

RFID 센서를 이용한 놀이기구 관리 자동화 시스템 구축에 대한 연구

이양원
호남대학교
ywlee@honam.ac.kr

Development of Theme Park Entrance Automation System Using RFID

Yang Weon Lee
Honam university

요 약

본 논문에서는 유비쿼터스 센서 네트워크의 핵심인 RFID에 대한 응용기술을 개발하기 위하여 대상물 놀이공원으로 잡고, 공원에 출입하는 입장객들이 각 놀이 기구에 입장한 시간과 나가는 시간을 자동으로 입력받아서 데이터베이스에 저장한 후에 전체적인 놀이공원 인원 배치에 관한 합리적인 지시, 명령을 도출하도록 하는 프로그램을 개발하는 시스템을 개발하였다. 이를 위하여 본 논문에서는 13.25Mhz 대의 RFID 센서와 마이크로소프트사의 MSSQL 데이터베이스와 IIS 웹서버를 기반으로 하는 시스템 구축을 수행하였다. 이를 위하여 SkyeTek사의 RFID 리더를 기반으로 시스템을 구축하여 호스트 PC와 연동 프로그램을 C++ 언어를 이용하여 개발하였고, ASP.NET과 C#을 이용한 웹사이트 구축하였으며, RFID 리더의 태그 인식 범위를 확장하기 위한 외장형 안테나 제작한 결과 30-40 cm 수준의 인식 거리를 보장하는 동판형 안테나를 개발하였으며, 시스템에 적용한 결과 성능의 우수함을 확인하였다.

1. 서 론

유비쿼터스 센서 네트워크는 궁극적으로 모든 사물에 통신기능을 부여하여 언제나, 어느 곳에서나, 어떤 사물과도 통신이 가능한 환경을 구현하고자 하는 것으로, 이러한 환경에 따라 새로운 형태의 상거래들이 등장하고 있다. 즉 유비쿼터스 컴퓨팅을 기반으로 가전제품, 상품, 그리고 기업의 생산, 물류, 판매, 고객관리 등의 비즈니스 프로세스를 구성하는 기기나 시스템들을 모두 지능화시켜서 네트워크로 연결하려는 것이다. 이것이 단순한 상거래 뿐 만 아니라 일반적인 기업 경영, 공급망관리, 고객 관계관리, 자산관리, 현장인력관리, 지식관리, 유통관리, 안전관리 등 거의 모든 비즈니스 활동에 혁신적으로 적용될 수 있기 때문에, 이와 관련된 기술과 상품이 미래 IT 시장을 주도할 것이다. 이러한 새로운 개념을 실현시켜줄 수 있는 핵심 기술중의 하나가 RFID(Radio Frequency IDentification)이다. RFID는 사물에 부착된 태그를 무선신호를 통하여 비접촉식으로 식별하여 정보를 처리하는 시스템으로서, 정보를 저장하는 태그, 판독 또는 기록을 하는 판독기(reader) 및 기록기(writer), 운용 소프트웨어와 네트워크로 구성된다.

바코드 등의 광학 인식 기기들과는 다르게, 비가시권에 있는 태그의 정보도 인식할 수 있어서, 다른 물건 속에 숨겨거나, 눈, 안개, 얼음, 페인트 등과 같은 시각적으로 열악한 환경에서도 활용이 가능하다. 또한, 정보 인식속도가 매우 빠르기 때문에(100ms 이하) 자동화된 데이터 수집 및 확인 분야에 필수적이다. 특히, 모든 사물이 네트워크 기능을 갖는 태그를 내장하여 사물과 기계가 자동적으로 정보를 수집하고 교환함으로써, 사용자가 기계의 존재를 인식하지 못할 정도의 편리함을 제공하는 것은 유비쿼터스 컴퓨팅의 구체적인 적용 사례라고 할 수 있다.

RFID는 가장 간단한 전자회로 기술 중의 하나이지만, 활용면에서는 그 형태와 기능이 무제한이라고 할 수 있다. 따라서, 현재 RFID의 상업적 이용은 이전에는 존재하지 않았던 거대한 새로운 시장을 형성하고 있다. 쇼핑센터의 도난방지 장치, 맵인을 위한 말하는 약품과 같은 안전시스템, 위조방지 장치, 동물 추적장치, 자동차 안전장치, 개인 출입 및 접근 허가 장치, 자동 요금 징수 시스템, 생산관리, 운송 컨테이너 화물 추적시스템 등 다양한 분야에 활용이 가능하며 일부는 이미 사업현장에서 유용하게 활용되고 있다.

본 논문에서는 유비쿼터스 센서 네트워크의 핵심인 RFID에 대한 응용기술을 개발하기 위하여 대상을 놀이공원(theme park)으로 잡고, 공원에 출입하는 입장객들이 각 놀이기구에 입장한 시간과 나가는 시간을 자동으로 입력받아서 데이터베이스에 저장한 후에 전체적인 놀이공원 인원 배치에 관한 합리적인 지시, 명령을 도출하도록 하는 프로그램을 개발하고 관련 시스템구축을 통하여 문제점을 해결하는 것이 목적적이다. 이를 위하여 본 논문에서는 13.25Mhz 대의 RFID 센서와 MSSQL 데이터베이스와 IIS 웹서버를 기반으로 하는 ASP.NET 기반의 웹프로그램의 개발과 Skyet다사의 RFID 리더를 사용한 시스템을 구축하였다.

II. Theme Park 자동화 설계 및 제작

RF-ID를 이용한 공원관리 자동화를 위한 전체 시스템의 기능적인 구성도는 그림 1과 같다.

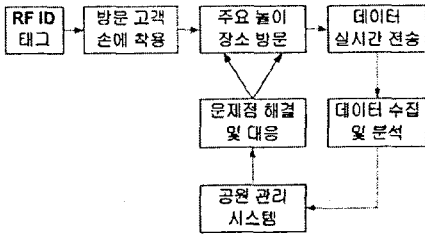


그림 1. 전체 시스템 구성도
Fig. 1 Total System Functional Block Diagram

그림 1과 같이 RFID 태그를 손목에 착용한 고객이 각 놀이기구를 방문하면 방문객을 자동으로 인식하여 고객 정보를 실시간으로 중앙 데이터베이스에 보낸다. 보내진 데이터는 공원관리 종합 프로그램에서 분석을 통하여 각 놀이 기구의 이용자의 밀집도를 평가하여 분산을 위한 대책 및 유도 방송을 실시하는 개념이다.

2.1 데이터베이스 설계

RF-ID의 태그 정보를 읽어서 데이터베이스에 저장하기 위한 장치로서 본 연구에서는 마이크로소프트사의 MSSQL-2000을 사용하였으며, 데이터베이스 구축을 위한 테이블들의 한 개의 레코드는 code와 time 두 개의 필드로 구성하였다. code 필드는 RFID의 태그로부터 들어오는 정보를 저장하는 곳으로서 길이를 50바이트로 설정하였으며, time 필드는 태그 입력이 들어오는 순간의 시간을 기록하기 위해서 시스템에서 자동으로 삽입되는 것으로서 데이터형식은 datetime 포맷을 갖도록 하였다. 각각

의 테이블은 독립적인 관계를 갖도록 설계하였다. 이것은 하드웨어를 각 놀이기구 마다 배치하는 것이 아니고 1개의 RFID 리더를 이용하여 여러 개의 놀이기구를 선택하는 형식으로 디자인하였기 때문이다. 그러나 만일 각 놀이기구마다 RFID 리더를 설치하고서 정보를 입력 받으면 동일 고객이 여러 장소를 옮겨 가기 때문에 각 테이블의 관계를 종합적으로 받아서 처리하는 관계 테이블이 필요하게 되나 본 연구에서는 체계개발을 위한 전단계인 기능 확인을 위한 단계이므로 생략하였다.[5]

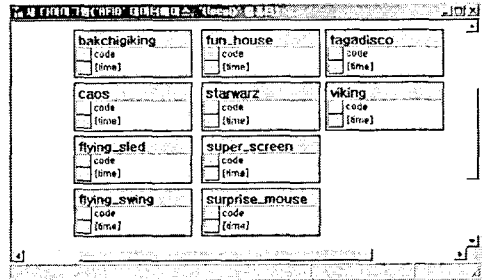


그림 2. 데이터 테이블 관계도
Fig. 2 Relation Diagram between tables

2.2 호스트와 리더간 인터페이스 프로그램 개발

일반적으로 비접촉 카드 인식을 위한 표준으로서는 ISO/IEC 15693이 1998년에 제정되어서 표준으로 사용되고 있다. 특히 13.56 MHz 주파수대에 사용하는 RFID 기술에서는 ISO 15693을 국제 표준으로 채택하여 사용하고 있다. 본 연구에서 실험을 위한 제작용으로 채택한 태그는 Texas Instruments사의 태그와 호환이 되는 Tag-It HF-I ISO15693 사양을 적용한 태그를 사용하였다. Tag-It HF-I ISO15693 태그의 메모리 구조는 그림 3과 같이 256 bytes를 가지면서 총 64개의 블록으로 나누어져 있다. 한편 태그는 공장에서 출하시에 고유의 유닉한 ID를 부여 받아서 출고하게 되는데 태그 ID의 비트는 64비트이고 시작은 0xE0, 0x07으로 시작되고 나머지 48비트가 고유의 태그 ID가 된다.[1,2,3]

태그 정보를 읽기 위한 명령인 SELCET_TAG (0x14)을 이용하여 리더 필드 내에 있는 오직 하나의 태그의 ID를 읽어오는 과정은 그림 4와 같다. 그림 4는 태그 형태를 자동 탐지(00)로 하였을 때 응답하는 과정을 보인 것으로서 응답 내용은 태그 형태가 01이므로 ISO15693 태그임을 나타내며, 태그 ID가 E0 07으로 시작되므로 tag-It HF-I 형임을 알 수가 있다.

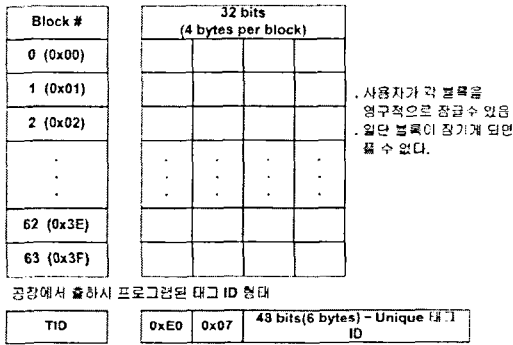


그림 3 메모리 구조 및 태그 ID 구조
Fig. 3 Structure of memory and Tag ID

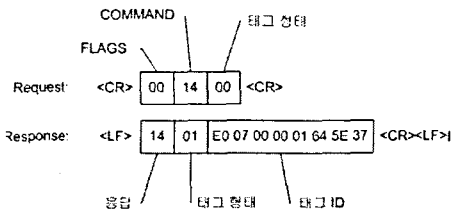


그림 4 태그 정보 읽는 과정
Fig. 4 Procedure of Tag information reading

C++ 언어를 이용하여 개발한 호스트와 리더간 정보 교환프로그램의 모양은 그림 5와 같으며, 작동을 위해서는 anti-collision과 loop 기능을 선택한 상태로 동작을 시키도록 설계하였다. 이것은 RF-ID 태그를 한 번에 오직 하나의 정보만 읽어 오기 위한 것이다. 만일 태그가 안테나를 통하여 읽어 올 때 센싱하고 있는 기간 동안 계속 반복해서 읽어 오면 문제가 발생하기 때문에 이 기능을 추가하였다. loop 기능은 anti-collision 기능과 상대적인 관계에 있는 것으로서 센싱이 안되면 계속해서 센싱을 시도하도록 하는 기능을 추가하였다. 한편 하드웨어 구성에서 오직 한개의 리더를 이용하여 다양한 놀이기구의 데이터베이스에 입력을 주기 위해서 드롭다운메뉴를 제공하여 놀이기구를 선택하도록 하는 옵션을 만들어 두었다.

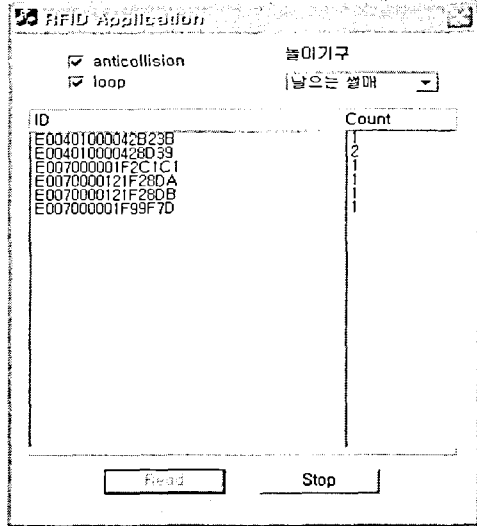


그림 5 호스트와 리더간 연동 프로그램
Fig. 5 Interface program between host and reader

2.3 웹 데이터베이스 연동 프로그램 개발

웹사이트를 통하여 전체적인 공원 입장객과 각 놀이기구에서 현재 입장되어 있는 입장객을 인터넷을 통하여 조정하고 모니터링하는 웹사이트를 ASP.NET을 이용하여 그림 6과 같은 웹사이트를 구축하였다. 여기서 ASP.NET의 구축 언어는 C#을 사용하였고, 웹서버는 IIS 서버를 이용하였다. [4]

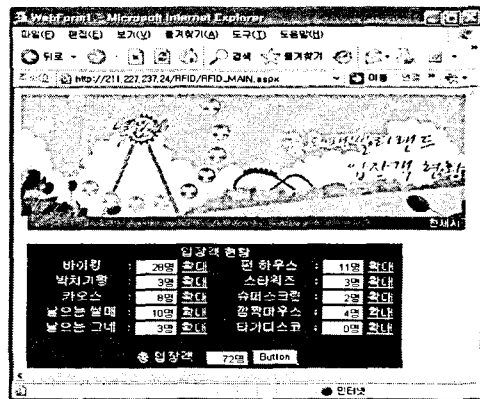


그림 6 웹 데이터베이스 연동 프로그램
Fig. 6 Web database Interface Program

데이터베이스에 저장된 방문객들의 통계를 제공하기 위하여 당일, 1주일, 2주일, 한 달 등에 대한 날짜를 기준으로한 검색 기능을 개발하였다. 이를 위하여 사용자가 기준 날짜를 입력하면 그 날짜를 기준으로 원하는 기간에 입장하는 방문객의 정보를 제공하도록 프로그램 하였다. 검색을 위한 기능 구현을 위한 소스는 크게 데이터베이스 연결과 탐색

날짜를 기준으로 한 프로그램 구현을 필요로 한다. 이 과정은 그림 7에 보였다. 우선 데이터베이스 연결을 위한 준비 과정이 필요하고 이때 데이터베이스 이름과 로그인 ID, password 등이 반드시 필요하다. 다음으로 라디오 버튼에 의해서 입력된 기간을 기준으로 날짜의 계산이 필요하다. 날짜가 계산되면 이제 select 쿼리 명령문을 이용하여 해당하는 테이블에서 레코드 값을 불러오고 데이터베이스와의 연결을 종료하게 된다.

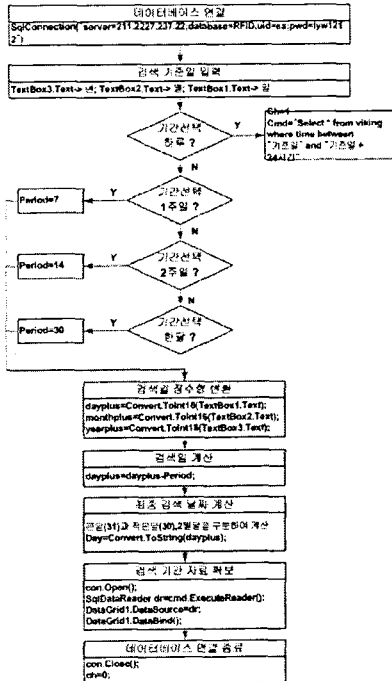


그림 7 기간 검색을 위한 플로우차트
Fig. 7 Flowchart of search of fixed interval

2.4 하드웨어 운동 및 안테나 제작

개발된 소프트웨어를 탑재한 호스트와 리더간의 연결은 RS-232를 사용하였고, 기존 리더가 가지고 있는 내장안테나의 경우 탐지거리가 5cm 이내여서, 태그 탐지 범위 확장을 위하여 외장 안테나의 설계 및 제작을 수행하였다.

안테나는 PCB 동판을 에칭하여 제작하였으며, 설계 및 제작된 안테나의 모양과 치수는 그림 8과 같으며, 코일의 회전수는 1회전이므로 L1은 1이 되고, X=170mm, Y=30mm, W=10mm이고, C1=47pF, C2=800pF의 값을 갖도록 설계 하였다. 가변 캐패시터 C4, C3는 A,B 지점을 오실로스코프로 보면서 태그를 가까이 했을 때 신호가 발생하는 가를 보면서 튜닝을 수행하여 결정한다. 일반적으로 안테나의 임

피던스에 관한 (식 2.1)과 같이 주어진다.

$$2\pi f = \frac{1}{\sqrt{L_1 C_p}} \quad (\text{식 2.1})$$

여기서, L1은 안테나 루프 인덕턴스값이고, Cp = C2||C3이며, f = 13.56MHz이다.

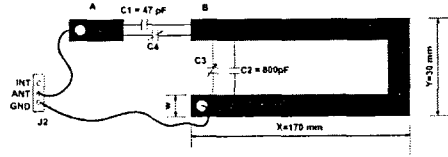


그림 8 외장 안테나 회로 구성도
Fig. 8 External Antenna Circuit

RFID 리더와 개발된 안테나를 조립한 형태는 그림 9와 같이 제작하였으며, 이동성을 고려하여 전원을 배터리 형태로 제공하도록 하였으며, 전원 에 대한 민감한 특성을 고려하여 별도의 전원 안정화장치와 표시기 램프를 추가하였다. [3]

III. 성능 평가

RFID를 이용한 Theme Park 자동화를 위한 전체 시스템 구성도는 그림 10과 같으며, 호스트 컴퓨터는 펜티엄급 이상의 컴퓨터에 마이크로소프트사의 윈도우 XP 운영체제를 탑재한 것으로 구성하였다. 데이터베이스는 마이크로소프트사의 MSSQL 엔터프라이즈 2000 서버를 이용하였다. RFID 리더는 SkyTek사의 SkyRead M1를 사용하였다. 태그는 ISO 15693 표준 사양을 만족하는 카드형 태그와 손목밴드형 태그를 검출을 사용하였다.

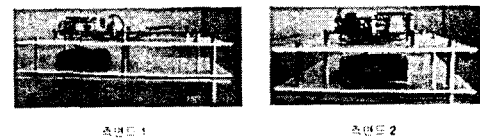
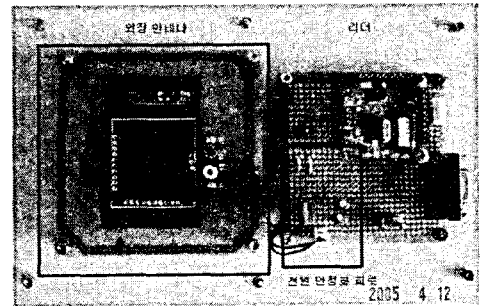


그림 9 개발 시스템 하드웨어 사진
Fig. 9 Photo of Hardware system

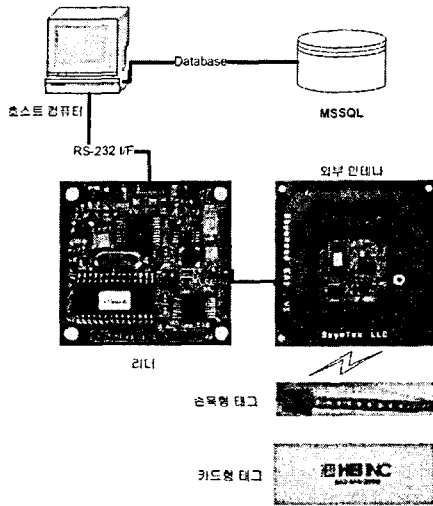


그림 10 전체 시스템 구성도
Fig. 10 Overall system configuration

3.1 태그 정보 입력 성능 시험

시스템을 그림 10과 같이 구성한 후에 두 가지 종류의 태그를 이용하여 태그 인식 성능 시험을 실시하였다. 인식이 되면 "안녕하세요"라는 메시지와 함께 클라이언트 프로그램에 태그 ID를 보이게 된다. 카드형 태그와 손목 밴드형 태그를 실험한 결과 40cm 이내에서 양호한 동작을 확인하였다. 한편 같은 태그를 다시 한번 리더 가까이 가면 이제는 "안녕히 가세요"라는 메시지와 함께 클라이언트 프로그램에 태그 ID를 한번더 등록하게 된다.

3.2 외장형 안테나 거리 성능 시험

내장형 안테나와 새로 제작한 외장형 안테나를 비교하여 실험을 실시하였다. 내장형을 사용할 때는 두 가지 태그 모두 5cm 이하로 거의 밀착된 상태에서 태그가 인식되었으나, 외장형 안테나를 사용하면 두 태그 모두 30~40cm 범위 내에서 인식이 가능하였다. 따라서 적절한 외장형 안테나를 설계 및 제작하여 사용할 경우에는 13.56MHz 대에서도 1M 이내의 인식범위를 확보 할 수 있을 것으로 기대된다.

IV. 결론

본 논문에서는 유비쿼터스 센서 네트워크의 핵심인 RFID에 대한 응용기술을 개발하기 위하여 대상을 놀이공원으로 잡고, 공원에 출입하는 입장객들이 각 놀이 기구에 입장한 시간과 나가는 시간을 자동으로 입력받아서 데이터베이스에 저장한 후에 전체적인 놀이공원 인원 배치에 관한 합리적인 지시, 명령을 도출하도록 하는 프로그램을 개발하는 시스템

을 개발하였다. 이를 위하여 본 논문에서는 13.25Mhz 대의 RFID 센서와 마이크로소프트사의 MSSQL 데이터베이스와 IIS 웹서버를 기반으로 하는 시스템을 구축하였으며 주요 수행한 결과는 다음과 같다.

- SkyeTek사의 RFID 리더를 기반으로 시스템을 구축하여 호스트 PC와 연동 프로그램을 C++ 언어를 이용하여 개발
- ASP.NET과 C#를 이용한 웹사이트 구축
- MI 리더의 태그 인식 범위를 확장하기 위한 외장형 안테나 제작 및 30~40 cm 수준의 인식 거리 보장하는 PC 동판을 이용한 외장형 안테나 개발
- ASP.NET과 MSSQL 데이터베이스 쿼리 프로그램 개발

본 논문은 RFID 리더에서부터 시작하여 외장형 안테나 제작 및 시스템 구축 등의 하드웨어 작업과 C++ 연동 프로그램 개발, ASP.NET 웹사이트 구축, 데이터베이스 설계 등의 소프트웨어적인 작업을 수행하는 등 다양한 분야의 기술을 섭렵하면서 작업을 수행하였으며, 그 결과도 상당히 양호하여 실제 시스템에 적용이 가능한 수준으로 볼 수 있다. 그러나 실제 시스템에 적용하기 위해서는 리더의 주파수를 900MHz대로 높여서 5~10 M 수준의 인식거리를 확보하는 것이 필요하고, 한 개의 리더가 아닌 다중의 리더를 설치하여 종합적인 야전 시험이 추가로 필요할 것이다.

참고문헌

- [1] Texas Instruments, Tag-It HF-I Transponder Inlays Reference Guide, Texas Instruments 1998
- [2] SkyeTek, SkyeTek Protocol Version 2.2, SkyeTek RFID Engineering 2004
- [3] SkyeTek, Application Note 002 using the SkyeTek Protocol: RFID Tag Commands, SkyeTek RFID Engineering, 2004.
- [4] 이상부, 김성근, 임상희 공저, C# Programming, 도서출판 정일, 2004.
- [5] 정기호, 이진우 공저, ASP.NET], 도서출판 아진, 2004.
- [6] SkyeTek, <http://www.skyetek.com>, SkyeTek RFID Engineering (2005)