

컴퓨터 네트워크 망에서 음성/데이터 통합 서비스를 위한

네트워크 망 설계

*엄기복[○], **조경룡 **여 현

*POSDATA, **순천대학교 정보통신공학과

Design of Network Topology for voice/data integrated Services to Computer Network

*Ki-Bok Eom[○], **Kyung-Ryong Cho, **Hyun Yoe

*POSDATA, **Dept. of Computer&Communication Eng. Suncheon National University

요 약

VoIP는 Packet Network(ATM, xDSL, Frame Relay, Cable Network)망을 이용하여 음성데이터를 전송 하는 기술로서 PSTN을 통해 음성데이터를 전송하는 것보다 비용절감의 효과가 크다. 본 연구에서는 최적의 VoIP 서비스 제공을 위한 음성/데이터 통합 네트워크 망을 설계하기 위하여 IP와 ATM을 이용한 서로 다른 2개의 망을 설계하여 지연과 Routing 정책, Traffic 추가 후 지연현상에 대하여 살펴보았다. 지연은 순수한 VoIP 망을 구성 할 경우 8-10ms, VoIP+ATM으로 망을 구성 할 경우 2ms로 나타났고, 라우팅 정책(RIP, IGRP, OSPF 적용)에서는 IP 또는 IP+ATM으로 망을 구성 할 경우 RIP는 25ms, IGRP는 22ms로 나타났고, OSPF를 이용할 경우 14ms로 평가되어 OSPF를 이용한 라우팅 정책을 설정하는 것이 바람직하다고 볼 수 있다. 결론적으로 본 연구의 결과 VoIP망을 구성 할 경우 IP+ATM을 기반으로 구축하면 보다 더 효과적인 인터넷 망을 구성할 수 있음을 확인하였다.

제 1 장 서론

우리가 편리하게 사용하고 있는 인터넷은 필요한 정보만 제공해 주는 단순한 기능에서 벗어나 많은 부담을 가지고 사용하고 있는 전화서비스를 무료 또는 매우 저렴한 비용으로 이용할 수 있게 하고 있다. 본 논문에서는 IP와 ATM를 이용하여 음성과 데이터를 통합하는 네트워크 망을 설계하고 효과를 검증하기 위하여 성능평가를 실시하였다. VoIP는 다른 서비스 보다 효율적인 라우팅과 저렴한 통신비용 그리고 다양한 멀티서비스를 제공한다. 그러므로 IP를 기반으로 하는 인터넷망에서 Quality of Service를 제공하기 위해서는 다양한 큐잉 기법, RSVP와 같은 대역폭 확보방안등이 필요하지만 가장 기본적인 것은 네트워크 망 설계이다. 즉, IP를 이용하는 인터넷 망은 Best effort 서비스만 제공할 뿐이지 end-to-end를 위한 최고 품질의 서비스 또는 차별화

된 서비스를 제공할 수 없기 때문이다. 본 논문에서는 VoIP 망에서 IP만을 적용할 경우와 access/distribute 계층은 IP를 사용하고, 인터넷 백본(Core)은 ATM을 사용할 경우(IP+ATM)를 상호 성능평가 하였다.

제 2 장 VoIP 네트워크 설계

2.1 음성/데이터 통합 망 용량 산정

본 연구에서는 IP를 이용한 음성/데이터 통합 망과 IP+ATM를 이용한 음성/데이터 통합 망을 설계하고 성능평가를 실시하기 위하여, 먼저 IP만을 이용한 망 구축에서 사용하는 라우터는 150,000 packets/sec를 지원하도록 하고, IP+ATM를 망에서 사용하는 IP/ATM 스위치장치는 1000,000 packets/sec를 지원하도록 설계하였다.

2.2 Packet loss and packet latency

VoIP에서는 사용자가 수화기를 들고 로컬 루프가 연결된 장치로 오프 후크 상태 신호를 보내게 되면, 세션 애플리케이션이 다이얼 톤을 보내고, 사용자가 전화번호를 다이얼 할 때까지 대기하다가 사용자가 번호를 다이얼 하면, 세션 애플리케이션이 그 번호를 차례대로 기억한다. 그리고 번호가 다이얼 플랜 맵퍼를 통하여 IP 호스트로 맵핑이 되고, IP 호스트는 수신전화번호로 직접 연결하거나 PBX로 연결을 한다. 이러한 과정에서 발생하는 것이 패킷 손실과 패킷 지연이다. 본 연구에서는 packet voice 네트워크에서 end-to-end의 효율적인 음성전달을 위하여 망과 망간의 전파지연을 고려하였다. 즉, 망과 망간에는 45Mbps 대역폭을 제공하여 3ms이하의 지연이 발생하도록 설계하였다. 망과 망간 지연이 발생하면, 음성 프레임이 매 20ms 간격으로 샘플링 되는 packet voice 환경에서 VoIP 패킷(20바이트 IP 헤더, 8바이트 UDP헤더, 12바이트 RTP헤더, 20바이트 페이로드)은 UDP를 사용하기 때문에 재전송 기능이 없어 정보 손실이 발생하게 된다.

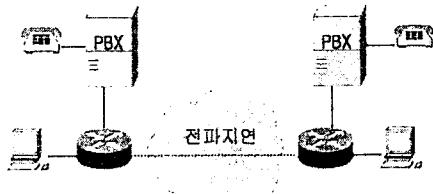


그림 2-1 망과 망간의 전파지연

2.3 Voice 튜닝

Voice 튜닝을 하는 목적은 레이턴시, 지터, 총 지연등을 효과적으로 처리하도록 하는데 있다. ITU-T 권고 G.113에서는 개별적인 손상 요소들의 합계인 총 손상값(total impairment value) Itot에 대하여 정의를 하였다.

$$I_{tot} = I_o + I_q + I_{dte} + I_{dd} + I_e$$

I_o : 최적 상태가 아닌 총 라우드니스 등급에 의해 발생

하는 손상을 가리킨다.

I_q : PCM 방식 수량화 왜곡 현상에 의해 발생하는 손상을 가리킨다.

I_{dte} : 대화자 에코에 의해 발생하는 손상을 가리킨다.

I_{dd} : 긴 단방향 전송 시간에 의해 발생하는 음성 통신 장애를 가리킨다.

I_e : 연결에 사용되는 특수한 장비, 특히 비-파형 낮은 비트 속도 CODEC에 의해 발생하는 전송 손상을 가리킨다.

음성/데이터 통합을 위해 설계한 통신장비(PBX, IP/ATM 스위치, VoIP 라우터)는 각각의 인터페이스(E&M)에 gain을 조절할 수 있도록 설계되어 있습니다. 기본적으로 gain조절은 PBX에서 하게 되지만 PBX가 GAIN을 조절할 수 없다면, gain은 VoIP 라우터나 IP/ATM 스위치에서 설정적업을 해야 합니다. 기본적으로 VoIP 라우터의 특정한 포트에서는 -6dB에서 14dB의 손실이 발생할 수 있으며, 기본적으로 1/0 gain과 감쇠는 0로 설정되어 있다. 그러나 gain을 적절하게 조절할 수 있는 가장 좋은 방법은 레퍼런스 -dB 값을 생성할 수 있는 톤 생성기를 사용하는 것입니다.

제 3 장 VoIP를 이용한 음성/데이터 통합 네트워크 디자인

음성이 데이터 네트워크를 통해 전송되는 과정은 다음과 같다. ㉠ 음성을 패킷화하고, 기입자별(Channel)로 원래 사용된 대역폭인 64kbps를 8kbps로 압축하는 과정에서 패킷의 유형에 따라 약간씩 다른 오버헤드가 추가된다. ㉢ 패킷화된 음성은 라우터로부터 WAN 구간을 경유해 전달하는데, WAN 구간의 망은 ATM, 프레임 릴레이 또는 HDLC가 될 수 있다. ㉣ VoIP의 경우, 프레임 릴레이 망을 경유해 전송될 경우 VoIP 패킷이 다시 프레임 릴레이 패킷으로 캡슐화(Encapsulation) 돼 전송되는데 이것을 VoIP over FR라고 말한다. 이처럼 VoIP 패킷이 프레임 릴레이 패킷으로 캡슐화 되면 프레임 릴레이 해더 만큼의 오버헤드가 추가된다. ㉤ 수신측 라우터 CPE(Customer Premises Equipment)로 전송되기 전에 원래 신호(64kbps)로 복원된다. ㉥ 수신측 라우터에서 CPE로 전송된다.

3.1 IP only

IP만을 이용한 음성/데이터 통합 네트워크망을 구성하기 위해서는 라우터, Voice 게이트웨이, PBX, Phone 등이 필요하다(그림 3-1). 먼저 3개의 지사가 본사로 접속을 시도한다고 고려하자. 지사에는 PBX와 Voice 게이트웨이를 연결하고 Voice 게이트웨이는 라우터와 연결한다. 라우터는 본사 라우터와 T3로 연결한다. 보편적으로 Voice Gateway는 디지털 스위치, PBX, 공공전화망등과 직접 연결이 되어 IP/패킷 네트워크를 통하여 음성트래픽을 전달하거나 스위칭 한다.

Gateway는 H.323 규정을 지원하며, G.723.1 음성 코덱을 지원하도록 설계 하였다. G.723.1은 전체적인 H.324 계열 표준의 일부로서, 아주 낮은 비트 속도로 멀티미디어 서비스의 음성이나 다른 오디오 신호 요소들을 압축하는데 사용할 수 있는 압축기법을 규정하고 있다. 이 종류의 코더에는 5.3kbps와 6.3kbps의 두가지 비트 속도가 관련되어 있다. 6.3kbps의 비트 속도는 MP-MLP(Multipulse, multi-level quantization)기술에 기초한 것으로 품질이 더 뛰어나며, 5.3kbps의 비트 속도는 CELP(Code Excited Linear prediction)에 기초한 것이다.

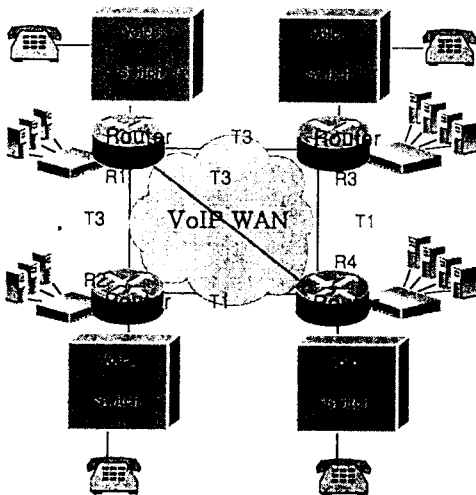


그림 3-1 IP를 이용한 음성/데이터 통합 망

3.2 IP+ATM

IP+ATM을 이용하여 음성과 데이터망을 통합하기 위하여 효과적인 네트워크망을 구축하기 위해서는 ATM 스위치, Voice 게이트웨이, PBX, Phone등이 필요하다(그림 3-2). IP만을 이용할 경우 ATM 스위치가 필요 없지만 IP+ATM망을 구축하기 위해서는 ATM 스위치가 필요하다. 물론 ATM 스위치는 Layer3 스위치 기능을 수행해야 한다. 그리고 흐름 단위 처리 기능이 지원되어야 한다. 왜냐하면, 패킷이 매번 도착할 때 마다 해당 패킷의 라우팅을 처리하는 기존 라우터의 라우팅 처리 오버헤드를 최소화하기 위해서이다. 즉, 대부분의 통신 응용프로그램들은 하나의 세션이 설정되면 연속된 다수의 패킷이 전달되는 특징을 가지고 있으므로, 이러한 동일 경로 흐름의 첫번째 패킷에 대해서는 정상적인 라우팅 처리를 수행하며, 동일한 흐름의 연속된 패킷에 대해서는 이전에 처리했던 결과에 따라 고속으로 처리할 수 있다. ATM 스위치에 있는 이더넷 스위치 모듈은 데이터 망을 구성하는데 사용된다. 3개 지사에 설치된 ATM 스위치는 본사와 연결되어 있으며 지사에는 PBX와 Voice 게이트웨이를 연결하고 Voice 게이트웨이는 라우터와 연결한다. 라우터는 본사 라우터와 T3로 연결하였다.

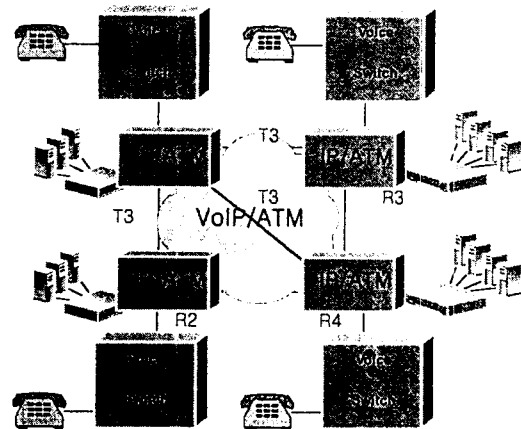


그림 3-2 IP+ATM을 이용한 음성/데이터 통합 망

3.3 안정성

음성/데이터 통합망에서 가장 중요한 것 중 하나가

안정성이다. 현재 전화교환기는 안정성이 이미 검증된 상태이다. 즉 365일 가동시 장애에 대한 대책이 마련되어 있다는 것이다. 하지만 데이터 네트워크 장치는 아직 안정성이 의심스러운 부분이 많다. 전화교환기는 호 점유시간이 적고 불규칙 트래픽의 폭주로 인한 시스템 hang up이 발생하지 않지만 데이터 네트워크 장치는 발생할 수 있다. 그러므로 시스템설계를 이중화로 설계하였다.

3.4 QoS 적용

QoS 적용을 위하여 가장 많이 사용하는 방식이 RSVP이다. RSVP를 사용하면 우선 순위 대역폭 할당을 설정하는 방식으로 시간지연에 민감한 IP 트래픽을 위하여 end-to-end 대역폭을 동적으로 할당 할 수 있도록 설계할 수 있다. 즉, RSVP는 일반 스테이션이나 호스트가 네트워크를 통하여 일정한 레벨이나 QoS를 요청할 수 있는 기능이다. RSVP는 네트워크를 통하여 요청을 전달하며, 네트워크가 스트림을 전달하는데 사용하는 각 노드를 방문한다. 각 노드에서, RSVP는 데이터 스트림을 위하여 리소스 예약을 시도한다.

제 4 장 성능평가

VoIP 망에서 음성/데이터 통합을 할 경우 발생할 수 있는 지연을 방지하기 위하여 최적의 네트워크 망을 설계하여 타당성을 검증하기 위하여 성능평가를 하였다. 네트워크 망 설계는 2가지 방식을 사용하였는데 하나는 IP를 이용하여 음성/데이터 통합망을 설계하였고, 나머지 하나는 IP+ATM을 이용하여 설계하였다. 그리고 라우팅 프로토콜 성능평가를 하였는데 성능평가목적은 어떠한 라우팅 프로토콜이 망에 장애가 발생할 경우 가장 빨리 정상적인 통신 경로를 확보하는지 라우팅 프로토콜 성능평가에서는 R1과 R2간에 장애를 발생시켰을 때 망간에 라우팅 정책이 어떻게 이루어지는지 평가하였다. 성능 평가에서 망 전체에 RIP를 적용하거나, IGRP, OSPF를 적용하는 방법을 사용하였다.

4.1 delay

IP only 망과 IP+ATM 망에서 발생하는 delay를 분석한 결과(그림 4-1) IP only 망은 8-12 ms delay를 IP+ATM 망은 2ms delay를 나타내어 IP+ATM 망이 우수함을 보였다.

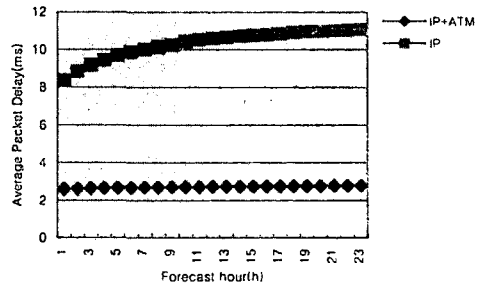


그림 4-1 VoIP 망에서 음성/데이터 통합시 발생하는 지연

4.2 라우팅 정책(RIP, IGRP, OSPF 적용)

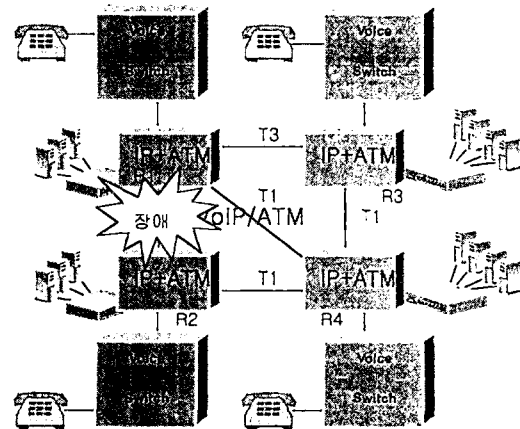


그림 4-2 라우팅 프로토콜 성능평가

IP only 망과 IP+ATM 망에서 운영되는 라우팅 프로토콜을 분석한 결과(그림 4-2) RIP 라우팅 프로토콜은 25ms delay를 IGRP 라우팅 프로토콜은 22ms delay를, OSPF 라우팅 프로토콜은 14ms delay를 나타내어 OSPF 라우팅 프로토콜이 우수함을 보였다.

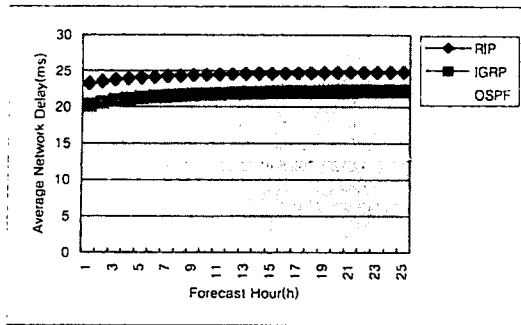


그림 4-2 라우팅 프로토콜별 성능

IP only 망과 IP+ATM 망에 트래픽을 증가시킨 결과(그림 4-3) IP만을 이용할 경우 8ms - 12ms 지연을, IP+ATM을 이용할 경우 2ms - 4ms의 지연을 나타내었다.

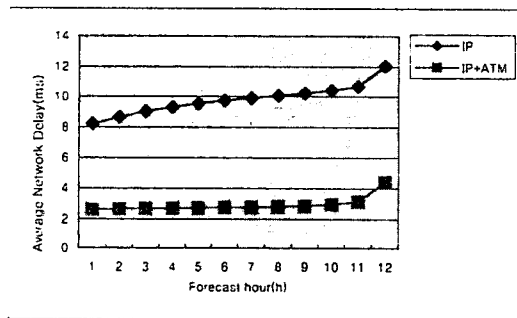


그림 4-3 트래픽 증가(UDP, TCP)

제 5 장 결론

지금까지 VoIP 환경하에서 최적의 VoIP 서비스 제공을 위한 음성/데이터 통합 네트워크 망 설계에 관한 살펴보았다. 본 연구에서 가장 중점을 둔 부분은 망과 망간에 지연을 해결하는 부분이다. 순수하게 IP만을 이용하여 VoIP 네트워크 망을 설계한 경우 트래픽이 추가될 경우 그리고 망간에 장애가 발생할 경우 END-TO-END 지연은 크게 증가하게 된다. 성능평가를 위하여 IP를 이용한 네트워크 망과 IP+ATM을 이용한 망을 설계하고 성능평가를 하였다.

성능평가 결과 지연은 IP로 망을 구성 할 경우 사용할 경우 8ms-10ms, IP+ATM로 망을 구성 할 경우 2ms로 나타났고, 라우팅 정책(RIP, IGRP, OSPF 적용) IP 또는

IP+ATM로 망을 구성 할 경우 RIP는 25ms, IGRP는 22ms로 나타났고, OSPF를 이용할 경우 14ms로 평가되었다.

본 연구결과 음성/데이터 통합망 설계에서 최고의 성능을 보장하기 위해서는 IP만 이용하여 망을 구성하는 것 보다 IP+ATM을 이용하여 망을 설계할 경우 성능을 보장 받을 수 있었다.

향후에는 IP+ATM 망에서 발생할 수 있는 패킷 지연 문제 해결방법과 QoS 서비스를 보장하기 위한 기법 그리고 VoDSL과 연동된 IP+ATM 망 성능개선에 관하여 연구하고자 한다.

참고문헌

- 1.L.Berger, "RSVP over ATM Implementation Requirements", RFC 2380, August 1998.
- 2.L.Berger, "RSVP over ATM Implementation Requirements", RFC 2379, August 1998.
- 3.J.Wroclawski, "The Use of RSVP with IETF Integrated Services", RFC 2210, September 1997.
- 4.<http://www.internet2.edu/>, 1998.4.
- 5.<http://retail.3Com.com/200390.html>
- 6.http://webstage.fore.com/partners/company/sphere/pdf/sphere_customer_a4.pdf
- 7.<http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/2000>.
- 8.http://www.nortelnetworks.com/products/01/ivb/faq/fa_business.html.
- 9.<http://www.lucentnetcare.com/news/events/seminars/archive/qna.asp>