

# PMIPv6 환경에서 Multi-Interface 단말의 플로우 이동성 지원 방안

정회원 이 동 민\*, 민 상 원\*\*<sup>o</sup>

## Flow Mobility of PMIPv6 for Multi-Interface Mobile Nodes

Dong-min Lee\*, Sang-won Min\*\*<sup>o</sup> *Regular Members*

### 요 약

IEFT에서는 PMIPv6 환경에서 다중 인터페이스를 가지는 MN에 플로우 단위의 이동성을 지원하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 논문에서는 기존 PMIPv6 환경에 플로우 이동성을 제공하기 위하여 LMA의 BCE에 추가적인 필드와 절차를 제안하였다. 제안한 방안을 통하여 LMA에서 플로우 단위의 라우팅이 가능하게 하며 MAG에서 플로우 핸드오버된 패킷을 폐기하는 문제점을 해결하였다. 또한 제안한 방안의 검증을 위하여 LMA와 MAG, 요구되는 기능을 실제 구현하였으며 구현한 테스트베드를 이용하여 제안한 방안을 검증하였다. 그 결과 제안한 방안을 통하여 성공적으로 플로우 이동성이 제공됨을 확인하였다.

**Key Words :** Flow Mobility, PMIPv6, Handover

### ABSTRACT

The IEFT has recently considered to provide flow mobility for multi-interface MN in the PMIPv6. In this paper, we proposed an extended BCE of the LMA and a novel mechanism for flow mobility of PMIPv6. With our proposal BCE and mechanism, the LMA can route packets by the flow label and hence packet loss during handover can be eliminated. Also, to validate our flow mobility scheme, we designed and implemented the PMIPv6 packet data unit and database of both LMA and MAG, and configured a testbed for flow mobility in PMIPv6. And the support of flow mobility was confirmed with the network connectivity test in our testbed. According to the Wireshark results, we can see that our proposed scheme works wells for flow mobility in PMIPv6.

### 1. 서 론

최근 무선 액세스 네트워크 환경이 발달함에 따라 상이한 기술의 액세스 네트워크가 오버레이 되는 지역이 증가하고 있으며, 이에 따라 복수의 인터페이스를 이용하여 상이한 액세스 네트워크에 접속 가능한 Multi-Interface MN(Mobile Node)의 수요가 증가하

고 있다. Multi-Interface MN의 특성상 상이한 액세스 네트워크가 오버레이 되는 환경에서 정책이나 상황에 따라 액세스 네트워크를 선택하는 것이 가능하며 이는 부하 분산(Load Balancing)이나 대역폭 향상, 끊임 없는 핸드오버 서비스를 위한 백업 인터페이스 제공 등 낮은 비용으로 QoS(Quality of Service)를 보장하는 동시에 사용자들에게 다양한 서비스 환경을 제공

※ ITRC 4차년도 “본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음”(NIPA-2011-CI090-1121-0007)

\* 광운대학교 임베디드 SW공학과 통신프로토콜공학연구실(ldm947@naver.com)

\*\* 광운대학교 전자통신공학과 통신프로토콜공학연구실(min@kw.ac.kr), (° : 교신저자)

논문번호 : KICS2011-01-002, 접수일자 : 2011년 1월 3일, 최종논문접수일자 : 2011년 10월 16일

한다. 이러한 Multi-Homing은 하나의 MN내 존재하는 인터페이스 간에 IP 단위의 이동성을 제공하는 방안과 플로우 단위의 이동성을 제공하는 방안이 연구되고 있다<sup>[1]</sup>. 또한 현재 네트워크에서는 플로우 단위의 관리가 이루어지고 있으며<sup>[2]</sup>, 다양한 워킹 그룹을 통하여 Multi-Homing에 플로우 단위의 이동성을 제공하기 위한 연구와 이를 위하여 복수의 주소를 설정하는 연구가 진행되고 있다<sup>[3,4]</sup>.

현재 MIPv6(Mobile IPv6)의 경우 HoA(Home of Address)로 단말을 구별하고 CoA(Care of Address)로 사용 중인 인터페이스를 구별함으로써 Multi-Homing을 지원하는 방안을 제안하고 있는 반면 PMIPv6(Proxy Mobile IPv6)의 경우 Multi-Homing을 지원하기 위한 방안에 대한 연구가 비교적 미흡한 상황이다.

본 논문에서는 PMIPv6 환경에서 Multi-Interface MN에게 플로우 단위의 이동성을 제공하기 위한 방안을 제안하였다. 제안한 방안은 하나의 MN에 위치한 서로 다른 인터페이스 간에 동일한 HNP(Home Network Prefix)를 제공함으로써 인터페이스 간에 HNP를 공유하게 하였으며, LMA(Local Mobility Anchor)에서 Flow Label 별로 PCoA(Proxy Care of Address)를 바인딩 함으로써 플로우 단위의 이동성을 제공할 수 있도록 하였다. 이를 위하여 LMA의 BCE(Binding Cache Entry)에 필드를 추가하였으며, 하나의 MN에 존재하는 인터페이스간의 핸드오버 발생 여부를 구분하는 방안을 제안하였다. 또한 제안한 방안의 동작 여부를 확인하기 위하여 테스트 네트워크를 실제 구축함으로써 플로우 단위로 이동성이 제공되는 것을 증명하였다.

본 논문에서는 2장에 본 논문의 기반이 되는 플로우와 MIPv6, PMIPv6 기술에 대해 설명하고 3장에서 PMIPv6에서 플로우 단위의 이동성을 제공하기 위해 고려되어야 할 사항과 이를 해결하기 위해 제안한 방안에 대해 기술하였다. 4장에서는 제안한 방안을 실제 구현을 통해 PMIPv6에서 플로우 이동성이 지원됨을 증명하였고, 마지막 5장에서는 결론을 도출하였다.

## II. 이동성 관리 프로토콜

### 2.1 Mobile IPv6

기존의 IPv4나 IPv6와 같은 인터넷 기술은 노드의 이동을 고려하지 않고 설계되었기 때문에 네트워크에 접속해 있던 노드가 이동하여 다른 네트워크로 접속할 경우 세션이 끊어지게 되며 이로 인하여 실시간 서

비스의 끊김과 전송 중이던 패킷을 손실하게 되는 문제점이 발생한다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 IETF에서는 IPv6 노드들의 이동성을 제공하기 위한 MIPv6 표준화를 완료하였다.

MIPv6는 MN이 다른 네트워크로 이동하더라도 통신하고 있던 단말과 논리적 연결의 단절 없이 통신을 유지 해주는 프로토콜이다. 또한 이동 후나 이동 중에도 네트워크 상위 계층에는 호스트의 이동으로 인한 변화를 감지하지 못하기 때문에 사용자는 상대 노드의 이동 여부를 느끼지 못하고 통신을 유지하도록 한다. MIPv6는 Host-Based Mobility 방식으로 이동성에 대한 관리를 MN이 수행하며, 이러한 기능을 지원하기 위해서 HA(Home Agent), CN (Corresponding Node)의 구성요소를 사용하고 있다.

MIPv6 절차에서 MN은 stateless 방식으로 주소를 생성하기 위하여 RA(Router Advertisement) 메시지와 RS(Router Solicitation) 메시지를 이용하여 네트워크의 프리픽스를 얻게 되며 프리픽스를 이용하여 주소를 생성한다. 이렇게 생성한 주소의 중복 사용여부를 확인하기 위하여 DAD(Duplication Address Detection) 과정을 수행하며<sup>[5]</sup>, HoA를 생성한 MN은 HA에게 BU(Binding Update) 메시지를 보낸다. BU 메시지를 받은 HA는 BCE를 갱신하고 해당 절차가 정상적으로 수행되면 BA(Binding Acknowledgement) 메시지를 MN에게 보내 정상적으로 처리되었음을 알린다. BU 메시지와 BA 메시지를 주고받음으로써 MN과 HA 간에 Tunnel이 생성되며 이를 통하여 이동성이 제공된다. 이후 MN은 라우팅 최적화를 위하여 BU메시지와 BA 메시지를 주고받음으로써 MN과 HA 간에 Tunnel이 생성되며 이를 통하여 이동성이 제공된다<sup>[6]</sup>.

### 2.2 PMIPv6

PMIPv6는 MIPv6와 마찬가지로 MN에게 이동성을 제공하는 프로토콜이다. 하지만 Host-Based Mobility인 MIPv6와는 달리 PMIPv6는 네트워크가 MN을 대신하여 이동성 절차를 수행하고 관리하는 Network-Based Mobility 방식으로 동작한다. 따라서 PMIPv6 도메인에 접속하는 MN은 이동성 절차를 위한 추가적인 절차를 요구하지 않으며, 일반적인 IPv6를 탑재한 MN이라면 PMIPv6에서 이동성을 제공받을 수 있다. 이러한 기능을 지원하기 위해 PMIPv6에서는 LMA와 MAG(Mobile Access Gateway)를 정의하고 있다.

PMIPv6 환경에서 MN이 링크에 연결되면, MAG는 MN\_Attach를 통해서 MN의 ID와 프로파일 정보를 획득한다. MAG와 연결된 MN은 HNP를 요청하기

위하여 RS 메시지를 MAG에게 전송하거나 MAG가 MN의 접속을 인지하여 MN의 현재 위치를 LMA에 등록하기 위해서 PBU(Proxy Binding Update) 메시지를 전송한다. PBU를 수신한 LMA는 MN의 HNP정보가 포함된 PBA(Proxy Binding Acknowledgement) 메시지를 MAG에게 전송하고, MAG가 PBA를 수신하면 MAG-LMA간 양방향 IP터널을 설정한다. 그 후, MN는 MAG로부터 HNP정보가 포함된 RA 메시지를 전송 받음으로써 IP 주소를 설정하며 설정한 IP의 중복여부를 확인하기 위하여 DAD 과정을 수행하게 된다. 주소 설정이 끝나면 PMIPv6 도메인 외부에서 도메인 내 MN에게 보내지는 패킷은 LMA가 수신하여 MAG-LMA간의 양방향 IP터널을 통해 MAG로 전송되고 이후 MN에게 포워딩 된다. MN이 송신하는 모든 패킷은 MAG에서 양방향 IP 터널을 통해 LMA로 전달된 후, LMA에서 목적지로 다시 전달한다<sup>8)</sup>.

PMIPv6 도메인 내에서 MN의 이동에 따라 연결되는 MAG가 변하게 되면 새로운 MAG는 PBU 메시지를 통하여 이를 LMA에 알리고 LMA는 PBA 메시지를 이용하여 이전 MAG에서 사용하던 HNP를 할당해 줌으로써 MN은 이동 후에도 동일한 주소를 사용하게 되고 이로써 이동성을 보장받게 된다. 또한 이 경우 DAD과정이 요구되지 않아 핸드오버 지연시간을 단축시킬 수 있다<sup>8)</sup>.

### III. 플로우 핸드오버 지원 방안

#### 3.1 본 연구의 필요성 및 기존 절차의 문제점

네트워크에서는 Flow Label 필드를 이용하거나 NetFlow 등을 이용하여 패킷의 플로우를 구별할 수 있으며 플로우에 따라 패킷의 라우팅 경로를 다르게 하여 QoS보장이나 플로우의 특징에 따른 다양한 관리를 수행할 수 있다. 하지만 이러한 플로우의 관리는 Multi-Interface환경을 고려하고 있지 않아 플로우의 특징에 따라 MN의 인터페이스를 선택적으로 이용할 수 있는 서비스를 제공하고 있지 않다. 특히 PMIPv6는 플로우 이동성에 대한 고려가 부족하다. LMA와 MAG는 플로우에 따른 라우팅을 고려하고 있지 않으며, 패킷의 목적주소의 HNP만을 고려하여 해당 LMA와 MAG간의 양방향 IP 터널을 이용하여 패킷을 라우팅해주는 기능만을 제공하고 있다.

또한, 기존 PMIPv6는 MN이 Multi-Interface인 경우를 고려하지 않는다. PMIPv6 표준에서는 하나의 MN이 하나의 HNP를 가지도록 정의하고 있다. MN이 다수의 인터페이스를 가지고 있는 경우를 고려하

고 있지 않기 때문에 Multi-Interface MN의 경우 각각의 인터페이스에 각기 다른 HNP를 할당 받으며, LMA의 BCE와 MAG의 BULE(Binding Update List Entry)에서는 각각의 인터페이스를 독립된 MN으로 여기고 관리한다. 이로 인하여 LMA에서 BCE를 플로우 단위로 관리하여 플로우 핸드오버를 수행하게 되더라도 MAG의 라우팅 테이블과 BULE에는 해당 HNP와 링크로컬 주소가 존재하지 않기 때문에 MAG는 LMA로부터 수신 받은 패킷을 폐기하게 된다.

#### 3.2 플로우 핸드오버를 위하여 제안하는 절차

본 논문에서는 PMIPv6에서 플로우 단위의 핸드오버를 지원하기 위하여 LMA의 BCE에 새로운 필드를 정의하였으며 추가적인 절차를 통하여 하나의 MN내에 존재하는 인터페이스 간에 플로우 단위로 핸드오버가 가능한 방안을 제안하였다. PMIPv6에서 플로우 이동성을 보장하기 위해서는 LMA가 플로우 단위로 라우팅을 할 수 있어야 하며, 플로우 핸드오버가 발생한 패킷을 MAG가 폐기하지 않도록 하는 방안이 필요하다. 본 논문에서는 LMA에서 플로우 단위의 라우팅이 가능하도록 하는 방안과 플로우 핸드오버가 발생하였을 때 핸드오버한 MAG로 기존 플로우의 패킷이 전송되었을 때 패킷을 폐기하지 않게 하는 방안을 제안하였다. 이를 위하여 세 개의 새로운 필드를 BCE에 추가하였으며 이를 이용하여 기존 PMIPv6 절차에 추가적인 방안을 제안하였다.

그림 1은 두 개의 인터페이스를 가지는 MN이 제안한 방안에 따라 PMIPv6에 접속하는 과정을 나타낸 것이다. 이때 각각의 인터페이스를 IF1, IF2라고 가정한다. 처음 MN이 MAG1에 의하여 관리되는 구간에 등장하게 되면 기존의 PMIPv6의 절차와 동일한 절차를 수행한다. 즉, MAG1은 MN의 접속을 인지한 후 LMA와 PBU/PBA 메시지를 주고받음으로써 LMA의 BCE에 MN의 프로파일 정보를 등록하고 LMA로부터 할당 받은 HNP를 MN에게 전송한다. MN은 전송 받은 HNP를 이용하여 IF1을 위한 주소를 생성한다.

처음 MN이 하나의 인터페이스만을 이용하여 PMIPv6 도메인에 접속할 경우 모든 시그널링 절차는 기존 PMIPv6의 절차와 동일하다. 다만 제안한 방안에서 LMA는 자신의 BCE에 추가된 필드의 값을 저장하고 관리한다는 차이가 있다.

MN의 이동에 따라 MN이 IF1과 IF2를 모두 사용할 수 있는 위치에 존재하게 되면 MN은 IF2를 통하여 MAG2에 접속하게 된다. MN이 IF2를 통하여 MAG2에 접속하면 기존의 PMIPv6와 유사한 절차가

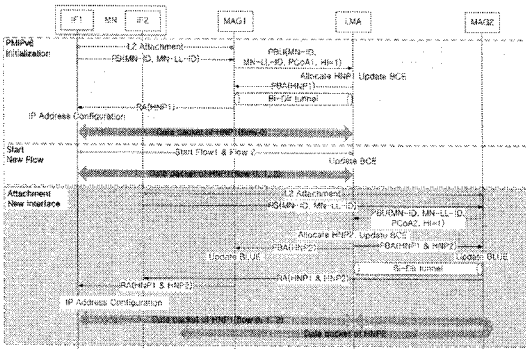


그림 1. 제안한 PMIPv6 시그널링 절차

수행된다. MN은 IF2를 통하여 RS 메시지를 MAG2에 전송함으로써 HNP를 요청하고 MN의 프로파일 정보가 LMA에 등록되며 LMA로부터 HNP를 할당받아 IF2의 주소를 생성하게 된다. 하지만, 기존의 PMIPv6의 경우 MN이 복수개의 인터페이스를 사용하여 PMIPv6 도메인에 접속하는 경우를 고려하지 않으며 LMA는 IF1과 IF2를 독립된 MN으로 판단하여 HNP를 각각의 인터페이스에 할당하고 각각의 인터페이스를 독립적으로 관리한다.

하지만 제안하는 방안에서는 기존 PMIPv6의 절차에 MN내에 존재하는 인터페이스 간 HNP를 공유하는 절차를 추가한다. MAG2는 IF2를 통한 MN의 접속을 알게 되면 기존의 PMIPv6 절차와 같이 PBU 메시지를 LMA전송 한다. 이때 PBU 메시지는 MN-ID, MN-LL-ID 값을 포함하며 새로운 인터페이스로부터의 접속을 알리기 위하여 HI 필드를 1로 설정한 값을 포함한다. MAG2로부터 PBU메시지를 전송 받은 LMA는 자신의 BCE의 데이터와 MAG로부터 전송 받은 MN-ID와 MN-LL-ID를 비교하여 PBU 메시지를 전송한 MAG에 접속한 MN이 새로운 MN인지 기존 MN이 새로운 인터페이스를 이용하여 접속하는 것인지의 여부를 판단하며 기존의 MN이 새로운 인터페이스를 통하여 접속하였다면 복수개의 하나 이상의 인터페이스를 동시에 사용하는지 여부를 판단한다. MN-ID는 같지만 MN-LL-ID가 다른 경우 LMA는 기존의 MN이 새로운 인터페이스를 통하여 접속한 것이라 판단하고 MAG1과 MAG2 간의 HNP를 공유하는 절차를 수행한다. LMA는 해당 MN의 IF2에게 MAG1을 통하여 IF1에 할당한 HNP와 현재 MAG2를 통하여 새롭게 접속한 IF2를 위한 새로운 HNP를 할당하는 동시에 IF2에 새롭게 할당하는 HNP를 IF1에게도 할당하여 두 개의 HNP가 두 개의 인터페이스에서 공유되도록 한다.

이를 통하여 LMA의 BCE에는 HNP에 대한 복수개의 경로가 저장되며 네트워크의 환경이나 정책에 따라 MAG를 선택하여 패킷을 전송할 수 있게 된다. 또한 MAG1과 MAG2의 BULE에 서로 동일한 HNP를 가짐으로써 플로우 핸드오버가 발생하여 MAG1로 전송되던 패킷이 MAG2로 전송되더라도 MAG2에서 패킷을 폐기하지 않고 HNP에 따라 MN에게 패킷을 전송하는 것이 가능해진다. MAG에서는 자신의 BULE의 HNP에 따라 해당 MN으로 라우팅을 해주게 되며 HNP를 인터페이스 간 공유함으로써 HNP가 공유되는 인터페이스에서는 패킷이 폐기되지 않고 전송이 가능해진다. 그림 2는 이러한 절차의 순서도를 나타내고 있다. 그림 2의 표시된 부분이 본 논문에서 제안하여 추가된 부분이다.

PMIPv6에서 플로우 핸드오버를 지원하기 위한 방안으로 본 논문에서 제안하는 방안을 적용하기 위해서는 BCE에 추가적인 필드의 정의가 필요하다. 이를 위하여 FM(Flow Mobility), Src Addr, Flow Label 필드를 추가하였다. Src Addr, HNP, Flow Label 필드를 이용하여 플로우를 구별하며, FM 필드는 플로우 핸드오버 가능 여부를 나타낸다. FM 필드의 값이 0으로 설정되어 있을 경우 패킷의 Flow Label을 참조할 필요 없이 목적주소의 HNP에 따라 PCoA값으로 라우팅이 이루어진다. 반대로 FM 값이 1로 설정되어 있을 경우 다수의 경로가 존재하며 플로우 핸드오버가 가능하다는 것을 의미하기 때문에 패킷의 목적주소의 HNP와 Src Addr, Flow Label에 따라 다른 PCoA값으로 라우팅이 이루어진다.

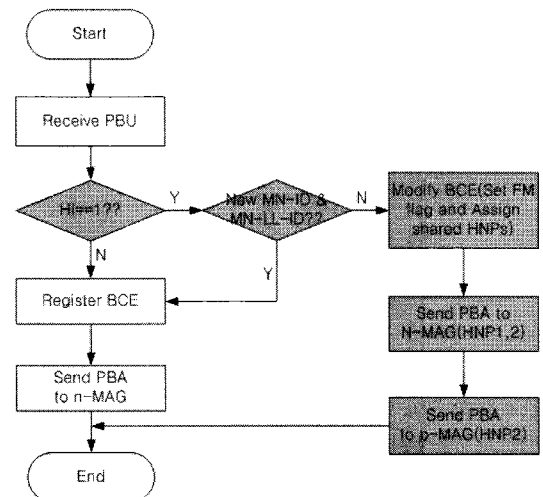


그림 2. HNP 공유를 위한 절차

FM 필드는 제안하는 방안을 위하여 반드시 요구되는 필드는 아니지만 현재 단일 인터페이스를 사용하는 MN이 많이 존재한다는 점을 감안할 때 모든 패킷의 Flow Label을 확인한 후 Flow Label에 해당하는 PCoA에 따라 라우팅을 수행하는 것은 프로세스의 효율성을 감소시키며 이를 해결하기 위하여 제안하였다. FM 필드를 이용하여 단일 인터페이스를 사용하는 MN 뿐만 아니라 멀티 인터페이스를 사용하는 MN 역시 하나의 인터페이스를 이용할 경우 Flow Label 확인 없이 HNP만을 이용하여 라우팅을 수행할 수 있게 된다.

#### IV. 구현 및 동작

##### 4.1 시험환경 및 시나리오

본 장에서는 제안한 방안을 시험하기 위하여 PMIPv6네트워크를 구성하여 시험을 진행하였다. 시험을 위한 네트워크는 그림 3과 같이 구성하였으며, LMA와 MAG는 제안한 방안을 적용하기 위하여 실제로 구현을 하였다.

LMA와 MAG는 제안한 방안과 추가된 데이터필드에 한하여 구현하였으며, 시험에 불필요한 기능은 모두 생략하였다. 구현환경은 Linux를 사용하였으며, 그중에서도 데비안 계열인 Ubuntu를 사용하였다. 프로그램 언어는 C언어를 이용하여 프로그램을 작성한 후 PC에서 프로그램을 실행시켜 각각의 기능을 수행하도록 하였다. 구현한 부분은 제안한 사항에 따라서 기능별로 작동해야 하는 절차 부분, HNP 공유를 위하여

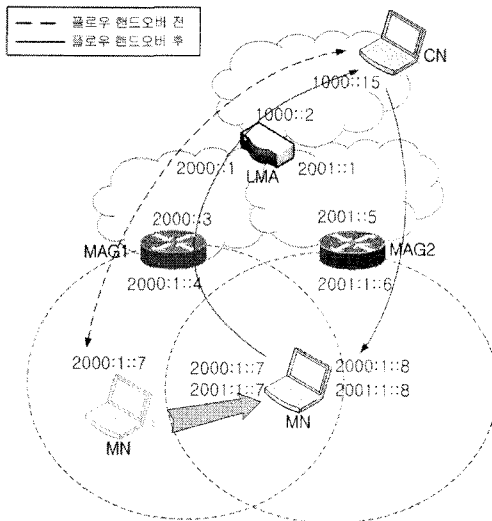


그림 3. 시험망 구성

기존 PMIPv6절차에 새롭게 정의한 절차 부분, 추가된 BCE를 관리하는 부분, 패킷에 확장 헤더를 추가하는 부분 등이다. 제안한 방안이 정상적으로 작동함을 확인하기 위하여 MN은 MAG1만을 사용하는 환경에서 MAG1과 MAG2를 모두 사용하는 환경이 되었을 때 그림 3의 빨간색 경로의 플로우 핸드오버가 정상적으로 수행되는지를 확인하였다.

##### 4.2 실험결과 및 고찰

본 실험에서는 PMIPv6 망에서 MN이 멀티 인터페이스를 통하여 동시에 다수의 MAG에 접속하였을 때 LMA가 사전 정책이나 네트워크의 환경에 따라 플로우 별로 이동성을 제공할 수 있는지를 알아보는 방법으로 제안한 방안이 실제 적용될 수 있음을 증명하였다.

그림 4는 MN에서 ICMPv6 Request와 ICMPv6 Reply 패킷을 캡처한 결과이다. 그림 4-1의 표시한 부분을 통하여 알 수 있듯이 목적 주소와 발신 주소가

```

No.    Time    Source    Destination    Protocol Info
-----
231 12.594321000 2000::1:7 1000::1:5  ICMPv6 Echo (ping) request id=
232 12.594337000 2000::1:7 1000::1:5  ICMPv6 Echo (ping) request id=
235 12.789094000 1000::1:5 2000::1:7  ICMPv6 Echo (ping) reply id=0
236 12.78924000 1000::1:5 2000::1:7  ICMPv6 Echo (ping) reply id=0
243 13.185183000 2000::1:7 1000::1:5  ICMPv6 Echo (ping) request id=
244 13.185293000 2000::1:7 1000::1:5  ICMPv6 Echo (ping) request id=
247 13.437991000 1000::1:5 2000::1:7  ICMPv6 Echo (ping) reply id=0
248 13.438140000 1000::1:5 2000::1:7  ICMPv6 Echo (ping) reply id=0

# Frame 247: 164 bytes on wire (1312 bits), 164 bytes captured (1312 bit
Ethernet II, Src: Toshiba_6e:91:f1 (00:0e:7b:6e:91:f1), Dst: Micro-St
Internet Protocol Version 6, Src: 1000::15 (1000::15), Dst: 2000::1:7
# 0110 .... = version: 6
# .... 0000 0000 ..... = Traffic class: 0x00000000
# .... 0000 0000 0000 0000 0001 0000 = FlowLabel: 0x00000010
# Internet Control Message Protocol v6
247 13.437991000 1000::1:5 2000::1:7  ICMPv6 Echo (p
248 13.438140000 1000::1:5 2000::1:7  ICMPv6 Echo (p

# Frame 248: 164 bytes on wire (1312 bits), 164 bytes captured (1312 bit
Ethernet II, Src: Toshiba_6e:91:f1 (00:0e:7b:6e:91:f1), Dst: Micro-St
Internet Protocol Version 6, Src: 1000::15 (1000::15), Dst: 2000::1:7
# 0110 .... = version: 6
# .... 0000 0000 ..... = Traffic class: 0x00000000
# .... 0000 0000 0000 1110 1101 = FlowLabel: 0x000000ed
# Internet Control Message Protocol v6
    
```

(a)

```

No.    Time    Source    Destination    Protocol Info
-----
406 24.274788000 2000::1:7 1000::1:5  ICMPv6 Echo (ping) request id=
407 24.274768000 2000::1:7 1000::1:5  ICMPv6 Echo (ping) request id=
414 24.556055000 1000::1:5 2000::1:7  ICMPv6 Echo (ping) reply id=0x
431 25.086069000 1000::1:5 2000::1:7  ICMPv6 Echo (ping) reply id=0x
439 25.962267000 2000::1:7 1000::1:5  ICMPv6 Echo (ping) request id=
440 25.962290000 2000::1:7 1000::1:5  ICMPv6 Echo (ping) request id=
453 26.33031000 1000::1:5 2000::1:7  ICMPv6 Echo (ping) reply id=0
459 26.705916000 1000::1:5 2000::1:7  ICMPv6 Echo (ping) reply id=0x

# Frame 453: 164 bytes on wire (1312 bits), 164 bytes captured (1312 bit
Ethernet II, Src: Toshiba_6e:91:f1 (00:0e:7b:6e:91:f1), Dst: Micro-St
Internet Protocol Version 6, Src: 1000::15 (1000::15), Dst: 2000::1:7
# 0110 .... = version: 6
# .... 0000 0000 ..... = Traffic class: 0x00000000
# .... 0000 0000 0000 0001 0000 = FlowLabel: 0x00000010
# Internet Control Message Protocol v6
453 26.33031000 1000::1:5 2000::1:7  ICMPv6 Echo (p
459 26.705916000 1000::1:5 2000::1:7  ICMPv6 Echo (p

# Frame 459: 164 bytes on wire (1312 bits), 164 bytes captured (1312 bit
Ethernet II, Src: giga-Byt_46:a5:91 (00:18:4d:46:a5:91), Dst: Intel_Lc
Internet Protocol Version 6, Src: 1000::15 (1000::15), Dst: 2000::1:7
# 0110 .... = version: 6
# .... 0000 0000 ..... = Traffic class: 0x00000000
# .... 0000 0000 0000 1110 1101 = FlowLabel: 0x000000ed
# Internet Control Message Protocol v6
    
```

(b)

그림 4. MN 패킷 캡처 결과 (a) 플로우 핸드오버 전 (b) 플로우 핸드오버 후

일정한 ICMPv6 패킷을 확인할 수 있으며 일정 시간이 지난 뒤 플로우 핸드오버가 발생하여 링크 레이어의 주소가 변화된 것을 확인할 수 있다. 이는 MAG1을 통하여 전송되는 ICMPv6 Reply 메시지가 플로우 핸드오버를 통하여 MAG2를 통하여 전송되었기 때문이며 이로 인하여 링크레이어의 주소가 변동되었음을 확인할 수 있다.

### V. 결 론

본 논문에서는 멀티 인터페이스를 가지는 MN이 네트워크의 환경이나 사전 정책에 따라 선택적으로 MAG를 선택함으로써 액세스 네트워크를 선택할 수 있는 플로우 이동성을 PMIPv6 환경에서 구현하기 위하여 기존 PMIPv6 절차에 추가적인 방안을 제안하였다. 기존 PMIPv6가 플로우 이동성을 지원하기 위해서는 LMA가 플로우 단위의 라우팅을 지원하여야 하며 MN이 멀티 인터페이스를 이용한 접속인지 단일 인터페이스만을 이용한 접속인지 여부를 판단할 수 있어야한다. 또한 LMA에서 플로우 단위로 라우팅을 수행하여 MAG로 패킷을 전송하더라도 MAG에서 패킷을 폐기하는 문제점이 해결되어야 한다.

본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 BCE를 확장하여 LMA가 플로우 단위의 라우팅이 가능하도록 하였으며, MN-ID와 MN-LL-ID를 이용한 멀티 인터페이스 MN의 접속을 확인하고 HNP를 공유하는 방안을 이용함으로써 MAG가 플로우 핸드오버가 발생한 패킷을 MN으로 성공적으로 전송할 수 있는 방안을 제안하였다. 또한 실제 구현을 통하여 이들이 정상적으로 작동함을 확인할 수 있었다.

하지만 제안한 방안은 네트워크에서 MN으로 전송되는 다운링크에 한하여서만 플로우 이동성을 제공한다는 문제점이 있다. 업링크 역시 플로우 이동성을 제공하기 위해서는 MN의 수정이 요구된다. 하지만 MN의 수정은 기존 PMIPv6의 장점이 감소함을 고려할 때 보다 효율적으로 업 링크의 플로우 이동성을 지원할 수 있는 방안이 추가적으로 연구되어야 할 것이다. 또한 본 논문에서 제안한 방안은 데이터 전송을 보장하는 것으로 음성이나 영상을 실시간으로 전달하는 것을 보장하지는 않는다. 제안한 방안에서는 데이터 전송을 가능하게 하는데 목적이 있기 때문에 그 자체로 실시간 데이터 전달은 보장하지 않는다. 따라서 이에 대한 연구가 지속적으로 이루어질 필요가 있으며 다양한 방법이 제안될 것으로 기대된다.

### 참 고 문 헌

- [1] T. Tran, Y. Hong and Y. Han, "Flow tracking procedure for PMIPv6," IETF Internet Draft, draft-trung-netext-flow-tracking-01, July 2010.
- [2] Cisco NetFlow, [http://www.cisco.com/warp/public/cc/pd/iosw/ioft/netflct/tech/napps\\_ipfix-charter.html](http://www.cisco.com/warp/public/cc/pd/iosw/ioft/netflct/tech/napps_ipfix-charter.html)
- [3] H. Soliman, G. Tsirtsis, N. Montavont, G. Giaretta, K. Kuladinithi, "Flow Bindings in Mobile IPv6 and NEMO Basic Support," IETF draft-ietf-mext-flow-binding-06, March 2010.
- [4] R. Wakikawa, V. Devarapalli, G. Tsirtsis, T. Ernst, K. Nagami, "Multiple Care-of Addresses Registration," IETF RFC5648, 2009. 10.
- [5] D. Johnson, C. Perkins and J. Arkko, "Mobility Support in IPv6," IETF RFC 3775, June 2004.
- [6] M. J. Kim and S. W. Min "An Improved IPv6 Communication Mechanism in IPv4 Network with Dual Stack Mobile IPv6 Node," The Journal of KICS Conference, October 2004
- [7] V. Devarapalli, K. Chowdhury, and B. Patil, "Proxy Mobile IPv6," IETF RFC 5213, August 2008.
- [8] 이화섭, 김복기, 민상원, "Mobile WiMAX에서 Proxy 기반의 고속 핸드오버 방안," 한국 ITS 학회 논문지, 제8권, 제4호, pp.65-72, 2009년 8월.

이 동 민 (Dong-min Lee)

정회원



2009년 2월 강릉대학교 전자공학과 학사

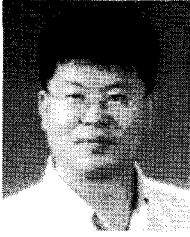
2011년 2월 광운대학교 임베디드 SW 공학과 석사

2011년~현재 SK 커뮤니케이션즈 포털서비스 본부 근무

<관심분야> IMS, VoIP, Flow Mobility

민 상 원 (Sang-won Min)

정회원



1988년 2월 광운대학교 전자통신공학과 학사

1990년 2월 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 석사

1996년 2월 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 박사

1990년~1999년 LG 정보통신 선임연구원

1999년~현재 광운대학교 전자통신공학과 교수

<관심분야> 유무선통신망, IMS, 미래인터넷기술, 차세대통신망, 공학교육