

철도차량 운전면허시험을 위한 시뮬레이터 요구 성능에 관한 연구

A Study on Using Simulator Technology for Train Driver Licence Test

엄기태* 최양규** 엄태화*** 황종규****
Eom, Ki-Tae Choi, Yang-Gyu Um, Tae-Wha Hwang, Jong-Gyu

ABSTRACT

The purpose of Railroad Vehicles License Management in accordance with the Railroad Safety Law is to improve the quality of railroad safety. And the train simulators come into use for training of train operation and testing to issue Railroad Vehicles License. So, It is very important that the simulators for the Railroad Vehicles License Test require to work correctly, to measure driver's operation quality in numerical system and to ensure the justice of license test. In fact, nobody can guarantee that the simulators are feasible performance to use in license test. The simulator for train driver license test can be used effectively for studying of needed performance and quality to test new driver's skill. This study hopefully provides the base for improving the quality of the simulator for train driver's license test and contributes furthermore to improve the simulator development technology and railroad safety.

1. 서 론

2006년 철도안전법 및 예하법령에 의하여 철도 차량 운전면허제도가 도입되어 시행되고 있으며 모의 운전연습기(이하 Simulator로 칭함)를 통하여 실기 훈련은 물론이며 면허 기능시험까지 활용하는 등, 철도분야에서의 Simulator의 이용 폭이 더욱 더 확대되어가고 있는 추세에 있다[1]-[3]. 그럼에도 현재 철도분야에서 훈련용 또는 면허시험용으로 활용되는 Simulator의 성능요건에 관한 객관적 기준이 마련되어 있지 않다. 특히 면허시험에 있어서 더욱 강조되는 요소인 객관적 검증이나 공식적 인증을 수행할 정량화된 인정범위를 정의하는 시급하다고 판단되었다.

Simulator를 통한 철도차량 운전면허시험의 결과에 대하여 정확하고 공정하며 신뢰성 있는 평가가 이루어 졌음을 증명할 만한 이론적 기반을 둔 제반요건과 기술적 방법의 모색이 필요하였다. 본 연구에서 Simulator에 필요한 모든 부분의 성능요소를 이론과 실험을 통하여 결과를 도출하는 것은 현실적으로 불가능하다 판단되었다. 따라서 유사분야에서 적용되는 성능적 요구사항을 철도분야에 적용하는 방법을 모색하였으며 면허시험이 갖는 특수성을 파악하고 목적을 달성할 수 있는 목표성능을 도출함으로써 철도안전법에 의하여 수립된 철도운전면허제도의 안정적인 정착에 단초가 되고자하며 나아가 철도안전운행에 기여 하고자 한다.

2. 철도분야 훈련용 Simulator 분석

* 엄기태, 서울산업대학교 철도전문대학원(경봉기술(주)), 차량시스템공학과, 석사과정, 정회원, kteom@kbtech.co.kr, (032)680-0819

** 최양규, 교통안전공단, 철도안전본부, 기술팀장, 비회원, cyk@kotsa.or.kr, (031)481-0196, (031)481-0199

*** 엄태화, 경봉기술(주), M&S팀, 부장, 비회원, proum@kbtech.co.kr, (032)680-0894, (032)675-1815

**** 황종규, 한국철도기술연구원 전기신호연구본부, 박사, 정회원, ighwang@krri.re.kr, (031)460-5438, (031)460-5449

2.1 철도 Simulator의 현황

2.1.1 철도차량 운전자용 Simulator의 구성요소

철도차량 운전자(이하 '운전자'로 칭함)를 위한 Simulator에 대하여 조사한 결과로 운전자용 Simulator의 경우, 크게 4가지 영역으로 구성되어 있는데, 철도시스템의 모델링, 감성요소의 모델링, 운전실 및 입출력장치 그리고 교수제어(제어통제)시스템으로 구분할 수 있다.

우선, 철도시스템의 모델링은 컴퓨터와 프로그램에 의하여 연산되며 운전 Simulator라는 특성상 차량시스템을 중심으로 그림 1과 같은 세부 모델들로 구성되어 있다.

감성요소의 모델링부분에는 기반시설물(궤도, 분기기, 교량, 터널 등), 부속시설물(신호기, 표지, 각종 제표, 전차선, 전주 등), 주변시설물(역사, 주변 건물, 산/들과 같은 전경 등)이 3D모델의 Database로 구축하고, 기상(쾌청, 눈, 비) 및 시간(주간, 야간, 여명 등) 등의 효과와 돌발 상황(낙석, 작업자출현) 등 차량의 운행에 따르는 전방의 모습을 현실감 있게 시각적으로 표현하는 장치인 시각재현장치(영상시스템)와 운전자가 차량의 운행시 청취하게 되는 각종 소음(기기 작동음, 바람소리, 차륜경 소음 등)을 현실감 있게 재현하는 장치인 청각재현장치(음향시스템)가 있으며, 차량을 운행하면서 운전자의 자율신경이 느낄 수 있는 가속 및 감속도감과 원심력과 켄트에 의한 Rolling 느낌을 수학적 연산에 의하여 제공하고 크로싱부 등을 통과시 느껴지는 진동과 차량의 정지 및 출발시 느껴지는 운동요소를 Motion Cue를 통하여 Simulator 운전자에게 제공하는 장치인 운동감재현장치(모션시스템)가 감성요소 모델링에 포함되며, 차량의 제이기 등을 취급할 때 느껴지는 반력을 재현하는 장치인 반력 장치(Control Force Loader) 또한 감성요소 모델링부분의 한 영역에 포함된다. 그러나 철도분야에서는 그 반력이 Dynamic하게 변화되지 않으므로 실장비 또는 실장비와 동일한 탄력으로 제작된 장치를 활용함으로써 별도의 반력장치는 사용하지 않는다.

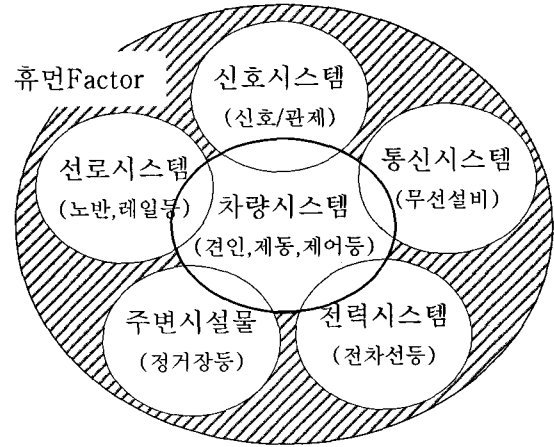


그림 1. 철도시스템의 모델

셋째로 운전실 및 입출력장치는 실제의 대상 차량과 동일한 크기와 기기배치로 제작하고 각종 표시장치와 기기가 실제 차량과 동일하게 작동되도록 제작된 운전실 장치(Driver Room)와 운전실의 각종 전기장치를 컴퓨터시스템에 전기적으로 연결하는 입출력 장치(I/O System)가 포함된다. 입출력장치는 운전자가 행하는 운전취급 행위를 컴퓨터가 인지할 수 있는 신호로 변환을 하고, 컴퓨터의 모델링 프로그램에 의하여 계산되어진 현상을 운전실의 각종 표시장치(Indicator)에 전달하는 기능을 한다.

마지막으로 교수제어(제어통제)시스템은 훈련에 활용하는 Simulator의 경우(교수제어시스템)는 훈련의 시작과 종료, 임의상황의 부여 그리고 일시 정지기능(Freeze) 등을 이용하여 부연설명 등을 수행하도록 작동되며, 면허의 기능시험용으로 Simulator를 활용하는 경우(제어통제시스템)는 채택된 시험 시나리오의 시행과 종료, 시험의 자동채점과 평가자가 확인하여 입력 채점하는 기능 등이 제공된다.

2.1 현재 철도 Simulator의 요구성능의 기준

표 1은 철도안전법시행규칙[3]에 명시된 전문교육훈련기관에서 보유해야하는 Simulator의 성능기준이다. 그러나 내용은 Simulator에 구성되어야할 부속시스템을 열거한 정도임을 알 수 있다. 관련 법규가 이렇게 된 이유는 법규 제정 당시 기반기술이 부족했던 이유도 있으나, 운영기관에서 Simulator에 대한 성능기준을 마련하는 데 대한 오해와 그로인한 도입비용 상승에 대한 많은 거부감도 작용한 것으로 이해되고 있다.

표 2는 철도차량운전면허시험시행지침(고시)[3]에 명시된 운전자 면허시험용 Simulator의 기능 및 성능

검사항목이다. 면허시험용 역시 구체적인 성능의 조건이 없는 것을 알 수 있다.

표 1. 철도차량 운전자 교육훈련용 Simulator의 성능기준

장 비 명	성능기준
전기능 모의운전연습기	<ul style="list-style-type: none"> · 운전실 및 제어용컴퓨터 시스템 · 선로영상시스템 · 음향시스템 · 고장처치시스템 · 교수제어대 및 평가시스템 · 플랫폼시스템(권장사항) · 구원운전시스템(권장사항) · 진동시스템(권장사항)

표 2. 철도차량 운전자 면허시험용 Simulator의 기능/성능 검사

구분	주요 검사항목
기본 검사	<ul style="list-style-type: none"> · 전기능모의운전연습기의 기본구성 구비여부 · 각종 컴퓨터의 정상동작 여부 · 각종 음향효과의 적절성 · 영상의 현실감(사람이 인식 가능한 수준 여부)
기능 검사	<ul style="list-style-type: none"> · 해당 차종과 동일한 기능의 동작여부 · 각종기기의 취급상태에 대한 정확한 감지여부 · 기능평가 시스템을 위한 통신기능의 정상여부 · 고장 또는 비상상황 부여기능의 정상 여부
성능 검사	<ul style="list-style-type: none"> · 실제차량 대비 모의운전연습기의 주행 및 가감속 성능 · 주행거리에 따른 선로영상 위치의 정확성 · 모의운전연습기의 운전취급에 대한 응답속도 · 계기류 및 각종 표시장치 지시 값의 오차 · 영상화면의 갱신율

3. 항공분야의 사례조사

FAA(Federal Aviation Administration, 미국연방항공청)는 AC 120-40B규정[4]에 의하여 Level D로 평가된 민간의 고정익 항공기의 비행훈련용 Simulator의 경우, Simulator에서의 비행훈련만으로 조종사의 기종 전환을 인정 할 만큼 이 분야에 대한 모델링과 시뮬레이션 기술이 충분히 발달되어 있다 [6]-[8]. 그러나, 자동차, 선박, 궤도차량 등 비항공 분야의 실시간 시뮬레이션 기술은 항공분야의 기술보다 그 충실도와 활용도 면에서 수준이 현저하게 떨어진다. 그 이유는 여러 가지 측면에서 살펴볼 수 있지만, 근본적인 이유는 Simulator에 대한 수요가 근래에 들어와 나타나기 시작하였고, 운용 및 활용기법의 발전 역사가 짧았으며, 실시간 철도차량 시뮬레이션과 같은 해당기술의 발전이 미약한 원인으로 파악되고 있다. 따라서 발전된 항공분야 시뮬레이션 기술에 대한 분석을 통하여 철도분야의 면허시험용 Simulator에 대한 요구 성능을 도출하는데 도움을 얻고자 한다. 연구의 초기에는 철도분야와 항공분야를 비교분석하는 방안을 추진하였으나 철도분야에는 성능에 대한기준이 정의되어진 것이 없어 비교 분석은 할 수 없었다.

3.1 비교대상의 선정

철도가 아닌 타분야를 선정하여 발전적인 비교를 하기위하여 선진화 정도, 시스템의 유사성 정도, 체계수립의 명문화 정도를 선정의 기준으로 보았을 때, 단연코 항공분야가 가장 선진화 되었으며, 또한 Driver Room(CAB)과 Cockpit이라는 차이를 제외하고 Visual system, Sound system, Instructor operation system 및 Motion system 등 대부분의 Sub-system이 동일하여 시스템적 유사성에서 공통점이 가장 많았다. 그리고 항공분야는 성능 및 활용범위에 대하여 국제적으로 동일하게 통용되는 명문화된 규정을 갖고 있었다. 따라서 항공분야에서 철도분야와 공통적인 상황을 식별하여 분석함으로써 향후 각 항목 및 파생항목에 대한 검증 및 효율

표 3. 항공 및 철도분야 훈련용 Simulator의 분류체계

항 목	철도분야	항공분야	분류 기준
목 적	교육 훈련	교육 훈련	연구/교육/오락
구성요소	혼합된 형태	혼합된 형태	단순/HILS/MILS
시간대	실시간	실시간	실시간/비실시간
구성방법	Virtual	Virtual	Virtual/Live /Constructive
용 도	일반용	일반/군사용	일반/군사용
연산방식	혼합형	혼합형	집중처리/분산처리 /혼합형

HILS : Hardware In the Loop Simulator
MILS : Man In the Loop Simulator

성 검토를 거친 후 철도분야에 효과적인 요구 성능을 도출할 수 있으리라 판단하였다.

우선 항공분야와 철도분야의 실제 시스템의 유사성을 살펴보면 두 시스템 모두 승객 또는 화물을 수송하는 시스템이며 안전을 가장 중요한 운영원칙으로 한다는 점과 운전(조종)자와 관제사 그리고 지상의 각종 안전시스템이 유기적으로 활동한다는 점 그리고 종사자들이 정시운행에 대한 강한 책임감을 갖는다 점 등 많은 부분에서 유사한 점이 있다는 것을 알 수 있다. 또한, 활용하고 있는 Simulator 부분에 있어서도 분류체계 상 철도운전 Simulator와 항공조종 Simulator는 많은 공통점이 있으며 표3은 두 분야의 Simulator에 대한 분류체계이다.

3.2 항공분야의 성능기준

항공분야에서의 Simulator의 성능기준은 미국 연방항공청(FAA, Federal Aviation Administration)에서 제정한 『FAA AC 120-40B "Airplane Simulator Qualification"』 규정을 따르며 항공기는 여러나라를 운항하는 특성상 국내 법규도 이 규정을 준용하는 수준의 『항공안전본부 고시 제2004-49호 "모의비행장치지정요령"』이 발표되어 시행되고 있다.

Simulator의 등급에 대하여 조사한 바에 의하면, 철도분야의 경우도 전기능모의운전연습기와 기본기능모의운전연습기로 분류되어있는데, 항공분야의 경우 좀 더 세분화 되어있다. 대중교통에서 사용되는 고정익 항공기의 경우 모의비행장치(Simulator급)에서 Level A부터 D까지로 분류되어 있으며 D등급이 가장 성능이 우수한 등급이다. 철도분야의 기본기능모의운전연습기와 유사한 분류로 볼수 있는 것이 비행훈련장치(Trainer급)인데 이 또한 4개의 등급으로 나뉘어 진다. 항공분야에서도 Simulator를 이용하여 기능시험을 실시하는데 Flight Simulator Level C부터 기능시험에 활용이 가능하도록 되어 있다. 따라서 본 논문에서는 철도면허시험용으로 활용한다는 전제하에 『FAA AC 120-40B』에 정의한 "Flight Simulator Level C"의 성능기준의 내용을 중심으로 분석을 하였다.

항공분야 Simulator의 성능기준을 정의하고 있는 『FAA AC 120-40B』(Airplane Simulator Qualification)의 내용을 보면 본문과 5개의 부속서(Appendix)로 이루어져 있으며 실질적인 성능기준과 관련된 내용은 주로 부속서(Appendix)에 기술되어 있다. 부속서의 내용은 『AC120-40B App.1』에서 등급별 구비요건(Simulator Standard)이 기술되어 있으며, 『AC120-40B App.2』에서는 인정검사의 기준(Simulator Validation Test)이 정의되어 있으며, 『AC120-40B App.3』에서는 비행단계별 검사기준(Functions and Subjective Test)이 마련되어 있다. 본 기고 논문에서는 우선 『AC120-40B App.1』의 내용을 철도분야에서 활용하는 방법에 대하여 고찰하여 기술하였다.

4. 철도차량 운전자 면허시험용 시뮬레이터의 성능도출

본 절에서는 철도 운전면허시험용 시뮬레이터의 성능기준 연구를 위해 앞 절에서도 설명하였듯이 항공분야 시뮬레이터 성능기준인 FAA 규정 AC120-40B의 분석하였다. 이 분석을 바탕으로 AC120-40B에서 분류한 항목을 활용하고 각 항목의 내용과 취지를 분석하여 각 항목별 철도차량 시뮬레이터에 해당되는 내용을 정리하였다. 다음은 항공분야 시뮬레이터 성능기준을 바탕으로 한 철도차량용 시뮬레이터의 성능기준(안)을 나타낸 것이다.

4.1 철도차량 면허시험용 시뮬레이터 일반사항

표 4는 AC120-40B의 Appendix 1(Simulator Standard, 시뮬레이터의 구비요건)의 내용 중에서 일반사항의 분석을 통해 철도분야에 적용 가능하도록 작성 및 제안하는 철도차량용 시뮬레이터 일반사항(안)을 기술한 것이다.

4.2 철도차량 시뮬레이터 Motion System

표 5는 AC120-40B의 Appendix 1에서 『3. Motion System』부분을 분석을 통해 철도분야에 적용 가능한 운동장치(Motion System)의 요구사항(안) 도출한 것이다.

표 4. 철도차량 면허시험용 시뮬레이터 일반사항

항공분야 일반사항	철도분야 Simulator 일반요건(안)	항공분야 일반사항	철도분야 Simulator 일반요건(안)
a. Cockpit	a. 운전실 크기, 내부공간, 주간제이기, 각 계통의 스위치 등이 실제 철도차량과 동일하여야 함	q. stopping and directional control forces	q. 접촉계수 해당노선 및 차량의 자료를 근거로 선로가 다음조건인 경우에 동일한 제동 능력이 필요함 (1) 마른 상태 (2) 젖은 상태 (3) 결빙된 상태
b. Circuit breakers	b. 회로차단기 기능, 작동 및 용도가 철도차량과 동일하여야 하며 위치가 적절한 회로차단기이어야 함	r. brake and tire failure dynamics	r. 제동불량 제동장치 결함에 따른 제동효과 감소 현상 및 건인 중 제동반응이 차량의 관련 자료와 동일하여야 함
c. Effect of aerodynamic changes	c. 조종반응 운전 중에 견인력, 항력, 중량 등의 변화에 따른 운전 반응을 포함하여 노선의 구조와 같은 실제의 운전조건에 일치하는 추력과 항력의 다양한 결합에 따른 운전반응이 나타나야 함	s. A means for testing simulator	s. 검증 모의운전연습기의 프로그램과 하드웨어를 신속하게, 또 효과적으로 점검하는 수단이 제공되어야 함
d. Ground operations	d. 기지운영 기지에서의 운영 상황이 나타나야 함.	g. In additional seats	g. (승무원 이외의 추가 좌석확보에 관한 건으로 해당사항 없음.)
e. All relevant instrument indications	e. 계기작동 승무원의 조종 또는 비행환경의 변화(요란 또는 windshear 등)에 따라 관련된 모든 계기들이 해당항공기와 같은 반응을 나타나야 함	h. Simulator systems	h. 시스템작동 모든 시스템은 기지 및 본선운영 중에 차량의 해당시스템의 작동과 동일하여야 하며, 정상운전과 비상운전의 수행도 동일하여야 함
f. Communication and navigation	f. 신호 및 통신장비 해당차량장비와 동일하게 작동하고 작동오차도 철도차량의 신호 및 통신장비의 범위이내 이어야함	i. Instructor controls	i. 교관석 운전실에서 필요한 제반 시스템을 작동하도록 하며 이례상황 또는 비상상황을 부여할 수 있어야 함
m. Realistic of sounds	m. 음향의 현실감 각 종 음향은 발생하는 소리의 크기와 음향이 실제와 같아야함	j. Control forces	j. 주간제여기의 힘 차량과 동일하게 각 종 제어기가 작동하고 제어기를 움직일 때 동일한 수준의 힘이 필요해야 함. 또는 동일 제품 활용.
n. Ground handling and aerodynamic programming	n. 프로그램에 포함될 내용 (1) 노면 효과 - 노선의 구배, 곡선 등 상황에서 항력, pitching과 Rolling moment 관한 내용 (2) 신호 장치 - 운행 중 선로주변에 설치된 신호기 및 지상신호의 반응과 분기부의 형상과 반응 (3) 운전특성 - 추진력, 열차 저항, 공기 제동, 전기제동, 타행특성 등을 포함하는 운전특성 내용	k. Significant cockpit sounds	k. 운전실 소음(내부 소음) 차량의 운행 시 발생하는 운전실 소음은 차량과 동일해야 함
o. Windshear models	o. (돌풍에서의 자세변화에 관한 내용으로써 고속철도 이외에서는 해당사항이 없으나, 고속철도의 경우에는 추가적인 연구가 필요할 것으로 예상됨)	l. Sound of precipitation,	타. 운전실 외 소음(외부 소음) 강수의 소리, wiper 소리 및 엔진 또는 인버터 초퍼음, 바람 및 바퀴 소음이 있어야 함
p. Representative cross winds	p. 측풍 등과 같이 풍향과 풍속에 대한 내용으로 교관이 상황을 부여하는 기능		(이하 생략)

표 5. 면허시험용 Simulator Motion장치 요구사항

항공분야 Motion System	철도분야 Simulator Motion 장치	항공분야 Motion System	철도분야 Simulator Motion 장치
a. Motion cues	a. 기관사가 감지하는 항공기의 작동에 관한 신호 즉 활주로에 접지하는 신호는 모의 강하율로 결정하여야 함.	d. A means for recording	d. (실제 차량의 자료와 비교하여 동작반응 시간을 기록하는 수단이 있어야 함. 현 철도상황에서는 차량에서 상응하는 기록을 수행하지 못하므로 수학적 연산에 의존함)
b. 3 degrees of freedom.	b. Motion 시스템은 최소한 3가지의 자유도 표현할 수 있어야 함. (Pitch(가/감속 및 구배), Roll(원심력 및 켄트), Heave(절단부 통과시 진동))	e. Special effects	e. 아래항목을 포함한 특수효과 프로그램이 포함되어야 함 (1)분기부를 지날 때의 표현 (2)열차 정지시 발생하는 저크 효과 (3)열차 연결시 발생하는 효과
c. 6 degrees of freedom.	c. (철도시스템의 운동특성을 표현하기 위하여 6자유도는 비용대비 과다하다 판단되므로 b. 항을 적용).	f. Characteristic buffet motions	f. 운전실에서 감지할 수 있는 차량 운항으로 발생하는 특징적인 진동 (1)가속도/감속도의 표현 (2)곡선/분기부에서 느껴지는 원심력 (3)켄트있는곳에서 정차시 기울어짐 (4)노면효과와 운동력의 합성값의 표현

4.3 철도차량 Simulator Visual System

표 6은 AC120-40B의 Appendix 1에서 『4. Visual System』 부분을 분석하여 철도분야에 적용 가능한 운동장치의 구비조건을 도출한 것이다. 영상시스템의 경우 기술적 영역이 매우 복잡하고 심도가 있기 때문에 부분적으로 추가적인 연구와 타당성 검토가 필요할 것으로 판단되었다.

표 6. 면허시험용 Simulator Visual 장치의 철도적용

항공분야 Visual System	철도분야 Simulator 영상 장치	항공분야 Visual System	철도분야 Simulator 영상 장치
a. capable of meeting	a. 선로영상시스템 별표로 제시된 영상시스템의 검사기준과 성능의 기준을 충족하여야 함	f. provide the information	f. (항공분야 정밀접근에 관한 인정을 위한 것으로 철도분야에는 해당사항 없음)
b. Optical system capable	b. (기능시험에 적용되는 등급은 Level C 또는 2등급 이상이므로 c. 항을 준용함)	g. Visual cues	g. 영상효과 열차가 마지막 정차시 발생하는 저크감이 큰 차량의 경우 영상효과를 제공함
c. collimated visual field	c. 시현장치 요건 운전석에서 수평으로 최소한 75도, 수직으로 최소한 30도 범위를 제공함. (철도 차량의 특성상 Collimated 시현장치는 적용하지 않아도 됨)	h. Test procedures	h. 영상시스템 검증절차 영상시스템의 색상, 가시거리, 초점, 빛의 강도 등을 신속하게 검증하는 절차가 필요함
d. A means for recording	d. 기록수단 제공 영상시스템의 시각적인 반응시간을 기록하는 수단이 있어야함 (Over Frame 등 지연발생 시 기록함)	i. Dusk scene	i. (여명장면에 대한 내용으로 철도분야는 k 항에 포함됨)
e. visual ground segment	e. 선로영상검사 차량의 위치와 선로변의 시야범위에 일치하는 타당한 영상 표현을 할 수 있어야하며 아래항목의 자료를 포함해야함.	k. Daylight, dusk, and night visual scenes	k. 시간대별 영상제공 선로 주변의 지형 및 주요 시설물과 주요경계선 등을 식별하고 운행할 수 있도록 주간, 여명, 야간시의 영상화면을 제공하여야 함 (이하 생략)

4.4 세부허용기준과 운행단계별검사에 관한 고찰

4.4.1 Simulator Validation Tests(세부허용기준)

AC120-40B의 Appendix 2(Simulator Validation Tests)에서는 실제 항공기제작사에서 제출된 비행에 관한 성능자료와 Simulator를 동일한 조건을 유지시키며 얻어지는 성능자료에 대한 오차의 허용한도가 규정되어있다. Simulator Validation Tests에 의하여 검사대상 Simulator가 이러한 허용 오차범위를 준

수함을 확인하고 성능을 인정하는 것이다. 철도분야에서는 견인력 또는 제동 특성에 대한 내용을 검사하는 것이 대표적인 예가 될 것이다. 시뮬레이터 세부허용기준도 앞절에서 설명한 방법과 유사하게 철도분야 면허시험용 시뮬레이터를 위한 세부허용기준(안)을 도출하였다.

4.4.2 Function & Subjective Test(운행단계별검사)

AC120-40B의 Appendix 3(운행단계별검사항목, Function and Subjective Tests)에서는 항공기의 운영 단계별로 분류하여 실제 대상 항공기와 Simulator와 동일한 기능을 발휘하는지에 관한 검사항목이 서술되어 있으며, Visual System의 경우는 각 단계별로 제공되어야 할 기능이 있으므로 별도 항목으로 검사되어야 할 항목이 정의되어 있다. Simulator Validation Tests가 성능에 관한 내용이라면 Function & Subjective Test는 기능적인 내용을 위주로 규정되어 있다. 표 7은 철도분야에 적용했을 때 검사의 항목을 분류한 것이며, 각 항목의 세부 검사조건은 분량상 생략하였다.

표 7. 차량 운행단계별시험에 적용 했을때 예상 항목

대항목	세부항목
1. 운행단계별 검사항목	가. 출고 전 준비점검 나. 기지운전 다. 본선운전 마. 구원운전 바. 운전중 상황 사. 기타 특수상황에서의 운행단계
2. 영상시스템	가. 차량의 위치에 따른 정확한 운행환경의 묘사 (이하 생략) 나. 안개현상의 묘사
3. 기타 특수효과	가. 가속시 발생하는 견인장치 소리 (이하 생략) 나. 분기부 운행시 발생하는 진동

5. 결 론

본 연구를 통하여 항공분야를 벤치마킹하여 철도분야의 철도차량 운전면허제도의 기능시험용 Simulator의 성능기준(안)을 분석 및 도출하였으며, 이를 통해 유사점과 개념적인 호환성을 발견할 수 있었으며 충분히 유익한 연구였다는 판단을 하게 되었다. 그러나 Simulator가 매우 광범위한 기술영역을 담고 있는 방대한 시스템으로써 각 분야의 세부적인 사항에 대한 추가적인 연구가 필요함을 알게 되었으며, 철도분야의 교육훈련에 대한 투자 등을 감안할 때 조금 더 여건이 성숙되어야 할 필요성 또한 절실하다고 느끼게 되었다. 또한 우선 더욱 중요하다고 판단되는 운전면허시험에 활용되는 Simulator를 대상으로 분석을 하였지만 잘 못된 훈련은 잘못된 행동양식을 낳을 수 있다는 관점에서 훈련의 중요성을 인식한다면 항공분야와 같이 모든 훈련용 Simulator에 대하여 유사한 성능시험을 주기적으로 수행하여야 할 것으로 판단되었다.

논문을 진행하는 과정에서 항공분야의 안전업무에 종사하시는 분과의 인터뷰에서 철도분야의 교육체계에 대하여 이야기를 듣고 던진 "Safety is Money"라는 말 한마디가 여러 가지 생각을 하게 만든다. 안전을 확보하기 위하여는 돈이 들어가고 얻어진 안전은 돈이 되어 돌아온다는 의미일 것이다.

참 고 문 헌

1. 윤석준, "시뮬레이션과 시뮬레이터", 2003.
2. 정광우, "A study on the practical use of train simulator"
3. 건설교통부, "철도안전법", "철도안전법 시행규칙", "철도차량운전면허 시험 시행지침".
4. FAA AC 120-40B, "Airplane Simulator Qualification".
5. 김도희, 박민용, 이근희, "A study on Prediction of Simulator Sickness in Driving Simulator".
6. CAE사(캐나다), "B747-400 Simulator Maintenance Training Document".
7. CAE사(캐나다), "B747-400 Simulator ATG(Acceptance Test Guide)".