

디지털 홈 서비스를 위한 리눅스 환경의 IEEE1394 기반 미디어 스트리밍

준회원 이 성 용*, 정회원 이 재 길**, 최 창 열***

IEEE1394/Linux based Media Streaming for Digital Home Services

Sung Yong Lee* Associate Member, Jae Gil Lee**, Chang Yeol Choi*** *Regular Members*

요 약

최근 들어 디지털 홈 서비스와 요소 기술에 대한 관심이 급증하고 있다. 디지털 홈에서 홈 네트워크에 연결된 디지털 기기간의 멀티미디어데이터 송수신 기능은 필수적이다 본 논문은 리눅스 환경에서 IEEE1394를 통한 멀티미디어 스트리밍 시스템의 설계와 구현에 대해 기술한다. 개발된 시스템의 주요 특징은 다음과 같다. 첫째, IEEE1394를 통해 DV뿐 아니라 MPEG2-TS 형식의 데이터 송수신이 가능하다 둘째, 디바이스 드라이버를 이용하여 IEEE1394, IEC61883 프로토콜을 투명하게 처리함으로써 데이터 송수신 프로그램 개발의 복잡성을 줄였다 셋째, 흔히 사용하는 PC의 서로 다른 사양을 고려한 용량적용기법을 적용하여 DV 데이터 뿐 아니라 HD급 데이터까지 유연하게 스트리밍 할 수 있다 이러한 기능과 특징들을 IEEE1394 기반의 홈 네트워크 테스트베드를 구축하여 시험, 검증하였다 본 논문에서 제시된 미디어 스트리밍 기법은 리눅스 환경에서 홈 미디어 서버뿐 아니라 IEEE1394를 통한 미디어 스트리밍 기술로 충분히 활용될 수 있다

Key words Linux, IEEE1394, Media streaming, Digital Home

ABSTRACT

Recently the interest in digital home services and its related technology has increased rapidly Multimedia data transmission between digital devices that are connected to home network is essential function This paper presents the design and implementation of multimedia streaming system based on IEEE1394 in Linux environment The key features of proposed system are as follows First, it can transmit and receive not only DV format data but also MPEG2-TS format data through IEEE1394 bus Second, it uses device drivers that handling IEEE1394 and IEC61883 protocol transparently to reduce the complexity of communication program Thurd, it applied capacity adaptation technique considering various specifications of PCs to get smooth streaming for HD data These characteristics are tested on testbed of IEEE1394 based home network. The proposed media streaming technique can be used as a home media sever in Linux environment

I. 서 론

인터넷 이용지의 폭발적인 증가, 멀티 PC 가정의 확산, 사용자의 모바일 라이프 추구 및 인터넷 정보

가전 기기의 등장으로 디지털 홈 서비스와 요소기술에 대한 관심이 급증하고 있으며, 홈 네트워크로 연결되는 디지털 오디오/비디오 기기간의 멀티미디어 데이터 송수신 기술 연구 또한 활발하게 이루어

* 강원대학교 컴퓨터정보통신공학과(moota4@hanmail.net) ** 원주대학 컴퓨터정보관리과 교수(jglee@sky.wonju.ac.kr)

*** 강원대학교 전기전자정보통신공학부 교수(cychoi@kangwon.ac.kr)

논문번호 040065-0209, 접수일자 2004년 2월 9일

※ 본 연구는 정보통신부 대학 IT연구센터 육성·지원사업의 지원을 받았습니다

지고 있다^{[1][2][3]}. 그리고 오늘날, 거의 대부분의 가정에서 PC를 보유하고, HD급의 고화질 방송 서비스가 증가되고 통신과 방송이 융합되는 상황에서 PC 기반의 HDTV를 위한 멀티미디어 스트리밍은 디지털 홈 서비스에 필수적인 기술로서 디지털 홈 구축을 촉진하는 주요 요소이다.

IEEE1394 기반 멀티미디어 스트리밍은 IEEE 1394 버스로 연결된 기기들 사이에 멀티미디어 데이터의 실시간 송수신을 가능하게 함으로써 가정 내에서 위성 방송, DVD 영화, 디지털 비디오 등을 PC에서 재생하거나, IEEE1394로 연결된 TV나 PC에서 동시에 시청할 수 있고, VCR이나 하드디스크로의 저장도 가능하게 한다. 윈도우 환경에서는 멀티미디어 스트리밍을 지원하기 위한 커널 영역의 디바이스 드라이버, 응용프로그램, 송수신 인터페이스가 다양하게 제공되고 있다^[4]. 하지만 리눅스 환경에서는 디바이스 드라이버나 인터페이스가 디지털 비디오(DV)만 지원하기 때문에 미디어 스트리밍 서비스가 매우 제한적이다. 리눅스 환경에서도 윈도우 환경처럼 보다 다양한 스트리밍을 실현하기 위해서는 DVD나 CD, 위성방송 수신 지원과 MPEG2-TS 데이터를 위한 인터페이스의 구현이 요구된다. 리눅스 환경에서의 IEEE1394기반 멀티미디어 스트리밍 시스템에 대한 연구로는 Linux1394^[6]의 DV 스트리밍 시스템, NEC의 MPEG over 1394^[7], TI의 ATV 인터페이스 연구^[8]를 들 수 있다. Linux1394에서는 리눅스 플랫폼 상에서 video1394 디바이스 드라이버로 구동되는 입출력 디바이스를 사용하여 DV 데이터를 송수신하는 리눅스 커널 모듈과 libraw1394와 같은 사용자API를 제안하고 구현하였다. NEC의 MPEG over 1394는 시스템 칩 상에 스트리밍 기능을 탑재한 셋톱박스를 사용하여 MPEG2-TS를 TV에서 재생한다. TI의 ATV 인터페이스는 ATV 프로토콜인 HyperLynx[9]를 기반으로 하여 HyperLynx 프로토콜의 CIP 층을 통한 MPEG2-TS 데이터의 스트리밍을 지원한다.

본 논문에서는 리눅스 환경의 dv1394와 mpeg 1394 드라이버를 이용하여 IEEE1394 기기간에 DV와 MPEG2-TS 형식의 멀티미디어데이터의 전송, 재생 그리고 저장 등의 기능을 갖는 미디어 스트리밍 시스템의 설계와 구현 내용을 기술한다. 제안한 시스템은 미디어 홈 서버로 응용될 수 있으며 주요 특징은 다음과 같다. 멀티미디어데이터의 패킷헤더 관리와 흐름제어 등에서 많은 단점을 보였던 video1394 드라이버가 아닌, 데이터 전송 기능이

강화된 dv1394, mpeg1394 드라이버를 이용함으로써 데이터 스트리밍을 위한 응용프로그램의 개발이 용이하다. 그리고 미디어 홈 서버가 지원하는 전송 대역폭과 서버 자원의 성능에 따라 HD급 데이터의 스트리밍 서비스 품질(QoS)을 유연하게 선택할 수 있다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 서론에 이어 II장에서 이 논문의 기본 배경이 되는 디지털 홈의 개념, IEEE1394의 동작원리와 용량 적응형 스트리밍을 기술한다. III장에서는 미디어 스트리밍 시스템의 설계와 구현 내용을 구체적으로 보이고 IV장에서 시험 환경과 결과를 언급한다. 마지막 V장에서는 결론과 향후 과제를 다룬다.

II. 배경연구

2.1 디지털 홈

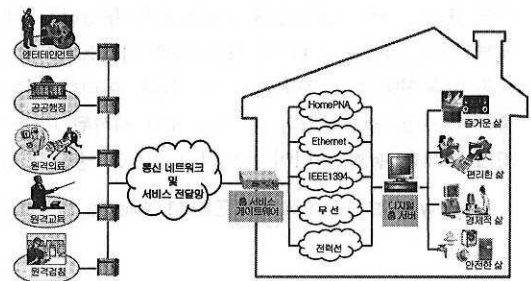


그림 1. 디지털 홈 서비스 모델^[5]

디지털 홈은 가정 내 모든 정보가전 기기가 유·무선 홈네트워크로 연결되어 누구나 시간과 장소에 구애받지 않고 다양한 홈디지털 서비스를 제공하는 미래지향적 가정환경을 의미하는 것으로, 그림 1과 같이 홈네트워크 외에 서비스를 가정까지 전달하는 외부 네트워크, 홈디지털 서비스를 구현하는 콘텐츠와 솔루션으로 구성된다. 여기서 홈네트워크와 액세스망은 홈서버나 홈게이트웨이를 통해 상호 접속된다. 디지털 홈을 구축하기 위한 홈네트워크 기술은 여러 단체에서 서로 다른 목적을 갖고 표준화를 진행하고 있으며, 크게 유선과 무선 형태로 구분된다. 유선으로는 HomePNA, 전력선통신, IEEE1394, USB, 이더넷 등이 존재하며, 무선에는 Home RF, 블루투스, IrDA, 무선랜, UWB 그리고 무선1394 등이 있다.

2.2 IEEE1394

디지털 홈 네트워크에서 오디오/비디오 데이터를 스트리밍하기 위해서는 대용량 멀티미디어데이터 전송에 필요한 높은 대역폭과 고속의 프로토콜, 홈 네트워크 기기간의 디지털 인터페이스가 요구된다. 이를 위해 고속 직렬 버스인 IEEE1394 표준과 디지털 인터페이스 표준인 IEC61883이 제안되었다^[10].

IEEE1394는 최고 400Mbps의 높은 대역폭과 비동기 전송 방식은 물론 동시 전송 방식을 지원함으로써 동시 채널을 이용한 실시간 멀티미디어데이터 전송이 가능하다^[11]. IEEE1394 프로토콜은 2와 같이 물리 층, 링크 층, 트랜잭션 층으로 이루어지며, 비동기 데이터와 동시성 데이터의 송수신 기능은 링크 층에서 이루어진다.

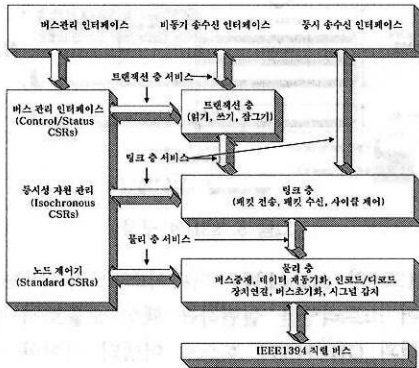


그림 2. IEEE1394 프로토콜 계층

IEC61883 표준은 그림 3과 같은 CIP(Common Isochronous Packet)를 적용하여 디지털기기간의 다양한 멀티미디어 스트리밍 인터페이스를 정의한다. IEC61883-1은 DV 스트리밍을 위한 프로토콜[12], IEC61883-4는 DVB, 위성방송, DVD에서 사용하는 MPEG2-TS(Transport Stream)에 대한 프로토콜을 정의한다^[13]. IEC 61883이 지원하는 실시간 전송 프로토콜의 한 부분인 CIP는 DV, MPEG2-TS처럼 서로 다른 형식의 멀티미디어 데이터를 IEEE1394를 통해 전송할 수 있도록 정의된 패킷 형식이다. 즉, IEEE 1394의 동시 채널을 통해 전송되는 멀티미디어데이터는 CIP 헤더에 의해 구별된다.

0	0	SID (6)	DBS (8)	FN (2)	QPC (3)	S P H	RSV (2)	DBC (8)
1	0	FMT (6)	50 / 60	STYPE (5)	RSV (2)	SVT (16)		

그림 3. CIP 헤더 형식

2.3 용량 적응형 스트리밍

일반적으로 서버의 처리 능력과 전송 대역폭은 서버의 사양에 따라 서로 다르게 나타나며 네트워크의 전송 대역폭 또한 시간에 따라 불규칙하게 변한다. 서버나 네트워크의 가변적인 전송 대역폭은 미디어 스트리밍에서 여러 가지 문제를 야기한다. 따라서 송신측과 수신측에서는 먼저 가용한 전송 대역폭을 추정하고, 추정된 대역폭에 적합한 스트리밍 전송량을 선택해야한다. 만약 가용한 전송 대역폭이 비디오 스트리밍을 위한 데이터 재생에 요구되는 최소 전송량을 만족시키지 못하면 전송 지연이 발생하여 비디오 스트리밍 재생 품질(QoS)이 저하된다. 이러한 QoS 문제는 가용한 전송 대역폭이나 서버 PC의 용량에 적합한 수준으로 원본 데이터를 실시간으로 변환하거나(Streaming Capacity Adaptation : SCA), 원본 데이터를 크기가 서로 다른 여러 개의 파일로 변환한 뒤 저장하는 방법(Multiple File Switching : MFS)으로 해결한다^[14].

SCA에서는 내장된 트랜스코더의 핵심 기능인 down-sampling, frame rate reduction, changing compression formats^[15]등을 이용하여 원본 데이터를 전송 대역폭과 서버 PC의 용량에 적합한 수준으로 변환한다. 트랜스코더를 이용하면 다양한 포맷으로 데이터를 변환할 수 있지만, 원본 데이터를 인코딩, 디코딩하는 과정에서 화질이 떨어지고 인코딩, 디코딩 작업량이 많아져 트랜스코더^[16]가 설치된 서버 PC의 성능이 전체 시스템의 성능을 좌우할 수도 있다.

다중 파일 스위칭(MFS)은 같은 내용의 원본 데이터를 다른 비트율을 갖는 여러 개의 파일로 만든 뒤 별도의 저장장치에 저장해 놓고, 클라이언트가 접속한 후 세션이 시작되면 특정 비트율을 갖는 파일을 선택하여 전송하는 방식이다. 다중 파일 스위칭은 트랜스코딩 보다는 개념이 간단하지만 같은 내용의 원본데이터가 여러 개의 파일로 존재하기 때문에 저장 장소가 많이 필요하다. 또한 전송 대역폭의 불규칙한 변화에 대응하기 힘들고 클라이언트가 세션을 유지한 상태에서 전송 비트율을 선택하면 세션이 종료될 때까지는 다른 비트율로 변경하는 것이 불가능하다.

III. 설계 및 구현

본 논문에서 제안하는 미디어 스트리밍 시스템은

IEEE1394를 통해 DV와 MPEG2-TS 포맷의 멀티미디어 데이터를 안정적으로 전송할 뿐 아니라, 서버의 하드웨어 성능에 따라 데이터 변환율을 다르게 적용함으로써 스트리밍 서비스의 품질을 유연하게 지원한다. 또한 제안된 시스템은 리눅스 환경에서 홈 미디어 서버로 활용될 수 있으며, 그림 4와 같이 리눅스 커널과 통합 서비스 모듈(Unified Service Module)로 구성된다. 통합 서비스 모듈은 비디오 스트리밍의 기본 기능인 비디오 데이터의 전송, 재생을 수행하는 스트리밍 서비스 계층(Streaming Service Layer : SSL)과 네트워크 전송 대역폭과 서버의 성능에 따라 원본 데이터를 유연하게 변환하는 용량 적응 계층(Capacity Adaptation Layer : CAL)으로 이루어진다.

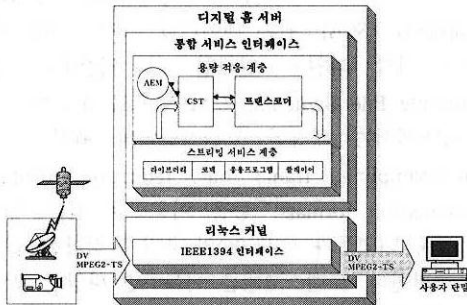


그림 4. 홈 미디어 서버의 구성

3.1 스트리밍서비스계층

3.1.1 구성

SSL은 비디오 스트리밍에 필수적인 비디오 데이터의 전송이나 재생 같은 기본 기능을 수행하는 계층으로서 그림 5와 같이 구성된다. SSL의 최상위에 있는 응용프로그램은 디지털캠코더의 원격 제어와 멀티미디어 데이터의 송수신 제어, 저장, 재생 서비스를 지원하고, 응용프로그램이 지원하는 서비스들은 응용프로그램의 하위에 위치한 비동기 전송 인터페이스와 동시 전송 인터페이스를 거쳐 처리된다.

3.1.2 동시 전송 및 디바이스 드라이버

멀티미디어데이터의 동시 전송은 DV와 MPEG 데이터의 송수신을 각각 관장하는 dv1394, mpeg1394 디바이스 드라이버와 동시 전송을 시작하기 전에 동시자원관리모듈로부터 비동기식으로 동시 채널을 할당받는데 사용되는 ieee 1394, ohci1394 디

바이스 드라이버에 의해 이루어진다. 리눅스 서버와 리눅스 클라이언트 또는 디지털 캠코더와 리눅스 클라이언트 사이의 멀티미디어 데이터 전송 과정은 다음과 같다. 서버 역할을 하는 리눅스 PC가 DV나 MPEG-TS 데이터 파일을 보내면 dv1394, mpeg1394 디바이스 드라이버는 각 데이터에 IEEE1394 프로토콜과 IEC 61883 프로토콜을 적용하여 동시 데이터 패킷으로 변환한다. 그리고 ieee1394와 ohci1394를 통해 동시 데이터 패킷을 전송할 동시 채널을 할당받고 OHCI 1394 호스트 어댑터의 전송 사이클 타임에 따라 동시 데이터 패킷을 IEEE1394 케이블을 통해 브로드캐스트한다.

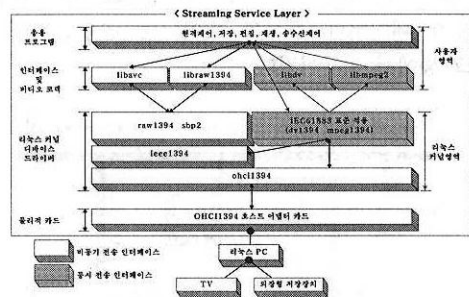


그림 5. SSL의 구성

dv1394와 mpeg1394 디바이스 드라이버는 멀티미디어 스트리밍을 실현하는 핵심 모듈로서 응용프로그램과 OHCI1394 호스트 어댑터 사이의 데이터 송수신을 위한 인터페이스를 제공하며, 디바이스 드라이버 각각은 입출력 디바이스인 dv1394와 mpeg1394in, mpeg1394out을 구동한다. 동시 데이터 패킷은 OHCI1394 호스트 어댑터의 특정 메모리 주소를 직접 읽고 씌으로써 송수신되어 응용프로그램으로 전송된다. 그리고 IEEE1394로 전송하기 위한 데이터는 동시성 패킷 형식으로 변환된다. 이때 각 디바이스 드라이버는 DV 데이터의 경우는 480바이트로, MPEG2-TS 데이터는 188바이트로 패킷화하고 IEEE1394 프로토콜과 IEC61883 프로토콜이 적용된 헤더를 각각 삽입하여 동시 전송 패킷으로 생성한다. 그리고 ieee1394와 ohci1394 디바이스 드라이버와의 상호 통신을 통해 데이터 송수신에 필요한 자원인 동시 채널을 할당받는다. 디바이스 드라이버에 의해 동시 전송 패킷으로 변환된 데이터는 ieee1394와 ohci1394 디바이스 드라이버를 통해 할당받은 동시 채널을 통해 송수신된다. 마지막으로 송수신 제어상태를 확인하는 함수와 데이터 송수신 함수를 이용하여 멀티미디어 데이터가 송수신된다.

3.1.3 응용프로그램 및 MPEG2-TS 데이터 재생

응용프로그램은 시스템의 최상위에 위치하여 사용자에게 시스템 인터페이스를 제공하며, 내부적으로는 IEEE1394 디바이스 제어를 위한 비동기 인터페이스와 데이터 관리를 위한 동시 전송 인터페이스를 갖는다. 비동기 전송 인터페이스를 통해 디지털캠코더와 같은 A/V 디바이스를 제어하고 DV와 MPEG2-TS 데이터의 송신, 저장, 파일의 재생, 그리고 실시간 재생은 동시 전송 인터페이스를 거쳐 이루어진다. DV와 MPEG2-TS 데이터는 IEEE 1394로 직접 전송됨과 동시에 실시간으로 재생되는 경우와 저장장치에 저장된 데이터 파일을 재생하는 경우로 구분된다.

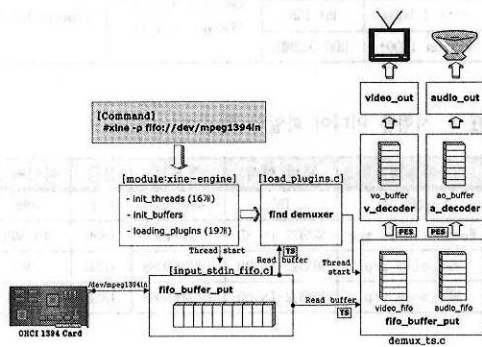


그림 6. Xine을 이용한 MPEG2-TS 데이터 재생

DV와 MPEG2-TS 데이터를 재생하기 위해서는 IEEE1394로부터 데이터를 전달받는 인터페이스가 필요하다. DV를 위한 이 인터페이스는 라이브러리(libdv)에서 지원되지만 MPEG2-TS의 실시간 재생을 위한 IEEE1394 인터페이스는 구현이 필요하다. MPEG2-TS 데이터는 공개 소프트웨어인 Xine^[17]을 이용하여 재생된다. Xine은 리눅스 환경에서 MPEG, AVI, ASF, MP3, 미디 파일을 재생할 수 있으며, 저장된 파일의 재생은 물론 FIFO 버퍼를 사용하는 표준 입력(stdin) 디바이스를 통한 재생도 지원한다. 본 시스템에서는 IEEE 1394를 통해 수신한 MPEG2-TS 데이터는 표준 입력 방식으로 재생되는데, 그 과정은 그림 6과 같다. 즉 /dev/mpeg1394in으로 수신한 데이터는 Xine의 데이터 입력 버퍼(fifo_buffer)에 적재되어 표준 입력으로 사용된다. Xine은 적재된 데이터의 1K 바이트(prefix)를 읽어 어떤 데이터 형식인지를 인식하고 디멀티플렉서가 정의된 지역플러그인

(local_plugins.c)을 이용하여 데이터 형식을 판단하고 해당되는 디멀티플렉서 쓰레드를 실행한다. 데이터가 MPEG2-TS인 경우는 TS(demux_ts) 쓰레드를 실행하여 PES(Packetized Elementary Stream) 형식의 비디오, 오디오 데이터로 나누고 각 데이터를 디코더에서 해석, 재생된다.

3.2 용량 적응 계층

대용량의 멀티미디어 데이터를 재생할 때 기반 시스템이 지원하는 네트워크나 컴퓨팅 용량이 부족하면 원래 데이터의 자연스러운 재생이 어렵게 된다. 일반적으로 HD급 파일을 실시간으로 재생하기 위해서는 최소 20Mbps의 전송율이 보장되어야 하지만^[16], 리눅스 환경의 mpeg1394 드라이버를 이용한 데이터 전송 시험 결과는 평균 10Mbps를 보였다. 이처럼 mpeg1394 드라이버를 이용하여 HD급 파일을 재생할 때, 실시간 재생에 요구되는 최소 전송율을 보장하지 못하면 HD급 데이터 스트리밍에 끊김 현상이 발생한다. 이 문제를 해결하기 위해 네트워크의 전송 대역폭과 컴퓨터하드웨어의 성능에 따라 전송하고자 하는 원본 데이터의 크기를 유연하게 변환하는, 즉 시스템 하드웨어 자원의 성능에 최대한 적응하는 용량 적응 계층을 구현하였다. CAL은 그림 4에서 보는 것처럼 트랜스코더, 시스템 구성 자동추출 모듈, 용량 선택 테이블로 이루어진다.

3.2.1 트랜스코더

트랜스코더는 CAL의 핵심 모듈로서, 크기가 큰 HD급 동영상의 각 프레임을 작은 크기로 변환(down scaling)하여 데이터의 전체 크기를 줄이고, 줄어든 프레임 크기만큼 전송률을 향상시킨다. 트랜스코더는 그림 7과 같이 원본 데이터를 비디오와 오디오 부분으로 나누고 각각을 원하는 목적에 맞도록 변환한 후에 다시 병합하는 과정을 거친다.

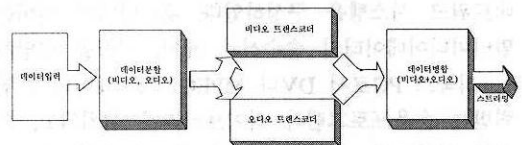


그림 7. 트랜스코더의 내부동작

본 논문에서는 트랜스코더로 오픈소스인 ffmpeg^[18]를 채택하였다. ffmpeg은 원본 데이터를 파일 형식으로 입력받아 트랜스코딩하고 그 결과데이터를 파일로 출력한다. 제안된 시스템에서는 그림 4에서

보는 것처럼 트랜스코더의 입·출력이 리눅스 커널의 IEEE1394 인터페이스와 연결되어 실시간으로 트랜스코딩하도록 설계하였다. 따라서 트랜스코더를 수정하여 리눅스 커널의 디바이스 드라이버가 트랜스코더의 입·출력을 직접 받을 수 있도록 구현하였다.

3.2.2 시스템구성지동추출

일반적으로 가정용 PC의 성능과 하드웨어 규격은 매우 다양하며, 트랜스코딩 성능에 큰 영향을 미친다. 미디어 서버로 구축되는 PC 상에서 실시간 트랜스코딩을 보장하기 위해서는 PC의 다양한 사양을 감안하여 미디어 변환을 유연하게 적용하는 기법이 요구된다. HD급 데이터의 유연한 실시간 트랜스코딩을 위해서는 서버로 사용 중인 PC의 CPU 클럭속도와 메인메모리 크기와 같은 하드웨어 구성 내역을 자동으로 추출해야 한다. CPU의 클럭 사이클 속도는 시스템 카운터를 정해진 시간만큼 동작 시킨 후, 그 시간 동안에 발생한 클럭 틱(clock tick)의 수를 이용하여 추출하고 메인메모리의 크기는 리눅스의 '/proc/meminfo' 파일에서 확인된다.

3.2.3 용량선택테이블

실시간 트랜스코딩을 보장하기 위해서는 사용 중인 PC 시스템의 사양에 따라 데이터 변환율을 서로 다르게 적용해야 한다. 트랜스코딩을 위한 데이터 변환율은 HD급 데이터를 유연하게 변환하기 위한 척도로서 PC의 CPU와 메인 메모리의 사양에 따라 다르게 적용되며, 하드웨어 성능에 따른 정량적인 데이터 변환율을 용량선택테이블에 규격화한다.

IV. 실험 및 결과

IEEE1394에 연결된 기기들 사이의 멀티미디어 스트리밍 기능과 서버 PC의 용량에 적용하는 기능을 시험, 검증하기 위해 그림 8과 같이 시험용 홈 네트워크 시스템을 구성하였다. 홈 미디어 서버는 멀티미디어데이터의 송수신과 제어, 저장을 담당하는 리눅스 PC로서 DV나 MPEG2-TS 데이터를 입력받는 응용프로그램과 라이브러리가 설치되고, 외장형 저장장치, 그리고 데이터 재생을 위한 플레이어와 TV로 연결되며 이들은 단대단으로 통신한다. 그리고 서버 PC는 표 1과 같이 리눅스 운영체제와 ffmpeg 트랜스코더를 공통으로 사용하고 하드웨어 규격은 서로 다른 3가지 유형을 채택하였다. IEEE1394에 연결되는 기기들은 그림에 보인 것 외에도 다양하게 구성될 수 있다. 실험에 사용된 시험

용 미디어 파일들의 특성은 표 2와 같다.

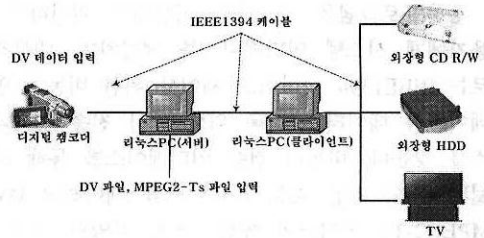


그림 8 IEEE1394 기반 시험용 홈 네트워크

표 3. 시험용 홈 서버 PC의 규격

CPU	RAM	OS	Transcoder
P-IV 1.8GHz	DDR 512MB	Hancorn Linux 3.1 (Kernel 2.4.19)	ffmpeg 0.4.6
P-IV 1.5GHz	RD 1GB		
Athlon 1800+	DDR 512MB		

표 4. 시험용 미디어 파일의 특성

파일명	파일 형식	프레임	블록	파일크기
testDV.dv	DV	480*250	480B	40MB
Romafollidays.mpg	MPEG2-TS SD	704*480	188B	40.5MB
ces_clip.trp	MPEG2-TS HD	1920*1088	188B	2MB
MBC_song.trp	MPEG2-TS HD	1920*1088	188B	217MB

4.1 기본 스트리밍 기능

멀티미디어 스트리밍의 기본 요소인 DV, MPEG2-TS SD급과 HD급 미디어 데이터의 전송, 수신, 재생, 저장 기능을 표 2에 보인 데이터 파일을 이용하여 시험, 검증하였다. 멀티미디어데이터의 전송 시험에서는 IEEE1394 디바이스 드라이버가 지원하는 전송버퍼의 크기가 최대 1,024 바이트인 점을 고려하여, DV 데이터는 블록 크기인 480 바이트로, MPEG2-TS는 5개의 블록을 묶은 940 바이트 단위로 전송하였다. 미디어 데이터의 전송, 수신, 저장 기능 각각에 대한 시험을 통해 응용프로그램, 디바이스 드라이버, 호스트 어댑터간의 인터페이스가 원활하게 연계 동작하고, 서버와 클라이언트 리눅스 시스템 간의 데이터 송수신이 정확하게 이루어짐을 확인하였다.

서버가 IEEE1394를 통해 전송한 멀티미디어데이터를 클라이언트에서 수신, 재생하는 기능을 시험한 결과는 다음과 같다. DV 데이터는 초당 평균 4.8MB(480*10000)를 전송받아 40프레임을 처리하였고, MPEG2-TS SD급 데이터의 경우 초당 평균

9.4MB(188×5×10000)를 전송 받아 27.8프레임을 재생함으로써 데이터 스트리밍이 끊김 없이 자연스럽게 되었다. 그러나 MPEG2-TS HD급 데이터는 SD급과 마찬가지로 초당 평균 9.4MB를 전송받았지만 4.5프레임 만을 처리함으로써 Xine을 이용한 미디어 재생에 끊김 현상이 발생하였다. 이는 mpeg1394 드라이버가 MPEG2-TS HD급 데이터를 처리하기에는 성능이 부족함을 보여주는 것으로 MPEG2-TS HD급 데이터의 끊김없는 스트리밍을 위해서는 별도의 처리과정이 필요한 것으로 분석된다. 한편 서버가 전송한 MPEG2-TS HD급의 멀티미디어데이터를 클라이언트에서 수신하여 재생하는 장면의 한 예는 그림 9와 같다.



그림 9 MPEG2-TS HD급 데이터 재생 예

4.2 용량 적응 스트리밍

HD급 파일의 시스템 적응과 데이터 전송 기능은 가정에서 흔히 사용하는 PC를 대표하는 고사양(A 타입), 중사양(B 타입), 저사양(C 타입) 규격 상에서 실험하였다. 고사양 PC는 Pentium-VI 1.5GHz 프로세서에 1GB RDRAM의 메모리를 기본으로 구성하였고(A1), 중사양의 PC는 Athlon 1800+ 프로세서에 512MB DDR-SDRAM 메모리를 기본으로 구성하였고(B1), 저사양 PC는 Pentium-III 550MHz 프로세서에 512MB SDRAM의 메모리를 기본으로 구성하였다(C1). 그리고 PC에 장착되는 메모리 크기가 트랜스코딩 처리속도에 미치는 영향을 보기 위해 기본사양의 메모리 크기를 각각 반으로 줄인 세 가지 타입(A2, B2, C2)도 구성하여 실험을 하였다. 여기서 Athlon 1800+ 프로세서는 일반적인 정수 연산에서는 Pentium-IV 1.8GHz 프로세서와 비슷한 성능을 보이지만, 부동소수점 연산이 대부분을 차지하는 비디오 코덱(CODEC) 작업에서는 Pentium-IV 1.3GHz 에 못 미치는 성능을 보인다¹⁹⁾. 따라서 Athlon 1800+ 프로세서가 기본사양으로 구성된 PC는 중사양으로 분류하였다.

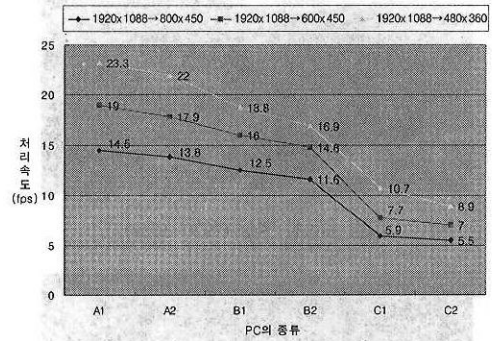


그림 10. 용량 적응을 위한 트랜스코딩 결과

MPEG2-TS HD급 데이터의 용량 적응을 위한 트랜스코딩 실험 결과는 그림 10과 같으며 주요 특징은 다음과 같다. 첫째, PC의 CPU는 동일한 상태에서 메모리 크기만 2배로 증가시켰을 때 A, B, C 타입 각각의 처리속도(fps)는 5.07%, 7.75%, 7% 정도 향상되었다. 둘째, 각 타입별 최고사양에서 그림 11과 같은 1920×1088의 원 영상에 대해 해상도를 서로 다르게 적용할 때 트랜스코딩되는 프레임의 수(fps)는 증가하며 그 정도는 다음과 같다. 그림 12와 같은 800×450로 작게 하면 처리속도는 각각 14.5fps, 12.5fps, 5.9fps로 나타나, 그림 13처럼 600×450로 하면 처리속도는 800×450인 경우에 비해 각각 23.68%, 21.87%, 23.37% 증가되었다. 마지막으로 원 영상을 그림 14와 같은 480×360으로 더욱 작게 변환하면 처리속도는 600×450인 경우에 비해 22.63%, 17.5%, 38.9% 향상되었다.

트랜스코딩은 멀티미디어데이터를 디코딩한 후에 형태를 변환하고 다시 인코딩하는 과정을 반복하므로 CPU와 메모리 같은 컴퓨터하드웨어의 성능에 영향을 많이 받는다. 그리고 오늘날 일반인들이 많이 사용하는 PC들의 사양이 아주 다양하므로 시스템의 처리능력을 고려하여 멀티미디어데이터의 해상도를 변경하면 디지털 홈을 위한 미디어 스트리밍의 서비스 품질을 유연하게 지원할 수 있다. 본 용량 적응 스트리밍 실험을 통해 CPU 성능과 메모리 크기가 트랜스코딩에 미치는 영향을 정량적으로 분석해 볼 수 있었다. 고품질 원 영상의 크기를 작게, 즉 해상도를 작게 변환할수록 화질의 변화가 뚜렷이 나타났으며 트랜스코딩을 한 결과 파일의 크기는 수 배에서 수십 배로 작아진 것을 확인할 수 있었다.



그림 11. 원 영상 (1920×1088)

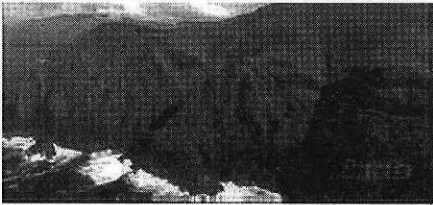


그림 12. 트랜스코딩 1 (800×450)



그림 13. 트랜스코딩 2 (600×450)



그림 14. 트랜스코딩 3 (480×360)

V. 결론

디지털 홈 응용 서비스 중의 하나는 디지털캠코더나 DVD, VCR 같은 A/V 기기를 IEEE1394로 연결하여 홈 서버에서 제어하고 멀티미디어데이터를 송수신, 재생, 저장함으로써 가정생활의 편리성을 제고하는 것이다. 한편 공개 운영체제인 리눅스가 최근 들어 홈 서버로도 활용되고 있지만 IEEE 1394 기반 홈 네트워크 인터페이스나 디바이스 드라이버가 미흡하여 위성방송이나 DVD 같은 최근 미디어를 서비스하기 위한 MPEG2-TS 인터페이스와 디바이스 드라이버의 개발이 요구되었다.

본 논문에서 설계, 구현한 미디어 스트리밍 시스

템은 홈 서버 역할을 하는 리눅스 PC에서 IEEE 1394로 연결되는 A/V 기기간에 DV 형식과 MPEG2-TS 형식의 데이터를 송수신 할 수 있으며, 다음과 같은 주요 특징을 갖고 있다. 첫째, 기존의 멀티미디어데이터 송수신에 사용되던 video 1394 디바이스 드라이버 대신 IEC61883 프로토콜 기능이 추가된 dv1394 디바이스 드라이버를 사용함으로써 DV 데이터 전송 프로그램의 개발이 단순해졌다. 둘째, mpeg1394 디바이스 드라이버를 사용하여 기존의 리눅스 환경에서 제공하지 않던 MPEG2-TS 데이터의 송수신 기능을 실현하였고, dv1394 및 mpeg1394 디바이스 드라이버와 접속하는 응용프로그램을 구현하여 IEEE1394 기기들 사이의 멀티미디어데이터의 전송, 수신, 재생, 저장을 단순화하였다. 셋째, PC의 서로 다른 규격에 적응하도록 데이터 변환을 조정함으로써, 즉 트랜스코딩을 통해 리눅스 환경에서 IEEE1394 기반의 HD급 데이터의 유연한 스트리밍을 실현하였다. 이러한 미디어 스트리밍 기법은 디지털 홈을 위한 기반기술인 홈 서버뿐 아니라 IEEE1394를 통한 멀티미디어 스트리밍 서비스 기술로 충분히 활용될 수 있으며, 트랜스코딩을 통한 용량적용기법은 대역폭 제약이 있는 무선 환경에서의 모바일 미디어 스트리밍에 응용될 수 있다.

본 논문에서는 서로 다른 CPU와 메모리 크기를 갖는 세 가지 구성의 서버 PC에서 HD급 MPEG-TS 데이터의 유연한 스트리밍의 실현가능성을 확인하였다. 트랜스코딩을 통한 유연한 QoS 지원과 관리 기법, 그리고 최적의 용량선택테이블 구성 방안을 찾기 위한 다양한 실험과 이론적 연구는 향후 과제로 남긴다.

참고 문헌

- [1] 송석일, "홈 네트워크 표준화 기술 동향," 전자통신동향분석, 제15권 제6호, pp.56-64, 한국전자통신연구원, 2000. 12.
- [2] 김두현, 김선자, 문경덕, 박광로, 이진우, 마평수, "인터넷 정보가전 기술 개발 및 표준화 동향", 제2권 제4호, 정보통신연구진흥원, 2000. 10.
- [3] 이상무, 이영환, "택내 통신 설비기준 동향", 정보통신연구진흥원, 2002. 4.
- [4] 강요식, "IEEE-1394 인터페이스를 이용한 다시점 MPEG2TS 데이터의 실시간 전송에 관한 연구", 경원대학교 석사학위논문, 2000. 2.

[5] 디지털라이프 실현을 위한 디지털 홈 구축계획, 정보통신부, 2003. 6.

[6] IEEE1394 for linux, <http://www.lin-ux1394.org>

[7] MPEG over 1394, "System@IC news", NEC, March 2001.

[8] Adam J, Kunzman, Alan T. Wetzel, "1394 High Performance Serial Bus: The Digital Interface for ATV", *IEEE Transactions on Consumer Electronic*, Vol.41, No.3, pp.893-900, August 1995.

[9] Proposal for EIA Standard ATV Baseband Digital Interface, HyperLy- nx, February 8, 1995.

[10] 1394 Trade Association, <http://www.1394ta.org>

[11] P1394a Draft Std. for a High Performance Serial Bus, IEEE, March 15, 1998.

[12] IEC61883-1 : "Consumer audio/video equipment Digital Interface", General, Feb. 1998.

[13] IEC61883-4 : "Consumer audio/video equipment Digital Interface", MPEG2 -TS data transmission, Feb. 1998.

[14] John G. Apostolopoulos, Wai-tian Tan, Susie J. Wee, "Video Streaming : Concepts, Algorithms, and Systems", Hewlett Packard Laboratories Technical Report HPL-2002-260, Sep. 2002.

[15] S. J. Wee, J.G. Apostolopoulos, N. Feamster, "Field-to-Frame Transcoding with Temporal and Spatial Downsampling", *IEEE International Conference on Image Processing*, Kobe, Japan, October 1999.

[16] Haruhisa Kato, Hiromasa Yanagihar, Yasuyuki Nakajima, Yoshinori Hatori, "A Fast Motion Estimation Algorithm for DV to MPEG-2 Conversion", 2002 *IEEE International Conference on Consumer Electronics*, Digest of Technical Papers, pp.140-141, 2002.

[17] Xine : a free video player, <http://xinehq.de>

[18] ffmpeg : a free transcoder, [http:// ffmpeg.sourceforge.net/](http://ffmpeg.sourceforge.net/)

[19] <http://www.spec.org/cpu2000/results/>

이성용(Sung Yong Lee)

준회원



2003년 2월 : 강원대학교 정보통신공학과 졸업
2003년 3월~현재 : 강원대학교 컴퓨터정보통신공학과 석사과정

<주관심 분야> 모바일스트리밍, 멀티미디어시스템

이재길(Jae Gil Lee)

정회원



1983년 2월 : 경북대학교 전자공학과 졸업
1985년 2월 : 경북대학교 전자공학과 석사
2000년 ~ 현재 강원대학교 컴퓨터정보통신공학과 박사과정

1985년 ~ 1993년 ETRI 선임연구원

1993년 ~ 현재 원주대학 컴퓨터정보관리과 교수

<주관심 분야> 모바일컴퓨팅, 멀티미디어시스템

최창열(Chang Yeol Choi)

정회원



1979년 2월 : 경북대학교 전자공학과 졸업
1981년 2월 : 경북대학교 전자공학과 석사
1995년 2월 : 서울대학교 컴퓨터공학과 박사

1984년 5월~1996년 2월 :

ETRI 컴퓨터연구단 책임연구원/연구실장

1996년 3월~현재 : 강원대학교 전기전자정보통신공학부 교수

<주관심 분야> 컴퓨터시스템, 모바일컴퓨팅, 멀티미디어시스템