PMIPv6 도메인에서 플로우 이동성 지원을 위한 논리인터페이스 기반 HNP 변환 기법

홍용근* · 한기준** · 윤주상***

Logical Interface based HNP Change Scheme for Flow Mobility in PMIPv6 Domains

Yong-Geun Hong* · Ky-Jun Han** · JooSang Youn***

이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의
기초연구사업 지원(No. 2011-0027004)을 받아 수행된 것임.

요 약

최근 무선 멀티인터페이스 지원을 위한 무선 멀티네트워킹 기술 연구가 활발히 진행 중이다. 관련 연구로써 IETF NetExt WG 에서 Proxy Mobile IPv6 기반 멀티인터페이스 지원 기술에 대한 표준 기술이 현재 논의 중이다. PMIPv6 프로토콜은 멀티인터페이스 이동노드가 PMIPv6 도메인에서 접속 시 멀티인터페이스 기반 동시 접속 및 인터페이스 사이에서의 핸드오버 지원을 위한 기능은 제공하나 플로우 이동성 기능은 제공하지 못한다. 따라서 본 논문은 멀티인터페이스 이동노드가 PMIPv6 도메인에 접속하는 시나리오를 가정하고 플로우 이동성을 제공하기 위해 논리인터페이스 설계 및 논리인터페이스 기반 Home Network Prefix 변환 기법을 제안한다. 이 기법은 단대 단 끝 김 없이 PMIPv6 도메인 내에서 플로우 이동성 서비스를 수행할 수 있다.

ABSTRACT

Recently, wireless multi-networking technology has been studied for supporting multi-interface in mobile node. As the related work, in the IETF NetExt WG, the extension of Proxy Mobile IPv6 protocol for supporting flow mobility is actively on going in discussion. PMIPv6 protocol supports simultaneous access through the multi-interface in a mobile node and inter-technology handover between multiple interfaces. However, this protocol can not support flow mobility. Thus, in this paper, when a mobile node connects to PMIPv6 domain through multi-interface, as a way to support flow mobility, the design of logical interface and Home Network Prefix change scheme based on logical interface are proposed. We show that the proposed scheme can perform flow mobility service without end-to-end disconnection in PMIPv6 domain.

키워드

프락시모바일아이피 프로토콜, 멀티네트워킹, 멀티인터페이스 이동노드, 논리 인터페이스

Key word

PMIPv6 protocol, Multi-Network, Multi-Interface mobile node, Logical Interface

* 정회원 : 한국전자통신연구원 표준연구센터

** 정회원 : 경북대학교 IT대학 컴퓨터학부

*** 정회원 : 동의대학교 영상정보대학 멀티미디어공학과 (교신저자, jsyoun@deu.ac.kr)

접수일자 : 2012. 01. 30

심사완료일자 : 2012. 03. 26

I. 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 WG에서 Proxy Mobile IPv6 (PMIPv6) 기반 멀티인터페이스 지원 기술에 대한 표준 기술이 논의 중이다[1, 2]. PMIPv6 프로토콜은 멀티인터페이스 이동노드가 PMIPv6 도메인에 접속 시 멀티인터페이스를 이용한 동시 접속, 인터페이스 사이에서의 핸드오버 지원을 위한 기능을 제공하고 있다.[1] 하지만 인터페이스 사이에서의 플로우 기반 이동성 지원은 불가능하다. 이는 현재 IETF NetExt WG에서 정의하고 있다[2]. 이 문제를 해결하기 위해 공유 HNP(Home Network Prefix) 기반 플로우 이동성 지원 방안이 IETF NetExt WG에 제출되어 있다[3, 5]. 하지만 이 기술들은 이동노드 내 통신 프로토콜의 수정과 PMIPv6 프로토콜의 수정을 필요로 하기 때문에 기존 프로토콜과의 호환성 문제를 가지고 있다.

본 논문에서는 PMIPv6 도메인에서 멀티인터페이스 이동노드에 플로우 이동성이 가능한 기술을 제안한다. 2장에서는 네트워크 모델 정의 및 기존 프로토콜의 문제점을 자세히 기술하며 3장에서 논리인터페이스 기반 HNP 변환 기법을 제안한다. 4장에서 제안 기법의 성능을 검증한다. 마지막으로, 5장에서 결론을 맺는다.

II. 네트워크 모델 및 기존연구의 문제점

2.1. 네트워크 모델

본 논문에서는 그림 1에 네트워크 모델을 가정한다. 이 모델은 IETF NetExt WG[2]의 참조모델이다. PMIPv6 프로토콜은 이동노드의 인터페이스별로 HNP를 할당한다(ex. MN_Interface1: HNP1, MN_Interface1:HNP2). LMA(Local Mobility Anchor)는 이 정보를 BC(Binding Cache) table에 별도의 entry로 생성한 후 인터페이스별로 모바일 세션을 생성 및 관리한다. IETF NetExt WG에

서는 이동노드는 응용계층 관점에서의 멀티인터페이스 단일화를 위해 논리인터페이스 기술 적용을 권고하고 있다[1, 4].

그림 1. 네트워크 모델
Fig. 1 Network Model

논리인터페이스 기술은 IP 계층에서 물리적 인터페이스의 변화를 숨기기 위한 기술로 사용된다. 또한 플로우 이동성 지원을 위해서 이동노드 내 네트워크 계층 프로토콜의 수정을 금지하고 있다. 따라서 이동노드의 플로우 이동성 지원은 논리인터페이스 내에서 제공하도록 권고하고 있다. 따라서 본 논문에서는 이동노드의 멀티인터페이스 사이에서의 플로우 이동성 지원을 위해 이동노드의 논리인터페이스 내부에 기능을 추가 구현한다. 더불어 논리인터페이스는 물리적 인터페이스처럼 링크 계층 ID를 가지고 있다. 따라서 네트워크 계층에서 사용할 수 있는 IPv6 주소는 각 인터페이스에 할당된 HNP와 논리인터페이스 식별자(Logical Interface ID: LIID)를 결합하여 만들어짐을 가정한다. 예를 들면 그림 1에 보이듯이 이동노드의 네트워크 계층에서 사용할 수 있는 IPv6 주소는 HNP1::LIID, HNP2::LIID 등이다.

2.2. PMIPv6 프로토콜의 플로우 이동성 지원 문제

PMIPv6 프로토콜은 기본 동작에서 멀티호밍, 즉 이동노드의 멀티인터페이스 지원 기능을 가지고 있으나 이 기능은 멀티인터페이스를 통한 동시 접속 서비스에 한정되어 있다. 다시 말해, 동시 접속 후 인터페이스 사이에서의 플로우 이동성은 지원하지 못한다. 예를 들면 그림 1에 도시된 시나리오에서 플로우 2의 경우 첫 번

제 인터페이스의 HNP_1 기반 IP 모바일 세션을 통해서 데이터를 전송하던 중 두 번째 인터페이스의 HNP_2 기반 IP 모바일 세션으로 이동시키는 것이다. 이 경우 기존 PMIPv6 프로토콜은 플로우 이동성 수행 시 첫 번째 인터페이스에 할당된 HNP_1을 핸드오버 되는 두 번째 인터페이스에 재설정하는 방법이 사용된다. 따라서 두 번째 인터페이스를 통해서 설정된 HNP_2 기반 IP 모바일 세션이 삭제된다. 이는 두 번째 인터페이스를 이용하는 플로우가 존재할 경우 자신이 사용하고 있던 IP 모바일 세션이 끊기는 현상이 발생한다. 따라서 두 번째 인터페이스를 이용하고 있던 기존 플로우는 더 이상 데이터가 전달되지 못하는 멀티인터페이스 동시 접속 상황 종료가 발생한다. 따라서 본 논문은 이런 문제를 해결하기 위한 구체적인 방법으로 논리인터페이스 기반의 동시접속 및 플로우 이동성 동시 지원 기법을 제안한다.

III. 논리인터페이스 기반 플로우 이동성 지원 기법

본 장에서는 2장 2절에서 기술한 문제점을 해결하기 위한 논리인터페이스 기반 플로우 이동성 지원 방안을 제안한다.

3.1. HNP 변환 기법 개요

PMIPv6 도메인은 HNP 기반 라우팅을 수행한다. 즉, 이동노드와 LMA 사이에서 라우팅은 데이터 헤더의 HNP만을 참조하여 수행된다. 그림 2는 PMIPv6 도메인에서의 라우팅 정책을 도시하고 있다. 우선, PMIPv6 프로토콜은 이동노드의 인터페이스에 서로 다른 HNP를 할당하며 MAG (Mobile Access Gateway) 또한 자신을 통해서 이동노드에 알려준 HNP만을 라우팅 하도록 라우팅 테이블을 갱신한다. 따라서 이런 환경에서 인터페이스 사이에서의 플로우 이동성을 수행할 경우 기존 인터페이스를 사용하는 플로우의 HNP 값은 이동 후 사용할 인터페이스에 연결된 MAG를 통해서 라우팅이 수행되지 못한다. 따라서 2.2에 정의된 문제를 극복하고 플로우 이동성을 지원하기 위해서는 플로우 이동성이 수행된 데이터의 HNP 값은 이동한 인터페이스에 할당된 HNP 값을 사용해야만 한다. 이 기법이 본 논문에서 제안한 HNP 변환 기법이다.

그림 2. PMIPv6 도메인에서 라우팅 정책
Fig. 2 Routing Policy in PMIPv6 Domain

3.2. 플로우 이동성 지원을 위한 논리인터페이스 설계

그림 3은 논문에서 제시한 논리인터페이스 구조이다. 논리인터페이스 기능은 물리계층에서 사용 가능한 여러 접속 기술들을 네트워크 계층에서 단일 접속 기술처럼 숨기는 것이다.

그림 3. 논리인터페이스 구조
Fig. 3 Structure of logical interface

따라서 논리인터페이스는 네트워크 계층으로부터 입력되는 데이터를 전송하기 위해 접속 네트워크의 인터페이스를 선택하기 위한 정책을 가지고 있으며 이를 통해 물리적 인터페이스를 선택하고 이에 맞는 링크 계층으로 데이터를 전달하는 역할을 수행한다. 따라서 논리인터페이스의 하위 계층으로 연결되는 인터페이스는 이동노드에 장착된 접속 기술 수만큼 필요하며 상위 계층은 단일 접속으로 처리되어야 하기 때문에 상위 계층과 연결된 인터페이스는 하나만 구성된다. 그림 2를 보면 네트워크 계층과 연결된 논리인터페이스를 통해서 두 개의 IPv6 주소(HNP_1::LID, HNP_2::LID)를 생

성하며 이동노드는 이 두 개의 주소를 가질 수 있다. 또한 논리인터페이스에서 하위 계층으로 플로우를 전송하는 경우 장착된 접속 기술들의 링크 수만큼 송, 수신용 인터페이스를 생성한다. 여기서 송신용 인터페이스는 **send vector**라 정의하고 수신용 인터페이스는 **receive vector**라 정의한다. **Logical Interface Function(LIF)**은 입력된 플로우를 적절한 인터페이스로 매핑 시키는 기능을 수행한다. 접속 인터페이스 선택은 플로우의 **HNP**를 기준으로 결정한다. 예를 들어 이동노드가 네트워크 인터페이스 1를 통해서 **LMA**로부터 **HNP_1**을 할당 받고 네트워크 인터페이스 2를 통해서 **HNP_2**를 할당한 경우 **HNP_1**을 사용하는 플로우는 **send vector_1**을 통해서 **output port_1**으로 플로우를 전달하며 **HNP_2**를 사용하는 플로우는 **send vector 2**를 통해서 **output port_2**로 전달한다. 추가적으로 네트워크 인터페이스 선택은 네트워크 계층의 라우팅 테이블에 의해서 결정된다.

3.3. HNP 변환 기법

3.3.1. HNP 변환 개요

HNP 변환 기법은 **PMIPv6** 도메인 내에서만 플로우의 **IPv6** 헤더 내 **HNP** 값을 변환하는 것이다. 그림 4에 도시된 것처럼 **HNP_1**을 할당 받은 인터페이스 1을 사용하던 플로우가 **HNP_2**을 할당 받은 인터페이스 2로 플로우 이동성이 실행될 경우 이동노드의 논리인터페이스와 **LMA**의 네트워크 계층에서 HNP 변환이 수행된다.

그림 4. HNP 변환 개요
Fig. 4 Outline of a HNP Change

예를 들어 이동노드에서 플로우 이동성이 수행될 경우 이동노드 내의 논리인터페이스에서 HNP 변환을 수

행하며, HNP 변환 기능을 통해서 HNP가 변화된 플로우가 **LMA**내로 들어올 경우 **LMA** 내의 HNP 변환 기능을 통해서 플로우의 원래 HNP로 변환 후에 플로우를 목적지 노드에게 전송한다. 반대로, **LMA**에 의해서 플로우 이동성을 수행되는 경우 **LMA**에서 플로우 HNP 변환을 수행하고 이동노드의 논리인터페이스에서 HNP 변환 기능을 가지고 원래의 HNP로 변환 후 네트워크 계층으로 플로우를 전달한다. 이처럼 HNP 변환은 이동노드의 논리인터페이스로부터 **PMIPv6** 도메인을 거쳐 **LMA** 네트워크 계층까지만 실행되기 때문에 플로우의 단대 단 끈김 현상 문제를 해결할 수 있다.

3.3.2. HNP 변환 기법을 위한 기능

HNP 변환을 위해 필요한 기능들은 다음과 같다.

- HNP Change Function (HNPCF)
- Flow Filter(FF)
- HNP Change Table(HNPCT)
- Flow Mobility Trigger(FMT)

위 기능들은 논리인터페이스 내부 및 **LMA**의 네트워크 계층에서 수행되도록 설계하였다. **HNPCF**는 플로우 데이터의 **IPv6** 헤더의 HNP를 실제 변환 하는 기능을 수행한다. **FF**는 상, 하위 계층에서 전달되는 플로우 식별자 또는 HNP를 알아내어 HNP 변환이 필요한지 필요하지 않은지를 판단하는 기능을 수행한다. 만약 변환이 필요한 경우 **HNPCF**를 호출하여 HNP 변환을 실행한다. **HNPCT**는 활성화되어 있는 플로우 이동성 관련 정보를 담은 테이블이다. 이 테이블은 **HNPCF**와 **FF**와 서로 정보를 주고받아 HNP 변환 기능을 수행할 수 있도록 한다. 이동노드의 논리인터페이스에서 플로우 HNP 변화 과정은 다음과 같다.

- (1) 논리인터페이스로 전달되는 플로우는 **flow filter**를 통해서 HNP 변화 실행 유·무를 판단한다.
- (2) 이때 **flow filter**는 플로우의 ID를 추출하여 실행 유·무를 판단한다.
- (3) 만약 HNP 변환이 필요 하다면 **HNPCF**를 통해서 HNP 변환을 실행 한다.
- (4) **NPCF**를 통과한 플로우는 자신이 가진 HNP를 라우팅 테이블의 포워딩 인터페이스 값을 참조하여 **output interface**로 플로우 전송을 수행한다.

그림 5. 이동노드의 논리인터페이스에서 upstream 플로우의 HNP 변화 과정

Fig. 5 The HNP change process of upstream flow in logical interface of mobile node

그림 5는 논리인터페이스에서 upstream 플로우의 HNP 변화 과정을 도시하고 있다. Flow 1, 3은 HNP 변화 과정이 필요 없는 경우로 HNPCT에서 bypass 시키고 플로우의 HNP에 매핑된 output interface로 플로우를 전달한다. Flow 2는 플로우 이동성이 수행된 플로우로 FF에서 HNPCT에 변환을 요청하고 HNPCT는 플로우의 HNP 변환 후 변환된 HNP와 output interface(인터페이스 2)로 플로우를 전달한다. 또한 LMA에서의 HNP 변화 과정은 논리인터페이스에서의 과정과 동일하다. 더불어 LMA에서 플로우 이동성 트리거를 수행하는 경우도 위에 기술한 과정과 동일하다. LIF에서 사용되는 HNPCT 구조는 그림 6과 같다.

FlowID	HNP Change operation	Node side HNP	PMIPv6 Domain side HNP	Send vector
1 (Flow 1)	0	HNP 1	HNP 1	Send vector 1
2 (Flow 2)	1	HNP 1	HNP 2	Send vector 2
3 (Flow 3)	0	HNP 2	HNP 2	Send vector 2

그림 6. HNP change table 구조

Fig. 6 Structure of HNP change table

테이블 구성은 flow ID, HNP change operation, node side HNP(LMA side HNP), PMIPv6 Domain side HNP, send vector 등으로 구성된다. Flow ID 필드는 플로우 별로 할당되는 ID를 저장하는 곳이며 HNP change operations 필드는 HNP 변환 실행 유·무를 저장하는 곳이다. 이 값

이 “0”이면 변환이 필요 없는 플로우이다. 즉, node side HNP 값과 PMIPv6 Domain side HNP 값이 일치하며 HNPCT에서 플로우를 bypass 시킨다. 반면 이 값이 “1”이면 변환이 필요한 플로우이다. 따라서 flow의 오리지널 HNP 값 HNP 변환을 실행한다. Node side HNP(LMA side HNP) 필드 값은 플로우의 오리지널 HNP 값을 저장하고 PMIPv6 Domain side HNP 필드 값은 PMIPv6 도메인에서 사용될 HNP 값을 저장하는 곳이다. 만약 node side HNP 값과 PMIPv6 Domain side HNP 값이 일치하지 않을 경우 HNP 변환이 이루어진 플로우이다. HNPCT 필드 값을 결정하는 주체는 다음과 같다. 논리인터페이스 내의 flow ID는 FF에 의해서, HNP change operation은 FMT에 의해서, node side HNP는 FF에 의해서, PMIPv6 Domain side HNP는 FMT에 의해서, send vector는 PMIPv6 Domain side HNP 필드 값을 참조하여 값이 결정된다. 또한 LMA 네트워크 계층의 HNPCT 필드 값 결정도 이동노드의 경우와 같다. 더불어 이동노드, LMA 사이에서 각 HNPCT 필드 값 동기화가 필요하다. 즉, 두 테이블에서 node side HNP 필드 값은 LMA side HNP 필드 값과 일치해야 하며 두 테이블의 PMIPv6 Domain side HNP 필드 값 또한 동기화가 이루어져야 한다. 플로우 이동성 트리거링은 이동노드와 LMA에서 수행할 수 있다. 플로우 이동성 결정 정책은 본 연구의 범위가 아니기 때문에 기술하지 않는다. 플로우 이동성 트리거링 수행은 LIF 내 FMT에 의해서 수행되며 다음과 같은 기능을 수행한다.

- 플로우 이동성 트리거를 위한 시그널링 메시지 생성 기능
- 이동노드와 LMA 내에 HNP 변환 테이블 업데이트 기능
- 요청, 응답 메시지 교환 기능

플로우 이동성 트리거링 수행을 위한 시그널링 메시지는 reactive 시그널링 방식으로 이루어진다. 즉, 플로우 이동성 수행 전에 관련 시그널링 메시지를 주고받는 방식이다. 또한 시그널링 메시지를 통해서 이동노드와 LMA 내에 HNPCT 내의 각 필드를 업데이트 한다. 마지막으로 트리거링 관련 메시지를 입력 받으면 이와 상응하는 응답 메시지를 생성하여 전송하는 역할도 수행한다. 플로우 이동성 트리거링을 위해 고안된 메시지는,

그림 7. 이동노드와 LMA 사이에서 시그널링 메시지 흐름
 (a) 이동노드에서 flow mobility trigger가 수행될 경우의 signaling message 흐름
 (b) LMA에서 flow mobility trigger가 수행될 경우의 signaling message 흐름
 Fig. 7 Flow of signaling message between mobile node and LMA
 (a) Flow of signaling message by flow mobility trigger in mobile node
 (b) Flow of signaling message by flow mobility trigger in LMA

flow mobility request message, flow mobility response message, 두 개이다. Flow mobility request message는 플로우 이동성 요청 메시지 역할을 수행하고 내부에 들어가는 정보는 다음과 같다.

- <source HNP, source port>
- <target HNP>

우선 <source HNP, source port>는 FF에 의해서 얻은 정보이며 이 정보를 통해서 flow ID를 생성하도록 요청한다. 만약 request message가 이동노드에서 생성된 경우 위 정보를 이용해서 LMA가 flow ID를 생성하여 response message를 통해서 전달 받게 된다. 또한 target HNP는 PMIPv6 도메인에서 플로우가 사용할 HNP 값이며 LMA에 사용 가능 여부에 대한 판단을 요청하는 것이다. Flow mobility response message는 플로우 이동성 요청 메시지에 대한 응답 메시지 역할을 수행하며 다음과 같은 정보를 가지고 있다.

- <source HNP, source port>의 Flow ID
- <activation/inactivation of the target HNP>

만약 이동노드가 request message를 통해서 요청한 경우에 LMA는 flow ID는 request message 내 있는 source HNP, source port를 이용하여 유일한 ID 값을 생성하여 전송한다. 하지만 LMA에 의해서 트리거링된 경우는 LMA가 request message에 플로우 ID를 생성하여 <source

HNP, source port> 정보와 함께 request message를 통해서 전송한다. 이 경우 이동노드는 response message 내에 전달 받은 flow ID 값을 기입하여 전송한다. 또한 <activation/inactivation of the target HNP>는 request message에 기입된 target HNP 사용 가능 유·무를 기입하여 전송한다. 이 값은 “1”이면 active, “0”이면 inactive로 정의된다. 이동노드와 LMA 사이에서의 시그널링 메시지의 흐름은 그림 7에 도시되어 있다. 그림 7(a)는 이동노드에서 플로우 이동성 트리거링이 수행된 경우이며 그림 7(b)는 LMA에서 플로우 이동성 트리거링이 수행된 경우이다.

IV. 성능평가

이번 장에서는 제안한 HNP 변환 기법에 대한 구현 평가 결과를 기술한다. 실험에서 3장에 기술한 문제점을 실험을 통해서 확인하고 논문에서 제안한 HNP 변환 기법의 실행 가능 유·무만을 판단한다. 실험 환경은 NS(Network Simulator)-2.29 시뮬레이터를 사용하였다 [6]. 시뮬레이션을 환경은 각 절에서 기술한다.

4.1 기본 PMIPv6 프로토콜 기반 멀티인터페이스 이동노드 동시 접속 후 플로우 이동성 수행 시나리오

본 실험 시나리오는 PMIPv6 도메인에 이동노드의 각 인터페이스를 통해서 동시 접속 후 인터페이스 사이에

서 플로우 이동성을 수행한 실험이다. 그림 8은 실험 시나리오를 보여주고 있다.

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

Fig. 8 Scenario of Inter-Technology handover after simultaneous access

LMA는 인터페이스별로 다른 HNP를 할당하여 동시 접속을 지원한다. LMA와 멀티인터페이스 사이에 2개의 모바일 세션이 생성하며 트래픽 모델은 UDP를 이용하는 CBR 트래픽과 TCP 트래픽이다. CBR 트래픽은 초당 80개의 packet을 발생시키며 실험 시작 2초 후 두 번째 인터페이스를 이용하여 데이터를 전송한다. TCP 트래픽은 첫 번째 인터페이스를 이용하여 데이터를 전송하며 전송 중 플로우 이동성 트리거링 수행으로 두 번째 인터페이스로 플로우 이동성이 수행된다.

그림 9는 LMA와 이동노드 사이에서 PBU(Proxy Binding Update)/PBA(Proxy Binding Acknowledgment)/message, TCP message trace를 보여주고 있다. 초기 각 인터페이스별로 PBU, PBA message를 통해서 이동노드의 멀티인터페이스를 LMA에 등록을 하고 모바일 세션이 생성된다. 이 결과는 각 인터페이스로 독립적인 HNP 할당을 통해서 동시 접속이 이루어짐을 보여주는 것이다. 또한 TCP 데이터는 플로우 이동성 수행 전인 5초 전에 TCP 데이터 4개를 MAG_1을 통해서 전송 받고 5초 후 MAG_2를 통해서 나머지 데이터를 전송함을 확인할 수 있다. 이는 인터페이스 사이에서의 핸드오버가 이루어진 결과이다.

그림 9. PMIPv6 프로토콜을 이용한 PBU/PBA message 및 TCP message의 trace

Fig. 9 Trace of PBU/PBA message and TCP message used by existing PMIPv6 protocol

그림 10. CBR traffic의 throughput

Fig. 10 Throughput of CBR traffic

그림 10은 CBR 트래픽의 경우 성능(throughput)을 보여주고 있다. 5초 후 트래픽이 전송되지 못하는 결과를 볼 수 있다. 이 결과는 앞 절에서 언급했듯이 기존 PMIPv6 프로토콜 동시 접속 후 플로우 이동성 수행 후 동시 접속이 사라지는 문제를 보여주는 결과이다. 플로우 이동성 트리거링 후 두 번째 인터페이스에 할당된 HNP_2가 HNP_1으로 재설정되기 때문에 HNP_2를 이

용하던 CBR 트래픽은 5초 후 전송이 불가능하게 된다. 이 결과는 동시 접속 때 할당된 두 번째 인터페이스의 HNP가 삭제되었기 때문이다.

4.2. PMIPv6 도메인에서 802.11 & 802.16 인터페이스 환경에서 동시 접속 후 플로우 이동성 수행 시나리오

그림 11에는 802.11 & 802.16 기반 멀티인터페이스 환경에서 제안하는 HNP 변환 기반 플로우 이동성 수행 결과를 보기 위한 실험 모델이다.

그림 11. 802.11 & 802.16 기반 멀티인터페이스 환경에서 동시 접속 후 flow mobility 시나리오
Fig. 11 Scenario of flow mobility after simultaneous access in 802.11 & 802.16 based multi-network

각 인터페이스는 PMIPv6 도메인 내에 LMA를 통해서 각 인터페이스별로 HNP_1과 HNP_2를 할당 받는다. 이후 첫 번째 인터페이스가 연결된 MAG_1을 이용하는 모바일 세션을 통해서 TCP 연결 설정 후 데이터를 전송한다. 이후 3초에 MAG_2에 연결된 두 번째 인터페이스로 플로우 이동성을 실행한다. TCP 전송 프로토콜을 이용하는 메시지는 총 5개를 전송하도록 한다.

표 1. 802.11 & 802.16 기반 멀티네트워크 환경에서 동시 접속 후 각 인터페이스별 데이터 전송 성능
Table. 1 Throughput of data transmission per interface after simultaneous access in 802.11 & 802.16 based multi-network

Time (s)	2s	3s	4s	5s	6s
The Transmission rate of flow (0.8Mbps)					
End-to-end Throughput over interface 1 (HNP1)	0.79	0.78	0.80	0.802	0.80
End-to-end Throughput over interface 2 (HNP2)	0.80	0.79	0.794	0.80	0.79

그림 12. 802.11 & 802.16 기반 멀티네트워크 환경에서 TCP 데이터 플로우 이동성 trace
Fig. 12 Trace of TCP data in 802.11 & 802.16 base multi-network

또한 백그라운드 트래픽으로 6.1절에서 사용된 CBR 트래픽을 사용한다. 그림 12는 동시 접속 후 플로우 이동성 수행 시 TCP 연결을 이용한 메시지 전송 trace 결과를 보여주고 있다. TCP를 이용하는 메시지는 플로우 이동성 수행 전에 2개가 전송되고 이후 플로우 이동성 수행 명령 후 HNP 변환 수행 후 3개의 메시지가 두 번째 인터페이스를 통해서 전달되었다. 다시 말해 플로우 이동성이 잘 수행된 결과를 보여 주고 있다. 또한 표 1은 본 시나리오의 CBR 트래픽의 성능을 보여주고 있다. 동시 접속 서비스가 잘 되고 있음을 확인할 수 있다. 이 결과 제안한 HNP 변환 기법이 동시 접속 후 플로우 이동성 수행 후에도 동시 접속이 이루어지고 있음을 확인할 수 있다.

V. 결 론

본 논문은 IETF NetExt WG에서 추진 중인 논리인터페이스 기반의 플로우 이동성 지원 기술을 제안하고 이를 적용한 확장된 PMIPv6 프로토콜을 제안하였다. 이 기법은 PMIPv6 도메인 내에서 플로우 이동성 수행 시, 플로우의 HNP 값을 이동해서 사용할 인터페이스의 모바일 세션 HNP 값으로 임시 변환 해주는 기법이다. 제안 기법은 실험을 통해 플로우 이동성을 제공할 수 있음을 확인하였다. 또한 이 기법은 IETF NetExt WG chapter에 권고 된 내용인 “단말의 네트워크 계층 수정 불가, 논리 인터페이스 기반 기술”등을 위배하지 않으며, NetExt WG에 기 제출된 다른 플로우 이동성 지원 기술과 차별화 되고 PMIPv6 프로토콜의 기본 동작을 유지할 수 있는 기술적 장점을 가지고 있다.

감사의 글

본 연구는 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원(No. 2011-0027004)을 받아 수행된 것임.

참고문헌

- [1] S.Gundavelli, et al., “Proxy Mobile IPv6,” IETF RFC 5213, Aug 2008.
- [2] <http://datatracker.ietf.org/wg/netext/charter/>
- [3] Y. Hong, J.Youn, “Hybrid home network prefix for multihoming in PMIPv6,” IETF Internet draft, draft-hong-netext-hybrid-hnp-03, October 2010.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] <http://www.isi.edu/nsnam/ns/>

저자소개

홍용근(Yong-Geun Hong)

1997년 경북대학교
컴퓨터공학과 (학사)
1999년 경북대학교
컴퓨터공학과 (석사)

1999년~2001년 MJL 테크놀로지 연구원
2001년 ~ 현재 ETRI 표준연구센터 선임연구원
※관심분야: 이동성관리, 이동통신, 사물지능통신

한기준(Ki-Jun Han)

1979년 서울대학교
전기공학과 (공학사)
1981년 KAIST 전기 및
전자공학과 (공학석사)

1981년~1984년 국방과학연구소 (ADD)연구원.
1985년 University of Arizona, Dept. of ECE(M.S.).
1987년 University of Arizona, Dept. of ECE(Ph.D.).
1988년 ~ 현재 경북대학교 IT대학 컴퓨터학부 교수
※관심분야: Ad-hoc Networks, WPAN, Home Network, Ubiquitous Sensor Network

윤주상(JooSang Youn)

2001년 고려대학교 전기전자
전과공학부 (학사)
2003년 고려대학교
전자공학과 (석사)

2008년 고려대학교 전자컴퓨터공학과 (박사)
2008년 ~ 현재 동의대학교 멀티미디어공학과 교수
※관심분야: 무선네트워크, 이동통신, 사물지능통신