

---

# HMIPv6에서 주소보장 정책을 이용한 매크로 핸드오버의 성능 향상

안치현\* · 우종정\*\*

Performance Improvement of the Macro Handover using the Address Insurance Policy in  
HMIPv6

Chi-Hyun Ahn\* · Jongjung Woo\*\*

---

이 논문은 2007년도 성신여자대학교 학술연구조성비 지원에 의하여 연구되었음

---

## 요 약

경로 최적화를 기본으로 하는 MIPv6의 바인딩 갱신은 MN에게 시그널링 트래픽 증가, 패킷 손실 및 지연 등의 문제점을 유발시킨다. HMIPv6는 MAP이라는 프로토콜 요소를 도입하여 지역적 핸드오버 수행 과정에서 시그널링을 감소시켜 MIPv6의 문제점을 보완했다. 그러나 HMIPv6의 매크로 이동은 MIPv6과 동일하기 때문에 여전히 문제점이 있다. 본 논문은 주소보장 정책을 이용한 HMIPv6를 제안한다. 매크로 핸드오버가 발생하기 전 MAP에서 미리 LCoA와 RCoA를 구성하고, 핸드오버가 발생하면 MN이 외부 네트워크에서 등록된 후 사용할 수 있게 한다. 이를 위해 주소보장 정책을 지원하도록 MAP을 구성하고 핸드오버 수행 과정에서 BU 메시지를 전송함으로써 핸드오버 수행과 패킷 손실에 대한 성능을 향상시킨다. 시뮬레이션결과는 제안하는 기법이 HMIPv6에 비하여 약 33%의 핸드오버 수행시간 단축시키며 FMIPv6에 비하여 22%의 패킷 손실을 줄일 수 있음을 나타낸다.

## ABSTRACT

The binding update of MIPv6 which basically makes a route optimization lets MN bring about high signaling traffic, packet loss and delay. HMIPv6, which introduces the MAP protocol, makes the signaling traffic low, thereby reducing the packet losses and delay. However, it still has the same problem in MIPv6 in the case of macro mobility. This paper proposes HMIPv6 with the address insurance policy. It makes MAP prepare LCoA and RCoA before the macro handover happens. When it happens, MN is able to use them after the registration is done in the foreign network. The performance can be improved because MAP is composed to assure the address in advance. In addition, the MAP sends the BU message during the handover, thereby making the proposed scheme better. The simulation shows that the proposed scheme is about 33% shorter than HMIPv6 in the handover delay and about 22% less than FMIPv6 in the packet loss.

## 키워드

MIPv6, HMIPv6, Handover, Macro Handover, Address Insurance

---

\* 열린사이버대학교 컴퓨터정보학과 교수  
\*\* 성신여자대학교 컴퓨터정보학부 교수, 교신저자

## I. 서론

최근 PDA나 노트북과 같이 이동성을 지닌 MN(Mobile Node) 사용자가 지속적으로 증가함에 따라 모바일 관련 인터넷 프로토콜에 대한 연구의 중요성이 더욱 커지고 있다. 또한 무선망을 통한 인터넷 사용자들은 유선망의 인터넷 전송 품질과 동등한 서비스를 요구하고 있다. 이와 같은 추세와 요구를 충족하기 위하여 이종 네트워크 사이에 끊김 없는 핸드오버와 실시간 트래픽 서비스를 지원하고자 IETF는 MIPv6 (Mobile IPv6)라는 프로토콜을 제안하였다[1,2]. 그러나 MIPv6은 아직까지 이동성을 위한 요구사항을 제대로 충족시키지 못하고 있다. 특히 계층적 구조, 끊김 없는 핸드오버, 실시간 응용 트래픽과 같은 높은 QoS를 요구하는 트래픽 서비스의 지원은 미미한 실정이다. 또한 MIPv6에서 MN은 핸드오버 발생 때마다 이동 감지, IP 주소 구성, 위치 갱신 과정을 거쳐야 한다. 이와 같은 과정은 핸드오버 전체 지연 시간과 패킷 손실을 유발한다 [3]. 이를 개선하기 위하여 HMIPv6과 FMIPv6가 제안되었다. HMIPv6(Hierarchical MIPv6)은 MAP(Mobility Anchor Point)이라고 불리는 프로토콜 요소를 도입하여 지역 핸드오버 수행 과정에서 MN에 대한 전송 지연과 외부 네트워크에 대한 시그널링 부하를 줄이는 기법이다[4-6]. FMIPv6(Fast MIPv6)는 L2 트리거를 이용하여 핸드오버를 수행하기 전에 MN의 이동성을 감지하는 방법이지만[7,8], 핸드오버 이후 CN(Correspondent Node)에게 BU(Binding Update) 메시지를 보내기 때문에 경로를 최적화할 수 없다.

본 논문은 핸드오버 동작 시간을 줄이기 위하여 주소보장(AI: Address Insurance) 정책을 제안한다. AI 정책은 MAP에서 LCoA(on-Link Care of Address)와 RCoA (Regional Care of Address)를 구성하여 MN에게 보내고 핸드오버 수행 이전에 MN에 대한 이동 환경을 최적화시키는 방법이다. 또한 인접 MAP의 프리픽스 정보를 교환하여 모든 MAP에게 구성된 CoA를 보내어 등록 시간을 줄임으로써 매크로 핸드오버 동작에 대한 성능을 향상시키고자 한다.

## II. 관련연구

HMIPv6는 MAP이라는 새로운 프로토콜 요소를 도

입함으로써 MIPv6를 끊김 없는 이동성을 가능하게 하며 핸드오버 동안 전송 지연을 줄이고 도메인 외부로 향한 시그널링을 줄이는 프로토콜이다. HMIPv6에서 MN은 두개의 주소 - RCoA와 LCoA - 를 가지며, 각각 MAP을 기본으로 하는 주소와 실제 MN이 존재하는 주소를 의미한다.

HMIPv6의 핸드오버는 매크로 핸드오버와 마이크로 핸드오버로 구분하여 관리한다. 전자는 그림 1의 MN2처럼 MN이 다른 MAP 네트워크로 이동할 때 사용하는 방법이다. 후자는 MN1처럼 동일한 MAP 상에서 지역적인 이동에서 사용하는 방법으로 MN이 단지 LCoA만을 바꿔 이동하며 HA(Home Agent)와 CN에게 BU 메시지를 보내지 않는다. 따라서 CN은 예전의 MN에 대한 RCoA로 패킷을 보내면 MAP에서 패킷을 받아 MN의 LCoA로 바꾸어 MN에게 보내주는 방식을 사용하고 있다. 그러나 매크로 이동에 대한 핸드오버가 발생했을 때 HA/CN으로 MAP2에 대한 RCoA를 포함하는 BU 메시지를 보낸다. 따라서 CN에서 패킷을 MAP2를 통해 MN으로 직접 보내준다.

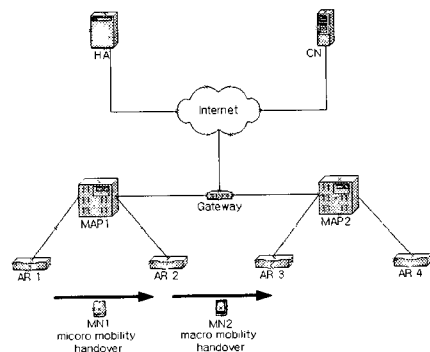


그림 1. HMIPv6에서의 핸드오버  
Fig. 1. Handover for HMIPv6

FMIPv6는 3-계층 핸드오버를 지원하기 위해 MN의 이동성을 미리 예측하여 NAR(New Access Router)이 MN에게 서비스 환경을 제공하는 MIPv6의 확장 버전이다. MN의 이동성에 대한 예측은 L2 트리거를 통해 이루어진다. L2 트리거는 L2 이벤트를 나타내는 메시지로 링크 레이어 프로토콜을 기본으로 하고 있는 정보이며 빠른 핸드오버 지원을 위한 필수 요소이다. L2 트리거가 발생하면 AR(Access Router)은 MN이 위치한 AR 서브넷

의 AP을 알고 있어야 한다. 주변의 AR들은 상호 탐색을 위한 네트워크 프리픽스 혹은 AR 서브넷에서 동작하는 AP 리스트 등에 대한 정보를 라우터 광고 메시지를 통해 공유한다. FMIPv6의 예측 핸드오버는 2-계층에서 보내지는 트리거 링크 변경을 3-계층 핸드오버 이전에 감지하여 NCoA(New CoA)를 구성하고 포워딩 터널을 미리 설정한 후 2-계층 핸드오버를 완료한다. 그림 2는 예측 핸드오버의 예를 나타내며 무상태(stateless) 주소를 자동으로 구성할 때 MI(Mobile Initiate) 핸드오버의 타이밍도이다.

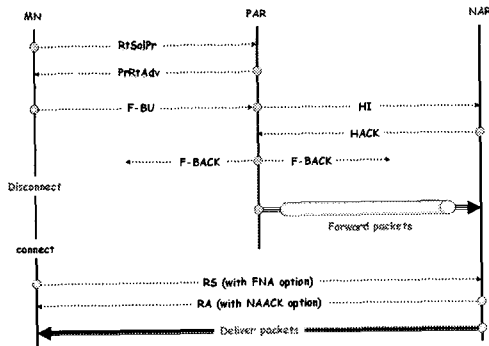


그림 2. 예측 핸드오버 시그널링  
Fig. 2. Anticipate Handover Signaling

### III. 주소보장정책을 이용한 핸드오버

HMIPv6는 MAP이라고 불리는 프로토콜 요소를 도입하여 지역적인 핸드오버 수행에서 MN에 대한 전송 지연과 외부 네트워크에 대한 시그널링 부하를 줄이는 기법이다. 그러나 이웃 MAP으로 이동을 하는 매크로 핸드오버의 경우 MN은 이동한 AR에서 보낸 광고 메시지를 보고 RCoA와 LCoA를 생성하여 이웃 MAP에게 전달한다. MAP은 이를 등록한 후 MN에게 ACK 메시지를 보내면 MN이 BU 메시지를 보내게 된다. 이 과정에서 발생한 지연과 패킷 손실로 인하여 빠른 핸드오버를 수행할 수 없다. MIPv6의 경우는 DAD(Duplicate Address Detection)에 대한 지연이 발생된다. 새로운 CoA를 생성하고 HI 메시지를 통해 주소의 유효성을 평가하는 과정에서 큰 지연이 발생한다. 또한 동일한 주소를 사용할 경우 중복 현상으로 인한 재전송을 요구한다. 이와 같은 기

존 방식의 문제점을 극복하고자 주소보장정책을 이용하는 핸드오버 방식을 제안한다.

PMAP(Previous MAP)은 NMAP(New MAP)의 프리픽스 정보를 이용하여 NLCOA, NRCOA를 생성하여 저장한다. L2 트리거가 발생되면 MN은 PAR에게 RtSolPr 메시지를 보내고, PAR은 MR(Macro Ready)신호를 이용하여 PMAP에게 L2 트리거 발생을 알린다. PMAP은 PAR에게 NRCOA, NLCOA를 포함하는 MRACK(Macro Ready Acknowledgement)를 보내고, 이를 수신한 PAR은 NRCOA, NLCOA를 포함하는 PrRtAdv를 보내게 된다. MR 메시지는 기존의 지역적인 BU 메시지와 동일한 형태를 취하고 MN의 L2 트리거 정보를 MAP에게 통보하는 역할을 한다. MRACK 메시지는 MR에 대한 응답으로서 미리 구성된 NLCOA, NRCOA를 MN에게 전송하는 역할을 수행한다. PMAP은 MRACK 메시지를 보냄과 동시에 NMAP에게 HI 메시지를 이용하여 NRCOA, NLCOA를 전송한다. NMAP은 HI' 메시지를 NAR에 보내며 NRCOA 및 NLCOA에 대한 DAD를 수행하게 된다. NAR은 HI' 메시지를 통해 받은 NRCOA, NLCOA중 NLCOA를 단순히 등록하고 HACK' 메시지를 NMAP에게 보냄으로써 응답한다. NMAP은 DAD 수행 후 PMAP에게 DAD 수행 결과를 포함하는 HACK 메시지를 보낸다. PMAP은 DAD를 성공하였을 경우 CN에게 NRCOA, NLCOA 포함한 BU 메시지를 보낸다. DAD를 실패할 경우 NMAP은 AF(Address Fail) 메시지를 통해 NAR에게 통보하고 PMAP은 BU 메시지를 보내지 않는다. MN이 새로운 서브넷 접속을 알리는 FNA 메시지를 보내게 된다.

그림 3은 제안하는 매크로 핸드오버의 동작 과정을 나타내며 그림 4는 그에 따른 시그널링 순서도를 보여 주며 다음과 같은 순서대로 진행한다.

- (1) PMAP은 주변에 있는 NMAP과 프리픽스 정보를 공유한다.
- (2) PMAP은 NMAP에서 프리픽스 정보를 이용하여 NLCOA와 NRCOA를 구성하여 저장한다.
- (3) L2 트리거를 발생한다.
- (4) MN은 PAR에게 L2 트리거에 대한 정보를 담은 광고 메시지(RtSolPr)를 보낸다.
- (5) PAR은 L2 트리거에 대한 정보를 PMAP에게 MR 메시지를 이용하여 알린다.
- (6) PMAP은 구성된 NLCOA와 NRCOA를 MRACK 메시지와 PrRtAdv를 통해 MN에게 전송한다. 또한 PMAP

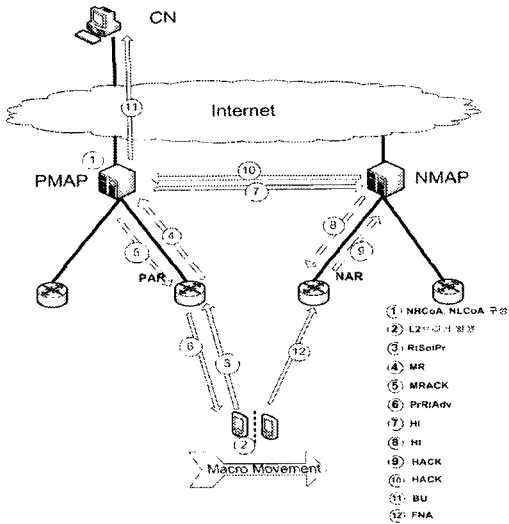


그림 3. 제안된 매크로 핸드오버 동작 과정  
Fig. 3. Operation for Proposed Macro Handover

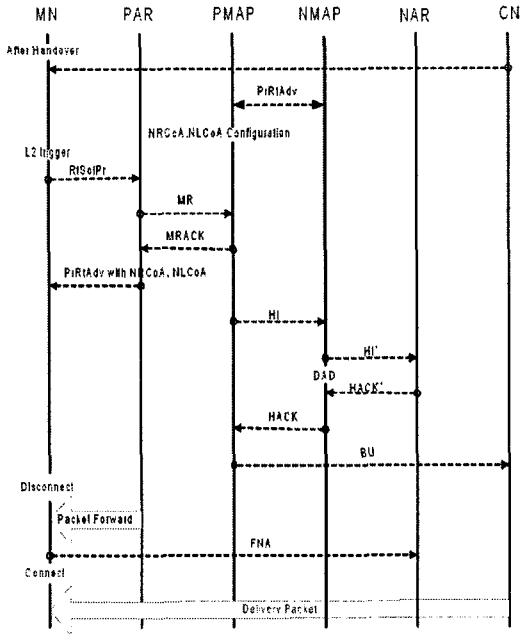


그림 4. 제안된 시그널링 순서도  
Fig. 4. Signaling Schema for Proposed Scheme

은 구성된 NLCoA와 NRCoA를 포함하는 HI 메시지를 NMAP에게 보낸다.

(7) NMAP은 NAR에게 HI' 메시지를 이용하여 NLCoA와 NRCoA를 보낸 후 DAD를 수행한다.

(8) NAR은 NLCoA와 NRCoA를 등록 후 NMAP에게 HACK' 메시지를 보낸다.

(9) NMAP은 DAD 수행 후 PMAP에게 HACK 메시지를 보낸다.

(10) PMAP은 CN에게 BU 메시지를 보낸다.

(11) MN은 FNA 메시지를 NAR에게 보낸다.

#### IV. 실험 및 결과

##### 4.1. 시그널링 부하에 대한 수학적 모델링

HMIPv6에서 MN이 매크로 핸드오버를 수행할 때 MN은 이전에 연결되어 있던 MAP과 연결을 끊고 2-계층 핸드오버를 수행한 후 새로운 MAP로 연결을 설정한다. 이 과정에서 패킷 손실과 지연이 발생한다. AI 기법은 기존 방식에 비해 시그널링이 증가하므로 지연 시간에 대한 영향을 고려해야 한다. 또한 유선과 무선의 지연 시간이 다르기 때문에 유·무선에 의한 링크를 구별해야 한다. 기존 방식과 AI 방식의 시그널링에 따른 지연 시간을 비교하기 위하여 한 노드에서 제어 패킷을 처리하는 평균비용을  $r$ 이라고 하며, CN, MAP, AR 및 MN 사이의 메시지 교환 비용을 그림 5와 같이  $a \sim f$ 로 가정한다. 매크로 핸드오버 수행에서 AI 정책과 기존의 HMIPv6의 메시지 과정을 비교하기 위하여 시그널링 비용을 분석하면 다음과 같다.

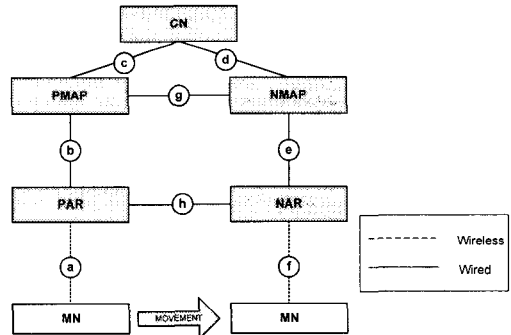


그림 5. 메시지 교환 비용  
Fig. 5. Message Switching Cost

HMIPv6에서 매크로 핸드오버를 수행할 경우 이전의 핸드오버를 수행한 후에는 시그널링이 발생하지 않기 때문에 시그널링 비용은 0이다. 그러나 핸드오버가 시

작되고 수행을 완료할 때까지 지연이 발생하므로 HMIPv6의 매크로 핸드오버의 시그널링 비용은  $C_{HMIP}$ 로 나타낼 수 있다.  $C_{HMIP}$ 는 매크로 핸드오버를 위한 각종 메시지와 각 장치에서의 처리비용을 포함 한다.

$$C_{HMIP} = C_{PHM} + C_{PHPA} + C_{PHNA} \quad (1)$$

$$= d + 3e + 5f + 10r + 2dt + 1hct$$

여기서  $C_{PHM}$ ,  $C_{PHPA}$  및  $C_{PHNA}$ 은 각각 RtSolPr, PrRtAdv의 메시지 교환 비용, 새로운 CoA 생성 비용 및 처리 메시지(LBU, LBACK, BU, BACK)의 교환 비용, DAD를 위한 메시지의 교환 비용을 의미한다. 링크 a와 f는 무선 연결로써 유선에 비해 상대적으로 높은 지연율을 가지게 된다.

AI 정책을 통한 매크로 핸드오버의 시그널링은 다음과 같이 정의할 수 있다.

$$C_{AI} = C_{PHM} + C_{PHPA} + C_{PHNA} + C_{AHM} \quad (2)$$

여기서  $C_{PHM}$ ,  $C_{PHPA}$ ,  $C_{PHNA}$  및  $C_{AHM}$ 는 각각 RtSolPr, PrRtAdv, MR 및 MRACK 메시지의 교환 비용, HI, HACK, DAD(dt) 및 BU 메시지의 교환 비용, HI'와 HACK' 메시지의 교환 비용, 그리고 FNA 메시지의 교환 비용을 의미한다. 각 항을 분석하면 다음과 같다.

$$C_{PHM} = 2a + 2b + 8r \quad (3)$$

$$C_{PHPA} = c + 2g + 6r + 1dt \quad (4)$$

$$C_{PHNA} = 2e + 4r \quad (5)$$

$$C_{AHM} = f + 2r \quad (6)$$

따라서 식 (3) ~ (6)를 이용하면 AI 정책을 이용한 제안 방식의 시그널링에 대한 전체 비용은 다음과 같다.

$$C_{AI} = C_{PHM} + C_{PHPA} + C_{PHNA} + C_{AHM} \quad (7)$$

$$= 2a + 2b + c + f + 2g + 20r + 1dt$$

(1)과 (7)을 비교하면 HMIPv6에서는 a와 f 링크를 사용하는 무선 구간 이용율이 높아져서 시그널링 지연이 증가하고 DAD 수행 시간에 따른 지연도 발생한다. 반면 AI 정책은 무선 구간의 이동을 줄이고 DAD 수행을 NMAP에서만 실행하며, 주소가 중복될 경우 MN에게 통보하여 HMIPv6와 동일한 방법의 주소체계를 따른다.

#### 4.2. 실험 환경

HMIPv6와 FMIPv6 및 AI 핸드오버 방식을 비교하기 위하여 버클리 대학에서 개발한 NS-2[9]를 이용하였다. 시뮬레이션은 Redhat Linux 8.0 NS-allinone 2.1b6 운영체제 기반에서 실험한다.

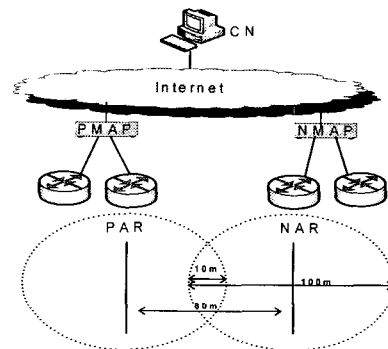


그림 6. 시뮬레이션 네트워크 구성도  
Fig. 6. Network Configuration for Simulation

그림 6은 시뮬레이션에서 사용된 네트워크의 구조와 링크 대역폭과 링크 지연 시간을 보이고 있다. CN부터 AR까지 연결된 유선망은 대역폭과 링크 지연을 10Mbps와 50ms로 가정하였고, AR에서 MN까지 연결한 무선망은 대역폭을 2Mbps로 가정하였다. AR부터 MN까지의 무선망에 대한 링크 지연은 500ms로 고정하였다. 실험에서 이용되는 TCP 트래픽에 대한 매개변수는 표 1과 같다.

표 1. 실험을 위한 TCP 매개변수  
Table 1. TCP Parameter for Experiment

TCP 매개변수	값
초기 RTO	2.0(sec)
최대 RTO	64(sec)
최소 RTO	0.5(sec)
TCP MSS	536 Bytes
최대 ACK 지연	0.01(sec)

### 4.3. 실험 결과 및 분석

그림 7은 기존의 HMIPv6와 AI 방식에서 매크로 핸드오버 수행 과정에서 발생된 지연 시간과 패킷 수에 대한 그래프이다. 패킷 수를 20, 40, 60, 80으로 할 경우 HMIPv6와 AI 방식의 지연 시간은 각각 230ms와 60ms, 310ms와 110ms, 390ms와 140ms, 440ms와 160ms의 차이가 나타났다. 패킷 수를 200개까지 실험을 진행하였으며 총 지연 시간은 HMIPv6에서는 5660ms이며 AI 방식은 1890ms라는 결과를 보여준다. AI 방식이 기존의 방식에 비해 핸드오버 수행 과정 동안 패킷 수의 증가에 비하여 지연 시간에 대한 증가 폭이 작아짐을 관찰할 수 있다. 이는 HMIPv6 방식에서 사용하는 매크로 핸드오버 일 경우 무선 구간 이용률이 AI 방식에 비해 높기 때문이며, 특히 MN에서 CoA 구성에 따라 지연 시간이 큰 차이를 보인다. 실험 결과에 의하면 HMIPv6의 매크로 핸드오버에 비해 약 33%의 성능 향상을 나타내고 있다.

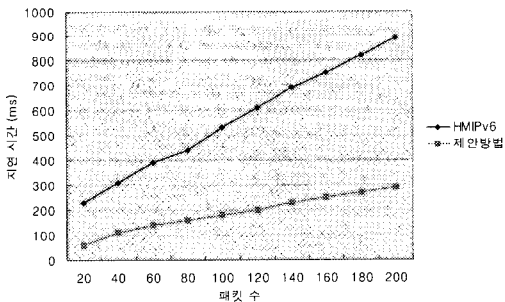


그림 7. 패킷 수에 따른 HMIPv6와 제안된 방식 비교  
Fig. 7. Comparison for Number of Packets in HMIPv6 and Proposed Scheme

그림 8은 FMIPv6 핸드오버와 AI 핸드오버 방식에서 트리거 시간, 즉 트리거 이후의 지연 시간 동안 발생한 패킷 손실에 대한 그래프이다. AI 방식은 핸드오버 수행 과정 중인 200ms 동안 90개의 패킷이 손실되었지만, FMIPv6는 115개의 패킷이 손실되었다. 따라서 AI 방식이 FMIPv6보다 약 22%의 패킷 손실이 감소했다. 이는 MAP 사이의 유효화 과정에 소요되는 시간 때문이다. 그러나 핸드오버 이후의 시간까지 고려한다면 AI 방식의 경우 상대 노드에게 바인딩 갱신 메시지를 보내는 시간까지 절약할 수 있기 때문에 추가적인 성능 향상을 도모할 수 있다.

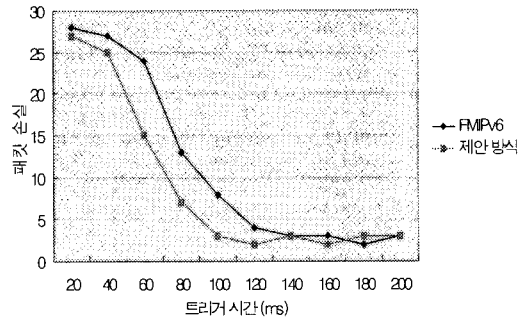


그림 8. 트리거 시간에 따른 손실 패킷의 수  
Fig. 8. Number of Lost Packets for Triggering Time

## V. 결론

HMIPv6는 MAP이라고 불리는 프로토콜 요소를 도입하여 지역 핸드오버 수행에서 MN에 대한 전송 지연과 외부 네트워크로의 시그널링 부하를 줄이는 기법이다. 그러나 외부 MAP으로 이동하는 매크로 핸드오버의 경우 MN은 이동한 AR에서 보낸 광고 메시지를 보고 RCoA와 LCoA를 생성하여 이동 지역에 위치한 외부 MAP에게 전달한다. 외부 MAP은 이를 등록한 후 바인딩 갱신 메시지를 CN에게 보내는데, 이로 인해 MN은 전송 지연을 동반하기 때문에 패킷 손실이 발생하여 빠른 핸드오버를 수행할 수 없다.

본 연구는 계층적 구조에서 매크로 핸드오버 지연 시간을 줄이고자 주소보장정책을 이용한 핸드오버 정책을 제안했다. 주소보장 정책은 HMIPv6와 FMIPv6의 장점을 이용하여 이전 MAP에서 NRCoA와 NLCoA를 생성한다. 또한 L2 트리거에 의하여 미리 구성된 NCoA를 새로운 MAP에게 보내 DAD를 수행한다. 그리고 이전 MAP은 CN에게 바인딩 갱신 메시지를 보냄으로써 매크로 핸드오버의 지연시간과 패킷 손실을 줄일 수 있었다.

실험에 의하면 제안한 방식은 HMIPv6에 비하여 약 33%의 성능이 향상된 결과를 나타내며, FMIPv6와 비교하면 약 22% 정도 패킷 손실을 줄일 수 있다. 향후 MAP에 대한 부하를 줄이기 위한 처리 비용을 나눌 수 있는 AR의 효율적 분산처리에 대한 연구가 필요하다.

참고문헌

저자소개

- [1] D. Johnson, C. Perkins, J. Arkko "Mobility Support in IPv6" draft-ietf-mobileip-ipv6-24.txt, 02 July 2003. Work in progress, June 2003.
- [2] D.B. Johnson and C. Perkins, "Mobility support in IPv6", RFC3775, Jun. 2004.
- [3] N.Montavont and T.Noel, "Handover Management for Mobile Nodes in IPv6 Networks", IEEE Communications Magazine, pp.38-43, Aug. 2002.
- [4] Hesham Soliman, Claude Castelluccia, Karim Malki, Ludovic Bellier, "Hierarchical Mobile IPv6 mobility management (HMIPv6)" draft-ietf-mip-shop-hmipv6-00.txt, 22 October 03. Work in Progress, June 2003.
- [5] H. Soliman and K.E. Malki "Hierarchical Mobile IPv6 mobility management(HMIPv6)", draft-ietf-mipshop-hmipv6-01.txt,Internet Draft, Dec. 2004.
- [6] Omae, K. Inoue, M. Okajima, I. Umeda, N. "Handoff Performance of Mobile Host and Mobile Router Employing HMIP Extension." Wireless Communications and Networking, 2003. Vol. 2 ,pp1218 - 1223, March 2003.
- [7] Rajeev Koodli, "Fast Handovers for Mobile IPv6" draft-ietf-mipshop-fast-mipv6-01.txt, 05 February 2004, Work in progress, January 2004.
- [8] R.Koodli, "Fast Handovers for Mobile IPv6", draft-ietf-mipshop-fast-mipv6-03.txt, Internet Draft, Oct. 2004.
- [9] NS-2, <http://www.isi.edu/nsnam/ns>



안 치 현 (Chi-Hyun Ahn)

1998년 한남대학교 전자공학과 학사  
2000년 경희대학교 전자공학과 석사  
2007년 경희대학교 전자공학과 박사

2005년 ~ 현재 열린사이버대학교 정보통신과 초빙교수  
※ 관심분야 : Mobile IP, Wireless TCP, 이동통신



우 종 정 (Jongjung Woo)

1982년 경북대학교 전자공학과 학사  
1990년 텍사스주립대학(오스틴) 석사  
1993년 텍사스주립대학(오스틴) 박사

1982년 ~ 1988년 산업연구원 책임연구원  
1993년 ~ 현재 성신여자대학교 교수  
※ 관심분야 : 임베디드시스템, 모바일컴퓨팅, 컴퓨터 구조, 병렬처리, 원격교육