

유무선망 연동에서 홈서버의 캐쉬 메모리를 이용한 효율적인 데이터 전송시스템 설계

곽용완, 김길배, 김우석, 박혜령, 남지승
전남대학교 정보통신협동과정
e-mail:proteus@mdclab.chonnam.ac.kr

Design of Efficient Data Transmission Protocol for Integrated Wire and Wireless Network using Homeserver Cache Memory

Yong-Wan Kwang, Gil-Bae Kim, Woo-Suk Kim, Hye-Ryoung Park, Ji-Seung Nam
Interdisciplinary Program Of Information And Telecommunication, Chonnam National University

요 약

오늘날 인터넷 환경에서의 망은 유무선의 환경이 통합된 하나의 망으로 볼수 있다. 일반적인 TCP에서는 무선망에서의 핸드오프나 비트오류등으로 인한 패킷 손실이 발생하는 경우에도 혼잡제어 알고리즘으로 손실된 패킷을 복구하게 되며 이러한 복구는 혼잡원도우를 줄이게 됨으로 인해 현저히 TCP의 처리량을 감소시키게 된다.

본 논문에서는 유무선이 통합된 망에서 데이터 전송 효율을 높일 수 있는 알고리즘을 제시하고자 한다. 이 알고리즘에서는 홈서버를 사용하여 무선망에서 발생한 패킷 손실이 종단간의 재전송이 아닌 홈서버에서 지역 재전송을 함으로써 유무선망의 부하를 줄이고 혼잡제어 알고리즘이 실행되는 것을 방지하여 TCP의 성능향상을 가져올수 있으며 캐쉬메모리에 재전송 패킷을 보관하여 재전송함으로써 보다 빠른 재전송효과를 얻을수 있다.

1. 서론

무선망의 출현 이후 이의 발전과 대중화가 급속하게 이루어지고 있으며 기존의 유선망은 유선망과 무선망이 통합된 하나의 망으로 변화하고 있다. 특히 최근에는 통신기술의 발달로 무선망의 통신 속도가 개선되고 무선 단말 기기의 성능이 크게 향상됨에 따라 기존에 유선망의 PC에서 제공되던 다양한 응용 서비스가 무선망에서도 점차 가능해지고 있는데 짧은 단문이나 음성의 전달 수준에서 벗어나 이제는 스트리밍 서비스까지 가능하게 되었다[1]. 그러나 무

선망의 경우 유선망에 비해 제한된 대역폭을 가지고 있으며 많은 RTT(Round Trip Time)가 필요하며, 높은 비트 에러율과 랜덤에러로 인해서 여러개의 패킷손실을 유발하는 특성을 갖는다[2][3]. 또한 무선망의 이동성 및 그리고 무선단말기의 저용량의 하드웨어 및 파워 문제로 인하여 핸드오프와 같은 무선망상의 특징적인 문제가 발생하기도 한다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 일반적인 TCP의 경우 혼잡제어 기법을 통하여 손실된 패킷을 복구하게 되므로 유무선망이 통합된 경우 유선망의 특징만을 고려한 TCP의 혼잡제어 기법으로 인하여 전체망의 성능저하를 가져오게 된다[4].

유무선이 통합된 환경을 기반으로 한 응용 서비스에 대한 요구는 확대되고 있지만 이와 같은 환경에

1 본연구는 한국과학기술재단지정 전남대학교 고품질 전자전자부품 및 시스템연구센터의 연구비 지원에 의해 연구되었음

서는 사용자들의 욕구를 충분히 만족시킬수는 없다. 기존의 망 자체의 구조를 변화 시키지 않고 유선망의 특성만을 고려하여 변화 발전해온 TCP를 대신하여 유무선이 통합된 환경에서 효율적으로 동작하는 새로운 혼잡제어와 흐름제어 기법이 필요하다.

본 논문에서는 무선링크상에서의 TCP의 성능저하를 막기위해 유무선 링크가 연결된 망에서 홈서버의 캐쉬메모리를 이용하여 전송효율과 신뢰성 있는 데이터의 전송방안에 대해 제시하고자 한다. 본 논문 제2절에서는 통합된 유무선망에서의 데이터전송의 특성에 관하여 설명하고 제3절에서는 제안하는 유무선망에서의 홈서버의 캐쉬메모리를 이용한 흐름제어기법에 관하여 설명하며 제4절에서는 시뮬레이션한 결과를 살펴보고 제5절에서는 결론을 맺는다.

2. 유무선망이 통합된 망에서의 데이터전송 특성

무선망의 경우 무선망의 표준으로 정의된 IEEE 802.11b에서 대역폭은 11Mbps 정도로 유선망에 비해 매우 낮은 대역폭의 특성을 가지며 RTT(Round Trip Time)시간이 매우 크기 때문에 수신측으로부터 응답을 받을때까지 걸리는 시간도 유선망에 비하여 크기 때문에 혼잡윈도우의 크기도 상대적으로 낮은 비율로 증가하므로 전송률도 낮아지게 된다[3]. 또한 유선망에 비해 패킷손실율도 유선망의 경우 $10^{-6} \sim 10^{-8}$ 정도이지만 무선망은 $10^{-2} \sim 10^{-4}$ 으로 높은 편이다. 그리고 무선망의 경우 웹브라우징이나 이메일과 같은 소량의 데이터 전송을 요하는 인터넷 서비스는 전체 데이터 전송이 Slow Start 단계에서 완료될 가능성이 매우 크기 때문에 대역폭의 낭비를 가져오게 된다. 이러한 무선망의 특성은 네트워크 계층을 이용하는 TCP가 적절하지 못한 효율성을 가지게 되고 TCP가 유선망의 특성에 부합하여 발전해왔기 때문에 무선망에 그대로 적용시에는 심각한 성능저하를 초래한다.

TCP 패킷은 주로 망 내부의 혼잡에 의해서만 일어난다고 가정하고 전송한 패킷에 대해 타이머를 두어 일정시간 ACK(Acknowledgemnet)가 오지 않으면 혼잡제어 알고리즘을 작동시키게 된다. 이는 무선망에서의 높은 비트 에러율과 이동성에 의한 핸드오프등에 의한 패킷 손실의 특성을 고려하지 않고 Fast Retransmit와 Fast recover를 작동시키게 되므로 망의 대역폭을 비효율적으로 사용하게 되고 유무선망의 종단간 처리율을 현저히 저하시키게 된다.

또한 이러한 망의 혼잡과 관련없는 패킷에 대해서는 재전송 타이머에 의존하여 손실된 패킷을 회복하게 되므로 오랜 시간이 걸리게 된다. 따라서 유선망에서의 상황이 아무리 좋다 하여도 무선망의 특성상 나타나는 패킷손실에 대하여 유선망은 반복되는 혼잡제어 알고리즘을 수행하게 되고 이러한 반복적인 혼잡제어 알고리즘의 수행은 결국 현재 상태가 좋은 유선망의 TCP 성능저하를 가져오게 된다.

3. 제안하는 유무선망에서의 홈서버의 캐쉬메모리를 이용한 흐름제어기법

본 논문에서는 제안하는 알고리즘은 무선망의 특성으로 인하여 종단간의 TCP의 성능이 저하되므로 무선망과 데이터를 제공하는 서버간의 사이에 홈서버를 두고 그 홈서버에 캐쉬 기법을 이용하여 유선망의 서버에서 전달한 데이터를 저장하도록 하고 무선망에서 손실된 패킷을 홈서버가 재빨리 재전송할 수 있도록 하는 기법이다. 캐쉬메모리의 경우 저속, 고용량의 메모리와 빠른 처리율을 가진 프로세서 사이에 메모리 액세스 과정의 지역성을 이용한 완충역할을 담당하는 고속, 소용량의 캐쉬메모리를 사용함으로써 데이터 처리의 향상을 가져온다.

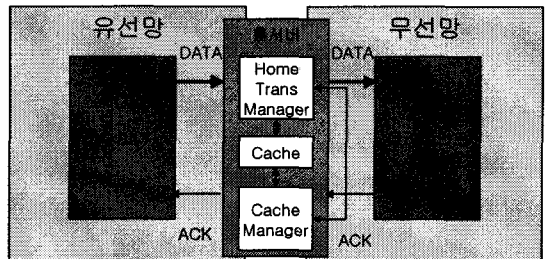


그림1 유무선망에서의 홈서버의 캐쉬메모리를 이용한 Data와 ACK전송

캐쉬메모리의 경우 블록의 배치방법에 따라서 Direct Mapping, Fully-Associative, Set-Associative 등으로 구분되어질수 있는데 본 논문에서 제안하는 유무선의 망에서의 홈서버의 캐쉬메모리의 경우 Data를 전송하고 ACK를 유선망의 서버가 받는 순간 캐쉬에서 폐기되어져야 하므로 구현이 가장쉽고 Associative 서치(Search)나 페이지 교체 알고리즘이 필요치 않아 낮은 비용으로 고속동작이 가능한 Direct Mapping을 적용하기로 한다. 만

일 캐쉬메모리가 다 차버린 상황이 발생하여 오류가 발생할 경우를 가정하여 블록교체알고리즘중 TCP의 재전송 타이머와의 시간적 지역성(Temporal Locality)과 관련성이 가장 많은 LRU(Least Recently Used)알고리즘을 채용하여 참조된지 가장 오래된 블록을 교체하기로 한다.

무선망에서의 클라이언트와 홈서버, 그리고 유선망에서의 서버와 홈서버 사이의 모든 Data와 Ack, Message의 관리는 HomeTransManager모듈에서 관리하며 이 HomeTransManager모듈은 클라이언트에서 서버측으로 요구하는 Data와 Message를 클라이언트에서 전송받아 서버측으로 전송하고 마찬가지로 클라이언트에서 오는 ACK를 전송받아 서버측으로 넘겨주는 역할을 하게된다. 또한 CacheManage모듈의 경우 캐쉬메모리에서 유선망에서 서버로부터 홈서버로 오는 패킷을 저장, 폐기하는 역할을 담당하고 HomeTransManager모듈에게 현재 캐쉬메모리에 저장되어있는 패킷번호리스트를 알려준다.

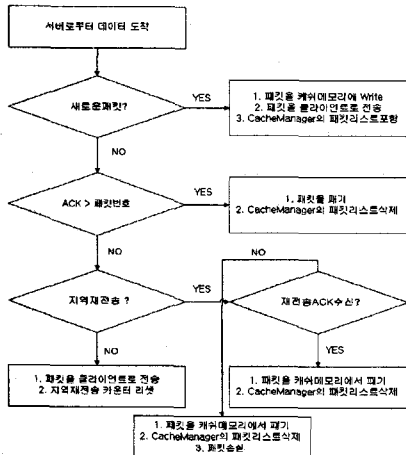


그림2. 홈서버에서의 HomeTransManager와 CacheManger모듈의 동작과정

홈서버는 ACK가 들어오는 상태를 감지하고 있다가 ACK번호가 패킷번호보다 큰번호를 받으면 서버에게 이 ACK를 그대로 보내어 패킷이 제대로 전송되었음을 통보하고 CacheManager모듈에게 그 해당 패킷을 캐쉬메모리에서 폐기하라고 알린다. 그러나 ACK번호가 패킷번호보다 작은번호를 받는경우에 홈서버의 HomeTransManager는 패킷이 손실된 경우로 판단하고 우선 CacheManager모듈에게서 받은 패킷리스트를 확인한후 패킷을 홈서버에서 캐쉬

메모리에 있는 패킷을 바로 재전송 해주고 재전송에 대한 ACK를 받은후에 CacheManager모듈에게 통보하여 해당패킷을 캐쉬메모리에서 폐기시킨다. 하지만 재전송ACK를 받지 못하는 경우에는 그 패킷은 손실된 것으로 간주하고 해당 패킷을 캐쉬메모리로부터 폐기한다. 그리고 나서 홈서버의 지역재전송 타이머를 리셋한다. 이러한 캐쉬메모리의 사용으로 인하여 무선망에서의 혼잡의 상황으로 인하여 발생하는 패킷 손실에 대하여 혼잡제어알고리즘을 발생시키지 않고 바로 재전송이 가능하게 되어 통합된 유무선 망에서의 TCP의 성능향상을 얻을수 있다.

4. 시뮬레이션

시뮬레이션 환경은 그림3과 같이 도식할 수 있다. 서버와 홈서버는 유선망으로 클라이언트와 홈서버는 무선망으로 구성되어져 있다.

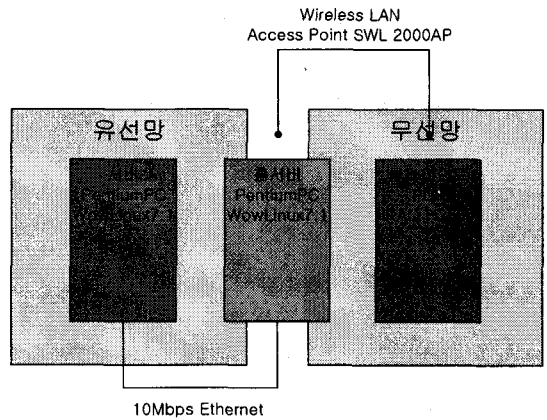


그림3. 시뮬레이션 환경

망에서의 트래픽은 유선망의 서버로부터 무선망의 클라이언트로 이동하며 이에 대한 ACK는 무선망의 클라이언트에서 유선망의 서버로 가는 단방향 방식이다. 시뮬레이션에 사용된 고정 파라미터는 표 2와 같으며 성능 분석을 위해 일반적인 TCP를 이용한 경우와 홈서버에서 캐쉬메모리를 이용하여 데이터를 전송하는 경우를 비교한다.

표 1. 시뮬레이션 고정 파라미터

TCP 데이터 패킷의 크기	1400byte
ACK의 패킷 크기	20byte
무선망의 대역폭	2Mbps
유선망의 대역폭	10Mbps
캐쉬의 크기	42Kbyte(30packet)
전송 파일의 크기	5Mbyte

- 시뮬레이션 결과

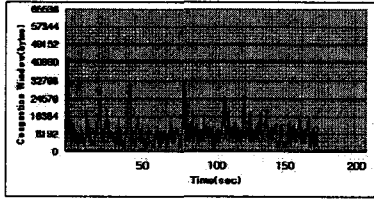


그림 4. TCP의 혼잡 윈도우 크기 (loss rate = 10^{-2})

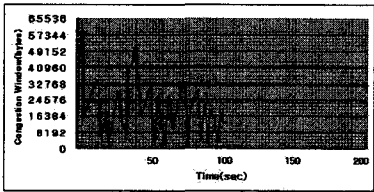


그림 5. Homeserver Cache의 혼잡 윈도우 크기 (loss rate = 10^{-2})

그림 4와 그림5에서 홈서버에 캐쉬메모리를 이용하여 데이터를 전송하였을 경우 패킷 손실을 10^{-2} 에서의 혼잡윈도우 크기이다. 그림5가 혼잡윈도우의 크기 변화의 빈도수가 기존 TCP에 비해 작게 나타났고 혼잡윈도우의 크기도 크게 나타났다. 이로써 제안된 기법이 기존의 TCP에 비해 데이터를 안정적으로 전송할수 있음을 알수 있다. 패킷 손실을 10^{-4} 의 경우에도 비슷한 형태의 그래프를 보였다.

5. 결론 및 향후계획

본 논문에서는 TCP의 혼잡제어 알고리즘이 일반적인 유선망에서의 혼잡으로 인하여 패킷이 손실되었을 경우 이를 제어한다. 그러나 이러한 혼잡제어 알고리즘을 유무선이 통합된 환경에서 수정없이 적용하였을 경우에 무선망의 특성상 오는 높은 오류비트율과 이동성으로 인한 핸드오프로 인하여 망의 처리율을 오히려 저하시키고 망 전체의 자원을 낭비하게 되는 오류가 생긴다. 이에 본 논문에서는 유무선망사이에 홈서버를 제공하여 무선망에서 발생한 손실을 유선망에까지 전달하지 않았고 지역 재전송으로 무선망의 손실을 복구 하였다. 그리고 이 홈서버에 캐쉬메모리를 두어 패킷의 재전송을 서버에까지 요청하지 않고 보다 더 빠르게 재전송을 수행할

수 있었다. 기존 캐쉬메모리 관리 알고리즘을 이용하여 캐쉬메모리의 관리에도 효율성을 보일수 있었다. 하지만 현재 여기서 제시한 알고리즘은 무선망의 이동성을 고려하지 않았고 무선망이 송신자의 역할을 할 경우의 성능에 관해서도 검토되지 않았다. 그리고 현재 무선망의 표준인 IEEE 802.11b의 11Mbps로 고용량의 데이터를 스트리밍하는 경우의 성능에 대해서도 검토되지 않았다. 또한 캐쉬메모리의 고비용과 캐쉬메모리가 대용량의 데이터를 캐쉬하는데에 적합한지 여부에 대해서도 고찰되지 않았다. 향후 이러한 경우의 모든 점을 고려한 유무선 통합환경에서 효율적인 데이터 전송방안에 관한 연구가 되어야 할것이며 무선망을 위해 적절한 TCP의 연구도 계속 되어야 할것이다.

참고문헌

- [1] 황승구 “인터넷 정보가전 동향”, 정보처리학회지, 제8권, 제1호, Jan. 2001.
- [2] E.Amir, H.Balakrishnan, S. Seshan, R. H. Katz, "Efficient TCP over Networks with Wireless Links", In Proc. HotOS-V, Orcas Is., WA, May. 1995.
- [3] Ashish Natani, Jagannadha Jakilinki, Mansoor Mohsin, Vijay Sharma, "TCP for Wireles Network" Computer Science Program, Nov. 2001
- [4] V.Jacobson, "Congestion Avoidance and Control" in Proc. SIGCOMM' 88. ACM, USA, pp, 314-329, 1988
- [5] 배창석, 이진우, 김채규, "홈서버 기술 현황 및 기술개발현황" 정보처리학회지, 제8권, 제1호, Jan, 2001.
- [6] 조용훈, 김정선, "n-way Set-Associative Cache 와 Fully Associative Cache의 성능분석" 한국정보처리학회논문지, 제4권, 제3호, 1997. 3.
- [7] W. R. Stevens, "TCP Slow Start, Congestion Avoidance, Fast Retransmission and Fast Recovery Algorithms." IETF, RFC 2001, Jan. 1997
- [8] A. DeSimone et al. "Throughput performance of Transport-layer protocols over wireless LANs" in Proc. IEEE GLOBECOM '93, pp.542-549, 1993