

RFID/USN 기반의 능동형 창고 상태 관리 시스템의 설계

신경호*, 우정욱, 이민순, 이병수
시립 인천대학교 컴퓨터공학과
e-mail: {skh426, dnrzzang, mslee}@e-nion.com,
bsl@mail.incheon.ac.kr

Design of Active Repository Condition Management System based on RFID/USN

Kyoung-Ho Shin*, Jung-Uk Woo, Min-Soon Lee,
Byoung-Soo Lee
Dept of Computer Engineering, University of Incheon

요 약

RFID/USN은 IPv6 및 BcN과 더불어 미래 유비쿼터스 사회의 기반 인프라로서 고려되고 있으며, 이를 적용하기 위한 다양한 연구가 진행되고 있다. 특히 물류시스템에서 물류의 생산, 이동, 상태 관리 등에 사용되고 있다. 본 논문에서는 물류 보관 창고를 중심으로 입고된 제품의 최적 상태를 유지하고 이를 제어할 수 있는 능동형 창고 상태 관리 시스템을 설계하고자 한다.

1. 서론

최근 RFID/USN(Radio Frequency Identification/Ubiquitous Sensor Network)은 IPv6 및 BcN(Broadband Convergence Network)과 더불어 미래 유비쿼터스 사회의 기반 인프라로서 고려되고 있다 [1]. RFID 기술은 태그(Tag)와 리더기(Reader) 중심의 하드웨어 산업으로 간주되었으나 현재에는 네트워크 기능이 RFID의 핵심 기술로 부각되고 있다. RFID 태그는 반도체 칩과 안테나로 구성되며 칩에는 사물의 식별 코드와 정보를 저장하고, 리더기의 요청에 의해 자신의 정보를 전달한다. 태그는 리더기와 데이터 전달을 위해 배터리를 사용하는 능동형(Active) 태그와 배터리를 사용하지 않는 수동형(Passive) 태그로 구분되어진다. 이러한 태그들은 다양한 주파수 대역을 지원하는 리더기에 의해서 동작하게 된다. 태그 기술에 대한 표준은 EPCGlobal에서 진행하고 있다. 현재 EPC C0, C1 등의 프로토콜을 지원하는 제품들이 출시된 상태이며 2005년 말에는 EPC Gen2 기반의 태그들이 일반화 될 것으로 보여 진다. 유비쿼터스 환경에서는 자율적인 센싱, 저전력 통신기능 및 수천 개 이상의 노드 개체들로

무선 센서 네트워크를 구성하는 등의 기능이 필요하며 유비쿼터스 환경에서 사용할 수 있는 무선 센서 네트워크에 사용 가능한 작은 크기, 저가격, 소량의 데이터, 낮은 처리속도를 요구하는 근거리 무선 통신기술이 요구된다. 이러한 기술로는 WLAN, Bluetooth, Zigbee 등이 있다. 물류 집합장이나 수출입 항의 경우 창고에 다양한 제품들이 보관되어질 수 있다. 보관되는 제품들에 따라 온도, 습도, 압력, 빛 등의 조절이 필요하며, 환경의 변화에 따라 출고된 제품의 유통기한 등을 변경해 주어야 한다. 따라서 보관되는 제품의 상태를 일정하게 유지 시켜야하며, 이를 입고되는 제품에 따라 동적으로 설정하며, 상태의 변화를 감지할 수 있는 지능형 창고 시스템을 필요로 한다. 본 논문에서는 사물의 정보 및 주변 환경정보를 이용하여 관리할 수 있는 창고 상태 관리 시스템을 설계하고자 한다. 2장에서는 RFID/USN 기반 기술들에 대하여 살펴보고, 3장에서는 본 논문에서 제안하는 창고 상태 관리 시스템을 설계하며, 4장에서는 결론 및 향후 연구 방향을 제시한다.

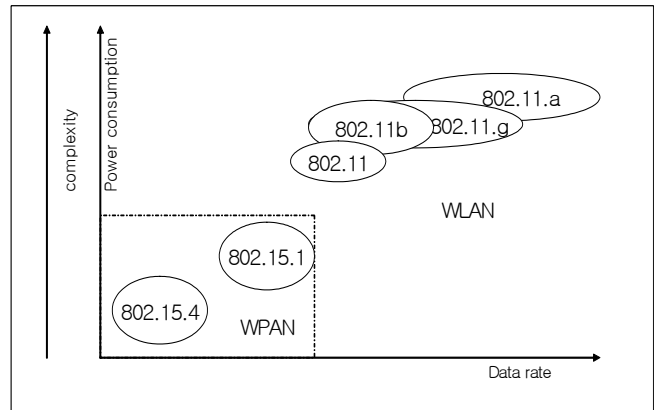
2. 관련 연구

2.1 RFID 기술

EPCGlobal은 2003년 10월 설립된 이후 태그, 리더기, EPC(Electronic Product Code), Savant(미들웨어), ONS(Object Name Service), PML(Physical Markup Language), EPCIS(EPC Infomation Service) 등의 기술을 기반으로 하며 EPC 네트워크를 구성하기 위한 기술을 개발하고 표준화를 추진 중에 있다. 태그는 반도체 칩과 안테나를 가지고 있으며, 칩에는 태그를 식별하기 위한 EPC 코드를 저장할 메모리가 있다. RFID 시스템은 전자기파를 발생시키고 방사시키기 때문에 무선 시스템으로 분류되며, 다른 무선 서비스들의 충돌을 피하기 위해서 적절한 동작 주파수가 필요하게 된다[2]. RFID를 위한 주파수 대역으로는 인식 거리가 짧은 135kHz 이하와 13.56MHz용 저주파 태그와 인식거리가 수미터에 달하는 433.92MHz, 900MHz, 2.45GHz 등이 있다. 주변 지형지물, 제품정보, 주파수에 따라 인식거리에 차이가 있다. <표 1>에 주파수 대역별 인식거리 및 적용분야를 나타내었다[3]. EPC 코드는 기존의 바코드 관리기관에서 제안한 RFID용 코드체계로 64비트, 96비트, 256비트의 상품번호 체계를 기반으로 하고 있다. Savant는 PML 쿼리에 대하여 다양한 서비스를 제공하기 위한 미들웨어의 기능을 수행한다. PML은 XML을 기반으로 EPCs와 관련된 보고와 구조화된 쿼리를 지원한다.

2.2 USN 기술

유비쿼터스 센서 네트워크는 WLAN(Wireless Local Area Network)을 위한 IEEE 802.11과 WPAN(Wireless Personal Area Network)을 위한 IEEE 802.15가 있다. Bluetooth는 IEEE 802.15.1에서 정의하고 있으며 Zigbee는 802.15.4에 표준이 있다.



(그림 1) WLAN과 WPAN 표준 기술들의 동작환경

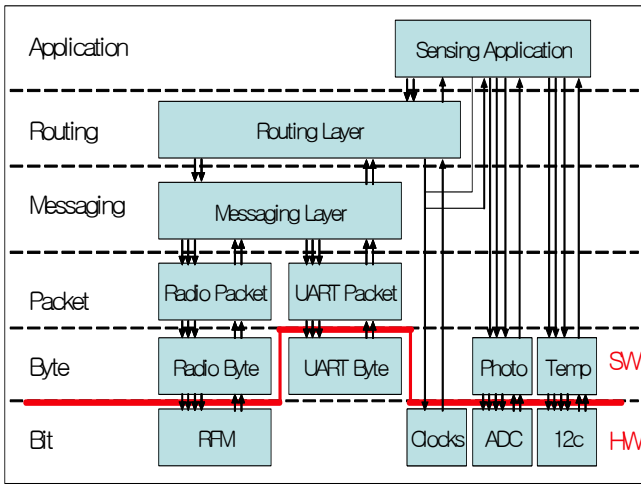
(그림 1)에서와 같이 WPAN과 WLAN은 데이터 전송률, 전력의 소모량과 그 구현의 복잡도 등에 차이가 있다. 센서 네트워크의 특성상 고속의 무선 네트워크 보다는 저가격, 저전력, 낮은 복잡도의 회로를 통해 배터리로 몇 개월에서 몇 년까지 기능을 계속 수행할 수 있는 네트워크 기술이 필요하다.[4].

2.3 센서 네트워크 운영체제

센서 노드는 마이크로 컨트롤러를 내장한 소형 컴퓨터 시스템으로 센싱 기능과 센서 노드간의 통신을 위한 운영체제가 필요하다. 본 논문에서는 센서 노드들을 위한 운영체제로 TinyOS를 사용한다. TinyOS는 이벤트 발생에 따른 상태 전이 방식을 이용한 운영체제로 제한된 메모리 공간의 효율적인 이용과 프로세싱의 동시성 등을 지원해 주는 운영체제이다. TinyOS에서는 시스템 자원의 제약으로 기존의 IP 프로토콜, 소켓, 쓰레드를 지원하지 않는다. 센서 네트워크의 대표적인 MAC 프로토콜인 S-MAC은 센서 세트워크 응용프로그램에서 특별한 센싱 이벤트가 발생하지 않을 때 휴지(Idle)상태에 들어간다. 또한 낮은 전송속도로 인해 전송할 패킷을 여러 작은 단위로 나누어 전송하게 된다.

<표 1> 주파수별 특징

주파수	인식거리	적용분야
125-135kHz	< 10cm	Rental Item, Auto Immobilizers, Animal Tracking
13.56MHz	10-70cm	Rental Item, Auto Immobilizers, Security/Access Control, Smart Card
433.92MHz	< 100m	Container Management, e-Seal
860-960MHz	> 1m	Asset Management, Yard Management, Baggage Tracking, Toll Collection
2.45GHz	< 1m	Asset Management, Supply Chain Management, Toll Collection



(그림 2) 컴포넌트 기반의 TinyOS 응용 예

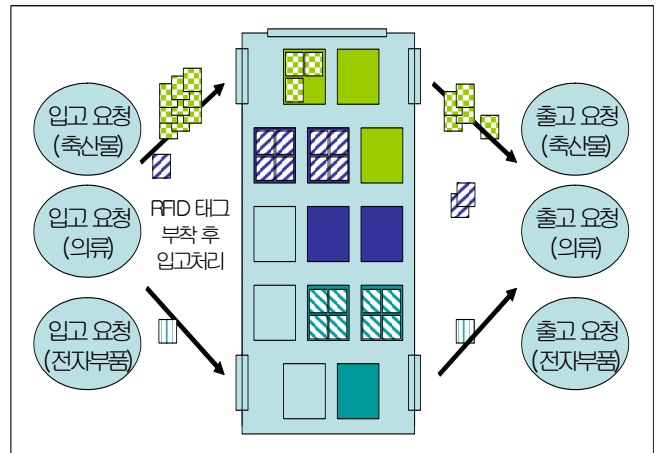
TinyOS는 코어 운영체제 외에 센서 네트워크용 소형 데이터베이스인 TinyDB, 태스크 툴킷 등을 제공하고 있다.

2.4 물류 시스템에서의 RFID/USN

RFID/USN 기술에 대한 다양한 적용 분야 가운데 물류 시스템에 많은 시도들이 이루어지고 있다. (그림 3)은 물류를 보관하기 위한 창고의 운영 형태이다. 동일한 제품이 창고에 모두 입고되거나 다양한 제품(비슷한 특징을 가지는)이 하나의 창고에 입고되어 질 수 있다. 그러나 창고에 보관되는 제품들이 동일한 시기에 모두 입고되거나 출고되기 전에는 보관되어지는 기간이 각각 달라지며, 이는 제품의 유통기간이나 적절한 출하시기를 놓치는 문제가 발생할 소지가 있다. 또한, 창고 내에서 보관되는 위치에 따라 제품마다 빛, 온도, 습도, 먼지 등에 민감할 수 있으며, 제품의 상태를 변질 시키는 요인이 된다. 입고시마다 물품의 종류와 보관되어지는 장소에 따른 최적의 환경을 설정하고, 보관 중 변경되어지는 상태를 관리자가 알 수 있도록 로그정보를 남겨야 한다.

3. 능동형 창고 상태 관리 시스템

본 장에서는 LAN, WLAN, WPAN을 이용한 능동형 창고 상태관리 시스템을 설계하며, 각 구성요소들에 대하여 설명한다. 입고 시에 사용되는 RF 리더기의 경우 유선 LAN을 사용하며, 창고내의 제품 상태 파악을 위해서는 WLAN 방식이나 WPAN 방식을 사용할 수 있다.

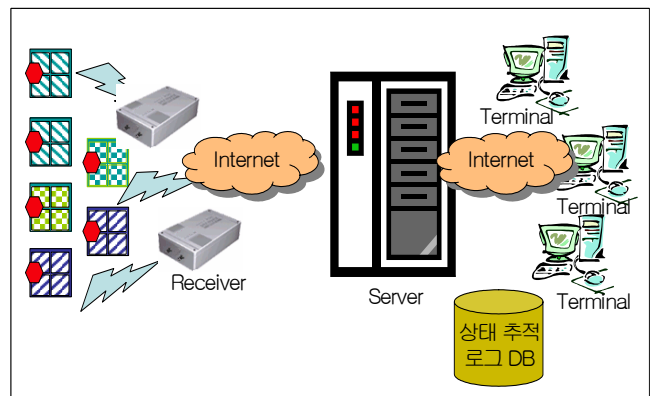


(그림 3) 창고 운영 형태의 예시

팰렛(Pallet)에는 RFID 태그 외에 추가적으로 저전력을 기반으로 하는 근거리 무선 네트워크 통신 장치인 센서 노드를 부착한다. 센서 노드는 배터리로 작동되어지며, 보관되어지는 물품의 상태를 파악할 수 있도록 다양한 센싱 기능(온도, 습도, 조도, 먼지 등)을 가지고 있다.

3.1 전체 시스템 구성

(그림 4)은 전체 시스템 구성도이다. 팰렛에 부착된 센서 노드들은 송수신 기능을 가지고 있으며, 센서 노드들이 보낸 데이터들은 서버에 저장되어 현재 보관중인 제품의 상태와 출하시의 전체 로그를 살펴 볼 수 있다. 또한 관리자 프로그램에서는 각 센서 노드에 접속하여 팰렛에 적재된 제품에 따라 센서 노드에 최적 환경을 원격에서 설정할 수 있다. 센서 노드는 각각의 센서들(온도, 습도, 조도, 먼지)에 설정된 임계값을 벗어나는 경우 서버에 변경 사실을 알리게 된다.



(그림 4) 전체 시스템 구성

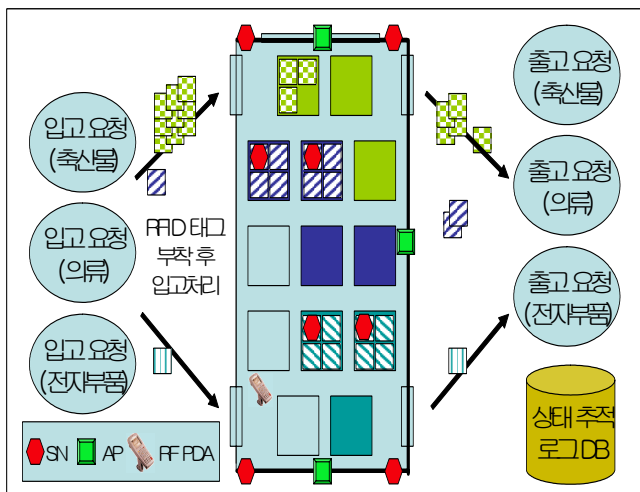
본 논문에서 설계한 센서 노드는 Zigbee 기반의 무선 네트워크 시스템으로 노드들 간에 라우팅 및 리피터 기능을 가지고 있다. 따라서 허용 가능한 범위 내에서 노드들을 확장하여 넓은 범위의 창고에서도 네트워크 망을 구성할 수 있다.

3.2 센서 모듈의 운용

창고 내 관리자는 RF PDA를 이용하여 창고내에 있는 AP를 통하여 RF PDA가 읽어 들인 정보를 서버에 전송하게 된다. 이는 관리자가 창고에 직접 들어가 상태를 확인하는 경우에 이용할 수 있다. 창고의 규모나 특징에 따라서 유선(고정형) 센서 노드들을 장착할 수 있으며, 이는 창고 자체의 상태 변화를 감지하게 된다. 펠렛트에 부착되는 센서 노드의 경우 창고에 입고될 시점에 제품에 따라 센싱할 센서들의 임계값을 설정하게 되며 설정한 범위를 넘어가게 되는 경우에 인접 노드들을 통하여 변경된 정보를 서버에 전달하게 된다. 장착된 센서노드는 출고시에 센서 노드를 분리할 수 있다.

참고문헌

- [1] 장병준 외, "RFID/USN 기술개발 동향," 한국정보과학회지, 제 23 권, 제 2 호, 2005
- [2] Klaus Finkenzerler, "RFID Handbook" second edition, John Wiley & Sons, 2003.
- [3] "RFID 기술교육 세미나", 산업자원부 지정 인천대학교 동북아전자물류연구센터(RRC), 2005.
- [4] 이상학 외, "IEEE 802.15.4: Sensor Network 기술," 한국정보과학회지, 제 21 권, 제 8 호, 2003.
- [5] 김진태 외, "저속, 저가, 저전력 무선 PAN 표준 개발 동향," 전자통신연구원, 전자통신동향분석, 제 18 권 제 2 호, 2003.
- [6] Zigbee Web Site : www.zigbee.com



(그림 5) 능동형 창고 상태관리 시스템 구조

4. 결론

물류 시스템에 바코드가 도입된 이후 RFID/USN 기술은 또 한 번의 큰 변화를 예고하고 있다. 능동형 창고 상태 관리 시스템은 창고가 단지 제품을 보관하기 위한 장소가 아니라 제품이 보관된 이후 출고까지의 환경 변화를 상품 자체가 능동적으로 관리자에게 알릴 수 있도록 설계하였다. 향후 연구과제로는 본 논문에서 설계한 시스템에 대한 모듈별 상세 설계와 구현이 필요하다.