

# DTV에 내장된 리눅스의 I2C Device Driver 제작

장원영<sup>o</sup> 문상필 서대화  
경북대학교 전자공학과

bisan74@ee.knu.ac.kr<sup>o</sup>, octor@palgong.knu.ac.kr, dwseo@ee.knu.ac.kr

## The Development of I2C Device Driver for Embedded Linux on DTV

Wonyoung Jang<sup>o</sup> Sangpil Moon Daewha Seo

Dept. of Electronic Engineering, Kyungpook National University

### 요 약

최근 인터넷과 전자기기 및 컴퓨터 시스템 기술의 발달에 맞물려 컴퓨터, 이동전화, 셋탑박스, 디지털 TV, 개인 휴대 단말기 등 정보단말기의 네트워크화가 급진전 되면서 임베디드 리눅스가 IT분야의 새로운 관심사로 부상하고 있다. 리눅스는 오픈 소스로서 가격 경쟁력을 확보할 수 있으며, 공개된 장치 드라이버와 응용프로그램의 재사용이 가능하고, 오픈 소스 공동체를 통해 문제를 쉽게 해결할 수 있을 뿐 아니라, 파일 시스템을 이용하여 편리한 개발 환경을 제공해 주는 이점이 있다. 본 논문에서는 리눅스 운영체제를 디지털 TV에 이식하기 위해 크로스 컴파일 환경과 커널을 빅 엔디언(Endian)으로 변경하고, 커널 구동에 필수적인 장치들을 재설계함으로써 리눅스 커널을 디지털 TV에 맞게 최적화 함으로써 임베디드 리눅스 운영체제를 설계하였다. 또한 디지털 TV에서의 시스템 장치 제어를 위하여 I2C Bus Interface 디바이스 드라이버를 작성하였다.

## 1. 서 론

21세기 IT산업은 디지털 컨버전스, 사람, 사물, 기계 등 무엇이든지 서로 접속하여 실시간으로 어떠한 정보도 주고받을 수 있는 환경으로 빠르게 진화되어 가고 있다. 일명 유비쿼터스 컴퓨팅 패러다임이 급속히 확산되고 있다. 이는 모든 사물에 형성되고, 이를 통해 사람과 컴퓨팅 기기 및 각종 전자기기가 사람의 요구에 부응하여 처리하는 인간중심의 편재형 컴퓨팅이 되어간다는 의미이다. 최근의 이러한 추세와 더불어 휴대폰, PDA 및 각종 가전제품뿐만 아니라 교통 제어 시스템, 엘리베이터 시스템, 여러 가지 제어장치 등의 산업용 장비들에도 마이크로프로세서가 내장되어지고 이들 기기들을 제어하기 위한 임베디드 운영체제가 내장되어지고 있다.

디지털 TV 시스템에 적용된 임베디드 운영체제로는 pSOS<sup>TM</sup>와 같은 상용 운영체제가 있다. 그러나 상용 운영체제를 사용할 경우 TV 시스템을 생산할 때 마다 로열티를 지불해야 되므로 생산 비용이 증가한다. 이에 반해 오픈소스 OS인 임베디드 리눅스를 사용하게 되면 생산 비용을 절감 할 수 있다. 뿐만 아니라 소스가 공개된 장치 드라이버와 응용 프로그램들이 재사용 가능하기 때문에 개발 기간을 단축할 수 있으며, 모듈 기능과 셸·파일 시스템을 이용하여 보다 편리한 시스템 개발 환경을 구축할 수 있다. 또한 시스템

개발 중 문제가 발생할 경우 오픈 소스 공동체(Open Source Community)를 통해 해결할 수 있다.

본 논문에서는 한국형 디지털 방송 수신기 가능한 LCD 프로젝션 TV에 임베디드 리눅스 환경을 구축하여 I2C 버스 인터페이스를 제어하기 위한 장치드라이버를 설계하는 것에 대해 소개한다. 먼저 디지털 TV 시스템에 리눅스를 적용하기 위해 교차 개발 환경과 커널을 빅 엔디언으로 변경하였고, 커널 구동에 필수적인 장치들을 재설계하였으며, 커널을 메모리에 적재할 수 있도록 시스템 메모리 맵을 재설정하였다. 또한 전체 시스템 장치제어를 위한 I2C 디바이스 드라이버를 작성하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 디지털 TV용 임베디드 운영체제에 관해 기술하고, 3장에서는 I2C 디바이스 드라이버 개발에 고찰한다. 4장에서는 이러한 작업에 기반된 개발환경을 보이고, 마지막으로 결론을 제시한다.

## 2. 디지털 TV용 임베디드 운영체제

### 2.1 임베디드 시스템

임베디드 시스템이란 내장 시스템, 혹은 독립 시스템이란 뜻으로, 마이크로프로세서가 들어가서 동작하는 제어 시스템을 일컫는다. 임베디드 시스템은 프로세서와 소프트웨어로 구성되어 있다.

소프트웨어를 포함하려면, 실행 코드를 저장할 장소와 실시간 데이터를 처리할 임시 저장소가 필요하다. 이것은 각각 롬과 램의 형태를 갖는데, 모든 임베디드 시스템은 이들을 포함한다<sup>1)</sup>.

임베디드 시스템은 몇 가지 입출력 형태를 가지고 있는데, 시스템의 입력은 주로 센서와 프루브(probe), 통신신호등으로 이루어지며, 출력은 일반적으로 화면 디스플레이, 통신신호, 물리적인 변화 등이 된다.

초기의 임베디드 시스템은 그 구성이 매우 단순하였다. 하지만 마이크로프로세서 기술 및 DSP(Digital Signal Processing)칩의 발달로 임베디드 시스템의 사용영역이 넓어졌다. 나아가 대형 시스템을 제어하기 위한 임베디드 운영체제도 나타났다.

## 2.2. 디지털 TV에 이식한 uClinux

uClinux란 무엇인가? uClinux는 Linux 2.0 커널을 사용하여 ARM7TDMI[3]와 같은 MMU(Memory Management Unit)가 없는 Microcontroller 에 맞게 최적화된 임베디드 리눅스이다. 통상“you-see-linux”라 발음이 되어지는 임베디드 리눅스인 uClinux는 GNU의 Public 라이선스를 따르는 Free Software이다.[1]

uClinux는 이런 MMU가 없는 Microcontroller를 목표로 메모리 관리 부분을 대폭적으로 수정하였고 가상 메모리 없이도 멀티태스킹이 가능하다. 물론 메모리 보호에 관한 문제는 프로그래머가 충분히 신경 써 주어야 한다. 현재 uClinux가 지원하는 CPU에는 많은 종류가 있으며 실제 커널의 사이즈도 네트워크가 가능한 커널의 경우 600 KB 이하가 되며 네트워크 기능이 없는 순수 커널은 350 KB 정도가 된다 여기에 압축을 할 경우에는 150 KB 정도이므로 아주 작은 크기라 할 수 있다.[6] uClinux는 Linux 2.0 커널 코드를 임베디드 시스템 동작에 필요한 기능들만을 지원하도록 더 작고 간단하게 줄인 것이다. 또한 uClinux는 안정성이 높고 네트워크 및 파일 시스템을 지원한다.

## 3. I2C Device Driver 개발

### 3.1. I2C 개요

I2C(Inter-IC) bus 는 IC(Integrated Circuit)들 간의 통신 연결을 제공하는 양방향 시리얼 bus를 제공한다.

I2C는 필립스에서 20년전에 텔레비전, VCR, 오디오 장비와 같은 대량생산 제품에 적용하기 위해 개발되었다. I2C bus 에는 세가지의 데이터 전송 속도 모드들이 있는데 그것은 표준 모드, 빠른 모드, 고속 모드이다. 표준 모드는 100 Kbps, 고속 모드는 400 Kbps, 그리고 고속 모드는 3.4 Mbps의 데이터 전송 속도를 지원한다.[4]

### 3.2 I2C 버스 인터페이스(PCF8584)

PCF8584는 MCU 외부 병렬 버스(8비트)와 I2C 시리얼 버스와의 인터페이스를 제공하는 장치이다. I2C 버스를 이용하는 장치는 <표1>과 같이 송-수신과 주-종 장치로 나누어진다. 송-수신의 구분은 데이터의 전송 방향을 나타내는 것이다. 주-종의 구분은 클럭을 생성하는 장치가 주(master)가 되고, 그 클럭에 의해서 데이터를 송-수신하는 장치가 종(slave)이 된다. Digital TV 시스템에서는 PCF8584가 클럭을 생성하는 주 장치가 되고 나머지 아날로그 처리 장치들이 종장치가 된다. 즉 PCF8584가 주 송신/수신 장치가 되고 아날로그 장치들이 종 송신/수신 장치가 되는 것이다.

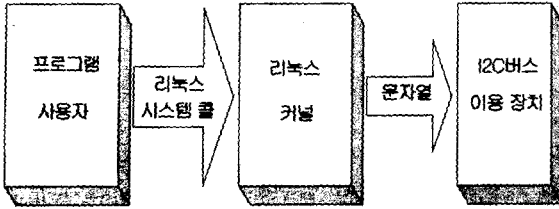
TERM	DESCRIPTION
송신 장치	데이터를 버스에 실는 장치
수신 장치	버스로부터 데이터를 수신하는 장치
주(Master)	클럭 시그널을 생성하고, 버스 상의 데이터 전송초기화 및 종료 하는 장치
종(Slave)	주 장치에 의해서 주소가 주어지는 장치

<표1> I2C버스 장치

### 3.3 I2C 장치 드라이버 설계

리눅스에서 입출력 장치의 활용과정은 <그림1>과 같다. 응용 프로그램이 시스템 호출을 통해서 커널에게 입출력을 요청하면, 커널에서는 장치 제어 루틴을 이용해 입출력 장치와 데이터를 주고받도록 되어 있다. 리눅스에서 응용 프로그램들은 “/dev/장치명”을 이용하여 장치 드라이버와 데이터를 송/수신한다. 이 경우 리눅스 open()/close(), read()/write(), ioctl()의 시스템 콜을 이용한다.

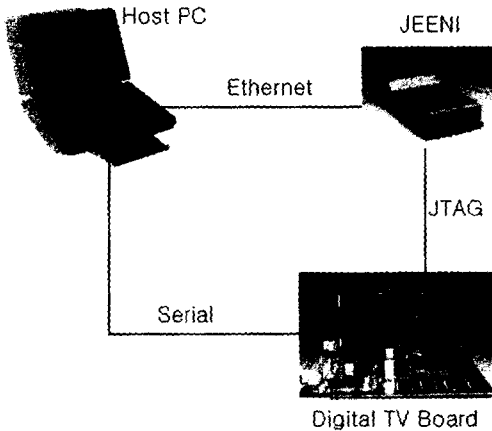
1) 만약 적은 양의 메모리만이 필요하다면 프로세서에 내장된 부분을 사용할 수도 있다.



<그림1> I2C장치 드라이버 제어 개요

리눅스에서 PCF8584는 1바이트를 기본단위로 데이터를 전송하는 문자 장치이다[5]. 일반적인 문자장치의 경우 1바이트씩 데이터를 보낼 때 발생하는 오버헤드를 줄이기 위해 커널에서 문자 스트림 형태로 데이터를 받아서 장치에 1바이트씩 전달한다.

#### 4. 개발환경



<그림2> 개발 환경 구축

Digital TV 시스템용 Embedded Linux를 포팅하기 위한 개발환경은 호스트 PC<sup>3)</sup>와 Digital TV 보드 및 JEENI로 이루어지며 <그림2>과 같이 구현된다.

개발환경은 Ethernet을 통해 호스트 PC와 JEENI를 연결하고 시리얼 케이블을 이용하여 호스트 PC와 Digital TV 보드를 연결하였다. 그리고 디버깅 장비인 JEENI는 Digital TV 보드와 JTAG 케이블로 연결하였다. 또한 디버깅을 위해 ARM[2]사에서 제공하는 ADS Windows용 디버깅 툴을 이용하였다.

#### 5. 결론 및 향후 계획

임베디드 리눅스 시스템은 임베디드 시스템의 운영체제로 리눅스를 사용하는 시스템이다. 임베디드 리눅스는 라이선스 비용이 없으므로 제품의 가격 경쟁력을 높일 수 있고, 리눅스 커널이 갖는 안정성을 보장한다. 또한 전 세계의 개발자들에 의해 공개된 많은 응용 프로그램들을 사용할 수 있다.

본 연구에서는 리눅스의 장점을 살려 Digital TV 시스템에 임베디드 리눅스인 uLinux를 이식하였다. 이식은 교차 개발 환경 구축, 하드웨어 의존적인 커널 코드 재설계, 장치 드라이버 설계 및 구현 과정으로 진행되었다.

진행과정에서 little endian방식으로 작성된 리눅스 커널을 Digital TV 시스템에 적용하기 위한 big endian 커널 재구성 및 big endian용 교차 개발 환경을 구축하였다. 뿐만 아니라 리눅스 커널을 램 상에서 동작하도록 시스템 메모리 맵을 재설계하였다. 그리고 하드웨어 의존적인 특성을 갖는 타이머, 인터럽트 제어기, 콘솔 장치 등에 대한 커널 코드를 재구성 하였다. 연구의 결과물로서 MCU 외부 장치인 I2C 버스 장치 드라이버를 설계하여 결과를 확인 하였다.

#### 6. 참고문헌

- [1] Embedded Linux/Microcontroller Project  
<http://www.uclinux.org/description>
- [2] Steve furber, "ARM system-on-chip architecture", second edition, Addison Wesley 2000
- [3] "s3c4510B user manual", [http://www.samsung.com/Products/Semiconductor/SystemLSI/Networks/Personal/NTASSP/CommunicationProcessor/S3C4510B/um\\_s3c4510b\\_rev1.pdf](http://www.samsung.com/Products/Semiconductor/SystemLSI/Networks/Personal/NTASSP/CommunicationProcessor/S3C4510B/um_s3c4510b_rev1.pdf)
- [4] "I2C bus specification",  
<http://www.semiconductors.philips.com/acrobat/literature/9398/39340011.pdf>
- [5] "PCF8584 specification",  
[http://www.semiconductors.philips.com/acrobat/datasheets/PCF.8584\\_4.pdf](http://www.semiconductors.philips.com/acrobat/datasheets/PCF.8584_4.pdf)
- [6] uCLinux : Embedded Linux/Microcontroller Project  
<http://www.uclinux.org>

2) character device  
3) 레드햇 계열이 무난하다.