

# IP 컨택 센터에서 통화 처리 모의 실험을 위한 VoIP 트래픽 생성기

정회원 정인환\*

## A VoIP Traffic Generator for Simulating Call Processing in an IP Contact Center

In Hwan Jung\* *Regular Member*

### 요 약

본 논문에서는 IP 기반 콜 센터에서 통화 처리 모의 실험을 위한 VoIP 트래픽 발생기를 설계하고 구현한다. 구현된 트래픽 발생기(VoIPTG)는 H.323과 SIP 기반의 VoIP 콜 생성과 G.711 코덱을 사용하는 RTP 트래픽을 발생시킴으로써 다수의 대화자들이 음성 통화하는 상황을 모의 실험을 할 수 있도록 해준다. VoIPTG를 이용하면 H.323 또는 SIP 세션 제어 프로토콜 선택, 사용자(call)수 변화, 시간 변화, 음성코덱의 선택 등 여러 가지 조합을 통해 다양한 모의실험 환경을 연출 할 수 있다. 이러한 트래픽 발생기는 IP 기반 컨택 센터의 전반적인 기능 검사 및 성능평가를 위해 유용하게 사용될 수 있으며, 특히 IP 기반 녹취 시스템의 성능 평가를 위해서 필수적이다.

**Key Words** : VoIP, Traffic Generator, IP Contact Center, VoIP Transcribing, H.323, SIP

### ABSTRACT

In this paper, we design and implement a VoIP traffic generator for simulating call processing in IP contact center systems. Creating a VoIP call based on H.323 and SIP and generating RTP traffic which uses G.711 codec, the generator lets many users simulate situations on which they call each other. With this tool, which is named VoIPTG, users can combine H.323 or SIP session control protocol, the number of users, time variation, and voice codecs and then direct various situations for simulation. This traffic generator can be used for testing functions of an IP contact center and especially it is necessary for testing the quality of IP based call recording systems.

### I. 서 론

최근 통신사업자, 인터넷 서비스 제공자, 산업체 및 일반 이용자의 관심이 고조되고 있는 VoIP 기술은 인터넷의 최대 응용 서비스로서 급부상함과 동시에 고속으로 시장이 성장, 확산되고 있는 분야이다. VoIP의 최초 상용화는 1995년 이스라엘의 Vocal Tec사의 서비스 제공으로 이루어졌다. 그 후 게이트

웨이 장비의 출현을 통해 기술의 본격적인 발전을 이룩해 왔다.<sup>[1]</sup>

IP 컨택 센터(IP Contact Center)란 인프라인 IP 텔레포니(Telephony) 기반 위에 구현되는 응용 기술로써, 음성뿐만 아니라 웹, 이메일, VoIP(Voice over IP), 채팅 등 가능한 고객들의 모든 채널 접점을 IP를 통해 가능하게 한다. 즉, 음성 이외의 접점은 기존의 인터넷 IP망을 통해 이미 구현되고 있는 것인

※ 본 연구는 2008학년도 한성대학교 교내 연구비 지원 과제임.

\* 한성대학교 컴퓨터공학과(ihjung@hansung.ac.kr)

논문번호 : KICS2008-12-534, 접수일자 : 2008년 12월 1일, 최종논문접수일자 : 2009년 5월 15일

만큼 사실 큰 변화는 없지만, 문제는 그동안 100년 이상 유지해온 TDM망을 IP 텔레포니로 완전히 탈바꿈한다는 것이다. IP 텔레포니는 단순히 음성을 압축해서 전송하는 기존의 VoIP 기술에서 확장해, 기존 기업 내부에서 교환기를 이용해 누렸던 다양한 전화 기능을 IP 상에서 그대로 제공하고 추후 다양한 IP 기반의 기능을 제공하는 통신 애플리케이션과 결합됨으로써 사용자의 업무 효율성을 높이고, 기존에 투자된 자원(PBX, 전화기 등)들 뿐 아니라 SIP(Session Initiation Protocol) 기반의 단말들을 지원함으로써 전화망 기준의 안전성과 동시에 향상된 통신기능을 가능케 하는 모든 통신 단말을 지원하는 All IP 기반의 통신 플랫폼이다.

현재 인터넷 텔레포니(VoIP) 관련 시장 규모가 전 세계적으로 기하급수적으로 성장하고 있고 시장 선점 및 산업 경쟁력 강화를 위한 핵심 기반 기술 및 부가 서비스 개발이 빠르게 진행되고 있다. 차세대 VoIP 표준 기술을 기반으로 제품 개발이 활발하게 이루어지고 있다. VoIP 표준 기술을 기반으로 한 제품을 이용하여 비싼 전화요금 대신 인터넷 사용료나 저렴한 비용으로 음성대화를 가능하게 한다. 이러한 장점으로 인해 콜센터나 일반 고객들이 VoIP 서비스를 이용할 가능성이 커지게 되었고 시장의 변화에 따라 녹취 시스템도 인터넷상의 음성을 녹취할 필요성을 가지게 되었다. 기업의 수익증대, 비용절감, 고객 서비스 향상을 위해 상담 내용, 신고접수 및 지령에 대한 기록뿐만 아니라 금융기관, 공공기관 및 특수기관, 일반업체 등 다종다양한 분야에서 고객과의 전화 통화내용에 대한 기록이 요구되고 있다. 녹취 시스템은 콜센터 또는 녹취를 필요로 하는 곳에서 상담원이 고객과 상담하는 전화의 내용을 녹취하는 시스템이다. 상담원과 고객이 중요 사항을 논의 시, 후에 법률적 증빙이 되도록 녹취를 해두는 상담원 녹취 기능이 컨택 센터가 중

요성을 인정받으면서 녹취 시스템이 더욱 중요해지고 있다<sup>[2]</sup>. 그림 1은 IP 기반 컨택 센터의 구성도를 나타낸 것이다.

녹취 시스템이 개발되면 성능 평가 실험을 통하여 개발된 시스템의 성능 및 기능을 검증하여야 한다. 녹취 시스템의 성능 평가를 위해서는 실제적인 환경에서 실 데이터를 사용하는 것이 효과적이나 실제적인 환경에서 실 데이터를 얻기 위해서는 많은 시간과 비용이 소모된다. 따라서 효과적인 시스템의 성능 평가 실험을 위해서는 실제적인 환경 및 실 데이터의 종류와 특성이 비슷한 가상의 환경과 데이터를 생성하거나 실 데이터의 일부를 얻는 방법이 필요하다. 이를 지원하는 VoIP 트래픽 생성기는 녹취 시스템의 성능 평가 실험에 유용하다.

본 논문에서는 VoIP 서비스를 위한 여러 가지 프로토콜 중 H.323<sup>[4]</sup>과 SIP<sup>[5]</sup>의 스펙에 따라 녹취 시스템의 성능 평가를 위한 필수적인 VoIP기반 트래픽 생성기를 네트워크 환경을 고려하여 설계 및 구현한다. 트래픽은 프로토콜의 종류, 시간, 사용자수의 영향을 받는다. 본 연구에서 설계하고자 하는 트래픽 생성기는 이 세 가지 항목을 조정하여 다양한 네트워크 트래픽을 생성하는 것을 목표로 한다. 설계된 VoIP 트래픽 생성기는 VoIP망에서 IP기반 녹취 시스템의 성능 평가 및 검증을 위해 사용되며 일반적인 PC에 기반을 둔 소프트웨어이므로 확장성 및 범용성을 가진다. 또한, 구현된 VoIP 트래픽 생성기(VoIP Traffic Generator)는 윈도우 환경 하에서 수행되는 프로그램으로 편리한 사용자 화면을 제공한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 본 논문에서 제안하고 구현한 VoIP 트래픽 생성기에 대하여 살펴본다. 3장에서는 VoIP 트래픽 생성기의 성능 실험과 VoIP 트래픽 생성기를 이용하여 녹취 시스템의 성능 평가를 측정 하는 실험을 하며, 마지막으로 4장에서는 본 논문의 결론에 관하여 기술한다.

## II. VoIPTG의 구현

### 2.1 VoIPTG의 구조

본 논문에서 구현한 VoIP 트래픽 생성기 VoIPTG (VoIP Traffic Generator)는 Windows를 운영체제로 사용하는 일반 PC에서 실행하는 응용프로그램으로 Windows의 사용자 GUI 함수 및 패킷 송수신을 위한 WinPcap<sup>[3]</sup> 라이브러리를 이용하였다.

그림 2는 VoIPTG 구조를 나타낸 것이다. VoIPTG는 Kernel Level에서의 Packet Process 모듈을 통해

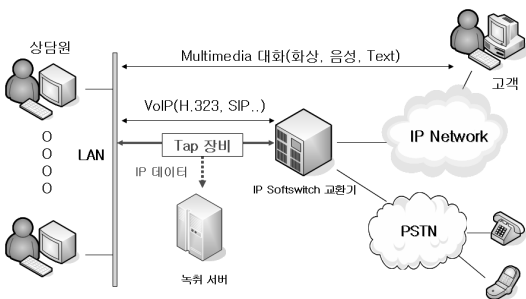


그림 1. IP 컨택 센터의 구성

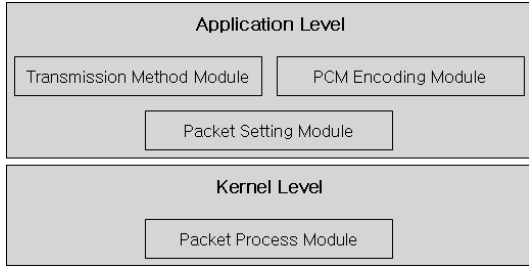


그림 2. VoIPTG 구조

실험을 위해 전송하고자 하는 트래픽을 생성하고 전송하는 기능을 가진다. Kernel Level의 패킷 처리 기능을 위해서는 패킷을 설정하는 모듈과 패킷을 전송하기 위해 사용자가 원하는 옵션을 지정하기 위한 모듈이 필요하고 Application Level에서 이와 같은 기능을 위해 Packet Setting 모듈, Transmission Method 모듈과 PCM Encoding 모듈을 가진다. Packet Setting 모듈은 패킷에 관한 데이터를 H.323과 SIP 프로토콜 구조에 맞도록 설정하는 기능으로서 GUI 인터페이스를 통한 편리한 데이터 설정 기능 등을 제공한다. Transmission Method 모듈과 PCM Encoding 모듈은 Packet Setting 모듈을 통해 데이터가 설정된 패킷을 패킷 수, 전송 시간 등의 전송방법을 조절하고 음성파일을 G.711 음성코덱을 사용하여 인코딩하고 패킷을 전송하는 기능을 제공한다.

그림 3은 VoIPTG 흐름도를 나타낸 것이다. 네트워크 카드를 선택을 하고 전송할 프로토콜이 H.323인지 SIP인지 선택을 한다. 선택된 해당 프로토콜로 패킷을 만들고 음성 파일을 인코딩하여 RTP 프로토콜을 이용하여 패킷을 생성 한다. 생성된 패킷은 전송하는 Dialog를 통해 전송 옵션과 방식을 설정하여 트래픽을 보내고자 하는 호스트로 패킷들을 이용한 트래픽을 전송할 수 있다. 트래픽이 전송 된

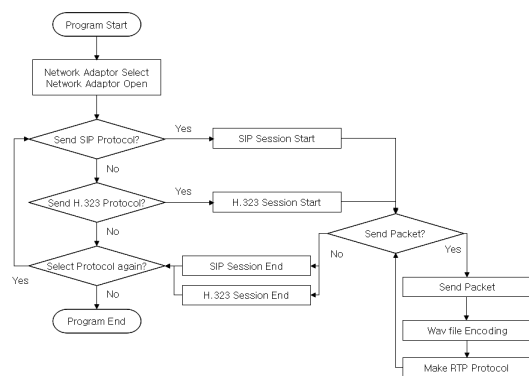


그림 3. VoIPTG 흐름도

후에는 전송에 사용되었던 옵션과 방식 등을 Log 파일로 저장하여 프로그램 재 실행시 이전 설정 옵션으로 트래픽을 전송할 수 있도록 하였다.

## 2.2 VoIPTG 클래스 설계

본 연구에서 구현한 VoIPTG는 WIN32 플랫폼의 MFC를 기반으로 만들어졌고 각 기능에 해당하는 클래스들을 객체 지향적으로 설계하였다. VoIPTG의 주요 객체는 패킷을 설정하기 위한 Generation 객체, 패킷 데이터를 관리하기 위한 패킷 Make 객체, GUI 인터페이스를 통해 각 프로토콜별 데이터를 입력 받도록 다이얼로그 진행시키는 기능을 추가하여 서브 클래스인 Dialog 객체들이 있다. 또한 패킷을 전송하는 기능에서 전송 데이터를 관리하기 위한 전송 데이터 객체가 필요하다. 다음 그림 4는 이러한 객체들의 관계를 나타내며 이와 같은 객체들을 가지고 MFC 프로그래밍 환경에서 프로그램을 구현하였다. VoIPTG는 그림 4와 같이 8개의 클래스로 구성되어 있으며, 이러한 클래스들은 GUI 클래스들과의 연계성을 제외한 기능상으로 주요한 객체들이며 프로그램을 위해 부수적으로 추가된 서브 클래스인 컨트롤 클래스나 다이얼로그 진행을 위한 다이얼로그 클래스들까지 모두 나타내었다.

Packet 클래스는 패킷 버퍼에 GUI를 통해 입력 받은 정보를 저장하고 패킷 버퍼에 저장된 정보를 GUI로 전송하기 위한 데이터 세팅과 불러오기에

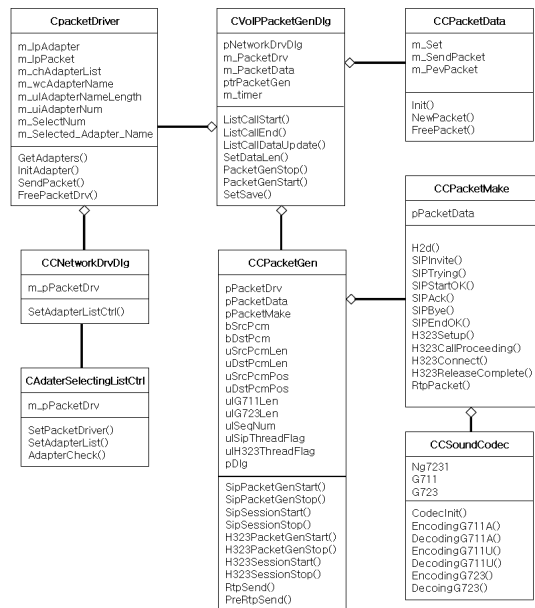


그림 4. VoIPTG 클래스 다이어그램

표 1. VoIPTG 클래스들의 기능별 주요 함수

기능	관련 함수
패킷 설정	H323Setup()
	H323CallProceeding()
	H323Connect()
	H323ReleaseComplete()
	RtpPacket()
	SIPInvite()
	SIPTrying()
	SIPStartOK()
	SIPAck()
	SIPBye()
	SIPEndOK()
패킷 전송	SIPPacketGenStart()
	SIPPacketGenStop()
	SIPSessionStart()
	SIPSessionStop()
	H323PacketGenStart()
	H323PacketGenStop()
	H323SessionStart()
	H323SessionStop()
	PreRtpSend()
	RtpSend()

관한 기능을 가지고 있고 TransmissionMethod 객체는 전송방법에 대한 데이터를 설정하거나 불러오기 및 전송하는 기능을 가지고 있다. 패킷 데이터를 설정하기 위해 다이얼로그를 진행시키기 위한 기능을 가진 클래스들이 있다. 다음 표 1은 각 클래스의 주요함수를 기능별로 나열한 것이다.

### 2.3 IP 컨택 센터의 트래픽 특성 모델링

IP 컨택 센터 또는 콜센터를 구축하는 경우 상담원의 수를 결정하는 것은 매우 중요하다. 상담원의 수는 도착률과 평균 통화 시간에 영향을 받으며 고객이 상담을 받기 전에 대기하는 평균 대기 시간을 10초 내외가 될 수 있도록 정한다. 콜의 평균 통화 시간은 3분을 기준으로 한다. 본 논문에서는 트래픽 발생을 위한 콜의 평균 도착률과 평균 통화 시간을 설정할 수 있도록 하였으며 M/M/m 모델<sup>[13]</sup>을 적용하여 콜의 도착은 포아송 분포를 따르고 통화 시간은 지수분포를 따르도록 구현하였다.

### 2.4 VoIPTG의 화면 설계 및 구현

VoIPTG는 그림 5와 같은 인터페이스를 가지고 있으며 트래픽의 생성 및 중지, 프로토콜 설정, 상담원과 고객의 가상의 이더넷 주소, IP 설정 및 포트 설정, 사용자(call)수 설정, 음성 코덱 선택 등의

주요 항목을 가지고 있다.

네트워크 카드 선택은 사용하고 있는 네트워크 카드가 1개 이상인 경우 패킷 전송에 사용될 네트워크 카드를 설정하는 기능으로 이용 가능한 Adaptor의 목록을 보여 준다. Adaptor 목록에서 실험 목적으로 사용될 네트워크 카드를 선택이 가능한 장점이 있다.

상담원 수의 설정은 상담원 IP 주소의 범위를 결정하게 된다. 초기 고객과 상담원의 가상의 이더넷 주소와 IP를 설정할 때 고객은 가상의 고객이고 상담원은 가상의 상담원을 나타낸다. 입력한 상담원 수 만큼 초기 설정된 고객과 상담원 이더넷과 IP 주소에 사용자(call)수 만큼 1씩 증가하여 가상의 이더넷 주소와 IP 주소를 생성 한다.

트래픽 발생 시간은 [시간제한 없음], [시간제한] 그리고 [통화수]를 선택할 수 있다.

프로토콜 설정은 VoIP 대표적인 프로토콜인 H.323과 SIP 프로토콜을 선택할 수 있다. 사용자가 원하는 프로토콜을 기반으로 트래픽을 생성할 수 있다.

고객과 상담원의 세션 연결을 위한 TCP와 음성 통신을 위해 RTP 데이터 전송을 위한 UDP 포트 설정을 한다. 임의의 숫자를 넣고 사용자(call)수 만큼 설정된 포트에 1씩 증가되면서 포트가 증가한다.

콜의 평균 도착률(calls/min)을 입력할 수 있다. 콜의 도착 모델은 포아송 분포를 따른다.

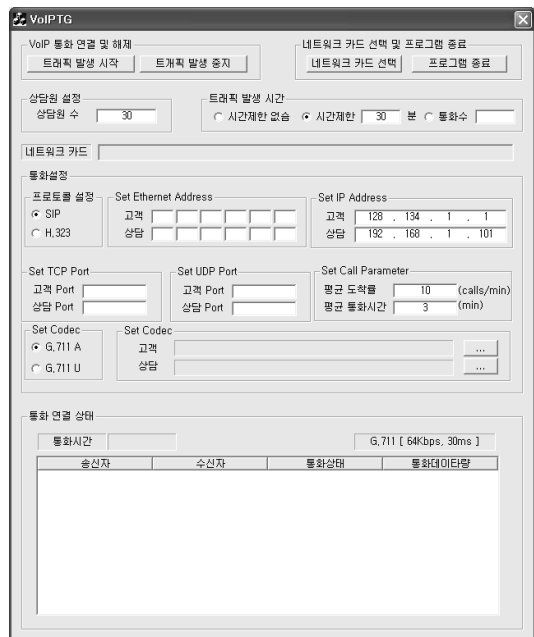


그림 5. VoIPTG 실행 화면

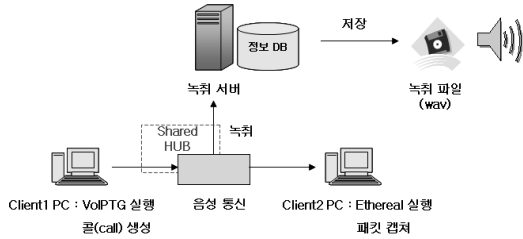


그림 6. 실험 환경 - 시스템 구성도

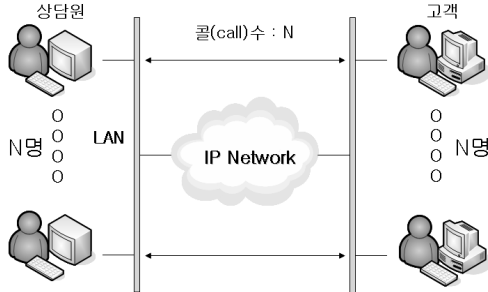


그림 7. 상담원과 고객의 N : N의 관계

콜의 평균 통화시간(분/콜) 을 입력할 수 있다. 일반적으로 콜센터에서 평균 통화시간은 3분을 가정하고 콜의 지속 시간은 지수분포를 따른다.

음성코덱은 PSTN망에서 주로 사용하는 G.711A와 G.711U 두 가지 코덱을 선택하도록 되어있고 고객과 상담원의 양방향 음성통신에 필요한 RTP 데이터를 보내기 위해 고객에 대한 웨이브(wav) 파일과 상담원에 대한 웨이브 파일을 선택 및 설정하는 화면이다. 선택된 웨이브 파일은 선택된 음성코덱으로 Encoding되어 RTP 프로토콜을 이용하여 전송 된다.

전송중인 콜에 대한 상태 정보를 보여준다. 송신자는 고객에 대한 정보이고 수신자는 상담원에 대한 정보이다. 사용자(call)수를 10개로 트래픽을 생성했을 때 고객과 상담원의 IP 주소는 사용자가 설정한 초기 고객과 상담원의 IP 주소에서 각각 1씩 증가 된다. 통화상태는 트래픽이 생성하면 “통화중”, 트래픽이 중지되면 “통화종료” 상태표시를 한다. 통화 데이터량은 현재 생성하고 있는 각 콜에 대한 통화 데이터량을 보여 주고 있다.

### III. 실험 및 성능 평가

#### 3.1 실험 방법

본 논문에서 구현된 VoIPTG를 위한 실험 환경과 실험 방법은 다음과 같으며, 이를 통하여 성능을

평가한다. 실험 환경은 그림 6과 같은 구조의 한성대학교 네트워크 응용 연구실 네트워크 환경으로 이루어졌다.

그림 6은 VoIPTG 실험 및 성능평가를 위해 사용된 시스템 구성도이다. 개인용 클라이언트1 PC, 개인용 클라이언트2 PC, VoIP 시스템 중 응용인 녹취 서버<sup>6)</sup>, 총 3대의 PC가 사용되었으며, 클라이언트1 PC, 클라이언트2 PC와 녹취 서버의 네트워크 환경은 패킷 수집의 편의를 위해 모두 Shared HUB로 연결하였다.

클라이언트1 PC에서는 VoIPTG를 실행하여 VoIP 트래픽을 생성하여 전송하고 수신은 클라이언트2 PC에서 Ethereal 캡처 프로그램을 실행한다. 또한 클라이언트1 PC에서 생성하여 전송된 트래픽은 녹취 서버 PC에서 녹취 기능으로 검증하여 실험을 하였다. 사용자(call)수의 증가는 그림 7과 같이 상담원과 고객을 N : N 관계로 트래픽을 생성하였다. 각각 PC들의 사양은 표 2와 같다.

클라이언트1 PC에서 VoIPTG를 이용해 트래픽을 생성 시키고 클라이언트2 PC에서는 클라이언트1 PC에서 전송된 트래픽을 수신하여 캡처 한다. 이를 위해 클라이언트2 PC에서는 전송되는 트래픽을 캡처하기 위해 이더넷 패킷을 캡처 하는 기능을 가지고 있는 프로토콜 분석 프로그램으로서 Ethereal<sup>7)</sup>을 사용하였다. 위의 그림 8은 이더넷 환경의 네트워크 환경에서 전송되고 있는 VoIP 패킷을 캡처한 화면을 보여주고 있다.

VoIPTG를 이용한 VoIP 트래픽이 1명 이상의 가상의 고객과 상담원이 통화중일 때 VoIP 시스템인 녹취 서버에 정확히 전달되는 지에 대한 여부를 판단하는 실험과 H.323과 SIP 프로토콜을 이용하여

표 2. 실험에 사용된 시스템 사양

구 성	내 용	비 고
녹취 서버	WindowsXP Pentium-4 2.8 / 1.28GB	녹취 서버 프로그램 Mysql 4.1
클라이언트1 PC	Windows2000 Pentium-4 1.4 / 256MB	VoIPTG 프로그램
클라이언트2 PC	Windows2000 Pentium-4 1.4 / 256MB	Ethereal 캡처 프로그램 Analyzer 캡처 프로그램
Shared Hub	Ethernet Dummy Hub (10Mbps)	클라이언트/녹취 서버 연결 Network TAP 대신 사용
녹취서버 I/F	100Mbps Ethernet	Back End Network 구성

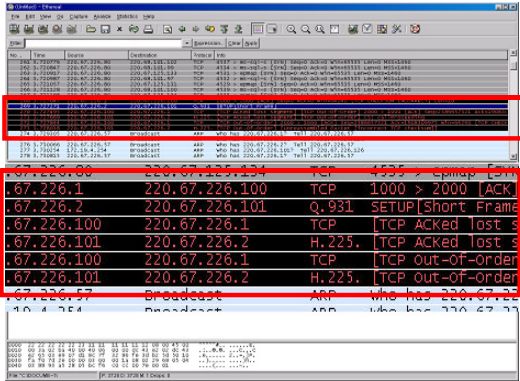


그림 8. Ethereal을 이용하여 분석한 VoIP 패킷

트래픽을 전송하고 사용자(call)수를 변화시키며 트래픽을 전송하는 실험과 VoIP 시스템인 녹취 서버의 성능 평가를 위한 실험을 하였다. 각각의 실험에 대한 측정 회수는 10회로 하였으며 기본적인 음성통신을 3분으로 하여 트래픽을 생성하여 전송하였다.

실험 1. VoIPTG를 이용하여 H.323 프로토콜을 기반으로 콜(call) 패킷이 정확하게 생성되는지 여부를 Ethereal 프로그램을 이용하여 검증하고 녹취 서버에서 이를 수신하여 녹취 기능으로 검증하는 실험하였다.

실험 2. VoIPTG를 이용하여 SIP 프로토콜을 기반으로 콜(call) 패킷이 정확하게 생성되는지 여부를 Ethereal 프로그램을 이용하여 검증하고 녹취 서버에서 이를 수신하여 녹취 기능으로 검증하는 실험하였다.

실험 3. 사용자(call)수를 증가 시키면서 VoIPTG의 CPU 사용률을 측정하고 노트북과 개인용 PC에서 VoIPTG를 실행하여 하드웨어의 영향을 받는지를 측정하는 실험을 하였다. 또한 VoIPTG를 이용하여 트래픽을 생성할 때 200명까지 최대 사용자(call)수를 측정하여 측정 대상인 녹취 서버의 시스템 과부하를 측정하였다.

실험 4. VoIPTG를 이용하여 실제 환경에서의 성능평가 도구로서 본 실험에 사용된 VoIP 시스템인 녹취 서버에 대한 성능평가를 측정할 수 있는 실험을 하였다. 사용자(call)수를 최소 10(call)부터 10(call)단위로 증가시키면서 최대 200(call)까지 H.323, SIP 별로 패킷을 생성하여 녹취 서버에서 이를 정확하게 수신하는지 여부와 녹취 파일을 모두 생성하는지 여부를 실험하였다. 또한 VoIPTG에서 트래픽을 생성하여 전송 시 수신측 녹취 서버에 들어오는 트래픽 변화량을 Analyzer 캡처 프로그램을 이용하여

트래픽 변화량을 측정하였다. 이때 실험 전의 예상값과 실험 후의 측정값이 비례한지 측정하였다.

### 3.2 실험 결과 및 분석

#### 3.2.1 실험 1 - H.323 프로토콜 기반 콜 생성 전송 및 검증 실험

VoIPTG를 이용하여 H.323 프로토콜 기반 VoIP 패킷을 생성하는 능력으로 콜(call) 패킷을 생성하며 고객과 상담원의 가상의 IP 주소로 전송하여 생성된 콜을 녹취 서버에서 수신하는지 여부를 파악하는 것이 필요하다. 우선 녹취 서버의 상담원 정보 데이터베이스에 저장되어 있는 상담원 IP 주소에 맞게 VoIPTG를 이용하여 가상의 상담원 IP 주소를 설정하고 콜을 생성하여 전송할 때 녹취 서버에서 콜을 수신하는지 여부를 실험하였다. 측정 회수는 10회이며 트래픽 생성시간은 3분을 기본으로 측정하였다. Ethereal을 이용하여 전송된 패킷을 캡처하여 H.323 프로토콜 기반 VoIP 트래픽인지 분석을 하였다. 그림 9는 실험 1에 대한 시스템 구성도를 나타낸 것이다.

그림 10은 Ethereal을 이용하여 수신된 패킷을 캡처하여 H.323 프로토콜 기반 트래픽인지 여부를 분석한 화면이다. 그림 10에서 콜 셋업에 관련된 Q.931 프로토콜<sup>8)</sup>, 콜 시그널링에 관련된 H.225 프로토콜<sup>9)</sup>, 콜 컨트롤에 관련된 H.245 프로토콜<sup>10)</sup>을 볼 수 있다. H.323 시스템은 TCP 프로토콜을 이용한 Q.931 시그널링 절차에 따라 호 설정을 수행하고 호가 설정되면 H.245 제어 채널을 확립하여 채널의 능력을 협상한 후 협상된 채널의 능력에 따라 데이터 전송을 위한 논리 채널을 확립하여 RTP/RTCP/UDP 프로토콜을 이용해서 오디오 및 비디오 통신을 수행하고 TCP 프로토콜을 이용해서 데이터 통신을 수행한다. 따라서 트래픽 생성시 캡

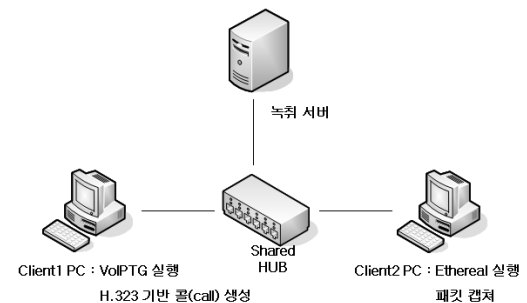


그림 9. 실험 1에 대한 시스템 구성도

Source	Destination	Protocol	Info
220.67.226.2	220.67.226.101	0, 931	SETUP [Short frame]
220.67.226.101	220.67.226.2	H, 225, 0	[TCP ACK seq lost segment]
220.67.226.101	220.67.226.2	H, 225, 0	[TCP out-of-order] [UN]
220.67.226.2	220.67.226.101	H, 245	[TCP Previous segment]
220.67.226.101	220.67.226.2	H, 245	[TCP ACKed lost segment]

그림 10. Ethereal을 이용한 H.323 프로토콜 분석 화면

Src IP addr.	Src port	Dest IP addr.	Dest port	Codec	SSRC	Payload	Packets	Lost	Max Data (ms)	Max Jitter (ms)	Mean Jitter (ms)	PSF
220.67.226.2	3001	220.67.226.101	3001	G.711	0	ITU-T G.711 PCM	180	0.00%	11.283	78.45	78.69	

그림 11. Ethereal을 이용한 RTP 데이터 분석 화면

처된 패킷을 분석 결과 H.323 프로토콜 기반 콜을 생성하여 전송하는 것을 확인할 수 있었다.

그림 11은 Ethereal을 이용하여 음성통신에 이용한 RTP 데이터 분석 화면이다. 상담원 주소와 고객 주소로 양방향으로 전송된 데이터가 G.711 음성 코덱이며 패킷 손실은 0%를 보여주고 있어 정확하게 전달됨을 알 수 있다.

### 3.2.2 실험 2 - SIP 프로토콜 기반 콜 생성 전송 및 검증 실험

VoIPTG를 이용하여 H.323 프로토콜 기반 VoIP 패킷을 생성하는 능력으로 콜(call) 패킷을 생성하며 고객과 상담원의 가상의 IP 주소로 전송하여 생성된 콜을 녹취 서버에서 수신하는지 여부를 파악하는 것이 필요하다. 실험 1에서와 마찬가지로 녹취 서버의 상담원 정보 데이터베이스를 이용하여 VoIPTG에서 생성된 콜을 전송할 때 녹취 서버에서 콜을 수신하는지 여부를 실험하였다. 측정 회수는 10회이며 트래픽 생성시간은 3분을 기본으로 측정 하였다. 실험 1과 같이 Ethereal 캡처 프로그램을 이용하여 전송된 패킷을 캡처하여 SIP 프로토콜 기반 VoIP 트래픽인지 분석을 하였다. 그림 12는 실험 2에 대한 시스템 구성도를 나타낸 것이다.

그림 13은 두 UA(User Agent)간의 SIP 세션의 일반적인 호출 흐름을 보여 주며 각 단계는 괄호로 되어있다. 우선 UA A는 호출을 시작하기 위해 INVITE 요청을 보낸다. 그러면 UA B는 호출 요청이 처리 중임을 나타내는 시도 중 응답 코드(100)로 응답한다. UA B가 호출을 수락했음을 나타내는 확인 응답 코드(200)로 응답하면 UA A는 UA B의 최종 응답 코드를 UA A가 수신했음을 나타내는 승인(ACK) 요청으로 UA B에 응답한다. 실시간 데이터가 오디오 및 비디오 코덱을 통하여 압축된 정

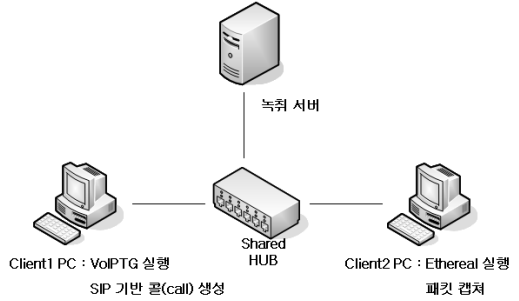


그림 12. 실험 2에 대한 시스템 구성도

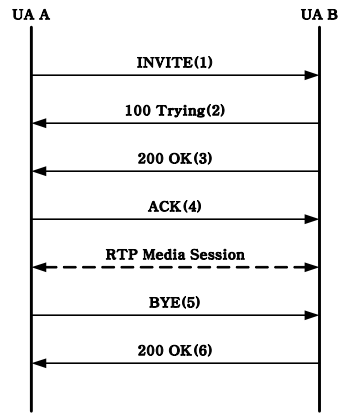


그림 13. SIP 세션의 두 UA간의 호출 흐름

보를 UA A와 B 사이에 전송되고 나면, UA A 또는 B는 UA가 세션을 종료하고자 함을 나타내는 BYE 요청을 보낼 수 있다. 그러면 UA B는 요청 성공을 나타내는 확인 응답 코드(200)를 UA A에게 보낸다. 따라서 수신된 트래픽을 분석했을 때 두 UA간의 호출 흐름이 나타나면 SIP 프로토콜 기반 트래픽이 생성되었음을 알 수 있다.

그림 14는 Ethereal 캡처 프로그램을 이용한 패킷 분석 결과 화면이다. 고객 주소 및 상담원 주소로 전송된 패킷이 SIP 프로토콜 기반 패킷임을 알 수 있다. 그림 15는 Ethereal 캡처 프로그램에서 제공하는 SIP 프로토콜 통계 화면이다. 캡처된 결과를 Ethereal의 SIP 통계 기능을 사용하여 분석하면 6개의 SIP 패킷이 있고, 그 중 INVITE 메시지에 대한 패킷 1개, BYE 메시지에 대한 패킷 1개, ACK 메시지에 대한 패킷 2개 있다. 따라서 SIP 프로토콜

Source	Destination	Protocol	Info
220.67.226.2	220.67.226.101	SIP	Request: INVITE
220.67.226.101	220.67.226.2	SIP	[TCP ACKed lost segment]
220.67.226.101	220.67.226.2	SIP	[TCP out-of-order]
220.67.226.2	220.67.226.101	TCP	[TCP out-of-order]
220.67.226.2	220.67.226.101	RTP	Payload type=11

그림 14. Ethereal을 이용한 SIP 프로토콜 분석 화면





그림 15. Ethereal을 이용한 SIP 패킷 통계 화면

세션이 성공적 이루어졌음을 알 수 있다. 각각 SIP 상태 코드는 표 3과 같이 정보, 성공, 재지정, 클라이언트 오류, 서버 오류 및 전역 실패의 6개의 범주로 되어있다.

그림 16은 Ethereal를 이용하여 음성통신에 이용한 RTP 데이터 분석 화면이다. 상담원 주소와 고객 주소로 양방향으로 전송된 데이터가 G.711 음성 코덱이며 패킷 손실은 0%를 보여주고 있어 정확하게 전달됨을 알 수 있다.

그림 17은 VoIPTG에서 생성하여 전송된 콜이 녹취 서버에서 수신된 화면이다. 이것은 녹취 서버에서 콜을 수신하여 녹취 서버의 기능을 수행하고 있다는 것을 알 수 있다. 상담원의 정보는 녹취 서버의 상담원 데이터베이스에 저장된 것으로 VoIPTG를 이용해 콜 생성 시 상담원의 IP 주소는 녹취 서버의 상담원 데이터베이스에 있는 정보에 맞추어 설정을 하고 트래픽을 생성한다. 수신측 녹취 서버는 녹취 기능으로 콜 수신 여부를 표시하며 상담원의 통화 연결 상태 및 통화 시간을 보여준다. 또한 고객과 상담원의 통화 내용을 녹취 파일로 생성을 한다.

표 3. SIP 응답 코드

상태 코드	응답 범주	설 명
1XX	정보(Informational)	회의 진행 상태 표시
2XX	성공(Success)	요청이 성공적으로 처리
3XX	재지정(Redirection)	요청에 대한 위치 정보를 표시
4XX	클라이언트 오류 (Client Error)	클라이언트 에러를 표시
5XX	서버 오류 (Server Error)	서버 에러를 표시
6XX	전역 실패 (Global Failure)	요청에 대한 지원이 불가능한 경우

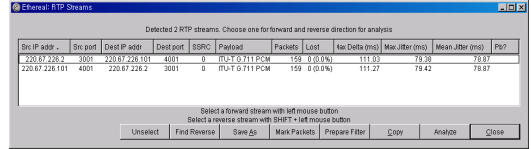


그림 16. Ethereal을 이용한 RTP 데이터 분석 화면

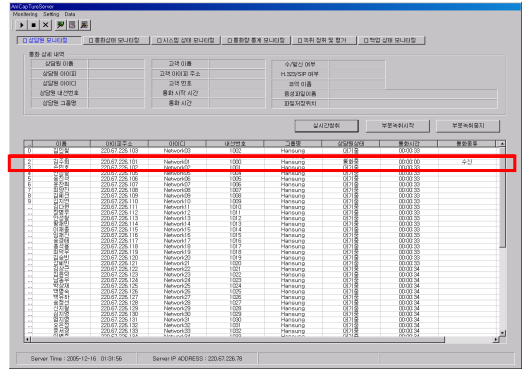


그림 17. 생성된 콜이 녹취 서버에서 수신된 화면

3.2.3 실험 3 - VoIPTG 성능 평가 실험

VoIPTG를 이용하여 사용자(call)수 만큼 VoIP 패킷을 생성하여 전송하는 능력으로 기존의 구현된 VoIP 시스템인 녹취 서버를 대상으로 실험을 하였다. 초기 10명의 사용자(call)를 시작으로 10명(call)씩 증가 시켰다 녹취 서버의 최대 200명의 사용자 제한으로 인해 최대 200명의 사용자(call)까지 콜 발생 능력을 실험하였다. 측정 회수는 10회로 하며 트래픽 발생시간은 3분 이상으로 하여 측정 하였다. 그림 18은 실험 3에 대한 시스템 구성도를 나타낸 것이다.

그림 19는 VoIPTG의 성능 평가를 그래프로 나타낸 그림이다. 사용자(call)수 증가에 따른 VoIPTG와 녹취 서버의 CPU 사용률을 측정 하였다. 운영체제에서 기본적으로 제공하는 MMC(Microsoft Management Console) 성능 모니터링 도구<sup>11)</sup>를 이용하여 측정하였다. VoIPTG를 이용하여 트래픽 생성시 사용자(call)수를 200명까지 증가 시켜 개인 PC와 노트북등 하드웨어가 다른 조건에서 VoIPTG를 실행할 때 시스템 과부하를 측정 하였다. VoIPTG에서는 200명의 사용자(call)수까지 트래픽을 생성하여 전송하였는데 녹취 서버에서는 최대 상담원수를 200명으로 제한하고 있어 200명 이상의 콜 생성은 하지 않았다.

3.2.4 실험 4-IP 기반 VoIP 시스템 성능 평가 실험

VoIPTG를 이용하여 VoIP 시스템의 성능을 평가하는 능력으로 기존의 구현된 녹취 서버를 대상으로



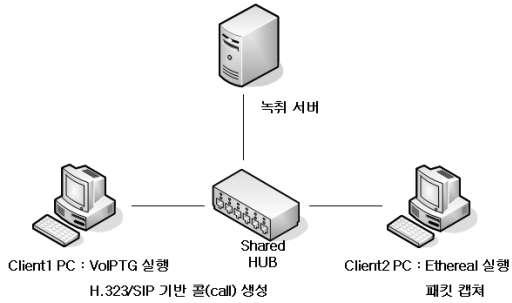


그림 18. 실험 3에 대한 시스템 구성도

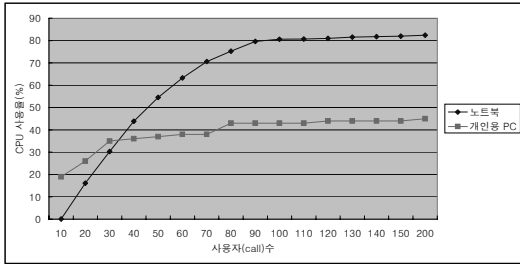


그림 19. 다른 하드웨어에서 VoIPTG의 CPU 사용률

실험을 하였다. 충분한 네트워크의 대역폭을 확보하기 위해서 기존 실험에서 사용했던 Shared HUB를 제거하고 100Mbps 데이터 전송을 위해 크로스 케이블을 사용하여 녹취 서버와 직접 연결을 하였고 Analyzer<sup>[12]</sup> 캡처 프로그램을 이용하여 트래픽량을 분석 하였다. VoIPTG의 사용자(call)수를 최대 200 사용자(call)수 까지 증가 시켜 사용자(call)수 변화에 따라 녹취 서버의 콜 수신 능력, 녹취 파일의 생성 여부 및 트래픽량을 측정 하였다. 그림 20은 실험 4에 대한 시스템 구성도를 나타낸 것이다.

그림 21은 VoIPTG를 이용한 녹취 서버의 수신된 콜의 수와 녹취 파일의 생성 여부를 실험한 결과 그래프이다. 사용자(call)수에 비례하여 VoIPTG에서 생성된 콜 수만큼 녹취 서버에서도 모든 콜을 수신하였고, 녹취 서버에서 콜 연결 시 자동으로 생성되는 녹취 파일도 모두 생성이 되었다. 각각의 녹취 파일에 대해 음질에 대한 평가는 하지 않으며 생성된 녹취 파일에 대해 윈도우 미디어 프로그램에서 재생 시 정상적으로 음성이 출력되면 녹취 파일로 인정하여 개수를 기록하였다.

그림 22는 수신측 녹취 서버의 트래픽 변화량을 측정한 결과 그래프이다. 이것은 VoIPTG에서 정상적으로 트래픽을 생성하여 전송하는지 여부를 수신측에서 Analyzer 프로그램으로 패킷을 캡처 하여 트

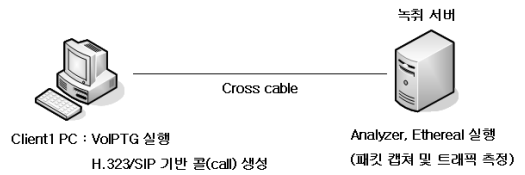


그림 20. 실험 4에 대한 시스템 구성도

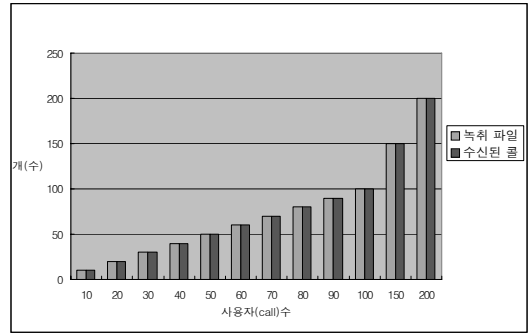


그림 21. VoIPTG를 이용한 녹취 서버의 녹취 기능 평가

래픽 통계 그래프를 이용하여 실험하였다. VoIPTG에서는 64kbps의 G.711 음성 코덱으로 Encoding하여 패킷을 생성 및 전송을 한다. 전송 속도 64kbps를 byte로 계산하면 1초에 약 8000byte의 전송량을 알 수 있다. RTP 데이터량은 240byte이므로 1초에 약 33개의 패킷을 생성 하여 전송을 해야 64kbps인 G.711 음성 코덱의 전송 기준을 맞출 수 있다. 여기에 Ethernet 헤더(14byte), IP 헤더(20byte), UDP 헤더(8byte), RTP 헤더(12byte)를 합한 54byte를 RTP 데이터량(240byte)에 포함하여 전송되는 패킷 1개의 전송량은 294byte이다. 여기에 33개의 패킷수를 곱하면 초당 전송하는 트래픽량은 약 10Kbyte가 나와야 한다. 또한 수신측에서도 약 10Kbyte의 송신측과 동일한 트래픽량을 패킷 손실 없이 얻어야 한다. 그림 22에서 보면 실험 전 예상했던 이론적인 수치

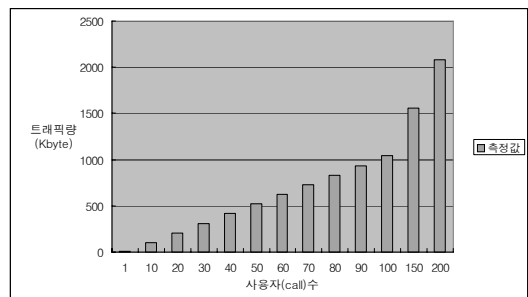


그림 22. 수신측 녹취 서버의 트래픽 변화량 측정

와 거의 동일하게 그래프가 나온 것을 알 수 있다. 사용자(call)수는 200명까지 측정하였고 일정하게 트래픽량이 증가되므로 사용자(call)수 100명부터는 50명씩 사용자(call)수를 증가 시켜 측정하였다. VoIPTG에서 트래픽이 생성되어 전송하고 있으며 수신측 녹취 서버에서도 정상적으로 트래픽량이 수신되고 있음을 알 수 있다.

#### IV. 결 론

본 논문에서는 IP 컨택 센터에서 통화 및 녹취 처리 모의실험을 위한 VoIP 트래픽 생성기(VoIP Traffic Generator)를 설계하고 구현하였다. 구현된 트래픽 발생기(VoIPTG)는 H.323과 SIP 기반의 VoIP 콜 생성과 G.711 코덱을 사용하는 RTP 트래픽을 발생시킴으로써 다수의 대화자들이 음성 통화하는 상황을 모의실험을 할 수 있도록 해준다. VoIPTG를 이용하면 H.323 또는 SIP 세션 제어 프로토콜 선택, 사용자(call)수 변화, 시간 변화, 음성 코덱의 선택 등 여러 가지 조합을 통해 다양한 모의실험 환경을 연출 할 수 있다. 또한 트래픽 전송 시 현재 전송중인 고객과 상담원의 IP 주소와 트래픽량을 사용자가 확인할 수 있도록 설계하였다. 이러한 트래픽 발생기는 IP 기반 컨택 센터의 전반적인 기능 검사 및 성능평가를 위해 유용하게 사용될 수 있으며, 특히 IP 기반 녹취 시스템의 성능 평가를 위해서 필수적이다.

실험 및 성능 평가를 통하여 VoIPTG를 이용한 VoIP 트래픽의 생성이 정상적으로 작동되는 것을 확인하였고 실제 네트워크 환경에서 패킷을 전송할 경우에 현재 네트워크 환경의 최대 전송속도를 고려하여 패킷을 전송할 때에 보다 안정적인 트래픽을 생성할 수 있다는 것을 확인하였다. 또한 IP 기반의 녹취 시스템의 성능평가나 VoIP 시스템의 구성요소들에 대한 성능평가, VoIP 시스템의 호 완료율 및 과부하 상태를 측정할 수 있었고 VoIP 서비스의 보급 확대 및 관련 기술을 확보할 수 있는 계기를 마련하였다. 무엇보다도 VoIP 시스템의 성능평가를 위해 필요한 인력 및 비용절감이라는 연구의 효과를 얻을 수 있었다.

#### 참 고 문 헌

- [1] <http://www.voip-forum.or.kr>, VoIP Forum Homepage.
- [2] 김재전, 정기주, 유일, 박득, 소순후, “콜센터 성과의 영향요인에 관한 연구,” 한국정보전략 학회지, 7권, 2호
- [3] <http://www.winpcap.org>, The Windows Packet Capture Library
- [4] <http://www.h323forum.org>, H.323 Forum Homepage.
- [5] IETF, “SIP: Session Initiation Protocol,” RFC 3261, June 2002.
- [6] 손민호, 김수희, 정인환, 김영웅, “VoIP망에서 IP기반 녹취 시스템 설계 및 구현,” 한국정보과학회 추계학술대회, 2005.
- [7] <http://www.ethereal.com>, Ethereal Homepage.
- [8] ITU-T Recommendation Q.931 (05/98) : “Digital Subscriber Signalling System No.1 (DSS 1)-ISDN User-Network Interface Layer 3 Specification for Basic Call Control.”
- [9] <http://www.itu.int/rec/recommendation>, H.225.0 : Call signalling protocols and media stream packetization for packet-based multimedia communication systems.
- [10] <http://www.itu.int/rec/recommendation>, H.245 : Control protocol for multimedia communication.
- [11] <http://www.microsoft.com/korea/technet/iis/prfrelmn.asp>, MS 성능 모니터링 관련 Homepage.
- [12] <http://analyzer.polito.it>, Analyzer homepage.
- [13] Mike Tanner, “Practical Queueing Analysis,” McGraw-Hill

정 인 환 (Inhwan Jung)

정회원



1984년 2월 한양대학교 원자력 공학과 학사

2000년 2월 한국과학기술원 정보및통신공학과 박사

1985년~1998년 삼성전자 시스템사업부 수석 연구원

2007년~2008년 University of

Colorado 방문 교수

2001년~현재 한성대학교 컴퓨터공학과 부교수

<관심 분야> 멀티미디어 통신, 분산 처리