

碩 士 學 位 論 文

畫 像 會 議 를 위 한
멀티미디어 處 理 및 傳 送 技 術



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

濟州大學校 大學院

情 報 工 學 科

李 正 勳

1999年 6月

畫像會議를 위한
멀티미디어 處理 및 傳送 技術

指導教授 金 壯 亨

李 正 勳

이 論文을 工學 碩士學位 論文으로 提出함



李正勳의 工學 碩士學位 論文을 認准함.

審査委員長 _____ 印

委 員 _____ 印

委 員 _____ 印

濟州大學校 大學院

1999年 6月

The multimedia processing and transport technologies for video conference

Jung-Hun Lee

(Supervised by professor Jang-Hyung Kim)

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
MASTER OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF INFORMATION ENGINEERING
GRADUATE SCHOOL
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

1999. 6.

목 차

Summary	i
I. 서 론	1
II. 멀티미디어 처리 및 전송 기술	3
1. 멀티미디어 압축 기술	3
(1) 음성 부호화 기술	3
(2) 화상 부호화 기술	4
2. 멀티미디어 전송 기술	4
(1) 화상회의를 위한 프로토콜 구조	5
(2) IP Multicast	6
(3) 실시간 전송 프로토콜	9
III. 화상 회의 구현 기술	10
1. 화상 압축표준 H.261	10
(1) H.261 알고리즘	11
(2) H.261 구조	12
(3) H.261 전송 제어 기술	14
2. 음성 압축 ADPCM 방식	16
3. 실시간 전송 프로토콜	17
(1) RTP의 구조	17
(2) RTCP의 구조	20
(3) RTP/RTCP	23
4. Mbone	23

IV. 화상회의 및 화상사서함 구축	25
1. 화상회의 시스템 구성	25
(1) 시스템 환경	26
(2) 시스템 구성도	26
(3) 프로그램의 특징	27
(4) 프로그램의 구조	28
(5) 프로그램 흐름도	29
V. 프로그램 시연 및 결과 고찰	35
1. 프로그램 시연	35
2. 결과 고찰	43
VI. 결 론	44
참고문헌	45



SUMMARY

This research is aimed to study audio/video compressing algorithms and transmission quality of video conference programs in use, and it is based on the understanding of RTP, H.261 and ADPCM.

In 1990, internet begins to require real-time multimedia data and it also needs to solve the process of those data. Transmission of real-time multimedia data is not trivial under the best-effort service of today's Internet. The MBone(Multicast Backbone) appears to improve these weak points and that resulted in audio/video broadcasting and virtual network multicast is possible.

Internet users are making an endeavor of building the MBone network and real-time protocol such as RTP, RTCP, sooner or later the appearance of super internet is anticipated.

Equipped with those technology, it is possible to develop video conference and video post-office box programs that guarantee the protection of domestic market and the replacement of import.

Present video conference systems are built with hardware technology for multimedia data compression, but in this, those technology is developed with only software, so it can bring out expense reduction.

I. 서 론

90년대에 들어 인터넷은 정보의 형태가 기존의 단순한 텍스트 위주의 데이터에서 실시간 환경을 요하는 멀티미디어 데이터 형태로 변모하게 되었다. 또한 사용자의 증가와 함께 이들 사용자간의 실시간 적인 상호작용을 필요로 하는 환경이 급속히 대두되었다. 예를 들면, 원격 회의나 다중 멀티미디어 게임 등을 들 수 있다. 따라서 인터넷은 이러한 다양한 멀티미디어 사용자의 요구를 만족하기 위해 새로운 도약이 요구된다.〔MBone-KR,1997〕

WWW이 인터넷 사용자 환경을 천하 통일한 90년대 장본인이라고 한다면, 이와 함께 인터넷상의 다양한 멀티미디어 정보들을 효율적으로 처리하기 위해서는 새로운 하부 구조에 대한 필요성이 요구된다. 즉, 요즘 인터넷의 가장 큰 고민은 다자간 화상회의와 같은 대화형 기능을 포함하는 멀티미디어 데이터의 실시간 전송 보장에 있다.〔MBone-KR,1997〕

기존 인터넷망에서는 이와 같은 실시간 멀티미디어 데이터 처리에 많은 문제점을 안고 있으며, 이를 위해 태어난 것이 차세대 인터넷망으로 불리고 있는 MBone(Multicast Backbone)이다. 이러한 MBone은 인터넷상에서 IP 멀티캐스트를 구현하기 위하여 구축된 가상 망이자 시험 망이다. 가상 망이라고 하는 이유는, 실제 물리적인 망 위에서 터널링이라는 방법을 통하여 가상적으로 멀티캐스트 네트워크를 구축하였기 때문이다. 터널링이란 두 개의 mrouter (multicast router)사이를 가상적인 하나의 경로로 연결시켜 주는 것을 의미한다. 이와 같은 방식을 통해 다자간의 화상회의가 가능하게 되었다.

물론 MBone 망을 사용하지 않고 화상회의용 서버를 구축하여도 화상회의는 가능하다. 최근에 CU-SeeMe, Netmeeting 등 화상회의에 가까운 화상 채팅을 하는 프로그램들이 많이 나오고 있지만 인터넷 방식의 한계로 인해 화질이 떨어지거나 프레임이 적게 나오는 단점을 갖고 있다.

인터넷 화상 회의는 인터넷이라는 범세계적인 컴퓨터 네트워크를 활용하여 지역적으로 멀리 떨어져 있는 사람들이 한 자리에 모인 듯이 공동 작업을 할

수 있도록 하는 것이다. 화상회의는 글자 그대로 카메라를 통해 촬영되는 영상과 마이크를 통해 들리는 음성을 네트워크를 통하여 다른 사람에게 전달하면서 이루어지는 회의이다. 이와 더불어 회의에 관련된 발표 자료나 완성하고자 하는 자료를 참가자들간에 공유하면서 처리하는 기능도 요구된다. 이러한 화상회의가 갖는 장점은 지역적으로 멀리 떨어져 있는 사람들이 한 곳에 모이지 않고도 같이 모여 회의하는 것과 같은 효과를 낼 수 있다는 것이다. 아직 현실적으로 완전하게 회의를 대체할 수 있는 만큼은 되지 못한다. 오디오 데이터, 비디오 데이터를 변환하는 기술이나 이 데이터를 네트워크 상으로 전송하기 위해 변환하는 기술, 수신 측에서 받아서 재생하는 기술 등에서 아직도 해결해야 할 부분들을 가지고 있다.[정제창 번역,1995]

이러한 압축 및 전송기술은 점점 발전하고 있으며 현재 많은 화상회의 시스템에서 IETF(Internet Engineering Task Force)의 권고 안인 H.323 방식을 하드웨어로 개발하여 사용하고 있으며 이 논문에서는 H.323방식 중 화상부분은 H.261 비디오 코덱을, 음성 부분은 G.721 ADPCM 방식을 기본으로 하여 화상회의 및 화상사서함을 구축하였으며, 가상망인 Mbone을 이용하여 압축된 영상과 음성을 실시간 전송과 복원을 하였다. 전송 프로토콜로 RTP/RTCP를 사용한 이유는 개발하기 쉽고, 모든 응용이 공통으로 사용된다는 장점 때문이다. 기존의 화상회의 시스템들이 대부분 멀티미디어 압축을 하드웨어적으로 처리하여 구축하였으나 본 논문에서는 순수 소프트웨어만을 가지고 구축하였으므로 경비의 절감을 가져올 수 있다.

II. 멀티미디어 처리 및 전송 기술

1. 멀티미디어 압축 기술

(1) 음성부호화 기술

전화품질의 음성부호화 표준의 기본은 가정 등에서 통상 사용되고 있는 아날로그의 전화대역(0.3~3.4Khz 대역)음성을 64Kbps 디지털 신호로 부호화 하는 PCM(Pulse Code Modulation) 방식이다. 이 방식은 대역폭과 필터에 의해 음성신호대역을 음성의 주요성분이 포함되는 0.3~3.4kHz로 제한한 후, 나이퀴스트 표본화정리에 의해 두 배 이상의 주파수인 8kHz로 표본화한다. 이 표본치를 8비트로 부호화 하여 64Kbps(8Khz×8비트)의 디지털 신호를 얻는다.

μ 법칙 및 A 법칙을 사용한 64Kbps PCM 방식은, 1972년 당시의 CCITT에 의해 G.711로 표준화되었다. 그 후 LSI 기술의 발전을 바탕으로 통신비용의 절감, 전화·비전화 통신 서비스의 실현 혹은 이동 통신에 있어서의 전파의 효과적 이용 등을 가능케 하기 위해, 64kbps의 1/2인 32kbps 또는 1/4인 16kbps의 비트율에서 전화품질의 음성부호화를 실현하는 표준이 요청되게 되었다.

그래서 32kbps의 비트율로 음성을 부호화 하는 ADPCM 방식인 G.721과 16kbps에 의한 부호화 방식인 LD-CELP라고 불리는 G.728을 제정하였다.

한편 영상회의나 음성회의 등에서는 마이크나 스피커에 의한 고품질 오디오를 사용하여 현장감 있는 음성통신을 수행하는 것이 요망되고, 따라서 전화음성보다 넓은 50Hz에서 7kHz까지의 대역을 갖는 오디오 신호를 종래의 64kbps와 같은 비트율에서 고품질로 부호화 하는 표준인 SB-ADPCM 방식인 G.722로서 표준이 되었다.(정제창 번역, 1995)

본 논문에서는 선로의 속도를 감안하여 ADPCM 방식을 사용하였다.

(2) 화상 부호화 기술

화상 부호화에 혁신을 가져온 요소 기술에는 다음과 같은 것이 있다. 디지털 표현에 있어서 대단히 많은 정보량을 필요로 하는 영상신호의 부호화에는 특히 저비트율이 요구되어 기술개발이 이에 집중되어 왔다.

- ① 프레임 내 DPCM(Differential Pulse Code Modulation; 차분펄스부호변조)
- ② 프레임간 DPCM(조건부 화소보충)
- ③ 움직임보상 프레임간 예측
- ④ 직교변환
- ⑤ 하이브리드 부호화

국제 표준을 살펴보면, 화상회의의 디지털 전송을 위해 조건부 화소보충에 의한 방식이 1984년에 ITU-T 권고 H.120으로 완성되고, 움직임보상 프레임간 예측방식이 1988년에 추가되었다. 이들은 디지털 일차군(1.5 혹은 2Mbps) 전송을 목적으로 하지만 세계단일표준이 아니라는 점과 새로운 부호화 표준인 H.261에 의하여 그 수명이 끝났다고 말할 수 있다. 새로 개발된 방식인 H.261은 움직임 보상 프레임간 부호화와 DCT를 결합한 하이브리드 부호화이다. 하드웨어에 의한 접속 실험을 통해서도 그 효율성이 확인되어 ISDN 화상회의 혹은 화상전화용으로 널리 사용되고 있다. 그 뿐 아니라 하이브리드 부호화는 기술적인 면에서나 작업방식의 면에서 모두 MPEG등의 화상부호화표준의 기초가 되었다.(정제창 번역, 1995)

본 논문에서는 ISDN 표준안인 H.261 방식을 채택하였다.

2. 멀티미디어 전송 기술

인터넷의 근간을 이루고 있는 TCP/IP는 실시간 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해서 여러 가지 문제점을 가지고 있다. 즉, 많은 사람을 대상으로 하는

멀티미디어 서비스를 위해서는 대량의 오디오/비디오 정보를 일정 시간 내에 전송해서 출력해야 하기 때문에 이와 같은 처리를 위한 새로운 프로토콜이 필요하게 되었다.

실시간 전송을 고려한 프로토콜로서는 RTP가 제안되어 있으며, 현재 MBone상에서 실제로 이용되고 있다. 또한 새로운 프로토콜로서는 실시간 서비스를 어느 정도 보장하기 위한 자원 할당을 위한 RSVP가 있으나 아직 널리 쓰이지 않고 있다.

RTP는 UDP 상에 구현된 응용 전송 프로토콜이다. RTP는 통신하는데 일정 시간 내에 전송되어야 할 필요성이 있는 실시간 멀티미디어 정보를 효율적으로 보내기 위한 전송 프로토콜이지만 소프트웨어적으로 구현되는 응용전송 프로토콜이다. RTP는 MBone에서 이용되고 있는데, 기존에는 주로 RTP v1을 이용했으나, 최근에는 RTP v2를 이용하는 응용소프트웨어들이 개발되고 있다.

인코딩된 멀티미디어 정보는 전송되기 전에 이 RTP 프로토콜에 맞게 변경된다. RTP를 이용하는데 있어 다양한 제어기능을 제공하기 위하여 별도의 프로토콜이 있는데, 그것이 바로 RTCP이다. RTP가 데이터 전송에만 관계하는데 비해, RTCP는 데이터 전송을 모니터링하고 세션에 관련된 정보를 주고받는데 이용된다. RTCP를 통해서 MBone에 연결된 호스트의 응용소프트웨어에 제어정보를 전송함으로써 트래픽 변화에 따른 환경 재 설정과 관리와 같은 기능이 가능하도록 한다.

(1) 화상 회의를 위한 프로토콜 구조

fig.2-1은 화상 회의 스택을 나타낸다. 화상 회의 데이터들은 RTP 패킷에 의해 UDP를 이용하여 네트워크 상으로 전달된다.(MBone-KR,1997)

- SDP : Session Description Protocol
- SIP : Session Invitation Protocol
- HTTP : HyperText Transfer Protocol
- RSVP : Resource ReSerVation Protocol
- RTSP : Real-Time Stream Protocol

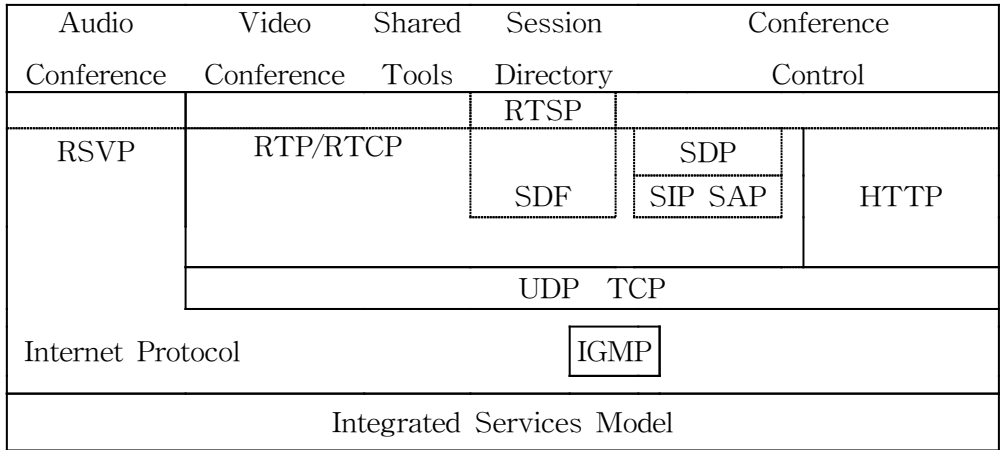


Fig.2-1 Video Conference Stack

- SDF : Session Description File
- SAP : Session Announcement Protocol
- RTP : Real-time Transport Protocol
- RTCP : RTP Control Protocol
- UDP : User Datagram Protocol
- TCP : Transmission Control Protocol
- IGMP : Internet Group Management Protocol

(2) IP Multicast

IP는 통신에 사용되는 네트워크 계층의 프로토콜 중 대표적인 것이다. 지금은 버전 4가 사용되고 있다. IP가 가진 역할은 네트워크 계층이 제공하는 역할과 일치한다. 네트워크 계층의 주요 역할은 하위 계층의 서비스를 이용하여 양쪽의 시스템 사이에 데이터 전송이나 중계를 하는 것이다. 네트워크 계층의 하위에 위치한 데이터 링크 계층은 같은 회선에 접속되어 있는 두 노드사이의 데이터 전송을 수행한다. 이에 비해, 네트워크 계층에서는 같은 회선에 접속되어 있지 않은 두 노드사이에도 데이터 전송을 할 수 있다.

IP 멀티캐스트는 1989년 미국 Stanford 대학의 Steve Aering에 의해

서 제안되고 구현된 것인데, 논문과 인터넷 기술문서로만 남고 잘 활용되지 못하는 상태였다. 그러다가 1992년에 IETF 회의를 중계하기 위해 Mbone을 구성하게 되었고 IP Multicast가 실제 사용되기 시작하였다. IP Multicast가 갖는 가장 큰 특징은 메시지 송신자 입장에서 여러 수신자에게 한 번에 메시지를 전송할 수 있다는 점이다. 그리고, 특별한 다른 방법을 사용하지 않고서는 수신자들이 누구인지 알 수 없다. 즉, 방송국에서 방송을 내보낼 때 수신자들이 누구인지 모르는 상태에서 전파를 내보내고 TV 수신기나 라디오 수신기를 가진 수신자들이 이 전파를 받는 것과 같은 방법이다. 그런데 문제는 IP Multicast 수신자들이 전체 네트워크 상에 뿌려지므로 네트워크의 대역폭을 낭비하고 다른 네트워크 응용 프로그램들도 제대로 운영하지 못하는 문제를 발생시킨다. 인터넷상의 멀티캐스트 전송을 지원하는 Mbone을 이해하기 위해 그 기술적 기반이 되는 IP Multicasting에 대해 살펴보자. 멀티캐스트 전송이 일반적인 유니캐스트 인터넷 응용 분야와 다른 점은 우선 그 전송 패킷에 있다.

일반적으로 TCP/IP상의 유니캐스트 인터넷 응용 프로그램은 데이터의 송신자가 이를 수신할 수신자의 인터넷 주소(IP Address)를 알고, 수신자 주소를 전송 패킷의 헤더에 표시해 패킷을 전송한다. 이러한 패킷이 올바른 수신자에게 전달되기 위해서는 인터넷상의 많은 라우터가 패킷의 헤더를 보고 전송 경로를 결정하게 된다. 이와 같이 패킷의 송신자가 수신자의 주소를 표시해 패킷을 전송하는 방식을 source-oriented 전송 방식이라 한다. 그러나 멀티캐스트 전송을 위한 패킷은 그 구성이 조금 다르다. 패킷의 송신자는 그 헤더에 수신자의 주소 대신, 수신자들이 참여하고 있는 그룹 주소를 표시하여 패킷을 전송한다. 멀티캐스트 전송을 위한 그룹 주소는 D-class IP 주소(224.0.0.0 ~ 239.255.255.255)로, 전세계 개개의 인터넷 호스트를 나타내는 A,B,C - class IP 주소와는 달리 실제의 호스트를 나타내는 주소가 아니다. 따라서 이와 같은 멀티캐스트 패킷을 전송 받은 수신자는 자신이 패킷의 어느 그룹에 속해 있는가를 판단해 패킷의 수용 여부를 결정하게 된다. 이러한 전송 방식을 receiver-oriented 전송 방식이라 한다. 멀티캐스트를 위한 Mbone은 이와 같이 receiver-oriented 전송 방식의 IP Multicast 원리를 그 기반으로 하고 있다. 표 1은 IETF에서 IP 멀티캐스트 주소를 그 사용 범위에 따라 할

당하여 권고한 것이다. 일반 사용자들은 할당이 안된 주소를 임의로 사용하면 된다.(MBone-KR, 1997)

IP Multicast 주소	할당된 내용
224.0.0.0	예약됨
224.0.0.1	현재의 subnet상의 모든 시스템
224.0.0.2	현재의 subnet상의 모든 라우터
224.0.0.3	할당할 수 없음
224.0.0.4	DVMRP Routers
224.0.0.5	OSPF/IGMP OSPF/IGMP All Routers
224.0.0.6	OSPF/IGMP OSPF/IGMP Designed Routers
224.0.0.7	ST Routers
224.0.0.8	ST Hosts
224.0.0.9	RIP2 Routers
224.0.0.10~224.0.0.255	할당할 수 없음
224.0.1.0	VMTP Manage Group
224.0.1.1	NTP Network Time Protocol
224.0.1.2	SIG-DOGFIGTH
224.0.1.3	RWHO
224.0.1.4	VNP
224.0.1.5	Artificial Horizons-Aviator
224.0.1.6	NSS-Name Service Server
224.0.1.7	Audio News-Audio News Multicast
224.0.1.8	SUN NIS 정보 서비스
224.0.1.9	MTP 멀티캐스트 전송 서비스
224.0.1.10~224.0.1.255	할당할 수 없음

표 1 멀티캐스트 주소에 따른 할당 내용

(3) 실시간 전송 프로토콜(RTP)

양방향의 음성 및 화상과 같은 실시간 특성을 가진 자료를 실시간으로 전송할 수 있는 특징을 가진 실시간 전송 프로토콜(RTP)은 다수의 인원이 참여하는 화상회의 시스템에 적합하다.

RTP는 크게 두 부분으로 정의할 수 있다.

- RTP는 실시간 특성을 가진 데이터를 전송하고
- RTCP는 서비스 품질(QoS)을 모니터하고 참가하는 세션의 정보를 전달한다.

RTP는 멀티캐스트나 유니캐스트 네트워크 기반 위에서 실시간 데이터나 오디오, 비디오 또는 시뮬레이션 데이터를 전송하는 응용에 적합한 종단간 네트워크 전송 기능을 제공한다. 그러나 RTP는 자원예약에 대한 내용은 다루지 않으며 특히 즉시데이터전송(timely delivery), QoS 보장, 뒤바뀐 순서 전송방지와 같은 기능을 제공하지 않는다. 따라서 전송의 의미는 실시간 데이터의 특성에 중점을 두어 제정한 표준이라고 할 수 있다. 위에서 보았듯이 RTP 패킷은 UDP를 이용하여 전달된다.

RTP 계층이 기존의 TCP/UDP를 포괄하는 것이 실질적인 RTP이다. ICMP에 대칭되어 데이터 전송을 보장하고 흐름을 제어하는 것을 RTCP라 한다. RTP 설계시 가장 중요한 오디오 데이터와 비디오 데이터를 구분하기 위해서 payload를 포함하도록 하는 부분을 두며 가장 중요한 타임스탬프(timestamp)를 붙여서 MD-5 알고리즘을 이용하여 순차번호(Sequence Number)를 추출한다.

RFC 문서에 따라 UDP 위에서 작동하는 것이 현재로서는 가장 이상적인 방법으로 제시되어 있다. RTP와 UDP 역할을 분담하여 UDP가 지원하는 다중화와 체크섬을 담당하게 함으로 동작하는 응용기술을 사용한다. RTP는 하부 네트워크 즉 UDP에 따른 IP 멀티캐스팅을 이용하여 여러 개의 목적지로 데이터를 전송한다. 시간에 따른 배달을 확보하는 어떠한 메커니즘이나 서비스 품질(QoS) 보증을 제공하지는 못하지만 하위 계층의 서비스에서 제공할 수 있다. RTP에서 비디오 자료 전송은 순서에 따라 비디오 데이터를 해독 변환을 하는 것은 아니다. 패킷의 순서에 따라 결정되어지는 순차번호에 따라 처리한다.(Network working Group, 1996)

Ⅲ. 화상회의 구현 기술

1. 화상 압축표준 H.261

H.261은 NTT, KDD, AT&T, 프랑스 텔레콤, 브리티시 텔레콤등 세계적 전기통신사업자가 중심이 되어, 통신방식의 국제표준을 규격화하는 ITU에 설치된 전문가회의에서 심의되고 1990년 12월에 권고로 승인된 것이다. H.261은 현행 TV의 카메라 신호를 그 전제로 한다. 전송속도가 약 40Kbps ~ 2Mbps로 한정되었기 때문에 방송품질을 확보하기는 불가능할 것으로 예상되었다. 그래서, 미·일 방식의 NTSC나 유럽방식인 PAL 사양의 카메라 신호가 가진 해상도(각각 720화소×240라인×60필드 및 720화소×288라인×50필드)를 미리 줄인 공통중간포맷으로 하기로 결정했는데, “CIF(Common Intermediate Format)”라고 불리는 것으로 352화소×288라인에 최대 30 프레임/초로 결정되었다. 이 CIF 화면은 다시 16×16의 정방형화소블럭으로 분할해서 처리하도록 되어 있다. 구체적으로 가로 22개, 세로 18개씩 합계 396개의 매크로블럭(MB : Macroblock)단위로 부호화 한다.

부호화방식의 기본 개념은 다음과 같다.

① 매크로블럭(16×16화소) 휘도 신호에 대해 움직임보상에 의한 시간적 정보압축(프레임간 예측)을 행한다.

② 매크로블럭을 8×8 화소의 블럭으로 세분하고 DCT에 의한 공간적 정보압축을 행함. DCT 연산의 대상은 휘도 신호 블럭 네 개와 색차신호 블럭 두 개다. 단, 색 정보에 대해서는 인간의 시감도가 휘도에 비해 민감하지 않기 때문에 수평·수직방향 모두 반으로 줄인다.

③ 움직임보상 프레임간 예측과 DCT에 의한 부호화정보의 발생확률의 편중을 이용해서 허프만부호에 기초한 가변장부호화(엔트로피부호화)를 행한다.

④ DCT 계수의 양자화제어에 의해 전체부호 발생량을 제어한다.

(1) H.261 알고리즘

영상신호는 일반적으로 압축할 수 있는 정보를 많이 갖고 있다. 즉, 어떤 화소의 신호값은 인접한 신호값과 높은 상관도가 있는데, 이 공간방향의 정보를 삭감하는 것이 '직교변환'이고 시간방향의 정보를 삭감하는 것이 '프레임간 예측'이다. 또 이들 직교변환과 프레임간 예측을 결합한 '하이브리드 부호화'라고 불리는 정통수법이 H.261 알고리즘의 기본이 되고 있다.

H.261에서는 직교변환으로서 DCT(Discrete Cosine Transform), 프레임간 예측으로서 움직임보상 프레임간 예측이 각각 채택되고 있다. Fig.3-1과 Fig.3-2은 비디오 코덱을 나타낸 것이다. 표준으로 정해진 부분은 정보원복호와 정보원부호기 중 국부복호기, 데이터 구조를 규정하는 비디오 신호 다중화부호기·복호기, 비트열을 규정하는 전송부호기·복호기 등이 있다. (정제창 번역, 1995)



Fig.3-1 H.261 encoder

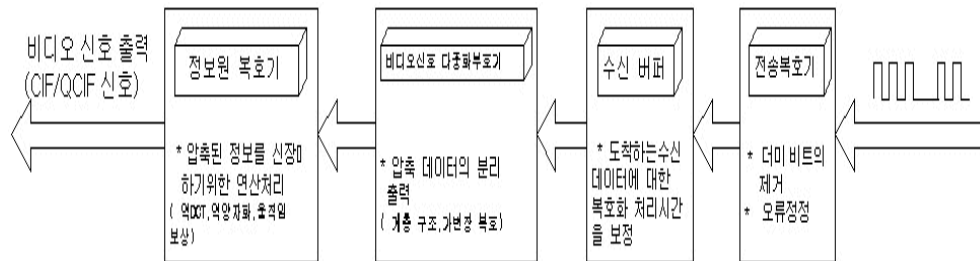


Fig.3-2 H.261 decoder

(2) H.261 구조

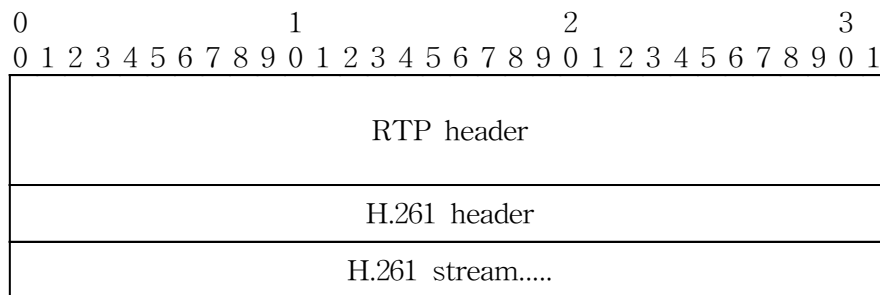
H.261 정보는 RTP 프로토콜내의 페이로드 데이터(payload data)와 같이 전송된다. RTP 헤더의 필드는 다음과 같다.(ITU-T, 1996)

- 페이로드(payload) 형태는 H.261 페이로드 포맷에 기술되어 있다.
- RTP timestamp 인코딩은 첫 번째 비디오 이미지의 샘플 순간에 RTP 데이터 패킷에 포함된다. 만약 비디오 이미지가 하나의 패킷보다 더 차지한다면, 그것을 포함하는 모든 패킷의 timestamp는 같다. 다른 비디오 이미지로부터의 패킷은 프레임을 구분하기 위해 다른 timestamp를 가진다. H.261 비디오 스트림을 위한 RTP timestamp는 90kHz 클럭을 기본으로 한다. 이 클럭률은 H.261 프레임률의 배수이다(즉, 30000/1001 또는 대략 29.97 Hz). 그렇게, 각각의 프레임 타임을 위하여, 클럭은 오로지 배수로 증가하고, 이것의 timestamp를 계산하여 부정확한 데이터를 제거한다. 게다가, 암호화된 것에 대한 수정을 더욱 어렵게 하기 위해, timestamp의 초기 값을 랜덤하게 한다.



- RTP 헤더의 marker 비트는 비디오 프레임의 마지막 패킷에 1로 정의한다.

RTP header 뒤에 오는 H.261 데이터 구조



H.261 헤더 구조의 정의

0			1						2					3								
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	
SBIT			EBIT			I	V	GOBN				MBAP			QUANT			HMVD			VMVD	

- Start bit position (SBIT): 3 bits
첫 번째 데이터 옥테트에서는 무시되는 가장 중요한 비트의 수
- End bit position (EBIT): 3 bits
마지막 데이터 옥테트에서 무시되는 가장 중요한 비트의 수
- INTRA-frame encoded data (I): 1 bit
1로 표시된다면 이 스트림은 오로지 INTRA-프레임 코드된 블록들을 포함한다. 0으로 표시된다면 이 스트림이 INTRA-프레임 코드된 블록을 포함 또는 포함하지 않을 수도 있다.
- Motion Vector flag (V): 1 bit
모션 벡터가 0으로 표시된다면 이 스트림은 사용하지 않는다. 모션 벡터가 1로 표시되었다면 이 스트림을 사용 또는 사용하지 않을 수도 있다.
- GOB number (GOBN): 4 bits
인코더된 GOB수의 수는 사실상 패킷의 시작이다. 0으로 표시된다면 GOB 헤더가 포함된 패킷의 시작이다.
- Macroblock address predictor (MBAP): 5 bits
Macroblock 주소를 예측한다(즉, 마지막 MBA는 이전 패킷에 따라 변환된다). 이 예측기 범위는 0-32이다(유효한 MBA들은 1-33을 예측한다), 그러나 비트 스트림은 GOB 헤더와 MB 1 사이는 분리하지 않기 때문에, 패킷의 시작 예측은 결코 0이 될 수 없다. 그 결과, 1-32 범위 안에서 5비트를 맞히는 성향이 있다. 예로, MBAP가 0이다. 예측된 MAB 값은 1이다. 0으로 표시되었다면 패킷은 GOB 헤더를 시작한다.
- Quantizer (QUANT): 5 bits
양자화 값(MQUANT or GQUANT)은 이전 결과에 대한 이 패킷의 시작이다. 0으로 표시되었다면 패킷은 GOB 헤더를 시작한다.

- Horizontal motion vector data (HMVD): 5 bits

수평 모션 벡터 데이터(HMVD)를 가리킨다. V 플래그가 0이거나, 패킷의 GOB 헤더와 함께 시작하거나, 이전 패킷에서 부호화된 마지막 MB의 MTYPE이 MC가 아닐 때 0으로 표시된다. HMVD는 2의 보수처럼 부호화된다. 그리고 '10000'에 대응되는 값 -16은 금지된다(모션 벡터 필드 범위는 +15에서 -15이다).

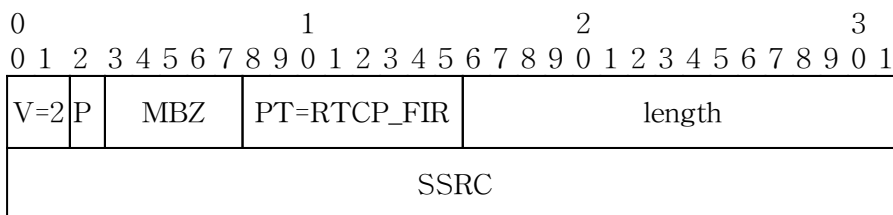
- Vertical motion vector data (VMVD): 5 bits

수직 모션 벡터 데이터(VMVD)를 가리킨다. V 플래그는 0이거나, 패킷이 GOB 헤더와 함께 시작하거나, 이전의 패킷에서 부호화된 마지막 MB의 MTYPE가 MC가 아닐 때 0으로 표시된다. VMVD는 2의 보수처럼 부호화된다. 그리고 '10000'에 대응되는 값 -16은 금지된다(모션 벡터 필드 범위는 +15에서 -15이다).

I 와 V 플래그는 지시 플래그임을 암시한다. 즉, 그것들은 비트 스트림으로부터 추정할 수 있다. 그것들은 복호기가 이들 지시가 비트 스트림이 복호되기 전에 제공되지 않으면 가능하지 않은 최적화를 만드는 것을 허락하기 위해 포함된다. 그러므로, 이들 비트들은 스트림이 지속되는 동안 변하지 않는다. 적절한 실행은 항상 V=1과 I=0으로 표시된다.

(3) H.261 전송 제어 기술

H.261 제어 패킷 정의



이 패킷은 수신기가 전체 이미지 복호화의 시작 또는 이미지를 재보급하고 손실 패킷의 빠른 복구를 위하여 완전한 부호화된 이미지 요구를 나타낸다. 수

신기는 완전한 "INTRA- frame" 부호화 방법에서 다음 이미지의 소스를 요구한다. 즉, 차등 부호화를 사용하지 않는다. SSRC는 이 패킷의 송신자를 위한 동기화소스 식별자이다. 패킷형태(PT) 식별자의 값은 RTCP_FIR(192) 상수이다.

- NACK(Negative ACKnowledgements) 패킷 구조

0		1								2								3																					
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V=2		P		MBZ				PT=RTCP_NACK								length																							
								K																															
SSRC																																							
FSN																BLP																							

변수 필드 T, P, PT, length 그리고 SSRC는 RTP 설명서에 정의되어있다. 패킷 형태(PT) 식별자의 값은 RTCP_NACK(193) 상수이다. SSRC는 이 패킷의 송신자를 위한 동기화 소스 식별자이다.

두 개의 남아있는 필드는 다음과 같다.

- First Sequence Number(FSN) : 16 bits

손실된 첫 번째 sequence number를 의미한다.

- Bitmask of following lost packets(BLP) : 16 bits

만약 대응되는 패킷이 손실되면 비트가 1로 표시되고 다른 경우는 0이 된다. BLP는 NACKed(FSN 필드를 사용)인 것을 잃어버리면 오로지 0으로 표시된다. BLP는 손실된 패킷이 FSN에 대응되고 패킷 손실이면 0x00001로 표시된다.

2. 음성 압축 ADPCM (G.721) 방식

원고 G.721 ADPCM(Adaptive Differential PCM : 적응차분 PCM)은 인접한 표본값간의 상관성이 강한 점을 이용해서, 입력신호와 예측과의 차분(증감분)을 취해 이것을 양자화 함으로써 용장성을 억압(비트율 감소)한다. 즉, 8kHz 주기에서 표본화치의 차분신호를 4비트로 양자화 함으로써 32kbps(8kHz×4)의 비트율로 부호화 한다. ADPCM 부호기에서는 입력신호인 μ 법칙 또는 A 법칙의 64kbps PCM을 직선 PCM 신호로 변환하여 이 신호에서 예측신호를 빼서 차분신호를 얻는다. 차분신호의 양자화에는 15레벨의 적응양자화기가 사용되고 각 양자화 레벨에는 4비트의 부호가 할당된다. 이 양자화기의 출력신호가 곧 부호기의 출력신호가 된다. 차분신호의 양자화에 15레벨의 양자화기를 쓰는 이유는, 4비트가 모두 0이 되는 부호화신호가 발생하지 않도록 함으로써, 모든 것이 0인 부호는 전송할 수 없는 전송방식에 대해서도 이 ADPCM 표준을 적용할 수 있게 하기 위해서이다. 양자화기의 출력신호는 15레벨의 적응 역양자화기에 입력되어 양자화차분신호가 얻어진다. 이 신호와 하나 전의 예측신호를 가산해서 얻어지는 국부복호신호를 써서, 적응 예측기에 있어서 입력신호에 대한 예측치를 구할 수 있게 된다.(정제창 번역, 1995)

ADPCM 복호기에서는 우선 입력신호인 4비트의 ADPCM 부호화신호가 15레벨의 적응 역양자화에 의해서 차분신호로 변환된다. 적응 예측기에서는 이 차분신호화 한 샘플 전의 복호신호를 써서 예측신호를 구할 수 있고, 더욱이 차분신호와 가산함으로써 복호신호를 얻을 수 있다.

32kbps ADPCM 표준의 비트열은 4비트의 한 부호화 워드가 순서대로 출력된다. 이 4비트의 최초의 비트가 MSB(Most Significant Bit ; 최상위 비트)이고 마지막 비트가 LSB(Least Significant Bit ; 최하위 비트)이다.

ADPCM은 과거 입력신호에 의한 예측시의 오차를 최소로 하도록 예측계수를 결정하는 적응 예측기를 사용하고 있다. 이 예측기는 영 예측기와 극 예측기를 종속 접속한 구성으로, 전송로 부호오류에 강하고 여러 가지 종류의 입력신호에 대해 뛰어난 예측성능을 가지고 있다. 또, 차분신호의 양자화에는, 비

선형의 양자화특성을 갖고 그 양자화 폭이 입력신호의 전력에 따라 변화하는 적응양자화기를 쓴다.

이 적응양자화기는, 음성의 급격한 변화까지도 따라잡을 수 있는데, 이와 같은 성질은 모뎀 신호에 대해서는 바람직하지 않다. 따라서, 입력신호가 음성인지 모뎀 신호인지를 검출하여 양자화 폭의 적응속도를 제어하고 모뎀 신호에 대해서는 이 적응속도를 일시적으로 고정시켜 부호화특성의 향상을 도모한다.

기존의 64kbps PCM 표준을 적용한 통신망의 몇몇 구간에 32kbps ADPCM 표준을 도입할 경우, 64kbps PCM과 32kbps ADPCM과의 상호변환이 여러 번 반복되는 경우가 생긴다. 이와 같은 경우 보통의 ADPCM에서는 양자화잡음이 누적되어 열화 된다. 그러나 표준방식은 이와 같은 상호변환을 몇 번 반복하더라도 특성이 열화되지 않도록 하는 동기 탠덤 기능을 가지고 있다. 구체적으로는, 복호기에서 PCM 신호를 재생할 때 다음 ADPCM 부호기로 차분신호를 양자화하는 과정을 사전에 모의 실시하여, 거기서도 동일한 양자화 레벨이 얻어지도록 복호기에서 출력하는 PCM신호의 양자화 레벨을 PCM레벨 그대로와 ± 1 레벨의 세 가지 중에서 선택한다. 32kbps ADPCM 표준은 64kbps PCM 표준과 비교하여 거의 동등한 음성품질을 얻을 수 있고 4800bps의 모드 신호를 전송할 수 있다. 이 표준은 디지털 전용선 등 고능률 통신을 수행하는 부호화장치나 기억용량의 증대를 도모하기 위한 음성축적장치 등에 적용되고 있다.

3. 실시간전송프로토콜(RTP)

(1) 실시간전송프로토콜(RTP)의 구조

인코딩된 데이터를 RTP에 사용하기 위해서는 패킷화가 필요하다. 일반 데이터를 발생하는 최종 단말에서 RTP 패킷이 만들어진다.

H.261 방식의 트랜스미터 시스템에서 생성된 하나의 멀티미디어 데이터를

받아서 패킷화를 하도록 설계하였다.

RFC 1889에 명시된 RTP 헤더의 구조는 Fig.3-3와 같다.

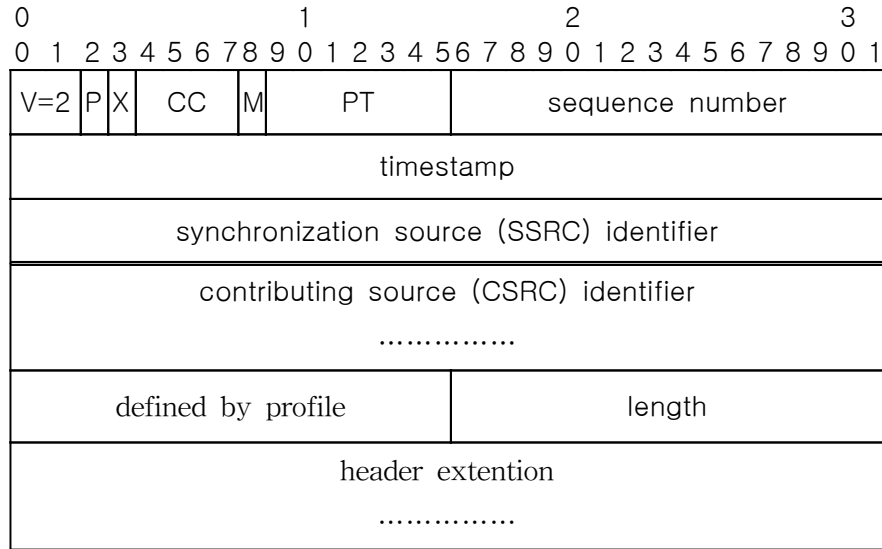


Fig.3-3 RTP Header

 제주대학교 중앙도서관
 JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

- Version (V) : 2 bits

RTP의 버전을 의미하며 버전 2를 사용하므로 V=2로 설정하였다.

- Padding (P) : 1 bit

패딩 비트(P)가 set 되면, payload 부분이 아닌 패딩 옥테트들이 패킷의 끝에 하나 또는 더 많이 포함되는 것을 의미한다. 패딩은 고정블럭 크기를 갖는 약간의 암호화 알고리즘을 필요로 할 것이나 lower-layer 프로토콜 데이터 unit내의 몇 개의 RTP 패킷을 전송한다.

- Extension (X) : 1 bit

Extension(X) 비트가 set되면, 정확하게 한 개의 확장헤더가 고정 헤더 다음에 온다는 것을 가리킨다. 확장이 필요한 경우 사용한다.

- CSRC count (CC) : 4 bits

하나의 패킷에 CSRC(Contributing source)가 몇 개인가를 결정한다.

- Payload type(PT) : 7bits

RTP payload의 포맷을 의미하고 어플리케이션에 의해 해석된다. 이 정보는 RTCP 모듈로 보내어서 RTCP FMT 컨트롤 패킷을 보낼 때 참조하도록 하여야한다. 또한 해독 시에도 이 필드를 해석하여서 실제로 이용하게 한다.

- Sequence number : 16 bits

이 번호는 랜덤하게 초기 값을 설정한 후에 하나의 패킷을 보낼 때마다 1씩 증가시키고 수신 측은 패킷 손실을 검출하고 패킷 순서를 재구성하는데 사용한다. Transmitter class를 사용하여 순차번호를 관리하도록 했다. RTP를 설계하고 제작하는 측면에서 순차번호와 다음에 설명하는 timestamp는 중요한 역할을 수행한다.

- Timestamp : 32bits

Timestamp는 RTP 데이터 패킷의 첫 번째 옥테트가 샘플링된 순간을 나타낸다. 이 부분은 디코딩하는 부분에서 실시간 프로토콜의 핵심적 역할을 수행한다. 그러나 정확한 비율로 처리를 하는 것은 힘들다. 이것은 컴퓨터 내부의 수정발진기가 시간이 지남에 따라 약간씩 오차가 생기기 때문이다. 초기 값은 랜덤하게 주어진다.

- SSRC : 32 bits

SSRC는 동기화 소스를 의미한다. 식별자(Identifier)는 랜덤하게 선택된다. 동일한 SSRC 식별자는 같은 RTP 세션 내에서 두 개의 동기화 소스를 가지지 못함을 의미한다.

한 단말에서 받은 RTP 패킷의 헤더 필드에 자신과 같은 SSRC값을 가지고 있다면 즉시 초기에 SSRC 번호를 구한 방법과 동일한 방법으로 이 값을 구하고 이를 송신하는 패킷 헤더에 넣는다. 물론 파이프를 통해 RTCP 객체에 이 정보를 전달한다.

만약 CSRC와 RTP level의 bridge가 다른 경우도 있을 수 있다. 예를 들어서 하나의 단말에서 화상(음성)을 받아들여서 이를 다른 단말로 보낸 다음에 여기서 RTP 패킷으로 만드는 경우이다.

- CSRC list : 0 to 15 items, 각 32 bits

CSRC list 식별자들은 패킷내 payload에 포함되는 소스를 나타낸다. 식별자들의 수는 CC 필드에 의해 주어진다. 만약 15개 이상의 소스가 주어지면

단지 15개만 사용 할 수 있다. CSRC 식별자는 믹서에 의해 넣어지고, SSRC 식별자의 소스를 구성하는데 사용된다. 예로, SSRC 식별자의 모든 소스들 중 오디오 패킷들은 혼합되어 생성된 패킷의 리스트로, 수신 측에서 정확한 말하는 사람을 알 수 있다.

이런 RTP 멀티캐스팅을 위해서는 Mbone 기반에서 IP 주소 중 D class 를 사용한다.

(2) 실시간 전송 제어 프로토콜(RTCP)의 구조

RTCP는 SR 패킷과 RR 패킷으로 구분되어 사용된다.

RR 패킷은 수신 측에서 디코딩해야 하는 부분이 된다. RTP보다 실질적으로 멀티캐스트를 관리하는 것은 RTCP이다. 이미 언급한 사실이지만 IP 멀티캐스팅을 지원해야 한다.

RTCP는 SR, RR, SDES, BYE, APP의 구조체를 지원하도록 설계되었다. 이러한 각 구조체가 하나의 RTCP 패킷 정보를 구성한다. RTCP 패킷은 RTP 패킷이 전달되는 방법과 같은 방법으로 세션의 모든 참가자에게 전달되며, 하위계층은 이러한 데이터나 제어 패킷을 보내기 위한 멀티캐스트 기능을 제공해 주어야한다. RTCP 패킷은 주기적으로 특정 수신자에게 보낸 패킷 수, ROUND-TRIP 지연시간, 지터 등의 정보와 자신의 본명, E-Mail 주소, 메시지 등의 정보도 RTCP 패킷에 실어서 보낸다. 이러한 제어 패킷을 보내는 주기는 세션의 참가자가 많을수록 자주 보내야 한다.

① SR

- active sender들이 자신의 송수신에 대한 통계 정보를 알리는 데 사용한다.

RTCP 패킷의 송신 구조

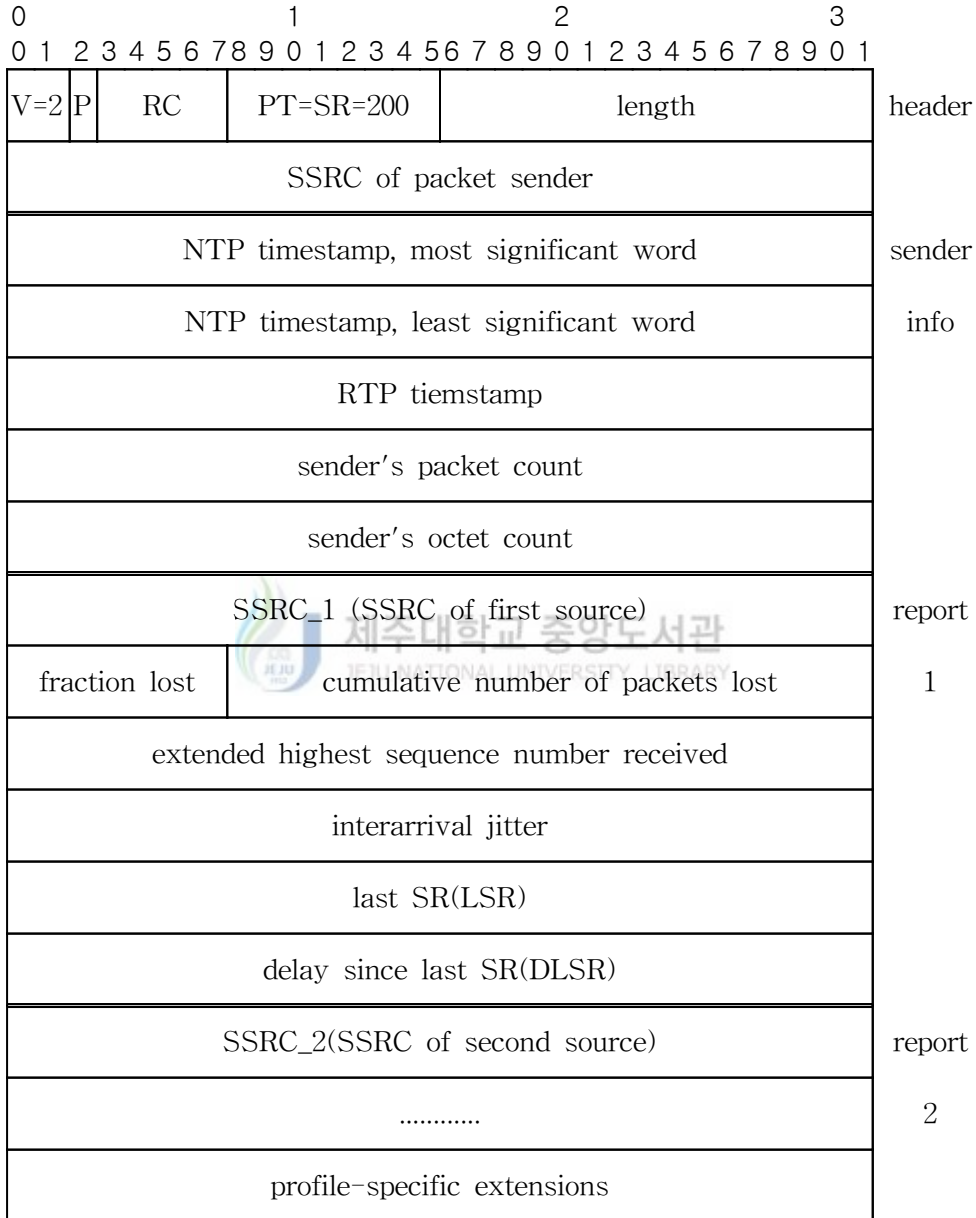


Fig.3-4 Structure of RTCP Packet Transmission

② RR

- active sender가 아닌 참여자들이 자신의 송수신에 대한 통계 정보를 알리는 데 사용한다.

RTCP 패킷의 수신 구조

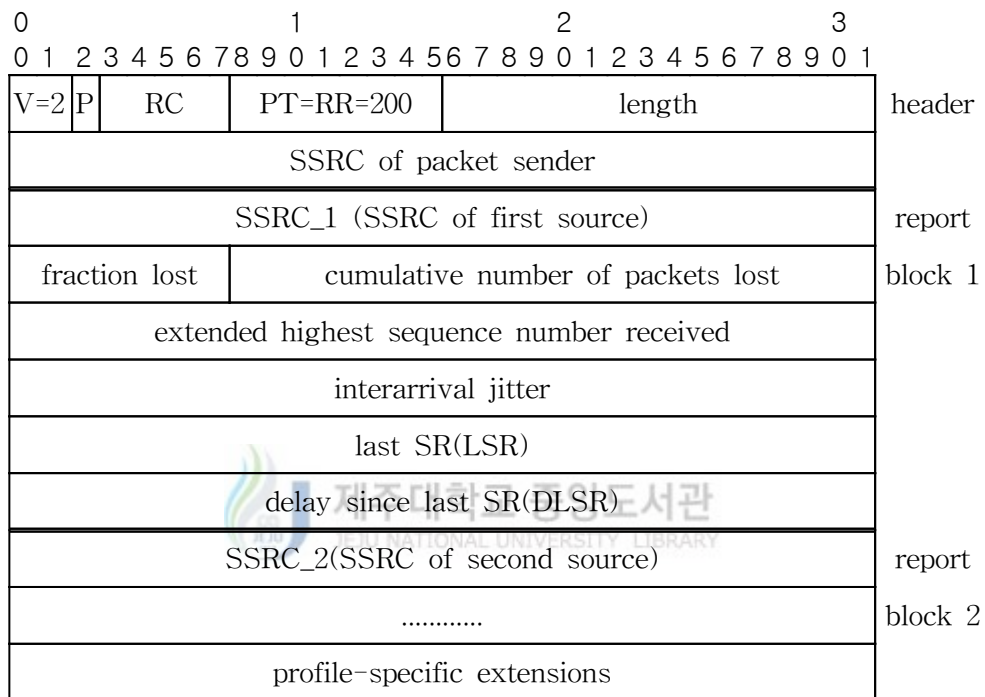


Fig.3-5 Structure of RTCP Packet

③ SDES

- CNAME를 포함하며 소스 이름을 기술하는데 사용한다.

④ BYE

- RTP session에 빠져나올 때 사용한다.

⑤ APP

- 새로운 응용 또는 새로운 기능을 시험할 때 그 응용의 한정된 기능을 지정하는데 사용한다.

(3) RTP/RTCP

RTP/RTCP는 모든 실시간 응용에 완전하게 만족하지는 않는다. 단지 모든 실시간 응용에 공통적인 사항만을 추출한 것이다.

RTP/RTCP에서는 RTP와 통신하는 참여자 집합간의 관계를 RTP session이라 정의한다. 이때 session은 destination transport address의 쌍을 말한다. 또한 destination transport address는 한 개의 네트워크 address(multicast IP address + UDP port), RTP 포트, RTCP 포트로 구성된다.

즉, RTP와 RTCP는 다른 UDP 포트를 사용하고 RTP는 짝수, RTCP는 홀수의 쌍으로 사용한다. 이때 각 payload 타입마다 RTP와 RTCP는 독립적으로 사용된다.

4. Mbone



MBone이란 인터넷상에서 IP 멀티캐스트를 구현하기 위하여 구축된 가상망이자 시험망이다. 가상망이라고 하는 이유는, 실제 물리적인 망위에서 터널링이라는 방법을 통해 가상적으로 멀티캐스트 네트워크를 구축하였기 때문이다. 터널링이란 두 개의 mrouter(multicast router)사이를 가상적인 하나의 경로로 연결시켜 주는 것을 의미한다. 이는 인터넷 상의 모든 라우터들이 IP 멀티캐스트를 지원하지는 않기 때문이다. MBone은 Ethernet과 같은 LAN처럼 멀티캐스트를 지원하는 네트워크들과 이들을 연결하는 터널(Tunnel)이라고 불리우는 점대점(Point - to - Point)

링크로 이루어진다. 터널의 끝은 보통 "mrouter"라고 불리우는 멀티캐스트 Routing Daemon을 돌리는 워크스테이션이다. IP 멀티캐스트 패킷은 터널로 보내어질 때 보통의 Unicast IP 패킷에 의해 Encapsulate 된다. 이 패킷이 터널의 종단에 있는 멀티캐스트 라우터에 수신되면 헤더가 제거된 후 멀티

캐스팅이 이루어진다.

MBone은 메쉬와 스타형태의 조합에 의해 이루어진다. 인터넷의 백본 및 지역 망의 Mouted 머신들을 중심으로 연결된 터널은 메쉬 형태로 연결된다. 터널들은 장애를 극복하기 위해 연결이 중복되어 있다.

MBone은 오디오나 비디오를 실시간으로 전달하여야 하므로 지연시간을 최소로 하도록 망의 토폴로지를 최적의 상태로 유지하여야 한다. 지나가는 터널의 개수가 작아야 할뿐더러 터널 내에서의 지연시간도 적어지도록 각 Mouted 머신의 성능 및 링크의 속도 등에 의한 전체 망의 성능을 평가하여 라우팅을 조정한다. 또한 중간 노드에서의 팬 아웃(Fan-out)의 숫자도 적당한 수 이내로 제한하는 것이 필요하다.

새로운 가입자의 증가로 인한 토폴로지의 조정은 어느 한 책임자의 설계나 감독에 의하지 않고 인터넷의 사용자들에 의해 자율적으로 만들어지고 조정되고 있다.

IETF 오디오캐스트 동안에 예상되는 통신량은 100~300kbps이므로 링크의 대역폭은 약 500kbps 이상인 것이 바람직하다. 한 개의 음성 대화를 위해 64kbps가 필요하며, 피크타임에 5명이 동시에 대화를 한다고 가정할 수 있기 때문이다. 또한 느린 속도의 비디오 프레임을 위한 속도는 25~150kbps 정도로 예측된다. 터널사이에서는 각 패킷이 별도로 전달되므로 Mouted 노드의 팬아웃이 늘어나는 것에 비례해서 통신량도 늘어난다. 그러므로 팬 아웃의 개수는 5~10개 이내이어야 하며 주요 터널은 T1이상의 속도를 유지해야 한다.(MBone-KR, 1997)

IV. 화상회의 및 화상사서함 구축

멀티미디어 처리 및 전송 기술을 이용한 본 화상회의 시스템은 Mbone상에서 H.323을 기반으로 RTP를 이용한 전송 시스템을 구성하고, H.261 비디오 코덱과 G.721 ADPCM을 기본으로 구성되었다.

시스템은 서버와 클라이언트로 구성되며, 서버는 세션관리와 영상사서함 시스템으로 구성되었다. 화상 회의를 하기 위해서는 세션을 관리하는 서버에 회의 세션을 생성하고 세션에 대한 초청과 세션에 대한 광고를 인터넷을 통해서 관리한다. 그리고 회의에 누구나 참석할 수 없도록 암호화 기능을 첨가하여 초청된 사람에 한하여 참여할 수 있는 폐쇄적인 회의와 누구나 참석할 수 있는 공개적인 회의로 나눈다. 화상 사서함 기능을 가지는 영상 메일 서버는 회의내용이나 영상메시지를 저장하였다가 필요시 다시 볼 수 있는 기능을 제공하는데 SQL 서버를 사용하였다. 화상 사서함은 화상전달 내용을 실시간으로 저장하여 화상사서함 서버에 두고 언제든지 실시간으로 볼 수 있게 하였다, 본 시스템은 비주얼 C++ 5.0을 이용하여 프로그램을 제작하였다.

1. 화상회의 시스템 구성

화상회의에 참여하는 각 지역의 네트워크에는 mrouter(multicast router)를 설치하고 모든 mrouter 사이에는 터널링을 하여 multicast가 가능하게 하여야 한다.

그리고 각 시스템에는 카메라와 비디오 캡처가 가능한 비디오카드 또는 비디오 캡처 전용보드가 있어야 하며 회의의 제어와 회의 세션과 화상사서함 관리를 위한 서버를 두어야 한다.

(1) 시스템 환경

· H/W 권장 사양

- Client : 펜티엄 - P150, RAM 32M 이상
 카메라, 사운드 카드, 비디오 캡처보드, 마이크, 스피커

- Server : 펜티엄 - P150, RAM 64M 이상

· S/W 사양

- O/S

Client : Windows95 또는 98

Server : Windows NT

- DBMS : SQL Server 6.5

(2) 시스템 구성도



· 화상회의 구성

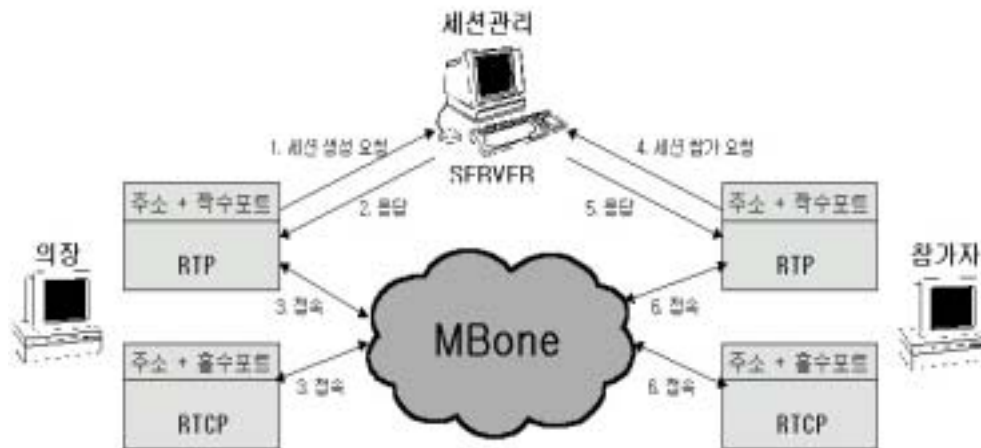


Fig.4-1 Video Conference Architecture

- 회의방 생성 : 의장이 세션관리 서버에 방 생성을 요청하며, 세션관리 서버는 SQL Server에 방에 관한 정보를 저장한다.
- 회의 참가 : 세션 서버에서 방 목록을 읽어오고 참가 요청을 하면 서버는 방에 관한 정보를 제공하여 접속

· 영상 사서함 구성

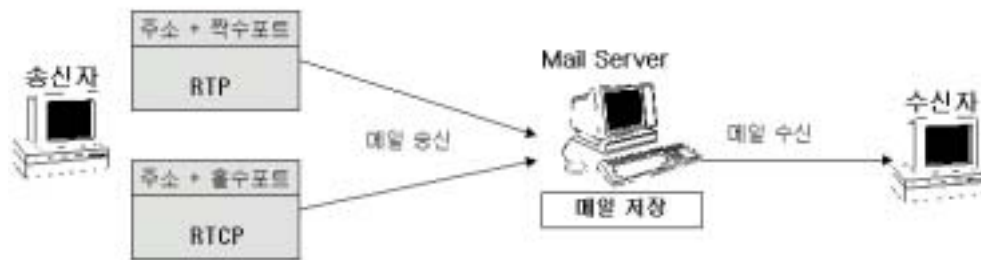


Fig.4-2 Video Office Box Architecture

- 녹화 : 화상 메일 서버에 녹화를 요청하면 서버는 이 요청에 대해 적절한 IP 주소와 포트번호를 넘겨주어 송신클라이언트에서 해당 주소로 패킷을 전송하고 서버는 전송 받은 패킷을 파일로 저장하고 DB에 파일명을 저장한다.
- 재생 : 메일 서버에 재생을 요청하면 서버는 해당 메일의 내용을 읽어 수신클라이언트로 전송하고 수신자는 패킷의 내용을 처리하여 화면상에 출력 및 음성을 재생한다.

(3) 프로그램의 특징

- 비디오, 오디오 관련 부분들을 분리함으로써 각 세션처리를 간단하게 하고 프로그램 추가(채팅, 화이트보드 등)를 용이하게 함.
- 비디오와 오디오간에 IP Multicast를 이용한 IPC(Inter Process Communication)를 통해 정보 교환

(4) 프로그램의 구조

Server

Session Server	VMail Server
<ul style="list-style-type: none"> · 세션 관리 · 사용자 관리 · thread 이용 · SQL Server 	<ul style="list-style-type: none"> · 화상 사서함 기능(녹화, 재생) · thread 이용 · SQL Server

Client

Video Conference	
Main 프로그램 Session 목록 처리 화상 사서함 처리	
Video	Audio
<ul style="list-style-type: none"> · 비디오 전송/수신 · Session 접속자 목록 출력 · 오디오 제어 	<ul style="list-style-type: none"> · 오디오 전송/수신 · 볼륨 제어

(5) 프로그램의 흐름도

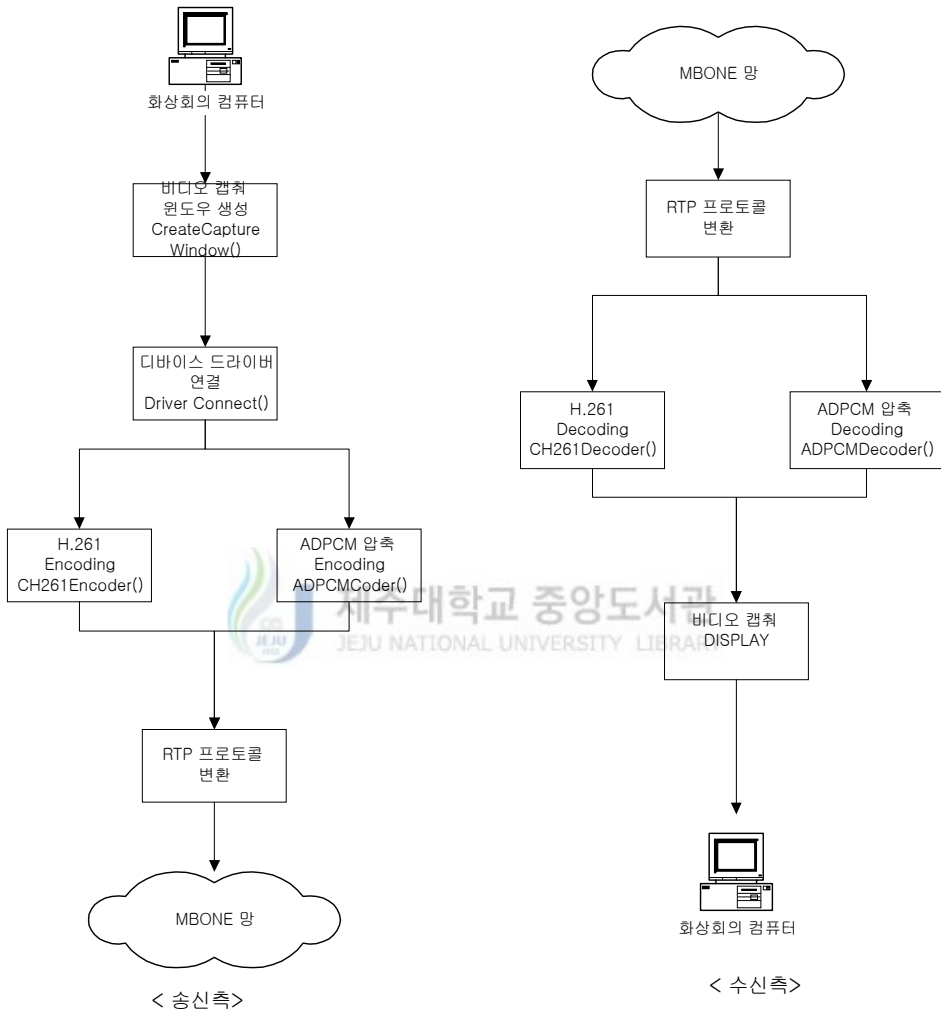


Fig.4-3 Program Diagram

▷ 오디오 처리 관련 루틴

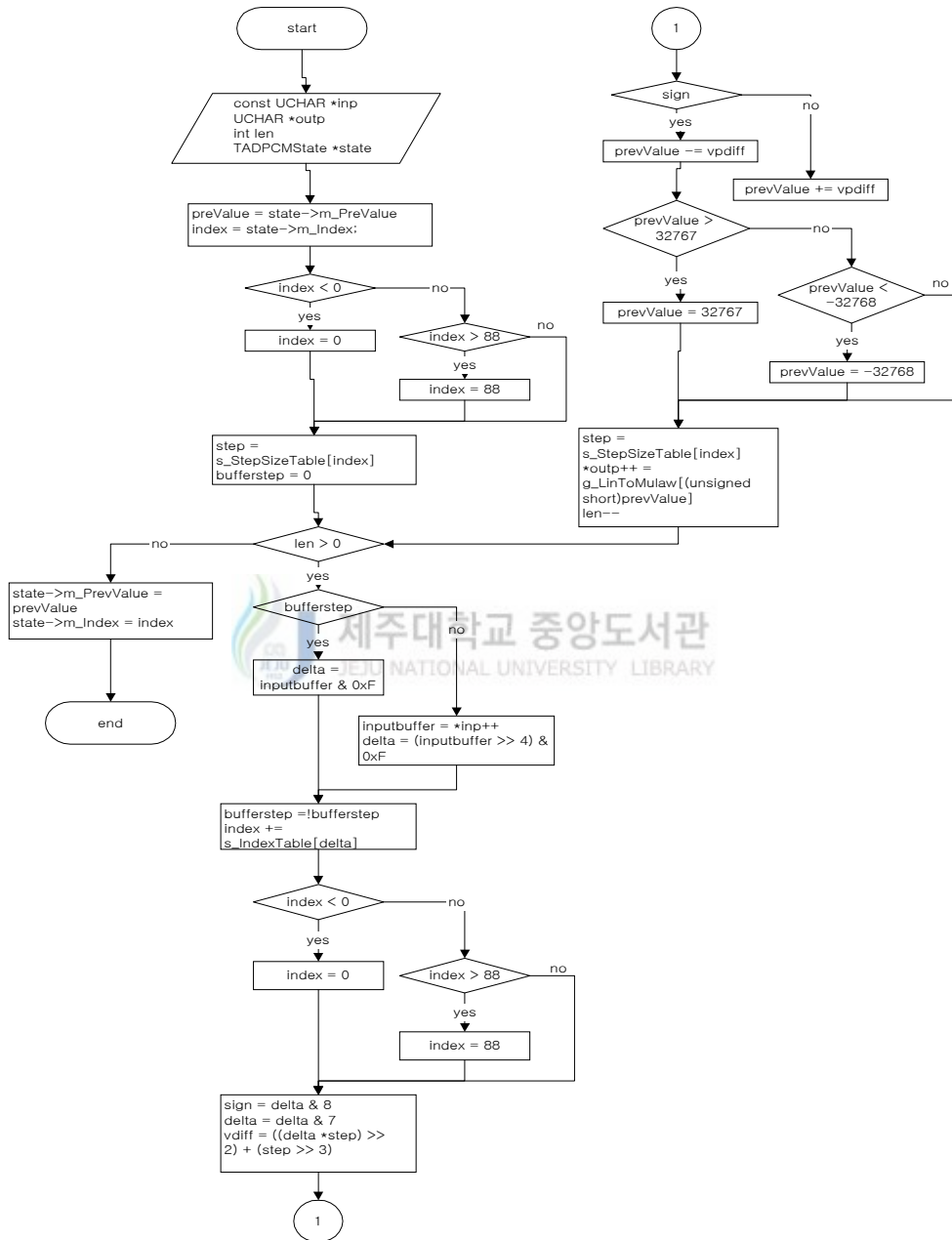


Fig.4-4 ADPCM Coder Flowchart

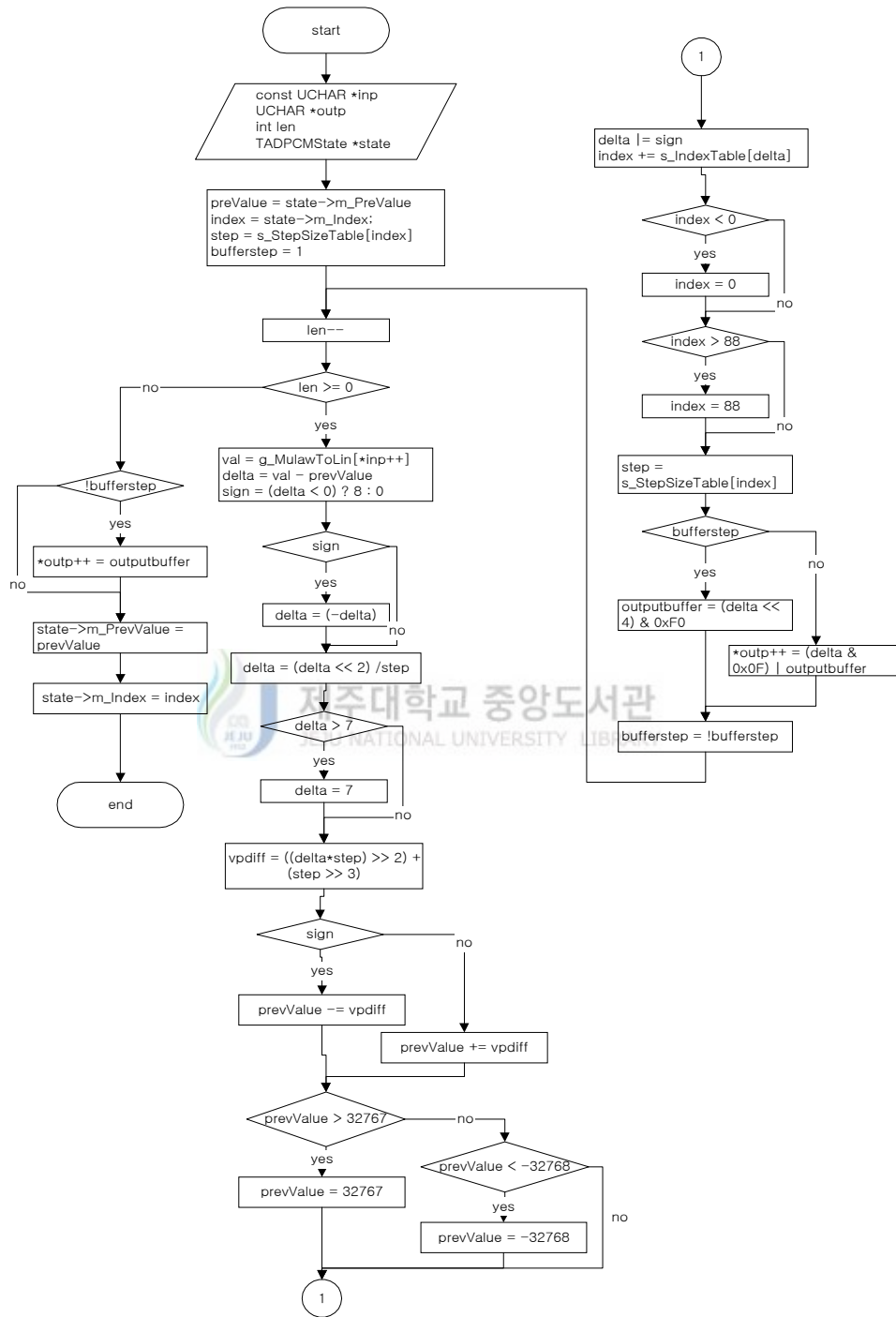


Fig.4-5 ADPCM Decoder Flowchart

▷ 비디오 처리 관련 루틴

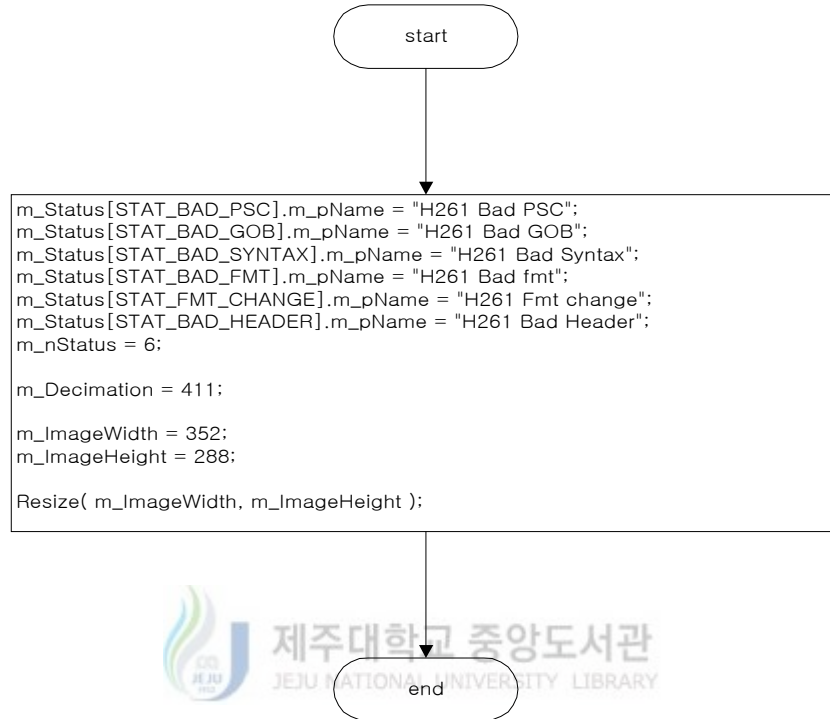


Fig.4-6 H.261 Decoder Flowchart

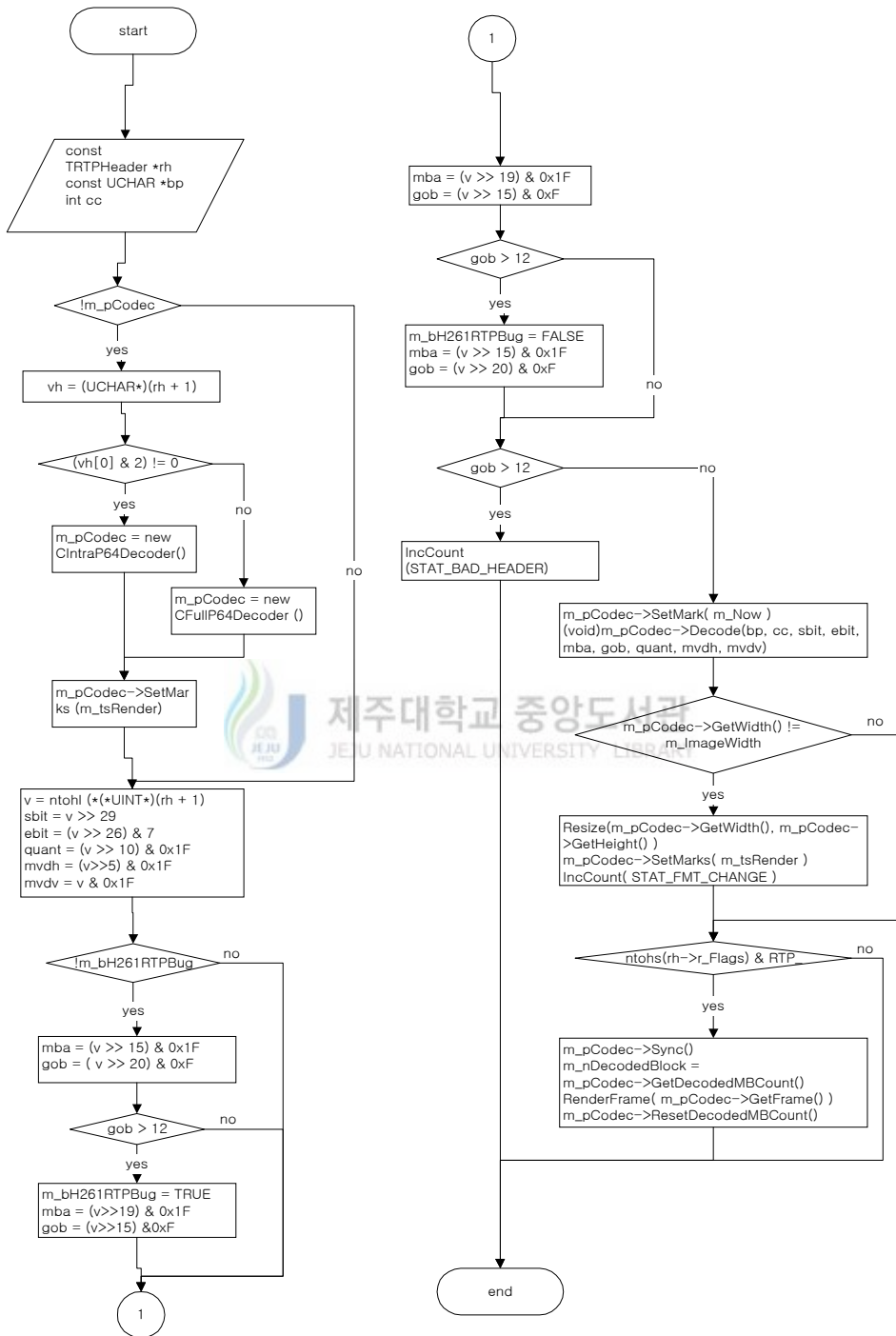


Fig.4-7 H.261 Decoder Receive Flowchart

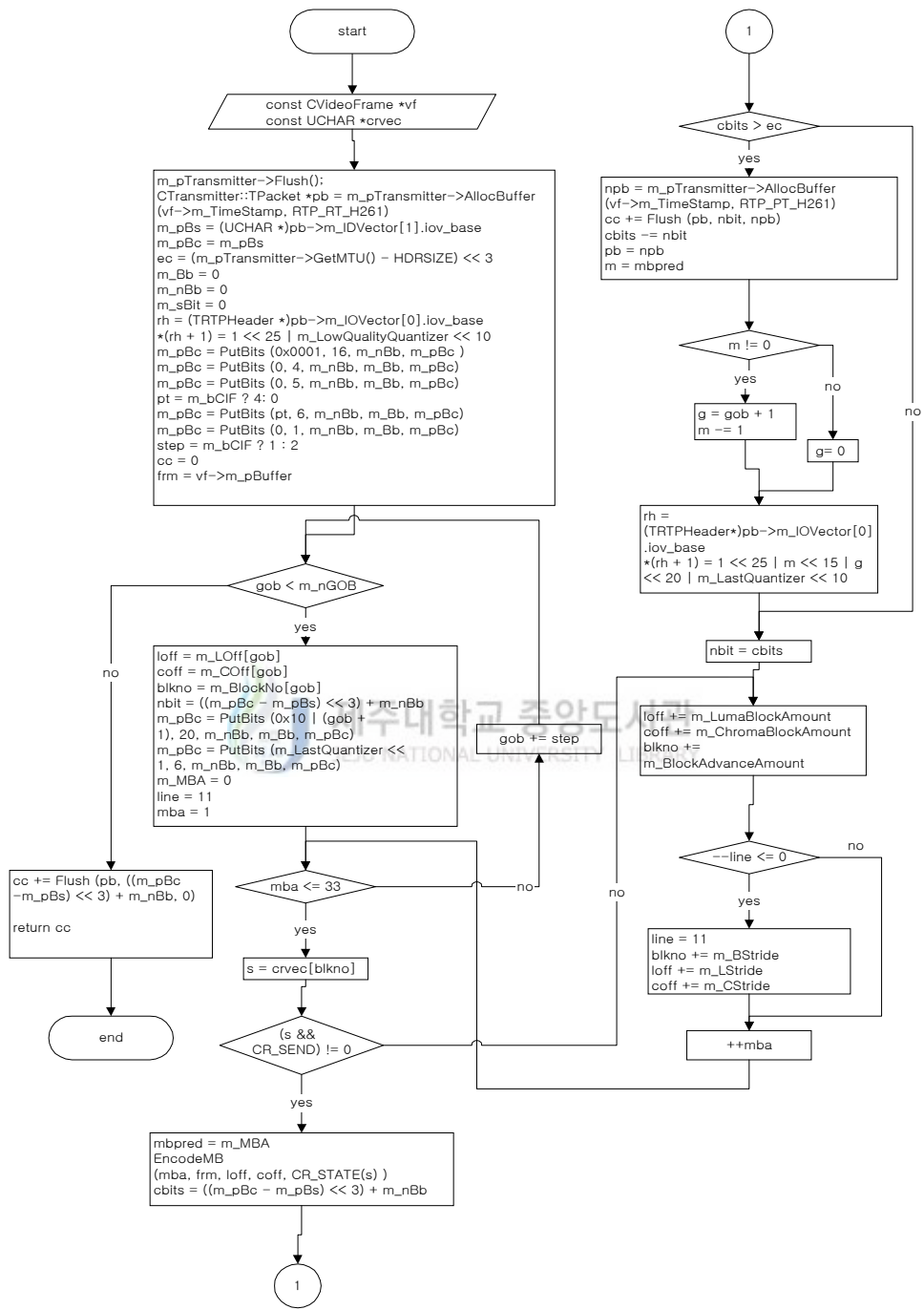


Fig.4-8 H.261 Encoder Flowchart

V. 프로그램 시연 및 결과 고찰

1. 프로그램 시연

프로그램은 제주대학교 정보공학과 와 제주관광대학 전산실을 SUN SPARC에 mrouter를 소프트웨어적으로 구성하여 시연하였다.

- 회의자 1 : 제주대학교 정보공학과1
- 회의자 2 : 제주 관광대학 전산실
- 회의자 3 : 제주대학교 정보공학과2

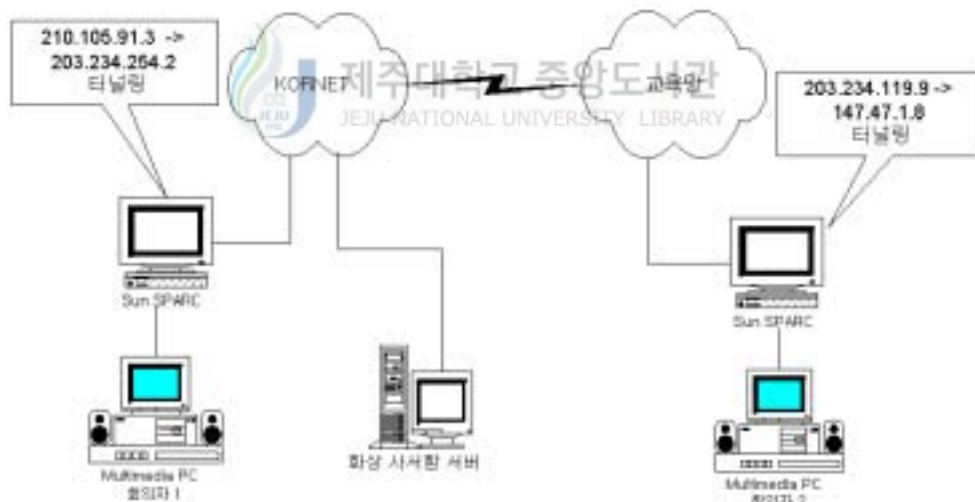


Fig.5-1 Network Structure

- 화상사서함 서버 연결
- mrouter : Sun SPARC 버전 2.5.1을 사용
- 제주대학교 : 1.44Mbps, 제주 관광대학 : 256kbps 사용

- 터널링 : 제주대학교 210.105.91.3 -> 203.234.254.2(교육망)
 제주관광대학 203.234.119.9 -> 147.47.1.8(교육망)
- 다자간 회의시 mrouter에 컴퓨터 추가 가능



Fig.5-2 Multi-point Video Conference

- CIF(352×288) 크기의 화상을 전송/수신 의장이 생성한 회의방에 3명이 접속
- QCIF(176×144) 크기로 전송/수신 가능
- 화상/음성을 일시 정지/재생 가능



Fig.5-3 1 : 1 Video Conference

- CIF 크기로 1 : 1 대화 장면
- 세션관리 프로그램과 화상 및 영상 전송 프로그램

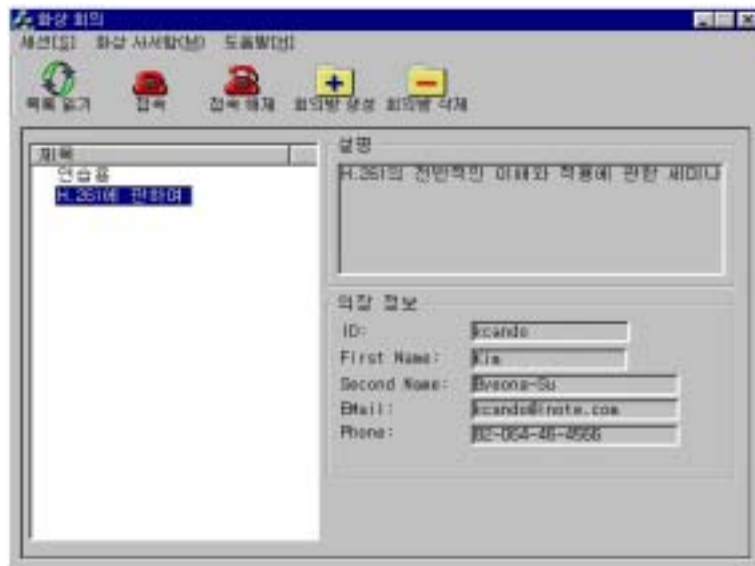


Fig.5-4 Video Conference Session

- 화상회의 세션 서버로부터 현재 등록되어 있는 세션을 조회, 회의 참가, 회의 생성을 함
- 의장의 정보를 제공
- 세션에 대한 설명을 제공
- 화상 사서함 연결 기능

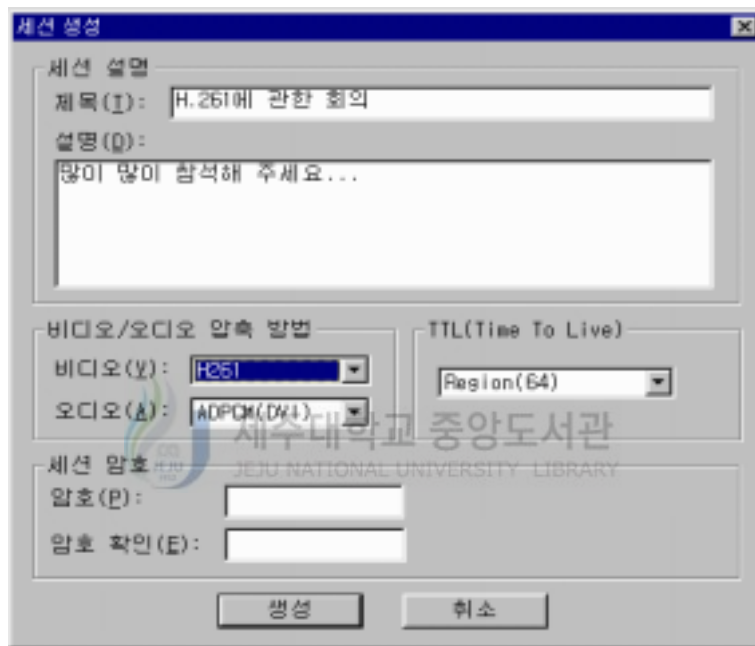


Fig.5-5 Session Creation

- 세션을 생성시킨다.
- 비디오 : H261 오디오 : ADPCM을 사용
- TTL 값 변경 가능(소규모 지역망 : 16, 국내 중계 : 64, 해외 중계 : 65이상)
- 세션 암호 설정 가능



Fig.5-6 Video Conference Program

- 화상회의를 처리하는 프로그램 화면
- 비디오는 H.261 압축 방식만으로 구현, 오디오는 비디오와 같이 동작
- 현 화상회의 세션에 참가하고 있는 사용자의 정보를 제공
- 스피커 또는 마이크의 볼륨 조절 및 음 소거 가능
- 화면 하단에는 전송상태(초당 프레임 수, 초당 전송 바이트 수)를 표시

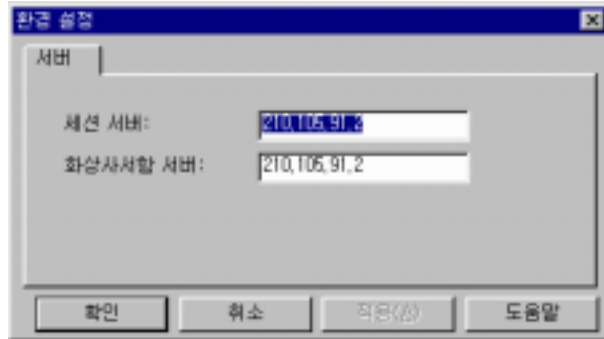


Fig.5-7 Server Setting

- 세션 서버 설정
- 화상 사서함 서버 설정
- 자신이 속한 지역의 서버를 설정

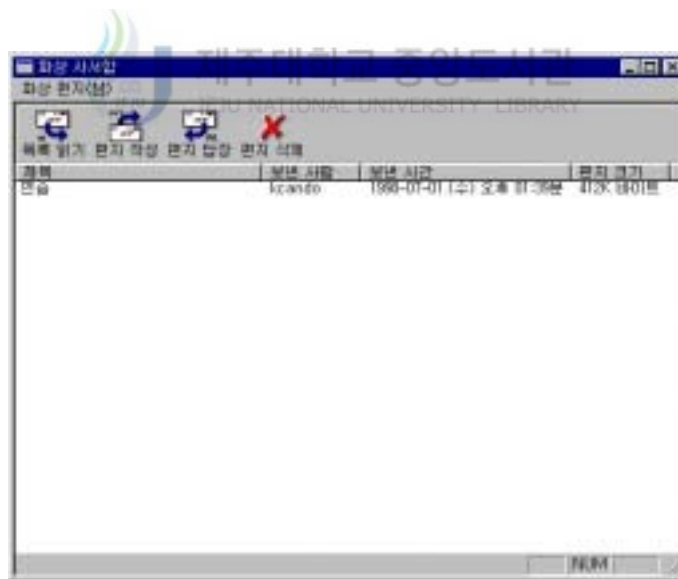


Fig.5-8 Video Office Box Inquiry

- 화상 사서함 서버로부터 자신에게 온 화상 편지를 조회, 재생, 답장 가능

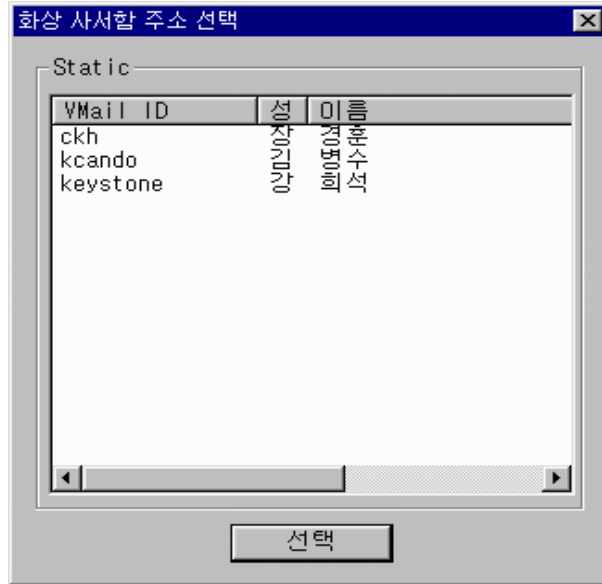


Fig.5-9 Video Office Box Address

- 화상 편지 보내기에서 쉽게 수신 사용자 아이디 입력

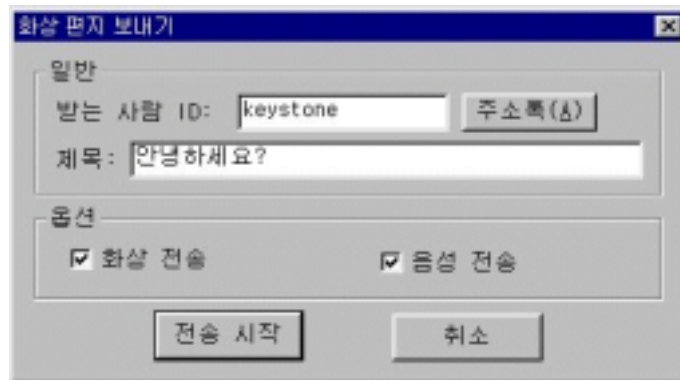


Fig.5-10 Video Mail Transfer Setting

- 수신자 아이디를 입력하거나 주소록을 이용하여 선택할 수 있음
- 화상 및 음성을 선택적으로 전송할 수 있음



Fig.5-11 Address Book

- 주소록에 사용자 정보를 입력하여 화상편지 보내기에서 쉽게 사용자 아이디를 입력할 수 있음.



Fig.5-12 Address Book Input

- 주소록 입력 화면

- 개인 신상 자료를 입력



2. 결과 고찰

본 프로그램을 사용하여 시연해 본 결과 만족할만한 전송속도를 보여주었는데 반하여 화상의 크기가 CIF 크기인 경우 화질이 깨어지는 현상을 보였으며 QCIF인 경우 화질은 고른데 반하여 화상의 크기가 작다는 단점이 있었다.

그리고 화상회의 프로그램이 일부 비디오캡처 보드는 인식이 안되는 현상이 있었지만 화상사서함 프로그램은 만족할 만한 전송과 화질을 얻을 수 있었다.

V. 결 론

본 논문에서는 통신환경으로 H.323을 기반으로 하고 있으며, H.261 비디오 코덱과 G.721 ADPCM 방식을 기본으로 하여 화상회의 및 화상사서함을 구축하였으며, 가상망인 MBone을 이용하여 압축된 영상과 음성을 실시간 전송과 복원을 하였다. 전송 프로토콜로 RTP/RTCP를 사용한 이유는 개발하기 쉽고, 모든 응용이 공통으로 사용된다는 장점 때문이다.

기존의 화상회의 시스템들이 대부분 멀티미디어 압축을 하드웨어적으로 처리하여 구축하였으나 본 논문에서는 순수 소프트웨어만을 가지고 구축하였으므로 하드웨어로 작업시 보다 약 50%이상의 경비 절감을 가져올 수 있다. 비주얼 C++ 5.0을 사용하여 설계하였으며 본 화상회의 시스템은 기존의 화상회의 시스템인 VAT, VIC, IVS와 비교하였을 때 영상 전송속도 면에서 성능이 개선된 결과를 나타내었다. 영상 전송인 경우 대역폭을 128kbps로 해서 전송한 경우 VIC인 경우 초당 3fps 정도의 화면을 전송하였으나, 구현된 시스템은 CIF에서는 3fps 정도 전송하고, QCIF인 경우 5에서 6fps 정도의 전송을 나타내었다. 또한 새로이 영상 사서함 기능을 가지는 영상메일 서버를 구축함으로써 영상 편지를 전할 수 있으며, 회의 내용을 다시 보고 싶을 때 볼 수 있는 시스템을 구축하였다.

이러한 연구 성과는 멀티미디어의 압축기술을 확보함과 더불어 멀티미디어 처리 기술을 확보하게 되었다.

본 시스템은 화상회의 뿐만 아니라 현재 구성되고 있는 원격 진료, 원격 교육, 원격 세미나, 영상 사서함 서비스 등에 사용할 수 있다.

참 고 문 헌

- Network Working Group, RFC 2198, RTP Payload for Redundant Audio Data, September 1997*
- Stephen Deering, "Host Extensions for IP Multicastig," Internet RFC-1112, August 1989.*
- T. Turletti, C. Huitema, "Videoconferencing in the Internet", IEEE/ACM Transactions on Networking Journal, pp.340-351, June 1996.*
- T. Turletti, "H.261 software codec for videoconferencing over the Internet", INRIA Research Report No 1834, Jan. 93.*
- 정제창 번역, 최신 MPEG, pp.95-114, pp.226-231, 교보문고, 1995
- A. Thyagarajan, and S. Deering, Hierarchical Distance-Vector Multicast Routing for the Mbone, ACM SIGCOMM, August 1995.*
- Audio-Video Working Group, RTP Profile for Audio and Video Conference with Minimal Control, 1996*
- A. Thyagarajan, S. Casner, and S. Deering, "Making the Mbone Real," in the Proceedings of INET '95, pp.465-474, June 1995.*
- C. Huitema, T. Turletti, "H.261 software codec and workstation videoconference", Proc. INET'92, Kobe, Japan, Aug. 1992, pp. 501-508.*
- 최연성, 셀 패킹이 MPEG의 화질에 미치는 영향, 정보통신부, June.1996
- MBone-KR, Mbone 해부, 정보시대, 1997*
- ITU-T Recom., H.323, Visual Telephone Systems and equipment for Local Area Networks which Provide a Non-guaranteed Quality of Service, 1996*

ITU-T Recommendation, H.245, Control Protocol for Multimedia Communication, 1996

ITU-T Recommendation, H.261, Video Codec for Audio Visual Services at p×64 kbit/s , 1993

Masahiro Wada, Selective Recovery of Video Packet Loss Using Error Concealment, IEEE Journal On Selected Areas In Comm., Vol.7, No.5, 1989

Network Working Group, RFC 1889, RTP : A Transport Protocol for Real-Time Applications, 1996

Network Working Group, RFC 1890, RTP Profile for Audio and Video Conferences with Minimal Control, 1996

Network Working Group, RFC 2032, RTP Payload Format for H.261 Video Streams, 1996

Douglas E. Comer, Internetworking with TCP/IP, volume I, 2nd Ed., Prentice-Hall, New Jersey, 1991.

H. Schulzrinne, S. Casner, R. Frederick, and V. Jacobson, "RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications," Internet Draft for RTPv2, July 18, 1994.

Hans Eriksson, "MBone: The Multicast Backbone," Communications of the ACM, vol.37, pp.54-60, August 1994.

최연성외3인, H.323을 이용한 인터넷 영상회의 시스템 구축, 한국해양정보통신학회, November 1998

감사의 글

본 논문을 완성하기까지 자상하신 지도와 관심으로 열과 성을 아끼지 않으신 김장형 교수님께 진심으로 감사를 드리며 또한 논문 심사를 맡아 주시고 많은 관심을 기울여 주셨으며 부족한 점을 지적해 주신 안기중 교수님과 이상준 교수님께 깊은 감사를 드립니다. 그리고 재학기간 동안 저를 지도해 주신 광호영 교수님, 변상용 교수님, 송왕철 교수님께도 감사를 드립니다.

남들보다 조금은 늦은 나이에 공부를 다시 시작한 저에게 항상 여러 가지 도움과 조언을 해주신 제주관광대학의 이동철 교수님, 제주대학교 전자계산소의 윤성보 선생님, 중소기업청의 정종욱 청장님, 중소기업진흥공단의 이관웅 본부장님과 저와 항상 동고동락을 하고있는 (주)우보전산의 모든 식구들에게도 감사를 드립니다.

항시 늦은 시간에 귀가하는 저를 언제나 따뜻하게 맞아주고 곁에서 격려를 아끼지 않았던 사랑하는 아내 이정숙과 나의 2세인 솔아, 상아와 함께 이 결실을 나누며 형님내외와 동생내외 및 조카들에게도 이 기쁨을 전합니다.

끝으로 무한한 희생과 사랑으로 이 아들을 무척이나 걱정해주신 어머니님과 돌아가신 아버님의 영전에 이 논문을 바칩니다.