

핸드오프조건에서 패킷전송 중지를 통한 모바일 TCP 성능 향상에 관한 연구

박 영조*, 최 대우**

*동명정보대학교 정보대학원

**동명정보대학교 정보통신공학과

A study on the Performance enhancement of mobile-TCP by suspending packet transmission under hand-off condition

Young Jo Pak*, Dae-Woo Choi**

*Graduate School of Information, Tongmyong Univ. of Information Technology

**Dept. of Information /Communication Eng., Tongmyong Univ. of Information Technology

요 약

모바일 에서의 TCP 데이터전송은 무선 고유의 특성인 높은 에러율로 인하여 TCP의 성능에 많은 장애를 가져 오고있다. 특히, 셀간 핸드오프 등으로 인해 TCP의 빈번한 혼잡제어가 발생하므로써 대역폭 저하가 발생할수 있다. 본 논문에서는 대역폭 저하가 발생하는 것을 억제하기 위하여 모바일 노드가 높은 에러 발생지역에 위치 한 경우 시그널링을 이용하여 패킷 전송을 중지시키는 방법으로 핸드오프 영역에서 효율적인 전송이 이루어 지도록 함으로써 TCP의 성능을 향상 시킬 수 있는 방법을 제안 하였다.

1. 서론

이동단말의 수요가 급격히 늘어가면서 이 동 단말 사용자의 통신 이동성 성장에 관한 요 구하고 있다. 유선 통신과 모바일 통신간 통합에 관한 연구가 지속적으로 이루어 지고 있다. 이때 기존 유선 망과는 전혀 다른 무선 망 고유의 특 성 때문에 유선 망과는 전혀 다른 접근을 시도 하여야만 한다. 무선환경의 특징으로는 낮은 대역폭, 높은 지연시간, 접속 안정성 결여, 예측 사 용성 결여 등을 들 수 있다.[1,2,3]

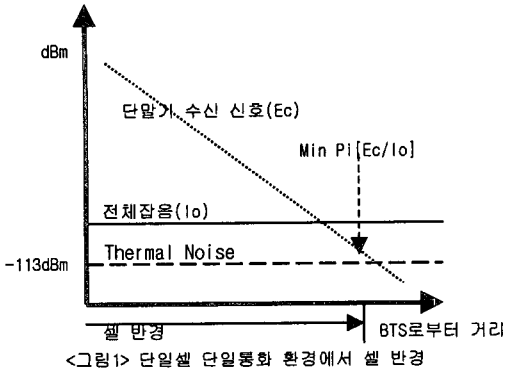
TCP/IP를 사용하는 유선 네트워크에서는 TCP의 혼잡 및 흐름제어를 수행해야하며 무선 망에서는 환경적 차이로 인하여 극복해야만 하 는 문제가 발생하고 있다.

즉, 송신측 TCP는 수신측으로부터 응답 (ACK)이 없어도 대역폭(B) * 지연시간(D)만큼의 데이터를 보낼 수 있기 때문에 B*D값은 네트워

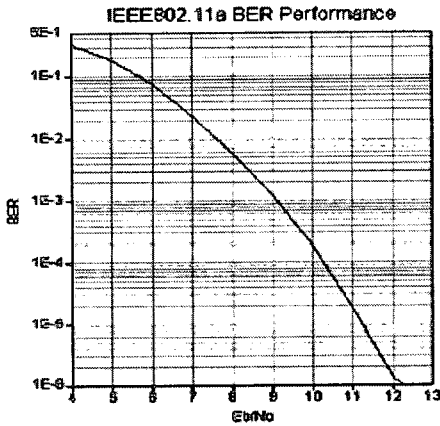
크 환경에서는 상당히 중요한 요소이다. 특히, 무선 구간에서의 비트에러(BER)는 유선 구간에 비해 상당히 크고, 이에따른 국지적 재전송으로 인한 지연(D)이 상대적으로 크기 때문에 무선환 경에서 트래픽간 경쟁을 피하고 재전송 시간을 적절히 조절하기 위해서 작은 소켓버퍼를 할당 하고 있다.[1,2]

<그림1>을 보면, 무선 통신 수신기의 성 능은 수신신호 대 잡음비(Ec/Io)로써 표현 되는데 주변의 다른 기지국이 없고 무선 노드가 하나 뿐일 경우, 무선 노드가 기지국에서 멀어질수록 수신신호(Ec)의 감소로 비트에러(Bit error rate:BER)가 더 크게 발생게 된다.

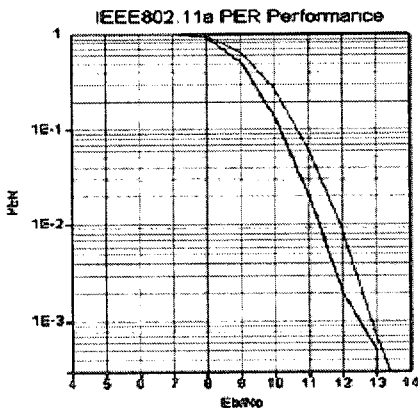
<그림2>의 (a), (b)를 보면 신호 대 잡음비 가 작을 경우, 즉 신호가 페이딩으로 인해 상대 적으로 작아 지거나 기지국에서 멀어 질 경우 수신신호의 감소로 인해 BER이 커진다. 또한,



BER이 커지는 것과 비례하여 PER(Packet Error Rate)이 커지는 것을 알 수 있다.[4]



(a) 무선구간 BER



(b) 무선구간 PER

<그림2> 무선구간에서 BER과 PER 비교[4]

핸드 오프 영역에서의 패킷 에러율은 <그림1> 및 <그림2>에서 추정할 수 있는 처럼 상당히

높아지게 되는데, 이 상태로 패킷을 전송하게 되면 재전송으로 인한 지연이 크게 발생하여 전체 대역폭에 영향을 주게 된다.

지연이 길어지거나 패킷 손실이 일어날 경우 송신 TCP는 혼잡제어 모드로 들어가서 윈도우 사이즈를 절반으로 줄이고 전송을 재시작 한다. 혼잡이 길어질수록 윈도우 사이즈는 1로 떨어지고 슬로우 스타트를 시작 하게 된다.

모바일 IP 표준의 경로 최적화 확장에 의한 스무스 핸드오프는 핸드오프 동안에 발생하는 패킷 손실을 줄이기 위하여 설계되었음에도 불구하고, 대부분의 경우 핸드오프 동안 발생하는 패킷 손실 패턴에 따른 TCP의 성능저하를 막지 못한다.[5,6,7,8,9]

본 논문은 핸드오프 영역에서 패킷 재 전송으로 인하여 발생하는 지연을 최소화하기 위해 핸드오프 영역에서 패킷 전송을 중단하고 다른 셀 영역으로 이동한 후 패킷을 전송함으로써 무선 구간에서 TCP의 성능을 개선하는 방법을 제안하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제2절에서는 모바일환경에서 TCP성능 향상을 위한 관련연구들을 설명하고, 3절에서는 패킷 전송중지 제어를 통한 TCP성능향상방안, 제4절에서는 Snoop모듈과 본 제안의 성능을 비교평가 하며 제5절에서 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

2.1 Snoop module

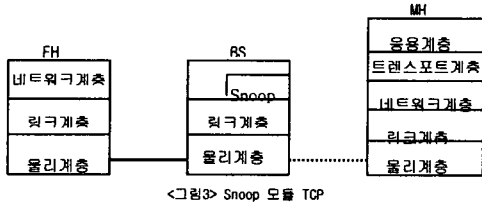
Snoop 모듈은 유선 망에서 사용되는 TCP를 변동없이 사용하면서 무선 망에서 TCP의 성능을 향상 시킨다. Snoop 모듈(그림3)은 송신측에서 이동 노드로 패킷이 전송이 될 때 무선망상의 패킷 손실로 인한 TCP의 혼잡제어를 막기 위해서 IP계층의 소프트웨어를 변경 시켜 TCP 윈도우의 최대 크기 정도의 캐쉬를 가진 snoop 모듈을 두고있다.

Snoop 모듈은 유선 측에서 오는 패킷을 모니터링하고, 이동 단말로부터 ACK신호를 받지 못하거나 타임아웃이 발생했을 경우 무선 구간에서만 재전송이 일어나게한다.[10,11,12,13]

기지국에 위치한 무선 링크간 오류로 인하여 지역적 재 전송이 빈번하게 발생할 경우 복구하기

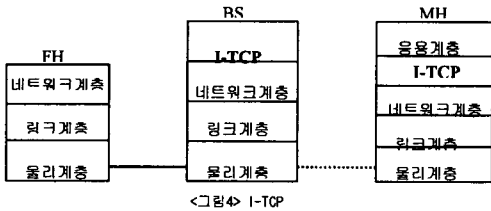
위해 장기간 대기 상태가 되고 또한 링크간 재전송이 길어 질 경우 패킷 손실인식으로 인한 재전송 타임아웃의 발생으로 혼잡제어가 진행 된다.[10,11]

2.2 I-TCP(Indirect TCP)



<그림3> Snoop 모듈 TCP

I-TCP(그림4)는 무선 망과 유선 망을 분리하여 데이터 전송 한다. 즉 하나의 TCP연결을 유선 구간 연결과 무선 구간 연결로 구분하여 전송을 관리한다. 이를 위하여 BS에 I-TCP 에이전트를 두고 송신측과 무선노드를 따로따로 연결을 설정한다.[12,13]



<그림4> I-TCP

I-TCP의 경우는 기본적으로 TCP의 특징을 변경해야 하고 TCP소켓 시스템 콜을 사용하는 것이 아니라 I-TCP소켓 시스템 콜을 사용하여 연결 해야 하는 문제점이 있다.[13]

2.3 M-TCP

TCP연결이 자주 또는 오랫동안 단절되어 TCP 성능이 저하 되는 것을 막기 위해서 만들어진 프로토콜이다. TCP의 persist 모드를 이용하는데, 만약 수신 원도가 0 으로 떨어 질 경우 persist모드로 변환한다.

Persist모드는 타이머가 만료 되기 전엔 어떠한 데이터도 송신 하지 않는다. 재 전송이 시작 될 때는 persist모드로 들어가기 전으로 되돌아 간다. I-TCP와 마찬가지로 두개의 논리적 TCP로 구분된다. 문제점으로는 이동한 지역이 기존의 망보다 더 많은 부하가 걸린 상태일 때는 핸드오프 이후 즉시 최대의 패킷 전송이 어려울 수 있다.[13]

2.4 Freeze TCP

TCP의 흐름제어를 이용하는 것으로 연결을 FH와 BS, BS와 MN로 나누고 BS에서 연결 해체나 패킷의 손실이 감지되면 송신 측으로 zero window size(ZWS)를 갖는 ACK를 보냄으로써 송신측이 persist 모드로 전환 되도록 한다. Slow-start에 대한 지연 감소되지만, 데이터 전송 에러는 감수하는 중단간 프로토콜이다.[13]

3. 패킷 전송중지 제어를 통한 TCP 성능 향상 방안

앞절에서 살펴본 몇가지 방안중 Snoop module 방식이 중단간의 TCP연결을 분리하지 않으면서 무선 구간 TCP의 성능을 향상 시킬수있는 것이다. 그러나 이 방식에 따르면 에러 발생지역에서의 계속적인 재전송을 피할 수는 없다.

본 논문에서는 에러발생 가능지역 진입시 BS에서의 패킷송출을 중단시키고 MN가 에러발생 가능지역에서 벗어날 경우 즉시 송출을 재개할 수 있도록 Snoop module을 수정함으로써 TCP성능을 향상시키는 방안을 제안한다.

무선 영역구간은 BSC(Base Station Controller)가 연결설정, 채널 할당, 핸드오프등의 무선구간관리를 하고있다. BSC는 모바일 노드로부터 전해 오는 신호들을 분석하여 신규 진입시 채널의 할당, 신호세기의 강약을 조절하여 핸드오프를 지원한다.

이 시그널을 이용한 패킷 전송제어를 통해서 TCP의 성능을 향상시키고자 제안한다. 파일럿 신호는 20ms주기로 지속적으로 브로드 캐스팅 하고 있고 이 신호를 수신한 모바일 노드는 자신의 인접 셀과의 신호 상황을 확인하여 응답을 보낸다.

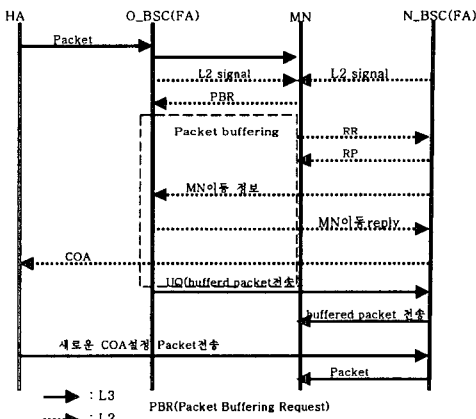
모바일 노드가 신호세기를 비교하여 핸드오프를 결정하게 되면 모바일 노드는 기지국에 패킷 전송 중단 및 버퍼링을 요구하고 기지국은 이 메시지를 수신하면 패킷 전송을 중지 하고 대기 하고 있다.

<그림5>에서, 모바일 노드(MN:Mobile Node)가 Old_BSC(O_BSC)에서 고정 호스트(FH: Fixed Host)와 패킷 송수신을 하는 동안에 New BSC(N_BSC)로 이동을 하게 되면 두 BSC간 신호의 세기를 비교하여

신호의 세기가 강한 곳으로의 등록을 하게 되는 과정을 핸드오프라고 한다.

MN이 양쪽 L2 시그널(L2S)을 비교하여 새로운 셀 영역 즉 N_BSC로의 진입을 결정하게 되면 MN은 O_BSC로 PBR(Packet Buffering Request)을 보내어 O_BSC로 하여금 패킷들을 더 이상 전송하지 말고 버퍼에 저장하게 한다.

이 과정 동안, MN은 N_BSC에 속해있는 FA(Foreign Agent)에게 RR(Registration Request)를 보내게 되고 FA는 MN에게 RP(Registration Reply)를 응답하며 COA(Care Of Address)를 할당한다. 이 COA를 할당받은 N_BSC는 O_BSC와 HA(Home Agent)에게 MN의 COA 할당에 관한 정보를 전달하고, O_BSC와는 터널(BET: Bi-directional Edge Tunnel)을 구축한다.



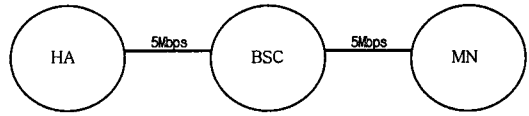
<그림5> 핸드오프영역에서 패킷전송제어

터널이 구축된 후 O_BSC는 N_BSC로 버퍼에 저장된 패킷을 UQ(Unicast-based Queueing)방식을 이용하여 전송한다. 저장되었던 패킷을 수신한 N_BSC는 이 패킷에 높은 우선 순위를 부여하여 자신의 셀 영역으로 진입한 MN에게 우선적으로 전송하여 준다. 이후 새로운 COA가 할당된 MN의 주소로 FA는 패킷을 전송하고 FA는 COA로 전송되어온 패킷을 COA를 제거하고 MN으로 패킷을 전송하여 준다. 이후의 패킷 전송은 기존의 전송과 동일하다.

4. TCP 성능 평가

Snoop 모듈 TCP와 제안된 방식을 비교하여 시

뮬레이션 하였으며 네트워크 시뮬레이터(NS/2)를 이

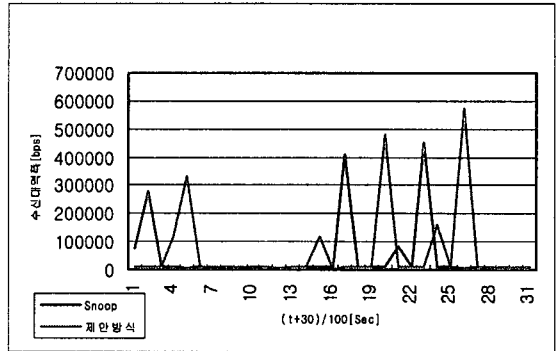


<그림6>시뮬레이션구성

용하여 TCL언어로 구현 하였다.

에러발생 가능영역 진입상황을 시뮬레이션 하기 위하여 uniform random number를 발생시켰으며, MN이 에러발생가능 지역에 있을 확률을 0.1로하였다.

지연은 노드1-BS간은 20ms, BS-노드2간은 10ms를 주었다. Snoop모듈 환경을 그대로 유지 하였다. 단, 제안 한 방식을 구현하기 위해 임시 버퍼를 할당하여 재 전송 요소가 발생했을 경우 재전송을 하지 않고다음 uniform random number 값이 0.1이상일 경우 전송 하도록 하였다. 이 시뮬레이션은 10초동안 동작 시켰다.



<그림7> Snoop과 제안방식 비교

<그림7>에서수신측 노드 즉, MN에서 수신하는 패킷량을 시뮬레이션으로 도출하였다.

<그림7>에 나타난 결과에 따르면, Snoop은 지연이 길어지면, 폐기되는 횟수도 증가 하게 되는 반면 제안 방식은 핸드오프를 위한 임시 버퍼를 하나 더 할당하게 되므로 수신측 TCP에서 보내오는 패킷의 저장율이 더 높아진다. Snoop에서 제안된 동일한 에러율을 사용하므로써 수신측 대역폭은 지연이 발생하지만 유사한 패턴의 대역폭을 가지게 된다.

이 결과 링크 에러 상황이 호전 되면, Snoop방식보다 더 폭 넓은 대역폭으로 전송 할 수 있다. 그

이유는 링크간 에러가 지속적으로 발생 하였을 경우 제안된 방식으로는 새로운 버퍼를 둔 만큼 더 에러에 대한 대처를 할 수 있지만, Snoop은 폐기 시켜버리기 때문에 분석된다.

이 결과를 토대로 두 방식을 비교 하여보면, 제안방식에서는 1차 패킷을 보내고 에러 발생시 패킷 전송을 중단 하는 방식을 취하였기 때문에 Snoop 방식보다 약간의 지연을 더 가져왔다. 실제 주기 20ms단위의 파일럿 응답신호를 신호를 취한다면 핸드오프 영역에서 더 나은 대응을 할 수 있을 것이다.

5. 결론

본 논문에서는 Snoop module을 이용한 TCP전송 방식의 성능을 향상 시키기 위하여 에러 발생가능 영역 진입시 BS에서의 패킷전송을 중단시키는 방안을 제시 하였다. NS/2 시뮬레이터로 기존 Snoop방식과 비교해 본 결과 제안된 방식의 스루풋이 향상되는 것을 확인 할수있었다.

무선구간 시그널링을 이용하여 핸드 오프 영역에서 패킷 전송을 제어하는 경우, 모바일 노드는 1.2ms, BSC는 20ms주기로 셀간 신호 세기를 분석하여 셀 내의 모바일 노드와 BSC간에 시그널링을 하고 있다. 이 주기를 적절히 이용할 경우 링크간 재전송을 최소화 하여 무선 링크에서 발생하는 부하를 줄여 나갈 수 있을 것이다. 그러나 핸드오프 영역에서 무선 노드의 접속 초기화가 발생할 경우에 초기 TCP 연결설정의 어려움과 음성 및 실시간 통신상에 문제가 있기 때문에, 이 부분의 안정화가 앞으로의 연구 과제라 할 수 있다.

[Acknowledgement]

본 논문은 2002학년도 동명정보대학교 학술연구비 지원 및 부산 광역시의 BB21 사업의 지원에 의하여 이루어진 것임.

[참고 문헌]

1. Qing-An Zeng, " Introduction to Wireless and Mobile Systems," Thomson Books/Core, 2002.1.7.

2. 이상근, 방효창, "CDMA 무선기술," 도서출판 세화, 2000.3.1.

3. Harri Holma, 방효창 외 2명공역, "WCDMA for UMTS," 도서출판 세화, 2002.6.30.

4. Agilent Technologies, "IEEE 802.11 Wireless LAN PHY Layer(RF) Operation and Measurement Application note 1380-2," www.agilent.com.

5. 허경, " 모바일 네트워크에서 TCP성능향상을 위한 패킷포워딩 제어 방안," 한국통신학회 논문지, 제27권, 제4C호, 2002, pp. 353~364, 2002.

6. IETF RFC2002, "IP Mobility support,".

7. 안중석, " 이동무선 네트워크의 전송 성능 향상을 위한 적응적 FEC 알고리즘," 정보처리학회 논문지 C, 제9-C권, 제4호, pp. 563~572, 2002.8

8. 김재훈, " 이동국의 특성을 고려한 동적 핸드오프," 산업과학기술연구소논문지15권, pp. 197~205, 2001.6

9. 박기현, " 분산 환경에서의 이동 에이전트 핸드오프 처리," 정보처리학회논문지C, 제8-C, 제6호, pp. 815~820, 2001.12.

10. 김용, " Snoop 프로토콜에서 혼잡제어 지연을 통한 이동망 상에서의 TCP성능 향상기법," 정보처리학회 논문지C, 제8-c권, 제3호, pp. 351~358, 2001.6.

11. 김윤주, " 무선환경에서의 Snoop TCP 성능 향상 연구," 한국정보과학회 춘계학술대회 논문집, 제 29권, 1호, 2002년 4월 27일.

12. Ajay, " I-TCP: direct TCP for Mobile Hosts," Department of Computer Science Rutgers University, Piscataway, NJ 08855. DCS-TR-314 October, 1994.

13. Ton Goff, " Freeze-TCP: A true end-to-end TCP enhancement mechanism for mobile environments," Inforcom 2000.