

## 임베디드 시스템을 이용한 웹기반 감시 시스템 구현

임홍식\*, 이현철\*, 남현도\*, 강철구\*\*  
 단국대학교 전기공학과, 건국대학교 기계공학과

### Implementation of Web Based Monitoring Systems Using Embedded Systems

Hong-Sig Lim\*, Hyun-Chel Lee\*, Hyun-Do Nam\*, Chul-Goo Kang\*\*

\* Department Of Electrical Engineering, Dankook University, \*\* ME, Konkuk University

**Abstract** - In this paper, web based monitoring systems are implemented using embedded systems. A parallel port connecting parallel I/O is controlled via HTTP protocol and web browser program. HTTP protocol is ported into Linux. A micro web server program and port control program installed on-board memory using CGI to be accessed by web browser. Experimental results of proposed web based monitoring systems can be used in automation systems and remote distributed control systems via internet using web browser.

#### 1. 서 론

전기, 전자, 컴퓨터 기술이 발달하면서 이를 이용한 기가들이 생활 주변에 들어오게 되었고 이들 기기들간의 통신환경이 인터넷으로 변화되어 가고 있다. 우리 생활에서 쓰이는 각종 전자기기, 가전제품, 제어장치 등이 단순히 회로로만 구성된 것이 아니라 마이크로 프로세서가 내장되어있고, 그 마이크로 시스템을 구동하여 특정한 기능을 수행하도록 프로그램이 내장된 시스템을 임베디드 시스템이라 한다.

본 논문에서는 리눅스를 기반으로 한 ARM 프로세서에 내장형 웹 서버를 구현하고 ARM 프로세서에 연결된 병렬포트의 입·출력을 LAN 망을 통한 범용 웹 브라우저에 의하여 제어하는 시스템의 구현을 다루었다. 이를 위하여 StrongARM 프로세서용 기동 시스템과 내장형 리눅스 운영 시스템을 이용하여 웹 서버를 구현하고, 웹 브라우저에서만 이루어지는 단방향 통신이 아니라 HTML을 이용해 서버와 사용자간의 양방향 통신을 할 수 있는 CGI를 이용하여 프로그래밍하였다. 리눅스 운영 시스템에서 병렬포트의 입·출력을 제어하기 위하여 디바이스 드라이버를 구현하고 범용 웹 브라우저를 통하여 병렬포트를 제어함과 동시에 설정된 상태에 따라 메일을 전송하는 웹기반 감시 시스템을 구현하였다.

#### 2. 본 론

##### 2.1 개발환경

타겟 보드로는 HyBus사에서 제작한 Intel Strong ARM SA1110 Processor(32Bit, 206MHz), 32Mbyte SDRAM, 16Mbyte 플래시 메모리를 내장한 보드를 사용하였다. PC를 개발 호스트로 사용하였고 사용 OS 및 프로그램은 Wow Linux Paran 7.1(커널 ARM 패치), GNU Tool, Minicom 등이다.

##### 2.1.1 Cross 개발환경

Cross 개발환경이란 호스트 시스템에서 타겟 디바이스용 리눅스를 개발하기 위한 모든 환경을 말한다. 우선 소프트웨어 개발을 진행하기 위해 필요한 각종 소스들을 컴파일하고 Build하여 Binary 파일을 생성하는데 필요한 각종 Utility 및 Library 모음인 ToolChain을 설치한다. StrongARM에서는 PC의 BIOS에 해당하는 Bootloader가 사용되며 그 기능은 H/W(MCU, SDRAM, 플래시 메모리) 등을 초기화하고 리눅스를 부팅, 커널과 파일 시스템을 다운로드하고 플래시 메모리에 쓰는 기능을 수행한다. 플래시 메모리 맵은 표 1과 같다. ARM에서 쓰이는 Bootloader는 BLOB이 있으며 본 논문에서는 BLOB-2.0.5-pre2를 보드에 맞게 포팅하여 사용하였다. BLOB을 컴파일 하기 위해서는 ToolChain이 설치되어 있어야 하며 이를 플래시 메모리에 직접 쓰기 위하여 JTAG을 사용한다. JTAG 프로그램인 J플래시를 사용하였으며 이를 이용하여 플래시 메모리에 쓰고 부팅 할 수 있다.

표 1. 플래시 메모리 맵

User	0x01000000 0x00480000
Configration	0x00380000
Root filesystem	0x00180000
Kernel	0x00080000
Boot param	0x00040000
Bootloader	0x00000000

##### 2.1.2 커널 컴파일

커널은 버전 2.4.5를 사용했으며 ARM 패치, SA1110 패치를 하였다. 커널 컴파일은 일반 리눅스에서의 컴파일과 크게 다르지 않으며 사용자에게 필요한 설정을 하고 의존성을 검사한 후에 이미지 파일을 만들 수 있다. 만들어진 이미지 파일은 BLOB을 이용하여 SDRAM에 다운로드하고 J플래시를 이용하여 플래시 메모리에 다운로드한다.

### 2.1.3 파일 시스템

파일 시스템은 램 디스크, Jffs, Jffs2, Cramfs, Ramfs 중에서 타겟 보드 사양에 맞게 여러 가지를 선택적으로 사용할 수 있다. 램 디스크란 별다른 물리적 장치를 지칭하는 것이 아니라, 메모리의 일부를 디스크로 인식시킨 것이다. 램 디스크를 Root 파일 시스템으로 사용하는 것이 임베디드 리눅스에서 가장 일반적인 방법이다. 램 디스크는 램에서 동작하기 때문에, 속도가 빠를 뿐만 아니라 gzip 알고리즘으로 압축을 하기 때문에 용량을 줄일 수 있다는 장점 때문이다. 하지만 램은 휘발성이기 때문에 전원을 차단하면 데이터가 없어 진다는 단점이 있다. 이를 보완하기 위해 플래시 파일시스템(Jffs, Jffs2)을 같이 사용한다. 본 논문에서는 램 디스크에 웹 서버를 컴파일해서 추가하고 포팅했다.

### 2.2 원격 제어를 위한 웹 기반 감시 시스템

인터넷을 통한 원격 제어 시스템이라 함은 인터넷을 통하여 인터넷에 연결되어 있는 다른 여러 개의 시스템에 쉽게 접속하여 제어함과 동시에 감시하는 것이다 할 수 있다. 이것은 대부분 PC에서 구현되고 있으며 최근에는 감시를 위하여 메일을 이용하는 경우가 많아졌다. 웹 서버란 웹 페이지가 들어있는 파일을 사용자들에게 제공하는 프로그램이나 이 프로그램이 설치되어 있는 기기를 말하기도 한다. 원격 제어 시스템을 위한 내장형 웹 서버는 주로 시스템에 연결된 특정 하드웨어를 제어하거나 그 정보를 전달하여 주는 역할을 하게 된다. 웹 서버는 사용자의 웹 브라우저 요청에 따라 HTTP를 통해 정보를 전달한다. HTML은 단방향 식의 정보제공 역할만 하기 때문에 그것을 보충하기 위하여 외부 프로그램을 수행하여 그것의 결과를 HTML 형태로 출력하는 방식인 CGI가 나오게 되었다.

#### 2.2.1 내장형 웹 서버 구성

내장형 웹 서버는 정보를 교환할 수 있는 HTTP와 CGI 지원 가능한 웹 서버 그리고 외부 기기를 제어하기 위한 디바이스 드라이버와 디바이스 드라이버를 제어하여 웹 서버에게 정보를 전달하는 CGI 프로그램 등으로 구성된다. 그림 1은 내장형 웹 서버의 구성을 보여준다.

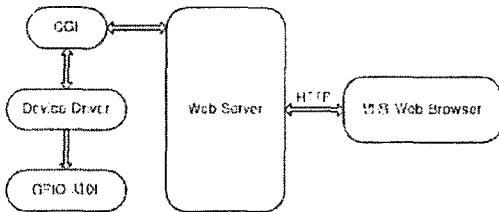


그림 1 내장형 웹 서버 구성

#### 2.2.2 디바이스 드라이버

범용 웹 브라우저를 통하여 프로세서의 포트를 제어하고 감시하기 위해서는 우선 포트를 제어할 수 있어야 하는데 리눅스 운영 시스템에서 하드웨어 주변장치를 제어하기 위해서는 디바이스 드라이버가 필요하다. 리눅스 운영 시스템은 하나의 장치를 파일로 인식하여 접근하

며, 디바이스 드라이버를 통하여 응용 프로그램에서 하드웨어를 제어하게 된다. 디바이스 드라이버는 커널 모드에서 실행되며 메모리에 상주하고 이것을 통해 하드웨어 장치를 파일처럼 다룰 수 있게 된다. 따라서 프로세서의 내장된 주변 장치를 프로그램에서 사용하기 위하여 디바이스 드라이버를 제작하여 설치하여야 한다. 본 논문에서는 병렬포트를 웹 서버에 의하여 제어하는 것을 다루므로 병렬포트에 대한 디바이스 드라이버를 서술한다. ARM 프로세서의 병렬포트는 버퍼를 통하지 않고 직접 읽고 쓸 수 있는 장치로서 캐릭터 디바이스라 하며 커널 모듈(커널의 일부분을 동적으로 로드 또는 언로드할 수 있는 커널의 구성요소) 프로그램에 의하여 모듈로 사용할 수 있게 한다. 그림 2는 디바이스 드라이버의 구조를 보여준다. 커널 모듈을 만들 때는 반드시 초기화 함수와 삭제 함수가 정의 되어 있어야하며 커널 버전이 정의 되어 있어야 한다. 제작된 GPIO 디바이스 드라이버를 램디스크에 모듈화하여 실장함으로써 제어하고자 하는 프로그램에서 모듈을 열어 디바이스 드라이버를 사용할 수 있게 된다. 디바이스 드라이버로 입·출력 기능을 수행하고 병렬포트를 제어하기 위하여 사용하는 제어 레지스터는 다음과 같다.

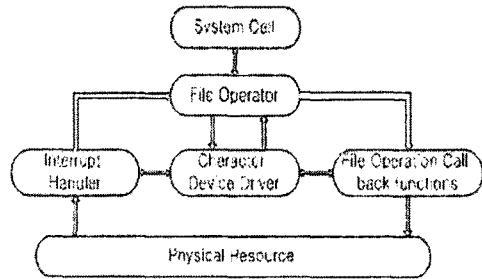


그림 2 디바이스 드라이버의 구조

StrongARM SA1110의 GPIO는 총 28비트가 있으며 양방향 입·출력이 가능하다. GPIO의 상태를 알기 위해서는 GPLR 레지스터의 값을 읽어오면 된다. 하지만 입력 값을 읽을 경우 반드시 각 핀의 입·출력 방향을 GPDR 레지스터에 정해 주어야 한다.

표 2 SA1110 GPIO 레지스터

레지스터 이름	기능
GPLR (GPIO Pin-Level Register)	GPIO핀의 상태
GPDR (GPIO Pin Direction Register)	GPIO핀의 방향
GPSR (GPIO Pin Output Set Register)	GPIO핀의 레벨셋팅
GPCR (GPIO Pin Output Clear Register)	GPIO핀의 Clear
GAFR (GPIO Alternate Function Register)	GPIO핀의 기능선택

### 2.2.3 CGI (Common Gateway Interface)

CGI란 서버와 외부 스크립트 또는 프로그램과 상호작용을 할 때 이루어지는 입·출력을 정의한 표준이다. 이러한 표준에 맞추어 만들어진 것이 CGI 프로그램이다. CGI의 기능은 HTML의 사용자에게 정보를 받고 보내주는 응용 프로그램과 웹 서버간의 연결 역할을 하며 응용 프로그램에서의 결과값을 HTML 형태로 되돌려준다. CGI는 웹 서버에서 지원해야만 실행 가능하며 본 실험에서는 실행파일 크기가 작고(372KByte) CGI를 지원하는 웹 서버를 사용하였다. 또한 CGI는 외부 프로그램이므로 PERL(Practical Extraction and Report Language), PHP(Professional HTML Preprocessor) 또는 C언어 등 어떠한 언어로도 작성할 수가 있지만 본 실험에서는 사용하기 쉽고 컴파일러 환경을 구축하기 용이한 C언어를 이용하여 작성하였다.

### 2.2.4 HTML 프로그램

HTML 프로그램은 웹 브라우저와 웹 서버간의 HTTP 프로토콜에 의하여 전송되는 제어 명령 포맷이며 CGI 프로그램을 실행시키고 CGI의 수행 결과를 받아 웹 브라우저를 통하여 화면에 표시할 수 있도록 하는 기능을 갖는다.

### 2.2.5 메일 클라이언트 구성

메일 클라이언트는 메일을 전송하는 SMTP 프로토콜과 외부 기기의 상태를 감시하는 디바이스 드라이버 그리고 디바이스 드라이버를 통하여 일정한 조건이 만족되면 메일을 전송하는 메일 프로그램 등으로 구성된다. 메일 프로그램은 리눅스 운영 시스템 백그라운드 상에서 실행하여 병렬포트를 계속 감시하게 하고 정해진 조건이 만족되면 메일 클라이언트를 통해 병렬포트의 입력값을 메일로 전송하는 기능을 갖는다. 타겟 보드는 메일을 받거나 저장할 필요가 없으므로 메일 서버 기능은 필요없으며 메일을 전송하는 기능만을 갖는 메일 클라이언트의 기능만을 갖는다. 그림 3은 메일 클라이언트의 동작 원리를 나타낸다.

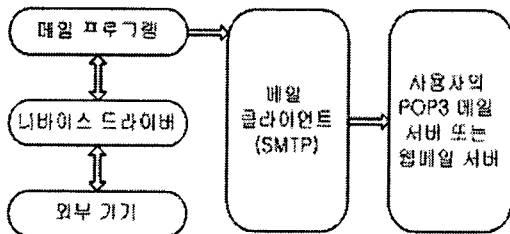


그림 3 메일 클라이언트 동작 원리

## 3. 결 론

리눅스 운영 시스템이 가지고 있는 많은 장점이 이제 국내에도 알려지기 시작하였다. 외국의 경우, 내장형 리눅스 운영 시스템은 많은 곳에 적용이 완료 되어있고 계

속적으로 새로운 분야를 개척중이며 최근에는 프로세서를 만드는 업체에서도 상용 운영 시스템과 함께 리눅스 운영 시스템을 같이 적용할 수 있게 해주는 경우가 많이 생겨났다.

본 연구는, 내장형 시스템의 운영 시스템 중 여러 면에서 장점을 가지고 있어 최근 대두되고 있는 리눅스 운영 시스템을 StrongARM 프로세서 보드에 실장하여 내장형 웹 서버를 구현하고 웹 서버를 기반으로 병렬포트의 입·출력을 위한 디바이스 드라이버를 제작하였으며 CGI 프로그래밍을 이용하여 병렬포트의 입·출력을 제어하였다. 또한 병렬포트의 상태를 웹 페이지를 통해 보여주며 메일로 전송하도록 하여 웹을 기반으로 한 감시 시스템을 구현하였다. 웹 기반의 하드웨어 제어가 가능한 내장형 웹 서버 시스템은 포스 시스템, 홈 오토메이션, 공장 자동화 등에 응용되고 있으며 이 시스템을 통해 원격 디스플레이, 데이터 검출, 건물자동화나 사무자동화 등과 같은 수많은 전기, 전자 제품에 응용될 것이라고 기대된다.

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(R01-2002-000-00124-0(2002))지원으로 수행되었음.

### [참 고 문 헌]

- [1] 이동훈, "ARM 프로세서와 Linux를 이용한 마이 크로 웹 서버 구현," 단국대학교 석사학위논문, 2003.
- [2] Intel, "StrongARM SA-1110 Microprocessor Developer's Manual," 2000.
- [3] Michael Barr, *Programming Embedded System :In C And C++*, O'Reilly, 1999.
- [4] Alessandro Runibi, *Linux Device Driver*, O'Reilly, 2000.
- [5] Ed Tittel, Mark Gaither, Sebastian Hassinger and Mike Erwin, *CGI 바이블*, 영진출판사, 1997.
- [6] Jeremy Bentham, *TCP/IP LEAN : Web Servers For Embedded Systems*, 2000.
- [7] 박영환, *임베디드 시스템 임베디드 리눅스*, 사이텍 미디어, 2002