

# 고속철도용 통합차상신호시스템 시뮬레이터 개발에 관한 연구

한재문  
LS산전(주)

## A study on development of Integrated Onboard Signaling System Simulator for High Speed Train

Jaemun, Han  
LSIS Co. Ltd.

### ABSTRACT

차세대 고속철도 기술개발 사업을 통해 개발된 통합차상신호시스템은 국내에서 운영중인 세가지 신호시스템인 ATP, ATC, ATS의 신호를 모두 처리하면서 열차 운행의 중단 없이 열차 운행구간을 이동하게 된다. 현재 통합차상신호시스템의 신뢰성과 안정성 확인을 위해 차세대 고속철도 시제차인 HEMU 430X에 탑재하여 시운전을 진행중에 있는데, 시운전이 여객열차의 영업운전 사이에 진행되기 때문에 다양한 실험과 검증에 많은 제약이 따른다. 이러한 제약 사항을 해결하고 다양한 실험과 개선 활동을 위해 통합차상신호시스템을 실험실에서 테스트할 수 있는 통합차상신호시스템용 시뮬레이터의 개발이 필요하게 되었고, 본 논문에서는 통합차상신호시스템용 시뮬레이터 개발에 관한 내용을 다룬다.

### 1. 서론

현재 국내에서 운영되는 철도신호시스템은 ATP, ATC, ATS로 구성되어 있다. ATS는 처음으로 국내에 도입된 신호시스템으로 점제어 방식으로 열차의 진행을 관리한다. 이후 고속철도 시대를 맞이하여 도입한 ATC신호는 경부고속선에 처음 적용된 신호시스템으로 선로를 일정한 간격으로 전기적으로 분할하여 Speed Step방식으로 열차의 속도제어를 구현하고 있다. 마지막으로 최근 도입된 ATP신호는 기존 노후된 ATS 신호시스템을 대체하기 위한 수단으로 적용되고 있는 신호시스템이다. 특히 ATP신호시스템은 유럽철도신호시스템으로써 국제적인 표준으로 자리 잡고 있고, 현재 세계적으로 열차제어용 신호시스템으로 폭넓게 적용되고 있는 추세에 있다. 이렇듯 국내에는 세가지 신호시스템이 운영되고 있고, 열차 운행시 세가지 신호구간을 운행의 끊김 없이 연속적으로 신호시스템을 자동으로 전환하면서 운행해야 하는 요구가 발생한다. 이러한 운영상의 요구를 만족하기 위하여 통합차상신호시스템이 국가 R&D사업을 통해 개발 되었다. 이렇게 개발된 통합차상신호시스템은 차세대 고속시제열차 HEMU 430X에 탑재되어 시운전을 진행 중에 있으며 시운전을 통해 통합차상신호시스템의 신뢰성과 안정성을 확보하기 위한 연구 활동이 진행 중에 있다. 하지만 시운전 시험을 통해 신뢰성과 안정성을 확인하는 과정은 시운전 특성상 많은 어려움을 내포하고 있다. 우선 시운전이 영업운전 사이에 운행되기 때문에 다양한 실험을 진행할 수 없는 상황이 자주 발생하게 된다. 이러한 이유로 실험실 환경

에서 운행 현장과 동일한 조건의 실험을 할 수 있는 요구가 발생했다. 이에 통합차상 신호시스템을 테스트하고 개선할 수 있는 시뮬레이터의 개발이 필요하게 되었다.<sup>[1]</sup>

### 2. 통합차상신호시스템 시뮬레이터

#### 2.1 시뮬레이터 요구사항 정의

통합차상신호시스템을 실험실에서 시뮬레이션하기 위해서는 가상의 차량기능과 지상신호시스템 기능이 필요하게 된다. 이에 따라 차량기능을 세분화하고 차량과 통합차상신호시스템 사이에 주고 받는 데이터를 정의하게 된다. 가상의 차량 기능에는 차량에 설치된 속도검출 센서에서 입력되는 속도 펄스 데이터와 제동 입력력 데이터, 운전자의 입력을 받기위한 디지털 입력, 통합차상신호시스템에서 출력되는 디지털 출력 등이 있다. 또한 차량이 가상으로 이동하는 것을 시뮬레이션하기 위한 기능과 이동거리에 따라 시뮬레이터에서 통합차상신호시스템으로 전송되어야 하는 지상신호장치 정보 데이터 베이스 관리 기능 등이 구현되어야 한다. 이러한 요구사항을 바탕으로 시뮬레이터는 크게 세부분으로 구성되는데, 시뮬레이터 제어랙, 운영자 화면, 시뮬레이터 조작반이다.

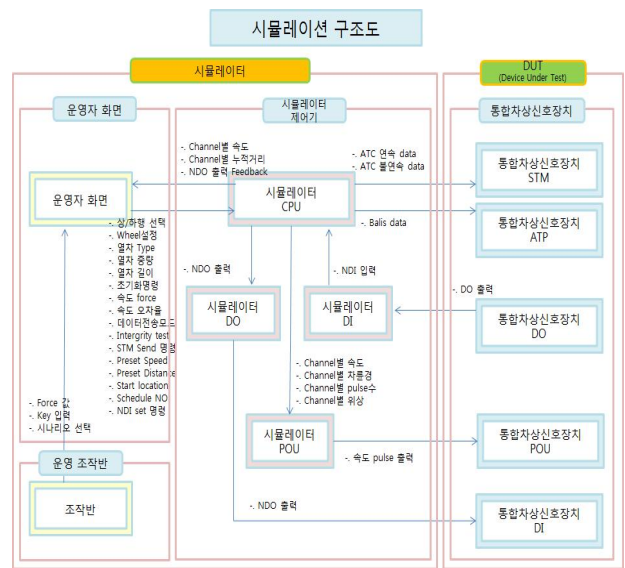


그림 1 통합차상신호시스템 시뮬레이션 구조도

시뮬레이터 제어랙은 주요 시뮬레이터 기능을 수행하고, 시뮬레이터 운영자화면은 시뮬레이터의 상태나 시나리오 등을 설정할 수 있고, 시뮬레이터 조작반은 가상 열차의 가속/감속, 운전자 스위치 입력 등의 인터페이스를 담당한다. 이러한 구조는 [그림 1]과 같이 정리될 수 있다.

### 2.1.1 차량기능

차량기능은 실제 차량의 특성을 반영하여 현장과 유사한 시뮬레이션 조건을 갖추기 위해 설계되고 구현 된다. 특히 열차의 속도센서에서 측정되는 속도 펄스 데이터를 차량기능에서 시험 대상이 되는 통합차상시스템으로 물리적 특성까지 동일하게 전송하는 것은 속도 기반으로 열차를 제어하는 통합차상신호시스템을 시험하는데 매우 중요한 기능이다. 또한 제동 입력력과 운전자 데스크에서 입력되는 열차 운행에 필요한 각종 버튼 입력에 대한 기능도 차량기능에서 관리하게 된다. 수식 1은 시뮬레이터 운전 제어 판넬에서 운영자에 의해 입력되는 추진력/제동력 값을 통해 시뮬레이터에서 생성해야 하는 속도 값을 계산하고, 해당속도에 맞는 속도 Pulse를 생성하기 위한 계산식이다.

$$v = v_0 + \frac{F}{m} \times t$$

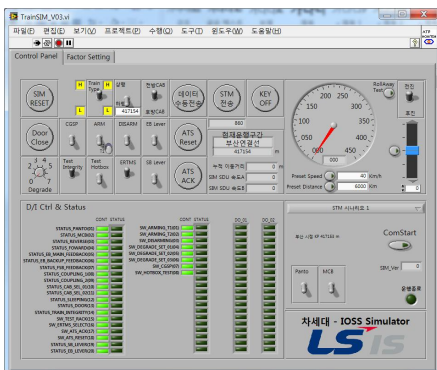
$v$  = 현재속도,  $F$  = Force,  $m$  = 중량  
 $v_0$  = 초기속도,  $t$  = 경과시간

수식 1 차량 동특성

이렇게 계산된 속도 Pulse는 속도 생성보드에 주기적으로 갱신되고 그 값에 따라 실제 전기적인 구형과 형태로 통합차상신호시스템의 속도처리 보드로 입력되어 운전자 화면의 속도계에 표시된다. 시뮬레이터 운영자는 운전자 화면에 표시되는 속도 값에 따라 추진력/제동력 값을 조정하여 시뮬레이션 운행구간을 운행하게 되고 과속상황이나 기타 시운전 현장에서 발생된 상황을 운행 시뮬레이션을 통해 재현해 볼 수 있다. 이러한 시뮬레이션 운행시 발생하는 제동출력이나 절연구간 제어출력 등과 같은 열차 인터페이스 관련된 기능은 차량기능에서 구현 된다.

### 2.1.2 시뮬레이터 운영자 화면

시뮬레이터 운영자 화면은 시뮬레이터의 상태정보와 시험 대상 제어기로부터 입력/출력되는 Digital 신호정보 상태를 표시하는 기능을 수행한다. 이를 통해 시뮬레이션 상황을 확인할 수 있고, 적절하게 시뮬레이션 상황을 제어할 수 있다. 또한 시뮬레이션 시나리오를 선택하고 저장된 시나리오에 따라 시뮬레이션을 수행하여 시험대상 제어기의 기능테스트를 수행한다.



### 2.1.3 지상신호 DB 작성

시운전 시험을 통해 수집된 지상신호시스템 전송 정보를 분석하여 시운전 구간의 지상 정보를 DB화하고, DB 파일로 시뮬레이터 제어기 프로그램에 저장하여 각각의 운행 시나리오를 생성하게 된다. 이렇게 생성된 시나리오를 기반으로하여 통합차상신호시스템의 여러 가지 기능들을 다양하게 시험해 볼 수 있고 현장에서 발생한 문제점을 개선하는 연구 활동을 반복적 실험을 통해 보다 신뢰성이 있게 수행할 수 있다. 이러한 시뮬레이션 과정은 [그림 3]과 같다.

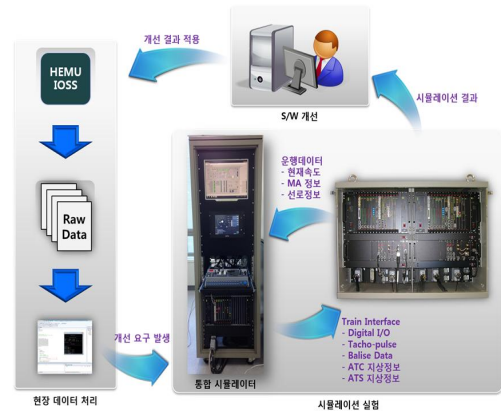


그림 3 통합차상신호시스템 시뮬레이션

## 3. 결론

차세대 기술개발 사업을 통해 개발된 통합차상신호시스템은 시제차인 HEMU 430X에 탑재되어 경부선/경부고속선/호남선/호남고속선을 매주 영업운전 사이에 운행하면서 신뢰성과 안정성을 확인하기 위하여 여러가지 실험을 수행하고 있다. 하지만 영업운전 사이에 시운전 시험을 해야 하는 상황에서 다양한 실험을 수행하기에는 근본적인 어려움이 있다. 또한 시운전 중 발생한 문제점에 대해서 현장에서 바로 해결을 위한 추가적인 실험이 불가능한 상황이 종종 발생하곤 한다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 실제 시험환경과 동일한 구성의 통합차상신호시스템 시뮬레이터를 통해 시뮬레이션을 해봄으로써 문제점을 해결하는 연구활동을 수행하게 된다. 이렇게 현장상황과 동일한 운행시험을 재현해 봄으로써 개선점을 실험실환경에서 도출하고 수정/반영하는 작업을 통해 시험 대상시스템인 통합차상신호시스템의 안정성과 신뢰성 제고를 위한 효과를 빠른 시간 안에 얻을 수 있었다. 향후 시뮬레이터 시스템에 다양한 차량 동특성 모델을 추가함으로써 다양한 차종에 대한 시뮬레이션도 가능하리라 예상된다.

이 논문은 국토교통부 철도기술연구사업의 연구비지원에 의해 수행되었습니다.

## 참고 문헌

- [1] 통합 차상신호장치 테스트용 시뮬레이터 개발. 김석현,한재문,박탄세,조용기. 한국철도학회, 2011.
- [2] 430km/h급 고속열차 적용 통합차상신호시스템 개발. 한재문,김석현,조용기. 전기의세계 제62권 제6호, 2013.