

일반논문-08-13-6-14

실시간 다시점 고화질 비디오 전송 시스템을 위한 동기화된 다중화 기법

김종률^{a)}, 김종원^{a)†}

A Synchronized Multiplexing Scheme for Multi-view HD Video Transport System over IP Networks

Jongryool Kim^{a)} and JongWon Kim^{a)†}

요 약

본 논문은 동기화된 다중화 기법을 사용하는 고화질 다시점 비디오 전송 시스템의 프로토타입을 제안한다. 제안된 동기화된 다중화 기법은 비디오 획득 과정에서 동기화를 고려하고 전송하는 동안의 상호적인 시점 선택을 위한 다중화를 고려한다. IEEE 1394 인터페이스를 통해 다수의 HDV 캠코더들로부터 비디오 획득시의 동기화를 위하여 카메라와 서버 사이의 전역시간(global time)을 사용하여 MPEG-2로 부호화된 비디오 스트림들 간의 기준 시간 차이를 추정(예측)하고 MPEG-2 시스템의 시간 모델을 수정함을 통하여 비디오 스트림들의 기준 시간 차이를 보정한다. 이와 함께 상호적인 시점 전환을 위해서 MPEG-2 TS (transport stream)에서 다중화를 수행한다. 최종적으로 제안하는 동기화된 다중화 기법을 사용하여 사용자들은 동기화된 고화질 시점 비디오를 재생할 수 있다.

Abstract

This paper proposes a prototype realization of multi-view HD video transport system with synchronized multiplexing over IP networks. The proposed synchronized multiplexing considers the synchronization during video acquisition and the multiplexing for the interactive view-selection during transport. For the synchronized acquisition from multiple HDV camcorders through IEEE 1394 interface, we estimate the timeline differences among MPEG-2 compressed video streams by using global time of network between the cameras and a server and correct timelines of video streams by changing the time stamp of the MPEG-2 system stream. Also, we multiplex a selected number of acquired HD views at the MPEG-2 TS (transport stream) level for the interactive view-selection during transport. Thus, with the proposed synchronized multiplexing scheme, we can display synchronized HD view.

Keywords : Multi-view, stereoscopic HD video, synchronized multiplexing, high-definition video over IP

1. 서 론

최근 들어 IP와 방송의 융합을 주제로 새로운 서비스 창

출을 위한 다양한 시도가 이루어지고 있다. 물론 통신과 방송의 융합을 위한 시도는 오랫동안 계속 되어 왔지만 최근 들어 고성능 네트워크와 같은 대용량 네트워크 인프라가 확대됨으로써 이러한 시도는 높은 현실성을 가지게 되었으며, 실제로 다수의 기업들이 이러한 형태의 융합 서비스를 제공하고 있다. 이러한 통신과 방송 융합의 현실화를 계기로 차세대 정보통신 서비스 분야의 핵심 기술로써 이용자

a) 광주과학기술원 정보통신공학과 네트워크미디어 연구실

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

※ 본 연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터육성
· 지원사업의 연구결과로 수행되었음(IITA-2008-C1090-0801-0017)

† 교신저자 : 김종원(jongwon@nm.gist.ac.kr)

에게 보다 높은 고차원의 실감성과 몰입감을 제공하기 위한 3DTV에 대한 관심이 높아지고 있다. 3차원 영상 정보는 입체감과 현실감이라는 느낌의 정보까지도 포함한 대용량의 입체영상 정보로써 디지털 케이블이나 광대역 통합망 (BcN)과 같은 초고속 정보 통신망으로의 전송을 전제로 한다. 이러한 3차원 비디오를 정의하는데 있어 크게 두 가지 관점이 있다. 첫 번째는 영상에 깊이 정보를 이용하여 영상의 일부가 화면으로부터 튀어 나오는 느낌을 줄 수 있도록 구성된 비디오, 두 번째는 기본적으로 사용자에게 다양한 시점 비디오를 제공하여 현실감을 느끼도록 구성된 다시점 비디오이다. 본 논문에서는 다양한 시점 비디오를 통해 현실감을 느끼도록 구성된 다시점 비디오 서비스 시스템을 토대로 3DTV에 접근해 보려 한다.

최근 들어 다양한 연구 단체들과 기업체들에서 IP 네트워크를 이용한 다시점 비디오 전송 시스템의 원형을 제시하고 있다. Microsoft Research Asia는 현실성 있는 실시간의 상호적인 다시점 비디오 서비스 제공을 위한 시스템을 제안했다^[1]. MERL (Mitsubishi Electric Research Laboratories)은 실시간으로 영상을 획득, 전송, 최종적으로 무안경식 재생장치를 이용한 다시점 3DTV 시스템을 제안 하였다. 이 시스템은 몰입감 있는 3차원 체험을 통해 실감성을 제공하기 위하여 1024X768 화소의 16개의 시점을 제공한다^[2]. GIST (Gwangju Institute of Science & Technology)는 시점 전환 가능한 저비용의 고품질 다시점 비디오 전송 시스템을 제안했다^[3]. 이 시스템은 상용의 HDV 캠코더들과 소프트웨어 기반의 리시버들로 인하여 시스템 구성의 확장성과 유동성을 제공한다. 다음과 같은 대개의 다시점 비디오 전송 시스템들은 실시간성 서비스를 위하여 simulcast 방식을 사용하여 각각의 시점 비디오들을 부호화한다. 즉 독립적으로 부호화 된 각각의 시점 비디오들은 해당하는 멀티캐스트 채널을 통하여 전송 된다. 따라서 사용자들은 원하는 시점 데이터를 제공 받기 위해서 해당하는 멀티캐스트 채널에 조인하여 원하는 시점 비디오를 제공 받는다. 다시점 비디오는 동일한 시간에, 동일한 대상에서 획득된 비디오들로 구성되기 때문에 이들 시점 비디오들 간의 동기화는 매우 중요한 요소이다. 하지만 대개의 다시점 비디오 전송 시스템들은 시점 비디오들 간의 동기화에 관한

고려가 부족 하고, 일부 시스템들이 시점 비디오들 간의 동기화를 위하여 하드웨어 기반의 동기화 유닛을 사용하기도 하는데 이러한 동기화 유닛은 전체적인 시스템의 확장성과 시스템 구성의 유동성에 제한을 가하게 된다. 또한 다가오는 광대역 IP 네트워크들을 이용한 미디어 전송에 대한 고려가 충분하지 않다.

따라서 본 논문에서는 IP 네트워크에서 소프트웨어 기반의 고품질 비디오 전송 시스템의 프로토타입을 제안한다. 이와 함께 제안된 프로토타입에서 고가의 하드웨어 비용과 하드웨어 기반의 시스템이 주는 확장성의 제한을 피하기 위하여 MPEG-2로 부호화된 고품질의 다시점 비디오들을 위해 전역시간을 제공하는 IEEE 1394네트워크와 MPEG-2 시스템 기반의 동기화된 다중화기법을 실현화한다^[7]. 제안된 동기화된 다중화 기법은 획득된 고품질 시점들의 기준 시간들을 하나의 기준 시간으로 재배열함으로써 원하는 숫자의 획득된 고품질 시점 비디오들을 다중화 할 수 있다. 다수의 다중화 된 스트림들은 각각의 멀티캐스트 채널을 통하여 전송되고, 모든 사용자들은 그들이 원하는 시점 비디오를 제공 받기 위하여 해당하는 멀티캐스트 채널에 조인하게 된다. 최종적으로, 제안된 동기화된 다중화 기법을 통하여 최종 사용자들은 시점 비디오를 선택하거나 시점 전환 시 동기화된 기준 시간을 기준으로 재생되는 다시점 비디오를 제공받을 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2절에서는 제안하는 고품질 다시점 비디오 전송 시스템의 개요를 설명한다. 3절에서는 다시점 비디오 전송 시스템을 위한 IEEE 1394 기반의 동기화 기법을 소개한다. 4절에서는 제안된 시스템 및 동기화 기법의 효율성을 검증하기 위한 실험과 결과를 소개 한다. 마지막으로 5절에서는 논문의 결론을 맺는다.

II. 제안하는 고품질 다시점 비디오 전송 시스템 개요

그림 1은 본 논문에서 고려하는 고품질 다시점 비디오 전송 시스템의 개요를 보여 준다. 제안하는 시스템은 4대의 HD급 상용 카메라들과 입체 영상을 위한 특수한 마운트,

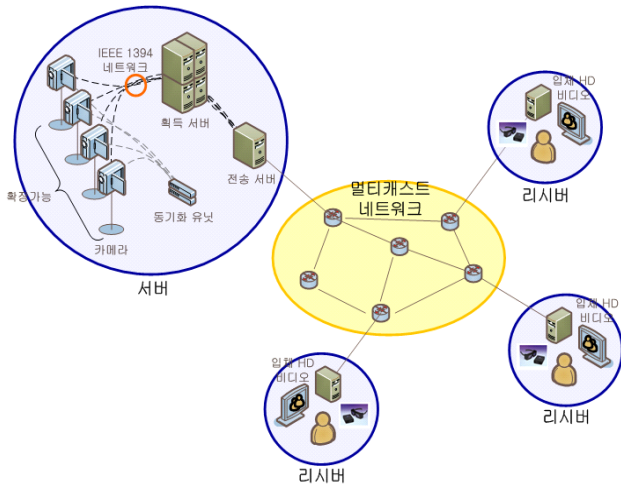


그림 1. 고화질 다시점 비디오 전송 시스템 개요
 Fig. 1. Overview of multi-view video transport system

획득/전송 서버, IP네트워크와 다수의 리시버들로 구성된다. 제안하는 시스템은 실시간 고화질 다시점 비디오 전송 시스템으로써 상용 HD급 카메라들이 획득한 프레임들은 카메라 내부의 하드웨어 기반의 MPEG-2인코더에 의해 실시간으로 부호화되고, 네트워크를 통해 전송되어, 최종적으로 리시버에서 실시간으로 역부호화, 재생된다. 시스템에서 획득된 프레임의 부호화를 제외한 다중화, 전송, 역다중화와 역부호화, 재생의 일련의 과정들은 소프트웨어 기반으로 이루어진다. 따라서 입체 전송 시스템 구축에 있어서의 큰 제약 점인 고가의 하드웨어 비용과 시스템 구성에 있어서의 유동성과 확장성 제약에서 자유롭다. 이와 함께 IP 네트워크를 사용하여 실시간의 고화질 다시점 비디오를 전송하기 때문에 리시버의 요청에 의해 상호적이고 개인화된 서비스의 제공이 가능하다. 또한, 각각의 시점 비디오들이 독립적으로 부호화된다는 점과 시스템자체가 소프트웨어 기반이며 IP 네트워크를 이용하여 고화질 시점 비디오들을 전송하기 때문에 다수의 시점들을 지원 가능한 확장성 있는 시스템을 구성할 수 있다.

구조적인 측면에서 본 시스템은 실시간의 서비스와 시스템의 확장성을 위하여 서버의 역할을 획득 부분과 전송 부분으로 구분한다. 따라서 본 시스템은 획득 서버, 전송 서버, 리시버의 주요한 세 가지 부분들로 구성된다. 동기화

유닛을 통해 생성된 신호는 모든 카메라들이 동시에 구동하여 영상을 획득하게 만든다. 결과적으로 각 고화질 시점 비디오들은 다수의 카메라들에게서 동시에 획득된다. 이와 같은 시스템의 카메라들은 MPEG-2로 부호화된 비디오 스트림들을 제공하는 상용의 HDV 카메라들로 가정한다. 카메라들은 획득된 비디오 스트림들을 IEEE 1394 네트워크 인터페이스를 통해 각각의 획득 서버로 보낸다. 각각의 시점 비디오인 부호화된 스트림들은 시점 비디오들 간의 동기화를 위한 일련의 과정을 거친 후 전송 서버로 보내진다. 전송 서버는 획득 시 동기화된 각각의 시점 비디오들을 선별적으로 다중화 하는 작업을 수행 한다. 이러한 동기화 작업 후에 다중화된 비디오 스트림들을 각각의 멀티캐스트 채널을 통하여 전송한다. 멀티캐스트를 사용하여 효율적으로 하나의 서버에서 원하는 시점 비디오를 제공받길 원하는 다수의 사용자들에게 다시점 서비스를 제공할 수 있다. 시점 전환이 가능한 고화질 입체비디오의 예를 들어 시점 전환이 가능한 입체 고화질 다시점 비디오의 경우 좌우 비디오 스트림들이 선택적으로 받아들여져서 무안경식 입체 고화질 재생장치를 사용하여 재생된다. 재생 장치에 따라서 역부호화 된 영상들은 side by side, top down, 또는 interlaced stereoscopic 재생모드에 맞추어 재생된다.

III. 다시점 비디오 전송 시스템을 위한 IEEE 1394 기반의 동기화 다중화 기법

1. 획득 시 시점들 간의 동기화 문제와 제안하는 해결 방안

1.1. 획득 시 시점들 간의 동기화 문제

이러한 고화질 다시점 비디오들은 효과적으로 실감성을 제공하기 위해 시점들 간의 동기화를 요구하기 때문에 획득, 전송과 출력의 단계를 거치면서 다수의 비디오들 간의 동기화를 유지하는 것이 매우 중요하다^[4]. 따라서 다수의 카메라를 사용하는 경우 동기화 유닛의 사용이 필요하다. 특히 GENLOCK과 같은 동기화 유닛은 다수의 카메라들의 획득 기준 시간들을 동기화하여 획득시의 동기화를 제공해

준다. 그러나 이러한 장치들은 고가의 장비일 뿐만 아니라 이런 장비들의 신호를 수용하기 위해서는 고사양의 카메라들이 필요하다. 하지만 본 논문에서 고려하는 범용 적이고 확장성 있는 다시점 비디오 전송 시스템에 이러한 고가의 하드웨어 기반의 장비를 사용하기에는 여러 가지 제약이 따른다.

그림 2에서 동기화 유닛을 사용하지 않을 경우 발생하게 되는 획득 시 비디오 스트림들 간의 비동기 상태 (기준 시간의 불일치)를 보여준다. 이런 경우, 각 카메라들은 동기화 되지 않는 각각의 기준 시간에 기반을 두어 동작한다. 이런 다수의 비동기 카메라들은 각각의 기준 시간에 기반을 두어 서로 다른 시점에서 비동기 상태의 프레임들을 생성한다⁵⁾. 뿐만 아니라 각각의 비디오 스트림 안에서 어떤 프레임이 다른 비디오 스트림의 해당하는 프레임과 매칭 되어야 하는지 알 수 있는 기준 또한 명확하지 않다. 이와 함께 다수의 비디오 스트림들을 IEEE 1394 또는 Ethernet과 같은 네트워크 인터페이스들을 통하여 카메라들로부터 획득된 영상을 제공 받을 때 지연이나 지터의 영향을 받게 됨으로 비디오 스트림들을 구성하는 패킷들의 순서배치와 같은 동기화를 위한 일련의 작업들이 추가적으로 필요하다. 기본적으로 동기화 유닛과 같은 하드웨어 장비를 사용하지 않거나 특별한 동기화 기법을 사용하지 않는 경우, 다수의 카메라들은 서로 다른 영상획득의 시작점으로 인하여 비동기 상태에 놓이게 된다. 따라서 이러한 비동기 상태를 정정하고자 본 논문에서는 IEEE 1394 전역시간과 MPEG-2 시스템의 시간 모델을 사용하여 비동기 상태를 해소할 수 있

는 동기화 기법을 제안한다. 획득 시의 동기화를 위하여 각 카메라들의 프레임들은 매회 동시에 획득되어야 한다. 즉, 관련된 각 시점 비디오들의 프레임들은 동일한 기준 시간을 가져야 한다. 결과적으로 동기화 유닛과 같은 특정한 하드웨어 장비가 없는 경우에는 임의적으로 매칭되는 프레임을 선별하고 선별된 프레임들이 가지는 타임 값을 비교하여 차이 값을 구하고 이 차이 값을 직접적으로 프레임이 재생되는 시간에 반영하는 과정이 추가적으로 필요하다.

1.2 제안하는 해결 방안

본 논문에서는 기본적으로 확장성 있는 저비용의 다시점 비디오 전송 시스템을 위하여 상용 HDV급 카메라들을 사용하는 소프트웨어 기반의 고품질 다시점 비디오 전송 시스템을 제안하고 이러한 시스템의 구성에서 동기화 유닛과 생성된 신호에 따라 작동 가능한 고성능의 카메라를 사용하지 않아 발생하게 되는 획득 시 전송 시의 동기화 문제를 해결하는 동기화다중화 기법을 제안한다. 다음의 기법을 적용하기 위해서는 각각의 카메라들이 제공하는 프레임 출력율이 (frame output rate) 같아야 하며, 다수의 카메라들은 획득서버와 동기 된 전역시간 (global time)과 등시성 전송을 제공할 수 있는 IEEE 1394 인터페이스를 통하여 연결되어야 한다. 먼저 비디오스트림들을 모으고 획득서버와 카메라들 사이에 존재하는 전역시간을 이용하여 비디오 스트림들 간의 기준 시간 차이 값을 추정한다. 그리고 이렇게 구해진 각 비디오 스트림들의 기준 시간 차이 값은 전송

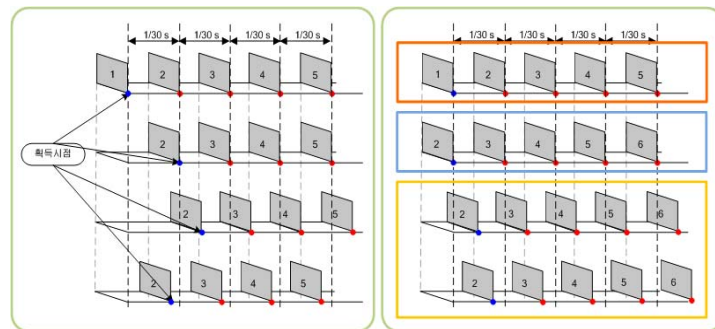


그림 2. 획득 시 비디오 스트림들 간의 비동기 상태
 Fig. 2. A synchronous state among video streams during acquisition

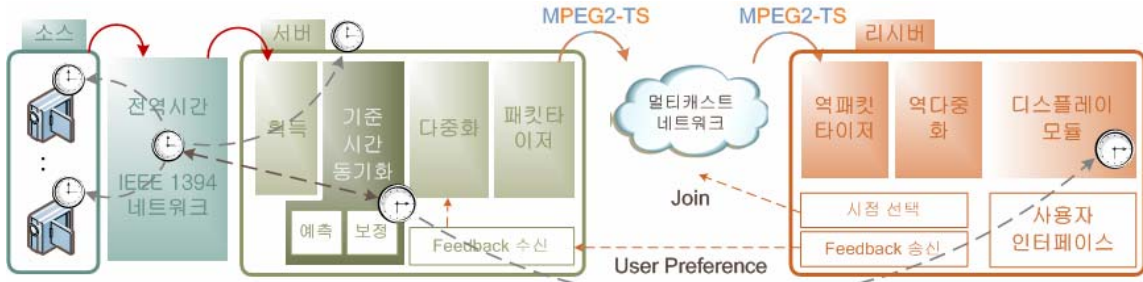


그림 3. 제안하는 동기화 다중화 기법을 사용하는 고화질 다시점비디오 전송 시스템
 Fig. 3. Proposed synchronous multi-view video transport system

서버에서 실제적으로 각각의 시점 비디오의 역부호화와 재생 시간을 지정해 주는 각 프레임의 타임스탬프에 반영된다. 이와 함께 네트워크의 지터영향을 최소화하기 위해서 전송 서버는 다시점 비디오 스트림들의 다중화를 수행한다.

그림 3은 제안된 동기화 다중화 기법을 사용하는 고화질 다시점 비디오 전송 시스템을 보여준다. 서버 안의 획득 모듈은 IEEE 1394 interface를 통하여 시점 비디오를 제공 받고, 획득 받은 비디오 스트림들은 서버 안의 가상 기준 시간 모듈에 의하여 새로운 기준 시간에 맞추어 새로운 동기화된 기준 시간을 사용한다. 이때 공통으로 사용되는 하나의 기준 시간을 생성하여 모든 시점 비디오들이 공유하게 되고, 기준 시간 추정 모듈에서 모든 시점 비디오 사이의 기준 시간 차이를 IEEE 1394 전역시간을 이용하여 추정하고, 이렇게 추정된 기준 시간의 차이 값은 기준 시간 보정 모듈에 의하여 MPEG-2 시스템 타임 모델에 맞게 각각의 기준시간에 반영된다. 이렇게 획득과 정과 기준 시간 동기화 과정을 거친 후, MPEG-2 TS 레벨에서의 다중화를 수행하게 된다.

2. 제안하는 IEEE 1394 기반의 동기화 다중화 기법

2.1 비디오 스트림들 간의 기준 시간 차이 추정

그림 4(a)는 IEEE 1394 등시성 패킷 구성과 그림4(b)는 이 패킷의 구성요소인 SPH의 구성을 보여준다. CYCLE-TIME 레지스터에 기록되어 있는 동기화된 타임스탬프 값은 SPH의 타임스탬프 부분에 기록되고 각각의 노드들은 IEEE 1394 네트워크를 통하여 목적지에 이 값을 전송한다. 만약 각각의 카메라들이 제공하는 출력 프레임율이 일정하다면, 전송된 SPH의 타임스탬프 값을 이용하여 가장 유사한 시간에 획득된 프레임을 찾을 수 있을 뿐만 아니라 이 값을 이용하여 각각의 시점 비디오들이 가지고 있는 기준 시간의 차이 값을 추정할 수 있다.

그림 5는 기준 시간 차이 추정의 순서를 보여준다. 다시점 비디오 스트림들을 모은 후, 획득 서버는 MPEG-2 TS 패킷들이 PES 헤더를 가지고 있는지 아닌지를 검사한다. 만약 PES 헤더가 있다는 말은 결과적으로 그 MPEG-2 TS 패킷이 새로운 프레임의 시작점임을 의미 한다. 만약 새로운 프레임이 이 시점 비디오 스트림에서 얻어지는 첫 번째

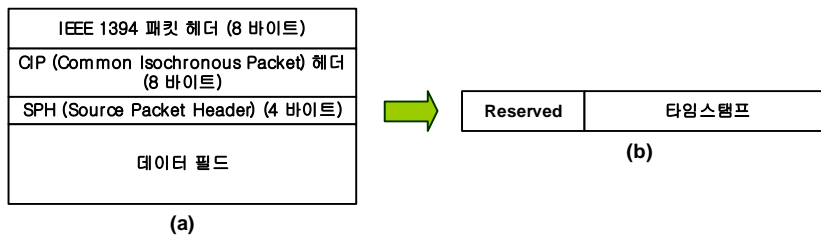


그림 4. 패킷구성: (a) IEEE 1394 등시성 패킷 구성, (b) SPH 구성
 Fig. 4. Packet format: (a) IEEE 1394 isochronous packet format and (b) SPH format

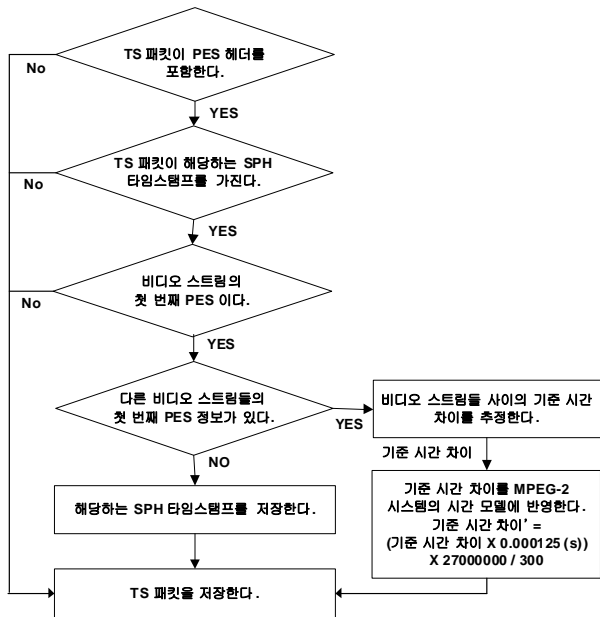


그림 5. 기준 시간 차이 추정 순서도
Fig. 5. Flowchart of timeline difference estimation

프레임이면 획득 서버는 해당하는 패킷의 IEEE 1394 동시성 패킷 헤더의 SPH 타임스탬프 값을 검사한다. 모든 시점 비디오들에서 이러한 처음프레임에 해당하는 IEEE1394의 SPH 타임스탬프 값을 MPEG-2 시스템의 타임 모델에서 사용할 수 있는 값들로 변환 한다. 즉 그림 5에서의 기준 시간 차이는 MPEG-2 시스템에 적용할 수 있는 변환된 값이다.

2.2 비디오 스트림들 간의 기준 시간 보정

비디오 스트림들 간의 기준 시간 차이를 추정한 후에, 모아진 비디오 스트림들의 기준 시간을 보정한다. 즉, 각 시점

비디오의 PCR (program clock reference), PTS (presentation time stamp), DTS(decoding time stamp)를 동기화한다. 이러한 과정을 수행하는 중에 세 가지 종류의 프레임 유형을 고려해야 한다. 각 프레임의 유형들은 서로 다른 특성을 가진다. I-프레임은 참조 프레임 없이 인트라 부호화 된다. P-프레임은 참조하는 프레임을 이용하여 부호화 된다. B-프레임은 또한 이전 그리고 이후의 프레임을 이용하여 부호화 된다. 그러므로 I 와 P-프레임들은 B-프레임들이 역부호화 되기 전에 역부호화 되고, 해당하는 B-프레임이 재생되기 전에 재생된다. 이런 상황에서, I와 P-프레임들은 서로 다른 DTS와 PTS를 가지고 해당하는 B-프레임들이 역부호화 되기 전에 역부호화 되고 해당하는 B-프레임들이 재생된 후에 재생된다. 그러나 B- 프레임은 참조하는 I 또는 P-프레임들이 역부호화 되고 재생되도록 같은 DTS와 PTS 값을 가진다.

그림 6은 기준 시간 차이 추정 후에 발생할 수 있는 비디오 스트림들 간의 사례를 보여준다. 먼저, 그림 6(a)에서 보이는 것처럼, 같은 유형의 프레임들이 해당 위치에 있는 경우, 해당하는 프레임들은 동일한 특성을 가지기 때문에 서로 연관되는 해당하는 프레임들의 PTS와 DTS는 서로 같은 값을 가진다. 다음으로 그림 6(b)에서 보이는 것처럼, 서로 다른 유형의 프레임들이 해당하는 위치에 있는 경우, 각각의 I 또는 P-프레임은 해당하는 시점에 B-프레임을 가진다.

그림 7은 기준 시간 정정 순서도를 보여준다. 서버는 해당하는 시점에 모아지는 비디오 스트림들에서 획득된 프레임의 유형을 체크한다. 처음 경우, 같은 유형의 프레임이 해당하는 시점에 존재한다면, 획득 서버는 가상의 기준 되는

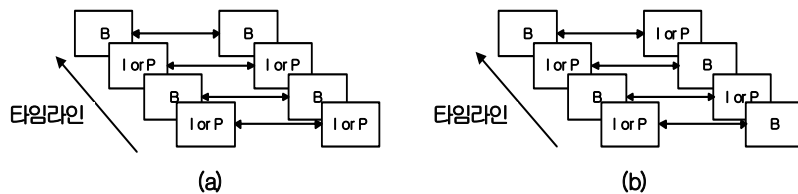


그림 6. 기준 시간 차이 추정 후에 비디오 스트림들 간의 사례: (a) 같은 유형의 프레임이 해당 위치에 있는 경우, (b) 서로 다른 유형의 프레임이 해당 위치에 있는 경우
Fig. 6. Each case after estimating timeline difference among video stream: (a) same type picture exists at the corresponding target point and (b) different type picture exists at the corresponding target point.

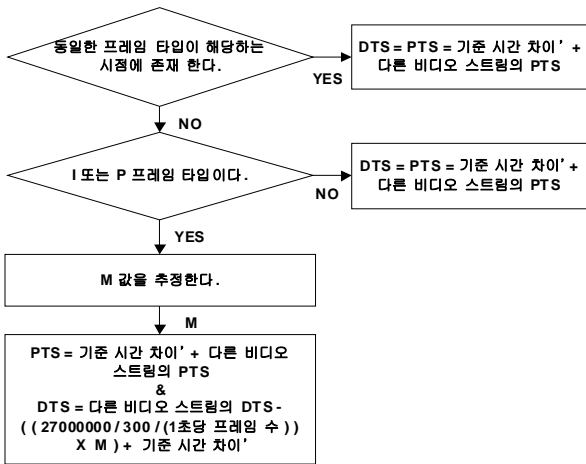


그림 7. 기준 시간 정정 순서도
Fig. 7. Flowchart of correcting timeline among video streams

기준 시간에 맞추어 각각의 비디오 스트림들 간의 기준 시간 차이 값을 PTS와 DTS 값에 반영한다. 이와는 달리 서로 다른 유형의 프레임이 해당하는 시점에 존재한다면, 획득 서버는 먼저 앞에 언급한 M 값을 구하고 MPEG-2 시스템의 DTS 식을 사용하여, 현재 프레임과 이전 프레임의 DTS 또는 PTS 차이 값을 이용한다. 따라서 I 또는 P-프레임의 DTS 값은 해당하는 프레임의 $DTS - 27000000 / 300 / (1 \text{ 초당 프레임 수}) * (M) + \text{기준시간 차이}$ 값이 된다. 여기서 M은 I 또는 P-프레임 사이에 있는 B 프레임의 수를 의미한다.

3. MPEG-2 TS 다중화와 상호적인 시점 전환 시나리오

전송 시 네트워크 상에서 지터 영향을 최소화하기 위하여, MPEG-2 TS 레벨에서 스트림들을 다중화 한다. 상용 HDV급의 카메라에서 제공하는 스트림들은 이미 MPEG-2로 부호화 되어 MPEG-2 TS의 형태로 제공되기 때문에 ES (Elementary stream)의 단계에서 다중화를 수행하기 어렵다. MPEG-2 TS는 188 바이트의 고정된 크기를 가진다. 각 TS 패킷들은 184 바이트의 payload와 4 바이트의 헤더로 이루어진다. 이 4 바이트의 헤더에는 MPEG-2 TS에서 중

요한 역할을 하는 13 비트의 PID (Packet Identifier) 가 있다. 즉, 제안하는 시스템에서는 동일한 기종의 카메라를 사용하기 때문에 카메라들이 제공하는 MPEG-2 TS 스트림의 비디오 TS 패킷들은 동일한 PID를 가진다. 서로 다른 채널을 통하여 받아들여진 스트림들은 다중화 과정을 거쳐 하나의 스트림이 되는데 이때 스트림들의 비디오 패킷을 구분하기 위하여 동일한 PID를 수정하여 서로 다른 비디오를 구분할 수 있게 한다. 하나의 스트림이 되면서 하나의 기준 시간에 모든 비디오 스트림들이 맞추어져야 하기 때문에 하나의 PSI 정보를 가진다. 즉 다른 비디오 스트림들의 PSI 정보는 버려진다. 따라서 기준이 되는 하나의 비디오 스트림의 PMT 정보는 이 하나의 스트림에 여러 개의 비디오 스트림이 다중화 되어 있다는 정보를 포함하도록 수정되어야 한다. 최종적으로 하나의 프로그램을 만들기 위하여 획득 과정에서 하나의 기준 시간에 동기화된 비디오 스트림들은 MPEG-2 TS 레벨에서 다중화를 수행하여 하나의 스트림으로 만들어지고 전송된다.

그림 8은 리시버에서 MPEG-2 TS 레벨에서 다중화 예시를 보여준다. 리시버는 하나의 MPEG-2 TS 스트림에 역다중화를 수행하여 PMT에 있는 PID 정보를 이용하여 다수의 MPEG-2 TS 스트림을 구분해서 MPEG-2 TS패킷을 PES로 만들고 다시 PES를 모아서 ES를 만든다. 그리고 ES 스트림들을 하나의 기준 시간에 맞추어 역부호화하고 3D 재생장치를 이용하여 동기화된 PCR과 PTS에 맞추어 재생된다.

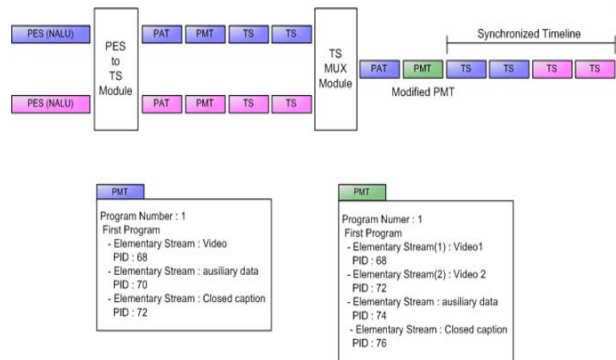


그림 8. MPEG-2 TS 레벨 다중화와 기법
Fig. 8. Example of MPEG-2 TS level multiplexing

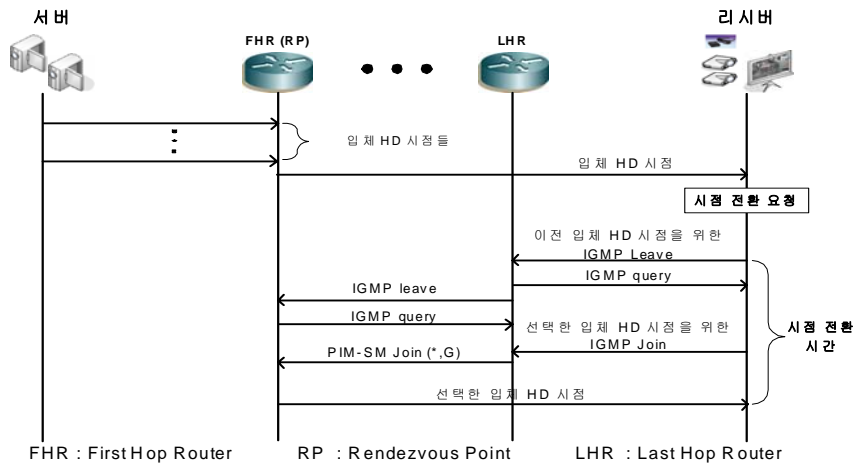


그림 9. 입체 고화질 시점 전환 시나리오
 Fig. 9. Multi-view HD view switching scenario

그림 9는 입체 고화질 시점 전환 시나리오를 보여준다. 서버는 다수의 다중화된 입체 고화질 시점들을 서로 다른 멀티캐스트 채널을 통하여 전송한다. 리시버는 하나의 입체 고화질 시점 비디오를 보고 다른 시점으로 전환하고자 한다. 리시버가 시점을 전환할 때, 리시버는 IGMP 메시지를 LHR에 보내고, LHR은 로컬 네트워크에서 어떤 호스트가 leave message를 보내고 있는지 아닌지를 확인하고자 IGMP group specific query message를 로컬 네트워크로 보낸다. 만약 어떤 호스트도 query interval에 message에 응답하지 않으면 LHR은 이 로컬 네트워크에는 이 그룹에 속하는 호스트가 없다고 가정하고 LHR에 IGMP leave message를 보낸다. 그리고 새로운 입체 고화질 시점 비디오를 제공받기 위하여 IGMP join message를 보낸다. LHR은 join 메시지를

받고 상위 라우터에 전송한다. 결과적으로 이러한 과정을 통하여 사용자는 새로운 입체 고화질 시점 비디오를 제공받게 된다.

IV. 구현과 결과

그림 10은 제안된 동기화된 다중화 기법의 효율성을 검증하기 위한 다시점 비디오 전송 시스템의 테스트베드를 보여준다. 지터를 에뮬레이션 하기 위하여, PC 라우터를 사용하여 100ms에서 300ms까지의 지연을 주었다. 모든 카메라들은 등시성 전송을 지원 한다. 제안된 기법이 사용된 본 시스템을 검증하기 위하여 네 대의 카메라들을 사용하였다.

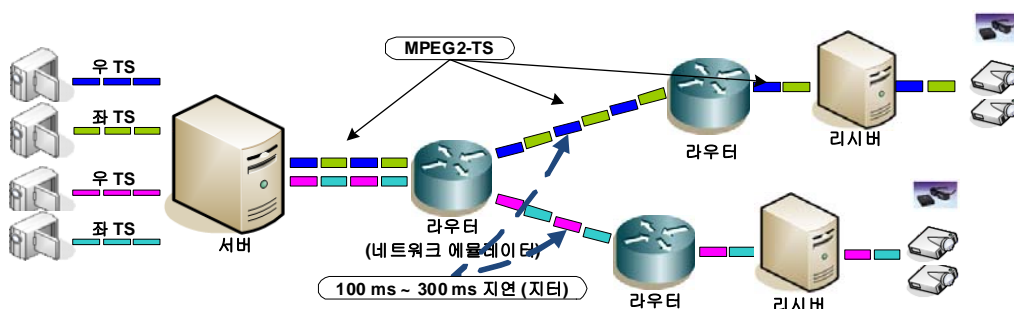


그림 10. 다시점 비디오 전송 시스템을 위한 테스트베드
 Fig. 10. Testbed for multi-view HD video transport system

대개의 IEEE 1394를 사용하는 장치들은 기본적으로 채널 63의 등시성 채널을 사용한다. 따라서 다른 세대의 카메라는 libiec61883을 사용하여 채널 62, 61, 60으로 변경하여

사용한다. 서버는 같은 양의 데이터를 IEEE 1394 인터페이스의 각 채널을 이용하여 읽어 들인다⁶⁾. 본 시스템의 구성 요소인 서버는 그림 11(a)와 같은 리시버는 11(b)와 같은

서버 시스템 구성 요소	리시버 시스템 구성 요소
<ul style="list-style-type: none"> - Dell Workstation 530MP (dual xeon 1.7Ghz, 1G memory, gigabit network card) - JVC GR-HD1 카메라 4대 - 3D 마운트 2대 - 소프트웨어 구성 요소 <ul style="list-style-type: none"> * Linux OS * VLC 수정버전 * libraw1394 - IEEE1394 인터페이스 카드 - IEEE1394 허브 	<ul style="list-style-type: none"> - Dell D800 (Pentium M 2.0 GHz, 1G memory, gigabit network card) - 3D 재생 장치 2대 (편광 프로젝트 2대) - 128 비디오 램 - 소프트웨어 구성 요소 <ul style="list-style-type: none"> * Windows XP * VLC 수정버전
(a)	(b)

그림 11. 시스템 구성 요소:(a) 서버, (b) 리시버
Fig. 11. System components: (a) server and (b) receiver



그림 12. 고화질 다시점 비디오 전송 시스템: (a) 다시점 카메라 구성, (b) 고화질 입체 비디오를 위한 카메라와 마운트 카메라 구성
Fig. 12. Camera configuration for multi-view HD video transport system: (a) multi-view camera configuration and (b) camera and mount for stereoscopic HD video

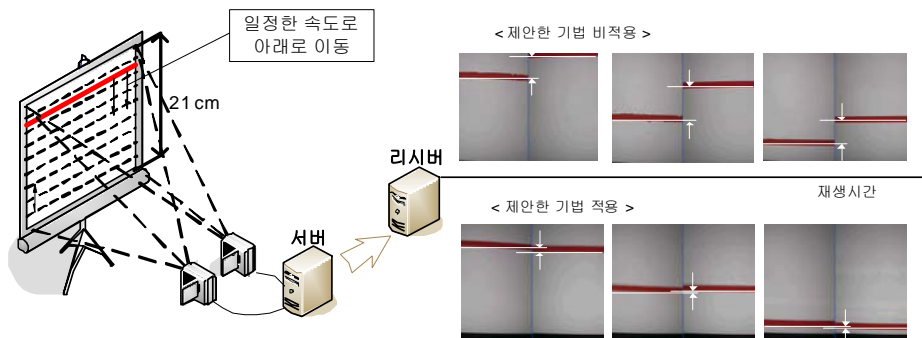


그림 13. 동기화된 다중화 기법 실험 결과
Fig. 13. Experiment results with synchronized multiplexing scheme

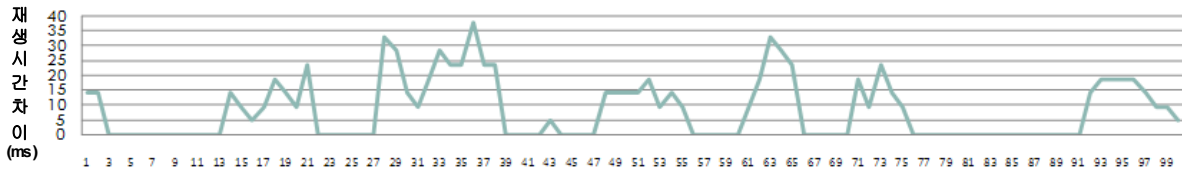


그림 14. 좌우 비디오 프레임들의 재생시간차이
Fig. 14. Play-out time difference between left video and right video

스펙을 가진다. 본 시스템은 그림 12(a)에서 보이는 것처럼 MPEG-2 부호화되어 IEEE 1394로 비디오 스트림을 제공할 수 있는 4개의 JVC GR-HD1 카메라들을 사용한다. 각 비디오는 초당 30 fps의 1280X720 해상도를 가진다. 각 스트림들은 IP 네트워크로 전송될 때 19.2 Mbps의 대역폭을 사용한다. 따라서 다중화 된 총 네트워크 대역폭은 적어도 80 Mbps이다. 고화질 입체 비디오를 생성하기 위하여 두 개의 카메라들은 그림 12(b)에서 보이는 것과 같은 특수하게 제작된 마운트를 사용한다. 최종적으로는 두 개의 3D LCD 모니터들을 사용하여 재생된다.

제안된 기법을 검증하기 위하여 스크린에서 일정한 속도로 움직이는 붉은 막대를 이용한다. 이 막대는 스크린의 상단에서 하단으로 동일한 속도 (21cm/s)로 이동한다. 그림 13에서처럼 제안된 동기화된 다중화 기법의 실험 결과는 막대가 동기화되어 움직이는 결과를 보여준다.

이와 함께 실제로 리시버에서 프레임이 재생되는 시점을 측정하여 보면, 그림 14에서처럼 좌우 비디오 프레임들의 재생 시간 차이는 평균 8.33ms였다. 따라서 하드웨어 기반의 동기화 유닛의 사용 없이 제안된 동기화된 다중화 기법을 사용하는 실시간 고화질 다시점 비디오 전송 시스템은 사용자에게 동기화된 다시점비디오를 제공할 수 있었다.

V. 결론

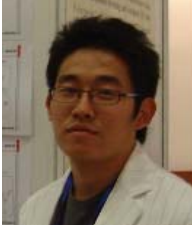
본 논문에서는 높은 하드웨어 비용과 하드웨어 기반의 고화질 다시점 비디오 전송 시스템이 가지는 시스템 구성과 확장성의 제한을 피하기 위하여 동기화된 다중화 기법을 사용하는 MPEG-2로 부호화된 다시점 비디오 전송 시스

템의 프로토타입을 제안 했다. 이를 위하여 제안된 동기화된 다중화 기법은 IEEE 1394 인터페이스를 통해 다수의 HDV 캠코더들로부터 비디오 획득시의 동기화를 위하여 카메라와 서버 사이의 전역시간을 사용하여 MPEG-2 로 부호화된 비디오 스트림들의 기준 시간 차이를 추정하고 MPEG-2 시스템의 시간 모델을 수정함을 통하여 비디오 스트림들의 기준 시간 차이를 보정한다. 이와 함께 상호적인 시점 전환을 위해서 MPEG-2 TS (transport stream)삭제 레벨에서 다중화를 수행한다. 제안된 동기화된 다중화 기법으로 최종적으로 리시버에서 동기화된 고화질 시점 비디오를 재생할 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] J.-G. Lou, H. Cai, and J. Li, "A real-time interactive multi-view video system," *Proc. ACM international conference on Multimedia*, 2005.
- [2] W. Matusik and H. Pfister, "3DTV: A scalable system for real-time acquisition, transmission and auto-stereoscopic display of dynamic scenes," *ACM Trans. on Graphics*, 2004.
- [3] S. Lee, K. Lee, M. Kim, C. Han, J.Yoo, and J. Kim, "View-switchable high-definition multi-view broadcasting over IP networks," *Proc. WIAMIS*, 2006.
- [4] G. Blakowski and R. Steinmetz, "A media synchronization survey: Reference model, specification, and case studies," *IEEE Trans. on Sel. Areas in Communication.*, 1996.
- [5] P. Tresadern and I. Reid, "Uncalibrated and unsynchronized human motion capture: A stere of actorization approach," *Proc. IEEE CVPR*, 2004.
- [6] M. Liska, "Design and implementation of capturing, transmission, and display of stereoscopic video in DV format," *The Faculty of Informatics, Masaryk University*, 2004.
- [7] J. Kim, S. Lee and J. Kim, "Synchronized multiplexing Scheme for Multi-view HD Video over IP System," *Proc. SPIE Three Dimensional TV, Video and Display*, 2006.

 저 자 소 개



김 종 료

- 2005년 : 아주대학교 정보 및 컴퓨터공학부 학사
- 2007년 : 광주과학기술원 정보통신공학과 석사
- 2007년 ~ 현재 : 광주과학기술원 정보통신공학과 박사과정
- 주관심분야 : 멀티미디어 전송 시스템, 무선 멀티미디어 전송



김 종 원

- 1987년 : 서울대학교 제어계측공학과 학사
- 1989년 : 서울대학교 제어계측공학과 석사
- 1994년 : 서울대학교 제어계측공학과 박사
- 1994년 3월 ~ 1999년 7월 : 공주대학교 전자공학과 조교수
- 1997년 8월 ~ 2001년 7월 : University of Southern California 연구 조교수
- 2001년 9월 ~ 현재 : 광주과학기술원 정보통신공학과 교수
- 주관심분야 : Networked Media Systems and Protocol focusing "Reliable and Flexible Delivery for Integrated Media over Wired/Wireless Networks," (네트워크미디어: <http://nm.gist.ac.kr>)