

900MHz RFID 교육용 시스템의 설계

Design of 900MHz RFID Educational System

오도봉, 김대희*, 정중수**, 정광욱***
안동대학교, 안동대학교*, 안동대학교**,
구미1대학***

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

요약

본 논문에서는 RFID 기술 중 리더와 태그간 900MHz 대역을 이용한 교육용 시스템 설계를 제시 하였다. 능동형 태그와 리더의 설계는 임베디드 환경에서 구현 하였으며, 리더와 접속 가능한 서버의 소프트웨어 개발은 PC 윈도우 운영체제 환경에서 구현 하였다. 리더와 능동형 태그의 H/W는 ATmega128 프로세서가 사용되었고, 개발 언어는 C 사용되었다. 윈도우 환경에서의 프로그램은 MFC가 사용 되었다. 시스템은 PC에서 리더를 통하여 EPC global Data가 들어 있는 태그 관리, 인터넷을 통한 태그의 정보 획득, 태그 메모리에 데이터를 읽고 쓰는 기능이다. 위의 기능들을 활용한 900MHz RFID대역의 교육용 시스템을 설계 하였다.

Abstract

This paper presents the software design of RFID Educational system based on using 900MHz air interface between the reader and the tag. Software of the reader and active tag is developed on embedded environment and the software of PC controlling the reader is on window OS. ATmega128 processor is used for H/W of the reader and active tag, and C language is used for their developing. Programming on window OS used MFC. 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 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 반도체 기술의 발전과 인터넷의 등장으로 유통, 물류, 의료, 교육 등 다양한 분야에 적용되고 있다.

현재 국내의 RFID 기술이 많이 발달 되었지만, 전용 VLSI 칩의 개발이 늦어 현재는 13.56MHz 대역의 서비스가 상용화 되고 있는 실정이다. 그러나 향후 일상생활과 산업 및 공공기관에서 폭발적으로 수요가 예상되는 900MHz 대역의 RFID의 기술 교육이 요구되고 있

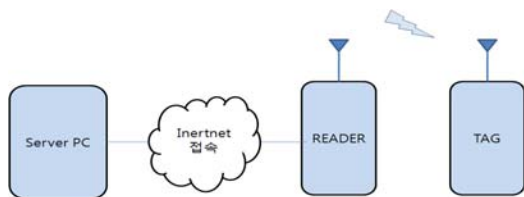
다. 현재 900MHz 대역의 RFID 리더 장비는 Allian 사의 ALR-980[3], AWID 사의 MPR-3014[4]등 다수 있으나 이들의 목적은 데모용으로, 기술 교육은 매우 미흡하다. 또한 패시브 태그[5]등은 매우 많이 출시되나 기술 교육을 위한 액티브 태그는 전무한 실정이다.

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. 하드웨어 접속부는 디스크리트(discrete) 소자를 활용하여 900MHz 대역은 만족하고 전기적 통신에 근거한 통신방식은 EPCglobal 규격을 만족한다. 아울러 리더에 접속되어 이를 제어하는 서버

의 PC 소프트웨어 개발을 윈도우 환경에서 비주얼 C 언어를 사용하였다. 능동형 태그와 리더의 개발 환경으로는 ATmega128을 프로세서로, 디버거 환경은 AVR 컴파일러를, 개발언어는 C 언어를 활용하였다. 태그와 리더는 하드웨어는 매우 유사하나, 소프트웨어 구조와 그 개발 범위는 차이점이 많다. 리더는 PC와는 Internet(TCP/IP기반)으로, 태그와는 무선으로 접속되었다.

II. 900MHz RFID 교육용 시스템의 구조

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



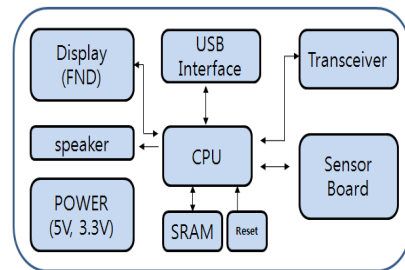
▶▶ 그림 1. 900MHz RFID 교육용 시스템의 구성

서버로 활용되는 PC는 리더와 Internet(TCP/IP기반)으로 접속되며, 리더는 서버의 제어를 받아 동작한다. 리더와 태그 사이에는 900MHz 대역을 만족하고, 하드웨어 통신 기반은 EPC global 규격을 준수하여 통신하도록 하였다. 따라서 리더와 서버 사이에는 EPC global 규격의 패킷을 그대로 활용하도록 하였다. 서버는 비주얼 C 언어를 활용하는 윈도우 환경에서 동작되며, 리더와 태그의 하드웨어 구조는, 프로세서는 ATmega128가 사용되며, 이를 제어하기 위하여 AVR컴파일러를 사용하였다. 시스템의 구동은 PC에서 리더와 인터넷으로 접속하고, 리더와 태그는 EPC global Data를 넣은 명령어 패킷을 송신하며, 그 응답 패킷을 역시 리더를 통해 수신 할 수 있도록 하였다.

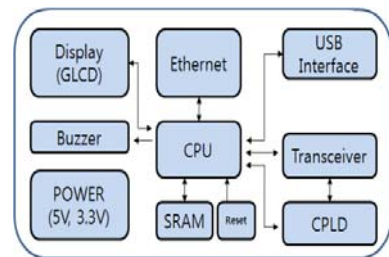
III. 설계 및 구현 알고리즘

3.1 설계 개념

시스템 설계는 크게 하드웨어와 소프트웨어 부분으로 나눌 수 있다. 하드웨어는 ATmega128을 사용하여 주변 회로를 구성하였다. 설계개념은 900MHz 대역의 칩을 활용하여 대역은 900MHz를 만족하고, 소프트웨어는 EPC global 규격을 만족하도록 설계하여 교육용도로 활용하도록 하였다. 태그는 그림 2와 같이 리더에서 전송되는 데이터 또는 식별코드와 같은 데이터를 송수신하는 트랜시버와 식별코드나 사용자가 입력한 정보를 저장하는 메모리 및 마이크로컨트롤러가 포함된 IC로 구성되어 있다. 리더는 서버와 접속을 위해 그림 3과 같이 Internet(TCP/IP기반) 접속을 포함한다. 내부 구조는 태그와 통신을 수행하는 트랜시버와 서버의 제어 명령에 따라 처리하는 ATmega128 프로세서 및 응용서버 컴퓨터와 통신 하는 이더넷 접속부, 리더의 동작 상태를 간략하게 사용자에게 시각적으로 보여주기 위한 모니터, 정보를 저장하는 메모리가 포함된 IC로 구성되어 있다.

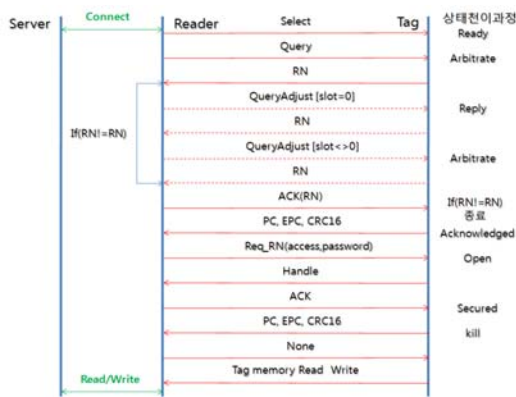


▶▶ 그림 2. RFID 교육용 시스템 태그 구조



▶▶ 그림 3. RFID 교육용 시스템 리더 구조

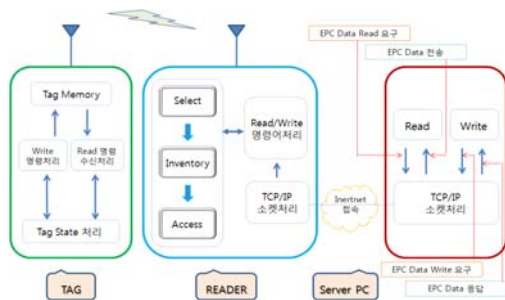
3.2 프로토콜 흐름도



▶▶ 그림 4. RFID 교육용 시스템 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) 패킷이 전달되고, 그에 대한 응답으로 태그에서 리더로는 Response(응답) 패킷이 전달된다. EPC global network 규격에 따라, 리더를 통한 서버와 태그 간에 프로토콜 흐름도의 전반적인 처리과정은 그림 4와 같이 구성된다. 이때 리더와 서버는 인터넷으로 접속되어 미들웨어 처리과정중 태그에 EPC데이터의 기록 및 읽기 과정을 수행하고, 리더와 태그는 900MHz 무선으로 접속되며, RFID 시스템에서 서버의 태그 인식, 태그에 정보의 쓰기 및 읽기 과정을 서술하였다. 리더와 서버는 인터넷으로 접속 시 TCP/IP 소켓 구동으로 처리되며, 리더의 전원 구동 시 서버로 TCP/IP 프로토콜을 구동시키는 서버개념으로 처리하고, 서버는 TCP/IP 소켓의 듣기(listen처리)로 클라이언트 개념으로 처리한다.

3.3 소프트웨어 설계

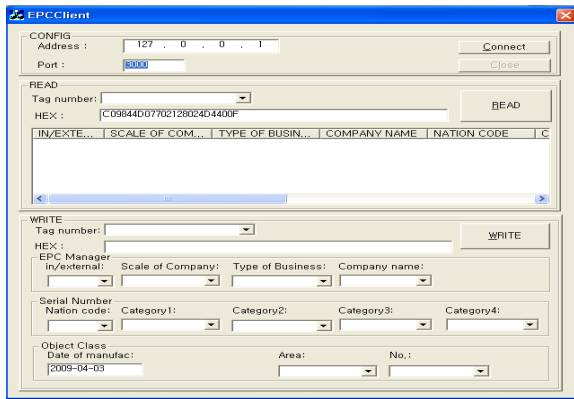


▶▶ 그림 5. 설계 소프트웨어의 구조

소프트웨어 설계는 그림 5와 같이 리더로부터 EPC 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 변환 구조가 적용된다. 태그에서 처리되는 EPC 데이터 종류는 다양하나 96비트만으로 구성되는 SGTIN-96 (Serialized Global Trade Item Number-96)적용을 개발하였다. 이를 처리하기 위해서는 서버에서 태그에 96비트로 구성되는 EPC 데이터의 기록 및 쓰기 기능이 있다. 리더는 서버로부터 태그로 96비트 EPC 데이터의 기록 및 쓰기 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. PC와 리더의 프로토콜은 TCP 접속 후 데이터 필드의 명령어 구조는 첫 번째 바이트는 명령어 종류, 두 번째 바이트는 태그번호, 세 번째 바이트는 태그 메모리 बैं크 선택(EPC 메모리 बैं크)을 의미한다. Read와 Write 명령어의 차이점은 Write명령 시 위 3바이트 뒤에 저장하려는 정보(96비트 데이터)로 명령어 패킷을 완성한다. 응답 구조는 앞의 3바이트는 동일하나 Read명령어 에서는 태그에서 보내 주는 정보(96비트 데이터)가 추가 되어 응답 패킷을 완성한다.

3.3.1 서버의 소프트웨어 구조

본 논문에 소개되는 PC는 리더를 제어하기 위해 리더와 Internet (TCP/IP기반) 접속된다. 윈도우 XP를 운영체제로 하는 PC의 소프트웨어는 비주얼 C++를 사용하여 다이얼로그 베이스로 설계하였다. 이는 EPC global network의 태그 데이터의 기록 및 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 출력된다.



▶▶ 그림 6. EPC_tag_data_Demo 구동 화면

실습은 디폴트로 디스플레이되는 EPC global network의 흐름을 파악하는 Demo 버튼과 직접 프로그램을 코딩하는 Programming 버튼으로 분류된다. 실습생이 직접 프로그램을 코딩하는 Programming 부분에서는 코딩 및 컴파일 완료 후 실행파일을 구동하면, Demo 화면이 출력되어 태그 데이터 기록 및 읽기 기능을 점검한다. Demo 실습을 구동하기 위한 선행 업무로 리더와 서버의 TCP 접속이 처리되어야 한다. 리더의 ip 주소와 tcp 포트를 입력하여 TCP 접속을 시도한다. Demo 화면에서는 태그의 메모리에 정보를 기록하는 Write 및 기록된 정보를 확인하는 Read 명령으로 처리된다. 태그로부터 수신되는 응답을 리더가 Read 명령을 통하여 태그의 정보와 값을 hex값으로 디스플레이 한다. Write 명령으로 디스플레이된 hex값을 입력하여 태그와 리더 간 정확한 정보전달과정을 확인할 수 있도록 하였다.

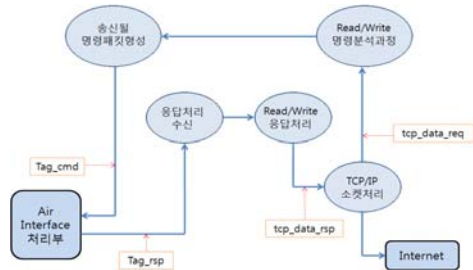
EPC 태그 데이터 기록 및 읽기 기능을 수행할 목적 이므로 중요한 구조는 Read와 Write 버튼 클릭으로 프로그램이 구동된다.

3.3.2 리더의 소프트웨어 구조

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

TCP/IP 소켓 접속후 인터넷으로 접속된 서버PC로부

터 수신되는 명령처리 기능은 Read/Write인데, 이러한 서버로부터 전달받은 명령 수신 정보를 전달하고, 태그로부터 수신되는 응답 중 EPC 데이터 Read/Write 기능만 처리 후 PC로 전달하는 기능을 수행하는 기능을 가진다. 명령 수신 후 리더는 태그로 전달하는 정보가 Read명령인지 Write명령 인지를 분석하여 송신될 명령 패킷을 형성하여 태그로 전달한다. 리더에서 태그로 향하는 명령 프리미티브는 tag_cmd이며 태그에서 처리된 결과를 리더로 수신되는 프리미티브는 tag_rsp로 설정하였다. 리더는 태그로부터 수신된 응답 중 EPC 데이터 Read/Write 기능만 처리 후 PC로 값을 전달한다.

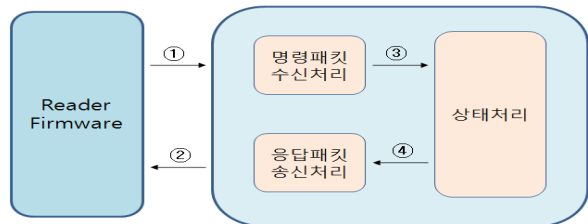


▶▶ 그림 7. 리더의 소프트웨어 구성도

3.3.3 능동형 태그의 소프트웨어 구조

태그는 리더와 EPC global 규격의 RFID통신을 수행한다. 태그는 리더로부터 명령어 패킷을 수신하여 처리 후 응답 패킷을 전달하는 기능을 수행한다. 리더로부터 수신되는 명령은 응용 소프트웨어부로 전달되며, 응용 소프트웨어부가 적합한 처리 후 응답 패킷을 리더로 전달한다. 이들 관계의 구성도는 그림 8과 같다.

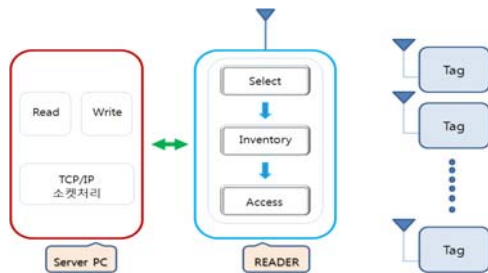
응용 소프트웨어부의 설계는 리더로부터 다양한 명령어를 수신하여 상태에 맞게 처리하는 상태 천이 다이어그램 구조에 따라 동작된다.



▶▶ 그림 8. 태그의 소프트웨어 구조

태그의 동작과정을 살펴보면 다음과 같다. ①, ②, ③, ④ 은 각 기능 간 시그널 전달을 의미한다. ①, ② 는 리더와 패킷 송, 수신 시 호출되는 프리미티브로 ① 은 리더로부터 명령패킷 수신 처리부로 명령패킷이 전달될 때 호출되며 그 형식은 tx(uchar *ptr, uint len) 이다. *ptr는 정보를 전달하는 데이터의 시작주소이고, len은 그 정보의 길이이다. ②는 rx(uchar *ptr, uint len)이며, 응답패킷송신처리에서 펌웨어로 응답패킷이 전달될 때 호출된다. ①에서 명령 패킷 수신 시 그에 대한 소프트웨어 처리를 수행한 이후 ③으로 상태 처리를 수행하도록 한다. 이 후 ④에서 해당 응답 패킷을 형성하도록 하여 태그가 정상으로 동작하면 해당 응답 패킷을 생성하여 ②를 호출한다.

IV. 교육용 RFID 시스템 기능 점검



▶▶ 그림 9. 교육용 RFID 시스템의 기능점검

개발된 시스템의 기능 점검은 리더의 소프트웨어가 매우 단순하여 실제 환경에서 추진하였다. 그러나 서버와 태그는 수행할 기능이 EPC global 규격을 만족하여야 함으로 매우 복잡하고 난해하다. 시스템의 기능 점검은 그림 9와 같이 서버와 리더, 리더와 태그, 그리고 서버, 리더, 태그의 연동에 대하여 점검하였다. 서버와 리더의 Internet(TCP/IP) 접속을 점검하였다.

리더는 TCP Server로, 서버는 TCP Client로 동작하는지를 점검하였고, 리더는 서버로부터 태그로 96비트 EPC 데이터의 기록 및 쓰기 기능 처리를 위한 서버와 정보 전달 및 EPC global air interface 규격 처리가 정상적으로 되는지를 점검하였다. EPC 태그 데이터 96비트를 정상적으로 읽고 기록하는지를 점검하기 위해 Company Prefix, Item Reference, Serial Number로

분류하여 표시하는 방법과 hex 값으로 직접 표시하는 방법 두 가지 방법으로 정확한 정보전달 되어 표시되는지를 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. Select 과정으로는 Select 패킷을 송신하여 태그를 선택하고, Inventory 과정으로는 Query 패킷, Query Adjust 패킷, Query Response 패킷, ACK 패킷의 송신과 정상적인 응답으로 통신 가능한 태그의 주소를 구했다. 마지막으로 Access 과정은 태그에 정보를 기록하는 Write 및 기록된 정보를 확인하는 Read 명령으로 처리과정을 살펴보았다.

V. 결론

본 논문에서는 EPC global 900MHz 대역의 무선 접속 규격을 따르는 RFID 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 태그 주소로 활용되는 handle 값을 구하여 메모리에 데이터를 읽고 쓰는 기능을 점검하였다.

현재 리더와 PC간에는 Internet (TCP/IP기반) 접속을 통해 리더를 제어하고 있으며, 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 EPC 코드의 종류는 다양하나 96비트로만 구성되는

SGTIN-96을 적용하여 시스템을 개발하였지만 앞으로 EPC global 규격에 적합한 GID, GRAI, SGLN, SSCC, SGTIN의 64비트, 96비트, 256비트로 구성되는 코드가 적용되는 시스템의 개발도 필요하다. 이와 함께 본 논문에서는 주로 ONS(Object Name Server)를 지원하는 데이터 변화구조가 적용된 미들웨어 환경을 사용하였지만, 앞으로 RFID 태그를 인식한 리더가 애플리케이션 계층으로 데이터를 전달하는 역할을 하는 ALE(Application Level Event), EPC와 관련된 정보에 접근하기 위한 표준인터페이스를 위한 규격인 EPCIS(EPC Information Service)와 같은 여러 미들웨어 환경에 맞는 교육용 시스템의 개발도 필요하다.

■ 참고 문헌 ■

- [1] Simon Grafinkel, "RFID Applications, Security, and Privacy", Addison Wesley, 2006
- [2] 정중수, "능동형 태그를 포함한 900MHz RFID 교육용 시스템의 설계", 한국인터넷정보학회논문지, 2007, Vol. 8
- [3] Allian, "ALR-980 Enterprise EPC Gen2 RFID Reader"
- [4] AWID, "MPR-3014 EPC Gen2 RFID Reader"
- [5] Allian, "EPC Gen2 Passive Tag"
- [6] EPC Radio-Frequency Identity Protocols Class-1 Generation-2 UHF RFID Protocol for Communications at 860MHz-960MHz Version 1.0.9, 2004, EPC global
- [7] The EPC global Architecture Framework EPC global Final Version 1, 2005, EPC global