

# IEEE 802.16/와이브로/Mobile-WiMAX 표준화 현황 및 전망

주 판 유 삼성전자 통신연구소 책임연구원  
손 중 제 삼성전자 통신연구소 책임연구원

## ● 와이브로 + IPv6 특집

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

## WiBro 관련 표준화 활동

### 1. WiBRO 표준화 추진 현황

WiBRO는 국내의 TTA PG302에서의 표준화 작업을 토대로 IEEE802.16에서의 국제 표준화 작업을 선도하게 된 표준화의 새로운 모델이라고 하겠다. WiBRO의 표준화를 통해서 한국은 세계 표준화의 한 축을 이룰 수 있는 계기가 되었다. 현재, TTA 및 IEEE802.16에서의 규격화 작업은 완성이 된 상태이며, 국내 규격과 국제 규격 간의 일치화를 이룬 상태이다. 현재, TTA Profile 및 IOT 규격들과 WiMAX 규격들간의 일치화를 위한 작업이 진행 중에 있으며, Profile에서는 TTA와 WiMAX간에 일치화를 어느 정도 이룬 상태이다.

### 2. 국내의 표준화 활동

국내에서의 WiBRO 표준화 작업은 TTA PG302(의장 : 서강대학교 홍대형 교수)에서 표준화를 수행하였다. PG302.1 무선접속 실무반(의장 : 중앙대학교 조용수 교수)에서 무선접속 규격에 대한 표준화를 수행하고, PG302.2 서비스네트워크 실무반(의장 : 고려대학교 강충구 교수)에서 서비스 및 네트워크 요구사항들을 정의하였다. TTA PG302에서의 규격화 작업은 2004년 1월 기본 규격의 골격을 각사로부터 제출받아 이를 선정하는 작업에서 시작되었으며, 해당 규격의 선정을 위해서, Frequency Reuse Factor=1, TDD, handover break time < 150 msec 등을 포함한 기본 요구사항이 정하여졌고, 이를 어느 정도까지 만족시킬 수 있는지를 평가하게 되었다.

이를 토대로 ETRI/삼성전자에서 제출한 규격이 기본 골격으로 채택되었다. 해당 규격은 2004년 6월 25일

Phase1 Standard로 채택되었다. 이 작업이 이후 IEEE802.16에서의 Mobility Enhancement를 한국에서 주도할 수 있는 기반이 된 것이라 할 수 있겠다. 이후, IEEE802.16와의 일치화를 위해서 TTA phase 1 규격에 대한 수정이 이루어졌고, 이후, IEEE802.16 TGe Draft 버전 5와 일치화가 된 내용으로 2004년 12월에 phase 1 규격의 수정이 승인되었다. 2005년도에는 WiBro 규격의 phase 2 작업을 수행하였다. 주요 내용은 VoIP 지원, MIMO 기술 등의 지원들이었다. 해당 내용은 IEEE802.16의 규격화에도 반영되었다.

또한, TTA PG302의 WiBro profile TF에서 WiBro 규격의 프로파일 작업도 수행하였다. PHY 및 MAC 계층에서의 기능들에 대해서 Basic, Extended의 항목으로 나누어 기지국과 단말들에서 구현해야 할 사항들을 정하는 작업을 수행하게 되었는데, 기지국은 basic과 extended의 항목들을 모두 구현하는 것으로 결정하였고, 단말은 basic은 모두 구현하며, extended의 항목은 사업자들간에 합의로 해당 항목을 결정하기로 하였다. 이후, 2005년 10월 경부터 IOT(interoperability test) 및 PICS(protocol implementation conformance statement)들에 대한 작업이 PG302 내에서의 TF로 이루어지게 되었다. IEEE802.16 규격에 대한 profile, IOT들을 정하는 작업은 WiMAX forum에서 수행하게 되었는데, TTA 규격과 WiMAX에서의 결과들간의 일치화를 위해서 2005년 12월 TTA Profile에 대한 수정 작업이 이루어졌다.

### 3. 국제 표준화 활동

#### 가) IEEE802.16

IEEE802.16(의장 : Roger Marks)은 IEEE802 LMSC(LAN/MAN Standards Committee) 산하의 Wireless MAN(Metropolitan Area Network)의 표준화를 수행하는 단체이다. 기존에 FWA(fixed wireless access)에 대한 표준화를 수행하였고, mobility enhancement를 위해서 Task Group TGe(의장 : Brian

Kiernan)를 2002년 12월에 시작하였다. TGe는 기존의 1024 FFT, 5MHz bandwidth의 OFDMA 규격에 handover, sleep mode 등의 MAC 계층에서의 한정된 이동성 지원을 위해서 시작하였으나, full mobility로의 extension이 이루어 졌고, H-ARQ, AAS와 MIMO 등의 차세대 기술 등에 대한 규격도 포함하였다.

TGe의 규격은 2005년 12월 7일 IEEE SA(Standards Association)의 승인을 얻게 되었으며, 초반의 TGe는 앞에서 언급한대로, 기존의 OFDMA 규격에 한정된 mobility만을 지원하기 위한 규격으로 많은 회사들의 주목을 끌지 못하였다. 그러나 ETRI, 삼성전자와 Intel 등의 참여로 full mobility로의 extension이 이루어지면서 이후 LG, Motorola, Nortel 등의 Major 업체 들의 참여가 이루어졌다. ETRI와 삼성전자의 참여는 한국 TTA에서의 와이브로 규격의 표준화를 국제표준화로 이끌기 위한 작업의 일환으로 시작되었고, Intel 등과의 표준화 공조를 통해서 IEEE802.16 TGe의 규격화를 한국이 주도할 수 있는 계기가 만들어졌다.

실제로 Motorola, Nortel, LG 등의 Major 업체들의 참여와 이후 Huawei, ZTE 등의 중국 업체들의 활발한 참여로 매 회의마다 참여 Member들의 기록을 갱신하는 회의가 되었고 200~300명 정도의 회의참가자를 기록하였다. TTA PG302와 IEEE802.16간의 harmonization을 위한 상호연락은 2004년 5월경에 시작되었고, 이후 양 단체간의 Liaison을 주고 받게 되었다. IEEE802.16 TGe의 표준은 초반에는 TTA PG302에서의 표준화 작업이 먼저 수행되어 PG302의 결과를 IEEE802.16에 반영시키는 작업들로 시작되었으나, 이후 표준화가 진행되면서, IEEE802.16 TGe의 규격화 내용을 TTA PG302에도 반영시키는 작업으로도 이루어졌다.

IEEE802에서의 표준화 활동은 초반에는 Task Group 내에서의 Working Draft를 작성하게 되며, 이후 Working Group내에서의 e-mail Ballot을 통한 규격의 완성도를 높게 된다. 이후, IEEE SA 멤버들 중에서 sponsor들을 정하여 이들의 규격 리뷰를 얻게 되는데 이를 sponsor ballot 작업이라고 한다. IEEE802.16 TGe에서의

sponsor ballot은 2004년 9월 27일에 시작되었다. 보통 IEEE802.11이나 IEEE802.11 등을 포함한 IEEE802에서의 sponsor ballot은 규격화의 최종단계로서 기술적인 사항의 변경들은 많이 이루어지지 않았으나, IEEE802.16 TGe의 상황은 급격히 많은 멤버들의 증가로 인해 실제 working group 내에서의 초반 작업화보다도 많은 내용이 sponsor ballot 기간 동안 이루어졌다고 볼 수 있다. sponsor ballot에 제출된 TGe Draft의 version이 D5였으나, 최종 승인된 Draft의 version이 D12으로 끝났다는 사실에서 미루어 짐작할 수 있겠다.

Sponsor ballot에서 이루어진 주요 내용은 H-ARQ, MIMO, AAS 그리고 PKMv2 등의 규격의 완성도를 높이는 작업이었다. IEEE802에서의 표준화는 Draft가 작성되면 이후 ballot 기간 동안에 comment를 제출하고, 실제 회의에서 이 comment들을 해결하는 방법으로 이루어진다. Sponsor ballot이 처음 행해진 2004년 10월에는 제출된 comment가 2000개를 넘어섰었고, 이는 working group meeting에서 소화할 수 있는 범위를 넘어서는 양이라고 할 수 있었다. 이후에도 계속된 sponsor ballot에서 매번 1000개가 넘는 comment가 제출되었고, 회의는 자연스레 매일 밤 10시를 넘어서 끝나게 되었다.

위에서 언급된 MIMO, Security, LDPC 등의 이슈는 참여 멤버들 간의 입장차가 너무 큰 항목들이 많아서 따로 참여를 희망하는 멤버들만으로 Ad hoc을 구성하여 working group 회의기간 동안에 따로 작업을 수행하고 이를 매 회의 마지막 기간 동안에 회의 결과를 승인하는 형식으로 이루어졌다. TGe의 표준화가 sponsor ballot 단계에서 이렇게 많은 comment가 제출되고 매 회의마다 늦은 시간까지 comment resolution 작업이 이루어지고 한 것이, 결과적으로 어느 정도의 표준화 일정의 지연을 초래하기는 했지만, TGe의 표준화에 대한 참여 멤버들의 열정이 얼마나 대단했는가를 보여주는 것이었고, 또한, 이로 인해 상당한 수준의 규격을 만들어 내게 된 것이라 할 수 있겠다.

TGe의 규격화 작업이 진행되는 동안에 병렬적으로 802.16 내의 Cor1이라는 task group에서도 802.16-2004 문서의 오류를 바로잡는 규격화 작업이 이루어졌다. Cor1은

TGe의 근간이 되는 IEEE802.16-2004 규격의 오류의 수정 작업을 수행하는 곳이었었는데, 해당 작업 역시, TGe와 비슷한 강도로 회의가 이루어졌고, 최종적으로 Cor1과 TGe의 작업 내용이 합쳐져서 IEEE802.16e-2005 규격으로 나올 예정이다.

2005년도 802.16 working group에서 새롭게 시작된 활동 중의 하나는 이동 다중홉 중계기법(Mobile Multi-hop Relay)에 대한 SG(study group) 활동이다. 2005년 5월 802.16 이탈리아 Sorrento 회의에서 Mobile Multi-hop Relay에 대한 소개(Call for Interest)가 있었고, 7월 회의에서는 MMR(Mobile Multi-hop Relay) SG를 위한 Ad-hoc meeting이 구성되어 SG Proposal을 작성하였다. SG는 향후, TG(task group)으로 승인되어서 실제 MMR에 대한 표준화를 수행하게 될 예정이고, 이를 위한 SG의 작업은 2006년 3월 IEEE802 Executive Committee 회의에서의 승인을 목표로 진행된다. MMR SG에서 고려하는 시스템은 IEEE802.16 TGe 규격을 따르며 이동성을 갖는 단말기에게 디지털 중계기(digital relay station)를 통한 다중홉 통신경로를 제공하는 것으로, 기존 시스템에 비해 서비스 영역을, 빠르고 저렴한 비용으로 확장시킬 수 있으며 또한 시스템의 용량도 증대시킬 수 있는 장점을 갖는다. 향후, MMR TG이 열리게 되면 이와 같은 시스템의 무선통신 규격을 정하게 된다. 현재 MMR SG의 의장은 KDDI Corporation의 Mituso Nohara가 맡고 있다.

## 나) WiMAX

WiMAX는 IEEE802.16 규격에 기반한 BWA 시스템의 시장활성화를 위해서 제조업체, 서비스 업체들이 만든 Forum이다. 한국의 WiBRO에 대응한 WiMAX에서의 Mobile WiMAX 시스템에 대한 profile, IOT 등에 대한 작업이 이루어지고 있다. 주요 참여사는 Intel, Alvarion, Fujitsu, WiLAN 등의 기존의 BWA를 위한 진영들과, 삼성전자, Motorola, Sprint, LG, POSDATA 등의 mobile 시스템을 위한 신규 업체들 등이다.

WiMAX는 실제 제품의 구현에 포함될 규격들을 정하기

위한 단체로서 WiMAX Forum에서 채택하는 Profile에 기술들이 얼마나 많이 포함되느냐가 실제 각 업체들의 표준화에 채택된 기술들이 제품에 얼마나 많이 반영되느냐를 나타내게 되는 것으로서 표준화의 마지막 관문이라 할 수 있겠다. 삼성전자와 KT 등의 국내 WiBRO를 대표할 수 있는 회사들이 WiMAX 내에서도 이사회 일원(Board member)으로서 활동 중에 있다.

Mobile WiMAX의 무선접속 규격에 대한 Profile 및 IOT들의 작업은 WiMAX TWG(technical working group) 산하의 MTG(mobility task group)에서 진행 중으로 2005년 12월까지 IEEE802.16-2004와 TGe의 규격을 바탕으로 기능 항목들에 대한 profile 작업을 완료한 상태이다. MTG에서의 작업은 2006년 6월까지 IOT, PICS, TSS/TP 등을 완성하는 것을 목표로 하고 있다. 실제 WiMAX에서의 표준화 작업은 회사 당, 1표씩을 행사하게 되어있어서, Mobile WiMAX의 규격화에 대해서, OFDM을 바탕으로 한 진영들의 견제시 어려움이 있으나, 한국에서의 WiBRO로 대변되는 Mobile WiMAX 시스템의 개발 및 조기 상용화 등을 바탕으로 해당 그룹의 작업을 주도하고 있는 상태이다.

액세스망에 대한 접속규격에 대한 표준화는 WiMAX 내의 NWG에서 작업을 수행하고 있는데, 참여사들 간의 견해가 상충되는 부분이 많고, 규격의 복잡도가 높아서 표준화

의 진행이 더딘 상태이다. 현재 802.16 규격들의 기본 기능들을 지원하기 위한 release 1의 표준화 중, network architecture 및 message 흐름 등을 정한 stage 2까지의 표준화가 완료된 상태이며, 2006도에 release1의 stage3와 이후 release들에 대한 표준화가 진행될 예정이다. NWG에서의 표준화 작업은 4세대 이동망의 표준화 추세를 미리 가늠할 수 있는 있는 장으로 관전하는 입장이라면, 흥미를 가지고 지켜볼 수 있겠으나, 그만큼 회사들간에 입장차가 커서 2006년에도 표준화에 많은 어려움이 예상된다.

#### 4. 결론

IEEE 802.16에서 삼성과 인텔은 기술적 측면에서 전략적 제휴를 맺음으로써 서로의 단점을 보완하고 협력함으로써 IEEE 802.16과 WiMAX에서 mobility 표준을 완성하는 쾌거를 거두었다고 할 수 있다. 두 회사의 협력으로 인해서 Major 업체의 802.16 표준화 참여를 이끌었으며, 2중 3중의 협력관계를 열어나가게 되었다. 이처럼, 주요 회사간 협력을 얼마나 잘 이끌어 나가느냐는 것이 표준의 또 하나의 성공의 열쇠로써 전략적 제휴가 주요한 표준 활동 중에 하나로 인식되고 있다. 기술, 전략, 정책 이 모든 것이 어우러져야 비로소 진정 성공한 표준이라고 할 수 있겠다. **TTA**