

Smat열차제어시스템 연동논리표 작성

윤용기, 황종규 이재호
한국철도기술연구원

Proposal of a Interlocking Table for STCS(Smart Train Control System)

Yoon Yong-Ki, Hwang Jong-Gyu, Lee Jae-Ho
Korea Railroad Research Institute

Abstract - 무선통신기술의 발달은 Smart열차제어시스템 개발의 동기를 제공하였다. Smart열차제어시스템의 진로제어장치도 무선통신기술을 적용하고 있다. 본 논문에서는 기존연동장치의 특징, 연동논리를 포함한 Smart진로제어시스템의 개요 등을 검토하여 새로운 연동도표를 제안하고 있다.

트랜스폰더의 고유ID를 검지하여 열차가 열차진로제어 구간으로 진입·진출한 것을 판단한다. 또한, 열차진로제어부는 판단정보를 토대로 무선전송부를 가동하거나 가동을 멈춘다.

1. 서론

정차장 구내에는 많은 선로가 분기되어 있고, 열차의 도착, 출발 및 입환 등을 수행하는 과정에서 선로전환기 전환과 신호기조작 등의 작업을 빈번히 한다. 이러한 조작과정에 오류가 발생하여도 일정한 순서에 의해서만 동작하도록 하고, 인위적인 잘못된 조작에는 쇄정을 하여 조작되지 않도록 연쇄를 한다. 연동장치가 담당하는 이러한 연쇄내용이 어떠한 조건으로 구성되어 있는가를 알기 쉽게 표현하기 위해서 연동도표를 사용하고 있다.

역구내 1개를 단위로 작성되는 연동도표는 소속선·역명, 배선약도, 연동장치 종별, 연동도표 및 작성년월일·부서명·작성관계자 등을 기재하고 있다. 연동도표란에는 명칭, 진로방향, 출발점·도착점 취급버튼, 쇄정, 신호제어·철사쇄정, 진로구분쇄정, 접근(또는 보류)쇄정란을 두고 있다.

계전연동장치는 연동도표에 기재되어 있는 조건에 맞추어 릴레이접점논리를 구성하기 때문에 연동도표가 중요한 기능을 수행한다. 전자연동장치에 있어서는 공통된 연동논리(알고리즘)를 소프트웨어로 작성하여 모든 역구내에서 공동으로 사용하고 있다. 연동논리(알고리즘)작성에 필요한 조건은 궤도회로 및 선로전환기 배치 등의 정보를 조합하여 만들어지는 진로정보이다.

본 논문에서 다루고 있는 Smart열차제어시스템은 무선통신기술을 적용하여 생성된 열차위치정보를 토대로 열차간격제어와 열차진로제어를 수행하는 것을 목적으로 현재 개발중이다. Smart열차제어시스템은 기존의 계전연동장치와 전자연동장치에서 사용하는 궤도회로를 사용하지 않기 때문에 새로운 방법으로 연동논리를 작성하여야 한다. 본 논문에서는 Smart열차제어시스템이 갖는 특징, 열차진로제어시스템의 구성 및 생성된 풍부한 열차운행정보를 활용한 새로운 연동도표를 제안하였다.

2. 본론

2.1 Smart열차제어시스템

Smart열차제어시스템은 그림 1과 같이 무선통신을 기반으로 열차간격 및 진로를 제어하며, 차상신호제어장치와 지상신호제어장치로 구성된다.

차상신호제어장치는 열차간격제어부와 열차진로제어부가 차상에 설치되며, 각 제어부는 독립적인 무선전송부를 갖는다. 열차진로제어부는 열차가 선로에 설치되어 있는 트랜스폰더(고유ID를 갖고 있음) 위를 통과하면,

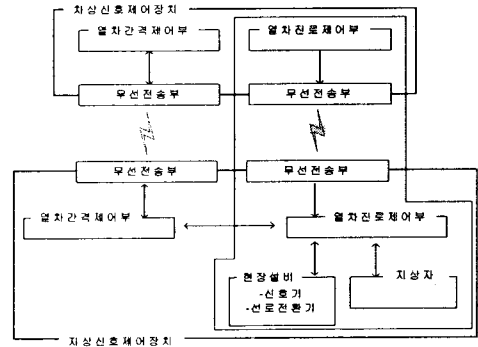


그림 1. Smart 진로제어시스템 구성 블록도

지상의 열차진로제어부는 지상과 차상에 설치된 전용 무선전송부를 통하여 열차가 열차진로제어부로 진입·진출한 것을 확인할 수 있다. 지상의 열차간격제어부는 지상-차상간 무선전송부를 이용하여 열차의 위치를 실시간으로 추적하고 이러한 위치데이터를 열차진로제어부로 전송을 한다. 열차진로제어부는 열차간격제어부의 위치정보와 열차진로제어부의 무선전송부로부터 전송된 열차진로제어구간 진입과 진출정보를 토대로 현상설비인 신호기 및 선로전환기를 제어한다.

2.2 Smart진로제어시스템

2.2.1 기존 연동장치의 특징

연동도표구성은 연동장치기능과 밀접한 연관이 있다. 따라서 새로운 연동도표를 작성하기 위해서는 현행 연동장치의 부족한 점과 이를 개선할 점을 확인하는 것이 필요하다.

(1) open loop의 제어계

철도신호에서도 기기와 논리장치 사이에는 closed loop의 원리를 적용하고 있으나, 열차와 지상설비 간에 정보전송장치가 없었던 것이 가장 큰 이유가 되어 open loop를 형성하고 있다. 이 때문에 열차진로제어를 위해서 접근쇄정 대신 시소해정 등의 논리를 적용하고 있다.

(2) 신호시스템의 수준

기존 연동장치는 신호시스템에 장애가 발생하는 경우, 열차가 허가를 받지 않은 진로에 진입하여 정차하는 경우를 고려하여 제작된다. 이 때문에 과주방호, 진로외 선로전환기 제어, 편쇄정 등의 기능을 고려하여 논리 및

사양 등이 복잡하다.

(3) 열차ID정보 활용

진로를 설정함에 있어 운행스케줄로 맞추어 해당열차가 정해진다. 그러나 연동논리를 작성함에 있어 열차ID는 포함하지 않는다. 따라서 출력신호를 보고 어떤 열차인지 아는 것은 불가능하다. 이로 인하여 인접신호를 보고 출발한 출발요류, 열차순서변경을 잊어버린 이선진로설정 등이 발생한다.

(4) 진로에 따른 폐색

폐색이란 열차를 검지하는 여러 개의 궤도회로를 연속해서 나열한 하나의 진로를 의미한다. 따라서 폐색 최종단의 궤도회로에 장애가 있어도 폐색 안쪽방향으로 열차의 진입은 허가되지 않는다. 결과적으로 진로(폐색) 앞부분에서 열차는 정차하여야 한다. 새로운 연동장치는 안전을 보장할 수 있는 지점까지 열차의 진입을 최대한 허가한다.

2.2.2 Smart진로제어시스템 개념

차세대 연동장치는 그림 2와 같은 흐름으로 처리된다.

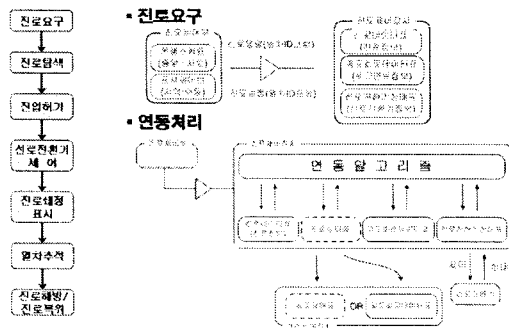


그림 2. Smart 진로제어시스템 구성 블록도

진로를 요구하면 해당 진로에 대한 진로상태표를 작성한다. 이 상태표에 있는 자료를 토대로 하여 연동처리를 수행한다. 요구진로를 열차가 통과하면 요구진로가 복위되고 진로상태표를 삭제한다.

열차가 주행하는 도중에 진로복위를 요구하는 경우가 발생하면, 열차의 정지가능지점을 구하여 해결할 수 있는 궤도회로를 결정한다. 결국, 이러한 연동처리를 수행하기 위해서는 열차위치추적정보가 대단히 중요하다.

(1) 진로요구

진로제어는 운행시간표 위해서 진로제어제에서의 명령, 또는 표시제어판에서의 수동진로설정에 따라 행해진다. 진로요구를 할 때 열차ID도 함께 전송한다.

열차ID가 없는 진로설정의 경우, 임의의 열차ID를 일단 등록하고, 나중에 열차간격제어계에 해당 하는 열차ID정보를 받아 ID를 갱신한다.

보수작업 시 진로를 설정하는 경우는 단순히 진로내의 선로전환기의 제어와 쇄정만을 하고 열차와는 연계하지 않는다.

(2) 진로탐색과 진로허가

진로탐색은 진로데이터표를 토대로 생성되는 진로상태표와 궤도회로데이터표를 이용하여 이루어진다. 진로상태표는 현재 설정중인 진로에 관련해서만 생성된다. 궤도회로데이터표에는 궤도회로와의 링크관계와 대응되는 선로전환기 등 고정정보를 기록한다.

이와 동일한 표를 열차간격제어계에도 배치하여 열차추적 및 열차진입 허가처리에 사용하며, 연동장치에서도 참조한다.

진로의 설정요구에서 진입허가에 이르는 탐색처

리는 주기적으로 이루어지며, 등록된 열차ID에 대한 조건을 만족한 단계에서 탐색을 심도있게 처리한다. 진입허가는 열차간격제어계를 경유하여 행해진다.

(3) 선로전환기 제어

선로전환제어는 선로전환기 상태표의 선로전환기 ID, 제어등록명령, 제어/표시상태 및 관련 블록 등의 표에 기재된 정보를 토대로 주기적으로 수행된다.

(4) 진로 쇄정, 표시

진로쇄정처리는 진로상태표의 열차ID창에 예약플래그가 첨부된 열차ID가 등록된 궤도회로를 순차적으로 나열하고, 한계궤도회로(도착점의 궤도회로 또는 지장궤도회로가 나타나기 직전의 궤도회로)에 이르는 궤도회로 가운데 클리어런스 궤도회로를 구한다. 나아가서는 이 궤도회로에 대응하는 선로전환기가 정해진 방향으로 쇄정되는 것을 확인하고, 해당열차ID상태창을 쇄정중으로 한다. 그 후 한계 궤도회로까지의 궤도회로열(쇄정상태의 열차ID)을 열차간격제어계에 송신한다.

(5) 열차추적

열차점유궤도회로정보를 바탕으로 진로상태표 상의 열차ID창에 등록된 열차ID의 플래그를 갱신한다. 열차가 도착점 궤도회로로 진입하면 진로상태표에서 삭제한다. 열차의 추적에는 궤도회로의 링크관계정보가 중요하다. 진로데이터표 및 궤도회로 데이터표를 갖고 링크관계를 구한다. 차세대 연동에서는 열차추적에 열차ID를 이용함으로써 진로상호의 배타제어, 쇄정처리, 추적처리를 확실하게 할 수 있다.

(6) 진로해방

열차추적정보결과 열차의 진출이 완료된 궤도회로는 진로상태표에서 해방처리된다.

진로상태표의 해당 열차ID창의 상태를 해방처리한다. 궤도회로가 클리어런스이면 해당 열차회로에 대한 모든 열차ID창의 상태가 해방된 경우에는 궤도회로표(클리어런스)의 상태를 제어한 뒤에 해방한다.

(7) 진로복위

설정이 끝난 진로복위는 원칙으로서 열차주행정보를 토대로 자동으로 수행된다. 열차의 폐루프(closed loop)제어가 가능하면 열차가 진로에 도달하기 전에 복위를 하는 것이 가능하다.

기존 연동장치에서는 열차에서 응답해온 정지가능지점이 진로내방인 경우 진로종단까지 쇄정상태를 유지한다. 열차와 폐루프를 형성하고 있으면, 정지점을 넘어 진입하는 것을 막을 수 있기 때문에 정지점의 궤도회로보다 앞의 구간을 해방, 또 그 앞의 진로까지 다시 돌릴 수도 있다.

2.3 새로운 연동표의 제안

Smart진로제어시스템에서 사용할 새로운 연동표에 기재해야 할 내용으로는 표 1.과 같이 진로표시정보, 궤도회로의 링크정보(세그먼트정보) 및 선로 전환정보 등을 기재한다.

기존의 연동표 및 새로운 연동표 모두 진로제어구간에 대한 진로종류와 설비(궤도회로, 선로전환기) 등에 대한 정보를 표시할 수 있어야 한다. 따라서 새로운 연동표에 기재할 정보를 설비정보 및 진로정보로 구분하여 다음과 같이 정의한다.

(1)설비정보 - 궤도회로정보 기재

새로운 연동표에는 궤도회로에 관한 다음 4가지 정보를 기재한다.

- 선로전환기의 유무 및 명칭
- 지상장의 유무 및 명칭
- 궤도회로 및 인접궤도회로 명칭
- 궤도회로 길이

(2) 진로정보

새로운 연동표는 궤도회로단위의 열차진입가능성을 판단한다. 궤도회로단위의 열차보안을 확보하는 것이 가능하면 진로 1개는 폐색 1개로 구성되는 개념을 유지할 필요는 없다. 따라서 구내의 보안제어에 유연성을 확보할 수 있다. 새 연동표는 사용하는 궤도진로 범위로 한정하고 있어 구내규모(궤도회로 수)와 진로종류(수)의 합만큼 커진다.

표 1. Smart진로제어시스템용 연동도표

열차진행방향 : 상행선 (), 하행선 ()														
일 내		궤도회로			세그먼트				진로 구분정보					
진로명(●)		진로명(●)		진로명		인접세그먼트		진로번호가		세그먼트		지상장 유무		비고
상행	하행	상행	하행	상행	하행	상행	하행	상행	하행	상행	하행	상행	하행	
출 발														

3. 결 론

본 논문은 Smart진로제어시스템의 연동논리(알고리즘)을 작성하는데 필요한 새로운 연동도표를 제안하고 있다. 가능한 기존 연동표의 특성을 유지하면서도 Smart열차제어시스템이 활용하는 열차위치정보 및 페루프제어 특성을 반영하였다. 기존 연동표와 달리 세그먼트정보(폐색정보)를 고정하고 진로정보를 탄력적으로 표시할 수 있도록 구성하였다. 특히, 세그먼트의 길이 및 장내 진입입과 통과를 확인할 수 있는 지상장정보를 기재할 수 있도록 하였다.

본 논문에서 제안한 연동도표 및 이를 바탕으로 작성된 새로운 연동알고리즘을 확인하는 것이 필요하며, 이를 위한 모의장치를 제작중에 있다.

[참 고 문 헌]

[1] 윤용기, 황종규, 이재호, "Smart열차진로제어시스템 설계", 대한전기학회 하계학술대회 논문집, 하계학술대회, 1556~1558, 2005
 [2] 김영태, "신호제어시스템", 테크미디어, 2003
 [3] 中村 英夫의 5인, "CARA용차세대연동장치의 개발", 철도에 있어 국내사이버네틱스이용국내심포지움, 231~235, 1993