

논문 2012-49-12-9

# 이기종망에서 글로벌 끊김 없는 핸드오버를 위한 P2P 기반 이동성 관리 프로토콜

( P2P-based Mobility Management Protocol for Global Seamless  
Handover in Heterogeneous Wireless Network )

천 승 만\*, 이 승 무\*, 박 종 태\*\*

( Seung-Man Chun, Seung-Mu Lee, and Jong-Tae Park )

## 요 약

본 논문에서는 이기종망에서 글로벌 끊김 없는 핸드오버를 지원하기 위한 P2P (Peer-to-Peer) 기반 이동성 관리 프로토콜을 제시한다. IETF MIPv4/v6와 이를 확장한 이동성 관리 프로토콜과 같은 기존의 이동성 관리 프로토콜과는 달리, 제안된 프로토콜은 기존의 네트워크 인프라구조의 변경 없이 글로벌 끊김없는 핸드오버를 지원할 수 있다. 제안된 프로토콜의 아이디어는 이동성 관리를 위한 위치관리 기능은 패킷 전달 기능과 분리하였고, 패킷 전송을 위한 양방향 IP 터널링은 종단의 이동단말들 간에 동적으로 생성하는 것이다. 추가적으로, 핸드오버 도중에 발생하는 큰 핸드오버 지연시간 및 많은 패킷 손실을 줄이기 위해 IEEE 802.21 MIH (Media Independent Handover) 기능을 이용한 조기 핸드오버 기술을 개발하였다. 이를 위한 상세 구조와 핸드오버 프로토콜을 설계하였고, 제안된 이동성 관리 프로토콜에 대한 성능분석을 위해, 수학적 분석 및 네트워크 시뮬레이터를 이용한 성능 분석을 수행하였다. 핸드오버 지연시간 및 패킷 손실의 성능 면에서 제안된 이동성 관리 프로토콜은 기존의 IETF MIPv6와 HMIPv6에 비해 상당히 줄임을 입증하였다.

## Abstract

In this article, we propose a P2P-based mobility management protocol for global seamless handover in heterogeneous wireless networks. Unlike previous mobility management protocols such as IETF MIPv4/6 and its variants, the proposed protocol can support global seamless handover without changing the existing network infrastructure. The idea of the proposed protocol is that the location management function for mobility management is separately supported from packet forwarding function, and bidirectional IP tunnels for packet transmission are dynamically constructed between two end-to-end mobile hosts. In addition, early handover techniques have been developed to avoid large handover delays and packet losses using the IEEE 802.21 Media Independent Handover functions. The architecture and signaling procedure of the proposed protocol have been designed in detail, and the mathematical analysis and simulation have been done for performance evaluation. The performance results show that the proposed protocol outperforms the existing MIPv6 and HMIPv6 in terms of handover latency and packet loss.

**Keywords :** P2P 통신, 글로벌 끊김없는 핸드오버, MIH 조기 핸드오버

\* 정회원, 경북대학교 IT 대학 전자공학부  
(Kyungpook University)

\*\* 평생회원, 경북대학교 전자전기컴퓨터학부  
(Kyungpook University)

※ 본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학IT연구센터 지원사업 (NIPA-2012-(C1090-1121-0002)), 2단계 BK21 프로젝트 및 경북대학교 학술연구비에 의하여 연구되었음.

접수일자: 2012년8월13일, 수정완료일: 2012년11월26일

## I. 서 론

최근 고성능 스마트폰들은 Wi-Fi, 3G/4G와 같은 광대역 다중 무선 네트워크 인터페이스를 장착하고 있다. 이러한 다중 무선 인터페이스들을 사용하여 사용자는 Mobile VoIP, Mobile IPTV와 같은 다양한 IP 기반 이

동 멀티미디어 서비스를 사용하고 있다. 하지만, 사용자들은 이중 무선망간에 끊김 없이 인터넷의 사용하기를 요구하고 있다. 예를 들어, Wi-Fi와 3G 간 또는 다른 ISP의 이동 네트워크간 이동하면서 인터넷 서비스를 받을 수 있다. 이러한 이기종망 네트워크 (Wi-Fi, 3G/4G, WiBro 등)에서 실시간 통신은 사용자의 이동 중에 오랜 시간 동안 서비스 중단이 발생하거나, 인터넷 서비스 연결의 단절이 발생하기도 한다. 이는 이동 단말 (MH: Mobile Host)이 이기종 무선 네트워크간에 움직일 경우 접속점 (AP: Access Point) 또는 접근점 (PoA: Point-of-Attachment) 이 다양하기 때문에 네트워크 연결의 단절을 발생하기 때문이다.

MH가 이종망에서 이동하는 동안 서비스 단절 없이 끊김 없는 핸드오버를 수행하기 하기 위해, 다양한 표준 이동성 관리 기술이 IETF (Internet Engineering Task Force)에 의해 각 계층별로 다양한 기술이 개발되었다. 3계층에서의 이동성 관리를 위해 MIPv4/v6 (Mobile IPv4/6)<sup>[1]</sup>, MIPv6를 확장한 FMIPv6(Fast Mobile IPv4/v6)<sup>[2]</sup>, HMIPv4/v6 (Hierarchical MIPv4/v6)<sup>[3]</sup>, PMIPv6 (Proxy MIPv4/v6)<sup>[4]</sup> 등이 있으며, 4계층에서 TCPmigrate<sup>[5]</sup>, mobile Stream Control Transmission Protocol<sup>[6]</sup> 등이 있으며, 어플리케이션 계층 이동성 관리를 위한 IETF Session Initiation Protocol (SIP)<sup>[7]</sup>이 있다. 또한 IETF는 이기종 네트워크들 간 또는 동일한 형태의 네트워크 간에 끊김 없는 핸드오버를 지원하기 위해 IEEE 802.21 Media Independent Handover (MIH)<sup>[8]</sup>를 표준화 추진해 왔으며 현재 진행 중에 있다.

그러나 이러한 현재까지 개발된 또는 개발 중인 이동성 관리 프로토콜은 글로벌 원활한 핸드오버를 지원하

기 못하기 때문에 MH가 이기종 무선망 내에서 움직일 때 큰 핸드오버 지연시간 또는 패킷 손실을 유발하게 된다. 기존의 연구는 동일한 형태의 무선 네트워크 인프라를 가진 무선 환경 구간 내에서 원활한 핸드오버 지원을 위해 사용될 수 있다. 그러나, 글로벌하고 원활한 핸드오버를 제공하기 위해서는 존재하는 인터넷 인프라를 국제적으로 변경해야만 하는 단점을 안고 있다. 다시 말해, 글로벌 원활한 핸드오버를 지원하기 위해서는 모든 현재 설치된 IP 라우터 및 프로토콜은 변경/개선되어야만 한다.

본 논문에서는 이러한 기존의 문제점을 해결하기 위해, 글로벌 원활한 핸드오버를 위한 글로벌 P2P 이동성 관리 프로토콜 (PMMP: Peer-to-Peer Mobility Management Protocol) 을 제안한다. 아이디어는 PMMP는 글로벌 사용자 및 서비스 이동성을 지원하기 위해 세션 개시 프로토콜 (Session Initiation Protocol: SIP)과 같이 별도의 위치 관리 기능을 사용하며, 이기종 무선 네트워크 간 이동하는 두 MH 종단간에 패킷 전송을 위해 양방향 IP 터널링을 생성하는 것이다. 또한, 큰 핸드오버 지연 시간 및 패킷 손실을 줄이기 위한 조기 핸드오버 기술 (Early Handover)을 IEEE 802.21 MIH 기능을 확장하여 설계하였다. PMMP는 P2P (Peer-to-Peer)로 동작하기 때문에 기존의 인터넷 네트워크 인프라에서 어떠한 변형 없이 글로벌 원활한 핸드오버를 이룰 수 있다.

표 1은 PMMP와 대표적인 국제 표준 이동성 관리 프로토콜간의 다양한 서비스 측면에 대한 분석을 보여준다. 이동성 프로토콜은 크게 5가지의 측면에서 분석해 볼 수 있다: 네트워크 인프라의 변동 필요 측면, 어플리케이션 변동 필요 측면, 핸드오버 지연시간 측면,

표 1. 이동성 관리 프로토콜의 특징 비교  
Table 1. Characteristic Comparison of Mobility Management Protocols.

이동성 프로토콜 구분	MIPv4/v6	TCP migrate	mSCTP	SIP	PMMP
네트워크 인프라의 변동	Yes (HA/FA)	Yes	Yes	No	No
어플리케이션의 변동	no	Yes	Yes	No	No
핸드오버 지연시간 측면	Large	Very Large	Medium	Medium	Small
핸드오버로 인한 패킷 손실 측면	Large	Large	Large	Large	Small
이동성 지원 여부	Terminal, Session	Terminal, Session	Terminal, Session	User	Terminal, Session, User

패킷 손실 측면, 이동성 지원 여부 측면에서 MIPv6, TCP migrate, mSCTP는 기존의 네트워크 인프라의 일부 또는 다수의 기능들을 수정/변경 시켜야만 한다. 특히, MIPv4는 모든 접속 라우터는 Home Agent (HA), Foreign Agent (FA) 기능을 수행해야만 한다. 이에 반해, SIP와 PMMP의 경우에는 P2P 모드로 동작하기 때문에 무선 라우터와 전송 계층 프로토콜을 변경할 필요가 없다. TCP migrate과 mSCTP는 기존의 인터넷 어플리케이션을 변경해야만 한다. 이는 현실적으로 불가능하다. 또한 기존의 MIPv6, mSCTP, TCP migrate는 핸드오버 시 큰 핸드오버 지연시간과 패킷 손실을 발생시킨다. 또한 MIPv6, mSCTP, TCP migrate는 Terminal, Session에 대한 이동성을 지원한다. 전체적으로 요약하면, 본 논문에서 제안하는 PMMP는 기존의 인프라인 접속 라우터의 변경 없이 단말 이동성, 세션 이동성 및 서비스 이동성을 지원하며 끊임 없는 핸드오버를 지원한다는 장점을 가진다.

제안된 PMMP의 장점을 요약하면 다음과 같다.

- 기존의 IP 네트워크 인프라의 변경 없이 원활한 글로벌 IP 핸드오버를 지원
- IPv4 및 IPv6 지원
- 단말 이동성, 세션 이동성, 사용자 이동성 지원

성능 분석을 위해 Network Simulator-2 (NS-2)를 사용한 시뮬레이션을 수행하였으며, 기존 표준 이동성 관리 프로토콜과 비교하여 효율적임을 보였다. 다양한 기존의 표준 IP 이동성 관리 프로토콜이 있기 때문에 본 논문의 성능 분석에서는 MIPv6 및 HMIPv6을 선정하여 PMMP과 다양한 성능 지표에서 비교하여 성능 분석하였다. 시뮬레이션 결과로 핸드오버 지연시간, 패킷 손실면에서 우수함을 보였다.

본 논문의 나머지는 다음과 같이 구성된다. II장에서 제안된 PMMP 프로토콜의 구조 및 시그널링 절차를 설명하며, IV장에서는 수학적 성능 분석 및 네트워크 시뮬레이터를 이용한 성능 분석을 하며, 마지막으로, V장에서 결론을 내린다.

## II. P2P 이동성 관리 프로토콜

### 1. PMMP 시스템 구조

그림 1은 PMMP의 시스템 구조를 보여준다. PMMP 구조는 MH의 PMMP와 로컬 바인딩 캐쉬 (LBC: Local Binding Cache), P2P 이동성 관리 서버 (PMMS: Peer-To-Peer Mobility Management Server), 분산 이동성 관리 테이블 (DMMT: Distributed Mobility Management Table)을 포함하는 분산 관리 시스템 (DMMS: Distributed Mobility Management System) PMMP 프로토콜, 분산 이동성 관리 테이블(Distributed Mobility Management Table: DMMT)을 포함한 분산 이동성 관리 시스템 (Distributed Mobility Management System: DMMS), 인증 관리 모듈, DHCP 서버, 인증 서버들로 구성된다. 그림 1에서는 보이는 것과 같이, PMMP는 링크 계층에서 응용계층까지의 계층간 상호 통신함으로써 MH간 신뢰성 있는 이동성 관리 기능들을 제공한다.

PMMP는 MH의 네트워크 계층에서 탑재되며, MIHF (Media Independent Handover Function)의 지역 이벤트 서비스 (Local Event Service)와 지역 지시 서비스 (Local Command Service)를 이용함으로써 실시간 고속 핸드오버의 기능을 수행한다.

DMMT는 User\_ID, A\_Addr, T\_Addr, Location, 이용 가능한 네트워크 리스트 (Available Network List)로 구성되며, 여기서, User\_ID는 사용자의 아이디이며, A\_Addr는 MH에 할당 및 고정된 IP 주소이며, T\_Addr은 MH에 대한 임시로 사용되는 임시 IP 주소이며, MIPv4/v6에서 사용되는 Care-of Address와 같다.

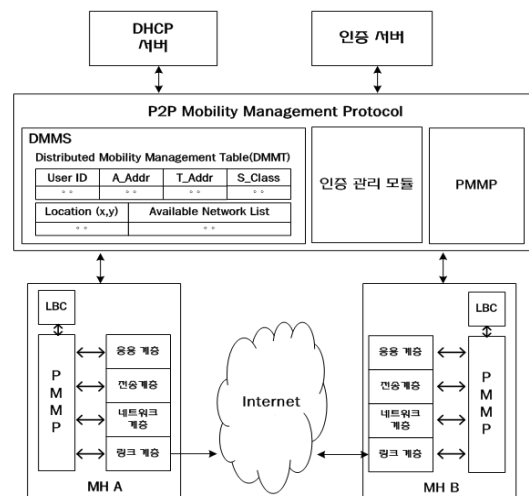


그림 1. PMMS의 구조  
Fig. 1. PMMS structure.

로컬 바인딩 캐시는 MH의 움직이는 동안 IP 연결을 계속적으로 유지하기 위해 로컬 이동성 관리 정보를 임시적으로 저장한다. LBS는 MH의 A\_Addr, T\_Addr를 포함하며, 또한, LBC에 저장된 정보는 상대방의 A\_Addr, T\_Addr과 더불어 T\_Addr의 수명 (Lifetime)을 포함한다. 라우터 또는 접속점의 정보는 확장된 MIH 서버로부터 획득될 수 있다. 더욱 구체적으로, 이 정보는 현재 MH가 접속되어 있는 라우터의 정보를 포함하고 MH가 다음에 접속될 다음 접속 라우터 및 접속점의 IP 주소를 포함할 수 있다. 더욱 상세하게는, 인접한 라우터의 정보는 MH의 현재 위치를 기반으로 DHCP 서버에 접속하여 획득할 수 있다.

2. PMMP 시그널링 절차

그림 2는 PMMP 핸드오버 동작에 대한 시그널링 흐름도를 보여준다. 이 핸드오버 시그널링 흐름도는 이동 단말 A (MH A) 와 이동단말 B (MH B)가 동일 망에

서 서로 통신하다가 MH B가 다른 망으로 이동하여 핸드오버가 발생하는 과정을 보여준다.

먼저 MH A와 MH B는 현재 자신의 A\_Addr, T\_Addr 및 S\_Class를 PMMS에 등록하는 절차를 수행한다. 다음으로 MH A는 PMMS를 통해 MH B로 연결 요청 메시지를 보내고 요청을 받은 MH B는 PMMS를 통해 MH A로 연결 응답 메시지를 보냄으로써 연결 설정을 완료한다. MH B는 링크의 RSSI (Radio Strength Indicator)를 모니터링하기 위해 MIH\_Link\_Configure\_Thresholds.request 메시지를 통해 다음 망의 무선 접속점 (예: Access Point, Access Router, Base Station 등)의 RSSI 임계값 {thr1, thr2}을 설정한다. 이 임계값 설정의 이유는 핸드오버 준비과정과 핸드오버 수행과정을 구분하여 수행하기 위함이다. MH B의 링크계층은 현재 링크 상태를 모니터링 하다가 RSSI가 thr1 이하로 떨어지게 되면 MH B는 MIHF로 Link\_Going\_Down.indication 메시지를 전송하게 되고 이 메시지를 받은

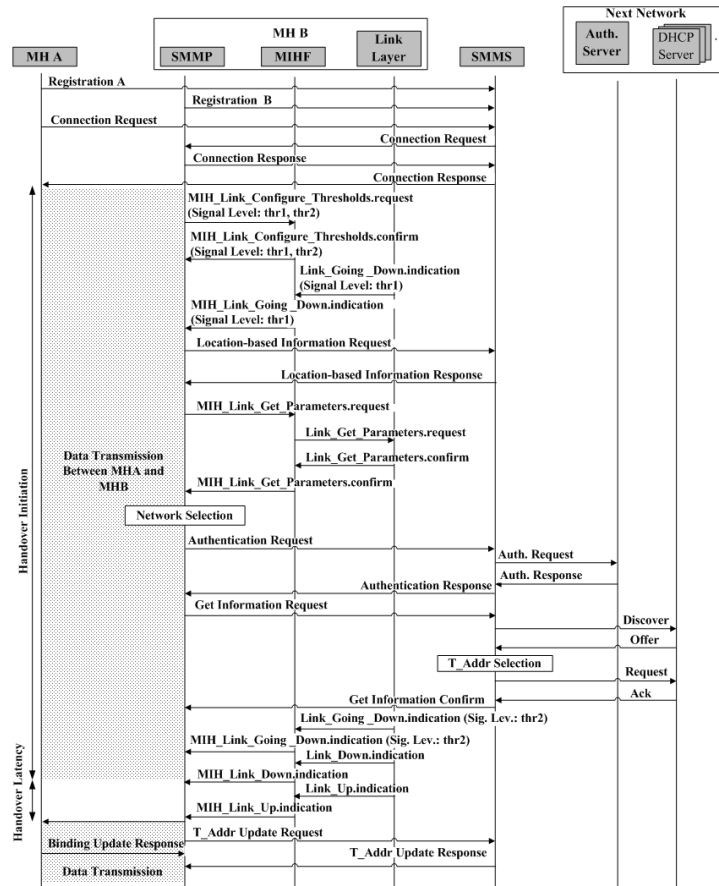


그림 2. PMMS의 신호 흐름도  
Fig. 2. Signalling flow diagram of PMMP.

MIHF는 PMMP로 MIH\_Link Going\_Down.indication 메시지를 전송하여 PMMP에 RSSI가 thr1 이하임을 알린다. 다음으로 MH B는 PMMS로 Location-based Information Request 메시지 전송을 통해 현재위치에서 사용가능한 네트워크 정보를 요청하고 PMMS의 DMMS는 기존 사용자들이 저장해 놓은 특정 위치에서 사용가능한 네트워크 종류 정보 리스트를 바탕으로 사용가능한 네트워크 정보를 MH B에게 Location-based Information Response 메시지를 통해 알려준다. 이후 MH B의 PMMP는 MIHF에게 근처 네트워크들의 링크 상태를 요청하는 MIH\_Link\_Get\_Parameters.indication 메시지를 전송하고 MIHF는 링크 계층에 Link\_Get\_Parameters.indication 메시지를 전송한다. 이 메시지를 받은 링크 계층은 현재 링크의 Signal-to-Noise Ratio (SNR), Bit Error Rate (BER), RSSI 등을 포함하는 상태 정보 메시지인 Link\_Get\_Parameters.confirm 메시지를 MIHF로 전송하고 MIHF는 MIH\_Link\_Get\_Parameters.confirm 메시지를 PMMP에 전송해 링크 상태 정보를 알려준다. MH B는 이 메시지 정보와 해당위치에서 사용가능한 네트워크 정보를 바탕으로 핸드오버 할 네트워크를 선택하게 되는데 특정 네트워크를 선택하는 방법은 본 논문에서 다루지 않는다.

다음으로 선택된 네트워크의 인증 절차를 수행하기 위해 MH B는 PMMS에 Authentication Request 메시지를 전송한다. 메시지를 받은 PMMS는 외부 네트워크 사용자에게 대한 인증 과정을 수행한 뒤 MH B로 Authentication Response 메시지를 보낸다. 인증 완료 후, 선택된 네트워크의 T\_Addr를 획득하기 위해 MH B는 PMMS로 Get\_Information\_Request 메시지를 보낸다. 메시지를 받은 PMMS는 DHCP서버를 찾는 요청 메시지를 방송하고 방송 메시지를 받은 여러 DHCP서버는 사용 가능한 T\_Addr를 PMMS로 보낸다. PMMS는 사용할 하나의 T\_Addr를 선택한 후 DHCP 서버와 T\_Addr 사용 요청 및 응답 과정을 수행한다. 이후 MH B가 MIHF로부터 링크의 RSSI가 thr2 이하로 떨어짐을 Link\_Going\_Down.indication 메시지와 MIH\_Link Going\_Down.indication 메시지를 통해 전송받으면 MH는 MH A와 Binding Address Update Request/Response 메시지를 교환하고 PMMS와 T\_Addr Update Request/Response 메시지 교환을 통해 새로운

T\_Addr를 등록한다. MH A는 Binding Address Update Request 메시지를 받은 후 곧바로 새로운 터널을 구축한 뒤 Binding Address Update Response 메시지를 MH B에 전송한다. MH B는 MH A로부터 주소결합갱신 응답메시지가 도착하기 전 터널이 생성된 직후부터 기존에 사용 중인 구 터널에서 T\_Addr을 이용해 구축된 새 터널로 데이터를 전송 받는다.

앞에서 언급한 바와 같이 PMMP는 L2로부터의 핸드오버 예측신호를 받아서 L3 핸드오버를 L2 핸드오버가 종료하기 전에 시작하여 T\_Addr를 미리 획득하기 때문에 DAD (Duplicate Address Detection)과 관련된 L3 핸드오버 시간지연을 없앨 수 있다. 그러나 전파중첩지역을 지나서 구 T\_Addr에 도착한 패킷은 손실된다.

### III. 성능 분석

#### 1. 수학적 성능 분석

이 장에서는 PMMP에 대한 핸드오버 도중에 발생하는 핸드오버 지연시간과 패킷 손실에 대한 성능 분석을 한다.

표 2는 PMMP와 MIPv6, HMIPv6간의 성능 분석을 하기 위한 시스템 파라미터를 보여준다.

PMMP에서 MH는 IP 핸드오버를 수행하기 전에 MIHF로부터 “MIH\_Link\_Going\_Down.indication” 메시지를 수신을 통해 미리 새로운 T\_Addr를 준비할 수 있기 때문에 DAD로 인한 핸드오버 지연시간을 줄일 수 있다. 노드간의 단방향 전송 지연시간은 다음 식 (1)과 같다.

$$T(X, Y) = \frac{1-q}{1+q} \left( \frac{ms}{BW_{wl}} + LD_{wl} \right) + (hn_{(X, Y)} - 1) \left( \frac{ms}{BW_w} + LD_w + QD \right) \quad (1)$$

PMMP에서 이전의 네트워크 무선 영역과 다음 네트워크 무선 영역 사이의 중첩영역을 통해 MH가 이동하는 동안 핸드오버 지연시간을 발생할 수 있다. 여기서, 핸드오버 지연시간은 등록 및 연결 지연시간  $D_{Reg}$ , 핸드오버 준비 지연시간  $D_{ini}$ , 핸드오버 수행 시간  $D_{Ho}$ 로 구분할 수 있다. 등록과 연결 지연시간은 다음의 두 절차에서 발생된다. 즉, MH가 A\_Addr과 T\_Addr을 PMMS에 등록 시 소요시간, MH A가 PMMS를 통해 MH B로

표 2. 시스템 파라미터  
Table 2. System parameters.

파라미터	설명	값
$ln(X,Y)$	X 노드와 Y 노드사이의 홉 수	-
$BW_{wl}$	무선 링크 대역폭	11 Mbps
$BW_w$	유선 링크 대역폭	100 Mbps
$ms$	메시지 크기	98 Bytes
$LD_{wl}$	무선 링크 지연시간	10 - 80 ms
$LD_w$	유선 링크 지연시간	2 - 16 ms
$q$	무선 링크의 단절 발생 확률	0.50
$QD$	라우터의 평균 큐잉 시간	0.1 ms
$\lambda$	패킷 도착률	5 - 40 Pkt/s
$PL$	패킷 손실	-
$T_{L2}$	링크 계층 생성 지연시간	50 ms
$T_{RD}$	이동성 감지 지연시간	100 ms

연결 요청 하고, MH B가 PMMS를 통해 MH A로 연결 응답에 대한 신호 전달 지연시간이다. 이에 대한 전체 핸드오버 지연시간은 다음 식 (2)와 같다.

$$D_{Req} = 3T(mb,pmms) + 2T(ma,pmms) \quad (2)$$

핸드오버 준비 지연시간  $D_{Pre}$  은 MH B와 PMMS간의 위치 기반 정보에 대한 요청/응답 메시지, PMMS와 인증 서버간의 인증/요청 응답 메시지, MH B와 PMMS간의 주소 정보 요청/응답 메시지, PMMS와 DHCP 서버간의 ACK 메시지 스위칭 처리에서 발생된다. 이에 대한 핸드오버 준비 지연시간은 다음 식 (3)과 같다.

$$D_{Pre} = 6T(mb,pmms) + 2T(pmms,auth) + 4T(pmms,dhcp) \quad (3)$$

핸드오버 수행 지연시간  $D_{Ho}$ 은 2계층 핸드오버 지연시간, 움직임 감지 시간, MH B와 MH A간의 새로운 주소 업데이트 요청 지연시간에 발생된다. 총 핸드오버 수행 지연시간은 식 (4)와 같다.

$$D_{Ho} = T_{L2} + T_{RD} + T(ma,mb) \quad (4)$$

패킷 손실은 데이터가 전송되고 있는 동안에 핸드오버 수행으로 인해 손실된 패킷의 량으로 정의한다<sup>[9]</sup>. 패킷 손실은 핸드오버 지연시간에 비례하기 때문에 다음 식 (5)와 같다.

$$PL = \lambda D(handover) \quad (5)$$

2. 시뮬레이션 결과 및 수학적 성능 분석

이 절에서는 제안된 PMMP을 적용한 네트워크 시뮬레이션을 통한 시뮬레이션 결과 및 수학적 분석을 통한 결과에 대한 성능 분석을 한다. 성능 분석을 위해 NS-2 기반으로 MIPv6와 HMIPv6 및 PMMS를 시뮬레이션 하였다. NS-2에서의 시스템 파라미터는 표 2와 같이 설정하였다.

그림 3은 시뮬레이션 토폴로지 및 구성 환경을 보여 주며, 이 토폴로지는 이동성 관리 프로토콜의 성능 분석에서 광범위하게 사용된다<sup>[9]</sup>. 접속 라우터 (Access Router)의 무선 전송 범위는 100 m로 설정하였으며, MH는 802.11g 무선 네트워크 인터페이스를 장착하고 있으며, 10 m/s로 랜덤하게 움직이도록 설정하였다. 또한 96 Bytes의 패킷 크기를 가진 UDP 기반의 오디오 트래픽을 설정하였다. 시뮬레이션에서 핸드오버 지연

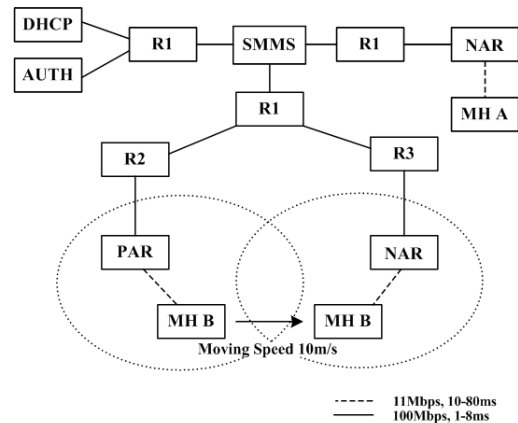


그림 3. 시뮬레이션 토폴로지 및 파라미터  
Fig. 3. Simulation topology and parameter.

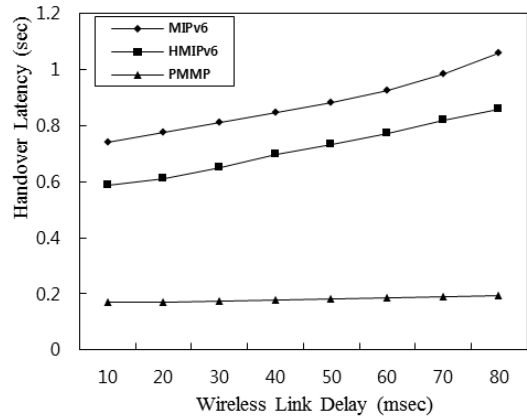


그림 4. 무선 링크 지연에 따른 핸드오버 지연시간  
Fig. 4. Handover latency versus wireless link delay.

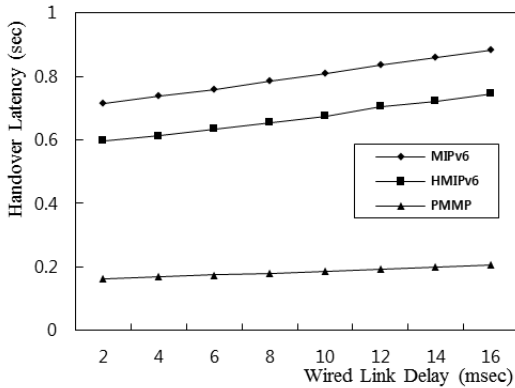


그림 5. 유선 링크 지연시간에 따른 핸드오버 지연시간  
Fig. 5. Handover latency versus wired link delay.

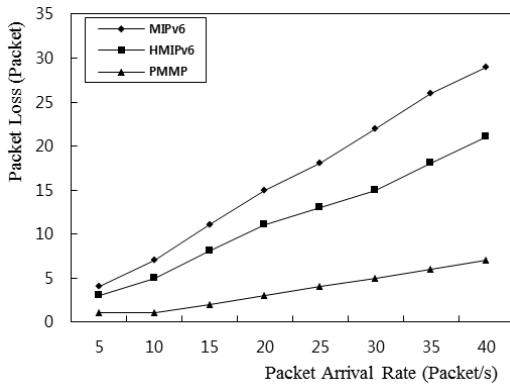


그림 6. 패킷 도착율의 변화에 따른 패킷 손실  
Fig. 6. Packet loss versus packet arrival rate.

시간과 패킷 손실을 중점적으로 성능 분석하였다.

그림 4는 무선 링크 지연시간이 증가할 때 핸드오버 지연시간의 변화를 보여주며, 그림 5는 유선 링크 지연시간이 증가할 때 핸드오버 지연시간의 변화를 보여준다. 제안된 PMMP는 MIPv6와 HMIPv6이 비해 핸드오버 지연시간이 작음을 볼 수 있다. 이는 PMMP에서 IEEE 802.21 MIHF를 사용함으로써 DAD로 인한 지연시간을 줄였기 때문이다. 즉 다시 말해서, PMMP는 다음 네트워크에서 사용될 T\_Addr를 미리 준비해 수신함으로써 핸드오버 지연시간을 대폭적으로 줄일 수 있다.

그림 6은 패킷 도착률에 따른 패킷 손실의 변화를 보여준다. PMMP의 패킷 손실은 MIPv6와 HMIPv6에 비해 현저히 작음을 알 수 있다.

#### IV. 결 론

본 논문에서는 빠른 핸드오버를 수행하기 위한 이동

성 관리 프로토콜인 PMMP의 구조를 제시하였다. 자세히는, IETF MIPv4/v6에서 위치 관리 기능을 분리하였고, 종단의 이동 단말 간에 Peer-To-Peer 기반 직접 데이터 전송함으로써 기존의 홈 에이전트 (Home Agent) 또는 외부 에이전트 (Foreign Agent)와 같은 핸드오버를 위한 독립적인 기능을 가진 에이전트가 필요하지 않다. 다시 말해, 제안된 이동성 관리 프로토콜은 기존의 인프라 변경 없이 끊임 없는 핸드오버를 지원할 수 있다. 제안된 PMMP와 기존 이동성 관리 프로토콜간의 수학적 성능 분석 및 네트워크 시뮬레이션을 통해 핸드오버 지연시간 및 패킷 손실에 대한 성능 분석을 수행하였다. 성능 결과에서 보이는 것과 같이 제안된 이동성 관리 프로토콜은 핸드오버 지연시간 및 패킷 손실을 대폭적으로 줄일 수 있다.

#### 참 고 문 헌

- [1] D. Johnson, C. Perkins, and J. Arkko, Mobility Support in IPv6, IEEE RFC 3775, June 2004.
- [2] R. Koodli, Fast Handovers for Mobile IPv6, IETF Internet Draft, Jul. 2005.
- [3] H. Soliman, C. Castelluccia, K. El Malki, and L. Bellier, Hierarchical Mobile IPv6 Mobility management, IETF RFC 5830, Oct. 2008.
- [4] S. Gundavelli, K. Leung, V. Devarapalli, K. Chowdhury, and B. Patil, "Proxy Mobile IPv6", RFC 5213, Aug 2008.
- [5] M. Shantidev and I. F. Akyildiz, "Performance Analysis of Handoff Techniques Based on Mobile IP, TCP-Migrate, and SIP," *IEEE Transactions on Mobile Computing*, vol. 6, no. 7, pp. 731-747, July 2007.
- [6] S. J. Koh, Q. Xie, S. and D. Park, Mobile SCTP (mSCTP) for IP Handover Support, IETF Internet Draft, draft-sjkoh-msctp-01.txt, October 2005.
- [7] J. Rosenberg, H. Schulzrinne, G. Camarillo, et al., SIP: Session Initiation Protocol, IETF RFC 3261, June. 2002.
- [8] K. Taniuchi, Y. Ohba, V. Fajardo, et al., "IEEE 802.21: Media Independent Handover: Features, Applicability, and Realization," *IEEE Communications Magazine*, vol. 47, no. 1, pp. 112-120, Jan. 2009.
- [9] C. Makaya, and S. Pierre, "An Analysis Framework for Performance Evaluation of IPv6-

Based Mobility Management Protocols," *IEEE Transactions on Wireless Communications*, vol. 7, no. 3, Mar. 2008.

저 자 소 개



천 승 만(정회원)  
2008년 동양대학교 전자공학과 (공학사)  
2010년 경북대학교 IT 대학 전자공학부(공학 석사)  
2010년~현재 경북대학교 IT 대학 전자공학부 박사과정 재학 중

<주관심분야 : 차세대 통신망 운용, 이동성 관리, U-헬스케어 네트워크 관리>



이 승 무(학생회원)  
2010년 경북대학교 IT 전자공학부 (공학사)  
2012년 경북대학교 전자전기컴퓨터학부 (공학 석사)

<주관심분야: U-Healthcare Network, Wireless Body Area Network, HL7, IEEE 11073, Network Management, Location Management>



박 종 태(평생회원)  
1978년 경북대학교 전자공학과 (공학사)  
1981년 서울대학교 전자 공학과 (공학석사)  
1987년 미국 미시건대학교 정보통신(공학박사)

1989년~현재 경북대학교 전자공학과 교수  
2000년~2003년 IEEE Technical Committee on Information Infrastructure(TCII) 의장  
1988년~1989년 삼성전자 컴퓨터시스템 사업부 수석연구원  
1987년~1987년 미국 AT&T Bell 연구소 연구위원  
1984년~1987년 미국 CITI 연구원  
<주관심분야 : 이동통신, 모바일, 차세대 통신망 운용, 네트워크 보안, 헬스케어 서비스>