

---

# ITS 구축용 RFID 교통카드 및 IEEE802.16연동 RFID 시스템 개발

장원태\* · 김태용\*

Development of Embedded RFID System for Constructing ITS based on Wibro

Won-Tae Chang\* · Tae Yong Kim\*

## 요 약

본 논문에서는 현재 부산 지역에서 진행 중인 u-City 구축 사업 중 하나인 ITS의 대중교통 관리로 RFID 도입을 위한 정책에 대응하기 위하여 PXA255 ARM칩을 내장한 RFID 교통카드 연동 RFID 시스템 및 미들웨어를 개발하였다. 개발된 시스템은 서버와의 데이터 통신을 위한 무선랜(IEEE802.11.a/b) 및 IEEE802.16 지원 통신 모듈을 가지고 있어 RFID 교통카드 연동이 가능하다. 이 시스템을 활용하면 u-City 정책에 맞춰 u-Traffic을 위한 서비스를 지원하는 기본적인 인프라로 활용이 가능하다.

## ABSTRACT

In a u-City project in Busan, public transportation which is one of ITS has been considered. RFID system embedded with PXA255 chip and middleware capable of communicating a server side was developed. To perform data communication link with traffic card, developed system consists of wireless modules that are wireless LAN (IEEE802.11a/b and IEEE802.16). Using developed RFID system and middleware, it is expected that this system becomes a basic infrastructure to support a service of u-Traffic for u-City construction.

## 키워드

ITS, IEEE802.16, ISO 14443A/B, RFID System

## I. 서 론

새로운 개념의 u-City의 경우, "u-Traffic"은 지속적이고 안정적인 도시의 발전 달성과 정보화 구축에 있어 도시 안의 중요 인프라인 도로, 기반시설, 차량 등 기존의 교통요소에 첨단 정보기술(IT)을 접목시켜 사회적 교통 인프라의 효율성을 극대화 시키고, 사용자의 안정과 생활 편의성 증진을 위한 다양한 교통 서비스 제공을 목적으로 한다[1].

본 논문에서는 u-Traffic[2] 구축의 핵심기술인 RFID 분야 중 RFID 교통카드연동이 가능한 RFID 시스템을 개발 하였다.

RFID 교통카드 정보를 무선네트워크를 통해서 데이터 및 이미지 전송이 가능한 PXA255 ARM칩을 내장한 RFID 시스템과 전송된 RFID 교통카드 정보에 적합한 데이터 및 이미지를 탐색한 후 이를 무선네트워크를 통해서 임베디드 시스템에 전송할 수 있는 RFID 미들웨어[3-4]를 개발하였다. 향후 본 시스템을 첨단 대중교통

시스템에 적용함으로써 효율적인 대중교통관리가 기대된다.

## II. RFID교통카드 및 IEEE802.16 기반 RFID 시스템

### 2.1 부산지역 RFID 교통카드현황

일반적인 교통카드인 스마트카드(smart card)라는 용어는 그 적용 범위에 따라 다양하게 사용된다. ISO 표준에서는 IC(Integrated Circuit)가 하나 이상 삽입되어 있는 카드의 총칭으로 "IC Card"란 용어를, 스마트카드 포럼(Smart Card Forum)에서는 "An integrated circuit card with memory capable of making decisions"라는 의미의 "smart card"란 용어를 사용하고 있다[5]. 부산지역의 RFID기반 교통카드의 구축 체계는 그림 1과 같다.

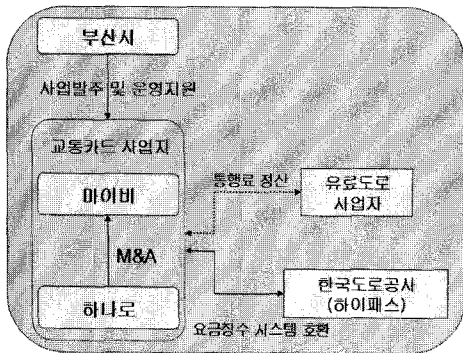


그림 1. 부산지역 교통카드 체계  
Fig. 1 Interrelation of Traffic card in Busan

이밖에도 "Chip Card", "Microprocessor Card", "CPU card" 등 연산기능을 강조하는 용어들이 사용되고 있으며, 저장성, 연산기능, 고도의 보안기능을 포함한다는 의미에서 "Super smart card", "Crypto Card" 같은 용어가 쓰이기도 한다. 그러나 일반적으로 스마트카드(smart card)를 정의하면 "마이크로프로세서, 카드운영체제, 보안 모듈, 메모리 등을 갖추므로써 특정 Transaction을 처리할 수 있는 능력을 가진 집적회로 칩(Integrated Circuit Chip)을 내장한 신용카드 크기의 플라스틱 카드"라고 표현할 수 있다[5].

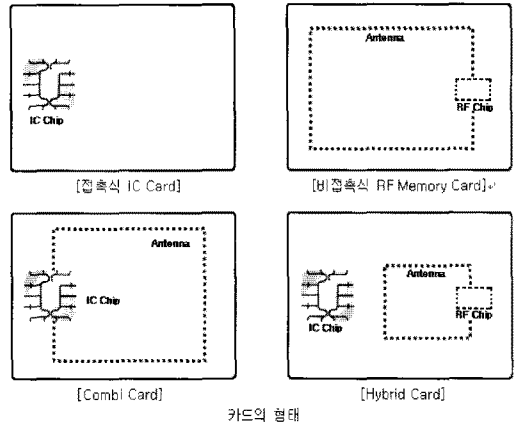


그림 2. 교통카드의 종류  
Fig. 2 The type of Traffic card

그림 2에서 볼 수 있듯이, 일반적으로 카드와 단말기간의 통신방법에 따라 접촉식(Contact)카드, 비접촉식 카드(Contactless), 콤비(Combi Card), 하이브리드(Hybrid Card)로 구분되며, 현재 부산시의 RFID 교통카드인 마이비 카드는 콤비(Combi Card)로 분류할 수 있다. 마이비 카드는 ISO-7816을 따르는 기존의 접촉식 스마트카드와의 호환산업표준인 Mifare를 따르는 기존 RF교통카드와의 호환, ISO-14443을 따르는 비접촉식 스마트카드와의 호환성을 갖추고 있다. 리더기와 정보교환을 inductive coupling 방식의 13.56MHz의 무선 주파수를 사용한다[5-6]. 본 논문에서 개발한 13.56 MHz의 RFID 시스템은 ISO 14443 A/B, ISO 15693을 지원하고 있다.

### 2.2 IEEE802.16 기반 RFID 시스템 개발

본 논문에서 개발한 RFID 교통카드 연동 RFID 시스템에 대한 전체 구성도는 그림 3에 나타내었다. 그림 3에서 보는 것처럼 PXA255 임베디드 시스템을 내장한 RFID 시스템은 단말기에서 읽어 들인 교통카드 정보를 Serial 통신을 통해 RFID 시스템으로 전송된다. RFID 시스템은 이 정보를 IEEE802.16 프로토콜을 통해 서버로 전송하고 서버에서는 D/B 검색을 하고 교통카드 정보와 일치하는 영상 및 데이터를 클라이언트로 IEEE802.16 프로토콜을 통해서 전송한다. 전송된 영상 및 데이터 정보는 TFT-LCD 창에 표시된다.

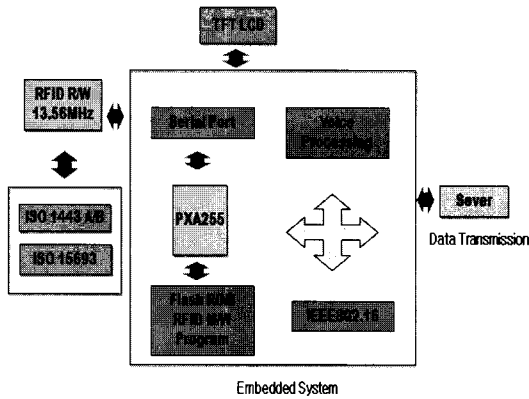


그림 3. IEEE802.16 연동 RFID 시스템 구성도  
Fig. 3 Embedded RFID system linkage Wibro

그림 4는 RFID 시스템 동작원리를 나타내었다. 먼저 프로그램시작과 동시에 시리얼함수를 Open시켜주고 RFID 정보가 들어올 때 까지 계속 신호를 발생시켜주면서 대기 한다. 이때 이벤트 발생부에서 대기모드일 경우 계속해서 광고이미지를 표시한다. RFID를 인식하였을 경우, Send 함수를 이용해서 데이터를 전송하고 Recv 함수를 이용하여 서버로부터 처리된 이미지를 받게 된다.

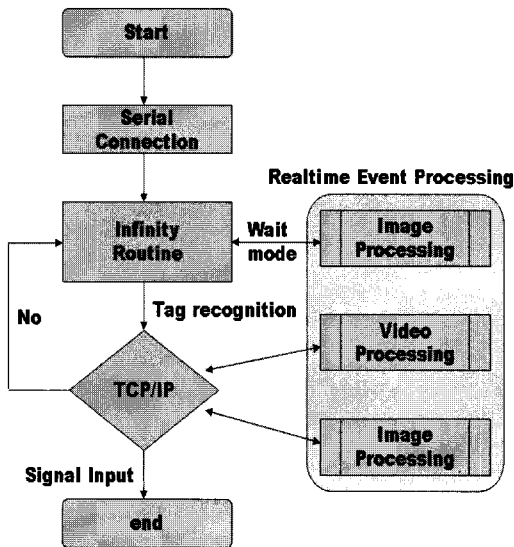


그림 4. RFID 시스템 동작원리  
Fig. 4 Operation principle of RFID System

이벤트 발생부에서는 이 일련의 과정을 음성과 이미지를 이용하여 사용자에게 알려준다. 마지막으로 시그널 함수를 입력받지 않으면 다시 대기모드로 설정되고, RFID 정보의 입력을 대기한다.

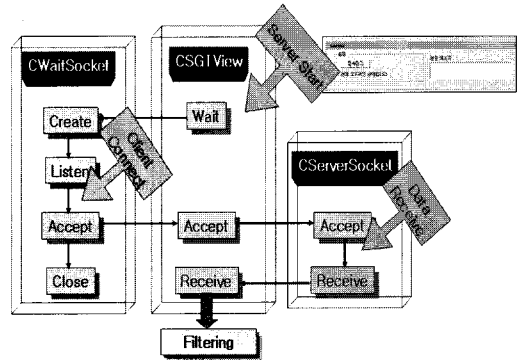


그림 5. RFID 시스템 데이터 Collection 부  
Fig. 5 Data Collection of RFID System

RFID 시스템은 RFID 단말기와 연결되어서 데이터를 받아오는 Collection, 데이터를 프로그램의 목적에 맞게 여과시켜주는 Filter, 데이터를 데이터베이스와 파일에 저장하는 Store, 그리고 데이터베이스와 연결해 데이터를 여러 형식으로 출력하는 Report 네 가지 모듈로 나누어 개발하였다.

그림 5는 RFID 시스템의 데이터 Collection 부분을 나타내었다. Collection은 TCP/IP 프로토콜을 사용하여 클라이언트인 RFID 시스템과 통신하는 것을 기본으로 하고 있다. 이 프로그램에서는 두 개의 소켓을 사용한다. 하나는 접속을 대기하는 소켓이고, 나머지 하나는 접속이 들어왔을 때 실제로 통신을 하는 소켓이다.

프로그램에서 서버의 설정을 접속 대기 상태로 바꿔주면 클라이언트의 접속을 받아들이기 위해 대기 소켓을 먼저 만들고 이 소켓의 Listen 함수를 호출하여 접속을 대기하도록 한다. 이 상태에서 클라이언트로부터 접속 요청이 들어오면 OnAccept 함수가 호출되고 이 함수에서 FormView에 연결을 알려주고 실제 통신 소켓을 생성하게 된다. 이렇게 접속이 이루어진 후, 클라이언트로부터 데이터를 수신했을 때 OnReceive 함수가 호출된다. 이 함수에서 Receive 함수로 데이터를 읽어 Filter에서 데이터를 생성 한다.

그림 6은 RFID 시스템의 데이터 필터링 부분을 나타

내었다. Filter는 데이터의 변환과 데이터베이스를 이용해 불필요한 데이터를 여과해 데이터베이스에 기록하는 역할을 한다. Collection에서 전달되어진 데이터는 hex2ascii 함수에서 ASCII값으로 변환되고 IDCheck 함수와 RegisterCheck 함수, ClassCheck 함수를 이용해서 데이터베이스에 해당 데이터를 검색해 ID 값을 비교 검색해서 적정값만을 Attend 함수로 넘겨주게 된다. 이 Attend 함수는 해당하는 이미지를 읽어들이고 통신부에 접근하여 ImageSend 함수를 통해 클라이언트로 전송을 하고 현재 열려있는 소켓을 닫은 다음 다시 대기상태로 돌아가게 된다. 이 함수는 또 Store 로 데이터를 넘겨주게 된다.

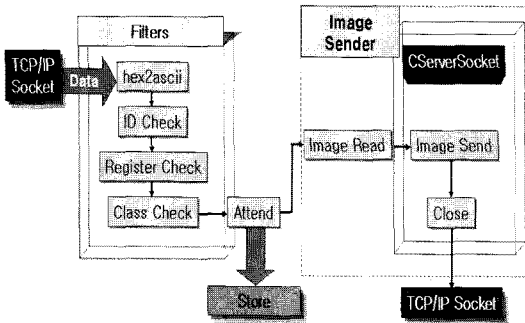


그림 6. RFID 시스템 데이터 Filtering 부  
Fig. 6 Data Filtering of RFID System

그림 7은 RFID 시스템의 데이터 Store 부분을 나타내었다. Store는 데이터베이스와 로그파일에 데이터를 기록한다.

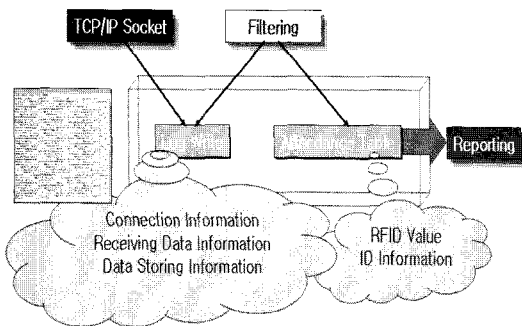


그림 7. RFID 시스템 데이터 Store 부  
Fig. 7 Data Store of RFID System

필터에서 전달된 ID는 통신부에서 발생한 RF Reader의 접속 정보와 전송된 모든 데이터 등을 LogWrite 함수를 이용해 로그파일에 시간과 함께 기록한다. 그리고 수신한 ID 값을 이용해 데이터베이스를 검색하고 그에 상응하는 정보들과 ID 값을 데이터베이스의 Attendance 테이블에 기록한다. 이렇게 저장된 데이터들은 Report를 통해 사용자들에게 여러 형태로 제공될 수 있다.

### Ⅲ. ITS 첨단 대중교통 구축을 위한 활용방안

#### 3.1 부산지역 u-Traffic 서비스 리스트

본 논문에서 개발된 RFID 시스템을 활용하여 첨단교통체계의 한 분야로서 구축 가능한 첨단대중교통 체계 구축 서비스 리스트는 다음과 같다.

- **Public Transportation Integrated Fare Collection Service:** 다양한 지불 장치를 이용하여 대중교통 수단간 환승 연계 지불이 가능하며 선불식/후불식 결제방식을 적용하여 요금 지불 수행
- **Public Transportation Information Service (대중교통 정보 서비스):** 대중교통을 이용하는 사람들에게 여러 매체를 통해 기본적인 대중교통 정보(노선정보, 정류장, 요금정보 등)뿐만 아니라 연계된 대중교통 수단 정보를 제공
- **Taxi Information Service(택시 정보화 서비스):** 부산시 교통카드 연계서비스(버스-지하철-택시)의 완성 과 신용카드, 현금영수증, 외국인통역서비스 기능 구현을 통해 시민(승객)과 외국인의 택시서비스 이용을 증대시키고, GPS 안전운전도우미 기능 채택을 통해 운전자의 안전을 도모하며 택시콜 서비스를 도입하여 기사들의 수익을 극대화
- **Non-Stop Electronic Toll Collection(유료도로 자동 요금징수 서비스(Non-Stop ETC):** 유료도로 요금소 통과 시 지불정보를 가진 단말기를 장착한 차량이 근거리 무선통신 기술을 이용하여 무정차 상태로 요금소에 통행요금을 지불
- **Traffic Information Coordination Service(운전자 교통 정보 서비스):** 부산 시내를 운전하는 운전자에게 언제, 어디서든 맞춤형 교통정보(혼잡구간, 최적경로,

돌방상황정보, 공사정보 등)를 제공

- **Integrated Traffic Information Management Service**(교통정보 통합관리 서비스): 부산시 교통관련센터들(부산시 교통센터, 경찰청 교통센터, 교통카드센터, 버스정보관리센터 등)을 물리적 또는 정보통합 운영함으로써 교통정책 수립, 시스템 운영, 정보 제공, 교통정보 통계 처리 등에 있어 연계·통합화하여 시너지 효과를 얻을 수 있음
- **Real time Traffic Signal Control Service**(실시간 신호 제어 서비스): 부산시 도로에 기설치 및 설치할 차량 감지기를 통해 수집된 자료 분석을 통해 수집된 실시간 교통량의 자료를 분석하여 교차로 접근로의 교통신호를 실시간 제어함으로써 교차로 교통소통을 원활하게 하는 서비스
- **Road Safety Management Service**(도로안전관리 서비스): 시설물 안전관리(터널, 교량 등 교통 기반 시설에 sensing 기능의 단말기를 장착하여 상태 모니터링 수행)와 돌발상황 관리(돌발상황 발생을 신속히 감지하여 대응을 지원함)로 구성된 서비스
- **Manless Management Service**(무인단속 서비스): 차량의 운행에 있어서의 위법 사항(불법주차, 차선위반, 신호위반 등)을 실시간 단속함으로써, 도로상의 차량 흐름을 원활할 수 있도록 지원하는 서비스
- **Pre-trip Traveler Information Service**(보행자 정보): 보행자(일반 시민, 관광객 등)가 출발지에서 목적지까지 최단 시간과 최소 노력으로 도달할 수 있도록 경로 정보를 제공하며, 목적지 주변의 관광 명소, 음식점 등 POI 부가 정보를 제공하는 서비스로, 대중교통 정보서비스, 교통정보 통합관리 서비스 등과 연계되어 보행 환경에 있어 편의성을 극대화하는 서비스
- **Safety Support Service for the Handicapped**(교통약자 안전지원 서비스): 장애인, 노약자, 어린이 등 교통약자의 안전한 이동을 지원하기 위한 서비스로, 장애인의 최적 이동 경로(휠체어 리프트 정보, 경사로 정보 등), 노약자의 최적 이동 경로(지하도, 육교를 제외한 최단 경로 정보 등), 어린이의 최적 이동 경로(교통사고 위험 지역 회피 등)를 제공하고, 시각장애인을 위한 음성안내, 주변 상점 안내 등, 부산시에 집중적인 정보를 제공하는 서비스

**3.2 U-Traffic을 위한 단말기 활용 방안**

본 논문에서는 제한한 ITS 구축을 위한 교통카드 연동 RFID 시스템은 u-City에 있어서 ITS에서 시행하고자 서비스들을 지원하는 기본적인 인프라로 활용이 가능하다. 대중교통 수단인 버스 및 지하철 등에서 다음과 같은 서비스와 편의이 가능하다.

본 논문에서 구축된 시스템의 특징은 다음과 같다.

- 교통카드 호환인 ISO 14443 A/B, ISO 15693 지원
- 무선랜(IEEE802.11), Wibro(IEEE802.16)통신프로토콜을 지원
- PXA255 ARM과 RFID 리더 Module을 통합
- 무선 네트워크를 통하여 RFID 교통카드의 과금(Billing) 정보를 즉시 전송 가능하며, 과금(Billing)에 소요되는 시간을 절감.

표 1 서비스 위치별 제공 정보  
Table. 1 Service Information

위치	정보
버스 정류장	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 버스 도착예정시간/실시간 위치정보</li> <li>• 도착버스 상류부 정류장 출발 시간</li> <li>• 환승정보 및 노선검색정보, 시종점간 대중교통 수단 연계 최적경로정보</li> <li>• 대중교통(지하철/철도/해운/항공) 운행계획정보 및 돌발상황, 운행중지/지연 정보</li> <li>• 시정 홍보, 지역 정보, 기상 정보, 관광 정보, 행사 안내 등 부가정보</li> </ul>
지하철	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 대중교통(지하철/철도/해운/항공) 운행계획정보 및 돌발상황, 운행중지/지연 정보</li> <li>• 시종점간 버스-지하철 수단연계 경로안내</li> <li>• 시정 홍보, 지역 정보, 기상 정보, 관광 정보, 행사 안내 등 부가정보</li> </ul>
버스	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 버스의 노선정보</li> <li>• 버스 현재위치 및 정류장 음성 안내</li> <li>• 주요 정류장까지의 예상 소요시간</li> <li>• 대중교통(지하철/철도/해운/항공) 운행계획정보 및 돌발상황, 운행중지/지연 정보</li> <li>• 지하철 환승 정류장 안내</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 앞/뒤 차량 시간간격 및 위치</li> <li>• 노선 상 정류장간 예상 소요 시간</li> <li>• 종점까지 운행소요 예상시간 및 잔여거리</li> <li>• 운행노선의 교통상황</li> <li>• 차량상태, 주의/경고 메시지, 돌발상황 지시정보</li> </ul>

표 1은 ITS 구축을 위한 RFID 시스템을 활용하여 서비스 위치별 대상에게 서비스가 가능한 제공정보를 요약한 것이다. 그림 8은 RFID교통카드와 연동하는 무선 네트워크 기반 RFID 시스템 단말기를 통한 u-Traffic 구축을 위한 서비스 제공을 위한 개념도를 나타내고 있다.

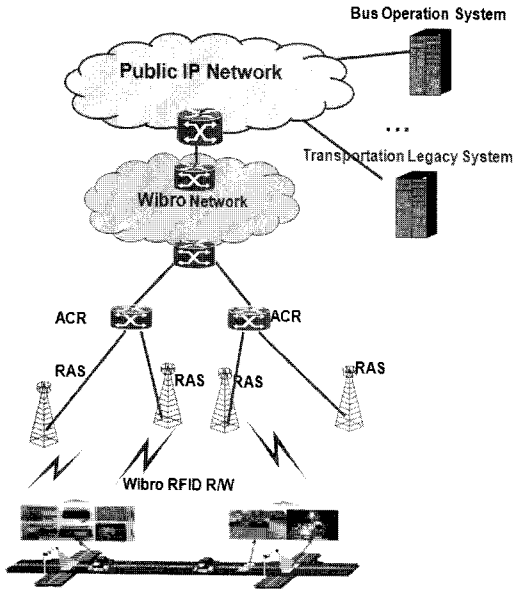


그림 8. Wibro 기본 인프라 활용  
Fig. 8 Applying for Wibro Basic Infrastructure

#### IV. 결 론

본 논문에서는 교통카드정보를 IEEE802.16 프로토콜을 통해서 데이터 및 이미지 전송이 가능한 PXA255 ARM칩을 내장한 RFID 시스템과 전송된 교통카드정보에 적합한 데이터 및 이미지를 탐색한 후 이를 무선 네트워크를 통해서 시스템에 전송하는 RFID 미들웨어를 개발하였다.

본 논문에서 개발한 교통카드 기반 IEEE802.16기반의 RFID 시스템의 장점을 다음과 같다.

- 기존에 RFID 리더의 복잡한 방식을 단일 시스템 내에서 구현.

- 기존에 교통카드방식의 연동이 가능하게 시스템 내에서 구현.
- IEEE 802.11 및 IEEE 802.16 통신 프로토콜을 사용하여 구현.
- PXA255 ARM과 RFID 리더 Module을 통합.
- 단일 시스템 내에서 구현함으로써 발생하는 전자적인 간섭 현상을 제어.

#### 참고문헌

- [1] 부산 u-city 구축 전략 마스터플랜: U-Traffic 사업수행계획서, 2005.11.28.
- [2] 강원수, u-Transportation의 비전 및 전망, 한국 ITS 학회, 제4권 제1호.
- [3] Sharp, K. R. , "Planning for RFID Ubiquity What if there really were a radio tag on every item in your supply chain? New industry developments promise to let you capitalize on RFID's potential", ID SYSTEMS , Vol.20 No.7, 2000.
- [4] Navas, D. , "RFID Feeds the Supply Chain Lower costs, fresh standards momentum, and developments in tag technology are driving real-world applications", ID SYSTEMS, Vol.21 No.7, 2001.
- [5] Klaus Finkenzeller, RFID Handbook(2nd ed.), John Wiley & Sons, 2003.
- [6] Currier, D. S. , "RFID Manufacturers advised to roll out RFID tags now", COMPUTER WEEKLY, Vol.62 No.16, 2004.

#### 저자소개



장원태 (Won-Tae Chang)

1989년 성균관대학교 전자공학과 (공학사)

1996년 서울시립대학교 제어계측 공학과(공학석사)

2002년~현재 동서대학교 컴퓨터정보공학부 교수

※ 관심분야: 모바일S/W, RFID, 컴퓨터 응용



김태용(Tae Yong Kim)

1993년 부경대학교 전자공학과  
(공학사)

1997년 오카야마대학 전기전자  
공학과(공학석사)

2001년 오카야마대학 자연과학연구과(공학박사)

2002년~현재 동서대학교 컴퓨터정보공학부 교수

※관심분야: 무선통신, 수치해석, 미들웨어 응용