

홈 게이트웨이에서의 입력 트래픽에 관한 적응적 대역폭 제어 시스템

준회원 최 동 희*, 학생회원 김 성 훈**, 정회원 박 흥 성***

PID algorithm-based Adaptive Bandwidth Control(ABC) System with Incoming Traffic in Home Gateway

Dong-hee Choi* *Associate Member*, Seong-hoon Kim** *Student Member*,
Hong-seong Park*** *Regular Member*

요 약

이 논문은 VOD 서비스와 가전기기들의 제어가 가능한 홈 게이트웨이를 고려하였다. 홈 게이트웨이에서 출력 트래픽 제어를 통해 VOD 와 실시간 제어 데이터와 같은 입력 트래픽의 QoS를 보장하면서 CPU 연산 시간에 적게 영향을 줄 수 있는 PID 알고리즘 기반의 적응적 대역폭 제어 방법을 제안하였다. 제안하는 방법을 실제 테스트 환경에서 구현하여 검증하였다.

Key Words : home gateway, QoS, PID, bandwidth control, home network

ABSTRACT

This paper considers a home gateway(HG) that processes VOD services and controls home appliances. This paper proposes a PID algorithm-based adaptive bandwidth control method used in the HG, which guarantees QoS of incoming traffic such as VOD and real-time control data via control of outgoing traffic and have little effects on the CPU computation time. The proposed method is validated via implementation of real test environment.

I. 서 론

홈 네트워크 기술발전은 가정 내 다양한 장치(PC, Digital TV, PDA, Game Station 등)들이 인터넷과 연결하여 다양한 서비스를 받을 수 있게 하였다^[1].

데이터 서비스의 증가로 인하여 가정 내 사용자의 데이터 요구량이 증가하고 있다. 그러나 증가하는 요구량에 비하여 데이터를 처리할 수 있는 네트

워크 대역폭이 제한되어 있기 때문에, 요구되는 데이터를 모두 처리 할 수 없다^[2]. 이를 해결하기 위해서는 데이터의 QoS 특성을 고려하여 처리하는 방법이 필요하다.

홈 게이트웨이는 홈 네트워크와 인터넷(Internet) 사이에 위치하며 ISP(Internet Service Provider)와 가정 내의 다양한 디지털장비들을 연결한다^{[1],[2],[3]}. 또한, 홈 게이트웨이는 영상을 출력할 수 있는 기능을 포함할 수 있다. 영상을 출력하는 기능은 기존의

※ 본 연구는 차세대 디지털 컨버전스 플랫폼 개발 과제(산업자원부) 및 강원대학교 두뇌한국21사업에 의하여 지원되었습니다.

* 강원대학교 통신멀티미디어학과 산업정보통신 연구실 (blesscdh@control.knagwon.ac.kr),

** 강원대학교 전자통신학과 산업정보통신 연구실 (bb99018@control.kangwon.ac.kr)

*** 강원대학교 전기전자공학부 산업정보통신 연구실 (hspark@kangwon.ac.kr) (책임저자)

논문번호 : KICS2005-08-315, 접수일자 : 2005년 8월 1일, 최종논문접수일자 : 2006년 4월 13일

홈 게이트웨이에는 없는 것으로 저자들은 알고 있다. 다시 말하자면, 본 논문에서의 연구 대상이 되는 홈 게이트웨이 모델은 동영상 서비스를 동시에 기존의 홈 게이트웨이 기능을 수행하는 모델이다. 참고로 기존의 홈 게이트웨이 모델은 일반적으로 홈 기기 제어와 트래픽 제어만을 담당한다.

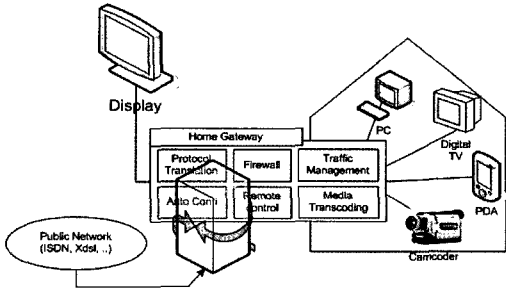


그림 1. 홈 게이트웨이 기능

그림 1의 홈 게이트웨이는 앞에서 언급한 트래픽 제어 기능 외에 영상을 디스플레이하기 때문에 트래픽 제어에 사용되는 연산 자원을 줄여야 하는 특성을 가지고 있다. 홈 게이트웨이를 통하여 전달되는 트래픽을 살펴보면, 홈 네트워크에 연결된 가전 기기들 혹은 인터넷으로부터 홈 게이트웨이로 들어가는 입력 트래픽(홈 게이트웨이에서 사용되는 트래픽+통과 트래픽)과 홈 게이트웨이에서 홈 네트워크 혹은 인터넷으로 나가는 출력 트래픽으로 나누어진다. 즉, 통과 트래픽과 출력 트래픽은 같은 종류로 볼 수 있다.

기존의 홈 게이트웨이에서 출력 트래픽 관리를 위해 다양한 알고리즘들이 많이 연구되어 왔다³⁻⁸⁾. First-in, first-out(FIFO) 방식이 가장 기본적인 출력 트래픽의 스케줄링 방법이다³⁾. FIFO 방식에서, 모든 패킷들은 한 개의 큐 안에서 들어온 순서에 의해 다뤄진다. 그러나 서비스에 따라 패킷들은 차별화된 관리가 필요하다. 이를 해결하기 위하여, 서로 다른 우선순위를 가지는 서비스들을 제공하는 Priority Queuing(PQ) 방식이 제안되었다. PQ 방식은 낮은 지연 서비스 관점에서 가장 효과적인 스케줄링 방식이다. 그러나 PQ는 낮은 우선순위 트래픽을 처리하는데 문제가 있다⁶⁾. 이러한 문제를 해결하고, 공정한 대역폭을 제공하기 위해 각 세션에 할당된 대역폭의 양을 보장할 수 있는 Weighted Fair Queuing(WFQ) 또는 Weighted Round Robin(WRR) 같은 Fair scheduler가 제안되었다^{4,6)}. 그러나 Fair Queuing은 QoS를 요구하는 트래픽에 대해

서는 원하는 만큼의 QoS를 보장할 수 없다. Class Based Queuing (CBQ) 방식⁵⁻⁸⁾은 PQ 방식을 포함한 여러 스케줄링 방식들의 장점을 병합하여, 다양한 QoS를 요구하는 트래픽들에 대하여 낮은 지연 시간과 높은 대역폭을 보장할 수 있다.

네트워크 인터페이스 보드는 유한 자원을 가지고 있기 때문에 입력 트래픽과 출력 트래픽이 일반적으로 제한된다. 다음의 예를 생각해 보자. 만일 네트워크 인터페이스 카드가 10Mbps를 지원하고, 인터넷과 연결된 네트워크 인터페이스 카드에서 입력 트래픽 중 홈 게이트웨이에서 사용되는 트래픽이 즉, 예를 들면 동영상 데이터 트래픽이 8Mbps이고, 통과 트래픽의 5Mbps인 상황을 가정하자. 기존의 출력 트래픽만을 제어하는 방법으로는 인터페이스 카드의 자원을 넘어서는 입력 트래픽 3Mbps에 대하여 패킷이 무작위로 버려질 수밖에 없다. 즉, 선별적인 패킷 손실이 불가능하기 때문에 8Mbps를 요구하는 트래픽의 QoS를 보장할 수 없다. 인터넷으로부터 홈 네트워크로 가는 출력 트래픽(통과 트래픽) 데이터의 대역폭을 제어하고 제어 대상이 되는 입력 트래픽에 대한 사용자의 QoS 요구를 보장할 수 있는 방법이 모색되어야 한다.

기존의 모든 스케줄링 방식들은³⁻⁸⁾ 출력 링크를 통해 전송되어지는 출력 트래픽만을 제어할 수 있다. 즉, 기존에 구현된 스케줄링 방식을 이용한 시스템들은 출력 링크의 송신 비율을 제어할 수 있지만, 입력 링크의 수신 비율을 알 수 없기 때문에 제어할 수 없음을 의미하다. 일반적으로 기존의 스케줄링 방식들은 트래픽 유형에 따라 차등화된 대역폭 혹은 서비스 시간을 할당한다. 네트워크 인터페이스 카드의 처리 용량을 초과하는 정도의 트래픽이 유입되면, 임의의 패킷들이 버려질 수 있다. 이러한 문제에 대처하기 위해, 기존의 스케줄링 방식들은 다음과 같은 두 가지 방법을 제공한다. QoS를 요구하는 출력 트래픽에 높은 우선순위를 할당하는 방법⁴⁻⁸⁾과 고정 대역폭을 할당하는 방법이 있을 수 있다. 즉, 출력 링크를 통한 출력 트래픽을 제어하는 스케줄링 방법에서는 QoS를 요구하지 않는 트래픽 보다 낮은 패킷 손실을 보여줄 뿐, 요구하는 입력 트래픽의 QoS는 보장할 수 없다. 따라서 입력 링크에 적용할 수 있는 새로운 스케줄링 방법이 필요하다.

본 논문에서는 동영상 디스플레이 기능을 포함하는 홈 게이트웨이에서 멀티미디어 데이터, 제어 신호 같은 실시간성을 요구하는 입력 트래픽의 QoS

보장을 위한 PID(Proportional-plus-Integrate-plus-Derivative) 기법^[9]을 이용한 적응적 대역폭 제어 방법(ABC : Adaptive Bandwidth Control)을 제시한다. 적응적 대역폭 제어 방법은 트래픽 모니터, 네트워크 QoS 관리기, 트래픽 제어기로 구성되어 있다. 특히 트래픽 제어기는 기존 CBQ 방법을 이용하였고, 트래픽 모니터는 짧은 시간동안 모니터링하고 그 데이터로 트래픽을 제어함으로써 본 방식이 유용성이 있음을 보여준다.

제안된 PID 기법을 이용한 적응적 대역폭 제어 방법은 요구된 입력 QoS와 실제 할당된 혹은 사용되는 QoS의 차이가 거의 없음을 보여준다. 또한 제안된 제어 구조는 CPU의 수행 시간에 거의 영향을 주지 않음을 보여 준다. 실제로 QoS를 보장하기 위해 제어 방법의 수행과 트래픽 처리는 CPU 사용을 하기 때문에 실제 VOD 등의 응용 서비스를 하는데 영향을 준다는 것은 잘 알려져 있다.

논문은 다음과 같이 구성된다. 2절은 본 논문에서 사용되는 홈 게이트웨이의 성질과 기존 연구방법에 대하여 설명하고, 3절에서는 본 논문에서 제안하는 입력 트래픽의 PID 기법을 이용한 적응적 대역폭 제어 방법을 설명하였다. 4절에서 제안하는 PID 기법을 이용한 적응적 대역폭 제어 방법을 실제 구현하여 실증한 결과를 제시하고 5절에서 결론을 맺는다.

II. 홈 게이트웨이 모델

본 논문에서 고려하는 홈 게이트웨이(HG)는 홈 네트워크와 인터넷 간에 흐르는 출력(outgoing) 트래픽의 게이트웨이의 능력과 HG 자체적으로 VOD (Video On Demand) 서비스를 수행하고 가전 기기의 감시하는 입력(incoming) 트래픽의 제어 능력을 가지고 있어야 한다. 그림 2에 이러한 내용이 예시되어 있다.

입력 트래픽은 멀티미디어 데이터와 제어 트래픽을 포함한다. 이러한 입력 트래픽은 실시간성이 요구되므로 입력 트래픽의 보장을 위한 방법이 제안되어야 한다. HG가 QoS를 제공하는 경우 QoS를 위한 CPU의 연산은 홈 네트워크의 서비스에 영향을 주어서는 안 되므로 QoS 제어용 CPU 연산 시간은 가능한 짧아야 한다. 참고로 입력 트래픽과 출력 트래픽은 하나의 인터페이스 카드에서 처리된다. 따라서 출력 트래픽이 많아지면 입력 트래픽이 감소될 수밖에 없다.

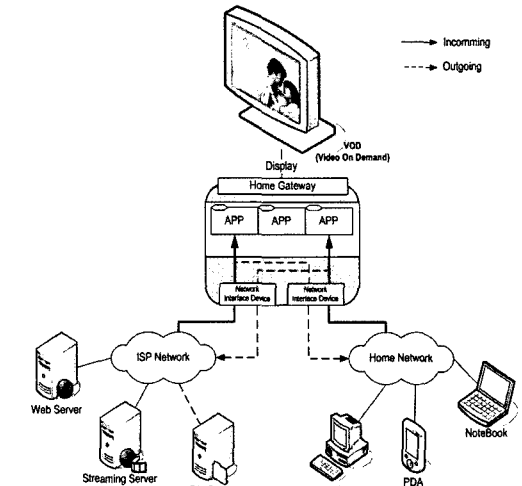


그림 2. 홈 게이트웨이 모델과 트래픽 종류

본 논문에서는 QoS를 요구하는 입력 트래픽을 가지는 링크의 출력 트래픽을 제어함으로써 입력 트래픽의 QoS를 보장하는 새로운 방법을 다음 절에서 설명한다.

III. 적응적 트래픽 제어 구조

그림 3은 입력 트래픽에서 요구되는 QoS를 보장하기 위한 제어 구조이다. 이 제어구조는 세 개의 컴포넌트(네트워크 QoS 제어기, 트래픽 제어기와 트래픽 모니터)로 구성된다.

제안된 트래픽 제어 구조의 QoS 수행 절차는 다음과 같다. 사용자의 VOD 서비스에 대한 QoS가 만족되지 않을 때, 사용자는 External I/F를 통하여 대역폭 보장을 요구하는 명령을 내리게 된다. 네트워크 QoS 관리기는 현재의 트래픽 상황을 모니터

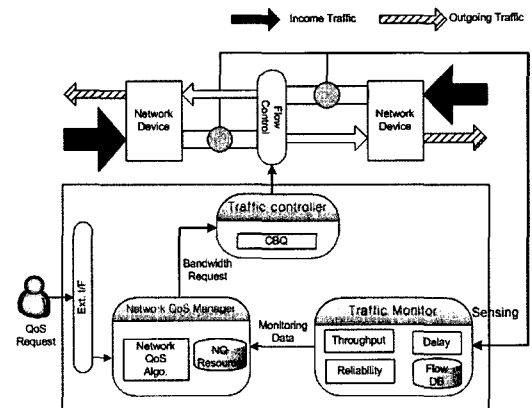


그림 3. 제안된 트래픽 제어 구조

링하고, 모니터링 데이터를 네트워크 QoS 관리기에 알려준다. 네트워크 QoS 관리기에서는 모니터링 데이터를 네트워크 QoS 알고리즘을 이용하여 각 플로우에 대역폭을 할당하게 된다. 사용자의 QoS를 만족할 때까지 위와 같은 시퀀스가 진행되고, 만족되면 네트워크 QoS 관리기는 현 상태를 유지하며 사용자의 요구를 기다린다. 위와 같은 시퀀스에 의해 동작하는 각 모듈의 기능은 다음과 같다.

트래픽 제어기는 네트워크 QoS 제어기로부터 각각의 클래스에 할당된 값을 얻어 입/출력 트래픽에 대한 트래픽 분류를 수행한다. 본 논문에서는 트래픽 제어를 위하여 CBQ를 사용하였다. 이 컴포넌트는 HG 뿐만 아니라 홈 네트워크에서의 홈 기기들에서도 구현 될 수 있을 것이다. 이러한 기능이 홈 디바이스에 설치되었다면, 각각의 디바이스들이 네트워크 QoS 제어기로부터 전송 비율이 정해지기 때문에 홈 네트워크의 총 부하와 HG의 연산 비율은 감소될 것이다.

트래픽 모니터는 홈 네트워크에서 패킷을 캡처하고, 트래픽 플로우에 대한 통과율, 지연시간, 신뢰성을 계산할 수 있다. 패킷 모니터링 틀^[14]에 의하여 측정된 패킷들을 기반으로 계산된 통과율, 지연시간과 같은 QoS Metrics 데이터는 주기적으로 플로우 DB에 저장된다. 네트워크 QoS 제어기로부터 들어오는 현재 서비스 상태의 요청을 받으면, 트래픽 모니터는 플로우 DB를 검색하고 QoS Metrics 값을 되돌려 준다. 트래픽 모니터의 동작은 다음과 같다. 사용자의 QoS 요구가 존재하면 네트워크 상황 모니터링을 시작하고, 주기적 모니터링 결과를 네트워크 QoS 관리기에 보내지고, 적응적 네트워크 QoS 트래픽 제어 방법을 적용하여 각 플로우의 대역폭 값을 계산 적용한다. 이러한 과정은 요구 대역폭에 대한 QoS 만족이 이루어 질 때까지 이루어지며, QoS 만족이 이루어지면 모니터링을 중지하게 된다.

그림 4는 QoS 요구에 대한 할당 가능 여부 판단과 할당 가능할 경우 항상 할당된 대역폭을 보장할 수 있도록 PID 알고리즘이 구현된 적응적 네트워크 QoS 제어기의 대역폭 제어 구조를 나타낸 것이다. 출력 트래픽의 대역폭은 BW_o . 입력 트래픽은 BW_i , 총 대역폭은 BW_T , 가능한 대역폭은 BW_A , 요구되는 대역폭은 BW_R , 요구되는 대역폭과 실제서비스 대역폭의 차이는 $BW_E (=BW_R - BW_i)$, PID 제어기에서 연산된 결과는 ΔPID 이다. PID(Proportional-plus-Integrate-plus-Derivative) 제어기는 목표 값과 제어 대상의 실제 값 간의 오차 값을 피드백(feedback) 받

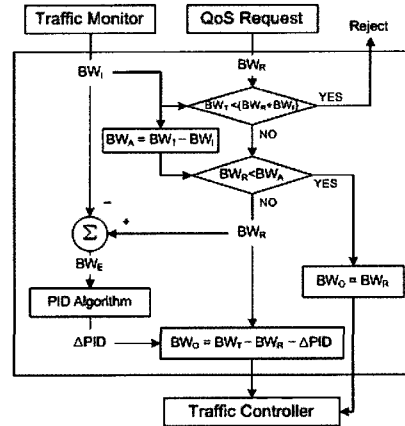


그림 4. PID 알고리즘을 가진 적응적 네트워크 QoS 트래픽 제어 구조

아서 제어기 출력 값을 만드는 매우 단순한 비례-적분-미분 제어기이다. 즉, PID 제어기의 출력 값은 수학적으로 식(3)과 같이 오차 값을 받아서 계산한다.

네트워크 QoS 제어기는 외부의 인터페이스를 통해 들어오는 입력 트래픽에 대한 사용자 QoS 요구를 받고, 요구된 트래픽에 대하여 대역폭 할당 가능 여부를 결정한다. 즉, 현재 QoS를 요구하는 트래픽이 포함된 클래스와 그보다 높은 QoS를 갖는 클래스의 트래픽 합이 실제 사용가능한 대역폭(BW_T)보다 작은 경우에만 할당 가능하다. 이 때 주의할 것은 요구하는 QoS 트래픽이 포함되어 있다는 것이다.

입력 트래픽의 요청된 대역폭에 대하여 할당 가능하면, 네트워크 QoS 제어기는 해당하는 트래픽에 대해 대역폭을 할당하여 데이터를 전송하게 한다.

$BW_A, BW_o, \Delta PID$ 는 식 (1), (2), (3)에 의해 얻을 수 있다. 식(3)에서의 상수 K_p 는 비례이득, K_D 는 적분이득, K_I 는 미분이득이다.

$$BW_A = BW_T - BW_i \quad (1)$$

$$BW_o = BW_T - BW_R - \Delta PID \quad (2)$$

$$\Delta PID = K_p BW_E + K_I \int BW_E dt + K_D \frac{dBW_E}{dt} \quad (3)$$

식(1)에 의하여 얻어진 BW_A 범위 내에서 식(2)에 의해 얻어진 BW_o 를 할당하고 네트워크 QoS 제어기는 이 값을 트래픽 제어기로 전달한다.

네트워크 QoS 제어기는 트래픽 모니터에 입력 트래픽의 실제 서비스 비율(BW_i)을 요구하고, QoS 요구 비율(BW_R)과 입력 트래픽의 실제 서비스 비율의 차이(BW_E)를 보상하게 된다. 이에 대한 내용

이 그림 4의 왼쪽 부분에 표시되어 있다. PID 알고리즘은 요구 대역폭과 실제 서비스 대역폭의 차이, $BW_E(=BW_R-BW_I)$ 를 줄이며 트래픽의 대역폭 보장을 위한 대역폭 보장 비율 및 응답속도를 상승시킨다. 이 방법은 입력 트래픽에 대하여 네트워크 상태에 따라 적응적인 관리와 QoS 보장이 가능하다.

IV. 실험 결과

이 논문에서 제안하는 방법의 검증을 위해 실제 환경에서 그림 5와 표 1과 같이 구성하여 실증을 하였다.

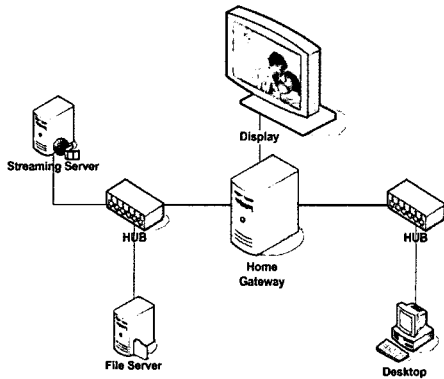


그림 5. 홈 게이트웨이 시스템 테스트 환경

표 1. 시스템의 각 컴포넌트의 사양

컴포넌트 사양	Home Gateway	Streaming Server	File Server
CPU	AMD-800	P III-500	PIV-1GHz
Memory	256MByte	256MByte	256MByte
Network Interface Card	Eth0:100Mbps Eth1:100Mbps	100Mbps	100Mbps
O/S	Linux Ker 2.4.20	Windows XP	Linux Ker 2.4.20
Application	Java Media Framework	Windows Media Encoder	mgen

출력 트래픽은 항상 80Mbps가 흐른다고 설정하고, HG에서 20초 단위로 입력 트래픽의 요구 양이 20Mbps씩 증가하도록 설정하였다. 즉, 가정 내의 데스크 탑이 인터넷의 File Server로부터 80Mbps의 데이터를 수신하고 있을 때, 홈 게이트웨이가 Streaming Server로부터 QoS를 요구하는 VOD 서비스를 시작한다. VOD 서비스는 20초마다 20Mbps 씩 증

가하면서 대역폭을 요구하여 80초 후 80Mbps 을 요구한다. 위와 같은 상황에서 홈 게이트웨이가 QoS를 요구하지 않는 File Server로부터 수신되는 트래픽의 양을 제한하고, QoS 보장을 요구하는 VOD 트래픽에 대한 보장을 확인한다. 이 실험에서 사용되는 PID 계수는 $K_p=0.8$, $K_i=0.35$ 를 사용하였다.

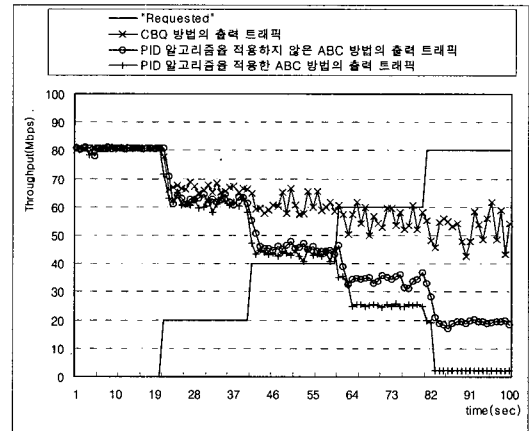


그림 6. 입력 트래픽 요구에 각 알고리즘에 대한 출력트래픽

그림 6은 입력 트래픽 요구에 대하여 CBQ, PID 알고리즘을 적용하지 않은 ABC 방법, PID 알고리즘을 적용한 ABC 방법들의 출력 트래픽을 나타낸다. 기존의 CBQ 방식을 적용하였을 때, 입력 트래픽 요구에 대하여 20-40초 구간에서는 평균 7%의 오차율을 보이지만 각 구간(40-60초, 60-80초, 80초 이상의 세 구간)에 대하여 각각 21%, 36%, 52% 오차율을 가진다. 이는 요구 입력 대역폭에 대한 출력 트래픽 제어가 잘 되지 않는다는 것을 보여준다. CBQ 방식은 출력 링크에만 적용되기 때문에 요구된 만큼의 입력 트래픽의 QoS는 보장할 수 없는 것이다. PID 알고리즘을 적용하지 않은 ABC 방식의 경우, 각 구간에 4%, 6%, 15%, 20% 로 CBQ 방식보다 낮은 오차율을 보이며, 입력 대역폭에 대한 출력 트래픽의 제어가 됨을 알 수 있다. 그러나 요구 대역폭이 80Mbps 구간에서 20% 이상의 오차율을 보이기 때문에 사용자의 QoS 보장이 어렵다. PID 알고리즘을 적용한 ABC 방식에서는 각 구간에서 2~6%의 낮은 오차율을 보이며 요구 입력 대역폭에 대한 출력 트래픽을 제어할 수 있음을 보였다.

그림 7은 입력 트래픽 요구에 대한 CBQ, PID 알고리즘을 적용하지 않은 ABC 방법, PID 알고리즘을 적용한 ABC 방법들의 입력 트래픽 사용을 나타낸 것이다. CBQ 방식을 적용했을 때 각 구간(20

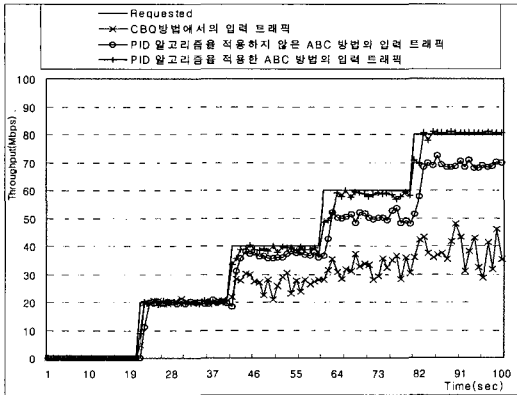


그림 7. 입력 트래픽 요구에 각 알고리즘에 대한 입력트래픽 초 단위 구간)에 대하여 평균적으로 1%, 13%, 28%, 42%의 오차율을 보인다. PID 알고리즘을 적용하지 않은 ABC 방식에서는 각각 1%, 5%, 11%, 12%의 어느 정도 개선된 성능을 보였고, PID 알고리즘을 적용한 ABC 방식에서는 각 구간에서 3% 미만의 낮은 오차율을 보인다. 따라서 PID 알고리즘을 적용한 ABC 방식이 요구 대역폭에 대한 입력 트래픽의 QoS를 보장함을 보임으로써 요구하는 대역폭을 충분히 만족하게 하는 방식임을 알 수 있다.

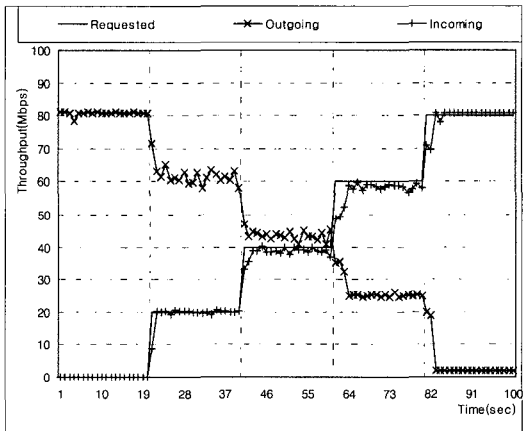


그림 8. 피드백을 가진 적응적 트래픽 제어 알고리즘을 사용하였을 때의 입출력 트래픽

그림 8은 본 논문에서 제안하는 구조를 적용했을 때의 입출력 트래픽을 나타낸 것이다. 이 그림 8을 통해 제안된 제어 구조는 정확히 입력 트래픽의 대역폭의 변화에 거의 따라가는 것을 볼 수 있다. 따라서 본 논문에서 제안하는 적응적 대역폭 제어구조 혹은 PID알고리즘이 적용된 ABC 방식이 입력 트래픽 요구에 따라 QoS를 보장함을 알 수 있다.

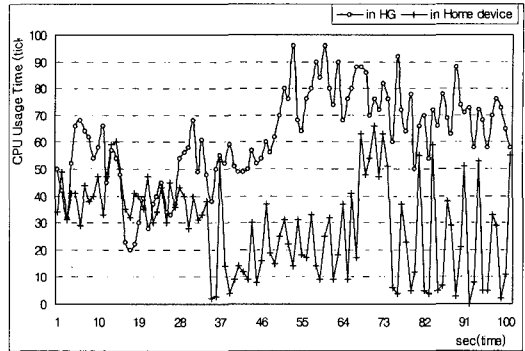


그림 9. 홈게이트웨이 와 홈 가전기기의 CPU Utilization

그림 9는 HG가 출력 트래픽을 제어하고 홈 장치들이 자신의 트래픽을 제어할 때의 CPU 이용률 (utilization)을 보여준다. 트래픽 제어가 20초 단위로 증가하면서 요청될 때, 각 구간 변화마다 이용률의 변화가 거의 없기 때문에 네트워크 트래픽의 변화에 대한 CPU 이용률은 거의 변화가 없음을 알 수 있다. 따라서 50초 후부터 증가된 이용률 증가는 트래픽 제어를 위한 증가보다는 홈 게이트웨이에서 처리하는 VOD 데이터 처리를 위한 것으로 볼 수 있다. 즉, 그림 9에서 이 논문에서 제안한 방식은 트래픽의 양에 따라 CPU 이용률에 영향을 거의 주지 않음을 알 수 있다.

그림 6-그림 9는 제안한 적응적 대역폭 제어 방식이 홈 게이트웨이에서 멀티미디어 데이터, 제어 신호 같은 실시간성을 요구하는 입력 트래픽의 QoS를 보장하고 CPU의 수행 시간에 거의 영향을 주지 않음을 보여 주고 있다.

V. 결과

이 논문은 동영상 디스플레이 등 자체 응용 기능을 가지는 홈 게이트웨이에서 입력 트래픽에 대한 QoS의 보장 방법을 제시하였다. 즉, 멀티미디어 데이터, 제어 신호 같은 실시간성을 요구하는 입력 트래픽의 QoS를 보장하고 CPU의 수행 시간에 거의 영향을 주지 않는 PID 알고리즘 기반 적응적 대역폭 제어 방법을 제안하였다. 제안한 방법은 홈 게이트웨이에서 전송 가능한 출력 트래픽의 상한 제한이 입력 트래픽 비율에 의해 동적으로 변화함으로써 VOD 서비스와 실시간 제어 트래픽 같은 입력 트래픽의 QoS를 보장하게 하였다. 제안한 방법의 성능을 평가하기 위하여 실제 시스템으로 테스트베드를 구성하여 제안한 방법의 유효성을 실증하였다.

실증을 통하여 제안하는 방법이 3% 미만의 낮은 오차율을 보임으로써 기존의 방법으로는 보장할 수 없었던 입력 트래픽의 보장이 가능함을 보였다. 또한, CPU 이용률을 측정하여 본 논문에서 제안하는 방법이 트래픽의 양에 따라 CPU 이용률에 영향을 거의 주지 않음을 알 수 있다.

앞으로 HG내의 태스크 관리기와 QoS 관리기를 통합하여 태스크 입장에서 QoS를 보장할 수 있는 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

[1] B. Rose, "Home networks: a standards perspective" *IEEE Communications Magazine*, vol. 39. no. 12., pp.28-85, 2001.

[2] Stephen Palm, "Delivering QoS in Home IP networks", *Electronic Engineering Times*, June, 2005

[3] J. Nagle, "On packet switches with infinite storage", *IEEE Transactions on Communications*, vol.34, no.4., pp.435-438, April, 1987.

[4] A.Demers, S. Keshav, and S. Shenker, "Analysis and Simulation of A Fair Queuing Algorithm", *ACM Computer Communication Review (SIGCOMM'89)*, pp.3-12, 1989.

[5] S. Floyd and V. Jacobson, "Link Sharing and Resource Management Models for Packet Networks", *IEEE/ACM Transaction on Networking*, vol. 3. no. 4., pp.365-386, 1995.

[6] F. Risso, "Decoupling bandwidth and delay properties in class based queuing", *Proc. of sixth IEEE Symposium*, Hammamet, Tunisia, July. 3-5, pp.524-531, 2001.

[7] F. Risso and P. Gevros, "Operational and Performance Issues of a CBQ router", *ACM Computer Communication Review*, vol.29, no.5., October, 1999.

[8] F.Risso, "Implementation and Characterization of an Advanced Scheduler", *Proc. of 1st International Conference on Networking*, Colmar, France, July 2001.

[9] Katsuhiko Ogata. 1993. "Modern Control Engineering-second edition", *Prentice-Hall press*.

[10] L. Seung-ok, J. Kwang-mo and S. Kyeung-

hak, "A traffic control algorithm in diverse home networks through priority reassignment", *Proc. the 8th International Conference on*, Nov. 25-28, pp.160-163, 2002.

[11] BV. Netherlabs, "Linux Advanced Routing & Traffic Control HOWTO", Oct. 10, 2002.

[12] K. Elbassioni, C. Beizhong and I. Kamel, "Efficient service management in home gateway", *Proc. IEEE 4th International Workshop on*, Gaithersburg, MD USA, Jan. 15-16, pp.225-233, 2002.

[13] B. Lei, A.L. Ananda, T. S. tan, "QoS-aware residential gateway", *Proc. the 27th Local Computer Network Conference on*, Nov. 6-8, pp.518-524, 2002.

[14] <http://www.tcpdump.org/>

최 등 희 (Dong-hee Choi)

준회원



2004년 2월 강원대학교 전기 전자정보통신공학부 졸업
2004년 3월~현재 강원대학교 통신멀티미디어공학과 석사과정
<관심분야> 통신공학, 인공지능 공학, 제어 공학

김 성 훈 (Seong-hoon Kim)

학생회원



2006년 2월 강원대학교 전기 전자정보통신공학부 졸업
2006년 2월~현재 강원대학교 전자통신공학과 석사과정
<관심분야> 운영 체제, 무선데이터 통신

박 흥 성 (Hong-seong Park)

정회원



1983년 2월 서울대학교 제어계측공학과 졸업
1986년 2월 서울대학교 제어계측전공 석사
1992년 2월 서울대학교 제어계측전공 박사
1992년~현재 강원대학교 전기전

자공학부 교수
<관심분야> 실시간 통신, 무선데이터통신, 미들웨어