

MCoA 기반 P-MIPv6의 핸드오프 성능 개선*

조재호^o, 조진성
경희대학교 컴퓨터공학과
angle238@khu.ac.kr, chojs@khu.ac.kr

Enhancing Handover Performance of P-MIPv6 based on MCoA

Jaeho Jo^o, Jinsung Cho
Dept. of Computer Engineering
Kyung Hee Univ.

요 약

Mobile IP는 단말에게 Mobility를 제공해 줌으로써 이동하면서도 인터넷에 접속할 수 있게 해준다. 하지만 핸드오프시 지연과 데이터 로스의 문제점이 있어 이를 해결하기 위해 Fast Handover 기술이 개발되었다. 또한 앞으로의 이동성 관리는 단말 기반이 아닌 네트워크 기반으로 이루어지면서 Proxy-Mobile IP가 등장하였고 Proxy-Mobile IP에서도 빠른 이동성 관리를 위해 Fast Handover 기술이 적용될 것이다. 하지만 Fast Handover에서도 터널 확장 문제로 인한 라우팅 경로의 비효율성이 나타나게 된다. 본 논문에서는 IETF MONAMI6의 MCoA 기술을 이용하여 Fast Handover Proxy Mobile IP의 핸드오프 성능 개선 방안을 제안한다.

1. 서 론

최근 다양한 휴대용 기기들의 개발과 대용량의 콘텐츠들이 쏟아져 나오면서 이동 중에도 각종 서비스를 이용하려는 사람들이 많아지고 있다. 또한 전국이 1일 생활권이 되고 사용자들의 이동이 많아지고 있어 사용자의 위치에 따라 데이터를 전송해 주어야 한다. 이러한 환경에서 동영상이나 화상 전화 같은 실시간적인 성격을 띠고 있는 서비스들은 사용자의 이동에 따라 끊김 없이 전달해야 하며 이를 위한 연구가 계속되고 있다.

IP기반의 인터넷 서비스들은 유일한 주소를 가지고 있어야 통신이 가능하다. 이 주소는 정해진 링크 안에서만 사용이 가능하여 이동하는 단말에게 네트워크와의 지속적인 연결을 보장하지는 못한다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 IETF에서 Mobile IP를 제안하였다.[1] Mobile IP는 단말의 유일한 주소인 Home Address와 이동하면서 수시로 변하는 주소인 Care of Address를 매핑하여 이동 중에도 지속적인 데이터 서비스를 보장해준다. 하지만 새로운 링크로 이동하였을 때 Home Address와 Care of Address와의 매핑을 위한 과정에서 데이터를 전송받지 못하게 되어 끊김 없는 서비스가 불가능하다. 이러한 문제점의 해결로써 Fast Handover for Mobile IP가 제안되었다.[2] 이 프로토콜은 기존 링크와 이동할 링크간에 터널을 생성해 줌으로써 Home Address와 Care of Address의 매핑과정이

생략되므로 끊김 없는 데이터 서비스를 제공해준다.

이와 같이 사용자의 요구에 맞게 기존 연구에서도 이동 중에 끊김 없는 데이터 서비스를 제공하기 위하여 핸드오프시 발생하는 지연과 데이터 로스를 최소화하고 있다.

또한 최근 이동성 관리 동향은 단말 기반이 아닌 네트워크 기반으로 변화하고 있다. 즉, 핸드오프에 필요한 시그널링을 단말이 아닌 네트워크에서 처리한다. 단말은 핸드오프에 필요한 동작을 하지 않더라도 다른 링크로 이동이 가능하다는 것이다. 이러한 연구로 IETF에서는 Proxy Mobile IP와 Network based Localized Mobility Management에 대한 연구가 진행되고 있다.[3, 4]

네트워크 기반 프로토콜에서도 핸드오프시 발생하는 지연을 줄이기 위해 Fast Handover 기술을 사용한다. 하지만 Fast Handover 기술에도 문제점은 있다. 단말의 빠른 이동으로 인해 Home Address와 Care of Address의 매핑과정이 생략되고 이동 링크간의 터널만을 생성하기 때문에 터널 확정으로 인한 데이터의 라우팅 경로가 비효율적으로 길어진다는 것이다. 이는 데이터의 지연으로 실시간 애플리케이션과 같은 서비스에서는 큰 문제가 될 수 있다. 이와 같은 Fast Handover의 문제점을 해결하기 위해 본 논문에서는 IETF MONAMI6의 Multiple Care of Address 기술을 이용한 핸드오프 기술을 제안 한다.

본 논문의 순서는 다음과 같다. 2장에서 네트워크 기반의 프로토콜과 MCoA 기술을 소개하고 3장에서 제안하는 핸드오프 방안을 기술한다. 4장에서는 기존 Fast

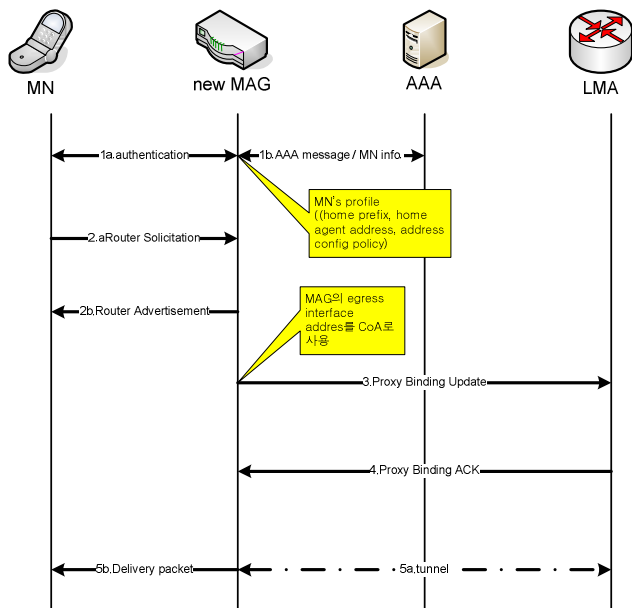
* 본 연구는 과학기술부 과학재단 목적기초연구(R01-2005-000-10267-0) 지원으로 수행되었음.

Handover와의 성능 비교 후 5장에서 결론을 내린다.

2. 관련 연구

2.1 Proxy Mobile IPv6

IETF NETLMM WG에서 네트워크 기반의 이동성 프로토콜인 Proxy Mobile IPv6(이하 PMIPv6)가 제안되었다.[3] PMIPv6는 핸드오프시 요구되는 시그널을 네트워크에서 전달함으로써 단말에서는 핸드오프 동작을 할 필요가 없게 되었다. 이로써 Mobile IP가 구현되지 않은 단말에서도 Mobile IP를 이용한 이동성 관리가 가능해졌다. 자세한 동작 절차는 다음 그림 1과 같다.



[그림 1] Proxy Mobile IPv6 동작 절차

MN : Mobile Node

MAG : Mobile Access Gateway

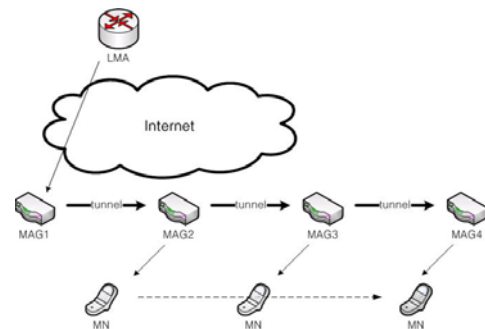
LMA : Local Mobility Anchor

단말이 새로운 링크(MAG domain)로 이동하면 자신의 identifier를 통해 인증(authentication) 과정을 거친다.(1a) 인증과정에서 MAG는 단말의 profile을 획득하게 되는데(1b) 이 profile에는 단말의 home prefix, home agent address, address configuration policy 등 단말에 대한 정보가 있기 때문에 네트워크에서 핸드오프시 필요한 정보들을 얻을 수 있다. 단말은 새로운 링크에서의 movement detection을 위해 Router Solicitation 메시지를 전달하고(2a) MAG에서는 Router Advertisement 메시지로 응답한다.(2b) 이때 Router Advertisement 메시지에 들어 있는 link prefix는 단말의 home prefix가 되는데 이것은 단말의 입장에서 현재 링크를 home link로 착각하게 만들기 위함이다. 이로써 단말은 핸드오프에 필요한 시그널을 하지 않게 되고 네트

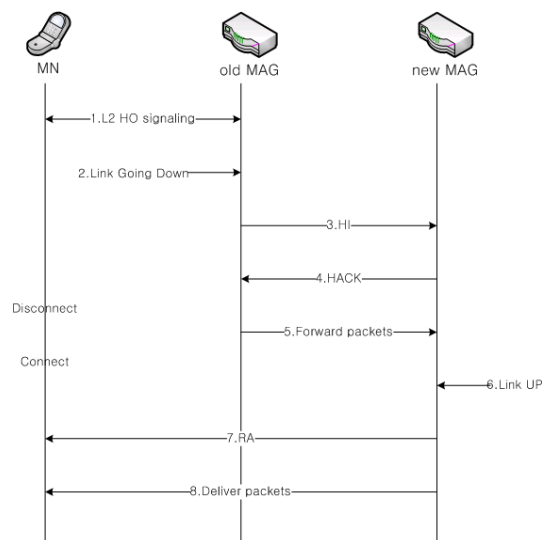
워크에서 요구되는 시그널을 전달하게 된다. MAG에서는 새로운 위치등록을 위해 자신의 egress interface address를 CoA로 하여 Binding Update 메시지를 전달한다.(3) Binding Update 메시지를 받은 LMA 즉, home agent는 Binding Acknowledgement 메시지로 MAG와 tunnel을 생성하게 된다.(4, 5a) 이때부터 단말의 Home Address로 전달되는 패킷은 LMA를 거쳐 LMA-MAG간 터널을 통해 단말에게 전달된다.(5b) 단말은 새로운 링크로 이동하여도 매번 같은 prefix(home prefix)를 Advertisement 메시지로 받기 때문에 항상 home link에 있는 것으로 착각하게 되어 핸드오프 시그널을 하지 않게 된다.

2.2 Fast Handovers for Proxy Mobile IPv6

Proxy Mobile IPv6에서도 MAG와 LMA간의 터널을 위한 시그널링 교환으로 인해 핸드오프시 패킷 로스와 지연이 발생된다. 이를 해결하기 위해 핸드오프 시그널링 교환이 없이 MAG간 터널을 이용한 Fast Handover 기술이 PMIPv6에서도 제안되었다.[그림 2a][5] 자세한 동작 절차는 그림 2b와 같다.



[그림 2a] Fast Handovers for Proxy Mobile IPv6



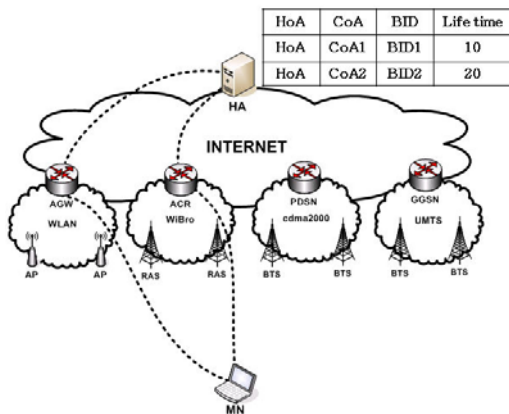
[그림 2b] Fast Handovers for Proxy Mobile IPv6
동작절차

단말이 L2 Handover signaling을 통해 새로운 링크로의 이동을 알리면(1) old MAG로 Link Going Down 메시지가 전달된다.(2) 이 메시지를 기반으로 old MAG와 new MAG 간 터널을 만들기 위한 메시지를 교환한다.(3, 4) 터널 생성후 이전까지 도착된 패킷들은 새로운 링크로 전달되기 위해 포워딩 되고(5) new MAG로 Link Up 메시지가 전달되면(6) 단말에게 RA 메시지와 버퍼링된 패킷을 전달한다.(7, 8)

Fast Handover를 이용하면 Home link까지의 Binding Update 메시지 교환이 없고 패킷 포워딩 과정이 있기 때문에 패킷 로스와 지연에서 효과적이다. 하지만 그림 2a에서처럼 Home link로의 Binding Update 메시지가 전달되지 않은 채 이동하게 된다면 계속적인 터널 확장으로 비 효율적인 라우팅 문제가 발생하게 된다.

2.3 Multiple Care of Address

IETF MONAMI6 WG의 MCoA 방안은 다중 인터페이스를 가지는 단말에게 여러 개의 CoA를 할당해 주어 여러 path로 데이터 서비스를 받게 해준다.[6] 그림 3과 같이 Home Agent의 binding cache에는 다중 CoA가 등록이 되고 각 CoA는 BID로 구분하게 된다.



[그림 3] IETF MONAMI6 Multiple CoA

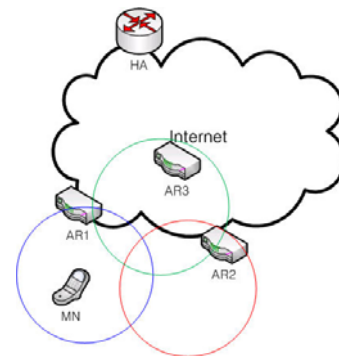
단말은 여러 네트워크 인터페이스를 가지고 있고 다양한 망들을 이동하면서 사용 가능한 네트워크에 접속할 수 있다. 그림 3의 단말은 Home Agent에 현재 사용중인 인터페이스를 등록하고 WLAN과 WiBro를 통해 모두 서비스를 받고 있다. 또한 CoA가 많아짐에 따라 Binding Update 메시지도 여러 번 주고받아야 하기 때문에 보다 효율적인 메시지 교환을 위해 다중의 CoA를 하나의 메시지에 담을 수 있는 Bulk registration 기능도 지원하고 있다.

이러한 MCoA 방안은 단말이 다중 인터페이스를 가질 때만을 고려했으나 본 논문에서는 단일 인터페이스 단말에서의 MCoA 방안을 적용해 보았다.

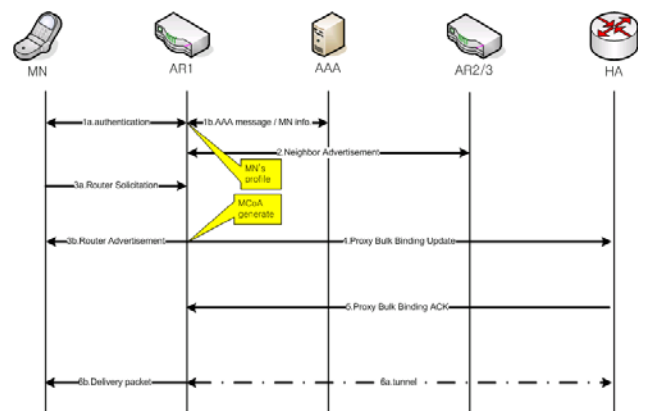
3. 제안하는 핸드오프 방안

본 논문에서는 2.2에서 나타난 Fast Handover의 터널 확장 문제점을 MCoA 방안으로 해결해 보았다.

3.1 초기 등록



[그림 4a] 네트워크 환경



[그림 4b] 제안하는 핸드오프 방안(초기 위치 등록)

그림 4a처럼 단말은 처음 AR1에 부착되어 서비스를 받고 있다. 그리고 단말이 다른 링크로 이동하기 전에 자신이 이동 가능한 후보 링크들에 대한 등록과정도 함께 등록한다. 즉, 앞으로의 이동에 대해 필요한 시그널링을 MCoA Bulk Registration을 이용하여 미리 완료시키는 것이다. 자세한 동작 절차는 그림 4b와 같다.

PMIPv6에서와 같이 단말 인증과정을 통해 AR1은 단말의 정보를 알 수 있다.(1a, 1b) 그리고 AR1은 이웃 AR들과 Neighbor Advertisement를 이용하여 서로의 정보를 주고받는다.(2) 단말이 Home link로 착각하게 만들기 위해 home prefix로 광고 메시지를 전달하고(3a, 3b)

AR1에서 이웃 링크에 대한 CoA까지 함께 Binding Update한다. 이때 bulk registration을 이용하여 하나의 메시지에 여러 CoA를 함께 보내는데 실제 데이터를 받게 되는 CoA는 MAG1의 CoA이다. BU 메시지를 받은 HA는 Binding cache를 표 1과 같이 관리한다. Binding cache에 enable 필드를 이용하여 실제 데이터가 전달될 CoA를 알게 된다.

Home Address	Care of Address	Enable
HoA1	CoA1(MAG1)	1
HoA1	CoA2(MAG2)	0
HoA1	CoA3(MAG3)	0
	...	...

<표 1> Home Agent Binding cache

3.2 핸드오프

Fast handover의 문제점은 Home agent까지 등록 메시지가 가지 않기 때문에 Access Router단에서의 터널 생성으로 비효율적인 라우팅을 한다는 것이다. 이것을 해결하기 위해 미리 등록된 MCoA중 예측되는 주소로 패킷 전달을 요청하면 추가적인 지연 없이도 위치 등록과 함께 끊김 없는 데이터 서비스를 받을 수 있게 된다. 이때 중요한 것이 이동 가능한 여러 링크중 어떤 링크로 이동할지를 알아야 한다는 것이다. 이것은 다음 세가지의 경우로 나눌수 있다.

3.2.1 Mobile Node-Initiate Handover

앞으로의 이동 링크를 단말이 직접 알려주는 방식이다. 단말이 새로운 링크를 발견하면 L2 핸드오프를 위해 시그널링을 하게 된다. 이러한 시그널링을 기반으로 실제 어디로 이동할지 예측되면 oldAR에서 현재 링크와 이동 링크 모두로 데이터를 요청한다. 요청을 받은 HA에서는 bi-casting을 통해 두 링크로 패킷을 전달한다.

3.2.2 Network-Initiate Handover

3.2.2.1 Bi-casting

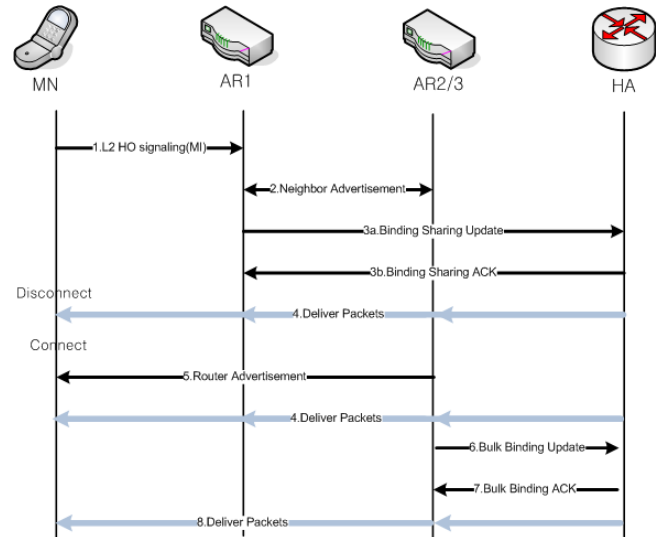
단말이 앞으로의 이동 링크를 알려주기 전에 현재 링크가 끊어졌다면 oldAR에서 링크가 끊긴 것을 감지하고 주위 AR간의 정보 교환을 통해 단말의 이동 링크를 감지하여 HA로 bi-casting을 요청한다.

3.2.2.2 Multicast

단말과 oldAR에서 어디로 이동할지 감지하지 못했다면 oldAR과 링크가 끊어진 즉시 HA에 등록된 모든 CoA로 Multicast를 요청한다.

위의 세가지 경우는 핸드오프시 패킷 로스를 최대한으로 줄이기 위해 일시적인 네트워크 부하를 감수한다. 그리고 새로운 링크에서 단말의 접속이 감지되면 HA로

BU를 통해 bulk registration과 bi-casting(multicast) 중지를 요청한다. 또한 일정시간 BU 메시지가 도착하지 않으면 HA에서 임의로 bi-casting(multicast)을 중지하여 네트워크의 부하를 줄인다. 자세한 동작 절차는 그림 5와 같다.



[그림 5] proposed Scheme(Handover)

단말이 L2 Handover를 통해 새로운 링크로의 이동을 알려거나 AR1에서 예측하게 되면 새로운 링크로 NA 메시지를 이용하여 단말의 정보를 전달한다.(1, 2) 이후 AR1은 HA로 BU 메시지를 통해 Bi-casting or Multicast를 요청하고 HA는 일정 시간동안 다중 링크로 데이터를 보낸다. 이때 Binding Update 메시지를 이용하여 bi-casting에 필요한 정보만을 담아 전송하고 Binding cache의 Enable 필드를 이용하여 전달해야 하는 주소를 알게 된다. 이후 새로운 링크로 단말이 도착하면 RA 메시지를 통해 home link임을 알리고 AR2를 기준으로(AR2이 단말이 이동할 새로운 링크임을 가정할 때) 새로운 이웃 링크에 대한 Bulk registration을 한다. 이때 bi-casting(or Multicast)도 중지가 되고 새로운 링크(AR2)로만 데이터가 전달된다. 만약 Bulk binding update 메시지가 도착하지 않으면(ex, 갑자기 전원이 꺼진 단말) 일정 시간이 지난 후 Bi-casting(or Multicast)를 중지한다. AR2의 링크로 이동 후 HA의 Binding cache는 표 2와 같이 변하게 된다.

Home Address	Care of Address	Enable
HoA1	CoA2(MAG2)	1
HoA1	CoA4(MAG3)	0
HoA1	CoA5(MAG4)	0
	...	...

<표 2> Home Agent Binding Cache

이로써 단말이 새로운 링크로 이동할 경우 핸드오프를 위한 시그널링이 필요 없게 되고 Bi-casting을 통한 패킷 로스나 지연도 감소하게 된다. 또한 HA까지 미리 위치등록을 하기 때문에 Fast Handover와 같은 터널 확장 문제가 발생하지 않는다.

4. 성능 비교

본 장에서는 Fast Handovers for Proxy Mobile IPv6와 제안하는 핸드오프 방안과의 성능을 비교한다. 성능 비교를 위한 네트워크 구조는 그림 2a를 기반으로 한다.

D_{FPMIP} : Fast Handovers for Proxy Mobile IPv6의 총 라우팅 거리

D_{PPMIP} : 제안하는 핸드오프 방안의 총 라우팅 거리

D_{H-R} : Home Agent에서 AR까지의 거리 (가정-HA가 충분히 멀기 때문에 각 AR까지의 거리는 같다.)

D_{R-A} : AR에서 Access Point까지의 거리

D_{A-N} : Access Point에서 단말까지의 거리

D_{R-R} : AR간의 거리

T_{L2} : L2 연결 시간

T_{RA} : L2 연결후 Router Advertisement 메시지를 받을 때까지의 시간

T_{PD} : 핸드오프 과정으로 인한 패킷 로스 시간

4.1 라우팅 경로 비교

$$D_{FPMIP} = D_{H-R} + nD_{R-R} + D_{R-A} + D_{A-N} \quad (1)$$

(n : 터널의 개수)

$$D_{PPMIP} = D_{H-R} + D_{R-A} + D_{A-N} \quad (2)$$

Fast Handover의 경우 터널이 생성될 때마다 터널에 대한 라우팅 경로가 추가되어 패킷 전달에 지연이 발생한다. (nD_{R-R}) 또한 AR간의 거리(D_{R-R})가 direct로 연결되어 있지 않다면 발생하는 지연은 보다 커질 것이다. 하지만 제안하는 핸드오프 방안은 항상 일정한 거리를 유지하여 핸드오프가 빈번히 발생하여도 패킷 전달 시간을 예측할 수 있다.

4.2 패킷 로스 시간

$$T_{PD} = T_{L2} + T_{RA} \quad (3)$$

두 핸드오프 방안 모두 새로운 링크로의 이동 후 패킷을 받을 때까지 걸리는 시간은 L2 연결이 되고 RA 메시지를 받은 후까지의 시간이다. 두 방안 모두 L2 연결이 끊기기 전에 터널 생성이나 패킷 전달 경로를 변경하기 때문에 실제 새로운 링크로의 패킷 지연 시간은 (3)과 같이 같게 된다. 하지만 제안하는 방안은 패킷 전달 경로가 더 짧기 때문에 보다 빠르게 전달될 것으로 예상된다.

5. 결 론

본 논문에서는 최근 이동성 관리의 연구 동향에 따라 Proxy Mobile IPv6를 이용한 핸드오프 방안을 고려해 보았다. 기존 연구에서는 Fast Handover를 이용하여 핸드오프시 발생하는 데이터 로스와 지연을 해결하려 했으나 터널 확장의 문제가 나타났다. 이를 해결하기 위해 본 논문에서는 MCoA 방안을 이용하여 앞으로의 이동 경로에 대한 시그널링을 미리 처리함으로써 핸드오프시 야기될 수 있는 추가적인 시간을 줄였고 Fast Handover의 터널 확장문제도 해결할 수 있었다. 하지만 Bi-casting과 Multicast로 인한 일시적인 네트워크 부하가 불가피하여 이를 최적화 할 수 있는 방안이 향후 연구를 통해 이루어진다면 보다 효과적인 이동성 관리 방안이 될 것이다.

참고문헌

- [1] D. Johnson, C. Perkins, J. Arkko, Mobility Support in IPv6, IETF RFC 3775 June 2004
- [2] R. Koodli, Fast Handovers for Mobile IPv6, IETF RFC 4068, July 2005
- [3] S. Gundavelli, K. Leung, V. Devarapalli, K. Chowdhury, B. Patil, Proxy Mobile IPv6, IETF NETLMM Internet-Draft March 05, 2007
- [4] Anand Bedekar, Ajoy Singh, Vinod Kumar, Suresh Kalyanasundaram, A Protocol for Network-based Localized Mobility Management, IETF NETLMM WG Internet Draft, March 05, 2007
- [5] F. Xia, B. Sarikaya, Mobile Node Agnostic Fast Handovers for Proxy Mobile IPv6, IETF NETLMM WG Internet-Draft, February 7, 2007
- [6] R. Wakikawa, T. Ernst, K. Nagami, V. Devarapalli, Multiple Care-of Addresses Registration, IETF MONAMI6 WG Internet-Draft, March 5, 2007