

버퍼관리 기법을 응용한 무선 TCP 성능 개선 방안

김주영^o 정영준

강원대학교 컴퓨터 과학과

{kimjy^o, ychung}@kangwon.ac.kr

The Improvement of Wireless TCP Performance Using Buffer Management

JooYoung Kim^o YoungJun Chung

Dept. of Computer Science, Kangwon National University

요 약

유무선 통합망 환경에서 TCP는 무선망에서의 통신오류 및 핸드오프를 혼잡으로 인한 패킷 손실로 간주하여 혼잡제어 메커니즘을 동작시키기 때문에 네트워크의 전반적인 효율을 저하시킨다. 이러한 문제점을 해결하기 위한 방안으로 무선망에서의 TCP 성능을 개선하기 위한 연구가 다양하게 진행되어 오고 있다 그 중에서 Snoop 프로토콜은 종단간의 의미 구조를 유지하면서 무선망의 패킷 손실을 지역 재전송을 통하여 최소화하는 방식으로 통신오류에는 좋은 성능을 보여주지만, 대량의 무선 데이터 유입시 buffer overflow가 발생할 가능성이 높다. 따라서 본 논문에서는 버퍼관리 기법을 이용하여 buffer overflow 상황을 미연에 방지하여 불필요한 혼잡제어 메커니즘을 호출하는 것을 방지하면서 네트워크의 전반적인 효율을 향상시키는 방안을 제안하였다.

호출하고 그 결과 네트워크의 성능을 저하시키게 된다. 따라서 본 논문에서는 버퍼 관리 기법을 이용하여 buffer overflow 상황을 미연에 방지하여 불필요한 혼잡제어 메커니즘이 호출되지 않으면서 네트워크의 전반적인 효율을 향상시키는 방안을 제안하였다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 기존에 무선망에서 TCP 성능을 개선하기 위한 대표적인 프로토콜인 snoop에 대해 소개하고, 3장에서 snoop의 문제점을 살펴보고 이를 해결하기 위한 방안을 제안하고, 4장에서 결론을 맺고, 향후 연구에 대해 논한다.

1. 서 론

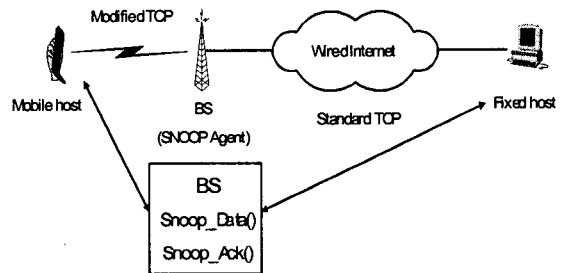
최근 휴대용 기기의 보급이 활발해지면서 무선 인터넷의 수요가 급증하고 있다. 따라서 유선망에 기반을 두고 있는 기존의 인터넷 환경은 유무선이 통합된 형태로 진화하고 있다. 유무선 통합망에서 신뢰성 있는 연결을 보장하기 위한 TCP(Transmission Control Protocol)는 흐름 제어, 에러정정, 혼잡제어를 통하여 종단간의 신뢰성 있는 통신을 보장하는 프로토콜로 유선망에서 최적화되어 설계되었다. 이러한 네트워크에서의 모든 패킷 손실은 혼잡 손실로 처리되기 때문에 무선망에서 발생하는 통신 오류 및 핸드오프로 인한 패킷 손실은 패킷 재전송 및 불필요한 혼잡제어 메커니즘을 호출하여 전체 네트워크의 효율을 저하시키는 원인이 된다. 따라서 무선망에서 서비스를 효율적으로 제공하기 위해서는 무선 환경에서의 TCP 성능 개선이 가장 시급한 문제라고 할 수 있다.

이러한 무선망에서의 성능 개선을 위한 여러 기법들이 제안되었다. I-TCP[1], Snoop[2], Multiple Acknowledgments[3], ELN(Explicit Loss Notification)[4], DDA(Delayed Duplicate Acknowledgments)[5] 등이 그것이다.

위의 기법 중에서 Snoop 프로토콜은 유선망에서 사용되는 TCP를 변경하지 않고 그대로 사용하면서 무선망에서의 TCP 성능을 향상시키는 방식으로, 종단간의 의미 구조(semantic)를 고수하면서 무선망의 패킷손실을 지역 재전송을 통하여 최소화하는 방식이다. 그러나 Snoop 프로토콜은 통신오류로 인한 패킷손실에는 비교적 성능이 우수하지만 대량의 무선 데이터가 갑자기 증가할 경우에 BS(base station)내의 buffer overflow가 발생할 가능성이 높다. 이러한 문제점은 재전송할 데이터를 저장하지 못하는 상황을 유발시켜 송신측의 혼잡제어 메커니즘을

2. 관련연구

본 장에서는 기존에 무선망에서 TCP 성능을 개선하기 위해 제안한 여러 기법들 중에서 Snoop에 대해 소개한다.

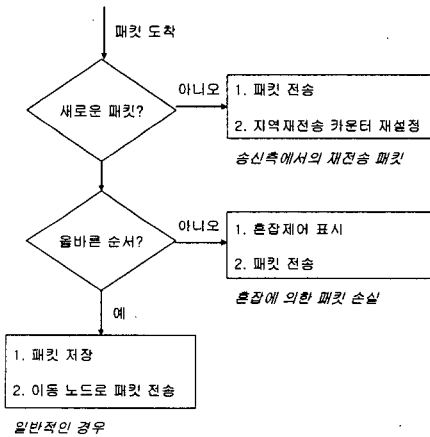


[그림 1] Snoop의 동작 환경

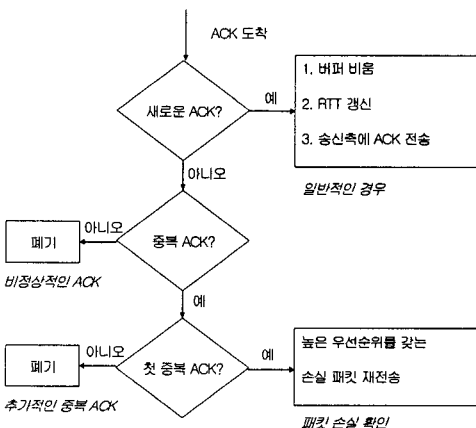
Snoop은 [그림1]과 같이 유선망(Fixed host ~ BS)과 무선망(BS ~ Mobile host)을 연결하고 있는 BS(Base

Station)에 Snoop agent라는 모듈을 도입하여 FH(Fixed host)가 무선망의 패킷손실을 모르게 하는 방식이다.

Snoop은 BS에 snoop agent 모듈을 추가하여 FH에서 오는 패킷을 캐쉬하여 MH(Mobile host)로부터 ACK를 받지 못한 경우, 즉 무선링크에서 패킷손실이 발생하게 되면, FH 대신 상대적으로 가까운 BS에서 지역 재전송(Local Retransmit)을 수행하도록 한다. FH에서 duplicate ACK를 임계값 이상으로 받게 되면 혼잡제어 가 수행되므로 이를 방지하기 위하여 BS에서 duplicate ACK filtering 기능을 수행한다. Snoop agent 모듈의 동작 과정은 [그림2]와 [그림3]과 같이 수행된다. FH에서 보낸 패킷은 Snoop_Data()모듈에서 처리되고 MH에서 보낸 ACK 패킷은 Snoop_ACK() 모듈에서 수신되어 처리된다.



[그림 2] Snoop_Data()의 순서도



[그림 3] Snoop_ACK()의 순서도

세에 맞게 새롭게 전달된 패킷은 MH로 전송하고 그 패킷 정보를 BS내의 buffer에 저장한다. 그러나 FH에서 재전송된 패킷은 패킷 전송과 지역 재전송 카운터를 재설정하고, 혼잡에 의해 손실된 패킷은 혼잡제어 표시 후 패킷을 재전송한다.

[그림3]은 MH로부터 ACK 패킷이 BS로 전달되었을 경우 처리되는 과정이다. 새로운 ACK을 수신한 경우에 정상적인 ACK으로 인식하여 그에 해당되는 버퍼내용을 비우고 FH로 전달한다. 그러나 duplicate ACK의 경우에는 패킷을 지역 재전송하거나 폐기함으로써 FH에서 무선망의 오류로 인한 불필요한 혼잡제어 메커니즘을 호출하지 않도록 한다.

3. Snoop의 문제점 분석

3.1 Snoop의 문제점

Snoop은 무선망에서의 손실로 인한 혼잡제어 메커니즘을 호출하지 않고 TCP의 성능을 개선하고, TCP의 종단간 의미구조(semantics)가 파괴되지 않으며, 기존 TCP를 수정하지 않고 snoop agent 모듈만 추가함으로써 구현될 수 있다는 등의 장점들이 있다.

그러나 Snoop이 효과적으로 동작하기 위해서는 다음과 같은 문제점들이 해결되어야 한다.

첫째, MH의 hand-off로 인하여 무선링크에서 연속적으로 패킷손실이 발생하게 되면 FH의 타임아웃 재전송(timeout retransmit)을 초래하고 또한 FH의 혼잡제어 수행으로 인하여 TCP 성능 저하를 초래하게 된다.

둘째, 무선링크에서의 손실을 FH에 숨기기 위한 duplicate ACK 억제 기법은 복구 작업이 완료되어 수신측에서 새로운 ACK을 전송할 때까지 이루어지므로 FH의 RTT는 길어진다. 이는 재전송 타임아웃의 값을 커지게 하여, 타임아웃에 의한 복구작업이 필요한 상황에서는 회복이 늦게 이루어지므로 성능을 저하시킨다.

셋째, duplicate ACK를 억제하다가 손실된 패킷을 복구하면, 수신측에서는 그동안 전송받은 패킷에 대한 ACK를 한번에 전송한다. 이는 대량의 무선 데이터 유입시 BS의 buffer overflow가 발생할 가능성을 높인다.

본 논문에서는 세 번째 문제점을 해결하기 위한 버퍼 관리 기법에 대해서 제안한다.

3.2 해결 방안

BS(base station)의 buffer는 크기가 한정되어 있기 때문에 대량의 데이터 유입시 overflow 발생 확률이 매우 높다. 따라서 본 논문에서는 buffer overflow가 발생할 수 있는 적절한 임계치 설정으로 cwnd(혼잡윈도우)의 크기를 조절하여 buffer에 저장해야 하는 중요한 데이터가 손실되는 상황을 미연에 방지하고자 한다.

[그림2]는 TCP 패킷이 FH에서 BS로 전달되었을 경우의 처리되는 과정으로 다음과 같이 동작한다. FH에서 순

본 논문에서 제안하는 알고리즘은 다음과 같다.

□ Snoop agent(BS)'s role

1. If ($MINthresh < Qavg < MIDthresh$) then mild congestion marking
2. If ($MIDthresh < Qavg < MAXthresh$) then moderate congestion marking
3. If ($Qavg > MAXthresh$) then severe congestion marking

□ Source(FH)'s role

1. If (mild congestion) then Decrease 'cwnd' by $\beta_1\%$
2. If (moderate congestion) then Decrease 'cwnd' by $\beta_2\%$
3. If (severe congestion) then Decrease 'cwnd' by $\beta_3\%$

Snoop agent는 Average Queue(Qavg) 크기의 값이 정해진 임계치(MINthresh, MIDthresh, MAXthresh) 범위에 속하면 패킷에 혼잡정도(mild, moderate, severe)에 따른 표시를 한다. 그리고 MH도 TCP ACK에 동일한 표시를 한다. Average queue를 위한 가중치 $\alpha=0.002$ 로 정한다[6].

Source(FH)는 패킷에 표시된 정보에 따라 cwnd(혼잡 윈도우)의 값을 조절한다. 본 논문에서는 $\beta_1=80\%$, $\beta_2=60\%$, $\beta_3=50\%$ 로 설정하여 갑자기 증가한 무선 데이터를 처리한 후 빠르게 원상태로 복구하도록 하였다.

본 논문에서 제안한 방식은 buffer overflow로 발생할 수 있는 불필요한 혼잡제어를 방지할 수 있으므로 네트워크의 전반적인 효율을 높일 수 있으나, snoop agent의 혼잡정도의 표시를 위한 오버헤드가 발생한다.

4. 결론

최근 휴대용 기기의 보급으로 무선 인터넷 사용이 증가하면서 유무선 통합망 환경에서 신뢰성있는 데이터 전송을 위한 연구가 진행되고 있다. TCP는 유선망에서 최적화되어 설계되었기 때문에, 네트워크에서 발생하는 모든 패킷 손실은 혼잡에 기인한 것으로 처리된다. 그러나 무선망에서의 통신오류 및 핸드오프로 인한 패킷 손실도 혼잡에 의한 패킷 손실로 간주되어 혼잡제어 메커니즘을 동작시킴으로써 네트워크의 효율을 저하시키게 된다. 이러한 문제점을 해결하기 위한 방안으로 여러 기법들이 제안되었다.

그 중에서 Snoop 프로토콜은 중단간의 의미 구조를 유지하면서 무선망의 패킷 손실을 지역 재전송을 통하여 최소화하는 방식으로 통신오류에는 좋은 성능을 보여주지만, 대량의 무선 데이터 유입시 buffer overflow가 발생할 가능성이 높다.

따라서 본 논문에서는 snoop 프로토콜에 대해 자세히 알아보고, buffer overflow 문제를 해결하기 위한 방안을 제시하였다. 향후 연구에서는 본 논문에서 제안한 해결 방안을 구현 및 시뮬레이션하여 검증해 보겠다.

5. 참고문헌

- [1] A. Bakre, B. R. Badrinath, I-TCP: indirect TCP for mobile hosts, Proceedings-International Conference on Distributed Computing Systems, Vancouver, Canada, pp. 136-146, 1995
- [2] H. Balakrishnan, S. Seshan, and R. H. Katz; Improving reliable transport and handoff performance in cellular wireless networks; Wireless Networks, 1, 4, pp.469-481, February 1995.
- [3] S. Biaz, N. Vaidya et al, TCP over wireless networks using multiple acknowledgment, Texas A&M University, Technical Report 97-001, www.cs.tamu.edu/faculty/vaidya/papers/mobile-computing/97-001.ps, January 1997.
- [4] H. Balakrishnan and R. H. Katz; Explicit loss notification and wireless web performance, in Proceedings of IEEE Globecom 1998, Sydney, Australia, November, 1998.
- [5] N. H. Vaidya, M. Mehta, C. Perkins, G. Montenegro, Delayed duplicate acknowledgments: a TCP-unaware approach to improve performance of TCP over wireless, Technical Reprt 99-003, Computer Science Dept., Texas A&M University, February 1999.
- [6] A. Duresi, M. Sridharan, C. Liu, M. Goyal, and R. Jain, "Traffic management using multilevel explicit congestion notification," in Proc. of the 5th World MultiConference on Systemics, Cybernetics and Informatics SCI'2001, ABR over the Internet, pp. 12-17, (Orlando, FL), July 22-25 2001.