

〈主 題〉

Real-time Transport Protocol(RTP)를 이용한 실시간 데이터 전송

고 대 식

(목원대학교 전자공학과)

□ 차 례 □

- | | |
|-------------------|------------------|
| I. 서 론 | IV. 패킷손실 제어 메카니즘 |
| II. 실시간 멀티미디어 서비스 | V. 결 론 |
| III. RTP의 원리 및 응용 | |

I. 서 론

전세계의 인터넷에 연결된 호스트는 NSF에 따르면 1996년 12월 현재 12,881,000대이며, 사용자 수는 대략 10배인 1억2천만 명으로 추산되고 있다. WWW의 탄생 이후 인터넷은 급속한 확장을 이루어 나갔으며, 웹을 중심으로 하여 FTP, TELNET, ARCHIE, MAIL, NEWS 등의 여러 인터넷 서비스들이 통합되어 가고 있다. 웹의 시각적인 인터페이스에 힘입어 텍스트 문서나 정지영상등의 정적인 데이터들은 점차 음성이나 동화상등과 같이 실시간을 요구하는 동적인 데이터들로 바뀌어 가고 있으며, Java를 이용하여 interactive 한 인터페이스도 가능해졌다. 또한, MBONE (Multicast backBONE)은 멀티미디어 정보를 실시간으로 다수의 수신자에게 전송할 수 있는 가상망으로써 웹과 연동에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다 [1].

TCP/IP는 인터넷의 기반이 되는 프로토콜로써, 데이터손실이 없는 안정한 연결을 보장해주는 장점이 있으나 실시간 전송을 필요로 하는 오디오나 비디오 회의 시스템을 위한 프로토콜로는 적합하지 않다. 실시간 데이터전송을 위해서는 전송되는 패킷에 타이밍 정보가 포함되어야 하며, 실시간 전송에서는 에러를 갖는 패킷의 재전송이나 시간이 지난 패킷은 거의 쓸모가 없게된다. 즉 여러 사람간의 통신시, 데이터는 각 사용자에게 동시에 전달되어야 하는 시간적 동기

가 이루어져야 하는 것이다. 이러한 실시간 통신을 위한 기능이 요구되자 IETF(Internet Engineering Task Force)의 Audio-Video Transport Working Group에서는 RTP(Real-time Transport Protocol)을 설계하게 되었다 [2].

RTP는 몇차례의 수정을 거쳐 1995년 11월 IESG로부터 제안된 표준안을 승인받았으며 최근에는 Netscape사와 Progressive사가 실시간 멀티미디어 데이터 전송을 위해 TCP, UDP, RTP의 상위 계층에서 동작하는 RTSP(Real Time Streaming Protocol)를 제안하고 있으며 IBM, DEC, APPLE, SUN 등 40여개의 업체들이 이를 지원하기로 합의한 바 있다 [3].

이처럼 외국에서는 인터넷을 이용한 오디오나 비디오 회의 그리고 오디오/비디오 방송시스템과 같이 반드시 100%의 신뢰성을 가질 필요가 없고 재전송으로 인한 지연된 데이터가 전혀 의미가 없는 실시간으로 생성되는 데이터의 실시간 전송 시스템의 구현을 위하여 RTP에 관한 연구가 연구가 활발하게 진행되고 있지만 국내에서는 전용회선을 이용하는 오디오 및 비디오 회의 시스템에 관한 연구와 광대역 초고속 통신망의 구축 등에 관한 연구에 더욱 주력하고 있는 실정이다.

그러므로 본 고에서는 먼저 실시간 멀티미디어 서비스인 MBONE과 웹을 이용한 실시간 서비스 방식에 대하여 알아보고 실시간 전송 프로토콜로 활발하게 이용될 것으로 예측되는 RTP의 특징, 해더의 구

조 그리고 RTP 제어프로토콜인 RTCP(Real Time Control Protocol) 의 기능을 분석해 보았다. 끝으로 RTP 를 이용하여 구현된 오디오 및 비디오 회의용 톨들에 대하여도 살펴보고 한국내 인터넷상에서 오디오 패킷을 전송하였을 때 나타나는 패킷 손실 분포에 대한 실험적 결과와 손실된 패킷 복원 메카니즘을 분석해 보았다. 이들에 대한 구체적인 실험방법과 실험 결과들은 다른 논문으로 발표할 계획이다.

III. 실시간 멀티미디어 서비스

실시간 멀티미디어 서비스는 크게 MBONE을 이용한 멀티캐스팅 방법과 웹을 이용한 유니캐스팅의 두 가지 방식으로 대부분 이루어지고 있다. MBONE의 응용프로그램들은 대부분 RTP을 이용하여 실시간 전송을 구현하고 있으며, 웹을 이용한 방법은 플러그인(plugin) 형태의 소프트웨어로 현재로는 RTP를 사용하지 않고 독자적으로 구현된 경우가 많다. 또한, 모자 에 멀티캐스트 기능을 부가하여 MBONE의 확장회의를 구현한 것도 있다.

2.1 MBONE

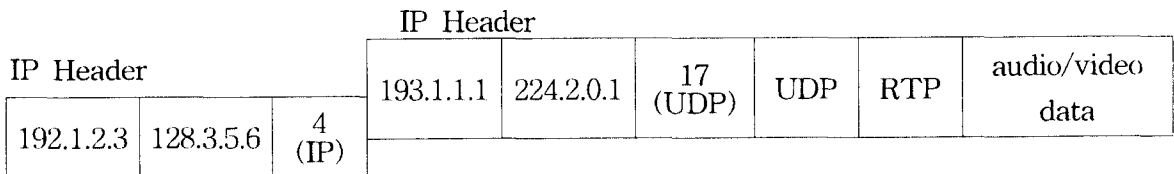
MBONE이란 오디오와 비디오 방송/회의를 위한 인터넷상에 존재하는 가상의 멀티캐스트 중추망(Virtual Multicast Backbone on the Internet)으로서, 다수의 수신자에게 실시간으로 멀티미디어 정보를 전송하기 위한 가상망이다 [4]. MBONE은 인터넷상에 IP 멀티캐스트 패킷의 라우팅 기능을 추가한 가상의 네트워크로 터널이라 불리는 D등급(224.0.0.0~

239.255.255.255) 주소를 갖는 호스트의 가상 점대점 링크로 연결된다. 터널링을 하는 워크스테이션은 IP 멀티캐스트를 지원하고 멀티캐스트 라우팅 데몬(daemon)을 구동하게 되며, IP 멀티캐스트 터널의 동작은 유니캐스트 데이터그램이 라우터와 서브넷(subnet)을 중재하는 것과 같이 패킷을 캡슐화함으로써 이루어진다. 즉, 그림 1과 같이 임의의 멀티캐스트 패킷을 터널을 통하여 전송하고자 할 때 멀티캐스트 라우터는 새로운 IP 헤더의 목적지 주소에 상대편 터널 라우터의 유니캐스트 주소를 기입하고 IP 프로토콜 필드에 다음 프로토콜이 IP라는 것을 의미하는 숫자 4 를 기입한다. 한편, 반대편 터널의 라우터는 해당 패킷을 전송 받아 캡슐화되어 있는 IP 헤더를 제거한 후에 재전송을 개시한다.

MBONE은 현재 20개국 1,700여개 이상의 인터넷 라우터들이 연결되어 있으며, 국내에도 50여개의 호스트가 연결되어 있다.

2.2. 웹을 통한 실시간 멀티미디어 서비스

WWW(World Wide Web)은 거의 인터넷 서비스의 통일된 사용자 인터페이스로 자리를 확실하게 잡은만큼, 실시간 멀티미디어 서비스도 웹을 통한 인터페이스로 통합되어 가고 있다. 웹을 이용한 실시간 멀티미디어 전송은 대부분 외부 프로그램을 호출하는 플러그인 형태를 취하고 있다. 플러그인 형태로 최초 AOD(Audio On Demand) 서비스를 시작한 것은 Progressive 사의 RealAudio 이며, VOD(Video On Demand) 서비스는 Xing사의 Streamworks와 VdoLive 사의 VDOLive가 있다. 이러한 서비스를 이



source: 193.1.1.1; group: 224.2.0.1; MBONE tunnel: 192.1.2.3 to 128.3.5.6

그림 1. IP-in-IP encapsulation

용하여 세계 최대의 컴퓨터 전시회인 컴덱스와 학술 회의가 인터넷으로 생중계 되었으며, 국내의 YTN, 미국 NBC방송과 로이터통신 그리고 CNN 등이 인터넷 TV방송을 제공하고 있다. 또한, 음성 대화를 위한 플러그인으로 Insoft사의 Cooltalk와 독립적으로 구동되는 VocalTec사의 Internet Phone이 있다. 이러한 서비스들은 RTP를 이용하지 않고 독자적인 데이터 코딩 및 전송 방법으로 구현되어 있다.

한편 Netscape 사와 Progressive사가 실시간 멀티미디어 데이터 전송을 위해 TCP, UDP, RTP의 상위 계층에서 동작하는 RTSP를 제안하고 있으며, IBM, DEC, APPLE, SUN 등 40여개의 업체들이 이를 지원하기로 합의한 바 있다.

III. RTP의 원리 및 응용

RTP는 1995년 11월 22일 IESG로부터 인터넷 제안표준을 승인받았으며 RFC 1889(RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications)와 RFC 1890(RTP Profile for Audio and Video Conferences with Minimal Control)에 발표되었다. 또

한 1996년 1월 31일 news release에서 Netscape는 LiveMedia를 발표하였는데 Netscape LiveMedia framework는 RTP와 MPEG, H.261 그리고 GSM을 기초로 하고 있다.

RTP는 실시간 데이터 전송을 위한 표준 패킷형식이며, 종단간 네트워크 전송 프로토콜로서 오디오, 비디오 그리고 시뮬레이션 데이터 등의 실시간 데이터를 멀티캐스트나 유니캐스트로 전송하기에 적합한 기능을 제공해준다. RTP는 하위 전송 프로토콜의 안전성과 순차적인 전송능력에 의존하기 때문에 패킷 전송의 보증이나 정해진 시간내에 확실하게 전송시키기 위한 메커니즘을 제공하는 것은 아니다. 실시간 데이터 전송시에 발생하는 패킷손실, 패킷지연, 비순차 패킷 등은 RTP의 시퀀스번호(sequence number)와 timestamping에 의해 재조립될 수 있으며, 정해진 시간내에서 손실된 패킷 수를 분석하여 송신측으로 보내면, 송신측은 패킷 전송률을 변경하거나 적합한 엔코딩 방법으로 정보를 재구성하게 된다. 그림 2는 인터넷상의 RTP 프로토콜 스택으로써 RTP는 하위 전송 프로토콜은 그대로 유지하고 최상단에 존재하는 실시간 전송 프로토콜임을 알 수 있다 [2].

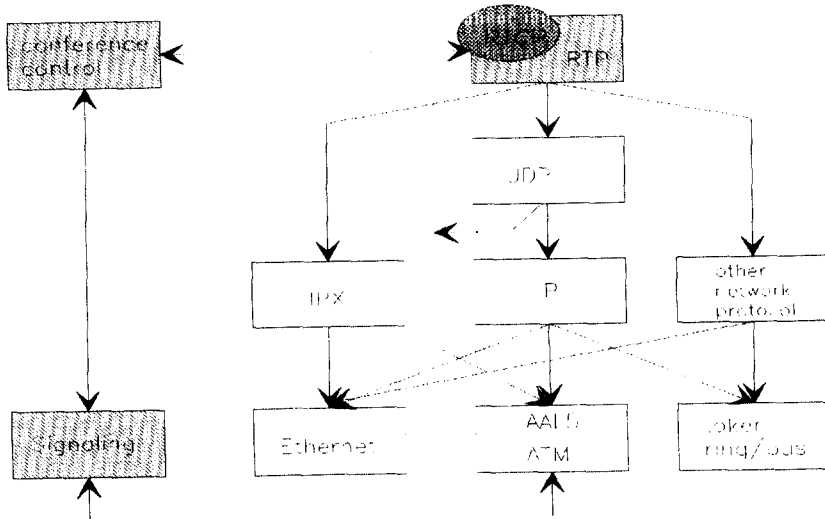


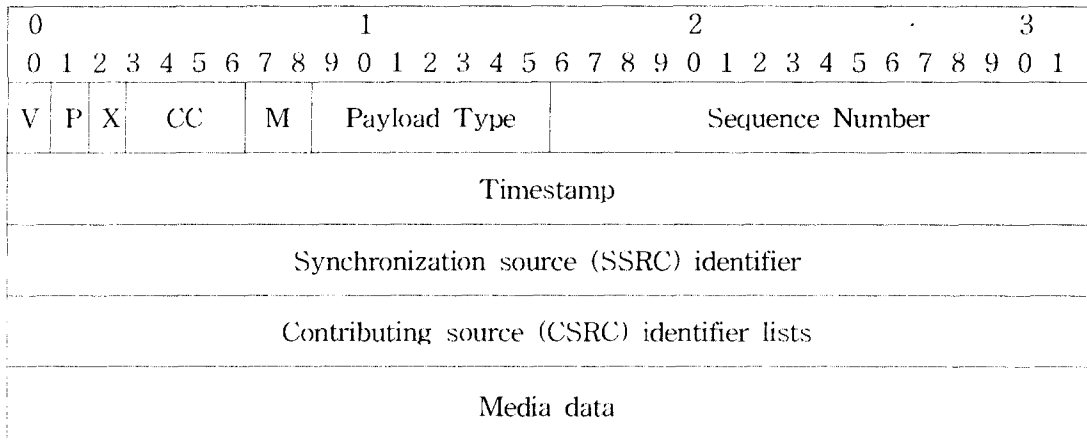
그림 2. RTP stack

3.1. RTP 패킷구조

RTP는 Payload 데이터 식별자, sequence number, timestamp, 데이터 전송의 QoS 모니터링, 멀티캐스트/유니캐스트 등의 기능을 제공한다. 따라서, 화상회의, interactive 시뮬레이션, 측정, 제어 등과 같이 실시간 전송 처리가 요구되는 응용분야에 사용될 수 있다. 일반적으로 응용프로그램 수준에서 구현되며 UDP(User Datagram Protocol) 패킷 안으로 캡슐화되어 UDP의 다중화 및 체크섬 기능을 이용한다. 그림 3은 RTP 패킷의 구조로써 IP/UDP 헤더가 제거된 후의 구조이다 [2][5].

순서를 나타내며 송신순서대로 증가되며 이것은 수신측에서 패킷의 분실을 검사하거나 재조정할 때 사용된다. Timestamp는 RTP 데이터 패킷의 샘플링 순간을 반영한다. 샘플링 순간은 동기화와 지터 계산을 위하여 반드시 시간적으로 선형적인 클럭부터 시작해야 한다. SSRC는 동기화 소스를 나타낸다. 이 식별자는 랜덤하게 선택되며 동일한 RTP 세션에서 두 개의 동기화 소스가 나오지 않게 되어 있다. CSRC 리스트는 패킷안에서 payload 가 포함하고 있는 소스를 나타내며 식별자 갯수는 CC 필드에서 주어진다.

3.2. RTCP의 구조 및 기능



(V:Version, P:Padding, X:Extension, CC:CSRC Count, M:Marker)

그림 3. RTP 패킷구조

그림 3에서 V(Version) 는 RTP 의 버전을 표시한다. 현재의 버전은 '2' 이며 최초의 버전은 '1', 그리고 '0'은 'vat' 에서 구현된 최초의 오디오 틀에서 사용되었다. P(Padding) 는 고정블럭 크기의 암호화 알고리즘이나 하위층 프로토콜 데이터에서 RTP 패킷을 전송할 때 요구된다. X(Extension) 는 확장비트로 확장비트가 세트되면 가변길이 이 헤더확장이 RTP 헤더에 추가된다. CC(CSRC Count) 는 고정 헤더 다음의 CSRC 식별자 수를 나타낸다. M(Marker) 은 패킷 스트림내에서 프레임의 경계를 표시하는 것과 같은 중요사항을 허용할 때 사용하게 된다. PT(Payload Type) 는 어플리케이션이 데이터를 해석하기 위해 RTP Payload 의 형식을 나타내는 식별자이다. Sequence number는 RTP 데이터 패킷이 보내어지는

RTCP는 RTP 제어 프로토콜로써 주로 멀티캐스트 환경에서 사용되며 세션 안의 모든 참가자(수신자)에게 제어패킷을 주기적으로 전송하여 피드백되는 데이터로부터 QoS 모니터링을 수행하고 수신자에 대한 정보(username, e-mail address, location, application)를 제공할 뿐만 아니라 수신자 수로부터 전송률을 계산하는 기능도 갖고 있다. RTCP의 패킷은 기본적으로 SR(Sender Report), RR(Receiver Report), SDES(Source description items), BYE(Indicates end of participation), APP(Application specific functions)로 구성된다. 그림 4는 RTCP 패킷의 개략적 구조로써 RTCP의 중요한 3가지 기능을 좀더 자세하게 알아보면 다음과 같다 [2,6].

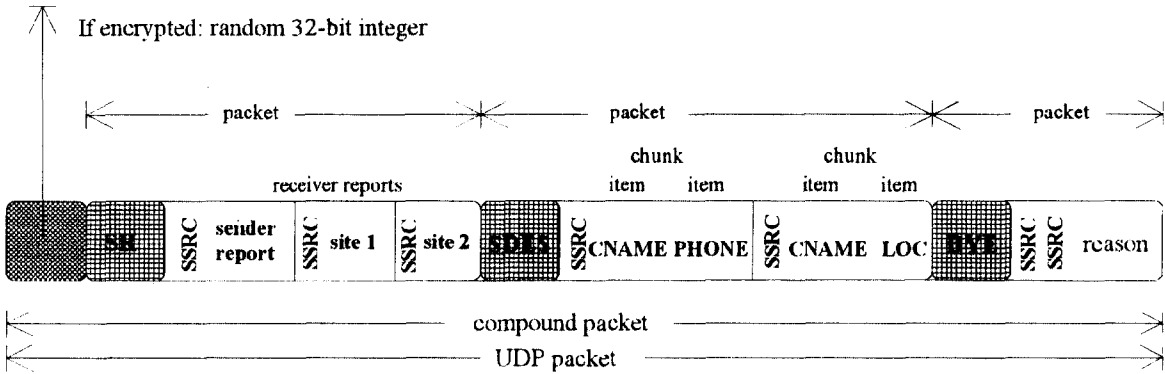


그림 4. RTCP 패킷구조

(1) 모니터링: 이 기능은 수신측에서 받은 데이터 분포(패킷손실등) 특성을 피드백시켜 트래픽을 모니터링하는 것이다. 그러므로 이 기능은 지연을 야기시키는 커다란 원인인네트 정체현상(congestion)을 제어하는 것을 돕게된다. 피드백은 주로 두가지 RTCP report 인 SR과 RR에 의하여 수행된다.

SR 과 RR 은 왕복지연시간(round-trip-delay time)을 측정하기 위하여 패킷손실, 수신된 가장 높은 시퀀스 번호, 지터 및 지연을 통계적으로 처리하는 기능도 포함한다. SR 은 송신자로부터 데이터 전송 즉 timestamp RTP 데이터 패킷 수, 전송된 payload 옥텟수 등에 대한 통계적 합산을 한다. 이같은 수신 상태에 대한 피드백은 수신자와 마찬가지로 송신자에게도 유용한 정보가 된다. 즉 송신자는 수신자로부터 얻어진 피드백에 기초하여 전송방식에 관한 것을 수정할 수 있다. 또한 수신자는 데이터 전송시 발생한 문제들이 국부상의 것인지 지역적인지 혹은 글로벌한 것인지도 알 수가 있다. 아울러 피드백은 네트워크의 성능을 모니터링 하기위한 제 3의 모니터용이나 혹은 그러한 문제를 진단하기 위한 용도로도 사용될 수 있다.

(2) Identification: RTCP 는 RTP 세션내의 참여자들에 관한 개인식별(identification) 정보를 실어나른다. 이같은 제어 형태는 개인식별을 위해 SSRC에 의존하는 RTP 세션에서는 사용되지 않는 지속적인 개인식별의 수단을 요구한다. 그러므로 RTCP는 오디오나 비디오 세션내에 각 참여자들을 식별하기 위하여 canonical name 이라고 불리는 고유의 식별자를 사용한다. SDES report 는 참여자들에 관한 다른 정보 즉

사용자 이름, e-mail 주소, 전화번호, 주소, 어플리케이션 정보, 경보메시지 등에 관한 정보를 포함한다. 추가적으로 개인식별 정보는 회원제어나 파라미터 협상없이 참여하거나 이탈하는 참여자에 대한 정보를 제어하는 최소한의 세션을 운반하는 'loosely controlled' 세션에 사용되기도 한다.

(3) 전송률의 계산: 인터넷상에서는 대역폭 제한으로 인한 문제와 참여자들의 수가 증가함에 따른 규모를 조절하기 위하여 패킷 전송률이 제어되어야 한다. 이러한 전송률은 RTCP report를 사용하여 RTP 세션내에서 전체 참여자 수를 가지고 계산될 수 있다. RTCP 패킷은 각 세션 멤버에 의하여 주기적으로 전송되기 때문에 엄청난 수의 멤버로 구성된 세션일지라도 약간의 트래픽만을 갖도록 균형을 유지해줄 수 있다.

3.3. RTP의 응용예

(1) 오디오 회의: IETF 의 작업그룹에서는 음성통신을 위한 인터넷의 IP 멀티캐스트 서비스를 위하여 하나의 멀티캐스트 그룹 어드레스와 두 포트를 얻어냈다. 이중 하나의 포트는 오디오 데이터를 위해, 다른 하나는 제어 즉 RTCP 패킷을 위해 사용된다. 오디오 데이터 앞에는 RTP 헤더가 포함되는데 RTP 헤더와 데이터는 UDP 패킷안에 차례로 포함된다. RTP 헤더는 회의가 진행되는 동안 송신자들이 엔코딩을 변화시킬 수 있도록 엔코딩 방법 즉 PCM, ADPCM, LPC 중 어느 엔코딩을 사용할지에 대한 것을 각 패킷안에 포함시킬 것을 지시한다. 예를들어

낮은 대역폭을 통해 연결된 새로운 회의 참여자나 네트워크 정체상황의 지시를 받아들이기 위해서 RTP 헤더는 엔코딩 타입을 그때그때 지시해야 하는 것이다.

인터넷은 자주 패킷들을 잃어버리거나 지연시간 또한 발생시킨다. 이와같이 손상된 패킷을 재생시키기 위하여 RTP 헤더는 타이밍 정보와 시퀀스번호를 가지고 있다. 시퀀스번호는 또한 얼마나 많은 패킷이 손실되는지를 평가하기 위하여 수신기에서 사용된다. 작업그룹은 회원들이 회의동안 참석과 자리이탈을 할 수 있기 때문에 각 순간마다 누가 회의에 참석중인 지, 그들이 오디오 데이터를 얼마나 잘 수신하고 있는지 알 필요가 있을 것이다. 이를 위하여 RTCP 포트위에 주기적으로 사용자의 이름이 들어간 RR을 멀티캐스팅한다. RR은 이와같이 현재의 발표자가 얼마나 잘 수신하였는 지를 알려주거나 적응적인 엔코딩을 제어하기 위하여 사용된다.

RTP를 이용하여 구현된 오디오 회의용 툴에는 Free Phone(FPhone), NetMeeting, NeVot, RAT 그리고 vat 등이 있다 [7]. FPhone 은 1996년 7월 현재 2.0 베타버전이고 오디오 회의용 툴로써 DVI(2,3,4,5,6 bits/sample), GSM, LPC, PCMU, VADPCM등의 오디오 엔코딩방법을 사용할 수 있으며 IP 멀티캐스트 및 유니캐스트 네트워크와 Linux, Solaris, SunOS 4.1.3에서 운영될 수 있다.

NetMeeting 은 실시간 인터넷 폰 음성통신용 소프트웨어로서 IP 유니캐스트 네트워크와 윈도우 95에서 운영되며 웹 페이지로부터 다운로드가 가능하다.

NeVot 는 네트워크 오디오 회의 및 전화용 툴로써 1996년 10월 현재 3.34 버전이 발표되어 있다. DVI4, GSM, L16, LPC 그리고 DVMU 오디오 엔코딩 방법을 사용할 수 있으며 IP 멀티캐스트 및 유니캐스트 네트워크와 HP-UX, Irix, SPARC, SunOS 4.1.x 에서 운영된다.

RAT(Robust Audio Tool) 는 FPhone 과 호환성이 있고 패킷손실 방지 기능이 있는 네트 오디오 회의용 툴로써 1996년 6월 현재 2.5m 버전이며 DVI4, GSM, LPC, PCMU 오디오 엔코딩 방법과 IP 멀티캐스트 및 유니캐스트 네트워크 그리고 SunOS 4.1.x, SPARC, Irix 5.x, Windows 95/NT 에서 운영된다.

끝으로 vat(visual audio tool)는 네트워크 오디오 회의용 툴로써 4.0b2 버전이며 LPC, GSM, DVI4와 PCMU 오디오 엔코딩과 DEC, HP, Linux, SGI, Solaris, NetBSD 그리고 Windows 95 에서 운영된다.

(2) 비디오

오디오와 비디오 매체가 회의에 이용된다면 각 매체는 서로다른 UDP 패킷 포트와 멀티캐스트 주소를 이용하여 RTCP 패킷을 전송된다. 오디오와 비디오 세션사이에서 두 세션내의 사용자 참여는 RTCP 패킷들내에서 서로 구별되는 이름을 사용해야하는데, 그 이유중 하나는 회의에 참여한 어떤 참여자중에 혹시 원한다면 오직 한가지 매체만으로 수신하는 것을 허락하기 위한 것이다.

RTP를 이용하여 구현된 비디오 통신의 예에는 Intel Internet Video Phone, IP/TV, NeViT, vic 그리고 Web Theater 등이 있다 [7]. 먼저 Intel Internet Video Phone 은 1997년 베타버전이 발표되었으나 오디오나 비디오 엔코딩은 자세하게 발표되지 않았으며 IP 유니캐스트 네트워크 과 Windows 95에서 운영되며 웹으로부터 다운로드가 가능하다. IP/TV는 IP 네트워크와 PC MBONE 상에서의 오디오 및 비디오 회의와 방송에 응용될 수 있고 베타 버전이며 H.261 비디오 엔코딩과 PCMU 및 Linear 8비트 오디오 엔코딩 방법과 IP 멀티캐스트, Windows 3.11, Windows 95/NT 에서 운영된다.

NeViT(Network Video Terminal)는 네트워크 비디오 터미널로써 1996년 10월 현재 1.2 버전이며 JPEG 비디오 엔코딩과 SunVideo 코덱, IP 멀티캐스트 및 ATM 네트워크, 그리고 Solaris 에서 운영된다.

vic(video conferencing) 은 네트워크 비디오 회의용 툴로써 2.8버전이며 nv, H.261, CELB, SCR, MPEG 및 JPEG 비디오 엔코딩과 DEC, FreeBSD, HP, Linux, SGI, SunOS, Solaris 및 Windows 95에서 운영된다.

마지막으로 Web Theater는 Netscape의 플러그인으로써 텍스트,그래픽 및 Java 애플릿 등과 동기가 되는 비디오를 포함하는 웹 페이지를 볼 수 있는 것으로 엔코딩 방법은 발표된 바 없으며 IP 유니캐스트 네트워크 과 Windows 95 및 Windows NT(x86) 에서 운영된다.

(3) RTP 믹서 및 트랜슬레이터 (Mixers and Translators)

RTP는 RTP 상에서 'intermediate system' 으로서의 역할을 수행하는 믹서와 트랜슬레이터를 지원한다. 만약 고속의 네트워크 링크에 연결된 다수의 회의 참여자가 저속의 링크에 연결되어 있는 어떤 참여

자와 연결하는 경우, 모든 사람이 더욱 낮은 대역으로 낮추어 사용하는 것보다는 질이 좀 떨어지는 오디오 인코딩 즉 믹서(mixer) 라고 불리우는 RTP 수준의 릴레이가 저대역폭 지역에 설치되는 것이 바람직하다. 이 믹서는 여러개의 미디어 데이터 스트림을 하나의 스트림으로 믹서시키며 오디오 인코딩을 좀더 낮은 대역폭용으로 변환시킨 다음 저속의 링크를 가로질러 전송시켜 주는 역할을 한다. 이때 RTP 헤더는 올바른 발표자가 지시될 수 있도록 수신단에서 혼합된 패킷에 영향을 주는 소스들에게 Id를 주어야 한다.

또한 오디오 회의중에 어떤 사람이 높은 대역폭 링크에 연결되어 있다고 하더라도 멀티캐스트 환경에 연결되어 있지 못한 사람에게 직접 연결할 수는 없다. 예를들어 어떤 IP 패킷도 통과하지 못하도록 하는 응용계층의 보안장치(firewall)가 있기 때문이다. 이러한 사이트들을 위해서는 트랜슬레이터라고 불리는 또 다른 형태의 RTP 수준의 릴레이가 사용된다. 트랜슬레이터는 여러개의 미디어 데이터 스트림을 동작시키며 필요하면 인코딩 방법을 변환시키기도 하고 프로토콜을 번역하기도 한다. 현재 구현되어 있는 트랜슬레이터에는 rtprans 가 있다. rtprans는 많은 유니캐스트와 멀티캐스트 주소들 사이에서 RTP 패킷을 복사해주는 RTP 트랜슬레이터로서 1996년 현

재 1.6버전이 발표되었으며 멀티캐스트를 지원하거나 혹은 지원하지 않는 워크스테이션에서 운영된다. 한편 rtpgw (RTP gateway)는 형식변환(transcoding) 등을 통하여 두 개의 RTP 비디오나 오디오 세션 사이의 전송률을 조절하는 기능을 가진 틀이다. 1996년 11월 현재 1.0 a19 버전이며 게이트웨이는 JPEG, NV 비디오 형식을 H.261 형식으로 변환시켜주며 PCM 오디오 형식을 LPC로 변환시키기도 한다. rtpgw는 LPC와 PCM 오디오 인코딩, JPEG, NV 및 H.261 비디오 인코딩을 사용할 수 있으며 IP 멀티캐스트 및 유니캐스트, BSDI 2.1, SPARC, SunOS 4.1x, OSF/1 3.x, Irix 5.x에서 운영된다. 그림 5는 RTP 믹서 및 트랜슬레이터의 이용예를 도식적으로 보여준다.

IV. 패킷손실 제어 메카니즘

그림 6은 한국내 인터넷상에 음성데이터를 실시간으로 전송하였을 때 나타난 패킷손실 분포이다. 그림 6-(a)는 트래픽이 적은 경우이고 6-(b)는 트래픽이 심한 경우에 대한 1997년 1월10일의 실험결과로써 트래픽이 심한 시간대의 경우 매우 심한 패킷손실이 나타나는 것을 볼 수 있다.

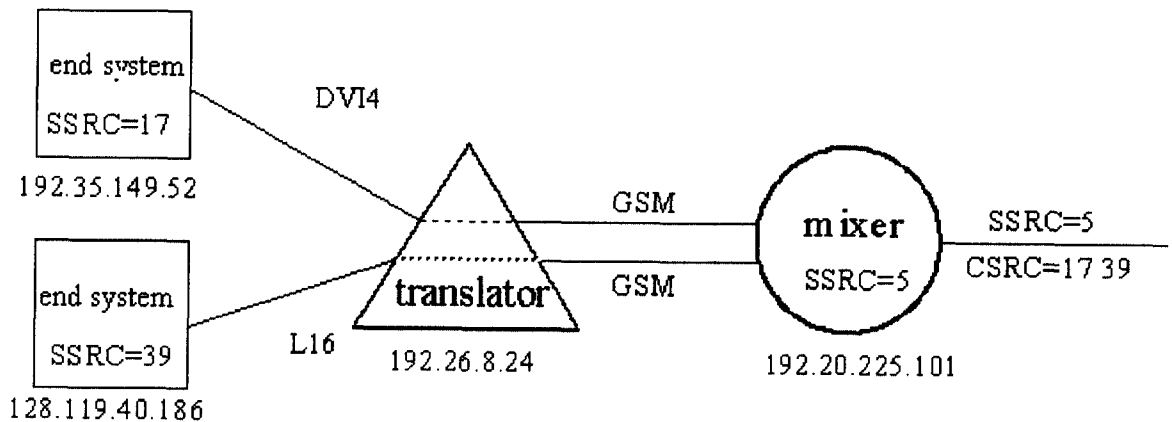
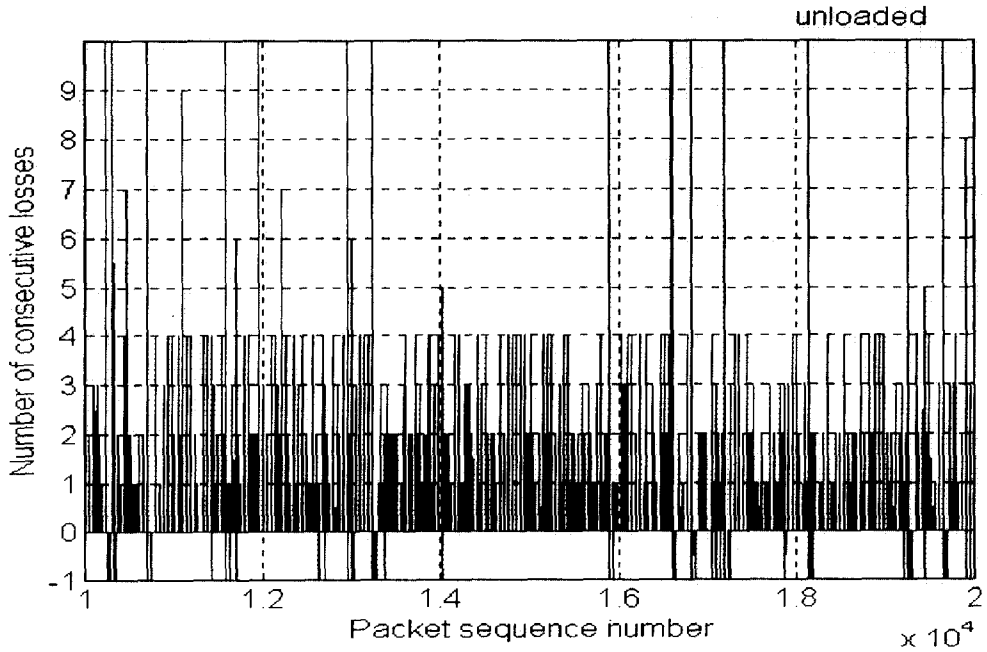
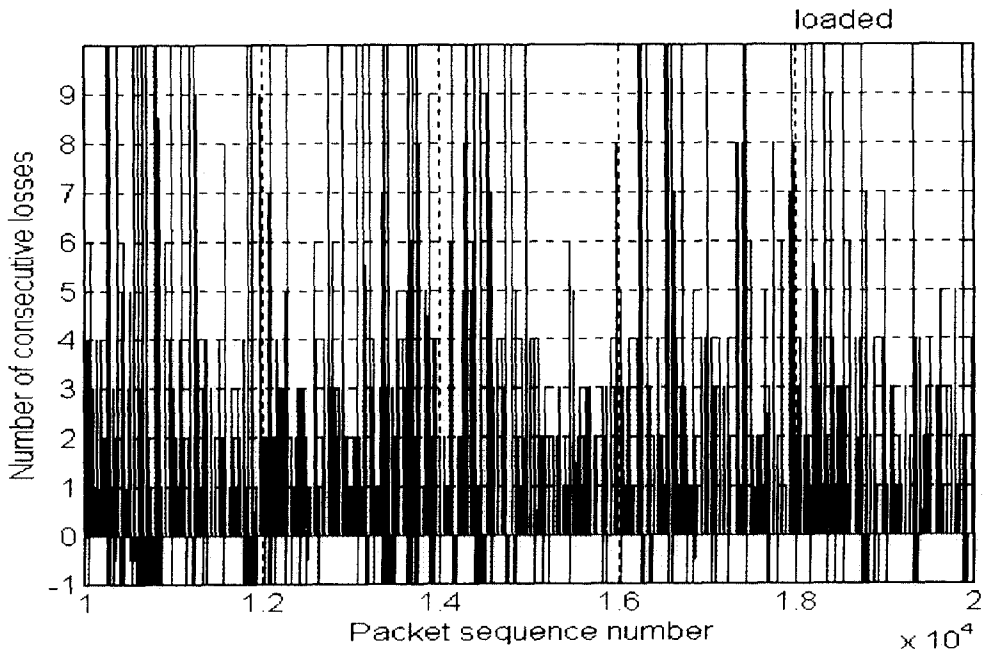


그림 5. 믹서 및 트랜슬레이터 이용예



(a) 부하가 적을 경우



(b) 부하가 많은 경우

그림 6. 한국내 인터넷상의 연속적인 패킷손실 측정

그림 6에서 나타난 바와 같이 만약 패킷손실이 목적지의 수신자가 해독할 수 없을 정도이면 에러제어 메카니즘이 필요하게 된다. 이를 위하여 몇가지 에러 복원 메카니즘이 발표되고 있는데 대표적인 것 중 하나는 Automatic Repeat Request(ARQ) 이고 다른 하나는 Forward Error Correction(FEC) 메카니즘이다 [7]. ARQ 메카니즘은 목적지에서 수신하지 못한 패킷의 재전송을 기반으로 하는 페루프 메카니즘이고 FEC는 손실된 원래의 데이터를 잉여정보로부터 복원하기 위하여 원래의 정보에다 잉여정보를 전송해주는 것을 기반으로 하는 개루프 메카니즘이다. ARQ 메카니즘은 latency가 증가하기 때문에 인터넷상의 오디오 회의같은 실시간 오디오 응용분야에는 이용할 수가 없다. 더군다나 ARQ 메카니즘은 MBONE 같은 멀티캐스트 환경에는 적합하지 못하다.

반면에 FEC 는 latency 의 증가없이 신뢰성을 확보할 수 있는 메카니즘이며 특히 실시간 전송이 반드시 요구되는 응용분야에 있어 매우 중요하다. 하지만 FEC의 패킷손실을 복원하는 능력은 네트 상에서의 패킷손실 과정이 갖는 특성에 의존하게 된다. FEC 메카니즘은 손실된 패킷이 송신지에서 목적지까지 보내진 패킷 스트림 전체에 퍼져 있을 때 즉 패킷손실이 가능한 간헐적으로 발생할 때 더욱 효과를 얻을 수 있다. 실제로 잉여정보 없이 목적지에서 손실된 패킷을 처리하는 방법으로는 손된 패킷을 목적지에서 묵음이나 잠음으로 대체하는 것이며 좀 더 나은 방법으로는 손실된 패킷 바로 전의 패킷으로 복사하여 재

생시키는 방법도 있다. X-OR 연산 혹은 패리티 패킷을 이용하는 단일손실 패킷 복원 메카니즘은 그림 7 과 같은 패리티 패킷 발생장치를 이용하여 구현된다.

이 방법은 n개의 패킷내에 하나의 손실이 생긴 것을 복원할 수 있으며 상대적으로 간단한 방법이지만 1/n 만큼 소스의 전송률을 증가시켜야 하고 손실된 패킷을 재생하기 전에 n 패킷을 받아야하기 때문에 latency를 증가시키는 제한점이 있다.

V. 결 론

본 연구에서는 인터넷상에서 실시간 데이터전송이 적합한 RTP 프로토콜과 실시간 전송시 발생하는 패킷손실 제어 메카니즘을 살펴보았다. 이를 위하여 RTP 의 특성과 패킷구조, RTCP의 구조 및 기능, RTP 의 용용예와 구현되어 있는 톨들을 소개하였다. 특히 실시간 전송 시스템을 구현하여 한국내 인터넷상에서 40여분간의 음악데이터 분량을 전송시켜 본 실험결과, 트래픽이 심하지 않은 경우의 패킷손실은 프랑스 Inria-UCL 등에서 측정된 결과에 거의 일치하였으나 트래픽이 심한 경우는 한국내 인터넷에서의 패킷손실이 더욱 많은 것으로 나타났다. 최소한도의 RTCP 기능만을 부여하면서 실시간 전송이 가능하기 위해서는 기본적인 FEC 알고리즘 이상의 손실된 패킷 복원 알고리즘이 연구되어야 할 것으로 판단된다.

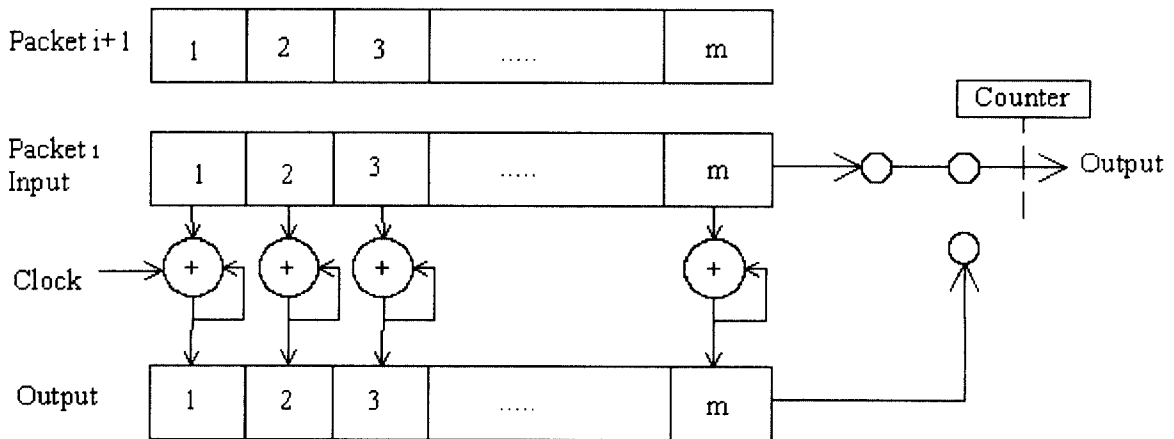


그림 7. 패리티 패킷 발생기

인터넷의 서비스들이 멀티미디어화되어 가고, 동화상이나 음성 등의 실시간 전송이 필요한 서비스가 크게 확대되고 있으나 인터넷은 LAN에 비하여 낮은 전송률과 가변적인 대역폭 특성이 있기 때문에 실시간 데이터의 전송에 많은 제약이 따른다. RTP는 앞으로 인터넷상에서 화상회의를 비롯한 실시간 데이터 전송을 필요로 하는 많은 분야에 기반이 기술이 될 것이다. 따라서, RTP에 대한 이해와 구현 그리고 응용시스템에 관한 연구가 계속 진행되어야 하겠다.



고 대 식

Reference

[1] World Wide Web Consortium, "Real Time Multimedia and the Web," Workshop '96.

[2] H. Schulzrinne, S. Casner, R. Frederick, and V. Jacobson, "RTP: A Transport Protocol for Real-time Applications," RFC 1889, January 1996.

[3] Anup Rao, Rob Lanphier, "Real Time Streaming Protocol(RTSP)," draft-rao-rtsp-00.txt, October 1996.

[4] MBONE FAQ,
<http://www.mbone.com/mbone/mbone.faq.html>

[5] H. Schulzrinne, "RTP Profile for Audio and Video Conferences with Minimal Control," RFC 1890, January 1996.

[6] R. E. Marakby, D. Hutchison "Evaluation of the Real-time Transport Protocol(RTP) for Continuous Media Communications," Proceedings of the 3rd Communications Networks Symposium, Manchester, U.K., 8-9 July, 1996.

[7] H. Schulzrinne,
"http://www.cs.columbia.edu/~hgs/rtp/"

[8] J. C. Bolot, H. Crepin, A. V. Garcia, "Analysis of Audio Packet Loss in the Internet," NOSSDAV' 95.

- 1982년 2월 : 경희대학교 전자공학과 졸업 공학사
- 1987년 8월 : 경희대학원 전자공학과 졸업 공학석사
- 1991년 2월 : 경희대학원 전자공학과 졸업 공학박사
- 1995년 2월 ~ 96년 2월 : 캘리포니아주립대(UCSB) Post-Doc.
- 1989년 9월 ~ 현재 : 목원대학교 전자공학과 부교수