

# 와이브로 네트워크를 위한 IPv6 이동성과 다중접속 기술 표준화



**백은경**  
TTA IPv6 over WiBro WG 의장  
KT 컨버전스본부 수석연구원

## I. 서론

2005년 11월에 개최된 국제 인터넷 표준화 회의인 제 64차 IETF(Internet Engineering Task Force) 회의에서는 16NG(IPv6 over IEEE 802.16(e) Networks) BoF(Bird of a Feather)와 MONAMI6(Mobile Nodes and Multiple Interfaces in IPv6) WG(Working Group)이 각각 신설되어 첫 회의를 개최하였다. 16NG BoF와 MONAMI6 WG은 각각 IEEE 802.16(e) 네트워크 상의 IPv6 기술 표준과 이동 기기의 다중접속(multihoming) 기술 표준의 추진을 목적으로 한다. 이들 기술은 차세대 All-IP 통신 시대가 도래함에 따라 중요한 핵심 기술로 주목 받고 있다.

차세대 이동 통신의 실현을 위하여, 통신 기기 개념과 사용자 요구 및 네트워크 특성의 변화에 따른 신기술의 필요성을 파악하고 적시에 해당 기술을 표준화하는 전략을 수립하는 것이 중요하다. 첫째로, 이동 통신 기술의 발전에 따라 이동 통신 기기의 개념이 확장 되어 가고 있는 측면을 고려할 필요가 있다. 이동 통신 기기 개념의 확장은 한 개인이 하나의 통신 기기를 통하여 인터넷에 접속할 뿐 아니라, 다수의 생활 주변 기기를 통하여 인터넷에 접속함으로써 다양한 형태의 인터넷 서비스를 이용하는 환경의 도래를 촉진하고 있다. 그러므로, 다수의 기기들 각각에 IP 주소를 할당할 수 있도록 방대한 주소 영역을 갖는 IPv6의 채택이 필수적이다.

이동 통신 기기 개념의 확장이 텔레매틱스(telematics) 서비스와 결합하면서, 차량은 단순한 이동 수단일 뿐만 아니라 새로운 통신 플랫폼으로서 주목을 받고 있다. 즉 차량은 자체의 이용을 위한 제어 기기와 센서 등을 지원하는 컴퓨팅 기반이 됨과 동시에, 이들 내부 기기 및 승객의 이동 기기에 통신 연결을 제공하는 기반이 되고 있다. 이



러한 추세는 이동성을 단말 단위 뿐만 아니라 네트워크 단위로도 제공하여야 할 필요성을 낳는다. 즉 단말 이동성 개념을 확장한 네트워크 이동성(Network Mobility, NEMO) 개념이 등장하고, 이동 기기의 개념이 단말에서 확장되어 라우터까지 포함하게 된다. 네트워크 측면을 고려할 때, 4세대 All-IP를 지향하는 차세대 이동 통신은 무선랜(Wireless LAN), 셀룰러 네트워크(cellular network), 위성 네트워크(satellite network), 와이브로 네트워크(Wireless Broadband network, WiBro network) 등의 이종(heterogeneous) 액세스 네트워크들을 모두 인터넷 프로토콜(Internet Protocol, IP)로 통합한다.

## II. 와이브로 네트워크에서의 IPv6 기술 표준화 추진 경과

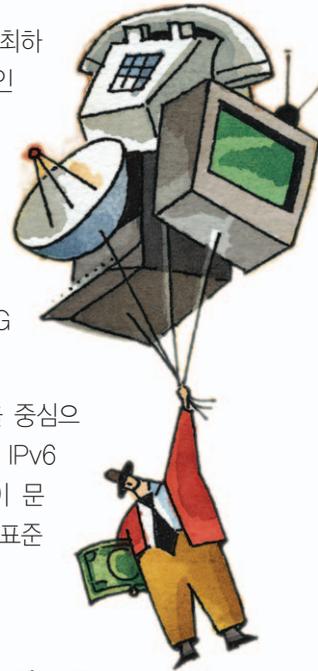
다양한 특성을 갖는 무선 액세스 네트워크의 출현에 따라 일부 네트워크에서는 IPv6의 적용에 문제가 발생하는 경우가 있다. 최근 IETF에서는 이러한 특정 액세스 네트워크를 대상으로 IPv6의 적용을 다루는 WG들이 잇따라 신설되고 있다.

KT는 2006년에 세계 최초로 와이브로 서비스 상용화를 개시한 후에, IPv6를 점차적으로 도입할 계획이다. 이를 위하여 와이브로 네트워크에 IPv6를 도입하기 위한 단계별 시나리오를 작성하고, IEEE 802.16(e) 기반 와이브로 네트워크 상에 IPv6를 적용할 때 발생 가능한 기술적 문제를 분석하여 표준화 활동을 추진하고 있다.

와이브로 네트워크 상에서 IPv6를 동작시키기 위한 고려 사항을 정의하고 이를 만족하는 기술을 표준으로 제정하기 위하여, 한국의 주요 통신 관련 기관인 KT, 삼성, 한국전자통신연구원 등은 국내 포럼 및 표준화 기구 활동을 통하여 공동 문서 작성 등의 노력을 진행하였다. 그 결과로 2005년 11월의 제 64차 IETF

회의에서 16NG BoF 회의를 개최하게 되었으며, 이후 WG로 승인되어 2006년 7월의 제 66차 IETF 회의에서 WG 회의를 개최하게 되었다. 16NG WG은 한국의 표준 전문가들 간의 협력에 의하여 신규 표준화 단체 결성의 결과를 낳은 최초의 WG이라는 의미를 갖는다.

본 장에서는 기고문의 내용을 중심으로 와이브로 네트워크의 특성과 IPv6 적용 상의 문제점을 고찰하고, 이 문제점의 해결 방안에 대한 국제 표준화 전략을 제시한다.



### 2.1 와이브로 네트워크의 특성 및 구조

와이브로는 IEEE 802.16(e) 표준을 기반으로 제공되는 이동 광대역 무선 서비스이다. 2004년 7월 정부는 와이브로에 대하여 IEEE 802.16-2004와 802.16e D3 이상의 표준안과 5개의 성능 요구 사항을 만족할 것을 결정하였다. 이 후, 2005년 6월에 한국정보통신기술협회(TTA)에서는 와이브로 시스템의 2차 표준을 완성하였다. 이와 같이 표준화된 한국의 와이브로는 2005년 9월에 IEEE 802.16e의 표준규격위원회에서 국제 표준에 반영되었으며, 2006년 6월에는 KT에 의하여 세계 최초의 와이브로 서비스가 개시되었다.

한국에서는 2.3GHz 대역을 와이브로 네트워크에 할당하였다. 무선으로 광대역 액세스를 가능하게 하는 와이브로 네트워크는 60km/h 이상의 속도로 이동하는 경우에도 1Mbps 이상의 하향 트래픽용 대역폭과 128Kbps 이상의 상향 트래픽용 대역폭을 제공할 수 있다. 그러므로 기존의 셀룰러 네트워크보다 저렴하고 무선랜보다 넓은 액세스 영역을 제공한다.

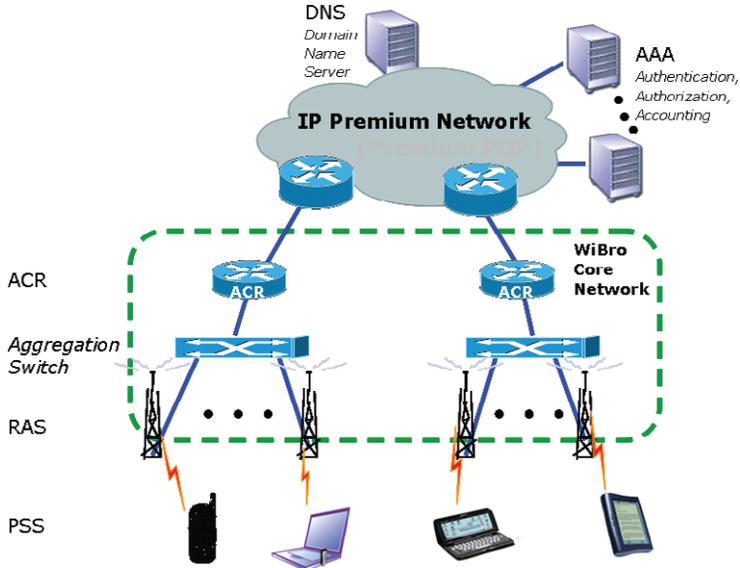


그림 1 | 와이브로 서비스를 위한 네트워크 구조의 예

(그림 1)은 와이브로 서비스를 위한 네트워크 구조의 예를 나타낸다. (그림 1)에서 액세스 네트워크인 와이브로 코어 네트워크(WiBro Core Network)의 주요 구성 요소는 액세스 제어 라우터(Access Control Router, ACR)와 무선 액세스 스테이션(Radio Access Station, RAS)이다. 액세스 제어 라우터와 무선 액세스 스테이션은 <표 1>과 같은 기능을 수행한다. 집선 스위치(Aggregation switch)는 무선 액세스 스테이션을 집선하여 액세스 제어 라우터에 연결한다. 사용자 단말(Personal Subscriber Station: PSS)은 이와 같은 네트워크 구조에 의하여, 고속 이동 중에도 광대역 인터넷 서비스를 제공받을 수 있다.

표 1 | 와이브로 네트워크에서 액세스 제어 라우터와 무선 액세스 스테이션의 기본 기능

구분	기능
액세스 제어 라우터	<ul style="list-style-type: none"> <li>무선 액세스 스테이션과의 연동</li> <li>이동 단말의 이동성 관리</li> <li>과금과 통계 정보의 생성 및 통보</li> <li>QoS 제공</li> <li>인증 및 보안</li> <li>무선 자원 관리 및 제어</li> </ul>
무선 액세스 스테이션	<ul style="list-style-type: none"> <li>호 처리(패킷의 호 연결 설정, 유지, 해제 등)</li> <li>핸드오버</li> <li>시스템 제어</li> <li>부가 장치 정합</li> </ul>



## 2.2 와이브로 네트워크 상의 IPv6 도입 시나리오

(그림 1)의 와이브로 네트워크에 IPv6를 도입하기 위해서는, <표 1>에서 기술한 액세스 제어 라우터에 기능에 다음과 같은 기능이 추가되어야 한다.

- IPv6 패킷 전달기능
- IPv6 라우팅 기능
- IPv6 멀티캐스팅 기능

와이브로 네트워크 상의 단계별 IPv6 도입 시나리오 (표 2)와 같다. 이와 같이 단계적으로 IPv6를 도입함으로써 기존의 IPv4 단말 사용자도 와이브로 서비스를 계속 제공받을 수 있도록 한다.

detection), 또는 상태 비보존 자동 설정(stateless auto-configuration) 등과 같은 작업들의 수행에 대한 고려가 새롭게 요구되며, 통신 계층 간의 상층 문제를 해결하는 기술을 표준화 할 필요가 있다.

통신 제 2계층(layer 2)과 제 3계층(layer 3) 사이의 문제는 이동 IPv6에서의 고속 핸드오버(Fast Handovers for Mobile IPv6)의 경우에도 메시지 간

표 2 | 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

## 2.3 와이브로 네트워크에서 IPv6 적용의 기술적 문제점

와이브로의 기반이 되는 IEEE 802.16(e) 네트워크는 다른 액세스 네트워크와 구별되는 특성을 갖는다. 그러므로 IEEE 802.16(e)에 기반한 와이브로 네트워크 상에서 IPv6를 동작시키기 위한 기본 동작에 대한 점검이 필요하다. IEEE 802.16(e)에서 데이터 전송을 위한 MAC 계층의 연결은 전송하는 데이터에 따라 달라진다. 또한 IEEE 802.16(e)의 점 대 다점(point-to-multipoint) 통신 모드에 의한 통신 방식은, 상위 계층에서 IPv6의 주요 동작인 이웃 검색(neighbor discovery) 등을 실행하는데 필요한 브로드캐스팅(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

discovery) 형태로 발생한다. 그러므로 두 계층 사이의 문제를 해결하여야 한다. 이 외에도 전문가들은 서로 다른 계층의 표준인 IEEE 802.16(e)와 IPv6의 원활한 상호 동작을 위하여, IP 멀티캐스팅 서비스, IPv6 패킷 크기, IP 이동성 관리, 보안 등을 비롯한 여러 가지 고려 사항을 분석하고 있다.

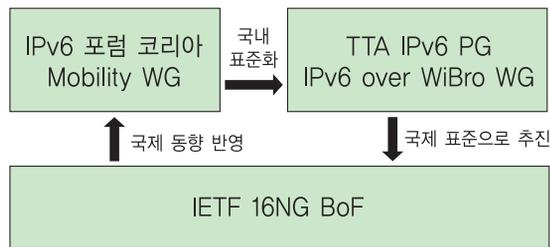
## 2.4 와이브로 네트워크 상의 IPv6 기술 표준화 전략

16NG WG은 한국이 주도적으로 추진한 WG인 만큼 앞으로 국내 표준화 활동과 연계하여 국제 표준을 이끌 수 있는 분야로 기대되고 있다. 16NG WG과 관련한 기술의 국내 표준화 결과를 IETF의 국제 표준으로 반영하기 위하여, 국내 표준화 전문가들은 (그림 2)와 같은 단체를 구성하여 공동의 노력을 기울이고 있다. 현재 IPv6 포럼 코리아 내의 이동성 WG에서 국내

## 표준화 논란

/국제 표준을 위한 기술적 의견을 수렴하고 있으며, 한국정보통신기술협회의 IPv6 프로젝트 그룹(Project Group, PG) 산하의 WiBro6 WG에서는 국내 표준을 제정하고 있다. IPv6 포럼 코리아의 이동성 WG과 한국정보통신기술협회의 WiBro6 WG은 국제 표준화 단체인 IETF의 표준화 동향에 맞추어 국내 표준과 국제 표준화 활동을 균형 있게 추진한다.

- 터(activator)를 연결하는 네트워크
  - (3) 다수의 인터넷 단말기를 동시에 사용하면서 이동하는 사용자의 개인 네트워크
  - (4) 개인 네트워크가 차량내 액세스 네트워크를 통하여 인터넷에 연결하는 중첩(nested) 네트워크
- 미국에서는 NASA(National Aeronautics and



1 그림 2 | 와이브로 네트워크 상의 IPv6 지원 기술 표준화 전략

### III. 와이브로 네트워크 상에서의 IPv6 응용 기술

앞 장에서 설명한 기술 표준을 기반으로 다양한 차세대 이동통신 서비스의 실용화가 가능하다. 본 장에서는 네트워크 이동성 응용 서비스, 다중접속 응용 서비스, 와이브로 네트워크 상의 IPv6 응용 서비스의 예를 제시한다.

#### 3.1 네트워크 이동성 응용 사례

네트워크 이동성은 현재 국내외에서 활발하게 구축되고 있다. 네트워크 이동성의 서비스 형태는 다음과 같이 크게 4가지로 분류할 수 있다.

- (1) 차량내 탑승자용 단말기를 위한 액세스 네트워크
- (2) 차량내 센서(sensor)나 제어기, 또는 액티베이

Space Administration)와 Cisco사의 공동 연구로 이동 네트워크 테스트베드를 구축하였다. 이 테스트베드는 IPv4를 기반으로 구축되었지만, 이동 IPv6 기반의 네트워크 이동성 기본 지원 프로토콜이 표준화 되기 이전에 네트워크 이동성의 실용성을 테스트했다는 데 의의가 있다. 외부 네트워크 에이전트(Foreign Agent, FA) 라우터를 IEEE 802.11b 브리지(bridge)에 연결하고, 이동 라우터를 Cisco사의 라우터로 구현한 NASA Glenn 연구센터의 이동 네트워크는 주 연방 해안 경비정에 이동 IP 기반으로 시험적으로 구축되었다. 경비정은 홈 네트워크에 있을 때 도심 빌딩에 설치된 무선 이더넷(ethernet) 안테나를 통하여 접속한다. 이 후 이동에 따라 가까운 육지의 외부 네트워크 에이전트로 접속 위치를 변경하고, 육지에서 멀어지면 위성을 통하여 인터넷에 접속한다. 중첩 캡슐화 방식으로 통신하도록 구현하였다.

일본의 WIDE 프로젝트 중 일부인 InternetCAR 프로젝트는 자동차에 고정된 인터넷 단말들을 이동 네트워크로 구성하는 테스트베드를 구축하고 테스트하고



있다. 각 자동차에는 라우터 기능을 하는 개인용 컴퓨터가 있고 여기에 서로 연결된 인터넷 단말들이 이동 네트워크를 형성하여 센서 기능을 한다. 이와 같은 이동 네트워크는 자동차가 인터넷으로부터 정보를 액세스할 수 있도록 할 뿐 아니라, 인터넷을 통하여 자동차의 상태를 모니터링할 수 있도록 한다. 이와 같은 방법으로 이동에 따른 위치 정보와 각종 측정 정보를 인터넷을 통하여 전송한 후, 분석/가공하여 유용한 정보로 제공할 수 있다. 이 테스트베드는 IPv6를 기반으로 한다.

### 3.2 다중접속 응용 시나리오

다중접속은 다음과 같은 다양한 방법으로 실생활에 유용한 서비스를 제공할 수 있다.

#### (1) 대역폭 활용과 부하 분산 활용

제한된 시간 내에 대량의 데이터를 수신해야 하는 경우에 다중접속을 활용하여 대역폭 활용을 증대할 수 있다. 예를 들어 공항이나 기차역에서 인터넷 단말기를 이용하여 비행기/기차 출발 전에 필요한 데이터를 수신해야 하는 경우에, 다중 인터페이스를 통하여 동시에 데이터를 수신함으로써 빠른 시간에 원하는 용량의 데이터를 수신할 수 있다.

#### (2) 이중 액세스 네트워크 기술의 활용

인터넷 단말기가 이중 액세스 네트워크에 각각 접속함으로써 서로 다른 인터넷 서비스를 제공받도록 할 수 있다. 예를 들어 대역폭이 큰 와이브로 네트워크 인터페이스와 통신 가능 지역이 넓은 셀룰러 네트워크 인터페이스를 동시에 장착한 경우, 와이브로 네트워크의 높은 대역폭과 셀룰러 네트워크의 광범위한 수신 지역을 사용자 편의에 따라 선택적으로 활용할 수 있다.

#### (3) 실시간 트래픽의 신뢰성 보장

다중접속에 의하여 동일한 트래픽의 전송을 중복함으로써, 패킷 손실을 허용하지 않는 실시간 트래픽의 신뢰성을 향상시킬 수 있다. 예를 들어 전장의 위급한 환자에게, 실시간 동영상 및 센서 정보 송수신에 의한 원격 수술을 시술하는 경우에, 환자의 환부 정보와 의사의 수술 동작 정보를 오차 없이 실시간 전송하기 위하여 다중접속에 의한 중복 통신을 활용할 수 있다.

#### (4) 대형 차량 내 네트워크의 전파 방해 극복

물리적 이유에 의하여 복수로 설치되는 이동 라우터들의 관리를 위하여 다중접속 기술이 활용될 수 있다. 예를 들어 기차나 비행기와 같이 대형 이동 네트워크에서 한 이동 라우터로 광범위한 공간을 지원하기 어려운 문제를 해결하기 위하여 다수의 이동 라우터를 설치하고 다중접속 기술을 적용할 수 있다.

### 3.3 와이브로 네트워크 상의 IPv6 응용 시나리오

네트워크 이동성과 다중접속 기술을 각각 와이브로 네트워크 상에 응용하거나 함께 응용함으로써 다양한 차세대 이동통신 서비스의 제공이 가능하다. 네트워크 이동성 표준 프로토콜은 IPv6를 기반으로 하며, 다중

## 표준화 논단

접속 또한 다중 주소 체계를 지원하는 IPv6에 의하여 보다 실용적으로 지원되므로, 와이브로 네트워크에서의 IPv6 지원 기술 표준화가 우선 요구된다.

### (1) 와이브로 네트워크 상의 IPv6 네트워크 이동성

와이브로 네트워크는 현재 서비스 중이거나 곧 서비스를 앞둔 무선 액세스 네트워크 중에서 네트워크 이동성을 구현하기에 가장 적절한 네트워크 중의 하나이다. 와이브로 네트워크는 60km/h 이상의 고속 이동성을 제공하므로 Wireless VAN(Vehicular Area Network)의 이동 속도를 무리 없이 지원할 수 있으며, 유선망 수준의 높은 대역폭은 이동 네트워크 내부의 다수의 단말들이 요구하는 다양한 응용 서비스를 지원할 수 있다.

### (2) 와이브로 네트워크 상의 IPv6 다중접속

IPv6 다중접속 기술의 표준화는 예시한 다양한 응용을 와이브로 네트워크에 적용 가능하도록 한다. 와이브로 네트워크의 대역폭 활용과 부하 분산, 와이브로 네트워크와 타 네트워크 간의 다중접속, 와이브로 네트워크 상의 실시간 트래픽에 대한 신뢰성 보장 등과 같이 다양한 사용자 요구를 충족할 수 있다.

### (3) 와이브로 네트워크 상의 IPv6 다중접속 네트워크 이동성

IPv6를 지원하는 와이브로 네트워크 상에 탑재된 네트워크 이동성 프로토콜에 다중접속 프로토콜 표준을 추가하면 다양한 응용이 가능하다. 예를 들어, 차량은 자체 제어기와 센서 및 다수의 승객이 보유한 이동 기기들을 연결하여 차량 내 대규모 IPv6 네트워크로 구성하여 이동한다. 승객은 하나 이상의 인터넷 단말기를 소유할 수 있으므로 차량 내 IPv6 이동 네트워크의 규모는 대형화 될 수 있다. 차량 내 IPv6 이동 네트워크는 차량의 물리적 크기가 이동 라우터의 액세스 유

효 범위를 초과한다는 이유로, 또는 차량 내의 승객의 수가 많아서 하나의 이동 라우터로 서비스 가능한 인터넷 단말의 수를 초과한다는 이유에 의하여, 다중 이동 라우터를 탑재하게 되고, 이 때 다중접속 기술 표준이 사용된다.

와이브로 네트워크 상에서 IPv6로 다중접속하는 네트워크 이동성의 또 다른 예는 여러 인터넷 서비스 제공자(Internet Service Provider, ISP)에게 연결하는 경우이다. 이 때는 이동 라우터 또는 홈 에이전트를 다중으로 탑재하는 경우를 지원하는 다중접속 프로토콜 표준이 필요하다.

이 밖에도 이동하는 네트워크 내에 다종의 프리픽스(prefix)를 허용하는 프로토콜 표준에 의하여 각 프리픽스를 서로 다른 용도로 활용하는 것이 가능하다. 즉 한 프리픽스는 차량 센서용으로, 다른 프리픽스는 탑승자 접속용으로 할당하는 방식으로 네트워크 이동성을 운용할 수 있다.

## IV. 결론

본 고에서 기술한 차세대 이동통신의 발전 방향은 다음과 같이 요약할 수 있다.

- (1) 향후 이동 통신은 단순한 단말의 이동 뿐 아니라 네트워크 단위의 이동성까지 지원한다.
- (2) 이동하는 노드는 다양한 액세스 네트워크에 단일 접속할 뿐 아니라 다중접속하는 것도 가능하며 복잡한 사용자 요구를 만족한다.
- (3) 상기 기술의 제공을 위한 필수 기술인 IPv6의 제공이 IEEE 802.16(e) 기반 와이브로 네트워크와 같은 새로운 액세스 네트워크에서도 원활하게 이루어진다.

지금까지 이와 같은 향후 전망에 의하여 표준화 방

향을 예측하고, 이에 대응하는 표준화 전략 및 정책을 수립함으로써 주도적으로 국제 표준화를 추진한 결과를 기술하였다. 이와 같이 차세대 이동 통신에서 주요 역할을 할 IPv6 네트워크 이동성과 다중접속 기술, 와이브로 네트워크 상의 IPv6 기술과 같은 첨단 기술에 대한 표준화를 국제적으로 앞장서서 추진하고 있다.

다중접속 기술 표준화가 이루어지면 네트워크 이동성에 적용하여 인터넷 상호 통신 능력 증가 및 데이터 전송률의 향상과 같은 이점을 제공할 수 있다. 향후 다양한 인터넷 접속 기술의 발달과 사용자 요구의 다양화로 소프트 인터페이스의 등장이 현실화 되면, 네트워크 인터페이스의 추가 또는 변경이 용이해지고, 이에 따라 다중접속 기술은 사용자 위주의 인터넷 서비스를 제공하기 위한 더욱 중요한 기술로 자리매김 하게 될 것이다.

와이브로 네트워크는 차세대 이동 통신을 지원할 무선 액세스 네트워크 중 가장 주목 받고 있는 네트워크 중의 하나이다. IEEE 802.16(e) 표준을 기반으로 하

는 와이브로 네트워크에 IPv6를 적용하는 기술을 표준화 함으로써, IPv6를 기반으로 하는 네트워크 이동성이나 다중접속과 같은 기술을 활용함에 의한 다양한 네트워크 서비스 제공이 기대된다.

이상에서 설명한 신기술의 표준화 활동은 한국의 앞선 인터넷 기술이 국제 표준으로 자리 잡을 수 있도록 국내 표준화 기관과 국제 표준화 기관 간의 활동을 연계하는 전략에 의하여 성공적으로 추진되고 있다. 특히 국내 표준화 전문가 및 기관 사이의 협력 결과로 새로운 WG인 16NG WG의 신설을 추진한 결과는 표준화 분야에서 개별적 노력보다 협력이 중요함을 다시 한 번 일깨워 준 예이다. 앞으로 표준화 추진을 위하여, 기술 전망에 따른 새로운 표준 기술 분야의 개척, 한국이 앞선 기술 분야의 선택과 집중, 해당 기술의 개발 및 표준화 전략 수립, 전문 인력 양성, 국내외 협력에 대한 노력이 계속적으로 이루어져야 할 것이다. 이에 따라 보다 다양한 기술 분야에서 국내 표준이 국제 표준을 선도할 것이 기대된다. **TTA**

