

## 무선망에서의 TCP 성능향상을 위한 snoop 개선

백 선욱\*, 홍석원\*\*, 표미순<sup>0</sup>\*\*\*

\*상명대학교 컴퓨터소프트웨어공학과, \*\*명지대학교 컴퓨터소프트웨어학과, \*\*\* (주)비트컴퓨터  
\*paeksu@smu.ac.kr, \*\*swhong@mju.ac.kr, \*\*mspyo@bit.co.kr

### An extended snoop for TCP in wireless links

\*Seonuck Paek, \*\*Hong, Sugwon, \*\*\*Misoon Pyo  
\*Dept. of Computer Software Engineering, Sangmyung university  
\*\* Dept. of Computer Software, Myongji univ.  
\*\*\* BIT inc.

#### 요약

유선망과는 달리 무선망은 페이딩(fading), 잡음, 간섭 등에 의해 상대적으로 높은 에러율을 보인다. 이러한 무선망에서 TCP를 적용할 경우, 무선망에서의 비트 에러에 의한 패킷 손실도 혼잡으로 간주하여 송신 윈도우를 줄임으로써 비효율적인 특성을 보인다. 이러한 무선 환경에서 기존 TCP의 성능을 향상시키기 위해 I-TCP, M-TCP, snoop 등 다양한 기법들이 연구되고 있는데, 그 중에서 snoop은 양단간의 의미를 유지하면서도 효율적인 기법으로 널리 알려져 있다. 그러나, snoop은 무선망에서 많은 패킷이 손실되는 경우에는 비효율적인데, 본 논문에서는 snoop을 개선하여 에러율이 높은 무선망 환경에서 효과적인 성능을 발휘하는 fast snoop 기법을 제안한다. 제안된 알고리즘을 시뮬레이션을 통해 기존의 snoop과 비교하여 성능 개선 효과를 확인하였다.

#### 1. 서론

무선망은 유선망과 달리 페이딩(fading), 잡음, 간섭 등에 의해 링크의 전송 비트 에러율(bit error rate)이 상대적으로 높아 링크 에러로 인한 패킷 손실이 자주 발생하는 특성이 있다. 이러한 무선 링크와 유선망이 혼재하는 그림 1과 같은 환경에서 기존의 TCP를 적용할 경우에 무선망에서의 에러도 송신측 TCP는 망의 혼잡으로 간주하여 재전송 타임아웃 시간을 늘리고 송신 윈도우를 과도하게 축소하는 혼잡제어를 수행함으로써 결과적으로 대역폭을 낭비하고 네트워크의 전체적인 성능을 저하시키는 문제점을 발생시킨다[1][2][6].

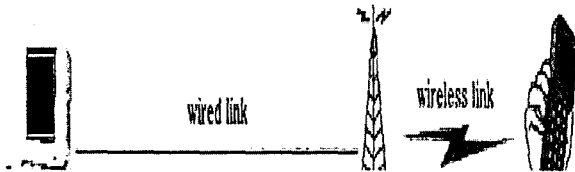


그림 1 유선망-무선망의 통합환경

TCP의 이러한 문제점을 해결하기 위해 I-TCP, W-TCP, TULIP, snoop 등 다양한 기법들이 제안되고 있는데, 그 중에서 snoop은 end-to-end 의미를 유지하면서도 효율적인 기법으로 알려져 있다[1-6]1). 그러나, snoop은 무선망에서 높은 에러율로 인해 많이 패킷이 손

실될 경우에는 손실된 패킷을 재전송하는데 시간이 많이 걸리는 문제점이 있다. 이러한 snoop의 문제점을 개선하고자 본 논문에서는 기존의 snoop을 기반으로 base station에서 패킷의 재전송을 효율적으로 할 수 있는 f-snoop(fast snoop)을 제안한다. 기존의 snoop은 손실된 패킷에 대하여 중복 ACK를 받은 후에 재전송 하도록 되어있지만 f-snoop은 즉각적인 재전송을 통해 불필요한 연시간을 줄인다.

2 절에서는 본 논문의 기반이 되는 snoop에 대해 간략히 소개하며, 3 절에서는 본 논문에서 제안한 f-snoop에 대해 소개하며, 4절에서는 시뮬레이션을 통한 성능 비교 결과를 보인다.

#### 2. snoop

snoop은 그림 1과 같이 유선망과 무선망이 서로 연결되어 있는 환경에서 TCP 성능 향상을 위한 방법으로 제안되었다[1][2]. snoop 모듈은 유무선 망 사이의 BS(base station)에서 유무선 망 사이의 패킷 전송을 감시하고 제어한다. FH(fixed host)로부터 MH(Mobile host)로 전송되는 데이터 패킷은 BS의 캐쉬에 저장된 후 MH로 전송되며, 이 데이터에 대해 MH로부터 오는 ACK 패킷은 FH로 전달된다. 만일 BS가 MH로 전달한 데이터 패킷이 손실되었다고 판단될 경우에는 BS는 자신의 캐쉬에 저장되어 있는 해당 데이터를 MH로 재전송해 줌으로써 무선망에서의 패킷 에러를 FH로부터 숨길 수 있다. 따라

1) 이 기법들에 대한 비교는 [6] 참조.

서, FH에서의 불필요한 혼잡 제어 작동을 막을 수 있다. BS의 snoop에서 무선상의 패킷 손실이 발생했음을 감하는 경우는 두 가 있는데, 첫째는, MH로부터 중복 ACK 패킷이 발생하는 경우이며, 두 번째는 BS에서의 역 재전송 타이머의 timeout에 의한 패킷 손실 감이다. 어느 경우이든 BS는 캐쉬의 데이터를 재전송해줌으로써 무선망에서의 패킷 손실을 BS에서 감추어 FH에서 불필요한 혼잡제어 기법이 작동하 않도록 한다..

3. 제안 기법: f-snoop

기존의 snoop에서는 중복 ACK가 발생하였을 경우에만 그 데이터 패킷이 손실되었다고 판단하여 재전송한다. 즉, BS의 버퍼에 손실된 패킷이 저장되어 있음에도 불구하고 중복 ACK를 받은 후에만 재전송이 가능하며, 이것은 불필요한 연 시간을 유발시킨다. 반면에 f-snoop에서는 중복 ACK 패킷을 수신하였을 경우 현재 캐쉬에 있는 패킷 번호를 기억하는데, BS에서는 이 패킷에 대해서는 중복 ACK가 아니라 새로운 ACK 패킷을 수신하더라도 손실로 간주하여 재전송 한다. BS의 이 기능은 기억하고 있는 패킷의 번호보다 큰 ACK 패킷을 수신하였을 때 해제된다. 그림 2에서 알 수 있는 바와 같이 f-snoop은 중복 ACK를 받은 이후에는 신규 ACK를 받았을 경우라도 이 신규 ACK에 대한 데이터 패킷이 버퍼에 있을 경우에는 바로 재전송한다.

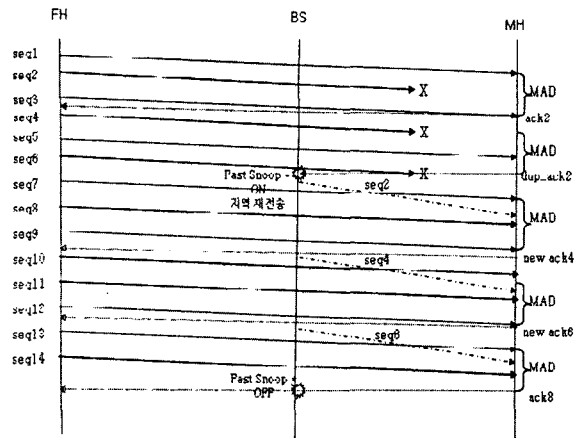


그림 2 f-snoop의 동작

그림 3은 BS에 ACK 패킷이 도착한 경우 f-snoop의 동작을 나타낸다. BS에 도착한 ACK 패킷이 새로운 패킷일 경우 FLAG OFF인 정상 상태라면 기존의 snoop과 같이 처리한다. 이때 flag는 BS가 f-snoop에 있는 상태

인 아닌 를 나타낸다.

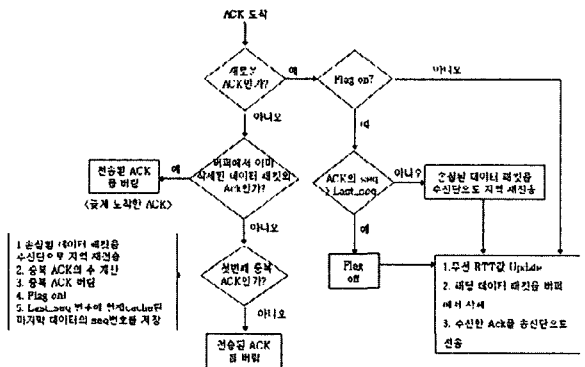


그림 3 f-snoop의 ACK 처리

전송된 ACK 패킷이 중복 ACK 패킷일 경우 기존의 snoop의 기능과 함께 f-snoop의 처리를 위해서 'FLAG ON' 상태로 전환하고 BS는 현재 버퍼에 저장된 마지막 데이터 패킷의 seq 번호를 기억한다. 전송된 ACK 패킷에 대하여 버퍼를 검색하고 재전송할 수 있도록 함으로써 작은 패킷 손실에 대비한다. 상태가 비정상 상태(LAG ON)로 등록되면 정상 상태(LAG OFF)가 될 때까지 신규 ACK 패킷에 대한 즉각적인 로컬 재전송이 발생한다. ACK 패킷이 도착할 때마다 FLAG ON 시점에 기억된 마지막 데이터의 seq번호가 현재 전송된 ACK 패킷의 seq번호보다 작을 때 비교하고, 작을 때에는 정상 상태(LAG OFF)로 환원되도록 한다.

4. 시뮬레이션 결과

제안된 f-snoop의 성능 개선 효과를 알아보기 위해 NS2[7]를 이용한 시뮬레이션을 수행하였다. 시뮬레이션 환경은 그림 4에 나타나 있는데, 유선망의 FH에서는 FTP 응용 프로그램에서 발생한 데이터를 무선망의 MH로 전송하도록 하였다. 이때 무선망에서의 TCP 성능을 평가하기 위하여 무선망에서만 패킷 손실이 일어나도록 하였다.

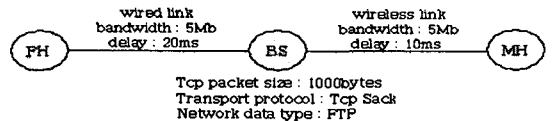


그림 4 시뮬레이션 환경

그림 5는 패킷 손실율(Packet Error Rate)이 1% 일 때 기존의 snoop과 f-snoop의 성능을 비교한 것이다. 굵은 선은 f-snoop, 가는 선은 기존의 snoop을 나타낸다. 또한 Y축은 패킷의 seq 번호이고 X 축은 시간을 나타내고 있다. 이와 같이 패킷의 손실이 거의 없는 경우에는 f-snoop과 기존 snoop의 차이가 거의 없다는 것을 알 수 있다

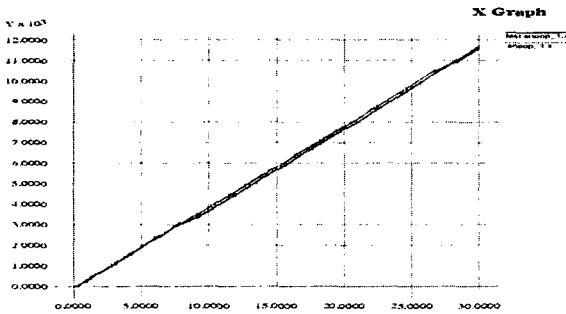


그림 5 f-snoop의 성능(PER = 0.01)

한편, 그림 6은 PER이 0.06일 때의 성능을 보여주고 있으며, 그림 7은 PER이 0.2일 때의 성능을 보여주고 있다. 예상한 바와 같이 PER이 높을수록 f-snoop의 성능 개선 효과가 더 있음을 알 수 있다.

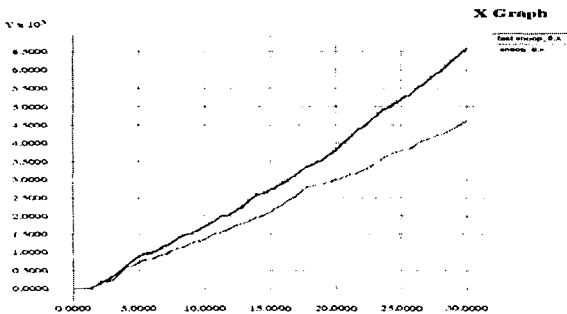


그림 6 f-snoop의 성능(PER = 0.06)

### 5. 결론

본 논문에서는 무선망 환경에서의 TCP 성능 개선 방법으로 널리 알려진 snoop을 개선하여 에러율이 높은 무선 환경에서 재전송을 빠른 시간 내에 끝낼 수 있도록 한 f-snoop(fast snoop)을 제안하였다. f-snoop은 기존의 snoop과 달리 Base Station의 버퍼에 저장된 패킷을 중복 ACK 패킷을 받을 때만 재전송 하는 것이 아니라 새로운 ACK 패킷을 수신하였을 때도 재전송함으로써 기존의 snoop이 가 는 연시간을 줄 일 수 있도록 하였

다. 시뮬레이션 결과 에러율이 높을수록 기존의 snoop에 비해 f-snoop의 성능이 좋아짐을 확인하였다.

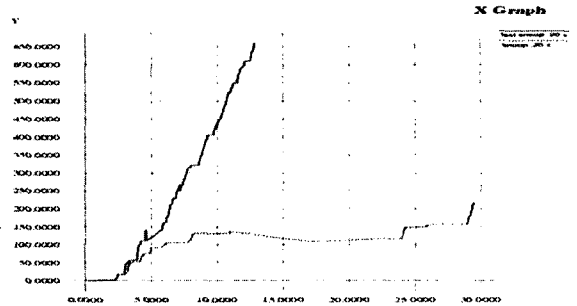


그림 7 f-snoop의 성능(PER = 0.2)

### 참고문헌

- [1] H. Balakrishnan, S. Seshan and Randy H. Katz, "Improving TCP/IP performance over wireless networks," ACM Int. Conf. Mobile Computing and Networking,, Berkeley, CA, Nov. 1995.
- [2] Hari Balakrishnan, Srinivasan Seshan, Venkata N. Padmanabhan, "A Comparison of Mechanisms for Improving TCP Performance over Wireless Links," IEEE/ACM Transactions on Networking, vol. 5, no. 6, Dec., 1997.
- [3] A. Bakre and B. R. Badrinath, I-TCP : Indirect TCP for Mobile Hosts, Proceedings of the 15 th International Conference on Distributed Computing Systems, pp. 136-143, June 1995.
- [4] Prasun Sinha, Narayan Venkitraman, Raghupathy Sivakumar, Vaduvur Bhargavan "WTCP: A Reliable Transport Protocol for Wireless Wide-Area Networks" - Selected from the top 20 publications of MOBICOM '99) Wireless Networks 8(3-3): pages 301-316, 2002.
- [5] Christina Parsa, J.J. Garcia-Luna-Aceves "TULIP: A Link-Level Protocol for Improving TCP over Wireless Links"
- [6] Jian-Hao, Gang Feng and Kwan Laurence Yeung, "Hierarchical Cache Design for Enhancing TCP Over Heterogeneous Networks With Wired and Wireless Links," IEEE Transactions on Wireless Communications, vol. 2, No. 2, Mar. 2003.
- [7] <http://www.isiedu/nsnam> Information Sciences Institute.