

# 휴대인터넷 망에서 효과적인 IPv6 기반의 이동성 지원 기술

진재경\*, 김광백\*, 김용진\*\*

모다정보통신(주)

e-mail : (jkjin, kbkim, cap)@modacom.co.kr

## A Study on the Mobility Support of IPv6 Users in High-speed Portable Internet (WiBro)

Jae-Gyeong Jin\*, Kwang-Baek Kim\*, Yong-Jin Kim\*\*

Modacom., Co. LTD

### 요 약

휴대인터넷은 단말의 이동성을 보장하는 고속의 무선 인터넷 서비스를 제공하는 새로운 서비스로 2006년 상용화를 앞두고 있다. 휴대인터넷 서비스를 효과적으로 도입하고 보급하기 위해서는 망의 확장성과 단말의 이동성이 보장되어야 한다. 본 논문은 이러한 휴대인터넷의 확장성과 이동성 보장을 위해서 Mobile IPv6 기술의 적용방안에 대해서 기술하였다. 이와 같은 Mobile IPv6 이동성지원 기술이 적용된 휴대인터넷 서비스 망은 향후 다양한 이종망간의 연동 및 유무선 통합 망으로 발전하기 위한 기반을 제공할 것이다.

### 1. 서론<sup>1</sup>

휴대인터넷의 서비스는 실내외 어디서나 이동중에도 고속의 멀티미디어 서비스를 지원하는 것을 목표로 2006년 상용화가 진행중인 IT839전략의 신규 서비스 중 하나이다. 휴대인터넷은 이와 같은 서비스 목표를 달성하기 위해서 이동통신에 비하여 고속의 데이터 전송이 가능한 기술을 적용하고 있으며, 유선 초고속 인터넷이나 무선랜에서 제공하지 못하던 중저속의 이동성을 보장하고 있다. 휴대인터넷은 기존 이동통신망이나 초고속 인터넷과 비교하여 기술적인 면이나 서비스적인 면에서 차별화 요소를 가지고 있다.

휴대인터넷은 최초로 도입되는 무선 All-IP 통신망으로써 향후 확장성과 IP 계층의 이동성을 지원하기 위해서는 반드시 IPv6 및 Mobile IPv6가 적용되어야 한다. 최근에는 정부가 나서서 휴대인터넷 서비스에 IPv6를 적용하도록 유도하고 있다. 휴대인터넷에 IPv6

적용을 위해서는 IPv6의 적용 시 주요 고려사항과 기능추가 및 변경여부, 이 경우에 발생할 위험요소와 해결 방안 등에 대한 심층적인 분석과 연구가 필요하다. 그러나 국내외적으로도 이에 대한 구체적인 연구는 아직 부족한 상황이다. 기존에 IETF에서는 무선랜 기반으로 유사한 연구를 진행하고 있지만, 휴대인터넷에 사용되는 IEEE802.16d/e 기술에 대해서는 구체적인 연구가 이루어지지 않고 있다.

본 논문은 휴대인터넷 서비스에 IPv6를 도입하기 위한 기반 연구로서 휴대인터넷 단말의 향상된 이동성을 보장하기 위한 Mobile IPv6 기술의 적용방안에 대해서 기술하였다. 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장에서는 휴대인터넷 서비스의 특성 및 IPv6 이동성 지원 기술에 대해서 분석하고, 제 3장에서는 휴대인터넷에 IPv6 기반 이동성 지원 기술 적용방안으로 Mobile IPv6를 적용한 시나리오 및 단말의 핸드오버등을 기술한다. 그리고 마지막으로 제 4장에서 결론 및 향후 과제에 대해서 기술한다[1][2].

\* 모다정보통신 차세대솔루션팀 주임연구원

\*\* 모다정보통신 기술연구소 소장

## 2. 휴대인터넷 및 IPv6 이동성 지원 기술 분석

### 가. 휴대인터넷 무선 전송기술

휴대인터넷 서비스의 기술 방식은 국제 표준인 IEEE802.16과 IEEE802.16d-2004, IEEE802.16e/D3 표준을 준수하도록 규정되었다. 국내 표준으로는 TTA PG302의 '2.3GHz 휴대인터넷' 표준이 제정 중에 있다. 이 규격은 국내 휴대인터넷 서비스에 적합하도록 IEEE802.16d/e에서 옵션으로 규정된 기술 방식들을 선택한 형태로 구성되어 있으며 기본적으로 IEEE 802.16 표준과 동일한 내용이며, 최근에는 국제표준과 일치시키기 위한 Harmonization을 진행 중이다.

휴대인터넷의 기술방식은 TDD (Time Division Duplexing)와 OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access)를 기반으로 하고 있으며, 이러한 기술들은 FDD (Frequency Division Duplexing)방식 기반의 CDMA (Code Division Multiple Access)의 이동통신과는 다른 특성을 갖는다. TDD 방식은 동일 주파수를 상향·하향에 따라 일정 구간을 시간축으로 구분하여 데이터 전송을 하는 방식으로서, 상·하향간에 비대칭적인 전송이 가능하므로 음성보다는 패킷기반 멀티미디어 통신에 적합한 방식이다. OFDMA는 데이터를 다수의 서브캐리어에 실어서 전송하는 방식으로 광대역 데이터의 전송이 가능하다. 그리고 Smart Antenna, MIMO (Multiple Input Multiple Output)등의 기술이 적용되며 이들 기술은 차세대 이동통신기술인 4G 시스템에 적용되어 발전할 것으로 전망되고 있다[1][3][4].

### 나. 휴대인터넷 서비스의 특성

휴대인터넷은 휴대인터넷용 단말을 이용하여, 정지 및 이동 중에도 언제 어디서나 고속으로 무선인터넷 접속이 가능한 서비스로 정의되었으며, 최소 기준 하향 512kbps, 상향 128bps로 기존 초고속 인터넷 서비스 수준의 서비스를 이동환경에서 제공하는 것을 목표로 하고 있다. 휴대인터넷은 이와 같은 서비스 목표를 위해서 고속의 데이터 전송이 가능한 기술방식을 채용하고 있으며 단순화된 망 구성, 그리고 관리기능의 최소화함으로써 저렴한 고속 무선인터넷 서비스를 제공할 수 있게 되었다. 다음 그림 1은 TTA 표준안에서 정의하고 있는 휴대인터넷 망의 구성도를 도식한 것이다.

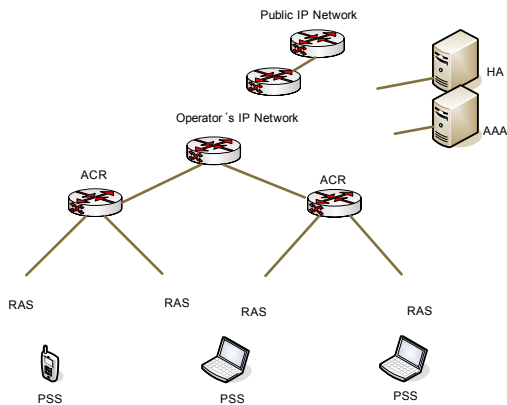


그림 1. 휴대인터넷 망 구성도

그림 1의 휴대인터넷 망은 유선 네트워크의 중단에서 무선 인터페이스를 통하여 단말과 송수신을 하는 구성요소로서 특정지역을 관할하는 기지국 (RAS: Radio Access Station)과 휴대인터넷 백본망으로 연결되어 단말과 기지국을 제어하고 IP 패킷을 라우팅 하는 제어국 (ACR: Access Control Router), 그리고 인증 및 이동성 지원을 위한 AAA (Authentication, Authorization, and Accounting), HA (Home Agent)등으로 구성되어 있다. 휴대인터넷 망은 서로 다른 운용자에 의해 운용되더라도 같은 서비스 지역을 공존할 수 있으며, 백본망은 중앙에 집중된 AAA 서버, 관리서버, 구정 서비스를 제공하는 서버, 또는 다른 특정 목적 서버들을 포함할 수 있도록 규정되어 있다. 가입자 휴대인터넷 서비스를 제공하는 단말은 (PSS: Portable Subscriber Station)로 정의되었으며, 기존 3G 이동통신망에 비하여 단순화된 구조를 가지고 있다[3].

### 다. IPv6 이동성 지원기술 분석

IPv6는 기존 IPv4가 직면해 있는 주소부족의 문제를 해결하는 차세대 인터넷 프로토콜이다. Mobile IPv6 기술은 IPv6를 기반으로 단말이 이동하더라도 기존 서비스에 대한 연결성을 보장하며, Mobile IPv6의 연결성의 보장은 단말이 다른 서브넷 (Foreign Network)으로 이동한 경우에 이동 인식과정 (Movement Detection)과 새로 접속된 서브넷에서 사용할 임시주소 (CoA: Care of Address)를 생성하는 과정 (Address Autoconfiguration), 그리고 새로 생성한 CoA 주소와 원래 가지고 있던 Home Address와의 Binding 정보를 등록하여 라우팅 경로 최적화 (Routing Optimization)하는 일련의 과정을 통해서 지원된다. 그림 2는 Mobile IPv6의 동작을 간략히 도식화 한 것이다[7][8][9][10].

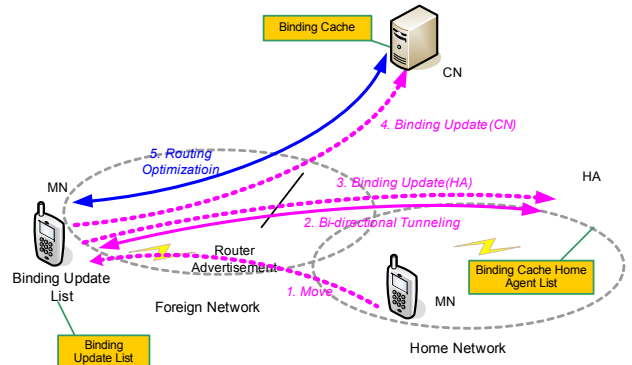


그림 2. Mobile IPv6의 동작

### 라. 휴대인터넷에 IP 이동성 지원기술의 필요성

현재 휴대인터넷은 IEEE 및 TTA등을 통해서 표준화가 진행 중이며, 올해 표준이 완료될 것으로 보인다. 또한 2006년 상용화를 앞두고 휴대인터넷의 사업모델 및 활용, 발전방향에 대한 의견이 분분하다. 그러나 기술적인 견지에서 명백한 것은 휴대인터넷에서 추구하는 서비스 목표가 향후 유무선 망간의 통합 및 통신망의 진화방향에 긍정적으로 작용할 것이라는 것이다. 휴대인터넷은 All-IP 통신망으로서 IPv6를 기반으

로 이동성을 지원할 수 있는 Mobile IPv6를 도입함으로써 주소부족의 문제를 해결함과 동시에 IP 계층에서 이동성을 보장하여 서로 다른 이종통신망간에 IP를 이용한 연동이 가능해져 망의 통합화를 실현할 수 있을 것이다. 본 논문에서는 휴대인터넷 서비스에 Mobile IPv6 기반의 이동성을 지원하기 위한 방안에 대해서 기술한다.

**3. 휴대인터넷 망에 IPv6 이동성 지원기술 적용방안**  
**가. 휴대인터넷의 MIPv6 적용 시나리오**

본 절에서는 휴대인터넷에서 단말의 이동성을 효과적으로 지원하기 위해서 링크계층의 핸드오버 (Link-Layer Handover) 기술과 Mobile IPv6 기술의 결합시키는 방안에 대해서 기술한다. 휴대인터넷에서 효과적인 이동성 지원을 위해서는 휴대인터넷 표준이 자체적으로 지원하고 있는 핸드오버 기능 이외에 Mobile IPv6의 기능이 추가로 필요하며, 이 경우에 가능한 이동성 지원 시스템은 다음 그림 3과 같이 도식화 하였다. 본장에서 사용하는 기지국은 RAS와 ACR을 포함한 광의의 기지국을 의미하며 세부적으로 RAS와 ACR을 구분할 필요가 있을 경우에는 각각을 명시하였다.

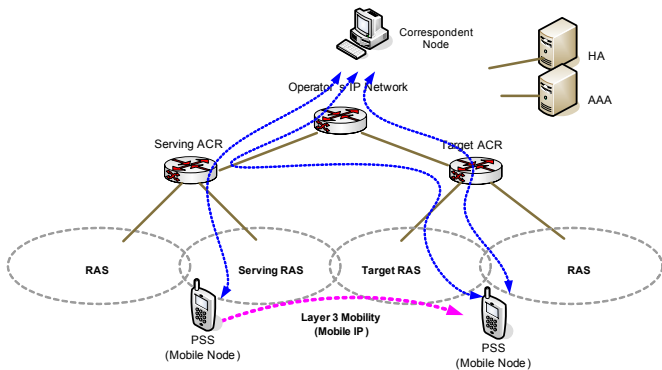


그림 3. 휴대인터넷에서 IP 이동성 지원 시스템

그림3에서 동일 서브넷에 속한 기지국간을 이동하는 단말은 IP의 변경 없이 링크계층에서 제공하는 핸드오버 기술을 적용하여 연속성이 보장된 통신을 할 수 있다. 그러나 단말이 서로 다른 서브넷에 속한 기지국간을 이동하는 경우에는 원칙적으로 단말의 IP가 변경되어야 하지만, 연결성의 보장을 위해서 휴대인터넷 링크계층에서 지원하는 링크 경로확장 (L2 Path Extension) 기술을 사용하여 단말의 연결을 보장할 수 있다. 이 경우에 단말이 최초로 속한 서빙 기지국과 타겟 기지국간의 IP 터널링 기술을 이용하여 경로가 계속 연결된 형태로 데이터가 전송된다.

이와 같은 방법으로 서로 다른 서브넷간을 이동한 단말의 이동성이 보장되었으나 이러한 링크 경로확장 방법은 비정상적인 경로의 확장으로 인한 망의 효율을 감소시키는 원인이 될 수 있기 때문에 경로확장 이후에 Mobile IPv6의 동작을 통한 경로의 최적화 과정이 필요하게 된다. 여기서 단말과 통신하는 CN (Correspondent Node)은 Mobile IPv6의 기능을 지원하는 것을 가정한다.

**나. 단말의 핸드오버 및 망 접속**

휴대인터넷에서는 서로 다른 기지국간을 이동하는 단말에 대해서 서빙 기지국과 타겟 기지국간의 핸드오버가 지원되고 있다. 휴대인터넷의 핸드오버 과정은 다음과 같다. 먼저 단말은 인접 기지국 정보를 얻거나 스캔 동작 등을 통해서 셀 재선택을 하게 된다. 이후에는 서빙 기지국과 타겟 기지국간의 핸드오버를 결정과 초기화 과정이 수행된다. 단말은 타겟 기지국의 스캔을 통해서 상하향간 채널 및 동기 획득하며, 단말과 타겟 기지국간의 레인징을 수행하여 백본 망으로의 망 재진입이 수행된다. 이와 같은 일련의 과정이 진행된 이후에 단말과 이전 서빙 기지국과의 서비스 종료 절차에 의해 핸드오버 절차가 종료된다. 단말은 이러한 핸드오버 과정이 수행이라도 언제든지 핸드오버를 취소할 수 있다.

이러한 휴대인터넷의 핸드오버 과정이 수행되고 단말의 망 재진입이 수행되면, 단말은 타겟 기지국으로부터 수신하는 Router Advertisement 메시지를 통하여 이동을 여부를 판단한다. 단말이 두 개 이상의 기지국을 이동하였지만, 해당 기지국들이 동일한 서브넷에 속한 경우에는 단말의 IP가 변경될 필요가 없으며, 이 경우에 단말로 전송되는 IP 패킷의 라우팅 경로는 변경이 없게 된다. 반면 단말이 링크계층의 핸드오버 이후에 망에 재진입하고 새로운 서브넷에 속한 경우에는 단말이 자신의 이동을 감지하고 HA에 Binding Update 과정의 수행되어야 하며, Binding Update 과정이 완료되기 전까지 전송되는 트래픽은 링크 경로확장 기술을 적용하여 타겟 기지국 및 이에 속한 단말에까지 전달된다. HA에 Binding Update 이후에 CN에 대한 Binding Update가 수행되면 최종적으로 Mobile IPv6의 경로 최적화 과정까지 완료된다. 휴대인터넷에 Mobile IPv6를 적용하는 시나리오는 그림 4와 같이 도식할 수 있다.

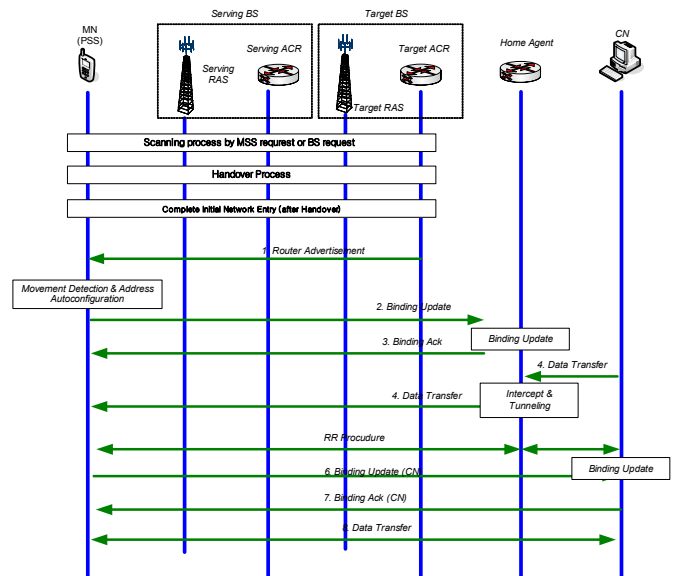


그림 4. 휴대인터넷 MIPv6 호 절차

그림 4에서 단말의 이동에 따라서 휴대인터넷 링크

계층의 핸드오버가 완료된 이후에 Mobile IPv6에서 정의된 이동인식과 주소구성, Binding Update 등의 과정을 거쳐서 단말의 네트워크 이동이 완료되고 CN에서 보내는 트래픽은 문제없이 단말에 전송되며 기존 세션도 그대로 유지된다. 다음은 링크 계층의 핸드오버 이후에 단말의 망 초기 접속 및 Mobile IPv6의 구동을 통한 이동성 지원 과정을 설명한 것이다.

#### 단말의 초기 망 접속 과정

- 단말이 망에 처음 접속하면 서빙 ACR로부터 subnet 의 prefix 정보가 담긴 Agent Advertisement 메시지를 수신 받고, 단말은 이 정보를 바탕으로 CoA를 생성한다.
- 단말은 자신에게 서비스를 제공할 HA를 찾기 위해서 ICMP home agent address discovery request 메시지를 망으로 전송한다.
- HA에서는 ICMP home agent address discovery request 메시지를 수신 받으면 망에 위치한 HA들의 정보를 담은 ICMP home agent address discovery reply 메시지를 단말에게 전송한다.
- 단말은 이 정보를 바탕으로 단말의 HA를 결정하고 ICMP Mobile Prefix Solicitation 메시지를 HA에게 전송하여 Home 망의 prefix 정보를 묻는다.
- HA는 prefix 정보를 담은 ICMP Mobile Prefix Advertisement 메시지를 단말에게 전송하고 단말은 이 정보를 바탕으로 단말의 Home Address를 결정한다.

#### 단말의 Mobile IPv6 핸드오버 과정

- 단말이 그림 4에서 명시한 휴대인터넷 핸드오버 과정을 거쳐서 서빙 RAS와의 연결을 종료하고, 다른 subnet 값을 갖는 타겟 ACR과 연결된 타겟 RAS로 이동하여 접속한 경우, 이동한 타겟 ACR로부터 Agent Advertisement 메시지를 수신 받는다.
- 단말은 Agent Advertisement 메시지의 prefix 값과 단말의 현재 IP주소와의 비교 혹은 lifetime 을 통하여 단말의 이동을 감지하고 단말의 이동 사실을 알리기 위해서 단말의 HA에게 Binding Update 메시지를 전송한다.
- HA는 Binding Update 메시지를 수신하고 단말의 이동 정보를 등록한 뒤 Binding Update 메시지에 대한 성공 여부의 내용을 담고 있는 Binding Acknowledgement 메시지를 단말에게 전송한다.
- CN에서 단말에게 보내는 패킷은 HA가 인터셉트하여 단말과 터널을 설정하여 전송한다.
- 위의 과정 이전까지 서빙 RAS에게 전달된 패킷은 링크계층 경로 확장에 의해서 타겟 RAS에 전달되고 단말에 전달된다.
- 단말은 CN과 단말에 대해 요청된 home address와 CoA가 사용될 수 있는 값인가에 대한 확인을 하는 절차인 Return Routability 과정을 수행한다.
- 단말은 다시 CN에게 Binding Update 메시지를 전송하여 Route Optimization 을 수행 한다.
- CN은 단말에게 Binding Acknowledge 메시지를 전

송하고 HA를 거치지 않고 바로 단말의 이동한 주소로 패킷을 전송한다.

#### 4. 결론 및 향후 계획

본 논문에서는 휴대인터넷에 IPv6 도입을 촉진하기 위해서 이동성을 보장하는 Mobile IPv6를 적용하기 위한 방안에 대해서 기술하였다. 휴대인터넷에서 자체적으로 제공하는 핸드오버 기능이 있지만, 이는 휴대인터넷 링크에 특화된 기술로써 망의 확장성을 고려하여 Mobile IPv6가 적용되기 위한 시나리오를 제시하였다.

기존에 3G 이동통신망이나 무선랜등의 무선환경에 차세대 인터넷 프로토콜인 IPv6를 적용하는 방안은 다양하게 연구되었으나, 휴대인터넷이 최근 들어서 표준화와 사업화가 병행되어 진행되는 서비스이기 때문에 IPv6관련 기술도입에 대한 연구는 부족하였다. 향후에는 Mobile IPv6는 물론 Fast Handover over Mobile IPv6 기술의 휴대인터넷 적용 방안을 연구가 필요하며, 본 논문이 휴대인터넷에 IPv6 관련 기술을 도입하기 위한 연구의 활성화에 도움이 되었으면 한다.

#### 참고문헌

- [1] 이현우, 구창희, “휴대인터넷 국제 표준화 현황 및 국제 협력 방안”, TTA 저널, 제93호.
- [2] 임명환, 조상섭, “휴대인터넷 도입의 국민경제적 파급효과 분석”, Telecommunication Review, 제14권1호, 2004.2
- [3] TTA 정보통신단체표준, “2.3GHz 휴대인터넷 표준-매체접근제어계층“, TTAS.KO-06.0065/R1, December 2004
- [4] TTA 정보통신단체표준, “2.3GHz 휴대인터넷 표준-물리계층“, TTAS.KO-06.0064/R1, December 2004.
- [5] “IEEE P802.16e/D5”, IEEE802.16 Draft, September 2004
- [6] “IEEE P802.16-REVd/D5-2004”, IEEE802.16 Draft, May 2004
- [7] T. Narten *et al.*, “Neighbor Discovery for IP Version 6 (IPv6)”, IETF RFC 2461, December 1998.
- [8] D. Johnson *et al.*, “Mobility Support in IPv6”, IETF RFC 3775, June 2004.
- [9] S. Deering *et al.*, “Internet Protocol, Version 6 (IPv6) specification”, IETF RFC 2460, December 1998
- [10] A. Conta and S. Deering, “Generic Packet Tunneling in IPv6 Specification”, IETF RFC 2473, December 1998.
- [11] R. Koodli, “Fast Handover for Mobile IPv6”, IETF draft-ietf-mipshop-fast-mip6-01.txt, January 2004.