

RFID 기반의 웹 통합자산관리 시스템 설계 및 구현

Design and Implementation of an Integrated Property Management System on Web using RFID

서동민*, 여명호**, 조용준**, 박준호**, 한지영***, 유재수**

한국과학기술원 전산학과*, 충북대학교 정보통신공학과**, 충북대학교 산업대학원 전기전산공학과***

Dong-Min Seo(dmseo@chungbuk.ac.kr)*, Myung-Ho Yeo(mhyeo@netdb.chungbuk.ac.kr)**,
Young-Jun Cho(yong4ma@nate.com)**, Jun-Ho Park(jhpark@netdb.cbnu.ac.kr)**,
Ji-Yeong Han(sun80@hanmail.net)***, Jae-Soo Yoo(yjs@chungbuk.ac.kr)**

요약

유비쿼터스 컴퓨팅 기술이 인터넷 기반의 IT 패러다임을 견인할 차세대 IT 발전의 주요 패러다임으로 자리매김함에 따라 세계 각국에서 유비쿼터스 기술에 대한 연구 개발이 활발히 진행 중이다. 유비쿼터스 컴퓨팅의 핵심 기술 중 하나가 RFID이다. 본 논문에서는 유비쿼터스 환경에 적합한 u-비즈니스 모델에 대한 수요가 증가하고 있는 이 시점에, RFID를 이용한 새로운 비즈니스 아이템으로 자산관리 시스템을 설계하고 구현한다. 기업이나 학교에는 많은 자산이 존재하고, 많은 사용자들이 자산을 공유해서 사용하고 있다. 그리고 자산의 위치와 사용 현황 등과 같은 자산에 대한 효율적인 관리가 많이 요구되고 있다. 제안하는 시스템은 자산에 해당하는 모든 물품에 RFID 태그를 부착하고 웹 기반의 자산관리 시스템을 통해 자산 사용 경로에 대한 모니터링 기능과 자산 및 사용자에 대한 자동화된 관리 및 대여, 반납 서비스 기능 제공한다.

■ 중심어 : | 유비쿼터스 컴퓨팅 | RFID | 자산관리 시스템 |

Abstract

As ubiquitous computing technologies become the important paradigm for replacing internet based IT paradigm and developing the next generation IT, the research and development on the ubiquitous technologies are progressed actively. One of the core technologies for ubiquitous computing is RFID. In this paper, we design and implement the property management system as a new business item using the RFID since the demands for the u-business model that considers the ubiquitous environment are being grown. There are many properties in the organizations such as companies, schools and so on. Many users share these properties. Thus, these fields require efficient management systems for monitoring a variety of information such as the locations and the detailed information of the properties for the monitoring and lending services. We attach RFID tags to every property and monitor their information with our web-based management system. Our management system provides the monitoring service and the lending service for properties and users.

■ keyword : | Ubiquitous-computing | RFID | Property Management System |

* 본 연구는 2008년도 충북대학교 학술연구지원사업의 연구비지원에 의하여 연구되었습니다.

접수번호 : #080813-010

심사완료일 : 2008년 09월 17일

접수일자 : 2008년 08월 13일

교신저자 : 유재수, e-mail : yjs@chungbuk.ac.kr

I. 서론

최근 새로운 IT 패러다임인 유비쿼터스 컴퓨팅(ubiquitous computing)이 화두로 등장했다. 유비쿼터스 컴퓨팅은 지금까지의 공간적인 커뮤니케이션 한계를 극복하고 모든 사물을 컴퓨터와 네트워크로 연결함으로써 언제, 어느 곳에서나 커뮤니케이션이 가능하다는 것을 전제로 하고 있다[1]. 유비쿼터스 컴퓨팅의 개념은 PC와 인터넷 기반의 IT 패러다임을 견인할 차세대 IT 발전의 주요 패러다임으로 자리매김함에 따라 우리나라를 비롯한 세계 각국에서 정부, 연구소, IT 기업에서 활발히 연구를 진행하고 있다. 이와 함께 비즈니스 모델에 대한 수요가 e(electronic)-비즈니스에서 m(mobile)-비즈니스를 지나 유비쿼터스 시대의 u-비즈니스로 변화하고 있다.

RFID 기술은 차세대 성장 동력 육성을 위한 유비쿼터스 컴퓨팅의 기술 중 하나이다. RFID는 사물에 부착된 태그로부터 전파를 이용하여 사물의 정보 및 주변 환경을 인식하여 각 사물의 정보를 수집, 저장, 가공, 추적함으로써 사물에 대한 측위, 원격 처리, 관리 및 사물 간 정보 교환 등 다양한 서비스를 제공한다. 이러한 기술은 기존의 바코드를 대체하여 물품 관리를 네트워크화 및 지능화함으로써 유통 및 물품 관리뿐만 아니라 보안, 안전, 환경 관리 등에 혁신을 선도할 것으로 전망되며, 이전에 존재하지 않았던 거대한 새로운 시장을 형성할 것으로 기대된다[2].

2003년 월마트가 파렛과 케이스에 태그를 부착하는 RFID 의무화를 발표하면서 기술 개발, 표준화, 시범사업 등이 촉진되었으며, 이에 따라 2010년에는 파렛 단위의 태그 식별 기술은 성숙 단계에 이를 것으로 전망되고 있고 향후 수 년 내에 물품 단위에 태그를 부착함에 따라 2016년이면 개별물품 식별 RFID 시장이 약 132억 달러에 달할 것으로 전망되고 있다[3].

이와 같이, RFID 기술은 유비쿼터스 환경 구현의 핵심으로 향후 u 센서 네트워크의 핵심기술로 물류·유통 산업 및 국민 생활의 패러다임을 변화시킬 핵심 기술로 부각되고 있다[4-6]. 하지만, 국내외의 많은 연구들은 물류·유통에 집중되어 있어, 고수의 창출을 위한 새로

운 비즈니스 아이템 발굴이 필요하다.

본 논문에서는 RFID를 이용하여 자산을 관리하기 위한 비즈니스 모델을 제안한다. 자산에 해당하는 모든 물리적 장치에 RFID 태그를 부착하고, 자산관리 시스템을 통해 자산 사용 경로에 대한 모니터링 기능을 제공한다. 이를 위해 자산 관리를 위한 비즈니스 로직이 정의되어야 하며, 로직에 따라 모델링이 가능해야 한다. 그리고 제안하는 비즈니스 모델의 검증 과정을 통해 파생될 수 있는 다양한 비즈니스 모델의 응용을 발굴하고자 한다. 또한, 본 논문에서 제안하는 RFID 자산관리 시스템은 기존 시스템들에 비해 편의성과 효율성을 최대한 사용자 인터페이스를 제공하기 위해 Ajax를 활용한 웹2.0 기반의 사용자 인터페이스를 제안한다. 그리고 RFID 원형 안테나를 통해 자동화된 대여, 반납 서비스를 정확하게 제공하기 위한 트리거 기법을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제2장에서는 RFID와 관련된 기술들과 시장 동향에 대해 기술한다. 제3장에서는 제안하는 자산관리 시스템의 비즈니스 모델과 시스템 구조를 기술한다. 제4장에서는 제안하는 시스템의 주요 기능을 기술한다. 그리고 제5장에서는 제안하는 시스템의 실험 환경과 실험 결과를 기술한다. 마지막으로 제6장에서는 결론과 논문의 향후 연구를 기술한다.

II. 관련 연구

1. RFID(Radio Frequency Identification) 기술

RFID는 라디오 주파수(radio frequency)를 이용하여 물건, 사람 등과 같이 대상을 식별하는 기술로서, 안테나와 칩으로 구성된 RF 태그(tag)에 사용 목적에 알맞은 정보를 저장하고 적용 대상에 부착한 후 관독기에 해당하는 RFID 리더(reader)를 통하여 정보를 인식하는 방법으로 활용되는 기술이다. 기존 바코드 시스템에 비해 RFID 기술은 라디오 주파수의 특성으로 인해 인식 거리가 길고 동시에 다수의 태그 인식이 가능하다는 장점을 가지고 있다. 게다가 RFID 태그가 점차 소형화, 저가격화 될 것으로 예상되며, 사물 인식 및 응용 환경에 대한 적용 가능성이 높아지고 있다.

RFID 태그는 IC칩과 안테나로 구성되어 있으며 RFID 리더로부터 태그 정보를 요청 받으면 태그가 보유한 정보를 RFID 리더에 제공한다. RFID 태그는 모양과 크기가 다양할 뿐만 아니라, 데이터를 저장하는 IC칩의 메모리의 크기, 메모리 형태(read-only, read/write), 메모리 종류(EEPROM, FRAM)에 따라 가격이 다양하다. [그림 1]과 같이 배터리의 유무에 따라 수동형(passive) 태그와 능동형(active) 태그로 나뉘어진다. 수동형 태그는 배터리가 없어 저가격 구현이 가능하지만 장거리 송신 제한을 가지며, 능동형 태그는 가격이 비싼데 비해 장거리 전송과 센서 모듈과의 결합이 가능하다는 특징을 가진다. 또한, 사용하는 주파수 대역에 따라 저주파수 시스템과 고주파수 시스템으로 나누어진다. 저주파수 시스템은 투과성이 우수하고 저가의 태그 공급이 가능하지만 짧은 가독 거리, 느린 인식 속도 그리고 소형화에 한계를 가진다. 고주파수 시스템은 빠른 인식 속도, 긴 가독성 그리고 소형화가 가능하지만 높은 시스템 비용이 요구되는 특징을 가진다.

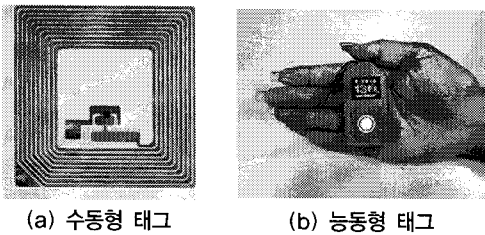


그림 1. RFID 태그 종류

현재 RFID 태그 산업은 물류에서 상자나 파렛 등에서 붙이기 위한 스마트 라벨(smart label)의 생산이 주류를 이루고 있다. 일반적인 스마트 라벨 가격은 0.2~0.5 달러 수준이며, 양적 성장에 따른 가격 하락이 이루어지고 있다. 이 외에도 저가형 개별 물품 단위 태그 식별을 위한 무칩 태그, organic 태그, printed 태그 등에 대한 연구와 1센트 대의 초저가 태그 구현 기술과 관련된 다양한 연구가 이루어지고 있다[2].

RFID 리더는 RFID 태그에게 정보를 보내도록 명령하고 RFID 태그로부터 정보를 받아 사용자가 저장/사용하고자 하는 장소로 정보를 송신한다. 최근, RFID 리

더 프로토콜(protocol) 표준과 그와 관련된 기술이 제안되고 있다. RFID 리더 프로토콜의 표준을 제안하는 대표적인 단체로 EPCglobal과 ISO가 있다. 두 단체 프로토콜의 가장 큰 특징은 지원하는 주파수 대역과 태그의 종류에 있다. EPCglobal은 UHF 대역의 수동형 리더와 태그를 중심으로 표준화가 진행 중이며, ISO는 433MHz의 사용자 메모리 영역을 가진 능동형 리더와 태그를 중심으로 표준화가 진행되고 있다. 이런 RFID 기술의 표준 리더 프로토콜이 존재하고 각 리더 제조업체에서는 표준을 따르려고 노력하지만, 산업 표준이 미흡하여 대부분의 RFID 리더는 독자적인 개별 리더 프로토콜을 통해 리더와 호스트 간의 통신을 하고 있다. 일례로, 물류 유통에 있어 UHF 대역의 RFID 리더 및 태그 산업의 핵심 원천 기술을 보유하고 있는 Alien사, 433MHz 능동형 RFID 기술을 이용하여 컨테이너 관리 및 위치 추적기술의 핵심 원천 기술을 보유하고 있는 Savi Technology사의 RFID 리더 역시 자체 프로토콜을 통해 리더를 제어하고 태그 정보를 수집한다[7][8]. [표 1]은 RFID 주파수별 특성 및 활용분야를 보여준다.

표 1. RFID 주파수별 특성 및 활용분야

주파수 구분	특성	활용분야
저주파수 (125&134K Hz)	-짧은 인식거리(1m이하) -저가형, 수동형 -느린 인식속도	-출입통제 -동물식별 -재고관리
중간주파수 (13.56MHz)	-중저가형, 수동형 -상호유도방식 적용 -비금속 장애물 투과 우수	-출입통제/보완 -교통카드 -대여물품 관리
고주파수 (433MHz)	-고가형, 능동형 -긴 인식거리	-컨테이너 관리 -실시간 위치추적
고주파수 (860-960M Hz)	-저가형, 수동/능동형 -장거리 인식(~10m) -금속, 액체 인식을 저조	-공급망 관리 -자동 통행료 징수
마이크로파 (2.45GHz)	-장거리 인식(~27m) -빠른 인식속도, 고가형	-위조 방지

최근에는 밀집리더 환경에서 다수 개의 태그를 효율적으로 식별하기 위해 리더간의 간섭, 리더-태그 간섭 그리고 다수 개의 리더가 동시에 동작할 수 있는 통신 프로토콜에 대한 기술이 개발되고 있다. 또한, 이를 바탕으로 효율적인 다중 태그 식별 알고리즘이 개발되고 있다.

2. RFID 자산관리 시장 동향

RFID로 인한 투자성고가 불확실함에도 불구하고 그것을 감안하고도 남을 만큼 도입에 따른 잠재적 파급효과가 매우 광범위하기 때문에, 해외 주요국들의 경우 RFID를 비즈니스 영역에 확산시키고자 하는 노력이 정부 및 민간부문을 중심으로 지속적으로 추진되어 왔다 [9]. 국내 RFID 기술은 선진국에 비해 진입시기가 늦었으나 RFID 기술발전에 대해 정부와 업계 관심이 높아 정부와 산업계 주도로 RFID 육성 방안을 마련하고 시장 활성화에 적극 나서고 있다. 특히, 한국 RFID 협회가 발표한 자료에 따르면 국내 RFID 시장은 교통, 건설, 보건 등 공공분야와 육송, 해운, 항공 등 물류분야 그리고 유통 분야를 중점적으로 RFID 비즈니스 모델이 창출되고 있다.

최근, RFID 자산관리와 관련된 비즈니스 모델들이 RFID 기술의 블루오션으로 떠오르고 있다. RFID 자산 관리는 기존 수작업 또는 바코드를 활용한 비효율적인 자산관리를 개선하기 위해, 자산관리에 RFID 시스템을 구축하고 활용하는 비즈니스 모델로 자산관리의 운영 및 평가, 자산의 이동 및 유지보수 그리고 자산의 이력 관리 등 체계적이고 명확한 자산관리를 사용자에게 제공하는 것을 목적으로 하고 있다.

RFID 자산관리 시장은 2007년 250여억 원으로 추산되고 있다. 관련 업계에 따르면, 이 시장은 주로 공공시장 위주로 형성돼 있으며, 최근 들어 대학 시장과 일반 기업체 시장이 열리고 있다. 그만큼 회사 내부의 자산 관리에 RFID 기술을 활용하면 효율성을 기할 수 있다고 판단하기 때문이다. 이렇게 되면 RFID 기반 자산관리 시장은 상당한 규모가 될 것으로 전망된다. 특히, 올해 이 분야 시장은 344.4억 원, 2009년에는 430억 원 규모로 확대될 것으로 업계에서는 내다보고 있다[10].

국내 RFID 기반의 자산관리 시장의 벤더 구조는 대신엔에스를 중심으로 소프트체인, 제이소프트기술 그리고 유폴로우 등으로 짜여 있다. 대신엔에스는 와이드어셋(WideAsset)이라는 RFID 자산관리 시스템을 개발했고, 현재 RFID 자산관리 시장의 80~90% 이상을 장악하고 있다. 올해 각 산업별 패키지 출시를 통해 도입 비용을 낮춰 중소기업 시장 공략을 강화할 계획이다.

소프트체인은 자산지킴이(AssetCop)를 통해 RFID 하드웨어 업체와 연계한 사업을 펼치고 있다. 이 시스템은 유형고정자산 중 특히 물품(비품) 및 기자재, 전산장비 등을 PDA와 바코드 또는 RFID 시스템을 통해 효과적으로 관리하는 시스템이다. 소프트체인 역시 앞으로 RFID 자산관리 시장 공략을 강화하기 위해 올해 하반기 보안 및 전자입찰 솔루션을 접목시킨 윈스톱 RFID 자산관리 시스템을 출시할 예정이다. 유폴로우는 기존의 자산관리 프로그램 개발업체와 협력해 RFID 장비와 미들웨어 분야에 특화된 업체로, 향후 번들형식으로 시스템을 제공하는 방식으로 시장 공략을 계획하고 있다. 이밖에도 일부 RFID 전문 업체들도 자산관리 솔루션 개발을 통해 자산관리 시장의 진출도 계획하고 있다.

III. 제안하는 통합 자산관리 시스템

1. 서비스 구성도

본 논문에서 제안하는 자산관리 시스템의 비즈니스 모델은 자산을 관리하기 위해서 자산에 해당하는 모든 물리적 장치에 RFID 태그를 부착함으로써 자산 사용 경로에 대한 모니터링 기능을 제공하는 것이다. [그림 2]는 제안하는 자산관리 시스템의 서비스 구성도를 보여준다. 제안하는 자산 관리 시스템의 가장 큰 특징은 자산 및 사용자에 대한 자동화된 관리 및 대여, 반납 서비스 기능 제공하는 것이다.

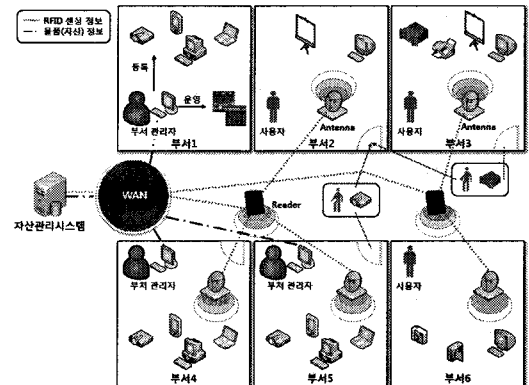


그림 2. 서비스 구성도

[그림 3]은 제안하는 자산관리 시스템의 운영 과정을 보여준다. 관리자는 새로운 자산 구입 시 자산관리 시스템을 통한 자동화 관리를 위해 구입한 자산에 RFID 태그를 부착하고 자산관리 데이터베이스에 자산과 태그 정보를 입력한다. 태그가 부착된 자산은 RFID 리더와 연결된 안테나를 통해 센싱되어 자산의 위치 정보가 자산관리 시스템에 의해 관리된다. 또한, 자산관리 시스템은 저장된 자산의 위치 정보를 가공 처리해 자산에 대한 이력, 대여 그리고 반납 등 자산과 관련된 다양한 모니터링 서비스를 웹 기반의 응용 프로그램을 통해 사용자에게 제공한다.

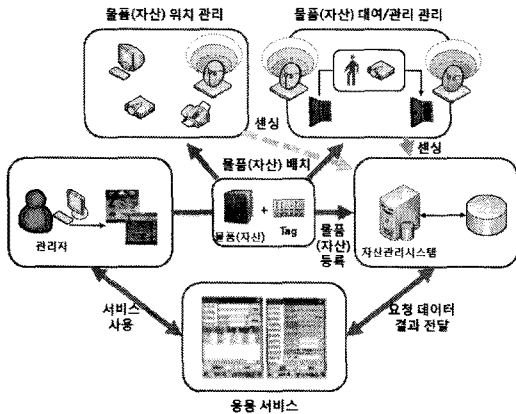


그림 3. 자산관리 시스템 운영 과정

2. 시스템 구성도

[그림 4]는 자산관리 시스템의 구성도를 보여준다. 자산관리 시스템은 RFID 리더를 통해 RFID 태그를 센싱하고 센싱된 정보를 효율적으로 관리하는 미들웨어와 센싱된 정보를 가공, 처리하여 사용자에게 서비스를 제공하는 자산관리 서비스 모듈로 분류할 수 있다. 자산관리 미들웨어는 Edge Server, EPCIS(Electronic Product Code Information Service), ONS(Object Name Service), EPC Manager 그리고 Reader Manager로 구성된다. 자산관리 서비스 모듈은 자산관리 데이터베이스와 자산관리 웹 응용 프로그램으로 구성된다.

2.1 자산관리 미들웨어

자산관리 미들웨어는 Edge Server, EPCIS, ONS, Reader Manager, EPC Manager로 구성된다. Edge Server는 RFID 리더로부터 센싱되어 검출된 EPC 객체의 정보(센싱된 태그 아이디, 센싱 리더 아이디, 센싱 안테나 아이디, 센싱 시간)를 수집하고 규칙에 따른 필터링 과정을 거친 후 ALE를 통해 EPCIS로 정제된 데이터를 송신한다. EPCIS는 Edge Server를 통해 EPC 객체의 정보를 수집하며, 수집된 정보는 EPCIS 내부 저장소에 지속적으로 기록된다. 기록된 정보는 향후 외부 서비스 모듈이 수집된 EPC 객체들에 대한 질의를 요청하면, 질의에 대한 결과를 응답해줄 때 활용된다. ONS는 응용에 따라 EPC 객체의 정보를 효율적으로 관리하기 위해 EPCIS는 한 시스템에 둘 이상 또는 다른 시스템에 분산 관리될 수 있다. 그래서 ONS는 특정 EPC 객체에 대한 상세 정보가 어떤 EPCIS에서 보유하고 있는지를 알려주는 역할을 수행하며 기본적으로 DNS(Domain Name System) 기반으로 활용된다. Reader Manager는 센싱 주기, 센싱되는 EPC 객체 타입(자산, 사용자), 센싱된 EPC 객체의 정보 저장 방법(삽입, 갱신) 등과 같이 RFID 리더기와 RFID 안테나의 센싱 속성 및 필터 규칙을 관리한다. EPC Manager는 EPCIS 내부 저장소에 수집된 EPC 객체의 정보에 대한 효율적인 질의 처리 및 정보 저장과 관련된 데이터 모델링 및 규칙을 관리한다.

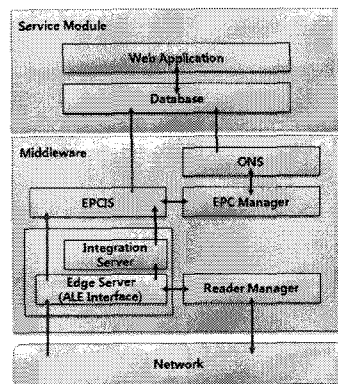


그림 4. 시스템 구성도

2.2 자산관리 서비스 모듈

자산관리 서비스 모듈은 자산관리 데이터베이스와 자산관리 웹 응용 프로그램으로 구성된다. 자산관리 데이터베이스는 서비스 모듈 즉, 학교 내 자산관리 서비스를 위해 필요한 자산, 사용자 등과 관련된 기본 정보 관리 및 자동화된 대여, 반납 서비스 제공을 위해 EPCIS 저장소에 저장된 EPC 객체 정보를 가공, 처리하여 관리한다. 자산관리 웹 응용프로그램은 사용자 친화적인 환경 어플리케이션을 제공하기 위해, 운용하기 편리한 사용자 인터페이스를 제공한다. 그리고 웹 2.0을 기반으로 한 웹 서비스에 활용할 수 있도록 AJAX(Asynchronized JAVa + Xml)를 통해 다양한 기능의 인터페이스를 제공하며, 기존 시스템과 연동하기 위한 Open API를 제공한다. [표 2]는 자산관리 서비스 모듈을 통해 사용자에게 제공되는 주요 서비스 항목을 보여준다.

표 2. 자산관리 서비스 모듈 제공의 주요 서비스

서비스 명	내 용
사용자 관리	사용자 정보 관리
자산 관리	자산의 등록, 수정, 삭제 및 위치 현황과 위치 이력 조회 서비스
자산 분류 관리	자산을 포함하는 카테고리 정보 관리
부서 관리	사용자와 자산이 소속된 부서 정보 관리
회사 관리	사용자와 자산이 소속된 회사 정보 관리
권한 관리	사용자 권한에 따라 다른 서비스를 제공하기 위한 권한 관리
장소/안테나 관리	안테나와 장소의 관계와 용도를 결정
대여 관리	사용자의 자산 대여 현황을 보여주는 기능을 제공
컴포넌트 관리	서비스에 대한 정보 관리
보고서 만들기	비즈니스 환경에서 자주 사용하는 보고서를 자동으로 생성

IV. 통합 자산관리 시스템 설계 및 구현

1. Ajax를 통한 웹 2.0 기반의 인터페이스 제공

최근, 웹 2.0 기반의 웹 어플리케이션 구축의 패러다임으로 Ajax가 여러 분야에서 각광을 받고 있다. 그리고 국내에서도 구글, 네이버 등과 같은 포털 사이트 의

에도 다양한 분야에서 Ajax를 기능을 이용한 다양한 서비스가 제공되고 있다.

Ajax는 별도의 프로그램 설치 없이 웹 브라우저가 제공하는 기본 기능만으로 서비스를 사용할 수 있는 장점을 가지고 있다. 그래서 본 논문에서 제안하는 자산관리 시스템은 ActiveX나 플러그인 설치 없이 기본 웹 브라우저를 통해 자산관리 서비스를 제공한다. 또한, 기존 자산관리 응용 프로그램에 비해 사용자 친화적이고 기능적인 사용자 인터페이스를 제공한다.

[그림 5]는 본 논문에서 제안하는 자산관리 시스템의 화면 구성도를 보여준다. 서비스를 사용하는 사용자의 편의성과 효율성을 최대화하기 위해서 위젯(서비스를 제공하는 작은 화면 단위) 단위의 동적 배치 기능, 레이아웃 변경, 페이지의 동적 관리 기능을 제공한다.



그림 5. 자산관리 시스템 화면 구성도

그림에서 ①은 자산관리 시스템에서 제공하는 다양한 서비스에 대한 위젯을 생성할 수 있는 기능을 제공한다. 생성된 위젯은 설정된 레이아웃 안에서 동적 배치가 가능하며 설정된 레이아웃에 따라 위젯의 크기가 동적으로 변경된다. 그리고 동일 서비스에 대한 위젯을 중복 생성할 수 있는 기능을 제공함으로써, 동일 서비스에 대한 다양한 질의 결과를 같이 확인할 수 있는 편의성을 제공한다. ②는 레이아웃을 설정하는 버튼으로 1단, 2단 그리고 3단의 레이아웃을 동적으로 변경할 수 있다. ③은 페이지를 생성 그리고 삭제할 수 있는 기능을 제공한다. 웹 브라우저의 한 화면에 많은 위젯을 생성하게 되면 웹 브라우저의 스크롤을 통해 생성된 위젯을 확인해야하는 불편함이 발생한다. 그래서 동적으로

페이지를 생성하고 비슷한 목적의 위젯들을 동일 페이지에 그룹화 함으로써, 가독성을 향상시키는 기능을 제공한다. 또한, 생성된 모든 페이지와 위젯의 정보가 서비스 모듈의 데이터베이스에 저장됨으로써 재접속 시 이전 서비스 환경을 사용할 수 있는 기능을 제공한다.

2. 효율적 데이터 관리를 위한 데이터베이스 설계

본 논문에서 제안하는 자산관리 시스템은 RFID 리더에서 계속적으로 발생하는 방대한 EPC 객체 정보를 효율적으로 저장, 질의할 수 있는 EPCIS 데이터베이스 모델링과 EPC 객체 정보를 관리하는 미들웨어와 자동화된 대여/반납 서비스 및 자산관리와 관련된 다양한 서비스 모듈의 모듈화를 통해 향후 서비스 확장 및 다른 비즈니스 모델에 쉽게 적용될 수 있는 데이터베이스 모델링을 제공한다. [그림 6]은 자산관리 시스템에서 사용하는 데이터베이스의 릴레이션 구성도를 보여준다.

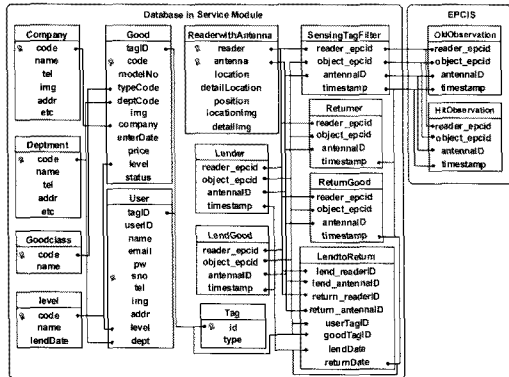


그림 6. 데이터베이스 릴레이션 구성도

2.1 EPCIS 데이터베이스

EPCIS 데이터베이스는 RFID 리더로부터 수집된 EPCIS 객체 정보를 저장하는 데이터베이스로 질의 성능을 향상시키기 위해 질의 집중이 높은 최근 객체 정보를 저장하는 *HitObservation* 릴레이션과 질의 집중이 상대적으로 낮은 과거 객체 정보를 저장하는 *OldObservation* 릴레이션을 가진다.

제안하는 자산관리 시스템에서는 질의 집중도를 분류하기 위해 모든 사용자들이 요청하는 질의 시간 분포

를 누적하고 편차가 70%에 해당하는 데이터들을 *HitObservation* 릴레이션에 저장한다. 그리고 상황에 맞게 최적화된 질의 성능을 제공할 수 있도록 하기 위해 관리자에 의해 편차 값은 동적으로 설정될 수 있다. 요청된 질의가 설정된 편차 값에 해당되면 *HitObservation* 릴레이션의 접근만을 통해 질의를 빠르게 처리하고, *OldObservation*에 모든 데이터가 저장되어 있기 때문에 *HitObservation* 릴레이션에 있는 데이터 중 설정된 편차 값에 해당되지 않는 데이터는 삭제된다.

2.2 서비스 모듈 데이터베이스

서비스 모듈 데이터베이스는 자산관리와 관련된 서비스 제공을 위해 요구되는 데이터와 자동화된 대여/반납 서비스를 제공하기 위한 릴레이션들을 가지는 데이터베이스이다. (1) *Company* 릴레이션은 자산을 납품하는 회사 정보를 저장한다. (2) *Deptment* 릴레이션은 자산을 관리하는 부서 및 사용자 소속 부서 정보를 저장한다. (3) *Good* 릴레이션은 자산 정보를 저장한다. (4) *GoodClass* 릴레이션은 자산의 카테고리 분류를 위한 정보를 저장한다. (5) *Lender* 릴레이션은 자산을 대여한 대여자 정보를 저장한다. (6) *LendGood* 릴레이션은 사용자가 대여한 자산 정보를 저장한다. (7) *LendtoReturn* 릴레이션은 자산 대여, 반납과 관련된 상세 정보를 저장한다. (8) *Level* 릴레이션은 자산 대여와 웹 서비스 사용 권한을 나타내는 사용자 권한 정보를 저장한다. (9) *ReaderwithAntenna* 릴레이션은 RFID 리더와 안테나와 관련된 정보를 저장한다. (10) *Returner* 릴레이션은 자산을 반납한 대여자 정보를 저장한다. (11) *ReturnGood* 릴레이션은 사용자가 반납한 자산 정보를 저장한다. (12) *SensingTagFilter* 릴레이션은 자동화된 대여·반납 서비스를 위해 RFID 리더에 연결된 안테나로부터 센싱된 EPCIS 객체 정보를 EPCIS 데이터베이스로부터 가져온 정보를 저장한다. (13) *Tag* 릴레이션은 자산 및 사용자에게 부여된 태그 정보를 저장한다. (14) *User* 릴레이션 자산관리 시스템을 사용하는 사용자 정보를 저장한다.

3. 트리거를 통한 자동화된 대여/반납 기능 제공

RFID 리더는 안테나를 통해 센싱된 RFID 태그 정보를 데이터베이스에 저장 할뿐, 센싱된 정보가 자산 또는 사용자인지 구분할 수 없고 자산관리를 위한 자동화된 대여/반납 서비스를 RFID 시스템만으로는 제공하지 못한다. 또한, MySQL 5.0부터 제공되는 트리거 기능은 복잡한 기능 구현에 있어서 많은 제약 사항을 가지고 있다. 그래서 본 논문에서는 [그림 7]과 같이 센싱된 데이터 흐름을 기반으로 한 트리거를 작성함으로써 자동화된 대여/반납 서비스를 제공한다.

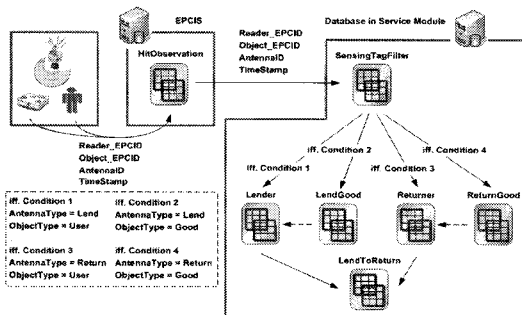


그림 7. 자동화된 대여/반납 서비스를 위한 데이터 흐름도

*SensingTagFilter*는 EPCIS에 저장되는 모든 RFID 태그 정보를 수집한다. 그리고 *User*와 *Good* 릴레이션을 통해 수집된 정보가 사용자 또는 자산에 부여된 태그인지를 판별하고, *ReaderwithAntenna* 릴레이션을 통해 태그 정보를 센싱한 안테나의 용도가 모니터링, 대여 또는 반납인지를 판별한다. 센싱된 태그 정보가 대여를 위한 사용자 정보이면 해당 태그 정보를 *Lender* 릴레이션, 대여를 위한 자산 정보이면 *LendGood* 릴레이션, 반납을 위한 사용자 정보이면 *Returner* 릴레이션 그리고 반납을 위한 자산 정보이면 *ReturnGood* 릴레이션으로 전달한다. *SensingTagFilter* 릴레이션에서 다른 릴레이션으로 전달된 태그 정보는 *SensingTag-Filter* 릴레이션에서 삭제된다.

Lender(Returner) 릴레이션은 각 안테나로부터 센싱된 마지막 사용자 태그 정보를 유지한다. 즉, 센싱된 사용자 태그 정보가 릴레이션에 저장될 때, 동일한 안테

나 식별자 값을 가지는 기존 사용자 태그 정보는 삭제된다. *LendGood(ReturnGood)* 릴레이션은 *SensingTag-Filter* 릴레이션으로부터 수집된 태그 정보의 안테나 식별자 값과 동일한 *Lender(Returner)* 릴레이션의 태그 정보를 찾아 *LendtoReturn* 릴레이션으로 두 태그 정보를 전달한다. 이때, *LendGood(ReturnGood)* 릴레이션의 해당 태그 정보는 삭제된다. 즉, 센싱된 대여(반납) 자산에 대한 대여자(반납자) 정보를 찾아 대여(반납) 정보를 만든다. 만약, *LendGood(ReturnGood)* 릴레이션의 태그 정보와 동일한 안테나 식별자 값을 가지는 *Lender(Returner)* 릴레이션의 태그 정보가 없다면 해당 태그 정보는 *LendGood(ReturnGood)* 릴레이션에 누적되었다 *Lender(Returner)* 릴레이션의 태그 정보 수집 시, *Lender(Returner)* 릴레이션의 트리거 동작에 의해 처리된다. [그림 8]은 *Lender*의 트리거를 보여준다.

```

create trigger LenderTrigger after insert on Lender for each row
begin
    declare _count int(10);
    declare _objectID varchar(50);
    set _objectID="";

    delete from LendGood where NEW.reader_epcid=reader_epcid
        and NEW.antennaID=antennaID and NEW.timestamp>timestamp;

    select count(object_epcid) into _count from LendGood
        where NEW.reader_epcid=reader_epcid
        and NEW.antennaID=antennaID and NEW.timestamp=timestamp;

    if _count>0 then
        insert into LendtoReturn(lend_readerID, lend_antennaID, userTagID,
            goodTagID, lendDate)(select reader_epcid, antennaID,
                NEW.object_epcid, object_epcid, timestamp from LendGood
                where NEW.reader_epcid=reader_epcid
                and NEW.antennaID=antennaID);

        delete from LendGood where NEW.reader_epcid=reader_epcid
            and NEW.antennaID=antennaID and NEW.timestamp=timestamp;
    end if;
end;
    
```

그림 8. *Lender* 릴레이션에 적용된 트리거

V. 통합 자산관리 시스템 실험

1. 실험 환경

제안하는 자산관리 시스템은 윈도우 2003 서버 환경

에서 J2EE 1.4와 J2SDK 1.5를 이용하여 구현하였으며, 데이터베이스관리시스템으로 MySQL 5.0을 사용하였다. 또한, 동적인 웹 기반 사용자 인터페이스를 제공하기 위해서 Ajax와 JSP를 함께 이용하였다. RFID 환경 구축을 위해서는 [그림 9]와 같은 ALR9800 모델의 리더와 UHF대역 원형 안테나를 사용하였다. 그리고 선형 안테나들은 연구실과 실험실에는 모니터링 목적을 위한 안테나, 대여/반납실에는 대여/반납 목적을 위한 안테나를 설치하였다.

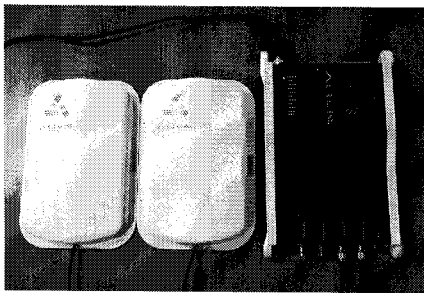


그림 9. 원형 안테나(좌)와 ALR9800 리더(우)

2. 실험 결과

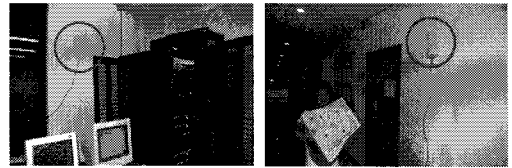
[그림 10]은 본 논문에서 구현한 자산관리 시스템을 사용하여 연구실의 재료, 기자재 등과 같은 자산을 관리하는 과정을 보여준다. [그림 10](a)는 연구실 내에 있는 자산과 사용자 존재 유무를 서비스하기 위해 연구실에 설치된 안테나를 보여준다. [그림 10](b)는 자산 및 사용자의 상세한 이동 경로 정보를 서비스하기 위해 복도에 설치된 안테나를 보여준다. [그림 10](c)는 자동화된 대여/반납 서비스를 제공하기 위해 대여자(반납자)와 대여(반납) 자산의 정보를 센싱하기 위해 대여실(반납실)에 설치된 안테나를 보여준다. 그리고 [그림 10](d)는 자산관리와 관련된 다양한 서비스를 사용하기 위해 웹 기반의 자산관리 시스템을 사용하는 사용자를 보여준다.

VI. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 RFID를 이용한 자산관리 시스템을 제안했다. 제안하는 시스템은 사용자 인터페이스 기능 제

공 측면에서 시스템 구축 및 확장의 용이성을 제공하기 위해 웹 2.0 및 Ajax에서 제공하는 Open API를 통해 각 모듈별 기능을 구현했다. 그리고 데이터베이스 관리 측면에서는 유연한 데이터 등록, 수정 그리고 삭제 기능을 제공하고 다양한 자산 정보 검색 기능 구현을 위한 데이터 모델링과 서비스 시나리오 구현을 위한 정보 구축 및 연계 구조를 설계했다. 또한, 방대한 질의를 빠르게 처리할 수 있는 기술을 제공했다.

마지막으로, 향후 제안한 자산관리 시스템의 더 큰 성능 개선을 위해 RFID 리더 및 안테나로부터 센싱되는 방대한 양의 데이터를 데이터베이스에 효율적으로 저장할 수 있는 압축 및 분산 기법에 대한 연구를 수행할 계획이다. 또한, 자산 및 사용자의 정확한 위치 정보를 도식화할 수 있는 기법에 대한 연구를 수행할 계획이다.



(a) 자산 위치 검색 서비스(연구실) (b) 자산 위치 검색 서비스(복도)



(c) 대여/반납 서비스(대여실) (d) 자산 관리 서비스

그림 10. 자산관리 시스템 실험 과정

참고 문헌

- [1] M. Weiser, "Some Computer Science Problems in Ubiquitous Computing," *Communications of the ACM*, pp.75-84, 1993.
- [2] 최길영, 성낙선, 모희숙, 박찬원, 권성호, "RFID 기술 및 표준화 동향", *전자통신 동향분석*, 제22권, 제3호, pp.29-37, 2007.
- [3] IDTechEx, *Item Level RFID - Forecasts 2006-2016, Technology, Standards*, 2007.

- [4] 정보통신부, *u-센서 네트워크 구축 기본계획*, 2004.
- [5] 노무라 연구소 보고소, *유비쿼터스 네트워크와 신사회 시스템*, 2003.
- [6] 유승화, "RFID/USN 표준화 추진방향", TTA저널, 제94호, 2004.
- [7] 장수완, 장효철, 강동우, 김종덕, "이종 RFID 리더를 지원하는 RFID 미들웨어 구성요소의 설계 및 구현", 한국통신학회 하계종합학술발표 논문집, pp.18-26, 2006.
- [8] <http://www.savi.com>
- [9] 백경갑, 주병권, "RFID 시장 및 기술 동향", Polymer Science and Technology, 제17권, 제1호, pp.18-26, 2006.
- [10] <http://blog.naver.com/minajung25/12004698977>

저자 소개

서 동 민(Dong-Min Seo)

정회원



- 2002년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학사)
- 2004년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학석사)
- 2008년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학박사)
- 2008년 3월 ~ 현재 : 한국과학기술원 전산학과 연구수 연구원
- <관심분야> : 데이터베이스 시스템, XML, 이동 객체 데이터베이스, 시공간 색인구조

여 명 호(Myung-Ho Yeo)

정회원



- 2004년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학사)
- 2006년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학석사)
- 2006년 3월 ~ 현재 : 충북대학교 정보통신공학과 박사과정
- <관심분야> : 데이터베이스 시스템, 시공간 데이터베이스 시스템, 무선 센서 네트워크

조 용 준(Yong-Jun Cho)

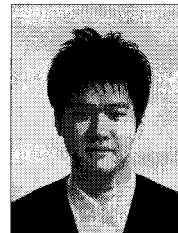
준회원



- 2007년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학사)
- 2007년 3월 ~ 현재 : 충북대학교 정보통신공학과 석사과정
- <관심분야> : 데이터베이스 시스템, RFID, 센서 네트워크

박 준 호(Jun-Ho Park)

준회원



- 2008년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학사)
- 2008년 3월 ~ 현재 : 충북대학교 정보통신공학과 석사과정
- <관심분야> : 데이터베이스 시스템, RFID, 센서 네트워크

한 지 영(Ji-Yeong Han)

준회원



- 2002년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학사)
- 2008년 3월 ~ 현재 : 충북대학교 산업대학원 전기전산공학과 석사과정
- <관심분야> : 데이터베이스 시스템, RFID, 정보검색

유 재 수(Jae-Soo Yoo)

중신회원



- 1989년 2월 : 전북대학교 컴퓨터공학과(공학사)
- 1991년 2월 : 한국과학기술원 전산학과(공학석사)
- 1995년 2월 : 한국과학기술원 전산학과(공학박사)
- 1995년 3월 ~ 1996년 8월 : 목포대학교 전산통계학과 전임강사
- 1996년 8월 ~ 현재 : 충북대학교 전기전자컴퓨터공학부 교수
- <관심분야> : 데이터베이스 시스템, 멀티미디어 데이터베이스 분산 객체 컴퓨팅, 센서 네트워크