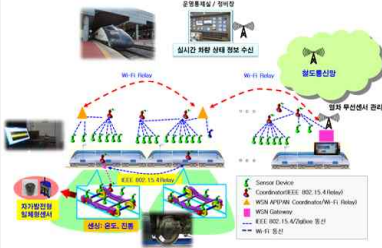


가혹한 통신환경에 강인한 Power free 무선센서 네트워크 기술

I. 제안기술 개요

기술의 내용	기술의 동향	기술의 제품화 및 시장 전망
<p>고속 주행 철도차량 환경의 진동에너지원을 활용한 자가발전 기술과 초 저전력 무선센서 통신 기술이 융합된 고속 자율 무선센싱 네트워크 기술</p> <ul style="list-style-type: none"> 진동 에너지기반 자가발전 전원을 사용하는 무선센싱 장치 기술 고속/가혹 환경에 강인한 저전력 무선접속 기술 IoT 기반 '일체형 자가발전 무선센서 노드' 네트워크 기술 	<p>[국내동향]</p> <ul style="list-style-type: none"> (철도 모니터링) 고속열차용 차축발열장치(HBD) 국산화 추진 중 (무선센싱) ETRI를 중심으로 학계, 산업계에서 무선센싱기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> (라디오펄스) ZigBee 기반 RF 송수신단 및 모뎀, MCU 집적 싱글칩 Mango개발 (KT) 센서 네트워크 지원을 위한 유무선 네트워크의 고도화 및 센서 네트워크 서비스 개발을 통해 도시 시설물 안전관리 구축 사업 수행 (SKT) ZigBee 및 CDMA 네트워크를 활용한 교량관리 시스템 및 u-City 시범 사업 수행 (자가발전) 서울대, ETRI, KAIST, KIST등에서 MEMS기반으로 자가발전 기술 개발 <p>[해외동향]</p> <ul style="list-style-type: none"> (철도 모니터링) MERMEC 등에서 차축발열장치(HBD) 상용화 <ul style="list-style-type: none"> (Perpetum) 에너지하베스터 기반으로 열차무선센싱 기술 시범서비스 (무선센싱) TI, ATMEL등에서 저전력 지그비 칩 상용화 (자가발전) MEMS를 이용한 자가발전 기술을 IMEC, Microgen, infineon, Georgia Tech 등에서 연구 추진 <ul style="list-style-type: none"> (IMEC)는 MEMS 기반으로 930Hz의 공진 주파수를 갖으며 236uW의 전력을 발생시키는 디바이스 개발 (Microgen) 1g에서 약 130uW의 전력이 발생하는 디바이스 개발 	<p>[기술의 제품화]</p> <ul style="list-style-type: none"> (철도 무선센싱장치) <ul style="list-style-type: none"> 고속열차 및 화물열차에 적용 가능한 자율무선센서 장치 전동열차 자율무선센싱 장치 (차량 무선센싱 장치) <ul style="list-style-type: none"> 대형 및 트레일러 차량 주행 감시 장치 군용차량 주행 감시장치 (선박 무선센싱 장치) <ul style="list-style-type: none"> 선박 기관 감시 장치 <p>[시장 전망]</p> <ul style="list-style-type: none"> (철도 시장) 세계 철도산업 시장은 200조원 규모에 달하며 연평균 약 2.6% 성장세를 유지하며 오는 2017년에는 연간 250조원 규모로 성장할 전망(전자신문, 2015.4.7.) (철도 모니터링 시장) 철도 Intelligent 모니터링 세계시장 연간 8,000억원 이상 점유 전망(@30% 점유율) <ul style="list-style-type: none"> 2015년 철도 Intelligent 모니터링 시장의 규모는 2조 5000억원으로 예상(SKf) (철도 무선 센싱(WSN) 시장) <ul style="list-style-type: none"> (국내 시장) 국내 내수시장은 '19년 16억원 규모에서 '23년 50억원 규모로 성장할 전망 <ul style="list-style-type: none"> 고속열차(KTX) 및 화물열차, 전동열차 운행감시 장치 도입 전망. (세계 시장) '19년 1억불 규모에서 '23년 3억 1백만불 규모로 연평균 31.6% 정도로 빠르게 성장 <ul style="list-style-type: none"> (몽골) 화물열차 운행 감시장치 도입 전망. (IoT 시장) <ul style="list-style-type: none"> (국내 시장) 사물인터넷 시장은 '13년 2.2조원에서 '20년 22.8조원으로 연평균 32.8% 성장 전망(Machina Research, 2013.1) (세계 시장) 세계의 사물인터넷 시장은 '13년 2천억달러에서 '20년 1.2조 달러로 연평균 21.8% 성장 전망(Machina Research, 2012.1)

I. 제안기술 개요

기술의 내용	기술의 동향	기술의 제품화 및 시장 전망
		<ul style="list-style-type: none"> (산업용 WSN 시장) 무선센싱기술이 적용되는 환경, 공공 안전, 재해 등에 직간접적으로 결과를 활용함으로써 국내외 WSN 시장 20% 점유 예상(2018년) (융합 산업)저전력 무선센싱 네트워크 기술 IPR확보를 통한 다양한 융합 산업 창출 공공인프라, 재난재해 관련 산업
상용화단계	일반 의약 바이오	①아이디어 ②연구단계 ③개발단계 ④개발완료(시제품) ⑤제품화 단계 ①라이선싱 ②개발단계 ③제품화 단계
핵심키워드	한글 영문	철도무선센싱, 저전력 무선센싱장치, 에너지하베스터, 자율무선센싱 Railway wireless sensing, Low power wireless sensor, Energy harvester, Autonomous wireless sensing

II. 기술개발자 정보

기관명	한국전자통신연구원	부서	모바일미디어융합연구실
성명	김영일	직급	책임
전화/핸드폰	042-860-5399	이메일	yikim@etri.re.kr

III. 수행과제정보

지원기관명		연구사업명	
연구과제명		수행기간	
주관기관	한국전자통신연구원	공동연구기관	-

IV. 특허정보

특허현황	사업화대상기술 관련특허 총 16 건				
	구분	상태	출원등록일자	특허번호	특허명
상세현황	대상기술	■출원□등록	2013.05.09	2013-0052292	통신시스템의 심볼 타이밍 동기 추정을 위한 피크 검출방법
	대상기술	■출원□등록	2013.05.09	2013-0052722	저전력 센서 통신 시스템을 위한 무선 자원 할당 제어 방법 및 장치
	대상기술	■출원□등록	2013.12.17	2013-0157097	저전력 무선 센서 통신을 위한 재전송 장치 및 방법
	대상기술	■출원□등록	2013.11.22	2013-0143064	철도 무선센싱망의 간섭회피를 위한 주파수도약 방식 설정 및 운용방법
	대상기술	■출원□등록	2014.10.28	2014-0147739	센서 데이터 유실을 최소화하기 위한 무선 센서 네트워크에서의 코디네이터 관리 방법
	대상기술	■출원□등록	2015.03.16	2015-0036157	무선 센서 네트워크에서 비활성 구간을 이용한 릴레이 기반 패킷 재전송 방법
	관련기술	■출원□등록	2013.05.09	2013-0052780	철도 무선 센서 네트워크에서 데이터 고속 전송을 위한 전용채널 설정 및 운용 방법
	관련기술	■출원□등록	2013.11.21	2013-0142357	무선 센서 네트워크의 맥 계층에서의 센서 데이터 릴레이 장치 및 방법
	관련기술	■출원□등록	2013.12.17	2013-0157098	무선 센서 네트워크의 맥 계층에서의 센서 데이터 전송 제어 장치 및 방법

	구 분	상 태	출원(등록)일자	특허번호	특허명
상세현황	관련기술	■출원□등록	2013.12.17	2013-0157099	무선 센서 네트워크 맥 계층에서의 센서 데이터 패킹 방법
	관련기술	■출원□등록	2014.12.12	2014-0179549	PAN 코디네이터 장치 및 그 장치에서의 센서 디바이스의 자원 관리 방법
	관련기술	■출원□등록	2014.11.24	2014-0164732	철도 열차 센싱 트래픽 분산처리를 위한 계층적 무선 센서 망 구성 장치 및 방법
	관련기술	■출원□등록	2014.11.24	2014-0164733	자율전원 공급형 저전력 무선센서의 전력상태에 기반하는 무선링크 자율적 구성 장치 및 방법
	관련기술	■출원□등록	2015.03.16	2015-0036158	센서 네트워크에서의 패킷 릴레이 동적 운영 장치 및 방법
	관련기술	■출원□등록	2015.03.13	2015-0035246	무선 통신 시스템에서의 주파수 간섭 제어 장치 및 방법
	관련기술	■출원□등록	2015.03.13	2015-0035247	이동 통신 시스템에서 가변 확산 코드 및 가변 데이터 코딩율을 사용하는 송수신 장치 및 방법

1. 기술성 분석

1. 기술의 내용 및 특징

- 본 기술과 관련하여 현재 보유한 분야별 특허 포트폴리오의 구성도는 다음과 같음
 - 각 계층별로 특허를 보유하고 있어 적절한 권리를 구성하고 있음



○ 권리의 범위

- 본 기술과 관련하여 현재 보유하고 있는 기술의 권리범위는 다음의 표와 같으며, 핵심기술을 효과적으로 보호하는 것이 가능함

보호 기술	물리 계층	MAC 계층	네트워크 계층	응용 계층
저전력 무선센싱 기술	동기추정기술			
저전력 무선센서 성능 확보기술	확산코드 처리기술			무선센서 전력상태기반 무선링크 자율 구성 기술
	전용채널 할당기술			
	주파수 도약기술			
무선센싱 서비스 영역 확장 기술		센싱데이터 릴레이 기술		
무선센싱 데이터 전송기술		무선센서 재전송 기술	- 계층적 무선센서망 구성 기술	
		센싱데이터 패키징 기술		
무선센서 관리 기술				무선센서 관리 기술
				무선센서 전력상태기반 무선링크 자율 구성 기술

- 안정적인 특허 포트폴리오 구성
 - 본 기술은 ISM대역을 사용하는 무선센싱기술을 기반으로 하기 때문에 주파수 할당 등과 같은 법적 제제의 대상이 아니므로 안정적으로 권리를 행사할 수 있음.
 - 본 과제에서 보유한 특허의 다양성을 바탕으로 기술의 권리(특허권 주장 및 기술 방어)를 완벽히 보장할 수 있음.
 - 본 기술에서는 저전력 소비와 통신품질 확보를 위해 철도 맞춤형 RFIC기술, 전용 채널 할당기술을 포함하고 있어 다른 센싱기술 대비 소비전력 및 통신품질 확보 면에서 경쟁력이 우수함.
 - IEEE 802.15.4의 물리계층 및 MAC 성능을 개선하였고, 전용채널을 사용하여 트래픽을 중계하는 기술을 최초로 구현하였고, 관련특허를 출원하여 안정적으로 권리행사가 가능함.
 - 에너지하베스터 기술의 경우 trade off 관계인 내구성과 생성전력의 크기를 고려한 최적의 설계를 기반으로 하기 때문에 타 기술이 비해 우수한 경쟁력 보유

2. 기술의 수준

- 모방용이성(기술의 난이도)
 - 본 기술의 핵심기술은 열악한 철도환경에서 통신품질을 보장하는 무선접속기술(IEEE802.15.4 Advanced 기술)과 저전력 무선센서 장치 기술, 주행하는 열차의 전과전과 모델에 기반한 철도 맞춤형 RFIC기술, 장대 열차에서 측정하는 센싱데이터를 중앙의 유지소수 센터로 전송하기 위한 무선 센싱 네트워크 기술, 열차진동에너지를 활용한 자가발전기술 등 장시간(3년)에 걸쳐서 개발된 기술로 모방하는데 상당한 시간과 예산이 필요한 어려운 기술임
 - 더불어 모방 사용시 노출될 가능성이 매우 높은 기술임
- 회피비용(회피설계비용)
 - 본 기술은 저전력 무선센싱장치, 철도환경에 강인한 변복조 기술, 저 접속지연 및 저전력소비를 지원하는 MAC기술, 철도열차 환경을 고려한 무선센싱 네트워크 및 인터넷 연동기술 등의 핵심기술을 기반으로 하며 16개의 특허를 보유하고 있기 때문에 많은 회피비용(20억원)이 소요될 것으로 추정됨
- 대체기술 존재 여부
 - (철도 모니터링 기술)
 - HBD외에는 본 기술을 대체할 수 있는 기술 부재
 - HBD는 대차의 발열만 측정, 본 기술은 발열과 진동 측정
 - (저전력 무선센싱기술)
 - ZigBee 기술이 있으나, 밧데리를 사용해야 하므로 센서 유지보수 비용이 추가되어야 하며, 열악한 철도 환경에서 사용하기에는 부적합한 통신 품질(열차환경에

서 측정된 결과 80% PER)을 나타냄

- 본 기술은 에너지하베스터를 적용할 수 있도록 저전력(65mW)으로 구동이 가능한 기술로서 반영구적으로 사용이 가능하며, 철도 무선환경에서 측정된 전파모델에 기반한 RFIC기술을 적용한 기술임.

- (에너지 하베스터 기술)

- 영국의 Perpetum사는 27mW급 에너지하베스터 기술 보유
- 본 기술의 생성전력보다 1/2 크기의 전력만 생산

○ 경쟁자에게 미치는 영향

- (철도 무선센싱기술) 본 기술을 이용한 제품이 출시되는 경우 HBD시장을 대체할 수 있는 파괴력 보유

- HBD는 열차의 탈선요소인 발열 및 진동 파라미터 중에서 발열상태만을 모니터링하나, 본 과제의 기술은 발열 및 진동상태를 실시간으로 측정하므로 본 기술이 실용화되는 경우 HBD시장 급격히 잠식할 것임

- (저전력 IoT센싱기술) 에너지 하베스터로 구동가능한 저전력 무선 IoT기술이 출시되는 경우 기존의 센서시장의 20% 이상 점유 가능할 것으로 추정

- 영국의 Perpetum사는 27mW급 에너지하베스터 기술 보유
- 본 기술의 저전력 소비특징으로 인해, 철도 무선 센싱 분야 뿐 아니라 교통 및 사회 인프라의 안전 모니터링 위한 목적으로 적용 가능

○ 기술수명

- 20년

- 철도 차량 수명 30년 기준

3. 기술의 필요성

○ 혁신성

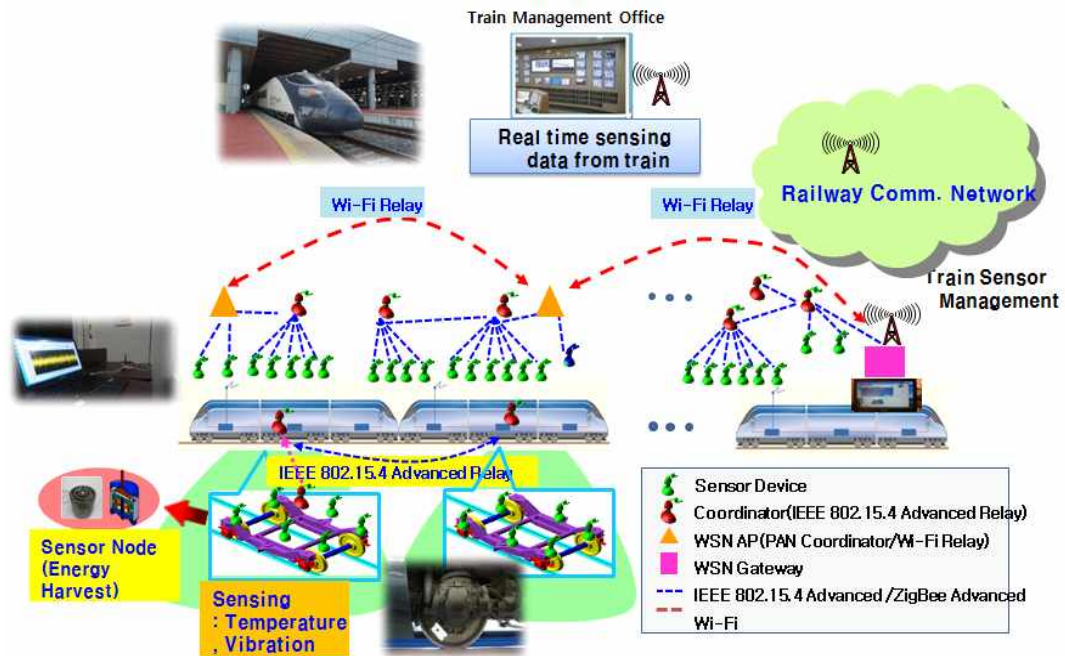
- (철도 모니터링 시장 창출)

- 현재 전 세계적으로 철도에서 운용중인 비접촉식 차축검지장치(Hot Box Detector)는 선로노면에 설치되어 주행하는 열차에서 발생하는 온도를 검출하여 열차의 탈선을 방지하고 있으나, 높은 검출오류 및 열차 운용 중에 지속적인 모니터링의 불가, 차축발열이 있는 바퀴의 특정불가로 사용의 한계를 노출

- 본 제안기술은 이를 극복하기 위한 기술로 주행중인 열차의 대차에 IoT 무선센서를 장착하여 상시 열과 진동상태를 실시간으로 측정함으로써 열차의 탈선을 미연에 방지할 수 있을 뿐 아니라 문제가 있는 대차 및 바퀴를 특정하여 수리를 할 수 있으므로 운용유지보수비 절감효과(한국철도공사의 경우 600억원/년 유지보수 비용 절감효과 예상)

- 주행하는 열차의 진동에너지를 활용하여 자가발전 하는 전원을 사용하여 센서 및 무선통신장치를 구동시키는 자율 무선센서 장치는 외부의 전원공급없이 영구적으로 동작이 가능하도록 진동에 대한 내구성과 생산전력을 극대화 시킨 혁신적인 기술임

- 본 과제 기술은 주행하는 열차의 상시 모니터링을 요구하는 유럽의 TSI(Technical Specifications for Interoperability) 요구를 만족시키는 기술임



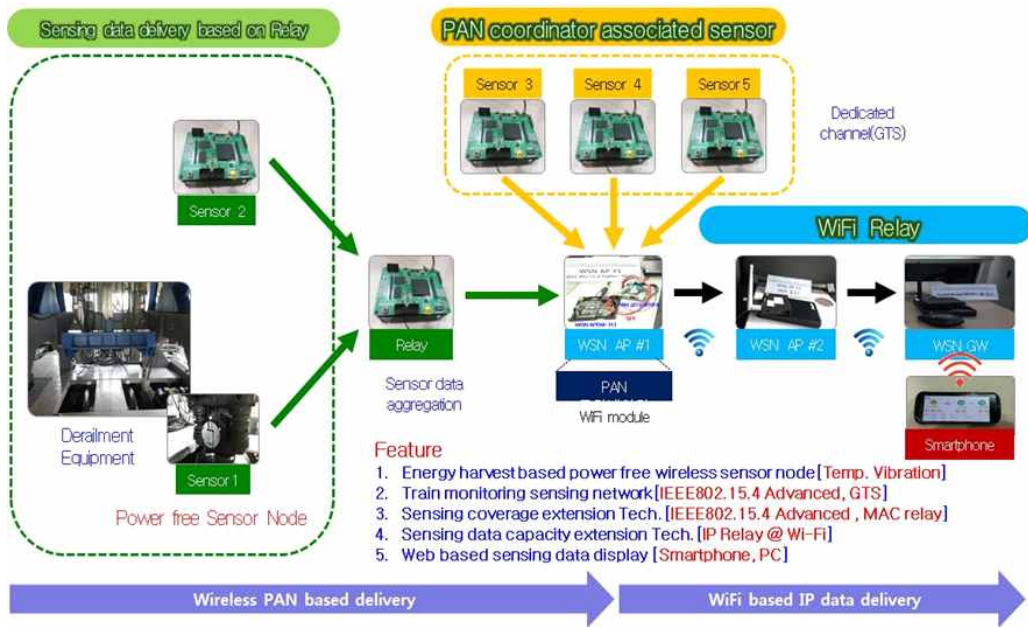
< 기술 개념도 >

- (IoT 시장 확대)

- 본 제안기술은 고정된 상태에서 동작하는 기존의 무선센서의 기능을 이동중 인 물체에 장착하여 사용할 수 있도록 무선접속기술을 개선한 것으로, 철도 모니터링 시장 외에도 도로 인프라에 설치되어 재난.재해 예방을 위한 모니터링에 효율적으로 적용할 수 있어 기존의 저전력 IoT센서시장을 확대 창출 가능.

○ 파급성

- 열차 및 사회 인프라 시설물 등 다양한 분야에서 진동 및 발열 상태등을 상시 모니터링할 수 있는 저전력 무선센싱 장치의 실용화 제품 산출이 가능하며 철도에 적용가능한 제품은 다음과 같음.
- 저전력 무선센싱 시스템
 - 65mW 급 저전력 무선센서 노드
 - 코디네이터(relay, PAN)
- 무선센싱망 확장용 Wi-Fi 중계장치
- IoT 무선센싱망 게이트웨이장치
- 진동에너지원 적용 저전력 에너지 하베스터 장치
- IoT센싱기반 경보 및 차량 유지보수 S/W



< 철도 저전력 무선센싱 시스템 구성도 >



< 철도 저전력 무선센싱 시스템 현장시험도 >

○ 고객에게 미치는 영향

- 철도모니터링 시장의 진입 가능성

- 고속열차(KTX) 및 전동열차, 화물열차 등의 주행장치에 대한 실시간 모니터링을 위한 장치로 적용될 가능성 매우 높음.
- 기존의 HBD의 경우 차축의 발열만 검출할 수 있으나, 본 기술은 발열 외에 진동상태를 모니터링 할 수 있어 사고 방지와 차량 유지보수에 효율적이므로 HBD

대체시장으로 성장가능성 매우 높음.

- 또한, 근래에 이르러 화물열차의 완해불량사고가 발생하여 이를 방지하기 위한 장치로서 본 기술이 적용될 가능성 매우 높음.
- 고속 열차의 안전 운행 확보 및 유지 보수비 절감 효과로 한국철도공사에서 본 기술 적용 가능성 매우 높음.
 - 600억원/년 절감 효과
 - 한국철도공사 보유차량: 5,617, 무선센서 소요 갯수: 약 10만개
- 선박 안전운행을 위한 유지보수 시장의 진입 가능성
 - 본 기술은 선박 엔진 및 펌프류의 구동상태 실시간 모니터링, 선박 화물 적재상태 모니터링을 통한 해상 안전분야에 적용할 수 있어 신규시장 창출 가능
- 한.몽골 국제 공동연구를 통해 “Mongolian Railway”에 진출 가능성 높음
 - 몽골철도 무선센싱기술 개발을 위한 “컨소시엄” 구성 추진 예정
 - ETRI/몽골과기대/Mongolian Railway/한.몽골 기업 참여

○ 연구개발지원

- 미래부는 2014년부터 개인IoT, 공공 IoT, 산업IoT로 나뉘 IoT 산업을 집중적으로 추진
 - 개인 IoT는 대국민 삶의 질 향상, 공공 IoT는 사회 현안 문제 해소, 산업 IoT는 산업 경쟁력 강화를 통한 기존 산업의 새로운 가치 창출을 목표로 설정
- 또한, 미래부는 안전진단센서를 사용하는 재난안전산업 육성계획을 발표 (2015.5.29.)

4. 기술의 차별성

○ 차별성

- (철도 모니터링 기술 세부내용)
 - 열차의 자율발전 전원으로 구동되는 저전력 무선센서장치 플랫폼 기술
 - ✓ 저전력 FPGA(Igloo)기반 무선센서노드 플랫폼 기술
 - ✓ 멀티센서 통합 및 센서 제어형 플랫폼 기술
 - 고속주행 열차의 통신환경에 강인한 철도환경 맞춤형 무선통신 기술
 - ✓ IEEE 802.15.4 Advanced 물리 및 MAC 기술
 - ✓ 저전력 모뎀 구현기술
 - ✓ 무선센싱망 성능향상을 위한 전용채널 할당기술
 - ✓ 전용채널기반의 무선센싱데이터 릴레이 기술
 - ✓ 철도 무선환경 맞춤형 저전력 RFIC 기술
 - 장대열차 환경을 고려한 무선센싱 시스템 및 네트워킹 기술
 - ✓ IEEE 802.15.4 Advanced 기반 무선센서장치
 - ✓ 릴레이 기능 탑재형 코디네이터 장치

✓ Wi-Fi기반 IP릴레이 기술

✓ 무선센싱망/Wi-Fi망 연동 게이트웨이 장치기술

- (철도 모니터링 기술에 대한 차별성) 차축 온도검지장치인 HBD와의 비교시 다음과 같은 우위성 확보

· HBD와 본 기술의 차별성





	HBD	본 기술
검출 파라미터	열차의 발열 상태	대차 및 바퀴의 발열, 진동
검출시간	40Km 간격으로 측정	열차 운행중 지속적인 측정
문제지점 특정기능	불가능	가능(IoT센싱)
차량 유지보수	차량에 문제 발생시 열차 전차량에 대한 전량 검수	문제된 차량만 선별 수리함으로써 유지보수비용 절감 효과
센싱장치의 전원	외부 전력 필요	외부전력 불필요

- (본 과제의 요소 기술에 대한 차별성) 본 과제의 기술과 타 유사기술과의 비교는 다음과 같음.

항목	Perpetum/TI	ETRI 기술	비고
자율발전 전원	27mW(@5V), 4mW(@ 8V)	65mW	•Perpetum 보다 2배의 전력생산
무선센서노드 소비전력	150mW(@TI)	70mW	•“저전력 FPGA”와 RFIC” 2칩으로 구현 •소비전력 2배 절감
전송속도	250Kb/s	> 250Kb/s	
채널할당 방식	경쟁방식(전송율 비보장)	전용채널방식(전송율 보장)	•상용 칩에서 미지원
무선센서노드 구동의 지속성	-	전원상태기반 센서 동작 단속기능	•자가발전 모듈에서 생성되는 전압이 3.1V이하시 무선센서노드 동면상태 진입
		전원상태기반 자율센싱	•전원의 레벨에 따라 센서의 측정속도 및 측정데이터 전송 주기 조절

- (본 과제 무선 센서노드의 소비전력) 본 과제의 무선센서노드는 기존의 무선통신모듈보다 소비전력이 낮음.

· 저전력 FPGA인 Igloo3000과 철도 맞춤형 RFIC기반 RF모듈로 구성

Vendor	Model	Measured Power	Measured Data	Frequency (GHz)
TI	CC2420		<ul style="list-style-type: none"> Power Consumption: 118.14mW (@3.3V) TransmitPeriod: 3byte@30ms 	2.4
ATMEL	ATmega256RFR2		<ul style="list-style-type: none"> Power Consumption: 69.63mW (@ 3.3V) TransmitPeriod : 3byte@1sec 	2.4
Radio Pulse	MG2470		<ul style="list-style-type: none"> Power Consumption: 198.33mW (@ 3.3V) TransmitPeriod : 3byte@30ms 	2.4
ETRI	ETRI		<ul style="list-style-type: none"> Power Consumption: 64.68mW (@ 3.3V) TransmitPeriod : 3byte@20ms 	2.4

2. 특허성 분석

1. 국내외 특허 동향

- 국내 동향
 - 철도무선센싱, 저전력 무선센싱장치, 에너지하베스터, 및 자율무선센싱 등을 키워드로 하여 특허 조사한 결과, 국내에서는 한국철도기술연구원, 한국전자통신연구원, 토크슨 라이센싱, 삼성전자주식회사, 한국전자부품연구원, 및 각종 대학교 산학협력단의 특허출원을 다수 확인할 수 있음
- 해외 동향
 - Railway wireless sensing, Low Power wireless sensor, 및 Autonomous Wireless sensing 등을 키워드로 하여 특허조사한 결과, ZTE CORPORATION, Panasonic Corporation, Fujitsu Limited, NANYANG TECHNOLOGICAL UNIVERSITY, United States of America, as Represented by the Secretary of the Navy, ABB TECHNOLOGY AG, QUALCOMM Incorporated, Electronics and Telecommunications Research Institute 등의 다수의 특허출원을 확인할 수 있음
 - Energy Harvester 등을 키워드로 하여 특허조사한 결과, 이스라엘의 Innowattech이 관련 특허를 보유하고 있는 것으로 확인됨

2. 선행특허분석

특허번호	US 2013-0077558	US 2011-0085442	US 2014-0254471	US 2011-0004798
특 허 명	RELAY DEVICE, RECEIVING DEVICE, TRANSMITTING DEVICE, AND RELAY METHOD	WIRELESS COMMUNICATION NETWORK AND ADAPTIVE ROUTING COMMUNICATION METHOD THEREOF	INTEGRATED RELAY IN WIRELESS COMMUNICATION NETWORKS	Cooperation Communication Method and System Using Feedback Signal
출 원 인	Panasonic Corporation	Fujitsu Limited	ZTE CORPORATION	Electronics and Telecommunications Research Institute

<p>기술요약</p>	<p>본 발명은 중계 장치 등에 관한다. 특히, 액티브 기간 중에는 무선통신을 수행해, 비액티브 기간 중에는 상기 무선통신을 중단하는 무선통신시스템이며, 송신 장치로부터 수신 장치로 송신된 제1 프레임을 중계 장치가 중계하는 무선통신시스템의 중계 장치 등에 관해 제시</p>	<p>본 발명은 무선 통신 네트워크에 대한 기술로서, 특히 네트워크 통신 시 충돌 가능성을 줄이기 위해서 무선 통신 네트워크 내의 통신 경로를 적응적으로 선택하는 방법 및 이 방법을 구현한 무선 통신 네트워크에 대한 기술 개시. 여기서 특히 무선 통신 네트워크는 무선 센서 네트워크임</p>	<p>무선 통신에 대한 특허로서, 복수 개의 무선 기지국 및 액세스 포인트(AP) 사이의 무선 통신 서비스를 촉진하는 방법을 개시함. 제 1 RF 인터페이스 상에서 복수 개의 무선 기지국과 제 1 무선 통신 링크를 만들고, 제 2 RF 인터페이스 상에서 AP와 제 2 무선 통신 링크를 만들고, 상기 제 2 무선 통신 링크를 운용하여 상기 복수 개의 무선 기지국과 AP 사이의 백홀(backhaul) 접속을 제공하는 기술</p>	<p>본 발명은 단말기에서 패킷을 기지국으로 전송하는 단계와, 상기 단말기에서 상기 기지국으로부터의 귀환 신호를 이용하여 전송된 패킷의 복호 성공 여부를 판단하는 단계 및 상기 단말기와 정해진 거리 범위내 인접 단말기의 패킷에 대한 복호 성공 여부에 따라 상기 단말기에서 상기 패킷을 상기 기지국으로 재전송하는 단계를 포함하는 협력 통신 방법을 제공함</p>
<p>관련도 분석</p>	<p>A</p>	<p>A</p>	<p>A</p>	<p>A</p>
<p>* 관련도 : X - 관련없음, Y - 관련있음, A - 관련은 없으나 참고할 자료 * X, Y - 주요참증에 해당, A - 참고참증에 해당</p>				
<p>조사결과</p>	<p>본 기술은 현재 등록된 특허가 아니며, 특허출원된 상태로 심사를 대기하는 상태임. 하지만, 앞에서 열거한 바와 같이, 고속 주행 철도차량 환경의 진동에너지원을 활용한 자가발전 기술과 초 저전력 무선센서 통신 기술이 융합된 고속 자율 무선 센싱 네트워크 기술, 진동 에너지기반 자가발전 전원을 사용하는 무선센싱 장치 기술, 고속/가속 환경에 강인한 저전력 무선접속 기술, IoT 기반 '일체형 자가발전 무선센서 노드' 네트워크 기술과 관련하여, 16건의 특허 포트폴리오를 갖추고 있으며, 이와 관련하여 선행 특허 조사한 결과, 관련된 기술분야의 특허들이 일부 검색되고 있으나, 본 발명과 같이 시스템은 검색되지 않았음</p>			

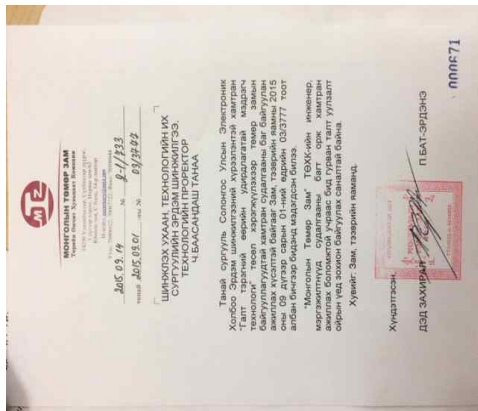
3. 사업성 및 시장성 분석

1. 사업화 제품화

- 가혹한 통신환경에 강인한 Power free 무선센서 네트워킹 기술을 기반으로 선도적이고 경쟁력 있는 사업화 가능
- 사업화 제품화 시 유의 사항으로서 규제 및 지원
 - (철도 무선센싱 장치) 본 기술의 센서장치는 비허가 주파수 대역(ISM)을 사용하는 관계로 철도 적용시 승인 또는 허가에 대한 규제는 없음.
 - 단, 무선기기이므로 무선설비기기에 대한 전자파 적합성 시험(KN 301 489-7)을 수행하여야 함
- 제품 경쟁성
 - (HBD 제품에 대한 우위성) 현재 철도현장에서 사용하고 있는 열차차축 검자장치로서 HBD제품이 있으나, 해당 제품은 일정한 거리마다 전 열차에 대한 차축의 발열 여부만을 측정하지만, 제안기술은 특정의 대차 및 바퀴에 대한 발열뿐 아니라 진동을 실시간 및 지속적으로 측정할 수 있는 장점을 가짐

2. 사업화 방법 및 성공요인

- 사업화 실현 가능성
 - 본 기술이 기업에 이전되었을 때 철도 무선모니터링 시장 진출이 가능함
 - (1단계) 코레일 화물열차, KTX 적용 추진
 - (2단계) 도시철도 및 메트로에 적용 추진
 - (3단계) SKF에 적용 추진
 - * SKF: 베어링 전문제조업체로서 세계 2위의 철도차량제작사인 프랑스 알스툼에 베어링 부품을 제공하며, 열차 운행중에 베어링의 상태를 검출하기 위해 무선센싱기술 적용 의사 표시해 옴
 - 본 기술의 몽골 철도에 적용하기 위해 현재 ETRI/몽골 과기대(MUST) 를 중심으로 한.몽골 기업이 참여하는 컨소시엄 구성을 위해 몽골 정부와 접촉하여 “Mongolian Railway”와 MOU 체결 단계임.
 - (참고) Mongolian Railway에서 보내온 공문



September 14, 2015

Dr. Baasandash Ch.
Vice President of Research Affair
Mongolian University of Science and Technology

Dear Dr. Baasandash.Ch

We received the official letter about "Autonomous Train Sensing Technology" project proposal of ETRI and MUST from Ministry of Road and Transportation.

Our engineers and experts able to cooperate in research team and we would like to organize the meeting with ETRI and MUST as soon as possible.

The copy of letter has been sent to Ministry of Road and Transportation

Sincerely yours,

Mr. Bat-Erdene P.
Vice Director of Mongolian Railway

3. 국내외 시장전망

1) 국내외 시장 규모 및 동향

○ 시장규모

- (철도 무선센싱 시장)가혹한 통신환경에 강인한 Power Free 무선센서 네트워킹 기술과 직접적으로 연관된 시장은 고속 주행 철도차량의 이상유무를 탐지하기 위해 필요한 WSN 장비 시장이며 보다 구체적으로는 다음과 같음

- 일체형 센서노드
- MAC 릴레이장치
- PAN 코디네이터
- WSN AP
- WSN GW
- 무선센서를 통합 관리하기 위한 서버

- (세계 철도 무선센싱 시장) 철도차량에 부착되는 WSN 장비시장의 규모는 '19년 1억불 규모에서 '23년 3억 1백만불 규모로 연평균 31.6% 정도로 빠르게 성장할 전망(주: ETRI 경제분석연구실에서 추정(2015.7.))

- 철도차량의 이상유무를 탐지하기 위한 WSN 장비시장에 대한 시장조사 전문가의 데이터는 전무한 실정므로 본 분석에서는 먼저 국내시장 규모를 추산하고 세계 철도 장비시장에서 국내시장이 차지하는 점유율을 고려하여 세계시장을 역 추산하였음
- 무선 센서 네트워킹 기술 구현에 필요한 부품은 차량 하나당 일체형 센서노드 8개, MAC 릴레이장치 1개, PAN 코디네이터 1개, Wi-Fi 릴레이 1개가 필요하며, 열차 1대당 WSN GW 1대 그리고 철도회사 차원에서 무선센서를 통합관리하기 위한 서버가 10대 정도 소요됨을 가정하고, 각 장비의 단가를 고려하여 시장을 추정하였음

< 철도차량 부착용 WSN 장비 세계 시장 전망 >

(단위: 백만 달러)

구분	2019	2020	2021	2022	2023	CAGR
세계시장	100	150	200	251	301	31.6%

주: ETRI 경제분석연구실에서 추정(2015.7.)

- (국내 철도 무선센싱 시장) 해당 기술의 국내 내수시장은 '19년 16억원 규모에서 '23년 50억원 규모로 성장할 전망
- 국내 시장의 추정은 코레일과 각 도시철도 회사에서 보유한 차량보유 대수와 열차 대수 데이터에 기반하여 추정하였으며, 코레일의 경우 동력차, 객차, 기중기 및 고속전철의 경우 전체 차량에 WSN 장비가 탑재됨을 가정하였고 화차의 경우에는 채택비중을 20% 가정하였으며, 도시철도의 경우는 전체 차량에 WSN 장비가 탑재됨을 가정하여 '23년까지 모두 10,977대의 철도 차량에 WSN 장비가 탑재됨을 가정하여 관련 장비시장의 규모를 추산
 - ※ 참고로 '14년 기준으로 코레일이 보유한 전체 차량대수는 16,059대이며 이중 화차는 11,085대로 69%를 차지하고 있음. 도시철도의 경우는 전체 차량대수가 '14년 기준으로 3,786대로 집계됨
- 각 소요 장비별 단가정보와 WSN 장비가 탑재되는 차량대수 및 시스템 설치 시나리오를 기반으로 관련 시장을 추정하였고, 차량 탑재는 '23년까지 모두 10,977대의 차량에 '19년에는 10%, '20년에는 15%, '21년에는 20%, '22년에는 25%, '23년에는 30%가 탑재되는 것으로 가정
- 해당 기술의 국내 생산 시장은 2019년 약 16억 원 수준에서 2023년 212억 원 규모로 연평균 89.4%로 성장할 전망
 - ※ 국내 내수시장은 100% 점유를 가정하였고, 해외시장으로의 진출은 '20년부터 이루어져 '20년 해외시장 점유율이 1%에서 '23년 5%로 점진적으로 성장하는 것을 가정하여 수출규모를 추정

< 철도차량 부착용 WSN 장비 국내 내수시장 전망 >

(단위: 백만원)

구분	2019	2020	2021	2022	2023	CAGR
국내 내수시장	1,652	2,479	3,306	4,133	4,961	31.6%

주: ETRI 경제분석연구실에서 추정(2015.7.)

<각 장비별 단가와 10량 편성열차의 경우 구축 소요비용>

	일체형 센서노드	MAC 릴레이	PAN 코디네이터	WSN AP	WSN GW
소요갯수/차량	8	1	1	1	-
소요갯수/열차	80	10	10	10	1
단가	100,000	100,000	120,000	400,000	500,000
비용/차량	800,000	100,000	120,000	400,000	
비용/10량 열차	8,000,000	1,000,000	1,200,000	4,000,000	500,000

- (범 무선센싱 시장) 무선센싱기술이 적용되는 환경, 공공 안전, 재해 등에 직간접적으로 본 과제의 결과물을 활용함으로써 국내외 WSN 시장 20% 점유 예상 (2018년)
- (융합 산업)저전력 무선센싱 네트워크 기술 IPR확보를 통한 다양한 융합 산업 창출
 - 공공인프라, 재난재해 관련 산업

○ 산업특성

- (철도 모니터링 분야) 국가 공공교통 수단인 열차의 탈선은 많은 인명피해와 재산의 손실을 야기시켜 국가 경쟁력하락의 원인이 되기 때문에, 사전에 열차의 탈선사고를 방지하기 위한 기술들이 적용되고 있으나 기술적 한계로 새로운 방식의 무선센싱 기술의 도입이 긴급히 필요
 - 운행중인 열차의 운행상태를 실시간으로 모니터링하여, 사고의 징후를 사전에 검출하여 대응하는 기술은 철도의 운용유지보수 측면 뿐 아니라, IoT 무선센싱 데이터의 융합을 통해 다양한 가치를 지니는 새로운 산업분야의 창출을 선도
 - 철도 안전모니터링 분야는 산업적 특성 외에 국가 재난망과 연동이 되는 공공성도 포함하고 있어 지속적으로 적용 및 개선, 발전이 요구되는 특성을 지님
- (IoT 센서 분야) 저전력 IoT센서는 철도 뿐 아니라 도로교통 및 해상 교통, 사회 인프라 등의 안전을 모니터링 하는 분야에 활용되어 고부가가치의 창출을 견인
- (에너지 하베스터 분야) 매크로 에너지 하베스터 기술은 수요와 기술의 진보로 산업적으로 많이 활용되고 있으며, 반면에 마이크로 에너지 하베스터 기술은 기술의 어려움으로 많이 활용되고 있지 않았으나, 본 과제에서 보유한 진동에너지 기반 마이크로 에너지 하베스터 기술은 열차, 선박, 플랜트 등 다양한 분야에서 새로운 시장을 창출 할 것임.

○ 산업성장성

- (IoT 국내시장)국내의 사물인터넷 시장은 '13년 2.2조원에서 '20년 22.8조원으로 연평균 32.8% 성장 전망(Machina Research, 2013.1)
 - 분야별로 2022년까지 서비스 및 애플리케이션 시장이 매년 98%씩 큰 폭으로

성장하여 전체에서 33%의 높은 비중을 차지할 것으로 예상됨.

- 디바이스 분야는 2022년에 44.8% 비중으로 가장 큰 시장을 형성하지만, 동 기간 동안 연평균 증가율은 18.5%로 전망됨.
- (IoT 국외시장) 세계의 사물인터넷 시장은 '13년 2천억달러에서 '20년 1.2조 달러로 연평균 21.8% 성장 전망(Machina Research, 2012.1)
- 세계 사물인터넷 시장은 네트워크망, 단말기 등의 하드웨어뿐 아니라, 특히 IoT 관련 서비스분야가 높은 성장세를 보이며 확대될 것으로 예상됨(KIET, 2014.1)
- IoT 관련 '디바이스' 시장이 2013년 1,888억 달러에서 연평균 10%씩 성장하여 2022년에는 4,450억 달러로 확대되어 가장 큰 비중을 차지할 전망이다.
- 같은 기간 동안 '시스템사업' 분야는 연평균 66%의 높은 증가율을 기록할 것으로 예상됨.
- '서비스 및 애플리케이션' 분야가 매년 90%씩 큰 폭 성장하여, 2022년에는 29.7%의 높은 비중을 차지할 전망이다.

○ 경기변동의 특성

- (철도 무선센싱시장) 철도 무선센싱시장은 인구증가 및 산업활동의 증대로 인한 물류증대에 따라 지속적으로 성장해가는 특성을 지니며, 경기의 변동에 많은 영향을 받지 않음.

2) 시장의 구조, 경쟁강도 및 진입장벽

○ 시장구조

- (철도 무선센싱시장) 철도시장은 특성상 글로벌 시장 및 독과점 형태로 지속적으로 발전되어 오고 있으나, 철도 무선센서 시장은 철도 차량제작 회사와 별도로 철도 운영사의 안전 및 유지보수 수요에 의해 개방적으로 확대 적용이 가능한 구조를 가짐
- (신규시장 창출) 스마트 물류, 재난.재해 등 IoT센싱 기술을 적용한 새로운 시장이 창출되고 있음.

○ 시장수요

- (철도 무선센싱 장치) 철도무선 센싱장치는 일단 장착이 되고 운영단계에 진입하면 열차의 안전운행 및 유지보수비의 절감을 위해 센서장치 가격의 변동에 관계없이 지속적으로 신규적용 및 대체품에 대한 수요가 발생함.
- 철도 IoT 무선센서 기반으로 다양한 응용서비스 시장이 창출 될 것임.

○ 기업간 경쟁강도

- (국내 철도모니터링 시장) 본 제안기술은 아직 상용화되고 있지 않은 기술로 기업간 경쟁력 없음.
- (국외 철도모니터링 시장) 본 제안기술은 아직 상용화되고 있지 않은 기술로 기업간 경쟁력 없음.
- 영국의 Perpetum에서 본 과제와 유사한 기술을 개발하고 있으나, 자가발전 용량에서 본 기술보다 1/2의 전력만을 생산하므로 본 기술의 경쟁력이 우수함

4. 사업화 성공 가이드

1) 사업화 후보기업 요건

- 철도 모니터링 분야 기업
- 고속 열차 및 화물 열차에 적용 가능한 자율무선센서 장치 등 철도 무선 센싱 장치 제조사
- 대형 및 트레일러 차량 주행 감시 장치, 군용차량 감시 장치 등 차량 무선 센싱 장치 제조사
- 선박 기관 감시 장치 등 선박 무선 센싱 장치 제조사

2) 사업화 투자비용

- (사업화 기간) 2년

	1차년도	2차년도
연구 목표	<ul style="list-style-type: none"> ■ 실용화 모델 설계 및 구현 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 실용화 모델 적용시험
연구 내용	<ul style="list-style-type: none"> ■ 실용화 모델 구조설계 <ul style="list-style-type: none"> - 내구성 및 통신품질 보장형 저전력 무선센서노드 기저대역 플랫폼 설계 - RFIC 보완 설계 <ul style="list-style-type: none"> . 45mW 소비전력(@0dBm) . -85dBm 수신감도 - 무선센서노드 abnormal 처리 기능 모듈 설계 <ul style="list-style-type: none"> . 비정상상태 검출 및 자율 보정기능 - 센싱데이터 전처리 기능 설계 <ul style="list-style-type: none"> . 전원상태기반 센싱 주기 및 전송주기 동적제어 기능 - 실용화 모델 네트워크 토폴로지 설계 <ul style="list-style-type: none"> . 열차 동적편성 지원을 위한 자율 무선센싱 네트워크 기술 - 응용서비스 설계 <ul style="list-style-type: none"> . 경보 신호 생성 및 운용유지 보수 서비스 플랫폼 ■ 실용화 모델 구현 <ul style="list-style-type: none"> - 저전력 무선센서노드 기저대역 플랫폼 제작 - RF모듈 보완 제작 - 무선센서노드 abnormal 처리 기능 구현 - 센싱데이터 전처리를 통한 데이터 압축 기능 구현 - 응용서비스 구현 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 실용화 모델 테스트 베드 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 저전력 무선센서노드/코디네이터/WSN AP/WSN GW/응용 서버 ■ 실용화 모델 기능 및 성능 검증 <ul style="list-style-type: none"> - 저전력 무선센서망 성능시험 - 저전력 무선센서망 연동시험 - 무선센서망/상용망 연동시험 - 응용서비스 기능 시험 ■ 현장 적용 시험 <ul style="list-style-type: none"> - 환경 적용 시험 - 시범 서비스
소요 인력	3 MY	3 MY
소요 비용	4억원	4억원

3) 법적 검토사항

- 기술이전 및 실시권 계약 범위 / 라이선싱 및 공동연구 범위 협의
- 수익성 배분 협의 등

4) 희망 파트너쉽

- ① 기술이전 (○) ② 라이선싱 (○) ③ 공동연구 ()
④ 기술출자 () ⑤ 기타 ()