

## RFID/USN 교육용 시스템의 설계

### Educational System Design of RFID/USN

김대희, 오도봉\*, 정중수\*\*, 정광욱\*\*\*  
안동대학교, 안동대학교\*, 안동대학교\*\*, 구미대학\*\*\*

Kim Dae-Hee, Oh Do-Bong\*, Jung Joong-soo\*\*,  
Jung Kwang-wook\*\*\*  
Andong National Univ., Andong National Univ.\*,  
Andong National Univ.\*\* , Kumi 1 College\*\*\*

#### 요약

본 논문에서는 리더와 태그간 900MHz 대역을 사용하여 RFID/USN 기술 교육용 시스템 설계를 제시하였다. 센서가 부착된 능동형 태그와 리더의 설계를 임베디드 환경에서 제시하였으며 리더와 접속하여 제어하는 서버의 소프트웨어 개발은 PC 윈도우 운영체제 환경에서 실현하였다. 개발 환경으로는 ATmega128가 리더와 태그의 프로세서로, 개발 언어는 C 언어가 사용되었다. 서버인 PC에서는 비주얼 스튜디오상의 비주얼 C++ 언어가 사용되었다. 시스템은 PC에서는 리더를 통해 센서로부터 센싱된 정보가 들어 있는 태그를 붙여 관리하고, 인터넷을 통해 태그에 대한 정보 획득, 태그 메모리에 데이터를 읽어 오는 기능을 가지고 있다. 이러한 기능을 가진 900MHz 대역의 RFID/USN 교육용 시스템을 구성하였다.

#### Abstract

This paper presents the development of RFID educational system based on 900MHz air interface between the reader and the active tag. The software of reader and the active tag is developed on embedded environment, and the software of PC controlling the reader is based on window OS operated as the server. The ATmega128 VLSI chip is used for the processor of the reader and the active tag. As the development environment, AVR compiler is used for the reader and the active tag of which the programming language is C. The visual C++ language of the visual studio on the PC activated as the server is used for development language. Main functions of this system are to control tag containing EPC global Data by PC through the reader, to obtain information of tag through the internet and to read/write data on tag memory. Software design of 900MHz RFID/USN educational system is done on the basis of these functions.

## I. 서론

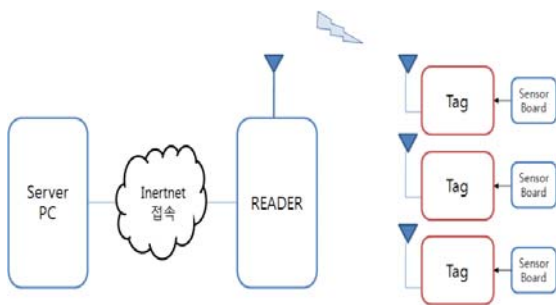
오늘날 유비쿼터스 시대에 가장 많이 활용될 RFID 기술의 급속한 발달과 더불어 수많은 응용 서비스들이 사용되고 있으며, 향후에도 더욱더 다양한 서비스가 요구되고 있다[1][2]. 특히, 유비쿼터스 사회 실현의 핵심 기술인 RFID/USN(Radio Rrequency Idendification/Ubiquitous Sensor Network)기술은 사물이나 생활 공

간에 부착된 태그나 센서로부터 사물 및 환경 정보를 감지·저장·가공·통합하고 상황인식 정보 및 지식 콘텐츠 생성을 통하여 언제, 어디서, 누구나 원하는 맞춤형 지식 서비스를 자유로이 이용할 수 있는 첨단 지능형 사회의 기반 인프라이다. 우리나라에서도 RFID/USN 기술을 정부에서도 많은 관심을 가지고 있다. 우리 정부의 USN 구축 기본계획과 u-IT 839 기술개발 정책에 따라 국산화, 기술 고도화 및 핵심 원천기술 개발을 전략적으로 추진하여 그 성과가 나타나고 있다

[3][4]. 따라서 향후 일상생활과 산업 및 공공기관에서 폭발적으로 수요가 예상되는 900MHz 대역의 RFID/USN의 기술 교육이 요구되고 있다. 본 논문에서는 900MHz 대역의 EPC global Gen 2 규격(이 규격을 이후 “EPC global 규격”으로 표기함)을 만족하는 액티브 태그(이후 “태그”로 표기함)와 리더를 교육용으로 활용 가능하도록 임베디드 하드웨어상에 구현하였다. 태그에는 온도, 습도 가스 정보를 얻는 센서가 부착되어 있다. 임베디드 하드웨어 구성 시 현재 900MHz 무선대역(이후 “대역”으로 표기함)의 RFID 전용 VLSI 칩을 사용하였고, 하드웨어 접속부는 디스크리트(discrete) 소자를 활용하여 900MHz 대역은 만족하고 전기적 통신에 근거한 통신방식은 EPC global 규격을 만족한다. 아울러 리더에 접속되어 이를 제어하는 서버의 PC 소프트웨어 개발을 윈도우 환경에서 비주얼 C++ 언어를 사용하였다. 리더는 PC로부터 수신되는 명령을 태그로 전달하며, 태그로부터 수신되는 응답을 PC로 전달하는 기능을 수행한다. 태그는 리더로부터 명령패킷(이후 “명령”으로 표기함)을 수신하여, 그에 해당하는 기능 처리 후 응답 패킷(이후 “응답”으로 표기함)을 형성하여 리더로 전달하는 기능을 수행한다.

## II. RFID/USN 교육용 시스템의 구조

본 논문에서 제안된 900MHz 대역의 RFID/USN 교육용 시스템에 활용되는 리더 및 태그, 리더와 접속되는 서버의 시스템 구성형태는 그림 1과 같다.



▶▶ 그림 1. RFID/USN 교육용 시스템의 구성

서버로 활용되는 PC는 리더와 인터넷(TCP/IP기반)으로 접속되며, 리더는 서버의 제어를 받아 동작한다. 리더와 태그 사이에는 RFID 전용 VLSI 칩을 사용하여 900MHz 대역을 만족하여 통신하도록 하였다.

서버는 비주얼 C++ 언어를 활용하는 윈도우 환경에서 동작되며, 리더와 태그의 하드웨어 구조는 매우 유사하나 태그에는 사물 및 환경 정보를 감지·저장·가공·통합하는 센싱기능을 가지고 있는 센서가 부착되어 있다. 리더와 태그의 프로세서는 ATmega128가 사용되며, 이를 제어하기 위하여 AVR 컴파일러를 사용하였다. 따라서 시스템의 구동은 PC의 동작으로 리더와 인터넷으로 접속하고, 리더와 태그는 RFID/USN 명령어 패킷을 송신하며, 그 응답패킷을 역시 리더를 통해 수신할 수 있도록 하였다.

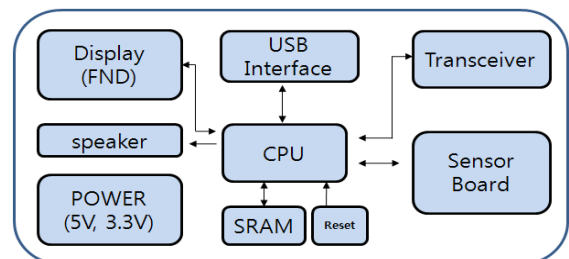
## III. 설계 및 구현 알고리즘

### 1. 설계 개념

시스템 설계는 크게 하드웨어와 소프트웨어 부분으로 나눌 수 있다. 하드웨어는 ATmega128을 프로세서로 사용하여 주변 회로를 구성하였다. 설계개념은 900MHz 대역의 RFID 전용 VLSI 칩을 활용하여 대역은 900MHz를 만족하고, 하드웨어 관련 통신 기반은 EPC global 규격을 만족하도록 설계하였다. 소프트웨어는 전적으로 EPC global 규격을 만족하도록 설계하여 교육용도로 활용하도록 하였다.

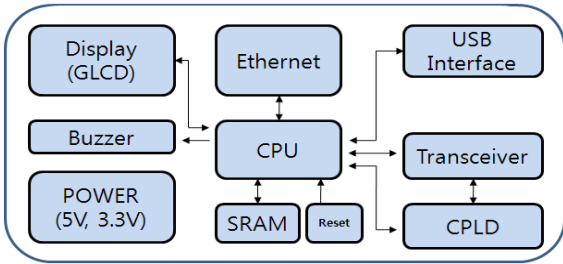
이 논문에서 설계된 RFID/USN 장비의 하드웨어 구조를 살펴보면, 리더와 태그가 900MHz 대역 접속부는 기본적으로 동일하나 인터페이스부가 다르다.

태그는 그림 2와 같이 ATmega128 프로세서, 리더에서 전송되는 데이터 또는 식별코드와 같은 데이터를 송수신하는 트랜시버와 식별코드나 사용자가 입력한 정보를 저장하는 메모리 및 마이크로컨트롤러, 센서 정보를 가지는 센서보드가 포함된 IC로 구성되어 있다.



▶▶ 그림 2. RFID 교육용 시스템 태그 구조

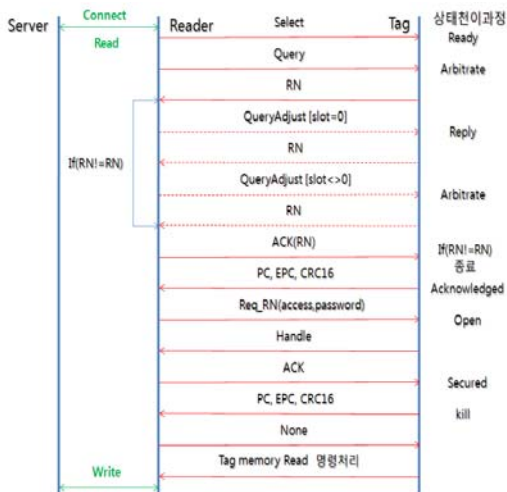
리더는 서버와 접속을 위해 그림 3과 같다. 내부 구조는 서버의 제어 명령에 따라 처리하는 ATmega128 프로세서와 응용서버 컴퓨터와 통신 하는 이더넷 접속부, 태그와 통신을 수행하는 트랜시버, 리더의 동작 상태를 간략하게 사용자에게 시각적으로 보여주기 위한 모니터, 정보를 저장하는 메모리가 포함된 IC로 구성되어 있다.



▶▶ 그림 3. RFID 교육용 시스템 리더 구조

## 2. 프로토콜 흐름도

본 시스템에서 리더와 태그의 원활한 정보전달을 위해서는 우선 리더는 다수의 태그 중 통신 가능한 태그를 선별하고, 이후 선별된 태그와 정보전달을 수행한다. 이때 리더에서 태그로는 Command(명령) 패키지가 전달되고, 그에 대한 응답으로 태그에서 리더로는 Response(응답) 패키지가 전달된다. 리더를 통한 서버와 태그 간에 프로토콜 흐름도의 전반적인 처리과정은 그림 4와 같이 구성된다.



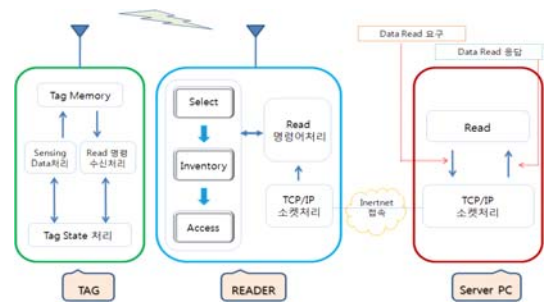
▶▶ 그림 4. RFID/USN 교육용 시스템 프로토콜 흐름도

이때 리더와 서버는 인터넷으로 접속시 TCP/IP 소켓 구동으로 처리되며, 리더는 전원 구동 시 서버로 TCP/IP 프로토콜을 구동시키는 서버 개념으로 처리하고, 서버는 TCP/IP 소켓의 듣기(listen 처리)로 클라이언트 개념으로 처리한다.

그림 4의 프로토콜 흐름을 살펴보면 아래 단계와 같다.

- (1) 서버와 리더 동작 시, 리더의 전원구동으로 TCP/IP 소켓을 열어(open), 서버와 리더는 알려지지 않은(unknown) 포트를 사용하여 TCP/IP 접속한다.
- (2) 서버가 리더에 태그의 센싱 데이터 읽기(Read) 기능을 수행한다.
- (3) 태그 데이터 읽기(Read) 명령을 리더가 수신하면, 리더는 먼저 리더와 태그 프로토콜에서 태그를 선택하려는 Select 명령을 보낸다. 이후 태그가 리더와 통신가능하면 통신 영역에 속하게 된다.
- (4) 리더가 태그에 Query 명령을 보낸다. 태그는 그 응답으로 난수 값(RN: Random Number)을 전달한다.
- (5) 리더가 태그로부터 수신된 난수 값이 리더에 저장된 기존의 난수 값과 비교한다. 비교 후 동일하지 않으면 Query Adjust와 Query Reply 명령을 송신하여 같게 되도록 한다.
- (6) 리더는 최종적으로 설정된 난수 값을 ACK 명령으로 전달한 후 PC, EPC, CRC16값을 수신한다.
- (7) 리더가 태그를 식별하는 Handle 값을 수신한 후 태그에 정보를 읽는 Read 명령을 태그로 송신한다.
- (8) 리더가 태그로부터 Read 명령에 대한 응답 수신 후 인터넷상으로 이 정보를 서버로 전달한다.

## 3. 소프트웨어 설계



▶▶ 그림 5. 설계 소프트웨어의 구조

본 논문에 소개되는 리더는 PC(서버)와 인터넷(TCP/IP기반)로, 태그와는 900MHz 무선으로 접속되었다. PC와 리더는 미들웨어 통신 규약을 준수하며 이는 명확히 제시되지 않아서 통신 규약을 정의하여 처리하며, 리더와 태그는 EPC global Air Interface 규격[7]을 준수한다. 소프트웨어 설계는 그림 5와 같이 리더로부터 태그 데이터 정보의 송, 수신 과정을 처리하는 미들웨어 개발, 리더와 태그간 EPC global Air Interface 규격의 적용개발로 분류된다. 미들웨어 개발은 태그 데이터의 이진 정보를 객체로 변환하는 ONS(Object Name Server), 데이터 핸들링을 지원하는 ALE, EPCIS가 있으며, 본 논문에서는 주로 ONS을 지원하는 데이터 변화 구조가 적용된다. 태그에서 처리되는 데이터는 태그 메모리의 RESERVED, EPC, TID, USER 4개의 영역 중 4번째 बैं크(Bank)인 USER 메모리 बैं크(0x11)를 사용한다. USER 메모리 बैं크는 사용자에게 의해 정의되며 사용자가 원하는 데이터를 저장할 수 있는 공간이다. 리더는 태그로부터 센싱 정보 데이터의 읽기 기능 처리를 위한 서버와 정보 전달 및 EPC global air interface 규격 처리의 개발이다. 태그 역시 리더와 유사한 EPC global air interface 규격 처리의 개발이 있다.

1) PC와 리더의 미들웨어 통신 규약 적용 시 다음과 같이 통신 조건 가정 한다.

① 명령어는 Read 처리한다.

② 리더는 TCP Sever, 서버는 TCP Client 로 동작 한다.

③ 리더는 3개의 태그를 관리한다. 3개의 태그에는 각각 온도센서, 습도센서, 가스센서가 연결되어 있다.

④ 리더는 서버가 1-3로 오면, 그것을 태그의 세션 중 S0, S1, S2, S3으로 분류하고 프래그를 A, B로 구분한다.

⑤ 서버는 TCP 4000, 리더는 TCP 3000으로 접속 한다.

⑥ 소켓 접속 후에 명령어 전달한다.

2) PC와 리더의 미들웨어 통신 규약 적용 시 명령어 / 응답 구조는 다음과 같이 정의 한다.

TCP 접속 후 데이터 필드에 첫 번째 바이트는 명령어 종류, 두 번째 바이트는 태그번호, 세 번째 바이트는 4개로 구성된 태그의 메모리 बैं크를 의미한다. 본고에서는 USER बैं크를 사용하며 그 값은 0x11이다.

① 첫째 바이트는 태그에 정보를 읽고 쓰기를 나타

내며, 0x01는 Read 기능을 의미한다.

② 두 번째 바이트는 태그번호로 리더는 임의의 번호를 지정해 전달한다.

③ 세 번째 바이트는 태그메모리의 4개 बैं크중 USER बैं크를 사용하므로 그 값을 0x11로 고정한다.

④ 태그의 USER बैं크를 읽는 Read Command 기능의 패킷 구조는 다음과 같다.

· 명령 구조 : 0x01 0x01-0x03 0x11

· 응답 구조 : 0x01 0x01-0x03 0x11 16비트 센싱 데이터

응답 패킷의 구조에서 16비트 센싱 데이터는 처음 4비트는 센서의 종류를 나타내며, 나머지 12비트는 센서의 센싱 데이터 의미한다. 위의 규약을 준수하여 태그로부터 수신되는 응답을 리더가 서버의 Read 명령을 통하여 태그의 정보와 값을 hex값으로 디스플레이 하게 된다. 16비트 센싱 데이터 중에서 처음 4비트의 값은 온도를 측정하는 온도센서, 습도를 측정하는 습도센서, 가스의 량을 측정하는 가스센스 3가지 종류의 센서 타입 값을 표시하게 된다. 나머지 12비트는 센싱 정보를 표시하게 된다. 서버에는 온도, 습도, 가스량에 대한 각각의 데이터 테이블 값을 가지고 hex값을 맵핑시켜 출력하게 된다. 센싱 정보를 기록하는 12비트 센싱 데이터 값은 +, - 온도의 값(℃), 습도의 양(%), 가스의 량(mg)의 값을 hex값으로 전달한다. 온도센서를 예로 들면 정보를 읽어오는 12비트의 센싱 데이터의 구조는 처음 1비트는 영상(+), 영하(-)의 온도를 표시하는 부호 비트로 사용하고 나머지 11비트는 온도 값을 표시하게 된다.

### 3.1 서버의 소프트웨어 구조

본 논문에 소개되는 서버(PC)는 리더를 제어하기 위해 리더와 인터넷(TCP/IP기반) 접속된다. 윈도우 XP를 운영체제로 하는 서버(PC)의 소프트웨어는 비주얼 C++를 사용하여 다이얼로그 베이스로 설계하였다. 이는 EPC global network의 태그 데이터의 읽기 기능을 처리하는 데모 프로그램의 설계와 실습생들이 실습가능하도록 템플릿 설계로 분류된다. 개발된 비주얼 C++ 프로그램을 구동하면, 이와 같은 과정을 수행하기 위해 소프트웨어의 처리화면구조는 초기에 그림 6과 같은 화면이 출력되도록 설계하였다. 화면에서는 태그의 메모리에 기록된 정보를 확인하는 Read 명령으로 처리된다.

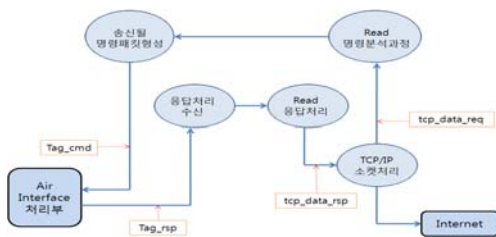
태그로부터 수신되는 응답을 리더가 Read 명령을 통하여 태그의 정보와 값을 디스플레이 한다. 센서가 센싱한 정보가 기록되어 있는 태그 데이터 16비트를 읽어와 이 정보를 출력하는 과정이다.



▶▶ 그림 6. 초기 처리 화면

### 3.2 리더의 소프트웨어 구조

미들웨어 기능을 수행하는 서버로부터 수신된 EPC 데이터의 Read 기능 처리를 전달받아 EPC Air Interface 규격[6] 형태의 명령 패킷을 태그로 전달하며, 그에 대해 태그로부터 수신되는 응답 중 EPC 데이터 Read 기능을 처리 후 PC로 전달하는 기능을 수행하며 그 구성도는 그림 7과 같다.



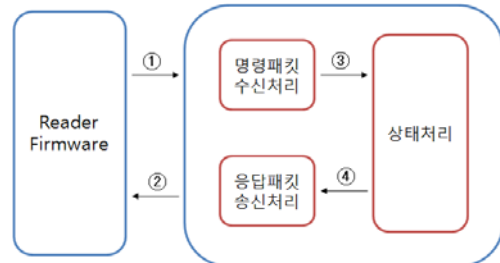
▶▶ 그림 7. 리더의 소프트웨어 구성도

TCP/IP 소켓 접속후 인터넷으로 접속된 서버PC로부터 수신되는 명령처리 기능은 Read인데, 이러한 서버로부터 전달받은 명령 수신 정보를 분석하여 전달하고, 태그로부터 응답되는 EPC 데이터 Read 기능을 처리 후 PC로 전달하는 기능을 수행하는 기능을 가진다.

### 3.3 능동형 태그의 소프트웨어 구조

태그는 리더와 EPC global 규격의 RFID/USN 통신을 그림 8과 같이 수행한다. 태그는 리더로부터 명령어

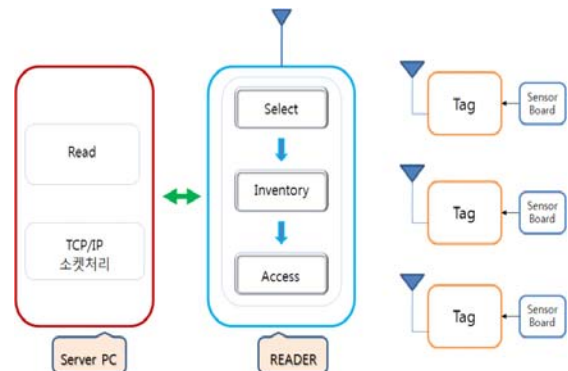
패킷을 수신하여 처리 후 응답 패킷을 송신하는 기능을 수행한다. 리더로부터 수신되는 명령은 상태처리부로 전달되어 태그에 부착된 센서의 정보를 읽어 와서 처리 후 응답 패킷을 리더로 전달한다.



▶▶ 그림 8. 태그의 소프트웨어 구조

## IV. 교육용 RFID/USN 시스템 기능 점검

개발된 시스템의 기능점검은 서버와 태그의 동작을 시뮬레이션하여 버그를 잡아낸 후 실제 환경에서 시험을 추진하였다. 시스템의 기능 점검은 그림 9와 같이 서버와 리더, 리더와 태그, 그리고 서버, 리더, 태그의 연동에 대하여 검증하였다. 서버와 리더의 인터넷(TCP/IP) 접속을 점검하였다. 리더는 TCP Server로, 서버는 TCP Client로 동작하는지를 점검하였고, 리더는 서버로부터 명령을 받아 태그로 16비트 EPC 데이터의 읽기 기능 처리를 위한 서버와 정보 전달 및 EPC global air interface 규격 처리가 정상적으로 되는지를 점검하였다. 태그와 리더의 정상 동작 상태의 점검은 리더의 통신 영역에 진입하는 태그를 선택하는 Select 과정, 태그와 통신 상태가 되는 Inventory 과정 및 통신 가능한 태그의 메모리에 정보를 기록 및 읽는 Access 과정으로 분류된다.



▶▶ 그림 9. 교육용 RFID 시스템의 기능점검

## V. 결론

본 논문에서는 EPC global 900MHz 대역의 무선 접속 규격을 따르는 RFID/USN 시스템의 교육 장비 개발을 실현하였다. 리더와 태그 간 통신 시, 교육용 환경에서 태그와 접속 가능한 리더의 소프트웨어 개발을 임베디드 환경에서 구성하였고 리더에 접속되어 이를 제어하는 PC 소프트웨어 개발을 윈도우 환경에서 실현하였다. 개발 환경으로는 리더의 프로세서는 ATmega128을 활용한 AVR컴파일러를 사용하고 PC는 비주얼 C++ 언어를 사용하였다. 이의 기능 점검을 위하여 PC에서는 리더를 통해 태그에서 센서로부터 센싱된 정보를 태그 메모리에서 읽어 오는 기능을 점검하였다.

현재 리더와 PC간에는 미들웨어 개념의 인터넷을 통한 접속을 구현하여 유비쿼터스 네트워크 장비의 구현되어 있다. 또한 임베디드 하드웨어 구성 시 현재 900MHz 대역의 RFID 전용 VLSI 칩의 개발이 되지 않아 하드웨어 접속부와 EPC global 규격을 만족하지 않지만 소프트웨어는 EPC global Network 규격을 만족하도록 하였다. 아울러 향후 900MHz 대역의 RFID 전용 VLSI 칩이 양산되면 기존의 하드웨어 구조에 이 칩을 적용하여 간단한 설계변경 후 기능 점검이 필요하다. 또한 본 논문에서는 센싱한 센서의 정보는 RESERVED, EPC, TID, USER 4개의 영역 중 4번째 बैं크(Bank)인 USER 메모리 बैं크(OX11)를 사용하여 태그에 정보를 기록하였다. 앞으로 900MHz 대역의 RFID 전용 VLSI 칩이 양산되면 좀더 다양한 센서의 부착과 여러 미들웨어 환경에도 적합한 교육용 시스템의 개발도 필요하다.

## ■ 참고 문헌 ■

- [1] Simon Grafinkel, "RFID Applications, Security, and Privacy", Addison Wesley, 2006
- [2] 김휴찬, 정중수, "능동형 태그를 포함한 900MHz RFID 시스템의 설계", 한국인터넷정보학회논문지, 2007, Vol. 8
- [3] RFID/USN 기술기획위원회, "IT839 전략기술개발 Master Plan 기획보고서, RFID/USN", 정보통신부/정보통신연구진흥원, 2006
- [4] 김동석, "u-센서 네트워크 구축 기본계획", 정보통신부, 2004
- [5] EPC Radio-Frequency Identity Protocols Class-1 Generation-2 UHF RFID Protocol for Communications at 860MHz-960MHz Version 1.0.9, 2004, EPCglobal
- [6] The EPCglobal Architecture Framework EPCglobal Final Version 1, 2005, EPCglobal