[9-35] 네트워크 모델을 이용한 향상된 TCP 손실 복구 알고리즘

손 만 근 이 채 우
아주대학교 전자공학과 아주대학교 전자공학과
{icalm, cwlee}@ajou.ac.kr

Queue-Model based Fast Recovery

Man-Keun Son Chae-Woo Lee
Department of Electrical and Computer Engineering
Ajou University

요 약

TCP 는 패킷 손실이 발생한 경우에 손실된 패킷을 복구하고 네트워크의 혼잡으로 벗어나기 위해 전송율을 낮추는 혼잡 제어 알고리즘을 사용한다. TCP 혼잡 제어 알고리즘에서는 네트워크의 상황에 관계없이 전송율을 매우 낮게 유지하거나, 계획된 윈도우의 변화만을 적용시키기 때문에 급변하는 네트워크에 적응하지 못하는 문제점이 있다. 본 논문에서는 이러한 단점을 극복하고자 여러 개의 손실을 복구하는 동안에 일정한 전송율을 유지하고, 또한 네트워크의 혼잡정도를 예측하여 전송율을 최적화시키는 QMFR(Queue Model based Fast Recovery) . TCP 와의 성능 비교 결과는 제안된 알고리즘이 여러 개의 손실된 패킷을 복구하는 동안은 물론 시뮬레이션 전체 시간동안 보다 향상된 전송율을 제공함을 보여준다.

1. 개요

TCP(Transmission Control Protocol) RFC(Request For Comment)793 표준화 문서로 발표된 이후 지금까지 지속적인 발전을 거듭해 오고 있다[1][3]. TCP 는 여러 변종이 있지만 기본적으로 전송되는 세그먼트에 대한 ACK 정보를 바탕으로 네트워크의 혼잡 상황 및 세그먼트의 오류 등을 제어한다.

TCP 의 혼잡 윈도우 제어 방식은 기본적으로 패킷 손실의 유무에 따라 분류할 수 있다. 손실이 발생하지 않는 상황에서 TCP 의 혼잡 윈도우 크기는 승인을 수신하지 않고 전송할 수 있는 최대 전송량을 의미하며 단위 RTT(Round Trip Time) 당 네트워크에 전송한 패킷의 개수(out_packet) . 손실이 발생하는 상황에서의 혼잡 윈도우 제어 방법으로는 타임아웃(Timeout) 과 빠른 복구(Fast Recovery) [2]. 타임아웃은 패킷의 손실로 인해 송신측에서 일정 시간 동안 패킷의 승인을 받지 못하게 되면 윈도우의 크기를 최소값으로 줄이는 메커니즘이다. 빠른 복구는 패킷 손실을 감지하여 손실된 패킷을 재전송할 경우에 패킷 손실을 감지한 때의 혼잡 윈도우(Loss Congestion Window: LWND) 절반으로 혼잡 윈도우를 줄이고, 이후에 수신되는 중복 승인의 개수만큼 혼잡 윈도우를 증가시키는 메커니즘이다[2]. 이 때 손실된 패킷의 감지는 손실된 패킷에 대한 3 개의 중복 승인을 통해 이루어진다. 빠른 복구는 패킷 손실 시에 급격히 감소되는 전송율의 빠른 회복을 위해 제안되었다. TCP NewReno 의 경우 빠른 복구와 빠른 회복을 사용하여 네트워크의 혼잡제어를 한다. TCP NewReno 는 손실 복구 과정에서 너무 잦은 전송율 감소로 인해 네트워크의 전체적인 전송율 저하를 야기시킨다[4].

최근에 등장한 TCP Vegas 는 패킷의 손실이 발생하기 전에 미리 connection 의 혼잡 상태를 측정하여 흐름제어 및 혼잡제어를 수행함으로써 기존 TCP 알고리즘 보다 향상된 성능을 보여준다[4][6]. RTT 가 변화시키는 혼잡윈도우(Congestion Window: CWND) 의 크기가 일정하게 고정되어 있기 때문에 가용 대역폭의 변화가 큰 경우에는 그 변화를 따라가지 못하는 문제점이 있다[4]. 반면 TCP 가 송신과 경로에 대한 네트워크 모델을 알고 있다면, 윈도우를 증가시켰을 때 네트워크에 미치는 영향을 예측할 수 있다. 따라서 네트워크를 혼잡 상태로 만들지 않으면서도 가용한 대역폭을 사용할 수 있는 윈도우의 크기를 계산할 수 있다. connection 의 가용 대역폭은 접속하는 호스트의 수 나와 호스트의 데이터 전송량 등에 따라 변하므로 하나의 관점에서 본 connection 모델 TCP . [13] 패킷 도착율이 서비스율에 접근할수록 지연이 길어진다는 일반적인 사실과 지연시간은 패킷을 보낸 시점에서 그 패킷에 대한 승인이 오는 시간을 통해 알 수 있다는 점을 이용하면, TCP connection 에 대한 모델을 만들 수 있다. , 송신측에서 계산된 가용 대역폭을 큐에서의 서비스율로, 그리고 일정시간동안 송신측에서 전송되었지만 아직 승인되지 않은 패킷의 수를 큐에서 대기중인 패킷의 수로 볼 경우, TCP connection 을 하나의 큐로 모델링할 수 있다.

본 논문에서는 기존 TCP 알고리즘의 손실 복구 과정에서의 전송율 저하 문제를 해결하기 위해 TCP Connection 과 큐의 연관성을 이용하여 네트워크의 이용율에 따라 가용 대역폭에 잘 적응하며, 또한 여러 개의 손실을 복구하는 동안에 전송율을 크게 낮추지 않는 QMFR(Queue Model based Fast Recovery) .

2. 기존 TCP 알고리즘

2.1 TCP NewReno

TCP NewReno는 LWND 내의 손실된 패킷들 중에서 순서 번호가 가장 낮은 패킷의 전송을 요구하는 승인을 송신측에 전달함으로써 둘 이상의 패킷 손실이 발생할 때 두 번째 손실된 패킷을 복구하는 시점부터는 연속적인 3 개의 중복 승인을 기다리지 않고 바로 다음 손실된 패킷을 재전송할 수 있게 함으로써 여러 타임아웃 문제를 해결한다[3][4]. 또한, TCP NewReno는 손실된 패킷을 재전송할 때마다 혼잡 윈도우의 크기를 절반으로 감소시키

※ 본 논문은 한국과학재단에서 지원하는 연구 지원사업(R01-2003-000-10724-0)