

# 다자간 멀티미디어 공동작업을 위한 효율적인 시스템의 설계 및 구현

성백건<sup>o</sup>, 이현우, 성동수, 이근배  
경기대학교 대학원 전자공학과  
e-mail:challie@kyonggi.ac.kr

## The Design and Implementation of Efficient System for Multiparty Multimedia Collaboration

Baek-Kyon Sung<sup>o</sup>, Hyun-Woo Lee, Dong-Su Seong, Keon-Bae Lee  
Dept. of Electronic Eng., Graduate School, Kyonggi University

### 요 약

본 논문에서는 다자간 멀티미디어 공동작업에서 QoS를 보장하는 영상, 음성 및 화이트보드 데이터의 효율적인 전송을 위해 IP 그룹화를 이용한 영상 및 데이터의 전송 시스템을 설계하고, 구현한다.

기존의 다자간 멀티미디어 공동작업에서 TCP 방식의 화이트보드 비트맵 데이터 전송으로 인해 발생하는 네트워크 병목현상을 해소하고 음성의 QoS를 보장하기 위해, IP 그룹화를 이용한 효율적인 영상 및 화이트보드 데이터의 전송을 제안, 구현함으로써 전송의 속도 향상 및 손실을 최소화한다.

### 1. 서론

고속통신망과 컴퓨터 기술의 발전으로 인해 다양한 인터넷 서비스가 제공되고 있다. 이러한 인터넷 서비스 중에서도 데이터, 영상, 음성 등을 이용한 멀티미디어 서비스가 제공되고 있으며, 시간과 공간의 제약을 받지 않는 다자간 멀티미디어 공동작업의 필요성이 대두되고 있다. 다자간 멀티미디어 회의의 표준안으로는 ITU-T에서 H.323을 제시하고 있으며, 음성과 영상 데이터의 손실 방지 및 QoS의 제공을 위해 IETF에서 제안한 RTP/RTCP와 RSVP가 있다. 그러나, 멀티캐스트(multicast)를 지원하지 않는 라우터로 인해 네트워크의 대역폭 문제로 여전히 음성과 영상의 QoS에 여러 가지 제약을 받고 있다.

본 논문에서는 다자간 멀티미디어 공동작업을 구현하고, 영상과 음성의 QoS를 보장하는 다자간 공동작업을 위한 효율적 시스템을 설계하고 구현한다. 비디오 코덱으로 H.263+, 오디오 코덱으로 G.723.1을 각각 채택하고, RTP/RTCP를 사용하여 UDP 상에서의 음성 및 영상의 손실을 최소화한다. 공동작업을 위해 ITU-T에서 제안한 T.120 시리즈의 다지점 정지 영상 및 주석 규약인 T.126(정지영

상 교환 및 주석)에 근거하여 비트맵 영상 및 관련된 주석 공유를 위한 화이트보드 및 웹 공유 프로그램을 구현, 적용한다.

또한, 네트워크 리소스의 효율적 활용을 위해 영상 스트림 전송시 상대적으로 중요한 음성 스트림의 QoS에 영향을 미치지 않도록 IP 그룹화를 이용하여 브로드캐스트(broadcast)와 유니캐스트(unicast)를 응용한 영상 데이터 전송방식을 설계하고 구현하며, TCP 방식의 화이트보드 데이터 전송시 사용되는 유니캐스트의 단점을 보완하기 위해 IP 그룹화를 이용한 데이터 전송으로 네트워크 리소스에 적합한 다자간 멀티미디어 공동작업 시스템을 설계하고, 구현한다.

### 2. 관련 연구

#### 2.1 다자간 공동작업

컴퓨터지원 공동작업(Computer Supported Cooperative Work)의 일반적인 정의는 시간, 공간의 제약을 벗어나 컴퓨터 기술을 사용하여 함께 협력 작업을 하는 것이다. 공동작업의 영역은 시간적으로 동기적 시간과 비동기적 시간으로 분류되며,

공간적으로 동일 장소와 다른 장소로 분류된다[1].

### 2.2 영상코덱 H.263+

현재 많이 사용되는 있는 코덱으로는 H.26x와 MPEG-4 등이 있다. 이중 본 논문에서는 H.263+ 영상압축 알고리즘을 사용하고, 의장 영상은 QCIF로, 발언자 영상을 SQCIF로 사용한다[2].

### 2.3 음성코덱 G.723.1

IP 네트워크 상에서 음성을 전송하기 위해서 음성 코덱은 필수적인 요소이다. 일반적으로 사용하는 코덱으로는 G.711, G.722, G.729, G.723.1 등이 있으며, 그중 본 논문에서는 6.4Kbps 대역폭의 G.723.1 MP-MLQ 방식을 이용한다[3].

### 2.4 RTP/RTCP

RTP(Real-time Transfer Protocol)는 실시간 데이터의 단말 대 단말 네트워크 전송 기능을 제공하며, 전송 품질을 보장하지 않는다[4]. 따라서 전송 품질 감시, 매체 식별 및 제어 기능을 담당하는 제어 프로토콜인 RTCP와 세트를 이루며[5], 전송 및 네트워크 계층에 독립적으로 동작한다.

### 2.5 T.126 정지영상 교환 및 주석

멀티미디어 회의 내 공유 칠판을 이용한 정지영상 및 주석의 교환이 필요하며, 이를 위하여 ITU-T의 T.126 표준안이 제정되었다. 이 표준안은 서로 다른 응용 프로그램들 사이에 정지영상 정보를 공유하는 것이 가능하며, 멀티미디어 회의 내 참가자들 간의 공동작업을 가능하게 한다[6]. 대표적인 T.126의 예로는 넷미팅의 화이트보드 공유가 있다.

## 3. IP 그룹화를 이용한 데이터 전송 시스템

### 3.1 기존 방법

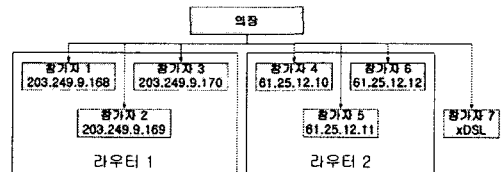
기존의 다자간 멀티미디어 공동작업은 중앙집중식을 사용하였다. 그러나, 중앙집중식은 서버의 작업량 증가와 네트워크 대역폭의 문제로 인해 데이터의 지연 전송 및 손실을 일으킬 수 있다. 본 논문에서는 이러한 단점을 개선하고자 화이트보드 데이터 및 제어 신호는 중앙집중식으로 구성하고, 실시간 전송이 필요한 음성과 영상은 분산식으로 구성한다.

기존의 UDP를 이용한 분산식 영상 전송의 경우, 다수개의 호스트를 갖고 있는 라우터의 경우 같은 패킷을 호스트의 수인 N개 만큼 수신 받게 된다. 특

히, 영상 스트림은 다 매체에 비해 많은 대역폭을 필요로 하며, 음성과 화이트보드 데이터에 할당되어 있는 대역폭에 큰 영향을 미칠 수 있다. 또한, TCP는 데이터의 신뢰성 있는 전송에는 효과가 있으나, 네트워크의 리소스를 많이 사용하게 되는 단점이 있다. 중앙집중식에서 연결 호스트의 수가 증가함에 따라 경로 상에 있는 라우터는 병목현상으로 인해 음성 및 영상의 손실뿐만 아니라 재전송으로 인한 전송시간도 길어지게 된다.

(그림 1)과 같이 기존의 분산 방식은 호스트의 수(N)에 따라 의장의 라우터가 데이터를 받게 된다. 즉, 초당 64Kbps의 영상을 전송할 경우  $N \times 64\text{Kbps}$ 로 수신측 버퍼에 많은 부하를 주게 된다. 네트워크가 소규모 회사망인 512Kbps 망을 사용한다면 최대  $(512/64)=8$ 명으로 제한되고, 음성 및 문서공유에 대한 대역폭을 보장할 수 없게 된다.

따라서, 본 논문에서는 하나의 라우터 하에 다수개의 호스트가 존재할 경우 음성과 영상, 화이트보드 데이터 신호에 충분한 대역폭을 유지하며 라우터가 호스트의 수에 영향을 받지 않도록 하는 IP 그룹화를 이용한 데이터 전송 시스템을 제안한다.



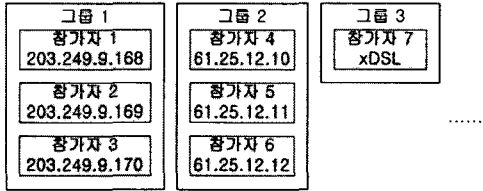
(그림 1) P2P를 이용한 분산식 데이터 전송 방식

### 3.2 IP 그룹화를 이용한 데이터 전송 방법

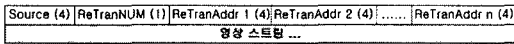
일반적인 사내 다자간 공동작업의 경우, 동일 서브넷 상에 다수의 호스트가 존재한다. 즉, (그림 2)와 같이 같은 서브넷 상에 있는 호스트들의 IP를 각각의 그룹 IP로 그룹화 한다. 그룹화 알고리즘은 IPv4의 주소체계 중 상위 24비트를 비교함으로써 동일 라우터 하에 존재한다고 가정한다. 이때, 자신과 같은 서브넷 하의 IP는 그룹화하지 않는다. 자신과 동일 서브넷 하에 있는 호스트를 그룹화 하는 것은 실제 대역폭에 전혀 영향을 미치지 않으며, 오히려 그룹화에 따라 재전송 시 시간적 지연이 발생할 수 있다.

IP 그룹화 과정을 거친 후, 데이터를 (그림 3)과 같은 구조로 각 그룹의 대표 주소로 전송한다. 각

대표 주소를 갖는 호스트는 재전송 정보를 이용하여 같은 서브넷 상에 있는 호스트들에게 데이터를 전송한다.

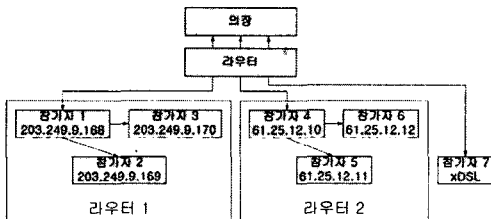


(그림 2) 참가자의 IP 그룹화



(그림 3) 서버 전송 데이터 구조

데이터의 전송방법은 (그림 4)와 같다. 결과적으로 라우터에 N개의 호스트가 있고 전송해야 할 영상정보가 64Kbps라고 가정할 경우, 기존의 방법은 64Kbps×N 만큼의 대역폭이 필요하나, 본 논문에서 제안한 방법은 호스트의 수에 관계없이 64Kbps로 보내어 진다. 이를 토대로 음성과 영상, 화이트보드 데이터에 대한 대역폭을 충분히 확보할 수 있게 된다.



(그림 4) IP 그룹화에 의한 데이터의 전송

또한, 영상 전송에서 다음의 식에 따라 참가자수에 따른 프레임율(frame rate)을 조절할 수 있도록 하여 참가자에 관계없이 일정한 대역폭을 유지할 수 있도록 한다.

$$F(\text{프레임율}) = 10(\text{고정프레임율}) / N(\text{참가자 수})$$

즉, 발언권을 가진 각 참가자들은 위의 식에 의해 영상 프레임율을 설정하게 된다. 의장은 전체 참가

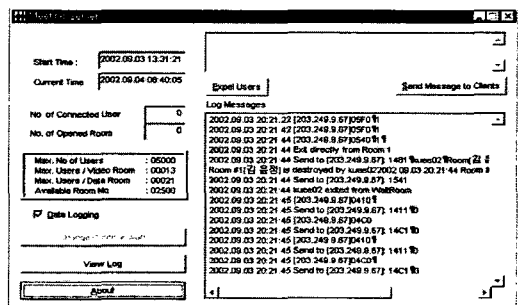
자수에 따라 영상 스트림을 전송하고 고정된 프레임율에서는 참가자수 N에 따른 배수값이 전송될 것이다. 이러한 경우 각 네트워크의 능력에 따라 최대 수용할 수 있는 참가자의 수가 제한된다. 이를 프레임율을 조정함으로써 참가자 수에 관계없이 영상의 일정한 대역폭을 유지하게 되고, 상대적으로 중요한 음성을 보장해 줄 수 있는 것이다.

TCP 연결에서도 IP 그룹화를 사용하여 회의 접속자는 회의에 참가할 때 참가자 리스트를 확인하여 로컬 호스트와 P2P 연결을 설정하고, 다른 원격 네트워크의 호스트와는 별개의 연결로서 서버와 연결을 가지게 된다. 그리고, IP 그룹화를 이용하여 데이터를 전송함으로써 네트워크 리소스를 줄일 수 있다. 본 논문에서 제안한 IP 그룹화를 이용한 전송방식은 동일 데이터를 로컬 네트워크에서 처리하게 되므로 경로 라우터의 전송효율 및 전송시간의 단축에 큰 효과를 얻을 수 있다.

#### 4. 시스템 구현 및 성능분석

본 논문에서는 다자간 멀티미디어 공동작업을 구현하고 IP 그룹화를 이용한 전송방식으로 영상 및 화이트보드 데이터의 전송 속도 향상 및 전송 손실을 최소화한다.

본 논문에서 설계한 시스템은 회의 서버와 클라이언트로 구성된다. 회의 서버는 일종의 디렉터리 서버 역할을 하며, 사용자 및 회의실의 상태, 회의 개설, 삭제 등 회의실 자원 관리, 구성원 관리, 메시지 관리 등 회의 내 모든 정보를 관리한다. 회의 서버는 (그림 5)와 같다



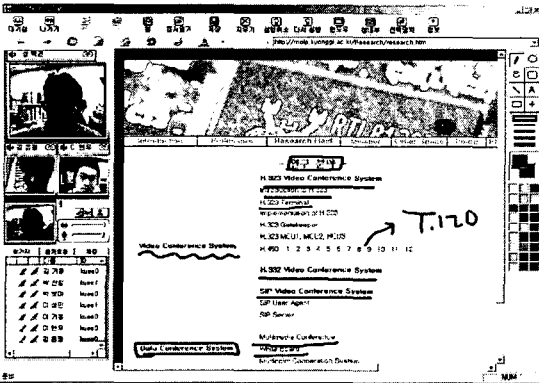
(그림 5) 회의 서버의 구성

회의실은 최대 접속자수를 15인으로 구성하고, 모든 제어권한은 회의개설자에게 있으며, 회의개설자는 발언권과 제어권의 부여 및 회수, 참가신청 허락

을 할 수 있으며, 참가자는 회의개설자에게 발언권과 제어권을 요청 할 수 있다. 발언권을 부여받으면, 영상도 함께 참가자들에게 전송한다. 제어권을 부여받으면 편집할 수 있는 권한 즉, 파일을 열거나 웹을 공유할 수 있는 권한을 부여받게 된다. 또한, 회의 중 회의에 방해가 되지 않기 위해 P2P 방식의 채팅을 제공하여 회의의 진행에 방해되지 않는 대화의 장소를 제공하여 원활한 회의를 제공한다.

멀티미디어 회의에서 음성이 매우 중요하므로 음성은 분산식으로 전송하고 화이트보드 데이터와 영상은 IP 그룹화를 이용한 전송 방식을 사용하여 구성함으로써 네트워크의 영향을 최소화하여 음성의 전송을 원활히 한다.

회의 참가자들과 웹 브라우저 공유를 통하여 화이트보드로 주석을 공유하고 있는 다자간 멀티미디어 클라이언트는 (그림 6)과 같다.



(그림 6) 클라이언트의 구성

(그림 1)과 같은 기존의 다자간 멀티미디어 공동작업의 경우, 서버 측의 라우터에서는 음성은  $(6.4\text{Kbps} \times 11) = 70.4\text{Kbps}$ , 영상은  $(64\text{Kbps} \times 11) = 704\text{Kbps}$ , 화이트보드 데이터는  $(1.6\text{Kbps} \times 11) = 17.6\text{Kbps}$ 의 대역폭을 사용하므로, 총  $792\text{Kbps}$ 의 대역폭이 필요하게 된다. 일반 회사망인  $512\text{Kbps}$  망을 사용한다고 가정할 경우, 7명 이상이 회의에 참여하기 힘든 상황이었으나 본 논문에서 제안한 공동작업에서 서버 측 라우터에서는 음성은  $(6.4\text{Kbps} \times 11) = 70.4\text{Kbps}$ , 영상은  $(64\text{Kbps} \times 3) = 192\text{Kbps}$ , 화이트보드 데이터는  $(1.6\text{Kbps} \times 3) = 4.8\text{Kbps}$ 의 대역폭을 사용하므로, 총  $267.2\text{Kbps}$ 의 대역폭이 필요하게 되어 원활한 공동작업을 진행할 수 있다.

본 논문에서 제안한 방법들은 현재 대부분의 다자간 멀티미디어 회의가 다대다(3:3, 5:5)로 진행되고 있고 회의의 진행도 동일 라우터 하에서 진행되는 경우가 많은 점에 염두를 두어 네트워크 대역폭에 영향을 미치지 않는 IP 그룹화를 이용한 시스템을 설계하고 구현한다.

## 5. 결론

본 논문에서는 표준안에 근거하여 다자간 멀티미디어 공동작업을 구현하였다. 영상, 음성 및 화이트보드 데이터의 효율적인 전송을 위해 IP 그룹화를 이용한 전송 방식 시스템을 설계하고, 구현하였다.

결과적으로 기존의 중앙집중식 화이트보드 데이터 전송 방식 및 분산식 영상 전송 방식에 비해 상당량의 네트워크 리소스를 절감할 수 있었다. 본 논문에서 구현된 응용프로그램은 원격회의, 원격 교육 및 여러 분야의 다자간 멀티미디어 공동작업 분야에서 적용될 수 있으며, 앞으로 많은 호응을 얻으리라 기대된다.

차후, 네트워크 대역폭에 영향을 미치지 않는 데이터 전송방식으로 특정 사용자 그룹에게 데이터를 전송하는 멀티캐스트에 대한 계속적 연구와 다양한 서비스의 구현으로 멀티미디어 공동작업을 원활히 할 수 있는 환경 제공을 위한 많은 연구가 필요하리라 생각된다.

## 참고문헌

- [1] [http://ksi.cpsc.ucalgary.ca/courses/547-95/pf/eifer/cscw\\_domain.html](http://ksi.cpsc.ucalgary.ca/courses/547-95/pf/eifer/cscw_domain.html)
- [2] ITU-T Recommendation H.263+, Video Coding for Low Bit Rate Communication. Jan., 1996.
- [3] ITU-T Recommendation G.723.1, Dual Rate Speech Coder for Multimedia Communications Transmitting at 5.3 and 6.3Kbps, Mar., 1996.
- [4] RFC Recommendation 1889 RTP, A Transport Protocol for Real-Time Applications, Jan., 1996.
- [5] RFC Recommendation 1890 RTCP, A Transport Control Protocol for Real-Time Applications, Jan., 1996.
- [6] ITU-T Recommendation T.126, Multipoint Still Image and Annotation Protocol