

논문 2008-6-4

캐싱을 이용한 임베디드 IP PBX의 통화지연 개선에 관한 연구

Study on improvement of Performance of Call of IP PBX embeded using the Cashing Method

김삼택*

Sam-Taek Kim

요약 본 논문에서는 본사와 각 지점 간에 설치된 인터넷 사설교환기(IP PBX)의 통화지연시간을 단축하는 알고리즘을 개발하였다. 지사 PBX의 내부 메모리 내부에 주소저장 공간을 마련하고, 가장 많이 사용하는 전화번호를 저장하게 한다. 따라서 해당 IP PBX에 연결된 전화 단말기를 이용하여 원거리에 있는 IP PBX에 접속되어 있는 전화번호로 호를 시도 할 때 해당 주소를 검색하기 위하여 먼저 자신의 내부 메모리를 검색한다. 검색한 해당 전화번호가 있으면 해당 주소로 바로 전화를 가능하게 하여 본사와 설치된 IP PBX에 조회를 거치지 않게 함으로써 통화지연시간을 개선할 수 있도록 알고리즘을 개발하고 실험을 통하여 입증하였다.

Abstract In this paper, we proposed an algorithm that reduces call setup time between the IP PBXs installed in the main office and several branch offices. In the IP PBXs installed in branch offices, we prepare some internal memory spaces, and they keep the frequently used extension numbers and the corresponding IP PBX's addresses. In order to call an extension number registered to the other remote IP PBX from an extension number registered to the local IP PBX, the local PBX searches for the destined extension from its internal memory first. If the extension is found, then the local PBX uses its corresponding IP PBX address stored along with the extension, instead of making a query to the main office's IP PBX. By this technique, we could shorten the average call setup time and verified it by an experiment.

Key Words : IP PBX, IP Telephony, Memory Spaces

1. 서론

정보통신분야에 있어서 가장 친숙한 도구를 찾는다면 아마도 컴퓨터와 전화일 것이다. 많은 기업과 학교, 가정, 관공서에서 컴퓨터와 전화 기능을 통합해 효과적인 업무 처리와 음성통화를 하려는 시도가 일어남에 따라 인터넷을 이용한 전화통신이 등장하게 되었다. 이중 대표적인 것이 교환기의 호 제어 기술과 컴퓨터의 정보처리 기술이 결합한 CTI(Computer Telephony Integration)의 기술 영역에 속하는 인터넷 사설 교환기(IP-PBX)이다.[1]

인터넷폰이 각광을 받는 가장 큰 이유는 가격 경쟁력과 다양한 콘텐츠를 동시에 접할 수 있다는 것이다. 이는 이미 설치되어 있는 데이터 전송망을 인터넷 백본 망으로 그대로 활용할 수 있고, 패킷 전송 방식을 이용하기 때문에 통화 중 회선을 전송하는 기존 전화망보다 훨씬 효율적으로 망을 사용하여 통신 원가를 낮출 수 있기 때문이다. 그런 이유로 과거에는 장거리 전화용으로 그 활용범위가 지속적으로 증가 하였으나 현재는 PSTN전화를 대체하는 수단으로 사용 범위가 확대되고 있다.[2]-[3]

오늘날 정보통신 시대에 교환시스템의 중요성 또한 날로 더해가고 있다. 그런데 교환시스템은 하드웨어 · 소

*정회원, 우송대학교

접수일자 2008.10.1, 수정완료 2008.12.5

소프트웨어와 통신 프로토콜의 구현은 엄청난 기술적 노하우와 시스템의 통찰력을 요구하므로 웬만한 전문지식을 갖춘 엔지니어들조차도 통신 프로토콜의 실체를 파악하 기란 결코 쉬운 작업이 아니며, 이의 구현과정에서 또 다른 많은 어려움을 겪는 것이 현실이다.

지금까지 기업용 VoIP 시장의 확대로 IP-PBX 수요가 급증함에 따라 향후 5년간 연평균 30%씩 급성장할 것으로 예상되고 있으나, 국내 실정은 PSTN의 유지문제, 시내전화 번호이동 문제 등으로 100% VoIP IPT로의 이전이 어렵다. 따라서 PSTN을 충분히 수용하면서 IPT로 이전 가능한 IP-PBX 장비가 필요하나 기존에 연구된 내용은 단순 통신비 절감의 목적으로 게이트웨이 기능만을 수행하고 또한 본사에 설치된 IP-PBX의 주소 서버에만 전화번호가 등록되어 각 지점에 설치된 IP-PBX의 내부 메모리에 해당 지점에서 가장 빈번히 사용되는 전화주소를 저장하도록 하는 기능이나 각 지점에 변화된 가장 최신 IP PBX주소를 본사의 주소서버에 신규 또는 갱신하여 등록할 수 있는 기능의 연구가 이루어지지 않았다.

본 논문에서는 새로운 망의 구축 없이 기 설치된 LAN 혹은 인터넷으로 연결된 컴퓨터를 이용하여 전화교환 및 멀티미디어통신을 실현하기위해 PSTN을 충분히 수용하면서 IPT로 이전 가능한 임베디드 IP-PBX 시스템을 구현하였다. MPC8270 마이크로프로세서를 사용하여 100인 이하의 사용자가 함께 사용할 수 있는 시스템의 기능을 구현하고, 본 논문에서 구현한 IP PBX에 연결된 단말기 사이에서 보다 효과적으로 무료통화를 할 수 있을 뿐만 아니라 로컬 주소 서버가 설치된 본사 IP-PBX의 부하를 줄일 수 있는 방법을 구현하여 성능을 평가 하였다.

II. IP-PBX 시스템

본 논문에서 그림 1과 같이 인터넷 사설 전화교환기(IP-PBX)를 설계하였다. [4]-[5] 그림 1에서 보는 바와 같이 본 논문에서 디자인한 하드웨어는 그 기능과 역할에 따라 Processor Part와 Audio DSP Part, SLAC/SLIC Part, Ethernet Part, Power Part로 구분할 수 있으며, 5개의 게이트웨이 포트에 일반전화를 연결할 수 있도록 RJ11 포트를 사용하였으며, LAN과 WAN을 각각 한 포트씩 연결할 수 있도록 RJ45포트를 2개를 사용하였다. 중앙 처리 장치는 모토롤라에서 제작 Power PC계열의

50MHz의 처리속도를 가지고 있는 MPC8270, 450MHz를 사용하였다.

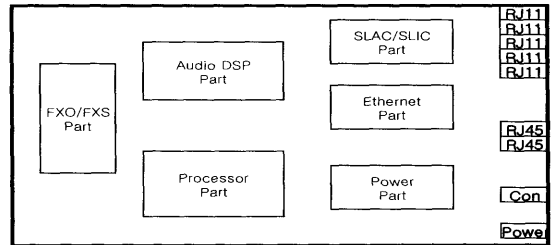


그림 1. 하드웨어 디자인 개념 블록도
Fig. 1. Conceptual block diagram of H/W design

1. Processor와 Ethernet 모듈

본 논문에서 구현한 MPC8270 주 프로세서와 Ethernet과의 관계를 그림 2에서 보는바와 같이 디자인 하였다. 초고속 통신망을 연결하는 WAN은 10Mbps 처리속도를 가진 LXT905를 사용하였고 내부망을 담당하는 LAN은 10/100Mbps를 동시에 사용할 수 있는 RTL8201을 사용하였다. 그리고 주 메모리로 사용하기 위하여 16Mbyte 용량의 SDRAM과 펌웨어 프로그램을 다운로드하기 위하여 4Mbyte의 용량의 FROM를 사용하였다.

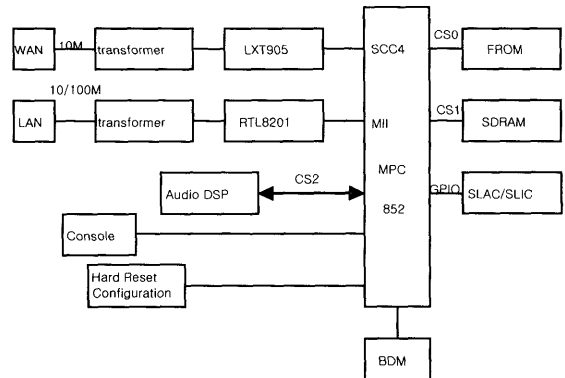


그림 2. Processor와 Ethernet 모듈 상세도
Fig. 2. Processor and Ethernet module spec.

2. Audio 모듈

오디오 패킷 프로세서 제어를 위하여 사용한 오디오 DSP 부의 구성도는 그림 3에서 보는 바와 같이 디자인 하였다.[6]-[8] 본 논문에서는 3개의 오디오 채널을 제어하기 위하여 Audio 패킷 프로세서로써 AudioCodes사에

서 개발한 2채널용 AC48802C와 1채널 제어용 AC48801C를 사용하였다. 본 프로세서는 외부에 128Kbytes용량의 메모리인 SRAM (CY7C1021V3-12Z)과 직접 연결하여 사용하며, 16.384Mhz 외부 클럭을 사용한다.

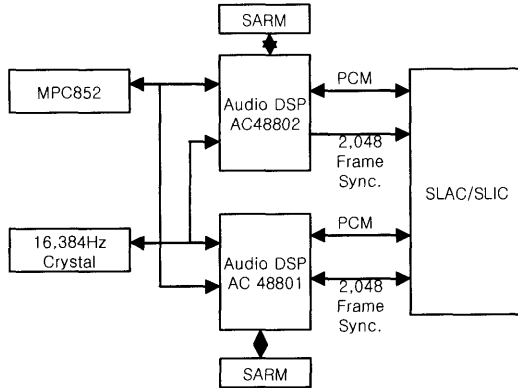


그림 3. Audio 모듈 상세도
Fig. 3. Audio module spec.

3. SLAC/RSLIC 모듈

디지털 오디오를 아날로그 오디오로, 아날로그 오디오를 디지털 오디오로 바꿔주기 위해서 그림 4와 같이 모토롤라사에서 만든 SLAC(MC14145480)과 인텔사에서 개발한 RSLIC(모델 AG1170-S)를 각각 2개씩 사용하여 VoIP폰을 연결할 수 있도록 하였다. 그리고 일반 전화(PSTN)을 연결하기 위하여 COIC(모델 AG2120-S)을 사용하였다. 따라서 SLAC은 RSLIC로부터 오디오 아날로그를 입력받아서 디지털로 변환하여 오디오 패킷 프로세서(AC48802C)에 전달하고 오디오 패킷 프로세서에서 출력된 오디오 디지털 신호를 아날로그로 변환하여 RSLIC으로 전달한다. 그림 5는 본 논문에서 디자인된 분산형 IP PBX 단말기 하드웨어의 실제 모습을 나타낸다.

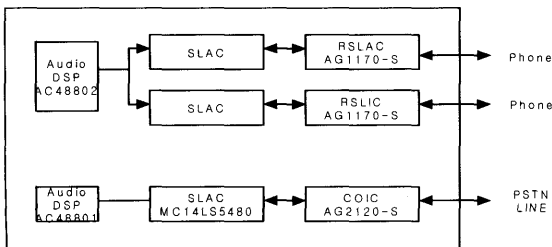


그림 4. SLAC/RSLIC 모듈상세도
Fig. 4. SLAC/RSLIC module spec.

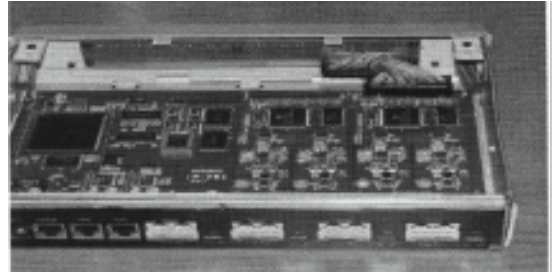


그림 5. 임베디드형 IP-PBX 하드웨어 모습
Fig. 5. Embedded IP-PBX.

4. FXO(Foreign exchange office),

FXS(Foreign exchange station) 모듈 설계

본 논문에서 개발한 임베디드형 IP PBX는 아날로그 전화선을 IP PBX에 연결하기 위하여 4포트를 한 모듈로 하는 FXO 모듈을 그림 6에서 보는 바와 같이 설계하여 내부에 설치하도록 하였으며, 또한 한 선 이상의 기존의 PBX를 VoIP 전화 시스템 또는 제공사에게 연결하는데 사용하기 위하여 FXS를 그림 7에서 보는바와 같이 설계하여 내부에 설치하였다.[9] 그리고 본 두 모듈은 4포트를 한 모듈로하여 최대 32채널까지 확장할 수 있도록 설계하였다.

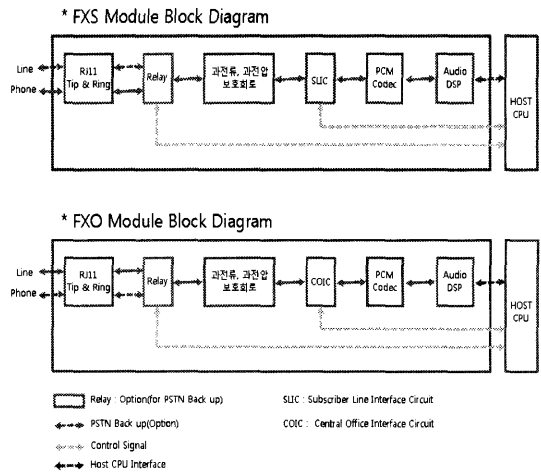


그림 6. FXO, FXS블럭 다이어그램 모듈
Fig. 6. FXO and FXS block diagram module

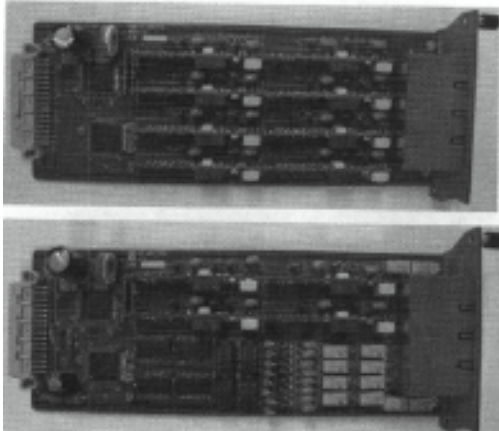


그림 7. FXO, FXS H/W 모습
Fig. 7. FXO and FXS H/W

III. SIP(Session Initiation Protocol)스택 구성

본 논문에서 구현한 인터넷 사설 교환기(IP PBX)시스템은 VoIP 콜을 연결하기 위하여 SIP(Session Initiation Protocol)프로토콜을 사용하였으며, 그림 8에서 보는바와 같이 구성하였다. SIP프로토콜 스택은 그림에서 보는바와 같이 5레벨로 구성되어 있다.[10]-[11] 기본적인 인터넷에 사용되는 프로토콜 위에 본 논문에서 구현한 단말기 환경구성정보(Configuration)를 등록하기 위하여 웹(Web)과 텔넷(Telnet) 프로토콜을 이용하여 구현하였다. 그리고 인터넷 사설 교환기를 위하여 사설 프로토콜을 아래의 IP-PBX를 정의하여 각 기능에 따라서 Master, Server, Client로 구분하도록 구현하였다. 그리고 ADD(Audio Device Driver)와의 보이스(Voice)데이터 통신을 위하여 RTP/RTCP 프로토콜을 구현하여 사용하였다.

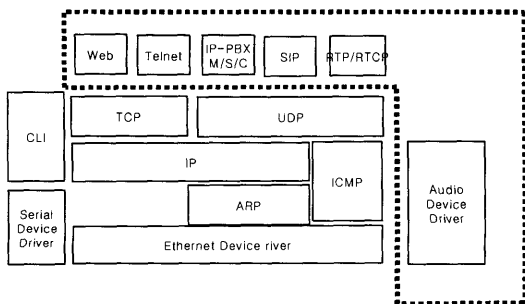


그림 8. SIP 프로토콜 구조도
Fig. 8. SIP protocol block diagram

IV. IP-PBX를 이용한 본지점간 직접 통화 알고리즘

1. 시스템 구성

본 논문에서 구현한 임베디드형 인터넷 사설 교환기를 이용한 본사와 각 지점들 간의 직접통화 알고리즘은 그림 9에서 보는 바와 같이 구성된다. 그림 9와 같이 본사에 설치된 IP-PBX의 내부 메모리를 4Mbyte를 어드레스 서버 공간으로 할당하였다. 그리고 각 지점에 설치된 IP-PBX에도 어드레스 저장 공간을 위하여 500Kbyte 정도를 할당 하였다. 따라서 본사에 설치된 IP-PBX의 주소 서버에는 각 지점에 설치된 IP-PBX의 최신 IP 주소가 기억되어 있으며, 각 지점에 설치된 IP-PBX의 내부 메모리에는 해당 지점에서 가장 빈번히 사용되는 전화주소를 저장하도록 하였다. 그리고 각각의 지점에서는 변환된 가장 최신 IP PBX주소를 반드시 본사의 주소서버에 신규 또는 갱신하여 등록할 수 있도록 하였다.

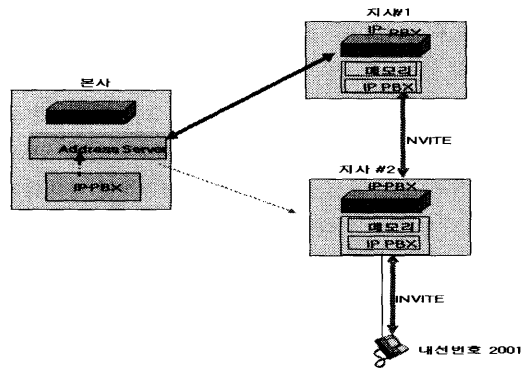


그림 9. 기존의 인터넷 전화 시스템
Fig. 9. previous telephony calling system

2. 내선 통화 알고리즘

본 논문에서 개발한 IP PBX를 이용한 내선 직접통화 알고리즘은 그림 10과 그림 11과 같다. 그림에서 보는바와 같이 먼저 지사 #1의 IP PBX에 연결되어 있는 전화기를 통하여 지사 #2의 IP PBX 해당 주소로 통화를 할 때에는 다음과 같은 알고리즘에 따른다.

- 가. 지사#1에 연결된 전화를 이용하여 지사#2에 연결된 내선 번호를 누른다.
- 나. 지사#1의 IP PBX는 해당 주소를 자신의 메모리에서 찾는다.
- 다. 자신의 메모리에 해당 주소가 있으면 IP PBX는 상대 IP PBX로 전화를 걸어 통화가 수행된다.

- 라. 만약 자신의 메모리에 해당 주소를 찾을 수 없다면
- 마. 본사의 어드레스 서버에 해당 주소를 문의 한다.
- 바. 본사 IP PBX는 주소 서버에 저장된 요청 주소를 전달한다.
- 사. 3번을 수행 한다.

3. 자신의 메모리 저장 주소를 저장하는 알고리즘

본 논문에서 구현한 알고리즘은 사용자가 내선 통화를 원할 때 상대 내선 전화 주소가 자신의 메모리에 저장되어 있을 확률을 높여 본사 IP PBX의 중앙처리 장치의 효율을 높이는 데에 그 목적이 있다. 따라서 본 논문에서는 그림 12에서 보는바와 같이 통화가 끝이 나면 해당번호를 자신의 메모리에 저장하는 방법으로 다음과 같은 알고리즘을 따른다.

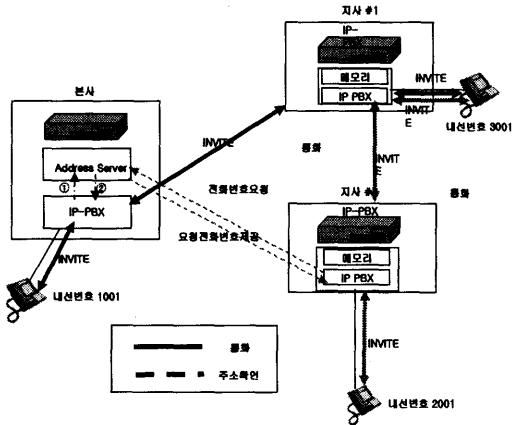


그림 10. 내선통화 알고리즘을 이용한 호 수행
Fig. 10. Calling process for local call algorithm

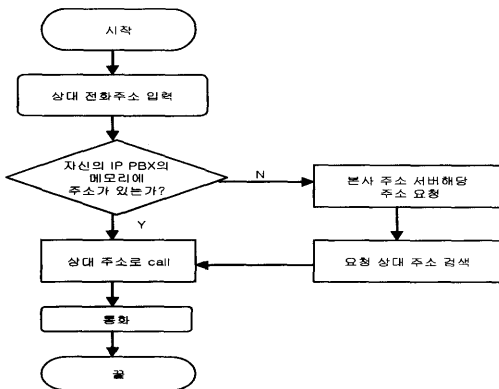


그림 11. IP-PBX를 이용한 내선 직접 통화 알고리즘
Fig. 11. Local direct call algorithm using P-PBX

- 가. 자신의 메모리에 저장 공간과 해당 전화 주소가 있는지 조사한다.
- 나. 기존에 저장되어 있다면 해당 전화 주소에 사용여부 태그에 +1를 하고 끝난다.
- 다. 저장되어 있지 않고 저장 공간이 없다면 자신의 메모리에서 각각 저장된 전화 주소의 사용태그를 조사하여 가장 사용빈도가 적은 전화 주소를 없앤다.
- 라. 해당 공간에 새로운 전화주소를 사용여부의 태그에 +1를 하여 저장한다.

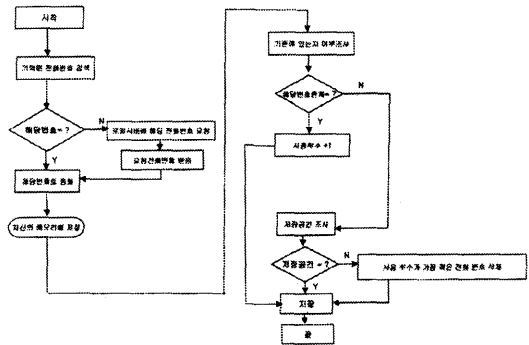


그림 12. 본지점간 직접 통화 시 해당 전화번호 찾고 저장하는 알고리즘
Fig. 12. Searching and saving algorithm between the main office and the branch office

4. 주소 변경 알고리즘

본 주소 변경 알고리즘은 본사를 중심으로 각 지사에 있는 설치된 IP PBX의 이동과 변경 등으로 인하여 주소가 변경되었을 때 변화된 주소를 효과적으로 본사의 IP PBX의 주소 서버에 등록하고 새롭게 갱신(up date)된 최신 주소를 각 지점의 IP PBX에 저장된 옛 정보와 바뀐 최신정보로 변경하여주는 알고리즘이다. 최신정보 갱신(Up Date) 알고리즘은 그림 13과 같이 다음 단계를 거쳐 이루어진다.

- 가. 각 지사에서 변화되는 주소를 본사의 IP PBX의 주소 서버에 알려 준다.
- 나. 본사의 IP PBX의 주소 서버는 새롭게 변화된 IP 주소를 DB에 보관 한다.
- 다. 로컬 서버는 새롭게 변화된 IP 주소만을 각 지점의 IP PBX에 알려준다.
- 라. 각 지점의 IP PBX는 자체메모리에 해당 주소가 저장되어 있는가를 조사한다.
- 마. 변경된 주소를 교환기에 저장한다.

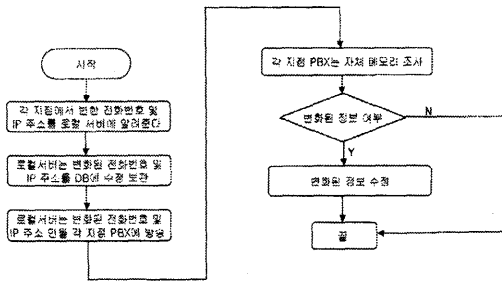


그림 13. 전화번호 변경 알고리즘
Fig. 13. Telephone number changing algorithm

V. 제안된 알고리즘 성능평가

본 논문에서는 주소 캐싱을 할 때와 그림 14같이 #1000에서 #2000으로 전화를 하기위하여 일반적으로 주소를 본사 IP PBX에서 문의하여 해당 주소로 전화를 했을 때와 지사 IP PBX의 자체 메모리에 저장되어 있는 주소를 가져와 통화를 할 때 그 속도를 측정하였다.

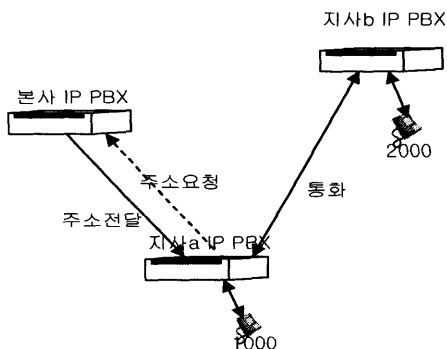


그림 14. 캐싱 통화 알고리즘
Fig. 14. Caching telephone call algorithm

먼저 일반적인 통화 알고리즘을 이용한 통화방법으로 그림 14에서 보는바와 같이 #1000에서 #2000으로 통화를 할 때 지사 a의 IP PBX는 본사 IP-PBX의 주소서버에 #2000의 주소를 문의한 후 전달받은 주소로 통화를 시도한다. 그림 14는 캐싱 알고리즘을 이용하는 방법으로 통화를 시도할 때 캐싱이 적용했다고 가정하고 지사 a PBX를 통해서 곧바로 지사 b의 IP PBX에 연결된 전화 주소로 통화를 시도한다. 이때 이 2개의 알고리즘에서의 통화 성능을 측정하였다.

VI. 실험 결과

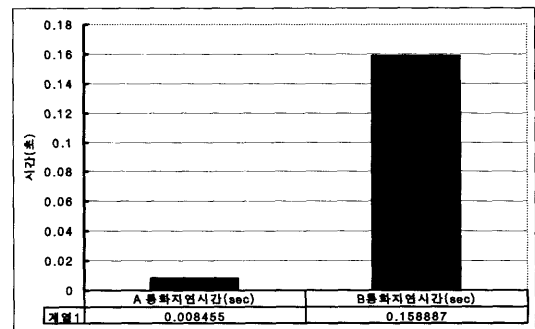
본 논문의 실험결과는 캐싱 알고리즘을 사용 했을 때와 주소 서버에서 주소를 받아 통화를 할 때의 시간을 측정하였다. 측정 결과로는 표1과 표2에서 보는 바와 같이 약 18배의 통화 시간절감 효과를 가져 올 수 있었다. 또한 100통화를 시도 했을 때 캐싱 적용률을 0%에서 매 10%마다 증가시켜 적용률을 100%까지 측정한 결과 그림 16에서 보는바와 같은 결과를 얻을 수 있었다. 그림에서 보는 바와 같이 캐싱의 적용률이 100%일 때는 자기 메모리에 해당 전화주소가 다 있을 때, 즉 주소 서버로 해당 전화 주소를 문의할 필요가 없을 때를 말한다. 따라서 적용률이 낮을수록 통화 지연시간이 점점 증가하는 모습을 볼 수 있다.

표 1. 캐싱 알고리즘을 이용한 통화지연시간
Table 1. Delay time of telephone call using caching algorithm

	측정시간
INVITE 수신	14:12:27 613536
INVITE 발신	14:12:27 621991
time deference	0.008455

표 2. 주소서버 알고리즘을 이용한 통화지연시간
Table 2. Delay time of telephone call using address server algorithm

	측정시간
INVITE 수신	14:13:57 070823
INVITE 발신	14:12:27 229710
time deference	0.158887



A: 캐싱 알고리즘을 이용 B: 주소서버 알고리즘을 이용
그림 15. 통화지연시간 차이

Fig. 15 Difference of delay time of telephone call

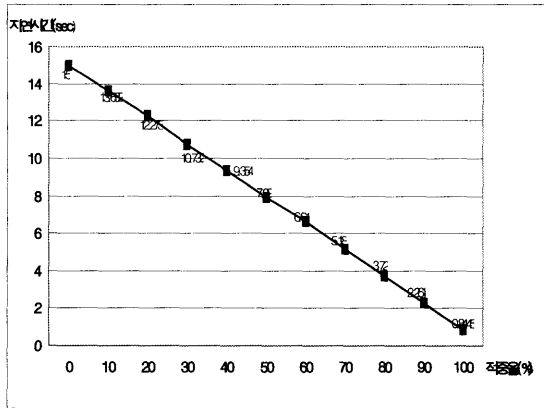


그림 16. 캐싱 적중률에 따른 통화지연시간 측정
Fig. 16 Delay time of telephone call as caching hit ratio

VII. 결론

본 논문에서는 인터넷 전화 시대의 도래를 맞이하여 지사와 본사 간에 설치된 IP PBX를 통한 통화 시 호 전달 시간과 네트워크의 부하를 감소시킬 수 있는 캐싱 알고리즘을 개발하여 실험을 실시하였다. 본 캐싱 시스템은 본사의 주소서버를 통하여 통신하던 방법을 지사에 설치된 IP PBX의 메모리 일부를 할당하여 빈번히 사용하는 전화 주소를 저장하여 사용할 수 있도록 한 것으로 통화할 때마다 본사의 주소 서버에 통화할 주소를 문의하지 않도록 함으로써 호 전달 지연시간을 줄여주고 전반적인 네트워크 부하를 줄일 수 있는 방법이다. 실험을 통하여 알 수 있듯이 캐싱을 하였을 때 통화 지연시간이 주소서버를 통했을 때보다 약 18배정도 빠름을 알 수 있었다. 또한 본 실험에서 100통화를 기본으로 통화를 실시하였을 때 캐싱의 적중률이 100% 일 때 최대 14.2초 정도 통화 지연시간을 절약할 수 있었으며, 또한 주소 서버 접근을 하지 않으므로 네트워크 부하도 줄일 수 있었다. 그러나 캐싱 적중률이 떨어질수록 통화 지연시간이 증가함을 알 수 있다. 따라서 본 논문은 정해진 양의 메모리에서 주소 적중률을 높일 수 있는 연구가 지속되어야 할 것이다.

참고 문헌

- [1] 유승선, 김삼택, 이성기 “VPN을 적용한 인터넷 전화 단말기의 설계에 관한 논문”, 한국통신학회논문지 v.30 no. 2A, pp.12-19, 2005.
- [2] 강신각, “국내 VoIP 서비스 현황과 주요 이슈”, VoIP 기술워크샵 및 포럼총회 (www.voip-forum.or.kr), 2007
- [3] 이성기, 유승선, 이명재 “VPN을 적용한 인터넷 전화 단말기의 성능평가에 관한 논문”, 한국통신학회 논문지 v.30 no 6A, pp.445-454, 2005
- [4] Allan Sulkin, PBX Systems for IP Telephony : Migrating Enterprise Communications, McGraw-Hill, April 2002.
- [5] 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.
- [6] Jon Davidson, “Voice over IP”, http://www.cisco.com/warp/public/3/kr/korean/whitep/voip/voip/voip_wp.html
- [7] SIP Working Group, ” <http://www.ietf.org/html.charters/sip-charter.html>
- [8] “Protocol & RFC & Internet Phone”, <http://www.nain.co.kr/study/study.htm>
- [9] Kostas TJ, Borella MS, Sidhu I, Schuster GM, Grabiec J, Mahler J, “Real-Time Voice over Packet-switched Networks”, IEEE Networks, vol.12 no. 1, pp. 18-27, April 1998
- [10] 유승선, 유기형, 임평중 “SIP프로토콜 스택을 기반으로 하는 분산형 IP PBX 단말기 설계”, 한국통신학회, v.31 no.4A, pp.377-384, 2006
- [11] B-ISDN 프로토콜 내장의 멀티미디어통신용 IP-PBX 시스템 구현, 한국해양정보통신학회, v.11 no.12 pp.2256-2264 2007

저자 소개

김 삼 택(정회원)



- 1985년 한남대학교 전자계산학과 학사 졸업
 - 1987년 중앙대학교 전자계산학과 석사 졸업.
 - 2005년 중앙대학교 컴퓨터공학과 박사학위
 - 1995년 3월 ~ 2007년 8월 우송정보대학 컴퓨터정보통신계열 교수.
 - 2007년 9월 ~ 현재 우송대학교 컴퓨터정보학과 교수
- <주관심분야 : 유/무선 네트워킹, VoIP, 모바일 컴퓨팅, ITS>