

Mobile IP에서 이동성 지원을 위한 핸드오버 성능개선

김 일중^o, 이 현표, 이 규하
인하대학교 전자계산공학과
(ijkim, hplce)@aibluc.inha.ac.kr

**An Improvement of Handover performance for
Mobility Support in Mobile IP**
Il Joong Kim^o, Hyun-Pyo Lee, Kyoong-Ha Lee
Department of Computer science & Engineering, Inha University

요 약

본 논문에서는 Mobile IP의 사용에 있어서 핸드오버 시 발생하는 성능 저하를 막기 위한 방안을 제시하였다. 이동 호스트의 이동에 의해 손실되는 패킷을 FA의 buffering과 forwarding을 통하여 방지하고 패킷의 forwarding 동안 송신 호스트를 persist mode로 만들어 놓음으로써 forwarding 되는 데이터를 중복 전송하지 않도록 하였다. 또한, forwarding 되는 패킷에 대한 ack 패킷을 이동 호스트로부터 송신 호스트로 보내어 TCP연결의 End-to-End 시퀀스를 유지할 수 있도록 하였다. 시뮬레이션 결과 제안된 방안이 기존의 방안 보다 우수한 성능을 보였다.

1. 서론

최근 들어서 하드웨어 기술의 지속적인 발전은 인터넷에 접속할 수 있는 단말을 소형화하고 고성능화하여 인터넷 접속 노드를 통한 랩탑이나 노트북과 같은 이동성 단말의 인터넷 접속을 가능하게 되었다. 그러나 인터넷의 구간을 이루는 통신 프로토콜인 TCP/IP는 전통적으로 유선망과 고정 호스트로 이루어진 네트워크에 적합하도록 설계되었으며, 호스트의 이동성을 고려하지 않았기 때문에 네트워크간의 호스트 이동이 생길 경우 네트워크의 위치에 따라 라우터가 인식할 수 있는 새로운 주소를 할당받아야만 이동 호스트와 접속이 가능하게 된다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 IETF(Internet Engineering Task Force)에서는 언제 어디서나 자신의 고유 IP 주소를 사용하여 통신을 할 수 있는 Mobile IP의 표준화를 진행하고 있다.

Mobile IP에서는 호스트의 이동성을 지원하기 위하여 호스트 고유의 주소인 home address와 임시주소인 COA(Care of Address)라는 두 개의 주소를 사용한다. 그리고, MII의 home 네트워크에 위치하여 이동 호스트에 대한 위치관리와 데이터의 전달을 담당하는 HA(home agent)와 MII가 방문한 네트워크에 위치하여 이동 호스트에게 데이터의 전달을 수행하는 FA(foreign agent)로 구성된다. MII에게 데이터를 전송하고자 하는 호스트가 MII의 home address로 데이터

를 전송하면 이를 MII의 HA가 인터셉트하여 캡슐화하고 현재 등록되어 있는 MII의 COA로 tunneling하여 데이터를 전송하는 것이 Mobile IP의 기본 전송 방식이다[1]. 일반적으로 고정호스트와 HA, FA같은 유선망으로 이루어지고 FA와 MII간은 무선망으로 이루어져 있다.

유무선 통합 환경에서 사용자는 무선 링크를 구성하는 각 셀 사이를 자유롭게 이동할 수 있으며 새로운 셀로 이동할 때는 새로운 기지국과 핸드오버를 수행하게 되는데 이 때 짧은 시간동안 연결이 단절되는 현상이 초래될 수 있다[4]. Mobile IP에서는 핸드오버 발생 시 MII가 HA에 새로운 COA를 등록할 때까지 통신이 불가능하며, 라우팅 최적화 방법에서도 HA로부터 새로운 COA가 들어있는 binding update 메시지를 받고나서야 MII와 통신을 재개할 수 있다[1]. 이러한 통신 지연은 MII가 새로운 FA를 발견할 때까지 수조에서 수분이 걸릴 수 있으며, 오랜 지연으로 인한 패킷의 재전송과 중복데이터의 전송 문제뿐만 아니라 더 나아가 TCP연결의 단절 현상을 가져올 수 있다.

2. Mobile IP

호스트의 이동성을 지원하기 위한 Mobile IP의 기본적인 동작은 다음과 같다.

이동 호스트가 홈 네트워크에 위치할 때에는

일반적인 라우팅에 의해 패킷을 전달 받을 수 있지만, 홈 네트워크가 아닌 다른 서브네트워크에 위치할 시에는 이동 호스트는 COA(Care Of Address)를 획득하여야만 한다. COA는 FA로부터 얻거나 DHCP(Dynamic Host Configuration Protocol)에서 얻는 부가적인 주소일 수 있다. 이동 호스트는 획득한 COA를 이용하여 이동 호스트의 현재 위치를 HA에게 알리기 위해 등록요구를 하게되고, 홈 에이전트는 바인딩 갱신을 확인하기 위해 이동 호스트로 등록 확인 메시지를 전송하여 이동 호스트의 현재 위치 정보를 알 수 있다.

MH(mobile host)에 데이터를 전달하고자 하는 송신측이 MH의 home address로 데이터를 보내면 HA에서 이를 인터셉트하여 해당 MH가 실제로 네트워크내에 위치하는지를 검사한다. HA는 MH가 home 네트워크내에 위치할 경우에는 별도의 처리 없이 데이터를 전달하고, home 네트워크내에 위치하지 않을 때는 라우팅 테이블에서 MH의 위치정보를 획득하게 된다. 이후에 실제로 MH가 위치한 네트워크의 COA를 목적지 주소로 하여 데이터를 캡슐화하고 터널링을 사용하여 전송함으로써 FA까지의 데이터전달이 이루어지게 된다. FA는 캡슐화된 데이터를 분해하여 해당 MH로 데이터그램을 전송하게 된다[1].

3. 라우팅 최적화

mobile ip를 이용하여 MH로 데이터를 전송할 때 HA와 FA를 공유하는 triangle 라우팅으로 인한 지연이 문제점으로 제기되어진다. 이 문제점을 보완하여 송신측이 직접 MH의 COA로 데이터를 보낼 수 있는 방안이 라우팅 최적화이다. 라우팅 최적화 방법에서는 MH로 데이터를 전송하고자 하는 송신측이 바인딩 캐쉬 엔트리 내에 MH에 대한 바인딩 정보가 있으면 해당 COA로 직접 tunneling을 하게된다. 만약, 바인딩 캐쉬 엔트리가 존재하지 않을 경우에는 HA로부터 바인딩 정보를 얻어 해당 COA로 전송하게 된다[2].

4. 라우팅 최적화에 따른 핸드오버 절차

이동성 지원을 위한 캐쉬기능을 가지는 각 호스트들은 라우팅 최적화 메카니즘을 제공할 수 있으며, MH에 대한 바인딩 엔트리를 유지하고 관리하여야 한다. 또한 터널링을 위한 캡슐화 기능을 제공할 수 있어야 한다. MH로 전송을 시도하는 호스트는 MH의 home 네트워크에 있는 HA에 MH의 위치정보를 요구하게 되고, HA는 이동성 바인딩 엔트리를 검색하여 MH에 대한 바인딩 정보를 요구한 호스트에 보낸다. MH의 위치정보를 확인한 전송 호스트는 COA를 목적지 주소로 하여 IP패킷을 캡슐화하여 전송한다. MH가 이동으로 인해 핸드오버가 발생하면 MH는 FA의 agent advertisement 메시지를 통하여 새로운 COA를 획득한다. 이 때 MH로 전송되는 패킷들은 이전 FA가 받게 되는데 이전 FA는 자신의 셀내에서 MH를 찾지 못할 경우 패킷을 폐기하게 된다. 이동한 MH는 새로운 FA를 통해 HA에 자신의 위치정보를 등록하게 된다. 등록 요구를 수신한 HA는 MH의 이동성 바인딩

엔트리를 가지는 모든 호스트들에 binding update 메시지를 전송하여 MH의 위치정보가 변경되었음을 알린다(그림 1)[2].

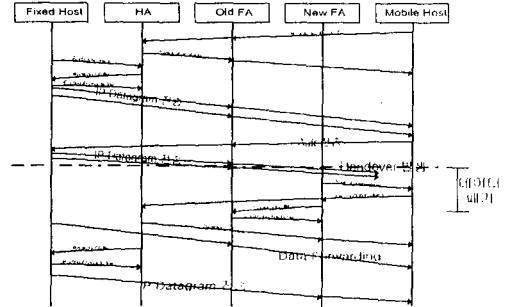


그림 1 라우팅 최적화 방법에서의 핸드오버 절차

5. 제안 방향

일반적으로 Mobile IP에서는 MH가 새로운 FA를 발견하여 COA를 획득하고 HA에 등록하기까지의 핸드오버 기간동안은 송신측으로부터 데이터를 전송 받을 수 없게 된다. MH의 핸드오버를 인지하지 못한 송신측 호스트는 데이터를 old FA에 보내게 되는데 이 경우에, old FA는 자신의 구역내에서 MH를 찾지 못한 경우 데이터를 폐기하게 된다. MH의 핸드오버 완료후에 송신측 호스트는 MH의 HA로부터 binding update 메시지를 받은 후에야 MH에 대한 위치 정보를 알아내어 다시 통신을 재개할 수 있으며 그 후에 old FA에서 폐기된 데이터를 재 전송해 주어야 한다. 이는 네트워크 자원의 낭비와 데이터 전송의 지연을 가져오게 된다. 이를 예방하기 위하여 FA에 비피핑 기능을 추가하여 old FA는 자신의 구역에서 다른 구역으로 이동한 MH의 데이터를 비피핑하고 있다가 MH의 핸드오버 완료후에 new FA로 forwarding해주는 방법이 있을 수 있다. 이 때, old FA에서 new FA로 의 data forwarding이 이루어지는 동안 송신측 호스트는 MH로부터 ack를 기다린다. 이 때, TCP 재전송 timeout이 발생되어 재전송을 이루어지면 망의 불필요한 재전송이 이루어지므로 이를 해결하기 위한 방법으로 TCP의 persist mode를 이용한다. 또한, data의 forwarding이 모두 완료된 후에야 송신측 호스트는 몇 번째 data부터 보내야 되는지를 알 수 있으므로 old FA에서 new FA로 forwarding해주는 동안은 송신측 호스트를 persist mode 상태로 설정해 놓아 연결 상태는 계속 유지하고 데이터는 전송할 수 없게 만든다. persist mode는 송신측 호스트로부터 받은 데이터에 대해 최종 ack를 delay하고 있다가 핸드오버 발생시 window size를 0으로 구성하여 보냄으로써 송신자가 데이터를 보낼 수 없게 하고 data forwarding이 모두 끝난 후 forwarding에 data에 대한 최종 ack에 MH의 window size 정보를 보냄으로써 persist mode에서 빠지나와 통신을 재개하게 된다. data forwarding 시 연결의 중단점은 old FA와 MH가 되기 때문에 forwarding data에 대한

ack는 MI가 old FA에 보내주게 되어 End-to-End 시멘틱을 유지할 수 있다.

핸드오버 발생시 본 논문에서 제안하는 방법의 절차는 다음과 같다.

- ① MI는 new FA를 찾아 새로운 COA를 HA에 등록
- ② new FA에서 old FA로 binding update 메시지 전송
- ③ old FA는 자신이 forwarding 할 데이터가 있으면 delay된 최종 ack의 window size를 0으로 하여 FI에 송신
- ④ old FA는 new FA로 binding acknowledge 메시지 전송
- ⑤ old FA와 MI간의 TCP 연결 정지
- ⑥ data forwarding (slow start)
- ⑦ old FA는 자신이 forwarding 할 데이터가 남아 있으면 FI에 ack를 전송하지 않고

모든 데이터를 forwarding 했으면 MI로부터 받은 마지막 ack의 윈도우사이즈를 MI의 윈도우크기만큼 설정한 후, FI로 전송하여 FI를 persist mode에서 빠져나오게 한다(그림 2).

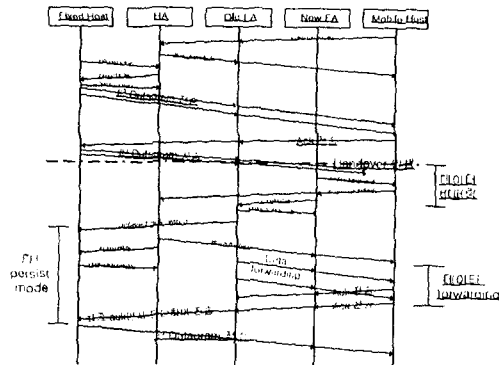


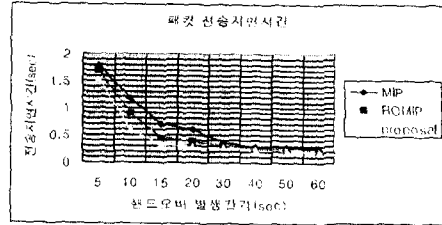
그림 2 제안된 핸드오버 절차

6. 시뮬레이션 및 평가

시뮬레이션에 사용된 파라미터는 다음과 같다.

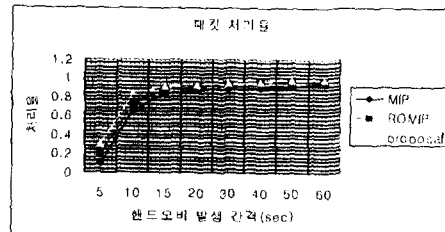
부선링크의 전송률	100 Kbps
유선링크의 전송률	10 Mbps
Agent advertisement 전송 간격	5 초
패킷의 크기	1 Kbyte
핸드오버 시간 간격	5초 ~ 60초
FA의 버퍼 용량	100 Kbyte

핸드오버가 발생했을 때 new FA를 찾아 새로운 등록을 할 때까지의 시간간격에 따른 패킷 전송 지연 시간을 실험한 결과를 보면 핸드오버 발생간격이 짧으면 Forwarding에 따른 오버헤드가 상대적으로 커짐으로 패킷 전송 지연 시간은 가지게 됨을 알 수 있다.



제안된 방법에서는 고정 호스트로부터 재전송을 받는 것이 아니라 이전 FA에서 forwarding을 받기 때문에 지연시간이 기존 방법보다 낮아졌음을 알 수 있다.

평균적인 패킷 처리율은 다음과 같다.



제안한 방법에서는 이전 FA에서의 데이터의 buffering과 forwarding을 통하여 핸드오버 시 잘못된 라우팅 된 패킷을 전달받을 수 있으므로 패킷의 손실을 많이 줄여 처리율 면에서 기존 방식보다 우수한 성능을 보이고 있다.

7. 결론

TCP/IP 프로토콜에 기반한 인터넷의 다양한 응용 서비스를 이동 호스트에서 서비스 받기 위해서는 이동성 지원 메커니즘이 추가되어야 한다. 본 논문에서는 이동성 지원 프로토콜인 Mobile IP의 특성 중 핸드오버 발생 시 데이터의 손실을 이전 FA에서의 buffering과 forwarding을 통하여 방지하였고, 또한 TCP의 persist mode를 이용함으로써 forwarding이 끝나자마자 이어서 고정 호스트로부터 데이터를 전송 받을 수 있도록 하였다. 그리고 TCP연결의 특성 중 하나인 End-to-End 시멘틱도 유지할 수 있도록 하였다.

8. 참고문헌

- [1] Charles E. Perkins, Mobile IP, Addison Wesley, 1998.
- [2] D. B. Johnson and C.Perkins, Route Optimization in Mobile IP, Technical Report, draft-mobilrip-optim-07.txt, Nov. 1997.
- [3] W.Richard Stevens, TCP/IP Illustrated, Vol 1, Addison Wesley, 1994.
- [4] H.Balakrishnan, V. Padmanabhan, S. Seshan, and R. Katz, "A comparison of mechanism for improving TCP performance over wireless links", ACM SIGCOMM, Aug. 1996.