

경량전철용 열차종합제어장치의 개발

Development of TCMS for the Light Rail Transit

이은규* , 조성주**

Lee, Eun-Kyu Cho, Seung-Ju

Abstract

This paper proposes the Train Control Monitoring System (TCMS) for the LRT(light rail transit). With regard to information processing in car, we build a computer network in the car, turned the hardware required for train control into software, and developed the Train Control Monitoring System

1. 서론

최근 도시철도차량의 경우 차량의 운전과 관련하여 모니터링과 차량의 통합제어가 요구되어져 왔고 이에 따라서 차량의 운전방식의 자동화 및 검수 방식의 편리화, 차량의 유지보수의 간편화와 관련하여 기술의 발전이 이루어져왔다.

일반 통근형 전동차와는 그 운행의 방식이 많은 차이를 가지고 있는 경량전철 경우, 차량의 운전의 방식으로 무인운전이 기본인 시스템이 요구되었고, 차량의 유지보수를 위해서는 빠른 데이터 전송과 안전한 통신방식이 요구되어져왔다. 또한, 차량의 검수 방식에 있어서는 자동검사 방식과 차량의 통합 제어기법이 요구되어지고 있다.

따라서, 이와 같은 요구를 반영하기 위하여 차량의 운전방식을 무인운전모드를 기본으로 하고 자동, 수동 및 기지모드로 운전될 수 있도록 하였고, 차량의 제어와 데이터 분석을 위하여 10Mbps의 전용통신 방식을 적용하여 현재 차량의 운행 데이터를 통한 차량의 상태를 점검 및 제어가 가능한 열차 종합제어장치(Train Control Monitoring System 이하 TCMS)를 개발하였다.[1][2]

2. 경량전철용 TCMS의 구성

그림 1은 열차의 운전 및 검수 차량의 상태의 분석을 위해 개발된 열차 종합제어장치 외형을 나타내었고, 그림 2에서는 경량전철에 적용을 위해 최소 편성인 2량 1편성의 시스템을 구성하였다. 그리고, 표 1에서는 TCMS의 시스템 제원을 표시하였다.

* (주)우진산전, 기술연구소, 책임연구원, 공학석사, 043-820-4270, eklee@wjis.co.kr

** (주)우진산전, 기술연구소, 주임연구원, 공학사, 043-838-8902, sjcho@wjis.co.kr

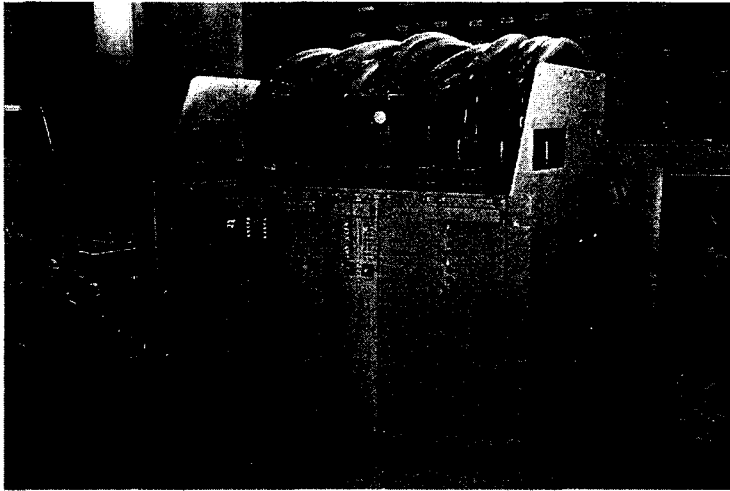
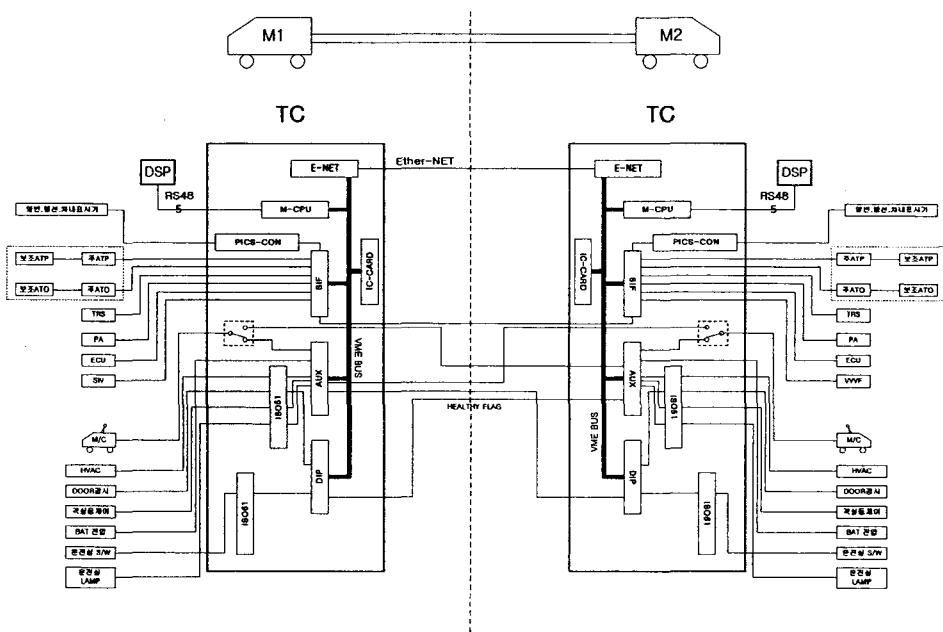


그림 1. 열차 종합제어장치 외형



차량 제어구성도

그림 2. TCMS의 시스템 구성

표 1. TCMS의 시스템 제원

1. 장치명칭		열차종합제어장치:TCMS(Train Control Monitoring System)	
2 전송계 (차량간)	구분	모니터계	제어계
	전송로	트위스트 pair shield 전선	
	전송속도	10Mbps	
	전송방식	token passing	
	전송수순	맨체스터 동기방식	
	변조방식	주파수변조방식	
	전송주기	200~300 ms	20ms
(차량내)	전기적사양	RS485 전이중,반이중,Current loop	
	전송로	트위스트 pair shield 전선	
	제어방식	폴링방식	
	전송수순	HDLC	
	전송주기	제어계: 20ms, 모니터계: 100ms	
	전송속도	9.6kbps, 19.2kbps, 38.4kbps	
3 입출력		표시장치	color LCD 터치 패널
		보조기억	비접촉식 IC 카드/ 접촉식 IC 카드
4. 기능	제어	운전지령	역행지령,브레이크지령,도어개폐지령,장치 cut
		보조제어	에어콘장치,보조전원장치,방송장치,표시장치,기기 reset 등
	모니터	고장표시	제어장치,보조전원장치,브레이크장치,추진장치,도어장치 등
		고장처치	상동
	검수	출고검사	기기정비,방송장치,표시장치,도어장치,브레이크장치,추진장치
5. 사용 CPU		MC68040+KU80386	

2.1 TCMS의 시스템

TCMS의 시스템 구성으로는 기본 편성인 4량으로 중앙 장치와 단말장치, 운전상태 및 차량의 상태를 확인하기 위한 DISPLAY 유니트로 구성된다. 최소 편성인 2량 1편성인 경우 중앙장치와 DISPLAY 유니트로 구성되게 설계하여 차량의 편성에 따라서 구성 형태를 변경하여 차량의 효율을 높일 수 있도록 하였다.

1) 통신라인(고속통신)

전송 속도는 10Mbps를 갖도록 하여 기존의 76.8Kbps나 2Mbps에 비해 대폭 고속화를 실현하였고, 맨체스터 동기통신 방식을 채용한 이더넷 통신을 통하여 메인 통신을 구현하였다. 또한 전송 통신라인에 대해서도 내 노이즈성을 충분히 갖도록 하였다.

2) 통신라인(RS485,Current loop)

TCMS의 차량내 시스템과의 인터페이스에 사용되는 통신 I/F는 종래에 사용되는 Current loop 방식과 RS485방식으로 구성하였다. 통신은 12채널을 확보하여 장치의 인터페이스를 원활히 할 수 있도록 설계하였다. 각 하부장치들의 통신방식과 전송속도 및 사양은 다음 표 2와 같다.

표 2. 각 장치간 통신 사양

INTERFACE 장치	통신방식	통신 MODE	통신 속도	통신 주기
ATO	RS-485	ASYNC,8BIT,NONE	38.4kbps	100ms
TWLTDE	RS-485	ASYNC,8BIT,NONE	38.4kbps	250ms
AATC	RS-485	ASYNC,8BIT,NONE	38.4kbps	100ms
VVVF	RS-485	HDLC NRZI	100kbps	20ms
ECU	RS-485	HDLC NRZI	19.2kbps	50ms
PIS	RS-485	ASYNC,8BIT,EVEN	9600bps	500ms
TRCP	24V,20mA CURRENT	ASYNC,8BIT,EVEN	2400bps	150ms
PA	RS-485	ASYNC,8BIT,EVEN	9600bps	500ms
SIV	24V,20mA CURRENT	ASYNC,8BIT,EVEN	9600bps	200ms

3) 차량 내 인터페이스 신호

TCMS의 차량 내 각종장치의 디지털 접점과 아날로그 신호 및 차량의 배전반내의 동작감시와 상태를 검지하고 각 장치를 구동시키기 위한 디지털출력의 신호를 출력할 수 있도록 구성하였다.

- 차량 제어용 신호 DIGITAL 신호 144점
- 차량 제어용 출력 DIGITAL 신호 96점
- 아날로그 입력신호 6점

차량의 신호의 추가를 고려하여 충분한 여유를 갖도록 설계하였다.

4) 표시장치 유니트

TCMS의 차량내 USER 인터페이스를 위하여 COLOR LCD를 취부하여 장치의 동작상태와 차량의 상태를 확인할 수 있고 검수의 편리성을 갖추었다. 또한, 차량의 시험을 자동으로 수행할 수 있도록 하여 차량의 출고 전, 후 및 월상검사를 수행할 수 있도록 하였고, 차량의 상태를 기록할 수 있도록 하였다.

3. TCMS H/W 구성

TCMS의 구성은 기본적으로 중앙장치와 단말장치로 구성되지만 최소 편성인 2량 1편성을 위해서 구성된 경량 전철에서는 중앙장치로만 구성하여 장치의 활용도를 높였다.

중앙장치는 메인보드인 M-CPU B/D와 통신을 전용으로 하는 SIF B/D, DI 전용인 DIP B/D, 고속통신을 위한 E-NET B/D, DO 와 AI를 위한 AUX B/D, 데이터 기록용 ICCM ,POWER로 구

성되어 있다.

3.1 M-CPU B/D

IEEE 1014의 VMEbus를 지원하며 MC68040 microprocessor를 사용하며 8 ~ 128Mbyte 까지 확장 가능한 DRAM Module, 1개의 Ethernet port(LAN), 4개의 serial port또는 RS232C interface 가 지원되며 1Mbyte의 EPROM과 2Mbyte의 Flash memory는 모두 Booting device로 사용할 수 있다. 512Kbyte의 NVRam과 RTC가 장착되어 있으며 3개의 programable timer를 가지고 있다.

운영 체제로는 실시간 운영 체제인 Windriver사의 Vxworks를 사용하여 시스템의 정확도와 안정성을 확보할 수 있도록 하였다.

3.2 SIF B/D

하부 장치와의 통신을 위한 전송제어기능을 가지고 있으며 Microprocessor로 Intel 사의 KU80386EX-33을 사용하여 전용 통신보드로 사용한다.

6 Channel의 Serial Port를 갖고 있고, Dual Port RAM에 의해 M-CPU와 data를 주고 받는다. 6개중 4개는 Current loop 채널로 전환이 가능하도록 설계하여 하부 장치와의 인터페이스가 원활하도록 하였다.

3.3 E-NET B/D

중앙 장치와 단말 장치와의 고속통신을 위한 B/D로 10Mbps의 통신을 담당한다. 전송 부호 방식은 맨체스터 동기통신으로 Network은 Token Passing 방식으로 구성하였다. SYSTEM 연결 국수는 최대 64국까지 확장이 가능하며 2중 LOOP 전송 방식을 채택하고 있다.

3.4 AUX B/D

TCMS와 주변장치와의 DO 출력과 AI 입력을 갖추었으며 각 출력은 절연 처리하여 외부의 장치를 제어할 수 있도록 하였다.

3.5 DIP B/D

TCMS와 주변장치의 인터페이스를 위한 DI 신호를 처리하며 각 장치의 동작상태 및 TCMS의 제어에 대한 feedback 신호로 차량의 상태를 제어하는데 인터페이스를 수행한다.

3.6 ICCM B/D

TCMS의 운행기록 및 하부장치의 고장기록 차량의 각종 상태를 저장하는 장치이다. 기록 장치는 비접촉식 장치와 접촉식 장치를 모두 사용할 수 있도록 하였으며 Memory 용량은 비접촉식의 경우 8M, 접촉식의 경우 32M를 사용하고 있다.

4. 기능의 종합화

TCMS의 기능으로는 차량의 제어를 수행하는 제어기능과 차량의 검수를 지원하는 검수 지원기능, 차량의 운행 및 고장데이터를 기록하는 기록 기능으로 구분할 수 있다.

4.1 차량 제어 기능의 향상

TCMS는 차량의 운전을 위하여 차량의 하부 장치를 제어하는 기능을 가지고 있다. 역행·브레이크의 관리를 편성 단위로 관리하기 위하여 편성전체의 하중조건에 대하여 적절한 역행·브레이크 제어를 하여 차량의 추진 제동제어를 수행한다.

역행의 경우 인버터의 군 단위로 추진제어가 가능하도록 차량의 제동량과 추진력의 제어를 수행한다. 또한 에어컨의 기동을 순차적으로 수행하여 차량의 부하조절을 수행하며, 냉방과 난방을 자동 조절한다. 도어의 동작상태를 모니터링하며 제어를 수행하여 신호장치와의 제어를 연계처리하도록 한다.

차량의 배터리 전압을 감시하여 배터리를 차단하는 제어기능을 가지고 있고 하부의 기능장치의 상태를 확인하여 장치의 창치를 CUT 할 수 있는 제어권을 가지고 있다. 승객의 서비스 향상을 위하여 차량의 방송장치와 차내 안내 표시장치, 형광등을 제어한다. 차량의 상태를 감시하여 신호장치와 연계하여 차량의 상태를 기지의 사령실에서 실시간 모니터링 할 수 있도록 하여 차량의 제어의 안전성을 확보하도록 처리한다.

4.2 차량 검수 기능의 향상

TCMS는 차량의 상태를 검사하여 장치의 동작유무 및 상태를 검사하는 기능을 가지고 있다. 차량의 출고 전 검사와 입고검사 및 월상 검사를 수행하여 장치의 상태를 점검하는 검수 기능을 가지고 있다.

차량의 신호장치와 제동장치, 추진장치, 보조전원장치의 동작상태를 자동 점검하여 자동시험을 수행한다. 각 기기의 상태를 검사하여 고장의 유무를 확인할 수 있다. 또한, 차량의 등구류 및 방송장치와 표시장치의 동작유무를 검사하여 상태를 기록하고, 에어컨, 난방장치, 도어상태를 점검하여 차량의 검수를 지원하는 기능을 갖추었다.

4.3 차량의 기록기능의 향상

TCMS는 차량의 상태를 모니터링하여 차량의 운행기록과 각 장치의 고장기록, 검수 기록을 기록하여 차량의 유지 보수의 성능을 향상시키고 있다. 또한, 차량의 데이터를 기록시 걸리는 시간을 단축시키기 위하여 차량의 기록장치의 동작시간을 빠른 장치를 사용하여 기록 저장시간을 단축하였다. 실제로 접촉식의 경우 32M 기록 저장시 5분 이내의 저장시간을 갖는다.

5. 결론

경량전철의 차량제어 및 검수 기능과 기록기능을 갖는 종합제어장치를 제안하였고 차량의 무인 자동화운전을 지원하는 장치로 승무원 및 검수원, 운영자의 편리성을 향상시키도록 장치를 설계하였고, 그 기능을 수행하는 종합제어장치를 개발하였다.

참고문헌

1. 경량전철시스템 기술개발사업 연구결과 보고서(2000), 건설교통부
2. Rolling Stock & technology, 1999, Jan, vol. 5-1 No. 42, 일본