

멀티미디어 원격 강의 시스템에서의 다자간 실시간 질의응답 기능 구현 기술 분석

정연기* · 김영탁**

1. 서 론

인터넷을 기반으로 하는 가상대학의 원격 강의에서는 실시간 동영상을 양방향으로 중계 방송하는 형태보다는 사전에 준비된 멀티미디어 (동영상, 음성/오디오, 텍스트, 그래픽, 이미지 등) 강의 자료를 원격지에 설치된 PC로 실시간 또는 비실시간으로 다운 로딩한 후, 이를 화면과 스피커로 출력시키면서 강의를 듣는 방식을 사용한다. 이러한 원격 강의를 일반 강의실 강의와 비교할 때 가장 큰 단점은 학생들과 교수와의 실시간 질의응답이 잘 이루어지지 않는다는 점이다. 실시간 질의응답 기능을 위하여 On-line 채팅을 이용하는 방안이 부분적으로 사용되지만 키보드를 사용하여야 하기 때문에 타이핑 속도가 늦은 학생들의 경우, 질문 자체가 부담스럽다는 점과 자연스러움이 부족한 점 등의 제한점이 있다.

본 연구에서는 보다 현장감 있는 원격 교육 시스템 구축을 위하여 실시간 멀티미디어 멀티캐스팅 기능을 분석하고, 학생들과 교수간에 동시에 음성으로 질의 응답할 수 있는 방안을 분석하며, 다자간 실시간 질의응답을 위해 이용 가능한 서비스를 조사하였다.

서론에 이어 2장에서는 ITU-T가 인터넷 환경

에서 멀티미디어 통신 표준으로 채택한 H.323 기술에 대해 분석하고, 3장에서는 인터넷에서 다자간 회의 서비스를 제공하는 상용 인터넷 서비스를 조사·분석하였다. 4장에서는 공중 교환망(PSTN)에서 실시간 질의응답을 위해 사용 가능한 서비스를 조사·분석하였으며, 5장에서 결론을 맺었다.

2. 멀티미디어 멀티캐스팅 기술 분석

1996년 ITU-T SG15에서 채택한 H.323 표준은 서비스 품질이 보장되지 않는 패킷-기반의 망을 통해 전송되는 음성, 영상, 데이터를 포괄적으로 다루고 있으며, 여러 제조 업체에서 생산한 멀티미디어 제품과 응용들이 서로 호환되도록 개발되었다[1-4]. H.323은 LAN에서의 멀티미디어 통신을 위한 프로토콜로 시작되어 멀티미디어 회의의 더 복잡한 요구를 맞추어 나가는 데도 이용된다. 이 표준안에는 H.323 시스템의 구성요소들과 각 구성요소들 간의 통신에 필요한 제어 메시지들과 각종 절차를 설명하고 있다.

H.323과 상호 호환이 가능한 H.320이 패킷망을 제외한 반면, H.323은 이 망을 지원하고 있으며 점-대-점(point-to-point) 및 다자간(multipoint) 운영을 지원한다. 여기에 H.323은 H.320의 많은 표준안을 공유한다. 예를 들어 비디오를 위해서는 H.261을 사용하며, 오디오를 위해서는 G.711을 사

*중신회원, 경일대학교 공과대학 컴퓨터공학과

**중신회원, 영남대학교 공과대학 정보통신공학과

용한다. 또한 H.323은 H.263, G.722, G.723, G.728을 포함한다. H.323에서 음성 압축(G.7XY)에 관한 표준들과 전송(H.225.0) 및 제어(H.245)에 관련된 표준들이 인터넷 전화의 표준으로 채택된 것이다[1-4].

2.1 H.323 시스템의 구성 및 역할

H.323 시스템은 단말, 게이트웨이, 게이트키퍼, MCU(Multipoint Control Unit) 등으로 구성되고, 각 구성 요소들은 정보 스트림 전송을 통해서 통신한다. H.323 시스템의 구성은 그림 1과 같다.

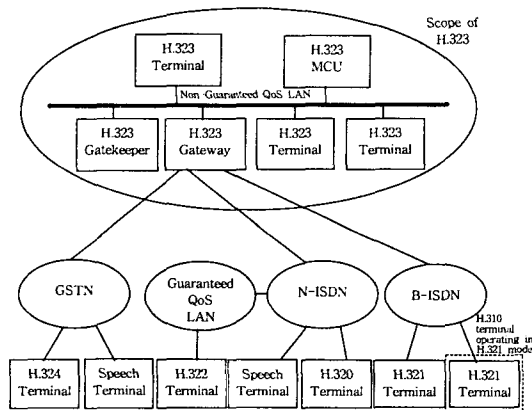


그림 1. H.323 시스템의 구성

2.1.1 H.323 단말

단말은 고객측 종단 장비로 실시간 단방향 또는 양방향 통신을 제공한다. 그림 2는 H.323 단말의 한 예를 나타내는데, 여기서 음향 코덱 장치는 필수이고, 영상 코덱과 데이터 인터페이스는 선택적이다. H.323은 다른 종류의 음성, 영상, 데이터 단말이 같이 동작하는데 필요한 각종 모드를 규정하고 있어, 인터넷 전화, 멀티미디어 회의 기술 등에 대한 표준이 될 전망이다[5]. 시스템 제어장치는 단말기의 올바른 동작을 위한 여러 가지의 시그널

링을 제공한다[4-6]. H.225 계층에서는 음성, 영상, 데이터 그리고 제어 스트림들을 네트워크 인터페이스로 전달하고 네트워크 인터페이스로부터 수신된 메시지로부터 스트림을 추출하는 일을 수행한다. Q.931에 의한 호 시그널링과 호 설정의 절차가 완료되면, 채널을 확립하여 채널의 능력을 중재하는 H.245에 관한 과정을 거치게 된다. 이 능력에 따라 데이터 전송을 위한 음성, 영상 통신을 수행하게 된다. 단말과 게이트키퍼와의 통신은 Registration/Admission/Status(RAS) 프로토콜을 이용하여 신호를 주고 받는다.

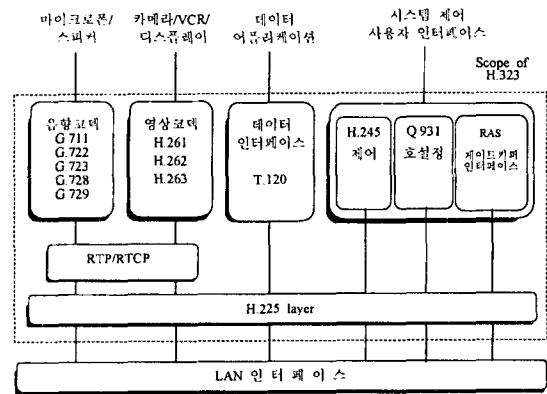


그림 2. H.323 단말의 구성 요소

2.1.2 H.323 게이트웨이

오늘날 대부분의 LAN 기반 텔레포니 시스템은 회선 교환망인 전화망과 연결이 가능해야 한다. 게이트웨이의 역할은 교환기에서 전달되는 신호와 데이터를 받아서 라우터가 이해할 수 있는 형태로 바꾸어 주는 일을 수행한다[7].

H.323의 게이트웨이는 H.323 단말과 WAN상의 비-H.323 단말들간에 실시간 양방향 음성통신을 지원하는 구성요소이다. 게이트웨이는 각 단말들간에 사용되는 전송 형식, 통신 절차, 그리고 음성, 영상과 같은 매체들의 형식상의 불일치로 생

기는 문제를 해결해 준다.

그림 3은 H.323/H.320 게이트웨이를 나타내는데, 이 게이트웨이를 사용하면 H.323 시스템 사용자는 전 세계에 위치한 다른 H.320 시스템 이용자와 링크될 수 있다.

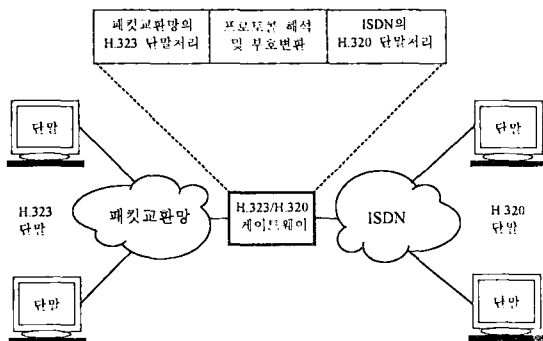


그림 3. H.323/H.320 게이트웨이

2.1.3 게이트키퍼

게이트키퍼는 선택 사양으로서, 게이트키퍼에 가입된 사용자들에게 미리 알고 있는 게이트웨이의 정보로써 연결을 실시간으로 설정하여 주는 중앙 집중적의 역할을 수행한다. RAS 규격에 정의된, 게이트키퍼가 제공해야 할 기능들을 정리하면 표1과 같다.

2.1.4 MCU

MCU는 3자 이상의 단말간에 다자간 회의기능을 지원한다. MCU는 회의의 통제센터와 같은 역할을 담당하여, 영상회의 단말기들간에 정보를 교환시켜 준다. H.323 내에서 MCU는 하나의 MC(Multipoint Controller)와 다수의 MP(Multipoint Processor)로 구성된다.

MC는 다중점 회의에서 3개 이상의 단말들간에 회의를 지원하기 위한 제어 기능들을 제공한다. MC는 다중점 회의에 참석한 각 단말들과 능력 교환을 수행하고 나중에 이를 변경할 수도 있다.

표 1. 게이트키퍼의 기능

필수 기능	
주소 해석	<ul style="list-style-type: none"> Registration 메시지로 갱신된 테이블을 사용하여 트랜스포트 주소에 대한 별명을 해석하여, 이용자로 하여금 더 친숙한 이름을 이용하여 호를 하도록 함
수락 제어	<ul style="list-style-type: none"> ARQ/ARC/ARJ 메시지를 이용, LAN 접근에 대한 허가여부 결정 호 인증, 대역폭 또는 기타 여러 기준에 의하여 LAN 접근 여부를 결정함으로써, 권한을 부여받지 못한 멀티미디어 회의 세션을 차단
대역폭 제어	<ul style="list-style-type: none"> 대역폭 관리를 근거로 Bandwith Request, Confirm 및 Reject (BRQ/BCF/BRJ) 메시지를 지원 유용한 대역폭이나 최대 동시 설정 가능한 호 수를 기반으로 호의 수용여부를 결정하여, 망의 과부하로부터 회의 호 보호
영역 관리	<ul style="list-style-type: none"> 자신에게 등록된 단말, 게이트웨이, MCU 들에 대해서만 위의 기능들을 제공
선택 기능	
호 제어 시그널링	<ul style="list-style-type: none"> 일대일 통신에서는 게이트키퍼가 Q.931 호 제어 신호를 처리 가능 게이트키퍼는 종단점에게 Q.931 신호를 직접 전송 가능
호인증	<ul style="list-style-type: none"> 게이트키퍼는 Q.931 명세에 따라 특정 단말로부터의 호 요청을 거절할 수 있다.
대역폭 관리	<ul style="list-style-type: none"> 동시에 LAN에 접근할 수 있는 H.323 단말의 수를 제한 H.225.0 시그널링을 통해 대역폭 한계를 이유로 호 요청을 거절할 수 있음
호관리	<ul style="list-style-type: none"> 호에 대한 최소비용 라우팅 경로의 설정 게이트키퍼는 현재 진행중인 H.323호에 대한 목록을 관리 <ul style="list-style-type: none"> - 수신자가 현재 통화중인지 여부를 판단 - 대역폭 관리 기능을 위한 정보 제공

회의 모드 선택은 H.245 시그널링을 이용하여 MC와 연결된 이후에 발생하며, 단말이나 MC의 능력에 의해 제한된다. MC는 게이트키퍼, 게이트웨이, 단말 또는 MCU에 위치할 수 있다.

MP는 다중점 회의에 포함된 단말들로부터 오디오, 비디오, 또는 데이터 스트림을 수신하여 각 매체 스트림에 적용된 알고리즘이나 형식의 변경, 같은 매체 스트림들 간의 스위칭이나 믹싱의 처리 과정을 거쳐 그 단말들에게 되돌려주는 일을 담당한다.

2.2 H.225

단말과 단말의 호설정을 위한 메시지를 전송하는 것과 단말과 게이트키퍼간에 등록, 수락, 대역폭 변경, 그리고 파기 절차를 수행하는데 이용되며, 호 시그널링은 Q.931 프로토콜을 이용하고 게이트키퍼와의 통신은 RAS 프로토콜을 이용한다. 그림 4에서 보는 바와 같이 단말이 호설정을 위해 setup 메시지를 송신했을 때 연결 설정이 허락되면 connect 신호를 보내게 된다. 연결이 성립되면 논리채널 개방을 위한 H.245의 절차가 수행된다. 이렇게 개방된 채널은 회의 중에 개방되어 있으며, 회의를 종료하기 위한 시그널 release complete를 보냄으로써 호를 해제하게 된다.

2.3 H.245

H.245 제어기능은 H.225에 의해 연결설정된 후, H.245 제어 채널을 이용해서 H.323 실제의 동작을 관장하는 단말-대-단말 제어 메시지들을 전송한다. H.245 채널은 단말들이 오디오와 비디오의 송수신 능력을 교환하고, OpenLogicalChannel과 CloseLogicalChannel과 같은 H.245 절차를 이용하여 논리 채널을 개방 및 폐쇄시킨다. 수신기들은 H.245를 이용하여 송신기에게 특정모드로 전송할 것을 요청할 수도 있다. 한 회의 상에서 두 단말간 혹은 양방향 채널을 개방하는 도중 두 단말간에 충돌이 발생할 수 있는데, 이를 피하기

위해 H.245의 메시지에 따라 주종(master/slave) 관계를 결정한다.

2.4 RTP/RTCP

RTP(Real-time Transport Protocol)는 오디오, 비디오 및 시뮬레이션 데이터와 같은 실시간 데이터를 멀티캐스트 또는 유니캐스트 네트워크를 이용해서 전송하는 프로토콜로서, RFC 1889와 RFC1890에 문서화되어 있다. RTP는 하위 전송 프로토콜이 안전하고, 적시 전달, 순차 전달과 같은 서비스 품질도 보장하지 않기 때문에 UDP(User Datagram Protocol)를 이용한다. 전송시 발생하는 문제들 때문에 RTP 패킷 내의 헤더 부분에 패킷 손실을 조사하거나 비순차 패킷 재조립에 사용되는 시퀀스 번호와 타임스탬프를 포함시켜 매체간의 동기화에 이용하고, 데이터의 형식과 압축형식을 표시하는 페이로드(Payload) 정보를 포함한다[4,12].

RTP 제어 프로토콜인 RTCP(RTP Control Protocol)는 멀티캐스트 환경에서 주로 사용하고, 데이터 분배의 품질에 대한 피드백을 제공하며 RTP 정보를 송신한 단말을 식별할 수 있는 식별자 정보를 제공한다.

2.5 H.323의 접속 절차

그림 4는 H.323의 호처리 과정을 나타내며 개괄적으로 설명하면 다음과 같다.

① 등록을 위해 단말1은 게이트키퍼까지 RAS 채널 상에 RAS ARQ(Adimission Request) 메시지를 보낸다. 단말1은 직통 호 시그널링의 사용을 요청한다.

② 게이트키퍼는 단말1에 ACF(Adimission Confirm)를 보냄으로써 단말1의 출입을 확인한

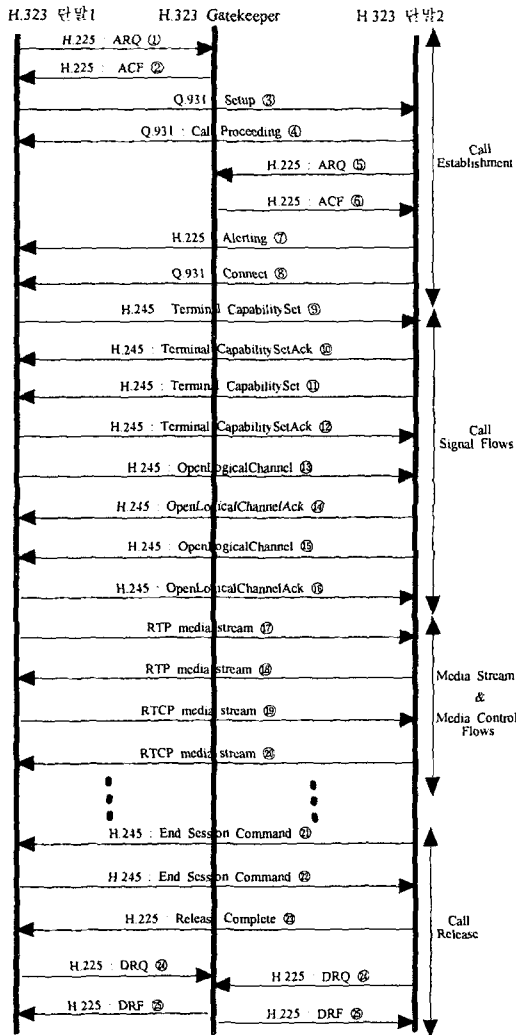


그림 4. H.323 호 처리과정

다. 이것은 단말1이 직통 호 시그널링을 사용할 수 있음을 나타낸다.

③ 접속을 위해 단말1은 단말2로 H.225 호 시그널링 "setup" 메시지를 보낸다.

④ 단말2는 단말1에게 H.225 "call proceeding" 메시지로 반응한다.

⑤ 단말2는 게이트키퍼에 등록해야 하므로, 게이트키퍼까지 RAS 채널 상에서 RAS ARQ 메시지를 보낸다.

⑥ 게이트키퍼는 단말2로 RAS ACF 메시지를 보냄으로써 등록을 확인한다.

⑦ 단말2는 단말1에게 H.225 "alerting" 메시지를 보냄으로써 접속이 설정되었음을 알린다.

⑧ 그리고, 단말2는 단말1에게 H.225 "connect" 메시지를 보내 접속 설정을 확인함으로써 호가 설정된다.

⑨ H.245 제어 채널이 단말1과 단말2 사이에 설정된다. 단말1은 그 성능을 교체하기 위해 단말2에게 H.245 "TerminalCapabilitySet" 메시지를 보낸다.

⑩ 단말2는 H.245 "TerminalCapabilitySetAck" 메시지를 보냄으로써 단말1의 성능을 알고 있음을 알린다.

⑪ 단말2는 H.245 "TerminalCapabilitySet" 메시지를 보냄으로써 그 성능을 단말1과 같도록 교체한다.

⑫ 단말1은 H.245 "TerminalCapabilitySetAck" 메시지를 보냄으로써 단말2의 성능을 알고 있음을 알린다.

⑬ 단말1은 H.245 "OpenLogicalChannel" 메시지를 보냄으로써 단말2와의 미디어 채널을 개통하며, RTCP 채널의 전송 주소가 이 메시지에 포함되어 있다.

⑭ 단말2는 H.245 "OpenLogicalChannelAck" 메시지를 보냄으로써 단말1부터 단말2까지 단방향 논리 채널의 설정을 알고 있음을 알린다. 인식 메시지에 단말2에 의해 할당된 RTP 전송 주소가 포함되어 있는데, 이 주소는 먼저 단말1로부터 수신한 RTP 미디어 스트림과 RTCP 주소를 보내기 위해 단말1이 사용하게 된다.

⑮ 그러면, 단말2는 H.245 "OpenLogicalChannel" 메시지를 보냄으로써 단말1과의 미디어 채널을 개통한다. RTCP 채널의 전송 주소가 이 메시지에 포함되어 있다.

⑩ 단말1은 H.245 "OpenLogicalChannelAck" 메시지를 보냄으로써 단말2로부터 단말1까지 단방향 논리 채널의 설정을 알고 있음을 알린다. 인식 메시지에는 단말1에 의해 할당된 RTP 전송 주소가 포함되어 있는데, 이 주소는 먼저 단말2로부터 수신한 RTP 미디어 스트림과 RTCP 주소를 보내기 위해 단말2가 사용하게 된다. 이렇게 하여 양방향 미디어 스트림 통신이 설정되게 된다.

⑪ 단말1은 단말2에게 RTP 축약된 미디어 스트림을 보낸다.

⑫ 단말2는 단말1에게 RTP 축약된 미디어 스트림을 보낸다.

⑬ 단말1은 단말2에게 RTCP 메시지를 보낸다.

⑭ 단말2는 단말1에게 RTCP 메시지를 보낸다.

⑮ 단말2는 호 해제를 시작하고 단말1에게 H.245 "EndSessionCommand" 메시지를 보낸다.

⑯ 단말1은 호 종단점을 해제하고 단말2에게 H.245 "EndSessionCommand" 메시지를 보냄으로써 해제를 확인한다.

⑰ 단말2는 단말1에게 H.225 "release complete" 메시지를 보냄으로써 호 해제를 완료한다.

⑱ 단말1과 단말2는 게이트키퍼에 RAS DRQ (Disengage Request) 메시지를 보냄으로써 게이

트키퍼와 분리된다.

㉑ 게이트키퍼는 단말1과 단말2에게 DCF(Disengage Confirm) 메시지를 보냄으로써 단말1과 단말2의 분리를 확증한다.

3. 인터넷 다자간 회의 서비스 제공 사이트

원격 강의 시스템에서 다자간에 실시간으로 질의응답을 할 수 있도록 하기 위해, 이미 상용 인터넷 서비스 제공자(ISP)들이 제공하고 있는 인터넷 다자간 회의 기능을 이용할 수 있다. 표 2는 멀티미디어 멀티캐스팅 기능을 활용하여 인터넷에서 다자간 회의 기능을 서비스하고 있는 업체의 제품과 특성을 나타낸다. 원격강의에서 실시간 질의응답도 이러한 제품을 이용하여 교수와 학생들 간에 실시간으로 음성을 통해 질의응답할 수 있다. 이 때 사운드 카드는 양방향 통신이 가능해야 하고, 양질의 사운드 카드를 선택하면 더 좋은 통화 품질을 기대할 수 있다.

인터넷에서 다자간 회의 기능을 이용하면, 참가자의 지역적 위치에 무관하게 무료 또는 저렴한 비용으로 다자간에 실시간으로 질의응답할 수 있다. 표 2를 보면, 대부분의 서비스가 하나의 가

표 2. 인터넷 다자간 회의 서비스 제공 업체

회사명	제품명	URL	회의 참가자 수
새하닷컴	multiview	http://www.saeha.com	-서버 시스템 당 300명 참여 -한 방에 10명까지 음성대화
Voxware	Voice Chat	http://new21.x-y.net	-최대 200명까지 음성 채팅 참여 -4명의 사용자가 동시에 대화가능
(주)두루캠	Thru-cam	http://www.thrucam.com	-동시 접속자 수를 서버 성능에 맞게 최대화 -다자간(4명) 그룹통신이 가능
(주)생커즈	Multiphone web	http://www.thinkers.co.kr	-200명까지 음성회의에 참여 -동시 4명까지 대화가 가능
HomeAlone Software	NetSound	http://www.homealone.co.kr	-인트라넷에서 32명 -인터넷에서 16명

상 강의실에 200명에 이르는 학생을 수용할 수 있고, 4명 정도의 참가자가 동시에 질문을 하더라도 질의응답 시스템에 접속한 모든 학생과 교수는 발언한 4명의 음성을 모두 인식할 수 있으므로, 교실에서 이루어지는 질의응답과 거의 유사한 환경이 제공된다.

그러나 현재 제공되고 있는 이러한 회의 서비스들은 기존의 전화와 비교하여 통화 품질이 떨어진다는 단점이 있다. 인터넷 회의 기능에서 통화 품질을 열화시키는 주요 요인에는 지연(Delay), 패킷 손실(Packet Loss) 및 지터(Jitter) 등이 있다. ITU-T에서는 종단간 전화 통화에서 단방향 지연시간을 400ms 이내로 권고하고 있다[8,9]. 전송 지연 시간의 편차인 지터는 75ms 이내라야 만족할 만한 통화 품질을 기대할 수 있다[10,11]. 현재 각 대학 네트워크의 경우, 특정 시간대에는 과도한 트래픽이 발생되므로 지연, 패킷 손실, 지터 등으로 인해 통화 품질이 크게 저하되는 문제점이 있다.

4. 공중 교환망(PSTN)을 이용한 실시간 질의응답

실시간 질의응답을 위해 음성 전화망의 전화회의 시스템을 이용할 수 있다. 전화회의 시스템에서 서로 다른 지역에서 걸려 온 전화를 3자 이상이 통화할 수 있도록 하기 위해 Audio Bridge란 장비를 사용한다[13]. 전용회선을 통해 Audio Bridge

를 PBX에 연결함으로써, 다수의 사용자 그룹이 동시에 음성회의를 할 수 있도록 다자간 전화회의 시스템을 구성할 수 있다. 그림 5는 공중 교환망에서 Audio Bridge를 이용하여 구현할 수 있는 다자간 실시간 질의응답 시스템의 구성을 보여준다.

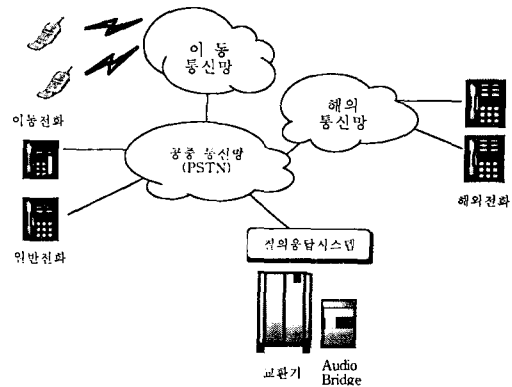


그림 5. 공중교환망에서 다자간 질의응답 시스템의 구성

현재 국내에서 서비스되고 있는 공중 교환망에서의 다자간 실시간 통신 서비스 사례를 살펴보면 표 3과 같다.

인터넷에서 구현한 멀티미디어 질의응답 시스템에 비해 공중 교환망에서 구축할 수 있는 다자간 통신 시스템의 장점을 살펴보면, 먼저 일반전화, 휴대폰, PCS 등 모든 전화기에서 질의응답을 할 수 있으므로 지금 쓰고 있는 전화기를 그대로 이용하여 시간과 공간에 구애받지 않고 실시간

표 3. 공중교환망에서 사용 가능한 다자간 질의응답 서비스

서비스명	업체명	최대 참가자수	이용방법	서비스 사용료	통화료
Meeting Call	한국통신	32명	- 교수와 학생이 이용번호를 다이얼하여 각자의 고객번호로 회의 시스템에 접속	200원/회선/분 (야간:100원/회선/분)	회의 개설자 부담(기존 자동통화료 적용)
Call Together	데이콤	제한 없음	위와 동일함	300원/회선/분	참석자 각자 부담(기존 통화료 적용)

질의 응답 세션에 참여할 수 있다. 또한 전화망을 이용한 통화이므로 교실에서 질의응답을 하듯이 현장감 넘치는 깨끗한 음성으로 대화할 수 있다.

그러나 이 서비스는 사용료가 너무 비싸다는 단점이 있다. 표 3을 참고로, 한국 통신의 Meeting Call을 이용하여 31명의 학생과 1명의 교수가 주간에 1시간동안 다자간 질의 응답을 할 경우, 질의 응답 서비스 개설자는 $200\text{원} \times 32\text{회선} \times 60\text{분} = 384,000\text{원}$ 의 서비스 사용료와 32회선에 대한 60분간의 전화통화료를 부담해야 한다. 교육기관의 입장에서 볼 때, 이것은 너무 큰 부담이기 때문에 교육기관에 대해서는 특별 할인이 요구된다.

5. 결론

본 논문에서는 인터넷 환경에서 다자간 실시간 질의 응답을 가능하게 해 주는 H.323 표준의 기능을 분석하였다. 또 현재 인터넷 환경에서 서비스 되고 있는 실시간 다자간 회의 서비스 제공 업체를 조사하고 각 서비스의 특징을 분석함으로써, 실시간 질의응답을 위해 이러한 서비스가 활용될 수 있음을 보였다. 그러나 인터넷 회의 시스템이 안고 있는 근본 문제인 지연, 패킷 손실, 지터 등으로 인해 기존의 전화와 비교해 볼 때 통화 품질이 떨어진다는 단점이 있으나, 무료 또는 저렴한 비용으로 활용할 수 있다는 장점이 있어 현재로서는 실시간 질의응답을 위해 문자 채팅의 대안으로 사용할 만 하다.

다자간의 실시간 질의응답을 위해 더 나은 음성 품질이 요구되면, 공중 교환망에서 제공하고 있는 다자간 회의 기능을 이용할 수 있다. 이러한 기능은 Audio Bridge를 이용하여 구내망에서 구현할 수도 있으나 한국통신과 데이콤에서 제공하는 상용서비스를 이용할 수 있다. 이 서비스는 비용이 비싸다는 단점이 있는데, 앞으로 교육기관에

대해선 특별 요금이 책정되길 기대한다.

앞으로 인터넷이 고속화되고 DiffServ나 IntServ와 같은 우선순위 서비스가 제공되면, 인터넷 전화의 통화 품질도 크게 개선될 것으로 보인다. 이에 따라 H.323 표준에 따른 멀티미디어 멀티캐스팅 기술은 가상 대학과 같은 응용에서 아주 유용하게 사용될 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- [1] VCON, "White paper on H.323," <http://www.vcon.com/>, 1998.1.
- [2] RADVision's H.323 InfoCenter, "What is H.323?," <http://www.radvision.com/info/whatis/>, 1999.
- [3] DataBeam, "A Printer on the H.323 Series Standard," <http://www.databeam.com/h323/h323/primer.html>, 1998.5.
- [4] ITU-T recommendation H.323, "Visual telephone systems and equipment for local area networks which provide a non-guaranteed quality of service," 1996.5
- [5] 기술정보센터 정보조사분석팀, "영상회의 기술/시장보고서," 한국전자통신 연구원, 1999.12.
- [6] 기술정보센터 정보조사분석팀, "인터넷 전화-기술/시장보고서," 한국전자통신 연구원, 1999.12.
- [7] 김정환, 강희일, 이동일, "인터넷 전화 게이트웨이의 기술 및 시장 동향," 한국전자통신 연구원 주간 기술동향, 1999.
- [8] ITU-T Recommendation G.114, "One-way transmission time," 1996.
- [9] Thomas J. Kostas, Michael S. Borella, Ikhlak Sidhu, Guido M. Schuster, Jacek Grabiec and Jerry Mahler, "Real-Time voice over Packet-Switched Networks," IEEE Network, Jan./Feb. 1998.
- [10] Draft ITU-T Recommendation I.380, "Internet protocol data communication service - IP packet transfer and availability performance parameters," 1998.

[11] ETSI/TIPHONE TR 101 329 v2.2.2, "General aspects of Quality of Service (QoS)," 1999.
 [12] IETF RFC 1889, "RTP : A Transport Protocol for Real-Time Applications".
 [13] Multilink, "Audio Conferencing System," <http://www.multilink.com/>, 2000.



정 연 기

- 1982년 2월 영남대학교 전자공학과 졸업(공학사)
- 1984년 2월 영남대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)
- 1996년 2월 영남대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학박사)
- 1985년 3월~1990년 2월 가톨릭상지대학 전산정보처리과 조교수
- 1990년 3월~현재 경일대학교 공과대학 컴퓨터공학과 부교수
- 1998년 1월~1998년 12월 호주 뉴캐슬대학교 전기 및 컴퓨터공학과 교환교수
- 관심분야 : 멀티미디어 통신, ATM/B-ISDN 기반의 초고속 정보 통신망, 통신망 운용관리.



김 영 탁

- 1984년 2월 영남대학교 공과대학 전자공학과 졸업(공학사).
- 1986년 2월 한국과학기술원(KAIST) 전기 및 전자공학과 졸업(공학석사).
- 1990년 2월 한국과학기술원(KAIST) 전기 및 전자공학과 졸업(공학박사).
- 1990년 3월~1994년 8월 한국통신 통신망연구소 전송망 구조 연구실장.
- 1994년 9월~현재 영남대학교 공과대학 정보통신공학과 부교수.
- 관심분야 : ATM/B-ISDN기반의 초고속 정보통신망, GI(Global Information Infrastructure), 차세대 인터넷(NGI), TMN/TINA체계의 통신망 운용관리.