

고화질 스테레오 비디오 전송 시스템 구현

이기영^o 김종원

광주과학기술원 정보통신공학과 네트워크미디어 연구실
{kylee^o, jongwon}@netmedia.gist.ac.kr

Implementation of High-Definition Stereoscopic Video Delivery System

Kiyoung Lee^o and JongWon Kim

Networked Media Lab., Dept. Information and Communications,
GIST (Gwangju Institute of Science and Technology)

요 약

최근 고성능 네트워크(high performance network)를 통해서 고화질 비디오 전송이 활발히 이루어지고 있다. HD급의 고화질 비디오는 압축 방법과 해상도에 따라 그 종류가 많고 대역폭도 다양하다. 본 논문에서는 기존의 MPEG2 기반의 고화질 비디오(HDV)에 몰입감과 현실감을 증진시키기 위한 고화질의 스테레오 비디오를 네트워크 환경에서 실시간 전송하는 시스템을 디자인하고 구현한다. 구현된 시스템은 기존의 HDV전송 시스템을 개선하여 카메라로부터 저장된 스테레오 비디오를 전송하기 위한 전송 모듈을 제안하고 구현하여 결과를 보여준다.

1. 서 론

IT 기술의 발달로 고성능 네트워크(high performance network)와 광대역통합망(broadband convergence network: BcN)과 같은 대용량 네트워크 인프라가 점차 확대되고 보편화 되는 추세이다. 이에 발맞추어 네트워크를 통한 DV, HDV [1], HDTV급의 고화질 비디오를 전송하는 시도가 많이 이루어지고 있다 [2,3]. 이러한 비디오 스트림들을 실시간으로 전송하기 위해서는 카메라와 컴퓨터 사이는 보통 IEEE1394 인터페이스로 연결되어 있고, 비디오의 빠른 부호화 및 복호화를 위해 하드웨어 부호화/복호화기를 사용하기도 한다. 현재 이러한 고화질 비디오들을 KOREN(KOrea advanced REsearch Network)이나 KREONET(Korea Research Environment Open Network) 과 같은 대용량 네트워크를 통해 전송하는 시도가 활발하다.

최근에는 고화질의 비디오 전송뿐만 아니라 여기에 실감성, 몰입감, 현실감을 증진시키기 위한 고화질의 스테레오 비디오를 전송하는 시도가 이루어지고 있다. 3차원 고화질 비디오의 응용분야로는 사용자들에게 실감성을 요구하는 원거리 협업을 위한 Access Grid [4]와 수술 장면을 고화질 입체 영상으로 기록하는 임상 체형 시스템에 활용 될 수 있다. 또한 입체감과 실재감을 요구하는 교육과 웹캠핑 분야 등 그 활용범위가 넓고 다양하다.

실제로 2002년 월드컵을 3D HDTV로 중계하는 시도가 있었다. 하지만 이를 위해서 3차원 카메라를 사용하였고 좌우 비디오의 다중화(muxing) 및 비다중화(demuxing)와 ATM 기반의 패킷화를 하는 일련의 과정을 위해 고가의 하드웨어를 사용하였다 [5]. 이에 반해 본 논문에서는 HDV 포맷을 이용하여 HD급의 스테레오 비디오를 전송하는 시스템을 소프트웨어를 이용하여 구현한다. 저가의 HD급 카메라로부터 생성되는 좌우 스트림은 IEEE1394를 통해 MPEG2-TS[6] 포맷으로 나온다. 두 대의 카메라로부터는 똑같은 프로그램 정보의 MPEG2-TS가 전송되기 때문에 MPEG2-TS 시스템에서의 효율적인 다중 프

그램의 전송을 하기 위해서는 추가적인 시스템의 자원이 든다. 따라서 좌우 스트림의 다중화를 위해 TS패킷 헤더에 좌우 영상의 구분할 수 있는 정보를 삽입하고 좌우 스트림을 교차하여 전송함으로써 빠른 다중화 했고, 수신 측에서는 이를 구분지어 좌우 비디오 스트림을 각각 부호화한다. 최종적으로 사용자는 3차원 디스플레이 장치를 이용하여 고화질 스테레오 비디오를 실시간으로 감상할 수 있다. 현재까지의 구현 결과는 좌우 카메라로부터의 저장된 영상을 전송을 하고 이를 수신하여 재연한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2절에서는 현재 많이 사용되고 있는 고화질 비디오의 포맷에 대해 요약과 HDV전송 시스템에 대해 알아본다. 3절에서는 제안하는 고화질 스테레오 비디오를 위한 전송 시스템에 대해 설명한다. 4절에서는 실험 결과에 대해 설명하고 6절에서 결론을 내린다.

2. HD급 고화질 비디오 포맷 및 HDV 전송 시스템

HDTV는 MPEG2로 압축어진 포맷으로 1280×720의 해상도를 가지고 초당 60프레임의 Progress 방식인 720p와 1920×1080의 해상도와 초당 30프레임의 interlaced 방식인 1080i의 두 가지 대표적인 포맷이 있다. 표 1에서 보는 바와 같이 현재 많이 사용되고 있는 HD급의 고화질 비디오의 포맷으로는 압축 방법에 따라 그 종류가 다양하다.

표 1. HD급 고화질 비디오 종류 (720p, 1080i).

	HDV	DVCPRO HD	HDCAM	Uncompressed HDTV
대역폭	19.2Mbps	100Mbps	140Mbps	1.5Gbps
압축방법	MPEG2 Video MP@HL	I-frame only	I-frame only	

HDV (High-Definition digital Video)는 2003년에 DV카세트에 HD 비디오를 담기 위한 새롭게 정의된 포맷이다. 해상도는 720p이고 19.2Mbps의 대역폭을 갖는다. DVCPRO HD는 Panasonic에서 제공하고 HDCAM은 Sony에서 제공하는 HD포

맷으로 프레임만 압축하게 되고 압축비율에 따라 100Mbps에서 235Mbps까지의 대역폭을 갖는다. 비압축의 HDTV는 SMPTE292M HD-SDI 인터페이스를 통해 1.5Gbps의 대역폭을 갖는다.

일반적으로 HDV 시스템은 카메라로부터 영상을 IEEE1394로부터 전송받아 이를 전송하고 수신하는 시스템으로 현재 이를 이용한 시스템이 많이 구현되어 있다. KAIST의 HDVTS[7], 히로시마 대학의 ROBST[8]와 그리고 기존 VideoLAN[9]을 이용하여 이에 HDV입력과 FEC(Forward Error Control) 모듈을 추가한 GIST의 'VideoLAN for HDV'가 많이 사용되고 있다 [10]. 표 2는 각 시스템의 특징에 대해 요약한다.

표 2. HDV 전송 시스템 비교.

	HDVTS	ROBST	VideoLAN for HDV
운영체제	Windows	Linux	Windows/Linux/MAC
FEC 모듈	×	○	○
IPv6/multicast 지원여부	○	○	○ (SAP Protocol 지원)

표 2에서 볼 수 있듯이 각 시스템은 multicast와 IPv6를 지원하며 VideoLAN은 추가적으로 SAP(Service Advertisement Protocol)와 다양한 운영체제를 지원한다. 'VideoLAN for HDV'는 기존의 VideoLAN 서버(VLS)에 IEEE1394 인터페이스를 통해서 들어오는 MPEG2-TS를 입력받아 전송 패킷으로 만드는 부분과 패킷 손실시 복원을 위해 FEC 모듈을 추가한 버전이다.

3. 제안하는 고품질 스테레오 비디오 시스템

그림 1은 제안하는 고품질 스테레오 비디오 시스템의 전체적인 구성을 보여준다. 송신시스템과 좌우 2대의 카메라는 IEEE1394 인터페이스를 통해서 MPEG2-TS를 전송한다. 송신 시스템에서 각 스트림은 다중화와 패킷화하는 과정을 통해서 전송된다. 수신 측에서는 좌우 스트림을 분리하는 비다중화와 각각의 부호화 과정을 거쳐 스테레오 영상을 만든다.

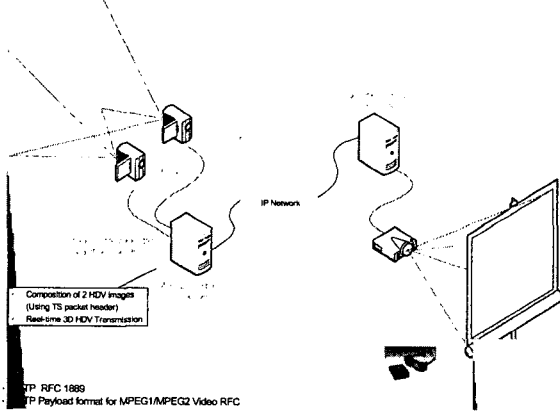


그림 1. 고품질 스테레오 영상 시스템.

현재까지의 송신시스템의 구현 결과는 카메라로부터의 좌우 스트림을 저장 한 후에 다중화 과정을 거쳐서 전송하는 부분이고 추후 실시간 카메라로부터의 입력이 추가 될 것이다.

3.1 송신 시스템

좌우 스트림을 전송하는 방법에는 하나의 채널로의 다중화를 해서 보내는 방법과 좌우 스트림을 각각 다른 채널로 보내는 방법이 있을 수 있다. 다른 채널로 보내는 방법은 좌우 비디오의 동기화 맞추는 것과 다른 한쪽 채널에서의 패킷 손실이 나면 스테레오 비디오를 생성하기 어려울 수 있다는 점 때문에 송신 시스템에서는 하나의 채널로 다중화를 한다. 또한 고품질 비디오를 실시간 전송하는 시스템에서는 빠른 다중화 전송이 요구되고 이를 위해 MPEG2-TS에서 제공하는 프로그램의 다중화 대신 TS 레벨의 다중화를 시도했다.

TS 패킷은 188바이트의 고정 크기로 되어 있고 그중 헤더는 4바이트를 차지한다. TS 패킷의 헤더에는 TS 패킷임을 나타내는 동기화 필드가 존재하며 어떤 스트림인지를 나타내는 PID(Program ID) 필드가 있다. 송신 시스템에서는 PID를 이용하여 좌우 영상을 다중화 한다.

그림 2는 좌우의 MPEG2-TS를 하나의 채널로 보내기 위한 다중화 과정을 보여준다. 좌우 카메라로부터의 MPEG2-TS의 비디오와 오디오의 PID는 모두 같고 어떤 스트림이 어느 쪽 카메라로부터 나오는 스트림인지 구분하기가 어렵다. 따라서 하나의 채널로 다중화 하는 과정에서 왼쪽 스트림의 PID를 모두 바꾼다. 그렇게 해서 좌우 TS 패킷을 한번씩 교차해서 다중화를 한다.

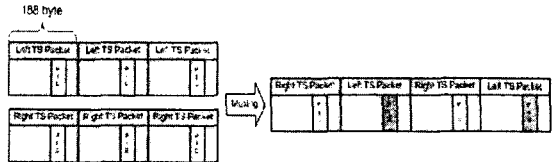


그림 2. 좌우 TS 스트림 다중화.

3.2 수신 시스템

다중화된 스트림은 좌우 각각 독립적인 하나의 프로그램을 갖는다. 수신 시스템에서는 2개의 TS로부터 하나의 프로그램 테이블을 구성하게 되며 최종 프로그램 테이블에는 좌우 비디오 스트림과 오디오로 구성된다. 이와 같은 과정을 위해 TS의 프로그램 관련정보 테이블 (PSI:Program Specific Information)이 필요하다. TS 패킷중 PID 값이 0인 PAT(Program Association Table)에 따라 지정된 패킷에는 그 프로그램을 구성하는 비디오와 오디오 스트림이 어떤 패킷에 실려 오는지를 알려주는데 이를 PMT(Program Map Table)라 한다. 수신된 좌우 TS로부터의 구성되는 좌우 TS의 PMT는 똑같이 구성되어 있다. 수신 시스템의 비다중화 하는 과정에서 좌우 2개의 독립적인 프로그램은 좌우의 비디오 스트림 2개와 오디오 스트림 1개로 구성되는 하나의 프로그램으로 구성된다.

수신 측에서는 들어오는 연속적인 TS는 먼저 TS 패킷의 PID를 검사하여 좌우 TS를 구분한다. 비다중화 과정에서 PID값이 0일 때에 PMT를 만들고 이때부터 TS패킷을 받아드리고 오른쪽의 TS 패킷들을 모두 버린다. PID값이 0인 TS 패킷은 오른쪽 TS에 밖에 없게 되고 그것으로부터 프로그램 테이블을 만든다. 이때 좌 비디오 스트림을 위해 프로그램 테이블에 왼쪽 비디오 스트림을 위한 PID를 추가한다.

그림 3은 수신시스템의 비다중화 과정을 보여준다. TS패킷이 도착하면 먼저 PID를 확인한다. TS 패킷이 PID가 0인 PAT면 프로그램 테이블을 만든다. 이때 TS 패킷이 왼쪽 TS 스트림의 PAT면 기존의 프로그램 테이블에 왼쪽 비디오 스트림 PID를 추가한다. 오른쪽 TS의 PAT인 경우에는 패킷의 내용에 따라 프로그램 테이블을 만든다.

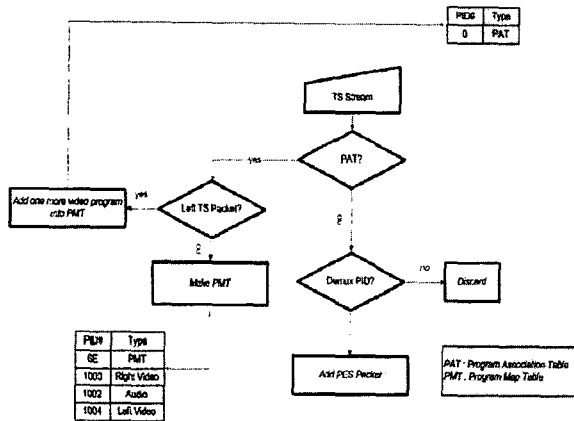
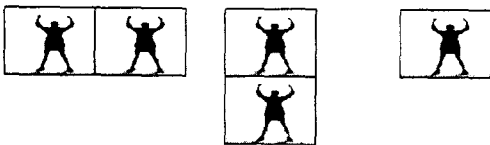


그림 3. 수신 시스템의 비다중화 (좌우 스트림 구분).

그림 3의 프로그램 테이블에서 보는 바와 같이 PID의 값이 1000은 오른쪽 비디오 스트림을, 1004는 왼쪽 비디오 스트림을 나타낸다. 좌우 비디오 스트림은 따로 MPEG2 복호화를 거쳐서 프레임 버퍼에 저장이 되고 수신 측의 스테레오 디스플레이에 맞게 사용자에게 보여준다.

4. 실험 결과

그림 4는 스테레오 영상 디스플레이 방식의 비교를 나타내며 각각의 방식에 맞는 장치를 갖춰야만 사용자는 3D 입체감을 느낄 수 있다.



(1) Side by Side (2) Top Down (3) interlaced

그림 4. 스테레오 영상 표현 방법.

그림 5는 구현된 시스템으로부터의 두개의 영상을 받아서 'side by side'로 영상을 보여주고 있다. 실험에 사용된 카메라는 JVC GR HD1 모델로서 1280×720의 해상도에 초당 30프레임으로 HDV 포맷을 지원한다. 좌우 스테레오 영상을 위해 2대의 카메라를 사용하였고 카메라는 IEEE1394 인터페이스를 통해서 컴퓨터로 19.2Mbps의 대역폭으로 MPEG2-TS의 형식으로 전송한다. 전송된 스트림은 파일로 송신시스템에 저장할 후에 여기에 RTP/UDP/IP의 헤더의 추가로 왼쪽과 오른쪽 카메라 스트림이 각각 20.8Mbps로 총 41.6Mbps의 대역폭을 가지고 전송을 한다.



그림 5. 수신된 고품질 스테레오 영상.

5. 결론 및 추후 과제

본 논문에서는 고품질 스테레오 영상을 전송하고 재현해 보임으로서 광대역 네트워크 인프라를 바탕으로 사용자에게 실감성과 몰입감을 제공하는 할 수 방법을 모색해 봤다.

스테레오 영상을 보기 위해서는 정밀하게 두 대의 카메라 사이의 조율이 이루어져야 하는데 본 논문에서는 카메라의 정확한 조정은 고려하지 않았다. 여기에 좌우 비디오의 정확한 동기화를 맞추어야 하는 문제 또한 해결해야 할 숙제이다. 앞으로 직접 카메라로부터 직접 실시간으로 전송을 하고 MPEG2의 스테레오 영상의 표준과의 연관성을 찾아야 할 것이다. 또한 본 시스템을 확장해서 TS 프로그램 테이블에 다른 비디오 PID를 추가하는 것과 같이 3차원이 아닌 여러 개의 카메라를 사용하는 다차원 비디오로 발전할 수 있다.

6. 감사의 글

본 연구는 광주과학기술원 실감방송 연구센터를 통한 정보통신부 대학 IT 연구센터(ITRC) 사업과 광주과학기술원의 지원에 의한 것입니다.

참고문헌

- [1] HDV Format, <http://www.hdv-info.org>.
- [2] ResearchChannel, <http://www.researchchannel.org>.
- [3] P. Bellows, J. Fildr, L. Charai, C. Pekins, P. Chodowiec, and K. Gaj, "IPsec-Protected Transport of HDTV over IP", in *Proc. 13th International Conference on Field Programmable Logic and Applications*, Lisbon, Portugal, Sep. 2003.
- [4] Access Grid, <http://www.accessgrid.org>.
- [5] N.H. Hur, G.S. Lee, W.S. You, J.H. Lee, and C.H. Ahn, "An HDTV-Compatible 3DTV Broadcasting System," *ETRI Journal*, vol. 26, no. 2, pp. 71-82, 2004.
- [6] MPEG2 system, [ISO/IEC 13818-1:2000](http://www.iso.org/iso/13818-1:2000).
- [7] J Lee and K. Chon, "High-Definition Digital Video Over IP: System Design, Experiments and Applications", in *Proc. APAN Network Research Workshop 2004*, Cairns, Australia, July 2004.
- [8] ROBST, <http://net.ipc.hiroshima-u.ac.jp/robst/>.
- [9] VideoLAN, <http://www.videolan.org>.
- [10] HDTV over IP, <http://hdtv.nm.gist.ac.kr>.