

항공기 지상이동 유도 및 통제시스템의 안전성 평가 기준에 관한 사례연구

Case Study on Safety Assessment Standard for A-SMGCS

구성관¹ · 백호종^{2*}

¹한서대학교 항공학부 항공레저산업학과

²한국항공대학교 항공교통물류우주법학부

SungKwan KU¹ · Hojong Baik^{2*}

¹Department of Aviation Leisure & Industry Management, School of Aeronautical Science, Hanseo University, Chungcheongnam-do 357-953, Korea

²School of Air Transport, Transportation, Logistics and Air & space Law, Korea Aerospace University, Gyeonggi-do 412-791, Korea

[요 약]

본 연구는 항공기 지상이동 유도 및 통제시스템(A-SMGCS)의 안전성 평가 기준과 과거에 수행된 연구개발 프로젝트의 사례연구에 대한 것이다. A-SMGCS 시스템은 저시정 상태 등과 같이 기존 공항의 효율성을 저해시키는 환경에서도 이전과 동일한 효율성을 유지한 상태에서 안전하게 운영하기 위하여 항공기 및 지상이동체의 통제를 기반으로 경로, 안내 및 감시를 제공하는 시스템이다. 최근 한국과 유럽 등에서는 공항 이동 구역의 안전한 통제를 위하여 A-SMGCS 시스템 개발을 진행하고 있다. 항공 산업과 같이 안전을 근간으로 하는 산업 분야에서는 운용시스템에 대한 안전성 입증과 보장이 반드시 필요하다. 본 연구는 이러한 안전성을 요구하는 A-SMGCS의 안전 목표 수준을 검증하기 위한 안전성 평가 기준과 기존 연구 사례를 분석하였다.

[Abstract]

This study is safety assessment standard for advanced surface movement guidance control system (A-SMGCS) and case study of the past research project. A-SMGCS providing routing, guidance and surveillance for the control of aircraft and vehicles in order to maintain the declared surface movement rate under all weather conditions within the aerodrome visibility operational level while maintaining the required level of safety. Recently, in Korea and Europe are developing A-SMGCS system for the safety control of the airport movement area. In safety oriented industry such as aviation that it is necessary to verify and ensure for operating system. In this case study, analysis of safety assessment standard for verified A-SMGCS target level of safety (TLS) and previous developed A-SMGCS research project.

Key word : Safety assessment, Target level of safety, Safety standard, Advanced surface movement guidance control system.

<http://dx.doi.org/10.12673/jant.2014.18.6.562>



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 25 November 2014; Revised 1 December 2014
Accepted (Publication) 24 December 2014 (30 December 2014)

*Corresponding Author; Hojong Baik

Tel: +82-2-300-0373

E-mail: hbaik@kau.ac.kr

I. 서론

항공기 지상 이동 유도 및 통제시스템(이하 A-SMGCS)은 저시정 상태 등 공항 운영에 영향을 주는 시정 등급과 상관없이 안전 수준을 유지하며 정상운영 상태와 동일한 효율성(수용량)을 보장하기 위해서, 공항 이동 구역에서의 항공기와 차량 등을 유도하기 위한 감시, 경로, 안내, 통제 기능을 가진 시스템으로 정의된다[1]. A-SMGCS의 핵심 기능별 연관 관계는 그림 1과 같다[2].

국제민간항공기구(ICAO) Doc 9830 'advanced surface movement guidance and control systems manual'에서는 A-SMGCS 핵심 기능/로직 및 전체 시스템의 운영에 대한 안전 목표 수준(TLS; target level of safety)을 정의하고 있다. A-SMGCS의 안전 목표 수준(TLS)이란 공항의 지상에서 항공기가 운용 중에 발생할 수 있는 치명적 사고 또는 항공기의 손상이 일어나는 사고가 발생할 확률을 말하며, 공항의 규모, 형태 및 교통량에 따라 세부 기능의 적용 여부와 이에 관계된 시스템 레벨(level)을 별도로 규정하고 있다.

항공 분야는 다른 운송 수단에 비하여 사고 발생시 영향이 큰 특성에 따라 다른 산업 분야에 비해서 매우 높은 안전 수준을 요구하는 특성이 있다. 이것은 항공기뿐만 아니라 항공기 운항을 위해 지원하는 시스템 및 장비에서도 적용되는 기준이 된다. 최근에는 시스템에서 운영되는 소프트웨어도 개발 과정의 엄격한 관리를 통하여 안전성을 확보하도록 요구되고 있다[3].

본 논문은 A-SMGCS의 안전 목표 수준(TLS) 만족 여부를 확인하기 위하여 적용 가능한 안전성 평가 기준을 살펴보고 이전 연구 사례를 분석하여, 향후 동 시스템 개발에 활용 가능한 안전성 평가 방법을 제시하고자 한다.

본 논문의 1장에서 A-SMGCS의 정의와 안전 목표 수준에 대한 개념과 2장에서 항공 산업이 포함된 safety critical 시스템의 안전 수준 및 A-SMGCS 시스템의 안전 목표 수준에 대해서 설명하였다. 3장에서는 안전성 평가에 적용할 수 있는 기준에 대해서 살펴보고, 4장에서 기준연구에 대한 사례 분석을 통하여 5장의 결론을 도출하였다.

II. A-SMGCS 안전 수준

2-1 항공 산업의 안전 수준

Safety critical 시스템은 예상치 못한 오류가 발생했을 시 인명, 재산 및 환경 등에 심각한 피해를 줄 수 있는 시스템으로 많은 위험성들이 잠재적으로 존재하기 때문에 오류 발생시 치명적인 사고가 발생할 수 있다[4]. Safety critical 시스템 분야로는 원자력, 항공, 철도, 선박, 우주 및 자동차 산업이 대표적이다.

그림 2는 항공을 포함한 safety critical 분야 등에서 사고 발생 시 잠재적인 피해와 파급효과를 나타내는 것이다[5]. 사고 발생

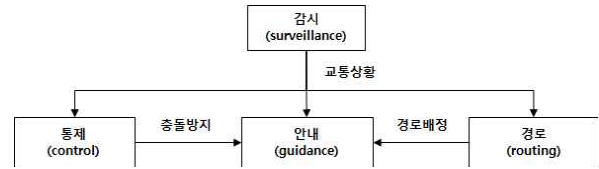


그림 1. A-SMGCS 핵심 기능/로직
Fig. 1. A-SMGCS function/logic.

시 파급 효과가 가장 작은 산업은 자동차이며, 피해 정도가 가장 큰 산업은 원자력, 피해 범위가 가장 큰 산업은 항공이다. 파급 효과의 중요도에 대한 판단 기준에 따라서 시스템 안전성의 판단은 일부 상이할 수도 있다. 원자력은 사고 발생 시 피해 정도는 가장 크지만 국부적인 지역에 한해서만 영향이 있고, 항공은 피해 정도는 원자력 보다는 작지만 관련 산업에 대한 피해 범위가 다른 산업보다 큰 특징이 있다. 따라서 항공 산업의 안전 수준은 원자력 산업 정도에 적용하는 위험도 기준과 이를 관리하기 위한 관리시스템이 동시에 요구되고 있다.

2-2 A-SMGCS 안전 목표 수준

항공기의 안전하고 효율적인 운항을 위해서는 공항 등에서 항공기의 항행을 지원하는 시스템도 항공기 수준의 신뢰도가 요구된다. 특히, 다른 교통수단에 비하여 항공분야의 사고 발생은 다수의 인명 피해와 재산상의 손실로 이어지는 경우가 많다 [2]. 또한, 이를 위한 지원 시스템에 대한 운영 단계의 안전성 목표에 대해서는 국제표준 및 권고(SARPs)로 정의되고 있다.

ICAO Doc 9830에서는 A-SMGCS의 안전 목표 수준을 시스템 운영 단계에서 하드웨어 실패율(fail rate) 및 기타 환경적인 요구사항을 고려하여 1×10^{-7} 으로 요구하며, 전체 시스템이 정상적으로 동작하여 항공기에 서비스하기 위한 핵심 기능인 감시, 경로, 안내 및 통제 로직은 각각 정상적인 기능을 보장하기 위해 표1과 같은 안전 목표 수준(기능 전체 1×10^{-8})을 요구하고 있다. 이는 안전을 근간으로 하고 있는 항공 산업에서는 항공기에 대한 서비스를 제공하는 시스템도 안전성의 보장이 요구되는 것으로 볼 수 있다.

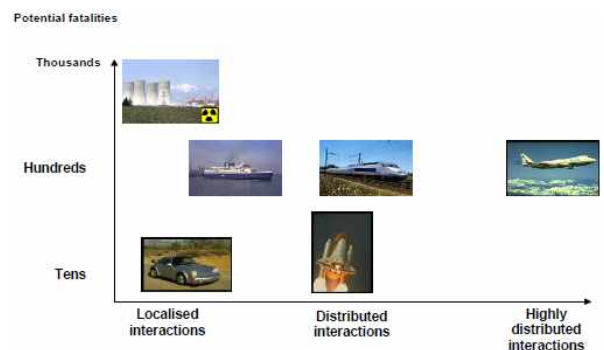


그림 2. 산업별 안전도 파급 효과
Fig. 2. Safety interaction & potential fatalities of industry.

표 1. A-SMGCS 기능별 안전 목표 수준

Table 1. A-SMGCS target level of safety on function.

A-SMGCS 기능/로직	안전 목표 수준
감시(surveillance)	3×10^{-9}
경로(routing)	1×10^{-9}
안내(guidance)	3×10^{-9}
통제(control)	3×10^{-9}
합 계	1×10^{-8}

III. 안전성 평가 기준

안전성 평가는 시스템, 서브시스템 및 하부 구성품이 목적으로 하는 기능과 성능에 대한 구현의 확인과 함께, 안전에 관한 위험을 식별, 분류 및 경감하기 위한 기초 사항이다. 항공분야에서 안전성 평가는 항공기와 부품의 개발단계부터 항공기 운영과 지원 단계까지 전 단계에 걸쳐서 적용하며, 이를 위해 참고할 수 있는 여러 기준과 지침 등이 있다.

표 2. 시스템 개발 프로그램 적용 매트릭스

Table 2. Matrix for system development program.

Task	Title	Program phase					
		Task Type	0	I	II	III	IV
101	System safety program	m	G	G	G	G	G
102	System safety program plan	m	G	G	G	G	G
103	Integration / management of associate constructors, subcontractors and AE firms	m	S	S	S	S	S
104	System safety program review/audits	m	S	S	S	S	S
105	Sys. safety group / sys. safety working group support	m	G	G	G	G	G
106	Hazard tracking and risk resolution	m	S	G	G	G	G
107	System safety progress summary	m	S	G	G	G	G
201	Preliminary hazard list	e	G	S	S	S	n/a
202	Preliminary hazard analysis	e	G	G	G	GC	GC
203	Safety requirements/criteria analysis	e	G	S	S	S	GC
	생략						

Task Type
 e - system safety engineerign / m - system safety management
 Program pahse
 0 - concept exploration / I - demonstration / validation
 II - engineering / manufacturing development
 III - production / deployment / IV - operations / support
 Applicability codes
 S - selectively applicable / G - generally applicable
 GC - generally applicable to design change only
 n/a - not applicable

3-1 MIL-STD-882

MIL-STD (Military standard)는 미국 국방성 (DoD; department of defence)에서 군수 물자의 조달을 위해 제정한 규정 중 시스템 분야 등에 활용하기 위한 프로세스와 절차 등을 규정한 문서이다.

MIL-STD-882는 시스템 안전성(system safety)을 규정한 것으로 시스템 안전의 표준 절차 및 필요 내용 들을 규정하였다 [6]. 현재 최신 규정은 2012년에 개정된 MIL-STD-882E이다.

해당 기준은 시스템 안전성을 위하여 필요한 업무를 관리 (task 100계열), 분석(task 200계열), 평가(task 300계열) 및 검증 (task 400계열)으로 규정하고, 추가로 필요한 경우 기술적 요구도 식별, 위해성물질 관리, 기능 위험성 분석, 시스템 위험성 분석, 환경 위해성 분석, 소프트웨어 안전 기법 절차의 추가를 요구한다.

세부적으로는 표 2와 같이 시스템 개발단계에 적용하는 프로그램 단계 및 이에 적용하기 위한 안전도의 수준을 정의하고, 이에 따라 필요한 업무 및 절차의 적용을 다르게 요구한다[7].

3-2 SAE ARP 4761

SAE international은 항공우주, 자동차 및 상용차와 관련된 교육과 기준 개발을 수행하는 협회로서, 항공부분에 적용되는 민간규격인 AS(aerospace standard) 및 참조규격인 ARP (aerospace recommended practice)를 발간한다.

SAE ARP 4761는 민간 항공기 시스템과 장비의 안전성 평가 프로세스 시행을 위한 지침으로, 항공기 개발과정 등에 적용할 수 있는 안전성 평가 프로세스 및 방법 등을 제시한다[8].

주요 내용으로는 개발 과정(cycle) 각 단계에서 필요한 평가 프로세스인 FHA(functional hazard assessment), PSSA (preliminary system safety assessment), SSA(system safety assessment), 항공기 승인에 사용되는 검증 방법과 안전성 분석 방법인 FTA(fault tree analysis), FMEA(failure modes and effects analysis)를 규정하고 있다. 또한, 표 3과 같이 비행시간 당 시스템 실패율(1.0 부터 1×10^{-9})에 대한 안전성 요구도와 이에 따른 영향 등을 규정하고, 항공기 개발 과정에 대한 각 프로세스의 적용 예를 제시하여 개발하는 시스템에 적합한 방법을 적용할 수 있도록 하고 있다.

3-3 SAE ARP 5150

SAE ARP 5150은 운송용 항공기의 상업 서비스에 대한 안전성 평가에 대한 지침으로, 항공기 운송 서비스와 관련된 안전성 평가 프로세스 및 방법을 제시한다[9].

주요 내용은 항공기 운영 단계에서의 안전성 평가 프로세스와 프로세스를 위해 필요한 실행요건과 위험도 지표들을 제시하고, 평가를 위한 데이터, 사고(incident) 데이터, 준사고 (incident) 데이터, 안전권고(safety recommendation) 데이터의

표 3. 실패율 및 시스템 영향 정도

Table 3. Failure rate and influence on system.

Probability (Quantitative)	Per Flight Hour					
	1.0	1.0E-3	1.0E-5	1.0E-7	1.0E-9	
Probability (Descriptive)	FAA	Probable		Improbable		Extremely improbable
	JAA	Frequent	Reasonably probable	Remote	Extremely remote	Extremely improbable
Failure condition severity classification	FAA	Minor		Major	Severe Major	Catastrophic
	JAA	Minor		Major	Hazardous	Catastrophic
Failure Condition effect	FAA & JAA	- Slight reduction in safety margins - Slight increase in crew work load - Some inconvenience to occupants		- Significant reduction in safety margins or functional capabilities - Significant increase in crew workload or in conditions impairing crew efficiency - Some discomfort to occupants	- Large reduction in safety margins or functional capabilities - Higher workload or physical distress such that the crew could not be relied upon to perform tasks accurately or completely - Adverse effects upon occupants	- All failure conditions which prevent continued safe flight and landing

활용 방법 등에 대하여 규정하고 있다.

안전성 평가를 위한 분석 방법으로 ETA(event tree analysis), Weibull analysis, Monte-carlo simulation analysis, sensitivity analysis, reliability growth modeling, fleet risk exposure analysis 등을 제시하고, 각 방법에 대한 설명 및 실제 안전성 평가에 적용하기 적용 예 등을 제시하고 있다.

3-4 SAE ARP 5151

SAE ARP 5151는 일반항공기(general aviation airplane)와 회전익항공기(rotorcraft)의 상업서비스에 대한 안전성 평가 기준이다[10]. 대량 운송이 이루어지는 운송용 항공기와는 다르게 적은 수의 승객 또는 화물을 운송하기 위한 범위에 한정하여, ARP 5150의 요구사항 중 소형항공기 운송서비스에 영향을 미치는 부분에 대해서만 평가하도록 규정하고 있다.

3-5 Eurocae ED-78A / RTCA DO-264

Eurocae ED 문서와 RTCA DO 문서는 항공전자(avionics) 분야에서 준용되고 있는 민간 기준으로, 각각 유럽과 미국에서 관련 기관을 통하여 발간된다. 기준은 항공전자와 관련된 유럽

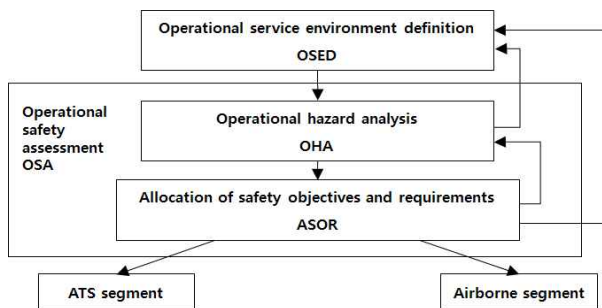


그림 3. OSED, OHA 및 ASOR 프로세스
Fig. 3. OSED, OHA and ASOR process.

과 미국의 항공당국, 검증기관, 개발사 및 관련 엔지니어의 토론과 합의를 통하여 제정되는 것으로, 제정 및 발간된 기준은 개발자의 개발 지침과 감항 당국의 검증지침 등으로 모두 활용되고 있다.

ED-78A/DO-264는 항공교통서비스를 위한 데이터 통신의 운용조건(operational), 안전성(safety), 성능(performance) 및 상호운용성(interoperability)의 요구사항에 대한 기준이다[11].

그림 3은 기준의 적용을 위한 세부적인 업무 관계도를 나타내는 것으로, 시스템 개발을 위한 초기 단계부터 필요한 OSED (operational service environmental definition), OSA (operational Safety Assessment), OHA (operational hazard analysis), ASOR(allocation of safety objectives and requirements), OPA (operational performance assessment), IA (interoperability assessment)의 관계를 정의하고 있다.

IV. 안전성 평가 적용 사례분석

현재 국내에서는 국토교통부 항공기술연구사업의 일환으로 ICAO Doc 9830의 Level IV급 A-SMGCS가 개발되고 있다. 개발 시스템의 주요 운용 목적은 저시정 상태 등의 공항에서 기동 지역(manuvering area) 및 이동지역(movement area) 항공기와 지상 이동체를 효과적으로 통제하여 효율성을 떨어뜨리지 않고 운영 안전성을 유지하는데 있으며, 항공기의 안전한 지상이동 업무를 위한 공항운영자(관제사 포함)의 업무량을 저감시킬 수 있는 시스템이다. 이를 위해서 개발되는 시스템의 기능, 성능뿐만 아니라 안전성에 대한 확인과 검증이 필요하며, 시스템 자체의 하드웨어적인 안전성뿐만 아니라 운영 단계에서 적절한 핵심 기능의 서비스도 항공기에 대한 업무를 수행할 때에는 정의된 안전 목표 수준(TLS)을 만족하는지 확인하여야 한다.

국외에서의 A-SMGCS 개발은 유럽지역을 중심으로 활발히

표 4. 사례 분석 범위

Table 4. Case study on other A-SMGCS project.

프로젝트	문서명
BETA	<ul style="list-style-type: none"> Basic A-SMGCS safety philosophy document
EMMA	<ul style="list-style-type: none"> General safety concept Functional hazard assessment and very preliminary system safety assessment report
EMMA II	<ul style="list-style-type: none"> Safety assessment plan for A-SMGCS operations

진행되고 있다. 유럽지역에서는 90년대 중반부터 DETAMM (demonstration facility for airport movement management, 96'~99'), BETA (operational benefit evaluation by testing an A-SMGCS, 00'~02'), EMMA (european airport movement management by A-SMGCS, 04'~06'), EMMA II (EMMA stage II, '06~'08)의 연구가 수행되었고, 최종적으로 2020년 가장 높은 수준의 시스템 개발을 목표로 하고 있다.

본 연구에서 목표하고 있는 안전성 평가 기준과 이에 대한 적용 사례 분석을 위하여, 기존에 수행된 연구 중에서 안전성 평가가 적용된 프로젝트인 BETA, EMMA 및 EMMA2에 대하여 사례 조사 및 분석을 실시하였다.

조사 결과 프로젝트 진행 과정 및 결과물 중에 표 4와 같이 안전성 평가를 위한 계획 및 결과 문서 등을 확인하였고, 이 문서들을 분석하여 안전성 평가의 적용 범위 및 기법 등을 확인하였다.

분석결과 기 수행된 프로젝트들은 실제 공항에서 운항하는 항공기를 대상으로 field test까지 진행하기 위한 일부 선행 안전성 검토와 시스템 안전성 검토가 수행되었고, 평가를 위하여 준용한 상세 방법은 안전성 평가 기준에서 참조하도록 제시된 방법들을 사용한 것을 확인하였다. 하지만, 표 5에서와 같이 각 프로젝트 별로 안전성 평가의 세부 내용은 일부 차이가 있었다.

BETA에서는 연구결과물을 field test 하기 위해서 안전성 평가 기준에서 제시하고 있는 평가 방법 중 hazard analysis 등 일부의 단편적인 평가만 수행하였으며, 개발 결과에 대한 시스템 차원의 안전성 평가 또는 검증은 수행하지 않았다. 이는 연구결

표 5. 프로젝트별 안전성 평가 범위

Table 5. Range of safety assessment on other project.

프로젝트	범위
BETA	<ul style="list-style-type: none"> Hazard analysis Risk management plan
EMMA	<ul style="list-style-type: none"> Safety assessment plan Operational hazard assessment Safety objectives and requirement OSD/OHA/ASOR
EMMA2	<ul style="list-style-type: none"> ED78A safety assessment processes A-SMGCS level 1 & 2 preliminary safety case Used to EMMA result (FHA, PSSA) Based on simulation (ex TOPAZ)

과물을 공항에 적용하여 시범 운영하기 위해서, 개발시스템의 운영시 예상되는 위험요인들을 사전에 식별하여 개발시스템이 기존 공항의 운영 안전성에 미치는 영향을 최소화하기 위함이다.

EMMA에서는 각 시스템의 평가 및 안전성을 확인하기 위한 방법론의 연관성을 높이기 위해서, 시스템 요구조건과 실제 공항 환경 조건을 고려한 안전성 평가 계획을 수립하고 안전성 평가를 수행하였다. 상세한 평가 과정을 살펴보면 운영 위험요인 분석을 위하여 시스템 운영 환경 정의하고 시스템 운용 요구조건을 도출하는 등 공항 환경과 항공기 운영 조건을 가정하고 안전성 평가를 수행한 것을 확인하였다. 또한 개발된 시스템의 적절성은 공항의 환경적 요구조건을 가정한 사후 평가를 통하여 확인하였고, 시스템 안전성 확인을 위해서는 시스템 준용 기준인 ICAO Doc 9830의 요구조건과 개발 과정에서 도출된 시스템 요구조건 등을 비교하여 안전성 평가 요구사항을 도출하는 방법을 적용하였다.

EMMA II에서는 이전 프로젝트의 결과를 활용하여 현실적인 공항운영 환경 및 평가 방법을 적용하여 안전성 평가를 수행하였다. 이를 위한 기본 데이터는 EMMA에서 도출된 safety concept과 functional hazard analysis, very preliminary safety case 및 Eurocontrol의 level 1 과 level 2의 A-SMGCS preliminary safety case를 활용하였다. 추가로, 공항 지상 운영 시나리오를 고려한 시뮬레이션 기법을 사용하여 위험도를 계산하여 실제 운영 시스템이 ICAO Doc 9830에서 요구하고 있는 안전 목표 수준을 만족할 수 있는 지 확인하였다. 이때 사용한 시뮬레이션 방법은 TOPAZ로 NLR(National Aerospace Laboratory; Netherlands)에서 개발한 Monte-carlo 시뮬레이션 분석 방법이며, 이를 사용하여 시스템의 운영시 공항의 지상운영 적절성을 확인하였다.

BETA, EMMA, EMMA II는 각 프로젝트별 목적과 구현되는 시스템의 수준에 따라 여러 단계 및 다년간의 개발이 진행되었다. 프로젝트 별로 연구 결과에 대한 안전성 평가 적용 범위와 검증하려는 상세 내용이 상이하였으나, 선행 연구 결과를 활용한 연속성 있는 연구를 수행한 것을 확인하였다. 각 단계별로는 준용할 수 있는 방법론과 안전성 평가의 목표 등은 수행 계획 단계에서 사전에 명확히 하고 정확한 결과를 도출하였고, 또한 다른 산업 분야에 비해서 매우 낮은 발생 빈도 또는 확률(즉, 높은 안전성)의 안전 목표 수준(TLS)을 검증하기 위해서 시나리오 기반의 시뮬레이션 기법을 활용한 것을 확인하였다.

V. 결 론

A-SMGCS는 저시정 상태 등 공항 운영에 영향을 주는 상태에서 안전 수준을 유지하며 정상운영 상태와 동일한 효율성을 보장하여야 하는 시스템으로, 항공기 수준의 높은 안전 목표 수준(TLS)을 ICAO 등에서 요구하고 있다. 이를 위해서 시스템,

서비스시스템 및 하부 구성품의 적절한 기능 및 성능은 안전이 보장되는 상태에서 구현되는지 확인이 필요하며, 개발 단계 등에서부터 위험을 식별, 분류, 분석 및 감감하기 위한 안전성 평가가 필요하다.

항공 분야는 국제적으로 공통된 수준의 안전한 서비스를 제공하기 위해서, 국제표준 및 권고(SARPs)를 준수하여야 한다. 국내에서 개발되는 A-SMGCS도 해당 국제표준 및 권고(SARPs)인 ICAO Doc 9830 의 요구사항을 준수할 필요성이 있으며, 정의된 안전 목표 수준(TLS)도 만족해야한다. 이를 위해 안전성 평가를 위해 발간된 국제 기준을 비교 검토하고, 이전에 수행된 유사 개발 과정의 안전성 평가 적용에 대한 사례 분석을 수행하였다.

안전성 평가를 위해 적용되는 기준으로는 국제적으로 통용되는 MIL-STD, SAE ARP 및 세부적인 시스템 운영에 적용하기 위한 요구조건 등이 발간되어 있다. 각 기준은 적용 대상(프로세스, 시스템, 방법 등)의 차이에 따라서 제시하고 있는 방법론 및 절차 등은 일부 상이하나, 동일하게 시스템 개발 과정에 서부터 활용할 수 있는 사항들을 제시하고 있다.

국내 개발과정에 적용 검토를 위한 사례 분석 결과 개발 목적과 시스템의 수준에 따라서 여러 단계 및 다년간의 개발이 프로젝트 단위로 진행된 것을 확인하였다. 프로젝트별로 안전성 평가에서 확인 및 검증하려고 하는 상세 내용이 상이하였으나, 선행 프로젝트의 결과물을 활용하여 연속성 있는 연구 개발과 안전성 평가를 수행한 것으로 확인하였다. 각 단계별로는 안전성 평가의 목적과 준용할 수 있는 방법론 및 평가의 수행 계획 등을 사전에 명확히 하고 결과를 도출하였다. 특히, 다른 산업에 비해서 매우 높은 수준의 안전 목표 수준(TLS)을 검증하기 위해서 시나리오 기반의 시뮬레이션 기법의 활용한 것을 확인하였다.

다른 항공 분야와 마찬가지로 A-SMGCS 시스템도 높은 수준의 안전성을 요구하고 있다. 이것의 검증을 위해서는 공항의 운영 데이터 등을 축적하는 것으로는 검증에 필요한 시간이 매우 많이 소요되므로, 시스템 개발 단계에서는 다른 형태의 방법론이 고려되어야 할 것이다. 따라서 국제기준 등에 제시된 안전성 평가의 방법론을 토대로 신규로 개발되는 시스템에 적용하기 위한 안전성 평가 방법론의 상세 연구가 되어야 할 것이며, 시스템의 주요 기능 및 성능 목표의 검증과 함께 안전성 평가 방법론의 연구도 심층적으로 진행되어야 할 것이다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부 항공기술연구사업 연구비지원(14ATRP-C069188-02)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] ICAO Doc 9830, Advanced surface movement guidance and control system manual, International Civil Aviation Organization, 2004.
- [2] S. K. Ku, H. J. Baik and J. H. Park, "Study on A-SMGCS target level of safety and aircraft accident case in europe," in *The Korea Society for Aviation and Aeronautics Spring Conference 2014*, Korea Aerospace University; Korea, pp. 162~165, May 2014.
- [3] RTCA DO-287A, Software integrity assurance considerations for communication, navigation, surveillance and air traffic management (CNS/ATM) systems, Radio Technical Commission for Aeronautics, 2011.
- [4] J. J. Kwan and J. E. Hong, "Hazard perspective to solve hazard of safety critical system," in *Proceeding of the Korea Computer Congress 2012*, Jeju: Korea, Vol. 39 pp. 135-137, Jun. 2012.
- [5] H. A. P. Blom, G. J. Bakker, P. J. G. Blanker, J. Daams, H. H. C. Everdij and M. B. Klompstra, Accident risk assessment for advanced air traffic management, National Aerospace Laboratory, 2001.
- [6] MIL-STD-882E, System safety, Department of Defense, 2012.
- [7] N. J. Bahr, *System Safety Engineering and Risk Assessment*, Philadelphia, PA: Taylor&Francis, 1997.
- [8] SAE ARP4761, Guidelines and methods for conducting the safety assessment process on civil airborne systems and equipment, SAE International, 1996.
- [9] SAE ARP5150, Safety assessment of transport airplane in commercial service, SAE International, 2003.
- [10] SAE ARP5151, Safety assessment of general aviation airplanes and rotorcraft in commercial service, SAE International, 2013.
- [11] Eurocae ED-78A, Guidelines for approval of the provision and use of ATS supported by data communications, Eurocae, 2000.
- [12] S. B. Hong, S. H. Choi, Y. J. Cho and Y. C. Choi, "A verification & validation methodology study on the development of A-SMGCS," *Journal of the Korea Society for Aeronautical Science and Flight Operation*, Vol. 22, No. 2, pp.81~86, 2014.
- [13] S. K. Ku and H. J. Baik, "Standard for A-SMGCS Safety Assessment," in *The Korea Society for Aviation and Aeronautics Fall Conference 2014*, Incheon Airport Aviation Academy: Korea, pp. 86~89, Nov. 2014.



구 성 관 (SungKwan KU)

2014년 : 한국항공대학교 항공교통물류학과 박사수료
2009년 9월 ~ 2014년 2월 : 한국산업기술시험원 기계시스템본부 연구원
2014년 2월 ~ 현재 : 한서대학교 항공레저산업학과 조교수
※관심분야: 항공교통, 시험인증, 시뮬레이션, 안전성평가



백 호 종 (Hojong Baik)

2000년 : Virginia Tech (공학박사)
2007년 8월 ~ 2010년 8월 : 미주리 주립대 조교수
2010년 8월 ~ 현재 : 한국항공대학교 항공교통우주물류법학부 부교수
※관심분야: 항공교통, 시뮬레이션, 최적화(Optimization), ATM