

## 비디오 화상회의를 위한 네트워크 전송 방식에 관한 연구

곽원영\*, 한진영\*, 오신행\*, 김용록\*, 백승민\*\*, 김주민\*\*, 권태경\*, 최양희\*  
서울대학교\*, LG 전자\*\*

{[wykwak.jyhan.shoh.yrkim](mailto:wykwak.jyhan.shoh.yrkim@mmlab.snu.ac.kr)}@mmlab.snu.ac.kr, {[sm.baek.joomin.kim](mailto:sm.baek.joomin.kim@lge.com)}@lge.com, {[tkkwon.yhchoi](mailto:tkkwon.yhchoi@snu.ac.kr)}@snu.ac.kr

### A Survey on the Network Delivery Solutions for Video Conferences

Wonyoung Kwak\*, Jinyoung Han\*, Shinhaeng Oh\*, Yongrok Kim\*,  
Sungmin Back\*\*, Joomin Kim\*\*, Taekyoung Kwon\*, Yanghee Choi\*  
Seoul National University\*, LG Electronics\*\*

#### 요 약

본 논문에서는 현재 많은 주목을 받고 있는 화상회의를 위한 기술의 요구사항을 정의하고 그 특징을 분석하였다. 비디오 전송 기반의 다른 서비스와 달리 화상회의는 데이터가 생성됨과 동시에 전송되어야 하고 딜레이에 매우 민감하며 다대다의 양방향 통신을 하기 때문에 Bandwidth 소모량이 매우 크다는 특징을 갖고 있다. 화상회의를 효율적으로 지원하기 위한 네트워크 전송 방식에는 P2P 방식, Single-Tree 방식, Multiple-Tree 방식, Mesh 방식이 있는데, 본 논문에서는 각 방식의 대표 연구에 대해 설명하고, 화상회의를 잘 지원할 수 있는지에 대한 장단점을 논한다.

#### I. 서 론

현대 사회에 있어 비디오 전송 관련 분야는 스마트폰 기술의 도래와 함께 급격하게 성장하고 있다. 사람들은 텍스트의 전송으로부터 시작하여 이미지 전송, 오디오 전송 등의 방법으로 정보를 공유해왔는데, 더 실감적이고 많은 정보를 함축한 방식인 비디오를 이용한 정보 공유에 대한 관심이 커지고 있다. 예를 들어 Youtube (<http://youtube.com>)와 같이 동영상을 공유하는 서비스가 많아지고 있고, 월드컵이나 각종 스포츠 경기를 중계하는 실시간 방송 서비스, 그리고 스마트 워크의 도입에 따른 화상회의 서비스 등이 있다.

지금까지 동영상 공유서비스나 실시간 방송서비스 같은 경우는 효율적인 비디오 전송을 위한 연구가 있어왔고 실제 서비스도 활발하나, 화상회의 자체를 위한 연구는 거의 진행되지 않았다. 기존의 비디오 전송을 위한 기술들 중에서도 화상회의에 활용될 수 있는 기술들은 있지만, 각종 기술들이 어떻게 화상회의를 위해서 사용될 수 있을지, 그리고 어떤 기술들을 적용하는 것이 좋은지에 대해서는 알려진 바가 없다. 따라서 화상회의를 뒷받침하기 위한 전송방식의 요구사항과 각종 기술에 대한 정리가 필요하다.

본 논문에서는 먼저 화상회의를 위한 기술의 요구사항에 대해 정의하였다. 먼저 소스에서 목적 노드까지 가는데 걸리는 시간이 150ms 이하로 거의 실시간에 전송되어야 하는 제약사항을 가정하였다. 즉 다른 비디오 전송방식에 비해 딜레이에 가장 민감하다. 또한 모든 노드는 화상회의에 참여하는 다른 모든 노드에게 전송을 하는 다대다 (즉, n:m) 전송 상황을 가정하였다. VoD 나 방송과 같은 서비스에서 상대적으로 문제가 덜했던 막대한 전송량에 대한 Bandwidth 소비나 내구성에 초점을 두었다.

또한 본 논문에서는 화상회의에 응용될 수 있는 전송 방식에 대해 조사하고 각각의 대표적인 연구에 대해 설명하였다. 대표적인 연구들에 기반해서 각 방식이

화상회의를 잘 지원할 수 있는지에 대한 특징이나 장단점을 논의하였다.

#### II. 본론

##### A. 화상회의 서비스의 요구사항 정의

대표적인 비디오 전송 방식은 그 요구사항에 따라 다음의 3 가지로 분류가 될 수 있다: 1) Video on Demand (VoD), 2) Live streaming, 그리고, 3) Real-time streaming. 각각의 방식의 요구사항을 정의하고, 화상회의에 해당되는 방식인 Real-time streaming 방식의 요구사항과 비교하고자 한다.

- **Video on Demand (VoD)** 방식에서는 비디오가 request 를 받으면 전송을 해주는 방식으로 실시간과는 거리가 멀고, 주로 1:n 인 단방향 통신을 하게 된다. 그리고 서비스가 되기 전에 보낼 데이터가 이미 준비되어 있는 상황을 가정한다. 대표적인 서비스로는 Youtube 나 IPTV(VoD)정도를 들 수 있다.
- **Live Streaming** 은 실시간을 가정한 서비스로 데이터가 생성되는 즉시 서비스 된다. 많은 사용자가 이용을 하는 것이 특징이며 따라서 1:n 상황인 경우가 많다. 하지만 1:n 통신인 탓에 실시간이기는 하나 수초간의 딜레이 정도는 허용이 되는 편이다. 대표적인 서비스로는 Daum TV pot, Afreeca TV, IPTV(Live)등을 들 수 있다.
- **양방향 Real-time Streaming** 역시 실시간 서비스이고 데이터 생성과 동시에 서비스가 되는 점은 같으나 Live Streaming 에 비해서는 적은 사용자가 모여서 양방향 통신을 하는 것이 특징이다. 따라서 초단위가 넘어가는 딜레이는 통신에 많은 불편함을 초래할 수 있어 딜레이에 매우 sensitive 하다. 그리고 모든 사용자가 다른 모든 사용자에게 전송을 하는 다대다 전송방식이기

때문에 Bandwidth 소비가 매우 크다. 주로 Skype, Facetime 등을 예로 들 수 있다.

지금까지 살펴본 비디오 전송방식의 요구사항을 바탕으로 화상회의 기술의 요구사항은 다음의 2 가지로 정리할 수 있다: 1) 딜레이에 대한 QoS 를 일정수준으로 맞추어야 하는 것, 그리고 2) Bandwidth 소모량을 줄이는 것.

#### B. 화상회의에 적용 가능한 비디오 전송 방식

다음은, 화상회의에 적용 가능한 비디오 전송 방식 (P2P, Single-tree, Multiple-tree, Mesh)을 분류하고, 그 대표적인 관련 연구에 대해 소개한다.

- **P2P 방식:** 대표적인 P2P 어플리케이션인 BitTorrent 기법을 적용하여서 각 Peer 들인 유저들의 리소스를 최대한 활용하는 방식이다. 대표적인 연구 프로젝트로 LayerP2P[1]라는 것이 있다. 이 방법은 비디오를 인코딩 할 때 layer 별로 인코딩을 하게 되어 가장 중요한, 큰 그림이 그려지는 layer 를 우선적으로 Bittorrent 방식으로 전달을 하게 된다. 물론 실시간이 화상회의에서 중요한 요소이므로 파일전송의 Bittorrent 와 같이 큰 단위별로 보내는 것은 아니고 작은 단위로 자르게 된다. 우선순위가 있으므로 큰 그림이 먼저 도착하게 될 것이고 세부 layer 가 재생해야할 타이밍 전에 오게 되면 좋은 화질의 화상이 서비스 되고 그렇지 못하면 사람이 육안으로 알아볼 수 있는 정도의 큰 그림이 화상으로 보여지게 된다. 이 layer 의 개수를 적절히 선택하는 것도 좋은 시도가 될 수 있을 것이다. 이 방법은 BitTorrent 의 특징인 빠른 전파 및 여러 device 에 할당된 bandwidth 를 사용할 수 있으나 순차적인 다운로드를 보장할 수 없어 추가 딜레이를 피할 수 없다.
- **Single tree 방식:** Single tree 방식은 노드들 간에 전송 경로를 하나의 tree 에 정의하여 그 토폴로지를 따라 전송되는 것이 주 내용인데 대표적인 예로는 Overcast[2]라는 프로젝트를 들 수 있다. 이 프로젝트에서는 하나의 중앙소스가 있고 전체 네트워크에 이 노드를 중심으로 하는 internal overcast node 가 퍼져있는 하나의 오버레이 네트워크를 구성하고 그 위에서 전송을 하게 된다. 실제 토폴로지가 어떻게 상황에 맞춰 빠르게 전송될 수 있는 경로를 오버레이 네트워크로 잡아 하나의 tree 를 구성하여 해당 tree 위에서 전송을 하는 방식이다. 이 방식은 intuitive 하고 상황에 따른 변화에 tolerable 한 방식이나 전달하는 경로가 늘어날수록 딜레이가 늘어날 것이고 토폴로지상 여러 노드의 교통교차점 역할을 하는 노드의 bandwidth 를 나눠 쓰게 되는 단점이 있다.
- **Multiple tree:** Multiple tree 를 base 로 한 방법은 앞서 소개했던 single tree 가 하나의 유일한 토폴로지였다면 이 경우에는 여러 개의 tree 를 구성해서 전송한다는 점에서 single tree 방식과 다르다고 할 수 있다. 이것의 대표적인 연구 프로젝트로는 SplitStream[3]을 들 수 있다. SplitStream 에서는 앞서 설명한 것과 같이 tree 를 multiple 하게 구성한다. 이렇게 구성된 multiple trees 를 forest 라고 하는데 이 forest 를 이용하여 현재 전송 또는 릴레이에 참여하고 있는 모든 노드들의 bandwidth constraint 를 감안하여 각 노드의 전송할 로드를 정한다. 이 작업이 하나의

중심점에서의 계산 없이 여러 개의 tree 를 이용하여 이루어지므로 decentralized 하다고 볼 수 있고 또 중심점에서 관리하는 일 없이 forest 에 노드가 추가되면 그에 따른 대응이 자연스럽게 되므로 scalable 하다고 할 수 있다. 그러나 single tree 의 경우와 마찬가지로 전달 경로가 늘어날수록 딜레이가 예상되며 교차점의 제한된 bandwidth 를 나누어 써야 하는 단점이 있다.

- **Mesh:** 기본적으로 mesh 구조에서는 자신이 해당 전송 정보를 갖는 것도 중요하지만 다른 노드들에게 릴레이를 해주는 것도 각 노드의 중요한 역할이다. 이 mesh 방식의 대표적인 프로젝트로는 Bullet[4]이 있다. 본 프로젝트에서는 오버레이 네트워크를 mesh 로 구성하는데 이 mesh network 에서 TCP Friendly 한 전송을 첫째로 생각하며 control overhead 를 적게 가져가고 mesh 이니 만큼 central 한 control unit 을 두지 않아 scalable 하다. 또 mesh 상황에서 하나의 failure 가 발생할 때 다른 경로로도 전송이 가능하므로 failure 에 robust 하다고 할 수 있다.

### III. 결론

본 논문은 화상회의에 필요한 기술의 요구사항을 다른 비디오 공유 서비스와 비교하면서 정의하였다. 즉, 화상회의에 필요한 기술의 요구사항으로 1) 딜레이에 대한 QoS 를 일정수준으로 맞추어야 하는 것과 2) 다대다 전송으로부터 비롯된 막대한 Bandwidth 소모량을 줄이는 것이 필요하다. 그리고 화상회의를 가능하게 하는 대표적인 전송 방식 4 가지를 소개하고 각 기술의 대표연구에 대해 조사하여 소개하였다. 본 논문에서 정리한 화상회의 기술의 요구사항과 가능한 전송방식의 장단점은, 화상회의에 필요한 네트워크 아키텍처를 디자인 하는데 있어서 주요 고려사항이 될 수 있다. 이것은 향후 더욱더 중요해질 화상회의 관련 기술 개발에 초석이 될 것으로 기대된다.

### ACKNOWLEDGMENT

이 연구를 위해 연구장비를 지원하고 공간을 제공한 서울대학교 컴퓨터연구소에 감사 드립니다.

### 참 고 문 헌

- [1] Zhengye Liu, Yanming Shen, Shivendra S.Panwar, Keith W.Ross, Yao wang, " Using Layered Video to Provide Incentives in P2P Live Streaming," SIGCOMM workshop on peer-to-peer streaming and IP-TV, 2007
- [2] John Jannotti, David K. Gifford, Kirk L. Johnson, M. Frans Kaashoek, and James W. O'Toole, Jr., Cisco Systems, " Overcast: reliable multicasting with an overlay network," Operating systems design and implementation, pp 197- 212, 2000
- [3] Miguel Castro, Peter Druschel, Anne-Marie, Kermarrec, Animesh Nandi, Antony Rowstron, Atul Singh, " SplitStream: high-bandwidth multicast in cooperative environments" , ACM SOSP 2003
- [4] Dejan Kostić , Adolfo Rodriguez, Jeannie Albrecht, Amin Vahdat, " Bullet: high bandwidth data dissemination using an overlay mesh," ACM symposium on operating systems principles 2003