JKIICE Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering

한국정보통신학회논문지 Vol. 24, No. 7: 879~884, Jul. 2020

병렬 스트리밍 서버 기반 실시간 3D 인터넷 방송 서비스

강미영*

A Parallel Streaming Server for the Realtime 3D Internet Broadcasting

Mi-Young Kang*

*Lecturer, Department of Computer Engineering, Chonnam National University, Gwangju, 61186 Korea

요 약

기존의 비디오 파일 시스템에서는 비디오 파일들이 대용량의 하드디스크 혹은 디스크 어레이를 보유한 고성능 서버에 저장되어 있다. 3D 인터넷 방송을 위해서는 비디오 파일을 다수의 클라이언트들에게 전송하는 과정에서 실시간 처리가 요구된다. 본 논문에서는 5G 환경에서 많은 사용자에게 실시간으로 서비스를 제공할 수 있는 3D 인터넷 방송 시스템의 설계를 보여준다. IP 멀티캐스트 기술은 라우터 환경의 제약으로 인하여 실제 대부분의 인터넷을 통한 동영상 콘텐츠 전송은 유니캐스트 기반의 서비스가 대부분이다. 또한 VOD와 같은 On-Demand 환경의 멀티미디어 방송 서비스 등은 서비스 제공자에게 막대한 시스템과 네트워크 자원을 요구하므로 3D 인터넷 방송 환경에 적용하기 어렵다. 사용자 시스템 자원을 통한 전송 방법으로서 활발히 연구가 진행되고 있는 오버레이 멀티캐스트 기법은 라이브 방송, 화상회의 등의 다수의 사용자 그룹 전송에 적합한 응용을 위해 최적화 되어 있어 IP 멀티캐스트 대안으로서 각광 받고 있다. 본 연구에서는 호스트 기반 멀티캐스트에서 발생하는 성능 저하 요인들을 최소화하여 효율적인 데이터 전송을 제공하는 3D 인터넷 방송 시스템을 구성한다.

ABSTRACT

In the conventional video file system, videos are stored in a high performance server which has mass storage hard disks or disk arrays. For 3D internet broadcasting, real time operations are required to transmit video files to many clients. This paper describes the design of the 3D internet broadcasting system which can provide realtime streaming service to many users in the 5G environment. In reality, unicast is used to transmit multimedia contents over the internet rather than IP multicast since IP multicast has its own drawbacks in deployment, security, maintenance and so on. In addition, multimedia broadcasting service system like VoD has difficulties in applying to 3D internet broadcasting system since it requires a large amount of system and network resources. In this work, we develop a 3D internet broadcasting system which can construct effective data delivery by minimizing performance-degrading factors.

키워드 : 3D 브로드캐스팅, 병렬 스트리밍 서버, 인터넷 브로드캐스팅 시스템, 비디오 파일 시스템

Keywords : 3D Broadcasting, Parallel Streaming Server, Internet Broadcasting System, Video File System

Received 12 June 2020, **Revised** 22 June 2020, **Accepted** 27 June 2020

*** Corresponding Author** Mi-Young Kang (E-mail:kmy2221@nate.com, Tel:+82-62-530-0422)
Lecturer, Department of Computer Engineering, Chonnam National University, Gwangju, 61186 Korea

Open Access http://doi.org/10.6109/jkiice.2020.24.7.879 print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

ⓒThis is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(http://creativecommons.org/li-censes/by-nc/3.0/) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright Ⓒ The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

Ⅰ. 서 론

TV의 진화 속도가 점점 빨라지고 있으며 최근 2D에서 3D로 또 한차례의 변화를 거듭하였고 아날로그 시절의 CRT화면에서 LCD, LED, OLED 등 고화질 대형 화면으로 발전하였으며 3D TV가 시장에 선보이고 댁내에 들어가 자리 잡게 되었다.

이에 발맞추어 현재 삼성, LG뿐만 아니라 유수의 해외 대기업에서도 3D TV 사업에 투자를 하고 있다.

또한, 3D TV에 Smart 서비스를 제공함으로써 단순히 제공하는 콘텐츠만을 즐기는 게 아니라 interactive하게 원하는 장면을 선택하여 볼 수 있고 TV를 통하여 스마트폰처럼 애플리케이션을 설치하고 사용함으로써 인터넷방송, 인터넷상의 콘텐츠, 웹서핑, 게임 등의 기능을 포함하여 사용자가 채널선택권을 넘어서 콘텐츠 선택권까지 주어지게 되었다[1].

이러한 3D TV 및 Smart TV 보급화, SNS, Web 등의 서비스로 인하여 이를 위한 사용자 인터페이스 부분도 많이 강조되고 있다[2]. 초반의 웹 트랜드는 사용자나 클라이언트들을 위한 기능 위주의 사용자 인터페이스를 제공하였다 하지만 Facebook, Twitter 등의 SNS 서비스의 발달은 웹에서의 사용자 인터페이스를 사람들과 좀더 가깝고 친근하게 접근하기 위한 인터페이스로 바뀌어 가고 있으며 이러한 추세는 스마트폰의 발전과 더불어 인간 친화적인 감성 사용자 인터페이스의 필요성은 필수적인 요소 기술이 되고 있다[3].

또한, 3D TV에 Smart TV를 서비스함으로써 사용자가 단순하게 일방적으로 보내주는 영상만을 서비스 받는 게 아니라 TV와의 양방향성을 제공함으로써 interactive하게 TV를 통하여 단순히 제공하는 콘텐츠만 즐기는 게 아니라 TV를 통해서 스마트폰처럼 애플리케이션을 설치하고 사용함으로써 인터넷방송, 인터넷상의 콘텐츠, 웹서핑, 게임 등의 기능을 포함하여 사용자가 채널선택권을 넘어서 콘텐츠 선택권까지 주어지게 되었다[4].

이에 맞추어 3D 인터넷방송 3서비스도 차세대 컴퓨팅 분야에 맞게 사용자 지향적인 시스템의 개발이 필요하게 되었다. IPTV 기술의 발전추세는 실시간 스트리밍을 지원하는 3D 인터넷방송 기술로 진화해 나가고 있다. 큰 이슈가 되고 있는 3D 방송 기술은 인터넷방송 기술의 발전 추세를 선도하고 있다. 특히 3D 방송 기술에서는 다수의 사용자에게 원하는 장면의 콘텐츠를 interactive하게 실시간으로 방송할 수 있는 시스템의 개발이 필요하다[5,6,7].

본 논문에서는 기존의 미디어 분산 전송 기술인 P2P, 그리드 컴퓨팅, 오버레이 멀티캐스트 등의 분석과 다양한 디바이스 지원을 위한 SVC(Scalable Video Coding) 조사 분석을 통하여 기존 IP멀티캐스트의 장점을 수용하고 단점을 보완하여 경제적인 3D 방송 시스템을 위한 오버레이 멀티캐스트 기술을 설계하고 개발하였다.

유무선 통합 망에서는 기존의 네트워크인프라와 최신 네트워크 인프라가 잘 융합되어야 하기 때문에 하이브리드 방식의 데이터 전송 방식을 사용하였다. 이는 멀티캐스트와 오버레이 멀티캐스트 전송 방식을 사용하여 보다 효율적인 전송이 가능하도록 하였다. 즉, 멀티캐스트 라우팅과 오버레이 멀티캐스트 라우팅을 통하여 3D 인터넷 방송을 서비스함으로서 사용자는 언제 어디서든 다양한 디바이스를 통하여 N-Screen 서비스를 제공받을 수 있게 된다[8].

Ⅱ. 본 론

2.1. 3D 인터넷방송 시스템 모델 설계 및 구현

3D 인터넷방송 시스템은 interactive 하게 원하는 장면을 선택하여 사용자 접속환경에 맞추어 볼 수 있게 하고, 동시에 많은 사용자에게 실시간 서비스를 제공해야 한다. 이를 위해서 단말 환경이나 지역적으로 유사한 사용자들을 그룹화하고 서비스를 제공하기 위한 멀티캐스트 알고리즘을 설계하였으며 오버레이 멀티캐스트 프로토콜의 성능 개선과 다중 채널 지원을 위해 실제 테스트 환경에서 오류복구, 세션 관리 등의 효율적인 메커니즘을 개발하였다[6].

또한, 3D 인터넷방송 전송을 위한 시스템 시나리오를 설계하고 미리 설계하고 구현한 전송 시스템을 시나리오에 적용하고 SVC 미디어 추출 네트워크 프레임워크 설계 및 구현과 이를 통하여 기본적인 서비스 테스트와 인터넷방송 서비스 어플리케이션 시나리오에 기초한 기본 데모 시스템을 구축하였으며 SVC 미디어 지원을 통하여 다양한 디바이스(device)를 지원 가능하게 설계하였다[5].

전체 3D 인터넷방송 시스템은 그림 1과 같은 4가지의 주요한 모듈로 구성하여 네트워크 상황 및 IP 멀티캐

스트가 지원되지 않는 제한된 환경과 같은 곳에서도 멀티캐스트를 구성하여 분산 미디어 라우팅을 제공하여 효율적으로 멀티미디어 콘텐츠를 제공한다.

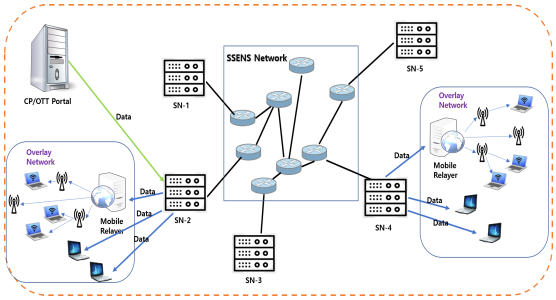

Fig. 1 3D Internet Broadcasting System

2.1.1. CP(Content Provider)

CP는 3D 방송 미디어를 실제적으로 이용자에게 제공하는 소스 노드이다. CP는 자신이 제공하고자 하는 3D 방송 미디어를 등록하고 RPS에 해당 미디어 스트리밍 데이터 및 자신의 정보를 등록한다.

등록된 CP는 RPS(Rendezvous Point Server)에 관련된 정보가 저장되어 이용자 Clinet의 채널 리스트에 제공하고 미디어 스트리밍 데이터를 선택하고 Play함으로써 Client는 미디어를 시청한다.

2.1.2. RPS(Rendezvous Point Server)

RPS는 전체 인터넷 방송 시스템을 관리하는 관리 서버로 이용자들이 우선적으로 접속하여 3D 방송 미디어 정보를 제공받는다.

RPS는 3D 방송 CP나 Client가 최초로 접속하는 곳으로써 현재 방송 채널에 관한 모든 정보와 3D 방송 CP가 제공하는 미디어 스트리밍 데이터의 전송을 위한 SSEN (SVC Stream Exchange Network Server)의 정보도 관리한다.

2.1.3. SSENS(SVC Stream Exchange Network Server)

SSEN는 3D 방송 연구에서 기존의 IP 멀티캐스트의 장점을 수용하고 단점을 보완하기 위한 방책으로 사용한다. 이는 오버레이 멀티캐스트가 미디어 스트리밍 데이터의 라우팅 정책을 가지게 되므로 예외사항의 발생으로 인한 트리의 재구성 및 신뢰성 있는 미디어를 전송하기 위하여 사용한다.

또한, 미디어 스트리밍 데이터의 서비스에 맞추어 다양한 화질의 영상을 각각 사용자의 디바이스(Device)의 형태와 규격에 맞는 화질을 전송하기 위하여 설계하였다.

SSEN를 통하여 미디어 스트리밍 데이터를 사용자의 디바이스 종류에 맞추어 전송하며 CP는 적합한 SSENS를 선정하여 미디어 스트리밍 데이터를 전송한다.

각 SSENS들은 CP로부터 받은 미디어 스트리밍 데이터를 다른 SSENS들에게 전송하고 모든 미디어 콘텐츠를 SSEN간에 공유한다.

클라이언트들은 자신의 터미널 장치(Device)의 사양에 맞는 채널의 스트리밍 데이터를 SSENS로부터 직접 전송 받는다. SSEN가 더 이상의 클라이언트를 수용하지 못할 경우에는 자신이 속한 그룹의 성능에 여유가 있는 다른 클라이언트로부터 자신의 디바이스 상황에 맞는 스트리밍 데이터를 받을 수 있다.

2.1.4. Client

클라이언트는 실제 이용자가 미디어 스트리밍 데이터를 전송받고 시청하기 위한 시스템으로 해당 클라이언트는 자신이 시청하고자 하는 3D 방송 미디어의 리스트를 RPS으로부터 전송한다.

전송받은 3D 방송 미디어의 리스트를 선택하고 해당 방송에 조인(join)하여 자신이 가장 최적의 상황에서 전송 받을 수 있는 SSEN를 선택하여 방송을 시청할 수 있도록 설계되었다.

3D 방송 이용자는 각 단말기 상황에 맞는 오버레이 멀티캐스트 그룹을 찾아 해당 그룹에 가입을 한다. 가입된 이용자는 SSEN 또는 다른 이용자로부터 요청한 멀티미디어 콘텐츠를 전송받는다. 동시에 이용자 클라이언트의 성능이 여유가 있으면 자신이 그 해당 콘텐츠를 전송해주는 역할을 할 수도 있다.

2.2. 동영상 CP 서버 구조

동영상 CP 서버는 실제적으로 미디어를 제공하는 소스 노드이고 높은 처리속도와 동영상 데이터 저장을 위한 큰 저장용량을 가지고 있다. CP 서버는 이용자 증가 시에 요구되는 추가 저장 공간에 대한 확장성과 고속의 네트워크 자원을 가지고 사용자에 대한 실시간 동영상 스트리밍 서비스를 제공한다.

3D 인터넷방송 서비스에서 실시간 스트림의 영상은 품질이 높아야 하며 인터넷 연결 속도를 기반으로 안정적인 스트림을 제공할 수 있어야 한다. CP 서버는 이러

한 서비스 환경에서 스트리밍 서비스의 성능을 보장하기 위해 그림2와 같이 다수의 서버가 병렬 처리를 통한 실시간 확보가 가능하도록 설계되었다.

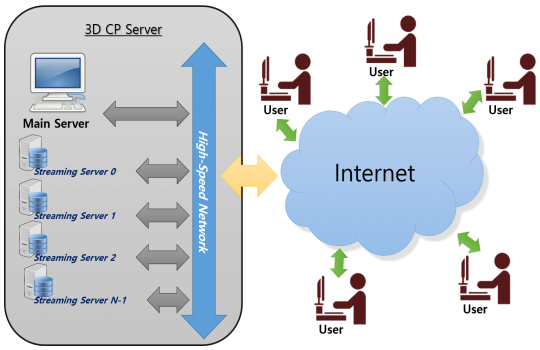

Fig. 2 3D Internet Broadcasting Server

3D 인터넷방송 서버내의 스트리밍 서버들은 병렬로 패킷의 전송을 수행한다. 그러므로 스트리밍 서버의 수가 늘어나면 병렬처리에 따른 효과를 기대할 수 있고 더 많은 이용자에게 실시간 서비스를 제공할 수 있다.

Ⅲ. 성능평가 및 결과

성능 평가를 위해 3D 인터넷 방송 비디오 파일들 (2개의 비디오)의 크기는 S_{v1}, S_{v2} 이고, 각 비디오 파일은 응용계층에서 블록 단위로 나누어 송수신을 하고 블록의 크기는 S_b 라 정의한다. 또한, 하나의 블록을 클라이언트에 전송하는 시간은 T_b 이고, 클라이언트가 하나의 블록을 요청하는 패킷을 서버에 전송하는 시간은 T_r이라 정의한다.

블록의 전송은 stop and wait 프로토콜이 사용되었으며 하나의 블록은 수천개 이상의 패킷전송으로 이루어진다. 패킷 전송은 인터넷에서 진행되는 일반적인 슬라이딩 윈도우 프로토콜로 전송되고 있다.

유니캐스트를 사용하는 조건에서 N_u명의 사용자가 방송을 시청하는 경우에 단일 서버에서 3D 인터넷 방송 비디오 파일을 시청자에게 전송하는데 걸리는 시간은

$$T = N_u\left(\frac{S_{v1}+S_{v2}}{S_b}\right)(T_b+T_r) \tag{1}$$

이다.

동일한 조건에서 N_s개의 스트리밍 서버에서 3D 인터넷 방송 비디오 파일을 N_u명의 시청자에게 전송하는데 걸리는 시간은

$$T = N_u\left(\frac{S_{v1}+S_{v2}}{S_b N_s}\right)(T_b+T_r) \tag{2}$$

이다.

3D 인터넷 방송 시스템 구성도와 같이 오버레이 멀티캐스트 전송시스템을 구축하면 서버에서 다수의 사용자를 서비스하는 부하가 오버레이 라우터로 분산되게 된다.

만일 오버레이 라우터의 수가 N_r이고 방송을 시청하는 사용자가 모든 오버레이 라우터에 균일하게 분포되었다고 가정하면, 단일 서버에서 3D 인터넷 방송 비디오 파일을 N_u명의 시청자에게 전송하는데 걸리는 시간은

$$T = \frac{N_u}{N_r}\left(\frac{S_{v1}+S_{v2}}{S_b}\right)(T_b+T_r) \tag{3}$$

이고,

동일한 조건에서 N_s개의 스트리밍 서버에서 3D 인터넷 방송 비디오 파일을 N_u명의 시청자에게 전송하는데 걸리는 시간은

$$T = \frac{N_u}{N_r}\left(\frac{S_{v1}+S_{v2}}{S_b N_s}\right)(T_b+T_r) \tag{4}$$

이다.

그림3에서는 오버레이 멀티캐스트 네트워크 구성 중 N_s개의 스트리밍 서버, 슈퍼 노드의 수에 따른 Delay Time을 모니터링 하였다. 방송 콘텐츠 전송 시 초기에는 별반 성능 차이를 보이지 않다가 시간이 지날수록 확실한 성능 효율성을 보여주고 있다. 또한 오버레이 멀티캐스트 네트워크 구성 시 슈퍼 노드 구성 수에 따라 신규 참여자의 콘텐츠 요청 시 지연시간을 최소화 할 수 있으며 고품질의 콘텐츠를 안정적으로 지원받을 수 있음을 보여주고 있다.

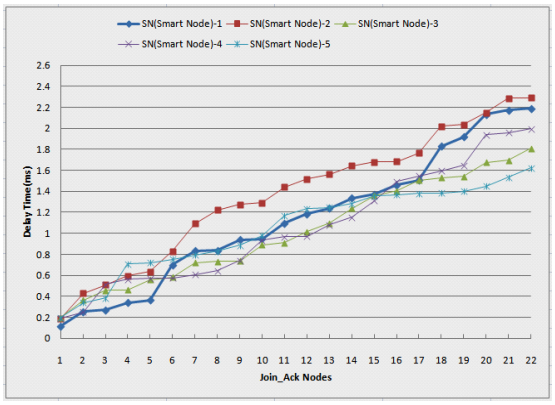

Fig. 3 Delay Time (Super Nodes)

그림4의 결과는 초당 콘텐츠 요청 수에 따른 단대단 데이터 지연을 보여주고 있다. 결과를 통해 제안하는 기법이 기존 방식에 비해 향상된 결과를 보여주고 있다. 성능 개선 이유는 병렬 스트리밍 서버기반 슈퍼 노드를 통해 데이터 전달이 이루어지기 때문에 혼잡이 발생할 확률이 낮다. 콘텐츠 요청 수가 많아질수록 제안한 기법이 성능평가에서 단대단 데이터 전달 지연에서 더 효율적임을 보여주고 있다.

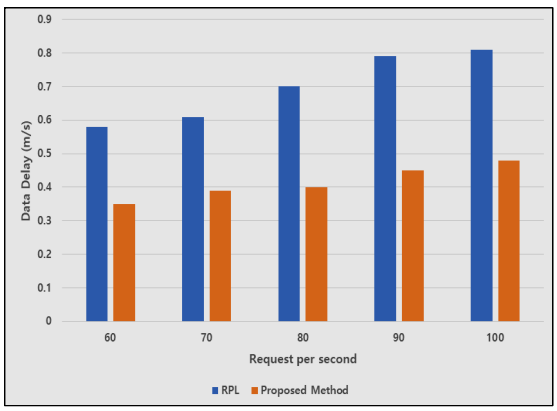

Fig. 4 Delay Time (Request Contents)

Ⅳ. 결 론

인터넷 상황에서 패킷의 전송에 걸리는 시간은 클라이언트가 패킷을 받아들이는데 걸리는 시간보다 상대적으로 매우 크다. 따라서 인터넷의 트래픽이 증가하면 인터넷에서 병목현상이 발생한다.

멀티캐스트 프로토콜은 다수의 사용자간에 동일한 데이터를 전송하면서 인터넷 트래픽의 증가를 억제하는 용도로 개발되었다. IP 멀티캐스트의 경우 트래픽이 감소하는 장점과 보안이 어렵다는 단점으로 인하여 별도의 망을 구성하여 서비스를 제공하고 있다. IP 멀티캐스트의 대안으로 오버레이 멀티캐스트는 통신망을 효율적으로 사용하는 과정에서 많은 장점을 제공한다.

특히 3D 인터넷방송 서버를 다수의 스트리밍 서버로 구축하면 성능 평가의 결과 같이 다수의 사용자에게 서비스를 효율적으로 제공 할 수 있음을 알 수 있다.

3D 인터넷방송 서버를 다수의 스트리밍 서버로 구축하는 것의 또 다른 장점은 사용자 수가 증가하면 서버의 수를 가변적으로 늘려 이에 대응하는 것이 유연하고 사용자 등가에 따른 부하 분산이 자연스럽게 이루어진다는 점이다.

References

[1] Perakakis, Emmanuel & Ghinea, Gheorghita. (2015). HTML5 Technologies for Effective Cross-Platform Interactive / Smart TV Advertising. *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*. 45. 1-6. 2015.

[2] N. S. Sugiharto, Iskandar, T. Hendrawan, N. Rachmana, “Mobile TV interactive in DVB-T broadcast network hybrid with WiFi,” *1st International Conference on Wireless and Telematics (ICWT)*, DOI: 10.1109/ ICWT. 2015. 7449207, 2015.

[3] Alam, Iftikhar & Khusro, Shah & Naeem, Mohammad. (2017). A Review of Smart TV – Past, Present and Future. *Conference: 11th International Conferenceon Open Source Systems and Technologies (ICOSST-2017)*, AtLahore, Pakistan DOI: 10. 1109 / ICOSST. 2017.

[4] P. Kellnhofer, P. Didyk, S. Wang, P. Sitthi-amorn, W. Freeman, Fredodurand, W. Matusik, “3DTV at Home: Eulerian-Lagrangian Stereo-to-Multiview Conversion,” *ACM Transactions on Graphics*, Vol. 36, No. 4, Article 146. July 2017.

[5] Y. W. Gwak, and J. S. Nam, “The Overlay Multicast Scheme for reducing multicast tree constructing overhead,” Information - *An International Interdisciplinary Journal*, Sept. 2014.

[6] M. Y. Kang and J. S. Nam, “Efficient Massive Contents

Distribution Strategy for P2P Using Sensor Smart Network," Hindawi Publishing Corporation, *International Journal of Distributed Sensor Networks*, Aug. 2015.

[7] H. O. Lee, and J. S. Nam,"Cluster and Location Based Overlay Multicast in Mobile Ad Hoc and Sensor Networks," *International Journal of Distributed Sensor Networks*, ISSN 1550-1329, Sept. 2014.

[8] J. K. Jeong, and R. G. Sang, "N-Screen Service Using Contents Management System." *Journal of the Korea Convergence Society*, Vol. 9, No. 6, pp.17-23, 2018.

강미영(Mi-Young Kang)

컴퓨터공학과 공학박사

현재 : 전남대학교 전자컴퓨터공학부 연구원

※관심분야 : 인터넷방송, 분산컴퓨팅, 빅데이터