

가상 트래픽 프로파일을 이용한 대역 분배 메카니즘

°최상기, 정광수, 오승준
광운대학교 전자공학부

Bandwidth Distribution Mechanism based on the Virtual Traffic Profile

°Sangki Choi, Kwangsue Chung, Seoung-Jun Oh
School of Electronics Engineering, Kwangwoon Univ.

요 약

최선형 서비스(best effort service) 방식의 현재 인터넷은 실시간 응용의 출현과 보다 나은 서비스를 기대하는 사용자들에 의해 많은 변화가 요구되고 있다. 최근 사용자에게 서로 다른 수준의 서비스를 제공하는 차별화 서비스(differentiated service) 모델에 관하여 많은 연구가 진행중이다. 두 가지 우선 순위를 바탕으로 서비스를 제공하는 RIO 모델은 차별화 서비스의 대표적인 모델이지만 네트워크 상황에 따라 적절한 서비스 차별화가 이뤄지지 않는다. 본 논문에서는 이를 개선하여 보다 효과적인 서비스 차별화가 이뤄지도록 하였다.

1. 서론

인터넷의 급속한 성장은 기존의 텍스트 위주의 데이터 전송에서 다양한 멀티미디어 정보를 실시간으로 처리하도록 요구되고 있다. 하지만 IP와 drop-tail 방식의 수동적인 큐 메카니즘을 근간으로 한 현재의 인터넷은 모든 사용자에게 동일한 서비스 품질을 제공하며, 멀티미디어 데이터의 실시간 처리에 많은 문제점을 가지고 있다. 이러한 배경을 바탕으로 현재의 인터넷에 새로운 서비스 요구를 수용하기 위한 다양한 관련 프로토콜들과 표준안들이 IETF(Internet Engineering Task Force)를 중심으로 제시되고 있다.

IETF의 DiffServ WG에서는 완벽한 자원 보장은 아니지만 사용자에게 서로 다른 수준의 서비스를 제공해주는 차별화 서비스 모델(이하 DiffServ)을 정의하였다. DiffServ에서는 네트워크로 유입되는 모든 패킷에 대하여 라우터에서 패킷을 처리하는 방식을 정의하는 PHB(Per-Hop-Behavior)를 IP 헤더의 특정 영역인 DS(Differentiated Service) 필드에 설정함으로써 패킷이 이에 따라 차별화된 서비스를 받도록 하였다. Wenjia Fang과 David D Clark이 제안한 RIO 모델은 DiffServ에서 정의한 확신 서비스(assured service)를 제공하는 대표적인 모델로써, 네트워크와 사용자간의 트래픽 사용 계약인 서비스 프로파일과 두 가지 수준의 우선 순위 패킷을 처리하는 RIO(RED with In/Out)큐 알고리즘을 사용한다. 하지만 RIO 모델은 망

제공자가 서비스 프로파일의 함에 해당하는 대역폭을 제공할 때만 적절한 서비스 차별화를 수행한다. 즉 네트워크 혼잡 수준 또는 잉여 대역폭의 양이 증가할수록 서비스 프로파일에 따른 서비스 차별화 정도가 점점 줄어들게 된다. 본 논문에서는 시뮬레이션을 통하여 네트워크 상황에 따른 RIO 모델의 성능을 분석하였으며, 효과적인 서비스 차별화가 이뤄지도록 하기 위하여 가상 트래픽 프로파일(Virtual Traffic Profile)을 이용한 대역 분배 방식을 제시하였다.

2. RIO 모델의 성능 분석

2.1 RIO 모델 개요

RIO 모델은 서비스 프로파일과 미터, 마커 및 RIO 큐의 구성 요소를 가지며 DiffServ에서 정의한 확신 서비스를 제공한다. 패킷 지연 처리에 중점을 둔 EF(Expedited) 서비스와는 달리 확신 서비스는 패킷의 폐기 레벨에 근거한다. 미터는 플로우의 패킷 전송률을 측정하며 마커는 패킷 전송률이 서비스 프로파일 보다 크면 우선 순위가 낮은 Out 패킷으로, 그렇지 않으면 우선 순위가 높은 In 패킷으로 마킹하는 기능을 수행한다. RIO는 두 개의 RED(Random Early Detection) 알고리즘을 In, Out 각각의 패킷에 대하여 적용하며 큐 길이에 따라 패킷들을 폐기한다. 그림 1은 RIO 알고리즘의 동작 방식을 나타낸 것이다.

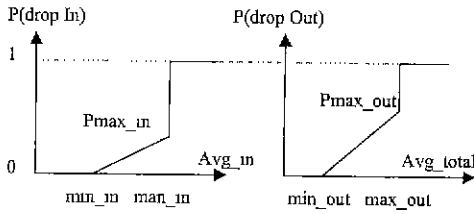


그림 1 RIO 알고리즘의 동작 방식

2.2 RIO 모델의 시뮬레이션

RIO 모델의 대역 분배 성능을 측정하기 위하여 LBNL (Lawrence Berkely National Laboratory)의 ns 네트워크 시뮬레이터를 이용하였다. ns는 네트워크 프로토콜 및 라우팅, 큐잉 알고리즘 등 여러 네트워크 구성 요소들을 시뮬레이터상에 구현하여 각 구성 요소들의 성능을 측정할 수 있도록 한다. 시험망의 구성 및 여러 파라메타 등의 설정은 스크립드 언어를 이용하여 설정할 수 있다.

RIO 모델의 성능을 측정하기 위한 망의 구성은 그림 2와 같이 하였으며 망에서 제공되는 대역을 일정하게 두고 서비스 프로파일 변화에 따른 플로우들의 평균 전송률을 측정하였다. 총 10개의 플로우를 두 그룹으로 나누었으며, 각 그룹에 속한 플로우들은 같은 서비스 프로파일을, 또한 그룹2의 서비스 프로파일이 그룹1 서비스 프로파일의 두 배가 되도록 하였다.

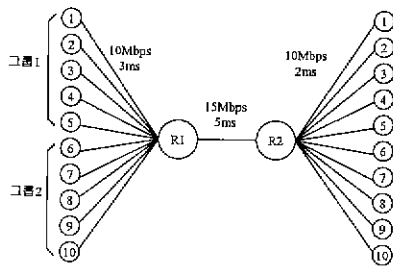


그림 2 시뮬레이션 망의 구성

모든 송신 호스트는 FTP를 이용한 파일 전송을 하도록 하였으며 하나의 혼잡 링크를 공유하도록 하였다. 송신측 또는 수신측의 호스트와 라우터는 10Mbps 용량의 링크를 갖도록 하였으며, 혼잡 링크의 대역은 15Mbps로 설정하였다. 그림 3은 시뮬레이션 결과를 나타낸 것이다.

그림 3을 보면 서비스 프로파일의 양을 점점 증가시킬수록 그룹1과 그룹2의 평균 전송률이 같아지는 것을 볼 수 있으며, 마찬가지로 서비스 프로파일의 양을 점점 감소시킬수록 두 그룹의 평균 전송률이 같아지는 것을 알 수 있다. 단 서비스 프로파일의 합이 공유 링크의 대역과 일치할 때에는 정확한 서비스 차별화를 제공한다. 시뮬레이션 결과에서 알 수 있듯이 RIO는 망 혼잡 정도 또는 여유대역의 분배가 서비스 프로파일의 양에 무관하게 처리된다는 것을 의미한다. 이러한 현상이 발생하는

이유는 다음과 같다.

- 혼잡 상황 · 혼잡 정도가 심해질수록 모든 플로우들이 전송률을 감소하게 되고 결국 모든 패킷이 I_n 으로 마킹된다. 이 경우 RIO는 RED와 같이 동적으로 되어 서비스 프로파일과 무관한 대역 분배가 이뤄진다.
- 비 혼잡 상황 · 서비스 프로파일을 초과하는 패킷들이 증가하게 되며 이들로부터 일게 되는 잉여 대역은 서비스 프로파일과 무관하다.

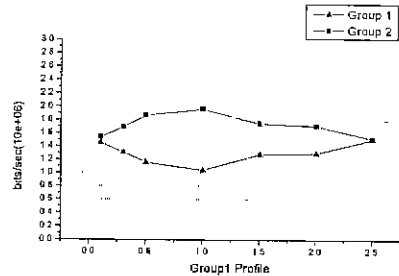


그림 3. 플로우들의 평균 전송률(RIO)

3. 제안한 대역 분배 방식

3.1 가상 트래픽 프로파일

RIO 모델에서와 같이 망 혼잡시 또는 여유 대역의 발생시 나타나는 차별화 정도의 감소를 제거하기 위해서는 서비스 프로파일에 비례한 혼잡의 분배 또는 여유 대역의 분배가 필요하다 즉 다른 사용자에 비해 두 배의 서비스 프로파일을 사용하는 사용자는 망 혼잡시에도 다른 사용자보다 두 배의 대역을 얻을 수 있어야 하며, 여유 대역의 발생시에도 다른 사용자보다 두 배의 대역을 얻을 수 있어야 한다.

가상 트래픽 프로파일(VTP Virtual Traffic Profile)을 이용한 대역 분배 방식(이하 VTP 모델)은 적절한 차별화 서비스를 제공하기 위한 메카니즘이다. VTP는 망에서 얻고자 하는 대역의 양이 절대적인 것이 아니라 다른 사용자와의 비율을 나타내는 상대적인 것을 의미한다. 따라서 VTP에 설정한 대역의 양은 망 자원 및 다른 사용자의 VTP에 따라 서로 다른 목표 전송률로 계산된다. 사용자는 자신이 실제 망으로부터 얻게되는 대역이 VTP와 일치하지 않을 수 있지만 다른 사용자와의 차별화 수준은 항상 일정하게 유지된다. 즉 가상 트래픽 프로파일을 이용한 대역 분배 방법은 절대적인 대역의 할당이 아닌 비례적 공정성(proportional fairness)을 제공한다

3.2 VTP 모델의 서비스 메카니즘

VTP 모델은 VTP, 마커, 미터, RIO 큐 등의 구성 요소를 가진다. VTP 정보는 시그널링 프로토콜이나 네트워크 관리 프로토콜을 이용하여 망에 존재하는 모든 라우터를 또는 혼잡 지점

에 위치한 일부 라우터로 전송된다고 가정한다. 단 마커에서 수행하는 In, Out 패킷 마킹은 새롭게 계산된 목표 전송률에 의해 수행되며 다음 식과 같이 계산된다.

$$R_i = BW \times \frac{TP_i}{\sum_j TP_j}, \quad (0 \leq j \leq N-1)$$

R_i : 플로우 i 의 목표 전송률 BW : 해당 링크의 대역폭
 TP_i : 플로우 i 의 VTP 값 N : 활성화된 플로우의 수

그림 4는 VTP 모델의 패킷 마킹 알고리즘을 나타낸 것이다.

```

Estimate sending rate  $O_i$ 
if  $O_i < R_i$  mark packet as In;
else
    calculate  $P_m = (O_i - R_i) / O_i$ ;
    with  $P_m$ , mark the packet as Out
 $O_i$  : 플로우  $i$ 의 실제 전송률,  $P_m$  : Out 마킹 확률
    
```

그림 4. VTP 모델의 패킷 마킹 알고리즘

3.3 VTP 모델의 성능 평가

VTP 모델의 대역 분배 성능을 시험하기 위하여 그림 2에서와 같은 시뮬레이션 망을 이용하였다. 모든 조건은 동일하게 설정하였으며, 각 그룹에 속하는 플로우들의 평균 전송률을 그림 5에 나타내었다.

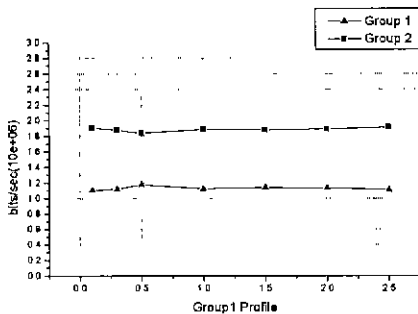


그림 5. 플로우들의 평균 전송률(VTP)

그림 5에서 볼 수 있듯이 각 그룹에 속한 플로우들은 적절한 차별화 수준을 유지한다. 그룹 1에 속하는 플로우 1의 경우 VTP는 1Mbps의 값을 가지나 이는 다른 플로우들의 VTP의 합인 15Mbps의 6.7%에 해당하는 값을 가진다. 따라서 해당 링크의 대역(15Mbps)이 일정하게 유지되는 한 플로우 1이 얻게 되는 평균 전송률은 링크 대역의 6.7%인 1Mbps를 유지한다. 만일 해당 링크의 대역이 줄거나 늘어나면 각 플로우들이 얻는 추가적인 대역도 VTP의 비에 비례한다.

그림 6은 그림 2와 같은 시뮬레이션 망을 이용하여 링크 대역 변화에 따른 플로우들의 전송률을 측정하였다. 단 VTP

값은 일정하게 유지하였다(그룹 1 : 1Mbps, 그룹 2 : 2Mbps). 그림 6에서 볼 수 있듯이 링크의 대역 변화에 따라서도 각 플로우들 사이의 차별화 정도가 일정하게 유지됨을 볼 수 있다.

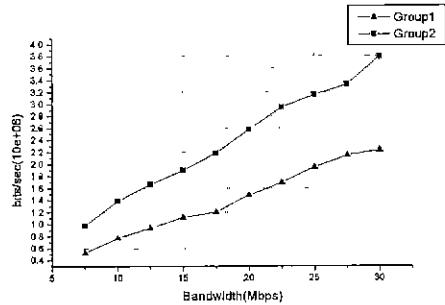


그림 6. 링크 대역 변화에 따른 전송률

4. 결론 및 향후 연구 과제

본 논문에서는 RIO 모델의 대역 분배 성능을 시뮬레이션을 통하여 평가하고, 망 자원에 따른 적절한 서비스 차별화를 위해 가상 트래픽 프로파일을 이용한 대역 분배 방식인 VTP 모델을 제안하였다. VTP 모델은 망에서 제공되는 대역을 VTP에 비례한 양으로 분배하여 망 혼잡이나 여유 대역 발생시에도 정확한 서비스 차별화 수준을 유지한다. VTP 모델의 성능을 시험하기 위하여 시뮬레이션을 통하여 트래픽 프로파일의 변화나 링크 대역의 변화에 따른 플로우들의 전송률을 측정하였으며, 결과를 통하여 플로우들이 적절한 차별화 서비스를 제공받는 것을 확인하였다.

향후 연구 과제로는 트래픽 프로파일의 적절한 설치 방법과 라우터에서의 효율적인 프로파일 관리 기법에 대한 연구가 수행되어야 하며, 효율적인 트래픽 모니터링 방법에 대한 연구가 수행되어야 할 것이다.

참고 문헌

- [1] Y. Bernet, J. Binder, S. Blake, M. Carlson, E. Davis, B. Ohlman, D. Verma, Z. Wang, W. Weiss, "A Framework for Differentiated Services," Internet Draft draft-ietf-diffserv-framework-00.txt, May 1998
- [2] K. Nichols, V. Jacobson, L. Zhang, "A Two-bit Differentiated Services Architecture for the Internet," Internet Draft draft-nichols-diff-svc-arch-00.txt, December 1997.
- [3] D. Black, S. Blake, M. Carlson, E. Davies, Z. Wang, W. Weiss, "An Architecture for Differentiated Services," Internet Draft draft-ietf-diffserv-arch-00.txt, May 1998
- [4] D.D. Clark, W. Fang, "Explicit Allocation of Best Effort Packet Delivery Service," IEEE/ACM Transactions on Networking, Vol. 6, No. 4, pp. 362-373, August 1998.