

논문 2011-5-14

차세대 멀티미디어 음성보안 IP-PBX 시스템 개발

Development of the Integrated Multimedia IP-PBX System

김삼택*

Sam-Taek Kim

요 약 차세대 IP-PBX는 음성 보안은 물론 UC(Unified Communication)를 수행하기위한 다양한 멀티미디어 기능이 요구된다. 따라서 본 논문에서는 SIP 기반의 VPN IPsec을 이용하여 터널링 기법의 음성보안 및 멀티미디어 통합 커뮤니케이션 솔루션을 개발하여 차세대 교환기인 IP-PBX와 연동하며, PC 기반의 커뮤니케이션 시스템과 PSTN 전화를 함께 사용한다. 특히, 화상회의, 개별 스위칭, 분산처리 기능을 적용함으로 차세대 IP-PBX에 임베디드화 하였고 인터넷 교환기의 성능을 측정하였다. 또한 본 차세대 IP-PBX는 소프트 폰과 연동되어 다양한 부가 서비스를 제공한다.

Abstract The next generation IP-PBX system are demanding multimedia facility to carry out UC(Unified Communication) and voice security also. Therefore, in this paper, we have developed the integrated solution of IP-PBX for the voice security by adopting VPN IPsec based on SIP using tunnel method in transmitting voice data to prevent eavesdrop of voice data and have shared between communication system based on PC and PSTN terminals. In particular, We have developed a video conference, private switching, distributed processing and measured telephone conversation quality. This IP-PBX that is connected Soft-phone provide various optional services.

Key Words : VoIP, UC, IP-PBX, IPTelephony, VPN, SIP, IPsec

1. 서 론

최근 VoIP 기반의 인터넷 전화 서비스는 다양한 기술 개발과 네트워크의 대역폭 및 속도가 증가함으로 인터넷 전화에 대한 인식을 변화시켰고, VoIP 보급이 인터넷 인프라 개선, 음성 코덱 기술의 발달, 국제 표준안 규격에 맞춘 장비 및 소프트웨어의 상용화로 인해 확산되었다. 또한, 인터넷에서의 다양한 음성서비스를 통해 고객과의 접촉이 쉬어짐에 따라서, 많은 기존 통신망 기반의 서비스업체들이 VoIP를 도입 하였다.^[1]

오늘날 이러한 장점을 가진 VoIP 기반의 인터넷 전화 서비스는 일반 사용자의 폭발적인 인기에 따라 사용자의

다양한 요구사항이 증가되고 있다.^[2]

차세대 IP-PBX는 음성 보안기능은 물론 UC(Unified Communication)를 수행하기위한 다양한 멀티미디어 기능이 요구된다. 따라서 본 논문에서는 소프트웨어 기반 멀티미디어 통합 커뮤니케이션 솔루션을 개발하여, 차세대 교환기인 IP-PBX와 연동하고, PC 기반의 커뮤니케이션 시스템과 인터넷 전화를 함께 사용수 있게 하였고 개발된 인터넷 교환기의 성능을 측정하였다. 본 차세대 IP-PBX는 기존 PBX에서 제공할 수 없는 화상통화 기반의 다자간 회의 및 데이터 공유 기능, CRM 연동 콜센터 솔루션, 기업 IT 인프라연동 그룹웨어 구축 VMS(voice mail service) 기능을 제공한다. 특히, 화상회의, 개별 스위칭, 분산처리 기능을 개발하여 차세대 IP-PBX에 임베디드화 하였다.[1]-[3]

*정회원, 우송대학교 컴퓨터정보학과(교신저자)
접수일자 2011.9.14, 수정일자 2011.10.10
게재확정일자 2011.10.14

II. IP-PBX 시스템

1. 소형 임베디드 IP-PBX 하드웨어 구성

본 논문에서 개발한차세대 멀티미디어 통합 IP-PBX 는 그림 1과 같이 WAN(RTL8201) 1포트와 LAN(RTL8306SD) 4포트를 설계하였고 인터넷이 단절 될 때를 대비하여 백업용으로 FXO(F89010) 1포트와 FXS(LE88266) 3포트를 두어 일반 전화 3대를 인터넷 전화로 사용할 수 있도록 설계하였다. 또한 본 중앙처리 장치는 데이터와 네트워크 데이터를 각각 분리 하여 처리 할 수 있는 이중처리가 가능하도록 설계되어, 전화 교환 기능과 공유기능을 나누어 실행하게 함으로써 CPU 효율 성을 높였다. 인터넷 연결이 끊어졌을 때도 통화가 연결 될 수 있도록 하기 위하여 LE87010 1 개를 사용하여 FXO 한 채널을 사용할 수 있도록 설계하였다. 그리고 팩 스 또는 일반 전화도 본 장치에 연결하여 인터넷 전화처 럼 사용할 수 있도록 하기 위하여 한 개의 모듈에서 FXS 2채널을 연결할 수 있는 LE88266 2개를 사용하여 3채널 의 FXS를 설계하였다. 또한 본 장비에 무선 인터넷과 전 화를 위해 Wi-Fi 모듈을 붙일 수 있게 설계 하였다. 그리 고 본 논문에서 사용한 운영체제(Operating System)은 Linux 기반으로 버전 2.6.21을 자체 개발하여 사용하였 다. 그림 1은 개발된 부위별 상세 설계도를 나타낸다. [2]-[3]

본 논문에서 개발한 차세대 임베디드형 IP PBX는 아 날로그 전화선을 IP PBX에 연결하기 위하여 4포트를 한 모듈로 하는 FXS, FXO 모듈을 그림 2에서 보는 바와 같 이 설계하여 내부에 설치하도록 하였다. [1]-[4]

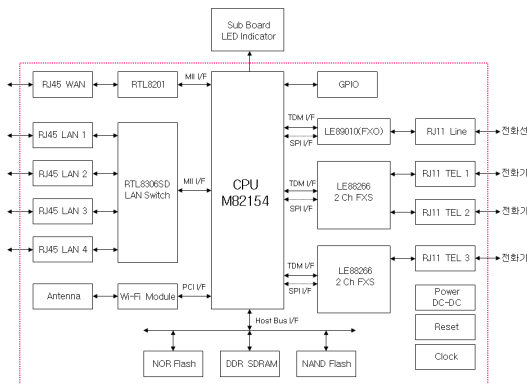


그림 1. IP-PBX 하드웨어 블록 다이어그램
Fig. 1. The block diagram of IP-PBX H/W

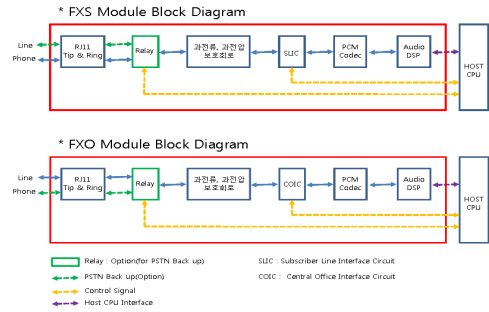


그림 2. FXO, FXS블럭 다이어그램 모듈
Fig. 2. The block diagram module of FXO, FXS

2. 차세대 임베디드 IP-PBX 소프트웨어 구성 가. 프로토콜 스택

프로토콜 스택은 다음 그림 3에서 보는바와 같이 5레 벨로 구성되어 있으며 기본적인 인터넷에 사용되는 프로 토콜로 본 논문에서 구현한 단말기 환경구성정보를 등록 하기 위하여 웹과 텔넷프로토콜을 이용하여 구현하였다. 그리고 IP PBX를 위하여 사실 프로토콜을 정의하여 VoIP 콜을 연결하기 위하여 SIP(Session Initiation Protocol)프로토콜을 사용하였다. 그리고 ADD(Audio Device Driver)와의 보이스(Voice)데이터 통신을 위하여 RTP/RTCP 프로토콜을 구현하여 사용하였다.[3]

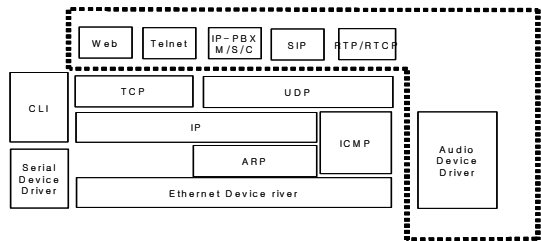


그림 3. 소형 임베디드 IP PBX시스템 프로토콜 스택
Fig. 3. The system protocol stack of small Embedded IP-PBX

나. 원거리 지사 간 통화 알고리즘

본 연구에서 구현한 소형 임베디드 IP PBX 시스템을 이용해서 그림 4와 같이 지사 간 통화를 하려고 할 때 통 화 알고리즘은 그림 5와 같으며 다음과 같은 단계적으로 통화가 이루어진다.[4]

가. 클라이언트(Client)는 자신과 연결되어있는 서버 에게 통화를 하고자 하는 클라이언트(Callee)의 주소를 요구한다.

- 나. 서버는 마스터에게 상대방 클라이언트(Callee)를 관리하는 서버의 주소를 문의 한다.
- 다. 서버는 콜러(Caller) 클라이언트에게 서버의 주소와 포트번호를 알려준다.
- 라. 콜러 클라이언트(Caller)는 서버에게 INVITE를 송신한다.
- 마. 서버는 INVITE를 상대방의 서버에게 보낸다.
- 바. 상대방 서버는 다시 콜러(Callee) 클라이언트에게 INVITE를 전달한다.
- 사. SIP 프로토콜에 의해서 호(Call)가 연결된다.
- 카. 콜러와 콜리클라이언트가 통화가 이루어지게 된다.

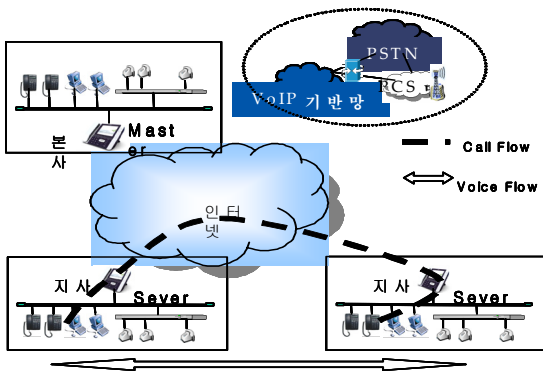


그림 4. 분산형 IP PBX를 이용한 원거리지사 간 통화 개념
Fig. 4. The calling diagram between remote branch using distributed IP-PBX

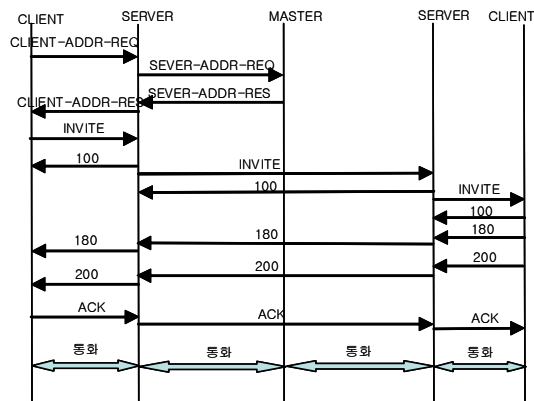


그림 5. 분산형 IP PBX를 이용한 원거리지사 간 통화 알고리즘
Fig. 5. The calling algorithm between remote branch using distributed IP-PBX

III. 차세대 멀티미디어 통합 IP-PBX 시스템

1. 기본 구성도

- 다음 그림 6과 같이 차세대 멀티미디어 통합 IP-PBX는 다음의 순서로 다자간 화상회의가 이루어진다.[5]
- 가. 만약 내선 200번에 호 요청을 하면 IP-PBX가 신호를 수신하고 내선번호 200번에 통화 연결을 한다.
 - 나. 이어서 IP-PBX는 1000번과 2000번의 호 정보를 통신 서버(communication server)에 전달한다.
 - 다. 통신 서버는 내선번호 1000번과 2000번에 사용자 화상회의를 요청한다.
 - 라. 내선번호 200번은 내선번호 300번에게 회의 초대 요청을 한다.
 - 마. 통신 서버는 IP-PBX에 3000번의 동시통화 연결을 요청한다.
 - 바. IP-PBX는 내선 3000번에 다자동시통화 요청을 한다.
 - 사. 통신서버는 내선 3000번에게 화상 회의실 참석을 요청하고 다자간 화상 회의를 시작한다.

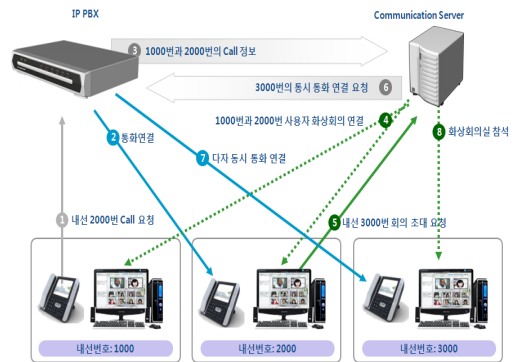


그림 6. 다자간 화상회의 흐름도
Fig. 6. The flow diagram of multiuser video conference

2. 차세대 IP-PBX 시스템 주요 기능

차세대 IP-PBX 시스템은 SIP 프로토콜로 구현이 되었고 기본 기능으로는 본/지점, 지점/지점간 내부 호 처리, 외부 호 처리, 외부에 있는 내선 호 처리 기능이 있으며 부가 기능으로는 시간대별 부재중/통화중 호 전환 기능, ARS / DID 기능 Caller ID 표시 및 Personal CID 기

능, 발신 제한 및 착신금지 기능 등이 있다. 확장 기능으로는 PSTN 접속, 인터넷 공유기 기능 인터넷 기능 사내 주소록, 메신저 기능, CRM / CTI 연동 기능 등이 있다. 코텍은 G.711, G.723, G.729/ab을 사용한다. 시스템 성능에서 동시통화 콜수는 50콜, 내선 가입자 수는 최대 300명이다.[6]

가. 개별 스위칭

본 시스템은 다음 그림과 같이 인터넷전화서비스 사업자를 통하지 않고 IP-PBX가 설치된 사업장간 직접 호를 교환함으로써 여러 개의 사업장을 가진 고객의 사설망 구성에 유리하고 각 사업장별 별도의 인터넷전화, 또는 PSTN 전화번호 사용이 가능하다.[7]-[10]

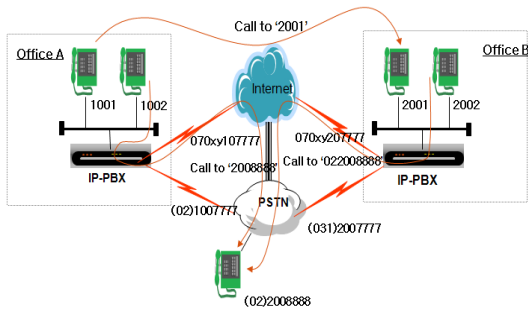


그림 7. 개별 스위칭
Fig. 7. Private Switching

나. 분산 처리

본 시스템은 다음 그림8과 같이 IP-PBX의 등록 서버 (DB 서버)와 프록시 기능을 구분하여 종업원 수가 많은 대형 사업장을 가진 고객의 전화망 구성에 유리하고, 서버 이중화를 통하여 인터넷전화망의 이중화 구성이 가능하다.

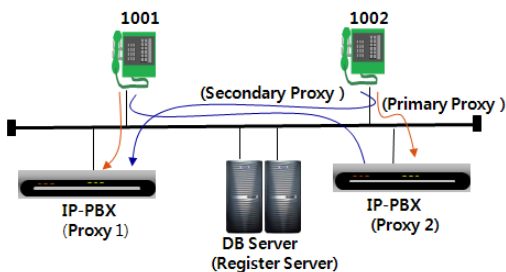


그림 8. 분산 처리
Fig. 8. Distributed Processing

다. 화상 및 음성 회의 용 멀티미디어 기능

본 차세대 IP-PBX는 메신저 및 일반 전화를 이용하여 상대방과 연결함으로써 문서 공유와 영상공유를 통하여 UC 기능을 수행 할 수 있는 차세대 IP-PBX로 구현 되었다.

메신저 및 일반전화를 이용한 상대방 연결은 메신저 및 일반전화를 이용하여 선택한 사용자와 연결할 수 있다. 메신저를 이용하여 상대방과 연결하는 경우 메신저를 실행한 다음, 상대방을 선택하고 1:1 대화하기를 누르면 상대방과 연결을 시도한다.

일반전화를 이용하여 상대방과 연결하는 경우, 상대방에게 전화를 건 다음 연결됨과 동시에 자동으로 화상 통신이 시작된다.

영상 공유 기능은 PBX와 기존 전화기를 이용하여 상대방과 실시간 음성 통신함과 동시에, PC에 연결되어 있는 PC카메라를 이용하여 상대방 화면을 공유할 수 있다. 해상도 설정 및 프레임 수 조절 기능이 제공되며, 상대방 화면의 크기를 임의로 조절할 수 있다.

문서 공유 기능은 상대방과 실시간으로 문서를 공유할 수 있으며, 공유가 가능한 문서는 마이크로소프트 군 (PowerPoint, excel, word), hwp, pdf, 이미지 파일 등 거의 모든 형태의 문서 공유가 가능하다. 또한 별도의 뷰어 프로그램 없이도 공유가 가능하며, 각종 판서 툴을 이용하여 실시간판서가 가능하며 상황에 따라 자료 열기 권한을 제어하여 본인 뿐만 아니라 상대방도 문서를 열 수 있다.

3. 동시 통화 시험 및 결과

본 연구에서 개발한 소형 임베디드 IP PBX의 성능 중 에서 동시 콜을 시험하기 위하여 그림 9에서 보는 바와 같이 시스템을 구성하였다. 본 시험에서 사용된 동시 통화수를 측정하는데 일반적으로 많이 이용되는 SPIRENT사에서 개발한 ABACUS 5000모델을 사용하였다.

ABACUS 5000에 소형 임베디드 IP PBX의 WAN 포트와 LAN 포트를 서로 연결하였다. ABACUS의 슬롯1은 콜리기능을 담당하여 INVITE를 생성하고 슬롯2는 콜리기능을 담당하여 INVITE를 수신하면 180, 200을 생성하여 보내게 되어 통화로 생성된다. ABACUS의 콜리에서는 통화로가 생성되면 DTMF를 생성하여 콜리에게 보내어 수신되는 DTMF를 비교하여 정상적인 통화가 이루어지는지를 판단하게 되고, MOS도 계산하게 된다.[11]

1분에 2개의 통화가 생성되도록 메시지를 생성하며, 통화완성율과, 통화품질을 계산하여 통계를 계산한다.

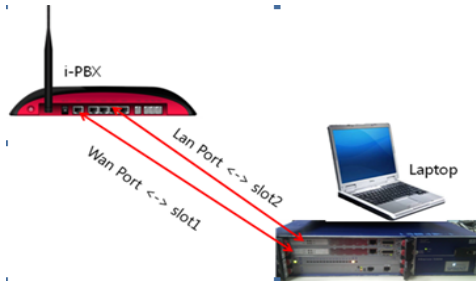


그림 9. 동시통화 수 측정 개념도
Fig. 9. The conceptual diagram of measuring the number of simultaneous telephone calls

본 논문에서는 개발 장비의 동시 콜 성능을 측정하기 위하여 10콜부터 매 5콜 단위로 증가시키며 음성품질 (MOS), 패킷 손실, 호 완료율을 측정하였다. 측정결과 패킷 손실률은 그림10과 같이 0.2 ~ 0.3%에서 최대 1%까지 나타났으며, 그에 따라서 음성 품질 또한 그림 10과 같이 3.6콜까지 4.6을 유지하였으며 동시콜 40콜에서 4.19로 낮아졌다. 그러나 한국통신에서 요구하는 통화 품질 4.0 이상의 범위에는 여전히 존재하고 있었다. 통화 완료율은 그림 12와 같이 30콜까지는 통화 실패 없이 100%의 완료율을 나타냈지만 30이상부터 90%대이하로 급격히 떨어졌음을 알 수 있었다. 그 이유는 본 논문에서 설계된 임베디드 IP-PBX가 동시통화 성능의 목표를 소규모인 30인 이하로 설정하여 시스템 개발을 하였기 때문이다. 따라서 본 장비는 당초 개발 목표로 한 30인 이하의 사용자가 사용할 수 있는 인터넷 교환기로 적합함을 알 수 있다. [12]-[13]

표 1. ABACUS 측정 결과
Table 1. The measuring results of ABACUS

동시콜수	MOS	패킷손실	콜 완료율
10	4.598	0.269	100
15	4.598	0.289	100
20	4.597	0.463	100
25	4.576	0.683	99.99
30	4.595	0.82	99.97
35	4.585	0.88	92.26
40	4.19	1	90.22

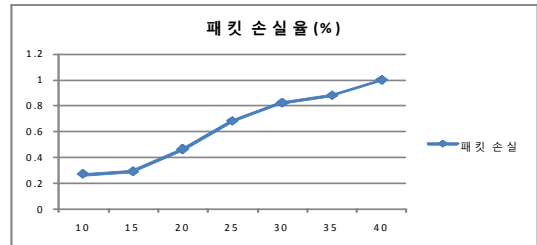


그림 10. 패킷 손실률 측정결과
Fig. 10. The measuring results of packet loss

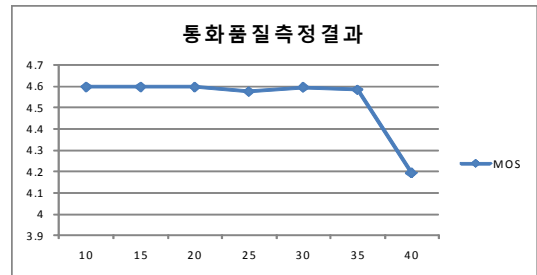


그림 11. 통화 품질 측정결과
Fig. 11. The measuring results of speech quality

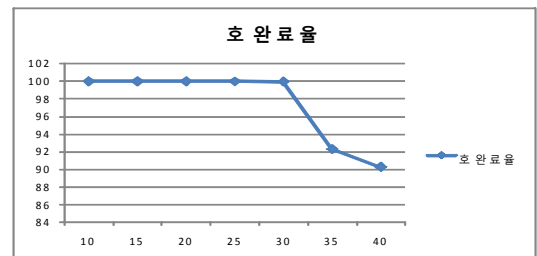


그림 12. 호 완료율 측정 결과
Fig. 12. The measuring results of call completion rate

IV. 결론

본 논문에서 개발한 VPN 기능을 가진 차세대 멀티미디어 유무선 임베디드 IP 교환기는 IPSec을 이용한 VPN의 터널링 기법의 음성 보안 기능을 갖고, 스마트폰과 연동 가능하며 화상회의 및 영상 공유기능을 가진 차세대 멀티미디어 인터넷 교환기로 물리적시험결과 24시간 평균 CPU 사용율은 61%를 나타냈으며, 메모리는 52%를 사용했으며 이러한 환경 조건에서도 30개의 콜이 모두 유지됨을 알 수 있었다.

또한 음성품질은 MOS값 기준인 4.0이상을 얻을 수 있

였으며 패킷 손실율도 기준치 이하 였으며 통화 완료율은 30콜까지는 통화 실패 없이 100%의 완료율을 나타냈지만 30이상부터 90%대로 떨어져 30인 이하의 사용자가 사용할 수 있는 인터넷 교환기로 적당함을 알 수 있다.

앞으로는 다양한 멀티미디어 기능을 가진 차세대 인터넷교환기의 성능을 향상시켜 100인 이하의 중급 교환기로 개발할 예정이다.

참 고 문 헌

- [1] 김삼택, “하이브리드 임베디드 IP-PBX 개발”, 한국인터넷방송통신학회논문지 제10권 5편, 103-111쪽, 2011년 8월.
- [2] 김삼택, “임베디드 SOHO IP 교환기 개발”, 한국인터넷방송통신학회논문지 제10권2편, 103-111쪽, 2010년 4월.
- [3] 김삼택 “VPN 기능을 가진 음성보안용 IP-PBX 개발”, 한국인터넷방송통신학회논문지 제10권 6호, 2010년 11월.
- [4] 김삼택 “SIP 기반 음성 및 화상회의용 하이브리드 IP-PBX 시스템 구현“, 한국인터넷방송통신학회논문지 제9권 4호, 115-122쪽 2009년 8월.
- [5] “VPN을 적용한 인터넷 전화단말기의 성능평가에 관한 연구”, 한국통신학회 05-30-6A-01.,pp445-454
- [6] SIP프로토콜 스택을 기반으로 하는 분산형 IP-PBX 단말기 설계., 한국통신학회. pp377-384
- [7] TIA/EIA/TSB116, Voice Quality Recommendations for IP Telephony, March 2001.
- [8] RFC 793 Transmission Control Protocol (TCP)
- [9] RFC 768 User Datagram Protocol (UDP)
- [10] RFC 2327 Session Description Protocol (SDP)
- [11] Allan Sulkin, PBX Systems for IP Telephony : Migrating Enterprise Communications, McGraw-Hill, April 2002.
- [12] K. Hamzeh, G. Pall, W. Verthein, J. Taarud, W. Little, G. Zorn, "Point-to-Point Tunneling Protocol (PPTP)", RFC 2637, July 1999
- [13] D.Kroeselberg, "SIP security requirements from 3G wireless networks", Internet Draft, IETF, Jan. 2001. Work in progress.

저자 소개

김 삼 택(정회원)



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

대학 컴퓨터정보통신계열 교수.

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