

SA-1110 프로세서 기반의 임베디드 리눅스를 이용한 홈 컨트롤 시스템의 구현

김충헌^o 이강, 이종원
한동대학교 전산전자공학부
honeyme^o@seed.handong.edu,{yk , lij}@handong.edu

An Implementation of Home Control System using Embedded Linux based on SA-1110 processor

Chung Heon Kim^o Kang Yi, Jong-Won Lee
Computer Science & Electronic Engineering, Handong Global University

요 약

홈 네트워킹 분야에 대한 관심이 고조되는 가운데 최근 가전 제품과 인터넷을 통합한 시스템이 개발되어 상용화 되고 있는 것이 요즘의 추세이다. 본 논문에서는 홈 네트워크 환경이 구축되어 있다는 가정 하에 SA-1110 마이크로 프로세서 기반의 하드웨어 시스템에 임베디드 리눅스 운영체제를 이용하여 홈 컨트롤 시스템을 구현하였다. 본 논문에서 구현된 시스템은 인터넷을 통한 원격 제어와 직접적인 제어가 모두 가능하고 공개 운영체제를 사용하였기에 경제성과 융통성 면에서 우수하다.

1. 서 론

인터넷이 생활의 일부가 되어 가고 전자기기들은 소형화, 지능화되어 가고 있다. 가전기기들을 홈 네트워크에 의해서 하나의 통신망으로 연결하고 이들을 자동 관리하는 시스템에 인터넷을 연동하여 웹 서비스 기능으로 원격 지에서도 제어할 수 있도록 하려는 연구도 최근에 활발하다[1,2]. 이러한 홈 컨트롤을 위한 셋톱 박스는 TV나 냉장고와 같은 가전 제품에 내장 되어 멀티미디어 시스템이나 조명 시스템, 보일러 등과 같은 집안의 여러 시스템을 제어할 수 있을 것이다[1].

본 논문에서는 홈 네트워킹 기술에 의해 가전기기들이 서로 연동되어 있다는 전제 하에 홈 네트워크를 통해서 이들을 제어하는 셋톱 박스를 위한 내장형 시스템을 구현하며 외부에서는 HTTP 프로토콜을 통하여 셋톱 박스에 접속하여 가전기기들을 제어하도록 하였다.

본 논문에서 구현한 셋톱 박스는 인텔사의 StrongARM 프로세서의 하나인 SA-1110 칩이 내장된 Hyper 104 보드를 사용하였고, 이 보드에 내장형 리눅스 운영체제를 탑재한 후에 내장형 웹서버로 Boa 를 설치하였다. 제어하는 대상은 데스크탑 컴퓨터를 이용하여 가정 내의 멀티미디어 시스템을 가상으로 구현하였다. 이 가상의 제어 대상을 위한 데스크탑 컴퓨터의 운영 체제로는 Redhat Linux 9.0 버전의 리눅스 운영체제를 이용하였다. 리눅스 상에서 구현되는 오디오 플레이어인 XMMS와 동영상 플레이어인 Mplayer를 데스크탑 컴퓨터에 설치하고 이를 가상의 멀티미디어 시스템으로 사용하였다.

기존의 연구 결과 중 [3]에서는 상용 OS인 VxWorks를 이용하여 홈 네트워크 관리 시스템을 구현 하였으나 본 논문에서는 공개 소스 리눅스를 사용함으로써 제품으로 개발할 경우 저가의 개발비가 소요되는 장점이 있다. 본

논문에서 구현한 기술은 HTTP를 이용한 제어 뿐만 아니라 하드웨어를 통한 직접 제어도 가능하게 하였으므로 추후에 리모콘과 같은 제어 모듈로 업그레이드 할 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 Home Control System의 하드웨어 구성에 대해 살펴 보고, 3장에서는 전체 시스템 설계 사양에 대하여 살펴보고, 4장에서는 시스템 구현 방식에 대해 설명하고, 5절에서는 결론 및 향후과제를 제시한다.

2. Home Control System의 하드웨어 구성 환경

2.1 Home control 보드의 하드웨어 구성

셋톱 박스를 위한 Hyper104 보드에 내장되어 있는 MCU인 StrongARM은 ARM V4 core를 사용한 인텔사의 MCU이며 정식 모델명은 SA-1110이다. 이 칩은 RISC 기반의 칩으로서 일반적인 동작에서 400mW의 저전력을 소모하므로 임베디드 시스템에 매우 적합한 칩이다. 이 칩은 메모리 제어 모듈, PCMCIA 제어 모듈, DMA 제어 모듈이 있으며 칩 외부와의 인터페이스로 JTAG과 5개의 serial channel이 있으며 28개의 인터럽트 처리 가능한 GPIO(General purpose Input/Output)가 있어 다양한 외부 하드웨어 장치들을 부착하여 제어하기가 용이하다. hyper 104의 부가적인 하드웨어 사양은 표1 과 같다.

표 1. hyper 104보드의 하드웨어 구성

Memory	SDRAM: 32M, FLASH: 16M
Ethernet r	CS8900 (10BASE-T)
Serial	내장 UART 사용(Serial 1, 3번)
Board I/F	PC104(104pin) , PC104-plus(120pin)

2.2 스위치 & LED 보드

가상의 집을 제어하기 위해 스위치와 LED가 부착된 별도의 (스위치 & LED) 보드를 제작하였다. 각각의 스위치는 SA-1110의 GPIO 8~11번에 입력으로 연결되어 있으며 이 GPIO는 인터럽트로 등록되어 있어 해당 스위치를 누르면 ISR에 의해 처리되어 원하는 동작을 하게 된다. LED는 GPIO 2~5번에 출력으로 연결되어 있으며 해당 동작의 실행 상태에 따라 켜지거나 꺼진다.

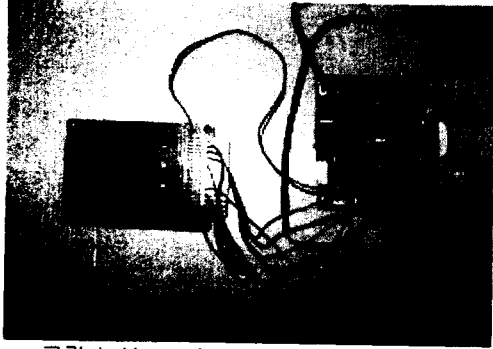


그림 1. Home Control 보드의 하드웨어

3. 시스템 설계

3.1 전체 시스템 설계 구성도

전체 시스템의 구성은 그림 2 와 같다. 셋톱 박스 (Home Control Board)와 가전기기들과 원격 호스트 컴퓨터들은 네트워크에 의해서 상호 통신이 가능한 상태이고, 셋톱 박스는 이 홈 네트워크를 통하여 가전기기를 제어한다. 셋톱 박스(Home Control System)은 스위치 & LED 보드에 의해서도 명령을 받지만 셋톱 박스에서 작동하고 있는 웹서버를 통하여 집 외부로부터도 원격지의 웹 클라이언트를 통하여 실시간 명령을 받을 수도 있다.

3.2 Home Control System 설명

스위치 & LED 보드에 있는 LED는 켜져 있다면 해당 제어 대상이 현재 동작 중임을 나타낸다. 스위치 1과 2는 각각의 멀티미디어 플레이어 제어 하며, 외출 기능(스위치 3)이 꺼져 있는 상태에서만 동작한다. 즉, 집안에 누군가가 있을 경우에만 동작한다. 멀티미디어 시스템은 동작 중이더라도 외출 기능이 on되면 자동으로 동작을 중지 한다. 스위치 4는 적외선 센서와 같은 감지 장치를 대신하며 외출 기능(스위치 3)이 켜져 있을 경우에만 동작한다. 즉, 집안에 아무도 없을 경우에만 동작하며 스위치 4가 on되었다면 감지 장치에 의해 집 안으로의 침입자가 탐지되었다는 뜻으로서 경고 메시지가 출력된다.

웹 서버를 통한 제어도 스위치에 의한 제어와 거의 동일하다. 원격호스트의 웹 브라우저 화면에 스위치와 동일한 버튼이 나타나며 이를 마우스로 클릭하면, 해당 스위치와 동일한 동작을 하게 된다.

4. 시스템 구현

4.1 가상의 집 멀티미디어 시스템 구현

가상의 집 멀티미디어기기를 구현하기 위해 Mplayer와

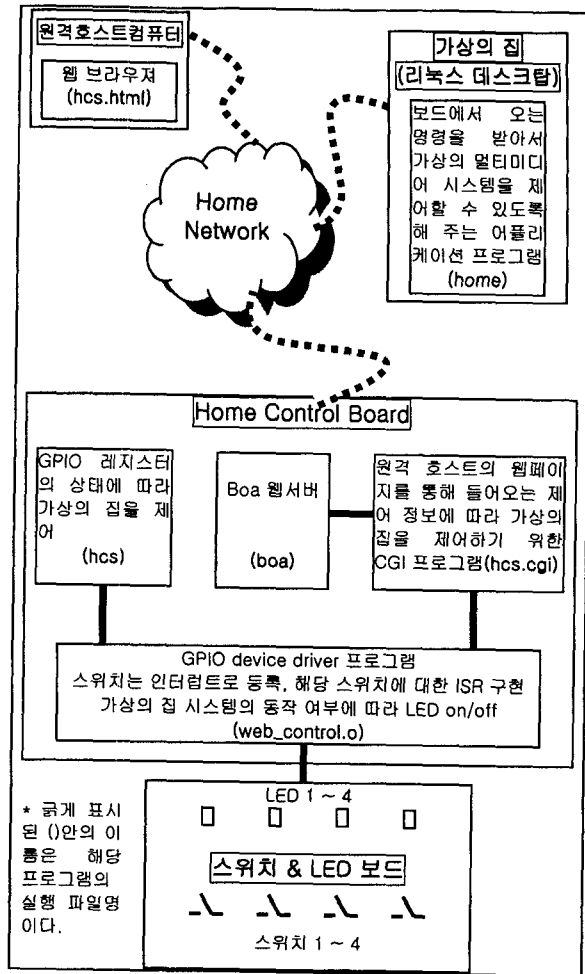


그림 2. Home Control System 전체 시스템 구성도

XMMS 어플리케이션을 데스크 탑 컴퓨터에 설치하였다. XMMS는 <http://www.xmms.org>에서 RPM을 다운 받아 설치하였다. Mplayer 프로그램은 <http://www.mplayerhq.hu>에서 RPM을 다운 받아 설치 하였다. 이 멀티미디어 프로그램을 가상 집의 멀티미디어 시스템으로 설정하고 이를 제어하기 위한 네트워크 어플리케이션을 가상의 집에 구현하였다.

데스크탑에서 두 개의 멀티미디어 재생기를 독립적으로 수행시켜야 하기 때문에 두 개의 POSIX thread를 사용하였다. ListenControl_Thread는 네트워크 socket을 열고 binding 한 후, Home Control 보드로부터 네트워크 제어 패킷이 들어오기를 기다리다가, 패킷이 들어오면 이를 ProcessControl_Thread에게 넘겨 주고 곧바로 다른 패킷이 들어오기를 기다린다. ProcessControl_thread는 ListenControl_thread로부터 받은 제어 패킷을 분석하여 원하는 멀티미디어 재생기를 실행 시키는 역할을 한다.

4.2 스위치 & LED 보드를 통한 제어 구현

스위치 & LED 보드를 통한 제어를 위해 디바이스 드라이

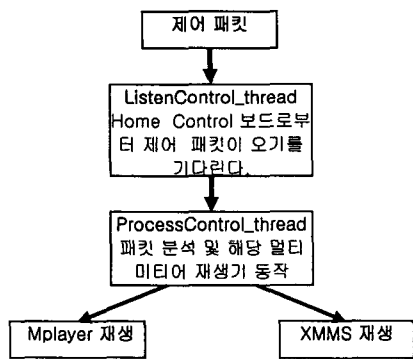


그림 3. 가상의 집을 위한 네트워크 프로그램 구성

버를 작성하였다[5,6,7]. 스위치를 위해 GPIO 8~11번을 하드웨어 인터럽트로 리눅스 커널에 등록하고 해당 인터럽트에 대한 ISR을 구현하였다. 스위치가 눌러 질 때, 각 스위치에 해당하는 ISR에서는 해당 LED를 점멸하는 동작과 LED의 점멸 상태를 이 디바이스 드라이버를 사용하는 어플리케이션에게 알려 주도록 구현하였다. 또한, 어플리케이션 에서도 LED를 제어할 수 있도록 구현하였다. 셋톱 박스인 Home control board의 소프트웨어 구조는 그림 4와 같다.

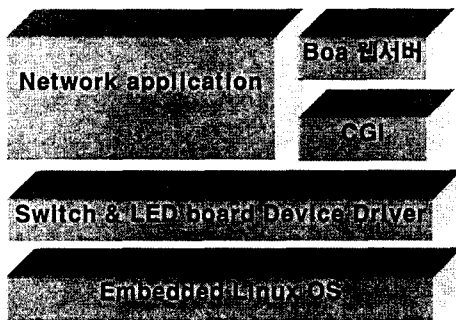


그림 4. 셋톱 박스(Home Control board)의 SW 구조

Network application은 스위치의 동작에 따라 각각의 멀티미디어 시스템을 TCP 프로토콜 통신을 통하여 제어 하게 된다[4]. Boa 웹서버는 HTTP 프로토콜을 통하여 제어 신호를 원격지로부터 받고 이를 CGI 프로그램을 통하여 처리함으로써 멀티미디어 시스템을 제어하게 된다.

Switch & LED board Device Driver는 스위치의 동작에 따라 각각의 ISR을 통해 스위치가 눌러졌음을 상위 Network application에게 알리고 LED를 제어하여 멀티 미디어 시스템의 동작 여부를 나타내게 된다.

4.3 내장형 웹서버 Boa와 CGI의 구현

Boa 웹서버는 <http://www.boa.org>에서 소스를 다운 받아 Home Control 보드에 올리기에 적합하도록 크로스 컴파일러를 통해 컴파일하여 서버를 올렸다. Boa 웹서버는 가상의 집을 제어하기 위한 웹 페이지를 제공하고 웹

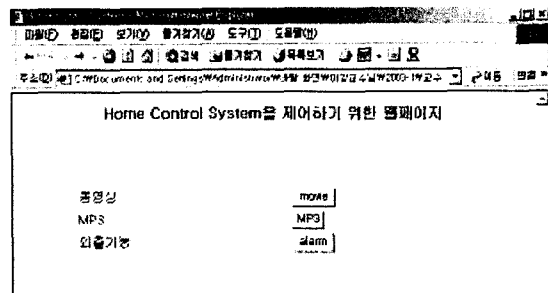


그림 5. 가상의 집 제어를 위한 웹 페이지

페이지를 통해 제어하는 신호를 CGI 프로그램에 보낸다.

CGI 프로그램은 해당 신호에 따라 제어 패킷을 가상의 집으로 구현된 데스크 탑 컴퓨터에 보내고 스위치 & LED 보드의 디바이스 드라이버를 통해 LED를 제어하도록 구현하였다. 그림 5는 홈 컨트롤 시스템을 외부에서 제어하기 위한 웹 페이지의 모습을 보여주고 있다.

5. 결론 및 과제

본 논문에서는 임베디드 리눅스 시스템과 홈 네트워크에 대한 이해를 토대로 홈 컨트롤 시스템을 하드웨어와 소프트웨어로 구현하였다..

본 연구 결과를 응용하여 셋톱 박스를 개발하고 이를 냉장고나 Digital TV와 같은 가전 제품에 내장함으로써 홈 네트워크 환경이 구축되어 있는 집을 제어할 수 있을 것이다.

향후 과제로는 시스템의 안전을 위한 암호화 모듈과 방화벽 등이 추가되어야 하며, 결함허용 기능을 추가하여야 할 것이다. 한편, 이 논문에서는 SA-1110을 기반으로 한 플랫폼에서 임베디드 시스템을 구현하였지만 이 칩은 현재 단종되었기에 SA-1110보다 성능면에서도 우수하고 하드웨어 인터페이스가 더 확장되어 있는 PXA255 칩으로 프로세서를 교체하여 제어 시스템을 개발할 필요가 있다.

참고 문헌

- [1] 이진우, 배창석, " 홈서버 플랫폼 기술", 정보과학회지, 제19권 제4호, 2002
- [2] 김선자, 김흥남, 김채규, " 인터넷 정보가전용 ATOS 기술 현황", 제 19권, 제4호, 2001
- [3] 오봉진, 김채규, " 홈네트워크 관리를 위한 내장형 웹서버의 설계 및 구현", 한국정보과학회 가을 학술발표논문집(III), 1999.
- [4] W. Richard Stevens, " Unix Network Programming", volume 1 2nd edition, 1998
- [5] Daniel P. Bovet, Marco Cesati, " Understanding the Linux Kernel", 1st edition, 2001
- [6] Alessandro Rubini, Jonathan Corbet, " Linux Device Drivers", 2nd edition, 2001
- [7] Richard Stones, Neil Matthew, " Beginning Linux Programming", 2nd edition, 2000