

DiffServ 네트워크를 이용한 원격 교육의 QoS

*이 근무, **박 수영

위덕대학교 {*정보통신공학부, **컴퓨터멀티미디어 공학부}

email: {*kmrhee, **syPark}@mail.uiduk.ac.kr

Distance-Learnig QoS Using DiffServ Network

*Kun-Moo Rhee, **Soo-Young Park.

*Division of Inforamtion & communication Engineering, Uiduk University.

**Division of Computer & Multimedia Engineering, Uiduk University.

요 약

원격 교육의 서비스질의 문제는 지금까지 원격교육이 원격교육 기술의 확보와 콘텐츠확보 및 다양한 매체 영역확장의 과정이라 볼 수 있다. 인터넷 상에서 단순히 텍스트를 제시하고 이에 적절한 답을 피드백 하는 구조에서 적절한 그래픽 인터페이스구사 동영상 및 효과음 등의 멀티미디어 적 요소로의 진행 과정이 그것이다. 이제 이러한 초기 단계에서 사이버대학, 상업적 원격교육 등이 점차 중요한 현재 교육의 대안으로 되면서 원격교육의 서비스 질이 중요하게 되었다. 본 연구에서는 이러한 원격교육의 서비스 질 확보를 위한 현재 제안되고 구현되고 있는 기술들을 제시하고자 한다. 이로서는 IntServ 모델의 문제점을 극복하기 위해 제안된 DiffServ 모델은 현재 이의 구현을 위한 연구개발이 진행 중에 있다. 제안된 DiffServ 구조 및 지금까지 진행되어온 연구개발 현황 분석 등을 통해 제안된 DiffServ의 문제점과 대안 등을 검토하였다.

1. 서론

원격 교육의 서비스질의 문제는 지금까지 원격교육이 원격교육 기술의 확보와 콘텐츠확보 및 다양한 매체 영역확장의 과정이라 볼 수 있다. 인터넷 상에서 단순히 텍스트를 제시하고 이에 적절한 답을 피드백 하는 구조에서 적절한 그래픽 인터페이스구사 동영상 및 효과음 등의 멀티미디어 적 요소로의 진행 과정이 그것이다. 이제 이러한 초기 단계에서 사이버대학, 상업적 원격교육 등이 점차 중요한 현재 교육의 대안으로 되면서 원격교육의 서비스 질이 중요하게 되었다. 본 연구에서는 이러한 원격교

육의 서비스 질 확보를 위한 현재 제안되고 일부 구현되고 있는 기술들을 소개하고 교육의 문제에 어떤 접목이 가능한가를 살펴 보고자한다. 원격교육은 다양한 수업환경 및 개발환경을 이용하고 있다. 이러한 방법들로는 최근 인터넷에서는 인터넷 방송, Video Conferencing, VoIP 등 QoS 보장을 요구하는 새로운 응용 서비스들을 이용하여 진행되고 있다. 이와 같은 인터넷의 QoS의 문제는 차세대 인터넷에서 가장 주요한 과제의 하나로 등장하고 있다. 하지만 현재의 인터넷은 모든 패킷을 동일하게 전달하는 BE(Best Effort) 서비스만을 제공하고 있기 때문에 서비스에 따른 패킷의 손실 또는

지연 등의 QoS에 대한 요구 사항을 보장해 주지 못하고 있다. 따라서 인터넷에서 서비스의 QoS를 보장해 주기 위해서는 현재의 모델과는 다른 새로운 서비스 모델을 필요로 한다 [1]. 오늘날 IP 네트워크에서 다양한 레벨의 전달되는 패킷의 성능이 요구되어진다. 이들 성능들은 대역폭, 지연, 지터, 패킷 손실 등의 항목으로 평가되어지게 되며, 이러한 다양한 요구조건들에 의해 서비스들은 크게 다음과 같이 분류할 수 있다. 이러한 레벨의 QoS를 지원하기 위해 Layer-2 또는 Layer-3 QoS 기술들이 연구되어지고 있으며, Layer-2 QoS 기술들로는 PLS, ATM 등을 이용한 기술들이고, WFQ (Weighted Fair Queuing), DiffServ, IntServ 등의 방법들은 Layer-3 QoS 기술에 해당한다. * Best-effort(BE) 서비스는 기본적으로 패킷을 목적지까지 전달하거나 언제 전달할 지에 대한 (Weather and When) 보장을 하지 못한다. 또한 라우터에서 Dropping될 수도 있는 서비스를 의미하는 것으로, 오늘날 인터넷 상의 서비스를 말한다. Differentiated service 는 트래픽이 몇 개의 등급으로 분류되어져서 이 분류에 따라 적절한 QoS를 보장하도록 하는 단계를 의미한다. 이 레벨의 서비스에서는 각각의 패킷별 또는 Flow별 요구되는 QoS를 보장하지 못하고, 다른 트래픽과 비교해서 단지 차등화된 서비스를 보장하도록 하는 메커니즘으로 종종 "Soft QoS"라 부르기도 한다. Guaranteed service 는 각각 트래픽의 흐름별 요구되는 서비스를 조장하는 레벨이다. 이 단계에서는 사전에 설정된 경로를 통해 자원을 예약하는 것이 필요하게 되는데, 이를 차등화된 서비스와 비교하여 "Hard QoS"라 부른다. 이 레벨의 서비스에서는 각 흐름별 처리하므로 가장 완벽한 QoS 보장 모델이지만, 백본 망에서는 수천 이상의 흐름들이 발생하여 문제가 발생할 수 있다. 본 연구는 2절에서는 관련연구를 3 절에서는 qos 의 기반기술을 4 절에서는 결론을 맺는다.

2. 관련연구

IP QoS는 최근 들어 언급되는 내용은 아니다. 인터넷의 초기부터 IP헤더부분이 QoS를 고려하기 위하여 ToS(Type of Service) 바이트를 삽입하였다. 하지만 1980년대 후반까지도 인터넷에서는 ToS를 고려할 필요성이 없었고, 이에 따라 ToS 필드를 무시하고 IP가 구현되었고, 응용서비스들은 이 바이트에 특별한 마킹을 하지 않고 사용되게 되었다. 하지만 인터넷이 연구단계에서 벗어나 대중화 및 상업용으로 사용되면서, QoS의 중요성이 부각되게 되었고 이에따라 다양한 방법의 해결책들이

제시되게 되었다. 1986년 Van Jacobson에 의해 라우터에서 혼잡 발생 시 일부 패킷을 버리는(Packet Dropping) 모델이 제안되었다. 1990년대 중반까지 대부분 패킷을 전달하는 라우터에서 적절한 방법으로 QoS를 해결하려는 방향으로 연구개발이 진행되었다. 즉 기존의 FIFO(First-In First-Out)스케줄링에서 우선순위를 두는 스케줄링에 대한 기술들에 대한 연구가 주로 이루어졌다. 그 예로 WFQ(패킷 스케줄링 알고리즘), WRED(큐 관리 알고리즘) 등이 있으며 이러한 기술들이 오늘날 인터넷망을 이루는 대부분의 홉들에 상당부분 채택되어 사용되고 있다.

90년대 후반 들어서부터 인터넷에서 단대 단 QoS 보장을 위한 노력들이 이루어지기 시작했고 또한 이러한 내용들이 표준화가 이루어지기 시작했다. IETF 워킹그룹은 라우터 또는 네트워크에서 이러한 단대 단 QoS 보장을 위해 신호프로토콜(Signaling Protocol)을 제안하였다. 그리고 이 신호 프로토콜을 이용하여 단대 단 QoS를 보장하고자 하는 IntServ 모델이 제안되었으나, 이 모델은 코아 네트워크에서 확장성의 문제점을 가지고 있어 Deploy가 이루어지지 않고 있다.

최근 들어서는 기존에 사용하지 않던 IP 헤더의 ToS 필드를 QoS 보장을 위한 정보로 활용하고자 하는 DiffServ 모델이 제안되었다. 이 모델은 앞절에서 설명한 QoS 레벨의 'Differentiated service' 레벨에 해당하는 서비스로 최근 들어 이 모델의 Deploy를 위한 활발히 연구가 진행되고 있다.

3. Qos 보장을 위한 기반 기술

1. IntServ 구조

IntServ 모델은 QoS를 위해 단대 단 패킷 전송 지연시간을 극복할 수 있도록 자원예약을 위한 RSVP(Resource ReSerVation Protocol)라는 Signalling 프로토콜을 사용하여 각 Flow별로 자원 예약을 한 후 패킷을 전송하도록 하는 방식이다. Flow별로 각기 다른 QoS가 요구되어지므로, 각 서비스 유형이 요구되는 QoS를 나타내는 파라미터(Flowspec)를 결정하여 이를 사용하여 응용 서비스가 요구하는 QoS를 보장하기 위해서는 망에 필요한 대역폭을 요청한다. 이를 위해 중단 호스트와 망 노드 사이에서 Flowspec 정보를 전달하는데 이를 담당하는 것이 RSVP 프로토콜이다. 망 노드는 호스트가 요청한 Flowspec과 현재 네트워크의 상태에 따라 서비스를 제공할 것인지 거부할 것인지 결정하게 된다. 그리고 최종적으로 응용 서비스가 요구하는 QoS를 보장하기 위해서 링크 계층에서는

패킷 스케줄링과 패킷 Classification 기능을 수행하게 된다. [2] 그림 1은 RSVP가 수행되고 있는 라우터와 호스트간의 데이터 및 제어정보 전송에 필요한 주요한 모듈들을 나타낸 것이다. 라우터 내의 RSVP 데몬은 자원예약을 하기 전에 요청된 패킷에 요구되는 자원이 충분한지를 판단하는 'Admission Control'과 자원예약을 할지 말지를 결정하는 'Policy Control' 모듈과 통신을 수행하게 된다. 만약 이 두 모듈에서 해당 패킷에 대한 'Fail' 판정을 하게되면 RSVP 데몬은 응용 프로세스에게 에러 정보를 전송하며, 만약 통과하면 RSVP 데몬은 요구되는 AOS를 위해 'Packet Classifier'와 'Packet Scheduler'에 적절한 파라미터를 설정하게 된다. Packet Classifier는 각각 패킷들의 QoS 클래스를 결정하고, Packet Scheduler는 설정된 QoS 클래스를 바탕으로 패킷 스케줄링 순서를 결정하게 된다.

이렇게 결정된 순서에 따라 송신측에서 PATH 메시지를 통해서 자신의 트래픽 특성을 수신자에게 알려주게 된다. PATH 메시지를 받은 수신자는 송신자가 보내고자 하는 Flowspec을 보고 자신이 원하는 대역폭을 결정하여 RESV 메시지를 통해 전달한다. RESV 메시지에는 수신자가 원하는 서비스 요청 사항이 실리게 된다. RESV 메시지는 PATH 메시지가 전달된 경로를 따라 반대 방향으로 전달된다. 이러한 전송 경로상의 모든 네트워크 노드들은 각 Flow별로 경로상태를 저장하고 있어야 한다.[3]

위에서 소개한 IntServ 모델은 BE 서비스만을 지원하는 현재의 인터넷에서 QoS를 보장할 수 있는 모델임에는 틀림이 없다. 하지만 IntServ 모델을 대규모의 인터넷 백본망에서 적용하기에는 다음과 같은 문제점을 갖고 있다. 첫째 플로우의 개수가 많은 코어 라우터의 경우 Flow당 각각 QoS 보장을 위한 정보를 저장하고 있어야되는 등의 문제 발생확률이 높다. 둘째 수많은 플로우들의 상태를 저장하기 위한 메모리가 필요하게 되고, "Soft-state" 방식을 채용하여 Refresh를 해 주는데 필요한 트래픽 부하가 상당할 것으로 예상된다. 셋째 많은 흐름에 대해서 자원 예약을 위한 제어 메시지를 처리하기 위해서 라우터는 매우 빠른 처리 능력을 갖고 있어야 한다. 그외에도 사용자가 무분별한 자원 예약을 할 경우 선의의 사용자가 피해를 보게 되며 망의 효율에

저하를 초래할 수 있다. 따라서 자원 예약 과정에서 이를 감시(Policing)할 수 있는 기능이 필수적으로 요구되는데 수많은 패킷 흐름에 대해서 이를 수행한다는 것은 현실적으로 불가능한 전략이라 할 수 있다.

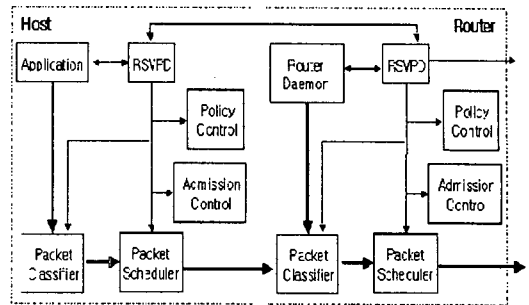


그림 1. RSVP 동작 호스트 및 라우터에서 데이터 및 제어 정보

2 DiffServ

1998년 IETF DiffServ WG에서 제안된 이 모델은 QoS 레벨로 보면 오늘날 인터넷과 같은 BE 서비스 제공과 IntServ 모델에 의한 QoS를 보장하는 모델 사이의 중간적인 위치를 차지한다. 하지만 이 모델은 앞에서 언급한 IntServ 모델의 문제점들을 극복하기 위한 모델로 제안된 구조이다. 이 모델에서는 우선적으로 QoS를 몇 개의 클래스로 분류하여 이 분류된 클래스에 따라 서비스를 보장하도록 하는 것이다. 이에 따라 우선적으로 IP 헤더의 특정 필드에(IPv4 : ToS, IPv6 : Traffic Class Field)에 마킹하여 DS(Differentiated Service)를 설정하게 된다. 이렇게 특정 값으로 설정된 DS 값들에 의해 적절한 포워딩 (PHB : Per-hop Behavior)을 수행하도록 하는 구조이다.

그림 2는 DiffServ의 개요도로서, DS 도메인 내에서는 각각 경계 라우터에서 설정된 DSCP (Differentiated Services Codepoint) 값에 따른 PHB process를 하게되며, 경계 라우터에서는 DSCP 설정 및 트래픽 Policing을 수행하게 된다. 즉 DiffServ 구조에서는 DS 도메인의 경계라우터에서 IP 헤더의 ToS에 DSCP를 설정하여 PHB를 할당하고, 네트워크 내에서는 이 분류된 PHB에 따라 자원 할당, 패킷 Policing, Scheduling 등 PHB 프로세스를 수행하도록 하는 구조이다. 즉 경계라우터와 코어 라우터의 역할을 분리시켜 IntServ 구조의 Scalability 문제를 해결하고자 한 모델이다

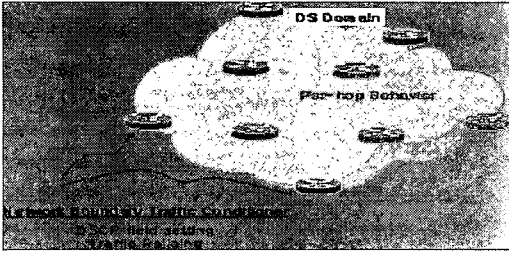


그림 2 DiffServ 개요

트래픽 조절 기능은 DS 도메인에 입력되는 트래픽이 TCA(Traffic Conditioning Agreements)에 명시된 규칙을 따르도록 보장하고, PHB를 기초로 내부 라우터로 트래픽을 전달하도록 DS 도메인에 있는 DS 에지 라우터에 의해 수행된다. (그림 1)는 DiffServ 단일 도메인을 보여주며, (그림 2)는 트래픽 조절기의 블록 다이어그램을 보여준다.[4-6]

(그림 2)에서 보여주는 트래픽 조절기 요소는 트래픽 분류기(Classifier),미터(Meter),마커(Marker),셰이퍼(Shaper)로 이루어져 있으며,

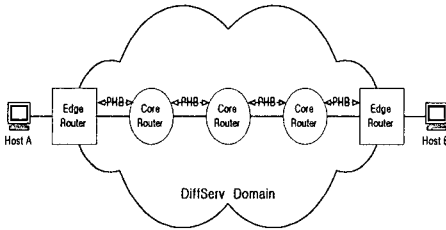


그림 3 DiffServ 단일 도메인

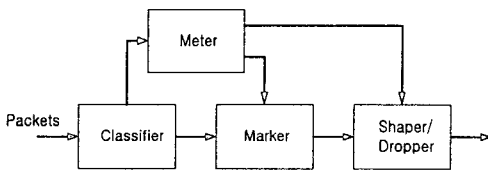


그림 4. 트래픽 조절기 블록 다이어그램

반드시 4가지 모든 요소를 포함할 필요는 없다. 각 요소의 기능은 다음과 같다:

- 분류기: 패킷 헤더의 내용을 기초로 트래픽 스트림에 있는 패킷을 선택한다. BA 분류와 MF (Multi-Field) 분류로 나눈다. BA 분류는 DS 필드만을 기초로 하고, MF 분류는 근원지/목적지 주소, DS 필드, 프로토콜 ID, 근원지/목적지 포트와 같은 전송 계층 헤더 필드 등의 패킷 헤더에

있는 여러 필드의 조합으로 분류를 한다.

- 미터: 미터는 분류기에 의해 선택되어진 트래픽 스트림상의 패킷 도착율을 확인하여 TCA의 트래픽 프로파일에 일치하는지를 결정해 in-profile/out-of-profile을 수행한다.
- 마커: 패킷은 분류된 후에 DE, AF, EF 클래스로 마킹된다. 리마킹은 AF PHB 패킷이 계약된 트래픽을 제한을 위반할 때 발생하고 out-of-profile이 된다. 이런 패킷은 DE 패킷으로 리마킹된다.
- 드롭퍼/셰이퍼: 만약 EF 패킷이 out-of-profile이라면 드롭퍼에 의해 즉시 탈락된다. 셰이핑은 지터를 제거하기 위해 에지 노드나 경계 노드에서 발생한다.[7] 앞에서 설명한 DiffServ 모델의 QoS 처리를 위한 자원관리를 위하여 요구되는 자원과 설정된 SLA(Service Level Agreement) 등의 정보를 바탕으로 자원을 어떻게 할당할 것인가를 결정하는 중앙장치가 필요한데 이러한 기능을 하는 것을 Van Jacobson에 의해 BB(Bandwidth Broker)라 명명하게 되었다. BB는 다양한 SLA와 SLA별로 할당된 대역폭을 저장하고 향후 할당을 결정하기 위한 기초로 하는 데이터베이스를 가지고 있게된다. 즉 BB는 요청된 대로 사용자에게 우선적인 서비스를 할당하고 정의된 서비스를 위하여 올바른 전달 행동으로 통신망 라우터를 구성하도록 하는 기능을 수행하게 된다. BB는 다음 그림에서 보는바와 같이 DS 도메인당 하나씩 위치하게 된다.

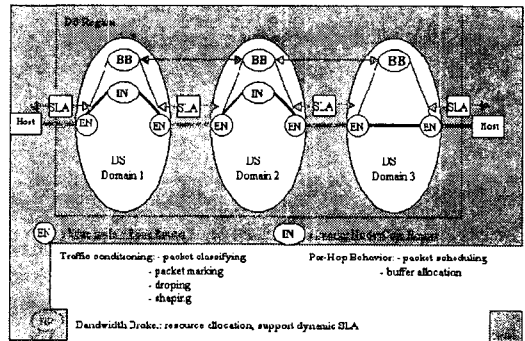


그림5 DiffServ 망의 기본 구조

그림에서와 같이 SLA는 호스트와 DS 네트워크, 그리고 DS와 DS 네트워크 사이에 설정되게 된다. 만약 SLA가 설정된 호스트에서 DS 네트워크의 경계라우터로 패킷 서비스를 요청하게 되면 경계 라우터는 서비스의 유형, 목표 Rate, 최대 Bust 크기, 서비스가 요구되는 시간 등 SLA정보와 함께 해당 BB로 요청을 보내게 된다. BB가 요청을 받

으면 요구되는 대역폭을 할당할 수 있는지를 검사하여 가능하면 경계라우터로 송납정보를 전송하게 된다. 즉 BB는 DS 네트워크 전체의 자원을 관리하며, 또한 DS 네트워크에서의 정책에 따라 내부·외부 수락제어를 결정할 수 있으며, 또한 이를 바탕으로 내부의 라우터들과의 통신 또는 이웃 DS 네트워크 사이의 협상도 수행하게 된다. 이러한 기능을 수행하기 위해서 Two-tier(도메인과 도메인 사이, 도메인 내부) 나누어 BB의 역할을 설명할 수 있다.

* Inter-domain : 도메인 사이의 자원관리는 두 도메인간 네트워크 경계에서 자원을 공급하고 할당하는 것과 관련된다. 이를 위해 양 도메인간의 트래픽 양과 유형 등을 의미하는 SLA가 설정되어져 있어야 한다.

* Intra-domain : 도메인 내부 자원관리는 통신망이나 도메인 내의 자원 할당을 다룬다. 즉 같은 DS 도메인 내부에서 BB와 라우터들간의 통신을 통해 자원관리를 하게된다. 여기에서 Inter-domain간 SLA의 협상을 Static 또는 Dynamic하게 할 수 있다. Static하게는 SLA의 협상 및 변경내용의 수정 등을 오프라인으로 하게되며, Dynamic하게 하게되면 별도의 Signalling 프로토콜을 사용하여 수행하게 된다. 망간의 SLA가 자주 변경되는 경우는 반드시 Dynamic 협상 및 자동 업데이트를 위해 별도의 신호프로토콜이 사용되어야 한다. 현재 이러한 Inter-domain에 사용될 수 있는 프로토콜로는 RSVP, COPS, DIAMETER 등이 있다.

4. 결론

원격교육의 서비스질을 위한 연구는 일부분 인터넷 서비스의 질로 치환하여 생각할 수 있다. 제시된 모델로는 첫째, IntServ 모델은 각 Flow별로 QoS를 보장하도록 하는 구조를 설명하고 이의 문제와 DiffServ는 보장하여야 할 서비스들을 클래스별로 구분하여 서비스함으로써 완벽한 QoS를 보장하지 못한다는 것이다. 이러한 DiffServ 모델은 코어 네트워크에서 Scalability 문제를 해결할 수 있어 실제 Deployment에 있어서는 IntServ 모델보다는 진일보한 모델이나 보다 근본적인 Flow별 완벽한 QoS Guarantee하지 못한다는 근본적인 문제점을 가지고 있다. 2.1절에 설명하였듯이 궁극적으로는 QoS 레벨에서 "Guaranteed Service"가 이루어져야 하지만 이러한 관점에서는 DiffServ 모델은 기본적인 한계점을 가진 모델이라 할 수 있다. 인터넷 QoS를 지원하기 위한 방안들로 IETF에서 제안된

IntServ와 DiffServ 구조들 중 특히 DiffServ 구조를 설명하였다. 이러한 IP 망에서 QoS를 지원하기 위한 다양한 모델들이 제안되고 있지만 이러한 모델들이 여러 가지 기술적인 문제들로 인해 아직 Deploy가 되지 않고 있다. Deploy가 되지 않고 있는 가장 큰 이유로는 아직 DiffServ를 사용하지 않으면 안될 응용 영역이 도출되고 있지 않다는 것이다. 그러나 현재의 문제들은 교육현장에서 원격 교육의 수요가 점증할수록 해결될 수 있는 것들이다.

참고문헌

- [1] Vergsna, 'IP Quality of Service', Cisco Press, 2001.
- [2] R. Braden and et al., 'Integrated Services in the Internet Architecture : An Overview', IETF RFC 1633.
- [3] J. Wroclawski, 'The Use of RSVP with IETF Integrated Services', RFC 2210
- [3] 'An Architecture for Differentiated Services', IETF RFC2475.
- [4] J. Ogawa and Y. Nomura, 'A Simple Resource Management Architecture for Differentiated Services', INET2000.
- [5] Y. Bernet and et al., 'A Framework for Differentiated Services', Internet Draft
- [6] Andreas Terzis and et al., 'A Prototype Implementation of the Two-Tier Architecture for Differentiated Services', RTA99.
- [7] 전용희, 박수영, "DiffServ를 이용한 인터넷 QoS 보장 기술", 한국통신학회지, 제 17권 9호, pp.1152-1173, 2000년 9월.