

사전 트래픽정보를 필요로 하지 않는 실시간 버퍼수위분포 예측기법과 실험적 성능평가

남기표, 최진우

서강대학교 전자공학과

namkipyo@sogang.ac.kr

A real-time estimation technique for the queue length distribution without prior knowledge of the traffic characteristics

Kipyo Nam, Jinwoo Choe

Department of Electronic Engineering, Sogang University

요 약

현재의 인터넷을 사용하는 응용프로그램은 서비스 품질 보장을 요구한다. 요구되는 서비스 품질을 충족시키기 위해서는: 통신망 상황에 따라 변화하는 서비스 품질 지표를 감시할 필요가 있다. 이론적인 모형화나 실제 트래픽의 직접 측정은 구축되어 있는 통신망 상에서의 혼잡을 감시하기에는 현실성이나 정확성이 떨어진다. 따라서 보다 효율적인 서비스 품질 지표 감시할 방법이 필요하다. 본 논문에서는 QoS 지표 감시 대상을 대기열 길이 분포로 하고, 가상의 다중화기를 설정하여 실제 다중화기와 $P(Q > x)$ 의 상호 관계를 이용한 실제 대기열 길이 분포를 추정하는 기법에 대하여 소개한다. 또한 이를 입력 프로세스가 가우스 프로세스, MMF 프로세스 그리고 실제 트래픽에 대해서 모의실험을 통해 검증한다.

1. 서 론

QoS(Quality of Service)를 보장하는 통신망은 실시간성의 보장을 위해 패킷 유실 확률, 지연 시간 등을 고려하여 설계, 제어된다. 그러나 통신망 자원을 공유하는 현재의 상황에서는 서비스 품질을 저해하는 통신망 혼잡의 가능성은 항상 존재한다. 통신망 혼잡이 발생 경우 QoS의 보장이 어려운 것은 명백하다. 따라서 효율적인 QoS 통신망의 제어를 위해서 QoS 지표 감시(monitoring)가 필요하다. QoS 지표를 감시하는 기법에는 전체 트래픽을 모형화하여 이론적으로 분석하는 모형화 기반의 기법과 실제 통신망 상에서 트래픽의 특성을 측정하여 분석하는 측정 기반의 기법이 있다. 현재 구축되어 있는 통신망 상에서는 다양한 특성을 가진 방대한 트래픽이 존재하며, 트래픽의 특성은 시간에 따라 유동적으로 변화한다. 이와 같은 트래픽을 실시간으로 모형화하여 QoS 지표를 감시하기에는 어려움이 있다. 반면 측정 기반의 QoS 지표 감시 기법은 직접 측정된 QoS 지표를 갱신하며 감시할 수 있다. 따라서 실제 구축된 통신망 상의 혼잡 감시 방법으로 전자보다 후자가 선호된다. 그러나 후자는 한정된 시간 구간에서 측정된 트래픽의 특성을 유동적으로 변화하는 통신망 상에 적용하기에는 신뢰성이 떨어지는 경우가 있으며, 버퍼 넘침 확률과 같은 상당히 작은 수치의 직접적인 측정은 오랜 시간이 소요된다. 따라서, 현존하는 QoS 통신망 상의 효율적인 QoS 감시를 위해서는 높은 신뢰성을 보장하는 실시간 측정 기반의 QoS 지표 감시기법이 필요하다. 이에 본 논문에서는 QoS 지표 감시의 대상을 대기열 길이 분포(queue length distribution, $P(Q > x)$)로 정하고, 이를 실시간으로 정확히 추정할 수 있는 높은 신뢰성을 갖는 실시간 QoS 지표 감시 기법을 소개한다. 또한 여러 형태의 트래픽에 적용하여 신뢰성을 검증한다.

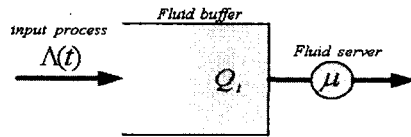


그림 1. 유체 대기열 모형(Fluid queueing model)

2.1 가우스 유체 대기열 모형(Gaussian Fluid Queueing Model)

일반적으로 통신망 혼잡은 근거리망의 게이트웨이(gateway)와 같은 병목구간에서 빈번하게 발생하며, 병목구간의 혼잡으로 인해서 패킷의 유실이나 지연 등이 발생한다. 따라서 이런 통신망 병목구간에서 QoS 지표의 감시가 주로 행해진다. QoS 감시를 하는 병목구간의 다중화기를 (그림 1)과 같은 유체 대기열 모형(Fluid Queueing Model)으로 모형화 할 수 있다. 유체 대기열 모형은 고속 스위치(switches)와 다중화기의 분석이 많이 이용되는 대기열 모형 중 하나이다. ([5], [6]) 유체 대기열 모형은 일정한 속도로 유체를 배출하는 서버(server)와 유입된 유체를 잠시 저장하는 버퍼(buffer) 그리고 시변하는 유체 투입물로 버퍼를 채우는 유체 소스(fluid source)로 구성되어 있다. 이를 통신망의 다중화기에 적용한다면, $\Lambda(t)$ 는 시간구간 $(0, t]$ 에서의 패킷(packet) 또는 비트(bit)의 수로 표현되는 다중화기의 입력단의 통신망 트래픽의 총량이 되고, μ 는 다중화기의 서비스율(service rate)이 되며, $Q_i(t)$ 는 패킷 버퍼에서 전송을 대기하는 정보의 양을 나타낸다. 본 논문에서는 방대한

II. 가우스 대기열 모형과 대기열 길이 분포의 근사식

1) Q_i 의 확률 분포는 안정화 상태로 수렴하여 임정한 분포를 이룬다. 이를 안정화 대기열 길이 확률분포(steady state Queue Length Distributor, steady state QLD)라고 부른다. ([5])