

# 영상회의 시스템에서 종단간 지연 축소에 관한 연구

김상용<sup>o</sup>                      김길용  
부산대학교 컴퓨터공학과

A Study on Reducing End-to-end Delay in Video Teleconferencing Systems

Sang-Yong Kim<sup>o</sup>, Gil-Yong Kim

Dept. of Computer Engineering, Pusan National University

## 요 약

최근 영상회의의 시스템과 관련하여 해결해야 할 문제 중 데이터 전송 시 발생하는 지연에 관한 연구가 진행되고 있다. 본 논문에서는 영상회의의 구성을 설명하고 영상회의 시 발생하는 전송 지연을 최소화 방법에 대해서 논한다. 전송 지연을 최소화하기 위해서 근원적으로 오디오와 비디오 데이터를 분리시켜 전송하므로 전송 시 발생하는 지연을 최소화 시켰다. 또한 이를 효과적으로 지원할 수 있는 동기화 알고리즘을 제안하고, 이 알고리즘을 기반으로 영상회의의 시스템을 설계하였다.

## 1. 서론

최근 처리기와 통신망 등 컴퓨터 관련 기술들의 급속한 기술 발달로 인해 다양한 분산 응용 분야들이 출현하고 있다. 특히, 기존 문자, 숫자 위주의 기존 컴퓨터 시스템의 응용이 음성, 화상 데이터를 종합적으로 이용하는 영상회의의 시스템과 같은 멀티미디어 서비스 형태로 발전하였다. 그러나 이러한 멀티미디어 서비스 요구가 커져 기존의 네트워크 환경에서의 데이터 송수신 서비스로는 사용자의 요구를 충족시킬 수 없게 되었다.

본 연구에서는 기존의 네트워크 환경에서 발생하는 이러한 전송 지연을 최소화 시키기 위해서는 단일 스트림을 분리시켜 비디오, 오디오 데이터를 따로 전송하도록 하였다. 또한 이를 효과적으로 지원하기 위해서 동기화 기법을 제시하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 기존의 데이터 전송 방법의 문제점과 동기화 방법에

대해서 기술하며, 3 장에서는 종단간 지연 최소화를 위한 영상회의의 시스템 모델과 동기화 알고리즘을 제시한다. 끝으로 4 장에서는 결론을 맺는다.

## 2. 관련 연구

영상 회의에 참여하는 참가자들은 자신의 영상 데이터를 디지털화하고 동기화 시켜 다른 참가자에게 전송한다. 이러한 방식은 동기화로 인한 지연과 단일 스트림을 이용하므로 전송 효율의 감소와 비디오/오디오 전송 지연을 증가시킨다. 전송 지연 현상은 서비스의 질을 떨어뜨리는 원인이 되므로 영상회의에서 발생하는 지연을 최소화해야 한다. 기존 비디오/오디오 전송 지연과 관련된 연구는 전송되어지는 데이터 프레임의 지연, 지터(jitter)등을 관찰하여 수신측에서 지연, 지터링을 최소화하는 연구[1]와 지연에 민감한 저장 멀티미디어 데이터를 재생하는 경우 동기화를 위한 연구가 있었다[2]. 또한 전송 지연을 최소화하기

위해서 압축 알고리즘과 통신망의 라우터 등에서 지연을 축소하려는 연구 등이 있다[3].

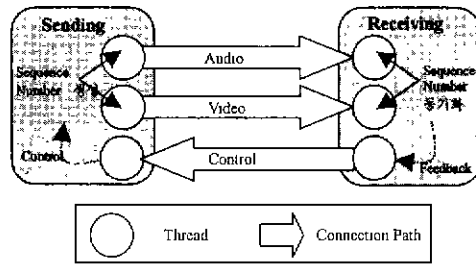
본 논문에서는 전송 전의 동기화 단계를 제거하고 데이터를 다중 채널로 분리 전송한 다음 동기화 시켜 시간 지연을 최소화하도록 설계하였다

### 3. 영상 회의에서 중단간 지연 최소화 기법

본 장에서는 2장에서 기술한 기존 데이터 전송 시 발생하는 전송 지연의 문제점을 개선하고 시스템 성능을 향상시키기 위해 다중 전송하였다. 우선 다중 전송을 통한 전송 지연 최소화 기법에 대해 기술하고, 이를 효과적으로 지원하기 위한 동기화 기법을 서술한다

#### 3.1 시스템 모델

영상회의 시스템 모델은 그림 1에 나타나 있다. 수신측과 송신측은 2개의 데이터 전송용의 UDP 채널과 1개의 TCP 제어 채널로 연결되어 있으며, 각각 5개의 쓰레드와 2개의 버퍼로 구성되어 있다. 수신측에서는 비디오/오디오 입력 장치로부터 데이터를 설정된 프레임율(frame rate)에 맞추어 버퍼에 입력하는 2개의 입력 쓰레드(input thread), 버퍼의 비디오/오디오 데이터를 네트워크로 전송하는 2개의 전송 쓰레드(transmission thread)와 수신측의 제어 신호를 받아 비디오/오디오 프레임율을 조절하는 제어 쓰레드(control thread)로 구성되어 있다. 송신측에서는 수신측에서 전달된 데이터를 네트워크로 부터 버퍼에 입력하는 2개의 전송 쓰레드와 전달된 데이터를 버퍼에서 가져와 비디오/오디오 데이터를 동기화 시켜 재생하는 2개의 출력 쓰레드(output thread). 비디오/오디오 동기화를 위해서 수신측에 피드백(feed back) 정보를 전송하는 제어 쓰레드로 구성되어 있다.



[그림 1] 영상회의 시스템 모델

#### 3.2 중단간 지연 최소화 기법

멀티미디어 응용 프로그램은 저장된 멀티미디어를 연속적으로 재생하는 주문형 비디오와 같은 것과 영상회의와 같이 실시간에 멀티미디어 데이터를 입력 받아 실시간에 재생하여야 하는 것으로 분류할 수 있다[4]. 영상회의의 시스템은 중단간 지연(end to end delay)은 서비스 질에 크게 영향을 주므로 중요하다. 중단간 지연은 크게 데이터 입력 시 발생하는 지연, 데이터 전송 시 발생하는 지연과 수신된 데이터의 재생 시 발생하는 지연으로 나뉜다. 본 논문에서는 중단간의 지연을 최소화하기 위해서 송신측에서 입력 쓰레드로 부터 입력 받은 데이터를 환형 버퍼를 통해서 관리하고 전송 쓰레드를 통해서 네트워크로 전송한다. 환형 버퍼는 3개의 버퍼로 구성되어 있고, 하나는 외부 입력 디바이스에서 입력 쓰레드가 데이터를 읽어 들이는데 사용되고 있고, 다른 하나는 전송 쓰레드에 의해 데이터를 네트워크로 전송하는데 사용되며, 나머지 하나는 완충용으로 사용하도록 하였다. 비디오, 오디오 데이터의 빠른 전송을 위해 송신측에서의 동기화 과정을 없애고, 두개의 스트림으로 분리해서 수신측으로 전송하였다. 동기화 제어는 수신측에서 데이터의 일련 번호(sequence number)를 사용하여 동기화하고, 피드백을 사용해서 송신측의 프레임율을 제어하도록 하였다. 아래의 그림 2는 송신측에서 환형 버퍼를 이용한 입력 쓰레드와 전송 쓰레드 간의 멀티미디어 데이터 전송 경로를 보여 준다.

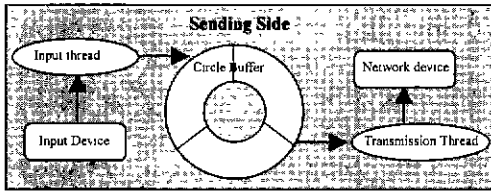


그림 2 환형 버퍼를 이용한 데이터 전송 경로

### 3.3 동기화 알고리즘

본 논문에서 제안하는 동기화 방식은 다중 전송에 적합하도록 설계하였는데, 일련 번호를 이용한 동기화 처리와 피드백을 사용하여 프레임율을 조절하도록 하였다. 동기화 처리는 사용자 설정에 따라 처리하도록 하였는데, lip synchronization 경우는 대부분의 사람들이 비디오 보다 오디오 스트림에 더욱 민감하기 때문에 [4] 오디오 스트림의 실시간 재생과 오디오 지연을 최소화하는 것이 중요하다. 이를 위해서 오디오 데이터의 일련 번호에 따라 비디오 데이터를 인출하도록 하였고, 영상 프리젠테이션의 경우는 비디오 스트림의 지연이 중요한 문제이므로 비디오 데이터의 일련 번호에 따라 동기화 하도록 하였다.

종단간 제어로서 사용하는 피드백은 제어 채널을 통해서 제어 신호를 송신측에 전달하므로 동기화와 QoS 제어를 동적으로 제어할 수 있게 하였다. 표 1 은 오디오 지연을 최소화하기 위한 동기화 피드백 기능을 나타내고 있다.  $S_a$ 는 오디오 일련 번호,  $S_v$ 는 비디오 일련 번호,  $F_a$ 는 프레임 하한 값,  $F_b$ 는 프레임 상한 값,  $\Delta$ 는 허용 임계 값,  $C$ 는 프레임 제어 값이다 여기서  $T_l > 0, T_h > 0, \Delta > 0, T_l < \Delta < T_h$  이다

상 태	동 작	제 어
$S_v - S_a > \Delta/2$	$F_v > F_{at}$ $F_v$ 감소	$C_v = \max(F_v - \Delta, F_{at})$
	$F_v < F_{at}$ $F_a$ 증가	$C_a = \min(F_a + \Delta/2, F_{at})$
$S_a - S_v < \Delta/2$	$F_a < F_{at}$ $F_v$ 증가	$C_v = \min(F_v + \Delta/2, F_{at})$
	$F_a > F_{at}$ $F_a$ 축소	$C_a = \max(F_a - \Delta, F_{at})$

표 1 오디오/비디오 동기화 피드백 기능

### 4. 결론

본 논문에서는 기존의 네트워크 환경에서 종단간 전송 지연을 최소화하기 위해서 2개의 데이터 채널과 1개의 제어 채널, 공유 버퍼를 이용하여 멀티미디어 데이터를 처리하는 스레드로 구성된 영상회의 시스템을 설계하였다.

설계된 영상회의 시스템은 기존의 시스템에 비해서 다음과 같은 이점들을 가지고 있다. 첫째, 비디오/오디오 데이터를 분리 전송하였기 때문에 전송 효율이 높고, 전송 지연을 줄일 수 있다. 둘째, 제어 채널을 이용하여 대역폭 변화에 따라 동기화와 QoS 제어를 동적으로 시스템 동작을 제어할 수 있다. 셋째, 동기화를 위해 비디오/오디오의 일련 번호를 이용하도록 설계하여 사용자 설정에 맞게 비디오/오디오 지연을 최소화 하도록 하였다.

### 참고문헌

[1] D. shepherd, G Coulson, N Davies and F. Garcia, Queue Monitoring: A Delay Jitter Management Policy, the 4th International Workshop on Network and Operating System Support for Digital Audio and Video, Lecture Notes in Computer Science, Vol. 846, Springer-Verlag, Lancaster, UK, November 1993.

[2] 유상신 외 2, 지연에 민감한 멀티미디어 응용을 위한 동기화 메커니즘, 전자 공학회논문지 제 33 권 A 편 제 4 호, 대한전자공학회, 1996 년 4 월, pp.57-67

[3] W. Bunn, Multimedia in interconnected LAN systems, BT Technology Journal Vol 13 No 4, October 1995, pp 124-126

[4] min Tan, M.S. A Client/Server Based Multiparty Teleconferencing System and Its Lip Synchronization Mechanisms, 1996