

Mobile IP 환경에서 Mobile Agents를 이용한 TCP 성능 개선

우시남^o, 송상철, 김연중, 이지영, 안순신
고려대학교 전자공학과

TCP Performance Enhancement Using Mobile Agents In Mobile IP Environment

SiNam Woo^o, Sangchul Song, YeunJoong Kim, Jiyoung Lee and SunShin Ahn
Department of Electronics, Korea University

요약

Internet 망에서 mobile computing에 대한 관심은 커져 가고 있다. Mobile IP는 노드의 이동성을 지원하는 방법 중의 하나이다. 그렇지만 handoff 하는 과정에서 발생하는 패킷 손실때문에 신뢰성의 문제가 발생한다. 게다가 mobile node(MN)와 foreign agent(FA)사이의 무선 링크인 경우 패킷 손실은 더욱 심각하다. TCP/IP는 고정된 네트워크에서 고안되어진 것이기 때문에 기존의 TCP/Mobile IP가 무선에는 부적합하다. 그러므로 본 논문에서 TCP/Mobile IP와 application사이의 middleware로써 mobile agent(MA)를 사용하는 것을 제안했다. TCP mobile agent(TCP MA)을 여러 application에서 TCP 성능의 향상을 위해 제안했다. TCP MA는 FA로 이동해서 MN를 위해 행동하고, 그리고 MN의 현재 위치에 상관없이 MN에 결과를 보낸다. 이러한 TCP MA는 FA와 MN사이의 네트워크의 부하를 줄여주고 무선인 경우에 더 의미가 있다. 게다가 TCP MA는 handoff 동안에 발생하는 패킷 손실을 감소시킨다.

1. 서론

최근에 computing과 networking 기술에 커다란 진보가 있어 왔다. 무엇보다도 internet 망에서 이동성의 특성은 크게 확대되었다. 노드의 이동성을 지원하는 기술 중에서 가장 널리 사용되는 것이 Mobile IP이다. Mobile IP에서는 노드의 주소는 바뀌지 않고 IP 주소만 논리적으로 움직인다. 반면에 Mobile Agent 기술은 communication middleware 환경에서 새롭게 소개되었다. 위 두 기술은 독립적으로 발전되어 왔지만 Mobile IP 환경에 MA의 도입은 커다란 이점이 있을 것이다. 그러므로 본 논문에서는 TCP 성능을 위해서 Mobile IP 환경에서 MA를 적용할 것이다.

2. 관련연구

이 부분에서는 Mobile IP와 MA를 간단히 소개한다. 그리고 Mobile IP의 문제점을 다룰 것이다.

2.1 Mobile IP

Mobile IP는 mobile terminal이 인터넷 망을 통해서 다른 노드와 통신을 할 수 있게 하는 프로토콜이다. 이것으로 인해 mobile terminal이 인터넷에 연결되어 있는 한 어디로 이동하든지 다른 노드와 통신을 할 수가 있다. 이러한 Mobile IP는 Mobile node(MN), Home Agent(HA), Foreign Agent(FA)로 구성되어 있다. MN는 통신에 연결되어 있어서 IP 홈 주소를 사용하고 있으면, 인터넷 망에서 한 링크에서 다른 링크로 움직일 수 있는 노드이다. HA는 MN의 홈 주소로 오는 패킷을 받아서 MN의 현 위치에 그것을 tunneling해주는 MN의 홈 링크에 있는 router이다. FA는 MN에서 발생하는 패킷을 위한 default router 기능을 하고 care-of-address를 할당하고 HA에 의해 tunneling 되어진 패킷을 detunneling시켜주는 외부 링크에 있는 router이다.

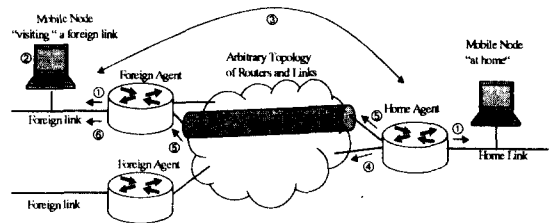


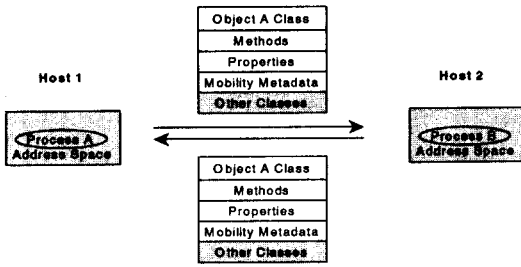
Figure. 1 Mobile IP Procedure

2.2 Mobile Agent

MA의 개념은 Remote procedure calling(RPC)의 향상으로 발전하게 되었다. 이러한 MA는 특정한 일을 수행하기 위해 mobility metadata를 기초로 해서 동작하고 독립적으로 destination node로 언제 그리고 어디로 이동할 지 스스로 결정할 수 있다. MA는 executable code, program state information 그리고 다른 data를 제공함으로써 distributed programming 기술에 향상을 가져왔다.

2.3 Mobile IP와 TCP/IP에서 고려할 점

Mobile IP에서 handoff mechanism은 MN이 다른 외부 링크로 이동하고 있을 때 MN에 보내진 패킷이 손실되는 결함이 있기 때문에 Mobile IP는 기본적으로 "macro" mobility management에 적용이 된다. 그리고 인터넷 망에서 널리 사용되는 TCP는 고정 망에서 고안되어졌고 고정망은 network congestion등의 문제점이 있지만 신뢰성을 가지고 있다. TCP에서는 transmission 과정에서의 일시적인 과부하로 인해서 패킷 손실이 발생하는데 이러한 경우는 매우 작다고 가정한다.



Mobile agent moving from Host 1 to Host 2

Figure 2. Mobile agents

3. Mobile IP 환경에서 TCP Mobile Agents

Mobile IP 환경에서 MA는 다음과 같이 사용할 수 있다. 여기서 FA는 agent manager, inter-agent communication manager, 및 application gateway의 역할을 한다.

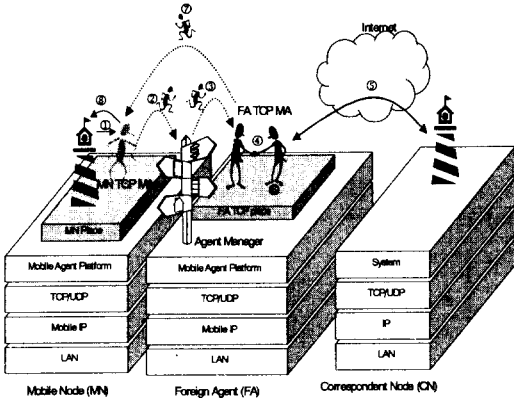


Figure 3. TCP MAs Mechanism

그림3은 TCP MA 메커니즘을 상세히 설명하고 있다.

1. Performance 향상을 위해 MA를 사용하는 application은 데이터를 오브젝트로 만든다.
2. 오브젝트는 MN의 agent(MN TCP MA)가 되어 FA로 이동한다.
3. FA의 agent manager는 MN TCP MA를 받고 TCP place에 넣는다.
4. MN TCP MA는 FA TCP MA와 만나고 MN가 연결되기 원하는 CN의 TCP에 연결을 요청한다.
5. FA TCP MA는 CN과 연결시키고 MN TCP MA와 CN사이에 packet을 보낸다.
6. MN TCP MA는 CN으로부터 패킷을 받았는지 확인하고 받은 경우에 적당한 행동을 CN에 보내게 된다. 그리고 받은 패킷을 MN에 보내야 한다면 패킷을 저장하게 된다.
7. MN TCP MA가 충분한 데이터를 받았다고 판단하면 그때 MN에 MN TCP MA를 보내게 된다.
8. application은 MN TCP MA를 받고 정보를 얻어 온다.

그림4은 FA에서 handoff가 발생할 때의 상황을 보여주고 있다. 3-7에서 대부분의 시간이 소모되기 때문에 handoff는 여기서 이루어진다고 가정한다. 1과2의 경우는 handoff후에 다시 시작하고 8은 MN과 FA 사이의 통신이 아니므로 handoff에 영향을 미치지 못한다.

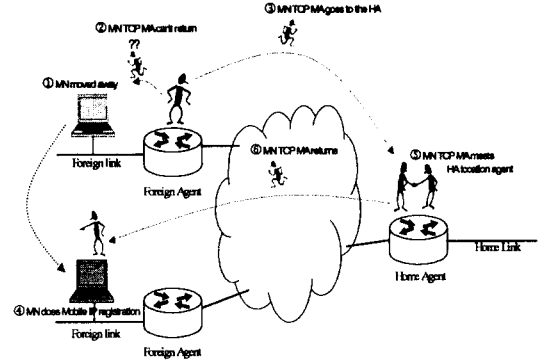


Figure 4. Mobile IP Handoff and TCP MAS

4. TCP Mobile Agents Simulation

정보 검색 application에서 TCP 성능의 비교를 위해서 simulation을 한 것이다. simulation은 정보 검색 application에 제한을 두었다. 왜냐하면 모든 application에 TCP MA가 유용한 것은 아니기 때문이다. TCP MA는 실시간이 아니고 사용자의 상호작용이 적은 application에서 적용할 수 있다. 그리고 Mobile IP 플랫폼은 BONEs 4.0을 사용해서 구현했다. Table.1은 simulation에 사용된 단위이다.

Total Simulation Time	Number of Handoffs	Handoff Time	Agent Ad. Interval
300s	0 ~ 9	1s	1s

Propagation Delay	TCP windows size	Maximum Number of Retransmission	Maximum Backoff Retrans. Time
300ms	2048	64	64

Table. 1 Simulation parameters

4.1 Simulation 결과

제한한 TCP MA를 평가하기 전에 Mobile IP 환경에서의 TCP 성능을 simulation했다. 그림5는 handoff가 0에서 9까지 움직일 때 보내지는 bytes 수를 보여주고 있다. 결과값을 잘 보기 위해 x축의 범위를 270초에서 300초로 설정했다. 그리고 정상적으로 그래프는 일정한 기울기(transfer rate)를 가지고 위로 갔다가 오른쪽으로 이동한다. 그러지만 handoff때문에 발생하는 retransmission은 아래로 갔다가 오른쪽으로 이동한다. 그리고 300초일 때 handoff가 9번 일어난 경우는 handoff가 없는 경우보다 15%정도의 낮은 전송결과를 보여주고 있다.

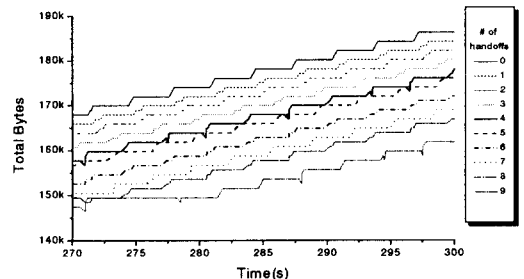


Figure 5. Impact of Handoffs on Throughput

그림6은 300초일때 TCP MA를 사용한 경우와 사용하지 않은 경우를 비교를 했다. TCP MA를 사용했을 때 handoff는 CN에 영향을 미치지 못한다. 따라서 CN의 결과값은 handoff에 의해 변화하지 않는다.

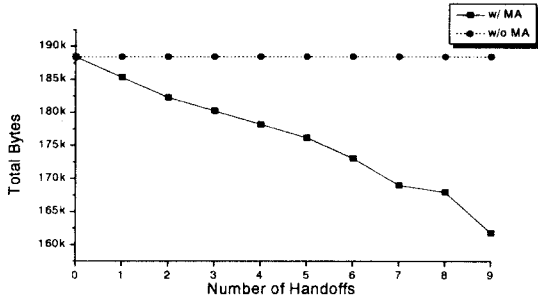


Figure 6. Throughput of CN vs Handoffs

그리고 handoff가 증가할수록 성능이 안 좋은 이유는 handoff가 발생했을 그 시간에 발생하는 패킷 손실때문이다. 그림7은 300초 경과 후에 handoff에 따른 패킷 손실을 보여준다. TCP MA를 사용하지 않은 경우 handoff가 증가하면 할수록 패킷 손실은 커진다. 반면에 TCP MA는 handoff에 상관없이 패킷 손실이 없도록 고안된 것이기에 때문에 그림7에서 보는 것처럼 패킷 손실은 없다. 결과적으로 CN이 과부하되는 것을 방지한다.

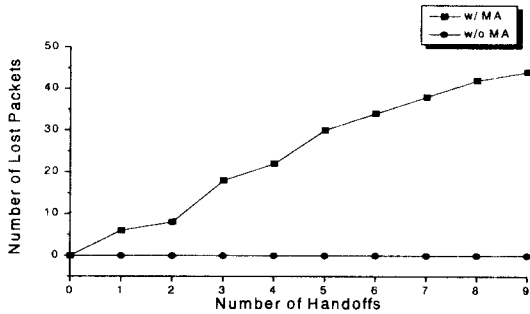


Figure 7. Packet losses vs Handoffs

그렇지만 TCP 성능은 TCP MA에 의해 증가하지만 일정한 양의 데이터를 보내는 시간은 더 걸린다. 그림8은 TCP MA를 사용한 경우와 사용하지 않은 경우에 150패킷을 보내는 데 걸리는 시간을 비교한 것이다.

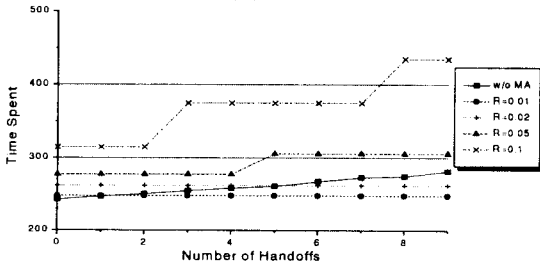


Figure 8. Time spent vs Handoffs

정보 검색 application은 결과가 만족할 때까지 TCP MA가 독자적으로 그리고 연속적으로 찾기 때문에 전송된 양은 줄어든다. 이러한 가정에서 했기 때문에 FA에서 MN에 보내는 양은 CN에서 보내는 양보다 적다.

여기서 R 은 CN 에서 보내지는 전체 데이터에 대한 MN 에 도달하는 데이터의 비율이다. 그림8은 TCP MA의 사용은 R이 0.02보다 적고 handoff가 발생하는 하는 경우에 더 좋다.

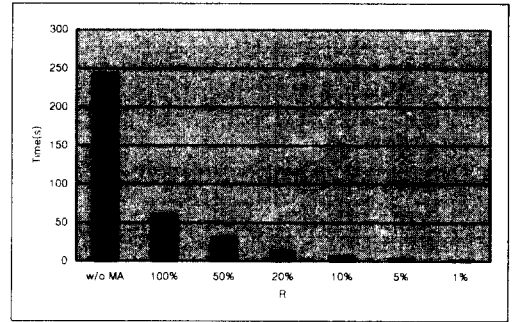


Figure 9. Time Spent in Wireless Links

그러므로 TCP MA의 사용은 전체 걸리는 시간과 무선 링크에서 걸리는 시간 사이에 tradeoff가 존재한다. 이 결과는 R이 100%인 경우인 경우에도 무선 링크에서 걸리는 시간은 TCP MA를 사용하지 않는 경우에 걸리는 시간보다 1/3정도 감소한다는 것을 보여 주고 있다. 그리고 R이 적으면 적을 수록 더 좋은 결과를 보여 주고 있다.

5. 결론

본 논문에서는 TCP 성능의 개선을 위해 Mobile IP환경에서 MA를 사용하는 구조를 제안했다. 기존의 Mobile IP는 MN가 이동하는 경우 패킷 손실이 있기 때문에 MA 플랫폼을 TCP/Mobile IP 와 application 사이의 middleware로 제안을 했다. 그리고 simulation은 TCP MA의 성능을 평가하기 위해 이루어졌다.

본 논문에서 제안한 방법은 Mobile IP에서의 문제를 MA를 통해서 해결한 것이 지금까지 제안된 방법과는 다르다.

결론적으로 TCP MA를 사용하면 사용자에게 데이터가 전달되는 시간이 그렇지 않은 경우보다 더 걸린다. 그렇지만 두 가지 장점을 지니고 있다. CN에서는 네트워크에 부하가 적게 걸리고 사용자측에서는 무선 링크의 비용을 덜 수 있다.

참고문헌

Request for Comments

[RFC2002] Perkins, C., *IP Mobility Support*, RFC 2002, October 1996.
 [RFC2003] Perkins, C., *IP Encapsulation within IP*, RFC 2003, October 1996.
 [RFC2004] Perkins, C., *Minimal Encapsulation within IP*, RFC 2004, October 1996.

Books

[BONeS98-1] *BONeS[®] Designer™ User's Guide*, Cadence Design Systems, 1998
 [BONeS98-2] *BONeS[®] Designer™ Application Library Reference*, Cadence Design Systems, 1998
 [Solomon1999] Solomon, J., *Mobile IP*, Prentice Hall, 1998.
 [Stevens1996] Stevens, R., *TCP/IP Illustrated, Volume 1*, Addison-Wesley, 1994.

Articles

[BalSesKatz1995] Balakrishnan, H., Seshan, S., and Katz, R., "Improving Reliable Transport and Handoff Performance in Cellular Wireless Networks", *ACM Wireless Networks*, V.1, N.4, December 1995:469-481.
 [BrownSingh1997] Brown, K., and Singh, S., "M-TCP: TCP for Mobile Cellular Networks", *ACM Computer Communications Review*, V.27, N.5, 1997: 19-43.
 [StaGif1990] Stamos, J., and Gifford, D., "Remote Evaluation", *ACM Trans. on Computer Systems*, V.12, N.4, October 1990:537-565