

논문 2009-46TC-8-5

Inter-LMA 이동시 Handover Latency 개선 방안 및 성능 분석

(Handover Latency Improvement & Performance Analysis over
Inter-LMA)

장재철*, 박병주**, 김대영***

(Jae-cheol Chang, Byung-joo Park, and Dae-young Kim)

요약

기존 이동통신 트래픽은 기존 음성위주에서 무선 인터넷접속, SMS/MMS 등 다양한 형태의 데이터서비스위주로 확대되고 있고, 대용량 인터넷 사용니즈가 유선에서 무선환경으로 바뀌고 있다. 이에 따라 휴대인터넷(WiBro) 및 갖가지 3G 데이터 상품들이 상용화되었고, 무선 인터넷의 사용이 확대됨에 따라 MIPv6의 중요성이 부각되고 있으며, 2004년 표준화된 MIPv6에서 Fast MIPv6(2005), Hierarchical MIPv6(2005), Proxy MIPv6(2008) 등 성능이 개선된 프로토콜 및 관련 기술이 활발히 연구중이다. MIPv6에서 가장 중요한 지연요소가 기지국간 이동시 핸드오버 지연과 패킷 손실인데, 08년 8월 발표한 PMIPv6에서는 이동 관련 시그널링 메시지 및 지연 감소에 성능개선 효과가 크지만, 1개의 LMA 도메인을 고려하여 기술하였다. 복수개의 LMA를 가정하여 LMA간 이동시에는 현재 특별한 규정이 없어 과도한 지연 시간으로 실시간 통신에 한계가 있다. 이를 극복하기 위해, LMA간을 이동할 경우를 가정하여, 세부절차 정립과 다양한 개선기법을 적용하고, 성능개선 효과를 확인한다.

Abstract

Mobile communication traffic is changing from voice to data/internet, e.g. wireless internet access, SMS/MMS, more and more. Therefore many data services are coming out over 3G, Mobile WiMAX(WiBro), LTE etc. Wireless internet market is growing and MIPv6 is more important and many protocols being studied and developed from MIPv6 to Fast MIPv6, Hierarchical MIPv6, Proxy MIPv6, etc. The significant factor over MIPv6 is Hand-over latency and Packet-loss. PMIPv6 is efficient for reducing mobility related messages and hand-over latency, but it considers single LMA domain. If mobile node is moving inter-LMAs, hand-over delay time affects the real-time communications. To overcome this hand-over delay, we propose present and new enhanced schemes and analyze the performance and show the results.

Keywords : MIPv6, Proxy MIPv6, Hand-over Latency, Fast MIPv6, Hierarchical MIPv6, LMA

I. 서론

무선단말이 새로운 망으로 이동시 MIPv6 프로토콜을 통해 새로운 네트워크에서 사용할 새로 생성한 Care

of Address(CoA)와 기존의 Home망에서 사용했던 Home Address(HoA)를 binding관리함으로써 이동성이 지원된다. 그러나 MIPv6프로토콜 [1]은 MN이 이동할 경우 기지국에서 다른 기지국으로 넘어갈 경우에 핸드오버가 발생하게 되며, 이 경우 과도한 핸드오버 지연 시간이 생기게 되고, 이로 인해 실시간 서비스를 제대로 이용할 수 없는 경우가 발생한다.

핸드오버를 포함 MIPv6의 문제점을 해결하기 위하여 Fast MIPv6^[2], Hierarchical MIPv6^[3], Proxy MIPv6^[4] 등 다양한 프로토콜들이 기존 MIPv6의 미비사항을 보

* 정회원, KT
(KT)

** 평생회원, 한남대학교
(Hannam Univ.)

*** 평생회원 충남대학교
(Chungnam National Univ.)

접수일자: 2009년5월14일, 수정완료일: 2009년8월9일

완하기 위해 개발되었다. Fast MIPv6는 MN의 이동성을 미리 예측하여 이동하기 이전에 미리 이동을 가정하여 이동성 관리를 사전 수행함으로써, 핸드오버 지연시간 감소방안을 마련하였다. 그런데 Fast MIPv6는 링크 계층에서 L2 Trigger 핸드오버 신호가 감지되어야 L3 계층에서 핸드오버가 가능하며, 단말이 현재의 망에서 새로운 망으로 빠르게 이동하거나, 경로 사전 예측값과 실제 이동이 많이 다를 경우에는 더 많은 핸드오버 지연이 발생하게 된다. Hierarchical MIPv6^[3]는 네트워크의 계층 구조를 이용하여 Mobile Anchor Point(MAP) 영역을 지역으로 등록하여, MAP내에서 이동하는 단말에 대한 시그널링을 없앴으로써 핸드오버 지연감소 및 단말의 핸드오버 시그널링 부하를 대폭 감소하였다.

최근 표준화(08. 8)된 PMIPv6의 가장 중요한 특징은 MN이 핸드오버시 단말에서 이동성 관리를 처리하는 게 아니라 네트워크 Agent에서 이동관련 신호를 처리하도록 하여 특정 도메인(LMA 도메인)내에서는 단말이 이동시 핸드오버에 관여하지 않고, 다른 네트워크로 이동할 수 있게 된다. 핸드오버시 시그널링 트래픽 발생을 감소하기 위해 Local Mobility Anchor(LMA)내에서 이동이 발생하는 경우 별도로 HA 혹은 CN에게 이동단말이 바인딩 갱신을 처리하지 않도록 하고 MAG<->LMA 간에만 바인딩 업데이트 정보를 교환하고, 이 경우 Mobile Access Gateway(MAG)가 MN를 대신해서 LMA로 바인딩 갱신을 처리한다. 이로 인해 추가적인 이동성 프로토콜을 휴대단말에 올리지 않아도 되므로 단말 부하와 배터리 소모를 경감할 수 있다.

PMIPv6은 원래 하나의 LMA Domain내에서 단말의 이동을 가정하여, 모든 이동단말 및 네트워크가 하나의 LMA도메인 내에서 동작함을 가정한다. 따라서, LMA 간 이동을 할 경우에는 PMIPv6 프로토콜로 특별히 절차가 정립되어 있지 않고, 기존 MIPv6 프로토콜에 따라 동작하게 된다.

최근 표준화된 PMIPv6 프로토콜의 실제 망 구현을 위해, 이동 단말의 Inter-LMA 구간 이동에 대한 시그널링을 상세히 분석을 하고, Inter-LMA 구간 이동시에는 MIPv6 프로토콜로 동작함에 따라 발생하는 과도한 핸드오버 지연 시간을 경감할 수 있는 기법들을 적용하고, 이에 대한 성능 분석을 통해, LMA가 바뀌어도, 사용자 입장에서는 Seamless한 서비스가 가능한 개선된 방안을 제안한다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 제II장에서 기존

이동성 관리 관련 기술을 소개한다. 제III장에서는 기존 방안 및 개선방안에 대한 세부내용을 기술한다. 제IV장에서는 개선방안에 대한 성능분석 및 결과를 비교한다. 그리고 제V장에서 결론을 도출한다.

II. 기존관련 연구

1. PMIPv6 개요

Proxy MIPv6가 기존의 MIPv6, FMIPv6, HMIPv6들과 가장 큰 차이점은 Host 기반의 이동성 관리 프로토콜이 아니라, Network 기반의 이동성 관리 프로토콜이라는 점이다.^[5-6, 9-10] Mobility Management를 네트워크 Agent에서 처리를 하므로, 한정된 자원의 무선대역을 절약할 수 있으며, 이동단말이 네트워크를 이동함에 따른 빈번한 시그널링들을 감소시켜, 단말의 이동성 시그널링 처리를 위한 프로토콜 스택 사이즈를 줄일 수 있고, 이동단말의 부하를 줄이고 실제 이동 단말의 가장 큰 문제중의 하나인 배터리 소모문제를 일부 해소할 수 있게 한다.

MIPv6가 대체주소 사용, 보안, 제한된 IP 주소 공간 등 많은 문제를 해결하는 최적화된 IP 이동성 지원 표준이나, 아직 핸드오버 지연, 패킷손실, 시그널링 오버헤드 등의 문제점이 있다. 게다가, 핸드오버 지연은 실시간 응용서비스를 위한 QoS를 제공하지 않는다.

MIPv6 성능 개선을 위하여 Fast MIPv6, Hierarchical MIPv6 가 나왔다. 그러나 MIPv6와 관련된 다양한 개선 기술들은 기본적으로 이동 단말의 프로토콜 스택 수정을 요구한다. 이동단말의 수정을 위한 요구사항은 복잡성을 야기시킨다. 반면에 PMIPv6같은 네트워크 기반 이동성 관리 접근은 이동단말 대신에 현재 제공하는 네

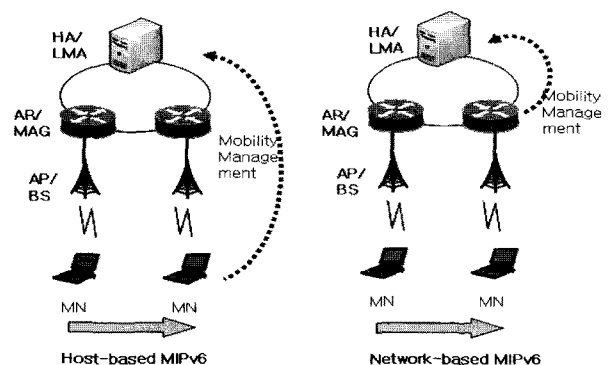


그림 1. MIPv6와 PMIPv6의 이동성관리 차이
Fig. 1. The difference of mobility management of MIPv6 and PMIPv6.

트위크가 이동성 관리를 다룬다. 그리하여 이동단말은 이동과 관련된 시그널링에는 참여하지 않게 된다.

2. PMIPv6 주요 특징^[5, 15]

- 이동단말 수정 없음 : Host 기반이 아니고, 네트워크 기반 접근은 이동 단말에 대해 IP 이동성 지원을 위한 어떤 S/W 업데이트도 필요 없다. 따라서 사업자의 delivery 입장에서 매우 유리하다.
- IPv4, IPv6 지원 : IPv6 호스트를 위하여 초기 디자인 되었으나, IPv4 혹은 Dual-stack 호스트와 작동함
- 무선자원의 효율적 이용 : 무선링크 위에서 터널링 오버헤드를 피하고, 그래서 무선 접속 네트워크안에 오버헤드를 최소화 할 수 있다.
- 링크 기술에 무관 : 네트워크 기반 접근은 어떤 특정한 무선링크 정보를 사용해서는 안 되며, 어떤 타입의 무선 링크 기술도 지원할 수 있어야 한다.
- 핸드오버 성능 개선 : 핸드오버를 위한 시간을 최소화 할 수 있다.

III. 기존 프로세스 및 개선방안

1. MN의 MAG간, LMA간 이동시 시나리오 정의

다음과 같이 이동 단말이 PMIPv6 도메인내에서 이동함에 따라 핸드오버 하는 경우를 3단계로 나누어 시그널링 흐름을 구체적으로 분석한다.

- ① 기존 LMA1도메인에서 MAG1에서 분리되는 경우
- ② 기존 LMA1도메인에서 신규MAG2로 진입하는 경우

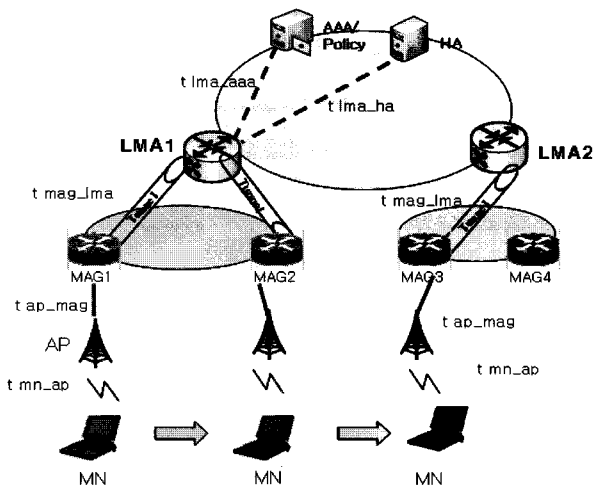


그림 2. MN이 PMIPv6에서 MAG, LMA간 이동시나리오
Fig. 2. The scenario of MN inter MAG, inter-LMA over PMIPv6.

표 1. MN이동시의 구간별 파라미터 정의
Table 1. Parameter definition of the section when MN moves.

| 파라미터 | 구간 | 전송 지연값 |
|------------------|------------|--------|
| t mn_ap (t mp) | MN-AP 구간 | 10ms |
| t ap_mag (t pg) | AP-MAG 구간 | 2ms |
| t mag_lma (t gl) | MAG-LMA 구간 | 10ms |
| t lma_aaa (t la) | LMA-AAA 구간 | 10ms |
| t lma_ha(t lh) | LMA-HA 구간 | 10ms |

③ 신규 LMA2도메인 및 신규 MAG3로 진입하는 경우

Agent 구간별 파라미터를 다음과 같이 정의한다.

위의 구간별 파라미터 값은 [5]에서 인용하였다. 추가로 이동단말의 핸드 오버에서 발생하는 주요한 시간 지연 값들을 살펴보면 다음과 같다.

- T CoA : CoA주소 생성시간(보통 500-1,000ms)
- T MD : Movement Detection 값, 이동단말 및 AR의 Router Solicitation, Router Advertisement를 이용하여 MN의 이동을 감지하는 시간
 - RS, RA는 각각 0에서 500ms의 interval 지연 후에 각각 RS, RA를 송신^[14]
 - * 평균 임의 지연 시간 = (MinRtrAdvInterval+MaxRtrAdvInterval)/2 → 평균 지연은 이 값의 1/2
- T DAD : Duplicate Address Detection, 주소 중복 여부 검사 지연
 - 지연 시간 = R (Retransmitter)* D(DupAddDetect Transmits)
 - . R = 1,000의 Default값을 가짐, D=1 가정시, T DAD는 1,000ms 소요 ([7], [12])

2. MN의 이동시 시그널링 세부 절차 설명

PMIPv6 기반 기존 LMA 도메인 내에서 이동단말이 MAG간을 이동할 경우, 그리고 신규 LMA 도메인으로 넘어가서 MAG이 변경된 경우, 다음의 각 단계에 따라 세부 시그널링에 대한 절차를 정립하고, 설명한다.

- 가. ①기존 LMA1 도메인, 기존 MAG에서 분리
 - 1.1-2 MAG1 : MN이 MAG1 영역에서 분리함을 Layer2 계층(AP)에서 감지/MAG1→LMA1으로 De Reg PBU를 송신(deregistration 위해 lifetime 0 세팅)
 - 1.3-4 LMA1 : MAG1에서 PBU를 수신하면 Binding Cache Entry(BCE) Delete Timer가동, MinDelayBefore

Delete 시간 동안 대기 후 BCE 삭제 및 MN의 Routing state삭제/LMA1→MAG1으로 PBU에 대한 응답으로 DeRegProxyBinding Acknowledge(PBA) 송신

1.5 MAG1 : MAG1의 BU 리스트 (MN Home Network Prefix-HNP, LMA Address) 삭제

나. ②기존 LMA1 도메인, 신규 MAG2로 진입

2.1 MN : AP를 거쳐 MAG2로 Access Initiation 시도

2.2-3 MAG2 : MN의 Attach를 감지/AAA-Query with MN-ID, AAA/Policy 서버쪽으로 MN의 ID로 메시지 송신하여 인증 확인함

2.4 AAA/Policy 서버 : AAA Reply with MN Profile, AAA 서버는 MAG2로부터 MN의 이동에 대하여 Query를 수신하면, MN의 프로파일 정보(MN-ID와 함께 LMA Address, 지원되는 주소생성모드등)를 reply 함

2.5-6 MAG2 : MN으로 Access Authentication Complete 신호를 보내어 접속에 대한 인증절차 마무리 /MN을 대신하여 MAG2 → LMA1으로 PBU 송신

- MA-ID, HNP option, Time Stamp option 포함

2.7 LMA1 : LMA1은 proxy CoA1 주소를 MAG2 주소로 Binding Cache를 업데이트하고, MN-HNP는 proxy HoA1을 그대로 유지함(LMA가 변동시 변경됨)

- LMA1에서는 MinDelayBeforeBCE wait 시간동안, MAG2로부터 동일한 MN에 대해 Lifetime Value가 0보다 큰 PBU를 받았다면 Req가 허락되고, BCE는 유지, MAG1에서 변경된 값인 MAG2의 주소로 pCoA1를 업데이트 등록 * pCoA에는 MAG 주소가 저장됨

- 0인 값을 받았다면, LMA1은 MN의 BCE를 삭제하고, MN-HNP에 대한 라우팅 state를 삭제 (Deregistration 절차와 동일)

- pCoA1(MAG2) 과 MN-HNP/pHoA1(LMA1 도메인에서 MN이 최초로 생성한 HoA)를 Binding함. 또한 MAG2로 향하는 양방향 터널의 End-point를 셋업

2.8 LMA1, PBA : LMA1은 BCE를 업데이트 한 후에, MAG2로 PBA(MN-ID, MN HNP 포함)를 송신

- MAG2는 PBA수신 후, LMA1로 향하는 양방향터널의 끝단 셋업, MN의 트래픽을 위한 데이터경로 생성

2.9 MAG2 : Router Advertisement (MN-HNP 프로파일이 포함) 메시지를 MN에게 송신

2.10 MN : Address Configuration 수행하는 단계로

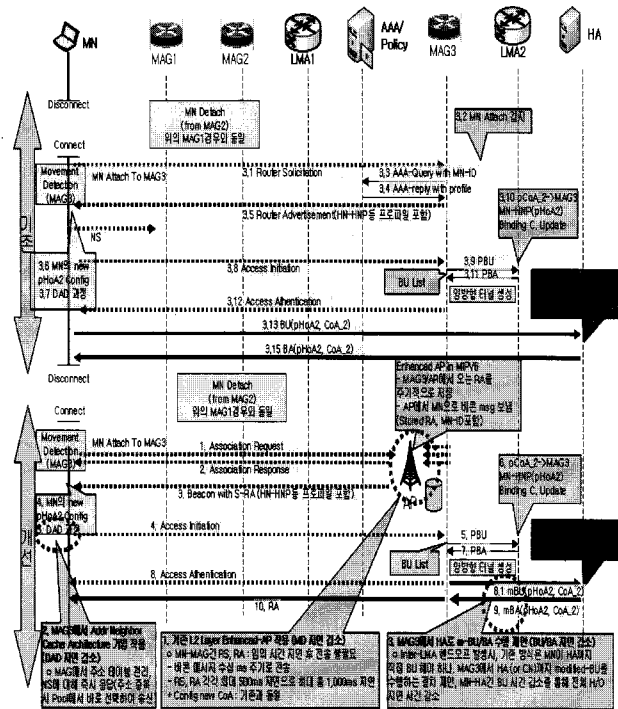


그림 3. MN이 PMIPv6에서 LMA간 이동시 기존 및 개선 Fig. 3. Existing and improvement mobility procedure of MN over PMIPv6.

RA 수신 후 MN의 proxy HoA1을 그대로 유지하며 MAG2로 이동에 따른 절차 종료

- MAG1때 이미 생성됨. LMA가 그대로 이므로, LMA도메인 내에서는 동일한 HoA 정보를 사용한다.

③신규 LMA2 도메인, 신규 MAG3로 진입

* MAG3로 진입하기 전, MAG2로부터 Deregistration하는 절차는 ①번의 절차와 동일

* PMIPv6에서 이동단말 이동시 LMA가 변경되는 경우 초기 MIPv6의 절차에 따라 동작하며, 시그널링 순서는 RS, RA (MN↔MAG3) → PBU, PBA (MAG3↔LMA2) → BU, BA(MN↔HA)로 정의할 수 있다.

3.1 MN : 신규MAG3에 접속하여, RS신호 송신

3.2-3 MAG3 : 타 LMA에서 온 MN Attach 감지/ MAG3에서 MN-ID를 가지고, AAA서버에 Query송신

3.4 AAA/Policy서버 : MAG3로 AAA Query Reply

3.5 MAG3 : MN HNP 등 MN프로파일 포함된 RA 메시지를 MN으로 송신

3.6-8 MN : New Address를 생성함. MN은 새로운 pHoA2를 생성/새로 생성한 주소에 대한 주소 유일성 검사 DAD를 수행/MAG3로 Access Initiation 신호 송신

3.9 MAG3 : LMA2로 ProxyBindingUpdate메시지송

신

3.10-11 LMA2 : pCoA2 → MAG3 주소로 수정, MN-HNP/pHoA2로 Binding Cache를 업데이트(양방향 터널 생성)/PBA메시지를 MAG3로 송신, Ack 확인

3.12 MAG3 : MN으로 Access Authentication 송신

3.13 MN : 새로운 LMA2 도메인으로 변경되었으므로, 기존의 Home Agent에게 MN 등록 정보 Binding Update직접수행 (MIPv6처럼 MN이 직접 BU/BA수행)

3.14 HA : pHoA2(MN이 새로 생성한 HoA) → pCoA2(MAG3 주소)로 Binding Update를 수행

3.15 HA : Binding Acknowledge메시지, MN으로송신

3. MN의 LMA간 이동시 기존 및 개선 프로세스

그림3에서 보듯이 이동단말에 의해 LMA 구간이 변경될 경우에는 초기 핸드오버 절차는 MIPv6처럼 동작을 하게 된다. 따라서, PMIPv6 프로토콜이 탑재되어어도, MN은 MIPv6 절차에 따라 동작하므로 MD, DAD, MN의 BU/BA 등 지연이 발생, 이에 따라 약 2,000ms 이상의 지연이 발생, 실시간 응용서비스가 어렵게 된다.

MD 및 DAD 지연 감소기법 적용, HA로의 BU/BA를 MAG3에서 처리하는 방안 제안 등 3가지의 핸드오버 지연 감소기법을 적용하여 핸드오버 지연시간이 대폭 감소함을 보여준다. 개선된 프로세스로 동작할 경우, 중요한 핸드오버 시그널링 메시지가 15개에서, 10개로 축소되며, 지연시간 또한 대폭 감소됨을 알 수 있다.

각각의 핸드오버 감소 기법을 보면,

① MD 지연개선 : L2계층 Enhanced-AP 기법 적용^[7]

- Movement Detection은 MN와 MAG3간 RS, RA신호를 통해 확인 가능
- 보통 Congestion 방지 위해 random delay (0-500ms) 지연 후에 송신
- MAG에서 AP로 송신하는 RA 신호를 평소에 저장하고 있다가, AP에서 주기적으로 (일반적으로 수십 ms로 세팅) 이동 단말로 전송

② DAD 지연개선 : Neighbor Cache 기법 적용^[8]

- MAG에서 CoA 주소(PMIPv6의 경우 proxy HoA) 테이블을 관리하여 NS의 메시지에 대하여 주소 중복 여부를 즉시 알려줌
- 주소 중복시 미리 생성한 임시 주소를 선택, 송신

③ BU/BA 지연 감소 : MAG3에서 HA로 modified-BU/BA 제안방안 적용

- MN에서 HA까지 BU/BA시, 지연 요인 발생
- MAG3에서 HA로 직접 수정된 BU/BA를 송수 다음에는 핸드오버 지연 감소를 위해 제안하는 3가지 지연 감소 기법을 각각 구체적으로 설명한다.

4. 항목별 핸드오버 지연감소 개선방안 설명

다음은 3가지 지연 감소기법을 각각 설명한다. 그림 4는 기존 방식에 의한 핸드오버 지연시간을 나타낸 그림이다. 전체 핸드오버 지연시간을 구체적으로 살펴보면,

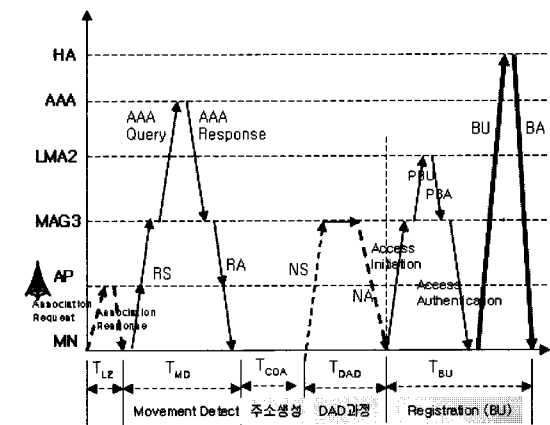


그림 4. 기존 Inter-LMA 이동시 핸드오버 지연시간
Fig. 4. Existing Hand-over delay time of MN, inter-LMA.

○ 전체 핸드오버 지연 = $T_{L2} + T_{MD} + T_{CoA} + T_{DAD} + T_{BU}$

○ 항목별 전송 지연(Agent별 processing time 무시)

- $T_{L2} = t_{mp} * 2$
- $T_{MD} = \{(t_{mp} + t_{pg}) * 2 + (t_{gl} + la) * 2\}$ (random delay 제외)
- $T_{CoA} =$ 고정값 (500ms-1,000ms 소요)
- $T_{DAD} =$ 고정값 (1,000ms)
- $T_{BU} = (t_{mp} + t_{pg}) * 2 + t_{gl} * 2 + (t_{mp} + t_{pg} + t_{gl} + t_{lh}) * 2$ 임을 알 수 있다.

따라서 전체 핸드오버 지연시간은, $T_{total} = t_{mp} * 2 + \{(t_{mp} + t_{pg}) * 2 + (t_{gl} + la) * 2\} + T_{CoA} + T_{DAD} + \{(t_{mp} + t_{pg}) * 2 + (t_{gl} + la) * 2\}$ 이다. (1)

가. MD 지연 개선 : L2 Layer Enhanced-AP 기법

- Enhanced Access Point system for RA는 L2 계층의 AP에 추가 기능, 즉 AR에서 수신되는 RA를 버퍼에 저장 및 업데이트 기능을 도입하여 RS, RA를 통한

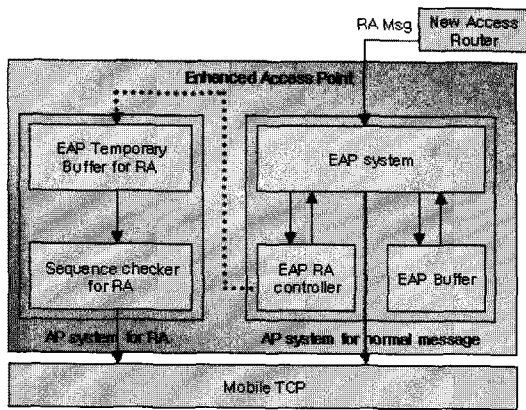


그림 5. Enhanced Access Point for RA 구성도
 Fig. 5. The blockdiagram of Enhanced Access Point for RA.

MD 대비 핸드오버 지연 시간을 많이 감소시킬 수 있게 된다. 그림 5^[7]를 통해 확인할 수 있다.

- AP가 AR로부터 RA 메시지를 수신하면, AP는 EAP 컨트롤러를 통해 EAP 버퍼로 RA를 전달함

- EAP 버퍼에서 RA를 임시 저장, 수신한 RA 순서 번호를 점검하여 번호가 업데이트시, RA 메시지를 저장

- RA 메시지는 AP의 주기적인(보통 수십ms로 설정) Beacon 신호를 통해 MN으로 송신

- Beacon 주기는 현재 표준이 정해져 있지 않고, 각 AP는 임의의 주기로 신호 송신 가능함(본 논문에서는 MN Access신호를 받으면 바로 응답하는 것으로 가정)

제안 기법 적용시, L2 핸드오버 시간동안 MD를 수행하게 되며, 기존대비 절차 및 지연시간을 감소시킴을 알 수 있다. 특히 기존 RS, RA를 통한 MD 수행시에는 각 메시지 송신전에 0-500ms의 임의 지연 후에 메시지를 송신하므로 최대 1,000ms의 추가 지연값이 발생하게 되는데, 이러한 긴 지연을 없애는 효과도 가져 온다.

나. DAD 지연 개선 : Neighbor Cache Architecture

핸드오버 지연의 가장 큰 요소인 DAD를 줄이고자 하는 기법은 현재까지 여러 가지가 방안이 나와 있다. Optimistic DAD, Advance DAD, Proactive DAD, MLD DAD, Enhanced Neighbor Discovery, Fast Neighbor Discovery and DAD 등 여러 기법이 연구되었고 논문 [13]에서 여러 기법을 체계적으로 정리하였다.

이중 FNDD 기법^[8]을 Inter-LMA 구간 핸드 오버시 적용하여 통상 1,000ms^[7,12] 걸리는 DAD를 5.28μs로 획기적으로 줄여 전체 지연시간을 감소시킨다. DAD수행

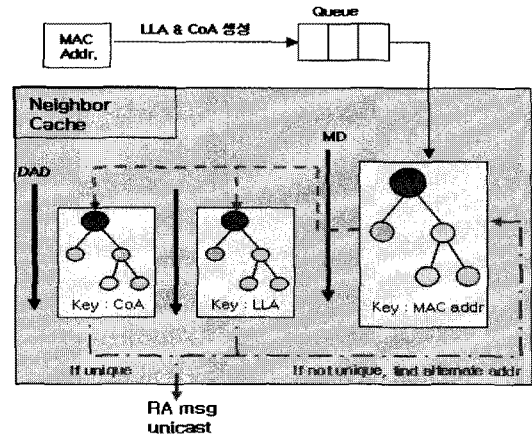


그림 6. Look-up을 위해 보완된 Neighbor Cache 구성도
 Fig. 6. The blockdiagram of improved Neighbor Cache for Look-up.

을 위해 중복 주소를 확인하는 Look up을 위해 Neighbor Cache Architecture를 일부 보완한다.

NAR이 NewRS를 MN에서 수신하면, DAD를 위해 Cache를 검사하여, 중복 검사하는 주소와 중복이 없으면, New RS 메시지를 통해 Neighbor Cache의 entry에 포함한다. 만약 동일한 주소가 이미 있다면 AR은 대체 주소를 찾는다. 대체 주소는 미리 구성된 주소 table에서 선택한다. 선택된 주소는 Neighbor Cache의 신규 entry에 삽입된다. 위의 절차가 끝나면 AR은 MN으로 New RA 메시지에 이미 정의된 D-flag를 활용하여, DAD 수행 결과 정보를 알려준다.

DAD 수행시간은 Look-up delay = N * t AC 이다.

- N : Look up 횟수
 - t AC : AR의 RAM의 access 및 비교 지연 시간
- N은 최악의 경우 48회, t AC는 70, 110ns 이므로, Look-up delay는 3.36μs, 5.28μs로 줄어들 게 된다.

다. BU/BA 지연 개선 :

MAG3가 modified-BU/BA

기존 방식의 경우, MN에서 직접 HA (혹은 CN)까지 BU/BA를 하게 되는 프로세스로 핸드오버 지연의 요인이 된다. 개선을 위해 새로운 LMA 도메인의 MAG3에서 HA로 즉시 BU/BA 메시지를 송수신하는 프로세스를 정립하여 핸드오버 지연을 감소시킨다.

즉, MAG에서 Look-up for DAD를 수행한 후에, MN으로 New RA를 송신하였을 경우, 해당 MN-ID에 대하여 별도의 리스트로 관리한다.

그리고 Look-up for DAD 수행한 MN-ID로부터

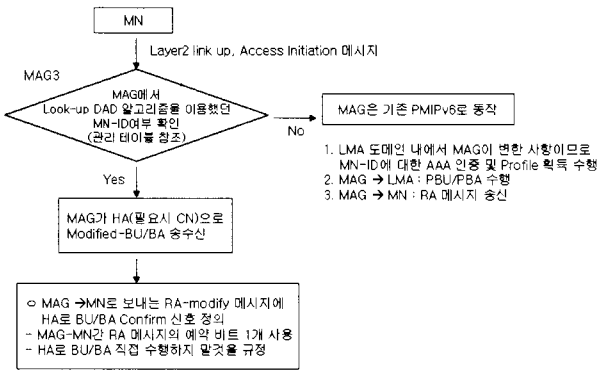


그림 7. MAG이 HA로 BU/BA 시그널링 프로세스 제안
Fig. 7. The proposal of signaling process of MAG's BU/BA to HA.

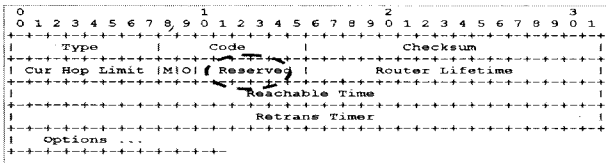


그림 8. RA 포맷에서 예약비트 활용한 New RA-modify
Fig. 8. Modified RA, using the reserved bit of RA format.

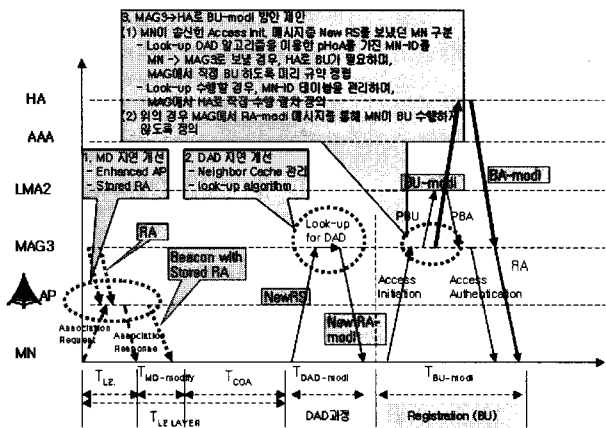


그림 9. 개선방안-①+②+③ 적용시 핸드 오버 지연
Fig. 9. Improved process of Hand-over delay, applied ①+②+③.

Access Initiation 수신시, 다른 LMA 도메인에서 새로 진입했다는 의미이고, 이 경우 MAG3에서 BU-modify를 HA로 직접 송신토록 한다. 만약 Look-up for DAD 수행하지 않은 MN-ID에서 Access Initiation를 수신하면 기존 PMIPv6 절차로 동작하며 그림 7과 같다.

또한 MAG에서 MN으로 New RA 메시지를 보낼때, MN에서 HA로 별도의 BU/BA가 필요 없다는 정보를 전송해 줘야 한다. 이를 위해 RA 메시지 포맷의 예약 비트를 활용, 0비트이면 기존 MIPv6 및 PMIPv6 대로 수행하고, 1비트이면 BU/BA를 MAG에서 대신 수행하

게 되므로, 수행하지 말라는 규약을 정립한다. 다음은 RA 포맷(RFC 2461)^[12] 및 예약 비트를 보여준다.

다음은 ①+②+③번 기법 적용에 따른 전송 지연 시간 그래프이다.

전체 핸드오버 지연 시간을 구체적으로 살펴 보면,
○ 전체 지연 시간 = T L2 + T MD-modi + T CoA + T DAD-modi + T BU-modi

○ 항목별 전송 지연시간 (각 Agent별 수행하는 processing time 무시)

- T L2 = t mp * 2

- T MD-modi = t mp

- T CoA = 고정값 (500ms - 1,000ms 소요)

- T DAD-modi = (t mp + t pg)*2 (Look-up time은 5.28μs로 ms 단위이므로 이 값을 무시)

- T BU = (t mp + t pg)*2 + (t gl + t lh)*2

○ 전체 핸드오버 지연 시간은, T total = t mp * 2 + t mp + T CoA + (t mp + t pg)*2 + (t mp + t pg)*2 + (t gl + t lh)*2 임을 알 수 있다. (2)

IV. 성능 분석

1. 무선구간 변화에 대한 H/O 지연분석

기존 및 3가지 기법을 각각 차례대로 적용시, 성능분석 결과를 그래프로 나타내었다. ① T MD 개선, ② T MD개선 + T DAD 개선, ③ T MD 개선 + T DAD 개선 + T BU 개선 했을 경우, 지연값을 나타내었다.

기존 대비, 제안 방식으로 핸드오버 지연을 개선할 경우, 무선구간(MN-AP)이 10~100ms로 변화시 50-

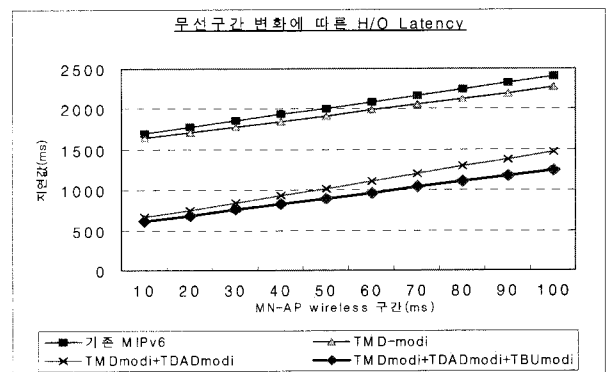


그림 10. MN-AP구간 전송시간 변화에 따른 성능분석
Fig. 10. Performance analysis, time variation of MN-AP section.

65%수준의 성능개선 효과를 확인할 수 있다. 또한 그림 10을 보면 DAD가 지연폭이 커서, DAD 개선효과가 가장 큼을 알 수 있다. 또한 무선구간 변화량은 전체 핸드오버지연에 많은 영향을 주는 것을 확인할 수 있다.

2. 유선구간 변화에 대한 H/O 지연분석

그림 11은 AP-MAG 유선구간 전송시간 변화 2ms-10ms까지 변화시 성능분석 그래프이다. 그림을 보면 AP-MAG구간의 변화에는 전송지연이 커져도 전체 지연에는 거의 영향이 없는 것으로 나타난다.

이는 유선구간으로 전송 지연 시간도 짧기도 하지만, 총 지연 수식을 보면 알 수 있듯이 해당 구간은, 전체 핸드오버 지연에 큰 영향을 주지 않음을 알 수 있다.

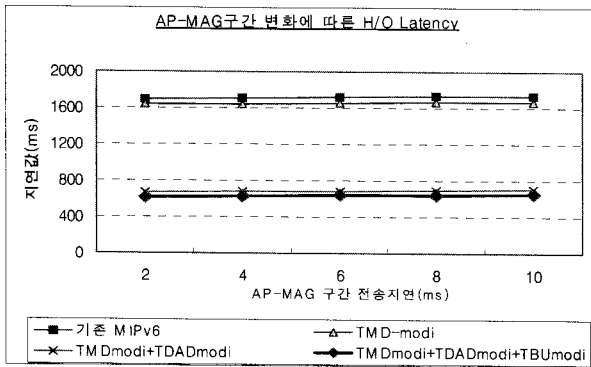


그림 11. AP-MAG 구간 변화에 따른 성능분석
Fig. 11. Performance analysis, time variation of AP-MAG section.

3. 무선구간변화에 대한 H/O지연분석
(임의지연감안)

기존 MIPv6 방식으로 Movement Detection 할 경우

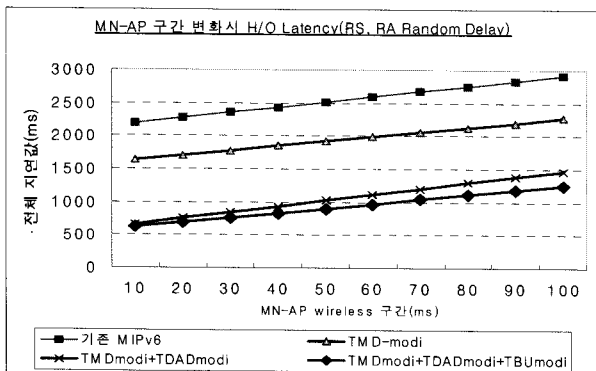


그림 12. Random Delay 포함, 무선구간 변화시 성능
Fig. 12. Performance analysis, time variation of MN-AP section, including Random Delay.

에, MN이 RS, AR가 RA 메시지를 보낼 경우에는 Congestion 방지를 위해 Random Delay(0-500ms) 후에 메시지를 전송한다. 그림 12는 임의 지연을 감안한 경우의 기존 대비 핸드오버 성능 개선효과가 그래프이다.

이 경우 기존방식 대비 전체 지연감소 효과가 58%에서 최대 72%까지의 성능 개선 효과를 보여주므로, 임의 지연을 배제했을 경우(그림 10)대비 개선 효과가 전체적으로 8% 수준 향상됨을 알 수 있다. MD 개선효과가 커지므로 첫 번째와 두 번째 결과 값의 간격이 크다.

V. 결 론

네트워크단에서 이동성관리를 통해 MN의 부하를 덜고, 시그널링 메시지를 대폭 줄이고, 핸드오버 지연도 최소화가 가능한 PMIPv6의 기본기능을 살펴 보았다.

PMIPv6에서 MN이 기존 LMA 도메인 영역을 벗어나, 다른 LMA 도메인으로 진입할 경우의 구체적인 시그널링 메시지 흐름을 명시하였고, 기존 MIPv6방식의 핸드오버 지연이 커서, 실시간 서비스에 영향을 주므로, 지연 감소방안에 대한 방안을 연구하였다.

MD, DAD, BU 시간을 감소할 수 있는 방안을 연구하고, 개선 방안을 제시하여 기존방식 대비 최대 72%까지 핸드오버 지연시간이 감소함을 확인하였다.

향후 이동단말의 주요 전송매체인 무선구간의 시그널링 최소화/최적화 방안을 추가로 연구하여, 무선 구간 지연으로 인한 핸드오버 지연 영향 최소화 방안이 나오도록 해야 하며, PMIPv6/MIPv6간 이동시 시그널링 최적화 방안을 지속적으로 연구하여 서비스 품질을 높일 수 있는 추가 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] D. Johnson, C. Perkins, and J. Arkko. "Mobility Support in IPv6," RFC 3775, June 2004.
- [2] R. Koodli, "Fast Handovers for Mobile IPv6" RFC4068, July2005 → RFC 5268 , June 2008.
- [3] H. Soliman, et, "Hierarchical Mobile IPv6 Mobility Management (HMIPv6)," RFC 4140, August 2005.
- [4] S. Gundavelli, et, "Proxy Mobile IPv6", RFC 5213, Aug 2008.
- [5] Ki-Sik Kong and Wonjun Lee, "Mobility Management for All-IP Mobile Networks : MobileIPv6vs.Proxy MobileIPv6" IEEE Wireless

Communication, April 2008. 1536-1284/08 pp. 36-45

[6] 현승일, 한연희 외, "Proxy Mobile IPv6의 핸드오버 성능평가" 한국정보과학회, 2007년 가을학술발표회논문집 Vol 34, No.2(D) pp.317-322

[7] Byungjoo Park, "Fast Handover Scheme based on Enhanced Access Point(EAP) for Mobile IPv6" ICLAT, Feb 20-22, 2006. pp. 759-763

[8] Byungjoo Park, A H. Latchman, "A Fast Neighbor Discovery and DAD Scheme for Fast Handover in Mobile IPv6 Networks", ICNICONSMCL 06, 0-7695-2552-0106

[9] Ju-Eun Kang, Dong-Won Kum, Yang Li and You-Ze Cho "Seamless Handover Scheme for Proxy Mobile IPv6" IEEE WiMob, 2008 978-0-7695-3393-/08 pp.410-414

[10] Geunhyung Kim, "Low Latency Cross Layer Handover Scheme in Proxy Mobile IPv6 Domain" NEW2AN 2008 LNCS 5174 pp. 110-121, 2008.

[11] 님반한, 노승환, 홍익표, 유정관, "계층적 Mobile IPv6에서 고속 핸드오버(Fast Handover) 개선에 관한 연구" 한국통신학회논문지, May2008. Vol.33, No 5.

[12] T. Narten, E. Nordmark, W. Simpson, "Neighbor Discovery for IP Version 6 (IPv6)", RFC 2461 Dec 1998 → RFC 4861, Sep 2007.

[13] Panita Pongpaibool et., "Fast Duplicate Address Detection for Mobile IPv6" ICON 2007.

[14] J.H.Lee et, "An Adaptive Inter-Mobility Supports Scheme for NetLMM" ICSNC 2007, IEEE

[15] J. Kempf. "Goals for Network-Based Localized Mobility Management " RFC 4831, April 2007.

저 자 소 개



장 재 철(정회원)
 1990년 충남대학교 전자공학과 학사
 2009년 충남대학교 정보통신공학과 석사
 1995년~현재 KT WIBRO담당 차장

<주관심분야 : Mobile IPv6, WIBRO, IPTV, Internet Protocol>



김 대 영(평생회원)
 1975년 서울대학교 전자공학과 학사
 1977년 한국과학기술원 전기및 전자공학과 석사
 1983년 한국과학기술원 전기및 전자 공학과 박사

<주관심분야 : 미래인터넷>



박 병 주(평생회원)-교신저자
 2002년 연세대학교 전기전자공학 학사 졸업.
 2004년 University of Florida 전기컴퓨터공학 석사 졸업.

2007년 University of Florida 전기컴퓨터공학 박사 졸업.

<주관심분야 : Mobility Management, IEEE802.16e, Wibro, Seamless Handover, Mobile IPTV, NGN, IMS, SOA >