

열차행선안내게시시스템 개선방안 연구
A Study on Improvement of Means of Realization of
Train Destination Equipment System

윤인영* 여용주** 김광휘*** 김호창****
Yoon, In-Young Yeon, Yong-Joo Kim, Kwang-Hwi Kim, Ho-Chang

ABSTRACT

Urban railway system that leads the urban public transportation enables the passengers to use the subway system safely and conveniently by indicating the destination of, status of approach of and other information on train through Train Destination Equipment(TDE), which is one of the important passenger services. The existing system is composed of Host Station Equipment(HSE) and operator panel that receives necessary input on train information from Total Traffic Control System(TTC), Local Station Equipment(LSE) that controls Train Destination Indicator(TDI) installed at each station, and Train Destination Indicator that ultimately displays train information to the passengers using the train system.

This study aims to realize stabilized and reliable announcement system for destination of train by considering processing procedure and method of expression of inputted information of the existing system of notification of announcement of destination of train that can be applied in the RFID, which is the base technology of USN for which service expansion is easy, and to realize system that considers interface with USN and expandability with other facilities in the future.

1. 서 론

도시 대중교통을 주도하는 도시철도에서 중요 승객서비스의 하나인 열차행선안내게시기(TDE, Train Destination Equipment)를 통해서 열차의 행선지 및 접근상태와 기타정보를 표시하여 승객이 안전하고 편리하게 지하철을 이용할 수 있도록 하고 있다.

기존의 시스템은 종합열차운행제어(TTC, Total Traffic Control System)로부터 필요한 열차정보를 입력받는 중앙장치(HSE, Host Station Equipment) 및 운용자 장치(Operator Panel), 각 역에 설치되어 안내게시기를 제어하는 역장치(LSE, Local Station Equipment) 및 최종적으로 열차의 정보를 이용 승객에게 현시해주는 안내게시기(TDI, Train Destination Indicator)로 구성되어있다.

본 논고에서는 기존의 열차행선안내게시기의 입력정보 처리절차 및 표출방법을 서비스 확장성이 용이한 USN의 근간 기술인 RFID(Radio Frequency Identification, 무선인식) 방식으로 적용 가능한 방법을 고찰하여 안정적이고 신뢰성 있는 열차행선안내시스템 구현 및 향후 USN과의 인터페이스 및 타 설비와의 확장성을 고려한 시스템으로 구현하는데 있다.

* 서울메트로, 기술연구센터, 비회원
E-mail : vitamin3@seoulmetro.co.kr
TEL : (02)520-5973 FAX : (02)520-5969

** 서울메트로, 기술연구센터, 비회원
*** 세연테크놀로지, 영업기획팀, 비회원
**** 세연테크놀로지, 기술기획실, 비회원

2. 시스템의 개요

2.1 RFID의 개요 및 특징

2.1.1 RFID의 개요

RFID(Radio Frequency Identification)는 제품에 붙이는 태그(Tag)내의 초소형 반도체 칩(IC)에 제품의 식별정보를 넣고 무선주파수(RF, Radio Frequency)를 이용하여 IC칩의 정보를 관독, 추적, 관리하는 기술로써 자체 안테나를 갖추고 있으며, 리더로 하여금 이 정보를 읽고, 인터넷 및 이동통신망이나 인공 위성 등의 다양한 네트워크를 통해 정보시스템과 통합하여 사용되는 시스템을 말한다.

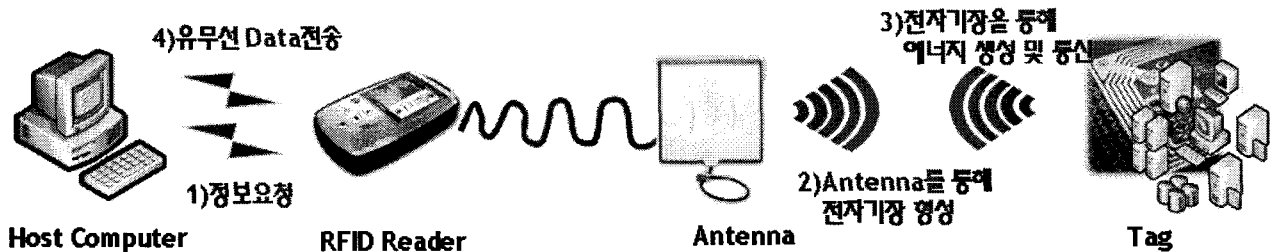


그림1. RFID 시스템의 개요도

RFID 시스템은 크게 하드웨어(Tag, Reader, Antenna, Host Computer)와 소프트웨어(운영체제, 미들웨어, 호스트 어플리케이션)로 구성되며, 사용 주파수대역은 ISM(Industrial, Scientific, and Medical) 주파수 대역에서 135KHz, 13.56MHz, 433MHz, UHF(860~960MHz), 2.45GHz 대역의 주파수를 사용한다.

RFID는 태그가 송신하는 전파의 에너지를 얻는 동작 방법에 따라 수동형(passive)과 능동형(active)으로 구분하고, 수동형은 리더기로부터 수신되는 전파에서 송신전원을 얻고, 능동형은 별도의 배터리에 서 송신전원을 얻는다.

도표 1. 다른 인식시스템과의 비교

항 목	바코드	OCR	음성인식	생체인식	스마트카드	RFID
데이터 크기	1~100	1~100	-	-	16~64K	16~64K
데이터 밀도	낮음	낮음	높음	높음	매우 높음	매우 높음
기계적 인식률	좋음	좋음	낮음	낮음	좋음	좋음
오염물질에 의한 영향	매우 높음	매우 높음	-	-	-	영향이 없음
시야 가림에 대한 영향	완전 차단	완전 차단	-	가능		영향이 없음
방향과 위치에 의한 영향	낮음	낮음	-	-	단방향성	영향이 없음
마모성	제한적	제한적	-	-	접촉에 의함	중간
가격	매우 낮음	중간	매우 높음	매우 높음	낮음	
운용비용	낮음	낮음	없음	없음	중간(접촉식)	
비인가 복사/수정 가능성	약간	약간	가능	불가능	불가능	불가능
인식속도 (데이터 운반 포함)	낮음~4초	낮음~3초	매우 낮음 >5초	매우 낮음 >5~10초	낮음~4초	매우빠름~0.5초
최대 인식거리	50cm	1cm	50cm	직접 접촉	직접 접촉	수십 m

2.1.2 특 징

- 가. 직접 접촉을 하지 않아도 자료를 인식 할 수 있음
- 나. 인식 방향에 관계없이 ID 및 정보 인식이 가능
- 다. Tag에 붙은 Data를 받아 드리는데 인식되는 시간이 짧음
- 라. Tag는 원하는 System이나 환경에 맞게 설계 및 제작이 가능
- 마. Tag는 먼지, 습기, 온도, 비 등에 제한을 받지 않고 data 전송이 가능
- 바. Tag는 많은 양의 data를 보내고, 받을 수 있음
- 사. Tag에 data를 Read/Write 및 재사용 가능

2.1.3 주파수 대역별 특징 및 활용분야

도표 2. RFID의 주파수 대역별 특징 및 활용분야

주파수	주요 특징	사용 분야
저주파 (135KHz 이하)	<ul style="list-style-type: none"> • 1980년대부터 쓰이기 시작해 현재 널리 사용 • 금속과 액체 주위에서도 인식률이 매우 높다. • 데이터 전송속도가 느리다. • 10cm 정도의 인식거리 	<ul style="list-style-type: none"> • 동물 식별 • 산업 자동화 • 출입관리
고주파 (13.56MHz)	<ul style="list-style-type: none"> • 1990년대부터 쓰이기 시작해 현재 널리 사용 • 세계표준 • 저주파보다 긴 인식거리(1m 이상) • 저주파 태그에 비해 가격 저렴 • 금속 주위에서 성능이 좋지 않다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 결제카드와 포인트카드 (스마트카드) • 출입관리 • 위변조 방지 • 책, 수화물, 보석과 같은 물품 단위를 추적하는 애플리케이션 제작이 가능하다. • 지능형 선반 • 사람 식별 및 모니터링
극초단파 (433MHz, 860~930MHz)	<ul style="list-style-type: none"> • 1990년대 후반부터 사용 • 고주파보다 긴 인식거리(3m 이상) • 능동형 433MHz 시스템의 데이터 전송거리는 수 십 m가 넘는다. • 대형 소매업체에 납품하는 업체는 RFID 의무화에 따라 세계적으로 각광받고 있다. • 태그 가격이 가장 저렴할 것으로 예상 • 지역별 법규차이에 따른 비호환성 문제가 있다. • 액체와 금속으로 인한 간섭 가능성이 높다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 재고관리 • 창고관리 • 자산 추적
마이크로파 (2.45~5.8GHz)	<ul style="list-style-type: none"> • 수십 년 전부터 사용 • 고속의 전송속도 • 일반적으로 능동형 또는 반능동형 • 인식거리는 극초단파와 유사 	<ul style="list-style-type: none"> • 출입관리 • 전자 통행료 징수 • 산업 자동화

2.2 현 열차행선안내시스템의 개요

열차행선안내계시시스템은 종합관제센터의 중앙장치(HSE, Host Station Equipment)로부터 해당역의 열

차운행정보를 수집하여 행선안내게시기에 전송하는 역장치(LSE, Local Station Equipment) 및 해당역에서 제어정보를 수신하여 승강장의 승객에게 열차의 정보를 표출하는 안내게시기(TDI, Train Destination Indicator)로 구성된다.

역장치는 중앙장치로부터 수신된 열차운행정보를 국부정보전송장치(LDTS, Local Data Transmission System)의 궤도조건(Rail Condition)에 의해 표시장치에 열차운행정보를 승객에게 현시해주며, 또한 자동방송장치(AAE, Automatic Annoucement Equipment)에 안내정보를 전송하여 시청각적으로 이용 승객에게 열차의 행선지 정보를 제공해주고 있다.

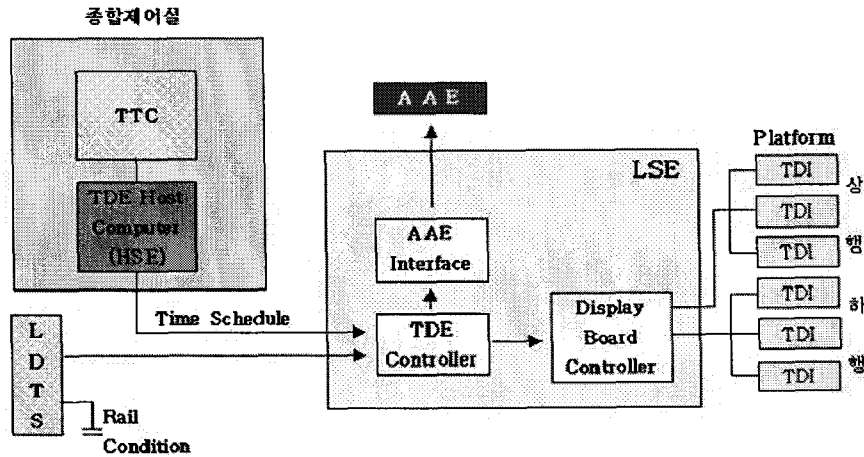


그림2. 현 열차행선안내게시기의 시스템 계통도

2.3 RFID 시스템을 이용한 열차행선안내시스템의 개요

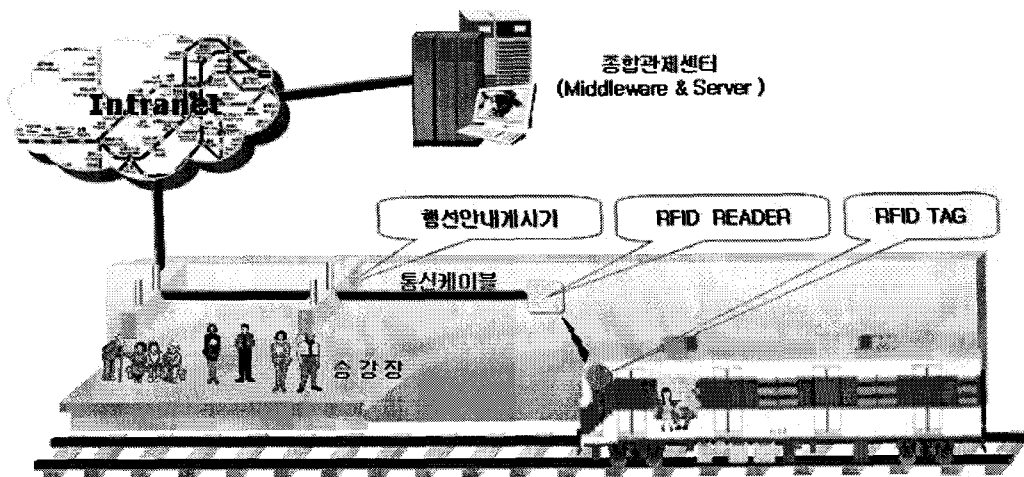


그림3. RFID를 적용한 열차행선안내게시기의 개념도

2.3.1 동작 절차

- 가. 열차에 행선지 정보 및 열차번호 등 기타 정보가 입력된 읽기/쓰기 가능한 태그 부착
- 나. 열차 운행 연선에 설치된 리더는 열차에 부착된 태그의 정보를 수신
- 다. 수신된 행선지 정보 등을 안내게시기 및 종합관제센터의 서버로 전송 해당역에 행선지 정보 현시

2.3.2 기타

- 가. 서버는 받은 정보를 처리하여 인터넷 및 기타 서비스로 확장 가능

나. 리더의 입력포트를 통해서 각종 센서정보를 수신 받아 역사 터널내 상황을 실시간 모니터링 가능

3. 시스템 구축 방안

3.1 태그 및 리더의 설치

3.1.1 태그 및 리더의 설치위치

인식률 및 인식거리 확보가 좋은 능동형 태그를 사용하며, 비상용 배터리를 내장하고 주 전원은 차량내부의 전원을 사용한다. 아래의 그림처럼 차량내부의 전면창 상단부 또는 전면 차체 하단부 및 필드 테스트를 통한 가장 적정한 위치에 설치한다. 리더의 설치위치로는 승강장 진입전 약 100~300m 지점에 설치하며, 설치비용의 최소화를 위해 기존 터널 벽면 또는 도상부에 설치할 수 있으며, 별도로 구조물을 설치하여 리더를 설치할 수 있다. 중요한 점은 용이한 유지보수 및 태그와 리더간의 송수신이 정보의 오류없이 이루어지도록 최적의 설치지점을 분석하여 설치하여야 한다.

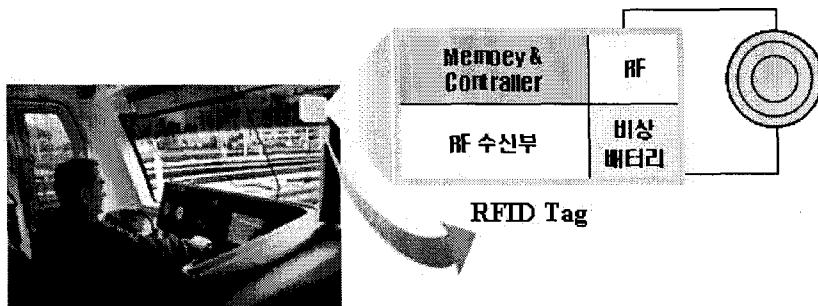


그림4. RFID Tag 설치위치 예

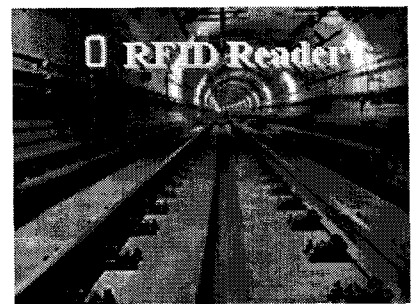


그림5. RFID Reader 설치위치 예

3.1.2 태그의 데이터 입력 및 사용 주파수

태그에 데이터(행선지정보, 열차번호 등)를 입력하는 방안으로는 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 하나는 행선지 정보가 각각 입력된 개개의 태그를 사전에 확보하여 행선지 변경시 기관사가 태그를 교체할 수 있고, 다른 하나는 설치된 태그에 데이터를 쓸 수 있도록 데이터 입력장치를 설치, 기관사가 입력장치를 통해 태그의 행선지 코드를 입력하여 변경할 수 있다.

본 논고에서는 수동형 보다 인식률이 높은 능동형 태그를 선정하였으며, 수 십m의 긴 인식거리와 고속의 데이터 전송특성을 갖는 2.45GHz Active Tag를 고려하였다.

3.1.3 타 방식과의 비교

가. DGPS(Differential Global Positioning System)를 이용한 차량위치 검지방식

- 기준점이 되는 기지국 위치와 GPS 위성신호의 측정치를 사용하여 측정치 오차를 계산, 기지국 인근의 차량의 오차 보정정보를 계산하여 차량위치 파악
- 문제점
 - 건물 내 또는 지하 적용이 힘들다.
 - 전략 소모 많음
 - 위치오차 발생

나. RFID를 이용한 차량위치 검지방식

- Rail에 일정간격으로 각각 자신의 고유한 위치정보를 가지고 있는 RFID TAG을 설치하고, 차량에 READER를 설치하여 차량이 지상의 RFID TAG를 통과할 때 TAG 정보를 인식하여 차량의 위치를 파악하는 방안으로 태그와 리더의 인식거리 조정 및 인식률 확보가 어렵다.

3.2 행선지 정보 표출방안

혼잡시간대 열차운행의 지연으로 종착역에 들어가기 직전에 상하선이 변경되어 진입하는 경우가 종종 발생한다. 즉 하선으로 들어오는 열차가 종착역 직전에 상선측으로 변경해서 진입을 하게 되면 안내게시기에 잘못된 행선지 정보가 표출될 수 있어 이용승객들이 혼란을 겪게 되므로 이에 대한 대책을 필히 세워야 하며, 기본적으로 이번열차, 다음열차, 전역출발, 전전역출발 등의 열차 행선지 정보도 표출할 수 있어야 한다. 아래의 그림은 전체 시스템 계통도이며 이와같은 행선지 표출 방안을 보여주고 있다.

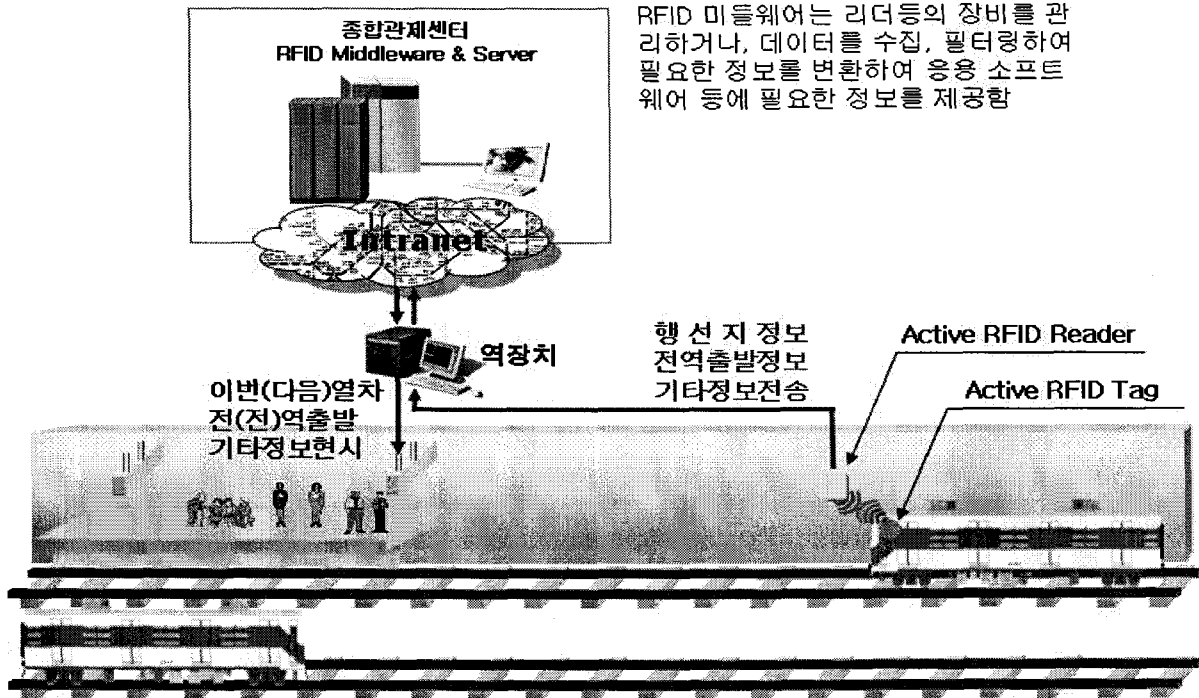


그림6. 시스템 계통도

차량에 부착된 태그는 차량의 내부전원을 사용하며, 행선정보 변경 및 혼잡시간대 정보변경시 ID변경이 가능하며, 리더에 수신된 태그 정보를 사내 인트라넷을 통하여 종합관제센터의 RFID 미들웨어에서 해당 정보를 가공 처리하여 해당 역사의 안내게시기에 행선지 정보 등을 표출하는 시스템으로 이루어진다. 또한 각종 센싱 데이터(열, 진동, 온도, 습도 등)를 리더를 통해 수집하여 해당 서버로 전송, 수집된 데이터를 가공 처리하여 유효한 정보로 활용할 수 있다.

4. 기타 교통정보 수집을 위한 기술

4.1 센서 이용방식

도로에 코일등의 센서를 매설하고 통과 차량을 감지하는 접촉식과 도로 위 지상구조물 거치대에 카메라와 같은 센서를 설치하여 차량을 감지하는 비접촉식 방식이 있다.

4.1.1 영상 검지(Video Image Detect)기술

가장 활발히 개발되고 있는 기술로서 촬영된 영상신호를 컴퓨터로 통해서 대상을 인식하는 기술로서, 차량의 움직임이 있을 때와 없을 때의 두 가지 화면을 비교하여 이진화 한 후 이를 이용하여 대상을 파악하는 기술이다. 단점으로는 영상처리 알고리즘이 밝기에 크게 민감하다는 것과 영상처리 알고리즘이 많은 계산과정을 포함함에 따라 고성능의 컴퓨터가 필요하다.

4.1.2 루프 검지(Loop Detect) 기술

가장 많이 사용되는 검지기로 1969년 ASTL(Automatic Traffic System Laboratory)에서 개발된 제품이다. 이는 루프위를 통과하는 차량에 의해 유도되는 인덕턴스의 변화를 검지하는 기술이다. 아날로그와 디지털 방식으로 나눌 수 있으며, 신리성이 보다 높은 디지털 방식이 많이 사용되고 있다. 이 기술은 검지능력은 높은 편이나 옆차로 루프와의 혼선, 노면상태 불량 등으로 인해 성능저하가 발생할 수 있는 단점을 가지고 있다.

4.1.3 적외선 검지(Infrared Detect) 기술

검지와 발생방식에 따라 능동형과 수동형으로 나뉘며, 능동형 검지기는 검지 대상에 광선을 발사한 후 반사되어오는 빛을 감지하여 검지대상을 인식하는 검지기이며 수동형 검지기는 검지대상이 방출하는 에너지를 통해 검지대상을 인식하는 검지기이다.

4.1.4 초단파 차량검지(Microwave Vehicle Detect) 기술

초단파 레이더(Microwave)의 전자기파를 이용하는 검지기로 도플러 효과를 이용하여 차량의 속도를 측정하고 레이더의 원리를 이용하여 차량의 존재유무, 속도 등을 측정하는 검지기이다. 유럽에서 많이 채택하고 있는 기술이며 적절한 스캐닝 기술이나 신호처리기술을 이용하여 여러 차로의 교통량과 속도를 직접 측정할 수 있다. 특히 초단파는 주변의 전자기기나 통신장비에 전자기방해(EMI)를 일으킬 수 있으므로 주의해야한다.

4.1.5 초음파 차량검지(Ultrasonic Vehicle Detect) 기술

20Hz~6kHz의 탄성 진동파를 주행차량에 주사하여 차량으로부터 반사되는 반사파를 검지해 차량의 존재유무를 감지하는 기술로서 초음파의 발생유무에 따라 수동형과 능동형으로 구분된다. 이 기술은 초음파가 공기를 통해 이동하기 때문에 습기 및 주위 온도 등의 환경에 많은 영향을 받으며, 직물이나 구멍이 많은 표면에서는 초음파 반사에 약한 반향을 나타낸다.

도표 3. 센서 이용 방식별 장단점

기술 구분	방식	장점	단점
영상	Threshold 기법	<ul style="list-style-type: none"> 검지영역 조정 용이 도로면 영상 관찰 	<ul style="list-style-type: none"> 환경요인 변화에 따른 정확도 변동
루프	Inductance 변화 감지	<ul style="list-style-type: none"> 검지목적에 따라 다양한 형태로 설치 가능 	<ul style="list-style-type: none"> 환경변화에 따른 변화 설치, 유지보수 어려움 근원적 오차 존재
적외선	Time of Flight 방식	<ul style="list-style-type: none"> 높은 정밀도 	<ul style="list-style-type: none"> 빛에 의한 혼선 발생 환경요인에 의한 영향 고가
초단파	Time of Flight 방식	<ul style="list-style-type: none"> 높은 정밀도 	<ul style="list-style-type: none"> 환경요인 변화에 따른 정확도 변동
초음파	Time of Flight 방식	<ul style="list-style-type: none"> 저가 	<ul style="list-style-type: none"> 혼신으로 인한 오류발생

4.2 2.45GHz Active RFID 기반 방식

현재 2.45GHz Active RFID를 이용하여 교통정보를 수집한 외국 사례는 없다. 유사 사례의 경우 덴마크 버스터미널 관리시스템을 들 수 있다. 덴마크에서는 버스와 도로에 Passive RFID 태그와 리더기를 부착하여 버스 운행에 대한 실시간 상황 모니터링 및 버스 플랫폼 할당의 유동적인 관리를 통하여 효율적인 버스터미널 관리시스템을 구축하기도 하였다.

도표 4. 센서감지방식과 RFID 방식 비교

구 분	센서검지 방식	2.45GHz Active RFID 방식
인식거리	outdoor : - indoor : -	outdoor : 300m(MAX) indoor : 100m(MAX)
정확성	높음	높음
속도별 인식률	낮음	150km/h 이상에서 인식
전송속도	낮음	2Mbps(MAX)

5. 결 론

RFID는 유비쿼터스 센서 네트워킹의 핵심기술로 모든 산업에 접목할 수 있어 향후 새로운 응용시장을 창출하여 또 한번의 정보혁명을 주도할 것이다. RFID 산업은 아직까지 시장형성의 초기단계라 말할 수 있지만 산업자원부와 정보통신부를 중심으로 '03년부터 제조업 유통·물류, 식·의약품, 농수축산, 국방, 조달 등 다양한 분야에서 RFID 시범사업 등을 추진하여 초기 시장을 창출하고 있으며, '07년도에 “RFID/USN 확산방안 및 산업경쟁력 강화대책”을 발표하여 2010년까지 그간의 시범사업 성과 등을 토대로 파급효과가 클 것으로 기대되는 핵심분야에 국민이 실감할 수 있는 성공사례 창출을 추진중에 있다.

21세기 도시대중교통을 주도하는 도시철도에서도 이에 걸맞는 정보혁명을 준비해야 할 것이며 이에 일환으로 본 논고에서는 RFID 기술을 응용한 열차행선안내게시 시스템 구축의 가이드라인을 제공, 유통성이 향상된 시스템을 구축하고자 하였으며 또한 각종 센싱정보 및 다양한 네트워킹을 통한 새로운 서비스 창출을 위한 방안을 제시 하였다.

참고문헌

1. 남상엽, 변상기, 정교일(2006년), “RFID 구조 및 응용”, 상학당