

H.332 표준안에 근거한 소결합 멀티미디어 회의 시스템의 설계 및 구현

김 준 태[†] · 성 동 수^{††} · 이 건 배^{†††}

요 약

멀티미디어 회의는 크게 밀결합 회의와 소결합 회의로 구분되며, 전자의 경우에는 ITU-T의 H.323 표준에 근거한 일대일 또는 다자간 멀티미디어 회의가 있고, 후자의 경우에는 H.323 표준을 확장한 ITU-T의 H.332 표준이 있다. H.332 표준을 근거로 한 소결합 멀티미디어 회의는 송수신 능력을 갖는 소수의 패킷과 수신능력만을 갖는 다수의 청중들로 이루어진다. H.332에서는 참가자가 다수일 때 능력교환의 어려움을 극복하기 위해 회의의 주제나 미디어 형식 등을 회의가 열리기 전에 미리 알리며 이를 위해 IETF의 SDP를 이용한다. 이와 같은 방법으로 H.323 멀티미디어 회의의 단점인 확장성을 극복할 수 있다. 본 논문에서는 소결합 멀티미디어 회의를 위하여 표준화되고 있는 H.332를 분석하고, 분석된 결과를 토대로 구현된 시스템을 소개한다.

Design and Implementation of Loosely-coupled Multimedia Conference System based on H.332 Standard

Jun-Tae Kim[†] · Dong-Su Seong^{††} · Keon-Bae Lee^{†††}

ABSTRACT

Multimedia conference systems are classified into the tightly-coupled conference and the loosely-coupled conference, the former is a peer-to-peer-conference or multi-point-conference based on the ITU-T H.323 standard, and the latter is the H.332 standard extended from the ITU-T H.323 standard. Loosely-coupled conference based on the H.332 standard is composed of small participants with the capacity of the send-recv mode and large participants with the capacity of the receive-only mode. In the H.332 conference, a subject and a media type of the multimedia conference is pre-announced for conquest of the difficulty of capability negotiation, and used SDP of IETF for that. Therefore, the H.332-conference can conquer a defect of the H.323 multimedia conference scalability. This paper analyzes H.332 standard for the loosely-coupled conference and describes an implementation of the H.332 multimedia conference systems.

키워드 : H.332, H.323, RTP/RTCP, 멀티미디어 회의(multimedia conference), 소결합 회의(loosely-coupled conference)

1. 서 론

인터넷 사용자의 증가와 함께 초고속 통신망과 컴퓨터 관련 기술의 급속한 발전으로 인해 사용자의 요구 조건이 상승하고 멀티미디어의 활용성이 증가하게 됨으로써, 기존의 단순한 멀티미디어 회의 시스템만으로는 이러한 고급 사용자들의 요구에 부합하지 못하게 되었다. 이러한 상황에서 기존의 밀결합(tightly-coupled) 멀티미디어 회의의 대표적인 표준인 ITU-T의 H.323[1] 표준을 구현한 일대일 또는 다자간 멀티미디어 회의 시스템[2-4]의 확장성에 대한 한계에 부딪치게 되었다. 즉, 밀결합 멀티미디어 회의 시스템에서는 참

가자가 수백~수천 명일 경우 능력교환 과정에서 공통된 능력추출이 어렵고, 멀티미디어 회의 설정과정에서의 시간 지연문제 등의 단점이 대두되고 있다. 또한, ITU-T H.323 멀티미디어 회의만을 지원하는 시스템의 경우 H.323 일대일 멀티미디어 회의 및 다자간 멀티미디어 회의를 지원하나 많은 사용자가 필요한 응용에의 적용에는 문제점을 지니고 있다. 즉, 기존의 H.323 만을 지원하는 시스템은 H.323 표준안의 한계 때문에 최대 참가자의 수가 256명을 초과할 수 없으며, 새로운 참가자의 가입 시 참가 시간이 H.332에 비하여 길다는 단점을 지니고 있다. 따라서, ITU-T에서는 기존의 밀결합 멀티미디어 회의 시스템의 확장성 보장을 위해 소결합(loosely-coupled) 멀티미디어 회의 표준을 제시하였는데, 이것이 H.332[5] 표준이다.

H.332 표준에 따른 멀티미디어 회의 시스템은 H.323 표준

† 정 회원 : (주)디지털미디어테크 연구원
 †† 종신회원 : 경기대학교 전자공학전공 교수
 ††† 정 회원 : 경기대학교 전자공학전공 교수
 논문접수 : 2001년 12월 19일, 심사완료 : 2002년 3월 21일

에 따른 소수의 패널들과 다수의 청중들로 구성된다. 소수의 패널에는 고정패널과 임시패널이 있으며, 임시패널은 청중들 중에서 질문을 위하여 패널에 참가하는 사람이 된다. 청중은 단지 미디어 데이터를 받기만 하는 "Receiver only" 모드로 동작하는 RTP 수신자들이다.

H.323 표준을 구성하는 프로토콜은 IETF(Internet Engineering Task Force)의 RTP(Realtime Transport Protocol)/RTCP(Realtime Transport Control Protocol)[6, 7]와 SDP(Session Description Protocol)[8]가 있으며, RTP는 멀티미디어 데이터를 전달하는 역할을 한다. RTP는 실시간 데이터의 단말 대 단말 네트워크 전송 기능을 제공하나, 전송 품질은 보장하지 않는다. 그래서, 전송 품질 감시, 대체 식별 및 제어 기능을 담당하는 제어 프로토콜인 RTCP와 세트를 이루며, 전송 및 네트워크 계층에 독립적으로 동작한다. H.323 멀티미디어 회의 시스템에서 청중은 RTP/RTCP 정보를 이용하여 영상 및 음성정보를 전달받으며, 회의의 형성 및 제어에 관여하지 않는다. SDP는 회의 참여자에게 충분히 필요한 특정 정보들을 전송하기 위해 사용된다. SDP는 회의의 이름과 목적, 회의 시간, 세션에서 사용되는 미디어 종류, 미디어를 받을 정보, 대역폭에 대한 정보, 참여자에 대한 연결 정보 등을 포함한다.

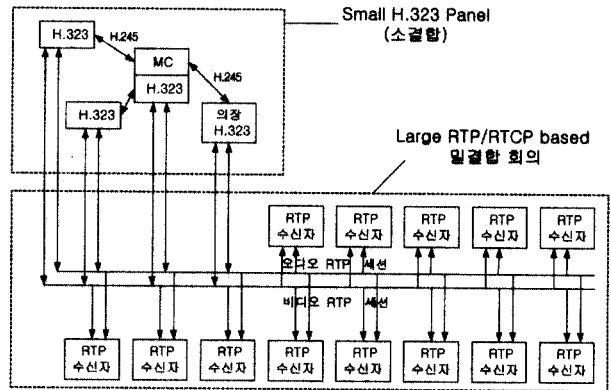
H.323 멀티미디어 회의에서 능력교환은 주로 IETF의 SDP를 이용해서 이루어진다. 회의가 열리기 전에 패널의 의장으로부터 RTP 수신자들에게 멀티캐스트나 전자우편 또는 웹으로 H.323 회의에 관련된 정보나 능력들을 포함한 SDP 파일을 보낸다. RTP 수신자는 이 SDP 파일을 가지고, SDP 분석기를 통해서 자신의 능력과 맞는지 판단한 후 회의참가 여부를 결정한다. 만약 RTP 수신자가 능력이 안 된다면 회의참가를 못하게 된다. 결국 일방적인 능력교환이라고 볼 수 있으며, 이렇게 하는 이유는 H.323의 단점인 확장성의 한계를 극복하기 위해서이다.

본 논문에서는 소결합 멀티미디어 회의를 위하여 표준화되고 있는 H.323을 분석하고, 분석된 결과를 토대로 구현된 시스템을 소개한다. 이를 이용하여 H.323 멀티미디어 회의의 단점인 확장성을 극복할 수 있으며, 원격교육, 패널토의 참관 등 다양한 분야에 적용할 수 있음을 알 수 있다.

2. H.323 시스템의 구성

H.323 멀티미디어 회의는 크게 소수의 패널과 다수의 청취자들로 구성된다. 소수의 패널은 H.323 표준에 따라 멀티미디어 회의의 가입과 탈퇴가 진행되며, 다수의 청취자는 RTP/RTCP 프로토콜에 의해서 가입과 탈퇴가 이루어진다. (그림 1)은 H.323 멀티미디어 회의의 전반적인 구성도를 나타낸다. 이 때, 패널은 H.323 멀티미디어 회의의 분산식 및 집중식으로 이루어지며, (그림 1)과 같이 분산식의 경우에는 모든 참

가자가 제공되는 오디오와 비디오들을 디코딩하고 믹싱할 수 있는 능력을 가지고 있어야 한다[5].



(그림 1) H.323 시스템 구성도

2.1 RTP

RTP는 실시간 데이터 전송을 위한 전송 프로토콜로서, 오디오 및 비디오 등의 실시간 데이터를 인터넷상에 전송하기에 적합한 기능을 제공해 준다. RTP는 패킷전송의 보증이나 정해진 시간 내에 정확하게 전송시키기 위한 메커니즘을 제공하는 것은 아니다[6]. 그러나, UDP 상에서 실시간 데이터 전송 시에 발생하는 패킷손실, 패킷지연, 비순차 패킷 등은 RTP의 패킷 순차번호(sequence number)와 타임스탬프에 의하여 부분적으로 해결할 수 있다. 또한, RTCP와 함께 이용되면 손실된 패킷수 등 다양한 정보를 통계 분석하여 송신측으로 전송할 수 있으며, 송신측은 이를 이용하여 패킷 전송률을 변경하거나 인코딩 방법의 변경 등을 통하여 UDP상의 실시간 정보전송에서 발생하는 다양한 문제들을 해결할 수 있다.

2.2 RTCP

RTCP[7]는 RTP와 더불어 인터넷상에서 실시간 정보의 전송 시 발생하는 패킷손실, 패킷지연, 비순차 패킷 등의 다양한 문제를 해결하기 위하여 이용되며, 이외에도 서로 다른 미디어 사이의 동기화, 간단한 세션 제어 등의 기능을 제어한다. RTCP 패킷 중 주로 이용되는 패킷은 송신자보고, 수신자보고, CNAME 등이 있으며 이를 간단하게 설명하면 다음과 같다.

오디오 또는 비디오 데이터를 전송하는 세션 내 참가자는 모든 세션 참가자에게 전송되는 송신자보고를 발생시킨다. 이 보고는 패킷의 개수와 전송된 바이트 수를 포함하기 때문에 수신자는 실제 데이터 속도를 측정할 수 있다. 세션 참가자는 최근에 RTP를 통하여 수신한 미디어 정보 및 RTCP를 통하여 수신된 송신자보고를 이용하여 수신자보고를 만든다. 수신자보고는 전송된 패킷, 손실된 패킷의 통계, 지터, 라운

드 트립(round trip) 시간을 계산할 수 있는 타임스탬프에 관한 정보 등 다양한 통계 정보가 있다. 송신측은 이를 이용하여 패킷 전송률을 변경하거나 인코딩 방법의 변경 등을 통하여 UDP 상의 실시간 정보전송에서 발생하는 다양한 문제들을 해결할 수 있다.

RTCP는 CNAME이라고 하는 구별자를 이용하여 RTP 세션에 참가하는 사용자를 구별한다[6]. 사용자는 세션의 모든 참가자들에게 여러 개의 데이터를 보내고 받을 수 있으며, 수신자는 RTP 세션 참가자의 다중 데이터(비디오, 오디오, 데이터)를 연결시키기 위하여 이를 이용한다. RTP와 RTCP는 서로 다른 미디어 스트림에 각각 세션을 만든다. RTCP 송신자보고는 다중의 미디어 스트림을 수신측에서 동기화하는 데 사용되는 RTP 타임스탬프를 갖는다.

네트워크 관리자는 RTCP 패킷내의 정보를 이용하여 멀티캐스트 분배에 있어서 네트워크 성능을 평가하는데 사용할 수 있다. 또한, RTCP 패킷이 모든 참가자에게 전송되므로 사용자는 문제점이 어디서 발생하는지 판단할 수 있게 해준다.

2.3 SDP

H.332 멀티미디어 회의에서 회의에 관제된 여러 가지 정보를 가진 SDP를 알리는 방법에는 전자우편으로 알리는 방법과 WWW으로 알리는 방법, 그리고 SAP 멀티캐스트로 알리는 방법이 있다. SDP의 가장 큰 특징은 HTTP와 유사한 텍스트 기반으로 이루어진 프로토콜이라는 것이다[8].

2.3.1 SDP의 구성

SDP는 세션 전체와 관련된 정보를 기술하는 세션 기술(session description)과 회의의 시간 정보를 기술하는 시간 기술(time description), 그리고 회의에 관련된 오디오, 비디오 미디어와 관련된 정보를 기술하는 미디어 기술(media description)로 나누어진다[8].

<표 1>과 <표 2>는 위의 3개의 범주와 관련된 헤더 필드들을 각각 나타낸다. 각 헤더 필드들은 필수적인 것과 선택적인 것이 있으며, 범주끼리 중첩되는 헤더 필드도 있다.

<표 1> SDP의 범주와 내용

범 주	내 용
세션 기술	<ul style="list-style-type: none"> 회의의 전반적인 내용을 기술한다. 회의 목적, 회의 주제 등 일반적인 내용 회의 시간, 회의 접속 (IP)주소 등 기타 추가 정보
시간 기술	<ul style="list-style-type: none"> 회의 관련 시간 정보를 기술한다. 회의 시작과 종료시간 회의 반복 시간 등
미디어 기술	<ul style="list-style-type: none"> 미디어 관련된 정보를 기술한다. 미디어 형식, 미디어 접속 (IP & Port) 등 기타 추가적인 정보 등

<표 2> SDP의 헤더 필드

범 주	헤더 필드 (* : 옵션)
세션 기술	<ul style="list-style-type: none"> v = (protocol version) o = (owner/creator and session identifier) s = (session name) i = * (session information) u = * (URI of description) e = * (email address) p = * (phone number) c = * (connection information - not required if included in all media) b = * (bandwidth information) z = * (time zone adjustments) k = * (encryption key) a = * (zero or more session attribute lines)
시간 기술	<ul style="list-style-type: none"> t = (time the session is active) r = * (zero or more repeat times)
미디어 기술	<ul style="list-style-type: none"> m = (media name and transport address) i = * (media title) c = * (connection information - optional if included at session-level) b = * (bandwidth information) k = * (encryption key) a = * (zero or more media attribute lines)

2.3.2 SDP의 예제

<표 3>의 예제는 오디오, 비디오, 그리고 화이트보드를 멀티캐스트로 회의한다는 내용이다. 회의 주제는 H332 세미나이고, 추가적인 정보는 HTML 형식의 파일로 http://moip.kyonggi.ac.kr/h332/sdp.htm에 있다. 멀티캐스트 주소는 224.2.17.12이고 ttl은 127이고, recvonly 모드의 회의이다. 오디오 데이터의 형식은 PCM이며, RTP 패킷으로 49,170 포트로 보내어진다. 비디오 형식은 H.261이고, RTP 패킷으로 51,372 포트로 보내어진다. 화이트보드는 UDP로 32,416 포트로 보내어진다. 이와 같이 능력 교환과 회의의 전반적인 정보를 전달하기 위해서 SDP 프로토콜을 사용한다.

<표 3> SDP의 예제

레벨	예 제
세션 레벨	<pre>v=0 o=jimmy33 2890844526 2890842807 IN IP4 126.16.64.4 s=H332 Seminar i=A Seminar on the H332 protocol u=http://moip.kyonggi.ac.kr/h332/sdp.htm e=jimmy33@kuic.kyonggi.ac.kr (Jun tae) c=IN IP4 224.2.17.12/127 t=2873397496 2873404696 a=recvonly</pre>
미디어 레벨	<pre>m=audio 49170 RTP/AVP 0 m=video 51372 RTP/AVP 31 m=application 32416 udp wb a=orient:portrait</pre>

3. H.332 시스템의 동작원리

3.1 H.332 패널에서 고정멤버들 간의 능력교환

H.332 멀티미디어 회의가 열리기 전에 가장 먼저 이루어지는 것이 패널의 고정 멤버들 간의 공통된 능력의 결정을 위한

능력 교환이다. 패널에서의 능력교환 방법은 능력서버를 별도로 두어서 패널간의 능력교환을 하는 방법과 고정 멤버들간의 능력교환을 통하여 공통능력을 결정하는 방법이 있다. H.323 프로토콜에서는 능력교환을 위하여 H.225.0[9]와 H.245[10]라는 프로토콜을 이용하며, 이렇게 해서 고정 패널 멤버들 간의 공통된 능력이 결정되면 이 공통된 능력을 가지고 의장은 H.332 회의가 열리기 전에 SDP를 이용해 이를 미리 공표한다[8].

3.2 공통된 능력의 공표 방법

패널에서 공통된 능력이 만들어지면 그것을 공표해야 하는데, 그 방법으로 주로 이용되는 것이 IETF의 SDP 표준을 이용해서 공표하는 것이다. 공통된 능력은 MCU 혹은 의장에 의해서 SDP로 만들어지며, SDP를 공표하는 방법은 크게 3가지로 나누어진다[5].

첫째는 HTML 형식의 파일로 만들어 웹상에 공표하는 방법이다. 이 경우에는 주로 인증을 통해서 SDP의 HTML에 접근 가능하다. 두 번째 방법으로는 전자우편을 이용해서 SDP 파일을 보내는 것이다. 이 경우의 장점은 인증의 필요 없이 개개인에게 보내는 것이다. 마지막 방법으로는 SAP (Session Announcement Protocol)을 이용해 멀티캐스트하는 방법이다. 현재는 모든 라우터가 멀티캐스트를 지원하지 않기 때문에 이 방법은 이용에 한계가 있다.

3.3 청취자의 능력교환

청취자가 H.332 회의의 능력교환을 위해서는 공표된 능력을 취해야 하고, 또한 취한 능력을 해석할 수 있는 디코더가 있어야 한다. 즉, 능력 공표를 위한 방법으로 가장 많이 쓰이는 SDP를 해석할 수 있는 SDP 디코더가 있어야 한다.

일단 취한 SDP를 디코더를 통해 해석하면 자신의 능력과 비교해서 H.332 회의의 참가 여부를 결정하게 된다. 만약 능력이 일치하지 않으면 회의에 참가할 수가 없거나, 또는 특정 미디어만 청취가 가능할 것이다. 즉 오디오, 비디오, 화이트보드, 일반 텍스트 데이터 중 특정 능력이 맞지 않는다면 그 데이터만 제외하고 나머지는 청취가 가능하다. 그러나, 이 경우에는 절대 패널에 참가할 수 없으며, 결국 H.332 회의에서 능력교환은 패널과 청취자간의 일방적인 능력교환이라고 볼 수 있다.

3.4 H.332 회의의 시작

H.332 회의의 시작은 패널 고정멤버들의 회의로 시작된다. 회의의 시작시간에 의장이 고정멤버들을 초대하거나 고정멤버들이 직접 참가하면 된다. 패널에서의 초대나 참가는 H.323 프로토콜의 절차를 따라서 이루어지며, 이렇게 하여 패널회의는 시작된다.

3.5 청취자의 H.332 회의 참가 및 탈퇴

청취자들은 SDP를 해석해서 얻은 회의시작 시간이 되면

RTP/RTCP 프로토콜의 절차에 따라 H.332 회의에 청취자로서 참여하게 된다. 청취자는 단지 미디어 데이터를 받기만 하는 "Receiver only" 모드이다.

청취자가 H.332 회의를 탈퇴하고 싶다면 RTP/RTCP 프로토콜 절차에 따라 BYE RTCP 패킷을 보내면 된다. 만약 갑자기 청취자의 시스템이 다운되더라도 H.332 회의에는 별다른 영향을 주지 않고 회의는 계속되며, 이것이 소결합 회의의 장점이다.

3.6 청취자의 패널 참가 및 탈퇴

청취자들이 패널에 참가하기 위해서는 반드시 H.323의 능력을 가지고 있어야 가능하다. 청취자들의 패널 참가 방법에는 2가지가 있는데 첫 번째가 패널로부터 초대를 받는 것이고, 두 번째가 직접 패널에 참가하는 방법이다. 첫 번째 방법을 위해서 H.332에서는 (그림 2)와 같이 RTCP의 SDES 항목 'H323-CADDR'을 추가하여 사용하고 있다 [5].

Item	길 이	데 이 터
9	length	terminal callable address

(그림 2) RTCP의 H323-CADDR SDES 항목

RTCP의 SDES 항목 중에서 'H323-CADDR'은 H.332 프로토콜에 9번으로 정의되어 있다. 청취자는 주기적으로 RTCP의 SDES 항목 'H323-CADDR'을 이용해 초대 가능한 청취자의 주소를 멀티캐스트로 보낸다. 패널은 이 주소를 가지고 청취자를 초대하게 된다. 만약 청취자가 'H323-CADDR' 항목을 보내지 않는다면 RTCP의 'CNAME' 항목의 IP 주소를 이용해 청취자를 초대하게 된다. 패널로부터 초대를 받은 청중은 H.323 프로토콜의 절차에 따라 패널의 임시 멤버로 참가하게 된다. 패널에 참가한 임시 멤버는 패널로서의 회의가 끝나면 바로 패널로부터 탈퇴를 해야한다. 그 이유는 패널 MC가 정한 리소스의 한계와 패널 멤버의 참가자수 제한 때문이다.

임시 멤버로서 패널에 참가한 청중이 패널을 탈퇴 할 때는 H.323 프로토콜 절차에 따라 패널로부터 탈퇴한다. 패널로부터 탈퇴한 임시 멤버는 다시 RTP 수신자로서 "Receiver only" 모드로 돌아온다.

3.7 H.332 회의 종료

H.332 멀티미디어 회의의 종료는 패널회의가 종료되어야만 가능하다. 청중이 한 명도 없을 경우에도 H.332 회의는 계속된다. 즉, 패널 참가자만으로도 H.332 회의는 가능하다는 것이다. 청중들의 H.332 멀티미디어 회의의 탈퇴는 RTP/RTCP 절차에 따르고, 패널들의 H.332 멀티미디어 회의의 탈퇴는 H.323 절차에 따라 이루어진다.

4. H.332 표준안에 근거한 멀티미디어 회의 시스템의 설계 및 구현

4.1 시스템 구성도

4.1.1 전체 구성도

본 논문에서 구현한 H.332 멀티미디어 회의 시스템의 전체 구성도는 (그림 3)과 같다. 전체 구성은 SDP 모듈, RTP/RTCP 모듈, 코덱 모듈, 인터페이스와 외부 입출력 부분으로 나누어진다. 코덱 모듈은 RTP/RTCP 모듈과 데이터를 주고받으며 전달된 비디오, 오디오를 디코딩하여 이를 외부 출력 모듈에 전달하는 부분이다. 3가지 모듈의 외부와의 입출력은 각각 전자우편, 소켓과 디바이스가 있고, 이 부분은 개발자 각각의 편의에 따라 다르게 개발할 수 있는 부분이다.

(그림 3) H.332 시스템의 전체 구성도

본 논문에서는 외부 입출력 부분을 다음과 같이 구현한다. SDP 모듈에서 만들어진 SDP의 공표 방법에는 웹, 전자우편, SAP 멀티캐스트의 3가지 방법이 있는데, 본 논문에서는 전자우편으로 공표하는 방법을 채택한다. 소켓 부분에서는 윈도우 소켓을 이용하여 구현하고, 멀티미디어 정보를 주고받기 위하여 이용된다. 또한, 디바이스는 오디오와 비디오 디바이스를 말하며, 오디오와 비디오의 입출력을 담당하고 있다.

4.1.2 SDP 모듈 구성도

(그림 4)는 H.332 모듈 중 하나인 SDP 모듈을 나타낸다. SDP 모듈은 크게 2부분으로 나누는데, 이는 SDP 인코딩 부분과 SDP 디코딩 부분이다. SDP 인코딩 부분은 SDP를 설정하는 부분과 인코딩하는 부분, 파일로 저장하는 부분과 공표하는 부분으로 나누어진다.

먼저 SDP 설정 모듈은 오디오나 비디오 코덱의 능력, 회의 시작과 회의 종료시간, 회의의 전반적인 설명, 접속하기 위한 주소와 같은 정보들을 설정하며, 설정된 정보는 SDP 인코딩 모듈로 들어가 SDP 프로토콜에 맞춰 SDP 텍스트 형식으로 인코딩된다. 인코딩된 SDP 텍스트는 SDP 파일저장 모듈로 들어가 파일로 저장된다. 저장된 SDP 파일은 SDP 파일전송 모듈에 따라 청중들에게 공표된다. 공표는 전자우편을 통해서 회의가 열리기 전에 미리 이루어져야 한다.

(그림 4) H.332 시스템의 SDP 모듈 구성도

SDP 디코딩 부분을 보면, 전자우편을 통하여 공표된 SDP 정보를 SDP 파일수신 모듈이 전달받아 파일을 특정위치에 저장한다. SDP 파일 읽기 모듈에서는 자동으로 SDP 파일 저장 위치를 찾아 SDP 파일을 읽어 온다. 이렇게 읽어온 SDP 파일은 SDP 디코딩 모듈로 들어가 SDP 프로토콜에 맞춰 디코딩된다. 디코딩 된 결과는 H.332 회의 프로그램 전체에 정보를 전달한다. 여기서, 오디오나 비디오 같은 미디어 정보는 RTP/RTCP 모듈로 전달되고, 회의 시작과 종료시간 정보는 H.332 제어 부분으로 전달된다. 그리고, 접속 주소나 포트 정보는 H.332 회의 프로그램의 소켓관련 부분으로 전달된다. 이렇게 받은 SDP로부터 전달된 정보를 자신의 능력과 비교해서 회의참가 여부를 결정하게 된다.

SDP 인코딩의 4가지 모듈은 모두 인터페이스의 명령에 의해서 실행된다. SDP 디코딩 부분은 패널과 청중 모두에게 필요한 모듈이며, SDP 인코딩 부분은 패널의 의장과 관련된 모듈이다.

4.1.3 RTP/RTCP 모듈 구성도

(그림 5)는 H.332 모듈 중 하나인 RTP/RTCP 모듈을 나타낸다. (그림 5)와 같이, RTP/RTCP 모듈은 크게 RTP 부분과 RTCP 부분으로 나누어진다. RTP 부분은 코덱 부분과 미디어 데이터를 주고받고, RTCP 부분과 컨트롤 관련 데이터를 주고받는다. RTCP 부분은 단지 RTP 부분과의 관계만을 갖는다. RTP 부분은 인코딩과 디코딩으로 나누어지며, 인코딩은 미디어 데이터를 보낼 때 필요한 모듈이고, 디코딩은 RTP 데이터를 받았을 때 필요한 모듈이다.

RTCP 또한 마찬가지로 RTCP 인코딩과 RTCP 디코딩 부분으로 이루어진다. RTCP 인코딩 부분은 자신의 RTP와 관련된 시간 정보와 패킷 손실 정보와 부가정보를 만들어 보내는 부분이다. RTCP 디코딩 부분은 외부로부터 받은 RTCP를 디코딩해서 여러 가지 정보를 RTP로 전달한다.

외부 입출력에는 코덱, 소켓, 인터페이스가 있다. 인터페이스를 통해서 회의 시작과 잠시 멈춤과 다시 시작 같은 명령이 입력된다. 코덱을 통하여 입력된 정보는 RTP 인코딩 부분에서

RTP 관련 정보를 추가하여 소켓을 통하여 상대 노드에게 전달된다. 상대 노드로부터 소켓을 통하여 전달된 정보로부터 RTP 관련 정보를 제거한 후 나머지 정보를 코덱으로 전달한다.

(그림 5) H.332 시스템의 RTP/RTCP 모듈 구성도

4.1.4 코덱 모듈 구성도

(그림 6)은 오디오나 비디오 같은 미디어 코덱 모듈을 나타낸다. 코덱 모듈은 크게 인코드 모듈과 디코드 모듈로 구성된다. 인코드 모듈은 캡처 모듈을 통해 저장된 실시간 미디어 데이터를 압축하는 모듈이며, 디코드 모듈은 압축된 미디어 데이터를 복원하는 모듈이다. 즉, 인코드 모듈을 통해 압축된 미디어 데이터는 RTP 모듈을 통해 외부로 전송되고, RTP 모듈을 통해 받은 압축된 미디어 데이터는 디코드 모듈을 통해 복원된 미디어 데이터를 만든다. 현재 이용되는 오디오 코덱은 G.711[11], G.728[12], G.723.1[13]이며, 비디오 코덱은 H.261[14], H.263[15]이다.

(그림 6) H.332 시스템의 코덱 모듈 구성도

4.1.5 RTP 세션 구성도

본 논문에서는 앞에서 본 RTP/RTCP 모듈을 (그림 7)과 같이 RTP 세션으로 구현한다.

(그림 7) RTP 세션 구성도

RTP 세션은 RTP 송신자와 RTP 수신자, RTCP 송신자와 RTCP 수신자로 구성된다. 외부 노드와의 입출력은 RTP 포트와 RTCP 포트를 통하여 이루어진다. 코덱으로부터 전달받은 정보로부터 RTP 송신자는 RTP 패킷을 만들고, 이를 RTP 포트를 통하여 상대 노드에게 전달한다. 상대 노드로부터 RTP 포트를 통하여 전달받은 RTP 패킷은 RTP 수신자로 전달되며, RTP 수신자는 이를 해석한 후 필요 정보를 코덱에 전달한다.

RTCP는 RTP 송신자로부터 상대 노드에게 전달하는 패킷 및 상대 노드로부터 전달되는 RTP/RTCP 패킷 정보를 분석하고, 이 정보들을 이용하여 RTCP 패킷을 만들어 RTCP 포트를 통하여 상대노드에 전송한다. 전달받은 RTCP 정보는 여러 용도로 이용될 수 있으며, 주로 이를 상위 프로그램이 해석하여 RTP의 패킷량 조절이나 전송시간의 조절 등의 기능을 실행한다. RTCP 검사간격은 보통 5초 이상으로 잡는다. 즉, 5초마다 RTP 세션의 정보를 보낸다는 의미이다. (그림 7)에서 알 수 있듯이 RTP와 RTCP는 상호 연결되어 있으므로 서로의 정보를 쉽게 이용할 수 있다.

4.1.6 RTP 세션과 코덱 모듈과의 관계 구성도

(그림 8)은 RTP 세션과 오디오 코덱과의 관계 및 정보 흐름의 구성도를 나타낸 것으로서, 비디오 코덱과의 관계도와 이와 동일하게 구성되어 있다.

(그림 8) RTP 세션과 오디오 코덱과의 관계 구성도

RTP 세션은 크게는 RTP 송신자/RTP 수신자와 RTCP 송신자/RTCP 수신자로 구성되어 있으며, 이를 이용하는 스레드는 오디오 압축부와 RTP 송신자로 이루어진 전송 스레드 및 오디오 복원부와 RTP 수신자로 이루어진 수신 스레드가 있다. RTCP 송신자와 수신자는 2개의 스레드 모두에 의해 호출된다.

정보의 흐름에 따라서 이들 사이의 관계를 살펴보면, 먼저 오디오 입력 디바이스로부터 캡처된 오디오 데이터는 입력버퍼에 쌓이게 되고, 이렇게 쌓인 오디오 데이터를 송신 스레드에서 가져와 미리 알려진 SDP 코덱 관련 정보를 이용해 선택된 코덱으로 압축해서 압축데이터 버퍼에 쌓아 놓는다. RTP 송신자는 압축된 오디오 데이터 버퍼로부터 하나의 패킷 양만큼(예, G.723.1의 경우 30msec) 가져와 RTP 인코드를 통해 RTP 헤더를 씌워서 보내게 된다. 보내고 난 후에는 항상 RTCP 전송

간격을 검사해서 RTCP 전송시간이 되었다면 바로 RTCP 패킷을 만들어 보낸다. 이 RTCP 패킷의 데이터는 RTP 송신자와 수신자, RTCP 수신자로부터 받은 정보가 된다. RTCP 수신자는 2개의 쓰레드가 작동할 때마다 항상 이용된다.

상대로부터 전달받은 RTP 패킷이 RTP 포트를 통하여 들어오면 수신자 RTP 버퍼에 쌓이게 되고, RTP 수신자는 이 RTP 데이터를 가져온다. 가져온 RTP 데이터는 RTP 헤드의 분석을 통해 필요한 정보를 취하고 난 후 RTP 헤드를 제거한 후, 압축된 오디오 데이터만을 압축 오디오 버퍼에 쌓아둔다. 이 데이터는 다시 오디오 복원부에서 한번의 플레이 시간만큼(예, G.723.1의 경우 30msec) 가져와 복원한다. 복원된 오디오 데이터를 오디오 플레이 버퍼에 쌓아두면, 오디오 출력 디바이스가 차례차례 가져가 플레이한다.

4.2 시스템의 구현 결과

4.2.1 초기 실행과 회의 형태 설정

(그림 9)는 구현된 H.332 회의 프로그램의 초기 실행 화면이다. H.332 회의에서는 표준시간이 매우 중요하다. 즉, 회의 참가자 모두가 같은 표준시간을 사용해야만 회의의 시작 시간과 종료시간이 일치하게 된다. 미리 알려진 SDP의 시간 정보가 올바르게 작동되기 위해서는 참가자 모두가 표준시간을 따라야 한다는 것이다.

따라서, 본 논문에서는 H.332 회의 프로그램의 실행과 동시에 한국표준과학연구원에 접속하여 표준시간 정보를 읽어와 본인 시스템의 표준시간을 자동으로 재 설정한다. 만약에 표준시간 서버에 접속이 실패하면 수동으로 표준시간을 맞추라는 경고 메시지가 뜬다. 이 경우 'Set Sys Time'이라는 버튼으로 표준시간을 수동으로 설정하면 된다.

(그림 9) 구현된 H.332 시스템의 초기 실행 화면과 회의 타입 설정 화면

- 초기 화면의 버튼들을 간단하게 설명하면 다음과 같다.
- a : 회의타입 설정 버튼이다. 회의의 설정형태를 결정하는 대화창을 제공한다.
 - b : SDP 설정 버튼이다. SDP를 설정할 수 있는 대화창을 제공한다.
 - c : SDP 저장 버튼이다. SDP를 파일로 특정 위치에 저장할 수 있는 대화창을 제공한다.
 - d : SDP 공표 버튼이다. SDP 파일을 공표하는 전자우편 관련 프로그램을 실행시키고 주소록을 띄운다.

- e : 강제 종료 버튼이다. 강제적으로 회의를 종료한다.
- f : 시간 설정 버튼이다. 수동적으로 시스템의 표준시간을 설정하는 대화창을 제공한다.
- g : SDP 파일을 읽는 버튼이다. 특정 위치에 있는 SDP 파일을 읽는 대화창을 제공하고, 실제로 SDP를 디코드 한다.
- h : 회의의 시작 버튼이다. 강제적으로 회의를 시작 할 때 사용한다.
- i : 회의의 일시 멈춤 버튼이다. 강제적으로 회의의 일시적인 정지를 실행한다.
- j : 회의 다시 시작 버튼이다. 일시 정지된 회의를 다시 시작할 때 사용한다.

본 논문의 H.332 회의 시스템은 (그림 9)와 같이 서버와 수신자를 따로 구분해서 구현하지 않고 하나의 시스템으로 구현하였다. 회의 타입은 "Receiver only", "Sender only"와 "Send/Receiver" 타입이 있다. 기본적으로는 "Receiver only" 타입으로 설정되고, 이 타입은 H.332의 청중들의 타입이다. 나머지 2가지 타입은 H.332 패널 멤버들의 타입이다. 회의 타입이 "Sender only" 모드일 때와 "Send/Receiver" 모드일 때만 b, c, d 버튼이 활성화된다. 즉, 청중 모드일 때는 SDP를 만들거나 보낼 수 없다는 것을 의미이다.

4.2.2 SDP 설정

(그림 10)과 같이 SDP의 설정은 크게 3가지 블록으로 나뉘어진다.

(그림 10) 구현된 H.332 시스템의 SDP 설정 화면

첫 번째 블록이 회의의 전반적인 정보를 설정하는 블록으로 "My name"은 SDP를 설정하는 사람(주로 의장)의 이름이 되고, "Subject"는 H.332 회의의 주제가 된다. 그리고 "My IP Address"는 주로 의장의 주소나 MC의 주소가 된다. 두 번째 블록은 회의의 시간과 관련된 정보를 설정하는 블록으로, "Start"와 "Stop"은 각각 회의의 시작시간과 종료시간을 나타낸다. "immediately"는 회의의 시작 시간을 SDP를 받는 즉시 실행 되도록 할 때의 설정이고, "unlimited"는 회의의 종료시간을 제한하지 않도록 할 때의 설정이다. "im-

mediately”와 “unlimited”를 동시에 설정한 경우 SDP의 시작시간과 종료시간은 영(zero)으로 설정된다. “Save Time and repeat Set Time” 버튼은 회의의 시작과 종료시간이 여러 번 불규칙적으로 반복될 때 이용된다. 예로서, 오늘 오후 3시 30분부터 오후 5시까지 하고, 다시 오후 7시부터 8시까지 회의를 할 때 사용된다. 규칙적인 반복일 경우에는 “professional set” 버튼을 이용해서 설정한다.

새 번째 블록은 회의에 사용되는 미디어에 관련된 정보를 설정하는 블록이다. 비디오는 선택이지만 오디오는 기본적으로 지원해야 한다. “sending to IP”는 미디어가 각각 보내어질 주소를 설정한다. 기본적으로 멀티캐스트 주소로 이용하며, 멀티캐스트가 지원되지 않는 라우터에서는 브로드캐스트 주소를 사용할 수 있다. 구체적인 오디오나 비디오의 코덱과 관련된 정보나 포트에 관련된 정보는 “professional set”에서 설정한다. 기본적으로 설정되는 코덱은 G.723.1[13] 오디오 코덱과 H.263[15] 비디오 코덱이고, 포트는 오디오 RTP 포트는 5,000번이고 RTCP는 5,001번, 비디오 RTP 포트는 5,010번이고 RTCP는 5,011번이다.

마지막으로 SET SDP 버튼을 클릭하면 위에서 설정된 SDP의 값들이 SDP 프로토콜에 의해 인코딩 된다.

4.2.3 SDP 파일 저장

SDP 파일의 경로를 저장하는 이유는 H.332 회의의 특성상 SDP의 공표는 회의가 열리기 전에 미리 공표하기 때문이다. 예를 들어, 회의가 내일 오전 10시에 시작되는데 의장이 오늘 오후 5시쯤에 SDP를 설정했다면 의장은 아마도 SDP를 공표하고 나서 이 프로그램을 종료하고 내일 오전 9시 50분쯤에 프로그램을 다시 실행할 것이다. 따라서, SDP를 공표하고 나서도 파일로 저장해야 한다. 또한, 프로그램이 실행되면 의장도 SDP 정보를 이용해 프로그램의 여러 설정을 해야 하기 때문에 다시 저장된 SDP를 읽어와 프로그램을 설정해야 한다. 이렇게 하기 위해서는 미리 저장된 SDP 파일의 위치를 아는 것이 편리할 것이다. (그림 11)은 저장된 SDP 파일의 내용을 보여준다.

(그림 11) 구현된 H.332 시스템의 SDP.txt 파일

SDP가 인코딩되어 저장되면 (그림 11)과 같이 텍스트로 저장된다. SDP 설정에서의 각각의 값들은 해당 필드의 값으

로 저장된다. 즉, 회의 시간관련 정보는 ‘t=’ 필드, 미디어 관련 정보는 ‘m=’ 필드, 접속 주소는 ‘c=’ 필드로 저장되고, 의장에 관한 정보는 ‘o=’ 필드에 저장된다. 위와 같은 SDP 파일은 “professional set”을 하지 않았을 경우의 SDP 파일 내용이다.

4.2.4 SDP 공표 및 읽기

(그림 12)는 SDP 파일을 공표하는 전자우편 관련 프로그램의 화면이다. 본 논문에서는 SDP 공표 방법으로 전자우편을 이용하고, 전자우편 관련 프로그램을 기본적으로 Window의 Outlook Express를 이용한다. 메인 프로그램에서 “send SDP file” 버튼을 클릭하면 SDP 파일이 저장된 위치(SDP.ini 파일에 저장)에서 SDP.txt 파일을 자동으로 첨부해서 전자우편 관련 프로그램이 실행된다. 동시에 주소록 관련 프로그램도 실행된다.

(그림 12)에서 전자우편 내용에는 회의 주제나 회의 시작과 종료시간을 명시해준다. 또한, 부가적인 정보도 명시해 줄 수 있다. 이렇게 추가적으로 전자우편 내용을 명시해 주는 이유는 SDP 파일을 받아서 바로 파일을 해석하지 않고도 기본적인 정보를 주기 위해서이다. 따라서, 전자우편 내용에 명시된 회의 시간쯤에 SDP 파일을 읽어서 해석하면 된다. 물론 바로 SDP 파일을 해석하면 더 많은 정보를 얻을 수 있다.

(그림 13)은 미리 공표된 SDP 파일을 읽었을 때 자동으로 해석되어 보여주는 회의 시간관련 정보이다. 아래 시간이 되면 자동으로 회의가 시작되고 종료하게 된다.

(그림 12) 구현된 H.332 시스템의 SDP 파일 공표

(그림 13) 구현된 H.332 시스템의 회의 시간 알림 화면

4.2.5 H.332 회의의 구현환경 및 회의 실행

본 논문에서 구현한 H.332 멀티미디어 회의 프로그램은 현재 Window 98/ME/2000에서 운용되며, 실험 환경은 교내 인터넷상에서 실험하였으며, 멀티캐스팅이 지원되는 인터넷상의 모든 노드에서 적용 가능하다. (그림 14)는 본 논문에서 구현된 H.332 시스템의 실행 화면이며, H.332 회의 참가자 중에서 패널에 참가자 4명의 화면이다. 나머지 청중들은 이 패널회의의 수신만 가능하며, 질문을 위하여 패널에 임시로 참가할 수 있다. 청중으로 가입한 사용자는 50명까지 실험하여 보았으며, 65,000명까지 가입 가능하다. 실험 결과, 소수의 패널토의 참가자들의 토의를 많은 청중이 청취하는 모델에 매우 적절하게 적용할 수 있으며, 원격교육 및 인터넷 방송에서의 토론 청취 등에 유용하게 사용될 수 있음을 알게 되었다.

(그림 14) 구현된 H.332 시스템의 회의 실행 화면

4.2.6 기존 H.323 멀티미디어 회의와의 장단점 분석

ITU-T H.323 멀티미디어 회의만을 지원하는 시스템의 경우[2-4], H.323 일대일 멀티미디어 회의 및 다자간 멀티미디어 회의를 지원하나 많은 사용자가 필요한 응용에의 적용에는 문제점을 지니고 있다. 즉, 기존의 H.323만을 지원하는 시스템은 H.323 표준안의 한계 때문에 최대 참가자의 수가 256명을 초과할 수 없으며, 새로운 참가자의 가입 시 참가 시간이 H.332에 비하여 길다는 단점을 지니고 있다. 또한, H.323 멀티미디어 회의 시스템에서는 참가자가 수백 명일 경우에도 능력 교환과정에서 공통된 능력추출이 어렵고 멀티미디어 회의 설정과정에서의 시간 지연문제 등의 단점이 대두되고 있다. 이를 근거로 기존 H.323 시스템과 본 논문과의 장단점을 비교하면 다음과 같다.

본 논문에서 구현한 H.332 시스템의 장점은 기존의 H.323과 비교하여 확장성의 장점이 있음을 알 수 있다. 첫 번째로 최대 가입자의 경우, 다자간 회의를 지원하는 H.323의 경우

단말기 식별자가 8비트이며, 이로 인하여 256명까지만 참가 가능하다. 이에 비하여 H.332의 경우는 단말기 식별자 대신에 RTP의 SSRC를 이용하고 있으며, 16비트로 구성된 SSRC로 인하여 참가자의 인원은 약 65,000명까지이다. 두 번째, 장점은 H.332 시스템에서 기존의 세션에 새로운 참가자의 가입 시 참가 시간이 H.323에 비하여 짧다는 점이다. 기존의 H.323 멀티미디어 회의의 경우 회의에 참가하여 정보를 받기 위하여 기본적으로 H.225 호설정 시간, H.245 능력교환, 채널설정과정 및 RTP 세션 설정의 시간이 필요하나, H.332의 경우는 RTP 세션 설정 시간만이 필요하다. 따라서, H.323 멀티미디어 회의에 비하여 기존의 회의에 빠르게 가입할 수 있다.

구현한 H.332 시스템의 단점으로는 소결합 참가자 즉 청중의 경우 패널 토의자의 멀티미디어 정보만을 전송 받을 수 있으며 자신의 멀티미디어 정보를 전송하기 위해서는 의장의 허가를 받아 H.323을 이용하여 패널에 참가한 후에나 가능하다. 즉 정보 수신인 경우에는 문제가 없으나 정보 전송의 경우는 상당한 과정을 거쳐야 하는 문제를 지니고 있다.

이와 같은 내용을 살펴볼 때, 서로 주고받는 정보가 거의 대칭적인 일대일 회의나 그룹 미팅 같은 응용분야는 H.323이 적절하며, 정보의 교환이 비대칭적인 응용분야인 패널토의의 방청 및 원격강의의 수강은 H.332가 적절함을 알 수 있다. 따라서, H.332 표준안은 H.323 표준안과 결합하여 H.323 만으로 적용할 수 없는 회의 모델에 적용할 수 있으며, 현재 많이 이용되고 있는 H.323 표준안의 문제점을 해결할 수 있음을 알 수 있다.

5. 결 론

ITU-T H.323 멀티미디어 회의만을 지원하는 시스템의 경우 H.323 일대일 멀티미디어 회의 및 다자간 멀티미디어 회의를 지원하나 많은 사용자가 필요한 응용에의 적용에는 문제점을 지니고 있다. 즉, 기존의 H.323만을 지원하는 시스템은 H.323 표준안의 한계 때문에 최대 참가자의 수가 256명을 초과할 수 없으며, 새로운 참가자의 가입 시 참가 시간이 H.332에 비하여 길다는 단점을 지니고 있다. 또한, H.323 멀티미디어 회의 시스템에서는 참가자가 수 백명일 경우에도 능력 교환과정에서 공통된 능력추출이 어렵고 멀티미디어 회의 설정과정에서의 시간 지연문제 등의 단점이 대두되고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 H.332 표준안이 제시되었으며, H.332 표준안은 H.323 표준안과 결합하여 H.323 만으로 적용할 수 없는 다양한 회의 모델에 적용할 수 있다[1, 5, 16, 17].

H.332 표준에 근거한 멀티미디어 회의의 구성은 송수신 능력을 갖춘 소수의 패널들과 수신능력만을 갖춘 다수의 청중들로 구성된다. 소수의 패널에는 고정패널과 임시패널이 있으며, 임시패널은 청중들 중에서 질문을 위하여 패널에 참가하는 청중들로 구성되어 있다. H.332 표준을 구성하는 프로토콜은 RTP/RTCP와 SDP가 있다. 여기서, RTP는 UDP 기반에서 멀티미디어 데이터를 전달하기 위하여 이용되며, RTCP는 멀티미디어 데이터를 전달하는 RTP의 통계적 자료를 계산하고

이를 상대방에 제공한다. 또한 H.332에서는 RTCP를 이용하여 패널로부터 초대를 받을 수 있는 주소를 전달한다.

H.332 멀티미디어 회의 시스템에서 능력교환은 주로 SDP를 이용해서 이루어진다. 회의가 열리기 전에 패널의 의장으로부터 청중들에게 전자우편을 이용하여 H.332 회의에 관련된 정보를 SDP 파일을 통하여 전달한다. 청중들은 이 SDP 파일을 가지고 SDP 분석기를 통해 자신의 능력과 비교 판단 후 회의참가 여부를 결정한다. 자신의 능력으로 회의에 참가할 수 있으면, RTP 세션을 통하여 회의에 참가하여 패널 토의 참가자들의 회의 내용을 청취할 수 있으며 필요에 따라서는 질문을 통하여 임시로 패널에 참가하는 것도 가능하다.

본 논문에서는 H.323 멀티미디어 회의의 단점인 확장성을 극복하기 위하여 표준화하고 있는 H.332 프로토콜을 설계하고, 이를 구현해 보았다. 실험 결과, 소수의 패널토의 참가자들의 토의를 많은 청중이 청취하는 모델에 매우 적절하게 적용할 수 있으며, 원격교육 및 인터넷 방송에서의 토론 청취 등에 유용하게 사용될 수 있음을 알게 되었다.

참 고 문 헌

[1] ITU-T Recommendation H.323 : Packet-based multimedia communications, Nov., 2000.
 [2] 성동수, 김홍래, 허미영, 함진호, "H.323을 지원하는 다자간 영상회의 시스템의 설계 및 구현", 한국정보처리학회논문지, 제7권 제7호, pp.2041-2049, 2000.
 [3] www.cuseeme.com.
 [4] www.microsoft.com/windows/netmeeting.
 [5] ITU-T Recommendation H.332, H.323 Extended For Loosely-Coupled Conference, Nov., 1998.
 [6] RFC Recommendation 1889 RTP, A Transport Protocol for Real-Time Applications, Jan., 1996.
 [7] RFC Recommendation 1890 RTCP, A Transport Control Protocol for Real-Time Applications, Jan. 1996.
 [8] RFC Recommendation 2327 SDP, Session Description Protocol, Apr., 1998.
 [9] ITU-T Recommendation H.225.0, Call signalling protocols and media system packetization for packet-based multimedia communication system, Nov., 2000.
 [10] ITU-T Recommendation H.245, Control Protocol for Multimedia Communication, Feb., 2000.
 [11] ITU-T Recommendation G.711, Pulse Code Modulation (PCM) of voice frequencies, 1972.
 [12] ITU-T Recommendation G.728, Coding of Speech at 16 kbps

using Low-Delay Code Excited Linear Prediction, Sep. 1992.
 [13] ITU-T Recommendation G.723.1, Dual Rate Speech Coder for Multimedia Communications Transmitting at 5.3 and 6.3kbps, Mar., 1996.
 [14] ITU-T Recommendation H.261, Video Codec for Audiovisual Services at p×64kbps, Mar., 1993.
 [15] ITU-T Recommendation H.263, Video Coding for Low Bit Rate Communication, Jan., 1996.
 [16] V. Kumar, M. Korpi, S. Sengodan, IP Telephony with H.323, Wiley, 2001.
 [17] Uyless Black, Voice Over IP, Prentice-Hall, 2000.

김 준 태

e-mail : jjun0@hanmail.net
 2000년 경기대학교 전자공학과 졸업(공학사)
 2002년 경기대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)
 2002년~현재 (주)디지털미디어테크 연구원
 관심분야 : MoIP, 멀티미디어통신

성 동 수

e-mail : dssung@kuic.kyonggi.ac.kr
 1987년 한양대학교 전자공학과 졸업(공학사)
 1989년 한국과학기술원 전기및전자공학과 졸업(공학석사)
 1992년 한국과학기술원 전기및전자공학과 졸업(공학박사)
 1992년~1993년 한국과학기술원 정보전자연구소 연구원
 2002년~2003년 University of Washington 방문연구교수
 1993년~현재 경기대학교 전자공학전공 부교수
 관심분야 : MoIP, 멀티미디어통신, 병렬처리

이 건 배

e-mail : kblee@kuic.kyonggi.ac.kr
 1982년 한양대학교 전자공학과 졸업(공학사)
 1984년 한양대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)
 1989년 한양대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학박사)
 1998년~1999년 UCLA 방문연구교수
 1991년~현재 경기대학교 전자공학전공 부교수
 관심분야 : VoIP, 암호보안, ASIC 설계