
효율적인 물류정보관리를 위한 위치정보 통합형 RFID 시스템의 개발

오원근* · 박상현* · 임동균**

Development of RFID systems with integrated location data for efficient logistics
information systems

Won-Geun Oh* · SangHyun Park* · DongKyun Lim**

본 논문은 2004년도 교육인적자원부 · 산업자원부 · 노동부의 출연금으로 수행한 순천대학교
산학협력중심대학육성사업의 기술개발과제 연구비를 지원받았음

요 약

본 논문에서는 효율적인 물류정보 시스템 구축을 위하여 태그의 위치정보를 통합한 RFID 시스템을 개발하였다. 이 시스템은 GPS가 내장된 RFID 리더기, 그리고 위치정보를 서비스하기 위한 네트워크 서비스 시스템으로 구성되어 있다. 논문에서 개발된 리더기는 태그의 위치정보의 획득이 가능할 뿐만 아니라 TCP/IP를 이용한 고속전송이 가능하며, 자체적으로 웹 서버의 기능을 갖추어 사용자가 웹 브라우저를 통해 리더기의 데이터를 간단히 조회할 수 있는 기능이 있다. RFID 네트워크 서비스 시스템은 기존의 EPC 네트워크와 유사하게 설계되었다. 본 논문에서는 태그 데이터와 위치정보를 동시에 사용자에게 서비스할 수 있는 절차를 제시하고, 물품정보의 등록절차와 조회과정, 그리고 사용자 응용 프로그램을 구현하여 제안한 방법의 유용성을 보였다. 제안된 방법은 물품정보와 위치정보를 동시에 서비스 할 수 있어 물품의 위치추적이나 이력 관리등에 유용하게 적용될 수 있을 것이다.

ABSTRACT

In this paper, we have developed RFID systems with integrated tag location data for efficient logistics information systems. These are consist of RFID readers with GPS module and RFID networks to service tag location data. The developed RFID readers can get location informations of the tags, transfer them high speed by TCP/IP protocols, and operate as web servers. And we presented a simple service network system based on EPC networks to sevice both location and tag data. The proposed system can be applicable to traceability or finding locations of the products.

키워드

RDIF, RFID Reader, GPS, EPC network

* 국립순천대학교
** 한양사이버대학교

I. 서 론

RFID(Radio Frequency IDentification) 시스템은 사물에 부착된 태그의 정보를 무선으로 인식하는 시스템으로 최근 이에 대한 연구가 활발해지고 있다[1][2][3].

RFID 시스템의 구성은 그림 1과 같이 태그(Tag), 리더기, 서버, 네트워크 서비스 시스템의 4 가지 요소로 이루어져 있다. 태그는 안테나와 IC칩으로 구성되어 있는 일종의 표식으로써 장비나 물품에 부착 또는 삽입되어 물품의 고유정보를 저장하는 역할을 하며, 리더기는 태그에 저장되어 있는 정보를 수집, 가공 또는 갱신하고 이 정보를 서버에 전송하는 역할을 한다. 서버는 리더기에서 오는 정보를 수집하고 처리하여 네트워크 또는 더 상위의 서버로 전송하는 역할을 하는 시스템이다. 네트워크 서비스 시스템은 이러한 RFID 정보를 처리하는 미들웨어, 데이터베이스, 네트워크 운용 방법, 사용자 응용 프로그램 등을 말한다.

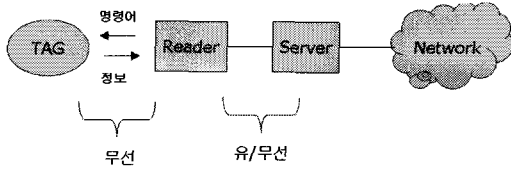


그림 1. RFID 시스템의 구성요소
Fig. 1 RFID system

본 논문에서는 이러한 기존의 RFID 시스템에 위치 정보를 통합하여 보다 효율적인 물류정보관리가 가능하도록 하는 방안을 제안하였다. 기존의 RFID 시스템에서는 태그에 저장된 물품의 고유 ID만을 획득하여 서비스하는 방식이었으나, 제안한 방법은 리더기에 내장된 GPS를 이용하여 태그에 저장된 정보와 물품의 위치 정보를 동시에 저장하고 서비스할 수 있다. 따라서 물품의 현재 위치와 이동 경로등의 파악이 가능하기 때문에 보다 효율적인 물류정보의 관리가 가능할 것으로 예측된다. 본 논문에서는 이와 같은 새로운 형태의 RFID 서비스를 위해서 GPS 모듈이 내장된 새로운 형태의 리더기를 개발하였으며, 여기에서 획득한 위치 정보를 서비스하기 위한 RFID 서비스 시스템을 제안하였다.

개발된 RFID 리더기는 GPS를 이용한 위치 정보 획득이 가능하며, LAN을 통한 고속 데이터 전송이 가능할 뿐

아니라, 웹 서버 기능을 내장하여 사용자가 직접 리더기에 저장된 물품의 정보를 웹 브라우저를 통해서 액세스가 가능하도록 하는등 기존의 리더기가 갖지 못했던 여러 가지 기능을 채용하였다. 위치 정보를 서비스하기 위한 네트워크 서비스 시스템은 Auto ID 센터에서 제안한 EPC 네트워크와 유사하게 구성되었으며, 태그정보와 위치 정보를 통합하여 서비스할 수 있도록 하는 서비스 방안을 제안하고 이를 구현하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장은 GPS가 내장된 RFID리더기의 하드웨어, 소프트웨어 구조이며, 3 장은 위치 정보를 이용한 서비스 시스템, 그리고 4 장은 결론으로 이루어져 있다.

II. GPS 내장 RFID 리더기

2.1 리더기의 구조

개발된 리더기의 하드웨어 구조를 그림 2에 나타내었다. 리더기는 크게 주 제어부, 메모리, 입출력 장치, GPS 모듈, RFID 모듈, 그리고 통신부로 구성되어 있다.

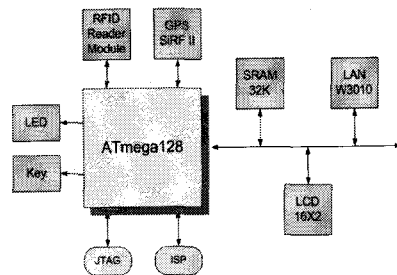


그림 2. RFID 리더기의 블록선도
Fig. 2 RFID reader block diagram

가. 주 제어부

주 제어부는 리더기의 전체 동작을 제어하는 부분이다. 여기에서는 RFID 모듈을 통해 태그 정보를 획득하고 GPS를 이용한 위치정보를 수신하며, 두 정보를 결합하여 서버로 전송하는 역할뿐만 아니라 획득한 태그와 위치 정보를 서버로 전송하거나, 리더기를 웹서버로 구동하는 서비스를 제공한다. 구성은 Atmel사의 8비트 RISC 프로세서인 ATmega128과 32k의 SRAM으로 이루어져있으며, 16MHz의 클럭을 사용하였다..[4][5].

나. RFID 모듈

RFID 모듈은 리더기의 핵심적인 부분으로써 전기장을 방출하여 비접촉식으로 태그에 저장된 정보를 읽거나 쓰기 위한 모듈이다. RFID 칩, 안테나등으로 구성되어 있으며, 마이크로프로세서와는 UART 직렬통신 방식으로 연결된다. 본 논문에서 사용한 RFID 모듈은 필립스의 I·CODE칩, 안테나 그리고 프로세서와의 통신을 위한 UART가 일체형으로 구성된 소형 RFID 모듈이다[6]. I·CODE 칩은 ISO/IEC 15693 표준을 지원하며 13.56MHz 대역의 RFID응용에서는 전 세계적으로 가장 많이 사용되는 칩중의 하나이다. 인식거리는 안테나의 상태에 따라서 최대 1.5m이고 데이터 전송속도는 최대 53kbit/sec이다.

다. 위치인식 : GPS 모듈

GPS(Global Positioning System)란 24개의 GPS 위성에서 받는 신호를 이용하여 지구상의 자신의 위치와 고도를 비교적 정확하게 측정하는 시스템을 말한다. 본 논문에서는 GPS에서 제공되는 위치정보를 이용하여 태그가 부착된 물품의 위치를 획득할 수 있도록 RFID 리더기에 GPS가 통합된 새로운 형태의 리더기를 제작하였다. 리더기에 사용된 GPS 모듈로는 수신율이 우수한 SiRF의 Star II 칩과 LNA 패치안테나 그리고 시리얼 인터페이스가 내장된 일체형 제품을 사용하였다[7].

이 GPS 모듈은 위성에서 획득한 위치정보를 국제표준인 NMEA-0183 프로토콜에 따라서 1초에 1회씩 출력한다. NMEA-0183 프로토콜에서 사용자의 위치를 알려주는 메시지는 시간, 위도, 경도, 고도등을 나타내는 15개의 필드로 구성되어 있다. 각 필드는 십진로 구분되며 ASCII text형태로 출력된다. 이 정보는 4,800baud의 전송 속도로 마이크로프로세서로 전송된다.

라. LAN 모듈

개발한 리더기에서는 고속의 데이터 전송을 지원하기 위해서 TCP/IP를 지원하는 LAN 포트를 장착하였다. LAN은 Wiznet사의 W3100 칩을 사용한 NM7010A 모듈을 사용하였으며[8], 최대 100Mbps의 속도로 데이터 전송이 가능하기 때문에 기존의 리더기에서 주로 사용하던 직렬통신방식보다 고속의 데이터 입출력이 가능하다는 장점이 있다. 뿐만 아니라 리더기에 웹서버를 구현하여 내장하였기 때문에 사용자가 LAN 선로를 통해 웹 브라우저를 이용하여 리더기의 데이터를 access할 수 있도록 하였

다. 그림 3 은 완성된 리더기의 시제품의 사진을 보인 것이다.

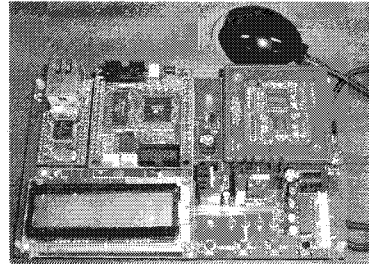


그림 3. 제작된 시제품
Fig. 3 RFID reader prototype

2.2 리더기 프로그램 구조와 동작

리더기의 펌웨어는 C 언어를 사용하여 개발되었으며, 컴파일러는 avr-gcc를 사용하였다. 개발된 리더기의 프로그램에는 태그의 정보를 읽고 쓰는 일반적인 리더기의 기능 이외에 GPS에서 획득한 위치 정보를 처리하고 저장하는 기능과 사용자가 간단하게 리더기의 데이터를 조회할 수 있도록 웹 서버기능이 내장되어있다.

리더기는 먼저 물품에 부착된 태그의 ID를 읽은 다음, 이를 GPS에서 수신한 위치정보와 결합하여 메모리에 저장하거나 서버로 전송한다. 이 과정은 다음과 같이 처리된다.

- ① 마이크로프로세서는 태그의 정보를 읽으라는 명령을 RFID 모듈로 보낸다.
- ② RFID 모듈은 태그의 정보를 읽기 위해 전자기파를 송출한다. 이때 인식거리 이내에 태그가 있는 경우 읽어온 태그의 정보를 메모리에 저장한다.
- ③ GPS에서 위치 및 시간등의 정보를 받는다.
- ④ 태그의 정보와 위치정보를 메모리에 저장한다.
- ⑤ 이 정보는 동작 모드에 따라 로컬 서버로 전송되거나 웹을 통해 서비스 된다.

리더기에 저장되는 정보는 태그의 ID와 GPS에서 얻는 UTC(Universal Time Coordinated) 시각, 위도, 경도, 리더기의 ID등이며, 1 개의 태그에 대해서 총 67바이트의 정보가 저장된다. 데이터를 서버로 전송하는 경우 이 정보는 ASCII 형태로 태그ID, UTC시각, 위도, 경도, 리더기ID의 순서로 전송되며, 각 필드는 '_'로 분리된다. 예를 들어 송신하는 데이터가 다음과 같을 때 그 의미는 아래와 같다.

0C0000BB373302000104E0FF_050019.295_3458.0850_127
28.8813_1234ABCD_

- ① 0C0000BB373302000104E0FF : 리더기가 읽은 태그의 ID 데이터
- ② 050019.295 : GPS 데이터, UTC 시간.05시 00분 19초 295
- ③ 3458.0850 : GPS 데이터, 북위 34도 58분 0850
- ④ 12728.8813 : GPS 데이터, 동경 127도 28분 8813
- ⑤ 1234ABCD : 태그를 읽은 리더기의 번호. 이 정보는 다수의 리더기를 사용해서 물류정보를 처리하는 경우 중복 처리등을 하기위한 보조정보로 사용.

2.3 데이터 전송모드

개발된 리더기는 서버-클라이언트 모드와 웹 서버 모드의 2가지 모드로 데이터를 전송할 수 있다. 서버-클라이언트 모드는 LAN을 통해서 로컬 서버로 데이터를 전송하는 모드로써 기존의 직렬통신로를 사용하여 전송하는 경우에 비해 고속으로 데이터의 전송이 가능하다. 리더기의 데이터는 LAN포트를 통해서 로컬 서버로 전송된다. 이때 리더기는 클라이언트로 동작하며 태그ID, UTC 시간, 위도, 경도, 리더기 ID의 5가지 데이터를 전송한다. 그림 4는 이렇게 전송되는 데이터를 모니터링하기 위해 개발한 프로그램을 보인 것이다. 이 프로그램을 사용하여 로컬서버로 전송되는 리더기의 데이터를 지속적으로 모니터링 할 수 있도록 하였다.

웹 서버 모드는 사용자가 웹 브라우저를 통해 인터넷으로 간편하게 리더기의 데이터를 조회할 수 있는 모드이며, 최근에 리더기에서 읽힌 물품의 간단한 정보를 조회하고 싶은 경우에 편리하게 사용할 수 있는 모드이다. 이를 위해 리더기에 자체적으로 웹 서버 프로그램을 구현하였으며, 그림 5와 같이 웹 브

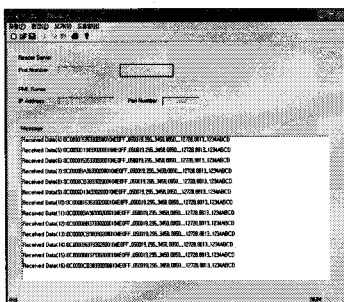


그림 4 서버-클라이언트 모드
Fig. 4 Server-client mode

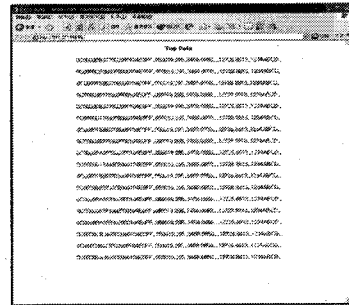


그림 5 웹 서버 모드 조회 화면
Fig. 5 Web server mode

라우저를 통해서 사용자가 직접 리더기의 데이터를 access 할 수 있도록 하였다.

III. RFID 서비스 네트워크

물품의 위치정보를 기존의 RFID를 이용한 물류 서비스에 효율적으로 서비스하기 위하여 Auto-ID 센터에서 제안한 EPC 네트워크[9]와 유사하게 응용 서비스 시스템을 구현하였다. EPC 네트워크는 제품의 정보를 저장하는 서버인 PML (Product Markup Language) 서버와 PML 서버의 URL이 저장되어 있는 ONS(Object name Server) 서버 등으로 구성되어 있다. 본 논문에서는 이와 같은 EPC 네트워크에 GPS에서 획득한 태그의 위치와 시간 정보를 저장하고 이를 사용자에게 서비스하는 과정을 제안하고 구현하였다. 제안한 방법의 등록과 조회에 대한 세부적인 절차는 다음과 같다.

3.1 제품의 위치 등록

태그가 리더기에 의해 읽혀지면 다음과 같은 과정을 통해 PML 서버의 데이터베이스에 태그의 정보와 위치, 시간정보가 입력된다. 그림 6에 이 절차를 그림으로 나타내었다.

- ① 제품에 부착된 태그가 리더기에 의해 감지되면 태그에 있는 정보가 리더기로 입력되고, 위치정보와 결합되어 local server로 전송된다.
- ② local server는 해당 태그의 정보가 관리되는 PML 서버의 위치를 알기 위해 ONS 서버에 질의를 하고, ONS 서버는 해당 태그의 정보가 저장될 PML 서버의 URL 정보를 local server로 보낸다.

- ③ local server는 전송 메시지를 만들고 이것을 해당 URL을 갖는 PML 서버로 전송한다.
- ④ PML 서버는 전송된 메시지를 분석하여 태그의 UID, 위치, 시간등 필요한 정보를 추출하고 데이터베이스를 갱신한다.

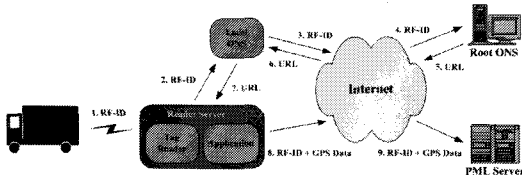


그림 6. 제품의 위치 등록 처리 절차
Fig. 6 registration process

3.2 제품의 정보 조회

사용자는 사용자 응용 프로그램을 이용하여 제품의 위치 추적 및 제품의 다양한 정보를 제공받는다. 사용자 응용 프로그램은 웹 브라우저를 통해서 서비스되며, PML 서버에 저장된 다양한 정보를 이용하여 사용자에게 유용한 정보로 가공하여 제공하도록 작성되었다. 상세한 조회 과정은 다음과 같으며, 그림 7에 이 절차를 나타내었다.

- ① 사용자는 사용자 응용 프로그램에 접속하고, 원하는 제품의 ID를 입력한다.
- ② 사용자 응용 프로그램은 해당 태그의 정보가 관리되는 PML 서버의 위치를 알기 위해 ONS 서버에 질의를 하고, ONS 서버는 해당 태그의 정보가 저장될 PML 서버의 URL 정보를 보낸다.
- ③ 수신된 PML 서버의 URL 정보를 이용하여 PML 서버로 질의문을 전송한다. 이때 PML 서버로 해당 제품의 필요한 정보가 어떤 것인가를 명시해야 하기 때문에 질의문 형태는 XML 질의 형태를 가진다.
- ④ PML 서버는 해당 태그의 정보를 검색하고, 태그와 위치 정보등을 사용자 응용 프로그램에 전송한다.
- ⑤ 사용자가 보기 좋게 홈페이지 형식으로 제품 정보를 재구성하여 사용자에게 전송한다.

그림 8은 실제로 사용자가 조회한 태그의 정보를 출력한 화면을 보인 것이다. 태그가 부착된 물품명뿐만 아니라 위치와 시간정보가 동시에 조회된 것을 볼 수 있다.

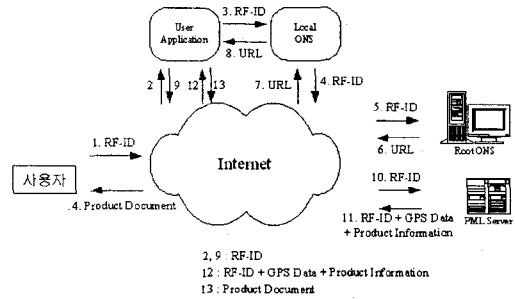


그림 7. 제품의 정보 조회 절차
Fig. 7 Tag data request process

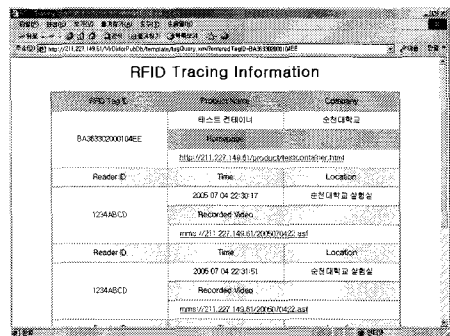


그림 8. 사용자 조회화면
Fig. 8. User application program interface

IV. 결 론

본 논문에서는 GPS모듈을 내장하여 물품의 위치 정보를 처리할 수 있을 뿐만 아니라, LAN을 내장하여 고속 데이터 전송 및 웹 브라우저로 물품의 정보를 직접 조회할 수 있는 다기능 RFID 리더기를 개발하였다. 또한 위치정보를 효과적으로 서비스하기 위해 기존의 EPC 네트워크와 유사한 구조로 태그의 위치정보를 서비스하는 방안을 제안하고 프로토타입을 구현하였다. 이와 같이 위치정보를 수신할 수 있는 RFID 리더기는 물품의 이동 경로 파악 등에 효과적으로 이용될 수 있을 것으로 생각된다. 앞으로의 개선될 사항으로는 리더기에 SD, MMC 카드등의 보조 메모리를 사용할 수 있도록 하는 것과 서비스 네트워크를 지리정보와 연동하여 지도상에 위치를 표시할 수 있도록 하는 것을 들 수 있다.

감사의 글

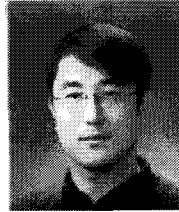
본 연구는 2004년도 교육인적자원부·산업자원부·노동부의 출연금으로 수행한 산학협력중심대학육성사업의 연구결과입니다.

참고문헌

- [1] 조대진, RFID 이론과 응용, 홍릉과학출판사, 2005
- [2] 이근호, "무선식별(RFID) 기술," TTA 저널 89호, pp. 124-129
- [3] 유승화, 유비쿼터스 사회의 RFID, 전자신문사, 2005
- [4] AVR128 Data Sheet, Atmel
- [5] 황해권, 배성준, I love ATMEGA 128, 복두출판사, 2004
- [6] RFID Inlay reader manual, Firmsys
- [7] GPS Engin Board manual, LAIPAC Tech.
- [8] NM7010A Data Sheet, Wiznet
- [9] 한국유통물류진흥원보고서, EPCglobal Network Overview, 2005

저자소개

오 원 근(Won-Geun Oh)



1989년 2월 한양대학교 전자통신공학과 학사
1991년 2월 한양대학교 대학원 전자통신공학과 석사

1997년 2월 한양대학교 대학원 전자통신공학과 박사
1997년 3월 ~ 현재 순천대학교 정보통신공학부 부교수
※관심분야: RFID, 음향신호처리, 지능시스템

박 상 현(Sang-Hyun Park)



1995년 2월 고려대학교 전자공학과 학사
1997년 2월 고려대학교 전자공학과 석사

2002년 2월 고려대학교 전자공학과 박사
2004년 2월 ~ 현재 순천대학교 정보통신공학부 조교수
※관심분야: 영상처리, 영상압축, 멀티미디어통신

임 동 균(DongKyun Lim)



1985년 2월 한양대학교 전자통신공학과 학사
2001년 2월 한양대학교 대학원 전자통신공학과 박사

2003년 3월 ~ 현재 한양사이버대학교 컴퓨터학과 부교수
※관심분야: RFID, 디지털회로, 자동제어