 상세설계까지의 단계와 제작 단계가 분리되어 있는데, 실제 개발 절차에 의하면, 상세설계 단계에서 제작을 위한 발주를 내어야 하는 경우가 빈번하므로, 현실적으로 개발의 연속성이 떨어짐
- 3안 (1단계, 단일과제, 정부투자+기업투자)
 - 기업 투자가 현실적으로 어려울 것임
 - 정부 투자 분을 인건비로 사용하는 것이 제한되어 있으므로, 소프트웨어 위주 시스템인 항공관제시스템의 경우, 소프트웨어 개발 관련한 막대한 인건비를 사업비에서 집행할 방법이 없음 (즉, 정부 투자 분을 사용 못하고 반납하여야 하는 상황이 발생함)
- 4안 (1단계, 세부과제 분리, 정부투자+기업투자)
 - 항공관제시스템 기술 개발 과제가 차세대 항행시스템 기술개발 과제의 세부과제이고, 세세부과제는 건교평 기준으로 볼 때 가능하지 않으므로 고려 대상에서 제외함
- 기타 고려 사항
 - 항공관제시스템 개발과 같은 복잡한 인터페이스를 가진 분산 시스템 개발의 경우, 시스템 요구 분석 및 규격 개발의 중요성이 매우 큼
 - 시스템 요구 분석 및 규격 개발은 그 중요성을 고려할 때, 주관연구기관이 아닌, 경험을 가진 별도 전문기관이 수행해야 할 필요 있음. 따라서 장기적인 계획 하에 컨설팅을 포함하여 개발 및 제품화 판매 경험이 많은 해외 전문 기관에 용역을 의뢰하여 수행하는 방안이 타당함
 - 수익성을 정확히 판단하기 위해서는 국내 도입 장비에 대한 유지 보수 비용에 대한 검토도 필요할 것으로 판단됨 (산정은 가능하지만 시간이 많이 소요될 것으로 예상되어 기획과제 기간 내에는 힘들 것임)
 - 공사의 항공관제시스템 유지 보수 관련 정부 예산 자료를 획득하여 검토하는 방안 고려 필요

□ RFP 검토

○ RFP 수준 (물품발주용 vs. 연구개발용)

- 물품 발주 사업 시에 사용되는 RFP에는 계약 방식, 임무 기능을 포함한 과업 범위, 시스템 상세 요구사항, 품질 보증, 인터페이스 요구도, 프로젝트/소프트웨어/시스템 관리 방안 등이 포함되는 것이 일반적임 (안전, 보증, 계약 등의 내용이 중요함)
- 연구개발 과제의 경우, 구체적인 개발 모델을 요구 조건으로 제시하는 것은 연구개발의 유연성을 떨어뜨려, 연구 개발의 제약 요소로 작용할 수도 있음. 연구개발용 RFP에서는 Top Level 요구도만 제시하고, 방법론은 개발자가 제안하는 형태로 해야 함. 체계 규격서, 시험평가 계획서 등 역시 개발자가 제안하는 것이 타당함. 예를 들어 품질 보증 방안의 경우 RFP에 품질 보증 관련 상세 요구 사항을 기술하기 보다는 “품질 보증 방안 제시”를 요구 사항으로 기술하는 것이 타당함
- 연구과제의 구체적인 내용에 대해서는 향후 본 과제가 진행되는 동안 운영 위원회, 평가 위원회 등을 통해 지속 보완할 수 있음
- 단, 개발 예산 관련 Critical 한 부분에 대해서는 규격서, 품질보증 등과 관련된 내용들도 반영하도록 해야 함
- 본 과제 수행 기관 선정 평가를 위한 기준은 별도로 제시되어야 함

○ 시스템 구성

- RFP 초안에 기술되어 있는 시스템 구성은 너무 상세한 구성품 레벨이므로 삭제 고려 필요함. 대신 시스템 구성의 핵심 내용, 예를 들어 이중화, 삼중화 시스템 등의 내용만 요약하여 요구 사항으로 반영 필요

부록 E. 3차 자문위원회 회의록

항공관제시스템 개발 기획 3차 자문위원회 회의록

1. 회의 개요

- 목 적 : 항공관제시스템 개발 기획 자문
- 일 시 : 2007.8.6 16:00~19:30
- 장 소 : 건국대학교 회의실
- 참석자
 - 박춘배 (인하공업전문대)
 - 강자영 (항공대)
 - 이영재, 문창주, 강태삼 (건국대)
 - 최종수 (충남대)
 - 김태희 (한국건설교통기술평가원)
 - 안석민 (한국과학기술기획평가원)
 - 하태옥 (항공안전본부)
 - 송길호 (항공진흥협회)
 - 염찬홍, 김동민, 전대근 (한국항공우주연구원)

2. 기획 결과 발표

- 항공관제시스템 개발 기획 결과 발표
 - 기획 연구 개요
 - 기획 연구 개요
 - 기획 연구 수행 체계
 - 기획 연구 추진 시나리오
 - 기획 연구 추진 경과

- 기획 연구 수행 경과
 - 항공관제시스템 개요
 - 연구개발의 필요성
 - 국내외 기술동향 및 SWOT 분석
 - 연구 방향 및 목표 설정
 - 연구 개발 내용 정의
 - 연구 개발 내용 검토
 - 연구 추진 전략 및 추진 체계 수립
 - 연구 기간 및 예산 산정
 - 성과 목표 및 지표 설정
- RFP 요약 및 현안
 - RFP 요약
 - 현안
- 1차/2차 자문위원회 회의 결과 요약 설명
- 항공관제시스템 개발 본 과제 RFP 초안 설명

3. 자문 결과

□ 자문 결과 요약

- 차세대 항행 장비 확장성
 - 차세대 항행 장비 확장성 범위 및 통합 구현 방법에 대한 명확한 규정 필요
 - 차세대 항행 시스템 확장성 관련 기능은 RFP 본문 및 그림에서 별도 항목으로 구분할 것
- 연구과제명
 - 항공관제시스템으로 하되, 구체적인 과제 범위(접근관제+향로관제)를 나타내는 부제목 추가
- 추진 전략
 - 예산 확보 등이 문제가 된다면 항공관제시스템 핵심 서버 개발 및 표준화를 연구개발 과제로 수행하고, 사용자 인터페이스

성격이 강한 콘솔 등의 서브시스템은 표준화된 결과를 바탕으로 용역 개발 (연구개발 과제와 별도)하는 방안도 검토 필요

○ 기타 RFP 수정 사항

- 아래 자문위원 토의 내용 참조

□ 자문 위원 토의 내용

○ 강자영 교수

- 연구 목표가 차세대 시스템 개발이라면, 현재 RFP 내용만으로는 불충분함
- 차세대 항공관제시스템 개발을 목표로 할 경우, Free Flight를 고려한 4~5년 후의 미래 장비도 포함될 수 있도록 시스템을 구성하여야 함

○ 박춘배 학장

- 차세대 항행 장비에 대한 확장성 보유가 목적이라면, 차세대 항행 장비의 범위를 명확히 규정하여 기술하여야 함

○ 하태옥 사무관

- RFP에 포함된 차세대 시스템에 대한 내용(ADS-B, Mode-S 등)만으로는 불충분함
- 현 RFP의 내용은 '98년 현시스템에 사업추진시 작성된 RFP에 차세대 항행장비 관련 용어 몇 개만 추가 나열된 형태임. 따라서 현재 작성예정인 RFP는 2012년 이후 사용할 것이므로 구체적인 내용 및 성능구현 방법을 기술하여야 하며, 기술기준이 확정되지 않는 사항은 개발중에도 신기술을 인터페이스할 수 있는 방법이 강구되어야 할 것임

○ 강자영 교수

- 현재 운용중인 Classic한 기능과 미래 기능을 구분하여 시스

템 구성도에 반영할 필요 있음

- RFP 내 그림은 Functional Block Diagram 형태가 타당함

○ 박춘배 학장

- 현재 항공관제시스템은 단 방향으로 감시데이터를 처리함
- 항공기와 항공관제시스템 간의 양방향 입출력 데이터(데이터 링크)는 국제 표준화가 진행되어 있지 않은 상태임
- 향후의 규격에 대해 예측하고 이에 대비한 데이터 처리 시스템 구축 필요
- 차세대 항행 관련 기능을 시스템 구성에서 별도로 구분 필요
- 3. 연구 개발 내용에 RDP, FDP와 동등한 수준으로 차세대 항행장비 관련 내용 추가 필요
- RFP 첫 페이지의 레이더는 제작 하는 것으로 오해 가능하므로 기존 시스템을 사용한다는 명확한 기술 필요

○ 안석민 박사

- 과제의 목표가 시스템의 국산화인지 혹은 기술의 국산화인지를 명확히 할 필요 있음
- 목표를 단순화할 필요가 있으며, 국산화라는 표현이 있어야 함. 국외 의존 기술을 국산화 하는 것으로 목표를 기술할 것을 제안함

○ 하태욱 사무관

- 실용화 가능한 시제품 개발이 목표이어야 함

○ 박춘배 학장

- 시제품을 시범 개발하여 국산화 기술을 확보하는 것이 목표이어야 할 것으로 판단됨

○ 강자영 교수

- 과제의 목표를 간략하게 표현할 것을 제안함

○ 안석민 박사

- 항공관제시스템이라는 용어가 과제 목표로서 적당한지 검토 필요함
- 항공관제는 항로/접근/비행장 모두를 포함하는 개념으로 오해 가능하므로 명확한 용어 선택이 요구됨

○ 김태희 실장

- 과제의 범위를 명확히 구분 지을 필요 있음
- 과제 제목을 구체화하거나, 과업의 범위를 명확히 하지 않을 시 중복성 논란의 여지 있음

○ 하태옥 사무관

- 관제는 일반적으로 항로관제, 접근관제, 비행장관제로 부르고 있으며, 관제탑에서 가시거리 상태에서 이루어지는 비행장관제는 R&D 연구과제인 항공관제에서 제외되는 것이 바람직함

○ 안석민 박사

- 기술적 관점에서는 이해될 수 있으나, 과제 관점에서는 어려워질 수도 있으므로 명확히 할 필요 있음

○ 송길호 실장

- 영어 제목의 ATCS(Air Traffic Control System)는 너무 포괄적임
- ATCS는 일반적으로 공항관제도 다 포함하는 개념임
- ARTS로 사용할 것을 제안

○ 하태옥 사무관

- FAA는 ARTS 개념을 사용하지만 ICAO는 다름
- 최초 요구대로 접근관제, 항로관제를 모두 포함하는 용어가

되어야 함

○ 송길호 실장

- ARTS로 우선 진행하고 세부 수행과정에서 접근+항로로 하는 것이 타당해 보임
- ATCS로 하면 다른 모든 것이 포함되어 과제가 무거워짐

○ 김태희 실장

- 포괄적인 제목은 중복성 논란의 여지 있음
- GBAS, 데이터 통신 등의 과제와 연관된 것으로 보여질 수 있음
- 본 보고서에서 관제와 연계된 모든 과제들에 대해 검토하고 상호 연계성에 대해 기술할 필요가 있음
- 항공운행시스템 내 과제 간 연관성도 검토되어야 함

○ 박춘배 학장

- 과제 제목은 그대로 하되, 주제목 이외에 구체적인 과제 범위 (접근관제+항로관제)를 나타내는 부제목을 추가할 것을 제안함 (자문위원 동의함)

○ 김태희 실장

- ARTS는 인천 시스템 2단계 사업에 포함되어 있는 것으로 파악하고 있음

○ 하태옥 사무관

- 인천공항 2단계 사업에 ARTS 구축(증설)사업을 하는 것으로, 본 과제와 관련 없어 보임

○ 김태희 실장

- 장비의 내구연한에 대한 조사 필요함

○ 하태옥 사무관

- 조달청의 물품 내구연한 관련사항은 12년임
- 내구연한 도래 2년 전에 개량사업 여부를 결정하기 위해 관련기관 회의를 하는데, 사용중인 장비의 예비품, 장애이력, 장비의 현 운영상태, 비행검사 내용, 현장 정비사 의견 등을 반영하여 개량(교체)여부에 대하여 결정함

○ 박춘배 학장

- 국내 기술 동향에서 “연구 개발 기술 및 개발 인력이 거의 없는 상황”이란 설명은 연구 인력이 없어 과제 수행이 불가능하다는 것을 의미함
- 연구 인력은 있으나 시스템 통합 기술이 없다고 표현하는 것이 현 실정에서 볼 때 타당함

○ 최종수 교수

- 공항 소음 관리 시스템이 Route Monitoring과 연계된 국외 사례 있음
- 관제 시스템에 소음 관련 시스템 연동하는 방안 검토 필요

○ 안석민 박사

- 공항 소음 관리 시스템은 공항 관련 타과제에 이미 포함된 상태임

○ 하태옥 사무관, 박춘배 학장

- 다른 파트에서 기 수행하고 있으며, 본 과업하고는 별개 사안인 것으로 판단됨

○ 강자영 교수

- RFP 3페이지의 표는 기능에 따라 구분하는 것이 타당함
- 단위와 수량은 RFP 상에서 결정할 문제가 아니라 개발자가 설정할 것으로 구체적인 장비 대수는 중요하지 않음

○ 송길호 실장

- 지도 자료 현시가 Video Mapping을 의미한다면 영어로 병기 필요
- 유럽에서 신중히 검토하고 있는 내용인 TCAS RA Downlink 기능에 대해서도 고려 필요함 (항공기 간 충돌 정보가 조종사 뿐만 아니라 관제시스템에도 표시되어 관제사가 그 정보를 파악할 수 있음)

○ 하태옥 사무관

- 인천 ACC 기준 요구 수치 개선 필요, 현 RFP 자료는 10년 전 도입 장비 기준이므로 2012년 이후 교통량 등을 감안하여 현실적인 수치로 상향 조정 필요함
- 최대 20개 레이더, 최대 1000대 동시 항적 데이터 처리, 최대 4,000대 비행계획서 동시처리 및 최대 20,000대 반복비행계획서 처리 등

○ 문창주 교수

- 최근 시스템은 클라이언트/서버 방식이 아닌 분산객체로 가는 것이 추세임. “클라이언트/서버 방식의 분산처리 시스템”을 “분산 처리 시스템”으로 변경 필요
- “표준 형상”의 의미가 모호 하므로, “동일 사양의 시스템”으로 표현하는 것이 타당함
- “상용 소프트웨어 (COTS) 제품”은 뒤에 기술된 “상용화/전문화된 소프트웨어” 내용에 포함되는 내용이므로 삭제 필요
- 분산, 개방형 시스템의 경우 보안 문제가 중요함. 인증, 접근 제어 내용을 포함 시켜야 함
- 시스템 개발의 범위를 정확히 규정하여야 함. 대상 시스템이 Generic한 시스템임을 언급하고, 이에 대한 표준 인터페이스를 만드는 방향으로 가야 함

- 박춘배 학장
 - 3.2.1의 “주요서버 및 인터페이스 표준화 추구”를 “주요서버 및 인터페이스 표준화안 제시”로 변경 필요
- 문창주 교수
 - 국내 표준화 고려 시, 국제 표준 + 추가적인 안이어야 하며, 국내 표준은 국제 표준의 Subset이 되면 안 됨
- 하태옥 사무관
 - RFP 내용이 일반적인 형식에 맞게 조정이 필요하며, 내용도 일부 혼재(RDP와 FDP)되어 있어 제목에 맞게 전반적인 정리 및 최소 30~50페이지 정도의 내용으로 구체적 제시 필요 (건교부 및 안전본부 홈페이지 RFP 참조)
- 송길호 실장
 - 비행 계획 자료 처리 기능에 RNP(RNAV) 기능 추가
 - 시스템 요구사항 일반에 정확성, 무결성, 신뢰도 분석 관련 내용 추가
- 박춘배 학장
 - 3.2.8의 디스크형 장치는 최신의 고성능 저장 매체를 의미하는 다른 용어로 대체
- 송길호 실장
 - HMI 내용에 인체 공학적 설계 부분 추가
- 하태옥 사무관
 - 인체공학적 사항이 필요하다면 관련 매뉴얼 제공 가능함
- 박춘배 학장
 - 시험평가용 레이더 개수 규정 필요 (예 : 접근관제 레이더 1개, 항로관제 레이더 1개)

- 송길호 실장
 - 항로 관제 레이더의 경우 8개 군 레이더 중 일부를 받아야 함
- 하태옥 사무관
 - 과업수행상 군 레이더 데이터가 필요하다면 보안 등 관련 필요한 절차를 밟아서 처리하면 될 것임
- 송길호 실장
 - 관제 기구와 관제 기구 간 Hand Over 기능 있어야 함
 - 국내에는 ACC와 접근관제소간 인터페이스가 원활하지 않음
 - 자동 Hand Over 기능은 Simulator로 구현 가능할 것임
- 안석민 박사, 박춘배 학장, 하태옥 사무관
 - 시험 평가 항목의 내용이 상대적으로 적음
 - “시스템 설계 시 시험 평가 방안 구체적으로 제시” 내용 추가
- 하태옥 사무관
 - 시험은 최소 1년 이상 지속되어야 할 것임
- 송길호 실장
 - 비행 점검기를 사용한 성능 입증 추가 고려 필요
- 강자영 교수
 - 품질보증계획 제시에 대한 요구 필요
- 박춘배 학장
 - 4.1 추진 전략에서 “기술 격차 해소 및 개발 위험성 감소를 위한 해외 협력 추진”을 “기술 격차 해소 및 개발 위험성 감

소를 위한 방안 제시”로 변경

○ 김태희 실장

- “기술 인력 양성 추진”은 모든 R&D 과제에 포함되는 내용이므로 삭제 (성과 목표 및 지표에서도 제외)
- 4.2의 추진 체계 첫 번째 내용은 두 번째와 중복이므로 삭제

○ 박춘배 학장

- 관,산,학,연 관련 내용은 “공공 기관 지원이 필요한 사항”이라는 내용을 추가하는 것으로 처리

○ 김태희 실장

- 중복성 검토 철저 필요
- 경제적/기술적 타당성 입증되어야 함
- 420억 지원은 현실적으로 불가능할 것으로 판단됨
- 핵심에 대해서 먼저 수행하고, 전체는 나중에 하는 방안 고려 필요
- 기업의 참여 유도 방안 제시 필요

○ 하태옥 사무관

- 많은 국가 예산을 투입하는 사항이므로 연구로서만 끝나면 안 됨
- 상품화가 가능한 시스템 개발이 되어야 함
- 또한, 국방부, 해수부 등 관제시스템을 이용하는 관련부처등에 대해 사업 시작 전 반드시 중복성 여부에 대한 검토가 필요함
- 업체참여가 안되면 기술이전이 안되므로 대규모 R&D 사업비 투자가 곤란함

○ 강자영 교수

- 상품화 개발은 예산을 집행하는 기관에서도 부담이 됨
- R&D 사업을 통해 기술을 개발하고(기업이 참여할 수도 있음), 이후 인터페이스, 기능 보완 등을 통해 상용화를 진행하는 것이 바람직함. 즉 R&D와 상용화는 별개임

○ 염찬홍 박사

- 업체가 과제에 참여하지 않는다는 것이 아님. 정부 전액 지원 과제일지라도 용역을 통해 업체가 과제에 참여함 (개발 후, 기술 소유권, 기술료 문제 등으로 해결)

○ 박춘배 학장

- 항공관제시스템의 핵심서버(인천 ACC ATCS Block Diagram에서 LAN System을 중심으로 윗부분에 해당)는 정부 100% 투자 하에 연구개발 과제로 수행하고, 콘솔을 비롯한 서브시스템은 본과제와 별도로 용역 개발하는 방안 제안
- 핵심 서버 개발 과정에서 서버 및 인터페이스에 대한 표준화를 수행함
- 콘솔을 비롯한 서브시스템은 사용자와의 인터페이스 성격이 강하므로 핵심 서버와 인터페이스가 표준화되어 있다면, 별도 예산/발주 하에 용역으로 제작 가능
- 별도 예산/발주 하의 용역 실시 여부는 핵심 서버 연구 개발 본과제 진행 중 혹은 완료 후 결정 가능함
- 연구개발 예산 절감 및 실용화 효율성 제고 가능함

○ 하태옥 사무관

- 연구개발 소요 제기 당시부터, 개발 대상 시스템은 인천 ACC급 항공관제시스템이었으며, 개발방식은 과제분리 없이 업체 참여 하에 시제품을 개발 하여, 1년 이상 시범 운용하는 것이었음
- 이 이외 다른 방안은 현재까지 검토된 바 없음

○ 김태희 실장

- 연구 추진 전략은 건교부, 항공안전본부, 건교평, 기타 전문가들의 의견을 종합적으로 수렴하여 운영위원회에서 결정할 예정임
- 업체 참여를 통한 연구 개발이라는 최선책이 현실적으로 어렵다면, 전체가 아닌 핵심 시스템만을 개발하는 등의 차선책에 대해서 면밀히 검토할 필요가 있음

부록 F. 연구개발비 세부 내역

연구개발비 총계

구분		인건비	직접비	간접비	위탁비	합계
1단계 항공관제용 감시정보처리시스템 개발	1차년도	800,914,187	1,564,750,000	399,335,813	80,000,000	2,845,000,000
	2차년도	1,021,486,721	2,416,200,000	509,313,279	80,000,000	4,027,000,000
	3차년도	1,292,206,059	2,036,500,000	644,293,941	100,000,000	4,073,000,000
	4차년도	640,330,976	2,472,400,000	319,269,024	100,000,000	3,532,000,000
	소계	3,754,937,942	8,489,850,000	1,872,212,058	360,000,000	14,477,000,000
2단계 항공관제용 통합정보처리시스템 개발	1차년도	1,342,052,582	3,920,800,000	669,147,418	100,000,000	6,032,000,000
	2차년도	1,359,802,482	3,970,200,000	677,997,518	100,000,000	6,108,000,000
	3차년도	1,250,900,841	2,413,400,000	623,699,159	100,000,000	4,388,000,000
	소계	3,952,755,906	10,304,400,000	1,970,844,094	300,000,000	16,528,000,000
합 계		7,707,693,848	18,794,250,000	3,843,056,152	660,000,000	31,005,000,000

1단계 연구개발사업 (항공관제용 감시정보처리시스템 개발) 연구 개발비

년 차	비 목		품 목	단 가	수 량	소 계	구성비 (%)	비 고 (용도)
1~4차년도	인건비	학술용역 단가	책임연구원	3,498,862	117	409,629,594	2.8%	
			연구원	2,682,877	611	1,638,518,375	11.3%	
			연구보조원	1,793,416	609	1,092,345,583	7.5%	
			보조원	1,345,109	457	614,444,391	4.2%	
			소 계	-	-	3,754,937,942	25.9%	
	직접비	연구기자재 및 시설비	연구개발용기자재	5,000,000	56	280,000,000	1.9%	
			재료비 및 전산 처리관리비	500,000	94	47,000,000	0.3%	
			시작품제작비	-	-	3,339,609,309	23.1%	
		여 비	국내여비	200,000	650	130,000,000	0.9%	
			국외여비	3,300,000	110	363,000,000	2.5%	
		수용비 및 수수료	인쇄/복사/인화/슬라이드제작비	300,000	107	31,950,000	0.2%	
			공공요금	500,000	18	8,875,000	0.1%	
			제세공과금 및 수수료	500,000	25	12,425,000	0.1%	
			사무용품비	150,000	59	8,875,000	0.1%	
			교통통신비	150,000	59	8,875,000	0.1%	
		기술정보 활동비	전문가활동비	150,000	160	24,000,000	0.2%	
			국내외홍보비	-	-	8,000,000	0.1%	
			기술정보수집비	100,000	80	8,000,000	0.1%	
			도서 및 문헌구입비	100,000	80	8,000,000	0.1%	
			회의비	150,000	213	32,000,000	0.2%	
			세미나개최비	200,000	27	8,000,000	0.1%	
			학회/세미나참가비	200,000	27	8,000,000	0.1%	
			원고료, 통역료, 속기료	-	-	-	0.0%	
			기술도입비	-	-	3,600,000,000	24.9%	
			과제관리비	-	-	-	0.0%	
			연구활동비	연구활동진흥비	-	-	563,240,691	3.9%
		소 계	-	-	8,489,850,000	58.6%		
			간접경비	-	-	1,609,366,402	11.1%	
		간접비	연구개발준비금	-	-	75,098,759	0.5%	
			지적재산권 출원등록비	-	-	-	0.0%	
			과학문화활동비	-	-	150,197,518	1.0%	
			연구실안전관리비	-	-	37,549,379	0.3%	
			소 계	-	-	1,872,212,058	12.9%	
		위탁비	-	-	360,000,000	2.5%		
소 계		-	-	14,477,000,000	100.0%			

2단계 연구개발사업 (항공관제용 통합정보처리시스템 개발) 연구 개발비

년 차	비 목		품 목	단 가	수 량	소 계	구성비 (%)	비 고 (용도)	
1~3차년도	인건비	학술용역 단가	책임연구원	3,498,862	123	431,209,735	2.6%		
			연구원	2,682,877	643	1,724,838,941	10.4%		
			연구보조원	1,793,416	641	1,149,892,627	7.0%		
			보조원	1,345,109	481	646,814,603	3.9%		
		소 계			-	-	3,952,755,906	23.9%	
	직접비	연구기자재 및 시설비	연구개발용기자재	5,000,000	50	250,000,000	1.5%		
			재료비 및 전산 처리관리비	전산처리관리비	500,000	70	35,000,000	0.2%	
			시작품제작비		-	-	5,284,486,614	32.0%	
		여 비	국내여비	200,000	550	110,000,000	0.7%		
			국외여비	3,300,000	90	297,000,000	1.8%		
		수용비 및 수수료	인쇄/복사/인화/슬라이드 제작비	300,000	90	27,000,000	0.2%		
			공공요금	500,000	15	7,500,000	0.0%		
			제세공과금 및 수수료	500,000	21	10,500,000	0.1%		
			사무용품비	150,000	50	7,500,000	0.0%		
			교통통신비	150,000	50	7,500,000	0.0%		
			전문가활동비	150,000	140	21,000,000	0.1%		
		기술정보 활동비	국내외홍보비	-	-	6,000,000	0.0%		
			기술정보수집비	100,000	60	6,000,000	0.0%		
			도서 및 문헌구입비	100,000	60	6,000,000	0.0%		
			회의비	150,000	160	24,000,000	0.1%		
			세미나개최비	200,000	20	6,000,000	0.0%		
			학회/세미나참가비	200,000	20	6,000,000	0.0%		
			원고료, 통역료, 속기료	-	-	-	0.0%		
			기술도입비	-	-	3,600,000,000	21.8%		
			과제 관리비	-	-	-	0.0%		
			연구활동진흥비	-	-	592,913,386	3.6%		
		소 계			-	-	10,304,400,000	62.3%	
		간접비		간접경비	-	-	1,694,151,181	10.3%	
				연구개발준비금	-	-	79,055,118	0.5%	
				지적재산권 출원등록비	-	-	-	0.0%	
				과학문화활동비	-	-	158,110,236	1.0%	
				연구실안전관리비	-	-	39,527,559	0.2%	
		소 계			-	-	1,970,844,094	11.9%	
	위탁비			-	-	300,000,000	1.8%		
	소 계			-	-	16,528,000,000	100.0%		

1단계 연구개발사업 (항공관제용 감시정보처리시스템 개발) 연구 개발비

1차년도 연구개발비

년 차	비 목		품 목	단 가	수 량	소 계	구성비 (%)	비 고 (용도)	
1차년도	인건비	학술용역 단가	책임연구원	3,498,862	25	87,372,457	3.1%		
			연구원	2,682,877	130	349,489,827	12.3%		
			연구보조원	1,793,416	130	232,993,218	8.2%		
			보조원	1,345,109	97	131,058,685	4.6%		
		소 계			-	-	800,914,187	28.2%	
	직접비	연구기자재 및 시설비	연구개발용기자재	5,000,000	10	50,000,000	1.8%		
			재료비 및 전산 처리관리비	500,000	20	10,000,000	0.4%		
			시작품제작비		-	-	258,612,872	9.1%	
		여 비	국내여비	200,000	150	30,000,000	1.1%		
			국외여비	3,300,000	20	66,000,000	2.3%		
		수용비 및 수수료	인쇄/복사/인화/슬라이드제작비	300,000	23	6,750,000	0.2%		
			공공요금	500,000	4	1,875,000	0.1%		
			제세공과금 및 수수료	500,000	5	2,625,000	0.1%		
			사무용품비	150,000	13	1,875,000	0.1%		
			교통통신비	150,000	13	1,875,000	0.1%		
		기술정보 활동비	전문가활동비	150,000	25	3,750,000	0.1%		
			국내외홍보비		-	-	1,250,000	0.0%	
			기술정보수집비	100,000	13	1,250,000	0.0%		
			도서 및 문헌구입비	100,000	13	1,250,000	0.0%		
			회의비	150,000	33	5,000,000	0.2%		
			세미나개최비	300,000	4	1,250,000	0.0%		
			학회/세미나참가비	300,000	4	1,250,000	0.0%		
			원고료, 통역료, 속기료		-	-	-	0.0%	
			기술도입비		-	-	1,000,000,000	35.1%	
			과제 관리비		-	-	-	0.0%	
			연구활동비	연구활동진흥비		-	-	120,137,128	4.2%
			소 계			-	-	1,564,750,000	55.0%
	간접비		간접경비		-	-	343,271,820	12.1%	
			연구개발준비금		-	-	16,018,284	0.6%	
			지적재산권 출원등록비		-	-	-	0.0%	
			과학문화활동비		-	-	32,036,567	1.1%	
			연구실안전관리비		-	-	8,009,142	0.3%	
		소 계			-	-	399,335,813	14.0%	
		위탁비			-	-	80,000,000	2.8%	
		소 계			-	-	2,845,000,000	100.0%	

1단계 연구개발사업 (항공관제용 감시정보처리시스템 개발) 연구 개발비
2차년도 연구개발비

년 차	비 목		품 목	단 가	수 량	소 계	구성비 (%)	비 고 (용도)	
2차년도	인건비	학술용역 단가	책임연구원	3,498,862	32	111,434,915	2.8%		
			연구원	2,682,877	166	445,739,660	11.1%		
			연구보조원	1,793,416	166	297,159,773	7.4%		
			보조원	1,345,109	124	167,152,373	4.2%		
	소 계			-	-	1,021,486,721	25.4%		
	직접비	연구기자재 및 시설비	연구개발용기자재	5,000,000	10	50,000,000	1.2%		
			재료비 및 전산 처리관리비	전산처리관리비	500,000	24	12,000,000	0.3%	
			시작품제작비		-	-	929,976,992	23.1%	
		여 비	국내여비	200,000	150	30,000,000	0.7%		
			국외여비	3,300,000	30	99,000,000	2.5%		
		수용비 및 수수료	인쇄/복사/인화/슬라이드 제작비	300,000	27	8,100,000	0.2%		
			공공요금	500,000	5	2,250,000	0.1%		
			제세공과금 및 수수료	500,000	6	3,150,000	0.1%		
			사무용품비	150,000	15	2,250,000	0.1%		
			교통통신비	150,000	15	2,250,000	0.1%		
		기술정보 활동비	전문가활동비	150,000	40	6,000,000	0.1%		
			국내외홍보비	-	-	2,000,000	0.0%		
			기술정보수집비	100,000	20	2,000,000	0.0%		
			도서 및 문헌구입비	100,000	20	2,000,000	0.0%		
			회의비	150,000	53	8,000,000	0.2%		
			세미나개최비	300,000	7	2,000,000	0.0%		
			학회/세미나참가비	300,000	7	2,000,000	0.0%		
			원고료, 통역료, 속기료	-	-	-	0.0%		
			기술도입비	-	-	1,100,000,000	27.3%		
			과제관리비	-	-	-	0.0%		
		연구활동비	연구활동진흥비	-	-	153,223,008	3.8%		
		소 계			-	-	2,416,200,000	60.0%	
	간접비		간접경비	-	-	437,809,209	10.9%		
			연구개발준비금	-	-	20,429,734	0.5%		
			지적재산권 출원등록비	-	-	-	0.0%		
			과학문화활동비	-	-	40,859,469	1.0%		
			연구실안전관리비	-	-	10,214,867	0.3%		
	소 계			-	-	509,313,279	12.6%		
	위탁비			-	-	80,000,000	2.0%		
	소 계			-	-	4,027,000,000	100.0%		

1단계 연구개발사업 (항공관제용 감시정보처리시스템 개발) 연구 개발비
3차년도 연구개발비

년 차	비 목		품 목	단 가	수 량	소 계	구성비 (%)	비 고 (용도)
3차년도	인건비	학술용역 단가	책임연구원	3,498,862	40	140,967,934	3.5%	
			연구원	2,682,877	210	563,871,735	13.8%	
			연구보조원	1,793,416	210	375,914,490	9.2%	
			보조원	1,345,109	157	211,451,901	5.2%	
			소 계	-	-	1,292,206,059	31.7%	
	직접비	연구기자재 및 시설비	연구개발용기자재	5,000,000	20	100,000,000	2.5%	
			재료비 및 전산 처리관리비	500,000	30	15,000,000	0.4%	
			시작품제작비	-	-	1,243,669,091	30.5%	
		여 비	국내여비	200,000	200	40,000,000	1.0%	
			국외여비	3,300,000	30	99,000,000	2.4%	
		수용비 및 수수료	인쇄/복사/인화/슬라이드제작비	300,000	27	8,100,000	0.2%	
			공공요금	500,000	5	2,250,000	0.1%	
			제세공과금 및 수수료	500,000	6	3,150,000	0.1%	
			사무용품비	150,000	15	2,250,000	0.1%	
			교통통신비	150,000	15	2,250,000	0.1%	
		기술정보 활동비	전문가활동비	150,000	45	6,750,000	0.2%	
			국내외홍보비	-	-	2,250,000	0.1%	
			기술정보수집비	100,000	23	2,250,000	0.1%	
			도서 및 문헌구입비	100,000	23	2,250,000	0.1%	
			회의비	150,000	60	9,000,000	0.2%	
			세미나개최비	300,000	8	2,250,000	0.1%	
			학회/세미나참가비	300,000	8	2,250,000	0.1%	
			원고료, 통역료, 속기료	-	-	-	0.0%	
			기술도입비	-	-	300,000,000	7.4%	
			과제 관리비	-	-	-	0.0%	
		연구활동비	연구활동진흥비	-	-	193,830,909	4.8%	
		소 계	-	-	2,036,500,000	50.0%		
	간접비		간접경비	-	-	553,839,517	13.6%	
		연구개발준비금	-	-	25,844,121	0.6%		
		지적재산권 출원등록비	-	-	-	0.0%		
		과학문화활동비	-	-	51,688,242	1.3%		
		연구실안전관리비	-	-	12,922,061	0.3%		
	소 계	-	-	644,293,941	15.8%			
	위탁비	-	-	100,000,000	2.5%			
	소 계	-	-	4,073,000,000	100.0%			

1단계 연구개발사업 (항공관제용 감시정보처리시스템 개발) 연구 개발비
4차년도 연구개발비

년 차	비 목		품 목	단 가	수 량	소 계	구성비 (%)	비 고 (용도)	
4차년도	인건비	학술용역 단가	책임연구원	3,498,862	20	69,854,288	2.0%		
			연구원	2,682,877	104	279,417,153	7.9%		
			연구보조원	1,793,416	104	186,278,102	5.3%		
			보조원	1,345,109	78	104,781,432	3.0%		
	소 계			-	-	640,330,976	18.1%		
	직접비	연구기자재 및 시설비	연구개발용기자재	5,000,000	16	80,000,000	2.3%		
			재료비 및 전산 처리관리비	전산처리관리비	500,000	20	10,000,000	0.3%	
			시작품제작비	-	-	907,350,354	25.7%		
		여 비	국내여비	200,000	150	30,000,000	0.8%		
			국외여비	3,300,000	30	99,000,000	2.8%		
		수용비 및 수수료	인쇄/복사/인화/슬라이드제작비	300,000	30	9,000,000	0.3%		
			공공요금	500,000	5	2,500,000	0.1%		
			제세공과금 및 수수료	500,000	7	3,500,000	0.1%		
			사무용품비	150,000	17	2,500,000	0.1%		
			교통통신비	150,000	17	2,500,000	0.1%		
			전문가활동비	150,000	50	7,500,000	0.2%		
		기술정보 활동비	국내외홍보비	-	-	2,500,000	0.1%		
			기술정보수집비	100,000	25	2,500,000	0.1%		
			도서 및 문헌구입비	100,000	25	2,500,000	0.1%		
			회의비	150,000	67	10,000,000	0.3%		
			세미나개최비	300,000	8	2,500,000	0.1%		
			학회/세미나참가비	300,000	8	2,500,000	0.1%		
			원고료, 통역료, 속기료	-	-	-	0.0%		
			기술도입비	-	-	1,200,000,000	34.0%		
			과제관리비	-	-	-	0.0%		
			연구활동진흥비	-	-	96,049,646	2.7%		
	소 계			-	-	2,472,400,000	70.0%		
	간접비		간접경비	-	-	274,445,856	7.8%		
			연구개발준비금	-	-	12,806,620	0.4%		
			지적재산권 출원등록비	-	-	-	0.0%		
			과학문화활동비	-	-	25,613,239	0.7%		
			연구실안전관리비	-	-	6,403,310	0.2%		
	소 계			-	-	319,269,024	9.0%		
	위탁비			-	-	100,000,000	2.8%		
	소 계			-	-	3,532,000,000	100.0%		

2단계 연구개발사업 (항공관제용 통합정보처리시스템 개발) 연구 개발비
1차년도 연구개발비

년 차	비 목		품 목	단 가	수 량	소 계	구성비 (%)	비 고 (용도)
1차년도	인건비	학술용역 단가	책임연구원	3,498,862	42	146,405,736	2.4%	
			연구원	2,682,877	218	585,622,945	9.7%	
			연구보조원	1,793,416	218	390,415,297	6.5%	
			보조원	1,345,109	163	219,608,604	3.6%	
			소 계	-	-	1,342,052,582	22.2%	
	직접비	연구기자재 및 시설비	연구개발용기자재	5,000,000	20	100,000,000	1.7%	
			재료비 및 전산 처리관리비	500,000	20	10,000,000	0.2%	
			시작품제작비	-	-	1,640,492,113	27.2%	
		여 비	국내여비	200,000	150	30,000,000	0.5%	
			국외여비	3,300,000	30	99,000,000	1.6%	
		수용비 및 수수료	인쇄/복사/인화/슬라이드제작비	300,000	30	9,000,000	0.1%	
			공공요금	500,000	5	2,500,000	0.0%	
			제세공과금 및 수수료	500,000	7	3,500,000	0.1%	
			사무용품비	150,000	17	2,500,000	0.0%	
			교통통신비	150,000	17	2,500,000	0.0%	
		기술정보 활동비	전문가활동비	150,000	37	5,600,000	0.1%	
			국내외홍보비	-	-	1,600,000	0.0%	
			기술정보수집비	100,000	16	1,600,000	0.0%	
			도서 및 문헌구입비	100,000	16	1,600,000	0.0%	
			회의비	150,000	43	6,400,000	0.1%	
			세미나개최비	300,000	5	1,600,000	0.0%	
			학회/세미나참가비	300,000	5	1,600,000	0.0%	
			원고료, 통역료, 속기료	-	-	-	0.0%	
			기술도입비	-	-	1,800,000,000	29.8%	
			과제관리비	-	-	-	0.0%	
			연구활동진흥비	-	-	201,307,887	3.3%	
	소 계		-	-	3,920,800,000	65.0%		
		간접경비	-	-	575,203,737	9.5%		
	간접비	연구개발준비금	-	-	26,841,052	0.4%		
		지적재산권 출원등록비	-	-	-	0.0%		
		과학문화활동비	-	-	53,682,103	0.9%		
		연구실안전관리비	-	-	13,420,526	0.2%		
		소 계	-	-	669,147,418	11.1%		
	위탁비	-	-	100,000,000	1.7%			
	소 계	-	-	6,032,000,000	100.0%			

2단계 연구개발사업 (항공관제용 통합정보처리시스템 개발) 연구 개발비
2차년도 연구개발비

년 차	비 목		품 목	단 가	수 량	소 계	구성비 (%)	비 고 (용도)	
2차년도	인건비	학술용역 단가	책임연구원	3,498,862	42	148,342,089	2.4%		
			연구원	2,682,877	221	593,368,356	9.7%		
			연구보조원	1,793,416	221	395,578,904	6.5%		
			보조원	1,345,109	165	222,513,133	3.6%		
	소 계			-	-	1,359,802,482	22.3%		
	직접비	연구기자재 및 시설비	연구개발용기자재	5,000,000	20	100,000,000	1.6%		
			재료비 및 전산 처리관리비	전산처리관리비	500,000	30	15,000,000	0.2%	
			시작품제작비		-	-	2,267,229,628	37.1%	
		여 비	국내여비	200,000	200	40,000,000	0.7%		
			국외여비	3,300,000	30	99,000,000	1.6%		
		수용비 및 수수료	인쇄/복사/인화/슬라이드 제작비	300,000	30	9,000,000	0.1%		
			공공요금	500,000	5	2,500,000	0.0%		
			제세공과금 및 수수료	500,000	7	3,500,000	0.1%		
			사무용품비	150,000	17	2,500,000	0.0%		
			교통통신비	150,000	17	2,500,000	0.0%		
			전문가활동비	150,000	47	7,000,000	0.1%		
		기술정보 활동비	국내외홍보비	-	-	2,000,000	0.0%		
			기술정보수집비	100,000	20	2,000,000	0.0%		
			도서 및 문헌구입비	100,000	20	2,000,000	0.0%		
			회의비	150,000	53	8,000,000	0.1%		
			세미나개최비	300,000	7	2,000,000	0.0%		
			학회/세미나참가비	300,000	7	2,000,000	0.0%		
			원고료, 통역료, 속기료	-	-	-	0.0%		
			기술도입비	-	-	1,200,000,000	19.6%		
			과제 관리비	-	-	-	0.0%		
			연구활동진흥비	-	-	203,970,372	3.3%		
	소 계			-	-	3,970,200,000	65.0%		
	간접비		간접경비	-	-	582,811,344	9.5%		
			연구개발준비금	-	-	27,196,050	0.4%		
			지적재산권 출원등록비	-	-	-	0.0%		
			과학문화활동비	-	-	54,392,099	0.9%		
			연구실안전관리비	-	-	13,598,025	0.2%		
	소 계			-	-	677,997,518	11.1%		
	위탁비			-	-	100,000,000	1.6%		
	소 계			-	-	6,108,000,000	100.0%		

2단계 연구개발사업 (항공관제용 통합정보처리시스템 개발) 연구 개발비
3차년도 연구개발비

년 차	비 목		품 목	단 가	수 량	소 계	구성비 (%)	비 고 (용도)	
3차년도	인건비	학술용역 단가	책임연구원	3,498,862	39	136,461,910	3.1%		
			연구원	2,682,877	203	545,847,640	12.4%		
			연구보조원	1,793,416	203	363,898,426	8.3%		
			보조원	1,345,109	152	204,692,865	4.7%		
	직접비	소 계		-	-	1,250,900,841	28.5%		
		연구기자재 및 시설비	연구개발용기자재	5,000,000	10	50,000,000	1.1%		
			재료비 및 전산 처리관리비	500,000	20	10,000,000	0.2%		
			시작품제작비	-	-	1,376,764,874	31.4%		
		여 비	국내여비	200,000	200	40,000,000	0.9%		
			국외여비	3,300,000	30	99,000,000	2.3%		
		수용비 및 수수료	인쇄/복사/인화/슬라이드 제작비	300,000	30	9,000,000	0.2%		
			공공요금	500,000	5	2,500,000	0.1%		
			제세공과금 및 수수료	500,000	7	3,500,000	0.1%		
			사무용품비	150,000	17	2,500,000	0.1%		
			교통통신비	150,000	17	2,500,000	0.1%		
		기술정보 활동비	전문가활동비	150,000	56	8,400,000	0.2%		
			국내외홍보비	-	-	2,400,000	0.1%		
			기술정보수집비	100,000	24	2,400,000	0.1%		
			도서 및 문헌구입비	100,000	24	2,400,000	0.1%		
			회의비	150,000	64	9,600,000	0.2%		
			세미나개최비	300,000	8	2,400,000	0.1%		
			학회/세미나참가비	300,000	8	2,400,000	0.1%		
			원고료, 통역료, 속기료	-	-	-	0.0%		
			기술도입비	-	-	600,000,000	13.7%		
			과제 관리비	-	-	-	0.0%		
			연구활동비	연구활동진흥비	-	-	187,635,126	4.3%	
			간접비	소 계		-	-	2,413,400,000	55.0%
		간접경비		간접경비	-	-	536,136,100	12.2%	
				연구개발준비금	-	-	25,018,017	0.6%	
				지적재산권 출원등록비	-	-	-	0.0%	
				과학문화활동비	-	-	50,036,034	1.1%	
				연구실안전관리비	-	-	12,509,008	0.3%	
	소 계			-	-	623,699,159	14.2%		
	위탁비		-	-	100,000,000	2.3%			
	소 계			-	-	4,388,000,000	100.0%		

주 의 사 항

1. 본 보고서는 건설교통부가 출연하고 한국건설교통기술평가원에서 위탁시행 한 교통기술연구개발사업의 최종(중간) 연구보고서입니다.
2. 본 보고서의 내용을 발표할 때에는 반드시 건설교통부가 출연하고 한국건설교통기술평가원에서 위탁시행 한 교통기술연구개발사업임을 밝혀야 합니다.
3. 국가보안 차원에서 필요하다고 인정되는 내용은 대외적으로 발표 및 공개하여서는 아니됩니다.

본 보고서와 관련하여 문의를 원하시는 분은 아래의 문의처로 연락을 주시기 바랍니다.

- | | |
|---------------------|------------------|
| ■ 문의처 : 한국건설교통기술평가원 | TEL 031)381-6311 |
| : 건국대학교 | TEL 02)450-3358 |
| : 한국항공우주연구원 | TEL 042)860-2183 |

R&D/ 07항공-항행-01

항공관제시스템 개발 기획 연구 보고서

- 발행일 / 2007 . 10 . 29 .
- 발행처 / 건국대학교
 서울특별시 광진구 화양동 1번지 건국대학교
 TEL : 02) 450-3358
- 인쇄처 / 건국대학교