

# 혼합형 하부 구조를 가진 멀티미디어 회의 시스템

성 미 영<sup>†</sup>

## 요 약

이 논문에서는 동기적 그룹 작업을 위해 기본적으로 갖추어야 할 환경인 다자간 멀티미디어 회의 시스템을 설계하고 구현한 내용을 소개한다. 이 시스템은 공유 자료를 일관성 있게 유지하는 한편 중앙으로의 통신 부담을 줄이기 위하여 중앙 집중 구조(centralized architecture)와 복제 구조(replicated architecture)의 장점을 결합한 혼합형 하부 구조(hybrid infrastructure)를 가지고 있다. 공동 작업의 관리는 가상 노드로의 중앙 집중형 구조에 기반하며, 오디오, 비디오, 텍스트 등의 실제 데이터는 복제형 구조에 기초를 둔다. 이 시스템은 실시간으로 오디오와 비디오를 처리하기 위하여 동적 큐와 다중 스레드를 이용하였다.

## A Multimedia Conference System with a Hybrid Infrastructure

Mee Young Sung<sup>†</sup>

### ABSTRACT

This paper presents the design and the implementation of a Mutiuser Multimedia Conference System for synchronous groupwork. The infrastructure of this system is a hybrid architecture of centralized and replicated architectures, that is to maintain shared information consistently and to reduce the overhead of network traffic to the central part. The communication control of data for groupwork management is centralized to the virtual node and the communication control of real data such as audio, video, text is replicated. In order to provide a realtime audio and video processing, this system uses dynamic queues and multithreads.

### 1. 서 론

1970년대 중반부터 발전되어온 대규모 그룹 또는 조직에서의 일을 지원하는 사무 자동화(office automation)는 주로 워드 프로세서나 스프레드 시트 등의 개인용 소프트웨어들이었다. 1970년대 후반부터 발전되어온 PC와 LAN 기술에 힘 입어 사무 자동화 응용 소프트웨어가 개인용 소프트웨어에서 서너명의 소규모 집단을 위한 응용들로 발전되었다. 이러한 발

전은 80년대 중반에 이르러 컴퓨터 지원 공동 작업(CSCW; Computer Supported Cooperative Work) 분야가 출현하게 하는데 직접적인 영향을 주었다.

지난 10여년 동안 멀티미디어 기술과 컴퓨터 네트워크 기술이 급속하게 발전하였고 이 두 기술의 결합으로 CSCW에 관한 연구는 분산 멀티미디어 정보의 통신 서비스 문제로 확산되어 많은 연구가 진행되어 왔다[3, 4, 7]. 그 결과 텍스트, 그래픽, 영상은 물론이고 오디오, 비디오, 애니메이션에 이르는 멀티미디어 정보 통신 서비스를 누구나, 언제든지, 어느 곳에서든지 이용할 수 있게 되었다.

<sup>†</sup> 종신회원: 인천대학교 전자계산학과  
논문접수: 1996년 12월 19일, 심사완료: 1997년 2월 27일

여러 멀티미디어 정보 통신 응용 중에서도 오디오 채널과 비디오 채널을 통하여 공동 작업자 사이의 직접 통신을 지원하는 비디오 회의는 동기적 그룹 작업(synchronous groupwork)의 기본 환경이 되는 대표적인 응용이다.

최근 들어 많은 비디오 회의 시스템들이 만들어지고 있다. MAJIC(Multi-Attendant Joint Interface for Collaboration, Keio University), MERMAID(Multi-media Environment for Remote Multiple Attendee Interactive Decision making, NEC), Visium Personal Video 1300(AT&T Global Information Solutions), Picture Tel Live PCS 100(Picturetel Corp.)은 ISDN(Integrated Services Digital Network) 상에서 운용되는 비디오 회의 시스템들이다. Mediafone(Fiber & Wireless)은 PSTN(Public Switched Telephone Network)을 통해 데이터를 전송하고 있다[3, 4, 5].

Rendezvous(Bellcore), MMConf(Diamond System), ShowMe(Sun Microsystems Computer Co.), InPerson(Silicon Graphics Inc.), DeskShare(KAIST) 등은 TCP/IP 통신망 상에서 동작하는 비디오 회의 시스템들이다. 그러나 이들은 고성능의 워크스테이션 환경을 요구하고 있어 일반 사용자들이 쉽게 데스크 탑 비디오 회의의 이기를 누리기가 어렵다[3, 4, 5, 6, 12].

CU-SeeMe(White Pine Software)[6], CombiStation(ETRI), Person-to-Person(IBM), Share Vision(Creative) 등 개인용 컴퓨터를 사용하는 비디오 회의 시스템도 많이 있다. 그러나 ShareVision처럼 전용회선을 사용해야 하거나 Person-to-Person처럼 일대일 통신에 제한되어 있거나 CombiStation처럼 아직은 일반적이지 않은 운영 체제를 필요로 하는 등 실제로 이용하기 어려운 경우가 많다. 여기서 우리는 고가의 부가 장비나 전용회선의 설치 없이 보통의 통신망과 보통의 운영 체제에서 동작하는 성능 좋은 다자간 비디오 회의 시스템의 필요성을 절실히 느끼게 된다.

멀티미디어 회의란 비디오 회의에 덧붙여 공동의 멀티미디어 작업 공간(multimedia workspace)을 제공하는 서비스이다. 멀티미디어 회의 서비스는 다른 그룹웨어와 결합되어 한 차원 높은 그룹 작업 환경을 지원할 수 있다. 이 연구는 보통의 네트워크 상에서 일반적인 개인용 컴퓨터를 사용하여 동작하는 경제적인 다자간 멀티미디어 회의 시스템을 구축하는 것이

다. 이 연구의 목적은 제한된 계산 능력을 가진 시스템에서 가장 자연스럽게 오디오, 비디오와 멀티미디어 작업 데이터를 전송하는 방법을 알아내는 것이다.

지난 십년 동안의 컴퓨터 기술의 발달과 더불어 CSCW(Computer Supported Cooperative Work) 분야에도 많은 발전이 있었다[3]. 그리고 CSCW의 하부 구조를 구현하는 기법인 중앙 집중 구조(centralized architecture)와 복제 구조(replicated architecture)의 장단점에 대하여 많이 논의되어 왔다[1, 2, 7, 13, 14, 15]. 이 연구에서는 중앙 집중형과 복제형의 장점을 모두 수용하는 접근으로 다자간 멀티미디어 회의 시스템을 설계하고 구현하였다.

우선 이 시스템의 구성과 회의 관리자의 동작 원리를 알아보고 나서 오디오 관리자, 비디오 관리자, 그리고 전자 칠판의 설계와 구현 내용을 알아보겠다. 그 다음에 멀티캐스트 구현을 살펴보고 결론을 맺겠다.

## 2. 멀티미디어 회의 시스템

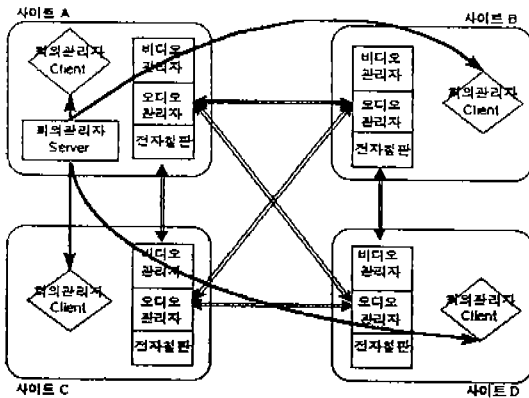
### 2.1 시스템 구조

이 시스템은 10Mbps Ethernet LAN 상에서 개인용 컴퓨터에 저가의 상용 오디오/비디오 통합 보드만을 탑재하여 구현한 다자간 멀티미디어 회의 시스템이다. 이 시스템은 (그림 1)에 나타나 있는 것처럼 회의 관리자(Conference Manager; CM)가 있으며, 오디오 관리자(Audio Manager; AM), 비디오 관리자(Video Manager; VM)와 전자 칠판 ShareBoard로 구성되어 있다.

그룹 작업 시스템의 대표적인 하부 구조 중 하나인 중앙 집중 구조는 모든 자료를 중앙이 통제하므로 자료의 일관성을 유지하기 쉽고 대부분의 회의 제어를 서버가 담당하므로 사용자들의 그룹 응용 소프트웨어가 간단해지는 장점이 있다. 반면에 모든 사용자가 이 중앙 사이트를 통하여 데이터를 전송해야 하기 때문에 통신 부담이 큰 단점이다. 반대로 복제 구조의 경우는 각 사용자들이 통신 제어를 담당해야 하므로 사용자 사이트의 그룹 응용 소프트웨어의 부담이 커지는 단점이 있다. 그러나 상호 작용하는 사이트들끼리만 자료를 전송하면 되므로 통신 부담이 적어서 열린 시스템의 그룹 작업에 적합하다[1, 7, 9]. 그룹 작

업 시스템의 하부 구조 문제는 궁극적으로는 멀티캐스팅 문제(2.6 절 참조)로 귀결된다.

본 연구의 목적은 일반적인 개인용 컴퓨터를 사용하는 보통의 네트워크 환경에서 그룹 작업이 가능하도록 하는 것이다. 여기에서는 강력한 계산 능력을 가지는 서버 없이도 구현이 가능하도록 기본적으로는 복제 구조를 채택하였다. 그러므로 이 시스템의 각 컴퓨터는 서버와 클라이언트 역할을 모두 해야 한다. 오디오 관리자, 비디오 관리자 그리고 전자 칠판은 각 사이트에 서버와 클라이언트가 모두 존재한다. 그러나 회의의 관리자는 각 사이트에 회의 서버를 돌 경우 참가자 리스트 같은 공유 자료의 일관성을 유지하기 어렵다. 그래서 회의 관리자 서버는 하나이고



(그림 1) 멀티미디어 회의 시스템 구조  
(Fig. 1) Structure of our multimedia conference system

〈표 1〉 시스템 구현 환경

구분	내용
H/W	시스템 펜티엄 75 MHz CPU 16 MB 메모리 500 MB 하드 디스크
	오디오/비디오 통합보드 초당 30 프레임 캡처 24 비트 칼라 오버레이 16 비트 PCI 사운드
	네트워크 10 Mbps Ethernet LAN
	기타 카메라, 마이크, 스피커
S/W	운영체제 윈도우즈 95
	프로그래밍 환경 Visual C++ 4.0
	망 프로토콜 TCP/IP, UDP/IP

각 사이트에는 회의 관리자 클라이언트들이 있다. 클라이언트와 서버 사이의 통신에 관련된 모든 메시지들은 비동기적(asynchronous)으로 처리되므로 참가자들은 실시간으로 통신할 수 있다.

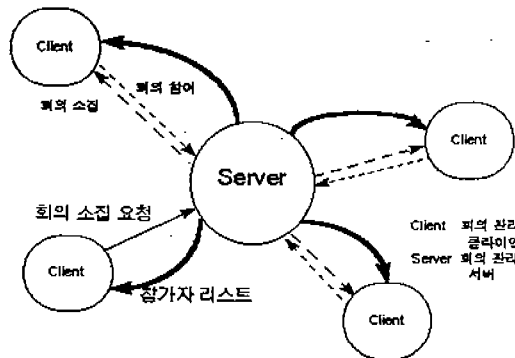
(그림 1)의 한 사이트의 환경을 〈표 1〉에 요약한다.

다음절로부터 (그림 1)의 각 구성 요소들에 대하여 자세히 살펴보겠다.

### 2.2 회의 관리자

본 회의의 관리자는 그룹 통신 구조를 설정하고 참가자 그룹을 관리한다. 특히 (그림 2)에서 보는 바와 같이 그룹 작업을 소집하는 일을 담당하며 네트워크 상의 모든 그룹 회원에게 그룹 작업의 시작을 알린다. 그룹 작업 시작 메시지를 받은 그룹 회원들은 이에 대한 참가 여부를 알린다. 참가를 알린 최초 참가자들에 대해 리스트 공간을 할당하고 그 주소를 기록한다. 그리고 이 최초 리스트는 모든 참가자들에게 멀티캐스트 전송된다. 또한 새로운 참가자를 리스트에 추가하거나 탈퇴자를 리스트에서 제거하며 갱신된 리스트를 멀티캐스트 전송한다.

이러한 기능을 지원하기 위한 회의 관리자의 하부 통신 구조는 (그림 2)에서 보는 것과 같은 중앙 집중형 클라이언트-서버 구조이다.



(그림 2) 멀티미디어 회의 관리자의 동작 원리  
(Fig. 2) Control flow of our multimedia conference manager

### 2.3 오디오 관리자

멀티미디어 회의에 있어서 오디오 자료는 다른 미디어 자료 보다 중요한 역할을 한다. 음성 회의(tele-

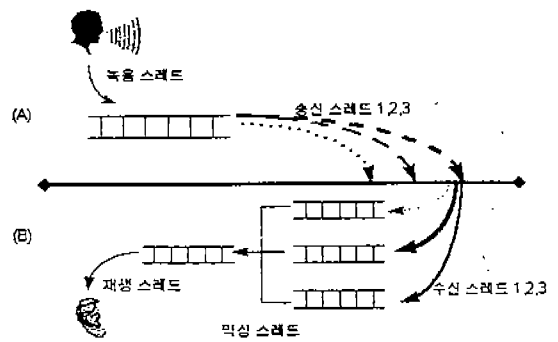
phone conferencing)도 가능한 점을 고려할 때 오디오 전송 능력이 없거나 빈약한 원격 회의 시스템은 큰 의미가 없다. 오디오 처리는 크게 동적 큐(dynamic queues)를 이용하는 동적 버퍼링(dynamic buffering) 부분과 다중 큐를 이용하는 믹싱(mixing) 부분으로 구성된다.

음성 자료는 Windows에서 제공하는 wave audio 함수를 사용하여 처리하였다. 음성 포맷은 PCM(pulse code modulated) 방식의 wave 포맷으로 11.025 KHz로 샘플링 하여 8 비트에 저장하였다. 10Mbps의 전송 속도를 고려하여 8 비트로 샘플링 하였다. 100 Mbps 이상의 전송 속도를 가지는 LAN상에서는 16 비트로 샘플링 해도 좋을 것이다.

(그림 3)의 (A)에서와 같이 마이크로 입력된 음성 자료는 녹음 스테드에 의해 송신 큐에 저장된다. 큐의 한 원소는 하나의 음성 버퍼이다. 오디오와 비디오의 동기화를 고려하지 않은 상태에서 가장 자연스럽게 오디오 전송을 하기 위한 음성 버퍼의 최적 크기는 실험 결과 20,000 바이트 정도였으며 여기에 약 1.8초 정도의 음성을 저장할 수 있다. 그러나 음성 버퍼의 최적 크기는 오디오와 비디오의 동기화 문제와 연관되어 결정되어야 할 것이다. 송신 프로세스는 큐가 비어 있지 않는 한 버퍼의 내용을 모든 공동 작업 사이트로 계속 전송한다. 송신 프로세스의 socket 함수는 다중 스레드(multiple threads)로 처리되므로 큐의 머리에 있는 버퍼를 전송하는 동시에 큐의 꼬리에 음성 입력 데이터를 채우는 스레드가 수행되므로 실시간 성능을 높일 수 있었다.

(그림 3)의 (B)는 수신 처리를 보여 준다. 큐는 연결된 사이트 개수만큼 생성되며 전송된 데이터는 순서대로 각 다중 큐에 삽입된다. 여러 컴퓨터에서 온 음성을 하나의 장치에 출력하기 위하여 보통은 음성 데이터를 믹싱한다. 기존의 믹싱 알고리즘은 음성 데이터를 소프트웨어적으로 더하는 정도에 불과하다. 더하는 과정에서 손실되는 음성 자료가 많아 신뢰할 수 있는 음성을 얻기가 힘들다. 그러나 Microsoft사의 DirectX 라이브러리가 제공하는 DirectSound는 DLL(Dynamic Link Libraries) 수준에서 채널을 논리적으로 분리하여 각 채널에 데이터를 출력한다. 이는 기존의 소프트웨어적 믹싱보다는 좋은 결과를 얻을 수 있어서 본 시스템에서는 이를 이용하였다.

한 사이트의 오디오 관리자는 (그림 2)에서 살펴본 것처럼 회의 관리자로부터 알아낸 그룹 정보(참가자 리스트 등)를 이용하여 자신의 음성 데이터를 다른 사이트들로 멀티캐스팅한다. 이렇게 중앙의 회의 관리자 서버를 거치지 않고 직접 데이터를 전달하는 이유는 중앙을 거치는 경우 통신 트래픽이 두 배가되므로 이를 줄이기 위해서이다.



(그림 3) 오디오 송수신 처리  
(Fig. 3) Audio communication mechanism

음성 처리를 위하여 전이중(full duplex) 사운드 보드를 사용하기 때문에 녹음과 재생을 동시에 할 수 있다. 그러므로 음성 전송을 위한 특별한 발언권 제어는 필요 없다. 기본적으로 한 참가자가 말한 내용은 그 참가자를 제외한 모든 다른 참가자에게 전송된다. 이 방법은 아무런 말을 안해도 계속 빈 데이터를 전송하게 만든다. 무의미한 전송을 방지하기 위하여 발언 의사를 'Talk' 버튼을 눌러 표시하도록 하였다. 'Talk' 버튼이 켜진 참가자의 음성 입력만을 다른 참가자들에게 전송함으로써 유효한 데이터만을 전송하여 통신 부담을 줄였다.

### 2.4 비디오 관리자

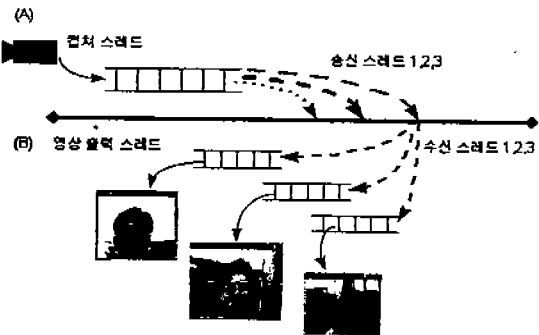
비디오 자료는 원격 회의에 있어서 현실감을 더 해주는 역할을 할뿐만 아니라 참가자의 모습 이외에도 회의 자료, 회의 대상 물체 등을 보여줄 수 있는 중요한 역할을 한다. 비디오 처리는 특별한 전용 프로세서 없이 CCD 카메라로부터 캡처한 비디오 화면의 출력을 중간에서 가로채서 전송하였다. 비디오 화면의 출력은 Windows 95에서 지원하는 압축 알고리즘을

이용하여 처리되며 픽셀 당 8 비트로 표현되는 200×150 픽셀 크기의 이미지(30,000 바이트)로 다른 컴퓨터에 전송된다.

아래 (그림 (A))에서와 같이 송신 스트림들은 한 원소가 30,000 바이트인 동적 큐로부터 각 사이트로 전송한다. 아래 (그림 (B))에서 보는 것처럼 각 사이트로 전송된 이미지는 해당 윈도우에 출력된다.

10 Mbps Ethernet LAN 상에서 실험한 결과 회의 참가자가 두 사람인 경우 초당 6 프레임 정도를 전송하고 있다. 성능이 그다지 좋지 않은 것은 윈도우즈 95 자체의 메시지 처리 등의 오버헤드로 인한 것으로 여겨진다. 그리고 회의 참가자가 한 명 더 많아질 때마다 성능이 약 3분의 1 정도 떨어진다. 현재 구현한 시스템의 화질은 참가자의 모습이나 표정을 보기 위해서는 그리 나쁜 편은 아니나 메모한 작은 글자 등을 식별할 수 있는 해상도는 되지 못한다.

비디오 관리자는 오디오 관리자와 마찬가지로 각 사이트에 복제된 클라이언트들과 서버들이 서로 연결되어 비디오 데이터를 주고 받는다.



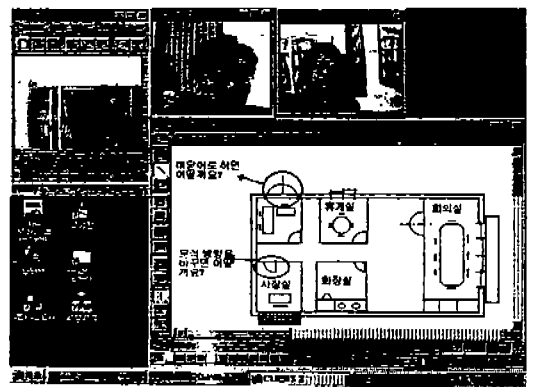
(그림 4) 비디오 송수신 처리  
(Fig. 4) Video communication mechanism

2.5 전자 칠판(ShareBoard)

전자 칠판은 원격 회의 시스템에서 빠져서는 안될 회의 보조 도구이다. 본 시스템의 전자 칠판 Share-board는 텍스트와 간단한 그래픽 내용을 편집할 수 있으며 모든 참가자가 동시에 사용할 수 있다. 제어 방식은 자유 방식이다. 그래픽은 본 시스템 고유의 그래픽 스크립트 언어를 사용하여 표현된다. 전자 칠판

판도 오디오 관리자나 비디오 관리자처럼 복제 구조이므로 각 사이트에 전자 칠판의 사본이 있다. 그러므로 그래픽 데이터를 전송할 때는 스크립트 데이터만을 전송하고 받은 쪽의 그래픽 편집기가 이를 재생하게 함으로써 통신량을 줄였다. 예를 들어, 하나의 선에 대한 스크립트 데이터는 도형 구분 1 바이트, 시작점 4 바이트(X 좌표 2 바이트, Y 좌표 2 바이트) 끝점 4 바이트(X 좌표 2 바이트, Y 좌표 2 바이트), 색상 4 바이트, 굵기 2 바이트로 구성된다. 그러므로 선 하나를 전송하려면 15 바이트의 데이터만을 전송하면 된다. (그림 5)의 전자 칠판 내용에 대한 스크립트 데이터 양은 약 1.7 K 바이트이다. 이를 만일 비트 맵으로 전송한다면 약 144 K 바이트(200×150 픽셀)의 데이터를 전송해야 할 것이다.

아래의 (그림 5)는 세 사람이 전자 칠판을 가운데 두고 사무실 배치도를 두고 토론하는 예이다. 모든 참가자가 사무실 배치도를 보고 있는 상태에서 한 사이트의 참가자가 배치도 위에 빨간색 원과 화살표를 그렸다면 이 때 생긴 모든 그래픽 변경 내용 즉 빨간색 원과 자유 곡선으로 그린 화살표의 스크립트 내용이 복제형 클라이언트-서버 모델의 동작 원리에 따라 다른 사이트들로 전송된다.



(그림 5) 전자 칠판을 이용하는 공동 작업  
(Fig. 5) Working on a shareboard

2.6 멀티캐스팅

최근 들어 그룹 통신 서비스의 요구가 증가함에 따라 멀티포인트 통신(multipoint communication)[10]과

멀티캐스트 통신(multicast communication)[11, 12, 13]에 대한 논의가 활발하게 일어나고 있다[13, 14, 15]. 그룹 통신 서비스를 제대로 지원하기 위해서는 신뢰성 있고(reliable) 전송 순서가 보장되는(order-preserving) 멀티캐스트 기능이 필요하다. 그러나 현재의 상용 운영 체제들은 멀티캐스팅을 제대로 지원하지 못하고 있다.

데이터 통신의 4 계층 모델(4-layer model)<sup>1)</sup>[8]의 상위 3 계층에서 멀티캐스팅을 구현할 수 있다. OSI (Open Systems Interconnection) 참조 모델의 수송 계층(transport layer)의 프로토콜로서 널리 이용되고 있는 것으로는 TCP/IP(Transmission Control Protocol/Internet Protocol)와 UDP/IP(User Datagram Protocol/Internet Protocol)가 있다. TCP는 연결 지향, 신뢰성 있는, 전이중 그리고 연속 바이트 서비스(byte-stream service)를 응용 프로그램에 제공한다. 반면에 UDP는 비연결이고 신뢰성 없는 떠돌이 서비스(datagram service)를 제공한다.

인터넷 상에서 협동작업을 지원하는 Mbone(Multicast Backbone)[1, 2, 3, 4]은 주로 UDP를 이용하여 IP 멀티캐스팅을 하고 있다. UDP는 하나의 LAN 상에서는 비교적 신뢰성 있게 동작하므로 소규모 LAN의 멀티캐스팅은 UDP 같은 기존의 프로토콜을 이용하는 대안이 있으나 전송 지연이 문제가 되는 인터넷 상에서 신뢰성 있게 잘 동작하지는 못한다. 현재 신뢰성 있고 효율적으로 동작하는 수송 계층의 멀티캐스팅 프로토콜에 대해 많은 연구가 진행되고 있다[13, 14]. 지금으로서는 더 좋은 프로토콜이 개발되지 않은 한 인터넷 상의 멀티캐스팅은 Mbone[13, 14, 15, 16]을 이용하는 것이 최선인 것 같다.

본 멀티미디어 회의 시스템에는 두 가지 버전이 있다. 하나는 LAN 버전이고 하나는 인터넷 버전이다. LAN 버전은 UDP를 이용하여 멀티캐스팅을 구현하였고 인터넷 버전은 TCP/IP로 구현하였다. 이 시스템의 멀티캐스팅은 통신 4 계층 모델의 프로세스 계층(process layer)에서 구현하였기 때문에 기층에 구애 받지 않는 장점이 있다. 그러나 이 방법은 인터넷 버

전의 경우 TCP/IP를 사용하였기 때문에 그룹 멤버와 일일이 소켓 연결을 하여 데이터의 사본을 전송해야 하므로 통신망의 부담을 많이 주고 있다.

이 시스템 뿐 아니라 모든 그룹 작업 시스템이 인터넷 상에서 잘 동작하게 하려면 수송 계층(transport layer) 또는 망 계층(network layer)에서의 신뢰성 있는 멀티캐스트 프로토콜(reliable multicast protocol)의 지원이 필요하다. 이 연구에서도 신뢰성 있는 멀티캐스트 프로토콜에 대해 많은 관심을 가지고 연구하고 있다.

### 3. 결 론

이 연구의 목적은 제한된 능력을 가진 컴퓨팅 환경에서 멀티미디어 회의가 가능하도록 하기 위하여 가장 자연스럽게 오디오, 비디오와 멀티미디어 작업 데이터를 전송하는 방법을 알아내는 것이었다. 이 논문에서는 그 방법으로 혼합형 하부 구조를 가진 멀티미디어 회의 시스템을 제안하였다. 이 시스템의 하부 제어 구조는 기본적으로는 복제형 구조이나 공유 자료의 일관성 유지를 위하여 가상 노드(virtual node)로의 중앙 집중형 구조를 혼합 적용하였다. 가상 노드는 회의 관리자로서 멀티캐스트 통신 구조의 구성과 변경 그리고 그룹 관리 기능을 가지고 있다. 또한 이 시스템에서는 오디오와 비디오 버퍼링을 위하여 동적 큐와 다중 스프레드를 이용함으로써 실시간성을 더했다.

이 시스템의 문제점을 개선하고 기능을 확장시키기 위한 남은 연구는 아래와 같다.

- 이 시스템에서는 멀티캐스트 통신에 있어서 LAN 버전에서는 수송 계층의 UDP로 구현하였으나 인터넷 버전은 TCP/IP를 이용하여 4 계층 모델의 프로세스 계층(process layer)에서 구현하여 통신 부담이 많았다. 인터넷 상에서의 멀티캐스팅과 이에 필요한 그룹 관리를 수송 계층으로 끌어내리는 작업이 필요하다.
- 전송된 오디오 데이터와 비디오 데이터의 동기화된 출력을 보장하는 동기화 표현과 전송 기법에 관

<sup>1</sup> OSI(Open Systems Interconnect) 모델의 상위 3 계층인 세션(session), 표현(presentation), 응용(application) 계층을 프로세스(process) 계층으로 통합하고 최하위 계층인 물리(physical) 계층을 연결선(data link) 계층에 통합한 4 계층 모델을 말한다. 즉 이 모델은 하위로부터 연결선(data link), 망(network), 수송(transport), 프로세스(process)의 4 계층으로 구성되어 있다.

한 연구가 진행되어야 한다.

- 음성 처리에서 가득 찬 버퍼 내용을 전송하는 프로세스로의 문맥 교환시 메시지 전송 등으로 인한 지연 시간으로 소리가 약간 끊어지는 현상이 있다. 보다 자연스러운 음성을 들을 수 있도록 문맥 교환 시간을 줄이는 기법이 연구되어야 한다.
- 회의 관리자를 위하여 중앙 집중 방식을 혼합 적용한 결과 공유 테이블을 가지고 있는 사이트의 처리 부담이 커졌다. 관리 사이트의 통신 부담을 줄이는 기법이 대한 연구가 필요하다.
- 회의 스케줄링, 회의 열람, 회의 합병/분리, 회의 히스토리 기능 등을 추가하여 회의 관리 기능을 보완하여야 한다.
- 인터넷의 웹 브라우저가 광범위하게 사용되고 있음을 감안하여 웹 상에서 바로 실시간 그룹 작업이 가능하도록 본 시스템을 확장하는 지속적으로 연구할 필요가 있다.

### 참 고 문 헌

[1] Stephen Jabele, Steven Rohall, Ralph L. Vinciguerra, "High Performance Infrastructure for visually-Intensive CSCW Applications", Proceedings on CSCW '94, ACM Press, pp395-403, October 22-26, 1994.

[2] F. Pacall, A. Sandoz, A. Schiper, "Duplex: A Distributed Collaborative Editing Environment in Large Scale", Proceedings on CSCW '94, ACM Press, pp165-173, October 22-26, 1994.

[3] "CSCW '94", Proceedings on CSCW '94, ACM Press, 464 pages, October 22-26, 1994.

[4] R. Steinmets and N. Nahrstedt, "Multimedia: Computing, Communication & Applications", Prentice Hall, 854 pages, 1995.

[5] Eric Garland and Dave Rowell "Face-to-Face Collaboration", Byte, Vol.19, No.11, November, pp233-242 1994.

[6] "CU-SeeME: Product Information and Demos", see "http://www.wpine.com/prodinfo.html"

[7] Walter Reinhard, Jean Schweitzer, Gerd Volkens, "CSCW Tools: Concepts and Architectures", IEEE

Computer, Vol.27, No.5, pp28-36, May 1994.

[8] W. Richard Stevens, Unix Network Programming, Prentice-Hall, 1990, 772 pages.

[9] Saul Greenberg and David Marwood, "Real Time Groupware as a Distributed System: Concurrency Control and its Effect on the Interface", Proceedings on CSCW '94, ACM Press, pp165-173, October 22-26 1994.

[10] ITU-T Draft Recommendation T.120, Data Protocols for Multimedia Conferencing, August 1996.

[11] Silvano Maffei, Walter Bischofberger, and kaiuwe Matzel, "A generic multicast transport service to support disconnected operation", ACM Wireless Networks, Vol.2, No.1, pp87-96, March 1996.

[12] Strayer, Dempsey, and Weaver, XTP: The Xpress Transfer Protocol, Addison-Wesley, 1992.

[13] S. Deering, "Host Extensions for IP Multicasting", RFC 1112, August 1989.

[14] Hans Eriksson, "MBONE: The Multicast Backbone", Communication of the ACM, Vol.37, 8, pp54-60, August 1994.

[15] John Moy, "Multicasting Routing Extensions for OSPF", Communication of the ACM, Vol.37, No.8, pp61-66, August 1994.

[16] Michael R. Macedonis and Donald P. Brustman, "MBone Provides Audio and Video Across the Internet", IEEE Computer, Vol.27, No.4, April 1994.



### 성 미 영

1982년 서울대학교 식품영양학과(학사), 계산통계학과(계산학 전공) 부전공

1987년 프랑스 INSA de Lyon 전산학과(공학석사)

1990년 프랑스 INSA de Lyon 전산학과(공학박사)

1990년~1993년 한국전자통신연구소 컴퓨터연구단 선임연구원

1993년~현재 인천대학교 전자계산학과 조교수

관심분야: 공동 작업 시스템(CSCW), 공동/저작/편집 시스템, 멀티미디어 시스템, 문서 구조 등