

WiBro Wave2 Cell Plan Tool 구현

Implementation of WiBro Wave2 Cell Plan Tool

전현철*

(Hyun-Cheol Jeon)

Abstract : There are several kinds of service standards for 3G(3rd-Generation) wireless communication as WCDMA, CDMA2000 and WiBro(Wireless Broadband Internet). Especially WiBro Wave2 system is a marked currnt issue. In this paper, we describe on the cell plan tool to desgin WiBro Wave2 network. For this, we treat from basic theory to practical substance to produce new(or modified) path loss prediction model for 2.3GHz. And we explain the method how to implement new technology MIMO(Multiple Input Multiple Output) deployed in Wave2 system. Also we emphasize on the importance of LOS(Line Of Sight) analysis in WiBro network design.

Keywords: WiBro Wave2, Network design, Cell plan, MIMO

I. 서론

이동하면서도 초고속인터넷을 이용할 수 있는 무선 휴대 인터넷으로 정의되는 WiBro는 Wireless Broadband Internet의 약자로서 외국에서는 Mobile WiMAX라고도 한다. 휴대용 무선 단말기를 이용해 정지 및 보행 또는 시속 60km로 이동하는 상황에서도 고속 전송속도로 인터넷에 접속해 다양한 정보와 콘텐츠를 이용할 수 있다. 퍼스널 컴퓨터, PDA, 차량용 수신기 등에 무선 LAN과 같은 WiBro 단말기를 설치하면 이동중인 자동차 안이나 지하철에서 휴대폰처럼 자유롭게 인터넷을 이용할 수 있는 서비스이다.

WiBro는 2002년 정보통신부가 무선가입자용(N-WLL)으로 사용하던 2.3GHz 대역의 주파수를 휴대인터넷용으로 재분배하면서 시작되었다. 또한 한국전자통신연구원(ETRI)과 삼성 전자 등이 기술표준 HPI 개발에 성공하였고 이는 2005년 미국전기전자학회(IEEE)에 의하여 국제표준으로 채택되었다. 2007년에는 국제전기통신연합(ITU)가 WiBro를 3세대 이동통신의 6번째 기술표준으로 채택하였다.

한국에서는 SK텔레콤과 KT가 서울을 중심으로 한 수도권 일부 지역에서 세계 최초로 WiBro 상용서비스를 시작하였고 현재도 꾸준히 서비스 영역을 확대하고 있다.

본 논문에서는 최근 이슈가 되고 있는 WiBro Wave2 무선 망을 설계하기 위한 Cell plan tool 구현에 관해 서술한다. 이를 위해 WiBro 주파수 대역의 전파예측 모델을 개발하는 과정을 이론에서부터 실질적인 내용까지 상세히 설명하고 Wave2에 새롭게 적용된 신기술인 MIMO(Multiple Input Multiple Output)를 Static simulation tool에 구현하는 방법론을 논한다. 또한 LOS(Line Of Sight)가 WiBro 무선망 분석에 미치는 영향을 파악하고 이에 대한 구현 방법을 기술한다. 마지막으로 본 논문에서 서술된 방법으로 구현되어진 WiBro Wave2 시뮬레이션 툴이 WiBro 무선망 설계/최적화 측면에서 어떻게 활용될 수 있는지를 나열하고 결론을 맺는다.

II. 본론

1. Network 분석/설계 툴의 개요

무선망의 전파환경을 분석하기 위한 시뮬레이션 툴은 활용처, 분류 기준 등에 의해 다양하게 나뉘어진다. 예를 들면 분석하는 Radio link의 개수에 따라 Link level/System level simulator로 구분할 수 있으며, 분석 기법의 다이내믹함 여부에 따라 Static/Dynamic simulator로 구분되어 질 수 있다.

단순한 하나의 Radio link의 성능을 평가하는 시스템이 Link level simulator이며, 특정 망에서 다수의 Radio link를 생성시키고 분석 시 Link level simulator의 예측 결과를 참고표(Look-up table)로 삼아 시스템 용량 등의 결과를 도출하는 시스템이 System level simulator이다.[1] CDMA2000 1X 망을 고려한다면 하나의 Radio link의 성능을 평가하는 Link level 시뮬레이션에서는 Frame/Bit Error Rate(FER/BER) vs. Signal to Interference Ratio(SIR) 혹은 목표 FER/BER별 이를 달성하기 위해 필요한 Energy 관계 등의 결과를 도출해낼 수 있다. 이에 반해 다수의 Link를 생성해 이들을 서로 유기적으로 동작시키고 정해진 규칙에 따라 이동통신 가입자를 분포시켜 Traffic load 등의 영향을 분석함으로써 시스템의 용량 등을 파악할 수 있는 것이 System level 시뮬레이션이다. 하지만 이러한 구분은 어디까지나 편의를 위한 것으로 명확한 구분을 하기에는 모호한 점이 많다. 현재 국내의 이동통신 서비스 업체가 개발한 전파환경 분석 시뮬레이션 툴은 이 두 가지 기법이 혼용된 것이 대부분이다.[2]

분석 내용의 다이내믹함 즉 시간 개념 유무 및 가입자 이동성 여부에 따라서도 시뮬레이션 툴을 분류할 수 있다. Static simulator는 주로 어떤 순간(Snap-shot)의 무선망 분석결과를 통계 처리해 무선망의 전반적인 상황을 파악하는데 활용한다. 관심 지역의 최번시 상황을 가정해 그에 대한 분석을 행하고 그 결과를 바탕으로 무선망 설계/최적화를 수행한다. 이는 최번시 상황이 대부분의 무선망에서는 최대 용량이 소요되는 순간 즉 시스템 측면에서 최악의 상황이므로 이를 견뎌낼 수 있도록 망 설계를 하기 때문이다. 이에 반해 Dynamic simulator는 시가변(Time variable) 개념과 가입자 이동성이 가미되어지며 이로 인해 시간추이에 따른 무선망 상태(예를 들면 가입자 이동에 따른 섹터 Throughput 예측) 파악에 효과적이다. 과거의 단순한 음성 위주의 CDMA 시스템에서

* 책임저자(Corresponding Author)

논문접수 : 2008. 7. 25., 채택확정 : 2008. 8. 1.

전현철: SK Telecom

(hcjeon@telecom.com)

는 Static simulator로 충분한 무선망 설계/최적화 작업이 가능했으나 패킷 서비스가 제공되는 현재의 데이터 망에서는 Static simulator와 Dynamic simulator를 병행한 작업이 신뢰도 측면에서 유리하다.[2]

국내의 이동통신 서비스 업체는 자사 고유의 무선망 분석 시뮬레이션 툴을 개발해왔으며 이를 무선망 설계/최적화에 적극 활용하고 있다. 본 논문에서는 SKT에서 WiBro Wave2 무선망을 설계하기 위해 개발한 CellPLAN® 을 중심으로 설명하고 이를 일반적인 시뮬레이션 툴로 확대 적용한다.

2. WiBro Network 분석을 위한 전파예측 모델 개발

무선망 분석/설계의 가장 기본은 전파전파의 특성을 연구하는 것이다. 전파예측 모델의 정확도가 무선망 설계 툴의 신뢰도를 좌우한다해도 지나침이 없다.[3] WiBro 주파수 대역인 2.3GHz는 기존의 예측 모델로 전파감쇄를 파악하는데 한계가 많아 SKT에서는 한국형 WiBro 전파예측 모델을 개발하였다. 전파측정을 위한 측정 지점 결정을 위해 서울에 있는 건물의 분포(밀도, 평균 높이) 특성을 파악해 그룹핑하고 기지국 실사를 통해 개별 그룹 특성을 포함하는 24개의 대표 기지국을 선정하였다. 그림 1, 2는 이런 과정의 결과를 보여준다. 24개의 대표 기지국에서 2.35GHz의 CW(Continuous Wave)를 송신하고 그 주변에서 차량을 이용해 촘촘하게 이동하면서 신호를 수신하여 경로손실을 계산하였다.

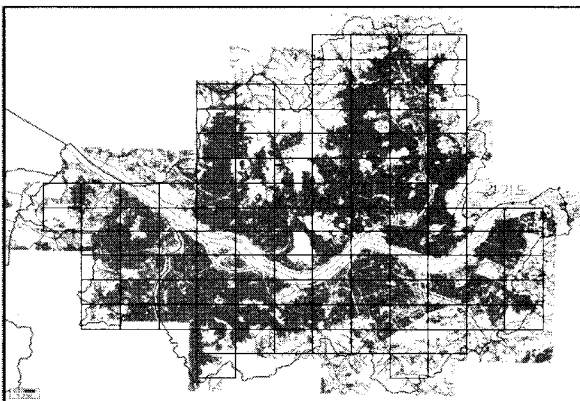


그림 1. 서울 지역 분할(22km Grid, 총 80개)

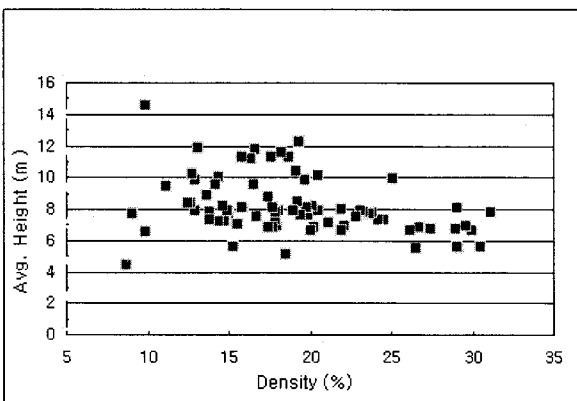


그림 2. 서울 지역 건물 특성 분포

실측과 병행하여 기존의 전파예측 모델을 활용한 대표 기지국별 전파감쇄예측 시뮬레이션도 수행되어야 한다. 이렇게 되면 대표 기지국별 실측값과 예측값의 차이 분석이 가능하고 실측 데이터를 바탕으로한 전파예측 모델의 보정을 수행할 수 있다. 전파예측 모델의 보정 방법에는 2가지가 있지만 본 논문에서는 이에 대한 자세한 설명은 생략한다.

대표 기지국별 전파예측 모델이 도출되면 모델식에서 각기 같은 종류의 계수를 모아 평균을 취해 Averaging 개념의 전파예측 모델을 만들어 검증한다. 검증 결과가 허용오차 범위 내에서 만족할 경우 새로운 WiBro용 전파예측 모델이 탄생한다. 그림 3은 새로운 전파예측 모델 개발 과정을 설명한다. 그림 4는 새롭게 개발된 전파예측 모델을 활용해 전파감쇄를 예측하고 이를 실제 측정데이터와 비교한 결과이다.

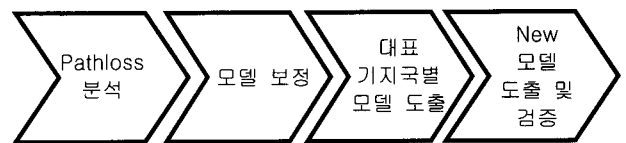


그림 3. New 전파예측 모델 개발 순서도

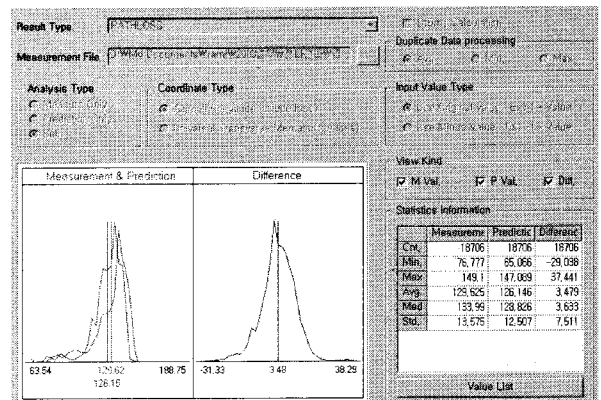


그림 4. New 전파예측 모델의 신뢰도

3. WiBro Wave2 신기술 구현

WiBro Wave2 시스템에 새롭게 적용할 수 있는 기술은 MIMO, Beamforming 등이 있다. 이 중 현재 시스템에 구현되어 있는 MIMO 기술을 시뮬레이션 툴에 구현하는 방법을 설명한다.

MIMO 기술은 데이터 서비스 중심으로 Network 이 진화해 가면서 Downlink 의 전송 신뢰도를 개선해 Throughput 을 향상시키기 위한 기술이다. 기존의 SIMO(Single Input Multiple Output)에 비해 기지국 Tx 안테나에 Diversity 기법이 적용된 점이 가장 큰 차이이다. 이로 인해 수신측에서 동일한 Throughput 성능을 내기 위한 Required RSSI 와 CINR 가 향상되어지는 이점이 발생한다. 실제 환경에서는 RSSI 에 대한 이득보다는 CINR 에 대한 이득 향상이 우세하다.

Static 시뮬레이션 툴에 MIMO 기술을 구현하는 방법은 두 가지로 나눌 수 있다. MIMO에 의해 발생하는 이득을 Gain 으로 처리하는 방법과 MIMO에서 사용되는 Diversity 안테나 패턴을 그대로 반영해 시뮬레이션 중에 MIMO 효과가 계산되어지도록 하는 방법이 있다. 전자는 MIMO 효과에 대한 Gain 값을 도출하기 위한 Link level 시뮬레이터가 필요하며

CellPLAN에서는 이 방법으로 MIMO 기술을 구현하였다.

Downlink MIMO를 구현하기 위해서는 표 1.과 같은 파라미터가 시뮬레이션 툴에서 운용되어야 한다.

표 1. DLMIMO 구현을 위한 파라미터

소요 파라미터명	기본값	단위	Value Type
SM(Spatial Mux.) gain	0	dB	실수
STTD(Space-Time Tx Div.) gain	3	dB	실수
Tx Div. Selection CINR Thres.	0	dB	실수

Spatial Mux.는 두 개의 Tx 안테나에 독립된 신호를 실어 보내는 기법으로 용량은 2배 정도 증가하나, 수신측의 Required CINR이 높다. 즉 통신 환경이 좋은 지역에서 용량을 늘리는 기술로서 활용 가능하다. Space-time Tx Div.는 두 개의 Tx 안테나에 동일한 신호를 실어 보내면서 STBC 코딩(Space time block coding)을 병행하는 기술로서 Required CINR을 낮춰야 할 경우 즉 통신환경이 열악한 지역에서 활용된다. 기지국이 STTD와 SM을 선택하기 위한 CINR 임계값인 Tx Div. Selection CINR Thres.도 구현되어야 한다. 그림 5.는 MIMO 기술이 구현된 CellPLAN 화면이며 사용자는 여기서 각각의 기본값을 수정할 수 있다.

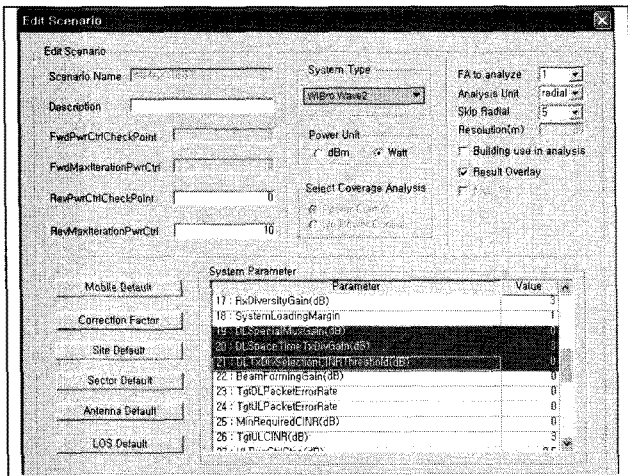


그림 5. MIMO가 구현된 CellPLAN 화면

4. Line Of Sight(LOS) 분석 구현

데이터 통신 중심으로서의 망 진화는 LOS 분석의 중요성을 필연적으로 부각시킨다. WiBro 시스템의 경우는 더욱 그러하다. WiBro Wave2를 위한 CellPLAN에서는 이러한 LOS 분석 기능을 대폭 강화하였다. 기존의 LOS 분석은 CellPLAN 사용자가 LOS 분석이 필요한 지역을 선정하고 LOS 분석의 시발점을 선택하면 시발점과 분석 지점간의 1:1 mapping 개념으로 분석을 수행한다. 이는 특정 시발점에서 일정 영역에 대한 가시영역 분석을 의미한다. 이러한 포괄적인 1:1 mapping 방법으로 WiBro 시스템의 섹터 Throughput을 예측하기에는 역부족이다.

WiBro .Wave2 CellPLAN에서 보강된 가시영역 분석기능은 세부적인 1:1 mapping 방법이다. LOS 분석을 수행하기 전에 각 지점별로 가장 우수한 전파특성을 보이는 Best server를 분

석한다. Best server 결과를 바탕으로 각 섹터는 자신이 최상의 성능을 나타낼 수 있는 지점과 1:1 mapping 방식으로 가시영역 분석을 수행한다.

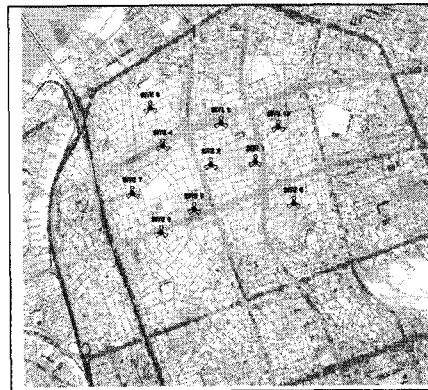


그림 6. Best server를 참조로한 세부적인 LOS 분석

이러한 세부적인 LOS 분석은 가시영역이나 아니냐에 따라 Throughput 변화를 보이는 WiBro 시스템의 특성을 그대로 반영한다. 그림 6.에서는 Best server 분석결과를 바탕으로 각 섹터당 LOS 분석을 행한 샘플 지역의 예이다.

5. WiBro Wwave2 시뮬레이션 툴의 활용처

앞에서 설명한 전파예측 모델 개발, 신기술 구현 등을 마친 Cell plan tool은 다음과 같이 활용되어 진다.

- (1) WiBro 초기 망 설계
 - 기지국(중계기) 위치 선정
 - 초기망 투자 물량 산출
- (2) WiBro 기지국(중계기) 신설/이설/제거
 - 기지국(중계기) 신설/이설/제거에 따른 side effect 분석
- (3) WiBro 최적화/엔지니어링 작업
 - 무선망 엔지니어링 기준 수립
 - 고객 불만 발생 지역에 대한 최적화 업무
 - 인빌딩 서비스를 위한 엔지니어링 작업
 - 기지국 적정 power 결정
 - 기지국(중계기) 안테나 방향, tilt 결정
- (4) 용량 관련 분석
- (5) 기타
 - 주변 환경 변화(예를 들어 기지국 주변에 건물 신축 혹은 기존 건물 철거 등)에 따른 무선망 상태 변화 예측
 - 기지국 섹터 증감에 따른 영향 분석

III. 결론

본 논문에서는 WiBro Wave2 무선망 분석/설계를 위한 Cell plan tool 구현에 필요한 기술적 요소와 구현 방법에 대해 서술하였다. 이를 위해 우선 시뮬레이션 툴의 분류와 활용 등에 대해 살펴보고 무선망 분석의 정확도를 좌우하는 전파예측 모델 개발 과정을 상세히 설명하였다. 한국형 WiBro용 전파예측 모델을 개발하기 위해 서울지역을 대상으로 24개의 대표 기지국을 선정해 실측 데이터를 수집함과 동시에 전파감쇄예측 시뮬레이션을 진행해 서로의 차이를 최소화하는 비선형 보정기법을 도입했다.

WiBro Wave2 시스템에 새롭게 도입된 신기술에서는 MIMO를 집중적으로 설명하고 이를 구현하기 위해 필요한 파라미터를 언급하고 이를 논하였다. 또한 LOS 분석이 WiBro 무선망에서 왜 중요한지 강조하고 이를 어떻게 분석해야하는지에 대해서도 실제 상황을 고려해 기술하였다.

마지막으로 이렇게 구현된 WiBro Wave2 cell plan tool이 실제 망에서 어떻게 활용될 수 있는지에 대해서도 언급했다.

본 논문을 통해 제안되고 구현된 WiBro Wave2 Cell plan 툴을 활용한다면 향후 WiBro Wave2 시스템에 대해 쉽게 이해할 수 있으며 이를 바탕으로 국내외를 막론한 현장에서 업무에 과학적/효율적으로 수행할 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] Lin Ma and Zhigang Rong, "Capacity Simulations and Analysis for cdma2000 Packet Data Services," VTC 2000, pp.1620- 1626, 2000.
- [2] 전현철, "시뮬레이션 툴을 활용한 무선망 최적화/엔지니어링 작업 프로세스," 2004년 한국보통신설비학회 하계학술대회, pp.169-172, 2004.
- [3] 전현철 외 6인, "무선망 분석 시뮬레이션 툴의 신뢰도 향상 기법," 2005년 한국보통신설비학회 하계학술대회, pp.431-435, 2005.
- [4] 이형수, 이혁재, "Macrocell에서 지형정보를 이용한 전파 전파 예측모델 제안," Telecommunications Review, 제6권 제3호, pp.257-267, 1996.
- [5] Jinwen Zhang 외 1인, "Dynamic System Level Simulation for Radio Resource Management of TD-SCDMA High Speed Downlink Packet Access," IEEE, pp.1874-91, 2002
- [6] William C. Y. Lee, Mobile Communications Design Fundamentals, A Wiley-interscience Publication, Second Edition, pp.47-100, 1993.