

# 향상된 IP 이동성 지원을 위한 NEMO와 PMIPv6의 상호 운용성에 관한 연구

김성철\* · 이호선\* · 조용범\*\* · 조성준\*

\*한국항공대학교 · \*\*정보통신연구진흥원

## A Study on Inter-operability of NEMO and PMIPv6 for Enhanced IP Mobility Support

Seong-chul Kim\* · Ho-sun Lee\* · Yong-bum Cho\*\* · Sung-joon Cho\*

\*Korea Aerospace University · \*\*Institute for Information Technology Advancement

E-mail : holyiron@kau.ac.kr

### 요 약

향후 보다 향상된 이동성 지원을 위한 표준으로 IETF의 Proxy Mobile IPv6와 Network Mobility Basic Support Protocol이 있다. 이들은 모두 망 인프라 수준에서 단말이 이동할 시에도 끊임없는 IP 이동성을 지원해준다는 점은 동일하지만, 하나의 단말의 이동성만을 관리하는 PMIPv6와는 달리 NEMO에서는 다수의 단말을 가진 망 전체의 이동성 관리를 목적으로 한다는 점에서 차이가 난다. 본 논문에서는 두 가지 이동성 관리 기법간의 상호 운용성 보장을 위한 새로운 기법을 제안한다.

### ABSTRACT

There are Proxy Mobile IPv6(PMIPv6) and Network Mobility Basic Support Protocol (NEMO BSP) for more enhanced mobility support. These have a common purpose to support seamless IP mobility at network infrastructure level whenever mobile nodes(MNs) move between foreign networks. But it is different that the NEMO BSP supports an entire network's mobility, while the PMIPv6 supports only a single MN's mobility. In this paper, a new scheme is proposed to guarantee an interoperability of PMIPv6 and NEMO BSP.

### 키워드

Network Mobility, Proxy Mobile IPv6, IP Mobility

### 1. 서 론

전 세계의 네트워크가 Internet Protocol(IP)를 통해 시간과 장소에 상관없이 정보를 주고받게 되면서, 인터넷은 실생활의 곳곳에까지 엄청난 파급효과를 낳기 시작했다. 사람들은 점점 더 자주, 그리고 보다 편하게 인터넷에 접속하길 원하게 되었으며, 다양한 정보 단말과 향상된 통신 기술이 이를 가능케 하고 있다[1]. 하지만 사용자의 요구를 만족시키기엔 현재의 전화기를 기반으로 하는 이동 통신 단말기로는 부족한 점이 많다.

따라서 보다 성능이 뛰어난 랩톱 컴퓨터 혹은

Personal Digital Assistant(PDA), 그리고 최근 등장하기 시작한 Ultra Mobile Personal Computer(UMPC)나 넷톱 컴퓨터 등을 이용한 차세대 이동 통신 서비스에 관한 연구·개발이 활발히 진행되고 있으며, 그 일환으로 끊임 없는 IP 이동성 지원에 대한 연구[2]가 있다.

나아가 최근 이동성 관리에 대한 단말의 부담 및 망의 오버헤드를 경감시키고, 기존의 IP 스택만을 탑재한 구형 이동 단말의 이동성도 지원하는 등 여러 가지 장점을 갖는 네트워크 기반 이동성 처리 기법에 대한 연구가 주목받기 시작했

다. 현재 표준화가 활발히 진행 중인 차세대 이동성 지원 기법으로 Proxy Mobile IPv6(PMIPv6)[5]와 Network Mobility Basic Support Protocol(NEMO BSP)[6]가 있다.

본 논문에서는 PMIPv6와 NEMO BSP의 동작 절차에 대한 알아보고, 끊임 없는 IP 이동성 지원을 위해 두 가지 이동성 지원 기법 간의 상호 운용성을 보장할 수 있는 새로운 기법을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 네트워크 기반 이동성 지원 기법인 PMIPv6와 NEMO에 대하여 분석하고, 3장에서는 상호 운용성 보장을 위한 새로운 기법을 제안한다. 4장에서 시뮬레이션을 통해 성능 분석을 한 뒤 5장에서 결론을 맺는다.

## II. 네트워크 기반 이동성 지원 기법

### 1. Proxy Mobile IPv6

PMIPv6는 네트워크 기반의 이동성 관리를 위해 NetLMM에서 정의한 Local Mobility Anchor(LMA)와 Mobile Access Gateway(MAG)라는 두 객체를 사용한다. LMA는 이동 단말의 Home Agent(HA)이면서 이동 단말의 이동을 추적해 세션을 관리하며, MAG는 이동 단말 대신 이동성 관련 시그널링을 처리하는 access router(AR)이다. PMIPv6의 간략한 동작 과정은 그림 1과 같다.

먼저 MN이 네트워크에 접속하면 주소 할당을 위해 MN의 정보를 담아 Router Solicitation(RS) 메시지를 MAG에게 보낸다. 그 다음 MAG는 LMA에게 PBU 메시지를 보내고, LMA는 PBU를 처리하고 LMA-MAG 터널을 설정한다. 그리고 LMA로부터 Proxy Binding Acknowledgement(PBA)를 수신한 MAG는 MAG-LMA 터널을 설정한다. MAG으로부터 Router Advertisement(RA) 메시지를 받은 MN은 자신의 IP 주소를 설정하고 양방향 터널을 통해 PMIPv6 domain 상에서 패킷을 송수신할 수 있는 준비를 마치게 된다.

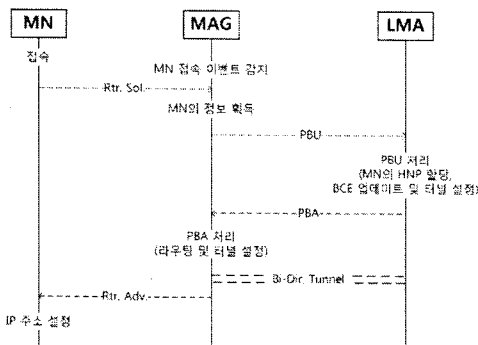


그림 1. MN이 PMIPv6 네트워크에 접속한 경우

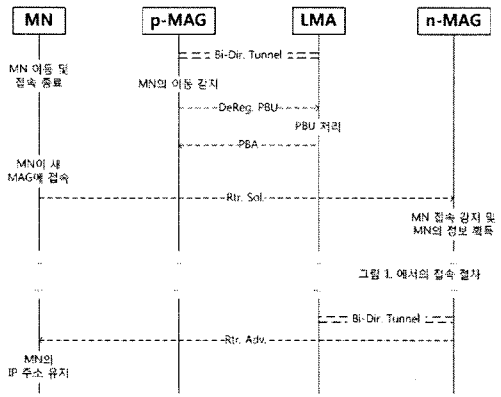


그림 2. PMIPv6 domain에서 MN의 핸드오버

그리고 그림 2는 MN이 종전에 접속해있던 MAG(p-MAG)에서 새로운 MAG(n-MAG)으로 핸드오버 하는 경우를 나타낸다. p-MAG은 단말이 이동할 경우 PBU 등록 해지를 수행하고, 단말은 n-MAG에 새로운 접속 절차를 통해 접속한다.

### 2. Network Mobility Basic Support Protocol

NEMO BSP는 MIPv6의 확장형으로, 네트워크 전체의 이동성을 지원하기 위한 프로토콜이다. 이를 위해 NEMO BSP는 네트워크의 이동성 관리를 책임지는 Mobile Router(MR)를 정의하며, 새로운 Mobility Header(MH)와 Mobile Router flag(R flag)를 이용하는 이동성 관리 기법을 소개하고 있다. 그 동작 과정은 다음 그림과 같다.

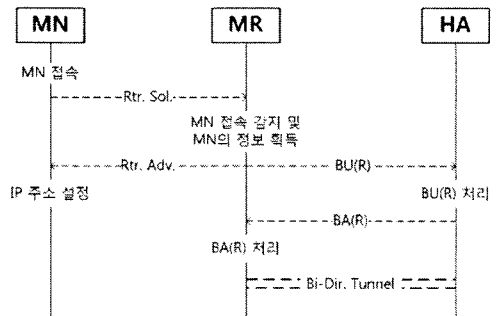


그림 3. MN이 MR에 접속한 경우

우선 그림 3은 MN이 MR에 접속하는 경우를 나타낸다. MN이 RS 메시지를 보내면, MR은 자신의 Prefix를 MN에게 알려주고, 동시에 HA에게 Binding Update(BU) 메시지를 보낸다. 이때 HA는 MR을 위한 BCE와 터널을 설정한다. 그리고 HA는 Binding Acknowledgement(BA)를 보내, MR은 터널을 통해 MN의 패킷전송을 중계한다.

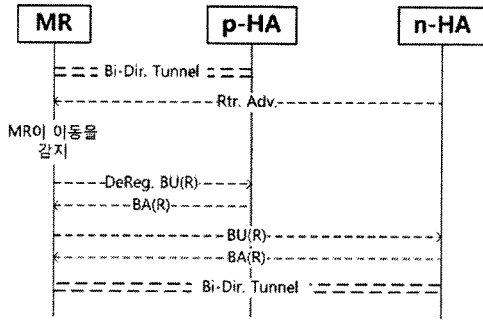


그림 4. MR이 새로운 HA로 핸드오버 하는 경우

다음으로 그림 4는 MR이 이동해 접속점을 변경하는 경우를 나타낸다. MR은 MN과 함께 이동하며 패킷을 중계하다가, 새로운 네트워크로부터 RA 메시지를 수신함으로써 이동을 감지하고 핸드오버를 수행한다. 즉, 기존의 접속점(p-HA)과의 연결 및 터널을 해제하고, 새로운 접속점(n-HA)과 새로운 터널을 설정함으로써 계속해서 패킷을 중계할 수 있게 된다.

지금까지 살펴본 PMIPv6와 NEMO BSP는 둘 다 Mobile IPv6의 확장형 프로토콜이라는 점, 내부에 속한 MN이 이동에 따른 처리에 관여하지 않아 이동에 관계없이(transparent) 연결을 유지할 수 있다는 점, 그리고 MIP 없이 IP 스택만을 탑재한 구형 단말에게도 이동성을 지원할 수 있다는 점에서 서로 유사한 특징이 있다. 하지만 이들은 다른 WG에서 표준화가 진행돼 서로 독립적으로 동작하므로, 보다 향상된 IP 이동성 지원을 위해서는 상호 운용성에 대한 연구가 필요하다.

### III. 상호 운용성 보장 기법

본 논문에서는 PMIPv6와 NEMO BSP가 혼용될 수 있는 경우로 다음 그림과 같은 환경을 가정하였다.

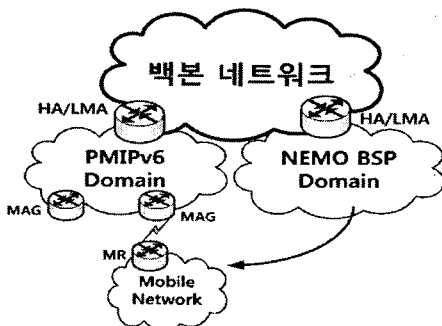


그림 5. Mobile Network이 PMIPv6 네트워크로 이동한 경우

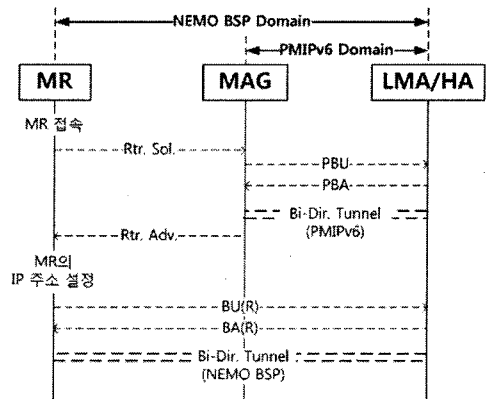


그림 6. PMIPv6 네트워크에서 MR의 접속 절차

그림 5에 나타난 것처럼, PMIPv6 네트워크에서 MAG는 망의 AR로서 Mobile Network이 이동해 올 경우 MR과 접속하여 통신을 하게 된다. 이때의 표준 동작 절차는 그림 6과 같다.

MR은 MAG에 MN과 동일한 절차(PBU/PBA)를 거쳐 접속을 하고, 다음으로 자신이 담당하는 이동 네트워크의 이동성 지원을 위해 NEMO BSP의 BU/BA 절차를 거쳐 양방향 터널을 설정함으로써 이동 네트워크의 패킷 전송을 중계할 수 있게 된다. 하지만 이는 HA가 MR까지 패킷을 보내기 위해, 두 번에 걸쳐 BU/BA를 교환하고 2중 터널을 통해야 한다는 단점이 있다.

이러한 단점을 보완하기 위해 본 논문에서는 MIPv6 표준에 정의된 mobility option들 중 'Alternate CoA option'을 이용해 조기에 MR의 PMIPv6 네트워크 접속 의사를 알리고, 한번의 IP 터널링만으로 패킷 전송을 수행하는 기법을 소개한다. 제안하는 기법에 의한 MR의 접속 절차는 다음과 같다.

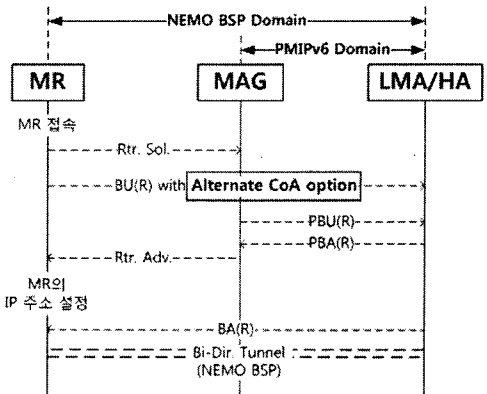


그림 7. 제안하는 기법에 의한 MR의 PMIPv6 네트워크 접속 절차

Alternate CoA (ACoA) option은 MN이 자신의 주소를 설정할 수 없을 때 BU를 보내기 위해 임시로 사용할 수 있는 옵션으로, PMIPv6 도메인에 접속함을 인식한 MR은 ACoA option을 사용하는 BU에 R flag를 세팅하여 MR의 접속 절차가 수행됨을 PMIPv6 네트워크에 알려준다. 이를 수신한 MAG과 LMA는 MR을 위한 PBU/PBA를 교환하고, PMIPv6 터널링 없이 NEMO BSP 터널링만을 이용해 패킷 전송을 중계할 수 있게 된다.

트위크로의 핸드오버가 1회에 걸쳐서만 일어나기 때문에 제안하는 기법에 의한 향상치가 작게 나타나는 것이다. 한편 평균 중단 지연시간은 11.546 ms에서 10.194 ms로 약 12% 감소하였고, 평균 지터 또한 1.254 ms에서 1.034 ms로 약 18% 감소하였다. 이는 핸드오버 시 지연시간을 좀 더 단축시키고, 단일 터널링만으로 패킷을 전달하게 됨으로써 제안하는 기법에 의해 보다 향상된 패킷 전송을 할 수 있음을 의미한다.

#### IV. 시뮬레이션

제안하는 알고리즘의 성능 분석을 위해, Scalable Network Technology사의 Qualnet 4.0[7]을 이용해 시뮬레이션 환경을 구현하였다. 구현한 시뮬레이션 환경은 다음과 같다.

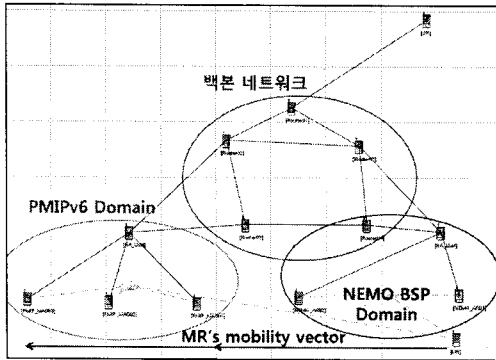


그림 8. 시뮬레이션 환경

그림 8에 나타난 것처럼, 5개의 라우터로 구성된 백본 네트워크에 PMIPv6, NEMO BSP 네트워크가 각각의 HA를 통해 연결되어 있다. MR은 백본에 연결된 CN과의 패킷 전송을 중계하면서 NEMO BSP 네트워크에서 PMIPv6 네트워크로 핸드오버를 한다. MR에 속한 MN은 CN과 실시간 트래픽을 주고받도록 하였다. 시뮬레이션은 300초에 걸쳐서 진행하였으며, Random Seed를 바꿔가며 총 30회 수행한 결과의 평균값을 나타냈다. 다음의 표에 제안하는 기법이 사용되지 않았을 때(1)와 사용되었을 때(2)의 결과를 나타낸다.

표 1. 시뮬레이션 결과

항목	(1)	(2)
Throughput	41755 pkts.	41775 pkts.
Avg. End-to-End Delay	11.546 ms	10.194 ms
Avg. Jitter	1.254 ms	1.034 ms

표 1의 결과를 보면, 전체 처리율은 약 20패킷으로, 큰 차이가 나지는 않는다. 이는 PMIPv6 네

#### V. 결 론

갈수록 증가하는 이동 무선 인터넷 서비스에 대한 수요를 만족시키기 위해, 보다 향상된 IP 이동성 지원을 위한 기법으로 PMIPv6와 NEMO BSP에 대한 연구가 진행되고 있다. 그리고 보다 향상된 IP 이동성 지원을 위해서는 이 두가지 기법간의 상호 운용성에 대한 연구가 필요하며, 본 논문에서는 이를 위한 새로운 기법을 제안하였다.

제안하는 기법에 의해, 처리를 증가하는 크지 않았으나, 평균 중단 지연시간과 평균 지터가 10% 이상 감소함으로써, 핸드오버 지연시간이 감소되고 보다 원활한 실시간 트래픽을 전송해줄 수 있음을 알 수 있었다.

향후 본 논문에서 제안한 기법을 WiBro나 3세대 이동통신 기술 등 다양한 접속 방식, 그리고 웹 검색이나 파일 전송 등 다양한 트래픽 등 좀 더 다양한 시나리오에서 검증할 필요가 있다.

#### 감사의 글

본 논문은 지식경제부 한국산업기술평가원 지정 한국항공대학교 부설 인터넷정보검색 연구센터의 지원에 의한.

#### 참고문헌

- [1] "2008 한국 인터넷 백서," 한국인터넷진흥원, 2008
- [2] D. Saha, et al., "Mobility Support in IP: A Survey of Related Protocols," IEEE Network, Vol. 8, Issue 6, pp. 34-40, Nov. 2004
- [3] C. Perkins, "RFC 3344, IP Mobility Support for IPv4," IETF, 2002
- [4] D. Johnson, et al., "RFC 3775, Mobility Support in IPv6," IETF, 2004
- [5] S. Gundavelli, et al., "RFC 5213, Proxy Mobile IPv6," IETF, 2008
- [6] V. Devarapalli, et al., "RFC 3963, Network Mobility Basic Support Protocol," IETF, 2005
- [7] Qualnet Developer, <http://www.qualnet.com>