

A-SMGCS 통제기능 검증방안에 대한 연구

A Study on Validation Plan for A-SMGCS Control Function

강봉석*
한국산업기술시험원

초 록

국내에서 개발중인 항공기 지상이동유도 및 통제시스템(A-SMGCS)의 핵심 기능인 경로, 감시, 안내, 통제기능 중 통제기능은 충돌상황을 예측하고 관제사에게 이를 알려주어 충돌상황을 해결하는 매우 중요한 핵심기능이다. 본 연구에서는 A-SMGCS 충돌기능에 대해 소개하고 해외 검증사례를 분석하여 현재 개발중인 시스템에 적용할 수 있는 검증방안에 대하여 연구하였다. 항공기의 안전한 지상이동을 위하여 본 연구에서는 통제기능의 실제 운용시험평가를 하는 방안에 대하여 연구하였다.

1. 서론

국제화 시대로 접어들게 되면서 국가 간 인적, 물적 교류가 활발해짐에 따라 매년 항공 수요가 증가하고 있으며 이를 충족하기 위해서 국내외 공항은 점차 대형화 되어가는 추세이다. 혼잡한 공항에서 항공기 및 차량의 지상이동을 효율적이고 안전하게 관리할 수 있는 항공기 지상이동유도 및 통제시스템(Advanced Surface Movement Guidance and Control System, A-SMGCS)은 전 세계적으로 도입 되고 있다.[1] 최근 유럽, 미국 그리고 국내에서 개발 중인 A-SMGCS는 다양한 공

항에서 적용될 수 있고 비행장 레이아웃에 변화가 발생하여도 즉시 수용할 수 있도록 시스템을 모듈화 하여 개발하고 있다.

그 중 핵심인 경로(Routing), 안내(Guidance), 통제(Control), 감시(Surveillance)모듈은 Fig. 1에서 보는바와 같이 구성되어 있다.

본 논문에서는 통제모듈이 위험상황을 예측(prediction) 또는 탐지(detection)하여 경보가 발생하는 상황별 시나리오를 도출하여 기능이 요구사항을 충족하는지 검증하기 위한 방안에 대해 연구하였다.

2. 제어 기능

2.1 위험상황 예측 및 탐지

A-SMGCS 시스템은 위험한 상황이 예측 또는 탐지가 되면 관제사에게 이를 알려주기 위해 경보(alert)를 발령한다. A-SMGCS 시스템은 Table 1 과 같이 단계적으로 경보를 운영한다.

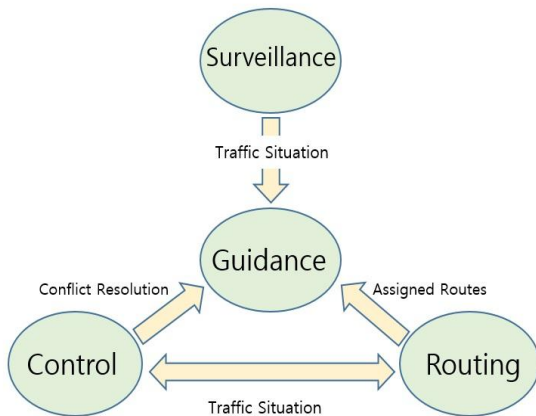


Fig 1. A-SMGCS core function

Table 3. Step of Alerts

경보 단계	경보 상황
Short-term Alerts	즉각적으로 해결이 필요한 치명적인 상황이 발생할 경우
Medium-term Alerts	잠재적 위험 상황이 발생할 가능성이 있을 경우

또한, 2단계의 경보에 해당하는 단계별 경보의 종류는 Table 2에 나열하였다.

Table 4. Alerts Classification

Short-term Alerts	Conflict Alerts	<ul style="list-style-type: none"> • 충돌경보 • 추돌경보 • 속도위반경보
	Deviation Alerts	<ul style="list-style-type: none"> • 경로이탈경보 • 유도로이탈경보
	Incursion Alerts	<ul style="list-style-type: none"> • 활주로 침입경보 • 제한구역 침입경보 • 정지선등 침범경보
Medium-term Alerts	Conflict Prediction	
	Conflict Detection	
	Conflict Resolution	

2.3 위험상황 해결

위험상황이 예측 및 탐지가 되면 이를 회피하기 위해 관제사에게 경보를 발령하고 자동적으로 시스템이 상황을 해결 하거나 관제사가 수동적으로 상황을 해결할 수 있도록 솔루션을 제공한다.

3. 해외 검증 사례 분석

3.1 충돌 제어 검증 사례 조사

3.1.1 Eurocae ED-87B

ED-87B는 EUROCONTROL에서 규정한 레벨을 기준으로 유럽민간항공시설기구(European Organisation for Civil Aviation Equipment, EUROCAE)에서 A-SMGCS 레벨 1과 레벨 2를 위한 항공 시스템의 최소 성능을 규정한 문서이다.[2]

Table 3. EUROCAE ED-87B Alerting Element Tests

시험 구분	검증 방법
경보상황 탐지 확률 시험	시뮬레이션, 실제 시험대상 이용한 실증
경보 실패 확률 시험	시스템 모니터링 데이터 통계이용
경보 응답시간 시험	시스템 모니터링 데이터 통계

EUROCAE ED-87B에서는 충돌경보 검증을 위해 Table 3에서 보는 바와 같이, 경보상황 탐지 확률 시험에는 시뮬레이션과 실증 두 가지 방법을 통해 시험하는 것으로 규정하고 있다. 다만 실제 시험대상으로 항공기를 이용할 경우 현실적으로 어려운 경우가 있기에 차량과 같은 이동체로 대체하여 시험하는 것을 허용하고 있다.

3.1.2 EMMA2

EMMA2(European Movement Management by A-SMGCS part 2)는 유럽에서 수행 중인 프로젝트로서 2020년을 최종목표로 가장 높은 수준의 A-SMGCS 시스템 개발을 진행하고 있으며 BETA(Operational Benefit Evaluation by Testing an A-SMGCS), EMMA(European Airport Movement Management by A-SMGCS)의 연구가 선행되었다. EMMA2는 프랑스 샤를 드골 공항(Charles de Gaulle Airport)에서 Fig. 2와 같은 실시간 시뮬레이션(Real-Time Simulation)을 구성하여 통제 기능의 충돌 알고리즘을 검증하였다.[3] 이 방법은 시스템들 간의 데이터 인터페이스 정보만으로 검증이 이뤄졌기 때문에 현실적인 관계활동에 대한 부분은 배제가 되었고 인터페이스 오류로 인한 많은 허위경보가 발생하는 결과를 가져왔다.

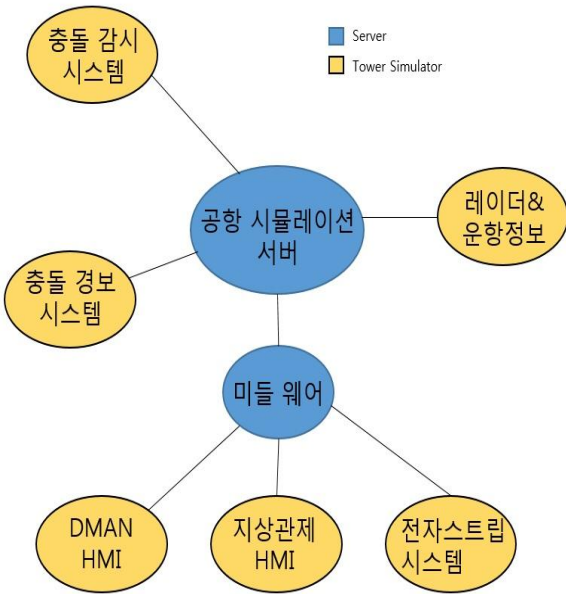


Fig 2. Technical architecture of the simulation

4. 검증 방안

본 연구에서는 위험상황 예측 및 탐지로 인하여 발생된 Table 2의 Short-term Alerts에서 충돌경보, 이탈경보, 침입경보의 검증방안에 대해서 다루었다. 현실적으로 항공기를 시험대상으로서 활용하기에 어려운부분이 있으므로 차량을 시험대상으로 선정하였다.

4.1 시험 대상

검증에는 Fig. 3과 같이 차량크기가 보다 크고 운용이 편리한 밴 차량을 이용하며 차량의 위치 정보를 파악하기 위해서 트랜스폰더(transponder)를 설치한다. 차량의 위치정보는 트랜스폰더를 통해 전송되고 이동체감시정보 서버를 통해 제어기능으로 인터페이스 된다.



Fig 3. Vehicle equipped with Transponder

4.2 테스트 베드

최근 국내 개발중인 A-SMGCS 시스템의 성능 검증을 위한 테스트베드를 김포공항에 구축예정 에 있다. 따라서 김포공항의 활주로, 유도로 및 계류장지역에서 기존에 설치된 ILCMS(Individual Lighting Control and Monitoring System)와 개발중 인 관제용 HMI(Human Machine Interface)를 이용하여 검증을 수행한다.

4.3 검증 방법

4.3.1 충돌 경고

Fig. 4에서 보는바와 같이 항공기의 진행방향이 서로 반대인 상황처럼 비정상적인 이동으로 인해 발생하는 충돌상황에 대하여 차량을 이용하여 충돌 경고 검증을 수행한다.

4.3.2 추돌 경고

국제민간항공기구(International Civil Aviation Organization, ICAO) Doc 9830 'Advanced Surface Movement Guidance and Control System Manual'에서는 항공기 제트 후류의 영향을 받지 않고 후방 항공기가 정지 가능한 거리를 항공기간 이격 거리로 규정하고 있다. 이에 관제용 HMI 에서 항공 기간 이격 거리를 약 250m로 설정하고 차량 2대를 이용하여 Fig. 4와 같이 검증활동을 수행한다.

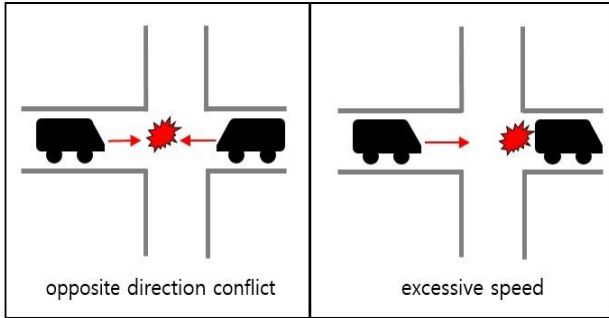


Fig 4. Conflict Alerts

Table 4. Accommodation speeds

구분	속도
유도로 직선구간의 항공기	93 km/h 이하
유도로 곡선구간의 항공기	36 km/h 이하
활주로 탈출구간의 항공기	150 km/h 이하
주기장과 주기장 유도로의 항공기	20 km/h 이하

4.3.3 속도위반 경고

Table 4와 같이 ICAO Doc 9830에서는 각 구간
의 항공기 속도에 대해서 규정하고 있다. 그러
므로 차량을 이용하여 각 구간마다 규정 속도를
초과운용 한다.

4.3.4 경로이탈 경고

차량을 이용하여 지정된 경로로 유도로 중심선
을 따라가다가 Fig. 5와 같이 의도적으로 경로를
이탈한다.

4.3.5 유도roi탈 경고

차량을 이용하여 유도로를 따라가다가 Fig. 5와
같이 의도적으로 유도로를 이탈한다.

4.3.6 제한구역 침입경보

관제용 HMI 에서 Fig. 6와 같이 임의의 제한구
역을 설정한다. 차량을 이용하여 설정된 제한구
역을 의도적으로 침범한다.

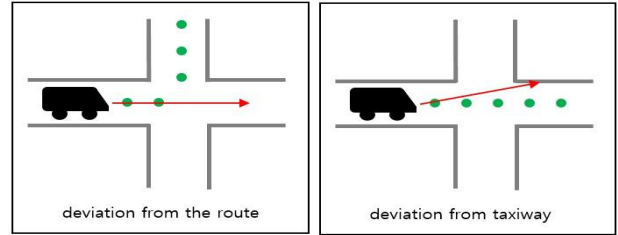


Fig 5. Deviation Alerts

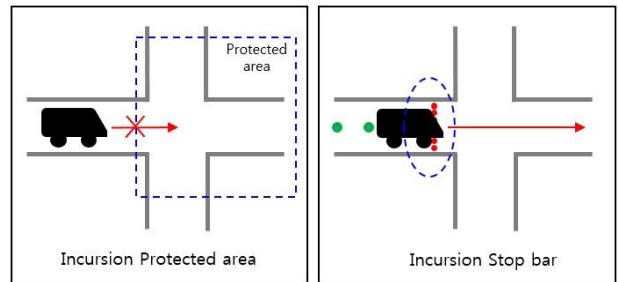


Fig 6. Incursion Alerts

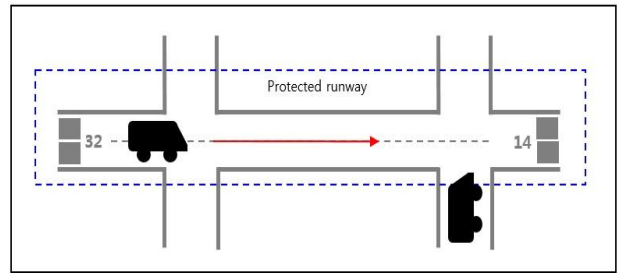


Fig 7. Runway Incursion

4.3.7 정지선등 활성화시 침범 경고

Fig. 6와 같이 관제용 HMI 에서 임의로 교차로
에 정지선 등을 활성화 후 정지선 대기 차량이
정지선 등을 침범한다.

4.3.4 활주로 침입 경고

Fig. 7과 같이 차량 2대를 이용하여 1대는 활
주로를 점유하고 있고 나머지 다른 차량은 유도
로를 통해 활주로로 접근한다. 그리고 활주로로
이동하는 차량이 활주로의 도착방향으로 이동하
는 경우 또한 검증하기 위해 활주로 도착방향으
로 진입한다.

5. 결 론

통제기능 검증을 위해 시뮬레이터를 많이 이용한다. 시뮬레이터를 사용하게 되면 여러 가지 제약사항들이 따르기 마련이다. 이를 위해서는 실제 운용시험평가를 하여야 하는데 항공기를 이용하기에는 비용적인 면과 운용하는 측면에서 많은 어려움이 있다. 따라서, 트랜스폰더를 차량에 설치하여 경로이탈, 제한구역 침입 등의 충돌 시나리오를 도출하여 검증을 할 수 있는 방법에 대하여 소개하였다. 또한 항공기를 대체하여 차량을 이용함으로써 테스트 비용절감효과를 가져올 수 있으며 보다 쉽게 검증활동을 수행할 수 있다. 다만, 실제 활주로 운용 시 관제사들은 활주로의 항공기가 지면을 떠나 이륙하게 되면 출발대기 항공기에 대해 이륙허가를 승인하고 있다. A-SMGCS에서는 활주로 중간지점에서 이미 이륙한 항공기에 대해서 활주로를 계속 점유하고 있는 상태로 시스템은 인식하기 때문에 관제사가 출발대기 항공기에 이륙허가를 승인하고 항공기가 활주로의 진입하게 되면 허위 경보가 발생된다. 이러한 부분에 대해서는 추가적으로 연구가 필요할 것이다.

후 기

본 연구는 국토교통부 항공안전기술개발사업 연구비지원(15ATRP-C069188-03)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] International Civil Aviation Organization, 2004, Advanced surface movement guidance and control system manual, ICAO Doc 9830.
- [2] The European Organisation for Civil Aviation Equipment, 2008, Minimum Aviation System Performance Specification for Advanced Surface Movement Guidance And Control Systems (A-SMGCS) Levels 1 and 2, ED-87B.
- [3] Caroline Chabrol, Philippe Montebello,

2010, Validation Test Plan CDG, DSNA, Braunschweig, Germany.