

광대역 접속망에서 SIP QoS 지원 방안

(SIP QoS Support in Broadband Access Networks)

박 승 철 †

(Seungchul Park)

요 약 본 논문은 인터넷 멀티미디어 응용을 위한 유력한 세션 제어 프로토콜인 SIP(Session Initiation Protocol)의 동적인 QoS(Quality of Service) 요구 사항을 광대역 접속망(Broadband Access Network)에서 지원하는 방안에 대해 논한다. 먼저 SIP QoS를 지원하기 위한 광대역 접속망의 구조와 동작 모델을 제시하고, 동적 QoS를 지원하는 SIP 시그널링을 IP QoS 메카니즘으로 변환하는 과정을 제시한다. IntServ 구조의 복잡성 문제를 고려하여 본 논문은 DiffServ 기반의 IP QoS 구조를 채택하고, 동적 SIP QoS에 대응되는 동적 DiffServ 지원을 위해 COPS(Common Open Policy Service)와 COPS-PR 프로토콜 기반의 시그널링 메카니즘을 제안한다. 또한 본 논문은 현재 급속히 확산되고 있는 메트로 이더넷(Metro Ethernet) 기반의 802.1 D/Q QoS를 지원하는 광대역 접속망을 가정하고, SIP QoS 매개변수를 DiffServ의 트래픽 등급으로 변환하는 방안, 그리고 DiffServ의 트래픽 등급을 802.1 D/Q 메트로 이더넷에서 지원하는 방안을 제시한다.

키워드 : SIP, QoS, DiffServ, 광대역 접속망

Abstract This paper presents an approach to support dynamic QoS(Quality of Service) requirements of largely emerging SIP(Session Initiation Protocol) multimedia applications in broadband access networks. The topology of QoS-enabled broadband access networks and its operational model to support SIP QoS are firstly suggested. And then the procedures to bind QoS-enabled SIP signaling into an IP QoS mechanism are presented. In this paper, DiffServ-based IP QoS architecture is deployed due to the complexity problem of the other IntServ architecture, and COPS(Common Open Policy Service) and COPS-PR protocol based signaling mechanisms are used to support dynamic DiffServ QoS, correspondent with dynamic SIP QoS. The broadband access network is assumed to support rapidly expanding Metro Ethernet 802.1 D/Q QoS, and how to translate SIP QoS parameters into IP DiffServ classes and DiffServ classes into 802.1 D/Q QoS parameters is also presented in this paper.

Key words : SIP, QoS, DiffServ, broadband access network

1. 서 론

IETF(Internet Engineering Task Force)에서 멀티미디어 세션 제어 프로토콜로 개발된 SIP(Session Initiation Protocol)는 ITU-T의 H.323 등과 달리 HTTP(Hyper Text Transfer Protocol), SMTP(Simple Mail Transfer Protocol) 등 기존 인터넷 응용 프로토콜들과의 호환성이 유지되고 확장성이 뛰어나 그 응용 범위가 급속히 확대되고 있다. 최근에 SIP가 차세대 이동통신 시스템의 IMS(IP Multimedia Subsystem) 세션 제어 프로토콜로 채택됨에 따라 그 응용 범위는 유무선 인터넷에서 더욱 확대되고 있다. SIP는 인터넷 전화, 인

터넷 TV, 멀티미디어 회의 등을 포함하는 다양한 멀티미디어 응용에 적용되고 있고, 각 응용은 서로 다른 QoS 요구 사항을 가지는 다수의 미디어 스트림을 포함할 수 있다. 따라서 SIP는 특정 세션 설정 시에 실행되는 SDP(Session Description Protocol) 제안/응답 모델을 통해 세션내의 각 미디어 스트림의 QoS 요구 사항을 적절하게 협상할 수 있도록 지원한다[1,2]. 협상된 SIP QoS를 어떻게 지원할 것인지는 SIP의 범위 밖의 문제로서, 하위 계층(IP, 데이터 링크 등)의 QoS 메카니즘들을 적절하게 적용함으로써 네트워크상에서 실질적으로 지원된다. 본 논문은 SIP QoS를 현재 가장 가입자의 보편적인 인터넷 접속 솔루션으로 자리 잡고 있는 광대역 접속망(Broadband Access Network)에서 어떻게 지원할 것인지에 대해 다룬다.

사용자를 신뢰할 수 있고 과금 문제가 없는 엔터프라이

† 정 회 원 : 한국기술교육대학교 인터넷미디어공학부 교수
scpark@kut.ac.kr

논문접수 : 2006년 8월 23일

심사완료 : 2006년 12월 7일

이즈 망(Enterprise Network)과 달리 광대역 접속망은 과금 체계(Pricing Infrastructure)와 연계된 불특정 다수의 사용자를 대상으로 서비스를 제공한다. 따라서 광대역 접속망에서 QoS 지원은 QoS 사용자에 대한 인증, QoS 요청과 허가 절차, 허가된 QoS 사용에 대한 폴리싱(policing) 등을 적절하게 고려하여 이루어져야 한다. 본 논문은 먼저 이러한 고려 사항을 반영한 QoS 지원 광대역 접속망 구조와 동작 모델을 제시하고 SIP QoS 지원 방법에 대해 논한다. 광대역 접속망에서 SIP QoS 지원은 SIP QoS를 인터넷상의 종단간 QoS 지원을 담당하는 IP QoS 구조로 적절하게 변환하고, 변환된 IP QoS를 인터넷의 한 부분인 광대역 접속망의 QoS 메카니즘으로 변환함으로써 실현된다. IP QoS 구조는 RSVP 기반의 IntServ 구조[3]와 DiffServ 구조[4]가 있으나, 본 연구에서는 복잡도와 확장성 문제에서 보다 현실적인 솔루션으로 받아들여지고 있는 DiffServ 구조를 채택하였다. IP DiffServ QoS는 프로비저닝(provisioning) 방식에 따라 정적(static)으로 지원될 수 있고 동적(dynamic)으로 지원될 수도 있다[5-7]. SIP의 QoS 요구 사항은 세션 설정 시에 동적으로 결정된다. 따라서 효율적인 SIP QoS 지원은 동적 프로비저닝(Dynamic Provisioning) 방식의 DiffServ에 의해 지원되어야 하고, 이는 DiffServ의 동적 프로비저닝을 위한 적절한 시그널링 메카니즘(Signaling Mechanism)을 요구한다. 본 논문은 네트워크 정책 정보 교환 프로토콜인 COPS(Common Open Policy Service) 프로토콜[8]과 COPS-PR 프로토콜[9]을 사용하여 QoS 지원 SIP 시그널링에 대응되는 동적 DiffServ 프로비저닝 방안을 제시한다.

초기 ADSL(Asymmetric Digital Subscriber Line) 기반의 광대역 접속망은 ATM(Asynchronous Transfer Mode) 트랜스포트 방식을 채택하고, ATM 기반의 가입자 트래픽 집약망(Aggregation Network)을 채택하였다. 그러나 보다 값싸고 유지 및 보수가 쉬우며 큰 대역폭을 제공하는 메트로 이더넷 기술의 발전으로 인해 현재 대부분의 광대역 접속망은 메트로 이더넷 구조에 근거하여 구축되고 있고, 기존의 DSL과 케이블 모뎀 망도 대부분 가입자와 메트로 이더넷 집약망간에 이더넷 트래픽 전송을 위한 풀리 매체처럼 사용되고 있다. 그리고 광대역 접속망을 구성하는 메트로 이더넷은 IEEE 802.1 D/Q 기반의 VLAN(Virtual Local Area Network) 서비스를 통해 가입자 트래픽 필터링과 우선순위에 따른 차별화된 트래픽 처리 서비스를 제공한다 [10-12]. 본 연구에서는 메트로 이더넷 기반의 광대역 접속망을 가정하고, SIP QoS로부터 변환된 IP Diff-Serv QoS를 802.1 D/Q QoS 구조로 변환하는 방안

에 대해 다룬다.

2. 관련 연구

멀티미디어 응용의 활성화에 따라 광대역 접속망에서 QoS를 지원하기 위한 연구가 활성화되고 있다. 대표적인 광대역 접속망 솔루션인 DSL 망 구조에 대한 표준화를 담당하는 DSL 포럼은 TR-059[6]와 TR-094[13]를 통해 QoS 지원 광대역 접속망의 구조를 제시하고 있으나, 기존의 QoS 미지원 광대역 접속망과의 호환성 등을 고려하여 정적 프로비저닝 기반의 DiffServ 구조에 기초하고 있고, SIP의 동적 QoS를 효과적으로 지원할 수 있는 동적 프로비저닝 기반의 DiffServ 솔루션은 미래의 과제로 남아있다. [14]에서 제시된 ENRICO 모델은 ATM 집약형과 Ethernet 집약형 DSL 광대역 접속망에서 동적인 QoS 제공 방안을 제시하고 있다. 그러나 ENRICO 모델은 동적인 SIP QoS의 종단간 제공을 위해 필수적인 SIP QoS와 IP QoS(DiffServ QoS)간의 변환 문제와 DiffServ와 DSL 접속망 QoS간 변환에 대한 솔루션을 제공하고 있지 않기 때문에 SIP QoS 제공에 적용하기에 부족하다. [7]은 SIP QoS를 제공하기 위해 COPS 프로토콜 기반의 시그널링 메카니즘을 통해 동적 DiffServ를 제어하는 메카니즘을 제시하고 있다. 그러나 [7]은 에지 라우터(Edge Router)와 에지 라우터간의 인터넷 백본망에서 DiffServ 지원을 고려할 뿐 광대역 접속망에서 SIP QoS를 위한 DiffServ 지원에 대해서는 다루지 않는다. 더구나 [7]은 SIP QoS와 DiffServ간의 동적 변환만 고려할 뿐 DiffServ와 하위 종속망의 QoS(광대역 접속망의 802.1 D/Q 기반 QoS)간의 변환에 대해서는 다루고 있지 않다. 본 연구는 세션 설정 시에 동적으로 결정되는 SIP QoS를 광대역 접속망에서 제공하기 위해 동적 QoS 지원 광대역 접속망의 동작 모델, SIP QoS와 IP DiffServ QoS간 동적 변환, IP DiffServ QoS와 광대역 접속망 QoS간 변환 등을 포함하는 전체적인 과정을 제시한다는 점에서 기존 연구들과 차별화된다.

3. SIP QoS 지원 광대역 접속망의 구조와 동작 모델

3.1 기존 광대역 접속망의 구조

기존 광대역 접속망의 전형적인 구조는 그림 1과 같다. 가입자의 SOHO(Small Office Home Office) 망은 일반적으로 계층 2 브리지(Layer 2 Bridge) 형태로 동작하는 CPE 모델을 통해 광대역 접속망에 연결되고, 대부분의 브리지 모델은 이더넷 인터페이스를 통해 SOHO 망을 연결한다.

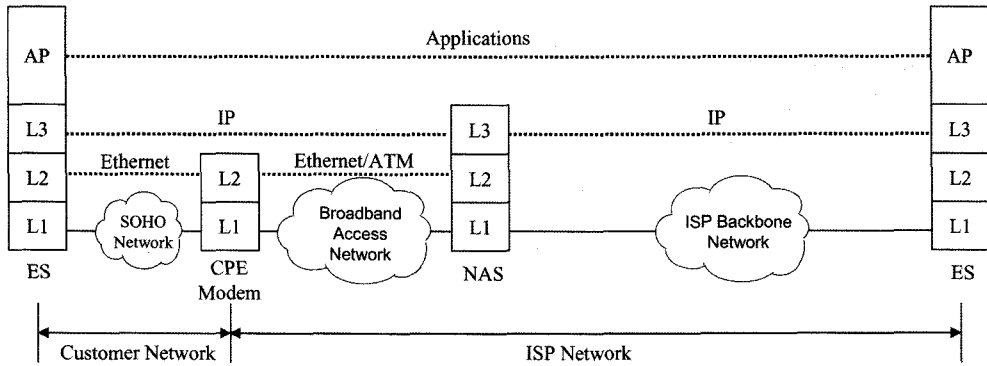


그림 1 기존 광대역 접속망의 일반적인 구조

CPE 모뎀의 망측 인터페이스는 DSL과 CATV 케이
블이 될 수 있고, 최근에 ETTS(Ethernet To The
Subscriber)의 활성화로 UPT5 기반의 이더넷이 직접
연결될 수 있다[11]. 즉, 대부분의 광대역 접속망은 이더
넷 트래픽을 전달하는 전달망 역할을 수행한다. 초기
ADSL 광대역 접속망의 경우 ATM 기반의 데이터 트
랜스포트 방식을 채택하고 다수의 가입자 트래픽을 집
약(aggregation)하여 ISP(Internet Service Provider)
백본망으로 전달하는 집약망(Aggregation Network) 역
시 ATM 기반으로 구축하였으나, 이 경우에도 ATM
상위에 이더넷 트래픽을 전달하는 Ethernet Over
ATM 구조를 채택하였다. 현재 VDSL과 같은 차세대
DSL망은 DSL 매체에 이더넷 프레임은 직접 전송하는
Ethernet over VDSL 구조를 채택하고 있고, 집약망은
대부분 이더넷 스위치 기반(Ethernet Switch)의 메트로
이더넷(Metro Ethernet)으로 구축되고 있다[10]. 광대역
접속망의 모든 가입자는 특수한 라우터 장치인 NAS
(Network Access Server)를 통해 ISP 백본망에 연결
된다. NAS는 IP 트래픽 라우팅뿐만 아니라 광대역 접
속망 가입자가 ISP 백본망을 접속하기 위해 필요한 서
버 기능, 즉 가입자 인증, IP 주소 할당, 트래픽 셰이핑
및 폴리싱(Traffic Shaping and Policing), 과금 등의
기능을 수행한다.

3.2 SIP QoS 지원 광대역 접속망 구조와 동작 모델

QoS 지원을 위한 별도의 시그널링을 지원하지 않는
기존 광대역 접속망에서 IP DiffServ QoS는 정적 프로
비저닝(Static Provisioning) 방식으로 지원될 수밖에
없다. 정적 DiffServ 지원 광대역 접속망은 가입자와
ISP간에 미리 설정되는 SLA(Service Level Agree-
ment)를 통해 QoS 정책들(트래픽 등급화 기준, Diff-
Serv 등급, DSCP, 과금 정책 등)을 정의하고, 미리 정
의된 정책에 따라 DiffServ QoS를 제공한다. 여기서 광
대역 접속망의 ISP 접속 서버인 NAS는 가입자별

DiffServ QoS 정책 프로파일을 유지하고 DiffServ 등
급화(classification), 트래픽 셰이핑 및 폴리싱, DSCP
(Differentiated Service Code Point) 마킹 및 재마킹
(marking and remarking), 큐잉 및 스케줄링(Queuing
and Scheduling) 등을 담당하는 QoS 서버 역할을 수행
한다. 이와 같이 한번 결정된 QoS 정책을 쉽게 바꿀 수
없는 정적 DiffServ 방식은 세션 설정 시에 미디어 스트
림에 대한 QoS 요구 사항이 동적으로 결정되는 SIP
멀티미디어 응용의 QoS를 효과적으로 지원할 수 없다.
뿐만 아니라 계층 2 브리지로 동작하는 CPE 모뎀이 IP
트래픽을 이해할 수 없기 때문에, 광대역 접속망의 인입
점인 CPE 모뎀에서 가입자의 IP DiffServ QoS와 IP
DiffServ QoS로부터 변환된 802.1 D/Q 광대역 접속망
QoS에 대한 폴리싱을 수행할 수 없다. 이는 광대역 접
속망 구간의 QoS에 대한 신뢰성 문제를 야기한다. 따라
서 본 연구에서는 광대역 접속망 구간에서 신뢰성 있는
QoS를 제공하고, 동적인 SIP QoS에 대응되는 IP
DiffServ QoS를 동적인 프로비저닝 방식으로 효율적으
로 지원하기 위해, 그림 2와 같은 SIP QoS 지원 광대
역 접속망의 구조와 동작 모델을 제시한다.

SIP QoS 지원 광대역 접속망은 QoS 클라이언트
(QoS Client)와 QoS 서버(QoS Server)간에 QoS를 동
적으로 요청하고 허가하는 시그널링 메카니즘을 제공하
고, 광대역 접속망 인입점에서 QoS에 대한 폴리싱과 IP
DiffServ QoS와 광대역 접속망 QoS간 변환을 지원한
다. QoS 서버는 QoS 요청을 허가 하는 데에 필요한 정
책 정보를 유지하고 있는 NAS가 되고, QoS 클라이언
트는 P2P(Peer-to-Peer) SIP 응용의 경우 SIP UA
(User Agent) 응용 프로세스, ASP(Application Service
Provider) SIP 응용의 경우 SIP 프락시 서버(Proxy
Server)가 될 수 있다. 여기서 P2P 응용은 SIP QoS
제공에 대한 책임(과금 등)을 종단 시스템 사용자가 가
지는 응용이고, ASP 응용은 SIP QoS 제공에 대한 책

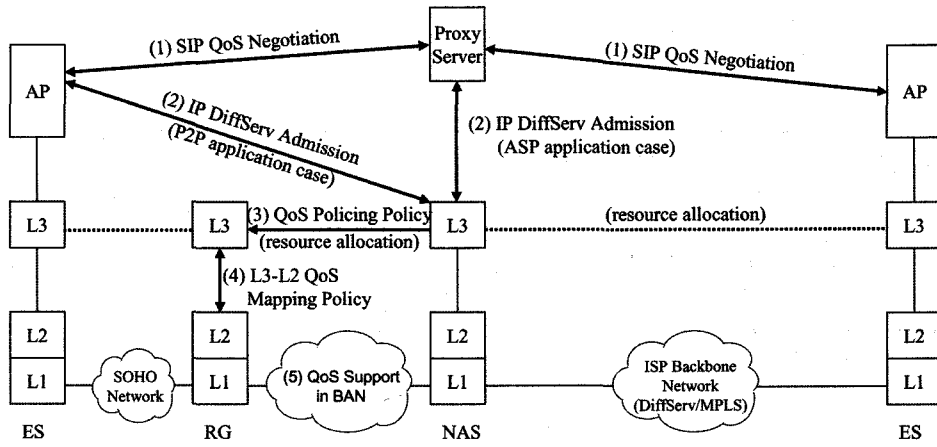


그림 2 SIP QoS 지원 광대역 접속망 구조와 동작 모델

임을 SIP 프락시 서버 관리 주체인 ASP가 가지는 응용이다. SIP QoS 지원 광대역 접속망에서 CPE 모델은 IP DiffServ 트래픽을 처리할 수 있는 계층 3의 라우팅 게이트웨이(RG-Routing Gateway)로 동작하고, RG는 QoS 클라이언트와 QoS 서버간 시그널링을 통해 허가된 IP DiffServ 트래픽에 대한 폴리싱과 IP DiffServ와 광대역 접속망 QoS간 변환(L3-L2 QoS Mapping) 기능을 수행함으로써 광대역 접속망 구간에서 신뢰성있는 QoS를 제공할 수 있게 한다.

SIP 세션 설정 시에 SDP 제안/응답 모델을 통해 협상된 각 미디어 스트림의 QoS 요구 사항은 종단 시스템에 의해 IP DiffServ QoS로 변환되고, 종단 시스템은 QoS 시그널링 메커니즘을 통해 NAS에게 상응하는 IP DiffServ QoS 제공을 요청한다. NAS는 허가된 DiffServ QoS 관련 정보를 RG로 전달함으로써 RG에 의한 DiffServ 폴리싱 정책을 설정하고, RG는 IP DiffServ QoS를 광대역 접속망 QoS로 변환함으로써 SIP QoS가 광대역 접속망에서 제공될 수 있다. ASP SIP 응용의 경우 종단 시스템 대신 SIP 프락시 서버가 협상된 SIP QoS에 상응하는 IP DiffServ QoS를 요청할 수 있다. NAS에 의해 IP DiffServ QoS가 허가되는 과정에서 ISP 백본망과 광대역 접속망의 자원이 적절하게 예약될 수 있다. 동적 DiffServ 제공을 위한 자원 예약 문제는 본 논문에서 다루지 않는다.

4. 광대역 접속망의 SIP QoS 지원 절차

4.1 QoS 지원 SIP

SIP는 세션 설정 과정에서 세션의 속성을 기술하는 SDP(Session Description Protocol)의 제안과 응답(Offer and Answer)의 협상 과정을 통해 각 미디어 스트림의 식별(Media Stream Identification) 정보인 출발

지 IP 주소, 목적지 IP 주소, 출발지 포트 번호, 목적지 포트 번호, 트랜스포트 프로토콜 등을 동적으로 결정하고, 각 미디어 스트림의 QoS 속성(QoS Attributes) 정보인 미디어 유형(Media Type), 코덱 유형(Codec Type), 전송 유형(Transmission Type), 대역폭(bandwidth) 등을 결정할 수 있게 한다[2,15]. 미디어 유형은 오디오(audio), 비디오(video), 응용(application), 데이터(data), 제어(control) 등을 포함하고, 코덱 유형은 오디오를 위한 PCMU, G721, GSM 등과, 비디오를 위한 H.261, H.263 등을 포함한다. 전송 유형은 송신(send-only), 수신(recvonly), 송수신(sendrecv) 등을 포함하고 단방향 전송 또는 양방향 전송 유형을 나타낸다. 미디어 유형과 코덱 유형, 그리고 전송 유형은 해당 미디어 스트림의 QoS 특성을 결정한다. 예를 들면 양방향(송수신) 오디오의 경우 단방향 오디오에 비해 높은 DiffServ 등급을 요구하고, 대역폭은 코덱 유형에 의해 결정된다. 필요한 경우 대역폭이 명시적으로 요구될 수도 있다. 또한 SIP 세션 설정 시에 선결 조건(precondition) 지정을 통해 QoS 지원 유형을 보장형(assured)과 가능형(enabled)으로 설정할 수 있게 한다[16,17]. 세션 설정 과정에서 선결 조건을 통해 보장형 QoS 지원 유형을 지정하면 QoS 지원이 보장되는 경우에만 세션을 성공적으로 설정할 수 있고, 가능형의 경우에는 QoS가 지원되지 않더라도 최선형 서비스 기반의 세션 설정을 허용한다.

4.2 보장형(Assured) SIP QoS 지원 절차

보장형 QoS SIP 세션 설정은 일반적으로 UAC의 INVITE 메시지에 의해 전달되는 SDP 제안의 QoS 선결 조건(precondition)을 필수(mandatory)로 지정함으로써 지시된다. 특정 세션에 대한 QoS 선결 조건은 지역(local) 접속망과 원격(remote) 접속망을 구분하여 설

정할 수 있고, 보장형 QoS 세션은 필수로 지정된 지역과 원격의 QoS 선결 조건 모두가 만족될 때까지 피호출자(callee)에게 세션 설정 요청(alerting)을 전달하지 않는다. 따라서 그림 3에서 보는 바와 같이 SDP 제안을 포함하는 INVITE 메시지를 수신한 UAS는 180 RINGING 메시지로 응답하는 대신 단순히 세션 설정이 진행 중임을 나타내는 183 PROGRESS 메시지로 응답한다. UAS는 183 PROGRESS 메시지의 SDP 응답을 통해 SDP 제안의 QoS 선결 조건을 자신의 요구에 맞게 상향 조정(upgrade)할 수 있다(예, UAC의 SDP 제안의 선택 선결조건을 필수 선결 조건으로 상향 조정). 보장형 QoS 세션에서 SDP 응답을 포함하는 183 PROGRESS 메시지는 신뢰적으로 전달되어야 하므로 UAC는 PRACK 메시지로 응답하고, 협상된 SIP QoS를 지원하기 위해 필요한 하위 계층 IP DiffServ QoS 메커니즘을 실행한다.

그림 3의 (1)과 (2) 과정을 통해 SIP QoS 협상을 완료한 UAC는 협상 과정에서 확보된 QoS 속성 정보를 사용하여 세션내의 각 미디어 스트림에 대한 IP DiffServ 등급을 결정한다. 그런 다음 UAC는 그림 2의 동작 모델에 따라 별도의 QoS 시그널링 프로토콜을 사용하여 NAS에게 IP DiffServ QoS 지원을 요청하고, NAS는 적절한 절차에 의거 요청된 DiffServ QoS의

지원 여부를 결정한다. 여기서 UAC는 IP DiffServ QoS의 지원 여부에 대한 결정을 외부에 의뢰(out-sourcing)하는 정책 실행 장치(PEP - Policy Enforcement Point) 역할을 수행하고, NAS는 의뢰받은 QoS 지원 여부를 결정하는 정책 결정 장치(PDP - Policy Decision Point) 역할을 수행하므로, UAC와 NAS간 IP DiffServ QoS 시그널링은 PEP-PDP간 네트워크 정책 정보 교환 프로토콜인 COPS 프로토콜을 사용하여 실현될 수 있다. 즉, UAC는 미디어 스트림 식별 정보, 미디어 유형, 코덱 유형, 전송 유형 등 QoS 속성 정보, 그리고 DiffServ 등급 정보를 포함하는 COPS REQ 요청 메시지를 사용하여 NAS에 IP DiffServ QoS 지원을 요청한다(그림 3의 (5)). COPS 프로토콜을 통해 교환되는 정보는 PIB(Policy Information Base)로써 유일한 이름을 가진 명명된 객체(Named Object)로 정의된다. UAC(또는 UAS)가 NAS에게 제공하는 PIB는 QoS 허가(QoS Authorization)에 필요한 미디어 스트림의 식별 정보와 해당 미디어 스트림에 대한 QoS 속성 정보를 포함해야 하므로, 관련 명명된 객체는 ASN.1(Abstract Syntax Notation One)을 사용하여 다음과 같이 정의될 수 있다.

sipStreamQoSEntry OBJECT-TYPE

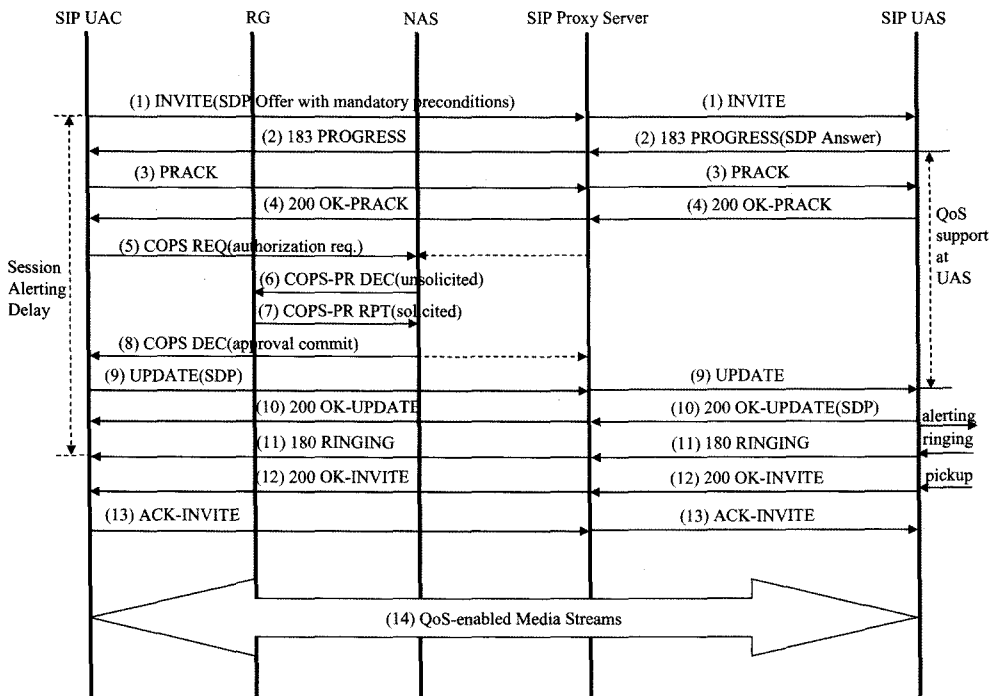


그림 3 보장형 SIP QoS 지원 절차

```

SYNTAX      sipStreamQoSEntry
MAX-ACCESS  not-accessible
STATUS      current
DESCRIPTION
    "An Instance of the Stream QoS Class."
 ::= { sipSessionQoSEntry 1 }

```

```

sipStreamQoSEntry ::= SEQUENCE (
    dstIpAddr      IPAddress,
    srcIpAddr      IPAddress,
    tProtocol      Unsigned32,
    dstPort        Unsigned32,
    srcPort        Unsigned32,
    mediaType      Unsigned32,
    codecType      Unsigned32,
    bandWidth      Unsigned32 OPTIONAL,
    mediaDirection Unsigned32,
    diffServClass  Unsigned32
)

```

COPS REQ 메시지를 수신한 NAS는 미리 정해진 QoS 관련 정책, 요청한 사용자의 프로파일 정보, 네트워크 자원 예약 상태 정보 등에 근거하여 요청된 IP DiffServ QoS에 대한 허가 여부를 판단한다. 요청된 DiffServ QoS를 허가하는 경우 NAS는 허가된 DiffServ 정책 정보(미디어 스트림 식별 정보, DiffServ 등급 정보, QoS 속성 정보 등)를 RG로 다운로드함으로써 RG로 하여금 DiffServ 폴리싱(policing) 정책을 설정하게 하고, 하위 계층의 광대역 접속망 QoS와의 변환 정책을 설정할 수 있게 한다. NAS와 RG간 DiffServ 정책 정보 교환이 COPS 프로토콜에 의해 이루어지는 경우, NAS가 많은 수의 RG에 대한 정보를 유지해야 하고 RG가 서버로 동작해야 하므로 바람직하지 않다. 따라서 본 연구는 NAS와 RG간 DiffServ 정책 정보 교환 프로토콜로 COPS 프로토콜의 프로비저닝 버전인 COPS-PR 프로토콜을 사용한다. RG에 의한 COPS-PR 초기화 후에 NAS는 비요청형(unsolicited) COPS-PR DEC 메시지를 사용하여 허가된 DiffServ 정책 정보를 다운로드하고, RG는 다운로드된 정책의 실행 결과를 요청형(solicited) COPS-PR RTP 메시지를 통해 NAS에 통보한다(그림 3의 (6), (7)). RG로부터 COPS-PR RPT 메시지를 수신한 NAS는 COPS DEC 메시지를 통해 UAC의 IP DiffServ QoS 요청을 최종적으로 허가한다(그림 3의 (8)). UAS도 동일한 절차를 통해 IP DiffServ QoS 허가 절차를 수행한다. 그리고 ASP 용

의 경우 UA 대신 SIP 디폴트 프락시 서버가 SIP QoS에 대응되는 IP DiffServ QoS 허가 절차를 기동한다. IP DiffServ QoS에 대한 허가 절차는 SIP QoS 협상이 종료되면 즉시 실행될 수 있으므로 그림 3의 (5)-(8)의 과정은 (3)-(4)의 과정과 동시에 실행될 수 있다.

UAC에 의한 IP DiffServ QoS의 지원 현황을 UAS는 알 수 없기 때문에 UAS는 비록 자신의 IP DiffServ QoS 지원 절차가 완료된 후에도 피호출자에게 세션 설정 요청(alerting)을 전달할 수가 없다. 따라서 UAC는 UPDATE 메시지의 SDP를 통해 IP DiffServ QoS의 지원 현황을 UAS에게 통보하고, UAS는 비로소 피호출자에게 세션 설정 요청(alerting)을 전달하고 UAC에게 180 RINGING 메시지를 전송한다. 그리고 피호출자가 세션 설정을 수락하면 UAS는 INVITE 메시지에 대한 200 OK 메시지를 응답함으로써 보장형 QoS 세션의 설정을 완료한다.

4.3 가능형(Enabled) SIP QoS 지원 절차

보장형 QoS SIP 세션은 필수로 지정된 지역과 원격의 QoS 선결 조건 모두가 만족될 때까지 피호출자(callee)에게 세션 설정 요청(alerting)을 전달하지 않는다. 보장형 QoS 세션 사용자가 세션 설정 요청을 개시한 후 피호출자에게 요청이 통보될 때까지의 세션설정요청지연시간(Session Alerting Delay)은 다음과 같다.

$$\text{세션설정요청지연시간} \geq \max\{3 \times RTT^{ee}, 2 \times RTT^{en} + RTT^{rn} + RTT^m\},$$

$$RTT^{ee} = \text{End to End Round Trip Time,}$$

$$RTT^{en} = \text{End to NAS Round Trip Time,}$$

$$RTT^m = \text{RG to NAS Round Trip Time}$$

초기 지연시간에 민감한 응용의 경우 위의 세션설정요청지연시간은 QoS 보장보다 오히려 응용 서비스의 품질에 더 큰 영향을 미칠 수 있다.

그림 4에서 보는 바와 같이 가능형(enabled) QoS SIP 세션에서는 UAC로부터 INVITE 메시지를 수신한 UAS가 즉시 피호출자에게 세션 설정 요청을 통보(alerting)하고, 만약 이후의 세션 설정 과정에서 선택(optional)으로 표시된 QoS 선결 조건이 만족되지 않더라도 최선형 QoS의 세션으로 설정된다. SDP 응답을 포함하는 180 RINGING 메시지를 수신한 UAC는 즉시 SIP QoS에 대응되는 IP DiffServ QoS 허가 절차를 실행하고 QoS 지원 현황을 UAS에게 통보하지 않는다. UAS는 UAC의 IP DiffServ QoS 할당 현황과 무관하게 세션 설정을 진행한다. 가능형 QoS SIP 세션 설정에서 IP DiffServ QoS 지원 과정은 보장형 QoS 세션의 경우와 동일하다.

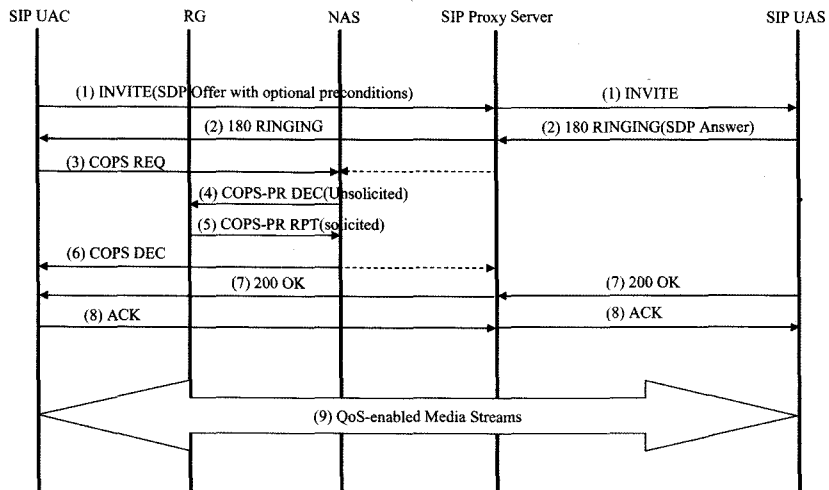


그림 4 가능형 SIP QoS 지원 절차

5. 계층간 QoS 변환

SIP QoS를 지원하기 위해서는 미디어 유형(Media Type), 전송 유형(Transmission Type), 트랜스포트 프로토콜 유형(Transport Protocol Type) 등 다수의 미디어 속성들로 표현되는 SIP QoS가 하위 계층의 QoS 표현 매개변수(DiffServ 등급, 802.1 D/Q 우선순위 등)로 적절하게 변환되어야 한다. SIP QoS와 하위 계층 QoS의 변환은 평면적으로 이루어질 수 있고 구조적으로 이루어질 수도 있다. 계층간 QoS의 평면적 변환(Flat Mapping)은 특정 SIP 세션내의 각 미디어 스트림의 QoS를 각각 독립적인 하위 계층의 QoS로 변환한다. 반면 구조적 변환(Structured Mapping) 방식은

SIP 세션내의 일부 또는 전체 스트림들의 QoS 연관성이 유지될 수 있도록 변환하는 것이다.

표 1은 계층간 QoS의 평면적 변환의 예를 보여준다. 평면적 변환에서는 SIP 세션내의 각 미디어 스트림의 QoS 요구 사항에 맞는 DiffServ 등급을 할당하고, DiffServ 등급을 802.1 D/Q의 3 비트 우선순위 필드에 표시되는 VLAN 트래픽 유형(Traffic Type)으로 변환시킬 수 있다. 멀티미디어 회의 SIP 세션내에서 동기화가 필요한 오디오, 비디오, 그리고 공유 응용의 3 개의 미디어 스트림을 동일한 큐에 의해 처리되는 AF3 등급으로 변환시키고, 각각 1(low), 2(medium), 3(high)의 폐기 우선순위(DP - Drop Precedence)를 할당함으로써

표 1 계층간 QoS의 평면적 변환(예)

SIP QoS (Media Attributes)	IP DiffServ (DiffServ Classes)	802.1 D/Q/BAN QoS (Traffic Type)
Media type = Control Transport = TCP Transmission = sendrecv	EF (101110)	NC (111)
Media type = Audio Transport = RTP/AVP Transmission = sendrecv	AF31 (011010)	VO (110)
Media type = Video Transport = RTP/AVP Transmission = sendrecv	AF21 (010010)	V1 (101)
Media type = Application Transport = TCP Transmission = sendrecv	AF11 (001010)	EE (011)
Media type = Data Transport = TCP Transmission = sendonly	BE (000000)	BE (000)

표 2 계층간 QoS의 구조적 변환(예)

SIP QoS (Media Attributes)	IP DiffServ (DiffServ Classes)	802.1 D/Q/BAN QoS (Traffic Type)
Media type = Control Transport = TCP Transmission = sendrecv	EF (101110)	VID ∈ {EF class VID} Priority = NC
Media type = Audio Transport = RTP/AVP Transmission = sendrecv	AF31 (011010)	VID ∈ {AF3 class VID} Priority = VO
Media type = Video Transport = RTP/AVP Transmission = sendrecv	AF32 (011100)	VID ∈ {AF3 class VID} Priority = V1
Media type = Application Transport = TCP Transmission = sendrecv	AF33 (011110)	VID ∈ {AF3 class VID} Priority = EE
Media type = Data Transport = TCP Transmission = sendonly	BE (000000)	VID ∈ {BE class VID} Priority = BE

IP DiffServ - EF : Expedited Forwarding, AF : Assured Forwarding, BE : Best Effort
 802.1 D/Q - NC : Network Control, VO : Voice, V1 : Video, EE : Excellent Effort, BE : Best Effort

혼잡 상황 발생 시 처리 우선순위를 다르게 부여하는 것을 구조적 변환의 예로 들 수 있다. 그러나 메트로 이더넷 광대역 접속망의 802.1 D/Q QoS는 동일한 트래픽 유형에 대한 폐기 우선순위(DP) 표시를 허용하지 않으므로 IP DiffServ 등급(AF 등급)의 DP 정보를 표현할 수 없는 문제가 발생한다. 본 연구에서는 표 2와 같이 IP DiffServ와 802.1 D/Q QoS 간 구조적 변환을 위해 DiffServ 등급에 따라 VID(VLAN ID)를 구분하여 할당하는 방안을 제안한다. 즉, DiffServ 등급에 대응되는 서로 다른 VID 영역을 정의하고, DiffServ 등급에 따라 해당 영역의 VID를 할당함으로써 DiffServ 등급에 대응되는 VLAN 등급(VLAN Class)을 표시할 수 있게 한다. 그리고 트래픽 유형을 나타내는 3 비트 우선순위 필드는 DP 정보를 표현함으로써 IP DiffServ에 대한 구조적 변환을 실현한다. 구조적 변환 방안을 지원하는 광대역 접속망의 메트로 이더넷 스위치는 VID로 표시되는 VLAN 등급에 따라 큐를 할당하고, 우선순위 필드 값에 따라 프레임 폐기 우선순위를 결정할 수 있다. 이 방안은 VLAN 등급 수에 비례하여 VID 수가 늘어나는 문제점을 가지고 있으나 VLAN 스택킹(stack) 기술 [18]을 사용하여 VID 수 문제는 해결될 수 있다.

6. 결론

802.1 D/Q QoS를 지원하는 메트로 이더넷 기반의 광대역 접속망이 확산됨에 따라 멀티미디어 응용의 동적인 QoS 요구 사항을 광대역 접속망에서 효과적으로 지원하는 문제는 더욱 중요해진다. 본 논문에서는 QoS에 민감한 많은 멀티미디어 응용에 대한 세션 제어 서비스를 제공하는 SIP의 동적 QoS를 메트로 이더넷 기반의 광대역 접속망에서 제공하는 방안을 제시하였다. 이를 위해 기존 광대역 접속망의 구조 분석을 근거로 SIP QoS 지원 광대역 접속망의 구조와 동작 모델을 제시하고, 보장형(assured) SIP QoS 유형과 가능형(enabled) SIP QoS 유형의 세션에 대한 QoS 지원 절차를 제시하였다. 그리고 SIP, IP, 광대역 접속망의 데이터 링크 계층의 QoS에 대해 계층간 변환 방식에 대해서도 논의하였다. 엔터프라이즈 망과 달리 광대역 접속망에서는 QoS 제공은 기본적으로 과금(pricing) 문제와 연계되어 제공될 수밖에 없다. 따라서 광대역 접속망에서 SIP QoS 지원을 위한 과금 체계 개선은 추후에 반드시 해결되어야 할 중요한 문제이다.

참고 문헌

- [1] J. Rosenberg et al., "SIP : Session Initiation Protocol," IETF RFC 3261, June 2002.
- [2] J. Rosenberg, H. Schulzrinne, "An Offer/Answer

Model with Session Description Protocol(SDP)," IETF RFC 3264, June 2002.

- [3] R. Braden, D. Clark, and S. Shenker, "Integrated Services in the Internet Architecture: An Overview," IETF RFC 1633, June 1994.
- [4] S. Blake et al., "An Architecture for Differentiated Services," IETF RFC 2475, Dec. 1998.
- [5] 박승철, "DSL 광대역 접속망에서 DiffServ QoS 지원 방안", 정보처리학회논문지 제13-C권 제5호, 2006년 10월.
- [6] DSL-Forum TR-059, "DSL Evolution - Architecture Requirements for the Support of QoS-Enabled IP Services," Sep. 2003.
- [7] S. Salsano, L. Veltri, "QoS Control by Means of COPS to Support SIP-Based Applications," IEEE Network, March/April 2002.
- [8] D. Durham, et al., "The COPS(Common Open Policy Service) Protocol," RFC 2748, Jan. 2000.
- [9] K. Chan, et al., "COPS Usage for Policy Provisioning(COPS-PR)," RFC 3084, March 2001.
- [10] S. Ooghe, et al., "Impact of the Evolution of the Metropolitan Network on the DSL Access Architecture," IEEE Communications Magazine, Feb. 2003.
- [11] L. Zier, W. Fisher, and F. Brockners, "Ethernet-Based Public Communication Services: Challenge and Opportunity," IEEE Communications Magazine, March 2004.
- [12] V. Fineberg, "A Practical Architecture for Implementing End-to-End QoS in an Ip Network," IEEE Communications Magazine, Jan. 2002.
- [13] DSL-Forum TR-094, "Multi-Service Delivery Framework for Home Networks," Aug. 2004.
- [14] C. Bouchat, S. Bosch, and T. Pollet, "QoS in DSL Access," IEEE Communications Magazine, Sep. 2003.
- [15] M. Handley, V. Jacobson, "SDP : Session Description," IETF RFC 2327, April 1998.
- [16] S. Sargento et al., "IP-Based Access Networks for Broadband Multimedia Services," IEEE Communications Magazine, Feb. 2003.
- [17] G. Gamarrillo, W. Marshall, J. Rosenberg, "Integration of Resource Management and SIP," IETF RFC 3312, Oct. 2002.
- [18] M. Ali, G. Chiruvolu, and A. Ge, "Traffic Engineering in Metro Ethernet," IEEE Network, March/April 2005.



박 승 철

1985년 2월 서울대학교 계산통계학과(학사). 1987년 2월 한국과학기술원 전산학과(석사). 1996년 8월 서울대학교 컴퓨터공학과(박사). 1987년 2월~1990년 10월 한국전자통신연구원. 1990년 10월~1992년 2월 한국IBM. 1992년 9월~2001년 4월 현대전자(현 하이닉스) 네트워크연구소장. 2001년 5월~2003년 9월 현대네트웍스 연구소장/대표이사. 2004년 3월~현재 한국기술교육대학교 인터넷미디어공학부 조교수. 관심 분야는 초고속 인터넷, 멀티미디어 통신, e-Learning