

무선통신을 이용한 무인차량 원격감시설비 개발 및 적용에 관한 연구

A Study on Development and Application of the Remote Driverless Vehicle Monitoring System by using Radio Communication

최재호† 이종성* 임창희**
Jae-Ho Choi Jong-Sung Lee Chang-Hee Lim

ABSTRACT

Driverless Train Control System has been recently introduced and commercialized in Korea. It is expected that the vehicle with driverless operation system will be used in new lines such as Sinbundang line soon. Therefore it is necessary to change the system operation and conception of the existing train operation system and the necessity of driverless vehicle monitoring system meeting a new paradigm is rising. In order to dispel concerning about safety issues caused by driverless train operation, the importance to establish vehicle error detection, useful fault diagnosis and rapid action plans is higher than ever. For this, efficient and higher level of vehicle supervision & control system should be essentially supported.

In this study, remote driverless vehicle monitoring system using by radio communication is suggested to be used for monitoring and controlling important parts of the vehicle and diagnose and take quick actions when vehicles are in trouble at control tower at real time.

1. 서론

최근 국내에서도 무인운전 열차제어시스템이 도입되어 상용화되었으며 향후 신분당선을 비롯한 무인운전 시스템이 탑재된 신규노선의 개통을 앞두고 있다. 이에 따라 기존 유인운전기반의 시스템 운영방식과 개념에 대한 수정이 불가피하며 새로운 패러다임에 맞는 무인차량 감시 시스템의 필요성이 대두되고 있다. 또한 무인운전으로 야기될 수 있는 안전문제에 대한 막연한 불안감과 우려를 불식시키기 위해서는 실시간 차량장애검지와 진단 그리고 신속한 초동조치방안 수립의 중요성이 어느 때보다 높다고 하겠다. 이를 위해서는 효율적이고 보다 높은 수준의 차량감시 시스템이 필수적으로 뒷받침되어야 한다.

이에 본 논문에서는 무선통신을 이용하여 운행 중인 차량의 주요 설비 상태를 관제에서 실시간으로 감시, 제어할 수 있고 장애 발생과 동시에 관제사가 차량상태를 실시간으로 진단하여 초동조치가 가능하도록 하는 원격 차량감시 및 제어시스템을 제안하여 활용할 수 있도록 한다.

† 최재호 : 비회원 (주)현대로템 신호팀 선임연구원
E-mail : choi.jaeho@hyundai-rotem.co.kr
TEL : 010-5287-3815

* 이종성 : 정회원, (주)현대로템 신호팀 책임연구원

** 임창희 : 비회원, (주)현대로템 신호팀 책임연구원

2. 본 문

2.1. 무인차량 원격감시설비의 구성과 기능

본 논문에 언급된 무인차량 원격감시설비는 차량과 지상에 설치된 무선통신망을 이용하여 차량의 고장정보와 상태정보를 사령에서 실시간으로 감시함과 동시에 필요 시, 차량의 각종 설비들을 사령에서 원격 제어할 수 있도록 하는 시스템을 말한다. 무인 운전 차량은 기관사가 차량에 탑승하지 않으므로 차량상태나 사고 발생 유무를 실시간으로 파악하는데 한계가 있기 때문에 사령의 관제사가 이를 원격으로 각 차량의 상태정보를 확인하고 유사시 원활한 대처 및 사고 후 처리에 도움을 주기 위한 장비이다.

2.1.1. 무인차량 원격감시설비의 구성

무인차량 원격감시설비는 크게 차상설비와 지상설비로 구분된다. 차량에 설치된 열차제어감시시스템 (Train Control Monitoring System)으로부터 차량상태정보를 받아 차량무선장치들을 통해 해당 정보를 지상AP로 전송되고 이는 지상 네트워크를 통해 사령의 원격감시컴퓨터로 수집, 처리된다. 각 운행 차량으로 제어정보를 송신할 경우 이와 반대로 사령에서 해당 차량의 IP로 정보를 전송하고 차상 열차제어 감시시스템이 해당 정보를 수신하여 제어기능을 수행한다. 설비 구성의 세부적인 사항은 그림.1과 같다.

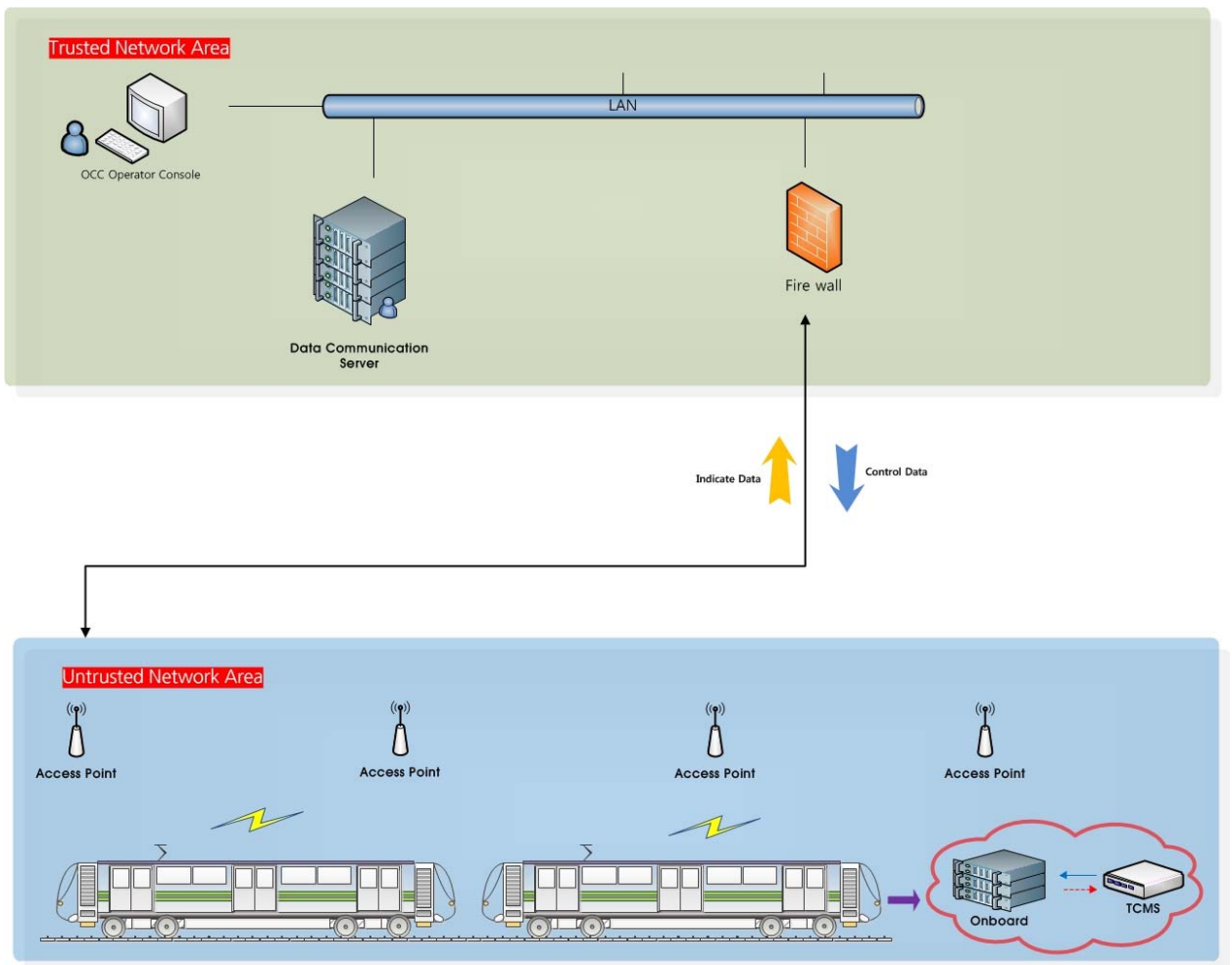


그림 1 차량원격제어 감시설비 구성도

기본적(基本的)으로 노선 내의 통신 네트워크는 비신뢰(非信賴) 네트워크(Non-Trusted Network - 무선통신망)와 신뢰(信賴) 네트워크(Trusted Network - 지상통신망)으로 구분될 수 있다. 비신뢰 네트워크는 근본적으로 외부의 침입에 노출되기 쉬우므로 차량과 지상AP간에 송수신되는 모든 메시지는 방화벽과 보안장치(Security Device)를 통해 암호화(暗號化)되어 이루어진다. 송수신되는 모든 데이터는 네트워크 트래픽 상황에 따라 메시지의 정시성(定時性)이 보장되지 않을 수 있다. 만약 수신된 메시지가 정상적(正常的)으로 처리되지 못한다하더라도 뒤이어 새로운 메시지를 계속적으로 수신하여 상태정보를 갱신하므로 데이터의 미 수신으로 인한 오류를 방지할 수 있다.

본 연구의 실 적용사례인 신분당선의 경우 CBTC(Communication Base Train Control)기반의 무인운전 방식을 취하고 있으며 따라서 차상신호장치와 차량TCMS간의 통신을 이용하여 본 시스템을 구성하였다.

2.1.2. 주요 표시 정보

사령의 차량원격제어설비에 표시될 수 있는 주요 기능은 아래 표.1과 같다.

표 1 차량원격제어설비 표시정보

번호	표시기능	기능 설명	비고
1	Self Test Result	열차 기동 후, 최초 전원공급 시 자기진단정보	
2	TCMS Status	차량TCMS의 상태정보를 사령의 사령으로 전송하는 기능.	
3	Train Status	열차상태정보데이터를 사령의 사령으로 전송하는 기능.	
4	Emergency Passenger Door Handle Applied	비상출입문 핸들이 취급되었는지 여부.	
5	Fire/Smoke Detection	화재 정보/연기 정보 감지 기능.	
6	Passenger Interphone	승객 인터폰 정보.	
7	Passenger Emergency Hammer released	승객 비상 탈출용 장비 상자 개방여부 감지기능.	
8	Train ECU Major Failure	열차 전자제어장치 주요 기능오류 감지기능.	
9	Brake Not Release Detected	제동해제 불능 감지기능.	
10	Train Status C/I Failure	차량컨버터 및 인버터 기능오류 감지기능.	
11	ESK/CM/ACM Status	ESK/CM/ACM 상태정보.	
12	AS&BC Status	AS&BC 상태정보.	
13	SIV Failure	static 인버터 오류감지기능.	
14	Train Status C/I Failure	차량 컨버터 및 인버터 기능오류 감지기능.	
15	Interior room DC Light On	차량 내 전등 점멸상태정보.	
16	HVAC On/Off	차량 내 난방, 환기, 공조 설비 On/Off상태.	
17	MCB Status	main circuit braker 상태정보.	
18	K Status	차량 세부 정보.	
19	Pantograph Status	판토히크의 상태정보 전송.	
20	Line Earth Switch Service In Status	차량 세부 정보.	
21	DCU Door Status	DCU(Door Control Unit) Door상태정보.	
22	DCU Door Failure Status	DCU(Door Control Unit) Door개폐실패 상태정보	
23	Fault Code	오류코드 전송.	
24	Detected Date	정보의 Time Stamp.	

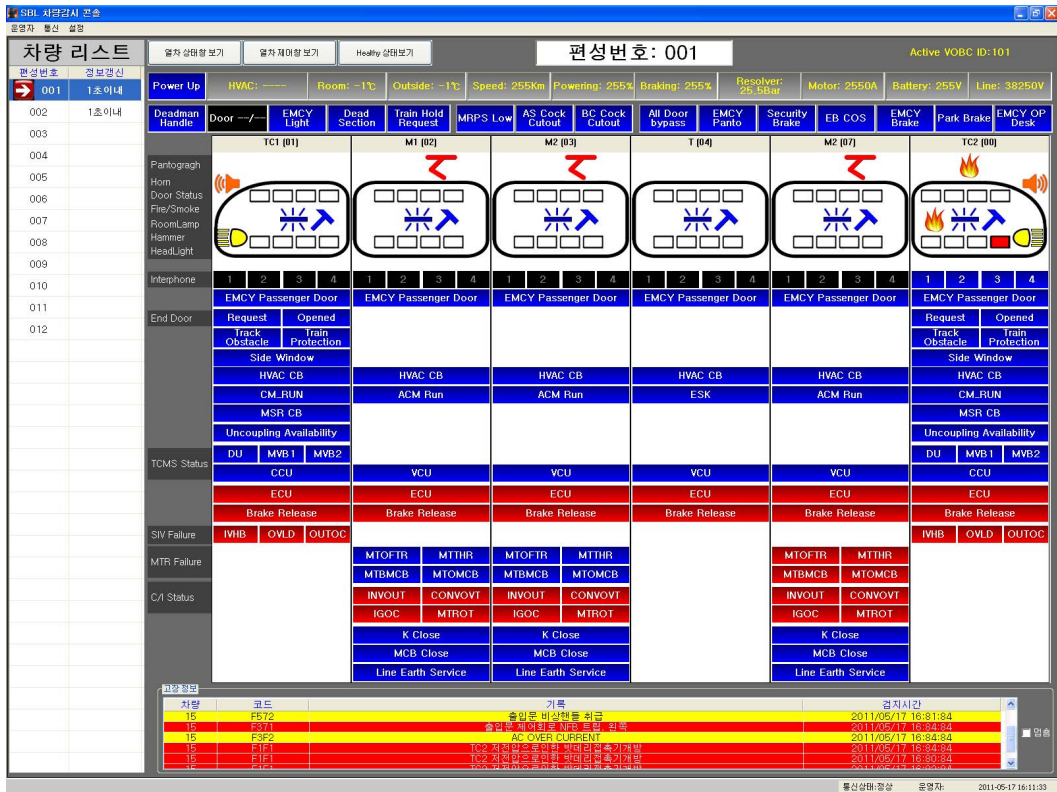


그림 2 차량 상태 및 고장정보 표시화면 예

2.1.3. 주요 제어 정보

사령의 차량원격제어설비에서 제어할 수 있는 주요 기능은 아래 표.2와 같다.

표 2 TCMS콘솔 제어기능

번호	제어 기능	기능 설명	비고
1	Remote Self Test Command	원격 열차 Self-test 명령	
2	DOOR Remote Command	출입문원격제어 명령	
3	Train Status DCU Reset/Cutout Command	열차DCU Reset/Cutout 명령	
4	Emergency End Door Command	비상 출입문 제어 명령	
5	Emergency End Door Setting Point	비상출입문 설정 포인트 명령	
6	Brake CPR Command	제동CPR명령	
7	C/I Reset/Cutout Command	컨버터/인버터 Reset/Cutout 명령	
8	C/I Select point	컨버터/인버터 선택 포인트 명령	
9	SIV Reset/Cutout Command	SIV Reset/Cutout 명령	
10	SIV Select point	SIV 선택 포인트 명령	
11	ECU Reset/Cutout Command	전자제어유닛(ECU) Reset/Cutout 명령	
12	ECU Select Point	ECU(전자제어유닛) 선택 명령	
13	HVAC Auto ON/OFF Command	난방 환기 및 공조 설비 자동 ON/OFF명령	
14	HVAC Select point	난방 환기 및 공조 선택 포인트 명령	
15	HVAC Operation Mode Setting	난방 환기 및 공조 운영모드 설정	
16	Room Temperature Setting Value	실내 온도설정 값	
17	Remote Pantograph Command	원격 판토틀그래프 제어명령	
18	Pantograph Setting point	판토틀그래프 설정 포인트	
19	Remote MCB Command	원격 MCB명령	

번호	제어 기능	기능 설명	비고
20	MCB Setting point	MCB설정명령	
21	Head Light Command	열차 헤드라이트 명령	
22	Head Light Setting point	열차 헤드라이트 설정명령	
23	MSR Power On/Off Command	MSR 전원 ON/OFF명령	
24	MSR Power Setting point	MSR전원설정 포인트	
25	Electric Horn Command	경적 명령	
26	Electric Horn Setting point	경적 설정 포인트	

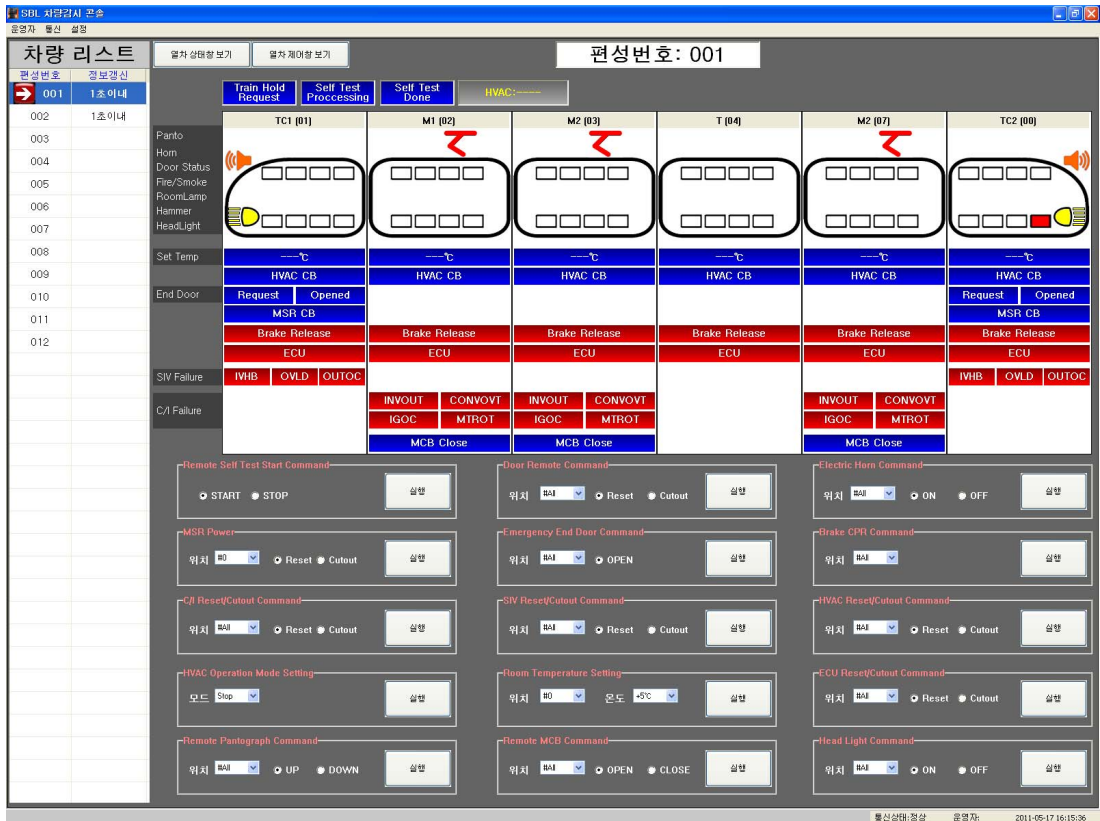


그림 3 차량 원격제어 화면 예

2.1.4. 주요기능

1. CCTV와의 연동

원격감시제어설비만으로도 충분히 차량의 주요기능들을 모니터링하고 제어할 수 있으나 무인차량의 경우 차량내부의 상황을 보다 명확히 파악하기 위해 CCTV를 활용하면 보다 입체적이고 정확한 감시기능을 수행할 수 있다. 예를 들어 차량내부 인터폰을 승객이 취급했을 경우 어떤 객차에서 취급되었는지를 확인하여 CCTV가 이를 자동으로 감지하여 관제사에게 현시해줌으로서 승객이 전달하는 상황을 보다 정확히 파악하는데 도움을 줄 수 있다. 이렇듯 유인운전차량에서 기관사가 수행하던 다양한 업무들을 사령의 관제사가 원격으로 대신할 수 있으며 무인원전시스템의 경우 이러한 차량원격감시시스템의 중요성은 더욱 커질 것으로 기대된다.

2. 차량고장정보 확인 및 대응방안 수립

차량에서 수신되는 각종 고장정보를 통해 실시간으로 차량의 상태를 확인할 수 있어 차량상황을 실시간으로 진단하여 운행여부를 판단하여 차량고장으로 인해 발생할 수 있는 사고를 미연에 방지할 수 있다.

3. 비상출입문의 개방

운행 중이던 열차에 비상사태가 발생하여 차량 끝단 부의 비상출입문을 개방하여 승객들의 비상탈출이 필요한 경우 사령의 관제사가 차량내부의 비상상황을 CCTV 및 승객들과의 교신을 통해 위험정보를 파악하고 승객들의 즉각적인 대피가 필요하다고 판단될 경우 이 기능을 사용할 수 있다. 차량의 비상출입문 개폐는 승객의 안전과 직결되는 사항이므로 관제사의 신중한 접근이 요구되며 반드시 차량의 탈선이나 화재 등의 긴급 상황에 사용될 수 있다.

4. 각종 스위치의 Reset/Cutout

사령에서 차량의 각종 장치들을 원격에서 reset, cutout할 수 있다. 차량출입문/화재/냉난방 및 배기장치/열차 판토타그래프/승객구난 장비함 등 주요스위치에 대해 원격 Reset/Cutout하는 기능을 수행할 수 있다. 앞서서도 언급한 바와 같이 무인운전 시스템은 차량기관사의 도움을 받을 수 없으므로 해당기능을 이용하여 사령에서 이를 편리하게 제어할 수 있다.

2.1.5. 운영적 측면에서의 개선방향

또한 무인운전차량에 대한 승객들의 막연한 불안감을 해소하는데도 어느 정도 효과를 거둘 수 있을 것으로 기대된다. 하지만 차량내부의 CCTV를 통해 차량내부의 상황을 감시할 수밖에 없어 사생활 침해의 소지가 있으며 사령의 관제사가 고객대응 업무와 차량시스템 감시업무까지 수행하게 되어 상대적으로 관제사의 업무량이 증가하는 문제점이 있다.

3. 결 론

실제 무인운전을 기반으로 하는 열차제어시스템이 국내에 이미 상용화되었으며 또한 몇 개 노선이 추가적인 개통을 준비하고 있는 상황에서 무인운전으로 야기될 수 있는 문제점들을 보다 명확히 확인하고 초동조치를 취하는데 이 설비가 많은 도움이 될 수 있다.

기존 유인운전차량도 이러한 시스템을 도입하여 기관사뿐만 아니라 관제에서도 차량운행상태를 모니터링하고 일부 기능에 대해서는 기관사 대신 업무를 수행함으로써 기관사의 업무 부담과 피로를 줄일 수 있으며 또한, 수집되는 정보를 이용하여 차량 고장 데이터로의 활용도 가능하다. RAMS활동 및 경영정보시스템(MIS) 및 검수정보시스템과의 연계를 통해 운영데이터 수집과 집계에도 도움을 줄 수 있어 향후 무인운전 시스템뿐만 아니라 기존 유인운전시스템에도 적용할 경우 부수적인 효과가 클 것으로 기대된다.