RFID 기반의 홈 네트워크 시스템 설계 및 구현

조진표°, 조경빈, 이완연, 고영웅
한림대학교 정보통신공학부
{hal96°, miline80, wanlee, yuko}@hallym.ac.kr

Design and Implementation of RFID based Home Network System

Jinpyo Cho°, Gyungbin Cho, Wanyeon Lee, Youngwoong Ko
Division of Information Engineering & Telecommunications,
Hallym University

요 약

□최근 유비쿼터스에 대한 관심이 높아짐에 따라 관련 기술을 실생활에 폭넓게 적용하려는 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히 가정과 건물 내의 다양한 장비를 원격에서 제어 및 관리 할 수 있는 홈네트워크 시스템에 유비쿼터스 개념을 적용하는 연구에 대한 관심이 높다. 본 논문은 유비쿼터스 환경에 적합한 홈 네트워크 시스템을 구현하기 위하여 RFID 기술을 활용하는 방법을 기술하고 있다. 홈네트워크 시스템은 네트워크에 접속되어 있는 장비들을 원격에서 모니터링 할 수 있어야 하며, 근거리 내에서도 제어 및 관리가 쉽게 이루어져야 한다. 이를 위하여 본 연구에서는 가정 및 건물 내의 개별 장비에 RFID 태그를 부착하고 RFID 리더기가 장착된 단말을 통하여 효과적으로 제어하는 방법을 제안하고 있다.

1. 서 론

최근 무선 통신 기술의 발달로 유비쿼터스(Ubiquitous) 개념이 많은 관심을 불러일으키고 있다. 특히 RFID(Radio Frequency IDentification) 시스템은 사물에 RFID 태그를 부착하고 RFID 리더기를 통해 자동으로 사물을 인식하고 정보를 획득할 수 있는 유용한 기술로 널리 사용되고 있다 [1,2]. RFID 기술은 대부분 유통 분야에서 유용성을 인정받아 많이 활용되고 있는 추세이지만, RFID의 특성을 다양한 분야에서 이용하고자하는 노력이 가속화되고 있다. 예를 들어 RFID를 이용하여 박물관 시스템을 사용자들이 인터액티브하게 이용하는 방법, 유비쿼터스 헬스케어 시스템에 RFID를 적용하는 방법, 놀이 공원 등에서 RFID를 이용한 과금 시스템 등이 그 예라 할 수 있다.

본 연구에서는 RFID 기술을 홈 네트워크 시스템에 적용하여 효과적으로 활용 가능함을 보이고자 한다. 홈 네트워크 시스템은 가정 내에 설치된 에어컨, TV와 같은 모든 가전제품을 하나의 네트워크로 연결하여 정보를 공유하고 제어하는 시스템을 말한다. 홈 네트워크는 가입자 망, 홈 게이트웨이, 홈 네트워킹, 홈 네트워크 접속기기, 홈 네트워크 서비스로 구성된다[3]. 근래에 전자 공학 기술의 발전과 더불어 컴퓨터의 가격이 많이 낮아져 가정에서 2대 이상의 컴퓨터를 사용하는 사용자의 수가 증가하고 있다. 또한 네트워크 기술의 발전과 가격의 하락으로 학교, 기업, 공공기관 뿐만 아니라 일반 가정에서도 고속의 무선 랜을 구축하여 사용하는 추세이므로 홈 네트워크의 활용성은 더욱 커지게 될 것이다.

본 논문에서는 무선 환경에서 홈 네트워크 기술에 RFID 기술을 활용하여 기존의 홈 네트워크 시스템에서 장비를 제어하는 것은 물론 지능화된 장비 관리까지 가능한 시스템을 제안하고 실제적으로 설계 및 구현하는 과정을 보임으로써 유용성을 입증하고자 한다.

논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 본 논문의 배경이 되는 관련 연구들에 대해서 기술한다. 3장에서는 RFID 기술을 적용하여 홈 네트워크 시스템을 설계한 내용 및 구현 부분에 대해서 구체적으로 설명한다. 그리고 4장에서는 제안한 시스템의 연구 결과 및 향후 연구 진행에 대한 내용으로 결론을 맺는다.

2. 관련연구

2.1 홈 네트워크 기술

홈 네트워크에서 각각의 가전제품과 홈 서버를 연결하는 홈 네트워크 기술은 유선과 무선 두 가지로 나누어진다. 유선 홈 네트워크 기술에는 IEEE 1394와 USB,

This research was supported by the Program for the Training of Graduate Students in Regional Innovation which was conducted by the Ministry of Commerce Industry and Energy of the Korean Government, This work was supported by the Industry University Research Institute Consortium grant from the Small &Medium Business Administration.

PLC(Power Line Communications), HomePNA가 있으며, 무선 홈 네트워크 기술에는 무선 랜, 블루투스, UWB(Ultra Wide Band), ZigBee, Home RF가 있다[4].

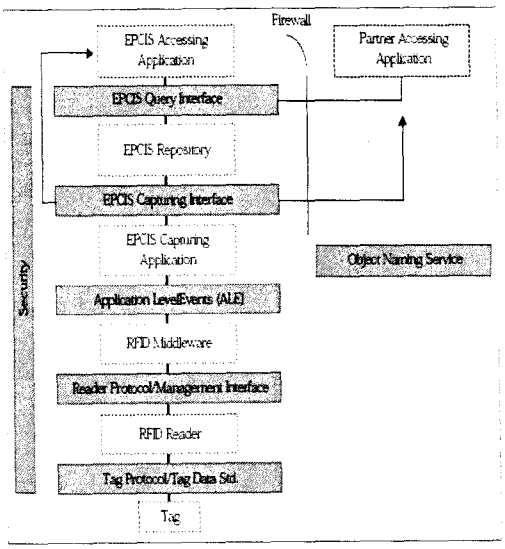
홈 네트워크 기술은 가입자 망, 홈 게이트웨이, 홈 네트워킹, 홈 네트워크 접속기기, 홈 네트워크 서비스로 구성된다. 이 중에서 홈 게이트웨이와 미들웨어는 홈 네트워크 기술에서 중요한 요소 중에 하나이다.

홈 게이트웨이는 지상파 방송 및 위성방송, CATV, 전화망과 같은 이기종의 네트워크 프로토콜을 사용하는 장치를 하나의 네트워크 프로토콜로 변환하여 사용할 수 있도록 하는 장치를 말한다. 이러한 홈 게이트웨이의 주요 기능은 다음과 같다. 첫째 네트워킹이 가능한 에지 서버 및 라우터 역할을 할 수 있어야 하며, PC에 독립적이어야 한다. 둘째, 통합 서비스 제공에 적합한 통신 속도를 지원해야 한다. 셋째, IP 주소관리 및 프로토콜 번역 능력을 보유한 내장 라우팅 기능을 가지고 있어야 한다. 넷째, 서로 다른 서비스(음성, 데이터 등)을 동시에 지원하고, 복수의 서비스를 지원해야 한다. 그리고 마지막으로 방화벽과 같은 보안 기능이 있어야 한다[5].

2.2 RFID 기술

RFID 시스템의 하드웨어는 기본적으로 사물에 부착되고 그 사물의 고유 ID를 저장하고 있는 태그와 태그의 정보를 얻어오는 리더기로 구성된다. RFID 태그에는 여러 종류가 존재한다. 먼저 Passive 모드 형태의 수동형 태그가 존재한다. 수동형 태그는 리더기로부터 전원을 공급받아야만 동작을 할 수 있다. 그리고 태그 자체에 전원을 가지고 있어 자체 전원으로 동작 할 수 있으며, 태그에 온도, 가스, 조도 등의 데이터를 추출하는 기능이 있는 센서를 추가로 내장하여 사용할 수 있는 Active 모드 형태의 능동형 태그가 존재한다. 소프트웨어는 태그의 데이터를 의미 있는 정보로 변환하여 기존의 시스템과의 연계를 도와주는 미들웨어 및 응용프로그램으로 나누어진다. RFID 관련 기술의 발전으로 태그와 리더기의 크기가 점점 작아짐에 따라 모바일 단말기와 같은 무선 단말기에도 RFID 모듈을 장착하려는 사례가 늘어나고 있다. 실제로 지난 2004년 말에 노키아(Nokia)에서 13.56MHz의 고주파 대역의 RFID 리더기를 장착한 휴대폰을 출시하였다[6]. RFID 시스템은 리더기와 태그 사이에 통신하는 주파수의 대역폭에 따라 UHF, HF, LF로 나뉘며 주파수 대역 폭에 따라 물류, 유통, 결제 수단, 출입통제 등 다양한 분야에 사용될 수 있다[7].

RFID 시스템은 서로 다른 리더들 간의 공통의 인터페이스를 제공하는 미들웨어를 통해 태그의 정보를 의미 있는 정보로 변환하여 응용프로그램에서 사용할 수 있도록 도와준다. 이런 RFID 미들웨어를 사용한 RFID 시스템 구조로 대표적인 것에는 EPCglobal Network가 있다[8]. EPCglobal Network은 EPCglobal 연구소에서 제안한 것이며 그 구성 요소는 다음 [그림 1]과 같다. 현재 미들웨어로는 AutoID Lab에서 제안한 Savant와 EPCglobal에서 제안한 ALE(Application Level Event)가 있으며[9,10], 국내에서는 ETRI에서 제작한 자동식별 미들웨어가 있다[11].



[그림 1] EPCglobal Network 구조

3. 홈 네트워크 시스템 설계 및 구현

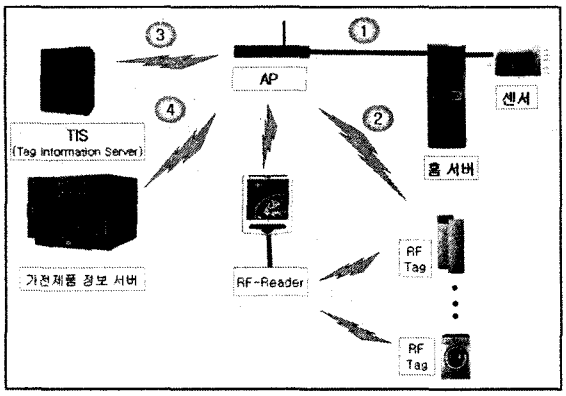
홈 네트워크를 구현하기 위해서 전화선, 이더넷, 전력선, 무선 랜, 블루투스, RF, 적외선(IrDA)과 같은 다양한 방식의 통신 기법들이 사용되고 있다 본 논문에서는 무선 랜 방식을 채택하여 시스템을 설계 및 구현 하였다.

홈 서버에 연결되어 있는 무선 네트워크 공유기를 사용하여 무선 단말기와 홈 서버, 그리고 홈 서버와 가정 내의 전자제품 사이에 데이터 전송이 이루어진다. 무선 단말기에 장착된 RFID 리더기로부터 수집된 가전제품의 태그 정보 또한 무선 공유기를 통해 가전제품의 상세 정보를 가져올 수 있으며, 해당 서비스를 제공 받을 수 있다.

3.1 RFID와 홈 네트워크 통합 시스템 설계

본 논문에서 제안하는 시스템은 무선 환경에서 동작하는 시스템으로 서버에 무선 공유기가 설치되어 있다. 전

체적인 시스템 구조는 다음 [그림 2]와 같다.



[그림 2] 무선 환경에서의 RFID와 홈 네트워크 통합 시스템 전체 구조도

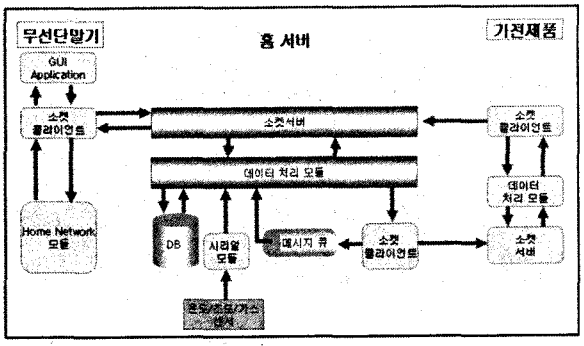
① 무선 단말기는 서버에 연결된 무선 공유기(AP)를 통해 가전제품을 제어할 명령을 서버에 전송한다.

② 홈 서버는 무선 단말기로부터 전송받은 데이터를 분석하여 해당 가전제품에 제어 명령을 전송한다. 홈 서버는 센서로부터 가정 내의 상태(온도, 가스)를 주기적으로 체크하여 해당 가전제품 또는 장치에 제어 명령을 전송한다. 가정 내의 각 가전제품은 홈 서버로부터 전송 받은 명령을 수행하고 정상 작동 여부를 홈 서버에 통보해 준다. 그리고 필요에 따라 해당 데이터를 무선 단말기에 전송한다.

③ 무선 단말기에 장착된 RFID 리더기를 사용하여 가전제품에 부착된 태그의 데이터를 수집한다. 그리고 수집된 데이터를 외부 인터넷 망에 존재하는 TIS(Tag Information Server)를 통해 제품의 상세 정보를 가지고 있는 서버의 주소를 얻는다.

④ TIS로부터 획득한 제품 정보를 가지고 있는 서버의 주소를 통해 해당 서버에 접속하여 제품의 정보를 열람하고 A/S 신청과 같은 서비스를 제공받는다.

본 시스템은 크게 홈 네트워크와 RFID 부분으로 나눌 수 있다. 먼저 홈 네트워크 부분은 다음 [그림 3]과 같은 시스템 구조를 가지고 있다.



[그림 3] 홈 네트워크 시스템 구조

⊙ 무선단말기

홈 서버에 연결된 센서를 통해 가정 내의 온도와 조도를 확인 할 수 있으며 사용자는 이 정보를 가지고 클라이언트(GUI Application)를 통해 가전제품을 제어할 수 있다. 클라이언트에서 소켓 클라이언트를 통해 홈 서버에 접속한 후 Home Network 모듈을 사용하여 사용자가 선택한 가전제품에 전달할 명령을 홈 서버에 전송한다.

무선 단말기가 전송한 제어 명령에 가전제품이 충실히 동작하고 있는지의 동작 여부는 홈 서버를 통해 전송받은 데이터로 확인 할 수 있다.

⊙ 홈 서버

홈 서버에 연결된 센서에서 추출되는 데이터를 주기적으로 데이터 처리 모듈에 전송한다. 데이터 처리 모듈은 전송 받은 데이터를 분석하여 특정 작업을 수행하여야 하는 경우 해당 장비에 제어 명령을 전송한다. 그리고 이것을 데이터베이스에 저장하며, 필요에 따라 무선 단말기에 통보하여 사용자에게 알려준다.

홈 서버는 무선 단말기의 접속 요청을 기다린다. 무선 단말기로부터 제어 명령을 수신하면 데이터처리 모듈을 통해 해당 장비의 주소(IP Address)를 데이터베이스에서 검색해 온다. 이렇게 검색된 장비의 주소를 가지고 소켓 클라이언트를 사용하여 해당 장비에 제어 명령을 전송한다. 제어 명령을 전송 후에 장비로부터 제어 명령에 해당하는 동작의 이상 유무에 대한 데이터를 수신 받아 메시지 큐에 전송한다.

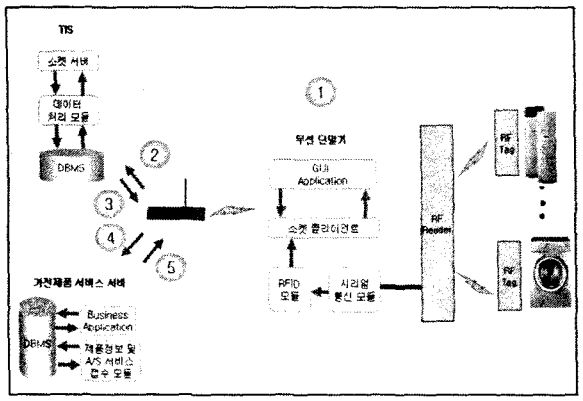
홈 서버는 메시지 큐의 내용을 수신하여 무선 단말기에 데이터를 전송하여 사용자가 자신이 내린 제어 명령이 정상 작동되는 여부를 확인할 수 있다.

⊙ 가전제품

무선 단말기에서 전송된 데이터가 홈 서버를 통해 가

전제품의 소켓 서버로 수신되어진다. 이렇게 수신된 데이터는 가전제품의 데이터 처리 모듈에 의해 해당 명령을 수행한다. 제어 명령을 수행 후 정상 작동 여부를 다시 홈 서버에 전송해 준다. 일부 가전제품은 소켓 클라이언트를 통해 홈 서버에 접속하여 센서에서 추출되는 값을 가져올 수 있다.

RFID 부분 시스템 다음 [그림 4]와 같은 시스템 구조를 가지고 있다.



[그림 4] RFID 시스템 구조

① 무선 단말기에 연결된 RFID 리더기로부터 가전제품에 부착된 태그의 데이터를 수집한다. 수집된 데이터는 시리얼 통신 모듈에 의해 RFID 모듈로 전송된다. RFID 모듈은 시리얼 통신 모듈에서 전송받은 데이터를 소켓 클라이언트로 전송한다.

② 소켓 클라이언트는 전송받은 태그의 데이터를 TIS로 전송한다.

③ TIS의 소켓 서버는 해당 태그의 정보를 전송 받는다. 전송받은 데이터는 데이터 처리 모듈로 전송된다. 데이터 처리 모듈에서 TIS의 데이터베이스에 저장되어 있는 해당 태그의 정보를 가지고 있는 서버의 주소를 검색한 후 무선 단말기에 해당 서버의 주소를 전송해 준다.

④ 무선 단말기는 태그의 정보를 가지고 있는 서버의 주소에 태그의 시리얼 번호를 전송한다.

⑤ 태그의 정보를 가지고 있는 서버는 제품정보 및 A/S 서비스 접수 모듈을 이용하여 태그의 시리얼 번호로 해당 가전제품에 대한 정보와 A/S 신청과 같은 서비스를 무선 단말기에서 제공한다. 또한 Business Application을 통해 A/S 신청 사항을 열람할 수 있으며, 제품의 정보를 업데이트 또는 추가 할 수 있다.

3.2 RFID와 홈 네트워크 통합 시스템 구현

본 논문에서 제안한 시스템은 무선 단말기와 가전제품은 임베디드 개발 보드를 사용하여 구현하였으며, 홈 서버와 TIS, 가전제품 정보 서버는 범용 컴퓨터를 사용하였다. 자세한 하드웨어 사양은 다음 표1과 같다.

[표 1] 시스템 구축에 사용된 하드웨어

기능	장비명
홈 서버	삼성 BP50
TIS	삼성 BP50
가전제품 정보 서버	삼성 BP50
무선 단말기	SMDK2440
가전제품	X-Hyper255B
무선 공유기	LinkSYS WRT54G
센서	옥타컴 온도/습도/조도 센서
RFID 리더기	3Alogics TRH031M (13.56MHz)
RFID 태그	3Alogics 수동형 태그 ISO 15693 TYPE, ISO 14443 A TYPE
무선 랜카드	ZIO WLB5254USB
	WAVECAST MW-1000PCM

본 시스템의 개발에 사용된 운영체제와 구현 언어는 다음 같다. 홈 서버, TIS, 가전제품 정보 서버는 RedHat 9 LINUX Enterprise WS(Work Station)으로 커널 버전은 2.6.9-5 이며, C언어와 php를 사용한다. 태그의 정보와 가전제품의 아이디와 같은 데이터를 저장하고 있는 데이터베이스는 mysql 4.1.7을 사용하여 구현하였다.

가전제품은 먼저 에어컨을 모델로 구현하였다. Hybus사의 임베디드 개발보드인 X-Hyper255B 보드에 임베디드 리눅스를 사용하였으며, 커널 버전 2.4.18를 사용하였다. 그리고 Qtopia를 이용하여 Qt로 GUI를 구현 하였다. 또한 가전제품 임베디드 보드에 스텝모터를 시리얼 포트를 사용하여 장착함으로써, 시각적으로 장치의 동작 여부를 보여준다. 소켓 서버와 같은 통신 모듈 및 데이터 처리 모듈 등 GUI를 제외한 부분은 모두 C언어를 사용하여 구현하였다.

무선 단말기는 메리테크에서 개발한 SMDK2440 임베디드 개발 보드에 ETRI에서 개발한 Qplus를 운영체제로 사용하였다[12]. 그리고 Matchbox를 윈도우 매니저로 사용하였으며, GTK 2.6.6을 이용하여 GUI를 구현하였다[13]. 무선 단말기는 ETRI에서 개발한 Visual ESTO와 Target Builder를 사용하여 프로그램을 개발하고 커널을 컴파일 및 파일 시스템을 생성하였다. 무선 단말기 역시 통신 모듈 및 데이터 처리 모듈, RFID 모듈 등 GUI 인

터페이스 부분을 제외한 모든 부분은 C언어를 사용하여 개발하였다.

홈 서버와 연결되어 있는 센서는 (주)옥타컴에서 개발한 온도/조도/가스의 값을 측정하는 센서로써, 센서에 탑재되는 운영체제로는 ETRI에서 개발한 Nano-Qplus를 사용하였다. 그리고 UART(Universal Asynchronous Recever/Transmitter)를 사용하여 서버와 통신을 한다.

본 논문에서 제안하는 시스템의 무선 통신 방식은 TCP/IP 프로토콜을 사용하여 무선 단말기와 홈 서버, 가전제품 그리고 TIS, 가전제품 정보 서버와 통신을 한다. 그리고 무선 단말기와 RFID 리더의 통신은 RS232C 시리얼 통신을 사용하여 구현하였다.

무선 단말기와 홈 서버 그리고 가전제품 사이에서 전송되고 수신되는 데이터는 동일한 구조를 가지고 있다. 다음은 이 데이터 구조를 보이고 각 구성 요소에 대한 설명이다. 데이터 구조는 [표2]와 같으며, 데이터 구조의 각 요소에 대한 자세한 설명은 [표3]에서 자세히 기술한다.

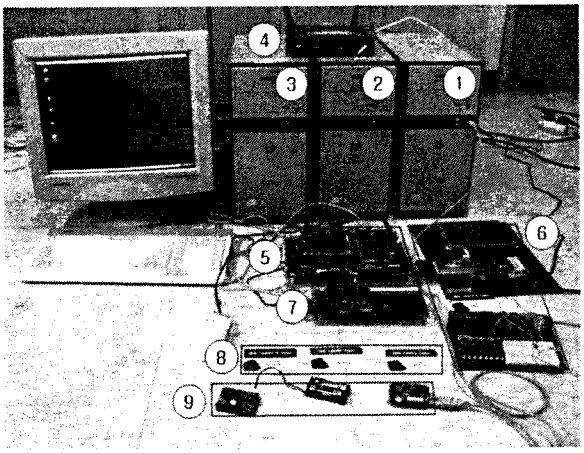
[표 2] 무선 단말기와 홈 서버 사이에서 전송되는 데이터 구조

```
typedef struct {
    long type;
    int HW_SENDID;
    int HW_RECVID;
    char CHA_HW_IP[16];
    int HW_ORDER;
    int HW_TOGLE;
    int HW_IHW;
    int HW_SET;
}Msg_Data;
```

[표 3] 무선 단말기와 홈 서버 사이에서 전송되는 데이터 구조 설명

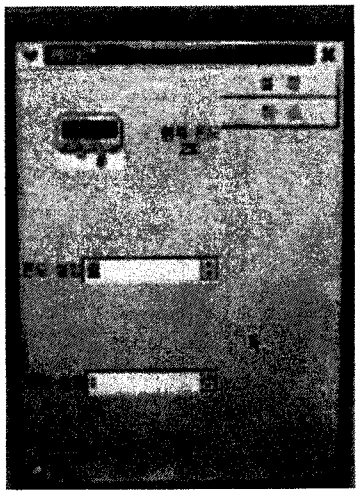
변수명	설명
type	메시지 큐를 사용할 때 사용하는 메시지 type
HW_SENDID	명령을 보내는 장치 ID(단말기 = 10, 에어컨 = 11)
HW_RECVID	명령을 처리하는 장치 ID(단말기 = 10, 에어컨 = 11)
CHA_HW_IP[16]	제어하고자 하는 장치의 IP, TIS 서버 IP
HW_ORDER	아이피 로드 = 0, 설정 값 로드 = 1, 설정 값 세트 = 2
HW_TOGLE	장치의 ON = 1, OFF = 0
HW_IHW	HW_RECVID의 제어에 사용되는 값1
HW_SET	HW_RECVID의 제어에 사용되는 값2

전체적인 시스템 구현 모습은 다음 [그림 5]와 같으며, 무선 단말기와 가전제품의 GUI 인터페이스는 각각 [그림 6], [그림 7]과 같다.

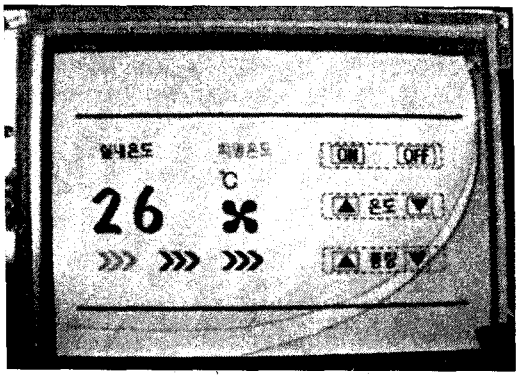


[그림 5] 시스템 프로토타입 구성 현황

① 홈 서버
② TIS
③ 가전제품 정보 서버
④ 홈 서버와 연결된 무선 공유기
⑤ 무선 단말기
⑥ 에어컨을 대체한 임베디드 보드
⑦ RFID 리더기
⑧ RFID 태그
⑨ 홈 서버와 연결된 옥타컴의 온도/조도/가스 센서



[그림 6] 무선 단말기 GUI 인터페이스



[그림 7] 가전제품 GUI 인터페이스

4. 결론 및 향후과제

본 논문에서는 무선 환경에서 RFID 시스템과 홈 네트워크 시스템을 통합한 시스템을 제안하였다. 그리고 그 시스템을 실제 구현하여 RFID와 홈 네트워크 시스템을 통합한 시스템의 동작 여부를 보여 시스템의 사용 가능성을 보였다.

제안한 시스템은 이동이 용이하고 케이블이 필요없는 장점을 가지고 있는 무선 랜 환경에서 동작한다. 따라서 향후 가전제품에 무선 랜카드만 탑재 되면 손쉽게 확장하여 사용할 수 있는 시스템이다. 그리고 RFID와 홈 네트워크를 통합한 유비쿼터스에 부합되는 시스템으로 사용자에게 보다 유용한 서비스를 제공하며, 편리성을 제공해 줄 것이라 기대된다.

하지만 본 시스템이 실용화하기 까지는 아직 몇 가지 문제가 남아있다. 아직 RFID 모듈의 가격이 비싸다는 것이다. 그리고 RFID와 홈 네트워크에 대한 표준화가 아직 진행 중이라는 것이며, RFID에 대한 개인의 정보보호에 대한 문제가 그것이다. 이러한 문제를 해결하기 위해 현재 세계 각국의 기업, 단체, 연구소에서 활발히 연구를 하고 있어 머지않아 곧 실용화 할 수 있을 것이다.

향후 본 논문에서 제안한 시스템에 더 많은 임베디드 보드를 가전제품으로 구성하고, 센서를 이용한 가스누출 탐지 및 RFID를 이용한 가정 내 출입통제 시스템을 추가할 예정이며, 시스템의 수행 성능을 평가하여 성능 개선에 문제점을 보안할 것이다.

참고문헌

[1] 표철식, 채종석, "RFID 기술 및 표준화 동향," TTA 저널 제95호, pp37-47, 2004

[2] 유승화, "RFID/USN 기술 현황 및 활성화 방안," 정보처리학회지 제 12권 제5호 , 2005.9

[3] 한종수, 배성수, 김경목, "유비쿼터스기술(RFID와 홈네트워킹)," 도서출판 세화, 2005.2, pp15

[4] 장동현, 현종웅, 김태근, "홈 네트워크 국내외 동향 및 발전 전망," 한국정보처리학회 학회지 VOL 11, NO.03, 2004.5

[5] 한종수, 배성수, 김경목, "유비쿼터스기술(RFID와 홈네트워킹)," 도서출판 세화, 2005.2, pp12-22

[6] http://www.nokia.com

[7] http://www.rfidjournal.com/article/archive/4/

[8] Ken Traub, Greg Allai, Henri Barthel, "The EPCglobal Architecture Framework," EPCglobal, 2005

[9] Auto-ID Center, "Auto-ID Savant Specification 1.0,"http://www.epcglobalinc.org/standards_technology/6_auto_id_savant-1_0.pdf

[10] EPCglobal, "The Application Level Events(ALE) Specification, Version 1.0," 2005

[11] 정태수, 김영일, 이용준, 한국전자통신연구원, "RFID 미들웨어 플랫폼 기술," Telecommunications Review 제15권 2호, 2005.4 pp290-307

[12] http://qplusdev.etri.re.kr/

[13] http://projects.o-hand.com/matchbox/