

RFID 및 USN을 이용한 스마트 도서관리 시스템 개발

이 창 수^{*} · 박 상 균^{**} · 안 재 명^{***}

요 약

중·대형 도서관에는 상당히 많은 양의 도서 및 미디어 관리대상이 있어 이를 효율적으로 관리하는 것이 쉽지 않다. 최근 마그네틱이나 바코드를 대신하여 RFID 기술을 적용하고 있으나 아직까지는 단순한 도서관리나 도난방지용으로만 한정되어 사용되고 있다. 최근 RFID 및 USN 기술의 발전으로 인하여 다양한 산업분야에서 이를 응용한 시스템이 활용되고 있고 기술적 한계를 좁혀감에 따라 도서관에서 효율적으로 도서를 관리할 수 있는 시스템에 대하여 연구하였다. 본 논문에서 제안하는 지능형 도서관리 시스템은 상기 기술을 적용하여 보다 효율적인 도서관리 체계와 사용자에게 다양한 콘텐츠와 편리성을 제공할 수 있는 시스템을 개발하여 기존의 도서관리 시스템의 단순관리 작업을 보다 다양하게 활용할 수 있는 지능형 도서관리 시스템을 개발하였다.

키워드 : RFID, 지그비, 센서네트워크, 도난방지태그, 지능형 도서관

Intelligent Library Management System using RFID and USN

Chang-Soo Lee^{*} · Sang-Kyoon Park^{**} · Jae-Myung Ahn^{***}

ABSTRACT

It's not easy for medium or large sized libraries to effectively manage their vast array of books and media data. Recently, in place of magnetic stripes and barcodes, RFID technology has been applied on a small scale to simple book management and theft-prevention initiatives. The development of RFID and USN applied systems and technology has led to RFID and USN being used in a diverse range of industrial fields, including book management systems in libraries. Using the aforementioned technology, the intelligent book management system suggested in this thesis can provide a more practical, effective, content-rich and convenient book management system.

Keywords : RFID, ZigBee, USN, EAS Tag, Intelligent Library

1. 서 론

최근에 RFID 및 USN 기술의 발전으로 인해서 다양한 산업분야에서 이를 응용한 시스템이 활용되어 지고 있다. 물론 이러한 기술의 발전 속도는 상당히 빠르지만 실제 적용 가능한 산업분야는 기술에 대한 검증이 이미 이루어진 경우에 국한되는 경우가 많다. 또한 기술의 진보가 이루어졌음에도 불구하고 또는 조금의 기술의 진보만 이루어져도 현재 적용된 기술에 비해 현저히 좋은 효과를 얻을 수 있음에도 불구하고 여러 가지 이유로 적용이 되지 않는 경우가 많다[1, 2].

이러한 응용분야 중에서 RFID를 이용한 도서관리 시스템은 비교적 RFID란 기술이 빠르게 적용된 산업 중의 하나이

다. RFID 기술이 기존의 바코드 시스템을 대신해 도서관 환경 개선의 킬러 애플리케이션(Killer Application)으로 떠오르고 있다. 이에 따라 공공이나 민간도서관의 RFID 시스템 도입이 확대될 전망이며, 새로운 RFID 시장으로 주목받고 있다. 그러나 아직은 도입비율이 미미한 수준이다. 공공도서관의 경우 11.8% 수준이며, 민간도서관은 1.6%에 그치고 있다. 때문에 더욱더 성장 가능성 크다.

현재 대부분의 도서관리 시스템은 RFID Tag를 이용한 도서의 관리 자체에만 집중되고 있다. 하지만 도서관 관리에서 중요한 요소 중 하나인 도서의 오배열 관리 및 재배치 문제를 RFID 기술만으로는 해결할 수 없다. 물론 국내외에서 자가 대출기, 자가 반납기 등을 활용하고 있지만 상기한 문제를 근본적으로 해결해 주지 못하고 있다[3, 4, 5].

따라서, 본 논문에서는 RFID/USN을 이용하여 상기한 문제점을 해결하고 기존의 RFID를 이용한 도서관리 시스템에 지능형 기능을 제공하고 사용자가 보다 편리하게 도서를 관리 및 이용할 수 있는 시스템을 제안하고자 한다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 기존시스템 및 관련연구,

^{*} 정 회 원 : ETRI 부설연구소 연구원
^{**} 정 회 원 : (주)리테일테크 전략사업부 부장
^{***} 종신회원 : (주)리테일테크 대표이사
 논문접수 : 2012년 4월 18일
 심사완료 : 2012년 5월 2일

3장에서는 제안하는 시스템에 대하여 기술하고, 4장에서는 제안하는 시스템의 성능평가, 5장에서는 결론 및 향후 연구를 기술한다.

2. 관련 연구 및 기술

2.1 무선통신 기술

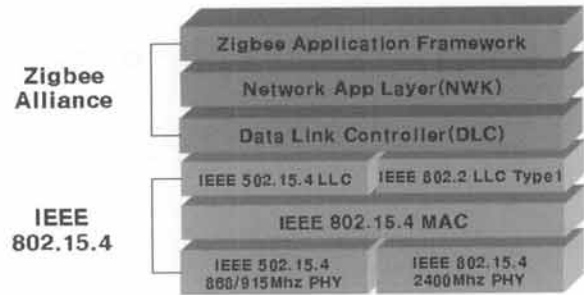
2.1.1 ZigBee

ZigBee란 IEEE 802.15.4 기반으로 저전력과 저가격을 목표하는 저속 근거리 개인 무선통신의 국제 표준 스펙이다. 전력소모가 적고 칩 가격이 저렴하고 통신의 안정성이 높아 최근 가장 급속한 발전을 하고 있는 기술로서 ZigBee는 IEEE 802.15.4 표준의 물리 PHY와 매체접근제어 MAC 계층 위에 그 상위계층으로 네트워크(NWK)계층, 응용지원(APS)계층과 보안(Security) 및 응용(APL)을 규격화하였다. ZigBee의 물리 PHY 계층은 간단한 구조이며, MAC 계층은 전력소비를 최소화 할 수 있도록 연구되었다. ZigBee는 원격제어, 원격관리, 원격모니터링에 적합하고 가정자동화, 공장자동화, 산업자동화에 활발하게 적용될 전망이다.

ZigBee 통신의 가장 중요한 특징은 저전력 설계에 의한 배터리 하나로 수년을 견딜 수 있고 시스템 구조가 간결하여 8 비트 마이컴으로 구현이 가능하고, 무선의 장점인 설치비용이 많이 드는 백본이나 인프라가 필요 없어 설치나 관리가 쉽다. 국내의 u-IT839 전략과 더불어 홈 오토메이션과 유비쿼터스 센서네트워크 환경 구축에 중추적 역할을 담당할 신기술로 활용되고 있다[6].

ZigBee는 반경 75m 정도의 근거리에서 27개의 주파수 중에 하나를 선택하여 저속인 250 Kbps로 데이터를 전송하며 최대 65,536개 네트워크를 연결할 수 있다. 기본적인 Star 네트워크 형태나 P2P(Peer-to-Peer)네트워크 형태는 당연히 지원되고, ZigBee와 유사한 다른 무선 표준들이 지원하지 못하는 Mesh 네트워크 형태를 지원해서 복잡한 네트워크형성도 가능하다. 그리고 ZigBee 표준을 따른 여러 가지 ZigBee기기를 상호운용 할 수 있는 무선네트워크에 적합한 신기술로 전망된다. 이와 같은 ZigBee 특징은 다음과 같은 네트워크 구조는 (그림 1)과 같다.

- 무선 통신(Wireless)이며 근거리 통신용으로 거리는 75m 가량이고 데이터 전송 속도는 저속 통신으로 최대 250Kbps까지 지원
- 저전력 설계(배터리 하나로 수년 지속)
- 프로토콜 구조가 단순하여 쉽게 설치 및 설정하고 시스템 제작 및 구성비용이 적음
- 광범위한 네트워크 노드를 지원하고 보안성과 안정성 보장
- 주파수는 2.4GHz, 868MHz, 915MHz
- IEEE 802.15.4 의 PHY 와 MAC 계층 위에 NWK 와 APS 계층으로 구성



(그림 1) Zigbee의 네트워크 계층구조

ZigBee는 원격 감지, 감시, 제어, 모니터링의 응용에 초점을 맞추어 가격을 최대한 낮추고, 전력소모를 최소화 하는 방향으로 설계되었다. ZigBee는 저전력을 위한 여러 가지 기술들을 제공하고 있다. 기기를 사용하지 않을 때는 쉽게 휴면 상태에 들어갈 수 있고, 필요한 경우 빠르게 깨어나 네트워크에 연결된다. ZigBee는 표준화된 규격이어서 자료 제공이 원활하며 설계하기 쉽고, 따라서 개발기간도 단축할 수 있고, 개발비용 역시 다른 표준보다 적게 요구되고 네트워크의 형태도 다양할 뿐만 아니라 최대 6만개 이상을 연결할 수 있다. ZigBee 네트워크는 Mesh 망이 지원되어 센서 노드나 다지점 통신을 사용하는 경우에 적합하다.

2.1.2 Bluetooth

블루투스(Bluetooth) 기술은 근거리 내에서 하나의 무선 연결을 통해서 장시간에 필요한 여러 케이블 연결을 대신한다. 각 장치들(프린터, 스피커등)을 케이블로부터 자유롭게 만들어 주는 것뿐 아니라, 블루투스 무선 기술은 기존의 데이터망과 주변장치들간의 인터페이스, 그리고 고정된 네트워크 하부구조로부터 멀리 떨어진 장치들 간에 특별한 그룹을 형성시켜준다. 잡음이 많은 라디오 주파수 환경에서 작동되도록 고안되었기 때문에, 블루투스는 빠른 인식과 주파수 호핑 방식을 사용하여 연결을 견고히 한다. 블루투스 모듈은 패킷을 전송받거나 보낸 후에 새로운 주파수 호핑을 함으로써 다른 신호들과의 간섭을 피한다.

2.4GHz의 ISM(Industrial Scientific Medical) 주파수대에서 작동한다. 주파수 호핑 송수신기는 간섭과 페이딩에 저항력에 강하다. 이진 FM 변조 방식은 송수신기의 복잡한 회로구성을 최소화하도록 설계되었다. 최대 데이터 전송속도는 1Mb/s이고, 풀 듀플렉스(Full Duplex) 전송을 위해서는 시간분할 다중 방식(Time-Division Duplex scheme)이 사용된다[6]. 블루투스 베이스밴드 프로토콜은 회로와 패킷 교환의 조합이다. 슬롯들은 동기화된 패킷들을 위해 예약될 수 있고, 각각의 패킷은 다른 이동 주파수로 전송된다. 명목 상으로는 하나의 패킷은 하나의 슬롯을 맡게 되어 있지만, 다섯 개의 슬롯까지 확장될 수 있다. 블루투스는 하나의 비동기 채널, 동시에 세 개의 동기 음성 채널, 또는 비동기 데이터와 동기 음성을 동시에 지원하는 채널까지 지원할 수 있다. 각각의 음성 채널은 64kb/s의 동기화된 연결을 지원하고, 비동기 채널은 최대 721kb/s의 비대칭 연결과 432.6kb/s의 대칭 연결을 지원한다.

2.2 도서관리 RFID Tag

기존의 도서관리에 사용되는 RFID Label 태그의 보증 기간이 1년임에 비하여 도서관 태그의 경우 보통 3년 이상을 요구하는 경우가 대부분이다. 특히 기존 HF(13.56MHz)대역의 칩(chip)에 비하여 사이즈가 현저히 작은 UHF(900MHz)대역의 칩의 경우 면적이 작기 때문에 기존 칩 바운딩(chip bonding)방식과는 다른 제조 공정을 필요로 한다.

최근 도서관리 RFID Tag는 일반 RFID 태그와 달리 도서관리 기능과 EAS(Electronic Article Surveillance) 기능을 가진 칩(chip)의 적용이 필수적이다. EAS기능이란, 도서를 승인 받지 않고 반출 시 Gate 통과 시점에 “beep”하게 하는 기능을 말한다. 기존의 도서관 시스템에서도 EAS기능을 모두 지원하고 있다. 이러한 도서관리 기능과 EAS 기능을 가지고 있는 UHF Gen2 칩은 (그림 2)와 같은 현재 NXP(구 Philips Semiconductor)사의 G2XM/G2XL 태그만 있다[7, 8, 9].



(그림 2) NXP사의 G2XM/G2XL 태그

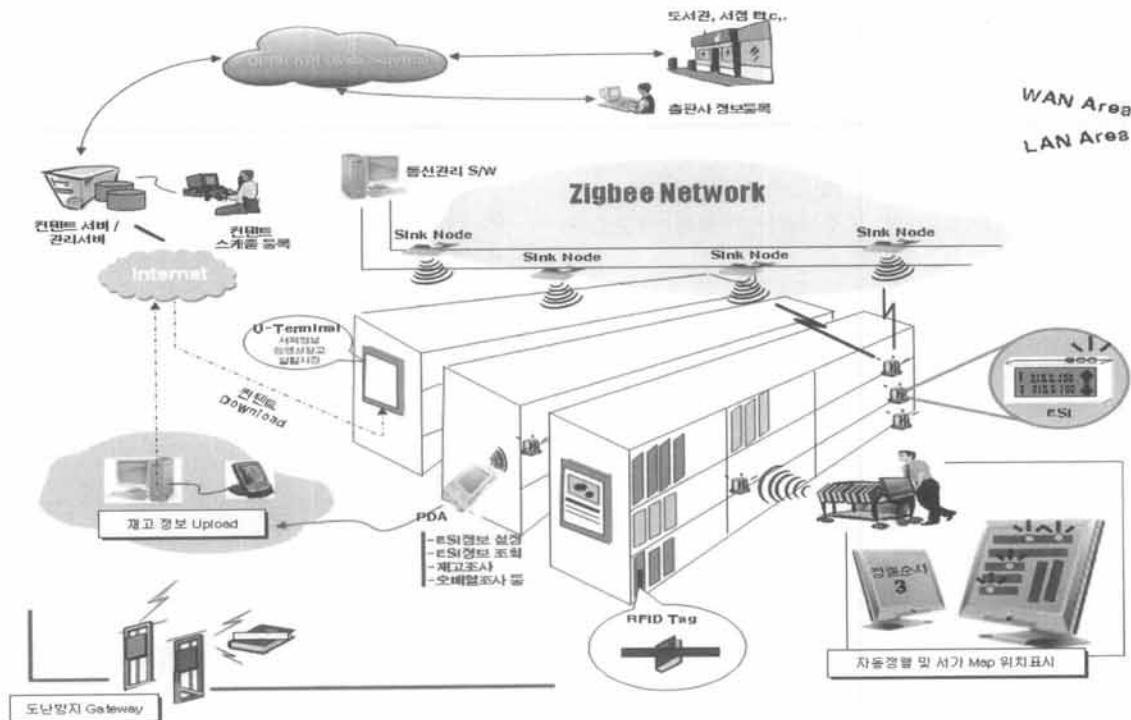
G2XM/G2XL의 경우 특히 칩(Chip) 사이즈가 가로 세로 0.5mm 이하이며 두께 0.1mm 이하의 최소 사이즈로, 이는 도서 사이에 삽입되어 다년 간 견뎌야 하고 삽입된 표시가 나지 않아야 하는 도서관 태그로서의 특성을 가지고 있다 [10]. 다만 기존 EPC Gen2 칩과 비교하여 1/4 크기에 불과한 NXP 칩을 효과적으로 태그 안테나 위에 바운딩(Bonding)하기 위해서 기존 Chip bonding 장비로는 곤란하며 이미 상당수의 외국 태그 업체들도 곤란을 겪고 있다.

3. 제안 시스템

본 논문에서는 기존 도서관에서 개발된 시스템에 대한 기능 개선을 위하여 제안하는 것이 아니라 신규로 도서관, 서점 등에 적용될 수 있는 부분을 제안하고자 한다. 대출입 및 회수 등 현재 RFID를 활용하여 구축된 몇몇 프로세스는 이미 효과등에서 많이 검증이 된 상태이다. 따라서 본 논문에서는 지능형 도서관으로서 보다 향상된 기능을 제안하며 이러한 기능모듈은 기존에 구축된 도서관에 쉽게 Add On 될 수 있고, 신규로 구축되는 지능형 도서관에도 기존 시스템과 같이 도입되어 활용될 수 있다.

3.1 전체 시스템

제안하는 전체시스템 구조도인 (그림 3)은 기존의 RFID를 이용한 도서관리 시스템에 지능형 기능을 제공하고 시스템의 경쟁력을 확보하며 관리자가 보다 편리하게 도서를 관리 및 이용할 수 있는 시스템을 제안한다. 제안 시스템의 구성은 다음과 같다.



(그림 3) 전체시스템 구조도

- 서적 수거기(Smart Book Truck)
 - 서적 수거기에는 RFID Reader가 장착되어 있고 이를 이용해 정리할 서적이 해당 구역에 있는지 아닌지를 확인
 - 개발될 자동배열 알고리즘을 제공하여 재배열 순서대로 서적을 카트 위에 배치 할 수 있도록 구성
 - 해당 서적(자료)이 재배열 되어야 하는 위치를 화면에 표시

- u-Terminal
 - 서가의 측면에 부착되며 도서관 이용자가 RFID Tag를 인식시켜 도서의 상세정보를 조회
 - 이용자는 바코드 또는 RFID Tag로 학생증(회원증)을 이용하여 바켓(장바구니)에 담긴 도서의 위치 및 정보(재)확인
 - 평상시에는 서가의 번호를 표시해 주고 및 CMS Engine에 정의된 공지사항/광고(일반서점의 경우)를 표시
 - 도움 필요 시 도서관 직원 호출 및 주요시설(Map) 안내 등 콘텐츠 제공
 - 도서관 이용자가 도서를 검색하고 이를 전자바켓에 저장(유통매장의 장바구니 기능과 유사)
 - 전자바켓에 저장된 도서 목록의 위치를 표시

- 서가 관리용 Zigbee기반 정보 표시기
 - Zigbee 통신을 통해 도서관의 직원이 카트에 담아서 재배열 하는 서적의 위치에 LED 표시
 - Zigbee 통신을 통해 이용자가 해당 서가에서 u-Terminal을 통해 찾는 서적의 위치를 알려주면 LED로 표시
 - Zigbee 통신을 통해 서가의 위치별 도서의 번호 표시(LCD)

- 도서관리 태그(Tag) 및 PDA용 관리 프로그램
 - 도난방지 및 보안 검용 UHF RFID tag 개발
 - 자산관리용 PDA용 관리 프로그램을 통하여 재고조사 및 오배열관리

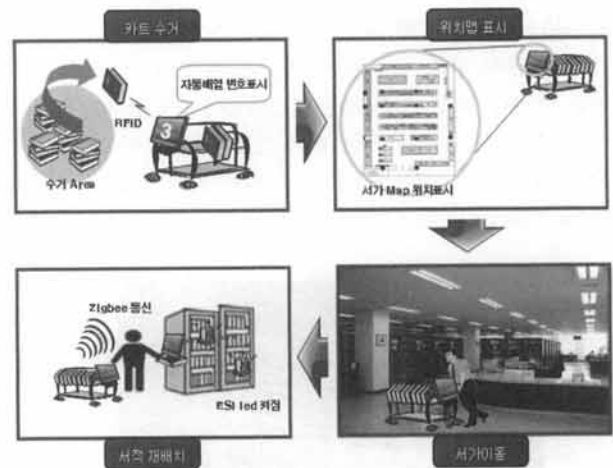
3.2 서적 수거기(Smart Book Truck)

현재 도서관의 업무 프로세스 중 가장 인력이 많이 소요되는 부분은 반납된 도서에 대한 처리이다. 반납된 도서를 직원이 일일이 대상 분류서가에 배치하는 것은 많이 시간이 소요되는 업무이다. 이러한 업무는 서적 수거기를 통하여 좀 더 효율적이고 빠르게 처리될 수 있을 것이다. 서적 수거기는 기존의 도서관에서 도서반납 시 서가의 재배치에 사용되는 카트에 지능적 기능을 부여한 것이다. <표 1>은 서적 수거기의 S/W와 H/W 구성이다.

서적 수거기의 프로세스 흐름은 (그림 4)과 같고, 담당자는 서적 수거기를 이용하여 아래의 절차를 통해서 도서를 재배치하게 된다.

<표 1> 주요 H/W, S/W 구성

구분	내용
H/W	- RFID 리더 모듈(U-Terminal, 카트선반), ZigBee모듈 - Touch기반 LCD Displayer
S/W	- 서적등의 RFID Tag정보인식 및-RFID Tag에 대한 위치정보 표시 - 자동배열 알고리즘에 따라 서적을 카트위에 순서대로 배열지원

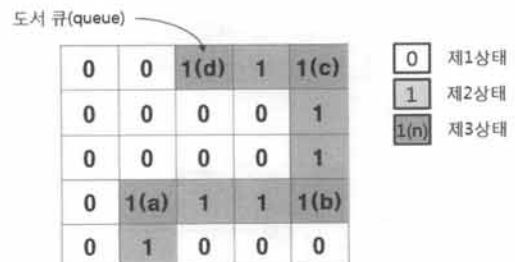


(그림 4) 서적 수거기(Smart Book Truck)의 흐름도

① 도서 재배치 담당자는 수거된 서적을 서적 수거기에 옮긴다. 이때, 개별 서적의 RFID Tag를 U-Terminal에 인식시켜 자동배열 알고리즘을 통한 배열 위치를 표시한 후 정렬하여 놓는다.

② 카트 선반위에 서적이 모두 쌓이면 담당자는 위치 검색 모드로 구동시켜 화면상의 서가 맵(map)정보를 통하여 놓여진 서적들에 대한 서가별 위치를 표시 시킨다. 이것은 서적 수거기의 선반이 RF선반으로 구성되어 각 서적별 RFID Tag정보를 읽은 정보를 활용하는 것이다

③ 서적 수거기를 지도상에 표시된 서가위치로 이동시킨다. 서가별 입구에 오면 서적 수거기에서 ZigBee정보(실린 서적의 서가정보들)를 수신 받은 서가의 대상 ESI(Electric Shelf Information)의 LED가 켜지고 대상서적을 서적 수거기에서 빼내 서가에 꽂으면 대상서적에 대한 u-Terminal의 지도상에서 표시가 사라지며 ESI의 LED(ZigBee정보를 더 이상 수신 받지 않음)도 꺼진다.

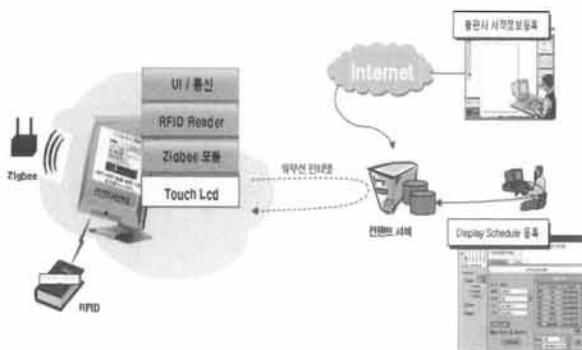


(그림 5) 도서의 배가순서 결정 방식

서적 수거기의 오배열 도서 순서는 (그림 5)에서 2차원 배열에서 제1상태로 표시된 부분은 사서가 이동할 수 없는 경로를 나타내고, 제2상태는 사서가 이동할 수 있는 경로이며, 제 3상태는 도서가 위치하는 곳이므로 서적 수거기의 시작점을 기준으로 도서를 (a) → (b) → (c) → (d) 로 이동하여 도서를 배열하고 사서에게 u-Terminal을 통해 배열 위치를 알려준다. 그리고 이러한 오배열 알고리즘은 서가의 선반에서 오배열 도서 검출 및 도서배가 순서에도 동일한 알고리즘을 적용하였다.

3.3 u-Terminal

제안 시스템에서는 u-Terminal을 사용하여 특정한 정보를 조회하거나 스케줄을 통한 알림 및 광고 등에 이용할 수 있다. u-Terminal은 터치 LCD 기반의 조작과 RFID 리더 및 ZigBee 모듈이 탑재되어 여러 가지 부가 서비스를 제공한다. 본 논문에서 사용되는 주 분야는 서적 수거기 및 서가용 Display 장치이다. 서적 수거기에 사용되는 u-Terminal은 위에서 언급한 내용처럼 서적 수거기에 적재되는 서적에 대한 다양한 관리 기능 및 조회 기능을 제공한다. 서가용은 개별 서가 측면에 위치하여 알림판 및 광고판 기능을 수행하다가 관리 시그널을 수신하면 해당 관리용 화면을 표시한다. (그림 6)은 서가용으로 설치된 u-Terminal과 관련 개념도이고, 다음은 u-Terminal의 추가 기능이다.



(그림 6) u-Terminal의 구성도

- 사용자/권한 관리 및 마스터관리(서적, 분류정보 외)

사용자에 대한 등록 및 권한설정을 한다. 권한에 따라 일부기능 접근 불가능 하거나 제한된다. 또한 분류정보 등의 마스터를 등록하여 관리한다.

- Web Service기반의 서적검색 Platform

‘출판사 -> 도서관, 서점, 기타 도서관 관련 ON/OFF 라인 사이트’를 연계시키는 Platform이다. 출판사는 본 제안 시스템에서 제공되는 Platform을 이용하여 도서에 대한 이미지 및 상세정보 등을 등록하고 신규, 베스트셀러 등 구분사항을 관리한다. 이러한 정보는 Web Service를 이용한 OPEN API로 검색할 수 있도록 제공된다. 따라서 도서관이나 서점 등 도서에 대한 정보를 필요로 하는 사이트에서는 OPEN API

를 이용하여 정보를 조회 할 수 있다. 사용자가 검색하거나, 신간 등 이슈가 되는 서적에 대한 정보를 Web Service를 통하여 u-Terminal에 실시간으로 광고할 수 있다.

u-Terminal은 보통 PC의 모니터의 두께의 기구에 LCD와 본체를 모두 포함하고 있어 벽걸이 형 TV와 같이 편리하게 부착하여 사용할 수 있으며 사용자와 Interactive하게 정보를 주고받을 수 있는 미래형 Display 장치이다. 이 u-Terminal에서 제공하는 정보는 관리자가 손쉽게 콘텐츠를 변경, 구성 및 스케줄링 할 수 있다. 즉 제안하는 시스템에서는 도서의 위치, 서가의 Label 표시, 공지사항 전달 등을 보여 준다.

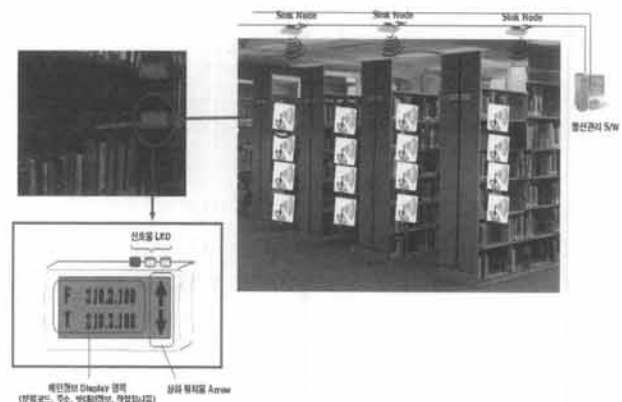
3.4 서가 관리용 Zigbee기반 정보 표시기

서적의 재배치 및 오배열, 서적수량 파악 등에 대한 관리를 위하여 개별 서가에는 Zigbee 기반의 ESI(Electric Shelf Information)를 설치한다. ESI는 USN기반으로 중앙 관리 S/W에서의 명령신호를 수신하여 동작할 수 있고 PDA나 서적 수거기 등으로 부터의 명령을 수신처리 한다. 또한 필요시 리피터(Repeter)를 이용하여 신호의 음영지역을 제거할 수 있다. 이러한 USN기반의 활용방법은 다양하게 제공될 수 있으며, 제안 시스템에서는 각 서가의 셀(Cell) 또는 단에 ESI를 부착하여 이를 다양한 서적관리 목적으로 활용한다.

(그림 7)에서 ESI는 기본적으로 서가의 한 개의 셀 또는 단에서 서적의 범위를 표시해 주고 또한 상기한 바와 같이 ‘서적 수거기’와의 통신을 통하여 자신의 위치를 LED를 통해서 알려준다. 또한 자체 LCD를 통하여 자신의 주소, 배터리 정보, 최종 작업일시(재고조사, 오배열 검사)등을 표시해 준다. 이러한 정보 Display기능은 User Define영역을 제공함으로써 향후 다른 정보를 표시 가능하도록 한다. ESI의 등록 및 관리는 다음과 같다.

- ESI(Electric Shelf Information)등록 및 Zigbee통신 관리

관리목적을 위하여 관리자는 모든 ESI를 통제할 수 있다. u-Terminal에 등록된 관리자용 S/W에서 각 ESI로의 명령신호를 Zigbee기반의 USN망을 통하여 전달한다.



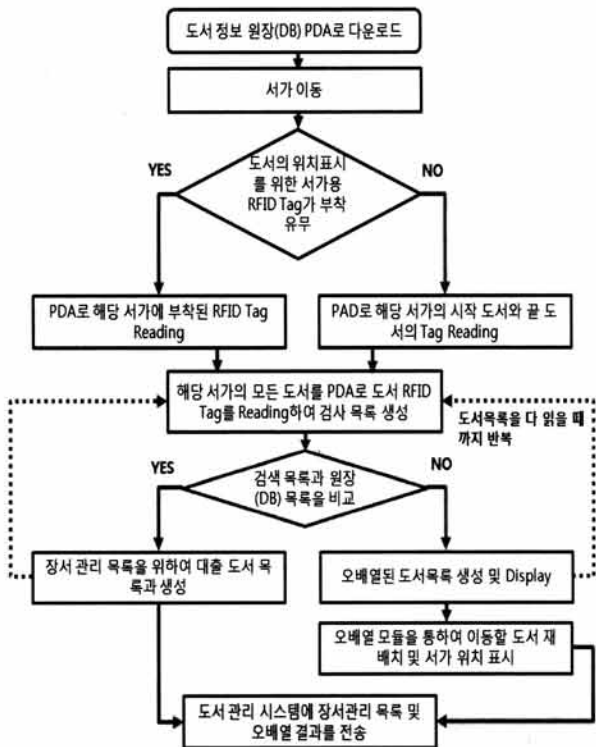
(그림 7) Zigbee 기반의 정보표시 장치의 구성 및 배치

- 명령타입 1: 배터리 상태를 일괄적으로 체크하기 위한 신호를 보내면 모든 ESI는 LCD에 현재 남은 배터리 양을 표시하고, 관리자는 순회하면서 교체가 필요한 ESI의 배터리를 교체한다.
- 명령타입 2: 최종재고 실사일 또는 최종 오배열 조사일을 체크하기 위한 신호를 보내면 모든 ESI는 LCD에 대상일을 표시한다. 관리자는 순회하면서 재고조사 및 오배열 조사가 누락된 서가를 확인한 후 대상작업을 한다.
- 명령타입 N: 기타 User Define 영역에 필요한 명령신호를 확장시킨다

3.5 자산 관리용 PDA

자산 관리용 PDA는 RFID 리더기능 및 Zigbee모듈을 포함한다. PDA를 사용하는 용도는 크게 2가지이다. 첫 번째는 서가의 서적에 대한 재고관리 및 오배열 관리 용도이다. 두 번째는 ESI(Electric Shelf Information)에 대한 관리기능이다.

• 재고조사 및 오배열 관리



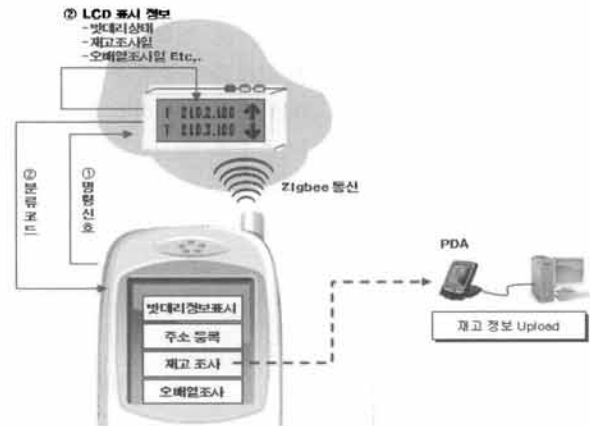
(그림 8) PDA의 도서관리 및 오배열 관리

PDA를 재고조사 모드로 설정한 후 서가의 셀(Cell) 또는 단을 Scan한다. 기존에 많이 사용하는 13.56MHz는 가까이 기기를 위치시켜야 하고 한 번에 읽는 개수가 적으나 본 PDA는 900MHz를 사용하므로 가까이 붙이지 않아도 서적의 태그(Tag)를 읽을 수 있으며 한 번에 많은 수의 서적을 읽을 수 있어 재고조사 시간이 단축된다. PDA에 수집된 서적정보는 관리서버에 전송된다. 재고조사 시 오배열 관리를

병행 하거나 별도의 오배열 관리모드를 설정한 후 오배열된 서적을 확인할 수 있다. 관리자는 우선 해당 서가의 셀(Cell) 또는 단에 붙어있는 ESI(Electric Shelf Information)를 PDA로 스캔한 후 해당 셀(Cell) 또는 단에 위치한 서적을 Scan한다. 이때 ESI에 등록된 분류코드와 서적의 Tag에 등록된 분류코드가 다를시 PDA상에 오배열된 서적의 정보가 표시된다. (그림 8)은 PDA를 통하여 서가의 도서관리 및 오배열 관리 프로세스이다.

• ESI (Zigbee 기반 정보표시 장치) 관리

관리자는 서가에 ESI(Electric Shelf Information)를 설치시 해당 ESI에 주소(Address)정보를 설정해 준다. 이 주소정보를 통하여 Zigbee 프로토콜로 PDA와 ESI는 통신을 하게 된다. 또한 PDA로 해당 ESI의 배터리 정보등 ESI에 저장된 정보를 ESI LCD에 표시하게 할 수 있다. PDA에서 ESI로의 정보전달 대상은 (그림 9)과 같다.



(그림 9) 자산관리 PDA 및 ESI

3.6 도서 삽입 용 UHF Tag

기존 13.56MHz 대역의 RFID 태그의 기술적, 경제적 한계를 극복하기 위하여 UHF 대역(900MHz 대역)의 RFID 태그를 사용한다. UHF 대역의 도서 부착 RFID 태그는 (그림 10)과 같고, 태그는 다음과 같은 3가지 기능을 가진다.

- 태그 은폐의 용이성 : 도서의 도난을 방지하기 위해서는 태그의 위치를 알 수 없도록 하는 하여야 한다. 제안 태그는 사이즈가 현재 대부분의 도서관에서 사용하고 있는 도난 방지 태그와 비슷한 사이즈로 책갈피 깊숙이 숨길 수 있는 장점을 가지고 있기 때문에 태그의 은폐가 용이하다.
- 인식 거리의 극대화 : 현재 RFID 태그를 사용하여 도서

(그림 10) 도서 삽입 용 UHF Tag

관리를 하고 있는 도서관은 대부분 13.56MHz 태그를 사용하고 있다. 13.56MHz 도서관 태그의 최대 인식 거리는 60cm 내외이다. 태그의 최대 인식 거리가 길다는 것은 도서관 이용자나 운영자에게 여러 가지 서비스를 제공할 수 있다는 점에서 중요하다. 제안한 UHF 대역의 RFID 태그는 책갈피 속에 삽입 되었을 경우 최대 3m 정도의 인식 거리를 확보하고 있으며 이는 도난 방지 시스템을 별도로 설치하지 않고도 도서 관리와 도난 방지를 동시에 할 수 있다는 면에서 비용절감의 효과가 있다.

- 다수의 동시 인식 개수 : 현재 13.56MHz 태그의 동시 인식 성능은 게이트 안테나의 경우, 사서용 데스크탑 리더의 경우 5권 정도이다. 제안한 UHF 태그는 2m 거리에서 20권 정도의 책을 동시에 인식할 수 있는 성능을 확보할 것이다. 이는 도서의 재고 관리나 오배열 관리 있어서 시간을 단축할 수 있는 효과를 얻을 수 있다.

4. 실험 평가

본 논문에서 제안한 시스템의 실험을 위하여 KAIST의 “이종문 라이브러리 및 기증도서실”에서 소장하고 있는 도서 중 1만권여권 정도의 도서에 도서관리 태그를 은닉하였고, 각 서가의 정면에 ZigBee 통신을 통하여 서가위치를 표시하는 ESI(Electric Shelf Information)와 측면부에 위치하는 u-Terminal을 설치하였다. 또한 서가의 서적재고조사 및 오배열 조사등과 같은 기능을 검사하기 위한 성능 실험을 위하여 ESI와 ZigBee 통신이 가능한 내장형 ZigBee 통신 모듈이 탑재된 PDA를 사용하였고 도서대출, 반납하기 위한 테이블형 리더(Reader)와 서가에 도서를 효율적으로 배치하기 위한, 서적 수거기를 제작하여 실험하였다.

4.1 도서관리 태그의 인식 실험

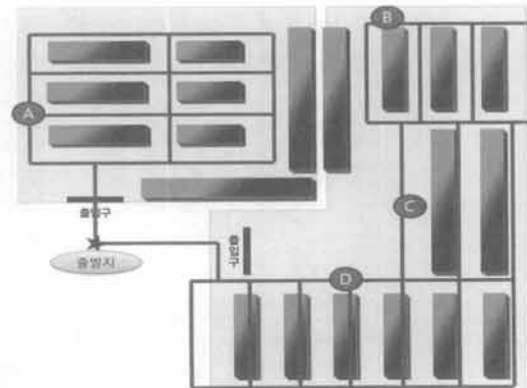
도서에 은닉된 태그는 서적 수거기에서 도서 오배열 관리, PDA에서 재고관리 및 도서 대여 및 반납등과 같은 처리에서 데이터베이스의 키(Key)와 같은 역할로 서로 다른

도서를 구분할 수 있도록 한다. 이와 같이 도서에 은닉된 태그 정보는 리더(Reader)를 통하여 정확하게 읽어 들일 수 있어야 한다. 도서관리 태그의 인식 실험 방법은 1만권의 도서를 랜덤하게 추출하여 실험 하였다. 또한 PDA, 테이블형 리더(Reader)와 서적 수거기에서 태그 인식 성능을 실험한 결과는 <표 2>와 같다.

상기 <표 2> 실험 결과는 랜덤하게 추출한 도서를 각 T1, T2, T3에서 인식 성능을 추출한 결과이다. 도서 100개씩 추출하여 인식 하였을 경우, T2, T3에서 100% 인식이 되지 않은 것은 도서에 은닉되는 태그가 잘못 삽입되어 태그에 손상이 간 경우이다. 그 외에는 인식률이 뛰어난 것을 알 수 있다.

4.2 서적 수거기의 오배열 관리 실험

서적 수거기는 반품된 도서나 신간 도서와 같이 서가에 적재해야 할 경우 도서관리 서버에 등록된 태그정보를 이용하여 도서의 배열순서를 정하게 된다. 배열순서는 서가에 도서를 적재할 경우 최단거리로 이동하여 도서를 적재 할 수 있도록 한다. 오배열 관리 실험을 하기 위하여 도서에 은닉된 태그를 인식하는 실험과 최단거리로 도서를 배열할 수 있도록 다양한 위치에 있는 도서로 테스트 하였다.



(그림 11) 도서가 배치된 서가의 위치

<표 3> 서적 수거기의 도서 인식 및 오배열 실험

<표 2> 도서관리 태그 개별 인식 실험

방법 회수	T1		T2		T3	
	N	P	N	P	N	P
1	1	100	1	100	1	100
10	10	100	10	100	10	100
20	20	100	20	100	20	100
...
100	100	100	98	98	99	99
...
1000	99.9	99.9	98.9	98.9	99.1	99.1

* T1: PDA, T2: 테이블형 리더(Reader), T3: 서적 수거기
* N: 인식 회수, P: 도서 인식 확률(%)

방법 권수	BT		BL	EBL
	N	P		
10	10	100	A,B,C,D	OK
20	10	100	A,B,D,C	OK
30	20	100	A,C,B,D	OK
...
50	49	99	C,D,B,A	OK
...
90	90	100	D,C,A,B	OK
100	98	98	D,C,B,A	OK

* BT: 태그가 삽입된 도서, N: 도서인식 권수, P: 도서인식 확률(%)
* BL: 도서가 적재될 서가의 위치로 (그림 8)에서 확인
* EBL: 서적 수거기에서 BL의 서가위치에 적재될 도서를 최단경로를 계산하여 오배열 되었는지 확인

(그림 11)은 <표 3>에서 도서 오배열 실험을 하기 위한 서가의 위치를 A,B,C,D로 구분하여 표시한 것이고, 서적 수거기에서 도서의 태그 인식 실험은 10권 단위로 적재하여 인식율을 실험한 결과이다. 또한 서가 위치 A,B,C,D는 A-1, A-2,.....D-6과 같이 세분화되어 있다. (표 3)에서 EBL은 서가의 위치에 적재될 도서를 서적 수거기의 최단경로 알고리즘을 사용하여 도서의 오배열을 재배치 할 수 있도록 하였을 경우 결과이다. (그림 12)는 실험에 사용한 서적 수거기의 이미지이다.



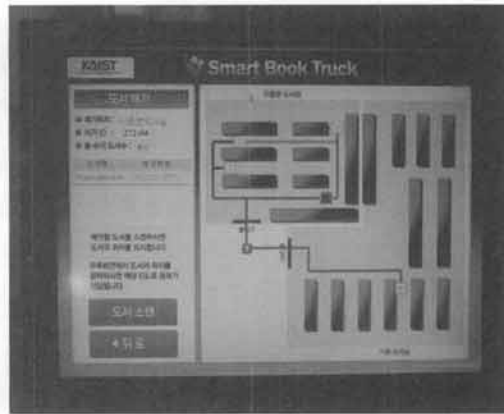
(그림 12) 서적 수거기(Smart Book Truck)

4.3 시스템 구현

제안 시스템인 지능형 도서관리 시스템은 KAIST의 “이종문 라이브러리 및 기증도서실”에서 소장하고 있는 도서에 도서관리 RFID Tag와 EAS기능이 융합된 UHF 대역의 태그를 개발하여 도서 사이에 은닉하였고, ZigBee 통신이 가능한 ESI 및 PDA 내장형 ZigBee 모듈 개발, u-Terminal과 서적 수거기 제작 및 도서 대여 및 반납이 가능한 응용 어플리케이션 개발 및 도서관리용 서버를 개발하였다. 세부항목은 다음과 같다.

- 서적 수거기(Smart Book Truck)

서적 수거기에는 RFID Reader가 장착되어 있고 이를 이용해 정리할 서적이 해당 구역에 있는지 아닌지를 확인하는 기능을 구현하였다. 또한 자동배열 알고리즘을 제공하여 재배열 순서대로 서적을 카트 위에 배치 할 수 있도록 구성하고 최단거리 알고리즘을 사용하여 서가의 위치를 표시하는 네비게이터 기능을 구현하였다. 실제 개발된 서적 수거기는 (그림 12)와 같고, (그림 13)는 서적 수거기의 u-Terminal을 통하여 사용자가 오배열관리와 서거의 위치를 찾을 수 있도록 해주는 화면이다.



(그림 13) 서적 수거기(Smart Book Truck)의 초기화면(좌)과 서적 위치 서비스



(그림 14) u-Terminal의 초기화면(좌)과 버켓(우)

• u-Terminal

서가의 측면에 부착되며 도서관 이용자가 RFID Tag를 인식시켜 도서의 상세정보를 조회하거나 사용자의 바코드 또는 RFID Tag로 학생증을 이용하여 버켓(장바구니)에 담긴 도서의 위치 및 정보 확인이 가능하다. (그림 14)는 u-Terminal의 초기 화면과 도서 목록을 담은 버켓이다.

• 자서가 관리용 Zigbee기반 정보 표시기(ESI) 및 PDA 내장 모듈

Zigbee 통신을 통해 도서관의 직원이 서적 수거기에 담아서 재배열 하는 서가의 위치에 LED 표시하고, Zigbee 통신을 통해 사용자가 해당 서가에서 u-Terminal을 통해 찾는 서적의 위치를 알려주면 LED로 표시하는 기능을 가지고 있다. (그림 15)는 ESI이다.



(그림 15) ESI(Electric Shelf Information)

5. 결 론

본 논문에서 제안한 RFID/USN을 이용한 지능형 도서관리 시스템은 기존 도서관에서 적용되고 있는 시스템을 보다 효율적으로 도서를 관리할 수 있는 시스템을 개발하였고, 기존의 도서관리 시스템과 호환될 수 있도록 개발하였다. 도서관리 태그의 인식 성능 실험과 서적 수거기의 오배열 성능실험을 통하여 도서관리 시스템의 적합성을 보였다. 또한 도서 검색 및 대여, 반납과 같은 일련 작업을 보다 쉽게 할 수 있고, 서가에서 검색하고자 하는 도서의 위치를 표시해주는 ESI를 통하여 쉽고 빠르게 도서를 찾거나, 적재 할 수 있기 때문에 도서를 찾는데 낭비되는 시간을 절약할 수 있는 장점을 가지고 있다.

제안 시스템은 RFID/USN을 이용하여 기존 도서관 시스템의 문제점을 해결하고 기존의 RFID를 이용한 도서관리 시스템에 지능형 기능을 제공하고 사용자가 보다 편리하게

도서를 관리 및 이용할 수 있는 시스템이다.

향후 계획은 제안한 시스템의 효율성을 증대하기 위하여 신분증 또는 학생증만으로 자가대출 및 반납등을 자동으로 처리할 수 있는 방안을 모색하고, 다양한 콘텐츠 개발 및 접목하여 실용성을 더욱 높일 것이다.

참 고 문 헌

- [1] IS.A.Weis, S.E.Sarma, R.L. Revest, D.W. Engels, "Security and Privacy Aspects of Low-Cost Radio Frequency Identification Systems" accepted for publication to the First International Conference on Security in Pervasive Computing (SPC 2003), March pp.12-14, 2003.
- [2] S. Kinoshita, F. Hoshino, T. Komuko, A. Fujimura and M. Ohkubo, "Nonidentifiable Anonymous-ID Scheme for RFID Privacy Protection", Proc. of CSS 2003 pp.497-502, IPSJ, 2003.
- [3] Lindquist, M.G, "RFID in libraries - introduction to the issues", Presentation at 69th IFLA General Conference and Council 2003, August, 2003.
- [4] McArthur, "A Integrating RFID into library systems-Myths and realities", Present -ation at 69th IFLA General Conference and Council, 2003. August, 2003.
- [5] Murray, P.E, "The Radio Frequency Revolution: Tips and Trends for Implementing RFID Systems in Libraries", University of Connecticut's Implementation, January 28, 2003.
- [6] Baker, N., "ZigBee and Bluetooth strengths and weaknesses for industrial appli- cations," Computing&Control Engineering Journal, Vol.16, No.2, pp.20-25, April-May, 2005.
- [7] EPC Global Consortium, "http://www.epcglobalinc.org"
- [8] RFID Journal, "http://www.rfidjournal.com"
- [9] 마이크로소프트웨어, 개발자들의 신대륙 RFID, 2006.
- [10] 안재명 외 2인, "RFID/EPCglobal Network 기술 및 활용", 글로벌 출판사, 2007. 2.

이 창 수

e-mail : powerofmicro@naver.com

2002년 숭실대학교 컴퓨터공학(공학석사)

2005년 숭실대학교 컴퓨터공학(공학박사)

2006년~2009년(주)리테일테크 기술연구소
수석연구원

2008년~2009년 경원대학교 컴퓨터학부
겸임교수

2010년~현 재 ETRI부설연구소 연구원

관심분야: RFID/USN 솔루션 및 보안, 네트워크보안, 정보보안, DRM, 영상신호처리





박 상 균

e-mail : skpark@retailtech.co.kr
2000년 Queen's University Computer
Science(학사)
2004년~현 재 (주)리테일테크 전략사업부
부장
관심분야: RFID/USN 솔루션, CRM,
ERP, 유통/물류 솔루션



안 재 명

e-mail : retail@retailtech.co.kr
1995년 성균관대학교 경영학(석사)
2006년 숭실대학교 컴퓨터공학(공학박사)
1997년~2000년 (주)LG유통 정보기획팀장
2001년~2004년 (주)시스네트 부설연구소장
2004년~현 재 (주)리테일테크 대표이사
관심분야: RFID/USN 솔루션, CRM, ERP, 유통/물류 솔루션,
IT컨설팅(SCM, TMS, WM)