멀티미디어 데이터 QoS 보장을 위한 차별적 능동 큐 관리 방안

최기한 O* 장용석* 류상률** 김승호*
*경북대학교 컴퓨터공학과, **청운대학교
khchoi O*@mmlab.knu.ac.kr, ysjang@borami.knu.ac.kr, rsr@mail.chungwoon.ac.kr, shkim@knu.ac.kr

A method of adaptive multi-queue management to guarantee QoS

KiHan Choi O* Y.S Jang* S.R Ryu** SungHo Kim*
*Dept. of Computer Engineering, Kyungpook National University
**Dept. of Computer Science Chungwoon University

요 약

대용량의 고속 멀티미디어 데이터 전송 서비스, 주문형비디오 (VoD)와 같이 네트워크 어플리케이션 서비스를 포함하는 서비스들은 높은 대역폭을 요구한다. 이로 인하여, 네트워크에서 혼잡이 일어날 가능성이 증가된다. 네트워크의 혼잡을 피하기 위해서는 물리적인 방법과 논리적인 방법으로 나눌 수 있다. 물리적인 방법은 시간과 고성능의 장비를 필요로 하기 때문에 논리적인 방법으로 제한적인 네트워크의 자원을 효율적으로 사용할 필요성이 있다. 본 논문에서는 멀티미디어 데이터 QoS를 보장하기 위해 트래픽의 특성을 고려하는 차별적인 큐 관리 적용 방안을 제시하고, OPNET을 사용하여 이를 검증한다.

1. 서 론

응용 프로그램들이 다양화되고 인터넷 사용이 증가함에 따라, 사용자의 서비스 품질 보장 요구는 점차 커지고 있다. IP네트워크에서 서비스 품질 보장을 위해서 IntServ (Integrated Services), DiffServ (Differentiated Service), MPLS (Multi Protocol Label Switching), IEEE 802.1p/Q와 같은 네트워크 구조가 제안되었고, RSVP (Resource Reservation Protocol), RTP (Real Time Protocol)와 같은 프로토콜이 제안 되었다. 이 외에도 여러 분야에서 멀티미디어 데이터 서비스 품질 보장에 관한 연구가 진행되고 있다.

현재의 인터넷은 모든 패킷을 동일하게 전달하는 최선형 서비스 (best effort service)를 제공하고 있기 때문에 서비스의 특성에 따른 요구 사항을 보장해 주지 못한다. 서비스의 품질을 보장하기 위해서 제시된 네트워크 구조는 큐 관리 방법이 기본적으로 필요하다. 이러한 구조는 제한적인 네트워크 자원을 효율적으로 사용하기 위해서 멀티미디어 데이터 서비스의 특성에 따라 패킷을 분류하고 패킷 손실을 최소화 함으로써 사용자들에게 서비스의 품질을 보장하고자 한다.

본 논문에서는 멀티미디어 데이터 QoS 보장 서비스의 품질을 보장하기 위해서 트래픽의 특성을 고려하여 큐를 관리하는 방안에 대해서 설명하고, 멀티 큐에서 각각의 큐에 트래픽의 특성을 고려하여 패킷을 폐기 함으로써 패킷 손실을 최소화 하는 방안을 제시 한다.

본 논문의 구성으로, 2장에서는 기존에 제시된 능동 큐 관리 매커니즘에 대해서 알아본다. 3장에서는 차별적인 능동 큐 스케줄링 방안을 제안하고, 4장에서 제안한 방안에 대해서 OPNET 시뮬레이션을 통해 검증하며, 5장에서 결론을 내린다.

2. 관련 연구

네트워크 라우터에 혼잡이 발생하게 되면, 큐에 오버플로우가 발생하게 되고, 이때 패킷을 어떻게 폐기할 것인지에 대한 방안이 요구 된다. 큐 관리는 각 큐별로 패킷을 어떤 방식으로 폐기할 것인지 방안을 제공 하는 것이다.

큐 관리 방법이 관심을 갖게 된 것은 tail-drop 알고리즘과 각 링크에 대한 공정성의 문제 때문이었다. tail-drop 알고리즘은 큐 오버플로우가 발생하였을 때, 유입되는 모든 패킷을 폐기 함으로써 lock-out [1]과 global synchronization 현상을 발생 시킨다. 이 현상은 트래픽양의 급격한 출렁거림으로 인해 성능과 네트워크 장비가 불안정해지는 원인이 된다.

이런 문제점을 해결하기 위해서, TCP 흐름을 선택하여 전송 속도를 줄이도록 함으로써 해결할 수 있는 RED (Random Early Detection)알고리즘과 링크의 이용률을 이용하는 BLUE알고리즘이 등장하였다.

2.1 RED

RED 는 평균 큐 사이즈를 낮게 유지하려는 알고리즘으

로, 처리량 (throughput)보다는 큐의 딜레이 (delay)를 줄이는 방법이다. 평균 큐 사이즈를 유지하는 동안에 혼잡이 발생할 것 같으면 폐기 확률로 패킷을 폐기하여 TCP 혼잡 회피 기능이 동작하게 된다.

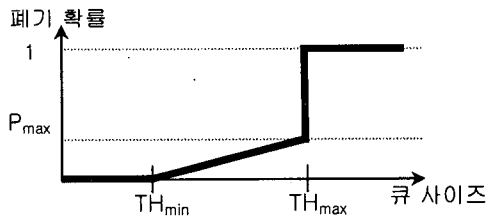


그림 1. RED 알고리즘

그림 1은 RED 알고리즘을 나타낸다. 평균 큐 사이즈가 TH_{min} 보다 작은 경우에는 패킷을 큐에 받아 들이고, TH_{min} 에서 TH_{max} 사이인 경우에는, 큐 사이즈에 따라 특정한 확률 값을 가지고 패킷을 폐기 한다 [2]. TH_{max} 보다 큰 경우는 혼잡이 심하다고 판단하여 수신하는 모든 패킷은 큐로 들어오기 되기 전에 폐기된다. 즉, 혼잡의 정도가 심해질수록 많은 패킷을 폐기함으로써 입력되는 트래픽의 양을 줄이려는 알고리즘이다.

2.2 Strict Priority Queueing

엄격한 우선순위 방식(Strict Priority Queueing)이라 불리는 우선순위 방식은 단일 큐가 아니라 여러 개의 큐를 사용하게 된다. 그림 2는 우선순위 방식의 개념도를 나타낸 것이다.

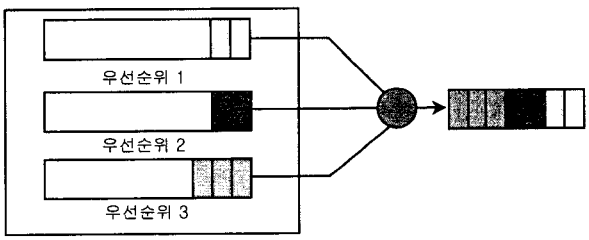


그림 2. 엄격한 우선순위 방식의 개념도

우선순위 방식은 여러 개의 선입선출 큐를 사용하므로, 각각의 큐가 서로 다른 트래픽 클래스에 매핑이 된다. 우선순위 방식을 사용하는 경우 스케줄링 방식은 아주 단순하다. 즉, 낮은 우선순위 큐에 저장되어 있는 패킷들은 높은 우선순위 큐에 저장되어 있는 패킷들이 모두 서비스 된 이후에나 서비스가 된다.

3. 차별적 능동 큐 관리 방안

대용량의 멀티미디어 데이터 전송, VoD, VoIP와 같은 네트워크 어플리케이션들이 많은 대역폭을 필요로 한다. 이러한 특성은 네트워크에서 혼잡이 일어날 가능성을 증가시키게 되며, 해결을 위해서는 추가적인 대역폭의 증가를 필요로 한다. 네트워크의 혼잡을 피하기 위해서 빅 파이프와 네트워크 자원을 효율적으로 관리하는 방법이 제시되었다. 빅 파이프 방법은 네트워크에 충분한 대역폭을 제공 함으로써 혼잡 발생을 피하며 서비스 품질을 보장하는 것이다. 간단한 방법이지만 시스템을 대용량화 한다는 것은 많은 비용과 시간을 필요로 한다. 따라서, 빅 파이프 방법 보다는 네트워크 자원을 효율적으로 관리함으로써 서비스 품질을 보장하는 방법을 선호한다.

QoS를 보장하기 위해서 제시되었던 방법은 단일 큐에서 하나의 큐 관리 알고리즘이 적용 되었다. 네트워크 어플리케이션들이 다양화 되고, 각각의 트래픽마다 차별적인 서비스 품질이 요구되기 때문에, 본 논문에서는 멀티 큐에서 차별적인 큐 관리 방안을 제안한다. 그림 3은 멀티미디어 데이터를 위한 멀티 큐를 사용하는 클래스에 차별적인 시간 가중치를 적용한 것을 보여준다.

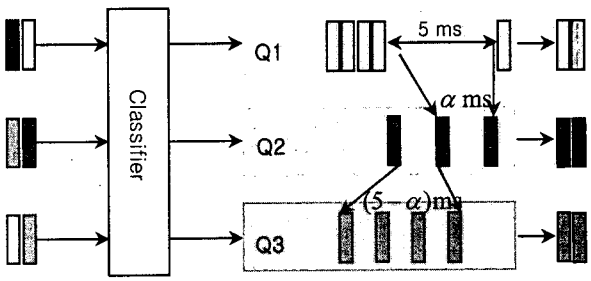


그림 3. 차별적인 큐 스케줄링 방안

음성 데이터는 패킷 간격(inter-arrival time)이 5ms 가 되어야 음성이 끊기지 않기 때문에 Q1에 대해서는 패킷 간격시간을 최소 5ms를 보장 한다 [3]. Q2에 대해서는 대역폭이 보장되어야 하는 영상 데이터이기 때문에 패킷 간격시간 α ms를 보장하고, Q3는 $(5-\alpha)$ ms의 패킷 간격시간을 보장한다. 웹 데이터는 잉여대역의 품질을 요구하기 때문에 패킷 간격시간을 낮게 부여 한다. 그래서, 웹 데이터는 시간 가중치가 낮기 때문에 기아현상이 발생할 수 있다. 이에 대한 해결방안은, 일정 시간 동안 서비스를 받지 못하는 패킷은 큐에 오래 대기된 것부터 폐기 한다. 큐가 비어 있다면 시간 가중치를 다른 큐에 넘기고 큐가 비어 있지 않다면, Q1은 5ms, Q2는 α ms, Q3는 $(5-\alpha)$ ms의 패킷 간격시간을 적용한다. 즉, 음성 데이터를 보낸 후에 영상 데이터에 해당하는 α ms, 웹 데이터에 대해서는 $(5-\alpha)$ ms 시간 가중치를 적용한 것이다. 여기서 α 값의 범위는 $0 \le \alpha < 5$ 이다.

음성 데이터의 우선 보장 후 영상 데이터와 웹 데이터에 시간을 할당하게 되며, 이는 영상 데이터의 특성인 일정한 대역폭 이상을 보장해 주는 것과 웹 데이터의 특성을 고려하여 시간을 할당하게 된다. 그림 4은 차별적인 큐 스케줄링 알고리즘을 제안한 것이다.

```
...
if (subq_empty(0) == FALSE)  packet_send(0);
time(current_time);
current_time_first = current_time + α;
while(current_time < current_time_first)
{
  if (subq_empty(1) == TRUE){
    time(current_time);  break;
  }else{
    packet_send(1);  time(current_time);
  }
}
...
```

그림 4. 차별적인 큐 스케줄링 알고리즘

큐를 스캔 한 후 큐의 상태와 길이를 구하고, Q1의 최대 큐 길이보다 작도록 최대 임계값 (TH_{max})을 적용한다. 큐의 최대 임계값을 초과하면 패킷들을 모두 폐기 하는 tail-drop 알고리즘을 적용하고, Q2는 처리량을 최대한 보장하며, Q3는 웹 데이터로 end-to-end 전송시간을 500~800 ms으로 보장하면 되기 때문에 시간 가중치를 낮게 부여 한다.

음성, 영상데이터 등과 같이 데이터의 흐름이 끊어지면 안 되는 특별한 형식의 트래픽들에 대해 웹 데이터나 파일전송과 같은 잉여 대역을 요구하는 품질의 트래픽에 비해 우선권을 갖도록 네트워크 트래픽을 등급별로 지정하고, 제어하기 위한 알고리즘이다.

4. 실험결과

실험은 각 큐에 대해 RED를 적용한 경우와 본 논문에서 제안한 방법을 비교 실험 하였다. 실험에서 이용한 토폴로지는 그림 5와 같다.

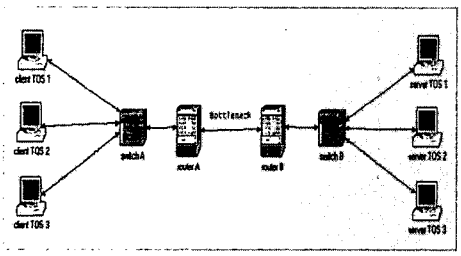
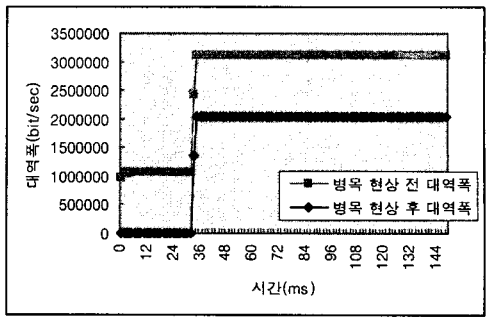
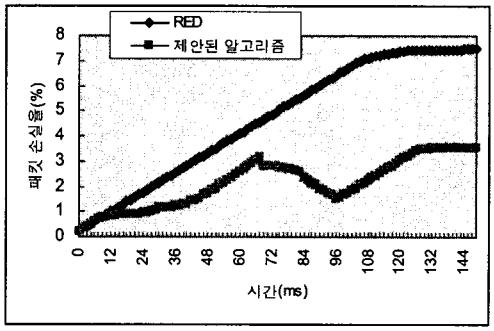


그림 5. 네트워크 토폴로지

음성 트래픽은 최소 5ms를 보장하고, 영상 트래픽은 대역폭을 감안하여 α ms, 웹 데이터는 $(5-\alpha)$ ms 값을 적용한다. 병목구간에 해당하는 링크는 2Mbps로 설정하였고, 나 머지 링크는 3.2Mbps로 설정 하였다. 병목구간의 큐 정책은 RED와 제안된 알고리즘이 적용 되었다.



(a) 병목 현상 전/후 대역폭



(b) 차별적인 알고리즘 적용 결과

그림 6. 실험결과

멀티 큐에 동일하게 RED알고리즘을 적용한 결과보다는 네트워크의 트래픽을 고려한 차별적인 알고리즘이 패킷 손실이 적다는 것이 그림 6 (b)에 나타났다. 각각의 큐마다 트래픽의 특성을 고려한 알고리즘을 적용 함으로써 패킷 손실을 감소시킬 수 있었다.

5. 결 론

본 논문에서는 멀티 큐에서 적용하기 적합한 간단하면서도 효율적인 차별적 큐 관리 방안을 제안 하였다. 본 논문이 제시한 알고리즘을 향후 QoS기기에 적용 한다면, 네트워크 트래픽 관리 및 운영에 있어서 효율적으로 적용될 수 있을 것으로 기대 된다. 차후에 큐 정책뿐만 아니라 출력단의 흐름 제어 방식까지 연구 되어야 할 것이다.

참고 문헌

[1] V. Jacobson, " Congestion avoidance and control" in Proceedings of ACM, August 2003.

[2] F. Donelson Smith " Differential Congestion Notification: Taming the Elephants" IEEE Computer Society, September 2004

[3] http://www.itu.int/rec/recommendation.asp?type=items&lang=e&parent=T-REC-G.711