

지속적이고 손실에 민감한 TCP의 Fast Recovery

유영일 이채우
아주대학교 전자공학과
{y2i, cwlee}@ajou.ac.kr

Continuous and Loss-Sensitive Fast Recovery Algorithm of TCP

Youngil Yu and Chaewoo Lee

Department of Electrical and Computer Engineering

Ajou University

{y2i, cwlee}@ajou.ac.kr

요약

TCP는 패킷 손실이 발생할 경우에 손실된 패킷을 복구하고 네트워크의 혼잡으로 벗어나기 위해 전송율을 낮추는 혼잡 제어 알고리즘을 사용한다. 지금까지 TCP는 효율적인 혼잡 제어를 위한 많은 알고리즘이 제안되었다. 최근에 제안되어 많이 사용되는 TCP NewReno는 네트워크 상에 전송하는 데이터의 양을 나타내는 혼잡 윈도우를 제어하여 여러 개의 손실된 패킷들을 짧은 시간 내에 복구하여 기존 TCP의 혼잡 제어 알고리즘보다 나은 성능을 제공한다. 하지만 TCP NewReno가 여러 개의 손실을 복구하는 동안에 사용하는 혼잡 윈도우 제어는 네트워크의 상황에 관계없이 전송율을 매우 낮게 유지하는 단점이 있다. 본 논문에서는 이러한 단점을 극복하고자 여러 개의 손실을 복구하는 동안에 일정한 전송율을 유지하고, 네트워크의 혼잡에 따라 전송율을 제어하는 알고리즘을 제안한다. 시뮬레이션을 통한 기존 TCP와의 성능 비교 결과는 제안된 알고리즘이 여러 개의 손실된 패킷을 복구하는 동안은 물론 시뮬레이션 전체 시간동안 보다 나은 전송율을 제공함을 보여준다.

1. Introduction

TCP(Transport Control Protocol)가 네트워크의 혼잡을 제어하는 방법에는 timeout과 fast recovery가 있다. Timeout은 패킷의 손실로 인해 패킷의 승인(Acknowledgement)이 일정 시간동안 수신되지 않으면 윈도우의 크기를 최소값으로 줄여 네트워크의 혼잡을 벗어나는 메커니즘이다. Fast Recovery는 패킷 손실을 감지하면 혼잡 윈도우(Congestion Window: $CWND_{Loss}$)를 패킷 손실을 감지할 때의 혼잡 윈도우의 절반으로 줄여 네트워크의 혼잡을 벗어난다. 그리고 이후에 수신되는 중복 승인의 개수만큼 혼잡 윈도우를 증가시켜 새로운 패킷을 전송하는 메커니즘이다[1]. Fast Recovery는 패킷 손실 시에 전송율의 빠른 복구를 위해 제안되었으며, TCP Variant들 중의 하나인 TCP Reno에 처음으로 적용되었다.

TCP Reno의 윈도우 제어는 손실된 패킷을 복구할 때마다 fast recovery를 동작시켜 혼잡 윈도우를 절반으로 줄인다. 따라서 여러 개의 손실들을 복구하는 동안에 네트워크에 새롭게 전송하는 패킷의 개수를 급격히 감소시키고, 중복 승인의 개수가 부족하여 timeout이 자주 야기시키는 문제점[7]이 있다. 이러한 TCP Reno의 문제점을 해결하기 위해 제안된 TCP NewReno는 여러 개의 손실이 발생할 경우에 첫 번째 손실된 패킷에 대해서는 TCP Reno와 동일하게 fast recovery를 수행한다. 그러나 두 번째 손실된 패킷부터는 fast retransmit을 위해 연속적인 3개의 중복 승인을 필요로 하지 않고, 바로 전에 재전송된 패킷에 의해 발생된 새로운 승인만을 요구하기 때

문에 중복 승인의 부족으로 인한 timeout을 야기하지 않는다. 그리고 손실된 패킷을 재전송할 때마다 혼잡 윈도우의 크기를 절반으로 줄이지 않기 때문에 여러 개의 손실을 복구하는 동안에 네트워크에 새롭게 전송하는 패킷의 개수도 Reno에 비해 상대적으로 높게 유지한다[2][7].

그러나 TCP NewReno는 여러 개의 손실을 복구하는 동안에 중복 승인을 수신하여 혼잡 윈도우를 증가하더라도 혼잡 윈도우가 새로운 패킷을 많이 전송할 정도로 커지지 않는다. 따라서 실제로 손실을 복구하는 동안에 네트워크에 전송하는 패킷의 개수는 많지 않다. TCP의 전송율을 단위 RTT 당 네트워크에 전송하는 패킷의 개수로 계산하면 손실된 패킷을 복구하는 동안의 전송율은 매우 낮으며, 전체 TCP의 성능을 저하시키는 요인이 된다. 이는 근본적으로 TCP NewReno가 여러 개의 손실을 복구하는 동안에 송신측이 네트워크에 전송하는 패킷(Outstanding Packet: out_packet)의 개수를 고려하지 않고 혼잡 윈도우만을 제어하기 때문이다.

본 논문에서는 TCP NewReno의 문제점을 해결하기 위해 여러 개의 손실을 복구하는 동안에 네트워크에 전송하는 패킷의 개수를 패킷 손실을 감지할 때의 혼잡 윈도우의 절반으로 유지하여 전송율을 크게 낮추지 않고 일정한 값으로 지속적으로 유지한다. 그리고 만약 손실을 복구하는 동안에 네트워크에 새롭게 전송한 패킷들이 손실되면 이를 네트워크의 심한 혼잡으로 받아들여 네트워크에 전송하는 패킷의 개수를 감소시켜 네트워크의 혼잡 정도에 따라 전송율을 제어한다. 본 논문은 이러한 패킷 손실 복구 알고리즘을 CLSFR(Continuous and Loss Sensitive Fast Recovery)이라 한다.

논문의 구성은 다음과 같다. 2절에서는 TCP의 NewReno에 대해 간략하게 살펴보고 3절에서는 본 논문

※ 본 논문은 한국과학재단에서 지원하는 연구지원사업(R01-2003-000-10724-0)의 연구 결과입니다.