

IP 멀티캐스트를 이용한 회의 진행 제어 중심의 멀티미디어 회의 시스템의 구현

송 덕 수[†] · 이 승 윤[†] · 유 황 빈^{††}

요 약

컴퓨터 통신 기술과 미디어 처리 기술의 발달에 따라 다양한 형태의 멀티미디어 응용 서비스에 대한 연구가 이루어지고 있다. 본 논문에서는 인터넷 LAN 상에서 분산되어 있는 다수의 사용자가 실시간에 멀티미디어 데이터를 공유하며 회의를 진행할 수 있는 멀티미디어 회의 시스템을 설계하고 구현하였다. 회의 서버를 통한 중앙 집중형의 회의 진행 제어를 수행함으로써 회의 정보에 대한 일관성을 유지하였고, 효율적인 발언권 제어 및 데이터분배 기능 그리고 회의제어 기능을 제공하였다. 또한 각 참가자들의 미디어 데이터에 대해 회의 서버를 통한 멀티캐스트 전송이 가능하도록 설계함으로써, 실시간 멀티미디어 데이터 전송시 제한된 네트워크 대역폭 사용을 극대화시킬 수 있는 효율적인 멀티미디어 회의 시스템을 구현하였다.

An Implementation of the Conference Manage Control Oriented Multimedia Conference System Using IP Multicast

Song Deok Soo[†] · Lee Seung Yun[†] · Ryou Hwang Bin^{††}

ABSTRACT

As the development of computer communication and multimedia data process technology have made remarkable progress, various researches about multimedia application service have been studied. In this paper, I designed and implemented a multimedia conference system, which can held a conference on LAN, sharing multimedia data with multiple participants in real time. Performing centralized conference control by server, it can sustain the consistency of conference information, and provide an effective floor control, data distribution and conference control functions. Designing conference server to multicast the multimedia data, I could implement the very effective multimedia conference system, which can save the restricted network bandwidth, transmitting multimedia data in real time.

1. 서 론

통신 기술의 급속한 발전과 함께 초고속 정보 통신망을 기반으로 고도의 멀티미디어 정보 통신 서비스를

제공하기 위한 응용 서비스들의 핵심 기술 개발 및 표준화 작업들에 대한 많은 연구와 개발이 현재 진행되고 있다. 음성과 영상 및 그래픽 이미지 데이터를 실시간에 전송하여 회의를 진행하는 멀티미디어 회의 시스템은 컴퓨터 지원 공동 작업의 핵심 응용 서비스 중의 하나이다[4]. 멀티미디어 회의 시스템은 지역적으로 분산된 회의 참가자들이 가상의 공간에서 회의에 참여할 수

[†] 준 회 원 : 광운대학교 전자계산학과 대학원

^{††} 종 신 회 원 : 광운대학교 전자계산학과 대학원

논문접수 : 1997년 6월 2일, 심사완료 : 1998년 9월 18일

있는 환경을 제공해 준다. 또한, 참가자들이 텍스트, 이미지, 음성, 영상과 같은 멀티미디어 데이터들을 실시간에 공유할 수 있는 환경을 제공함으로써 효과적인 회의 진행을 수행하도록 한다.

멀티미디어 회의 서비스를 제공하기 위해서는 다양한 기술이 요구되며 고속 통신망 기술을 비롯하여 망과 시스템과의 인터페이스 기술, 오디오, 비디오, 데이터 정보의 부호화 기술, 멀티미디어 데이터의 동기화 기술을 비롯한 각종 멀티미디어 정보 처리 기술, 그리고 회의라는 응용 서비스를 위한 회의 프로토콜 및 응용 서비스 기술 등이 요구된다. 이와 관련한 여러 제반 기술들은 국제 표준화 작업과 병행되어 개발되고 있으며, 특히 화상회의와 같은 공동 작업 환경 기반의 멀티미디어 통신 분야에 있어서 요구되는 기술들의 표준은 다양한 응용에 대한 상호 운영성 유지라는 측면에서 매우 중요하다.

본 논문에서는 중앙 집중형 회의 시스템 모델의 멀티미디어 회의 시스템을 설계 및 구현하였다. 멀티미디어 정보 처리와 회의 제어 절차에 중점을 두었고, 현재 가장 널리 사용되고 있는 이더넷(Ethernet)을 통해 여러 사용자가 영상, 음성, 그래픽 이미지, 텍스트 등의 멀티미디어 정보를 교환할 수 있는 멀티미디어 회의 시스템을 설계하고 구현하였다. 구현된 멀티미디어 회의 시스템의 소프트웨어 구조는 회의 제어 모듈, 미디어 전송 모듈, 공유 공간 제어 모듈, 음성 및 영상 정보의 스케줄링 모듈, 사용자 인터페이스 및 지원 도구 등으로 구분할 수 있다. 시스템 모델 측면에서, 구현한 멀티미디어 회의 시스템은 회의 서버에 의한 발언권 제어 기능과 데이터 분배 기능을 중앙 집중형 모델로 설계하였다. 공유 공간에서 생성된 데이터는 이벤트가 발생할 때마다 객체의 속성 정보를 패킷화하여 전송하고 수신 측에서는 객체의 속성에 따라 자신의 화이트보드(whiteboard)에 다시 그리도록 하였다. 음성뿐만 아니라, 공유 공간 데이터의 일관성 유지를 위해 회의 서버를 통해 발언권 제어 방식을 사용하였다.

본 논문의 구성은 2장에서 멀티미디어 회의 시스템에 대한 관련 연구 및 QoS(Quality of Service)에 대해 살펴보고, 3장에서는 LAN 상에서 다자간 멀티미디어 회의 시스템의 모델을 설계하였고 4장에서는 설계 사항에 맞추어 구현한 내용을 기술하였다. 끝으로 5장에서는 결론과 향후 과제에 대해 기술하였다.

2. 멀티미디어 회의 시스템의 개요

2.1 인터넷 상에서의 멀티미디어 회의 시스템

인터넷(Internet)을 통한 웹(Web) 서비스의 급속한 발달과 함께 인터넷을 이용하는 서비스들이 매우 활성화되었으며, 또한 다양한 형태의 인터넷 응용들이 개발되고 있다. 특히, 인터넷을 통해 다수의 사용자가 멀티미디어 데이터를 공유하며 공동 작업을 수행하고자 하는 시도가 많이 있었다.

코넬 대학에서 개발한 CU-SeeMe는 인터넷 상에서 다수 사용자가 영상과 음성을 전송할 수 있는 멀티미디어 회의 시스템으로 리플렉터(reflector)를 통해 각 참가자의 미디어 데이터를 분배하는 중앙 집중형의 회의 시스템 모델의 특성을 가지고 있다. 채팅 윈도우(chatting windows)를 통해 문자를 공유할 수 있다. 하지만 이 시스템은 화이트보드 기능과 발언권 제어 기능을 제공하지 않고 있다. MBone(Multicast Backbone)을 이용한 VAT나 VIC 등의 멀티미디어 회의 시스템들은 대표적인 인터넷 상의 분산형 회의 시스템으로써, 멀티캐스트 라우터(Multicast router)를 가상의 터널을 통해 상호 연결하고, 이 터널을 통해 각 참가자들이 주체가 되어 멀티미디어 데이터를 멀티캐스트 함으로써 여러 참가자들이 다수의 세션에서 회의를 진행할 수 있도록 하였다. 마이크로소프트(Microsoft)의 넷미팅(NetMeeting)은 중앙 집중형 회의 시스템으로써, 회의 서버인 ULS(User Location Server)를 통해 인터넷에 연결되어 있는 여러 사용자가 응용 프로그램을 공유하며 음성과 텍스트 데이터를 전송함으로써 회의를 진행하도록 하였다. 기본적으로 화이트보드 공유 기능과 응용 프로그램 공유의 기능이 있으며, 음성은 한 명의 사용자와 전 이중(full duplex) 방식으로 전송할 수 있다. 영상 데이터의 전송은 최근들어 제공하고 있다.

이러한 시스템들은 인터넷의 제한된 낮은 네트워크 대역폭 때문에 실시간에 여러 사용자의 영상 정보를 30fps의 프레임 전송율로 제공하기 어렵기 때문에 실시간 멀티미디어 데이터 공유를 위해 N-ISDN이나 B-ISDN 또는 별도의 사설망을 사용하는 응용에 대한 추가의 연구가 진행되고 있다[3].

2.4 멀티미디어 회의 시스템의 요구사항 분석

실시간 멀티미디어 회의 서비스를 위해 요구되는 기

능으로는 전체 멀티미디어 회의 서비스에서 요구되는 사항들과 이를 지원하기 위해 통신망과 시스템 차원에서 요구되는 사항으로 구분할 수 있다[14].

2.4.1 서비스 측면의 요구사항

- 회의 참가자의 수는 최소 두 명에서 수십 명까지 변화할 수 있다.
참가자의 수가 많아질수록 회의 관리가 어려워지므로, 계층적 조직과 여러 개의 병렬적인 하부 회의로 구성할 수 있어야 한다.
- 회의는 한 사람의 참여에 의해 개시되며, 회의 개시자는 의장으로서 발언권 제어를 포함한 회의 관리에 대한 권한을 갖는다.
- 각각의 참가자는 서로 다른 종류의 시스템 상에서 회의를 할 수 있어야 하며, 효율적인 회의 진행을 위해 서로 다른 미디어의 집합을 선택하는 것이 허용되어야 한다.

2.4.2 통신망 측면의 요구사항

- 멀티캐스트 연결이 가능해야 한다. 다수의 참가자들이 실시간 멀티미디어 데이터를 공유할 수 있는 기능이 구현되어야 한다.
- 신속한 호 관리 기능이 요구되며 진행중인 회의에서 참가자의 가입과 탈퇴를 위한 연결관리에 따른 지연을 최소화 해야한다.

2.4.3 시스템 측면의 요구사항

- 멀티미디어 데이터의 실시간 부호화와 전송 및 출력 기능이 필요하다.
- 편리하고 일관성 있는 사용자 인터페이스를 제공해야 한다.

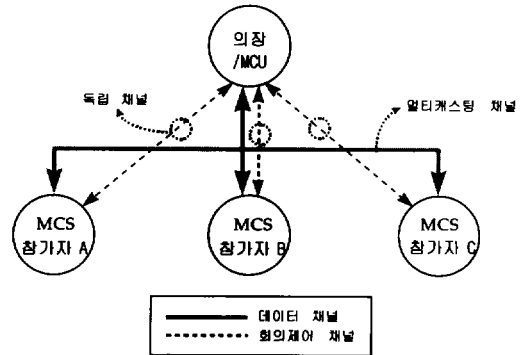
3. 멀티미디어 회의 시스템의 설계

본 논문에서는 소규모 회의를 목적으로, 이더넷 LAN 상에서 PC 기반의 멀티미디어 회의 시스템을 설계 및 구현하였다. 멀티미디어 회의 시스템은 ITU-T의 T.120에서 정의하고 있는 GCC(General Conference Control) 기능을 제공하도록 하기 위해, 회의 서버를 통해 발언권 제어와 회의 진행 제어 및 데이터 분배 기능을 수행하는 중앙 집중형 회의 시스템으로 설계하였

다. 설계의 원칙은 현재 가장 널리 사용되고 있는 이더넷을 기본 네트워크로 사용하여 패킷 지연과 손실을 최소화할 수 있고, 효율적인 회의 진행 제어를 수행할 수 있는 다자간 멀티미디어 회의 시스템을 개발하는 것이다. 공통된 목적을 가진 다수의 사람들이 서로 협동하여 작업할 수 있도록 공유 환경에 대한 인터페이스로 화이트보드 윈도우를 통한 공유 공간의 접근 방법을 제공하였다. 한편, 영상 데이터의 경우 AVI(Audio Video Interleaved) 형식으로 코딩하여 전송하도록 하였고, 음성 데이터는 3KHz, 64Kbps, PCM 방식으로 코딩하여 전송하도록 하였다.

3.1 멀티미디어 회의 시스템 구성

본 논문에서 구현한 다자간 멀티미디어 회의 시스템은 그림 3.1과 같이 회의 제어 및 발언권 제어 등의 MCU 기능을 가지는 의장과 회의에 참가하는 참가자들로 구성된다.



(그림 3.1) 회의 시스템 모델
(Fig. 3.1) Conference System Model

의장 권한을 갖는 회의 서버에 의해 하나의 세션을 개설할 수 있고 회의 진행 제어와 데이터 분배 기능이 수행되는 중앙 집중형의 회의 시스템 모델을 사용하였으며, 회의 서버의 기능으로는 현재 진행중인 회의 정보 관리 기능, 회의 정보를 알려주는 기능, 사용자의 요청에 따라 회의를 설립하고 종료하는 기능, 공유 공간에 대한 발언권을 관리하는 기능 등이 있다. 회의 참가, 이석, 발언권 제어 등의 회의 진행 제어를 위한 제어 데이터는 독립 채널을 이용하여 회의 의장과 일대일(1:1) 연결을 통해 전송된다. 회의 서버는 회의 진행에 관련된 제반 정보를 유지하고, 각 사용자들로부터 멀티

미디어 데이터를 수신하여 하나의 데이터 스트림으로 생성하여 멀티캐스트 채널을 통해 현재 세션에 참가중인 모든 사용자 터미널에 분배한다. 회의 서버가 관리하는 회의 정보에는 회의 이름, 회의 주제, 의장 이름, 회의 시작 시간, 진행 시간, 참가자들의 이름 등이 있다. 또한 현재 각 참가자들이 사용하는 미디어의 종류 및 부호화 방식의 선택 사항과 같은 미디어 정보를 관리한다. 이러한 집중형 회의 시스템에서는 단순한 터미널로 복잡한 회의 시스템을 구현할 수 있으며, 회의 관리 및 회의 정보에 대한 일관성의 유지 등을 회의 서버에서 효과적으로 수행할 수 있다.

회의 서버는 각 사용자에게 서비스를 제공하기 위해 이미 알려진 호스트에 위치하며 알려진 하나의 포트 번호를 사용한다. 각 사용자는 회의에 참가하기 위해 독립 채널을 통해 회의 서버에 연결 설정을 요구한다. 참가자는 자신의 IP(internet protocol) 주소와 참가 형태 등의 정보를 회의 서버에 전송하고 회의 서버는 현재 세션에 참가중인 사용자 수와 네트워크 자원을 조사하여 연결 수락을 결정한다.

멀티캐스트 전송을 위해 회의 서버는 연결된 참가자의 IP 주소를 라우팅 테이블의 주소부에 추가한다. 세션에 참가중인 사용자로부터 전송된 미디어 데이터는 회의 서버에 전달되며, 회의 서버는 라우팅 테이블을 참조하여 멀티캐스트 채널을 통해 현재 세션에 참가중인 모든 참가자들에게 멀티캐스트 한다. 이더넷을 통해 지역적으로 연결된 모든 참가자들은 각 참가자들의 미디어 데이터를 실시간에 공유할 수 있으며, 각 미디어는 독립된 채널을 통해 전송된다. 음성과 영상과 같은 미디어 데이터의 연속성을 보장하기 위해서는 각 참가자간에 지속적인 데이터 전송이 필요하므로 이중 버퍼링 기법을 통해 미디어 데이터를 연속적으로 전송하는 것이 바람직하다.

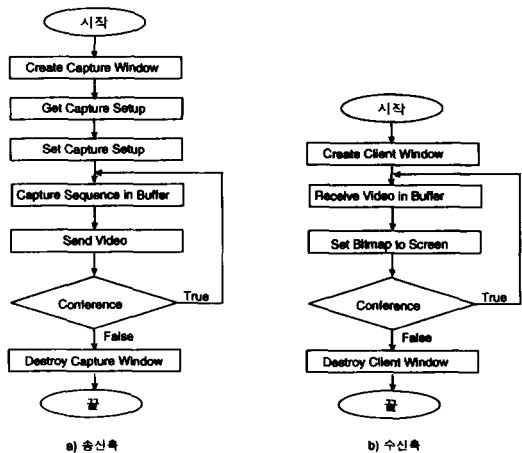
3.2 기능 모듈의 구성

멀티미디어 회의 시스템을 기능 모듈 단위로 나누어 보면 회의 제어기, 미디어 제어기, 공유 공간 제어기로 구성된다. 회의 제어기는 회의 정보의 관리, 회의 참가, 이석 등 회의 진행의 제어를 담당한다. 의장의 경우 회의 개설, 새로운 연결에 대한 승인 제어, 발언권 제어 등이 추가된다. 미디어 제어기는 음성과 영상 입력 장치를 초기화하고 스트림을 생성하여 전송하는 기능을 한다. 공유 공간 제어기는 화이트보드의 객체에 대한

접근 제어와 발언권 제어 기능을 수행한다. 각 모듈들은 독립적인 객체로 구성되며 회의 진행에 대한 제어 요구는 사용자 인터페이스를 통해 입력되며 이것은 객체간의 메시지를 통해 상호 작용함으로써 처리된다.

3.2.1 미디어 제어기

멀티미디어 회의 시스템에서 미디어 제어기는 장치 구동기를 제어하는 기능과 미디어 데이터를 분배하는 기능을 수행한다. 미디어 제어기는 장치 구동기를 통해 음성과 영상 입력 장치를 초기화하고 회의 제어기의 활성화 신호에 따라 미디어 장치의 제어 기능을 수행한다. 미디어 제어기는 윈도우즈의 MCI(Media Control Interface)를 사용하여 음성 미디어 장치를 제어하며 3KHz, 64Kbps, PCM 방식의 스트림을 생성한다. 영상 정보를 AVI 형식의 스트림을 생성하기 위해 VFW(Video For Windows)의 API(Application Programming Interface)를 사용한다.



(그림 3.2) 미디어 제어기의 영상 처리 순서 (Fig. 3.2) Video Process Sequence of Media Controller

미디어 제어기는 회의 제어기의 요청에 따라 미디어 스트림을 참가자들에게 분배하는 멀티캐스트 기능과 발언권 요구 기능을 수행한다. 카메라를 통해 입력된 영상 정보는 그림 3.2와 같은 순서에 의해 회의 서버에 전송되며, 회의 서버는 현재 세션에 대한 라우팅 테이블을 검사하여 세션에 참가중인 모든 참가자들에게 데이터를 전송한다. 회의 제어기는 음성 데이터를 생성하기 위해 회의 서버에 발언권을 요청하고 발언권이 획득

되면 설치된 마이크로폰으로부터 회의 참가자의 음성을 녹음하여 미디어 제어기를 통해 멀티캐스트 전송을 시작한다. 네트워크를 통해 입력된 다른 참가자의 미디어 데이터는 미디어 제어기에 의해 스피커와 모니터를 통해 순차적으로 출력된다. 미디어 제어기는 전송된 패킷의 사용자 정보와 미디어 속성 정보를 추출하여 각 미디어의 장치 구동기에 전송하여 출력한다. 미디어 제어기는 회의 설정 단계에서 멀티캐스트 채널을 통해 상호 연결되며, 회의 진행시 생성된 모든 미디어 데이터는 이 미디어 제어기를 통해 멀티캐스트된다.

3.2.2 공유 공간 제어기

멀티미디어 회의 시스템에서 공유 공간 제어기는 회의 진행에 필요한 모든 공유 미디어 데이터에 대한 처리를 수행한다. 공유 제어기는 멀티미디어 데이터를 공유하기 위한 방법으로 화이트보드(white board)를 제공하며, 공유 공간 제어기는 화이트보드 윈도우를 제어하고 이에 대한 사용자 인터페이스와 화이트보드를 접근하기 위한 발언권 제어 기능을 요청할 수 있다.

화이트보드는 드로잉 도구를 가지는 가상의 공유 윈도우로써 참가자들은 선, 사각형, 원, 자유곡선, 텍스트 등의 객체의 생성 및 공유할 수 있는 기능과 이미지 데이터를 공유할 수 있는 기능을 제공한다. 사용자로부터 입력되는 객체의 속성, 포인트 위치, 색, 두께 등의 이미지 정보들은 화이트보드 패킷 구조체에 저장되어 전송되며, 수신측에서는 전송된 패킷을 해석한 후 모니터에 출력한다. 공유 공간 제어기는 모든 참가자들이 공유할 수 있는 화이트보드 이미지 객체를 그릴 수 있도록 도구를 제공하는 한편 발언권 요청을 통해 접근 권한을 가진 참가자만이 화이트보드를 사용할 수 있도록 제어 기능을 수행한다. 화이트 보드에 대한 접근 권한 또한 발언권 제어 절차에 따라 회의 서버로부터 받을 수 있다. 회의 서버는 음성이나 공유 공간에 대한 발언권을 관리하며, 참가자의 요청에 따라 발언권 제어는 서버 관리 방식의 발언권 제어에 따라 처리된다. 본 논문에서는 발언권 긴급 요청과 같은 예외 상황에 대한 기능은 제공하지 않는 것을 가정한다.

3.2.3 회의 제어기

회의 제어기는 회의 진행을 위해 필요한 모든 제어 메시지에 대한 요청과 응답을 담당한다. 본 논문에서 구현한 멀티미디어 회의 시스템은 회의 진행 제어를 위

해 T.120 권고안에서 제안하는 GCC 기능을 제공한다.

회의 설정 단계에서 자신의 참가 형태를 결정할 수 있다. 즉, 의장 권한으로 새로운 세션을 생성할 수 있을 뿐만 아니라 다른 회의의 참가자로 참여할 수 있다. 회의 참가자는 회의 서버에 접속하여 의장의 접근 승인이 있을 때 세션에 참가할 수 있으며 회의 서버는 의장의 권한을 갖는다. 의장은 새로운 참가자의 회의 참여 여부를 결정할 수 있으며 승인된 접속에 대해 발언권 제어를 담당한다. 발언권은 서로 경쟁을 통해 획득되며, 회의 의장에 의해 강제적으로 설정 및 해제도 가능하다.

3.3 회의 제어 절차

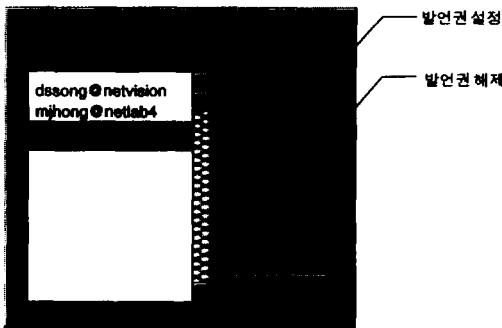
3.3.1 회의 참가

참가자들의 회의 참가 절차는 사용자 A가 회의에 참가하기 위해 서버에 Request 메시지를 전송하면 서버는 이 요구를 처리하기 위해 자원을 할당하고 라우팅 테이블에 주소를 등록하고 Confirm 메시지를 전송함으로써 이루어진다. 참조되는 매개 변수로는 현재 세션에 참가중인 모든 사용자들의 미디어의 종류와 사용 가능한 네트워크 대역폭 그리고 새로운 연결을 요구하는 참가자가 사용할 각 미디어의 종류 등이다. 하나의 세션에 참가하는 사용자는 자신의 미디어 제어기를 활성화시켜 멀티미디어 데이터를 생성하여 회의 서버에 전송하도록 할 수 있다. 회의 서버는 라우팅 테이블을 검색하여 현재 세션에 참가중인 모든 사용자에게 미디어 데이터를 멀티캐스트 한다.

3.3.2 발언권 제어

본 멀티미디어 회의 시스템에서 음성과 같은 미디어는 기본적으로 한순간에 한 사용자에게 의해서만 발생하도록 하고있다. 즉, 반 이중 방식(half duplex mode)을 사용한다. 따라서 회의 진행을 위해 특정 자원을 사용하기 위해서는 서버에 대한 발언권 요청 및 획득 절차를 거치도록 한다. 이 때 사용되는 토큰 전달 방식은 의장이 다음 사용자를 지정하는 방식, 바로 전 발언권 사용자가 다음 사용자를 지정하는 방식, 요구 순서대로 발언권을 보유하게 되는 FCFS(First Come First Service)방식과 서버가 발언권을 관리하는 서버 관리 방식 등 여러 가지가 있다. 서버 관리 방식과 FCFS

방식의 차이는 토큰을 한 참가자가 보유하고 있을 때 다른 참가자가 서버에게 요구하면 FCFS는 이 요구를 큐에 넣고 나중에 서비스하지만 서버 관리 방식에서는 그 요구를 무시한다. 본 논문에서는 서버 관리 방식의 발언권 제어를 통해 음성과 화이트보드에 대한 발언권을 제공한다. 공유 공간 제어기의 발언권을 획득하기 위한 참가자의 요구는 회의 제어기를 통해 회의 서버의 MCU에게 MCS-TOKEN-GRAB Request 메시지를 전송함으로써 경쟁을 통해 얻어진다. 회의 서버의 회의 제어기는 미디어에 대한 발언권을 관리하며 참가자가 요구할 때, 각 미디어의 발언권을 검색하여 사용하고 있지 않을 경우 MCS-TOKEN-GRAB Confirm을 전송함으로써 발언권을 부여한다. 한 사용자가 발언권을 사용하고 있을 때 다른 사용자들의 발언권 요구는 회의 서버가 FLOOR_BUSY 메시지를 전송하여 무시하며 또한 발언권 남용에 대해 회의 서버는 강제로 발언권을 회수할 수 있다.



(그림 3.3) 발언권 제어를 위한 사용자 인터페이스
(Fig. 3.3) User Interface for Floor Control

그림 3.3은 회의 서버의 발언권 제어 기능을 위한 인터페이스이며 회의 서버는 특정 사용자의 발언권을 설정 및 해제 할 수 있다. 이러한 집중형 회의 제어구조는 진행중인 회의에 대한 정보 유지와 관리 및 감시를 효과적으로 수행할 수 있을 뿐만 아니라 회의 진행에 있어서 높은 대화성(interactivity)을 줄 수 있다.

3.4 통신 프로토콜의 구성

멀티미디어 회의 시스템에서는 원활한 의사 소통을 위해 실시간 멀티미디어 데이터의 교환 기능을 제공해야 한다. B-ISDN(Broadband Integrated Services

Digital Network)과 같이 멀티미디어 통신을 지원하기 위한 통신망에 대한 연구가 현재 활발하게 진행중이며, B-ISDN은 90년대 말 이후에 시험적으로 운용될 전망이다. 본 시스템은 기존의 통신망 상에서 실시간 멀티미디어 데이터를 전송할 수 있도록 설계하였고, B-ISDN으로 확장을 위해 ITU-T의 T.120 표준에서 권고하고 있는 일반 회의 제어 기능과 멀티캐스트 통신 서비스를 제공한다.

멀티캐스트 기능의 구현은 응용 계층이나 수송 계층, 네트워크 계층에서 가능하다. 그러나 수송 계층과 네트워크 계층에서의 구현은 시스템 레벨의 수정이 요구되므로 개방 시스템으로서의 호환성이 결여된다. 멀티캐스트 기능에 대한 표준화 작업도 응용 계층에서 개발하는 것으로 진행되고 있다.

본 논문에서 구현한 멀티미디어 회의 시스템은 네트워크 인터페이스로 이더넷 카드를 사용하고 있으며, 하나의 구획(segment)으로 구성된 LAN 상에서 다수의 참가자들에게 공유 공간 데이터, 음성 및 영상 데이터를 전송하기 위해 회의가 설정될 때 의장의 권한을 갖는 회의 서버는 각 현재 세션에 참가중인 사용자의 IP 주소에 대한 라우팅 테이블을 유지한다. 회의 서버의 라우팅 테이블은 회의 설정시 최대 10명의 사용자까지 관리할 수 있도록 하였으며, 회의 진행시 새로운 참가자와 이석자의 변화에 따라 라우팅 테이블의 내용은 동적으로 변화할 수 있다. 회의 제어기간의 제어 메시지는 연결 지향형의 TCP 프로토콜을 사용하여 전송되며, 미디어 제어기간의 데이터는 UDP 프로토콜을 사용하여 멀티캐스트 기능을 통해 전송된다. 회의 서버의 멀티캐스트 라우팅 테이블은 각 참가자에 대한 라우팅 정보를 가지고 있으며, 회의에 참가하는 여러 엔티티는 동일한 포트 번호를 가진다. 회의 서버의 미디어 제어기는 미디어 데이터를 전송하기 위해 항상 라우팅 테이블을 참조하여 각 참가자에게 순차적으로 미디어 데이터를 전송한다. 모든 참가자의 미디어 제어기는 이 데이터를 수신하여 패킷을 해석한 후 각 미디어 구동기에 전송한다. 음성 채널을 통해 들어온 데이터는 MCI를 통해 스피커에 출력하고 영상 채널을 통해 전송된 데이터는 패킷 정보를 해석하여 송신한 참가자를 구분하고 해당 참가자의 윈도우에 영상 프레임 출력한다.

IV. 멀티미디어 회의 시스템의 구현

4.1 구현 환경

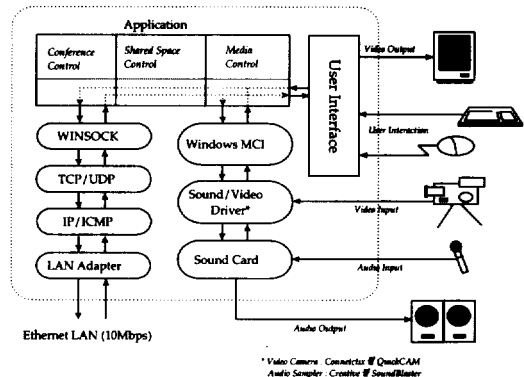
본 논문에서 구현한 다자간 멀티미디어 회의 시스템은 이더넷을 통해 연결된 펜티엄 PC를 하드웨어로 사용하였으며 윈도우즈 95 플랫폼 상에서 구현하였다. 영상 입력을 위해 퀵캠(QuickCam) 디지털 캠코더를 사용하였고 영상 데이터는 윈도우즈의 VFW(Video For Windows) 드라이버에 의해 소프트웨어적으로 코딩되어 AVI 스트림을 생성한다. 음성은 마이크를 통해 사운드카드를 입력되며 입력된 음성 데이터는 MCI(Media Control Interface) 구동기에 의해 데이터 스트림으로 생성된다. 공유 공간의 이미지는 마우스와 키보드를 통해 입력되며, 입력된 데이터는 패킷으로 구성되어 전송된다. 네트워크 인터페이스로는 10Mbps의 전송율을 갖는 이더넷 LAN 어댑터를 사용하였다. 전송 프로토콜로는 윈도우즈 소켓을 이용한 TCP/IP 프로토콜을 사용하였다.

본 논문에서는 네트워크를 통해 연결된 3명의 사용자가 실시간에 멀티미디어를 공유하며 회의를 진행하는 실험을 하였다. 참가자는 영상 입력을 위해 컬러 퀵캠(Color QuickCam)을 사용하는 사용자, 흑백 퀵캠(Mono QuickCam)을 사용하는 사용자와 Video Blaster 카드를 통해 일반 비디오 카메라를 사용하는 사용자로 구성하였으며, 이들은 각각 160x120의 해상도에서 초당 16프레임의 영상을 생성하도록 하였다. 각 사용자는 Sound Blaster 카드를 통해 3KHz, 64Kbps, PCM 방식의 음성을 녹음하고 재생하도록 하였다. 회의 서버는 현재 세션에 참가중인 사용자들을 하나의 그룹으로 관리하며 그룹에 속한 참가자로부터 전송된 멀티미디어 데이터를 동일한 그룹내의 참가자들에게 전송하는 역할을 한다.

4.2 시스템 구성

본 논문에서 구현한 멀티미디어 회의 시스템은 그림 4.1과 같이 PC 기반의 윈도우즈 95 운영 체제에서 개발하였다. 미디어 제어기에 의해 음성은 윈도우즈 MCI 구동기를 통해 3KHz, 64Kbps, PCM 방식의 데이터로 생성되며 영상은 VFW 구동기를 통해 AVI 형식의 스트림으로 생성된다. 생성된 데이터 스트림은 WinSock 드라이버를 통해 TCP/IP를 사용하여 각각의 미디어 채널에 전송된다. 미디어 제어기는 각 미디어 별로 독립된 채널을 가지며 음성 채널, 영상 채널, 공유 공간 채널로 구성된다. 각 채널은 특정한 포트 번

호를 가지며 모든 참가자들의 미디어 채널의 포트 번호는 동일하게 설정되어 연결된다. 공유 공간에 대한 편집은 마우스와 키보드 입력을 통해 이루어지며 전송 패킷의 데이터는 입력된 공유 공간 데이터의 속성을 가지고 있으며 소켓(socket)을 통해 전송된다.



(그림 4.1) 멀티미디어 회의 시스템 구성
(Fig. 4.1) System Components of Multimedia Conference

4.3 영상 정보의 처리

영상 정보는 QuickCam CCD 카메라를 통해 LPT 포트에 입력되며, 160x120 해상도에서 1초당 16프레임의 8bit 컬러 또는 그레이 레벨(gray level) 이미지를 제공한다. 이 영상 정보는 VFW API를 통해 AVI 스트림으로 변환되어 현재 세션에 참가중인 모든 클라이언트에 전송된다. 320x240의 해상도와 초당 30프레임의 프레임율을 제공하는 풀 모션 비디오를 전송하기 위해서는 상당히 높은 데이터율을 제공할 수 있는 대역폭이 필요한데, 현재 인터넷에 사용되고 있는 대부분의 네트워크에서 이를 지원하지 못하고 있는 실정이다. 하지만 이는 하드웨어 H.261 코덱(CODEC)을 사용하여 해결할 수 있다. 현재 본 시스템에서는 소프트웨어 코덱을 사용하여 160x120, 초당 16프레임의 AVI 스트림을 전송하도록 하고있다. 따라서, 참가자의 수가 늘어남에 따라 네트워크 대역폭과 실시간 재생이 가능한 참가자의 수를 고려하여 최대 회의의 참가자는 10명으로 제한하도록 하였다.

4.4 음성 정보의 처리

음성은 마이크로폰을 이용하여 입력되며 입력된 음성은 사운드 카드를 거쳐 MCI에 의해 3KHz, 64Kbps,

PCM 방식의 데이터로 생성된다. 클라이언트들은 전송 받은 음성 스트림과 영상 스트림을 실시간에 출력함으로써 영상과 음성 정보에 대한 처리를 마친다. 버퍼에 저장된 데이터를 LAN을 통해 전송하는 동안 데이터의 손실이 나타나며, 수신측에서도 전송받은 데이터를 재생하는 동안 손실이 발생한다. 이러한 데이터 손실을 막기 위해 이중 버퍼링 기법(double buffering)을 사용하였다. 음성은 반이중 방식으로 전송되며, 발언권을 가진 사용자가 발언권을 내놓을 때까지 다른 사용자는 기다려야한다. 발언권은 경쟁에 의해 얻어질 수 있으며 의장에 의해 강제적으로 주어질 수도 있다. 음성 정보의 전송을 위해 전송측의 사용자 정보와 0.1초동안 생성된 음성을 저장하기 위해 2K 바이트의 버퍼를 사용하였다.

4.5 공유 공간의 이미지 정보 처리

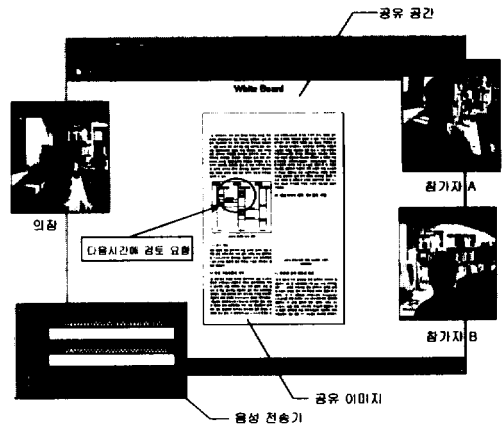
멀티미디어 데이터의 공유를 위해 공유 공간 제어기는 화이트보드를 위한 인터페이스를 제공하고 이에 대한 접근 권한을 관리한다. 현재 세션에 참가중인 모든 사용자들은 화이트보드를 통해 텍스트나 직선, 자유곡선, 원, 사각형 등의 이미지를 공유하며 공동 작업을 할 수 있다. 마우스를 이용하여 사용자로부터 입력된 이미지는 종류, 위치, 색 등 그래픽 객체의 속성을 정의한 구조체에 저장되어 전송되며, 수신측에서는 구조체를 해석한 후 윈도우의 GDI(Graphics Device Interface)를 호출하여 출력한다. 입력의 이벤트만 다수의 참가자들 간에 전송되고 출력 요구는 지역적으로 처리되므로 네트워크상의 트래픽을 줄일 수 있다.

4.6 구현 결과

본 논문에서 구현한 멀티미디어 회의 시스템의 사용자 인터페이스는 그림 4.2와 같다. 참가자의 영상 데이터는 160x120의 해상도를 갖는 8비트 그레이 레벨 이미지를 1초당 16 프레임씩 생성하며, 이 데이터를 네트워크를 통해 전송할 때 120Kbps의 데이터 율을 갖는다. 또한 160x120의 해상도의 256 color에서는 240Kbps의 데이터 율로 전송할 수 있다. 음성 데이터는 3KHz, PCM 방식으로 부호화되며 64Kbps의 데이터 율로 전송하도록 하였다. 3명의 사용자를 대상으로 실험한 결과 실시간에 멀티미디어 데이터를 공유하며 회의를 진행할 수 있었다. 또한 회의 서버에 의한 발언권 관리를 통해 음성 데이터의 연속적인 출력을 보장할

수 있었다.

10Mbps 대역폭의 이더넷 LAN 상에서 출력 장치의 화면 크기와 사용자들이 생성하는 데이터 율을 고려하여 참가자를 10명으로 제한하였다. 최대 10명의 참가자에 대한 회의를 진행할 때, 모든 참가자들이 생성하는 미디어 데이터의 데이터 율은 4Mbps를 넘지 않는다. 회의 서버를 통해 발언권 제어와 회의 진행 제어 및 데이터 분배 기능을 수행하는 중앙 집중형 회의 시스템으로 설계함으로써 효율적인 회의 진행 재어를 수행할 수 있었다. 또한 멀티미디어 데이터의 실시간 부호화와 전송 및 출력이 가능하였고 회의 서버에 의한 발언권 제어 기능으로 음성 출력에 대한 연속성을 보장할 수 있는 다자간 멀티미디어 회의 시스템을 구현하였다.



(그림 4.2) 멀티미디어 회의 시스템의 사용자 인터페이스

(Fig. 4.2) User Interface for Multimedia Conference System

5. 결 론

본 논문에서는 이더넷 LAN 상에서 다수의 사용자들이 실시간에 멀티미디어 데이터를 공유하며 회의를 진행할 수 있는 윈도우 기반의 멀티미디어 회의 시스템을 구현하였다. 영상과 음성 데이터의 전송뿐만 아니라, 원격 필기 기능을 수행함으로써 보다 효율적인 컴퓨터 지원 공동 작업 환경을 구성하였다. 또한 회의 서버를 통해 회의 관리 기능과 데이터 분배 기능을 수행함으로써 네트워크 대역폭을 줄일 수 있었으며 LAN

상에서 효과적으로 구현할 수 있었다. 추가적인 하드웨어 없이 소프트웨어만으로 미디어 데이터를 압축 및 복원하기 때문에 시스템의 성능은 프로세서의 처리 능력에 따라 제한을 받는다.

본 멀티미디어 회의 시스템을 사용하는 사용자들은 실제 회의실에서 회의를 하는 것과 유사하게, 문서, 텍스트, 그래픽 등의 멀티미디어 정보를 공유하면서 토의 혹은 발표를 하거나 필요한 내용을 수정할 수 있다. 따라서 사무실, 가정, 연구소, 학교, 기업 등에서 원격 회의, 원격 발표, 원격 진단, 출판, 원격 구매 등의 다양한 목적으로 사용될 수 있다. 또한 멀티미디어 정보를 공유하면서 편집이 가능하므로 소프트웨어 공동 개발, 공동 저작, 그룹 결정 지원 등의 컴퓨터 지원 공동 작업(Computer Supported Cooperative Work : CSCW) 분야에서 활용이 기대된다.

향후 ATM과 같은 고속 스위칭 기술을 기반으로한 B-ISDN으로의 확장을 위해 H.320 권고안을 따르는 확장된 멀티미디어 회의 시스템의 개발이 이루어져야 할 것이다. 이밖에 공유작업 공간의 활용을 위해 다양한 공유 응용 프로그램의 지원이 필요하다. 또한 회의 시스템의 기능을 향상시키는 연구도 병행되어야 한다. 예를 들어, 둘 혹은 그 이상의 회의에 동시에 참여하기 위해 계층적인 회의 모델을 지원해야 하며 이에 대한 회의 진행 제어와 보안에 대해서도 연구되어야 한다.

참 고 문 헌

[1] H. Tanigawa and T. Arikawa, S. Masaki, "Personal multimedia- multipoint teleconference system", IEEE infocom, 1991.
 [2] P. Venkat Rangan, "Software Architecture for Integration of Video Service in the Ethernet System", IEEE Journal on selected areas in Communications, Vol 9, No 9, 1991.
 [3] John Robinson, "A Multimedia Interactive Conferencing Application for Personal Work stations", IEEE Transactions on communications, Vol 39, No 11, 1991.
 [4] Amit G. Mathur, "A Protocol Composition-based Approach to QoS Control in Collaboration System", IEEE Proceedings of MULTIMEDIA '96, 1996.

[5] T. Turlitti, "H.261 software codec for video conferencing over the internet", INRIA, France, Jan. 1993.
 [6] ITU-T Recommendation T.120 (1995), *Data Protocols for Multimedia Conferencing*.
 [7] ITU-T Recommendation T.121 (1996), *Generic Application Template*.
 [8] ITU-T Recommendation T.122 (1993), *Multipoint Communication Service for Autographics and Audiovisual Conferencing service definition*.
 [9] ITU-T Recommendation T.123 (1993), *Protocol Stack for Autographics and Audiovisual Teleconference Applications*.
 [10] ITU-T Recommendation T.124 (1995), *Generic Conference Control*.
 [11] ITU-T Recommendation T.125 (1994), *Multipoint Communication Service Protocol Specification*.
 [12] 현동환, 함진호, "멀티미디어 회의 시스템을 위한 회의 응용 서비스 설계", 정보처리논문지, 제3권 2호, 1996년 3월.
 [13] 박경호, 김종상, "중앙집중형 화상회의 시스템의 설계 및 프로토타입 구현", 정보과학회논문지(C), 제1권 1호, 1995년 9월.
 [14] 정회경, 이수연, "그룹웨어를 위한 그룹통신 플랫폼의 설계 및 구현", 정보과학회논문지(C), 제1권 1호, 1995년 9월.
 [15] Steve Rimmer, "Advanced multimedia Programming", Windcrest / McGraw-Hill, 1994.
 [16] Arthur Dumas, "Programming WinSock version 2.0", Sams Publishing, 1995.
 [17] Quinn Shute, "Windows Sockets Network Programming", Addison Wesley, 1996.
 [18] Jogn F. Koegel Buford, "Multimedia System", Addison Wesley Publishing Company, 1993.



송 덕 수

1995년 2월 동신대학교 전자계산
학과 졸업(이학사)
1997년 2월 광운대학교 전자계산
학과 졸업(이학석사)
1997년 2월~현재 (주) 정원시스
템 연구원

관심분야 : 화상회의, 멀티미디어 통신, 멀티캐스트,
MBONE



이 승 운

1991년 2월 광운대학교 전자통신
학과 졸업(공학사)
1995년 8월 광운대학교 전자계산
학과 졸업(이학석사)
1995년 9월~현재 광운대학교 전
자계산학과 박사과정
재학중

관심분야 : 주문형 비디오, 멀티미디어, 네트워크



유 황 빈

1975년 2월 인하대학교 전자공
학과(공학사)
1977년 7월 연세대학교 전기전자
공학과(공학석사)
1989년 2월 경희대학교 전자공
학과(공학박사)

1994년 2월~1995년 2월 UCSD 교환교수
1981년~현재 광운대학교 전자계산학과 교수
1995년~현재 광운대학교 전자계산소 소장
관심분야 : ATM, B-ISDN, 멀티미디어 네트워크, 주
문형 비디오, 정보보호