

인터넷에서 실시간 트래픽 처리를 위한 라우팅 알고리즘

Routing Algorithm for the Real-time Traffic Processing in the Internet

임 철 수

서경대학교 전자·통신·컴퓨터공학부(Tel : 2-940-7209; Fax : 2-919-0345 ; E-mail: cslim@seokyeong.ac.kr)

Abstract : We identified the performance problems of scheduling algorithms such as FCFS, and demonstrated the superiority of WFQ in terms of realtime performance measures. For this purpose, we presented the service scenario and performed the analysis for the delay bound and fairness which are required to support the realtime applications in the Internet.

Keywords : best-effort service, PGPS, WFQ, delay bound, fairness

1. 서론

인터넷 프로토콜은 데이터그램 패러다임에 기초하고 있으며, 패킷은 연결(connection) 개념이 없이 상호 독립적으로 라우팅된다. 또한 서비스 품질(QoS) 개념이 없어서 성능에 대한 보장이 안될 뿐만 아니라, 전송시 지연시간에 대한 한계도 제약되어 있지 않다. 즉, 기존의 IP 계층의 패킷 전달은 그 패킷의 근원이 어떠한 트래픽 소스인지에 관계없이 모두 동등하게 처리하며, 네트워크는 단지 사용자의 요구사항을 만족시키기 위해 최선(best effort)을 다할 뿐이다.

이와 같이 인터넷상에서 단순한 최선전달 서비스는 새로운 멀티미디어 어플리케이션을 수용하기에는 적합하지 않은 것으로 알려져 있는데, 이는 실시간으로 비디오나 오디오를 전송하는 것은 데이터가 지연시간이 일정한 안정된 전송율(stable rate)로 전송될 수 있도록 보장되어야 하기 때문이다. 즉, 멀티미디어 트래픽과 기존의 IP망에서의 데이터와는 일반적으로 다음의 3가지 측면에서 그 특성이 구분된다.

- 필요전송 대역(Bandwidth) : 멀티미디어 트래픽은, 특히 영상의 경우, 빠른 전송 대역을 요구한다.
- 엄격한 시간 요구사항 : 멀티미디어 데이터는 각 모노 미디어간의 시간 관계가 매우 중요하며, 만일 필요시간 내에 데이터가 도달하지 않으면 그 데이터는 아무런 의미가 없다
- 멀티캐스트(multicast) : 멀티미디어 데이터의 경우, 점-대-다수(point-to-many) 또는 다수-대-다수(many-to-many) 서비스가 자주 요구된다.

원하는 서비스 품질을 보장하려면, 위의 3가지 특성이 모두 만족되어야 하므로, 단순히 망의 전송능력을 늘려주는 것만 가지고는 QoS를 맞추어 줄 수 없다. 또한 구체적인 QoS 요구사항은 응용서비스의 종류와 미디어의 성질에 따라 달라진다. 예컨대, 대화형 TV와 같은 실시간 서비스는 그것이 어느 정도의 패킷 손실율을 가져오더라도, 매우 엄격한 지연과 지연변화 요구사항을 충족시켜야 한다. 반면, 텍스트 데이터와 같은 비실시간 서비스는 엄격한 패킷 손실 요구사항을 가져야 하지만, 어느 정도의 지연은 허용한다.

패킷 스케줄링은 통상 라우터의 출력단에 위치하여 트래픽의 종류에 따라 패킷의 전송서비스 순서를 달리하여 결국 다양한 패킷 전달서비스를 제공하고자 하는 기능이다. 즉, QoS의 중요 요인인 전달지연은 전적으로 네트워크에서 제공하는 서비스 실행 순서에 의존하기 때문에 패킷 스케줄링은 인터넷 트래픽 제어의 핵심요소라고 할 수 있다. 오늘날 대부분의 인터넷 라우터들은 FCFS(First-Come, First-Served) 방식으로 동작한다. 즉, 입력라인으로 도달하는 패킷들은 라우팅 프로세스에 의하여 검사된 후 출력 라인으로 큐잉되는데, 도착 순서대로 전송되게 된다. 이와 같은 FCFS 방식은 구현이 쉬운 장점이 있는 반면, 지연 시간이 네트워크 부하(load)에 따라 달라지게 된다. 따라서, 이와 같은 문제점을 해결하기 위한 많은 효율적인 알고리즘들이 제안되어 왔다[1-6]. 이의 대표적인 예로서, FQ(Fair Queueing) 알고리즘은 스위칭 과정에서 패킷 서비스에 대한 공평성을 부여하기 위해 제안되었다. 이의 변형으로서 제안된 WFQ(Weighted Fair Queueing) 알고리즘은 실시간 어플리케이션을 지원하는데 적합하다고 할 수 있다 [5].

2. WFQ 동작 방식

PGPS(Packet-by-Packet Generalized Processor Sharing) 이라고도 불리는 WFQ 알고리즘은 GPS 방식에 가장 근사한 알고리즘으로 알려져 있다. WFQ에서 제공하는 delay bound는 GPS와 비교할 때, 하나의 패킷 전송시간 이내인 것으로 알려져 있다 [1]. 이와 같이 비록 WFQ와 GPS는 거의 같은 수준의 지연시간을 가지고 있지만, 두 시스템에서 제공하는 서비스 차이는 크다고 할 수 있다. 다음 [그림 1]은 같은 링크를 공유하는 11개의 세션들을 나타내고 있다. 설명을 단순화하기 위해 모든 패킷들이 크기 1로써 같고, 링크 속도가 1이라고 가정해보자. 또한 세션 1에 보장된 전송율은 0.5이고 다른 10개 세션 각각에 대하여 보장된 전송율은 0.05라고 가정하자

이 그림에서 보면, 세션 1은 0시점에 11개의 back-to-back 패킷을 전송하는 반면, 나머지 10개의 세션들은 0시점에 단지 1개의 패킷만을 전송한다. 만약, 서버가 GPS 방식이라면, 세션 1에서 처음 10개의 패킷 각각을 전