

Mobile IP 에서의 핸드 오프 지연 시간 감소 기법

유승연*, 이장수*, 이성주*, 신흥중*, 유승환*, 이상혁*, 김승욱*, 김성천*

*서강대학교 컴퓨터공학과

e-mail : jangso417@sogang.ac.kr

Technique of Handoff Delay Reduction in Mobile IP

Seung-Yeon You*, Jang-Su Lee*, Sung-Ju Lee*, Hong-Joong Sin*, Seung-Hwan Yoo*, Sang-Hyuck Lee*, Seung-Wook Kim*, Sung-Chun Kim*

*Dept. of Computer Engineering, Sogang University

요 약

무선랜에서는 작은 셀 크기로 인해 노드들의 이동에 따른 빈번한 핸드오프가 이루어진다. 그래서 무선랜에서는 지속적인 통신 서비스를 제공하기 위한 방법으로 모바일 아이피와 같은 방법을 개발하고 있다. 모바일 아이피는 모바일 노드가 한 장소에서 다른 장소로 이동할 때 IP 주소의 변경 없이도 이동할 수 있도록 해준다. 그러나 모바일 아이피는 긴 시간의 등록과정과 연결 재설정 때문에 시간지연이나 패킷 손실과 같은 오버헤드를 발생시킨다. 따라서 무선랜의 QOS(Quality Of Service)를 향상시키기 위해서 Mobile IP의 핸드오프 시간을 줄여야만 한다.

본 논문은 이러한 문제를 해결하기 위해 핸드오프 지연 시간을 감소시키는 기법을 제안한다. 제안기법의 기본 아이디어는 모바일 노드의 이동 네트워크를 예상하여, 미리 패킷 포워딩을 수행하는데 있다. 우리는 각 모바일 노드들에게 connection proxy table 정보를 추가하였다. 그리고 이 테이블 정보를 이용함으로써 모바일 노드들은 홈 에이전트와 포린 에이전트에 COA(Care of address)를 미리 등록하는 것이 가능해졌다. 그 결과로 이동 노드들은 홈 네트워크를 완전히 벗어나지 않고도 핸드오프가 이루어져 지속적인 서비스가 가능해졌다. 본 논문에서 제안하는 기법이 기존 Mobile IP와 비교해 볼 때 핸드오프가 이루어지는 동안 비 연결 시간을 줄일 수 있다는 것을 실험결과를 통해서 확인할 수 있었다.

1. 서론

전체 Internet 시장 중에서 무선랜이 차지하는 비중은 꾸준한 성장을 보여주고 있다. 무선랜에서 작은 셀 크기로 인해 모바일 노드들의 이동에 따른 빈번한 핸드오프가 이루어졌고, 이로 인해 통신지연이 발생하게 되어 Mobile IP가 등장하게 되었다. 일반적인 IP 시스템과는 달리 Mobile IP 시스템에서는 모바일 노드가 한 장소에서 다른 장소로 이동할 때 IP 주소의 변경 없이도 이동할 수 있도록 해준다[1]. 그러므로 등록된 IP 주소를 사용하면 모바일 노드의 현재 위치를 고려하지 않고도 홈 에이전트는 패킷을 전송해줄 수 있다. Mobile IP 시스템에서 모바일 노드의 움직임이나 현재 위치해 있는 FA 에게서의 COA(Care-of-Address)의 취득이 감지되면 링크레이어에서의 핸드오프가 발생한다. 그러면 노드의 새로운 위치가 홈 에이전트에 등록된다. 그리고 홈 에이전트에 등록된 노드의 COA를 통해 패킷들이 노드가 현재 위치하고 있는 네트워크로 재전송 된다.

Mobile IP에서의 핸드오프에 대해 두가지로 분류할 수 있다. 하나는 링크계층에서의 핸드오프이고, 또 다른 하나는 네트워크 계층에서의 핸드오프이다. 첫째로 링크계층에서의 핸드오프에 대해서 알아보자. 모바일 노드가 외부 네트워크로 이동하게 될 때 홈 네트워크와 외부 네트워크의 신호가 중첩되는 영역에 도달하게 되면 모바일 노드의 네트워크 카드는 중첩

되는 지역에서 외부노드에게서 광고 메시지를 받게 된다. 네트워크 카드는 외부 네트워크의 포린 에이전트에게서 보내지는 신호의 크기를 비교하여 신호가 가장 강한 연결을 하게 된다. 두 번째로 네트워크 계층에서의 핸드오프에 대해서 알아보자. 노드가 외부 네트워크로 이동하게 되면 이전의 에이전트와 통신이 불가능하게 된다. 그러나 모바일 노드는 새로운 에이전트에게서 Mobile IP 광고 메시지를 수신하기 전까지는 그 사실을 알 수 없다.

무선랜에서의 서비스의 질을 향상시키기 위해서는 Mobile IP 핸드오프 지연시간을 줄여야만 한다. 그러므로 우리는 모바일노드의 이동 네트워크를 예상하여, 미리 패킷 포워딩을 수행함으로써 핸드오프 지연시간을 줄이는 기법을 제안한다. 모바일 노드에서 수신되는 신호의 크기를 비교함으로써 움직이는 방향을 예측하고 이를 통해 지연시간을 줄일 수 있다. 실험을 통해서 제안 기법이 핸드오프 지연 시간을 줄여 비 연결 시간을 줄이는 것을 볼 수 있다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 제안 기법에 대해서 자세히 알아보고, 3 장에서 성능 측정 및 결과를 분석한다. 그리고 마지막 4 장에서 결론을 맺는다.

2. Mobile IP 핸드오프 기법

2.1 Mobile IP 핸드오프

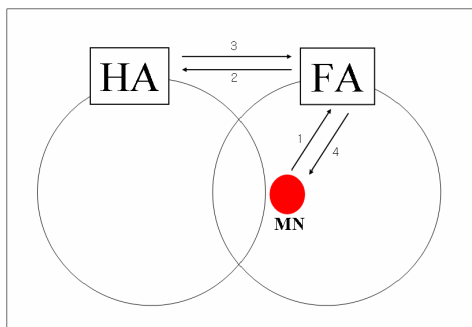
무선 네트워크에서 모바일 노드의 이동성이라는 이

점을 제공하는 반면, 핸드오프를 처리하는 오버헤드를 발생시킨다. 일반적으로 모바일 노드는 영구적인 주소와 COA 주소, 두 개의 주소를 가질 수 있다. Mobile IP 는 홈 에이전트와 포린 에이전트 두개의 엔터티를 가진다. 홈에이전트는 모바일 노드의 홈 네트워크에서의 영구적인 주소를 저장하고 포린에이전트는 이동노드가 방문하고 있는 네트워크에서 광고되는 COA 를 저장한다. 한 노드가 이동노드와 통신을 하기를 원한다면 패킷을 보내는데 홈 어드레스를 사용한다. 이 패킷은 HA 에게 전송되어 mobility binding table 에 사용되어 이동 노드의 COA 로 경로가 재설정된다. 기존의 아이피 주소를 나타내는 헤더 정보에 COA 정보를 추가 함으로써 홈 에이전트로부터 포린 에이전트 방향으로 패킷 전송이 이루어진다.

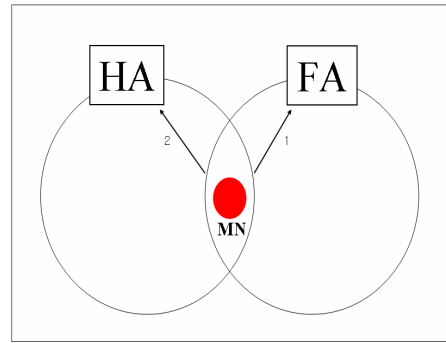
무선랜에서 QOS 를 증가시키기 위해서는 핸드오프 지연시간을 감소시키는 연구가 필요하다 이전의 연구에서는 이동 노드의 움직임이나 새로운 포린 에이전트와의 연결을 설정하는 시간을 줄이는데 초점이 맞춰져 있었다. 그러나 이러한 연구들은 데이터가 전송되었을 때 연결을 구축하는 동안에 버려지는 패킷에 대해서는 고려하지 않았다. 연결이 설정되는 동안 홈 에이전트는 엉뚱한 장소로 데이터를 송신하는 경우가 발생하게 되고, 이 경우에 많은 패킷들을 잃게 되고 전체적인 서비스의 질이 떨어지게 된다 이 문제를 해결하기 위해서 우리는 모바일 노드의 이동방향을 예측한 효과적인 데이터 전송을 통해 핸드오프로 인한 전송 지연을 줄인 기법을 제안한다.

2.2 변경된 Mobile IP 핸드오프

제안기법의 기본적인 아이디어는 모바일노드가 이동할 수 있는 네트워크를 미리 예측하여 패킷을 포워드하는데 있다.(그림 1)과 (그림 2)는 기존 Mobile IP 와 제안 기법의 차이를 잘 보여주고 있다. 기본 Mobile IP 에서 포린 에이전트는 모바일 노드가 등록하는데 핵심이 된다. 모바일 노드가 홈 네트워크를 떠나고 기존 연결이 끊어지게 되면 포린 에이전트의 등록이 이루어지고 등록 요청 메시지가 보내지게 된다. 포린 에이전트는 모바일 노드의 영구적인 주소를 포함하는 등록 요청 메시지를 홈에이전트에게 보낸다. 홈에이전트는 요청 메시지를 받으면 모바일 노드의 COA 주소와 연결하여 binding node table 을 갱신하고 포린 에이전트에게 응답 메시지를 전송한다. 그러면 포린 에이전트는 방문자 리스트에 모바일 노드를 추가하고 모바일 노드에게 이를 알려준다.

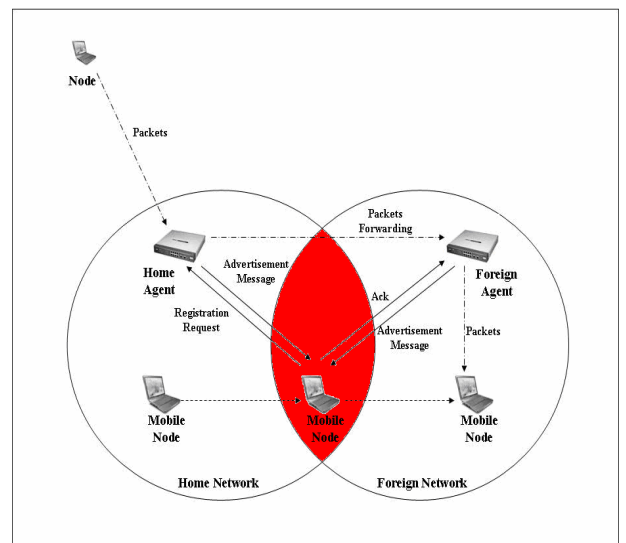


(그림 1) Mobile IP 등록과정



(그림 2) 제안기법의 등록 과정

제안 기법에서 모바일 노드는 등록의 핵심이 된다. 모바일 노드는 포린 에이전트와 홈 에이전트에게 동시에 직접적으로 테이블의 갱신을 요구한다. 그러므로 기존의 Mobile IP 와 비교했을 때 등록 절차가 짧아져 지속적인 서비스가 가능하다. 모바일 노드가 두 네트워크의 신호가 중첩되는 영역에 들어가게 되면 신호를 받을 수 있고, 기존 네트워크를 완전히 벗어나기 전에 등록 과정을 시작할 수 있다. 이것은 핸드오프 시간을 줄이는 큰 특징이 될 수 있다. (그림 3)에서 제안 기법을 자세하게 보여주고 있다.



(그림 3) 제안 Mobile IP 과정

우리는 추가적으로 connection proxy table 을 만들었다. (그림 3)에서처럼 모바일 노드가 음영으로 처리된 신호가 중첩된 영역에 진입하게 되면, 각 에이전트로부터 Mobile IP 광고 메시지를 받게 된다. 우리는 이것을 process prediction 이라고 부른다. 모바일 노드는 connection proxy table 에 저장되어 있는 에이전트의 COA 중 가장 강한 신호를 가지는 등록하게 된다. 모바일 노드는 standard Mobile IP 에서 포린 에이전트가 COA 를 홈에이전트에 등록하는 것과 같이 지연시간 없는 지속적인 데이터 전송을 위해서 COA 를 홈에이전트에 등록한다. 그리고 나서 노드는 등록 요청 메

시지를 홈에이전트에게 보내어 mobility binding table 을 갱신한다. 등록 요청 메시지는 포린 에이전트의 COA 와 이동 노드의 홈 어드레스에 포함한다. 포린 에이전트가 이동노드에게서 응답 메시지를 받게 되면 노드를 방문자 리스트에 등록한다. 마침내 홈에이전트는 이동 노드가 홈 네트워크를 떠나 있을지라도 패킷을 노드에게 전달해 줄 수 있다. 결국 HA 는 연결이 끊기기 전에 노드가 움직이는 방향을 예측하여 패킷을 전송해 줄 수 있는 것이다. 어떤 한 노드가 모바일 노드와 통신하기를 원한다면 홈에이전트에게 패킷을 전송하여 갱신된 정보를 이용하여 포린 에이전트에게로 전달되어질 수 있다. 물론 노드가 기존 네트워크를 떠나지 않거나 이동했다가 다시 돌아가는 경우도 발생할 수 있다. 이것은 잘못된 예측의 한 예가 될 수 있다. 이 경우에는 패킷 전송을 멈추고 일반적인 Mobile IP 기법으로 통신을 할 수 있다. (그림 3)에서 제한된 네트워크 환경이기는 하지만 몇 개의 이웃 포린 에이전트가 네트워크에 있다. 일반적인 경우에 모바일 노드가 중첩되는 지역에 들어가게 되면 노드는 Mobile IP 광고를 각 에이전트에서 받게 되며 그 수는 3 개 이상일 수도 있다. 노드는 링크계층에서 에이전트에게서 들어오는 신호의 세기를 측정하여 가장 센 크기를 가지는 에이전트의 COA 를 등록한다. 그 다음에 일어나는 것들은 이전에 언급했던 내용과 같다.

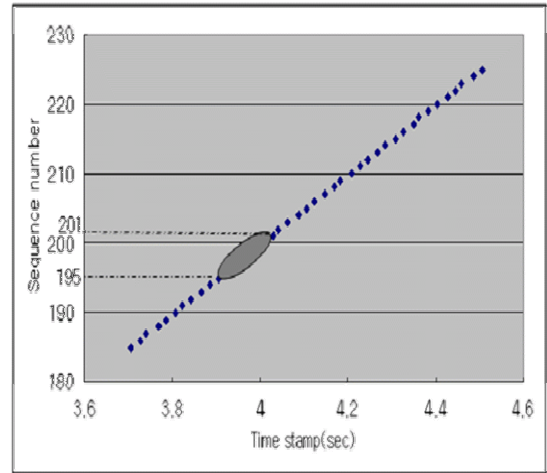
3. 성능평가

3.1 실험환경

모바일 에이전트 소프트웨어로는 UoB NOMAD (Sun Microsystems 의 SunLabs Mobile IP 의 확장버전)을 모바일 호스트 소프트웨어로는 UoB JMIP (SunLabs Mobile Agent 와 호환 -java 버전)의 모듈을 수정 및 추가하여 실시하였다. 패킷 발생기로는 JM Studio 버전 2.1.1e 를 사용하였으며 스트리밍은 H.263/RTP 를 사용하였다. 포린 에이전트와 홈 에이전트는 Pentium4 2.8GHz, 1G 메모리 PC 를 사용하여 구현하였으며, 모바일 호스트는 Pentium M 1.6GHz, 1G 메모리의 무선 노트북을 이용하여 구현하였다. 무선 액세스 포인트는 Beacon frame rate 를 100 msec, Solicit Life Time 은 1,000 msec 로 설정하였다.

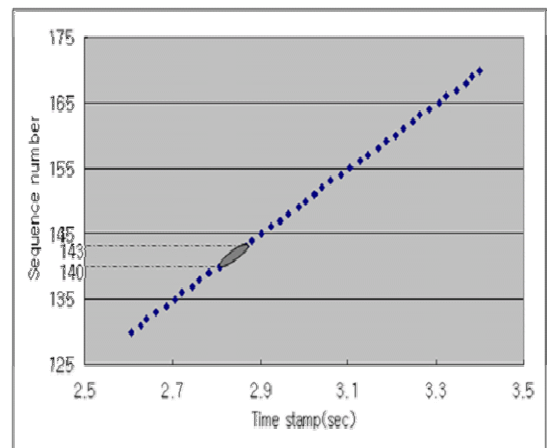
3.2 실험결과

모바일 노드가 홈 네트워크에서 외부네트워크로 이동했을 때 핸드오프가 발생하게 된다. 기존의 네트워크 망에서 마지막으로 패킷을 수신한 이후 핸드오프가 완료되어 이동한 외부 네트워크 망으로부터 첫번째 패킷을 수신하게 된 순간까지 소요된 시간을 전체 핸드오프 지연시간으로 측정하였다. 핸드오프 지연시간이 길어진다면 패킷 손실률은 증가한다. 그러므로 우리는 패킷 손실수를 측정하여 간접적으로 핸드오프 시간을 측정할 수 있다. H.263/RTP-multimedia stream 을 전송하여 패킷손실을 측정하였다.



(그림 4) 기본 기법에서의 패킷 손실

(그림 4)는 캐싱 에이전트 기술을 이용한 이전의 결과를 보여주고 있으며, 6 개의 패킷 손실이 발생하였다[3]. (그림 5)는 본 논문에서 제안하고 있는 기법의 결과를 보여 주고 있으며, 3 개의 패킷 손실이 발생하였다. 제안 기법이 이전 기법보다 작은 패킷 손실을 보여주고 있는 것을 확인 할 수 있으며, 이것을 통해 제안 기법이 기존 기법보다 더 양질의 서비스가 가능하다는 것을 알 수 있다.



(그림 5) 제안 기법에서의 패킷 손실

[표 1]은 평균 패킷 손실률을 보여주는데 제안 기법이 기존 기법보다 43% 적은 패킷 손실률을 보이고 있다.

[표 1] RTP 패킷의 손실

	Transmission protocol	Transmission speed	Packet loss number
Caching agent			5-7

Proposed technique	UDP/RTP	160kbps	1-3
--------------------	---------	---------	-----

기존 기법에서는 핸드오프에 92ms의 시간이 걸렸다. 그러나 우리의 실험환경에서는 87ms의 시간이 걸렸다. 이 값을 우리의 결과에 비교해 보았을 때 온당하였다. 우리 제안 기법은 FA 에로부터 첫 패킷을 받는데 87ms의 시간이 걸렸다. 핸드오프의 시간이 줄어든 것이다.

이 논문에 제안된 기법은 현재의 일반적인 환경에 맞게 확장되어야 한다. 우리의 실험이 두 에이전트 사이에서만 일어난다고 가정하면 실험은 일반적인 현실의 무선 네트워크 구조를 필요로 한다. 그러나 셀룰라 네트워크에서는 6 각형 구조를 가짐으로서 중첩 지역을 줄이고 있다. 그래서 에이전트에 동시에 접속할 수 있는 노드가 3 개로 제한되어 있다. 또한 실험은 예측에 대한 실패도 고려해야 한다. 움직임의 성공적인 예측은 실제의 네트워크에서 힘들다. 왜냐하면 우리는 이동노드가 한쪽 방향으로만 움직인다고 생각하기 때문이다. 모바일 노드의 움직임에 대한 예측이 실패했을 때 패킷들은 노드에게 전달 될 수 없다. 그래서 패킷 손실이 발생하고 핸드오프 시간이 증가한다.

4. 결론

무선 네트워크에서는 모바일 노드들의 이동성을 지원해 준다. 일반적인 IP 시스템에서는 움직임이 없는 노드들을 지원하기 위해 디자인 되었다. 그래서 모바일 노드가 이동해서 새로운 무선 네트워크에 위치하게 되면 IP 시스템에서는 모바일 노드의 IP 주소를 바꾸어 주었다. 그것은 이동성 관리에 대한 고려가 부족했기 때문이다[1]. 앞서 말한 문제에 대한 해답은 Mobile IP를 통해서 얻을 수 있다. Mobile IP는 노드가 홈에이전트에 등록된 기존의 IP 주소를 바꾸지 않고도 한 장소에서 다른 장소로 이동할 수 있도록 허락한다. 그러므로 현재 노드가 인터넷의 어느 부분에 있는지를 고려하지 않고도 홈에이전트에 등록된 IP 주소를 통해서 패킷을 송신할 수 있다. 그러나 네트워크와 네트워크의 경계에서 핸드오프가 이루어지는 시간에는 패킷을 보낼수도 받을 수도 없게 된다.

기존의 Mobile IP 기술에서 노드의 움직임을 발견함으로써 핸드오프에 걸리는 시간을 줄일 수 있다. 링크 계층에서의 핸드오프 후에 이전의 기술로 링크 계층과 네트워크 계층에서 일어나는 핸드오프 시간을 줄인다. 그러나 이전의 기술로는 IP를 등록하는 동안에 발생하는 패킷에 대해서는 손실을 입게 된다. 이것들은 무선 서비스의 질을 떨어트리는 요인이 된다. 따라서 우리는 짧은 핸드오프 시간을 가지는 기법을 제안하였다. 기법의 핵심은 노드의 움직임을 예측해서 FA에게 패킷을 전송하는 것이다. 그 결과로 노드는 기존의 네트워크를 완전히 벗어나지 않고도 핸드오프 과정을 수행할 수 있다. 제안 기법은 동일

한 시간 동안의 핸드오프 시간과 패킷 손실을 줄인다. 실험결과는 지연 시간에 있어서 제안 기법이 56%나 효과적이라는 것을 보여주고 있으며 뿐만 아니라, 패킷 손실률을 감소시킨다는 것을 보여주었다. 그러나 우리는 에러가 허용되는 범위를 고려하지 않았다. 여기서 말하는 에러란 노드가 미리 예측한 방향으로 이동하여 접치는 부분까지 들어갔다가 기존 네트워크로 돌아오는 경우를 말하는 것이다. 이것이 앞으로 우리가 연구해야 할 사항이다.

* 이 논문은 2007년도 두뇌한국 21사업에 의하여 지원되었음.

참고 문헌

- [1] C. Perkins, Ed., "IP Mobility Support," RFC 2002, 1996.
- [2] Youngjune Gwon, Guangrui Fu, and Ravi Jain, "Fast Handoffs in Wireless LAN Networks Using Mobile Initiated Tunneling Handoff Protocol for IPv4 (MITHv4)", Wireless Communications and Networking 2003, March 2003
- [3] S. Sharma, N. Zhu and T. Chiueh, "Low-Latency Mobile IP handoff for Infrastructure-Mode Wireless LANs", IEEE J.Selected Areas in Comm., vol. 22. no. 4, pp. 643-652, May. 2004
- [4] R. Cáceres and V. N. Padmanabhan, "Fast and scalable handoffs for wireless internetworks," presented at the MOBICOM '96, Rye, NY, Nov. 1996.
- [5] A. C. Snoeren and H. Balakrishnan, "An end-to-end approach to host mobility," presented at the 6th ACM/IEEE Int. Conf. Mobile Computing Networking, Boston, MA, 2000.
- [6] E. Shim, H. Wei, Y. Chang, and R.D. Gitlin, "Low latency handoff for wireless IP QoS with NeighborCasting," IEEE Int. Conf. Commun., pp.3245-3249, April 2002.
- [7] G.P. Pollini, Trends in handover design, IEEE Communications 34(3), pp. 82-90, March 1996
- [8] C. Tan, S. Pink, and K. Lye, "A fast handoff scheme for wireless networks," presented at the 2nd ACM Int. Workshop on Wireless Mobile Multimedia Seattle, WA, 1999
- [9] D.Forsberg, "Communication availability with mobile IP in wireless LANs," Masters thesis, Helsinki Univ. Technol., Helsinki, Finland, 2000
- [10] C.K. Chang, "A mobile-IP based mobility system for wireless metropolitan area networks", International Conference Workshops on Parallel Processing (ICPP), pp. 429-435, June 2005