

차세대 항행시스템 및 민간무인기의 공역 운용 제도 검증을 위한 항공관제시뮬레이터 설계

Design of Air Traffic Control Simulator for Validation of Next Generation System and
Airspace Management System of Civil UAV

오혜주^{1*}, 최기영¹, 이학태¹
인하대학교¹

초 록

본 논문에서는 차세대 항행시스템과 민간무인기의 공역 운용 제도를 검증하기 위한 항공관제시뮬레이터를 설계하였다. 이를 위해 항공관제시스템 및 시뮬레이터, 차세대 항행시스템, 민간무인기의 공역운용 제도를 분석하여 시뮬레이터가 만족해야 할 요구조건을 운용범위, 실시간성, 통신인터페이스, 모델충실도, 편의성을 기준으로 도출하였다. 그 결과는 시뮬레이터 설계에 반영되어 서버, 음성서버, 데이터베이스 모듈, 항공기모델 및 조종사 스테이션, 관제사 스테이션, 레이더모듈, 감시 데이터 처리 시스템 모듈로 구성되었다. 마지막으로 본 논문에서 제안한 항공관제시뮬레이터를 통하여 발생할 수 있는 기대효과에 대하여 분석하였다.

ABSTRACT

This paper presents a design of air traffic control simulator for validation of next generation air traffic management concepts including civil UAS integration schemes. First, current air traffic control systems, simulators, and airspace management systems are analyzed. Then requirements for the simulator are identified considering operating range, real-time operability, communication interfaces, and human factors. These results are reflected in the design of a prototype simulator. This prototype is composed of individual modules including central command server, voice server, database, aircraft model and pilot station, controller station, radar module, and surveillance data processing system. Finally, the expected impacts of the simulator are analyzed.

Key Words : Air Traffic Control Simulator(항공관제시뮬레이터), CNS/ATM(차세대 항행시스템), Airspace Management System(공역 운용 제도), Modeling and Simulation(모델링 및 시뮬레이션), Unmanned Aerial Vehicle(무인기)

1. 서론

국제민간항공기구(ICAO)는 증가하는 항공교통량을 수용하고 안전성과 효율성을 증대시키기 위하여 위성항법과 데이터 통신 기술이 접목된 차세대항행시스템의 개발과 구축을 권고하고 있다. ICAO는 차세대 항행시스템을 위한 국제 항행 계획을 수립하였고, 세계 항공선진국은 이 계획을 충족하고 항공교통 인프라의 전환을 위하여 CNS/ATM(Communications, Navigation,

Surveillance / Air Traffic Management) 연구개발을 추진하고 있다. 이러한 국제적인 흐름에 맞춰 국내에서도 국토해양부의 항공선진화사업 일환으로 차세대항행시스템 연구개발을 본격적으로 시작하였다.⁽¹⁾ 이러한 항공선진화 사업으로 차세대 항행 시스템과 관련하여 다양한 연구 성과물이 도출되고 있다.⁽²⁾

또한 무인기의 수요와 개발이 확대됨에 따라 무인기를 유인기와 같이 자유롭게 운용할 수 있게 해야 한다는 사회의 요구가 증가되었다. ICAO,

FAA, EASA, 세계 각국의 감항당국은 이런 사회의 요구를 만족시키기 위하여 무인기가 유인기와 동등한 수준의 안전성을 가지고 운항할 수 있는 방안을 연구하고 있다.^[7] 국내에서도 민간무인기를 유인기와 같은 공역에서 운용할 수 있도록 유인기와 동일한 운항안전성을 확보하기 위한 운항기술기준, 인증체계를 수립하고, 충돌회피, 통신/통제 등 안전에 필요한 핵심기술 식별 및 중장기 로드맵 연구가 진행 중에 있다.⁽³⁾

위와 같이 진행 중에 있는 다양한 연구 결과들은 각 연구에 대한 검증은 적절하게 수행하게 된다. 그러나 이를 통해서는 통합 체계 환경에서 운용될 때 발생 가능한 문제를 예측하기 어렵다. 항공기간의 공중충돌 위협과 지상의 인명 및 재산상 피해 등의 안전성 문제를 발생시킬 수 있다. 따라서 단순한 모듈 검증이 아닌 실제 운용 상황을 모사한 통합 체계 환경에서 다양한 검증을 실시해야 한다.

또한 새로운 패러다임으로 국제기술표준이 변경되는 시점에 국내에서 개발한 차세대 항행시스템과 민간무인기의 공역 운용을 위한 다양한 제도 및 기술들을 철저히 검증한다면 국내 항공교통과 운항 사업에 기여하고 해외 의존도를 낮추며 국제 위상 향상과 해외 진출을 기대할 수 있을 것이다.

이에 본 연구는 국내 환경을 고려하여 연구되어 온 차세대 항행시스템 및 민간무인기 공역 운용 체도를 철저히 검증하고자 개발되는 시스템 및 제도 운용을 반영하기 위한 요구조건을 추출하였고, 요구조건에 따라 운용 환경을 모사하는 항공 관제시물레이터를 설계하였다. 그리고 설계된 시물레이터를 활용할 수 있는 다양한 방법과 이로 인하여 발생하는 기대 효과를 분석하였다.

2. 본론

2.1 항공관제시물레이터 요구조건

기존 연구^{[4][5]}를 통해 정의된 시물레이터 요구사항과 차세대 항행시스템 및 민간무인기 공역 운용 체도를 기반으로 시물레이터의 요구조건을 도출하였다.

▪ 운용범위

시물레이터는 최대 1200대의 항공기와 30대의 레이더를 동시 운용해야 한다. 이는 실제 인천

공항의 접근 관제소에서 최대 운용 가능한 항공기와 레이더 수이다.⁽⁴⁾

▪ 실시간성

시물레이터는 각 모듈의 알고리즘 연산량과 운용범위를 고려하여 서로 독립적인 모듈로 구성한다. 따라서 실시간성을 확보하기 위한 시간 동기화가 필수적이다. 또한 CPU 및 통신 장치에 의한 하드웨어적인 처리 능력과 타이머 또는 비주기적 이벤트 발생 시 운용체제의 실시간성에 의한 소프트웨어적 한계를 고려해야 한다. 또한 차세대 통신 시스템으로 VDL, AMSS, UAT, HFDL 등의 통신 특징을 모사하기에 한계가 있는지를 고려해야 한다.

▪ 통신인터페이스

시물레이터는 각 모듈간의 통신뿐만 아니라 현재의 항행 시스템과 차세대 항행 시스템과의 운용을 위한 인터페이스가 필요하다.

▪ 모델 충실도

항공기 모델은 항공기의 동역학 모델을 적용하여 실제 항공기의 움직임을 충실도 있게 구현해야 한다. 레이더 모델은 관제 시스템 뿐 아니라 차세대 관제장비와도 연동이 되어야 한다. 따라서 실제 레이더의 운용 방식과 유사한 가상의 레이더 탐지 알고리즘을 구현해야 한다. 차세대 항행시스템은 항공통신, 항공항법, 항공감시 및 항공교통관리로 구성되어 있다.^[6] 시물레이터는 차세대 항행시스템의 각 모듈들을 실제와 동일하게 모사해야 한다. 항공 안전에 있어서 일반적인 관점은 안전인식, 기술 체계 의존성, 사고 위기이다. Fig. 1에서 알 수 있듯이 항공관제의 안전은 재해와 기계적 결함으로 인한 사고와 사람으로부터 오는 사고가 많이 발생한다.^[6] 따라서 본 시물레이터는 안전에 영향을 주는 요소들을 적절하게 모사할 수 있어야 한다.

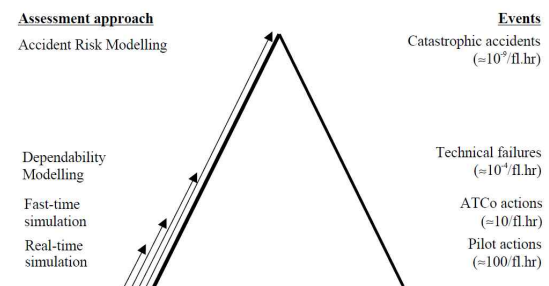


Fig. 1. ATM safety iceberg

▪ 편의성

본 시뮬레이터는 한 명의 조종사가 다수의 항공기를 조종해야 한다. 따라서 항공기 모델은 자동비행이 가능해야하며 최신 관제규약 및 항로 정보를 반영할 수 있어야 한다. 또한 민간무인기의 공역운용제도를 검증하기 위한 시나리오 제작 및 적용이 편리해야한다. 국내 환경을 반영하기 위해 실제 운항중인 비행 데이터를 기반으로 시뮬레이션을 수행해야한다. 따라서 많은 양의 실제 데이터를 획득하여 효율적인 시나리오를 입력할 수 있어야 한다. 또한 많은 양의 시뮬레이션을 통해 통계치를 획득할 수 있어야 하므로 배속 시뮬레이션을 수행할 수 있어야 한다.

2.2 항공관제시뮬레이터 설계

앞서 도출한 요구조건을 통해 항공관제시뮬레이터를 설계하였다. Fig. 2는 설계된 시뮬레이터의 구성도이다.

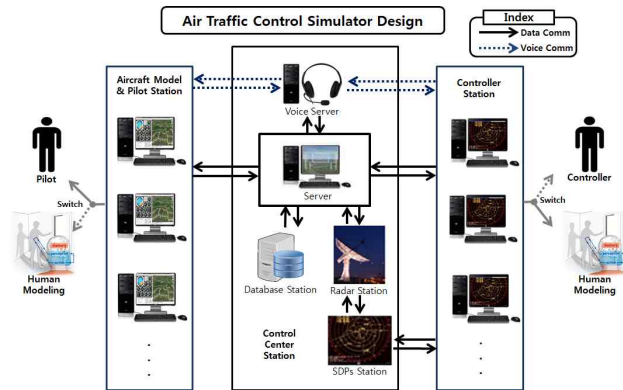


Fig. 2. ATC Simulator Design Drawing

▪ 서버

중앙통제스테이션의 서버가 데이터베이스 스테이션으로부터 시뮬레이션 시나리오 및 항공기 특성 정보를 입력받아 다른 모듈들에게 정보를 전송한다. 모든 항공기의 상태를 알고 있는 서버는 차세대 항행시스템의 항공기 탑재 감시 장비를 모사하는 모듈을 내부적으로 구성하여 각각의 항공기에게 주변 감시 정보를 제공한다. 이때 항공기 5자유도 모델로부터 자세 정보를 얻을 수 있으므로 자세에 따른 감시 정보 특성을 모사할 수 있다. 또한 차세대 통신 시스템의 특성들을 고려하여 통신 장애 및 지연을 구현한다. 또한 서버는 데이터베이스모듈로부터 관제규약과 항로 정보, 그리고 민간무인기의 공역운용제도 등의 정보를 입력받아 시나리오를 작성

하게 된다.

▪ 데이터베이스 모듈

최신 관제규약 및 항로정보, 민간무인기의 공역 운영제도와 국내 환경을 반영하기 위한 많은 양의 실 데이터를 AIP 문서와 국토교통부 자료를 통해 효율적으로 입출력할 수 있는 내부 모듈이 구성된다. 또한 시뮬레이션을 수행한 내용들을 저장하며 저장하는 데이터들을 통해 사고 통계치를 구할 수 있다.

▪ 음성 서버

조종사와 관제사간의 음성통신을 중계한다. 현재 사용되는 무선통신방식 뿐만 아니라 차세대 항행시스템에서 음성통신을 대신하여 사용될 데이터통신 기능을 구현한다.

▪ 항공기 모델 & 조종사 스테이션

시뮬레이션이 시작되면 입력받은 시나리오를 통해 항공기 특성이 반영된 모델로 상태 업데이트가 수행된다.⁽⁴⁾ 관제사로부터 음성서버를 거쳐 명령이 전달되면 조종사는 명령을 받아 수행한다. 또한 차세대 통신시스템에 맞춰 음성서버를 대신하여 데이터 통신으로 명령이 전송되면 조종사 스테이션 UI에 표시하고 이를 확인하여 수행하는 UI를 통해 명령을 수행한다. 그러나 많은 데이터를 배속 시뮬레이션 하는 경우에는 조종사를 사람이 아닌 Human Model 모듈을 통하여 수행하게 된다.

▪ 레이더 & SDPs 스테이션

실제 상황과 동일하게 모사하기 위해 관제 시스템의 레이더 스테이션과 SDPs 스테이션을 구성하였고 입력받은 항공기 상태정보를 충실도 있는 알고리즘^[4]을 거쳐 관제사 스테이션에 전달된다.

▪ 관제사 스테이션

SDPs 스테이션으로부터 전달받은 항공기들의 현재 상태정보를 관제화면과 동일하게 구현하며, 원하는 항공기를 선택하여 관련 정보를 제공한다. 또한 관제사는 음성통신 및 차세대 데이터 통신 명령을 전송한다. 조종사 스테이션과 동일하게 배속 시뮬레이션을 위해 Human Model 모듈을 통해 관제사의 인식기능을 모사한다.

2.3 활용 방안 및 기대 효과

본 논문에서 제안한 항공관제시뮬레이터를 통하여 차세대 항행 시스템에 적용하는 다양한 모듈

의 알고리즘을 검증할 수 있다. 단위검증만 수행된 알고리즘을 다른 모듈들과 함께 사용될 때 발생할 수 있는 문제점들을 확인할 수 있다.

또한 민간무인기를 유인기와 같은 공역에서 운용하기 위한 다양한 연구가 진행 중에 있는데 이를 통해 마련된 제도를 검증하는데 시뮬레이터가 사용될 수 있다. 뿐만 아니라 통합 체계 환경에서의 시뮬레이션을 통해 마련된 제도가 고려하지 못한 문제점을 파악할 수 있다.

본 시뮬레이터는 조종사와 관제사를 두거나 이를 대신하여 Human Model을 두어 운용할 수 있다. 이를 통해 인적요소에 의해 항공관제의 안전에 대한 영향을 확인할 수 있으며 Human Model에 대한 연구도 가능하다.

국내 실 비행데이터를 사용하므로 시간 및 지역별 사고 확률을 획득할 수 있으며 배속시뮬레이션을 통해 많은 양의 데이터로 신뢰성 있는 확률 획득이 가능해진다.

최종적으로 제안된 시뮬레이터를 통해 국내 항공교통과 운항 사업에 기여하고 해외 의존도를 낮추며 국제 위상 향상과 해외 진출을 기대할 수 있을 것이다.



Fig. 3. ATC Simulator Operating

3. 결론

본 논문에서는 국내외에서 많은 연구가 진행 중인 차세대항행시스템과 민간무인기의 공역운용제도를 검증하기 위한 항공관제시뮬레이터를 설계하였다. 설계에 앞서 국내 환경에 맞춘 항공관제시뮬레이터의 기본적인 요구조건을 추출하였고, 차세대항행시스템과 민간무인기의 공역운용제도를 분석하였다. 이를 통하여 본 시뮬레이터가 수행해야할 요구조건을 추출하고, 이를 기반으로 설계하였다. 마지막으로 설계된 시뮬레이터의 활용

방안과 기대 효과를 분석하였다.

본 시뮬레이터는 현재 개발단계에 있으며 Fig. 3과 같이 테스트를 수행하고 있다. 이는 계속해서 새로운 기술들을 도입하기 위해 업그레이드되어야 할 것이다. 최종적으로 이러한 시뮬레이터 개발을 통해 국외의 검증된 다른 시뮬레이터들과 연동을 통해 검증하고, 검증된 모듈들을 차세대항행시스템에 적용시켜 안전하고 효율적인 항공교통환경을 구현하고자한다.

후 기

본 연구는 국토교통부 항공기술연구사업의 연구비지원(과제번호 13ATRP-C071525-01-00000)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

- (1) Jun Hyang-Sig, Kim Dong-Min, Yeom Chan-Hong, 2010, "Analysis of CNS/ATM Technology Trend," *Current Industrial and Technological Trends in Aerospace*, Vol. 8, No. 2, pp. 113~123.
- (2) Baek S. H., Hwang S.H., 2013, "Development Status and Investment Plan for Aviation Technology Research Program," The Korean Society for Aeronautical & Space Sciences 2013 Proceeding of the Spring Conference, pp.1124~1127.
- (3) www.molit.go.kr
- (4) Hye-Ju Oh, Sang-Ook Cho and Keyyoung Choi, 2013, "Development of Aircraft and Radar Simulation for Air Traffic Control Training System", *Journal of the Korean Society for Aeronautical and Space Science* Vol. 41.
- (5) Sungbeom Jo, Hyeju Oh, Haktae Lee, Keyyoung Choi, 2014, "Development of Simulator for Validation of Flight Safety Regulations of Civil Manned/Unmanned Aerial Vehicle", *The Korean Society for Aviation and Aeronautics 2014 Proceeding of the Spring Conference*, pp.57~60
- (6) H.A.P. Blom, G.J. Bakker, P.J.G. Blanker, J. Daams, M.H.C. Everdij, M.B. Klompstra, 2001, "Accident Risk Assessment for Advanced Air Traffic Management",