
CC1020을 이용한 RFID Tag 데이터 통신 시스템 구현

조형국*

The Realization of RFID Tag Data Communication System Using CC1020

Heung-Kuk Jo*

이 논문은 2010년도 중소기업청 예비기술창업의 연구비를 지원받았음.

요 약

제조 산업현장에서 RFID 시스템은 제조 물품의 데이터를 수집, 분류 그리고 처리를 위하여 사용되어진다. 큰 공장에서 RFID 시스템을 설치하려면 RS232 통신을 위한 많은 양의 유선 데이터 통신망이 필요하다. 만약 공장에서 RFID 시스템의 설치장소가 변경이 되거나 혹은 증설되는 경우 이미 설치된 유선 데이터 망은 다시 재 설치되어야 한다. 이러한 재 설치를 위해서 많은 시간적 그리고 금전적인 재투자가 필요하다. 그러나 무선 데이터 통신망을 이용하면 초기 설치 혹은 재설치가 매우 간단하다. 본 논문에서는 무선통신시스템과 RFID 시스템을 구현하였다. 무선통신시스템을 위해서 CC1020 칩을 사용하였고 RFID 시스템을 위해서 EM4095 칩을 사용하였다. CC1020 칩은 고 신뢰 데이터 통신이 가능하며 간단한 상태 레지스터를 설정함으로써 송신과 수신 상태전환 그리고 400 MHz 혹은 900 MHz의 원하는 주파수를 선택할 수 있다. 또한 통신거리는 외장안테나를 사용하면 약 50m이다. RFID 시스템을 위한 EM4095는 125 KHz 반송주파수를 사용하며 적은 수의 부품을 연결함으로써 리더 시스템을 구현할 수 있다. 그리고 Tag은 읽기 전용인 EM4100을 사용되어졌다. 무선통신 시스템과 RFID 시스템을 제어하기 위해 Atmega128을 사용되어졌다. 구현된 시스템으로 Tag의 데이터가 50 m 거리에서는 에러 없이 통신이 되는 것을 확인하였다. 논문에서 CC1020을 위한 회로도와 동작 프로그램, 그리고 RFID 시스템의 회로도와 동작 프로그램을 보였다. 그리고 실험에 사용된 시스템을 사진으로 보이고, CC1020의 데이터 동작 파형을 그림으로 보였으며, 각 전송방법에 대한 성능을 보였다.

ABSTRACT

RFID system in manufacturing industry is used to collect, categorize, and process the data of products. To install RFID system for a large factory, a large amount of wired data communication network is necessary for RS232 communication. If the installed location of RFID system in the factory is changed or extended, a reinstallation is required for the already installed wired data network. A large amount of time/financial reinvestment is necessary for such reinstallation. By using wireless data communication network, however, the initial installation and reinstallation are very simple. In this paper, we implemented a wireless communication system and RFID system. We used the CC1020 chip for wireless communication system and EM4095 chip for RFID system. CC1020 chip enables highly-reliable data communication, and by setting a simple status register, it can switch between transmitting/receiving status and it can choose the desired frequency of either 400 MHz or 900 MHz. Also, Communication range is 50 m, if external antenna is used. EM4095 is a chip for RFID reader system with the carrier frequency of 125 KHz. This chip can implement the reader system by connecting a small number of components. And EM4100 was used for RFID system. EM4100 is read-only type. Atmega128 is used to control a wireless communication system and RFID system. We confirm that the system can communicate without error up to 50m from sender. In the paper, the circuit diagram and operation program for CC1020 and RFID system are presented. The system used in the experiment is shown in pictures, and the data movement pattern of CC1020 is shown in the diagram, and the performance of each transmission method is presented.

키워드

CC1020, EM4095, 디지털데이터 통신, 통신 네트워크

Keywords

CC1020, EM4095, RFID, Digital Data Communication, Communication Network

* 정희원 : 동서대학교(hkjo@gdsu.dongseo.ac.kr)

접수일자 : 2011. 01. 28

심사완료일자 : 2011. 03. 23

I. 서 론

RFID시스템에서 태그 데이터는 리더기를 통해서 호스트 컴퓨터로 전송된다. 호스트 컴퓨터는 태그에서 전송된 ID를 데이터베이스와 비교 검색을 한다. 컨트롤러는 설계 목적에 부합되게 데이터를 처리 혹은 기기장치를 제어한다.[1],[2],[3],[7] 또한 호스트 컴퓨터는 처리 결과 혹은 제어 내용을 모니터에 실시간으로 표시한다.[1],[7]

많은 경우 RFID 리더기와 호스트 컴퓨터는 유선으로 연결되어 있다. 일반적인 통신 방법은 RS232이며, 직렬 통신이다. 만약 RFID 장치와 호스트 컴퓨터와의 거리가 원거리일 경우 혹은 한 장소에 여러 대의 RFID 장치가 설치되어 있는 경우에는 유선 데이터 통신은 많은 단점이 있다. 단점은 설치와 재설치의 복잡성, 데이터 전송의 불안정성 등이다.[2],[6]

본 논문에서는 이와 같은 문제를 해소기 위해 무선 데이터 통신을 이용하여 리더기와 호스트 컴퓨터를 연결을 하였다. 무선 통신을 위해서 CC1020 칩을 사용하였다. CC1020칩은 고 신뢰 데이터 통신이 가능하며, 간단한 상태 레지스터를 설정함으로써 송신과 수신 상태 전환 그리고 400 MHz 혹은 900 MHz의 원하는 주파수를 선택할 수 있다. RFID 시스템을 위해서 범용칩인 EM4095을 사용하였다. 이 칩은 125 KHz 반송파를 사용한다. 그리고 적은 수의 전자소자를 연결함으로써 RFID 시스템을 구현할 수 있다.[7],[9],[11],[13],[14],[15],[16]

II. 무선데이터 통신 시스템 구현

2.1. 시스템 구성

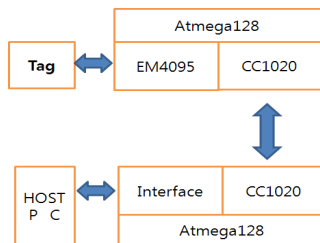


그림 1. 전체 시스템 블록도
Fig. 1 block diagram of overall system

그림 1은 RFID 리더 칩 EM4095 그리고 무선 통신 칩 CC1020을 사용한 ID 데이터 통신 망 전송 시스템의 블록도이다. Tag은 고유의 ID 데이터를 갖고 있으며, 이 데이터를 EM4095가 수신 받게 된다. 수신된 데이터는 Atmega128의 제어 신호에 따라 CC1020을 통하여 전송이 된다. CC1020은 내부의 간단한 상태 설정으로 송신과 수신을 상호 변환할 수 있다. CC1020은 트랜시버 칩으로서 사용하기가 매우 간단하며 통신거리도 100 m ~ 150 m이다. 칩의 상태 설정은 마이컴에 의해 이루어진다. 수신된 데이터는 인터페이스를 통해 호스트 컴퓨터로 전송된다. 호스트 컴퓨터에서는 응용프로그램에 의해 모니터에 데이터를 표시한다.[8],[9],[10]

2.2. H/W 설계

2.2.1. EM4095을 이용한 RFID 시스템

RFID 시스템을 구현을 위해서 EM4095 칩을 사용하였다. EM4095는 마이크로 엘렉트로닉스사의 제품으로 CMOS RFID 리더 칩이다. EM4095는 간단한 주변회로를 부가함으로써 시스템을 구현할 수 있고, 데이터 통신은 OOK 진폭변조방식을 이용한다. 회로도를 그림 2에 보인다.

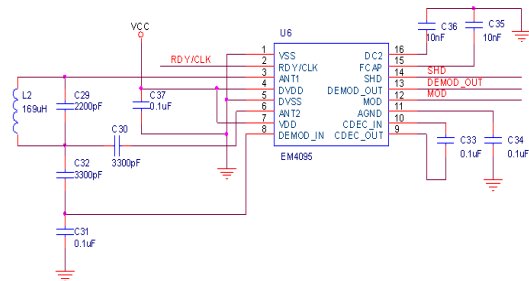


그림 2. EM4095 회로도
Fig. 2 Circuit of EM4095

그림 2에서 L2는 태그의 전원 공급을 위한 자기장 그리고 데이터 수신을 위한 안테나이다. 이 안테나는 169uH 값을 갖는 인덕터이며, 태그와 자기결합으로 연결된다. 안테나의 형태는 원형이 가장 효율적이다. 칩의 SHD(14번 핀)는 RFID 시스템을 슬립모드 혹은 동작모드를 전환하는 역할을 한다. 태그의 ID는 DEMOD_OUT핀으로 출력된다. 출력된 데이터는 Atmega128을 통하여 CC1020으로 전달된다. Atmega128은 Atmel사의 제품으로 8비트 마이크로 프로세서이다. 53개의 프로그램 가능한 입출력 핀

을 갖고 있다. 동작전원은 정전압 전원을 이용하여야 하며, DVDD(4번핀)에 연결하여야 한다. DVSS(5번핀)은 접지시켜야한다. 이 4번 핀과 5번 핀 사이에는 전압강하를 막기 위해 0.1uF를 연결되어야한다. Atmega128과의 연결은 SHD, DEMOD_OUT, MOD 그리고 RDY/CLK 를 연결하여 동작시켜야한다.[13],[14],[15]

2.2.2. CC1020을 이용한 무선통신

CC1020 칩은 Chipcon 사의 제품으로, Transceiver 칩이며, 사용 가능한 주파대역은 400 MHz와 900 MHz대이다. 설정 프로그램으로 채널 간격을 협대역 12.5 KHz 혹은 25 KHz로 할 수 있다. 이 칩의 큰 장점으로는 모든 주파수 결정, RF Power 등을 CC1020내의 레지스터에 값을 설정함으로써 가능하다. 그림 3은 CC1020의 동작을 위한 주변회로를 보인다. 그림 3의 오른쪽 부분에 송신부와 수신부 장치를 보인다.[1],[12]

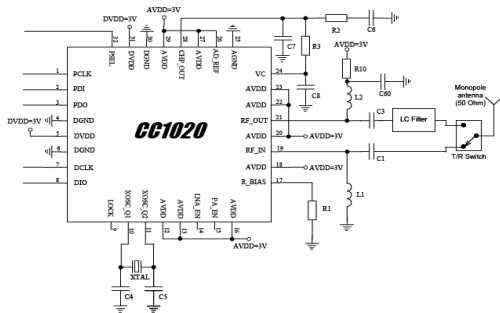


그림 3. CC1020 회로도
Fig. 3 circuit of CC1020

그림 4는 CC1020의 PLL 부분과 안테나 매칭 부분이 다. 안테나 매칭부분에서 900 MHz에는 T형을 사용하고, II형의 필터는 400 MHz에서 사용한다.

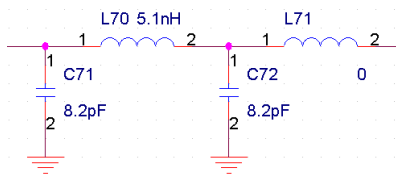


그림 4. 433 MHz π -Type LC매칭회로
Fig. 4 π -Type LC matching circuit for 433 MHz

PLL 부분은 baud rate에 따라 다른 소자값을 사용해야 한다.[1] 만약 안테나를 PCB 위에 직접 만들 때에는 매칭 부분이 달라야 한다. 그 값을 구하기 위해서는 안테나의 특성을 구하여 적절한 L과 C값을 연결시켜야 한다. 그림 5는 CC1020을 제어하기 위한 마이컴 부분을 보인다.

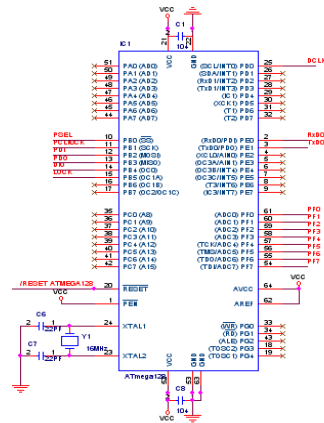


그림 5. Atmega 128 마이컴 회로도
Fig. 5 Circuit of Atmega 128 Micom

Atmega 128의 B핀을 CC1020의 Program에 관한 핀을 연결하였고, CC1020의 DIO를 Atmega 128의 B3에 연결하였다.[8][9] 이 핀을 통하여 보내고자 하는 데이터를 보낼 수 있다. 만약 UART 통신을 하려고 하면 Atmega 128의 핀 D0에 연결되어 있는 DCLK로 보내고자 하는 데이터를 보내면 된다.

2.3. S/W 설계

2.3.1. RFID 통신 프로그램

리더기의 동작을 위해 택은 EM4100을 사용하였다. 이 택은 읽기 전용이다. 택의 메모리 어레이는 표 1과 같다. 표 1에서 택은 9개의 헤드비트를 갖고 있다. D00~D03 그리고 D10~D13은 택의 버전 번호이다. D20~D93은 EM4095 리더기를 통해 호스트 컴퓨터에 출력되는 ID이다. 그리고 P0~P9는 가로향의 패리티 비트이고 PC0~PC3는 세로향의 패리티 비트이다. 버전이 \$06이고, 택 ID가 \$001259E3인 택은 표 1에서 메모리와 값을 보인다.

표 1. ID 데이터 비트 열
Table. 1 Stream of ID data

비트열	메모리	값	
11111111			헤드비트
0000	D00~D03	"0"	버전 첫째 비트
0	P0		가로 패리티비트
1100	D10~D13	"6"	버전 둘째 비트
0	P1		가로 패리티비트
0000	D20~D23	"0"	ID 데이터
0	P2		가로 패리티비트
0000	D30~D33	"0"	ID 데이터
0	P3		가로 패리티비트
0001	D40~D43	"1"	ID 데이터
1	P4		가로 패리티비트
0010	D50~D53	"2"	ID 데이터
1	P5		가로 패리티비트
0101	D60~D63	"5"	ID 데이터
0	P6		가로 패리티비트
1001	D70~D73	"9"	ID 데이터
0	P7		가로 패리티비트
1110	D80~D83	"E"	ID 데이터
1	P8		가로 패리티비트
1100	D90~D93	"3"	ID 데이터
0	P9		가로 패리티비트
0100	PC0~PC3		세로 패리티비트
0	S0		정지비트

표 2. EM4095 동작 프로그램
Table. 2 Operating program for EM4095

```

;-----
; // Main Routine
;-----
Main:
    clr    State
    clr    DataCount
    clr    TOVF
    clr    R12
    clr    R13
    clr    R14

Main_Loop:
    mov    R16, State
    cpi    R16, 3
    brlo  Main_Loop
    call   SendData

Main_Wait:
    cpi    TOVF, 1
    brne  Main_Wait

Main_DataNG:
    clr    State
    ldi    R16, 0x01 ; External0 Interrupt Enable
    out    EIMSK, R16
    rjmp  Main_Loop
    
```

표 2에서 리더기를 동작시키기 위한 어셈블러로 작성된 메인 프로그램을 보인다.

2.3.2. CC1020 통신 프로그램

RFID 리더기에서 택의 ID를 무선으로 원거리에 있는 호스터 컴퓨터에 보내기 위해서는 CC1020에서 송신 상태로 레지스터를 설정하여야 한다.[1] 설정에는 우선 CC1020의 Main 레지스터에서 송신 상태 그리고 2개의 사용가능 주파수중 하나를 선택하여야 한다. 그리고 이 설정을 초기화를 할 것인지를 설정한다. 이와 같은 방법으로 모든 설정을 하고나서 DIO 핀을 통해서 택의 ID를 보내면 된다. CC1020 칩의 동작은 다음 순서로 초기화를 하여야 동작하게 된다. 우선 전원을 공급하고 난 뒤 첫째로 CC1020 칩을 리셋을 하여야 한다. 둘째로 초기화하고, 셋째로 칩을 Wake Up하고, RX상태로 만들어야 한다. 넷째로 configuration한다. 다섯째로 칩을 Wake Up하여야하고 TX상태로 만들어야 한다. 그리고 마지막으로 configuration하여야 한다.

표 3. CC1020의 상태 레지스터 쓰기 프로그램
Table. 3 Writing Program into status register of CC1020

```

void WriteToCC1020RegisterWord(short addrnddata)
{
    char dummy;

    union {
        unsigned short data;
        struct {
            char LowByte;
            char HighByte;
        };
    };

    data=addrnddata;
    PSEL=0;

    dummy=SSPBUF;
    SSPBUF=LowByte|0x01; // Write address to CC1020, write bit is always 1

    // Wait until data is written
    while (BF==0);

    dummy=SSPBUF;
    SSPBUF=HighByte;
    while (BF==0);

    PSEL=1;
}
    
```

표 3은 CC1020을 동작시키기 위해 설정 data를 CC1020 내의 레지스터에 쓰기를 위한 프로그램이다. 레지스터에 동작 상태 데이터를 쓰고 나면 CC1020은 원하는 동작을 하게 된다.

III. 실험 및 성능

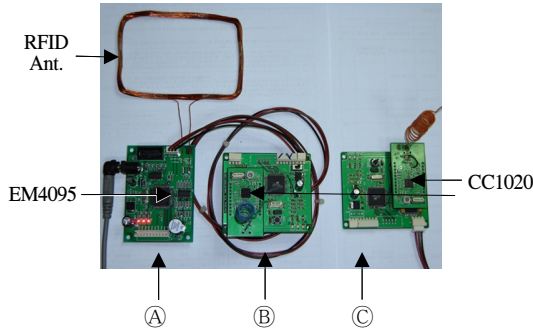


그림. 6 실험장치

(A) RFID리더부, (B) 송신부, (C) 수신부

Fig. 6 Experiment device

(A) RFID part, (B) transmitter part, (C) receiver part

그림 6은 EM4095를 사용한 RFID리더, CC1020을 장착한 송신부 그리고 수신부를 보인다. 각 장치에는 Atmega128을 사용하여 제어하였다. RFID 안테나는 8.5cm X 5cm 크기로 니크롬선 27T으로 제작하였다. 송신부 그리고 수신부는 정밀 트림머를 조정함으로써 정확한 주파수를 만들 수 있었다. 실험에서 CC1020의 DIO 핀으로 데이터를 보낼 때(NRZ 형식) 그림 7 (A)와 같은 DCLK의 신호에 따라 보내게 된다.

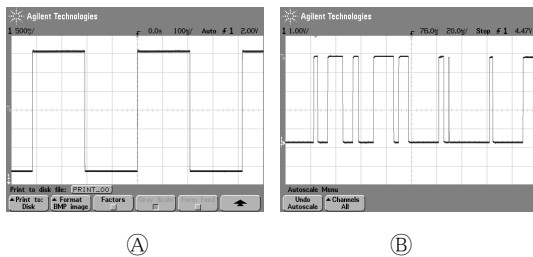


그림. 7 DCLK와 PDI의 신호파형

(A) DCLK 신호 파형 (B) PDI 신호 파형

Fig. 7 Signal waveform of DCLK and PD

(A) DCLK Signal waveform (B) PDI Signal waveform

만약 UART 통신으로 보내고자 하면 이 신호를 따를 필요가 없으며, DCLK 핀으로 송신 측에 보낸 데이터를 입력 받게 된다. 그림 7 (B)는 CC1020에 레지스터 설정 값을 보내는 파형을 보인다. 이 파형은 Manchester 형태로 코딩되어 데이터를 보낸다. 이 파형은 PSEL이 “Low”가

될 때 지속되며 한 주기 동안 PDI 한 비트가 발생하며 CC1020으로 Write 되거나 혹은 Read된다. Write 동안에는 PDI의 8번째 비트에서 14째 비트까지가 CC1020에 들어가며, Read 상태는 PDO의 8째 비트에서 14째 비트까지 CC1020에 입력된다. 데이터의 송신은 맨체스터 코딩으로 하였다. 이 때 코딩은 CC1020내에서 하게 된다. 송신하고자 하는 데이터 신호는 DIO를 통해 송신된다. 이 신호를 비동기 방식으로 송신 하고자 한다면 DIO PIN에서 송신 데이터를 보내면 된다.

표 4. 시스템의 성능

Table. 4 Performance of System

	Number of Data Byte	Baud Rate	Method of Communication	비고
RFID	10 Byte	9600 bps	wireless	
CC1020 송신부	8 Byte	57600 bps	wireless	전송 거리 50m
CC1020 수신부	8 Byte	57600 bps	wireless	

표 4는 실험 장치의 성능을 보인다. CC1020의 송신 그리고 수신부에서 전송 데이터는 택의 ID 중에서 시작바이트 그리고 정지바이트를 제거한 후 8바이트만을 송수신하였다. 실험 시스템을 이용하여 100번의 송수신 동안 오류는 발생하지 않았다.

모바일과 무선 네트워크를 위한 디지털 데이터 통신은 우선 저 전력과 소형화가 우선이 되어야 한다. 이러한 관점에서 CC1020은 우수한 무선 칩이라 생각된다. 무선 통신으로 오류는 통신 거리가 가시거리에서 약 80m 이상 떨어진 상태에서 발생되었으며 그 이하의 거리에서는 일어나지 않았다. RF-Amp를 이용하여 통신을 시도하면 통신 거리는 매우 늘어 날것이다.[15],[16]

IV. 결론

RFID 시스템은 산업체에서 많이 쓰인다. 제조물품의 공정과정에 응용하면 쉽게 원하는 제어를 할 수 있다. 이러한 RFID 시스템은 일반적으로 호스트 컴퓨터와 유선으로 데이터를 송수신한다. 만약 한 공장 안에 다수의 RFID시스템이 설치되어 있다면 유선망을 설치하는데

많은 문제점이 있다. 이러한 문제점을 무선데이터 통신 망을 이용하면 간단히 해결된다.

본 논문은 무선통신 칩인 CC1020을 이용하여 택의 데이터를 송신과 수신을 하였으며, EM4095 칩을 이용하여 125 KHz RFID 리더를 제작하였다. RFID 시스템은 안테나를 통해서 택의 값을 수신하고, 마이컴으로 전송한다. 마이컴은 CC1020 칩을 통하여 송신하고, 다시 CC1020으로 수신한다. 수신된 데이터는 호스트 컴퓨터로 전달되어 호스트 컴퓨터 안에 있는 데이터베이스와 전송된 택 ID를 비교하여 원하는 과정으로 처리한다. 실험 장치를 이용하여 50m 거리에서 택 ID 전송 오류는 발생하지 않았다.

감사의 글

본 연구는 2010년도 중소기업청 예비창업자 지원부부의 지원에 의하여 이루어진 연구로서, 관계 부처에 감사 드립니다.

참고문헌

- [1] 조형국, "U22770B를 이용한 RFID 시스템 제작 길라잡이", 흥릉과학 출판사, pp.3 ~ 49, 2007
- [2] 김덕년, 김남, 백운식, 조형국 번역, "매트랩을 이용한 최신 통신 시스템", 교보문고, 2000
- [3] 조형국의 3명, "RFID 제작", 흥릉과학출판사, 2009
- [4] M. E. Matheny, O. L. Machado, and F.S. Resnic, "Monitoring device safety in interventional cardiology", J. of JAMIA, Vol. 13, No. 2, pp. 180 ~ 187, 2006.
- [5] Young-II Kim, Joo-Sang Park, Tae-Su Cheong, "Study of RFID Middleware Framework for Ubiquitous Computing Environment", 2005, ICACT2005, The 7th International Conference on Volume 2, 21-23 Feb. 2005 pp. 825 ~ 830
- [6] Scitech, Martin S. Roden, "Analog And Digital Communication System Fourth Edition", pp. 22 ~ 99, 2008
- [7] Klaus Finkenzeller, "RFID HandBook", 영진닷컴, pp.

14 ~ 20, pp. 67, pp. 329, 2004

- [8] 윤덕용, "AVR ATmega128 정복", Ohm사, P536 ~ 554, 2008
- [9] 신동욱, 오창현, "알기 쉽게 배우는 AVR ATmega 128", Ohm사, pp. 62 ~ 245, 2008
- [10] 진달복, "ATmega128과 그 응용", 양서각, pp. 378 ~ 432, 2003
- [11] <http://www.kora.or.kr>
- [12] <http://www.emmicroelectronic.com>
- [13] Chipcon Tech. Support, "User Manual Rev. 2.0, Chip AS, 2004, www.chipcon.com.
- [14] Chipcon Tech. Support, "User Manual Rev. 2.3, Chip AS, 2003
- [15] Chipcon, Tech. Support, "CC1020 Datasheet (rev. 1.5), Chipcon AS
- [16] Chipcon Tech. Support "Application Note AN025, Chipcon AS, 2004

저자소개



조형국(Jo Heung-Kuk)

1973년 2월 : 동아대학교
전자공학과 졸업(학사)
1979년 2월 : 동아대학교
전자공학과 졸업(석사)

1990년 2월 : 베를린공과대학교 음향전자연구소
졸업(박사)
1990년2월 ~ 1993년 2월 : 삼성전자 기술총괄
선임연구원
1993년3월 ~ 현재 : 동서대학교컴퓨터정보 공학부
교수

※ 관심분야 : RFID 시스템, 무선통신, RF HW 설계