

유비쿼터스 레일시스템 구현을 위한 주요 정보화 요소기술 분석

양도철, 김용규, 원종운
한국철도기술연구원 열차제어시스템

Analysis on the main information-based technology for realizing Ubiquitous Rail system

Doh-chul Yang, Yong-Kyu Kim, Jong-un Won.
Korea Railroad Research Institute

Abstract – With the arrival of ubiquitous networking environment, it has been needed to build up the u-infrastructure for railway, and so the realization of ubiquitous rail system could be preferred. We have studied the direction for development of technology for realizing u-rail system through the analysis of the condition and demand on railway system, and investigated the requirements, level of technology and applicability of information infrastructure for realizing u-Rail. And also analyzed the technology based on railway information to determine the role of existing information system and connect it, which is adequate for u-Rail and the project selection.

1. 서 론

철도 정보통신, 정보화는 철도차량의 운영업무 지원 영역을 통해 서비스 고도화를 위해 발전해왔다. 정보통신 서비스는 운행의 안전, 정확성을 확보하면서 원활한 운영 체계 구축을 기본으로 운행요원 간의 의사소통과 설비제어용 데이터전송, 영상감시망 및 이용승객 통신서비스 및 차량과 역내의 운영정보 통신설비, 인명보호 및 재해방지 통신설비, 역무자동화 설비, 경영정보시스템, ERP 시스템 등으로 확대 발전해 왔다. 유비쿼터스 네트워크 환경이 도래됨에 따라 철도에서도 u-인프라 구축이 요구되고 이것은 유비쿼터스 레일 시스템의 구현이라는 명제로 우리에게 다가오고 있다.

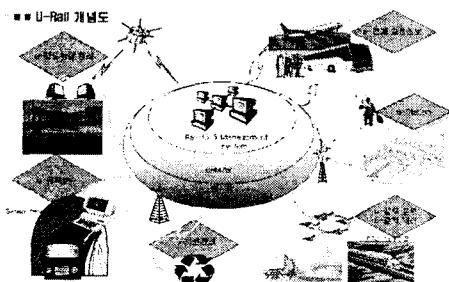


그림 1 u-Rail 개념도 구상

u-Rail 시스템으로 환경변화의 궁극적인 목표는 실시간 철도정보교환 및 연동 가능한 정보환경 구축을 통해 철도 물류정보 유통과 철도시설, 이용자, 운영자 및 관리자가 유기적으로 연계되어, 실시간 상태인식 및 자동정보 생성과 전달을 통해 상호간의 정보교환을 컴퓨터 네트워크상의 가상철도와 실제철도와의 1:1 매칭 도모하고 철도관련 업무와 가상철도상의 구현을 위한 사용자 인터페이스 구축과 가상철도 업무 수행 결과의 실재구현, 실

시간 정보교환 및 통신네트워크 환경구축에 있다. 유비쿼터스적 철도환경이 구현되면 센서를 통한 실시간 철도 사고의 파악과 의사결정시스템에 의한 사고 응급 대처 및 처리, 유무선 통신을 통한 실시간 정보처리를 통해 철도안전에 기여하고, RFID/USN과 더불어 소프트웨어적인 식별기술에 의한 처리로 철도차량의 부품 수명주기 관리 및 실시간 재고 정보관리 등과 같은 PLM 형태의 차량관리/자산관리와, 유지보수와 이력관리의 자동화가 수행되고 또 GIS/GPS를 이용한 시설물 위치 및 차량의 자동파악 및 GPS를 활용한 정확한 위치정보의 제공과 더 나아가서 무선 통신 기술과 연계한 철도차량과 승객, 시설물의 영상종합감시도 수행 될 것이다. 이러한 유비쿼터스적 레일시스템 정보제공을 위해서는 u-센서 네트워크 구축이 요구되어진다. 본고에서는 유비쿼터스 시대에 철도분야 환경분석을 통해 u-Rail시스템의 개념을 정립하고 철도에서 u-Rail 시스템 구축을 위한 기술 및 서비스분야를 도출하고 철도에서의 주요 요소기술로 Active RFID/USN을 이용한 지능형 차량관리시스템 구축을 위한 연구결과를 적용하여 분석하였다.

2. 본 론

2.1 u-Rail 시스템 구현에 따른 환경변화 분석

유비쿼터스 레일 시스템을 구현하는데 있어서 가장 선형적으로 조사 분석되어야 할 사항은 철도시스템의 각 분야에서 유비쿼터스화 대상을 찾는 것이 일차적인 연구 대상이다. 즉 현재의 철도시스템 현황 및 수요분석을 통해 u-Rail 시스템 구현을 위한 요소기술 개발의 단계별 개발 방향을 수립하는 것과 고객의 입장에서 u-Rail 정보서비스 요구사항과 기술수준, 적용 가능성을 분석하여 분야별 사업선정 및 u-Rail화에 적합한 기준, 정보시스템의 역할 정립 및 연계방안을 위해 정보화 요소기술을 분석하였다. 철도 유비쿼터스 환경에 적용될 업무대상으로 분석된 Item은 철도안전, 차량/자산관리, 시설유지보수, 철도신호/운영, 대고객 서비스로 분류된다. 그림 2는 분야별 유비쿼터스 환경변화 예측을 조사 분석한 결과이다.

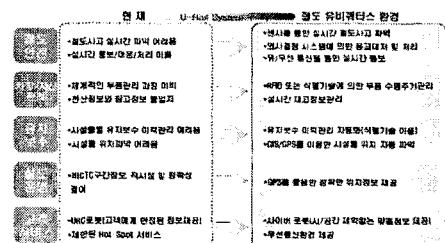


그림 2 u-rail 시스템에 의한 환경 변화예측

2.2 철도 유비쿼터스 적용 정보화요소 기반기술
 철도 유비쿼터스를 뜻하는 u-rail 시스템의 구축은 u-철도건설, u-Station, u-서비스, u-자산관리, u-시설물관리, u-열차운행, u-비상대응 등과 같은 실질적인 분야별 항목으로 진행되어 구축되리라 여겨진다. 이때에 u-Rail 시스템 구축에 있어서 정보화 요소기술을 선정한다면 네트워크기술, 정보 Repository기술, 보안 및 인증기술, 스마트 센서기술, Data Managing의 기반기술의 개발이 뒤 따라 적용되어져야 할 것이다.

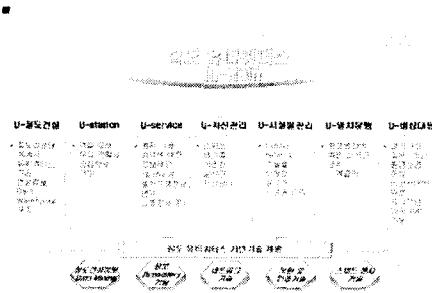


그림 3 철도 유비쿼터스 기반기술

철도 유비쿼터스 환경은 광대역 통합망(BcN : Broadband Convergence Network)의 확장 구축에 따른 네트워크기술로 구현될 것이다. 광대역 통신망은 통신·방송·인터넷이 융합된 멀티미디어 서비스를 언제 어디서나 편리하게 이용할 수 있는 차세대 통합네트워크이다. 이 망은 보안(security), 품질보장(QoS), IPv6가 지원되며, 다양한 서비스를 용이하게 개발·제공 할 수 있는 개방형 플랫폼(Open API)이 제공되며 네트워크 및 단말 종류에 구애받지 않고 다양한 서비스를 끊김 없이(seamless) 이용할 수 있는 유비쿼터스 서비스 환경을 지원하는 통신망 환경이다. 정통부에서는 2단계 BcN 구축 방향으로 더욱 특화되고 상용화된 BcN 망으로 URC, u-City, 홈 네트워크 등, 또 IT839 전략 관련 품목기술, 장비의 테스트베드로서 광대역 통합 연구개발 망 기능을 강화한 BcN 구축을 통해 획득한 기술을 국제 표준화에 반영함으로써 실질적인 산업 경쟁력을 확보 할 것으로 기대하고 있다. IT839 전략연계로 철도에서도 RFID/USN기술의 활용이 기대되어진다.

2.3 네트워크 기술기반 (IPv6 와 uSN)

현재 국내에서 사용하고 있는 인터넷 프로토콜 IPv4는 32비트로 구성되어 있어 약 2^{32} (43억)개의 주소를 생성할 수 있는 반면 IPv6는 128비트로 구성되어 있어 약 3.4×10^{38} 개의 주소를 생성 할 수 있으며, 이동성, 자동 네트워킹, 보안등의 부가기능을 갖추고 있다. 국내 주요 통신 업자들은 2004~2010 유무선 통신망에 IPv6를 순차적으로 적용하고 있다. 신규 구축되는 통신망(WiBro, WCDMA 등)에 IPv6를 선도적으로 적용하여 이 통신망을 유용하게 활용 할 용·용서비스 및 콘텐츠를 확보하여 VoIPv6, 영상전화, Wi-Fi Phone, VoD콘텐츠, 네트워크 카메라, 웹서비스등에 IPv6를 본격적으로 적용하고 있다. u-Rail 환경에서도 u-인프라 구축에 영상통합 감시나 보다나은 양질의 고객에 u-서비스를 제공해야 할 것이다. 또한 u-철도건설이나, u-시설물관리, u-열차운행에 이용되어야 할 정보기술로 u-센서네트워크(USN) 구축이 요구되고 있다. USN(unibiquitous Sensor Network)이란 어느 곳에나 부착된 전자태그(RFID Tag)와 센서노드(Sensor Node)로부터 사물·환경 및 환경정보를 감지, 저장, 가공, 통합하고, 상황인식 정보 및 지시콘텐츠를 생성하여 언제 어디서나 누구나 맞춤형 지식서비스를 자유롭게 이용할 수 있는 미래 지능 기반 사회(u-Korea)를 구현하는 핵심 인프라로 USN은 철도 시설물(안전관리,

건축 구조물, 궤도관리), 차량관리, 철도 물류관리, 운행정보, 유지보수, 차량부품, 이력관리 등에 RFID/USN 구축과 BcN 네트워크를 구축하는 센서 네트워크 망이 선진국에서는 일부 철도에 적용되어지고 있다. RFID/USN 기술개발은 u-센서네트워크 구축 기본계획에 따라 국산화된 900MHz 수동형, 433MHz 능동형 RFID기술 및 모바일 RFID 기술과 센서노드, 미들웨어 국산화의 연구개발이 추진되고 있고 uSN의 현장시험을 통해 관련기술이 속속히 개발되어 실용화 되고 있다.

2.4 정보 Repository 기술

Repository는 정보망 내에 분산되어 있는 각종 정보와 문서들을 단일한 저장소에서 관리해주는 기술을 의미하며, 요소자료, 입출력 내용, 처리방법, 자료의 내부관계 등과 같이 웅용업무 개발에 사용된 시스템의 각종 부품을 모아 놓은 정보 DB의 역할을 한다. 이러한 repository기술은 철도 유비쿼터스 환경에서 발생되는 대용량 정보의 효율적 관리와 센서 노드 정보의 효율적 관리를 위해서 반드시 필요한 기반기술이다. 유비쿼터스 환경에서 대용량 정보처리를 위한 Data Base 기술은 기존의 다양한 분산 데이터베이스 기술과 실시간 DB기술들이 적용될 수 있을 것이다. 유비쿼터스 환경에서 새롭게 등장할 수 있는 데이터베이스 개념은 센서 데이터베이스이다. 센서 데이터베이스는 유비쿼터스 환경에서 발생되는 다양한 센서 노드의 정보를 효율적으로 처리할 수 있는 DB로 Embedded and self-organizing database로 부르기도 한다. 센서DB는 유비쿼터스 환경(센서 네트워크)에서 각 센서들을 소규모 DB로 가정하거나 각 센서들로부터 수집되는 스트림 정보들을 가상의 DB 테이블로 가정하고 센서들의 제한된 리소스를 고려하면서 질의처리를 효율적으로 처리하는 것이다. 센서 데이터베이스 연구는 베클리, 코넬, 스텐포드 대학의 DB 연구그룹을 중심으로 많은 연구가 진행되어 오고 있다. 좀 더 자세히 살펴보면, 베클리는 Telegraph 프로젝트[6], 코넬은 CoUGAR 프로젝트[7], 그리고 스텐포드는 STREAM 프로젝트[8]를 통하여 센서 데이터베이스 관련 연구를 활발히 수행하고 있다. 이외에도 센서 데이터베이스와 관련된 프로젝트로는 브라운 대학과 MIT의 Aurora 프로젝트[9], Intel 연구소의 IrisNet 프로젝트[10] 등이 있다.

2.5 코드체계

철도 유비쿼터스 환경에서 다양한 서비스 및 주제들을 위한 판별 부호인 코드체계를 수립하고 그에 적합한 데이터 구조를 정의함으로서, 서비스의 식별과 해당 컨텐츠 및 다양한 정보를 쉽게 해석하고 접근할 수 있다. 코드가 잘 정리되어 있어야 철도 유비쿼터스 환경에서 동작하는 기기와 사람 등에 의해 생성 또는 활용될 정보 및 자료를 체계적으로 효율적으로 정리할 수 있다.

2.6 소프트 인프라웨어(soft-Infraware)

국가적으로 u-Korea 추진을 위한 핵심 동력으로 IT839 전략에 맞게 철도에서도 유비쿼터스 실현을 위해서는 3대 인프라로서 네트워크를 통합하는 BcN, 사물정보를 통합하는 USN 그리고 서비스를 통합하는 “소프트웨어 인프라웨어”를 정의해야 한다. 소프트웨어의 세부적인 내용은 텔레메틱스 단말기와 다양한 지능형 모바일 폰, PDA 단말기 간에 서비스융합이 가능하도록 기반기술을 확보하고 지능형 정보서비스 기반 구축, 온라인 SW 유통환경(물류) 혁신을 위한 기반이 조성되어야 할 것이고 소프트웨어의 신뢰성과 정보보호, IT 통합서비스 환경을 구축하기 위해 필요한 관련 법·제도를 단계적으로 정비해야 할 것이다. 유비쿼터스 철도환경에 적용하기 위해서는 주변 시설물에 부착된 다양한 센서 노드들로부터 실시간으로 정보를 효율적으로 수집할 수 있는 기술이 개발되어야 함을 의미한다. 다시 말하면, RFID,

CCD 카메라, 속도 감지기와 같은 현재의 센서보다 발전된 형태로, 정보수집(센싱), 정보분석(컴퓨팅), 정보제공(무선통신) 기능을 내장하고 있는 스마트 센서 네트워크 상에서 실시간으로 수집된 정보들을 효율적으로 상호 공유하고 분석하여 제공할 수 있는 센서 데이터베이스 기술 개발이 필요함을 의미한다.

2.7 보안

보안 문제는 유비쿼터스 성공에 있어 가장 중요한 문제이다. 철도 유비쿼터스 환경에서는 수백만의 기기와 사람들이 네트워크로 연결되어 철도시설의 안전과 승객의 편의를 위하여 다양한 정보들을 주고받는다. 최근의 인터넷 보안 시스템의 동향은 개별 보안기능에서 방화벽 /VPN, 침입방지 시스템(IPS)와 같은 통합보안 형태로 발전하고 있고, 네트워크 차원의 정보보호 서비스에 대한 중요성이 증가함에 따라 네트워크 침입탐지 시스템이나 네트워크 바이러스 백신 등의 개발이 지속되고 있다. 그리고 방화벽, 침입탐지와 같은 방어적인 정보보호에서 IPS와 같은 능동적인 정보보호로 발전하고 있으며, 성능 면에서도 기가급 처리가 가능한 수준까지 이르고 있다. 점차 늘어나는 과도한 트래픽의 증가와 다양하고 지능적인 공격유형에 보다 효율적으로 대응하기 위해서는 현재의 지역적인 보안환경에서 한 걸음 나아가 광역망이나 백본망 환경으로 확장 적용할 수 있는 글로벌 네트워크 보안체계의 프레임워크 기술이 필요하며, 앞으로 전개될 인터넷 보안 시스템들의 양상은 보다 편리하고 안전한 정보보호 환경이 구현될 수 있는 능동형 네트워크로 진전될 것으로 전망된다. 허가받은 사용자 또는 기기의 인증, 정보의 전송 도중 변화가 있었는지 없었는지에 대한 인식을 위한 무결성, 비밀을 유지해야하는 중요한 정보의 전송을 위한 비밀 등의 정보 보안 기술은 철도 유비쿼터스의 기반기술 중 그 중요성은 무엇보다 가장 우선되어야 한다.

2.8 유비쿼터스 지능형 철도차량 유지관리 연구

철도기술연구원의 기본사업으로 소형궤도차량의 운전에 유비쿼터스 기술을 적용하는 연구가 진행되고 있으며 또 Active RFID의 센서와 테그, 리더, 네트워크를 이용한 지능형 차량관리 유지보수DB 시스템의 구축을 위한 연구도 병행하여 진행하고 있다. 관련 연구내용의 핵심은 다음과 같다.

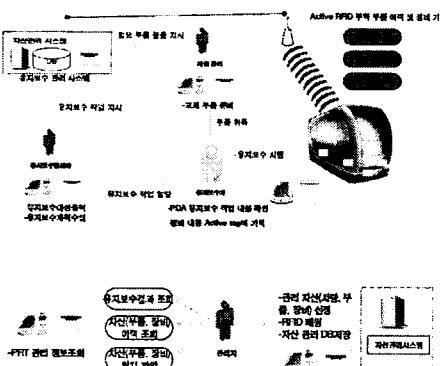


그림 4. RFID이용 지능형 차량 유지관리시스템

각 PRT 차량 및 주요 정비 부품, 장비, 시설물, 궤도 등에 액티브 태그가 부착되어 있어 고유의 ID 값과 입고 및 기본 정보가 저장된다.

각 역 및 차량기지에 Active RFID 태그와 통신이 가능한 중계기가 설치되어 각 차량 및 부품에 부착된

Active RFID 태그로부터 정보를 전송 받아 중앙 PLM(Product Lifecycle Management) 시스템에 전달한다. 중앙 PLM 시스템으로 전달되는 정보는 차량의 정비 기록, 부품 교체 기록, 부품의 설치 이력, 사용 기한 등이다.

⑨ 수시 유지보수 점검 시 해당 차량, 부품, 장비에 부착된 Active RFID 태그에 점검 이력을 기록하고, 부품 교체시 차량 Active RFID 태그에 교체 기록을 입력한다.

⑩ 중앙 PLM(Product Lifecycle Management) 시스템에서는 Active RFID 태그를 통해 전달받은 정보를 분석하여 교체 시기가 임박한 부품이나 Active RFID 태그 배터리 수명이 다한 부품이 설치된 차량에 대한 데이터리스트를 유지보수 관리자에게 알리고, 부품에 대한 리스트를 자산관리 시스템에 전달하여 유지보수를 위한 부품 불출을 준비시킨다.

⑪ PLM 시스템으로부터 전달받은 유지보수 필요 작업을 유지보수 관리자는 각 유지보수 수행자에게 지시한다.

⑫ 유지보수 수행자는 PDA를 통해 수행할 유지보수 작업을 확인하고 대상 차량의 위치, 수행할 내용 등에 대한 점검 후 준비된 부품을 전달받아 해당 차량에 정비 작업을 수행한다. 정비 작업 수행 후 해당 내용을 Active RFID 태그에 입력하고, 이 수행 정보는 PLM 시스템으로 전송되어 해당 유지보수 수행 여부가 업데이트된다.

⑬ 자산 관리자는 PLM 시스템을 통해 각 차량의 유지보수 결과 확인 및 차량 내 주요 부품의 교체 이력조회, 사용기한 조회, 해당 부품의 위치 파악 등이 가능하고, PLM 시스템은 자산 관리 시스템과 연계되어 있어 Active RFID 태그 부착 자산에 대한 관리 업무 수행이 실시간으로 이루어진다.

⑭ Active RFID 태그 부착 자산(차량, 부품, 선로, 장비 등)의 기록은 해당 자산의 폐기 시까지 기록되며 폐기 시 해당 고유 아이디 회수와 함께 태그 정보 전달 기능을 정지시킨다.

3. 결 론

유비쿼터스 네트워크 환경이 도래됨에 따라 철도에서도 u-인프라 구축이 요구되고 이것은 유비쿼터스 레일 시스템의 구현이라는 명제로 우리에게 다가오고 있다. 본 연구는 현재의 철도시스템 현황 및 수요분석을 통해 u-Rail 시스템 구현을 위한 요소기술 개발의 단계별 개발 방향을 조사하였고, u-Rail 구현을 위한 정보서비스 요구사항과 기술수준, 적용 가능성을 분석 하여 유비쿼터스 환경하에서 u-Rail 인프라구축과 사업화를 위해 필요한 철도정보화 기반기술에 필요한 요소기술인 네트워크 기술, 보안기술, 정보 Repository, 코드체계, 소프트 인프라기술을 분석하였다. 그 용용기술로 실제 연구중인 유비쿼터스 스타일의 Active RFID 이용한 지능형 철도 차량 PLM 유지관리 시스템 연구결과를 보여주고 있다. 이 연구는 향후 소형궤도차량 연구에 더욱 확장된 개념으로 유비쿼터스 철도차량 시설물관리에 활용되어질 것이다.

[참 고 문 헌]

- [1] 김완석, "RFID 객체와 u용 용모델", pp146-147, 2004
- [2] 한국전산원, 국가정보화백서, pp223-224, 2006
- [3] Alexander Joseph Huber·Josef Franz Huber, UMTS and Mobile Computing,"pp191-200", 2004
- [4] 하창국, "유비쿼터스 철도설계구현전략 및 사례", 한국철도 정보통신협회, 창간호, pp33-38, 2006
- [5] 한국철도기술연구원, u-Rail 시스템구축용역보고서, 2007
- [6] <http://telegraph.cs.berkeley.edu/>
- [7] <http://www.cs.cornell.edu/database/cougar/>
- [8] <http://www-db.stanford.edu/stream/>
- [9] <http://www.cs.brown.edu/research/aurora/>
- [10] <http://www.intel iris.net/>