

Smart열차진로제어알고리즘연구용 모의장치 개발

The Development of the simulator for studying interlocking algorithms of smart system

윤용기* 황종규** 이재호*** 김원형****
Yoon Yong-Ki, Hwang Jong-Gyu, Lee Jae-Ho, Kim Won-Hyoung

ABSTRACT

Smart열차진로제어시스템은 실시간 열차속도와 열차위치정보를 토대로 진로제어구간을 진입 또는 진출하는 해당 열차의 진로를 제어한다. 현재 운용중인 열차진로제어알고리즘은 궤도회로를 이용해서 검지한 열차점유정보를 사용하고 있으므로, 새로운 개념의 알고리즘개발이 필요하다. 이를 위해서 다양한 형식의 열차가·감속성능을 구현할 수 있는 전동기와 구동장치를 사용하는 모의장치의 개발을 완료하였다. 모의장치는 무선통신기반의 간선철도용 열차진로제어시스템개발을 목적으로 하고 있으나, 알고리즘개발의 효율성과 편리성을 갖추기 위해서 ATS(Automatic Train Supervision), ATC(Automatic Train Control) 및 ATO(Automatic Train Operation) 등의 기능을 구현할 수 있도록 모의장치를 개발하였다. 본 논문에서는 모의장치 구성, 모의장치의 하부장치별 기능 및 각 하부장치에 설치되어 있는 프로그램구성을 다루고 있다.

1. 서론

경량전철 신호제어시스템기술개발, 지능형열차제어시스템(MBS)시범구축사업 및 국립중앙과학관 자기부상열차 설치사업 등을 통해서 무선통신기반 열차제어시스템을 국내에 적용하기 위한 여러 가지 프로젝트를 수행하고 있다. 무선통신기반 열차제어시스템은 지상-차상간의 연속적인 양방향 통신, 실시간 열차위치추적 및 실시간 열차속도제어 등의 특징이 있고, 기존 신호시스템에 비해서 선행열차와 후속열차간의 운행시격 단축, 열차수송용량 증대 및 열차운영유지관리비용 절감 등의 장점을 갖고 있다. 이러한 특징을 열차진로제어기능에 적용하면, 다음과 같은 여러 가지 장점이 있다.

첫 번째는 지상-차상간의 연속적인 양방향통신으로 지상-차상 폐루프(closed loop)제어가 가능하다. 두 번째는 궤도회로를 이용하여 구현되는 물리적 폐색을 사용하지 않고 가상폐색(세그먼트)을 사용하고 있어, 역구내(진로제어구간)에 궤도회로방식에 비해서 다양한 진로를 구성하는 것이 가능하다. 세 번째는 하나의 진로에 2편성 이상의 열차가 진입하는 것이 가능하다. 네 번째는 진로를 설정하면서 진입할 수 있는 열차ID를 동시에 설정한다. 이를 통해서 역구내(진로제어구간)의 공간 및 시간의 활용률을 높일 수 있으며, 궤도회로기반의 열차진로제어장치보다 높은 안전성을 확보할 수 있다.

따라서, 충분한 신뢰성과 안전성을 확보한 무선통신장치와 무선통신망을 이용하여 열차의 진로를 제어하기 위해서는 새로운 연동논리를 개발하여야 한다. 새로운 연동논리는 실시간 열차위치정보를 토대로

* 윤용기, 정회원, 한국철도기술연구원, 열차제어연구팀
E-mail : ykyoon@krri.re.kr

TEL : (031)460-5440 FAX : (031)460-5494

** 한국철도기술연구원, 열차제어연구팀, 선임연구원

*** 한국철도기술연구원, 열차제어연구팀, 책임연구원

**** 한국철도기술연구원, 열차제어연구팀, 원

하여 가상폐색(세그먼트)을 적용한 다양한 진로구성과 열차ID정보를 이용한 이선진입방지 등을 포함한다.

이 같은 새로운 연동논리를 적용한 smart열차진로제어시스템을 개발을 위해서 모의장치를 개발하였다. 새로운 연동논리는 실시간 열차위치정보를 사용해야하므로, 모의장치는 열차의 가·감속 특성을 구현할 수 있는 전동기구동방식의 열차모의장치, ATC(Automatic Train Control)기능을 담당하는 열차간격제어 unit, ATS(Automatic Train Supervision)기능을 담당하는 선로설정/진로제어 unit 등으로 구성되었다. 이 논문에서는 모의장치를 구성하는 각 unit에 설치되어 있는 소프트웨어 구조, unit간 인터페이스 내용 등을 다루고 있다.

2. 모의장치 개발

2.1 Smart열차제어시스템

열차제어시스템은 그림 1과 같이 무선통신을 기반으로 열차의 간격 및 진로를 제어하며, 차상신호제어장치부와 지상신호제어장치부로 구성된다.

차상신호제어장치는 기존 철도신호시스템과 달리 열차에 열차간격제어부와 열차진로제어부를 설치하며, 각 제어부는 별도의 무선장치를 사용한다. 열차가 선로에 설치되어 있는 트랜스폰더(고유ID를 갖고 있음)를 통과하면, 열차진로제어부는 트랜스폰더의 고유ID를 검지하여 열차가 열차진로제어구간으로 진입 또는 진출한 것을 확인한다. 또한, 열차진로제어부는 이런 판단정보를 바탕으로 무선장치의 운용시작 또는 운용종료를 자동으로 제어한다.

지상의 열차진로제어부는 무선통신장치를 경유하여 차상에서 지상으로 전송된 정보를 토대로 열차가 열차진로제어부로 진입 또는 진출한 것을 확인한다. 지상의 열차간격제어부는 지상-차상간 무선장치를 이용하여 열차의 위치를 실시간으로 추적하고, 이 정보를 지상의 열차진로제어부로 전송을 한다. 지상의 열차진로제어부는 열차간격제어부의 열차위치정보와 차상의 열차진로제어부에서 전송한 열차진로제어구간 진입과 진출정보를 토대로 현장설비인 선로전환기 및 신호기를 제어한다.

2.2 모의장치

모의장치는 사령설비, 지상설비 및 차상설비로 구분할 수 있으며, 각 부분별 인터페이스는 그림2와 같다.

1) 지상장치부

모의장치의 지상장치부에서 담당하는 smart열차제어시스템의 연동처리과정은 다음과 같다. 자동진로제어, 원격제어 및 역제어조작반조작 등 ATS기능을 담당하는 진로설정·제어unit에서 열차진로를 연동처리unit에 요청한다. 연동처리unit는 요청진로에 해당하는 진로상태표를 작성한 후 연동처리를 수행한다. 요구진로에 선로전환기가 포함되면 선로전환기상태표를 작성한 후 진로제어명령등록, 선로전환기 전환·쇄정 및 진로상태표 작성(진로정보, 열차ID 등록) 등의 작업을 한다. 그리고 이러한 등록정보를 열차간격제어unit로 전송하여 열차의 이동을 제어한다.

2) 차상장치부

모의장치의 차상장치부는 열차형식, 열차특성을 설정하는 기능을 갖추고 있으며, 열차진로제어구간에서의 열차정합·지장, 열차간격제어 및 열차충돌 등에 대한 열차연동논리의 안전성을 검증하기 위해서 진로제어구간에 5편성 정도의 모의열차를 운행한다. 차상장치부의 열차위치검지는 지상자를 이용하여 절대위치보정 및 진로제어구간 진입과 진출을 확인한다. 열차의 속도신호를 생성하기 위해서 전동기를 구동하고, 속도신호 체배기/분배기를 이용하여 높은 펄스수를 생성시켜 선로설정unit에서 지상자 신호를 발생시킨다.

현재 제작이 완료되어 새로운 연동논리연구에 활용중인 smart열차진로제어알고리즘연구용 모의장치는 그림3과 같다.



그림 1 Smart열차제어시스템 구성

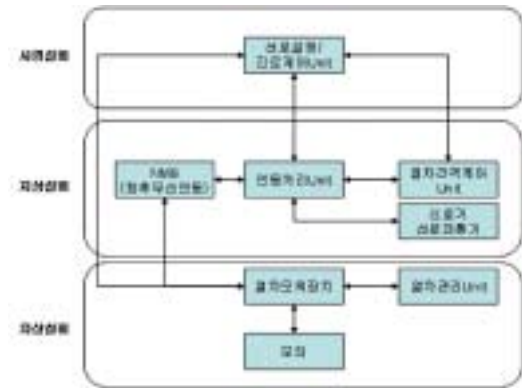


그림 2 Smart열차제어시스템의 연동처리과정



차상설비



콘솔화면



지상설비

그림 3 Smart열차진로제어알고리즘연구용 모의장치

2.3 모의장치 S/W 구성

모의장치를 구성하는 열차모의장치, 열차간격제어unit, 선로설정·신로제어unit 및 연동처리unit에 구축되어 있는 S/W구조는 다음과 같다.

1) 열차모의장치

열차모의장치는 열차의 모의운행을 수행하는 TRAIN_SIM_TASK와 타 장치와의 인터페이스를 담당하는 COM_TASK로 구성된다. TRAIN_SIM_TASK는 전동기 구동장치 및 펄스미터를 이용하여 열차의 운행상태와 동등한 환경을 제공한다. 모의장치의 TASK간 통신을 위해서 메일박스를 사용하고 있다.

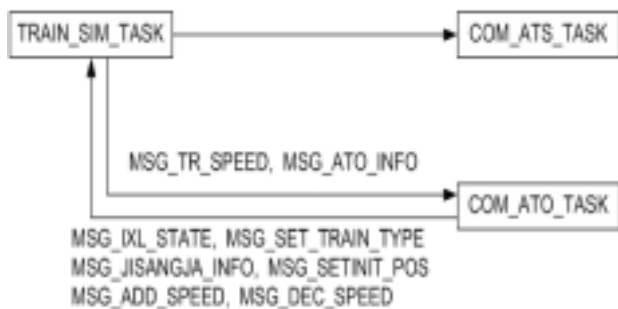


그림 4 열차모의장치 S/W(타스크 인터페이스(좌), 전체화면(우))

2) 열차간격제어UNIT

열차간격제어UNIT는 선형열차와 후속열차간 안전간격을 제어하는 TRAIN_ATO_TASK와 타 장치와의 인터페이스를 담당하는 COM_TASK로 구성된다. TRAIN_ATO_TASK는 열차모의장치에서 수신한 열차위치정보와 열차속도정보를 이용하여 열차간격제어에 필요한 속도코드를 생성한 후 이를 해당하는 열차모의장치에 전송한다. 열차속도코드 전송주기는 0.5초로 설정하였다. 또한, 선로설정·진로제어UNIT에서 수신한 열차정보를 열차모의장치에 송신한다. 또한, 연동처리UNIT와 세그먼트정보를 서로 주고 받으면 세그먼트 상태정보를 새로이 갱신한다. 모의장치의 TASK간 통신을 위해서 메일박스를 사용하고 있다.

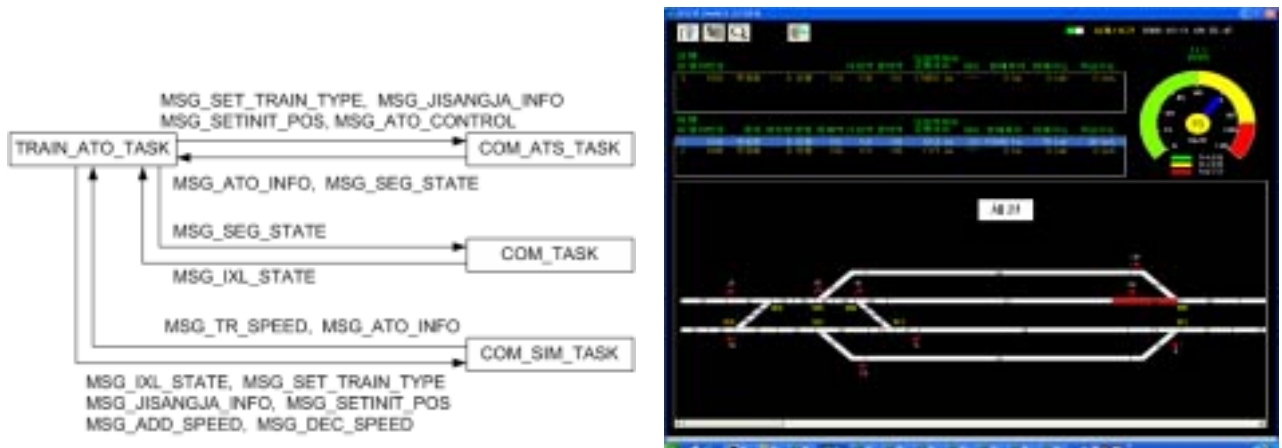


그림 5 열차간격제어UNIT S/W(타스크 인터페이스(좌), 전체화면(우))

3) 선로설정·진로제어UNIT

선로설정·진로제어UNIT는 ATS기능을 담당하는 곳으로서, S/W는 MMI_TASK, TRACKING_TASK, AROUTE_TASK 및 INDICATION_TASK 등으로 구성되었다. MMI_TASK는 열차의 운행스케줄과 열차 관련 정보를 수정하고 삭제할 수 있는 기능을 가지고 있다. TRACKING_TASK는 열차위치정보를 확인하며, ATO정보에 대한 ATO제어를 담당한다. AROUTE_TASK는 열차의 진로를 요청할 시점을 확인 및 진로요청을 담당한다. INDICATION_TASK는 선로설정·진로제어UNIT로 들어오는 모든 메시지를 분류하여 각 메시지에 해당하는 TASK로 전달하는 역할을 담당한다.

TASK간 통신을 위해서 MAILBOX를 사용하고 있으며, 열차모의장치의 열차위치보정을 목적으로 사용하는 지상자의 위치정보를 생성하기 위해서 열차모의장치에서 제어하는 전동기에 연결되어 있는 펄스미터의 신호정보를 이용한다.

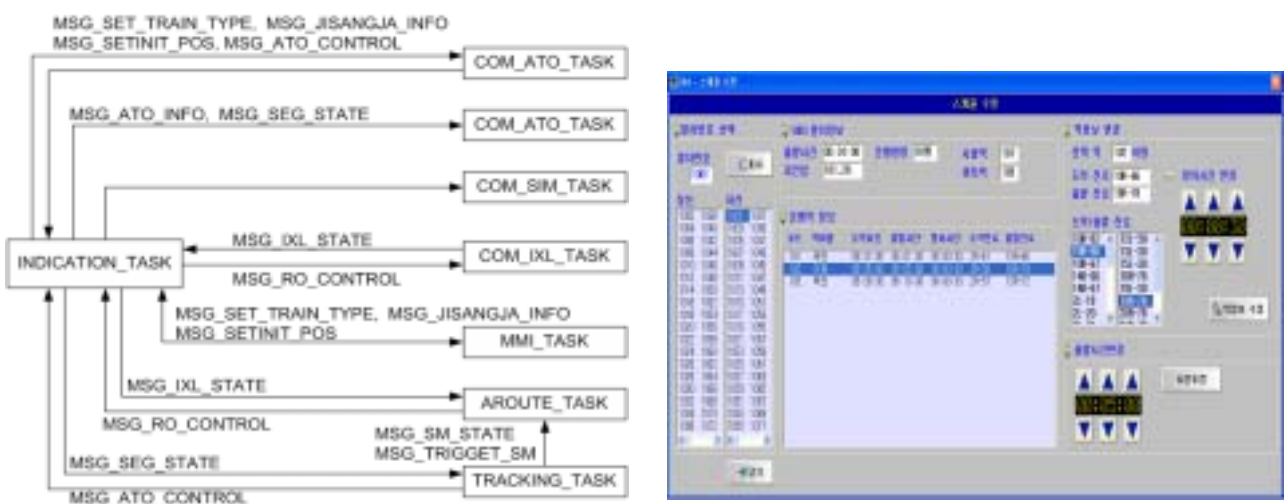


그림 4 선로설정·진로제어UNIT S/W(타스크 인터페이스(좌), 스케줄관리화면(우))



그림 4 선로설정·진로제어UNIT S/W(열차설정(좌), 열차번호관리(우))

4) 연동처리UNIT

연동처리UNIT는 smart열차진로제어알고리즘(연동논리)을 설치하는 곳으로서 SIXL_TASK와 통신 TASK구성된다. SIXL_TASK는 열차진로, 신호기, 선로전환기 등을 PLC 또는 프로그램으로 제어할 수 있으며, 선로설정·진로제어UNIT의 진로요청정보가 오면, 연동논리에 의하여 열차진로를 설정하는 기능을 갖고 있다.

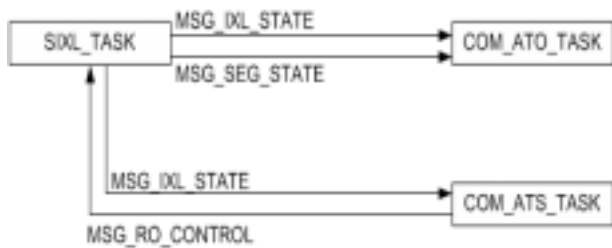


그림 4 연동처리UNIT S/W(타스크 인터페이스(좌), 전체화면(우))

2.4 메시지기능

Smart열차진로제어알고리즘연구용 모의장치에서 사용하는 메시지종류 및 메시지 기능에서 몇가지를 정리하면 다음과 같다.

메세지명	메세지기능
MSG_TR_SPEED	모의열차의 열차속도정보를 TRAIN_ATO_TASK로 전송됨, 전송주기 : 0.5초
MSG_ATO-INFO	모의열차가 정차를 하면 TRAIN_ATO_TASK를 전송됨.
MSG_IXL-STATE	연동처리UNIT의 세그먼트정보를 갖고 있으며, 모의열차로 전송함.
MSG_SET_TRAIN_TYPE	모의열차정보를 갖고 있으며, 선로설정·진로제어UNIT로부터 받은 것을

	열차모의장치로 전송함.
MSG_JISANGJA_INFO	지상자의 위치정보를 갖고 있으며, 선로설정·진로제어UNIT로부터 받은 것을 열차모의장치로 전송함.
MSG_SETINIT_POS	모의열차의 초기위치정보를 갖고 있으며, 선로설정·진로제어UNIT로부터 받은 것을 열차모의장치로 전송함.
MSG_ADD_SPEED	모의열차의 위치정보 및 속도정보를 이용하여 열차속도코를 생성하여 열차모의장치로 전송함.(가속도)
MSG_DEC_SPEED	모의열차의 위치정보 및 속도정보를 이용하여 열차속도코를 생성하여 열차모의장치로 전송함.(감속도)
MSG_SEG_STATE	모의열차의 열차위치정보를 이용하여 세그먼트상태정보를 갱신하여 연동처리UNIT 및 선로설정·진로제어UNIT로 전송함.
MSG_RO_CONTROL	모의열차에 대한 진로를 요청하는 정보를 갖고 있으며, 연동처리UNIT로 전송함.

3. 결론

무선통신기반 열차진로제어시스템의 연동로직을 개발하고, 이를 시험·검증하기 위한 모의장치를 제작하였다. 실시간 열차위치정보를 생성하기 위해서 전동기를 이용한 열차모의장치를 적용하였다. 또한, 열차의 안전거리확보를 담당하는 열차간격제어UNIT 및 ATS기능을 담당하는 선로설정·진로제어UNIT를 포함하였다. 이를 통하여 이동폐색을 기반으로 하는 연동로직을 개발할 수 있는 환경을 구축하였다.

모의장치를 제작함에 있어, 철도를 운영하는 실제의 상황을 구현하는 것에 많은 다양한 기법을 적용하였으나, 연동로직을 검증하는 과정에 부족한 부분이 다수 있음을 확인하였다. 따라서, 이후의 연구는 실제의 철도운영상황을 구현하기 위한 기법연구에 관심을 갖어야 할 것으로 판단된다.

[참 고 문 헌]

- [1] 이재호, “Smart진로제어시스템기술연구”, 철도시스템 Smart기술연구, 2005
- [2] 윤용기, 황종규, 이재호, “Smart열차진로제어시스템 설계”, 대한전기학회 하계학술대회 논문집, 하계학술대회, 1556~1558, 2005
- [3] 中村 英夫외 5인, “CARA용차세대연동장치의 개발”, 철도에 있어 국내사이버네틱스이용국내심포지움, 231~235, 1993