

**U-도시철도통합정보시스템 개발 방향 연구**  
**A Study on Strategy Plan for Ubiquitous Urban Transit**  
**Total Information System**

정종덕\*                      편장식\*\*                      안태기\*\*  
Chung, Jong-Duk              Pyun, Jang-Sik              An, Tae-Ki

-----  
**ABSTRACT**

Ubiquitous technology is the trend towards increasingly ubiquitous, connected computing devices in the environment, a trend being brought about by a convergence of advanced electronic - and particularly, wireless - technologies and the internet. Ubiquitous technology is pervasive in nature and unobtrusively embedded in the environment, completely connected, intuitive, effortlessly portable, and constantly available. The object of this paper is to describe the strategy plan for Ubiquitous-Urban Transit Total Information System.

-----

**1. 서 론**

최근 교통체계는 도시철도를 포함한 자동차, 항공, 항만 등의 모든 교통체계가 경쟁관계가 아닌 협력의 관계로 발전되고 있으며 이를 통하여 시너지 효과를 창출하고 있다. 또한 인터넷 환경의 변화 및 IT기술의 발달로 네트워크의 기술이 유선에서 무선으로 활발하게 진화하여 유비쿼터스(Ubiquitous) 환경이라는 새로운 패러다임이 나타나게 되었다. 이러한 새로운 패러다임의 유비쿼터스 기술을 도시철도에 도입하여 좀더 진화된 지능형 도시철도체계를 통한 안전하고 쾌적한 대국민 서비스의 질을 한 단계 높일 수 있는 중요한 기회의 시기가 도래하였다[1].

현재 도시철도는 대도시의 중추적인 대중교통시스템으로써의 역할을 수행하고 있으나, 운영체계 및 대국민 서비스에서 신기술의 적용을 통하여 해결해야 할 문제들은 다음과 같다.

첫째, 지하철의 노후화에 의한 잦은 부품고장과 부품조달 문제가 발생하고, 20년이상 경과한 부품에 대한 조달 및 정보부족의 문제점이 발생되어 이로 인한 노선 운영 중단이 지속적으로 증가하는 추세에 있다. 이로 인해대국민 불편을 초래하여 대중교통의 신뢰도를 감소시키고 막대한 사회적비용 손실을 초래하고 있다. 특히 국민들의 생활이 24시간 시스템으로 변경되어 감으로 인하여 24시간 운영이 가능한 도시철도 서비스에 대한 대비를 서둘러야 한다.

-----  
\* 한국철도기술연구원, 도시철도표준화연구단, 정회원

E-mail : jdchung@krri.re.kr

TEL : (031)460-5513 FAX : (031)460-5749

\*\* 한국철도기술연구원

둘째, 도시철도에 대한 보안시스템의 확보가 시급한 문제로 대두되고 있다. 근래에 불특정 다수를 대상으로 한 각종 물리적인 테러 및 사고에 대한 위협과 함께 사이버 공간에서의 위협에 대한 사고의 가능성이 높아지고 있다. 이러한 물리적인 측면과 사이버 공간적인 측면에 대비할 수 있는 종합적인 도시철도 보안시스템에 대한 대책마련이 시급하다.

셋째, 첨단기술을 이용하여 도시철도의 운영 및 관리를 선진화해야 할 필요가 있다. 도시철도 운영관리의 첨단화 및 정보화를 통하여 도시철도 운영비를 절감하고, 대국민 서비스를 향상시킬 수 있어야 한다.

본 논문은 위에서 언급한 문제점을 해결하기 위한 방안으로 유비쿼터스 요소기술을 이용한 도시철도 통합정보시스템 개발 방향에 대해 기술하였으며, 유비쿼터스 핵심기술의 현황 및 도시철도 적용방안 등에 대해 서술하였다.

## 2. 유비쿼터스 기술

기존의 컴퓨터가 인간의 실세계와 관계없는 가상공간에 완전히 분리 존재하고 있는 것에 반하여, 유비쿼터스 컴퓨팅(Ubiquitous computing)은 실세계의 여러 가지 상황, 즉, 사물, 사람, 또는 공간의 정보를 실 공간·시간 상에서 자동 인지하여 언제 어디서나 네트워크를 통해 사용자에게 최적의 서비스를 제공하는 것이다. 1980년대부터 유비쿼터스에 대한 연구가 시작되어 미국 Xerox사 Palo Alto 연구소의 Mark Weiser가 유비쿼터스의 개념을 정립하고, 유비쿼터스 컴퓨팅이란 용어를 제창한 이래 많은 연구와 실험 및 데모 시스템이 구축되었다.

유비쿼터스 환경을 실현하기 위한 요소기술은 RFID(Radio Frequency Identification) 기술을 사용한 무선 태그와 무선 센서 네트워크로 크게 나눌 수 있다[1].

### 2.1 RFID 기술

사물을 컴퓨터에 연결하는 수단으로서 RFID(Radio Frequency IDentification)가 주목받고 있다. RFID는 IC(Integrated Circuit)칩을 내장하며 안테나를 통하여 데이터를 교신하는 매체이다. RFID는 RFID태그, 무선태그, 전자태그, RFID카드, IC카드, 스마트태그, 전자라벨 등으로 부르거나 이들과 같은 의미이다. RFID 태그는 생산에서 판매에 이르는 전과정의 정보를 초소형 IC칩에 내장시켜 이를 근거리 무선통신·인터넷·인공위성·이동통신망 등으로 활용할 수 있는 기술이다. 일반적으로, RFID 태그는 전원을 가지지 않는 수동형(passive) 태그와 전원 혹은 CPU를 가지는 능동형(active) 태그로 구분한다.

수동형 RFID 시스템 구조는 RFID 리더/라이터가 RF 캐리어 신호를 RFID 태그에 송신한다. RFID 태그는 RF 신호가 수신되면 진폭 혹은 위상 변조하여 RFID 태그에 저장된 데이터를 캐리어 주파수 신호로 리더에게 되돌려 준다. 되돌려 받은 변조 신호는 리더에서 보호화 되어 RFID 태그 정보가 해독되는데, 리더는 PC 혹은 인터넷 등에 연결되어 운영된다. 리더에 수신된 정보는 응용의 목적에 따른 응용 소프트웨어에 의하여 RFID 시스템을 제어한다. 수집 또는 DB화된 데이터는 Standalone형·

Private Network형 · Global Network형으로 응용 시스템에 따라 다양한 사용자들에 의하여 활용 혹은 제어된다. RFID 판독기는 1초에 수백 개의 RFID 태그가 부착된 제품의 데이터를 읽을 수 있다. 대형 할인점에 적용될 경우 계산대를 통과하자마자 물건 가격이 집계되어 시간을 대폭 절약할 수 있다는 점과 정보를 수정하거나 삭제할 수 있다는 점도 바코드와 다르다. 활용범위도 무척 다양하다. 도난과 복제 방지를 위한 목적으로 사용할 수도 있으며, 도서관에서는 도서 출납에 이용할 수도 있다. 기존의 IT 환경을 초월하는 큰 변화와 혁신적 응용과 서비스를 제공할 가능성을 내포한 RFID는 향후 정보사회를 효과적으로 발전시킬 핵심적 요소로 기대된다[2].

## 2.2 센서 네트워크 기술

저전력 무선통신, 스마트 센서, 프로세서, 임베디드 컴퓨팅, 미들웨어 등의 발전은 소형의 근거리 무선 통신이 가능한 저비용, 저전력, 다기능 센서 네트워크의 발전이 가능하도록 하였다. 센서, 프로세서, 통신 부품으로 구성된 작은 센서 노드들은 새로운 무선 센서네트워크의 생성에 많은 부분 영향을 끼쳤으며 이는 전통적인 센서 분야의 비약적인 기술적 발전을 나타내는 것이다. 센서 네트워크는 감시할 지역 내부나 혹은 근접한 곳에 조밀하게 배치된 수많은 노드들로 구성되며, 접근이 불가능한 재난 지역이나 전투 지역에 무작위로 배치될 수 있으며, 이는 네트워크 프로토콜과 알고리즘이 자기 구성(Self-Organizing) 기능을 지녀야 한다. 센서 네트워크의 특성은 감지한 데이터를 그대로 전송하는 것이 아니라 노드 내부의 내장형 프로세서를 이용해 데이터에 대한 연산을 수행한 후 노드간의 협업(Collaboration)을 통해 상황인지 이벤트를 송신한다. 노드는 센서 부품, 프로세서 부품, 송수신기 부품, 전력 부품의 필수부품과 응용에 따라 위치확인 시스템, 전력 발생기, 유동체(Mobilizer)와 같은 부가적 부품을 포함할 수 있다. 센서 부품은 센서 자체와 아날로그 디지털 변환기(Analog to Digital Converter: ADC)로 구성되며 센서에서 감지된 신호를 프로세서 부품으로 전달한다. 일반적으로 소형 기억 장치(Storage)와 연계된 프로세서 부품은 주어진 감시 임무를 수행하기 위해 다른 노드들과 협업한다. 송수신기 부품은 네트워크 연결 기능을 담당하고 전력부품은 다양한 형태로 전원을 공급한다. 현재까지 개발된 대부분의 노드는 배터리로 전원을 공급하며 태양 전지와 같은 전력공급원에 대한 시도가 수행되고 있다. 그 밖에 위치 확인이 반드시 필요한 응용분야에서는 GPS와 같은 위치측정 부품이 포함되며, 노드의 움직임이 요구되면 유동체를 포함한다[3~6].

이와 같은 무선 센서네트워크는 기존의 센서에 비해 많은 장점을 가지고 있다. 단일한 센서에 의한 감시는 하드웨어의 수준에 따라 감시 영역이나 정확도에서 매우 제약을 받는다. 그러나 개별 노드에서 수집되는 정보를 병합한다면 실세계의 현상을 보다 정확하고 신뢰성 있게 관찰할 수 있다.

전통적인 센서 시스템은 대형의 고가 매크로 센서를 사용하여 유선으로 사용자에게 직접 연결되고 데이터를 수집하는 장소에 정확히 위치해야 한다. 이러한 시스템에 비해 센서 네트워크 시스템은 단일 임무를 여러 노드에서 나누어서 수행하기 때문에 다각도에서 세밀하게 관찰된 데이터를 수집할 수 있다.

### 2.3 주요 적용분야

1) 제조업(Manufacturing) - 제품에 스마트 레이블을 부착하여, 전 공정에 걸친 추적을 자동화 할 수 있고, 또 조립공 정에 필요한 부품의 조달을 자동화하도록 관리 시스템에 통합할 수 있다.

2) 물류관리(Logistics) - 많은 경우 반환용 컨테이너는 복잡한 물류과정에서 분실되기 때문에, 팔레트, 화물, 반환용 컨테이너 등에 RFID를 부착하는 것은 획기적으로 비용을 절감시킨다. 또한 용기에 부착된 스마트 레이블이나 고정 태그를 통해서 정확한 배송정보가 제공되므로 용기의 효율적인 이용과 회수가 가능하다.

3) 보안(Security) - 배지 형태의 RFID 태그가 개인 ID 태그로 쓰이는데, 이를 부착한 직원들은 자유롭게 해당구역을 드나들 수 있다. 또한 건물 보안을 위해 변조방지가 된 신분확인 장치 또는 출입통제 수단으로 쓰일 수 있다. Smart label은 사람 외에도, 컴퓨터, 가구, 서류철, 그리고 추적대 상이나 도난 방지 대상이 되는 어떤 형태의 자산에도 적용될 수 있다.

4) 창고업(Warehousing) - 작업자들은 RFID Scanner로 선반이나 박스를 읽어서 개별화물을 조사할 수 있고, 만약 화물이 잘못 위치해 있을 경우 경고도 보내준다. RFID를 이용할 경우 자동 보고서 작성이 가능하고 이는 사람의 수고와 오류를 줄이고 노동력을 절감함으로써, 비용을 감소시킨다.

5) 수송 관리(Transportation Management) - 최고시속 50mph까지 차량에 부착된 RFID Tag를 읽을 수 있으므로 운전자들은 톨게이트에서 차량을 멈추지 않고 지나갈 수 있으며, 지나는 동안 톨게이트에 설치된 안테나를 통해 차량을 식별하고, 사후에 요금을 부과하고 징수하게 된다.

6) 선적 및 수령(Shipping and Receiving) - Pallet이나 Carton에 Smart label이 부착되어 있을 경우, 이들은 부두에서 하역되거나 생산 공정에 투입되는 과정으로 자동으로 연계된다. 또 RFID를 통해, 컨테이너와 그 안에 들어있는 전체 개별화물의 정보를 빠르게 읽을 수 있고, 포장업무에 있어, 재빨리 주문대로 개별화물을 모을 수 있다.

7) 제약(Pharmaceutical) - 시각장애인을 위하여 약품용기에 처방정보를 넣은 RFID 태그를 부착하고, 사용자는 판독기를 통해 정보를 음성으로 변환하여 들려준다. 여기에는 처방정보 외에도 투약방 법, 경고등이 포함된다. 이외 에도 제약회사는 약품의 유통관리에 적용할 수 있다.

8) 건강관리(Health Care) - 위변조 방지와 시설 이용을 위한 식별 수단을 제공하는 팔찌 형태로 환자에게 제공되는데, 많은 알츠하이머 환자 수용시설에 적용되고 있다. 그 밖에도 병원은 약물투여, 검사물, 수혈용 혈액, 등의 추적에 RFID를 바코드 대신 적용할 수 있다.

9) 도서관과 비디오 대여점(Library and Video Store) - 책과 비디오테이프에 저가 의 유연 한 스마트 레이블을 삽입하여 서적의 check-in과 check-out을 신속하게 처리하고 있으며 서가 정리, 도난 방지 등의 기능을 제공하고 있다.

10) 소매업(Retail) - 패션 업계에서는 스마트 태그와 Handheld 컴퓨터를 사용하여 재고를 관리한다. 라벨을 이용하여 제품의 위치를 찾고 떨어진 장소에서 태그에 담긴 정보를 읽음으로써, 판매원은 신속하게 고객이 원하는 모양, 크기 그리고 색상을 찾아줄 수 있으므로 서비스를 개선할 수 있다. 더 진보된 "Smart Shelf" 기술은 제품의 잔량을 주기적으로 점검하여 자동으로 채워 넣을 수도 있고, 같은 기술이 도난방지를 목적으로 사용된다.

### 3. U-도시철도통합정보시스템 개발방향

인터넷 환경의 변화 및 IT기술의 발달로 네트워크의 기술이 유선에서 무선으로 활발하게 진화하여 유비쿼터스(Ubiquitous) 환경이라는 새로운 패러다임이 나타나게 됨에 따라 유비쿼터스 기술을 도시철도에 도입하여 좀더 진화된 지능형 도시철도체계를 통한 안전하고 쾌적한 대국민 서비스의 질을 한 단계 높일 수 있다. 현재 도시철도는 대도시의 중추적인 대중교통시스템으로써의 역할을 수행하고 있으나, 운영체계 및 대국민 서비스에서 신기술의 적용을 통하여 여러 가지 문제점들을 해결하기 위한 방안으로 유비쿼터스 요소기술을 이용한 도시철도통합정보시스템 개발 방향에 대해 서술하였다.

24시간 운행서비스를 제공하기 위해서는 도시철도용 RFID 장비, USN(U-Sensor Network), RF-Tag 개발 및 도시철도용 센서 및 인식기술 개발 등과 같은 유비쿼터스 기술을 통해 차량 및 시설물 분야에 적용할 수 있는 지능형 유지보수 시스템의 개발이 필요하다. 또한 유비쿼터스를 적용한 지능형 자산관리 시스템, 역무자동화 시스템 개발, 유지보수 기준 및 절차 표준화에 대한 모델이 제시되어야 한다.

교통체계의 통합서비스를 통해 보다 양질의 서비스를 고객에게 제공하기 위해서는 도시철도 환승 및 자동차, 항공, 항만 등과의 환승연계에 서비스 개발이 요구되며, 목적지 예상 소요시간, 예상경로, 소요비용 등에 대한 실시간 조회에 대한 서비스 개발이 필요하다. 또한 사고발생시 승객에게 운영정보를 제공할 수 있는 시스템이 구축되어야 하며, 고객 이동경로 추적을 통한 교통체계별로 비용정산 분배 서비스 개발이 필요하고, 통합 교통카드 및 재사용 가능한 1회용 카드체계 개발이 필요하다.

보안관리란 자산을 보호하기 위하여 발생 가능한 모든 위험 요소들과 취약점을 사전에 파악하여 유무형의 피해가 발생할 가능성을 평가분석하고, 이에 대한 적절한 보안 대응책을 마련하는 행위를 말한다. 도시철도 통합보안시스템을 통해 정보 및 자산의 유출 및 손상을 미연에 방지함으로써 정보자산의 신뢰성을 보장하는 관리적, 물리적, 절차적, 인위적 보안대책을 수립하여야 한다. 데이터 및 시스템 자원을 포함한 모든 정보의 안전을 보장하기 위하여 지정 통제구역에 대한 보안체계, 도시철도 자산보안 서비스, 범죄예방을 위한 보안 서비스 등의 개발을 통해 보안체계를 갖추어야 한다.

유비쿼터스 기술을 적용하여 차량/시설물 유지보수 표준화 시스템과의 연계서비스를 개발하므로써 도시철도 유지보수 업무처리의 효율성 및 도시철도 운행의 안전성 향상을 도모할 수 있다.

통합정보시스템에 적용되는 서비스가 상호 유기적으로 동작할 수 있도록 표준화 정책을 수립하고 이를 제도화하여야 한다. 이를 위해서는 도시철도 분야에 대한 자산관리, 운영관리 등의 제도에 대한 표준화 수립이 이루어져야 하며, RFID, 유비쿼터스 장비 및 네트워크 등과 관련된 장치에 대한 표준화 수립도 필요하다. 또한 기술 발전, 기능 추가, 시스템 확장 등에 유연성을 제공하여 안정적인 서비스를 제공할 수 있도록 실현가능한 표준화 방법론을 따라야 한다.

U-도시철도 통합정보시스템에 대한 경제적 분석은 RFID/USN 기술을 적용시 예상되는 소요예산과 업무개선에 따른 비용절감 효과 등의 경제적 파급효과 분석이 요구되며, 향후 도시철도 산업의 발전 방향이라는 거시적인 관점에서 접근하여야 한다.

#### 4. 결론

앞으로 우리가 접하는 모든 일상생활에 유비쿼터스 기술이 적용될 것으로 전망되고, 또한 국가에서도 유비쿼터스 기술개발을 정책적으로 강력하게 추진하고 있어, 도시철도의 효율성 및 안전성을 도모하고 향후 다가오는 새로운 시대의 새로운 기술을 선점하고 또한 국가의 강력한 정책시행에 맞추어 “도시철도통합정보시스템”에 대한 연구의 필요성이 절실히 요구되고 있다. 이러한 요구에 부합하기 위해 시간과 장소에 제약받지 않고 안전하고 쾌적한 도시철도서비스 제공과 안전 확보를 위해 필요한 유비쿼터스 기술을 적용한 U-도시철도통합정보시스템 기술개발이 요구되고 있다.

#### 참고문헌

1. 김석진, 조흥곤, 이근호(2004), “유비쿼터스 요소기술”, 한국과학기술정보원
2. 김석진, 길상철, 이형수(2004), “유비쿼터스 RFID 센서 네트워크”, 한국과학기술정보원
3. 안태기, 신정렬, 이우동, 김문현(2007), “센서네트워크 기반 도시철도 지능형 감시시스템 구축방안 연구”, 한국철도학회 추계학술대회 논문집
4. 이재용(2004), “유비쿼터스 센서 네트워크 기술”, TTA저널, 제 95호, pp. 78-83.
5. 김신효, 강유성, 정병호, 정교일(2005), “u-센서 네트워크 보안 기술 동향”, 전자통신동향분석, 제20권, pp93-99
6. 김석진, 길상철, 유준재(2004), “유비쿼터스 센서네트워크 기술동향”, 한국과학기술정보원