

---

# RFID기반 이동객체 위치 모니터링 시스템\*

박규현 문미경

동서대학교

A RFID-based Location Monitoring System for Moveable Object

Kyuhyun Park, Mikyeong Moon

Dongseo University

E-mail : sanctifynate@nate.com, mkmoon@dongseo.ac.kr

## 요 약

일반적으로 넓은 공간상에서 시간의 흐름에 따라 변화하는 이동객체의 '위치 정보'를 기반으로 사용자의 작업과 관련 있는 적절한 정보 또는 서비스를 제공하는 경우 이를 위치 추적(인식) 시스템으로 정의한다. RFID, USN, RTLS, GPS는 위치 인식 시스템의 대표적인 기술이며 해양, 농촌, 병원, 건축 등의 다양한 분야에서 적용 확산이 빠르게 진행되고 있다. 이러한 기술은 유비쿼터스 컴퓨팅의 핵심 기술로서 현대사회의 관심이 집중되고 있는 아동실종, 도난, 학교폭력 등의 문제를 해결하는데 적용될 수 있다.

본 논문에서는 이동객체를 모니터링하기 위한 접근법을 분석하고 이를 기반으로 RFID를 이용한 학생 이동 관리 시스템의 구축 내용을 기술한다. 이 시스템은 RFID로부터 획득되는 이동객체(학생)에 대한 실시간 데이터를 업무에 적절한 정보로 변환하여 사용자에게 알려준다. 이 시스템을 구축함으로써 관리자는 학교내부의 학생 위치를 실시간으로 식별 할 수 있고 미리 설정된 제한구역에 접근하는 학생을 신속하게 인지 할 수 있다. 또한 과거의 이력정보를 검색 할 수 있으므로 실종, 도난 등에 대한 사후예측이 가능해짐에 따라 수동적이었던 학생 관리에 비해 융통적인 관리의 효과가 있고 안전한 학교생활을 학생들에게 제공해 줄 수 있게 된다.

## 키워드

RFID, USN, GPS, RTLS, 유비쿼터스 컴퓨팅, 위치 추적 시스템

## 1. 서론

특정의 중요한 물체나 인체 등과 같은 이동객체를 보호하기 위해서는 이들을 실시간으로 감시하고 추적하는 시스템이 필요하다. 이와 같은 시스템을 위치 추적 시스템이라 한다. 오늘날은 무선통신의 기술이 점차 발전함에 따라 과거의 유선통신 방식의 추적 시스템이 점차 무선을 이용하는 방식으로 변화하고 있다. 무선 통신 전송 기술을 이용하는 방식은 기존의 유선방식과 달리 고주파(RF)신호를 이용하여 정보를 전송하므로 별다른 선로가 필요 없이 설치가 용이하고,

유지비용이 적게 드는 장점이 있다.

최근에는 유비쿼터스 컴퓨팅의 핵심 기술인 RFID(Radio Frequency IDentification), USN(Ubiquitous Sensor Network), GPS(Global Positioning System), RTLS(Real-Time Location System)기술의 발달로 이동객체의 위치 정보를 쉽게 획득할 수 있게 되었다.

본 연구에서는 이동객체의 위치 이동을 모니터링하기 위해 활용할 수 있는 기술들에 대해 분석하고 이를 기반으로 유비쿼터스 컴퓨팅 기술 중 하나인 RFID를 이용한 학생 이동 관리 시스템을 설계 및 구축하였다.

---

\* 본 논문은 중소기업청에서 지원하는 2009년 산학공동기술개발지원사업의 연구수행으로 인한 결과물임.

## 2. 이동객체 모니터링을 위한 기술

### 2.1 USN/RFID

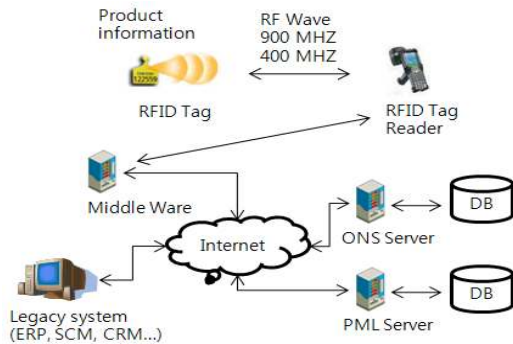


그림 1. RFID의 구성

USN은 모든 사물에 통신기능이 있는 전자태그를 부착하고, 이를 통해 사물의 인식정보를 기본으로 주변의 환경정보까지 탐지해 이를 실시간으로 네트워크에 연결해 정보를 관리토록 하는 것을 말한다. 그 중 전자태그를 이용하여 정보를 획득하는 기술인 RFID는 라디오 주파수를 이용하여 사물의 정보를 원격으로 주고받을 수 있는 기술로서 라디오 주파수의 특성으로 인식 거리가 길고 동시에 다수의 태그를 인식할 수 있으며 데이터의 변경이 자유롭다는 장점을 가지고 있다. 이 시스템은 크게 안테나가 포함된 리더(Reader), 무선자원을 송수신할 수 있는 안테나, 정보를 저장하고 프로토콜로 데이터를 교환하는 태그(Tag), 서버 및 네트워크 등으로 구성된다. RFID는 객체들을 식별하는 비접촉식 인식 기술로서 특정 객체에 태그를 부착하고 리더로부터 태그정보를 획득한 후 사용자가 식별 가능한 고수준의 정보로 처리하게 된다. 따라서 이동객체의 위치 추적에 대한 다양한 응용 서비스 개발에 RFID를 이용할 수 있다. RFID는 기존의 바코드 시스템과는 달리 이동 중 인식이 가능하고 반영구적이며 공간의 제약 없이 동작 가능하다는 장점이 있지만 가격이 비싸고 정보획득의 인식률에 대한 신뢰가 적으며 리더가 설치된 구역 외의 공간에서는 인식이 되지 않는 단점이 있으므로 도입 시 업무 프로세스에 대한 적합성과 투자 대비 효율성을 고려하여야 한다.

### 2.2. GPS

GPS는 인공위성에서 발신하는 마이크로파를

수신하여 지상의 임의의 곳의 정확한 위치를 파악 할 수 있도록 하는 시스템이다. 이 시스템은 위성의 위치와 위성과 수신기 간의 거리를 알게 되면 GPS를 이용해 위치를 구할 수 있으며 위성은 자신의 위치와 거리를 측정할 수 있는 신호를 사용자에서 송출하고 수신기에서는 이 신호를 이용하여 위치를 구하게 된다. GPS는 본래 군사용도의 목적으로 개발되었지만 현 21세기에는 민간용의 다양한 위치 추적 시스템에 응용되고 있으며 그 중 스마트폰에 GPS기능을 탑재하여 언제 어디서나 사용자의 위치를 이용한 다양한 응용 서비스들이 제공되고 있다. 이러한 GPS는 저렴한 가격으로 위성을 사용할 수 있고 세계 어디서든 위치를 파악 할 수 있다는 장점이 있지만 위치의 오차 발생 가능성이 크고 위성과의 송수신이 불가능한 지역에서는 동작되지 않는다는 단점이 있다.

### 2.3. RTLS

RTLS는 능동형 RFID에 기반 한 실시간 위치 추적 시스템이다. 능동형 RFID는 태그의 자체 내장된 배터리로부터 태그가 리더로 송신할 수 있는 자체의 에너지를 얻는다. 일반적으로 태그가 지닌 정보를 송신하는데 필요한 에너지를 리더로부터 발산되는 전파를 태그의 안테나가 수집하여 에너지원으로 삼는 것과는 다른 방식으로 태그가 자체전원을 지니고 있으므로 수십m 원거리 통신이 가능하다는 것이 특징이다.

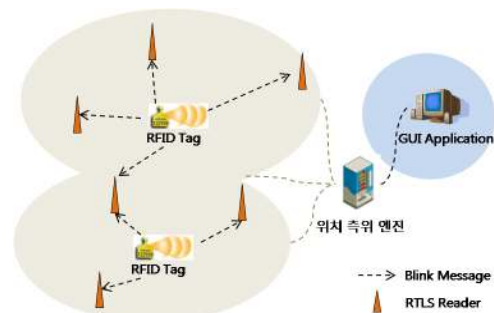


그림 2. RTLS의 동작 개념

RTLS는 2.4~2.4835GHz 범위에서 60MHz채널 대역폭을 활용한다. 기본적으로 위치 추적은 3개 이상의 리더를 이용한 삼각측량법으로 이루어지며 태그는 위치를 확인하고자하는 대상물에 부착되어 일정한 시간으로 블링크(blink) 신호에

정보를 실어 RTLS 리더로 전송하고 리더는 태그의 정보를 측위 엔진으로 전달한다. 이때 획득된 정보는 애플리케이션상의 요구에 부합되는 정보로 변환되어 사용되게 된다. 본 시스템은 RTLS가 설치된 특정 범위안의 공간에서 이동객체의 정확한 이동 변화를 실시간으로 모니터링 할 수 있다는 장점이 있지만 구매 및 설치 비용이 비싸기 때문에 특정 공간이 아닌 넓은 범위의 공간에 구축하는 것은 부적합하다.

### 3. 학생 이동 관리 시스템 구축

본 연구에서는 이동객체의 대상을 초 중 고등 학생으로 선정하고 RFID기술을 사용하여 객체의 이동을 실시간으로 감시 할 수 있는 모니터링 시스템을 구축한다. 이를 위해 학생 개인의 정보가 들어있는 RFID태그가 부착된 전자명찰을 소지해야한다. 이는 학교내부에 설치되어 있는 리더로부터 획득 및 가공되어 등 하교 상황 모니터링, 학생 위치 추적, 학교 내부 시설물 출입 관리의 기능을 수행하는데 사용된다.

다음 그림 3은 본 연구를 통해 개발되는 학생 이동 모니터링 시스템에 대한 아키텍처이다. 이 시스템에서 태그 정보의 획득은 실제 RFID리더(그림 3의 ①)와 다수의 RFID리더가 필요한 문제를 대응하여 가상의 태그정보를 획득 할 수 있는 RFID배치 시뮬레이터(RFID Deployment Simulator)(그림 3의 ③)를 이용하여 구축된다. 또한 RFID리더로부터 획득되는 저수준의 정보

를 식별 가능한 고수준의 정보로 변환하는 RFID 리더 매니저(RFID Reader Manager)(그림 3의 ②)와 변환된 정보를 애플리케이션의 요구에 부합되는 정보로 처리하는 시스템 서버(Server)(그림 3의 ④)가 있다. 이 시스템을 사용하기 위한 애플리케이션으로 PC기반의 관리자 애플리케이션(그림 3의 ⑤)이 있다.

시스템 서버는 RFID리더 매니저와 RFID배치 시뮬레이터의 전송 데이터를 수신하는 네트워크 모듈(Network Module), 수신된 데이터를 애플리케이션의 요구에 맞게 처리하는 RFID데이터 처리 모듈(RFID Data Processing Module), 관리자 애플리케이션으로부터 요청정보를 처리하는 클라이언트 요청처리 모듈(Client Request Module), 보안등급이 높거나 미리 설정된 지역에 접근 되었을 경우 관리자에게 알려주는 알림모듈(Notify Module)이 있다.

#### 3.1 RFID리더 매니저

본 시스템은 등 하교 상황 모니터링을 위해 실제 900Mhz대역의 AR-400-US(Symbol) 리더를 사용하였다. 리더는 학교의 정문이나 출입구에 설치되고 학생들의 전자명찰 태그 정보를 획득하여 등 하교 정보로 변환한다. 이때 RFID리더 매니저는 리더로부터 획득되는 16진수의 저수준 데이터를 사용자가 식별 가능한 10진수의 고수준 데이터로 변환하여 시스템 서버로 전송한다.

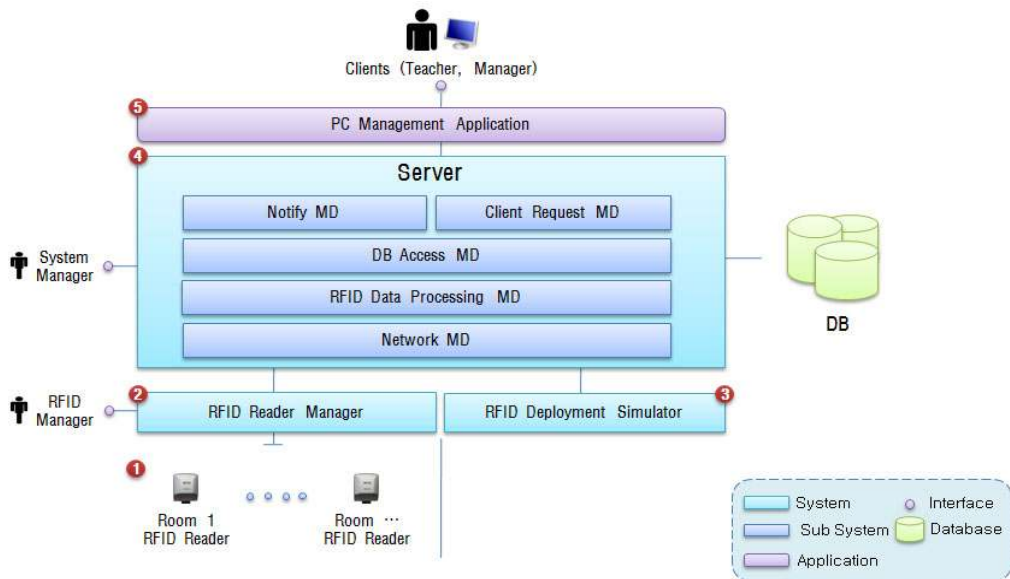


그림 3. RFID를 이용한 학생 이동 관리 시스템 구성도

### 3.2 RFID배치 시뮬레이터

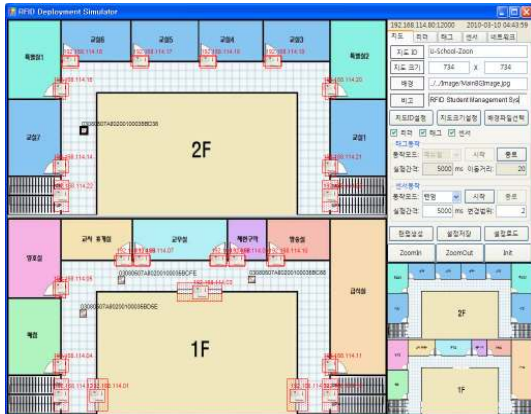


그림 4. RFID배치 시뮬레이터 화면

본 연구에서 사용된 RFID배치 시뮬레이터는 시스템을 구축하는데 필요한 다수의 RFID리더를 대응하기 위해 사용되었다. 이는 실제 RFID와 동일한 데이터를 획득할 수 있는 기능을 가지고 있다. 리더의 생성 및 배치, 태그 생성이 가능하고 태그의 수동/자동 동작이 가능하다. 배치된 리더로부터 태그 정보가 인식되었을 경우 이벤트를 발생시킨다. 시뮬레이터의 동작으로 획득되는 정보에는 태그ID, 리더ID, 이벤트 타입(Observe, Unknown)이 있다. Observe는 태그가 리더의 인식 영역에 접근 되었을 때 발생되며 Unknown은 인식된 태그가 리더의 인식 영역 밖으로 벗어났을 경우에 발생하는 이벤트이다. 본 시스템에서는 학교의 출입정보를 모니터링하기 위해 학교 내부의 필요한 구역에 리더 및 인식범위와 학생이 지참하는 전자명찰의 태그 정보를 RFID배치 시뮬레이터를 이용해 배치, 생성하고 시뮬레이터의 동작으로 발생한 데이터는 시스템 서버로 전송한다.

### 3.3 PC기반 관리자 애플리케이션

PC기반의 관리자 애플리케이션은 본 연구에서 이동 객체로 설정한 객체, 즉, 특정인의 관심과 보호가 필요한 학생을 관리하는 관리자가 사용하는 애플리케이션이다. 이를 이용하여 학생의 기본 개인정보 관리, 등 학교 상황 관리, 출결 통계 조회, 학생 위치 관리, 출입정보 관리의 기능을 수행할 수 있다. 또한 학생의 위치를 바탕으로 한 모든 실시간 모니터링이 가능하다.

### 3.3.1 학생 정보 관리



그림 5. 학생 관리 화면

본 시스템에서 사용될 학생 기본 정보의 등록은 기본 학생정보와 학생 고유의 태그번호의 입력으로 관리된다. 이는 등학교 상황 모니터링과 학생 위치 모니터링, 출입 정보 모니터링을 위한 가장 기본적인 학생 정보가 된다.

### 3.3.2 실시간 등 학교 상황 모니터링



그림 6. 실시간 등 학교 모니터링 실행 화면

관리자가 알고자하는 학급의 정보를 입력하면 RFID리더로부터 획득된 해당 학급의 학생의 등 학교 정보가 이미지와 함께 출력된다. 학생이 학교내부에 위치하고 있을 경우에는 학생의 사진이 정상적으로 출력되고 아직 등교를 하지 않은 경우에는 학생사진이 희미하게 출력된다. 출결유형에는 등교, 하교, 지각, 외출, 조퇴가 있다.

### 3.3.3 실시간 학생 위치 모니터링

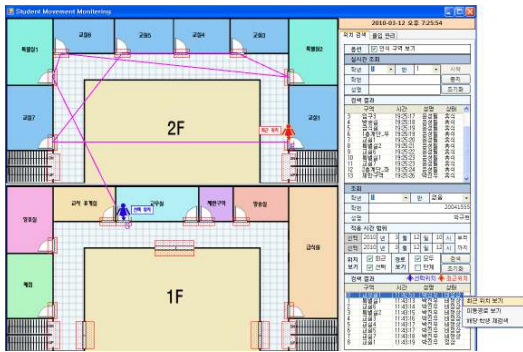


그림 7. 실시간 학생 위치 모니터링 실행 화면

관리자가 학생의 이동을 관리하기 위해서는 이동 경로, 이력 정보를 볼 수 있는 기능이 수행되어야 한다. 이를 위해 본 시스템은 알고자하는 학생의 정보(학급)와 시간을 입력하게 되면 해당 시간 내에 이동한 학생의 위치와 이동경로를 표시한다. 위치 및 이동경로를 보기위한 기능으로는 데이터베이스에 저장된 가장 최근의 위치를 표시해주기 위한 최근 위치 보기, 입력한 시간 범위 내에 저장된 위치 경로를 적색 실선으로 그려주는 이동 경로 보기가 있다. 이와 같은 기능이 가능함으로서 관리자는 조회하고자 하는 학생의 최근 위치와 과거의 이동 경로를 쉽게 파악할 수 있게 된다. 또한 특정 학생이 현재 이동하고 있는 위치를 실시간으로 알고자 할 때, 관리자는 간단한 학생 정보의 입력만으로 리스트 형태의 실시간 위치 정보를 얻을 수 있다.

### 3.3.4 실시간 출입 정보 모니터링

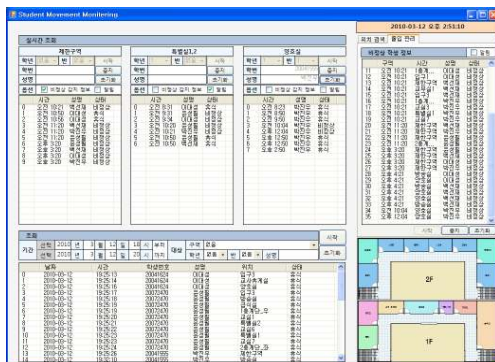


그림 8. 실시간 출입정보 모니터링 실행 화면

학교 내부에 설정된 구역에 학생의 출입이 발생할 경우 관리자는 (그림 8)과 같은 화면으로 모니터링 할 수 있다. 리더에 학생의 정보가 인식 될 경우 현재 시간과 해당 학생의 수업 여부 및 수업 위치, 인식된 구역의 위치와 비교하여 정상적인 학생의 이동인지를 검사한다. 그 결과가 비정상일 경우에 비정상이라는 메시지를 출력함으로써 관리자에게 알려준다. 또한 구역의 출입 이력정보를 조회할 수 있으며, 실시간으로 중요하게 관리되어야 할 구역은 관리자의 구역 지정과 실행으로 실시간 모니터링 된다.

## 4. 결론

본 연구에서는 이동 객체를 모니터링하기 위한 다양한 기술들을 분석하고 보호가 필요한 학생을 이동 객체로 설정한 후 RFID를 이용한 학생 이동 관리 시스템을 개발하였다. 특히, 태그 정보를 바탕으로 활용할 수 있는 서비스를 학교 환경에 접목시켰으며 등하교 관리, 출입 관리, 위치 모니터링 등의 다수의 기능을 가능하게 함으로써 보이지 않는 폭력예방과 학교내부 시설물 관리를 동시에 수행 할 수 있게 하였다. 앞으로 본 시스템과 학교 시설물 관리를 위한 센서네트워크가 결합하게 된다면 안전하고 쾌적한 학교 환경이 실현 가능해질 것이고, 학생과 관리자에게 더욱 지능적인 서비스를 제공해 줄 수 있게 될 것이다.

## 5. 참고문헌

- [1] 이연우, 남시병, “GPS를 이용한 이동물체의 위치추적에 관한 연구”, 진주산업대학교논문집, 2002.
- [2] 임재빈, 송상수, *RFID 관리자*, 시대고시기획, 2010.
- [3] 정종인, “초중등학교 RFID/USN구축방안 연구”, 한국교육학술정보원, 2006
- [4] 백태현, 민상규, 최태훈, 김지은, 하승진, 김대순, “실시간 위치 인식 시스템 응용 기술(RTLS)의 현황”, 기술현대중공업, 2008
- [5] 이봉근, “RFID기반의 특수약품 추적관리 시스템 설계 및 구현”, 한국정보처리학회, 2006
- [6] 오정훈, 엄기환, “RFID시스템을 이용한 U-기숙사 관리 시스템”, 한국해양정보통신학회, 2008