

유비쿼터스 기술발전에 따른 철도서비스 변화에 관한 연구

이태식 · 구자경 · 박은수 · 전영준

1. 서론

1.1 연구배경 및 목적

인터넷의 발달은 대부분의 사회활동을 인터넷을 중심으로 이뤄지도록 변화시켰다. 이러한 사회적 배경은 세계 각국을 인터넷 중심의 네트워크로 연결시켰으며, 이러한 배경을 바탕으로 과거와 다른 형태의 산업의 형태가 등장하였다. 또한 이러한 변화는 삶의 편의성 향상에 많은 도움을 주었다. 그러나 기술의 발전에 따라 인터넷 중심의 사회는 기술적 한계를 맞이하였으며, 이를 극복하기 위한 새로운 기술을 찾게 되었다. 이러한 시대의 요구를 충족하기 위해 등장한 것이 유비쿼터스라고 할 수 있다.

유비쿼터스라는 용어가 보편화 되면서 각종 산업 및 서비스는 알파벳 'U'를 제품 및 서비스명과 결합하여 미래의 첨단 기술을 기반으로 하고 있음을 나타내고 있으며, 사회 각 분야에서 미래 사회의 발전된 모습으로 '유비쿼터스 사회'를 논하고 있다.

유비쿼터스는 IT 산업뿐만 아니라 IT 적용이 가능한 다양한 산업에 영향을 미치고 있다. 국토개발 및 국가 인프라 구축 등의 건설산업과 이를 기반으로 하는 철도, 교통 등 관련 산업에 있어서도 유비쿼터스에 대한 관심이 점차 높아지고 있다. 이미 IT 및 자동화 기술의 발달에 따라 철도산업 역시 철도시설의 시공에서 유지관리, 철도 운영 및 유지관리 등 광범위에 걸쳐 기술의 발전이 이뤄지고 있으며, 이러한 추세는 향후 유비쿼터스의 결합을 통해 더욱 발전될 것으로 기대된다.

이에 본 연구는 유비쿼터스의 개념과 그에 관련된 기술들을 살

펴보고, 철도산업과 관련한 활동을 인프라 구축과 같은 건설활동, 열차운영 등과 같은 운영활동, 시설물의 지속적 보존을 위한 유지관리 활동 등으로 구분하고 각각의 업무를 살펴보았다. 이를 바탕으로 향후 유비쿼터스 기술이 철도산업에 도입됨에 따라 철도 서비스의 변화방안을 제안하는 것을 연구의 목표로 한다.

1.2 연구범위 및 방법

철도산업은 산업의 기반이 되는 철로, 역사 및 기반 시설들을 구현하는 건설활동과 구현된 인프라를 기반으로 열차를 운영하고 고객을 대상으로 서비스를 제공하는 운영활동, 구축된 인프라를 사용자수명 이상으로 사용하기 위한 유지관리 활동 등으로 구분할 수 있다.

본 연구는 철도산업을 건설, 운영, 유지관리 활동으로 구분하고 향후 각 활동별로 유비쿼터스 기술을 적용한 서비스 방안을 도출하기 위해 문헌연구를 바탕으로 유비쿼터스의 개요 및 관련 기술들의 특성에 대해 조사하였다. 이와 함께 철도시설과 관련된 업무를 조사하고, 관련 전문가들과의 인터뷰를 수행하여 철도 관련 서비스가 유비쿼터스 기술과 결합할 때 예측 가능한 서비스 방안을 제안하였다.

2. 유비쿼터스와 u-Service

2.1 유비쿼터스(Ubiquitous)

유비쿼터스는 '언제, 어디에나 있는, 편제하는'이라는 사전적

† 책임저자 정회원, 한양대학교 건설환경시스템공학과 교수, 공학박사
E-mail : cmtsl@hanyang.ac.kr

TEL : (031)400-5145 FAX : (031)418-2974

* 정회원, 한양대학교 토목공학과 박사과정, 공학석사

** 정회원, 한양대학교 토목공학과 박사과정, 공학석사

*** 정회원, 한양대학교 토목공학과 박사과정, 공학석사

의미를 갖는 라틴어로 IT가 발달한 오늘날에는 사용자가 컴퓨터나 네트워크를 의식하지 못하는 상태에서 시공을 초월해 자유롭게 네트워크에 접속할 수 있는 환경을 의미한다(남궁연옥, 2006. 2).

유비쿼터스는 비가시성에 기초하여 일상의 환경에서 자유롭게 네트워크에 접속하여 컴퓨터를 사용한다는 인식조차 없이 상황에 따라 서비스를 제공받을 수 있게 한다.

이러한 유비쿼터스 개념은 향후 다양한 산업의 활동형태를 변화시킬 것으로 기대된다.

2.2 유비쿼터스 컴퓨팅

오늘날 우리가 사용하는 유비쿼터스는 개념은 제록스사의 팔로알토연구소의 마크와이저가 제안한 유비쿼터스 컴퓨팅에 기반을 두고 있다.

유비쿼터스 컴퓨팅은 모든 곳에 칩을 이식한 환경'을 의미한다. 여기서 말하는 칩은 전자태그를 사물에 부착하여 사물이 주위 상황을 인지하고 기존 IT 시스템과 실시간으로 정보교환 및 처리할 수 있는 기술인 RFID와 센싱디바이스가 융합된 것으로 수행하도록 하는 플랫폼으로서의 인프라이다. 또한 발달된 디스플레이 장치, 접속기술, 작아지고 변화될 모습의 컴퓨터를 조작할 휴먼 인터페이스 기술이다(박동규, 2006. 8).

결과적으로 유비쿼터스 컴퓨팅은 모든 인공물에 컴퓨터 기능을 심고, 이들이 유무선 네트워크로 연결될 수 있게함으로써 사람 또는 기기들이 언제 어디서나 네트워크에 실시간으로 연결되어 다양한 서비스를 실현하도록 하는 것을 의미한다(최경아, 2005).

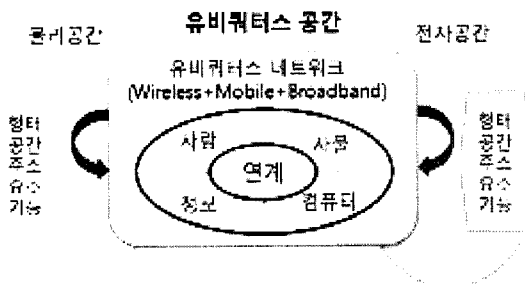


그림 1. 유비쿼터스 환경의 개념

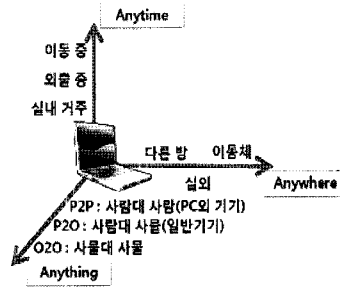


그림 2. 유비쿼터스 네트워크의 개념

2.3 유비쿼터스 네트워크

1999년 일본 노무라연구소는 '유비쿼터스 컴퓨팅'을 새로운 관점에서 해석하여 '유비쿼터스 네트워크'라는 개념으로 확장하였다. '유비쿼터스 네트워크'는 언제 어디서나 컴퓨터에 연결되어 있는 IT환경을 의미하며, 이는 컴퓨터를 가지고 다니면서 멀리 떨어져 있는 각종 사물과 연결하여 그 사물을 사용한다는 개념으로 확장된 것으로 휴대폰이나 PDA 같은 휴대용 단말기로 근거리, 원거리 무선 통신망 개념이 더욱 핵심적인 요소가 되고 있다.

표 2. 다양한 u-Service의 형태

분야	부분	서비스	개요
공공 행정	일반행정	· u-Government	· 유비쿼터스 환경 기반의 24시간노스톱 행정서비스
	방재	· u-방재	· RFID를 이용한 재해예방
	사회안전/국방	· u-Safety · u-Defence	· 모바일 환경을 이용한 범죄 관리 · 국방시스템 현대화 등
경제 산업	상거래	· u-Business · u-Commerce · u-생산관리	· 생산 life-cycle 전체의 지능화
	금융	· u-Payment · u-Banking	· 지능형 전자결제 등
	노동	· u-취업정보관리 · u-노동관리	· 현장 노무자의 위치 및 활동사항 관리
	물류/교통	· u-Logistics · u-Transportation · ITS · Smart Car 등	· 유비쿼터스 기반의 원자재에서 고객까지 전 생애 물류 정보 관리 · 첨단 센서 및 위치정보 등을 이용한 지능형 교통 관리
	건설/SOC	· u-City · u-Construction · 스마트 빌딩	· 첨단 건설활동 및 유비쿼터스 환경 기반의 삶의 질 향상
	농축수산	· 식품추적시스템 · u-가족이력관리	· 농축수산물의 획득에서 소비까지 관련 정보 관리
생활 서비스	생활/문화	· Digital Home · u-박물관	· 주거자 특성에 맞는 홈서비스 제공 · 가상현실 기반으로 박물관 체험
	교육	· u-Learning · u-Campus	· 필요한 경우 언제 어디서든 학습을 가능하게 함
	보건/복지	· u-Health · u-Care	· 원격 진료 및 맞춤형 진료 제공

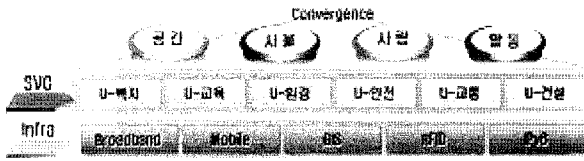


그림 3. u-City의 개요

표 3. 유비쿼터스 관련 기술

기반기술		연계기술	
항목	내용	항목	내용
IPv6	128비트 주소체계	GIS	공간 위치를 도형 및 속성자료로 연결해 처리하는 기술
RFID	무선주파수 기반 비접촉 인식시스템		
USN	유비쿼터스 센서들의 네트워크	LBS	위치정보 기반으로 다양한 부가정보를 제공하는 서비스
BcN	광대역 멀티미디어 통합 네트워크		
CCTV	보안, 모니터링 등을 위한 폐쇄카메라	GPS	대상물의 위치를 나타내는 기술
Sensor	각종 정보획득을 위한 감지장치		
WCDMA	3세대 이동통신 시스템	RS	비접촉 탐지 기술
WiBro	이동간 무선인터넷 서비스		
WiFi	근거리 통신망	Telematics	다양한 서비스를 제공하는 차량용 멀티미디어 서비스
ZigBee	근거리 무선 네트워크망		
Bluetooth	휴대용 장치간 근거리 무선 통신기술	ITS	첨단기술 기반의 지능형 교통체계
Embedded S/W	각종 기기의 제어/운영을 위한 S/W 및 플랫폼		
미들웨어	다른 기종의 서버/클라이언트를 연결	도시통합	유비쿼터스 환경에서 발생하는 각종정보의 처리 및 관리
암호화기술	유동 정보를 암호화 하는 기술		
그리드 컴퓨팅	여러 컴퓨터 연결을 통한 디지털 신경망 서비스		
		관계기술	각 가전제품을 네트워크를 통해 일괄 관리하는 기술

2.4 u-Service와 u-City

u-Service는 u-Government, u-Health, u-Business 등과 같이 유비쿼터스 기술이 발전함에 따라 유비쿼터스를 기반으로 하는 제품 및 서비스를 총칭하는 것으로 본 연구와 관련이 있는 u-Service는 u-Construction과 u-Transportation 등으로 정리할 수 있다.

u-Construction은 smart Building과 같은 세부 목적물과 이러한 목적물이 통합된 도시(u-City) 등을 구현하는데 있어 유비쿼터스 환경을 이용하는 건설 Life Cycle의 전체 활동을 의미하며, u-Transportation은 교통과 관련한 모든 활동을 총괄하는 의미이다.

3. 철도시설의 건설, 운영 및 유지관리

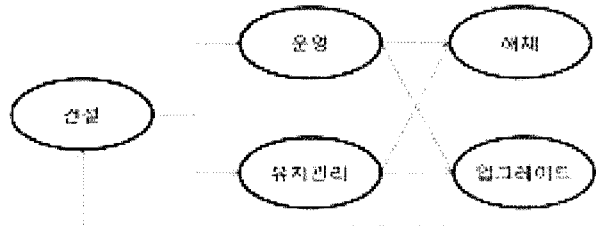


그림 4. 철도시설의 생애주기

철도서비스를 제공하기 위한 철도시설의 생애주기는 철도시설을 구축하는 건설활동과 함께 이를 운영하고 유지관리하며, 이후 해체 및 업그레이드 과정을 거쳐 다시 건설활동을 수행하게 된다.

3.1 철도시설의 건설

철도시설의 건설은 열차가 운행하기 위한 철로, 열차 운영을 위한 전기, 통신 설비 등의 건설로 구분할 수 있으며, 철로는 구간의 특성에 따라 교량구조물, 터널 구조물 등으로 구분할 수 있다. 이러한 인프라성 시설물들을 구축하는 활동은 건설활동 중 토목울 중심으로 이뤄진다.

또한 열차 이용을 위한 기본적인 서비스가 이뤄지는 역사는 건축을 기반으로 하며, 일반 건축물에 비해 전기, 전자 및 통신설비 등이 많이 요구되는 특성을 갖는다.

철도 시설의 건설은 기본적인 건설활동과 크게 다르지 않으며, 철도 시설물의 특성으로 인해 토목, 건축을 비롯하여 전기, 전자, 통신, 기계설비 등을 복합적으로 구축하는 활동을 수행한다. 이와 함께 건설활동은 철도 서비스 제공을 위한 가장 기본적인 활동으로 서비스 제공을 위한 근간을 제공한다.

3.2. 철도시설의 운영

철도시설의 운영은 그 범위 기준에 따라 매우 광범위하게 볼 수 있으며, 크게는 역사의 운영과 열차의 운영으로 구분할 수 있다.

역사 운영은 열차 이용을 위한 기본적인 발권 및 검표 등의 업무를 비롯하여 승객들에 대한 열차이용에 관한 정보, 안전 및 편의제공 등 역사 내에서 이뤄지는 모든 활동으로 정리할 수 있다.

열차의 운영은 열차 운행과 관련한 신호체계 관리, 열차제어, 운행시간 관리 활동 등 철도 서비스 중 열차의 운행을 대상으로

표 4. 철도시설 건설의 구분

구분		내용
인프라	선로 교량 터널	· 열차운행을 가능하게 하는 기본 요소
	전기	· 열차운행 및 시설물 운영을 위한 에너지 제공
	통신	· 역사~역사, 열차~열차, 역사~열차 등의 커뮤니케이션 제공
	기계/설비	· 철도서비스를 위해 요구되는 기계장치
역사	· 철도서비스 제공이 이뤄지는 기본 공간	
기타	· 신호등, 건널목 차단장치 등 철도서비스를 위한 부가시설	

이를 운영하는데 요구되는 활동을 의미한다.

그 외에 열차 운행에 따른 사고예방을 위한 건널목의 차단장치 및 온라인을 이용한 열차 예약 등과 철도 서비스와 관련하여 역사 외에서 관련한 활동 등이 있다.

표 5. 철도시설 운영의 구분

구분	내용
역사운영	· 철도 역사내에서 이뤄지는 모든 운영 활동 - 발권 및 검표 - 열차 운행정보 안내 - 주변 정보 안내 - 장애인 안내 - 승객 안전 관리 - 운영 통계 등
열차운영	· 서비스 제공을 위해 열차운행과 관련한 운영서비스 - 신호관리 - 열차 자동제어 - 운행 시간 변경 - 전방 사고 경보 등
기타	· 원활한 철도 서비스를 위한 부가서비스 - 철도 예약 - 건널목 차단 - 사고 처리 요청 등

표 6. 철도시설 유지관리의 구분

구분	내용	
인프라	선로 교량 터널	· 교량· 열차운행을 가능하게 하는 기본 요소
	전기	· 단선 등의 보수 · 용량 변경을 위한 설비 업그레이드 등
	통신	· 통신선로 점검 · 통신장비의 점검 및 수리, 교체 등
	기계/설비	· 기계설비의 점검 및 수리, 교체 등
역사	· 운행 및 제어 장치 등의 점검 및 수리 · 내부 편의장치의 보수 및 청소 등	
기타	· 신호 장치 등의 점검 및 보수 등	

3.3. 철도시설의 유지관리

철도시설의 유지관리란 건설된 철도시설물의 사용 수명을 연장하고 열차의 안전 등을 확보하기 위한 활동이다. 구체적으로는 철도건설의 대상이 되는 철도 관련 인프라인 선로, 전기, 통신설비 등의 유지관리와 철도 역사 건물의 유지보수, 역사 내외의 검표장비, 신호장비, 건널목 관리장비 등의 유지관리 활동을 의미한다.

이와 함께 철도 서비스의 주요 장비인 열차의 안전점검 활동, 보수활동 및 내부 장비의 업그레이드 등의 활동이 유지관리에 포함된다.

4. 유비쿼터스 기술을 이용한 철도시설 관리방안

u-City의 사례를 통해 알 수 있듯이 유비쿼터스와 관련한 기술들이 발전함에 따라 모든 산업활동들이 유비쿼터스 환경을 기반으로 수행될 것으로 예상된다.

철도산업 역시 예외가 아닐 것으로 예상된다. 유비쿼터스 기술의 발전에 따라 앞서 살펴본 철도시설물의 건설, 운영 및 유지관리 활동은 지금의 모습과는 다른 모습으로 변경될 것이다.

철도산업에 유비쿼터스 환경의 적용은 다음 그림과 같이 나타낼 수 있다.

그림 5에서 보여지는 철도의 건설, 운영, 유지관리 활동에 대한 유비쿼터스 환경 적용시 예상되는 형태는 다음과 같이 정리할 수 있다.

4.1 u-철도건설

철도시설의 건설에 있어 유비쿼터스 환경을 적용하는 것은 일

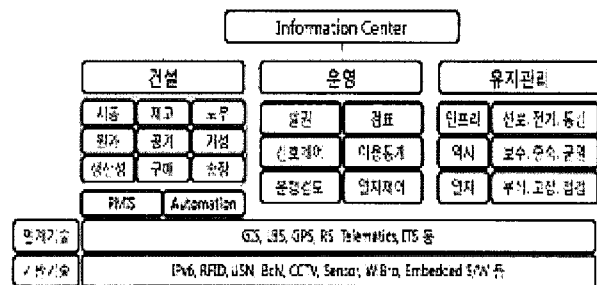


그림. 5. 철도 시설의 유비쿼터스 적용

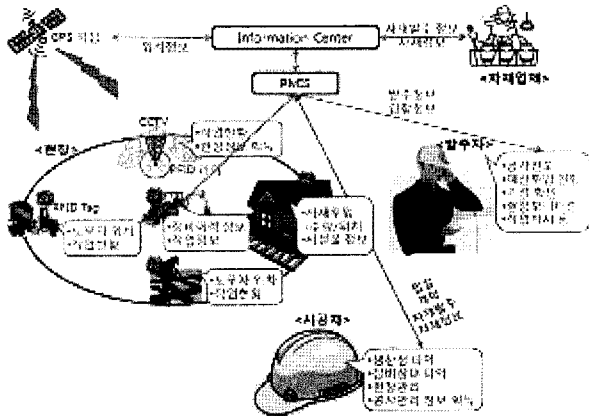


그림 6. u-철도건설의 적용 개요

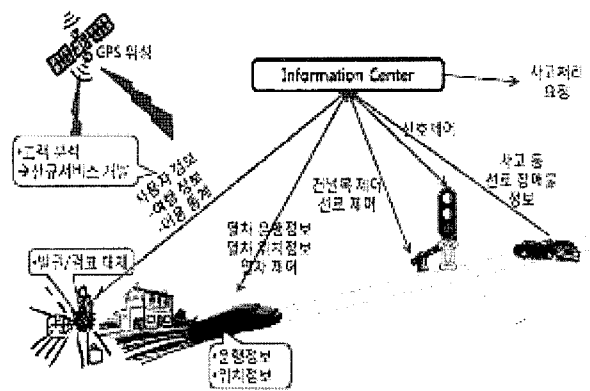


그림 7. u-철도운영의 적용 개요

반적인 건설업무에 유비쿼터스 환경을 적용하는 것과 크게 다르지 않을 것으로 예상된다.

현재 건설사업을 수행하는데 있어 발생하는 다양한 정보를 관리하기 위해 운영하는 PMIS(Project Information Management System)는 작업자가 입력하는 정보 및 데이터를 바탕으로 DB를 구축한다. 그러나 유비쿼터스 기술이 적용되면 현장에서 발생하는 모든 정보들이 유비쿼터스 관련 기술들을 바탕으로 PMIS 직접 축적되며, PMIS에 접속을 통해 건설사업을 수행하는 모든 주체가 요구하는 정보를 획득할 수 있을 것으로 기대된다.

예를 들어 노무자의 안전장비에 부착된 RFID tag와 현장에 설치한 CCTV 등을 이용하여 작업장 곳곳의 노무자를 관리할 수 있다. 또한 현장에 반입되는 자재에 대해 별도의 검수과정 없이 정확한 물량을 확인할 수 있으며, 각각의 자재가 어느 위치에 언제 사용되었는지 알 수 있고, 자재에 문제가 있는 경우 어디서 납품되었는지 확인이 가능하다. 또한 사업의 발주자 역시 PMIS에 접속하여 사업의 진행사항 및 현장상황, 사업 평가에 요구되는 각종 정보를 정확하고 손쉽게 확인하여 기성지급 등 관련 업무에 효과적으로 활용할 수 있다.

유비쿼터스 기술을 기반으로 하는 u-철도건설은 그림 6과 같이 공사수행에 따른 대상, 생애주기, 관리주체 등에 따라 여러 가지 형태로 서비스를 제공하며, 이를 통해 별도의 노력 없이 체계적인 시공관리 및 사업관리를 수행할 수 있게 한다.

4.2 u-철도운영

철도시설 운영은 앞서 살펴본바와 같이 역사내의 활동과 열차와 직접적으로 관련된 활동, 기타 활동으로 구분할 수 있다.

유비쿼터스 환경이 도입되면, 철도역사 내에서 이뤄지는 현재의 발권 및 검표 업무가 완전히 사라지고 현재의 교통카드로 완전히 대체될 것으로 기대된다. 또한 tag에 기록된 사용자 정보를 바탕으로 철도 이용자들의 여객특성을 분석하여 새로운 서비스를 개발하는 것이 더욱 용이해질 것이다.

실질적인 철도 운영과 관련하여 유비쿼터스 기술이 구현됨에 따라 열차의 운행정보, 위치정보 및 사고 등에 따른 선로 정보 등을 바탕으로 실시간의 운행상황을 상황실로 통보하며, 이를 바탕으로 자동으로 신호통제를 수행할 수 있다. 또한 사고발생을 방지하기 위해 열차를 정지시키는 등의 열차제어를 자동으로 수행할 수 있다.

열차 시설물과 관련한 건널목의 교통통제 및 기타 운영을 위해 요구되는 사항들에 대해 유비쿼터스 기술을 적용할 경우 현재보다 신뢰성 있는 제어를 할 수 있을 것으로 기대된다.

4.3 u-철도유지관리

철도시설의 유지관리에 유비쿼터스 기술을 적용할 경우 현재 인력 및 반자동화 장비를 이용하여 수행하는 선로의 안점점검, 관련 시설물인 교량, 터널 등의 유지관리 업무를 별도의 인력 투입 없이 센서와 USN 기반의 무인화 장비 등을 이용하여 점검할 수 있다.

또한 열차의 경우 telematics 기능을 통해 열차 스스로 이상유무를 점검하며, 이상이 발생할 경우 자동으로 열차점검을 요청하는

