실시간 멀티미디어 전송을 위한 RTP 기반 그룹 전송 지연 제어 기법

심영식* · 양종운* · 정규수* · 나인호*

*군산대학교

Kyu-Su Jung* · Jong-Un Yang* · In-Ho Ra*

*Kunsan National University

E-mail : kyusu@kunsan.ac.kr

요 약

본 논문은 비디오 스트림을 실시간에 전송하는데 그룹 전송을 위한 전송 제어기법에 관한 연구이다. 멀티미디어의 발달과 고속 통신망의 확산으로 다양한 멀티미디어 통신 서비스가 보편화되면서 회의서비스, 원격서비스, 방송서비스, 교육서비스 등 다수의 사용자를 위한 응용 서비스 요구에 따라 다양한 기술이 연구되고 있다. 이에 따라 통신망 기술과 멀티미디어 처리 기술을 제외하고 멀티미디어 그룹 전송 기술에 초점을 맞추었으며, 비디오 스트림을 그룹 참가자들에게 연속적인 전송을 위하여 효과적인 그룹관리 기법과 각 그룹별 네트워크 특성을 분석하고 RTP(Real-Time Protocol)/RTCP(Real-Time Control Protocol)을 이용한 그룹 관리, 지연 제어 관리에 대한 알고리즘을 제시한다.

ABSTRACT

It is thesis that based on for Group-Transferring a method of Transferring-Control during real-time. By the development of multimedia, spread of high-speed communication network and generalization of various multimedia services, various techniques are studied by requiring application services for multi-users (meeting-service, remote-service, broadcasting-service, education-service and so on). So we focused on the *multimedia group transferring techniques except communication network techniques and multimedia* processing techniques, and presented algorithms about a method of group-management, a method of delay-control-management that analyzed a effective method of Group-Control and characters of each group network and used RTP(Real-Time Protocol) / RTCP(Real-Time Control Protocol).

I. 서 론

초고속통신망을 비롯한 네트워크의 인프라가 완성되어가면서 일반 가정에까지 화상 채팅, 온라인 게임 등 멀티미디어 통신이 보편화되었고, 원격서비스, 회의 서비스, VOD서비스 등을 제공하기 위해 다양한 멀티미디어 서비스에 대한 수요가 증가되고 있다. 이러한 네트워크를 기반으로한 멀티미디어 서비스를 원활하게 제공하기 위하여는 고속통신망 기술, 네트워크와 멀티미디어 시스템간의 인터페이스 기술, 멀티미디어 데이터의 인코딩/디코딩 기술 등을 비롯한 각종 멀티미디어 데이터 처리 기술들의 개발이 관련 연구 기관에서 활발하게 전개되고 있다.

다중 사용자를 지원하는 멀티미디어 서비스에서 각 사용자의 네트워크 서비스가 PSTN(Public Switched Telephone Network), ISDN(Integrat-ed Services Digital Network), ADSL(Asymm-etric Digital Subscriber Line), 등 어떠한 네트워크에서 서비스를 받는 것에 대해 투명성을 보장해야만 하고, 어떠한 코덱을 사용하는지 멀티미디어 데이터 타입에 따라 멀티미디어 데이터 처리 방법에 대해서도 호환성 및 유연성을 제공해야 한다.

또한, 동기화, 연속성을 요구하는 멀티미디어 데이터를 실시간 통신 서비스하기 위한 전송 계층과 세션/프리젠테이션 계층의 개선한 XTP(eXpress Transport Protocol), HSTP (Hish Speed Transport Protocol), OSI95, CIO, VMTP(Versatile Message Transaction Protocol) 등 많은 프로토콜이 제안, 연구되어 왔는데 그 중에 멀티미디어 데이터의 실시간 전송에 대표적인 것이 RTP이다[1].

본 논문에서는 실시간 멀티미디어 전송을 위하여 RTP를 기반으로한 그룹 전송 지연을 제어할 수 있는 기법에 대한 연구를 다루고 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 멀티미디어 스트림의 실시간 전송을 관리할 수 있는 RTP/RTCP에 대해 소개하였고, 패킷교환망에서의 QoS(Quality of Service)를 보장할 수 있는 H.323, H.261, T.120에 대해 소개하였다. III장에서는 멀티미디어 데이터의 그룹 전송 제어 기법에 대해 기술

하였으며, IV장에서는 구현 내용에 대한 시뮬레이션을 분석하였으며, 마지막으로 결론을 맺었다.

II. 관련 연구

1. H.323

H.323 프로토콜은 QoS를 보장하지 않는 근거리 통신망을 통해 멀티미디어 스트림을 전송하는 ITU-T 규정으로서 단말기, 장비, 서비스 등을 권고하고 있으며, 통신망 내의 특정한 경로 및 데이터에 대해 최소한의 성능 및 요구 사항을 보장해주는 기술이다[4][5]. 현재 인터넷은 QoS에대한 서비스의 제공이 빈약한 반면, PSTN은 전송 데이터의 품질을 보장하기 위한 QoS를 제공하는 네트워크이다.

H.323의 기능 및 역할을 호 수락 제어(admissions), 디렉토리 서비스, 연결 설정, 종단 간의 capability 교환, logical channel의 개설과 종료, point-to-point 및 point-to-multipoint 지원과 상태 변화 기능, 패킷 망에서의 실시간 전송 등의 기능을 가지고 있다. H.323의 구성요소로는 터미널, 게이트웨이, 게이트키퍼, MCU (Multi-point Conferencel Unit) 등이 있다.

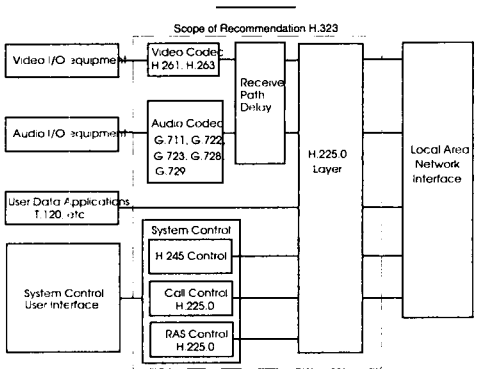

그림 1. H.323 범위

그림 1은 H.323의 범위를 나타내고 있으며, 기본적으로 System Control 부와 사용자의 비디오, 오디오의 입출력을 처리하기 위해 G.711, G723.1, G.728, G.729와 같은 다양한 코덱 인터페이스와 H.261, H.263 등에 대한 서비스를 지원하기 위한 코덱을 포함하고 있음을 알 수 있다.

2. RTP/RTCP

RTP는 화상회의, VOD 서비스와 같은 실시간 데이터의 특성에 중점을 두어 제정한 프로토콜이라 할 수 있고, 멀티캐스트(Multicast) 또는 유니캐스트(unicast) 상에서 음성, 화상 또는 모의 데이터와 같은 실시간 데이터를 전송하는데 적합한 단대 단(end-tc-end) 전송기능을 제공한다. 또한, 자원 예약에 대한 내용은 다루지 않으며, 특히 즉시 데이터 전송(timely delivery), QoS 보상, 뒤바뀐 순서 전송 방지와 같은 기능을 제공하지 않는다[2][3]. 따라서, 전송된 메시지가 만들어진 시간과 전체 메시지에서 몇 번째인지를 알 수 있는 정보와 비디오, 오디오 데이터에 대해서 코딩 방법이 무엇인지 명시되어 있다. 실시간 전송을 위해 네트워크 상태를 파악할 수 있도록 지터, 전송 시간 등의 정보도 명시하게 된다.

RTCP는 RTP의 컨트롤 프로토콜로써 세션에 참가한 모든 참가자들의 전송상태에 대한 정보를 주기적으로 전송한다. 상태전보를 보내기 위해 SR(Sender Report), RR(Receiver Report), SDES(Source DEScription), BYE(goodBYE) 그리고 APP(APPlication defined)의 5가지 메시지를 교환하여 참가자의 네트워크 상태를 파악한다[2][3].

3. H.261

H.261 프로토콜은 오디오, 비디오, 데이터 및 제어 정보가 서비스 품질이 보장되지 않는 LAN상의 H.323 터미널간, 또는 N-ISDN이나 GSTN간에 H.323 터미널간, 그리고 B-ISDN상에서 동작하는 H.320, H.324, 또는 H.310/H.321 터미널들을 연결하는 H.323 게이트웨이간에 전송될 수 있도록 조합과 코드화, 그리고 패킷화 되는 방법을 소개하고 있다. 터미널 및 게이트웨이에 관계된 설명과 절차들은 H.323에 기술되어 있고, 프로토콜들과 메시지 형식들이 기술되어 있다[6].

4 T.120

T.120은 데이터 회의의 모든 측면을 정의하는 일련의 규격으로서, 네트워크로 연결된 여러 명의 사용자들 간에 서로 데이터를 공유하면서 실시간 데이터 회의를 하기 위한 ITU-T 표준이다. 이 표준에는 화이트보드, 응용프로그램 검색 및 공유 등을 위한 인터페이스가 정의되어 있다[7].

5. Multicast

웹서비스에서 사용하는 Unicast 방식은 접속자 수가 많을수록 비례적으로 서비스할 수 있도록 대역폭이 증가되어야 한다. 하나의 클라이언트와 서버 사이에 일대 일 관계를 유지하기 때문에 다수의 클라이언트의 접속시 일대다 관계로서 데이터를 전송시켜야한다. 대역폭이 증가하므로 서버나 라우터의 과부하로 인하여 다른 서비스까지 나쁜 영향을 미칠 수 있다. 이에 반해, Multicast 방식은 Unicast에서 1:N 접속이 이루어졌을 때 서버에서 N회 동일한 데이터를 전송시켜야 했던 것을 서버에서 전송된 데이터가 라우터에 복사되어 라우터 내의 동일한 네트워크에서 그룹에 참가하고 싶은 클라이언트가 있는지 알아보고, 그룹에 참가하고자 하는 클라이언트에게만 데이터를 전송하여 서버와 라우터의 트래픽이 클라이언트 수에 따라 증가하지 않게 된다[8][9].

III. 그룹 제어 전송 기법

인터넷상에서 오디오, 비디오와 같은 멀티미디어 데이터를 전송하는데 화상회의, VOD서비스, 비디오폰 등의 서비스가 점차 증가되고 있는 추세이며, 다수의 화상회의 서비스가 이루어지고 있지만, 이들 시스템들의 성능은 아직은 만족할 만한 수준에 미치지 못하고 있다. 화상회의 시스템에서 고품질의 화상과 음성을 실시간에 전송하기 위해서는 안정적이면서 높은 대역폭이 요구된다. 그러나 인터넷은 전송대역폭의 변화가 매우 크고 데이터가 일시에 집중되어 고품질의 화상회의 서비스를 제공하기 어렵다. 이런 체증현상이 발생됨으로써 시간지연과 패킷손실이 증가하게 되고 이에 따라 전송 서비스의 질을 저하시키게 된다.

1. 지연 관리

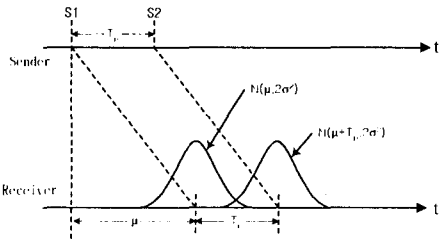

그림 2. 스트림 S1과 S2의 관계

패킷의 지연을 관리하기 위해 각 패킷들이 불규칙한 네트워크의 전송속도에 의해 지연 시간의 분산이 커지게 되어 그림 2의 p1과 같은 지연 분산을 만들어 낸다. 그림 2의 p2와 같이 수신측에서 인위적인 지연 시간을 두게 하면, 전체 지연시간은 증가하는 반면 지연 분산은 줄어들어 불규칙적인 지연시간의 변동을 줄이게 된다. 하지만 인위적인 지연을 어느 정도로 설정할 것인가에 대해서는 범용적인 값을 결정하기는 난해하다.

그러므로, 본 절에서 네트워크에서 지연 시간이 일반적인 P.D.F(Probability Density Function)를 따른다고 가정하고 인위적인 지연 시간을 어느 정도로 결정할지를 살펴본다.

하나의 미디어 스트림이 네트워크에 전송된다고 할 때, 네트워크의 트래픽이 항상 불규칙하여 스트림의 지연시간도 예측할 수가 없지만, 임의의 시스템에서 여러 미디어 데이터를 전송할 때 각각의 미디어는 시스템을 벗어나면 네트워크 상태에 따라 지연시간이 결정되므로, 서로 다른 미디어에게 영향을 주지 않고, 독립적으로 전송된다고 가정할 수 있다. 스트림 S_1, S_2에 대한 랜덤변수를 각각 X_1, X_2라고 하면, $X_1 \sim N(\mu, \sigma^2)$, $X_2 \sim N(\mu + T_p, \sigma^2)$ 로 나타낼 수 있고, X_1과 X_2는 서로 독립적이기 때문에 $Z \sim N(T_p, (\sqrt{2}\sigma)^2)$이 된다. $X \sim N(T_p, (\sqrt{2}\sigma)^2)$일 때,

$$P(X < \Delta t + T_p) = P\left(\frac{X - T_p}{\sqrt{2}\sigma} < \frac{\Delta t + T_p - T_p}{\sqrt{2}\sigma}\right) < 10^{-1}$$

$$= P\left(\frac{\Delta t}{\sqrt{2}\sigma}\right) < 10^{-1} \qquad \text{(식 1)}$$

$X \sim N(0,1)$, 표준정규분포를 따른다면 식 1에서 $\Delta t = 1.282\sqrt{2}\sigma$이다. 즉 오디오의 경우는 첫 번째 스트림 S_1이 도착한 후, 두 번째 스트림 S_2는 $\Delta t = 1.282\sqrt{2}\sigma$ 만큼의 지연이 발생함을 알 수 있다.

지연 속도를 임의로 지연시키므로 데이터 전송 지연 시간을 예측할 수 있으며, 지연시간을 예측할 수 있다는 것은 멀티미디어 서비스를 제공하는 시작 시점 전으로 얼마 전에 데이터를 디스패치할지를 결정할 수 있게 되어 지연을 최소화할 수 있게 된다.

3. 그룹 전송

그룹 관리 기능으로 사용자를 등록하고 사용자의 요구에 따라 각종 그룹을 생성하고, 그룹에 참여할 수 있도록 하며 참여자와 그룹에 관한 정보를 관리하는 등의 기능을 수행한다. 그룹에 관한 정보는 그룹 구성원인 참여자의 주소 및 ID, 그룹간의 관계, 사용하고자 하는 서비스, 통신방식 등으로 나눌 수 있다.

호스트 그룹의 Membership은 동적으로 생성되며, 자유롭게 가입과 탈퇴가 가능하다. 그룹은 호스트의 위치나 수에 제한을 두지 않으며, 한 호스트는 하나 이상의 그룹 멤버가 될 수 있다. 그룹에 멤버가 아닌 호스트도 그룹의 멤버들에게 데이터를 전송할 수 있고, 영구적이거나 임시적으로 만들 수 있다[10]. 호스트가 IP 멀티캐스트 기능을 갖기 위해 RFC1112에 제안되어 있다.

IV. 구현 및 실험결과

1. 시스템 구성

다중 전송을 위한 시스템의 구성도는 그림 3과 같다. 한 시스템에서 발생되는 멀티미디어 데이터를 전송하기 위해 일대 일 관계를 나타내고 있으며, 다중 채널로서 여러 미디어를 동시에 보내줄 수 있어야 한다. 다중 전송은 이 관계의 확장으로 이루어진다.

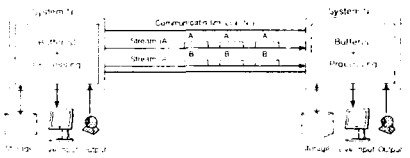

그림 3. 시스템 구성도

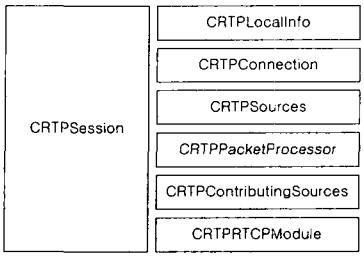

그림 4. CRTPSession 구성

RTPSession 객체는 하나의 세션이 열리면 생성되는 객체로서 접속이 이루어지면 하나의 세션이 생성되고 이 세션이 소멸되면 하나의 접속도 끊어지게 된다. 즉 데이터의 접속에서부터 데이터 전송을 위한 모듈과 네트워크 관리 모듈이 포함되어 있다. 그림 4과 같이 CRTPSources, CRTPPacket-Processor, CRTPRTCPModule, CRTPContributingS-ources, CRTPConnection, CRTPLocalInfo 객체를 갖고 있다.

CRTPSession 객체 내에서 데이터를 전송 버퍼와 수신 버퍼로 polling하는 부분의 알고리즘으로 그림 5에서 보여주고 있다. PollData() 함수에서 세션이 유효한지를 검사하고 전송할 데이터를 버퍼에 보내기 위해 PollRTP() 함수로 버퍼 상태를 확인한다. 수신한 패킷이 존재 할 수 있으므로 먼저 수신 패킷을 수신하고 송신하기 위해 유효하다면 전송하고자 하는 데이터를 전송한 다음 수신한 데이터에 대해 확인을 하고, RTCP 패킷을 확인하게 된다.

CRTPContributingSources 객체에서 RTP의 CSRC, CNAME 등을 처리할 수 있으며, 각 패킷들의 소유자를 구별하는 객체이며, CRTPSource 객체에 의해서 수신된 패킷에서 지터, 지연, 패킷번호, 왕복시간, 리소스 타입, 리소스 정보 등을 분석하게 된다. 또한 지터를 분석하여 패킷 전송률을 재설정하게 된다.

CRTPRTCPModule에서 각 패킷의 네트워크 상태를 파악하고, RTP 데이터 패킷과, RTCP의 SR, RR를 생성, 전송하게 된다.

IP에 의해 접속하는 단말과 IP를 갖고 있지 않고 ID, 전화 접속자들의 접속을 수용하기 위해 해싱 테이블을 구현한 CRTPIPTable객체로서 접속자들을 관리하게 되는데, 멀티캐스트의 leap user를 위하여 CMcastTable을 두어 접속자들을 관리하도록 하였다.이 테이블에 등록되는 사용자 정보에는 표 1에서와 같이 접속상태, 그룹 포트, 사용자 ID, IP 주소, 오디오/비디오 코덱 정보를 명시하고 있다.

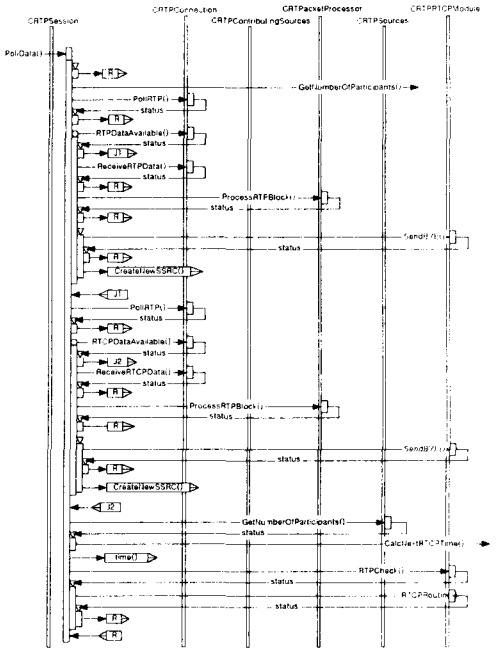

그림 5. CRTPSession의 Polling 흐름 처리

```
typedef struct _USERINFO_
{
        BOOL    bConnected;
        char    UserID[21];
        char    UserName[21];
        BOOL    bVirtual;
        char    strGateway[21];
        UINT    nGPort;
        char    IPAddr[21];
        BOOL    bMan;
        int     nAge;
        int     nImageNo;
        int     nVidPos;
        int     bVideo;
        int     bAudio;
        int     nAudEnc;
        int     bViewer;
        int     nRoomNo;
        char    Local[41];
} USERINFO;
```

표 1. 사용자 정보 구조

2. 실험 결과

RTP/RTCP를 구현하는 모듈을 구성하고, 지연을 제어할 수 있도록 인위적인 지연을 주어 데이터를 전송하였다. 모듈은 RTP/RTCP에서 다중 전송을 위해 필요한 기본 기능으로 구현하여 패킷 처리의 오버헤드를 감소시켰다.

오디오와 비디오 스트림의 처리에 대한 차이점은 오디오는 데이터가 발생하는 주기마다 첫 패킷에

대해 인위적인 지연 시간을 재 설정하고, 비디오 데이터에 대해서 가장 처음 전송되는 패킷만 인위적인 지연을 설정한다. 음성의 경우, 지연 평균값이 0.25초일 때 표준편차는 0.0345초이고, 이때 수신측에서 허용 가능 에러율($< 10^{-1}$)에 따라 전체 지연시간은 $\mu + 1.282\sqrt{2}\sigma$이므로 0.3125초로 예측값을 얻을 수 있었다. 시뮬레이션 결과 그림 6과 같이 지연시간이 일정하게 유지될 수 있도록 할 수 있었다.

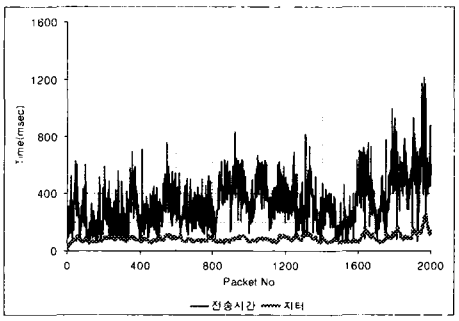

그림 6. 인위적인 지연시간 설정에 의한 지터

수신측에서 인위적인 지연시간을 설정하지 않을 경우, 지연 시간의 변동으로 인하여 출력하고자 하는 패킷이 도착하지 않았을 때, 도착할 때까지 기다려야 하며 그 다음 패킷들이 이미 도착하여 버퍼에 쌓여 있을 가능성이 높아진다. 인위적인 지연시간을 둘 경우, 지연되는 패킷을 폐기한다 해도 허용하는 손실률을 유지할 수 있기 때문에 패킷을 기다릴 필요가 없다.

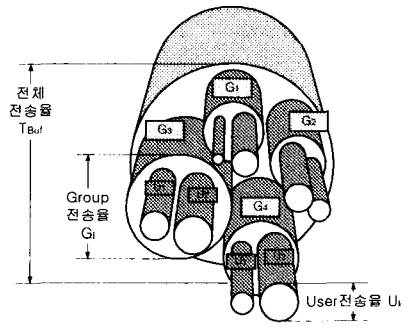

그림 7. 다중 전송 대역폭

다중 전송을 한 결과로 아래 그림 7과 같이 전체 전송율 TBuf를 고정시키고, 각 그룹별 전송율 Gi을 유동적으로 할당하도록 하였다. 각 그룹에는 각 사용자들의 데이터를 송수신할 수 있는 가상 채널을 할당하고 사용자 전송율 Ui을 조정할 수 있도록 하여 시뮬레이션 하였다. 이때 그림 8과 같이 오디오의 지연 변동보다 비디오의 변동이 더 많은 것을 알수 있었으며, 이는 비디오 데이터의 프레임간의 영상 정보 변동율에 따라 전송량이 달라지므로서 얻어지는 결과이다.

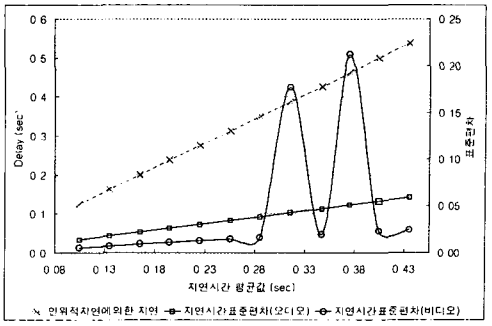

그림 8. 지연시간의 평균값에 따른 표준편차와 지연

V. 결론 및 향후과제

본 논문은 비디오 스트림을 실시간에 전송하기 위한 그룹 전송 제어 기법에 관하여 다루었다.

멀티미디어 다중 전송을 위한 관련 기술들로 H.323, H.261, RTP/RTCP 등에 대해 서술하였다.

전송 지연 제어를 위해 인위적인 지연을 발생시켜 지연 시간을 예측하여 선처리 할 수 있도록 하는 방법을 제안하였으며, 다중 전송을 위해 고정적인 대역폭을 할당하고 각 그룹과 그룹에 참가한 사용자들이 요구하는 전송 데이터를 유동적으로 분배하는 방식을 사용하였다. 다중 전송시 영상 데이터의 유동적인 전송률에 의해 전송 지연시간이 크게 변화 하는 것을 알았다.

향후 연구로서 다수의 사용자간의 동기화를 위해 음성 전송과 영상 전송이 믹싱 기법이나 네트워크 자원 할당 기법 등을 응용해 볼 것이다.

참고문헌

[1] H. Schulzrinne, "Issue in Designing a Transport Protocol for Audio and Video Conferences and other Multiparticipant Preal-Time Applications," Internet Draft, AVT WG, Dec. 1992

[2] S. Casner, R. Frederick, V. Jacobson, "RTP : A Transport Protocol for Real-Time Applications", RFC1889, Jan 1996

[3] H. Schulzrinne, "RTP Profile for Audio and Video Conferences with Minimal Control", RFC1890, Jan 1996

[4] ITU-T Recommandation H.323, "Packet-based multimedia communications system," November 2000.

[5] Jonadan Davidson, James Peter, "Voice over IP Fundamentals," Cicsco Press, 2000

[6] ITU-T Recommandation H.225, "Media Stream Packetization and Synchronization on Non-Guaranteed Quality of Service LANs." July,

1996
[7] ITU-T Recommendation T120, "Data Protocols for Multimedia Conferencing," July, 1996
[8] James F. Kurose, Keith W.Ross "Computer Networking ", Addison Wesley, 2001
[9] Macedonia, M Brutzman D., "MBone privides Audio and Video across the Internet", IEEE Computer vol. 27, No.4 , April 1994.
[10] S. Deering, "Host Extensions for IP Multicasting," RFC 1112, Aug 1989