

# 차상신호장치와 MMI간 버스형 네트워크 통신프로토콜 설계 Protocol Design for Bus Network Communication between Onboard Signalling System and MMI

김석현†      한재문\*      정지찬\*      조용기\*  
Seok-Heon Kim      Jae-Mun Han      Ji-Chan Jung      Yong-Gee Cho

## ABSTRACT

In this paper a protocol design for bus network communication between onboard signalling system and MMI(Man Machine Interface) will be presented and illustrated. Recently, many onboard signalling systems adopt hot standby for safety reasons. Hot standby is a method of redundancy in which the primary and secondary systems run simultaneously.

It is convenient to use bus network(bus topology) in a hot standby system for communication between onboard signalling system and MMI. Because bus network is the simplest way to connect multiple clients such as onboard signalling system, MMI and etc. However, there are many problems when two clients want to transmit at the same time on the same bus. A effective protocol is necessary to solve that problems. We will describes protocol design which is useful when onboard signalling systems and MMIs are connected via RS485(Bus Network).

## 1. 서론

열차의 현재 속도를 파악하고 제한속도를 초과하였을 경우 제동을 걸어서 열차의 충돌을 방지하기 위한 차상신호장치는 열차의 사고를 미연에 방지하는 여러 가지 시스템 중 대표적인 장치이다. MMI(Man Machine Interface)는 열차의 현재 속도와 제한속도를 표시하고 운행에 도움이 될 만한 여러 가지 정보를 운전자에게 제공하는 장치로써 차상신호장치와 연결되어 동작하고 있다. 최근에 열차의 안전성이 중요해지면서 차상신호장치와 MMI를 자동 예비 시스템(Hot Standby)으로 구성하는 경우가 많아졌다. 자동 예비 시스템이란 차상신호장치와 MMI를 이중계로 설치하여 주장치에서 고장이 발생하면 예비 기능을 갖춘 다른 장치가 자동으로 동작하여 시스템의 안정성을 높이는 장치이다. 자동 예비 시스템을 위해서는 2개의 차상신호장치와 2개의 MMI가 네트워크로 연결되어야 한다. 이런 네트워크의 구조는 버스 구조, 링 구조, 스타형 구조 등의 여러 가지 형태가 있는데, 그 중 버스 구조(Bus Topology/Bus Network)는 그 구축은 간단하지만 네트워크에 연결된 두 개 이상의 클라이언트가 동시에 데이터를 전송할 수 없다는 단점이 있다.

위와 같은 문제를 해결하기 위해서 버스 구조에서 마스터와 슬레이브 클라이언트를 결정하여 클라이언트들이 데이터를 전송하지 않고 마스터(차상신호장치)에 의해 선택된 슬레이브 클라이언트(MMI)만 데이터를 전송할 수 있어야 한다. 본 논문에서는 두 개의 차상신호장치 중 마스터 권한을 가진 차상신호장치가 먼저 활성화 상태로 들어간 MMI를 찾아내서 물리적으로는 4개의 장치가 버스 구조로 연결 되어있지만, 마스터 차상신호장치와 MMI가

† 교신저자, LS산전, 자동연)Railway Control 연구팀  
E-mail : shkimf@lisis.biz

\* LS산전, 자동연)Railway Control 연구팀

논리적으로 일대일 통신의 구조를 가지도록 하는 프로토콜을 제안하고 있다.

## 2. 본론

차상신호장치는 열차의 속도를 감시하고 현재 속도가 지상으로부터 수신한 제한속도보다 높을 경우 제동을 걸어서 선형열차와의 충돌 사고를 미연에 방지하는 장치이다. 또한 터널, 가선구간 및 절연구간 등의 여러 지상정보를 수신하여 지상정보에 따라 운전자가 열차를 안전하게 운행할 수 있도록 하는 역할을 하고 있다. MMI(Man Machine Interface)는 운행에 필요한 정보를 운전자에게 현시하는 기능과 운전자의 입력을 받아 차상장치에게 전달하는 기능을 하는 장치이다. 운전자는 MMI를 통해 열차의 현재 운행속도, 제한 속도 등의 여러 가지 정보를 확인하고 상황에 따라 터치스크린을 통해 여러 입력들을 차상신호장치에 전달하는 기능을 하고 있다.

차상신호장치와 MMI가 서로 정보를 교환하기 위해서는 네트워크를 통해 연결되어 있어야 한다. 최근에는 열차의 안전운행에 중요한 역할을 하는 차상신호장치와 MMI의 안정성을 높이기 위하여 2개의 차상신호장치와 2개의 MMI로 시스템을 구성하는 이중계를 많이 사용하고 있다. 현재 개발 중에 있는 HEMU-400X을 위한 통합차상신호장치도 이러한 이중계로 구성되어있다. 이중계로 구성된 차상신호장치와 MMI를 네트워크를 통해서 연결하는 방법은 여러 가지가 있는데, 그중에서도 그림1에서와 같이 각 장치가 서로 일대일로 연결되는 방법이 있고, 그림2와 같이 버스 구조로 연결되는 방법이 있다.

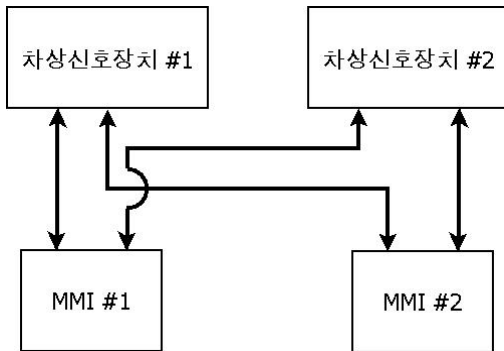


그림 1 일대일 구조

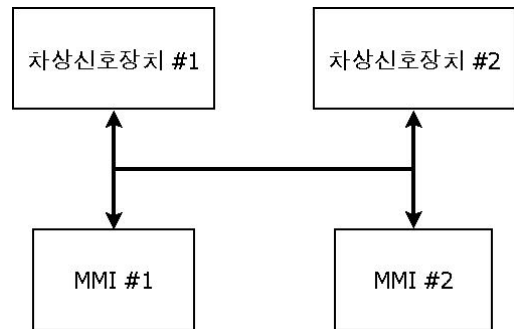


그림 2 버스 구조

그림1과 같이 각 장치들이 일대일로 연결된 경우는 동기화를 위한 별도의 통신 프로토콜이 필요하지 않다는 장점이 있지만, 물리적으로 네트워크를 구성하기가 복잡하고 각 장치들이 2개 이상의 직렬 통신 포트(RS 232/422/485)를 가지고 있어야한다는 단점이 있다.

그림 2와같이 버스 구조로 연결될 경우 물리적으로 네트워크 구성이 간단하고 각 장치들이 1개 이상의 직렬 통신 포트(RS 422/485)만을 가지고 있어도 되지만 한 개의 통신라인을 공유하고 있으므로써 통신을 위한 동기화 프로토콜이 필요하다는 단점이 있다.

본 논문에서는 그림 2와 같이 버스 구조의 네트워크에서 차상신호장치들과 MMI들의 동기화를 위한 통신 프로토콜을 제안하고 있다.

### 3. 네트워크 구조

그림3은 차상신호장치들과 MMI들 간의 버스 네트워크 구조를 나타내고 있다. ATP #1과 ATP #2는 차상신호장치로써 MMI #1과 MMI #2와 RS 485 통신을 이용한 버스 구조로 연결되어있다.

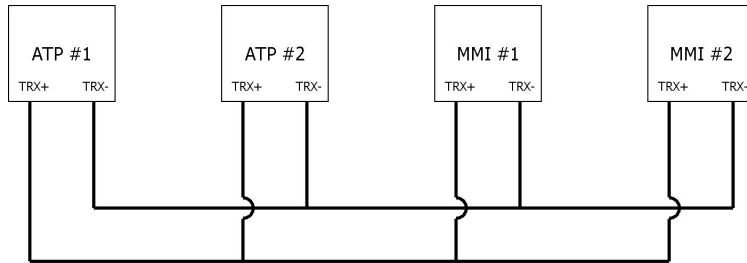


그림 3 네트워크 구성

### 4. 통신 개념

ATP와 MMI는 반 이중방식(Half Duplex) 통신을 한다. 기본적으로 200msec를 한 주기로 가지고 ATP가 100msec동안 먼저 데이터를 전송하면, 남은 100msec동안 MMI가 데이터를 전송한다. ATP는 먼저 BP frame(Basic Period)를 전송하면서 100msec 크기의 타이머(Timer1)를 동작시킨다. MMI는 BP frame을 수신한 순간부터 100msec짜리 타이머(Timer2)를 동작시킨다. ATP는 Timer1이 expired되기 전까지 데이터를 전송하고, MMI는 Timer2가 expired 된 후 다시 100msec짜리 타이머(Timer3)를 동작시키고 자신이 송신하고자 하는 데이터를 Timer3가 expired 되기 전까지 전송한다. (그림 4)

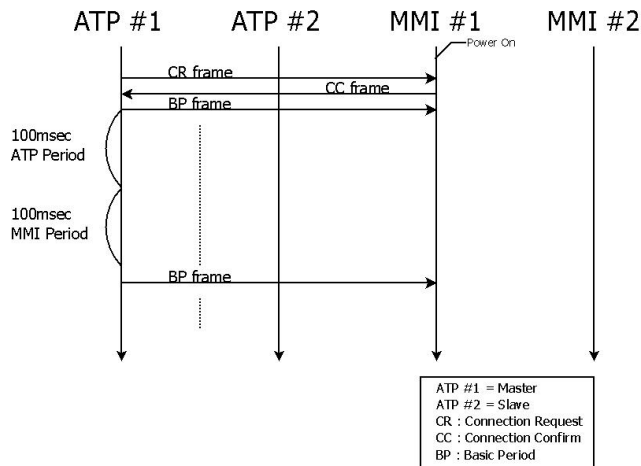


그림 4 통신 개념

#### 4. ATP와 MMI간의 연결 확립

ATP #1, ATP #2, MMI #1, MMI #2은 버스구조의 네트워크에 연결되어 있다. Master 권한을 가진 ATP가 CR frame (Connection Request)를 전송하면, Slave 권한을 가진 ATP는 대기상태로 들어간다. Master권한을 가진 ATP는 맨 처음 MMI #1에게 CR frame을 전송 후 100msec동안 MMI로부터 CC frame (Connection Confirm)을 기다린다. 100msec 이후 다시 MMI #1에게 CR frame을 전송하고 이러한 동작을 120sec까지 반복한다. (그림 6) 120sec가 지난 후에는 MMI #2에게 CR frame을 전송하고 100msec까지 CC frame이 오지 않으면 MMI #1에게 다시 CR frame을 전송한다.(그림 6) ATP는 CR frame을 전송한 MMI로부터 CC frame을 수신하게 되면 통신연결이 확립한다.(그림 5)

CR frame을 수신한 MMI는 CC frame을 전송하여 ATP와 일대일 통신연결을 확립한다. 물리적으로 실제 버스라인에는 ATP #1,2와 MMI #1,2 총 네 개의 장치가 연결되어있지만 연결이 확립하게 되면 로직 적으로는 일대일 연결 상태를 유지한다.

일대일 연결이 확립 후 100msec안에 ATP로부터 데이터를 수신하지 못 할 경우, MMI는 다시 초기 CR frame을 기다리는 상태로 돌아가고(그림 7) ATP로부터 자신의 주소 값이 포함된 CR frame을 수신 받지 못하게 된 MMI는 sleep 상태로 들어간다. Sleep 상태에서 자신의 주소 값이 포함된CR frame을 수신하면 active 상태로 들어간다.

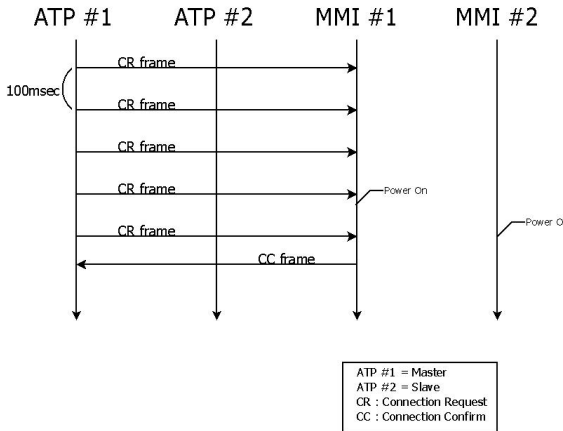


그림 5 초기 연결 확립

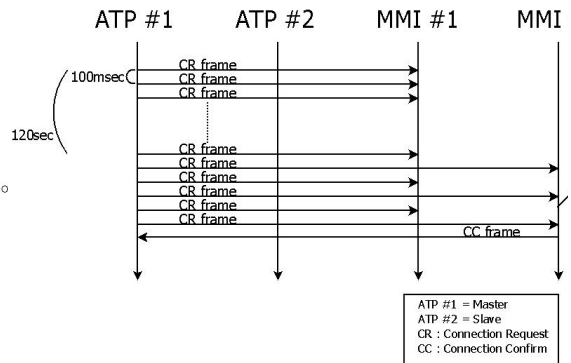


그림 6 CR 프레임 전송 시퀀스

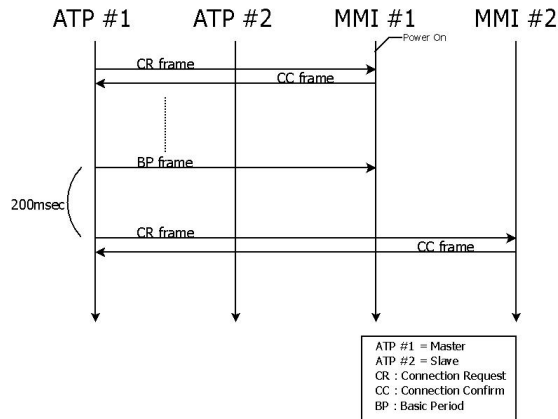


그림 7 재연결

#### 4. 결론

철도시스템의 안정성이 중요시되면서 차상신호장치와 MMI를 이중계로 구성하여 안정성을 높이기 방법은 최근은 많이 사용되고 있다. 최근 HEMU-400X을 위해 개발중인 통합차상신호장치(IOSS, Integrated Onboard Signalling System)또한 이러한 이중계 구조로 되어 있다. 차상신호장치와 MMI를 이중계로 구성할 경우 네트워크로 연결이 되어있어야 한다. 여러 가지 네트워크 중에서 버스 구조는 구조가 간단하고 한 개의 RS422 직렬통신 혹은 RS 485 직렬통신을 사용하여도 된다는 장점이 있다. 본 논문에서는 반 이중방식(Half Duplex)인 RS 485를 사용하여 차상신호장치와 MMI를 연결할 경우 적합한 통신 프로토콜을 제안하고 있다. 제안된 통신프로토콜을 사용하면 물리적으로는 4개의 장치가 연결되어있지만 초기화 과정을 통해 한 개의 MMI를 선택하여 로직적으로 일대일 통신구조를 가지게 한다. 또한 선택된 MMI가 예상치 못한 고장에 의해 이상이 생길 경우 다른 MMI를 선택하여 통신을 계속 이어감으로써 높은 안정성을 보장할 수 있게 하였다. 본 논문에서 제안한 프로토콜을 통합차상신호장치(IOSS)에 사용할 경우 버스구조에 간단한 물리적 연결만으로 ATP와 MMI를 제어할 수 있다.

#### 참고문헌

1. UIC, "ERTMS/ETCS-Class1 System Requirements Specification Version 2.2.2", 2002.
2. 김석현, 한재문 외 “통합 차상신호장치 테스트용 시뮬레이터 개발”, 한국철도학회, 2011
3. 박재영, 홍원식, 전병록, “철도신호공학”, 동일출판사, 2001
4. 권옥현, 김형석 외 “산업용 필드버스 통신망”, 성안당, 2004
5. 한재문, 김석현 외 “통합 열차제어 신호시스템 개발”, 한국철도학회, 2010