

RFID 기술을 적용한 도서관리 및 검색 솔루션 개발

최정욱^{1*}, 오동익²

Development of an RFID based Library Management and Search System

Jung-Wook Choi^{1*} and Dong-Ik Oh²

요 약 국내 도서관의 양적·질적 성장에 따라 도서관의 장서 수와 이용자 수가 급증하고 있으나, 이에 따른 도서 관리의 어려움 또한 증대되고 있다. 특히, 도서가 지정된 서가에 위치해 있지 않아 이용자들이 도서를 찾는 데 어려움을 겪는 경우가 빈번하다.

이러한 문제의 해결을 위해 본 연구에서는 RFID 기술을 이용하여 보다 편리하게 도서의 위치를 파악할 수 있는 도서 검색 시스템인 'R-LIM(알림)' 시스템을 개발 하였다. 'R-LIM' 시스템을 활용하면 도서의 현재 위치를 실시간으로 파악할 수 있어 도서를 보다 쉽게 찾을 수 있을 뿐만 아니라, 도서를 정위치 시키는데 소요되는 시간도 크게 줄일 수 있다. 이 방식은 도서도난방지 등의 부수적 효과도 가져올 수 있다.

Abstract With quantitative and qualitative growth of libraries, number of books and patrons of the library are increasing rapidly. However, the growth brings up many new challenges to the library management process. One of the noticeable challenges is to ease the process of locating books users want.

The purpose of this research is to develop a positioning system that can help library users locate books without going through tedious shelf searching process. The R-LIM system we propose can be used for such purpose. It is based on the RFID technology, and consists of tags, readers, antennas, wireless terminals and light-emitting diodes. With the system, one may not only locate books easily, but also may put the book back to appropriate shelves promptly. Since R-LIM can do library inventory in real-time, it can be used for anti-thief purposes as well.

Key words : R-LIM, RFID, Bluetooth, Library, Retrieval systems

1. 서 론

우리나라 도서관의 양적·질적 팽창에 따라 도서관 운영 및 이용에 새로운 문제들이 발생하고 있다. 특히 반납된 도서를 서가에 원위치 시키거나, 원하는 도서를 실제로 얻는데 많은 시간과 노력이 필요한 것은 심각한 문제라 할 수 있다.

지금까지의 도서관 시스템에서는 도서에 바코드를 부

착하여 정보를 유지하는 방법이 일반적이었다. 하지만 이러한 시스템은 도서의 대출·반납 등의 편리성에만 초점을 맞추고 있다. 도서가 원래의 지정된 곳에 위치해 있지 않을 경우에 사람이 육안으로 일일이 도서를 찾아야 하는데, 도서의 소장 규모가 큰 경우에 이는 매우 어려운 작업이다. 도서 정리가 완전한 경우라 할지라도 도서검색 후, 이를 메모하여 해당 서가로 이동하여 어디에 꽂혀있는지 확인하기 위해서는 서가 전체를 대상으로 도서를 찾아야 하므로, 실제로 도서를 얻는데 많은 불편함이 따른다.

본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여, RFID 시스템을 이용하여 도서 위치를 실시간으로 파악할 수 있게 하고, 해당서가 앞에서 무선 단말기의 블루투

이 논문은 2004학년도 순천향대학교 산업기술연구소 학술연구조성비 일반연구과제로 지원을 받아 수행하였음

¹순천향대학교 전산학과

²순천향대학교 정보기술공학부

*교신저자: 최정욱(zzazza@sch.ac.kr)

스 통신을 이용하여 도서가 위치해 있는 선반의 LED를 점등시켜 도서의 위치를 표시해 줌으로써 실제로 도서를 얻기까지의 시간과 노력을 줄일 수 있는 위치인식기반 도서검색 시스템인 'R-LIM(알림)' 시스템을 개발하였다.

'R-LIM' 시스템을 활용하면 도서의 현재 위치를 실시간으로 파악할 수 있어 도서를 보다 쉽게 찾을 수 있을 뿐만 아니라, 도서를 정위치 시키는데 소요되는 시간도 크게 줄일 수 있다. 이 방식은 도서 도난 방지 등의 부수적 효과도 가져올 수 있고, 물류 유통 분야 등 다양한 분야에도 활용될 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 본 시스템의 기반이 되는 기술들에 대해 살펴보고, 3장에서는 개발된 'R-LIM' 시스템에 대하여 설명한다. 4장에서는 개발된 시스템의 성능 향상 및 사용자 편의를 위해 향후 보완 및 개선되어야 할 과제에 대한 방법을 제시 한다. 5장에서는 본 연구의 결과 및 향후 연구 방향에 대하여 살펴본다.

2. 관련 기술

2.1 RFID 시스템

RFID(Radio Frequency IDentification) 시스템은 무선 주파수와 소형 IC칩을 사용하여 비 접촉으로 사물을 인식하는 기술로서, 사물의 위치파악 및 경로추적에 유용하게 사용될 수 있는 기술이다[5].

RFID는 크게 물품 등 사물에 부착하는 태그(칩, 트랜스폰더)와 이를 읽어내는 리더, 내장된 정보를 식별하는 코드, 미들웨어 등으로 구성된다.

태그는 에너지원을 얻는 방법에 따라 수동형과 능동형 태그로 구분되는데, RFID 태그 및 시스템의 특징은 다음과 같다.

- 오염에 강하며 수명이 길다.
- 인식 범위가 넓고 인식 속도가 빠르다.
- 동시에 여러 개의 태그들을 인식 할 수 있다.
- 이동 중 인식이 가능하다.
- 장애물을 투과할 수 있다.
- 재사용(Read/Write)이 가능하다.

일반적으로 RFID 시스템은 125KHz, 134KHz, 13.56MHz, 433MHz, 860~960MHz, 2.45GHz 주파수 대역을 사용하고, 이중 가장 주목을 받는 주파수 대역은 물류관리에 사용되는 860~960MHz이다. [표 1]은 주파수

별로 구분한 RFID 시스템의 일반적인 특성을 나타내고 있다.

RFID 시스템 전반에 대한 표준화를 추진하기 위하여, ISO의 자동인식 기술연구위원회(JTC1/SC31)에서는 어떤 분야로도 RFID 시스템을 표준적으로 적용할 수 있도록 에어 인터페이스 및 데이터 프로토콜 중심으로 표준화를 추진하여 2004년말 제정하였다. [표 2]는 JTC1/SC31중 물류 관리용 RFID 표준을 담당하는 WG4의 국제 표준 제정 현황이다[2].

표 1. 주파수 대역에 따른 RFID 시스템

주파수	135KHz	13.56MHz	860~960MHz	2.45GHz
인식거리	<1m	0.7~1m	<3~10m	<1~1.5m
인식속도	저속	←————→		고속
환경영향	강인	←————→		민감
태그크기	대형	←————→		소형
적용분야	동물관리 출입통제 공정 자동화	교통카드 수하물관리 출입통제	물류유통 통행료징수	위조방지

표 2. JTC1/SC31 WG4의 국제표준 제정 현황

그룹명	ISO/IEC	작업명
데이터 구분표준	15961	Tag Commands
	15962	Data Syntax
태그식별	15963	Tag 식별자
Air Interface (통신)	18000-1	Generic Parameters
	18000-2	135KHz이하
	18000-3	13.56MHz
	18000-4	2.45GHz
	18000-6	UHF860~960MHz
	18000-7	UHF433MHz(Active)

ISO 이외에도 EAN.UCC에서 860~960MHz 대역 ISO 표준기반 무선바코드체계(GTAG : Global TAG)의 정립을 위해 태그에 저장되는 데이터 포맷의 표준화를 진행 중이다. 특히, ISO 18000-6의 무선접속 규격과 연계하여 EPC(Electronic Product Code)를 전 세계적 물류시스템의 표준화로 추진하기 위한 EPCglobal Inc.를 설립하였으며, 향후 EPC는 ISO의 새로운 표준에 포함될 전망이다[3].

2.2 블루투스(Bluetooth)

블루투스란 휴대용 장치간의 양방향 근거리통신을 복잡한 케이블 없이 저 가격으로 구현하기 위한 근거리 무선통신 기술, 표준, 제품의 총칭이다[4].

블루투스는 FCC의 허가가 필요 없이 사용할 수 있는 2.4GHz대 ISM 대역의 주파수를 사용한다. 1Mbps 속도로 최대 10m내에서 각종 단말기들을 무선 접속해 사용할 수 있고 전송 전력을 100mW까지 올리면 100m까지 확장될 수 있다. 무선통신 방식은 2.4GHz 주파수대역에서 대역폭 1MHz의 채널을 79개 설정, 1초에 1600회 채널을 바꾸는 주파수 호핑 방식의 스펙트럼 확산 기술을 사용하고 있다. 또한 자체 보안 기능(key, Authentication, Encryption 등)이 포함되어 있어 전자상거래와 같이 높은 수준의 보안이 필요한 통신 분야의 응용에 활용될 수 있다.

3. R-LIM 시스템

3.1 시스템 구성

본 논문에서는 기존의 도서검색 시스템의 문제점을 해결하고자 2장에서 설명한 RFID 시스템을 바탕으로 위치 인식 기반의 도서검색 시스템인 'R-LIM(알람:RFID based Library Information Management)' 시스템을 구현하였다. [그림 1]은 본 논문에서 구현한 'R-LIM' 시스템의 전체적인 구조를 보여준다.

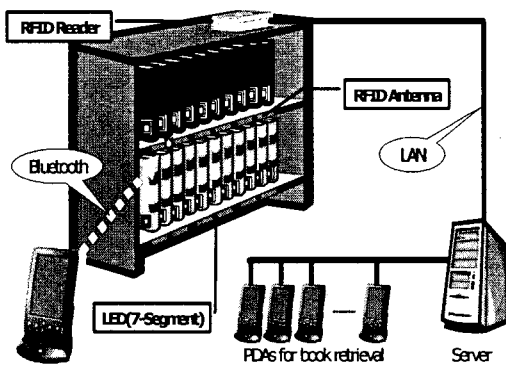


그림 1. R-LIM 시스템의 구조

R-LIM 시스템은 RFID 태그, 리더, 안테나, PDA, 블루투스 수신모듈, 7-세그먼트 LED 등으로 구성된다. RFID 태그는 각 도서에 부착시키고, 서가의 각 선반에는 RFID 안테나를 위치시킨다. 각 서가의 상단에는 각 선반에 위치한 안테나와 연결된 멀티포트리더를 설치한다. 본 시스

템에서 사용된 리더는 총 4개의 안테나를 연결할 수 있다. 각 선반의 안테나에서 읽어 들인 도서(RFID 태그)의 정보를 저장하기 위한 중앙 데이터베이스 서버가 존재하며 리더에서 읽은 태그 정보는 LAN을 통해 서버에 전달된다. 도서 검색용 휴대 단말기로는 PDA를 사용하고, 도서관 이용자는 이 단말기를 이용하여 도서 검색을 하고 자신이 원하는 도서가 위치해 있는 선반의 7-세그먼트 LED를 블루투스 통신을 통해 점등시킨다.

구현을 위해 사용된 RFID 장비는 Matrics 사의 RFID Evaluation System이며 약 4.5m의 인식 거리에 900MHz의 주파수 대역을 사용한다.

서가와 선반이 고정되어 있다는 점을 이용하여 선반에 RFID 안테나를 설치하고 위치를 지정하면, 도서에 부착된 태그가 인식 되었을 때 어떤 안테나에서 인식했는지를 알 수 있으므로 도서의 정확한 위치를 알 수 있다. 이때, 복수개의 안테나와 연결된 RFID 리더는 중앙서버로 태그 위치 정보를 전송하게 된다. 리더는 서가번호를, 안테나는 선반번호를 의미하며 각 태그정보는 인식된 안테나와 리더의 정보와 함께 데이터베이스에 저장되므로, 어떤 태그가 몇 번 서가의 몇 번 선반에 놓여 있는지를 알 수 있다.

이용자는 도서 검색용 단말기로 도서를 검색한 뒤 해당 서가로 이동하고, 블루투스 통신을 통해 원하는 도서가 있는 선반의 LED를 점등 시켜 손쉽게 도서의 위치를 확인할 수 있다.

3.2 도서검색 시나리오

각 서가의 선반에는 하나 또는 그 이상의 RFID 안테나를 설치하고 각 안테나에서 수신된 정보를 읽어오는 기능의 RFID 리더를 서가 상단에 설치하게 된다. 서가 상단의 RFID 리더는 LAN을 통하여 네트워크에 연결된다. 그리고 LED 점등을 위해 7-세그먼트 보드를 각 선반의 안테나에 부착시키고 리더에는 블루투스 수신을 위해 블루투스 모듈을 설치한다. 이렇게 준비된 서가에 RFID 태그를 부착한 도서를 위치시키면 자동적으로 태그(도서)를 인식하게 되고 중앙서버로 중요 정보를 전송하게 된다. 도서 검색용 단말기로 도서를 검색한 뒤 해당 서가로 이동하여 단말기의 버튼을 조작하면 원하는 도서가 있는 선반의 LED가 점등 된다.

3.3 구현모듈

구현된 시스템은 선반에 놓여있는 도서와 선반 및 서가의 번호를 읽어와 데이터베이스에 저장하는 자료수집 및 저장모듈, PDA를 이용해 도서를 검색하는 도서검색

모듈, 위치를 표시해주는 LED점등모듈로 구성된다. 각 모듈의 구현 및 세부 내용은 다음과 같다.

(1) 자료수집 및 저장 모듈

Matrics사의 RFID 시스템은 네트워크 및 태그의 정보를 관리 할 수 있는 'Matrics RFID Network' 소프트웨어를 제공 한다[6]. 본 논문의 구현에 사용하기 위해 이 소프트웨어에서 제공하는 일부 필요한 정보를 제공받고 그것을 응용 하였다. 구체적으로는 네트워크 패킷 분석 툴인 'Ethereal-Network Protocol Analyzer'를 사용하여 호스트(Matrics RFID Network)와 RFID 서버간의 XML 데이터 송·수신 내용을 분석한 후 자체적으로 소프트웨어를 개발하였다.

자료수집 및 저장 모듈은 RFID 시스템의 설정사항을 확인하기 위해 config.xml 문서를 수신 하고 태그와 리더의 정보를 수신(ReadPoint&Tag 쿼리)하며, 프로그램이 종료 될 때까지 태그의 Event정보가 포함되어 있는 태그 정보만을 수신(Event 쿼리)하여 데이터베이스에 저장한다. [그림 2]는 자료수집 및 저장 모듈의 흐름을 나타낸다.

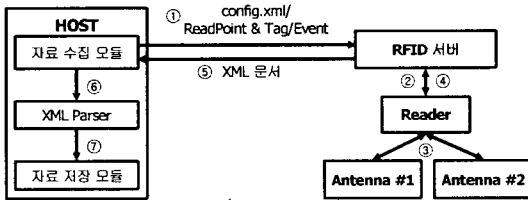


그림 2. 자료수집 및 저장 모듈의 흐름도

자료수집 모듈은 주기적으로 RFID 태그의 변화, 즉 선반에서의 도서인식 여부에 대한 정보를 수집한다. 이때 Host는 RFID 서버에 쿼리를 보내어 현재 안테나(선반) 위에 놓여있는 태그(도서)의 정보 또는 변경된 사항에 대한 이벤트를 XML 형태로 제공받는다. 자료저장 모듈은, 수신된 XML문서를 파싱하고 데이터베이스에 저장한다. [그림 3]은 자료수집 및 저장모듈에서 선반의 정보와 그 선반에 놓여있는 도서의 정보를 확인할 수 있는 'ReadPoint & Tag' 쿼리의 결과 화면이다.

[그림 3]의 예에서 ReadPoint & Tag Query를 이용하여 수신된 정보는 어느 ReadPoint(안테나)에서 어떤 태그들이 읽혀졌는가를 알려주며, 이 과정에서 읽혀진 태그의 정보 중 id, RPL(선반(안테나)의 id)만을 SAX 파서를 사용하여 파싱한 후 각 테이블에 저장한다. <ReadPointMap>항목의 name, id, zone 등의 속성은 안테나 즉, 선반에 관한 정보이며 서가의 정보를 유지하는

shelf 테이블에 저장한다. 또한 <Tag>항목의 id, uid, RPL 등의 항목은 태그 즉, 도서의 위치에 관한 정보이며 어느 선반에서 읽혀진 도서인지를 나타내므로 tag 테이블에 저장한다. 이렇게 RFID 태그 정보를 읽어들이어 DB에 저장함으로써 도서의 위치 정보를 파악 할 수 있다.

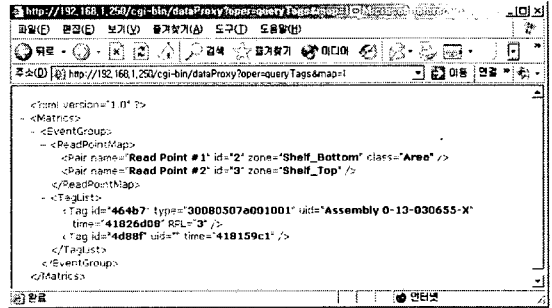


그림 3. Query 결과 화면

(2) 도서검색 모듈

도서검색 모듈은 PDA에서 구동되는 모듈로써, 중앙 서버의 데이터베이스에 접속하여 도서를 검색하고 그 결과를 화면에 출력해준다. 도서검색 결과 중 하나의 항목을 선택하면 도서에 대한 상세 정보를 출력하도록 구성하였다. 상세 화면에서는 몇 층 몇 번 서가로 이동하라는 안내를 해주게 되며 그에 따라 사용자가 도서가 위치한 서가로 이동하도록 구현하였다. 이 검색 모듈은 일반적인 도서 검색의 과정과 동일하다.

대부분의 도서검색 시스템에서는 서가의 위치가 '0~7번 서가'의 형태로 막연하게 제공되어 이용자는 0번 서가부터 7번 서가 까지의 모든 선반을 검색해야 한다. 저장모듈을 통해 구축된 DB로 검색을 하게 되면 '3번서가 2번선반'의 형태로 도서의 위치를 나타내게 되므로 도서관 이용자가 도서를 얻기까지 검색해야 할 범위를 선반 하나로 제한하여 알려 줄 수 있다.

(3) LED 점등 모듈

LED 점등 모듈은 해당 도서가 위치해 있는 선반의 LED를 점등시킨다. 이용자는 해당 서가로 이동하여 도서 검색 모듈의 마지막 화면에서 확인 버튼을 누르게 되며, 이 때 PDA ID와 Antenna ID를 서가에 위치한 데이터 수신기로 전송하게 된다.

PDA에서 PDA ID와 Antenna ID를 '서가의 데이터 수신기'로 전송할 때는 블루투스 통신을 이용하며, 이를 수신할 서가의 데이터 수신기 주소 즉, 블루투스 장치 주소를 알아야 PDA에서 데이터 전송이 가능하다. 이를 위해 DB의 서가 정보는 유일한 자신의 블루투스 장치 주소를

포함하고 있다.

수신부는 이 두 가지의 정보를 점등부로 보내게 되며, 점등부는 해당 안테나의 LED에 PDA ID를 출력한다. 자신이 소지하고 있는 PDA의 ID가 선반의 LED에 점등되기 때문에 이용자는 그 선반에 자신이 원하는 도서가 위치해 있음을 알 수 있다.

3.4 시스템 시연

[그림 4]는 구현된 'R-LIM' 시스템의 시연장면으로서 도서를 검색한 뒤 해당서가로 이동하여 원하는 도서가 위치해 있는 선반의 LED 점등을 확인하는 과정이다.

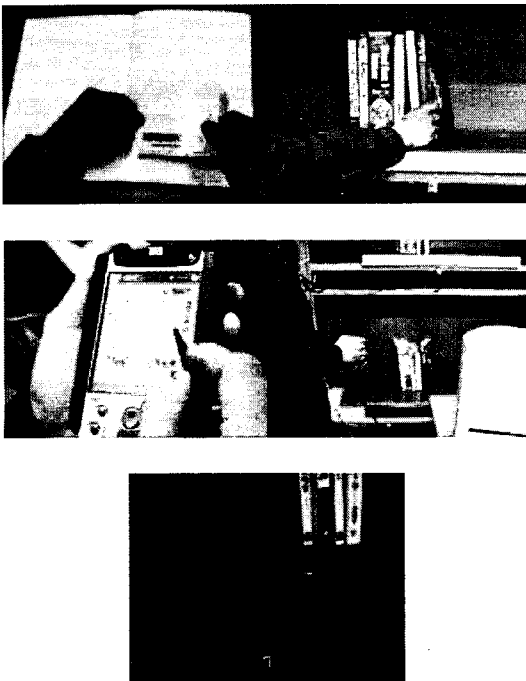


그림 4. 시스템 시연 장면

4. 시스템 개선 방법

개발된 'R-LIM' 시스템에서는 도서 검색과 LED 점등을 위해 무선 통신 기능이 있는 PDA를 사용하고 있으나 가격 및 기능에 비해 활용도가 매우 낮기 때문에 PDA를 대체할 방안이 필요하다. 이를 위해 사용자 ID카드를 활용하는 방안을 연구 중에 있으며 그 내용은 다음과 같다.

이용자는 도서 검색 결과를 자신의 ID카드에 담는다. 중간중간에 ID카드 리더기를 설치하고, 이용자가 단말기

에 ID카드를 인식 시키게 되면 카드에 담겨있는 도서 목록에 따라 위치를 색인하여 이동 방향 및 경로를 표시해 준다. 인식된 ID카드에 담겨있는 도서 목록이 여러 개라면 현재 위치에서 최단경로로 이동하여 찾을 수 있는 도서의 위치를 먼저 알려주는 알고리즘이 사용 될 수도 있다. 덧붙여 각 서가마다 작은 RFID 안테나를 측면에 위치시키고 그곳에서 ID카드를 읽어 들여 해당 도서가 위치해 있는 선반의 LED를 점등 시켜주도록 구성한다면 'R-LIM' 시스템에서 PDA와 블루투스 수신부를 제거할 수 있을 것이다.

또한, 'R-LIM' 시스템은 각 선반마다 RFID 안테나가 위치하기 때문에 필요한 RFID 안테나의 개수가 많다는 문제점이 있다. 선반에 위치하는 안테나가 작고 많을수록 위치가 정확해지지만, 안테나의 가격이 사업화를 위한 걸림돌이 될 수 있다. 이를 위해 적은수의 RFID 안테나를 천장 또는 요소요소에 설치하고 삼각측량법을 이용한 위치 측정 방법을 활용하는 방법도 현재 연구 중에 있다. 이 경우 위치인식의 오차가 커질 수 있다는 단점이 있지만, 비용과 정확도간의 Trade-off를 고려하여 'R-LIM' 시스템을 개선 할 방안을 계속적으로 연구하고 있다.

5. 결 론

본 논문에서는 국내 도서관이 양적·질적으로 팽창함에 따른 문제를 해결하고자 보다 편리하게 도서를 검색하고 관리할 수 있는 도서 검색 시스템을 개발하였다.

도서의 실제 위치를 알기 위하여, RFID 시스템을 이용하여 도서 위치를 실시간으로 파악할 수 있게 하고, 도서가 위치해 있는 선반의 LED를 점등시켜 도서의 위치를 표시해 줌으로써 도서를 얻기까지의 시간과 노력을 줄일 수 있는 도서검색 시스템인 'R-LIM' 시스템을 개발하였다.

'R-LIM' 시스템의 개발로써 도서관 이용자들의 도서 색인 시간이 줄어들어 도서관에 대한 이용자 만족도가 크게 높아질 것으로 기대된다. 뿐만 아니라 사서들이 도서를 정위치 시키는데 소요되는 시간이 줄어들어 도서관 리 업무의 효율성을 극대화할 수 있을 것으로 예상된다.

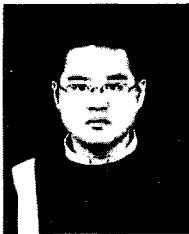
향후 시스템의 보안을 위해, 4장에서 설명한 시스템 개선 방법과 더불어 기존의 바코드 시스템의 전면 교체 없이 'R-LIM' 시스템 기술을 적용할 수 있는 방법을 연구 중에 있다.

참고문헌

- [1] 최정욱, 손재락, 오동익, 'RFID와 무선단말기를 이용한 도서검색 시스템 설계', 한국멀티미디어학회 추계 학술발표대회, Vol. 6, No. 2, pp. 1035~1038, 2003
- [2] The Official Bluetooth Membership Site, <http://www.bluetooth.org>
- [3] EPC™ Tag Data Standards Version 1.1 Rev.1.24, Standard Specification, EPCglobal, 2004
- [4] International Organization for Standardization, <http://www.iso.org>
- [5] 이근호, '무선식별(RFID) 기술', TTA저널 제 89 호, 2004
- [6] 'Matrics API Programmer's Manual(Part Number : 110009-001)', Matrics Inc., 2004
- [7] Klaus Finkenzeller, Rachel Waddington, RFID Handbook : Radio-Frequency Identification Fundamentals and Applications, John Wiley & Sons, 2000
- [8] Larry Blue and Kevin Powel, EPC and Radio Frequency Identification(RFID) Standards, White Paper, Matrics Inc., 2004.
- [9] EPC™ Tag Data Standards Version 1.1 Rev.1.24, Standard Specification, EPCglobal, 2004. 3. 1

최 정 욱(Jung-Wook Choi)

[정회원]



- 2003년 2월 : 순천향대학교 컴퓨터학부 (공학사)
- 2005년 2월 : 순천향대학교 전산학과 (공학석사)
- 2005년 3월 ~ 현재 : 순천향대학교 전산학과 박사과정

<관심분야>

RFID, 유비쿼터스 시스템, 임베디드 시스템, 운영체제

오 동 익(Dong-Ik Oh)

[정회원]



- 1985년 5월 : 뉴욕시립대학교 전산학 (이학사)
- 1989년 8월 : 플로리다 주립대학교 전산학 (이학석사)
- 1997년 8월 : 플로리다 주립대학교 전산학 (이학박사)
- 1997년 ~ 현재 : 순천향대학교 정보기술공학부 부교수

<관심분야>

RFID, 유비쿼터스 시스템, 임베디드 시스템, 운영체제, 실시간 시스템, 프로그래밍언어 등