

중련 및 가변편성에서의 TMDS의 유연한 network 적용

The flexible network implementation of TMDS in case of multiple unit and variable train-set

신광균*
Shin, Kwang-Kyun

한정수**
Han, Jeong-Su

김철호***
Kim, Chul-Ho

ABSTRACT

This paper reports on a study to increase the flexibility of previous TMDS(Train Monitoring and Diagnosis System) network communication in case of both multiple units and variable train sets.

The previous TMDS network configuration has been applied using various field-BUS by the TMDS manufacturers using their own intrinsic method. But recently, there has been a demand for flexible train formations such as multiple units and variable train set formations, hence the TMDS had to be adapted to offer flexible network communication technology capability.

Therefore, Hyundai-Rotem needed its intrinsic method of network configuration, and develop a network configuration method applicable to both multiple units and variable train set formations. The TMDS was integrated into the Irish Rail new Diesel Multiple Units from an early stage of the project and subsequently fully tested on a finished train.

1. 서 론

이 논문은 중련 및 가변편성을 요구하는 차량에서 기존 TMDS network의 유연성을 향상하기 위한 연구내용을 서술한다.

기존의 TMDS network 구성은 다양한 필드버스를 사용하여 제작사 고유의 network 방식을 적용하여 왔으나, 최근 가변편성 및 중련 등의 유연한 차량 조성이 요구되고 있으므로 TMDS는 이러한 환경에 대처하기 위해 유연한 통신 network 기술을 제공하여야 한다.

그러므로 현대로템(주) TMDS는 가변편성 및 중련구성의 유연한 차량구성 환경에 대처하기 위하여 고유의 통신 network 기술에 대한 개선 및 발전의 필요성이 대두되어 Irish Rail의 DMU 차량에 초기 설계단계부터 완성차시험 및 본선 시운전, 영업운행까지의 검증과정을 거쳐 가변편성 및 중련구성을 요구하는 차량에 대응할 수 있는 유연성을 확보한 고유의 network 기술을 확보하였다.

기존의 차량 Network 방식은 고정편성 및 단일 편성에 알맞게 개발되어 왔으며 차량의 가변 및 중련 차량구성의 유연성에 대한 고객의 요구사항이 증대됨에 따라 기존에 사용하던 제작사 고유의 Network

† 책임저자 : 비회원, (주)현대로템, 전장품개발팀, 선임연구원
E-mail : kksin@hyundai-rottem.co.kr
TEL : (031)596-9092 FAX : (031)596-9766

** 정회원, (주)현대로템, 전장품개발팀, 수석연구원
E-mail : jshan@hyundai-rottem.co.kr
TEL : (031)596-9084 FAX : (031)596-9766

*** 비회원, (주)현대로템, 전장품개발팀, 수석연구원
E-mail : chk@hyundai-rottem.co.kr
TEL : (031)596-9080 FAX : (031)596-9766

통신 방식(예 : World FIP, Profibus, ArcNet, Lonworks, 등등)에 한계가 드러나기 시작하였으며, 이러한 한계를 극복하고자 철도차량 선진 업체들은 TCN(Train Communication Network : IEC61375)을 개발하여 차량의 유연성에 대한 고객의 요구사항에 적극 대응 할 수 있었다. 그러나, TCN을 사용하기 위해서는 독점기술에 따른 고가의 비용을 지불하거나 선진업체에 의존할 수 밖에 없어, 이러한 문제점을 극복하고자 TCN을 사용하지 않고서 차량의 유연성을 요구하는 고객의 요구사항에 적극 대응할 수 있도록 기존의 Network 기술을 사용하여 능동적인 network configuration 로직을 통해서 종래의 문제점을 개선/발전 시켰다.

현대로템(주) TMDS가 적용한 Irish Rail의 차량 구성은 3량 1편성 기본 구성으로 9량까지 확장 가능하도록 구성되어 각각의 차량은 그림1과 같이 고유의 차량번호를 갖는다. TMDS는 TC(Train Computer) 와 CC(Car Computer)로 구성되어 마스터 TC와 각 차량의 TC 및 CC는 펄드버스의 일종인 LonWorks로 연결되며, 차량 가변 및 중련구성의 경우 전체차량의 상태정보 및 고장정보 등의 통신 데이터를 전송하기 위하여 신속히 TMDS의 Network을 재구성(reconfiguration) 실시 하여야 한다.

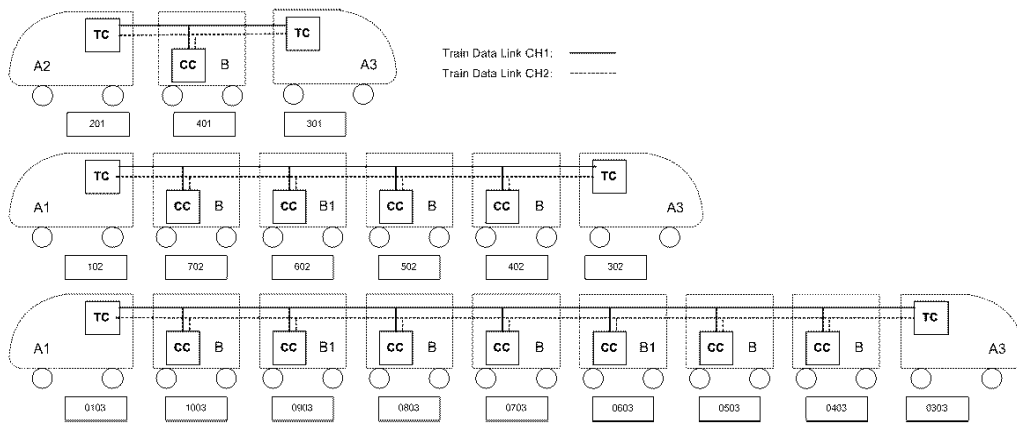


그림1. 차량번호 및 편성번호

2. 유연한 네트워크 구성의 개념

2.1 가변 차량의 Network Configuration

차량 편성은 그림 1과 같이 3량에서 9량 까지 가변 가능하며 각각의 편성 및 차량은 고유의 차량번호를 갖으며, 차량 가변시 차량길이(편성구성)에 대한 설정 정보를 운전실에 설치된 마스터 TC는 차량번호 및 차량길이 정보를 인지한다.

따라서, 마스터 TC는 편성번호와 차호정보 및 차량길이 정보를 바탕으로 그림2의 “가변차량의 Network Configuration 로직 다이어그램”을 실행하여 가상의 network configuration을 구성하고, 각 차량에 설치된 CC 및 TC와 일대일 통신을 실시하여 통신 정상 및 비정상 장치를 구분하여 초기 TMDS에 설정된 가상의 Network Configuration의 이상 유무를 판단한다. 이때, 이상이 없는 경우 가상의 Network Configuration 정보를 바로 적용하며, 이상 발생시 통신 고장 등의 경고를 화면에 현시하여 검수원 또는 기관사로 하여금 차량 구성을 재설정 할 수 있도록 실시한다.

2.2 중련 차량의 Network Configuration

중련구성은 2중련, 3중련 또는 4중련까지 조성 가능하도록 요구하여 각각의 경우 두 개 편성의 운전실 차량이 상호 맞닿으며 연결되는 중간 차량에 설치된 TMDS의 TC는 상호 일대일 통신을 실시하여 각각의 편성정보(차량번호, 편성번호, 차량길이 등등)를 송/수신하여 중련조성시 선택된 운전실의 TC에 인접

한 차량편성의 차량 구성정보를 전송한다.

이때, 선택된 운전실의 TC 즉, 마스터 TC는 수집된 정보를 바탕으로 그림 3의 “중련 차량의 Network Configuration 로직 다이어그램”을 실행하여 2중련, 3중련 또는 4중련에 필요한 Network Configuration을 재구성하여 인접한 편성을 포함한 각 차량에 설치된 CC 및 TC와 일대일 통신을 실시하여 통신 정상 및 비정상 장치를 구분하여 초기 TMDS에 설정된 가상의 Network Configuration의 이상 유무를 판단한다. 이때, 이상이 없는 경우 Network Configuration 정보를 바로 적용하며, 이상 발생 시 통신 고장 등의 경고를 화면에 표시하여 검수원 또는 기관사로 하여금 차량 구성을 재설정 할 수 있도록 실시한다.

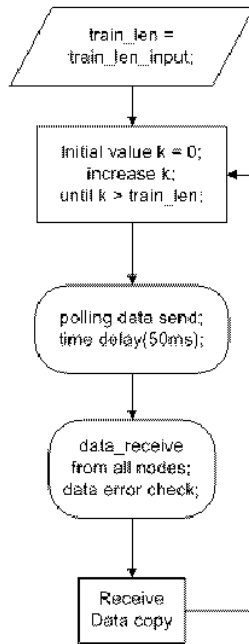


그림2. 가변차량의 Network Configuration 로직 다이어그램

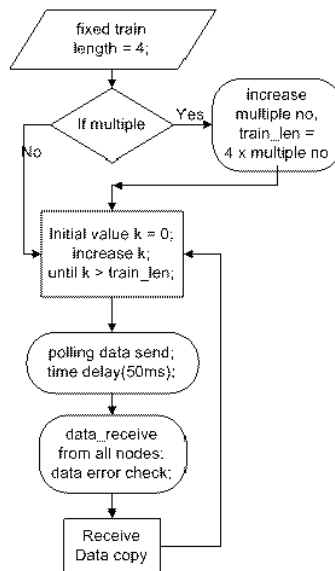


그림3. 중련차량의 Network Configuration 로직 다이어그램

2.3. 가변 및 중련 차량의 Network Configuration:

상기와 같이 가변 차량 및 중련차량에 대한 각각의 시행청 요구사항 및 Irish Rail DMU 차량과 같이 2가지 조건에 대한 통합 적용을 요구하는 상황이 증가되고 있으므로 가변차량 및 중련차량에 대한 통합 적용시 유연한 대응이 가능하도록 상기와 같이 운전실에 위치한 TC는 자차의 차량번호 및 편성번호, 차량길이 정보를 바탕으로 자차의 편성구성 정보를 인지한 후 인접한 편성의 TC와 상호 관련 정보를 송/수신한다. 이때 운전실이 선택되어 마스터 TC가 선택되면 마스터 TC는 그림 5의 "통합 Network Configuration 로직 다이어그램"을 실행하여 3량에서 9량까지 가변 차량에서 2중련에서 4중련까지 차량 조성이 가능하도록 TMDS의 필요한 Network Configuration을 재구성하여 구성된 전체 차량의 각 차량에 설치된 CC 및 TC와 일대일 통신을 실시하여 통신 정상 상태와 비정상 상태를 구분하여 마스터 TC에 설정된 가상의 Network Configuration의 정상상태를 판단한다. 이때, 이상이 없는 경우 가상의 Network Configuration 정보를 바로 적용하며, 이상 발생시 경고를 화면에 표시하여 차량 구성을 재설정 할 수 있도록 실시하였다.

이것은 TCN을 사용하지 않고 일반 상용 필드버스를 이용한 방법으로 제작사의 고유의 Network Communication 기술을 개선/발전시켜서 고객의 요구사항을 적극 대응 할 수 있도록 하였다.

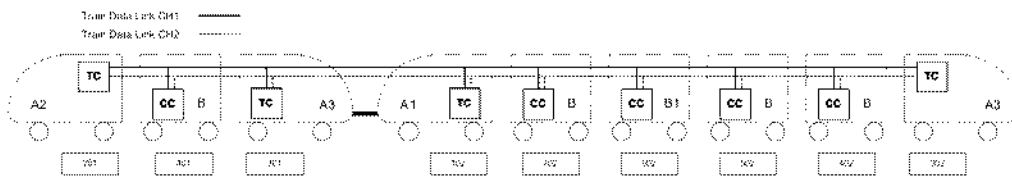


그림4. 3량 편성과 6량 편성의 중련 구성

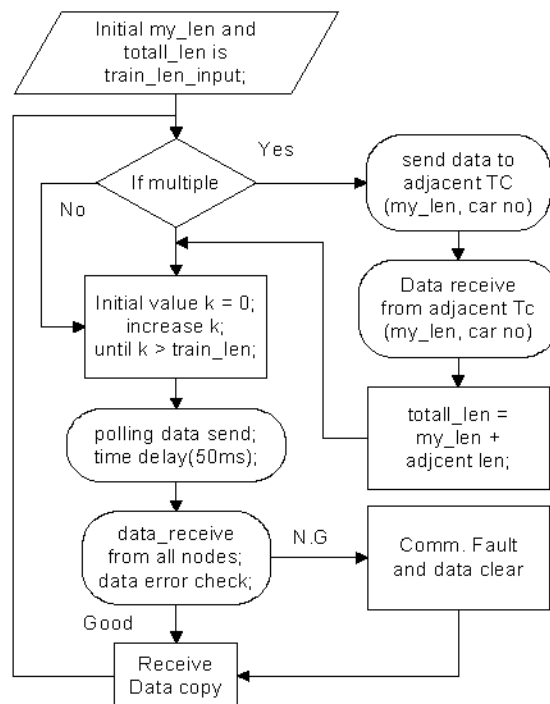


그림5. 통합 Network Configuration 로직 다이어그램

3. 유연한 Network 상에서의 차량 데이터 활용

차량의 TMDS Network가 유연해지면서 TMDS 시스템 구성 장치들 상호 차량 데이터를 공유할 수 있도록 구성할 수 있어, 차량 상태정보, 고장정보, TMDS 입/출력 데이터, 주요장치의 통신 데이터 등등 검수 및 고장원인 분석에 필요한 데이터를 전체 TMDS 각각의 장치가 공유하여 그림6 “PTU 구성도”와 같이 TMDS PTU(Portable Test Unit)를 통해서 슬레이브 CC에서도 모든 차량의 고장 및 TMDS 데이터를 실시간 확인 및 저장/출력하여 검수 및 고장원인 분석을 실시할 수 있도록 구현하여 검수 편의성을 증대 시켰다.

이것은 기존에 각각의 슬레이브 CC 또는 TC의 차량 데이터 및 주요장치의 상태/고장 데이터 등의 정보를 Network을 통해서 마스터 TC로 전송하여 차량의 모든 정보를 중앙 집중 관리하여 마스터 TC를 통해서 실시간 확인 또는 데이터를 저장하던 방식을 탈피하여 Network에 연결된 모든 TMDS 장치(TC/CC)가 운행 기록을 제외한 모든 데이터를 실시간 확인 또는 저장/출력 할 수 있도록 공유하여 기존에 고장분석 및 차량 동작 확인시 TMDS 데이터 접근 불편함을 보다 수월하게 구현 하였다.

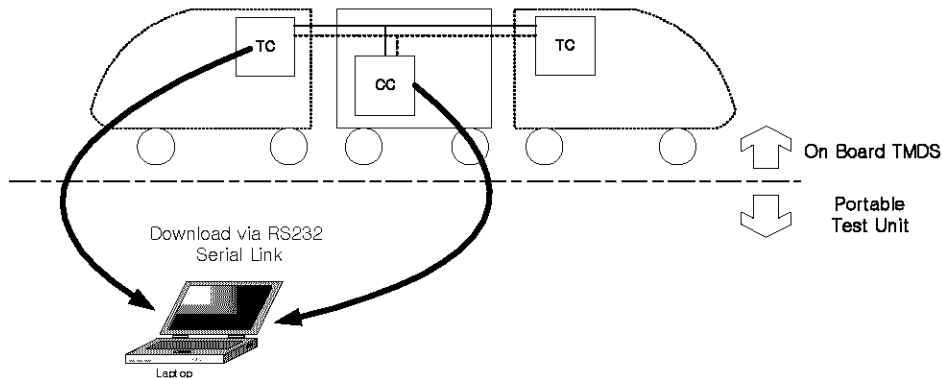


그림6. PTU 구성도

3.1 시험 및 검증 결과

상기의 가변 및 중련을 동시에 요구하는 Irish Rail DMU 차량에서 3량에서 9량 가변편성 및 2중련에서 4중련까지 차량조성을 요구함에 따라 현대로템(주)에서 제작된 TMDS에 그림5 “통합 Network Configuration 로직 다이어그램”을 수행하여 9량 가변 및 4중련까지 차량조성이 가능하도록 구현하였으며, 2006년 7월 현대로템(주) TCMS 시험실에서 TMDS 시뮬레이터를 사용하여 9량 가변차량 및 4중련 조성시험을 TMDS 구성품 시험 단계에서 실시하였으며, 2006년 12월 현대로템(주) 창원공장에서 완성차 2개 편성을 조성하여 중련시험에 대한 로직 검증 및 실차 확인을 실시하였다. 또한, 2007년 8월 본선시운전을 통해서 4중련 실차시험을 실시하여 통합 Network Configuration 관련 기능 및 로직을 검증/확인 하였다.

그림7 “3량 4중련(12량) 차량구성 사진”과 같이 아일랜드 본선 구간에서 Irish Rail DMU 차량 2편성, 3편성, 4편성, 5편성을 4중련 조성하여 TMDS의 Network Configuration이 앞에 설명한 로직이 정상 동작 하여, 그림8 “3량 4중련(12량) 차량구성 및 통신 error 확인”과 같이 편성조성 정보 및 통신 error 상태가 안정적인 상태를 유지함을 확인 하였다. 또한, 차량 분리 과정에서도 상기와 같은 방식을 적용하여 운영 필요성에 따라서 중련 조성 및 분리를 바로바로 실시하여 차량 재기동 등의 별도의 추가적인 조치 없이 운영할 수 있음을 확인 하였으며, 차량조성 정보는 화면 현시용 정보 및 CCTV, 방송/표시기 등의 동작에 필요한 중요한 정보로 TMDS로부터 제공되고 있다.



그림7. 3량 4중련(12량) 차량구성 사진

TMDS - [Communication Status Viewer]

Communication(L) Print(P) Storage(S) Operation Record(O) View(V) Help(H)

Car Number: 202

Local Comm Status

Car Type	Unit Number	Version	Local Error Status	Local Error Rate	Local Version	Main Comm Status	Main Error Status	Main Error Rate	Main Version
DCU (ldcu1)	7	3.6	<input type="checkbox"/>	0	3.6	CC1	<input type="checkbox"/>	0	1.1
DCU (ldcu2)	0	3.6	<input type="checkbox"/>	0	3.6	CC2	<input type="checkbox"/>	0	1.1
DCU (rdcu1)	0	3.6	<input type="checkbox"/>	0	3.6	CC3	<input type="checkbox"/>	0	1.1
DCU (rdcu2)	0	3.6	<input type="checkbox"/>	0	3.6	CC4	<input type="checkbox"/>	0	1.1
BECU	0	0.2	<input type="checkbox"/>	0	0.2	CC5	<input type="checkbox"/>	0	1.1
Power Pack	0	0.0	<input type="checkbox"/>	0	0.0	CC6	<input type="checkbox"/>	0	1.1
Batt. Charger	0	1.1	<input type="checkbox"/>	0	1.1	CC7	<input type="checkbox"/>	0	1.1
HWAC	0	10.3	<input type="checkbox"/>	0	10.3	CC8	<input type="checkbox"/>	0	1.1
CCTV	0	0.0	<input type="checkbox"/>	0	0.0	CC9	<input type="checkbox"/>	0	1.1
						CC10	<input type="checkbox"/>	0	1.1
						CC11	<input type="checkbox"/>	0	1.1
MU			<input type="checkbox"/>	0		CC12	<input type="checkbox"/>	0	1.1

그림8. 3량 4중련(12량) 차량구성 및 통신 error 확인

4. 결론 및 향후 추진 방향

지금까지 살펴본바와 같이 각각의 단계별로 시험 및 검증/확인을 통해 로직을 개선/보완하여 완성된 로직을 구현, 현재 약 2년간 영업운전을 실시하면서 정상 동작함을 검증 완료하였다.

또한, TMDS PTU를 통해서 가변 및 중련시 연결된 모든 차량의 차량 데이터를 각각의 차량에서 상호 공유 하도록 구현된 기능도 상기와 같은 각각의 단계별 시험 확인 및 개선/보완 하여 현재 영업운전을 통하여 검증 완료 되었다.

그러나 12량 이상의 장대열차와 같은 환경 조성시 Network configuration의 시간지연 및 통신속도, 통신 거리제한 등의 문제점은 여전히 개선/발전이 필요한 사항으로 향후 10량 2중련 또는 그이상의 차량 조성 환경과 같은 20량 이상의 장대열차에 적용이 가능하도록 개선/발전할 예정이다.

참고문헌

1. 현대로템(2005) "Technical Description of TMDS"아일랜드 동차 TMDS 기술 사양서
2. 현대로템(2006) "Mainline Test Specification of TMDS"아일랜드 동차 TMDS 시험 사양서.

3. 현대로템(2007) “가변편성 및 중련연결 가능한 열차의 통신 네트워크 설정방법”
특허출원 및 등록(등록번호 : 860789)