

초고속 인터넷에서 QoS 제공 기술을 사용한 VoIP 성능 향상 연구

정유철*, 우미애**
*하나로텔레콤 기술연구소
**세종대학교 정보통신대학원
e-mail : yucheol@hanaro.com

A Study on Performance Improvement of VoIP service using QoS-Support Techniques in High-speed Internet

You-Chul Jung*, Miae Woo**
*Research & Development Center, Hanaro Telecom
**Dept.of Information & Communications Eng., Sejong University

요 약

본 논문에서는 초고속인터넷 망에서 VoIP 서비스 제공시 적용할수 있는 망별 QoS 제공기술을 소개하고 이러한 QoS 기술들을 이용하여 통화품질을 개선할수 있는 방안을 제시하였다 . 초고속인터넷망의 QoS 기술은 적용방법에 따라 다양한데 본 논문에서는 IEEE 802.1P, IP TOS 기술, DIFFSERV 기술, Traffic classification & Queuing, ATM QoS 기술 등을 소개하고 이러한 기술을 사용하여 초고속인터넷망중 Metro EtherNet 망, ADSL 망을 중심으로 VoIP 서비스시 성능을 향상 할 수 있는 방안을 제시하였다

1. 서론

최근 몇 년간 초고속인터넷 서비스는 그 가입자가 기하급수적으로 증가 하였고 서비스망도 다양해졌을 뿐만 아니라 고객이 증가함에 따라 트래픽도 폭발적으로 증가하여 망이 점차 광대역화 해지는 추세다. 또한 초기의 단순한 인터넷 액세스서비스에서 벗어나 고객의 다양한 요구에 부응하기 위해 여러가지 서비스가 제공되고 있으며 그중에서도 기존의 PSTN 망으로만 서비스 되던 음성통화서비스를 IP 망에서도 제공하는 VoIP (Voice over IP) 서비스가 각광을 받고 있다. 이러한 배경에는 VoIP 기술을 통해 음성과 데이터의 통합 네트워크를 구성함으로써 얻을 수 있는 여러 가지 장점을 들 수 있다.

반면, 음성을 기존 IP 망에 수용하는 기술적인 특성으로 인해 기존의 PSTN 과 같은 수준의 통화품질 (Speech Quality)을 보장하지 못하는 것과 VoIP 서비스를 위한 전화번호 체계, 과금 문제 및 지능망과 연계한 부가 서비스 제공 등의 어려움으로 인해 그 성

장에 한계를 나타내고 있다. VoIP 의 성장세가 유지, 발전되기 위해서는 초고속인터넷망에서 제공가능한 다양한 QoS (Quality of Service) 제공기술을 사용하여 PSTN 과 동등한 음성품질을 제공하는 것이 중요하다고 할 수 있다.

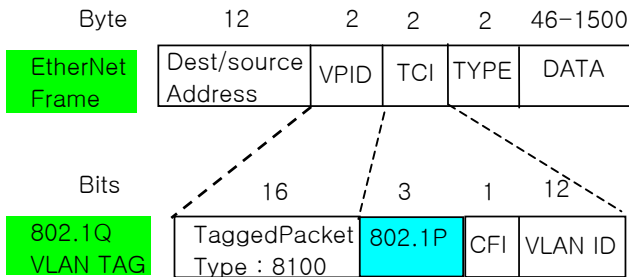
현재 VoIP 서비스를 제공하는 초고속 인터넷망은 여러가지가 있으나 본 논문에서는 대표적 초고속인터넷망인 Metro EtherNet 망과 ADSL(Asymmetric Digital Subscriber Line)망에서 매체별 제공가능한 QoS 기술을 사용하여 VoIP 통화 품질을 개선하고자 하는 것이 본 논문의 핵심이 되겠다

본 논문의 구성은 2 장에서 초고속인터넷망에서 제공가능한 다양한 QoS 적용기술들에 대해 살펴보고 3 장에서는 Metro EtherNet 망과 ADSL 망별 QoS 제공기술을 사용시 VoIP 통화품질향상의 성능평가에 대해 언급하였다. 4 장에는 결론 및 향후 과제를 기술하였다.

2. QoS 제공 기술

2.1 IEEE802.1P 기술

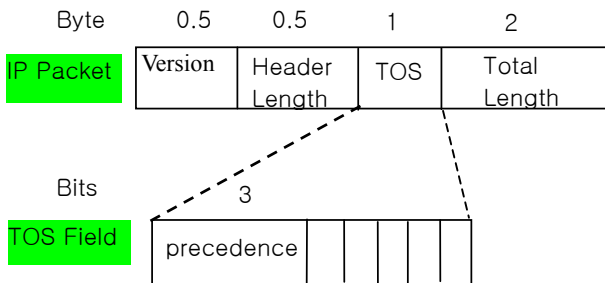
IEEE802.1P 표준은 Layer2 에서 이루어지는 QoS 기술로서 Ethernet Frame 내에 VLAN Tag 를 위한 802.1Q 필드내에 3bit 를 802.1P 로 규정한다. 그림 2.1 에서 보듯이 802.1P 필드의 3bit 를 데이터의 우선순위에 따라 [000]부터 [111]까지 마킹하여 장비의 큐잉정책에 따라 특정큐에 할당되어 전송되게 된다. VoIP 데이터를 우선처리하기 위해서는 우선순위가 높은 [110]이나 [111]로 지정하여 전송하면 우선처리가 된다.



(그림 2.1)802.1P Priority 필드

2.2 IP TOS 기술

IPv4 프로토콜은 패킷 우선순위에 이용되는 TOS(Type of Service) 라는 8bit 필드를 갖는다. 이중 Precedence 3bit 를 이용하여 8 개의 우선순위를 지정할 수 있다



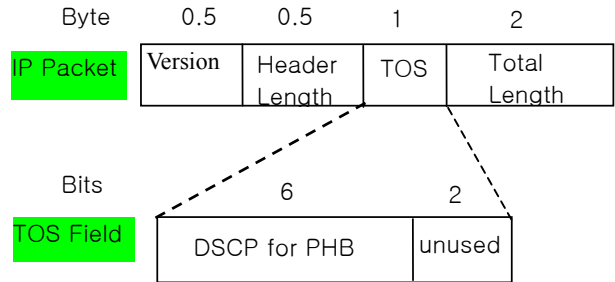
(그림 2.2)IP TOS 필드

그림 2.2 는 IP TOS 필드의 Precedence 의 구성을 나타낸것으로 IEEE802.1P 필드와 마찬가지로 구분된 Priority 필드 값은 장비에서 큐잉정책에 따라 특정 큐에 할당되어 전송하게 된다.

2.3 DIFFSERV 기술

Diffserv 기술은 앞에서 언급한 IEEE 802.1P 에서 태그 이용과 TOS 기술과 달리 단순히 우선순위를 결정하는 것이 아니라 좀더 복잡한 정책이나 규칙문들을 생성하여 실시간 응용서비스의 패킷 집합을 단위로 서비스 차별을 하여 대규모망에서 확장성을 갖고 다양한 서비스를 간편히 적용할수 있는 QoS 기술을 말한다 . Diffserv 기술은 사람이 여행을 할 때 안락함, 여정중에 들르는 횟수, 대기상태, 여행에 소요되는 시간 등

을 모두 고려하여 기차,버스,비행기 등 여러가지 교통수단을 하나만 고려하여 선택하는 것과 유사한 방식으로 IP header 내에 DSCP(Diffserv Code Point)라는 6bit 길이의 필드가 주어진 패킷의 흐름에 대한 홉당 움직임을 지정한다. 주어진 패킷 이동규칙에서 패킷은 홉당 움직임, 즉 PHB(Per Hop Behaviors)라고 불리우는 최대 64 개의 가능한 클래스로 구분할수 있다.[6]



(그림 2.3)Diffserv 구현 필드

2.4 Traffic classification & Queuing

앞에서 언급한 초고속인터넷망 QoS 적용기술들에 따라 우선순위가 지정된 데이터 트래픽이 장비의 포트에 인입되면 이들 우선순위에 따라 사전에 설정된 Queue 에 할당되어 큐에 설정된 정책에 따라 출력 포트를 통해 전달되게 된다

Queuing 은 네트워크 장비가 처리할 수 있는 용량 이상으로 패킷이 도착하거나, 동시에 동일한 목적지로 향하는 패킷들이 존재할 때 주로 사용하는 기술로서 FIFO Queuing 와 우선순위 Queue 에 저장된 패킷이 우선 처리되어 차등화된 서비스를 제공하는 Priority Queuing, 각 Queuing 에 가중치(Weight)를 할당하여 할당받은 것에 비례하여 대역폭을 나누어 가짐으로써 효과적으로 트래픽을 우선순위 별로 제어 할수 있는 WFQ(Weighted Fair Queuing)등이 있다.

2.5 ATM QoS 기술

ATM 서비스 클래스는 CBR, VBR RT, VBR NRT, ABR, UBR 로 구성되며, 각 서비스 클래스는 Traffic 파라미터와 QoS 파라미터로 결정이 된다

Traffic 파라미터는 트래픽양을 제한하는 파라미터로 단위시간당 전송가능한 최대 셀수를 나타내는 PCR(Peak Cell Rate)과 셀간 지연 변화의 허용치를 나타내는 CDVT(Cell Delay Variation Tolerance),최소서비스시간 동안 전송되는 셀의 평균속도인 SCR(Sustainable CellRate),PCR 로 전송되는 버스트 기간동안의 셀의수를 나타내는 MBS(Maxium Burst Size) 그리고 최소 보장 셀수인 MCR(Minimum Cell Rate) 등으로 정리된다

QoS 파라미터는 중단시스템과 네트워크간 협상가능 파라미터로 최고 셀 전송지연 값인 Max CTD(Cell Transfer Delay)와 Max CTD 에서 최저 셀 전송지연값을 뺀 Peak to Peak CDV, CLR(Cell Loss Ratio)등으로 나타낼수 있다

ATM 서비스 클래스 중 CBR(Constant Bit Rate)은 주로 음성이나 비디오 서비스 같은 실시간응용 서비스에 역점을 둔 서비스이고 UBR(Unspecified Bit Rate)은 지연에 덜 민감한 비실시간 서비스를 제공하는데 적합한 서비스클래스이다. 초고속인터넷 망에서 서비스클래스를 적용하여 VoIP 서비스시 voice traffic 을 우선처리하여 QoS 성능을 개선할수 있다

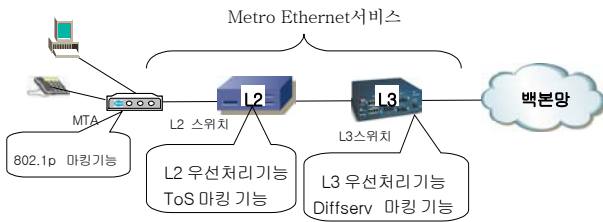
3. 초고속인터넷망 QoS 제공기술 이용 VoIP 성능분석

일반적으로 VoIP 음성 통화품질을 떨어뜨리는 요인을 네트워크 측면과 장비의 측면으로 나누어 생각해 볼 수 있다. 네트워크 측면에서는 전송로에 의한 음성 패킷의 지연과 손실이 발생할 수 있고 장비의 측면에서 살펴보면 음성을 패킷화 하고 압축하는 코덱에 의해 왜곡과 지연이 발생하고 2 선식과 4 선식의 변환에 의해 에코가 발생하게 된다.

이장에서는 대표적인 초고속인터넷 서비스망인 Metro Ethernet 망, ADSL 망에서 VoIP 음성 통화품질을 향상시키기 위해 앞장에서 소개한 QoS 제공기술을 사용하여 VoIP 음성 통화품질 성능을 개선할수 있는 방법을 제시한다

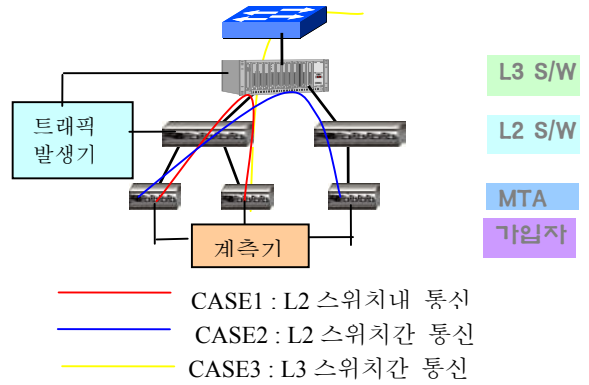
3.1 Metro Ethernet 망 VoIP 성능분석

Metro Ethernet 망은 상하향 대역폭을 이론상 100Mbps 까지 보장하는 서비스로 초기 가입자가 별로 없을 때는 VoIP 서비스를 받는데 전혀 지장이 없으나 가입자가 늘어나고 트래픽이 증가 하게 되면 실시간 서비스를 위한 별도의 QoS 가 필요하다. Metro Ethernet 망에서 VoIP 서비스에 대해 QoS 를 보장하는 방법에는 두가지가 있는데 망장비별로 2 장에서 소개한 초고속망 QoS 제공기술을 이용하여 가입자별로 QoS 를 보장하는 방법과 트래픽 별로 QoS 를 보장하는 방법이 있다. 이 중 가입자 별로 QoS 를 보장하는 방법에 대하여 적용한 사례를 알아본다.



(그림 3.1)가입자별 QoS 적용

그림 3.1 은 가입자별 QoS 적용을 나타낸 그림으로 QoS 보장이 필요한 가입자 단말에서 802.1P QoS 필드를 마킹하여 트래픽을 전송하고 L2 스위치에서는 단말(MTA)에서 부여된 802.1P 필드에 따라 Priority Queue 에 할당하고 또한 802.1P 필드를 TOS 필드로 Remarking 하여 트래픽을 전송한후 L3 스위치에서는 Remarking 된 TOS 필드에 따라 서로 다른 Queue 에 트래픽을 할당하여 우선순위에 따라 트래픽을 처리함으로써 VoIP 가입자 트래픽의 QoS 를 향상 시킬수 있다.



(그림 3.2)E-valley 망 VoIP 성능분석 구성도

그림 3.2 는 Metro Ethernet 초고속망에서 가입자별 QoS 기술을 적용할시 VoIP 서비스 성능향상을 평가하기 위해 구성된 망으로서 망이 폭주시 CASE 별로 계측기를 이용하여 QoS 측정지표인 지연과 음성품질(MOS)를 측정한다. 표 3.1 의 데이터를 보면 망이 폭주시 장비에 QoS 가 적용되었을 경우 VOIP QoS 가 개선됨을 알수 있다

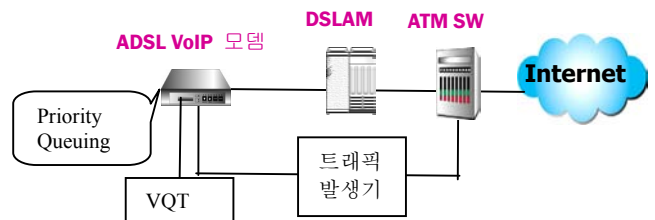
구분	QoS 미적용		QoS 적용	
	Delay(ms)	MOS	Delay(ms)	MOS
CASE1	160	3.20	147	3.90
CASE2	220	1.0	157	3.83
CASE3	142	1.0	139	3.89

[표 3.1]가입자별 QoS 적용시 VoIP 성능향상 평가

상기 두가지 QoS 적용방법에서 L3 스위치에서 제공하는 Diffserv 기술을 이용하여 하위장비에서 우선순위 기반의 QoS 정책에 의해 전송된 VoIP 트래픽을 그에 합당한 DSCP 로 마킹후 전송함으로써 상위 백본망의 QoS 정책과 연계된 VoIP QoS 를 적용할수 있다

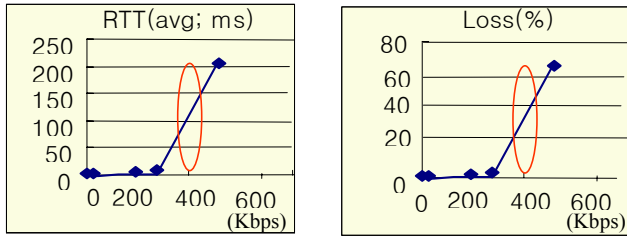
3.2 ADSL 망 VoIP 성능분석

ADSL(Asymmetric Digital Subscriber Line)은 xDSL 가입자망 기술의 하나이며 상하향간 비대칭서비스로 초기에 초고속 인터넷시장에서 급격히 확대된 서비스로 트래픽이 점차 증가함에 따라 VoIP 서비스를 원활히 하기 위해서는 적절한 QoS 가 적용되어야 한다. 본 장에서는 ADSL 초고속인터넷 서비스에서 VoIP 성능개선을 위해 두가지 방안으로 접근 했는데 하나는 ADSL VoIP 모델을 사용하여 Queue 관리 기법에 의한 성능개선을 분석하였고 다른 하나는 ADSL 가입자망 특성을 고려 CBR/UBR 설정에 따른 성능을 분석하였다



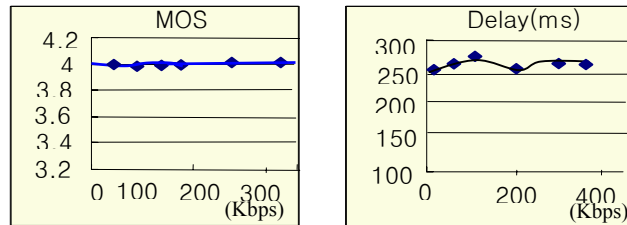
(그림 3.3)ADSL VoIP 모델이용 ADSL 망 성능분석

그림 3.3 는 ADSL 망에서 가입자측의 ADAL VoIP 모델에 앞장에서 소개한 QoS 기술중 Priority Queuing 기술을 적용하여 간단하게 QoS 를 개선하는 성능분석 구성도를 나타낸것으로 ATM 스위치와 가입자 모델간에 트래픽발생기로 Constant Bit Rate 데이터를 발생시키면서 이때 데이터 발생량이 증가함에 따라 VQT(Voice Quality Tester)로 VoIP 성능분석을 하였다



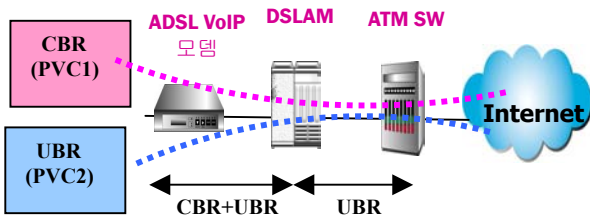
(그림 3.4)데이터 패킷의 RTT와 Loss 율

그림 3.4 는 데이터 부하를 늘렸을 경우 데이터 패킷의 발생량이 250Kbps 이상을 넘어설 경우 RTT(Round Trip Time)와 Loss 가 급격하게 증가됨을 볼수 있다



(그림 3.5)데이터 트래픽증가에 따른 VoIP 성능

그림 3.5 은 데이터 트래픽이 증가함에 따라 VoIP 성능을 관측한 결과로서 그림 3.4 와 달리 데이터 트래픽이 증가하여도 VoIP 성능은 크게 나빠지지 않는데이와 같은 결과는 VoIP 패킷을 위하여 ADSL VoIP 모델에서 Priority Queue 가 적용되었기 때문이며 이때 적용되는 Queue 에 의해 Delay 가 나타나게 된다. 이때 망내 Delay 를 고려하여 jitter Buffer 를 적절하게 설정한다



(그림 3.6)CBR/UBR 서비스 ADSL 망 성능분석 구성도

앞의 ADSL VoIP 모델을 이용한 VoIP 성능향상 외에 ADSL 망에서 ATM 의 CBR 과 UBR 을 이용하여 서비스를 차등화 시킴으로서 VoIP 트래픽에 대해 성능을 개선시키는 방법에 대해 기술하려한다. CBR 은 앞에서 소개 하였던 듯이 PCR 과 CDVT 값을 설정하여 주로 음성이나 비디오 서비스 같은 실시간응용 서비스에 적합하게 성능을 개선할수 있는 ATM 기술이다 그림 3.6 에서 ADSL VoIP 모델과 ATM 스위치간에 PVC 를 2 개 생성하여 하나의 PVC 에는 CBR 을 설정하고, 다른 하나의 PVC

에는 UBR 을 설정하여 성능분석을 수행하였다

구분	CBR(MOS)			UBR(MOS)		
	Avg	Min	Max	Avg	Min	Max
VoIP	3.67	3.55	3.74	3.68	3.62	3.72
	3.67	3.62	3.74	3.66	3.57	3.71
	3.69	3.65	3.76	3.66	3.51	3.73
VoIP & FTP	3.70	3.63	3.74	3.67	3.29	3.74
	3.69	3.43	3.75	3.70	3.65	3.73
	3.70	3.65	3.74	3.70	3.61	3.77

[표 3.2]CBR/UBR 에 따른 VoIP 성능 결과

표 3.2 는 CBR 과 UBR 설정에 따라 VoIP 성능을 비교한것으로 망구성에서 ADSL VoIP 모델에서 PSTN 망으로 MOS 측정을 실시하였으며 DSLAM 측에만 CBR 이 설정되었고, ATM Switch 측에는 UBR 로 설정이 되었기 때문에 CBR 의 품질이 UBR 보다 월등히 우수하게 나오지는 못했다. 그리고, FTP 와 음성을 같이 전송하게 되면 FTP 가 TCP Flow Control 을 하기 때문에 Data 트래픽에는 영향을 주게 되나, 음성 트래픽에는 영향이 덜하게 된다. 그래서 음성+데이터 트래픽이 음성 트래픽만 단독으로 실었을 때와 그리 큰 차이를 보이지는 않는다.

4. 결론 및 향후과제

본 논문에서는 초고속인터넷망에서 QoS 제공기술을 통한 VoIP 성능분석을 수행하였다. 결국 VoIP 서비스의 품질은 앞에서 제시된 것과 같이 네트워크 및 장비 측면에서 QoS 기술을 적절히 적용했을 때 최적의 품질향상 효과를 볼수 있다. 지금까지 가입자망 중심으로 QoS 를 적용하여 성능을 분석하였는데 궁극적으로 End-to-End QoS 를 보장하기위해서는 가입자망외에 Core 망에서도 MPLS 등의 기술을 이용하여 QoS 를 적용할 수도 있을 것이다

향후 VoIP 서비스 뿐만 아니라 IP-TV, 영상전화등 다양한 서비스가 출시될시에 초고속인터넷망별로 특성을 이용하여 다양한 QoS 기술들이 적용 되어야 하므로 이 분야에 대한 지속적인 연구가 필요하다고 할수 있다.

참고 문헌

- [1] TIA/EIA TSB116 : Voice Quality recommendation for IP telephony. (Mar 2001)
- [2] Uyless Black, "Voice over IP", Prentice Hall, 1999
- [3] Bill Douskalis, "IP Telephony : The Integration of Robust VoIP Services", Prentice Hall, 2000
- [4] Gregan Crawford, " ATM Quality Service:What is it,How it is, achieved, How to test it",Agilent Technologies,2001
- [5] ETSI TS 101 329-2 : Definition of speech Quality of Service classes. (Jan 2002)
- [6] 문준현,김광현, "인터넷 QoS 제공을 위한 CBQ 기반의 스케줄링 기법", 정보처리학회논문지 C 제 8-C 권 제 4 호(2001.8)