

# Proxy MIPv6 도메인에서 중첩 네트워크 이동성 지원 방안

박희동<sup>†</sup>, 김도현<sup>\*\*</sup>

## 요 약

네트워크 기반 이동성 지원 기술인 Proxy MIPv6는 이동 노드가 Mobile IPv6 기능을 수행하지 않더라도 Proxy MIPv6 도메인 내에 위치하는 LMA (Local Mobility Anchor) 및 MAG (Mobile Access Gateway)에 의해 단말의 IP 이동성을 지원한다. 그러나 이동 노드가 Proxy MIPv6 도메인 내에 존재하는 이동 네트워크 내부로 이동할 경우에는 MAG와 통신할 수 없으므로 더 이상 로컬 이동성 지원을 받을 수 없게 된다. 따라서 본 논문은 이동 라우터에 MAG 기능을 부여함으로써 Proxy MIPv6 도메인 내에서 중첩 네트워크 이동성을 지원하는 방안을 제안하고 그 성능을 평가한다. 성능 분석 결과 핸드오버 지연, 시그널링 비용, 및 패킷 손실률 등에 있어서 제안 방안의 우수성을 확인할 수 있었다.

## A Nested Network Mobility Support Scheme in a Proxy MIPv6 Domain

Hee Dong Park<sup>†</sup>, Do Hyeon Kim<sup>\*\*</sup>

### ABSTRACT

The network-based IP mobility solution - Proxy MIPv6 provides a mobile node with local mobility support without requiring MIPv6 functionality of the mobile node by using two principle functional entities, LMA (Local Mobility Anchor) and MAG (Mobile Access Gateway) located in a Proxy MIPv6 domain. Yet, in case that a mobile node moves into a mobile network located in the domain, the mobile node can't receive the local mobility support any more because it can't communicate with the MAG. This paper proposes a scheme to support nested network mobility in a Proxy MIPv6 domain by adding MAG functionality to a mobile router in the mobile network and evaluates the performance of the proposed scheme. Performance analysis shows that the proposed scheme can increase the performance of handover delay, signaling costs, and packet loss ratio.

**Key words:** Proxy MIPv6, Mobile Router(이동 라우터), MAG(이동 액세스 게이트웨이), Network mobility(네트워크 이동성)

### 1. 서 론

노드 기반의 IP 이동성 지원 프로토콜인 Mobile IP는 인터넷에 접속된 이동 노드(MN; mobile node)가 다른 네트워크로 이동하더라도 통신 세션을 유지할 수 있도록 네트워크 계층에서 이동성을 지원하는 표준 기술이다[1,2]. 그러나, Mobile IP 기술의 확산

과 상용화를 위한 다양한 노력에도 불구하고 실제 상용 서비스에는 많은 어려움이 존재하는데, 이는 이동 단말에서의 복잡한 표준 사양 구현 및 전력 사용량 증가, MN과 액세스 라우터 사이의 잦은 시그널링으로 인한 무선 자원의 낭비 등 단말에 부가되는 과중한 부담이 그 주요 원인이다. 이러한 노드 기반의 Mobile IP 기술과 달리 네트워크 기반의 이동성 지원

※ 교신저자(Corresponding Author): 김도현, 주소: 제주도 제주시 아라1동 1번지(690-756), 전화: 064)754-3658, FAX: 064)755-3620, E-mail: kimdh@cheju.ac.kr  
접수일: 2008년 4월 24일, 완료일: 2008년 8월 19일

<sup>†</sup> 정회원, 나사렛대학교 정보통신학과 전임강사

(E-mail: hdpark@kornu.ac.kr)

<sup>\*\*</sup> 정회원, 제주대학교 통신컴퓨터공학부 부교수

※ 이 논문은 2008년도 나사렛대학교 학술연구비 지원에 의하여 연구되었음

기술인 Proxy MIPv6 (PMIPv6)에 대한 표준화 작업이 최근 IETF의 NetLMM WG를 중심으로 활발히 진행되고 있다[3,4].

PMIPv6는 이동성 지원을 위한 기능을 단말이 아니라 네트워크가 담당하는 기술로서 PMIPv6 도메인 내에 LMA (Local mobility anchor) 및 MAG (Mobile access gateway)를 두어 MN이 도메인 내의 다른 서브넷으로 이동하더라도 MN에게 항상 동일한 홈 네트워크 프리픽스 (MN-HNP)를 제공한다. 따라서 MN은 PMIPv6 도메인 내에서 이동성과 관련된 어떠한 시그널링에도 참여할 필요 없이 자신의 TCP 세션을 유지할 수 있다.

한편, PMIPv6 기술에 있어서 NEMO (network mobility)를 어떻게 지원할 것인가가 현재 중요한 이슈가 되고 있다[5,6]. PMIPv6 도메인 내에서 네트워크 전체가 이동할 경우 발생할 수 있는 문제점들을 파악하고 이를 해결하기 위한 방안들에 대한 연구가 필수적이다. 따라서, 본 논문에서는 PMIPv6 도메인 내에서 네트워크 이동성을 지원하고자 할 때 발생할 수 있는 문제점을 제시하고 이를 해결하기 위한 방안을 제안하고자 한다. PMIPv6 도메인 내에 이동 라우터 (MR; mobile router)와 해당 노드 (MNN; mobile network nodes)로 구성된 이동 네트워크가 존재할 때, 또 다른 MN (이동 단말 또는 이동 라우터)이 그 이동 네트워크 내부로 이동할 경우에는 이동 네트워크 내에 MAG가 없으므로 더 이상 로컬 이동성을 지원받을 수 없게 된다. 즉, PMIPv6 도메인 내에서 중첩 이동성이 발생할 경우 더 이상 PMIPv6 도메인이 제공하는 로컬 이동성 지원을 받을 수 없는 문제점이 발생한다. 이를 해결하기 위해 본 논문에서는 MR에 MAG 기능을 추가함으로써 이동 네트워크 내로 이동한 MN의 로컬 이동성을 계속해서 지원할 수 있는 방안을 제안하고 그 성능을 평가한다.

본 논문은 서론에 이어 II장에서는 PMIPv6 도메인에서 네트워크 이동 시 발생할 수 있는 문제점을 제시한 후 III장에서 이를 해결하기 위한 방안을 설명한다. IV장에서는 제안된 방안의 성능을 평가한 후 V장에서 결론을 맺는다.

## 2. 관련 연구

MN의 IP 이동성 관리는 크게 글로벌 이동성

(Global mobility)과 로컬 이동성 (Local mobility)으로 나눌 수 있는데, 글로벌 이동성은 도메인 간 이동을 의미하며 로컬 이동성은 도메인 내부에서의 이동을 의미한다. PMIPv6는 네트워크 기반 이동성 관리 기술로서 MN의 로컬 이동성을, MIPv6 (Mobile IPv6)는 노드 기반 이동성 관리 기술로서 MN의 글로벌 이동성을 각각 담당한다.

MN이 PMIPv6 도메인에 들어오게 되면 처음 접속하는 MAG와의 인증 절차에 따라 자신의 ID (MN-ID)를 제공하고 라우터 요청 (RS; router solicitation) 메시지를 전송한다. MAG는 MN이 접속되어 있는 액세스 링크에서 기본 게이트웨이이자 MN을 대신해서 MIPv6 시그널링을 담당하는 에이전트 역할을 수행한다. MN으로부터 라우터 요청 메시지를 수신한 MAG는 MN-ID를 통해 획득한 MN의 프로파일 (Profile) 정보를 이용하여 LMA에게 자신의 주소 (Proxy-CoA1)와 LMA의 주소 (LMAA)를 각각 송수신자 주소로 하는 PBU (Proxy binding update) 메시지를 전송한다. LMA는 PMIPv6 도메인 내에서 MN의 홈 에이전트 (HA; home agent) 역할을 수행하는데, MAG로부터 수신한 PBU 메시지를 바탕으로 MN의 주소 (MN-HoA)와 MAG의 주소 (Proxy-CoA1)를 쌍으로 하는 바인딩 엔트리를 설정한 후 MAG에게 PBA (Proxy binding acknowledgement) 메시지를 전송한다. MAG가 PBA 메시지를 수신하게 되면 LMA 및 MAG 사이에 양방향 터널이 설정되어 이후 MN에 대한 모든 패킷은 이 양방향 터널을 통해 전달된다. LMA로부터 PBA 메시지를 수신한 MAG는 MN-HNP 정보를 라우터 광고 (RA; router advertisement) 메시지를 통해 MN에게 전송한다. MN은 MN-HNP 정보를 이용하여 자신의 IP 주소를 설정하는데, 이 주소가 PMIPv6 도메인 내에서 MN의 홈 주소 (MN-HoA)로 사용된다. 이후 MN이 도메인 내의 다른 서브넷으로 이동하더라도 해당 MAG와 LMA는 MN에게 항상 동일한 MN-HNP를 제공함으로써 MN으로 하여금 항상 동일한 링크에 접속되어 있는 것과 같은 환경을 제공한다.

지금까지 살펴 본 바와 같이 PMIPv6 기술은 기존 MIPv6 프로토콜에 대해 다음과 같은 두 가지 큰 장점을 가진다. 첫째, PMIPv6 도메인 내에서 MN에게 로컬 이동성을 제공함으로써 빈번한 핸드오버로 인

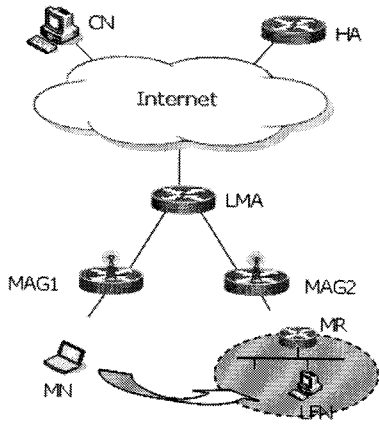


그림 1. PMIPv6 도메인과 NEMO

한 전송 지연 및 패킷 손실을 크게 줄일 수 있으며, 둘째, LMA 및 MAG를 통한 네트워크 기반의 IP 이동성을 지원하여 MN의 부담을 최소화 할 수 있다. 그러나, PMIPv6 도메인 내에 이동 네트워크가 있을 경우에는 이상과 같은 PMIPv6 기술의 장점을 얻을 수 없는 경우가 발생한다. 그림 1에서와 같이 MN이 PMIPv6 도메인 내에 있는 이동 네트워크 내부로 이동할 경우에는 MAG가 아니라 MR이 광고하는 네트워크 프리픽스를 수신하게 되므로, PMIPv6 도메인 내에 있으면서도 일반적인 NEMO basic 동작을 수행하게 된다. 즉, PMIPv6 도메인 내에서 중첩 이동성이 발생할 경우 더 이상 PMIPv6 도메인이 제공하는 로컬 이동성 지원을 받을 수 없는 문제점이 발생한다. 이 경우의 핸드오버 절차는 그림 2에서와 같다. 이동 네트워크 내부로 이동한 MN은 2계층 핸드오버 후 3계층 핸드오버를 위해 MR에게 라우터 요청 메시지를 전송한다. MR은 PMIPv6 도메인 내에 있는 다른 MAG와 달리 자신의 네트워크 프리픽스 정보를 라우터 광고 메시지를 통해 MN에게 전송한다.

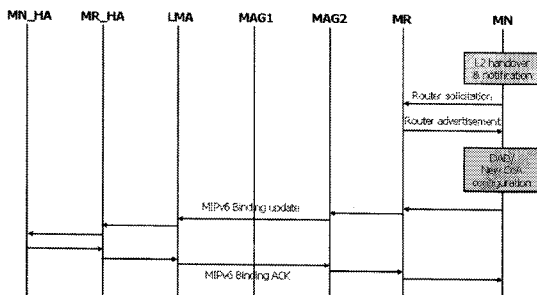


그림 2. PMIPv6 도메인에서 NEMO 동작 과정

따라서, MN은 PMIPv6 도메인내에 있음에도 불구하고 더 이상 로컬 이동성을 지원받지 못하므로 일반적인 NEMO basic 동작을 수행하게 된다. MN은 DAD (Duplicate address detection) 및 IP 주소 설정 과정을 거친 후 MR을 통해 자신의 HA (MN\_HA)에게 바인딩 갱신 (BU) 메시지를 전송한다. 이러한 핸드오버 과정은 기존의 NEMO basic에서와 동일한 전송 지연 및 패킷손실을 겪게 되므로 PMIPv6 기술의 장점을 네트워크 이동성 (NEMO)에 적용할 수 있는 방안 연구가 필수적이다.

### 3. 제안 방안

본 장에서는 PMIPv6 도메인에서 이동 단말 또는 이동 라우터가 이동 네트워크 내로 이동하는 중첩 네트워크 이동성이 발생할 경우에도 계속해서 로컬 이동성을 지원할 수 있도록 이동 네트워크의 MR에게 MAG 기능을 추가하는 방안을 제안한다. 즉, MR은 자신의 하부에 MN이 접속할 경우 MN의 로컬 이동성 지원을 위해 자신이 속한 PMIPv6 도메인의 LMA와 양방향 터널을 설정하고 PBU 및 PBA 메시지를 각각 송수신 할 수 있어야 한다. MN이 이동 네트워크 내부로 이동할 경우 제안 방안의 동작 과정은 그림 3에서와 같다.

- ① PMIPv6 도메인 내의 MAG1에 접속하고 있던 MN이 동일 도메인의 MR 영역으로 이동한다.
- ② MN은 링크에 액세스하기 위한 인증 절차를 수행하는 과정에서 MN-ID를 MR에게 제공하고 라우터 요청 메시지를 전송한다.
- ③ MR은 MN에 대해 MAG 기능을 수행한다. 즉,

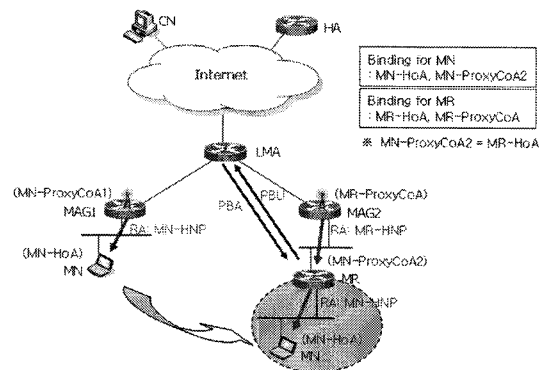


그림 3. 제안 방안의 네트워크 구성

MN-ID를 이용하여 프로파일 서버 (Profile Server)로부터 MN의 LMAA, MN-HNP 등의 정보를 획득한 후, LMA에 PBU 메시지를 송신한다. PBU 메시지의 송수신자 IP 주소는 각각 MN-ProxyCoA2 및 LMAA이며, MN-ProxyCoA2는 MR이 PMIPv6 도메인에서 획득한 홈 주소 즉, MR-HoA와 동일하다.

④ MR로부터 Proxy BU를 수신한 LMA는 MN에 대한 바인딩 정보를 (MN-HoA ⇒ MN-ProxyCoA1)에서 (MN-HoA ⇒ MN-ProxyCoA2)로 갱신한다.

⑤ LMA는 MR과 양방향 터널을 설정한 후 MR에게 PBA 메시지를 송신한다.

⑥ PBA 메시지를 수신한 MR은 라우터 광고 메시지를 통하여 MN에게 핸드오버 전과 동일한 네트워크 프리픽스 정보 (MN-HNP)를 제공한다. 이 메시지를 수신한 MN은 자신이 동일한 액세스 링크에 접속되어 있다고 간주한다.

⑦ 이후 LMA는 MN에게 향하는 데이터 패킷을 수신하면 자신과 MR 간에 설정된 양방향 터널을 통하여 전달한다. 터널링에 사용되는 송수신자 주소는 각각 LMAA 및 MN\_ProxyCoA2 (MR\_HoA)가 된다.

그림 4는 제안 방안의 메시지 전달 과정을 나타낸 것이다. 제안 방안을 적용하기 전에는 그림 2에서와 같이 이동 네트워크 내로 이동한 MN이 PMIPv6 도메인이 제공하는 로컬 이동성을 제공 받을 수 없었지만, 제안 방안에서는 로컬 이동성을 지원받을 수 있음을 확인할 수 있다. 즉, MN이 이동 네트워크 내부로 이동하는 중첩 이동의 경우에도 핸드오버 시그널링 메시지가 MN 및 MR의 각 HA에 전달될 필요가 없으므로 핸드오버로 지연을 상당히 감소시킬 수 있음을 알 수 있다. 동시에 핸드오버로 인한 패킷 손실 및 시그널링 비용도 감소시킬 수 있다.

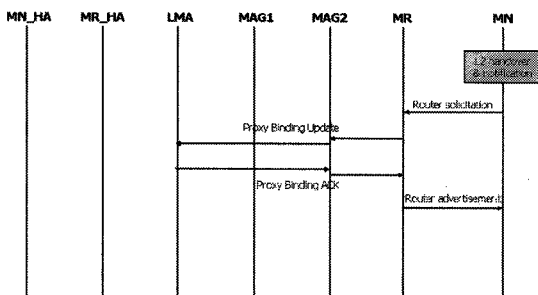


그림 4. 제안방안의 핸드오버 동작 과정

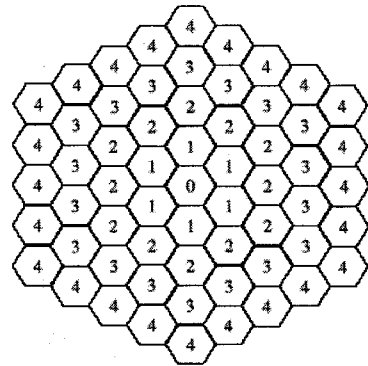


그림 5. PMIPv6 도메인 및 서버넷 구조

이상과 같이 PMIPv6 도메인 내로 이동한 MR에게 MAG 기능을 부여함으로써 PMIPv6 도메인 내에서 중첩 이동성이 나타날 경우에도 PMIPv6 기술이 제공하는 로컬이동성을 계속해서 지원할 수 있음을 알 수 있다. 또한 신속한 핸드오버 처리로 인해 동영상, 사운드 등의 실시간 멀티미디어 패킷에 대해서도 좀 더 끊김 없는 전달이 가능할 것으로 기대된다.

#### 4. 성능 분석

본 장에서는 단말의 핸드오버 성능분석 등에 폭넓게 사용되는 Fluid-Flow 이동성 모델을 사용하여 제안 방안의 성능을 분석한다[7-9]. 그림 5는 PMIPv6 도메인 및 서버넷 구조를 나타낸 것으로, 각 육각형 셀 (Cell)은 하나의 서버넷에 해당하며 PMIPv6 도메인은 셀들로 구성된 링의 조합으로 생각할 수 있다. 셀에 적혀 있는 번호를  $r$  이라고 할 때 각 링 ( $R$ )에 속한 셀의 개수는  $6r$  ( $r \geq 0$ )이므로, 특정 링 ( $R$ ) 내부에 속한 모든 셀의 개수  $N(R)$ 은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$N(R) = \sum_{r=1}^R 6R+1 = 3R(R+1)+1 \quad (1)$$

Fluid flow 이동성 모델에서 MN의 이동 방향은  $(0, 2\pi)$  범위에서 일정하게 분산되어 있다고 가정한다. 또한, 셀에 존재하는 MN의 밀도를  $\rho[mobiles/m^2]$ , 평균 이동 속도를  $v[m/sec]$ , 셀 및 도메인의 둘레 길이를 각각  $L_c[m]$  및  $L(R)[m]$ 이라고 할 때, MN의 Cell crossing rate ( $r_c$ ) 및 Domain crossing rate ( $r_d$ )는 각각 다음과 같이 나타낼 수 있다.

표 1. 성능 분석 파라미터

파라미터	정 의	사용 값
$D_{HO}$	핸드오버 지연	N/A
$D_{L2}$	2계층 핸드오버 지연	100 ms
$L_{wl}$	무선 링크 지연	2 ms
$L_w$	유선 링크 지연	0.5 ms
$D_{DAD}$	DAD 소요시간	1 sec
$H_{MAG-LMA}$	MAG와 LMA 간 홉 개수	2
$H_{LMA-HA(MR)}$	LMA와 MR_HA 간 홉 개수	10
$H_{HA(MR)-HA(MN)}$	MR_HA와 MN_HA 간 홉 개수	10
$\rho$	MN의 밀도(Mobility density)	0.0002 users/m <sup>2</sup>
$L_c$	셀 둘레 길이(Cell perimeter)	120 m
$C_{wl}$	무선 링크에서의 단위 전송 비용 (Transmission cost)	2
$C_w$	유선 링크에서의 단위 전송 비용 (Transmission cost)	1

$$r_c = \frac{\rho v L_c}{\pi} \quad [\text{mobiles/sec}] \quad (2)$$

$$r_d = \frac{\rho v L(R)}{\pi} \quad [\text{mobiles/sec}] \quad (3)$$

위 식 (3)에서  $L(R)$ 은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$L(R) = 6 \times (2R+1) \times \frac{L_c}{6} \quad (R \geq 1) [m] \quad (4)$$

성능 분석은 그림 3의 네트워크 구성을 사용하여 NEMO basic 과 제안 방안의 성능을 핸드오버 지연, 시그널링 비용, 및 패킷손실 비용에 대하여 각각 비교한다. 성능 분석에 사용할 파라미터는 표 1에서와 같다[7-10].

#### 4.1 핸드오버 지연 (Handover delay)

핸드오버 지연은 2계층 핸드오버 시작부터 IP 핸드오버를 위한 바인딩 갱신이 완료된 후 첫 번째 패킷을 수신할 때까지의 시간으로 정의한다. 공평한 성능 비교를 위하여 NEMO basic 및 제안 방안 모두 MIH (Media independent handover)[11] 서비스를 받는 것으로 가정한다. 또한, 링크 지연만을 고려하며, 전송 지연 및 처리 지연은 고려하지 않는다.

그림 2에서 알 수 있는 바와 같이 MN이 이동 네트워크 내부로 이동할 때 MR에 MAG 기능이 없을 경우에는 새로운 네트워크 프리픽스 정보를 받게 되므

로 기존의 NEMO basic 프로토콜 동작을 하게 된다. 이 때 발생하는 핸드오버 지연은 수식 (5)와 같이 나타낼 수 있다.

$$D_{HO(\text{basic})} = D_{L2} + D_{DAD} + 6L_{wl} + 2L_w (H_{MAG-LMA} + H_{LMA-HA(MR)} + H_{HA(MR)-HA(MN)}) \quad (5)$$

한편, MR에 MAG 기능을 추가할 경우 PMIPv6 기술을 적용할 수 있으므로 DAD 과정을 생략할 수 있을 뿐만 아니라 도메인 내의 LMA에만 위치 등록을 하면 되므로 핸드오버 지연은 크게 감소하게 된다. 그림 4에 나타난 핸드오버 동작과정을 바탕으로 핸드오버 지연을 수식으로 표현하면 수식 6에서와 같다.

$$D_{HO(\text{proposed})} = D_{L2} + 4L_{wl} + 2L_w (H_{MAG-LMA}) \quad (6)$$

수식 (5) 및 (6)에 표 1의 파라미터 값을 대입하여 계산한 결과는 표 2에서와 같다.

또한 그림 6은 수식 (5) 및 (6)을 바탕으로 LMA에서 MN의 HA까지의 홉 개수에 따른 핸드오버 지연을 나타낸 것으로, NEMO basic으로 동작할 경우에는 핸드오버 지연이 LMA에서 HA까지의 홉 개수에

표 2. 핸드오버 지연

	NEMO basic	Proposed
$D_{HO}$	1134 ms	110 ms

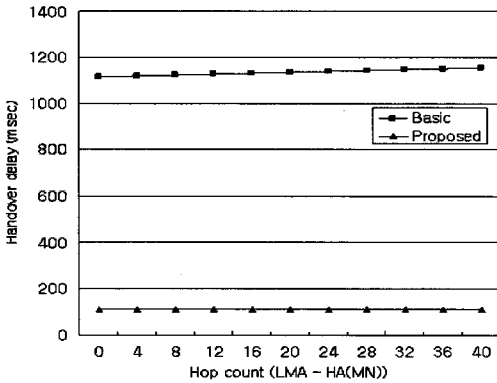


그림 6. 홉 개수에 따른 핸드오버 지연

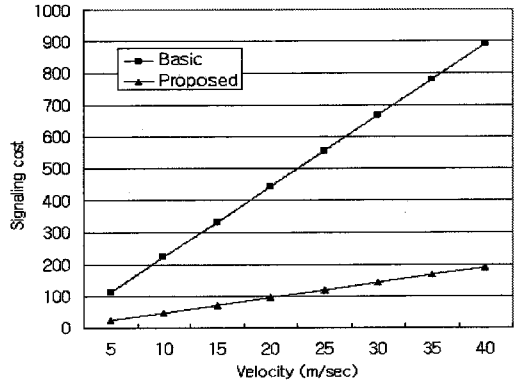


그림 7. 시그널링 비용 (R=4)

비례하여 증가하지만 제안 방안은 그 구간의 홉 개수와 상관없이 일정함을 알 수 있다.

#### 4.2 시그널링 비용 (Signaling cost)

Fluid-flow 이동성 모델에서 시그널링 비용은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$C_{fluid} = (N(R)r_c - r_d)C = \frac{\rho v L_c}{\pi} R(3R+1)C \quad (7)$$

수식 (7)에서 C는 단일 핸드오버 시 발생하는 시그널링 비용을 나타내는데, 수식 (5) 및 (6)으로부터 NEMO basic 및 제안 방안의 시그널링 비용을 구하면 각각 수식 (8) 및 (9)와 같이 나타낼 수 있다.

$$C_{basic} = 6C_{wl} + 2C_w (H_{MAG-LMA} + H_{LMA-HA(MR)} + H_{HA(MR)-HA(MN)}) \quad (8)$$

$$C_{proposed} = 4C_{wl} + 2C_w (H_{MAG-LMA}) \quad (9)$$

그림 7은 R이 4일 경우 Fluid flow 이동성 모델에서 MN의 이동 속도에 따른 시그널링 비용을 나타낸 것이다. NEMO basic 방안에 비해 제안방안의 시그널링 비용이 크게 감소함을 알 수 있다.

#### 4.3 패킷 손실률 (Packet loss ratio)

패킷 손실률은 핸드오버 시 발생하는 서비스 중단 시간, 즉 핸드오버 지연 시간과 MN이 하나의 셀에서 머무르는 평균 시간과의 비로서 수식 (10)과 같이 나타낼 수 있다.

$$\rho_{loss} = \frac{D_{HO}}{t_{cell}} \times 100 \quad [\%] \quad (10)$$

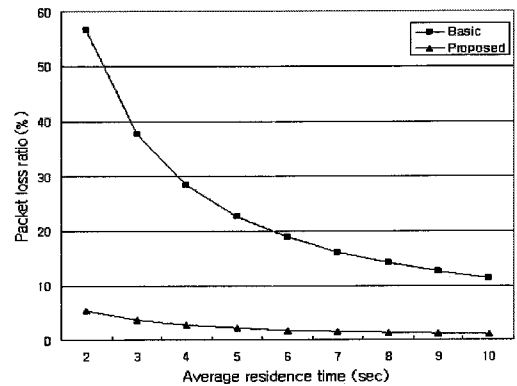


그림 8. 패킷 손실률

위 식에서  $t_{cell}$ 은 MN이 셀에 머무르는 평균 시간을 의미한다.

그림 8은  $t_{cell}$ 의 변화에 따른 패킷 손실률을 나타낸 것으로 제안 방안이 NEMO basic에 비해 훨씬 작은 패킷 손실률을 나타내는 것을 확인할 수 있다.

### 5. 결 론

본 논문은 PMIPv6 도메인에서 네트워크 이동성을 지원하고자 할 때 발생할 수 있는 문제점을 지적하고 이를 해결할 수 있는 방안을 제안하였다. MN이 이동 네트워크 내부로 이동할 경우에는 로컬 이동성을 지원해 줄 MAG가 없으므로, 비록 MN이 PMIPv6 도메인 내에 있다고 할지라도 일반적인 NEMO basic 핸드오버 과정을 수행하게 된다. 이를 해결하기 위해 이동 네트워크의 MR에 MAG 기능을 추가하는 방안을 제안하였다. 제안 방안에서 MR은 자신의 로

컬 네트워크에 접속한 MN에게 MN-HNP를 제공하고 LMA와 더불어 PBU 및 PBA 메시지를 송수신함으로써 이동 네트워크 내부로 이동한 MN에 대해서도 PMIPv6 기술이 가지는 장점을 그대로 적용할 수 있도록 한다. 성능 분석 결과 핸드오버 지연, 시그널링 비용, 및 패킷 손실률 등에 있어서 제안 방안이 우수한 성능을 나타낼 수 있음을 확인할 수 있었다. 또한, 신속한 핸드오버 처리로 인해 동영상, 사운드 등의 실시간 멀티미디어 패킷에 대해서도 좀 더 끊임 없는 전달이 가능할 것으로 기대된다.

**참 고 문 헌**

[1] C. E. Perkins, "IP Mobility Support for IPv4, revised" *IETF RFC 3344*, Mar. 2008.

[2] D. Johnson, C. Perkins, and J. Arkko, "Mobility Support in IPv6," *IETF RFC 3775*, June 2004.

[3] S. Gundavelli, K. Leung, V. Devarapalli, K. Chowdhury, and B. Patil, "Proxy Mobile IPv6," *IETF Internet Draft*, May 2008.

[4] J. Kempf, "Goals for Network-Based Localized Mobility Management (NETLMM)," *IETF RFC 4831*, Apr. 2007.

[5] V. Devarapalli, R. Wakikawa, A. Petrescu, and P. Thubert, "Network Mobility (NEMO) Basic Support Protocol," *IETF RFC 3963*, Jan. 2005.

[6] J-C. Lee and D. Kaspar, "NEMO in PMIPv6 doamin," *IETF Internet Draft*, Aug. 2007.

[7] P. Sanghoon and C. Yanghee, "A Study on Performance of Hierarchical Mobile IPv6 in IP-Based Cellular Networks," *IEICE Trans. Commun.*, Vol.E87-B. No.3, pp. 462-469, 2004.

[8] X. Zhang, J. G. Castellanos, and A. T. Capbell, "P-MIP: Paging Extensions for Mobile IP," *ACM Mobile Networks and Applications*, Vol.7, No.2, pp. 127-141, 2002.

[9] 박시현, 김영한, "MIH 서비스를 이용한 고속

NetLMM 프로토콜," 전자공학회논문지TC편 제43권 11호, pp. 35-43, 2006년 11월.

[10] Antoine Setphane and A.H Aghvami, "Fast Handover Schemes for Future Wireless IP Networks: a Proposal and Analysis," *Vehicular Technology Conference, 2001. VTC 2001 Spring. IEEE VTS 53rd*, Vol.3, pp. 2046-2050, May 2001.

[11] IEEE 802.21 WG, "Draft IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks: Media Independent Handover Services," *IEEE P802.21/D01.00*, Mar. 2006.



**박 회 동**

1993년 경북대학교 전자공학과 공학사  
 1998년 경북대학교 전자공학과 공학석사  
 2005년 경북대학교 전자공학과 공학박사  
 1998년~2007년 포항대학 컴퓨터 응용계열 조교수

2007년~현재 나사렛대학교 정보통신학과 전임강사  
 관심분야 : 모바일 IP, 네트워크 이동성, WPAN, 센서네트워크



**김 도 현**

1988년 경북대학교 전자공학과 공학사  
 1990년 경북대학교 전자공학과 공학석사  
 2000년 경북대학교 전자공학과 공학박사  
 1990년~1995년 국방과학연구소 연구원

1999년~2004년 천안대학교 정보통신학부 조교수  
 2004년~현재 제주대학교 통신컴퓨터학부 부교수  
 관심분야 : 센서네트워크, 네트워크 이동성, WBAN, WPAN, 텔레매틱스