

리눅스를 기반으로 한 홈오토메이션 서버의 구현

An Implementation of a Home Automation Server Based on Linux

성 한 용* 김 규 칠** 방 철 원** 김 용 석***
Sung, Han-Yong Kim, Kyu-Chil Bang, Chul-Won Kim, Yong-Seok

Abstract

It becomes common to use computers to control electronic devices and security facilities in newly constructed buildings and houses. There are many home application devices in the market which can be controlled by computers. But they are expensive and managed by specialized companies. This paper is focused on personal computers which are available in most homes and can be used to control home electronic appliances and home security facilities. We implemented a home automation server based on Linux. The standard parallel port of personal computer is used to connect sensors and actuators. Therefore, the cost of the server is very low. Moreover, the server is connected to Internet and anywhere we can control and monitor the home security facilities and home automation systems.

키워드 : 홈오토메이션, 원격 모니터링, 리눅스, 보안장치
Key words : Home Automation, Remote Monitoring, Linux, Security Device

1. 서론

가사, 작업, 휴식 및 오락 등 가정의 기능과 필요한 활동은 매우 다양하고 복합적이다. 이러한 가정에서 수행되는 여러 작업들을 보다 편리하고 효과적이며, 안전하게 처리하기 위하여 제안된 시스템이 홈오토메이션(Home Automation) 시스템이다[3]. 즉 사용자는 홈오토메이션 시스템을 사용하여 가정 내의 각종 전자제품의 실행 및 온도와 조명등의 실내 환경의 조절 그리고 쓰레기 자동수거와 요리지원 등과 같은 가사생활 지원과 침입자 탐지 및 통신기능 등을 간편한 사용자 인터페이스를 통하여 처리할 수 있다.

이러한 여러 기능을 수행하기 위해서 홈오토메이션은 크게 4가지 구성요소가 필요하다. 먼저 현재 실내온도와 각종 가전제품의 진원상태, 출입문의 개폐여부나 전력 및 수도 등 외부 자원의 적절한 공급여부와 같은 가정에서 발생하는 여러 환경상태를 센서(sensor)를 통하여 측정 및 감지하는 부분이 필요하다.

다음으로 감지된 여러 정보는 데이터베이스에 저장하고 분석하여 현재 상태에 대한 정보와 필요한 기능에 대하여 사용자에게 제공하기 위한 모니터링 부분이 필요하다.

세 번째로 이벤트 혹은 예약된 기능이나 사용자가 직접 입력한 명령에 따라 실제 장비를 제어 및 동작시키기 위하여 액츄에이터(actuator)를 사용한 작업처리 부분이 필요하고, 네 번째로 이러한 여러 구성요소들 간의 효율적인 정보전달을 위한 네트워크 부분과, 직접 혹은 원격으로 제어기능을 수행

* 강원대학교 전기전자정보통신공학부 학사과정
** 강원대학교 전기전자정보통신공학부 석사과정
*** 강원대학교 전기전자정보통신공학부 부교수, 공학박사

하기 위한 사용자 인터페이스 기능이 필요하다. 그림 1은 홈오토메이션 시스템의 구성을 보여준다.

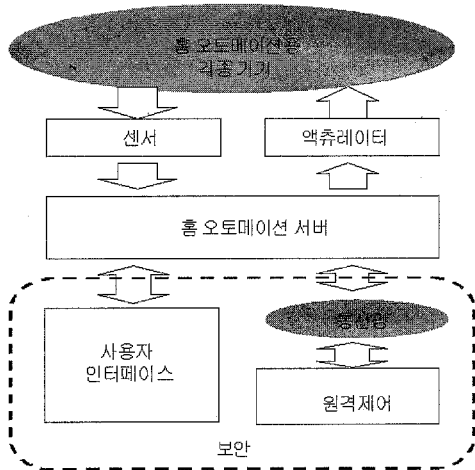


그림 1. 홈오토메이션 시스템 구성

이러한 여러 구성요소들은 운영체제를 통하여 수행 및 제어하게 되는데, 특히 홈오토메이션 시스템에서의 각 작업들은 일정한 시점 혹은 돌발적으로 여러 형태의 이벤트를 발생하게 되며 이렇게 발생된 이벤트들은 일정한 시간 내에 상황에 맞는 처리작업을 필요로 하게 된다. 따라서 여러 요구들에 대하여 일정한 시간 내에 응답을 보장해주는 실시간 운영체제를 많이 사용한다.

최근 들어 인터넷과 같은 고속 네트워크 망의 발달과 여러 가지 가사생활을 지원해주는 정보관련 제품이 많이 개발되어 홈오토메이션 서비스의 지원분야가 다양해지면서 홈오토메이션 시스템의 구조와 지원되는 기능도 복잡해지고, 사용자의 요구사항도 증가하였다. 하지만 기존의 홈오토메이션 시스템은 하드웨어 중심적이며, 사용되는 운영체제도 해당 장비에 종속적으로 개발된 특수한 형태이고 이러한 장비 또한 전문 업체에서 제공하는 인터페이스를 통하여 제어 및 관리할 수 있었다.

본 논문에서는 홈오토메이션 시스템을 제어하기 위한 서버 시스템을 PC호환 규격의 내장형 보드에 리눅스 운영체제를 기반으로 구현하고, 구현된 시스템의 작동상태를 알아보기 위하여 간단한 센서와 액추에이터를 이용하여 홈오토메이션 시스템을 구현해 보았다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 최근의 홈오토메이션의 동향을 설명하며, 3장에서는 리눅스를 이용한 홈오토메이션 서버 시스템의 구성에 대하여 논하고, 4장에서는 간단한 센서와 액추

에이터를 사용하여 홈오토메이션의 하드웨어적인 장치를 설계 및 구현하며 5장에서는 사용자 인터페이스와 서비스 구성에 관하여 설명하고 6장에서 결론을 맺는다.

2. 홈오토메이션의 동향

최근 홈오토메이션 기술은 크게 다음과 같은 세 가지 흐름으로 발전하고 있다.[1]

소프트웨어에 기초한 가정 자동화의 지향 : 과거의 홈오토메이션은 화재/가스/방범 신호를 모니터링 하다가 이상이 발생하면 경비실이나 경비용역회사에 경보를 전송하는 수준의 보안 (Security) 제어를 위주로 하였고, 그 장치도 하드웨어에 기반을 두고 있었기 때문에 그 이상의 기능 추가 시 높은 비용과 많은 노동력을 수반하는 어려움이 있었다. 그러나 최근 컴퓨터 및 정보통신 기술의 발달로 확장성이 좋은 소프트웨어와 데이터 기반의 제어 장치가 출현하면서 보안 제어는 물론 조명, 냉난방, 에너지 관리 장치, 백색 가전기기, 오디오/비디오 장치를 총 망라하는 전체 가정 자동화의 방향으로 기술이 발전하고 있다.

홈오토메이션 장치의 지능화 : 하드웨어 기반의 단순 보안 패널에서 시작된 홈오토메이션 장치는 부분적인 자동화를 위한 퍼스널 컴퓨터나 전용 제어기의 형태를 갖다가 인터넷의 보급 발전과 더불어 소위 레지덴셜 게이트웨이(RG: Residential Gateway)의 개념으로 발전해 왔다. RG란 "외부의 네트워크와 연결되어 내부의 홈 네트워크를 통한 개 이상의 장치에 서비스를 제공해 주는 장치"이다. RG는 네트워크 연결 장치로서 자동화의 주체는 인터넷을 통한 원격 조작자가 되므로 통신이나 전원 장애 시 이 장치만으로 가정 자동화를 고려하기 어려운 면이 있다. 따라서 기존 홈 게이트웨이의 바탕 위에 외부 통신 장애 등의 환경 변화에 대응할 수 있도록 홈 인텔리전스 기능을 결합한 장치로 발전해 가고 있다.

무선 홈 네트워크의 활용 : 기존 가정 자동화를 위한 장치의 연결은 유선의 전용선 방식을 위주로 하고 있었으나 최근 홈 네트워크 기술의 급격한 발달로 무선 또는 기존의 전력선이나 전화선을 이용한 통신 장치들을 저렴한 가격으로 손쉽게 사용 가능해졌다. 별도의 배선을 필요로 하지 않는 이 통신 장치들을 홈오토메이션에 사용할 때 가장 장애가 된 부분인 노드 가격 문제를 해결해 무선의 활용이 보편화될 전망이다.

본 논문에서는 병렬 포트 제어시스템을 통해 컴퓨터와의 인터페이스를 위한 별도의 하드웨어의 개발 없이 제어 프로그램을 통해 입력을 외부의 스위치나 센스로부터 얻을 수 있는 장점을 가진

홈오토메이션 구현에 있다.

3. 시스템 구성

홈오토메이션 구현을 위한 전체 시스템 구성을 나타내는 그림 2는 센서의 입력에 따른 신호 감지와 작업 처리에 따른 액추에이터의 출력을 보여 주고 사용자의 조작에 따라 장치의 상태와 예약 상황, 그리고 변경에 따른 로그파일의 조작에 대한 관계와 동작에 대한 구성을 나타내고 있다.

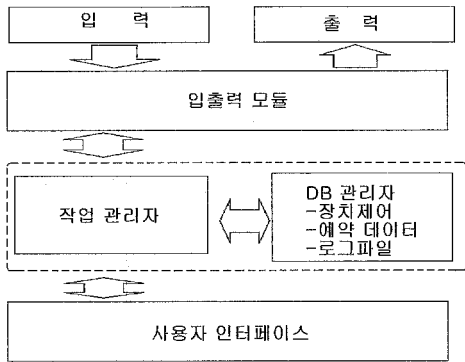


그림 2. 하드웨어와 리눅스 서버 구성도

먼저 입력은 센서에 의한 입력과 보안에 관련된 키패드를 통한 패스워드 입력 그리고 관리자의 제어 신호들이 있다. 센서와 패스워드의 입력은 표준 병렬 포트의 입력단을 이용한다.

출력은 작업 관리자에 의한 처리 신호를 병렬 포트의 출력단을 이용해 출력한다. 즉, 사용자의 직접적인 장치 조작과 예약 상황에 따른 동작, 그리고 센서의 입력에 따른 지능적인 동작이 포함된다.

작업 관리자는 입력 신호에 따른 적절한 상황처리와 사용자의 인터페이스의 관리, 변경된 장치의 상태와, 예약에 관련된 처리, 로그파일 등 핵심적인 일을 다룬다.

DB 관리자는 주변 장치들의 정보를 저장하고 유지하는 곳이다. 작업관리자는 이 정보를 이용해 장치의 제어를 통제하고 모니터링에 필요한 정보를 표시하여준다.

사용자 인터페이스는 사용자가 시스템을 관리하기 위한 방법을 제시하며 주로 장치의 직접적인 제어와 예약시간 설정, 패스워드변경, 모드의 변경 등에 관련된 처리를 손쉽게 할 수 있는 기능을 제공한다.

4. 하드웨어 구현과 주요 기능

시스템의 구현 및 테스트를 위해 그림 3과 같은 테스트용 장치를 구성하여 실험하였다.

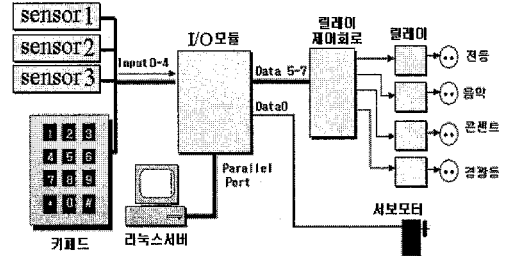


그림 3. 하드웨어 구성도

각 장비의 통신구성으로는 키패드 및 센서와 모듈간의 연결은 5bit 입력 라인을 쓰고, 모듈과 TR 제어 회로 및 서보모터는 병렬포트의 하위 4bit 출력신호를 이용한다. IO모듈과 리눅스 서버와는 표준 병렬 포트를 이용하였고, 원격 접속을 통한 관리 및 제어는 이더넷을 활용 하였다.

4.1 센서를 이용한 측정과 감지

센서를 이용한 감지는 센서들이 지니는 특징에 따라 다르다. 홈오토메이션에서 주로 사용하는 장치로는 출입문과 가스에 대한 감지, 그리고 화재에 대한 감지 등이다. 주로 개인 생활의 보안과 위험 요소를 센서를 이용해 감지해야 하고 상황에 맞는 적절한 서비스가 있어야 한다.

온도 감지와 같은 센서를 이용하는 것은 에너지의 절약과 효율적인 관리에 있어서도 큰 효과가 있음이 애월론 제품의 평가에서도 밝혀진바 있는데[2], 전력 사용의 상황이나 실내의 온도를 측정하여 자동으로 제어함으로써 불필요한 에너지 낭비를 막을 수 있다. 출입문에서 사용하는 센서로 리드 스위치나 근접 센서를 예를 들 수 있다. 동작에 따른 입력 값은 단순히 On/Off 신호를 읽어와 그 정보를 처리하게 된다.

병렬포트의 입력이 5bit이므로 디코더를 사용하여 필요한 수만큼의 다양한 센서를 사용할 수 있다. RF나 블루투스, 전력선 통신 같은 매체를 사용한다면 더욱 다양한 기능을 저렴한 비용으로 구현 할 수 있다.

본 논문에서는 리드스위치를 이용하여 출입문에 대한 보안기능을 구현하였다. 외부의 비 인가된 사용자는 문 앞에 있는 키패드를 이용해 인증 과정을 거치고 들어와야 하는데 인증이 안 된 상태에서 문을 열면 센서에 의해 침입자를 감지하고 시

스텝은 경광등과 경보음 그리고 터미널을 통해 사용자에게 알려주며 침입 상황을 로그 파일에 기록한다.

4.2 모니터링

모니터링은 가전제품이나 센서들의 상태를 사용자가 확인하기 위한 부분이다. 이 부분은 DB 관리자에 저장된 정보를 작업 관리자가 필요한 정보를 읽어 들여와 터미널 창 혹은 웹 페이지 같은 매체를 이용하여 현재 시스템의 상태를 표시하기 위한 기능이 필요하다. 표현해야 할 중요한 정보로는 현재 시간, 장치의 현재 상태, 센서의 동작유무, 각 장치의 예약 시간, 장치를 제어하기 위한 메뉴, 긴급 상황에 대한 알람 기능, 현재 보안모드 등이다.

변경된 장치의 사용이나 출입상황과 예약에 따른 사용 등 시스템의 모든 상황을 기록하는 로그 파일을 통해 사용자로 하여금 언제든지 기록을 확인 할 수 있도록 한다.

모니터링을 위한 장비로는 크게 3가지 형태를 들 수 있다. 우선 냉장고나 전자레인지 같은 가전제품을 이용해 인터넷에 접속하여 제어하는 방식과 개인 PC를 이용해 모니터링과 제어를 하는 방식, 그리고 휴대용 단말 장치를 이용해 홈 서버에 접속한 후 웹 페이지를 통해 제어하는 방식이다.

본 논문에서는 PC를 이용한 제어와 원격지에서 인터넷 접속을 통해 접속하고 사용자는 접속된 터미널을 통해 장치의 상태를 확인하고 메뉴에 있는 키를 통해 예약 설정과 장치의 제어 모드의 변경, 로그파일의 확인 등을 할 수 있도록 하였다.

4.3 액추에이터를 사용한 작업처리

각 장치를 위한 제어는 네트워크를 통하여 접속하는 방식으로 전화선, 동축케이블, UTP케이블, 무선채널, 전력선, RF 등이 있고 Network Interface 로는 HomePNA, IEEE 1394, Ethernet, HomeRF, Wireless LAN, Bluetooth 이 있다. 이것은 홈 네트워크를 이용한 방법이다.[3]

네트워크 접속기능을 가진 장치는 비교적 고가이므로 본 논문에서는 직접 병렬포트에서 나오는 제어신호를 이용하였다. 즉, 입력 장치와 센서 그리고 사용자의 제어신호는 작업 관리자를 통해 출력 신호를 만들어내는데, 이때 만들어진 병렬포트의 8bit 출력을 이용하여 장치들을 제어한다. 입력과 마찬가지로 디코더를 사용하면 많은 장치들을 제어 할 수 있다. 제어의 기본 원리는 다음과 같다.

병렬 포트에는 5V의 저전류의 출력 TTL 신호가 나온다. 이 신호를 이용해 220V의 고전압을 제

어하게 된다. 병렬 포트에서 나오는 저전류의 TTL 신호를 이용해 외부에서 공급되는 12V의 전압을 트랜지스터 제어회로를 통해 On/Off 시킨다. 이 12V의 전류는 릴레이의 접점을 On/Off 하여 220V의 고전압을 제어하게 된다. 이를 통해 가정 내의 가전기기를 제어할 수 있다.[4]

그림 4는 릴레이 제어 회로를 보여준다.

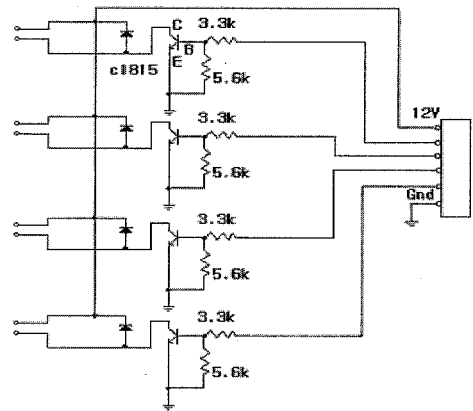


그림 4. 릴레이 제어회로

서보모터의 동작은 제어신호(PWM)를 보내면 모터의 축은 일정 각도를 유지하게 되는데 신호를 보내는 시간동안만 그 각도를 유지하여 원하는 각도와 회전수 속도들을 조절 할 수 있다. 여기서 사용한 서보모터는 HES-288로서 주로 RC 조종 비행기나 자동차 및 장난감 로봇에 사용하는 것을 이용하였다. 모터의 회전을 오른쪽 방향으로 회전하기 위해서는 0.7ms의 PWM을, 왼쪽 방향으로 회전하려면 2.3ms의 PWM 신호를 주면된다.[5] 이 방법을 통해 커튼이나 창문 등을 제어하게 된다.

4.4 사용자 인터페이스

우선 사용자가 이용하는 모니터링의 방법에 따라 어떤 서비스를 주어질 것인가 하는 것이 문제이다. 가정주부가 이 시스템을 이용한다면 일하는 환경과 가장 적합한 주방이나 거실과 같은 가전제품들이 될 것이다. 즉, 냉장고와 같이 24시간 전원이 들어오는 내장 시스템을 통해 웹 브라우저를 통한 시스템 제어를 예로 들 수 있다.

다음으로 직장에서 시스템을 모니터링 할 경우 사용자는 PC를 통한 모니터링을 할 것이다. 만일 사용자가 장소를 많이 옮기거나 차에서 생활을 하는 사람이라면 이동 단말기나 PDA, 핸드폰과 같은 기기를 이용한 접속도 고려해야 한다.

이러한 모든 환경은 웹 페이지를 통한 제어로서

구현이 가능해진다. 우리주변에 인터넷이 보급 된지는 불과 10여년도 안되었지만 웹 페이지를 통한 인프라는 엄청난 속도로 발전하여 인터넷을 통해 못할 일이 없어질 정도로 많은 서비스가 제공된다. 또한 개인의 인증을 통한 금융 서비스문제와 보안 문제를 많이 다루어지고 있어 원격지에서 시스템을 제어하고 관리하는데 손색이 없다.

본 논문에서는 우선 터미널 창을 이용해 기능을 PC상에서 제어하도록 하였다. 프로그램을 실행하였을 때의 출력되는 화면은 그림5와 같다.

M.E.N.U				
NAME	STATUS	SetupKey	Wake_up	Sleep_in
Light	Off	1	8:20:0	9:30:0
Music	Off	2	6:30:0	7:0:0
Outlet	Off	3	9:0:0	18:0:0
Curtain	Closed	4	7:0:0	18:30:0
Alarm	Off	5	0:0:0	0:0:0
Administrator [a]	Mode Change [m]			
Reservation [r]	Exit		[x]	

Current Time is Tue Dec 24 11:38:14 2002

Input Service>>

그림 5. 시스템 상태 표시

사용자는 터미널에 출력된 화면을 통해 상태를 확인하고 키보드의 단축키를 통해 장치를 제어하게 된다. 화면을 보고 손은 키보드의 단축키를 사용한다는 것이 다소 불편하다. 따라서 사용자의 환경에 따라 웹 페이지와 터치스크린 등의 인터페이스를 사용한다면 훨씬 좋은 인터페이스가 제공될 수 있다. 본 논문의 후속 과제로서 사용 중인 리눅스 상에 설치된 웹 서버를 활용하여 인터넷이 접속되는 어디서나 웹 브라우저를 통해 접속할 수 있는 사용자 인터페이스를 개발할 예정이다.

5.서비스 시나리오

5.1 서비스 구성

제공되는 사용자 인터페이스 기능으로는 출입문 패스워드 변경, 보안모드의 변경, 예약 기능의 설정, 가전제품 제어 등으로 구분된다.

키패드를 이용한 패스워드의 입력은 카드나 지문인식, 음성인식 등 다양한 방법을 복합적으로 이용하여 보안의 정도를 강화할 수 있다[7]. 본 논문에서는 단순히 미리 정의된 패스워드와 사용자가 입력한 값과 비교하여 보안 모드를 바꾸어 주는 동작을 하고 있다.

보안모드를 바꾸는 방법은 출입문에 있는 키패드를 이용해 패스워드를 입력하여 바꾸는 방법이 있고 사용자가 인터넷을 통하여 서버에 접속하여 키보드의 모드변경 버튼을 눌러 직접 변경할 수 있다.

예약기능의 설정은 기본적으로 값을 설정하여 두었고 사용자의 예약 버튼과 장치번호를 입력하고 작동 시간과 정지 시간을 지정함으로써 시스템은 현재의 시간과 비교하여 일치되는 가전제품을 제어하게 된다. 이러한 예약 기능은 다양하게 응용할 수 있다. 예를 들어 아침, 점심, 저녁 그리고 밤에 따라 조명과 음악, 그리고 채광을 통해 다양한 집안 분위기를 자동으로 바꿔줄 수 있다.

가전제품 제어는 각 가전제품에 고유번호를 주어 그 번호를 통해 상태를 반전 시켜주는 방법을 사용하였다. 홈오토메이션의 경우 객체의 아이콘을 클릭하거나 선택을 하면 동작을 하는 줌더 사용자에게 편리한 기능을 제공하여준다. 이러한 모든 기능을 인터넷에 접속하여 웹 브라우저를 통해 구현하면 다양한 인터페이스를 구현할 수 있고 줌더 보기 좋은 디자인으로 편리한 제어가 가능하다.

5.2 서비스 시나리오

사용자는 출입문에 있는 키패드를 통해 내부의 보안 모드를 확인 할 수 있다. 만일 보안 모드일 경우 사용자의 패스워드를 입력하여 모드를 일반 모드로 바꾼 후 집으로 들어간다. 출입구에 있는 센서는 사용자의 출입을 확인하고 10초간 현관의 전등을 켜준다. 사용자는 자신의 PC를 통해 집안의 이상 유무를 확인하고 필요에 따라 가전제품을 제어한다. 사용자가 실수로 잊을 수 있는 제어는 예약된 정보를 이용해 시스템이 자동으로 장치를 On/Off하여 불필요한 전력 소비를 막을 수 있다. 사용자가 집에 나갈 때 보안 모드로 전환하게 되고 이때 누군가 불법 침입 하면 경보기가 작동하게 된다. 즉, 예약기능과 보안기능이다.

만일 사용자가 멀리 여행을 하게 되거나 외출한 상태에서 집안의 가전기기를 제어할 일이 생기면 인터넷이 되는 컴퓨터에 들어가 자신의 집에 있는 컴퓨터에 접속하여 필요한 자전 제품의 제어를 하게 된다. 또한 자신이 자리를 비운 시간에 누군가 가전제품을 사용했는지 아니면 다른 기기의 제어가 제대로 동작 했는지의 확인은 로그 파일을 이용해 확인 할 수 있다.

5.3 소프트웨어 흐름도

그림 6은 위에서 설명한 방법을 통해 구현된 소프트웨어 흐름도를 나타낸다.

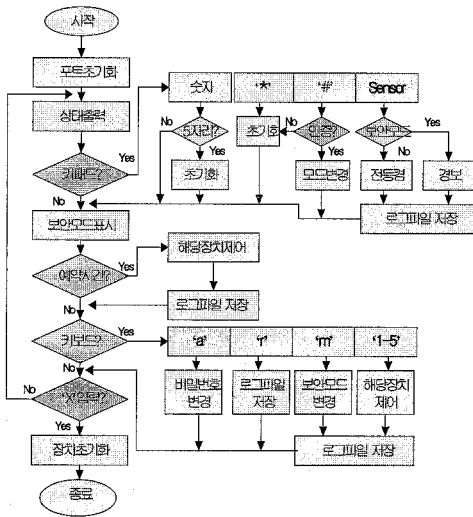


그림 6. 소프트웨어 흐름도

시스템 환경은 리눅스 레드햇 8.0으로 커널버전 2.4.18, gcc 버전 3.2를 이용하였다. 프로그램이 시작하면 병렬 포트를 초기화한다. 메뉴와 장치들의 상태, 예약 상황은 구조체에 정의되어 있는 값을 출력하고 그 정의에 맞게 제어 신호를 출력한다.

먼저 키페드의 입력이 있는지를 체크하고 입력이 있으면 코드 값과 비교하여 그 입력을 실행한다. 이때 비밀번호의 입력과 모드의 변경, 센서의 입력을 확인하게 된다. 패스워드가 확인되고 모드가 변경되면 전역변수로 잡혀있는 모드 값을 변경해준다.

다음은 모드 상태를 LED를 통해 출력 해주고 예약 상태를 체크하여 현재시간과 일치하는 장치를 On/Off 시켜준다.

키보드의 입력은 키 값을 저장하였다가 한 문자 단위로 switch 문을 이용하여 처리한다. 이 부분에서는 관리자 모드와 예약 시간 변경 모드 상태의 반전, 제어 번호에 해당하는 장치를 반전 시켜 주는 역할을 한다. 만일 'x' 가 입력되면 프로그램이 종료된다. 모든 장치를 끄고 모든 장치의 On/Off 상황은 log.dat 파일에 저장되며 센서의 감지상태 또한 저장된다.

5. 결론 및 향후 개선 방향

본 논문에서는 홈오토메이션을 제어하기 위한 서버 시스템을 표준 병렬포트를 이용해 리눅스 운영체제를 기반으로 구현하였다. 또한 간단한 센서와 액추에이터를 이용한 테스트용 시스템을 통해 구성하였고, 인터넷을 통하여 원격지 접속으로 할 수 있도록 하였다.

상용화된 홈오토메이션이 고가의 홈 네트워크 장비를 이용해 처리하는데 비해 이번에 구현한 시스템은 사용자의 제어 신호와 시스템과 연결된 센서의 신호를 병렬 포트를 사용하여 감지하고 출력 신호를 직접 제어함으로써 저렴한 비용으로 구현할 수 있다.

앞으로 개선하여야 할 기능으로는 보다 효율적이면서 안정적인 시스템 운영을 위하여 실시간 운영체제를 사용한 서버 시스템 개발이 필요하다. 또한, 새로운 다양한 센서들의 적용과 무선 네트워크 기법을 통한 제어기능이 필요하다. 사용자 인터페이스를 위해 웹 브라우저를 통해 각 장치의 상태를 확인하고 원격지 제어가 가능하도록 할 예정이다.

참고 문헌

- [1] Intelligent Building Society of Korea, 홈오토메이션 개발 동향, <http://www.ibskorea.org>.
- [2] 애슬론 대형 빌딩 적용 사례 및 에너지 절감 사례 발표, http://www.echelon.co.kr/content_06.html
- [3] 홈 네트워크에 관하여, <http://www.imokpo.co.kr/~bando/pc/homenw/>
- [4] 이제창, 만들어보자 로봇제어, p.323, 2001.
- [5] 서보모터 HES-288 사용자 설명서, <http://www.korearobot.net/>
- [6] Richard , Neil , Linux programming, 정보문화사, 2000.
- [7] 이만형, 배종일 외, 80C196KC를 이용한 마이크로프로세서, p.82~83, 2000.
- [8] 류기주 & 노명래, c 로 미는 pc 자동제어 응용 I, Ohm사, 1998.
- [9] 임미숙, 인텔리전트 주택의 개발 동향 및 발전 방안, 66호, 2000.
- [10] 빌딩문화, 인터넷 아파트를 전망한다., 빌딩문화, pp.40-59, 2002.