

主題

저비트율 AV 코딩을 이용한 비디오폰 서비스

한국전자통신연구원 컴퓨터·소프트웨어기술연구소 이경희, 강민규, 박승민, 김두현, 황승구

차 례

- I. 서론
- II. 비디오 폰 서비스
- III. 비디오 폰 시스템
- IV. 결론

I. 서론

통신망의 고속화, 컴퓨터 처리 속도의 향상, 데이터의 압축 및 복원 알고리즘의 개발 등으로 인해 다양한 멀티미디어 서비스들이 개발되고 있다. 이들 서비스 중의 하나로서 비디오 폰 서비스가 있다. 비디오 폰 서비스 혹은 영상 회의는 통신망을 이용하여 원격지의 2인 혹은 다수 참가자들이 음성, 영상, 데이터를 이용하여 상호 통신을 하는 것으로 현재 상용 제품들이 출시되고 있다.

이들 영상 회의 시스템간의 상호 호환을 위해 ITU-T(International Telecommunication Union-Telecommunication standardization sector)에서는 영상 회의 시스템의 권고안들을 발표하였으며 이들 권고안은 시스템이 사용하는 통신망에 따라 일차적으로 구분되어 진다. 이중 ISDN(Integrated Services Digital Network)상의 영상 회의 표준으로는 H.320 권고안이 있으며, LAN(Local Area Network)을 위한

H.323 권고안, 그리고 GSTN(Generalized Switched Telephone Network)을 위한 H.324 권고안 등이 있다. 각 시스템들이 사용하는 오디오, 비디오 압축/복원 알고리즘은 유사하나 전송 프로토콜 및 콘트롤 프로토콜은 전달 매체의 특성에 따라 다른 각각의 프로토콜 스택을 사용한다.

본고는 저비트율 오디오-비디오 코딩을 이용한 비디오 폰 서비스에 대해 기술한 것으로, II장에서는 비디오 폰 시스템의 개요에 대해 기술하고, III장에서는 H.320, H323, H324 시스템들의 구조 및 동작에 대해 설명하고, IV장에 결론을 맺는다.

II. 비디오 폰 서비스

비디오 폰 서비스는 음성, 영상 혹은 데이터를 실시간에 전달하여 상호 의사 교환을 하도록 해 주는 시스템이다. 이러한 비디오 폰 서비스는 내부적으로 디지털 방식의 데이터를 처리하는 단말기 상에서

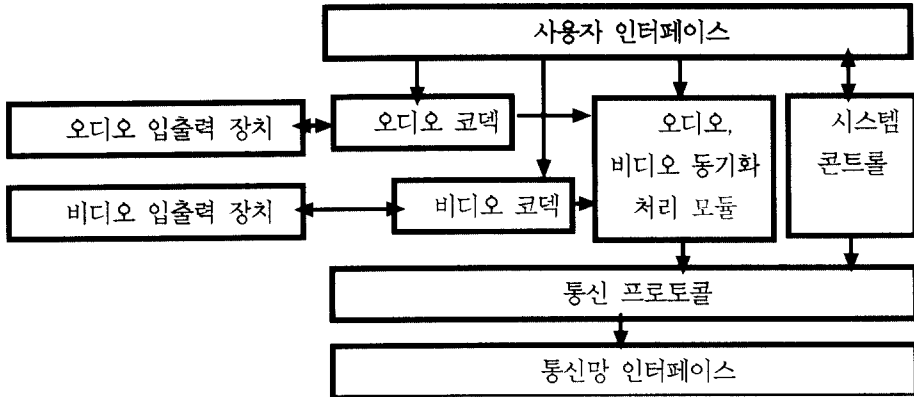


그림 1. 비디오 폰 시스템의 기본 구조

아날로그의 음성 및 영상 신호를 입력받고, 이를 디지털 데이터로 변환한다. 변환된 디지털 데이터는 전송 매체를 경유하여 수신측 단말기에 전달되고 수신측 단말기에서 음성 및 영상 데이터를 마이크 혹은 디스플레이 장치를 이용하여 사용자에게 출력한다. 이때 부가적으로 파일의 전송, 채팅, 공유 전자 칠판 등의 데이터 회의 서비스도 포함되기도 한다. ITU-T에서는 데이터 회의의 상호 연동을 위해 T.120 시리즈의 권고안을 발표하였다.

이러한 비디오 폰 서비스를 실현, 확산시키는 여러 가지 기술 중에서 아래의 세 가지 중요한 기술이 있을 것이다. 첫째로서 멀티미디어 데이터를 물리적으로 전송하는 통신 장치 기술과 통신 프로토콜 기술을 포함하는 통신 기술이고, 둘째로는 음성 및 영상의 압축/복원 기술이다. 입력단에서 입력되는 음성 및 영상 데이터(raw data)는 데이터의 양이 크기 때문에 이를 저장, 전송하는데 많은 부담을 주게 된다. 이들 데이터 저장 및 전송의 부담을 축소하고 통신비용을 축소하기 위해 음성 및 영상의 압축/복원기술이 필요하게 된다. 셋째로는 음성 및 영상 데이터가 시간축 상에서 동기를 맞춰 출력(display)시키는 동기화 기술일 것이다.

III. 비디오 폰 시스템

이 장에서는 비디오 폰 시스템에 사용되는 지는 주요 시스템들의 구조 및 동작 절차에 대해 기술한다.

1. H.320 시스템(6)

1.1. H.320 시스템의 구조

ITU-T의 H.320 시스템의 구조가 그림 2에 나타나 있다. H.320은 통신 매체로서 ISDN을 사용한다. 상기 그림에서 점선으로 표시된 영역이 H.320 권고안이 정의하고 있는 부분이다. 그림 내에 포함된 Video codec으로는 H.261, H.263, MPEG-1 등을 이용할 수 있으며, audio codec으로서 A-law, u-law, G.722, G.723.1, G.729, G.722 등을 사용할 수 있다. 그리고 telematic equipment를 이용하여 T-series의 데이터 회의를 할 수 있다. 비디오 스트림을 압축/복원하는데 걸리는 시간이 오디오 스트림을 처리하는 것보다 많이 걸린다고 가정하고 이들 스트림들의 동기화를 위해 오디오 입출력단에 delay를 둘 수 있게 하였다. System control은 상대방과의 통신을 위해 콘트롤 정보 및 상태 정보(indication)를 전달하고 상대방과의 호 접속 및 해제 등을 처리하는 부분이다.

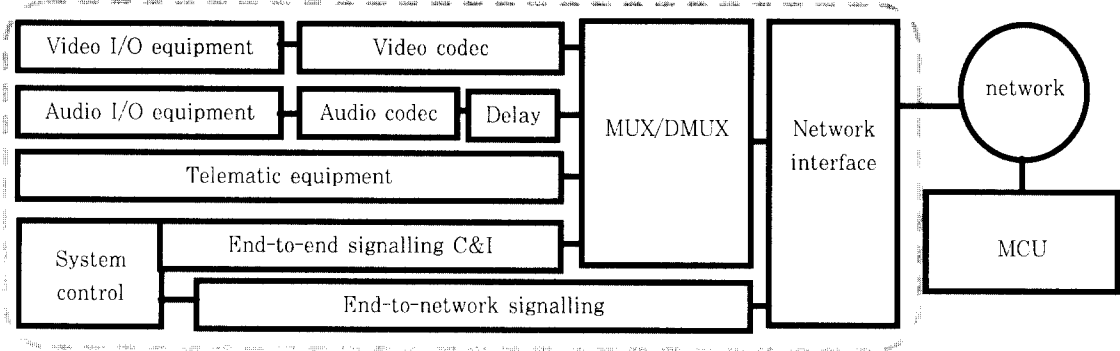


그림 2. ITU-T H.320 시스템의 구조

End-to-network signalling C&I부분에서는 H.242, H.221, H.230 권고안에 정해진 signal 들과 절차를 처리하여 시스템 제어가 이루어지도록 한다. H.242 권고안은 초기 capability set 송수신 절차, 모드 변경 절차 및 에러 복구 절차 등을 정하고 있다. MUX/DMUX는 오디오/비디오 코덱에서 생성된 데이터 스트림, 데이터 회의를 위한 데이터 및 회의 제어에 관련된 컨트롤과 상태 정보를 다중화(multiplexing)/역다중화(demultiplexing)하는 부분으로 H.221 권고안이 이를 정의하고 있다. Network interface는 실제로 ISDN과 데이터 입출력을 행하는 부분이다. MCU는 다자간 통화를 지원하기 위한 장치이다. 점대점(point-to-point) 연결을 통한 2자 통화는 MCU없이도 동작이 가능하다.

H.320 시스템은 하나이상의 ISDN 채널을 통해 데이터를 송수신할 수 있다. 다수의 채널을 사용하여 통신을 하면 송수신할 수 있는 데이터의 양이 증가하므로 화질과 같은 서비스의 질을 높일 수 있으나 통신의 비용은 증가하게 된다.

1.2. H.320 시스템의 동작

1.2.1. 데이터 프레임의 구조

데이터를 전송하는 채널은 B, H 등의 채널이 있

다. 이들 중 B 채널 하나는 64kbps의 전송 능력을 가지고 있다. 데이터의 전송은 80바이트의 프레임 단위로 동작한다. 프레임은 순서적으로 짝수 프레임(even frame)과 홀수 프레임(odd frame)으로 나뉘어진다. 연속되는 짝수 프레임 하나와 홀수 프레임 하나를 묶어 하나의 부멀티프레임(submulti-frame)이라 하고 순서적으로 연결된 16개의 프레임을 하나의 멀티프레임(multiframe)이라고 정의한다. 프레임을 식별하기 위해 아래 그림 3에 B-채널에서 사용하는 프레임의 구조가 나타나 있다.

FAS(Frame Alignment Signal)는 프레임, 멀티프레임을 식별하기 위해 사용하는 신호로서 짝수 프레임일 경우에는 octet number 2번에서 8번까지 0011011이 기록되고, 홀수 프레임인 경우에는 octet number 2번에 1이 기록되고 octet number 3에는 multiframe alignment 정보(A 비트), 4번에는 부멀티프레임의 CRC(Cyclic Redundancy Check)에러, 5번부터 8번까지는 이전 부멀티프레임에 대한 CRC값이 기록된다. 그리고 각 프레임의 octet 번호 1번은 멀티프레임의 번호 매김(numbering)을 위해 사용되어진다. BAS(Bit-rate Allocation Signal)는 짝수 프레임인 경우 H.221, H.230 등에 정의된 컨트롤(control) 및 인식 정보(indication), capability set 등을 전송하는 신호가 기록되며 홀수 프

bit number								octet number
1	2	3	4	5	6	7	8	
							FAS	1
							BAS	8
s	s	s	s	s	s	s	ECS	16
u	u	u	u	u	u	u		
b	b	b	b	b	b	b		
-	-	-	-	-	-	-	s	24
c	c	c	c	c	c	c	u	
h	h	h	h	h	h	h	b	
a	a	a	a	a	a	a	-	
n	n	n	n	n	n	n	n	
e	e	e	e	e	e	e	h	
l	l	l	l	l	l	l	a	
#	#	#	#	#	#	#	n	
1	2	3	4	5	6	7	e	
							l	
							#	
							8	80

그림 3. 64kpbs B 채널의 프레임 구조

비트 1	초기 채널							부가 채널							
	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
A	A	V000	V001	V002	V003	V004	FAS	V005	V006	V007	V008	V009	V010	V011	FAS
A	A	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
A	A	V096	V097	V098	V099	V100	BAS	V101	V102	V103	V104	V105	V106	V107	BAS
A	A	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
A	A	V192	V193	V194	V195	V196	V197	V198	V199	V200	V201	V202	V203	V204	V205
A	A	V206	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
A	A	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.
.
A	A	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

(A: 오디오 데이터, V: 비디오 데이터)

그림 4. 두 개의 B 채널상에서 G.728 오디오와 비디오 데이터의 전송 예

레이민 경우 부멀티프레임의 짝수 프레임내 BAS 코드에 대응하는 8비트 CRC값이 기록된다. 만약 부가 채널인 경우에는 BAS 코드를 대신하여 부가 채널의 번호에 해당하는 값이 전송된다. ECS (Encryption Control Signal)은 암호화(encryption)를 이용하는 경우에 사용되는 신호이다. 오디오, 비디오 등의 데이터 전송은 대부분 비트 단위로 이루어진다. 즉 예를 들어 하나의 채널로 오디오, 비디오 등의 데이터가 다중화(multiplexing)되어 전송되는 경우, 부채널 #1, #2로는 오디오 신호를 전송하고 나머지 부채널로는 비디오 신호를 전송할 수 있다.

부가 채널들과 함께 데이터를 전송하는 경우에는 각 채널의 멀티프레임 넘버링을 통해 채널간의 동기화를 보장하고 데이터들은 채널들의 부채널의 자리에 나뉘어져 전송되어 질 수 있다. 그림 4에 두 개의 B 채널 상에서 G.728오디오 데이터와 비디오 데이터를 암호화 없이 전송하는 예가 나타나 있다.

1.2.2. 동작 절차

H.320 시스템의 기본적인 동작 절차는 아래와 같다.

a. 상대방 호출(call set-up)

- ISDN 접속 인터페이스를 통해 상대방을 호출한다. 상대방이 이에 응답하면 양방향의 채널이 양단간에 생성된다. 이때 생성된 채널을 초기 채널(initial channel)이라 한다.

b. 모드 초기화

-호출 단말기, 피호출 단말기 모두에서 PCM(Pulse Code Modulation)방식의 오디오를 전송하면서, 자신의 capability set을 전송한다.

- 양 단말측에서 상대방으로부터 전송되어진 데이터 스트림에서 frame alignment 신호를 찾는다.

- 양 단말측에서 frame alignment 신호를 찾

은 후 multiframe alignment가 되었는지 확인한다. 이와 아울러 frame내에서 상대방이 전송한 상대방의 capability set을 찾아 기록한다. Multiframe alignment를 확인하고 상대방의 capability set을 완전히 수신한 경우 상대방에게 multiframe alignment가 되었음을 알린다.(A 비트를 0으로 전송한다.)

- 자신의 capability set과 상대방의 capability set을 비교하여 통신 가능한 모드를 설정한다.

c. 모드 변경

- 오디오, 비디오 데이터의 압축/복원 알고리즘의 변경 등 사용하는 통신 모드를 변경을 하는 경우 H.242에 정의된 모드 변경 절차에 따라 필요한 콘트롤 신호를 전송한다.

- 추가적인 채널의 생성이 필요한 경우 ISDN 접속 인터페이스를 통해 추가 채널(additional channel)을 설정하고, 양단말측에서 추가 채널에서 frame alignment, multiframe alignment 신호를 탐색한다. Multiframe alignment를 확인하고 초기 채널 등 다른 채널과의 동기를 위해 필요한 버퍼링을 한다. 추가 채널에서 multiframe alignment가 확인되고 다른 채널과의 동기를 확인한 경우, 추가 채널을 통해 multiframe alignment가 되었음을 알린다. Multiframe alignment가 확인되었음을 수신하면 모드 변경을 통해 오디오, 비디오, 채널 등의 통신 모드를 변경한다.

d. 통화 해제

- ISDN 인터페이스를 통해 통화를 해제함을 알린다.

2. H.323 시스템(7)

2.1. H.323 시스템의 개요

H.323은 LAN을 기반으로 하는 영상 회의 시스

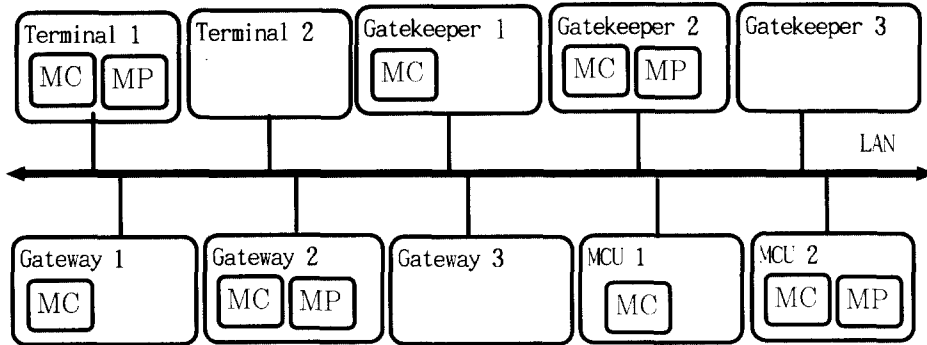


그림 5. ITU-T H.323 시스템의 구성 요소

템의 표준 권고안이다. 오디오, 비디오 데이터의 전송은 다수의 참석자에게 실시간 전송을 위해 TCP(Transport Control Protocol)에서와 같은 신뢰성 있는 전송 프로토콜을 이용하지 않고 UDP(User Datagram Protocol)을 기반으로 한 멀티캐스트(multicast)를 이용한다. H.323 시스템은 전송시 손실된 패킷을 위해 재전송하지 않고 실시간에 데이터를 전송하면서 데이터의 손실을 모니터링하여 회의 도중에 동적으로 전송율 등을 조정하는 방식을 이용한다.

H.323 영상 회의 시스템의 구성 요소로는 단말기, MC(Multipoint Controller), MP(Multipoint Processor), Gateway, Gatekeeper, MCU(Multipoint Control Unit) 등이 있으며 영상 회의를 위한 프로토콜로는 H.225.0, H.245, RTP(Real Time Transport Protocol), RTCP(RTP Control Protocol)를 이용한다. 일반 단말기는 오디오를 필수적으로 입출력할 수 있어야 하며 다른 단말기 혹은 Gateway, Gatekeeper 등과 연결되는 종단(endpoint)이다.

MC는 다자간 회의를 콘트롤하는 부분으로 참석하는 단말기의 오디오, 비디오 입출력 능력(capability) 정보를 분석하여 회의에서 공통적으로 사용할 수 있는 통신 모드를 결정하고 멀티캐스트 주소

등을 관리한다. MC는 MCU에 필수적인 컴포넌트로서 포함되어지며 ad hoc 다자 회의(ad hoc multipoint conference)에 사용되어 질 수 있다. MP는 다자간 영상 회의에서 오디오 스트림들 혹은 비디오 스트림들을 믹싱하는 등 데이터를 가공, 처리하는 부분이다. MCU는 MC와 MP를 가지고 있는 요소로서 다자간 영상 회의를 지원하는 것이고 Gateway는 다른 통신망상에 존재하는 단말기와의 통신을 위한 요소이다. 그리고 Gatekeeper는 단말기, MCU, Gateway 등을 위한 주소 변환, 접근 제어 등을 행한다.

H.225.0은 회의 호출 메시지와 절차 그리고 RTP, RTCP를 정의하고 있다. RTP는 UDP(User Datagram Protocol)을 기반으로 하여 멀티캐스트(multicast)를 이용하여 오디오 및 비디오 데이터를 전송한다. RTCP는 RTP를 이용하여 전송되는 데이터의 지연(delay), 지터(jitter) 및 동기를 콘트롤하는 정보를 송수신하는데 사용되는 프로토콜이다. H.245는 영상 회의의 진행을 위한 콘트롤 및 상태 정보(indication)를 전송하는 프로토콜로서 각 메시지들은 ASN.1 표기로 기술되어 있으며 메시지의 송신시에 메시지를 비트 스트림으로 encoding하여 전송한다. H.245는 여러 개의 엔티티(entity)들로 구성되어져 있으며 상대방 단말기의 해당 엔티티와 메시지를 송수신하면서 회

의 콘트롤 절차를 수행한다. 아래에 H.245 프로토콜에 정의된 주요 엔티티들이 기술되어 있다.

- MSDSE

MSDSE(Master/Slave Determination Signalling Entity)는 회의 시 발생할 수 있는 자원 사용의 충돌을 피하기 위해 단말기를 master인지 slave인지를 결정한다.

- CESE

CESE(Capability Exchange Signalling Entity)는 이 capability set을 상호 교환하여 상대방이 처리할 수 있는 오디오, 비디오 입출력 정보를 확인한다.

- LCSE

논리 채널은 오디오, 비디오 데이터를 전송하는 가상의 전송로를 의미한다. LCSE(Logical Channel Signalling Entity)은 단방향 논리 채널의 생성을 위한 정보(멀티캐스트 주소, 데이터 타입 등)를 전송한다.

- BLCSE

BLCSE(Bidirectional Logical Channel Signalling Entity)는 양방향의 논리 채널의 생성을 위해 사용되어 지는 엔티티이다.

- CLCSE

CLCSE(Close Logical Channel Signalling Entity)는 수신측에서 채널의 종료를 요청하기 위해 사용되어 지는 엔티티이다.

- MRSE

MRSE(Mode Request Signalling Entity)는 오디오, 혹은 비디오 데이터를 수신하는 단말기에서 그 데이터를 송신하는 측에 특정한 모드로 송신하도록 요청하는 경우 사용되어 진다.

- RTDSE

MRSE(Mode Request Signalling Entity)는 상대방 단말기로의 데이터 전송시 일주 시간을 측정하기 위해 사용되어 진다.

- CMCSE

Communication Mode Command는 영상 회의에서 사용될 주소와 포트 번호, 전송되어야 하는 데이터 형식 등을 전송하는 메시지이다. CMCSE(Communication Mode Command Signalling Entity)는 Communication Mode Command를 송수신하는 곳에 이용되어 지는 엔티티이다.

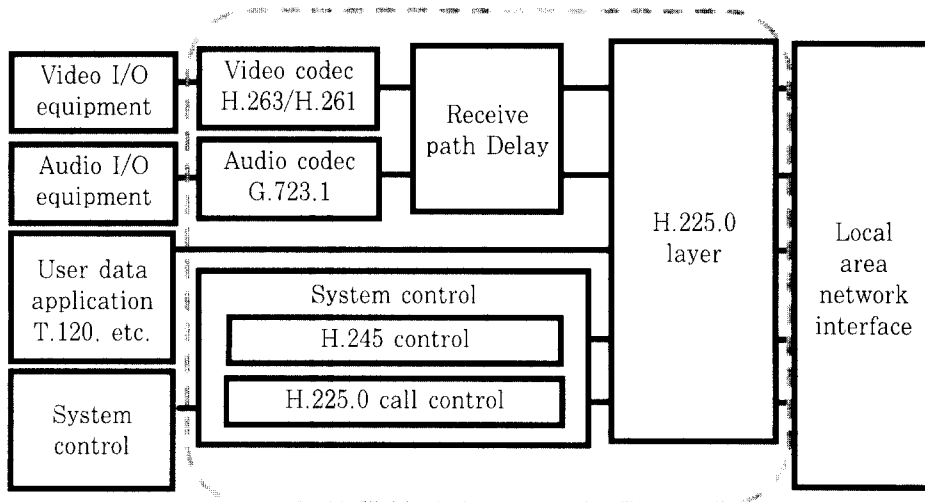


그림 6. ITU-T H.323 영상 회의 시스템의 구조

2.2. H.323 시스템의 동작

H.323 시스템의 기본적인 동작 절차는 아래와 같다.

a. 상대방 호출

- 기본적으로 H.225.0 메시지를 송신하여 상대방 단말기를 호출한다. 만약 Gateway, Gate-keeper 혹은 MCU를 이용하는 경우는 그에 대응하는 절차를 추가적으로 따른다.

b. 초기 통신 및 capability set 교환

- 상대방 호출이 정상적으로 종료되면 H.245 통신을 위한 채널이 생성된다.

- H.245 채널을 통하여 capability set을 교환한다.

- H.245 채널을 통하여 주종을 결정한다.

- 상대방과 자신의 capability set을 비교하여 상호 통신 가능한 오디오, 비디오 모드를 결정한다.

c. 오디오, 비디오 통신의 개시

- H.245 채널을 통해 오디오, 비디오 통신을 위한 데이터 타입, 멀티캐스트 주소 등을 전달한다.

- 수신된 채널 생성 정보를 RTP에 전달하여 데이터의 송수신을 시작한다.

- 오디오, 비디오의 통신 모드를 변경하거나 다른 추가 참석자를 호출하여 ad hoc 다자 회의를 진행한다.

d. 통화 해제

- H.245 채널을 통해 회의가 종료되었음을 알리는 메시지를 전송한다.

3. H.324 시스템(8)

3.1. H.324 시스템의 개요

H.324 시스템은 GSTN(General Switched Telephone Network)을 하부 구조로 이용한다. H.320 혹은 H.323 시스템에서와 같이 다자간 회의를 위해서 MCU를 이용한다. Video codec으로는 H.263과 H.261을 이용하며 audio codec으로는 G.723.1 등을 사용한다. 오디오, 비디오 스트림의 동기를 위해 receive path delay를 사용할 수 있다. User data application들을 지원하기 위해 V.14, LAPM 등을 이용하며 회의의 제어를 위해 H.245 권고안을 이용한다.

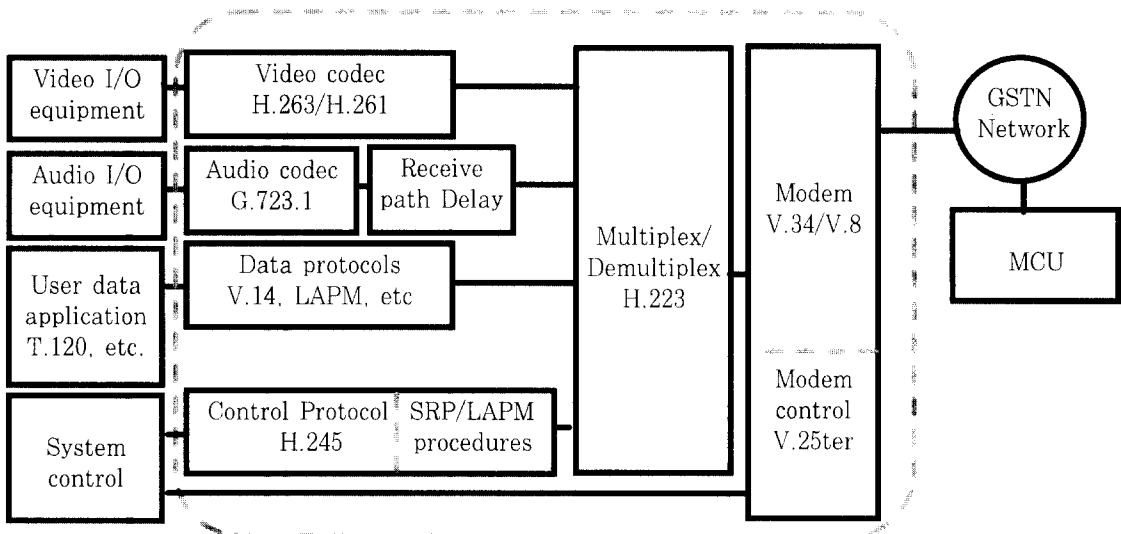


그림 7. ITU-T H.324 시스템의 구조

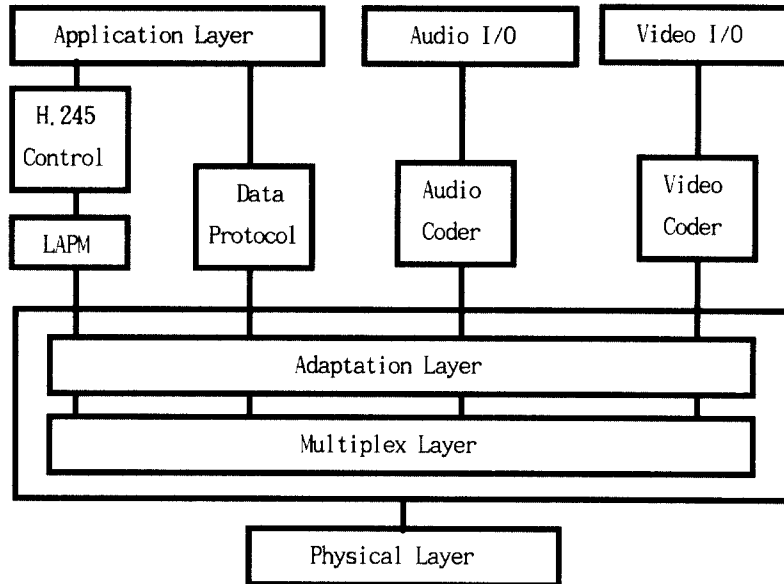


그림 8. ITU-T H.223 권고안의 프로토콜 스택

3.2 H.324 시스템의 동작

3.2.1 데이터 스트림의 다중화

H.223은 콘트롤 메시지, 데이터 프로토콜의 메시지 그리고 오디오, 비디오 데이터들을 다중화 및 역다중화한다. 아래 그림 8에 H.223 권고안의 프로토콜 스택이 나타나 있다. LAPM(Link Access Procedures for Modems)은 비동기 문자의 에러정정 전송을 위해 사용된다. Multiplex layer는 상위의 adaptation layer에서 전달되는 정보를 상대방 단말에 전달하는 역할을 수행한다. Adaptation layer는 상위에서 전달되는 정보에 에러 추출, 번호 매김 및 재전송 등을 위해서 적절한 부가 정보를 첨가하여 하위의 multiplex layer에 전달한다.

3.2.2 동작 절차

H.324 시스템의 기본적인 동작 절차는 아래와 같다.

a. 상대방 호출

- 상대방에게 전화를 건다.
- b. 초기 아날로그 전화 통신
 - V.8 권고안의 절차를 사용하면 c의 절차를 수행한다.
 - V.8bis 권고안의 절차를 따르면 아날로그 전화 통신을 진행한다. 이때 사용자가 V.8bis transaction을 시작하거나 상대방 단말기로부터 초기화 신호를 전달받으면 c의 절차를 수행한다.
- c. 디지털 통신의 시작
 - V.8 혹은 V.8bis에 정해진 절차에 따라 디지털 통신을 위한 절차를 수행한다.
- d. 초기화
 - 디지털 전송이 준비되었으면 동기화를 위해 최소 16개의 HDLC(High level Data Link Control) flag을 전송한다.
 - H.245 절차에 따라 capability set을 전송한다.
 - H.245 권고안에 따라 두 단말기간의 주종 결정을 한다.
 - H.245에 정의된 논리 채널 생성 엔티티를 통해

	H.320	H.323	H.324
전송 매체	ISDN	LAN	GSTN
호 설정 프로토콜	ISDN 접속 보드를 통한 접속	H.225.0	V.34 모뎀을 통한 접속
회의 콘트롤 프로토콜	H.242	H.245	H.245
데이터 전송 프로토콜	H.221	RTP	H.223

표 1. 영상 회의 시스템의 비교

데이터 전송을 시작한다.

e. 통화

- 통화를 진행한다. 이때 H.245 권고안에 정해진 데이터율의 변경 등의 콘트롤을 할 수 있다.

f. 세션의 종료

- 비디오 채널인 경우 완전한 영상의 끝부분에서 데이터 전송을 종료하고 논리 채널을 종료한다.

- 각 논리 채널의 송신측에서 논리 채널들을 종료한다.

- H.245 메시지를 전달하여 세션의 종료를 알린다.

g. 부가적인 서비스들의 종료 및 통화 종료

따른 프로토콜 스택을 이용하게 된다.

비디오 폰 서비스의 확산을 위해서 우선적으로 통신망의 구축, 단말기 보급의 확대가 이루어져야 할 것이며 아울러 서비스 가격의 인하 등도 필요하다고 할 수 있을 것이다. 이와 아울러 멀티미디어 서비스에 대한 사용자의 요구가 다양해짐에 따라 양질의 서비스 제공을 위해서는 비디오 폰 시스템이 제공하는 음성 및 영상의 품질 개선, 전송 지연의 축소에 대한 연구가 향후 계속적으로 이루어져야 할 것이다.

※ 참고 문헌

IV. 결 론

비디오 폰 시스템은 통신망을 이용하여 원격지의 단말기와 오디오, 비디오 혹은 데이터를 실시간에 송수신하면서 의사를 교환하는 시스템이라 할 수 있다. 이들 비디오 폰 시스템은 오디오, 비디오 등을 입출력하는 오디오, 비디오 입출력 장치, 데이터 전송을 위한 매체 및 프로토콜, 회의 진행을 제어하는 콘트롤 프로토콜, 상대방 호출을 위한 호출 프로토콜 등으로 구성되어 질 수 있다.

본고에서는 단말기 상호간의 호환을 위해서 ITU-T에서 권고한 H.320, H.323, H.324 시스템들의 구조, 동작 절차 및 개략적 특징에 대해서 기술하였다. 이들 시스템들은 데이터를 전송하는 통신망의 성격에 따라 일차적으로 구분되어 지며 그에

- (1) ITU-T, "H.221: Frame structure for a 64 to 1920 kbit/s channel in audio-visual teleservices," ITU-T, July 1997.
- (2) ITU-T, "H.223: Multiplexing protocol for low bit rate multimedia communication," ITU-T, March 1996.
- (3) ITU-T, "H.225.0 Media Stream Packetization and Synchronization on Non-Guaranteed Quality of Service LANs," ITU-T, May 1996.
- (4) ITU-T, "H.242 : System for establishing communication between audio-visual terminals using digital channels up to 2 Mbit/s," ITU-T, July 1997.

- [5] ITU-T, "H.245 : Control protocol for multimedia communication," ITU-T, Feb. 1998.
- [6] ITU-T, "H.320 : Narrow-band visual telephone systems and terminal equipment," ITU-T, July 1997.
- [7] ITU-T, "H.323 : Visual telephone systems and equipment for local area networks which provide a non-guaranteed quality of service," ITU-T, Feb. 1997.
- [8] ITU-T, "H.324 : Termianl for low bit-rate multimedia communication," ITU-T, Feb. 1998.
- [9] Schulzrine, Casner, Frederick, and Jacobson, "RTP : A Transport Protocol for Real - Time Applications," RFC 1889, Internet Engineering Task Force, Feb. 1996.
- [10] Schulzrine, "RTP Profile for Audio and Video Conferences with Minimal Control," RFC 1890, Internet Engineering Task Force, May 1996.

이 경 희

1990년 경북대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학사)
 1992년 경북대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학석사)
 1992년~현재 한국전자통신연구원 선임연구원
 ※ 관심분야 : 멀티미디어, 영상회의, 실시간처리, 운영 체제

강 민 규

1985년 경기대학교 전산학과 졸업(공학사)
 1987년 중앙대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학석사)
 1987년~현재 한국전자통신연구원 선임연구원
 ※ 관심분야 : 컴퓨터통신, 멀티미디어

박 승 민

1981년 울산대학교 전자공학과 졸업(공학사)
 1983년 홍익대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)
 1983년~1984년 (주)금성사 근무
 1984년~현재 한국전자통신연구원 선임연구원
 ※ 관심분야 : 컴퓨터통신, 시각 언어

김 두 현

1985년 서울대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학사)
 1987년 한국과학기술원 전산학과 졸업(이학석사)
 1987년~현재 한국전자통신연구원 책임연구원 실시간 멀티미디어연구팀장
 1991년~1993년 스탠포드연구소 객원연구원
 ※ 관심분야 : 분산처리, 멀티미디어 처리, 멀티미디어 운영체제, 멀티미디어 통신 프로토콜, 분산 멀티미디어 성능 분석

황 승 구

1979년 서울대학교 전기공학과(학사)
 1981년 서울대학교 전기공학과(석사)
 1989년 플로리다대 전기공학과(박사)
 1982년~현재 한국전자통신연구원 책임연구원 멀티미디어연구부장
 ※ 관심분야 : 네트워크 컴퓨팅, 가상 현실, 인텔리전트 컴퓨팅, 비주얼 컴퓨팅, 모바일 컴퓨팅