UHF RFID 모듈을 이용한 원거리 데이터 전송 전용단말기 개발

황 기 현*

The Development of Terminal for Long Distance Data Transmission Using UHF RFID Module

Gi-Hyun Hwang*

이 논문은 2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업 (No. 2009-0070595)과 지식경제부의 지역혁신센터사업의 연구결과로 수행되었음.

요 약

본 논문에서는 ARM 칩(AT91SAM7S256), UHF/RF RFID R/W 모듈(WJR7090) 및 Bluetooth통신(FB755AC)을 이용하여 UHF RFID R/W에 적합한 원거리 데이터 전송 전용단말기를 개발하였다. 개발한 UHF RFID R/W 전용 단말기는 RFID Tag값을 Tagging하고 그 값을 Bluetooth를 통해서 서버로 전송하고, 전송한 RFID Tag값을 DB와 비교하여 그 결과를 단말기에 전송하였다. 개발한 전용단말기의 성능을 입증하기 위해 성능실험을 실시하였고, 개발한 단말기의 우수성 및 송수신패킷에 대한 실험 결과를 나타내었다.

ABSTRACT

This research paper is to develop remote data transmission terminal which is adequate to RFID R/W by using UHF/RF RFID R/W module (WJR7090) and Bluetooth communication(FB755AC) with ARM chipset(AT91SAM7S256). The developed UHF RFID R/W terminal performs tagging of RFID value and transmit the value to server with Bluetooth communication, the transmitted RFID tag value is compared to the Database value and the result is transmitted to the terminal. Performance test was done in order to prove the performance of the terminal, and the test result of the terminal's excellency and transmitted/recevied packet is described.

키워드

블루투스, ARM, UHF RFID, 원거리 데이터 전송

Key word

Bluetooth, ARM, UHF RFID, Remote Data Transmission

* 동서대학교 컴퓨터정보공학부

접수일자 : 2009. 04. 16
심사완료일자 : 2009. 05. 14

Ⅰ. 서 론

RFID는 기존의 사람간의 통신에서 사람 대 사물, 그리고 사물 대 사물의 통신을 위한 마이크로센서 기술과 정보통신 기기의 이용을 보다 편리하게 해 주는 인터페이스 환경 및 네트워크 구성이 필요하다. 리더기(Reader)는 사물에 대한 정보를 읽고, 통신망과 연계하여 정보시스템과 통합하여 사용되는 활동을 지원하는 시스템으로 구체화할 수 있다[1-6].

원래 RFID는 70년대 탄도미사일 추적을 위해 개발된 기술로서 80년대 태그의 크기가 작아지고, 가격이 낮아지면서 가축관리, 기타 산업분야에서 일반용으로 사용되기 시작하였으며, 90년대 들어 RF기술이 발전함에 따라 저가, 고기능의 태그가 개발되어 카드, 라벨, 화폐 등 다양한 형태의 제품이 출현하게 되었으며, 2000년대 들어서 RFID는 무선 인식 기술의 중요성이 부각되면서 다양한 솔루션(Solution)이 개발되었다[7-13].

RFID/USN 시대에서 우리 IT 산업이 세계적인 경쟁력을 갖도록 육성하기 위해서는 다양한 형태의 휴대용 RFID 전용단말기 개발을 위한 연구와 개발 투자가 가장 우선되어야 한다. 기존 개발된 RFID 리더기의 특징은 이동이 불가능한 고정 형으로 Serial 통신 등으로 컴퓨터와 연결하여 사용하기 때문에 공간상의 제약을 받고 있다. RFID Tag 정보를 RFID 단말기에서 다양한 통신방법을 이용하여 서버로 전송하고 그 결과를 단말기에 직접 표시할 수 있는 데이터 처리용 전용단말기 개발이 필요하다.

따라서, 본 논문에서는 ARM 칩(AT91SAM7S256), UHF RFID R/W 모듈(WJR7090) 및 Bluetooth통신(FB755AC)을 이용하여 UHF RFID R/W에 적합한 원거리 데이터 전송 전용단말기를 개발하였다.

Ⅱ. 원거리 데이터 전송 단말기 개발

2.1 원거리 데이터 전송 단말기 H/W 설계

본 논문에서 개발하고자하는 AT91SAM7S256 및 Bluetooth를 이용한 UHF RFID 원거리 데이터 전송 단말기에 대한 전체 H/W 구성은 그림 1에 나타내었다. 그림 1을 보면 메인 MCU인 AT91SAM7S256가 있고 UHF RFID R/W 모듈인 WJR7090과 Bluetooth 모듈인 FB755AC와 LCD로 구성되어 있다.

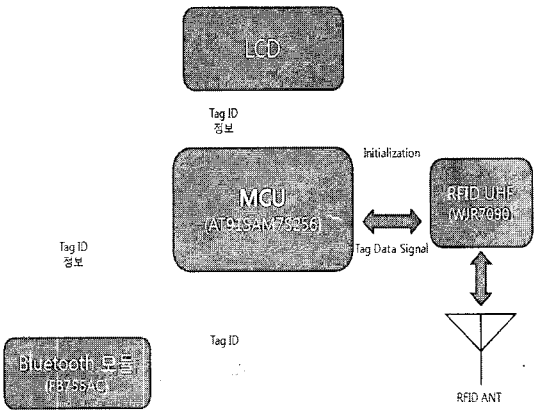


그림 1. AT91SAM7S256을 이용한 원거리 데이터 전송단말기 시스템 구성도
Fig. 1 The configuration of long distance transmission terminal using AT91SAM7S256

메인 MCU인 AT91SAM7S256에서는 UHF RFID R/W 모듈인 WJR7090를 초기화하고 Gen2 Protocol인 EPC Global이 제정한 UHF 대역의 Tag와 RFID리더기간의 통신 프로토콜 Version 2을 이용하여 Tag Data를 안테나를 통해 Tag 정보를 읽어 들이고, 읽어들인 Tag 정보를 LCD를 이용해 표시하고, Bluetooth 모듈인 FB755AC를 이용해 서버로 Tag ID을 전송하고 서버에서는 Tag ID에 맞는 정보가 있으면 AT91SAM7S256에 전송하고, 없으면 서버에 추가 할 수 있도록 하였다. MCU에서는 서버로부터 전송받은 Tag 정보를 LCD에 표시하도록 미들웨어를 설계하였다.

그림 2는 MCU인 AT91SAM7S256에 대한 미들웨어 구성 및 데이터 흐름도를 나타내었다. 그림 2에서 알 수 있듯이, AT91SAM7S256 및 Bluetooth를 이용한 UHF RFID R/W 전용 단말기에 전원을 인가하게 되면 단말기에 사용되는 모든 버튼, LCD, Serial, Bluetooth, WJR7090를 차례로 초기화하고, LCD에 초기화면을 표시한다. UHF RFID R/W 모듈에 RFID Tag값을 읽어 들일 수 있는 신호를 일정한 시간 간격을 두고 지속적으로 보내게 된다. UHF RFID R/W 안테나 인식범위에 RFID Tag가 있을 때 RFID Tag를 인식하게 되며, 인식한 Tag Data에서 Tag

ID부분을 LCD에 표시하고, Tag ID를 Bluetooth 모듈인 FB755AC를 이용하여 서버로 전송한다. 다시 MCU는 서버로부터 Tag ID에 해당하는 정보를 수신하고, Tag ID 정보는 LCD에 표시하였다. LCD에 표시 완료된 후에 다시 RFID 모듈에 RFID Tag Reading 신호를 일정한 시간 간격을 두고 지속적으로 보내게 된다.

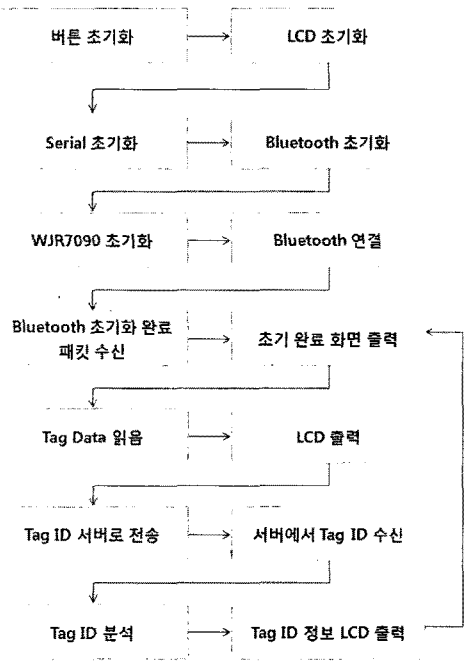


그림 2. MCU 미들웨어 구성 및 데이터 흐름도
Fig. 2 The data flow chart and configuration of MCU M/W

2.2 UHF RFID R/W 모듈 설계

그림 3은 UHF RFID R/W 모듈인 WJR7090의 H/W 구성도 이다. 그림 3에서처럼, UHF RFID R/W 모듈은 초기화하기 위한 통신은 Serial을 이용하였고, 안테나가 RFID Tag Data을 읽어 들이기 위하여 Gen2 프로토콜을 이용한다. 그리고 UHF RFID R/W 모듈은 MCU로부터 초기화 신호를 받아서 모듈을 초기화한다. 초기화 완료 후, MCU로부터 일정한 시간 간격을 두고 지속적으로 수신되는 Tag Reading 신호를 이용하여 안테나로부터 Tag Data를 MCU로 보낸다.

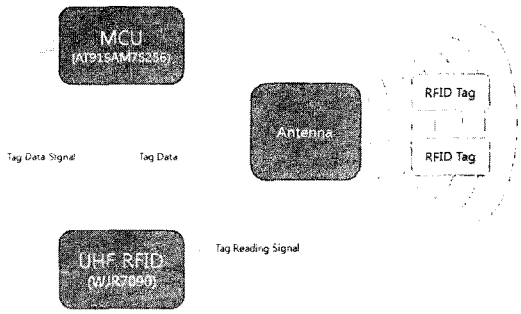


그림 3. UHF RFID 모듈의 H/W 구성도
Fig. 3 The H/W configuration of UHF RFID module

그림 4는 UHF RFID R/W 모듈인 WJR7090에 대한 신호 흐름도를 나타내었다. 그림 4에서 보는 것과 같이 MCU로부터 초기화 패킷을 수신한 후, UHF RFID R/W 모듈이 초기화가 완료되면, MCU로 초기화 완료 패킷을 송신하게 된다.

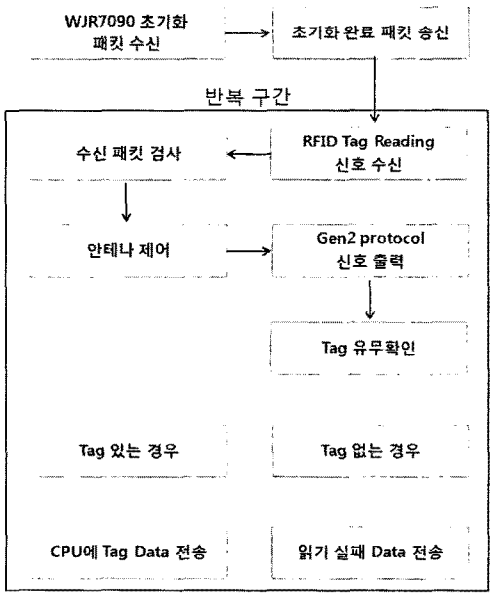


그림 4. UHF RFID R/W 모듈에 대한 신호 흐름도
Fig. 4 The signal flow chart for UHF RFID R/W Module

MCU로부터 RFID Tag Reading신호를 수신하면, 수신 패킷을 검사한 후 안테나를 제어해서 900Mhz의 주파수 (Gen2 protocol방식)로 신호를 보내고, 이때 안테나 인식 거리에 Tag가 있을 때에는 MCU로 Tag Data를 송신하고,

Tag가 없을 때에는 읽기 실패 Data를 송신한다. 이 동작을 RFID Tag Reading신호를 수신을 주기적으로 반복하기 때문에 계속적인 Tag Reading이 가능하다.

그림 5는 MCU에서 UHF RFID R/W 모듈에 송신하는 RFID Tag Reading신호에 대한 송신 패킷의 구성을 나타낸다. 송신 패킷은 START BIT, 전체바이트수, Opcode, 안테나, 파워레벨, TAG설정, 패스워드 등으로 구성된다. 그림 5에서 보이는 것과 같이 UHF RFID R/W 모듈의 안테나 선택바이트(A와 B중 선택가능), 파워레벨선택 바이트는 RF 파워레벨(18dB~30dB)의 조절이 가능하다.

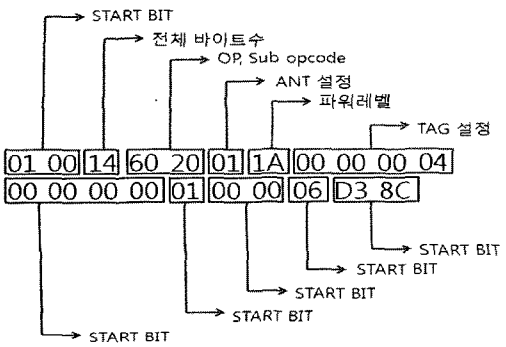


그림 5. UHF RFID R/W의 송신 패킷
Fig. 5 The transmission packet of UHF RFID R/W

그림 5와 같이 UHF RFID R/W 모듈로 송신신호를 보낸 후, Tag가 있을 때에는 그림 6과 같이 패킷을 수신하게 된다. 패킷은 그림 6에서 보는 것과 같이 Start bit를 시작으로 Tag ID, Tag Data, 에러코드, Tag의 개수 등이다.

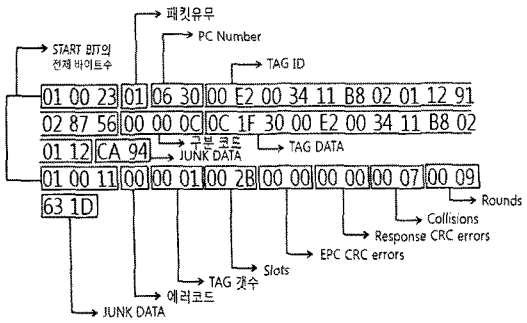


그림 6. UHF RFID R/W의 수신 패킷
Fig. 6 The receiving packet of UHF RFID R/W

2.3 Bluetooth 모듈 설계

그림 7을 보면 MCU에서 Bluetooth 모듈인 FB755AC로 Tag Data를 송신하고 FB755AC는 서버와의 Bluetooth 통신으로 서버 Data를 다시 수신하여 MCU로 송신한다.

그림 7을 보면 서버와의 통신을 위해 FB755AC를 사용하는데, 이때 서버는 FB755AC로부터 받은 TAG DATA를 서버의 데이터베이스를 검색하여 동일한 정보가 있으면 AT91SAM7S256으로 동일한 데이터의 정보를 전송하고 없을 시에는 서버의 DB에 입력할 수 있도록 하였다.

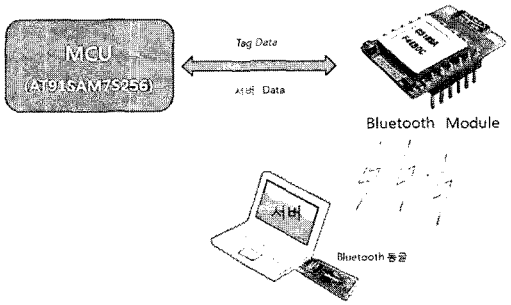


그림 7. Bluetooth(FB755AC)의 신호 흐름도
Fig. 7 The signal flow chart of Bluetooth(FB755AC)

본 논문에서 개발한 Bluetooth 통신과 UHF RFID R/W를 이용한 원거리 데이터 전송 전용단말기와 서버와의 데이터 통신에 대한 구성은 그림 8과 같다.

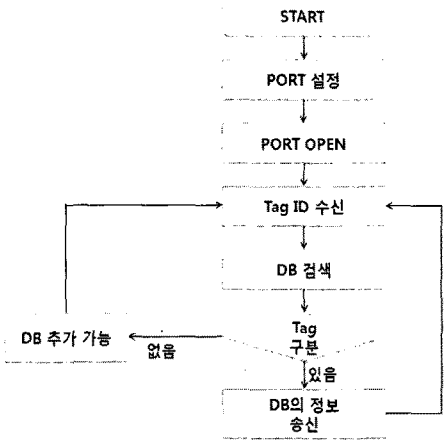
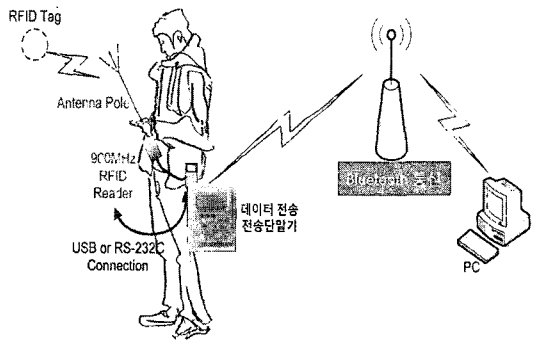


그림 8. 단말기와 서버간의 데이터 흐름도
Fig. 8 The data flow chart between terminal and server

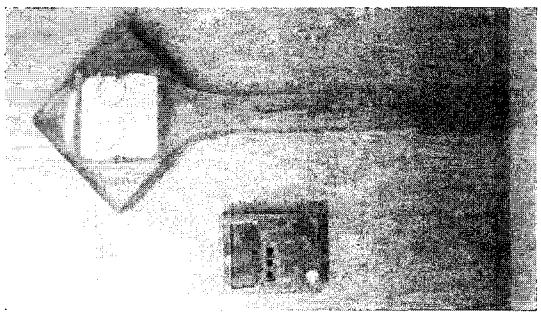
그림 8에서 보이는 것처럼 서버에서 PORT를 설정하고 PORT를 OPEN한 후에 AT91SAM7S256으로부터 Bluetooth 통신으로 TAG ID를 수신한다. 수신한 이후, 서버상의 DB를 검색하여 TAG를 구분하여 있으면 DB의 정보를 AT91SAM7S256으로 송신하고, 없으면 DB상에 TAG DATA를 추가가 가능하다.

Ⅲ. 실험결과

그림 9는 MCU인 AT91SAM7S256, Bluetooth (FB755AC) 및 UHF RFID R/W를 이용하여 원거리 데이터 전송 전용단말기의 구성도 및 시제품을 나타내었다.



(a)



(b)

그림 9. 원거리 데이터 전송단말기 구성도 및 시제품
(a) 구성도 (b) 시제품
Fig. 9 The experimental equipment and configuration long distance data terminal
(a) Configuration (b) Experimental equipment

그림 9에서 보는 것처럼, 단말기는 사용자의 허리에 착용하고 휴대용 형태의 UHF RFID R/W 리더기를 이용하여 Tag Data를 Reading한 후, 그 Tag ID를 Bluetooth 통신을 이용하여 서버로 전송한다.

그림 10은 단말기의 서버와의 Bluetooth 통신 상태를 나타내었다. 그림 10에서 위쪽 파형은 단말기에서 서버로 전송되는 Tag 데이터 값이고, 아래 파형은 서버에서 단말기로 전송되는 파형을 나타내었다. 그림 10에서 보는 것처럼, 서버와 단말기와의 데이터 송수신이 잘되고 있음을 알 수 있다.

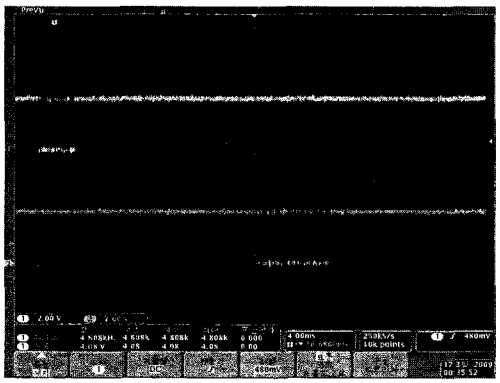
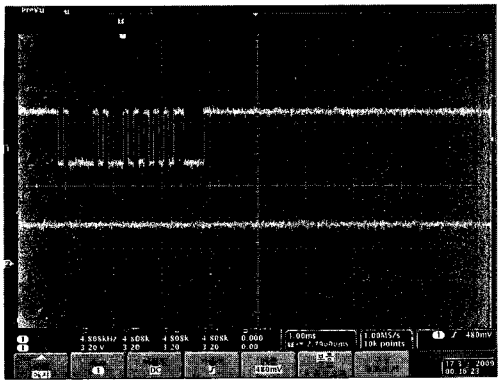


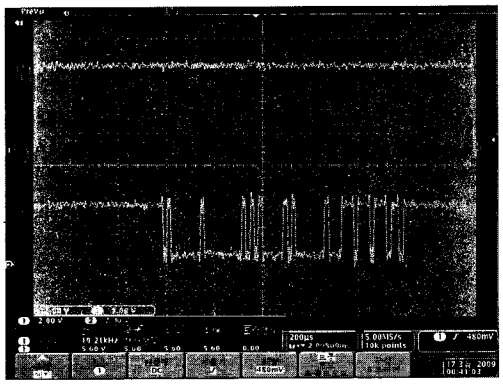
그림 10. 단말기와 서버간의 Bluetooth 통신
Fig. 10 The communication of Bluetooth between terminal and server

그림 11은 MCU와 Bluetooth 모듈간의 AT 신호를 나타내었다. 그림 11에서 보면 Bluetooth 통신으로 9600bps의 속도로 통신을 하기 위한 AT명령어를 이용하여 동작시키고, 동작 후 수신한 동작완료 신호를 나타내었다. 그림 11(a)와 같은 AT명령어가 전송된 후 명령이 수행이 되었을 때, 그림 11(b)와 같은 Bluetooth에서 MCU로 응답 신호가 들어온다. 그림 11에서 보는 것처럼, 개발한 단말기와 Bluetooth 모듈간의 신호의 송수신이 잘되고 있음을 알 수 있다.

그림 12는 UHF RFID R/W 리더기에서 MCU로 전송되는 신호를 나타내었다. 전원 인가시 파형이 수신되고, 단말기에서 UHF RFID 리더기로 Reading 신호를 전송함에 따라 Tag Data를 수신 받고 있는 파형을 나타내었다.



(a)



(b)

그림 11. Bluetooth의 AT신호 (a) TX로 AT명령어의 전송 (b) AT명령어에 대한 OK신호
Fig. 11 The AT signal of Bluetooth (a) Transmission of AT signal (b) OK response for AT signal

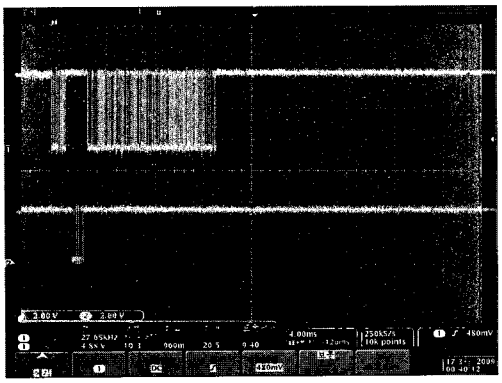


그림 12. RFID 리더기에서 MCU로 전송되는 신호
Fig. 12 The signal transmitted from RFID reader to MCU

그림 13은 본 논문에서 개발한 전용단말기와 서버와의 데이터 연동 테스트를 하기 위한 서버프로그램을 나타내었다. 그림 13에서 보는 것처럼, 메뉴바에는 Port를 설정하는 부분과 DB를 설정하는 부분이 있다. Bluetooth (FB755AC)를 이용한 수신을 위해서는 메뉴바의 『Data』의 『Mode』에서 『입력 - 데이터수신』 모드로 설정이 되어있고, 『Port』를 설정해 주고 OPEN해야 한다.

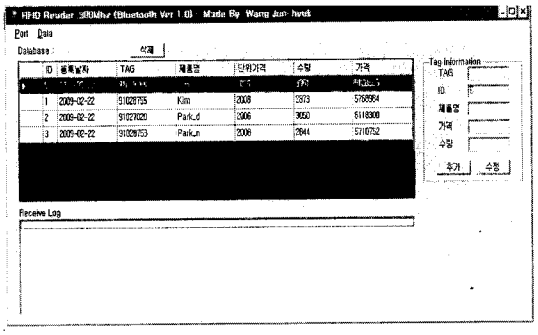


그림 13. 전용단말기 서버 프로그램
Fig. 13 The server program of terminal

그림 14는 전용단말기와 서버와 연동결과를 나타내었다. 그림 14에서 보는 것처럼, Receive Log의 창을 보면 Bluetooth(FB755AC) 통신을 할 때, Port를 OPEN하거나 수신한 데이터나 수정하거나 추가할 때의 기록들을 확인할 수 있다. 또, 『Data』의 『Mode』에서 『입력』, 『수정』의 선택에 따라서 DB에 TAG ID를 입력, 수정할 수 있다.

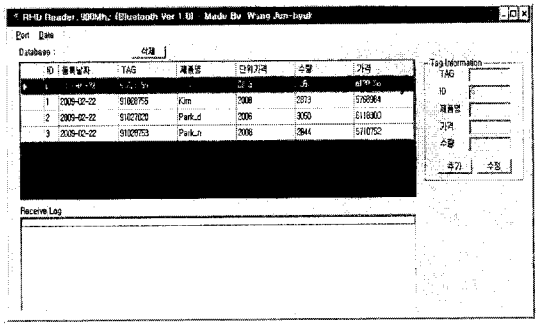


그림 14. 데이터 수신 결과
Fig. 14 The result of data receiving

V. 결 론

본 논문에서는 ARM 칩인 AT91SAM7S256, RFID R/W 모듈인 WJR7090, Bluetooth 통신을 이용한 원거리 데이터 전송 전용단말기를 개발하였다.

개발한 AT91SAM7S256, Bluetooth 및 UHF RFID R/W을 이용한 원거리 데이터 전송 전용단말기의 성능을 평가하기 위해서 RFID 리더기, Bluetooth, 서버와의 데이터 전송 실험을 하였다.

실험결과, 전용단말기와 RFID 리더기와 송수신패킷은 WJR7090을 통해 안테나 송신되고, Tag는 그 송신패킷에 따라 응답하여, 그 결과를 WJR7090을 통해 MCU로 전송되면 확인할 수 있었다. 또한 RFID R/W 모듈인 WJR7090의 RFID Tagging 정보의 정확한 성능 실험을 위하여 MCU에서 FB755AC로 AT신호를 측정하여 성능 입증하였다. 따라서 본 논문에서 개발한 AT91SAM7S256, Bluetooth 및 UHF RFID R/W 모듈을 이용한 원거리 데이터 전송 전용 단말기는 RFID Tag 값을 Reading하고 그 값을 Buetooth통신을 이용해 서버로 Tag값을 전송하고, 서버에서는 Tag에 대한 정보를 단말기로 전송하고 그 결과를 LCD에 표시함으로써 개발한 단말기의 우수한 성능을 보임을 알 수 있었다.

참고문헌

[1] 황기현, 장원태,"AT91SAM7S256을 이용한 UHF RFID R/W 전용단말기 개발에 관한 연구" Microchip, 한국해양정보통신학회논문지, 제 12권 7호, 2008

[2] Microchip, "13.56MHz RFID System Design Guide", Microchip Technology Inc., 2001.

[3] 김상태, "RFID 기술개요 및 국내외 동향 분석", IITA, 2003. 8

[4] 정분도, 장기영, "RFID/USN을 이용한 u-물류/유통 모델", 한국해양정보통신학회논문지, 제 11권 10호, 2007

[5] 김종호, 김영길, 백수열, "무선LAN 기반의 RFID 데이터 전송시스템 구현", 제 8권 6호, 2004

[6] 유승화, "RFID/USN 기술 및 표준화 동향", 「중소기업 정보화 경쟁력 강화를 위한 하계 세미나」, 2004. 8. 25.

[7] 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

[8] 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

[9] 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

[10] Currier, D. S. , "RFID Manufacturers advised to roll out RFID tags now", *COMPUTER WEEKLY,* Vol.62 No.16, 2004

[11] Hornby, B. M. , "RFID solutions for the express parcel and airline baggage industry", COLLOQUIUM DIGEST- IEE , Vol.- No.123, 1999

[12] Antos, F. Serclova, Z. Gilbert, Z. Skala, M. Vitek, P., "RFID-System Der digitale Chip konnte den Barcode ablosen und somit Verbesserungen in der Logistik moglich machen", *PAPIER AUS OSTERREICH,* Vol.3 No.2, 2004

[13] 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

저자소개

황기현(Gi-Hyun, Hwang)

1996년 부산대학교 전기공학과 석사 졸업.
2000년 부산대학교 전기공학과 박사 졸업.
2003년 동서대학교 컴퓨터정보공학부 교수
※ 주관심분야 : RFID, 임베디드, 영상처리