

## QoS 제공을 위한 차등서비스 망 성능분석 Performance Analysis of DiffServ Networks for Providing

임석구  
백석대학교

Lim Seog-Ku  
BaekSeok Univ.

### 요약

현재 공용중인 강교에서 발생하는 볼트 연결부의 결함 중 볼트 도입축력 부족의 발생빈도가 가장 크지만 도입축력부족에 따른 결함의 연구는 미비한 상태이다. 따라서 본 연구에서는 고장력 볼트 연결부의 미끄러짐 거동을 파악할 수 있는 모델 제시하기 위하여 범용 유한요소 구조해석 프로그램인 LUSAS를 이용하여 수치해석을 실시하였고, 교량보다 비교적 구조계가 간단한 단순경간 강상형교를 모사한 full-size의 H-Beam 시험편을 설계하여 설계볼트 도입축력 100%인 시험편의 도입축력을 기준으로 75%, 50%, 25%의 축력을 도입하여 정적 시험을 실시하여 마찰 문제로 인한 고장력 볼트 연결부의 내력을 수치해석한 결과와 비교·분석하고자 한다.

### Abstract

Currently the bolt joint defect occurs from the steel bridge which is in the process of using but that investigation about each kind defect is lacking state. Research to see consequently the high strength bolt joint sliding conduct bring the model it used a structural analysis program LUSAS numerical analysis execution and a plan for Steel Box Girder Bridge copying full-size H-Beam and plan pretensioned bolt force 100%, 75%, 50% and 25% pretensioned force it acted in standard. And a hold an examination, against the sliding loads which it follows in the pretensioned force it will analysis.

## I. 서론

현재의 인터넷은 최선형(Best Effort) 서비스만을 지원하고 있으나, 인터넷 전화, 인터넷 방송, VPN (Virtual Private Networks), 멀티미디어 서비스 등의 실시간 혹은 높은 대역폭 요구 서비스들이 늘어남에 따라 인터넷에서도 서비스 품질(QoS : Quality of Service)에 대한 요구가 큰 문제가 되고 있다.

QoS 보장을 위한 손쉬운 접근 방법은 폭주가 일어나지 않도록 백본(Back-bone)의 대역폭을 충분히 크게 확보하는 것이다. 그러나 대역폭만 크게 하고 현재의 최선 노력 서비스 구조를 그대로 유지할 경우 QoS가 보장될 수 없다. 현재의 서비스 구조에서는 특정 노드나 네트워크에서 불시에 폭주가 발생할 수 있는데, 이런 폭주를 모두 예상해서 백본의 대역폭을 높인다는 것은 비경제적이기도 하지만 불가능한 일이다. 따라서 대역폭을 충분히 크게 해도 최소한의 QoS 보장방법이 수반되어야만 원하는 성능을 얻을 수 있다[1].

현재 인터넷상에서 서비스 품질을 보장하기 위한 방법들 중에서 대표적인 것이 통합서비스(Integrated Services, IntServ)와 차등서비스(Differentiated Services, DiffServ)이다. 통합 서비스는 RSVP (Resource Reservation

Protocol)라는 신호 프로토콜을 이용하여 자원을 할당한다. 그러나 통합 서비스 모델에서는 특정한 패킷 스트림(Stream) 혹은 플로우(Flow)에 대하여 자원을 할당하기 때문에 연결 상태에 관련된 정보를 저장하고 처리하는 것이 문제가 된다. 특히, 인터넷 백본 라우터의 경우 전송 속도가 빠르고 연결된 플로우의 수가 많기 때문에 통합 서비스 모델을 지원하기 힘든 확장성(scalability) 문제가 발생한다.

DiffServ에서는 흐름별로 트래픽을 관리하지 않고 패킷을 클래스별(집합)로 분류해서 처리하기 때문에 RSVP와 같은 확장성의 문제가 없다[2][3]. 본 논문에서는 DiffServ를 이용하여 QoS를 보장할 수 있는 DiffServ 서비스 망 및 서비스 제공 구조, DiffServ에서의 클래스별 패킷처리 방법에 대해서 알아본다. 이를 기반으로 DiffServ의 기능을 ns(network simulator)로 동작하는 예를 간단한 Tcl 스크립트로 구현하여 가상의 네트워크 토폴로지를 대상으로 시뮬레이션을 수행한 후, 그 결과를 분석하였다.

본 논문의 구성은 서론에 이어 2장에서는 DiffServ 서비스 망 및 차등서비스 제공구조와 클래스 별 패킷처리 방법을 기술하고, 3장에서는 시뮬레이션을 수행하고 그 결과를 분석하였다.

며, 마지막으로 4장에서는 결론을 맺는다.

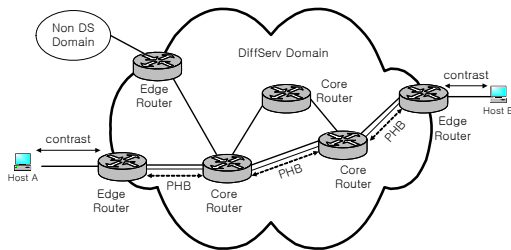
## II. DiffServ 구조 모델

### 1. DiffServ 서비스 망

통합서비스에서 제안한 RSVP 기술은 망으로 도입하기에는 확장성이 부족하다. 이를 보완하기 위해 차등서비스는 DSCP(Differentiated Service Code Point) 필드에 의해 서비스 수를 제한하고, 패킷의 분류, 마킹, 폴리싱과 셰이핑을 망 경계 노드에서 수행하고 코어 노드는 BA(Behavior Aggregate) 분류만 수행하여 확장성 문제를 해결한다.

일종의 우선권 스킴이라 할 수 있는 차등서비스는 최선형 서비스 외에 AF(Assured Forwarding) 서비스와 EF(Expected Forwarding) 서비스를 제공한다. AF 서비스는 망이 혼잡할 때 사용자에게 일정수준의 서비스 품질을 보장하는 서비스로서, 실제 트래픽을 SLA(Service Level Agreement) 준수여부에 따라 트래픽을 in 또는 out 프로파일(Profile)로 분류하여 AF Queue에 넣고 RED(Random Early Detection) 또는 RIO(RED with In and Out)로 스케줄링한다.

EF 서비스는 사용자에게 낮은 지연과 지터를 제공하는 서비스로서 사용자가 실제 트래픽을 EF로 설정하여 전송하면, 망 제공자는 호 수락 제어를 통해 프리미엄 서비스를 제공 가능한지를 결정하여 다른 트래픽보다 더 빨리 전송한다. SLA를 초과한 트래픽은 드롭하며, egress 라우터는 SLA에 따라 리쉐이핑 기능을 수행한다.



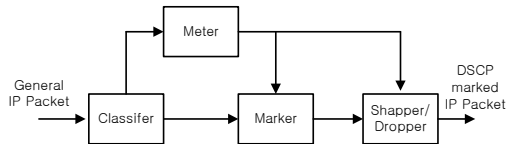
▶▶ 그림 1. DiffServ 서비스 망 개념

DS는 개별적인 흐름에 대해 QoS를 보장해 주는 IntServ와는 달리 개별적인 흐름을 몇 개의 클래스(Class)로 묶어, 각각의 클래스에 대해 QoS를 보장해 주는 방식이다. DS는 그림 1에 나타난 것과 같이 에지 라우터(Edge router)에서는 많은 수의 흐름을 몇 개의 클래스로 나누어 DSCP에 기록하고, 코어 라우터(Core router)에서는 DSCP의 값에 따른 패킷에 대한 스케줄링과 dropping을 수행하여 각각의 클래스에 맞는 QoS를 제공해 준다. 즉 IntServ는 개별적인 흐름의 QoS를 보장해주는 소규모 망에 사용하고, 이러한 소규모 망들이 백본망을 사용할 때 다수의 흐름을 하나의 클래스로 묶어 QoS를 제공해

주는 방식인 DS를 사용하는 방식으로 전체적인 QoS를 보장하여 줄 수 있다.

### 2. DiffServ 서비스 제공 구조

개별적인 플로우를 몇 개의 클래스로 나누기 위해서 DS 에지 라우터에서는 그림 2와 같은 Packet classifier, Meter, Marker, Traffic shaper/dropper 등의 기능을 필요로 한다.



▶▶ 그림 2. Traffic Conditioner의 구조

패킷 분류기는 패킷 헤더의 내용을 기초로 트래픽 스트림에 있는 패킷을 선택한다. 트래픽 미터는 TCA에 명시된 트래픽 프로파일에 대해 분류기에 의해 선택된 스트림의 시간적 특성을 측정한다. 이 측정된 상태 정보를 다른 conditioning 함수에 전달하여 패킷이 적절히 처리될 수 있도록 한다. Null meter는 모든 패킷들을 in-profile 패킷으로 인식한다[5].

마커는 미터의 결과에 따라 적합한 DSCP로 패킷을 마킹하는 기능을 수행한다. 패킷을 마킹하는 방법에는 두 비트 차별화(in-profile, out-of-profile로 표시)[6] 방법과 세 비트 차별화(탈락 우선권이 low, medium, high로 표시)[4],[7] 방법이 있다.

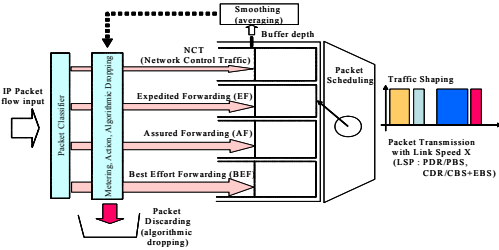
셰이퍼는 트래픽 프로파일에 따라 스트림을 보내기 위해 트래픽 스트림에서 약간의 패킷이나 혹은 모든 패킷을 지연시킨다. 탈락기는 트래픽 프로파일에 따라 스트림을 보내기 위해 트래픽 스트림에서 약간의 패킷 혹은 모든 패킷을 탈락(drop)시킨다.

앞에서 기술한 미터, 마커, 셰이퍼, 탈락기의 기능을 종합하여 폴리싱(policing)이라고 한다. 트래픽 조절기는 대개 DS 입구/출구 경계 노드 내에 위치하지만, DS 영역의 내부 노드나 non-DS 영역 내에 위치할 수도 있다.

### 3. DiffServ에서의 패킷 처리

DS에서는 IP 패킷에서 전달되는 사용자 정보 종류에 따라 차별화된 패킷 처리 기능을 제공하고, 이를 통하여 차별화 서비스를 제공할 수 있게 된다. 그림 3에서 DS 패킷 처리 기능의 전체적인 기능 구조를 보여 주고 있다. DS 차별화 서비스가 제공되는 DS 도메인 네트워크의 경계에서는 다양한 조합의 IP 패킷 헤더의 정보를 사용하여 패킷 등급을 나누게 된다. 현재 IETF의 DS 서비스 모델에서는 크게 NCT(Network Control

Traffic), EF(Expedited Forwarding), AF(Assured Forwarding), BE(Best Effort Forwarding)으로 분류하고 있으며, 우선순위를 서로 다르게 지정할 수 있게 한다.



▶▶ 그림 3. DiffServ에서의 패킷 처리

EF PHB는 가장 높은 우선순위를 가지고 다른 서비스를 가로채기(Preemption)할 수 있으므로 망에 들어가는 패킷 속도는 계약(Traffic profile)에 정의되어 있는 최대 사용 대역폭에 따라서 엄격하게 지켜져야 한다. 이것은 트래픽 조정자 요소 중 하나인 Shaper로 트래픽 속도에 제한을 주고 계약을 어기고, 초과해서 들어오는 패킷들은 폐기시킴으로서 구현될 수 있다.

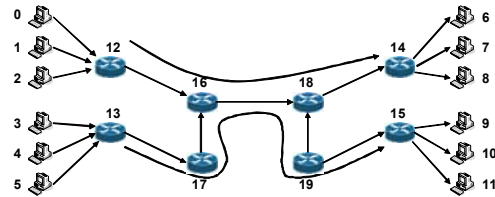
AF PHB는 TCM 등과 같은 마커를 통해 다른 폐기 우선순위를 표시 받게 된다. 이후 클래스별로 별도의 큐에 버퍼링되고 스케줄링된다. AF PHB는 혼잡 상황을 피해야 하고 혼잡상황이 되었을 경우 3개의 다른 우선순위를 근거로 해서 패킷이 폐기된다. TCM은 각 클래스에서 3개의 다른 폐기 우선순위를 표시하기 위해 미터링과 마킹을 수행한다.

TCM은 이를 위해 두 개의 토큰 패킷을 이용하게 되고, 측정을 위해 몇 개의 기준 파라미터를 정의할 수 있고, TCM에는 Color Blind mode(패킷 unmarked : uncolored)와 Color Aware mode(패킷 premarked : precolor)의 두 개의 모드를 가지고 있다. 또한 정의된 파라미터의 종류에 의해 TCM은 srTCM(single rate TCM)과 trTCM(two rate TCM)의 두 방식으로 제안되었다.

srTCM은 하나의 속도, 즉, CIR(Committed Information Rate)과 CIR의 버스트 크기인 CCS(Committed Burst Size), 그리고 초과되는 버스트 크기인 EBS(Excess Burst Size)의 3개의 파라미터로 AF PHB의 3가지 폐기 우선순위를 GREEN, YELLOW, BLUE로 차별화해서 표시할 수 있고, trTCM은 PIR(Peak Information Rate), CIR (Committed Information Rate)의 두개의 속도와, PBS(Peak Burst Size), EBS(Excess Burst Size)의 두 버스트 크기로 모두 4개의 파라미터를 사용한다. srTCM은 버스트 크기가 문제시되는 플로우에 유용하고, trTCM은 최대 속도가 정확히 요구되는 플로우에 유용한 미터와 마커이다.

### III. 시뮬레이션

Diffserv의 기능을 ns로 동작하는 예를 간단한 Tcl 스크립트로 구현하였으며[8], 본 시뮬레이션에서 사용한 가상의 네트워크 토폴로지를 그림 4에 나타냈다. 여기서 Network Parameter로서 Link Bandwidth은 5Mbps이고, Link Propagation Delay는 5ms로 가정하였다.



▶▶ 그림 4. 시뮬레이션을 위한 네트워크 구성

DS 시뮬레이션에 사용된 알고리즘은 혼잡제어에는 dsRED을 사용하고 Policer로는 srTCM을 사용하였으며, Parameter는 아래 표 1과 같이 설정하였다. 여기서 Flow 1은 0번 호스트에서 6번 호스트로 향하는 플로우를 의미한다.

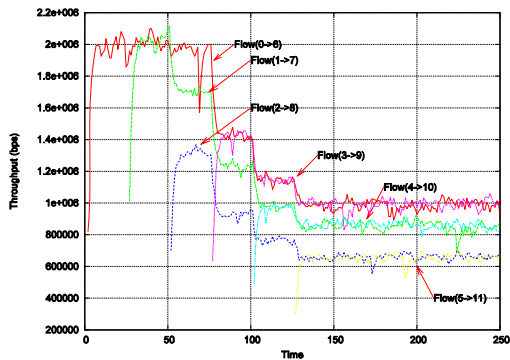
[표 1] 시뮬레이션을 위한 파라미터

|        | CIR     | CBS    | EBS    | drop 확률 |
|--------|---------|--------|--------|---------|
| Flow 1 | 2Mbps   | 10Kbps | 20Kbps | 0.02    |
| Flow 2 | 1.7Mbps | 10Kbps | 20Kbps | 0.10    |
| Flow 3 | 1.3Mbps | 10Kbps | 20Kbps | 0.20    |
| Flow 4 | 2Mbps   | 10Kbps | 20Kbps | 0.02    |
| Flow 5 | 1.7Mbps | 10Kbps | 20Kbps | 0.10    |
| Flow 6 | 1.3Mbps | 10Kbps | 20Kbps | 0.20    |

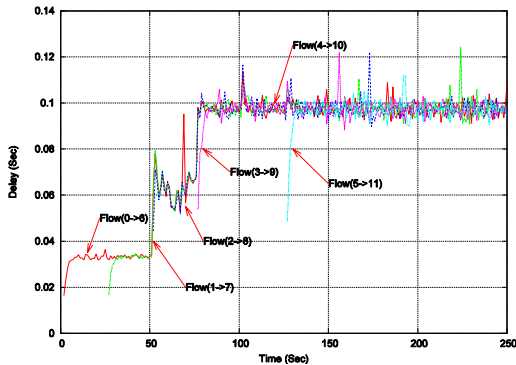
시뮬레이션 시나리오는 0 sec에서 Flow 1 트래픽이 발생하여 네트워크로 입력되고, 25 sec에서 Flow 2 트래픽이 발생하여 네트워크로 입력되며 나머지 트래픽도 25 sec 간격으로 트래픽이 발생하여 네트워크로 입력된다. 여기서 트래픽 발생은 파레토(Pareto) 분포를 가정하였다.

그림 5는 시뮬레이션에서의 Throughput 변화를 나타내었는데, DS 네트워크상의 플로우들은 srTCM Policing의 파라미터에 따라 각기 다른 대역폭을 갖게 된다. 하지만 어떠한 플로우도 원하는 만큼의 대역을 보장받지는 못하고 단지 플로우간의 상대적인 비율만을 유지함을 알 수 있다.

그림 6에는 종단간(End-to-End) 지연시간의 변화를 나타내었는데, DS 망에서의 플로우들은 srTCM의 Policing에 상관없이 모두 같은 지연시간을 가지게 된다.



▶▶ 그림 5. Throughput 변화



▶▶ 그림 6. 지연시간 변화

### ■ 참고 문헌 ■

- [1] X. Xiao, et al., Internet QoS : A Big Picture, IEEE Network, pp.8-18, March/April 1999.
- [2] W. Weiss, QoS with Differentiated Services, Bell Labs Technical Journal, Oct -Dec, 1998.
- [3] J. Sikora, et al., Differentiated Services for Internet 2, <http://www.internet2.edu/qos/may98Workshop/html/diffserv.html>, 1998.
- [4] J. Heinanen et. al., "Assured Forwarding PHB Group", RFC 2597, June 1999.
- [5] Y. Bernet, et al., A Conceptual Model for Diffserv Routers, Internet Draft, June, 1999.
- [6] K. Nichols, et al., A Two-bit Differentiated Services Architecture for the Internet, RFC 2638, July 1999.
- [7] V. Jacobson, et al, "An Expedited Forwarding PHB, RFC 2598, June, 1999.
- [8] <http://www-mash.cs.berkeley.edu/ns>

## V. 결론

본 논문에서는 기존에 통합서비스 모델에서 제안되었던 RSVP의 단점을 해결하고 통합서비스 모델보다 단순하고 실현이 용이한 차등 서비스 기술에 대해 설명하였으며, 대표적인 시뮬레이션 네트워크 모델을 설정하고 시뮬레이션을 수행하였다. 시뮬레이션 수행결과 각 플로우들은 srTCM 폴리싱의 파라미터에 따라 각기 다른 대역폭을 갖게 된다. 하지만 어떠한 플로우도 원하는 만큼의 대역을 보장받지는 못하고 단지 플로우간의 상대적인 비율만을 유지함을 알 수 있었다. 종단간 지연시간의 변화에서 각 플로우들은 srTCM의 폴리싱에 상관없이 모두 같은 지연시간을 가지게 됨을 알 수 있었다.

현재의 인터넷 자원 보장 프로토콜들에는 통신 시 최적의 QoS 값을 설정할 수 있는 기능이 결여되어 있는데, 비록 차등 서비스 모델을 이용하여 QoS 값을 제안할 수는 있지만, 시스템 혹은 자신이 물려 있는 망 자원의 문제에 의해서 제안된 QoS 값을 사용하는 것 보다는 약간 낮은 QoS 값을 불가피하게 사용해야 하는 경우가 있다. 현재의 차등서비스 모델은 이러한 경우 자원 예약 불가하므로 예약이 불가능하게 된다. 그러나 이러한 경우 자원예약이 안되는 원래의 QoS 값을 그대로 사용하는 것 보다는 비록 약간 낮은 QoS 값을 사용하는 것이 더 바람직할 수 있다.