

# 와이브로 네트워크를 위한 IPv6 기술 표준화

백은경 KT 미래기술연구소 수석연구원

## ● 와이브로 + IPv6 특징

와이브로 망에서 IPv6 단말의 고속 핸드오버 최적화 방안  
IEEE 802.16/와이브로/Mobile-WiMAX 표준화 현황 및 전망  
IEEE 802.16/와이브로 망에서의 IPv6 도입 시나리오 및 고려사항  
IEEE 802.16 망에서의 IPv6 ND 프로토콜 적용방안

와이브로 네트워크를 위한 IPv6 기술 표준화

와이브로 서비스 추진 및 향후 시장 전망

## ● 요약

이동 중에도 초고속 인터넷 연결을 제공하는 이동 광대역 무선 네트워크에 대한 요구와 관심이 급증하고 있다. 이러한 요구를 충족시키기 위하여 세계 최고의 초고속 인터넷 보급 국가인 한국은 세계 최초로 이동 광대역 무선 네트워크 서비스인 와이브로(WiBro) 서비스를 추진하고 있다. 2006년에 KT에 의하여 상용화 될 와이브로는 곧 다가올 IPv6 시대에 가장 보편적으로 사용될 액세스 네트워크 중의 하나가 될 것으로 예상되고 있다. 이에 따라 와이브로 네트워크 상에서의 IPv6 적용에 대한 기술적 대비가 요구된다. 본 고에서는 와이브로 네트워크를 위한 IPv6 기술 표준화 동향과 향후 발전 방향에 대하여 기술한다.

## I. 서론

한국은 세계 최고의 초고속 인터넷 보급 국가로서, 초고속 인터넷을 정지상태뿐 아니라 이동 중에도 제공하기 위하여 휴대인터넷, 즉 와이브로 서비스를 추진하고 있다. 2006년에 KT에 의하여 한국이 세계 최초로 와이브로 서비스를 상용화하게 되면 All-IP 서비스는 실생활의 다양한 분야에 서 활용될 것으로 기대된다. 이러한 한국의 IT 기술 발전은

최근 국제 표준화 기구에서도 한국의 위상을 높이고 있다.

통신기술의 표준을 국제적으로 선도하기 위해서는, 차세대 통신의 네트워크 특성과 단말 개념 및 사용자 요구의 변화에 따라 계속해서 발생하는 새로운 기술을 적시에 도출하여야 한다. 앞으로 이동통신 기기 개념의 확장은 한 개인이 하나의 통신기기를 통하여 인터넷에 접속할 뿐 아니라, 다수의 생활 주변 기기를 통하여 인터넷에 접속함으로써 다양한 형태의 인터넷 서비스를 이용하는 환경의 도래를 촉진하고 있다. 따라서 다수의 기기들에 대하여 각각 IP 주소를

할당하기 위하여, 방대한 주소 영역을 갖는 IPv6[1]의 채택이 필수적이다. 즉 가까운 미래에 인터넷 프로토콜이 IPv6로 대체될 것을 대비하여 모든 액세스 네트워크에서 IPv6가 구현될 수 있어야 한다.

대표적인 차세대 액세스 네트워크로 관심을 모으고 있는 와이브로 네트워크에서도 향후 IPv6의 도입을 준비하여야 한다. 본 고에서는 와이브로 네트워크 상의 IPv6 기술을 표준화하기 위한 국내의 표준화 동향 및 향후 전망에 대하여 기술한다. 본 고의 구성은 다음과 같다. 먼저 제2장에서 와이브로 네트워크의 개요에 대하여 설명한다. 제3장에서는 WIMAX 포럼[2]과 IETF(Internet Engineering Task Force)를 중심으로 하여, 이 분야에 대한 국제 표준화 기구의 표준화 동향을 설명한 후, 제4장에서 한국정보통신기술협회(Telecommunications Technology Association, TTA) 및 IPv6 포럼 코리아를 중심으로 한 국내 표준화 기구의 추진 내용을 설명한다. 제5장에서는 결론 및 향후 표준화 전망과 함께 글을 맺는다.

## II. 와이브로 네트워크 개요

한국의 이동 광대역 네트워크 표준인 와이브로(Wireless Broadband Network, WiBro)는 IEEE

802.16(e) 표준을 기반으로 제공될 이동 광대역 무선 서비스이다. 2004년에 정부는 와이브로에 대하여 IEEE 802.16-2004와 802.16e D3 이상의 표준안과 5개의 성능 요구사항을 만족할 것을 결정하였다. 이 후, 2005년 6월에 TTA에서는 와이브로 시스템의 성능향상 및 용량증대를 위한 2단계 표준을 완성하였다. 이와 같이 표준화된 한국의 와이브로는 IEEE 802.16e의 표준규격위원회에서 국제표준에 반영되었으며, 현재 2단계 표준의 개정안[3]이 완성된 상태이다.

그림 1은 와이브로 네트워크의 구조를 나타낸다. 그림 1에서 액세스 네트워크인 와이브로 네트워크의 주요 구성 요소는 액세스 제어 라우터(Access Control Router, ACR)와 무선 액세스 스테이션(Radio Access Station, RAS)이다. 액세스 제어 라우터는 무선 액세스 스테이션과의 연동, 이동 단말의 이동성 관리, 과금과 통계정보의 생성 및 통보, QoS 제공, 인증 및 보안, 무선자원 관리 및 제어를 담당한다. 무선 액세스 스테이션은 패킷의 호 연결 설정이나 유지, 해제 등과 같은 호 처리, 핸드오버, 시스템 제어, 부가장치 정합과 같은 기능을 수행한다. 사용자 단말(Personal Subscriber Station, PSS)은 이와 같은 네트워크 구조에 의하여, 고속 이동 중에도 광대역 인터넷 서비스를 제공받을 수 있다.

그림 1의 와이브로 네트워크에 IPv6를 도입하기 위해서는 앞에서 기술한 액세스 제어 라우터의 기능에 IPv6 패킷

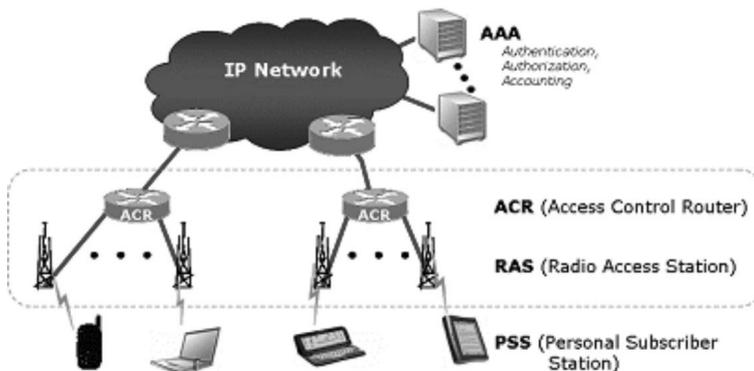


그림 1. 와이브로 네트워크의 구조

전달기능, IPv6 라우팅 기능, IPv6 멀티캐스팅 기능 등이 추가되어야 한다. KT는 2006년에 세계 최초로 와이브로 서비스 상용화를 개시한 후에, IPv6를 점차적으로 도입할 계획이다.

### III. 국제 표준화 동향

다양한 특성을 갖는 무선 액세스 네트워크의 출현에 따라 일부 액세스 네트워크에서는 IPv6의 적용에 문제가 발생하는 경우가 있다. 최근 IETF에서는 이러한 특정 액세스 네트워크를 대상으로 IPv6의 적용을 다루는 워킹그룹들이 잇따라 신설되고 있으며, 와이브로의 기반이 되는 IEEE 802.16(e) 네트워크를 위한 IPv6 적용에도 많은 관심이 집중되고 있다. 광대역 무선 네트워크 표준화 기구인 WiMAX 포럼에서도 IPv6 적용에 대한 내용을 Release 1.0에서부터 포함하여 작업하고 있다. 본 장에서는 WiMAX 포럼과 IETF를 중심으로 와이브로 네트워크에 IPv6 프로토콜을 적용하는 기술과 관련된 표준화 현황을 살펴본다.

#### 3.1 WiMAX 포럼 NWG의 표준화 동향

WiMAX 포럼에서는 IEEE 802.16 표준을 기반으로 광대역 무선 네트워크 장비의 상호운용성을 위한 표준화를 추진하고 있다. WiMAX 표준은 일차적으로 고정(fixed) 및 노마딕(nomadic) 통신을 다루며, 이어서 IEEE 802.16e를 기반으로 휴대(portable) 및 이동(mobile) 통신을 지원하기 위한 확장을 추진한다. WiMAX 포럼은 7개의 워킹그룹으로 구성되어 있다. 이 중에서 IPv6에 대한 내용은 네트워크 워킹그룹(Network Working Group, NWG)에서 규격화하고 있다.

WiMAX 포럼의 NWG에서는 IPv6 아키텍처(architecture) 및 IPv6 주소 관리 방안 등에 대한 표준화가 진행되고 있으며, IPv6 이동성 관리 프로토콜로서 클라

이언트 이동 IPv6(Client Mobile IPv6, CMIPv6)나 프록시 이동 IPv6(Proxy Mobile IPv6, PMIPv6) 등이 고찰되고 있다. WiMAX 포럼의 NWG는 2006년 6월에 완료할 예정인 Release 1.5를 목표로 IPv6 표준화를 계속 추진 중에 있다.

#### 3.2 IETF 16NG BoF의 표준화 동향

2005년 11월에 개최된 국제 인터넷 표준화 회의인 IETF 제64차 회의에서는 16NG(IPv6 over IEEE 802.16(e) Networks) BoF(Bird of a Feather)가 신설되어 첫 회의를 개최하였다. 16NG는 광대역 무선 네트워크 표준인 IEEE 802.16(e)[4,5] 네트워크 상에서의 IPv6 적용 기술을 표준화하기 위한 BoF로서 한국인들의 주도로 창립되었다. 이 회의에서는 이동 광대역 무선 네트워크인 와이브로 네트워크에 IPv6를 도입하기 위한 단계별 시나리오[6], IEEE 802.16(e) 네트워크 상에서 IPv6를 적용할 때 발생 가능한 기술적 문제에 대한 분석[7] 및 IP 전송[8], IPv6고려 사항과 시나리오[9], IPv6 NDP[10], 고속 이동 IP 핸드오버[11] 등에 대한 기고문이 발표되었다.

세계 최초의 와이브로 사업자인 KT가 발표한 기고문 [6]에서는 와이브로 네트워크 상의 단계별 IPv6 도입 시나리오가 표 1과 같이 제시되었다. 이와 같이 단계적으로 IPv6를 도입함으로써 기존의 IPv4 단말 사용자도 와이브로 서비스를 계속 제공받을 수 있다. 기고문 [6]은 16NG BoF가 워킹그룹으로 승인될 수 있도록 이 분야 표준의 실질적 필요성을 참석자들에게 확인시켜 주는 역할을 하였다.

국내 기관간의 협력에 의하여 작성된 기고문[7]에서는 와이브로 네트워크의 특성과 IPv6 적용 상의 문제점을 고찰하였다. 와이브로의 기반이 되는 IEEE 802.16(e) 네트워크는 다른 액세스 네트워크와 달리 전송하는 데이터에 따라 MAC 계층의 연결이 달라진다. 또한 IEEE 802.16(e)의 점대다점(point-to-multipoint) 통신 모드에 의한 통신방식은, 상위 계층에서 IPv6의 주요 동작인 이웃 검색(neighbor discovery) 등을 실행하는데 필요한 브로드캐스

팅(broadcasting)이나 노드간 직접 통신을 지원하기에 적절하지 않다. 이에 따라서 IPv6의 기본 동작인 주소 레졸루션(address resolution), 라우터 검색(router discovery), 중복 주소 탐지(duplicated address detection), 또는 상태 비보존 자동 설정(stateless auto-configuration) 등과 같은 프로토콜의 처리에 대한 고려가 요구되며, 통신계층간의 상충 문제를 해결하는 기술을 표준화할 필요가 있다.

IPv6 기술 적용 표준화를 추진하고 있다. 와이브로 네트워크에 IPv6 기술을 적용하기 위해서는 와이브로 기술과 IPv6 기술을 모두 고찰하여야 하므로, 양 분야 전문가들의 긴밀한 협력이 절실히 요구된다. 그러므로 PG 210은 와이브로 표준을 제정한 PG 302와의 협력에 의하여 두 PG간 공동 요구사항 분석이나 교차 검토 등과 같은 방식에 의하여 네트워크 계층간의 균형 잡힌 표준화를 추진할 예정이다.

표 1. 와이브로 네트워크 상의 IPv6 도입 단계

	1단계	2단계	3단계
IP 서비스	• IPv4 서비스	• IPv6 도입 시작	• IPv6 도입 완성
이동 단말	• IPv4	• IPv4 • IPv4/IPv6 이중 스택(stack)	• IPv4 • IPv4/IPv6 이중 스택 • IPv6
액세스 네트워크	• IPv4/IPv6 이중 스택	• IPv4/IPv6 이중 스택	• IPv4/IPv6 이중 스택
백본 네트워크	• IPv4	• IPv4 • 터널링	• IPv4/IPv6 이중 스택

#### IV. 국내 표준화 동향

와이브로 네트워크 상에서 IPv6를 동작시키기 위한 고려사항을 정의하고 이를 만족하는 기술을 표준으로 제정하기 위하여, 한국의 주요 통신 관련 기관인 KT, 삼성전자, 한국전자통신연구원 등은 국내 포럼 및 표준화 기구 활동을 통하여 공동 문서 작성 등의 노력을 진행하고 있다. IPv6 포럼 코리아 내의 이동성 워킹 그룹[12]에서는 2005년부터 정기 회의를 통하여 와이브로 네트워크 상에서 IPv6 이동성 프로토콜을 적용하는 문제를 고찰하고 있으며, 포럼 표준으로 와이브로 네트워크 상의 IPv6 기술 적용 문서를 작성하려는 노력을 계속하고 있다.

TTA의 IPv6 프로젝트 그룹(Project Group 210) 산하의 IPv6 over WiBro 실무반(PG 2103)은 2.3GHz 휴대인터넷 프로젝트 그룹(PG 302) 산하의 서비스 및 네트워크 실무반(PG 3022)과의 협력 하에 와이브로 네트워크에서의

TTA PG 3022에서는 2005년 말에 IPv6 주소 형태, IPv6 제어국 요구사항, IPv6 단말, IPv6 헤더 압축 등에 대한 요구사항을 작업하였다. 이들 요구사항은 PG 2103에서 교차 검토되고 있으며, 두 PG에 의하여 요구사항 정의 작업이 완료되면, 이의 해결방안에 대한 표준화가 본격적으로 추진될 예정이다.

TTA PG 2103은 2005년 11월과 12월의 두 차례에 걸친 회의를 통하여 IETF 16NG BoF와 WiMAX 포럼 NWG, TTA PG 302의 표준화 동향을 분석하고, 표준화를 위한 네트워크 계층별 기술사항들을 심층 분석하는 한편, 국내 전문가 협력에 의한 표준화 전략을 수립하고 있다. PG 2103은 2006년에 표준화 대상으로서의 와이브로 네트워크 아키텍처를 정의하고, 이 위에서 IPv6 적용을 위한 요구사항 및 문제를 정의한 후, 해결방안을 표준화할 예정이다.

## V. 결론 및 향후 전망

본 고에서는 와이브로 네트워크 상의 IPv6 기술의 국내 외 표준화 현황에 대하여 고찰하였다. 와이브로 네트워크 상의 IPv6 기술표준은 국내 표준화 전문가 및 여러 기관 사이의 협력에 의하여 성공적으로 추진되고 있다. 이러한 협력의 결과로 국제 표준화 회의인 IETF에서 새로운 BoF인 16NG BoF를 개최한 성과는 표준화 분야에서 개별적 노력보다 협력이 중요함을 다시 한번 일깨워 준 예이다. 16NG BoF가 워킹그룹으로 승인되면, 이는 한국의 표준 전문가들 간의 협력에 의하여 신규 표준화 단체 결성의 결과를 낳은 최초의 회의라는 의미를 갖는다. 16NG BoF는 한국이 주도적으로 추진한 회의인 만큼 앞으로 국내 표준화 활동과 연계하여 국제표준을 선도할 수 있는 분야로 기대되고 있다. 그러므로 해당 기술의 개발 및 표준화 전략수립, 전문인력 양성, 국제협력에 대한 노력이 계속적으로 이루어져야 할 것이다. 이에 따라 와이브로 네트워크 상의 IPv6 기술의 국내 표준화 결과가 IETF 및 WiMAX 포럼의 국제표준을 선도하고, 한국의 앞선 인터넷 기술이 국제적 위상을 드높일 것으로 기대된다.

와이브로 네트워크는 차세대 이동통신을 지원할 무선 액세스 네트워크 중 가장 주목받고 있는 네트워크 중의 하나이다. 앞으로 국내의 와이브로 상용화 경험을 바탕으로, IEEE 802.16(e) 표준을 기반으로 하는 와이브로 네트워크에 IPv6를 적용하는 기술을 표준화 함으로써, IPv6를 기반으로 하는 All-IP 유비쿼터스 통신이 활성화 될 것으로 기대된다.

### 참고문헌

- [1] R. Hinden and S. Deering, "Internet Protocol Version 6(IPv6) Addressing Architecture", IETF RFC 3513, April 2003.
- [2] WiMAX 포럼 홈페이지, <http://www.wimaxforum.org/>
- [3] TTAS.KO-06.0082/R1, 2.3GHz 휴대인터넷 표준 (물리계층 및 매체제어계층), 2005년 6월 29일
- [4] The IEEE 802.16 Working Group on Broadband Wireless Access Standards, <http://www.ieee802.org/16/>
- [5] IEEE 802.16 Task Group e(Mobile WirelessMAN®), <http://www.ieee802.org/16/tge/>
- [6] M. Nam, E. Paik, S. Kim, S. Park, Y. Kim, "IPv6 Deployment Scenarios over Mobile Broadband Wireless Networks," IETF Internet Draft draft-nam-ipv6-802\_16e-00.txt, Oct. 2005, Work in Progress.
- [7] J. Jee, M-K. Shin, E-K. Paik, J. Cha, and G. Montenegro, "16ng Problem Statement," draft-jee-16ng-problem-statement-02.txt, Oct. 2005.
- [8] J. Mandin, "Transport of IP over 802.16," draft-mandin-ip-over-80216-ethcs-00.txt, Oct. 2005, Work in Progress.
- [9] M-K. Shin, J-M. Moon, H-Y. Han, "Scenarios and Considerations of IPv6 in IEEE 802.16 Networks," IETF Internet Draft draft-shin-ipv6-ieee802.16-01.txt, Oct. 2005, Work in Progress.
- [10] S. Madanapalli, "IPv6 Neighbor Discovery over 802.16: Problems and Goals," IETF Internet Draft draft-madanapalli-nd-over-802.16-problems-00.txt, Nov. 2005, Work in Progress.
- [11] Heejin Jang, Junghoon Jee, Youn-Hee Han, Soohong Daniel Park, Jaesun Cha, "Mobile

IPv6 Fast Handovers over IEEE 802.16e Networks,” IETF Internet Draft draft-jang-mipshop-fh80216e-00.txt, draft-jee-mip4-fh80216e-01.txt, Jul. 2005, Work in Progress.

[12] IPv6 포럼 코리아 이동성 워킹그룹 홈페이지,  
<http://ipv6.or.kr/wg/mobile/index.htm> **TTA**