B-ISDN 프로토콜 내장의 멀티미디어통신용 IP-PBX 시스템의 개발방법 및 설계

최 재 원*

Development Method and Design of B-ISDN Protocol embedded IP-PBX System for Multimedia Communication

Jae-Won Choi*

이 논문은 2005학년도 경성대학교 학술지원연구비에 의하여 연구되었음.

요 약

본 논문에서는 인터넷으로 연결된 컴퓨터를 이용하여 전화교환 및 통신이 가능하도록 하는 B-ISDN 기반의 IP-PBX 시스템의 구현을 위한 개발방법 및 설계에 관해 연구하였다. IP-PBX 시스템의 단말과 서버의 구조를 설계하고, 호제어를 위한 메세지와 자료구조의 정의와 상태천이를 설계하였고, 사용자간 통화를 위한 착발신 단말 간의 호제어와 부가서비스의 메세지 흐름을 설계하고 복수 호 제어방법을 연구하였다.

ABSTRACT

In this paper we researched on the development methods and design of the B-ISDN protocol embedded IP-PBX System with the computers interconnected by the Internet for the previous telephone exchange and communication. We designed the structure of the user terminal and exchange server of the IP-PBX System, defined message and data structure for call control, and designed call control state transition and call control message flows for user's communication. And we researched on the message flows for supplementary services and the call control for multiple calls.

키워드

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

I. 서 론

정보통신분야에 있어서 가장 친숙한 도구를 찾는다면 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 정보처리 기술이 결합한 CTI (Computer Telephony Integration)의 기술 영역에 속하는 인터넷 폰(IP-PBX) 시스템이다.[1-2]

* 경성대학교 컴퓨터공학과 부교수

접수일자 : 2006. 5. 4

IP-PBX는 기존의 전화시스템을 컴퓨터 기반의 인터넷을 통하여 실현되어지도록 한 것으로, 1995년 이스라엘의 보컬텍(Voaltec)사에 의해 첫 선을 보인 이후 인터넷의 범용화 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.[3]

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 설비된 LAN 혹은 인터넷으로 연결된 컴퓨터를 이용하여 전화교환 및 멀티미디어통신을 실현하는 IP-PBX 시스템 구현을 위한 개발방법과 설계에 관해 연구하였다. 서버 컴퓨터에 교환시스템의 기능을 구현하고, 사용자 컴퓨터에 멀티미디어 전화단말의 기능을 구현하여 하나의 통합망을 통해 전화통신과 컴퓨터통신이 가능하도록 하였다. 그리고 본 IP-PBX 시스템의 통신 하부계층은 네트워크 소켓프로그램으로 시뮬레이션하고, 교환시스템의 핵심 프로토콜인 호제어 및 망관리와 부가서비스는 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

IP-PBX 시스템은 새로운 망의 구축 없이 기 설비된 LAN 혹은 인터넷으로 연결된 컴퓨터를 이용하여 전화교환 및 통신이 실현되도록 한 것이다. 본 논문에서는 기존 정보통신 교환시스템의 음성전달 지연시간과 통신서버의 부하를 줄이기 위한 시스템 구조에 관해 연구하였고, 시스템 개발의 효율적 진행을 위한 시스템의 개발방법을 연구하였다.

2.1. 시스템 개선방향

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.[4]

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.[5]

그래서 본 IP-PBX 시스템에서는 교환시스템은 착발신 단말 간의 호 제어만을 전담하고, 일단 착발신 단말 간에 연결설정이 이루어지면 교환시스템을 거치지 않고 단말간에 직접 음성통신이 이루어지도록 함으로써 음성전달을 위한 지연시간을 줄이고, 통신서버의 부하를 분산시켜 음성의 실시간처리가 이루어지도록 시스템의 구조를 개선하고자 한다.

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

본 연구를 통해 개발하고자 하는 IP-PBX 시스템의 요구사항은 다음과 같다.[6]

① 본 시스템은 사내 전화교환기인 사설교환기(PABX) 없이도 사내 LAN 망을 이용한 내선통화와 인터넷을 통한 외부통화가 가능하도록 한다.

② 본 시스템은 PC-to-PC 및 PC-to-Phone 유형의 통화서비스와 발신자표시(CLIP), 호전환(CF), 다이알인(DID), 자동응답(ARS) 등의 다양한 부가서비스도 지원 가능하도

록 한다.

③사용자는 PC에 구현한 멀티미디어 통신단말을 이용하여 음성 및 화상통신이 가능하고, 단말과 교환시스템 간의 호제어는 종합통신 프로토콜인 B-ISDN의 Q.2931 프로토콜을 근간으로 한다.

④사용자가 전화를 걸고자 할 경우 단말의 전화번호 탐색기능을 이용하여 DB에 등록된 착신자의 전화번호를 조회하여 통화 요청이 가능하도록 한다.

⑤단말 프로그램은 윈도우 계열에서 동작 가능하도록 하고, 망 관리와 호 제어 등의 교환서버 프로그램은 유닉스/윈도우 등 임의의 플랫폼에서 동작 가능하도록 한다.

⑥단말은 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.

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

2.2.시스템 개발방법

인터넷 폰 시스템의 통화품질을 떨어뜨리는 가장 심각한 요인은 인터넷에서는 피할 수 없는 전송지연과 패킷분실이다. 그러므로 음성의 실시간 제약과 서비스품질 향상을 위한 방안이 강구되어져야 한다[6]. 또한 다수의 사용자가 동시에 서비스를 요청하더라도 빠른 실시간 서비스가 제공되도록 시스템 용량을 규정하여 사용자 수를 제한하여야 한다.

(1) 시스템 구조개선

본 IP-PBX의 교환시스템은 발신단말의 통화요청 시 착발신 단말과 TCP 소켓을 통해 신뢰성 있는 호 제어를 수행하여 발신단말-교환시스템-착신단말 간에 연결을 설정하고, 일단 연결설정이 이루어지면 교환시스템을 거치지 않고 UDP 소켓을 통하여 단말 간에 직접 실시간 음성통신이 이루어지도록 함으로써 음성전달을 위한 지연시간을 줄이고, 통신서버의 부하를 분산시켜 음성의 실시간처리가 이루어지도록 한다.

(2) 멀티미디어통신 프로토콜과 표준화[7-8]

교환시스템의 통신 프로그램은 방대하고 복잡하므로 유지보수의 용이를 위해선 표준화가 요구되므로 멀티미디어통신을 위한 표준 프로토콜인 B-ISDN 프로토콜을 따라 시스템을 표준화하고, 시스템을 단순화시켜 교환시스템의 핵심기능을 집중적으로 연구·설계함으로써 효율적인 시스템 개발이 이루어지도록 한다.

(3) 단말 시스템

단말은 사용자의 PC로 하며 단말 프로그램은 서버로부터 다운 받아 쉽게 설치할 수 있도록 한다. 단말 사용자의 인터페이스는 기존 전화 사용자에게 낯설거나 불편하지 않게 그림 1과 같이 구현하도록 한다. 단말은 PC 내에 내장된 멀티미디어 카드를 제외한 별도의 장비는 불필요하도록 하여 사용자 단말의 전화 Ring은 PC에 내장된 스피커를 통해 울리도록 하고, 통화는 마이크를 이용하여 이루어지도록 한다.

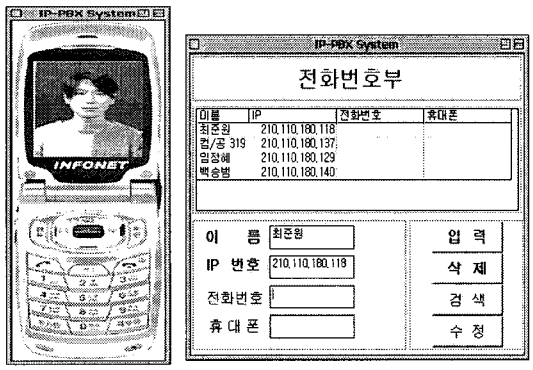

그림 1. IP-PBX 단말의 사용자 인터페이스
Fig. 1. User interface of IP-PBX terminal

(4) 개발언어

교환서버 프로그램은 윈도우계열과 리눅스 등 임의의 플랫폼에서 동작할 수 있도록 Java 언어로 개발하고, 독립적인 Java 응용프로그램으로 동작하도록 한다. 단말 프로그램은 개발의 효율을 위해 사용자 인터페이스는 비주얼 베이직을 사용하고, 호제어와 음성통신을 위한 내부 통신 모듈은 비주얼 C++를 사용하여 DLL로 작성한다.[9-10]

(5) 데이터베이스

사용자 PC의 전화번호는 단말 내 DB에 등록 가능하도록 하여 발신자는 단말의 전화번호 탐색기능을 이용해서도 직접 통화요청이 가능하도록 한다. DBMS는 가격이

싸거나 무료이면서 많이 활용되고 있는 MySQL DBMS를 사용한다.

(6) 음성의 질

기존 PSTN의 경우에는 교환기와 단말간의 통신을 위해 독점적인 통신로가 주어지므로 음성의 실시간성 보장에 큰 문제가 없지만, IP를 기초로 한 인터넷 폰은 통신로를 경쟁적으로 공유하므로 기존의 PSTN 방식으로 호 제어 기능을 교환시스템에 구축할 경우 음성의 실시간성 보장에 많은 문제를 발생시킬 수 있다. 그래서 사내 LAN 망의 속도는 10 Mbps로 가정하여 실제 네트워크 트래픽을 감안하여 음성의 질을 떨어뜨리지 않는 범위에서 시스템 구현이 이루어지도록 하며 이를 위해 음성압축 등의 기술을 활용한다.

(7) 시스템의 호환성 및 확장성

본 IP-PBX 시스템은 단독 시스템으로도 동작 가능하지만 인트라넷과 ERP 등의 기존 시스템에 부가서비스를 제공하는 모듈로도 쉽게 장착이 가능하도록 호환성과 확장성을 고려하여 시스템을 개발한다. PC-to-PC 통신기능은 IP- PBX 시스템의 근간이 되므로 이를 먼저 구현한 후, PC-to-Phone 통신기능을 추가하여 시스템을 확장한다.

III. 시스템 설계

제안한 개발방법을 따라 IP-PBX 시스템의 단말과 서버의 구조를 설계하고, 호제어를 위한 메세지와 자료구조의 정의와 상태천이를 설계하였고, 사용자간 통화를 위한 착발신 단말 간의 호제어와 부가서비스의 메세지 흐름 설계와 복수 호 제어방법을 연구하였다.

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 가진다.

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 상태천이머신에 따른 호 제어 기능을 수행하고, 사용자통신은 착발신 단말 간의 멀티미디어 통신기능을 수행한다.

본 IP-PBX 시스템의 물리계층과 데이터링크계층의 통신 하부계층은 네트워크 소켓프로그램으로 시뮬레이션하고, 시스템의 핵심 프로토콜인 호제어와 사용자통신은 그 상부에 구현한다.

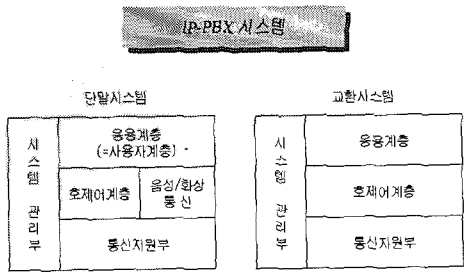

그림 2. IP-PBX 시스템의 구조
Fig. 2. Structure of IP-PBX System

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 단말간에 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 호 제어를 수행하여 발신단말-교환시스템-착신단말 간에 연결을 설정하고, 착발신 단말 간의 음성통신은 UDP 소켓을 통하여 직접 착발신 단말 간에 이루어지도록 하여 음성전달

을 위한 지연시간이 최소화되도록 하였다.

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

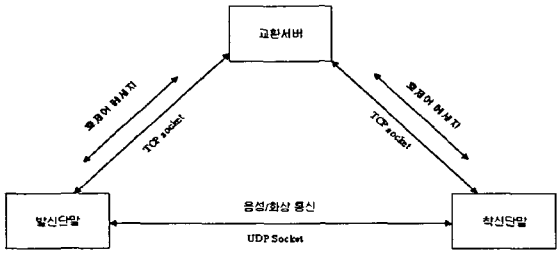

그림 3. 호 제어 및 사용자통신의 구조
Fig. 3. Structure of Call Control and User Communication

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, 상대편 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.

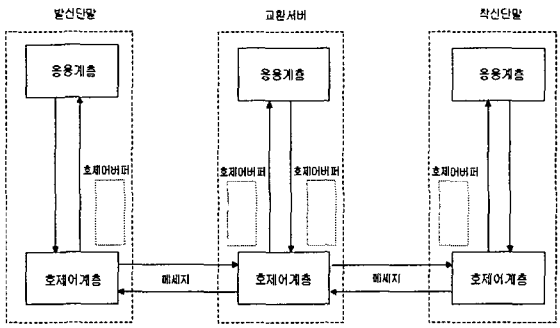

그림 4. 호제어부의 구조
Fig. 4. Structure of Call Control Subsystem

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

교환시스템 내에는 동시에 여러 개의 호가 성립될 수 있으며. 각 호별로 호제어버퍼가 할당되고 이는 호제어 인스턴스 ID(Call Instance ID: CID)로 구별되고, 호제어계층 양방간(peer-to- peer)의 호의 구별은 호참조번호(Call Reference Value: CRV)에 의해 구별되어 진다. 호제어버퍼는 그림 5와 같이 호제어 인스턴스 ID, 호참조번호, 하위링크 식별자인 소켓 핸들러(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	발신 자IP	수신 자IP	발신 자ID	수신 자ID
	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 응용제어버퍼를 사용하다. 응용제어버퍼는 그림 6과 같이 착발신자를 나타내는 사용자 ID, 착발호의 구별을 위한 호의 종류, 통화중 여부확인을 위한 호의 상태, 사용자의 IP, 그리고 관련된 하위 호제어 인스턴스의 ID를 가진다.

사용자 ID	호의 종류	호의 상태	사용자 IP	하위 IID

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

3.3. 호제어 메세지의 구조

서버와 단말의 호제어계층 간에 주고받는 호제어 메세지는 종합통신 프로토콜인 B-ISDN의 Q.2931 표준을 근간으로 그림 7과 같이 정의하였고, 호제어를 위한 주요 메세지는 그림 8과 같다.[8,11]

Bits 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 7. 호제어 메세지의 구조
Fig. 7. Structure of Call Control Message

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

3.4. 호제어 메세지 흐름 설계

사용자간의 통신을 위한 착발신 단말 간의 호제어 메세지의 흐름을 연결설정과 해제로 구분하여 설계하였다. 그림 9는 사용자 관점의 메세지 흐름이고, 그림 10은 시스템 관점에서의 메세지 흐름이다.[12]

착발신 단말간의 호제어 메세지의 교환은 TCP 소켓을 통하여 신뢰성이 보장되도록 하였고, 착발신 단말간의 음성통신은 UDP 소켓을 통하여 음성전달을 위한 지연시간이 최소화되도록 하였다.

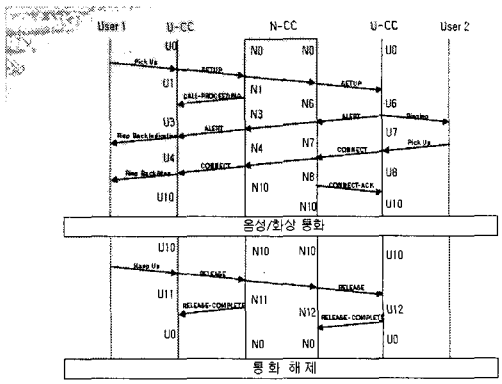

그림 9. 호제어 메세지 흐름도 (사용자관점)
Fig. 9. Message Flow for Call Control (in User's View)

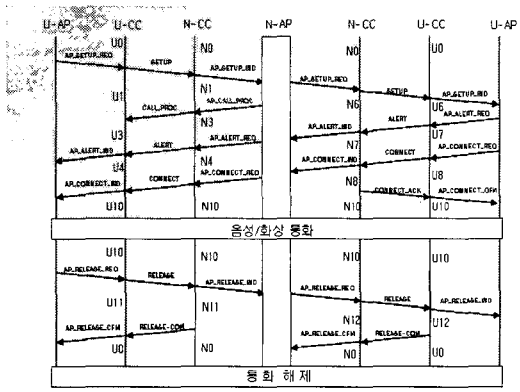

그림 10. 호제어 메세지 흐름도 (시스템관점)
Fig. 10. Message Flow for Call Control (in System's View)

3.5. 호제어 상태천이 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.

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.

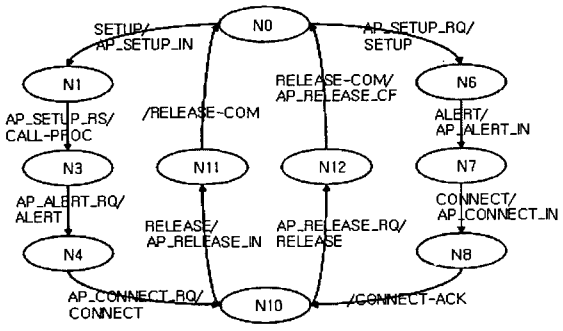

그림 11. IP-PBX 서버의 호제어 상태천이도
Fig. 11. State Transition of IP-PBX Server's Call Control

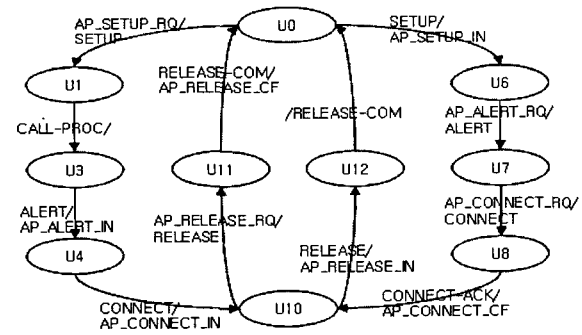

그림 12. IP-PBX 단말의 호제어 상태천이도
Fig. 12. State Transition of IP-PBX Terminal's Call Control

3.6. 호제어 메세지 흐름 상세설계

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 13과 같다. 사용자의 통화요청 시 발신단말의 응용계층은 자신의 호제어계층으로 AP_SETUP_REQ 메세지를 내려 호 설정을 요청한다. 이를 수신한 호제어계층은 호제어 버퍼를 할당한 후, 단말과 서버간에 물리링크를 설정하여 서버의 호제어계층으로 NWK-SETUP를 전송한다.

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

이를 수신한 교환서버의 응용계층은 응용제어버퍼를 검색하여 수신측의 통화가능 여부를 확인하여 통화가능인 경우 통화 가능함을 AP_ SETUP_RES 메세지에 실어 호제어계층에 응답하고, 착호를 위해 AP_SETUP_REQ 메세지를 호제어계층에 내려 호 설정 요청을 한다.

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

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

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

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.

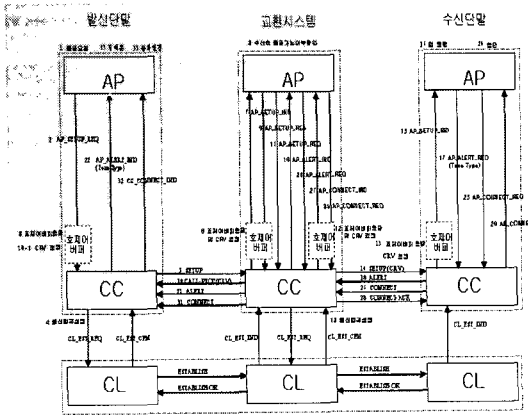

그림 13. 통화연결을 위한 호제어 메세지 흐름
Fig. 13. Call Control Message Flow for Call Connection

2) 통화종료

사용자의 통화종료에 따른 호 해제를 위한 메세지 흐름은 그림 14와 같다. 사용자가 통화를 종료하면 단말의 응용계층은 AP_RELEASE_ REQ 메세지를 호제어계층으로 내려 보내고, 이를 수신한 호제어계층은 NWK-RELEASE를 서버로 전송하여 호 해제를 요청한다. 서버의 호제어계층은 AP_RELEASE_IND 메세지를 응용계층으로 올려 호 해제를 통지하고, 호제어버퍼를 반환한 후 NWK-RELEASE-COMPLETE 메세지를 단말로 전송한다. 단말 역시 호 해제완료 메세지를 수신하면 호제어버퍼를 반환한 후, 응용계층으로 AP_RELEASE_CFM 메세지를 올려 호 해제 작업을 완료한다.

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

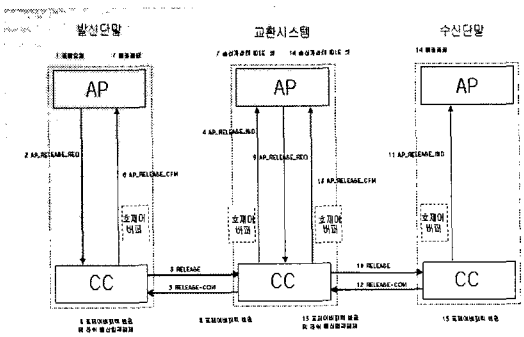

그림 14. 통화종료를 위한 호제어 메세지 흐름
Fig. 14. Call Control Message Flow for Call Release

3.7. 부가서비스 메세지 흐름 상세설계

발신자표시, 호전환 등의 각 종 부가서비스는 응용계층에서 지원한다. 그림 15에는 발신자표시(Calling Line Identification Presentation: CLIP) 부가서비스의 호제어 메세지 흐름을 상세 설계하였다. 착신단말에 발신자표시 서비스가 이루어지기 위해서는 시스템관리 기능에 의해 IP-PBX 서버에 통신하고자 하는 모든 사용자의 등록이 이루어져있어야 하며, 단말 사용자의 요청에 의해 서버로 부가서비스의 신청이 먼저 이루어져 있어야 한다.

발신자표시 부가서비스의 메세지 흐름은 기본 호제어 메세지 흐름을 응용한 것인데, 발신자의 통화요청에 의해 발신단말이 서버로 NWK- SETUP을 전송하고, 서버의 응용계층이 AP_ SETUP_IND를 수신하면 응용계층은 먼저 수신측의 통화가능 여부를 확인한 후, 수신단말의 부가서비스 등록여부를 확인하여 발신자표시서비스가 신청된 경우 AP_SETUP_REQ 메세지의 CLIP 플래그를 세트하고 발신자정보 실어 착호설정 요청을 한다.

수신단말의 응용계층이 AP_SETUP_IND 메세지를 받게 되면 먼저 CLIP 플래그를 확인하여 세트되어 있으면 실려 온 발신자정보를 수신단말에 출력하고 착호 발생을 알리는 링을 울리게 된다.

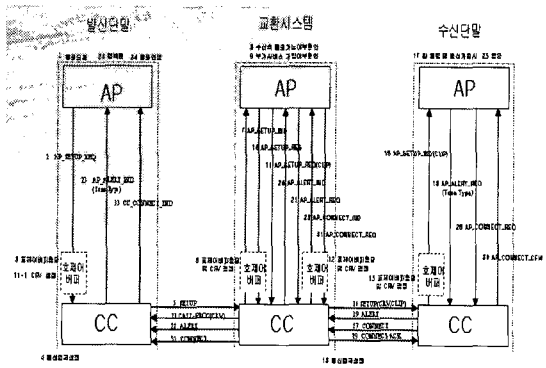

그림 15. 발신자표시 부가서비스의 호제어 메세지 흐름
Fig. 15. Call Control Message Flow of CLIP Service

3.8. 복수 호 제어

교환시스템 내에는 동시에 여러 개의 호가 성립될 수 있으며 이를 위한 호제어를 복수 호 제어라 한다. 복수 호 제어를 위해선 각 호별로 호제어버퍼가 할당되고, 이는 호제어 인스턴스 ID (CID)로 구별하고, 호제어버퍼 할당 시마다 CID를 부여하고 1 증가시킨다. 호제어계층 양방간의 호는 호참조번호(CRV)에 의해 구별되며, 착발호간의 충돌을 방지하기 위해 발호는 0 부터 1씩 증가시키고 착호는 255번부터 1씩 감소시켜 할당한다.

CRV로 양방간의 호를 구별하는 이유는 처음 호 설정이 이루어지기 전에는 단말의 ID로 상대를 지칭하지만 일단 호 설정이 이루어지면 바이트 수가 적은 CRV로 구별하는 것이 효율적이기 때문이다. 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.

그림 16은 4개 단말의 동시 호 설정을 위한 호 제어로서 단말1이 단말2로 호 설정을 요청하면 단말1의 응용계층은 호제어계층으로 AP_ SETUP_REQ를 내려 보내고, 호제어계층은 호제어버퍼를 할당한 후 CID를 부여한다. 그런 후 NWK-SETUP 메세지에 수신단말 ID(DID)를 실어 서버의 호제어계층으로 전송한다.

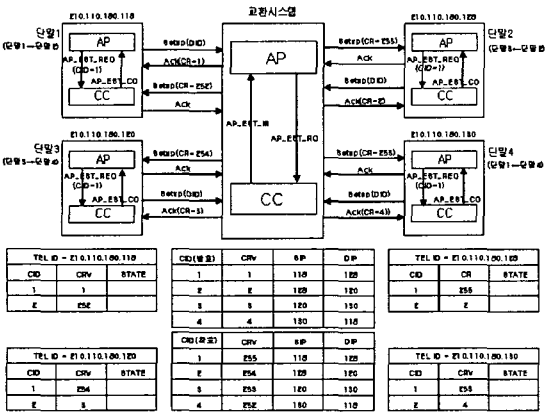

그림 16. 복수 호 제어를 위한 호제어버퍼 관리
Fig. 16. Management of Call Control Buffer for Multiple Calls

NWK-SETUP을 수신한 서버의 호제어계층은 우선 호제어버퍼를 할당한 후 CID를 부여하고, 발호를 위한 호참조번호(CRV)를 할당한다. 그리고 NWK-SETUP 메세지에 실려 온 사용자정보, 호참조번호와 소켓핸들러 간의 매핑을 호제어버퍼에 유지시킨 후, 응용계층으로 AP_SETUP_IND 메세지를 올려 보낸다. 그런 후 수신측이 통화가능이면 호처리 진행을 알리기 위한 NWK-CALL-PROC 메세지에 CRV를 실어 발신단말로 전송하고, 발신단말은 기 할당된 호제어버퍼에 CRV를 저장한다.

호제어계층은 또한 착호를 위한 호제어버퍼를 할당한 후 CID를 부여하고, 호참조번호(CRV)를 할당한다. 그리고 사용자정보, 호참조번호와 소켓핸들러 간의 매핑을 호제어버퍼에 유지시킨 후, NWK-SETUP 메세지에 CRV를 실어 수신단말로 전송한다.

NWK-SETUP을 수신한 단말의 호제어계층 역시 호제어버퍼를 할당하고 CID를 부여한 후, 수신한 CRV를 호제어버퍼에 저장하고 응용계층으로 AP_SETUP_IND를 올려 착호를 통지한다.

단말2→단말3, 단말3→단말4, 그리고 단말4→단말1의 호 설정도 동일한 절차를 따라 이루어지고, 복수 호 제어를 통한 호제어버퍼의 관리는 그림 16과 같다.

Ⅳ. 결 론

본 논문에서는 새로운 망 구축 없이 기 설비된 LAN 혹은 인터넷으로 연결된 컴퓨터를 이용하여 전화교환 및 통신이 가능하도록 하는 IP-PBX 시스템의 구현을 위한 개발방법 및 설계에 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.

그래서 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 이

루어지도록 함으로써 음성전달을 위한 지연시간을 줄이고, 통신서버의 부하를 분산시켜 음성의 실시간처리가 이루어지도록 하였다.

또한 효율적인 시스템 개발을 위한 시스템의 개발방법에 관해 연구하였으며, 방대하고 복잡한 교환시스템을 단순화시켜 교환시스템의 핵심기능을 집중적으로 연구·설계함으로써 효율적인 시스템 개발이 이루어지도록 하였다. 그리고 제안한 개발방법을 따라 IP-PBX 시스템의 단말과 서버의 구조를 설계하고, 호제어를 위한 메세지와 자료구조의 정의와 상태천이를 설계하였고, 사용자간 통화를 위한 착발신 단말 간의 호제어와 부가서비스의 메세지 흐름을 설계하고 복수 호 제어방법을 연구하였다.

현재 본 연구의 개발방법 및 설계를 토대로 B-ISDN 프로토콜 기반의 멀티미디어통신용 IP-PBX 시스템을 개발중에 있으며, 본 연구를 통해 교환시스템의 내부구조와 동작을 파악하고 호제어와 망관리 등의 핵심 프로토콜 구현기술을 확보하여, 향후 B-ISDN (혹은 IMT-2000) 등의 교환시스템의 개발에 직접적으로 활용되어지도록 하고자 하며, 전화교환망과 인터넷을 결합하여 하나의 통합망을 통해 전화통신과 컴퓨터통신이 가능하도록 하여 기업의 통신 인프라 구축 시 비용절감 이루어지도록 할 것이다.

참고문헌

[1] 정 담 외 2인, "CTI 기술의 표준 동향," 한국통신학회지 제 14권 12호, pp.103-121, 1997.

[2] Jon Davidson, "Voice over IP", http:// www.cisco.com/warp/public/3/kr/korean/whitep/voip/voip_wp.html

[3] 박 현재, "인터네트에서의 멀티미디어", 한국정보과학회 학회지, 제 12권, 제 4호, pp.27-39, 1994. 5

[4] Kostas TJ, Borella MS, Sidhu I, Schuster GM, Grabiec J, Mahler J, "Real-time Voice over Packet-switched Networks", IEEE Network, vol. 12 no. 1, pp. 18-27, April 1998.

[5] Ibata M, Hida M, Mitani Y, Kugou M, Hiraguchi M, "An architecture and design of IP telephony gateway", NEC Research & Development, vol. 40 no. 1, pp.108-113, April 1999.

[6] "Protocol & RFC & Internet Phone", http://www.nain.co.kr/study/study.htm

[7] ITU-T Recommendation H.323, Packet based multimedia communication system, February 1998.

[8] 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 1994.

[9] Microsoft, The Microsoft Windows Telephony Platform: Using TAPI 2.0 and Windows to Create the Next Generation of Computer Telephony Integration, 1996.

[10] Marry Campione, Kathy Walrath, The Java Tutorial Second Edition Object- Oriented Programming for Internet, Addison Wesley, 1988.

[11] ITU-T Recommendation Q.931, Digital Subscriber Signalling System No.1(DSS1) ISDN User-Network Interface Layer 3 Specification for Basic Call control, 1993.

[12] ITU-T Recommendation I.413, B-ISDN User-Network Interface, March 1993.

저자소개

최 재 원(Jae-Won Choi)

1988년 2월 고려대학교 컴퓨터공학과 (공학사)
1990년 8월 미시간주립대학교 컴퓨터공학과 (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