

# 자율분산시스템 단계적 구축방식의 철도역 적용에 관한 연구

## A study of application for train station of step by step construction method of ADS

안 진*	김유호*	이영수*	김은희*	홍순흠**	김영훈**	박범환**
Jin	Ryu-ho	Young-Soo	Eun-Hee	Soon-Heum	Young-Hoon	Bum-Hwan
Ahn	Kim,	Lee	Kim	Hong,	Kim,	Park,

### Abstract

Currently the train traffic control system is built wholly by one package construction. It is under variable circumstance such as variation of signalling equipment and station expansion. This condition reduces system reliability and availability. And the term of system change is longer than 10 years, so it is hard to update to the latest technology and the new function. In order to do the system should be replaced to new one completely.

The step by step construction of ADS(Autonomous Decentralized System) is one of the solution. So the simulation of it on the real station help to find system requirement and verify good of online expansion and online test.

### 1. 서론

우리 주변 대부분의 시스템이 이러한 철도의 열차운행제어시스템도 현재 일괄 구축방식으로 전체시스템을 한번에 일괄적으로 구축하고 있다. 그러나 경보시스템이나 다른 제어시스템과는 달리 열차운행제어시스템은 역의 신호시설물 변경이 자주 발생하고 선구의 확장으로 신규 역이 추가되는 등 시스템 변경이 빈번하여 전체 시스템의 가용성과 신뢰성을 저하시키고 있으며, 열차운행제어시스템의 사용년한도 10년 이상으로 초기 시스템 도입 시 보다 진화된 최신 기술의 적용과 변화된 사용자요구사항을 수용하려면 시스템을 전면 교체해야 하는 어려움이 있다.

이러한 문제점들을 해결할 수 있는 방안 중 하나로 자율분산시스템을 들 수 있다. 자율분산시스템은 자율제어성과 자율협조성의 속성을 갖추어 온라인 확장 및 온라인 유지보수가 가능하므로 시스템을 단계적으로 구축할 수 있고, 성장이 가능한 시스템이다. 시스템이 단계적으로 구축되어 확장되면 부분적인 시스템의 변화, 심지어는 부분의 장애까지도 정상적인 상태로 간주하는 자율분산개념의 시스템은 중단없는 시스템의 가용성, 신뢰성과 유지보수성을 보장해준다. 이러한 자율분산시스템의 특징은 참고문헌에 밝힌 선행연구를 참조하기 보아 본 논문에서는 자율분산 시스템의 단계적 구축방식 시나리오를 철도역 상황에 시뮬레이션해 봄으로써 문제점 해결에 필요한 요구사항을 찾고 효과를 검증해 본다.

\* 경북기술(주)

\*\* 한국전도기술연구원

## 2. 단계적 구축 방식의 이해

자율분산시스템은 하나의 역 시스템을 자율제어성을 갖는 독립된 시스템으로 보고 시스템이 확장되면서 자율협조성에 의해 상호협조적이 되어 전체시스템의 목적을 이루어가도록하고 있다. 이러한 특징은 일괄구축방식의 시스템이 완전한 시스템 구현 전 까지는 운영이 될 수 없는 반면, 자율분산시스템은 어느 시기에나 구축이 완료된 역 시스템들은 운영이 가능하게 한다. 특히 역의 선후선비 변경과 추가되는 역들에 의한 시스템 변경이 빈번한 철도환경에서는 시스템 시험을 위해 운영 중인 열차운행제어시스템을 중지시켜야하나 자율분산에 의한

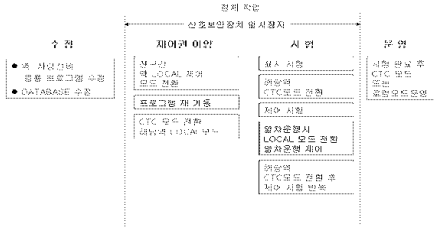


그림 1 열차운행제어시스템 변경 시 작업 흐름

단계적 구축은 시스템을 중지시키거나 기능을 축소할 필요가 없다.

자율분산시스템은 온라인 확장과 온라인 테스트를 가능하게 하는 기술과 통신방식을 사용하고 있어 테스트를 위한 별도의 데이터링크를 활용하여 그림 1과 같은 열차운행제어시스템 변경 시 수행하는 오프라인 표시 및 제어시험 뿐만 아니라 온라인 테스트모드를 활용하여 시스템 운영 중에도 실 태이어에 의한 표시 및 제어시험과 현 시스템에서는 불가능한 운영 전 모든 기능시험이 가능하다.

표 1 운영모드에 따른 테스트 방법

데이터종류	테스트	온라인
응용S/W모드	테스트	온라인
테스트 모드	오프라인 테스트	온라인 테스트
온라인 모드	온라인 테스트	온라인

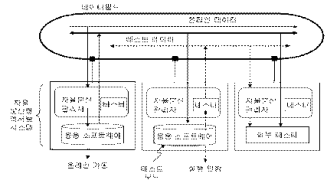


그림 2 온라인 자동 중의 온라인 데이터 테스트

자율분산시스템은 자율제어성과 자율협조성을 갖고 온라인 확장과 온라인 테스트를 할 수 있으므로 열차운행제어시스템(기존 CTC)을 단계적 구축방식에 의해 단일 역 단위로 자율분산열차제어시스템을 구축하여 기존 CTC와 병행 운용으로 구간시스템으로 확장하고 궁극적으로는 열차운행제어시스템 전체를 자율분산형 열차운행제어체계로 전환할 수 있다.



### 3.2 시뮬레이션 시스템 구성

시뮬레이션 시스템 구성은 자율분산역제어시스템, CTC 에뮬레이터, 역 에뮬레이터, 이벤트 시뮬레이터로 구성된다. 자율분산역제어시스템은 대상역들이 단계적으로 구축되면서 대치되는 역단위 자율분산시스템이고, CTC 에뮬레이터는 기존 역들의 표시 및 제어를 에뮬레이션하는 열차제어시스템이며, 역 에뮬레이터는 현장 신호설비들의 상태와 열차운행상태를 에뮬레이션 하고, 이벤트 시뮬레이터는 시나리오 운영 이벤트를 발생시켜준다. 그림 5는 온라인 확장관련 구성으로서 그림 3의 2단계에 해당하며 1단계에서 자율분산역제어시스템으로 구축된 청량리역에 왕십리역을 자율분산역제어시스템으로 확장하는 시스템 구성이다. 여기서 ADM는 자율분산역제어시스템의 통신관리 모듈이다. 자율분산역제어시스템이 설치되면 중앙의 CTC(CTC 에뮬레이터)에서는 로컬모드로 간주하고 진로제어를 하지 않으며, 자율분산역제어시스템이 해당 역 열차에 대한 진로제어를 한다. 시뮬레이션을 위해서 역 에뮬레이터는 이를 두개의 자율분산역제어시스템과 CTC 에뮬레이터 모두에게 현장 상태 정보를 전송한다.

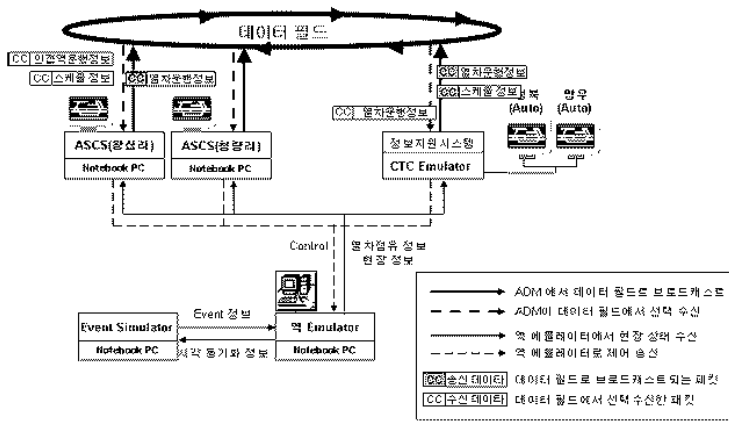


그림 5 시뮬레이션 시스템 구성도

### 3.3 시스템 레벨 온라인 확장

시스템 레벨 온라인 확장은 그림 5에서와 같이 왕십리 역이 확장대상 역이며 표 1에서와 같이 오프라인 테스트와 온라인 테스트를 수행하나, 본 논문에서는 자율분산의 특징인 온라인 테스트만을 다룬다.

온라인 테스트는 두 가지로 나눌 수 있는데, 하나는 테스트 데이터에 의한 것파 다른 하나는 온라인 데이터에 의한 것이다. 자율분산역제어시스템은 온라인 모드와 테스트 모드를 가지고 있고, 데이터도 그 생성 주체가 온라인중이나, 테스트중이나에 따라서 온라인 데이터와 테스트 데이터로 구분된다.

이렇게 구분된 데이터는 온라인 데이터 필드와 테스트 데이터 필드로 분리된 데이터 필드를 구성한다. 데이터의 이러한 분리는 다른 역의 운영에 영향주지 않고 단일역의 자율분산역제어시스템을 시험할 수 있다.

첫 번째로 테스트 데이터에 의한 온라인 확장 시험은 다음과 같이 수행한다.

1. 왕십리역에 자율분산역제어시스템을 추가로 설치하고 테스트 모드로 놓는다.
2. 왕십리 자율분산역제어시스템이 청량리역의 온라인 데이터를 수신하고 처리함을 확인한다.
3. 왕십리 자율분산역제어시스템에서 테스트 데이터를 생성한다.



의 인접역 온라인 데이터를 1\*) 테스트 모드인 AP가 수신하고 2\*) 그 처리 결과를 테스트 데이터 필드로 브로드캐스트한다. 3\*) 이 테스트 데이터 필드의 처리 결과는 외부 테스트 장비로 수신되어 테스트 애플리케이션에서 3)과 3\*)를 비교한다. 비교 결과 같으면 테스트 모드인 응용 소프트웨어가 제대로 기능한다는 것이고, 비교 결과가 다르다면 새버전의 테스트 모드의 응용 소프트웨어는 기존의 온라인 모드의 응용 소프트웨어와 다르게 처리했음을 알 수 있고, 이 새버전의 처리 로직에는 문제가 있음을 알 수 있다.

### 5. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 기존 철도역에 자율분산역제어시스템을 단계적으로 확장해나가는 시뮬레이션을 수행하면서 자율분산시스템의 단계적 구축방식의 핵심이 되는 온라인 확장과 온라인 테스트를 시스템 레벨의 확장과 소프트웨어의 확장 두가지 관점에서 논하였다.

자율분산시스템은 열차운행제어시스템 기능의 중단없이 비자율분산제어 역들을 하나하나씩 점증적으로 자율분산역제어시스템으로 확장해나갈 수 있으며, 자율분산역제어시스템은 시스템 중단 없이 소프트웨어의 교체가 가능하므로 역 모양변경작업이 수월해질 수 있음을 알 수 있다.

자율분산시스템의 단계적구축방식을 가능케 하는 온라인 확장과 온라인 테스트는 데이터필드가 온라인 데이터 필드와 테스트 데이터 필드로 구분된다는 점, 자율분산통신체계는 열차트래킹 정보를 어느 특정 노드로 송신하지 않고 브로드캐스트한다는 점, 이 두 가지 특징 때문에 가능해진다.

그러므로 향후의 자율분산형 열차운행제어시스템을 적용하기 위해서는 자율분산통신체계에대하여 더욱 심도있는 연구가 진행되어야 할 것이며 자율분산역제어시스템 시뮬레이터를 활용한 자율분산통신관리자를 검증할 계획이다.

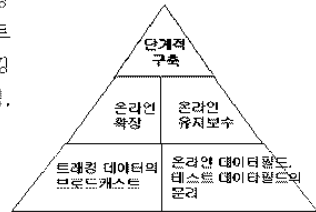


그림 9 단계적 구축을 가능하게 하는 자율분산의 특성

### 참고문헌

1. 한국철도기술연구원, '대형·고밀도운행 철도역 자동운행제어시스템 개발' 2004.
2. 정태운, '자율분산이론을 적용한 철도시스템 개발에 관한 연구' 2004. 6, 한국철도학회
3. 김영준, '자율분산형 열차운행제어체계에 관한 연구', 2004. 6, 한국철도학회
4. Mori, K.(1993), Autonomous Decentralized System : Concept, Data Field Architecture and Future Trends, IEEE.
5. Kitahara F(1995), Widely-Distributed Train-Traffic computer Control System and Its step-by-step Construction, Proc. Of ISADS95.
6. Kitahara F(1999), Phased-In Construction Method of ATOS, Proc. Of ISADS.
7. KERA K(2001), Assurance Technology for Growing System and Its Application to Tokyo Metropolitan Railway Network, IEICE TRANS. INF. & SYST.

### 후 기

본 연구는 국가교통핵심기술개발사업의 2004년도 “대형·고밀도운행 철도역 자동운행제어시스템 개발”에 대한 건설교통부의 연구비 지원으로 수행된 것으로, 이에 깊이 감사드립니다.