
AT91SAM7S256을 이용한 UHF RFID R/W 전용 단말기 개발에 관한 연구

황기현* · 장원태*

A Study on Development of UHF RFID R/W Using AT91SAM7S256

Gi-Hyun Hwang* · Wan-Tae, Jang*

요 약

본 논문에서는 ARM 칩인 AT91SAM7S256, UHF RFID R/W 모듈인 WJ7090 및 무선랜(IEEE 802.11.a/b)을 이용하여 UHF RFID R/W 전용 단말기를 개발하고 그 성능을 개선하였다. 또한 AT91SAM7S256에서 UHF R/W 모듈인 WJ7090으로 보내지는 송수신패킷을 개발하였다. 본 논문에서 개발한 무선랜(IEEE 802.11.a/b) 기반의 UHF RFID R/W 전용 단말기의 유용성을 평가하기 위해 성능 테스트를 실시하였다. 본 논문에서 개발한 UHF RFID R/W 전용 단말기는 RFID Tag 값을 Tagging하고 그 값을 무선랜(IEEE 802.11.a/b)을 통해서 서버로 전송하고, 그 결과를 단말기에 표시하였고, 성능실험을 통해 개발한 단말기의 우수성 및 송수신패킷에 대한 실험 결과를 나타내었다.

ABSTRACT

In this paper, we developed UHF RFID R/W system using AT91SAM7S256(ARM chip), UHF RFID R/W module (WJ7090) and wireless LAN(IEEE 802.11.a/b). And we developed a transmission/receiving packet which is send to UHF R/W module in AT91SAM7S256. In order to show the usefulness of UHF RFID R/W system, we executed a performance test. The developed UHF RFID R/W system shows better performance for reading of RFID tag and data transmission through wireless LAN.

키워드

AT91SAM7S256, 무선랜, 송수신 패킷, RFID

I. 서론

무선인식 기술인 **RFID**(Radio Frequency Identification) 기술이 점차 확산(상업화)되면서 단순한 측면의 **RFID Tag**와 **RFID 리더**기간의 인터페이스보다 더욱더 향상된 성능의 확보가 필요하게 되었다[1-3]. 국내외 **RFID** 산업과 관련된 기술 개발 분야는 크게 **RFID Tag** 및 **R/W** 기술, **RFID 미들웨어** 산업과 관련 소프트웨어 및 어플리케이-

션 기술로 구분할 수 있다.[4,5]. 본 논문과 연관 있는 기술은 **RFID R/W**, 임베디드 시스템, 무선 네트워크 송수신 모듈을 탑재한 유비쿼터스 어플라이언스, 다양한 **RFID** 태그 및 리더기간의 데이터 통합과 방대한 데이터를 실제 의미 있는 정보와 데이터로 재구성하여 데이터양을 줄이는 **RFID 미들웨어** 기술을 정리할 수 있다.

일반적으로 널리 사용되고 있는 **RFID** 리더기는 시리얼 통신을 통해서 서버와 데이터를 주고받고, Tag정보

를 RFID 리더기에서 직접 표시하기가 불가능하고, Tag 신호를 읽기(read)는 가능 하나 쓰기(write)는 거려지지 않았다[6-10]. 그러나 본 논문에서 개발한 ARM기반의 RFID R/W 시스템은 고정형 및 적용업무에 따라 이동형으로 설계가 가능하고, TCP/IP 또는 무선랜 통신 기능이 있어 서버와 연동을 통해 Tag 정보를 RFID R/W에 내장된 G-LCD에 표시할 수 있고, Tag 정보의 읽기, 쓰기가 가능하다. 본 논문에서는 RFID 기술이 상업적으로 적용이 가능한 수준의 성능을 유지하기 위하여 크게 리더기부분의 RFID tagging 정보의 성능 측정을 RFID tag와 리더기간의 air interface 성능 측정을 데이터의 송수신 패킷을 분석하여 실험 하였고, RFID tagging 정보를 관련 데이터 서버에 전송 시 성능을 실험하기 위하여 송수신 패킷을 분석하였다. 또한 RFID R/W Module인 WJ7090의 RFID tagging 정보의 정확한 성능 실험을 위하여 AT91SAM7S256에서 WJ7090으로 보내는 초기화 신호 측정, 무선랜 방식의 900MHz RFID R/W 단말기의 RFID Tag 응답신호 측정, 무선랜에서 서버로 데이터를 전송 신호를 측정하였다.

II. AT91SAM7S256을 이용한 UHF RFID R/W 하드웨어 설계

2.1 UHF RFID 메인 CPU의 설계

본 논문에서 개발하고자 하는 AT91SAM7S256을 이용한 UHF RFID R/W 시스템에 대한 전체 구성은 그림 1에 나타내었다. 그림 1에서 보는 것처럼 AT91SAM7S256의 메인 CPU에 UHF RFID R/W 모듈(WJ7090), 무선랜 모듈(EZ-NET), 그래픽 LCD로 구성되어 있다. 메인 CPU인 AT91SAM7S256에서는 UHF RFID 모듈을 초기화 신호와 RFID Tag R/W 신호를 보내고, 무선랜을 통해 UHF RFID 모듈에서 읽어 들인 Tag 값을 서버로 전송한다. 그리고 서버로부터 받은 정보를 G-LCD에 출력한다 [5,11-14].

그림 2는 AT91SAM7S256를 이용한 UHF RFID R/W 단말기의 신호 흐름을 나타내었다. 그림 2에서 보는 바와 같이, 처음 CPU에 전원을 인가하게 되면 DBGU 채널을 초기화 하고 Serial 00번과 01번을 초기화 한다. 그리고 타이머 카운트와 G-LCD를 초기화 하고 UHF RFID 모듈을 초기화 하게 된다. 이후 UHF RFID 모듈에는 RFID

Tag 값을 읽어들일 수 있는 신호를 계속해서 일정 시간의 간격을 두고 지속적으로 보낸다. UHF RFID 모듈은 안테나 인식범위에 RFID Tag가 있을 때 RFID Tag를 인식하여 후 Tag 값을 받는다. 이때 읽어들인 Tag 값을 무선랜의 통신프로토콜에 맞게 데이터를 전송한다. 무선랜은 서버에 RFID Tag 값을 보내고, 서버는 데이터베이스에 RFID Tag 값과 일치하는 정보를 무선랜을 통해 메인 CPU에 전송하게 된다. 메인 CPU는 전송 받은 값을 G-LCD에 디스플레이 한 후, 다시 UHF RFID 모듈에 RFID Tag Reading 신호를 보내준다.

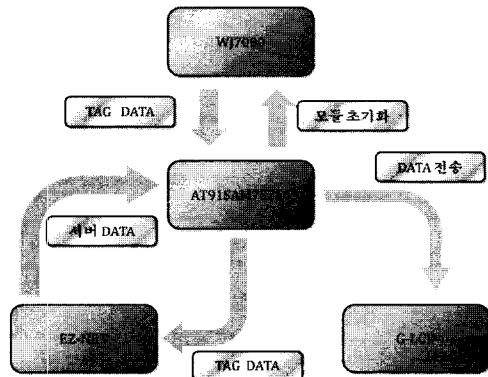


그림 1 AT91SAM7S256을 이용한 UHF RFID R/W 시스템에 대한 전체 구성도

Fig. 1 Configuration of UHF RFID R/W system using AT91SAM7S256

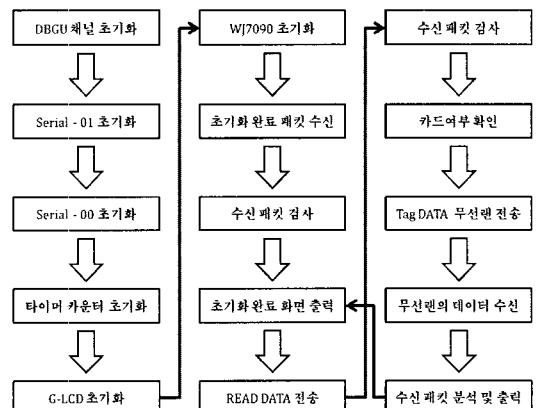


그림 2 AT91SAM7S256를 이용한 메인보드에 대한 신호 흐름도

Fig. 2 Signal flowchart for main board using AT91SAM7S256

2.2 UHF RFID R/W 모듈 설계

그림 3은 UHF RFID R/W(WJ7090)에 대한 구성도를 나타내었다. 그림 3에서 보는 것처럼, UHF RFID R/W 모듈은 AT91SAM7S256으로부터 초기화 신호를 받게 되면 모듈을 초기화하고, 메인 CPU로부터 RFID Tag 값을 Reading할 수 있는 신호를 받으면, UHF RFID 안테나를 통해 Tag 신호를 읽어 들인다. RFID Tag ID와 데이터 값을 메인 CPU로 전송한다[4,6]. WJ7090은 RS232 통신을 이용하여 메인 CPU와 데이터 송수신이 이루어진다. 메인 CPU에서 WJ7090으로 Tag 리더 신호를 보내면, WJ7090에 연결되어 있는 RFID 안테나 통해 Tag 신호를 Reading하고 그 Tag 값을 RS232를 통해 메인 CPU로 전송한다.

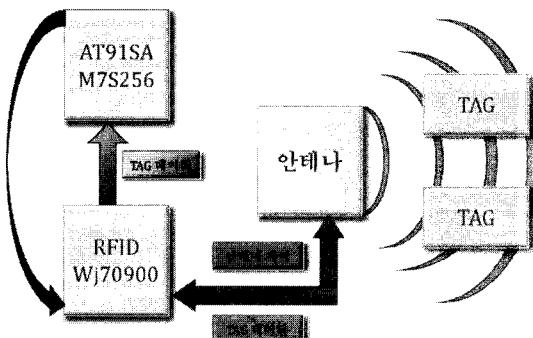


그림 3 UHF RFID R/W 모듈 구성도
Fig. 3 Configuration of UHF RFID R/W module

그림 4는 UHF RFID R/W 모듈에 대한 신호 흐름도를 나타내었다. 그림 4에서 보는 것처럼, UHF RFID R/W 모듈은 리더기 모듈과 안테나로 구성되며 전원이 인가되고 AT91SAM7S256으로부터 초기화 신호를 받은 후, RFID Tag 및 안테나 파워 레벨 설정 등 주변기기에 대한 환경설정이 완료되었다는 신호를 AT91SAM7S256로 보내준다. 초기화가 완료되면 일정시간의 간격을 두고 AT91SAM7S256은 RFID Tag를 읽어 수 있는 Reading 신호를 UHF RFID R/W 모듈로 보내주게 된다. 이때 RFID Tag Reading 신호에 대해 UHF RFID R/W 모듈은 안테나의 종류와 파워레벨, Tag의 종류를 분류하고 안테나를 제어해서 900MHz의 주파수로 신호를 보내게 된다. 이때 안테나의 인식거리에 Tag가 없을 경우에는 인식거리에 Tag가 없다는 데이터를 계속해서 AT91SAM7S256로

보내게 된다. 만약 안테나의 인식거리에 Tag가 있을 때에는 Tag의 ID와 데이터, 기타정보를 AT91SAM7S256로 보내준다.

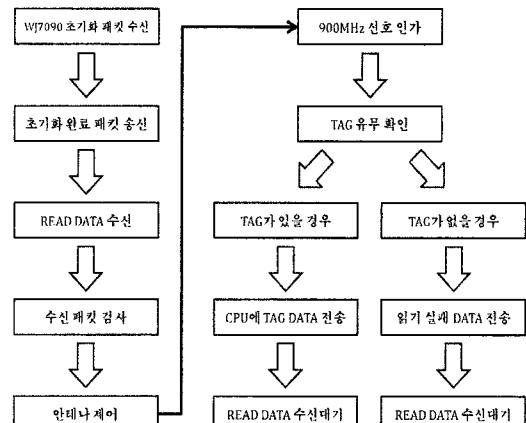


그림 4 UHF RFID R/W 모듈에 대한 신호 흐름도
Fig. 4 Signal flowchart for UHF RFID R/W module

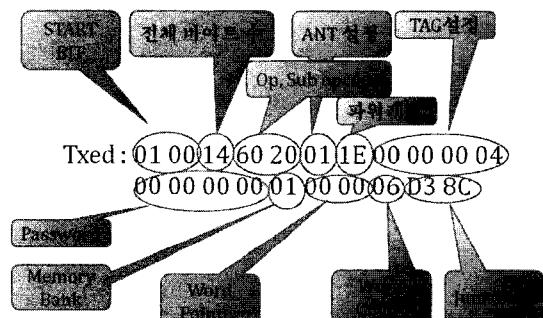


그림 5 RFID R/W의 송신 패킷
Fig. 5 Transmission packets of RFID R/W

그림 5는 AT91SAM7S256에서 UHF RFID R/W 모듈에 보내지는 송신패킷을 나타내었다. 송신패킷은 Start 비트, 전체 바이트 수, ANT 설정, 파워레벨, Tag 설정, 패스워드 등으로 구성된다. 그림 5에서 보는 것처럼, WJ7090은 안테나 선택 비트, RFID 리더기의 전력을 조정할 수 있는 비트(최대 30dB), Tag Reading 신호로 구성된다. 그림 6은 UHF RFID R/W 모듈에서 AT91SAM7S256으로 보내지는 수신패킷을 나타내었다. 그림 6에서 보는 것처럼, 수신패킷은 Start 비트의 전체 바이트 수, Tag ID와 데이터, 에러코드, Tag 개수 등으로 구성된다.

그림 6에서 보는 바와 같이, 수신신호는 WJ7090에 연결되어 있는 RFID 안테나 통해 Tag신호를 Reading을 분석하였다.

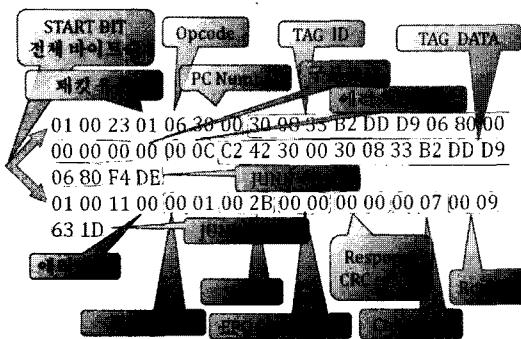


그림 6 RFID R/W의 수신 패킷
Fig. 6 Receiving packets of RFID R/W

2.3 무선랜 모듈 설계

그림 7은 무선랜의 신호 흐름을 나타내었다. 무선랜 모듈인 EZ-NET은 AT91SAM7S256에서 보내주는 데이터를 AT를 통해 PC에 전송하는 기능을 가지고 있다. 서버는 전송받은 RFID Tag 데이터를 DB에서 일치하는 정보를 다시 무선랜으로 보내주고 무선랜은 AT91SAM7S256으로 정보는 보내준다. EZ-NET은 메인 CPU와 RS232로 연결되면, RS232로부터 온 데이터를 TCP/IP 처리 후 무선랜망으로 보내고, 무선랜망으로부터 온 TCP/IP 데이터는 TCP/IP 처리 후 RS232로 보내는 기능을 제공한다.

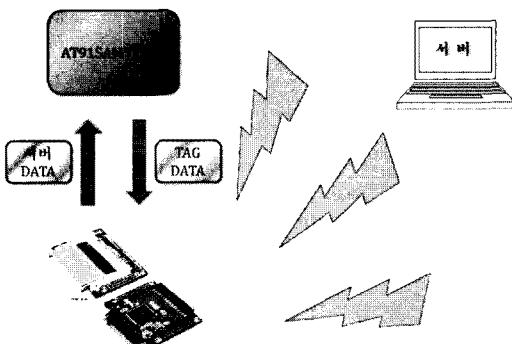


그림 7 무선랜(IEEE 802.11.a/b)의 신호 흐름도
Fig. 7 Signal flowchart of wireless LAN

무선랜에서 서버쪽으로 데이터를 전송하는 PC 송신 패킷구성(18Byte)과 UHF RFID R/W 단말기의 송신패킷 구성은 다음과 같다. 여기서, STX는 패킷의 시작을 나타내고, 원시데이터는 0x02이다. ADR는 시스템의 주소를 나타내고, 원시데이터는 0~9와 A~F까지를 0x30~0x39와 0X41~0x46으로 나타낸다. CMD는 각 패킷의 데이터의 명령형태를 나타낸다. DAT는 데이터를 나타낸다. CHK는 ADR에서 DAT까지 2바이트를 하나의 HEX로 변환하여 합한다. ETX는 패킷의 끝을 나타내고, 원시데이터는 0x03이다.

- PC 송신 패킷구성(18Byte)

STX	ADR	CMD	DAT1	~	DAT12	CHK1	CHK2	ETX
-----	-----	-----	------	---	-------	------	------	-----

- RFID 리더기 송신 패킷구성(18Byte)

STX	ADR	CMD	DAT1	~	DAT12	CHK1	CHK2	ETX
-----	-----	-----	------	---	-------	------	------	-----

III. 실험결과

그림 8은 본 논문에서 제작한 무선랜 방식의 UHF RFID R/W 단말기에 대한 시제품의 나타내었다. 그림 8에서 보는 것처럼, 단말기는 메인 CPU인 AT91SAM7S256와 RFID R/W 모듈인 WJ7090 및 무선랜 모듈인 EZ-NET을 기초로 하여 제작하였다. 그림 9는 무선랜 방식의 UHF RFID R/W 단말기의 동작 상태를 나타내었다.

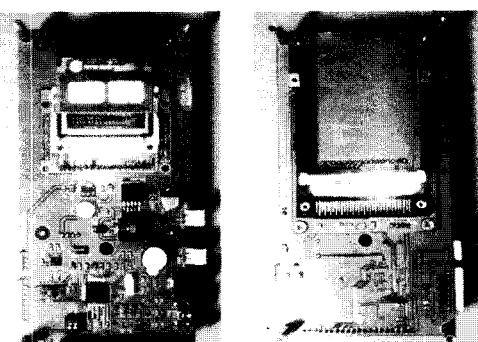


그림 8 무선랜 방식의 UHF RFID R/W 단말기 시제품
Fig. 8 Terminal of UHF RFID R/W using wireless LAN

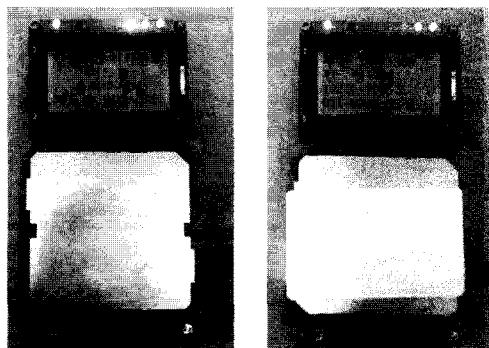


그림 9 무선랜 방식의 UHF RFID R/W 단말기의 동작상태

Fig. 9 Operation state of UHF RFID R/W using wireless LAN

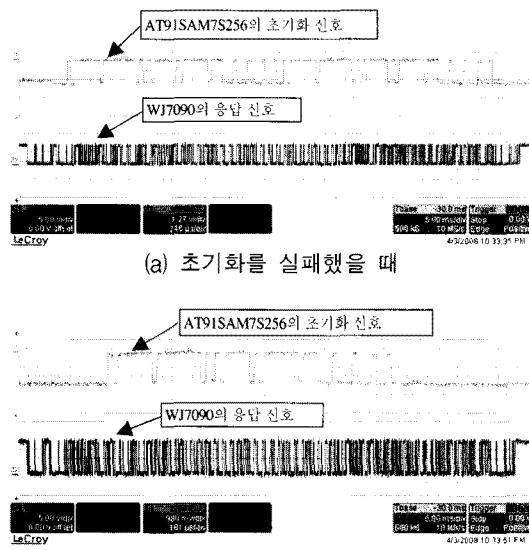


그림 10 AT91SAM7S256에서 UHF RFID R/W 모듈로 보내는 초기화 신호

Fig. 10 Initialize signal send to UHF RFID R/W module to AT91SAM7S256

그림 10은 AT91SAM7S256에서 WJ7090으로 보내는 초기화 신호를 나타내었다. 그림 10에서 보는 것처럼, 먼저 초기화를 하게되면 AT91SAM7S256에서 초기화 신호가 WJ7090으로 전송된다. 하지만 이때 다시 수신 받는 데이터는 완전한 데이터가 아니면, 항상 에러가 나기 때문에 초기화 신호를 다시 보내주게 된다. 그러면 그림 10(b)와 같은 WJ7090에서 AT91SAM7S256으로 응답 신

호가 들어오고 이때 초기화가 완료가 된다. 개발한 단말기는 초기화 신호를 WJ7090으로 초기화 신호를 보냈을 때 초기화 성공률은 98%정도이면, 한 번 초기화 되고 나면 RFID Tag 값을 Reading 성공률은 100%이다.

그림 11는 무선랜 방식의 UHF RFID R/W 단말기의 RFID Tag 응답신호를 나타내었다. 그림 11에서 보는 것처럼, AT91SAM7S256에서 UHF RFID R/W 모듈로 보내는 RFID Tag Reading 신호와 RFID 리더기 응답신호를 나타내었다. AT91SAM7S256에서 RFID Tag 값을 Reading 할 수 있는 신호를 UHF RFID R/W 모듈로 송신하게 되면 리더기 모듈에서 Reading 신호를 수신하고 안테나를 이용해 Tag값을 읽어 된다. 그림 11(a)는 Tag 값을 읽어 오지 못했을 때 RFID Tag가 없다는 신호를 리더기 모듈에서 AT91SAM7S256에 전송하는 신호를 나타내었다. 그림 11(b)는 RFID Tag가 있을 때 전송되는 신호를 나타내었다. 그림 11에서 보는 것처럼 RFID Tag가 있을 때와 없을 때 신호의 길이가 다름을 알 수 있다.

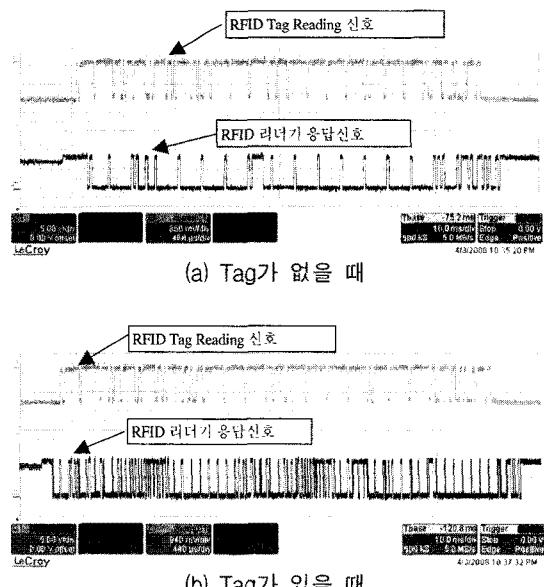


그림 11 UHF RFID R/W 단말기의 RFID 리더기 응답신호

Fig. 11 Response of UHF RFID R/W terminal

그림 12는 무선랜(IEEE 802.11.a/b)에서 서버로 데이터를 전송하는 신호를 나타내었다. 무선랜에서 신호가 나가는 때는 단말기에서 Tag 값을 읽어 오고 통신 패킷

에 맞게 수정하여 무선랜에서 서버로 데이터를 송신하는 신호를 나타내었다.

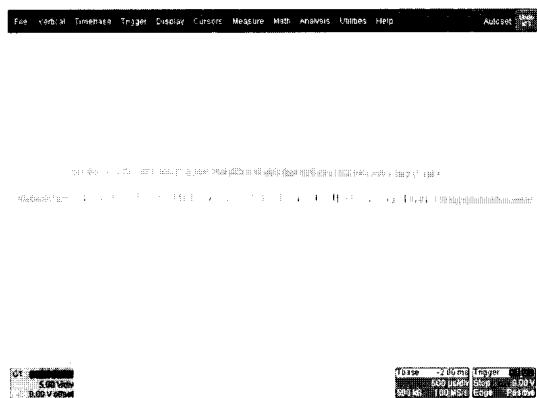


그림 12 무선랜에서 서버로 데이터를 전송 신호
Fig. 12 Transmission signal of data send to server in wireless LAN

IV. 결 론

본 논문에서는 ARM 칩인 AT91SAM7S256, RFID R/W 모듈인 WJ7090 및 무선랜을 이용하여 900MHz RFID R/W 전용 단말기를 개발하였다. 또한 AT91SAM7S256에서 RFID R/W 모듈인 WJ7090으로 보내지는 송수신 패킷을 개발하였다.

본 논문에서 개발한 무선랜 기반의 UHF RFID R/W 전용 단말기의 유용성을 평가하기 위해 Reader부분의 RFID Tagging 정보의 성능 측정을 RFID Tag와 Reader간의 air interface 성능 측정하였고, 이에 대한 데이터의 송수신 패킷을 분석하여 실험 하였다. 실험 결과, 개발한 송수신 패킷은 WJ7090을 통해 안테나 송신되고, Tag은 그 송신 패킷에 따라 응답하여, 그 결과를 WJ7090을 통해 메인 CPU로 전송되면 확인할 수 있었다. 또한 RFID R/W 모듈인 WJ7090의 RFID Tagging 정보의 정확한 성능 실험을 위하여 AT91SAM7S256에서 WJ7090으로 보내는 초기화 신호 측정, 무선랜 방식의 900MHz RFID R/W 단말기의 RFID Tag 응답신호 측정, 무선랜에서 서버로 데이터를 전송 신호를 측정 실험을 실시하였다. AT91SAM7S256의 동작 상태, WJ7090와 무선랜의 동작 상태를 실험한 결과, 개발한 단말기는 정확한 RFID R/W

기능을 수행하였고, 서버와의 연동 상태도 우수함을 알 수 있었다.

본 논문에서 개발한 UHF RFID R/W 전용 단말기는 RFID Tag값을 Reading하고 그 값을 무선랜을 통해서서 서버로 전송하고, 그 결과를 단말기를 표시하였고 개발한 단말기는 우수한 성능을 보임을 알 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 산업자원부의 지역혁신 인력양성사업과 지역혁신센터의 연구결과로 수행되었음

참고문헌

- [1] Microchip, "13.56MHz RFID System Design Guide", Microchip Technology Inc., 2001.
- [2] 김상태, "RFID 기술개요 및 국내외 동향 분석", IITA, 2003. 8
- [3] 정분도, 장기영, "RFID/USN을 이용한 u-물류/유통 모델", 한국해양정보통신학회논문지, 제 11권 10호, 2007
- [4] 김종호, 김영길, 백수열, "무선LAN 기반의 RFID 데이터 전송시스템 구현", 제 8권 6호, 2004
- [5] 유승화, "RFID/USN 기술 및 표준화 동향", 「중소기업 정보화 경쟁력 강화를 위한 하계 세미나」, 2004. 8. 25.
- [6] C. Intanagonwiwat et al., "Directed Diffusion for Wireless Sensor Networking", IEEE/ACM Transactions on Networking, Vol. 11, No.1, Feb. 2003, pp. 2-16.
- [7] Wendi B. Heinzelman et al., "An Application -Specific Protocol Architecture for Wireless Microsensor Networks", IEEE Trans. on Wireless Communication, Vol. 1, No. 4, Oct., 2002, pp. 660-670
- [8] Chabrow, E. Sullivan, L. , "RFID Rolls Along A startup motorcycle maker uses RFID to gain supply-chain advantages", INFORMATION WEEK -MANHASSET-, 1.997 No.2, 2004

- [9] Wurm, G. Ringler, H. Knogler, F. Schnizer, M., “RFID: Which Parts Will Printers Do? The most immediate opportunity is printing RFID antennas on labels”, *SEYBOLD REPORT*, Vol.4 No.6, 2004
- [10] Huault, G. , “How Did They Do That? Play Tag With RFID Manufacturers, retailers, shipping companies, and even government officials are either using or implementing the use of RFID tags to better identify, track, and manage products. We show you how RFID tags work”, *SMART COMPUTING*, Vol.15 No.4, 2004
- [11] Currier, D. S. , “RFID Manufacturers advised to roll out RFID tags now”, *COMPUTER WEEKLY*, Vol.62 No.16, 2004
- [12] Hornby, B. M. , “RFID solutions for the express parcel and airline baggage industry”, *COLLOQUIUM DIGEST- IEE* , Vol.- No.123, 1999
- [13] Antos, F. Serclova, Z. Gilbert, Z. Skala, M. Vitek, P., “RFID-System Der digitale Chip konnte den Barcode ablösen und somit Verbesserungen in der Logistik möglich machen”, *PAPIER AUS ÖSTERREICH*, Vol.3 No.2, 2004
- [14] 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

저자 소개



황기현(Gi-Hyun, Hwang)

1996년 부산대학교 전기공학과 석사 졸업.

2000년 부산대학교 전기공학과 박사 졸업.

2003년 동서대학교 컴퓨터정보 공학부 교수

※ 주관심분야 : RFID, 임베디드, 영상처리



장원태(Wan-Tae, Jang)

1989년 성균관대학교 전자공학과 학사 졸업

2000년 서울시립대학교 제어계측 공학과 석사 졸업

2002년 동서대학교 컴퓨터정보 공학부 교수

※ 주관심분야 : 모바일 프로그램, RFID, 컴퓨터