

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^{*} 홍순범^{**} 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

우리주변 대부분의 시스템이 :L리하듯 철도의 열차운행제어시스템도 현재 이를 구축방식으로 전제시스템을 한꺼번에 일괄적으로 구축하고 있다. 그러나 정보시스템이나 다른 제어시스템과는 달리 열차운행제어시스템은 역의 신호시설문 변경이 자주 발생하고 선구의 괴창으로 신규 역이 추가되는 등 시스템 변경이 빈번하여 전제 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 사용제어성과 자율회조성의 속성을 갖추어 온라인 확장 및 온라인 유지보수가 가능하므로 시스템을 단계적으로 구축할 수 있고, 성장이 가능한 시스템이다. 시스템이 단계적으로 구축되어 괴창되면 부분적인 시스템의 변화, 설치이는 부분적 장애까지도 정상적인 상태로 간주하는 자율분산개념의 시스템은 충당없는 시스템의 가용성, 신뢰성과 유지보수성을 보장해준다. 이러한 자율분산시스템의 특징은 참고문헌에 밝힌 선형구조를 확장하기 바라며 본 논문에서는 자율분산 시스템의 단계적 구축방식 시나리오를 철도역 상황에 시뮬레이션해 볼으로써 문제점 해결에 필요한 요구사항을 찾고 효과를 검증해 본다.

* 경북기술(주)

** 한국전노기술연구원

2. 단계적 구축 방식의 이해

자율분산시스템은 하나의 역 시스템을 자율체어성을 갖는 복잡한 시스템으로 보고 시스템이 확장되면서 자율협조성이 의해 상호협조적이 되어 전제시스템의 목적을 이루어가도록하고 있다. 이러한 특징은 일괄구축방식의 시스템이 완전한 시스템 구현 전 까지는 운영이 될 수 없는 반면, 자율분산시스템은 어느 시기이나 구축이 원료된 역 시스템들은 운영이 가능하게 한다. 특히 역의 신호선비 변경과 추가되는 역들에 의한 시스템 변경이 빈번한 철도환경에서는 시스템 시험을 위해 운영 중인 역자운행체어시스템을 중지시켜야하나 자율분산에 의한

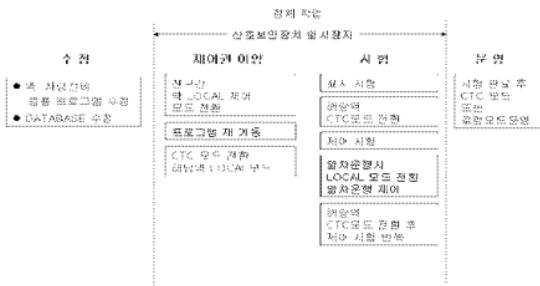


그림 1 현 역자운행체어시스템 변경 시 작업 흐름

단계적 구축은 시스템을 중지시켜거나 기능을 축소할 필요가 없다.

자율분산시스템은 원라인 확장과 온라인 테스트를 가능하게 하는 기술과 통신방식을 사용하고 있어 테스트를 위한 멤버의 데이터필드를 활용하여 그림 1과 같은 현 역자운행체어시스템 변경 시 수행하는 오프라인 표시 및 제어시험 뿐만 아니라 온라인 테스트모드를 활용하여 시스템 운영 중에도 실 데이터에 의한 표시 및 제어시험과 현 시스템에서는 불가능한 운영 천 모든 기능시험이 가능하다.

표 1 운영모드에 따른 테스트 방법

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

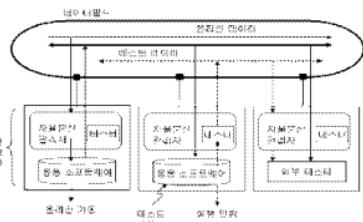


그림 2 온라인 가동 중의 온라인 테스트

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

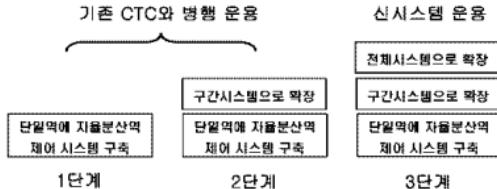


그림 3 차율분산형 역제어 시스템의 단계적 구축

3. 단계적 구축방식 시나리오 시뮬레이션

시뮬레이션 시나리오는 단일역에 차율분산역제어시스템(ASCS: Autonomous Station Control System)을 구축하여 CTC와의 연계운용 가능성과 차율분산역제어시스템의 효과를 검증하고, 인접 역으로 차율분산역제어시스템을 단계적 확장하면서 필요한 기술의 가능성을 탐진해 보았다.

본 논문의 주제인 단계적 구축방식 시나리오의 논의는 두 가지로 요약된다. 하나는 시스템 레벨의 온라인 확장이고, 다른 하나는 소프트웨어의 온라인 확장이다.

첫 번째 시스템 레벨의 온라인 확장에서의 주요한 점은 타역 운영에 영향이 없이 차율분산시스템을 새로운 역에 추가하는 것이다. 현재 차율분산이 아닌 중앙집중방식에서는 추가되는 역이 속한 선별(또는 그보다 작은 영역)의 역들은 모두 영향을 받게 된다. 어떤 역이 유지보수나 테스트 중이더라도 차율분산 시스템은 타역의 운영과 관계없이 차율적으로 자신이 타역의 협조 없이 할 수 있는 자신의 역할은 계속 유지할 수 있다.

두 번째 소프트웨어 온라인 확장은 역보양·변정등에 의한 새 버전의 소프트웨어를 그 역의 운영 중에 시험하고 검증하는 것이다. 이때 이전 버전과 새버전의 소프트웨어는 병렬로 가동되고 새버전이 검증이 완료되면, 이전 버전을 종료하고 새버전으로 운영하게 된다. 이것은 데이터필드가 온라인 데이터 필드와 테스트 데이터 필드로 분리되어 있기 때문에 테스트 데이터는 온라인에 영향을 미치지 못하도록 가능하게 된다.

3.1 시뮬레이션 대상 역

단계적 구축방식 운영 시나리오를 시뮬레이션 할 대상 역은 청량리역을 중심으로 한 왕십리, 성북, 망우 4개 역을 설정하였다.

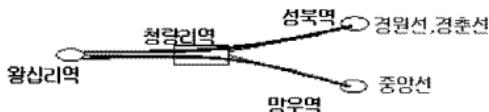


그림 4 시나리오 대상 역들

청량리역은 중앙선, 경원선, 경춘선과 지하철망과 전동열차 노선으로 고밀도 열차프레픽과 화물 종착역인 망우역과도 긴밀한 협조가 이루어져야하는 전형적인 역중심의 수동 열차운전워크 역이다. 청량리역의 단일역 차율분산시스템 도입 효과와 주변역들의 단계적 구축을 시뮬레이션하기에 적합한 역들이다.

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 표시및 제어를 에뮬레이션하는 열차제어시스템이며, 역 에뮬레이터는 현장 신호설비들의 상태와 열차운행상태를 에뮬레이션 하고, 이벤트 시뮬레이터는 시나리오 운영 이벤트를 발생시켜준다. 그림5는 온라인 확장관련 구성으로서 그림3의 2단계에 해당하며 1단계에서 자율분산역제어시스템으로 구축된 청량리역에 왕십리역을 자율분산역제어시스템으로 확장하는 시스템 구성이다. 여기서 ADM은 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.

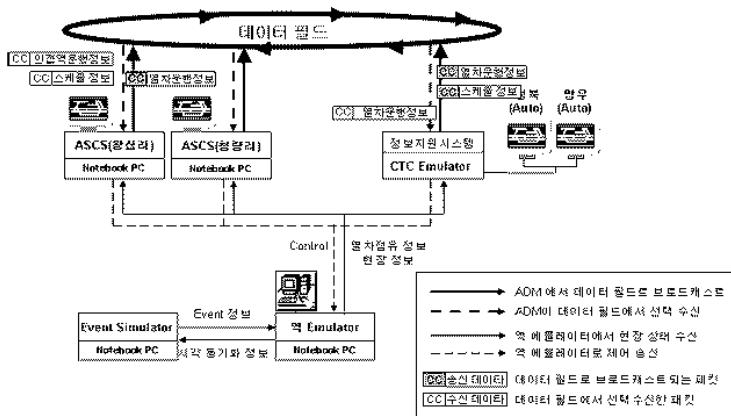


그림 5 시뮬레이션 시스템 구성도

3.3 시스템 테스트 온라인 확장

시스템 테스트 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 것과 다른 하나는 온라인 데이터에 의한 것이다. 자율분산역제어시스템은 온라인 모드와 테스트 모드를 가지고 있고, 데이터도 그 생성 주체가 온라인중이거나 테스트중이거나에 따라서 온라인 데이터와 테스트 데이터로 구분된다.

이렇게 구분된 데이터는 온라인 데이터 페드와 테스트 데이터 페드로 분리된 데이터 페드를 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.

4. 왕십리 자율분산역 제어시스템에 충신발을 확인한다.
 5. 청량리역에서 테스트 데이터를 수신하고 처리하지 않을을 확인한다.

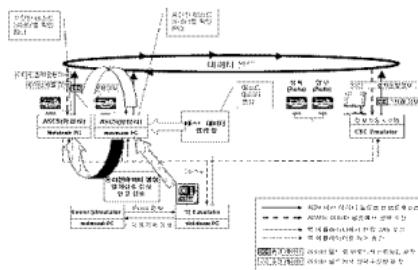


그림 6 테스트데이터와 온라인데이터 시뮬레이션

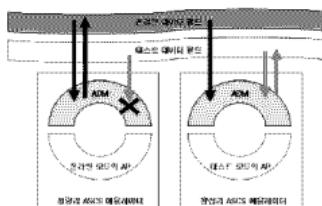


그림 7 테이터필드의 분리

두 번째로 온라인 데이터에 의한 온라인 환장 시현은 다음과 같다.

1. 왕십리 자율분산역제어시스템은 온라인 모드로 놓는다.
 2. 왕십리 자율분산역제어시스템에서 온라인 데이터를 처리하고 송신함을 확인한다.
 3. 정발령역에서 온라인 데이터를 송신하도록 한다.
 4. 왕십리 자율분산역제어시스템이 다른 역의 온라인 데이터를 수신하고 처리함을 확인한다.

3.4 소프트웨어 온라인 환경

자율분산의 응용 소프트웨어는 온라인 쟁에 새로운 마천으로 업데이트될 수 있다. 즉 운영중에도 운영자의 새로운 요구사항을 시스템에 반영할 수 있게 된다. 이것은 다른 역계어시스템과 협동하기 위한 인프라로써 ADM(자율분산관리자)이라는 자율분산 통신체계와 데이터 펜드가 존재하기 때문에 가능하다.

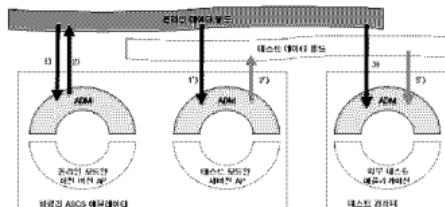


그림 8 소프트웨어 온라인 환장 테스트

옹용 소프트웨어의 기능을 검증하기 위해서 외부 테스트 장비를 둔다. 이 외부 테스트 장비는 온라인 데이터 월드와 테스트 데이터 월드로부터의 데이터를 받아서 비교한다. 그럼 8에서 1)온라인 모드인 AP는 인접역에서 온라인 데이터를 수신하고 2) 그 처리 결과가 온라인 데이터 월드로 브로드캐스트된다. 3)이 온라인 처리 결과를 외부 테스트 애플리케이션이 수신한다. 마찬가지로

의 인접역 온라인 데이터를 1^o) 테스트 모드인 AP가 수신하고 2^o) 그 처리 결과를 테스트 데이터 필드로 브로드캐스트한다. 3^o) 이 테스트 데이터 필드의 처리결과는 외부 테스트 장비로 수신되어 테스트 애플리케이션에서 3^o)과 3^o)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 차율분산역제어시스템을 단계적으로 확장해나가는 시뮬레이션을 수행하면서 차율분산시스템의 단계적 구축방식의 핵심이 되는 온라인 확장과 온라인 테스트를 시스템 레벨의 확장과 소프트웨어의 확장 두가지 관점에서 논하였다.

차율분산시스템은 열차운행제어시스템 기능의 중단없이 비차율분산제어 역들을 하나하나씩 점증적으로 차율분산역제어시스템으로 확장해나갈 수 있으며, 차율분산역제어시스템은 시스템 중단없이 소프트웨어의 교체가 가능하므로 역 모양변경작업이 수월해질 수 있음을 알 수 있다.

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

그러므로 향후의 차율분산형 열차운행제어시스템을 적용하기 위해서는 차율분산통신체계에 대하여 더욱 심도있는 연구가 진행되어야 할 것이며 차율분산역제어시스템 시뮬레이터를 활용한 차율분산통신관리자를 검증할 계획이다.

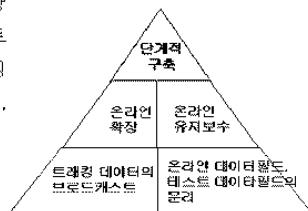


그림 9 단계적 구축을 가능하게 하는 차율분산의 특성

참고문헌

1. 한국철도기술연구원, '대형·고밀도운행 철도역 자동운행제어시스템 개발' 2004.
2. 정태운, '차율분산이론을 적용한 철도시스템 개발에 관한 연구' 2004. 6, 한국철도학회
3. 김영훈, '차율분산형 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.

후기

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