

PMIPv6에서 MN의 이동히스토리를 이용한 빠른 핸드오버 기법

조금산, 추현승
성균관대학교 정보통신대학
e-mail : {josan123, choo}@skku.edu

Fast handover using MN's mobility history in PMIPv6

Geumsan Jo and Hyunseung Choo
College of Information and Communication Engineering
Sungkyunkwan University

요 약

PMIPv6(Proxy Mobile IPv6)는 네트워크 기반 이동성 지원프로토콜로 MN(Mobile Node)에 이동성을 제공하기 위해 제안되었다. PMIPv6는 기존 호스트 기반 이동성 지원 프로토콜에 비해 MN이 핸드오버 시그널링에 참여하지 않기 때문에 무선구간에서의 자원 사용량 감소, MN의 에너지 소비량 감소, 그리고 핸드오버 시그널링 비용 감소의 향상된 성능을 보인다. 하지만 PMIPv6에는 핸드오버 시그널링으로 인한 지연 및 패킷손실의 문제점이 있다. MN이 다음에 이동할 위치를 알고 핸드오버를 미리 준비할 수 있다면 빠른 핸드오버를 지원할 수 있다. 본 논문에서는 MN의 이동경로를 저장하여 이동히스토리를 구성하고 MN이 다음에 이동할 위치를 예측함으로써 빠른 핸드오버를 지원한다.

1. 서론

PMIPv6는 네트워크 기반의 이동성 프로토콜로 MN이 PMIPv6도메인 내에서 핸드오버 시 어떠한 이동성 관련 시그널링에도 참여하지 않기 때문에 MN의 이동성 프로토콜 지원여부와 상관없이 효과적인 이동성을 지원한다[1]. 이러한 특징으로 인해 PMIPv6는 무선구간에서의 자원 사용량 감소, MN의 에너지 소비량 감소, 핸드오버 시그널링 비용 감소 등 다양한 측면에서 기존의 호스트 기반 이동성 프로토콜에 비해 향상된 성능을 보인다. 하지만 PMIPv6는 MN의 핸드오버 시 지연의 문제점을 가진다[2]. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 PMIPv6에서 빠른 핸드오버를 지원하고 패킷 손실을 방지하기 위한 기법들이 제안되었다[3].

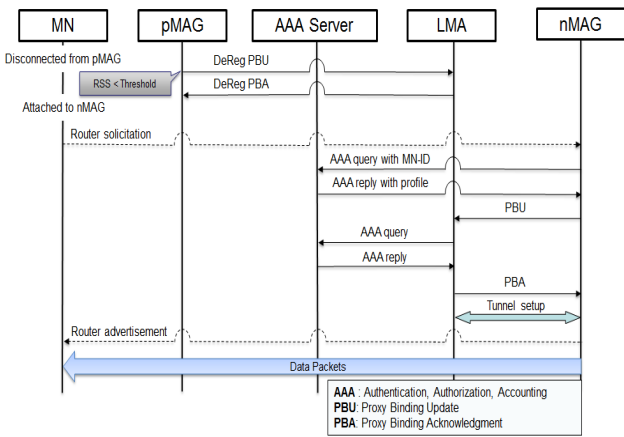
PMIPv6는 MN이 다음에 핸드오버할 MAG를 파악할 수 없기 때문에 빠른핸드오버를 지원하는 기법은 MN의 참여를 허용한다. 대표적으로 빠른 핸드오버를 지원하는 기법인 FPMIPv6(Fast handover for PMIPv6)는 RSS Received Signal Strength)가 일정 값 이하로 떨어질 경우 MN이 Radio link 정보를 수집하여 예상되는 nMAG(next Mobile Access Gateway)에 대한 정보를 pMAG(previous MAG)에게 전달함으로써 핸드오버에 대비할 준비를 한다. 그러므로, MN이 핸드오버 시그널링에 배제되어야 하는 PMIPv6과 부합하지 않는다. 또한 nMAG를 예측하기 위한 주변의 MAG 스캐닝 과정은 Link layer 핸드오버 시간의 90%를 사용한다[4]. 본 제안기법은 MN의 이동히스토리를 이용하여 nMAG를

예측함으로써 MN의 핸드오버 시그널링 참여없이 빠른 핸드오버를 지원한다. 제안기법에서 AAA(Authentication, Authorization and Accounting)서버는 nMAG 정보를 LMA(Local Mobility Anchor)에게 전송하고 LMA는 nMAG와 터널링을 수행함으로써 미리 핸드오버를 준비한다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장은 PMIPv6의 핸드오버 시그널링 절차를 소개한다. 3장에서는 제안기법의 시그널링 절차에 대해 설명한다. 4장은 수학적 분석을 통한 핸드오버 지연을 분석하고 5장에서는 성능평가 결과를 보인다. 마지막으로 6장에서는 결론을 맺는다.

2. 관련연구

PMIPv6는 MN의 핸드오버 시그널링 참여 없이 이동성을 제공하기 위해 추가된 entity인 LMA와 MAG를 활용하여 이동성을 제공한다. MAG는 MN의 움직임을 감지하고, LMA와 핸드오버 시그널링 핸드오버 메시지를 MN 대신 전달한다. LMA는 MN에게 HNP(Home Network Prefix)를 할당하고 MN의 위치 정보를 유지하는 역할을 수행한다. 그림 1 은 PMIPv6의 핸드오버 시그널링 절차를 나타낸다. pMAG(previous MAG)에서 MN의 RSS 값이 임계값보다 보다 작아질 경우 pMAG는 DeReg PBU(DeRegistration Proxy Binding Update)메시지를 LMA에게 전달한다. LMA는 이에대한 응답으로 DeReg PBA(DeRegistration Proxy Binding Acknowledgement) 메시지를 pMAG에게

전달한다. MN이 nMAG에 접속하면, MN은 nMAG에게 MN-ID(MN-Identifier)가 포함된 RS(Route Solicitation) 메시지를 전송한다. nMAG는 MN-ID를 AAA서버에 전송하여 MN에 대한 인증절차를 수행한다. AAA서버는 인증이 완료되면 nMAG에게 MN의 Profile을 전송한다. 이후 nMAG는 LMA로 PBU(Proxy Binding Update)를 보낸다. PBU메시지를 수신한 LMA는 자신의 BCE(Binding Cache Entry)를 수정하여 MN의 위치를 업데이트한다. LMA는 nMAG의 인증을 위해 AAA서버와 AAA query, AAA reply 메시지를 교환한다. 인증이 완료되면 LMA는 PBU에 대한 응답인 PBA메시지를 nMAG에게 전송한다. LMA로부터 PBA메시지를 전송받은 nMAG는 MN으로 RA(Route Advertisement)메시지를 전송하여 핸드오버 절차를 마친다.



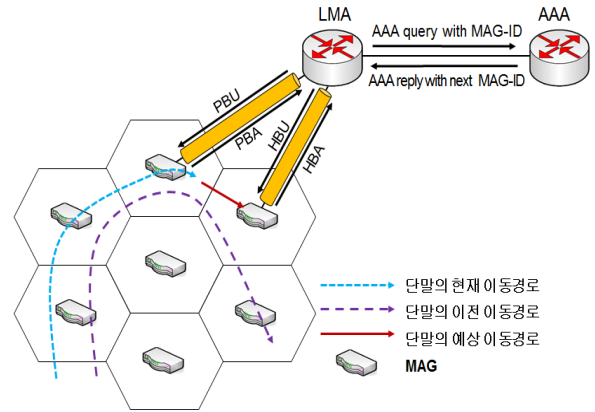
(그림 1) PMIPv6 핸드오버 절차

PMIPv6에서 핸드오버 절차를 완료하게 되면 LMA는 MN이 도메인에 포함되어 있다고 판단하게 되며 MN은 핸드오버 시그널링에 참여 없이 이동성에 대한 지원을 받을 수 있다. 하지만 PMIPv6는 핸드오버의 지연과 패킷손실에 대한 문제점은 해결되지 않는다. MN이 핸드오버를 위해 pMAG과 연결이 종료된 이후 nMAG에 연결되어 AAA 인증과 등록을 모두 마칠 때까지 핸드오버 시간이 길게 발생하며 이 기간 동안 MN은 서비스를 받을 수 없다는 문제점이 있다.

3. 제안기법

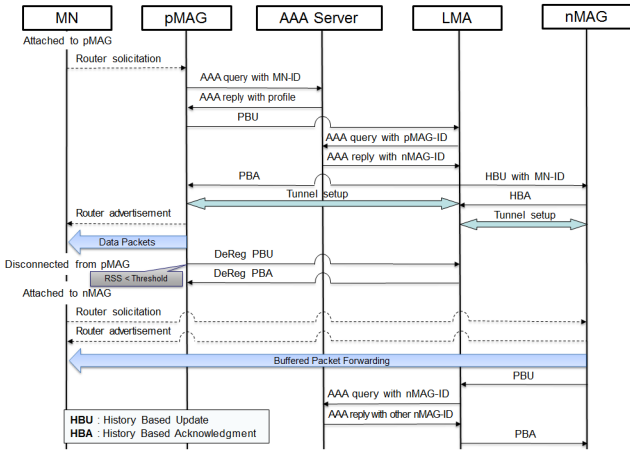
제안기법은 MN의 이동히스토리를 이용하여 nMAG를 예측하고 이를 통해 빠른 핸드오버를 지원하는 기법이다. 그림 2는 제안기법의 개요를 보여준다. 제안기법은 LMA에서 MAG인증 요청시 AAA query 메시지에 MAG-ID (MAG-Identifier)를 추가하여 전달한다. AAA서버는 MN의 경로를 저장한 후, 현재 MN의 이동경로와 이전경로를

비교하여 nMAG를 선정한다. AAA서버는 AAA reply 메시지에 nMAG를 포함하여 LMA에게 전달한다. nMAG-ID가 포함된 AAA reply 메시지를 받은 LMA는 HBU(History Binding Update)와 HBA(History Binding Acknowledgement) 메시지를 nMAG와 송수신함으로써 미리 터널링을 수행한다.



(그림 2) 제안기법 개요

그림 3은 제안기법의 시그널링 절차를 보여준다. MN이 pMAG에 연결되면 RS메시지를 pMAG에게 전달함으로써 자신의 존재를 알린다. pMAG는 MN의 인증을 위해 MN-ID가 포함된 AAA query 메시지와 AAA reply 메시지를 AAA서버와 송수신한다. 이후 pMAG는 PBU 메시지를 전송하여 MN이 자신에게 연결되어 있음을 LMA에게 알린다. LMA는 pMAG의 인증을 위해 AAA query 메시지에 pMAG-ID를 포함하여 AAA 서버에게 전달한다. AAA 서버는 AAA query 메시지에 대한 응답으로 nMAG-ID가 포함된 AAA reply 메시지를 LMA에게 송신한다. LMA는 PBU메시지에 대한 응답으로 HNP가 포함된 pMAG에게 PBA 메시지를 전달함과 동시에 MN-ID가 포함된 HBU 메시지를 nMAG에게 전달한다. nMAG는 HBU 메시지에 대한 응답으로 LMA에게 HBA 메시지를 전달한다. 이로써 LMA와 nMAG, LMA와 pMAG사이에는 터널이 만들어진다. 이후 pMAG는 RA 메시지를 MN에게 전송함으로써 핸드오버 절차가 완료된다. 만약 MN의 RSS 값이 임계값 이하가 될 경우 pMAG는 LMA에게 DeReg PBU 메시지를 전송한다. DeReg PBU 메시지를 받은 LMA는 MN으로 향하는 패킷을 nMAG에게 전달한다. MN이 nMAG의 네트워크에 연결되면 RS메시지를 nMAG에게 전달하여 자신의 존재를 알린다. RS 메시지를 받은 nMAG는 HBU를 통해 이미 인증이 완료된 MN-ID를 전달받았기 때문에 별도의 인증과정 없이 RS메시지에 대한 응답으로 RA메시지를 MN에게 전달하며 패킷을 바로 전달한다.



(그림 3) 제안기법 핸드오버 절차

4. 수학적 모델링

본 장에서는 수학적 모델링을 사용해 PMIPv6와 제안기법의 핸드오버 지연을 비교한다. 분석에서 사용될 각 파라미터에 대한 소개는 표 1에 있다.

<표 1 파라미터 정의>

Parameters	Symbols	Values
The transmission time of HBU message	t_{HBU}	0.06 sec
The transmission time of HBA message	t_{HBA}	0.06 sec
The delay required for L2 up from L2 down	t_{L2}	0.2 sec
The delay before sending RS message	t_{WRS}	0.2 sec
The transmission time of RS message	t_{RS}	0.015 sec
The transmission time of PBU message	t_{PBU}	0.06 sec
The transmission time of PBA message	t_{PBA}	0.06 sec
The transmission time of RA message	t_{RA}	0.015 sec
The transmission time of AAA query message	$t_{AAA\ query}$	0.01 sec
The transmission time of AAA reply message	$t_{AAA\ reply}$	0.01 sec

본 논문에서는 핸드오버 지연을 MN이 핸드오버 동안 서비스를 받지 못하는 시간으로 정의한다. 즉, 핸드오버에 의하여 MN이 pMAG로부터 패킷을 받지 못하는 시점부터 nMAG에 접속하여 다시 처음으로 패킷을 받을 때까지의 시간이다.

PMIPv6에서 핸드오버 지연의 시작 시점은 LMA가 pMAG에게 DeReg PBU를 수신하는 시점이다. 그리고 핸드오버의 종료 시점은 MN이 nMAG에 접속하여 RA 메시지를 받는 시점이다. 때문에 AAA 인증, PBU 및 PBA 메시지 시간이 포함된다. 핸드오버 지연은 각 메시지들의 전달 시간에 합으로 계산된다. PMIPv6의 핸드오버 지연은 다음과 같다.

$$T_{PMIPv6} = t_{L2} + t_{WRS} + t_{RS} + t_{PBU} + 2t_{AAA\ query} + 2t_{AAA\ reply} + t_{PBA} + t_{RA} \quad (1)$$

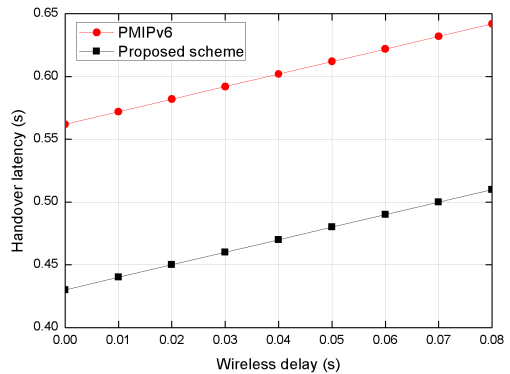
제안기법의 핸드오버 지연 시작은 LMA가 pMAG으로부터

DeReg PBU 메시지를 수신하는 시점이며 핸드오버 종료시점은 MN이 RA 메시지를 수신하는 시점이다. 제안기법은 HBU 및 HBA 메시지를 LMA와 nMAG에서 송수신함으로써 미리 핸드오버를 준비한다. 또한 HBU 메시지에 MN-ID를 nMAG에 전달함으로써 MN에 대한 인증은 필요하지 않다. nMAG는 PBU 및 PBA 메시지를 송수신하기 전에 패킷을 수신하여 버퍼링을 수행한다. 또한 RS 메시지 전달함으로써 핸드오버 과정을 마치게 된다. 따라서 제안기법 PMIPv6와 달리 MN의 인증을 위한 시간과 PBU 메시지와 PBA 메시지를 교환하는 시간은 핸드오버 지연에 포함되지 않는다. 제안기법의 핸드오버 지연은 다음과 같다.

$$T_{Proposed\ scheme} = t_{L2} + t_{WRS} + t_{RS} + t_{RA} \quad (2)$$

5. 성능평가

본 장에서는 수학적 모델링을 이용한 핸드오버 지연에 대한 성능평가를 실시하여 PMIPv6와 제안기법을 비교한다. 그림 4는 Wireless delay 변화에 따른 핸드오버 지연이다. 결과를 보면 무선링크상의 지연이 증가하여도 제안기법은 PMIPv6보다 핸드오버 지연이 낮은 것을 볼 수 있다. 이는 제안기법이 HBU와 HBA 메시지를 이용하여 미리 핸드오버를 준비하기 때문에 PMIPv6에 비해 AAA 인증, PBU 메시지, 그리고 PBA 메시지가 줄어든다. 그러므로 제안기법의 핸드오버 지연은 PMIPv6보다 좋은 성능을 갖는다.



(그림 4) 핸드오버 지연 결과

6. 결론

PMIPv6에서는 MN의 핸드오버 시 핸드오버 지연이 문제점으로 제기되었다. 따라서 빠른 핸드오버를 지원하기 위해 FPMIPv6 기법이 제안되었다. 하지만 FPMIPv6는 핸드오버 시 MN이 주변의 Radio link 를 수집하여 nMAG에 대한 정보를 pMAG에게 전달함으로써 핸드오버 시그널링에 참여하여 단말이 핸드오버 과정에서 배제되어야 하는 PMIPv6와 부합하지 않는다. 본 논문은 MN이 핸드오버 시그널링에 참여하지 않으면서도 빠른 핸드오버를

지원하는 기법을 제안한다. 하지만 핸드오버 지연만을 고려하고 패킷 손실, 시그널링 비용 등의 비교는 실시하지 않았다. 향후 다른 패킷 손실, 시그널링 비용 측면에서 성능평가를 실시할 것이다.

Acknowledgement

본 연구는 지식경제부(정보통신산업진흥원) 대학ITRC, 교육과학기술부(한국연구재단)의 차세대정보컴퓨팅기술개발사업 및 중점연구소지원사업의 일부지원으로 수행되었음 (NIPA-2012-(H0301-12-3001), 2012-0006420, 2012-0005861).

참고문헌

- [1] S. Gundavelli, K. Leung, V. Devarapalli, K. Chowdhury, and B. Patil, "Proxy Mobile IPv6," IETF RFC 5213, August 2008
- [2] K. Kong, W. Lee, Y. Han, M. Shin, and H. You, "Mobility management for All-IP mobile networks: Mobile IPv6 vs. Proxy Mobile IPv6," IEEE Wireless Communications, April 2008
- [3] H. Yokota, K. Chowdhury, R. Koodli, B. Patil, and F. Xia, "Fast Handovers for Proxy Mobile IPv6," IETF RFC 5949, September 2010.
- [4] I. Yoon, S. Chung, and T. Kim, "A fast handover method for 802.11 wireless networks using combined GPS and SNR," IEICE Electronics Express, vol.6, No.7, pp. 375-381, 10 April 2009.