

특 집

VoIP를 위한 라우팅 기법

신용태*, 김기영**

● 목 차 ●

1. 서론
2. VoIP 출현배경
3. VoIP의 정의 및 망구성
4. LAN 환경의 VoIP
5. WAN환경의 VoIP
6. VoIP를 위한 라우팅 기법
7. 결론

1. 서론

1830년대 전화의 발명은 원거리간에 음성으로 통신을 가능하게 하였으며 20세기말 들어와서는 통신 기술과의 접목으로 인류의 문화에 많은 변화를 가져왔다. 이러한 전화망은 전 세계를 연결한 유일무이한 망으로 계속해서 진화해 왔다. 또한 사용자는 음성뿐만 아니라 전화망을 이용하여 데이터를 전송할 수 있는 패시밀리의 개발로 인해 원격지와 음성, 데이터를 전송하는 것에 대해 더 이상 불편한 것을 느끼지 못하게 되었다.

1980년대 후반 일부 연구소에서 사용하던 인터넷이 웹(WWW: World Wide Web)을 통해 일반 대중에게 인식되면서 이러한 구도는 조금씩 변화를 맞게 된다. 웹의 출현로 인하여 인터넷 사용자는 점차 증가하면서 확장되었고 기존 전화망과 같이 전 세계를 연결하는 데이터통신망으로 성장하게 되었다. 초기 데이터 전송만을 고려하여 설계된 인터넷은 급속한 통신기술의 발전에 따라 많은 대역폭을 필요로 하는 음성, 영상을 전송할 수 있는 멀티미디어망으로 진

화하게 되어 현재에 이르렀다.

본고에서는 이러한 멀티미디어망으로 진화하게 된 인터넷망을 통하여 기존의 전화서비스를 제공하고 있는 VoIP(Voice Over IP)기술을 위한 라우팅 기법에 대하여 기술하고자 한다.

2. VoIP의 출현배경

인터넷의 폭넓은 보급은 기업과 가정이 전화망 외에 인터넷망을 추가로 필요로 하게 되었고 결과적으로 통신비용을 증가를 초래하였다.

따라서 전화망과 데이터망을 통합하려는 시도가 시작되었는데, 기존 전화망을 인터넷으로 대체하여 추가적인 망 유지비용을 줄일 수 있는 기술이 VoIP이다[1]. 또한, 기존 전화 사용자의 주된 관심사였던 전화비용, 특히 시외, 국제전화의 비용의 부담을 줄일 수 있고 전화 설치비를 전혀 지불할 필요가 없기 때문에 전화대신 사용할 경우 기업이나 가정에서 통신비용을 획기적으로 줄일 수 있게되었다.

3. VoIP의 정의 및 망구성

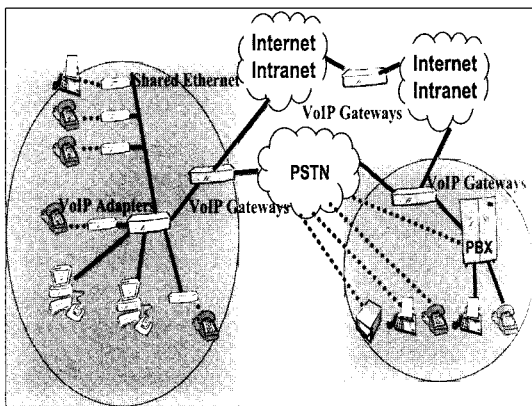
VoIP는 인터넷의 IP계층을 사용하여 음성을 전송

* 숭실대학교 컴퓨터학부 조교수

** 숭실대학교 컴퓨터학부 박사과정

하는 기술을 말하며 다른 용어로 인터넷 전화 (Internet Telephony)와 혼용되어 사용된다. 그러나, 이 두 용어의 의미는 엄격하게 보면 차이가 있는데 VoIP는 아날로그의 신호를 디지털신호로 변환한 후 패킷으로 구성하여 IP망인 인터넷을 통해 수신측까지 전달하는 것을 의미하지만 인터넷 전화는 IP망뿐만 아니라 음성과 팩스테이터를 전송할 수 있는 모든 망(ATM, Frame Relay등)에서 기존 전화망에서 제공하는 서비스를 지원하는 것이다. 따라서 음성서비스를 전화망이 아닌 인터넷망에서 사용하는 경우에는 의미의 차이 없이 이 두 용어는 동일하게 사용되고 있다.

VoIP의 기본적인 망구성은 인터넷과의 연결은 물론 기존 PSTN과 연결될 수 있다. 회사의 규모가 큰 경우는 인트라넷과 PSTN, PBX와도 연결하여 구성할 수 있다. 자세한 구성은 (그림 1)과 같다.



(그림 1) VoIP 망구성

LAN기반에서의 VoIP 망구성은 근거리 내에서 사용하는 경우로 기존의 LAN구성과 같이 라우팅 기술이 필요 없다. 물론 여러 개의 LAN이 상호 연결될 경우는 기존 LAN에서 사용되는 라우팅 기술이 필요하다. 한 건물에서 VoIP를 사용하는 경우에는 기존의 네트워크에서 제공하는 라우팅 프로토콜을 사용하여 수행할 수 있다.

WAN규모의 망들이 연결되는 환경에서는 수신자까지의 최단 경로를 제공할 수 있는 라우팅 기법이 필요하다. VoIP의 라우팅을 고려할 때는 먼저 다음과 같은 세 가지 방식을 고려해야 한다.

▶ 방식 1 : PC-to-PC

컴퓨터간의 전화 통화의 경우를 의미한다. 이 경우에는 IP와 전화번호의 변환이 필요 없다.

▶ 방식 2 : PC-to-Phone¹⁾

컴퓨터와 전화간의 통화를 의미한다. 이 경우에는 PC의 IP와 전화번호의 변환이 필요하며 기존 전화의 라우팅 정보를 처리해주어야 한다. 기존 LAN에서 지원하지 않는 호(Call) 처리기능도 필요하다.

▶ 방식 3 : Phone¹⁾-to-Phone²⁾

전화와 전화간의 통화를 의미한다. 인터넷을 통해 연결되는 경우로 방식 2와 같은 기능이 필요하다.

현재 가장 보편적으로 사용하는 VoIP는 PC-to-PC 방식이다. 즉 기존의 전화망과의 연동은 지원하지 않고 음성 아날로그 데이터를 디지털 데이터로 변환하고 패킷화하여 전송하는 방법이다. 따라서 기존의 라우팅 기법을 사용하여 응용프로그램을 구현할 수 있다.

방식 2와 3에 해당하는 PC-to-Phone과 Phone-to-Phone을 지원하는 VoIP는 IP와 전화번호의 라우팅 정보를 처리하는 라우팅 프로토콜이 필요하다. 다음 장에서는 망의 구성에 따라 필요한 라우팅 프로토콜을 방식별로 알아보겠다.

4. LAN 환경의 VoIP

LAN환경에서 VoIP를 구성하는 경우 PBX (Private Branch Exchange)없이 LAN환경을 이용하여 음성을 사용할 수 있다. PC의 경우 사운드카드와 LAN카드

1) 일반전화기
2) VoIP 어댑터가 설치된 전화

를 설치하면 소프트웨어를 이용하는 것만으로 VoIP를 이용해서 음성을 송, 수신할 수 있다. 기존 전화를 PC대신 사용하는 경우는 VoIP어댑터를 설치하여야 한다.

LAN환경의 경우에도 여러 서브넷으로 구성되는 경우에는 라우팅을 위해 라우터가 필요하지만 PC-to-PC환경의 VoIP를 위해 기존 라우터에 추가해야 할 라우팅 프로토콜은 없다.

5. WAN 환경의 VoIP

PSTN을 제외한 서로 다른 AS(Autonomous System)들과 연결되어 있는 환경에서 PC-to-PC 방식에서는 기존 라우팅 프로토콜 외에 필요한 라우팅 프로토콜은 없다. 물론 네트워크의 대역폭 관리와 연결을 요청하는 호에 대한 제어가 필요하지만 라우팅의 영역은 아니다. PSTN이나 PBN과 연결되는 PC-to-Phone, Phone-to-Phone 경우에는 연결 지점에 VoIP를 지원할 수 있는 게이트웨이가 필요하다. 기능은 기존 게이트웨이의 역할인 프로토콜 변환과 라우팅 기능을 제공하지만 VoIP를 지원하기 위한 추가 프로토콜이 필요하다. (VoIP를 지원하기 위한 추가 프로토콜을 지원하는 게이트웨이를 'VoIP 게이트웨이'라고 한다). [그림 1]과 같이 WAN과 WAN, WAN과 PSTN사이에는 VoIP 게이트웨이가 설치되어야 한다. VoIP 게이트웨이는 IP망에 대한 라우팅 정보 수집과 PSTN의 스위칭 정보를 수집하여 2개의 망에 대한 라우팅을 모두 수행하는 기능을 한다. 다음 장에서는 VoIP에서 지원하는 IP망과 PSTN간의 라우팅을 위한 프로토콜에 대해 알아보도록 하겠다.

6. VoIP를 위한 라우팅 기법

VoIP의 라우팅은 발생한 전화의 호를 목적지까지 전달할 수 있는 게이트웨이를 선택하는 것이다. 즉 목적지가 전화인 경우 IP망을 통과해서 목적지 전화

기와 가장 가까운 PSTN에 연결된 VoIP 게이트웨이(이하 게이트웨이라고 한다.)를 선택해야 한다. 이때 디렉토리 서비스를 이용, 전 세계의 전화번호를 검색하여 전달 가능한 게이트웨이의 주소 선택하는 방법을 고려할 수 있지만은 검색해야 할 전화번호의 규모가 매우 크기 때문에 불가능하다. 따라서 게이트웨이간에 자신이 연결 가능한 정보를 상호교환하고 부분적으로 연결을 확보한 후 다시 다른 ITAD(IP Telephony Administrative Domain)의 게이트웨이와 정보를 교환하고, 최종적으로 전화의 호를 정보교환을 통해 확인한 게이트웨이들을 통해 전송하여 목적지 전화가 연결된 PSTN에 가장 인접한 게이트웨이까지 연결하는 라우팅 기법이 필요하다[3].

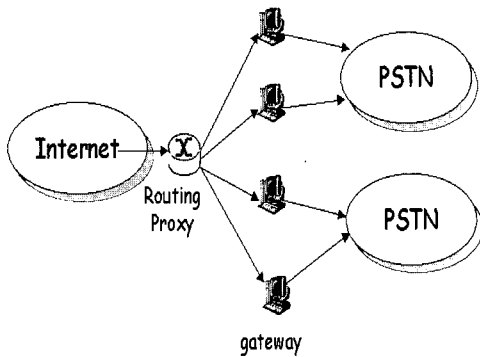
이 방법은 사업자별로 자신의 게이트웨이가 연결 가능한 전화번호와 관련 호 경로에 대한 데이터베이스를 생성할 수 있기 때문에 디렉토리 서비스를 구축해야 할 단일 데이터베이스가 분산될 수 있다. 이를 지원하기 위해서는 인터넷과 전화망의 라우팅 정보를 유지하고 교환할 수 있는 프로토콜이 필요하다. 현재 IETF의 iptel 워킹그룹에서는 IP망과 전화망의 라우팅을 지원할 수 있는 프로토콜을 연구, 표준화를 진행하고 있으며 TRIP(Telephony Routing over IP)가 이것에 해당된다. TRIP은 PC와 목적지 전화까지 도달 가능한 경로 정보를 전달하기 위한 프로토콜로 도메인간 프로토콜인 BGP-4[3]를 기반으로 설계되었으며 OSPF[4]처럼 연결상태 기능을 개선하였다. TRIP은 신호 처리 프로토콜과 독립적으로 동작 되도록 설계하였기 때문에 H.323[5]나 SIP[6]와 같은 프로토콜의 라우팅 프로토콜로도 사용될 수 있다.

6.1 동작

6.1.1 Peering Session 설정과 유지

TRIP의 기능을 담당하는 서버를 LS(Location Server)라고하며 라우팅정보 교환을 수행한다. LS는 다른 LS와 라우팅 정보를 교환하기 위해 TCP 연결을 이용하여 *Open* 메시지를 교환한다. 이후 각 LS의

기능을 협상하고 연결에 필요한 정보를 교환한다. 인접 peer들의 동작상태를 확인하기 위해 주기적으로 *KeepAlive* 메시지를 전송한다. 연결 종료 시 *Notification* 메시지를 전송한다. TRIP의 구성은 (그림 2)와 같다.



(그림 2) TRIP의 구성

6.1.2 데이터베이스 교환

연결 설정 후 최초 한번만 LS에 저장되어 있는 전체 라우팅 테이블 정보를 교환하고 TRIP 라우팅 테이블이 변경되었을 경우에만 변경된 라우팅 정보만을 교환하는 방식으로 주기적인 라우팅 정보 갱신은

수행하지 않는다. 따라서 LS는 계속해서 모든 라우팅 정보를 유지해야 한다.

BGP와 마찬가지로 TRIP는 내부, 외부 peer를 구분한다. ITAD내에서 내부 TRIP는 데이터베이스 갱신을 전달하기 위해 링크상태(link-state)를 사용한다. 외부적으로 TRIP는 점-대-점통신을 사용하여 데이터베이스 정보를 교환한다.

6.1.3 TRIP 경로 전달

경로는 목적지 주소와 어플리케이션 프로토콜 (H.323, SIP, etc.)로 구성된다. TRIP 경로는 두 LS간에 Update 메시지로 수행된다.

LS가 다른 peer에게 라우팅 정보를 제공할 수 있는 방법은 세 가지가 있다.

- 1) Update 메시지에 제거할 경로 속성을 포함한다. 따라서 이 경로와 관련된 목적지는 사용할 수 없다는 것을 표시한다(부분 삭제).
- 2) 도달가능 경로 속성에 동일한 목적지 집합으로 경로를 대체한다(갱신).
- 3) 사용하지 않는 외부 peer에 대해 LS-to-LS연결을 종료하는 방법으로 묵시적인 방법이다(모

<표 1> TRIP의 구성

용 어	정 의
TRIB Telephony Routing Information Base	LS가 연결 가능한 전화번호의 데이터 베이스
ITAD IP Telephony Administrative Domain	단일 관리 권한의 제어 하에 있는 네트워크. 최종 사용자는 ITAD의 고객
Less/More Specific Route	Y까지의 경로가 모두 X를 경유하는 경우 Y가 더 확정된 경로임을 지정
Peers	논리적인 관계를 공유하는 LS를 의미한다. LS들이 동일한 ITAD에 있는 경우 내부 Peer라고 한다. 그렇지 않은 경우는 외부 Peer이라고 한다. 두 Peer 사이의 논리적 관계는 Peering session으로 정의
TRIP Telephony Routing Information Protocol	TRIP는 여러 개의 프로토콜에 대한 라우팅 테이블을 관리하는데 사용될 수 있다. 전화의 목적지에 도달가능, 경로에 대한 속성을 알리는 기능
TRIP 목적지	TRIP에서 목적지는 주소의 집합과 어플리케이션 프로토콜로 구성

두 삭제).

전체 패킷의 길이는 3-4096byte 사이의 값을 갖으며 Type 필드의 내용은 <표 2>와 같다.

6.1.4 전화 라우팅 정보 기반

LS내의 TRIB는 Adj-TRIBs-In, Loc-TRIB, Adj-TRIBs-Out으로 구성된다. 각각의 TRIB의 내용은 다음과 같다.

Adj-TRIBs-In: 수신되는 Update 메시지를 통해 구축한 라우팅 정보로 경로 선택 시 사용한다. 도메인 내의 LS들은 외부 LS와 내부 LS로부터 수신한 정보를 각 LS가 독립적으로 Adj-TRIBs-In을 유지하기 때문에 한 peer의 Update 메시지가 다른 LS에게 받은 경로에 영향을 미치지 않는다.

Adj-TRIBs-In: Adj-TRIBs-In의 전화 라우팅 정보에 지역 라우팅 정책을 적용하여 LS가 선택한 라우팅 정보이다.

Adj-TRIBs-Out: 외부 peer에게 광고하기 위해 선택한 정보로 Adj-TRIBs-Out에 적재된 라우팅 정보는 LS의 Update 메시지를 통해 전달된다.

6.2 메시지 형식

각 메시지는 고정 길이의 헤더를 가지며 헤더내의 메시지 Type 필드를 이용하여 포함된 메시지의 형식을 지정한다. TRIP에서 사용되는 메시지는 Open, Update, Keepalive, Notification 메시지가 있으며 각각의 메시지 형식과 기능은 다음과 같다.

6.2.1 TRIP 헤더

모든 메시지의 헤더부분에 공통으로 사용되는 메시지 헤더로 (그림 3)과 같다.

1 2 3 4 5 6 7 8	1 2 3 4 5 6 7 8	1 2 3 4 5 6 7 8	1 2 3 4 5 6 7 8
Length		Type	

(그림 3) TRIP 헤더 형식

필드는 헤더를 포함한 메시지 길이를 표시하는 Length와 Type 필드로 구성된다.

<표 2> TRIP헤더의 Type필드 정의

Type	메시지의 형식
1	Open
2	Update
3	Notofocation
4	Keepalive

6.2.2 Open 메시지

TRIP는 트랜스포트 프로토콜을 연결한 후 Open 메시지를 송수신간에 전달한다. 수신한 Open 메시지를 허용할 경우 Keepalive 메시지를 전송하여 연결을 유지한다. 패킷형식은 (그림 4)와 같다.

1 2 3 4 5 6 7 8	1 2 3 4 5 6 7 8	1 2 3 4 5 6 7 8	1 2 3 4 5 6 7 8	1 2 3 4 5 6 7 8	1 2 3 4 5 6 7 8	1 2 3 4 5 6 7 8	1 2 3 4 5 6 7 8
Version		Reserved		My ITAD			
TRIP Identifier							
Hold Time				Optional Parameters Len			
Optional Parameters(variable)							

(그림 4) OPEN 메시지의 패킷 구성

Open 메시지가 승인되면 Update, Keepalive, Notification 메시지가 교환되게 된다. 고정 크기의 TRIP 헤더에 추가하여 Open 메시지는 다음과 같은 필드를 갖으며 각 필드의 용도는 <표 3>과 같다.

<표 3> Open 메시지의 필드 정의

필드명(octet)	의미
Version(1)	메시지의 프로토콜 번호
My ITAD(2)	송신자의 번호
Hold Time(2)	Hold Timer(sec)
TRIP Identifier(4)	동일 ITAD내의 LS 구별자
Optional Parameters Length(2)	Optional Parameters의 길이

6.2.3 Update 메시지

Update 메시지는 경로정보를 갱신, 제거하는 두

가지 기능을 제공한다. Update 메시지는 (그림 5)와 같으며 TRIP 헤더에 추가하여 사용하기 때문에 Update 메시지의 최소길이는 11 바이트이다.



(그림 5) Update 메시지의 패키지 구성

또한 경로간의 속성목록을 전송하는 경우에 사용한다. 속성은 attribute type, attribute length, attribute value로 구성된다.

6.2.4 Keepalive 메시지

Keepalive 메시지는 Hold Timer에 지정한 시간 내에 peer간에 교환된다. Keepalive 메시지의 최대 주기는 수십 초이며 Open 메시지의 Hold Timer 필드를 이용하여 연결 초기에 송수신자간에 협상이 가능하다.

6.2.5 Notification 메시지

Notification 메시지는 에러가 발생한 경우 전송되며 Notification 메시지 전송 후 TRIP 트랜스포트 연결은 즉시 종료된다. Notification 메시지의 에러코드는 <표 4>와 같다.

<표 4> 에러코드

코드	의미
1	Message Header Error
2	Open Message Error
3	Update Message Error
4	Keepalive
5	Hold Timer Expired
6	Finite State Machine Error
7	Cease

7. 결론

VoIP를 위한 라우팅 기술인 TRIP에 대하여 알아보았다. VoIP에서의 라우팅 앞서 언급했듯이 PSTN

의 라우팅 정보와 게이트웨이의 상태정보 수집 기능을 제공하여야 한다. 하지만 현재 표준화된 프로토콜은 없는 실정이다. 기존의 SIP(Session Initiate Protocol), H.323의 RAS(Registration, Admissions, Status)를 이용하여 위의 2가지 기능을 수행할 수 있지만 불필요한 정보교환이 발생하고 기능이 복잡하다는 문제점이 있다. TRIP는 정보교환의 횟수를 줄이고 기능을 단순화하여 기존 프로토콜의 문제점으로 지적된 부분을 해결하였고 PSTN의 라우팅 정보와 IP망의 라우팅 정보를 효율적으로 수집하고 유지할 수 있다. 따라서 현재 인터넷초안(Internet Draft)으로 제안되어 있지만 아직 표준이 없다는 점과 기존 프로토콜의 문제점을 보완했다는 점에서 VoIP의 표준 라우팅 프로토콜이 될 가능성이 높다고 할 수 있다.

향후 VoIP라우팅 기술은 인터넷망이 자체적으로 콜 승인(Call Admission)을 지원하지 않기 때문에 대역폭 관리 기능을 지원하는 QoS라우팅 기법의 연구가 활발히 진행될 것이다.

참고문헌

- [1] <http://www.cs.stir.ac.uk/~sdc/voip>
- [2] J. Rosenberg and H. Schulzrinne, "A Framework for a Gateway Location Protocol," IETF Internet Draft, draft-ietf-iptel-gwloc-framework-03.txt, Jun. 1999.
- [3] Y. Rekhter and T. Li, "A Border Gateway Protocol4 (BGP-4)," IETF RFC 1771, Mar. 1995.
- [4] J. Moy, "Open Shortest Path First Version 2," IETF RFC 2328, Apr. 1998.
- [5] ITU, "Visual Telephone Systems and Equipment for Local Area Networks which Provide a Non-Guaranteed Quality of Service," Recommendation H.323, Telecommunication Standardization Sector of ITU, Geneva, Switzerland, May 1996.

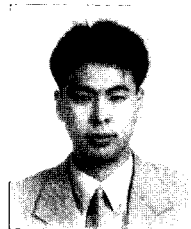
- [6] M. Handley, H. Schulzrinne, E. Schooler, and J. Rosenberg, "SIP: Session Initiation Protocol," IETF RFC 2543, March 1999.

저자약력



신 용 태

한양대학교 산업공학과 학사
Univ. of Iowa 컴퓨터학과 석사
Univ. of Iowa 컴퓨터학과 박사
Michigan State Univ. 전산학과 전임강사
1995. 3-현재 숭실대학교 컴퓨터학부 조교수
관심분야: 멀티캐스트, 그룹통신, Mobile-IP
e-mail : shin@comp.ssu.ac.kr



김 기 영

1996년 상지대학교 전자계산학과 학사
1997년 삼보정보통신 기술연구소
1997년 숭실대학교 컴퓨터학과 석사
현재 숭실대학교 컴퓨터학과 박사과정
관심분야: 멀티캐스트, 실시간프로토콜
e-mail : ganet89@kingdom.ssu.ac.kr