

무선통신기반 열차제어시스템의 무선시스템 설계에 대한 검토(1)

On the Design of Radio System for Communication Based Train Control System(1)

최규형*
Choi, Kyu-Hyoung

윤용기**
Yoon, Yong-Gi

ABSTRACT

CBTC(Communication Based Train Control) System has many superior train control performances than conventional track-circuit-based train control system with higher train operation efficiency, and less installation and maintenance cost. It is expected that CBTC will replace the conventional train control systems in near future. As CBTC has different mechanisms from conventional track-circuit-based train control systems in identifying train positions, and communicating information between train and ground facility, we have to pay a careful attention to making the interface between CBTC equipments and other signalling devices. This paper provides the construction of the interface between CBTC train-born equipment and other train control equipments including ATO, TCMS, brake controller, door controller.

1. 서 론

무선통신기반 열차제어시스템(CBTC시스템)에서는 열차위치 검지 및 열차제어정보 송수신에 있어, 종래의 열차제어에서 사용하던 궤도회로 대신에 무선통신을 사용한다. 즉, 궤도 선로들 따라 무선통신네트워크를 구축하고, 이를 이용하여 열차의 위치를 검출함과 동시에 열차제어에 필요한 선형열차들의 주행상황과 선로궤도정보등의 각종 데이터를 송수신하도록 하고 있다.

이와 같은 무선통신기반 열차제어시스템을 효과적으로 구축하기 위해서, 궤도시스템을 구성하는 차량 및 선로의 다른 제어장치들과의 원활한 인터페이스를 확보하는 것이 우선적으로 요구된다. 본 논문에서는 경량전철 신호제어시스템을 개발하여 시험선에 구축하는 과정에서, 차량에 탑재되는 CBTC 차상신호장치와 차량내에 설치된 ATO장치, 열차종합제어장치(TCMS), 계동장치, 출입문 제어장치들과 같은 다른 제어장치들과의 인터페이스를 확보하기 위하여 검토한 사항들을 제시하였다.

* 한국철도기술연구원 수석연구원, 정회원

** 한국철도기술연구원 선임연구원, 정회원

2. CBTC 시스템 구성

철도시스템의 효율성 향상을 위하여 열차운전시각의 단축 및 운행관리의 개선이 요구되고 있으며, 기존의 궤도회로의 단점을 보완하기 위하여, 무선을 이용한 열차제어시스템(CBTC)에 대한 연구가 진행되고 있다. CBTC는 지상의 기점에 위치한 컴퓨터가 각 열차로부터 위치와 속도를 주기적으로 수집하고, 선행 열차와 속도제한 지점까지의 거리를 열차로 전송하고, 차상의 컴퓨터가 열차성능에 맞는 최적의 속도제어를 하는 것으로, 이러한 지상과 차상간의 데이터 전송에 무선통신을 사용하는 것이다. 또한, CBTC는 궤도회로에 의한 고정배색구간에 의존하지 않고 이동배색(Moving Block System)방식에 의한 열차제어를 구현하고 있다.

이동배색방식에 있어서 열차간의 간격은 궤도회로에 구성된 고정배색구간(Fixed-block Section)에 좌우되지 않으며, 각각의 열차는 정지 또는 주행중인 선행열차 및 분기점에서의 신호로 구성된 정지지점을 비교하여 안전한 충돌방지를 위한 제동곡선을 계산해 낸다. 이 안전 정차거리는 열차전방의 고정 또는 이동 장애물과 열차사이의 간격보다 항상 짧게 되며, 열차 간격을 최소화함으로써 신호의 수용용량을 최대화 할 수 있다.

그림 1은 경량전철용으로 개발중인 CBTC 신호제어시스템에서, 열차제어장치를 포함해 차량에 탑재하는 각종 제어장치들의 구성도를 나타낸다. 또한 그림 2는 차량에 탑재되는 ATO와 CBTC 차상시스템 구성도를 나타낸다.

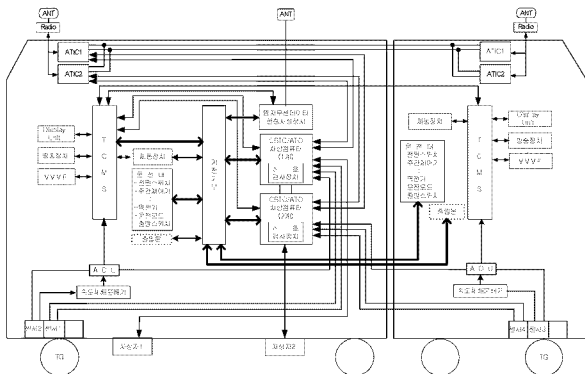


그림 1. CBTC 시스템 구성도

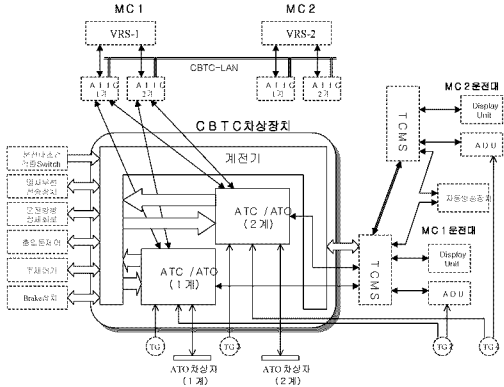


그림 2. CBTC 차량시스템 구성도

3. 차량장치의 인터페이스 구성

3.1 속도센서 인터페이스

4개의 속도센서(Tacho Generator)로부터 속도에 비례한 주파수를 입력해서, 구형파로 파형을 변화시키고 펄스를 계산한다. 이 계수치로부터 속도, 거리, 방향, 및 속도센서의 이상검출을 수행한다. CBTC 차량장치는 2중개로 구성되어 있는데, 상호 독립성을 확보하기 위하여 1계와 2계는 서로 다른 속도센서로부터 입력을 받도록 한다.

①속도, 거리의 산출 : 서로 다른 축에 장착한 2개의 속도센서 출력으로부터 속도와 거리를 구하고, 안전을 고려하여 속도가 높은 쪽을 채택한다.

②진전후퇴 검지

속도 센서의 A상과 B상의 위상차와 운전대 선택조건 MC1/MC2으로부터 진전/후퇴를 검지한다.

③자연후퇴 검지

주간제어기를 「후진」 위치에 설정하지 않은 상태에서 후진을 검지한 경우에는, 「자연후퇴」로 판단하고 비상제동을 체결한다.

④오류 검출

열차가 정지하고 있을 때, 속도센서 선에 단선검지파를 중첩해서 펄스출력이 없을 경우에는 단선으로 판단해서, 비상제동을 동작한다. 또한, 2개의 속도센서의 속도차를 비교해서 규정치 이상으로 차이가 날 경우에는, 속도차 비교 오류로 판단해서 비상 제동을 체결한다.

3.2 TCMS 인터페이스

MC1 차량에 장착되어 있는 TCMS장치와 차상신호장치와의 정보전송으로써, 그 정보전송내용은 표1과 같다.

표 1. 정보전송 내용

전송방향	정보 구분	정보 내용	비 고
	CBTC 차상장치 송신정보	ADU장치 표시 정보	
Display Unit 표시정보		ATC 패턴 접근	
		ATC 제동 동작	
CBTC 차상장치 수신정보	차량경	자동방송장치 전송정보	
	편성정보	차량 력경	
	주간제어기 상태		

통신방식은 「반2중전송」으로서, 신호 레벨은 RS-422 4선식, 전송 속도는 19.2Kbps로 한다.

자동방송은 트랜스ponder로부터 정보를 수신한 시점에서 하는데, CBTC 차상장치에서 TCMS를 경유하여 방송장치에 출력하는 정보는 여 코드, 도착여 출입문 방향, 출입문 개폐 시점이다. 그 외 자동방송에 필요한 열차번호, 출발여 코드, 도착여 코드 등의 정보는 열차무선전송장치로부터 방송장치에 입력한다.

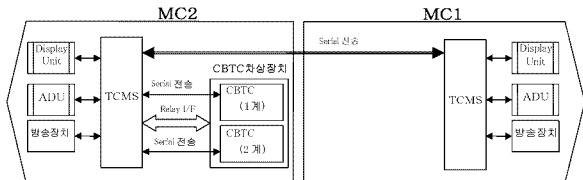


그림 3. CBTC 차상장치→TCMS 인터페이스 구성도

3.3 제동장치 인터페이스

① 보안 제동

CBTC 차상장치는 2종류의 보안 제동을 출력한다. 이 중에서 비상제동은 인통선을 통해 직접 제어한다. 또한 상용최대 제동은 TCMS를 경유해서 제동장치에 제동지령을 송신하도록 한다.

② 운전 제동

제동 노치에 해당하는 Brake Code를 TCMS 장치에 출력하고, TCMS 장치로부터 제동장치에 대하여 제동 지령을 수행한다.

3.4 주제어장치 인터페이스

CBTC 차상장치로부터 역행 노치에 상당하는 역행 코드를 출력한다. 짐속은 제동장치 인터페이스와 동일하게, 역행 노치의 인봉선을 통해 직접 제어하는 방식으로 한다.

3.5 운전대 스위치 인터페이스

Master Controller, Master Switch, F/N/R 스위치, 출발 압구 스위치, ATC 복귀 스위치, 운전 모드 스위치, Door 모드 스위치, Door Open/Close 스위치 등의 운전 스위치 상태를 입력하고, CBTC 차상장치의 제어 및 타 장치와의 인터페이스에 사용한다. 각 스위치는 MCI, MC2의 양 운전대에 있기 때문에, 차량간 인봉선을 통해서 CBTC 차상장치에 입력된다.

3.6 열차무선전송장치 인터페이스

ATO운전에서 역 정지점 전방에 정차하였을 경우, 열차무선전송장치로부터 Inching 정보를 CBTC 차상장치로부터 전송받아 Inching 제어를 수행한다.

또한, 역간 등에 정차하였을 경우에는, 열차무선전송장치로부터 재출발정보를 CBTC 차상장치가 전송받아 재출발제어를 수행한다.

3.7 출입문 제어회로 인터페이스

ATO 운전에서, 역 정위치에 정차한 후 CBTC 차상장치는 Transponder 지상자로부터 출입문 열림 정보를 수신하면 출입문 제어장치에 대해 출입문 열림 지령을 ON으로 하여 전송한다. 시간이 경과한 후, Transponder 지상자로부터 개폐 지령이 단절되면 출입문 열림 지령출력을 OFF로 한다.

또한, 수동방식의 출입문 개폐 취급에 대해서는, 출입문 제어회로 측에서 논리를 구성하여 출입문 제어를 하도록 한다.

4. 결 론

CBTC를 중심으로 하여 무인자동운전을 위한 신호제어 시스템을 구현하는 과정에서, CBTC 차상장치에서 다른 장치들과의 원활한 인터페이스를 확보하기 위하여 검토하여야 할 사항들을 도출하여 제시하였다. 신호제어시스템은 열차의 운행 및 정지를 책임지는 장치로서, 차량내의 각종 제어장치들 및 지상설비들과 유기적인 결합을 통하여 필요한 정보를 교환하여야하기 때문에, 정확한 인터페이스 사양의 정의 및 그 구현이 무엇보다 중요하다 할 수 있으며, 본문에서 제시한 인터페이스 검토사항들은 CBTC를 기반으로 하는 철도신호제어시스템 개발에 응용될 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- 1 IEEE Std P1474.1, "Draft Standard for Communication Based Train Control(CBTC) Performance and Functional Requirements", 1999.
- 2 IEEE Std P1474.2/D2, "Draft Standard for User Interface Requirements in Communication Based Train Control(CBTC) Systems", 2000.
- 3 T. Sullivan, "Operators await TBTC standards", Railway Gazette International, pp.577-580, 1999.
- 4 J.K.Baker, "Advanced Automatic Train Control pioneered in San Fransisco", Railway

Gazette International, pp.311-312, 2002.

- 5 윤용기, 백종현, 최규형, "경량전철의 무인자동운전을 위한 신호제어시스템 연구", 한국철도학회 지, Vol.5, No.4, pp.10-15, 2002.12.
- 6 최규형, 윤용기, "'무선통신에 의한 이동체 열차제어방식의 연동논리 구축에 관한 검토", 2003년도 대한전기학회 춘계학술대회 논문집 NTP 16, pp.418-419, 2003.4.,
- 7 최규형, 윤용기, "CBTC 이동체 열차제어방식에서의 열차운행상황 표시방식에 대한 검토", 2003년도 대한전기학회 하계학술대회 논문집 NTP 8, pp.1321-1322, 2003.7.