

각 클래스간 성능보장을 위한 차등화서비스 에지 라우터

구현 및 성능 분석

황진호^o 박종현 김영한 신명기 김용진

승실대학교

한국전자통신연구원

{peniel5, turn2sky, yhkim}@dcn.ssu.ac.kr, {mkshin, yjkim}@pec.etri.re.kr

Implementation and Performance Evaluation of a DiffServ Edge Router

Guaranteeing Performances of each Classes

Jin-Ho Hwang^o Jong-Hyun Park Young-Han Kim Myung-Ki Shin Yong-Jin Kim

School of electronic engineering, Soongsil University

Electronic and Telecommunication Research Institute Dep. ETRI

요 약

본 논문은 IETF에서 제안한 차등화서비스모델(Differentiated Service Model)을 지원하는 라우터를 리눅스상에 구현하였다. 구현한 라우터는 기존의 리눅스에서 지원하는 에지 라우터의 단점을 개선하기 위하여 구현한 ingress marker를 사용하였다. 구현된 ingress marker는 AF 클래스의 트래픽을 미터링하고 마킹하기 위해 사용되는 trTCM을 포함하고 있으며, 이 ingress marker를 사용한 에지 라우터는 병목이 발생한 경우에도 각 클래스간 독립적으로 서비스를 보장해 줄 수 있다. 각 클래스간 성능보장은 AF PHB를 통해 기존 라우터와 비교 실험하여 검증하였다.

1. 서 론

인터넷의 다양한 서비스 품질 요구는 기존의 최선형 서비스 환경을 변화시키는 기술을 필요로 하고 있다. 인터넷 차등화서비스는 이런 기술들 중 하나로, 다양한 서비스의 요구를 차별화된 포워딩 방식으로 정의되는 PHB로 집합화하여 QoS를 제공하는 기술이다. 이런 특성을 포함하여 현재까지 리눅스에 구현이 되어있는 DiffServ는 제한된 환경에서 동작하도록 구현이 되어 있다. 에지 라우터가 단일 큐로 이루어져 출력 링크에 병목이 발생할 경우, 패킷이 폐기 우선순위가 지켜지지 않기 때문에 입력되는 모든 트래픽에 대해서 각각 독립적으로 보장될 수 없다. 또한 AF 클래스를 위한 trTCM의 구현이 미흡하다.

본 논문에서는 각 클래스간 성능보장을 위한 차등화서비스 에지 라우터를 구현하고 이를 분석하였다. 제안한 에지 라우터는 각 입력단에서 기존의 문제점을 보완하기 위해 ingress marker를 사용하여 모든 트래픽에 각 클래스 별 독립적으로 미터링과 마킹을 할 수 있도록 설계하였다.

서론에 이어 2장에서는 차등화 서비스 라우터의 구성요소를 살펴보고, 3장은 리눅스를 기반으로 구현한 DiffServ를 살펴본다. 특히 리눅스의 트래픽 제어부 구조

를 보고 기존 리눅스 트래픽 제어부 구조의 단점을 개선하기 위해 구현한 ingress marker를 제안한다. 4장에서는 ingress marker를 사용하여 구현된 에지 라우터와 기존 에지 라우터를 비교실험하였으며, AF PHB를 통하여 클래스별 트래픽이 보장되는가를 확인하였다.

2. 차등화 서비스 라우터의 구성요소

망에서 각 구성 요소는 망의 에지(Edge)와 코어(Core)에서 구성 차이를 갖는다. 망의 에지에서는 개개의 플로우를 적절한 PHB로 분류(Classifier)해주고, 각 계약에 맞는지를 측정(Metering)해서 적절한 PHB로 마킹(Marking)하게 된다. 또한 계약을 어겼을 경우 망의 정책과 각 PHB 특성에 맞는 조치(Policer)를 취하게 된다. EF PHB는 계약을 어긴 트래픽은 폐기 시키고, 준수한 트래픽은 패킷의 DSCP(DiffServ Code Point)에 권고된 값을 표시해서 망 내부로 보내준다. AF PHB는 분류된 패킷을 EF와는 다른 방법으로 마킹하게 된다. 분류자를 거친 4개의 클래스(AFxy: x=class ID, y=drop precedence ID)는 각각의 미터링을 수행해서 계약 여부에 따라 3개의 폐기 우선순위를 받게된다.[1][2]

그림 1에서 보면 에지에서는 MF(Multi Field)의 정보를 가지고 EF, AF, Default PHB로 분류된다. 분류된 PHB는 각 특성에 맞는 미터링과 마킹을 받게 된다. EF

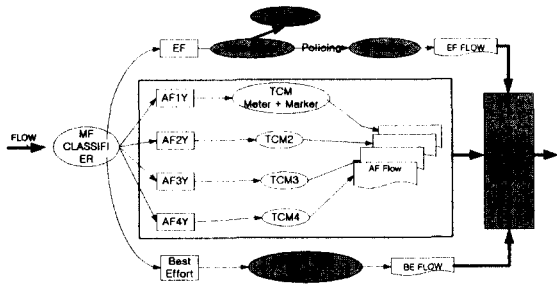


그림 1. 망의 에지 라우터

에서는 망에 들어가는 패킷 속도는 계약(Traffic profile)에 정의 되어있는 최대 사용 대역폭에 따라서 엄격하게 지켜져야 한다. 이것은 트래픽 조정자(Traffic conditioner) 요소 중 하나인 폴리서(Policer)로 트래픽 속도에 제한을 주고, 계약을 어기고 초과해서 들어오는 패킷들은 폐기시킴으로서 구현될 수 있다. AF는 TCM등의 표시자(Marker)를 통해 3개의 다른 폐기 우선 순위를 표시받게 된다. 이후 PHB별로 별도의 큐에 버퍼링되고, 스케줄링이 이용된다.[3][4]

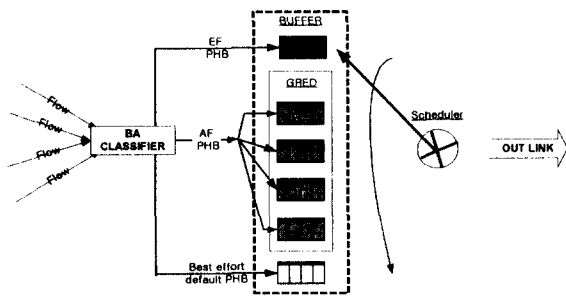


그림 2. 망의 코어 라우터

망의 내부에서는 에지에서 분류되어진 패킷의 DSCP만으로 각 PHB를 분류(BA classifying)해서 각각의 큐에 넣어준다. 적절한 PHB로 설정된 패킷들에게 최상의 서비스를 제공하기 위해서 큐 관리정책(Queueing discipline)은 필수적인 요소 기술이다. AF 서비스의 3가지 다른 폐기확률을 구현하기 위해서는 RED(Random Early Detection)와 같은 능동적인 버퍼 관리 기술의 변형이 필요하고, 각 클래스별로 별도의 큐를 사용할 경우 각 큐에서 출력 링크(output link)에 내보낼 적절한 패킷의 선택을 위해 스케줄링(Scheduling) 알고리즘이 필요하게 된다. EF PHB는 같이 수행되는 다른 종류의 PHB보다 우선순위를 가지고 가로채기를 할 수 있어야 하므로 PQ(Priority Queue), WRR(Weighted Round Robin) 등의 스케줄링이 이용 된다.[6]

3. 리눅스 기반 차등화서비스

기존 구조에서는 에지 라우터의 입력단(input device)에 ingress 스케줄러를 사용하여 미터링, 폴리싱을 하며, 에지 라우터의 출력단(output device)에서 미터링된 결과에 따라 dsmark라는 스케줄러를 통해 마킹하는 구조로 설계 되어있다. 하지만 이 구조에서, 출력 링크에 병목이 발생한 경우 각 클래스간 서비스를 보장할 수 없으며, AF 클래스에 대한 trTCM의 구현이 미흡하다. 본 논문에서는 기존 구조로 인해 생기는 여러 가지 단점을 보완하기 위해서 에지 라우터 입력단에 ingress marker를 두어 입력단에서 미터링을 수행하며 그 결과에 따라 DS 영역에 마킹하며, 출력단에서는 기존 코어망에서의와 같은 구조로 동작하는 모델을 제안한다. 또한, AF class를 미터링하기 위해서 ingress marker내부에 trTCM을 구현하였다.

3.1 기존의 에지 라우터 구조

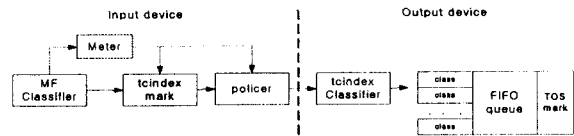


그림 3. 에지 라우터 구조

그림 3은 요소별로 에지 라우터의 구조를 입력단과 출력단에서 동작하는 역할에 따라 나타낸 것이다. 처음 입력단으로 온 트래픽은 ingress 스케줄러를 통해서 트래픽을 분류하며, 출력단에서는 dsmark 스케줄러를 사용하여 모든 클래스를 하나의 FIFO 큐로 넣고 마지막에 분류된 정보를 통하여 DS 영역에 마킹하는 구조로 되어 있다

3.2 제안된 ingress marker를 사용한 에지 라우터 구조

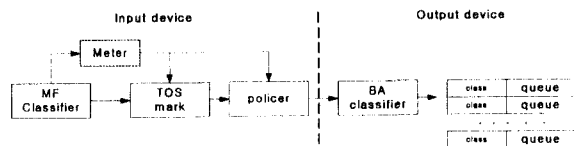


그림 4. ingress marker를 사용한 에지 라우터의 구조

그림 4은 기존의 ingress 스케줄러를 사용하지 않고 ingress marker를 사용하였을 경우의 요소별로 에지 라우터의 역할을 나타낸 것이다. 입력단에서 들어온 트래픽은 클래스별로 미터링을 수행하여 DS영역에 마킹을 하고, 출력단에서는 입력단에서 마킹된 DS영역을 보며 클래스별로 구분하여 각각의 큐로 들어가서 기존의 코어망에서 동작하는 라우터와 완전히 같은 구조로 동작 한다.

3.3 ingress marker를 사용하여 생기는 이점

일반적으로 에지 라우터는 입력 인터페이스가 여러 개가 있다. per-flow 별로 들어오는 플로우들은 목적지에 따라 에지 라우터의 여러 출력 인터페이스 중 하나도 나가게 된다. 이때, 목적지가 같은 트래픽이 에지 라우터로 들어 온다고 하자. 또한 계약을 맺지 않은 최선형 서비스가 많은 양의 데이터를 보내, 그 총 발생되는 입력 트래픽의 양이 출력 링크 대역폭 보다 많아 병목이 생긴 경우, 기존의 차등화 라우터 구조에서는 문제가 발생하게 된다. 그림 3을 보면, 출력 링크가 단일 큐로 구성되어 큐의 버퍼량을 초과 할 경우 패킷 패기 우선순위에 관계없이 오버플로어 된 패킷이 폐기되어 진다. 그러나 그림 4에서 제안된 구조를 사용할 경우 각 클래스별로 큐가 있기 때문에, 계약을 어긴 사용자의 트래픽만이 폐기가 되며, 많은 양을 보내는 최선형 서비스로 인해 계약한 트래픽이 보장 받지 못하는 것을 막을 수 있다. 마지막으로 기존 구조에서는 AF 클래스를 미터링하여 마킹하는 것이 없으나 ingress marker는 trTCM을 두어서 미터링하여 DS영역에 마킹하는 구조로 설계가 되었다.

4. 실험 및 성능 분석

제안된 ingress marker를 사용하여 구현한 에지 라우터와 기존의 에지 라우터의 성능을 AF PHB 실험을 통해 살펴본다.

Sender1에서는 Receiver의 6000, 6001, 6002, 6003번 포트로 AF 클래스 트래픽을 각각 2.5Mbps로 보내며, Sender2에서는 6005번 포트를 사용하여 최선형 서비스 트래픽을 6Mbps로 보낸다. Sender1과 Sender2에서 입력되는 트래픽의 전체 합은 출력단인 10Mbps를 초과하도록 하여 네트워크 혼잡이 발생한 효과를 유발한다. 이때 과도하게 보내는 최선형 서비스의 트래픽과 보장 받아야 하는 AF 클래스 트래픽이 어떻게 전달되는지에 대해 실험을 하였다.

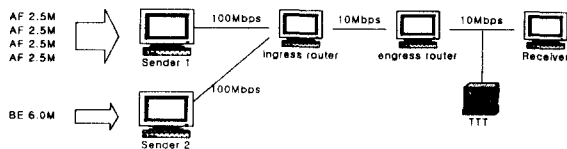


그림 5. 실험환경

패킷은 MGEN 3.1 (Multi Generator)를 이용하여 일정한 속도(Constant Bit Rate)로 발생하였으며, 이 수신 결과를 Receiver단에 있는 TTT 1.6(Tele Traffic Tapper)을 이용하여 볼수 있게 하였다.

그림 6은 위와 같은 조건으로 트래픽을 발생하였을 때 기존의 라우터와 제안한 라우터를 통하여 수신한 트래픽을 보여주고 있다. 처음부터 약 50초까지 보여 주는 트래픽은 기존의 에지 라우터를 통하여 실험한 것이고 50초 이후에 보여지는 트래픽은 이 논문에서 제안한 에지

라우터를 통하여 수신된 트래픽이다.

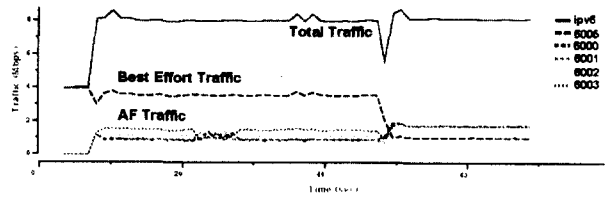


그림 6. 실험결과

기존의 에지 라우터를 통하여 수신된 트래픽을 보면, 최선형 서비스의 많은 트래픽으로 인해서 보장받아야 하는 AF 클래스간 서비스가 보장 받지 못함을 확인 할 수 있다. 그러나 제안한 에지 라우터를 사용하여 트래픽을 발생하였을 경우, AF 클래스간 서비스가 보장되며 최선형 서비스 트래픽은 양은 현저히 줄어들었음을 확인하였다.

5. 결론

본 논문에서는 인터넷 QoS를 제공하기 위해서 차등화 서비스를 제공하기 위한 제안 기술을 고찰하였다. 기존 에지 라우터의 단점을 보완하기 위해 새로 제안한 ingress marker의 구조를 살펴보았으며, 기존 구조에 비해 제안한 ingress marker 구조를 통해 생기는 이점을 살펴보았다. 또한 실험을 통하여 제안한 에지 라우터 구조를 통하여 각 클래스간 성능보장이 되었음을 확인 할 수 있었다.

참고문헌

- [1] S. Blake, et. al., "An Architecture for Differentiated Services", RFC 2475, December 1998.
- [2] K. Nichols, et. al., "Definition of the Differentiated Services Field (DS Field) in the IPv4 and IPv6 Headers". RFC 2474, December 1998.
- [3] J. Heinanen, et.al., "Assured Forwarding PHB Group". RFC 2597, June 1999
- [4] V. Jacobson, et. al., "An Expedited Forwarding PHB". RFC 2598, June 1999
- [5] J. Heinanen and R. Guerin, "A Two Rate Three Color Marker," Internet Draft, March 1999.
- [6] Y. Bernet, et. al., "An Informal Management Model for Diffserv Routers", Internet Draft, February, 2001