

하이브리드 Ad-hoc 네트워크에서 다중 게이트웨이를 이용한 끊김없는 핸드오프 기법

*조성민, 박성한

한양대학교 컴퓨터공학과

e-mail : smcho@cse.hanyang.ac.kr, shpark@cse.hanyang.ac.kr

A Seamless Handoff Method Using Multiple Gateway in Hybrid Ad-hoc Networks

*Seong Min Cho, Sung Han Park

Department of Computer Science and Engineering
Hanyang University

Abstract

A hybrid ad-hoc network consists of a wired network and a mobile ad-hoc network connected by the internet gateway. To provide seamless service for internet user in hybrid ad-hoc network, an efficient internet gateway selection technique and a fast handover technique are needed. In this paper, we propose a seamless handoff technique for providing mobility of mobile hosts in hybrid ad-hoc networks. The proposed technique improves general handoff performance by an internet gateway re-registration algorithm for ad-hoc networks. Moreover, it reduces handoff processing time in the range of certain region by using mobility management agent (MMA) and also the packet loss when handoff occurs out of the range of MMA by tunneling technique.

I. 서론

유비쿼터스(Ubiquitous) 환경에서는 수많은 개체들

이 정보처리 기능과 통신 기능을 갖추고 엄청난 양의 정보를 수집, 분석하여 서로 통신한다. 이와 같이 다양하고 많은 양의 데이터를 Access Point(AP)와 같은 통신인프라를 거쳐 전달하게 되면, 통신인프라에 큰 부하를 주게 되고 필연적으로 통신인프라 확충을 유발하게 된다. 하지만 Mobile Ad-hoc Network (MANET)[1]기술과 인프라 통신 기술을 접목하면 많은 비용을 들이지 않고도 매우 효율적인 유비쿼터스 네트워크의 구축이 가능하다.

사용자들은 이동을 하면서 모바일 기기를 통해 다양한 멀티미디어 서비스를 받기를 원한다. 하지만 모바일 호스트가 이동하여 새로운 인터넷 게이트웨이에 등록을 할 때 핸드오프가 발생할 수 있다. 이때, 핸드오프를 위하여 많은 시간이 걸리게 되면 사용자에게 양질의 서비스를 제공하는 것이 어려워진다. 따라서 MANET에서 사용자에게 인터넷을 통한 원활한 서비스를 제공하기 위해서는 끊김없는 핸드오프 기술이 필요하다.

MANET과 인터넷을 연결하기 위한 대표적인 연구로 Mobile IP for MANET(MIPMANET)[2]이 있으며, 기존의 무선망에서 핸드오프의 성능을 향상시키기 위한 연구로는 Hierarchical Mobile IPv6(HMIPv6)[3]과 Handoff Protocol for Overlay Networks(HOPOVER)[4]가 있다. 또한, 핸드오프의 예측을 통해 빠른 핸드오프를 제공하기 위한 기존 기술로는 Lazy Cell Switching(LCS)이나 Eager Cell Switching(ECS)[5]과 같은 기술들이 있다. 하지만 대부분 인프라 네트워크

를 위한 기술로서 멀티 홉 통신을 하는 MANET에는 적합하지 않으며, 하이브리드 MANET을 위한 핸드오프 기술 연구는 부족하다.

본 논문에서는 일정 지역 내의 이동성을 이동성 관리 에이전트가 관리하도록 하는 계층적인 네트워크 구조와 MANET에 맞는 인터넷 게이트웨이 선택 알고리즘을 통한 빠른 핸드오프 기법, 서로 다른 이동성 관리 에이전트 내에 존재하는 인터넷 게이트웨이 사이에서 핸드오프가 발생할 경우 패킷 손실을 방지하기 위해 터널링 기법을 사용하는 끊임없는 핸드오프 기법을 제안한다.

II. 본론

2.1 다중 게이트웨이 구조

기존의 MANET에서는 인터넷 게이트웨이가 Mobile IP 프로토콜[6]의 Foreign Agent (FA)와 동일한 기능을 한다. 둘 이상의 인터넷 게이트웨이가 존재하는 MANET 환경에서 핸드오프가 일어나면 모바일 호스트는 Mobile IP의 등록절차에 따라서 새로운 인터넷 게이트웨이에 등록한다. 이때 인터넷을 통해 Home Agent (HA)에 Care of Address(CoA)를 업데이트하기 때문에 핸드오프에 많은 시간이 걸리게 된다. 이를 해결하기 위해 본 논문에서는 계층적인 형태로 다중 게이트웨이를 사용하는 네트워크 구조를 사용한다.

Mobile IP의 등록절차 중에 가장 많은 시간이 걸리고 예측하기 어려운 단계는 인터넷 게이트웨이와 HA가 인터넷을 통해 메시지를 주고받는 과정이다. 핸드오프가 일어나 새로운 인터넷 게이트웨이로 등록을 할 때 인터넷 도메인에서 일어나는 통신 절차를 생략할 수 있다면, 핸드오프를 처리하는 시간을 크게 단축할 수 있다. 또한 사용자들이 주로 이동하면서 서비스를 받는 지역이 학교나 회사와 같은 특정 지역에 국한되는 경우가 대부분이기 때문에 지역 내에서 일어나는 핸드오프를 보장할 수 있다면, 사용자에게 끊임없는 서비스를 제공할 수 있을 것이다. 이를 위해 사용하는 네트워크 구조는 다음과 같다.

그림 1에서 보이는 것과 같이 이동성 관리 에이전트의 하위에 여러 개의 인터넷 게이트웨이를 두는 계층적인 형태로 네트워크를 구성한다. 인터넷 게이트웨이는 MANET과 인터넷을 연결하는 연결점의 역할만을 수행하고 이동성 관리 에이전트가 이에 속한 인터넷 게이트웨이를 관리하도록 한다. 동일한 이동성 관리 에이전트에 속해있는 인터넷 게이트웨이들 사이에서 핸드오프가 일어날 경우, HA에 CoA를 업데이트하는 과정을 생략하여 핸드오프에 걸리는 시간을 단축한다.

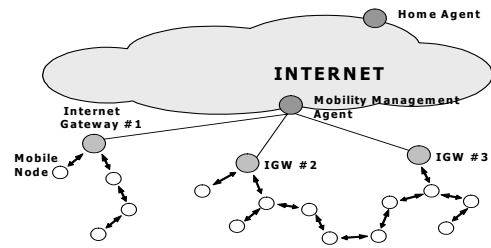


그림 1. 계층적인 구조의 Ad-hoc 네트워크와 인터넷의 연결

2.2 Handoff의 결정

MANET은 멀티 홉 연결로 이루어진 네트워크이기 때문에 인터넷 게이트웨이와의 거리가 멀리 떨어져 있더라도, 모바일 호스트와 인터넷 게이트웨이 사이에 다른 호스트를 통한 경로가 존재하면 해당 모바일 호스트와 인터넷 게이트웨이 사이의 통신이 가능하다. 따라서 MANET에서의 핸드오프 발생을 모바일 호스트와 인터넷 게이트웨이 사이에서 연결이 존재하는지 여부로 판단할 수 없다. MANET 내에서 핸드오프가 발생하는 경우는 다음과 같이 정의할 수 있다.

둘 이상의 인터넷 게이트웨이로부터 Agent Advertisement(AA) 메시지를 받는 모바일 호스트는 수신한 AA 메시지를 보낸 모든 인터넷 게이트웨이와 통신이 가능하다. 이와 같은 경우 모바일 호스트는 통신 가능한 인터넷 게이트웨이들 중 가장 연결 상태가 좋은 인터넷 게이트웨이를 선택할 필요가 있다. 만약 선택한 인터넷 게이트웨이가 해당 모바일 호스트가 등록되어 있는 인터넷 게이트웨이가 아닐 경우 새로 선택된 인터넷 게이트웨이에 등록을 해야 한다. 즉, 핸드오프가 일어나게 된다.

핸드오프의 유무를 결정하기 위해 본 논문에서는 인터넷 게이트웨이를 선택하기 위한 기준으로 timestamp를 사용한다. 각각의 인터넷 게이트웨이에서 AA 메시지에 timestamp 정보를 포함시켜 모바일 호스트로 전송한다. AA 메시지를 받은 모바일 호스트는 그 메시지 안에 있는 timestamp값을 비교하여 더 작은 값을 갖는 쪽을 연결 상태가 더 좋은 것으로 보고 해당하는 인터넷 게이트웨이를 선택한다. 그러나, 무선 통신 환경에서는 여러 가지 변수가 존재하여 일시적으로 연결 상태가 나빠지는 경우도 있기 때문에 한번의 timestamp정보만 가지고 핸드오프의 여부를 결정하게 되면 빈번한 재등록이 일어날 수 있다. 이는 불필요한 오버헤드를 발생시켜 해당 호스트의 통신 성능 저하뿐 아니라, 전체 네트워크의 성능 저하를 유발한다. 일정 횟수 이상의 연속된 timestamp 정보를 이용하여 그 값이 변동이 없을 경우에 핸드오프를 발생시키는 방법을 사용하면, 일시적인 네트워크 성능저하에 의해 발

생하는 빈번한 재등록을 줄일 수 있다. 일반적으로 MANET 내에 있는 모바일 호스트는 인터넷 게이트웨이로부터 연속된 4개의 AA 메시지를 수신하지 못하면 인터넷 게이트웨이와의 연결이 끊어진 것으로 판단한다. 본 논문에서는 모바일 호스트와 인터넷 게이트웨이의 연결 유무를 확인하기 위한 패킷을 검사하는 횟수인 4회를 핸드오프를 결정하기 위해 AA 메시지를 비교하는 횟수로 사용한다.

2.3 Regional Handoff

같은 이동성 관리 에이전트에 속해있는 인터넷 게이트웨이들 사이에서 핸드오프가 발생하는 경우를 regional handoff라 하고, regional handoff의 재등록 절차는 다음과 같다. 이동한 모바일 호스트가 인터넷 게이트웨이를 거쳐 이동성 관리 에이전트로 Registration Request(RREQ) 메시지를 전송하는 과정까지는 기존 Mobile IP의 등록절차와 동일하다. RREQ 메시지를 받은 이동성 관리 에이전트는 메시지에 포함되어 있는 모바일 호스트에 대한 정보를 검사한다. 이미 이동성 관리 에이전트에 등록되어 있는 호스트일 경우에는 RREQ 메시지를 HA에 전송하지 않는다. 이 경우, 이동성 관리 에이전트의 라우팅 테이블을 새로 수신한 모바일 호스트의 정보로 업데이트 한 후에, 이동성 관리 에이전트에서 인터넷 게이트웨이로 Registration Reply(RREP) 메시지를 전송한다. 이동성 관리 에이전트에 등록되지 않은 호스트의 경우에는 Mobile IP의 등록절차와 동일한 과정을 거친다. 이와 같은 방법을 사용하면, 인터넷 도메인 내에서 인터넷 게이트웨이와 HA 사이에서 메시지를 교환하는 과정을 생략할 수 있다.

실제로 핸드오프와 연관된 각각의 인터넷 게이트웨이와 이동성 관리 에이전트 사이에는 1홉의 유선 연결로 이루어져 있기 때문에 핸드오프 요청 즉시 라우팅 테이블에 반영이 된다. 따라서 regional handoff의 경우 핸드오프에 따른 패킷 손실은 극히 미미하며, 오히려 터널링을 하는데 드는 비용이 더 크게 된다. 따라서 regional handoff의 경우 터널링을 이용한 패킷 전송은 불필요하다.

2.4 Global Handoff

서로 다른 이동성 관리 에이전트에 속해있는 인터넷 게이트웨이들 사이에서 발생하는 핸드오프를 global handoff라 한다. global handoff의 경우 핸드오프 발생 과정에서 일어나는 재등록 절차는 기존 Mobile IP의 재등록 절차와 동일하다. 이때 인터넷을 통해 HA에 CoA를 업데이트 하는 과정에서 패킷 손실이 발생할 수 있다. 핸드오프 과정에서 일어나는 패킷 손실은 네트워크의 성능 저하의 요인이 될 수 있으며, 또한 패

킷 손실로 인하여 사용자에게 끊임없는 서비스를 제공하는 것이 어려워지게 된다. 이를 해결하기 위해 본 논문에서는 터널링을 사용하여 패킷 손실을 줄이는 방법을 제안한다. global handoff의 절차는 다음과 같다.

모바일 호스트에서 핸드오프가 발생하면 모바일 호스트는 기존에 등록되어 있던 인터넷 게이트웨이와 새롭게 등록할 인터넷 게이트웨이에게 RREQ 메시지를 전송한다. 각각의 RREQ 메시지를 받은 인터넷 게이트웨이들은 자신이 속한 이동성 관리 에이전트에게 RREQ 메시지를 전송한다. 기존에 모바일 호스트가 등록되어 있던 이동성 관리 에이전트는 받은 메시지를 분석하고 모바일 호스트가 새롭게 등록할 인터넷 게이트웨이가 다른 이동성 관리 에이전트에 속한 것임을 알게 된다. 기존의 이동성 관리 에이전트는 새롭게 등록할 이동성 관리 에이전트와 터널을 설정하고, 이후 모바일 호스트로 보내지는 패킷은 터널을 통하여 새로운 이동성 관리 에이전트에게 전송된다. 터널은 새로 등록할 이동성 관리 에이전트가 인터넷을 통해 HA와의 등록절차를 마칠 때 까지 존재한다.

global handoff 도중 터널링을 통해 Mobile IP의 등록절차를 통한 핸드오프가 발생하는 도중에 일어날 수 있는 패킷 손실을 방지할 수 있고, 사용자에게는 끊임없는 서비스를 제공하는 것이 가능해진다.

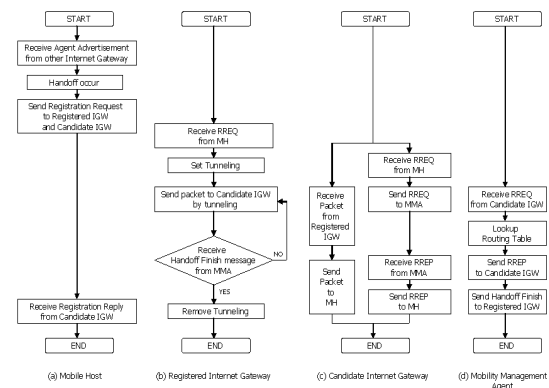


그림 2. 핸드오프 과정 순서도

III. 시뮬레이션

3.1 시뮬레이션 환경

비교대상으로 MIPMANET의 MMCS[2]를 적용한다. 실험은 network simulator NS-2[7]를 사용하여 시뮬레이션을 하고, 라우팅 프로토콜로는 AODV 프로토콜을 사용한다. IEEE802.11b Wireless LAN의 Ad-hoc 모드로 800m × 800m 면적의 공간에 3개의 인터넷 게이트웨이와 1개의 지역 이동성관리 에이전트를 두고 최고

이동속도 5m/s인 이동 호스트의 개수를 변경해가며 1000초 동안 실험한다.

3.2 시뮬레이션 결과

그림 3은 regional handoff의 경우 새로운 인터넷 게이트웨이에 모바일 호스트가 등록을 마칠 때 까지 걸리는 시간을 측정한 것이다. 제안하는 방법이 기존의 방법에 비해 핸드오프의 종료까지 드는 시간이 적게 걸리는 것을 확인할 수 있다. 이는 지역 이동성 관리 에이전트가 인터넷을 통해서 모바일 호스트의 CoA를 HA에 업데이트하기 위해 필요한 시간을 줄여주기 때문인 것으로 보인다.

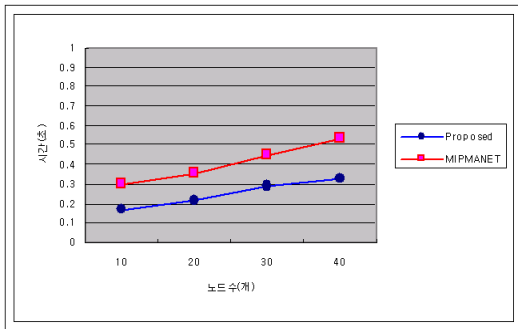


그림 3. Regional Handoff

그림 4는 global handoff의 경우 새로운 인터넷 게이트웨이에 모바일 호스트가 등록을 마칠 때 까지 걸리는 시간을 측정한 것이다. 기존 연구와 핸드오프에 걸리는 시간이 크게 차이 나지 않는 것을 볼 수 있다. 이는 두 방법 모두 Mobile IP 모든 등록절차를 거쳐서 인터넷을 통해 HA에 CoA를 업데이트 하기 때문에 비슷한 결과를 나타내는 것으로 보인다.

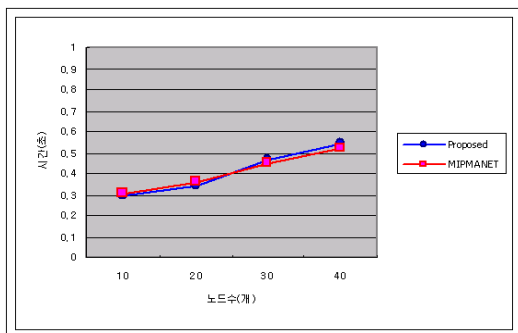


그림 4. Global Handoff

그림 5는 global handoff의 경우 핸드오프에 의해 평균 패킷 손실율을 보여준다. 평균 패킷 손실율은 총 송신한 패킷들의 수에 대한 손실된 패킷들의 수로서 정의하였다. 터널링에 의해 패킷 손실이 감소한 것을 확인할 수 있다.

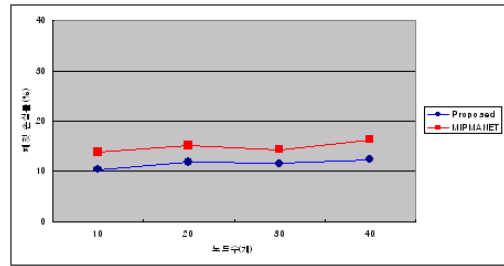


그림 5. 평균 패킷 손실률

IV. 결론

본 논문에서는 인터넷 게이트웨이 위에 이동성 관리 에이전트를 둬으로써 지역 내에서 일어나는 핸드오프의 성능을 향상시킨다. 또한, 서로 다른 지역 이동성 관리 에이전트 사이에서 핸드오프가 발생하는 경우에도 터널링을 사용하여 패킷 손실을 방지함으로써 사용자에 끊임없는 서비스의 제공을 가능하게 한다. 시뮬레이션 결과로 regional handoff의 경우 핸드오프의 성능이 향상된 것을 확인할 수 있다. 추가로, 위치정보의 이용등과 것과 같은 MANET 내에서 발생하는 핸드오프를 더 효과적으로 예측할 수 있는 기법에 대한 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] IETF(Internet Engineering Task Force) Mobile Ad-hoc Network (manet) Charter, <http://www.ietf.org/html.charters/manet-charter.html>
- [2] U. Jonsson, F. Alriksson, T. Larsson, P. Johansson, and G.Q. Maguire, "MIPMANET: Mobile IP for Mobile Ad-hoc Networks", Proc. of the Workshop on Mobile Ad-hoc Network and Computing(Mobihoc), pp.75-85, Aug 2000
- [3] H. Soliman, C. Castelluccia, K. El Malki, L. Bellier, "Hierarchical Mobile IPv6 Mobility Management(HMIPv6)", RFC 4140, Aug 2005
- [4] Fan Du, Ni. L.M, Esfahanian. A. H., "HOPOVER: A New Handoff Protocol for Overlay Networks", IEEE Communications, pp.3234-3239 vol.5, May 2002
- [5] Charles E. Perkins, "Mobile IP", IEEE Communications Magazine, pp. 84-99, May 1997
- [6] C. Perkins, "IP Mobility Support for IPv4", RFC 3220, Jan 2002
- [7] The Network Simulator ns-2, "<http://www.isi.edu/nsnam/ns/>"