

PMIPv6망에서 NEMO 지원을 위한 핸드오버 기법 제안

한경일*, 민상원*, 최상길, 전성민, 백종상, 정민아, 이성로

*광운대학교, 목포대학교

A Proposal of Handover Mechanism for NEMO within PMIPv6

Kyeong Il Han*, Sang Won Min*, Sang-gil Choi, Seong-min Jeon, Jong-sang Back, Min-a Jeong,

Seong Ro Lee

E-mail : {kyeongil,min}@kw.ac.kr, srlee@mokpo.ac.kr

요약

본 논문은 PMIPv6 망에서 NEMO를 지원하며 안정되고 향상된 라우팅이 이루어질 수 있도록 네트워크 기능 요소와 handover 지연시간을 감소시키기 위한 handover 방안을 제안하였다. 이를 위해서 MN 및 MR의 네트워크 초기접속간 BU 메시지에 옵션필드를 추가하여 초기접속임을 LMA/HA에 알린다. 다음 PMIPv6망의 handover 과정에서 PBU 메시지에 옵션 필드를 추가하여 MN의 handover임을 알려 절차를 줄일 수 있도록 하였다.

키워드

PMIPv6, NEMO, handover, PBU

1. 서론

최근 스마트폰이나 태블릿 PC 등 무선 이동단말의 사용이 폭발적으로 증가하면서, 이동단말에 대한 이동성 관리기법은 중요한 문제가 되었다. IETF(internet engineering task force)에서는 이동단말의 IP 이동성을 지원하기 위한 기술로 Mobile IPv4, MIPv6(mobile IPv6), PMIPv6(proxy mobile IPv6), FMIPv6(fast handover IPv6) 등 다양한 프로토콜에 대한 표준화를 진행하였다. MIPv6는 호스트 기반의 이동성 관리 기술로 이동단말이 이동성 관리 절차에 직접적으로 참여하기 때문에 전력 소비, 이동단말과 액세스 라우터 사이의 접속절차로 인한 무선구간에서 자원 사용량 증가, 성능 및 자원이 한정되어 있는 이동단말에 적용하기에 어려움이 있다[1].

이러한 문제를 해결하기 위해서 IETF의 NetLMM 워킹그룹은 네트워크 기반의 이동성 관리 기술인 PMIPv6를 표준화하였다[2]. PMIPv6는 기존의 MIPv6와 달리 네트워크상의 액세스 라우터가 MN(mobile node)대신에 MN의 위치정보를 HA(home agent)와 BU(binding update) 메시지 교환을 통해 갱신하는 로컬 이동성 관리 프로토콜이다. PMIPv6에서는 네트워크상에서 이동성 관리 시그널링 절차를 수행하기 위한 LMA(local mobility anchor)와 MAG(mobile access

gateway)가 새롭게 정의되었다.

이동단말의 이동성을 지원하기 위한 프로토콜에 대한 연구는 점차적으로 발전하여 네트워크 자체의 이동성에 대한 연구로 발전하였다. IETF의 NEMO 워킹그룹에서는 네트워크 이동성 지원을 위한 NEMO basic support protocol을 제안하였다[3]. NEMO(network mobility)는 버스, 기차, 비행기 등과 같이 이동하는 네트워크 환경에서 네트워크의 세션 지속성을 보장하는 기술이며 네트워크의 이동뿐만 아니라 네트워크 내의 이동단말에 대한 IP 연결을 지원한다.

본 논문에서는 LMA와 HA의 터널과 BCE가 중복되어 생성되는 문제점을 해결하여 프로세싱 오버헤드를 줄일 수 있는 PMIPv6망의 NEMO 지원을 위한 메시지 형식 보완을 제안하였다. 제안한 방식을 통해 핸드오버시에 중복된 터널, BCE 관리를 통해 빠른 핸드오버와 패킷 손실, 지연 시간을 줄일 수 있다. 본 논문은 II장에서 본 논문의 기반이 되는 PMIPv6망에서 NEMO 동작절차와 기존의 PMIPv6 메시지 형식에 대해 설명하고, III장에서 PMIPv6망에서 이동성을 지원하면서 발생하는 핸드오버 지연시간과 패킷손실을 최소화하기 위하여 새로운 메시지 형식을 제안한다. 제안된 방안을 바탕으로 고속 handover 방안에 대해 설명하며, 끝으로 IV장에서 결론을 도출한다.

II. 관련 이론

2.1 PMIPv6망에서 NEMO의 연동

그림 1은 PMIPv6 망에서 NEMO를 지원하는 방안을 나타낸 것이다. PMIPv6의 LMA와 NEMO의 HA이 있으며 LMA는 MR의 CoA(Care of address)의 토폴로지 상의 앵커지점이 된다. LMA와 HA의 연동을 통해 PMIPv6 도메인에서 MR은 이동하더라도 동일한 HA를 기반으로 하고 있기 때문에 주소는 바뀌지 않으며 NEMO의 이동성을 지원한다. 그리고 MR을 통해 MN은 이동성과 관련된 절차를 직접 처리하지 않게 되어 MIPv6 스택이 탑재되지 않는다[4].

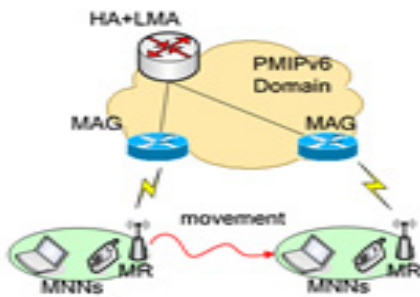


그림 1. PMIPv6 도메인내의 NEMO 적용

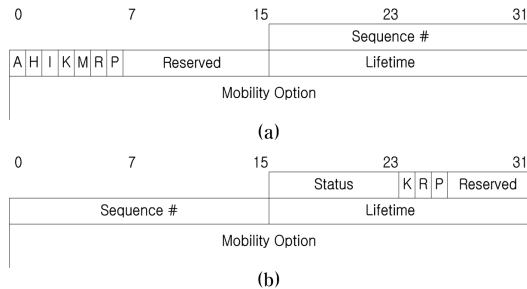


그림 2. (a) PBU 메시지 구조 (b) PBA 메시지 구조

NEMO의 구성 요소로서 MN(mobile network node), MR(mobile router)와 MNP(mobile network prefix)가 있으며, MN은 MNP가 포함된 주소를 지닌다. MR은 이동하는 네트워크에 장착된 엔티티이며, 이동 네트워크에서 기본 게이트웨이(default gateway)로의 역할을 수행한다. MR가 구성하고 있는 네트워크를 mobile network라고 부른다. Mobile network가 새로운 네트워크에 연결되더라도 mobile network에 있는 모든 MN에게 주소변환 없이 논리적 연결을 유지한다. MNP는 MR에서 자신이 구성하고 있는 mobile network에 전송하는 IPv6 prefix를 의미하며 MN이 mobile network에 부팅하게 되면 MR에서 전송하는 MNP

를 이용하여 주소를 생성한다. MR은 글로벌 홈 주소를 가지고 있는데, 이 홈 주소는 HA로부터 획득한 prefix를 기반으로 자동으로 설정되거나 DHCP 등을 통해 정적으로 설정될 수 있다. 본 논문에서는 HA가 할당한 prefix를 통해 MR의 주소가 생성되는 상황만을 고려하였다.

2.2 기존 PMIPv6 메시지 구조

PMIPv6에서 LMA와 MAG 사이에 이동성을 관리하기 위해 주고받는 PBU, PBA(proxy binding acknowledgement) 메시지는 기존의 MIPv6의 BU, BA(binding acknowledgement) 메시지를 수정하여 확장한 것이다. 그림 2는 PBU, PBA 메시지 구조를 나타낸 것이며, 기존의 MIPv6 BU 메시지에서 P 플래그가 포함된 형태로 되어있다. 이 P 플래그가 1로 설정된 PBU 메시지를 LMA가 받게 되면 MAG가 BU를 요구한 것으로 판단하여 PBA 메시지를 전송한다. PBA 메시지에서 P 플래그가 1로 설정되면 PBU에 대한 응답으로 PBA를 보내는 것이 된다[5].

2.3 기존 MN과 MR의 초기접속 절차

그림 3은 이동 네트워크와 MN의 초기접속 절차를 나타낸 것이다[6]. MR이 HA의 네트워크에 초기 접속하게 되면 MR은 HA로부터 prefix를 할당받아 MR-HoA(Home of Address)를 형성한다.

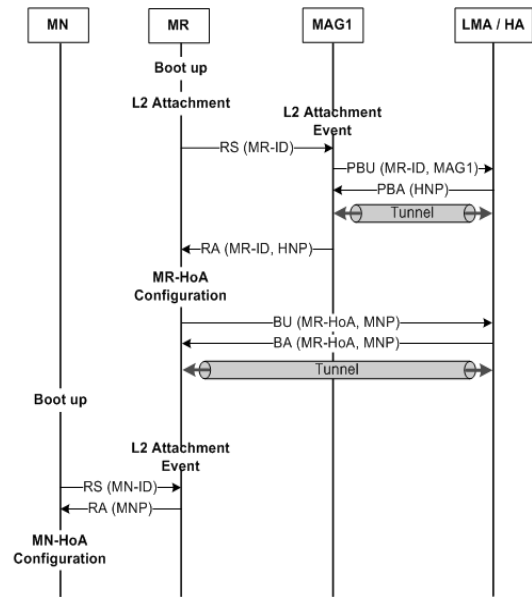


그림 3. MN과 MR의 초기접속절차

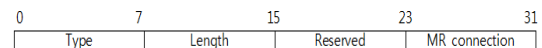


그림 4. 제안한 MR connection option 구조

그리고 MNP이 이동 네트워크에서 부팅(boot-up)

이 되어 초기 접속하게 되면 이동 네트워크의 MNP(Mobile Network Prefix)를 기반으로 HoA를 생성한다. MR이 홈 링크를 떠나 새로운 액세스 라우터에 접속하면 MIPv6의 MN이 그러하듯이 방문 링크(visited link)로부터 CoA(Care of Address)를 획득한다. MR은 CoA를 획득하자마자 HA로 BU(Binding Update) 메시지를 전송한다. HA는 MR이 전송한 BU 메시지를 수신하면 MR이 HoA를 현재 접속된 지점의 CoA 정보로 바인딩하기 위해 BCE를 생성한다. 이때 MR이 보내는 BU 메시지의 prefix information option에 현재 자신의 이동 네트워크에 속해있는 MNP를 포함하여 HA에게 알려주게 된다. 이를 전송받은 HA는 각각의 MNP들에 전송되는 패킷들을 MR의 CoA로 포워딩하도록 설정한다. BU 메시지를 수신한 HA는 BA(Binding Acknowledgement) 메시지를 MR로 전송한다. R flag가 설정된 BA는 HA가 이동 네트워크에 대한 전송기능을 설정했다는 의미이다. 바인딩 절차가 완료되면 HA와 MR 사이의 양방향 터널이 설정되며, 이때 터널의 end-point는 MR의 CoA와 HA의 주소이다. 이동 네트워크로부터 MR이 수신한 패킷의 소스 주소가 이동 네트워크 prefix 즉, MNP인 경우 MR은 터널을 통해 HA로 패킷을 전송한다.

III. 제안하는 PMIPv6 망에서 NEMO 지원을 위한 핸드오버 바인딩 기법

3.1 PMIPv6 망에서 NEMO 지원방안의 문제점

기존 방안은 초기 연결과정에서 MAG-LMA, MR-HA 사이의 중복된 터널과 LMA와 HA에 MR에 대한 중복된 BCE가 생성된다. 이로 인해 MR 또는 이동네트워크에 속한 MN이 CN과 패킷 전송시 프로세싱 오버헤드가 증가하는 문제점이 발생한다. 또한 MR의 MAG간 핸드오버시 새로운 MAG에 접속했을 때 RS 메시지를 통해 전송된 PBU로 LMA에게 받은 PBA 메시지를 통해 얻은 prefix값은 같기 때문에 MR이 이전과 동일한 HoA를 설정하게 된다. 따라서 바인딩 절차를 다시 수행하는 과정에서 중복된 BCE 설정과 터널링 중복의 문제가 발생한다.

본 논문에서는 이를 해결하기 위하여 PBU 메시지에 MR connection option 필드를 추가하는 방안을 제안하였다. LMA와 HA는 동일한 네트워크 구성요소로 가정한다. 그림 4는 본 논문에서 제안한 PBU 메시지의 MR connection option의 구조이다. 이 옵션은 MR이 초기 접속인지 핸드오버인지를 나타내는 필드로서 MAG는 연결중인 MR의 연결 상태를 LMA에게 PBU 메시지를 통해 전달한다. 8bits로 구성된 MR connection 필드에는 0부터 255까지의 값이 설정될 수 있으며, 0은 Reserved이며 1은 초기 접속이다.

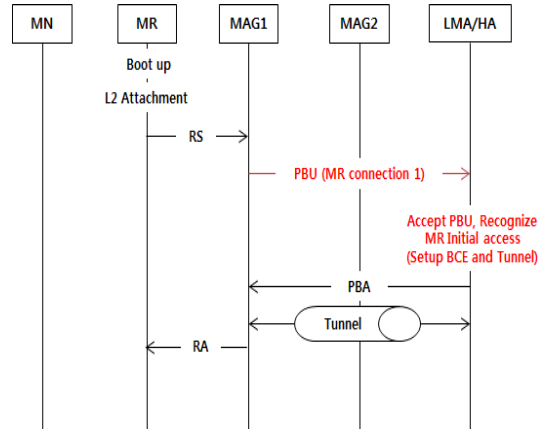


그림 5. 제안한 MN과 MR의 초기접속 절차

3.2 MR과 MR의 초기접속 절차

MR이 MAG1에 초기 접속하면 PBU, PBA 메시지를 통해 prefix 값을 획득한다. 그 후 바인딩 절차를 거쳐 MR은 R flag와 HoA, MN의 prefix 값을 HA에게 전송하고 HA는 MR과의 터널을 생성하게 된다. 그 과정 중 제안한 메시지 구조인 MR connection option을 이용한다.

MR은 MN이 boot up되면 초기 접속임을 감지할 수 있으므로 PBU 메시지에 MR connection option 필드에 초기접속임을 나타내는 값을 추가하여 LMA에 전송하도록 한다. LMA는 MAG1로부터 수신한 PBU 메시지의 MR connection option에서 MN이 초기접속임을 감지하고 바인딩을 거쳐 MN과 CN이 연결되게 된다.

3.3 MR의 MAG간 핸드오버 절차

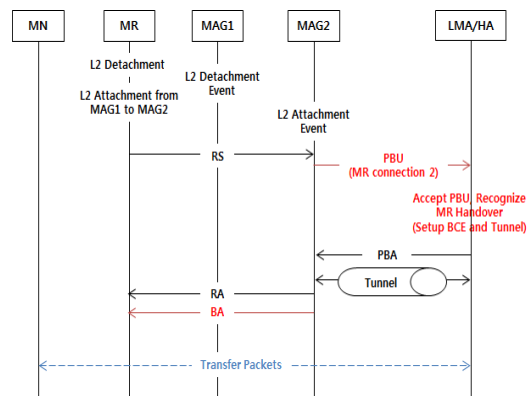


그림 6. 제안한 MR의 MAG간 핸드오버 절차

그림 6은 MR가 MAG1에서 MAG2로 핸드오버하는 절차를 나타낸 것이다. MR이 MAG1의 접속을 끊고 MAG2로 이동했을 때 RS 메시지를 통해 MAG2가 LMA로 전송하는 PBU 메시지에 MR

connection option 필드에 MR이 핸드오버임을 알리는 2의 값을 전송한다. LMA는 MAG2로부터 수신한 PBU 메시지에 MR connection option에서 MR이 핸드오버임을 알고 미리 LMA는 BCE를 설정하고 MAG2와 터널을 생성한 뒤 R flag를 체크하여 PBA 메시지를 MAG2에게 전송한다. MAG2는 BA 메시지를 MN에게 전송하여 MN과 CN의 통신이 가능함을 알린다. 따라서 MR이 바인딩 절차를 거치지 않고 바로 CN과 연결되어 데이터 전송이 가능해진다.

- Mechanism for NEMO within PMIPv6," KITS Autumn Conference, September 2011.
- [6] Y. Na, "Proposal of a Handover Scheme in NEMO Support in the ITS Networks Based on PMIPv6," KITS Spring Conference, May 2010.

IV. 결론

본 논문에서는 PMIPv6 망에서 NEMO를 지원하며 새로운 옵션 필드 추가와 LMA의 기능 추가로 패킷 손실, 지연 시간을 줄일 수 있는 새로운 이동성 관리 절차에 대해 제안하였다. 기존 기법에 의해 HA와 MR의 바인딩 과정을 줄이기 때문에 핸드오버 지연 및 패킷 손실 감소를 기대할 수 있다. 이를 통해 차세대 네트워크에서의 가장 큰 이슈인 이동성 관리 지원을 해결할 수 있을 것이다.

본 논문에서 제안한 기법을 다양한 환경에서의 적용 여부에 대한 연구를 수행해야 할 것이며, 또한 제안하는 방안에 대해 시뮬레이션을 통한 성능검증 및 분석을 수행해야 한다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2013년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(NRF-2009-0093828)임. 또한, 미래창조과학부 및 정보통신산업진흥원의 IT융합 고급인력과정 지원사업의 연구결과로 수행되었음(NIPA-2014-H0401-14-1009).

참 고 문 헌

- [1] D. Johnson, C. Perkins, and J. Arkko, "Mobility Support in IPv6," IETF RFC 3775, June 2004.
- [2] S. Gundavelli, K. Leung, V. Devarapalli, K. Chowdhury, and B. Patil, "Proxy Mobile IPv6," IETF RFC 5231, August 2008.
- [3] V. Devarapalli, R. Wakikawa, A. Petrescu, P. Thubert, "Network Mobility (NEMO) Basic Support Protocol," IETF RFC 3963, January 2005.
- [4] S. Min, "Algorithm Design and Implementation of Interworking with MR for NEMO in PMIPv6 Network," J-KICS, June 2009.
- [5] S. Ha, "A Study of Routing Optimization