

Proxy MIPv6 도메인에서 Inter-Technology Handover 제공을 위한 Hybrid Home Network Prefix 모델

홍 용 근[†] · 김 영 현^{**} · 백 상 현^{***} · 윤 주 상^{****}

요 약

최근 스마트폰의 인기로 인해 무선 멀티인터페이스를 이용한 네트워킹 서비스에 관심이 증가하고 있다. 이로 인해 무선 멀티인터페이스 지원을 위한 네트워킹 기술 연구가 활발히 진행 중이다. 이와 관련된 연구로써 IETF NetExt WG 에서 Proxy Mobile IPv6 (PMIPv6) 기반 멀티 인터페이스 지원 기술에 대한 표준 기술이 논의 중에 있다. 기존 PMIPv6 프로토콜은 멀티 인터페이스 이동 노드가 PMIPv6 도메인에서 접속 시 멀티인터페이스를 이용하여 동시 접속 및 인터페이스 사이에서의 핸드오버 지원을 위한 기본 기능을 제공하고 있다. 하지만 기존 프로토콜이 가진 기능은 동시 접속 후 이동 노드가 Inter-Technology Handover를 수행한 후 동시 접속 상황이 불가능하게 되는 문제점을 가지고 있다. 따라서 기존 프로토콜을 통한 플로우 기반의 멀티 호밍 서비스가 제공되지 못한다. 본 논문에서는 멀티인터페이스 이동 노드가 PMIPv6 도메인에 접속하는 시나리오에서 언급한 문제점을 정의하고 이를 해결하기 위한 방안으로 Hybrid Home Network Prefix 할당 방법을 제안한다.

키워드 : 멀티 네트워크, 멀티 인터페이스 이동 노드, PMIPv6 프로토콜

Hybrid Home Network Prefix Model for Supporting Inter-Technology Handover in Proxy MIPv6 Domains

Yong-Geun Hong[†] · Younghyun Kim^{**} · Sangheon Pack^{***} · JooSang Youn^{****}

ABSTRACT

Recently, with the popularity of smartphones, an interest in multi-networking service through wireless multi-interface of a mobile node is increased. Also, wireless networking technology for using wireless multi-interface has been studied. As the related work, in the IETF Netext WG, the extension of PMIPv6 protocol for multi-interface support is being discussed. Existing PMIPv6 protocol includes the functions for simultaneous access over multi-interfaces of a mobile node and inter-technology handover between multi-interfaces of the mobile node. However, in case of the existing protocol, the problem occurs when inter-technology handover is performed after simultaneous access on the PMIPv6 domain, this problem is the discontinuous of simultaneous connections. Therefore, the PMIPv6 Protocol cannot support flow based multi-homing service. In this paper, as a way to solve the problem, Hybrid Home Network Prefix scheme is proposed.

Keywords : Multi-Network, Multi-Interface Mobile Node, Proxy MIPv6 Protocol

1. 서 론

최근 무선통신 기술 및 하드웨어 제작 기술의 발전으로 인해 장소와 시간에 구애 받지 않고 언제 어디서든 WWAN,

WLAN, WPAN 등의 다양한 무선 네트워크 및 유선 네트워크에 접속할 수 있는 유/무선 접속이 가능한 멀티네트워크 환경이 가능하게 되었다. 멀티네트워크 환경과 관련하여 다양한 연구가 진행 중이며 그 중 대표적으로 IETF NetExt WG[4]에서 Proxy Mobile IPv6 (PMIPv6) 기반 멀티인터페이스 지원 기술에 대한 표준 기술 이슈 및 지원 기술에 대해 논의 중이다[5, 9].

기본적인 PMIPv6 프로토콜은 호스트 기반 이동성 프로토콜인 MIPv6 프로토콜[1,2]과 다르게 네트워크 기반 이동성 지원 프로토콜[3]이다. 또한 PMIPv6은 멀티인터페이스 이동 노드가 PMIPv6 도메인에 접속 시 멀티인터페이스를

* 이 논문은 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행된 것임(No. 2010-0024523 및 No. 2009-0064397).

† 정 회 원 : 한국전자통신연구원 표준연구센터 선임연구원

** 준 회 원 : 고려대학교 전자전기전파공학부 박사과정

*** 종신회원 : 고려대학교 전기전자전파공학부 조교수

**** 종신회원 : 동의대학교 멀티미디어공학과 조교수(교신저자)

논문접수 : 2010년 12월 21일

수정일 : 1차 2011년 2월 28일

심사완료 : 2011년 3월 1일

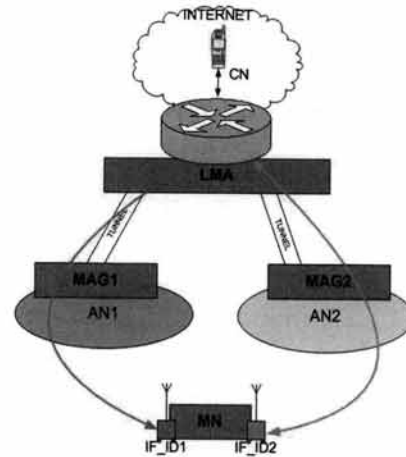
이용하여 동시 접속 및 인터페이스 사이에서의 핸드오버 지원을 위한 기능을 제공하고 있다. 하지만 기존 프로토콜이 가진 기능은 동시 접속 후 이동 노드가 Inter-Technology Handover을 수행한 후 동시 접속 상황이 종료되는 문제점을 가지고 있다. 따라서 기존 프로토콜은 플로우 이동성 서비스를 제공하지 못하는 문제점을 가지고 있다. 본 논문에서는 멀티인터페이스 이동 노드가 PMIPv6 도메인에서 접속하는 시나리오를 가정하고 위에서 언급한 문제점을 정의하고 이를 해결하기 위한 방안으로 Hybrid Home Network Prefix(H²NP) 할당 방법을 제안한다.

2장에서는 본 논문의 네트워크 모델을 기술하며, 3장에서는 PMIPv6 프로토콜이 멀티 인터페이스 이동 노드 지원 시 발생하는 문제점들을 자세히 기술한다. 4장에서는 Hybrid Home Network Prefix 할당 방법을 제안하고 5장에서 제안 방안의 성능을 검증하며 마지막으로, 6장에서 결론을 맺는다.

2. 네트워크 모델

본 논문에서는 (그림 1)과 같은 네트워크 모델을 가정하고 있으며 이 모델은 PMIPv6 기반의 멀티인터페이스 이동 노드 지원 모델이다. PMIPv6 프로토콜은 네트워크 기반 이동성 지원 프로토콜이다. 이를 위해 PMIPv6 도메인 내에 LMA(Local Mobility Anchor)와 MAG (Mobile Access Gateway)라는 논리적 요소를 정의하고 있다. 여기서 LMA는 PMIPv6 도메인에 위치하는 임의의 이동 노드의 홈 에이전트의 역할을 수행하며 이동 노드의 이동성 바인딩 정보를 관리하며 RFC 3775[1]에 정의된 Home Agent(HA)의 기능을 모두 지니고 있다. 또한 MAG는 이동 노드가 PMIPv6 도메인에 접근할 수 있도록 접근 라우터(Access Router)로서 역할을 수행하며 동시에 이동 노드가 임의의 접근 링크(Access Link)에 연결될 때 이동 노드를 대신하여 이동성 관련 신호를 처리하는 역할을 가지고 있다. 본 논문에서는 멀티 호밍된 이동 노드가 (그림 1)처럼 PMIPv6 도메인에 접속 시 이동 노드의 각 네트워크 인터페이스가 다른 MAG에 접속하고 있는 상황과 함께 각 인터페이스가 연결된 MAG들은 하나의 LMA에 의해서 관리됨을 가정한다.

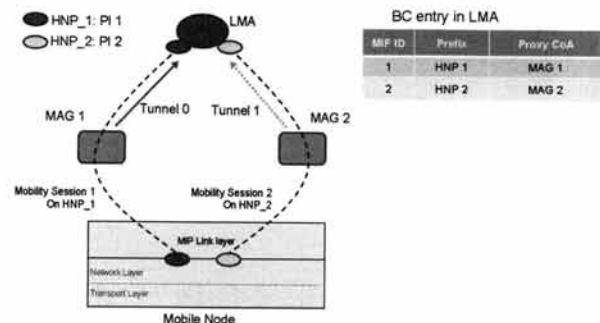
PMIPv6 프로토콜은 이동 노드의 멀티인터페이스 지원 기능을 제공한다. 우선, PMIPv6 프로토콜은 이동 노드의 멀티인터페이스 별로 미리 등록된 LMA를 통해서 각 인터페이스 별로 Home Network Prefix(HNP)를 할당 받는다. 이때 LMA는 HNP를 이용하여 이동 노드의 각 인터페이스 별로 IP 모바일 세션을 설정하며 이를 통해서 멀티인터페이스를 독립적으로 관리한다. 따라서 멀티인터페이스 이동 노드는 PMIPv6 프로토콜 내에 멀티호밍 기능을 통해서 PMIPv6 도메인 내에서 멀티인터페이스 동시접속 서비스를 제공하고 이를 수행한다. (그림 2)은 PMIPv6 도메인에서 동시 접속 지원 절차를 보여주고 있다. 멀티인터페이스 이동 노드가 각 인터페이스 별로 동시 접속이 실행되는 과정을 살펴보면 다음과 같다. 우선 네트워크 모델은 (그림 1)과 같



(그림 1) 네트워크 모델

다. 이동 노드의 첫 번째 인터페이스는 초기 MAG 1을 통해서 LMA에 등록 되면 이때 LMA BC entry 내에 이동 노드의 첫 번째 인터페이스를 위한 HNP 1을 할당하고 BC entry을 갱신한다. 이후 두 번째 인터페이스가 MAG 2을 통해서 LMA에 등록할 때 MAG 2는 이동 노드의 멀티인터페이스 상황을 감지하지 못하기 때문에 새로운 IP 모바일 세션을 위해 Handover Indicator(HI) flag 값을 4로 설정한 후 PBU 메시지를 LMA에 전달하며 이 메시지를 전달 받은 LMA는 두 번째 인터페이스에 새로운 HNP 값인 HNP 2를 할당하고 BC entry를 갱신한다. 따라서 LMA BC entry에는 이동 노드의 각 인터페이스 별로 각각 다른 HNP가 할당되며 이를 통해 PMIPv6 도메인 내에서 동시접속 서비스를 지원하게 된다.

본 논문에서는 멀티인터페이스 이동 노드가 PMIPv6 도메인에서 동시 접속 후 인터페이스 사이에서의 Inter-Technology Handover 및 flow mobility 요청 시나리오를 가정하고 이를 지원하기 위한 기술을 제안한다.



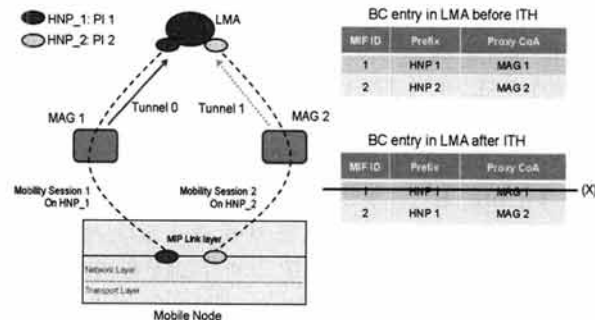
(그림 2) 동시 접속 시나리오

3. PMIPv6 도메인에서 멀티인터페이스 지원 문제 정의

PMIPv6 프로토콜은 위에서 언급했듯이 기본 동작에서 멀티호밍, 즉 이동 노드의 멀티 인터페이스를 지원 기능을 가지고 있으나 동시 접속 후 Inter-Technology Handover

(ITH) 발생 시 멀티 호밍 지원이 효율적으로 동작하지 못하는 문제점이 있다[6, 8]. 이번 장에서는 이에 관한 문제점을 정의한다.

(그림 3)은 이동 노드의 멀티인터페이스 사이에서의 ITH 수행에 관한 시나리오를 보여주고 있다. 이 시나리오에서는 (그림 1)의 네트워크 모델을 가정한다. ITH는 이동 노드의 멀티인터페이스 사이에서의 데이터 이동으로 정의할 수 있다. 예를 들어 첫 번째 인터페이스 위의 IP 모바일 세션을 통해서 전송되고 있는 플로우들을 두 번째 인터페이스 위의 IP 모바일 세션으로 이동 시키는 과정을 ITH로 정의한다. 이 경우 원활한 핸드오버를 위해서는 플로우의 소스 주소의 변화가 있으면 안 된다. 따라서 PMIPv6 프로토콜은 ITH 수행 시 첫 번째 인터페이스에 할당된 HNP값을 핸드오버 되는 인터페이스에 재 설정하는 방법이 사용된다.



(그림 3) 멀티인터페이스 사이에서의 Inter-Technology Handover 시나리오

(그림 3)에서 보면 두 개의 인터페이스가 동시 접속으로 인해 각각 다른 HNP를 할당 받아 사용 중이며 할당된 HNP는 LMA BC entry 내에 저장된다. 이 후 이동 노드가 ITH 수행을 원할 때 이동 노드는 링크 계층의 힌트를 이용하여 MAG 2에 ITH 수행을 요청하고 이 후 MAG 2는 HI flag 값을 2로 설정한 PBU 메시지를 LMA에 전달한다. 여기서 HI flag 값 '2'는 ITH 요청을 지시하는 값으로 정의되어 있다[3]. PBU 메시지를 전달 받은 LMA는 ITH 수행에 관한 절차를 실행한다. 실행 방법은 첫 번째 인터페이스에서 할당된 HNP를 두 번째 인터페이스에 할당하는 것이다. 이 과정은 (그림 3)에 보이 듯이 BC entry 내에 첫 번째 인터페이스를 이용하는 IP 모바일 세션을 두 번째 인터페이스의 HNP로 재 할당하는 것이다. 이 과정에서 다음과 같은 문제가 발생한다. 우선, 첫 번째 인터페이스를 사용하는 플로우가 여러 개 존재하는 상황에서 ITH 수행을 원치 않는 플로우가 존재할 경우 강제 핸드오버가 수행된다. 다시 말해 플로우 기반의 핸드오버가 불가능하다. 또한, 두 번째 문제로, 두 번째 인터페이스를 이용하는 플로우가 존재할 경우 자신이 사용하고 있던 IP 모바일 세션이 끊기는 현상이 발생한다. 즉, 두 번째 인터페이스를 통해 설정된 IP 모바일 세션이 첫 번째 인터페이스에 할당된 HNP로 재 할당되기 때문에 두 번째 인터페이스의 IP 모바일 세션이 사라지게 된다. 따라서 두 번째 인터페이스를 이용하고 있던 기존 플로우는

더 이상 데이터가 전달되지 못한다. 이 문제는 멀티 인터페이스의 동시 접속 상황 종료를 의미한다. 다시 말해 독립적인 HNP할당 방법을 통한 동시 접속 상황이 ITH 수행 후에는 하나의 인터페이스만을 이용하도록 설정되는 문제를 발생 시킨다. 본 논문은 이런 문제를 해결하기 위한 구체적인 방법으로 Hybrid Home Network Prefix 방법을 제안한다.

4. Hybrid Home Network Prefix (H²NP) Model

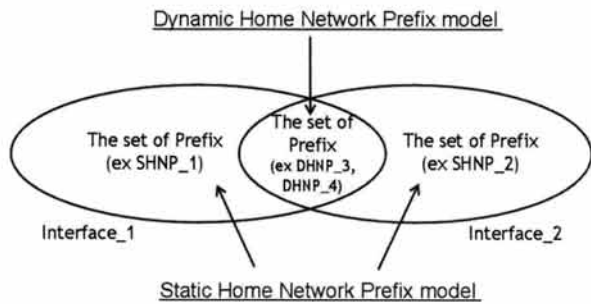
본 장에서는 3장에서 기술한 문제점을 해결하기 위한 H²NP 할당 기법을 제안한다.

4.1 Hybrid Network Prefix Assignment 개요

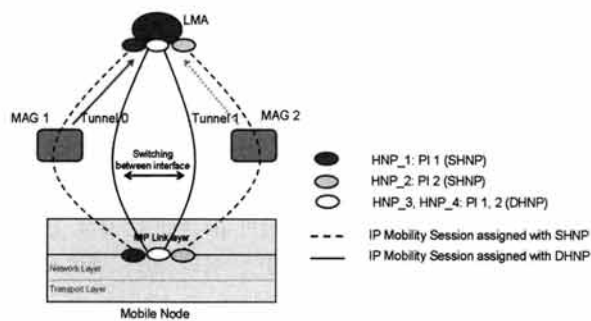
앞서 언급했듯이 기본적인 PMIPv6 프로토콜은 이동 노드의 각 인터페이스 별로 독립된 HNP를 할당하도록 규정하고 있다. 또한 이미 할당된 HNP의 재 사용을 금지하고 있기 때문에 하나의 HNP를 통한 여러 IP 모바일 세션 공유가 불가능하다. 하지만, 하나의 HNP를 여러 인터페이스에서 이동 할 수 있도록 할당할 수 있다면 그 HNP를 사용하여 이동 노드의 멀티 인터페이스 사이에서 플로우 이동성을 수행하면서 데이터 전달이 가능해진다. 따라서 이와 같은 경우 멀티인터페이스를 통한 데이터 분산 효과와 3장에서 정의한 문제점을 해결할 수 있는 방법이 제시된다. 예를 들어 LMA가 HNP를 목적으로 가진 데이터를 받아 이동 노드에 전달 할 때, 다운 링크 측면에서 LMA가 멀티 경로 중 데이터 전송이 용이한 경로를 선택할 수 있는 장점을 가질 수 있다. 이 경우 네트워크 상황 및 혼잡 상태에 따라 전송 경로를 변경할 수 있는 기능이 가능해진다. 더불어 플로우 기반 라우팅 정책을 수행할 수도 있다. 하지만 공유 HNP 사용을 사용할 경우 PMIPv6 프로토콜의 수정이 필요하다. 따라서 추가적인 오버헤드를 발생시킨다.

본 논문에서는 3장에서 기술한 문제를 해결하기 위해 PMIPv6 프로토콜의 최소 수정을 통해 멀티인터페이스 동시 접속, Inter-Technology Handover, 플로우 이동성을 원활히 지원하기 위한 방법으로 동시 접속과 인터페이스 사이에서 이동성을 지원하기 위해 사용되는 HNP 모델의 종류를 구분하여 이동 노드에 할당하는 방법을 제안한다. 논문에서는 제안 기법을 Hybrid Home Network Prefix(H²NP) Assignment라 부른다.

우선 제안하는 H²NP 모델은 (그림 4)와 같다. H²NP는 LMA가 이동 노드에 할당하는 HNP를 DHNP(Dynamic HNP)모델과 SHNP(Static HNP)모델로 분류한다. 여기서 DHNP 모델은 인터페이스 사이에서 스위칭이 가능한 IP 모바일 세션을 생성할 때 사용되는 HNP 모델로 정의된다. 다시 말해서 이동 노드에 장착된 여러 인터페이스 사이에서 ITH 또는 플로우 이동성에 사용될 IP 모바일 세션을 생성/관리 할 수 있는 HNP 모델이다. 다른 HNP 모델인 SHNP는 특정 인터페이스에 고정해서 사용되는 IP 모바일 세션을 생성하기 위해 사용되는 HNP 이다. 이 모델은 기본적인



(그림 4) Hybrid Home Network Prefix (H²NP) Model



(그림 5) H²NP 할당 방법 사용 시나리오

PMIPv6 프로토콜에서 사용되고 있는 per-node prefix 모델 [3]의 HNP 이다. 따라서 SHNP 모델은 특정 인터페이스에 할당되면 IP 모바일 세션이 인터페이스 사이에서 스위칭이 불가능하다. (그림 5)은 H²NP 할당 방법을 이용하여 각 인터페이스에 SHNP/DHNP를 할당한 시나리오를 보여주고 있다. (그림 5)에서 보면 생성된 IP 모바일 세션은 총 4 개이며 이중 두 개가 DHNP 이며 나머지 두 개는 첫 번째 인터페이스에 할당된 SHNP_1, 두 번째 인터페이스에 할당된 SHNP_2 등이다. 여기서 DHNP로 할당된 IP 모바일 세션은 멀티인터페이스 사용에서 스위칭이 가능한 IP 모바일 세션으로 플로우 이동성 수행 시 사용되는 IP 모바일 세션이며 나머지 SHNP 등으로 할당된 두 개의 IP 모바일 세션들은 멀티인터페이스의 동시 접속을 위해서 사용되는 IP 모바일 세션들이다. 여기서 각 인터페이스의 HNP 할당은 LMA의 역할이며 할당 방법 및 절차는 다음 서브 절에서 기술한다.

4.2 멀티인터페이스에 H2NP 할당 절차

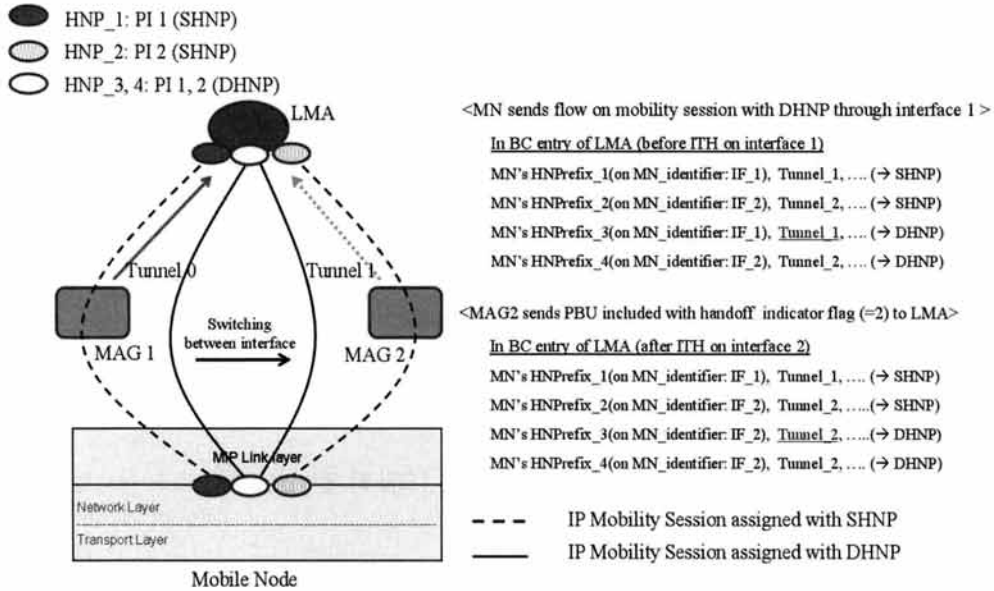
H²NP 할당 절차는 다음과 같다. 초기 각 인터페이스 별 HNP 설정 방법은 기본적 PMIPv6 프로토콜의 HNP 할당 절차를 그대로 따른다. 추가적으로 만약 이동 노드가 멀티 인터페이스를 가지고 있다면 LMA가 이에 관한 정보를 감지하고 이동 노드에게 DHNP를 할당해 주는 절차를 기존 PMIPv6 프로토콜에 추가한다. 따라서 H²NP 할당 방법은 이동 노드가 싱글 인터페이스를 가지고 PMIPv6 도메인 접속 시 SHNP 할당 방법만을 적용하며 또한 이동 노드 이동에 의한 핸드오버 지원도 기존 PMIPv6 프로토콜 절차와 방법을 그대로 사용한다. 그러나 만약 멀티인터페이스 이동

노드의 경우에는 SHNP/DHNP 할당 절차를 동시에 적용한다. 우선, H²NP 할당 방법에서 SHNP 할당 절차는 기존 PMIPv6 프로토콜의 인터페이스 기반 할당 방법을 따른다. 이동 노드는 인터페이스 별로 접속된 MAG을 통해서 각기 독립적으로 SHNP를 할당 받아 LMA와 두 개의 IP 모바일 세션을 생성한다.

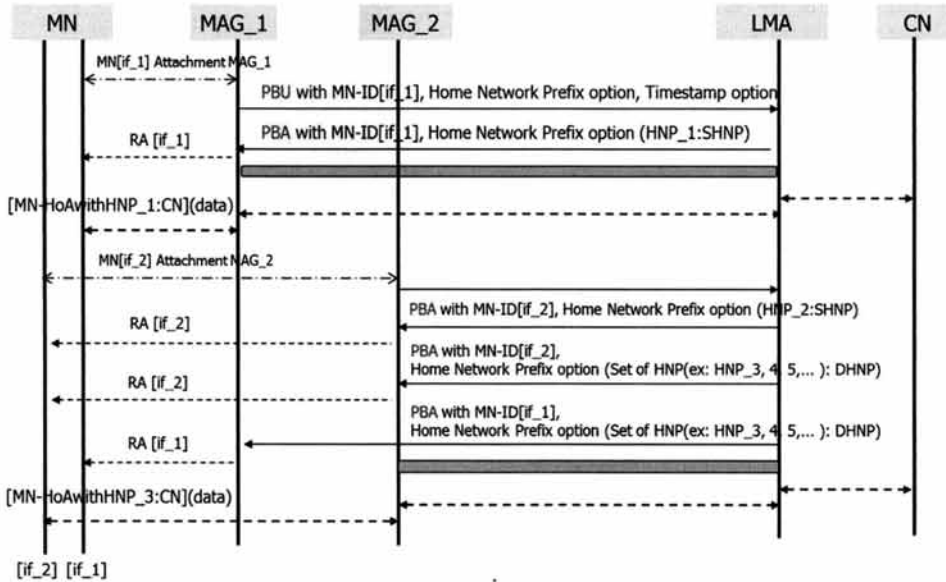
H²NP에서 DHNP 할당 과정은 다음과 같다. DHNP는 플로우 별로 하나의 HNP를 할당 받아 전송하는 방법이다. 따라서 LMA가 DHNP를 할당할 때는 사용 가능한 여러 개의 HNP를 DHNP로 정의하여 할당해 준다. 여기서 DHNP로 정의되어 할당되는 HNP 개수는 네트워크 관리자가 네트워크 운영 정책에 따라서 LMA 내에 설정하도록 한다. 우선, SHNP 할당 과정에서 보면 두 번째 인터페이스가 연결된 MAG_2을 통해 LMA에 전달된 PBU message 내에 이동 노드 식별자인 MN identifier가 전달된다. 이 때 전달된 MN identifier는 tunnel_1을 통해서 설정된 HNPprefix_1(=SHNP)의 IP 모바일 세션의 MN identifier와 일치함을 LMA는 감지하게 된다. 이 때 LMA는 이동 노드의 네트워크 인터페이스가 두개 이상임을 알게 된다. 따라서 LMA는 멀티인터페이스 이동 노드에 두 번째 DHNP 할당 절차를 수행한다.

(그림 6)은 H²NP 할당 방법에서 SHNP 할당 후 DHNP 할당이 이루어 지는 시나리오를 보여 주고 있다. 앞에서 언급했 듯이 DHNP로 할당된 IP 모바일 세션은 인터페이스 사이에서 스위칭이 가능한 모바일 세션이다. 따라서 LMA BC entry 내에 LMA와 이동 노드 사이에서 이동 노드의 멀티인터페이스가 모두 사용이 가능하도록 모바일 세션이 생성된다. 또한 DHNP로 할당되는 IP 모바일 세션의 수는 할당된 DHNP의 HNP수 만큼 생성된다. 최초 생성은 이동 노드의 ITH 또는 플로우 이동성 수행을 위한 의도적 요청이 아니기 때문에 생성되는 DHNP의 IP 모바일 세션은 사용되는 tunnel 설정 값이 존재하지 않는다. 그래서 최초 DHNP 기반 IP 모바일 세션 생성 시 MAG와 tunnel 설정 값을 null로 설정하고 그 후에 default router 값을 업데이트 한 후 초기 값을 설정해 준다. (그림 7)은 H²NP 할당 방법의 operation flow를 나타내고 있다. Operation flow는 앞에서 기술 했듯이 각 인터페이스 별로 각각 접속된 MAG을 통해서 모바일 세션이 생성된 후 두 번째 인터페이스 생성 시 LMA가 이동 노드의 멀티인터페이스를 인지하고 DHNP를 이용한 IP 모바일 세션을 생성하고 각 인터페이스에 접속된 모든 MAG들에게 PBA message 을 통해서 알려준다.

DHNP 정보를 받은 MAG들은 RA message을 각 인터페이스에 전달함으로써 DHNP 할당 절차를 마무리 한다. 이때 MAG에게 전달되는 PBA message의 유효성 검증을 위해 LMA는 각 MAG로부터 받은 가장 최근 PBU message의 시퀀스 번호를 사용하여 PBA message을 전달한다. DHNP 정보를 담은 PBA message을 전달 받은 MAG들은 DHNP를 주소 체계로 가진 데이터 처리를 위해 라우팅 테이블을 업데이트 한다. 따라서 MAG_1은 HNP1(SHNP)과 HNP 집합(ex. HNP3, 4, 5,..등)(DHNP)을 가진 데이터를 이동 노드



(그림 6) H²NP 할당 방법에서 DHNP 할당 및 ITH 수행 시나리오



(그림 7) H²NP 할당방법의 operation flow

에 전달하기 위해 라우팅 엔트리를 생성한다. 또한 MAG₂은 HNP2(SHNP)과 HNP 집합(ex. HNP3, 4, 5,..등)(DHNP)을 가진 데이터를 이동 노드에 전달하기 위한 라우팅 엔트리를 생성한다. 위 모든 과정이 완료 되면 이동 노드는 HNP1, HNP2를 통해서 멀티인터페이스 동시 접속을 실행하고 DHNP로 할당된 HNP 집합을 이용해서 ITH 또는 플로우 이동성을 실행할 수 있다.

이동 노드가 PMIPv6 도메인 접속 후 H²NP 할당 방법을 통해 플로우 이동성이 수행되는 과정은 다음과 같다. 우선, 이동 노드가 LMA를 통해서 SHNP, DHNP를 할당 받은 후로 가정한다. 플로우가 생성된 경우 이동 노드에서는 DHNP가 할당된 경우 플로우를 위해 DHNP 집합 중에서 특정 플

로우에 의해 사용되고 있지 않은 HNP를 선택하여 플로우에 할당한다. 더불어 플로우가 소멸되면 사용된 HNP는 DHNP 집합으로 반환된다.

(그림 6)을 보면 LMA BC entry 내에 DHNP로 정의된 HNP 3은 첫 번째 인터페이스에 할당되어 사용 중에 있으며 이동 노드가 ITH 수행을 원하면 MAG₂에게 ITH 관련 힌트를 준다. PMIPv6 프로토콜에서는 이 힌트가 링크 계층에서 이루어 지도록 규정하고 있다[3]. 힌트를 받은 MAG₂는 HI flag 값을 2로 설정한 후 PBU message를 LMA에 전달하고 이 메시지를 전달받은 LMA는 자신의 BC entry에서 SHNP 관련된 엔트리 정보를 갱신하게 된다. 이때 갱신되는 내용은 SHNP 관련 엔트리에서 이동 노드의 사용 인터페이스

스 정보를 두 번째 인터페이스 식별자로 갱신하며 또한 사용하는 tunnel 정보를 MAG_2의 tunnel정보, tunnel_2로 갱신하게 된다.

따라서 IF_1을 IF_2로 변경하고 tunnel_1 설정 값을 tunnel_2 설정 값으로 변경한다. DHNP 엔트리 갱신 후 LMA는 DHNP 모델인 HNP3 값을 가진 데이터를 MAG_2을 통해서 이동 노드에 전달하게 된다. (그림 7)은 H²NP 할당 방법의 operation flow를 보여 주고 있다.

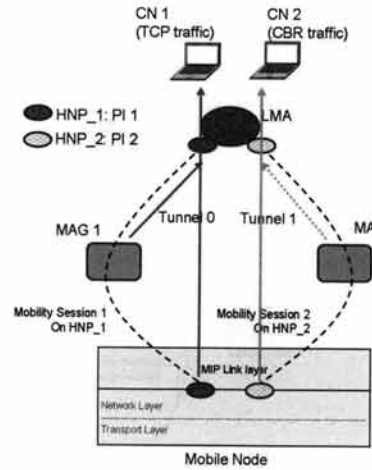
PMIPv6 프로토콜은 HI 값을 다섯 종류로 규정하고 있다. 이중 값 2가 ITH을 지시한다. 이동 노드가 ITH 요청 힌트를 MAG_2에게 전달하면 MAG_2는 자신의 라우팅 테이블에서 MN identifier 유무를 확인하게 된다. 이때 MN identifier에 해당하는 DHNP 가 존재할 경우 LMA는 MN identifier의 멀티인터페이스에 ITH 수행을 위한 모바일 세션이 존재함을 확인하게 된다. 따라서 HI flag 값을 2로 결정할 수 있으며 이 값을 포함한 PBU message 를 LMA에 전송하게 된다. LMA는 PBU message를 전송 받고 DHNP로 할당된 모바일 세션의 IF_1에 대한 정보를 IF_2 정보를 변경하고 tunnel_1 설정 값을 tunnel_2 설정 값으로 변경한다. 이 과정이 수행된 후 이동 노드는 DHNP로 할당된 모바일 세션을 HNP 변화 없이 첫 번째 인터페이스에서 두 번째 인터페이스로 ITH 을 수행하게 된다.

5. 구현 및 성능 평가

본 장에서는 제안한 H²NP 할당 방법의 성능 평가에 대해서 기술한다. 실험에서 평가할 항목은 3장에 기술한 문제점을 실험을 통해서 확인하고 논문에서 제안한 H²NP 할당 방법의 실행 가능 유무만을 판단한다. 실험 환경은 NS(Network Simulator)-2.29[7] 시뮬레이터를 사용하였다. 이동 노드의 네트워크 인터페이스의 MAC 모델은 IEEE 802.11b이며 channel bandwidth는 11Mbps로 설정한다. 시뮬레이션을 위한 네트워크 모델 및 환경은 각 장에서 기술한다.

5.1 기본적인 PMIPv6 도메인에서 멀티인터페이스 이동 노드 동시 접속 후 ITH 수행 시나리오

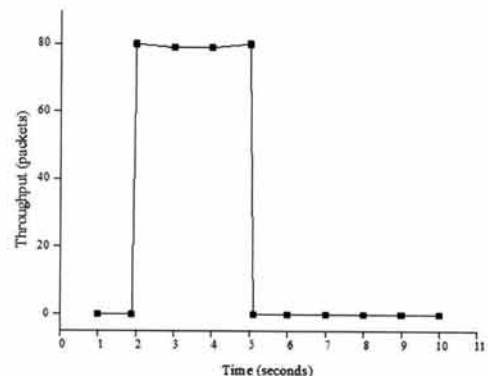
실험 시나리오는 멀티인터페이스 이동 노드가 PMIPv6 도메인에 각각의 인터페이스를 통해서 동시 접속 후 인터페이스 사이에서 Inter-Technology Handover 수행에 대한 실험이다. (그림 8)은 시뮬레이터 시나리오를 보여주고 있다. 이 실험에서는 기존 PMIPv6 프로토콜[3]을 이용한다. 따라서 PMIPv6 도메인에서의 동시 접속은 LMA가 인터페이스 별로 다른 HNP를 할당하여 독립적인 모바일 세션을 생성한다. 이후 데이터 전송을 수행하는 도중 ITH 요청으로 전송 중인 데이터 플로우를 다른 인터페이스를 통해서 전송한다. 본 실험의 네트워크 모델은 (그림 8)과 같으며 LMA와 멀티인터페이스 사이에 2개의 모바일 세션이 생성된다. 실험 내 트래픽 모델은 UDP를 이용하는 CBR 트래픽과 TCP 트래픽이다. 여기서 CBR 트래픽은 초당 80개의 packet을 발생



(그림 8) 멀티인터페이스 노드 동시 접속 후 Inter-Technology Handover 시나리오



(그림 9) 기본적인 PMIPv6 프로토콜을 이용한 PBU/PBA message 및 TCP message의 trace



(그림 10) CBR traffic의 throughput

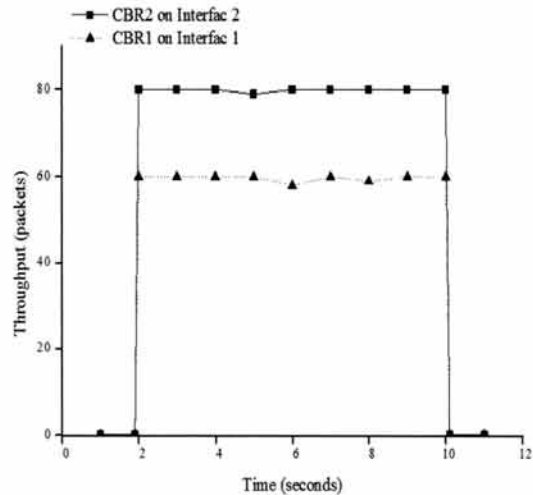
시킴 실험 시작 2초 후 두 번째 인터페이스를 이용하여 데이터를 전송한다. TCP 트래픽은 첫 번째 인터페이스를 이용하여 데이터를 전송하며 전송 중 플로우 이동성 수행 명령인 Redirect Traffic 기능을 통해서 첫 번째 인터페이스에서 두 번째 인터페이스로 ITH가 수행된다. (그림 9)은 시뮬레이터에서 LMA와 이동 노드 사이에서의 PBU/PBA message 및 TCP message의 trace를 보여주고 있다. (그림 9)에서 보이듯이 초기 각 인터페이스 별로 PBU, PBA message를 통해서 이동노드는 자신의 멀티인터페이스를 LMA에 등록하는 절차를 수행한다. 또한 TCP message는 Inter-Technology Handover 수행 전인 5초 전에 TCP message 4개를 MAG_1을 통해서 전송 받고 5초 후 MAG_2을 통해서 나머지 데이터를 전송 함을 확인할 수 있다. 이 결과는 기존 PMIPv6 프로토콜이 각 인터페이스로 독립적인 HNP 할당을 통해서 동시 접속이 이루어짐을 확인할 수 있는 결과이다. 한 ITH 수행이 가능함을 확인할 수 있다. 하지만, (그림 10)의 결과를 보면 두 번째 인터페이스를 사용하는 CBR 트래픽의 경우 성능(throughput)이 5초 후 트래픽이 전송되지 못하는 결과를 볼 수 있다. 이 결과는 앞 절에서 언급했듯이 기존 PMIPv6 프로토콜 동시 접속 후 ITH 수행 후 동시 접속이 사라지는 문제를 보여주는 결과이다. 시험 시작 5초 후 두 번째 인터페이스에 할당된 HNP2가 HNP1으로 재설정되기 때문에 HNP2을 이용하던 CBR 트래픽은 5초 후 전송이 불가능하게 된다. 이 결과는 첫 번째 인터페이스에 설정된 HNP가 두 번째 인터페이스에 할당된 HNP로 재 설정되는 PMIPv6 프로토콜의 기능 때문이다. 이 실험은 3장에서 기술한 동시 접속 후 ITH 수행 후 동시 접속 상황이 불가능한 문제점을 보여주는 결과이다.

5.2 PMIPv6 도메인에서 H²NP 할당 방법을 이용한 ITH 시나리오

이번 시나리오는 (그림 6)의 네트워크 모델에서 H²NP 할당 방법을 이용하여 멀티인터페이스 노드가 PMIPv6 도메인에서 멀티인터페이스를 이용하여 동시 접속 후 인터페이스 사이에서 플로우 이동성을 수행한다. H²NP 할당 방법은 LMA가 동시 접속을 위해 SHNP 모델을 이용하여 각 인터페이스에 독립적인 HNP인 HNP1과 HNP2을 할당하며 ITH 수행을 위해서 DHNP모델의 HNP인 HNP3을 이동 노드에 할당 한다. 따라서 LMA와 이동 노드 사이에 3개의 모바일 세션이 생성되어 있다. H²NP 할당 방법은 DHNP의 HNP를 여러개 할당 할 수 있으나 1개의 HNP만 할당하도록 LMA를 설정하였다. 트래픽 모델은 5.1절 실험과 같다. CBR 트래픽 2개를 SHNP로 생성된 IP 모바일 세션을 이용하여 전송한다. 여기서 인터페이스 1을 이용하는 CBR 트래픽은 초당 60개의 packet을 발생시키도록 하였으며, 인터페이스 2를 이용하는 CBR 트래픽은 초당 80개의 packet을 발생시키도록 설정하였다. 여기서 CBR 트래픽은 동시 접속 상황 시나리오의 데이터 전송을 수행한다. TCP 트래픽은 DHNP로 할당된 IP 모바일 세션을 이용하여 전송하며 첫 번째 인터



(그림 11) H²NP 할당 방법을 이용한 시나리오에서의 PBU/PBA message 및 TCP message의 trace



(그림 12) CBR traffic의 throughput

페이스를 이용하여 데이터 전송 도중 Redirect Traffic 기능을 통해서 첫 번째 인터페이스에서 두 번째 인터페이스로 ITH가 수행되도록 설정하였다.

(그림 11) TCP 전송 프로토콜을 이용하는 9개의 message trace 결과를 보여주고 있다. 동시 접속 상황에서 MAG_1을 이용해서 5개가 전송되고 ITH 수행 후인 5초 후 MAG_2을 이용해서 4개가 전송됨을 실험을 통해서 확인하였다. 또한 (그림 12)는 CBR 트래픽의 throughput를 보여주고 있다. TCP 트래픽의 ITH 수행 후인 5초 후에도 인터페이스 2를 이용하는 CBR 트래픽이 계속 전송됨을 확인할 수 있다. 따라서 본 논문에서 제안한 H²NP 할당 방법이 멀티인터페이스를 이용한 동시 접속 후 ITH 수행으로 인해서 발생하는 동시 접속 끈 김 문제가 해결됨을 확인할 수 있다.

6. 결 론

멀티 네트워크 환경을 위해 지금까지 제안된 대부분의 기술은 다중 무선 인터페이스 중에서 최적인 하나의 인터페이스를 선택하는 방식에 기반하고 있다. 또한 동시에 두 개 이상의 무선 네트워크 인터페이스 동시 접속에 관한 연구가 IETF NetExt WG을 통해서 진행 중에 있다. 하지만 여러 인터페이스를 이용한 동시 사용을 위해서 기존 통신프로토콜을 그대로 적용하기에는 문제점들이 있다.

특히 본 논문에서는 NetExt WG내에서 논의되고 있는 PMIPv6 도메인 환경에서 멀티인터페이스 지원 기술에 초점을 맞추고 있다. 기본적인 PMIPv6 프로토콜은 이동 노드의 멀티인터페이스를 지원하기 위한 기능을 가지고 있다. 하지만 PMIPv6 프로토콜은 멀티인터페이스 지원에 초점을 맞추고 있을 뿐 멀티인터페이스의 효율적 활용에 초점을 맞추고 있지 않다. 따라서 멀티인터페이스를 이용한 동시 접속 지원과 인터페이스 사이에서의 Inter-Technology Handover 및 플로우 이동성 수행 시 여러 문제점들이 야기 된다. 본 논문에서는 이런 문제를 멀티인터페이스 동시 접속과 Inter-Technology Handover 및 플로우 이동성 기능 사이에서 발생하는 동시 접속 끈 김 현상 문제로 정의하였으며 이를 해결하기 위한 Hybrid Home Network Prefix 할당 방법을 제안하였다. 제안한 방법은 동시 접속을 위한 Static Home Network Prefix와 인터페이스 사이에서의 Inter-Technology Handover 및 플로우 이동성 수행을 위한 Dynamic Home Network Prefix 모델을 정의하였으며 이를 사용하는 할당 방법과 절차를 제시 하였다. 또한 실험 결과는 제안한 방법을 통해서 동시 접속의 끈 김 현상 문제가 해결됨을 검증하였다. 이 방법은 PMIPv6 도메인 내에서 플로우 이동성 기반의 QoS 방법 구현에 대한 기본 토대를 제공할 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] D. Johnson, C. Perkins, and J. Arkko, "Mobility Support in IPv6," IETF RFC 3775, Jun., 2004.
- [2] C. Perkins, et al., "IP Mobility Support for IPv4," IETF RFC 3344, Aug., 2002.
- [3] S.Gundavelli, et al., "Proxy Mobile IPv6," IETF RFC 5213, Aug., 2008.
- [4] <http://datatracker.ietf.org/wg/netext/>
- [5] S.Krishnan, et al., "Issues with network based Inter-Handovers," IETF Internet draft, draft-krishnan-netext-intertech-ps-00, Feb., 2009.
- [6] Y. Hong, J.Youn, "Hybrid home network prefix for multihoming in PMIPv6," IETF Internet draft, draft-hong-netext-hybrid-hnp-03, October, 2010.

- [7] <http://www.isi.edu/nsnam/ns/>

- [8] C.J. Bernardos, et al., "Proxy Mobile IPv6 Extensions to Support Flow Mobility," IETF Internet draft, draft-bernardos-netext-pmipv6-flowmob-02, February 2, 2011.
- [9] T. Melia, S. Gundavelli, et al., "Logical Interface Support for multi-mode IP Hosts," IETF Internet draft, draft-ietf-netext-logical-interface-support-01.txt, October 24, 2010.



홍 용 근

e-mail : yghong@etri.re.kr
 1997년 경북대학교 컴퓨터공학과(학사)
 1999년 경북대학교 컴퓨터공학과(공학석사)
 2007년 경북대학교 컴퓨터공학과 박사수료
 1999년~2000년 MJL 테크놀로지
 2001년~현 재 한국전자통신연구원 표준 연구센터 선임연구원

관심분야: IPv6, 이동성 관리, IoT/M2M 등



김 영 현

e-mail : younghyun_kim@korea.ac.kr
 2005년 숭실대학교 컴퓨터학부(학사)
 2007년 숭실대학교 컴퓨터학과(공학석사)
 2008년~현 재 고려대학교 전자전기전파 공학부 박사과정
 관심분야: 무선/이동 네트워크, 네트워크 보안 등



백 상 현

e-mail : shpack@korea.ac.kr
 2000년 서울대학교 컴퓨터공학부(공학사)
 2005년 서울대학교 전기컴퓨터공학부 (공학박사)
 2005년~2006년 캐나다 워털루 대학교 박사 후연구원

2007년~현 재 고려대학교 전기전자전파공학부 조교수
 관심분야: 무선/이동 네트워크, 차량 네트워크 등



윤 주 상

e-mail : jsyoun@deu.ac.kr
 2001년 고려대학교 전기전자전파공학부(학사)
 2003년 고려대학교 전자공학과(공학석사)
 2008년 고려대학교 전자컴퓨터공학과 (공학박사)
 2002년 한국전자통신연구원 위촉연구원

2008년~현 재 동의대학교 멀티미디어공학과 조교수
 관심분야: 이동 네트워크, 멀티네트워크, IoT/M2M 등