

국내용 지상이동 유도 및 통제시스템(A-SMGCS) 기술기준

An Analysis on the Technical Regulation for A-SMGCS in Korea

최승훈^{1*} · 최연철² · 홍승범²

¹한서대학교 대학원 항공시스템공학과

²한서대학교 항공학부

Seung-Hoon Choi^{1*} · Youn-Chul Choi¹ · Seung-Boem Hong²

¹Department of Aeronautical System Engineering, Hanseo University Graduate, Chungcheongnam-do 32158, Korea

²School of Aeronautical, Hanseo University, Chungcheongnam-do 32158, Korea

[요 약]

A-SMGCS는 지상이동 안내 및 통제시스템으로 ICAO 매뉴얼에서 정의된 단위시스템이다. 이 시스템은 야간이나 기상 조건을 포함하여 모든 기상 조건하에 목표 안전수준을 유지함과 동시에 일정 수준의 수용능력을 유지하기 위한 것을 목적으로 한다. 본 논문에서는 현재 개발되고 있는 국내형 레벨 IV급 A-SMGCS를 이루고 있는 14개의 모듈별 기능과 이에 따른 요구사항들을 알아본다. 또한 해당 체계와 관련된 기존의 SMGCS 매뉴얼과 등화시설 매뉴얼과 같은 국내 관련기준들을 알아보고 A-SMGCS관련 기술기준을 정의 있는 ICAO 9830 매뉴얼, Eurocontrol EMMA2 문서, 그리고 FAA AC-150의 해외 사례들을 알아본다. 이러한 결과를 통해 아직 마련되지 않은 국내 A-SMGCS 기술기준 상정을 위한 자료로 사용하고자 한다.

[Abstract]

The A-SMGCS is a modular system defined in the ICAO manual on advanced surface movement guidance and control systems. Such systems aim to maintain the declared surface movement rate under all weather conditions while maintaining the required level of safety. In this paper, we find out the details and 14 modules'specific features that developing Level IV A-SMGCS in Korea. Also we figure out relation domestic regulations as SMGCS manual & visual aids manual in Korea and research foreign cases such as defined ICAO 9830 manual, EUROCONTROL's project 'EMMA2' document, and FAA advisory circular-150 manual. It will be used as analysis data that can be applied to the undefined A-SMGCS in Korea technical regulation.

Key word : Advanced surface movement guidance control system (A-SMGCS), Technical regulation, Manual 9830, European airport movement management by A-SMGCS part2 (EMMA2), Advisory circular-150 (AC-150).

<http://dx.doi.org/10.12673/jant.2016.20.1.15>



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.

Received 3 February 2016; **Revised** 5 February 2016
Accepted (Publication) 18 February 2016 (28 February 2016)

***Corresponding Author; Seung-Boem Hong**

Tel: +82-41-671-6231

E-mail: sbhong@hanseo.ac.kr

1. 서론

A-SMGCS (advanced surface movement guidance control system)는 공항주변의 모든 항공기에 대한 정보를 기반으로 지상에 있는 항공기의 정확한 위치를 감시하고, 필요에 의한 경로를 자동으로 설정하여, 조종사가 확인할 수 있는 거리에서 지상 등화의 점등으로 안내를 시행하며 비정상 상황 발생 시 경보를 제공하므로 사고 방지를 위해 관제사가 지상이동을 제어할 수 있는 자동화된 차세대 모듈형 항공기 지상유도 및 통제시스템이다[1],[2].

국내에 해당 시스템과 관련된 기술기준으로는 기존의 SMGCS를 다루는 지상안내통제시스템 매뉴얼, 공항안전 운영기준, 항공등화 설치기준, 그리고 항행안전무선시설기준 등이다. 국외 기준으로는 ICAO의 A-SMGCS 매뉴얼 (DOC, 9830)과 유럽항행안전기구 (Eurocontrol)에서 제정된 EMMA2 (european airport movement management by A-SMGCS part2) 등이다. 특히 EMMA2는 체코의 프라하, 이탈리아의 말펜사, 프랑스의 툴루즈 공항에 설치되어 운용되고 있으며, 교통량 및 수용량이 국내보다 많아 이동차량에 대한 탐지 및 경로안내를 제공하고 있다. 하지만 국내 경우는 개별등화시스템의 국산화 기술을 중점으로 개발하고 있으며 통제기능에 중점을 두고 개발되고 있으며 이동지역 내 토잉카를 제외한 (toeing car) 이동차량에 관해서는 별도의 탐지 및 경로 안내 기능을 제공하지 않는다.

현재 해당 시스템은 A-SMGCS 레벨 IV급을 목표로 국내에 적용하기 위한 설계단계를 마치고 시스템 체계에 따른 검토회의가 산, 학, 연을 중심으로 진행되고 있다. 향후 체계요구사항을 충족하기 위한 개발시험평가 및 운용시험평가를 수행할 계획에 있고, 해당 기능과 모듈이 적합하게 적용되어 국내기술에 부합하는 기술기준이 고시될 예정이다. 따라서 본 논문에서는 A-SMGCS에 관한 각 모듈들의 기능에 대해 분석하고, 해당 시스템에 관한 국내/외 관련 기준들을 분석하였다. 관련 기준을 기반으로 하여 항공학적 검토요구사항 항목들을 도출할 예정이며, 이를 통하여 A-SMGCS 레벨 IV급에 준하는 기술기준 상정을 위한 자료로 활용하고자 한다.

II. A-SMGCS 구성 및 국내외 기술기준

A-SMGCS 대표적인 기능은 그림 1과 같이 안내, 통제, 감시, 그리고 경로 기능으로 네 가지로 정의할 수 있다. 기존의 SMGCS기능의 경우, 공항의 시각보조시설 및 항공등화시설 중점되었다면, A-SMGCS의 경우 주요 기능별로 세분화되었으며, 각 기능별 자동화 구현에 초점이 맞추어져 있다[2]-[4].

안내 (guidance) 기능은 항공기 조종사 및 차량 운전자에게 이동할 경로 및 위치에 대한 정확한 정보를 제공한다. 통제 (control) 기능은 충돌 및 활주로 침입을 방지하는 등 항공기 및 차량이 안전하게 이동을 위한 기능이다. 감시 (surveillance) 기

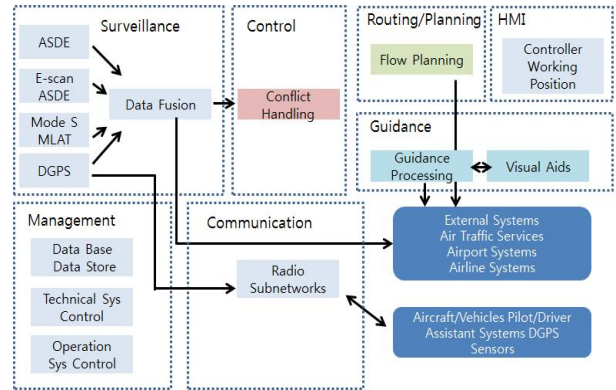


그림 1. A-SMGCS 기능별 아키텍처[1]

Fig 1. A-SMGCS functional architecture[1].

능은 관제사에게 이동지역 내의 항공기, 차량 및 비인가 이동체에 대한 확인 및 위치 정보를 제공한다. 그리고 경로 (routing) 기능은 항공기와 차량이 이동지역 내에서 안전하고, 신속하게 이동하기 위한 효율적인 경로를 제공하는 기능이다. 해당 기능과 개별등화시스템 (ILCMS; individual light control & monitoring system)을 통합하여 관제사에게 HMI (human machine interface)를 통해 실시간으로 공항 상황을 통제할 수 있도록 지원한다. 각 기능별 자동화 구현에 따른 레벨 I에서 V 단계로 구분되어지며, 현재 국내 A-SMGCS는 레벨 IV급의 전체 기능들이 자동화 처리가 진행되는 단계이다[2].

A-SMGCS를 이루는 세부적인 모듈은 선행연구를 진행하였던 국제 민간 항공 기구 (ICAO; International Civil Aviation Organization)와 Eurocontrol에서 기 설계된 체계를 통용하는 것은 아니며, 국내에 설치된 항행무선안전시설 및 항행등화시설들의 고유 환경들을 고려하여 개발되고 있다.

2-1 A-SMGCS 국내 관련 기준

현재 A-SMGCS 고유의 국내 기준은 고시되어 있지 않으나, SMGCS 운용 시 발간된 관련 기준과 기준에 항행시설 및 등화시설을 위한 법령들이 존재한다. 이는 크게 운영적 측면과 기술적 측면으로 분류되고 운영적 측면으로는 지상안내 및 통제시스템 매뉴얼과 공항안전운영기준이 있고, 기술적 측면은 항공등화설치기준과 항행안전무선시설 설치 기술기준이 있다[5]-[8].

1) 지상안내 및 통제시스템 매뉴얼[6]

해당 기술기준은 지상유도 통제시스템의 일반적인 개요 및, 설계와 시정 및 교통상태, 기본장비요건, 관리요구요건과 해당 시설에 적합한 시각 보조시설이 표기되어 있으며, 기능에 따른 책임과 교통흐름 및 절차 대규모 교통량 운영, 활주로 보호 조치 등을 기준하였다.

2) 공항안전운영기준[7]

공항안전운영기준은 지상이동 안내 및 통제시스템에 관한 기준들이 명시되는데, 설계 시 고려사항과, 시설 및 운영요건, 저시정 운영절차, 교육 및 훈련에 관해 기술되어 있다.

- 설계 시 고려사항

공항운영자에 대한 권고사항으로 해당 공항의 항공교통 밀도나 운영시정조건, 조종사의 적응도, 복잡도, 차량의 이동상태, 인적요소에 따라 다르게 되어있으며 다음의 세부적인 사항들은 지상이동 안내 및 통제시스템 메뉴얼에 표기되어 있다.

- 시설 및 운영요건

비행장시설 설치기준의 비행장표시, 항공등화 설치기준의 표지판 기준, 등화설치기준의 시각보조시설의 설치 기술요건을 따르며 이동지역간의 상호용이성을 고려하고 정지선등(stop bar lights)에 관한 충족사항들이 명시되어 있다. 특히 활주로 가시범위 350m의 공항은 지상감시레이더(SMR) 설치가 명시되어 있으며 350m 이상인 기상조건에서도 교통밀도에 따른 운영상황이 대체절차나 시설로 유지할 수 없는 경우에는 지상감시레이더 설치가 권고되고 있다.

- 저시정 운영절차

활주로 가시거리 400 m 미만의 기상조건에서의 저시정운영절차로 절차발령시기, 절차수행기관, 지상이동경로에 관한 사항, ILS 절차 설정, 저시정에 따른 교통관제절차 수립을 권고하고 있고 운영절차에 따라 수립 또는 개정에 관한 사전승인은 공항안전운영기준 제 120조에 따른 지상이동안내통제시스템 위원회에 의하여 의사결정이 가능하다.

- 교육 및 훈련

해당 체계의 교육 및 훈련의 경우 저시정 운영절차에 따라 이동지역 내에 업무를 수행하는 유관기관 및 입주업체에 관한 교육을 요구한다.

3) 항행안전무선시설 설치 기술기준[8]

항행안전무선시설의 경우 각종 비행정보와 기상정보 및 이동정보와 같은 감시기능을 수행하기 위해 필수적인 요소이며, 위의 감시모듈에 설명과 같이 PSR, SSR, ASDE 등의 레이더에 따라 설치 기준과 용어들이 정리되어 있다.

- PSR (primary surveillance radar)

일차감시레이더의 경우 공항접근용 감시레이더와 항로용 감시레이더로 구분되는데 A-SMGCS 공항접근용 레이더만 사용하게 된다. 이에 따른 공항접근용 레이더는 반송파주파수는 L밴드와 S밴드로 권고하고 있고, 수평거리 0.5 NM 내지 60 NM 및 고도 25,000 ft 내의 탐지를 요구한다. 이에 따른 수신 장치 감도는 -108 dBm 이상이며, 시현(display)정보는 4-5초 이내로 권고하고 있다.

- SSR (secondary surveillance radar)

교통업무로 설치/운용되는 이차감시레이더의 경우에는 일반권고사항을 따라야 한다. 질문/응답기에 따른 규격으로 모드 A/C에 관한 기준들이 기술되어있다.

- ASDE(airport surface detection equipment)

공항지상감시레이더 또한 감시 및 통제기능에 있어 반드시 필요한 부분으로 해당 레이더에 따른 기술기준은 다음과 같다. 탐지구역에 있어 방위각은 전방향이며, 고도는 지표면으로부터 60 m, 범위는 150 m ~ 6,000 m를 요구하고 있다. 탐지확률은 최소 90% 이상으로 거짓 경보율은 10⁻⁶으로 기준하고 있다.

4) 항공등화 설치기준[5]

등화시설의 경우 ILCMS를 통해 항공기를 통제/안내기능을 수행함에 있어 우선시 되는 부분으로 IV급 적용의 경우 인천공항에 설치를 목표로 하여 CAT-III급 기준이 요구된다. 비행장에 따른 항공등화의 설치 기준은 표 1과 같이 각 등화에 따른 밝기, 상태별 점등 상태, 각 시설별 등 간격들이 세부적으로 제시되어 있으며 A-SMGCS 시스템과의 부합여부를 확인 할 수 있다.

2-2 A-SMGCS 국외 관련 기준

해당 A-SMGCS와 관련된 국제기준으로는 ICAO Doc 9830 (A-SMGCS manual)과 유럽에서 시행된 EMMA2와 FAA (federal aviation administration) AC-150/5345 기준들이 있다 [1],[9],[10].

표 1. 설치대상 항공등화의 종류[5]

Table 1. Types of airport visual aids' installation.

Airport lighting systems	Land Airport				
	Non-instrument runway	Instrument runway			
		Non-precision approach	Precision approach		
			CAT- I	CAT- II	CAT- III
aerodrome beacon	○	○	○	○	○
approach lighting systems		○	○	○	○
precision approach path indicator	○	○	○	○	○
runway edge lights	○	○	○	○	○
runway threshold lights	○	○	○	○	○
runway enter line lights				○	○
touch-down zone lights				○	○
runway end lights	○	○	○	○	○
taxiway edge lights	○	○	○	○	○
taxiway center line lights				○	○
stop barr lights				○	○
runway guard lights			○		
illuminated wind direction indicator	○	○	○	○	○
signalling lamp, light gun	○	○	○	○	○
taxiway guidance sign	○	○	○	○	○
road-holding position lights				○	○
touchdown & lift-off area lighting system					

1) ICAO 관련 기준

ICAO DOC 9830에는 개요부터 운영요건, 실행요구사항, 실행 항목 등에 관한 전반적인 정의 및 규정들이 설명된다. 운영요건의 경우 대표적인 4가지 기능에 대해 정의되고 이에 대한 고려사항들이 제시되어 있다. 실행요구사항은 해당 시스템을 위해 필요한 비행운영 정보, 비행장 정보 및 기상 정보들에 대한 필요성, 그리고 대표기능에 관한 신뢰성 등을 확인할 수 있다. 실행 항목의 경우 처리용량에 대한 평가, 관리 수요관리에 따른 비용/이득에 관한 평가 기준들이 기술되어 있다. Doc 9830에서 제시하는 구현 수준은 시정상태, 교통밀도, 비행장 배치에 따른 36가지의 상황을 고려하여 대표 기능의 구현 수준에 따라 해당 시스템 단계가 정의된다.

2) EUROCONTROL 관련 기준

EMMA2 매뉴얼의 SPOR (services, procedures, and operational requirements)에는 각 업무를 맡은 조업자 (조종사, 관제사, 이동 차량 운전자)에 따른 역할로 구분지어 운영절차에 대해 기술되어 있다. 해당 매뉴얼도 Doc 9830을 근간으로 하여 발췌하였으나 유럽 환경에 따라 고려되어 기술되었다. 해당 모듈을 크게 일반, 감시, 경보, TAXI, 경로, 안내, 비행장 탑재장비, 이동체 탑재장비, HMI 순으로 나열되어 있다. 또한 지상 및 비행장에 관한 기술요구사항과 관계탐과의 상호운영에 관한 정의서, A-SMGCS 운영에 따른 안전평가 등 아래의 표 2와 같은 표준들이 정의되어 있다[10].

3) FAA 관련 기준

AC-150 (advisory circular- 150; design and installation details for airport visual aids) 매뉴얼의 경우 활주로와 유도로 시설별 등화에 관한 기준들이 나와 있으며, 국내의 등화시설 기준과 크게 다르지 않으며 RVR 1,200 ft (365 m) 전후에 따른 요구사항들이 표기되어 있다. 표 3은 공항 감지 등화시설 (ALCMS;

표 2. A-SMGCS EMMA2 관련 규정서

Table 2. A-SMGCS EMMA2 project document.

Document No	Document Title
2-D111	A-SMGCS Services, Procedures, and Operational Requirements
2-D112a	A-SMGCS Technical Requirements – Ground
2-D112b	A-SMGCS Technical Requirements – Airborne
2-D121	ATM Interoperability Document
2-D131	Training and Licensing Concept
2-D141	Safety Assessment Plan for A-SMGCS Operations
2-D151	Implementation Roadmap for A-SMGCS
2-D12	Certification and Approval Roadmap for A-SMGCS
2-D153	A-SMGCS Data Link Communication Study

표 3. 항공등화 제어& 모니터링 응답시간

Document No	Document Title
response times.	
Time Characteristic	Response Time (seconds)
From command input until acceptance or rejection	< 0.5
From command input until control signal output to regulator or other controlled unit	< 1.0
For system to indicate that a control device has received the control signal	< 2.0
Back indication to tower display of regulator initiation	< 1.0
Switch-over time to redundant components in event of system faults (no command execution during this time)	< 0.5
Automatic detection of failed units and communication lines of the monitoring system	< 10

airfield lighting control monitoring systems)의 응답시간이다. 다시 말해 지상등화제어 및 모니터링 시스템에 따른 응답시간으로 응답 명령 입력으로부터는 0.5초, 입력에서 다른 정전기로의 응답시간은 1초미만, 시스템을 위한 전송된 수신시간은 2초미만, 시스템 결함으로 인해 변경되기까지는 0.5초미만을 권고하고 있으면 실패된 탐지와 모니터링 시스템 사이의 통신은 10초미만으로 규정한다[4].

III. 국내용 A-SMGCS 기술기준

3-1 A-SMGCS 모듈별 기능

해당 A-SMGCS 시스템의 모듈은 ICAO Doc 9830 (A-SMGCS manual)과 ICAO Annex 14 Vol. 1 (aerodrome design and operations)을 근거로 규정되었으며 필요에 따라 소프트웨어적인 측면과 네트워크 및 항행시설 관련 하드웨어는 국제적인 기준에 부합하는 RTCA (radio technical commission for aeronautics), FAA의 각종 표준에 준한다.

그림 2는 A-SMGCS를 이루는 각 모듈과 데이터의 흐름을 나타낸 것이다. 대표적으로 14개의 모듈형식으로 개발되고 모듈에 따른 대표적인 기능은 다음과 같다.

① CWP (controller working position)

해당 모듈은 HMI 기능에서 대표적인 기능으로 관제용 작업석 모듈로 공항의 지도를 바탕으로 경로계획, 안내, 감시, 통제 정보 등의 결과정보를 수신하여 작업석 화면에 표시하며, 관제사의 업무를 지원한다.

② MWP (maintenance working position)

HMI 기능의 일부로 유지보수용 작업용 모듈을 뜻한다. 이는 유지 보수자에 의한 항공등화 점/소등을 지원하고 운용되는 등

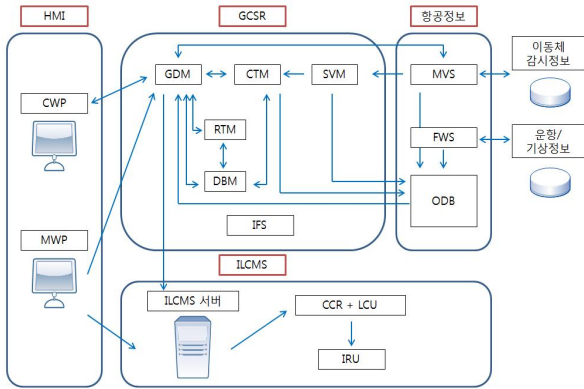


그림 2. 국내형 A-SMGCS 구성도 [4]
Fig 2. Configuration for A-SMGCS in Korea[4].

화 시스템의 상태를 실시간으로 감시한다.

③ GDM (guidance module)

안내모듈로 생성된 경로를 토대로 이동이 허가된 항공기나 차량을 목적지까지 안내하는 기능이다.

④ CTM (control module)

통제모듈로 항공기와 항공기 또는 차량 사이의 충돌방지를 목적으로 불의의 충돌을 예측하고 탐지하여 미연에 방지할 수 있도록 회피하는 기능을 갖는 모듈이다.

⑤ SVM (surveillance module)

감시기능 모듈로 공항의 이동지역 내에서 동시다발적으로 진행되는 항공기 및 차량들의 지상이동을 감시하고 그에 대한 정보를 시스템 및 관제사에게 전달한다.

⑥ RTM (routine module)

경로기능 모듈로 공항에 도착하는 항공기를 안전하고 신속하게 게이트까지 안내하거나, 출발하는 항공기를 이동시키기 위해 최적의 경로를 생성하고 제안하는 기능을 갖는다.

⑦ DBM (database module)

해당 모듈은 시스템 체계를 실시간으로 처리하기 위해 데이터베이스화하여 관리하는 모듈로 감시, 통제, 경로, 안내기능을 처리하기 위한 모듈이다.

⑧ IFS (interface module)

내부시스템 인터페이스 모듈로 이동체 감시정보와 운항/기상정보를 담고 있는 정보, 운영데이터 베이스 서버 등을 상호 관리하여 요구하는 모듈에 연결하기 위한 기능을 갖는다.

⑨ ILCMS server

개별제어 및 감시시스템과 전력선 통신이 가능한 개별원격 제어유닛(IRU; individual remote unit), 중앙제어를 담당하는 LCU(local control unit) 장치들을 구현하고 관리하는데 사용하는 모듈이다.

⑩ CCR (constant current regulator)/LCU

정전류 조정기와 중앙제어유닛을 관리하는 모듈로 밝기 제어 및 LCU 등록을 통해 등화정보 및 등화상태를 나타낸다.

⑪ IRU

개별등화장치를 관리하는 모듈로 변압기와 등화사이에 설치되고 CCR과 LCU사이의 전력선 통신을 이용해 등화 제어 및 상태를 감시한다.

⑫ MVS (moving object monitoring server)

이동체 감시정보 처리서버 모듈로 이동지역 내의 감시정보를 지상레이더시설로부터 획득하여 이동체 감시정보를 필요로 하는 모듈로 전송한다.

⑬ FWS (flight & weather information server)

운항/기상정보 처리서버 모듈로 저시정 상황에도 지상을 이동하는 항공기와 차량에 안전과 효율성을 높일 수 있도록 공항 시스템으로부터 데이터정보를 수신한다.

⑭ ODB (operation database)

해당 모듈은 운영데이터베이스 모듈로 A-SMGCS에서 필요로 하는 항공운항정보, 항공기상정보 및 이동체감시정보 등의 자료를 외부시스템으로부터 수집 후 서버로부터 도착된 자료를 적절한 처리 및 분류 후 운영데이터베이스에 저장하는 모듈이다.

3-2 A-SMGCS 모듈별 요구사항

A-SMGCS를 이루는 각 모듈에 대한 세부 요구사항은 관제용 HMI(CWP)와 유지보수용 HMI(MWP)는 HDD 250GB 이상, RAM 4GB 이상이 요구되고 그래픽메모리 또한 1GB이 요구되고 해상도는 1920*1050 픽셀 또는 1920*1200 픽셀 이상으로 요구한다. 이는 직관적인 UI와 등화상태 수집 및 유지보수기능을 갖추어야하기 때문이다. MWP의 경우 항공등화시스템 상시 감시 및 상세정보를 표출하고, 경고 및 경보 알림기능을 갖추며 등화 제어 및 정보설정 또한 사용자들을 관리한다. AGL (airfiled ground lighting)에 따른 응답시간으로 HMI기능과 동일하게 적용되며, 응답시간은 표 4와 같다.

그림 2의 GCSR(guidance control surveillance routing) 각 모듈을 살펴보면, 안내모듈의 경우 타이밍은 최대 2초로 하고 있으며 경로 안내 신뢰성에 따른(정상 안내율, 잘못된 안내율) 파라미터를 관리하고 최초 전체 응답시간은 최대 2초로 하고 있으며, 안내 회귀 시간(reversion time)은 최대 0.5초로 요구한다.

표 4. AGL 제어 시스템 응답 시간[9]

Table 4. AGL control system response time[9].

Time Characteristic	Response Time (seconds)
From command input until acceptance or rejection	< 0.5
From command input until control signal output to regulator or other controlled unit	< 1
For system to indicate that a control device has received the control signal	< 1
Back indication to tower display of regulator initiation	< 1

경로모듈의 경우 공항배치와 교통밀도에 따른 요구를 충족하기 위해 경로의 처리 및 전송 최대 시간을 1초로 한정하고 있다. 그에 따른 경로처리의 수용능력 계산을 요구하며 최초 경로 처리시간은 최대 10초 이고 변경 경로 처리시간은 최대 1초로 지정하고 있다.

통제모듈의 경우 불의의 충돌이 발생하지 않도록 통제하며 시청각의 적절한 방법에 따라 관제사에게 통제하는데 시스템 응답성능은 0.5초 이내로 지정하고 있다.

그리고 감시모듈의 경우 필요한 간격 손실과 가능한 충돌을 탐지하는 시간 지연을 최소화하기 위해 초당 1회 비율로 업데이트를 요구하고, 감시정보에 대한 라벨링 등의 식별정보를 3초 미만으로 요구한다.

ILCMS의 경우 선택적으로 등화를 개별제어하기 위해 CCR, IRU 와 LCU로 구성하는데 CCR의 경우 IEC 61822 4.3.8.1 규격에 따라 요구하고 LCU와 IRU는 FAA AC 150/5345 표준을 따른다. 광도의 밝기는 대체로 4 ~ 5단계로 구분하여 조절한다. 항공등화는 A-SMGCS의 중요요소로 전력선통신과 이더넷을 통해 원격으로 광도를 조절한다. LCU와 IRU의 경우 입력 전류 범위는 1.3 A ~ 6.6 A로 정격 주파수는 60Hz±3%이다. LCU는 고장 램프 검출시간은 10초 이내로 지정하고 있으며, IRU의 경우에는 정지선등화의 경우 2초 이내, 나머지 등화의 경우는 5초 이내로 지정하고 있다. 활주로 등화 전원 공급시간은 아래의 표 5와 같다[4].

운항/기상정보 모듈의 경우 비행 계획서 인터페이스를 고려하고 항공기가 주기장에 접현되거나 이현 될 때 GAM (ground aircraft movement) 메시지를 생성하여 FIMS (flight information management system) 및 항공사와 지상조업자에게 제공할 수 있도록 한다. 뿐만 아니라 기상정보인터페이스 측면에서는 경계

등 및 활주로 중심등의 광도를 매 10초마다 제공하고 이에 따른 시정, 풍속, 운고 등의 정보를 등화시스템에 제공한다.

이동체 감시정보 모듈은 레이더를 통해 획득한 이동지역내의 이동체 감시정보를 필요로 하는 장비에 제공하는데 여기서는 SSR 데이터와 ASDE, ADS-B, MLAT 데이터를 활용한다.

운영데이터 베이스의 경우 각종 기상정보, 운항정보, 이동체 감시정보, 접/이현, 출발/도착 정보 등을 실시간 데이터베이스로 수집하여 활용할 수 있도록 하는데 기상정보의 경우 매 10초마다 데이터를 수집하고 외부 시스템에 전송한 수집 자료를 저장하고 관리한다.

정리해보면 A-SMGCS의 기술기준은 전체 18가지의 모듈로 정리할 수 있다. 각 기능별로 간단히 정리해 보면, 감시 기능은 시각 감시 장치, 지상감시 레이더를 통한 항공기, 차량 혹은 장애물의 식별할 수 있도록 한다. 중방향의 정확성(actual position)은 6m로 권고된다. 또한 화면상에 항공기와 차량의 식별정보 (identification data)가 1초에 한 번씩 갱신되어야하고, 식별정보에 대한 지연 (latency of identification data)은 3초를 넘어선 안 된다. 통제 기능은 경보 가능성 (PDA; probability of detection of an alert)은 99.9%이상이어야 하며 잘못된 경보 (PFA, probability of false alert)의 가능성은 E-03보다 적어야 한다. 시스템 응답성능(response time)은 0.5초 이하이다. 또한 항공기간의 간격을 지정하기 위한 속도와 관제사의 처리시간 등을 지정하고 있다. 경로 기능은 초기 경로지정 처리시간 (initial route processing time)은 10초를 초과해서는 안 되며, 항공기나 차량이 기동한 이후 경로 변경에 대응하기 위해 경로 재지정 시간 (reprocessing for tactical changes)은 1초를 초과해서는 안 되며 경로 이탈이 발생할 경우 새로운 경로 계획 후 1초 이내에 경로지정 처리 (timing of taxi distance) 가 가능해야한다. 또한 최적화된 경로 처리의 거리 (length of taxi distances)는 최적화 경로 (optimized routes)를 계산할 때 거리 상 10 m 이내에 처리되어야 하며 저 시정에 따라 실패율을 정의하고 있다. 마지막으로 안내기능은 안내 타이밍은 2초 이내에서 처리되며 전체 응답시간 (overall response time)도 2초를 초과해서는 안 된다. 또한 복귀 시간 (reverse time)은 최대 0.5초이어야 한다.

현재 국내용 A-SGMCS 레벨 IV급에 대한 구현은 전체 개발 기간 중 개별 모듈이 개발이 진행 중에 있다. 추후 각 기능에 따른 항공학적 검토 및 안전성 평가의 자료로 활용할 것이다.

IV. 결 론

본 논문에는 현재 국내에서 개발되고 있는 국내용 A-SGMCS 레벨 IV급에 대한 구현은 전체 개발기간 중 개별 모듈이 개발이 진행 중에 있으며 2016년부터 각 모듈을 통합하는 단계에 있다. 따라서 본 논문은 국내 A-SMGCS 레벨 IV급에 적합한 기술기준을 설립하기 위해 국외 A-SMGCS 기술 기준을 분석하고 국내 구현 형태를 분석하였다.

표 5. 활주로 등화 전원 공급시간
Table 5. Runway lighting system supply time.

Runway lighting system	Non-instrument runway	Non-precision approach	Precision approach	
			CAT I	CAT II/III
approach lighting systems		15	15	15 (at 300m within 1sec)
precision approach path indicator	120	15*	15*	
runway edge lights	120	15*	15*	15
runway threshold lights	120	15*	15*	1
runway end lights	120	15	15	1
runway center line lights				1
touch-down zone lights				1
stop bar lights				1
taxiway edge lights			15	15
floodlighting of obstacles	120	15	15	15

* Approach area which has dangerous object or steep slope must be within a second.

표 6. A-SMGCS 기술기준

Table 6. A-SMGCS Technical regulation.

Function	A-SMGCS Technical regulation item	Value
Surveillance	The actual position of aircraft, vehicles or obstacle	< radius 6m
	The position and identification data of aircraft and vehicles	< 1 Hz
	The latency and validation of surveillance position data for aircraft and vehicles	< 1 sec
	The latency and validation of identification data for aircraft and vehicles	< 3 sec
Control	probability of detection of an alert (PDA)	> 99.9%
	probability of false alert (PFA)	< 10^{-3}
	The response time of any control function	< 0.5(sec)
	Longitudinal spacing should be based on the following typical numerical values: - V_a, V_b : the initial speed of aircraft A, B(km/h) - A_a, A_b : the deceleration of aircraft A,B(m/s^2) - P_{ir} : pilot reaction time(sec) - C_{or} : controller reaction time(sec) - S_{gr} : system reaction time(sec) - S_{ar} : safety reaction time(sec) Total time = c)+d)+e)+f) = T_s	$V_a = 55km/h$ $V_b = 55km/h$ $A_a = 1 \sim 2$ $A_b = 1 \sim 2$ $P_{ir} = 1s$ $Cor = 1s$ $Syr = 2s$ $Sar = 1s$
	taxiway speed	about 55km/h
	longitudinal spacing when the aircraft have moved	about 200m
	a minimum spacing when the aircraft have stopped	about 15m
	Routing maximum failure rate requirements (Visual condition, VC)	VC1 : 1.5E-3 VC2 : 1.5E-4 VC3 : 3.0E-6 VC4 : 1.5E-6
Route	The time taken to process an initial route	< 10 sec
	Reprocessing to account for tactical changes once the aircraft or vehicle	< 1 sec
	In the processing of optimized routes, the length of taxi distances (resolution)	< 10m
	In the processing of optimized routes, timing of taxi distance(resolution)	> 1sec
Guidance	The overall response time of initiation of the guidance to verification that the correct route or information	< 2 sec
	Reversion time	maximum 0.5sec

A-SMGCS의 경우, 안내, 통제, 감시, 그리고 경로 기능의 자동화 구현 단계에 따라 레벨 I에서 V등급으로 나누어진다. 레벨 IV등급의 경우, 전체 기능을 자동화로 구현가능한 단계이다. 국외의 A-SMGCS 기술기준에 관련된 규정은 ICAO Doc 9830과 유로컨트롤에서 시행된 EMMA2와 미국의 FAA AC-150 등이다. 이 기준은 ICAO Doc 9830의 기준을 따르고 있다. 하지만, 국내의 A-SMGCS 시스템은 14개의 모듈로 세분화하여 개발되고 각 구현에 따른 기준을 분석하였다. 추후 각 모듈별의 역할을 근거로 항공학적 검토에 따른 관련규정과 검토방향, 검토에 따른 기초자료 분석이 수행될 예정이다.

감사의 글

본 논문은 국토교통부 항공안전기술개발사업 연구비지원(14ATRP-C069188-02)에 의해 수행된 연구로서, 관계부처에 감사드립니다.

참고 문헌

- [1] ICAO, Advanced surface movement guidance and control system(A-SMGCS) manual, ICAO 9830, Appendix E-2, 2004.
- [2] S.B. Hong, S.H. Choi, and Y. C. Choi, "A study on the hazard identification for the implementation of A-SMGCS", Journal of Advanced Navigation Technology, Vol 18. pp.151-156, Apr. 2014.
- [3] Madrid aerodays, European airport movement management by A-SMGCS, pp.2~6, March, 2011. Available : <http://www.cdti.es/recursos/doc/eventosCDTI/Aerodays2011/3A3.pdf>.
- [4] S. B. Hong and S. H. Choi, " Study on analysis of the modules for A-SMGCS," in *Conferences of Institute of the Korea Navigation Institute*, Seoul, Korea, Vol.19, No.1, p.342, 2015.
- [5] MOLIT, Standards for aeronautical lights, signs and electrical systems, Notification No.2013-832 p.8, 2013.
- [6] MOLIT, Manual of surface movement guidance and control systems(SMGCS), Regulation No.101, 2013.
- [7] MOLIT, Airport Operations Standards, Notification No.2013/830, 2013.
- [8] MOLIT, Manual on NAVAID installation, Notification No.2014-117, 2013.
- [9] FAA, Design and installation details for airport visual aids, AC 150/5345-30G, p.113, 2012.
- [10] EUROCONTROL, A-SMGCS services, procedures, and operational requirement(SPOR), 2008.



최 승 훈 (Seung-Hoon Choi)

2014년 2월 : 한서대학교 항공전자공학과 (공학사)
2014년 3월 ~ 현재 : 한서대학교 대학원 항공시스템공학과 석사과정
※관심분야 : 항공전자, 무인기, 영상처리



최 연 철 (Youn-Chul Choi)

2003년 8월 : 한국항공대학교 항공운항관리학과 (이학박사)
2004년 3월 ~ 2007년 2월 : 한국항공대학교 항공안전교육원 교수
2007년 3월 ~ 현재 : 한서대학교 항공학부 교수 및 항공학부장
※관심분야 : 항공안전, 항공운항, 항공사고분석



홍 승 범 (Seung-Beom Hong)

2003년 8월 : 한국항공대학교 항공통신정보공학과 (공학박사)
2004년 2월 ~ 현재 : 한서대학교 항공전자공학과 교수
※관심분야 : 항공전자, 컴퓨터 비전, 항공기 시뮬레이터, 항공사고