

# 고속 핸드오버를 위한 PFMIPv6와 무선랜의 효율적인 연동 방안

정회원 박민지\*, 민상원\*, 종신회원 김복기\*\*

## An Efficient PFMIPv6 and WLAN Interworking Scheme for Fast Handover

Min-Ji Park\*, Sang-Won Min\* *Regular Members*, Bok-Ki Kim\*\* *lifelong Member*

### 요 약

전 세계적으로 스마트폰 사용자가 급격히 증가하면서 이동단말에 대한 서비스 요구사항이 증대되고 있다. 하지만, 대표적인 무선 기술인 무선랜은 설계 초기에 이동 환경을 고려하지 않아 핸드오버에 따른 이동성 지원에 한계가 존재하는 문제점이 있다. 따라서 본 논문에서는 IEEE 802.11의 probe request 메시지와 authentication request 메시지를 활용하고 버퍼링 기법을 이용하여 PFMIPv6를 적용하는 방안을 제안한다. 그리고 제안한 방안의 시뮬레이션 및 성능 분석을 통해 핸드오버 지연시간과 FTP throughput의 면에서 성능이 향상됨을 확인하였다.

**Key Words** : IEEE 802.11, 무선랜, PFMIPv6, 핸드오버

### ABSTRACT

As the number of a smart phone user over the world surprisingly grows and a wireless Internet market expands, service requirement of a mobile terminal is increasing. However, because there is no consideration of mobility in the early standard step, it is difficult to expect to improve the service performance in handover procedure. This paper proposes a PFMIPv6 handover scheme by using probe request message and authentication message and by using buffering scheme in IEEE 802.11. In addition, we simulated this proposal scheme and verified that the proposed handover scheme is improved in terms of handover delay, and average FTP throughput during the handover period.

### I. 서 론

전 세계적으로 인터넷 사용이 급속히 증가하고 더불어 무선 인터넷 시장도 폭발적으로 성장하면서 언제 어디서나 인터넷에 접속을 원하는 소비자 요구가 증대되었다. 또한, 최근 스마트폰 이용자의 급격한 증가로 이동통신 및 핸드오버 기술에 관한 연구가 활발히 진

행 중이다<sup>[1]</sup>.

IEEE 802.11 기반의 무선랜은 ISM(Industrial, Scientific, Medical) 주파수 대역에서 사용되는 무선 통신 기술이며 가장 대중화된 통신 기술이다. 하지만 무선랜은 설계 초기 당시에 무선랜을 이용하는 단말의 이동환경을 고려하지 않았기에 핸드오버 과정에 따른 이동성 지원에 한계가 존재한다.

※ 이 논문은 2010년도 광운대학교 교내학술연구비 지원으로 수행되었음.

\* 광운대학교 전자통신공학과 통신프로토콜공학연구실(pmj0403@naver.com, min@kw.ac.kr) (° : 교신저자)

\*\* 광운대학교 전자공학과 RF시스템응용연구실(bkkim@kw.ac.kr)

논문번호 : KICS2011-01-012, 접수일자 : 2011년 1월 5일, 최종논문접수일자 : 2012년 2월 20일

본 논문에서는 IEEE 802.11 기반의 무선랜에 네트워크 기반의 고속 핸드오버 기술인 PFMPv6 (Proxy-based Fast Mobile IPv6)를 적용하여 무선랜을 사용하는 단말의 이동에 따른 패킷 손실 및 지연시간 발생, 고속 핸드오버 수행에 따른 패킷 순서 어긋남 문제를 해결할 수 있는 방안에 대해 제안하고, 시뮬레이션을 통해 그 성능을 검증한다.

본 논문의 2장에서는 관련 연구로 PFMPv6의 핸드오버 절차와 무선랜에서의 핸드오버 절차에 대해 설명한다. 3장에서는 무선랜 기술을 PFMPv6 메시지 절차에 적용 시에 발생하는 문제점과 이를 해결하기 위해 제안한 방안에 대해 기술한다. 4장에서는 제안한 방안을 시뮬레이션을 통해 성능이 향상된 것을 설명하고, 마지막 5장에서는 결론을 도출한다.

## II. 핸드오버 관련 연구

### 2.1. 무선랜 핸드오버

IEEE 802.11에서 정의하고 있는 무선랜의 핸드오버 절차를 크게 scanning, authentication, reassociation의 세 부분으로 구성된다. 첫 번째 절차인 scanning 절차에는 무선랜 단말인 STA(station)가 주변의 AP(access Point)와 probe request/response 메시지를 주고 받는 능동적인 스캐닝 절차와 beacon 메시지를 수신하는 수동적인 스캐닝 절차가 있다. 이를 통해 AP로부터의 RSSI(received signal strength identifier) 값을 통해 최적의 AP를 선택하게 된다. 이 과정이 핸드오버를 결정하는 부분이며 선택한 AP인 nAP(next AP)로 authentication request/response 메시지를 교환하게 된다. 이후 reassociation request/response 메시지를 교환하게 되면서 무선랜 핸드오버 절차는 완료된다<sup>[2]</sup>.

### 2.2. PMIPv6

네트워크 기반의 이동성 프로토콜인 PMIPv6 절차에서는 MN의 핸드오버 수행을 위한 별다른 스택 설치 없이 일반적인 IPv6를 탑재하여도 이동성을 제공받을 수 있으며, MAG와의 무선 구간에서 이동성 관리를 위한 별도의 네트워크 계층 시그널링 메시지가 없다. 이러한 기능을 지원하기 위해 PMIPv6에서는 LMA와 MAG를 사용한다. LMA는 PMIPv6 도메인 내에서 BCE(binding cache entry)를 유지하여 MN의 이동성 절차를 관리하는 anchor로서의 역할을 하게 되며 각 MAG와의 터널링 형성으로 MN에 prefix를 할당하는

역할을 한다. MAG는 PMIPv6 도메인 내 액세스 라우터에서 동작하게 되며 MN의 이동성 감지 및 이동성 절차에 따른 시그널링을 LMA와 주고받는 역할을 한다. PMIPv6의 세부적인 절차는 다음과 같다. MN이 PMIPv6 도메인 내로 진입하게 되면 MAG로 RS(router solicitation) 메시지를 전송하여 PMIPv6 도메인으로의 진입을 알리게 된다.

이후 MAG가 MN으로부터 RS 메시지를 수신한 후, MN-ID를 PBU(proxy binding update) 메시지와 함께 LMA로 전송한다. LMA에서는 PBU 메시지를 받은 후 BCE에 MN-ID(MN identifier), MAG의 link local 주소 등을 등록하고 MN에 할당할 prefix와 함께 PBA(proxy binding acknowledgement) 메시지를 MAG로 전송한다. 이후 MAG에서 PBA 메시지를 받으면 LMA와 MAG 간에 터널링이 형성된다.

이후 MAG는 LMA로부터 할당된 prefix 정보가 포함된 RA(router advertisement) 메시지를 MN으로 전송하고, MN은 할당된 prefix로 interface ID와 함께 주소를 생성한다. 이후 생성된 주소 중복 여부를 확인하기 위한 DAD(duplicate address detection) 과정을 거치면 PMIPv6 동작 절차는 완료된다. PMIPv6에서 MN은 항상 HoA(home of address)로만 동작하기 때문에 DAD(duplicate address detection) 과정은 MN이 PMIPv6 도메인에 처음으로 접속했을 때만 수행된다.

### 2.3. PFMPv6

PFMPv6는 PMIPv6에 FMIPv6(Fast handover for MIPv6)를 적용하여 PMIPv6에서의 핸드오버 지연시간과 패킷 손실을 보완한 이동성 프로토콜이다. PFMPv6에서는 pMAG(previous MAG)와 nMAG(new MAG) 간에 양방향 터널링을 형성하여 링크 계층 핸드오버가 일어나기 전에 패킷들을 버퍼링하여 패킷 손실을 줄일 수 있다.

PFMPv6의 predictive 방식의 시그널링 절차는 다음과 같다. MN에서 RSSI 값을 기준으로 핸드오버 결정을 내리게 되면, 핸드오버하게 될 new AP-ID와 MN-ID를 링크계층 메시지인 Report를 통해 기존의 액세스 네트워크인 p-AN(previous Access Network)으로 전송한다. 여기서 MN-ID는 NAI(network access identifier)나 LLA(link layer address)가 될 수 있다. p-AN은 MN의 이동을 링크 계층 메시지인 HO Initiate를 통해 pMAG에게 알린다. 이후 pMAG와 nMAG 간에 MN-ID, MN-HNP(mobile mode-home network prefix),

LMAA(LMA address)의 정보를 포함한 HI(handover initiate) 및 HAck(handover acknowledgement) 메시지를 교환하여 터널링을 형성한다. 이후 LMA로부터 수신되는 패킷들은 pMAG를 통해 nMAG에 버퍼링된다. MN이 n-AN으로 링크 계층 핸드오버를 수행하게 되면 MN과 n-AN 간의 링크를 연결하고 n-AN과 n-MAG 간에 링크 연결 설정이 이루어진다. 링크 연결 설정이 완료된 후, nMAG에서 버퍼링하고 있던 패킷들은 MN으로 전송된다. 이후 LMA와 nMAG 간에 PBU, PBA 메시지를 교환하게 되면 MN의 패킷 송수신은 직접 nMAG을 통해 이루어진다<sup>4)</sup>.

### III. 제안하는 핸드오버 방안

#### 3.1. 본 연구의 필요성 및 기존 문제점

IETF에서는 MIPv6, PMIPv6, PFMIIPv6와 같이 핸드오버에 따른 지연시간 및 패킷 손실을 줄이기 위한 표준화를 지속적으로 수행해오고 있다. 하지만 현재 네트워크 기반의 고속 핸드오버 기법인 PFMIIPv6에서는 IEEE 802.11, IEEE 802.16e 등과 같은 특정 액세스 기술의 특성이나 메시지를 고려하지 않고, 핸드오버 예측 및 트리거와 같은 메시지를 가정하여 핸드오버 절차를 기술하고 있다. 따라서 특정 액세스 기술의 링크 계층의 특성을 고려하는 실용적인 핸드오버 연구가 필요하다.

PFMIIPv6의 핸드오버 절차에서 핸드오버를 예측하여 트리거하는 메시지는 필수적이다. 이에 반해 IEEE 802.11 기반의 무선랜에는 이러한 핸드오버 예측 메시지가 존재하지 않기에 PFMIIPv6의 실질적인 성능 향상을 기대하기 힘들다. 따라서 무선랜을 액세스 기술로 한 PFMIIPv6 핸드오버 절차의 적용을 위해서는 무선랜 핸드오버 절차에 핸드오버 예측 메시지를 추가해야 하지만, 이는 단말에서의 이동성 관리 절차를 최대한 줄이기 위해 단말은 수정하지 않는다는 PMIPv6 기반의 핸드오버 기법의 원칙에 어긋나기 때문에 한계점이 존재한다<sup>5)</sup>. 따라서 본 논문에서는 무선랜에서의 probe request 메시지를 핸드오버 트리거로 활용하여 핸드오버에 필요한 정보를 핸드오버 이전에 주고받을 수 있도록 하였다. 이를 통해 조속한 핸드오버 수행이 가능하다.

그리고 무선랜 핸드오버 특성상 링크 계층 핸드오버 지연시간의 약 90%정도가 스캐닝 절차에서 소요되기에 이 시간동안 패킷 손실은 무조건 발생하게 된다<sup>6)</sup>.

따라서 단말로부터 probe request 메시지를 받은 시점부터 단말로 향하는 패킷의 버퍼링을 수행하여 패킷 손실을 줄일 수 있도록 하였다.

#### 3.2 제안하는 핸드오버 절차

IEEE 802.11의 무선랜에는 핸드오버를 예측하는 메시지가 존재하지 않기 때문에 PFMIIPv6를 적용할 때 핸드오버에 따른 패킷손실과 지연시간 면에 있어 성능 향상을 기대하기 힘들다. 따라서 본 논문에서는 무선랜 기반에서 링크 계층과 네트워크 계층의 cross-layer 기법을 통해 핸드오버에 따른 지연시간 및 패킷 손실 면에 있어 성능 향상을 위한 PFMIIPv6 절차에 대해 제안한다. 본 논문에서 제안하는 기법을 위한 가정은 다음과 같이 설정한다.

1. MAG와 IEEE 802.11 AP는 동일한 엔티티에 존재한다.
2. 무선랜 핸드오버 절차 중 스캐닝 절차는 능동적 스캐닝만을 고려한다.
3. MN이 핸드오버하는 동안 수행되는 인증 절차는 고려하지 않기에 open system 방식을 거친다.

그림 1은 본 논문에서 제안하는 무선랜 기반의 핸드오버 절차이다. MN에서 probe request 메시지를 주변의 AP를 탐색하기 위해 전송하면, MN의 상위 라우터인 pMAG에서는 스캐닝 절차에 따른 MN의 패킷손실을 방지하기 위해 버퍼링을 수행한다. 버퍼링은 pMAG와 nMAG간 양방향 터널링 설정이 이루어질 때까지 수행된다. 그리고 pMAG는 neighbor discovery를 통해 MN-ID, HNP와 LMAA 정보를 주변의 MAG에게 브로드캐스팅하며, nMAG은 이 정보들을 BUL(binding update list)에 저장한다. 이 정보는 MN이 nMAG으로 핸드오버한 이후에 HI 및 PFBU(proxy-based fast binding update) 메시지를 전송하기 위해 사용된다.

이후 pMAG으로부터 probe response 메시지를 수신한 MN은 핸드오버 결정을 내리게 된다. nMAG으로 핸드오버 결정을 한 MN은 새롭게 핸드오버하게 될 nMAG으로 authentication request 메시지를 전송한다. 이를 수신한 nMAG에서는 MN의 네트워크 계층 핸드오버 절차를 미리 수행하기 위해 MN의 핸드오버를 LMA로 알리기 위한 PFBU 메시지와 pMAG으로부터 버퍼링된 패킷들을 수신하기 위한 HI 메시지를 각각

LMA와 pMAG로 동시에 전송한다. PFBU는 PBU 메시지에 F 플래그를 추가한 메시지로 PMIPv6의 PBU와 구별하기 위한 메시지이다. 이후 authentication response 메시지를 수신한 MN은 nMAG과 reassociation request/response 메시지를 교환한다. 이때, pMAG은 nMAG으로 HAcK 메시지를 전송한 후, buffer 1에서 버퍼링하고 있던 패킷들을 nMAG으로 전송한다.

이후 nMAG은 pMAG으로부터 수신한 버퍼링 패킷들을 buffer2에 저장한다. 또한, nMAG은 LMA와 PFBU/PFBA(proxy-based fast binding acknowledgement) 메시지 교환 후에 LMA로부터 수신되는 MN의 패킷들을 buffer 3에 저장한다. 즉, nMAG은 buffer 2와 buffer 3을 각각 생성하여 핸드오버하기 이전의 경로인 LMA-pMAG으로 수신되는 패킷들과 핸드오버한 이후의 경로인 LMA로부터 직접 수신되는 패킷들을 별도로 저장한다. 이를 통해 고속 핸드오버 수행에 따른 패킷 순서 어긋남 문제를 해결할 수 있다. 이후 nMAG은 MN의 HNP를 RA 메시지를 통해 MN으로 전송한다. MN에서 주소 설정이 완료되고 buffer 2에서 저장되어 있던 패킷들과 buffer 3에 저장되어 있던 패킷들을 차례로 수신하게 되면 제안한 핸드오버 절차는 완료된다.

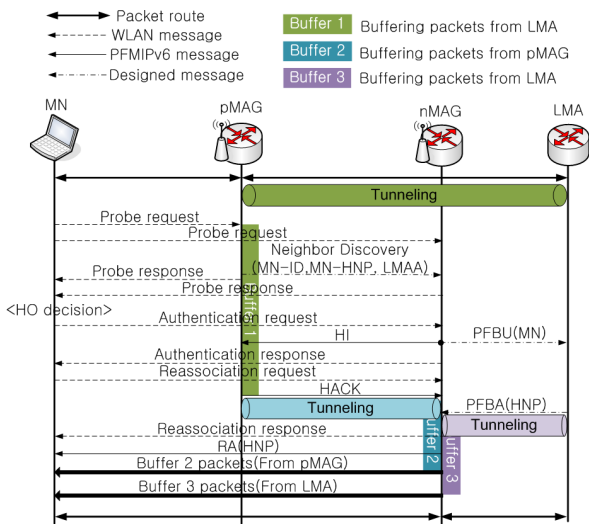


그림 1. 제안하는 방식의 핸드오버 절차  
 Fig. 1. Proposed handover method

#### IV. 성능 분석

##### 4.1. 핸드오버 지연시간 분석

본 절에서는 무선랜 특성에 맞게 제안한 PFMPv6

방안과 PMIPv6의 핸드오버 기법의 핸드오버 지연시간에 대한 분석을 수행하였다. 여기서 핸드오버 지연시간은 MN이 패킷을 수신하지 못하는 링크 계층 핸드오버 수행 시점부터 네트워크 계층 핸드오버 종료 시점까지로 정의한다. 그리고 MN 또는 라우터에서의 내부 프로세싱 지연시간은 고려하지 않는다. 표 1은 핸드오버 지연시간 파라미터에 대한 세부적인 설명을 나타낸 것이다.

표 1. 핸드오버 지연시간 파라미터  
 Table 1. Handover latency parameters

파라미터	내용
$t_{probe}$	무선랜에서의 스캐닝 절차 지연시간
$t_{MN-MAG}$	MN과 MAG 간 전송 지연시간 (Authentication, reassociation, RS, RA)
$t_{MAG-LMA}$	MAG와 LMA 간 전송 지연시간 (PBU, PBA)

그림 2는 무선랜 기반의 PMIPv6 핸드오버 지연시간을 나타낸 것이다. PMIPv6에서는 그림 상의 ㉠ ~ ㉢까지의 링크 계층 핸드오버 절차가 수행된 이후에 ㉣ ~ ㉦까지의 네트워크 계층 핸드오버가 수행된다. 따라서 PMIPv6에서의 핸드오버 지연시간( $HL_{PMIPv6}$ )은 식 (1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$HL_{PMIPv6} = t_{probe} + 6t_{MN-MAG} + 2t_{MAG-LMA} \quad (1)$$

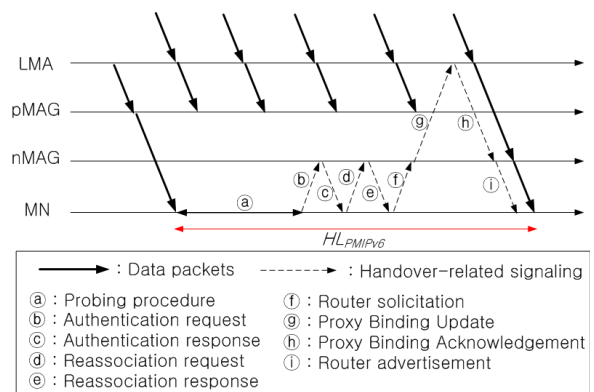


그림 2. PMIPv6에서의 핸드오버 지연시간  
 Fig. 2. Handover latency of the PMIPv6

그림 3은 제안한 PFMPv6에서의 핸드오버 지연시간을 나타낸 것이다. 본 논문에서는 무선랜에서의 authentication request 메시지를 핸드오버 트리거로 활용하였기에 PMIPv6 핸드오버 절차보다 지연시간을 줄일 수 있다. 그림 3에서의 ㉠ ~ ㉢까지 링크계층 핸드

오버가 수행된 이후에 ① ~ ⑩ 까지의 네트워크 계층 핸드오버가 동시에 수행되기 때문에 기존의 PMIPv6 핸드오버 절차에 비해  $4t_{MN-MAG}$  만큼 핸드오버 지연 시간을 줄일 수 있다. 따라서 제안한 방안에서의 핸드오버 지연시간( $HL_{Proposed}$ )은 식 (2)와 같이 나타낼 수 있다.

$$HL_{Proposed} = t_{probe} + 2t_{MN-MAG} + 2t_{MAG-LMA}. \quad (2)$$

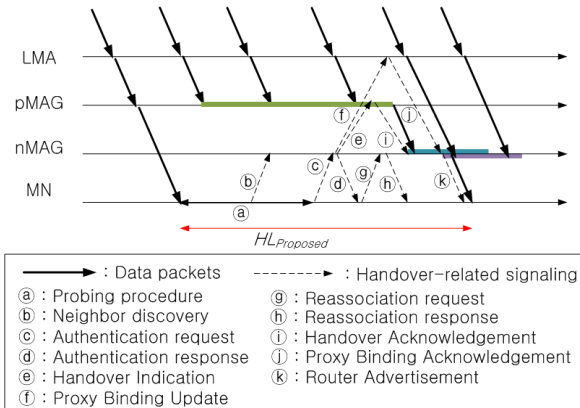


그림 3. 제안한 방안의 핸드오버 지연시간  
Fig. 3. Handover latency of the proposed predictive method

#### 4.2. 시뮬레이션을 통한 성능 분석

본 절에서는 ns-2(network simulator 2) 시뮬레이터를 통해 MN과 MAG 간 거리에 따른 핸드오버 지연시간, FTP throughput을 측정하였다<sup>[7,8]</sup>. 시뮬레이션을 위한 토폴로지는 그림 4와 같으며 시뮬레이션 파라미터들은 표 2에 정리하였다.

그림 5는 무선랜 기반의 PMIPv6 핸드오버 절차와 제안한 방식의 핸드오버 지연시간을 MN과 MAG 간 무선 링크 구간에서의 지연시간에 따라 시뮬레이션한 결과이다. MN과 MAG 구간의 무선 링크 지연시간이 5ms일 때를 기준으로 무선랜 기반의 PMIPv6 핸드오버 지연시간은 약 298ms, 제안한 핸드오버 지연시간은 약 281ms 정도 소요된다. PMIPv6의 경우 MN과 MAG 구간에서의 무선 링크 구간에서의 지연시간이 증가함에 따라 핸드오버 지연시간이 급격히 증가하는 것을 알 수 있다. 반면에 제안한 방식의 경우, 무선 링크 지연시간이 증가할수록 PMIPv6의 핸드오버 지연시간과의 차이가 더 벌어지며 완만히 증가하는 것을 확인할 수 있다. 이는 PMIPv6의 경우 네트워크 계층 핸드오버가 무선랜의 링크 계층 핸드오버 이후에 수행되지만, 제안한 방안의 경우

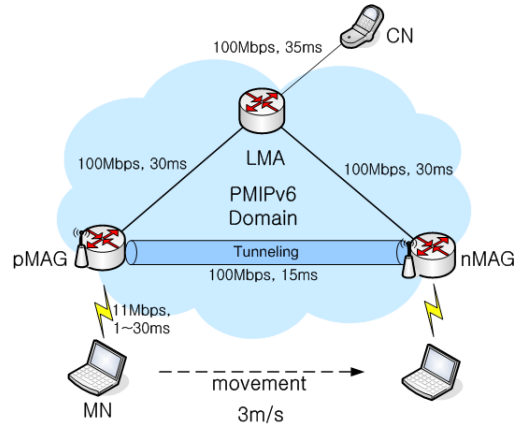


그림 4. 시뮬레이션 토폴로지  
Fig. 4. Simulation topology

표 2. 시뮬레이션 파라미터  
Table 2. Simulation parameters

구분	내용
시뮬레이션 수행 시간	200초
단말 속도	3m/s
PHY 및 MAC	IEEE 802.11b
라우팅 프로토콜	DSDV

nMAG에서 authentication request를 수신하자마자 네트워크 계층 핸드오버를 수행하기 때문이다. 따라서 제안한 방안이 기존의 방안보다 무선링크 지연시간이 5ms 일 때를 기준으로 핸드오버 지연시간을 약 6% 정도 줄일 수 있으며, 시뮬레이션 결과를 통해 무선 링크 변화에 덜 민감한 성능을 보임을 확인할 수 있다.

표 3은 PMIPv6와 제안한 방안의 평균 손실된 패킷 수 및 핸드오버 전후 구간에서의 평균 FTP throughput을 실험한 결과이다. PMIPv6에서는 핸드오버 지연시간 동안 패킷 손실로 인해 해당 패킷들을 재전송 받게 되기에 평균 throughput이 제안한 방안에 비해 약 55kbps 낮은 약 391kbps 정도임을 확인할 수 있다. 반면 제안한 방안의 경우 무선랜 메시지를 이용한 빠른 핸드오버 수행과 핸드오버 구간에서의 패킷 버퍼링을 수행을 통해 기존 PMIPv6 방안에 비해 약 14% 정도 더 높은 FTP throughput을 가짐을 확인하였다.

그림 6은 PMIPv6 방식의 TCP 패킷 순서 번호를 실험한 결과이다. PMIPv6에서는 핸드오버 구간에서의 패킷손실이 필연적으로 발생하게 된다. 반면 그림 7은 본 논문에서 제안한 PFMIPv6 방식의 TCP 패킷 순서 번호를 실험한 결과이다. 제안한 핸드오버 방식은 MN이 스캐닝을 시작한 시점부터 pMAG에서 probe request 같이 약 12개 정도의 패킷 손실이 발생하여 PMIPv6보메시지를 수신하는

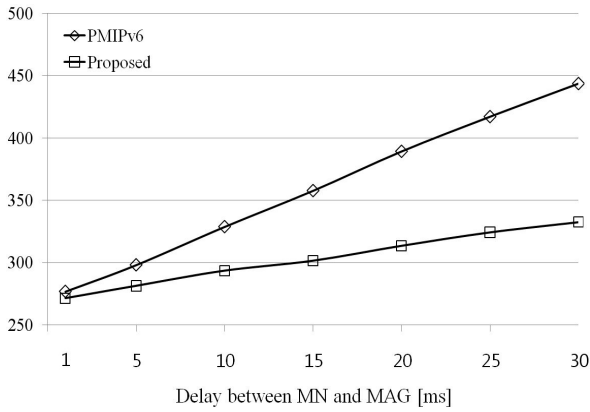


그림 5. MN과 MAG 거리에 따른 지연시간 비교  
Fig. 5. Comparison of the handover latency according to the distance between MN and MAG

표 3. 핸드오버 구간에서의 평균 throughput 비교  
Table 3. Comparison of Average throughput in the handover period

구분	평균 throughput
PMIPv6	391kbps
Proposed	446kbps

시점까지의 지연시간 동안 표 2와 다 약 47% 정도 향상되었다. 여기서 발생하는 패킷 손실은 pMAG이 각 채널 별로 브로드캐스트한 MN의 probe request 메시지를 수신하는 시점부터 버퍼링을 수행하기 때문에 pMAG이 probe request 메시지를 받기 이전에 MN으로 전송되었던 패킷들이다.

또한, 그림 6의 기존 PMIPv6에서 핸드오버 이후의 구간 3은 약 0.17s 동안 15개의 패킷이 전송되지만, 그림 7에서의 핸드오버 이후 구간 4에서는 패킷 버퍼링으로 약 0.19s 동안 20개의 패킷이 전송되어 핸드오버 이후의 전송속도가 개선되었음을 확인할 수 있다. 그리고 제안한 방식에서 버퍼링은 고속 핸드오버 수행으로 인한 패킷 순서 어긋남 문제가 발생하지 않음을 확인할 수 있다. 일반적으로 고속 핸드오버 절차의 경우, 핸드오버 이전의 경로(LMA->pMAG->nMAG)를 거치는 패킷보다 핸드오버 이후의 경로(LMA->nMAG)를 거치는 패킷이 MN에 먼저 도착하기에 패킷 순서 어긋남 문제가 발생한다. 하지만, 제안한 방식에서는 핸드오버 이전과 이후의 경로를 통해 수신하는 패킷들을 nMAG에서 각각 버퍼링을 수행한다. 이로 인해 MAG에서의 패킷 버퍼링을 위한 별도의 버퍼 관리가 필요로 하지만 고속 핸드오버 수행으로 인한 패킷 순서 어긋남 문제를 해결 가능함을 확인할 수 있다. 다만, 제안한 핸드오버 방안에서는 pMAG에서 버퍼링하고 있던

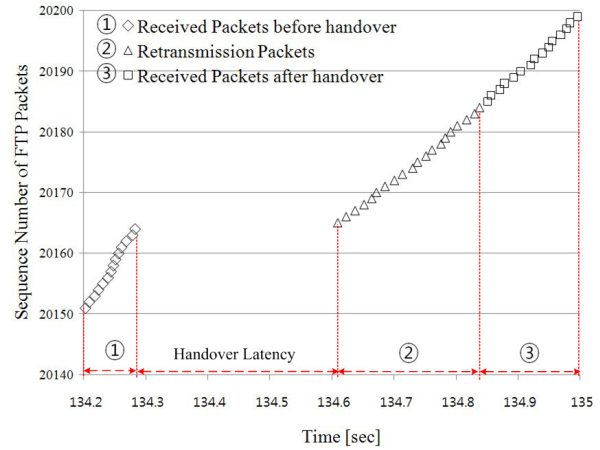


그림 6. 무선랜 기반 PMIPv6의 TCP 순서 번호  
Fig. 6. TCP sequence number of PMIPv6 in the wireless LAN

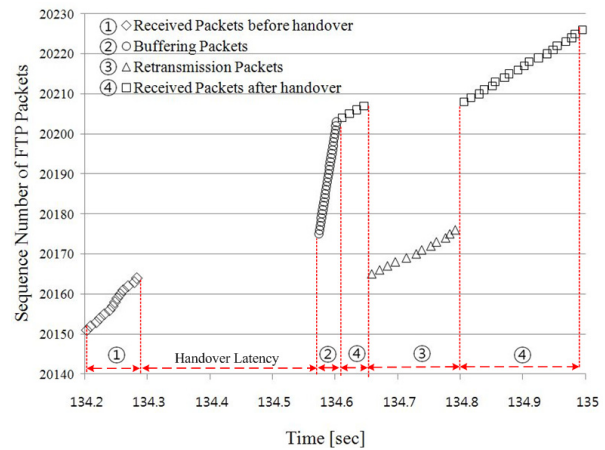


그림 7. 제안한 방식의 TCP 순서 번호  
Fig. 7. TCP sequence number of the proposed predictive method

패킷들을 수신한 이후에 TCP 재전송된 패킷들을 수신하는 것을 볼 수 있는데, 이는 MN이 다른 AP/MAG와 스캐닝 절차를 수행하여 pMAG이 probe request를 수신하기 이전까지 손실되었던 패킷들을 수신하는 부분이다.

### V. 결 론

본 논문에서는 무선랜 특성을 고려하여 네트워크 기반의 고속 핸드오버 기법인 PFMIPv6 핸드오버 절차 적용 방안에 대해 제안하였다. 무선랜은 초기에 핸드오버를 고려하지 않고 설계되어 핸드오버를 예측하는 메시지가 없기에 PFMIPv6의 핸드오버 절차를 수행하는데 있어 지연시간 및 패킷손실 면에서 성능 향상을 기대하기 힘들다. 또한, 기존의 무선랜 기반 PMIPv6 절차는 무선랜 핸드오버 수행 이후 네트워크

계층 핸드오버를 수행하기 때문에 핸드오버 지연시간이 더욱 길어질 수밖에 없고, 세션 연속성의 단절로 인한 패킷 손실이 발생한다. 그리고 무선랜에서의 스캐닝 절차가 무선랜 링크 계층 핸드오버 지연시간의 90%를 차지하기에 이 기간 동안 필연적으로 패킷 손실이 발생한다.

따라서 본 논문에서는 이러한 무선랜의 특성을 고려한 PFMPv6 핸드오버 방안에 대해 제안하였다. 이에 pMAG에서 MN으로부터 probe request 메시지를 수신하면 버퍼링을 수행하여 패킷손실을 방지할 수 있었고, 무선랜 핸드오버에 있어 무조건적으로 수행되는 authentication request 메시지를 핸드오버 예측 메시지로 활용하여 기존 PMIPv6 방안보다 핸드오버 지연시간을 줄일 수 있었다. 또한, nMAG에서 pMAG으로부터 오는 패킷과 LMA로부터 오는 패킷들을 별도로 버퍼링하여 패킷손실과 지연시간 발생을 방지할 수 있었다. 그리고 시뮬레이션을 통해 제안한 방안이 기존의 방안에 비해 핸드오버 지연시간 면에서 무선 링크 지연시간이 5ms일 때를 기준으로 약 6%, 그리고 핸드오버 구간에서의 throughput 면에서 약 14% 정도 향상시킬 수 있음을 확인하였다.

### 참 고 문 헌

[1] X. Zhang, "Recent Advances and Future Trends of the Multimode Wireless Terminal," IEEE International Conference on Portable Information Devices, May 2007.

[2] IEEE Std 802.11-2007, "Wireless LAN Medium Access Control(MAC) And Physical Layer(PHY) Specifications," June 2007.

[3] V.Devarapalli, K.Chowdhury, and B.Patil, "Proxy Mobile IPv6," IETF RFC 5213, August 2008.

[4] F.Xia 외 7명, "Fast Handover for Proxy Mobile IPv6," IETF RFC 5949, September 2010.

[5] V.Devarapalli, K.Chowdhury, and B.Patil, "Proxy Mobile IPv6," IETF RFC 5213, August 2008.

[6] A.Mishra, M.Shin, and W.Arbaugh, "An Empirical Analysis of the IEEE 802.11 MAC Layer Handoff Process," ACM SIGCOMM Comp. Commun. Review, vol. 33, no.2, pp.93-102, April 2003.

[7] <http://www.isi.edu/nsnam/ns/>

[8] <http://www.nist.gov/index.html>

[9] 박민지, 민상원, "무선랜 기반의 ITS 망에서 네트워크 기반 고속 핸드오버 기법에 관한 연구," 한국 ITS 학회 춘계학술대회, 2010년 5월.

박민지 (Min-ji Park)

정회원



2009년 2월 광운대학교 전자통신공학과 학사  
 2011년 2월 광운대학교 전자통신공학과 석사  
 2011년~현재 LG전자 차세대통신연구소 근무  
 <관심분야> IMS, LTE

민상원 (Sang-won Min)

정회원

한국통신학회논문지 제 36권 제 10호 참조

김복기 (Bok-ki Kim)

종신회원

한국통신학회논문지 제 36권 제 10호 참조