

IETF 이동성 표준기술 동향

2009년 1월

경북대학교 통신프로토콜연구실

김지인 (jiin16@gmail.com)

요 약

본 글에서는 IETF(International Engineering Task Force)에서 진행 중인 IP 이동성 표준 기술 동향을 WG별로 주요 Draft Document 중심으로 살펴보았다.

목 차

1. 서론	3
2. MEXT (MOBILITY EXTENSIONS FOR IPV6) WG	4
2.1 MOBILITY SUPPORT IN IPV6	4
2.2 MOBILITY IPV6 SUPPORT FOR DUAL STACK HOSTS AND ROUTERS (DSMIPV6)	4
2.3 MULTIPLE CARE-OF ADDRESSES REGISTRATION.....	5
3. MIP4 (MOBILITY FOR IPV4) WG	6
3.1 IP MOBILITY SUPPORT FOR IPV4	6
3.2 DUAL STACK MOBILE IPV4.....	6
4. NETLMM (NETWORK-BASED LOCALIZED MOBILITY MANAGEMENT) WG	7
4.1 IPV4 SUPPORT FOR PROXY MOBILE IPV6.....	7
4.2 INTERACTIONS BETWEEN PMIPV6 AND MIPV6	8
5. MIPSHOP WG.....	10
5.1 OVERVIEW	10
5.2 FAST IPV4 SUPPORT FOR PROXY MOBILE IPV6.....	10
6. 결론	12
참고 문헌.....	13

1. 서론

IP 기술의 활성화에 따라 차세대 통신망은 IP 기반의 핵심망을 기반으로 하여 다양한 종류의 액세스 망을 수용하는 형태로 발전하고 있다. 뿐만 아니라 액세스 망도 기존의 무선 LAN을 포함하여 IP 기술을 기반으로 하는 액세스 망들이 점차 주류로 등장하고 있다. 이러한 차세대 망 구조에서 효율적인 이동성 지원을 위해 IP 기술에 기반한 이동성 지원 기술이 필수적이다. 현재 대표적인 IP 이동성 프로토콜로는 IETF에서 표준화 한 Mobile IPv6(MIPv6)가 있다 [1].

Mobile IPv6는 이동 단말 (Mobile Node)이 홈 네트워크에서 사용하는 Home Address (HoA) 외에 이동 단말의 현 위치를 알려주는 Care of Address (CoA)를 가지며 이를 위치 변경 시마다 Home Agent (HA) 또는 상대 단말 (Correspond Node)에 등록(또는 Binding Update)함으로써 연결성을 유지한다. 그러나 이러한 방법은 실시간성이 요구되거나 패킷 손실에 민감한 응용에서는 문제점을 가질 수 있으며, 기존에 사용 중인 IPv4 네트워크에 적용이 불가능하다. 그리고 이동 단말의 제한적인 특성상 Mobile IP stack 구현의 어려움 등 호스트 기반 IP 이동성 관리 기술의 한계점이 존재한다. 이러한 MIPv6의 문제점을 보완하기 위해서 IETF에서는 Mobile IP WG 이후 IP 이동성과 관련한 4개의 WG을 개설하여 현재 표준 문서 작업을 진행 중이다.

이에 본 고에서는 IETF에서 진행 중인 IP 이동성 표준 기술 동향에 대해 살펴보고, 나아가 향후에 전개될 주요 표준화 이슈에 대하여 살펴보고자 한다. 먼저 2절에서는 IETF WG과 WG에서 개발 중인 주요 권고안 문서들에 대해서 살펴보고, 3절에서는 향후 IP 이동성 표준 기술에 대한 전망과 함께 결론을 맺고자 한다.

2. MEXT (Mobility EXTensions for IPv6) WG

MEXT WG은 기존의 Mobile IPv6 (MIPv6), Network Mobility (NEMO), Mobile Nodes And Multiple Interfaces in IPv6 (MONAMI6) WG의 개발 작업을 계속해서 수행하고 있다.

MEXT WG의 주요 연구 내용은 다음과 같다.

- ① 기존 Mobile IPv6의 확장 (Mobile IPv6-bis)
- ② Dual-stack operation이 가능한 solution (DSMIPv6)
- ③ Multiple Interface의 사용 (Multiple CoAs 사용)
- ④ NEMO Route Optimization
- ⑤ Home Network 지원을 위한 DSMIPv6 확장

이 중에서 본 고에서는 기존 Mobile IPv6의 확장, DSMIPv6, Multiple CoAs 사용에 대해서 알아 볼 것이다.

2.1 Mobility Support in IPv6

Draft-ietf-mext-rfc3775bis-02 문서는 RFC 3775인 Mobility Support in IPv6 문서를 추가 수정하고 있는 문서이다 [2]. 아직까지 내용 측면에서 많은 수정이 이루어진 것은 아니며, RFC 3775 문서가 2004년 제정된 표준 문서이기 때문에 관련 Reference에 많은 변화가 있으며, 새로 추가된 Reference 문서도 있다. 그리고 MIPv6의 동작 과정에서 이동 단말의 Home prefix 설정 시 이동 단말이 HA를 발견하고 HoA를 구성하는 가정도 추가되었다. 그리고 기존 RFC 문서에서의 Site-Local Addressability 부분이 Unique-Local Addressability 부분으로 수정되었다. HoA와 CoA는 unicast routable address일 필요는 없으며, 만약 사용된다면, global unicast IPv6 address로 취급되어 사용된다는 점이 수정되었다. 그리고 이동 단말에서의 Home link를 찾는 부분이 추가되었다.

2.2 Mobility IPv6 Support for Dual Stack Hosts and Routers (DSMIPv6)

현재의 MIPv6와 NEMO 표준은 IPv6만을 지원한다. 이에, Draft-ietf-mext-nemo-v4traversal-07 문서는 터널을 통해 HA에 전달되는 IPv4와 IPv6 모두 사용할 수 있도록 하는 해결책을 제시하고 있다 [3]. 이를 위해, 이동 단말과 HA는 Dual Stack을 가지며, IPv4와 IPv6 packet을

모두 처리하고, 이동 단말과 HA 사이에는 MIPv6를 사용하여 시그널링을 수행한다.

DSMIPv6를 적용하기 위해 다음과 같은 시나리오를 고려한다.

- ① Foreign Network가 IPv4만 지원하는 경우
- ② 이동 단말이 NAT 하에 존재하는 경우
- ③ HA가 NAT 하에 존재하는 경우
- ④ IPv4만 지원하는 응용을 사용하는 경우

위 시나리오에서의 IP 이동성 지원을 위해 DSMIPv6는 Home Agent Address Discovery, Mobile Prefix Solicitation and Advertisement, Binding Management, Route Optimization, Dynamic IPv4 Home Address Allocation 등의 기능 확장이 요구된다.

2.3 Multiple Care-of Addresses Registration

현재 MIPv6 표준에 따르면, 이동 단말은 여러 개의 CoA를 가지더라도 primary CoA라 불리는 단 하나의 CoA만을 HA에 등록하여 사용할 수 있다. 그러나 bandwidth, delay, cost 등 여러 가지 측면에서 볼 때, 이동 단말이 multiple access를 가지는 것이 유리하다. 이를 위해 mexm WG에서는 multiple CoA 등록에 대한 표준을 제정 중에 있다.

Multiple CoA 지원을 위해 draft-ietf-monami6-multiplecoa-11 문서에서는 Binding Identification Number (BID)를 정의하고 있다 [4]. 만약 이동 단말이 여러 개의 global IPv6 address를 가질 경우, 이 주소들을 HA에 CoA로 여러 개 등록할 수 있다. 만약 이동 단말이 여러 개의 binding 정보를 한 번에 등록 하려면 각각의 CoA에 대한 BID를 생성하여 Binding Update List에 함께 등록해야 한다. BID는 Binding Identifier Mobility Option에 포함 이 되고, Binding Identifier Mobility Option이 포함된 Binding Update를 받은 HA는 BID를 복사해서 Binding Cache Entry에 저장한다. 그리고 만약 BID가 다른 이동 단말에 대한 Binding cache entry가 존재할 경우, HA는 이동 단말을 위한 새로운 Binding cache entry를 생성한다. 이렇게 이동 단말은 하나의 Binding Update를 통해 한 번에 여러 개의 CoA에 대해 Binding Update를 수행 할 수 있다.

3. MIP4 (Mobility for IPv4) WG

MIPv4 WG은 기존의 IP mobility support for IPv4 (RFC 3344) 문서를 기반으로 IPv4 중심의 IP 이동성 표준 기술에 대한 개발을 진행 중에 있다 [5].

MIPv4 WG의 주요 연구 내용은 다음과 같다.

- ① 기존 Mobile IPv4의 확장 (Mobile IPv4-bis)
- ② Dual-stack Support (DSMIPv4)
- ③ MIPv4 Moving Network Support

이 중에서 본 고에서는 기존의 Mobile IPv4의 확장, DSMIPv4 사용에 대해서 좀 더 자세히 알아 볼 것이다.

3.1 IP Mobility Support for IPv4

Draft-ietf-mip4-rfc3344bis-07 문서는 RFC 3344인 IP Mobility Support for IPv4 문서를 재검토 하고 있는 문서이다 [6]. 아직까지 내용 측면에서 수정은 이루지지 않았으며, RFC 3344 문서가 2002년에 표준으로 제정된 문서이기 때문에 관련 Reference의 업데이트와 문법 수정 및 문서 자체의 편집의 수정만이 이루어졌다.

3.2 Dual Stack Mobile IPv4

Draft-ietf-mip4-dsmipv4-10 문서는 Mobile IPv4에서의 IPv6 확장을 제공하는 표준 문서이다 [7]. 이 문서에서는 Dual stack 단말이 IPv4와 dual stack 네트워크 사이의 이동뿐만 아니라 IPv4와 IPv6 home address를 사용하는 것에 대한 내용이다. 본래 이 표준은 Mobile IPv4를 기준으로 IPv6에 대한 확장을 제공하는 것으로 Mobile IPv6에서와 같은 Route Optimization을 제공하지는 못하고, Mobile IPv6의 CoA 등록을 제공하지 못하는 단점이 존재한다. 하지만 터널링을 통해 통상의 IPv4 home address 등록과 함께 IPv6 home prefix를 같이 등록할 수 있도록 하는 해결책을 제시하고 있다.

4. NETLMM (NETwork-based Localized Mobility Management) WG

IETF는 local과 global 이동성 관리 프로토콜을 정의했다. 하지만 이들은 호스트 기반의 이동성 관리 프로토콜로 이동성 지원을 위해 이동 단말의 수정이 필요하다. 이와는 달리, NETLMM WG에서는 이동 단말의 수정 없이 local IP 이동성 제공을 위한 네트워크 기반의 이동성 관리 프로토콜에 대한 표준을 제정하였다 [7]. 그리고 현재 이를 기반으로 여러 가지 연구가 진행 중이다.

NETLMM WG의 주요 연구 내용은 다음과 같다.

- ① PMIPv6 MAG와 이동 단말 사이의 interface
- ② PMIPv6를 위한 IPv4 지원
- ③ MIPv6와 PMIPv6 사이의 연동
- ④ Automatic LMA 발견

이 중에서 본 고에서는 PMIPv6를 위한 IPv4 지원과 MIPv6와 PMIPv6 사이의 연동에 대해서 좀 더 자세히 알아볼 것이다.

4.1 IPv4 Support for Proxy Mobile IPv6

IPv4에서 IPv6로의 변환 과정은 길고 이 변환 기간 동안 두 프로토콜은 같은 네트워크 인프라 상에서 작동될 수 있다. 그래서, PMIPv6 도메인에서의 이동 단말은 IPv4만 지원하거나, IPv6만 지원하거나, Dual stack 모드에서 동작을 해야 하고, LMA와 MAG 사이의 네트워크가 IPv4 네트워크 또는 IPv6 네트워크에 상관 없이 동작을 해야 한다. 하지만 기존의 PMIPv6는 PMIPv6 도메인에 국한되어서 작동을 하는 문제점이 있다. 따라서 IPv4 지원을 위한 PMIPv6의 확장이 필요하다.

PMIPv6에서 IPv4 지원을 위해서는 다음 두 가지 문제가 해결되어야 한다. 첫째, IPv4 Home Address Mobility Support이고, 둘째 IPv4 Transport Network Support이다. 우선 IPv4 Home Address Mobility Support를 위해서, IPv4 stack을 가진 이동 단말은 IPv4 주소를 획득하고, PMIPv6 도메인 내에서 어떤 access network에서도 그 주소를 사용할 수 있어야 한다. 즉, 이동 단말은 IPv4 home address 지원을 위해 IPv6 주소를 할당 받아서는 안 된다. 다음으로, IPv4 Transport Network Support를 위해서, PMIPv6 도메인 내에 존재하는 mobility entity들

은 IPv4 망에 있거나 MAG가 IPv4 private address를 사용하는 경우, MAG와 LMA의 경로 사이에 NAT translation 장비가 있어도 PMIPv6 signaling 메시지를 주고 받을 수 있어야 한다. 위와 같은 문제에 대한 해결책을 draft-ietf-netlmm-pmip6-ipv4-support-09 문서에서 정의하고 있다 [8].

4.2 Interactions between PMIPv6 and MIPv6

PMIPv6는 IETF에서 표준화한 local 이동성 지원을 위해 고안된 프로토콜이다. 따라서 global 이동성 지원에 있어서 문제가 존재한다. 이를 위해 MIPv6와 함께 사용하는 경우가 많이 있다. 예를 들면, local 이동성 지원은 PMIPv6로 global 이동성 지원은 MIPv6로 하는 경우가 여기에 해당한다. 따라서, draft-ietf-netlmm-mip-interactions-01 문서에서는 MIPv6와 PMIPv6 사이의 상호 작용이 요구되는 모든 상황을 분류하여, 시나리오 별로 이슈를 제시한다 [9].

여기에서 고려하는 시나리오는 다음과 같다.

- ① Local 이동성 관리는 PMIPv6이 global 이동성 관리는 MIPv6가 사용되는 경우

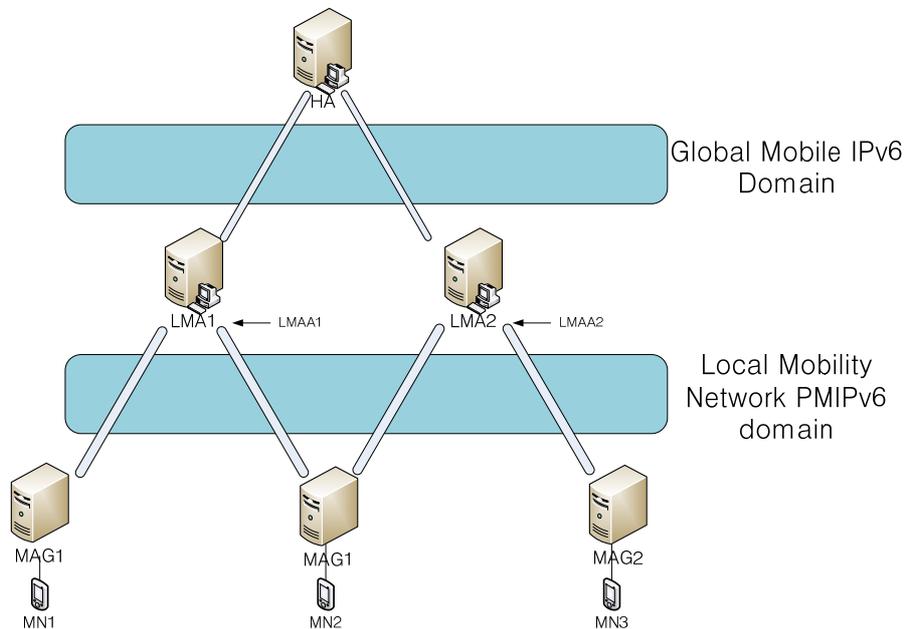


그림 1. PMIPv6-MIPv6 interaction Scenario A

이 경우의 특별한 이슈는 없으며, HMIPv6-MIPv6 기법과 유사하다.

- ② 이동 단말에 따라서 MIPv6와 PMIPv6가 사용되는 경우

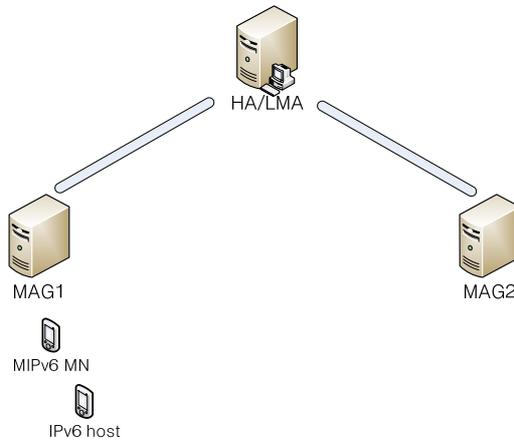


그림 2. PMIPv6-MIPv6 Interaction Scenario B

기본적으로 PMIPv6의 경우 모든 이동 단말에 대해 지원이 가능하지만 MIPv6의 경우 이동 단말이 지원을 할 경우에만 사용이 가능하다. 이 경우 이동 단말에 따라서 MAG는 PMIPv6를 지원하기 위해 HNP를 광고하거나, MIPv6를 지원을 위해 현재 local IP prefix를 광고 모두 해야 하는 문제점이 발생한다.

- ③ 이동 단말이 다른 access network 사이를 이동하는 경우

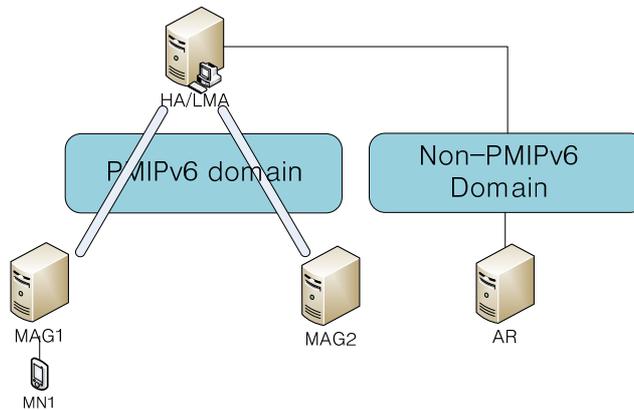


그림 3. PMIPv6-MIPv6 Interaction Scenario C

이 경우 PMIPv6의 Binding cache entry와 HA의 Binding cache entry가 서로 공유가 되어야 한다. 이동 단말이 PMIPv6 도메인에 있다가 PMIPv6이 아닌 다른 도메인으로 이동할 경우 도메인에 상관 없이 binding 정보 관리가 이루어 져야 하는 문제점이 발생한다.

5. MIPSHOP WG

5.1 Overview

Mobile IPv6는 'home address'를 사용하여 이동 단말이 접속 링크가 변화하더라도 계속해서 통신이 가능하도록 한다. 이를 handoff라 하며 이 때는 지연 시간과 패킷 손실이 발생한다. MIPSHOP WG에서는 이 두 가지 문제를 해결하기 위해 연구를 진행하고 있다. 해결책으로 현재 두 가지 방법이 있다. 첫째, Hierarchical Mobile IPv6 (HMIPv6)는 이동 단말과 HA 혹은 상대 단말 사이의 signaling을 줄인다 [11]. 둘째, Mobile IPv6 Fast Handovers (FMIPv6)는 이동 단말이 새로운 링크에 접속 할 때 가능한 한 빠르게 IP 연결을 제공함으로써 패킷 손실을 줄인다 [12]. MIPSHOP WG은 HMIPv6와 FMIPv6처럼 MIPv6의 성능을 향상 시킬 수 있는 프로토콜 확장에 대해 연구를 할 것이다.

MIPSHOP WG의 주요 연구 내용은 다음과 같다.

- ① FMIPv6 이동 단말과 Access Router(AR)간의 AAA를 사용한 보안
- ② PMIPv6 핸드오버 시의 핸드오버 최적화 (PFMIPv6)
- ③ IEEE 802.21과 관련된 프로토콜 연구

이 중에서 본 고에서는 PMIPv6 핸드오버 시의 핸드오버 최적화에 대해서 중점적으로 알아볼 것이다.

5.2 Fast IPv4 Support for Proxy Mobile IPv6

Draft-ietf-mipshop-pfmip6-01문서는 PMIPv6가 이동성 관리 프로토콜로 사용될 때 FMIPv6의 방법을 사용하는 것을 연구하는 표준 문서이다 [13]. 이동 단말이 MIPv6 또는 FMIPv6 동작을 수행하기 위한 이동성 관련 기능이 없기 때문에 FMIPv6를 지원하기 위한 확장이 필요하다.

핸드오버 시 성능 향상을 위해서, PFMIPv6에서는 New MAG (NMAG)와 Previous MAG (PMAG) 사이에 양방향 터널을 설정한다. 그리고 NMAG가 PBU를 보내기 위해서, FMIPv6에 정의된 Handover Initiate (HI)와 Handover Acknowledge (Hack) 메시지를 사용한다. 그리고 이 메시지를 통해 이동 단말의 NAI, Home Network Prefix (HNP) 등을 PMAG로 부터 받게 된다. 하지만 이동 단말에 직접적으로 IP 이동성 프로토콜 동작을 추가할 수 없으므로,

FMIPv6에서 사용되던 Router Solicitation for Proxy Advertisement (RtSolPr), Proxy Router Advertisement (PrRtAdv), Fast Binding Update (FBU), Fast Binding Acknowledgement (FBack), Unsolicited Neighbor Advertisement (UNA) 메시지 등은 사용되지 않는다.

간단한 동작 과정을 살펴 보면 다음과 같다.

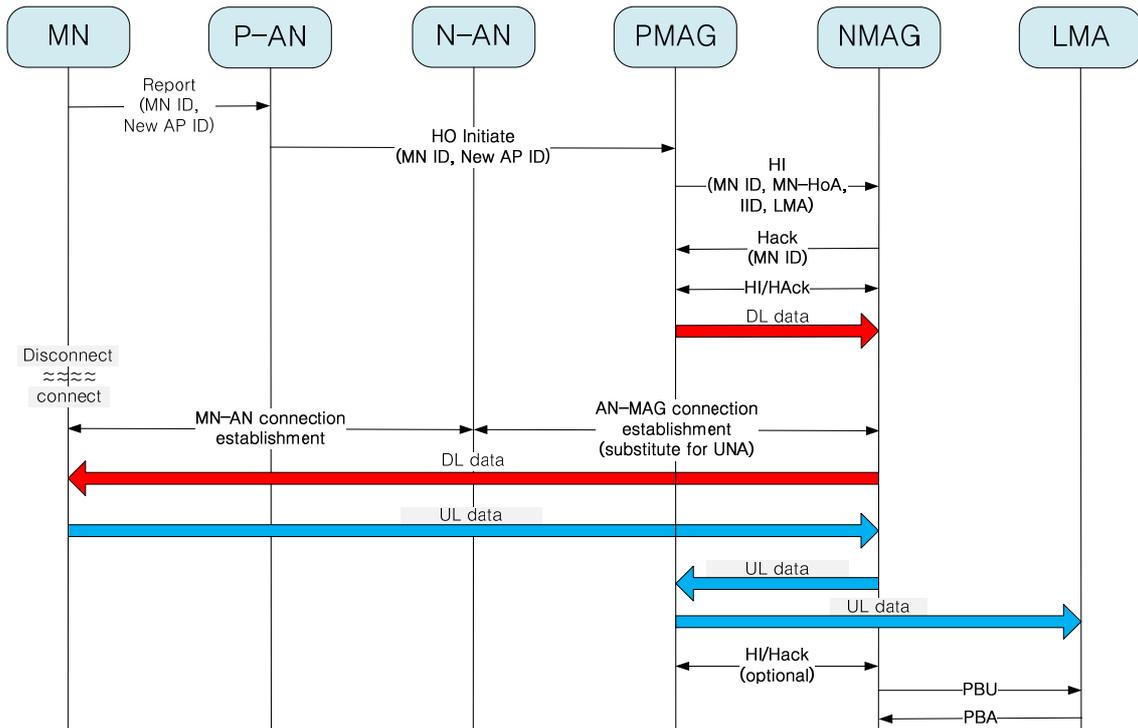


그림 4. PFMIPv6 operation (predictive mode)

PFMIPv6도 FMIPv6와 마찬가지로 predictive mode와 reactive mode가 존재한다. 다음 그림은 reactive에 대한 동작 과정을 나타낸 것이다.

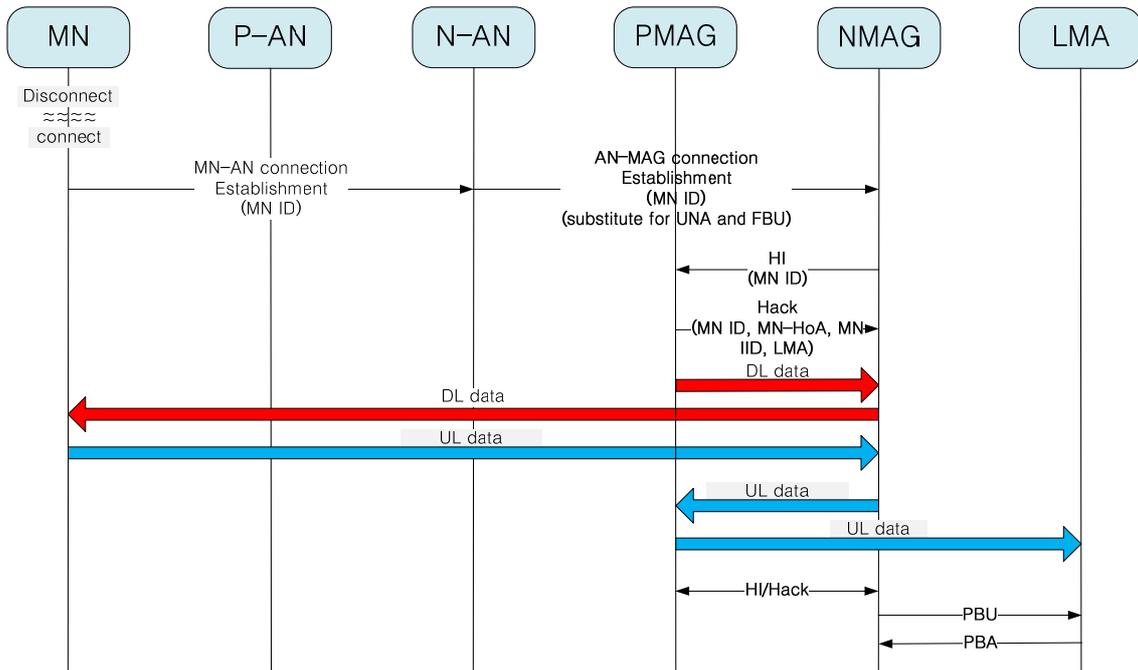


그림 5. PFMIPv6 operation (reactive mode)

6. 결론

지금까지 본 고에서는 IETF에서 진행되고 있는 IP 이동성 표준 기술 현황을 WG별로 살펴 보았다. 현재 IP 이동성 표준 기술에 대해서 연구를 진행 중인 WG은 MEXT, MIP4, NETLMM, MIPSHOP이 있으며, 각자 서로 다른 연구 주제를 가지고 활발히 연구 중에 있다. 그 중에서도 MEXT WG의 DSMIPv6, MCoA, NETLMM WG의 PMIPv6를 위한 IPv4 지원 기술, MIPSHOP WG의 PFMIPv6 등은 향후 활발한 draft 문서 작업이 진행될 것으로 예상된다. 국내에서도 이에 따른 대응이 필요할 것으로 생각되며, 이에 대한 관심이 있는 사람에게 이 문서가 조금이나마 도움이 되길 바란다.

참고 문헌

- [1] D. Johnson, C. Perkins, J. Arkko, "Mobility Support in IPv6", IETF RFC 3775, June 2004
- [2] D. Johnson, C. Perkins, K. Arkko, "Mobility Support in IPv6", IETF draft-ietf-mext-rfc3775bis-02, October 2008
- [3] H. Soliman, "Mobile IPv6 Support for Dual Stack Hosts and Routers (DSMIPv6)", IETF draft-ietf-mext-nemo-v4traversal-07, December 2008
- [4] R. Wakikawa, V. Devarapalli, T. Ernst, K. Nagami, "Multiple Care-of Addresses Registration", IETF draft-ietf-monami6-multiplecoa-11, January 2009
- [5] C. Perkins, "IP Mobility Support for IPv4", IETF RFC 3344, August 2002
- [6] C. Perkins, "IP Mobility Support for IPv4, revised", IETF draft-ietf-mip4-rfc3344bis-07, October 2008
- [7] S. Gundavelli, K. Leung, V. Devarapalli, K. Chowdhury, B. Patil, "Proxy Mobile IPv6", IETF RFC 5213, August 2008
- [8] R. Wakikawa, S. Gundavelli, "IPv4 Support for Proxy Mobile IPv6", IETF draft-ietf-netlmm-pmip6-ipv4-support-09, January 2009
- [9] G. Giarretta, "Interactions between PMIPv6 and MIPv6: scenarios and related issues", IETF draft-ietf-netlmm-mip-interactions-01, November 2008
- [10] G. Giarretta, "Interactions between PMIPv6 and MIPv6: scenarios and related issues", IETF draft-ietf-netlmm-mip-interactions-01, November 2008
- [11] H. Soliman, C. Castelluccia, K. El Malki, L. Bellier, "Hierarchical Mobile IPv6 (HMIPv6) Mobility Management", IETF RFC 5380, October 2008
- [12] R. Koodli, "Mobile IPv6 Fast Handovers", IETF RFC 5268, June 2008
- [13] H. Yokota, K. Chowdhury, R. Koodli, B. Patil, F. Xia, "Fast Handovers for Proxy Mobile IPv6", IETF draft-ietf-mipshop-pfmipv6-01, December 2008