

DSL 광대역 접속망에서 DiffServ QoS 지원 방안

박 승 철[†]

요 약

인터넷상에서 IP QoS를 제공하기 위한 IntServ와 DiffServ 구조 중 현재 DiffServ가 기술적, 경제적으로 현실적인 방안으로 받아들여지고 있다. 본 논문에서는 DSL 광대역 접속망에 적용될 수 있는 몇 가지 DiffServ QoS 지원 방안을 제시하고, 각 방안의 장단점 분석을 통해 기존 최선형 DSL망으로부터 DiffServ QoS 지원 DSL망으로의 바람직한 이행 경로를 제시하고자 한다. DSL망은 전 세계적으로 최근에 매우 광범위하게 구축되어 있기 때문에 DiffServ QoS 지원 방안 설계 시에 다양한 QoS 서비스의 효율적인 제공뿐만 아니라, QoS 지원을 위한 신규 투자 비용, 기존의 QoS 미지원 시스템과의 호환성, 기존 과금 체계와의 호환성 등이 중요하게 고려되어야 한다. 본 논문은 DSL망을 위한 DiffServ QoS 지원 방안들을 단기적으로 적용할 수 있는 정적 DiffServ 방안과 장기적으로 적용할 수 있는 동적 DiffServ 방안으로 구분하여 제시한다. 정적 DiffServ 지원 방안은 가입자 단위의 DiffServ QoS를 제공하는 평면적 DiffServ와 가입자 단위의 DiffServ QoS와 서비스 단위의 DiffServ QoS를 동시에 제공하는 구조적 DiffServ 방안을 포함하고, 동적 DiffServ 방안은 P2P(Peer to Peer) 멀티미디어 응용에 적용될 수 있는 직접 DiffServ와 ASP(Application Service Provider) 응용에 적용될 수 있는 간접 DiffServ를 포함한다.

키워드 : QoS, DiffServ, 정적 DiffServ, 동적 DiffServ, 광대역 접속망

DiffServ QoS Support in DSL Broadband Access Networks

Seungchul Park[†]

ABSTRACT

From both technical and economic viewpoints, DiffServ IP QoS architecture is accepted as a more practical solution because of the complexity problem of the other IntServ architecture. In this paper, we propose several models to support DiffServ QoS in DSL broadband access networks and discuss about migration path from current best-effort DSL networks to DiffServ-enabled ones. Since DSL networks are recently and widely deployed in the world, amount of new investment, compatibility with existing QoS-unaware DSL systems, and compatibility with existing charging systems as well as effective support of various QoS services must be carefully considered when we design DiffServ QoS support models in DSL networks. The DiffServ models proposed in this paper are divided into static DiffServ models and dynamic DiffServ models which are near-term solutions and long-term solutions respectively. The static DiffServ models include Flat DiffServ which supports per-subscriber DiffServ QoS and Structured DiffServ which supports per-subscriber and per-service DiffServ QoS. And the dynamic DiffServ models include Direct DiffServ for P2P(Peer to Peer) applications and Indirect DiffServ for ASP(Application Service Provider) applications.

Key Words : QoS, DiffServ, Static DiffServ, Dynamic DiffServ, Broadband Access Network

1. 개 요

현재 우리가 사용하고 있는 대부분의 기존 인터넷은 대역폭에 따라 정해진 요금을 지불하는 사용자들에게 네트워크의 상태에 따라 최선형 서비스(Best-effort Service)를 제공한다. 기존 인터넷 사용자는 허용된 대역폭 범위 내에서 제한 없이 인터넷 서비스를 사용할 수 있지만, 제공되는 인터넷 서비스 품질(QoS - Quality of service)은 네트워크의 트래픽 상태에 따라 결정될 뿐 차별화된 QoS를 제공받을 수

는 없다. 그러나 최근 인터넷상에서 활성화되고 있는 인터넷 전화, 인터넷 TV, 화상 회의, 오디오/비디오 스트리밍 등과 같은 멀티미디어 응용들과 VPN(Virtual Private Network) 서비스 등은 대역폭과 지연 시간 등으로 표현되는 QoS가 원하는 수준 이상으로 유지되지 않으면 서비스될 수 없는 특징을 가진다. 따라서 이러한 응용들을 인터넷 상에서 정상적으로 지원하기 위해서는 반드시 기존 최선형 인터넷(Best-effort Internet)을 QoS 지원 인터넷(QoS-enabled Internet)으로 개선시켜야 한다[1, 2].

지난 10여 년간 IntServ와 DiffServ와 같은 인터넷에서 QoS 지원을 위한 기본 구조에 대한 표준화와 트래픽 셰이핑과 폴리싱(Traffic Shaping & Policing), 큐잉과 스케줄링

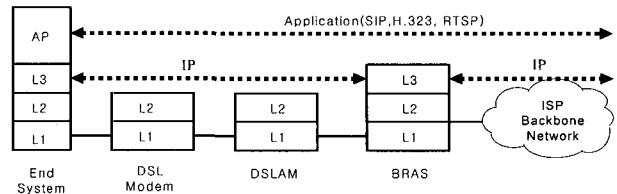
[†] 정 회 원 : 한국기술교육대학교 인터넷미디어공학부 조교수
논문접수 : 2006년 5월 23일, 심사완료 : 2006년 8월 1일

(Queueing & Scheduling), QoS 시그널링 등 기본적인 QoS 기술에 대한 많은 연구가 진행되어 왔다[3,4]. 그러나 인터넷을 구성하는 실제 네트워크상에서 QoS 지원 실적은 미미한 상태에 있다. 그 이유는 기존의 최선형 네트워크를 QoS 지원 네트워크로 개선하는 데에 막대한 비용 투자가 필요하고, QoS 지원 시스템과 기존의 QoS 미지원 시스템과의 호환성 유지가 어려우며, QoS 지원에 따른 라우터 등 네트워크 시스템의 복잡도 증가로 인한 성능 저하가 우려되고, QoS 지원에 적합한 과금 체계 구축 등이 요구되기 때문이다. 따라서 기존 네트워크에서의 QoS 지원은 QoS 미지원 시스템과의 호환성을 최대한 유지하면서 점진적으로 이루어져야 하고 과금 체계의 개선과 적절히 연계되어 진행되어야 한다.

인터넷상에서 IP QoS를 제공하기 위한 IntServ와 DiffServ 구조 중 현재 DiffServ가 기술적, 경제적으로 현실적인 방안으로 받아들여지고 있다[5,6,7]. 본 논문에서는 2005년 말 현재 전 세계적으로 약 1억 4천만 가입자를 보유한 대표적인 광대역 접속망인 DSL(Digital Subscriber Line) 망[8]에 적용할 수 있는 몇 가지 DiffServ QoS 지원 방안을 제시하고, 각 방안의 장단점 분석을 통해 기존 최선형 DSL 망으로부터 DiffServ QoS 지원 DSL망으로의 바람직한 이행 경로를 제시하고자 한다. 이를 위해 2장에서 먼저 기존 DSL 광대역 접속망의 구조와 서비스 현황, 그리고 DiffServ QoS 지원 관련 기존 연구를 간략하게 분석하고, DSL망을 위한 DiffServ QoS 지원 방안들을 정적 DiffServ 방안과 동적 DiffServ 방안으로 구분하여 각각 3장과 4장에서 설명한다. 본 연구에서 단기적인 솔루션으로 제시되는 정적 DiffServ 지원 방안은 가입자 단위의 DiffServ QoS를 제공하는 평면적 DiffServ와 가입자 단위의 DiffServ QoS와 서비스 단위의 DiffServ QoS를 동시에 제공하는 구조적 DiffServ 방안을 포함하고, 장기적인 솔루션으로 제시되는 동적 DiffServ 방안은 P2P(Peer to Peer) 멀티미디어 응용에 적용될 수 있는 직접 DiffServ와 ASP(Application Service Provider) 응용에 적용될 수 있는 간접 DiffServ를 포함한다. 현재의 최선형 DSL망에서 DiffServ QoS 지원 DSL망으로 바람직한 이행 경로에 대해서는 제시된 각 DiffServ 제공 방안에 대한 장단점 분석을 근거로 5장에서 구체적으로 토론한다.

2. 관련 연구 분석

DSL 광대역 접속망에서 QoS 지원 방안을 제안하기 전에 기존 DSL 광대역 접속망의 구조를 잘 파악할 필요가 있다. (그림 1)은 DSL 광대역 접속망의 토폴로지(topology)를 보여준다[9]. DSL 접속망은 가입자 구내망에 위치하는 DSL 모뎀, 가입자로부터의 트래픽을 집약화하는 DSLAM(DSL Access Multiplexer), 그리고 DSL 접속망과 ISP 백본망간 연동 기능을 제공하는 BRAS로 구성된다. 일반적으로 CPE는 인터넷과 ATM over DSL을 연동하는 계층 2의 브리지로 동작하고 DSLAM은 계층 2의 ATM 멀티플렉서로 동작



(그림 1) DSL 광대역 접속망 토폴로지

하므로, 각 가입자의 IP 트래픽은 CPE와 DSLAM을 투명하게 통과하고 BRAS를 통해 집약화(aggregation)되어 ISP 백본으로 전달된다. BRAS(Broadband Remote Access Server)는 단순한 IP 트래픽 집약화뿐만 아니라 사용자 인증(Subscriber Authentication), IP 주소 할당, 과금 정보 수집 등의 기능을 수행한다. 기존 DSL 광대역 접속망에서 유일하게 IP 기능을 포함하는 BRAS는 IP QoS와 정책 관리(Policy Management) 지원을 위한 인입 집행점(Ingress Enforcement Point) 역할을 수행해야 한다[7]. 일반적으로 DSL 광대역 접속망의 가입자는 미리 정해진 DSL의 대역폭을 제공받고, 허용된 대역폭 범위내에서 제한 없이 데이터 트래픽을 송수신할 수 있으며, 데이터 트래픽의 양과 무관하게 일정 기간(예, 월 단위)당 일정액의 요금을 부과 받는 정액제(Flat Rate Pricing) 기반 과금 체계를 채택하고 있다.

DSL망의 프로토콜 구조에 대한 표준을 개발하고 DSL 도입에 대한 가이드라인을 제시하는 DSL 포럼(www.dslforum.org)은 TR-059[7]를 통해 DSL 망에 IP QoS를 지원하기 위한 구조적 요구 사항을 정리하여 발표하였다. DSL 포럼은 TR-059에서 기술적인 측면과 경제적인 측면을 고려하여 IntServ 대신 DiffServ 기반의 QoS 지원을 권고하고 있으며, 먼저 1 단계에서는 정적인 프로비저닝(Static Provisioning)을 통해 미리(예, 가입 시) DiffServ 매개변수를 결정하는 정적 DiffServ를 도입하고, 2단계에서 DiffServ QoS 매개변수를 동적으로 변경할 수 있는 동적 DiffServ 도입을 권고하고 있다. 그러나 TR-059는 정적 DiffServ와 동적 DiffServ에 대한 요구 사항을 제시할 뿐 트래픽 클래스 구분 기준, 동적 QoS 매개 변수 변경을 위한 시그널링 방법 등 구체적인 실현 방안에 대해서는 제안하고 있지 않다. [10]은 DSL 망에서 동적 QoS 제공을 위한 시그널링과 QoS 수락 제어에 관한 기본적인 프레임워크(framework)을 제시하고 있다. 일반적으로 QoS 제공은 종단 시스템이 NSP(Network Service Provider)에 요청하여 제공받는 것이 일반적인 모델이었으나, [10]은 ENRICO(Enhanced Resource and Information Control) 구조를 통해 QoS 제공을 위한 ASP(Application Service Provider)와 NSP(Network Service Provider)간의 시그널링 인터페이스의 필요성을 제시하고 있다. 동적 DiffServ를 위한 시그널링 프로토콜에 대한 표준화는 아직 이루어지고 있지 않으나, [11, 12]는 COPS(Common Open Policy Service) 프로토콜을 사용하여 동적 DiffServ 지원을 위한 시그널링 메커니즘을 제안하고 있다. [11, 12]는 본 연구가 동적 DiffServ 방안의 QoS 시그

널링을 COPS 프로토콜 기반으로 설계할 수 있는 근거를 제공하였다.

3. 정적 DiffServ QoS 지원 방안

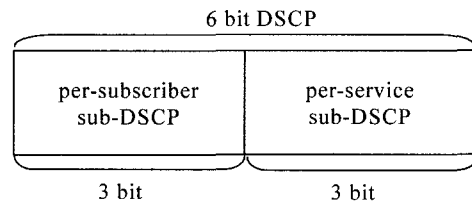
대부분의 중단 시스템이 QoS를 지원하지 않는 현재 DSL 망과 가장 잘 호환될 수 있는 QoS 지원 방안은 가입자별로 응용 서비스와 무관하게 미리 정해진 등급의 QoS를 제공하는 평면적 DiffServ(Flat DiffServ)이다. (그림 2)의 (a)는 평면적 DiffServ 모델을 보여준다.

평면적 DiffServ는 특정 가입자를 위한 프로파일 설정 시 (예, 가입 시)에 가입자 식별 정보 외에 대역폭, DiffServ 등급, DSCP(Differentiated Service Code Point) 값 등을 포함하는 서비스 수준에 대한 협약(SLA-Service Level Agreement)를 설정하고, 해당 가입자로부터의 트래픽에 대해 정해진 QoS를 제공하는 정적 DiffServ(Static DiffServ) 방안이다. 예를 들어, 평면적 DiffServ에서 가입자는 낮은 지연 시간(Low Latency), 낮은 지연 시간 편차(Low Jitter), 낮은 손실율(Low Bit Error Rate)를 보장하는 프리미엄(Premium)형, 상대적인 트래픽 처리 수준을 보증하는 보증형(Assured), 그리고 QoS를 제공하지 않는 최선형(Best-Effort) 가입자로 구분될 수 있고, 프리미엄형은 EF(Expedited Forwarding), 보증형은 AF(Assured Forwarding), 그리고 최선형은 BE(Best Effort) PHB(Per Hop Behavior)를 할당할 수 있다. 평면적 DiffServ에서는 해당 가입자를 인증하고 IP 주소를 할당하는 BRAS가 할당된 IP 주소를 사용하여 해당 가입자 트래픽을 구분하고 (Traffic Classification) 설정된 SLA에 맞는 QoS를 제공할 수 있기 때문에 중단 시스템은 QoS 제공에 관여할 필요가 없다. 따라서 평면적 DiffServ는 QoS 미지원 중단 시스템을 그대로 유지하면서 QoS를 제공할 수 있다. 뿐만 아니라 평면적 DiffServ는 대역폭을 기준으로 정액 요금을 결정하는 기존 과금 체계를 대역폭과 QoS 등급을 기준으로 요금을 결정하도록 수정하면 되기 때문에 기존 과금 체계를 거의 그대로 사용할 수 있게 한다.

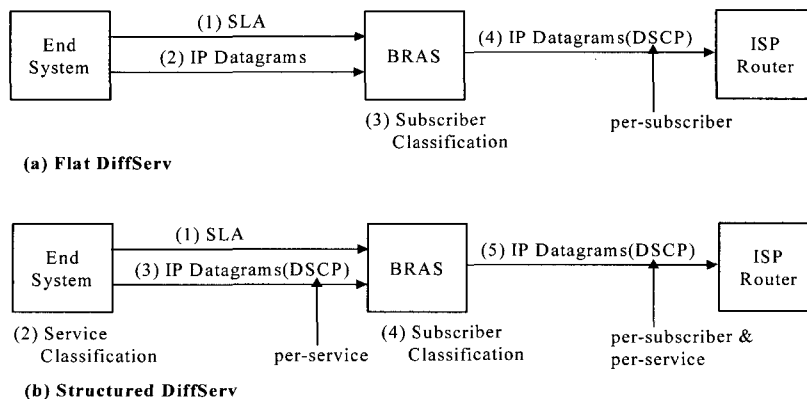
상대적인 트래픽 처리 수준을 보증하는 보증형(Assured) 가입자 트래픽의 경우 네트워크가 혼잡 상황에 처할 때 트래픽의 일부 패킷이 폐기되어야 하는 상황에 처할 수 있다.

이 경우 특정 가입자로부터 발생하는 트래픽은 서비스에 따라 QoS 요구 사항이 서로 다른 여러 가지 종류의 트래픽을 포함할 수 있으므로, WRED[13] 등을 사용하여 QoS 요구 수준이 낮은 서비스 트래픽의 패킷부터 폐기할 수 있어야 한다. 그러나 평면적 DiffServ는 가입자별로 미리 정해진 등급의 QoS를 제공하기 때문에 특정 가입자 트래픽을 서비스별로 구분하여 처리할 수 없다. (그림 2)의 (b)의 구조적 DiffServ는 (그림 3)과 같이 DSCP 필드를 가입자 등급 부필드(per-subscriber sub-DSCP)와 서비스 등급 부필드(per-service sub-DSCP)로 구조화함으로써 가입자 트래픽에 포함된 서비스 트래픽을 구분하여 차별적으로 처리할 수 있게 한다. AF PHB 등급의 가입자 트래픽의 경우 폐기 우선 순위(Drop Precedence)를 서비스 트래픽에 따라 구분하여 미리 설정할 수 있다. 예를 들어, 대화형 오디오/비디오 서비스 트래픽은 낮은 폐기 우선순위(Low Drop Precedence, 010)를 가지고, 스트리밍 오디오/비디오 트래픽은 중간(Medium, 100) 폐기 우선 순위를, 그리고 나머지는 높은(High, 110)를 가지고, 혼잡 상황 발생 시 폐기 우선 순위가 서비스 트래픽에 따라 결정될 수 있게 할 수 있다. 기존의 표준 PHB를 채택하지 않는 구현에서는 DSCP를 다른 방식으로 구조화할 수 있을 것이다.

구조적 DiffServ에서 서비스 트래픽 등급화와 서비스 단위(per-service)의 DSCP 마킹은 중단 시스템에서 이루어져야 하고, BRAS는 서비스 단위 DSCP에 가입자 단위(per-



(그림 3) 구조화된 DSCP(예)



(그림 2) DSL 광대역 접속망의 정적 DiffServ 모델

subscriber) DSCP를 더하여 완전한 DSCP를 완성할 수 있다. 이 후 인터넷 백본망에서는 해당 가입자 트래픽을 처리할 때 서비스 등급을 반영하여 차별적으로 처리할 수 있다. 종단 시스템이 DiffServ를 지원하지 않는 환경에서는 구조적 DiffServ가 평면적 DiffServ와 동일하게 동작하여 호환성을 보장할 수 있다. 만약 종단 시스템이 DSCP를 마킹하지 않는 경우 BRAS는 서비스와 무관하게 임의의 방식으로 서비스 단위 DSCP를 마킹하게 된다. 구조적 DiffServ에서 서비스 트래픽 구분은 가입자에 대한 SLA 범위내에서 이루어지므로 평면적 DiffServ와 동일한 과금 체계를 사용할 수 있다.

4. 동적 DiffServ QoS 지원 방안

DSL망에서 동적 DiffServ는 QoS 클라이언트가 응용의 세션 설정 시에 DiffServ QoS 인입 집행점인 BRAS에게 필요한 DiffServ QoS 제공 승인을 요청하고, 세션 해제 시에 QoS 제공 해제를 요청함으로써 DiffServ QoS 지원 자원을 효율적으로 사용할 수 있게 한다. 동적 DiffServ의 QoS 클라이언트는 종단 시스템(End System)이 될 수도 있고, 종단 시스템을 대신하여 QoS 제공에 대한 책임을 지는 응용의 QoS 프락시 서버가 될 수도 있다. 예를 들어, SIP(Session Initiation Protocol)의 디폴트 프락시 서버, H.323의 디폴트 게이트키퍼 등이 QoS 프락시 서버가 될 수 있다. 동적 DiffServ는 QoS 클라이언트 유형이 종단 시스템인 경우와 QoS 프락시인 경우에 따라 각각 직접 DiffServ(Direct DiffServ)와 간접 DiffServ(Indirect DiffServ)로 나누어질 수 있다. 직접 DiffServ는 QoS 지원과 그에 따른 요금 지불에 대한 책임을 종단 시스템이 가지는 동적 DiffServ이고, 간접 DiffServ는 QoS 지원과 그에 따른 요금 지불에 대한 책임을 종단 시스템 대신 응용의 QoS 프락시 서버가 가진다. 직접 DiffServ는 P2P 멀티미디어 응용 서비스에 대한 QoS 제공에 적합하고, 간접 DiffServ는 ASP 멀티미디어 응용 서비스에 대한 QoS 제공에 적합한 모델이다.

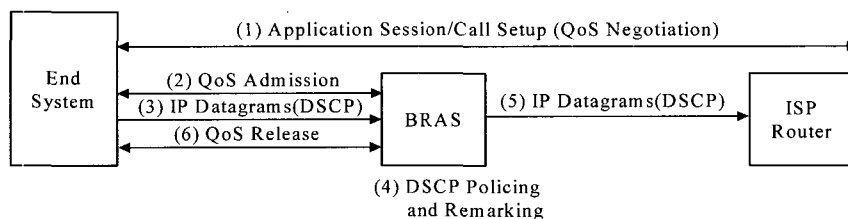
4.1 직접 DiffServ 모델

(그림 4)는 DSL 광대역 접속망에서의 직접 DiffServ 모델의 동작 절차를 보여준다. 직접 DiffServ 모델에서 QoS 클라이언트인 종단 시스템은 QoS 제공에 대한 승인을 요청하기 위해 특정 응용 서비스의 세션(session)을 구성하는 각 미디어 스트림 식별 정보와 QoS 속성 정보를 BRAS에게

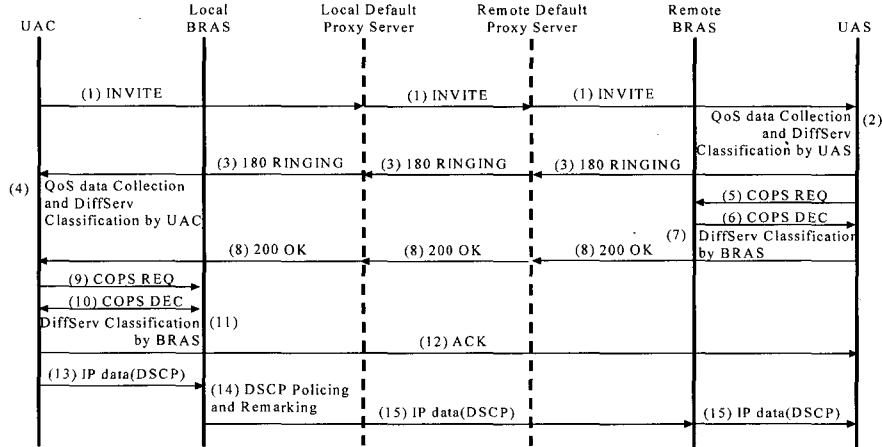
전달한다. 일반적으로 이 정보는 응용의 세션 설정 과정에서 종단간 협상(예, SIP의 SDP 제안/응답[14,15]) 과정에서 동적으로 결정된다((그림 4)의 (1)). 미디어 스트림 식별 정보는 출발지 IP 주소(Source IP Address), 목적지 IP 주소(Destination IP Address), 전송 프로토콜(Transport Protocol), 출발지 포트 번호(Source Port Number), 목적지 포트 번호(Destination Port Number)를 포함하고, QoS 속성 정보는 미디어 유형(Media Type - 오디오, 비디오, 데이터 등), 코덱 유형(Codec Type - PCMU, G721, GSM, H261, H263 등), 전송 유형(Transmission Type - sendonly, recvonly, sendrecv 등) 등을 포함한다. BRAS는 QoS 클라이언트가 제공한 QoS 속성 정보와 미리 정해진 정책 정보(Policy Information)에 따라 DiffServ 등급을 결정하고 자원을 예약한 후 QoS 지원을 승인한다((그림 4)의 (2)). 만약 해당 미디어 스트림에 대해 요청한 등급의 DiffServ를 제공하기에 자원이 부족하면 BRAS는 QoS 요청을 거절할 수 있다. BRAS가 QoS 제공을 승인하면 종단 시스템은 대응되는 DSCP를 마킹한 미디어 스트림을 BRAS로 전송하고((그림 4)의 (3)), BRAS는 수신된 미디어 스트림의 DSCP를 필요하면 재마킹한 후((그림 4)의 (4)), 트래픽 셰이핑, 폴리싱, 큐잉, 스케줄링 등을 거쳐 ISP망으로 전달한다((그림 4)의 (5)). 미디어 스트림 전송을 완료하면 종단 시스템은 BRAS에게 QoS 제공 해제를 요청한다((그림 4)의 (6)).

직접 DiffServ 모델에서 QoS 클라이언트인 종단 시스템과 QoS 서버인 BRAS간의 QoS 제어 정보(QoS Admission, QoS Release) 교환을 위한 시그널링 프로토콜은 TCP 기반의 COPS 프로토콜[16]의 REQ(Request), DEC(Decision), DRQ(Delete Request) 메시지 기반으로 설계될 수 있다. REQ 메시지는 종단 시스템이 BRAS에게 QoS 제공 승인을 요청할 때 사용되고 응용 세션의 각 미디어 스트림 식별 정보와 QoS 속성 정보를 포함한다. DEC 메시지는 BRAS가 종단 시스템에게 REQ에 대한 승인 정보를 제공하고, DRQ는 종단 시스템이 BRAS에게 QoS 해제를 요청할 때 사용한다.

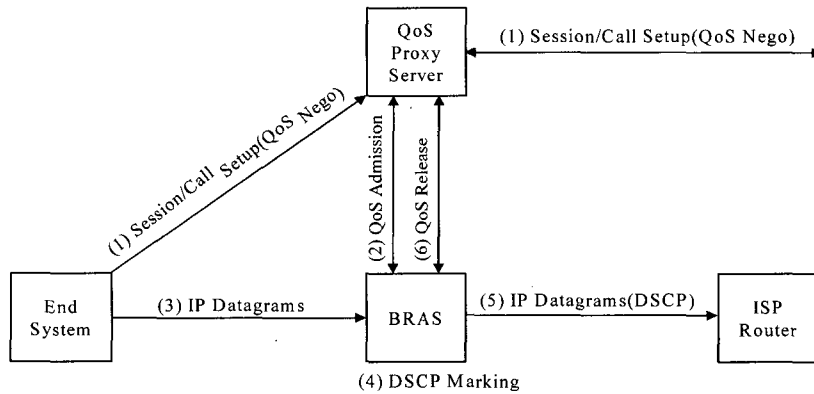
(그림 5)는 직접 DiffServ 모델을 SIP 응용에 적용할 때 메시지 흐름에 대한 일부 예를 보여준다. SIP 응용의 UAC(User Agent Client)와 UAS(User Agent Server)는 세션 설정 과정의 INVITE 메시지에 포함되는 SDP 제안(SDP Offer)와 180 RINGING 메시지에 포함되는 SDP 응답(SDP Answer)을 통해 세션을 구성하는 각 미디어 스트림에 대한 QoS 데이터(미디어 스트림 식별 정보, QoS 속성 정보 등)



(그림 4) DSL 광대역 접속망에서의 직접 DiffServ 모델



(그림 5) SIP 응용에 대한 직접 DiffServ 적용 예제



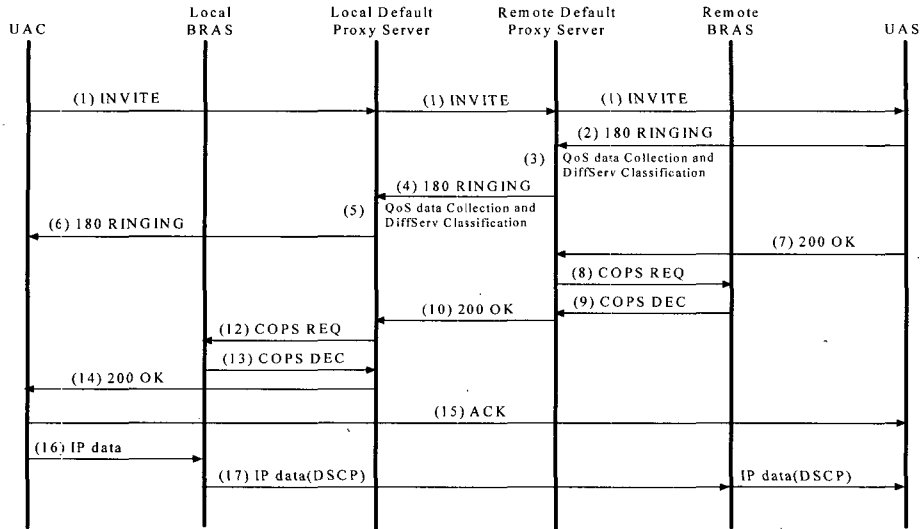
(그림 6) DSL 광대역 접속망의 간접 DiffServ 모델

를 분석하고, QoS 속성을 근거로 해당 미디어 스트림에 대한 DiffServ 등급을 결정한다(DiffServ Classification). 그런 다음 UAC와 UAS는 각각 독립적으로 자신의 BRAS와 COPS REQ, DEC 메시지 교환을 통해 QoS 제공을 요청하고 승인을 받는다. 이 과정에서 각 BRAS는 UAS(또는 UAS)가 제공한 QoS 데이터를 근거로 각 미디어 스트림에 대한 DiffServ 등급 정보를 유지한다. 세션 설정이 완료되면 UAC(또는 UAS)는 해당 미디어 스트림을 구성하는 각 패킷(IP 데이터그램)에 상용하는 DSCP를 마킹하여 BRAS로 전송함으로써 적절한 QoS를 제공받는다. SIP BYE 메시지를 통해 세션을 종료하는 UAC(또는 UAS)는 COPS DRQ 메시지를 통해 자신의 BRAS에 QoS 해제를 요청한다.

4.2 간접 DiffServ 모델

간접 DiffServ 모델에서는 중단 시스템 대신 QoS 프락시 서버(QoS Proxy Server)가 응용 서비스의 QoS 지원에 대한 책임을 진다. 예를 들어 SIP의 디폴트 프락시 서버(Default Proxy Server), H.323의 디폴트 게이트키퍼(Default Gatekeeper)등이 QoS 프락시 서버로 동작할 수 있다. (그림 6)은 간접 DiffServ 동적 QoS 지원 절차를 보여준다. QoS

프락시 서버는 응용의 중단간 세션 설정 과정의 QoS 협상 과정에 참여하여 IP QoS 데이터(미디어 스트림 식별 정보, QoS 속성 정보 등)를 수집한다((그림 6)의 (1)). 특정 세션의 각 미디어 스트림에 대한 IP QoS 데이터 수집을 완료한 QoS 프락시 서버는 IP QoS 집행점인 BRAS에게 관련 정보를 전달하여 해당 미디어 스트림에 대한 QoS 지원 승인을 요청하고 허가를 받는다((그림 6)의 (2)). BRAS는 미디어 스트림 식별 정보와 QoS 속성 정보에 근거하여 DiffServ 등급을 결정하고 자신의 자원의 상태 등에 근거하여 IP QoS 제공을 승인한다. QoS 프락시 서버와 BRAS간의 QoS 시그널링은 직접 DiffServ 모델과 같이 COPS 프로토콜을 사용할 수 있다. 세션 설정을 완료한 중단 시스템은 QoS 지원과 무관하게 미디어 스트림 트래픽을 BRAS를 통해 전송하고((그림 6)의 (3)), BRAS는 QoS 승인 과정에서 확보된 미디어 스트림 식별 정보와 DiffServ 등급 정보를 근거로 수신된 트래픽의 각 패킷에 대한DSCP를 직접 마킹하고((그림 6)의 (4)), 트래픽 웨이핑, 폴리싱, 큐잉, 스케줄링 등을 거쳐 ISP망으로 전달한다((그림 6)의 (5)). 미디어 스트림 전송을 완료하면 QoS 프락시 서버는 BRAS에게 QoS 제공 해제를 요청한다((그림 6)의 (6)).



(그림 7) SIP 응용에 대한 Indirect DiffServ 적용 예제

(그림 7)은 간접 DiffServ 모델을 SIP 응용에 적용할 때 메시지 흐름에 대한 일부 예를 보여준다. SIP 응용의 UAC와 UAS에 대응되는 디폴트 프락시 서버는 세션 설정 과정의 INVITE 메시지에 포함되는 SDP 제안(SDP Offer)와 180 RINGING 메시지에 포함되는 SDP 응답(SDP Answer)을 중간에서 해석하여 세션을 구성하는 각 미디어 스트림에 대한 QoS 데이터(미디어 스트림 식별 정보, QoS 속성 정보 등)를 분석한다. 그런 다음 디폴트 프락시 서버는 각각 독립적으로 자신의 BRAS와 COPS REQ, DEC 메시지 교환을 통해 QoS 제공을 요청하고 승인을 받는다. 이 과정에서 각 BRAS는 디폴트 프락시 서버가 제공한 QoS 데이터를 근거로 각 미디어 스트림에 대한 DiffServ 등급 정보를 유지한다. 세션 설정이 완료되면 중단 시스템의 UAC(또는 UAS)는 해당 미디어 스트림을 구성하는 각 패킷(IP 데이터그램)을 BRAS로 전송하고, BRAS는 QoS 승인 과정에서 확보한 미디어 스트림 식별 정보와 DiffServ 등급 정보에 근거하여 미디어 스트림 패킷에 대한 DSCP 마킹을 직접 수행한다. 세션을 종료하는 BYE 메시지를 수신한 디폴트 프락시 서버는 COPS DRQ 메시지를 통해 자신의 BRAS에게 QoS 해제를 요청할 수 있다.

5. DiffServ 지원 방안 비교 및 이행 경로 분석

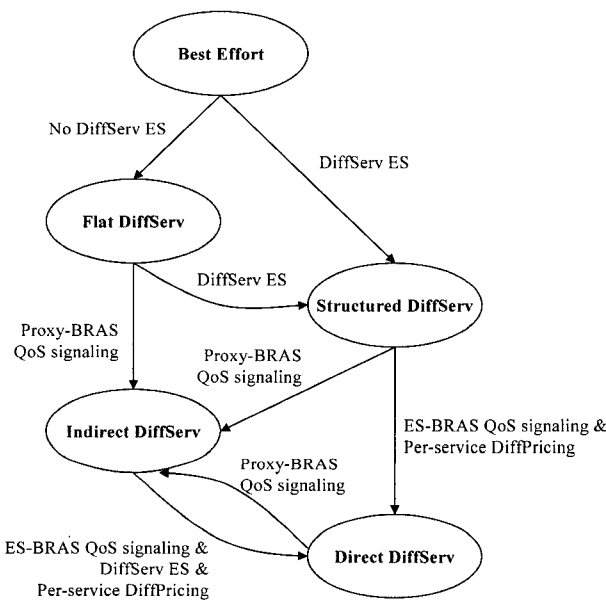
<표 1>은 DiffServ 지원 방안의 장단점을 비교하여 보여준다. 가입자 단위의 정적 DiffServ QoS를 제공하는 평면적 DiffServ 모델의 가장 큰 장점은 DiffServ QoS를 지원하지 않는 기존 DSL망의 중단 시스템과 역호환성을 유지할 수 있고, 가입자 단위의 기존 정액제 과금 체계를 거의 그대로 사용할 수 있다는 것이다. 따라서 평면적 DiffServ는 BRAS와 과금 시스템 등 일부 DSL망 측 장비의 개선만으로 DSL망에 적용가능하기 때문에 단기간 내에 쉽게 적용될 수 있다. 그러나 평면적 DiffServ 모델은 응용의 QoS 요구를 동

적으로 반영할 수 없을 뿐만 아니라 가입자 트래픽에 포함된 QoS 요구 수준이 다른 서비스 트래픽을 구분하여 처리할 수 없는 단점을 가진다. 구조적 DiffServ 모델은 평면적 DiffServ 모델의 장점을 그대로 유지하면서 가입자 트래픽을 처리할 때 서비스 트래픽의 등급을 반영하여 차별적으로 처리할 수 있게 한다. 구조적 DiffServ 모델은 DSCP 필드를 가입자 등급 부필드와 서비스 등급 부필드로 나누어 사용해야 하고, 기존 표준 DSCP와 충돌되지 않는 값을 사용해야 하므로 가입자와 서비스 트래픽 구분이 제한적이다. 구조적 DiffServ 모델에서 서비스 트래픽에 대한 DSCP 마킹을 위해서는 중단 시스템이 DiffServ를 지원할 수 있어야 하나, DiffServ를 지원하지 않는 중단 시스템은 평면적 DiffServ와 같이 처리되어 호환성은 보장될 수 있다. 평면적 DiffServ와 구조적 DiffServ를 포함하는 정적 DiffServ는 기본적으로 가입자 단위로 QoS가 지원되고 DiffServ 등급이 정적으로 결정된다. 따라서 가입자가 QoS를 필요하지 않는 응용을 실행하는 경우에도 해당 등급의 QoS가 지원되어 궁극적으로 자원의 낭비를 초래한다.

동적 DiffServ는 QoS 클라이언트가 QoS가 필요할 때 자원을 요청하고 필요하지 않을 때 해제를 요청함으로써 정적 DiffServ의 자원 낭비 문제를 근본적으로 해결한다. 그러나 동적 DiffServ는 이를 위해 QoS 클라이언트와 QoS 서버(DSL망의 BRAS)간 별도의 QoS 시그널링 프로토콜을 필요로 한다. 간접 DiffServ의 경우 QoS 시그널링 프로토콜은 응용의 QoS 프락시 서버와 BRAS간에 동작한다. 따라서 간접 DiffServ 모델은 DiffServ를 지원하지 않는 중단 시스템과 호환성을 유지할 수 있고 기존의 과금 체계를 그대로 사용할 수 있게 한다. 반면 간접 DiffServ는 QoS 프락시 서버가 존재하는 ASP 응용 서비스에 대해서만 적용이 가능하고, QoS 지원에 대한 책임을 중단 시스템이 가지는 P2P 응용에 대해서는 적용될 수 없다. 그리고 간접 DiffServ의 QoS 인입 실행 지점이 BRAS이므로 중단 시스템과 BRAS

〈표 1〉 DSL망의 DiffServ 지원 방안 비교

		장점	단점
정적 DiffServ	평면적 DiffServ	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 중단 시스템과의 호환 • 가입자별 정액제 과금 체계와 호환 	<ul style="list-style-type: none"> • 서비스별 QoS 요구사항 지원 불가 • 응용의 동적 QoS 요구사항 지원 불가
	구조적 DiffServ	<ul style="list-style-type: none"> • 서비스별 QoS 요구사항 지원(제한적) • 기존 중단 시스템과의 호환 • 가입자별 정액제 과금 체계와 호환 	<ul style="list-style-type: none"> • DiffServ 지원 중단 시스템 요구 • 응용의 동적 QoS 요구사항 지원 불가
동적 DiffServ	직접 DiffServ	<ul style="list-style-type: none"> • P2P 응용에 대한 동적 QoS 지원 • 기존 ASP 응용에 대한 QoS 지원 가능 	<ul style="list-style-type: none"> • 중단 시스템과 BRAS간 QoS 시그널링 • DiffServ 지원 중단 시스템 요구 • 가입자별 정액제 과금 체계와 호환 불가
	간접 DiffServ	<ul style="list-style-type: none"> • ASP 응용에 대한 동적 QoS 지원 • 기존 중단 시스템과 호환 • 가입자별 정액제 과금 체계와 호환 	<ul style="list-style-type: none"> • QoS 프락시와 BRAS간 QoS 시그널링 • P2P 응용에 대한 QoS 제공 불가 • 가입자-BRAS구간 QoS 제공 불가



(그림 8) DiffServ 지원 DSL망으로의 이행 경로

구간에 대한 QoS 제공이 불가능한 문제도 있다. P2P 응용에 대한 동적 DiffServ QoS 지원은 직접 DiffServ 모델을 통해 가능하다. 그러나 직접 DiffServ는 중단 시스템과 BRAS간 QoS 시그널링 프로토콜을 필요로 하고, 중단 시스템이 반드시 DiffServ를 지원해야 하며, 응용 서비스에 제공되는 동적 QoS를 반영하는 과금 체계를 요구한다. 직접 DiffServ는 응용 프로토콜과 직접 연관되지는 않으므로 QoS를 지원하지 않는 기존 ASP 응용에 대해서도 중단 시스템의 요청으로 QoS를 제공할 수 있다.

(그림 8)은 기존 최선형(Best Effort) DSL망으로부터 DiffServ 지원 DSL망으로의 이행 경로(Migration Path)를 보여준다. 중단 시스템(ES - End System)들이 DiffServ를 지원하지 않는 환경에서는 DiffServ 지원 BRAS를 통해 QoS 지원이 가능한 평면적 DiffServ(Flat DiffServ)를 도입할 수 있고, DiffServ 중단 시스템이 DiffServ를 지원할 수 있도록 개선된 구조적 DiffServ로 이행할 수 있다. 현재의 중단 시스템이 DiffServ를 지원할 수 있으면 구조적

DiffServ를 바로 도입할 수도 있다. 평면적 DiffServ 또는 구조적 DiffServ가 지원되는 환경에서 ASP 응용에 대해 차별화된 DiffServ QoS를 도입하고자 하는 경우, 예를 들어 특정 ASP의 VoIP 서비스에 대해 가입자와 무관하게 EF 등급의 프리미엄 서비스를 제공하고자 하는 경우, QoS 프락시 서버와 BRAS간 QoS 시그널링(Proxy-BRAS QoS Signaling)을 지원하는 간접 DiffServ를 도입할 수 있다. 간접 DiffServ는 중단 시스템의 DiffServ 지원을 필요로 하지 않고 가입자 단위의 과금 체계에 변화를 요구하지 않기 때문에 비교적 쉽게 도입할 수 있다. P2P 응용을 위한 직접 DiffServ는 중단 시스템이 DiffServ를 지원하고, 중단 시스템과 BRAS간에 QoS 시그널링(ES-BRAS QoS Signaling)이 지원되며, 가입자에 대해 서비스 단위의 차별화된 과금 체계(Per-service DiffPricing)가 지원되어야 도입될 수 있다. 물론 직접 DiffServ 환경에서 QoS 프락시 서버와 BRAS간 QoS 시그널링 추가를 통해 간접 DiffServ로 이행할 수도 있다.

6. 결론

본 논문은 현재 DSL망의 구조, 서비스 현황, 과금 체계 등을 고려하고, 장기적으로 DSL 망이 발전해야 할 방향 등을 고려하여 단기적으로 적용될 수 있는 정적 DiffServ 방안과 장기적으로 적용될 수 있는 동적 DiffServ 방안을 제시하고, 기존 DSL망으로부터 DiffServ 지원 DSL망으로의 현실적인 이행 경로를 제시하였다. 본 논문에서 제시한 정적 DiffServ 지원 방안은 가입자 단위의 DiffServ QoS를 제공하는 평면적 DiffServ와 가입자 단위의 DiffServ QoS와 서비스 단위의 DiffServ QoS를 동시에 제공하는 구조적 DiffServ 방안을 포함하고, 동적 DiffServ 방안은 P2P(Peer to Peer) 멀티미디어 응용에 적용될 수 있는 직접 DiffServ와 ASP(Application Service Provider) 응용에 적용될 수 있는 간접 DiffServ를 포함한다. 인터넷상에서 QoS에 민감한 멀티미디어 응용들이 활성화됨에 따라 DSL망을 포함하는 광대역 접속망에서의 QoS 지원은 필수불가결한 요소가 되고 있다. 본 논문에서 제시한 QoS 지원 DSL망으로의 현실

적인 이행 경로는 QoS 지원 DSL망의 조기 구축에 기여할 수 있을 것으로 믿어 의심치 않는다. 본 연구에서 구체적으로 다루지 못한 DiffServ QoS와 하위 DSL망 QoS(예, 802.1 D/Q QoS)와의 변환 문제, DSL망의 전단의 홈 네트워크에서의 QoS 지원 문제, 동적 DiffServ 지원과 과금 체계와의 관계 등은 추후에 연구되어야 할 중요한 연구 주제이다.

참 고 문 헌

[1] J. Gozdecki, A. Jajszczyk, and R. Stankiewicz, "Quality of Service Terminology in IP Networks," *IEEE Communications Magazine*, March, 2003.

[2] Y. Bai and M. R. Ito, "QoS Control for Video and Audio Communication in Conventional and Active Networks: Approaches and Comparison," *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, First Quarter 2004.

[3] J. Soldatos, E. Vayias, G. Kormentzas, "On The Building Blocks of Quality of Service in Heterogeneous IP Networks," *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, First Quarter 2005.

[4] D. Vali, S. Paskalis, L. Merakos, A. Kaloxylos, "A Survey of Internet QoS Signalig," *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, Fourth Quarter 2004.

[5] S. Giordano et al., "Advanced QoS Provisioning in IP Networks: The European Premium IP Projects," *IEEE Communications Magazine*, Jan., 2003.

[6] J. Lakkakorpi, O. Strandberg, J. Salonen, "Adaptive Connection Admission Control for Differentiated Services Access Networks," *IEEE JSAC*, Vol.23, NO. 10, Oct., 2005.

[7] DSL-Forum TR-059, "DSL Evolution - Architecture Requirements for the Support of QoS-Enabled IP Services," Sept., 2003.

[8] DSL-Forum News Release, Q4 05 -1, Website - www.dslforum.org

[9] Seungchul Park, Implementation of Next Generation DSL

Networks, J. of KISS: Information Networking, Vol. 32, No. 2, April, 2005.

[10] C. Bouchat, S. Bosch, T. Pollet, "QoS in DSL Access," *IEEE Communications Magazine*, Sept., 2003.

[11] S. Salsano, L. Veltri, "QoS Control by Means of COPS to Support SIP-Based Applications," *IEEE Network*, March/April, 2002.

[12] T. M. T. Nguyen, N. Boukhatem, G. Pujolle, "COPS-SLS Usage for Dynamic Policy-Based QoS Management over Heterogeneous IP Networks," *IEEE Network*, May/June, 2003.

[13] S. Floyd and V. Jacobson, "Random Early Detection Gateways for Congestion Avoidance," *IEEE/ACM Trans. Net.*, Vol.1, No.4, Aug., 1993.

[14] J. Rosenberg et al., "SIP : Session Initiation Protocol," *IETF RFC 3261*, June, 2002.

[15] J. Rosenberg, H. Schulzrinne, "An Offer/Answer Model with Session Description Protocol(SDP)," *IETF RFC 3264*, June, 2002.

[16] D. Durham, et al., "The COPS(Common Open Policy Service) Protocol," *RFC 2748*, Jan., 2000.



박 승 철

E-mail : scpark@kut.ac.kr

1985년2월 서울대학교 계산통계학과(학사)

1987년2월 한국과학기술원 전산학과(석사)

1996년8월 서울대학교 컴퓨터공학과(박사)

1987년2월~1990년10월 한국전자통신연구원

1990년10월~1992년2월 한국IBM

1992년9월~2001년4월 현대전자(현 하이닉스) 네트워크연구소장

2001년5월~2003년9월 현대네트웍스 연구소장/대표이사

2004년3월~현재 한국기술교육대학교 인터넷미디어공학부 조교수

관심분야: 초고속 인터넷, 멀티미디어 통신, e-Learning