

VoIP 서비스를 위한 SIP 기반의 호 전환 설계 및 구현

정종기*, 김도현**

Design and Implementation of Call Transfer based on SIP Protocol for VoIP Services

Jong-Ki Jung* and Do-Hyeon Kim**

ABSTRACT

Recently, VoIP services are emerged as a serious alternative to the traditional telephony based on PSTN. This paper focus on implement of the call transfer using REFER method based on SIP for the VoIP supplementary service. First, when compared with the existed Also method and REFER method, REFER method has a short transfer delay. Also, we implement and verify the call transfer service using REFER method based on SIP.

Key Words : VoIP, SIP, call transfer

1. 서론

최근 인터넷의 급속한 보급으로 IP 기반의 서비스의 개발이 빠르게 진행되고 있다. 특히, 전화 회선망을 통한 음성전화 서비스를 대신하는 인터넷 기반의 음성 서비스가 개발되고 있다. 이 서비스를 IP 음성전화, IP 텔레포니 또는 VoIP(voice over internet protocol)라 불리며 널리 확산되고 있다. VoIP는 시내 전화 회선이나 전용선을 통해 인터넷에 접속한 후 전 세계 어디든지 원하는 지역과 통화가 가능하게 하고 있다. VoIP 서비스를 제공하는 시그널링 프로토콜에는 ITU의 H.323과 IETF(internet engineering

task force)의 SIP(session initiation protocol)가 대표적이다.

SIP는 전송 영역의 MMUSIC(multiparty multimedia session control) 워킹그룹에 속해있고 1999년 초 IETF에 의해 표준화되었다. SIP는 네트워크 세션들을 초기화, 변경, 그리고 종료하기 위해서 사용되는 응용계층 프로토콜이다[1]. SIP는 네임서버, 인증 서버 등의 기존 인터넷 서버들을 그대로 활용하면서 인터넷 전화를 위한 호 세션 설정, 유지, 관리에 관한 제반 절차를 다룬다. 인터넷 폰, 멀티미디어 회의와 같은 상호 멀티미디어 세션 등의 응용 서비스에 사용된다. SIP는 통합적 IETF 멀티미디어 구조의 일부이며 오디오, 비디오, 그리고 다른 데이터의 전송을 위한 RTP(real-time transport protocol)[2], 미디어 스트림 설정과 제어를 위한 RTSP(real-time streaming protocol)[3], 미디어 게이트웨이 제어를 위한 MGCP(media gateway control protocol), 그리고 H.248로 알려져 있는 MEGACO(media gateway Control), 멀티미디어 세션을 기술하기 위한 SDP(session eescription protocol)[4], 멀티캐스터

* 하이닉스반도체 제품개발센터
Development Center of Product, Hynix System IC Com.
** 제주대학교 통신·컴퓨터공학부, 첨단기술연구소
Faculty of Telecommunication & Computer eng,
Research Institute of Advanced Technology, Cheju Nat'l Univ.

세션을 알리기 위한 SAP(session announcement protocol), 자원관리와 멀티캐스트 주소 할당 프로토콜뿐만 아니라, 인터넷과 PSTN사이에 최상의 게이트웨이를 위치시키기 위한 TRIP(telephony routing over IP)를 포함한다.

SIP는 H.323과 달리 클라이언트-서버 기반 프로토콜로써 호 시도자가 상대방을 세션에 참석시키기 위해 호출하는 형태로 전개되는 프로토콜이므로 사용자 위치 파악, 세션설정, 세션 협상, 그리고 세션 참여자 관리 기능뿐 아니라 호 대기, 호 전환, 복음 등의 호 기능 동작과 관련된 부가적인 기능을 제공한다. 호 처리를 위하여 HTTP(hyper text transfer protocol)와 유사한 구문 형식 의미를 갖는 텍스트 기반 프로토콜을 사용하고 있다.

현재까지 ITU-T H.323을 위한 부가서비스는 H.450 프로토콜을 사용하여 체계적으로 정리가 되어 있고 실험 및 검증을 통해서 이미 부가서비스로 자리를 잡았지만 SIP가 제공하는 부가서비스는 아직 체계적으로 정리되어있지 않은 실정이다. 현재 IETF에서는 호 전달, 사용자 위치 서비스, 버디 리스트(buddy lists), 그룹 초대, 호 전환(call transfer) 등의 부가 서비스에 대해 표준화가 진행 중에 있다. 특히, 사용자가 수신가능 상태가 아닌 경우 제 삼자에게 호를 전달하는 호 전환 서비스를 제공하기 위해 Also 방식이 제시되었다. 그러나 IETF에서는 Also 방식의 호 전환은 검증되었지만 여러 가지 문제점이 많이 도출되어 최근에 REFER 방식을 이용한 호 전환 방안이 제시되고 있다.

본 논문에서는 REFER 방식과 기존 Also 방식에 대한 성능을 비교 분석하고, SIP의 호 전환 서비스를 제공하기 위한 REFER 방식을 구현하고 검증한다. 먼저 두 방식을 비교하여 기존 Also 방식에 비해 REFER 방식은 호 절차가 간단하고 지연시간이 적은 장점을 갖고 있는 것을 알 수 있다. 더불어 호 전환 서비스를 제공하기 위하여 클라이언트 브랜치, 호 제어 상태 전이도 등을 중심으로 REFER 방식을 설계하고, 콜롬비아대학의 CINEMA의 sipua 모듈을 이용하여 REFER 방식의 호 전환 서비스를 구현하고 테스트베드를 구축하여 검증한다. 서론에 이어 2 장에서는 SIP의 기본 개념과 호 전환 서비스에 대해 고찰하고, 3 장에서는 SIP 기반의 호 전환 서비스를 제공하는

Also 방식과 REFER 방식에 대한 전송지연을 분석한다. 4 장에서는 SIP 기반의 REFER 방식을 이용한 호 전환 서비스를 구현하고 검증한다. 마지막으로 5 장에서 결론을 맺는다.

II. SIP 기반의 호 전환 서비스

VoIP 서비스를 제공하기 위해 SIP는 인터넷 멀티미디어 회의, 인터넷 전화 호 설정 및 통신, 멀티미디어 분배 등을 지원하는 미디어 서비스와 IP 음성전화 서비스를 포함하고 있다[5]. Fig. 1은 인터넷 스트리밍 미디어와 인터넷 음성전화를 위해 사용되는 프로토콜의 구조를 나타내고 있다 [2]. 기존 전화망과는 달리, 인터넷 음성전화 서비스는 패킷 교환 프로토콜의 범위에서 만들어진 다. Fig. 1에서 SIP는 TCP나 UDP 상에서 전송되고 신뢰성이거나 비 신뢰성 스트림을 전달한다. 이에 반해 H.323은 신뢰성 있는 전송 프로토콜을 사용한다.

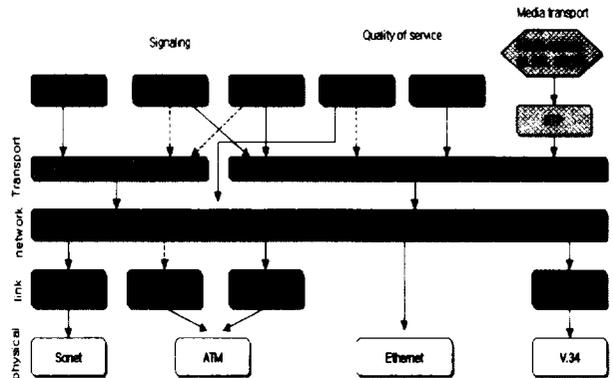


Fig. 1. Protocol architecture for VoIP services

H.323은 ITU-T의 표준 중 하나로서 다양한 인터넷 전화서비스가 제공되고 있으나, SIP에 비해 복잡하고 인터넷 환경에서의 확장성과 다른 인터넷 프로토콜과의 통합성이 떨어진다. SIP가 H.323에 비하여 많은 장점을 가지고 있다. 일반적인 SIP는 Fig. 2와 같이 동작한다.

SIP의 호 설정은 Fig. 3과 같이 이루어진다. SIP 세션은 TCP와 비슷한 3 way 핸드셰이크 절차를 사용한다[6-8]. Fig. 3에서 클라이언트 A가 클라이언트 B와 VoIP 세션을 설정할 때, A는 B에게 INVITE(1) 요청을 보낸다. 이 INVITE 메시

지는 B와 설정을 원하는 세션기술을 포함하는 페이로드를 가진다. 호 설정에 관한 VoIP 세션 기술은 오디오 부호화 형태에 관한 정보를 포함하는 IP 오디오 데이터를 이용한다.

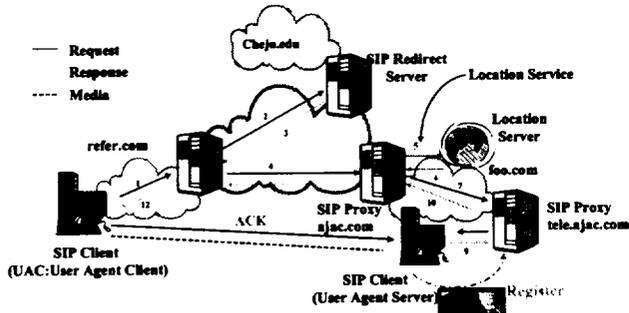


Fig. 2. Basic operation of SIP

인터넷에서 VoIP를 위한 SIP는 통화 중 대기, 통화 중 착신전환, 부재중 안내 서비스, 호(call) 예약, 메시지 알림서비스, 호 전환 서비스 등 다양한 부가서비스를 지원한다. 그리고 SIP는 사용자의 위치를 알려주는 presence 서비스, 화상회의, MSN 메시저와 같은 인스턴스 메시징, 무선 단말의 이동성 지원, 전자상거래 등의 응용 서비스에 이용되고 있다.

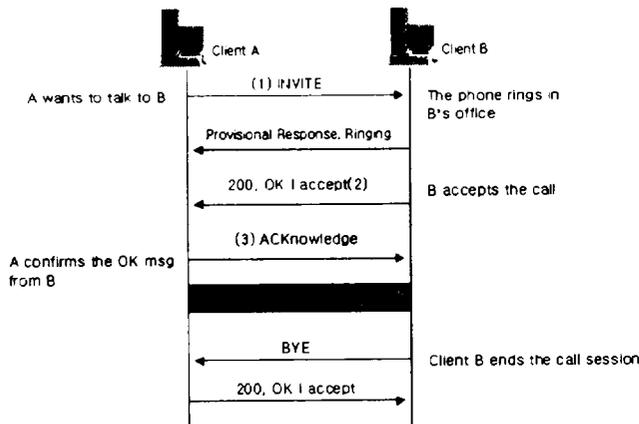


Fig. 3. Setup of SIP session

SIP에서 사용하는 다자간 호, 호 전환 등과 같은 음성전화 서비스의 모델은 H.323과 Q.931과 다른 음성전화 구조를 갖고 있다[9]. SIP는 요청

방법을 이용하여 서비스들을 생성시키며, INVITE, BYE, OPTIONS의 세 가지 형태가 있다. 또한, SIP는 Also와 같은 헤더 필드를 이용하여 호 전달 및 사용자 위치 서비스, 버디 리스트, 그룹초대, 호 전환 등의 서비스를 제공하고 있다.

호 전환 서비스는 호 전달하려는 사용자가 수신가능 상태가 아닐 경우 제 삼자에게 호를 전달하는 서비스이다. 이때 운영자(operator)는 수신측이 호를 감지하기 전에 다른 주소로 호를 전달할 것을 지시한다.

호 전환 서비스를 제공하는 방식에는 헤더 필드를 이용하는 Also 방식과 메시지를 전달하는 REFER 방식이 있다. Also 방식은 INVITE 메시지의 Also 헤더를 사용하여 호 전환을 한다. Fig. 4에서 Also 헤더를 이용한 호 흐름을 보여주고 있다. 그림에서 INVITE 메시지의 Also헤더의 주소로 호가 전달되고 있다.

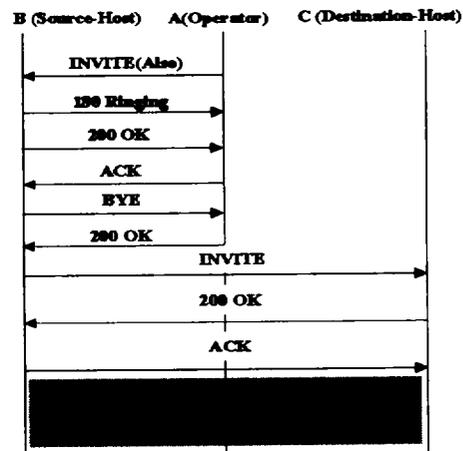


Fig. 4. Call transfer using the Also header

REFER 방식은 초기에는 TRANSFER 메시지를 이용하였으나, 나중에는 REFER 메시지로 이름을 바꾸었다. 이 방식은 Also헤더 대신 REFER 메시지를 사용함으로써 구현의 복잡성 및 호 절차를 줄이고 용이하게 전송되는 상태를 관리할 수 있다. REFER 메시지는 IETF 기고서에 제안되었으며 향후 다양하게 적용될 것이다. Fig. 5에서 REFER 메시지의 호 흐름을 나타내었는데 REFER 메시지는 A가 수신 불가능상태에 있을 경우 A가 REFER 메시지를 보내면 B에서는 REFER

메시지의 Refer-To 헤더정보를 보고 Refer-To의 주소로 INVITE를 하여 B와 C간에 통화가 이루어진다. 만일 수신측의 에이전트가 REFER 요청을 받고 Refer-To 헤더 주소로 연결을 원한다면 202 수락 응답이 송신측으로 보내진다. 만일 요청 메시지 중에서 Refer-To 헤더가 하나 이상이 존재하면 400 Bad Request를 돌려준다. 또한 Referred-By 헤더가 하나 이상이 존재하더라도 400 Bad Request 메시지를 전달한다.

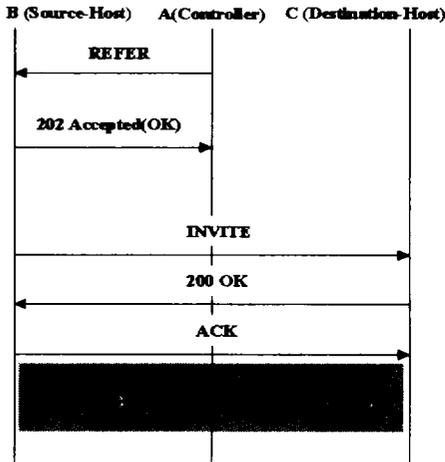


Fig. 5. Call flow of the REFER method

III. REFER와 Also 방식의 비교 분석

본 장에서는 Also 방식과 REFER 방식을 전송 지연 측면에서 성능을 비교한다. 호스트 간의 링크속도를 T1급인 1.5Mbps로 정하여 각 방식의 메시지의 전송지연을 수치적으로 해석하여 비교한다. 그리고 전체 메시지 전송지연을 계산하기 위해 메시지의 $D_{t_{msg}}$ (전달지연)과 $D_{t_{proc}}$ (처리지연), 그리고 링크지연을 고려한다. Fig. 6에 각 지연에 대하여 나타내고 있다.

전체적인 메시지의 지연 계산식은 다음과 같다. 여기서 $D_{t_{frame}}$ 은 링크 지연을 나타낸다.

$$D_{total} = D_{t_{proc}} + D_{t_{proc}} + D_{t_{frame}} \quad (1)$$

그리고 $D_{t_{frame}}$ 의 계산식은 다음과 같다.

$$D_{t_{frame}} = \frac{Packet\ size \cdot Message\ size}{Link\ speed} \quad (2)$$

그런데 Also 방식과 REFER 방식은 메시지의 수가 Also 방식이 훨씬 많으므로 초기 전송 지연의 차이가 작으나 점차적으로 증가한다. 그리고 각 메시지의 크기를 정하기 위해서 실험 결과로 나온 메시지들의 크기를 구하여 링크지연시간을 계산한다.

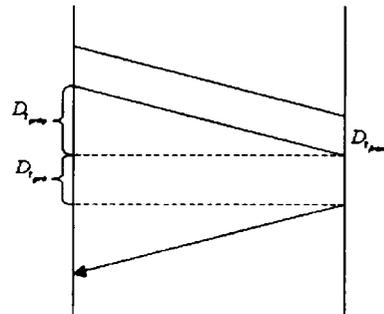


Fig. 6. Transfer delay factor

Table 1에서 각 방식별 헤더들의 크기 및 링크지연 시간 그리고 최종 두 방식의 링크지연 비 및 전체 전송 지연 비를 구함으로써 Also 방식보다 REFER 방식이 대략 3배정도 전체 메시지 크기, 링크지연, 전송지연이 줄어드는 것을 확인할 수 있다.

Table 1 Comparison of message size and transfer delay on Also method and REFER method

	Also method			REFER method		
	message	size	delay	message	size	delay
message size	INVITE	514byte	2.7ms	REFER	368byte	2.1ms
	180	311byte	1.7ms	202	366byte	2.1ms
	200	517byte	2.8ms			
	ACK	258byte	1.4ms			
	BYE	330byte	1.8ms			
	200	517byte	2.8ms			
total message size		2447byte	13.2ms		773byte	4.2ms
delay ratio	3.14			1		
total delay ratio	$6(D_{t_{msg}} + D_{t_{proc}}) + 3.14$			$2(D_{t_{msg}} + D_{t_{proc}}) + 1$		

N. REFER 기반의 호 전환 서비스 구현

일반적으로 SIP는 사용자 에이전트(user agent), 네트워크 서버로 구성된다. VoIP 서비스를 제공하기 위해 사용자 에이전트는 UAS(user agent server)와 UAC(user agent client)로 나누어진다. UAC는 SIP의 요청을 초기화하여 처리하고, UAS는 SIP의 응답하는 역할을 수행한다. 네트워크 서버는 프락시 서버와 리다이렉트 서버로 구성되는데, 전자는 호 요청을 다른 SIP 서버에 전달하는 역할을 수행하고, 후자는 다른 서버의 주소 등을 포함한 정보를 클라이언트에게 알려주는 역할을 한다. 본 논문에서는 SIP 기반의 호 전환 서비스를 REFER 방식을 구현하기 SIP 서버/클라이언트를 포함하는 콜롬비아대학의 CINEMA (Columbia internet extensible multimedia architecture)의 sipua 모듈을 이용하고 있다.

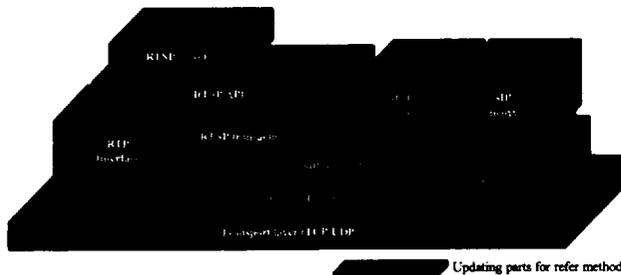


Fig 7. Software module for REFER method in CINEMA

Fig. 7은 SIP 기반의 음성 서비스를 제공하기 위한 콜롬비아대학 CINEMA의 sipua의 구조이다[10]. 이 구조에서 REFER 방식의 호 전환 서비스를 구현하기 위해서는 Fig. 6에서 SIP UA, SIP 트랜잭션, 클라이언트 브랜치 부분에 기능을 추가한다. 여기서 가장 낮은 전송계층인 TCP/UDP에서 일반적인 표준 소켓 인터페이스를 사용하고, REFER와 같은 다양한 HTTP 메시지를 파싱한다. 그리고 RTSP 트랜잭션은 미디어 세션에 대한 상태를 유지하고 SIP 트랜잭션은 유출 호와 유입 호에 관하여 수행한다. SIP 사용자 에이전트 라이브러리는 트랜잭션계층을 사용하고 호 제어 상태머신을 수행한다.

SIP 트랜잭션은 Call-Id, To, From, 그리고 CSeq SIP 헤더와 SIP 요청 URI에 의해 식별된다. 단일 트랜잭션은 요청과 그에 대한 응답과 재전송을 수행한다.

클라이언트 브랜치는 응답을 받고 재전송과 타임아웃 등을 처리한다. Fig. 8은 RFC2543 SIP에 기반한 클라이언트 브랜치에 대한 상태머신을 보여준다. 초기 상태에서 새로운 클라이언트 브랜치가 생성할 경우 요청을 보낼 IP주소를 찾고, 위치를 발견하지 못할 경우 즉시 부모 트랜잭션 객체로 404 응답을 보낸다. 만일 위치가 발견되면 SIP 요청을 그 주소로 보내고 재전송 요청 상태로 이동한다.

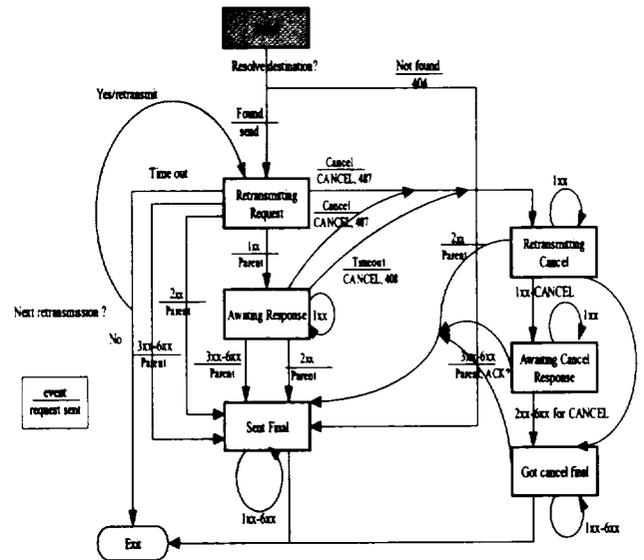


Fig. 8. SIP Client branch state machine

SIP/SDP 기반에서 REFER 방식의 호 전환 서비스를 위한 멀티미디어 호 제어상태는 Fig. 9와 같다. 여기서 제어상태는 SIP INVITE, ACK 그리고 BYE 메시지를 이용한다. 그리고 Fig. 9에서는 SIP CALL_REFERSENT 상태를 두어 REFER 메시지를 INVITE, BYE 메시지들과 구분하여 실행시킨다.

SIP 기반의 호 전환 서비스를 제공하기 위해 윈도우 환경에서 콜롬비아대학의 CINEMA의 sipua 소프트웨어를 설치하고 VC++6.0 컴파

일러를 이용하여 구현한다.

Fig. 10에서는 호 전환 서비스를 제공하기 위한 주요 프로그램 흐름도를 보여주고 있다. 이 흐름도에서 호 전환을 처리하기 위해 REFER 방식을 추가하고 있다. 여기서 초기 화면에서 REFER 명령어와 주소를 입력할 경우 다른 호가 실행되고 있는지를 확인하고, Self URL을 포맷하고 목적지 URL과 요청 URL을 읽는다. 다음으로 새로운 미디어 세션을 성립하고 Refer_Initiate(dest,src,final_dest) 함수를 사용하여 호를 초기화한다.

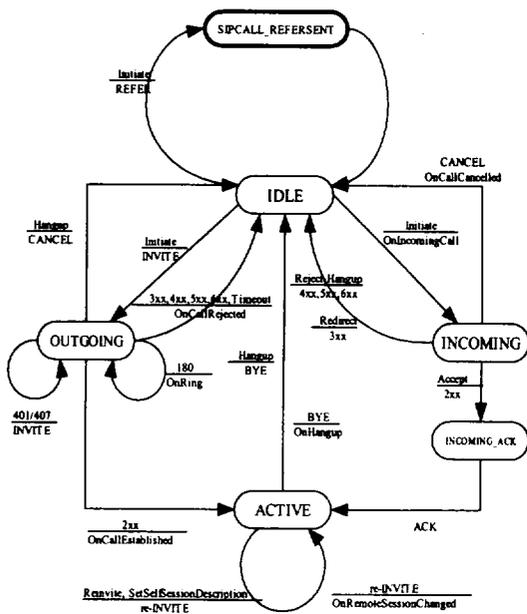


Fig. 9. Call control state machine for REFER Method

Fig. 11에서 보는 바와 같이 SIP 기반의 호 전환 서비스를 실험하기 위해 컴퓨터 H1과 H2에는 REFER 방식의 호 전환 기능을 갖고 있고, 컴퓨터 H3에는 호 전환 기능을 추가하지 않은 환경을 구성하였다. 컴퓨터 H1에서 H2로 REFER 메시지를 보내면 H2에서는 202 OK 응답을 H1에게 보내고, REFER 메시지를 받은 컴퓨터 H2는 H1의 Refer-To 헤더값을 읽어 최종목적지인 H3으로 INVITE 메시지를 보낸다. 성공

적으로 전송이 이루어지면 컴퓨터 H3은 200 OK 응답함으로써 호가 생성되고 H2와 H3은 통화가 이루어진다.

Fig. 12에서 보는 바와 같이 컴퓨터 H1에서 수신이 불가능할 경우 API로부터 초기화를 하고 이 REFER 메시지를 원격지(Remote) 컴퓨터 H2로 보낸다.

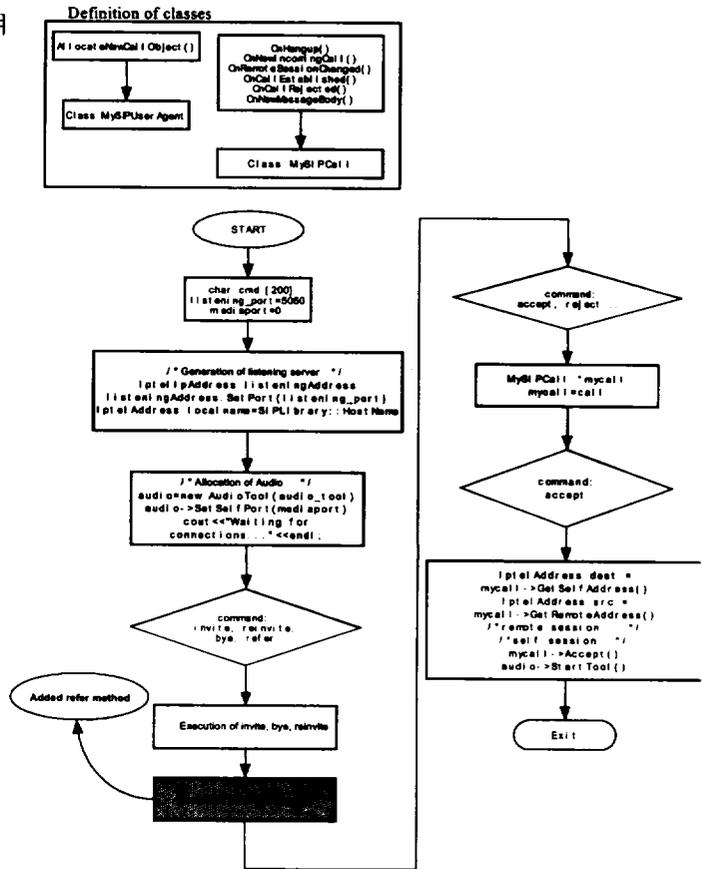


Fig. 10. Main flowchart

Fig. 13와 같이 컴퓨터 H2(This)는 REFER 메시지가 수락하고 응답메시지(202 OK)를 컴퓨터 H1(Remote)에게 전달한다. 그리고 H2는 수락하고 Refer-To헤더의 값에서 최종 목적지인 컴퓨터 H2 주소를 읽은 다음 INVITE 메시지를 전달

하기 위한 초기화 과정을 수행한다.

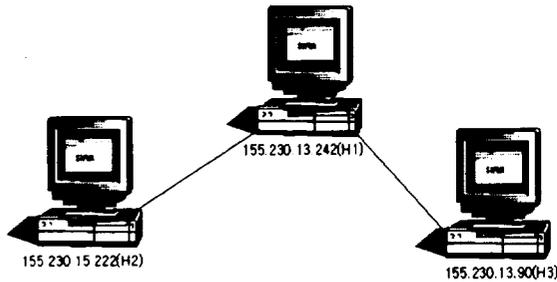


Fig. 11. Testbed configuration

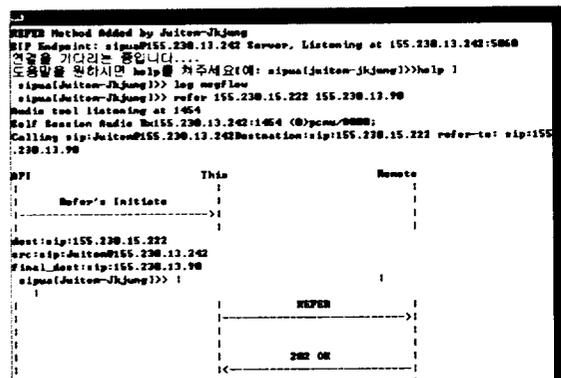


Fig. 12. Call flow of REFER Request

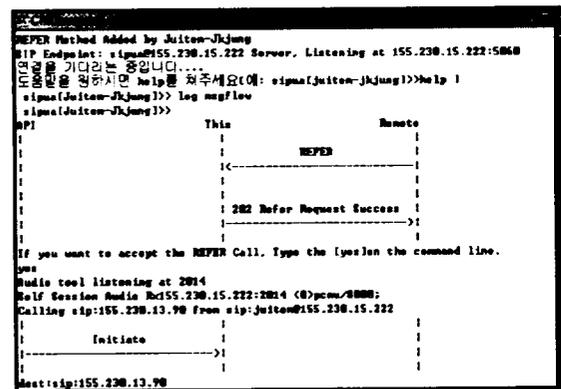


Fig. 13. Call flow of REFER accept message and INVITE initiate part

Fig. 14에서는 컴퓨터 H2에서 최종목적지인 컴퓨터 H3로 INVITE 메시지를 전달하는 호

청 과정을 보여주고 있다. 컴퓨터 H3은 200 OK를 응답으로 컴퓨터 H2와 호가 성립한다. 이와 같은 실험으로 컴퓨터 H1이 수신이 불가능할 경우 컴퓨터 H2와의 호를 컴퓨터 H3로 바꾸는 호 전환 서비스를 검증한다.

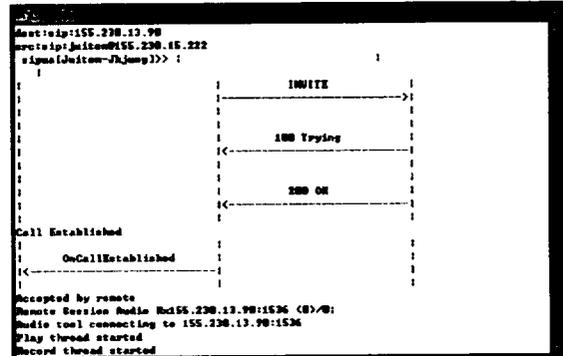


Fig. 14. Call flow of INVITE request and call establishment

V. 결론

최근 PSTN의 전화 서비스에서 인터넷을 이용한 VoIP 서비스에 대한 개발이 활발하게 진행되고 있다. 특히 SIP를 이용한 VoIP는 패킷 기반의 음성 서비스뿐만 아니라 통화 중 대기, 통화 중 착신전환, 부재중 안내 서비스, 호 예약, 메시지 알림서비스, 그리고 호 전환 서비스 등 다양한 부가서비스가 개발되고 있다. 따라서 본 논문에서는 SIP의 호 전환 서비스를 제공하기 위한 REFER 방식과 기존 Also 방식에 대해 전송 지연 측면에서 비교 분석하고, SIP 기반의 호 전달 서비스를 제공하는 REFER 방식을 설계하고 구현한다. 먼저 REFER 방식과 기존 Also 방식을 비교한 결과에서는 기존 Also 방식에 비해 REFER 방식은 호 절차가 간단하고 지연시간이 적은 장점을 갖고 있는 것을 알 수 있었다. 그리고 호 전환 서비스를 제공하기 위하여 콜롬비아대학의 CINEMA의 sipua 모듈을 이용하여 REFER 방식의 호 전환 서비스를 구현하고 테스트베드를 구축하여 검증하였다.

참고문헌

- 1) H.Schulzrinne and J.Rosenberg, 2000, The Session Initiation Protocol: Internet-Centric Signaling, IEEE Communications Magazine, Vol. 38, No. 10, pp. 134-143.
- 2) Henning Schulzrinne and Jonathan Rosenberg, 1999, Internet Telephony: architecture and protocols - an IETF perspective, Computer Networks, Vol. 31, No. 3, pp. 237-255.
- 3) Kundan Singh and Henning Schulzrinne, 2000, Unified Messaging using SIP and RTSP, IP Telecom Services Workshop, Atlanta, Georgia.
- 4) M.Handley, V.Jacobson, 1998, SDP: Session Description Protocol, Request for Comments 2327, Internet Engineering Task Force.
- 5) M.Handley, H.Schulzrinne, E.Schooler and J.Rosenberg, 1999, SIP: Session Initiation Protocol, Request for Comments 2543, Internet Engineering Task Force.
- 6) <http://www.cs.columbia.edu/IRT/cinema/doc/sipd.html>
- 7) Inmaculada Espigares del Pozo, 1999, An Implementation of the Internet Call Waiting Service using SIP, Master's thesis at Helsinki University of Technology and Polytechnic University of Valencia.
- 8) Fredrick Thernelius, 2000, SIP, NAT, and Firewalls, ERICSSON.
- 9) Henning Schulzrinne, Jonathan Rosenberg, 1998, Signaling for Internet Telephony, Technical Report CUCS-005-9, Columbia University, Dept. of Computer Science.
- 10) Wenyu Jiang, Jonathan Lennox, Sankaran Narayanan, Henning Schulzrinne and Kudan Singh, 2001, Towards Junking the PBX: Deploying IP Telephony, Port Jefferson, New York.