
B-ISDN 프로토콜 내장의 멀티미디어통신용 IP-PBX 시스템 구현

최재원*

Implementation of B-ISDN Protocol embedded IP-PBX System for Multimedia
Communication

Jae-Won Choi*

이 논문은 2007학년도 경성대학교 학술지원연구비에 의하여 연구되었음.

요약

본 논문에서는 인터넷으로 연결된 컴퓨터를 이용하여 전화교환 및 멀티미디어통신이 가능하도록 하는 B-ISDN 기반의 IP-PBX 시스템의 구현에 관해 연구하였다. 기존 정보통신 교환시스템의 구조상의 문제점 개선을 위한 IP-PBX 시스템의 구조를 설계하고, 호제어를 위한 메시지와 자료구조의 정의와 상태천이를 설계하였고, 사용자간 통화를 위한 착발신 단말 간의 호제어와 사용자통신을 구현하였다.

ABSTRACT

In this paper we researched on the implementation of the B-ISDN protocol embedded IP-PBX System with the computers interconnected by the Internet for the telephone exchange and multimedia communication. For the improvement on the structural problems of the previous PABX we designed the structure of the IP-PBX System, defined message and data structure for call control, designed call control state transition, and implemented call control message flows for user's communication.

키워드

IP-PBX, IP Telephony, Voice over IP, VoIP, B-ISDN, PABX, 인터넷 폰, 교환시스템

I. 서론

정보통신분야에 있어서 가장 친숙한 도구를 찾는다 면 아마도 컴퓨터와 전화일 것이다. 많은 기업과 학교, 가정, 관공서에서 컴퓨터와 전화 기능을 통합해 효과적인 업무처리와 음성통화를 하려는 시도가 일어남에 따

라 인터넷을 이용한 전화통신이 등장하게 되었다. 이중 대표적인 것이 교환기의 호제어 기술과 컴퓨터의 정보 처리 기술이 결합한 CTI (Computer Telephony Integration) 의 기술 영역에 속하는 인터넷 폰(IP-PBX) 이다.[1]

인터넷폰이 각광을 받는 가장 큰 이유는 바로 가격 경쟁력이다. 이는 이미 설치되어 있는 데이터 전송망을 인

터넷 백본 망으로 그대로 활용할 수 있고, 패킷 전송 방식을 사용하기 때문에 통화 중 회선을 전용하는 기존 전화망보다 훨씬 효율적으로 망을 사용하여 통신 원가를 낮출 수 있기 때문이다. 그래서 현재 장거리 전화용으로 그 활용범위가 지속적으로 확대되고 있는 추세이다.[2]

오늘날 정보통신 시대에 교환시스템의 통신 프로토콜이 차지하는 비중은 매우 크고 그 기술의 중요성 또한 날로 더해가고 있다. 그런데 교환시스템은 하드웨어·소프트웨어와 통신프로토콜의 결합체로 엄청나게 방대하고, 통신 프로토콜의 구현은 엄청난 기술적 노하우와 시스템의 통찰력을 요구하므로 웬만한 전문지식을 갖춘 엔지니어들조차도 통신 프로토콜의 실체를 파악하기란 결코 쉬운 작업이 아니며, 이의 구현과정에선 또 다른 많은 어려움을 겪는 것이 현실이므로 통신 프로토콜 개발을 위한 핵심기술의 습득과 연구·교육의 기반 조성이 절실히 요구된다.

본 연구에서는 새로운 망의 구축 없이 기 설비된 LAN 혹은 인터넷으로 연결된 컴퓨터를 이용하여 전화교환 및 멀티미디어통신을 실현하는 IP-PBX 시스템의 구현에 관해 연구하였다. 서버 컴퓨터에 교환시스템의 기능을 구현하고, 사용자 컴퓨터에 멀티미디어 전화단말의 기능을 구현하여 하나의 통합망을 통해 전화통신과 컴퓨터통신이 가능하도록 하였다. 이때 통신 하부계층은 네트워크 소켓프로그램으로 시뮬레이션하고, 교환시스템의 핵심 프로토콜인 호제어와 망관리를 그 상부에 구현하였다.

II. IP-PBX 시스템

기존 정보통신 교환시스템은 임의의 두 단말간의 통신을 위해 발신단말과 교환시스템 간에 호 제어에 의해 연결설정을 이룬 후, 교환시스템과 착신단말 간에도 호 제어로 연결설정을 하여 착발신 단말간의 통신은 교환시스템을 거쳐 착신단말과 발신단말 간에 음성전달이 이루어졌다. 이로 인해 음성전달을 위한 지연시간이 커지는 문제점을 발생시켰다.[3]

또한 다이알패드와 같은 기존의 인터넷 폰은 통신하고자 하는 발신단말의 사용자가 통신서버에 접속한 후, 통신서버와 착신단말 간에 직접 음성통신을 하였다. 그래서 많은 가입자가 동시에 통화하고자 하는 경우 통신

서버에 부하가 집중되어 음성의 실시간처리에 많은 문제점을 발생시켰다.[4]

또한 교환시스템은 하드웨어·소프트웨어와 통신프로토콜의 결합체로서 엄청나게 방대하고 복잡하므로 시스템의 구현시 표준 프로토콜을 따르지 않으면 시스템의 복잡도가 더 해 갈수록 더 이해할 수 없게 되고 유지보수 또한 어렵게 된다.

이에 본 논문에서는 교환시스템은 착발신 단말 간의 호 제어만을 전담하고, 일단 착발신 단말 간에 연결설정이 이루어지면 교환시스템을 거치지 않고 단말 간에 직접 음성통신을 수행하여 음성전달을 위한 지연시간을 줄이고, 통신서버의 부하를 분산시켜 음성의 실시간처리가 이루어지도록 IP-PBX 시스템의 구조 개선을 제안한다.

그리고 멀티미디어통신을 위한 표준 프로토콜인 B-ISDN 프로토콜을 따라 시스템을 표준화하고, 시스템을 단순화시켜 교환시스템의 핵심기능을 집중적으로 연구·설계함으로써 효율적인 시스템 개발이 이루어지도록 한다.

본 연구를 통해 개발하고자 하는 IP-PBX 시스템의 요구사항은 다음과 같다.

- ① 본 IP-PBX 시스템은 새로운 망의 구축 없이 기 설비된 LAN 혹은 인터넷으로 연결된 컴퓨터를 이용하여 전화교환 및 멀티미디어통신을 실현하고자 한다.
- ② 본 시스템은 PC-to-PC 및 PC-to-Phone 유형의 통화서비스와 발신자표시(CLIP), 호전환(CF), 자동응답(ARS) 등의 다양한 부가서비스도 지원하도록 한다.
- ③ 사용자는 PC에 구현한 멀티미디어 단말을 이용하여 음성 및 화상통신이 가능하고, 단말과 교환시스템 간의 호제어는 B-ISDN의 Q.2931 프로토콜을 근간으로 한다.
- ④ 사용자가 전화를 걸고자 할 경우 단말의 전화번호 탐색기능을 이용하여 DB에 등록된 착신자의 전화번호를 조회하여 통화요청이 가능하도록 한다.
- ⑤ 단말 프로그램은 윈도우 계열에서 동작 가능하도록 하고, 망 관리와 호 제어 등의 교환서버 프로그램은 유닉스/윈도우 등 임의의 플랫폼에서 동작 가능하도록 한다.
- ⑥ 단말은 사용자 PC로 하며 기존의 전화 사용자에게 낯설거나 불편하지 않도록 구현하고, 가벼운 프로그램을 서버로부터 내려 받아 자동으로 설치 가능하도록 한다.

⑦ 사내 LAN 망의 속도는 10Mbps로 가정하여 실제 네트워크 트래픽을 감안하여 음성의 질을 떨어뜨리지 않는 범위 내에서 시스템 구현이 이루어지도록 한다.



그림 1. IP-PBX 단말의 사용자 인터페이스
Fig. 1. User interface of IP-PBX terminal

III. 시스템 설계

제안한 IP-PBX 시스템의 개발을 위해 이의 구조를 설계하고, 호제어를 위한 메시지와 자료구조를 정의하고 호제어 상태천이를 설계하였고, 사용자간 통화를 위한 착발신 단말 간의 호제어를 설계하였다.

3.1. 시스템 구조

본 IP-PBX 시스템은 그림 2와 같이 단말시스템(혹은 단말)과 교환시스템(혹은 교환서버)로 구성되어 있고, 각 단말과 교환서버는 시스템관리부, 호제어부, 통신지원부를 가진다.

시스템관리부는 시스템의 초기화와 사용자관리 및 오류제어 등의 시스템의 관리기능을 수행하고, 호제어부는 착발신 단말 간의 통화연결을 위한 호제어와 통신기능을 관장하고, 통신지원부는 물리계층과 데이터링크계층의 통신 하부기능을 지원한다.

호제어부의 응용계층은 사용자와의 인터페이스와 착발호의 생성 및 각종 부가서비스를 제공하고, 호제어계층은 착발신 단말 간의 통화연결을 위한 호제어기능을 수행하고, 사용자통신은 착발신 단말 간의 멀티미디어 통신을 수행한다.

본 IP-PBX 시스템의 물리계층과 데이터링크계층의 통신 하부계층은 네트워크 소켓프로그램으로 시뮬레이션 하고, 시스템의 핵심 프로토콜인 호제어와 사용자통신은 그 상부에 구현하였다.

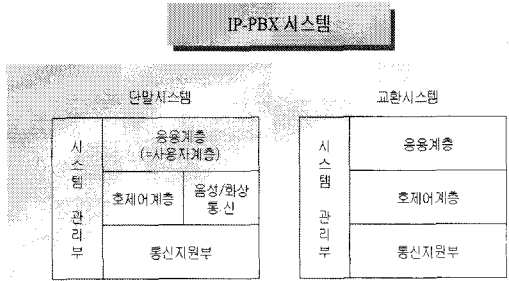


그림 2. IP-PBX 시스템의 구조
Fig 2. Structure of IP-PBX System

3.2. 호제어부의 구조

호제어부는 사용자간의 통신을 위하여 착발신 단말 간에 연결설정 및 해제 등의 호제어를 관장한다. 기존의 PSTN 전화교환시스템은 교환기에서 호제어를 수행하고, 발호에 의해 발신단말과 교환기가 연결되고 착호에 의해 교환기와 착신단말이 연결되어, 단말간의 음성교환이 교환기를 통하여 이루어지므로 음성전달을 위한 지연시간이 컸었다.

그래서 본 IP-PBX 시스템에서는 교환시스템은 착발신 단말 간의 호제어만을 전담하고, 일단 착발신 단말 간에 연결설정이 이루어지면 교환시스템을 거치지 않고 단말 간에 직접 음성통신이 이루어지도록 하여 음성전달을 위한 지연시간을 줄이고, 통신서버의 부하를 분산시켜 음성의 실시간처리가 이루어지도록 하였다.

즉, 사용자의 통화요청 시 교환시스템은 그림 3과 같이 착발신 단말과 TCP 소켓을 통해 신뢰성 있는 호제어를 수행하여 발신단말-교환시스템-착신단말 간에 연결을 설정하고, 착발신 단말 간의 음성통신은 UDP 소켓을 통하여 직접 착발신 단말 간에 이루어지도록 하여 음성전달을 위한 지연시간이 최소화되도록 하였다.

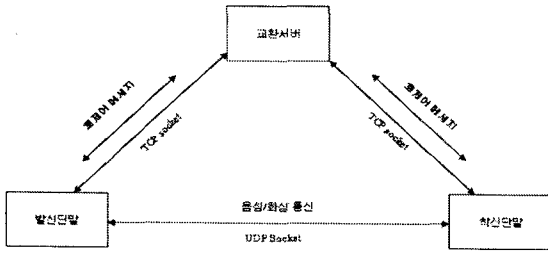


그림 3. 호 제어 및 사용자통신의 구조

Fig 3. Structure of Call Control and User Communication

호제어부는 응용계층과 호제어계층으로 이루어지고 호제어를 위한 응용계층과 호제어계층 간의 통신은 서비스 프리미티브에 의해 이루어진다. 예를 들면, 사용자의 통화요청 시 응용계층은 하위 호제어계층으로 발호요청(AP_SETUP_REQ)을 내려 보내고, 상대방 호제어계층은 상위 응용계층으로 발호통지(AP_SETUP_IND)를 올려 보낸다. 그리고 하위 호제어계층은 상위 응용계층에게 서비스 제공을 위해 상태천이머신을 기초하여 호의 상태와 입력메세지에 따른 호제어를 수행한다.

착발신 단말 간의 호 제어를 위한 자료구조로는 호제어버퍼가 사용되는데 발호의 관리를 위해 발신단말과 서버 사이에 한 쌍의 호제어버퍼가 할당되고, 착호를 위해 서버와 착신단말 간에 또 한 쌍의 호제어버퍼가 할당된다.

3.3. 호제어 메세지의 구조

교환서버와 단말의 호제어계층 간에 주고받는 호제어 메세지는 종합통신 프로토콜인 B-ISDN의 Q.2931 표준을 근간으로 그림 4와 같이 정의하였고, 호제어를 위한 주요 메세지는 그림 5와 같다.[5] 그리고 응용계층과 호제어계층 간의 서비스 프리미티브는 그림 6과 같다.

8	7	6	5	4	3	2	1	Octets
Protocol discriminator								1
0	0	0	0	Length of call reference value (in octets)				2
Flag	Call reference value							3
Call reference value (continued)								4
Call reference value (continued)								5
Message type								6
Message type (continued)								7
Message length								8
Message length (continued)								9
Variable length information elements as required								etc.

그림 4. 호제어 메세지의 구조

Fig. 4. Structure of Call Control Message

8	7	6	5	4	3	2	1	메세지 종류
0	0	0	-	-	-	-	-	호 설정 메세지:
0	0	0	0	0	1	ALERTING		
0	0	0	0	1	0	CALL PROCEEDING		
0	0	1	1	1	1	CONNECT		
0	1	1	1	1	1	CONNECT ACKNOWLEDGE		
0	0	1	0	1	0	SETUP		
0	1	0	-	-	-	-	-	호 해제 메세지:
0	1	1	0	1	RELEASE			
1	1	0	1	0	RELEASE COMPLETE			
0	0	1	1	0	RESTART			
0	1	1	1	0	RESTART ACKNOWLEDGE			

그림 5. 주요 호제어 메세지의 종류

Fig. 5. Main Call Control Messages

8	7	6	5	4	3	2	1	Octets
프로토콜 식별자								1
호제어 IID								2
메세지 타입 (=서비스 프리미티브)								3
메세지 파라메타 (=Status)								4
Message length								5
IE1 : 발신자 ID, 착신자 ID								etc.
IE2 : 발신자 IP, 착신자 IP								etc.

그림 6. 응용 메세지의 구조

Fig. 6. Structure of Application Message

3.4. 호제어 메세지 흐름 설계

사용자간의 통신을 위한 착발신 단말 간의 호제어 메세지의 흐름을 연결설정과 해제로 구분하여 설계하였다. 그림 7은 사용자 관점의 메세지 흐름이고, 그림 8은 시스템 관점에서의 메세지 흐름이다.

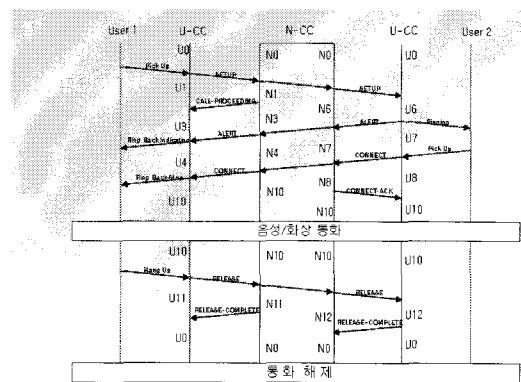


그림 7. 호제어 메세지 흐름도 (사용자관점)

Fig. 7. Message Flow for Call Control (in User's View)

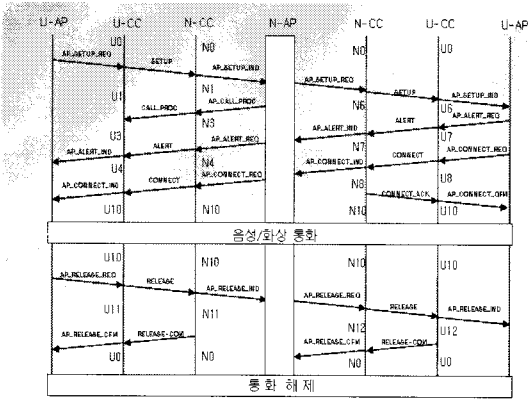


그림 8. 호제어 메시지 흐름도 (시스템관점)
Fig. 8. Message Flow for Call Control (in System's View)

3.5. 호제어 상태전이 설계

IP-PBX 서버와 단말의 호제어 상태천이를 설계하였고, 상태천이를 나타내는 링크 상의 레이블은 “입력메세지/출력메세지” 형식으로 나타내었다. 임의 상태의 호가 입력메세지를 수신하면 해당 호처리를 수행하고 출력메세지를 송신한 후 다음 상태로 천이한다.[6]

1) 서버의 상태천이

IP-PBX 서버의 호제어 상태천이를 그림 9에 설계하였고, 모든 호는 N0 상태에서 시작하여 발호는 N1 방향으로 진행되고 착호는 N6 방향으로 진행된다. 발호와 착호가 N10 통화연결 상태에 도달하게 되면 사용자간에 통화가 가능하다.

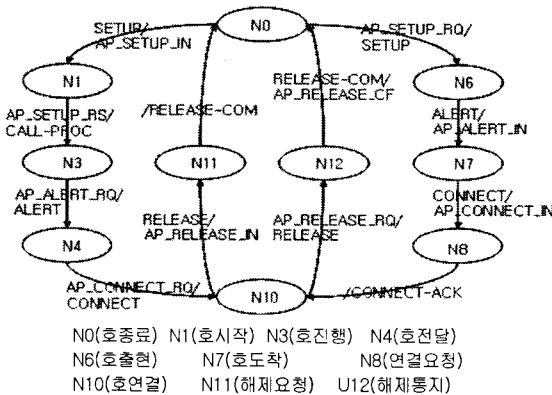


그림 9. IP-PBX 서버의 호제어 상태천이도
Fig. 9. State Transition of IP-PBX Server's Call Control

2) 단말의 상태천이

IP-PBX 단말의 호제어 상태천이를 그림 10에 설계하였고, 모든 호는 U0 상태에서 시작하여 발호는 U1 방향으로 진행되고 착호는 U6 방향으로 진행된다. 발호와 착호가 U10 통화연결 상태에 도달하게 되면 사용자간에 통화가 가능하다.

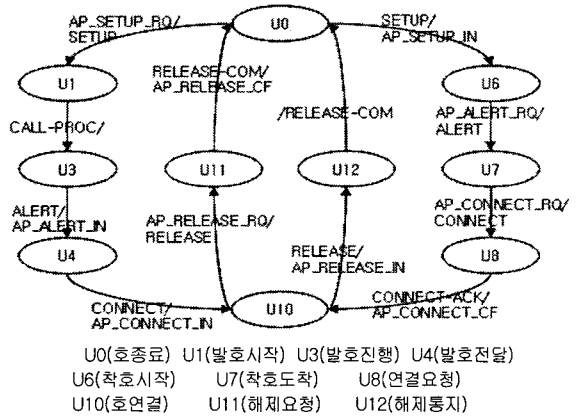


그림 10. IP-PBX 단말의 호제어 상태천이도
Fig. 10. State Transition of IP-PBX Terminal's Call Control

3.6. 호제어 메세지 상세 흐름

사용자의 통화(혹은 종료)요청 시 통화연결(혹은 연결해제)을 위한 응용계층과 호제어계층간의 서비스 프리미티브의 교환과 단말과 서버의 호제어계층간 호제어 메세지의 흐름과 자료구조의 관리를 상세 설계하였다.

1) 통화연결

사용자의 통화요청에 따른 호 설정을 위한 메세지 흐름은 그림 11과 같다. 사용자의 통화요청 시 발신단말의 응용계층은 호제어계층으로 AP_SETUP_REQ를 내려 호 설정을 요청한다. 이를 수신한 호제어계층은 호제어 버퍼를 할당한 후, 단말과 서버간에 물리링크를 설정하고 서버로 NWK-SETUP을 전송한다.

이를 수신한 서버의 호제어계층은 우선 호제어버퍼와 호참조번호(CRV)를 할당하고, NWK-SETUP에 실려온 사용자정보, 호참조번호, 소켓핸들러간 매핑을 호제어버퍼에 유지시킨 후, 응용계층으로 AP_SETUP_IND를 올려 보낸다.

이를 수신한 서버의 응용계층은 응용제어버퍼를 검색하여 수신측의 통화가능 여부를 확인하여 통화가능

인 경우 통화 가능함을 AP_SETUP_RES에 실어 호제어 계층에 응답하고, 착호를 위해 AP_SETUP_REQ를 호제어 계층에 내려 호 설정 요청을 한다.

호제어계층이 통화가능 메시지를 수신하면 발신단 말로 NWK-CALL-PROC을 보내어 호 처리가 진행 중임을 알린다. 또한 호제어계층이 착호 요청메시지를 수신하면 우선 호제어버퍼와 호참조번호(CRV)를 할당하고 호제어버퍼에 호참조번호, 소켓핸들러간 매핑, 사용자 정보를 유지시키고, 물리링크를 설정한 후 착호 설립을 위한 NWK-SETUP(CRV)을 수신단말로 전송한다.

이를 수신한 단말의 호제어계층 역시 호제어버퍼를 할당하고 호참조번호와 소켓핸들러 간의 매핑을 유지시킨 후, 응용계층으로 AP_SETUP_IND를 올려 착호를 통지하고, 응용계층은 사용자에게 착호 발생을 알리는 링을 울리게 된다. 이때 발신측은 NWK-ALERT 에 의해 전달되는 링백톤(ring-back tone)을 듣게 된다.

수신자가 통화응답을 하면 수신단말은 서버로 NWK-CONNECT를 전송하고, 이는 발신단말로 전달되어 발신단말과 수신단말 간에 연결설정이 이루어지게 된다.

교환서버와 착발신 단말 간에 TCP 소켓을 통한 호제어로 착발신 단말 간에 연결설정이 이루어지면 실제 통화는 UDP 소켓을 통해 착발신 단말 간에 직접 음성을 교환함으로써 이루어진다.

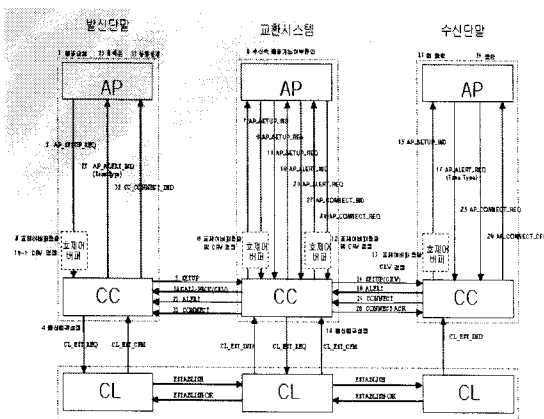


그림 11. 통화연결을 위한 호제어 메시지 흐름
Fig. 11. Call Control Message Flow for Call Connection

2) 통화종료

사용자의 통화종료에 따른 호 해제를 위한 메시지 흐름은 그림 12와 같다.

사용자가 통화를 종료하면 단말의 응용계층은 AP_RELEASE_REQ를 호제어계층으로 내려 보내고, 이를 수신한 호제어계층은 NWK-RELEASE를 서버로 전송하여 호 해제를 요청한다. 서버의 호제어계층은 AP_RELEASE_IND를 응용계층으로 올려 호 해제를 통지하고, 호제어버퍼를 반환한 후 NWK-RELEASE-COMplete를 단말로 전송한다. 단말 역시 호 해제완료 메시지를 수신하면 호제어버퍼를 반환한 후, 응용계층으로 AP_RELEASE_CFM을 올려 호 해제 작업을 완료한다.

착호에 대한 호 해제 작업은 서버의 응용계층에서 AP_RELEASE_REQ를 호제어계층으로 내림으로서 시작되고 앞서 설명한 발호에 대한 호 해제 작업과 동일한 과정을 거친다.

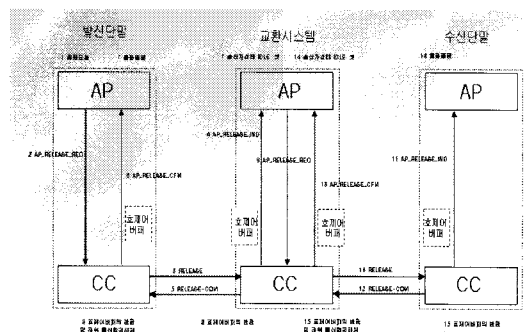


그림 12. 통화종료를 위한 호제어 메시지 흐름
Fig. 12. Call Control Message Flow for Call Release

IV. 시스템 구현

제안한 IP-PBX 시스템의 구현을 위해 교환시스템의 호제어와 사용자통신을 지원하는 통신지원부, 호의 연결·해제 기능을 관장하는 호제어계층, 사용자 인터페이스와 착발호 생성을 위한 응용계층, 사용자의 음성/화상 통신 및 단말의 구현에 관한 연구하였다.

4.1. 통신지원부

시스템의 단순화를 위하여 통신지원부는 독립 타스크로 구현하지 않고 ComSupLayer 클래스로 구현하고, CallControl 클래스와의 서비스프리미티브 교환은 서로 간의 메소드 호출로 구현하였다. 예를 들어, 호제어 타스

크로 전달되는 CL_EST_IND는 CallControl 클래스의 CL_EST_IND(argv) 메소드 호출로 이루어지고, 전달인자는 메소드 인자(argv)를 통해 전달한다.

교환서버와 단말은 각기 CallControl 클래스를 가지고 이는 호제어 기능을 관장한다. 교환서버 통신지원부의 메인 쓰레드는 3000번 포트를 통해 발신단말의 발호를 위한 접속요청을 받아들이고, 접속이 이루어지면 새로운 Child 쓰레드를 생성하여 상위 CallControl 클래스의 CL_EST_IND(comSock) 메소드를 호출하여 하위 통신지원계층의 연결이 이루어졌음을 알린다. Child 쓰레드는 전달된 통신소켓(comSock)을 통해 단말의 호제어계층과 호설정을 위한 호제어메세지를 교환하고, 메인 쓰레드는 또 다른 접속요청을 받아들이기 위해 무한 루프를 돌며 대기한다.

단말의 통신지원부 역시 3000번 포트를 통해 착호를 위한 접속요청을 받아들이고, 접속이 이루어지면 상위 CallControl 클래스로 하위 통신지원계층의 연결이 이루어졌음을 알리고, 전달된 통신소켓을 통해 교환서버와 착호를 위한 호제어메세지를 교환한다.

교환서버의 CallControl 클래스의 CL_EST_IND() 메소드는 발호를 위해 그리고 AP_SETUP_REQ()는 착호를 위해 각각 호제어버퍼를 할당하고, 새로운 Child 쓰레드를 생성하여 전달된 통신소켓(comSock)을 통해 단말 호제어계층과의 호설정을 위한 호제어메세지의 교환을 전담하게 한다.

효율적인 호 설정을 위해 통신링크는 호제어메세지의 송수신시 마다 설정·해제 작업을 반복하지 말고 호 설정 전에 통신링크를 Setup 하고 호 해제 후 통신링크를 Release 시까지 유지하도록 한다.

4.2. 호제어계층

교환서버와 단말은 각기 CallControl 클래스를 가지며 호제어 기능을 관장한다. 교환서버 통신지원부의 메인 쓰레드는 지정한 포트를 통해 발호를 위한 접속요청을 받아들이고, 접속이 이루어지면 새로운 Child 쓰레드를 생성하여 전달된 통신소켓을 통해 단말 호제어계층과의 호설정을 위한 호제어메세지의 교환을 전담한다.

1) 메세지서버

MessageServer 클래스는 통신소켓의 입력 스트림에서 메세지를 읽어 입력버퍼에 저장하거나, 출력버퍼의

메세지를 출력 스트림으로 보낸다. 즉, 단말의 호제어메세지를 수신하거나 단말로 호제어메세지를 송신하는 일을 담당한다.

메세지는 단말의 호제어계층과 서버의 응용계층에서 올 수 있으며, 메세지가 수신되면 우선 MessageDecoder를 통해 포매팅한 후 CallControlStateExchange() 상태천이머신을 구동하여 상태천이와 호처리를 수행하며, 이의 메세지 흐름은 그림 13과 같다.

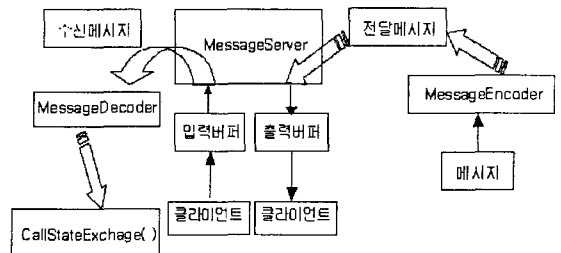


그림 13. 메세지 서버의 메세지 흐름
Fig. 13. Message Flow of Message Server

단말과 교환서버 간의 송수신 메세지는 바이트 스트림(byte stream)이므로 이의 수신시 호제어메세지 각 필드의 자료형에 맞게 변환이 요구된다. 즉, 수신한 바이트 스트림을 호제어메세지로 형식변환(formatting)이 요구되고 이는 MessageDecoder 클래스가 전담한다. 그리고 전송 시 호제어메세지에서 바이트 스트림으로 형식변환은 MessageEncoder 클래스가 맡는다.

상태천이머신 CallControlStateTransition(CID, InMsg)은 임의 상태의 호가 입력메세지를 수신하면 해당 호처리 함수를 수행하고 출력메세지를 송신한 후 다음 상태로 천이시킨다. 즉, 호제어인스턴스ID(CID)에 대응하는 호제어버퍼를 참조하여 현재 호의 상태를 확인하고 입력메세지의 종류에 따라 해당 호처리 함수를 통하여 호처리를 한 후 다음 상태로 천이한다.

2) 호제어버퍼 (CRV 및 CID)

교환시스템 내에는 동시에 여러 개의 호가 성립될 수 있으며, 각 호별로 호제어버퍼가 할당되고 이는 호제어인스턴스 ID(Call Instance ID: CID)로 구별되고, 호제어계층 양방간(peer-to-peer)의 호의 구별은 호참조번호(Call Reference Value: CRV)에 의해 구별된다. 호제어버퍼 할당 시마다 CID는 1 증가하고 CRV는 착발호간의 총

둘 방식을 위해 발호는 0 부터 1씩 증가시키고 착호는 255번부터 1씩 감소시켜 할당한다. 그리고 CRV의 할당은 단말에서 호 설정 요청시 결정하는 것보다 모든 시스템의 자원을 총괄 관리하는 교환서버에서 호 설정 요청을 받았을 때 할당하는 것이 효율적이고 동시 호로 인한 중복부여를 사전에 예방할 수 있다.

호제어버퍼는 그림 14와 같이 호제어 인스턴스 ID, 호 참조번호, 하위 링크 식별자인 소켓 핸들리(socket descriptor), 호의 상태, 발신자와 수신자의 IP, 그리고 발신자와 수신자의 ID를 가진다.

호제어 인스턴스 ID	호참조번호 (Call Ref.Value)	하위 링크식별자 (소켓 핸들러)	호 상태	발신자 IP	수신자 IP	발신자 ID	수신자 ID
	발호: 0-126 착호: 255-128 Broadcast: 127						

그림 14. 호제어 버퍼의 구조
Fig. 14. Structure of Call Control Buffer

4.3. 응용계층

교환서버의 응용계층은 기본적으로 입력 프리미티브에 대응한 출력 프리미티브의 전달과 MMC 인터페이스를 위한 최소한의 기능만을 제공하고 있어 시스템의 단순화를 위해 독립 타스크로 구현하지 않고 하나의 독립 클래스로 구현하고 호제어계층과의 서비스프리미티브 교환은 메소드 호출로 구현하였고, message-driven 방식의 호처리로 시스템을 간결화 하였다.

응용계층은 사용자의 요청에 따른 착발호의 생성과 이의 관리를 위한 응용제어버퍼를 가진다. 이는 그림 15와 같이 하위 호제어 인스턴스의 ID, 착발신자 나타내는 사용자 ID와 상대방 ID, 통화중 여부 확인을 위한 호의 상태, 그리고 사용자 IP를 가진다.

Outgoing Call Count = N				
호제어 IID (하위 IID)	사용자 ID (발신자 ID)	상대측 ID (착신자 ID)	호의 상태	사용자 IP (발신자 IP)

Incoming Call Count = N				
호제어 IID (하위 IID)	사용자 ID (착신자 ID)	상대측 ID (발신자 ID)	호의 상태	사용자 IP (착신자 ID)

그림 15. 응용제어 버퍼의 구조
Fig. 15. Structure of Application Control Buffer

4.4. 음성통신 및 단말

교환서버와 착발신 단말 간에 TCP 소켓을 통한 호 제어로 착발신 단말 간에 연결설정이 이루어지면 실제 통화는 UDP 소켓을 통하여 착발신 단말 간에 직접 음성을 교환함으로써 이루어진다. 이를 위해 착발신단말 각각은 UDP 서버 소켓을 생성한 후 지정한 포트로부터 음성수신을 대기하고, 착발신 단말은 각각 UDP 클라이언트 소켓을 통해 서로 상대편 단말로 음성을 전송한다. 이때 음성은 8000/초당 Samples, 8bits/Samples(=256 Q.Level), PCM 방식으로 인코딩/디코딩 한다.

IP-PBX 단말의 시스템 구조는 그림 16과 같으며, 사용자 인터페이스는 사용자로부터 통화요청을 받아들여 거나 응답하는 사용자 인터페이스 기능을 수행하고, 호 제어부의 응용계층과 호제어계층은 착발신 단말 간의 통화연결을 위한 호 제어 기능을 수행하고, 음성/화상 통신부는 사용자간의 음성/화상 통신이 가능하도록 한다.

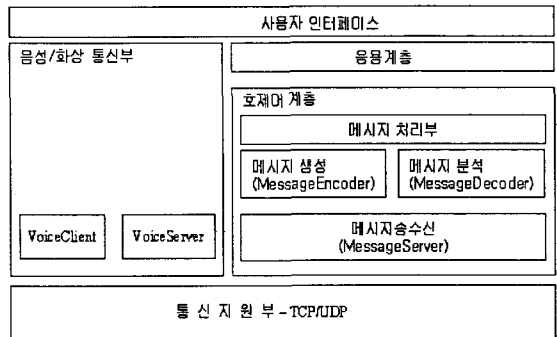


그림 16. IP-PBX 단말의 시스템 구조
Fig. 16. System Structure of IP-PBX Terminal

V. 결론

본 논문에서는 새로운 망의 구축 없이 기 설치된 LAN 혹은 인터넷으로 연결된 컴퓨터를 이용하여 전화교환 및 멀티미디어통신이 가능하도록 하는 IP-PBX 시스템의 구현에 관해 연구하였다.

본 IP-PBX 시스템의 단말은 사용자 PC로 하며 기존의 전화 사용자에게 낯설지 않은 사용자 인터페이스를 통하여 음성·화상의 멀티미디어통신이 가능하고, 단말과 교환서버 간의 호제어는 멀티미디어통신 프로토콜인 B-ISDN 표준을 따랐다.

기존 정보통신 교환시스템은 두 단말간의 통신이 교환시스템을 거쳐 이루어지므로 음성전달 시에 지연시간이 커지는 문제점이 있었고, 다이알패드와 같은 기존 IP-PBX 시스템은 통신서버에 부하가 집중되어 음성의 실시간처리에 많은 문제점을 발생시켰다.

이에 본 IP-PBX의 교환시스템은 착발신 단말과 TCP 소켓을 통해 신뢰성 있는 호 제어를 수행하여 일단 착발신 단말 간에 연결설정이 이루어지면 교환시스템을 거치지 않고 UDP 소켓을 통해 단말 간에 직접 음성통신이 이루어지도록 함으로써 음성전달을 위한 지연시간을 줄이고, 통신서버의 부하를 분산시켜 음성의 실시간처리가 이루어지도록 하였다.

제안한 IP-PBX 시스템의 개발을 위해 이의 구조를 설계하고, 호제어를 위한 메시지와 자료구조의 정의와 상태천이를 설계하였고, 이를 기초로 사용자간 통화를 위한 착발신 단말 간의 호제어와 사용자통신을 구현하였다. 그리고 IP-PBX 시스템의 통신지원부, 호제어계층, 응용계층, 사용자통신 및 단말의 세부 구현기술에 관해 연구하였다.

본 연구를 통해 습득한 호제어와 망관리 등의 교환시스템 핵심 프로토콜 구현기술은 향후 B-ISDN (혹은 IMT-2000) 등의 교환시스템 개발에 직접적으로 활용되어질 수 있을 것이고, 기업의 통신 인프라 구축 시에도 비용절감을 이루게 될 것이다.

참고문헌

[1] 권수갑, "CTI 개념과 기술동향," 전자부품연구원 전자정보센터(www.eic.re.kr), 2003.

[2] 강신각, "국내 VoIP 서비스 현황과 주요 이슈", VoIP 기술워크샵 및 포럼총회 (www. voip-forum.or.kr), 2007년 4월.

[3] Harte Lawrence and Flood Robert, Introduction to Private Telephone Systems: KTS, PBX, Hosted PBX, IP Centrex, CTI, IPBX and WPBX, Lightning Source Inc, May 2005.

[4] Allan Sulkln, PBX Systems for IP Telephony: Migrating Enterprise Communications, McGraw-Hill, April 2002.

[5] ITU-T Recommendation Q.2931, Broadband integrated service digital network (B-ISDN). Digital subscriber Signaling No.2(DSS2). User network interface layer3 specification for basic call/connection control, September 2001.

[6] ITU-T Recommendation Q.931, Digital Subscriber Signalling System No.1(DSS1) ISDN User-Network Interface Layer 3 Specification for Basic Call control, 2001.

저자소개

최 제 원(Jae-Won Choi)



1988년 2월 고려대학교 컴퓨터공학과 (공학사)

1990년 8월 미시간주립대학교 컴퓨터 공학과 (공학석사)

1995년 8월 건국대학교 전자공학과 (공학박사)

1990년 10월~1997년 8월 삼성전자 정보통신연구소 선임연구원

1997년 9월~2006년 현재 경성대학교 컴퓨터공학과 부교수

※ 관심분야: 정보통신망, 이동통신, 인터넷응용, 운영체제