

HDTV를 위한 개인형 디지털 녹화기 구현

Implementation of Personal Digital Recorder for HDTV

양창모*, 김윤상, 이석필
(Chang-Mo Yang, Yun-Sang Kim and Seok-Pil Lee)

Abstract: The personal digital recorder is a consumer electronics device that records television shows to a hard disk in digital format. In this paper, we propose an implementation method of personal digital recorder for HDTV. The proposed personal digital recorder includes CPU and system control modules, graphics and display module, audio DSP module, digital I/O module, NIM module, graphic software library, and embedded software modules for providing a lot of personal digital recorder functions such as live or reserved recordings, browsing of recorder content list, trick lay and time shifting. Especially, combining trick play with time shifting makes much more convenient functions such as pausing live TV, instant replay of interesting scenes, and skipping advertising.

Keywords: HDTV, PDR, PVR, DVR, Personal Digital Recorder, Personal Video Recorder, Digital Video Recorder

I. 서론

최근 디지털 방송이 본격화됨에 따라 디지털 방송프로그램을 녹화할 수 있는 개인용 디지털 녹화기(Personal Digital Recorder, PDR)에 대한 관심이 녹화되고 있다. 디지털 비디오 녹화기(Digital Video Recorder, DVR) 혹은 개인용 비디오 녹화기(Personal Video Recorder)라고 불리기도 하는 PDR은 디지털 방송을 실시간으로 저장하고 재생하는 하드디스크가 내장된 제품을 말한다. 하드디스크의 탑재로 기존의 아날로그 VCR용 테이프와는 달리 오디오 및 비디오 정보를 디지털로 저장함으로써 무한정 녹화 및 재생을 하더라도 정보 손실 없는 화질이 보장된다. 또한 방송프로그램과 함께 실시간으로 전송되는 방송정보를 이용하여 최신의 방송스케줄을 수시로 전송 받아 예약 녹화할 수 있으며, 인터넷을 통해 각종 부가 서비스를 제공받는다. 특히 잠시 멈춤 버튼을 눌렀다가 다시 재생버튼을 누르면 저장된 방송신호가 멈춤 시점부터 다시 재생되며 반복 재생 및 편집 기능 등의 편리한 기능도 제공한다.

본 논문에서는 HDTV를 위한 PDR 구현 방법을 제안한다. PDR 개발을 위해서는 PMC-Sierra사의 RM5231 CPU와 Teralogic사의 TL811 시스템 컨트롤러를 채택하여 시스템을 구성하였다. 또한 MPEG-2 Demux/Decoding을 위해서는 Teralogic TL851 그래픽&디스플레이 처리기를 채택하였으며, 방송신호의 수신을 위한 NIM 모듈에는 우리나라의 지상파 규격인 8VSB와 케이블 규격인 QAM을 동시에 지원하는 Philips사의 FCV1236 튜너와 Oren사의 OR51132 복조기를 이용하였다. 사용자 인터페이스의 설계 및 구현을 위해서는 Embedded Qt라고 불리는 그래픽 라이브러리가 시스템에 이식되었다. 이러한 시스템 상에서 PDR의 주요기능인 실시간 녹화, 예약 녹화, 녹화 목록 브라우징, Trick Play, 타임시프트 기능이 구현되었다. 본 논문에서 제안한 PDR은 현재 국내의 방송사들이 송신하는 HD 디지털 방송에 적용하여 성능을 확인하였다.

II. 하드웨어 구성

그림 1은 본 논문에서 채택한 PDR의 하드웨어 시스템 구성도를 보인 것이다. 그림에서 볼 수 있듯이, 본 논문에서 채택한 하드웨어 시스템 구성은 CPU와 시스템 컨트롤러, 그래픽&디스플레이 처리기, 오디오 DSP, 디지털 I/O, NIM 모듈로 나누어진다. 특히, TL811 시스템 컨트롤러와 TL851 그래픽&디스플레이 처리기는 PDR 구현에 있어 가장 중요한 요소 모듈이다.

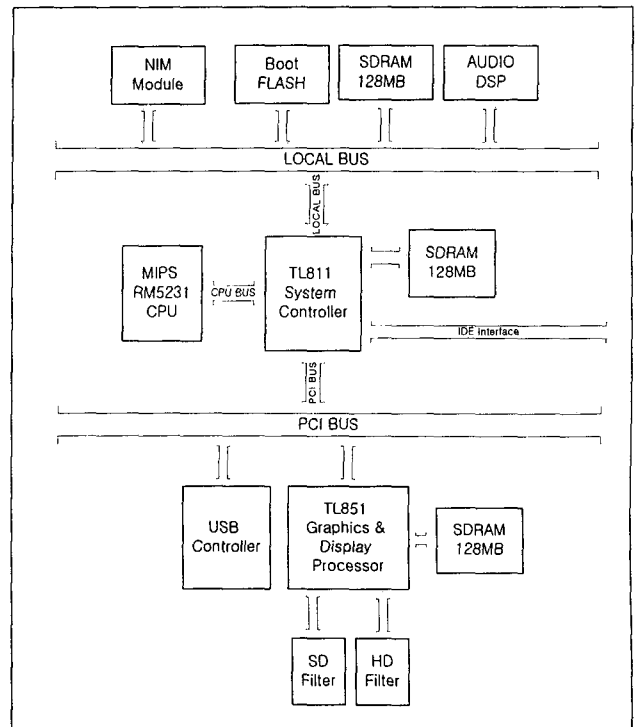


그림 1. 하드웨어 구성도
Fig. 1. Hardware Configuration

1. CPU와 시스템 컨트롤러

PMC RM5231 CPU는 MIPS IV Instruction Set Architecture(ISA)로 구현되었으며, MMU, 32kbyte 2way set asso-

* 책임저자(Corresponding Author)

양창모, 김윤상, 이석필 : 전자부품연구원 디지털미디어연구센터
(cmyang@keti.re.kr, creakim@keti.re.kr, lspbio@keti.re.kr)

ciative Data/Instruction Cache, Floating Point Unit를 가지고 있다. 시스템 클럭은 100Hz의 Bus speed와 400MHz CPU클럭으로 동작한다.

그림2에 보인 것과 같이, TL811 시스템 컨트롤러는 NIM 모듈로부터 입력되는 복조된 신호에 대한 처리를 담당한다. 만약, 녹화나 재생 기능이 없이 입력 받은 신호를 Demux/Decoding 하여 화면에 바로 디스플레이 할 경우에는, NIM 모듈에서 입력되는 복조된 신호는 TOUT으로 Bypass되어 TL851 그래픽&디스플레이 처리기로 전송된다. 만약, PDR 기능이 수행될 때에는 TL811 시스템 컨트롤러의 메모리 인터페이스를 통해 방송 데이터가 하드디스크에 저장되거나 저장된 방송 데이터가 읽어지는 기능이 수행된다.

TL811 시스템 컨트롤러는 기본적으로 Host Bus, PCI Bus, Local Bus, SDRAM Bus를 가진다. Host Bus는 MIPS CPU와 직접 연결되며, PCI Bus는 TL851 그래픽&디스플레이 처리기, USB 컨트롤러와 같은 PCI 디바이스와 연결된다. 또한, Local Bus는 시스템 구동 시 필요한 Boot Flash와 Local Peripheral 디바이스들과 연결되며, SDRAM Bus는 시스템 운용을 위한 메모리 제어에 사용된다.

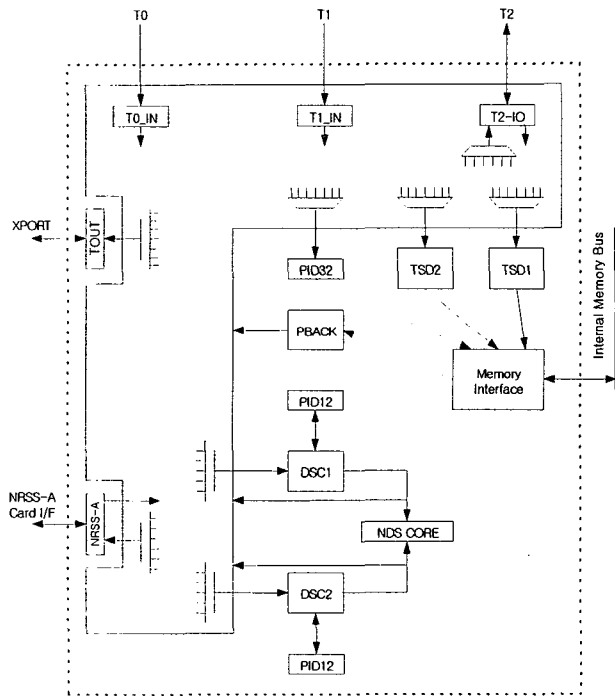


그림 2. TL811 시스템 컨트롤러 구성도
Fig. 2. Configuration of TL811 System Controller

2. 그래픽&디스플레이 처리기

그래픽&디스플레이 처리기에는 TL851이 사용되었다. TL851은 데이터 처리를 위해 64-bit SDRAM 인터페이스를 가진다. TL851은 TL811 시스템 컨트롤러로부터의 디지털 전송 입력과 CCIR656 디지털 비디오 및 I2S 디지털 오디오를 입력으로 받고, 오디오 및 비디오를 출력

할 수 있는 형태로 변환하여 출력 디바이스들로 데이터를 전송하는 작업을 수행한다.

3. 오디오 DSP

오디오 DSP는 AAC, AC3, MPEG-2 오디오 스트림을 지원한다. DSP는 TL851로부터 오디오 패킷을 I2S를 통하여 전송 받고 Stereo Down-mix를 수행하여 DAC으로 보내주는 작업을 수행한다.

4. 디지털 I/O

추가적인 기능을 위해 20개의 GPIO와 마우스와 키보드 입력장치를 위하여 USB 컨트롤러를 사용하였다. 전체 시스템의 모니터링을 위해 시리얼 출력을 두었다.

5. NIM 모듈

그림 3은 본 논문에서 사용한 NIM 모듈의 구성도를 보여주고 있다. NIM 모듈로는 우리나라의 지상파 규격인 8VSB와 케이블 규격인 QAM을 동시에 지원하는 Philips 사의 FCV1236 튜너와 Oren 사의 OR51132 복조기를 적용하였다. Front-end 와 Back-end 간의 인터페이스는 40핀 커넥터에 맞추어 제작하였다. 또 선정된 복조기를 구동하기 위해서는 마이크로 코드를 다운로드 해 주어야 하는데, 그 방식 중에서 가장 속도가 빠른 SPI ROM을 이용하는 방법을 사용하여 구동 시간과 모드 전환 시의 소요 시간을 최소화 하였다.

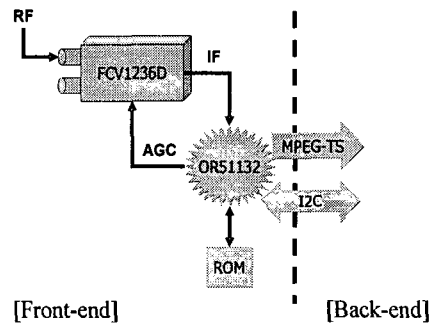


그림 3. NIM 모듈의 구성도
Fig. 3. Configuration of NIM Module

III. 소프트웨어 구성

제안한 PDR의 운영체제로는 Montavista에서 제공하고 있는 Embedded Linux Kernel Version 2.4.17이 사용되었다. 또한 사용자 인터페이스의 디자인 및 구현을 위해서는 TrolTech사의 Embedded Qt 3.1.1을 사용하였다. Embedded Qt를 이용한 사용자 인터페이스는 Micom으로부터 받은 리모컨 키와 플랫폼의 동작을 연결 시켜 줄 수 있는 인터페이스를 제공한다.

1. 녹화 기능

녹화 기능은 실시간 녹화와 예약녹화로 나눌 수 있다. 예약녹화는 사용자 인터페이스를 이용하여 수동으로 시간을 설정하거나 EPG(Electronic Program Guide)를 이용하여 등록할

수 있다. 그러나 예약녹화는 시스템의 RTC(Real Time Clock)를 이용하여 해당되는 시간에 녹화 기능을 수행하는 차이만 있을 뿐, 녹화기능 자체는 실시간 녹화와 같은 기능을 수행한다.

방송프로그램의 녹화 시에는 TL811 시스템 컨트롤러와 하드디스크가 사용된다. 만약 사용자가 방송프로그램을 시청중이라면, NIM 모듈로부터 입력되는 신호는 TOUT으로 Bypass되고 TL851로 전송되어 시청을 계속할 수 있을 것이다. 또한 시청중인 방송데이터는 TL811 시스템 컨트롤러의 TSD(Transport Stream Demux)와 Memory Interface를 통해 하드디스크에 녹화될 것이다. 이때, 방송 프로그램은 TS(Transport Stream)의 형태로 녹화된다.

2. 녹화목록 브라우징

방송프로그램을 녹화할 때에는 녹화되는 방송프로그램의 부가정보를 이용하여 데이터베이스화한다. 녹화되는 방송프로그램의 부가정보는 녹화 시간과 방송프로그램과 함께 전송되는 PSIP(Program and System Information Protocol)로부터 추출되는 정보들로 구성된다. 이러한 데이터베이스는 녹화된 방송프로그램의 녹화 목록 브라우징과 방송프로그램의 상세 정보를 사용자에게 알려주는 역할에 사용된다.

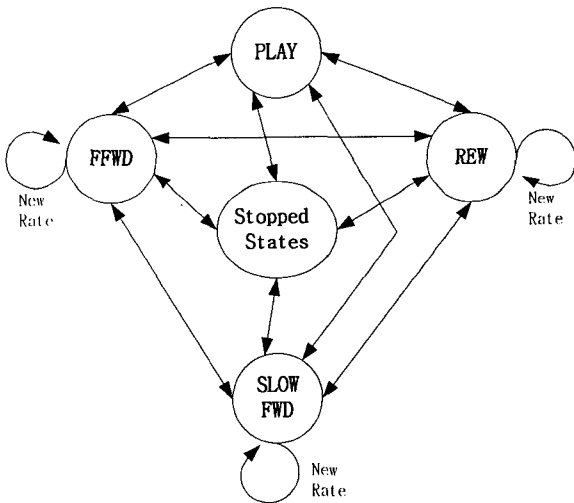


그림 4. Trick Play의 제어 흐름도
Fig. 4. Control Flow of Trick Play

3. Trick Play

녹화된 방송프로그램에 대한 재생 시에는 TL811 시스템 컨트롤러의 Memory 인터페이스를 이용하여 하드디스크에 녹화된 방송프로그램을 TL811 시스템 컨트롤러의 PBACK에 전송한다. PBACK에 전송된 방송프로그램은 다시 TOUT으로 전송되며, TL851은 이러한 데이터를 입력으로 받아 Demux/Decoding하여 사용자에게 디스플레이 한다.

이러한 과정을 통하여 방송프로그램을 재생할 수 있는데, 이때 PBACK으로 전송되는 방송프로그램의 비트율이나 데이터의 형태(I, P, B 프레임)를 조절함으로써 저장된 방송프로그램에 대한 일시정지, 정지, 재생, 빨리 감기, 되감기, 슬로우 모션, Instant Replay와 같은 동작을 수행할 수 있으며, 이를 통칭하여 녹화된 방송

프로그램에 대한 Trick Play를 수행한다고 한다. 그림 4는 Trick Play의 연속동작에 대한 상처 처리도를 도시한 것이다.

4. 타임시프트 기능

타임시프트 기능이란 사용자가 방송프로그램을 시청하는 도중 일시정지 버튼을 누르면 그 시점을 기반으로 PDR 처리모듈이 자동으로 방송프로그램을 하드디스크에 녹화하고, 녹화된 방송프로그램을 즉시 재생함으로써, 실시간 방송에 대한 Trick Play를 수행할 수 있도록 하는 기능이다. 따라서 타임시프트 기능은 방송프로그램의 녹화기능과 녹화된 방송프로그램의 Trick Play 기능을 결합함으로써 가능케 된다.

타임시프트와 일반 녹화 및 재생의 차이점은 파일의 크기에 있다. 일반 녹화의 경우 녹화된 시간만큼의 크기를 가지지만, 타임시프트의 경우에는 고정된 크기의 파일이 버퍼의 역할을 하며 Looping을 한다. 이 차이점은 각각의 파일 포인터의 움직임에 차이를 만든다.

그림 5의 (a), (a')에서 보듯이 일반 녹화의 경우에는 녹화의 시작점(SOR)은 변화하지 않고, 녹화의 진행에 따라 현재 녹화위치(EOR)는 증가한다. 일반 재생의 경우 현재 재생 위치(CPF)는 사용자의 재생 상태에 따라 SOR~EOR 사이에서 위치가 변화한다. 하지만 타임시프트의 경우에 EOR은 최대 파일 크기에 도달하면 파일의 시작점으로 이동한다. 그에 따라 일정한 여유 공간을 두고 SOR도 움직인다. 이때, 재생위치(CPF)의 움직임도 (b), (b')과 같이 SOR ~ MAX_TS_SIZE, 0~EOR로 범위가 계속 바뀌게 된다. 따라서 타임시프트 녹화에서는 EOR이 Looping되면서 SOR이 함께 변화하도록 해야 하며, 재생 및 Trick Play에서는 CPF가 변화하는 EOR 및 SOR에 맞추어 움직이도록 해야 한다.

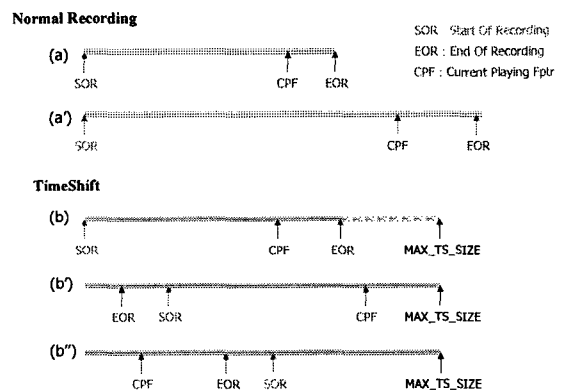


그림 5. 일반 녹화와 타임시프트의 차이점
Fig. 5. Differentiation between Normal Recording and Time-shift

IV. 구현결과

그림6은 본 논문에서 제안한 PDR 시스템의 구현결과를 보이고 있다. 그림 7은 PDR의 주요기능인 실시간 녹화, 예약 녹화, 녹화목록 브라우징, Trick Play, 타임시

프트의 실행결과를 보이고 있다. 제안된 PDR을 현재 국내의 각 방송사들이 전송하고 있는 HD급 디지털 방송에 적용한 결과이다.

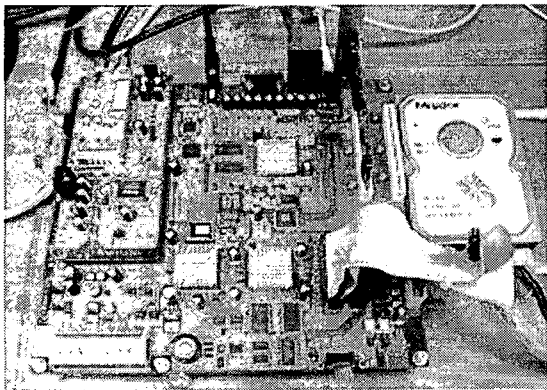


그림 6. PDR 시스템
Fig. 6. PDR System



그림 7. PDR 구현 결과
Fig. 7. Implementation Results of PDR

V. 결론

본 논문에서는 디지털 방송에 대한 대화형 멀티미디어 서비스를 지원하기 위한 개방형 PDR 시스템 구조를 설계하고, PDR의 주요 기능인 실시간 녹화, 예약녹화, 녹화 목록 브라우징, Trick Play, 타임시프트 기능의 구현 방법을 제시하였다. 제안된 PDR은 현재 국내의 각 방송사들의 HD급 디지털 방송을 수신하여 테스트되었으며, 외장형 셋탑박스 및 일체형 DTV 모두에 적용될

수 있다. 또한 제안된 PDR은 SD급뿐만 아니라 HD급 방송에도 적용될 수 있다.

참 고 문 헌

[1] Atul Puri, Tsuhan Chen, Multimedia Systems, Standards, and Networks, Marcel Dekker, Inc.
 [2] 성원호, 임베디드 시스템 펌웨어 분석, 에이콘출판
 [3] RM5231 Family User Manual, PMC-Sierra.
 [4] ARM Architecture Reference Manual, ARM Limited.

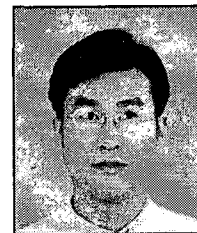


양 창 모

1998년 항공대학교 전자공학과 학사
 2000년 광주과기원 정보통신공학 석사
 2002년 광주과기원 정보통신공학 박사
 수료
 2002년~현재 전자부품연구원 디지털미

디어연구센터 선임연구원

주관심분야: 디지털방송, IP Streaming, SVC



김 윤 상

1991년 중앙대학교 전자공학과 학사
 1991년~1995년 삼성전자 영상사업부
 1997년 프랑스 INSA de Lyon 전산·생산
 공학과 석사

2001년 프랑스 INSA de Lyon 전기·전

자공학과 박사

2001년~2005년 삼성전자 DM 연구소

2006년~현재 전자부품연구원 디지털미디어연구센터 책임연구
 구원

주관심분야: 디지털방송, DRM, Copy Protection



이 석 필

1990년 연세대학교 전기공학과 학사
 1992년 연세대학교 전기공학과 석사
 1997년 연세대학교 전기공학과 박사

1997년~2002년 대우전자 영상연구소

2003~현재 전자부품연구원 디지털미
 디어연구센터 센터장

주관심분야: 개인 맞춤형 방송, 양방향 멀티미디어 서비스