

논문 2010-2-15

임베디드 SOHO IP 교환기 개발

Development of the SOHO IP-PBX with VPN function

유승선*, 박태윤**, 김삼택***

Seung-Sun Yoo, Tea-Yoon Park, Sam-Taek Kim

요 약 인터넷의 속도가 매우 빨라짐에 따라, 음성, 팩스, 문자, 사진, 동영상 등의 다양한 멀티미디어 서비스가 출현하였으며 유·무선 인터넷, CATV, 위성과 같은 네트워크의 통합이 이루어지고 있다. 특히 통신 환경에 많은 변화가 일어나면서, 그에 따른 사용자들의 요구도 계속적으로 증가하고 있다. 따라서 본 논문에서는 모든 인터넷 전화를 자동으로 교환 할 수 있는 기업용 IP-PBX를 개발 하였다. 본 논문에서 IP-PBX(인터넷 교환기능), ARS(자동 응답 시스템), 문자 메시지 전송기능, 게이트웨이 기능, 공유기능, PSTN 백업기능, 팩스 전송 기능, IPSec을 이용한 사설보안기능 등을 가지고 있는 IP-PBX를 개발하여 KT 시험을 통해서 그 성능을 입증하였다.

Abstract For that reason, more and more growing of the internet speed, many kind of the multimedia as if the voice, a letter, a photograph, a moving picture are appearance and integration of the internet as if the wireless internet, the CATV, a satellite is forming. Today, many changes in the communication environment are occurrence. therefore a demands of the user keep up increase. so, in this paper, we developed the SOHO IP-PBX embedded which can automatically exchange the call. the developed IP-PBX have many functions as if the exchange call function, the gateway function, the PSTN backup function, the FAX function, the VPN function, etc. and verified it by an experiment on the rules in KT.

Key words : VoIP, SOHO, VPN, SIP, IP-PBX

I. 서 론

인터넷의 발전이 거듭되면서, 음성, 팩스, 문자, 사진, 동영상 등의 다양한 멀티미디어가 출현하였으며 유·무선 인터넷, CATV, 위성과 같은 네트워크의 통합이 이루어지고 있다. 통신 환경에 많은 변화가 일어나면서, 그에 따른 사용자들의 요구도 계속적으로 증가하고 있다. 신규서비스들 또한 계속적으로 등장하고 있으며, 각계각층에서 새로운 기술을 개발하기 위한 노력들이 이루어지고

있다. 이 가운데에서도 최근 개방성을 앞세워 폭발적인 인기를 끌고 있는 VoIP(Voice over Internet Protocol)기반의 무료 인터넷 전화 서비스는 일반사용자에게 인터넷 폰에 대한 인식을 확산시켰으며, 기존의 음성 통신시장에 새로운 변화를 야기하고 있다.[1] VoIP 보급은 인터넷 인프라 개선, 음성 코덱 기술의 발달, 국제 표준안 규격에 맞춘 VoIP 장비 및 소프트웨어의 상용화로 인해 확산되었다. 또한, 인터넷에서의 음성서비스를 통해 고객과의 접촉이 쉬어지고, 저렴한 통신비용, 유연한 대역폭을 활용한 부가서비스 및 차별화된 서비스구현, 다양한 서비스와의 통합 등의 장점으로 기존 통신망 기반의 서비스업체들이 VoIP를 도입하기 시작하였다. 따라서 지금까지는 개인용 VoIP 단말기가 국내 통신 시장에서 주류를 이루었고 기업에서는 통신 요금 절약하기 위해 기존의

*정회원, (주)코아트리 연구소장(제1저자)

yss2590@coretree.co.kr

**정회원, (주)코아트리 개발 팀장

typark@coretree.co.kr

***정회원, 우송대학교 컴퓨터정보학과 교수(교신저자)

stkim@wsu.ac.kr

접수일자 2010.03.10, 수정일자 2010.4.15

아날로그 교환기에 IP 게이트웨이를 부착하여 밖으로의 통화는 인터넷을 이용하게 함으로써 통신료를 절약하는 수단으로 이용하였다.

본 논문에서는 30인 이하 중소기업에서 인터넷으로 걸려오는 모든 통화를 요구에 따라 교환해줄 수 있는 소호용 임베디드 IP-PBX를 개발하였다. 본 논문에서 개발된 IP-PBX는 PBX(교환기능), ARS(자동 응답 시스템), 문자 메시지 전송기능, 게이트웨이 기능, PSTN 백업기능, 팩스기능, IPSec을 이용한 사설보안기능 등을 가지고 있으며, 실험을 통해서 그 성능을 입증하였다. 다음 그림 1은 개발된 임베디드 IP-PBX 시스템 구성도이다.[2]

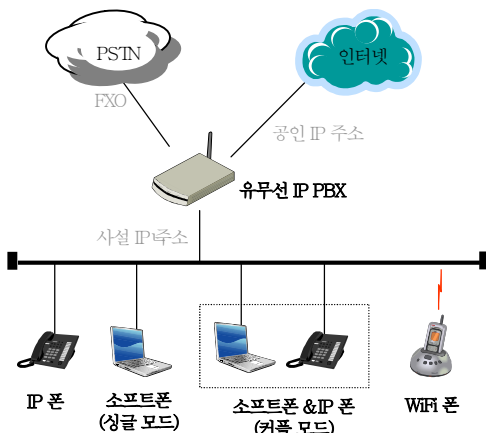


그림 1. 임베디드 IP-PBX 시스템 구성
Fig. 1. The component of embedded IP-PBX

II. 관련 연구

1. SIP(Session Initiation Protocol)

SIP는 기존에 VoIP에 사용되고 있는 ITU-T의 H.323과 기능적인 차이점은 없다. 그러나 SIP는 인터넷 표준이므로 기존 인터넷 환경에 그대로 접목 될 수 있고 새로운 기능 및 부가서비스 제공이 용이하며, H.323보다 훨씬 간단한 구조를 가지고 있으므로, 구현하기가 훨씬 수월하다는 장점이 있다. SIP의 목표는 E-mail 주소와 유사한 "youngpil@kornet.net" 형태의 단일 사용자 ID를 이용하여 언제, 어디서, 어떠한 단말기를 이용하여도 VoIP 서비스를 제공하는 것이다. VoIP 서비스라 함은 기존의 인터넷 전화 서비스 뿐만 아니라 인스턴트 메시징, 프레젠턌 서비스, 음성사서함, 콘텐츠 전송, 전자메일 등을 포함한 음성, 데이터, 동영상에 관련된 인터넷상의 모든 부가서

비스를 의미한다. 이렇게 사용자 ID를 호설정시에 이용함으로써 자신의 개인 정보를 누출하지 않고 VoIP 서비스를 이용할 수 있기 때문에 단말기에 대한 투명성과 위치에 대한 투명성을 제공할 뿐 아니라 Caller ID를 이용하여 호를 필터링하는 기능을 제공한다. SIP는 텍스트 기반 프로토콜로서 RFC 2616에 정의되어 있는 HTTP/1.1과 유사하며, 확장이 용이하고, 사용자 이동성을 제공한다. [3]-[4] UDP 및 TCP에 상관없이 동작하므로 하부 네트워크에 무관하게 동작하고, 호 설정 및 호 제어 기능을 제공한다.[5]-[6] 그리고 RFC 2327에 정의되어 있는 SDP(session Description Protocol)를 세션의 정보를 협상하기 위한 메시지로 사용한다.[7]

2. 음성 보안(IPSec)

본 논문에서 사용한 음성 보안 장치로는 가상사설망(VPN)에 주로 이용하는 IPSec을 사용하였다. IPSec은 IETF 워킹그룹에 의해 제안되고 표준화(RFC2401 2412)된 보안 프로토콜로 스푸핑이나 스니핑 공격에 취약한 IP 프로토콜의 보안상 문제점을 해결하고 네트워크 계층에서의 보안성을 보장하기 위한 목적으로 개발됐다. 또한 IPSec은 네트워크 계층에서 암호화를 수행하기 때문에 원격지 가상사설망 구성뿐 아니라 원격 접속 VPN까지 완벽히 지원하며, 타 VPN 프로토콜과는 달리 애플리케이션과 독립적으로 구현이 가능한 장점을 갖고 있다.[8] IPSec은 암호화 부분을 처리하기 위한 ESP 헤더와 인증 부분을 처리하기 위한 AH 헤더, 그리고 암호화 키를 관리하기 위한 키 관리 부분으로 구성되어 있다. IPSec은 TCP/IP 스택보다 낮은 계층으로, 이 계층은 각 컴퓨터의 보안 정책과 송·수신자가 협상한 보안 결합에 의해 제어된다. 또한 보안 정책은 필터와 보안 규칙들로 정의된다. 일반적으로 터널링 기법을 응용한 IP 기반 VPN 기술들은 주로 인터넷 같은 공용 네트워크 인프라를 기반으로 터널링을 구현하고자 하는 중 단간에 VPN 장비를 설치하여 구성한다. IP VPN 기술들은 비교적 저렴한 비용으로 높은 보안성을 얻을 수 있으며, 도입이나 변경이 용이하다는 장점이 있다. 하지만, 기본적으로 트래픽 관리 기능이 미약해 일정 성능을 보장하거나 QoS(Quality of Service)를 구현하기가 쉽지 않으며, 인터넷을 인프라로 구성하므로 시간 지연에 민감한 음성 데이터나 VOD 같은 동영상 데이터 서비스에는 적당하지 않다는 단점이 있다. 따라서 이러한 정보들의 신뢰성 있는

전송을 위해서는 IP VPN 방식보다 신뢰성 있는 새로운 기법들이 필요하며, 이러한 새로운 기술들을 적용하면 기존의 인터넷 기반 VPN 기술의 단점을 극복할 수 있다. 현재, 이러한 새로운 기술로는 주로 ISP나 대규모 회선망을 보유하고 있는 사업자들이 제공하는 ATM 기반 VPN 과 최근에 주목받고 있는 MPLS VPN이 있다.

III. 임베디드 소형 IP-PBX 설계

1. H/W 디자인

본 논문에서 개발한 사설망을 이용한 임베디드 IP-PBX(이하 SOHO IP-PBX)의 하드웨어는 [그림 2-17]에서 보는 보드와 같이 설계하였다. 본 논문에서 개발한 SOHO IP-PBX는 WAN(RTL8201) 1포트와 LAN(RTL8306SD) 4포트를 설계하였다. 그리고 인터넷이 단절될 때를 대비하여 백업용으로 FXO(F89010) 1포트를 설계하였으며, FXS(LE88266) 3포트를 두어 일반 전화 3대를 인터넷 전화로 사용할 수 있도록 설계하였다. 이 모든 것을 처리할 수 있는 중앙처리 장치로는 미국 MindSpeed사에서 개발한 32bit 데이터/어드레스 버스를 가지고 있는 M82154 사용하였다. 본 중앙처리 장치의 데이터 처리 속도는 450MHz이며, 또한 본 중앙처리 장치는 데이터와 네트워크 데이터를 각각 분리 하여 처리할 수 있는 이중(Dual Prosser)처리가 가능하도록 설계되어, 전화 교환 기능과 공유기능을 분리하여 실행하게 함으로써 CPU 효율성을 높였다. 인터넷 연결이 끊어졌을 때도 통화가 연결 될 수 있도록 하기 위하여 LE87010을 1 개를 사용하여 FXO 한 채널을 사용할 수 있도록 설계하였다. 그리고 팩스 또는 일반 전화도 본 장치에 연결하여 인터넷 전화처럼 사용할 수 있도록 하기 위하여 한 개의 모듈에서 FXS 2채널을 연결할 수 있는 LE88266 2개를 사용하여 3채널의 FXS를 설계하였다. 또한 본 장비에 무선 인터넷과 전화를 위해 Wi-Fi 모듈을 붙일 수 있게 설계 하였다. 그리고 본 장치에 4개의 LAN(RJ45)을 연결할 수 있도록 RTL8306SD LAN 스위치 칩을 사용하였다. 이때 사용한 메모리는 64Mbyte용량의 NOR Flash와 역시 64Mbyte용량의 NAND Flash를 사용하였으며, 64Mbyte DDR SDRAM를 사용하였다. 그리고 본 논문에서 사용한 운영체제(Operating System)은 Linux 기반으로 버전 2.6.21를 자체 개발하여 사용하였다. 그림 2는

개발된 부위별 상세 설계도를 나타내고 그림 3은 IP-PBX 하드웨어의 모습을 나타낸다.

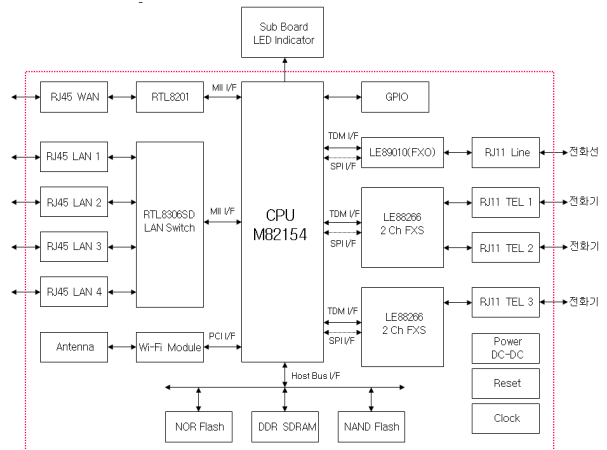


그림 2. IP-PBX 하드웨어 블록 다이어그램
Fig. 2. The block diagram of IP-PBX H/W

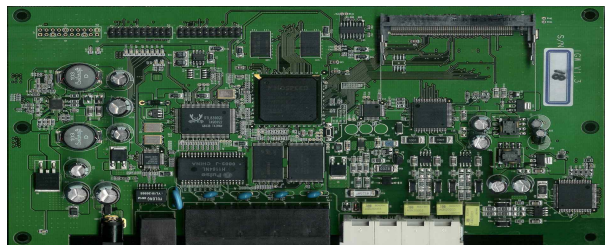


그림 3. IP-PBX 하드웨어
Fig. 3. The H/W of IP-PBX



그림 4. IP-PBX 구현
Fig. 4. The implementation of IP-PBX

2. 개발된 IP-PBX 기능

본 논문에서 개발한 SOHO IP-PBX의 성능으로는 20 ~ 30인 이하가 사용할 수 있으며, 동시 인터넷 전화 통화 수는 15콜 까지 가능 하다. 그리고 FXO와 FXS 모든 포트가 동시에 사용할 수 있다. 또한 본 시스템은 24시간 운용 기준 99% 이상의 호 완료율을 보이며, IP 링크다운 시 PSTN 백업기능을 갖는다. 본 시스템의 기능은 아래 표에서 보는 바와 같이 크게 SIP 메시지 처리기능, 전화 서비스기능, 연동기능, 관리기능과 인터페이스 기능 등이

있으며, 부가기능으로는 음성 안내서비스(IVR), PC에서도 인터넷 통화를 할 수 있는 소프트폰 기능, 전화와 인터넷을 동시에 할 수 있는 인터넷 공유기능, 주소록을 관리하고, 단문메시지를 전달할 수 있는 기능 등이 있다. 용량 및 성능은 다음 표와 같다.

표 1. 용량 및 성능

Table 1. capacity and performance

용량 및 성능	가입자 용량	20인 이하
	동시호	동시 인터넷전화 15 Call 호처리
	초당호처리	1 CPS 이상(CPU, MEM 부하 70% 이하)
	FXO/FXS 포트	FXO, FXS 모든 포트 동시 사용 가능
	음성품질	G.711(A/μ-Law): MOS 4.0 이상, 기타 코덱 사용시 MOS값 제시 부가서비스(IVR) : G.711 코덱기준 동시 8회선 이상 통화품질 저하 없이 MOS 4.0 제공
시스템 안정성	시스템 안정성	시스템은 24시간 운용 기준 99% 이상의 호 완료율
		시스템은 IP 링크 다운시 PSTN 백업(Fail-over) 기능을 제공하여야 하며, IP 링크 복구 시 자동 복구(Auto-recovery)기능 제공
		FXO/FXS 양단간 서지보호 기준 : L1-L2 양단간: ±1KV(500A, 1.2/50μs) / L1,L2-G 양단간 ±2KV(1000A, 1.2/50μs)

3. 개발된 IP-PBX 소프트웨어 구성

본 논문에서 구현한 소형 임베디드 IP-PBX시스템 단말기의 프로토콜 스택은 그림 5에서 보는바와 같이 구성하였다. 프로토콜 스택은 5레벨로 구성되어 있으며 기본적인 인터넷에 사용되는 프로토콜 위에 본 논문에서 구현한 단말기 환경구성정보(Configuration)를 등록하기 위하여 웹(Web)과 텔넷(Telnet)프로토콜을 이용하여 구현하였다. 그리고 IP-PBX를 위하여 사실 프로토콜(아래의 IP-PBX)을 정의하여 VoIP 콜을 연결하기 위하여 SIP(Session Initiation Protocol)프로토콜을 사용하여 구현하였다. 그리고 ADD(Audio Device Driver)와의 보이스(Voice)데이터 통신을 위하여 RTP/RTCP 프로토콜을 구현하였다.[9]-[14]

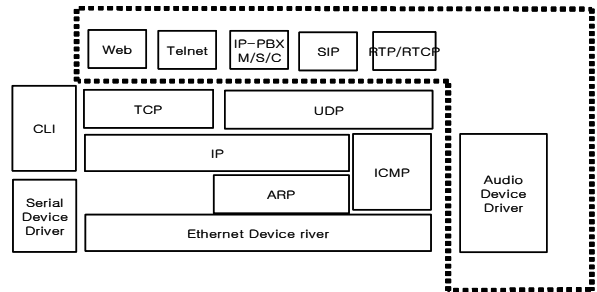


그림 5. 소형 임베디드 IP-PBX 시스템 프로토콜 스택

Fig. 5. The system protocol stack of SOHO Embedded IP-PBX

전화망(핸드폰, 일반전화)을 연결할 수 있으며, 같은 형태의 단말기에 환경구성정보를 등록하는 값에 따라 마스터, 서버, 클라이언트로 사용할 수 있다. 본사에는 반드시 주소 서버를 갖추고 있어야 하며, 또한 고정 IP를 가지고 있어야하는 Master로 등록하고 각 지사에는 서버로 등록할 수 있으며, 마스터에는 각 지사의 주소와 해당 서버에 연결되어 있는 클라이언트의 IP주소와 포트번호가 저장되어 있다. 따라서 지사 간의 로컬 통화 시에 마스터는 콜러(collee)에게 콜리(collee)의 IP주소와 해당 포트번호를 알려주는 역할을 담당한다. 그리고 콜러와 콜리의 통화는 마스터로부터 얻은 정보로 직접 연결하여 통화를 하게 된다. 사실 IP를 가지고 있는 각 서버의 클라이언트와 클라이언트 간에 통화를 원할 때는 해당 서버가 마스터의 도움 없이 자신이 관리하는 콜리의 IP주소와 포트번호의 값을 콜러에게 주어 콜러 클라이언트와 콜리 클라이언트의 호를 연결하게 된다. 그리고 외부의 일반 전화망 또는 핸드폰과의 통화는 마스터 또는 서버를 통해서 연결이 가능 하도록 하였다. 각각의 통화 알고리즘의 설명은 다음과 같다.

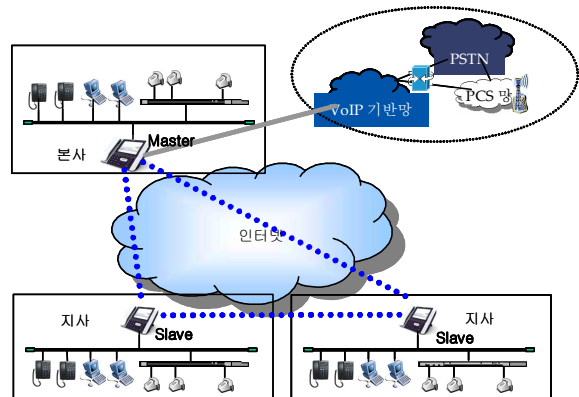


그림 6. 분산형 IP-PBX 구성도

Fig. 6. Distributed IP-PBX configuration

5. 같은 서버내의 내선통화 알고리즘

본 논문에서 구현한 분산형 IP-PBX를 이용해서 그림 7과 같은 방법으로 서버 또는 마스터에 연결되어 있는 해당 클라이언트와 내선 통화를 하려고 할 때 통화 알고리즘은 그림 8에서 보는 바와 같으며 다음과 같은 단계로 통화가 이루어진다.

- (가) 콜러 클라이언트가 콜리 클라이언트의 주소를 자신의 상위 마스터나 서버에게 문의를 하여 얻어 온다.
- (나) 콜러 클라이언트는 콜리 클라이언트에게 INVITE 메시지를 전송한다.
- (다) SIP프로토콜에 의해서 호가 연결된다.
- (라) 콜러와 콜리는 통화를 한다.

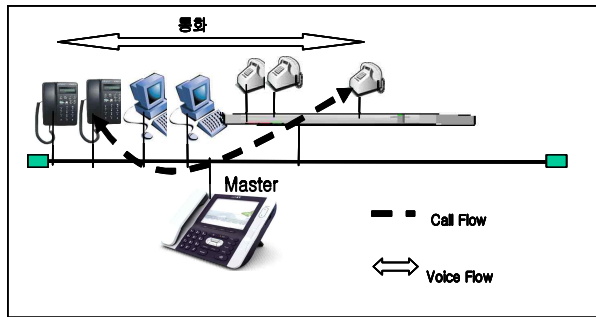


그림 7. 같은 서버내의 내선 통화 개념
Fig. 7. The conceptual calling system in the same server

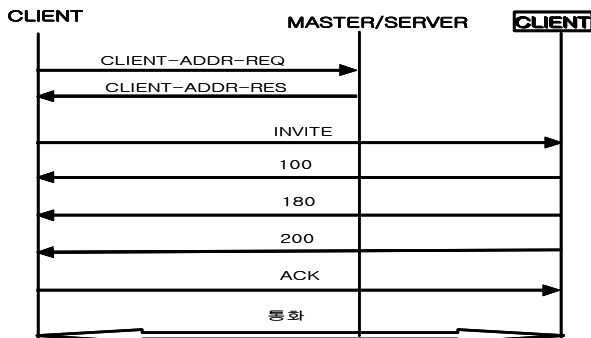


그림 8. 같은 마스터/서버내의 내선 통화 알고리즘
Fig. 8. The intra-area calling algorithm in the same master/server

6. 원거리 지사간 통화 알고리즘

본 논문에서 구현한 소형 임베디드 IP-PBX시스템을 이용해서 그림 9와 같은 지사 간 통화를 하려고 할 때 통화 알고리즘은 그림 10에서 보는 바와 같으며 다음과 같은 단계로 통화가 이루어진다.

- (가) 클라이언트는 자신과 연결되어있는 서버에게 통화를 하고자 하는 클라이언트(Callee)의 주소를 요구
- (나) 서버는 마스터에게 상대방 클라이언트(Callee)를 관리하는 서버의 주소를 문의
- (다) 서버는 콜러 클라이언트에게 서버의 주소와 포트번호를 알려줌
- (라) 콜러 클라이언트(Caller)는 서버에게 INVITE를 송신
- (마) 서버는 INVITE를 상대방서버에 보냄(바) 상대방 서버는 다시 콜러 클라이언트에게 INVITE를 전달
- (사) SIP 프로토콜에 의해서 호가 연결
- (자) 콜러와 콜리 클라이언트 통화가 성공

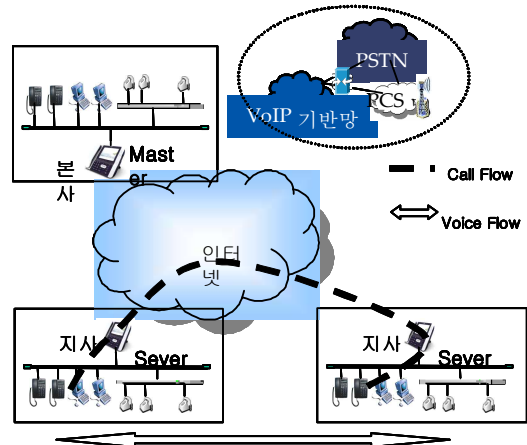


그림 9. IP-PBX를 이용한 원거리지사 간 통화 개념
Fig. 9. The conceptual calling system inter remote branch using IP-PBX

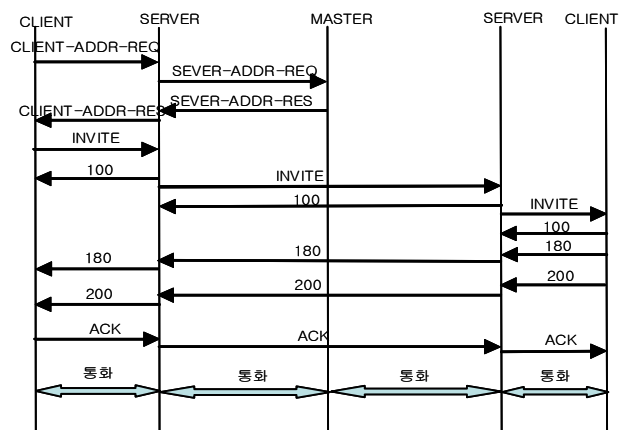


그림 10. IP-PBX를 이용한 원거리 지사 간 통화 알고리즘
Fig. 10. The calling algorithm inter remote branch using IP-PBX

7. 일반 전화망과의 통화 알고리즘

본 논문에서 구현한 소형 임베디드 IP-PBX시스템을 이용하여 그림 11과 같이 외부(핸드폰, PSTN)와 통화를 할 때 마스터와 서버에 ITSP(Internet Telephone Service Provide)에서 부여 받은 전화번호 등과 같은 정보를 분산하여 등록가능 하도록 하였다. 서버에 등록이 되어 마스터와 서버는 서로의 간섭이 없이 외부와의 통화가 가능하다. 통화알고리즘은 그림 12에서 보는 바와 같이 다음 단계에 의하여 통화가 이루어진다.

- (가) 클라이언트는 서버에 INVITE를 송신
- (나) 해당 클라이언트(Caller)를 관리하고 있는 서버는 ITSP의 서버(Proxy)에 INVITE를 전달
- (다) SIP 프로토콜에 의해 호(Call)가 연결
- (라) 원하는 외부(Callee)와의 통화 성공

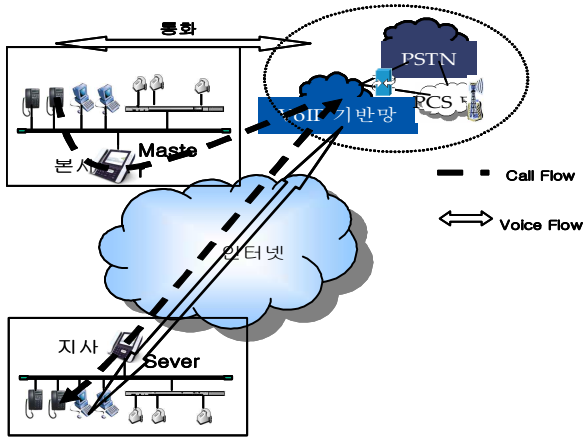


그림 11. 마스터와 서버에 각각 IPN을 등록하여 사용
Fig. 11. The registration of IPN in the master and server

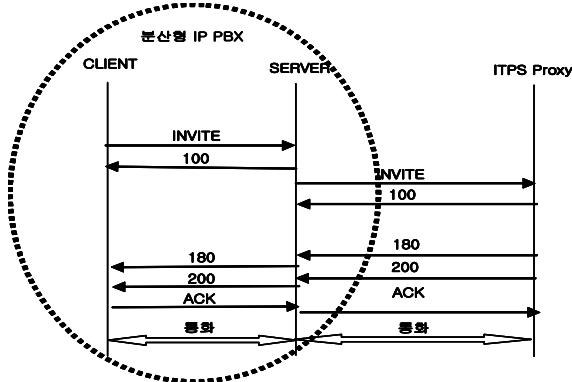


그림 12. 서버를 통한 외부와의 통화 알고리즘
Fig. 12. The calling Algorithm of inter external system using server

IV. 시험 평가 결과

1. 물리적 시험 결과

논문에서 개발한 소형 임베디드 IP-PBX의 물리적 실험을 하기 위하여 한국통신에서 요구하는 조건에 맞추어 환경시험을 실시하였다. 환경시험은 향온 향습이 가능한 환경 챔버에 본 개발 장치를 넣은 후 발신용 인터넷 폰 6대와 착신 용 인터넷 폰 6대 도합 12대의 인터넷 폰을 G.711코덱을 사용하여 서로 통화 상태를 유지한 후 실시하였다. 또한 시험의 공정성을 유지하기 위하여 시험인정기관인 대전테크노 파크에서 실시하였다. 본 실험의 온습도 조건은 그림 13과 같은 커브를 그릴 수 있도록 제어를 하였다. 그림에서 보는바와 같이 온도는 최소 2℃에서 최대 50℃까지, 습도는 30%~90% 범위로 제어를 하였다. 구체적인 시험 환경 조건은 온도 및 습도를 25℃와 습도 50%를 1시간 유지하고, 온도35℃와 50%에서 90%까지 습도를 서서히 올리며 3시간을 유지하며, 그리고 온도50℃와 습도90%를 유지하며 12시간을 유지한 후 그림과 같이 온도와 습도를 내리면서 36시간을 시간을 실시하였다. 시험 결과 그림 14에서 보는 바와 같이 24시간 평균 CPU 사용률은 61%를 나타냈으며, 메모리는 52%를 사용하였다. 그리고 이러한 환경 조건에서도 6개의 콜이 모두 유지됨을 알 수 있었다.

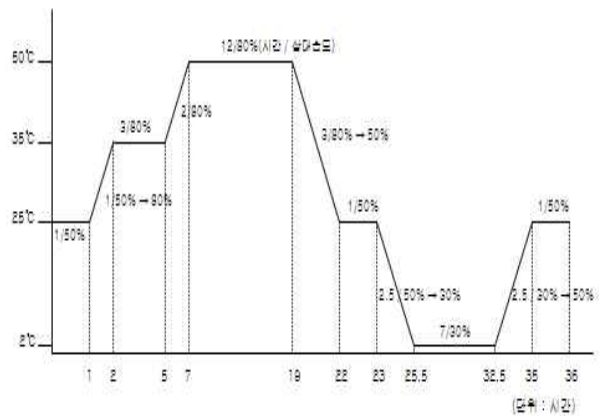


그림 13. 온습도 제어 커브
Fig. 13. The control curve of temperature and humidity

시스템 성능 통계

경과시간(시간)	CPU 사용률 (%)	사용 메모리 (KB)
1	57.7	62002/118992
2	61.9	62136/118992
3	59.6	62095/118992
4	61.5	62074/118992
5	69.2	61959/118992
6	63.5	62006/118992
7	64.0	61924/118992
8	61.8	62020/118992
9	57.9	61969/118992
10	58.6	61915/118992
11	60.7	61894/118992
12	57.2	61920/118992
13	64.4	61805/118992
14	62.0	61904/118992
15	64.3	61826/118992
16	61.0	61818/118992
17	58.5	61796/118992
18	60.6	61879/118992
19	59.0	61808/118992
20	59.0	61905/118992
21	62.7	61850/118992
22	62.8	61798/118992
23	63.3	61702/118992
24	64.0	61710/118992
24.0 시간 평균	61.5	61905/118992

현재 통화 상태

#	발신번호	착신번호	VoIP No	상태	시작시각	진행시간(초)	코덱	TG 주소
1	2015	3015		Connected	09:03:45	182123.8	G.711aLaw	N/A
2	2016	3016		Connected	09:03:56	182113.3	G.711aLaw	N/A
3	2017	3017		Connected	09:04:04	182104.7	G.711aLaw	N/A
4	2018	3018		Connected	09:04:22	182085.4	G.711aLaw	N/A
5	2019	3019		Connected	09:04:36	182070.4	G.711aLaw	N/A
6	2020	3020		Connected	09:04:47	182060.7	G.711aLaw	N/A

그림 14. 측정 결과

Fig. 14. The measuring results of temperature and humidity

2. 전화 통화 기능 시험 결과

본 논문에서 개발한 소형 임베디드 IP-PBX의 H.323, C5 수용가입자, 기업용 프락시 수용 가입자(아크로, 네이블), 센트랙스 수용가입자(네이블), 3G 연동호, POTS(PSTN) 연동, IMS 연동 등 KT에서 실시한 120가지의 연동시험 결과 모두 적합 판정을 받았다.

3. 동시 통화 시험 결과

소형 임베디드 IP-PBX의 성능은 일반적으로 동시에 수용할 수 있는 콜의 수가 얼마인가에 따라서 평가를 한다. 따라서 동시 콜의 수용정도를 가지고 소형, 중형, 대형 시설교환기로 구분이 된다. 또한 동시 콜의 수는 해당 교환기를 사용하여 몇 명의 가입자가 사용할 수 있는가를 결정하는 중요한 요소이기도 하다. 본 논문에서는 개발 장비의 동시 콜 성능을 측정하기 위하여 표 2에서 보는 바와 같이 10콜부터 매 5콜 단위로 증가시키며 음성품질(MOS), 패킷 손실, 콜 완료율을 측정하였다. 측정결과 패킷 손실률은 그림 15에서 보는바와 같이 0.2%에서 최대 1%까지 나타났으며, 그에 따라서 음성 품질 또한 그림 16과 같이 35콜까지 4.6을 유지하였으며 동시 40콜에서 4.18로 낮아졌다. 그러나 한국통신에서 요구하는 통화 품질 4.0 이상의 범위에는 여전히 존재하고 있었다.[16] 통화 완료율은 그림 17과같이 같이 30콜까지는 통화 실패 없이 100%의 호 완료율을 나타냈지만 30이상부터 90%

대로 떨어졌음을 알 수 있었다. 따라서 본 장비는 당초 개발 목표로 한 30인 이하의 사용자가 사용할 수 있는 교환기로 적당함을 알 수 있다.

표 2. ABACUS 측정 결과

Table 2. The measuring results of ABACUS

동시콜수	MOS	패킷손실	콜 완료율
10	4.597	0.268	100
15	4.597	0.288	100
20	4.596	0.462	100
25	4.575	0.682	99.98
30	4.594	0.81	99.96
35	4.584	0.87	92.25
40	4.18	1	90.21



그림 15. 패킷 손실률 측정 결과

Fig. 15. The measuring results of packet loss

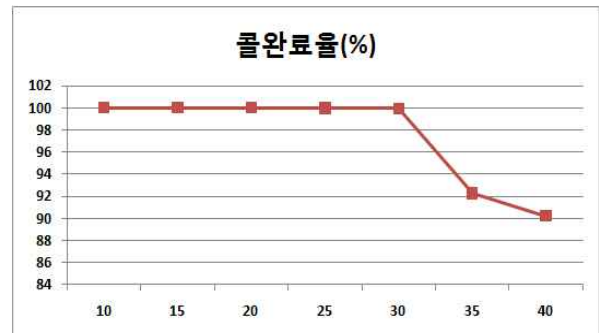


그림 16. 통화 품질 측정 결과

Fig. 16. The measuring results of speech quality



그림 17. 호 완료율 측정 결과

Fig. 17. The measuring results of call completion rate

V. 결 론

본 논문에서 개발한 VPN기능을 가진 소형 유무선 임베디드 IP 교환기는 100% 독자적인 기술로 개발을 완료하였다. 그리고 본 논문에서 개발된 PBX 장비는 (주)한국통신(KT)의 BMT(Bench Marking Test) 항목인 연동 시험, 기능시험, 하드웨어 물리적 시험을 모두 우수한 성적으로 통과하였다. 본 논문의 결과로 기대되는 효과로는 크게 기술적인 측면과 경제 산업적 측면으로 나누어서 볼 수 있다. 먼저 기술적인 측면으로 기대되는 것은 SIP 음성 통신 프로토콜 제작 기술을 확보할 수 있으며, P2P IP-PBX 하드웨어 설계 기술을 확보 할 수 있다. 또한 본 기술에서 가장 중요한 PBX 기능 펌웨어 소프트웨어 제작 기술을 확보할 수 있다. 그리고 P2P형 IP-PBX용 실시간 리눅스 운영체제 제작 기술을 확보함으로써 소형 IP-PBX 뿐 만아라 중형, 대형의 IP-PBX 제작 기술 확보에도 커다란 기대 효과를 가져 올 수 있다. 비록 후발 기업이긴 하지만 본 기술력을 토대로 세계적인 통신 장비회사와도 당당히 그 기술력을 견줄 수 있다. 그리고 본 기술의 확보를 통해서 얻을 수 있는 경제적인 기대 효과로는 본 장비를 사용하는 소비자들은 IP-PBX를 통한 통신비용(시의 통화료 및 해외 통화료) 절감을 기대할 수 있다. 또한 일반적으로 회사에서 IP-PBX 도입할 시 초기에 많은 설치비용이 예상되지만 본 논문에서 개발한 IP-PBX를 도입 할 때는 상당한 비용 감소 효과를 거둘 수 있다. 본 장비는 이와 같은 기술적, 경제적 기대 효과를 기반으로 해외 수출에도 많은 기대효과를 가져올 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] 강신각, “국내 VoIP 서비스 현황과 주요 이슈”, VoIP 기술워크샵 및 포럼총회 (www.voip-forum.or.kr), 2007.
- [2] 유승선, 김삼택, 이성기 “VPN을 적용한 인터넷 전화단말기의 설계에 관한 논문”, 한국통신학회논문지 v.30 no. 2A, pp.12-19, 2005.
- [4] RFC 3665 SIP Basic Call Flow Examples
- [5] RFC 3325 Private Extensions to the Session Initiation Protocol (SIP) for Asserted Identity within Trusted Networks
- [6] RFC 793 Transmission Control Protocol (TCP)
- [7] RFC 768 User Datagram Protocol (UDP)
- [8] RFC 2327 Session Description Protocol (SDP)
- [9] Ananth Nagarajan, “Generic Requirements for Provider Provisioned VPN”, IETF Internet Draft Provider Provisioned VPN WG, December, 2002.
- [10] D.Kroeselberg, “SIP security requirements from 3G wireless networks”, Internet Draft, IETF, Jan. 2001. Work in progress.
- [11] RFC 2833 RTP Payload for DTMF Digits, Telephony Tones and Telephony Signals
- [12] RFC 3323 A Privacy Mechanism for the Session Initiation Protocol
- [13] RFC 1890 RTP Profile for Audio and Video Conferences
- [14] RFC 1889 Real-time Transport Protocol
- [15] RFC 2833 RTP Payload for DTMF Digits, Telephony Tones and Telephony Signals
- [16] TIA/EIA/TSB116, Voice Quality Recommendations for IP Telephony, March 2001.

저자 소개

유 승 선(정회원)

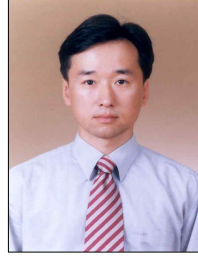


- 1988년 한남대학교 전자계산학과(공학사)
- 1997년 한남대학교 대학원 전자계산학과(공학석사)
- 2003년 전북대학교 대학원 영상학과(공학박사)
- 2010~현재 코아트리 연구소장/부사장

장

- 2010~현재 목원대학 지능로봇공학과 겸임교수
- <주관심분야 : 인공지능, IP 네트워크 etc.>

박 태 윤(정회원)



- 1995년 전북대학교 컴퓨터공학과(공학사)
- 1997년 전북대학교 대학원 전자계산기공학과(공학석사)
- 2003년 전북대학교 대학원 컴퓨터공학과(공학박사)
- 2008~현재 코아트리 응용기술팀장

<주관심분야 :리눅스 OS, IP 네트워크 etc. >

김 삼 택(정회원)



- 1985년 한남대학교 전자계산학과 학사졸업
- 1987년 중앙대학교 전자계산학과 석사 졸업.
- 2005년 중앙대학교 컴퓨터공학과 박사학위
- 1995년 3월 ~ 2007년 8월 우송정보대학 컴퓨터 정보통신계열 교수.

- 2007년 9월 ~ 현재 우송대학교 컴퓨터정보학과 교수
- <주관심분야 : 유/무선 네트워크, VoIP, 모바일 컴퓨팅, ITS>