하이브리드형 P2P를 이용한 화상회의 시스템의 설계 및 구현†

(Design and Implementation of Video Conference System Using Hybrid Type P2P)

김 현 기*
(Hyen-Ki Kim)

요 약 본 논문에서는 하이브리드형 P2P(Peer to Peer)를 이용한 화상회의 시스템의 설계 및 구현에 관하여 기술 하였다. 제안된 화상회의 시스템은 클라이언트-서버와 P2P를 기반으로 하는 하이브리드형 P2P 구조를 가지며, 클라이언트-서버 구조는 계정관리, 클라이언트 리스트 및 상태정보를 교환하기 위해서 사용되고 P2P(Peer to Peer) 구조는 실시간 화상회의를 수행하기 위해서 사용된다. 제안된 시스템은 서버에만 몰리던 멀티미디어 데이터를 P2P에 의해 클라이언트로 분산시킴으로써 서버의 트래픽이 감소되고 네트워크의 비용을 줄일 수 있다. 또한, 본 시스템은 고속 네트워크 상에서 통신 프로토콜과 응용 소프트웨어를 이용하여 다자간 화상회의를 시연함으로써 본 시스템의 타당성을 검증하고 분석하였다.

핵심주제어 : 클라이언트, 서버, P2P, 멀티미디어, 화상회의

Abstract This paper describes the design and implementation of video conference system using hybrid type P2P(Peer to Peer). The proposed video conference system has hybrid type P2P architecture based on a client-server and P2P(Peer to Peer), where client-server is used for exchange of account management, client list and status information and P2P is used for the real time video conference. The proposed video conference system decreases the traffic of server, and cuts down the load of a network. Because the multimedia data is decentralized to client by P2P. Also, this system is tested by the multi-party video conference system using communication protocol and application software through high speed networks.

Key Words : Client, Server, P2P, Multimedia, Video conference

1. 서 론

화상회의 시스템은 원격지간의 음성 및 동영상을 이용하여 실시간으로 동시에 회의할 수 있는 시스템을 의미한다. 따라서 화상회의는 최신 멀티미디어 기술을 기반으로 하여 컴퓨터 및 초고속 정보통신망을 이용하여 다양한 멀티미디어 서비스를 실시간으로 제공해야 한다[1,2]. P2P 기술은 사용자 사이의 실시간 통신이나 데이터 교환 등을 지원하는 동기적 상태지원 기술이다. P2P 시스템은 클라이언트들이 대등한 관계로 업무를 처리하는 시스템을 의미한다. 따라서 P2P 시스템에서는 처리를 요구하는 클라이언트와 처리를 수행하는 서버가 동등하기 때문에 서밴트(Servant=Server+Client)라고 부르며, 모든

† 이 논문은 2004학년도 안동대학교 국제학술교류보조금에 의하여 연구되었음.

* 안동대학교 전자정보산업학부 멀티미디어공학전공

컴퓨터가 서밴트로서 동일한 기능을 가지며, 동기적 정보를 생성하는 발생원인 동시에 정보의 공유 및 교환을 행한다. 기존의 클라이언트-서버 시스템과 같은 고정적인 주종 관계는 시스템의 유연성을 저해하지만 P2P 통신 환경상의 컴퓨터는 필요에 따라 클라이언트로, 서버로, 시스템의 단말로, 그룹웨어나 파일공유 시스템의 서밴트로 입장을 바꾸는 보다 유연한 시스템으로 발전하고 있다[3, 4].

화상회의 시스템은 초고속 정보 전송을 위한 통신망, 멀티미디어 장비, 화상회의 소프트웨어 등이 결합될 때 사용자에게 보다 나은 서비스를 제공해 준다. 하이브리드형 P2P를 이용한 화상회의 시스템에서 멀티미디어 데이터는 초고속 통신망 상에서 여러 곳의 목적지로 동시에 전송된다[5-8]. 이러한 화상회의 시스템은 화상회의 참석자간에 별도의 전용선이 필요하지 않으며, 저가의 가격으로 사용자 상호간에 통신이 가능하다. 또한, 화상회의 시스템에서 텍스트, 오디오, 비디오 및 그래픽과 같은 멀티미디어 데이터는 실시간 동시 전송을 위하여 압축 및 복원 기능이 요구된다[9-11].

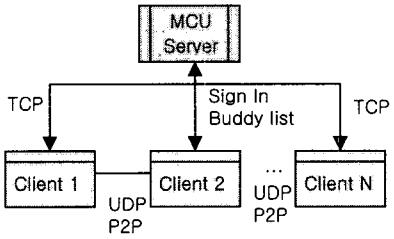
본 논문에서는 클라이언트-서버 및 P2P 기반 하이브리드형 P2P를 이용한 화상회의 시스템을 설계 및 구현하였다. 제안된 시스템은 하이브리드형 P2P 구조를 이용하여 화상회의를 수행하므로 서버에만 몰리던 트래픽을 P2P에 의해 분산시킴으로써 많은 사용자를 동시에 처리할 수 있다.

2. 화상회의 시스템의 구조

본 논문에 사용된 화상회의 시스템은 하이브리드형 P2P 구조를 가지는데 이는 클라이언트-서버와 P2P 구조된 분리된 2개의 네트워크 모델로 구성된다. 즉, 클라이언트-서버 구조는 서버인 MCU와 클라이언트 간에 계정관리, 클라이언트 리스트 및 상태정보를 교환하는데 사용되며, P2P 구조는 화상회의에 참여하는 클라이언트 간에 실시간 화상회의와 텍스트 메시지를 처리하는데 사용된다.

2.1 클라이언트-서버 구조

화상회의 시스템에서 서버 역할을 수행하는 MCU는 단일 컴퓨터상에서 동작되며, 사용자 접속 리스트, 사용자 계정, 모든 사용자들을 위한 비밀번호를 포함하는 버디 리스트(buddy-list) 데이터베이스(XML)를 관리하는 역할을 한다. 또한, MCU는 클라이언트의 온라인(online), 오프라인(offline), 사용 중(busy) 등과 같은 로그-인된 모든 사용자들에게 상태정보의 변화를 송 수신하는 역할을 수행하게 된다. MCU는 지정된 사용자 접속 리스트로부터 접속 추가나 접속 해제 등의 요구를 처리하고, 사용자 이름과 비밀번호와 같은 사용자 계정정보를 갱신하는 역할을 수행한다. 그림 1은 화상회의 시스템에서의 클라이언트-서버 모델 나타낸다.



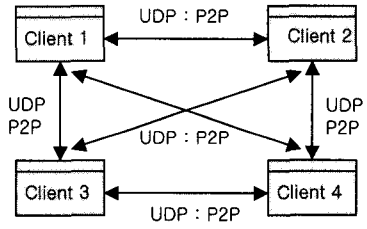
<그림 1> 화상회의 시스템에서의 클라이언트-서버 모델

화상회의 시스템에서 클라이언트는 MCU를 서버로 가지는 클라이언트-서버 모델로 구성된다. 이때, TCP(Transmission Control Protocol) 프로토콜은 네트워크 통신을 위하여 사용된다. 화상회의 시스템에서 클라이언트를 회의에 참가시키기 위해서 사용자는 서버 역할을 수행하는 MCU에 로그-인을 해야 한다. 사용자가 대화상자에 사용자 이름, 패스워드 및 원격 MCU의 IP(Internet Protocol) 주소를 입력하면, 이 정보는 서버에 전송된 후 계정 데이터베이스의 확인 과정을 거쳐 클라이언트에게 로그-인의 성공 또는 실패에 대한 정보를 보내게 된다. 이때, 클라이언트는 MCU에게 로그-인된 다른 사용자들의 버디 리스트를 보내줄 것을 요청하게 된다. 버디 리스트는 사용자 이름, 사용자 ID, 현재상태 및 각 버디의 현재 IP 주소정보를 포함하게 된

다. 사용자들에 대한 상태 정보가 변경되면 MCU에게 변경된 정보가 전송되어 모든 클라이언트에게 알리게 된다. 따라서 모든 클라이언트들은 항상 현재의 상태정보와 접속정보를 알 수 있게 된다.

2.2 P2P(Peer to Peer) 구조

화상회의 시스템에서 각 클라이언트는 원격 접속을 위한 IP 주소와 상태정보를 가지며, P2P 구조는 실제적인 화상회의를 수행하기 위한 구조로 사용된다. 하나의 클라이언트가 온라인 상태에 있는 다른 원격 클라이언트를 선택하면, 화상회의로의 초대 정보가 전송되어 UDP(User Datagram Protocol)를 이용하여 원격 클라이언트와 화상회의가 시작된다. 이때 MCU는 이 과정에 전혀 개입되지 않는다. 또한, 모든 다른 화상회의 멤버들 간의 상호 접속은 원격 클라이언트가 화상회의 초대를 승낙하면 자동적으로 연결된다. 고객 세션 제어 프로토콜은 화상회의 초대, 승낙, 거절 및 종료를 처리하기 위하여 사용된다. 또한, 실시간 스트리밍 데이터는 화상회의가 시작된 후 클라이언트 간에 직접 전송된다. 이때도 MCU 서버와는 무관하게 독립적으로 동작하게 된다. 그림 2는 화상회의를 위한 4개 클라이언트간의 P2P 모델을 나타낸다.



<그림 2> 클라이언트간의 P2P 모델

2.3 네트워크 프로토콜

본 논문에서의 화상회의 시스템은 이더넷 네트워크 상에서 동작되는 TCP와 UDP 프로토콜이 사용된다. TCP 프로토콜은 로그인, 로그아웃, 계정관리, 접속 리스트 상태정보 등을 MCU 서버와 통신을 하기 위해서 사용된다. UDP 프로토콜은 세션제어 프로토콜 데이터와 텍스트 데이터 교환뿐만 아니라 오디오 및 비디오 데이터의 실시간 스트리밍을 포함하는 P2P 화상회의 데이터 전송을 위하여 사용된다. 이 부분은 오디오 코덱 및 비디오 코덱 뿐만 아니라 로컬 마이크로폰과 로컬 웹 카메라에 의해 입력된 오디오 및 비디오 데이터의 UDP 스트리밍을 포함한다.

3. 다자간 화상회의 시스템의 설계

처음 온라인 사용자는 사용자 리스트 대화상자에 있는 하나 또는 그 이상의 온라인 된 클라이언트를 선택하는 화상회의 시스템의 호스트가 되며, 화상회의를 시작하기 위하여 상대방을 호출하게 된다. 여기에서 모든 호출은 1 대 1, 또는 1 대 다수로 같은 서버 시스템 코드에 의하여 처리된다. 이러한 관점에서 선택된 각 클라이언트와 관련된 사용자 구조는 사용자 배열 구조에서 연속된 배열로부터 검색되고 저장된다.

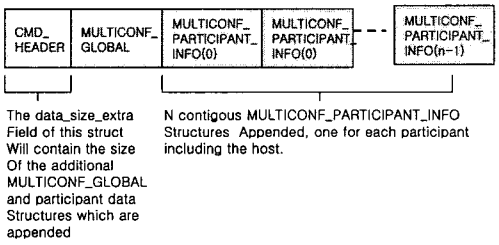
먼저, 다자간 화상회의 구조의 배열은 동적으로 할당되고, 이들 구조는 사용자 ID (Identification), 회의 상태, 사용자 데이터 구조 등과 같은 특정 참석자에 대한 정보를 포함하게 된다. 원격 참석자는 호스트를 포함하여 전체 화상회의 참석자 수가 n일 때, (n-1) 지점으로부터 지정된 ID를 받는다.

다음으로, 화상회의 배열에 대한 구조는 화상회의 호스트의 사용자 이름, 화상회의 참석자 수, 화상회의 ID 등과 같은 다자간 화상회의 데이터 구조 내에 있는 구성요소들로 이루어진다.

마지막으로, 다자간 화상회의 데이터는 다자간 화상회의 전역 구조변수의 멤버 구성요소에 지정된다. 만약 다자간 화상회의 전역 데이터 구조의 초기화가 이루어지면, 화상회의는 P2P 네트워크 모델을 이용하여 직접 각각의 원격 참석자에게 네트워크 상으로 화상회의 초대 패킷을 보내기 위해서 화상회의 관리자를 호출하게 된다. 이때에도 MCU 서버는 이 처리 과정과 무관하게 동작하게 된다.

3.1 다자간 화상회의 초대 과정

화상회의 관리자는 화상회의에 참여하는 참석자의 최대 수를 결정하게 된다. 이 때, 참석자의 수는 전역 다자간 화상회의 데이터로부터 가져오게 된다. 네트워크 패킷은 다자간 화상회의 데이터 구조를 포함하는 여분의 데이터뿐만 아니라 표준 패킷 헤드 CMD_HEADER 모두를 포함하는 형태로 구성된다. 이러한 구조는 모든 원격 참석자를 초대하기 위해서 초기 초대 패킷과 같이 보내어 진다. 이러한 방법으로, 각각의 참석자들은 즉시 완전한 화상회의 데이터의 로컬 복사본을 가지게 된다. 그림 3은 초기 CMD_MC_INVITE 패킷을 위한 네트워크 패킷 구조를 나타낸다.

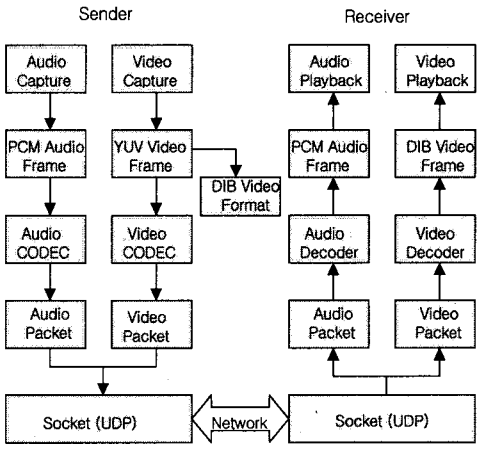


<그림 3> 네트워크 패킷 구조

CMD_MC_INVITE 패킷과 여분의 데이터가 구성된 후, 각각의 원격 참석자들을 위한 사용자 정보를 검색하고 원격 네트워크 IP 주소와 포트 번호를 얻게 된다. 그리고 화상회의 관리자의 명령을 이용하여 UDP 상에서 초대 패킷을 보낸다. 초대 패킷은 각 원격 참석자들에게 네트워크를 통하여 전송된다. 이때 원격 클라이언트에서는 초대 패킷의 수신 순서를 예측할 수 없고 랜덤하게 된다. 또한, 호스트에게 "수락" 또는 "거절" 중의 하나의 응답이 전송되는 각 원격 클라이언트에서 초기 초대 패킷의 처리를 위한 시간은 예측할 수 없으며, 초대 요구가 처음으로 수신되었을 때 컴퓨터 터미널에 있는 각 원격 클라이언트의 응답 시간에 따라 결정된다.

3.2 화상회의 관리자

화상회의 관리자는 P2P 기반 화상회의에서 중심적인 역할을 수행하게 된다. 즉, 원격 클라이언트에 UDP 요청 패킷을 전송하기 위한 명령어를 보내고, UDP 네트워크 요청을 수신하는 네트워크 소켓 쓰레드 절차인 화상회의 세션 제어 프로토콜을 담당한다. 화상회의 관리자는 오디오와 비디오 스트리밍과 코덱 구현을 제공하는 클래스를 포함한다. 또한, 화상회의 관리자는 화상회의를 관리하는 역할을 담당하게 된다. 그림 4는 오디오 비디오 스트리밍 시스템의 블록 다이어그램을 나타낸다.



<그림 4> 오디오 비디오 스트리밍 시스템의 블록다이어그램

사용자 리스트 대화상자를 이용하여 새로운 화상회의 요청이 호스트에 의하여 이루어지면, 새로운 화상회의를 시작하기 위한 요청은 화상회의 관리자에게 보내어 진다. 원격 사용자가 UDP 상에서 네트워크 패킷을 수신하면 이것은 화상회의 관리자의 소켓 클래스에 보내어 진다. 원격 화상회의 참석자의 상태(호출에 대한 "동의", "거절" 또는 "끊김 ")가 변경되면, 이 상태는 화상회의 관리자의 상태 클래스의 최신정보를 이용하여 갱신된다. 로컬 참석자가 원격 참석자의 화상회의 채널을 종결하기나 화상회의를 종료 또는 완전히 끊기를 원하면, 화상회의 관리자의 대화종료 클래스를 이용하게 된다. 이것은 화상회의 관리자의 주요한 역할과 책임중의 일부이다.

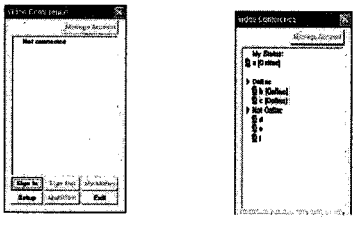
화상회의 호스트 시스템에서 원격 참석자의 동의 응답이 수신될 때 마다 로컬 시스템은 요청이 이미 채널에 연결된 참석자로부터 오는 것인지 또는 아닌지를 먼저 체크하게 된다. 만약

이것이 새로운 참석자이면, 화상회의 관리자의 채널 구조에서 새로운 엔트리가 생성되고 초기화 된다. 이때 모든 원격 참석자들에 대한 현재의 연결 채널은 그대로 유지된다. 네트워크 요청의 자동 전송을 위한 메카니즘은 낮은 오버헤드에서 응용계층 패킷 응답 프로토콜 규정에 따라서 구현되었다. 그것이 명령 패킷일 때 마다 요청은 타이머 이벤트와 결합된 명령 큐 데이터 구조 안으로 삽입된다. 타이머 이벤트가 정지될 때, 패킷은 현재 구현된 것의 총 5번까지 자동적으로 재전송된다. 원격 클라이언트가 명령 패킷을 수신할 때 마다 동일한 CMD_HEADER 형식의 응답(ACK) 패킷이 자동적으로 발생된다. 응답 패킷이 최초의 송신 시스템으로 수신되면, 대응되는 명령 요청은 더 이상 불필요한 재전송을 방지하기 위하여 명령 큐로부터 제거된다.

4. 구현 및 시험

4.1 구현

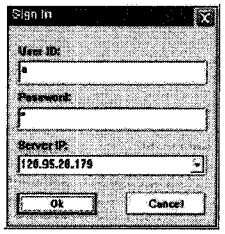
본 논문에서는 윈도우 XP상에서 제안된 시스템을 위하여 MCU와 화상회의용 클라이언트를 구현하였다. 구현된 클라이언트는 Visual C++.NET 환경에서 동작하는 약 30,000 라인의 소스 프로그램으로 구성되어 있다. 구현된 다자간 화상회의 시스템은 이더넷 네트워크 상에서 통신 프로토콜과 응용 소프트웨어를 이용하여 시험하였다. 본 논문에서는 클라이언트-서버와 P2P 기반의 하이브리드형 P2P를 이용한 화상회의 시스템을 설계 및 구현하였다. 그림 5는 화상회의 시스템에서 다자간 화상회의를 위하여 클라이언트간의 접속 리스트를 나타낸다. 그림 5에서 (a)는 접속전의 초기 접속 리스트를 나타내고, (b)는 접속후의 로컬과 원격 클라이언트의 버디(buddy) 리스트를 나타낸다.



(a) 초기 리스트 (b) 버디 리스트

<그림 5> 클라이언트간의 접속 리스트

그림 5의 (b)에서 클라이언트 a, b, c는 서로 온라인에 의해서 연결되었음을 나타낸다. 그림 6은 클라이언트의 Sign In 대화상자를 나타낸다.



<그림 6> 클라이언트 Sign In 대화상자

그림 7은 클라이언트에서 디스플레이 되는 사용자 인터페이스와 참석자의 화면을 나타낸다. 그림 7의 (a)는 화상회의 시스템에서 클라이언트 a의 로컬 비디오 화면을 나타내며, (b)는 클라이언트 b와 c의 원격 비디오 화면을 나타낸다.

(a) 로컬화면 (b) 원격 화면

<그림 7> 클라이언트의 사용자 인터페이스 및 참석자 화면

4.2 시험 및 성능분석

본 시험에서는 다자간 화상회의를 위한 오디오 및 비디오의 표준 압축/복원 방식으로 각각 G.723.1과 H.263을 사용하며, 운영체제로는 원활한 응용 프로그램 수행을 위하여 윈도우 XP를 사용하였다[12,13]. 본 논문에서 설계 및 구현한 화상회의 시스템을 이용하여 다자간의 화상회의를 수행할 경우 시험 환경은 다음과 같다. 여기에서 N은 화상회의 참석자의 수를 나타낸다.

- 화상회의 참석자수 : N명 (자신의 윈도우 1개, 상대방의 윈도우 N-1개)

- 비디오 프레임 크기 : 320×240×3Byte(CIF 크기) 160×120×3Byte(QCIF 크기)
- 비디오 데이터 압축률 : 30:1~150:1 H.263
- 오디오 데이터 압축률 : 20:1 G.723.1
- 초당 전송 프레임 수 : 15 프레임/sec
- 오디오 샘플링 율 : 8 KHz PCM, 8 bit Mono
- 네트워크 전송속도 : 100 Mbps (Ethernet)

위와 같은 다자간의 화상회의 수행 시 네트워크를 통하여 흐르는 데이터를 분석한 결과는 다음과 같다. 오디오의 경우, G.723.1을 이용한 환경에서 1채널당 8 Kbps이므로 N 참석자간 N(N-1) 채널인 경우 데이터 량은 다음과 같다.

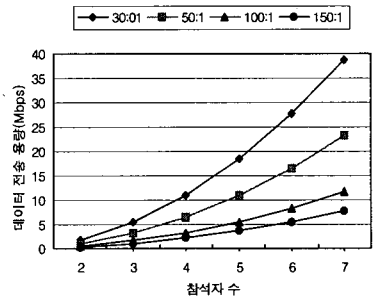
(8 Kbps x N(N-1)채널)/20=0.4N(N-1)KBps (1)

비디오의 경우는 H.263을 이용한 환경에서 CIF 형태로 초당 15 프레임 정도를 전송하는데 각 시스템의 화면에는 자신 및 상대방의 동영상을 CIF(320 x 240) 크기로 볼 수 있다. 그러므로 N자간 2N채널이고, 압축률이 30:1인 경우의 데이터 량은 다음과 같다.

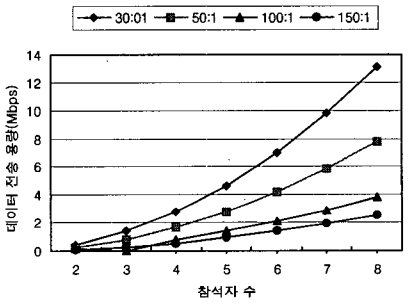
(320 x 240 x 3 byte x 15 frame x N(N-1)채널)/30 = 115.2N(N-1) KBps (2)

식 (1)과 식 (2)로 부터 오디오 및 비디오 데이터를 합하면 총계가 115.6N(N-1) KBps가 되는데 이것은 1 Byte가 8 bit이므로 0.925N(N-1) Mbps가 된다.

그림 8은 동영상의 프레임 크기가 CIF 및 QCIF인 경우, 다자간 화상회의 수행 시 네트워크를 통하여 전송되는 오디오 및 비디오 데이터 량을 비디오 압축률 및 화상회의에 참여하는 참석자 수에 따라 나타낸 것이다. 네트워크의 전송속도가 100 Mbps인 이더넷(Ethernet)(평균 대역폭을 10Mbps로 가정)을 사용한 경우, 비디오 프레임의 크기가 CIF일 때 비디오 압축률이 30:1인 경우 참석자 수가 3명까지만 화상회의가 가능함을 알 수 있었다. 그러나 비디오 압축률이 150:1인 경우에는 7명 까지 참석자간의 화상회의가 가능함을 알 수 있었다. 또한, 비디오 프레임의 크기가 QCIF인 경우 비디오 압축률이 30:1인 경우 참석자 수가 7명까지 화상회의가 가능하고, 비디오 압축률이 150:1인 경우에는 15명 까지 참석자간의 화상회의가 가능함을 알 수 있었다. 그러므로 비디오 데이터의 압축률에 따라서 화상회의에 참석 가능한 화자 수가 결정됨을 알 수 있다.



(a) 비디오 프레임 크기가 CIF인 경우



(b) 비디오 프레임 크기가 QCIF인 경우

<그림 8> 비디오 압축률과 참석자 수에 따른 데이터 전송용량

본 논문에서 제안한 다자간 화상회의 시스템은 클라이언트-서버 구조와 P2P 구조로 분리된 하이브리드형 P2P 모델로 설계 및 구현하였다. 클라이언트-서버 구조는 서버와 클라이언트 간에 계정 및 상태정보를 관리하는데 사용되며, P2P 구조는 MCU인 서버와는 상관없이 화상회의에 참여하는 클라이언트 간에 실시간 음성 및 영상 데이터를 처리하는데 사용된다. 따라서 본 논문에서 제안한 하이브리드형 P2P를 이용한 다자간 화상회의 시스템은 기존의 집중식 다자간 화상회의 시스템에 비하여 MCU인 서버에만

몰리던 트래픽을 분산시킴으로써 서버의 부하를 줄일 수 있었다.

5. 결 론

본 논문에서는 클라이언트-서버 및 P2P 기반 하이브리드형 P2P를 이용한 화상회의 시스템의 설계 및 구현에 관하여 기술하였다. 또한, 구현된 화상회의 시스템은 초고속 네트워크 상에서 통신 프로토콜과 응용 소프트웨어를 이용하여 다자간 화상회의를 시연함으로써 본 시스템의 타당성을 검증 및 시험하였다. 본 논문에서 설계 및 구현한 화상회의 시스템과 이더넷 네트워크를 이용하여 다자간의 화상회의 시스템을 구축하여 분석한 결과, 비디오 프레임이 CIF 크기(320 x 240 x 3 Byte)인 경우에는 비디오 압축률(301:1~150:1)에 따라서 3명에서 7명까지 참석자간의 화상회의가 가능하였고, 비디오 프레임이 QCIF 크기(160 x 120 x 3 Byte) 일 때는 비디오 압축률(301:1~150:1)에 따라서 7명에서 15명까지 참석자간의 화상회의가 가능함을 알 수 있었다. 본 연구에서는 클라이언트-서버와 P2P 기반 하이브리드형 P2P를 이용한 화상회의 시스템을 설계 및 구현하고 이를 네트워크 상에서 화상회의를 시험하였으나, 앞으로 모바일 분야에도 적용하는 연구가 필요한 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

[1] J. G. Filho, W. L. Brandino and Son T. VUONG," SCM-A Multimedia Conference System, *Advance in Distributed Multimedia System*, VOL. 9, pp. 317-336, 1999.

[2] C. Perey and Matthew Feldman, "Video conferencing over IP Networks," *in Broadband Networking*, J. Trulove, ed., pp.193-210, CRC Press, 2000.

[3] Napster, http://www.napster.com/what_is_napster.html

[4] http://web.icq.com

[5] A Kantarci and T. Tunali, *"A Video Streaming Application on the Internet," ADVIS 2000*, LNCS 1909, pp.275-284, Springer-Verlag Berlin Hedelberg, 2000.

[6] Jenq-Neng Hwang, "Constrained optimiza-tion for audio-to-video conversion," *IEEE Transactions on Signal Processing*, 52(6):1783-1790, June 2004.

[7] Hyen Ki Kim, *"A Study on the Multimedia Input/Output Model for Web based Video Conference," EALPIIT'03*, 2003.

[8] M. J. van Sinderen and L. Nieuwenhuis, "Protocols for Multimedia Systems", *Springer-Verlag Berlin Hedelberg* 2001.

[9] Masayuki Arai etc, "Experiment for High-Assurance Video Conference System over the Internet,"*Proc. Of the 7th IEEE International Symposium on HASE'02*, 2002.

[10] S. Itaya, T. Enokido and M. Takizawa, "A High-performance Multimedia Streaming Model on Multi-source Streaming Approach in Peer-to-Peer Networks," *Proc. Of conference on AINA'05*, 2005.

[11] Li-wei He and Zhengyou Zhang, "Real-time whiteboard capture and processing using a video camera for teleconferencing," *IEEE* July 2005.

[12] G.723.1 Protocol, http://www.vocal.com/datasheets/g723d1.html

[13] H.323 Protocol(s), http://www.javvin.com/protocol_H323.html

김 현 기 (Hyen-Ki Kim)

정회원

- 1986년 2월 : 경북대학교 전자공학과 (공학사)
- 1988년 2월 : 경북대학교 대학원 전자공학과 (공학석사)
- 2000년 2월 : 경북대학교 대학원 전자학과 (공학박사)
- 1988년~1995년 한국전자통신연구원 선임연구원
- 2005년 2월~2006년 2월 : University of Washington 방문교수
- 2002년 3월 ~ 현재 : 안동대학교 전자정보산업학부 멀티미디어공학전공 교수
- 관심분야 : 멀티미디어 시스템, 멀티미디어 응용 등