스마트 폰 기반 홈 자동제어시스템 설계 및 구현

장용재* · 박경욱** · 이성근***

A Home Automation system based on Smart phone

Yun-Jae Jang* · Kyoung-Wook Park** · Sung-Keun Lee***

요 약

스마트 폰 또는 홈 네트워크 기술은 지속적으로 부가가치를 창출할 수 있는 기술로, 삶의 질을 한층 더 높게 만들어 준다. 본 논문에서는 스마트 폰을 통해 스마트 홈을 제어 하는 시스템을 설계 및 구현하였다. 구현된 스마트 홈 시스템은 홈 노드 구조물, 원격 스마트 응용 시스템, 홈 서버 제어 시스템으로 구성된다. 홈 노드 구조물은 침입 감지, 가스 검출 및 밸브 제어, 도어 락, 자동커튼, 환풍기 제어 및 On/Off 제어 모듈로 구성되어 있으며 모듈들은 홈 서버에 의해서 제어 된다. 홈 서버는 사용자가 직접 제어할 수 있는 사용자 인터페이스와 스마트 폰을 이용하여 원격 제어할 수 있는 원격 인터페이스를 제공함으로써 언제 어디서나 편리하게 홈 자동제어시스템을 제어할 수 있다.

ABSTRACT

Smart Home or Home Network technology is one that continuously creates added value, making a better life. This paper designed and developed a smart home control system using smart phone. This proposed smart home system consists of home server control system, remote smart application system and home node structure. Home node structure, in detail, is composed of intrusion detection, gas leakage or gas valve control, door lock, automatic curtain, ventilation control and On/Off control modules and these modules are controlled at home server. Home server makes it easy to control home automatic control system anytime, anywhere as it provides remote interface that enables control via smartphone and user interface in itself.

키워드

Home Automation system, Smart Home, Smart Phone, Home Network, Ubiquitous
홈 자동제어, 스마트 홈, 홈 네트워크, 스마트 폰, 유비쿼터스

Ⅰ. 서 론

최근 반도체 기술 및 이동 통신 기술의 괄목할 만한 발전으로 사용자의 장치들이 지능적이고 자율적으로 통신망을 구성하여 사용자가 원하는 정보를 언제, 어디서나 쉽게 제공 할 수 있는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경이 점차 현실화 되고 있다[1][2]. 특히 홈 네트워크 또는 유비쿼터스 홈 네트워킹 기술은 통신, 방송, 가전, 건설, 컨텐츠 등 다양한 분야가 융합되며, 산업간 파급 효과가 큰 가치사슬을 통해 지속적으로 부가

* 순천대학교 멀티미디어공학과(elsv1114@gmail.com) ** 전남대학교 문화콘텐츠학부(kwpark@alex.chonnam.ac.kr)
*** 교신저자 : 순천대학교 멀티미디어공학과(sklee@sunchon.ac.kr)
접수일자 : 2011. 07. 16 심사(수정)일자 : 2011. 07. 18 게재확정일자 : 2011. 08. 12

가치를 창출할 수 있는 기술이다[3][4]. U-홈 기술은 정보화가 생활 속에 자리 잡으면서, 단순히 가정 내의 네트워크 연결이 아닌 주택 또는 건물 내의 정보 기술 요소를 구현하고, 주택 내 공간과 기기의 제약 없이 보다 폭넓고 다양한 정보와 서비스를 제공함으로써 삶의 질을 한층 더 높게 만들어 준다[5][6][7].

본 논문에서는 스마트 폰을 통해 스마트 홈을 제어하는 시스템을 설계 및 구현하였다. 구현된 스마트 홈 시스템은 홈 노드 구조물, 원격 스마트 응용 시스템, 홈 서버 제어 시스템으로 구성된다. 홈 노드 구조물은 침입 감지, 가스 검출 및 밸브 제어, 도어 락, 자동커튼, 환풍기 제어 및 On/Off 제어 모듈로 구성되어 있으며 모듈들은 홈 서버에 의해서 제어 된다. 홈 서버는 사용자가 직접 제어할 수 있는 사용자 인터페이스와 스마트 폰을 이용하여 원격 제어할 수 있는 원격 인터페이스를 제공함으로써 언제 어디서나 편리하게 홈 자동제어시스템을 제어할 수 있다.

논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 유비쿼터스 홈 네트워크의 관련 연구에 대해 언급하고, 3장에서는 본 논문에서 설계한 유비쿼터스 홈 네트워크의 구조와 구성요소에 대해 설명한다. 4장에서는 시스템 구현에 대해 서술하며, 5장에서는 결론과 향후 연구 내용에 대해 언급한다.

II. 관련연구

스마트 홈 서비스는 크게 일반적으로 홈 네트워크의 서비스는 제어를 위주로 하는 제어 서비스, 멀티미디어 정보의 공유 및 전송을 위한 AV 서비스와 음성 및 데이터를 위한 정보 서비스, 그리고 홈 오토메이션에 기반한 방범/방재 기능을 제공하는 보안 서비스로 나뉜다. 스마트 홈 관련 기술들은 다음과 같다. WSAN(Wireless Sensor and Actor Networks)는 무선 센서 네트워크에 감지된 정보를 기반으로 작동장치(Actuator)에게 특정 행위를 지시하는 무선 센서/장치 네트워크이다[8]. 현재 우리나라는 스마트 빌딩에 적용하여 첨단 IT시스템을 이용한 냉・난방, 조명, 공조・환기, 방재・보안 등의 정보를 감지하고 있다. 이러한 실시간으로 전달, 판단, 처리 및 제어할 수 있는 지능형 센서노드 플랫폼 및 최적화된 에너지 관리로 쾌적하고 편리한 실내 환경을 높은 에너지, 적은 인력으로 관리할 수 있다[9].

조지아 텍에서 구현하고 있는 'AwareHome'이란, 집과 집 주면의 정보, 그리고 거주자의 행동에 대한 정보를 인식하는 능력을 가진 거주 환경을 의미한다. 특히 AwareHome은 사람의 인지 능력(Human-Like perception) 이라는 개념을 이용하여 고령자를 위한 다양한 서비스를 개발하고 있다. 거주 환경에서 인식해야 할 정보의 범위를 구체화함으로써 실제 적용 가능한 스마트 홈의 모델을 제시하였다[10].

MIT MediaLab 내의 주요 연구단체 중에 하나인 Changing Place가 추진 중인 House_n 프로젝트는 실 거주자를 상대로 다양한 연구를 수행하기 위해 PlaceLab 이라는 테스트베드를 구축하였다. 연구자들은 하루 24시간 본 랩에 거주하는 거주자의 정보를 모니터링 하고 선택된 거주자는 짧게는 몇 시간에서 길게는 몇 개월까지 연구랩에 거주할 수 있다. 연구에 필요한 추가장비는 필요에 따라 설치될 수 있으며 모니터링과 이러한 장비의 관제는 현장 밖에서 원격으로 이루어질 수 있다.

현재 의료서비스는 병원에서 가정으로, 치료에서 예방으로 그 무게중심이 이동하고 있다. 이러한 트렌드는 의료 서비스를 필요로 하는 노령인구의 급증과 연관되어 있어 새로운 도전과 기회를 제공하고 있으며, House_n 역시 이러한 예방의학을 1차 연구 안건으로 삼고 있다[11].

필립스 리서치는 새로운 미래형 라이프 스타일을 선도할 가전을 개발하는 Homelab이라는 연구시설을 갖추고 'Connected Home' 이라는 개념이 어떻게 구현 될 수 있는지 가정의 미래를 제시하였다. 거실의 커다란 디스플레이와 리모컨 겸용 디스플레이, 거울형 미러 디스플레이를 통하여 서로 다른 공간에 있는 친구와 영화나 디지털 사진 등을 함께 감상할 수 있고 욕실 거울 통해 뉴스나 기타 정보를 검색해 볼 수 있다. 집안 어디에서나 원하는 장소에 비디오 컨텐츠를 전송해 줄 수 있으며 음성 명령으로 좋아하는 노래나 앨범을 검색하거나 재생할 수 있다[12].

본 논문에서 개발한 시스템은 Zigbee[13]를 기반으로 한 시스템이다. Zigbee는 저전력, 저가격, 사용의 용이성을 갖는 근거리 무선 센서네트워크의 대표적 기술로서, IEEE 802.15.4 표준의 PHY층과 MAC층을

기반으로 상위 프로토콜과 응용을 규격화한 기술이다. 근거리에서 속도가 크게 빠르지 않고, 네트워크 사용 빈도가 드문 시스템 구축에 가장 적합한 시스템으로 Zigbee 센서를 이용한 네트워크 구성에 적합하다.

III. 스마트 홈 자동 제어 시스템

본 논문에서 제시하는 구현된 스마트 홈 시스템은 홈 노드 구조물, 원격 스마트 응용 시스템, 홈 서버 제어 시스템으로 구성된다. 전체 시스템의 구조도는 그림 1과 같다.

그림 1. 스마트 홈 자동 제어 시스템 개념도
Fig. 1 Conceptual diagram of smart home system

홈 서버는 스마트 홈을 제어하는 시스템으로 서버 구조도는 그림 2와 같다.

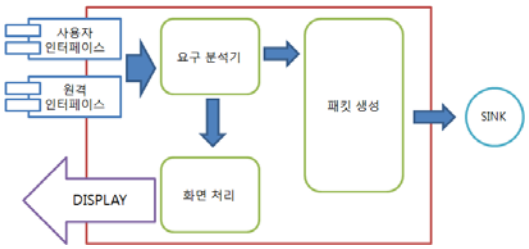

그림 2. 홈 서버 구조도
Fig. 2 Diagram of home server

사용자 및 원격 장치에서 입력된 요청메시지는 요구분석기를 통해 명령을 해석하고 결과를 사용자에게 되돌려주거나 센서 제어를 위한 패킷을 생성하여 sink 노드에 전달하는 역할을 수행한다. 그리하여 Zigbee 통신으로 침입 감지, 가스 검출, 가스 밸브, TV, 전등, 에어컨, 조명, 자동커튼, 도어 락, 환풍기의 제어 모듈들에 제어 신호를 보내어 각 장치들을 제어하게 된다. 모듈들의 명세 및 기능은 표 1과 같다.

표 1. 제어 모듈 설명
Table 1. Description of control module

모 듈	기 능
침입 감지	인체감지 센서와 자계스위치 소자를 탑재하여 인체 및 문 열림이 감지 될 때 홈 서버에 전송
가스 제어부	가스검출과 가스차단기로 가스가 검출되었을 때 홈 서버에 이를 알리고 홈 서버에 의해서 가스차단기가 자동으로 개폐
Door Lock	홈 서버를 통해서 현관문을 여닫음
전동 커튼	홈 서버를 통해서 커튼을 자동으로 여닫음
On/Off제어부	TV, 전등, 냉장고 등을 릴레이를 이용 전원을 On/Off함으로서 제어
홈 서버	각 센서 노드들의 센서 정보를 모니터링하고 각 가전을 제어할 수 있는 유저 인터페이스를 제공

사용자 인터페이스를 통한 사용자 명령은 홈 서버의 요구 분석기로 전달된다. 원격 인터페이스는 인터넷을 통하여 스마트 폰 응용프로그램과 연결 된다. 따라서 인터넷 연결하기 위해 소켓을 이용한다. 스마트 폰 응용프로그램은 사용자 입력을 모듈별로 구분하여 명령 패킷을 생성한다. 생성된 명령 패킷은 인터넷과 연결된 원격 인터페이스를 통하여 홈 서버의 요구 분석기에 전송된다.

요구 분석기는 사용자의 명령이 어떤 작동장치(Actuator)의 어떤 동작인지 판단한다. 요구 분석기에서 생성되는 파라미터는 스마트 홈의 노드 ID와 명령어 코드이다. 사용자 요구 사항이 요구 분석기의 처리 후 해당 메시지는 화면 처리기와 패킷 생성기로 전달된다. 화면 처리기는 사용자의 명령과 스마트 홈의 상태를 시각화 한다.

스마트 홈의 각 모듈은 nesC로 구성된다. 홈 서버와 스마트 홈 모듈은 서로 다른 형태의 패킷 구조를 갖는다. 홈 서버의 패킷 생성기는 요구 분석기의 처리를 거친 사용자 명령을 스마트 홈의 각 모듈이 사용하는 패킷의 형태로 바꿔주는 기능을 한다. 형태가 바뀐 패킷은 sink를 통하여 패킷의 ID에 해당하는 작동 장치로 명령어를 전달한다.

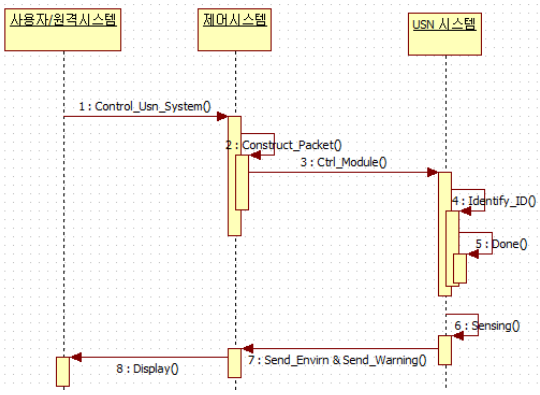

그림 3. 사용자 요구 처리 과정
Fig. 3 Process of user request

그림 3에서 '사용자/원격 시스템'은 홈 서버 또는 스마트 폰 응용프로그램을 의미하고, '제어 시스템'은 홈 서버의 요구 처리기를 의미하며, 'USN시스템'은 스마트 홈을 의미한다. 사용자의 명령을 홈 서버에 전달(Control_Usn_System)하면, 홈 서버는 명령을 스마트 홈 시스템에 적절한 명령으로 재구성(Construct_Packet)한다. 재구성된 패킷은 스마트 홈의 각 모듈에 전송(Ctrl_Module) 되며, 스마트 홈의 각 모듈은 패킷의 ID를 확인(Identify_ID)한 후, 명령어를 실행(Done)한다.

Ⅳ. 시스템 구현

본 논문에서 제안한 스마트 홈 자동제어 시스템의 개발환경은 표 2와 같다. 홈 자동제어 시스템은 스마트 홈 노드 프로그램, 스마트 응용프로그램, 홈 서버 프로그램으로 구성된다. 스마트 홈 노드 프로그램은 작동 구조물 내에서 센서 및 제어기 제어를 위한 모트 내에서 운영될 프로그램으로서 TinyOS 상에서 동작할 NesC로 구현하고 구조물 내의 통신은 Zigbee 통신을 이용한다.

표 2. 개발 환경
Table 2. Development environment

구 분	항 목	내 용
스마트 홈 노드 프로그램	개발 환경	Cygwin(Linux emulator)on Window
	개발 언어	NesC, TinyOS
	개발 Tool	eclipse
스마트 폰 응용프로그램	개발 환경	Android 2.2
	사용 언어	Java
	개발 Tool	eclipse
홈 서버 프로그램	개발 환경	Windows 7
	개발 언어	MFC
	개발 환경	Visual Studio 2010

그림 4. 홈 서버 화면
Fig. 4 Screenshot of the home server

표 3. 모듈 상태 표시
Table 3. Module Status

종류	ON	OFF
TV		
전동 커튼		
환풍기		

스마트 폰 응용 프로그램은 안드로이드 스마트폰에서 수행되며 홈 서버와 소켓을 통하여 연결되며 스마트 홈 구조물들을 원격으로 제어하는 인터페이스를 갖는다. 홈 서버 프로그램은 스마트 홈 구조물의 싱크 노드와 직렬 통신으로 연결 되어 스마트 홈 구조물을 직접 구동시키는 역할을 수행한다. 스마트 폰 응용프로그램과 소켓 통신을 할 수 있도록 하는 서버의 기능을 담당하고, 직접 구조물을 동작시키는 제어의 기능도 담당한다.

사용자를 위한 GUI와 구조물을 확인하여 본 시스템의 수행결과를 검증하고 확인한다. 그림 4는 스마트 홈의 각 모듈을 제어 할 수 있는 홈 서버의 화면을 나타낸다. 사용자는 홈 서버의 사용자 인터페이스를 통하여 스마트 홈의 각 모듈의 상황을 알 수 있으며, 각 모듈을 제어 할 수 있다. 표 3은 구현된 홈 서버의 주요 모듈 상태와 구조물 상태를 나타낸다.

그림 5(a)는 스마트 폰을 이용하여 홈 서버에 접속하는 화면이다. 사용자는 ID와 PASSWORD를 입력 후 인터넷을 통해 스마트 폰 응용프로그램과 홈 서버 간의 통신을 연결 할 수 있다. 그림 5(b)는 응용프로그램의 방 탭을 나타낸 것으로 방안의 등과 TV의 전원을 제어할 수 있다. 그림 5(c)는 거실 탭이며, 전동 커튼 과 에어컨 현관문을 제어할 수 있다. 그림 5(d)는 부엌 탭이며 환풍기 및 가스밸브를 제어 할 수 있다.

(a) 로그인
(a) Login

(b) 방
(b) Room

(c) 거실
(c) Living room

(d) 부엌
(d) Kitchen

그림 5. 스마트폰 어플리케이션 화면
Fig. 5 Screenshots of smart phone application

V. 결 론

본 논문에서는 스마트 폰을 이용한 스마트 홈 제어 시스템을 설계하고 구현하였다. 홈 서버는 사용자 인터페이스를 통하여 스마트 홈의 각 모듈을 제어 할 수 있으며, 스마트 폰 응용프로그램을 통하여 원격으

로도 스마트 홈을 제어 할 수 있도록 했다. 하지만 시스템에 원격으로 접근 하여 서비스를 제공 받을 수 있으므로 접근 권한과 관련된 보안에 대하여 미흡하기 때문에 관련 연구를 진행 할 계획이며, 사용자의 행동을 감지할 수 있는 센서와 작동장치의 동작을 수집하여, 특정 패턴을 추출하여 사용자에게 좀 더 효율적으로 동작할 수 있는 시스템 연구가 필요하다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음 (NIPA-2011-(C1090-1121-0009))

참고 문헌

[1] 강병준, "홈 네트워크 산업의 최신 흐름", 한국홈네트워크산업협회, Vol. 10, pp. 4~5, 2009.
[2] M. Varchola, M. Drutarovský, "Zigbee Based Home Automation Wireless Sensor Network", Acta Electrotechnica et Informatica, Vol. 7, No. 4, pp. 1~8, 2007.
[3] 조충홍, "스마트 홈의 미래", 한국스마트홈산업협회, pp. 4~7, 2011.
[4] Gu, T., Pung, H. K., & Zhang, D. Q. "A service-oriented middleware for building context-aware services. Journal of Network and Computer Application 28, pp. 1~18, 2005.
[5] 한국 스마트홈산업협회 : http://hna.or.kr/index.asp
[6] V. Ricquebourg, D. Menga, D. Durand, B. Marhic, L. Delahoche, and C. Loge, "The smart home concept: Our immediate future" in Proc, 1st IEEE Int. Conf. on E-Learn. Ind. Electron. pp. 23~28, Dec., 2006.
[7] I. F. Akyildiz and I. H. Kasimoglu, 'Wireless Sensorand Actor Networks: Research Challenges,'' Elservier Ad Hoc Networks, Vol. 2, No. 4, pp. 351~367, Oct., 2004.
[8] 박강호, 최낙진, 양우석, 이홍열, 이상균, 최창억, 김종대, "스마트 빌딩용 센서 기술 현황 및 전망", 전자통신동향분석, 제24권, 제6호, pp. 1~10, 2009.
[9] 김경옥, 박경욱, 김종찬, 장문석, 김응곤, "웹기반의 온실환경 원격 모니터링 시스템 구축", 한국 전자통신학회 논문지, Vol. 6, No. 1, pp. 77~83, Feb., 2011.
[10] AwareHome : http://www.cc.gatech.edu/fce/ahri/
[11] House_n : http://architecture.mit.edu/house_n/
[12] Connected Home : http://www.research.philips.com/
[13] P. Kinney, Zigbee Technology : Wireless Control that Simply Works: Zigbee Alliance, pp. 1~20, Oct., 2003 : http://www.zigbee.org/en/resource

저자 소개

장용재(Yong-Jae Jang)

2010년 순천대학교 멀티미디어 공학과 졸업(공학사)
2011년 순천대학교 멀티미디어 공학과 석사과정 재학중
※ 관심분야 : WSN, 인터넷 QoS

박경욱(Kyoung-Wook Park)

1996년 8월 : 순천대학교 전자계산학과 졸업(이학사)
1999년 8월 : 전남대학교 전산통계학과 졸업(이학석사)
2004년 8월 : 전남대학교 전산학과 졸업(이학박사)
※ 관심분야 : 병렬 및 분산처리, 그래프 이론, 알고리즘

이성근(Sung-Keun Lee)

(교신저자)
1985년 고려대학교 전자공학과 졸업(공학사)
1987년 고려대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)
1995년 고려대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학박사)
2004년 ~ 2005년 : UC Davis 컴퓨터과학과 방문교수
1997년 ~ 현재 순천대학교 멀티미디어공학과 교수
※ 관심분야 : WSN, 멀티미디어 통신, 인터넷 QoS