

철도차량 내부장치간 무선연계 및 소프트웨어 직제어 기술개발 기획 최종보고서

2014. 07.

Infrastructure
R&D Report

주관연구기관 / 명지대학교 산학협력단
공동연구기관 / 한국철도기술연구원
(주)세니온

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원

제 출 문

국토교통과학기술진흥원장 귀하

이 보고서를 "철도차량 내부장치간 무선연계 및 소프트로직제어 기술개발 기획" 과제의 보고서로 제출합니다.

2014 . 7 .

주관연구기관명 : 명지대학교 산학협력단

주관연구책임자 : 이승재 교수

연구원 : 최면송 교수

" : 김태완 교수

공동연구기관명 : 한국철도기술연구원

공동연구책임자 : 이강미 선임연구원

공동연구기관명 : (주)세니온

공동연구책임자 : 이동률 대표이사

목 차

제 1 장 기술의 정의 및 필요성	1
제 1 절 기술의 정의	1
1. “철도차량 내부장치간 무선연계” 기술정의	1
2. “철도차량 내부장치간 무선연계” 기술개발 범위	1
제 2 절 기획연구의 필요성	5
1. 정책적 필요성	5
2. 사회적 필요성	6
3. 경제적 필요성	7
4. 기술적 필요성	8
제 2 장 국내외 기술 동향	12
제 1 절 국내 기술 동향	12
1. 국내 철도차량내 연계기술 현황	12
2. 국내 철도차량 네트워크-제어 및 모니터링장치간 인터페이스 현황	14
3. 국내 타 산업분야 배전반 적용 현황	17
4. 철도차량내 배전반	19
제 2 절 국외 기술동향	24
1. 국외 철도차량내 연계기술 현황	24
2. 국외 철도차량내 무선연계 적용기술 현황	29
3. 국외 철도차량 배전반 기술 현황	33

제 3 장 철도차량 무선연계기술 적용을 위한 기술 검토 37

제 1 절 철도차량 무선연계기술 적용을 위한 3P(paper, Patent, Product) 분석 · 37

1. 분석의 개요 37
2. 특허 분석 39
3. 논문 분석 59
4. 시장분석 62

제 2절 철도차량 무선연계기술 개발을 위한 무선기술검토 71

1. 전력선통신(Power Line Communication; PLC) feasibility 검토 71
2. 무선랜 적용을 위한 표준기술 검토 73
3. 철도차량 무선연계기술 개발을 위한 전동차 대상 feasibility 시험 78
4. 국내 전동차 차량구조 및 차량내 전장장치 위치 현황 82
5. 철도차량 내부장치간 무선연계기술 개발 적용을 위한 제도화 검토 84
6. 시사점 98

제 4 장 연구개발 과제 구성 및 추진전략 101

제 1 절 비전 및 목표 101

제 2 절 기술개발에 따른 미래상 103

제 3 절 연구개발과제 구성 106

1. 연구개발과제의 구성 106

제 4 절 세부과제별 주요내용 및 추진전략 108

1. 1세부과제 108
2. 2세부과제 110
3. 3세부과제 112
4. 연구개발 필요성 및 정부지원 필요성 114

제 5 장	사전타당성 검토	117
제 1 절	정책적 타당성	117
제 2 절	기술적 타당성	119
제 6 장	철도차량 무선연계기술 개발 단계별 추진전략	125
제 7 장	과제제안요구서	127
제 1 절	총괄 과제 제안요구서	127
제 8 장	참고문헌	131

<표 차례>

표 1.1 철도기술시장의 분야별 규모	7
표 1.2 철도산업 SWOT 분석자료	9
표 2.1 국내 철도차량내 연계기술 현황	12
표 2.2 전장장치 인터페이스	13
표 2.3 국내 지하철 호선 별 네트워크 주요 사양	15
표 2.4 주요 전장장치 인터페이스 고려사항(예)	16
표 2.5 배전반 발전 방향	17
표 2.6 배전반 현황	21
표 2.7 PLC배전반 적용 제품	22
표 2.8 차세대 전동차 PLC 배전반 입/출력 항목	23
표 2.9 규격제정 현황	28
표 2.10 배전반 비교 분석	36
표 3.1 기술분류	38
표 3.2 특허분석 기준	39
표 3.3 논문 검색 조합식	39
표 3.4 주요 핵심특허 현황	44
표 3.5 무선연계관련 주요 핵심특허 현황-1	46
표 3.6 무선연계관련 주요 핵심특허 현황-2	47
표 3.7 무선연계관련 주요 핵심특허 현황-3	48
표 3.8 무선연계관련 주요 핵심특허 현황-4	49
표 3.9 무선연계관련 주요 핵심특허 현황-5	50
표 3.10 무선연계관련 유효특허 현황	51
표 3.11 배전반관련 주요 핵심특허 현황-1	54
표 3.12 배전반관련주요 핵심특허 현황-2	55
표 3.13 배전반관련주요 핵심특허 현황-3	56

표 3.14 배전반관련 주요 핵심특허 현황-4	57
표 3.15 배전반관련 주요 핵심특허 현황-5	58
표 3.16 논문 분석 기준	59
표 3.17 유효논문 현황	60
표 3.18 유효논문 현황	61
표 3.19 고속철도차량 기술기준	88
표 3.20 무선연계기술 적용을 위한 검토사항	93

<그림 차례>

그림 1.1 철도 운영목적 변화	6
그림 1.2 철도기술시장의 분야별 비율	7
그림 1.3 Application for wireless train backbone(IEC 61375 2-7)	10
그림 1.4 SAN(Ship Area Network)	10
그림 2.1 전동차 통신구성	14
그림 2.2 국외 변전자동화 시범 적용 예	18
그림 2.3 전력분야 배전반 발전방향	18
그림 2.4 KTX산천 배전반	19
그림 2.5 도시철도공사 배전반 현황	20
그림 2.6 서울메트로 배전반 현황	20
그림 2.7 신분당선 배전반 현황	20
그림 2.8 차세대전동차 배전반 현황	21
그림 2.9 차세대전동차 배전반 현황 상세	22
그림 2.10 TCN 표준 제정 역사	25
그림 2.11 UIC 표준	26
그림 2.12 IEC-61375 WTB, MVB 기반의 통신네트워크	27
그림 2.13 IEC-61375 이더넷을 이용한 통신 네트워크	27
그림 2.14 3대의 화물기관차로 구성된 화물열차에서 WLTB 예시	29
그림 2.15 TCN의 프로토콜 구조	30
그림 2.16 프로토콜 데이터 유닛 구조	31
그림 2.17 Helsinki metro 사례	32
그림 2.18 배전반 기술의 발전 추이	33
그림 2.19 IRP를 이용한 차량전기제어 장치 구성	34
그림 2.20 전압/전류 감시 및 에너지 관리 시스템	34
그림 2.21 LUTZE사의 PLC 모듈을 이용한 차량전기제어 장치 구성	35

그림 2.22 LUTZE사의 PLC Control Unit	35
그림 3.1 출원년도 및 국가별 출원추이	40
그림 3.2 주요 출원인 동향	41
그림 3.3 연도별 주요 출원인 동향	41
그림 3.4 국가별 출원건수 및 시장확보지수	42
그림 3.5 국가별 인용도 지수	42
그림 3.6 국가별 영향력지수 및 기술력지수	43
그림 3.7 특허 등고선 맵	43
그림 3.8 핵심특허(US6459965B1) 평가결과	45
그림 3.9 핵심특허(KR963161B1) 평가결과	53
그림 3.10 신호/제어 관련 신규/개량분야의 쏘세게 시장 점유율(업체별) - 2011년 기준 ..	62
그림 3.11 Industrial Ethernet & Field Growth vs Fieldbus Market Share	64
그림 3.12 Worldwide Carrier Ethernet Revenue (※출처: IDC)	65
그림 3.13 The World Market for Industrial Ethernet & Fieldbus	66
그림 3.14 Global Revenue Forecast for programmable Logic Controllers in Southeast Asia ..	67
그림 3.15 특허기술 연계 기술발전 추이	68
그림 3.16 IEC 62580 Multimedia 서비스 표준	71
그림 3.17 차량내 무선네트워크의 활용 예	73
그림 3.18 시험선 구간	78
그림 3.19 1차 시험 구성	79
그림 3.20 1차 시험결과	79
그림 3.21 2차 시험구성	80
그림 3.22 2차 시험결과	81
그림 3.23 차량의 구조와 판넬형상	82
그림 3.24 하이브리드 구조의 차체 형상	82
그림 3.25 Bombardier 전동차에서 전장장치들의 위치	83
그림 3.26 철도안전법 개정안의 체계	86

그림 3.27 철도차량 기술기준 및 시험규격의 대상	87
그림 5.1 무선통신 기술 흐름도	120
그림 5.2 멀티미디어 통신 융합 전개	120
그림 5.3 통신 기능의 변화 로드맵	121
그림 5.5 E-TCN의 protocol Stack	122
그림 6.1 단계별 추진전략	126

제 1 장 기술의 정의 및 필요성

제 1 절 기술의 정의

1. “철도차량 내부장치간 무선연계” 기술정의

“철도차량 내부장치간 무선연계” 기술은 철도차량내 운행 및 제어를 위한 전장품간 인터페이스를 무선기술로 대체하는 고신뢰성, 고안전성 배선절감기술이다. 이는 기존 철도차량의 과도한 기계식 제어 및 유선 인터페이스 장치 감소를 통하여 차량의 원가 절감 및 차량 제어 관리의 편리성과 대승객 서비스 확대의 고부가가치 기술이다. 더 나아가 지상의 철도통합무선망과 연계하여 차량 운영 및 관리에 효율성을 증대가 가능한 미래 선도기술이다.

2. “철도차량 내부장치간 무선연계” 기술개발 범위

구분		과제명
총괄		철도차량 내부장치간 무선연계 기술
	1세부과제	철도차량 내부장치간 고신뢰성, 고안전성 무선연계시스템 개발 및 제도화
	1-1	철도차량 내부장치간 무선연계 시스템 개발
	1-2	철도차량 내부장치간 무선연계망 모니터링 시스템 개발
	1-3	철도차량 내부장치간 무선연계시스템 규격 및 제도화
	2세부과제	철도차량 내부장치간 무선연계 기술 적용기술 개발
	2-1	도시철도차량 내부장치간 무선연계 기술 적용을 위한 유무선 통합 제어 및 감시장치(TCMS) 개발
	2-2	도시철도차량 내부장치간 무선연계 적용을 위한 TCMS-차량전장장치간 연동기술 개발
	2-3	철도차량 내부장치간 무선연계 기술 적용을 위한 상대감시용 스마트 배전반 개발
	3세부과제	철도차량 내부장치간 무선연계시스템 검증기술 개발
	3-1	철도차량 내부장치간 무선연계기술 검증 인프라 개발
	3-2	철도차량 내부장치간 무선연계기술 평가기술 개발

가. 철도차량 내부 장치간 고신뢰성, 고안전성 무선연계시스템 개발 및 제도화

철도차량 내부장치간 고신뢰성, 고안전성 무선연계시스템 개발 및 제도화

■ 기술정의

철도차량-내부 전장품간 무선연계를 위한 장치 개발 및 제도화

■ 기술동향 및 분석

- 현재 철도차량 유선인터페이스는 인적오류에 의한 오배선으로 인한 성능결함을 제공하고 또한 차량배선과 관련된 유지보수 혹은 개량을 위하여 대상 편성의 운행중지 필요함. 이와 같은 이유로 철도차량의 수명까지 기존 아날로그 기술을 적용유지 하므로써, 철도기술 발전을 저해하는 원인이 됨.
- 세계적인 유럽의 차량제작사 및 통신사에서는 철도차량의 경량화와 유지보수 효율 향상을 위하여 철도차량 무선연계기술에 대한 연구 시작단계이고, 최근 중국을 중심으로, 철도차량간 무선연계에 관한 국제규격(IEC 61375 2-7, 2014.04.30.)이 제정되었고, 철도차량 Remote control에 대한 국제규격이 Voting에 중임.

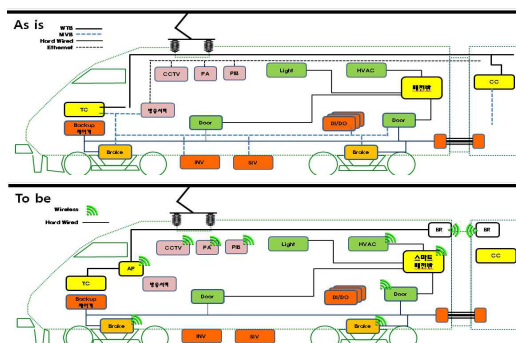
■ 주요핵심기술

- 철도차량 내부장치간 무선연계 시스템 개발
- 철도차량 내부장치간 무선연계망 모니터링 시스템 개발
- 철도차량 내부장치간 무선연계시스템 규격 및 제도화

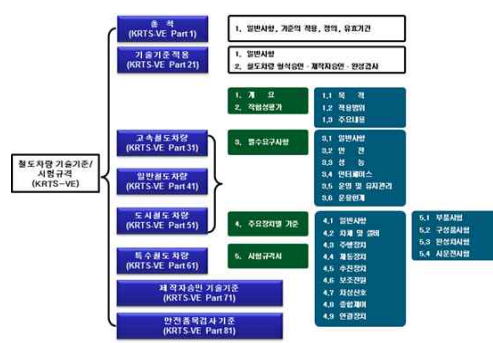
■ 기대효과

- 철도차량 무선연계기술은 전세계적으로 연구개발 초기단계로 철도 ICT 융합 신산업기술개발로 선제적 표준화 및 기술개발-특허-표준연계를 통한 미래 철도기술 선점을 통한 철도기술 경쟁력 강화.

■ 개념도



[AS IS - TO BE]



[차량형식승인을 위한 기술기준 및 제도화]

나. 철도차량 내부장치간 무선연계기술 적용기술 개발

철도차량 내부장치간 무선연계기술 적용기술 개발

■ 기술정의

철도차량-내부 전장품간 무선연계를 적용을 위한 주요장치 개발 및 연동시험

■ 기술동향 및 분석

- 현재 철도차량의 운행제어를 위한 주요 연계장치는 차량 전장품 감시 및 제어를 위한 TCMS, 차량의 제어를 위한 배전반, 승객정보전송을 위한 승객안내장치임.
- TCMS는 TCN(Train communication Network) 기반의 유선망, 승객안내장치는 고속 대용량 통신을 위한 Ethernet 기반으로 한 방송/통신망으로 구성되며, 배전반의 경우, 릴레이 기반의 시퀀스 제어방식으로 운영되고 있음.
- 철도 차량내 네트워크가 무선화됨에 따라, 무선 backbone, consist network과 연계를 주요장치의 개발과 연동 검증이 필수적임.

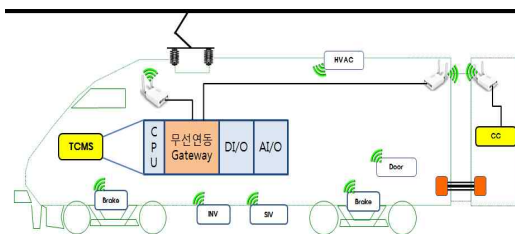
■ 주요핵심기술

- 철도차량 내부장치간 무선연계 기술적용을 위한 유무선 통합 TCMS 장치개발 및 연동시험
- 철도차량 내부장치간 무선연계 기술적용을 위한 승객안내장치 개발
- 철도차량 내부장치간 무선연계 기술적용을 위한 상태감시용 스마트 배전반 개발

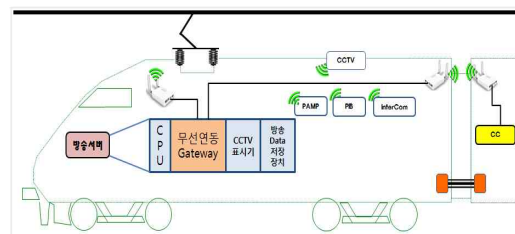
■ 기대효과

- 철도 ICT융합을 통한 고부가가치 철도차량 개발로, 철도 산업의 기술경쟁력 강화.
- IP기반 수 십 Mbps 철도통신네트워크 기술 검증을 통한 새롭고 다양한 고품질 대국민 철도서비스 제공함으로써, 철도의 대중교통 경쟁력 강화.

■ 개념도



[TO BE-TCMS]



[TO BE-방송장치]

다. 철도차량 내부장치간 무선연계시스템 검증기술 개발

철도차량 내부장치간 무선연계시스템 검증기술 개발

■ 기술정의

철도차량 내부장치간 무선연계시스템 시험평가를 위한 인프라 구축 및 검증

■ 기술동향 및 분석

- 국내의 경우, 철도안전법에 근거하여, 시스템 및 장치의 기능과 성능 검증을 통한 적용이 가능함
- 무선연계시스템의 경우, 열차운행제어를 위한 주요장치 간의 인터페이스로, 실용화를 위해서는 랩 레벨의 검증과 별도로, 차량운행조건 따른 무선연계망 검증 및 주요장치와의 연동검증이 필수적임.

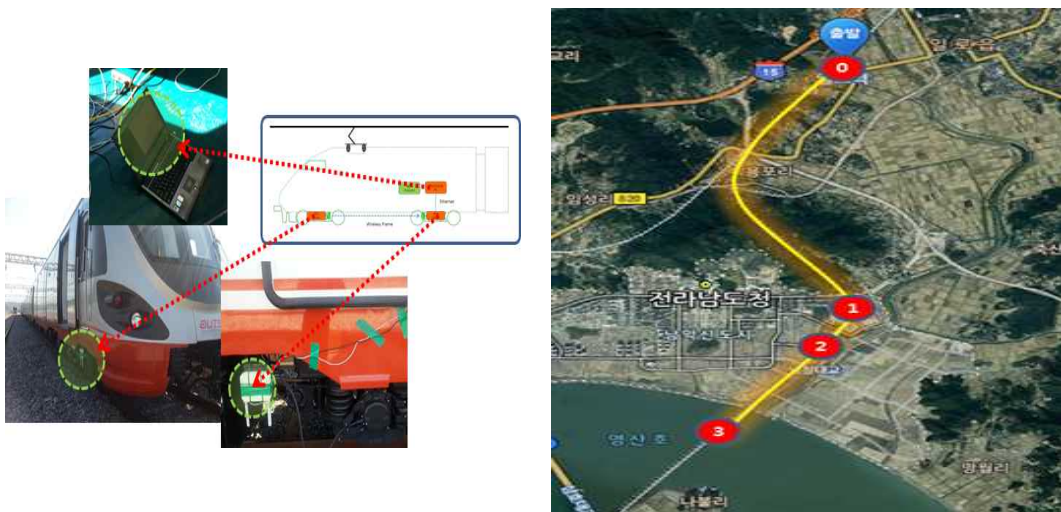
■ 주요핵심기술

- 철도차량 내부장치간 무선연계 기술 검증 인프라 개발
- 철도차량 내부장치간 무선연계기술 평가기술 개발

■ 기대효과

- 철도차량 내부장치간 무선연계 시스템 및 관련 장치의 기능 및 성능평가의 객관적 검증을 통한 실용화 시스템 확보
- 국내 적용 및 국외 수출시 철도선진국과 대등한 수준의 경쟁력을 확보할 수 있음

■ 개념도



[철도차량 무선연계 차상인프라 구축(예)]

[철도차량 무선연계 지상인프라 구축(예)]

제 2 절 기획연구의 필요성

1. 정책적 필요성

가. 철도 선진화 정책

- (1) 최근 녹색 에너지 기술이 전 산업계에 걸쳐 화두가 되고 있는 가운데, 고에너지 효율 교통수단으로 철도의 가치가 부각되고 있음.
- (2) 현 정부의 유라시아 대륙철도 진출은 철도 인프라의 호환성 및 운영기술의 표준화/자동화/고도화가 전제되어야함.
 - 최근 중국의 경우, 중국 러시아, 북아메리카를 연결하는 총연장 13,000km의 고속철도망 건설계획이 논의되고 있음(2014.05). 이러한 횡단철도운행을 위하여, 철도의 호환성을 위한 연구 및 표준화가 활발히 진행되고 있음.
 - 최근 중국을 중심으로, 철도차량간 무선연계에 관한 국제규격(IEC 61375 2-7, 2014.04.30.)이 제정되었고, 철도차량 Remote control에 대한 국제규격이 Voting에 중임.

나. 국가정책과의 관련성

(1) 국정과제

- **(8. 과학기술과 ICT 기반의 창조경제 추진 인프라 구축)** 철도차량기술과 ICT 융합을 통한 내부장치간 무선연계로 유지보수 효율 극대화.

(2) 창조경제 실현과제

- **(추진과제 3-1 과학기술과 ICT융합으로 기존산업 신성장 활력 창출)** 철도 기술과 ICT 융합을 통하여, 아날로그 기술에서 탈피.

다. 법정계획과의 관련성

(1) 제3차 과학기술기본계획('13~'17)

- **(스마트 물류·교통시스템 구축)** 기존 교통체계와 첨단 ICT 기술 접목을 통해 교통시스템의 편리성 향상 및 안전성 확보.
- **제2차 철도산업발전기본계획('11~'15)**, 철도차량의 유지·보수 선진화.

2. 사회적 필요성

가. 철도 운영목적 변화

- (1) 대용량 교통수단이 아닌, 누구나 만족하는 교통서비스 제공을 목적으로 철도기술의 고도화, 효율적 운영을 목적으로 함.



그림 1.1 철도 운영목적 변화

- (2) 철도운영사는 운영 및 유지보수 비용절감을 통해 국민지불비용과 정부 지원 예산 절감을 도모하고 있으며, 우리나라 또한 운영비용 절감을 통해 가격경쟁력 확보를 위한 운영 및 관리체계 효율화 등의 기술개발 관심 지속 증대
- Life Cycle Cost를 고려한 차세대전동차 개발과제에서 신기술도입과 유지보수기간연장을 통해 32%의 비용 절감 효과를 분석.

나. ICT 융합을 통한 창조경제 실현

- (1) ICT는 新정책기조에서 타산업과의 융합으로 새로운 일자리를 창출하는 ‘창조경제’ 실현의 핵심수단으로 부상하였으며, 급변하는 ICT 산업과 기술, 그리고 국가적 미래수요에 대응하기 위한 ICT R&D의 미래비전과 전략을 수립해야 할 시점.
- (2) 국내의 발달된 IT기술 특히 무선통신 기술을 활용하여 철도차량에 접목시킴으로 기술 융합의 시너지효과를 유발시키고, 이를 통한 국내 철도차량 개발/제작 기술의 향상으로 국제적 경쟁력을 고취시킬 필요 .

3. 경제적 필요성

가. 고부가가치 철도차량 개발필요

(1) 철도시장은 연간 4.5% 성장, 2015년 250조 거대시장 형성하고 있으며, 특히 철도차량이 차지하는 부분이 매년 증가하고 있음.

○ 철도시장은 크게 토목 등 인프라 산업과 시스템 산업, 철도차량산업으로 아래와 같이 철도차량 기술개발을 통한 산업적 부가가치가 더욱 커지고 있는 실정임. 따라서, 철도차량 관련 기술개발이 중요시 됨.

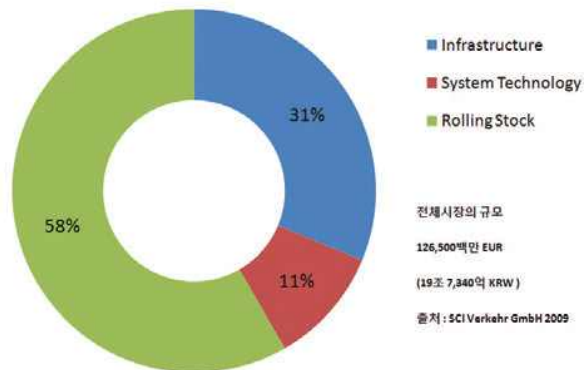


그림 1.2 철도기술시장의 분야별 비율

표 1.1 철도기술시장의 분야별 규모

기술 분야	현재 시장규모		2009년~2014년 평균시장성장율(%)
	백만 유로	십억원	
Infrastructure	39,500	61,620	+5.5
System Technology	13,200	20,592	+4.1
Rolling Stock	73,800	115,128	+3.7
총 계	126,500	197,340	+4.2

* 1 EUR(유로) = 1560 KRW(원)

[출처 : SCI/Verkehr, "The Worldwide Market for Railway Technology 2009-2014", 2009]

나. 철도운영 및 유지보수 효율성 강화 필요

- (1) 차량의 유선인터페이스는 인적오류에 의한 오배선으로 인한 성능결함을 제공하고 또한 차량배선과 관련된 유지보수 혹은 개량을 위하여 대상 편성의 운행중지 필요.
 - 차량 전장품 개량을 위하여, 약 300시간의 소요시간과, 약 4~5억의 비용 발생.
- (2) 철도차량 개량 혹은 유지보수를 위한 편성단위 운행중지는 많은 비용과 시간이 수반되므로 철도차량의 수명까지 아날로그 기술을 적용함으로써, 새로운 철도 기술 발전을 저해하는 원인.
- (3) 철도차량 내부장치간 무선연계기술을 통한 차량 설계구조 복잡성 및 제약요인을 감소시키고, 배선으로 인한 차량무게의 경량화 가능.
 - 수도권 전철 기준으로 차량내 배선 무게 10tons

4. 기술적 필요성

가. 철도기술의 기술 선점 필요

- (1) 국내의 철도산업에 대해 외국과의 SWOT분석에서 약점으로 철도기술수준의 저하로 인해 국제 경쟁력에서 뒤짐.
- (2) 유럽에서는 2000년대 초반부터 열차운행제어 및 승객서비스를 대상으로 ICT 철도융합원천기술개발을 통하여 해당 분야의 국제 표준화를 선도하고, 지적재산권을 선점하고 있음.
- (3) 철도차량 연계기술은 국가간 열차운행이동이 빈번한 유럽을 중심으로 유선 연계기술에 대한 기술개발 및 국제 규격(IEC 61375)이 선행되고 있음.
- (4) 최근 중국을 중심으로, 철도차량간 무선연계에 관한 국제규격(IEC 61375 2-7, 2014.04.30.)이 제정되었고, 철도차량 Remote control에 대한 국제규격이 Voting에 중임.

표 1.2 철도산업 SWOT 분석자료

구 분		주요 요인
내부 환경	강점 (Strength)	<ul style="list-style-type: none"> • 공공기관 중심의 수주지원체계 구축 • 일부 기술분야에 대한 경험축적 및 가격경쟁력 확보 • 한국의 경제성장모델에 대한 개도국의 높은 선호도
	약점 (Weakness)	<ul style="list-style-type: none"> • 선진국 대비 철도기술수준이 낮고 외국어 구사력 부족 • 해외 철도사업 수행경험/실적 부족 • 해외 인적 네트워크/정보 수집체계 미흡 • 철도관련 업체의 영세성으로 해외진출 및 기술개발을 위한 투자 어려움 • 내수시장규모의 한계 및 기술 관련 규정의 미흡 • 대규모 민자 일괄발주사업 주관 역량 및 관심 부족 • 대규모 자원조달능력 부족 • ODA 예산규모가 선진국보다 작음
외부 환경	기회 (Opportunity)	<ul style="list-style-type: none"> • 해외 철도시장규모 확대 • DAC 가입에 따르는 ODA 예산 확대 • 정보의 정책금융 확대 노력 • 글로벌 인프라펀드의 조성 • 일괄발주형 민자사업의 증가
	위협 (Threat)	<ul style="list-style-type: none"> • 선진국의 해외 철도시장 선점 • 경쟁국의 해외 철도사업 적극 참여 • DAC 가입에 따르는 Untied원조 확대 • 민자사업의 증가로 사업리스크 확대

<출처 : 2013년 국회 국토교통위원회 정책자료집>

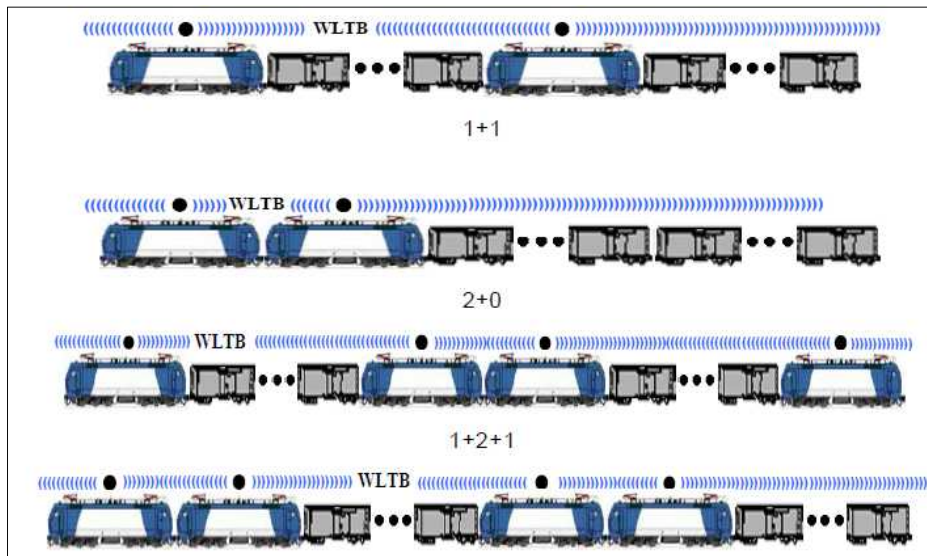


그림 1.3 Application for wireless train backbone(IEC 61375 2-7)

- (5) 철도차량 내부장치간 무선연계기술은 전세계적으로 연구개발 초기단계로, 국내철도가 우리나라의 강점인 ICT기술을 활용하여 미래철도기술을 리드할 수 있는 고부가가치 기술로, 연구개발 초기단계인 현시점이 연구개발 적기임.
- 국내 R&D를 통하여 개발된 SAN은 ICT 해양기술 융합기술로 선박시스템의 운영 및 유지보수효율화를 통하여 국내 선박 경쟁력을 높혔고, 개발기술의 국제표준(IEC 61162-450. 2011.06)화로 세계기술을 리드하고 있음.

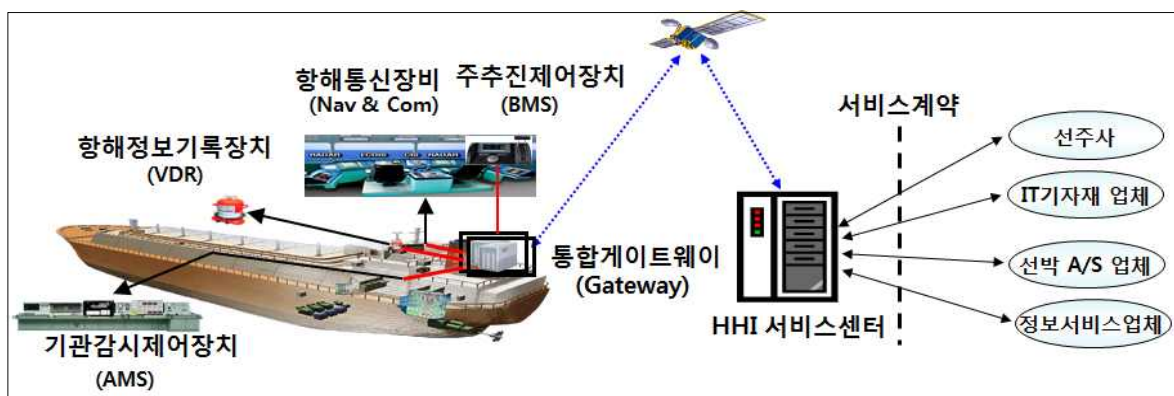


그림 1.4 SAN(Ship Area Network)

나. ICT철도 융합기술 개발을 통한 철도산업 발전 도모

(1) 국내의 철도산업의 global 경쟁력을 높이기 위해 국내 IT기술을 접목시키는 융복합 기술개발의 필요성이 부각됨.

○ 우리 ICT산업은 '12년 국내 전체 GDP의 12.3%, 전체 수출의 28.3%를 차지하는 국가 경제의 핵심 산업으로 성장

- (생산) '12년 전세계 생산의 6%를 차지, 세계 4위 규모로 성장
- 수출순위(GTIS, '12):(1위)중국, (2위)미국, (3위)독일, (4위)일본, (5위)한국

(2) 세계 최고수준의 ICT인프라와 활용도로 ICT 강국 위상 확립

○ ICT 발전지수 세계 1위('11), 모바일 초고속인터넷 보급률 세계 1위('11)

(3) 국내 ICT 3大주력 품목은 세계 일등 산업으로 성장

○ (스마트폰) 국산 1호 휴대전화 개발('88) → 세계1위 : 점유율 38.3%('13.1Q)

○ (메모리) 국내 최초 64K D램 개발('83) → 세계1위 : 점유율 50.9%('13.1Q)

○ (디스플레이) 1세대 LCD 생산라인 가동('95) → 세계1위 : 점유율 48.7%('13.1Q)

제 2 장 국내외 기술 동향

제 1 절 국내 기술 동향

1. 국내 철도차량내 연계기술 현황

국내 철도차량에서 사용되고 있는 통신망은 열차운행제어와 관련된 망과, 승객 안내 및 보호를 위한 서비스 망으로 구분된다.

표 2.1 국내 철도차량내 연계기술 현황

연계 방식	통신속도	적용 프로젝트
SPC 통신 방식	1Kbps, 멀티드롭 버스	코레일 전동차 (안산선, 분당선, 1호선등 1993년도 도입차량)
도시바 SL-NET	2Mbps, 링루프 토큰링	SMRT 전동차 (7호선 2차분, 1998년도 도입차량)
	2Mbps, 링루프 토큰링	코레일 전동차 (경부선, 분당선등 2001년도 도입차량)
우진 SL-NET	2Mbps, 시리얼토큰링 버스	코레일 전동차 (경부선, 중앙선, 경의선, 광명선, 수인선, 경춘선, 분당선, 1호선 등)
	2Mbps, 이중멀티드롭버스	코레일 전동차 (누리로, 경춘선(ITX), ITX 새마을, 부산4호선 등)
GEC 네트워크	38.4Kbps, 이중 멀티드롭 버스	SMRT 전동차 (7호선 1차분, 1995년도 도입차량)
FIP	1Mbps, 멀티드롭 버스	부산2호선, 인천1호선
Vicle Bus	500Kbps, 멀티드롭 버스	대구1호선
LON Work	1.5Mbps, 멀티드롭 버스	대구2호선, 인천신공항, 광주지하철,대전도시철도
MVB	1.5Mbps, 멀티드롭 버스	인천2호선, 터키 마르마라이, KTXII, HEMU-430X
Tonard	1Mbps, 링루프 토큰링	KTX1

전자의 경우 초기에는 Current Loop, RS485 등으로 구성되었고, 현재는 국제표준인 국제 표준 IEC 61375 part 2(backbone), part 3(consist network)에 따라 CAN, LONWORK, S-L NET, FIP, DINBUS, MVB, TORNADO 등 다양한 네트워크 통신망을 구성하여 열차를 제어하고 그 상태를 모니터링하고 있다. 후자의 경우 CCTV 등 동영상 등 대용량 정보를 고속으로 전송하기 위한 Ethernet 망을 구성하고 있다. 이와 같은 구성은 차량의 유형별로 아래와 같이 상이하다.

○ 차량진단 및 제어 연계망

전장장치들의 상태진단과 제어를 위해서 데이터의 신뢰성, 안정성 및 장치간의 호환성을 위해서 국제 표준 규약(TCN, IEC-61375)으로 구성

○ 승객서비스 연계망

방송/표시기 장치를 연결하는 망은 CCTV의 많은 데이터량을 고려하여 이더넷 및 RS-485의 형태로 구성되고 있다.

차량내 주요 전장장치 인터페이스 종류는 다음과 같다.

표 2.2 전장장치 인터페이스

순번	인터페이스	사양	적용사례
1	Digital Input	-DC24V(10mA) -DC72V(5mA) -DC100V(5mA)	-계전기/릴레이 동작상태 확인용 보조접점 (전류확인)
2	Digital output	-DC24V(250mA) -DC72V(200mA) -DC100V(150mA)	-계전기/릴레이 코일 및 램프 등 제어용으로 사용(전류확인)
3	Analog inout	-0~10V -0~20mA	-주간제어기, 배터리 전압, ATO 명령 등의 입력으로 사용
4	MVB	-EMD, 1.5Mbps, Manchester Coding	-주요 전장장치와 통신 IF
5	RS-485	-1:1, 1:N, NRZI -HDLC/Async	-주요 전장장치와 통신 IF
6	CAN	-200kbps	-Power Pack과 IF
7	LAN	-유선	-Infotainment, CCTV, PTU

2. 국내 철도차량 네트워크-제어 및 모니터링장치간 인터페이스 현황

국내 철도차량의 유선연계기술을 통신네트워크를 이용한 철도 차량의 전장품 모니터링과 진단을 위한 철도제어감시장치(TCMS, Train control & Monitoring System) 운영되고 있다.

이는 1990년대 초에 본격적으로 시작되어 초기에는 단순히 차량에 설치된 주요장치의 고장 현시 및 기록을 위해서 속도기록계 및 다수의 고장표시 등을 사용한 것이 전부였으나, 이후 컴퓨터와 통신기술의 급속한 발전에 힘입어 열차의 상태현시 및 고장기록을 할 수 있는 열차정보장치(TIS : Train Information System)가 도입되어 지하철 각 노선에 적용하고 있다. 1990년대 중반부터는 열차의 안전성과 편의성 및 신속하고 쾌적한 승객수송 환경을 확보하기 위하여 차량의 추진·제동 시스템, 신호보완 시스템, 승객 서비스 장치, 자체 전기장치의 상태를 통합적으로 관리하고 제어하는 열차진단제어가 새롭게 도입되어 계전기 로직에 의존하던 종전의 설계기술을 프로그램으로 대체하게 되었다.

가. 종합제어장치

○ 국내 전동차 종합제어장치

- 국내 전동차의 종합제어장치는 과천, 분당선의 TGIS(Train General Information System)을 기점으로 TIS와 최근은 TCMS 방식까지 함께 사용하여 여러 방식이 탑재된 전동차가 운행 중이다.

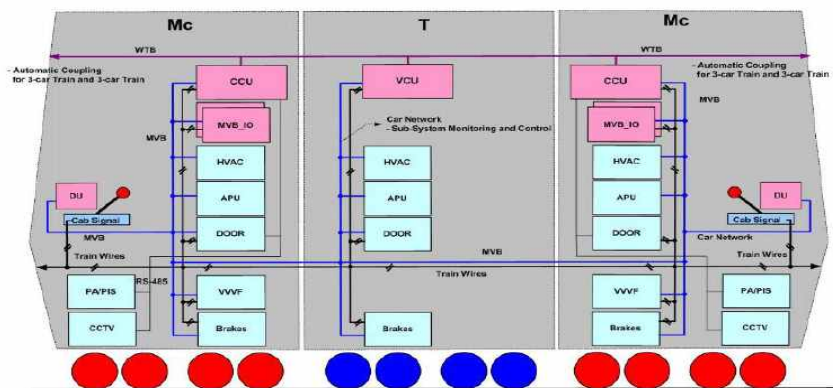


그림 2.1 전동차 통신구성

표 2.3 국내 지하철 호선 별 네트워크 주요 사양

구 분	5 호선	6 호선	7 & 8 호선
제 작 사	Adtranz	Melco	Toshiba
통 신 명	IVDC	ArcNet	SL-NET
속 도	153 Kbps	2.5 Mbps	2 Mbps
전송신호	12 Vpp	16 Vpp	5 Vpp
토폴로지	Multi-drop bus	Bi-direction ring	Multi-drop bus
프로토콜	Polling/Selecting	Token-passing	Polling/Selecting
통신매체	Shield Twisted Wire Pair		

- TCMS는 기존 System과 비교하여 각종 주요장치인 인버터, 제동, ATC, SIV, 고압 장치들을 운영할 수 있는 제어기능을 강화하여 가지고 있음으로써 System의 제어를 가능하게 하는 장치로 발전되었다.
- 현재 국내에서도 MVB 버스를 사용하기 시작하여, 국내에서 제작한 차량인 인천 2호선에 적용되었다.

○ 고속철도 차량진단제어장치

국내에서는 경부고속열차 도입과 병행하여 고속철도기술개발사업을 통해 코레일에서 개발한 한국형 고속열차 G7 시제차(HSR350x)에, 차량컴퓨터 제어장치(OBCS)와 국제표준규격인 IEC 61375를 사용한 TCN 방식의 열차진단 및 제어 시스템을 자체개발, 적용(2009)하고 있다.

국내 고속차량의 TCMS 통신 네트워크는 유선으로 구성이 되어 있으며 알스통의 KTX를 제외하고는 모두 국제표준인 TCN(IEC-61375)를 따라 구축이 되어 있고, 방송/표시기의 경우에는 RS-485와 아날로그형태의 비디오 통신망으로 구축되어 있다. 알스통에서 제작된 KTX와 현대로템에서 국내 개발된 KTX-II(산천)과 아직 상용운전은 되지 않았지만 개발에 성공해 시운전 중인 차세대 고속열차(HEMU-430)의 세 종류가 있다. 이들 열차는 모두 유선을 기반으로 한 TCMS 네트워크와 방송장치 네트워크를 별도로 구축하고 있다.

나. 종합제어장치-전장장치간 인터페이스

1990년대 초에 본격적으로 시작되어 초기에는 단순히 차량에 설치된 주요장치의 고장 현시 및 기록을 위해서 속도기록계 및 다수의 고장표시 등을 사용한 것이 전부였으나, 이후 컴퓨터와 통신기술의 급속한 발전에 힘입어 열차의 상태현시 및 고장기록을 할 수 있는 열차정보장치(TIS : Train Information System)가 도입되어 지하철 각 노선에 적용하고 있다. 1990년대 중반부터는 열차의 안전성과 편의성 및 신속하고 쾌적한 승객수송 환경을 확보하기 위하여 차량의 추진·제동 시스템, 신호보완 시스템, 승객 서비스 장치, 자체 전기장치의 상태를 통합적으로 관리하고 제어하는 열차진단제어가 새롭게 도입되어 계전기 로직에 의존하던 종전의 설계기술을 프로그램으로 대체하게 되었다.

표 2.4 주요 전장장치 인터페이스 고려사항(예)

순번	주요전장장치	제어명령	통신상태/고장
1	추진장치	-P/B bit, 열차방향(F/R) -P/B bit command(0~100%) -wheel 설정정보(1sec 유지)	-추진/회생 상태정보 -HSCB, LB, CCK상태 -소비전력, Wheel 정보 -고장정보 등등
2	제동장치	-P/B bit, Holding break -P/B bit command(0~100%) -CPRB command	-BC, AS, MR 입력 -제동상태(HB, EB) -NPRD, CPRD
3	보조전원장치	-SIV off 또는 Reset 명령	-SIVK, MJF, 전압/전류 -고장 정보 등등
4	HVAC	-HVAC mode, 반감운전 -설정 온도 값, 차호정보	-냉/난방 동작상태 -고장 정보 등등
5	DCU	-없음	-출입문 개폐, 바이패스, 비상핸들, 고장정보 등
6	승객안내장치 (방송표시기/CCTV)	-거리정보, 출입문 개폐	-GPS 시간, 동작상태 및 고장정보
7	차상신호장치	-인버터, 제동고장상태	-ATO 명령, FSB, 역정보
8	화재감지기	-없음	-화재/연기/온도 및 고장정보
9	RTD or ER	-고장정보, 운행기록 등	-고장정보

3. 국내 타 산업분야 배전반 적용 현황

컨베이어, 자동차, 엘리베이터, Home Automation 등 산업계 전반에 걸쳐 사용되는 로직제어 기술은 전력 배전반 분야에서와 같이 근래의 디지털 변전소의 설비 및 배선의 간소화, 다양한 장비들의 상호 인터록 로직제어 등에 특히 사용되고 있다.

기존 배전반의 기술 동향은 전력의 발전, 송전, 변전에서부터 수전, 배전 및 전동기 제어에 이르기까지 전력의 수급이 필요한 모든 부분에 필요한 장치로서 계전기, 개폐기, 안전장치, 계기등을 설치하여 선로의 개폐나 기기의 제어와 감시를 쉽게 한다. 전력수급의 규모와 안전성에 대한 요구가 증대됨에 따라 복잡, 대형화 되고 있다. 최근 인텔리전트 빌딩이나 24시간 가동빌딩, 생산과정이 고도화된 FA공장 등이 출현하고 있는 고도 정보화, 온라인화 된 사회에서 전기에의 의존도가 증대되면서 전기에너지의 안정 공급이 수배전 설비에서의 사회적 욕구가 되었으며 도시의 과밀화, 지가상승에 따라 배전반을 소형화함으로써 설치면적의 축소를 도모할 필요성이 생겼다. 이를 위해 기기간의 통합 및 통신을 이용한 연결배선을 줄이는 방향으로 나아가고 있다. 이와 같이 배전반에의 요구사항은 에너지 사정이나 사회정세의 변화에 따라 다양화되고 중요성이 높아감에 따라서 선진국에서는 1960년부터 시작되어온 전자기술의 적용을 최근 본격적으로 확대하고 있다.

표 2.5 배전반 발전 방향

구 분		1970년 ~	1975년 ~	1980년 ~	1985년 ~	1990년 ~	1995년 ~	2000년 ~
시장Needs		다량생산 (기계제어)	다품종 소·중량 생산	다품종 변량생산 (FMS)	다품종 변량생산 (FA, CIM)	적중적량생산	소프트 생산성 향상 환경에 대한 배려	PC/정보처리와 융합
PLC 기초기술		IC형 PLC	범용 U-process PLC 출현	GM의 MAP 제안	ASIC의 채용	Software의 고도화	통신Open화 언어의 표준화	Multi Tasking 프로그램 호환
PLC 발전	Sys.	릴레이 대체 (PLC 실용화)	제어 용도 확대	대규모화, 기능 확대, I/O 분산	고성능화, 저가격화, CPU 분산	FA 시스템의 핵심 Controller화, 네트워크 분산	소형/고속/분산, 네트워크의 Open화	소형화/고속화, IT화 대응
	H/W	하드 Wire MPU Logic	Discrete Logic	8Bit MPU	8Bit MPU + 전용 LSI	16Bit MPU + 전용 LSI	32Bit RISC MPU + 전용 LSI	32Bit RISC + 전용 LSI + Multi CPU
	S/W	니모닉, AND/OR 심볼	비트연산, 니모닉	응용명령 (산술/논리연산) LD 프로그램	고도의 응용명령	SFC 프로그램	LD프로그램의 구조화	IEC61131-3 적용

특히 마이크로프로세서를 적용하여 아날로그 계기로서는 구현이 어려운 기능들을 실현시킴으로써 고 기능화, 다 기능화를 추구하고 있다.

기존에는 아날로그 계기들의 기능을 하나의 디지털 제어장치로 수행하는 것이 주로 이루어지고 있으며, 근래는 이와 더불어 PLC 및 통신을 이용한 회로배선을 간소화 할 수 있도록 기술 개발이 이루어지고 있다.

변전 분야에서는 2000년대부터 변전소내 통신규격을 표준화 및 보호 및 제어기기 등을 디지털 하여 기기간의 협조, 일괄집중 감시 시스템 및 회로변경에 대한 유연성등 변전소의 설비 및 기기의 디지털화가 이루어지고 있으며 변전소 내부 배전반까지 디지털화가 진행되고 있다.

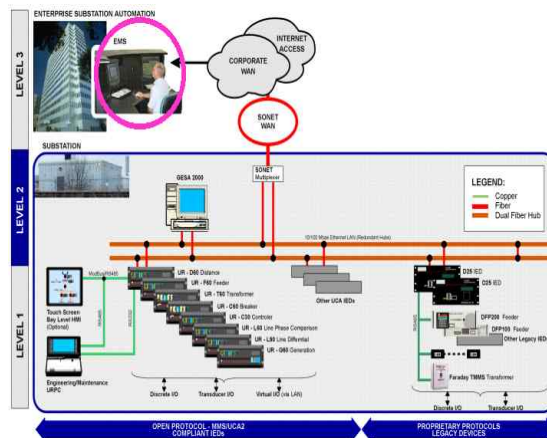


그림 2.2 국외 변전자동화 시범 적용 예

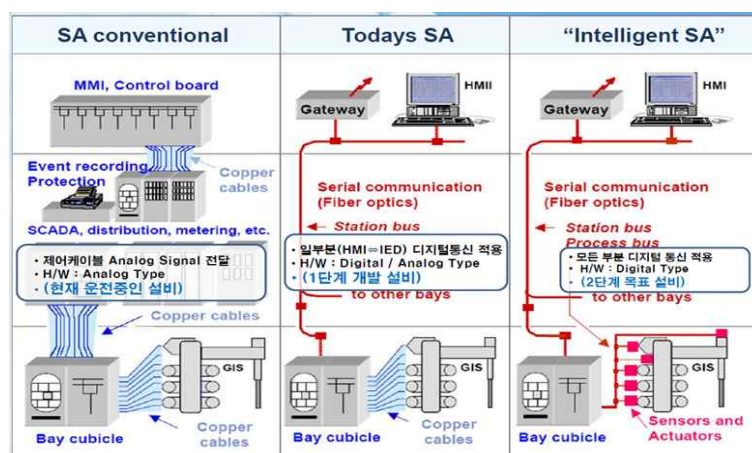


그림 2.3 전력분야 배전반 발전방향

4. 철도차량내 배전반

현재 철도차량에서 사용되고 있는 전기배전반은 크게 일반 배전반과 냉난방배전반 등이 있는데, 이들의 기능은 차량내 전기장치들에 제어전원을 공급을 주로 담당하며 릴레이나 타이머, 마그네틱 컨택터 등을 이용하여 순차적 제어로 직을 구현함으로 간단한 전기제어를 담당한다.

가. 고속철도 차량

국내 고속차량의 배전반은 동력차량과 일반 객차에서 사용하는 배전반의 형태가 많이 상이한데 동력차의 배전반이 제어하는 전기장치의 종류가 많고 다양해 일반 객차보다 복잡한 형태로 구성되어 있다. 고속차량의 배전반은 전동차와 유사하게 일반 릴레이와 타이머, 마그네틱 컨택터 등으로 hard-wired로 구성되어 있는 부분과 일부 sequence logic이 병합되어 있는 형태이다.

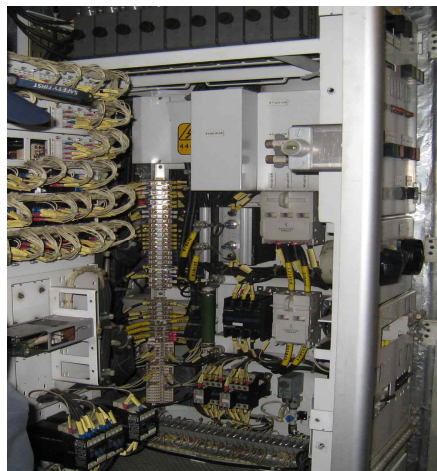


그림 2.4 KTX산천 배전반

나. 일반(전동)차량

국내 일반전동차량의 배전반은 냉난방용과 일반 배전반으로 구성되어 있다. 2000년대 이전의 전동차의 경우 배전반에 기계식 릴레이, 타이머, 마그네틱 컨택터 등을 이용하여 복잡한 구조를 이루고 있으며, 2000년 중반을 넘어서는 소프트웨어 로직을 TCMS에서 일부 구현하고 있는 형태를 이루고 있다. 도시철도 운영기관 배전반 현황은 아래 그림과 같다.



그림 2.5 도시철도공사 배전반 현황



그림 2.6 서울메트로 배전반 현황



그림 2.7 신분당선 배전반 현황

표 2.6 배전반 현황

배전반 구성요소	기능	소프트 로직 구현여부
Circuit Breaker	과전류 차단 기능이 있는 NFB(No Fuse Breaker)를 설치하여 차량의 전기회로를 차단하는 기능	차단용량 및 과전류 차단 기능 필요로 구현불가
제어 및 기기상태 릴레이	차량의 상태 또는 전기회로를 제어하는 릴레이	일부 가능
Timer	지연 동작이 필요시 Timer를 설치하여 제어	가능
Switch	Cam Switch를 사용하여 상태 조정	가능
MYCOM	차량의 냉·난방 자동조정장치	소프트 로직으로 구현되어 있음.

차세대 전동차의 배전반은 외산 PLC 상용제품(WAGO사)이 적용되어 있고, Light 제어에 사용 되고 있다. 이 제품은 DI/DO 및 통신등의 M/D을 확장할 수 있으며, 전면 232C Port를 이용하여 PLC 회로를 구성할 수 있다.



그림 2.8 차세대전동차 배전반 현황

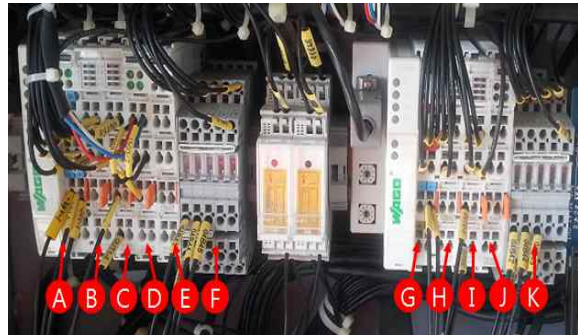
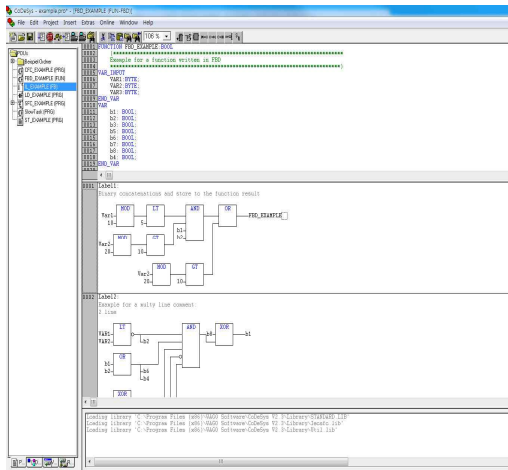


그림 2.9 차세대전동차 배전반 현황 상세

표 2.7 PLC배전반 적용 제품

M/D	제조사	형식명	기 능
A, G	WAGO	750-815/025-000	MODBUS Controller RS-485
B, H	WAGO	750-430/025-000	Digital Input 8DI, 24V DC, 3.0ms
C, I	WAGO	750-530/025-000	Digital Output 8DO, 24VDC, 0.5A
D	WAGO	750-653/025-000	Serial interface RS-485
E, J	WAGO	750-600/025-000	End module
F, K	WAGO	859-304	Ry. Output module 250V AC, 6A

표 2.8 차세대 전동차 PLC 배전반 입/출력 항목

M/D	Input	Output	기 능
B	04B35		INTERIOR LIGHTS CONTACTOR INPUT
	04B36		INTERIOR LIGHTS CONTACTOR INPUT
C		OUT1-1	PLC OUTPUT
		OUT1-2	PLC OUTPUT
		OUT1-3	PLC OUTPUT
		OUT1-4	SPARE
		OUT1-5	SPARE
D	1503/1		RS 485(+) : RESCUE OPERATION
	1503/2		RS 485(-) : RESCUE OPERATION
	1503/3		Signal Ground : RESCUE OPERATION
	TCMS와 RS 485 통신으로 연결되어 있음		
F	OUT1-1		Ry. Ouput module operation(24VDC)
	OUT1-2		Ry. Ouput module operation(24VDC)
	OUT1-3		Ry. Ouput module operation(24VDC)
	OUT1-4		SPARE
	OUT1-5		SPARE
		04B42	INTERIOR LIGHTS CONTACTOR OUTPUT
		04B44	INTERIOR LIGHTS CONTACTOR OUTPUT
		04B45	INTERIOR LIGHTS CONTACTOR OUTPUT
H	04B35		INTERIOR LIGHTS CONTACTOR INPUT
	04B36		INTERIOR LIGHTS CONTACTOR INPUT
I		OUT2-1	PLC OUTPUT
		OUT2-2	PLC OUTPUT
		OUT2-3	PLC OUTPUT
		OUT2-4	SPARE
		OUT2-5	SPARE
K	OUT2-1		Ry. Ouput module operation(24VDC)
	OUT2-2		Ry. Ouput module operation(24VDC)
	OUT2-3		Ry. Ouput module operation(24VDC)
	OUT2-4		SPARE
	OUT2-5		SPARE
		04B44	INTERIOR LIGHTS CONTACTOR OUTPUT
		04B45	INTERIOR LIGHTS CONTACTOR OUTPUT

제 2 절 국외 기술동향

1. 국외 철도차량내 연계기술 현황

가. TCN(Train Communication Network)

(1) TCN 표준은 1990년 ABB, AEG, Siemens, Firema 사간에 JDP(Joint Development Project)으로 시작되어 현재는 차량제작사, 전장품 제작사, 사업자가 모두 참여하는 광범위한 그룹의 지지를 받고 있다.

- 해외 철도 차량 제조업체로는 유럽 빅3라 불리는 Bombardier(캐나다), Alstom(프랑스), Siemens(독일) 등 3대 기업을 우선 들 수 있는데, 3사는 본래 철도차량 업체로 출발, 차량부품 및 신호통신부문도 겸하고 있음. 이와 더불어 엔지니어링 능력을 제고하는 동시에 1990년대 후반에는 유지보수 서비스 업무 수주를 무기로 시장을 확대, 이로써 철도 종합 차량업체로서 종합 철도 시스템 공급자(Integrated rail system supplier)로 자칭하게 됨. 이 3사는 세계 철도 차량 산업 시장에서 약 절반(47%)의 점유율을 차지한다.
- 유럽 빅3가 여객, 화물 양쪽 철도 시장을 대상으로 하고 있다면, 미국의 GM 및 GE 2사는 화물 철도가 발달한 미국의 철도 사업을 반영하여 디젤기관차 분야에서 세계를 선도하고 있으며 두 회사 모두 서비스(기관차의 유지보수, 수리)분야에서 매출을 신장시키며 3대 업체에 이은 점유율(16%)를 확보하고 있다.
- 일본(차체 주요 5사: 가와사키중공업, 히타치, 니혼차량, 긴키차량, 도큐차량) 이외에 Ansaldo-Breda(이탈리아), CAF(스페인), TALGO(스페인), SCODA(체코), ROTEM(한국)이 자국 및 특정 지역·분야에서 강점을 발휘하며 각축을 벌이고 있으며, 중국(중국북방기차차량공업집단공사 CNR, 중국남방기차차량공업집단공사 CSR) 업체도 해외시장을 틈틈이 엿보고 있다.

- 철도 선진국들은 철저한 자국산업 보호와 육성을 위한 국가차원의 정책지원 아래 세계시장 선점을 위해 공격적 R&D 투자 중이며, 프랑스와 중국은 기술 과시를 통한 세계최고 기술 보유국임을 경쟁하고 있다.
 - 이더넷을 이용한 통신은 방송장치 및 CCTV 인터페이스에서만 이용되고 있는 상황이며, 이더넷과 TCN을 통합한 통신에 대한 필요성은 대두되고 있으나 아직까지는 적용이 미흡하다.
- (2) TCN 표준 1.0/2.0은 차량내 네트워크간의 물리계층 및 데이터링크 계층만을 명확하게 규정하고 있으므로, TCN의 활용을 위해서는 상위계층 즉 데이터 종류와 활용을 규정할 필요가 있다.

INTEGRAIL 2005	UNIFE, ALSTOM, ANSALDOBREDA, BOMBARDIER, SIEMENS, D'APPOLONIA, FAV, AEA, ATSF, CAF, NORTEL, LABS, FAR Systems, MERMEC, TRENITALIA, RFI, ATOC, CD, MAV, UNICONTROLS, Strukton, Deuta-Werke, Heriot-Watt, IMEC, OFFIS, Televic, Seebyte, Kontron, University of Chile, INRETS, Wireless Future, University of Birmingham, RENFE, ARGE Korridor X, VR, Network Rail, Prorail, SNCF, UIC, RFF
MODTRAIN 2004	EU, UNIFE, AKSTOM, ASB, BT, SIEMENS, UIC, FAV, ABB, FAR, D'Apollonia, Frensisistemi, KMT, Knorr, D2S, Lucchini, Polit.Milano, Uni.Firenze, TUV, IWM, Deuta, ARCC, TUB, IAS, VUT, UPC, RIA, FIF, VDB, ASSIFER, ERCIM, IST, IFE, Lumikko, DB, TRENITALIA, SNCF
EUROMAIN 2002	EU, BT, SIEMENS, AnsaldoBreda, ATSF, LAB, Alstom, AtosOrigin, FAR Systems, Silogic, CAF, DB, OEGB, RENFE, FS, SNCF
TRAINCOM 2000	EU, ADtranz, Firema, SIEMENS, Ansaldo, LAB, Alstom, Atos, Far, Silogic, CAF, DB, RENFE, FS
UIC 5R 1999	UIC, ERRI, ERS, ADtranz, Firema, SIEMENS, Ansaldo, Alstom, Traxis, ELIN, Focon, EKE, DB, NS, FS, ÖBB, SNCF, CKD
ROSIN 1996	EU, ADtranz, Firema, SIEMENS, Ansaldo, LAB, Alstom, CAF, DB, FS, ÖBB, SNCF, Eusko Tren
IGZ 1994	ABB, AEG, Firema, SIEMENS, ERRI, Holec
JDP 1990	ABB, AEG, Firema, SIEMENS

그림 2.10 TCN 표준 제정 역사

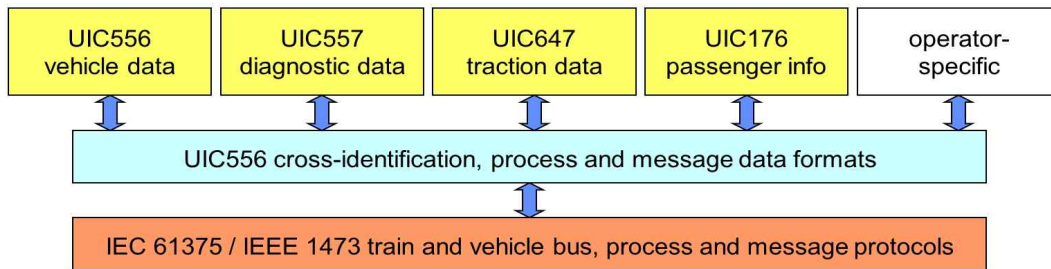


그림 2.11 UIC 표준

- 유럽에서는 TCN 표준과 병행하여 TCN의 활용에 관한 상위계층에 대한 표준이 UIC(International Railway Union)에서 제정되어 사용 중에 있다.
- ROSIN프로젝트 후속으로 UIC647 기반의 운용호환성 및 지상통신 (GSM Radio) 지원하는 TrainCom 프로젝트가 2000년대 중반 진행되었다.
- 미국 IEEE에서는 Rail Transportation Standards Committee(RTSC)에서 IEEE-1473 표준을 제정. RTSC산하 WG9은 UIC와 협력하여 정보교환에 대한 표준 정의하여 열차간, 사업자간 상호 운용성 확보하고자 노력하고 있다.
- IEC에서는 TCN을 계속해서 발전적으로 개정해오고 있으며, 최근에는 TCN 3.0을 제정을 앞두고 있으며, 3.0에는 통신 매체에 대한 표준과 더불어 응용계층간의 표준으로 TRDP 표준을 제시함으로써 수직적 표준제정을 목표로 하고 있다.
- IEC61375(TCN, Train Communication Network)에서 제안하는 통신규격은 차량 내 기기들의 통신을 위한 MVB(Multifunction Vehicle Bus)와 차량간의 연결을 위한 WTB(Wire Train Bus)의 이중구조로 되어 있다. 그 후 Ethernet 통신방식의 기술개발과 확장성을 바탕으로 이더넷 기반의 IEC61375 통신규격이 제정되었으며 국내.외 철도 차량에 Ethernet 방식의 통신을 적용하도록 요구하는 차량의 비중이 증가하고 있으나 이더넷을 이용한 통신은 방송장치 및 CCTV 인터페이스에서만 이용되고 있는 상황이며, 이더넷과 TCN을 통합한 통신에 대한 필요성은 대두되고 있다.

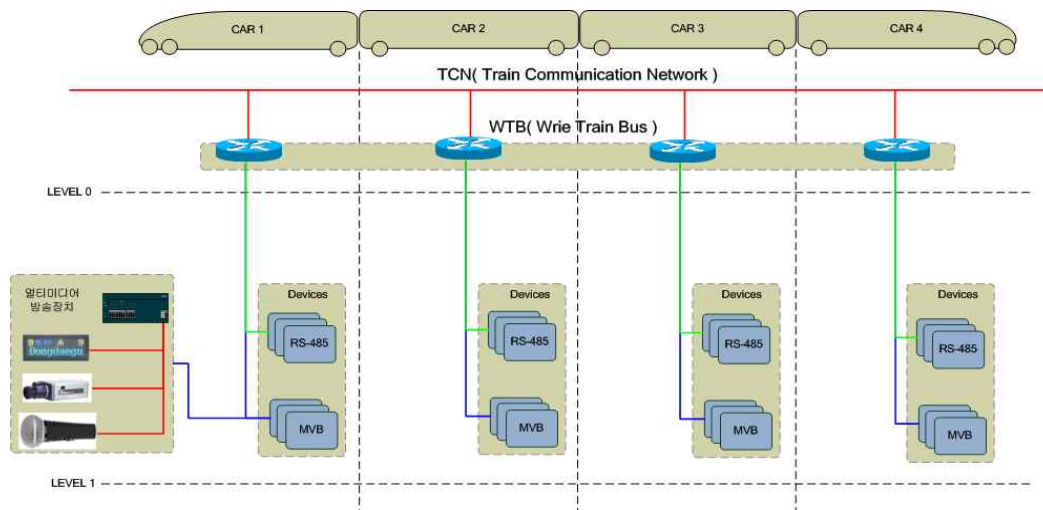


그림 2.12 IEC-61375 WTB, MVB 기반의 통신네트워크

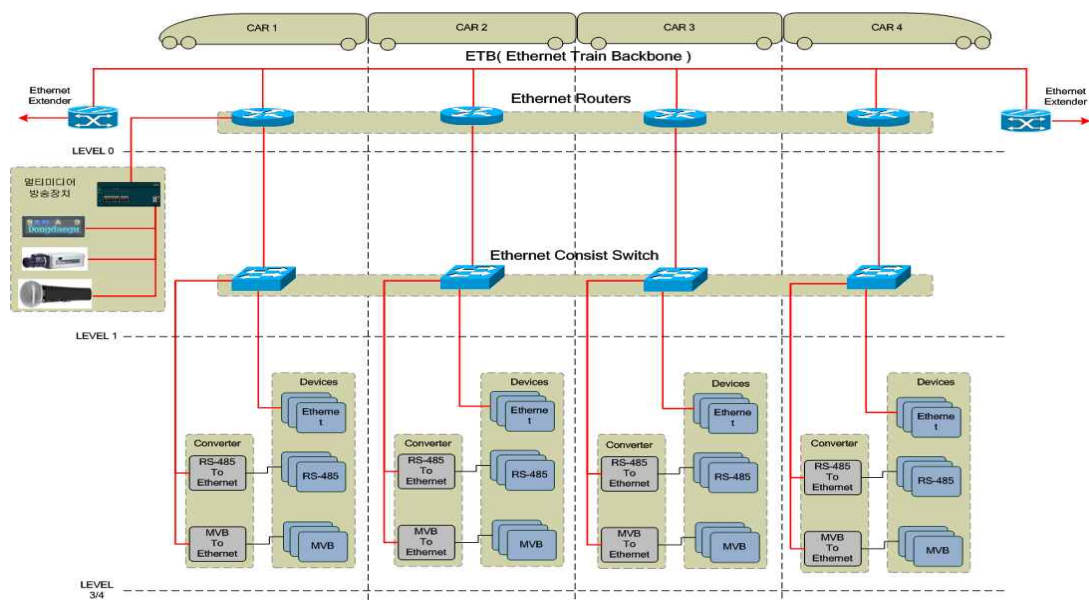


그림 2.13 IEC-61375 이더넷을 이용한 통신 네트워크

나. 규격제정 현황

중국을 중심으로, 철도차량간 무선연계에 관한 국제규격(IEC 61375 2-7, 2014.04.30.)이 제정되었고, 철도차량 Remote control에 대한 국제규격이 Voting에 중에 있다.

표 2.9 규격제정 현황

규격	내용
IEC 61375-1	Railway applications - Electronic railway equipment - Train communication network - Part 1: Train Communication Network General Architecture
IEC 61375-2-1	Railway applications - Electronic railway equipment - Train Communication Network-Part 2-1: WTB - Wire Train Bus
IEC 61375-2-2	Railway applications - Electronic railway equipment - Train communication Network - Part 2-2: WTB - Wire Train Bus conformance testing
IEC 61375-2-3	Railway applications - Electronic railway equipment - Train Communication Network - Part 2-3: Communication Profile
IEC 61375-2-4	Railway applications - Electronic railway equipment - Train communication Network - Part 2-4: Application Profile
IEC 61375-2-5	Railway applications - Electronic railway equipment - Train Communication Network - Part 2-5: ETB - Ethernet Train Backbone
IEC 61375-2-6	Railway applications - Electronic railway equipment - Train communication network - Part 2-6: Board to Ground Communication
IEC 61375-2-7	Railway applications - Electronic railway equipment-Train communication network(TCN) - Part 2-7 : Wireless Train Backbone(WLTB)
IEC 61375-3-1	Railway applications - Electronic Railway Equipment - Train Communication Network - Part 3-1: MVB - Multifunction Vehicle Bus
IEC 61375-3-2	Railway applications - Electronic railway equipment - Train communication Network - Part 3-2: MVB - Multifunction Vehicle Bus Conformance Testing
IEC 61375-3-3	Railway applications - Electronic Railway Equipment - Train Communication Network - Part 3-3: - CANopen Consist Network
IEC 61375-3-4	Railway applications - Electronic railway equipment - Train communication network - Part 3-4: ECN - Ethernet consist network

2. 국외 철도차량내 무선연계 적용기술 현황

가. 국제 표준

최근 제정된 IEC 61375 2-7 무선 열차백본의 상세내용은 다음과 같다.

(1) 개요

화물열차에서는 화물칸들의 유선연결이 어렵고 유선연결시 비용이 증가하기 때문에 기존 유선기반의 열차백본망인 WTB (Wired Train Backbone, IEC61375-2-1), ETB (Ethernet Train Backbone, IEC61375-2-5)는 활용할 수 없다. 이러한 이유에서, 그림 2.17과 같이 여러 대의 화물기관차가 하나의 화물열차를 구성할 경우, 선두 화물기관차와 추종화물기관차들간에 추진/제동명령, 상태정보 등을 전송하기 위한 무선기반열차백본(radio-based WireLess Train Backbone : WLTB)망이 IEC 61375-2-7로 표준화되었다.

WTB와 ETB는 자동 열차조성(Train Inauguration)기능이 있으나 WLTB는 무선의 브로드캐스트 특성으로 자동 열차조성을 구현할 수 없다. 현재 표준에서는 기관사 수동에 의한 열차조성만을 지원한다.

선두기관차가 LTV (Leading Traction Vehicle)이 되고 다른 기관차들은 GTV(Guided Traction Vechicle)이된다. 기관사는 LTV에 탑승하여 화물열차를 운전하며, LTV의 추진/제동명령은 WLTB를 통해 GTV들에 전달된다.

(2) WLTB

아래 그림 2.18은 WLTB의 프로토콜 구조를 WTB 및 ETB와 비교하여 나타낸다. WTB에서 7+의 응용계층은 제동, 추진, 진단과 관련되며, 제동은 UIC 541, 추진은 UIC 647, 진단은 UIC 557에 상세히 명시되어 있다.

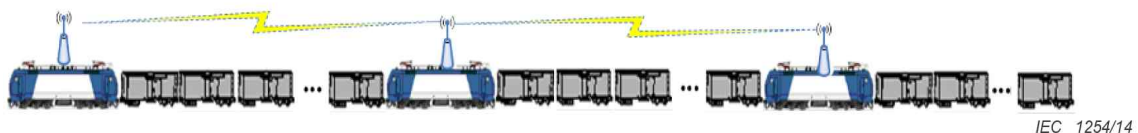
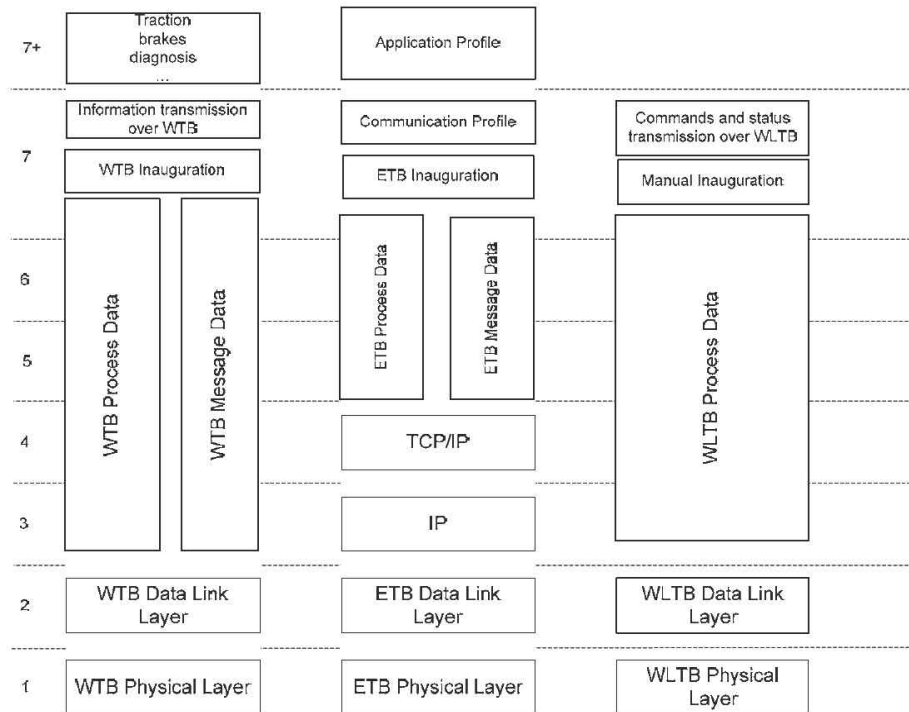


그림 2.14 3대의 화물기관차로 구성된 화물열차에서 WLTB 예시

ETB의 Communication profile (train real-time data protocol, universal resource identity addressing, safety communication)은 IEC61375-2-3에서 표준화가 진행중이며 application profile (제어/상태에 대한 데이터 구조)는 IEC61375-2-4에서 표준화중이다.



IEC 1253/14

그림 2.15 TCN의 프로토콜 구조

WLTB 물리계층 (OSI 1계층)은 800MHz대역, 8채널, 채널당 500KHz 대역폭, CP-FSK 변조방식으로 규정하고 있다. 중국 제안이 반영되어 현 표준에 포함되어 있으나 다른 나라의 반대에 의해 향후 개방형으로 변경될 것으로 판단된다. WLTB 데이터링크계층(OSI 2계층)은 MAC계층이 없으며 데이터전송시 충돌회피를 위해 WLTB 응용계층(OSI 3~7)에서 스케줄링이 구현된다. 무선의 논리링크제어는 중국표준(Technical Specification of the end of the train with 800MHz radio and the train safety pre-alarm system)을 따르도록 되어 있어 이 또한 논란의 소지가 있다.

WLTB 응용계층은 통신 스케줄링, 수동 열차조성, 다중홉릴레이를 담당한다. LTV에 탑승한 기관사의 추진/제동명령은 멀티홉릴레이에 의해 하향방향(LTV=>GTV)으로 GTV들에게 전달된다. 또한 GTV들의 상태정보들은 LTV가 있는 상향방향(GTV=>LTV)으로 멀티홉릴레이에 의해 전송된다. 열차조성은 기관사가 LTV와 GTV들에 있는 WLTB 노드들에 기본적인 정보 (노드 순번, 글로벌 주소, 열차진행방향, 기관차수, GTV간의 거리 등)를 직접 입력한 후에 노드들이 서로 간의 정보전송을 통해 검증 완료후 완성된다.

아래 그림 2.19는 데이터 구조를 나타낸다. 데이터 크기는 최대 232바이트이다. 2바이트의 RelayFlag1는 LTV에서 GTV방향의 데이터전송을, RelayFlag2는 GTV에서 LTV방향의 데이터전송을 나타낸다.

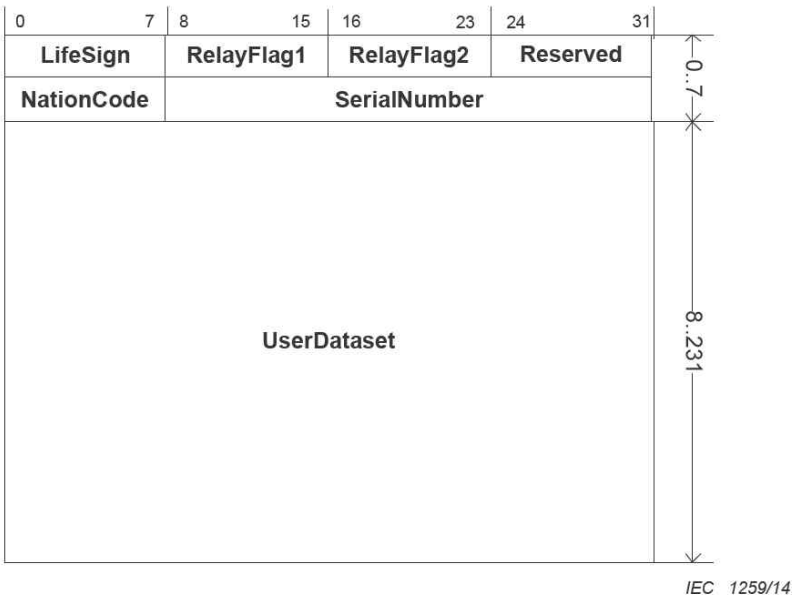


그림 2.16 프로토콜 데이터 유닛 구조

NationCode와 SerialNumber는 WLTB 노드들을 구분하기 위한 주소로서 고유번호로 할당된다. UserDataset에는 열차조성에 필요한 정보와 추진/제동/상태정보가 올라간다.

나. 적용현황

- 해외 철도 관련 통신 장비를 개발/판매하는 Moxa에서는 802.11n을 활용한 철도차량 무선데이터망에 관한 장비를 개발하고, 적용하였다.
- Moxa에서 제안한 철도차량 무선 네트워크는 열차제어용과 차량 서비스용으로 구분된다. 열차제어로는 통신기반의 열차제어시스템(차지상통신), 차상 제어(ATO), 역신호(역구내 차량진입 모니터링)에 활용될 수 있다. 차량 이용고객에 대한 데이터 서비스 차상에서 이루어지는 서비스에 대한 모니터링과 depot에서의 차량 검수를 위한 용도로 활용된다.
- 특히, 차량내 승객편의를 위한 방송, 동영상 광고, 등을 위한 승객안내시스템이 차지상무선연계로 핀란드 Helsinki 메트로 열차에 구현되었다.
- 현재까지 철도차량내 무선연계에 관한 적용사례는 없음.



그림 2.17 Helsinki metro 사례

3. 국외 철도차량 배전반 기술 현황

가. 기술동향

배전반은 그림 2.21과 같이 기존의 릴레이 기반 와이어 패널이 PLC 및 Micro 프로세서를 이용한 소프트웨어적 적용을 통한 원격진단 감시기능이 부가되고 있다.

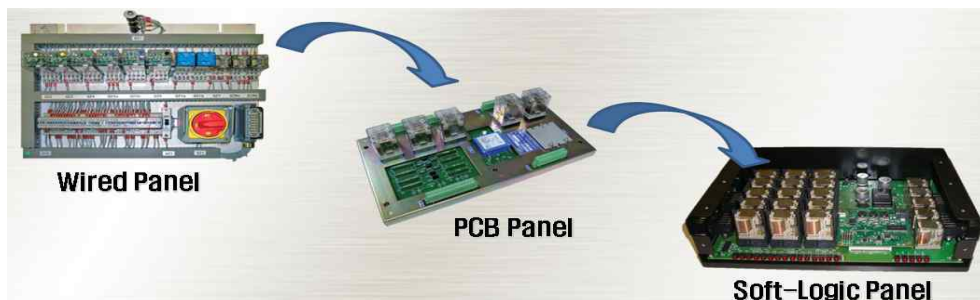


그림 2.18 배전반 기술의 발전 추이

- Mors Smitt사의 IRP는 릴레이 panel과 소프트 로직 프로그램을 위한 FPGA를 결합함으로써 철도차량내에서 전기제어가 필요한 여러 가지의 제어 모듈을 한꺼번에 구현할 수 있는 기술을 제시하고 있으며, AC/DC 센서를 이용하여 모니터링 및 에너지 관리 시스템을 구축하고 있다.
- 독일 차량제조회사인 Siemens의 경우는 일부 해외 전동차 수출모델에서 냉난방 공조설비 및 도어/전조등 제어관련부분을 자체 PLC를 사용하여 구축한 사례가 있음.(콜롬비아의 Metro Medellin, 벨기에의 Belgian Train 등)
- 독일의 LUTZE사는 철도차량관련 제어용 시스템을 개발/생산하는 회사로 차량제어 및 전기제어를 위해 이더넷기반의 PLC I/O를 모듈화하여 배전반과 같은 전기제어 장치에 활용하고 있다.

해외 전장장치 제조회사는 전기장치의 I/O를 PLC로 구성하고, Ethernet등의 통신을 통해 통합 제어 및 전기장치 I/O의 감시·진단에 활용하고 있다.

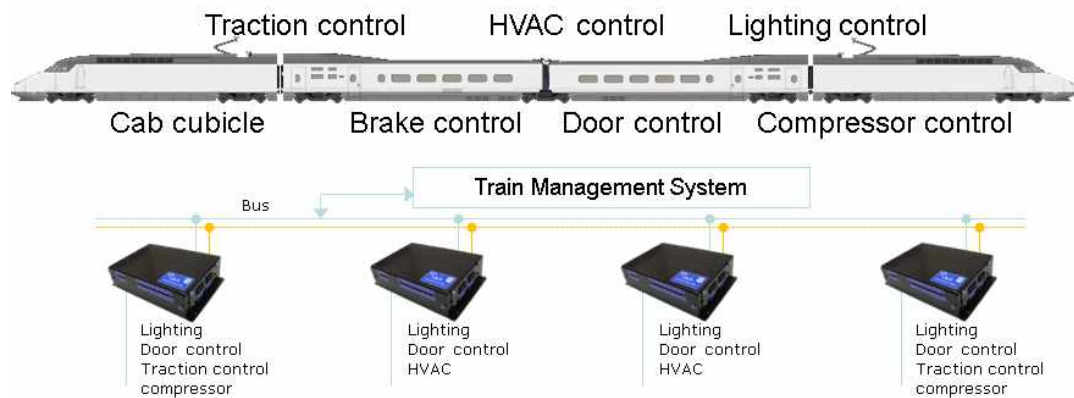


그림 2.19 IRP를 이용한 차량전기제어 장치 구성

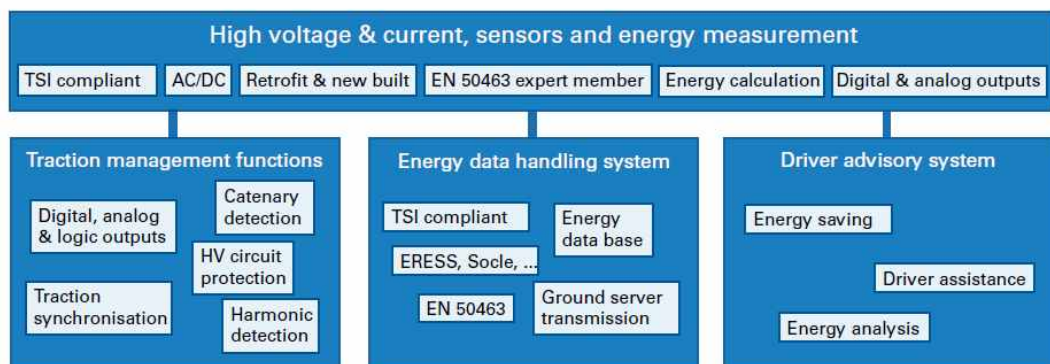
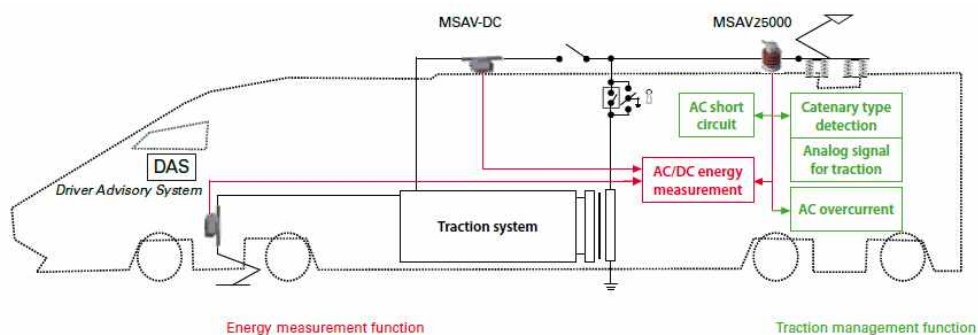


그림 2.20 전압/전류 감시 및 에너지 관리 시스템

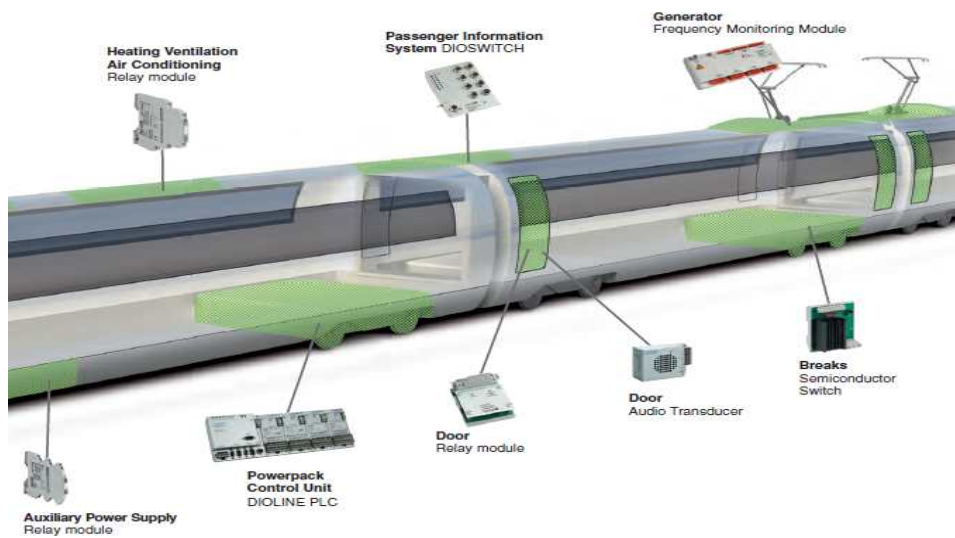


그림 2.21 LUTZE사의 PLC 모듈을 이용한 차량전기제어 장치 구성

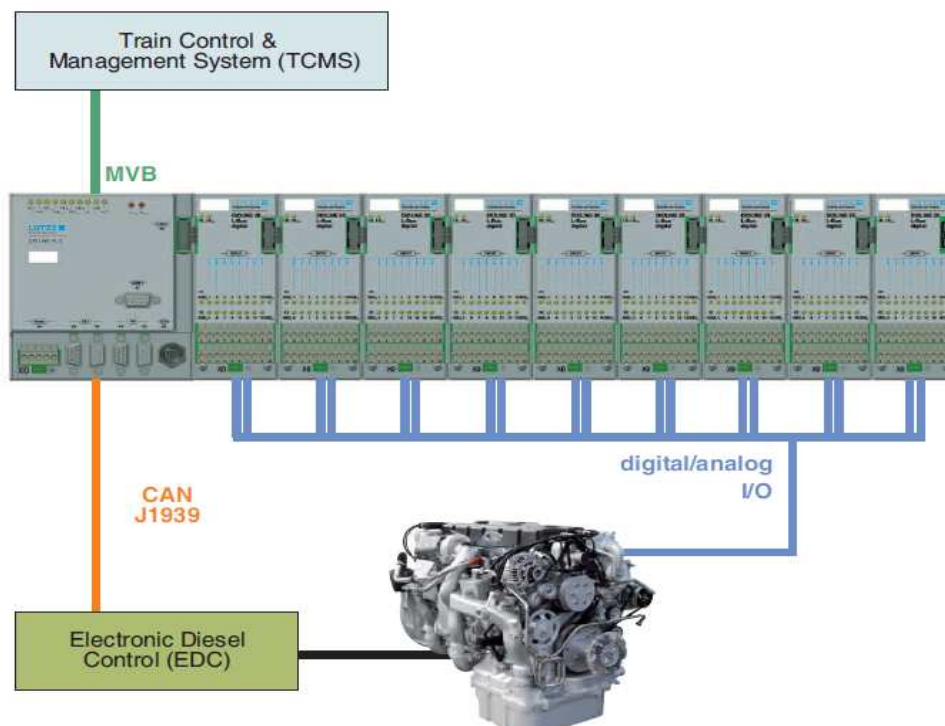


그림 2.22 LUTZE사의 PLC Control Unit

나. 국내 철도차량 배전반과 비교 검토

국외 철도차량 배전반은 모듈화를 통하여, 릴레이 상태 진단 및 제어신호를 통신으로 연결되는데 비해 국내 배전반은 1:1 하드와이어 방식으로 연결되어 있으며, 철도전용 장치 및 환경에 맞는 장치 구현이 되어 있지 않다.

표 2.10 배전반 비교 분석

	국내 배전반	국외 배전반
Relay진단	없음	있음
Relay M/D	없음	있음
회로 로직 변경 여부 (배선 분리 없이)	일부(차세대 전동차)	있음
상태 및 제어 신호 전달	1:1 Hardwired, 일부 통신	통신
통신 프로토콜	철도에 적용되는 통신 프로토콜 미지원	철도에 적용되는 통신 프로토콜 지원
설치 환경	일반 상용제품 사용(철도환경 미고려)	철도환경에 적합하게 설계된 제품

제 3 장 철도차량 무선연계기술 적용을 위한 기술 검토

제 1 절 철도차량 무선연계기술 적용을 위한 3P(paper, Patent, Product) 분석

1. 분석의 개요

가. 기술의 정의

전 세계적으로 수요가 급격히 증가하는 철도시장에 대응하기 위해 철도선진국으로 분류되는 독일, 프랑스, 일본, 한국을 비롯하여 세계 각국에서 철도 R&D 경쟁이 치열하게 진행되고 있고, 선진 철도기술의 선점을 위해 빠르고 안정적인 철도차량의 내부장치간 연계동작과 차량 제어를 위한 로직 기술개발이 필요함.

나. 철도차량 내부 장치간 무선 연계 및 소프트웨어제어 기술개발의 장점

- (1) 차량 제어 및 관리를 위한 TCMS와 추진, 제동, 객실문, 공조장치 등 하부 장치들과의 통신을 담당하는 네트워크와 방송장치, CCTV, 오디오, 비디오 장치들과의 통신을 담당하는 차상 네트워크를 하나로 통합 관리하여 차량의 제품원가 절감 및 차량 제어 관리의 편리성과 대승객 서비스 확산을 가져옴.
- (2) 또한, 차상과 지상의 네트워크 연결을 통하여 차량 제어 및 관리에 효율성을 증대시켜 유지보수 및 차량관리에 이점을 제공함.
- (3) 이를 실현하기 위해서는 기존의 차량용 전장품들의 통신데이터가 통합되는 기능이 가능하도록 철도차량용 통신 네트워크 인터페이스 장치와 철도차량의 제어시스템과 멀티미디어 서비스를 통합하여 지원할 수 있는 프로토콜이 개발되어야 함.
- (4) 이렇듯 본 연구는 Smart 한 미래 철도 차량을 개발하기 위해 철도 차량 종류에 따른 현황을 조사하고 철도 기반의 유선 기반 네트워크와 기계식 배전반이 지닌 문제점 및 개선 사항을 도출함. 지금까지 철도 차량에 적용된 무선 네트워크 개발 사례 및 개선점을 분석하여 미래 철도 차량 내부 장치간 무선 연계 및 소프트웨어 로직 제어 기술 개발하는 것을 목적으로 함.

다. 기술의 구성

본 과제는 철도차량 무선연계 및 소프트웨어 제어에 관한 것으로 기술 분석을 위해 2개의 그룹으로 구분하였음.

■ 무선연계 기술

- 이더넷 네트워크 기술
- TCN 네트워크 기술
- 무선 네트워크 기술

■ 소프트웨어 기술

- 배전반 PLC 기술
- 배전반 릴레이 기술

표 3.1 기술분류

대분류 (영문)	중분류 (영문)	소분류 (영문)
철도차량 무선연계 및 소프트 로직 기술개발	A.무선연계 기술 (Train Communication Network)	AA. 이더넷 네트워크 기술 (Ethernet Network)
		AB. TCN 네트워크 기술 (Train Communication Network)
		AC. 무선 네트워크 기술(Wireless Network)
	B. 소프트웨어 기술 (PLC: Programmable Logic Control)	BA. 배전반 PLC 기술 (Distribution + Programmable Logic Control)
		BB. 배전반 릴레이 기술 (Distribution + Relay)

2. 특허 분석

(1) 특허 분석 범위

표 3.2 특허분석 기준

구 분	분석 기준				
특허검색 DB	Thomson Innovation				
검색국가	미국	유럽	일본	한국	중국
	출원, 등록	출원, 등록	출원, 등록	출원, 등록	출원
분석구간	1990.01.01.~2014.06.12				
검색범위	Title, Abstract, Claim				

(2) 기술분류 및 검색 조합식

표 3.3 논문 검색 조합식

기술구분		검색 조합식	검색 특허	관련 특허
A기술	AA	CTB=(((railway or railroad or train or locomotive or (rolling adj stock) or transit or tram or (railway adj vehicle) or railcar)) and (ethernet adj network));	152건	75건
	AB	CTB=(((railway or railroad or train or locomotive or (rolling adj stock) or transit or tram or (railway adj vehicle) or railcar) or (high adj speed adj train)) and ((MVB) or (TCN) or (train adj communicat* adj network*) or (WTB))));	98건	
	AC	CTB=(((railway or railroad or train or locomotive or (rolling adj stock) or transit or tram or (railway adj vehicle) or railcar)) and (wireless* near4 (onboard* or (on adj board*))));	146건	
B기술	BA	CTB=(((distribut* adj panel) or (distribut* adj board) or (switchboard) or (switch adj board)) and ((PLC) or (program* adj logic adj control)));	137건	30건
	BB	CTB=(((railway or railroad or train or locomotive or (rolling adj stock) or transit or tram or (railway adj vehicle) or railcar)) and ((distribut* adj panel) or (distribut* adj board) or (switchboard) or (switch adj board)) and (relay or mechani*));	176건	

(3) 특허기술 동향

○ 출원년도 및 국가별 특허출원 동향

- 철도차량 무선연계 기술개발 분야의 전체적인 특허동향을 살펴보면 1990년부터 현재까지 총 75건의 특허로 건수는 많지 않으며, 2011년까지 전반적으로 증가추세를 보이다가 최근 출원 건수가 소폭 감소하고 있는 추세를 나타내고 있음
- 국가별로는 일본이 33%로 최다이며, 한국, 미국, 유럽, 중국의 순으로 출원되고 있음
- 최다 출원국인 일본은 최근에도 꾸준히 출원을 많이 하고 있으며, 우리나라도 대부분의 특허가 2007년 이후 출원 되어 최근 관련 분야 기술에 대한 관심이 증가하고 있다고 판단할 수 있음

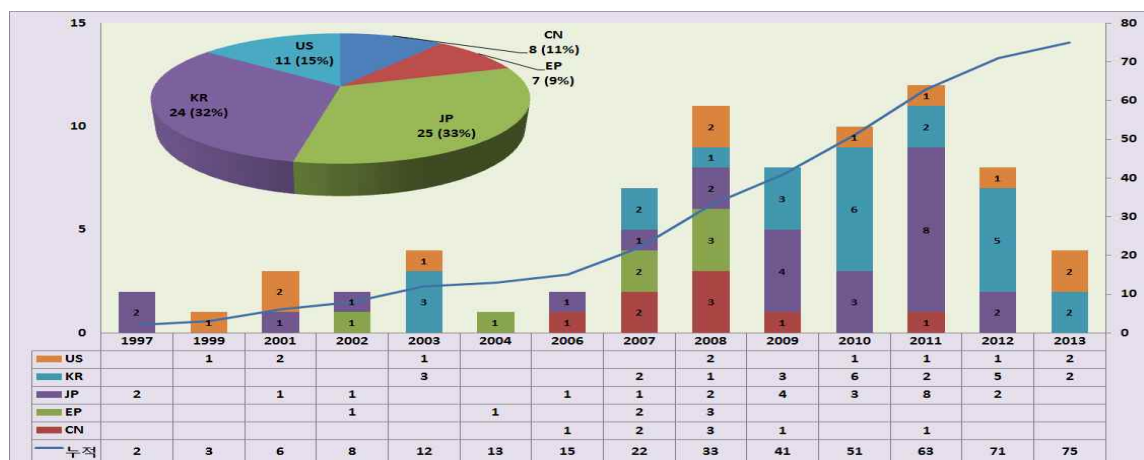


그림 3.1 출원년도 및 국가별 출원추이

○ 주요 출원인 분석

- 철도차량 무선연계 기술개발 분야 전반에 걸쳐 많은 특허를 출원한 상위 10개의 출원인을 분석한 결과, 한국의 KRRI, 현대로템, 일본의 NIPPON SIGNAL, TOSHIBA, MITSUBISHI ELECTRIC, EAST JAPAN RAILWAY CO와 유럽의 ALSTOM TRANSPORT SA등이 출원을 많이 하고 있음

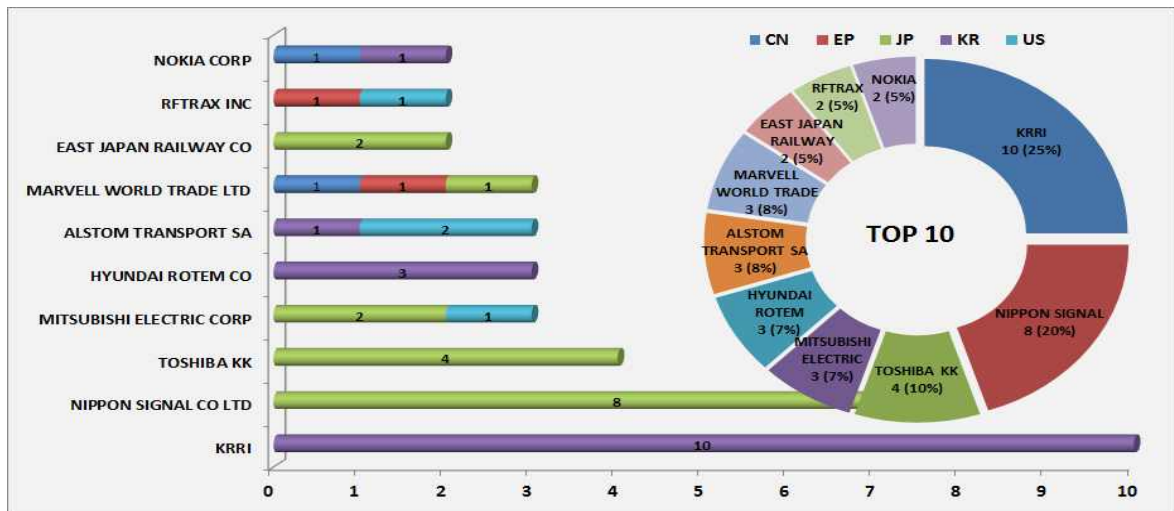


그림 3.2 주요 출원인 동향

- 주요 출원인의 연도별 특허출원을 보면 2000년대 중반부터 특허출원이 증가추세를 나타냈으며, 특히 최다 출원인인 한국철도기술연구원이 최근 까지 꾸준히 특허를 출원하고 있음을 알 수 있음
- 최근에는 ALSTOM, NIPPON SIGNAL이 특허를 많이 출원하고 있음

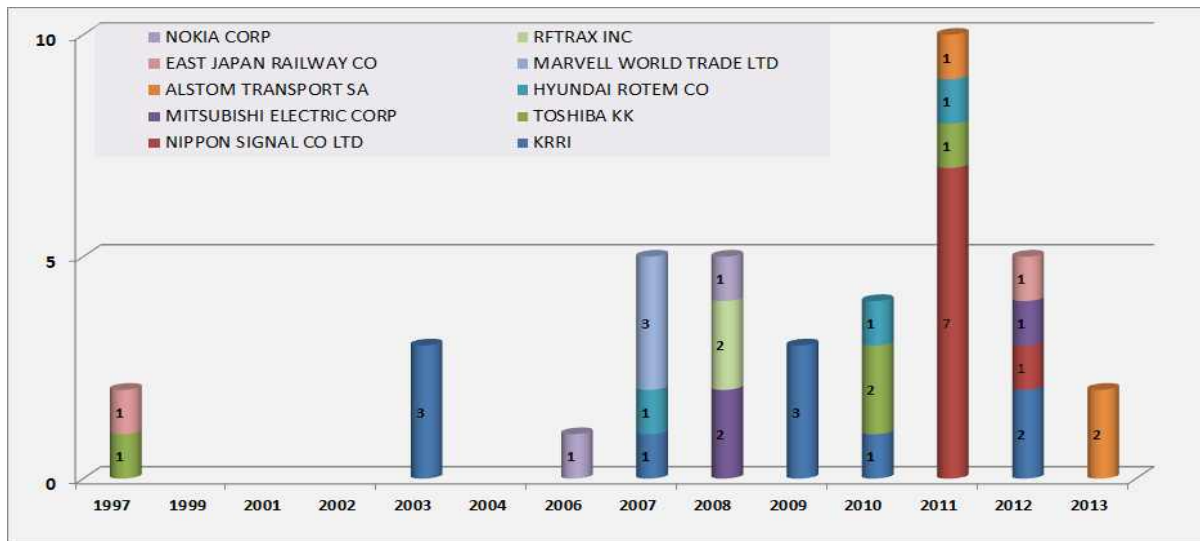


그림 3.3 연도별 주요 출원인 동향

○ 국가별 특허분포 지수분석

• 시장확보지수 (PFS : Patent Family Size)

- (지표 설명) 특정 국가에서 상업적인 이익 또는 기술경쟁 관계에 있을 때 해외에 특허를 출원하므로, Family Patent 數가 많을 때 특허를 통한 시장성이 크다고 판단되어 이를 시장확보력의 지표로 사용함
- (계산식) 국가별 시장확보지수(PFS) = (\sum 해당국가 특허별 패밀리) / 해당국가 특허건수

(분석결과)

- 유럽의 시장확보지수(PFS)가 7.71으로 가장 높으며, 관련 국가가 시장성이 높다고 판단할 수 있음
- 일본의 경우 특허 건수에 비해 시장확보력이 상대적으로 낮게 나타나고 있음
- 전체적으로 특허건수가 작아 일반화하는 데는 무리가 있음

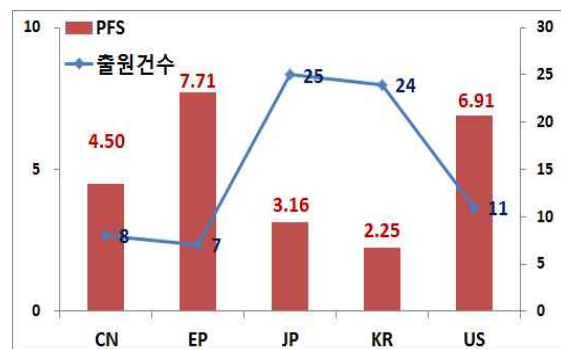


그림 3.4 국가별 출원건수 및 시장확보지수

• 인용도지수 (CPP : Cites Per Patent)

- (지표 설명) 특정 국가의 특허들이 이후 등록되는 특허들에 의해 인용되는 횟수가 많을수록 기술경쟁력이 높으므로, 인용도지수(CPP)가 클수록 원천특허/핵심특허를 많이 보유한 정도를 나타내는 지표로 사용함
- (계산식) 국가별 인용도 지수(CPP) = (\sum 해당국가 특허별 피인용수) / 해당국가 특허건수

(분석결과)

- 미국의 인용도지수(CPP)가 13.36로 타 국가에 비해 월등하게 높게 나타남, 이를 통해, 미국이 원천특허/핵심특허를 많이 보유한 것으로 판단할 수 있음
- 반면, 유럽은 특허건수에 비해 인용도지수(CPP)가 많이 낮아, 원천특허/핵심특허 비중이 상대적으로 낮은 것으로 판단할 수 있음

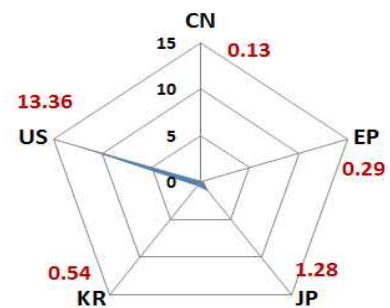


그림 3.5 국가별 인용도 지수

- **향력지수(PII: Patent Impact Index) 및 기술력지수(TS:Technology Strength)**
 - (지표 설명) 영향력지수는 특정 국가가 소유한 기술의 질적수준을 측정하는 지수이며, 기술력지수는 특정 국가의 기술보유 양적수준(특허건수)과 영향력지수(질적수준)를 함께 나타냄
 - (계산식)

$$\text{국가별 영향력 지수(PII)} = \text{해당국가 특허 인용도지수} / \text{전체(모든국가) 특허 인용도지수}$$

$$\text{국가별 기술력 지수(TS)} = \text{해당국가 특허건수} \times \text{해당국가 영향력 지수}$$

(분석결과)

- 미국의 영향력지수(PII)가 5.14로 가장 높아 질적수준이 우수한 것으로 나타남
- 양적 수준(특허건수)을 고려한 기술력지수(TS)에서도 미국이 56.54로 다른 나라에 비해 월등하게 높게 나타남
- 우리나라는 영향력지수, 기술력 지수 모두 하위 수준으로, 향후 지속적인 기술 역량 강화가 필요함

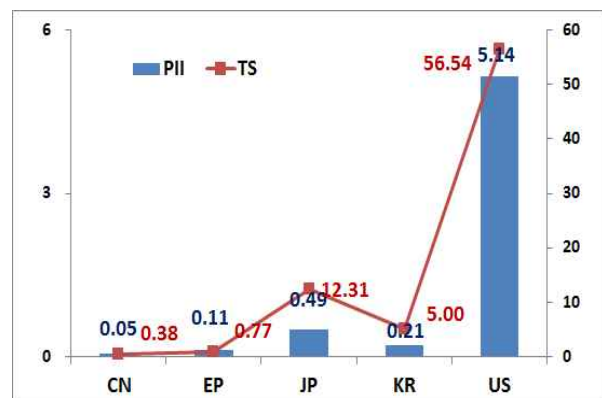


그림 3.6 국가별 영향력지수 및 기술력지수

○ 기술분야 특허 분포도 (Text mining을 통한 특허 분포)

- 철도차량 무선연계 및 소프트 로직 기술개발 관련 검색결과 결과 371건 중 검색 특허 중 최종 75건의 유효 특허기술이 분포함

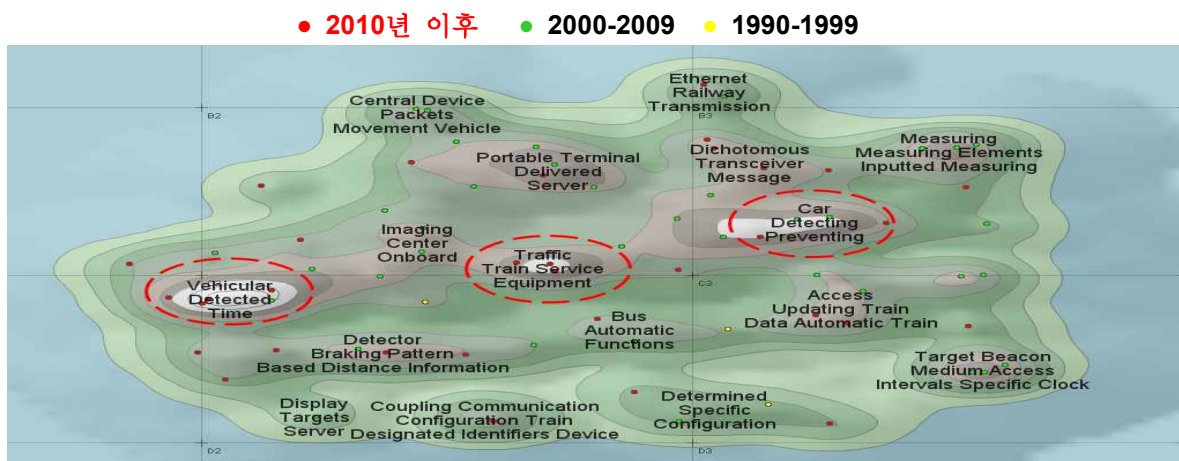


그림 3.7 특허 등고선 맵

- 등고선 꼭지점이 높은 Traffic/Train Service/Equipment, Car/Detecting/Preventing, Venicular/Detected/Time 기술에 특허가 많이 분포하고 있어 관련 분야가 기술 집중도가 높은 기술임을 알 수 있음.
 - 특히 최근 특허기술 분석결과 Train and Method for Safely Determining the Configuration of such a Train, Power control system for automatic train control 등이 많이 나타나고 있어 관련기술이 최근 동향임을 알 수 있음.
- 주요 핵심특허 현황
- 열차 이동제어 기술 분야와 관련된 GE-HARRIS RAILWAY ELECTRONICS社의 미국 등록특허 US6459965B1건의 피인용 건수가 61건으로 가장 많으며, 기타 철도 차량 무선네트워크기술(AC기술)과 관련된 특허들이 피인용 건수가 많아, 이러한 특허들을 중심으로 주요 특허를 선정하여 핵심특허 권리 분석을 할 수 있음

표 3.4 주요 핵심특허 현황

공개번호	발명의 명칭	출원인 정리	피인용수
US6459965B1	Method for advanced communication-based vehicle control	GE-HARRIS RAILWAY ELECTRONIC SCO	61
US20030222981A1	Locomotive wireless video recorder and recording system	GENERAL ELECTRIC CO	52
US20090007192A1	ON BOARD WIRELESS DIGITAL ENTERTAINMENT, COMMUNICATION AND INFORMATION SYSTEM FOR MASS TRANSPORTATION MEDIUM	SINGH G P	11
JP2003242215A	INFORMATION PROVISION SYSTEM IN MOBILE BODY	KOKUSAI DENKI KK	11
US20090001226A1	Acoustic monitoring of railcar running gear and railcars	RFTRAX INC	11
JP10203369A	TRAIN CONTROL DEVICE	TOSHIBA KK	9
US7188341B1	Method of transferring files and analysis of train operational data	NEW YORK AIR BRAKE CORP	6
KR2005060979A	SIGNAL MEASUREMENT SYSTEM FOR USING TRAIN COMMUNICATION NETWORK	KRRI	4
US20020186670A1	Video and sound signal broadcasting system applicable to railways	MEDIATRANS TECH SOLUTIONS SL	4

○ 주요 핵심특허 심층 분석 (사례)

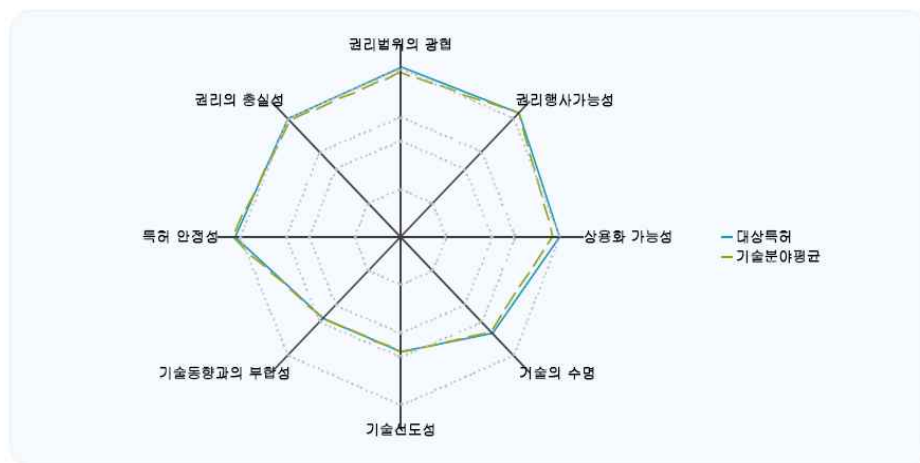
• 주요 핵심특허 심층분석 (권리성 분석)

- 피인용수가 가장 많은 GE-HARRIS RAILWAY ELECTRONICS社의 미국 등록특허 US6459965B1건은 열차 이동제어 기술과 관련된 특허로 현재까지 특허가 유지되고 있는 상태
- 특허청 발명진흥회의 특허분석 평가시스템(SMART3)를 활용하여, 피인용수가 가장 높은 특허인 ‘Method for advanced communication-based vehicle control’(공개번호 US6459965B1)에 대해 상세 분석한 결과, 종합평가점수가 74.6점으로 AA로 평가됨

평가결과 세부내용

- 전체 미국 등록특허 中 상위 5.1%에 위치하는 우수 특허이며, 우수 특허로 피인용수가 높고, 청구항수가 76개로 다양한 기술적 관점을 권리화 하였음
- 권리성 26.5점, 기술성 16.4점, 활용성 31.7점으로 전기/전자/IT의 평균인 권리성 24.9점, 기술성 15.1점, 활용성 28.4점보다 **높게 평가**되었음

평가지표	점수	등급	대분류(전기/전자/IT)			중분류(전기/전자/IT)			소분류(컴퓨터기술)		
			백분위(%)	평균	표준편차	백분위(%)	평균	표준편차	백분위(%)	평균	표준편차
권리성 (40점)	26.5	BBB	30.5	24.9	2.6	30.7	24.9	2.6	44.0	24.9	2.5
기술성 (20점)	16.4	AA	10.2	15.1	0.9	10.3	15.1	0.9	12.3	15.1	0.9
활용성 (40점)	31.7	AAA	2.8	28.4	1.7	2.8	28.4	1.7	3.0	28.4	1.8
총점 (100점)	74.6	AA	5.1	68.4	3.9	5.2	68.4	3.9	7.6	69.3	4.0



※ 백분위(%) : 동일한 기술분야내에서 평가 점수별 순위에 대한 백분위 상의 위치

그림 3.8 핵심특허(US6459965B1) 평가결과

표 3.5 무선연계관련 주요 핵심특허 현황-1

1	기술 분류	AC. 무선 네트워크 기술	특허번호 (출원번호)	US2001681853A	특허번호 (공개번호)	US6459965 B1
	출원인	GE-HARRIS RAILWAY ELECTRONICS	출원일	2001-06-18	공개일	2002-10-0 1
	발명의 명칭	Method for advanced communication-based vehicle control				
	대표도면	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p>U.S. Patent Oct. 1, 2002 Sheet 1 of 2 US 6,459,965 B1</p> <p>FIG. 1</p> <p>FIG. 2</p> </div> <div style="width: 48%;"> <p>U.S. Patent Oct. 1, 2002 Sheet 2 of 2 US 6,459,965 B1</p> <p>FIG. 3</p> </div> </div>				
	주요 내용	블록 상태에 따라 열차에 탑재된 온보드 컴퓨터가 라디오 방송통신에 의해 복합적으로 블록상태를 결정하고, 여러 블록으로 분할된 가이드 웨이를 통해 수십대의 열차 이동 제어와 관련된 특허임				
	주요 청구항	<p>1. A method for controlling movement of a plurality of vehicles traveling over a guideway that is partitioned into a plurality of guideway blocks spaced along the guideway, using a control system including an onboard computer (OBC) located on board each vehicle, at least one server for communicating with each OBC, and a vehicle location tracking system, said method comprising the steps of:</p> <p>determining a block occupied status for guideway blocks in advance of the direction of travel of at least one of the vehicles;</p> <p>broadcasting the block occupied status to the OBC on said one vehicle;</p> <p>and controlling movement of said one vehicle based on the block occupied status for at least the then current stopping distance of said one vehicle regardless of the number of blocks encompassed within the stopping distance.</p>				
	법적상태 (회피전략)	<p>- 본 특허는 2014년 4월 1일 연차료를 납부하여 현재까지 유지되고 있음</p> <p>- 상기 그림 FIG 1에서 10번의 제어시스템은 OBC(on-board computer)를 각각의 열차(Train)에 탑재하여 GPS위성을 활용하여 커뮤니케이션을 하는데 신규성이 있으므로 향후 연구개발을 진행하는 경우, 해당 특허의 신규성을 회피하여 기술을 개발하는 것이 바람직할 것으로 보임</p>				

표 3.6 무선연계관련 주요 핵심특허 현황-2

2	기술 분류	AC. 무선 네트워크 기술	특허번호 (출원번호)	US200336196 8A	특허번호 (공개번호)	US20030222981 A1
	출원인	GENERAL ELECTRIC CO	출원일	2003-02-10	공개일	2003-12-04
	발명의 명칭	Locomotive wireless video recorder and recording system				
	대표도면					
	주요 내용	<p>철도 기관차의 비디오 레코더 시스템은 오프-보드에 위치한 기관차의 선택된 영상 데이터와 관련된 신호를 전송하기 위한 관리 유닛과 통신하는 무선 통신 시스템과 관련된 특허임</p>				
	주요 청구항	<p>1. A video recorder system carried on-board a railroad locomotive for recording images relating to events of interest in a vicinity of the locomotive and transmitting the images to a location off-board of the locomotive, the system comprising: a camera mounted on the locomotive for imaging an environment in a vicinity of the locomotive, said camera transmitting imaging data indicative of images acquired; data storage on-board the locomotive in communication with said camera for storing said imaging data; a processor on-board the locomotive in communication with said data storage for identifying and retrieving selected imaging data of interest from said data storage; and a wireless communication transmitter on-board the locomotive in communication with said processor for transmitting signals associated with said selected imaging data of interest to a location off-board of the locomotive, wherein images relating to an event of interest are communicated to the off-board location.</p>				
	법적상태 (회피전략)	<ul style="list-style-type: none"> - 본 특허는 2003년 출원인 GENERAL ELECTRIC COMPANY, NEW YORK (발명자 : KISAK, JEFFREY JAMES SHAFFER, GLENN R. BALLESTY, DANIEL AND OTHERS REEL)에 의해 출원이후 공개만 되어 있는 상태임 - 향후, 관련 분야 연구를 진행함에 있어 상기 도면의 on board system 50번과 같이 무선통신시스템의 신규성 기술을 참고하여 기술을 개발하는 것이 바람직할 것으로 보임 				

표 3.7 무선연계관련 주요 핵심특허 현황-3

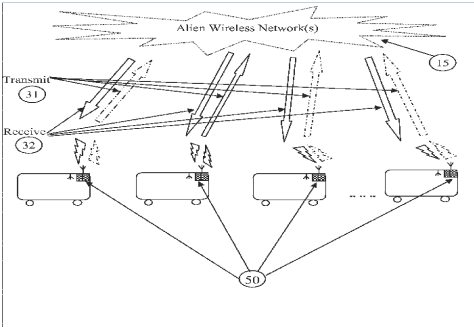
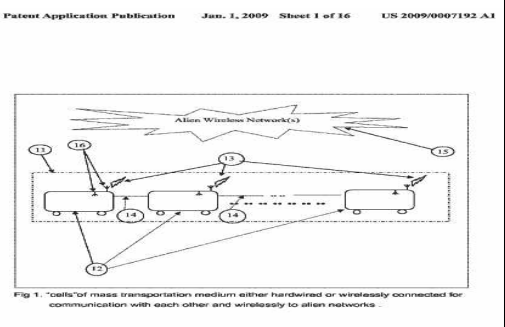
3	기술 분류	AC. 무선 네트워크 기술	특허번호 (출원번호)	US2008144903 A	특허번호 (공개번호)	US2009000 7192A1
	출원인	SINGH G P	출원일	2008-06-24	공개일	2009-01-01
	발명의 명칭	ON BOARD WIRELESS DIGITAL ENTERTAINMENT, COMMUNICATION AND INFORMATION SYSTEM FOR MASS TRANSPORTATION MEDIUM				
	대표도면	 				
	주요 내용	<p>여객 열차 등에서의 온보드 무선 디지털 엔터테인먼트, 통신 및 정보 시스템은 셀에 배치되는 서버에서 또는 서버로부터 무선 통신을 위한 안테나를 세팅하여 서버와 연결하는 무선통신과 관련된 특허임</p>				
	주요 청구항	<p>1. An onboard wireless digital entertainment, communication & information system for mass transportation medium comprising: a server placed onboard each cell of mass transportation medium which communicates with alien network and with other servers provided onboard other connected “cells” of said mass transportation medium and also with those in “cells” of other mass transportation mediums in the vicinity of said mass transportation medium, said server also communicates to outside world through the alien network said server is wirelessly and/or hardwired connected to: one or plurality of client devices for delivery of multimedia content to the users and communication and information transfer to and from the users in said mass transportation mediums one or multiple printer for printing tickets & other information administration and supervision module used by supervisors of said mass transportation mediums. theft detection module for detecting theft of the system components theft deterrence module to deter any theft attempt</p>				
	법적상태 (회피전략)	<ul style="list-style-type: none"> - 본 특허는 2008년 출원인 SINGH G P (발명자 : SINGH GAJENDRA PRASAD, SUNNYVALE)에 의해 출원이후 공개만 되어 있는 상태임 - 향후, 관련 분야 연구를 진행함에 있어 상기 도면의 system 서버 50 번과 같이 무선 또는 hardwire등을 통해 연결된 통신시스템의 신규성 기술을 참고하는 것이 바람직할 것으로 보임 				

표 3.8 무선연계관련 주요 핵심특허 현황-4

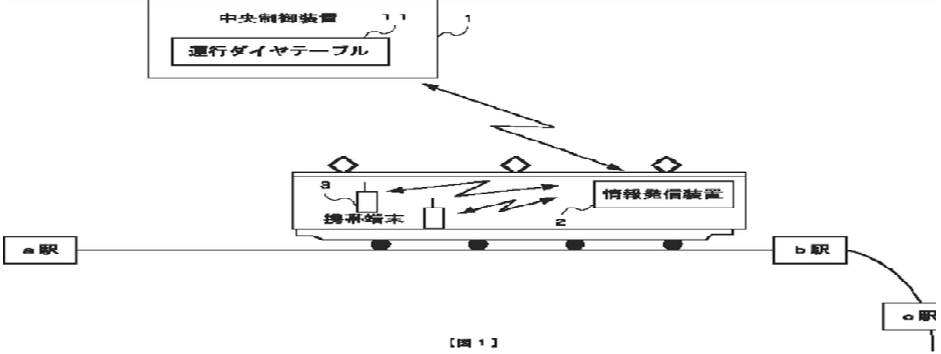
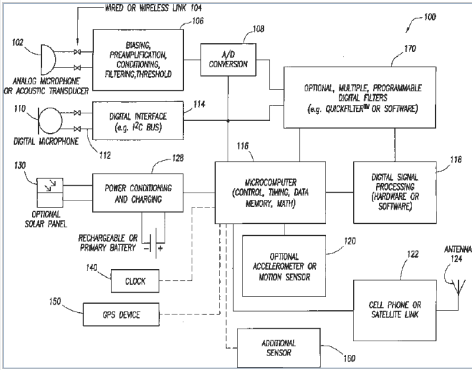
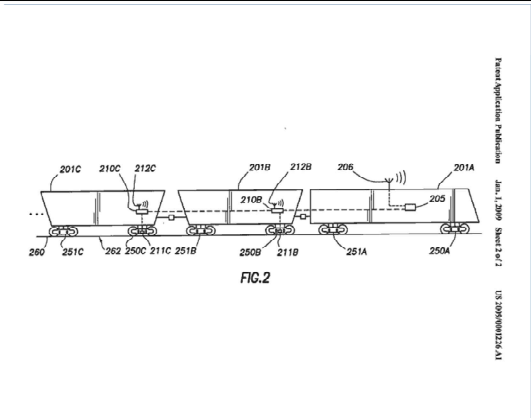
4	기술 분류	AC. 무선 네트워크 기술	특허번호 (출원번호)	JP200237951A	특허번호 (공개번호)	JP200324221 5A
	출원인	HITACHI INT ELECTRIC INC	출원일	2002-02-15	공개일	2003-08-29
	발명의 명칭	INFORMATION PROVISION SYSTEM IN MOBILE BODY				
	대표도면					
	주요 내용	열차 등 이동하는 차량에 내부 정보를 제공하는 시스템으로 열차에 탑재된 데이터 전송장치를 포함하고 있으며 개인 휴대정보 단말기에 지정된 열차 운전 상황 데이터를 송신하는 데이터 송신과 관련된 특허임				
	주요 청구항	<p>1. The operation situation for each train is monitored and the data of the operation each of said train situation are produced, The central controller which transmits the data of the operation situation corresponding to each train, It installs in an on-board, It has the function which controls the radio wireless_communication of an on-board, the data of the operation situation transmitted from said central controller are received and stored, and a call is carried out by the specific number from the personal digital assistant of said on-board, Designation of information has the information transmission apparatus which reads said designated information out of said stored operation situation, converts into HTML, and is transmitted to said personal digital assistant. The movement transfer inside-of-the-body information-providing system characterized by the above-mentioned</p>				
	법적상태 (회피전략)	<ul style="list-style-type: none"> - 본 특허는 2007년 5월 22일 거절 통지되고 2007년 10월 9일 최종 등록 거절됨에 따라 특허권리를 고려할 필요는 없게 되었음 - 향후, 관련 분야 연구를 진행함에 있어 PDA(personal digital assistant)를 통한 HTML(hypertext markup language) 데이터 전송에 신규성이 있으므로 이러한 기술을 참고하여 기술개발을 추진 할 수 있을 것임 				

표 3.9 무선연계관련 주요 핵심특허 현황-5

5	기술 분류	AC. 무선 네트워크 기술	특허번호 (출원번호)	US2008215551 A	특허번호 (공개번호)	US200901226A 1
출원인		RFTRAX INC	출원일	2008-06-27	공개일	2009-01-01
발명의 명칭		Acoustic monitoring of railcar running gear and railcars				
대표도면		 				
주요 내용		<p>철도차량의 모니터링 방법에 있어서, 철도차량 구동장치 부분에 모니터링 장치를 부착하여 무선 송신기를 통해 음향 신호에 대응하는 데이터를 송수신하는 데이터 송수신과 관련된 특허임</p>				
주요 청구항		<p>1. A method for monitoring railcars comprising: providing a plurality of railcar acoustic monitoring devices wherein each railcar acoustic monitoring device comprises: a microphone wherein the microphone is configured to generate an acoustic signal based upon the acoustic environment thereof, a processor communicatively coupled to the microphone and configured to receive the acoustic signal, a power source electrically coupled to the processor, and a wireless transmitter communicatively coupled to the processor wherein the wireless transmitter is configured to transmit a portion of the acoustic signal; mounting each railcar acoustic monitoring device in proximity to a railcar running gear; transmitting data from each acoustic monitoring device corresponding to the acoustic signal via the wireless transmitter; and receiving the data with a wireless receiver system.</p>				
법적상태 (회피전략)		<p>- 본 특허는 2009년 12월 29일 AMSTED RAIL COMPANY, INC., ILLINOIS 로 기술이 양도된 상태로서 기술활용이 진행되고 있는 상태로 예측됨</p> <p>- 향후, 관련 분야 연구를 진행함에 있어 음향 기술환경에 기반한 음향 신호를 통한 마이크로폰(microphone) 기술에 신규성이 있으므로 이러한 기술을 참고하여 특허 회피 전략 수립이 바람직할 것으로 보임</p>				

(5) 소프트 로직 기술

- 소프트 로직 기술개발 분야 기술의 특허출원 동향 분석을 위해, 해당 기술을
1)배전반 PLC 기술 2) 배전반 릴레이 기술로 분류하여 특허를 검색하였음.

표 3.10 무선연계관련 유효특허 현황

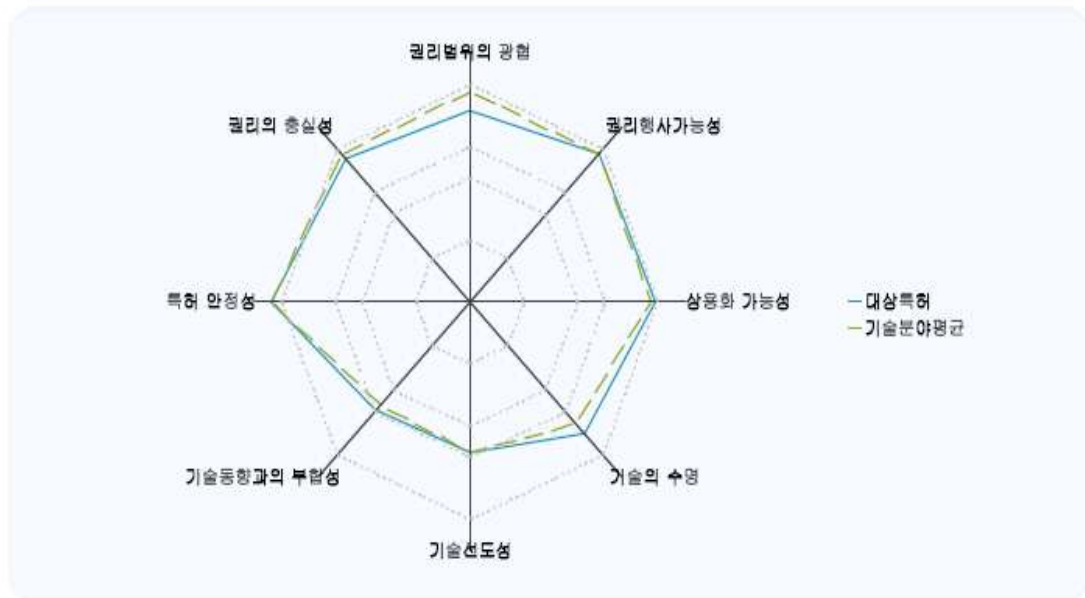
공개번호	발명의 명칭	출원인	피인용수
US20100277121A1	WIRELESS ENERGY TRANSFER BETWEEN A SOURCE AND A VEHICLE	FIORIELLO R	72
EP947592A1	COPPER ALLOY AND METHOD OF MANUFACTURING SAME	TOTO KIKI KK	18
KR963161B1	SYSTEM AND METHOD FOR EFFECTIVELY MANAGING ENERGY OF BUILDING	BYUCK SAN POWER LTD	7
JP2001053876A	AUTOMATIC ALTERNATIVE SELECTIVE EXCHANGE SYSTEM AND METHOD	MITSUBISHI ELECTRIC CORP	6
KR2010119137A	REMOTE SWITCHBOARD MANAGEMENT SYSTEM	DONG H L	3
KR2010025937A	APPARATUS FOR MONITERING INNER TEMPERATURE OF SWITCHBOARD	HYUNDAI STEEL CO	3
JP2009010899A	ELECTRIC ENERGY AUTOMATIC METERING SYSTEM WITH INFORMATION COMMUNICATION FUNCTION	KYUSHU ELECTRIC POWER CO LTD	2
JP2009199443A	SYSTEM FOR MANAGING ELECTRIC WORK VEHICLE IN BUILDING	NISHIO RENT ALL CO LTD	2
US20050150467 A1	Station for preparing cleaning disinfecting delousing and hydromassaging animals	SEGURAJE	2
JP2009106006A	PROTECTION INTERLOCKING INSPECTION SYSTEM	TOSHIBA KK	2
JP2010054440A	METHOD FOR INSPECTING ON-SITE SURGE CURRENT DISCHARGE EXPERIMENT TO EQUIPOTENTIAL CONNECTION AND BASIC PILE GROUNDED PLATE, DISCHARGE TESTING DEVICE, AND DISCHARGE MONITORING METHOD	KANEMURA T	2

- 분류된 기술별 특허를 검색한 결과 총 30건의 유효특허에 불과하여, 표(차트)나 그래프 등으로 도식화 하기보다, 피인용수를 기준으로 주요 특허들을 살펴보고자 함
- 주요 핵심특허 심층분석 (권리성 분석)
 - 피인용수가 가장 많은 FIORELLO R 의 미국 공개특허 US5582286A건은 무선전력전송시스템과 관련된 특허로 향후 연구를 수행함에 있어 특허의 세밀한 검토를 통한 참고가 필요할 것으로 판단됨
 - 특허청 발명진흥회의 특허분석 평가시스템(SMART3)를 활용하여, 한국 등록특허인 ‘SMART ENERGY MANAGEMENT SYSTEM OF A BUILDING AND A MANAGING METHOD THEREOF, CAPABLE OF IMPLEMENTING A EFFICIENT ENERGY INTEGRATION MANAGEMENT SOLUTION THROUGH REMOTE MONITORING CONTROL AND ENERGY MANAGEMENT OF THE BUILDING’(공개번호 KR963161B1)에 대해 상세 분석한 결과, 종합평가점수가 68.3점으로 BB로 평가되었음

평가결과 세부내용

- 전체 한국 등록특허 中 상위 31.2%에 위치하는 기술이며, 권리성 22.4점, 기술성 14.3점, 활용성 29점으로 전기/전자/IT분야의 평균인 권리성 24.6점, 기술성 15.9점, 활용성 24.7점에 비하여 기술성과 활용성이 높게 나타났으며 권리성은 낮게 나타나고 있음
- 다만, 본 특허가 유사한 후행 특허에 대해 선행기술로 사용되었기 때문에, 후행특허가 본 특허를 회피하였는지 면밀히 검토할 필요가 있음

평가지표	점수	등급	대분류(전기/전자/IT)			중분류(전기/전자/IT)			소분류(전기기계/에너지)		
			백분위(%)	평균	표준편차	백분위(%)	평균	표준편차	백분위(%)	평균	표준편차
관리성 (40점)	20.9	CCC	80.1	24.6	3.7	80.6	24.7	3.7	73.9	23.7	3.6
기술성 (20점)	19.2	AAA	0.0	15.9	0.5	0.0	15.9	0.5	0.0	15.9	0.5
활용성 (40점)	28.2	BBB	31.2	27.4	1.8	31.6	27.4	1.8	33.4	27.6	1.5
총점 (100점)	68.3	BB	49.9	67.9	4.5	50.6	68.0	4.5	42.4	67.3	4.3



※ 백분위(%) : 동일한 기술분야내에서 평가 점수별 순위에 대한 백분위 상의 위치

그림 3.9 핵심특허(KR963161B1) 평가결과

표 3.11 배전반관련 주요 핵심특허 현황-1

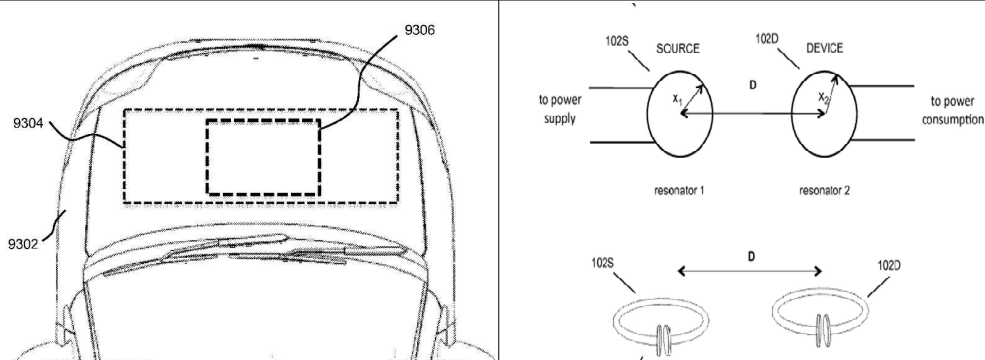
1	기술 분류	BB. 배전반 릴레이 기술	특허번호 (출원번호)	US201077013 7A	특허번호 (공개번호)	US20100277121 A1
출원인		FIORIELLO R	출원일	2010-04-29	공개일	2010-11-04
발명의 명칭		WIRELESS ENERGY TRANSFER BETWEEN A SOURCE AND A VEHICLE				
대표도면						
주요 내용		차량에 전력을 전달하기 위한 무선 전력 전송 시스템에 관한 연구임				
주요 청구항		<p>1. A wireless power transfer system comprising: a source resonator including at least one high-Q magnetic resonator configured to generate an oscillating magnetic field, the source resonator located at a distance from a vehicle having a device resonator; and a positioning system that provides information on a relative alignment of the source resonator and the device resonator.</p>				
법적상태 (회피전략)		<ul style="list-style-type: none"> - 본 특허는 출원 후 2010년 WITRICITY CORPORATION에 양도되어 현재까지 유지되고 있는 특허로, 피인용이 많아 기술성이 우수한 특허로 판단됨 - 이에 따라, 향후 관련 분야 연구를 진행함에 있어 해당 특허기술에 대한 면밀한 검토를 통해 해당기술을 침해하지 않고 회피하도록 설계하여야 함 				

표 3.12 배전반관련주요 핵심특허 현황-2

2	기술분류	BB. 배전반 릴레이 기술	특허번호 (출원번호)	EP1997939214 A	특허번호 (공개번호)	EP947592A1																																																																																					
출원인		TOTO LTD	출원일	1997-09-08	공개일	1999-10-06																																																																																					
발명의 명칭		COPPER ALLOY AND METHOD OF MANUFACTURING SAME																																																																																									
대표도면		<table><tr><th rowspan="2">Type</th><th rowspan="2">Final Crystal Structure at Room Temperature</th><th rowspan="2">Crystal Structure in Hot Working</th><th colspan="2">Composition</th></tr><tr><th>Apparent Zn Content</th><th>Sn</th></tr><tr><td>$\alpha + \gamma$</td><td>α-phase ratio: 97 - 98% (95 - 99) γ-phase ratio: 3 - 30% (5 - 50) Grain size of α-phase: 15 μm or less (10 μm or less) Minor diameter of γ-phase grains: 8 μm or less (5 μm or less) Sn in γ-phase: 8% by wt. or more</td><td rowspan="2">$\alpha + \beta$ 2-phases</td><td rowspan="2">37 - 46% by wt (38 - 46)</td><td rowspan="2">0.9 - 7% by wt.</td></tr><tr><td>$\alpha + \beta + \gamma$</td><td>β-phase ratio: 3 - 30% γ-phase ratio: 3 - 30% Grain size of α- and β-phase: 15 μm or less (10 μm or less) α-phase ratio: 40 - 94% Minor diameter of γ-phase: 8 μm or less (5 μm or less) Sn in γ-phase: 8% by wt. or more</td></tr><tr><td>$\alpha + \text{Normal } \beta$</td><td>$\beta$-phase ratio: 20% or more (20% or more) Grain size of α- and β-phase: 15 μm or less (10 μm or less)</td><td rowspan="2">Grain size: 15 μm or less (10 μm or less)</td><td rowspan="2">37 - 44% by wt (38 - 44)</td><td rowspan="2">Less than 0.5% by wt.</td></tr><tr><td>$\alpha + \text{Reinforced } \beta$</td><td>$\beta$-phase ratio: 15% or more (20% or more) Grain size of α- and β-phase: 15 μm or less (10 μm or less) Sn in β-phase: 1.5% by wt. or more</td></tr></table> <p>*: The percentage in parentheses is preferable.</p> <table><tr><th></th><th>Corrosion Resistance</th><th>Yield Strength</th><th>Formability (Hot)</th><th>Formability (Cold)</th><th>Machinability</th><th>Cold Ductility</th><th>Remark</th></tr><tr><td>α phase</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>X</td><td></td><td>Physical properties closely resemble those of Cu</td></tr><tr><td>β phase</td><td>X</td><td></td><td></td><td>X</td><td></td><td></td><td>Physical properties closely resemble those of Zn</td></tr><tr><td>β phase + Sn <small>(Notably improved by 20% or more)</small></td><td></td><td></td><td></td><td>X</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>γ phase</td><td></td><td></td><td></td><td>X</td><td></td><td>X</td><td></td></tr><tr><td>Pure Cu</td><td>Good</td><td>X</td><td></td><td></td><td>X</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Pure Zn</td><td>Poor</td><td></td><td>X</td><td>X</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Pure Sn</td><td>Good</td><td></td><td>X</td><td>X</td><td></td><td>X</td><td></td></tr></table> <p>ni 1</p>					Type	Final Crystal Structure at Room Temperature	Crystal Structure in Hot Working	Composition		Apparent Zn Content	Sn	$\alpha + \gamma$	α -phase ratio: 97 - 98% (95 - 99) γ -phase ratio: 3 - 30% (5 - 50) Grain size of α -phase: 15 μ m or less (10 μ m or less) Minor diameter of γ -phase grains: 8 μ m or less (5 μ m or less) Sn in γ -phase: 8% by wt. or more	$\alpha + \beta$ 2-phases	37 - 46% by wt (38 - 46)	0.9 - 7% by wt.	$\alpha + \beta + \gamma$	β -phase ratio: 3 - 30% γ -phase ratio: 3 - 30% Grain size of α - and β -phase: 15 μ m or less (10 μ m or less) α -phase ratio: 40 - 94% Minor diameter of γ -phase: 8 μ m or less (5 μ m or less) Sn in γ -phase: 8% by wt. or more	$\alpha + \text{Normal } \beta$	β -phase ratio: 20% or more (20% or more) Grain size of α - and β -phase: 15 μ m or less (10 μ m or less)	Grain size: 15 μ m or less (10 μ m or less)	37 - 44% by wt (38 - 44)	Less than 0.5% by wt.	$\alpha + \text{Reinforced } \beta$	β -phase ratio: 15% or more (20% or more) Grain size of α - and β -phase: 15 μ m or less (10 μ m or less) Sn in β -phase: 1.5% by wt. or more		Corrosion Resistance	Yield Strength	Formability (Hot)	Formability (Cold)	Machinability	Cold Ductility	Remark	α phase					X		Physical properties closely resemble those of Cu	β phase	X			X			Physical properties closely resemble those of Zn	β phase + Sn <small>(Notably improved by 20% or more)</small>				X				γ phase				X		X		Pure Cu	Good	X			X			Pure Zn	Poor		X	X				Pure Sn	Good		X	X		X	
Type	Final Crystal Structure at Room Temperature	Crystal Structure in Hot Working	Composition																																																																																								
			Apparent Zn Content	Sn																																																																																							
$\alpha + \gamma$	α -phase ratio: 97 - 98% (95 - 99) γ -phase ratio: 3 - 30% (5 - 50) Grain size of α -phase: 15 μ m or less (10 μ m or less) Minor diameter of γ -phase grains: 8 μ m or less (5 μ m or less) Sn in γ -phase: 8% by wt. or more	$\alpha + \beta$ 2-phases	37 - 46% by wt (38 - 46)	0.9 - 7% by wt.																																																																																							
$\alpha + \beta + \gamma$	β -phase ratio: 3 - 30% γ -phase ratio: 3 - 30% Grain size of α - and β -phase: 15 μ m or less (10 μ m or less) α -phase ratio: 40 - 94% Minor diameter of γ -phase: 8 μ m or less (5 μ m or less) Sn in γ -phase: 8% by wt. or more																																																																																										
$\alpha + \text{Normal } \beta$	β -phase ratio: 20% or more (20% or more) Grain size of α - and β -phase: 15 μ m or less (10 μ m or less)	Grain size: 15 μ m or less (10 μ m or less)	37 - 44% by wt (38 - 44)	Less than 0.5% by wt.																																																																																							
$\alpha + \text{Reinforced } \beta$	β -phase ratio: 15% or more (20% or more) Grain size of α - and β -phase: 15 μ m or less (10 μ m or less) Sn in β -phase: 1.5% by wt. or more																																																																																										
	Corrosion Resistance	Yield Strength	Formability (Hot)	Formability (Cold)	Machinability	Cold Ductility	Remark																																																																																				
α phase					X		Physical properties closely resemble those of Cu																																																																																				
β phase	X			X			Physical properties closely resemble those of Zn																																																																																				
β phase + Sn <small>(Notably improved by 20% or more)</small>				X																																																																																							
γ phase				X		X																																																																																					
Pure Cu	Good	X			X																																																																																						
Pure Zn	Poor		X	X																																																																																							
Pure Sn	Good		X	X		X																																																																																					
주요 내용		금속재료의 제조방법 및 금속제품에 관한 것으로서 Cu-Zn계의 구리 합금, 황동의 제조방법에 관한 연구임																																																																																									
주요 청구항		1. A metal which comprises a crystal structure that causes strain dispersedly in metal crystals when the metal is deformed by an external force, so that strain energy due to the deformation becomes a source of recrystallization energy of the metal crystals.																																																																																									
법적상태 (회피전략)		- 본 특허는 1997년 출원 후 2005년 연차료 미납으로 만료 된 특허임																																																																																									

표 3.13 배전반관련주요 핵심특허 현황-3

3	기술 분류	BA, 배전반 PLC 기술	특허번호 (출원번호)	KR201024810 A	특허번호 (공개번호)	KR963161B1
	출원인	BYUCK SAN POWER LTD	출원일	2010-03-19	공개일	2010-06-10
	발명의 명칭	SMART ENERGY MANAGEMENT SYSTEM OF A BUILDING AND A MANAGING METHOD THEREOF, CAPABLE OF IMPLEMENTING A EFFICIENT ENERGY INTEGRATION MANAGEMENT SOLUTION THROUGH REMOTE MONITORING CONTROL AND ENERGY MANAGEMENT OF THE BUILDING				
	대표도면					
	주요 내용	건물의 에너지 관리 및 원격 감시 제어를 통해 효율적 에너지 통합 관리 솔루션을 구현하기 위한 특허임				
	주요 청구항	<p>청구항 1 건물의 전기 사용을 위해 전력회사로부터 전력을 공급받기 위한 수배전반;</p> <p>상기 건물의 각 층에 설치되며 상기 수배전반으로 공급되는 전력을 지선을 통해 각 전기사용장치로 분배하기 위한 스마트분전반;</p> <p>상기 수배전반으로 공급되는 전력과 상기 스마트분전반을 통해 분배되는 각 전기사용장치로의 전력에 대한 정보와 상기 각 전기사용장치의 전력사용 상태를 취합하고, 사용자 단말기를 통해 전력제어신호를 수신하여 전력 공급을 제어하기 위한 게이트웨이;</p> <p>상기 각 전기사용장치로 전력을 공급하고, 유무선통신을 이용하여 전력사용을 제어하며, 전력 사용량을 원격검침하여 지선 및 전기사용장치의 전력사용 상태정보를 취합하여 상기 게이트웨이로 전달하기 위한 적어도 하나의 스마트미터;</p> <p>웹을 통해 전력 사용 상태정보를 제공하기 위해 상기 게이트웨이로 취합된 전력사용정보 데이터를 저장하기 위한 데이터서버; 및</p> <p>상기 웹을 통해 상기 데이터서버에서 제공되는 건물내의 전기사용장치들의 전력사용 상태를 확인하고 상기 게이트웨이와 유선 및 무선네트워크 연결로 각 전기사용장치의 전력공급을 제어하기 위한 사용자단말기를 포함하되,</p> <p>상기 게이트웨이는 상기 스마트미터의 대기전력차단과 수요절감명령에 따른 전력 절감 정보를 취합하여 탄소배출의 절감의 입증 데이터로 저장하여 인증기관으로 전송하는 것을 특징으로 하는 건물의 스마트 에너지 관리 시스템.</p>				
	법적상태 (회피전략)	<p>- 본 특허는 2010년에 출원 후 등록되어 현재까지 유지되고 있는 특허로, 피인용이 많아 기술성이 우수한 특허로 판단됨</p> <p>- 이에 따라, 향후 관련 분야 연구를 진행함에 있어 해당 특허기술에 대한 면밀한 검토를 통해 해당기술을 침해하지 않고 회피하도록 설계하여야 함</p>				

표 3.14 배전반관련 주요 핵심특허 현황-4

4	기술 분류	BB. 배전반 릴레이 기술	특허번호 (출원번호)	JP199922289 9A	특허번호 (공개번호)	JP2001053876A																								
출원인		MITSUBISHI ELECTRIC CORP	출원일	1999-08-05	공개일	2001-02-23																								
발명의 명칭		AUTOMATIC ALTERNATIVE SELECTIVE EXCHANGE SYSTEM AND METHOD																												
대표도면		<div><div><div><div>情報要素 : 呼着設定番号</div><div>始アドレス : 11</div><div>終アドレス : 21</div><div>呼着番号 : XXXX</div><div>トラヒック契約情報 帯域 : XXXX [Mbps]</div><div>経路選択コスト情報 : Hop 数</div><div>再発呼回数 : X回</div></div><div><div>51 経路解決交換機</div><div>52 呼着先</div><div>53 呼着先</div><div>54 呼着先</div><div>55 呼着先</div><div>56 呼着先</div><div>57 呼着先</div><div>58 呼着先</div><div>59 呼着先</div><div>60 呼着先</div><div>61 呼着先</div><div>62 呼着先</div><div>63 呼着先</div><div>64 呼着先</div><div>65 呼着先</div><div>66 呼着先</div><div>67 呼着先</div><div>68 呼着先</div><div>69 呼着先</div><div>70 呼着先</div><div>71 呼着先</div><div>72 呼着先</div><div>73 呼着先</div><div>74 呼着先</div><div>75 呼着先</div><div>76 呼着先</div><div>77 呼着先</div><div>78 呼着先</div><div>79 呼着先</div><div>80 呼着先</div><div>81 呼着先</div><div>82 呼着先</div><div>83 呼着先</div><div>84 呼着先</div><div>85 呼着先</div><div>86 呼着先</div><div>87 呼着先</div><div>88 呼着先</div><div>89 呼着先</div><div>90 呼着先</div><div>91 呼着先</div><div>92 呼着先</div><div>93 呼着先</div><div>94 呼着先</div><div>95 呼着先</div><div>96 呼着先</div><div>97 呼着先</div><div>98 呼着先</div><div>99 呼着先</div><div>100 呼着先</div></div><div><table><tr><td>設定経路番号</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr><tr><td>41</td><td>44</td><td>47</td><td></td></tr><tr><td>42</td><td>45</td><td>46</td><td></td></tr><tr><td>43</td><td>48</td><td>49</td><td></td></tr><tr><td>12</td><td>32</td><td>22</td><td></td></tr><tr><td>21</td><td>21</td><td>21</td><td></td></tr></table></div></div></div> <div><div>経路交換機</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div>呼着側部</div><div>再発呼着側部</div><div></div></div>					設定経路番号	1	2	3	41	44	47		42	45	46		43	48	49		12	32	22		21	21	21	
設定経路番号	1	2	3																											
41	44	47																												
42	45	46																												
43	48	49																												
12	32	22																												
21	21	21																												

표 3.15 배전반관련 주요 핵심특허 현황-5

5	기술 분류	BA. 배전반 PLC 기술	특허번호 (출원번호)	KR200938095A	특허번호 (공개번호)	KR2010111913 7A
출원인	이 동 호	출원일	2009-04-30	공개일	2010-11-09	
발명의 명칭	원격 배전반 관리시스템 (REMOTE SWITCHBOARD MANAGEMENT SYSTEM, CAPABLE OF REMARKABLY REDUCING THE SAFETY ACCIDENT RATE)					
대표도면						
주요 내용	<p>인터페이스용 PC와 네트워크망을 통해 연결되고, 부하 개폐기를 포함한 상기 배전반의 저, 고압 기기의 개폐를 제어하며, 배전반의 이상 트립의 기준을 설정하고, 상기 카메라 부의 촬영 영상을 요청할 수 있는 관리 프로그램을 클라이언트 PC의 요청에 의해 제공하는 관리 서버로 인해 상기 배전반을보다 효율적으로 관리 할 수 있음은 물론 이로 인해 특히 정전 사고를 포함한 안전 사고율을 현저히 낮출 수있는 효과가 있음</p>					
주요 청구항	<p>청구항 1 배전반 인입선로상에 설치되어 상기 인입선로로 공급되는 전원, 전압 등을 계측하는 계측부와; 상기 계측부가 계측한 전원, 전압값 등을 표시하는 디스플레이부와; 상기 계측부가 계측한 전원, 전압값 등이 상기 디스플레이부에 표시될 수 있도록 상기 디스플레이부를 제어하는 인터페이스용 PLC;를 포함하여 이루어지는 배전반에 있어서, 상기 배전반에 설치된 부스바 및 부하개폐기의 온도를 감지하는 온도감지부와;</p> <p>상기 배전반의 내부 및 외부를 촬영하여 감시하는 카메라부와;</p> <p>상기 온도감지부 및 상기 카메라부가 출력하는 신호를 수신하고, 상기 인터페이스용 PLC와 이더넷을 통해 연결되는 인터페이스용 PC와;</p> <p>상기 인터페이스용 PC와 네트워크망을 통해 연결되고, 부하개폐기를 포함한 상기 배전반의 저,고압기기의 개폐를 제어하며, 상기 배전반의 이상 트립의 기준을 설정하고, 상기 카메라부의 촬영영상을 요청할 수 있는 관리 프로그램을 클라이언트 PC의 요청에 의해 제공하는 관리서버;</p> <p>를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 원격 배전반 관리시스템</p>					
법적상태 (회피전략)	<p>- 본 특허는 2009년 출원인 이동호 (발명자 : 이동호) 출원이후 공개되어 있는 상태임</p> <p>- 향후, 관련 분야 연구를 진행함에 있어 상기 도면의 관리 서버와 같이 배전반 패널에 장착된 버스바(busbar) 등 측정 장치의 신규성 기술을 참고하는 것이 바람직할 것으로 보임</p>					

3. 논문 분석

(1) 논문분석 범위

표 3.16 논문 분석 기준

구 분	분석 기준
논문검색 DB	Web of Science, Thomson Innovation
분석구간	1990.01.01.~2014.06.12.
검색범위	Title, Abstract

(2) 논문기술 동향

○ 무선연계 기술

- 철도차량 무선연계 기술개발 분야의 논문 동향 분석을 위해 해당 기술을
1) 이더넷 네트워크 (Ethernet Network), 2) TCN 네트워크 (Train Communication Network),
3) 무선 네트워크 기술(Wireless Network)의 3개의 세부기술로 분류하여 논문을 검색하였음
- 분류된 기술별 논문 피인용수를 기준으로 주요논문을 제시하고자 함.

○ 핵심논문 주요 분석

- SCI 논문 : 「The IEC/IEEE train communication network」
- 저널명 : IEEE COMPUTER SOC, 2001
- 저자 : Kirrmann, H (ABB Corp Res, Switzerland)
- 주요 내용 : IEC / IEEE 철도 통신 네트워크

표 3.17 유효논문 현황

순번	논문 제목	발표 년도	저널명	피인 용수
1	The IEC/IEEE train communication network	2001	IEEE COMPUTER SOC	20
2	Adaptive coding and modulation for mobile wireless access via high altitude platforms	2005	SPRINGER	12
3	Broadband system to increase bitrate in train communication networks	2009	ELSEVIER SCIENCE BV	3
4	A novel network architecture for train-to-wayside communication with quality of service over heterogeneous wireless networks	2012	SPRINGER INTERNATIONAL PUBLISHING AG	1
5	A link-layer slave device design of the MVB-TCN bus (IEC 61375 and IEEE 1473-T)	2007	IEEE-INST ELECTRICAL ELECTRONICS ENGINEERS INC	0
6	Formal Modeling and Verification for MVB	2013	HINDAWI PUBLISHING CORPORATION	0
7	Handoff management in communication-based train control networks using stream control transmission protocol and IEEE 802.11p WLANs	2012	SPRINGER INTERNATIONAL PUBLISHING AG	0
8	Performance improvements of communication-based train control (CBTC) systems with unreliable wireless networks	2014	SPRINGER	0
9	An optimal antenna assignment strategy for information raining	2008	IEEE-INST ELECTRICAL ELECTRONICS ENGINEERS INC	0
10	Wireless telecommunications in railways – Flash-orthogonal frequency division modulation – a case study	2008	PROFESSIONAL ENGINEERING PUBLISHING LTD	0

(3) 소프트 로직 기술

- 소프트 로직 분야 기술의 논문 동향 분석을 위해 해당 기술을 1) 배전반 PLC (Distribution Programmable Logic Control), 2) 배전반 릴레이 (Distribution Relay)의 2개의 세부기술로 분류하여 논문을 검색하였음
- 분류된 기술별 논문을 검색한 결과를 피인용수를 기준으로 주요논문을 제시하고자 함

표 3.18 유효논문 현황

순번	논문 제목	발표년도	저널명	피인용수 (Forward)
1	Data acquisition system and irrigation controller based on CR10X datalogger and TDR sensor	2003	SOIL CROP SCIENCE SOC FLORIDA	5
2	Field programmable gate arrays based overcurrent relays	2004	TAYLOR & FRANCIS INC	5
3	A field test study of airborne wear particles from a running regional train	2012	S A G E PUBLICATIONS LTD	4
4	Distributed artificial intelligence in process control	1996	PERGAMON-ELSEVIER SCIENCE LTD	1

○ 핵심논문 주요 분석

- SCI 논문 : 「Data acquisition system and irrigation controller based on CR10X datalogger and TDR sensor」
- 저널명 : SOIL CROP SCIENCE SOC FLORIDA, 2003
- 저자 : Nogueira, LC (Univ Florida)
- 주요 내용 : CR10X의 데이터 로거 및 TDR 센서를 기반으로 하는 데이터 수집 시스템

4. 시장분석

(1) 시장현황

○ 열차 신호/제어 시장

- 신호/제어 관련 전세계 신규/개량(New development and upgrade)시장은 64억 유로(2011년 기준, 약 9.2조)로, China Railway signal & com, Siemens, Thales, Ansaldo STS 등이 시장을 주도하고 있음 (※ 출처 : Worldwide Market for railway technology, 2012, 독일 SCI)

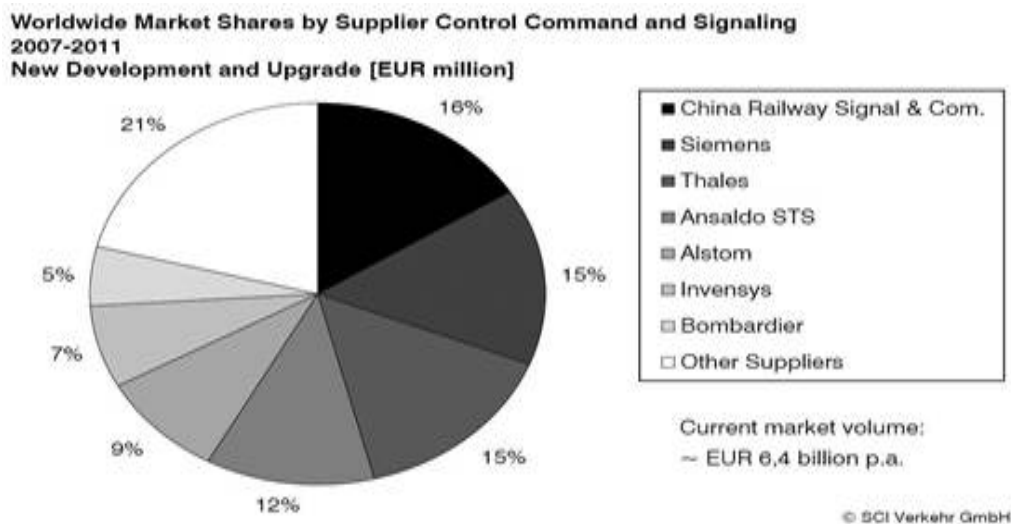


그림 3.10 신호/제어 관련 신규/개량분야의 전세계 시장 점유율(업체별) - 2011년 기준

- 세계 통신장비 시장(Global Signaling Equipment market)은 2012년에서 2015년사이 年평균 6.1% 증가할 것으로 예상되는데, 이는 주로 데이터 집약적 응용프로그램(data-intensive application)의 도입 증가로 판단됨 (※ 출처 : Global Signaling Equipment market 2011-2015, 2013, market research reports.biz)
- 철도 관리 시스템 시장의 수익은 2014년부터 2019년까지 연평균성장율(CAGR) 12.9%증가 할 것으로 전망하고 있고, 2014년말까지 19.58 million달러에 달하고 2019년 말에는 총 35.99 billion달러에 달할 것으로 예상함.

- 이 같은 예상은 중국 및 아시아 지역에서의 철도 인프라에 대한 투자가 증가하고, 유럽연합(EU)에서는 대륙간 철도 및 고속철도에 ERTMS 같은 철도정보 시스템 및 신호 표준화에 상당한 자원을 투자하고 있는 상황에 기인함
- 향후 30년간 제어, 명령, 통신시스템(Control, command and communication systems)은 철도의 핵심전략 기술로서 새로운 신호 및 제어 시스템의 구현은 궁극적으로 철도 인프라의 효율성과 능력을 향상시키고 열차 속도가 빨라지면서 낭비되는 에너지를 저장하고 절감할 수 있으며 개선된 제어 명령 및 통신 시스템은 또한 온보드 통신을 제공하여 승객의 안전성과 편의성까지 향상될 것으로 전망됨. (※ 출처 : Railway Management System Market: Worldwide Market Forecasts and Analysis (2014-2019), Market&Market, 1 April 2014)

○ 산업용 네트워크 및 이더넷 장치 시장

- 전세계 이더넷 액세스 장치(Global Ethernet Access Device market) 시장은 2012년에서 2016년사이 年평균 13.62% 증가할 것으로 예상되는데, 이는 주로 통신 네트워크 백홀 이더넷 액세스 장치 도입의 증가로 판단됨 (※ 출처 : Global Ethernet Access Device Market 2012-2016, 2013, Infiniti Research Limited(Technavio))
- 전세계 이더넷 스위치(Global Ethernet Switch market) 시장은 2012년에서 2016년사이 年평균 8.21% 증가할 것으로 예상되는데, 이는 주로 10GB 이더넷 스위치에 대한 수요 증가로 판단됨
- 이 분야 주요 업체로는 알카텔 - 루슨트, Avaya Inc, 시스코 시스템즈, D-Link Corp, HP, 화웨이 테크(주), 주니퍼 네트워크 등이며, 이 업체들이 시장을 주도하고 있음 (※ 출처 : Global Ethernet Switch Market 2011-2015, 2012, Infiniti Research Limited(Technavio))
- 전세계 산업용 네트워크 시장에서 필더버스(Fieldbus) 프로토콜은 증가율

이 감소하면서 점유율 또한 2011년 75%에서 2016년 69% 수준으로 감소될 것으로 예상되며, 산업용 이더넷(Ethernet)은 높은 증가율이 지속되면서 점유율이 증가될 것으로 예상되고 있음 (※ 출처 : How Sustainable is an Industrial Fieldbus Infrastructure, 2013, IMS Research)

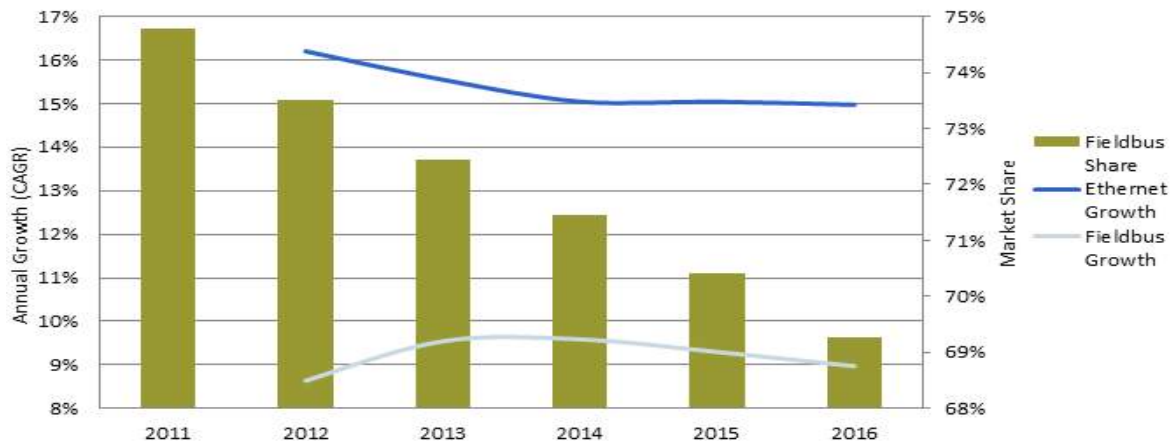


그림 3.11 Industrial Ethernet & Field Growth vs Fieldbus Market Share

○ 이더넷 네트워크 시장현황

- 글로벌 이더넷 산업시장은 2013년부터 2018년까지 연평균성장률(CAGR) 9.8% 성장할것으로 전망하고 있음.
- 이더넷 산업시장을 성장시키는 핵심요소는 자산과 운영비용 지출 감소가 필요하고, 경제적 비용 효율이 높은 장치(Cost-effective device) 개발이 뒤따라야 함.
- 글로벌 이더넷 산업시장을 지배하는 주요 업체(Vendor)로는 CISCO, HP Co, Alcatel -Lucent, Juniper Networks Inc., Huawei Technologies Co. Ltd., D-Link Corp 등이 있고, 그 밖의 업체로는 Avaya inc., Brocade Communications Systems Inc., Adtran Inc., Hitachi Ltd., ZTE Corp., and Nortel Network Corp등의 그 뒤를 따르고 있음. (※ 출처 : Global Industrial Ethernet Market 2014-2018, Sandler Research, 2014.3.4.)

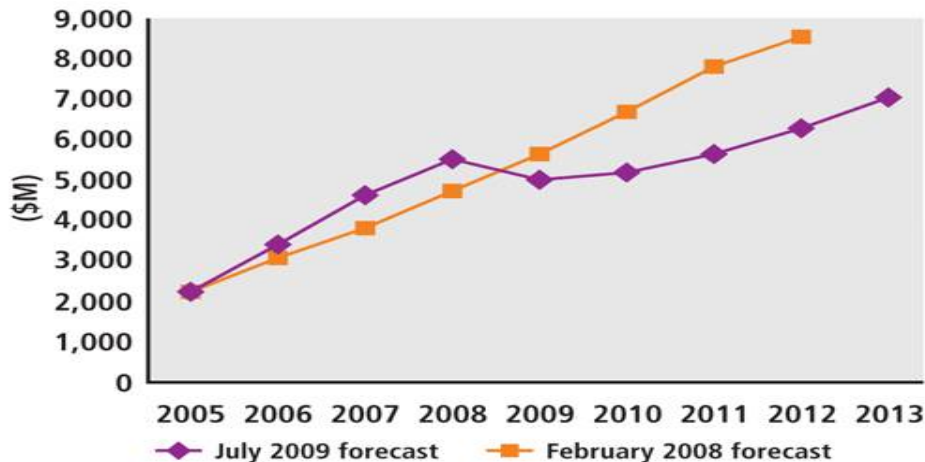


그림 3.12 Worldwide Carrier Ethernet Revenue (※출처: IDC)

- 전 세계 Carrier Ethernet switching and routing 시장은 2008년 5.5billion 달러에서 5billion 달러로 8.5% 감소하였으나, 2008년부터 2013년까지 연평균 성장률(CAGR)이 5% 성장할 것으로 전망하였음.
- 북미시장은 세계 시장의 34.8%를 차지하며 Carrier Ethernet 장비의 가장 큰 소비지역이었으나 향후 5년 이후 APAC(아시아, 태평양 지역) 및 EMEA(유럽, 중동, 아프리카 지역)의 소비 증가로 다소 감소할 것으로 예상됨 (※ 출처 : Consumer services to drive future growth, Eve Griliches/IDC, November 09, 2009)
- IMS 리서치(현재 IHS사)의 연구보고서에 따르면, 이더넷 노드는 네트워킹 시장에서 필드버스(Fieldbus) 기술의 점진적 도전 증가로 2011에서 2016년 사이 공정 산업에서 거의 두 배로 시장점유율을 설정하며 공정 산업에서 산업용 이더넷 노드는 2011년 4.4million units에서 2016년 8.7million units로 최대 96% 증가할 것으로 전망하고 있음
- 또한, IHS는 산업용 이더넷 사용으로 산업자동화를 통해 성장할 것으로 예상하며 2016년 新공정 자동화 네트워크 노드 연평균성장률(CAGR)을 14%, 新필드버스 노드 연평균성장률(CAGR)은 9% 성장할 것으로 전망하고 있음. (※ 출처:World Market for Industrial Ethernet and Fieldbus Technologies – 2013 Edition, IMS Research, 2013)

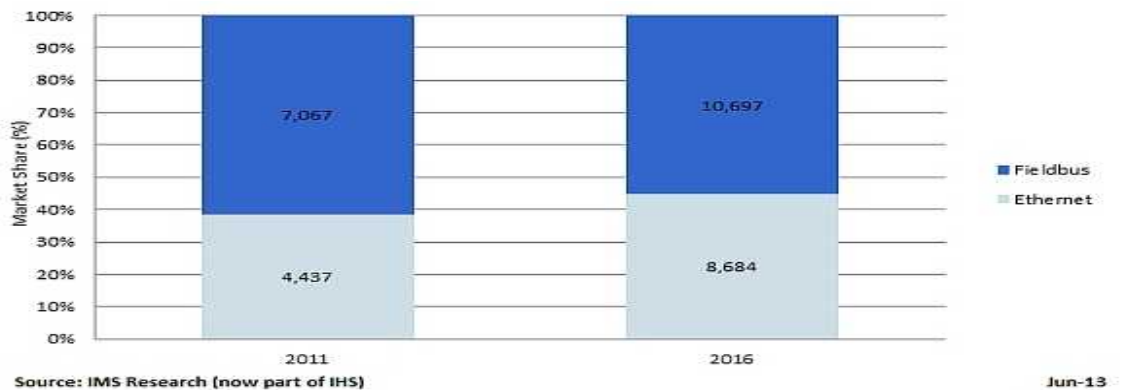


그림 3.13 The World Market for Industrial Ethernet & Fieldbus – Market Share and New Nodes Connected_2011 & 2016(Market Share%)(Thousand of New Nodes Connected)

○ 소프트웨어 제어 시장현황

- TechNavio 분석보고서에 따르면, 2011년부터 2015년까지 글로벌 PLC 시장은 연평균 성장률 9.1% 성장할 것으로 전망됨. PLC 시장 성장에 기인하는 중요한 요소 중 하나는 정부 규제 및 정책으로서 글로벌 PLC에 대한 수요가 증가되고 있지만 높은 고객 비용 전환이 시장성장을 제한하고 있음. PLC 시장의 주요 업체(vendors)로는 Mitsubishi Electric Corp., Schneider Electric SA, Siemens AG, Rockwell Automating Inc.등이 있고, 후발주자 업체(vendors)로는 GE Co., ABB Ltd., Omron Corp., Honeywell International Inc., Invensys plc., Yokogawa Electric Corp.등이 있음 (※ 출처: Global Programmable Logic Controllers Market 2011-2015, TechNavio, July 2012)
- IMS 리서치(현재 IHS사)의 연구보고서에 따르면, 동남아시아 PLC 시장은 2012년에 200million달러 미만으로 세계 경제의 어려움 속에 계속적으로 고군분투할 것으로 예상함. 2013년 동남아시아 PLC 시장은 139.4million달러에서 146.5million달러 증가할 것으로 예측하였으나 2011년 169.6million 대비 18% 감소함. 다만, 2013년부터 2017년까지 동남아시아 PLC 시장 매출은 178.5million달러로 5%의 범위 내에서 매년 성장할 것으로 전망함. (※ 출처: PLCs – Southeast Asia – 2013 Edition, IMS Research, August 2013)

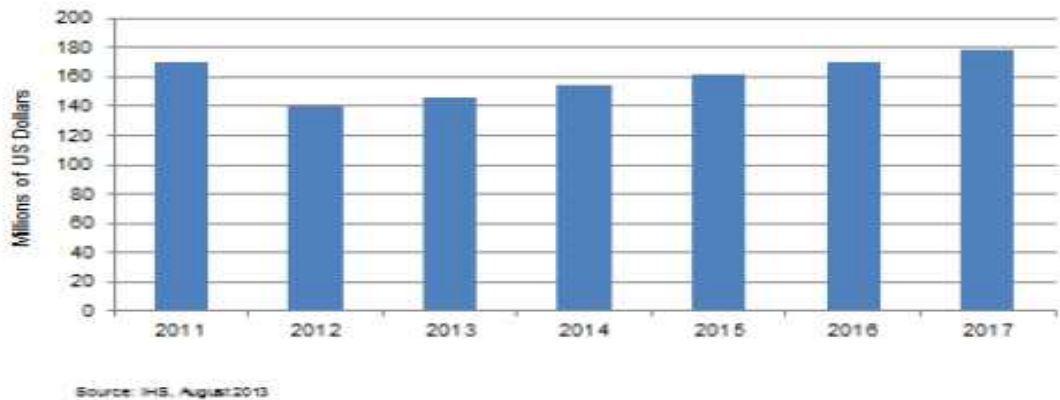


그림 3.14 Global Revenue Forecast for programmable Logic Controllers in Southeast Asia

- IMS 리서치(현재 IHS사)의 연구보고서에 따르면, 동남아시아 PLC 시장은 2012년에 200million달러 미만으로 세계 경제의 어려움 속에 계속적으로 고군분투할 것으로 예상함. 2013년 동남 아시아 PLC 시장은 139.4million 달러에서 146.5million달러 증가할 것으로 예측하였으나 2011년 169.6million대비 18% 감소함. 다만, 2013년부터 2017년까지 동남아시아 PLC 시장 매출은 178.5million달러로 5%의 범위 내에서 매년 성장할 것으로 전망함. (* 출처 : PLCs – Southeast Asia – 2013 Edition, IMS Research, August 2013)

(2) 시장 발전단계

- 철도차량 무선 연계 및 소프트 로직 기술의 특허 출원/공개 추이를 통해 시장 발전단계 위치를 추정해 보면 현재 성장하고 있는 기술 분야로 판단할 수 있음
- 특허 출원/공개 추이를 보면, 전반적으로 우상향하고 있으며 2011년부터 출원 특허(청색선)보다 해외 공개 특허(적색선)가 더 많이 나타나 최근 해외시장에서 중요한 기술로 부각되고 있는 분야임을 알 수 있음

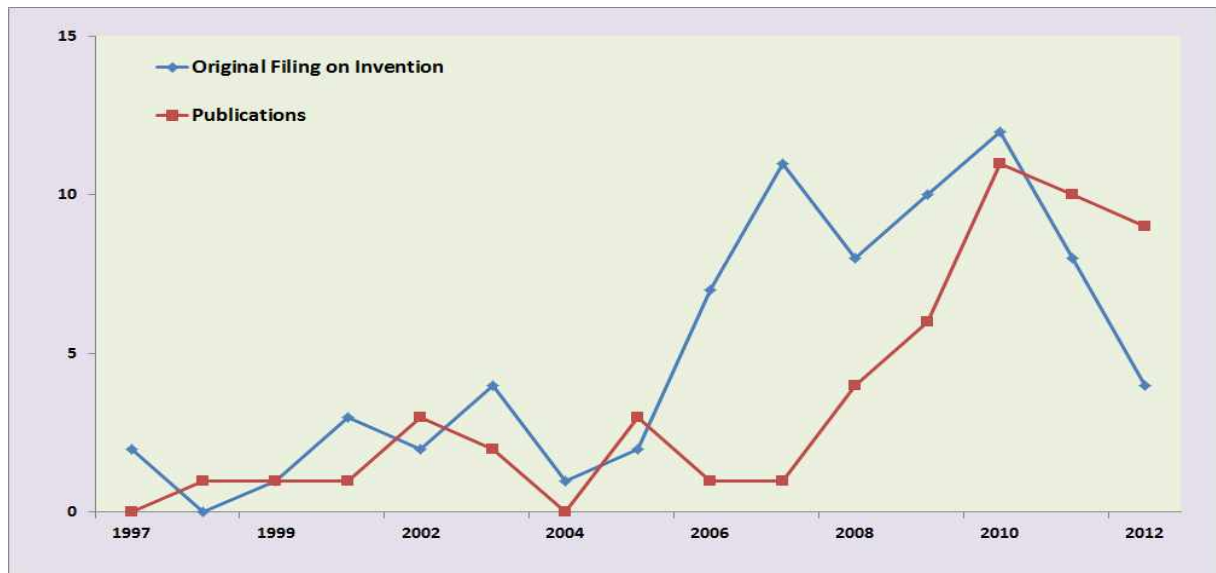


그림 3.15 특허기술 연계 기술발전 추이

5. 종합결론

(1) 특허분석 결론

- 철도차량 무선연계 및 소프트 로직 기술개발 분야의 전체적인 특허동향을 살펴보면 1990년부터 현재까지 총 75건 관련 특허가 출원되고 있으며, 일본이 25건(33%)로 최다 출원 국가이며, 한국, 미국, 유럽, 중국의 순으로 출원되고 있음
- 특허를 출원한 상위 10개의 출원인을 분석한 결과, 한국의 KRRI, 현대로템, 일본의 NIPPON SIGNAL, TOSHIBA, MITSUBISHI ELECTRIC, EAST JAPAN RAILWAY CO과 유럽의 ALSTOM TRANSPORT SA 등이 출원을 많이 하고 있음
- 국가별로 보면 해외 특허 시장확보력을 의미하는 시장확보지수(PFI), 원천/핵심 특허 보유와 관련이 높은 인용도지수(CPP), 질적 수준을 나타내는 영향력지수(PII)에서는 유럽, 양적 수준(특허건수)을 고려한 기술력지수(TS) 지표에서는 미국이 가장 높은 경쟁력을 나타나고 있음. 이에 따라, 향후 量的·質的으로 가장 우수한 미국 특허를 중심으로 세부 선행기술을 분석하되, 특허 출원 건수가 가장 많은 일본 특허도 병행하여 검토하는 것이 필요할 것으로 판단됨
- 한국의 경우 특허건수, 시장 확보력, 인용도 등 기술영향력 등 대부분의 지수에서 가장 낮은 수준을 보이고 있어, 관련 분야 기술의 고도화가 시급히 요구되는 상황임

(2) 논문분석 결론

- 철도차량 무선연계 및 소프트 로직 기술개발 분야의 전체적인 논문동향을 살펴보면, 1990년부터 현재까지 총 14건의 논문에 불과해 관련 분야 논문이 많이 발표되지 않고 있음을 알 수 있음
- 이는 철도차량의 이더넷 네트워크 (Ethernet Network)나 TCN 네트워크 기술자체가 산업계와 관련이 높은 시스템 기술로 선행기술인 논문 보다는 특허 위주로 기술이 개발되고 있기 때문임

- 이 분야 기술을 주도하고 있는 미국 및 유럽의 저널에 대부분의 논문이 발표되고 있어 향후 SPRINGER, TAYLOR & FRANCIS INC 등 미국과 유럽 저널에 발표된 논문을 중심으로 선행기술을 우선 검토할 필요가 있음

(3) 시장분석 결론

- 철도 분야 신호/제어 관련 시장은 중국의 China Railway signal & com, 유럽의 Siemens, Thales, Ansaldo STS 등이 시장을 주도하고 있음
- 전세계 이더넷 네트워크 시장(이더넷 액세스, 스위치, 통신장비 등)은 향후 산업계 전반적으로 계속적으로 시장이 확대될 것으로 예상되는데, 철도의 이더넷 적용 부분은 아직 시장이 활성화되지 못해 향후 이 부분에 대한 기술 확보가 시급할 것으로 판단됨
- 이에 따라, 향후 관련 기술개발을 위해 해당 업체의 기술을 면밀히 검토할 필요가 있으며, 시장이 점차 확대되고 있는 이더넷 네트워크 기술의 철도 적용 방안도 검토해야 할 것으로 판단됨

제 2절 철도차량 무선연계기술 개발을 위한 무선기술검토

1. 전력선통신(Power Line Communication; PLC) feasibility 검토

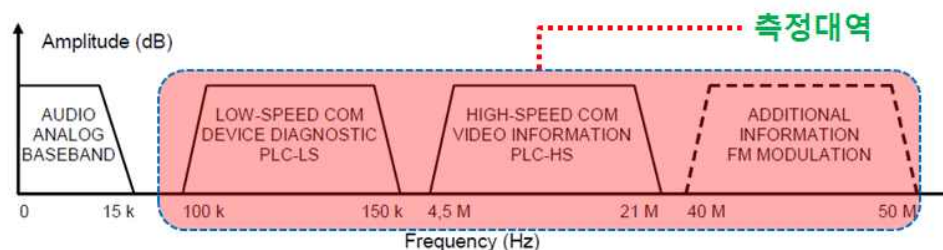
TCN의 네트워크 매체로 전력선을 활용한 PLC의 도입에 대한 연구가 진행 중이다. 특히 IEEE P1901 및 IEEE P1473 위원회와 공동으로 고속 PLC(Ethernet on Power Line)를 활용한 열차 제어 통신망(TCN) 구축에 관한 연구 진행인데, IEEE P1901에서 제안하는 고속PLC를 활용할 경우 TCN 3.0에서 제정하는 Ethernet 기반의 Communication Profile 및 Application Profile을 수정 없이 사용할 수 있으며, 별도의 통신케이블이 필요 없는 획기적인 기술적 진보가 예상된다.

IEC 62580-1 Ed.1.0	Railway applications - On board Multimedia Systems for Railways - Part 1: General architecture	CD2
IEC 62580-2 Ed.1.0	Railways applications - On board Multimedia Systems for Railway - Part 2: Video Surveillance/CCTV services	CD
IEC 62580-3 Ed.1.0	Railways applications - On board Multimedia Systems for Railway - Part 3: Crew orientated services	starting
IEC 62580-4 Ed.1.0	Railways applications - On board Multimedia Systems for Railway - Part 4: Passenger orientated services	CD
IEC 62580-5 Ed.1.0	Railways applications - On board Multimedia Systems for Railway - Part 5: Train Operator/Maintainer orientated services	starting

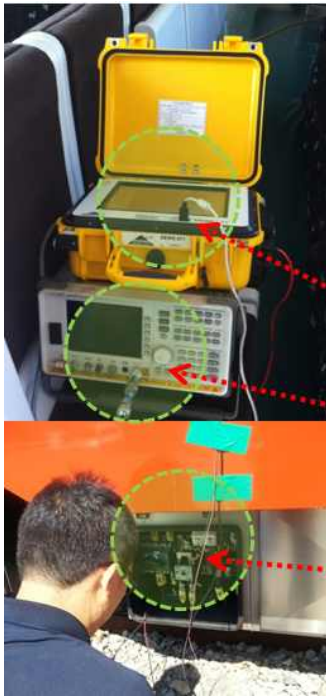
그림 3.16 IEC 62580 Multimedia 서비스 표준

○ PLC 시험 구성 및 결과 분석

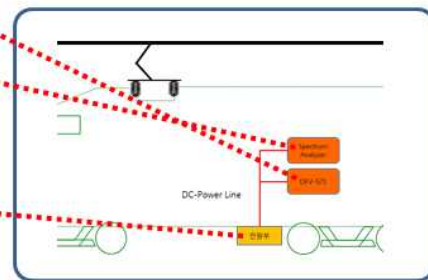
철도차량내 PLC 방식 적용 가능성 검토를 위하여, 철도차량 내부장치에서 사용하는 DC-100V 전원라인의 PLC 사용 주파수 영역에 대한 노이즈 분석을 수행하였다.



• 시험구성

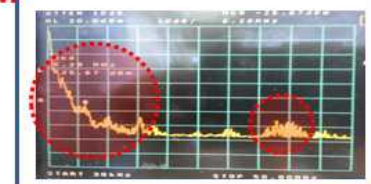
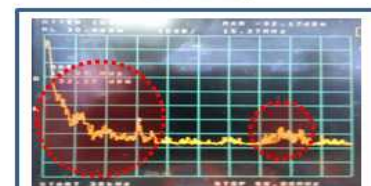
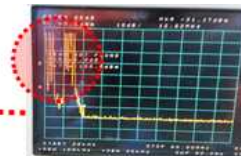


- 대상: 차세대전동차
- 하부전원라인에 계측기 연결
- PLC 사용주파수 영역에 대한 노이즈 분석 진행
 - Spectrum Analyzer : 주파수 노이즈 분석
 - DEWE-571 : DC-100V 전원 변화 분석
- 시험방법
 - 열차시동시 노이즈 측정/분석.
 - 시험구간 운행시 노이즈 측정/분석



• 시험결과분석

열차 시동시 30Kz~12.5MHz사이 에 강력한 노이즈 발생하였다.



- 열차 시동 시 30KHz ~ 12.5Mhz 20dBm 이상의 강력한 노이즈 발생함.
- 10MHz 이하 및 35MHz 이상 대역에서 높은 노이즈 측정됨.
- 20MHz ~ 30MHz 대역에서 -50dBm 이하 낮은 노이즈 측정됨.

2. 무선랜 적용을 위한 표준기술 검토

열차의 제어와 진단-감시 시스템은 열차에 탑재된 차상제어시스템(On-board Control System)과 열차의 운행을 제어하는 지상신호연계 제어시스템(ATC/ATO)로 나눌 수 있는데, 지상신호연계 시스템에 무선망의 도입(Wireless Wayside Communication)이 활발하게 진행되고 있다.

TCN 표준 초기에는 신호연계 시스템은 TrainCom과 같이 별도의 프로젝트로 다루어졌으나, TCN 3.0 표준안에는 IEC 61375-2-6으로 포함되어 있다. Wayside 통신망으로는 GSM/R, Wifi, Wibro 등 다양한 무선통신망이 적용되고 있으나, 최근에는 고속의 실시간 통신을 보장하는 LTE 통신망을 기반으로 하는 LTE/R 통신망으로 표준화가 진행 중에 있다. 차상 전장품(OBCS)에는 열차 운행의 안전성을 보장하기 위하여 제어용으로는 무선통신망을 사용하지 않으나, 승객을 위한 멀티미디어 서비스, 열차 안내 시스템 등에는 고속 무선랜(802.11n) 기반의 무선통신을 사용하고 있다. 특히 차량 간(객차와 객차 사이) 통신에 무선통신을 도입할 경우 열차의 분리 결합이 용이하고, 광케이블의 결선 불량에 따른 오작동의 가능성을 줄일 수 있어 확대 적용될 수 있다.

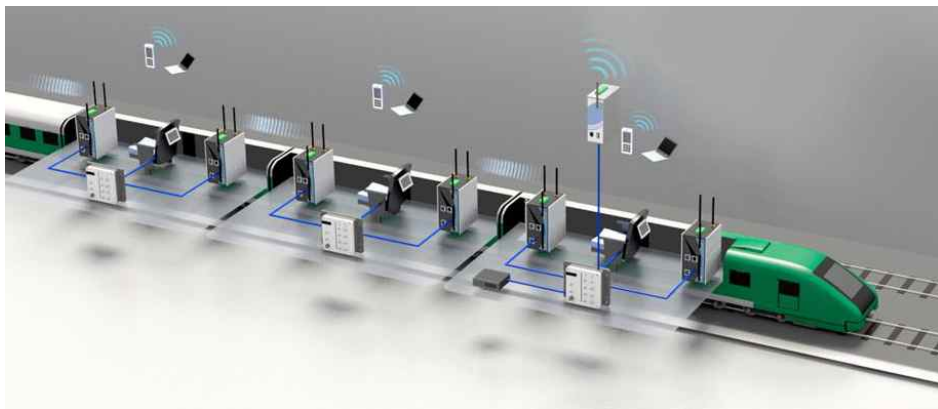
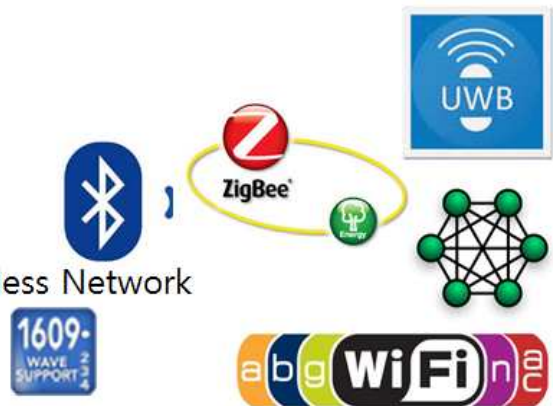


그림 3.17 차량내 무선네트워크의 활용 예

일본, 유럽을 대상으로 802.11n을 대상으로 차량간 승객 정보전송을 위한 무선방식을 적용하고 있다. 그림 3.17이 그 예가 된다. 현재까지 철도 전용 따라서, 본 기획에서는 802.11x를 대상으로 철도내부 무선네트워크 적용가능성을 검토하였다.

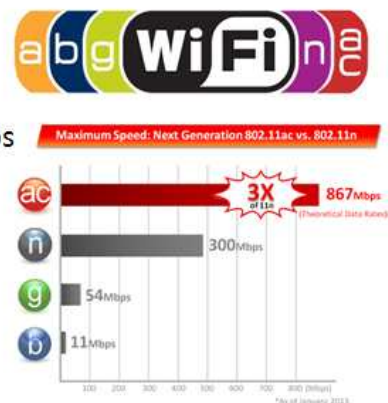
가. 검토대상

- IEEE 802.11 - FHSS
- IEEE 802.11b
- IEEE 802.11a/g - OFDM 54Mbps
- IEEE 802.11s - MESH
- IEEE 802.11n HT
- IEEE 802.11ac VHT
- IEEE 802.11p WAVE – Vehicular Wireless Network
- IEEE 802.15.1 BlueTooth
- IEEE 802.15.4 Zigbee
- IEEE 802.15.3a UWB



(1) IEEE802.11a/g/n/ac

- IEEE 802.11a
 - OFDM, SISO, 5GHz, 20MHz, 54Mbps
- IEEE 802.11g
 - OFDM, SISO, 2.4GHz, 20MHz, 54Mbps
- IEEE 802.11n HT
 - OFDM, MIMO, 2.4 & 5GHz, 20/40MHz, 600Mbps
- IEEE 802.11ac VHT
 - OFDM, MIMO, 5GHz, 20/40/80MHz, 1Gbps



→ 철도차량 무선연계에 적합

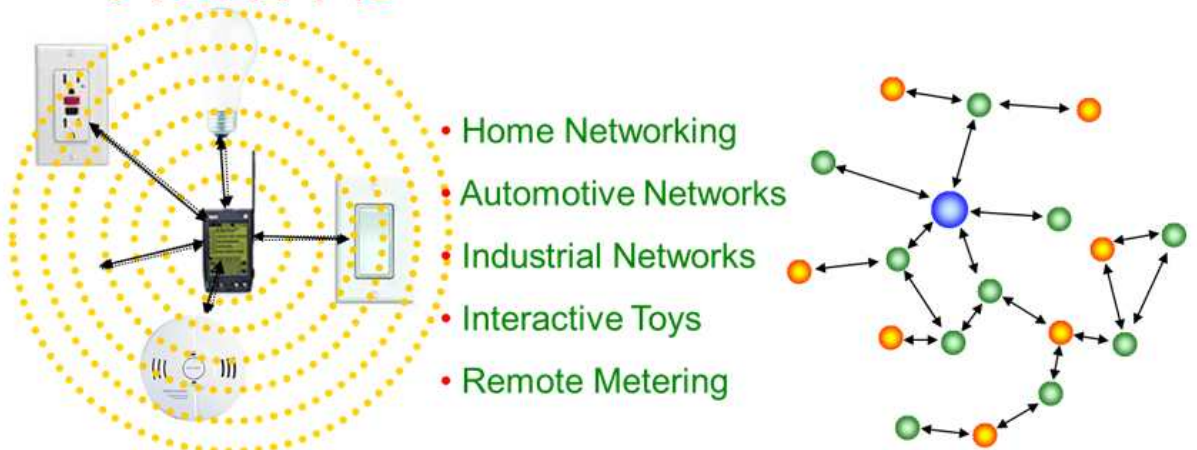
- OFDM 방식의 외부간섭에 강한 Modulation 방식
- 시장 활성화로 Market Player 많음.
- 2.4GHz/5GHz/TVWS 대역 등 주파수 선택영역 넓음.
- 1:N 통신 방식.
- 고속 무선통신 방식(11a/g: 54Mbps, 11n: 600Mbps, 11ac: 1Gbps)

(2) IEEE802.15.4 Zigbee

• USN 메쉬 네트워크 표준

- 저전력, 저가격 단거리용
- M2M 통신용, 수백 Kbps 속도 지원.
- 메쉬망 구성을 통하여 다양한 망구성 유리

→ 수백 Kbps 속도 및 메쉬망 구성에 따른 Latency 문제로 인하여 철도차량 무선연계에 부적합

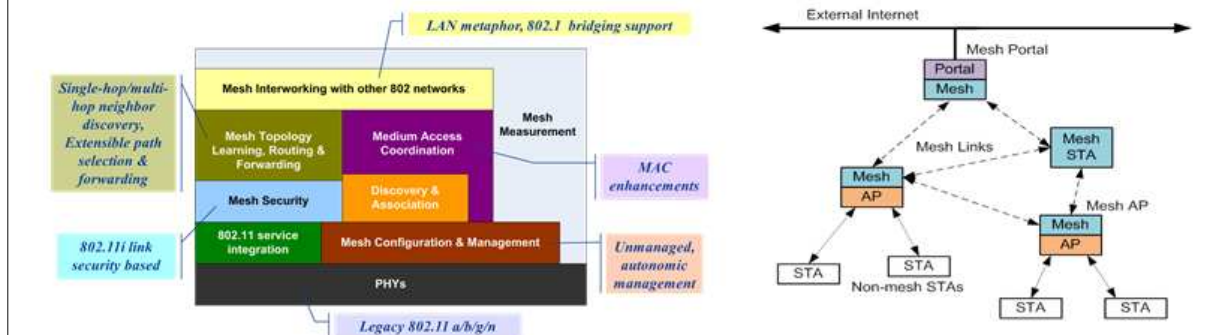


(3) IEEE802.11s Mesh

• 무선랜 메쉬 기술 표준

- 802.11a/b/g/n PHY 기반
- MAC Layer 표준
- 기존 11X 기반으로 구현 가능하여 유리
- 메쉬 멀티홉 구성시 통신성능 저하됨.
- 메쉬 망 구성에 따른 Latency 문제 발생함.

→ 메쉬망 구성에 따른 Latency 문제로 인하여 철도차량 무선연계에 부적합

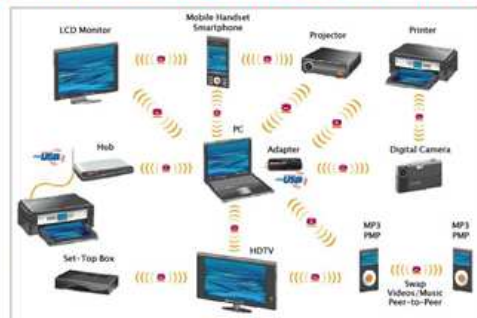
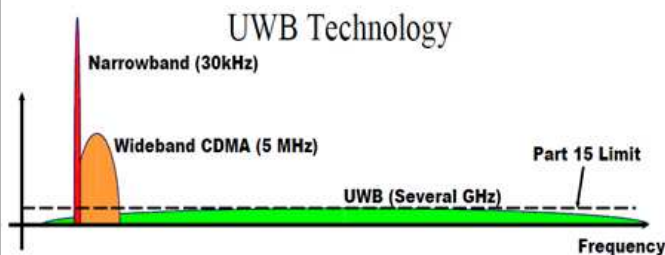


(4) IEEE802.15.3a UWB

- **WPAN 표준**

- Peer to Peer 통신
- 3.1 GHz – 10.6 GHz 광대역 주파수 사용.
- 100Mbps@10m, 400Mbps@5m
- Market Player 적음 (시장 활성화 안됨)
- 외부 간섭에 민감함.

→ 외부간섭에 약하고 Market Player가 적어 철도차량 무선연계에 부적합

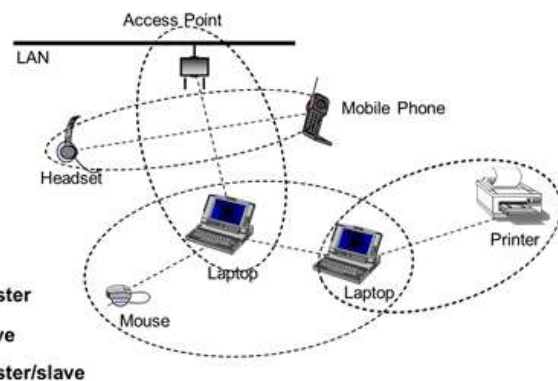
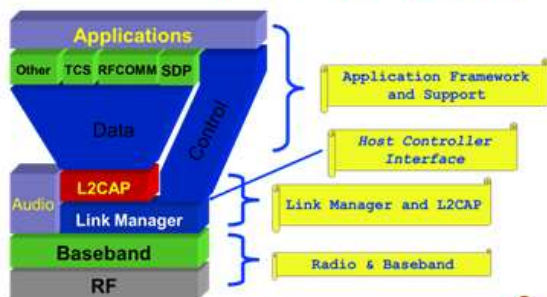


(5) IEEE802.15.1 Bluetooth

- **개인 근거리 무선통신(PAN) 표준**

- 2.4GHz 대역 사용.
- USB의 무선 대체 개념(WiFi는 Ethernet 대체)
- 현재 4.0 표준 완료(Bluetooth Low Energy)
- 2.4GHz 대역만 사용 가능하여 주파수 선택 제약

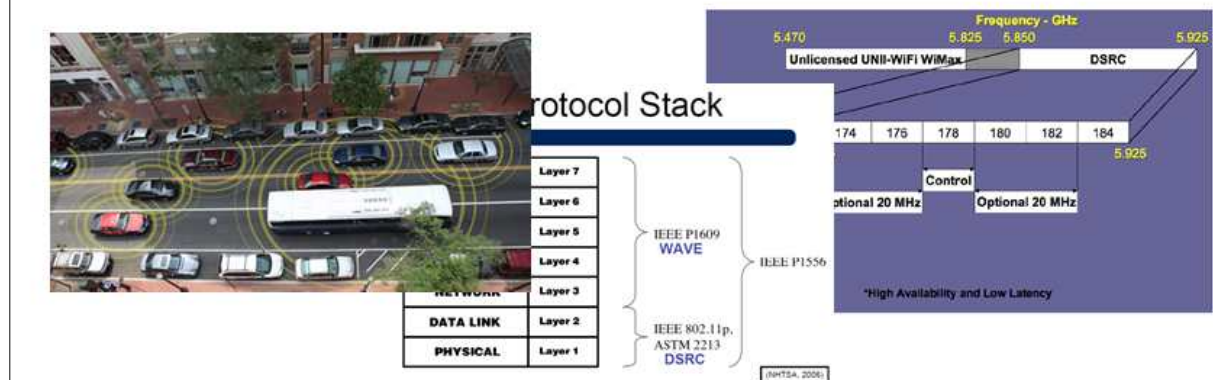
→ 2.4GHz 대역만 사용 가능하여 외부간섭에 취약함



(6) IEEE802.11p+IEEE P1609 Wave

- 차량용 무선 네트워크 표준
 - 5.805 ~ 5.92GHz 대역 사용
 - IEEE 802.11p + IEEE P1609
 - 이동 차량을 위한 V2V, V2I 통신 표준
 - Market Player가 적음 (시장 활성화 안됨)
 - 국내 주파수 문제 해결 안됨 (현재 사용 불가)

→ 주파수 문제 및 전용 칩셋 부재로 철도차량 무선연계 적용 부적합



3. 철도차량 무선연계기술 개발을 위한 전동차 대상 feasibility 시험

철도차량 무선연계기술 개발 가능성을 확인하기 비허가 대역인 ISM대역 프로토콜로 전남 대불시험선에서 시험운용중인 차세대전동차(AUTS)를 대상으로 무선환경 분석 및 실시간 패킷 전송을 기반한 PER(Packet Error Rate) 측정을 통하여, 도시철도 차량 내부장치간 무선연계를 위한 요구사항을 분석하였다.

가. 시험환경

- (1) 시험구간은 전라남도 무안군 대불선 시험선(일로 ~ 대불역 구간) 단선 12Km으로 일로역을 기점으로 약 2km구간의 터널, 교량, 주거지대, 공장지대의 다양한 환경으로 구성되어 있다.
- (2) 시험은 두 차례에 걸쳐 수행되었다.
 - 1차 시험은 철도차량에 2대의 PER 측정 장비를 설치하여 1:1 Error Rate를 측정하고, 무선분석장비(WiFi Analyzer)를 이용하여 2.4GHz 대역과 5GHz 대역에 대한 무선환경을 분석하였고,
 - 2차 시험은 철도차량에 4대의 PER 측정장비를 설치하여 1:3 Error Rate를 측정하였다. 이때 안테나는 2개의 PER 측정장비에 지향성 안테나를 적용하고 나머지 2대의 장비에는 무지향안테나를 적용하였다.(1차 시험에 PER이 높게 나타난 지역의 성능 개선을 위하여 패킷 전송 방식을 unicast로 변경하여 적용하였다.)

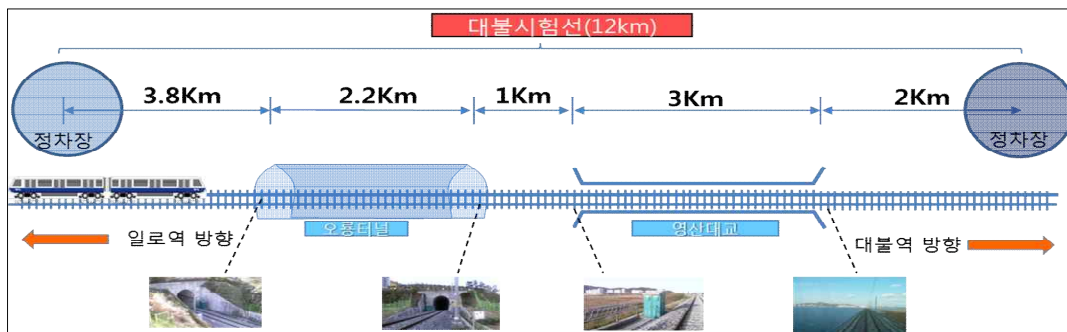


그림 3.18 시험선 구간

나. 시험결과 분석

(1) 1차 시험조건

- PER 측정장비에는 4dBi 무지향성 안테나 적용.
- 패킷 전송방식은 broadcast 방식 적용.

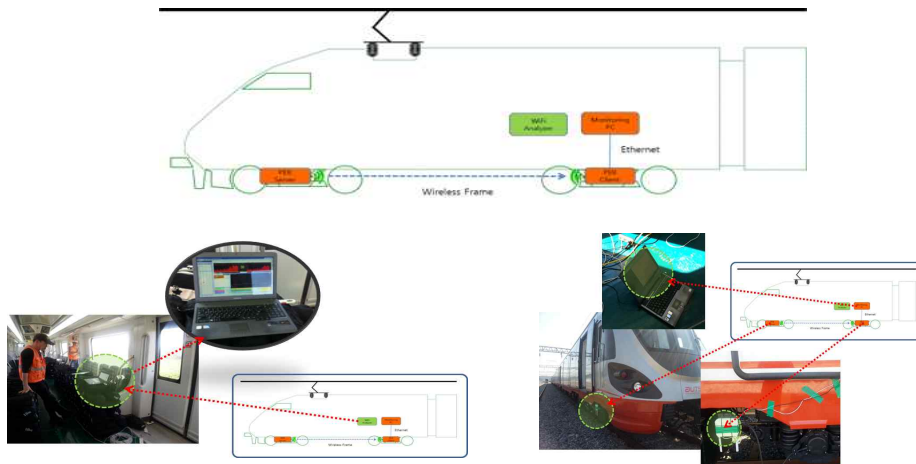


그림 3.19 1차 시험 구성

(2) 1차 시험결과 (1:1 PER 측정)

시험결과, 외부간섭이 비교적 높은 지역인 아파트 밀집지역에서 PER 30% 이상으로 증가 측정되어, 해당 구간의 간섭요인 분석을 위하여, 안테나의 패턴 및 통신방식을 변경하여 2차 시험을 실시하기로 하였다.

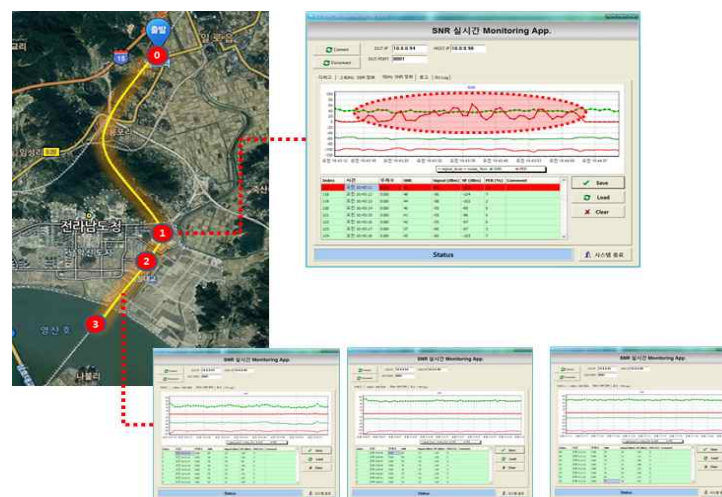


그림 3.20 1차 시험결과

(3) 2차 시험조건

철도차량에 4대의 PER 측정장비를 설치하여 1:3 Error Rate를 측정함. 안테나는 2개의 PER 측정장비에 지향성 안테나를 적용하고 나머지 2대의 장비에는 무지향안테나를 적용. 1차 시험에 PER이 높게 나타난 지역의 성능 개선을 위하여 패킷 전송 방식을 unicast로 변경하여 적용.

- PER 측정장비에는 4dBi 무지향성 안테나와 3dBi 지향성 안테나를 각각 적용.
- 패킷 전송방식은 unicast 방식 적용.

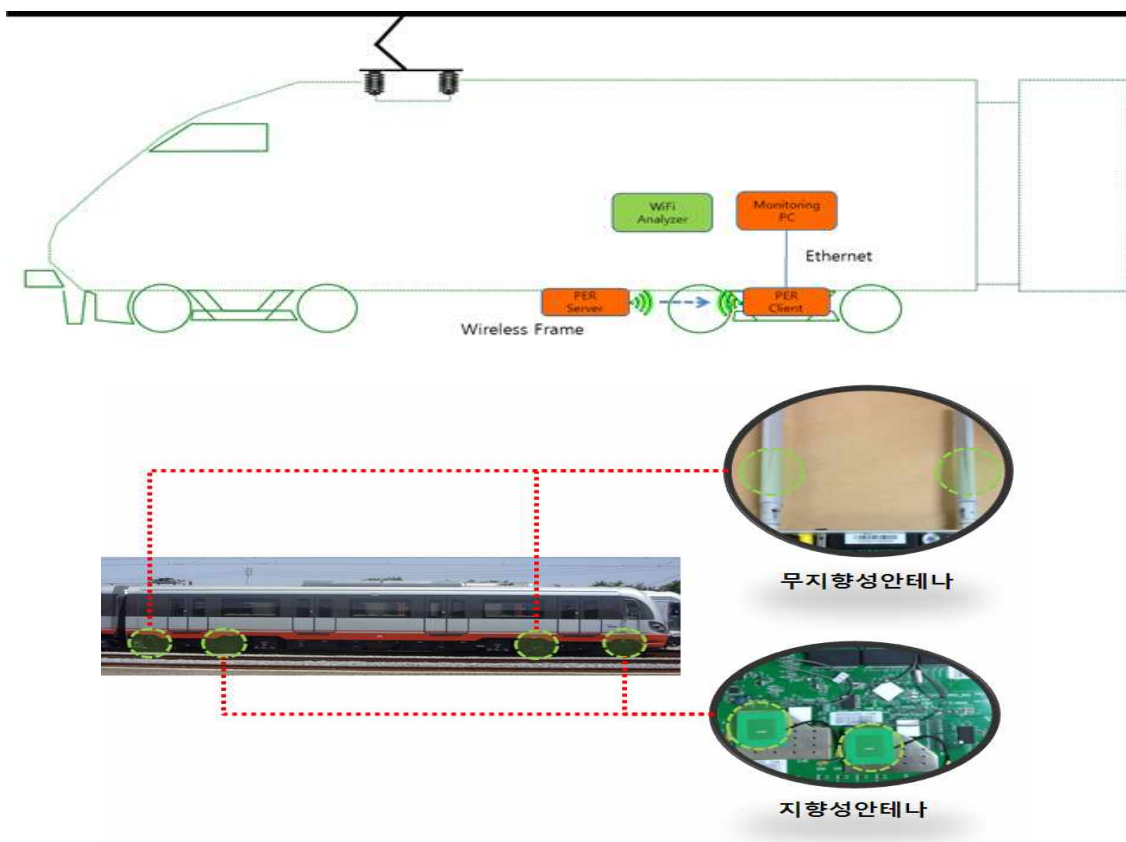


그림 3.21 2차 시험구성

(4) 2차 시험결과 (1:1 PER 측정)

시험결과 지향성안테나 적용시 동일환 조건하에서 2~3dBm 정도의 SNR이 개선되었으며, unicast 패킷 전송방식을 적용함에 따라 외부간섭환경(아파트 밀집 지역)에서의 PER이 개선되었다.

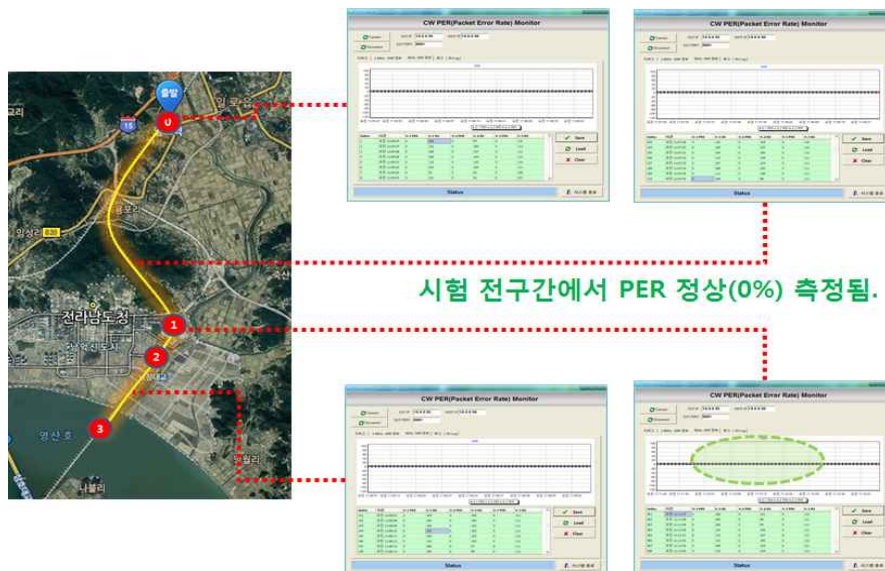


그림 3.22 2차 시험결과

다. 결론

- (1) 1차 시험결과 broadcast 패킷 전송방식과 무지향안테나 적용시 외부간섭이 없는 지역에서는 PER가 0%로 나타났으나, 외부간섭이 심한지역(아파트 밀집지역)에서는 PER이 30%이상으로 측정되었다.
- (2) 이를 보완하기 위하여 진행한 2차 시험에서는 unicast 패킷 전송방식과 무지향/지향 안테나 혼합 적용하였다. 시험결과 지향성안테나 적용시 동일환 조건하에서 2~3dBm 정도의 SNR이 개선되었으며, unicast 패킷 전송방식을 적용함에 따라 외부간섭환경(아파트 밀집지역)에서의 PER이 개선되었다.
- (3) 이 두차례의 시험을 통하여 철도차량에 적합한 무선방식은 unicast 패킷 전송 방식과 지향성 안테나를 적용해야 할 것으로 판단되며, 외부환경에 따른 간섭영향의 최소화를 위하여 무선장치 설치시 SNR값을 35dBm 이상이 되도록 설치하는 것이 최적이라는 판단되었다.

4. 국내 전동차 차량구조 및 차량내 전장장치 위치 현황

차량내 전장장치간의 무선 네트워크 구축을 검토하기 위해서는 차량의 구조와 차량내 전장장치의 위치를 파악함으로써 무선 네트워크 구축시 발생할 수 있는 전파 간섭을 분석할 수 있다. 차량의 소재 및 차량 구조에 따라 무선특성이 상이함에 따라 국내 전동차 구조 및 소재에 관하여, 다음과 같이 조사하였다.

- 근래의 차량의 차체는 경량화 추세를 지향하고 있어 기존의 마일드 스틸의 재질에서 알루미늄 압출재 및 복합재를 이용한 하이브리드 형식으로 변화하는 추세임.

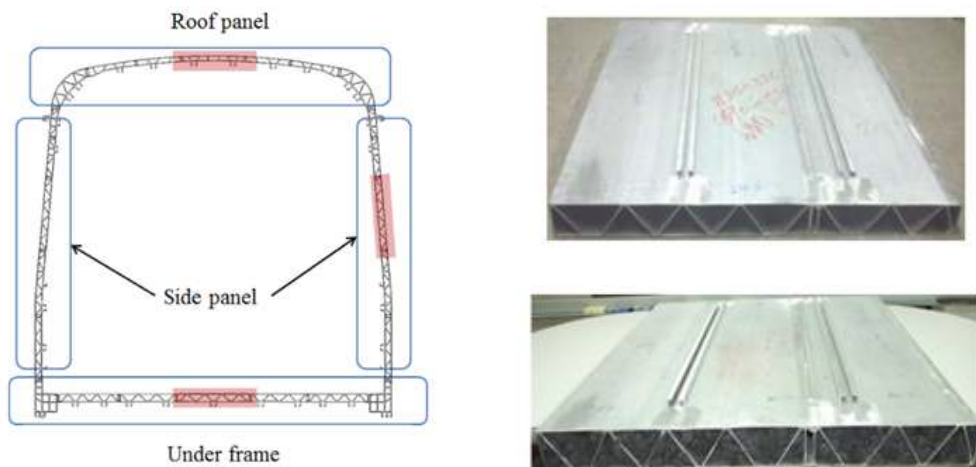


그림 3.23 차량의 구조와 판넬형상

- 차량내의 전장품이 위치는 차량의 종류에 따라 상이하나 크게 고속차량의 경우에는 차량과 차량 사이에 화장실 등 부대시설이 위치함으로 그부분의 공간에 TCMS가 위치하고, 일반 전동차의 경우는 차량사이의 공간이 없으므로 모든 전장품의 위치가 차량하부에 취부되는 구조를 갖는다.

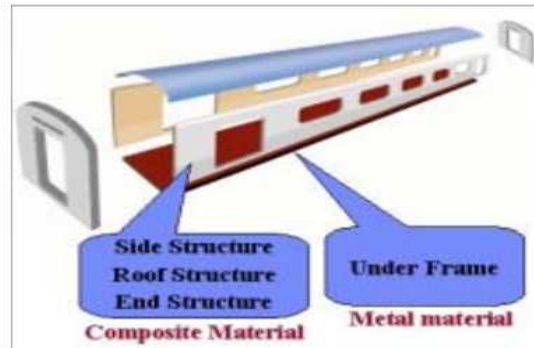


그림 3.24 하이브리드 구조의 차체 형상

이처럼 전장장치가 전파를 차단하는 철제나 알루미늄 차량내에 위치하지 않는 것은 전장장치간의 무선 네트워크를 구축하는데 유리할 수 있다.

참고로 아래 그림 3.25은 BT의 전동차 전장장치위치를 형상화 한 것으로, 차량의 하부에 주요 전장품이 설치 되어 있다. 따라서, 차량 하부의 전파특성 및 차량하부에서 차량안으로 신뢰성 높은 전파의 도달을 위한 안테나 및 무선연계 설계가 수행되어야한다.

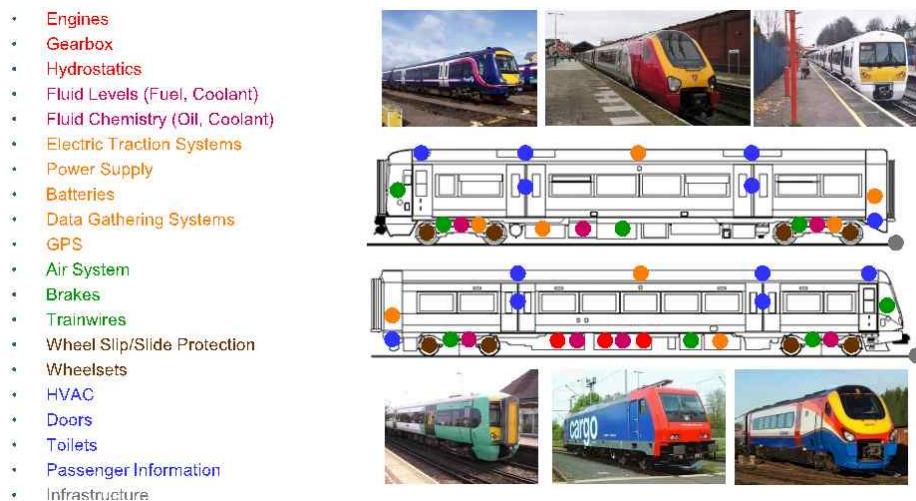


그림 3.25 Bombardier 전동차에서 전장장치들의 위치

5. 철도차량 내부장치간 무선연계기술 개발 적용을 위한 제도화 검토

가. 개요

철도차량에는 다양한 전기 및 제어장치들이 복합적으로 설치되어 운용되고 있으며, 이들 각 장치들이 고유한 기능을 수행하면서 동시에 다른 전기 및 제어장치들과 인터페이스를 통한 종합적인 시스템으로 구성되어야 철도차량의 기능 및 성능이 나타나게 된다. 현재는 이러한 차량의 각 전기 및 제어장치들은 인터페이스가 필요한 장치들간 각 시리얼 통신, 또는 차량용 네트워크에 의해 연계가 이루어지고 있으며, 무선통신을 이용한 인터페이스는 고려되고 있지 않다.

최근 들어 승객들의 서비스 요구의 증가, 차량 운행 안전 향상을 위한 새로운 장치들의 수요가 증가하고 있으며, 또한 ICT 기술의 발달에 따라 이러한 승객들의 서비스 요구, 차량의 안전 및 유지보수성 향상을 위한 새로운 전자제어장치들이 차량에 탑재 및 운용되고 있으며, 더욱 증가가 예상되고 있다. 현재는 이들 각 장치들 각각 필요에 따라 새로운 유선통신기반의 점대점 통신 또는 네트워크 기술이 적용되고 있다. 하지만 승객서비스, 유지보수 및 운행안전 측면의 새로운 서비스의 지속적인 증가에 따라 추가되는 차상장치들이 지금까지 필요에 따라 무선통신채널을 통해 인터페이스 할 경우 장치가 유선통신 케이블이 차량상부 또는 하부에 지속적으로 증가가 예상되며, 더욱이 차량이 완성된 이후 새로운 장치들이 추가될 경우 유선통신을 이용하여 장치간 연계하기에는 매우 어려울 뿐 아니라 비용적인 측면에서도 불합리한 점이 있다.

무선통신 기술은 기본적으로 안전성확보가 어려워 바이탈 제어장치의 인터페이스에 적합하지 않은 것으로 알려져 있지만, 최근 들어 열차제어를 위한 신호장치에도 무선통신기술이 적용되는 등 바이탈 제어장치간 인터페이스에도 무선통신기술의 적용이 이루어지고 있다. 즉, 운용 측면에서 안전측 동작 로직들이 적용되고, 또한 무선통신기술의 안전성 및 신뢰성이 향상되어 철도의 제어장치들간 인터페이스에 적용이 급격히 늘어나고 있다. 또한 기존의 유선통신 기반이던 TCN 표준에서 무선통신 기반의 TCN이 WLTB(Wireless Train

Backbone)이라는 이름으로 추가되어 최근에 새롭게 IEC에 의해 국제표준으로 제정되었다(IEC 61375-2-7). 이러한 기술발전 흐름에 따라 철도차량에 적용되고 있는 제어 및 전자장치들간 인터페이스에 무선통신기술을 적용할 경우 많은 운용 및 유지보수 측면에서 장점을 가질 수 있다.

본 절에서는 최근에 국내에서 철도차량관련 기술기준의 체계가 새롭게 개정되면서, 차량의 제어 및 전자장치들간 인터페이스에 무선통신기술의 적용시 새롭게 개정된 철도차량 기술기준에서 고려사항 등을 검토하였다. 이를 위해 우선적으로 새롭게 개정된 철도차량 기술기준 체계를 조사분석하였고, 철도차량 기술기준의 세부내용들의 분석을 통해 무선통신을 이용할 경우 변경되어야하는 부분 등을 검토하였다.

나. 철도차량 기술기준 체계 분석

(1) 개정 철도차량 기술기준의 분석

국내의 철도차량 관련 기술기준이 기존에는 도시철도법과 철도안전법의 각각 하위 기술기준으로 이원화 되어 있었다. 철도차량안전기준 및 도시철도차량안전기준은 기술동향, 안전사고, 고장유형 등에 따라 신속히 개정·고시되어야 하지만, 국토교통부령으로 규정되어 이에 대한 신속한 대처가 어려웠다. 따라서 개정된 철도안전법에서 철도차량 기술기준은 그림 3.26에서와 같이 제26조제3항, 제26조의3제2항, 제27조제2항 및 제27조의2제2항에서 철도차량·철도용품의 형식승인, 제작자승인을 위한 기술기준은 국토교통부장관이 정하여 고시하도록 개정되었다. 철도기술기준의 전체적인 체계는 “철도기술기준관리시행지침”에 규정되었으며, 다음과 같이 분야별로 고유번호가 부여되어 있다.

- 철도기술기준 : KRTS (Korea Railroad Technical Specification)
- 철도차량기술기준 : KRTS-VE (Vehicle)
- 철도용품기술기준 : KRTS-CO (Constituents)
- 철도시설분야 : KRTS-INF (Infrastructure)
- 철도안전관리체계 : KRTS-SMS (Safety Management System)

철도차량기술기준의 대상은 크게 고속철도, 일반철도, 도시철도, 경량전철로 구분되어 있다.

새롭게 개정된 철도차량 기술기준 및 시험규격은 총칙, 기술기준의 적용, 고속철도차량, 일반철도차량, 도시철도차량, 특수철도차량, 제작자승인 기술기준, 안전품목검사기준의 8개 부문으로 구성되어 있으며, 이중 차종별 기술기준 및 시험규격으로서 고속철도 차량(Part 31), 일반철도 차량(Part 41), 도시철도 차량(Part 51), 특수철도 차량(Part 61-본 연구개발 범위에서는 제외)이 이에 해당된다. 차종별 기술기준 및 시험규격은 개요, 적합성평가, 필수요구사항, 주요장치별 기준, 시험규격서로 구성되어 있다.

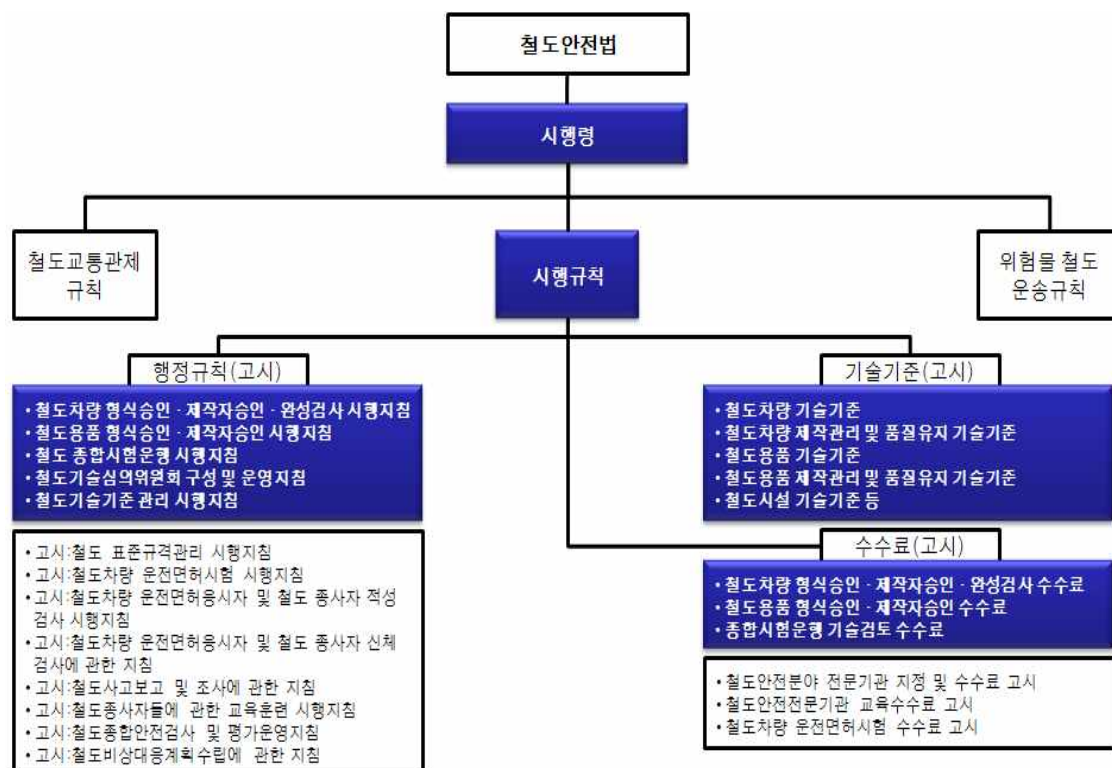


그림 3.26 철도안전법 개정안의 체계

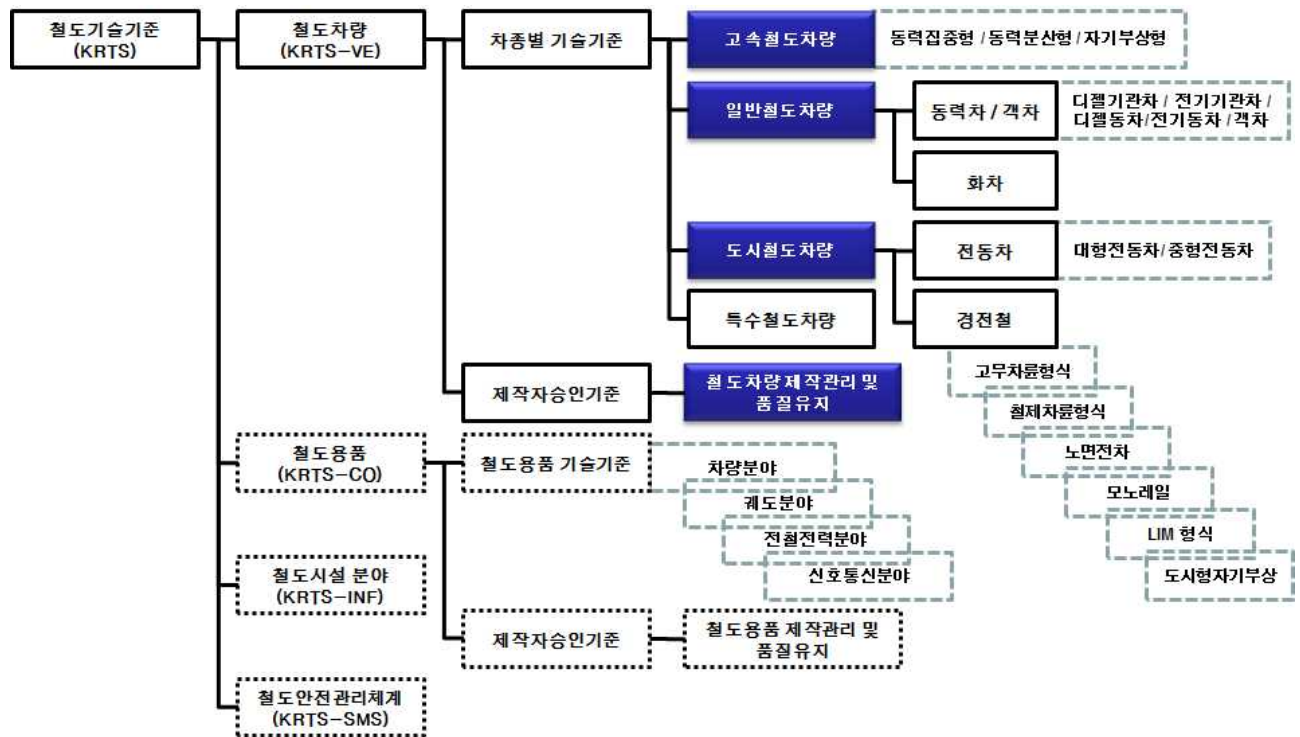


그림 3.27 철도차량 기술기준 및 시험규격의 대상

그림 3.27은 이러한 개정된 철도차량 기술기준 및 시험규격의 구성을 나타낸 것이다.

필수요구사항은 차량시스템 레벨에서 요구되는 안전(차량한계, 주행안전, 충돌안전, 화재안전, 전기안전, 위험도분석, 철도소프트웨어), 성능(운행조건, 운행성능), 차량-인프라 인터페이스(차량-전력, 차량-신호, 차량-통신, 차량-궤도, 차량-기관사), 운영 및 유지관리(유지보수기준, 유지보수성, 유지보수자료), 운용한계(신뢰성/가용성, 보건, 소음, 구원운전, 공기역학(고속철도)) 요구사항이 규정되어 있다.

주요장치별 기준은 차체 및 설비, 주행장치(대차), 제동장치, 추진장치, 보조전원장치, 차상신호장치, 종합제어장치, 연결장치 등에 대한 설계 및 구조 요구사항을 정의하였다. 시험규격서는 부품시험, 구성품시험, 완성차시험, 시운전시험으로 구분되어 적용범위, 참고표준규격, 시험방법, 결과분석, 판단기준 등을 정의되어 있다.

(2) 기술기준 세부항목

표 3.19는 고속철도차량기준의 주요 내용을 정리한 표로서, 일반철도와 도시철도도 세부 기술기준들은 차량의 특성별 다소 차이가 있지만 각 차량별 기술기준의 목차 및 세부항목은 아래표의 고속철도와 거의 유사하다.

표 3.19 고속철도차량 기술기준

목 차	기술기준
1. 개요	
1.1 목적	
1.2 적용범위	
1.2.1 기술적 범위	
1.2.2 지리적 범위	
1.3 주요내용	
2. 적합성 평가	
3. 필수 요구사항	
3.1 일반사항	
3.2 안전	
3.2.1 차량한계	차량한계 차량중량 중량분포 차량구조 차량표시
3.2.2 주행안전	차량-선로 작용력 윤중 감소량 횡압 탈선계수 전복방지
3.2.3 충돌안전	충돌안전설계 철도차량의 연결
3.2.4 화재안전	화재 안전설계 화재 위험등급 화재 예방 화재 전파 방지 화재 감지 및 경보 화재 발생시 대피 화재 진압설비 화재 안전설비의 작동상태 표시

목 차	기술기준
3.2.5 전기안전	전기안전설계 절연거리 확보 전기차단 전류귀환 및 접지 전자기유도장애의 억제 오조작방지 배선 및 전기기기의 배치
3.2.6 위험도분석	적용범위 위험도분석 절차 위험도분석 방법 위험도분석 결과기록
3.2.7 철도 소프트웨어	소프트웨어 안전 계획수립 요구사항 정의 소프트웨어 설계 소프트웨어 구현 소프트웨어 시험 소프트웨어 설치 소프트웨어 유지보수 철도소프트웨어 기술기준 시행
3.3 성능	기후조건 하중조건 운전조건
3.3.1 운행조건	
3.3.2 운행성능	최고속도 역행성능 제동성능 집전성능 열차 주행저항 진동 승차감
3.4 인터페이스	
3.4.1 차량-전력	전압 및 주파수 범위 회생제동 집전장치 정적 접촉력 전차선과의 동적 거동 집전장치 배열 절연구간 주행 집전장치 절연
3.4.2 차량-신호	지상신호장치와 인터페이스 차상신호장치와 인터페이스
3.4.3 차량 운행관리	

목 차	기술기준
3.4.3 차량-통신	승객정보시스템 차내방송장치 통신장치 승객경보
3.4.4 차량-궤도	선로조건 캔트 부족 레일 좌면부 경사 궤도하중 선로의 품질 및 결함부 한계값
3.4.5 차량-기관사	운전제어대 운전석 운전실 조명 기관사 시야확보 디스플레이 장치와 스크린 제어장치와 표시장치 기관사 감시 운전실 표시 운전실 차상도구와 휴대용 장비 운전실 환경
3.5 운영 및 유지관리	일반자료
3.5.1 유지보수 기준	유지보수 자료
3.5.2 유지보수성	운행관련 자료
3.5.3 유지보수의 시행	리프팅 도해 및 지침
3.5.4 유지보수를 위한 자료	구조 관련자료
3.6 운용한계	목표값의 설정 및 할당
3.6.1 안전운행	분석방법 입증계획
3.6.2 신뢰성/가용성	
3.6.3 보건	평가범위 평가조건 평가기준 평가방법
3.6.4 소음	
3.6.5 구원운전	
3.6.6 공기역학적 특성	선로주변에서의 공기역학적 하중 승강장에서의 공기역학적 하중 선로주변에서의 최대 압력변화 터널내의 최대 압력변화

목 차	기술기준
4. 주요장치별 기준	구조체 설계 구조체 강도 실내 기압변화 실내설비 리프팅 장애물 제거기 부식억제 출입문 승무원출입문 차량간 통로문 냉난방환기장치 등구류 의자 및 선반 전면유리창 측면유리창 및 기타 유리창 운전실 및 비상탈출구 승객용 비상 출구 경적 열차비상용품
4.1 일반사항	
4.2 차체 및 설비	
4.3 주행장치	주행장치 설계 주행장치를 윤축 및 차륜특성 축상조립장치 현가장치 차체지지장치 구동장치
4.4 제동장치	제동장치 설계 제동 요구사항 비상제동 상용제동 주차제동 기초제동 압축공기 공급장치 활주방지 구원운전시 제동
4.5 추진장치	설계 요구사항 인버터/컨버터 견인전동기 집전장치 비상운전
4.6 보조전원장치	보호기능 연장급전 축전지

목 차	기술기준
4.7 차상신호장치	시스템 구성 자동열차정지장치(ATS) 자동열차방호장치(ATP) 자동열차제어장치(ATC)
4.8 종합제어	종합제어장치의 설계 운행상태 확인장치 출입문 제어
4.9 연결장치	연결기 통로연결장치
4.2.9 승객편의	
4.2.10 기타장치 (형식승인대상 용품은 제외예정)	

다. 기술기준 주요내용의 분석 및 검토결과

앞 절에서 분석한 바와 같이 차량의 기술기준은 안전분야, 성능분야, 인터페이스 분야, 운용한계분야, 주요장치별 기술기준 등 여러 분야로 구분되어 작성되어 있다. 이러한 여러 분야 중 차량의 주요 제어장치들의 인터페이스를 무선으로 구성할 경우, 차량 기술기준 중에서 고려되어야 할 분야를 중심으로 주요 내용을 분석하였다.

현재 재정되어 있는 차량 기술기준 중에서 차상의 제어 및 전자장치들은 ‘3. 필수요구사항’ 과 ‘4. 주요장치별 기준’ 에 해당된다. 따라서 본 절에서의 분석 대상은 이들 두 항목을 중심으로 분석하였다. ‘3. 필수요구사항’ 에는 일반사항, 안전, 성능, 인터페이스, 운영 및 유지관리, 운용한계’의 세부 항목들이 있으며, 이 중에서 차상장치들을 무선으로 인터페이스 할 경우 영향을 미칠 수 있는 항목으로는 ‘안전, 인터페이스, 운용 및 유지관리’로 조사분석되었다. 그리고 ‘4. 주요 장치별 기준’은 현재 철도차량에 적용되고 있는 안

전에 관련 있는 주요한 장치들만을 대상으로 기술기준이 제정되어 있다. 이러한 주요장치 이외의 많은 차상에 설치 운용되고 있는 전자장치들은 현재 기술기준에 포함되어 있지 않다. 따라서 새롭게 적용될 차상장치들이 현재 기술기준에 포함되어 있는 이들 주요장치들과 무선통신을 통해 인터페이스 할 경우, 이들 주요장치 기술기준에 일부 변경이 고려될 수 있으며, 이와 더불어 열차운행 안전측면에서 새로운 장치가 차량에 설치될 경우, ‘4. 주요 장치별 기준’에 하부항목으로 새로운 장치의 기술기준이 추가되어야 할 것이다.

다음 표 3.20은 기술기준 중 무선통신을 통한 인터페이스 할 경우 관련된 부분들을 검토한 내용을 정리하였다.

표 3.20 무선연계기술 적용을 위한 검토사항

기술기준 항목	기술기준 내용	검토사항
3.2 안전	3.2.6 신청자는 당해 고속철도 차량의 설계·제작·유지보수 및 운영환경 전반에 걸친 위험도분석을 수행하여 필요한 안전대책을 제시하고, 해당 철도차량의 위험도가 설계단계부터 적절한 수준으로 제어되는 것임을 입증하여야 한다.	<p>차량의 전 수명주기에 걸쳐서 위험원을 분석 및 관리 활동을 수행하고 이를 철도차량의 위험도가 적절한 수준으로 제어되는지를 입증하라는 기술기준으로, 차량의 장치들 간 유선통신을 무선통신에 의해 인터페이스로 대체할 경우, 본 기술기준항에 의거하여 위험원을 분석하고, 또한 위험도가 적절한 제거 또는 적절한 수준 이하로 제어되는지 입증하여야 한다.</p> <p>즉, 무선통신에 의한 인터페이스를 하더라도 현재의 기술기준에 변경사항은 없으며, 다만 본 기술기준에 따라 무선통신 인터페이스 적용 시 각 장치 및 차량의 안전성이 입증되어야 한다.</p>

기술기준 항목	기술기준 내용	검토사항
3.4 인터페이스	3.4.2 차량-신호 인터페이스 3.4.2.2 차상신호장치와 인터페이스	현재의 기술기준은 차상신호장치와 차량의 다른 장치와 인터페이스 관련 기술기준을 나타낸 것으로, 인터페이스 방식이 유선 또는 무선에 대한 상세한 기술기준에 명시되어 있지 않다. 따라서 무선통신을 통한 인터페이스가 이루어진다고 하더라도 현재 기술기준에 대한 변경없이 바로 적용가능할 것으로 보인다.
3.4 인터페이스	3.4.3 차량-통신 인터페이스 3.4.3.1 승객정보시스템 3.4.3.2 차내방송장치 3.4.3.2 차내방송장치 3.4.3.3 통신장치	차량의 안전한 운행과 승객의 편리한 열차이용을 위하여, 차량과 통신시스템과의 인터페이스 기준이 명시된 부분으로, 이 부분도 차량-신호 인터페이스와 마찬가지로 유무선 인터페이스 기술에 대한 구분이 없이 통신의 요구사항만을 중심으로 한 기술기준이 제시되어 있다. 따라서 무선통신을 통한 인터페이스가 이루어진다고 하더라도 현재 기술기준에 대한 변경없이 바로 적용 가능할 것으로 보인다.
4.2 차체 및 설비	4.2.4 실내설비 4.2.8 출입문 4.2.11 냉난방환기장치	‘4.2.4 실내설비’의 경우 차량에 설치되는 실내설비의 안전기준을 제시한 항으로, 새롭게 추가된 무선통신 안테나, 장치 등도 이 기준에 따라 설계 및 제작되어야 한다. 따라서 이 기술기준 역시 현재 기술기준에 대한 변경없이 바로 적용가능할 것으로 보인다.

기술기준 항목	기술기준 내용	검토사항
4.4 제동장치		<p>제동장치의 자체 안전 및 성능 기술기준을 중심으로 기술기준이 제시되어 있으며, 종합제어장치나 차상신호장치와 인터페이스의 유무선 기준에 대한 구분이 없다.</p> <p>따라서 이 기술기준 역시 현재 기술기준에 대한 변경없이 바로 적용가능할 것으로 보인다.</p>
4.5 추진장치		<p>추진장치 자체 안전 및 성능 기술기준을 중심으로 기술기준이 제시되어 있으며, 종합제어장치나 제동장치 등 다른 장치와 인터페이스의 유무선 기준에 대한 구분이 없다.</p> <p>따라서 이 기술기준 역시 현재 기술기준에 대한 변경없이 바로 적용가능할 것으로 보인다.</p>
4.6 보조전원장치		<p>보조전원장치 자체 안전 및 성능 기술기준을 중심으로 기술기준이 제시되어 있으며, 종합제어장치 등 다른 장치와 인터페이스의 유무선 기준에 대한 구분이 없다.</p> <p>따라서 이 기술기준 역시 현재 기술기준에 대한 변경없이 바로 적용가능할 것으로 보인다.</p>

기술기준 항목	기술기준 내용	검토사항
4.7 차상신호장치		차상신호장치 자체 안전 및 성능 기술기준을 중심으로 기술기준이 제시되어 있으며, 종합제어장치나 제동장치 등 다른 장치와 인터페이스의 유무선 기준에 대한 구분이 없다. 따라서 이 기술기준 역시 현재 기술기준에 대한 변경 없이 바로 적용가능할 것으로 보인다.
4.8 종합제어장치		종합제어장치 자체 안전 및 성능 기술기준을 중심으로 기술기준이 제시되어 있으며, 차상신호장치 등 다른 차상장치들과 인터페이스의 유무선 기준에 대한 구분이 없다. 따라서 이 기술기준 역시 현재 기술기준에 대한 변경 없이 바로 적용 가능할 것으로 보인다.

위의 표에서와 같이 현재 제정되어 있는 기술기준을 분석한 결과, 차량 상에 설치되는 각종 제어 및 전자장치들 간의 인터페이스에 대한 통신 요구사항이나 성능에 대한 요건들은 기술기준에 제시되어 있으나, 그 요건들을 만족시키기 위한 구현 방식을 유선 또는 무선으로 제한하고 있지 않을 것으로 분석되었다. 따라서 무선통신에 의한 새로운 제어 및 전자장치들이 차량에 적용된다고 하더라도, 현재의 철도차량 기술기준에서의 변경사항 없이 현재의 차량기술기준 체계 내에서 형식승인 및 평가가 가능하다. 즉, 현재의 철도차량 기술기준 체계에서는 차상의 각 장치들간 인터페이스를 유선 또는 무선으로 하는 것은 제한하고 있지 않으며, 단지 인터페이스를 위한 성능 및 안전 요구사항들만을 제시

하고 있기 때문에 무선통신을 적용한 차상장치가 개발되어 차량에 설치된다고 하더라도 현재의 기술기준의 변경 없이 바로 현 기술기준에 의한 형식승인이 가능하다.

하지만, 기존의 철도차량에서 차상장치들간 인터페이스가 시리얼 통신에 의한 점대점 통신 또는 차량용 네트워크인 TCN에 의해 대부분 인터페이스 되고 있기 때문에, 무선통신에 의한 새로운 차상장치들이 개발될 경우 무선통신 인터페이스의 특징을 기술기준의 ‘3. 필수요구사항’ 과 ‘4. 주요장치별 기준’ 에 추가적으로 반영을 통한 기술기준의 개정(안)을 제시하는 것도 적절할 것으로 보인다. 이처럼 무선통신 인터페이스 부분을 기술기준 개정(안)으로 반영할 경우, 기존의 유선기반 인터페이스를 고려한 유선통신 부분도 동시에 설명되어져야 할 것으로 보인다. 그리고 개정안 작성 시 현재 기술기준에 제시되어 있는 각 장치별 인터페이스 요구사항들을 준수하면서, 추가적으로 무선 및 유선 통신에 의한 고유한 특징들이 보완되어져야 할 것으로 보인다.

그리고 유선통신에 의한 기존 주요 장치들을 무선통신에 의한 장치로 대체하는 경우, ‘4. 주요 장치별 기준’ 에 무선통신 특성을 보완하면 되지만, 무선을 이용한 인터페이스를 총괄하는 통신장치 등 새로운 장치들이 추가될 경우 이 추가되는 장치가 차량 안전성능에 영향을 미칠 경우 ‘4. 주요 장치별 기준’ 의 하부에 별도의 새롭게 추가되는 장치에 대한 기술기준에 작성 및 추가될 필요가 있다.

6. 시사점

- 전통적인 기계식에서 전자식으로 발전해 온 열차제어 방식에 무선통신 기술을 도입하여 철도신호 분야에 혁신을 가져옴으로써 철도차량의 제조비용 절감은 물론, 통신의 안정화로 열차운행의 안정성이 향상될 수 있고, 더욱 정밀한 열차제어기술이 가능해짐에 따라 전체 노선의 이용 효율을 높일 수 있어 열차내 무선 통신 네트워크의 구축은 철도차량 선진화기술을 위한 매우 중요한 요소기술이라 할 수 있음.
- 그 동안 유선 통신이 극복하지 못한 다음과 같은 문제점을 해결함으로써 사업자의 철도 차량 관리와 승객에게 수준 높은 서비스를 제공할 수 있는 철도 차량 통신 환경을 제공해야 할 시점이다.

- **철도차량 유선망의 문제점**

- 기존 철도차량에 새로운 기술 적용이 어려움.

유선 기반의 철도 차량 통신 구조는 철도 차량의 제작단계에서부터 유선의 네트워크로 고정되어진다. 그러나 통신 기술의 발전 속도는 엄청나게 빨라 철도 차량의 수명기간 동안에도 새로운 버전이 탄생한다. 새로운 신 기술을 철도 차량에 적용하기 위해서는 차량의 리모델링이 필요하며 그것은 엄청난 비용을 수반한다. 그래서 제작 단계에서 채택된 통신 환경 구조는 철도 차량이 수명을 다하는 시점까지 함께하며 첨단 상용 통신 기술을 기존 철도 차량에 적용하는 것은 현실적으로 어려운 것이다.

- 철도 차량 통신망 구조가 복잡함.

유선 기반의 통신망은 전송 매체가 Twist pair 로 그만큼 차량 설계 구조를 복잡하게 만든다. 따라서, 쾌적하고 스마트한 차량 설계에 제약을 가하는 요인이 될 수 있다. 특히, 차량 내 통신인 MVB 망 구조에서 다양한 Device 들과 무선 네트워크를 적용함으로써 그만큼 설계의 복잡성이 감소할 수 있음.

- 철도 차량 제작 비용 및 유지 보수 비용이 과다함.

유선망 구축 환경은 무선망에 비해 일반적으로 비용이 많이 든다. 따라서,

제조 회사의 경우 제품에 대한 가격 경쟁력을 상실할 수 있으며 운용 사업자의 경우 그만큼 운용 수익이 감소하거나 운행료를 낮출 수 있는 기회를 상실한다. 또, 통신 기술이 빠른 속도로 발전함에 따라 유지 보수에 대한 희소가치로 운영에 대한 비용 상승을 유발시킴.

- 새롭고 다양한 통신 서비스를 적용하기 어려움.

통신 서비스가 제대로 제공되기 위해서는 통신 환경이 제공하는 Throughput 이 높아야 한다. 유선 기반의 기존 철도 차량에 현재의 통신 서비스 수준의 다양한 기능을 적용한다는 것은 성능적인 면에서 어려움.

• **철도차량 무선연계기술 개발 시 고려해야할 사항**

- 무선전송에 따른 신뢰성 확보.

일반적으로 무선 통신은 유선에 비해 전송에 따른 신뢰성이 약하다. 그리고 차량 내 각종 장치들이 대부분 밀폐된 공간에 있기 때문에 전파의 특성상 회절이 일어난다. 따라서 이런 환경을 극복하고 철도 통신에서 요구되는 성능을 만족하기 위해서는 고도의 전파 엔지니어링 기술과 설계가 필요함.

- 전파간섭을 해결.

철도 차량에는 승객들이 사용하는 스마트 폰과 각종 모바일 환경 지원을 위한 이동통신용 액세스 장치들이 탑재되어 있다. 따라서 철도 통신 차량용으로 사용될 주파수 대역과 간섭을 일으킬 수 있기 때문에 이를 해결할 수 있어야 한다. 이를 위하여, 유럽의 경우 ISM대역대신 철도전용 대역을 할당받아 열차제어, 운영 등에 활용하고 있다. 국내에서는 철도전용 통합주파수 할당을 위한 LTE-R feasibility 시험이 수행 중에 있다. 전용대역 사용시 기존 ISM 대역을 활용하는 데 비해 전파간섭이 보완될 수 있다.

- 보안에 대한 대책 필요함.

일반적으로 무선통신은 사용상에 이점이 많은 반면, 손쉽게 접속이 가능하여 보안에 취약함. 따라서 무선통신상에서의 접속 및 데이터에 대한 안전성이 반드시 고려되어야 함.

- 또한, 정부가 철도안전을 위하여 철도용품 및 차량기술기준을 법제화하고 있는 국내의 경우, 신규 제품 및 기술은 철도안전법으로 신규 제정 및 개정 절차를 통하여 철도시스템에 활용 할 수 있다.
- 철도 무선연계기술은 신규 기술로 이를 실용화하기 위하여 2014년도 3월 19일 고시된 철도차량기술기준을 검토한 결과, 현재의 철도차량 기술기준 체계에서는 차상의 각 장치들간 인터페이스를 유선 또는 무선으로 하는 것은 제한하고 있지 않으며, 단지 인터페이스를 위한 성능 및 안전 요구사항들만을 제시하고 있기 때문에 무선통신을 적용한 차상장치가 개발되어 차량에 설치된다고 하더라도 현재의 기술기준의 변경 없이 바로 현 기술기준에 의한 형식승인이 가능함을 확인하였다.
- 다만, 무선통신 인터페이스 부분을 기술기준 개정(안)으로 반영할 경우, 기존의 유선기반 인터페이스를 고려한 유선통신 부분도 동시에 설명되어야 할 것으로 검토되었다. 그리고 개정안 작성 시 현재 기술기준에 제시되어 있는 각 장치별 인터페이스 요구사항들을 준수하면서, 추가적으로 무선 및 유선 통신에 의한 고유한 특징들이 보완되어야 한다.
- 또한, 유선통신에 의한 기존 주요 장치들을 무선통신에 의한 장치로 대체하는 경우, ‘4. 주요 장치별 기준’에 무선통신 특성을 보완하면 되지만, 무선 통신을 이용한 인터페이스를 총괄하는 통신장치 등 새로운 장치들이 추가될 경우 이 추가되는 장치가 차량 안전성능에 영향을 미칠 경우 ‘4. 주요 장치별 기준’의 하부에 별도의 새롭게 추가되는 장치에 대한 기술기준에 작성 및 추가될 필요가 있다.

제 4 장 연구개발 과제 구성 및 추진전략

제 1 절 비전 및 목표

국내외 동향조사 및 환경분석, 기술수요를 바탕으로 다음과 같은 비전 및 목표를 설정하였다.

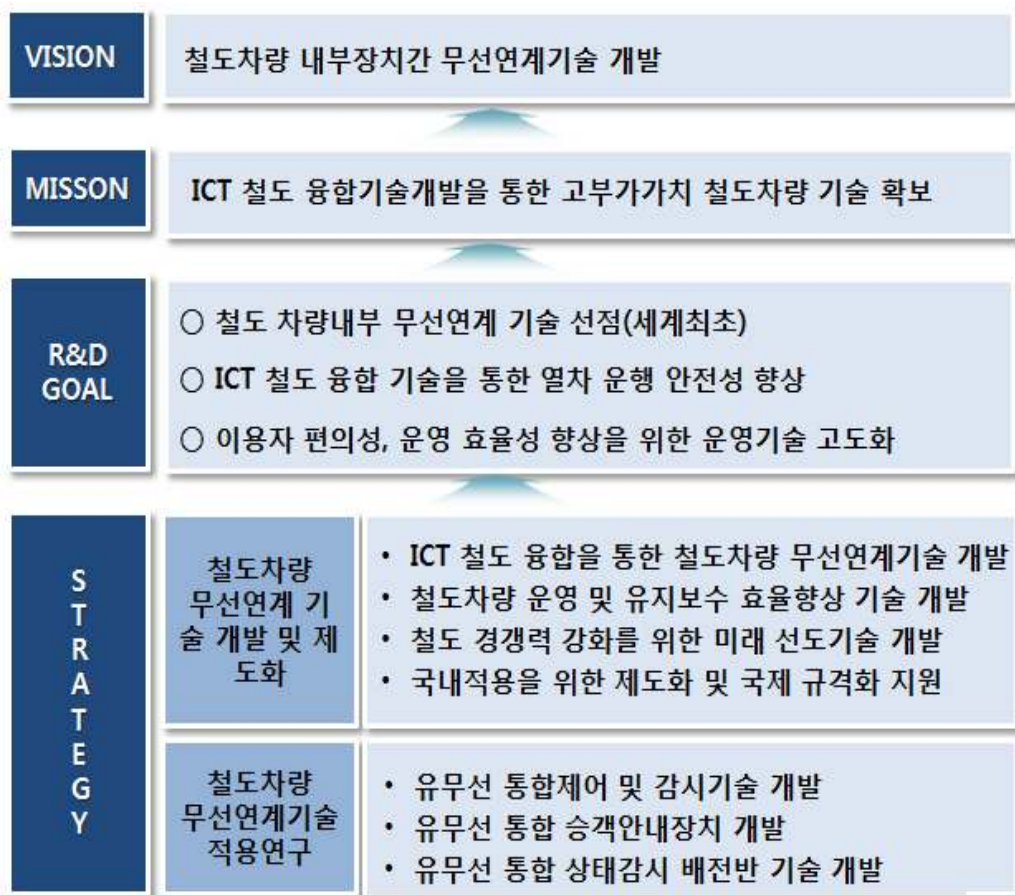


그림 4.1 연구개발 비전 및 추진전략

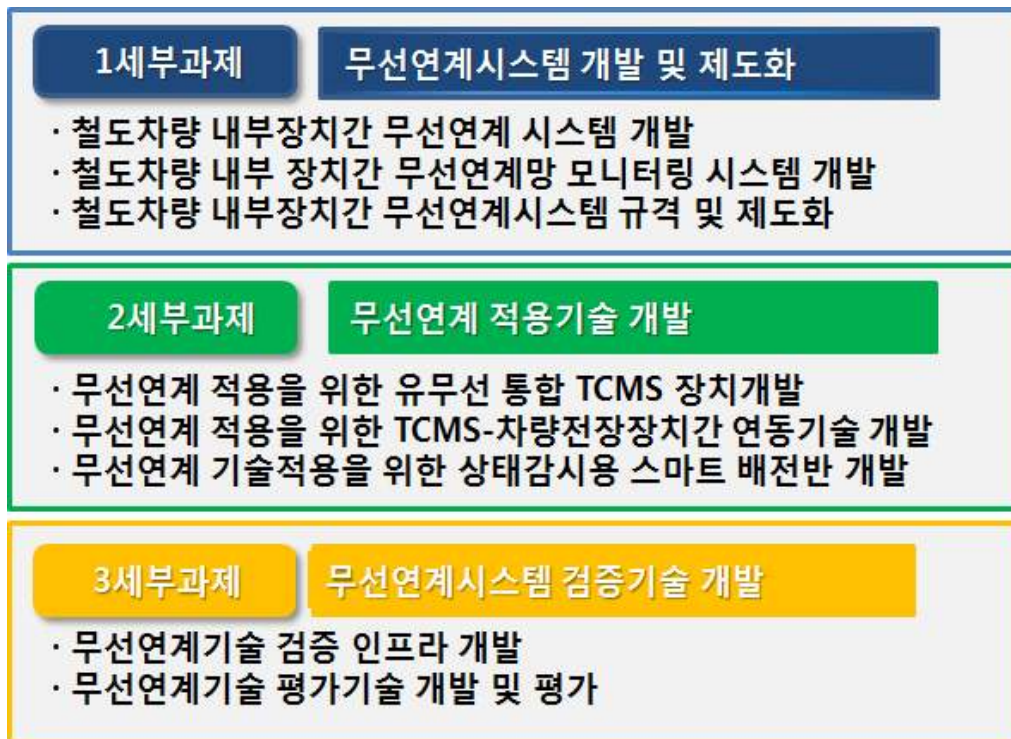


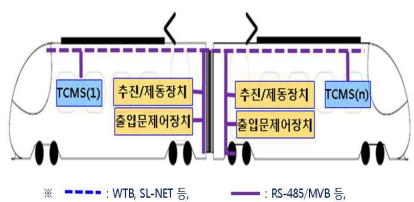

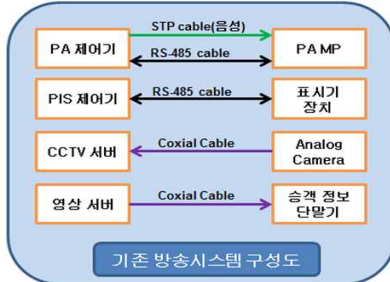
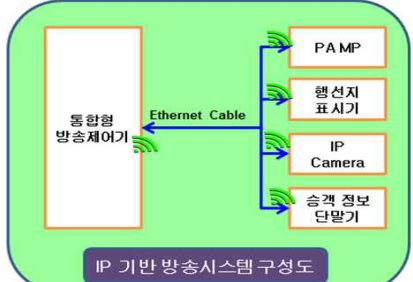
그림 4.2 연구개발 구성(안)

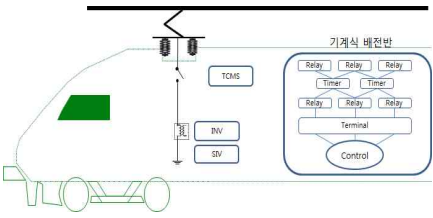
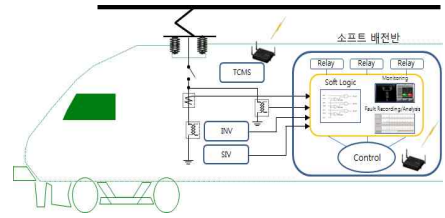
제 2 절 기술개발에 따른 미래상

- 차상 네트워크를 무선화함에 따라 차량의 제품원가 절감 및 차량 제어 관리의 편리성과 대승객 서비스 확산
- 지상의 철도무선망과 연계하여 차량 제어 및 관리에 효율성을 증대가 가능한 미래 선도기술 선점
- 차량내 배전반의 기계식 접점으로 구성된 로직을 내부 프로그램 로직화기술을 통한 배전반의 크기 축소를 통한 차량내 공간 활용도 향상
- INV, SIV등 차량내 전기장치의 이상유무를 실시간 감시 및 진단기술을 통한 차량 동작상태 변화에 대한 유연성 및 배전반내의 상태감시가 가능

표 4.1 철도차량 무선연계기술 미래상

구 분		AS IS	TO BE
차량 연 계 기 술	기술 설명	<ul style="list-style-type: none"> - 유선통신망을 이용하여 전장장치의 진단 및 제어기능 수행. - 일부 고장데이터의 경우 열차운행을 마친 후 무선망(WiFi)을 이용하여 데이터수집이 이루어짐 - 단, 무선망을 이용한 전장장치의 진단 및 제어기능은 없음. - 수 Mbps 전송량 	<ul style="list-style-type: none"> - 고안전성/보안성/실시간성을 보장하는 유무선 통합 네트워크시스템을 통한 전장장치간 통신의 유연성 확대. - 무선망을 통한 차량내 및 차량과지상간 데이터 통신을 이용한 연계기술 확대 - 네트워크 관리 및 감시 기능. - 수 Gbps 전송량
	유지 보수성	<ul style="list-style-type: none"> - 결함 케이블 자동감지 및 모니터링 불가능에 따른 작업자 수동 점검 - 운영중지 및 의장 해체를 통한 관련 케이블 전량 교체 	<ul style="list-style-type: none"> - 결함 자동감지 및 원격 모니터링에 따른 자동 점검 - 정차 후 관련 무선장비 수리 및 교체
	운영 편의성	<ul style="list-style-type: none"> - 유지보수로 인한 운영중지 	<ul style="list-style-type: none"> - 유지보수에 따른 운영중지 없음

구 분		AS IS	TO BE
	확장성	- 낮음 확장성 (신규기술 적용을 위한 편성의장 해체 및 재조립을 통한 신규기술 적용)	- 높은 확장성 (차량내 별도의 케이블링 작업없이 신규기술 적용 가능)
	소요 시간	- 약 300시간	- 약 2시간 이내
	소요 비용	- 4~5억원(운영손실 비용 제외)	- 수 백만원
	품질 수준	- 수 Mbps 정보전송 (영상전송 부적합)	- Gbps 정보전송 가능 (기존대비 1000배 정보전송가능)
	중 량	- 약 11tons/편성 (※ 10량 1편성 수도권 전철 경우)	- 약 2 tons/편성
	설계 복잡도	- 복잡 - 전장장치 취부 자유도 낮음.	- 단순, - 전장장치 취부 자유도 높음.
대표도		 <p>※ : WTB, SL-NET 등, : RS-485/MVB 등,</p>	 <p>※ : Wireless</p>
적용 사례1 (승객 안내 장치)		 <p>기존 방송시스템 구성도</p> <p>- 음성/영상 신호의 통합망 구축 - 고속데이터 통신을 이용한 단일 네트워크 구축</p>	 <p>IP 기반 방송시스템 구성도</p> <p>- 단일 통신망을 이용한 단순한 네 트웍 구성 - 고속 무선망을 이용한 네트워크 구축</p>

구 분	AS IS	TO BE
<p>적용 사례2 (소프트 배전반)</p>	 <p>기계식 배전반</p> <ul style="list-style-type: none"> - 기존 노후된 철도 배전반 교체시 전기제어 및 상태정보 일부를 TCMS내에서 제어할 수 있도록 설계 및 교체 - INV, SIV등 차량전원공급에 관련된 장치들은 내부 보호회로 탑재 	 <p>소프트 배전반</p> <ul style="list-style-type: none"> - 차량 제어 및 상태, 고장정보등을 TCMS로 무선으로 전송하는 기술 - INV, SIV등의 차량의 전원공급 장치와 연결된 전원라인 실시간 감시 및 진단하여 이상 발생시 고장기록 및 분석을 통해 신속한 문제해결.

제 3 절 연구개발과제 구성

1. 연구개발과제의 구성

- 각 분야별 전문가 그룹의 자문회의를 통하여 연구과제를 구성함
- “철도차량 내부장치간 무선연계기술개발” 연구단은 “철도차량 내부장치간 고신뢰성, 고안전성 무선연계시스템 개발 및 제도화”, “철도차량 내부장치간 무선연계기술 적용기술 개발”, “철도차량 내부장치간 무선연계시스템 검증기술 개발”의 3개 세부과제로 구분하여, 총 8개의 세세부과제로 분류됨.

표 4.2 연구개발 과제 구성

구분		과제명
총괄		철도차량 내부장치간 무선연계 기술
	1세부과제	철도차량 내부장치간 고신뢰성, 고안전성 무선연계시스템 개발 및 제도화
	1-1	철도차량 내부장치간 무선연계 시스템 개발
	1-2	철도차량 내부장치간 무선연계망 모니터링 시스템 개발
	1-3	철도차량 내부장치간 무선연계시스템 규격 및 제도화
	2세부과제	철도차량 내부장치간 무선연계 기술 적용기술 개발
	2-1	도시철도차량 내부장치간 무선연계 기술 적용을 위한 유무선 통합 제어 및 감시장치(TCMS) 개발
	2-2	도시철도차량 내부장치간 무선연계 적용을 위한 TCMS-차량전장장치간 연동기술 개발
	2-3	철도차량 내부장치간 무선연계 기술 적용을 위한 상태감시용 스마트 배전반 개발
	3세부과제	철도차량 내부장치간 무선연계시스템 검증기술 개발
	3-1	철도차량 내부장치간 무선연계기술 검증 인프라 개발
	3-2	철도차량 내부장치간 무선연계기술 평가기술 개발

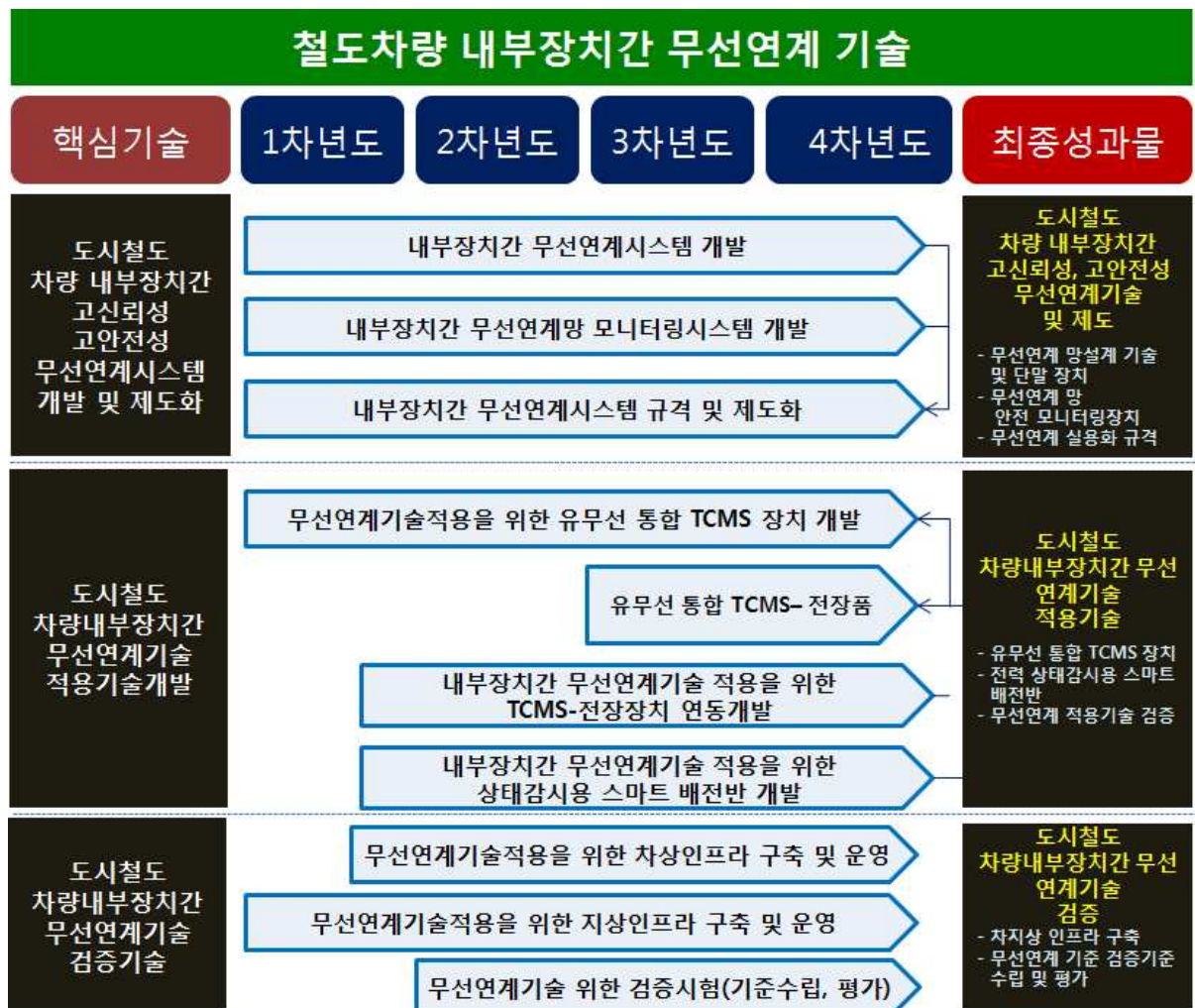


그림 4.3 연구개발 로드맵

2. 기존연구과의 중복성 : 해당사항 없음.

제 4 절 세부과제별 주요내용 및 추진전략

1. 1세부과제

가. 개요

1세부과제는 철도차량 내부장치간 무선연계 기술개발로, 철도차량의 운행제어를 위하여, 내부 전장품간 통신을 위한 무선망 구축 및 해당 기술에 대한 규격 및 제도화를 수행한다.

전세계적으로 수요가 급격히 증가하는 철도시장에 대응하기 위해 철도선진국으로 분류되는 독일, 프랑스, 일본, 한국을 비롯하여 세계 각국에서 철도 R&D 경쟁이 치열하게 진행되고 있다. 선진 철도기술의 선점을 위해 빠르고 안정적인 철도차량의 내부장치간 연계동작과 차량 제어를 위한 로직 기술개발이 필요하게 되었다. 또한, 급격히 발전하고 있는 IT 기술의 철도시스템의 신속한 적용을 통하여 승객에 대한 고품질의 서비스를 제공하려는 움직임이 나타나고 있다.

국내의 발달된 IT기술 특히 무선통신 기술을 활용하여 철도차량의 데이터 네트워크 분야에 접목시킴으로 기술 융합의 시너지효과를 유발시키고, 이를 통한 국내 철도차량 개발/제작 기술의 향상으로 국제적 경쟁력을 고취시킬 필요가 있다.

또한, 2014년 3월 19일부터 철도안전법이 개정과 동시에 철도차량 형식승인이 시행으로 이를 위한 철도차량 기술기준이 신설된다. 기술기준은 고속철도, 일반철도, 도시철도 각각에 대하여, 안전, 성능, 인터페이스, 운영 및 유지관리, 운용한계와 관련된 주요장치를 대상으로 한다. 현재까지 차량내 정보전송은 유선 및 접점을 사용함에 따라, 무선기술에 대한 기술기준은 포함되지 않았다. 본 과제에서는 철도차량내 무선연계기술에 대한 기술기준을 수립하여, 실용화가 가능하도록 제도개정연구를 함께 수행한다.

나. 세부연구내용

세부과제의 개념	철도차량 내부장치간 고신뢰성, 고안전성 무선연계시스템 개발 및 제도화
세부과제의 범위	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 도시철도차량 내부장치간 무선연계시스템 개발 ▪ 도시철도차량 내부장치간 무선연계망 모니터링 시스템 개발 ▪ 도시철도차량 내부장치간 무선연계시스템 규격 및 제도화
기술 개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 도시철도차량 내부장치간 무선연계시스템 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 철도차량내 최적 무선연계망설계 기술 개발 - 철도차량내 무선연계망 운용을 위한 중계기, 단말기 기술 개발 - 철도차량내 무선연계망-TCMS 인터페이스 기술 개발 ▪ 도시철도차량 내부장치간 무선연계망 모니터링 시스템 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 철도차량 무선연계망 및 장치 운용관리기술 개발 - 철도차량 무선연계장치 통합관리 단말기 개발 ▪ 도시철도차량 내부장치간 무선연계시스템 규격 및 제도화 <ul style="list-style-type: none"> - 도시철도차량 내부장치간 무선연계실용화를 위한 KRS 규격화 - 도시철도차량 내부장치간 무선연계시스템 형식승인을 위한 기술기준
기대효과	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 기술적 기대효과 <ul style="list-style-type: none"> - 세계 최초 All IP기반 철도차량내부 무선연계기술 확보 - 철도차량 유무선 네트워크 연동기술 확보 - 철도차량 내부장치간 무선연계 실용화를 위한 관련 법/규정 제/개정 ▪ 정책적 기대효과 <ul style="list-style-type: none"> - 철도차량 무선연계기술은 전세계적으로 연구개발 초기단계로 철도 ICT 융합 신산업기술개발로 선제적 표준화 및 기술개발-특허-표준연계를 통한 미래 철도기술 선점을 통한 철도기술 경쟁력 강화 ▪ 경제적 기대효과 <ul style="list-style-type: none"> - 철도차량 내부장치간 무선연계기술을 통한 차량 설계구조 복잡성 및 제약요인을 감소시키고, 배선으로 인한 차량무게의 경량화 가능 - 철도 IT 융합을 통한 배선절감기술 확보에 따른 경량화, 고부가가치 철도차량 개발을 통한 철도관련 산업체의 수출경쟁력 강화
주요성과물	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 도시철도차량 내부장치간 무선연계시스템 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 철도차량 내부장치 무선연계망 설계기술 및 중계기, 단말 기술 - 철도차량내 무선연계망-TCMS 인터페이스 모듈 ▪ 도시철도차량 내부장치간 무선연계망 모니터링 시스템 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 철도차량 무선연계망 통합관리기술(S/W) - 철도차량 무선연계망 통합관리(유지보수) 단말기 ▪ 도시철도차량 내부장치간 무선연계시스템 규격 및 제도화 <ul style="list-style-type: none"> - 도시철도차량 내부장치간 무선연계실용화를 위한 KRS 규격 - 도시철도차량 내부장치간 무선연계시스템 형식승인을 위한 기술기준

2. 2세부과제

가. 개요

2세부과제는 철도차량 무선연계 기술의 철도차량 적용을 검증하기 위한 유무선 통합 진단/제어장치(TCMS)개발 및 차량전장장치간 연동시험을 수행한다.

유무선 통합 진단제어장치는 IP기반 차량연계기술과 연동을 위하여, Ethernet/무선 gateway 기능을 갖춰야 하며, 차세대 열차내 통신방식인 ETB와 ECN의 프로토콜을 수용 해야하며, 기존 TCN과의 연동이 가능해야한다.

철도차량내 배전반은 각 차량 제작사 고유의 방식으로 제작되어 운영자는 각 차량마다 배전반 구조 및 유지보수 매뉴얼을 습득해야한다. 즉, 차량운행의 변경, 노후화된 배전반 교체, 이용자의 다양한 요구사항 수용 등을 위해 기존 Hardwire로 구성된 배전반 회로 로직의 변경이 필요하다. 유럽의 독일 및 프랑스의 철도차량회사를 중심으로 CC(Car Computer)와 배전반을 연계하여 터미널 수량과 계전기를 감소시켜 배전반의 크기를 줄이기 위한 연구가 시도되고 있다. 국내의 차량제작사에서는 구매자의 요구에 따라 차량공간의 효율화를 위한 배전반 로직화의 필요성에 공감하고 있다.

배전반의 간소화와 더불어, 차량 운행에 필수적인 전기장치들의 통합 감시장치가 필요하다. 현재 차량내 전기장치인 INV, SIV, 배터리등은 개별 장치의 고장감시를 과전류, 과전압 릴레이 등이 감시하여 고장유무를 판별하고 단순히 스위치 제어를 통해 고장대상을 분리한다. 전기장치의 고장 발생시 고장 유형, 고장기록, 고장분석등 다양한 정보를 활용하여 초동조치 및 유지보수에 사용될 수 있는 장치가 필요하다.

본 과제에서는 차량의 경량화, 차량 통로에 Wide Gangway 적용, 무인 운전화로 철도차량이 발전함에 있어 배전반을 간소화 및 차량의 전원을 공급받아 변화/분배하는 INV, SIV등 차량내 전기장치의 이상유무를 실시간 감시하고 고장정보를 기록, 분석하여 고장시 초동 조치 및 차량의 유지보수에 사용될 수 있는 장치를 개발한다.

나. 세부연구내용

세부과제의 개념	철도차량 내부장치간 무선연계 적용기술 개발
세부과제의 범위	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 도시철도차량 내부장치간 무선연계 기술 적용을 위한 유무선 통합 제어 및 감시장치(TCMS) 개발 ▪ 도시철도차량 내부장치간 무선연계 적용을 위한 TCMS-차량전장장치간 연동기술 개발 ▪ 도시철도차량 내부장치간 무선연계 기술 적용을 위한 상태감시용 스마트 배전반 개발
기술 개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 도시철도차량 내부장치간 무선연계 기술 적용을 위한 유무선 통합 제어 및 감시장치(TCMS) 개발 <ul style="list-style-type: none"> - All IP 기반 유무선 통합 TCMS 기술 개발 - 철도차량 무선연계망-TCMS 연동을 위한 게이트웨이 개발 ▪ 도시철도차량 내부장치간 무선연계 적용을 위한 TCMS-차량전장장치간 연동기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - All IP 기반 유무선 통합 TCMS-차량전장장치간 연동기술 검증용 시뮬레이터 개발 및 연동시험 ▪ 도시철도차량 내부장치간 무선연계 기술 적용을 위한 상태감시용 스마트 배전반 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 기계식 배전반 소프트 로직화 설계기술 및 TCMS 인터페이스 기술 개발 - 스마트 배전반 실시간 모니터링 기술개발
기대효과	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 경제적 기대효과 <ul style="list-style-type: none"> - 무선네트워크 구성으로 인한 철도제조 경쟁력 및 유지보수 효율화 - 배전반 축소 및 경량화로 수송능력의 증대 및 차량운전 비용 절감 ▪ 기술적 기대효과 <ul style="list-style-type: none"> - ICT 철도 융합을 통한 철도차량내 무선연계기술 철도 실용화 기술 확보 - 철도차량 전기장치 실시간 상태 감시 및 고장기록으로 유지보수 가능 ▪ 정책적 기대효과 <ul style="list-style-type: none"> - 고부가가치 철도차량 기술개발을 통한 철도기술경쟁력 강화 - 철도 차량시스템 무선연계기술 실용화 기술 확보에 따른 철도 차량 국제경쟁력 강화
주요성과물	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 유무선 통합 제어 및 감시장치 ▪ 유무선 통합 제어 및 감시장치-차량전장장치간 성능 검증용 시뮬레이터 ▪ 소프트로직제어 기반의 실시간 상태감시용 스마트 배전반

3. 3세부과제

가. 개요

3세부과제는 철도차량내 무선연계 검증기술 개발 과제로, 개발된 기술의 실용화를 위한 성능 및 검증을 수행한다.

국내 철도시스템에서는 열차통신용 TRS(400MHz 대역), 도시철도 및 경전철 열차제어용 ISM(Industry-Science-Medical)대역, 단방향 정보전송용으로 수 KHz의 주파수를 사용하고 있으며, 2014년 1월 철도통합무선망 구축을 위하여, 철도용 실용화 시험국 주파수를 할당받았다. 실용화 시험국은 상향 1.780~1.785GHz, 하향 1.875~1.880GHz로 LTE 표준에 기반으로 한 기술방식을 적용하여 기지국 및 이동중계국용은 20W, 육상이동국용은 200mW 이하로 사용이 허가되었다.

철도차량내 무선연계 기술은 기존의 유선으로 연결된 차량 전장품 및 편성내 정보전송을 무선기술로 대체하기 위한 새로운 시도로, 장치의 설계, 설치 및 성능에 대한 국내외 규격 및 표준이 정의되어 있지 않다. 따라서, 본 과제에서는 철도차량내 무선환경에 따른 성능기준을 수립하고 시험 평가하기 차지상 인프라를 구축하고, 개발된 기술의 기능과 성능에 대한 시험평가를 수행한다.

신규 장치 및 기술의 실용화를 위해서는 국내외적으로 단위시험부터 일정기간의 시운전평가를 요구함에 따라, 철도차량 무선연계기술 및 응용기술에 대한 성능검증을 반드시 수행해야한다. 철도종합시험지침에 따라 철도노선을 새로 건설하거나 기존노선을 개량하여 운영하고자 할 때에 실시하는 종합시험운행에 적용하며, 다른 법령에 특별히 규정된 것을 제외하고는 이 지침이 정하는 바에 따라 시험평가가 수행되어야 한다.

본 과제는 철도차량무선연계기술 및 응용기술에 대한 기능 및 성능평가의 객관적 검증을 통한 실용화 시스템 확보하고, 국내 적용 및 국외 수출시 철도 선진국과 대등한 수준의 경쟁력을 확보할 수 있다.

나. 세부연구내용

세부과제의 개념	철도차량 내부장치간 무선연계 기술 검증기술 개발
세부과제의 범위	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 철도차량 내부장치간 무선연계기술 검증 인프라 개발 ▪ 철도차량 내부장치간 무선연계기술 평가기술 개발
기술 개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 철도차량 내부장치간 무선연계기술 검증 인프라 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 철도차량내 무선연계기술 평가를 위한 차지상 인프라 구축 - 철도차량내 무선연계기술 평가를 위한 차지상 인프라 운영 ▪ 철도차량 내부장치간 무선연계기술 평가기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 철도차량내 내부장치간 무선연계기술 성능검증기준 및 절차서 개발 - 철도차량내 무선연계 시험평가(제3자평가)
기대효과	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 기술적 기대효과 <ul style="list-style-type: none"> - 철도차량내 무선연계기술 검증기술 확보 - 철도차량내 무선연계기술 성능검증을 통한 실용화 기술 검증 ▪ 정책적 기대효과 <ul style="list-style-type: none"> - 철도차량내 무선연계 기술 실용화 정책지원 - 철도차량내 무선연계 • 경제적 기대효과 <ul style="list-style-type: none"> - 철도차량 내부장치간 무선연계를 위한 시험인프라 확보
주요성과물	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 철도차량내 무선연계기술 검증을 위한 차/지상 인프라 ▪ 철도차량내 무선환경에 따른 성능기준 및 시험 절차서 <ul style="list-style-type: none"> - 핵심기술 및 장치 단위시험, 조합시험, 현장시험 수행 • 철도차량내 무선연계기술 기능 및 성능평가의 객관적 검증을 통한 실용화 시스템 확보 <ul style="list-style-type: none"> - 핵심기술 및 부품 기술의 제도화

4. 연구개발 필요성 및 정부지원 필요성

가. 연구개발 필요성

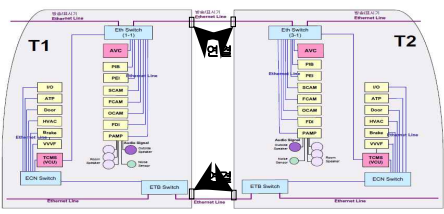
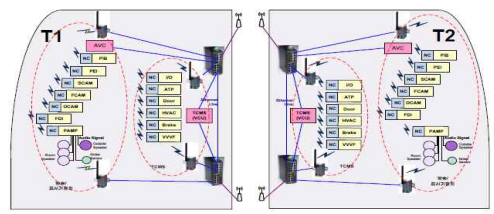
- (1) 유럽에서는 2000년대 초반부터 열차운행제어 및 승객서비스를 대상으로 ICT 철도융합원천기술개발을 통하여 해당 분야의 국제 표준화를 선도하고, 지적재산권을 선점하고 있음.
- (2) 철도차량 연계기술은 국가간 열차운행이동이 빈번한 유럽을 중심으로 유선 연계기술에 대한 기술개발 및 국제 규격(IEC 61375)이 선행되고 있음.
- (3) 세계적인 유럽의 차량제작사 및 통신사에서는 철도차량의 경량화와 유지보수 효율향상을 위하여 철도차량 무선연계기술에 대한 연구 시작단계이고, 최근 중국을 중심으로, 철도차량간 무선연계에 관한 국제규격(IEC 61375 2-7, 2014.04.30.)이 제정되었고, 철도차량 Remote control에 대한 국제규격이 Voting에 중임.
- (4) 본 과제에서 연구개발하고자 하는 철도차량 내부장치간 무선연계기술은 전 세계적으로 연구개발 초기단계로, 국내철도가 우리나라의 강점인 ICT 기술을 활용하여 미래철도기술을 리드할 수 있는 고부가가치 기술로, 연구개발 초기단계인 현시점이 연구개발 적기임.
- (5) 국내 R&D를 통하여 개발된 SAN(Ship Area Network)은 ICT 해양기술 융합 기술로 선박시스템의 운영 및 유지보수효율화를 통하여 국내 선박 경쟁력을 높였고, 개발기술의 국제표준(IEC 61162-450, 2011.06)화로 세계기술을 리드하고 있음.
- (6) 차량의 유선인터페이스는 인적오류에 의한 오배선으로 인한 성능결함을 제공하고 또한 차량배선과 관련된 유지보수 혹은 개량을 위하여 대상 편성의 운행중지 필요
- (7) 철도차량 개량 혹은 유지보수를 위한 편성단위 운행중지는 많은 비용과 시간이 수반되므로 철도차량의 수명까지 아날로그 기술을 적용함으로써, 새로운 철도 기술 발전을 저해하는 원인

(8) 철도차량 내부장치간 무선연계기술을 통한 차량 설계구조 복잡성 및 제약요인을 감소시키고, 배선으로 인한 차량무게의 경량화 가능

(9) 철도차량 무선연계기술은 전세계적으로 연구개발 초기단계로 세계 최고수준의 ICT를 철도기술과 융합하여 해당 분야의 선제적 표준화 및 기술개발-특허-표준연계를 통한 미래 철도기술 선점

○ 관련철도규격:IEC 61375 2-7, wireless train backbone (WLTB), 2014.04.30

○ 유사기술규격:IEC 61162-450, SAN(Ship Area Network), 국내 선박통합네트웍

구 분	[개발 전]	[개발 후]
유지보수성	<ul style="list-style-type: none"> - 결함 케이블 자동감지 및 모니터링 불가능에 따른 작업자 수동 점검 - 운영중지 및 의장 해체를 통한 관련 케이블 전량 교체 	<ul style="list-style-type: none"> - 결함 자동감지 및 원격 모니터링에 따른 자동 점검 - 정차 후 관련 무선장비 수리 및 교체
운영편의성	<ul style="list-style-type: none"> - 유지보수로 인한 운영중지 	<ul style="list-style-type: none"> - 유지보수에 따른 운영중지 없음
확장성	<ul style="list-style-type: none"> - 낮은 확장성 (신규기술 적용을 위한 편성의장 해체 및 재조립을 통한 신규기술 적용) 	<ul style="list-style-type: none"> - 높은 확장성 (차량내 별도의 케이블링 작업없이 신규기술 적용 가능)
- 소요시간	- 약 300시간	- 약 2시간 이내
- 소요비용	- 수 억원(운영손실 비용 제외)	- 수 백만원
품질수준	<ul style="list-style-type: none"> - 수 Mbps 정보전송 (영상전송 부적합) 	<ul style="list-style-type: none"> - Gbps 정보전송 가능 (기존대비 1000배 정보전송가능)
중 량	<ul style="list-style-type: none"> - 약 11tons/편성 (※ 10량 1편성 수도권 전철 경우) 	<ul style="list-style-type: none"> - 약 2 tons/편성
설계복잡도	<ul style="list-style-type: none"> - 복잡 - 전장장치 취부 자유도 낮음. 	<ul style="list-style-type: none"> - 단순, - 전장장치 취부 자유도 높음.
개념도		

나. 정부지원 필요성

- (1) 철도차량 내부장치간 무선연계는 철도차량 내부장치(추진, 제동, 제어, 서비스 등) 및 편성간 무선 인터페이스 기술로, 기존의 유선(통신, 신호, 인통선)을 무선화하는 미래기술 선도형 ICT 철도 융합기술임.
 - (2) 대용량 운송수단인 철도에 적용하기 위한 실용화 기술은 해당 기술의 신뢰성, 안전성 검증은 물론, 국가가 철도의 안전을 관리하는 국내의 경우 해당 기술 기준수립 및 제도화가 필수 요건임.
 - (3) 즉 기술사양 결정, 제작, 검증 및 보완 및 철도용품 및 차량형식승인과 같은 제도화를 위하여, 정부·운영처·차량장치 제작사 및 관련 공공기관의 광범위한 기관의 참여가 수반되어야함.
 - (4) 또한, 철도차량 차량간 무선연계기술은 전 세계적으로 연구개발 초기단계로, 선제적 표준화 및 기술개발-특허-표준연계를 통한 미래 철도기술 선점을 위하여, 국가지원이 반드시 필요함.
- 현재 철도관련 기관은 중소기업 위주로, 미래 철도기술을 위한 연구 및 투자가 미흡한 상태임.
 - 국내 철도차량부품 및 관련 장치 제조업체는 2007년 이후로 2010년까지 지속적으로 사업체 수와 종사자 수가 증가하고 있지만 철도부품 및 관련장치 제작사 중 약 96%가 근로자 50인 미만 영세업체임.

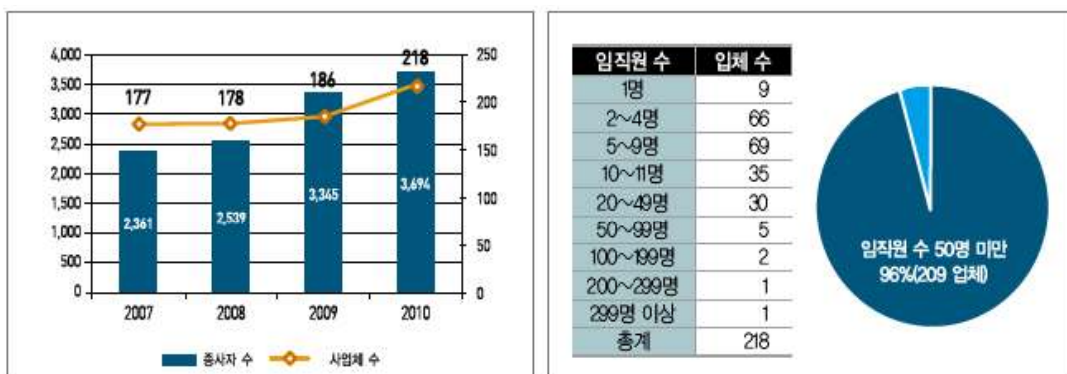


그림 4.4 종사자/임직원 수별 철도차량용 부품회사 현황

(※ 출처 : 철도차량 제9호, 2013, 한국철도차량공업협회)

제 5 장 사전타당성 검토

제 1 절 정책적 타당성

철도 차량내에서 장치간 데이터 통신을 무선화하는 것은 아직 시도된 적이 없는 새로운 기술로 세계적으로 통신/IT 기술을 선도하는 우리나라로서는 전문적 연구개발을 통해 시도할 만한 가치가 있다.

철도분야에서는 음성, 데이터, 영상등의 광대역 무선서비스 제공이 가능하도록 LTE 표준에 기반한 기술방식을 사용한 통합무선망의 실용화 시험국 주파수를 할당받았다. 이는 국내 철도분야의 고부가가치를 높이는 계기가 될 것이다.

○ 국내외 경쟁력 향상 및 철도산업육성을 위해 기술개발은 필수적이다.

- 2013년 8월 28일 대외경제장관회의에서는 「해외 건설·플랜트 수주 선진화 방안」을 의결하여 맞춤형 금융지원 확충을 통해 우리기업의 해외 진출시장 다변화·수주저변 확대를 도모하고, 고부가가치 사업으로의 진출 확대를 지원하기로 함.
- 정부는 철도산업 관련 정책을 종합하고 체계화하는 법정 계획인 제2차 철도산업발전기본계획(2011~2015)에서는 국내 철도산업육성 및 해외 철도시장 진출 확대를 위한 추진방안을 제시하고 있음
- 국내 철도산업을 육성하여 국내 철도기술을 선진국 대비 74~80%(2009)→95%(2015) 수준으로 끌어올리고, 해외 철도시장 진출 확대를 통해 세계 철도차량분야 점유율을 2%(2009)→ 4%(2015년)로 확대시키고, 철도산업을 제2의 원전으로 육성한다는 목표를 제시하고 있음.

○ 해외시장 진출을 위한 신기술개발의 필요성 부각되었다.

- 해외 철도시장은 2009년 197조 원 규모에서 2014년 242조 원으로 연평균 4.2%의 성장 추세가 예상되고 있어 국내 인프라 시장의 한계로 인하

여 어려움을 겪고 있는 우리나라 철도관련 기업의 해외진출을 위한 노력을 적극적으로 기울일 필요가 있음.

- 국토교통부는 「2013년 해외건설 추진계획(2013.4.19.)」에서 ‘5년내 해외건설 5대 강국 진입’을 비전으로 하여 '개발협력 등을 통한 수주저변 확대', '중소기업 진출 활성화', '고부가가치 산업화', '진출시장·공종 다변화', '수주규모에 맞는 효율적 지원체계 구축' 등 5대 중점과제 중의 하나로 제시 하였으며, 이를 위해 교통 분야 해외진출 지원을 강화하기로 함.

제 2 절 기술적 타당성

철도차량내에서 장치간 데이터 통신을 무선화하는 것은 아직 시도된 적이 없는 새로운 기술로 세계적으로 통신/IT 기술을 선도하는 우리나라로서는 전문적 연구개발을 통해 시도할 만한 가치가 있다. 다만, 철도차량의 고안전성 및 고신뢰성을 감안한다면 현재 시장에 나와있는 무선 네트워크기술을 단순히 적용하는 것에는 기술적으로 무리가 있으며, 현재 무선통신기술과 동향을 충분히 고려한 기술개발이 필요하다.

무선 통신 기술 흐름과 표준화 동향을 살펴보면

유선기반의 종합정보 통신망 ISDN(Integrated Service Digital network) 무시하고 1990년대 중반 이후 이동통신 기술은 눈부신 발전을 거듭한다. 1세대 전자 교환기로 시작되는 통신 기술은 1990년 이후 CDMA(Code Division Multiple Access)와 GSM(Global System for Mobile)로 대별되는 2세대 이동통신 기술의 발전으로 본격적인 무선 음성 서비스 시대를 열었고 2000년대 들어 3세대인 W-CDMA와 WiBro 기술의 등장으로 무선 인터넷 시대의 서막을 알렸다. 지금은 본격적인 4세대 기술인 LTE-A 시대로 접어들면서 차량 속도에서도 100 Mbps 이상의 서비스가 가능하며 진정한 무선 인터넷 시대가 도래하고 있다.

한편 이동통신에서는 초소형화, 광화, 고속, 대용량화, 인간화 및 지능화 등은 물론 가입자의 이동성을 보장하는 기술 등이 급속히 진화되고 있으며 음성 서비스를 넘어서 방송 콘텐츠를 제공할 수 있는 망의 고도화가 보편화 되면서 새로운 형태의 서비스 제공을 가능하게 하고 있다.

또한 세계적으로 급속히 진전되고 있는 융합화의 흐름은 향후 이동통신 산업에 밀접한 영향을 미칠 것으로 보이며 예컨대 방송·통신 융합화의 진전과 관련해서 기술에서 출발한 통합과 융합의 동인에 의해 서비스 융합, 망 융합 등이 지속적으로 전개되고 있다.

네트워크 융합과 관련, 디지털화 및 압축 기술의 발달, 광대역 기술의 발달 등

으로 과거 고유한 영역을 가지고 있던 각각의 네트워크에서 통신과 방송의 영역을 초월한 서비스 제공이 가능해 지고 있으며 서비스 측면에서 보면 방송과 통신의 특성을 동시에 가진 서비스들이 출현하고 있고 이러한 서비스는 통신과 방송의 단순한 결합(Bundling)에서 융합(Convergence)으로 전환될 전망이다.

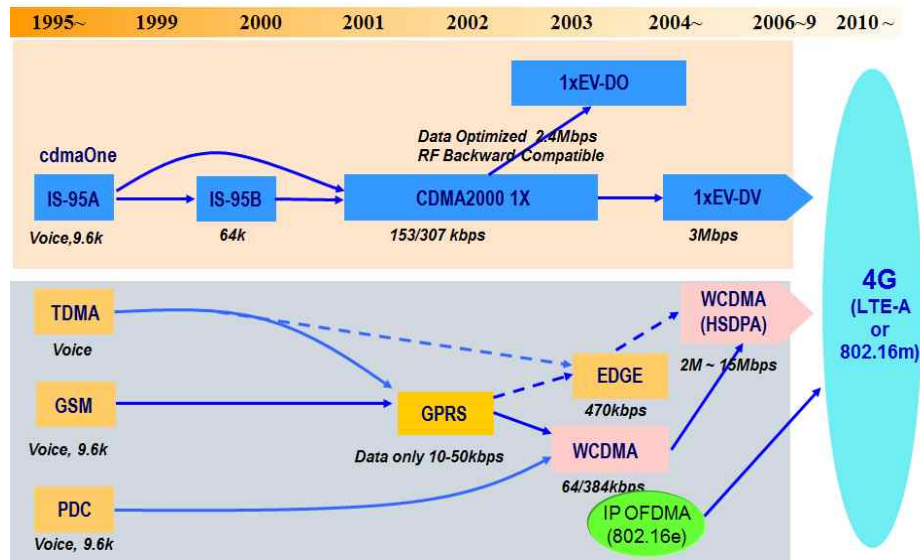


그림 5.1 무선통신 기술 흐름도



자료 : ETRI(2008)

그림 5.2 멀티미디어 통신 융합 전개

융합화의 흐름은 다양한 산업으로 스며들어 고유의 산업이 보유하던 장치에 통신 칩셋을 통한 기능이 탑재되고, 소위 사물통신 (M2M : machine to Machine)이라 불리는 인간 대 사물 및 사물 대 사물간의 통신까지 확대되고 있다. 우리 일상에서 위치 추적 서비스는 물론 검색 기능 및 원격지에서의 제어 서비스는 대부분이 M2M 기술을 활용하고 있는 곳이다. 이동 통신 표준화를 주도하고 있는 3GPP (The 3rd Generation Partnership Project) 이어 M2M 시장의 폭발적인 성장을 예고하듯 One MtoM 글로벌 표준 포럼이 탄생하여 세계의 굴지 거대기업으로부터 폭발적인 관심과 성원에 힘입어 사물통신 분야의 표준화를 진행하고 있다.

이미 의료, 자동차, 조선 분야는 탑재된 통신 기능으로 고도의 서비스를 제공하고 있으며 그 영역은 더욱 확장될 것이다. 철도 분야도 예외는 아니며 시대의 융합 흐름에 발맞추어 무선 통신을 통한 융합 서비스 및 본격적인 모바일 원격 업무 시대를 준비해야 한다.

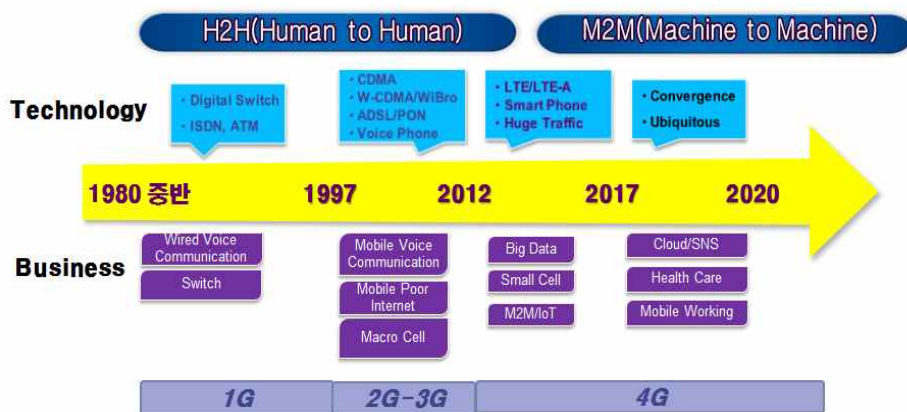


그림 5.3 통신 기능의 변화 로드맵

현재 개발된 무선 네트워크 기술을 활용한 무선기반의 통신네트워크 개발에 적용될 수 있는 기술을 보면, 기존의 유선망의 형태로 사용되는 제어장치간 연계성을 고려하여 ethernet-TCN 규격을 보면 같은 형태의 구조를 적용시킬 수 있을 것으로 판단된다.

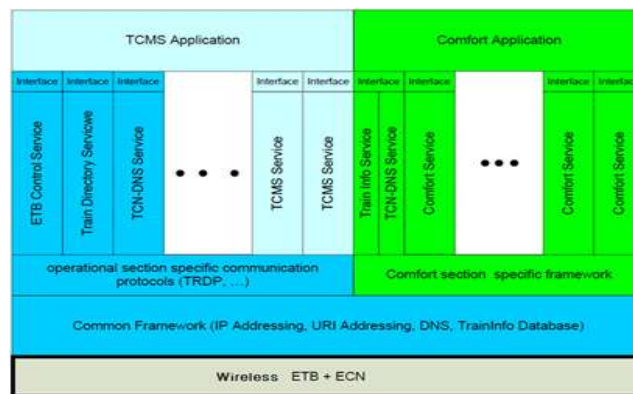


그림 5.5 E-TCN의 protocol Stack

이처럼 WiFi 기술을 철도차량의 E-TCN 구조와 호환된 형태로 네트워크를 구성하는 경우는 아래와 같은 표준기술에 대한 검토가 필요하다.

- IEEE802.11d:International(country-to-country)roaming extensions(2001)
- IEEE802.11e:Enhancements:QoS,including packet bursting(2005)
- IEEE802.11F:Inter-Access Point Protocol(2003) Withdrawn February 2006
- IEEE802.11h:Spectrum Managed 802.11a(5GHz) for European compatibility(2004)
- IEEE802.11i:Enhanced security(2004)
- IEEE802.11k:Radio resource measurement enhancements(2008)
- IEEE802.11n:Higher throughput improvements using MIMO(multiple input, multiple output antennas)(September 2009)
- IEEE802.11p:WAVE – Wireless Access for the Vehicular Environment(suchasambulancesandpassengercars)(July 2010)
- IEEE802.11r:Fast BSS transition(FT)(2008)
- IEEE802.11s:Mesh Networking, Extended Service Set(ESS)(July 2011)
- IEEE802.11u:Improvements related to HotSpots and 3rd party authorization

of clients, e.g.cellular network offload(February 2011)

- IEEE802.11v:Wireless network management(February 2011)
- IEEE802.11w:Protected Management Frames(September 2009)
- IEEE802.11y:3650 - 3700 MHz Operation in the U.S.(2008)
- IEEE802.11z:Extensions to Direct Link Setup(DLS)(September 2010)
- IEEE802.11aa:Robust streaming of Audio Video Transport Streams (June 2012)
- IEEE802.11ad:Very High Throughput 60 GHz (December 2012) -see WiGig
- IEEE802.11ae:Prioritization of Management Frames(March 2012)

이상으로 현재의 무선 통신기술 만으로 볼 때는 철도차량에 바로 접목시킬 수 있는 무선 네트워크를 제시하기는 무리가 있다. 따라서 차량내 장치간 무선연계를 위한 무선 네트워크의 구축을 위해서는 아래와 같은 철도차량에 대한 무선 데이터 전송 환경에 대한 분석이 요구된다.

- 외부의 전파간섭에 통신이 보장될 수 있는 Anti-jamming 기술을 접목한 무선통신기술.
- 철도차량의 안전 동작을 보장할 수 있는 실시간 데이터 프로토콜 기술
- 고안전성과 신뢰성을 보장하는 이중화 무선 네트워크 구축 기술
- 철도차량의 구조에서 안전한 무선통신을 보장할 수 있는 안테나 기술
- 차량운행의 변경, 노후화된 배전반 교체, 이용자의 다양한 요구사항을 수용 등을 위한 기존 Hard-wire로 구성된 배전반 회로 로직의 변경이 필요하다.
- 차량의 운행을 정지하고 오랜 기간 차량내 배전반의 보수작업이 필수적이다. 배전반의 보수작업은 많은 시간과 인력이 필요하기 때문에 간편히 회로 로직을 변경할 수 있는 기술이 필요하며, 차량의 단부와 운전실에 가장 많은 공간을 차지하는 배전반의 축소가 필요.
- 차량운행의 안전성을 확보하기 위해 차량의 전원공급라인의 고장 예방진단이 필요.

현재 국내에는 CC(Car Computer)와 배전반을 연계하여 터미널 수량과 계전기를 감소시켜 배전반의 크기를 줄이는 방법을 연구하여 차량에 적용하고 있는 상황이며, 이를 좀 더 발전시켜 표준화 및 디지털화 시켜면 충분히 개발이 가능. 전압/전류의 고조파 분석등의 전기적 정보를 실시간 취합하여 분석하고, 고장 등 이상상태시 정보를 기록하여 유지보수에 사용되는 기존 기술을 철도차량 전기장치에 접목하면 충분히 개발이 가능.

스마트 배전반을 전기, 환경시험등 철도차량 환경에 맞게 시험하고, 2세부과제와 연동하여 철도차량에 설치 운영함으로써, 안정성 및 신뢰성을 확보하여 상용 제품으로 개발.

제 6 장 철도차량 무선연계기술 개발 단계별 추진전략

철도 차량네트웍은 운영기관의 요구사항을 따르거나, 상호운용성을 위해서 국제 표준 IEC 61375을 준용한다. 국내의 경우, 도시철도 차량 네트웍은 노선간 상호호환성을 고려하지 않았기 때문에 운영기관의 요구사항에 따라 구축되었다. 이로 인해, WTB(Wire Train Backborn)과 각 전장품별로 상이한 통신선 혹은 Hard wire로 구성되어 있다. 2000년대 초반 고속철도 차량의 해외도입과 더불어 IEC 61375기반의 차량네트웍이 소개되었다. 국내 고속철도의 경우, WTB, MVB로 구성된 차량네트웍을 구성하고 있다.

최근 IEC61375에서는 도시철도, 일반철도, 고속철도를 대상으로 단일화된 Ethernet 네트웍 기술 적용을 위한 규격을 제시하고 있다. 유선 Ethernet 네트웍의 철도차량 적용에 따라 철도차량 무선네트웍 적용에 대한 규격이 최근 제시되었다(IEC 61375 2-7 wireless train backbone 2014.04.30.). 독일의 고속철도(ICE), 일본(JR), 호주 등에서 대용량 전송을 위한 차량내 CCTV를 대상으로 차량간 무선연계기술의 feasibility 검증을 위한 시험운영 중이다. 이와 같은 철도차량 무선연계기술은 전 세계적으로 연구개발 초기단계로 세계 최고수준의 국내 ICT와 철도기술의 융합으로 선제적 표준화 및 기술개발-특허-표준연계를 통한 미래 철도기술 선점이 가능하다.

철도차량 무선연계 기술은 차량내외 무선환경 분석에 따라 시스템 구성이 상이하므로, 대상차량별 무선시스템 설계를 수행하고 차량별 최적화 된 기술을 개발해야한다. 국내외 기술동향 및 국제 규격의 발전방향은 근거로, 국내 철도차량 무선연계기술 발전방향을 아래와 같이 단계별로 제시한다.

1단계는 도시철도차량, 2단계는 일반철도 차량, 3단계는 고속철도차량을 대상으로 한다. 단계별 수행절차는 유사하지만, 차량 형상 및 운행속도에 따라 무선연계망 적용을 위한 요소기술이 상이할 것으로 예측된다. 1단계 도시철도차량을 대상으로 철도차량내 무선연계망기술 검증 후, 일반철도차량, 고속철도차량에 적용하는 것을 목표로 한다.



그림 6.1 단계별 추진전략

제 7 장 과제제안요구서

제 1절 총괄 과제 제안요구서

연구과제명	철도차량 내부장치간 무선연계 기술	
1. 연구개발 목표	<p>철도차량 운행제어 및 운영을 위한 내부 전장품간 유선연계(철도차량 유선 네트워크)를 무선기술(철도차량 무선 네트워크)로 대체하기 위한 고신뢰성, 고안전성 배선절감기술 개발</p> <p>[연구개발요소]</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪<u>도시철도차량 내부장치간 고신뢰성, 고안전성 무선연계시스템 개발 및 제도화</u> ▪<u>도시철도차량내 내부장치간 무선연계 적용기술 개발</u> ▪<u>도시철도차량 내부장치간 무선연계시스템 검증기술 개발</u> <p>※철도차량 내부장치간 무선연계기술 적용을 위한 무선자원은 철도통합망 활용을 원칙으로 하되, 과업착수시 철도통합망 미확보시 ISM대역 사용에 대하여 발주처와 협의후 과업을 수행함.</p>	
2. 연구개발 필요성 및 기술동향		
연구개발의 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ▪철도차량의 유선인터페이스는 인적오류에 의한 오배선으로 인한 성능 결함을 제공하고 또한 차량배선과 관련된 유지보수 혹은 개량을 위하여 대상 편성의 운행중지 필요. ▪철도차량 개량 혹은 유지보수를 위한 편성단위 운영중지는 많은 비용과 시간이 수반되므로 철도차량의 수명까지 아날로그 기술을 적용함으로써, 새로운 철도 기술 발전을 저해하는 원인. ▪철도차량 내부장치간 무선연계기술을 통한 차량 설계구조 복잡성 및 제약요인을 감소시키고, 배선으로 인한 차량무게의 경량화 가능. ▪철도차량 무선연계기술은 전세계적으로 연구개발 초기단계로 세계 최고수준의 ICT를 철도기술과 융합하여 해당 분야의 선제적 표준화 및 기술개발-특허-표준연계를 통한 미래 철도기술 선점. 	

	구 분	[개발 전]	[개발 후]
	유지보수성	-결함 케이블 자동감지 및 모니터링 불가능에 따른 작업자 수동 점검 -운영중지 및 의장 해체를 통한 관련 케이블 전량 교체	-결함 자동감지 및 원격 모니터링에 따른 자동 점검 -정차 후 관련 무선장비 수리 및 교체
	운영편의성	-유지보수로 인한 운영중지	-유지보수에 따른 운영중지 없음
	확장성	-낮음 확장성 (신규기술 적용을 위한 편성의장 해체 및 재조립을 통한 신규기술 적용)	-높은 확장성 (차량내 별도의 케이블링 작업없이 신규기술 적용 가능)
	소요시간	-약 300시간	-약 2시간 이내
	소요비용	-수 억원 (운영손실 비용 제외)	-수 백만원
	품질수준	-수 Mbps 정보전송 (영상전송 부적합)	-Gbps 정보전송 가능 (기존대비 1000배 정보 전송가능)
기술동향	중 량	-약 11tons/편성 (※ 10량 1편성 수도권 전철 경우)	-약 2 tons/편성
	설계복잡도	-복잡 -전장장치 취부 자유도 낮음.	-단순, -전장장치 취부 자유도 높음.
<p>유럽, 일본, 중국에서는 2000년대 초반부터 열차운행제어 및 승객서비스를 대상으로 ICT 철도융합원천기술개발을 통하여 해당 분야의 국제 표준화를 선도하고, 지적재산권을 선점하고 있음.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪유럽의 철도차량 메이커 봄바르디어, 지멘스 등 주도로 철도차량 유선연계에 관한 국제규격 IEC 61375, TCN(Train communication Network)을 리드하고 있음. ▪최근 일본과 중국에서 해당 규격 제정을 연구개발을 위한 중국 주도로 철도차량간 무선연계에 관한 국제규격, IEC 61375 2-7 (wireless train backbone 2014.04.30.)이 제정. ▪독일, 일본의 고속철도에서 CCTV 정보전송에 관한 동일 편성내 차량간 무선연계 상용화단계임. 			

	<ul style="list-style-type: none"> ▪유사분야로 국가 R&D로 연구개발된 선박 통합 네트워크 SAN(Ship Area Network)은 ICT 해양기술 융합기술로 선박시스템의 운영 및 유지보수 효율화를 통하여 국내 선박 경쟁력을 높였고, 개발기술의 국제표준 (IEC 61162-450. 2011.06)화로 세계기술을 리드하고 있음. ▪철도차량 내부장치간 무선연계기술은 전세계적으로 연구개발 초기단계로, 국내철도가 우리나라의 강점인 ICT 기술을 활용하여 미래철도기술을 리드할 수 있는 고부가가치 기술로, 연구개발 초기단계인 현시점이 연구개발 적기임.
3. 연구개발 내용	
	<ul style="list-style-type: none"> ▪도시철도차량 내부장치간 고신뢰성, 고안전성 무선연계시스템 개발 및 제도화 <ul style="list-style-type: none"> - 철도차량 내부장치간 무선연계 시스템 개발 - 철도차량 내부장치간 무선연계망 모니터링 시스템 개발 - 철도차량 내부장치간 무선연계시스템 규격 및 제도화 ▪도시철도차량 내부장치간 무선연계 기술 적용기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 도시철도차량 내부장치간 무선연계 기술 적용을 위한 유무선 통합 제어 및 감시장치(TCMS) 개발 - 도시철도차량 내부장치간 무선연계 적용을 위한 TCMS-차량전장장치간 연동기술 개발 - 철도차량 내부장치간 무선연계 기술 적용을 위한 상태감시용 스마트 배전반 개발 ▪도시철도차량 내부장치간 무선연계시스템 검증기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 철도차량 내부장치간 무선연계기술 검증 인프라 개발 - 철도차량 내부장치간 무선연계기술 평가기술 개발
4. 최종성과물	<ul style="list-style-type: none"> ▪도시철도차량 내부장치간 고신뢰성, 고안전성 All IP기반 무선연계 시스템 및 중계기, 단말기술 ▪도시철도차량 무선연계시스템 통합모니터링(WiTIMS) 장치 ▪도시철도차량 All IP 유무선 통합 TCMS 장치 ▪도시철도차량 All IP 유무선 통합 TCMS-전장장치간 검증시뮬레이터 ▪도시철도차량 무선연계 상태감시용스마트 배전반 ▪도시철도차량 내부장치간 무선연계 실용화를 위한 관련 법/규정 제/개정 ▪도시철도차량 내부장치간 무선연계 검증 인프라 및 시험기술

5. 연구기간 및 지원예산					
	<div>▪ 총 연구기간 : 4 년</div> <div>▪ 연구비 예산 : 총 190 억원 (정부출연금 기준)</div> <div>[단위:억원]</div>				
		1세부	2세부	3세부	합계
	1차년도	6.10	8.66	11.20	25.96
	2차년도	21.16	26.71	23.25	71.12
	3차년도	16.26	26.28	20.75	63.29
	4차년도	6.91	5.33	17.39	29.63
	합 계	50.43	66.98	72.59	190.00

제 8 장 참고문헌

- [1] 한국철도기술연구원 이재호 외, 도시철도 열차제어시스템 성능평가 및 분석 과제 2012년도 최종보고서.
- [2] “IEEE 802.11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications. (2007 revision). IEEE-SA. 12 June 2007
- [3] “IEEE 1609 - Family of Standards for Wireless Access in Vehicular Environments (WAVE)”. U.S. Department of Transportation. January 9, 2006.
- [4] “Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications Amendment 6: Wireless Access in Vehicular Environments”. IEEE 802.11p published standard. IEEE. July 15, 2010.
- [5] 이장무, “차세대통합승객안내시스템 개발방향,” 한국철도학회논문집, pp604-607, 2008
- [6] Myoung-Jin Kwon, Yoon-Su Jeon, Chan-Yong Lee, Sung-Ho Park(2012) A Study on Passenger Information Integrated System Based on IP, 한국철도학회 2012 추계 학술대회논문집
- [7] Bum-Jin Kim, Sung-Ho Park, Jae-Gi Kim(2012) A Study on IP Address Management of Passenger Information System, 한국철도학회 2012 춘계학술대회논문집
- [8] 유효정, “유무선인터넷 연계를 통한 무선인터넷 사용성 향상에 대한 연구”
- [9] H. Kirrmann and P. A. Zuber (1996) IEC/IEEE Train Communication Network.
- [10] IEC 61375-1 Standard (1999) Train Communication Network: Part (1) General Architecture (2) Real-time Protocol (3) Multifunction Vehicle Bus (4) Wire Train Bus (5) Train Network Management (6) Train Communication Conformance Testing.
- [11] IEC 61375-2-5 Ed.1 Standard (2012) Electronic railway equipment - Train backbone - Part 2-5: Ethernet Train Backbone
- [12] Manfred Schmitz (2010) Ethernet as a Train Bus, MEM Mikro Elektronik GmbH, <http://www.mem.de>.

- [13] Keiichi Kamata, Hideyuki Takahashi (2008) T-Ethernet: The next international standard candidate for train communication network, Toshiba Corporation, <http://www.uic.org>
- [14] IETF, A Universally Unique Identifier (UUID) URN Namespace, RFC 4122, 2005
- [15] Joint Council on Transit Wireless Comm., Positive Train Control White Paper(2012), www.trasitwireless.org
- [16] 경희대 신현동, 물리계층 보안 무선전송 핵심기술 연구, 기초연구사업, 2011.
- [17] 한국과학기술원 하정석, 차세대 무선 네트워크의 보안 강화를 위한 계층간 최적화 기술 연구, 기초연구사업, 2012.
- [18] 현대로템 이용철, 김동일, 전상훈, 철도차량에서 무선인터넷 환경 구축, 한국철도학회 논문집, pp850~856.
- [19] 포항공과대학 박부건, IEEE802.11기반 무선 네트워크용 제어 시스템 개발 연구, 기초연구사업, 2012.
- [20] 한국방송통신전파진흥원, IT 융합산업의 H/W 및 S/W의 안전표준화 기술 동향, 방송통신기술 이슈&전망, 2013년 제19호.
- [21] KOMPASS, 5세대 WiFi기술현황 및 전망, Market&Issue분석 Report, 2012년 6월.
- [22] 정보통신정책연구원, 주파수 배분체계 등 전파법령 개선방안 연구, 방송통신정책연구, 2011년 11-진흥-나-03.
- [23] 한국방송통신전파진흥원, 차세대 무선랜 보안 기술 동향 및 이슈, PM Issue Report 2013, 2013년 제3권 이슈3.
- [24] 서울메트로 김경섭, 무선센서에 의한 도시철도차량의 제어방안 연구, 2012년 한국철도학회논문집.
- [25] 한국전파진흥협회 정찬형, 산업체 신규 주파수발굴 및 이용방안 연구, 방송통신정책연구, 2009년 09-진흥-나-5.
- [26] 정보통신정책연구원 김사혁, 철도무선통신망 구축 국내외 현황 및 시사점, 방송통신정책, 제25권 9호 통권554호.
- [27] 이규성, 국가통합무선망 구축에 따른 철도무선통신망 연계방안 연구, 충남대 산업대학원 석사논문, 2007년 7월.
- [28] 최준영 외4인, 철도전용 통합무선망 국내외 동향, 한국철도학회 춘계학술대회, 2012년.

- [29] 한국철도기술연구원 김길동 외, “차세대 첨단 도시철도시스템 기술개발사업 최종 연구보고서”, 2011년도 최종보고서.
- [30] 건설교통부, “고무차륜 경량전철 정비지침서”, 2003년도
- [31] 건설교통부, “고무차륜 경량전철 운전지침서”, 2003년도
- [32] 한국철도기술연구원 정상기외, “전력시스템 성능향상 기술 개발”, 2008년도