

건물내부에서 WiBro 시스템의 속도향상 방안

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

The Schemes for Improvement of Indoor Data Transmission Rate over WiBro System

Seung-Rok You, Chi-Hyun Cho, Kyung-Tae Kim, and Hee-Yong Youn
School of Information and Communication Engineering, Sungkyunkwan University

요 약

널리 보급된 컴퓨터와 인터넷 그리고 모바일기기의 발달은 우리사회에 큰 변화를 주었다. 이는 이동성을 제공하면서 휴대 인터넷을 사용할 수 있는 서비스를 절실히 필요로 하게 되었고 그러한 요구에 부응하여 WiBro가 탄생하였다. 본 논문에서는 WiBro의 Downlink(DL)와 Uplink(UL)의 속도를 다양한 환경에서 현재 시판중인 WiBro 모델으로 성능을 평가해 보았고, 그 결과 WiBro에서 추구하는 DL:UL의 비율과 비슷하게 나옴을 확인하였다. 하지만 서비스 지역의 건물 내에서 WiBro의 서비스를 원활하게 받지 못하는 문제점을 발견하였고, 그 해결책으로 Fixed RS, Nomadic RS, 그리고 Mobile RS 3가지 방식을 제안하였다. 특히 건물의 경우는 Fixed RS(Relay Station)에서 Broadcast message 방식과 Wake-up 방식을 사용하도록 제안하였다.

1. 서론

널리 보급된 컴퓨터와 인터넷 그리고 모바일기기의 발달은 우리사회에 큰 변화를 주고 있다. 특히 인터넷의 발달은 많은 사람들이 보유한 지식을 공유하도록 해주는 다리 역할을 하고 있다. 게다가 무선인터넷이 발달하면서 사람들은 더 이상 유선 랜의 범위 안에서만 컴퓨터를 통하여 인터넷을 사용하지 않는다. 노트북, PDA 등의 기기들을 가지고 다니면서 무선 LAN의 영역 안에서 인터넷을 즐기고 있다. 무선 LAN의 경우에는 광범위한 범위의 인터넷 사용을 제공하지만, 이동성은 제공해주고 있지 않다. 하지만 모바일 기기의 발달로 인하여 핸드폰과 같이 휴대 기기들로도 제한적이나마 인터넷을 사용할 수 있게 되었다. 그리고 최근에 UCC(User Created Content)의 등장으로 사용자는 자신이 만든 콘텐츠를 직접 Web에 올리는 등의 일방향성의 방송이 아닌 양방향의 방송을 추구하게 되면서, 무선 LAN보다 서비스 커버리지가 크고 중저속의 이동성을 지원하면서 서비스 제공이 가능한 휴대 인터넷을 요구하였고 그에 부응하여 WiBro가 개발되었다.

본 논문에서는 이런 WiBro 모델을 사용하여 현재 서비스 지역에서 속도를 측정해보고, 속도측정에 따른 문제점인 동일지역에서 건물의 안과 밖에서 속도의 차이가 크게 나타내는 현상에 대해서 논의하고 그에 따르는 해결책을 제시하고 있다.

본 논문의 구조는 다음과 같다. 서론에 이어 2장에서는 WiBro System과 표준에 정의된 구조, 중계기를 이용한 MMR(Mobile Multihop Relay)에 대해서 기술하고, 3장에

서는 WiBro 기기를 이용하여 속도를 측정하고 이에 따른 문제점과 그 해결 방안을 살펴본다. 그리고 4장에서는 본 논문의 결론을 맺는다.

2. 관련연구

2.1 WiBro System

WiBro 시스템은 노트북, PDA, 핸드폰 등 모바일기와 같은 사용자 단말기에서 높은 속도로 무선 인터넷 접속을 하여 다양한 정보와 멀티미디어 콘텐츠 등을 제공해 주도록 설계되었다. 콘텐츠 분류는 3가지로 요약할 수 있는데 첫째는 인터넷 접속, 이메일, 데이터 검색 등과 같은 정보제공, 둘째는 사진전송, VoD, 게임 등 여가활동, 셋째는 원격 승인, e-commerce 등 상업적인 서비스 제공이 있다.

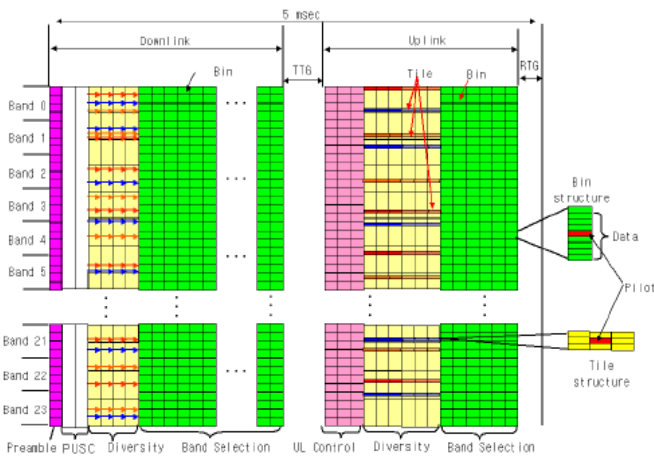
WiBro는 안정된 서비스를 제공하기 위해서 많은 요구사항을 필요로 한다. 평균 사용자당 2Mb/s의 데이터전송을 지원하도록 하는데 이것은 유선 영역에서 ADSL과 거의 같은 속도이다. 또한 실내외의 환경에서 서있거나, 걷거나 저속 혹은 중속의 이동 상황과 같은 다양한 모바일 조건에서 끊김 없는 서비스가 가능하도록 요구되어진다. 게다가 WiBro는 낮은 지연과 높은 신뢰성을 조건으로 하는 무선채널에 따라서 다양한 데이터 전송률을 지원해야 한다.

표 1은 현재 WiBro 시스템에서 사용하는 파라미터에 대한 값들을 보여주고 있다.[1]

<표 1> WiBro System Parameters

System Parameters	Value
Sampling Frequency	10 MHz
Number of used tones	864 out of 1,024
Number of data tones	768
Number of pilot tones	96
Tone spacing	9.765625 kHz
Signal Bandwidth	8.447 MHz
Basic OFDMA symbol time	102.4 μ s
Ratio of cyclic prefix to the OFDM symbol	1/8
OFDMA symbol time	115.2 μ s
Number of symbols in a frame	42
TTG + RTG	161.6 μ s
Number of tones per bin (DL/UL)	9 (8 data + 1 pilot tones)
Number of tones per tile(UL)	9 (8 data + 1 pilot tones)
Number of bins per AMC sub-channel (DL/UL)	6
Number of tones per diversity sub-channel (DL)	48 data tones
Number of tiles per diversity sub-channel (UL)	6

그림 1은 WiBro의 프레임 구조를 보여주며 이것은 1024-FFT를 사용하는 10MHz의 채널 대역폭을 가진다. 채널은 Uplink CQI(Channel Quality Indicator)를 기반으로 하는 빠른 AMC(Adaptable Modulation and Coding) 서브채널로 구성되어진다. 서브채널은 밴드를 선택하는데 유동적이고 다양하다.



(그림 1) Frame Structure

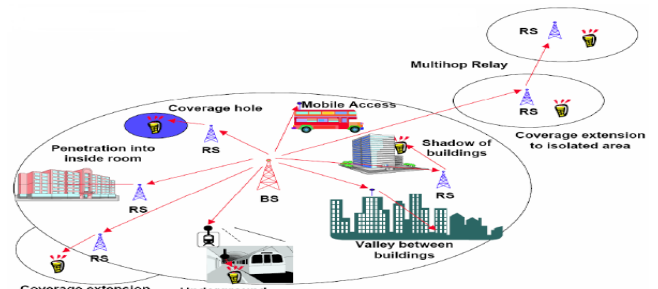
2.2 WiBro의 Physical Layer

WiBro는 10MHz의 bandwidth와 H-ARQ(Hybrid Auto Repeat Request), AMC, 채널코딩을 위한 터보코딩, QPSK, 16QAM, 그리고 높은 데이터 전송률을 지원하기 위해서 64QAM을 사용한다. 또한, WiBro는 TDD(Time

Division Duplex)와 OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access)를 선택하여 사용함으로써 여러 경로에서 약해지는 현상을 강하게 할 수 있었다. WiBro는 CP(Cyclic Prefix)를 14.4로 설정했는데 이것은 멀티 경로가 4.32Km까지 허용 가능하도록 한다. TDD는 Downlink와 Uplink에서 비동기 무선자원 할당을 가능하게 해주었다. 링크의 비율에 따라서 오버헤드는 업로드에서 더 많이 일어나게 되었고, 오버헤드의 밸런스와 비동기 무선데이터의 특징을 고려하였을 때의 적절한 링크 비율은 DL:UL이 2:1이었다. WiBro는 한 프레임마다 846개의 서브캐리어와 42개의 심볼을 가진다. 하나의 TDD 프레임 길이는 5ms이다. Downlink와 Uplink에서는 각각 27개와 15개의 심볼이 사용된다. 둘 다 control과 signaling을 위해서 3개의 심볼을 사용한다. 즉 트래픽 전송에는 Downlink 24개, Uplink에서는 12개가 사용된다. PSS(Portable Station Subscriber)는 CINR(carrier-to-interference-plus-noise ratio)과 PER(Packet Error Rate)을 측정하여 CQI를 선택한다. RAS(Radio Access Station)는 매 5ms마다 PSS에서 CQI를 받음으로 MCS(modulation and coding scheme)를 결정하게 된다. PSS와 RAS는 UE(User Equipment)와 Node B를 가진 같은 함수를 사용하는 장비이다. WiBro와 IEEE 802.16e가 서로 호환될지라도, 가장 큰 차이점은 구조와 preamble의 수행성, FCH/DL MAP에서 서브캐리어의 순환, 휴지 모드의 존재 등이 있다.[2][3][4][5]

2.3 WiBro MMR(Mobile Multi-hop Relay)

WiBro에서 기지국의 용량증대와 셀의 크기를 확정하는 것을 목적으로 하는 RS(Relay Station)에 대한 표준화가 IEEE 802.16j에서 이루어지고 있다. RS는 기존의 아날로그 중계와 달리 수신신호를 복조 및 복호화한 후 특정 처리과정을 거친 후 다시 부호 및 부호화하여 전송하는 기능을 갖는다. WiBro에서 MMR을 도입하게 된 주된 이유는 서비스 수준을 만족시키면서 기지국의 서비스 커버리지를 확장하고 가입자당 통신 throughput과 통신링크의 신뢰성을 확보하기 위한 것이다. 따라서 기지국으로부터 Relay hop수를 증가시켜 통신 불능 지역 깊숙이 네트워크를 확장할 수 있다. 그림 2는 802.16에서 MMR의 개념도를 나타낸 것이다.[6]



(그림 2) Concept of 802.16 MMR

3. 제안하는 WiBro 성능 향상 방법

3.1 서비스 지역에서의 WiBro 속도측정

WiBro 성능평가에는 현재 상용화 되고 있는 KT WiBro로 하였다. KT WiBro는 서울 전 지역과 분당 및 수도권 대학교에서 서비스를 하고 있다. 기지국의 커버리지는 약 1Km이며, 모뎀에서 서버로 접속할 때에는 낸드 플래시 기술을 채택하여 만든 가입자 인증 모듈 UICC (Universal Integrated Chip card)를 사용하여 접속하였다. 표 2와 3은 성능평가에서 사용한 기기들의 사양이다.

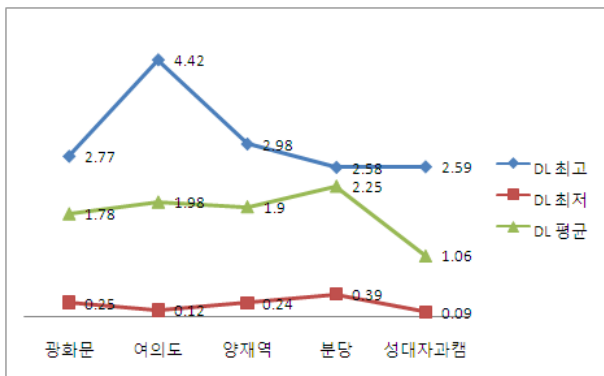
<표 2> 테스트에 사용된 컴퓨터 사양

Computer	Lenovo X60 1709-A41
CPU	Intel(R) CPU T2300 @ 1.66GHz
RAM	1GB
OS	Microsoft Windows XP
Browser	Internet Explorer 6.0

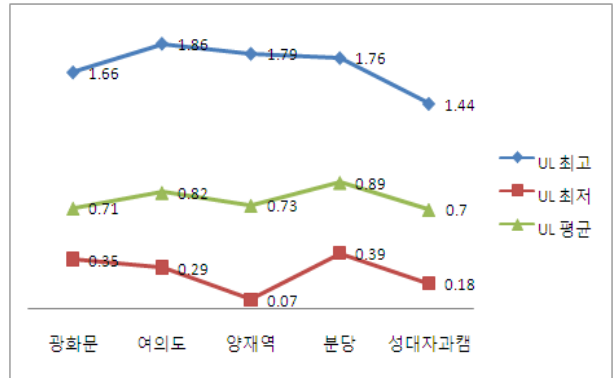
<표 3> 테스트에 사용된 WiBro 모뎀 사양

Company	KT
MODEM	KWM U1000
TYPE	NotePC 연결용 WiBro USB 모뎀

위의 장비들을 가지고 현재 서비스가 되고 있는 지역인 서울과 분당 그리고 성균관대학교 자연과학캠퍼스에서 승용차를 이용하여 저녁 7시부터 10시까지, 평균 60Km/h로 이동하면서 속도측정을 하였다. 속도측정은 인터넷 속도측정 사이트인 벤치비(<http://www.benchbee.co.kr>)에서 제공하는 서비스를 사용하였으며, 품질측정서버는 KIDC(한국인터넷데이터센터)에 위치한 서버를 사용하였다. 그림 3, 4는 측정결과를 보여준다. 아래 그림에서 보듯이 Downlink은 최고 4.42Mbps 부터 0.12Mbps까지 나왔으며 Uplink는 최고 1.86Mbps 부터 0.07Mbps까지 나왔다. 또한 80Km/h의 속도에서도 인터넷을 정상적으로 사용하였다. 그리고 2.2에서 언급했듯이 시판중인 WiBro의 속도측정에서도 약 2.5:1의 비율을 보이고 있었다.



(그림 3) Downlink

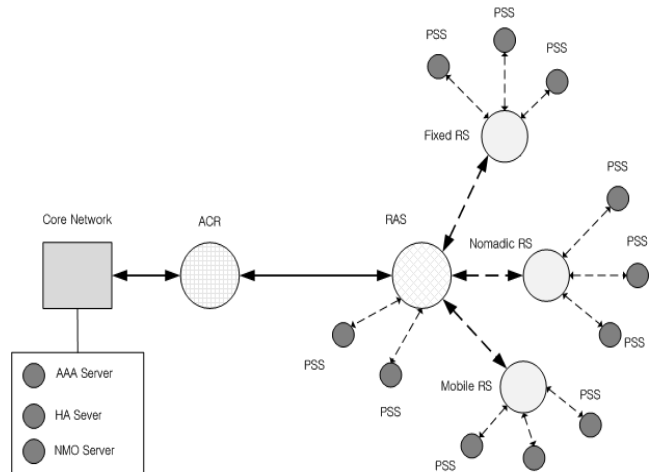


(그림 4) Uplink

하지만 동일지역에서 속도를 측정할 때 건물의 안과 밖은 현저한 차이를 보였다. 특히 건물 내에서도 창가나 외벽 같이 외부와 가까운 곳에서는 크게 차이가 없었지만 건물의 중앙부분에서는 인터넷의 사용이 불가능할 정도로 약한 신호를 보였다. 이러한 문제점을 해결하기위해 다음과 같은 제안을 해본다.

3.2 중계기를 이용한 성능 향상 방법

건물내부에서 WiBro를 사용할 때 현저하게 떨어지는 속도를 향상시키기 위해서 RAS에서 PSS로 전파를 보낼 때 Fixed RS와 Nomadic RS 그리고 Mobile RS를 사용하여 원활한 서비스를 제공하도록 한다. 그림 5는 3가지 방식에 대한 시스템 구조를 보여준다.

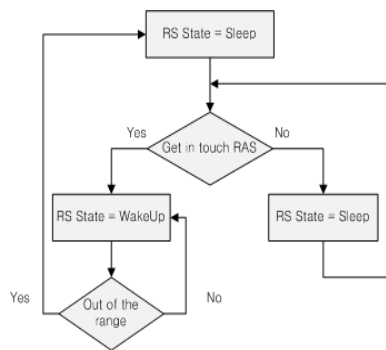


(그림 5) 3가지 종류의 RS를 이용한 음영지역 커버

제안하는 성능 향상 방법은 Fixed RS를 이용하여 주기적 Broadcast Message 방식과 Wake-up 방식을 사용하도록 한다. 주기적 Broadcast Message 방식은 RS의 범위 안에 있는 모든 PSS에게 Broadcast Message를 전달하도록 한다. 그러므로 PSS는 거리가 먼 RAS보다 신호강도가 더 강한 RS에 접속을 하기 위해 RAS에 보고를 하고 RS

의 전파를 받기 시작한다. 만약 PSS가 RAS와 RS의 영역에 걸쳐 있게 된다면 현재 접속하고 있는 Station을 유지하도록 한다. WiBro는 이동성을 제공하기 때문에 사용자의 움직임을 예측하기 어려우므로 현재의 접속을 유지하도록 하는 것이다. 여기에서 우리가 3.1에서 제시한 문제를 해결하기 위해서 Fixed RS와 Nomadic RS의 혼합사용을 권장한다. Fixed RS의 경우 건물의 로비 같은 사람들이 많이 다니는 곳 위주로 설치를 한다. Nomadic RS의 경우 PSS를 사용하는 사람들이 일시적으로 모이는 장소에 임시로 설치를 하여 WiBro사용자가 정상적인 서비스를 받도록 한다.

그리고 WiBro의 사용자가 적은 위치에 설치된 Fixed RS들은 Wake-up방식을 사용하도록 한다. PSS가 RAS의 영역에서 벗어나는 경우 RAS는 Sleep상태의 RS를 깨우고 PSS에 관한 정보를 넘겨주고 PSS가 RS의 영역에서 벗어날 때는 PSS의 위치에 있는 RAS 혹은 다른 RS에게 PSS의 위치와 정보를 넘겨준 후 다시 Sleep의 상태로 들어가는 방식이다.



(그림 6) Fixed RS에서의 Sleep과 Wakeup의 순서도

이는 RAS가 관리해야 하는 RS의 수를 줄여주는 것과 WiBro 사용자가 서비스의 영역에 존재하지 않은 경우와 사용자 수가 적은 경우에 에너지 절약이라는 차원에서 효율적인 것이다.

4. 결론 및 향후연구

본 논문에서는 현재 서비스 중인 WiBro의 속도를 측정 한 결과 DL:UL이 약 2.5:1의 비율로 유지됨을 보여주고 있으며, 시속 80km/h의 속도에서도 원활한 서비스가 제공됨을 알 수 있다. 그리고 서비스 지역 내의 건물에서 WiBro 신호의 강도가 약해지는 문제점을 보완하기 위해서 RS의 도입을 해결책으로 제시하였다. 그와 더불어 Fixed RS는 Broadcast 방식과 Wake-up 방식을 혼합하여 사용함으로써 사용자의 서비스 지역 확대와 사용자 수가 적은 지역에서 RS의 Broadcast에 따르는 에너지 절약 방법을 제안하고 있다. 현재 MMR 802.16j의 표준화가 이루

어지고 있는데 향후에는 그에 따르는 장치들의 표준화가 이루어 질 것으로 예상된다.

참 고 문 헌

- [1] Seung-Que lee, Namhun Park, Choongho Cho, Hyongwoo Lee Seungwan Ryu, "The Wireless broadband(WiBro)System for broadband Wireless Internet Services", Communications Magazine, IEEE , July 2006
- [2] Simon Shin, Chan-koo Kang, Joung-Cheol Kim, and Se-Hyun Oh, "The Performance Comparison between WiBro and HSDPA", Wireless Communication Systems, 2005. 2nd International Symposium on, 5-7 Sept. 2005
- [3] IEEE 801.16-2004, "IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks - Part 16: Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems", IEEE, 2004
- [4] IEEE P802.16e/D5-2004, "Draft Amendment to IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks Part 16: Air Interface for Fixed and Mobile Broadband Wireless Access Systems", IEEE, 2004
- [5] TTA, "TTAS.KO-06.0065/R1-Specifications for 2.3GHz band Portable Internet Service(Medium Access Control Layer)", Telecommunications Technology Association, 2004
- [6] 김영일, 안동현, 김현재, 이용수, 채수창, 김석찬, 박동찬, "WiBro용 Mobile 기술 동향", 한국통신학회지 (정보와통신) 제24권 제5호, 2007. 5