

리눅스 기반의 USB TV 수신카드 디바이스 드라이버 설계 및 구현

이재강*, 정경호*, 이성준*, 김원태**, 안광선*

*경북대학교 컴퓨터공학과

**가야대학교 컴퓨터공학과

e-mail:10004oke@paran.com

Design and Implement Linux-base device driver for USB TV receiver card

Jae-Kang Lee*, Kyung-Ho Chung, Seong-Joon Lee,
Won-Tae Kim, Gwang-Sun Ahn

*Dept of Computer Engineering, Kyungpook National University

**Dept of Computer Engineering, Kaya University

요 약

최근 컴퓨터 시스템 기술의 발달에 따라서 PC 환경의 주변기기가 다양해지고 있다. USB(Universal Serial Bus)는 PC주변 장치 뿐만 아니라, 다양한 형태의 응용분야의 기술로 적용되고 있다. 현재 출시되는 USB TV 수신카드의 경우 대부분 윈도우 환경의 운영체제에서 사용할 수 있는 Device Driver로 제작되어지고 있기 때문에 리눅스를 위한 별도의 Device Driver와 사용자 인터페이스 프로그램의 제공이 필요하다. 따라서 본 논문에서는 Hauppauge WinTV-PVR USB2 TV 수신카드를 구동하기 위한 리눅스 Kernel 2.6 기반의 USB TV 수신카드 디바이스 드라이버를 설계하고 Gtk+ 를 이용하여 인터페이스를 제작하였다.

1. 서론

최근 USB는 PC의 다양한 주변 장치들을 연결하기 위한 기술로 많이 활용되고 있다. TV 수신카드 역시 초기에 PCI의 형태로 제품이 개발되었지만 최근 USB 형태로 출시된 제품이 증가하고 있는 실정이다. 국내의 대부분의 회사에서 리눅스나 타 OS의 사용자 보다는 윈도우즈 기반의 사용자들이 대부분이라 생각하고 개발하여 솔루션을 배포 하고 있기 때문이다. 그러므로, 대부분의 USB를 이용하는 제품들은 윈도우 기반의 인터페이스에 맞추어져 동작되는 것이 일반적이며, 리눅스 환경을 기반으로 하는 디바이스 드라이버 및 어플리케이션은 거의 제작되어지지 않고 있다. 현재 리눅스를 기반으로 하는 제품의 출시가 급증하고 임베디드 시스템 분야에 리눅스의 탑재가 활발히 진행되어지고 있기 때문에 리눅스용 USB 디바이스 드라이버의 연구는 반드시 필요하다[1]. 본 논문에서는 USB TV 수신 카드의 구현을 통해 리눅스용 USB 제작 방법을 기술하고자 한다. 본 논문의 구성은 다음과 같다.

2장에서 USB TV 수신카드를 위한 디바이스 드

라이버 구현에 필요한 모듈을 설계하고, 3장에서는 설계된 디바이스 드라이버의 구현 및 실험한다. 마지막으로 4장에서 결론을 기술하였다.

2. USB TV 수신카드를 위한 디바이스 드라이버 설계

USB TV 수신카드를 위한 디바이스 드라이버는 하드웨어의 각 장치 별로 디코더 칩에 대한 분석과 Tuner에 대한 분석, Audio 및 Power를 제어하기 위한 디바이스의 분석이 필요하다. 또한, 장치를 사용하기 위해서 각 디바이스 드라이버를 통해 필요한 부분에 대해 추가적인 수정작업이 이루어져야한다. 대부분의 USB TV 수신카드들은 Isochronous나 Bulk 방식을 이용하여 데이터를 수신하고 있으며 USB Configuration 정보에 포함된 Endpoint들을 통하여 데이터를 주고받는다.

2.1 전체구성

본 논문에서 사용한 USB TV 수신카드는 Firmware 소스를 지원하고 있지 않다. 따라서 윈도우즈에서의 동작을 분석하여 USB TV 수신카드를

동작시키는 Firmware가 들어있는 윈도우즈의 ROM File들을 가져와 추가 및 수정 하였다[5].

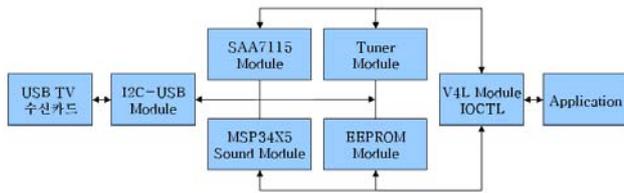


그림 1. USB TV의 구성

USB TV 수신카드를 위한 리눅스 디바이스 드라이버의 각 모듈의 구성과 어플리케이션은 상위 그림 1과 같으며 각 모듈의 대한 설명은 다음과 같다.

- 리눅스 USB 디바이스 드라이버 : USB Configuration 정보를 분석 및 리눅스 디바이스 드라이버를 이용한 TV용 Isochronous, Bulk Message Tx/Rx 디바이스 드라이버의 구성
- USB-I2C Bridge 디바이스 드라이버 : USB를 통한 I2C 통신용 디바이스 드라이버의 구성
- Video4Linux(V4L) 디바이스 드라이버 : 리눅스에서 비디오 및 이미지를 처리하기 위한 V4L을 사용하기 위한 디바이스 드라이버의 구성
- USB TV 수신카드 Decoder Driver : 각 USB TV 수신카드가 사용하는 디코더 칩을 제어하기 위한 디바이스 드라이버 USB를 통한 SAA7115 Control 디바이스 드라이버 구성
- USB Audio Device Driver 및 Power Management Driver : USB TV 수신카드의 Audio 및 Power를 제어하기 위한 디바이스 드라이버 구성
- USB TV 수신카드 Tuner Driver : USB TV 수신카드에서 TV 제어를 위한 Tuner Control 디바이스 드라이버의 구성
- USB Firmware Update Driver : 각 USB TV 수신카드의 필요에 의한 Firmware Update용 디바이스 드라이버의 구성
- Linux TV Viewer : GTK를 이용한 TV Viewer 및 Control Panel 구성

2.2 TV 수신카드 디바이스 드라이버 설계

USB TV 수신카드는 USB 디바이스 드라이버의 Control Message (Endpoint 0)를 통하여 Slave를 Control 할 수 있게 된다. 이 경우 데이터의 전송은 나머지 다른 Endpoint를 이용하여 송/수신한다[6,7]. 이때 Address의 할당 및 Control Message를 통하여

USB TV 수신카드 Decode 및 Tuner의 설정, 그리고 설정시 에러가 발생하지 않았을 경우 리눅스의 Video4Linux 드라이버에 등록한다. 그림 2는 USB TV 수신카드 디바이스 드라이버 동작과정을 보여준다.

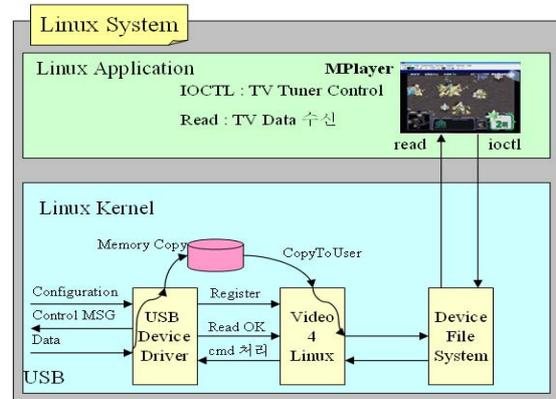


그림 2 USB TV 수신카드 디바이스 드라이버 동작과정

2.3 Module 초기화

Module 초기화에서는 리눅스 디바이스 드라이버로 등록하는 작업, Module들을 커널에 올리기 위한 설정 작업, WinTV PVR USB2 TV 수신카드가 동작하기 위한 구조체의 초기화 및 리눅스 USB 디바이스 드라이버 등록, V4L 디바이스 드라이버의 등록, Input 디바이스 드라이버의 등록 등을 처리하여 H/W를 초기화 하고 사용자의 접근을 허용하기 위한 설정 등이 이루어진다. 그림 3은 Module 초기화 및 Media 체크의 동작을 나타낸다.

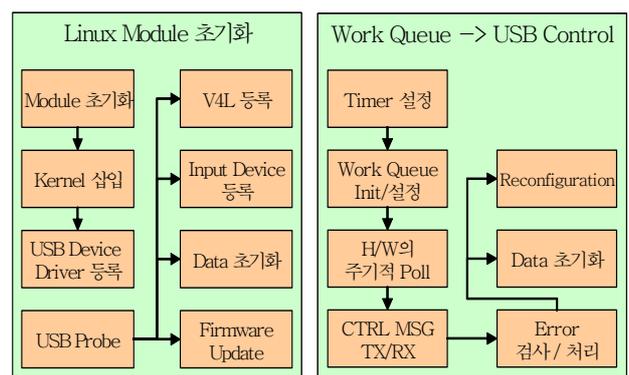


그림 3. Module 초기화 및 Media 체크의 동작

2.4 H/W Control Modules

본 절에서는 USB TV 수신카드의 Tuner 및 Decoder Module 과 같은 디바이스 드라이버에 대해서 설명한다.

2.4.1 TunerModule

Tuner의 설정은 IOCTL의 VIDIOC_G_TUNER, VIDIOC_S_TUNER, VIDIOC_G_FREQUENCY, VIDIOC_S_FREQUENCY 등에 의해 호출이 되며 PAL과 NTSC 방식을 모두 지원한다. 아래의 그림 4은 Tuner를 설정하기 위한 구조체와 이에 따른 흐름도이다.

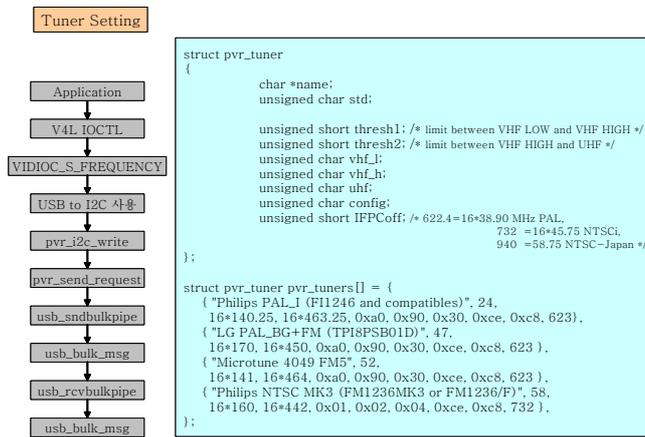


그림 4. Tuner의 구조 및 설정과정

2.4.3 EEPROM Module

EEPROM은 USB 디바이스 드라이버의 Probe 루틴으로부터 수행되며 초기화에서 수행되거나 Reset이 걸릴 때 사용된다. 이 모듈은 pvr_read_eeprom 함수를 통하여 읽어오기 위해 I2C-USB를 사용하며 그림 6은 EEPROM을 설정과정을 나타낸다[2].

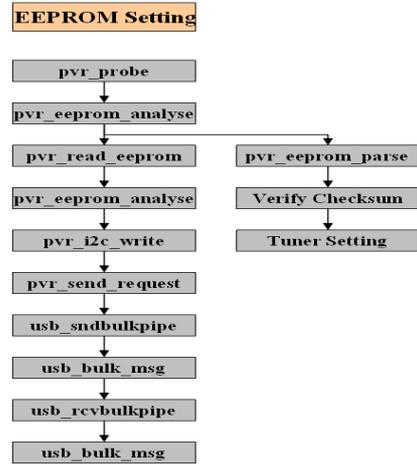


그림 6. EEPROM 설정과정

2.4.2 SAA7115 DecoderModule

본 논문의 USB TV 수신카드는 Hauppauge사의 WinTV PVR USB2이다. 여기에 사용된 Video Decoder는 Philips사의 SAA7115 칩을 사용한다. 이 칩은 아날로그 신호를 디지털로 변환하여 주는 역할을 한다[9]. 이 모듈은 pvr_configure_audio 함수를 통하여 MSP34x54 Audio가 설정된다. 그림 5는 SAA7115와 MSP34x5 Audio의 설정과정을 보여준다.

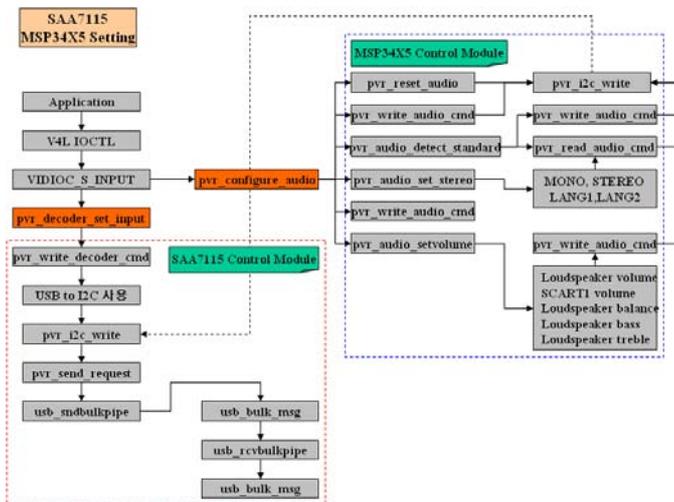


그림 5. SAA7115와 MSP34x5 Audio 설정과정

2.4.4 데이터 처리 Module

USB TV 수신카드의 실제 데이터 처리의 흐름은 2가지이다. 먼저 USB TV 수신카드 디바이스로부터 데이터가 읽혀지는 부분과 사용자로부터 V4L의 Read를 통하여 데이터를 사용자의 어플리케이션으로 전송하는 부분으로 구성된다. 그림 7은 데이터 처리 Module의 구성을 나타낸다.

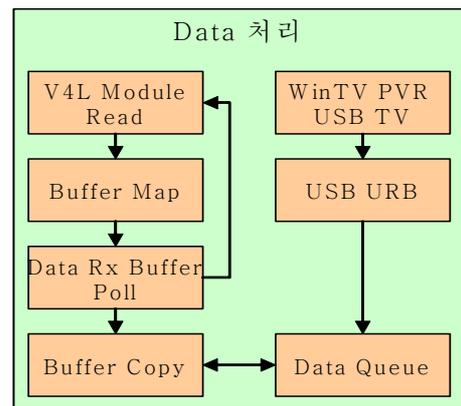


그림 7 데이터 처리 Module의 구성

3. 구현 및 실험

본 논문에서 사용한 USB TV 수신카드는 그림 8의 Hauppauge WinTV PVR USB2를 사용하였고,

표 1은 제품 구성을 나타낸다.



그림 8. WinTV-PVR USB2

표 1. Hauppauge WinTV-PVR USB2 Content

CHIP	CONTENT
CX23416-12	Conexant MPEG II A/V encoder
SAA7115HL	Philips PAL/NTSC/SECAM decoder
CY7C68013	Cypress USB 2.0 controller
MSP3445G	Sound Processor
FM1236/F	Philips NTSC Tuner

WinTV PVR USB2 TV 수신카드의 출력은 /dev/video0 장치파일을 통하여 이루어진다. 이와 같이 출력되는 영상의 재생을 위하여 리눅스 동영상 플레이어인 MPlayer를 이용하였다. MPlayer는 MPEG, AVI를 비롯해 ASF, VCD, DVD와 DivX등 대부분의 동영상 포맷을 재생할 수 있으며 다양한 출력방식을 지니고 있는 장점이 있다. 또한 소스가 공개되어 있어 본 논문의 실험 Viewer로써 적합하다. 본 논문의 TV 컨트롤러는 Hauppauge WinTV-PVR USB2 TV 수신카드의 채널, 볼륨 등의 조절을 위하여 별도의 GTK+를 이용하여 구현하였다[10]. 그림 9는 MPlayer와 TV 컨트롤러 화면을 보여준다.



그림 9. MPlayer와 TV 컨트롤러

WinTV PVR USB2 TV 수신카드를 통한 영상은 TV 컨트롤러의 다양한 컨트롤을 통해 채널변경, 볼륨조절, On/Off와 같은 제어가 가능하다.

4. 결론

본 논문에서는 기존의 윈도우즈 기반에서만 동작하는 USB TV 수신카드를 리눅스 환경에서 동작할 수 있도록 USB TV 수신카드 디바이스 드라이버를 설계하고 구현하였다. 실험을 통하여 USB TV 수신카드의 동작이 정상적으로 이루어졌음을 알 수 있었다. 향후 리눅스 환경에서의 USB 디바이스 드라이버에 대한 수요는 증가할 것으로 예상된다. 특히 USB TV 수신카드 뿐만 아니라 다양한 멀티미디어 장비 및 PC 주변기기의 보편화로 인해 USB 관련 기술은 더욱 발전할 것이다. 따라서 본 논문을 통해서 연구된 기술은 다양한 USB 디바이스 응용분야에 활용될 수 있으며 리눅스와 관련된 USB 개발 기술에 밑바탕이 될 수 있다

참고문헌

- [1] K. Yaghmour, "Building Embedded Linux Systems", O'Reilly Press, 2003.
- [2] Jon Catsoulis, "Designing Embedded Hardware", O'Reilly Press, 2003.
- [3] Detlef Fliegl, "Programming Guide for Linux USB Device Drivers", <http://usb.cs.tum.edu>.
- [4] USB specification, version 2.0, USB Org.
- [5] USB Traffic watcher, <http://benoit.papillault.free.fr/usbsnoop>.
- [6] Aurelien Alleaume, A GNU/Linux driver for the Hauppauge WinTV-PVR-usb2, <http://pvrusb2.dax.nu>.
- [7] Hauppauge, WinTV-PVR-usb 2, http://www.hauppauge.com/html/wintvpvrusb2_datasheet.htm.
- [8] Linux USB PVR Driver, <http://sourceforge.net/projects/pvrusb>.
- [9] Philips, SAA7115HL NTSC/PAL/SECAM/ 9-bit VideoDecoder, http://www.semiconductors.philips.com/acrobat_download/literature/9397/75009016.pdf.
- [10] 김진구 · 윤상필 · 이충환, "리눅스 GTK+ 프로그래밍", 인포북, 2000.
- [11] 이준택, 리눅스 환경을 위한 USB MP3 Player의 커널 모듈과 제어 시스템의 설계 및 구현, 한국정보과학회, 춘계학술발표대회 논문집, pp. 139-141, 2003.