

디지털 위성 방송 스트림 저장 시스템에서의 입력 버퍼 크기 분석

정회원 김 양 호*, 손 채 봉**, 정 광 수**, 오 승 준**

Input Buffer Size Analysis in a Digital Satellite Broadcasting Stream Storing System

Yang-Ho Kim*, Chae-Bong Sohn**, Kwang-Sue Jung**, Seoung-Jun Oh** *Regular Members*

요 약

본 논문에서는 MPEG-2 전송스트림을 데이터로 사용하는 무궁화 위성방송의 데이터를 실시간으로 저장하는 장치를 Windows-95/98 기반 개인용 컴퓨터에 구현하기 위한 버퍼 구조와 요구되는 버퍼 용량을 제안하였다. PCI 버스의 데이터 전송 속도와 PC의 인터럽트 대기시간을 분석하여 버퍼 용량결정 과정을 공식화하였고, 이론적인 최소 버퍼 크기를 제시하였다. 인터럽트 대기시간 측정기를 구현하여 여러 조건에서 인터럽트 대기시간을 측정하여 버퍼 크기를 결정하였다. 결정된 버퍼 용량은 280 바이트이다. 제시한 크기의 FIFO 버퍼를 우리 연구실에서 개발 하였던 실시간 무궁화 위성방송 저장장치에 설치하여 시험하였다. 실시간으로 입력되는 전송 스트림을 구현한 저장장치로 저장하고, 저장된 데이터를 범용 MPEG-2 전송 스트림 복호기로 재생하였을 때 데이터 손실 없이 정상적으로 재생되었다.

ABSTRACT

In this paper we show the way to determine the size of buffer in a Moo-Gung-Hwa DBS(Digital Broadcasting Services) data storing system, which can record DBS streams to the PC's storage media in real time. Since there exists the difference between data transfer rate over a PCI bus and interrupt latency in the PC, it is necessary to provide a buffer of which the size depends on interrupt latency time of PC. Therefore, we develop a hardware system for measuring the interrupt latency time. Using measured time values a theoretical buffer size can be determined through a model. We can claim that the size of 280 bytes is suitable for our purpose in a Windows 98 based PC. To prove this value we implement a FIFO buffer in the DBS data storing system that has been set-up at our lab. It is shown that the system can store selected input DBS streams in real-time and the stored streams can be played by a MPEG-2 decoder without any loss.

I. 서 론

디지털 영상신호를 압축하고 처리하는 기술이 급속하게 발전함에 따라 다양한 종류의 멀티미디어 서비스가 가능하게 되었다^[1]. 특히 기존의 아날로그 TV 방송은 점차적으로 디지털 위성 방송 (Digital

Satellite Broadcasting, DSB) 으로 대체되고 있다. 국내에서도 1995년에 DSB 시스템 표준을 정하고, 1996년 7월부터 무궁화위성을 이용하여 DSB 실험 방송을 실시하고 있다. DSB는 국제 표준인 MPEG-2 전송스트림(Transport Stream, TS)을 사용한다^[2]. 기존의 NTSC 방송용 데이터를 MPEG-2 표준으로

* (주)코스트론(yhkimct@costron.co.kr)

**광운대학교 전자공학부

논문번호 : 00206-0613, 접수일자 : 2000년 6월 13일

※ 본 논문은 광운대학교 교내연구비와 한국과학재단 특정기초연구과제(97-0100-12-01-5)로 연구되었습니다.

부호화하여 다른 여러 방송 프로그램과 기타 정보들을 다중화시켜서 전송하고, 수신 측에서는 역다중화를 통하여 얻은 여러 정보들 중에서 사용자가 원하는 정보를 선택하고 복호화 함으로써 시청할 수 있도록 한다³⁻⁵⁾. 현재 주로 사용하고 있는 아날로그 방식의 TV는 사용자가 원할 때 손쉽게 녹화하고, 언제든지 재생할 수 있다. 그러나 DSB를 수신하여 녹화하려면 수신된 디지털 데이터를 역다중화한 후 복호화를 수행하고, 복원된 데이터를 아날로그 형태로 변환하여야만 한다. 이 과정에서 디지털 데이터의 장점인 오류 방지, 화질의 우수함, 가공의 편리함 등은 사라지게 된다. 따라서 이러한 문제를 해결하기 위하여 개인용 컴퓨터(Personal Computer, PC)를 이용한 그림 1과 같은 형태의 DSB 수신 및 저장장치가 필요하다. 그러나 오류가 거의 발생하지 않는 컴퓨터 저장장치에 저장된 데이터를 재생하는 경우에는 MPEG-2 TS를 사용하는 것은 부적당하다. TS에는 오류 검출과 수정을 위한 정보를 추가적으로 포함하고 있기 때문에 저장과 재생용으로는 비효율적이다. TS는 여러 채널의 프로그램들이 다중화 되어 있어 데이터 량이 크기 때문에 매우 큰 용량의 저장 매체를 필요로 하게 된다. 따라서 위성 스트림을 저장하고 재생하기 위한 용도로는 MPEG-2 PS (Program Stream)를 사용하는 것이 바람직하다⁶⁾. 현재 저렴한 가격에 널리 보급되고 있는 PC를 이용한 디지털 비디오 디스크(Digital Video Disk, DVD)에서는 MPEG-2 오디오/비디오 데이터 포맷으로 PS를 사용한다. 최근 PC의 성능이 비약적으로 향상하였기 때문에 소프트웨어 DVD 시스템이 보편화되고 있다. 일반적으로 PC에 위성 스트림 수신기를 장착하여 데이터를 입력하여 녹화하고 재생 할 수 있는 시스템은 그림 1과 같은 형태를 갖는다. 그림 1에서 먼저 ①로 수신된 위성 스트림은 R/F변환을 거쳐 ③의 버퍼에 잠시 저장된 후 ④의 PCI 제어기를 통하여 호스트 컴퓨터로 입력된다. 이 과정에서 ②의 제어기가 호스트 컴퓨터로부터 제어 신호를 받아 적절한 형태의 제어 신호로 가공한 후 버퍼와 튜너를 조정하는 역할을 수행한다. 일단 컴퓨터 내로 입력된 위성 스트림은 다중화 되어 있는 TS 형태이기 때문에 ⑤에서 역다중화 과정을 거치며 원하는 프로그램만을 선택하게 되고 ⑥에서 실시간으로 저장용 매체에 적합한 포맷인 PS 형태로 변환된다. 이 과정이 끝난 PS 데이터는 ⑦의 하드웨어 또는 소프트웨어 복호화를 통하여 재생될 수 있고, 동시에 ⑧의 저장매

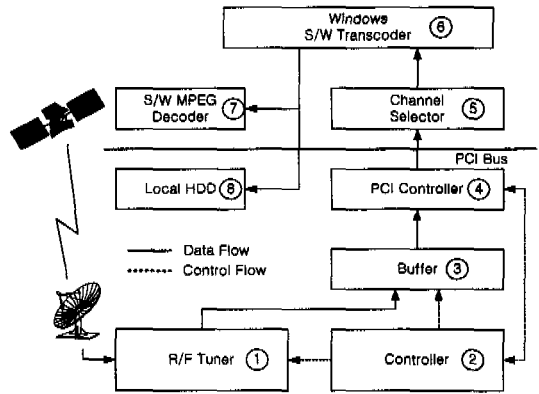


그림 1. PC기반 DSB 단말기에 대한 블록도

체에 저장 가능하다. 저장된 스트림은 임의 시간에 재생이 가능하다. 이 과정에서 시스템의 효율성과 경제성을 위하여 ③에 위치한 버퍼 메모리의 크기와 구조를 설계하고 결정하는 것이 매우 중요하다.

본 논문에서는 그림 1과 같은 형태를 갖는 PC용 실시간 위성 방송 저장장치에서 필요한 버퍼 구조와 그 크기를 결정하는 방법을 제시하고, 이를 이용하여 요구되는 메모리 용량을 결정한다. 2장에서는 무궁화 위성 방송 스트림 특성을 간략히 설명하고, 3장에서 무궁화 위성 방송 스트림 저장을 위한 버퍼의 구조를 제안한다. 그리고 PC의 PCI 버스 데이터 전송속도 및 인터럽트 대기시간을 통계적으로 분석하여, 수신되는 스트림을 손실 없이 실시간으로 저장할 수 있기 위하여 요구되는 버퍼 용량을 결정한다. 이 과정에서 필요한 인터럽트 대기시간 측정을 위하여 구현한 측정기를 설명한다. 4장에서는 제안한 구조와 제시한 버퍼 용량의 적합성을 검증한다. 시제품을 제작하고, 실시간으로 방송되는 비트 스트림을 변환시켜 저장하여 상용 MPEG-2 복호기에서 재생시켜서 손실 없이 정상적으로 재생되는 것을 확인한다. 5장에서 결론을 맺는다.

II. 무궁화 위성 방송

디지털 위성 방송은 아날로그 위성방송에 비하여 다양한 이점을 가지고 있다. 위성의 한 중계기에서 여러 채널로 전송할 수 있고, 다양한 서비스에 필요한 비트율을 유연하게 할당할 수 있으며, 전송비용과 화질의 타협점에 따라 비트율을 조정하여 디지털 영상의 화질을 다양하게 선택할 수 있다. 다른 채널이나 위성 회선과의 간섭이 적고, 오류에 강하며, 디지털 전송 회선에 의한 오류를 정정하는 기능

표 1. 무궁화 위성의 프로토콜 스택

계층/계층	프로토콜 서비스			데이터 서비스	PMB 데이터
	비디오	보조데이터	오디오		
표준계층	Main Profile Main Layer MPEG-2 Video ES	KIA-608	MPEG1/2 Layer1 Audio ES		
특색스 제어계층	비디오 PER			오디오 PER	
정송계층	DVB 스트림				
데이터 링크계층	MPEG-2 Transport Stream				
물리계층 (물리층)	백합 순회형 모뎀 (FEC)				
물리계층 (물리층)	QPSK 변조 및 PS 전송				
물리계층 (물리층)	위성 안테나				

을 제공할 수 있다. 소형 안테나로 고스트 현상이나 열화가 없는 영상을 수신할 수 있으며 디지털 데이터 처리용 고집적 반도체를 사용하여 비용을 절감시킬 수 있다. 상기한 이점 때문에 다양한 형태의 DSB 서비스가 세계적으로 널리 보급되고 있다^[6].

현재 국내에서 서비스되는 무궁화 위성 방송의 특징을 살펴보면 표 1과 같다. 영상 부호화 방식으로 MPEG-2 비디오를 사용하고, 오디오 부호화 방식으로 MPEG-1의 레이어-2가 사용된다. 비디오 데이터, 오디오 데이터, 기타 여러 디지털 정보는 MPEG-2 TS(Transport Stream) 포맷으로 다중화된다. 따라서 기본적인 데이터는 188 바이트의 고정 길이를 갖는 전송 패킷(Transport Packet, TP)이고, 영상, 음성, 데이터의 모든 정보들이 TP 단위로 전송된다^[7].

III. 제안된 버퍼 구조 및 버퍼 용량 결정

1. 제안된 버퍼의 구조

위성에서 송신된 데이터는 위성 안테나를 통해 수신된 후 위성 튜너에서 채널이 선택되고, 선택된 프로그램은 PCI 버스를 거쳐 저장장치에 저장된다. 이때 위성에서 전송되는 전송 스트림의 속도와 저장장치의 저장속도 사이에 차이가 발생한다. 이 차이의 주된 이유는 두 가지가 있다. 첫째는 위성에서 수신되는 스트림의 비트율과 PC 버스의 전송 속도 차이이고, 둘째는 입출력 대기시간이다. 이러한 속도 차이를 해결하기 위하여 버퍼가 필요하다. 버퍼로 사용될 수 있는 메모리 종류는 많지만 제어의 용이성을 고려하여 이중 포트 메모리가 주로 쓰인다. 본 논문에서 제안한 버퍼의 형태는 범용 이중 포트 메모리 두 개를 사용한 그림 2와 같은 이중 버퍼구조이다.

그림 2에서 제어 라인 ③을 통하여 입력된 데이

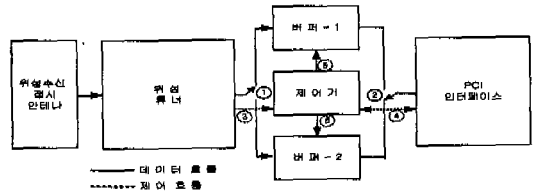


그림 2. 이중 버퍼 구조

터 입력 동기 신호는 제어기의 주소 발생기의 기준 신호로 사용되어 제어 라인 ⑤를 통하여 버퍼-1의 주소와 쓰기 관련 제어신호를 발생시키고, 동시에 데이터 라인 ①은 버퍼-1로 연결되어 버퍼를 채운다. 버퍼-1이 모두 채워지면 호스트에서 공급한 주소를 제어 라인 ④를 통해 제어기에 입력시키고, 제어기는 제어 라인 ⑤를 통하여 읽기 주소와 관련 제어 신호를 공급하고, 데이터 라인 ②는 버퍼-1을 선택하여 데이터를 호스트로 읽어들인다. 동시에 제어기는 데이터 라인 ①을 버퍼-2로 연결하고 쓰기 관련 제어 신호를 제어 라인 ⑥을 통하여 공급하여 위성 수신 스트림을 버퍼-2에 채우게 된다. 호스트에서 버퍼-1에 대한 읽기 과정이 모두 끝나면 데이터 라인과 제어 라인들은 서로 역할을 교환하게 된다. 이 과정을 반복하면 위성 튜너로부터 입력되는 데이터들은 PCI 인터페이스를 통하여 호스트 컴퓨터로 입력될 수 있다. 이 과정에서 호스트 컴퓨터로 데이터가 손실 없이 입력되려면 한쪽 버퍼에서 PCI 인터페이스를 통한 읽기 과정이 진행되는 동안 다른 쪽 버퍼는 위성 튜너로부터의 데이터를 손실 없이 저장할 수 있을 정도로 충분한 크기를 가져야 한다. 그러나 불필요하게 크기가 크면 자원 낭비로 인하여 제품의 가격 경쟁력이 떨어지므로 최적의 버퍼 크기를 결정하는 방법을 모색할 필요가 있다.

2. 버퍼 용량의 결정

본 논문에서 제안한 PCI 버스를 사용한 PC에서 사용되는 실시간 위성 스트림 저장장치는 그림 1과 같다. 사용한 버퍼 구조는 그림 2와 같은 형태를 갖는다. 저장장치는 PCI 버스에 장착되어 인터럽트 방식으로 작동되므로 이 장치에서 요구하는 버퍼 용량은 식 (1)과 같이 규정될 수 있다.

$$B_t = B_{io} + B_{pci} \quad (1)$$

식 (1)에서 B_t 는 총 버퍼 용량, B_{io} 는 입출력 대기시간에 필요한 버퍼 용량, B_{pci} 는 데이터 전송 속도의 차를 보상하기 위한 버퍼 용량이다.

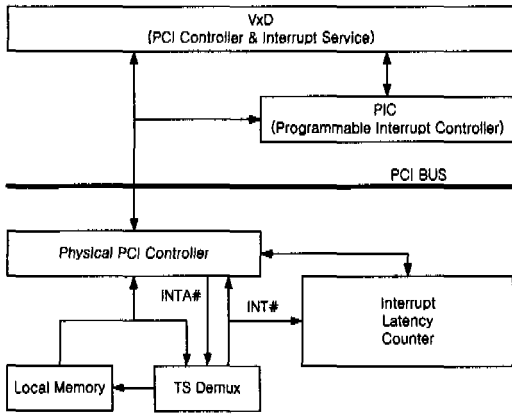


그림 3. 인터럽트 대기시간 측정 모델

B_{io} 와 B_{pci} 값을 결정하려면 PCI 버스의 데이터 전송속도와 입출력 대기시간을 조사하여야 한다. PCI 버스의 데이터 전송속도는 표 2와 같이 종단 버스 폭과 관계된다⁸⁾. 버스 폭을 넓히려면 외부 장치가 추가되므로 많은 비용이 요구되지만 데이터의 전송속도가 빨라질 수 있으므로 비용과 전송속도의 타협점을 취해야 한다.

다중화된 위성 스트림의 전송율은 4.294 MB/s (Mega Bytes per second)이므로 표 2에서 확인한 바와 같이 전체 채널을 모두 전송하여도 종단 버스 폭에 관계없이 성능이 충분함을 알 수 있다. 따라서 식 (1)에서 $B_{pci} \approx 0$ 이라고 할 수 있으므로 식 (1)은 식 (2)로 된다.

$$B_t = B_{io} \quad (2)$$

PC에서 사용하는 세 가지 입출력 방식으로 1) 프로그램에 기반한 입출력 (Programmed I/O), 2) 인터럽트(Interrupt)에 기반한 입출력, 3) 직접 메모리 접근(DMA) 방식에 기반한 입출력 등이 있다.

표 2. 33 MHz PCI 동작 주파수에서의 버스폭에 따른 데이터 전송속도 (MB/s = Mega Bytes / sec)

PCI 동작주파수	종단버스 폭(bit)			
	8	16	32	64
33 MHz	33 MB/s	66 MB/s	132 MB/s	264 MB/s

방법 1은 프로그램을 이용하여 CPU가 입출력을 담당하므로 Windows 95/98과 같은 멀티태스킹 운영체제에서는 입출력을 정확하게 제어하는데 문제가

발생할 수 있다. 방법 3은 DMA 제어가 별도로 필요하므로 제작비용이 증가하고 구조도 복잡해진다. 방법 2는 인터럽트 대기시간이라는 문제가 존재하지만 지원의 효율적 이용이란 측면과 구현의 편리성 때문에 널리 쓰인다. 그러므로 본 연구에서는 방법 2를 사용한다. Windows 95/98과 같은 멀티태스킹 환경에서는 주기적으로 현재 진행 중인 작업을 중지하고 다른 응용 프로그램을 수행하는 태스크 스위칭이 일어난다. 이로 인하여 인터럽트 서비스를 요청한 시간과 서비스가 실제로 시작되는 시간 사이에 차이가 발생한다. 이 차이를 인터럽트 대기시간이라 하며, 이 시간이 버퍼 용량에 가장 큰 영향을 미친다⁹⁾.

본 논문에서는 인터럽트 대기시간을 측정하기 위하여 인터럽트 대기시간 측정용 계수기를 구현하고 그림 3과 같이 실시간 저장장치 내에 설치하여 실험하였다. 이 계수기는 24 MHz로 동작한다.

전송 스트림 역 다중화가 인터럽트를 요청하면 계수를 시작하고 운영체제에서 인터럽트 인정 신호가 공급되면 계수를 멈춘다. 계수된 값은 레지스터 접근 방법으로 읽을 수 있도록 설계하였기 때문에 인터럽트 대기 시간을 40 μ s 해상도로 분석할 수 있다. 인터럽트 대기시간이 발생된 상황을 테크트로닉스(Tektronix) TDS524A 오실로스코프로 측정할 경우를 그림 4에 보였다. 그림 4에서 아래 파형은 인터럽트 신호이고 위에 보이는 파형은 6.084 μ s 지연된 후 발생한 이 신호에 대한 인터럽트 인정 신호이다.

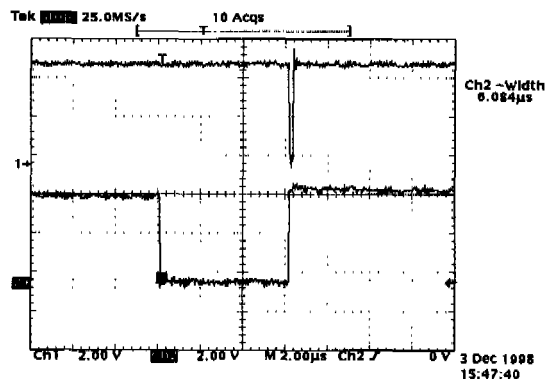


그림 4. 인터럽트 대기시간

본 논문에서는 버퍼 용량을 결정하기 위하여 마이크로 소프트웨어에서 제공하는 CPU 부하 프로그램을 사용하였다. CPU에 100%의 부하를 준 상태에서

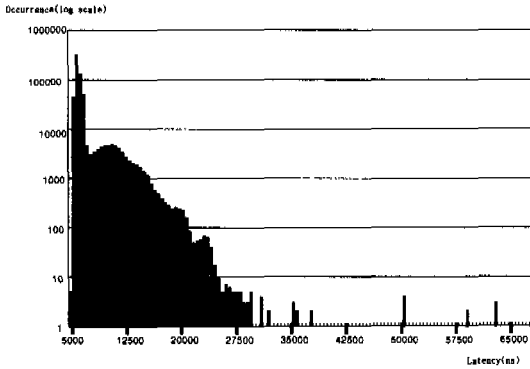


그림 5. 인터럽트 대기시간 분포도

제작된 스트림 전송장치를 사용하여 인터럽트를 수십만 번 발생시키고 대기시간을 측정하였다. 그림 5는 측정된 값들에 대한 분포도를 보여준다. 그림 5에서 보여 주는 바와 같이 시스템에서 측정된 인터럽트 대기시간은 최대값이 $64.466 \mu s$ 이고, 지수함수 형태로 감소하는 분포를 보인다. 그림에서 빈도수 축은 표현의 편의를 위하여 로그 스케일로 나타내었다. 전송 스트림을 입력받기 위하여 버퍼는 전송되어 오는 데이터를 인터럽트 대기시간이 흐른 후 손실 없이 입력받을 수 있도록 충분한 크기를 가져야 하므로 인터럽트 대기시간에 기반을 둔 버퍼 용량 B_{io} 은 식 (3)과 같이 정의될 수 있다.

$$B_{io} = R_s T_{irq} \quad (3)$$

식 (3)에서 R_s 와 T_{irq} 는 각각 MPEG-2 TS의 비트율과 인터럽트 대기시간을 의미한다.

식 (3)을 식 (2)에 대입하면 필요한 버퍼용량을 결정할 수 있는 식 (4)를 얻는다.

$$B_i = R_s T_{irq} \quad (4)$$

현재 국내에서 방송되고 있는 위성방송의 전체 스트림 전송속도 즉, R_s 는 4.294 MB/s 이고, T_{irq} 는 $64.466 \mu s$ 이므로 버퍼 용량은 280 바이트가 된다. 표 3에 계산된 버퍼 크기를 정리하였다.

표 3. 계산된 버퍼 크기

R_s (MB/s)	T_{irq} (μs)	B_{io} (Bytes)	B_{pci} (Bytes)	B_i (Bytes)
4.294	64.466	280	0	280

IV. 구현 및 실험

3장에서 결정한 버퍼 용량을 확인하기 위하여 본 연구실에서 제작된 TS 역 다중화기에 이중 포트 메모리를 두개 장착하여 그림 6과 같은 구조를 갖는 PCI 버스에서 동작하는 위성 스트림 저장용 보드를 제작하여 실험하였다.

제작된 보드에서는 무궁화 위성 방송 수신을 위하여 두인전자에서 생산한 Sky Vision 위성수신 튜너와 본 연구실에서 제작된 소프트웨어 MPEG-2 복호기를 사용하였다. PCI 제어기는 PLX에서 생산된 PCI9050을 사용하였으며, IDT사의 2048 바이트 용량을 갖는 이중 포트 메모리인 IDT71421 두 개를 사용하였다. Vireo사의 VtoolsD와 마이크로 소프트웨어사의 Visual C++을 사용하여 디바이스 드라이버와 응용프로그램을 구현하였다. 필요한 제어신호 발생을 위한 관련 회로는 VHDL로 코딩하여 Altera사의 FPGA인 EPM7256 EQC160을 사용하여 구현하였다.

두 개의 버퍼 메모리 각각은 3장에서 계산된 버퍼 용량인 280 바이트를 경계로 제어되어야 하지만 제어기의 구현 과정에서 VHDL의 문법 구조상 2의 누승만을 구현할 수 있기 때문에 64 바이트, 128 바이트, 512 바이트 경계에서 각각 뱅크 변환이 되도록 제어하였다. 제작된 보드를 사용하여 PC에서 KBS 위성 2 TV의 위성방송 스트림을 저장한 후 이를 다시 Optibase 사의 MPEG-2 전송 스트림 복호기와 본 연구실에서 제작한 소프트웨어 MPEG-2

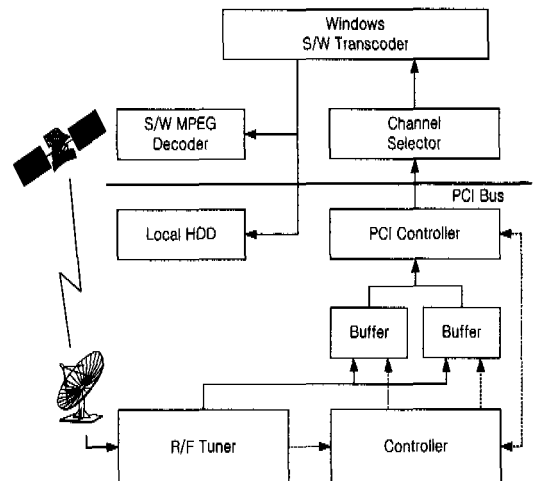


그림 6. 구현된 DSB 스트림 저장시스템 블록도

복호기를 통해 각각 재생하였다. 본 논문에서 제안한 버퍼 크기보다 작은 64 바이트나 128 바이트 크기를 가지는 버퍼를 사용하는 경우에는 저장된 스트림을 재생하였을 때 오류가 발생하였지만, 본 고에서 제시한 값을 반영한 512 바이트를 사용하여 저장된 스트림들을 재생하였을 때에는 전혀 오류가 발생하지 않고 정상적으로 동작하였다.

V. 결론

멀티미디어 기술의 급속한 발전에 따라 동영상 및 오디오의 압축 기술인 MPEG-2를 이용한 위성 방송 서비스가 점차 확대되고 있으며, 디지털 저장 장치의 용량 증대로 기존의 아날로그 방식은 빠른 속도로 디지털 방식으로의 전환되고 있다. 이러한 환경 변화에 대처하기 위하여 디지털 위성방송을 저장하기 위한 저장방식에 대한 연구가 절실히 필요하다.

본 논문에서는 Windows 운영체제로 사용하는 PC에서 PCI 버스에 장착되는 위성방송 실시간 저장장치를 구현할 때 인터럽트 대기시간으로 발생하는 데이터 손실을 방지하기 위하여 필요한 최적 버퍼 용량을 결정하는 방법을 제시하고 실험을 통하여 그 값의 타당성을 보였다. 버퍼 용량은 PCI 버스의 데이터 전송 속도와 PC의 인터럽트 대기시간 분석을 통하여 결정되었다. 다양한 조건에서 인터럽트 대기시간을 측정하기 위하여 인터럽트 대기시간 측정기를 설계하고 제작하였다. 그리고 계산된 버퍼 용량을 검증하기 위하여 실시간 위성방송 저장장치 시제품을 제작하였다. 제시한 버퍼 크기를 가진 시스템으로 원하는 채널의 위성 스트림을 실시간으로 저장한 후, 범용 MPEG-2 전송 스트림 복호기들로 재생하였을 때 손실 없이 정상적으로 재생되었다.

디지털 위성 방송 스트림을 수신하고 저장하는 시스템은 향후 홈 게이트웨이 등과 같은 다양한 시스템에서 활용될 것으로 예상되고, 이러한 시스템에서 멀티미디어 데이터 입출력은 PCI 버스를 통하여 이루어 질 것이므로 본 고에서 제시한 방법을 이용하면 필요한 버퍼 크기를 결정하는데 많은 도움이 될 것으로 기대한다.

참고 문헌

[1] P.V. Rangan and H.M. Vin, Efficient storage

techniques for digital continuous multimedia IEEE Trans. Know. Data Eng. 5, 1993, pp.564-573

- [2] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, Generic coding of moving pictures and associated audio, Parts 1,2,3, IS 13818-1,2,3, March 1995
- [3] R. Nakatsu, N. Tosa, and T. Ochi, Interactive Movie System with Multi-Person Participation and Anytime Interaction Capabilities, Proceedings of ACM Multimedia 98, Bristol, England, Sep. 12-16, 1998, pp.129-137
- [4] M. Krunz and S.K. Tripathi, Impact of video scheduling on bandwidth allocation for multiplexed MPEG streams, ACM Multimedia Systems, Vol. 5, No. 6, Dec., 1997, pp.347-357
- [5] R.Deepak, Kenchammana-Hosekote, J. Srivastava, I/O scheduling for digital continuous media, Multimedia Systems ACM, Vol. 5, No. 4, 1997, pp.213-237
- [6] M. Chen and D.D. Kandlur, Stream Conversion to Support Interactive Video Playback, IEEE Multimedia, Vol. 3, No.2, Summer 1996, pp.51-58
- [7] ETRI, 무궁화 위성방송 송,수신기 정합규격, Apr. 22, 1995
- [8] PCI Local Bus Specification Revision 2.1, PCI Special Interest Group, Potland, 1995
- [9] K. Heubaum, Windows 95 Interrupt Latency, Vireo White Paper, Vireo Software Inc., Acton, MA, Sep. 27, 1995

김 양 호(Yang-Ho Kim)

정희원



1992년 2월 : 광운대학교
전자공학과 졸업(학사)
1994년 2월 : 광운대학교
전자공학과 대학원 졸업
(석사)
2000년 2월 : 광운대학교
전자공학과 졸업(박사)

2000년 3월~현재 : (주)코스트론

<주관심 분야> FPGA, Windows CE, 멀티미디어 시스템

손 채 봉(Chae-Bong Sohn)

정회원

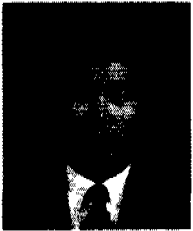


1991년 7월~1993년 2월 :
삼성전자 SM 연구실
학생 연구원
1993년 2월 : 광운대학교
전자공학과 졸업(학사)
1995년 2월 : 광운대학교
전자공학과 대학원 졸업
(석사)

1995년 3월~현재 : 광운대학교 전자공학과 대학원
박사과정
<주관심 분야> 영상 및 음성처리, 컴퓨터 네트워킹,
멀티미디어 시스템

정 광 수(Kwang-Sue Jung)

정회원

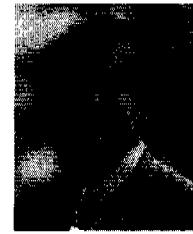


1981년 : 한양대학교 전자공학과
(학사)
1983년 : 한국과학기술원
전기 및 전자공학과
졸업(석사)

1991년 : 미국 University of Florida 전기공학과 졸
업(박사)
1983년~1993년 : 한국전자통신연구원 선임연구원
1991년~1992년 : 한국과학기술원 대우교수
1993년~현재 : 광운대학교 전자공학부 부교수(정보
통신연구원 연구원)
<주관심 분야> 컴퓨터통신, 인터넷, 분산처리, 멀티
미디어

오 승 준(Seoung-Jun Oh)

정회원



1980년 2월 : 서울대학교
전자공학과 졸업(학사)
1982년 2월 : 서울대학교
전자공학과 대학원
졸업(석사)
1988년 5월 : 미국 Syracuse
University 졸업(박사)

1982년~1992년 : 한국전자통신 연구원 근무(멀티미
디어연구실 실장)
1986년 7월~8월 : NSF Supercomputer Center 초청
학생연구원
1987년~1988년 : Northeast Parallel Architecture
Center 학생연구원
1992년~현재 : 광운대학교 전자공학부 부교수(정보
통신연구원 연구원)
<주관심 분야> 영상처리, 영상압축, 멀티미디어 시
스템