

지상항공안전증진을 위한 비행장관제시뮬레이터의 고도화

이인영¹ · 최연철^{2*}

¹ 한국항공대학교 대학원, ² 한서대학교 항공학부

Aerodrome Air Traffic Control Simulator of Promotion for Advanced Ground Safety

LEE, In Young¹ · CHOI, Youn Chul^{2*}

¹ Graduate School of Korea Aerospace University, Gyeonggi 412-791, Korea

² School of Aeronautical, Hanseo University, Chungnam 357-953, Korea

Abstract

As ground air traffic control at the airport is one of the most important tasks in air transport, attention to the development of a related simulator has expanded all around the world. For this reason, this research describes the characteristics and advantages of this advanced aerodrome traffic control simulator, developed in South Korea, as well as its linkage with A-SMGCS, which is planned to be developed in the future. One of the characteristics of this simulator is that it is possible to train an air traffic controller independently, especially under various conditions such as in different weathers and normal or abnormal circumstances. Therefore, this aerodrome traffic control simulator, through the comprehensive training under various conditions, will contribute to aviation safety and airport capacity enhancement training.

공항에서의 지상교통관제는 매우 중요한 항공교통업무 가운데 하나이다. 따라서 세계 각국에서는 이와 관련된 시뮬레이터의 개발에 대한 관심이 지대하다. 본 연구는 우리나라에서 개발 및 고도화된 비행장관제시뮬레이터에 대한 특징과 장점 및 향후 개발되는 A-SMGCS와의 연동성을 기술하였다. 본 장비의 특징은 훈련관제사의 단독적인 훈련이 가능하도록 설계되었으며 다양한 기상조건 및 정상 및 비정상상황 설정으로 상황에 부합되는 관제사 교육훈련이 가능하다는 점이다. 따라서 본 비행장관제시뮬레이터를 통하여 항공관제 부분에서의 종합훈련은 물론 다양한 상황에서의 관제사 훈련을 통하여 비행안전과 공항용량 증대 훈련에 크게 기여를 할 것으로 사료된다.

Keywords

air traffic control, air traffic service, aviation safety, modeling and simulation, simulator
항공교통관제, 항공교통업무, 항공안전, 모델링 및 시뮬레이션, 시뮬레이터

* : Corresponding Author
pilot@hanseo.ac.kr, Phone: +82-41-671-6272, Fax: +82-41-671-6275

Received 25 July 2014, Accepted 16 October 2014

© Korean Society of Transportation
This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

서론

1. 연구의 배경 및 목적

글로벌 항공시장 전망보고서에 따르면 향후 20년간 세계 항공교통량은 연 4.7% 증가(아태지역 5.5%)할 것이며, 15년 후에는 현재의 2배가 될 것으로 예측하였다(Airbus, 2013).

우리나라에서도 2013년 연간 항공교통량이 지난해 대비 6% 증가한 58만5천대(일평균 1,603대)를 기록하였고 최근 5년간(09-13년)연 6.4% 이상 증가하여 세계 항공교통량 평균증가 예측치(4.7%)를 크게 상회하고 있다(Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2014).

특히 2014년도 1분기 항공교통량은 지난해 동기 대비 4.4%증가(일평균 1,617대)하였으며 일중 항공교통량 첨두시간대에는 시간당 평균 131대의 운항으로 하루 교통량의 8.1%를 차지하고 있다.

이처럼 우리나라의 항공교통량은 세계경제 성장 전망과 관광수요 확대 등에 따라 상승추세가 지속 될 것으로 전망되므로 중국, 일본 등 인접국과의 협력체제와 항공종사자에 대한 교육훈련을 더욱 강화하는 등 효율적이고 안전한 운항을 위한 노력이 요구되고 있는 상황이다.

항공선진국에서는 이러한 점을 감안하여 이미 오래전부터 항공교통관제사의 기량향상 및 비정상 상황대비 훈련을 위한 훈련용 시뮬레이터를 개발, 활용함으로써 항공기 운항안전에 대비하고 있다.

이러한 현실에 부응하여 자체적인 연구·개발사업을 통하여 순수 국내 기술에 기초한 독자적인 항공교통관제사 훈련용 시뮬레이터를 개발하였다.

이를 통하여 국토교통부 및 항공관련교육기관에서는 항공분야 국제 전문교육기관으로 도약하는 기반을 마련 할

뿐만 아니라 외국기술 의존도가 높은 항공교통관제 훈련 시뮬레이터의 수입대체 효과 및 다양한 모듈개발을 통한 경제적 가치를 창출하고 해외 공항사업 진출에 주요한 역할을 할 수 있을 것으로 기대하고 있다. 특히 우리나라는 물론 해외에서 개발된 장비에도 설치가 되어 있지 않은 항공기 지상이동유도 및 통제시스템(A-SMGCS)을 포함하여 공항의 지상항공안전은 물론 지연을 방지하는 훈련을 병행할 수 있도록 한 점은 항공교통관제 훈련시뮬레이터의 완벽성을 기한 대표적인 사례라고 할 수 있다.

본론

1. 항공교통업무의 정의

“항공교통업무(Air Traffic Service)”란 비행정보업무, 경보업무, 항공교통조업업무, 항공교통관제업무 등을 말하며 특히 항공교통관제업무는 항공기간의 충돌방지, 비행장의 기동지역에서 항공기와 장애물간의 충돌방지, 항공교통흐름의 질서유지 및 촉진을 위해 행하는 업무로 지역관제, 접근관제, 비행장관제업무로 구분된다(Ministry of Land, Infrastructure & Transport, 2013).

2. 항공교통관제업무 절차

출발공항으로부터 이륙하는 항공기는 비행장관제탑 관할 통제권의 정해진 지점 또는 고도에서 접근관제기관으로 관제이양 되고 접근관제기관은 항공기 이륙절차에 따라 관할 관제권 내에서 Radar 분리를 이용하여 지역관제업무기관으로 관제이양 된다. 지역관제업무기관에서는 항공기 간 서로 다른 고도를 배정하여 수직분리(종적분리, 횡적분리 포함)를 적용하고 지역항행협정에 따라 국가 간 또는 관제구역 간에서 관제이양을 하여야한다. 도착하는 항공기는 지역관제기관으로부터 목적공항의 접근관제기관에 이양되며 착륙을 위한 고도강하 및 도착하는 Figure와 같은 절차를 따르게 된다.

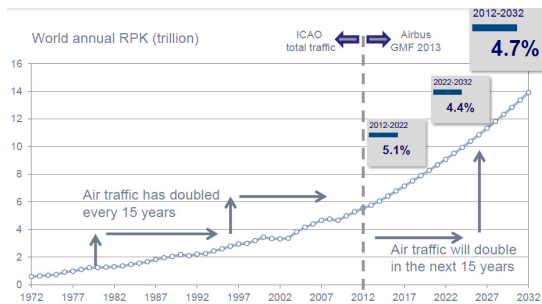


Figure 1. Air traffic forecast (2012-2032)

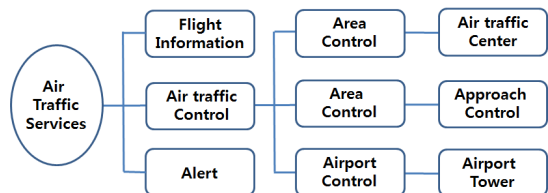


Figure 2. Summary of air traffic services

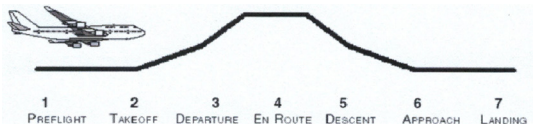


Figure 3. Process of air traffic control

3. 비행장관제 시뮬레이터 개발 필요성

보잉사에서 분석한 비행단계별 항공기 사고율에 의하면 비행장관제탑 관할권 내에서의 이륙(19%), 착륙(22%), 지상이동지역(13%)에서 높은 사고비율을 차지하는 것으로 분석되었다. 따라서 항공교통서비스의 질적 향상과 비정상적인 상황에 대한 대처능력증진을 위해 실제 항공교통상황과 유사한 시각적인 훈련시스템을 이용한 반복적인 훈련이 필요하며 비행단계 중 비행장에서의 이착륙 단계는 전 세계 항공기 사고 및 준사고의 60% 이상이 이 단계에서 발생하는 것으로 조사되기 때문에 항공 안전관리 측면에서 매우 중요시하게 다루어져야 한다 (Hong Seung Beom, 2014). 특히 항공안전을 도모하기 위하여 비행장 관제시뮬레이터를 활용한 훈련방법이 가장 효과적이라고 판단(Geng Zengxiana, 2011)되고 있으며 저고도를 관제하는 시스템에 대한 시뮬레이터의 개발과 운영은 항공안전을 위해 매우 주요한 과제이다.

4. 국·내외 비행장관제 시뮬레이터 동향 분석

비행장관제시뮬레이터와 관련하여 국내에서는 인천국제공항, 한국항공대학교, 한서대학교, 항공기술훈련원, 공군교육사령부, 공군본부 표준비행단 등 5개 기관에 설치되어 비행장관제와 레이더관제의 통합시스템 훈련방식으로 운영되고 있다.

또한 해외의 항공교통관제 시뮬레이터의 대표적인 제작사는 주로 유럽, 러시아, 미국 등에 분포되어 있으며

전 세계적으로 유럽과 북아메리카(110여대), 중동 및 아프리카 (45여대), 동남아시아(30여대), 남아메리카 등에 설치, 운영되고 있다.

5. 연구개발된 공항 관제 시뮬레이터 시스템

2011년부터 개발이 시작된 비행장 관제 시뮬레이터 시스템은 항공관제 교육을 통한 항공안전의 도모는 물론, 항공교통분야의 전문교육훈련시스템 구축의 일환으로 국토교통부와 국제공항의 R&D 사업 기반과 해외마케팅 상용화 추진의 일환으로 시작되었으며 이를 통하여 우리나라 국제공항이 Global 공항 전문기업으로서의 위상제고에 목표를 두었다.

개발기간은 2011년12월에 시작하여 2013년9월(21개월) 완성되었다. 개발비용은 9억5천만 원으로 국내 2개 업체 컨소시엄에 의해 개발되었고 국토교통부에서 설계 및 감독을 하였다.

개발된 장치의 시설 및 운영현황으로는 국내·외 실제 공항시설을 모델링하여 인천, 김포, 제주공항 및 해외공항(아르빌공항) 등 10개 공항을 포함하여 다양한 공항에 대한 훈련이 가능하다. 주요 장치로는 Full HD급 원형스크린 (27×3.5m 제원) 및 고화질의 상황에 대한 구현이 가능하며 훈련을 위한 관제실 및 조종통제실을 분리하여 운영하고 있으며 운영 장소의 총 면적은 78평/258m²이다.

훈련용 시뮬레이터는 대부분 조종사 인터페이스, 항공기, 레이더의 세 가지 모듈로 구성되어 있으며, 각 모듈들은 요구사항에서 도출된 알고리즘의 확장성, 편의성, 실시간성, 운용범위 등을 기준으로 엄격한 단위시험과 통합시험을 수행한다(Hye-Ju Oh, 2013).

연구개발을 통해 개발된 본 장치는 이러한 측면을 고려하여 제작되었으며 장치는 크게 Hard Ware와 Soft Ware로 구분할 수 있다.

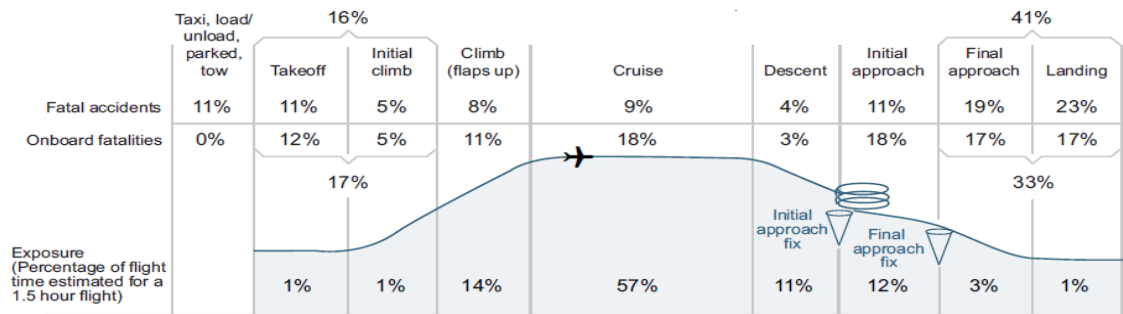


Figure 4. Fatal accidents and onboard fatalities by phase of flight, Boeing(2013)

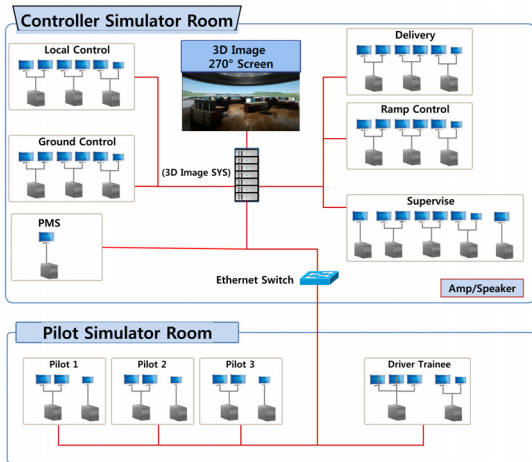


Figure 5. Configuration of H/W

1) Hard Ware

Hard Ware는 관제사, 조종사, 교관, 이동지역운전자 훈련프로그램으로 구성되어 실제 무선 통신과 같이 음성통신을 할 수 있다.

영상컴퓨터를 포함 30대의 컴퓨터가 사용되며 이들 컴퓨터들은 시뮬레이션 서버의 통제 하에 Data Base와 Net Work를 통해 동시에 유기적으로 작동한다.

영상스크린은 반경 6m, 높이 3.5m 원형의 국내 최대 크기이며 관제실과 조종실 간 유리벽을 설치하여 3D 영상을 같이 볼 수 있도록 하였다. 7대의 영상 컴퓨터와 Full HD DLP 프로젝터를 구축하였고 S/W방식 엣지 블랜딩(Edge blending) 및 와플라이징(Warping)을 적용하여 화면 왜곡 및 화면 간 경계가 없도록 하였다.

2) Soft Ware

Soft Ware는 ASDE(지상감시레이더), Radar(공중감시레이더), FIMS(운항정보관리), VCCS(통신장비), ATIS(공항정보자동방송), AMOS(공항기상관측장비), A-SMGCS(이동지역통제장비)와 같은 실제 관제시스템을 모사한 프로그램과 시뮬레이션서버(Server), 음성인식(Voice TTS), 음성출력(Voice Recognition), 시나리오 편집(Prepare), 시나리오 제어(Sim Control), 음성 재생 서버(Voice Replay Server), 프로그램 실행관리(Sim Agent) 등과 같은 운영 및 지원 프로그램들이 구축되었고 시나리오 편집기에서 항공기 출·도착 및 지상이동 스케줄을 만들고 시나리오 제어기(Control)는 실행 시나리오 및 운영모드, 훈련공향을 임의선택 할 수 있다.

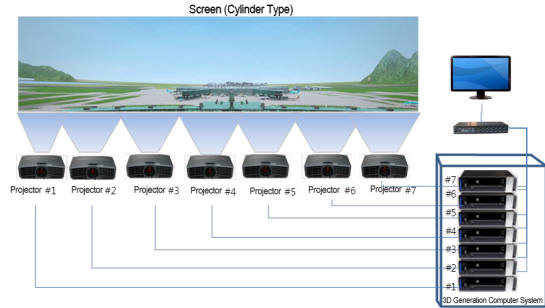


Figure 6. Configuration of video devices

3) Soft Ware 운영방식 및 특징

(1) 싱글모드 (Single Mode)

교관 없이 훈련시나리오 프로그램에 의하여 훈련관제사 1인 또는 2인 이상이 단독으로 훈련할 수 있다.

(2) 리얼모드 (Real Mode)

조종사역할 담당자가 직접 육성으로 관제사와 교신하며 실제 항공교통 상황과 유사하게 훈련을 할 수 있다.

(3) 재생모드 (Replay Mode)

항공기 기동현황은 물론 음성이 모두 기록, 재생이 가능하여 관제사의 훈련평가에 유용하게 활용될 수 있다.

6. 개발 장비의 특징 및 추가 기능

1) 관제석별 훈련기능 임의설정(자동/수동)

훈련을 하고자 하는 각 근무좌석을 자동 또는 수동으로 임의설정이 가능하다. Ramp Control 만을 훈련하고자 할 경우 수동으로 설정하고 Delivery, Ground, Local 영역의 항공기들은 자동으로 시나리오에 의해 기동하게 된다.

2) 항공기 후방견인(Push-back)기능

각각의 게이트별로 항공기 후방견인(Push-back)을 위한 기본방향이 미리 설정되어 있고 미리 설정된 기본방향과 다르게 설정하고자 할 경우 버튼이나 마우스로 푸쉬백 방향을 선택한다. 동시에 다수의 교통량에 대한 지상통제가 가능하다.

3) 항공기 경로이동 및 변경

항공기의 지상이동 경로 편집기능으로 다양하게 이동 경로를 설정할 수 있다. 항공기의 이동경로를 변경하고

자 할 경우에는 미리 설정된 경로로부터 다른 경로를 선택하거나 경로지점 이동 및 삭제, 추가, 라인생성 등의 방법으로 손쉽고 빠르게 변경할 수 있다.

이는 많은 항공기를 제어하는데 아주 효과적이며 대형국제공항 시뮬레이터의 가장 특징적인 부분으로서 이를 위해 경로검색 알고리즘이 개발, 적용되었다.

4) 비정상상황 훈련기능

항공기의 운항 중 비정상 상황을 연출할 수 있도록 개발되었다. 엔진화재, 핫브레이크(Hot Break), 항공기 폭발, 랜딩기어 고장, 활주로 이탈 등의 상황을 3D 애니메이션으로 출력할 수 있다. 비정상 상황 시 소방차를 비롯하여 구급차 및 토잉카(Towing Car)를 비상항공기 해당 지역으로 출동시킬 수 있다.

5) 첨단 A-SMGCS 기능 탑재

A-SMGCS(Advanced Surface Movement Guidance and Control Systems)로 지칭되는 지상이동 안내 및 관제시스템은 감시와 충돌 경고기능을 통합하여 지상관제 관제사에게 업무의 효율성을 증대시킨다. 즉, 저시정을 포함한 악기상조건과 교통밀도 및 비행장 배치가 복잡한 공항에서 수용능력을 증가시킬 수 있다. 지상이동 안내 및 관제시스템의 주 기능은 Figure 7과 같으며 세부적으로 다음과 같은 업무에 지원된다.

- 경로지정: 항공기 및 지상차량을 현재 위치에서 원하는 위치로 안전하고 신속하게 이동시키는 기능으로 차량 및 항공기의 잠재적인 충돌방지 및 지연을 최소화
- 안내: 항공기 및 이동차량의 위치 장애물, 활주로, 지상 활주로에서 연속적이고 신뢰성 있는 정보를 제공
- 감시: 조종사 및 이동차량 운전자들에게 항공기/차량 및 기타 물체에 대한 식별 및 정확한 위치를 감시제공
- 통제: 이동지역 내의 이동차량의 충돌을 사전에 감지하고 효과적인 지상이동을 위한 방법을 제공

Table 1은 우리나라 및 해외에서 개발된 장비를 설치한 기관들의 항공교통관제시뮬레이터의 구현 내용이다.

표에서 제시된바와 같이 고도화된 지상관제시뮬레이터의 가장 큰 특징은 이전에 개발되거나 수입되어 운영 중인 관제시뮬레이터와는 차별적으로 현재 공항운영에서 가장 중요한 지상안전을 도모하는 A-SMGCS와 공항정보시현기(FOIS) 기능의 구현이 가능하며, 이는 우리나라에서 최초로 추가된 기능이다.

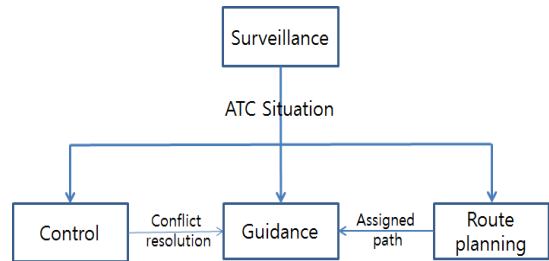


Figure 7. Dependencies between A-SMGCS services

Table 1. The spec. of control equipment

	Aerospace Univ	Hanseu Univ	KAC	ROKA	ROKA Training	Develop Equip
AMOS	o	o	o	o	o	o
ATIS	o	o	o	o	o	o
ASDE	o	o	o	o	o	o
FDT	o	o	o	o	o	o
VCCS	o	o	o	o	o	o
A-SMGCS	x	x	x	x	x	o
FOIS	x	x	x	x	x	o

(o: operating, x: non operating)

7. 개발된 항공관제시뮬레이터의 확장성

언급한바와 같이 개발되고 고도화된 지상관제시뮬레이터의 가장 큰 특징점은 A-SMGCS가 장착되어 있다는 점이다. 이 장비는 현재 국내에서 유일하게 인천국제공항에만 설치되어 있으나 공항운영에서 가장 중요한 지상안전을 도모하고 교통량의 증가에 부응하는 중요한 기능이므로 김포국제공항을 포함한 우리나라의 국제공항에 설치가 추진되고 있다. 또한 A-SMGCS는 해외공항에 수출을 하기 위하여 국토교통과학기술진흥평가원의 주관으로 2013년부터 시작하여 2018년을 목표로 현재 인천국제공항과 한국공항공사를 중심으로 연구개발이 진행 중이다. 금번 개발된 항공관제시뮬레이터의 A-SMGCS는 이를 위한 기본적인 배경이 된 물론이고 현재 개발을 위한 장비의 모델이 되고 있다. 즉, 관제사의 훈련을 위한 도구로서의 시뮬레이터의 역할은 물론 새로운 장비의 개발을 위한 시험장치로 운영되고 있다. 따라서 연구진들은 본 장비를 활용하여 A-SMGCS의 개발 및 구현을 위한 다양한 실험과 모의운영이 가능하다. 또한 개발에 따른 실험과 모의운영의 결과에 따라 새로운 소프트웨어의 개발과 장착이 가능하여 새로운 관제장비의 도입 시 이를 곧바로 연동시킬 수 있다는 점에서 즉시 운영 가능한 확장성을 지니고 있다고 볼 수 있다.

결론

개발되고 고도화된 비행장관제시물레이터는 항공관제 분야교육기관과 관제기관들이 국제전문교육기관으로 도약하는 기반을 마련하고 외국기술 의존도가 높은 훈련시물레이터의 수입대체 효과 및 다양한 모듈 개발을 통한 경제적 가치창출 및 해외 공항사업 진출에 주요한 역할을 할 수 있을 것으로 기대되고 있다.

본 장비의 가장 큰 장점은 Single Mode와 Real Mode 기능을 구비하여 교관 및 조종사의 역할 지원이 없어도 훈련관제사가 단독으로 개별훈련을 반복적으로 수행할 수 있고 또한 3D Scenery 기능으로 실제 항공기의 Cockpit View 및 공항 에어사이드 전 지역의 시현, 이동지역 내 차량/장비 운전자교육 등 항공관제사 뿐만 아니라 조종사, 지상조업사의 교육용으로도 다양하게 활용이 가능하다는 점이다. 향후 레이더(Radar)접근관계가 가능한 소프트웨어가 연동된다면 비행장/레이더 관제의 통합훈련시스템으로의 복합적인 장비로 우리나라는 물론 해외에서도 유용한 교육용관제시물레이터로서의 도약이 가능할 것으로 사료된다. 또한 2013년부터 시작하여 2018년을 목표로 현재 인천국제공항과 한국공항공사를 중심으로 개발이 진행 중인 A-SMGCS에 대한 기본적인 배경과 모델이 되고 있으며 관련 연구진들은 본 장비를 활용하여 A-SMGCS의 개발 및 구현을 위한 다양한 실험과 모의운영이 가능하다는 점에서 새로운 장비개발사업에 기여하는 바가 매우 크다고 볼 수 있다.

또한 현재 개발된 국제공항의 지상관제시스템은 2015년 시스템 확장계획을 가지고 있는데 이후의 고도화 사업에서는 이동지역 내의 지상차량/조업장비에 대한 지상통제 기술설계 반영 및 이동지역운전자 모의장치는 물론 레이더 접근관제 시물레이터 개발을 포함하여 비행장/레이더 관제통합훈련시스템의 구축이 가능하여 전천후 항공교통관제교육장비로서의 활용은 물론이고 그 기능과 훈련의 수월성과 효율성으로 인하여 해외 수출에서도 매우 큰 역할을 할 것으로 사료된다.

ACKNOWLEDGEMENT

This work was supported by the Incheon International Airport Corporation.

REFERENCES

Airbus (2013), Global Market Forecast 2013-2032.

Boeing (2013), Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents Worldwide Operations, 1959-2012.
 Hong S. B., Kim D. H. (2014), The Study on the Direction of Developing an Aerodrome Traffic Control Simulator for the Air Traffic Controller, The Journal of Korea Navigation Institute, 18(2), 114-120.
 Ministry of Land, Infrastructure and Transport(2013), Air traffic services Standard, 2013-908.
 Ministry of Land, Infrastructure and Transport(2014), Press release(2014.1.17).
 Oh H.J., Cho S.O., Choi K.y. (2013), Development of Aircraft and Radar Simulation for Air Traffic Control Training System, Journal of the Korean Society for Aeronautical and Space Sciences, 41(4), 305-313.
 Zengxiana G., Yifeia Z., Zhijiana Y. E. (2011), An ATC Simulation Platform based Compass Satellite Navigation System, Procedia Engineering, 17, 422-427.

알림 : 본 논문은 한국항공운항학회 춘계학술발표회(2014. 05.21)에서 발표된 내용을 수정·보완하여 작성된 것입니다.

- ✉ 주 작성자 : 이인영
- ✉ 교신저자 : 최연철
- ✉ 논문투고일 : 2014. 7. 25
- ✉ 논문심사일 : 2014. 9. 9 (1차)
2014. 10. 16 (2차)
- ✉ 심사판정일 : 2014. 10. 16
- ✉ 반론접수기한 : 2015. 2. 28
- ✉ 3인 익명 심사필
- ✉ 1인 abstract 교정필