

논문 2005-42SC-2-3

# ARM920T 기반의 다기능 UHF RFID 리더 플랫폼 기술 개발

## (Multi-Function UHF RFID Reader Platform Development based on ARM920T)

김 종 호\*, 이 상 신\*\*, 김 영 길\*\*, 김 용 득\*\*

(Jong-ho Kim, Sang-sin Lee, Young-kil Kim, and Yong-deak Kim)

### 요 약

본 논문은 RFID 태그 정보를 무선으로 수신하여 처리한 후 이들 정보를 RS-232, USB, Bluetooth 또는 Ethernet 인터페이스를 통하여 PC서버에 전달하는 기능을 수행하는 다기능 UHF 대역 RFID 리더 플랫폼의 설계 및 구현을 위한 것이다. 개발하고자 하는 Embedded RFID 리더는 크게 RFID 모듈, ARM 프로세서, RS-232 인터페이스, USB 인터페이스, Ethernet MAC 인터페이스, Bluetooth 인터페이스 등으로 구성된다. 본고를 통하여 RFID의 개념 및 리더의 동작원리를 소개하고 임베디드 프로세스를 사용한 리더플랫폼 및 관련 알고리즘을 제안하고 구현한다. 설계된 플랫폼에 대하여 고정형과 이동형으로 나누어 그 기능을 분석하고 평가한다.

### Abstract

This paper is about designing and implementation of Multi-Function UHF RFID Reader Platform that receives and processes RFID tag data from the tags, and transmits the data to PC server through Bluetooth, USB, RS-232 or Ethernet. This reader system is composed of RFID module, ARM processor, RS-232 interface, USB, Ethernet MAC interface, Bluetooth, etc.. This paper also provides a brief overview and concept of RFID reader, and proposes the design and implementations of the RFID reader platform. The paper evaluates and analyzes two practical implementations, fixed type and portable type.

**Keywords :** RFID, Platform, Reader, ARM, Tag

## I. 서 론

유비쿼터스 경영환경 구축의 핵심기반기술로 각광을 받고 있는 RFID(무선주파수 인식기술)는 유통·물류 부문에서 그 활용효과가 크게 확산되고 있다. 또 국내산

업경쟁력 강화를 위해 국제표준의 신속한 도입과 적용이 요구된다. RFID 관련 기술규격 국제표준이 ISO(국제표준화기구) 산하 SC31(자동식별 및 데이터인식 소위원회)에서 연내 제정될 예정이며 유통·물류부문의 경우 UHF 대역 주파수의 적용이 전 세계적인 추세인 점을 감안, 국내산업경쟁력 강화를 위해 국제표준의 신속한 도입과 확산이 필요하다. 또한 교통, 의료, 국방, 농축산물 추적관리 등 RFID의 응용 분야는 매우 다양하며, 이 가운데에서도 특히 공급망에 대한 실시간 관리의 필요성이 증가되고 있는 유통·물류 부문에서의 활용이 가장 기대된다. 아울러 RFID 관련 세계시장도 이 분야가 주도할 것으로 전망된다.<sup>[1]</sup>

\* 정회원, 디지털시스  
(Jongho Kim, DIGITALSIS)

\*\* 정회원, 아주대학교  
(Sang-sin Lee, AJOU University)

※ 본 연구는 2004년도 유비쿼터스 컴퓨팅 뉴프론티어 사업단의 지원에 의하여 이루어진 연구로서, 관계부처에 감사드립니다.

접수일자: 2004년11월11일, 수정완료일: 2005년3월10일

전세계적으로 유비쿼터스 컴퓨팅의 핵심영역으로서 RFID 제품 시장이 급성장하고 있지만 국내 RFID 기술은 선진외국에 비해 초보적인 수준에 머무르고 있다. 따라서 RFID 원천기술 개발을 통한 선진 외국과의 기술 경쟁력 확보가 시급하다.

본 논문에서 수행하는 RFID 리더 플랫폼기술개발은 이런 시대의 요구에 맞추어 유비쿼터스 핵심기반기술인 RFID기술을 이용하여 다양한 형태의 태그와 통신할 수 있는 태그 리더의 기본 구조를 개발하는 것이다.

## II. 본 론

### 1. RFID 동작원리

리더는 태그(TAG)로부터 송수신되는 신호를 처리하여 메모리에 저장하거나 향후 외부로 전송할 수 있도록 마이크로프로세서를 내장해야 하고, 태그는 기 정의된 프로토콜로써 리더와 통신할 수 있는 IC 칩을 가지며, 칩 내의 기억장치에는 자신의 고유 ID와 관련데이터를 저장한다.

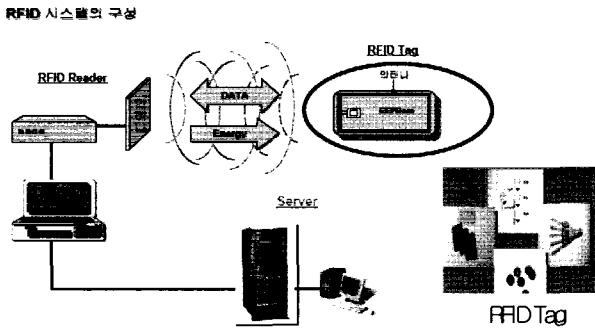


그림 1. RFID 시스템 구조와 구성  
Fig. 1. RFID system configuration.

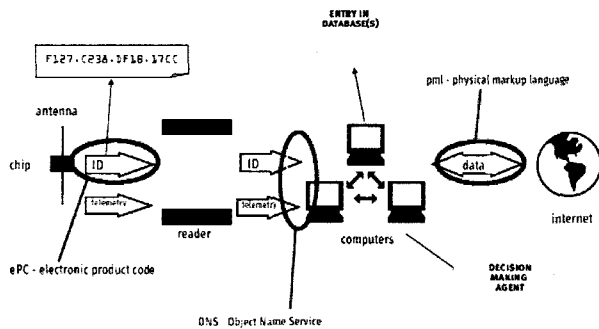


그림 2. MIT Auto-ID 센터 RFID 개념  
Fig. 2. RFID concept of MIT Auto-ID center.

대부분의 RFID시스템은 각각의 사용용도에 맞게 주문설계되고 작동하는데 관련 동작원리는 다음과 같다.

첫 번째 태그가 안테나의 전자기장 내를 통과하면 리더로부터 신호를 감지, 태그내에 저장된 데이터를 리더에 송신한다.

두 번째 태그로부터 데이터를 수신한 리더는 디지털 신호로 변환하여 정상적인 데이터인지를 검증, 정상적인 경우에는 RS-232, RS-422, RS485, USB 등을 통하여 컴퓨터나 다른 컨트롤러에 전송한다. <그림 1>은 RFID 시스템의 기본적인 구성을 나타내고 있다.

<그림 2>는 96비트 태그정보를 읽어 들여 가상공간(bits)과 물리공간(atoms)을 거쳐 인터넷상의 모든 곳으로 확장되어, 언제 어디서나 모든 사물간 실시간 통신을 가능케 하는 MIT Auto-ID Center의 RFID 개념도이다.

### 2. 임베디드형 RFID 리더 시험용 플랫폼

ARM920T 계열의 S3C2410X CPU를 기반으로 한 임베디드형 RFID 리더 시험용 플랫폼의 블록도는 다음 <그림 3>과 같다.

RFID 리더용 플랫폼 블록도 <그림 3>을 보면 ARM9 코어를 가진 S3C2410x가 메인 CPU로 동작하고, FIRMWARE 또는 OS가 탑재될 FLASH ROM과 SDRAM, 태그로부터 들어오는 데이터를 PC서버로 전송할 USB, Ethernet, UART(0-1), Bluetooth, 데이터를

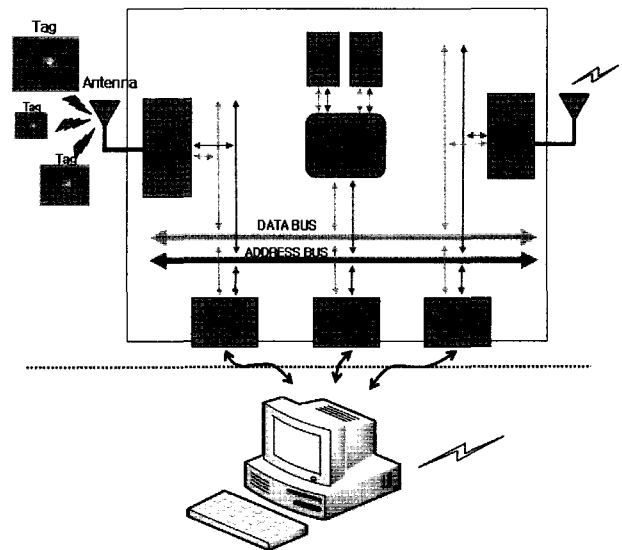


그림 3. 임베디드형 RFID 리더 시험용 플랫폼 블록도  
Fig. 3. Block diagram of RFID reader platform.

임시 저장할 SMCARD와 SDCARD, 화면표시용 LCD, 플랫폼을 제어할 터치패널, 플랫폼의 디버깅을 위한 JTAG로 구성된다. 자세한 규격은 다음과 같다.<sup>[2]</sup>

- Main CPU - S3C2410x(USB, LCD, UART, SD CARD, SMCARD, MEMORY Con내장, 200MHz)
- Flash ROM - INTEL StrataFlash (32Mbytes)
- SDRAM - 삼성 K4S561632C (64Mbytes)
- Ethernet - CIRRUS LOGIC CS8900A 10Mbps Ethernet Controller
- 보조메모리 - SDCARD, Smart Media CARD
- Debugging - ICE 장비, J-Flash
- 데이터 전송 - USB, UART, Ethernet
- CPLD - Altera EPM7032AETC44-7

RFID모듈은 UHF 주파수대의 EPC Class1을 사용하고, 저가이며 소형의 ALIEN사 ALR-9930-A를 사용하였다. 자세한 SPEC은 <표 1>과 같다.

본 연구에서 개발된 리더의 UART, USB Ethernet, Bluetooth, RFID 모듈은 시험이 완료 되었고 현재 기타 I/O 등은 시험 중이다. <그림 5>는 본 연구에서 제작된 플랫폼을 보여준다.

태그로부터 받아들이는 데이터를 리더는 다시 PC서버로 전송해야 하는데. 이때 본 플랫폼은 유선(USB, UART), 무선(Bluetooth), 네트워크 등, 다양한 방법으로 전송할 수 있다.

USB에 비해 UART는 구현이 쉬우나 전송속도 면에

표 1. ALR-9930-A RFID 모듈 사양  
Table 1. ALR-9930-A RFID Module Specifications.

Physical / Mechanical	
Dimensions	3.365 x 2.125 x 0.30"
Weight	3 oz
Temperature (Operating/Storage)	-20 to +60 Deg. C / -40 to +85 Deg. C
RF Parameters	
Frequency	902-928 MHz (ISM Band)
Max RF Power	1 Watt (30dB)
RF Power Control	14 dB range adjustable in 0.1dB steps through software control
Spurious Emission Limits	Per FCC part 15.247
RF Protocol	EPC Class 1
Antennas	
Antenna Ports	Two software-selectable Antenna Ports: ANT0 or ANT1
Connection	ANT0 / ANT1: MMCX Connector
Protection	Antenna Ports Protected Open or Shorted
Interfaces	
JST 14 Pin Header	Power I/O TTL Serial
Host Communication	Binary Protocol 5Volt TTL @ 19.2K - 115.2K baud
Power	
Power	5 - 6 VDC +/- 3% @ 850mA Max power, 20mA sleep mode
Power Protection	2A fused ESD class2. Reverse bias to -10V. Momentary Overvoltage to +8V

서 문제가 있다. 초당 1000개 이상의 태그 데이터를 PC 서버로 전송하기 위해서는 USB가 반드시 구현되어야 된다. 본 RFID 플랫폼은 UART와 USB를 병행해서 사용할 수 있도록 설계되어 있다.

S3C2410x에는 2개의 USB Controller와 3CH의 UART 제어기가 포함되어 있으며 본 플랫폼의 USB 동작과 UART 동작은 다음과 같다.<sup>[2]</sup>

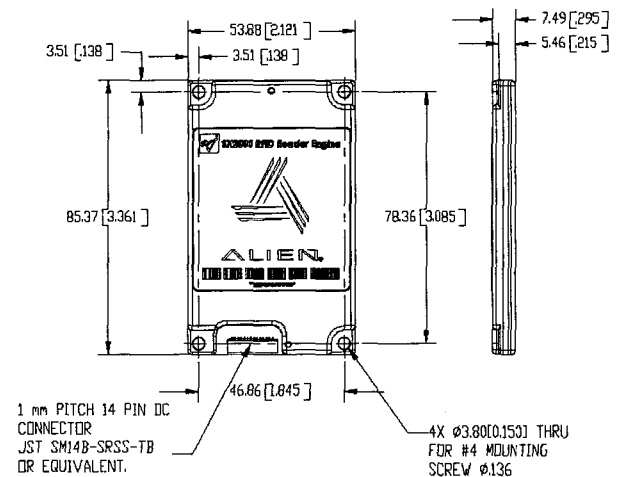


그림 4. Alien사의 ALR-9930-A RFID 모듈  
Fig. 4. Alien's ALR-9930-A RFID module.

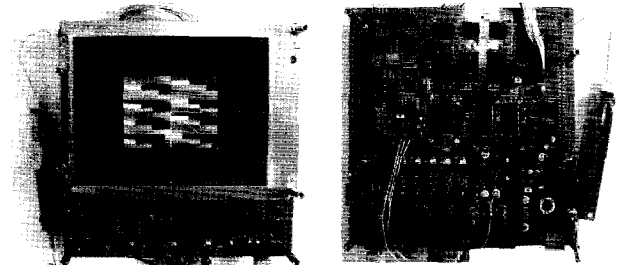


그림 5. 제작된 Embedded형 RFID 리더 플랫폼  
Fig. 5. Completed RFID Reader Platform.

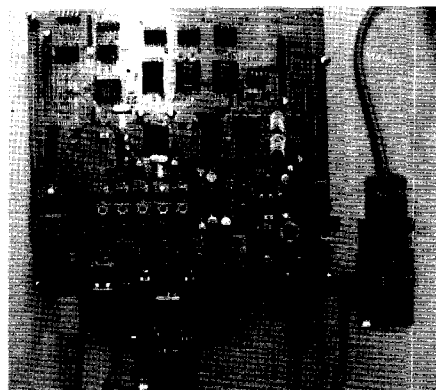


그림 6. Bluetooth이용 RFID 리더 와 PC서버간 무선통신  
Fig. 6. Bluetooth between RFID Reader and PC server.

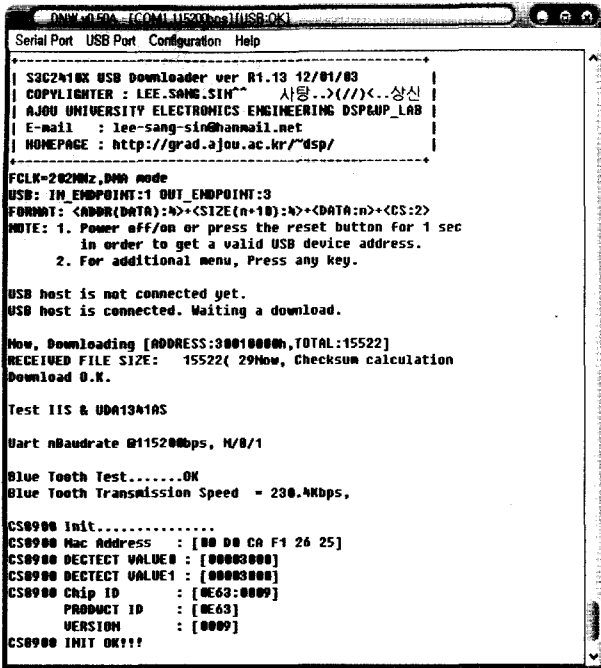


그림 7. 다기능 RFID 리더 플랫폼 Device 초기화  
Fig. 7. Initialization of RFID reader platform device.

본 RFID 리더 플랫폼의 USB는 Control transfer와 Bulk transfer를 사용하여 호스트에 데이터를 송수신한다. Endpoint0는 Control transfer를 위한 8바이트 버퍼로 사용된다. Endpoint1은 OUT Bulk transfer를 위한 64바이트 버퍼로 사용되고, Endpoint2는 IN Bulk transfer를 위한 32바이트 버퍼로 사용되었다.<sup>[3][4]</sup>

UART CH0은 시리얼 인터페이스로 사용되며, CH1은 Bluetooth 인터페이스에 사용되었다. <그림 6>은 Bluetooth를 통해 무선으로 본 RFID 리더 플랫폼과 호스트PC와 통신하는 것을 보인다.

Cirrus Logic CS8900을 이용해 Ethernet을 구성하였다. 이는 TCP/IP를 통해 호스트 PC와 통신을 위한 것이다.

<그림 7>은 USB, UART, Bluetooth, Network등 본 RFID 리더 플랫폼의 모든 Device 초기화를 나타내고 있다.

### 3. ALR-x930 RFID 모듈 프로토콜

우선 기본적인 ALR-x930 RFID 모듈의 메시지 형태는 다음과 같다.<sup>[6]</sup>

<DLE> + <SOM> + <Payload> + <DLE> + <EOM>  
DLE : Data Link Escape token

표 2. INVENTORY 응답  
Table 2. INVENTORY response.

응답 메시지	예제 및 설명
Starting Inventory	Ex : 10 01 09 7F 40 01 <CRC><CRC> 10 02 CommType : 01 (Starting) Command : 40 (INVENTORY Command)
Tag Data Message	Ex : 10 01 09 7F 40 02 <TAG Data> <CRC><CRC> 10 02 CommType : 02 (Tag Data) ResponseData : <TAG Data> -> TAG ID based EPC Code
Ending Inventory	Ex : 10 01 09 7F 40 03 00 01 12 34 57 78 <CRC><CRC> 10 02 CommType : 03 (End Inventory) ResponseData : 00 01 -> Inventory 동안 얻어진 Tag ID 수 12 34 -> Start Inventory 시간 56 78 -> End Inventory 시간

SOM : Start of Message token

EOM : End of Message token

Payload : <SessionID> + <Reader #> + <Command and CommandEcho> + <CommType> + <ResponseData> + <CRC16>

DLE, SOM, EOM은 위에 설명한 바와 같이 토큰의 경계 및 시작과 끝을 나타내며, 기본 디폴트 값으로 DLE는 0x10, SOM은 0x01, EOM은 0x02이다. 즉 전체 메시지 포맷은 <0x10> + <0x01> + <Payload> + <0x10> + <0x02>형태로 이루어진다.

Payload는 모듈과 플랫폼사이의 통신 및 ID수신을 위한 중요한 부분이다.

Payload중 SessionID와 Reader #은 사용자가 임의로 주는 값으로 각각의 리더를 구분하기 위한 것이다.

Command는 호스트 즉 플랫폼이 RFID 모듈에게 명령을 주는 것으로 플랫폼과 모듈간 통신 및 태그 ID 값을 얻거나 쓰기 위한 명령도 포함된다. 자세한 내용은 ALR-x930 Series OEM RFID Reader 모듈 INTEGRATION GUIDE<sup>[6]</sup> CHAPTER4를 참조하기 바란다.

CommType은 플랫폼이 모듈에게 임의의 명령을 주었을 때 성공상태와 실패 시 원인을 나타낸다.

ResponseData는 모든 명령에 대한 응답으로 만약 플랫폼에서 RFID 모듈에게 INVENTORY명령(태그 ID 획득 명령)을 주었을 때 태그 ID는 ResponseData속에 포함되어 있다.

CRC16은 에러 체크를 위한 16비트값이다.

태그 ID를 추출하기 위한 INVENTORY 명령을 간단히 살펴보면, 유효 전자장 안에 많은 양의 태그가 있을 때 용이한 Tree based Type과 Field안에 적은 양의 태그가 있을 때 용이한 Scroll based Type으로 나뉜다. Tree based Type은 태그 ID 추출이 느리지만 충돌환경에 강한 반면 Scroll based Type은 태그 ID 추출이 빠르고 충돌환경에 약하다. 본 연구에서는 충돌환경에 강한 Tree-based Type 방식을 사용하여 리더를 구현하였다.

다음 <표 2>는 INVENTORY 명령에 대한 응답을 나타내고 있다.

<표 2>에서 보인 바와 같이 응답은 3개의 포맷으로 이루어져 있다. 태그 ID 읽기에 성공 할 경우 3가지 응답이 순서적으로 출력되며, 만약 충돌현상과 같은 에러가 발생하면 Tag Data Message 응답의 CommType Field에 에러 내용이 실려서 출력된다.

#### 4. 태그 ID Read Algorithm

3에서 언급한 바와 같이 RFID 모듈에서 플랫폼으로 전달되는 메시지는 태그 ID외에 각종 관련 데이터를 가지고 있다. 태그 ID Read Algorithm은 ID외의 데이터를 분석하여 올바른 메시지인 경우 태그 ID를 추출해내며 리더 플랫폼에서 소프트웨어에 의해 처리된다. <그림 8>은 태그 ID Read 알고리즘 순서도를 나타낸다.

전원이 들어오면 RFID 모듈을 포함한 리더의 모든

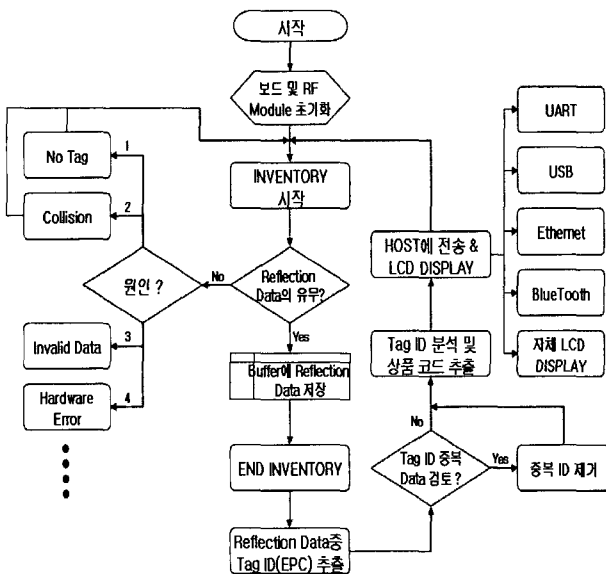


그림 8. 태그 ID Read 알고리즘 순서도  
Fig. 8. Tag ID Read Algorithm Flowchart.

디바이스를 초기화 한다.

초기화 과정에서 이상이 없을 경우 INVENTORY 즉 태그 ID 수집을 시작 한다. INVENTORY 명령을 받은 RFID 모듈은 900MHz대역의 RF 신호를 발생하여 유효 전자장 안의 정보(Data)를 얻어 플랫폼에게 회신한다. 플랫폼은 회신된 데이터를 분석하여 ID값의 유무를 판단한다.

회신된 데이터중 ID값이 없는 경우는 크게 두 가지로 분류 할 수 있다. 첫 번째 분류는 Field상에 태그가 없거나 충돌이 발생 했을 경우로 다시 INVENTORY를 시작한다. 두 번째 분류는 하드웨어적 에러로 안테나가 없거나 접촉 불량, 혹은 전혀 이상한 데이터가 들어는 경우로 이때는 간단한 알림과 함께 리더는 전체적으로 shut-down 상태가 된다.

회신된 데이터중 ID값이 있을 경우는 플랫폼 내부에 있는 버퍼에 데이터를 저장하고 INVENTORY를 끝낸다.

버퍼에 들어있는 데이터는 태그 ID 이외의 값들도 들어있기 때문에 태그 ID를 추출해내는 별도의 과정이 필요하다.

한번의 INVENTORY로 같은 ID값이 여러번 얻어진 경우 중복되는 ID를 제거해야 한다.

정상적인 ID 검출 이후 EPC CODE에 의거하여 상품 코드를 분석하고 이동형 RFID 리더(Portable RFID Reader) 플랫폼인 경우 우선 Bluetooth통신에 의해 무선으로 호스트로부터 상품코드에 해당하는 정보를 받고 자체화면에 표시한다.

고정형 RFID 리더(Fixed RFID Reader) 플랫폼인 경우 앞에서 언급한 4가지 방법에 의해 PC 서버에 상품 코드(ID)를 전송한다.

이 모든 과정이 정상적으로 끝이 나면 리더는 다시 INVENTORY를 시작하면 같은 사이클을 특정 제어 신호가 있을 때까지 반복하여 태그 데이터를 계속 읽어 들인다.

### III. 실험

실험은 본문에서 다루었던 플랫폼과 태그 ID Read Algorithm을 이용하여 크게 고정형과 이동형으로 나누어 진행하였다. <그림 9>의 왼쪽은 고정형 리더 오른쪽은 이동형 리더를 나타내고 있다.

두 리더는 모두 동일한 플랫폼과 동일한 RFID 모듈을 사용하였지만, 고정형 리더는 상대적으로 큰 규모의

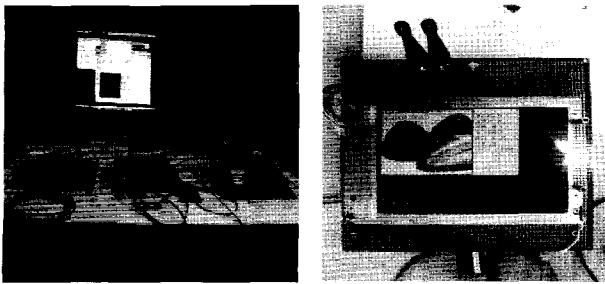


그림 9. 완성된 고정형 리더 및 이동형 리더  
Fig. 9. Fixed and portable type RFID reader completed.

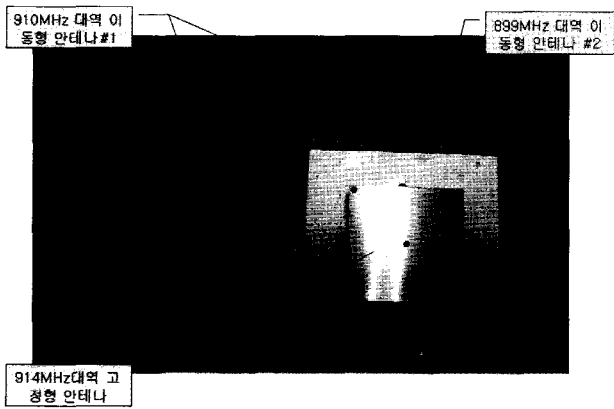


그림 10. 고정형 안테나 및 이동형 안테나  
Fig. 10. Fixed and portable type antenna.

서클러 방식의 안테나를 사용하였고 PC서버와는 유선 통신환경을 제공하였다. 이동형 리더에는 다이폴 안테나와 자체 Display용 6.4" LCD, PC 서버와 리더를 무선으로 연결하는 Bluetooth 인터페이스로 되어 있다.

이동형과 고정형을 나누는 기준은 각 디바이스들의 크기나 RFID 모듈 크기에 의해서 결정되기도 하지만 안테나의 크기와 방사전력, 방사특성 등이 중요한 변수 중의 하나이다.

다음<그림 10>은 본 실험에 사용된 3가지 종류의 안테나를 보여주고 있다.

실험은 고정형 리더부터 시작하였다.

<표 1>에서 ALR-9930-A RFID 모듈의 대역은 902~928MHz로서 고정형 안테나 대역인 914MHz를 포함하고 있어 안테나 자체는 거의 감쇠가 없다고 가정하였고, 1.5m의 안테나와 리더를 잇는 케이블과 EPC Class1 태그를 사용하여 태그 Readable Range를 측정하였다. 결과는 다음 <그림 11>과 같다.

<그림 11>에서 고정형 리더의 인식거리 실험치는 16.5dBm(약 45mW)에서 부터 ALR-9930-A RFID 모듈의 최대 파워인 30dBm(1W)까지 0.5dB씩 증가시키며 10번씩 거듭 실험하여 얻은 평균값으로서, 위 조건에서

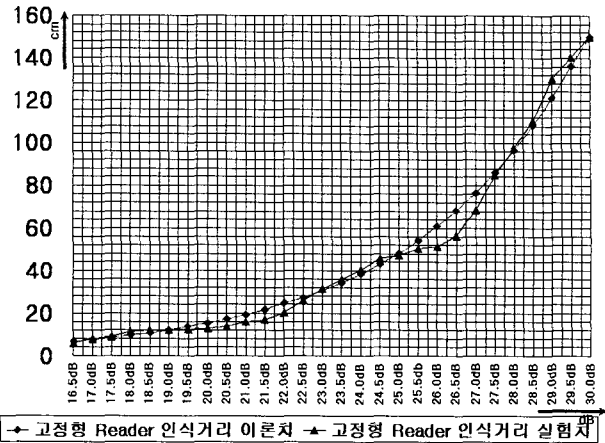


그림 11. 고정형 리더 readable range  
Fig. 11. Readable range of fixed type reader.

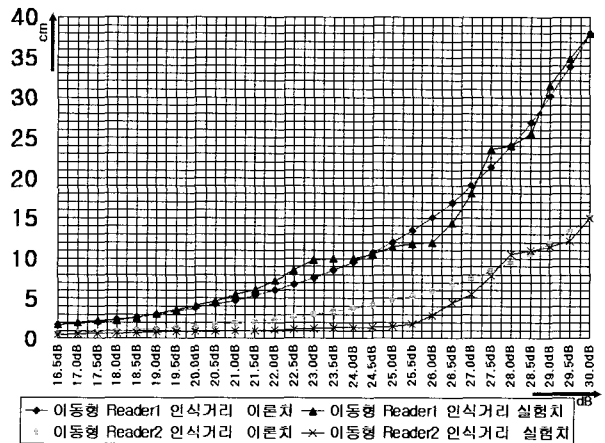


그림 12. 이동형 리더 readable range  
Fig. 12. Readable range of portable type reader.

리더가 태그를 인식할 수 있는 최대 거리는 153cm이었다. 참고로 안테나 케이블 없이 직접 안테나와 리더를 연결하였을 때는 태그인식 거리가 300cm 이상이었다. 즉 1.5M의 안테나 케이블은 약 2배의 인식거리 감축을 가져왔음을 알 수 있었고, 실험환경에 따라 인식거리가 많은 변화를 가져왔다.

<그림 11>에서 고정형 리더 인식거리 이론치는 실험치와의 비교를 위한 것으로서 16.5dBm에서 부터 30dBm까지 변화시켰을 때 최대 태그인식 거리인 153cm에 대한 컴퓨터 시뮬레이션을 나타내고 있다.

실험 평균값과 이론값은 처음에는 차이가 많았지만 거듭 실험할수록 오차가 점점 없어짐을 알 수 있었다. 만약 실험 횟수가 더 많아진다면 실험 평균값은 이론값과 거의 비슷해질 것으로 예상된다.

한편 이동형 리더는 두 종류(910MHz, 899MHz)의 안

태나를 사용하여 실험하였다.

<그림 12>는 고정형과 마찬가지로 16.5dBm(약 45mW)에서 부터 최대 파워인 30dBm(1W)까지 0.5dB 씩 증가시키며 10번씩 거듭 실험하여 얻은 평균값과 이론치를 나타낸 것으로써 910MHz대역을 장착한 리더1의 최대인식 거리는 38cm, 899MHz대역의 리더2는 최대 15cm까지 태그 ID를 인식하였다.

고정형 안테나는 상대적으로 큰 안테나를 사용하여 높은 지향성(Directivity)을 가지는 안테나 설계가 용이하였고 주파수 범위도 넓어 동일한 출력으로 먼 곳에 위치하는 태그를 인식할 수 있었다. 반면에 이동형 안테나는 제한된 리더 공간으로 인하여 작은 규모의 안테나를 사용하였는데 이로 인하여 상대적으로 낮은 지향성을 가지게 되었다. 에너지의 방사가 넓은 방향으로 분산되어 먼 거리에서 ID를 효율적으로 읽지 못하였다. 또한 899MHz대역의 이동형 리더2의 안테나 대역은 ALR-9930-A RFID 모듈의 대역인 902~928MHz에 포함되지 않아 많은 감쇄가 일어났음을 알 수 있다.

#### IV. 결 론

본 연구에서는 충돌환경에 강한 Tree-based Type 방식을 사용하여 태그-리더간 링크를 구현하였고 고성능 임베디드 프로세서 ARM920T을 이용하여 주체어로직 및 통신 서브시스템을 설계하였다. UHF대역과 EPC1을 채택하고, Alien사의 태그를 사용하여 그 성능을 고정형과 이동형에서 평가하였다. 제안된 플랫폼에서 태그용 RF 링크부터 외부 통신 서브시스템에 이르기까지 정상적인 기능과 성능이 구현되었음을 측정하여 확인하였다. 태그데이터의 처리 및 전송에 관련하여 본고에서 제안한 알고리즘이 고정형과 이동형에서 동일하게 정상 동작하였다. 고정형과 이동형의 안테나 선택 한계로 인하여 16.5dBm에서 30dBm 범위의 출력에서 고정형이 이동형보다 3~4배 높은 최대 인식 거리를 보여 주었다.

이동형 및 고정형 공히 인식 거리를 늘이기 위하여 계속적으로 리더/태그 안테나 및 태그 인식 알고리즘에 대한 연구가 따라야 할 것이다.

RFID 리더플랫폼에 대한 본 연구가 향후 물류, 유통 산업에 대한 UHF대역 RFID 리더의 개발에 관련하여, 시간과 투자비용 절감, 지속적인 기술개발에 큰 도움이 될 것으로 기대한다.

#### 참 고 문 헌

- [1] Klaus Finkenzeller, "RFID Handbook Second Edition : Fundamental and Applications in Contactless Smart Card and Identifications", John Wiley & Sons, pp. 1-28, 2003.
- [2] SAMSUNG Electronics "S32C2410x 32-Bit RISC Microprocessor USER'S MANUAL Revision 1.2", SAMSUNG Electronics, pp. Chapter 1-13, May 2003.
- [3] Jan Axelson, "USB COMPLETE : Everything You Need to Develop Custom USB Peripherals Second Edition", Lakeview Research, pp. 39-140, August 2002.
- [4] Art Baker and Jerry Lozano, "The Windows 2000 Device Driver Book", PH PTR, pp. 1-430, April 2002.
- [5] Steve Furber, "ARM System-on-Chip Architecture", Addison-Wesley, 2000.
- [6] ALIEN TECHNOLOGY "ALR-x930 Series OEM RFID Reader Module INTEGRATION GUIDE", ALIEN TECHNOLOGY, 2003.

저 자 소 개



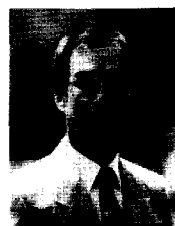
김 종 호(정회원)  
 1982년 서울대 전자공학과 학사  
 2000년 아주대 시스템공학과 석사  
 2003년 아주대 전자공학과 박사 수료  
 현재 디지털시스(주) 대표이사  
 <주관심분야: RFID Platform, Embedded System, Telematics>



김 영 길(정회원)  
 1978년 고려대 전자공학과 학사  
 1980년 한국과학기술원 석사  
 1984년 ENST(프랑스) 박사  
 현재 아주대 전자공학과 교수  
 <주관심분야 : RFID Platform, Embedded System, Mobile 의료 정보 시스템, 초음파 의료기기>



이 상 신(정회원)  
 2003년 동서대학교 전자공학과 졸업(학사)  
 2005년 현재 아주대학교 전자공학과 석사 과정  
 <주관심 분야 : Digital Hardware 설계, Embedded System Design, RFID, WLAN>



김 용 득(정회원)  
 1971년 연세대학교 전자공학과 학사  
 1973년 연세대학교 전자공학과 석사  
 1978년 연세대학교 전자공학과 박사  
 2005년 현재 아주대 전자공학과 정교수  
 <주관심분야 : 컴퓨터, 멀티미디어, 네트워크>