

# PVR용 HDD를 내장한 임베디드 시스템 설계 및 구현

## The design and implementation of HDD embedded system for PVR

장용석, 박현대, 최효정, 김대진

전남대학교 전자공학과

Yong Seok Jang, Hyun Dai Park, Hyo Jung Choi, and Dae Jin Kim

Department of Electronics Engineering, Chonnam National University

E-mail: palbokgi@moiza.chonnam.ac.kr

### 요약

디지털 방송 시대를 맞아 별도의 테이프 없이 방송프로그램을 24시간 이상 녹화할 수 있는 개인용 비디오 녹화기에 대한 관심이 높아지고 있다. 본 논문에서는 인텔사의 스트롱암 프로세서(SA-1110)를 이용하여 임베디드 시스템을 구현하고 하드디스크드라이브를 연결하고 운영체제로 리눅스를 사용하여 PVR(Personal Video Recorder)용 하드디스크드라이브를 내장한 임베디드 시스템을 구현하였다.

본 논문에서는 플래시 메모리에 부트로더, 리눅스 커널과 램디스크를 JTAG를 통해서 저장하고 스트롱암 프로세서에서 리눅스 운영체제를 통하여 외부 인터페이스를 제어하게 된다. 외부 인터페이스로는 이더넷과 시리얼 통신을 제공한다.

### I. 서론

우리나라는 1999년에 정부의 지상파 방송 디지털화 계획 발표를 시작으로 1997년 11월에 미국 방식을 선정하여 1998년 8월에 규격을 확정 지었으며 2000년에 시험 방송에 들어가 2001년 수도권에 본 방송을 시작하였다. 광주를 포함한 광역시 권역은 2003년 본 방송을 시작할 예정이다.

방송방식이 아날로그에서 디지털로 바뀌는 것은 단순히 내용의 전달방법이 바뀌는 것이 아니라 방송 시스템 전체가 바뀌는 것을 의미한다. 디지털 방식은 새

로운 프로그램의 도입, 더 많은 채널, 새로운 서비스, 전화와의 연결, 인터넷과의 연계로 텔레비전이 정보전달의 가장 중요한 수단으로 바뀌는 것을 의미한다.

디지털 방송 시대를 맞아 별도의 테이프 없이 방송프로그램을 24시간 이상 녹화할 수 있는 개인용 비디오 녹화기에 대한 관심이 높아지고 있다. 하드디스크드라이브의 탑재로 기존 아날로그 VCR용 테이프와는 달리 오디오·비디오 정보를 디지털로 저장함으로써 무한정 녹화·재생을 하더라도 정보의 손실 없는 화질이 보장되며 VCR과 유사한 기능을 가능하게 해준다.

이와 같이 디지털 시대를 맞아 정보가전제품과 모바일 기기 등이 보급됨에 따라 임베디드 시스템에 대한 수요도 증가하고 있다. 이에 따라 임베디드 시스템의 수요와 공급에 의해 형성될 시장의 크기는 기존의 컴퓨터에 의한 시장보다도 커질 수 있을 것으로 예상된다.

본 논문에서는 PVR에서 사용 가능한 하드디스크드라이브를 내장한 임베디드 시스템을 설계 및 구현하였다. 스트롱암 프로세서를 MCU로 사용하고 하드디스크드라이브, 플래시메모리, SDRAM, 이더넷 컨트롤러를 사용하여 임베디드 시스템을 구현하였다. 운영체제로는 리눅스를 사용하였고 수신된 영상은 하드디스크드라이브에 입·출력이 가능하다.

구현된 PVR용 HDD를 이용한 임베디드 시스템을 활용하면 PVR, DVR뿐만 아니라 마이크로 시스템을 구동하여 특정한 기능을 수행하는 분야에 적용이 가능하다.

## II. PVR용 HDD를 내장한 임베디드 시스템의 설계

### 2.1 PVR용 HDD를 내장한 임베디드 시스템의 전체 구조

전체 시스템의 구조는 그림 1과 같다. PVR용 HDD를 내장한 임베디드 시스템은 하드디스크드라이브, 전원, 시시열 통신, 이더넷 컨트롤러, JTAG, 스트롱암 프로세서와 각종 메모리로 구성된다.

하드웨어를 초기화 시키기 위해서 BLOB을 수정하여 사용하였고, 임베디드 운영체제로는 리눅스를 사용하였다.

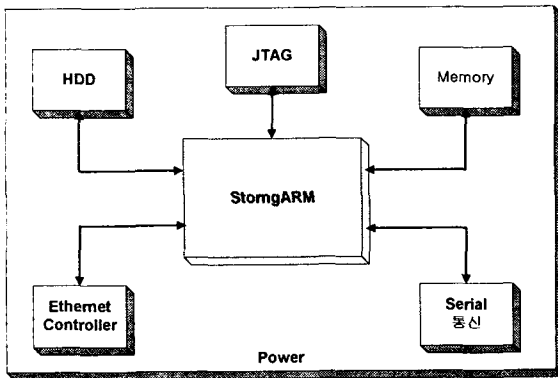


그림 1 임베디드 시스템 전체 구조

### 2.2 하드디스크 드라이브부 설계

IDE(Integrated Drive Electronics)는 컴퓨터 마더보드의 데이터 버스와 컴퓨터의 디스크 저장 장치간에 사용되는 표준 전자 인터페이스이다. IDE 인터페이스는 IBM PC의 ISA 16비트 버스 표준에 기반을 두었으나, 다른 버스 표준을 사용하는 컴퓨터에서도 사용된다.[1]

IDE 하드웨어 설계 시 가장 중요한 것은 스트롱암 프로세서의 I/O는 3.3V 동작이고 하드디스크드라이브는 5V 동작이라는 것이다. 그리고 스트롱암 프로세서에는 5V 토일런스(5V 디바이스를 동작 시킬 수 있는 힘)가 없다. 그러므로 반드시 레벨전환(동글)회로가 있어야 한다.[1]

### 2.3 이더넷 컨트롤러부 설계

이더넷 컨트롤러로 CS8900은 *Cyrus Logic*에서 개발된 10Mbps를 지원하는 이더넷 컨트롤러이다. CS8900을 보면, 이 칩은 IEEE 802.3기준을 따르는 이더넷 컨트롤

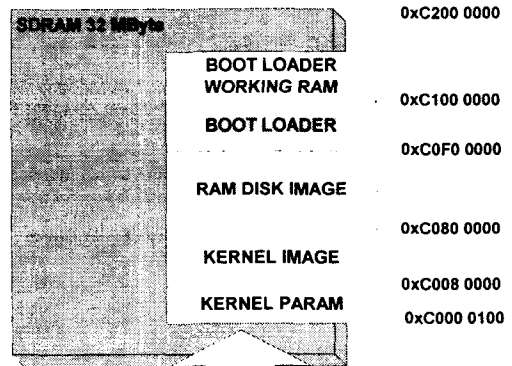
러로서 Direct ISA-Bus연결을 사용한다. 또한 PacketPage라는 것을 I/O및 메모리 공간과 DMA slave로서 동작할 때 사용한다. Full-duplex를 지원하며, 칩 자체에 Tx와 Rx를 위한 버퍼를 가지고 있다.[2]

### 2.4 스트롱암 프로세서부 설계

스트롱암이라는 것은 인텔에서 ARM 코어를 사용하는 ASIC 패밀리명이다. ARM사에서 CPU로직 부분을 사서 그 외 주변 장치에 해당하는 로직을 인텔사에서 붙여서 판매하는 MCU가 SA-1110이라면 이 MPU의 CPU구현 로직을 코어 부분이라고 한다. 원칙적으로 코어라는 것은 최초의 기억장치가 링처럼 생긴 코어를 사용하면서 생긴 용어이다. 보통 ARM용 리눅스 커널을 들여다 보면 SA-1100을 기준으로 하고 이를 SA-1110에 돌려도 대부분 무난하게 움직이는데 SA-1110이 거의 SA-1100과 코어자체와 구조가 유사하기 때문이다.

스트롱암은 32비트 프로세서로 메모리 맵을 가지고 있다. 전체 4Gbyte의 메모리 맵을 가지고 있으며 플래시 메모리 영역이 1.25Gbyte 까지이다. 2G ~ 3Gbyte까지 내부 레지스터가 매핑 되어있는 영역이다. 그리고 3Gbyte이상의 영역이 SDRAM영역이다.

그림 2는 스트롱암 SA-1110의 메모리 맵이다.



부팅 후 메모리에 복사

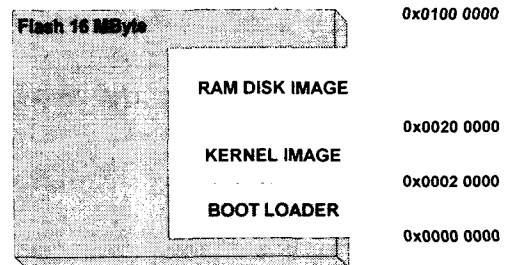


그림 2 SA-1110의 메모리 맵

SA-1110의 메모리 공간은 크게 static메모리 영역, PCMCIA 메모리 영역, 내부 레지스터 영역, 다이내믹 메모리 영역, 캐쉬 영역으로 나뉜다.[3]

### III. 보드 테스트를 위한 환경 설정

#### 3.1 크로스 컴파일 환경 구축

크로스 컴파일러 개발 환경이란 호스트 시스템에 구현하고자 하는 임베디드 시스템용 리눅스를 개발하기 위한 환경을 말한다. 먼저 해당 프로세서에 맞는 툴체인 환경을 구축해야 하는데, 툴 체인이란 구현하고자 하는 임베디드 시스템의 소프트웨어 개발을 진행하기 위해 필요한 호스트 시스템의 크로스 컴파일러 환경을 말한다. 툴 체인은 각종 프로그램 소스들을 컴파일하고 빌드하여 실행 가능한 바이너리를 생성하는 데 필요한 각종 유틸리티 및 라이브러리의 모음이다.

기본적으로 어셈블러, 링커, C 컴파일러, C 라이브러리 등으로 구성되어 있다.[1]

#### 3.2 JTAG(Joint Test Access Group)

JTAG은 칩 내부에 Boundary Cell이란 것을 두어 외부의 핀과 일대일로 연결시켜 CPU가 할 수 있는 동작을 중간에 Cell을 통해 모든 동작을 수행할 수 있어 여러 가지 하드웨어 테스트나 연결상태 등을 체크할 수 있다. 다른 특별한 별도의 장비 없이 CPU내의 Cell을 통해 모든 테스트가 가능하게 되었다.[2]

대부분 칩들은 동작 전압이 3.3V이다. PC의 프린터 포트는 5V이다. 전압이 틀리면 5V가 3.3V를 밀어낸다. 1.7V의 차만큼 3.3V입장에서 마이너스 전원이 걸린다. 하지만 칩들은 TR의 집하이므로 이런 전원이 걸리지 않는다. 하지만 데이터 라인은 약 4.3V정도 걸린다. 문제는 데이터 버스가 흔들리는 것이다. 이런 흔들림에 의해서 인근의 라인들까지 잡음이 끼게 된다.

74HC245, 74HC125등의 단전원 칩을 사용하거나 3.3V, 5V의 양전원이 들어가는 74LV245등을 사용하여 이런 문제를 해결하였다.[1]

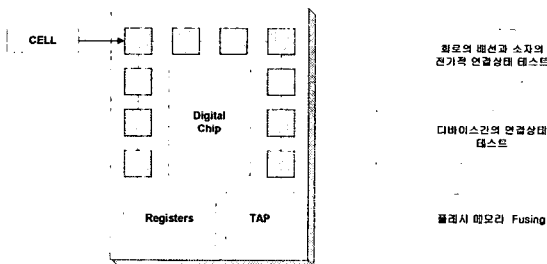


그림 3 JTAG의 기능

#### 3.3 부트로더 프로그래밍

일반적으로 부트로더라 하면 일반 i386 리눅스에서는 LILO를 많이 사용한다. LILO란 Linux Loader로써 도스나 NT, 리눅스 등 다른 OS를 선택적으로 부팅 할수 있도록 하는 기능을 제공한다.[1]

부트로더에서 제일 먼저 실행되는 파일은 Start.S란 파일인데 이 파일을 통해서 CPU speed, 메모리, 인터럽트, UART등을 초기화 한다.[4]

부트로더의 가장 중요한 기능인 Kernel이나 ramdisk image를 다운로드하는 기능이 있다. Host상에서 컴파일 된 image를 시리얼이나 tftp를 이용하여 이더넷을 통해 SDRAM상으로 다운로드가 가능하다.

다운로드한 Kernel과 ramdisk image는 SDRAM상에 있기 때문에 전원이 꺼지면 다운로드한 이미지는 지워져 버린다. 그러므로 flash기능을 통하여 SDRAM상의 Kernel과 ramdisk를 지정된 플래시메모리 주소 영역에 쓰는 기능을 한다.

다음 그림 4는 부트로더 프로그램의 흐름도이다.

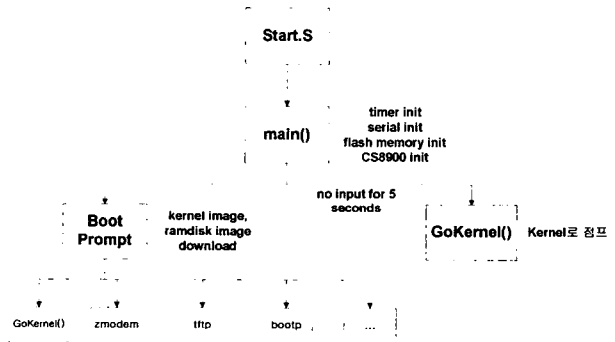


그림 4 부트로더 프로그램 흐름도

부트로더의 처음 시작은 Start.S에서 인터럽트 초기화, CPU 속도 설정, 메모리 설정을 한다. 초기화 작업 후 사용자로부터 입력을 기다리게 된다. 10초 동안 입력이 없을 경우 커널로 점프하게 된다. 만약 10초안에 사용자로부터 키 입력을 받게 되면 부트 프롬프트로 커널 이미지나 램디스크 이미지를 플래시 메모리에 쓰는 기능을 하게 된다.

### IV. PVR용 HDD를 내장한 임베디드 시스템 제작 및 구현

PVR용 HDD를 내장한 임베디드 시스템은 전체적으로 SA-1110, IDE HDD, 메모리, 이더넷, 시리얼 통신,

JTAG부분으로 나누어져 있다. 플래시 메모리에 리눅스를 포팅시켜 네트워크와 시리얼 통신이 가능하게 되어 있고, 암용 리눅스 운영체제를 통해 IDE HDD를 제어할 수 있게 되어 있다.

ARM Linux Kernel은 i386용 Linux와 전혀 다르게 설계되고 코딩된 것은 아니다. 리눅스 커널 자체가 상당히 이식하기에 좋은 구조로 되어 있기 때문에 이를 버리고 다른 커널을 디자인 할 필요는 없다. 보드를 위한 리눅스 커널을 구성하는 방법은 다음과 같다.

- 첫째 리눅스 커널을 구한다.
- 둘째 암 패치를 수행한다.
- 셋째 스트롱암용 패치를 수행한다.
- 넷째 보드를 위한 패치를 수행한다.

#### 4.1 구현된 보드의 사양

보드의 크기는 192.00 x 165.00 x 1.60 mm이다. 6층으로 층당 1.60mm두께로 구현하였다.

레이아웃시 SA-1110의 패키지 타입이 miniBGA이다. 그래서 6층으로 설계하였고 SA-1110의 볼 타입의 패키지 내부에 신호선들을 외부로 빼기 위해서 TOP면과 내층사이에 블라인드 비아를 사용하였다.

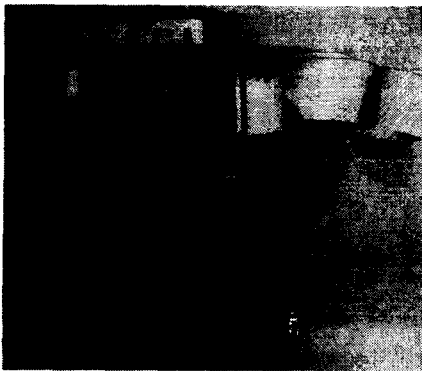


그림 5 구현된 보드

#### 4.2 구현된 보드의 테스트

구현된 보드의 테스트는 DTV 트랜스포트 스트림 발생기에서 트랜스포트 스트림 입력을 받아 하드디스크 드라이브에 저장하고, 트랜스포트 스트림을 입력 받을 수 있는 셋탑박스를 통해 디스플레이된다. DTV 트랜스포트 스트림 발생기에서는 SMPTE 310M과 DVB SPI 형태의 DTV 트랜스포트 스트림을 발생시킨다. 테스트에서는 DVB SPI형태의 트랜스포트 스트림을 받아 LVDS를 5V의 TTL 레벨로 변환한 후 구현된 보드의 입력으로 들어간다.

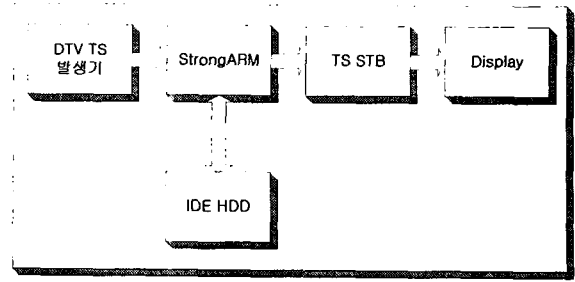


그림 6 테스트베드

### V. 결론

본 논문에서는 PVR용 HDD를 내장한 임베디드 시스템을 설계 및 구현하였다. 하드웨어 설계는 ORCAD 툴을 이용하여 schematic과 layout을 작성하였다.

본 논문에서 구현한 보드는 HDD를 내장하고 운영체제로 리눅스를 사용하고 있다. 그리고 JTAG를 통하여 부트로더와 리눅스 커널을 구현된 보드에 다운로드 시켰다. 스트롱암 프로세서를 MCU로 사용하고 하드디스크드라이브, 플래시메모리, SDRAM, 이더넷 컨트롤러를 사용하여 임베디드 시스템을 구현하였고 수신된 영상은 하드디스크드라이브에 입출력이 가능하다.

이 보드의 응용분야로는 정보를 수집하거나 영상을 기록하는 가정전용기기인 정보가전에 임베디드 시스템을 활용할 수 있다. 또한 공장자동화에 사용되는 제어시스템이나 리눅스의 네트워크 기능을 이용한 모바일 디바이스에 응용이 가능하다.

### 참고 문헌

- [1] <http://www.falinux.com>
- [2] <http://www.kelp.or.kr>
- [3] Intel, "Intel StrongARM processor SA-1110 processor development manual", Intel, 2001.
- [4] <http://www.lart.tudelft.nl/lartware/blob>
- [5] 박영환, "임베디드 시스템 임베디드 리눅스", 사이텍 미디어, 2002.
- [6] Alessandro Rubini, "Linux Device Drivers", O'relly, 1998.
- [7] Steve Furber, "ARM system-on-chip Architecture 2<sup>nd</sup> edition", Addison-Wesley, 1994.
- [8] <http://lxr.lxr.no>
- [9] <http://kldp.org>

\*한국과학재단 지정 전남대학교 고품질 전기전자부품 및 시스템 연구센터의 연구비 지원에 의해 연구되었음.