

교육 연구망에서 세션 QoS 시스템 관리 기법 연구

박성호[†], 이화세^{**}, 손건태^{***}

요 약

인터넷 접속 전용회선은 일반적으로 Best Effort Model를 채택하여 관리함으로써 전용회선의 효율성을 유지할 수 있으나, 운영 기관의 서비스 종류나 목적에 관계없이 높은 대역폭 요구하는 서비스에게 더 높은 대역폭 자원을 할당하는 문제점을 가진다. 이러한 단점을 극복하기 위하여 비업무용 서비스나 지속적으로 높은 네트워크 대역폭을 사용하는 서비스를 구분하여 대역폭 사용을 제한함으로써 E-mail, 웹 등과 같은 업무 관련 서비스에게 대역폭을 우선적으로 지원하는 세션 기반 QoS 관리 시스템이 개발되어 보급되고 있다. 그러나 현재 운용되고 있는 세션 기반 QoS 시스템은 제한 위주의 단순한 정책을 바탕으로 개발되어 대학과 같이 다양한 요구를 가진 사용자를 지원하는 환경에는 적합하지 않다. 본 논문에서는 연구, 학습, 업무 등의 다양한 사용 형태를 지원하는 교육 연구망 환경에서 세션 기반 QoS 시스템이 사용자의 다양한 요구에 부합할 수 있도록 교육 연구망 환경의 서비스 유형을 분석하여 세션 기반 QoS 시스템 관리 기법의 필요성을 제안한다.

A Study of Management Strategy for Session QoS System in Education and Research Network

Seongho Park[†], Hwasei Lee^{**}, Keontae Sohn^{***}

ABSTRACT

The dedicated line linked up with the internet maintains generally the efficiency of network by using Best Effort Model. But it is the problem that we allocate the higher bandwidth to services which request high bandwidth regardless of service types or purposes. To overcome this weak point, we use the Session QoS System which distinguish between business services such as E-mail, Web, etc. and non-business services. But, a recent session QoS system is not adequate to the environment similar to university, because that has many users who have various requests. In this paper, to satisfy various requirements of many user's in session QoS system which support services of research, education, business, etc., we analyze types of service in the environment of education and research network and propose a necessity of management strategies of session QoS system.

Key words: Session QoS System(세션 QoS 시스템), Quality of Service(QoS), Traffic Control(트래픽관리)

1. 서 론

전용회선을 통해 교육 전산망을 사용하고 있는 대

부분의 대학에서는 학내 구성원에게 만족스러운 인터넷 서비스를 제공하기 위하여 과거 몇 년 동안 교육전산망 접속 전용회선 대역폭을 증설하는 인프라

※ 교신저자(Corresponding Author) : 박성호, 주소 : 부산광역시 금정구 장전동 산 30번지(609-735), 전화 : 051)510-2785, FAX : 051)581-4692, E-mail : shpark@pusan.ac.kr
접수일 : 2007년 9월 27일, 완료일 : 2008년 2월 12일

[†] 종신회원, 부산대학교 정보전산원 부교수

^{**} 정회원, 부산대학교 디자인학과 영상정보전공 교수

(E-mail : hwalee@pusan.ac.kr)

^{***} 정회원, 부산대학교 자연과학대학 수학교육학부 교수
(E-mail : ktsohn@pusan.ac.kr)

※ 이 연구는 부산대학교 자유과제 학술연구비(2년)에 의하여 연구되었음

확충 사업을 지속적으로 수행하였다. 그러나 그림 1과 같이 인터넷 인프라의 확충은 e-learning, 멀티미디어 게임, VOD 등과 같은 다양한 서비스를 요구하며, 이런 서비스 활용의 증가는 증설된 전용회선 대역폭을 상회하는 현상을 초래하고, 그래서 다시 학내 구성원이 요구하는 수준의 인터넷 서비스를 제공하지 못하는 딜레마가 발생하고 있다.

특히 대부분의 네트워크는 망 관리 기법으로 『Best Effort Model』를 채택하여 운영함으로써 망의 효율성을 유지할 수 있으나, 서비스의 종류나 목적에 관계없이 높은 대역폭을 요구하는 서비스에게 높은 네트워크 대역폭을 할당하는 특성을 가지고 있다. 이러한 특성은 연구나 교육, 업무에 사용되는 대역폭보다 개인 간의 파일교환, 오락 등과 같은 비업무용 서비스에 사용되는 대역폭이 전산망에서 높은 비율을 차지함으로써 각 기관 구성원의 업무 효율성을 떨어뜨리는 요인이 되고 있으며, 매년 지출되는 높은 전용회선 사용 비용에도 불구하고 사용자의 네트워크 품질에 대한 불신을 발생시키는 요인이 되고 있다. 그러므로 많은 기관의 망 관리자들은 최소의 비용으로 구성원들이 필요로 하는 인터넷 서비스를 원활하게 제공할 수 있는 새로운 해결책을 찾아야하는 과제를 안고 있다.

현재 이러한 문제를 극복하기 위한 많은 연구가 진행되었다[1-5]. 특히 사용자 및 이용하는 서비스의 특성에 따라 할당되는 전용회선 대역폭을 다르게 관리함으로써 전용회선 사용의 효율성을 높일 수 있는 QoS 시스템에 관한 관심이 높아지고 있다. 현재까지 연구된 RSVP(Resource Reservation Protocol)[6,7]에 활용한 IntServ(Integrated Service)[8,9], DiffServ(Differentiated Service)[10,11] 등의 QoS 관련 기술

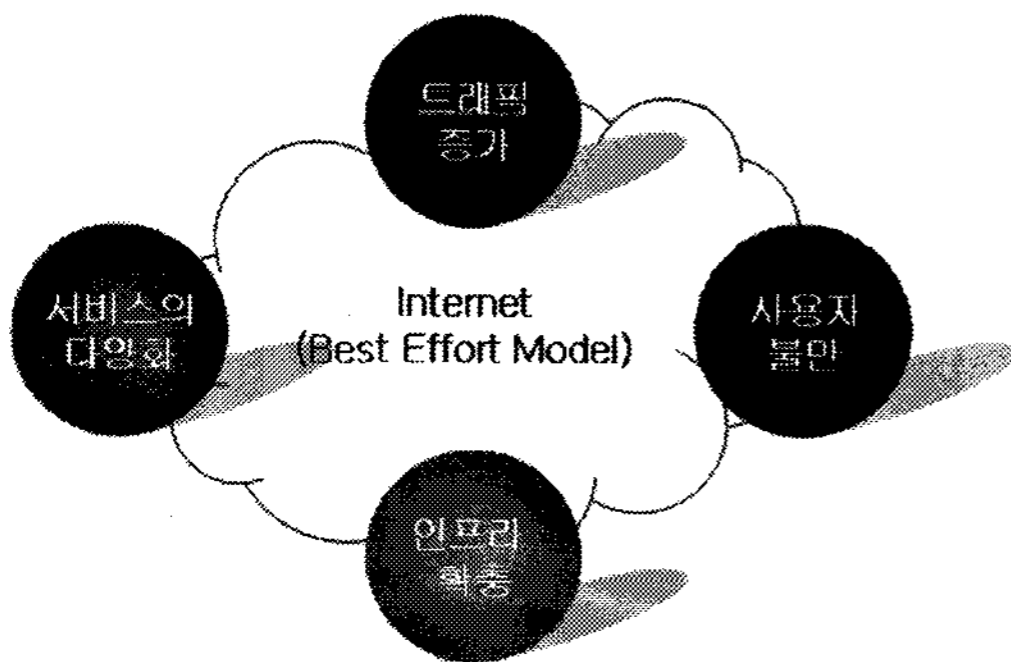


그림 1. 인터넷 인프라 확충의 딜레마

들은 표준화 기관으로부터 인증을 받아 최근에 출시되고 있는 라우터 제품에 포함되어 있지만, 완전한 QoS를 제공하기 위해서는 인터넷에 존재하는 모든 라우터 또는 스위치가 QoS 표준기술을 지원하는 형태로 변경되어야 한다. 또한 불특정 다수가 이용하는 인터넷 환경에서, 각 개인별 특성에 부합하는 QoS 정책 수행을 위한 라우터 장비의 부하 증가 등을 고려할 경우, 매우 높은 망 구축비용 및 관리비용이 요구됨으로써 전체 네트워크 대역폭 사용의 효율성이 저하될 수 있으므로 현재 인터넷 환경에서는 적용되지 않고 있다.

이러한 문제점을 극복하기 위해 개발된 그림 2의 세션 기반 QoS 정책은 비업무용 서비스가 차지하는 인터넷 전용회선 트래픽을 전체 인터넷 트래픽의 일정량 이상을 초과하지 못하도록 한정된 대역폭을 할당하여 서비스 품질을 제한시키는 정책을 사용함으로써 업무용 서비스를 위한 안정적인 대역폭을 확보하여 양질의 서비스를 제공하도록 한다. 이러한 세션 기반 QoS 정책은 세션의 중요도를 감안하여 특정 정책에 의해 네트워크에서 전송되는 세션을 관리함으로써, 업무용으로 인터넷을 사용하는 서비스의 품질을 안정적으로 보장하여 기관의 목적과 부합하는 서비스에 보다 높은 품질 보장을 목적으로 하고 있다. 그러므로 기관은 업무 수행의 불편에 따른 인터넷 접속 전용회선의 물리적 대역폭의 증설 요구를 둔화시킬 수 있다. 기업체나 대학교 등과 같이 높은 비용의 인터넷 접속 비용을 지출하고 있고 구성원들로부터 인터넷 접속 대역폭 확장의 요구를 받고 있는 기관에서는 네트워크 관리에 있어 세션 기반 QoS 시스템 도입을 검토하고 있다.

그러나 세션 기반 QoS 장비를 통한 네트워크 자원 관리는 업무 및 연구 등을 위해 사용되는 우선 지원 트래픽과 오락, 휴식 등을 위해 사용되는 잉여 지원

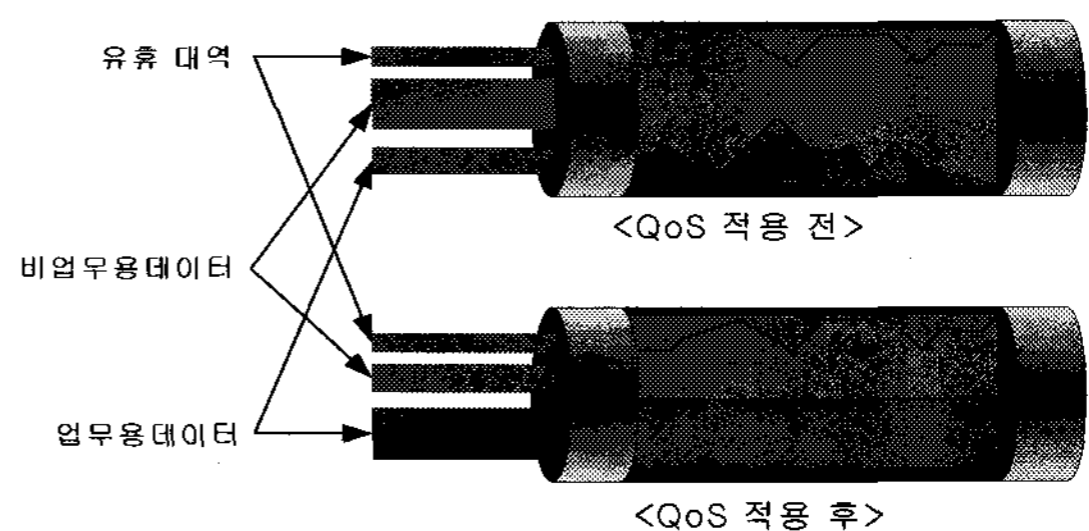


그림 2. 세션 QoS 관리 정책

트래픽을 어떻게 구분하는가 하는 방법에 어려움을 가지고 있다. 기업체와 같이 업무 지원을 주목적으로 하는 기업체 망 관리에서는 관리자가 네트워크 트래픽을 구분하여 관리하기가 비교적 용이하다. 반면에 학생, 교수, 교직원, 각종 연구실, 교내 벤처 등과 같이 다양한 구성원으로 이루어진 대학교에서는 우선 지원 트래픽과 잉여 지원 트래픽을 구분하기는 매우 어렵기 때문에 적절하지 못한 결과를 도출하여 교내 구성원의 불편을 초래하는 경우가 빈번히 발생할 수 있다. 그러므로 캠퍼스 환경에서 발생하는 서비스 유형을 분석하여 세션 기반 QoS 시스템을 효율적으로 활용할 수 있는 QoS 관리 정책에 대한 연구가 요구되고 있다. 본 연구에서는 한정된 자원인 교육망 접속 전용 회선을 효율적으로 활용할 수 있는 방안을 제시하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 기존의 QoS 관리 시스템에 관한 연구들에 대해 살펴보고 3장에서는 세션 QoS 시스템 적용 사례를 분석하며, 4장에서는 세션 기반 QoS 정책 적용에 따른 성능을 평가하고 분석한다. 마지막 5장에서는 세션 기반 QoS 시스템의 문제점과 개선 방향을 제시한다.

2. 관련 연구

QoS(Quality of Service) 관리를 통해 제한된 자원인 네트워크의 대역폭을 효율적으로 관리하는 정책에 관한 많은 연구가 수행되었으며, RSVP, IntServ, DiffServ 등 사용자의 요구에 따라 인터넷 서비스의 품질을 보장해주는 다양한 연구가 수행되었다[4,5]. 또한 기관이 인터넷과 연결하는 전용회선의 트래픽을 관리하기 위하여 세션 기반 QoS 관리 기법도 연구되어 상용화된 단계에 이르렀다. 그러나 세션 기반 QoS 관리 기법은 기관의 사용자 특성을 올바르게 반영하지 못할 경우, 오히려 서비스 품질을 저하시킬 수 있다.

자원예약프로토콜(Resource reSerVation Protocol : RSVP)은 종합 서비스 모델에서 실시간 응용이 사용하게 될 자원을 미리 예약하는데 필요한 것으로, 송신자와 수신자, 그리고 통신 세션의 라우터들이 서로 통신을 해서, 실시간 서비스를 지원하는데 필요한 라우터의 상태를 설정하는 신호프로토콜이다. 종합 서비스 모델은 이러한 기능을 가진 RSVP(Resource

reSerVation Protocol)를 자원 예약 프로토콜로 사용하여 사용자에게 일정한 품질의 서비스를 제공한다. RSVP 프로토콜은 현재 인터넷에서 채택하고 있는 Best Effort Service 정책에 비해 다양한 종류의 응용 서비스를 지원할 수 있으나, 자원을 예약한 이후 서비스를 제공하므로 잉여 자원이 없다면 서비스를 제공받을 수 없으며, 일정 기간 동안 하나의 서비스가 네트워크 대역폭을 독점하여 사용함으로써 네트워크 사용 비용을 상승시킨다. 또한 인터넷 환경에서 RSVP 프로토콜이 원활하게 지원하기 위해서는 인터넷에 위치한 모든 라우터가 RSVP 프로토콜을 지원하는 라우터로 변경되어야 한다. 그러나 현재 상용 인터넷 환경에서는 이러한 라우팅 환경이 구축되어 있지 않으므로 실제 인터넷 환경에서 RSVP 프로토콜을 이용하여 다양한 QoS 정책을 활용하기 위해서는 많은 시간을 기다려야 할 것이다[6,7].

통합서비스 모델(Integrated Services : IntServ)은 IETF에서 만든 표준 모델으로써, 기존의 Best Effort Model 외에 새로운 두개의 서비스(Guaranteed Service, Predictive Service)를 추가하여 제공한다. IntServ 모델은 스트리밍 서비스와 흐름제어 서비스를 제공할 수 있다. 이러한 서비스를 제공하기 위하여 IntServ 모델은 RSVP 프로토콜을 통해 여러 라우터들 간의 자원(대역폭, 메모리)을 확보한다. 그러므로 중간 라우터에서 각 Flow에 대한 정보를 저장해야 하기 때문에 중간 라우터의 부하가 커지게 된다. 특히 전송속도가 상당히 높고 연결된 Flow의 개수가 많은 백본 라우터인 경우 IntServ 모델의 적용이 어렵다[8,9].

차등서비스 모델(Differentiated Services : DiffServ)은 IntServ 모델의 확장성 문제를 해결하기 위해 IETF에서는 인터넷을 통해 전달돼야 하는 패킷들을 사용자가 지정한 구분방법에 따라 8~64가지 서비스 유형으로 나누고, 각 유형에 대해 각각의 패킷 교환기들이 수행해야 하는 처리기능을 지정해 서비스 제공에 차별화가 이뤄질 수 있도록 하는 것이다. 즉, 흐름(Flow) 단위에서 벗어나 어떤 흐름들의 집합(Aggregation)을 단위로 서비스를 차별적으로 관리함으로써 훨씬 간단한 구조를 가진다. 그러므로 DiffServ는 단순한 QoS 메커니즘으로 인해 여러 ISP망이 연결된 큰 규모의 인터넷 망에 적용할 수 있는 확장성을 갖는다. DiffServ 모델의 CoS(class

of Service) 접근방식은 트래픽의 제어에 있어, IntServ 모델의 QoS 방식에 비해 보다 유연하고 더 큰 범위의 네트워크에 적용할 수 있다. 그러나 이와 같은 DiffServ가 본격적으로 서비스되기 위해서는 MPLS(Multi-Protocol Label Switching)[12]가 지원되는 광대역 망이 구축되어야 하며, 각각의 ISP들이 각각의 서비스를 제어할 수 있는 기술이 연구되어야 한다[10,11].

현재 인터넷 환경에서는 앞에서 살펴본 IntServ 모델이나 DiffServ 모델의 QoS 서비스는 기술상의 문제로 상용 서비스로는 제공되지 않고 있다. 이러한 인터넷 환경에서 네트워크 관리자는 네트워크 대역폭이 충분한 로컬망과 인터넷망을 연결하는 전용회선을 효율적으로 관리할 수 있는 시스템을 요구하고 있어, 네트워크 장비업체들은 전용회선의 트래픽을 관리하는 QoS 시스템을 생산하여 보급하고 있다. 이러한 QoS 시스템은 Layer4 레벨에서 특정 사용자 및 서비스 포트에 대하여 일정량의 대역폭을 할당하는 IP, Port 기반 정책을 많이 활용하였으나, 할당된 대역폭이 활용되지 않은 경우에는 고비용의 전용회선 대역폭이 낭비되는 단점을 가지고 있다. 특히 가장 심각한 문제가 되고 있는 P2P등의 Unknown port 사용자 및 Web-based file sharing 사용자들에 대한 트래픽관리에 한계성을 가지고 있다. 이러한 단점을 극복하기 위하여 제안된 Session 기반 QoS 관리 정책은 Layer4레벨의 IP나 Port기반이 아닌 Layer7레벨에서 세션 기반으로 트래픽을 능동으로 관리함으로써 100%의 전용회선 가용률을 확보할 수 있다. 또한 모든 트래픽을 수용하되 Layer7레벨의 콘텐츠 필터링 기능으로 업무용 트래픽을 효과적으로 보호할 수 있는 기능을 제공한다.

세션 기반 QoS 시스템의 가장 중요한 목표는 고비용인 전용회선의 대역폭을 효율적으로 관리하여 전용회선의 증설 속도를 완화하고 업무나 연구 등의 우선 서비스에 일정 수준의 품질을 보장하는 것이다. 그러므로 그림 3. Packet Classification 구조의 예에서 보듯이 세션 기반의 QoS 시스템은 입력된 Packet을 주어진 Classification 정책에 따라 각각의 그룹으로 분류하고, 그룹에 따라 다른 품질 서비스를 제공한다. 이 과정에서 Packet Classification 정책과 서비스 큐(Queue) 관리 정책이 세션 기반 QoS 시스템의 성능을 좌우할 수 있다. 특히 전체 트래픽에 기준

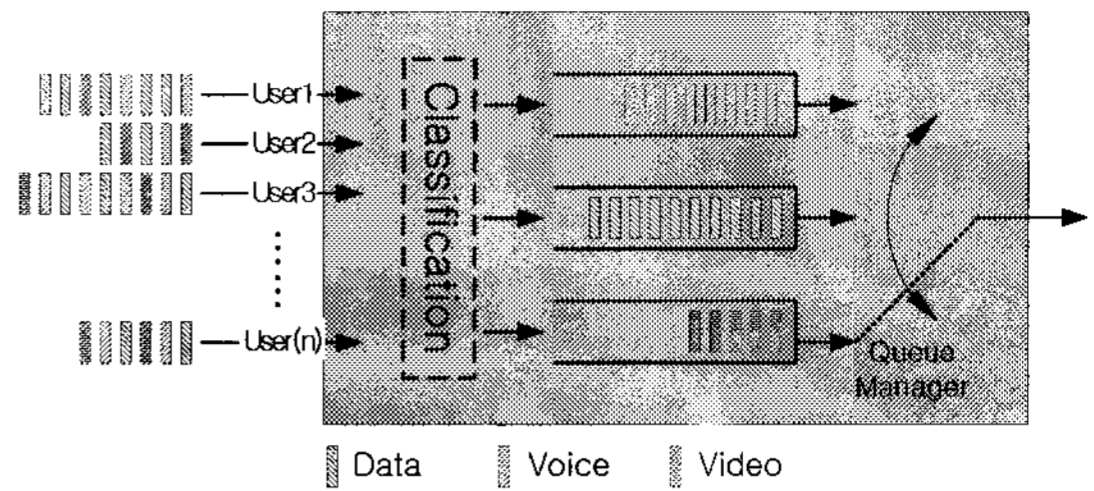


그림 3. Packet Classification 구조의 예

세션 기반 QoS 시스템의 Packet Classification 정책은 세션의 서비스 품질을 결정하는 중요한 요인이므로, 기관의 망 관리자는 구성원들의 특성을 잘 고려하여 Packet Classification 정책을 설정함으로써 구성원의 서비스 만족도를 높일 수 있다.

3. 세션 기반 QoS 시스템 적용 사례 분석

대학의 캠퍼스 내의 학생, 교수, 교직원, 각종 연구실, 교내 벤처 등과 같이 다양한 구성원들은 가정에서와 같이 자유로운 인터넷 사용을 희망하고 있다. 그러나 교내망과 인터넷을 연결하는 전용회선의 대역폭은 고비용을 요구하는 자원이므로 교내의 다양한 구성원들을 만족시킬 수 있는 충분한 대역폭을 확보하기가 어렵다. 또한 인터넷을 통해 제공되는 멀티미디어를 이용한 e-러닝, 파일교환 등과 같은 다양한 서비스의 이용이 증가함에 따라 전용회선 대역폭의 부족은 더욱 심각한 상태가 되어, 캠퍼스 본래의 연구, 교육, 업무 등에 차질이 발생하는 사례가 증가하고 있다. 이러한 현실에 직면한 교육망 관리자는 매우 높은 비용이 발생하는 전용회선의 대역폭 증설과 아울러 비업무용(대용량 파일 교환이나 오락 등의 캠퍼스 본래 업무와 무관한)서비스에 대한 인터넷 사용의 품질의 적절한 제한을 통하여, 대학의 연구, 교육, 업무 등에 필요한 서비스의 품질을 향상시키는 세션 QoS 관리 시스템 도입에 대하여 관심을 가지게 되었다.

3.1 세션 기반 QoS 관리 시스템 도입에 따른 만족도 분석

본 연구에서는 2006년 8월에 교육전산망 회원기관을 대상으로 QoS 시스템에 대한 설문조사를 실시하였다. 설문 조사 결과에 따르면, 응답한 119개 대학

중에 31개 대학이 QoS 시스템을 도입하여 운영하고 있으며, 42개 대학이 도입을 위해 시험 운영 등을 실시하고 있는 것으로 조사되었다. 본 설문조사에서는 QoS 시스템에 대한 전용회선 대역폭 부족 문제 해결에서의 만족도, 학교 구성원들의 만족도, 경제적 효과, QoS 시스템 운영의 전체적인 만족도 등에 대한 조사를 실시하였다.

그림 4. 세션 QoS 관리 시스템 도입의 만족도에서 보듯이 응답한 대학의 전산망 관리자는 관리적 차원인 대역폭 부족 해결(80.8%), 경제적 효과(68.5%), QoS 시스템 도입 전반(74.0%)에 대하여 「매우 만족」 또는 「만족」을 선택하여 QoS 시스템 도입에 대하여 높은 만족도를 나타내었다. 그러나 학생, 교수, 직원 등의 학교 구성원의 만족도 조사에서는 약 39.7%의 전산망 관리자만이 「매우 만족」 또는 「만족」을 답변을 선택하였다. 이러한 결과는 서비스를 제공하는 전산망 관리자 입장에서는 QoS 시스템 도입이 긍정적인 측면이 높은 반면에, 실제 서비스를 제공받고 있는 학내 구성원에게는 부정적인 측면도 존재하고 있음을 시사한다. 이러한 현상은 현재 보급되고 있는 QoS 시스템이 자원 예약을 기반으로 하는 MPLS망에서 IntServ나 Diffserv와 같이 자원을 예약하여 종단간의 서비스 품질을 보장하는 것이 아니라, Best Effort 정책에 따라 네트워크를 관리하는 기존의 인터넷 망에서 IP, 서비스 포트, 세션을 기준으로 하여 과잉 서비스를 요구하는 트래픽을 제어하는 네거티브(Negative) 방식을 채택하고 있으므로 인터넷 사용자가 서비스의 품질 향상을 체감하기 어려우며, 세션 QoS 관리 시스템의 특성상 제어 정책을 교묘히 피하여 트래픽을 관리하는데 한계를 보이고 있기 때문이다. 그럼에도 불구하고 전용회선 대역

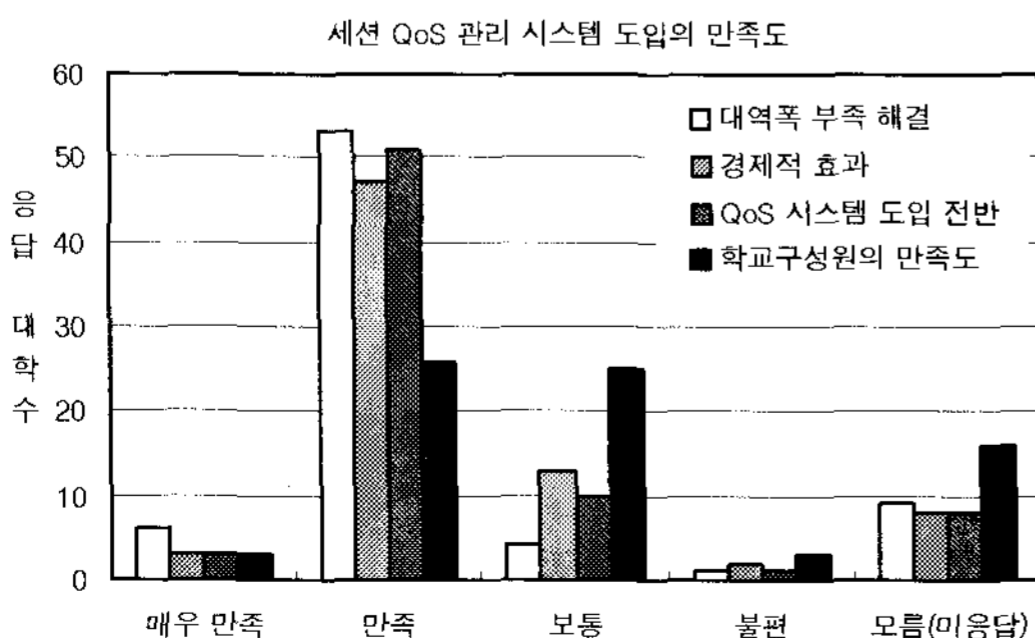


그림 4. 세션 QoS 관리 시스템 도입의 만족도

폭 부족 해결, 학교구성원의 만족도, 경제적 효과를 통합하여 묻는 설문인 「QoS 시스템에 대한 전반적인 만족도」에서는 74.0%의 대학이 「매우 만족」 또는 「만족」의 긍정적인 답변을 선택한 것으로 보아 향후 QoS 시스템의 도입은 확대될 것으로 예상된다.

3.2 세션 기반 QoS 관리 시스템 운영 사례

P대학교에서는 2005년 10월 이후부터 세션 기반 QoS 관리 시스템을 시험 운영하고 있다. 이것은 그림 5. 세션 QoS 관리 시스템 위치 구성도와 같이 인터넷 망 접속을 위한 전용회선 단에 위치하고 있으며, 「학내에서 발생하는 P2P(소리바다)등에 대한 사용량 제한」, 「Web 및 메일 서버 등에 대한 전용회선 대역폭 우선 지원」, 「중요 IP/프로토콜/서비스에 대한 전용회선 대역폭 우선 지원」, 「학내 연구용 및 일반 트래픽을 구분하여 차등 관리」 등의 기능을 수행한다. 이러한 기능을 통해 교육전산망 접속 전용회선의 트래픽에서 중요도가 낮은 서비스에게 할당되는 대역폭을 제한함으로써 중요도가 높은 서비스 품질을 향상시키는 기능을 수행하고 있다.

세션 기반 QoS 관리 시스템은 서비스의 중요도에 따라 제한된 자원인 전용회선의 대역폭을 할당하는 방식으로 QoS 관리 정책을 수행한다. 즉, 관리자가 설정한 중요도가 높은 서비스 그룹에는 높은 전용회선 대역폭을 할당하는 반면에 중요도가 낮은 서비스 그룹에는 나머지의 낮은 전용회선 대역폭을 할당함으로써 높은 중요도를 가지는 서비스의 품질을 향상시킨다. 그림 6. Session 기반 QoS 시스템을 도입하

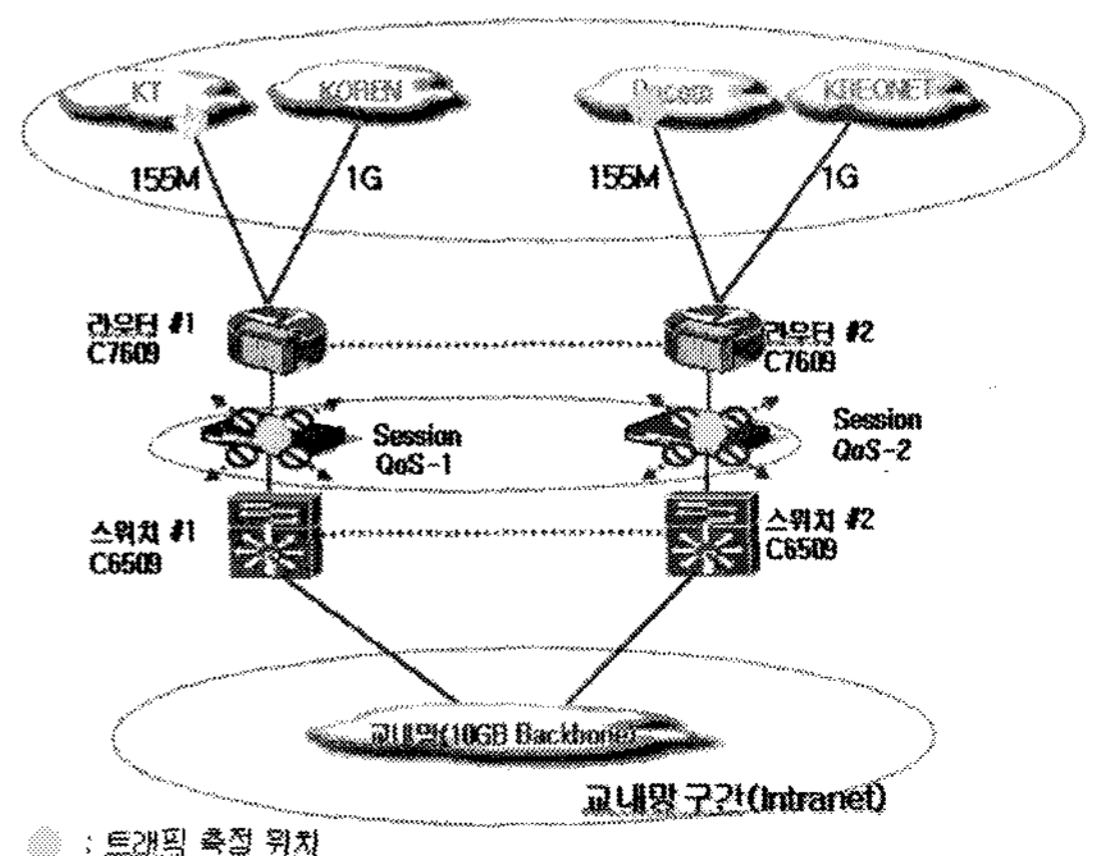


그림 5. 세션 QoS 관리 시스템 위치 구성도

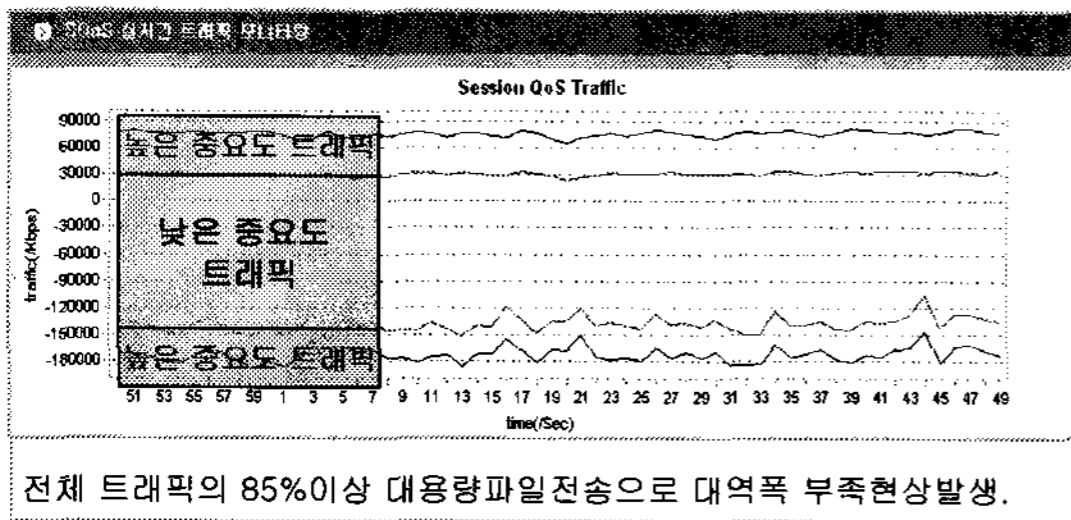


그림 6. Session 기반 QoS 시스템을 도입하지 않은 경우
 지 않은 경우는 P2P와 같은 대용량 파일 전송이 전체 트래픽의 85% 이상을 차지함으로써 학사 지원 웹 서비스, E-mail 등 업무와 관련될 가능성이 높은 트래픽이 업무와 무관할 가능성이 높은 트래픽과 경쟁함으로써 충분한 전용회선 대역폭을 확보하지 못하여 서비스의 품질이 저하되는 경향을 보이고 있다. 반면에 그림 7. Session 기반 QoS 시스템을 도입한 경우에는 업무와 무관할 가능성이 높은 트래픽에게 할당되는 최대 대역폭을 제한함으로써 중요도가 높은 서비스가 보다 많은 대역폭 할당받도록 지원하고 있다.

이러한 세션 기반 QoS 시스템은 제한된 자원인 전용회선 대역폭을 효율적으로 관리하여 불필요한 전용회선 대역폭 증설을 억제할 수 있다. 그러나 관리자가 설정한 높은 중요도의 서비스가 학내 구성원 모두가 합리적으로 이해할 수 있는가에 대한 여부는 학내 구성원의 동의를 필요로 한다. 또한 업무와 관련된 트래픽과 무관한 트래픽을 명확하게 구분할 수 없는 경우도 발생하고 있다.

본 연구에서는 효율적으로 학교 업무와 관련된 트래픽과 무관한 트래픽을 명확하게 구분하고 이 결과에 따라 효율적으로 세션 기반 QoS를 운영할 수 있는 정책을 연구하기 위하여, 그림 5. 세션 QoS 관리 시스템 위치 구성도와 같이 상용망인 KT, Dacom의

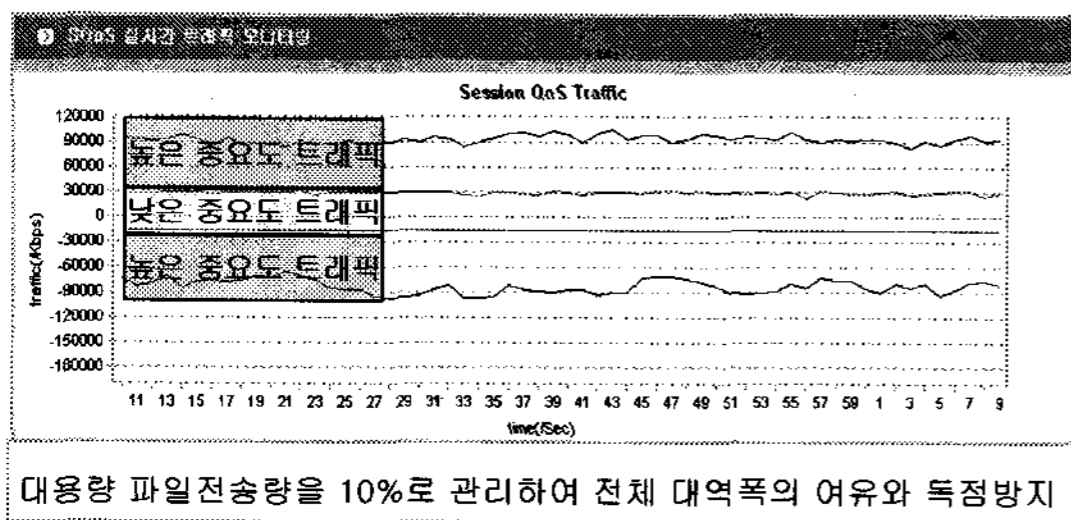


그림 7. Session 기반 QoS 시스템을 도입한 경우

전용회선을 통해 교육 전산망에 접속하여 인터넷 서비스를 지원하고 있는 P대학교의 교육 전산망 접속 전용회선에서 발생하는 트래픽 유형을 측정하여 분석하였다.

4. 세션 기반 QoS 시스템의 트래픽 관리 정책

현재 보급되고 있는 많은 QoS 관리 시스템은 서비스 단위로 대역폭을 할당하여 관리하는 포트(Port) 기반 정책과 서비스의 종류에 관계없이 각 세션이 사용하는 트래픽을 분석하여 관리하는 세션(Session) 기반 정책을 사용하고 있다. 초기에 보급된 QoS 시스템은 포트기반 QoS 정책을 수행하였으나, 인터넷에서 서비스를 관리하기 위해 모든 포트를 제어하는 작업이 매우 어렵고 많은 관리 비용이 소요된다. 그리고 웹 서비스인 80 포트를 통해 파일 교환 서비스를 수행하는 등 포트 기반 QoS 관리 정책을 피할 수 있는 다양한 기법이 나타났다. 이러한 문제점을 극복하기 위하여 QoS 관리 시스템들은 세션기반 트래픽 관리 정책을 채택하게 되었다.

본 연구에서는 P대학교에서 운영되고 있는 A사의 세션 기반 QoS 시스템을 활용하여 전용회선 서비스 품질 관리를 분석하였다. A사의 세션 기반 QoS 시스템이 내부적으로 채택하고 있는 정책이 명확하게 공개되지 않아 일반적인 세션 기반 QoS 시스템의 트래픽 관리 정책을 참고하여 측정된 로그 데이터를 분석하였다.

4.1 대역폭 관리 정책

세션 기반 QoS 시스템은 그림 8. 세션 기반 QoS 시스템의 대역폭 관리 정책에서 보듯이 전용회선의 대역폭(Total Service Bandwidth : TSBW)을 우선 서비스 대역폭(Priority Service Bandwidth : PSBW), 유희서비스 대역폭(Idle Service Bandwidth : ISBW) 및 공유서비스 대역폭(Sharing Service Bandwidth : SSBW)로 구분하여 관리한다. 우선 서비스가 최대 사용할 수 있는 대역폭(Max PSBW)은 수식 (2)와 같이 우선서비스 대역폭과 공유서비스 대역폭의 합으로 표시할 수 있다. 반면 유희서비스가 최대 사용할 수 있는 대역폭(Max ISBW)은 수식 (3)

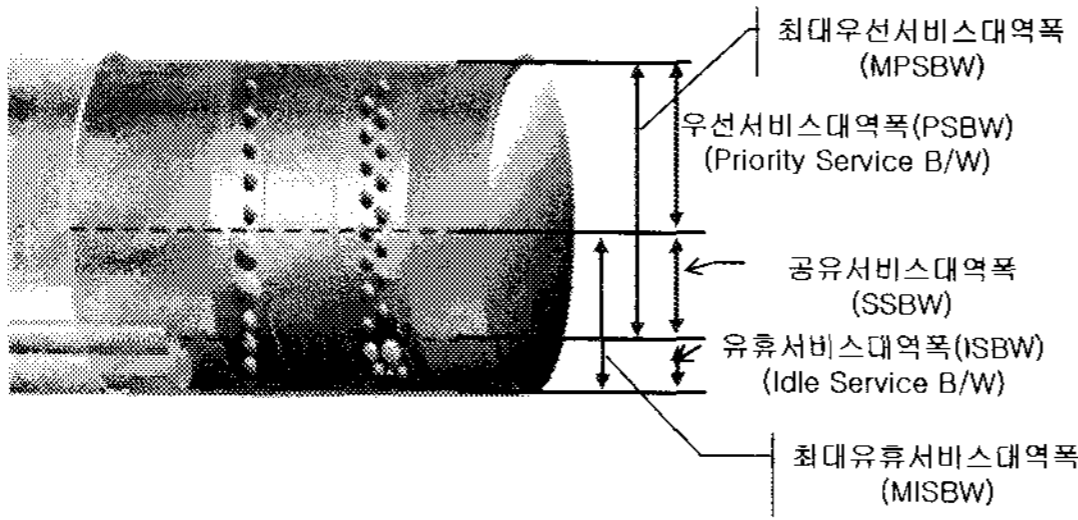


그림 8. 세션 기반 QoS 시스템의 대역폭 관리 정책

와 같이 유휴서비스 대역폭과 공유서비스 대역폭의 합으로 표시할 수 있다.

$$TSBW = PSBW + ISBW + SSBW \quad \text{수식 (1)}$$

$$MPSBW = PSBW + SSBW \quad \text{수식 (2)}$$

$$MISBW = ISBW + SSBW \quad \text{수식 (3)}$$

관리자는 세션 기반 QoS 시스템의 우선서비스 대역폭, 유휴서비스 대역폭 및 공유서비스 대역폭 설정하여 운영할 수 있다. 세션 기반 QoS 시스템 관리자는 이러한 것들을 어떻게 배분하는가에 따라 전용회선 대역폭의 효율성이 결정되므로 로컬 전산망 사용자의 특성을 고려하여 설정하여야 한다.

4.2 그룹화(Classification) 정책

세션 기반 QoS 시스템의 주요 이슈(Issue)는 다양한 서비스를 제공하는 세션을 그룹으로 분류하는 방법이다. 세션 QoS 시스템은 그림 9. 세션 기반 QoS 시스템의 그룹화 정책에서 보듯이 일차적으로 Non Policy Traffic과 Policy Traffic으로 분류 한다. Non Policy Traffic은 관리자가 IP별, Port별, IP+Port별로 지정할 수 있으며, Non Policy Traffic으로 지정된 트래픽은 PSBW Queue로 전송된다. Non Policy Traffic으로 설정되지 않은 모든 세션은 Policy

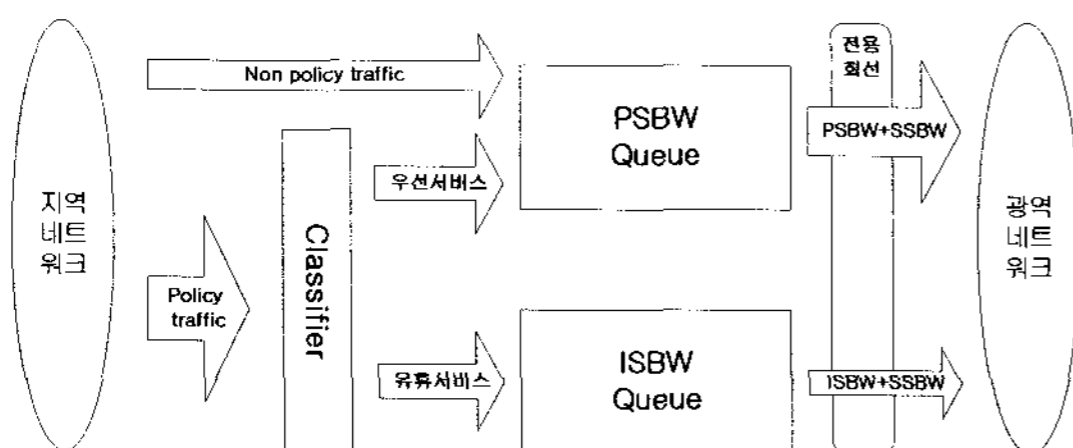


그림 9. 세션 기반 QoS 시스템의 그룹화 정책

Traffic으로 간주한다. Policy Traffic은 분배기(Classifier)의 우선 서비스와 유휴서비스로 분류되어 각각 PSBW Queue 또는 ISBW Queue로 전송된다.

본 연구에서 사용된 A사의 세션 기반 QoS 시스템의 분배기는 대용량 데이터를 전송하는 특정 세션이 전용회선 대역폭을 독점하는 것을 방지하기 위하여 세션의 지속시간을 기준으로 세션 트래픽 그룹을 분류한다. 즉, Policy Traffic인 모든 세션은 우선서비스로 간주하여 서비스를 시작하며, 일정시간이 경과할 동안 세션이 종료되지 않으면, 유휴 서비스로 분류하는 방법을 채택하고 있다. 이러한 방식은 알고리즘이 단순하여 세션 기반 QoS 시스템의 처리 속도를 증가시킬 수 있고 전용회선의 대역폭을 효율적으로 관리할 수 있으나, 정상적인 서비스를 유휴서비스로 오인하여 서비스 품질을 저하시킴으로서 사용자의 불편을 발생시키고 QoS 시스템에 대한 사용자의 신뢰를 떨어뜨리는 요인이 될 수 있다.

4.3 대역폭관리 정책에 따른 성능 평가

전용회선의 대역폭을 우선서비스 대역폭과 유휴서비스 대역폭으로 분류하는 방법은 세션 기반 QoS 시스템의 성능을 좌우하는 중요한 요소가 될 수 있다. 본 실험에서는 전용회선 대역폭을 우선서비스 대역폭과 유휴서비스 대역폭, 공유서비스 대역폭을 표 1과 같이 설정하여 실험하였다. 정책1은 A사에서 제공한 경험적인 값이며, 정책2, 정책3은 우선서비스 대역폭과 유휴서비스 대역폭의 할당에 따른 성능을 분석하기 위하여 연구자가 임의로 설정한 값이다. 네트워크 실험 환경은 그림 5. 세션 QoS 관리 시스템 위치 구성도의 실제 운용 중인 라우터를 활용하였으므로 세션 기반 QoS 시스템은 전용회선 대역폭뿐만 아니라 연구망 대역폭도 고려하여야 한다. 그러므로 세션 기반 QoS 시스템의 통과 대역폭은 전용회선 155Mbps, 연구망 45Mbps로 가정하여 전체 200 Mbps의 망 대역폭을 할당하여 실험하였다. 또한 본 연구에서 사용된 세션 기반 QoS 시스템은 Policy traffic에 속한 세션을 서비스 그룹으로 분류하는 기준으로 세션 지속 시간(Session Continuous Time : SCT)을 사용한다. 우선서비스를 분류하기 위한 SCT는 10초로 설정하였다.

그림 10의 그래프는 외부 접속자가 교내의 주요 웹 서버 접속에 대한 응답 세션 중에서 외부에서 교

표 1. 대역폭 할당 실험 환경

구분		정책1				정책2				정책3			
		주간		야간		주간		야간		주간		야간	
		보장	최대	보장	최대	보장	최대	보장	최대	보장	최대	보장	최대
망 대역폭		200		200		200		200		200		200	
주중	우선서비스 대역폭	100	160	100	160	150	170	140	170	175	190	130	160
	유휴서비스 대역폭	40	100	40	100	30	50	30	60	10	25	40	70
주말	우선서비스 대역폭	100	160	100	160	150	180	140	170	125	150	130	160
	유휴서비스 대역폭	40	100	40	100	20	50	30	60	50	75	40	40
실험 기간		8월9일(수)~15일(화)				8월16일(수)~22일(화)				8월23일(수)~8월29일(화)			

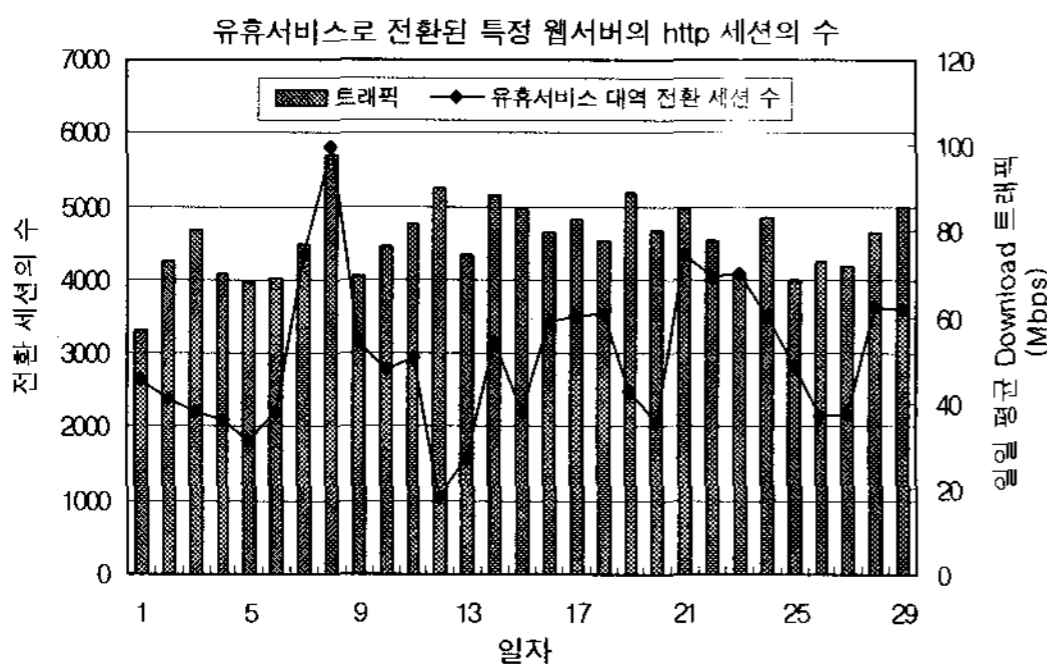


그림 10. 유휴서비스로 전환된 특정 웹사이트의 http 세션 수

내로 들어오는 세션을 관찰한 결과이다.

이 실험에 사용한 A사의 세션 기반 QoS 시스템은 전체 Policy traffic에 대한 로그를 남기는 것이 아니라 유휴서비스로 전환된 세션에 대하여서만 로그를 제공한다. 그러므로 전체 세션에 대한 유휴 세션 전환 비율에 대한 정확한 성능 측정을 대신하여 주요 웹 서버 접속 세션이 우선서비스 대역에서 유휴서비스 대역으로 변경되는 세션 수를 측정하여 서비스 품질의 저하 정도를 예측하였다. 그림 10의 그래프는 전체 트래픽과 유휴서비스로 전환된 세션 수의 관계를 규정하지 못하고 있다. 이러한 현상은 네트워크 트래픽에 따른 세션 관리에 대한 연구의 필요성을 보여주며, 세션 기반 QoS 정책을 통해 주요 웹 서버에 대한 최소한의 품질이 보장되는 기법 등이 개발되어야 할 것으로 판단된다.

4.4 Non Policy traffic과 Policy traffic 할당 대역폭 분석

Non Policy traffic 영역과 Policy traffic 영역에 속한 각 세션에 할당되는 대역폭의 조사하기 위하여

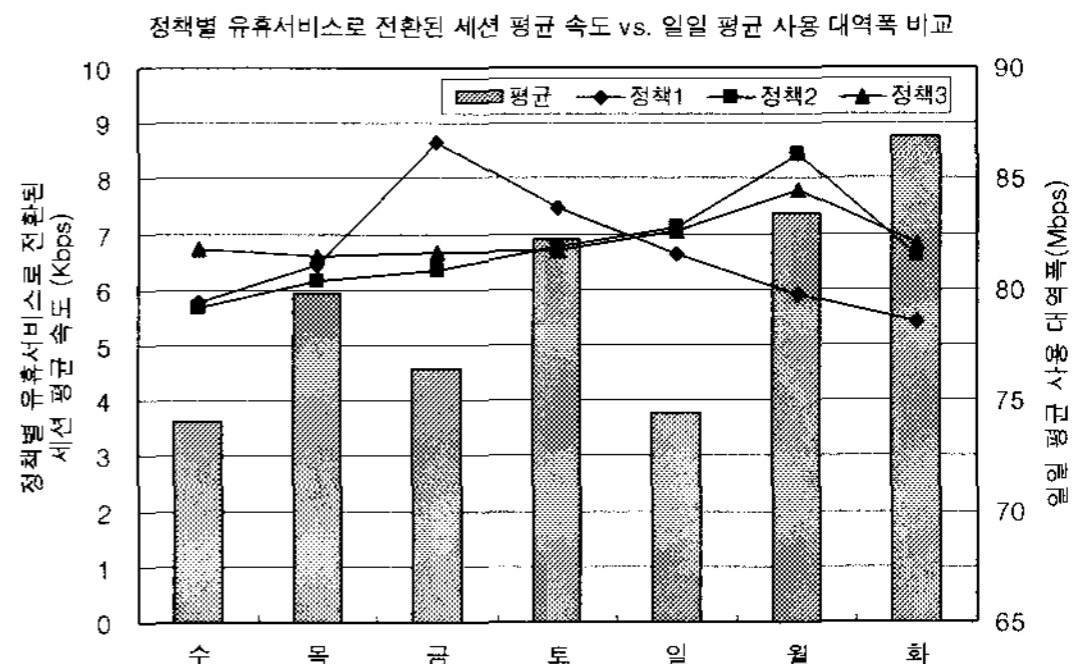


그림 11. 정책별 유휴서비스로 전환된 세션의 평균 속도와 일일 평균 사용대역폭 비교

그림 12. Non Policy traffic과 Policy traffic 할당 시험 환경을 구축하였다. 실험 환경에서의 스위치, 세션 기반 QoS 시스템, 라우터는 현재 운영되고 있는 망의 자원을 활용하였으며, Non policy user, Policy user 및 서버는 표 2. Non policy user, Policy user 및 서버 사양 및 환경에서 개발되었다.

그림 13와 그림 14는 Non Policy traffic과 Policy traffic 세션의 Upload 및 Download 할당 대역폭 비교한 그래프이다. Non Policy traffic 영역에 속한 세

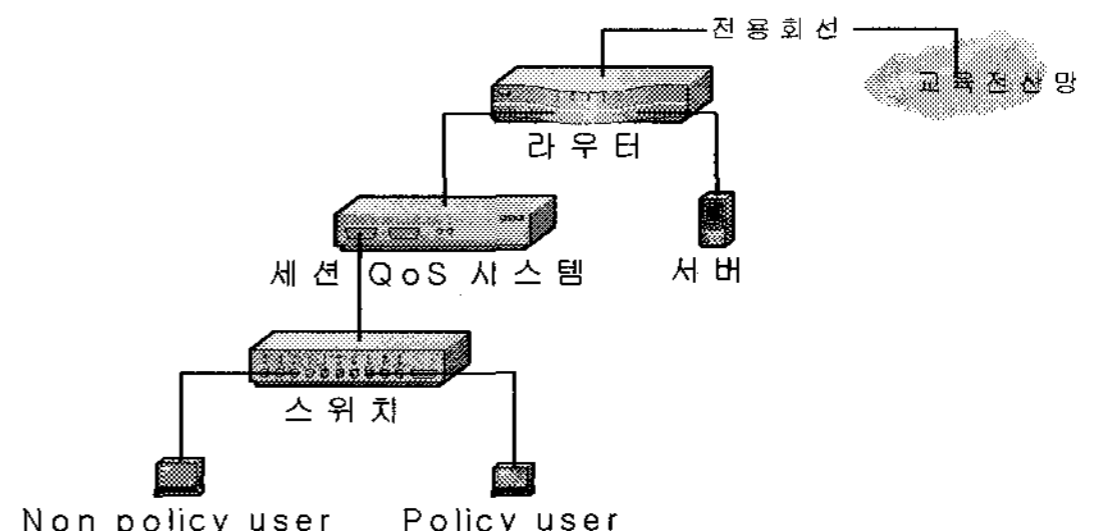


그림 12. Non Policy traffic과 Policy traffic 할당 시험 환경

표 2. Non policy user, Policy user 및 서버 사양 및 환경

구분	Non Policy user	Policy user	Server
시스템	P-4 1.7GHz		
구현 환경 / 언어	Linux RedHat 9.0 / C언어(gcc)		
실험 기간	9월 25일 15:00~27일 15:00(48시간)		
전송 데이터의 크기	220MB		
전송 데이터의 전송 주기	10분		
전송 경로	up	NPU⇒서버	PU⇒서버
	Down		서버⇒NPU, 서버⇒PU

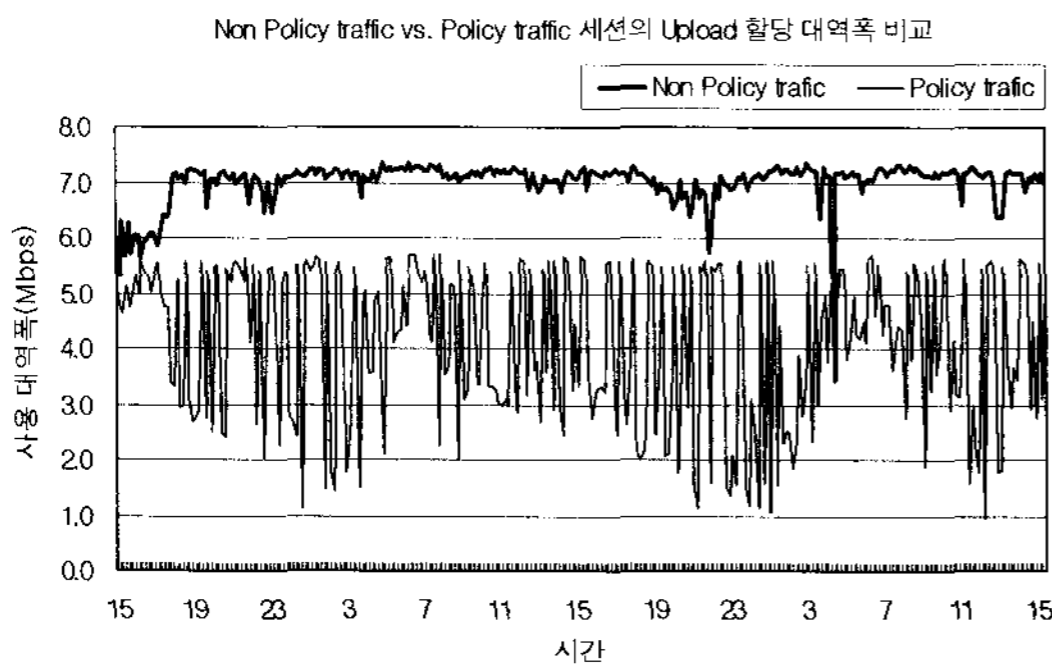


그림 13. Non Policy traffic vs. Policy traffic 세션의 Upload 할당 대역폭 비교

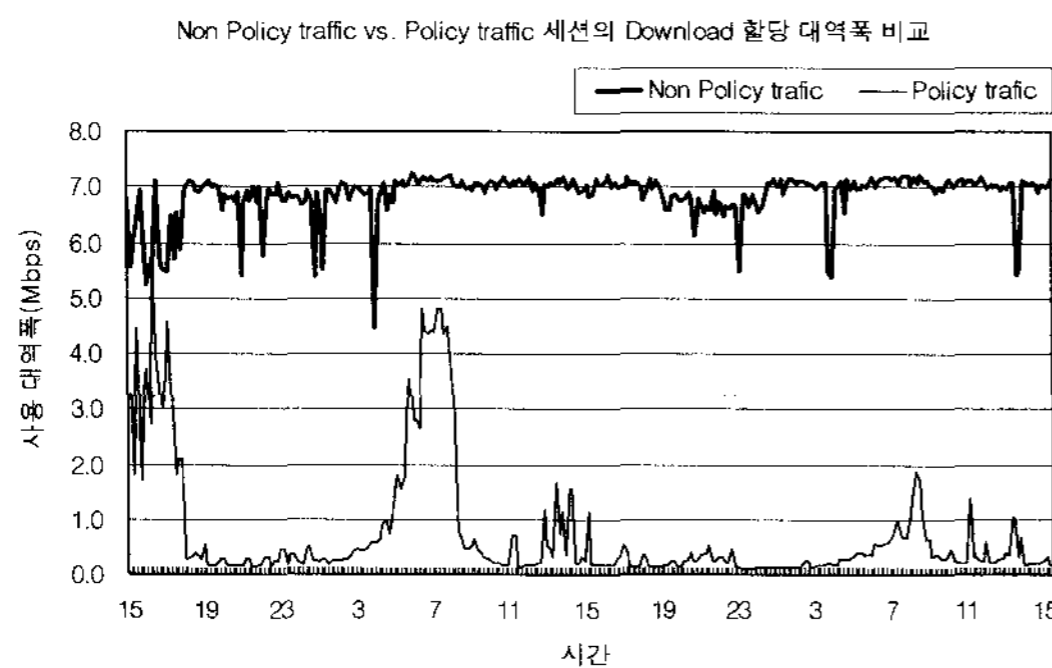


그림 14. Non Policy traffic vs. Policy traffic 세션의 Download 할당 대역폭 비교

션은 Upload 및 Download 경로에서 거의 모든 시간대에서 7Mbps의 동일한 전송 품질이 보장됨을 확인할 수 있다. 반면 Policy traffic 영역에 속한 세션은 매우 불안정한 품질을 보여주고 있다. 특히 Upload 경로에서는 1Mbps이상의 대역폭이 할당되는 반면

에 Download 경로의 경우에는 100Kbps 이하의 대역폭이 할당되는 구간이 매우 자주 발견된다. 이와 같이 그룹화 기준에 의해 극단적으로 서비스 품질이 달라지는 현상은 사용자에게 불편을 가중시킬 가능성이 매우 높다.

4.5 세션 기반 QoS 시스템의 분석

앞 절에서 살펴본 바와 같이 세션 기반 QoS 시스템은 대용량 파일 전송 등으로 한정된 자원인 전용회선 대역폭을 독점하는 세션을 제어함으로써 관리자로부터 우선순위를 보장받은 서비스나 시스템 또는 소요량의 세션들에게 높은 품질의 서비스를 제공한다. 그러나 관리자의 세션 QoS 시스템 정책 관리 미숙과 현재 보급되고 있는 세션 기반 QoS 시스템의 한계에 의해 제 성능을 발휘하지 못하는 경우가 발생한다.

본 연구에서는 현재 보급되고 있는 세션 기반 QoS 시스템의 시험 운영에서 다음과 같은 문제점을 발견하였고, 향후 이런 문제점들을 개선한다면 전용회선의 효율성을 높이고 동시에 전산망 사용자의 불편을 최소화 할 것으로 예상된다.

4.5.1 동적인 그룹화 정책의 단순성.

현재 보급되고 있는 세션 기반 QoS 시스템의 동적인 그룹화 정책은 시스템의 처리 용량을 높이기 위하여 매우 단순화되어 있다. 예를 들어, 본 연구에 사용된 세션 QoS 시스템은 동적인 그룹화 정책으로 세션의 지속 시간만을 기준으로 활용하고 있다. 이러한 기준은 여러 전산망이 복합적으로 구성되어 운영되는 인터넷 망에서는 모든 세션이 동일한 속도를 보장받을 수 없으므로, 단지 긴 시간을 사용하였다고 하여 자원을 많이 사용하였다고 판단하는 것은 합리적이지 못하다. 또한 인터넷에는 TCP 프로토콜뿐만 아니라 UDP 프로토콜 등 다양한 방식의 전송 규약이 존재하지만, 이런 전송 계층의 특성을 반영하지 않고 동일한 그룹으로 분류한다면 특정 프로토콜을 사용하는 세션이 불리한 경우가 발생할 수 있다. 즉, TCP 세션과 UDP 세션을 각각 유휴서비스 그룹으로 전환하였을 경우 TCP 세션은 TCP 규약에 의해 rate shaping이 발생하여 송신측이 전송 패킷 수를 감소시켜 네트워크의 부하를 감소시키겠지만, UDP는 사용자가 rate control을 수행하기 때문에 송신측에서

는 부하를 감소시키지 않을 수 있다. 이럴 경우 네트워크 장비의 큐(Queue)에는 UDP 세션의 패킷이 많이 적재됨으로써 UDP 세션이 훨씬 높은 품질의 서비스를 받는 비합리적인 경우도 발생할 수 있다. 그러므로 이러한 네트워크의 특성을 고려한 동적인 그룹화 정책의 개발이 필요하다.

4.5.2 서비스 큐(Queue) 관리 정책의 단순성

현재 보급되고 있는 세션 기반 QoS 시스템의 서비스 큐 관리 정책은 앞에서 언급한 바와 같이 시스템 처리 속도를 높이기 위해 매우 단순하게 관리하고 있다. 예를 들어, 본 연구에 사용된 세션 QoS 시스템은 2개의 큐(우선서비스 큐와 잉여서비스 큐)로 구성되어 있고, 각 큐별로 한정된 자원이 전용회선 대역폭을 할당받아 사용한다. 이와 같이 2단계 큐 관리 정책은 매우 단순하나 세션 그룹 분류 정책에 의해 큐의 전환이 발생하였을 경우 급격한 서비스 품질의 감소가 발생한다. 예를 들면 50MB를 전송하는 세션이 45MB까지는 10배 빠른 우선서비스 큐의 서비스로 제공받고 나머지 5MB는 느린 유휴서비스 큐의 서비스로 제공받는다 가정한다면, 나머지 5MB 데이터 전송을 위해 45MB 전송에 필요한 시간보다 더 많이 기다리게 될 것이다. 이럴 경우 사용자는 불편을 감소하고 세션 종료 후 다시 연결하여 받는 방법을 사용함으로써, 전산망 관리의 효율성은 높이지 못하고 사용자의 불편만 증가하는 경우가 발생할 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 다 수의 큐를 이용하여 서비스 품질을 급격하게 감소시키지 말아야 할 것이다. 이를 위해서는 보다 세밀한 큐 관리 정책과 세션의 큐 전환 정책에 관한 연구 및 기술 개발이 필요하다.

4.5.3 세션 기반 QoS 시스템 설치 위치의 부적절.

세션 기반 QoS 시스템은 그림 15. 세션 기반 QoS 시스템 설치 위치에 따른 트래픽 흐름 제어 개요와 같이 사용자 전산망 접속 라우터와 전산망 사이에 위치하는 것이 일반적이다. 세션 기반 QoS 시스템은 중간 대역폭을 보장하는 시스템이 아니라 병목현상은 보이는 전용회선 대역폭을 효율적으로 관리하는 것을 주목적으로 하고 있다. 그러므로 세션 QoS 시스템은 전용회선으로 보내어지는 트래픽을 관리함으로써 한정된 자원인 전용회선의 효율성을 높인다.

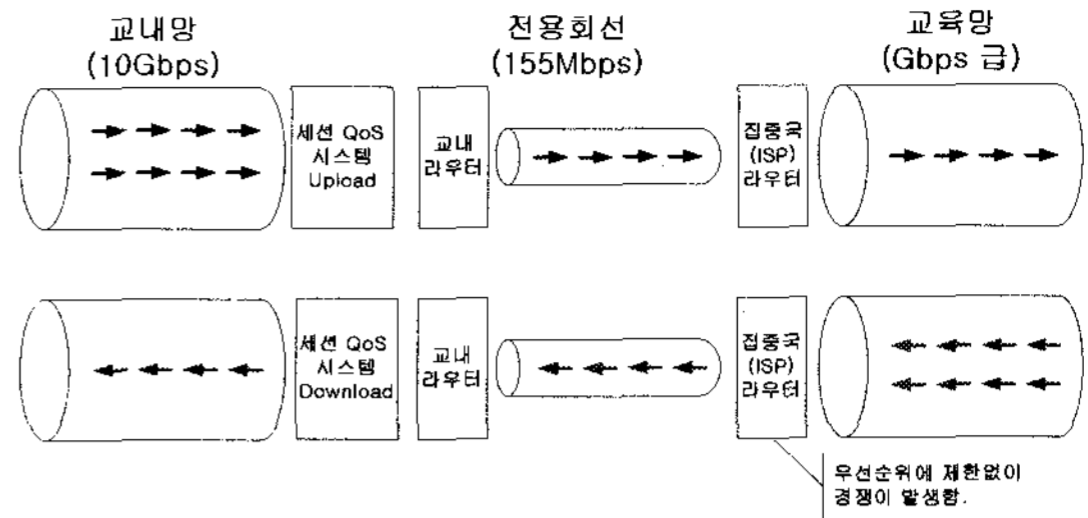


그림 15. 세션 기반 QoS 시스템 설치 위치에 따른 트래픽 흐름 제어 개요

그러나 현재 세션 기반 QoS 시스템은 Upload 방향 및 Download 방향 모두 사용자 망에 설치되어 전용회선을 통과하는 트래픽을 제어한다. 이러한 구성은 Upload 방향에 대해서는 세션 기반 QoS 시스템이 직접적으로 전용회선의 트래픽을 관리할 수 있으나, Download 방향에 대해서는 세션 기반 QoS 시스템이 직접적인 전용회선의 트래픽을 관리할 수 없으므로 TCP rate shaping 방식을 통해 간접적으로 전용회선의 트래픽을 관리하고, UDP 등 사용자가 트래픽을 제어하는 프로토콜에 대하여서는 적극적으로 대응하지 못하는 단점을 가지고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 ISP 업체의 협력이 필수적이다.

5. 결 론

인터넷은 『Best Effort Model』를 채택하여 운영함으로써 망의 효율성을 유지할 수 있으나, 서비스의 종류나 목적에 관계없이 많은 대역폭을 요구하는 서비스에게 높은 인터넷 대역폭을 제공한다. 이러한 특성은 연구나 교육, 업무에 사용되는 대역폭보다 개인간의 파일교환, 오락 등의 새로운 서비스에 사용되는 대역폭이 교육 전산망에서 높은 비율을 차지함으로써 기존 사용자의 불만은 쉽게 해소되지 않고 있다.

또한 매년 지출되는 높은 전용회선 사용 비용은 물리적인 네트워크 대역폭의 증설을 통해 학내 구성원에게 양질의 인터넷 서비스를 제공하는데 큰 어려움이 되고 있다. 그러므로 최소의 비용으로 학내 구성원이 필요로 하는 인터넷 서비스를 원활하게 제공할 수 있는 새로운 해결책을 찾아야하는 과제를 안고 있다.

이러한 문제를 극복하기 위해 사용자의 특성 및

이용하는 서비스의 특성에 따라 할당되는 네트워크 대역폭을 다르게 관리함으로써 네트워크의 사용의 효율성을 높일 수 있는 QoS 시스템에 관한 관심이 높아지고 있다. 현재까지 연구된 MPLS, RSVP, IntServ, DiffServ 등의 QoS 관련 기술들은 표준화 기관으로부터 인증을 받아 최근에 출시되고 있는 라우터 제품에 포함되어 있지만, 완벽한 QoS를 제공하기 위해서는 인터넷에 존재하는 모든 라우터 또는 스위치가 QoS 표준기술을 지원하는 최신 기종으로 변경되어야 하며, 인터넷 환경에서 각 개인별 특성에 부합하는 QoS 정책을 수행하기 위한 라우터 장비 부하의 증가 등을 고려할 경우 매우 높은 망 구축비용 및 관리비용이 요구됨으로 순수한 의미의 QoS를 교육 전산망에서 지원하기는 많은 문제점을 가진다.

이러한 네트워크 환경에서 P2P와 같은 비업무용 서비스나 네트워크 대역폭을 지속적으로 과다하게 사용하는 서비스를 구분하여 관리함으로써 E-mail, 웹 등의 업무 관련 서비스에게 우선적으로 네트워크 대역폭을 지원하는 『세션 기반 QoS 정책』을 채택한 시스템이 개발되어 보급되고 있다.

Session 기반 QoS 장비의 도입은 개인 목적으로 사용하는 P2P나 일과시간 중에 엔터테인먼트 사이트의 접속으로 발생하는 트래픽을 최소화함으로써 지속적인 인터넷 접속 전용 회선의 대역폭의 증설 없이 원활하게 업무를 수행할 수 있는 인터넷 환경을 제공할 수 있다. 그러나 현재 사용되고 있는 세션 기반 QoS 장비의 QoS 관리 정책은 대학교의 다양성을 반영하지 못하여 학내 구성원의 불만을 발생시키고 있다. 예를 들면 대학교 외부에서 대용량 강의노트를 Upload하거나 Download 할 경우, 대부분의 세션 기반 QoS 장비들은 이 서비스를 개인적인 P2P로 오인하여 서비스 품질을 낮추는 작업을 수행함으로써 원활한 수업지원을 방해하는 경우가 발생한다. 또한 e-learning 등 멀티미디어 콘텐츠를 오랜 시간 사용할 경우에도 유사한 경우가 발생하여 사용자의 불만을 초래하고 있다. 그리고 수강 신청 및 정정, 입시 등 단 시간에 높은 트래픽이 발생하는 환경에서는 Session 기반 QoS 장비가 정확하게 동작하지 않은 경우가 빈번히 발생하고 있다. 그러므로 대학교에서 발생하는 서비스 유형을 분석하여 세션 기반 QoS 시스템을 효율적으로 활용할 수 있는 QoS 관리 정책에 대한 연구를 다음과 같이 수행하였다.

현재 교육전산망에서의 QoS 시스템 운용 현황을 조사, 분석하고 세션 기반 QoS 시스템을 운영하고 있는 P대학교의 전용회선 트래픽에 대한 로그를 수집하여 분석하였다. 또한 세션 기반 QoS 시스템의 트래픽 관리 정책 조사 분석하기 위하여 시험 운영 중인 세션 기반 QoS 시스템의 로그를 분석하여 현 시스템의 문제점을 도출하여 세션 기반 QoS 시스템의 문제점을 열거하고 개선점에 대한 향후 연구 방향을 제시하였다.

참 고 문 헌

- [1] Cherkasova, L. and Phaal, P. "Session-based admission control: a mechanism for peak load management of commercial Web sites," *IEEE Transactions on Computer*, Vol.51, Issue6, pp. 669-685, 2002.
- [2] Fallah, Y.P. and Alnuweiri, H., "Performance analysis of controlled access phase scheduling for per-session QoS provisioning in IEEE 802.11e WLANs," *Wireless Communications and Networking Conference 2006 proceeding*, pp. 1414-1420, 2006.
- [3] Menasce, D.A., "Automatic QoS control," *Internet Computing*, IEEE Vol.7, Issue1, pp. 92-95, 2003.
- [4] 김학용, "Understanding of QoS Technologies," *코어세스 통신기술연구소*, 2003. 2. 3
- [5] Paul Ferguson and Geoff Huston, "Quality of Service," *WILEY*, 1998.
- [6] Braden, R., Zhang, L., Berson, S., Herzog, S. and S. Jamin, "Resource ReSerVation Protocol (RSVP) -- Version 1 Functional Specification," *RFC 2205*, 1997.
- [7] IETF Resource Reservation Protocol(RSVP) WG, <http://www.ietf.org/html.charters/rsvp-charter.html>
- [8] IETF Integrated Services(IntServ) WG, <http://www.ietf.org/html.charters/intserv-charter.html>
- [9] R. Braden and D. Clark, "Integrated Services in the Internet Architecture : an Overview,"

Internet RFC 1633, 1994.

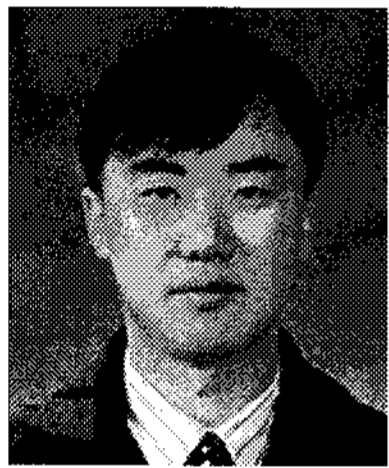
- [10] Black, S. Et al, "An Architecture for Differentiated Services," *RFC 2475*, 1998.
- [11] IETF Differentiated Services(DiffServ) WG, <http://www.ietf.org/html.charters/diffserv-harter.html>
- [12] Eric W. Gray, "MPLS : Implementing the Technology," *Addison Wesley*, 2001.



이 화 세

- 1985년 부산대학교 계산통계학과(학사)
- 1987년 부산대학교 대학원 계산통계학과(이학석사)
- 2004년 부산대학교 대학원 전자계산학과(이학박사)
- 1991년~2005년 밀양대학교 컴퓨터공학과 교수

2006년~현재 부산대학교 디자인학과 영상정보전공 교수
 관심분야 : 멀티미디어, HCI, 디지털콘텐츠



박 성 호

- 1996년 부산대학교 전자계산학과 졸업 (학사)
- 1998년 부산대학교 대학원 전자계산학과 졸업(이학석사)
- 2002년 부산대학교 대학원 전자계산학과 졸업(이학박사)

2002년 9월~현재 부산대학교 정보전산원 부교수
 관심분야 : VOD 시스템, 인터넷 캐스팅, 멀티미디어 통신, 비디오 트랜스코딩, 임베디드시스템



손 건 태

- 1977년 서울대학교 수학과(학사)
- 1984년 서울대학교 대학원 통계학과(이학석사)
- 1993년 서울대학교 대학원 통계학과(이학박사)
- 1985년~현재 부산대학교 자연과학대학 수확통계학부 교수

2003년 9월~2006년 8월 부산대학교 정보전산원장
 관심분야 : 전산통계, 기상통계, 환경통계