

# u-기반 시설물 관리 시스템 설계 및 구현

김현철\*, 이영구\*, 김정재\* 전문석\*

\*송실대학교 컴퓨터학과

e-mail:argniss@yahoo.co.kr

## Design and Implementation of facility Management System based Ubiquitous

Hyun-Chul Kim\*, Young-Gu Kim\*,

Jung-Jae Kim\*, Moon-Seog Jun\*

\*Dept of Computer Science, SoongSil University

### 요 약

유비쿼터스 시대에서 요구하는 가장 핵심적인 요소기술 즉 인프라이며 이를 이용한다면 다양한 시설물에서의 침입자에 대한 감시, RFID를 이용한 효율적인 인력배치에 응용이 가능하고 또한 온도, 조도, 연기 센서 등을 활용하면 실시간으로 화재 및 테러에 대해 조기에 인지하여 빠르게 대처할 수 있다.

본 논문에서는 USN이 적용되는 대상은 침입탐지를 감시해야 하는 구역, 보안감시 대상이 되는 구역, 위험물 관리와 같은 구역으로 분류하여 구역의 특성마다 센서와 카메라, Tag와 센서(Hybrid Reader)기술 등을 하나의 센서노드로 융합하여 관리대상에 이상유무가 있을 경우 빠르게 대처하거나, Tag와 센서(Hybrid Reader)기술을 이용한 효율적인 인력배치 및 관리할 수 있도록 USN을 구성한다.

### 1. 서론

유비쿼터스 센서 네트워크(USN)는 IT839 전략의 3대 첨단 인프라 중 하나로 그 중요성이 날로 증가하고 있다. 이미 해외 여러 업체에서도 기술 로드맵 중의 센서 네트워크를 기반 기술로 예측할 정도로 미래 유비쿼터스 사회를 구현하기 위한 핵심 기반 구조로 USN이 주목 받고 있다. RFID/USN의 발전은 물리적 세계와 디지털 세계를 연결할 수 있는 특징 때문에 많은 분야에 응용될 수 있다. 예를 들어 특정 네트워크에서 침입 감지나 화재 센서를 이용해 도난, 방화 등에 대해 미리 대처할 수가 있으며, 산업 현장에서는 위치 인식 서비스나 시설물 등의 물류 관리 등에 사용될 수 있어, 각종 의료시스템이나 과학 분야 등 여러 분야에서 현재 활발한 연구가 진행되고 있다.

USN의 기술적 중요성에도 불구하고 무선 네트워크 카메라를 이용한 무인감시, 침입 감시 센서를 이용한 감지 기술 및 이러한 시스템에서 발생하는

데이터를 암호화하고 이를 센서 네트워크를 통해서 전송하고 처리하는 기술, RFID를 이용한 효율적인 인원 위치 파악 및 배치 방법은 시설물 보안 산업분야에서 하나의 통합된 시스템으로 아직까지 서비스 되지 못하고 있는 실정이다.

제안하는 시스템은 유비쿼터스 시대의 핵심적인 인프라 기술의 개발 및 검증뿐만 아니라 이 기반을 이용한 응용시스템 개발 및 활용은 기술적인 측면에서 상당히 중요한 의미가 있을 것이다. 이를 위해 본 논문에서는 네트워크 카메라의 구성, 기존의 적외선 침입감지 센서를 대체하기 위한 마이크로웨이브 침입감지 센서, RFID를 이용한 사용자 추적 및 관리에 관한 시스템이다.

### 2. 관련연구

#### 2.1 센서

적외선 센서를 동작 원리에 따라 크게 열형, 광자형으로 분류한다[1]. 열형은 적외선을 일단 열로

변환하고 저항 변화나 기전력 등의 형태로 출력을 꺼내는 형태의 센서이다. 반대로 광자형은 반도체의 이동간 에너지 흡수차를 이용한 광전도 효과 등에 의한 광기전 효과를 이용한다. 광자형은 입사된 적외선에 의해 유기된 광자(photon)를 검출하는 것으로 일반적으로 InSb, MCT (HgCdTe), InAs, PbS 등의 반도체재료가 많이 쓰이고 있다. 광자형은 이론에 가까운 감도와 빠른 응답속도 그리고 반도체 제조기술을 적용할 수 있는 장점을 가지고 있지만 소자가 충분한 감도를 가지기 위해서는 극저온의 냉각이 필수적이다.

마이크로 웨이브를 이용한 센서는 도플러 원리를 이용한 X-Band(10.525GHz)로 응용하여 레지스터 레이와 반도체소자를 통해 특수하게 전력제어를 하는 방식으로 반영구적인 수명을 가지고 있으며, 공동 건물의 지하 주차장 등의 전력을 유동체의 움직임을 방해물을 투과하여 측정할 수 있는 특징을 가지고 있다. 이는 움직임 감지 때 전력제어를 함으로써 에너지 절감을 현실화 시킬 수 있다[3].

### 2.2 카메라

폐쇄회로(Closed Circuit) 텔레비전이라고 불리는 이 시스템은 화상정보를 특정 사용자에게 전달해 주는 것으로 내수는 물론 수출도 활황을 이루는 산업이다[8]. 이러한 CCTV산업은 처음에는 제조업체들이 소규모의 설비를 기반으로 시작하였으나 80년대 들어서 CCTV시스템 설비투자가 외국의 부품을 기반으로 본격적인 생산의 활성화를 띄었으며, 현재는 대기업과 중소기업을 중심으로 대부분의 제품들이 국산화가 이루어지고 있다. 씨큐리티 산업의 일종으로 정보통신군에 속하면서 전자 디지털 기술을 바탕으로 미래지향적인 부가가치를 창출해 나가고 있으며 사회적인 안전과 생산성에 의한 경쟁력 추구 멀티미디어를 근간으로 하는 정보사회의 가속화는 다양한 응용기술과 접목된 시장을 형성해 가고 있어, 매우 높은 성장잠재력을 가지고 있다. 특히 컴퓨터 네트워크 멀티미디어기술을 배경으로 종래의 유선 CCTV에서 선로 작업이 필요 없는 무선 CCTV로 발전하고 있으며, 저장 매체 역시 DVR에서 무선 DVR로 확장해 나가고 있다[2].

### 2.3 RFID Tag

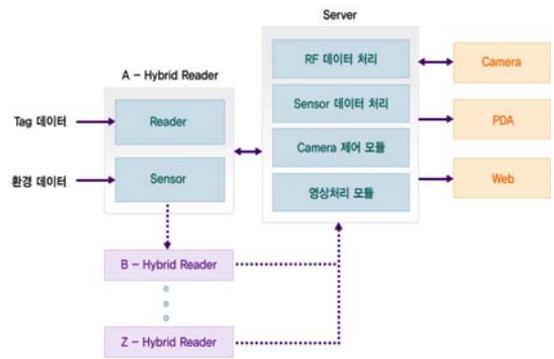
RFID 을 이용한 사물의 실시간 위치추적, 파악하는 시스템을 구현할 수 있으며 RFID Active Tag

을 이용하며 인식 범위는 RFID Passive Tag 보다 넓은 편이나 사용 범위는 RFID 의 일반적인 적용보다는 특수 목적에 이용되는 경향이 있다[4].

### 3. 제안하는 시스템

제안하는 시스템의 USN이 적용되는 대상은 침입탐지를 감시해야 하는 구역, 보안감시 대상이 되는 구역, 위험물 관리와 같은 구역으로 분류할 수 있다. 구역의 특성마다 센서와 카메라, Tag와 센서(Hybrid Reader)기술 등을 하나의 센서노드로 융합하여 관리대상에 이상유무가 있을 경우 빠르게 대처하거나, Tag와 센서(Hybrid Reader)기술을 이용한 효율적인 인력배치 및 관리할 수 있도록 USN을 구성한다.

침입탐지를 위한 구역은 마이크로웨이브 센서를 이용하여 감시하고, 카메라를 사용하여 감시구역을 항상 모니터링할 수 있도록 구성한다. 감시구역에 센서에 의해 침입탐지가 감지되었을 경우 센서는 서버에 센서 ID와 센싱 된 데이터 및 위치정보를 서버에 전송하고, 서버는 센서 데이터를 이용하여 침입탐지가 감지된 센서의 위치로 카메라 뷰포인트를 이동하여 이미지 또는 동영상 저장 및 관리자에게 경고로 알려주게 된다.



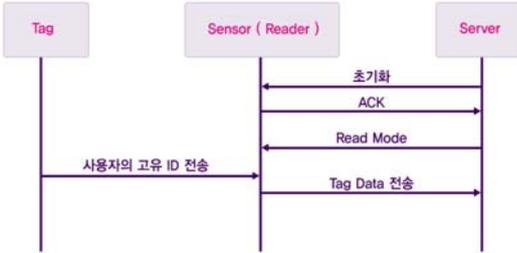
[그림 1] 각종 센서들의 USN 구성

시설물 관리대상 구역에 배치되는 인력을 효율적으로 관리하기 위하여 무선 ID 인식이 가능한 Active Tag를 소지하게 하고 시설물에는 센서(Hybrid Reader)를 부착하여 효율적인 근무 시간 배당, 근무자 스케줄관리 및 주변 환경 정보를 수집한다. 만약 다른 구역에 이상이 발생하였을 경우 가장 가까운 위치에 있는 인력을 투입하여 문제를 해결 하거나, 중앙 서버를 통하여 관리자에게 이상 발

생을 경고하고 대처 할 수 있도록 한다.

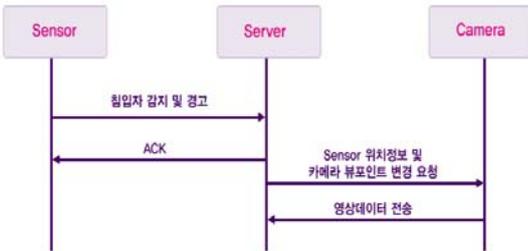
### 3.1 RF 및 USN Hybrid Reader의 동작 흐름도

Active Tag로부터 데이터를 수신하여 Tag의 위치정보의 서버에 전달하는 과정은 다음과 같다.



[그림 2] RF 및 USN Hybrid Reader의 동작 흐름도

### 3.2 Sensor 및 카메라의 동작 흐름도



[그림 3] Sensor 및 카메라의 동작 흐름도

시설물 관리 대상에 침입자가 있는 경우 마이크 로웨이브 센서를 통하여 감지하고, 센서 정보를 서버에 전송하여 센서의 위치에 카메라의 뷰포인트를 이동시켜 이미지 및 동영상으로 저장하거나, 카메라에서 입력되는 데이터를 영상처리 기법인 움직임 검출 기술을 사용하여 이미지 또는 동영상을 사건 발생 시간정보 및 해당 카메라 위치정보 등과 함께 저장하고, 관리자에게 경고하여 시설물을 보호할 수 있도록 구성한다.

### 3.3. 마이크로웨이브 감지기

기존의 적외선 및 열감지식 침입감지 센서는 장애물에 의한 투과가 되지 않기 때문에 장애물이 많은 장소에서는 설치에 대한 제약성이 많다. 일반적으로 비금속물체는 약 5cm정도 두께의 장애물을 투과하여 감지하는 특성을 가지고 있기 때문에 전파를 보내고 받는 방식은 실내외공간에 대해서는 사각지대가 없는 장점을 가지고 있다.

제어부에서 출력되는 2Khz, 듀티비 4%의 PWM 신호가 X-band 센서 전원제어 부에 공급되면, X-band 센서부는 전파를 송출하여 감지영역을 형성한다. 감지영역에서 물체의 움직임이 검출되면 송신과 수신주파수에 대해 위상편차가 생기게 되어 IF신호가 출력되게 된다.

이 IF신호는 레벨이 약하기 때문에 필터와 증폭 과정을 거쳐 제어부의 A/D컨버터에 입력되고, A/D 컨버터에서 잡음신호인지 유동체 감지신호 인지를 판별하고, 유동체 감지신호로 판별되면 타이머가 2초간 출력신호를 보내 리드릴레이를 2초 동안 동작시키게 되는 것이다.

### 3.4 네트워크 카메라를 이용한 DVR 움직임 감시 이벤트

DVR에서 움직임이 발생 신호가 감지가 되면 정합블록 기법으로 움직임을 감지한다.

하나의 화면을 64분할하여 각 분할별로 모두 감시를 하게 되며 간격은 1초에 한번씩 스캔하도록 설계 및 개발되었다.



[그림 4] 정합 블록 기법을 이용한 움직임 검색

이렇게 검색된 데이터는 이벤트 기록 데이터베이스에 저장되며 나중에 검색을 통해 그때의 장면을 볼 수 있도록 설계 및 개발되었다.

### 3.5 RFID Tag 및 USN Reader를 이용한 위치분석 시스템

위치추적엔진은 RTLS 기술 기반에 RSSI (Received Signal Strength Indicator) 방식을 적용한 시스템으로서 참조 태그(Reference Tag) 및 가상 참조 태그(Reference Tag)를 사용하여 구성하였다. 매장 내에 있는 모든 센서 네트워크 기반 USN Reader로부터 방문객 및 경찰직원의 2.45GHz RFID Active Tag Data를 수신하고 Gathering,

Filtering, 위치추적 엔진 기능을 사용하여 위치 분석을 할 수 있도록 구성하였다.

4. 실험평가 및 분석

4.1 2.45GHz RFID Active Tag 및 USN Reader의 위치 검출 실험

RFID 및 USN 하드웨어 장비와 응용 솔루션의 성능을 테스트하고 평가하기 위하여 당사에 실제 테스트 환경을 구축하여 관공서와 같은 건물에서 실제로 구축되었을 경우 바로 적용가능 하도록 하여 테스트 하였다. RFID 장비 특성상 차폐물이 있는 경우와 없는 경우를 비교하여 인식률 및 거리를 테스트 하였고, USN Reader의 센서 데이터는 각 용도마다 기준치를 정하여 센서에서 취합되는 데이터를 분석하였다. 또한 응용 솔루션은 시나리오에 따라 실제 사용한 결과를 직원 및 외부인이 직접 테스트 할 수 있도록 하여 솔루션의 안정성 및 효율성을 입증할 수 있도록 실험하였다.

[표 1] 위치검출 실험

테스트 항목 검출방법	이동 속도	이동 거리	이동 회수	위치검출	
				인식 회수	인식률 (%)
F1	느리게	15M	100	100	100.00
	중간	15M	100	100	100.00
	빠르게	15M	100	99	99.50

표 1에서 100회 이동에 9와 같이 1회 인식 오류는 빠르게 이동하였을 경우 대부분 발생하였고, 이와 같은 원인은 Tag 데이터를 USN Reader에서 취합하는 과정에서 현재 USN Reader의 위치와 다음 위치에 설치된 USN Reader에서 인식이 모두 되는 경우(전파의 세기를 구분하여 가장 작은 전파를 먼저 읽는 쪽에 인식하도록 함), USN Reader의 주기적 수신 속도(0.3초 ~ 1초 사이)와 실험하는 사람의 이동속도 차가 존재하기 때문에 현재위치에서 검출되기보다 다음 위치에서 검출이 먼저 된 경우이다.

4.4 관제 모니터링 시스템으로부터 침입 알림 시스템에게 경고 전달에 대한 실험평가

침입이라는 판단에 의해 각 서브시스템에 메시지를 전송할 때 TCP/IP Socket 전송으로 메시지가 전달되며, 각 서브시스템의 IP로 Multi-Casting을 통해 메시지 전달의 횟수 및 오류목록을 작성하여

실험하였으며, 모두 안전하게 전달되는 것을 확인하였다. 이때 사용한 포트 번호는 7000번으로 사용하였으며, 방화벽이 없는 경우 안전하게 전달되었다.

[표 2] 정보전달 실험

테스트 항목 검출방법	경고 전송	위치검출	
		전송회수	인식률(%)
U-Terminal로의 전송	침입 경고	100	100%
사용자 PC로의 전송	침입 경고	100	100%
	공지 전송	100	100%

5. 결론

카메라를 이용한 감지, 센서를 이용한 감지 기술 및 이러한 시스템에서 발생하는 데이터를 암호화하고 이를 센서 네트워크를 통해서 전송하고 처리하는 기술은 동일한 산업분야에서 활용이 가능함에도 불구하고 현재까지 개발된 기술과 솔루션은 이러한 기능을 하나로 통합하여 사용하고 있지 못하고 있었다. 하지만 상기한 기술은 분명히 유비쿼터스 시대에 요구하는 가장 핵심적인 요소기술 즉 인프라이며 이를 이용한다면 다양한 시설물에서의 침입자에 대한 감시, RFID를 이용한 효율적인 인력배치에 응용이 가능하고 또한 온도, 조도, 연기 센서 등을 활용하면 실시간으로 화재 및 테러에 대해 조기에 인지하여 빠르게 대처할 수 있다.

향후 연구로는 본 연구에 사용한 시스템을 실생활에 도입하여 다른 기타 애플리케이션과의 연계를 통해 배치하는 것을 목표로 하고 있다.

참고문헌

[1] Jeffrey Hightower and Gaetano Borriello, "Location System for Ubiquitous Computing," IEEE Computer Society, Vol.34, No.8, 2001.08, pp.57-66.  
 [2] AXIUM Technologies, Inc. [http://www.omnivision.net.au/downloads/4\\_channel\\_ovr\\_1000.pdf](http://www.omnivision.net.au/downloads/4_channel_ovr_1000.pdf)  
 [3] Mahesh P. Abegaonkar, "A Miniaturized Nondestructive Microwave Sensor for Chickpeas Moisture Measurement," Review of Scientific Instruments, 1999, pp.3145-3149.  
 [4] 이창환, "능동형 RFID 태그를 이용한 실내위치 측정 기법," 한국정보과학회 2005 추계학술대회, VOL.32 NO.02, 2005.11. pp.0376~0378.