3.5 세대 이동통신 서비스인 WiBro 의 특징과 이동성 기술에 관한 연구

고경호, 조치현, 김경태, 윤희용
성균관대학교 정보통신공학부
e-mail:kper@skku.edu, {chcho,ktkim,youn}@ece.skku.ac.kr

A Study on the Feature and Mobility Technology for WiBro in 3.5G Mobile Telecommunication Service

Kyoung Ho Ko, Chi Hyun Cho, Kyung-Tae Kim, and Hee Yong Youn
School of Information and Communication Engineering, Sungkyunkwan University

요 약

WiBro는 휴대 인터넷, 무선 광대역 인터넷, 무선 초고속 인터넷 등으로 풀이된다. 이동전화처럼 언제 어디서나 이동하면서도 초고속으로 인터넷을 이용할 수 있는 서비스로, 한국이 국제 표준화를 주도하고 있는 3.5세대 이동통신 서비스이자 국책사업이다. 기존의 무선인터넷 환경은 이동통신사에서 제공하는 컨텐츠에만 접근이 가능한 폐쇄적인 구조이지만 WiBro를 비롯한 3.5세대의 무선인터넷 서비스로 개방형 구조로 전환된다. 본 논문에서는 WiBro와 WiMAX의 차이점과 시스템의 특징 및 구조에 대하여 알아보고 휴대 인터넷의 핵심 기술인 핸드오버를 WiBro상에서 어떻게 구현했는지에 관해 살펴보고자 한다.

1. 서론

최근 핸드폰, PDA, 노트북과 같은 모바일 단말기들이 속속 등장하면서 휴대 인터넷 사용에 관한 관심이 높아지고 있다. 또한 기존의 텍스트와 이미지 중심의 컨텐츠가 동영상과 UCC (User Created Contents)로 확대됨에 따라 고속의 무선인터넷에 대한 요구가 증대되고 있다.

기존의 대표적인 휴대인터넷으로는 CDMA (Code Division Multiple Access)와 WLAN (Wireless Local Area Network)이 있다. CDMA 는 이동성은 보장하지만, 낮은 속도와 제한된 서비스, 높은 가격이 문제점으로 지적되고 있다. 이에 반해 WLAN은 높은 속도는 보장하지만, AP (Access Point) 와 통신이 가능한 반경이 상대적으로 작은 점과 낮은 이동성이 단점이다. 최근에 국내 이동통신사에서 상용화한 초고속 무선인터넷 서비스인 HSDPA (High Speed Downlink Packet Access)는 기존의 유선 네트워크와 비슷한 수준의 고속 데이터 전송을 보장하지만 높은 가격 책정으로 사용자에게 부담을 주고 있다. 이러한 무선기술의 단점들로 인하여 WiBro (Wireless Broadband Internet)가 대안이 될 수 있다. WiBro는 높은 이동성을 보장하는 동시에 유선망과 유사한 데이터 서비스 제공을 목표로 하고 있다.

WiBro가 기존의 CDMA무선 인터넷과의 가장 큰 차이점은 개방형이라는 것이다. 현재 CDMA무선 인터넷으로는 CP (Contents Provider)로부터 등록되어 각 이동통신 업체에 승인이 허용된 컨텐츠만 접근이 가능한 폐쇄형 인터넷이다. 하지만 WiBro 에서는 유선 인터넷과 같이 제한 없이 모든 컨텐츠에 접근이 가능하다는 점이 강점이라 할 수 있다. 현재 WiBro 표준은 음성통신을 배제하고 데이터 통신만을 고려하고 있으나 차후 기술이 성숙기에 접어들어 무선인터넷의 속도가 높아지고 안정화 되면 VoIP 방식을 이용한 음성통화도 가능할 전망이다.

본 논문에서는 WiBro 시스템에서 이동성을 제공하는 기술들을 살펴본다. 2장에서 WiBro 시스템의 구조와 핸드오버 기술에 대해 알아보고, 3장에서는 효율적인 핸드오버에 필요한 시스템 제안을 하고, 4장에서 결론을 맺는다.

2. WiBro 시스템의 구조와 특징

WiBro는 OFDMA(Orthogonal Frequency Division Modulation / Multiplexing Access)를 기반으로 한 서비스로 '휴대인터넷 단말을 이용하여 언제, 어디서나 정지 및 이동 중에 고속으로 무선 인터넷 접속이 가능한 서비스'라고 정의 되어 있다. 2.3㎓ 의 주파수 대역을 사용하며 시속 100Km이동 중에도 높은 전송속도(하향 3Mbps, 상향 1Mbps) 를 보장한다[1].

2.1 WiBro 와 WiMax 의 비교

WiBro와 Mobile WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access)는 모두 IEEE의 802.16e을 기반한 광대역 무선접속 기술표준이므로 동일한 기반의 기술을 바탕으로 하고 있다고 할 수 있다. 빠른 속도의 이동성을 지원하지 않는 WiMax의 단점을 보완하는 Mobile WiMax 가 WiBro 이다. 이 두 기술의 표준 상의 차이점은 <표 1>을 통해 확인 해 볼 수 있다.

<표 1> WiMax 와 WiBro 비교[1].

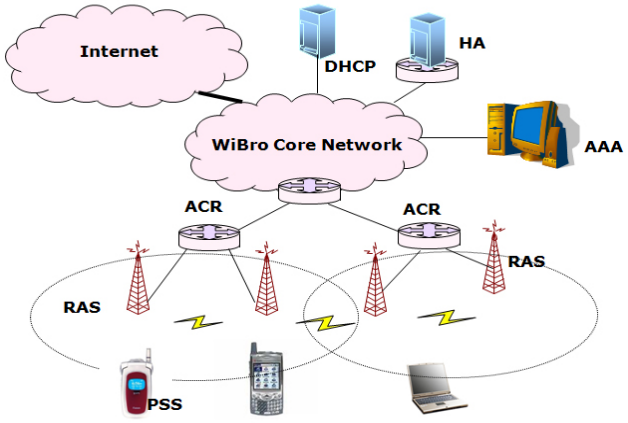
구 분	WiMax	WiBro
최대전송속도	70Mbps	30Mbps
가입자당평균 전송속도	~7Mbps	3Mbps
이동성	보행	100Km
단말기	노트북, PDA	노트북, PDA, 휴대폰
Handover	불확실	가능
주파수대역	2~11GHz	2.3~2.4GHz
대역폭	1.25~28MHz	9MHz
서브캐리어수	256~2048	1024
접속방식	OFDMA	OFDMA
셀반경	약 50km	약 1~1.5km

2.2 WiBro 의 구조

WiBro의 네트워크는 접속 제어장치인 ACR (Access Control Router) 과 ACR과 단말기의 무선 중계역할을 하는 RAS (Radio Access Station), 사용자의 PDA, 노트북, 핸드폰 등의 각 단말들을 총칭하는 PSS (Personal Subscriber Station)의 조합으로 구성되어 있다. 이외에도 AAA(Authentication, Authorization and Accounting) 서버와 DHCP(Dynamic Host Configuration Protocol) 서버, HA(Home Agent) 서버를 두어 기능을 분담하고 있다[2].

사용자는 휴대용 단말기를 통하여 WiBro 망에 접속 요청을 하고, 기지국에서는 RAS를 통하여 이 요청을 처리한다. RAS 는 휴대 단말과 유선네트워크 사이의 인터페이스를 담당하여 정보를 송수신 한다. 이러한 다수의 RAS들을 ACR이 관리하게 된다.

각각의 기능을 살펴보면 RAS는 WiBro 무선 접속과 무선자원 관리 및 제어에 관련된 기능을 한다. 그리고 핸드오프를 지원하는 이동성 기술이 구현되어 있으며, 인증 및 보안 기능과 QoS를 제공한다. 또한 하향 링크 멀티캐스트 기능을 담당하며 과금 통계 정보 생성 및 통보 기능 등을 수행한다. ACR은 IP 라우팅 및 이동성 관리를 하며, 이동 IP 에이전트와 인증 및 보안을 담당한다. 그리고 IP 수준의 서비스를 제공하기 위하여 QoS를 사용한 품질 제어 기능, 과금 서버와 통신하여 과금 서비스를 수행한다. 또한 RAS간/ACR간 핸드오버를 관리하며 자원 관리 및 제어를 담당한다. AAA (Authentication, Authorization and Accounting)서버는 가입자 인증 및 보안을 담당하며, 가입자의 Profile 관리와 이동 IP 가입자 관리도 수행한다. 과금 서버의 기능 또한 수행한다. DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)는 IP 주소 풀을 관리하며 동적 IP 주소를 할당한다. HA는 MIP의 위치를 관리하고 IP 패킷의 터널링을 담당한다. 이외에 MBS (Multicast Broadcast Service)를 위한 서버와 MoIP (Multimedia over IP)를 위한 LS (Location Server) / PS (Paging Server)로 구성된다[3].



(그림 1) WiBro 의 구성.

2.3 핸드오버

WiBro 시스템은 고속으로 이동하는 MS에게 서비스를 제공하기 때문에 핸드오버 메커니즘이 중요한 요소로 작용하고 있다. 현재 상용화 되어 KT에서 제공하는 WiBro 서비스의 속도를 측정한 결과 주요 도시에서는 평균 60Km/h로 이동하는 차 안에서 최고 4.42 Mbps에서 최저 0.12Mbps Down link 속도가 측정되었고, Uplink 최고속도는 1.86Mbps에서 최저 0.07Mbps로 측정 되었다. 속도 측정 결과는 컴퓨터 성능과 WiBro 모뎀의 성능에 따라 어느 정도 차이를 보이지만 KT에서 발표한 성능 결과에 따르면 자체 측정결과와 큰 차이를 보이지 않았다. 하지만 주요 대도시 경우 Multipath로 인한 Delay 현상 때문에 건물 내부에서는 사용에 불편을 느낄 정도로 서비스의 질이 저하되는 현상을 보였다. 이를 보완하기 위해 현재 중계기 설치를 통한 성능 향상에 대한 연구가 진행되고 있다. 이에 발맞추어 빠른 핸드오버 기술에 대한 연구 또한 활발히 진행되고 있다.

2.3.1 핸드오버 개요

핸드오버의 종류는 크게 물리적 이동 위치의 대상, HO 시작 주체 및 핸드오버 방식에 따라 구별 된다.

<표 2 > 핸드오버의 종류 및 레이어 계층[4].

분류기준	종 류
물리적 이동 위치	• 섹터간 핸드오버 : L2 핸드오버 • RAS간 핸드오버 : L2 핸드오버 • ACR간 핸드오버 : L2 핸드오버 + L3 핸드오버 (L2 핸드오버 규격 : IEEE 802.16e / IEEE802.16g / WiMAX NWG) (L3 핸드오버 규격 : IETF / WiMAX NWG)
HO 시작 주체	• MS-initiated • RAS-Initiated
핸드오버 방식	• Hard Handover • Optimized Hard Handover • Macro Diversity Handover(MDHO) • Fast BS Switching Handover(FBSS)

2.3.2 핸드오버 준비

핸드오버는 단말이 서빙 RAS로부터 어떤 타겟 RAS로 핸드오버 할 것인지를 결정함으로써 시작된다[2]. 와이브로 단말은 RAS에서부터 주기적으로 전송되는 MOB_NBR-ADV (Neighbor Advertisement)를 수신하게 되는데 이 메시지에는 인접 셀을 커버하는 모든 RAS의 정보들이 포함 되어있다. 이를 바탕으로 단말은 핸드오버 시 이러한 정보를 이용해 타겟 RAS를 결정한다. 또 다른 방법은 단말이 MOB_NBR-ADV 메시지를 이용하여 RAS의 ID를 획득 하고 스캐닝으로 통해 타겟 RAS를 선정한다.

단말이 핸드오버를 결정하고 나면 이를 서빙 RAS에게 Mobile Station Handover Request (MOB_MSHO-REQ) 메시지를 이전 RAS에게 전송하고 이전 RAS는 Base Station Handover Response (MOB_BSHO-RSP) 메시지를 단말에게 전송 한다. 이 메시지에는 신호의 강도를 고려한 후보 RAS들의 정보가 포함 되어있다.

2.3.3 스캐닝과 Association

스캐닝은 인접한 RAS중 적합한 RAS를 찾고 모니터링 하는 것을 뜻한다. 단말은 이를 통해 타겟 RAS를 선정 할 수 있다. Association은 추가적인 기능으로서 인접 RAS중 하나를 추천 받은 상태에서 스캐닝 Interval 동안 발생하는 초기 레인징 과정이다. 또한 HO 타겟의 적절한 선택을 위해 서비스 가용성 정보와 레인징 파라미터를 기록하거나 획득할 수 있다[4]. 스캔의 종류는 표3과 같다.

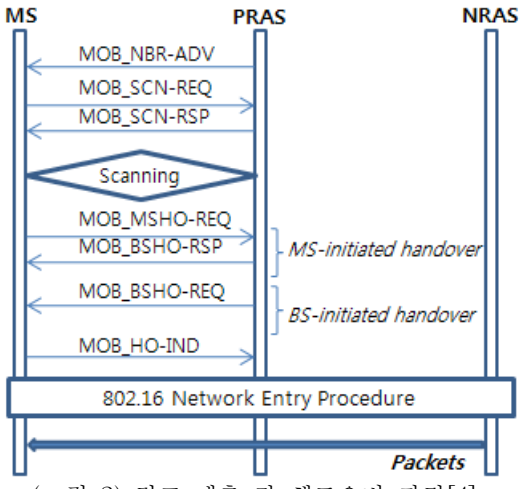
<표 3> 스캔의 종류.

단 계	특 징
-	• 오직 스캐닝만 수행
Level 0	• Coordination없는 scan / association - 타켓 BS는 단말의 정보를 알지 못함 - Contention-based 레인징
Level 1	• Coordination 있는 association - PRAS는 association 파라미터를 제공 - association을 수행하기 위한 인접 RAS의 리스트 정보 포함 - 인접 RAS association을 위한 레인징 영역을 제공
Level 2	• Network assisted association reporting - Level 1과 비슷함 - 인접 RAS에서는 오직 CDMA 레인징 코드를 사용 - PRAS는 단말에게 MOB_ASC_REPORT 메시지를 전송

2.3.4 핸드오버 실행

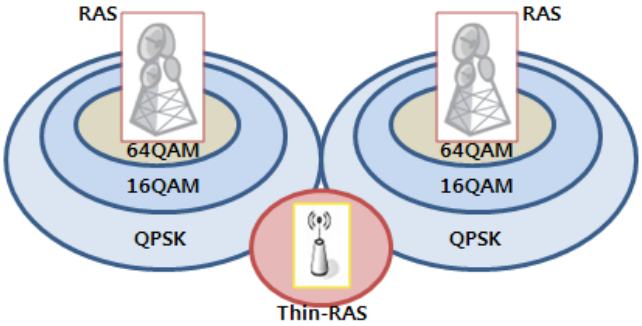
단말이 MOB_BSHO-RSP 메시지를 통해 인접 RAS 리스트 중 하나를 선택하면 이전 RAS에게 결정을 알리는 Handover Indication (MOB_HO-IND) 메시지를 보낸다. 단말은 이 메시지를 전송하기 전까지는 언제든지 핸드오버를 취소 할 수 있는데 전송하고 나면 더 이상 이전 RAS와 통신을 하지 않는다.

이동 이후 단말은 네트워크 진입 과정을 수행한다. 레인징 과정을 통해 새로운 RAS와 동기와 작업을 수행하고 이를 성공적으로 마치면 새로운 RAS와 수행 능력 조정 (Capability Negotiation) 단계에 접어든다. 이후 단말은 인증 과정을 마치면 최종적으로 새로운 RAS에 등록 하고 서비스를 제공 받는다. 만약 새로운 RAS가 인증 절차 수행 능력 및 인증 절차를 유선 네트워크를 통해 미리 제공 받는 다면 핸드오버 절차는 그만큼 줄어들게 될 것이다.



(그림 2) 링크 계층 간 핸드오버 과정[4].

3. Thin-RAS를 이용한 핸드오버



(그림 3) Thin-RAS 구성을 통한 보안통신

RAS의 셀 반경에 따라 변조 방식이 바뀐다. RAS로부터 가까운 지역은 64QAM을 사용하여 최대 50Mbps 의 전송속도를 내지만 RAS로부터 멀어지면 변조 방식이 16QAM으로 바뀌어 속도가 떨어지며, 셀의 가장 자리에서는 변조방식이 QPSK로 바뀌어 안정된 속도를 보장 받기 힘들다. 따라서 음영지역의 통신품질 향상을 위해 MMR (Mobile Multihop Relay) 관련 연구가 진행되고 있다[5].

MMR 이 스케줄링과 간섭에 관한 처리를 BS 에 종속적으로 진행하는 릴레이 방식인데 반해 여기서 제안하는 Thin-RAS는 이러한 기능을 스스로 처리할 수 있고, 스캐닝과 인증절차 등 핸드오버에 필요한 기능을 미리 수행을 하여 보다 효율적인 핸드오버가 가능하다.

기존의 RAS 에 비해서는 커버리지가 좁지만 그만큼 저렴하다는 장점이 있다. RAS 로 구성된 셀의 음영지역이나 임계지역에 보조적으로 Thin-RAS 를 설치한다면 효율적인 셀 구성이 가능할 것이다.

<표 4> MMR, RAS 와 Thin-RAS의 비교[6].

구 분	MMR	RAS	Thin-RAS
Concept	Smart Repeater	Base Station	Simple BS
Coverage	Narrow-Wide	Wide	Narrow-Wide
Function	Decode	Decode, Encode	Decode, Encode
Scheduling	Collaborative with BS	Self-Controlled	Self-Controlled
Interference	Managed by BS	Self-Managed	Self-Managed

4. 결론

본 논문에서는 WiBro 의 개념과 구조, 그리고 핸드오버에 관한 이동성 기술에 관해 설명하였다. WiBro는 기존의 무선인터넷 접속 서비스와 달리 저렴한 가격에 고속으로 이동 중인 단말에게 양질의 콘텐츠를 제공하기 위해서 개발된 기술이다. 이동성을 추가하기 위하여 최대 전송속도의 효율성을 일부 포기한 점이 있기 때문에 무엇보다도 이동 중 데이터전송의 신뢰성이 가장 중요한 부분이라고 할 수 있다. 현재 핸드 오버 중에도 끊김 없는 고속의 데이터 전송을 위한 여러 기술들이 소개되어있고 효율을 높이기 위한 방안이 제시되어 있다. 각 링크 계층에서도 효율적인 핸드 오버기술을 접목하여 WiBro 서비스가 고속 이동성을 보장해야 한다. 위에서 제안한 Thin-RAS 와 함께 기존의 MMR과 Repeater 등을 상황에 맞게 구성한다면 사용자에게 안정적인 대역폭을 제공할 수 있을거라 생각한다.

차후 연구과제로 WiBro의 셀 반경이 상대적으로 범위가 좁아 기지국건설에 많은 비용이 소요되는 문제가 있어 효율적인 셀 분배에 관한 알고리즘과 셀 간 간섭문제에 관해 진행하려고 한다.

참고문헌

[1] 지경용 , “WiBro 모바일 브로드밴드 시대의 와이브로 전개와 시장전망”.한국전자통신연구원

[2] Dae Ik Kim , Sang Ho Lee, Yeong Jin Kim, “WiBro/Mobile WiMAX 이동성 기술”, 정보과학회 제25권 4호, 2007.4

[3] 문정모. 이상모. 안지환, “와이브로(WiBro) 이동성 기술”, 한국인터넷정보학회 제6권 4호, 2005.12

[4] 문정모, “WiBro 의 L2/L3 이동성 기술” 한국전자통신연구원 IP이동성연구팀, 2007.6.22

[5] 박지호, 오영환, “The study for Increasing Service Coverage Area and Enhancing Handover in WiBro Networks”, 2006. 5

[6] 이성춘, "Mobile Multihop Relay Network", KT 인프라 연구소, The 14th Korea Internet Conference, 2006. 6. 28