

## 운전직무 수행능력평가 시뮬레이터



| 박 성 호 |

현대로템 전장품개발팀  
책임연구원

### I. 개요

국토해양부 철도종합안전기술개발사업의 비전은 철도 서비스의 최고 가치를 ‘안전’에 두고 중장기적으로 ‘철도사고 제로화’를 실현하는 것으로서, 2010년까지 철도 사고 및 피해 수준을 40% 감소하는 것을 목표로 하고 있으며 이를 위해 철도종사자의 안전의식 제고, 철도 시설/차량 안전성 확보, 사고예방 및 위기관리체계 구축 등 세부 추진전략을 수립하여 수행하고 있으며, 그중 안전 업무 종사자 교육훈련체계 구축과제는 철도 인적오류 분석체계 개발, 직무수행능력 시험설비 개발, 수행능력평가 시뮬레이터 개발, 그리고 대국민 홍보 및 교육 프로그램 개발하여 작업 수행자의 직무수행 능력 향상과 인적오류 저감 및 예방을 지원하는 교육훈련 체계구축을 위한 연구를 수행하고 있다.

이중 수행능력평가 시뮬레이터 개발과 관련, 최근 시뮬레이터를 이용한 실 장비의 훈련 기법이 민, 관, 군을 중심으로 효과적인 훈련과 안전사고 예방 차원에서 크게 부각되고 있다. 특히 가상현실 분야와 시뮬레이터 분야에서 높아진 기술적 성과들로 인하여 인간의 인지 효과를 극대화 함으로서 보다 현실감 있고 체험적인 상황들의 모사가 가능해졌다. 이러한 흐름에 따라 교육훈련 분야에 시뮬레이터를 이용한 교육 훈련의 중요성이 인식되고 있으며, 선진 외국은 물론 국내에서도 수년 전부터 철도 기관사 양성 및 교육에 효율적 훈련도구로 철도차량 모의운전연습기가 도입되어 사용되고 있다. 국내에서

는 초기단계에 외국 제품을 도입하여 사용하다가 2000년대 들어서 부터 국내업체에서 철도차량용 시뮬레이터를 개발해 공급하고 있다.

일반적으로 철도차량은 제작사의 고유모델이 정해져 있는 것이 아니고 발주처의 요구사항을 기준으로 매번 제작되기 때문에 전 세계적으로 통용되는 공통 모델이 없으며 따라서 차량의 형태 및 운전방법이 차량별로 상이하다. 또한 다른 운송수단과는 달리 정하여진 궤도에 서만 주행하며 지상 신호 체계와 밀접한 관련이 있다는 특징이 있다. 따라서 철도차량 시뮬레이터는 운전자를 국가 또는 지역별로 특성화된 환경조건과 새롭게 제작되는 차량에 적응시키는 교육을 해야 할 때 매우 효과적이고 안전한 훈련도구로서, 일반 운전기능 연습을 위한 도구뿐만 아니라 고장 대처, 정위치 정차 훈련 등에 주로 사용하였다.

현재 철도분야 또한 기술의 발달에 따라 철도차량 및 지상설비에 사용되는 각종 장비들의 안정성이나 신뢰성이 향상되었으나 철도사고는 계속적으로 발생되고 있으며 이는 운용하는 사람의 오류가 직, 간접적인 원인인 것으로 알려지고 있다. 이와 같은 운용요원에 의해서 발생하는 오류를 줄이기 위해 다양한 방법 및 운영요원에 대한 다양한 교육훈련 방법이 제안되었으나 시뮬레이터를 이용한 운전자 교육훈련 분야에 있어서는 주로 차량 및 지형에 대한 적응화 훈련 혹은 차량등에 대한 기능, 고장조치 훈련에 중점을 두고 교육훈련이 시행되었다. 본 과제에서는 이와 같은 기존 시뮬레이터의 활용방안에서

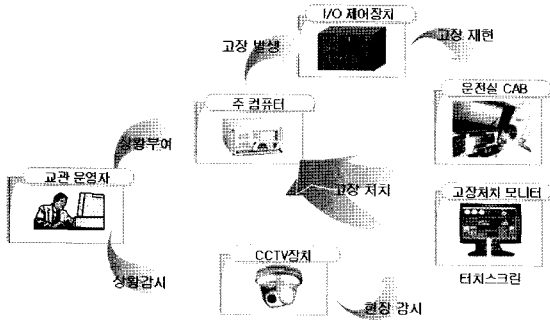


그림 1. 시뮬레이터 사고 및 사건처리 과정

나아가 인적오류를 유발시키는 요인을 분석하고 이를 시뮬레이터를 사용하여 훈련함으로써 운영요원의 인적오류를 저감시킬 수 있는 방안에 대한 연구를 시행하였다.

시스템에서 교관이 직접 제어하거나 혹은 기 작성된 시나리오에 따라 사고 및 사건의 발생을 설정한다. 설정된 사고 및 사건에 따라 시뮬레이터의 주 컴퓨터에서는 차량 및 신호 시스템 제어로직에 따라서 I/O 제어장치를 통하여 훈련생이 탑승한 시뮬레이터의 운전자 캐빈내의 운전대에 설치된 램프, 스위치, 계기류의 변화 및 교육생 전방의 궤도영상을 통하여 고장 현상을 재현하며, 이에 따라 운전실에 있는 운전자가 고장을 인식하게 된다. 고장을 인식한 훈련생은 고장 내용을 교관에게 보고하고, 발생한 고장에 대하여 정해진 절차에 따라 조치를 수행함으로써 고장조치 교육이 완료된다. 이와 같이 해당 고장조치 교육이 완료되면 교관은 고장을 해제하게 된다. 이러한 사고 및 사건 유발의 과정은 <그림 1>과 같이 구성된다.

## II. 기존 시뮬레이터 사고 및 사건모델

기존의 시뮬레이터에서는 사고 및 사건유발과 관련된 훈련을 대부분 고장처치 또는 고장조치의 명칭으로 구분하여 구현하였으며 주로 차량의 고장 혹은 이와 연계된 사건 및 사고가 대부분을 차지한다. 시뮬레이터에서 사고 및 사건을 구현하기 위한 프로시저는 첫 번째로 교관

## III. 인적오류 기반 시뮬레이터 구성

인적오류 기반의 시뮬레이터는 기존의 시뮬레이터와 대비하여 인적오류 기반의 훈련을 수행하기 위하여 시뮬레이터에서 갖추어야 요소로서 피훈련자가 인적오류를 발생하기 쉬운 조건, 즉 오류유발 조건을 검토하였으며 이를 [표 1]과 같이 EPC(error-producing

표 1. 오류유발조건(error-producing conditions; EPCs)

	Performance Factor	Definition
주요 EPC	Time-pressure	직무를 수행함에 있어 시간이 부족한 상황
	Low signal-to-noise ratio	시각 또는 청각적 방해요소들이 존재하여 필요한 정보획득에 어려움이 있는 상황
	Unfamiliar situation	익숙하지 않은 상황을 접한 경우
	Adverse in-cab environment	직무수행에 불편함을 느낄 수 있는 기관실 환경을 접한 상황
	High workload	동시 처리해야 할 직무가 많이 주어진 상황
	Poor feedback	장치조작에 대한 피드백이 없거나 요구한 내용에 대해 관제사로 부터 응답이 늦거나 불완전한 상황
	Poor quality & availability of information	- 직무수행에 필요한 정보를 얻지 못하거나, 잘못된 정보를 얻은 상황 - 올바른 정보는 얻었으나 내용의 불완전성으로 판단에 어려움을 겪는 상황 - 통신의 시각 및 청각적 상태가 좋지 않아 내용을 이해하기 어려운 상황
	Objectives conflict	상반되는 목표가 동시에 주어지는 경우
	Inadequate concentration	- 지루하고 단조로운 직무를 수행해야하는 상황 - 한 가지 일에만 너무 집중하여 다른 것들을 놓치는 상황
	Distraction	해당 직무와 관련이 없는 이벤트에 주의를 빼앗길 수 있는 상황

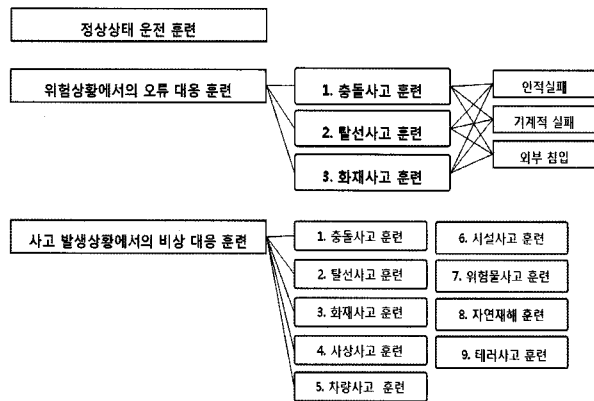


그림 2. 기관시스템의 사건 및 사고 메뉴구성

conditions) 요소라고 칭하고 이와 같은 EPC 요소의 시뮬레이터 적용가능 여부 및 하드웨어와 소프트웨어적인 구현방안을 검토하고 이를 기반으로 시뮬레이터를 설계하였다.

[표 1]에 명시된 오류유발 조건들을 사용하여 기존 시뮬레이터에서 수행되었던 단순 고장에 기반한 운전자의 조치훈련 뿐 아니라 훈련자의 인적오류를 유발시켜 인적 오류 발생시 이를 빨리 감지하여 사고로 이어지기 전에 적절히 대응(ErrorTrapping)하고, 이미 사고 및 장애가 발생시 피해를 줄이기 위한 오류피해 완화(ErrorMitigation)능력을 향상시킬 수 있도록 한다.

또한, <그림 2>에서와 같이 위험도 분석과제에서 도출된 사고진전 시나리오 및 비상대응과제의 비상대응 시나리오를 기반으로 사고 발생전 단계의 훈련과 사고발생 후 훈련을 위한 시나리오를 설계하였다. 사고 발생 전 훈련은 기존의 사고 사례와 사고 진전 시나리오를 기반으로 작성하며, 사고 발생 후 시나리오는 비상대응 시나리오를 기반으로 제작하여 과거 사고 사례나 통계를 참조 오류유발 조건을 포함하여 훈련생에 대한 시뮬레이터 훈련을 실시할 수 있도록 설계하였다.

즉, 기관은 사고발생 상황에서의 훈련생의 대응훈련을 실시하고자 할 경우 기관시스템에서 사고발생상황에서

의 비상대응훈련을 선택하면, 비상대응훈련의 9개의 개별훈련을 선택할 수 있도록 하위메뉴가 기관에게 주어진다. 기관은 훈련 목적에 따라 각각의 개별훈련을 선택하여 정해진 시나리오에 따라 훈련생의 훈련을 시행할 수 있으면 필요에 따라서 기관은 정해진 시나리오에 오류유발 조건을 부과할 수 있다. 이러한 훈련절차를 통하여 사고발생 상황에서 훈련생의 오류 관리능력을 향상시킬 수 있도록 한다.

#### IV. 맺음말

철도분야에서 인적오류에 대한 연구의 필요성과 관심이 높아지고 있는 상황에서 국토해양부 철도종합안전기술개발사업의 한 과제로 진행중인 안전업무종사자 교육훈련체계 구축과제에서는 기관사의 인적오류 개선 및 직무수행능력 평가를 위한 시뮬레이터 기반 교육훈련체계 개발을 위한 연구로 시뮬레이터 개발 및 기 개발된 직무수행능력 시험설비와 통합을 통하여 훈련생의 교육 및 성과분석을 시행할 수 있는 시스템 개발을 수행하고 있으며 운전직무 수행능력 평가 시뮬레이터를 이용한 교육훈련을 통하여 기관사의 직무수행시 인적오류를 유발할 수 있는 상황을 시뮬레이터 훈련을 통해 직접 경험함으로써, 실제 상황에서의 인적오류 발생 자체를 예방하고, 인적오류 발생시 이에 대한 대응 및 피해완화를 위한 오류피해 완화능력을 향상시킴으로써 세계일류의 철도 안전수준을 확보하는데 기여할 수 있을 것이다. ☺

#### ◆ 참고 문헌

1. 건설교통부 (2006), "철도종사자 등에 관한 교육훈련시행지침" 건설교통부 고시 제2006-51호
2. 정지훈, 김동신, 유승열, 백동현, 윤완철 (2008), "시뮬레이터 기반 인적오류 저감훈련(SBET)의 프레임워크 설계"
3. 한국과학기술원(2009), "안전업무 종사자 교육훈련체계 구축" 5차년도 최종보고서