

CBQ 스케줄링을 이용한 홈게이트웨이 내 멀티미디어 플랫폼의 QoS 제공

QoS Supporting for Media Platform located in Home Gateway using CBQ Scheduling.

이 호찬, 신혜민
(Lee Ho Chan, Shin Hye Min)

Abstract – Recently many peoples served multimedia data from Internet. But characteristic of multimedia-object about that effect on weight and transport-time causes Streaming Application is restricted to high-quality-service. This research propose the quality-of-service(QoS) supporting for Home Gateway that behaving Routing and media platform equipment, using CBQ Scheduling scheme. The QoS Supporting for Multimedia Service that using gengeral Rouging policy is difficult because media platform locate in Home Gateway. Therefore this research propose Routing mechanism to QoS support of media platform located in Gateway using TCP based CBQ Control.

Key Words : QoS, CBQ, Input, Output, Feedback.

1. 서 론

최근 인터넷의 급속한 성장과 PC보급률의 증가로 인터넷을 통한 각 가정의 미디어 서비스 이용이 보편화 되면서 각 가정으로 유입되는 트래픽 역시 크게 증가하였다. 따라서 증가되는 트래픽을 어떻게 관리하고 Wide Area Network (WAN)과 홈 네트워크 사이는 물론 홈 네트워크 내에서 어떻게 효율적인 데이터 서비스를 제공할 것인가가 주된 이슈가 되고있다[1].

각 가정의 네트워크 트래픽은 각종 가전기기 및 컴퓨터나 방송시청장비 등과 같은 다양한 매체로부터 발생하기 때문에 그 종류는 다양하고 그에 따른 QoS의 요구조건들 또한 수시로 변하게 된다. 이러한 여러종류의 트래픽을 사용자가 요구하는 QoS조건에 맞추어 제공하는 것이 홈게이트웨이의 기본적인 서비스기능으로 부각되고 있다. 각 가정내에서 이용이 보편화 되고있는 멀티미디어 서비스는 스트리밍 데이터의 크기가 크고 시간에 따른 제약을 많이 받는 특성 때문에 다른 트래픽에 비해 더 많은 대역폭을 요구한다. 하지만 종단간 네트워크 혼잡으로 인한 지터나 병목현상 등의 저해요인들 때문에 합당한 대역폭을 제공하기란 쉬운 일이 아니다. 적합한 대역폭의 확립을 위해서는 물리적 자원의 충당이나 효율적인 자원의 관리가 요구되는데 이에 자원의 효율적인 이용과 부가적 시스템의 사용을 통하여 문제를 해결하려는 많은 방안들이 연구되었다.

서버와 클라이언트 사이에 프록시의 기능을 하는 디바이스를 두어 서버에는 클라이언트처럼 클라이언트에는 서버처럼 동작하며 근방의 다른 디바이스들과 통신하여 캐시된 데이터들을 수집하여 클라이언트에게 서비스하는 방식이나 스트리밍 오브젝트에 레이어를 두어 한정된 프록시의 캐시를 합리적으로 사용하는 방식 그리고 프록시의 베퍼를 모니터링하여 스트리밍 데이터의 각 세그먼트를 전송받을때 서버쪽의

아이들 타임을 이용하여 로스된 패킷을 재전송 받고 릴레이 베퍼를 두어 서버로부터의 패킷 수신과 클라이언트로의 패킷 전송 시간을 조절하는 방식등 프록시의 캐시를 사용해 베퍼 컨트롤을 하거나 피드백을 이용한 인텔리전트 프록시등 프록시 서버나 스트리밍 패킷의 제어를 이용해 QoS를 제공하기 위한 여러 방법의 연구가 이루어졌다[2][3].

하지만 이러한 연구들은 WAN내에서 미디어 서비스의 QoS를 보장을 위한 방안들을 제시할 뿐 홈게이트 웨이의 미디어 서비스를 위한 대역폭 제공 방안을 제시하지는 않는다. 그리고 라우터의 기능을 하는 홈게이트 웨이의 라우팅 정책은 대체적으로 양단으로의 전송 트래픽을 제어하는 것이기 때문에 홈게이트웨이내에 미디어서비스를 위한 디바이스가 존재할 때 이에대한 QoS의 제공에 대한 적합한 정책이 없다.

본 논문에서는 홈게이트웨이 내에 미디어 서비스 디바이스가 존재할 때 Input과 Output 트래픽을 CBQ를 통해 제어함으로써 게이트웨이내의 멀티미디어 서비스 디바이스를 위한 QoS보장 방안을 제시했다.

2. 홈게이트웨이의 QoS제공을 위한 기술

그림1은 대역폭을 보장할 수 있는지를 테스트하기 위한 네트워크 환경이다.

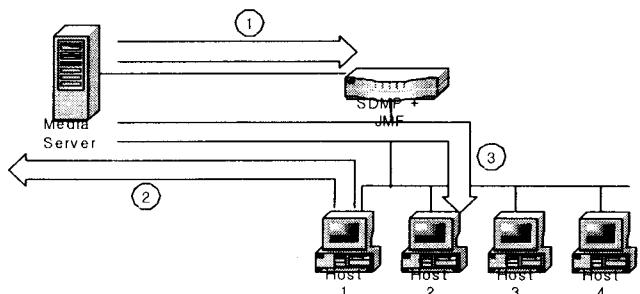


그림1. 테스트 환경

각 가정에 위치하는 홈게이트웨이는 컴퓨터를 포함한 가전 기기들의 트래픽을 관리하고 게이트웨이 내에는 방송사의 미디어 서비스를 제공하기 위한 미디어 플랫폼이 위치한다. 본 논문은 홈게이트웨이를 통해 제공되는 미디어 서비스의 우선 순위를 입력트래픽 중의 최우선으로 보고 QoS를 제공하기 위해 맥내망으로 유입되는 트래픽과 WAN으로의 출력트래픽을 조절해 홈게이트웨이가 종단인 트래픽이 대역폭 보장을 수 있는지를 CBQ를 사용하여 테스트하였다.

2.1 입출력 트래픽의 종류에 따른 테스트

입력트래픽 ①로 유입되는 미디어 데이터의 QoS보장을 위해 본 연구에서는 출력트래픽②와 ③의 대역폭을 조절한다. ②의 출력대역폭의 조정을 통해 한정된 대역폭을 ①의 입력 트래픽이 좀 더 보장 받을 수 있도록 한다. 또 ③의 대역폭을 조절해 ①의 입력 트래픽 중 미디어 데이터를 제외한 TCP데이터들의 전송률을 낮춘다.

입력 트래픽(①)과 출력 트래픽(②)은 모두 90Mbit이며 20초간 출력 트래픽만을 전송하다가 20초 후 입력 트래픽 전송을 시작하였다. 매 20초 간격으로 입력 트래픽의 대역폭 요청을 40, 60, 80Mbit로 변경하면서 요청한 대역폭이 보장 받는지를 살펴보았다. 그림 2는 입, 출력 트래픽이 모두 UDP일 때의 결과를 보여준다.

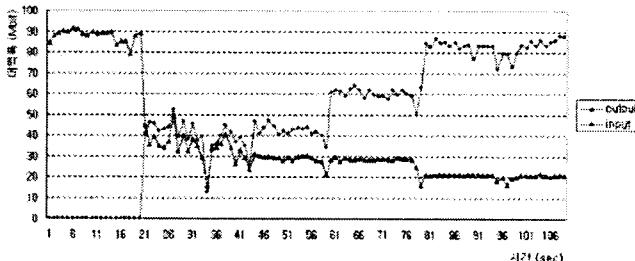
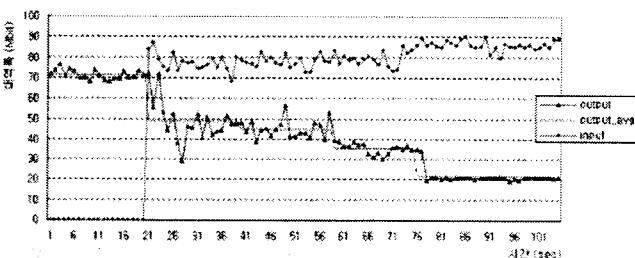


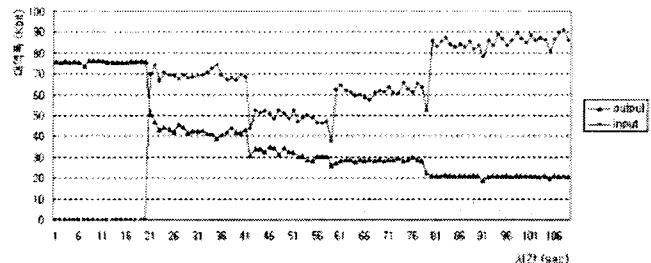
그림 2. 입력(UDP, 90Mbit), 출력(UDP, 90Mbit) 트래픽의 대역폭

20초 후, 트래픽 제어 모듈이 동작하지 않기 때문에 입, 출력 트래픽은 서로 경쟁하면서 서비스를 받는다. 이 때 eth0로 유입되는 서비스, 즉 입력 트래픽이 더 많은 대역폭을 차지하는 것을 확인 할 수 있는데 이것은 eth0가 우선 순위가 높기 때문이다. 41에서 60초는 입력 대역폭이 40Mbit를, 61에서 80초는 60Mbit를, 81초 이후는 80Mbit를 보장 받기 원한 구간으로 요청에 따라 출력 트래픽의 대역폭이 제한되면서 입력 트래픽의 대역폭이 보장되는 것을 확인 할 수 있다.

그림 3은 동일한 시나리오 상에서 출력 트래픽을 평균이 72Mbit인 TCP, UDP 플로우를 변경하였을 때의 결과를 보여준다.



(a) 입력 (UDP, 90Mbit), 출력 (TCP, 72Mbit)



(b) 입력 (UDP, 90Mbit), 출력 (UDP, 72Mbit)

그림 3. 출력 트래픽이 TCP, UDP일 때의 대역폭

TCP의 경우 입력 대역폭 보장을 위한 출력 대역폭 제한으로 입력 대역폭이 증가하는 양상을 보였으나 그 변화 정도는 UDP일 경우와 비교하였을 때 다소 미약하다. TCP는 흐름 제어를 하기 때문에 UDP 트래픽과 공정한 경쟁을 할 수 없다. 따라서 결과처럼 테스트 내내 UDP는 많은 대역폭을 차지하게 된다. 그림 3 (b)의 경우 입, 출력 트래픽이 모두 UDP이지만 그림2의 결과와 약간 다른 것을 볼 수 있다. 특히 20에서 41초 사이에서 현저한 차이를 보이는데 이것은 입력과 출력의 트래픽 비율의 차에 따른 결과이다. 입력 트래픽이 출력 트래픽보다 약 1.3배정도 많기 때문에 실제로 홈게이트웨이에서 입력 트래픽이 서비스 받을 확률이 높다. 이러한 현상은 테스트 전반에 영향을 주어 입력 트래픽이 요청한 대역폭보다 더 큰 대역폭으로 서비스가 이루어지게 한다. 지금까지의 테스트를 통해 전체적인 대역폭 변화 양상은 우리가 의도한 방향으로 이루어지고 있음을 확인할 수 있었으나 동시에 피드포워드의 경우 대역폭 제어의 정확도가 다소 떨어지는 것도 확인 할 수 있었다.

다음은 홈게이트웨이 내부로 유입되는 트래픽의 정확한 대역폭의 제한을 위해 피드백을 사용한 입력 트래픽의 대역폭 제어에 관한 테스트 결과이다 그림4는 TC(Traffic Control) 모듈의 구조 및 동작을 도식화한 것이다.

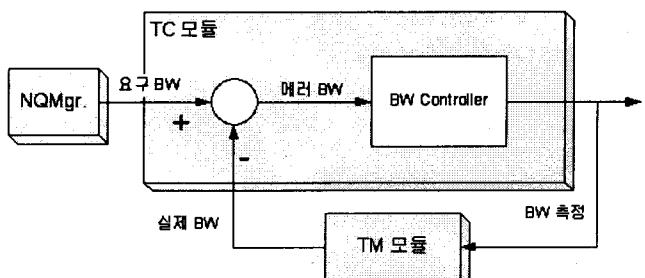
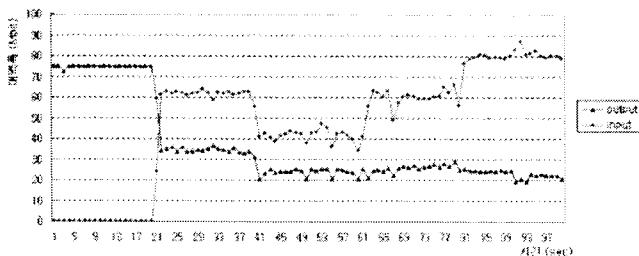


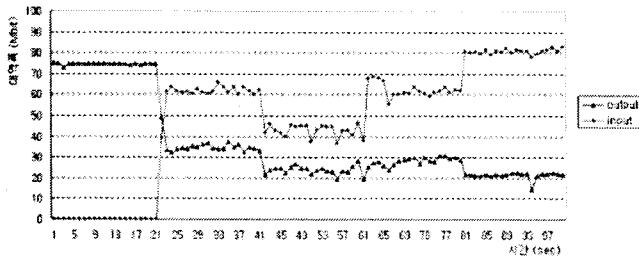
그림 4. Feedback의 경우 모듈 구조 및 동작

BW Controller는 홈게이트웨이 내부로 들어가는 BW를 측정하여 TC모듈로 feedback시켜준다. TC모듈은 이 측정값을 기반으로 트래픽을 재 조정한다.

테스트 시나리오는 그림 3의 (b)와 동일하다. 그러나 주기적으로 입력 트래픽의 대역폭을 모니터링하여 요청한 대역폭 값과의 차이 값을 산출하였다. 이를 피드백하여 대역폭을 재조정하도록 하였으며 이를 위해 PID controller를 이용하였다. 그림 4는 Kp, Ki, Kd에 따른 입력 트래픽의 대역폭 결과를 보여주며 이를 그림 3의 (b)와 대역폭 제어의 정확도 측면에서 비교한 결과는 표1에 나타나있다.



(a) $K_p=0.2$, $K_i=0.8$, $K_d=0$



(b) $K_p=0.18$, $K_i=0.35$, $K_d=0$

그림 5. 피드백을 사용하였을 경우 입력 트래픽의 대역폭

(단위 : Mbit)

	Without feedback	Feedback ($K_p=0.2$, $K_i=0.8$)	Feedback ($K_p=0.18$, $K_i=0.35$)	Required Bandwidth
41-60sec	50.6	41.4	42.8	40
61-80sec	61.0	59.1	62.5	60
81-100sec	84.6	80.3	80.8	80

표 1. 대역폭 정확도

그림 5와 그림 3의 (b)를 비교함으로써 피드백이 있을 경우가 대역폭을 더욱 정확히 제어할 수 있음을 확인할 수 있다. 또한 여기서 대역폭 제어의 정확도는 대역폭 제어를 위해 사용하는 PID controller의 변수 설정에도 크게 의존함을 알 수 있다. 실제로 표 1은 피드백이 있는 경우가 변수 설정에 따라 피드백이 없는 경우보다 정확도가 떨어질 수 있음을 보여준다(61-80초 사이의 피드백이 없을 경우와 $K_p=0.8$, $K_i=0.35$ 인 피드백이 있을 경우). 그러나 동시에 적절한 변수 설정은 대역폭의 정확도를 크게 향상시킬 수 있다는 것도 알 수 있다. $K_p=0.2$, $K_i=0.8$ 로 설정한 피드백이 있는 경우, 피드백이 없는 경우보다 요청한 대역폭에 훨씬 근접한 상태로 서비스가 이루어졌다.

마지막으로 그림 6과 표 2는 TC(Traffic Control) 기능을 분산시켰을 경우와 그렇지 않았을 경우, 홈 게이트웨이의 CPU 이용률을 보인다. 측정을 위한 테스트 환경은 그림 1과 동일하다.

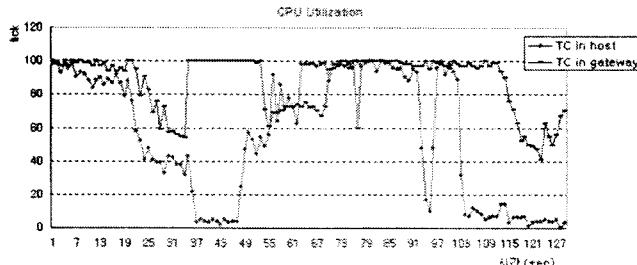


그림 6. 맥내 호스트가 자신의 전송률을 직접 제어할 경우

(단위 : tick)

TC module in gateway				TC module in Host			
Avg.	Min.	Max.	Dev.	Avg.	Min.	Max.	Dev.
87.12	41	100	17.04	45.70	0	100	27.07

표 2. CPU 프로세싱 시간

먼저 TC 모듈이 동작하지 않는 상태에서 각각 50Mbit, 70Mbit인 입, 출력 트래픽은 30초 동안 서로 경쟁하면서 서비스 받는다. 그 후 매 20초마다 입력 트래픽의 대역폭 값을 80, 20, 70, 50Mbit의 순서로 요청하였다. 이 때 두 경우- 입력 트래픽의 대역폭을 보장하기 위하여 홈 게이트웨이가 직접 트래픽을 제어하는 경우와 홈 게이트웨이로부터 조절할 대역폭 상태 값을 수신한 홈 네트워크내 호스트가 자신의 전송률을 직접 조절할 경우-에 대한 홈 게이트웨이의 CPU 프로세싱 시간을 측정하였다. 홈 게이트웨이가 직접 트래픽을 조절하였을 경우 평균 87.12tick을 사용한 반면, 조절될 값을 맥내 호스트에게 알리고 이를 수신한 호스트가 직접 자신의 전송률을 조절하였을 경우 홈 게이트웨이는 평균 45.70tick으로 약 50%의 CPU 프로세싱 시간을 절감할 수 있었다. 특히 보장 받기 원하는 입력 대역폭의 크기가 클수록, 즉 출력 대역폭의 크기를 작게 제한할수록, 맥내 호스트로부터 송신되는 트래픽 양이 크게 줄어들기 때문에 홈 게이트웨이의 CPU 프로세싱 시간이 현저히 감소되는 것을 확인할 수 있다.

3. 결 론

본 논문에서는 CBQ 스케줄링을 통해 홈게이트웨이에 존재하는 미디어 프랫폼의 스트리밍 서비스를 위한 QoS제공 방안을 제시하였다. 게이트웨이로 유입되는 트래픽과 외부 WAN망으로 나가는 출력트래픽을 CBQ를 통해 제어하여 게이트웨이로 유입되는 미디어 데이터의 대역폭이 확립될 수 있음을 테스트를 통하여 확인하였다. 또 피드백을 통해 정확한 대역폭의 제어와 TC기능의 분산을 통한 홈게이트웨이의 부하 감소를 테스트하고 측정하였다. 이러한 여러가지 측정들은 홈게이트웨이로 유입되는 미디어 데이터의 QoS제공을 위해 제안된 CBQ 스케줄링 기법을 뒷받침 하기에 충분하다고 본다.

참 고 문 헌

- [1] S. O. Lim and K. M. Jung, "Traffic control algorithm in diverse home networks through priority reassignment," Communication System, 2002. ICCS 2002. The 8th International Conference on, vol. 1, pp. 160-163, Nov, 2002.
- [2] E. Bormaiah, K. Guo, M. Hofmann, and S. Paul, "Design and implementation of a caching system for streaming media over the Internet," Proceedings of IEEE Real-Time Technology and Applications Symposium 2000, pp. 111 -121, May, 2000.
- [3] Reza Rejaie, Haobo Yu, Mark Handley, and Deborah Estrin, "Multimedia Proxy Caching Mechanism for Quality Adaptive Streaming Applications in the Internet," Proceedings of IEEE Infocom 2000, pp.980-989, March, 2000.