

임베디드 디바이스를 이용한 실시간 홈 네트워크 제어 시스템

김용수*
*경남도립거창대학
e-mail:yskim@kc.ac.kr

Home Network Control System of A Real Time using Embedded User Device

Yong-Soo Kim*

*Department of Computer & Information System, GeoChang Provincial College

요 약

본 논문에서는 USN 기반에 의한 무선 홈 네트워크 기술 중 ZigBee를 사용하여, 최근 보급이 확대 되고 있는 스마트 폰과 연계하여 언제 어디서든지 실시간 홈 서비스를 제어하기 위한 인터페이스를 설계 및 구현한다. 또한, 스마트 폰을 포함하는 모바일 기기에서 무선 홈 네트워크를 이용하여 임베디드 시스템을 제어하고 모니터링 시스템을 구현한다. 네트워크를 통한 제어 신호 전송에 따른 비교 등 연구 결과에 대해 비교분석하고, 한계점과 향후 연구방향에 대해 제시한다.

1. 서론

현재는 유선환경에서 제공된 다양한 콘텐츠가 무선 환경으로 이동되어 사용되고 있다. 이러한 모바일 기기의 이용률 증가로 인하여 우리나라의 지능형 홈 네트워크 기반은 이미 준비되어 있다고 할 수 있다. 그리고 정부에서 추진한 u-IT839 정책, 차세대 10대 성장동력 산업에서 USN(Ubiquitous Sensor Network) 기술력 확보, 임베디드 소프트웨어, 홈 네트워크 서비스, 지능형 홈 네트워크를 선정하여 집중적으로 육성하고 있다.

현재 홈 네트워크에서 적용하는 제어방식은 기존 전화망을 통해 제어하는 방식과 무선 인터넷을 이용하여 제어하는 방식으로 문자 기반의 제어방식이 주류를 이루고 있다. 기존 전화망을 통해 음성 모드로 연결하는 경우는 음성변환 모듈 및 제어 신호를 아날로그 방식 전송을 위한 부가적인 모듈이 필요하고, 전화망을 이용하므로 전화요금 체계에 따라 요금이 부과되며 음성 메시지와 키를 이용하여 제어한다. 그리고 무선 인터넷을 통해 이용하는 경우는 홈 제어 서버와 연결하여 HTML 문자 기반의 메뉴를 선택하는 방식으로 홈 기기를 제어하며, 모바일 기기는 별도의 프로그램이 필요치 않으나, 서버가 모든 제어를 담당하고 기기와의 제어 신호와 메시지를 송수신하게 된다. 그러

나 이 경우 메시지 송수신 등 오버헤드가 발생하는 문제점이 있다. 그리고 스마트 폰과 같은 무선기기를 이용한 웹페이지의 정보 송·수신시에는 상태정보 및 제어신호 외에 웹페이지와 관련된 페이지 정보, 헤드 정보가 네트워크를 통해 전송하므로 불필요한 정보가 포함되어 무선 전송 시 고속전송의 어려움이 발생되며, 전송비용도 증가된다. 하지만 전용 프로그램을 통한 직접연결 방식을 이용하면 네트워크 전송 시 불필요한 정보가 제거되어 데이터 트래픽 감소 등의 효율성 증대를 기할 수 있다.

이에 본 논문에서는 USN 기반에 의한 무선 홈 네트워크 기술 중 ZigBee를 사용하여, 앞으로 보급이 확대 될 스마트 폰과 연계하여, 언제 어디서든지 실시간 지능형 홈서비스를 제어하기 위한 인터페이스를 설계 및 구현하여 스마트 폰을 포함하는 모바일 기기에서 무선 홈 네트워크를 이용하여 임베디드 시스템을 제어 및 모니터링 시스템을 구현한다.

2. 기반기술

2.1 홈 네트워크 기술

홈 네트워크 기술은 디지털가전과 정보기기를 하나의 네트워크로 결합한 기술로 크게 유선과 무선으로 나누어지고 무선은 새로운 선로의 포설이 필요 없고

자유로운 이동성이 보장되는 된다는 측면에서 향후 홈 네트워크의 중심에 서게 될 것이며, 무선 기술에 대한 서비스와 시장은 더욱 확대될 것이다[1][2]. 대표적인 유선 홈 네트워크 기술은 Ethernet, HomePNA, PLC(Power Line Carrier), IEEE 1394, USB(Universal Serial Bus), DVI(Digital Visual Interface) 및 HDMI(High Definition Multimedia Interface) 등을 들 수 있다[3].

무선 홈 네트워크 기술로는 무선 Lan과 Bluetooth, ZigBee, UWB, 무선1394, HomeRF 등을 들 수 있다 [4].

2.2 임베디드 시스템

임베디드 시스템이란 정해진 특정 기능을 수행하기 위해 하드웨어와 소프트웨어가 내장된 전자 제어 시스템을 말한다. 즉, 단순 회로만으로 구성 된 장치가 아닌 마이크로프로세서가 내장되어 있고, 이러한 마이크로프로세서를 운용하여 원하는 작업을 수행 및 관리하는 프로그램이 포함된 시스템을 의미한다[5]. 최근 IC 설계 및 제조 기술의 급격한 진보에 따라 PC 보급이 포화 상태에 이르면서 가전제품으로서 첨단을 자랑하던 PC가 TV의 과정을 그대로 밟아 일반 가전 용품으로 대중화 되어가고 있다.

2.3 디바이스 드라이버

2.3.1 USN

USN은 어느 곳에서나 부착된 태그와 센서노드로부터 사물 및 환경 정보를 감지, 저장, 가공, 통합하고 상황인식 정보 및 지식 콘텐츠 생성을 통하여 언제, 어디서, 누구나 원하는 맞춤형 지식 서비스를 자유로이 이용할 수 있는 첨단 지능형 사회의 기반 인프라이다 [6][7]. USN은 향후 국가 경쟁력을 좌우할 가장 유망한 차세대 성장 동력이자 사회 전반의 일대 혁신을 가져올 수 있는 중요한 미래 기술이다. 또한 USN의 특성상 공공 부문 및 민간 부문의 정보기술 산업은 물론 비 정보기술 산업 전반에 가장 큰 영향을 미칠 수 있는 중요한 산업이며, 무한한 성장 잠재력을 내포하고 있어 향후 산업 전반에 커다란 변혁을 가져올 수 있는 분야로 대두되고 있다[8].

2.3.2 ZigBee

ZigBee란 IEEE 802.15.4 기반으로 저전력과 저가격을 목표하는 저속 근거리 개인 무선통신의 국제 표준이다. ZigBee는 전력소모가 적고 칩 가격이 저렴하며

통신의 안정성이 높아 최근 가장 급속한 발전을 하고 있는 기술이다. ZigBee는 IEEE 802.15.4 표준의 물리 계층과 매체 접근제어 계층 위에 그 상위계층으로 네트워크계층, 응용지원계층과 보안 및 응용을 규격화하였다. ZigBee의 물리 계층은 간단한 구조이며, 매 계층은 전력소비를 최소화 할 수 있도록 연구되었다 [9][10][11][12]. ZigBee의 가장 중요한 특징으로 배터리 하나로 수년을 견딜 수 있고, 시스템 구조가 간결하여 8비트 마이크로프로세서로 구현이 가능하며, 유선의 단점인 설치비용이 많이 드는 백본이나 인프라가 필요 없어 설치나 관리가 쉽다. 근거리 무선통신이 가능하며, 국제표준기반, 제품의 상호운용성의 보장, 다양한 주파수 대역제공, 대량 노드를 지원, 여러 네트워크 형태 지원 등의 특징으로 무선 감지와 제어 분야에서 많이 활용되며, 홈오토메이션과 유비쿼터스 센서네트워크 환경 구축에 중요한 역할을 담당할 신기술이다.

3. 선행연구

3.1 모바일 기반의 XML 문서 전송 시스템

J2ME를 이용한 모바일 기반의 XML 텍스트 기반의 전송 시스템을 설계 및 구현하였다. 구현을 위해 J2ME 기반에 오픈소스로 배포되는 kXML 파서(parser)를 이용하였다[13].

모바일 기반의 XML 문서 전송 시스템은 각종 태그를 이용하여 문서 또는 화면을 디자인하는 것이 매우 자유롭다는 장점을 가지고 있다. 한편 XML의 경우 데이터 부분과 스키마, 스타일 시트 등으로 분리되어 있어 HTML에 비해 데이터의 처리가 매우 효과적이다. 그러므로 무선 애플리케이션에서 XML을 이용하면 데이터의 공용성과 프로그램의 유연성을 향상시키는 데 필요한 노력과 비용을 절감할 수 있다. 그러나 XML 데이터를 전송, 저장, 파싱하는 것은 무선 네트워크 환경에서는 대역폭의 부하를 가중시킨다.

이 연구에서는 자원이 아주 제한적인 모바일 기기와 서버가 PC가 아닌 제어용 셋톱박스라는 점에서 볼 때 서버에 부하를 주게 되고, 과도한 트래픽의 발생으로 순수 제어신호를 추출하는 부가적인 작업이 필요하며, 파서의 기능이 추가되므로 모바일 기기의 부하가 많이 발생하게 된다.

3.2 35평형 아파트의 유비쿼터스 홈오토메이션 설계

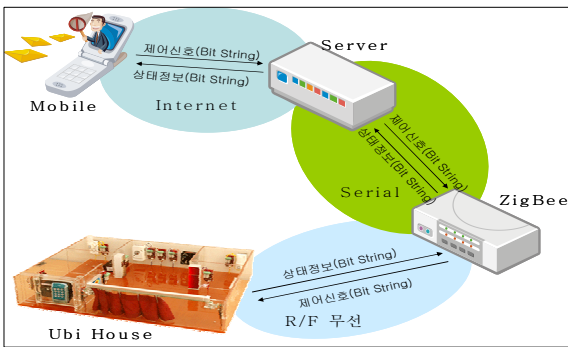
제3세대 유비쿼터스 가정자동화 시스템을 실현하기 위하여, 지능 환경, 월드모델, 위치기반 서비스, 개인인

증 및 자동행위 등 다섯 가지 필수 요소를 충족시키는 가정 자동화 시스템을 설계하여, 우리나라 중산층의 표준 거주 형태인 35평 아파트에 적용함으로써, 차세대 유비쿼터스 환경을 지향하는 가정 자동화의 새로운 모델을 제안하였다[14]. 국내 35평형 아파트의 유비쿼터스 홈오토메이션 설계는 사용자의 동선 및 행동을 예측하고 사용자의 요구에 앞서 예측 수행한다는 장점을 가지고 있다. 또한 ZigBee를 이용해 USN을 이용하므로 네트워크 구성이 용이하다는 장점을 가지고 있다. 반면 단지 동선만이 고려됨으로 인해 생기는 잘못된 예측, 그리고 잘못된 수행으로 인해 예기치 않은 문제가 발생할 수 있다. 또한 사용자의 보다 섬세한 행동 예측을 위해 고도의 영상처리 알고리즘이 동원되어야 한다.

4. 시스템구현

4.1 시스템 구성

본 논문에서는 무선기기인 스마트폰을 이용하여 외부에서 가정 내의 시스템을 제어한다. 홈 네트워크 제어 시스템 구성도는 <그림 4-1>과 같다. 제어 요소는 현관, 가스차단기, 방(1), 방(2), 냉장고, 에어컨, TV, 환풍기 8곳으로 하였다.



[그림 4-1] 홈 네트워크 제어 시스템 구성도

4.2 시스템 구현

프로그램의 기본 구조는 클라이언트를 담당하는 모바일 어플리케이션이 무선 인터넷을 통해 서버와 연결하여 제어 정보를 바이너리 스트링 형태로 전송하고 상태 정보를 역시 바이너리 스트링 형태로 수신한다. 서버에서는 ZigBee 컨트롤러와 시리얼로 연결하여 바이너리 스트링 형태로 사용자 인터페이스를 통해 명령어를 전송하고, 상태정보를 바이너리 스트링 형태로 수신한다.

4.2.1 모바일 클라이언트 구현

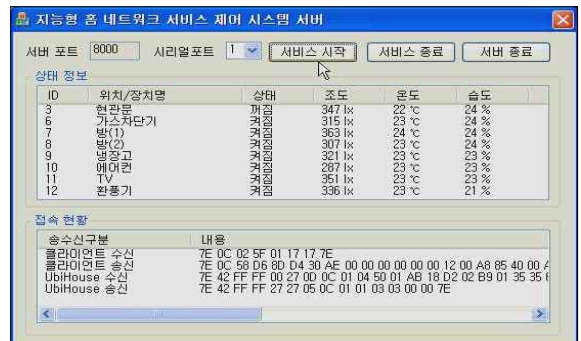
클라이언트는 서버에 접속하여 실제 UbiHouse 상의 가전 기기들을 제어하는 원격제어기 역할을 한다. 윈도우 임베디드CE 플랫폼에서 제공하는 Pocket PC 2003을 이용하여 프로그램을 구현하였다. 서버와 연결되지 않았으므로 환경정보는 출력되지 않으며, <그림 4-2>과 같이 화면 상단의 연결 설정을 터치하여 서버 주소(IP)를 입력하여 “확인” 버튼을 터치하여 연결하면 마지막 접속 시 위치의 환경정보가 표시된다. 화면 하단의 “설정” 창의 각 버튼을 터치하여 상태확인 및 켜고 끄는 동작을 수행하게 된다. 버튼을 터치함에 따라 “상태정보 확인” -> “켜기” -> “끄기” 형태로 명령 상태가 전환되며 명령을 전송하게 된다.



[그림 4-2] 상태정보 화면

4.2.2 서버 구현 화면

홈 네트워크 제어 시스템에서 서버는 전체 시스템의 중심적인 역할을 한다. 먼저 서버는 클라이언트 측에서 전송된 데이터를 분석하여 ZigBee 컨트롤러로 전송을 해주며, ZigBee 컨트롤러에서 수신한 데이터를 저장하는 데이터베이스의 역할을 한다. 또한 클라이언트가 데이터의 동기화를 위하여 UbiHouse 상의 가전 기기들이 상태 데이터를 요청할 경우 데이터를 전송해주는 역할도 하게 된다.



[그림 4-3] 모든 제어기기의 켜기 상태 정보와 수신 현황



[그림 4-4] 모든 제어기기의 쓰기 상태 정보와 서비스 종료

4.2.3 홈 네트워크 제어 시스템 구현 화면

본 논문에서 구현한 제어 프로그램을 테스트하기 위해 모바일 프로그램을 PC에서 Microsoft Pocket PC 2003 에뮬레이터를 통해 구동했다. 한편 서버는 표준 윈도우 응용 프로그램으로 구현하여 PC에서 구동시켰다. 그리고 모바일 응용 프로그램과 서버 응용 프로그램 간 인터페이스는 TCP/IP 기반 소켓을 통해 연결하고 서버와 UbiHouse와는 RF 리더를 통해 연결하였다. <그림 4-5>는 방 및 환풍기, 에어컨, 냉장고 등을 USN을 통해 제어하는 화면이다.



[그림 4-5] 모든 제어기기 작동

5. 연구결과의 비교 분석

5.1 네트워크를 통한 제어 신호 전송에 따른 비교

웹페이지를 이용한 상태정보 수신 및 제어신호 전송의 경우 Http 헤드 및 웹페이지 데이터를 수신 헤드 정보와 함께 제어신호를 서버로 전송하게 된다. 이 경우 상태정보 및 제어신호 외에 불필요한 웹페이지 정보, 헤드 정보가 전송 된다. 한편 전용 프로그램을 통한 직접 연결 방식은 불필요한 정보가 포함되지 않으므로 상대적으로 효율적이라고 할 수 있다. 연결 방식에 따른 송수신 데이터와 크기를 <표 5-1>과 같이 비교해 보면, 상태정보 및 명령어 집합은 본 논문의 주장비인 ZigBee 컨트롤러를 기준으로 하였으며, 제어

용 C++ 기반의 CGI 프로그램으로 하였다. 데이터는 제어 및 상태정보 수신에 필요한 최소한의 데이터만을 예로 든 것이다. 화면 디자인 등은 고려되지 않았다.

[표 5-1] 웹기반 연결과 직접 연결의 명령 및 상태정보 데이터 비교

구분	웹기반		직접연결 기반	
	내용	크기	내용	크기
제어 명령	GET /?i=3&s=2\r\n	15 Byte	7E 03 04 9D 01 14	8 Byte
상태 수신	HTTP/1.1 200 OK Content-type: text/html <HTML> <BODY> ID:3 STATE:ON TEMP:20 HUM:50 ILL:400 </BODY> </HTML>	115 Byte	7E 03 04 9D 01 14	8 Byte

5.2 모바일 단말 장비에서 상태정보 갱신에 따른 비교

웹기반 연결의 경우 각 위치/장치의 상태정보를 저장하기 위해 많은 메모리 공간이 필요하게 되며, 많은 양의 텍스트 비교 연산을 수행해야 하고, 상태정보 분석 처리를 위해서는 별도의 구문 분석 모듈이 필요함으로 모바일 단말장치와 같은 제한된 자원의 기기에서는 매우 비효율적이다. 그러나 직접연결 방식에 바이너리 스트링 형태의 경우에는 매우 효율적이다. <표 5-2>는 기능의 구현에 필요한 메모리 및 구현 후 트래픽을 비교하였다.

[표 5-2] 트래픽 비교

구분	웹기반 연결	직접 연결 (계층 구조)	직접 연결
트래픽 건수	4회	4회	최초 : 3회 이후 : 1~2회
송수신 데이터 크기	260 (단위: byte)	32	최초 : 24 이후 : 8~16

위와 같이 현행 웹기반 연결과 계층구조 형태의 직접연결 방식의 경우 상태정보 요청, 응답, 제어 명령 전송, 결과 상태정보 수신 등 4회의 트래픽이 발생하며 송수신 데이터의 크기를 보면 웹기반의 경우 계층구조 형태의 직접연결 방식의 약 8배, 본 논문에서 구현한 직접연결 방식의 10배가 넘어서고 있다. 한편 계층구조의 직접연결 방식의 경우 본 논문과 같이 흐름을 제어할 경우 동일한 성능을 발휘하고 있음을 알 수 있다.

6. 결론

본 논문에서는 USN 기반에 의한 무선 홈 네트워크 기술 중 ZigBee를 사용하여, 앞으로 보급이 확대 될 스마트폰과 연계하여, 통신이 가능한 곳이면 언제 어디서든지 지능형 홈 네트워크를 제어하기 위하여, 다음과 같이 인터페이스를 설계 및 구현하였다. 첫째, ZigBee 네트워크를 통해 신호를 분석하고 제어신호를 전송하기 위한 명령어 집합을 설정하는 한편, 모바일 기기에 탑재되는 클라이언트 모듈과 서버의 제어신호 및 상태정보를 송수신하기 위한 명령어 및 상태정보 포맷을 결정하여 이를 처리하고, ZigBee 네트워크를 통해 각종 USN 센서를 제어하는 서버 모듈을 구현하였다. 둘째, 모바일 기기에 탑재되어 사용자에게 의해 구동되는 클라이언트 모듈을 구현하였다. 본 논문에서는 Windows CE환경의 Pocket PC 2003 모바일 운영체제에서 실행 가능하며, 서버와 제어 신호 및 상태정보를 송수신하여 GUI 환경에 맞게 출력 및 제어가 가능하도록 하였다. 본 논문에서는 홈 네트워크 시스템을 제어하는데 사용자의 편의를 위해 GUI 환경으로 구성했다. 또한 스마트폰을 이용하여 홈 네트워크 시스템을 제어 및 모니터링을 했다. 그리고 모바일 기기에서 홈 네트워크 시스템을 제어하는 스마트폰의 특징에 맞는 홈 네트워크 시스템 제어 인터페이스를 설계 및 구현하였다. 아울러 플랫폼과 홈 네트워크 시스템 사이에 제어 메시지를 송수신하여 제어 및 모니터링 한다. 이를 위해 플랫폼에서 소켓 통신을 이용하여 모바일과 홈 네트워크 시스템을 연결하였다. 또한 스마트폰과 같은 모바일 기기로 홈 네트워크 시스템을 제어하는 기술은 앞으로 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에 다가서는데 크게 기여할 것으로 생각된다. 한편 본 논문에서 구현한 시스템은 다음과 같은 문제점을 안고 있다. 첫째, 본 논문의 홈서비스 제어 시스템은 모바일의 작은 화면에 모든 정보를 표시하다보니 그 내용이 너무 제한적이다. 특히 제어 요소가 늘어났을 경우 시스템 구현에서 보여준 경우와 같이 한 화면에 다 표시할 수 없다. 결국 별도의 리스트 박스 형태의 화면 제어부분이 필요하다. 둘째, 본 논문에 사용되는 USN 기반의 ZigBee 컨트롤을 이용하여 저 전력으로 가능 하지만, 만약의 경우 정전이 발생한 경우 무방비 상태 등의 문제점이 내재되어 있다.

향후 연구 방향으로는 더욱 다양한 모바일 용 홈 네트워크 시스템 개발과 콘텐츠 개발이 요구되며, 본 논문에서 구현한 제어 시스템은 모바일 기기의 작은 화면에 모든 정보를 표시하다보니 그 내용이 너무 제한적이다. 특히 제어 요소가 늘어났을 경우 시스템 구현

에서 보여준 경우와 같이 한 화면에 다 표시할 수 없다. 결국 별도의 리스트 박스 형태의 화면 제어부분의 추가적인 설계가 필요하다.

참고문헌

- [1] 정보통신부, Digital Home 구축 기본계획, 2003.
- [2] 권수갑, 무선 Home Network 개념과 동향, 전자정보통신센터, 2005.
- [3] 이병록, 최승권, 조용환, 홈네트워크 구성에서 전력선 통신 기술의 효율적인 활용, 2005.
- [4] 이재동 등, 원리와 활용 중심의 인터넷 기술, ITC, 2008.
- [5] Rajesh K. Gupta, "Introduction to Embedded System", 2003.
- [6] 김동성, "u-센서 네트워크 구축을 위한 정책 추진 방향", 전파 제116호, 2004.
- [7] 정병호, 강유성, 김신호, 정교일, 양대현, "RFID/USN 환경에서의 정보보호 소고", 한국전자통신연구원, 2003.
- [8] 최우혁, "홈 네트워크 시범사업 추진성과 향후 계획", 정보통신부, 2004. 8.
- [9] Zigbee Alliance, <http://www.zigbee.org>
- [10] 심재창, 김익동, "지그비", 안동대학교, 2006. 9.
- [11] 전호인, "IEEE 802.15.4 WPAN 기술", 전자공학회지, 2005.
- [12] 심재창, 김익동, ZigBee, 안동대학교, 2006. 9.
- [13] 윤성일, 성국경, "Mobile기반의 XML문서 전송 시스템 설계 및 구현", 공주영상정보대학, 2002.
- [14] 오용선, 신경철, "USN환경을 도입한 국내 35평 아파트의 유비쿼터스 홈오토메이션 시스템의 설계", 게임&엔터테인먼트논문지, 2006.
- [15] 정보통신부, IT 정보화 통계, <http://www.mic.go.kr>
- [16] 한국무선네트워크, <http://www.korwin.co.kr>
- [17] "홈네트워크 무선 통신 기술분석", 전파방송정책국, 주파수정책과, 2006. 4.
- [18] "홈네트워크 주파수 이용방안 연구", 한국전파진흥협회, 2004. 12. 31.
- [19] 전력선 통신 연구 개발 센터, <http://plc.keri.re.kr>