
B-ISDN 프로토콜 내장의 멀티미디어통신용 IP-PBX 시스템의 구현 및 성능평가

권 중 장*

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

Jung Jang Kwon*

이 논문은 2003학년도 경성대학교 학술지원연구비에 의하여 연구되었음.

요 약

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. 서 론

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 따라 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) 시스템이다[1].

IP-PBX는 기존의 전화시스템을 컴퓨터 기반의 인터넷을 통해 실현되도록 한 것으로, 1995년 이스라엘의 보컬텍(Voaltec)사에 의해 첫 선을 보인 이후 인터넷의 범

용화 및 고속화로 사용자들이 급격하게 증가하고 있으며, 기존의 인프라를 그대로 사용하면서 고가의 전화 서비스를 저렴하게 이용할 수 있어 현재 장거리 전화용으로 그 활용범위가 확대되어가고 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 결합체로서 엄청나게 방대하고, 통신 프로토콜의 구현기술은 엄청난 기술적인 노하우와 시스템 전체를 바라볼 수 있는 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 기반의 조성이 절실히 요구되는 시점에 있다.

본 연구에서는 새로운 망의 구축 없이 기 설치된 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 소프트웨어로 시뮬레이션하고, 교환시스템의 핵심 프로토콜인 호제어와 망관리는 그 상부에 구현하였다.

본 연구를 통해 교환시스템의 내부구조와 동작을 파악하고 프로토콜 구현기술을 습득할 수 있는 정보통신 교환시스템의 연구를 위한 토대를 마련하고, 향후 B-ISDN (혹은 IMT-2000) 등의 교환시스템의 개발에 직접적인 활용이 가능하도록 하고자 한다.

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 커

지는 문제점을 발생시켰다[3].

또한 다이알패드와 같은 기존의 인터넷 폰 시스템은 통신하고자 하는 발신단말의 사용자가 통신서버에 접속한 후, 통신서버와 착신단말 간에 직접 음성통신을 하였다. 그래서 많은 가입자가 동시에 통화하고자 하는 경우 통신서버에 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 음성통신이 이루어지도록 함으로써 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 설치된 LAN 혹은 인터넷으로 연결된 컴퓨터를 이용하여 전화교환 및 멀티미디어통신이 실현되도록 한다.
- ② 본 시스템은 PC-to-PC 및 PC-to-Phone 유형의 통화 서비스와 발신자표시(CLIP), 호전환(CF), 다이알인(DID), 자동응답(ARS) 등의 다양한 부가서비스도 지원 가능하도록 한다.
- ③ 사용자는 PC에 구현한 멀티미디어 통신단말을 이용하여 음성 및 화상통신이 가능하고, 단말과 교환시스템 간의 호제어는 종합통신 프로토콜인 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

록 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. 그리고 PC에 내장된 멀티미디어 카드를 제외한 별도의 장비는 불필요하도록 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 구현

제안한 IP-PBX 시스템의 개발을 위해 이의 구조를 설계하고, 호제어를 위한 메시지와 자료구조의 정의와 상태천이를 설계하였고, 이를 기초하여 사용자간 통화를 위한 착발신 단말 간의 호제어와 사용자통신을 구현하였다.

3.1. 시스템 구조

본 IP-PBX 시스템은 그림 2와 같이 단말시스템(혹은 단말)과 교환시스템(혹은 서버)로 구성되어 있고, 각 단말과 서버는 시스템관리부, 호제어부, 통신지원부를 가

진다.

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

호제어부의 응용계층은 사용자와의 인터페이싱과 착발호의 생성 및 각종 부가서비스를 제공하고, 호제어계층은 착발신 단말 간의 통화연결을 위해 상태천이며신에 따른 호 제어 기능을 수행하고, 사용자통신은 착발신 단말 간의 멀티미디어 통신기능을 수행한다.

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

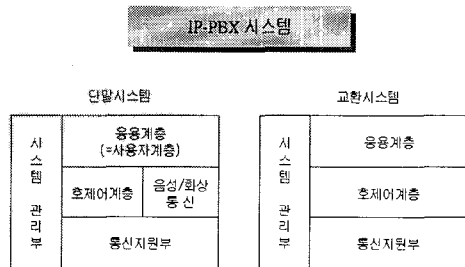


그림 2. IP-PBX 시스템의 구조
Fig. 2. Structure of IP-PBX System

3.2. 호제어부의 구조

호제어부는 사용자간의 통신을 위하여 착발신 단말 간에 연결설정 및 해제 등의 호 제어를 관장한다. 기존의 PSTN 전화교환시스템은 교환기에서 호 제어를 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 호 제어만을 전담하고, 일단 착발신 단말 간에 연결설정이 이루어지면 교환시스템을 거치지 않고 단말 간에 직접 음성통신이 이루어지도록 하여 음성 전달을 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 호 제어를 수행하여 발신단말-교환시스템-착신단말 간에 연결을 설정하고, 착발신 단말 간의 음성통신은 UDP 소켓을 통하여 직접 착발신 단말 간에 이루어지도록 하여 음성 전달을 위한 지연시간이 최소화되도록 하였다.

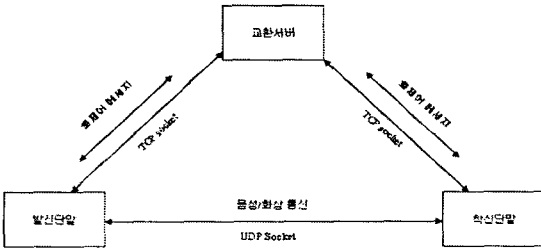


그림 3. 호 제어 및 사용자통신의 구조
Fig. 3. Structure of Call Control and User Communication

호제어부는 응용계층과 호제어계층으로 이루어져 있으며, 응용계층은 사용자와의 인터페이스와 착발호의 생성 및 각종 부가서비스를 제공하고, 호제어계층은 단말과 서버 간에 호제어 메시지의 교환을 통해 착발신 단말 간에 호의 연결 및 해제가 이루어지도록 한다.

호제어를 위한 응용계층과 호제어계층 간의 서비스 요구와 제공은 서비스 프리미티브에 의해 이루어진다. 예를 들면, 사용자의 통화요청 시 응용계층은 하위 호제어계층으로 발호요청(AP_SETUP_REQ) 서비스프리미티브를 내려 보내고, 상대방 호제어계층은 상위 응용계층으로 발호통지(AP_SETUP_IND) 서비스프리미티브를 올려 보내게 된다. 그리고 하위 호제어계층은 상위 응용계층에게 서비스 제공을 위해 상태천이머신을 기초하여 호의 상태와 입력메세지에 따른 호제어를 수행한다.

3.3. 호제어부의 자료구조

착발신 단말 간의 호 제어를 위한 자료구조로는 호제어 버퍼가 사용되는데 발호의 관리를 위해 발신단말과 서버 간에 한 쌍의 호제어 버퍼가 할당되고, 착호를 위해 서버와 착신단말 간에 또 한 쌍의 호제어 버퍼가 그림 4와 같이 할당된다.

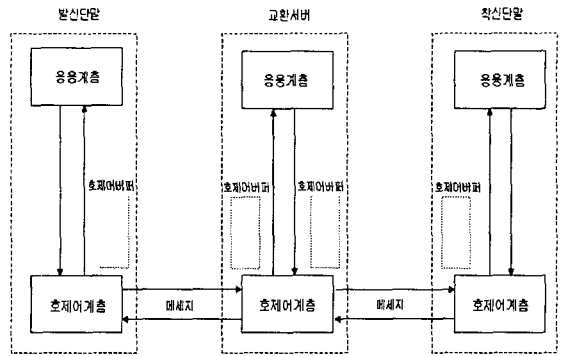


그림 4. 호제어부의 자료구조
Fig. 4. Data Structure of Call Control Subsystem

교환시스템 내에는 동시에 여러 개의 호가 성립될 수 있으며, 각 호별로 호제어 버퍼가 할당되고 이는 호제어 인스턴스 ID(Call Instance ID: CID)로 구별되고, 호제어 계층 양방간(peer-to-peer)의 호의 구별은 호참조번호(Call Reference Value: CRV)에 의해 구별되어진다. 호제어 버퍼는 그림 5와 같이 호제어 인스턴스 ID, 호참조번호, 하위 링크 식별자 인 소켓 핸들러(socket descriptor), 호의 상태, 발신자와 수신자의 IP, 그리고 발신자와 수신자의 ID를 가진다.

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

그림 5. 호제어 버퍼의 구조
Fig. 5. Structure of Call Control Buffer

응용계층은 사용자의 요청에 따른 착발호의 생성과 이의 관리를 위해 응용제어 버퍼를 가지며, 발호와 착호 관리를 위한 응용제어 버퍼가 각각 할당된다. 이는 그림 6과 같이 하위 호제어 인스턴스의 ID, 착발신자 나타내는 사용자 ID와 상대방 ID, 통화중 여부와 호의 진행 상태, 그리고 사용자 IP를 가진다.

호제어 IID (하위 IID)	사용자 ID (발신자 ID)	상대방 ID (착신자 ID)	호의 상태	사용자 IP (발신자 IP)

그림 6. 응용제어 버퍼의 구조 (발호용)
Fig. 6. Structure of Application Control Buffer

3.4. 호제어 메시지의 구조

서버와 단말의 호제어계층 간에 주고받는 호제어 메시지는 종합통신 프로토콜인 B-ISDN의 Q.2931 표준을 근간으로 그림 7과 같이 정의하였고, 호제어를 위한 주요 메시지는 그림 8과 같다[5].

Bits								Octets
8	7	6	5	4	3	2	1	
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 7. 호제어 메시지의 구조
Fig. 7. Structure of Call Control Message

Bits								메세지 종류
8	7	6	5	4	3	2	1	
0	0	0	-	-	-	-	-	호 설정 메세지:
0	0	0	0	0	0	0	1	ALERTING
0	0	0	0	0	1	0		CALL PROCEEDING
0	0	0	1	1	1			CONNECT
0	1	1	1	1	1			CONNECT ACKNOWLEDGE
0	0	1	0	1				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 8. 주요 호제어 메시지의 종류
Fig. 8. Main Call Control Messages

3.5. 호제어 메시지 흐름 설계

사용자간의 통신을 위한 착발신 단말 간의 호제어 메시지의 흐름을 연결설정과 해제로 구분하여 설계하였다. 그림 9는 사용자 관점의 메시지 흐름이고, 그림 10은 시스템 관점에서의 메시지 흐름이다. 착발신 단말간의 호제어 메시지의 교환은 TCP 소켓을 통하여 신뢰성이 보장되도록 하였고, 착발신 단말간의 음성통신은 UDP 소켓을 통하여 음성전달을 위한 지연시간이 최소화되도록 하였다.

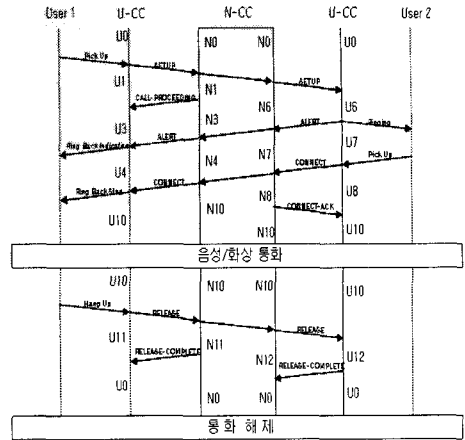


그림 9. 호제어 메시지 흐름도 (사용자관점)
Fig. 9. Message Flow for Call Control (in User's View)

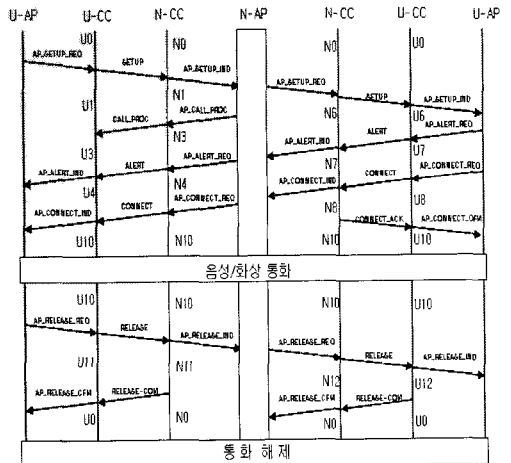


그림 10. 호제어 메시지 흐름도 (시스템관점)
Fig. 10. Message Flow for Call Control (in System's View)

3.6. 호제어 상태전이 설계

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

1) 서버의 상태천이

IP-PBX 서버의 호제어 상태천이를 그림 11에 설계하였고, 모든 호는 N0 상태에서 시작하여 발호는 N1 방향으로 진행되고 착호는 N6 방향으로 진행된다. 발호와 착호가 N10 통화연결 상태에 도달하게 되면 사용자간에 통화가 가능하다.

2) 단말의 상태천이

IP-PBX 단말의 호제어 상태천이를 그림 12에 설계하였고, 모든 호는 U0 상태에서 시작하여 발호는 U1 방향으로 진행되고 착호는 U6 방향으로 진행된다. 발호와 착호가 U10 통화연결 상태에 도달하게 되면 사용자간에 통화가 가능하다.

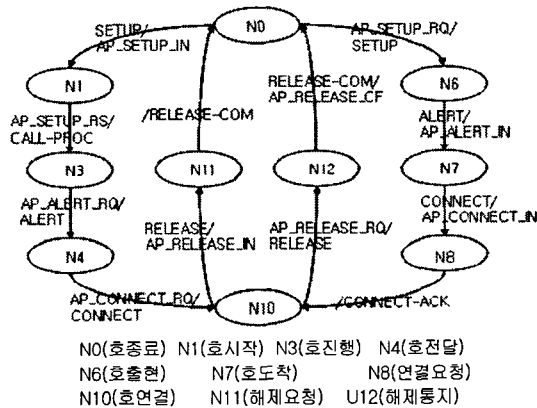


그림 11. IP-PBX 서버의 호제어 상태천이도
Fig. 11. State Transition of IP-PBX Server's Call Control

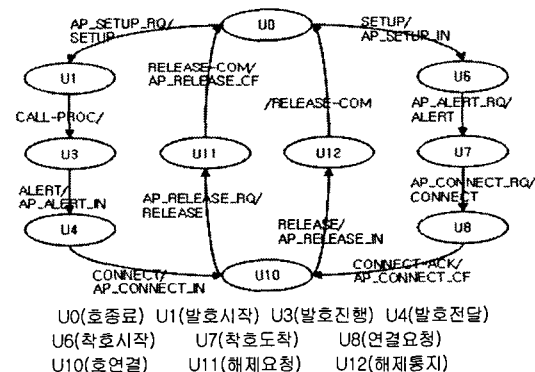


그림 12. IP-PBX 단말의 호제어 상태천이도
Fig. 12. State Transition of IP-PBX Terminal's Call Control

3.7. 호제어 메시지 상세 흐름

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

1) 통화연결

사용자의 통화요청에 따른 호 설정을 위한 메시지 흐름은 그림 13과 같다. 사용자의 통화요청 시 발신단말의 응용계층은 자신의 호제어계층으로 AP_SETUP_REQ 메시지를 내려 호 설정을 요청한다. 이를 수신한 호제어계층은 호제어 버퍼를 할당한 후, 단말과 서버간에 물리링크를 설정하여 서버의 호제어계층으로 NWK-SETUP을 전송한다.

NWK-SETUP을 수신한 서버의 호제어계층은 우선 호제어버퍼와 호참조번호(CRV)를 할당하고, NWK-SETUP 메시지에 실려 온 사용자정보, 호참조번호와 소켓핸들러 간의 매핑을 호제어버퍼에 유지시킨 후, 응용계층으로 AP_SETUP_IND 메시지를 올려 보낸다.

이를 수신한 교환서버의 응용계층은 응용제어버퍼를 검색하여 수신측의 통화가능 여부를 확인하여 통화가능인 경우 통화가능함을 AP_SETUP_RES 메시지에 실어 호제어계층에 응답하고, 착호를 위해 AP_SETUP_REQ 메시지를 호제어계층에 내려 호 설정 요청을 한다.

호제어계층이 통화가능 메시지를 수신하면 발신단말로 NWK-CALL-PROCEEDING 메시지를 보내어 호 처리가 진행 중임을 알린다. 또한 호제어계층이 착호 요청 메시지를 수신하면 우선 호제어버퍼와 호참조번호(CRV)를 할당하고 호제어버퍼에 호참조번호와 소켓핸들러 간의 매핑과 사용자정보를 유지시키고, 물리링크를 설정한 후 착호 설립을 위한 NWK-SETUP(CRV) 메시지를 수신단말로 전송한다.

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

수신자가 통화응답을 하면 수신단말은 서버로

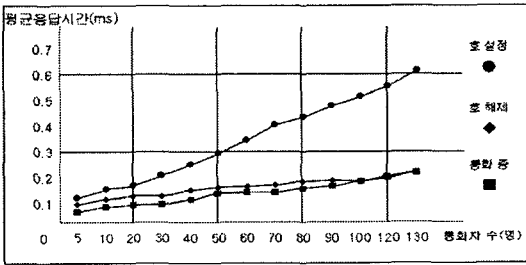


그림 15. 동시 통화요청자 수에 따른 평균 호 설정 응답시간

Fig. 15. Average Response Time for Call Setup in Simultaneous Calls

4.3. 고찰

동시 통화요청자 수를 5명에서 130명까지 증가시키면서 동시 통화요청자 수에 따른 호설정 및 해제 응답시간을 측정한 결과 호 설정 및 해제의 응답시간은 동시 통화요청자 수가 증가함에 따라 완만하게 증가하였고, 호 설정 응답시간은 대략 0.1~0.6 msec 이었고, 호 해제 응답시간은 대략 0.1~0.2 msec 임을 알 수 있었다.

표 1. 동시 통화요청 자의 수에 따른 평균 호 설정 및 해제 응답시간

Table 1. Average Response Time for Call Setup in Simultaneous Calls

유형 동화자 수(명)	평균 응답 시간 (ms)		
	동화가능시 호 설정	동화불가시 호 처리	호 해제
5	0.132	0.07	0.09
10	0.161	0.08	0.11
20	0.176	0.09	0.12
30	0.202	0.10	0.12
40	0.252	0.12	0.13
50	0.302	0.13	0.14
60	0.347	0.14	0.14
70	0.402	0.14	0.15
80	0.421	0.16	0.15
90	0.476	0.17	0.16
100	0.521	0.19	0.17
120	0.552	0.20	0.19
130	0.612	0.21	0.21

V. 결론

본 논문에서는 새로운 망 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 및 화상통신의 멀티미디어통신이 가능하고, 단말과 교환서버 간의 호제어는 멀티미디어통신을 위한 표준 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 기초하여 사용자간 통화를 위한 착발신 단말 간의 호제어와 사용자통신을 구현하였다.

그리고 구현한 IP-PBX 시스템의 성능평가를 위해 동시 통화요청자 수에 따른 호설정 및 해제 응답시간을 측정한 결과 호 설정 응답시간은 대략 0.1~0.6 msec 이었고, 호 해제 응답시간은 대략 0.1~0.2 msec 임을 알 수 있었다.

본 연구를 통해 습득한 호제어와 망관리 등의 교환시스템 핵심 프로토콜 구현기술은 향후 B-ISDN (혹은 IMT-2000) 등의 교환시스템의 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 Sulkin, PBX Systems for IP Telephony: Migrating Enterprise Communi -cations, 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



권 중 장(Jung Jang Kwon)

1985년 2월 부산대학교 전자공학과 (공학사)

1987년 2월 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 (공학석사)

1987년 2월 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 (공학박사)

1993년 3월 ~2007년 현재 경성대학교 컴퓨터공학과 교수

※ 관심분야: 멀티미디어, 영상처리, 인터넷응용,