

요 약

우리의 이동통신 시장은 초기 AMPS를 거쳐 IS-95 A/B, CDMA2000 1X 그리고, EV-DO까지 많은 관심과 기술의 발전 속에 진화되어왔다. 이제, 2, 3 세대 이동통신 시스템을 발판으로 다양한 멀티 미디어 서비스를 선보일 WCDMA 시스템을 상용화하기에 이르렀다. 따라서, 추후 시장의 요구에 발맞추어 신뢰성 있는 고속 데이터 서비스를 구현할 수 있도록, WCDMA 관련 기술들에 관한 중점적인 논의가 이루어져야 할 것이다. 본 고에서는 WCDMA의 망 성능(coverage, capacity, quality of service)을 향상시키기 위한 망 설계 주요 사항에 대하여 기술하고자 한다.

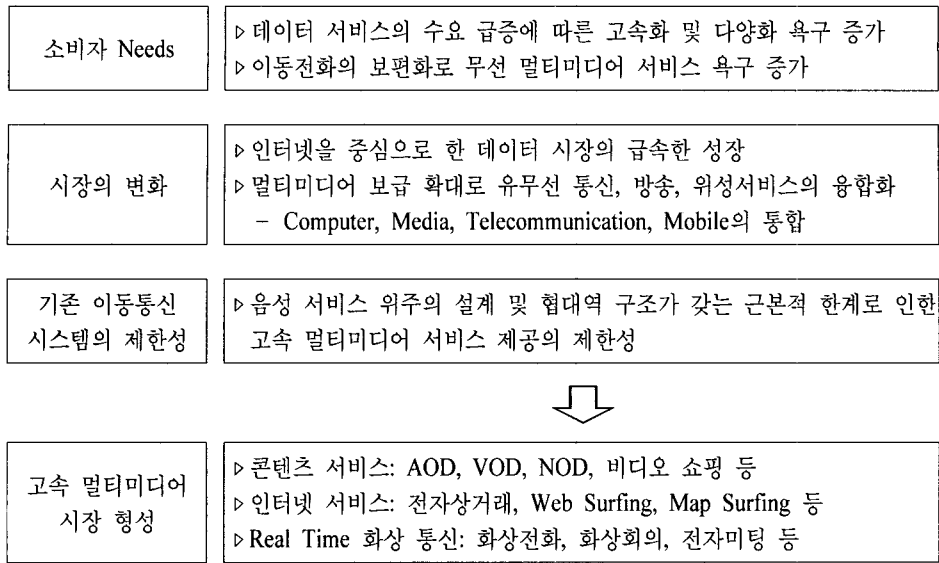
I. 서 론

현재 이동통신 서비스는 세계적으로 보급률의 급속한 증가 추세 속에 기존 음성 위주의 서비스에서 데이터 서비스로 그 제공 범위를 확대하고 있다. 그러나, 기존 이동통신 시스템은 본래 음성 및 낮은 데이터 서비스를 기본 목적으로 하여 제반 관련 시설이 설계되었고, 정보 전달의 통로라 할 수 있는 주파수 대역이 협대역으로 설정되어 있어 데이터 서비스의 경우, 그 속도 및 다양성에 있어서는 제한적일 수 밖에 없다. 그러나, WCDMA 시스템은 광대역의 주파수 대역폭에 따라 최대 2 Mbps의 회선 및 패킷 방식의 데이터 서비스가 가능하며, 글로벌 로밍을 포함하여, 음성, 영상 및 고속 데이터 서비스

를 근간으로 한 멀티미디어 서비스를 지원할 수 있다. 이것이 [그림 1]과 같은 현재의 이동통신 서비스 시장에서 WCDMA 시스템이 가장 중요하게 연구, 개발되고 있는 이유라 하겠다.

일반적으로 비동기식 IMT-2000이라고 불리는 WCDMA는 다양한 전파 환경 하에서 효율적이며 신뢰성 있는 접속과 고속의 멀티미디어 서비스 지원을 위하여 무선 접속 방식으로 DS(Direct Spread)-CDMA 방식을 사용한다. 이는 TDMA 방식에 비해 인접 셀에서 같은 주파수를 사용할 수 있으므로 가입자 용량을 증대시킬 수 있다. 그리고, WCDMA는 기존 IS-95와 CDMA 2000 1X의 1.25 MHz 확산대역과 달리 5 MHz 확산대역을 사용한다. 이로써 다중경로 페이딩 채널을 통과한 수신 신호를 Rake 수신기를 이용해 보다 많은 다중경로 성분으로 분리, 합성할 수 있기 때문에 수신 품질의 향상을 기할 수 있다.

3세대 이동 통신 서비스는 양방향 실시간 음성 서비스, 인터넷 접속 등의 대화형 서비스를 고속으로 제공해야 한다거나 서비스 사양, 사용자 요구에 따른 품질(QoS)을 선택하고 제공할 수 있어야 하는 등, 여러 가지 설계 조건들이 있다. 이러한 기능들을 만족시키기 위해 다양한 분야에 이르는 주요 기술들이 연구되고 있다. 멀티미디어 형태의 정보를 효율적으로 전달하기 위한 첫 단계인 정보 부호화 기술(음성 및 영상 부호화), 다양한 채널 에러에 대한 복원력이 우수한 채널 부호화 기술, 셀 탐색 기능, 전력 제어 기술, 인증 및 암호화 기술, 핸드오프 제어 기술, 망 설계 기술, 망 운용 기술 등이 바로 주



[그림 1] 이동통신 서비스 시장의 발전 방향

요 기술들이다.

본 고에서는 위에서 언급한 다양한 기술들 중, 기존의 망에서 WCDMA 망으로 유연하게 진화될 수 있도록 가장 중점을 두어야 하는 망 설계 기술에 대해 기술하고자 한다. 먼저, WCDMA 시스템과 기존 시스템의 가장 근본적인 차이라 할 수 있는 상이한 주파수 대역(800 MHz / 2 GHz)으로부터 발생하는 전파 감쇄 특성을 살펴보고, 높은 주파수에서의 큰 전파 감쇄량을 극복하기 위한 망 설계 주요 issue들의 특징 및 효과를 분석한다.

II. 800 MHz와 2 GHz 대역의 전파 감쇄 특성 비교

무선 망 설계 시에 가장 우선적으로 고려하여야 할 부분이 바로 전파 감쇄 특성이다. 100 % 커버리지를 만족하기 위한 소요 기지국 수와 최적 위치를 파악하기 위해서는 반드시 정확하게 전파 감쇄 특성을 파악해야만 하기 때문이다.

WCDMA의 경우, 800 MHz 대역을 사용하는 기존 시스템과 달리 2 GHz 대역을 사용하므로 주파수 차이에 따른 전파 감쇄 특성이 달라진다. 일반적으로 높은 주파수 대역은 빠른 데이터 서비스 이용을 위해 넓은 주파수 대역폭을 얻을 수 있지만, 전파 감쇄가 커지므로 동일 전력에 대한 셀 반경이 작아지는 단점이 있다. 이러한 이유로 최근에 기존 주파수 대역과 2 GHz 대역의 전파 감쇄 차이에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있다.

본 장에서는 이론적 모델을 이용하여 두 주파수 대역 간의 전파 감쇄 특성을 살펴보고, 실제 전파 측정을 통한 사례를 근거로 그 차이를 확인해 본다.

2-1 이론적 모델을 이용한 전파 감쇄 특성 비교

현재 가장 일반적으로 사용되고 있는 이론적 전파 모델이 Hata 모델과 COST-231 WI(Walfisch-Ikegami) 모델이다. Okumura에 의해 개발된 Hata 모델은 150 MHz~1.5 GHz의 주파수 대역에 적용

이 가능하며, 이후, COST231 committee에서 개발한 Extended-Hata 모델은 1.5~2 GHz의 주파수 대역에 적용이 가능하다.

Hata - Okumura model :

$$PL = 69.55 + 26.16 \log(f - 13.82 \log(h_b) - a(h_m)) + (44.9 - 6.55 \log(h_b)) \log(d)$$

Extended Hata - Okumura model :

$$PL = 46.3 + 33.9 \log(f) - 13.82 \log(h_b) - a(h_m) + (44.9 - 6.55 \log(h_b)) \log(d)$$

$$\left(\begin{array}{l} a(h_m) = 3.2(\log(11.75h_m))^2 - 4.97 \\ f = \text{frequency(MHz)}, h_b = \text{building height} \\ h_m = \text{mobile height}, d = \text{distance} \end{array} \right)$$

COST231 WI 모델은 유럽의 COST231 committee에 의해 개발되었으며, 자유공간 손실, 건물 회절과 산란 손실 다중 장애물 손실 성분으로 구성된다. 본 모델의 수식은 아래와 같다

COST231 WI model :

$$PL = L_f + L_m + L_w$$

$$L_f = 32.4 + 20 \log(d) + 20 \log(f)$$

$$L_m = -16.9 - 10 \log(w) + 10 \log(f) + 20 \log(\Delta h_m) + L_o$$

$$L_w = L_{bst} + K_o + K_d \log(d) + \{ -4 + 0.7(f/925 - 1) \} \log f - 9 \log(b)$$

$$\left(\begin{array}{l} w = \text{street width}, \Delta h_m = h_r - h_m \\ L_o = \text{incident angle loss} \\ b = \text{distance between buildings} \\ L_{bst} = -18 \log(11) + \Delta h_b / 0 \\ K_o = 54 / 54 - 0.8 \Delta h_b / 54 - 1.6 \Delta h_b d \\ K_d = 18 / 18 - \frac{15 \Delta h_b}{\Delta h_m} \end{array} \right)$$

〈표 1〉은 위의 Hata 모델과 COST231 WI 모델로부터 두 주파수 간의 전파 감쇄 차이를 계산한 결과이다. 자유공간(free space)에서는 전파 감쇄가 20 log(f)의 특성을 지님으로써 2 GHz 전파가 880 MHz 전파에 비해 7.13 dB 정도 감쇄가 큰 것을 알 수 있다. 또한, Hata 모델과 Extended Hata 모델에서

〈표 1〉 두 주파수간 전파 감쇄 크기 차이

Model 차이(dB)	Free Space	Hata Model	COST 231
$PL_{2GHz} - PL_{880MHz}$	7.13	11.63	13.48

주파수 부분만 고려하여 그 차이를 계산하면, 11.63 dB 만큼 2 GHz 전파 감쇄가 더 크고, COST231 WI 모델에서는 13.48 dB 만큼 더 크다.

2-2 실험을 통한 전파 감쇄 특성 비교

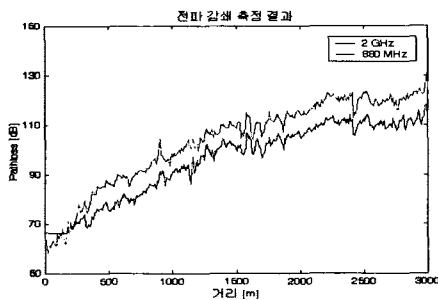
본 절에서는 샘플 지역의 전파 측정 결과를 바탕으로 두 주파수간 전파 감쇄 차이를 살펴보고, 외국의 실험 사례 및 이론 모델 값과 비교해 본다.

전파 측정은 서울 강남 지역의 샘플 기지국에서 수행되었으며, 880 MHz와 2 GHz 주파수의 CW 신호로부터 수신 레벨을 측정하여 안테나, 앰프, 케이블 손실 등을 고려하여 전파 감쇄량을 도출하였다. [그림 2]의 전파 감쇄 측정 결과 그래프는 측정 데이터를 거리 10 m 간격으로 수신 레벨을 평균하여 plot한 것이다. 그림에서 2 GHz의 전파 감쇄가 880 MHz에 비해 일정 레벨만큼 더 큰 것을 알 수 있는데, 측정 데이터를 바탕으로 그 평균차를 계산하면, 8.27 dB(표준 편차: 4.98 dB)이다. 8.27 dB의 평균차는 자유공간에서의 7.13에 비해 약 1 dB 정도 큰 값이며, 다른 두 이론 모델에 비해서는 3.5 dB 이상 작다. 두 주파수 간의 상관관계(correlation)를 계산하면, 0.932로 매우 높은 값을 갖는다. 이는 거리에 따라 두 주파수 간 전파 감쇄의 증가, 감소가 유사하게 이루어진다는 것을 의미한다.

외국의 측정 사례를 살펴보면 다음과 같다. Ericsson에서 도심지역을 대상(Stockholm, Uppsala)으로 900 MHz와 1.8 GHz의 주파수로 전파 측정을 하였을 때, 두 전파 감쇄의 평균 차이가 6.9 dB(표준 편차: 3.1 dB)였으며, Deutsche Bund-espote Telecom의

경우, Munnheim 도시를 대상으로 측정한 결과, 1.8 GHz의 전파 감쇄가 평균 8.6 dB 더 높았다(단, 기지국 높이가 25 m 이상인 경우). NTT DoCoMo의 경우, 동경의 Honjo 지역을 대상으로 813 MHz와 2.2 GHz의 전파 감쇄를 측정하였는데, 그 차이는 약 8.5 dB였다^{[2]~[4]}.

비록 서울에서 샘플로 측정한 주파수가 외국의 세 사례에서 측정한 주파수와 약간의 차이가 있지만, 대역이 서로 유사하므로 880 MHz와 2 GHz의 전파 감쇄 차이는 약 7~9 dB로 유추할 수 있다. 그러나, 전파 환경은 도심이나 교외지역, 시골 등 각 지역의 특성에 따라 변화하기 때문에 주파수 간 차이도 지역적 특성에 따라 구분되어야만 한다. Ericsson의 경우, 측정 지역을 5개 특성 구분하여 전파 감쇄를 도출하였는데, 지역별 차이를 쉽게 확인할 수 있도록 그 결과를 <표 2>에 인용하였다. <표 2>로부터 얻을 수 있는 한가지 흥미로운 사실은 도심지역보다 준도심 지역에서의 전파 감쇄 차이가 약 2.4 dB 정도 더 크다는 것이다. 이는 다양한 이유가 있겠지만, Ericsson에서는 준도심 지역이 도심 지역에 비해 나무가 많아 회절에 의한 감쇄가 더 크기 때문일 것으로 추정하였다. 이처럼, 각 지역 특성에 따라 두 주파수 간 전파 특성도 많이 달라지므로, 향후 우리나라에서도 지역 특성에 따른 전파 환경의 차이에 대한 연구가 깊이 이루어져야 할 것으로 판단된다.



[그림 2] 주파수별 전파 감쇄 측정 결과

<표 2> 지역 특성별 전파 감쇄 차이(Sweden)

Type \ 구분[dB]	평균	표준 편차	측정 위치별 평균 범위
Urban	6.9	3.1	6.4~7.0
Suburban	9.3	3.2	7.2~10.8
Forest land	9.8	3.4	9.5~10.0
Semi-open	10.0	4.0	6.6~11.5
Flat-open	5.7	5.1	-

III. WCDMA망 설계시 주요 Issues

제 2장에서는 이론적 모델과 실험 결과를 바탕으로, WCDMA 시스템이 기존 시스템에 비해 높은 주파수를 사용함으로써 전파 감쇄가 더 큰 것을 확인해 보았다. WCDMA 시스템에서는 멀티미디어 서비스를 제공하기 위하여 순방향에서 높은 용량을 커버해야만 하는데, 큰 전파 감쇄로 동일 전력대비수신 레벨이 작아지므로, 이를 향상시키기 위한 다양한 방법들이 모색되고 있다. 본 장에서는 여러 방법들 중, WCDMA에서 새롭게 이슈가 되고 있는 6 섹터 구성 및 안테나 사양, 송신 다중 기법(Tx diversity)에 대하여 살펴본다.

3-1 6 섹터화와 안테나 사양

셀의 섹터화는 시스템의 용량을 증가시키기 위하여 기존의 시스템에서도 사용되어왔다. 현재까지 3 섹터를 기본으로 이동 통신망이 설계되어졌는데, WCDMA에서는 용량 및 QOS를 향상시키기 위하여 더 많은 섹터화에 대한 논의가 이루어지고 있다. 본 절에서는 섹터가 증가함에 따라 셀의 용량이 얼마나 증가하는지를 살펴보고, 섹터화에 따른 안테나의 필요 사양에 대해서도 언급하고자 한다.

섹터 이득은 아래의 수식과 같이 셀이 옴니로 구성되어 있을 경우의 사용자 수 대비 섹터로 구성되

〈표 3〉 섹터화에 따른 효과

Sectorization	Users/sector		Users/cell		UL gain	DL gain	Mean	SHO overhead	I-loth/lown
	UL	DL	UL	DI					
1 sector, omni	59.2	43.0	59.2	43.0	1.0	1.0	1.0	23 %	8 %
3 sectors, 90deg	50.7	35.5	152.2	106.4	2.57	2.56	2.56	34 %	8 %
3 sectors, 65deg	56.7	42.6	170.1	127.9	2.87	3.00	2.94	27 %	6 %
3 sectors, 33deg	55.7	40.3	167.0	120.8	2.82	2.85	2.84	26 %	0 %
4 sectors, 90deg	46.0	30.7	183.9	122.7	3.11	2.97	3.04	42 %	109 %
4 sectors, 65deg	53.2	39.9	212.8	159.7	3.59	3.71	3.65	31 %	6 %
4 sectors, 33deg	50.9	35.7	203.5	142.8	3.44	3.41	3.42	33 %	6 %
6 sectors, 90deg	39.4	24.5	236.7	147.1	4.00	3.64	3.82	53 %	146 %
6 sectors, 65deg	46.4	32.4	278.6	194.2	4.70	4.62	4.66	42 %	105 %
6 sectors, 33deg	49.6	36.3	297.4	218.0	5.02	5.17	5.09	32 %	90 %

어 있을 경우의 사용자 수로 나타낼 수 있다.

$$\zeta = \frac{\text{Number of Users of Sectorized cell}}{\text{Number of Users of Omni cell}}$$

〈표 3〉은 Nokia에서 실험한 결과로써, 섹터 수와 안테나의 빔 폭을 달리하여 섹터 이득을 계산한 것이다^[5]. 표에서 섹터별 사용자 수를 살펴보면 안테나 빔 폭이 같을 경우 섹터가 증가함에 따라 그 수가 감소하지만, 셀의 총 사용자 수는 증가함을 알 수 있다. 그러나, 각 섹터들이 다른 섹터에 간섭 신호로 작용하기 때문에 완전 비례적으로 증가되지는 않는다.

SHO(Soft HandOver) overhead는 소프트 핸드오버 영역에 있는 사용자들로 인해 생기는 중복 채널의 비율을 나타낸다. 이 값이 증가하게 되면 채널 부족으로 인한 호 단절(hard blocking)이 발생하게 되므로, 섹터화를 할 경우 적절한 값을 얻을 수 있도록 해야만 한다.

〈표 3〉으로부터 섹터 수가 같아도 안테나의 빔 폭에 따라 용량 및 SHO overhead 값이 달라짐을 알 수 있다. 이는 안테나의 빔 폭이 넓을수록 섹터 경계 지역에서의 오버랩이 넓어지고, 타 안테나에 비

해 상대적으로 높은 간섭 신호를 받게 되기 때문이다. 따라서, 섹터화를 구현할 때, 안테나의 사양 또한 신중히 고려해야 할 것이다. 위의 결과에 따르면, 3 또는 4 섹터의 경우 빔 폭이 65도인 안테나를, 6 섹터의 경우 빔 폭이 33도인 안테나를 사용하는 것이 가장 좋은 성능을 나타낸다. 또한, 안테나의 이득은 현재 사용 중인 13~14 dBd 안테나보다 2~3 dB 더 높은 15~17 dBd 이득의 안테나를 사용할 수도 있다. 단, 고이득의 안테나일수록 주 빔이 예리해지므로 기존 안테나에 비해 틸트 각을 약간 크게 하여야만 원하는 성능을 얻을 수 있다.

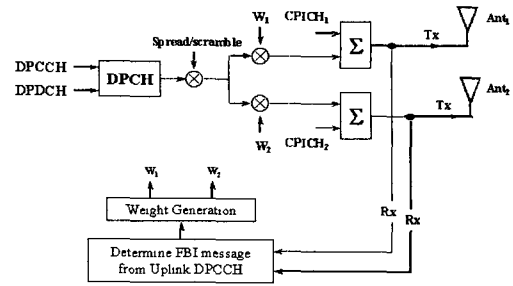
3-2 송신 다중 기법(Tx Diversity)

WCDMA 시스템에서 순방향 성능(커버리지와 용량)을 향상시키기 위해 단말에 수신 다중(Rx Diversity)를 적용할 수도 있지만, 두개의 수신 안테나가 필요하므로 단말의 크기, 가격 등의 문제가 있다. 따라서, 3GPP에서는 기지국에 두개의 송신 안테나를 사용하는 송신 다중 기법을 권고한다.

3GPP FDD WCDMA Release 4에 의하면, 송신

다중 기법은 단말로부터 제환 정보를 받는지 여부에 따라 크게 개루프 다중 기법과 폐루프 다중 기법으로 구분된다.

WCDMA의 개루프 다중 기법은 STTD(Space Time block coding based Transmit Diversity)와 TSTD(Time Switched Transmit Diversity)로 나뉜다. STTD는 두 심볼(S_0, S_1)에 대해 [그림 3]과 같이 두 안테나에서 직교성을 유지하도록 부호화 한 후, 전송한다. 두 안테나를 통해 전송된 두 심볼은 독립적인 두 개의 채널을 거쳐 단말의 수신기에서 STTD 복호화 과정을 거친다. STTD 기법은 SCH(Synchronous Channel)를 제외한 모든 물리채널에 적용될 수 있다. TSTD(Time Switched Transmit Diversity) 기법은 두 안테나를 번갈아가며 데이터를 전송하는 기법으로, SCH에만 적용된다. TSTD의 동작은 짝수 슬롯에는 1번 안테나를 통해서 데이터를 전송하고 홀수 슬롯



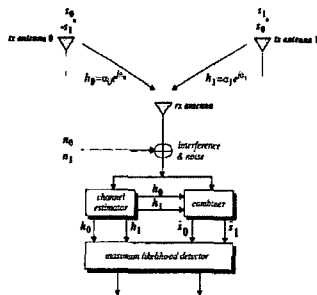
[그림 4] 폐루프 전송 다중 시스템 블록도

에는 2번 안테나를 통해 데이터를 전송한다.

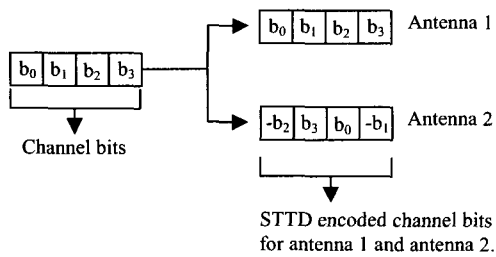
폐루프 전송 다중 기법은 [그림 4]와 같이 기지국에서 단말로부터 받은 제환 정보를 근간으로 전력 및 위상을 변화시켜 수신측에서 최대 SIR(Signal to Interference Ratio)를 갖도록 하는 것이다. 이는 WCDMA 물리채널 중 DPDCH(Dedicated Physical Data Channel)과 PDSCH(Physical Downlink Shared Channel)에 적용되며, 안테나 위상만 변화시키는 모드(모드 1)와 안테나 위상과 전송 전력을 모두 변화시키는 모드(모드 2)로 구분된다. 단말은 CPICH(Common Pilot Channel)을 이용하여 현재 채널 상황을 유추한 후, SIR이 가장 높도록 가중치를 결정하여 DPCH(Dedicated Physical Control Channel)로 FBI(Feed Back Information)를 기지국에 전송한다. 기지국은 DPCH의 FBI 영역 정보를 보고 안테나별로 가중치를 곱하여 순방향 정보를 전송한다. 모드 1은 FBI 영역의 1비트 정보를 슬롯 당 한번씩 반영하여, 전송 안테나의 위상을 변화시키고, 모드 2는 4슬롯동안 올라온 4비트의 FBI 정보를 수신하여 전송 안테나의 위상과 전력을 변화시킨다.

개루프 전송 다중과 폐루프 전송 다중은 동시에 사용할 수 없으며, 일반적으로 개루프 전송 다중 기법은 고속 이동 단말에 대해 좋은 성능을 나타내고,

폐루프 전송 다중 기법은 저속 이동 단말에 대해 좋은 성능을 나타낸다. 이는 [그림 5]의 (c)와 (d)를

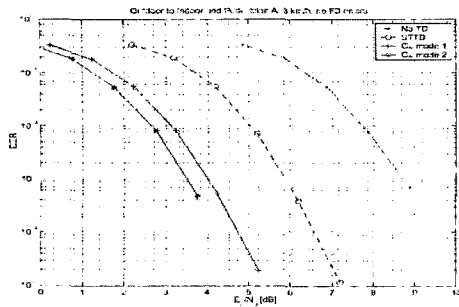


(a) 시스템 블록도

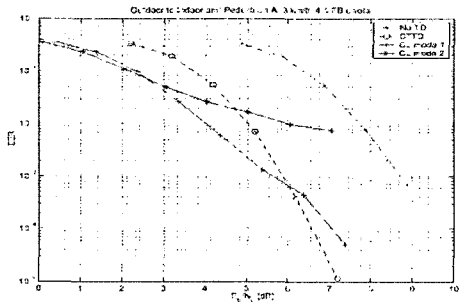


(b) 인코딩 블록도

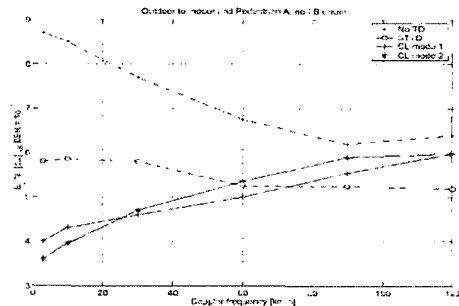
[그림 3] STTD 시스템 블록도



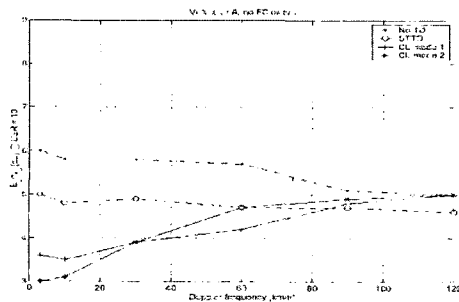
(a) BER 대비 required Eb/Nt(0 % FB Error)



(b) BER 대비 required Eb/Nt(4 % FB Error)



(c) 이동속도에 따른 required Eb/Nt(Pedestrian A)



(d) 이동속도에 따른 required Eb/Nt(Vehicular A)

[그림 5] 송신 다중 기법의 효과

통해서도 알 수 있다. 그 이유는 단말이 고속으로 이동할 경우, 역방향으로 올려준 FBI에 에러가 생길 확률이 높으며, FBI의 에러가 없다고 하더라도 채널의 페이딩 현상이 심해짐으로써 바로 전 채널 환경으로 유추한 FBI로 현재 채널 환경에서 SIR을 높여주지 못하기 때문이다. [그림 5] (a)와 (b)는 일정 BER을 만족하기 위한 필요 Eb/Nt 값을 나타낸 것인데, STTD 방식은 송신 다중 기법을 사용하지 않을 경우와 비교해 약 3 dB 이상 이득을 지니며, 페루프 다중 방식은 4, 5 dB 이상의 이득을 갖는다^[6].

지금까지 WCDMA에서 구현된 송신 다중 기법에 대해 살펴보았다. 현재까지 표준에 반영된 전송 다중 기법은 두개의 안테나만을 고려한 것이나, 현재 진행중인 3GPP(3rd Generation Partnership Project) 표준화에서는 2개 이상의 안테나를 이용한 전송 다중 기법이 논의되고 있다.

본 장에서는 순방향 성능을 향상시키기 위한 섹터화 및 안테나 사양, 송신 다중 기법에 대해 살펴보았다. 그 외 계층셀(Hierarchical cell)과 다중 사용자 탐색(Multi User Detection) 등의 방법이 모색되고 있으며, 역방향의 경우 TTLNA(Tower Top LNA)가 검토되고 있다. 따라서, 이들에 대한 실험적 결과를 토대로 각 전파 환경에 맞는 방법을 선택적으로 적용하는 것이 바람직 하겠다.

IV. 결 론

꿈의 이동 통신이라 불리는 IMT-2000은 그 시작부터 전세계 모든 이들의 주목을 받았다. 우리나라에서도 사업자 획득에서부터 상용화에 이르기까지 많은 이슈들이 진행되어 왔으며, 향후 다양한 서비스로 새로운 이동 통신 시장을 열어갈 것이다.

이러한 시장의 변화에 발맞추어 각 분야에서는 3세대 이동 통신 서비스의 가장 큰 특징이라 할 수 있는 고속 멀티미디어 서비스를 높은 QoS로 제공할

수 있도록 많은 기술들을 연구, 개발하고 있다. 특히, 서비스 사업자의 경우 망 설계, 관리, 최적화에 대해 많은 연구를 수행하고 있다. 이의 일환으로 본 고에서는 WCDMA 망 설계 시 고려해야 할 전파 감쇄 특성과 순방향 성능을 향상시키기 위한 섹터화 및 필요 안테나 사양, 송신 다중 기법에 대하여 기술하였다.

앞서 언급하였듯이, 전파 환경이란 지역별 특성과 주파수에 따라 다양하게 변화하므로 측정을 통하여 전파 감쇄 특성을 정확하게 파악해야만 한다. 외국의 사례와 서울의 샘플지역 측정을 통해 우리는 2 GHz의 전파가 800 MHz 대역에 비하여 약 6 dB 이상 크게 감쇄가 이루어짐을 알 수 있었고, WCDMA 순방향의 성능을 향상시키기 위하여 6 섹터를 적용할 경우, 기존 3섹터에 비해 약 1.7배의 용량이 증가함을 알 수 있었다. 또한, 송신 다중 기법 중 개루프 전송 방식은 고속 이동 단말에 대해 좋은 성능을 나타내고, 페루프 전송 방식은 저속 이동 단말에 대해 좋은 성능을 나타냄을 알 수 있었다. 저속의 경우, STTD 방식은 약 3 dB, CL 모드 1은 4.5 dB, 모드 2는 약 5 dB 이상의 이득을 보이며, 고속의 경우 약 1~2 dB 이득을 보였다.

향후, WCDMA 서비스의 성공 여부는 고객의 요

구에 부합하는 다양한 서비스를 얼마만큼 신뢰성 있게 제공할 수 있는지에 달려있다고 할 수 있다. 따라서, 기존 이동 통신 서비스와 차별적인 서비스 개발과 함께 망 설계 기법에 대한 깊이 있는 연구가 지속적으로 수행되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] Vujay K. Grag, Kenneth Smolik and Joseph E. Wiles, *Applications of CDMA in Wireless/ Personal Communication*, Prentice Hall, 1997.
- [2] Yauhiro Oda, Reiko Tsuchihashi, Kouichi Tsunekawa and Masaharu Hata, "Measured Path Loss and Multipath Propagation Characteristics in UHF and Microwave Frequency Bands for Urban Mobile Communications", *IEEE VTC*, pp. 337-341, 1992.
- [3] Karl Low, "Comparison of urban propagation models with CW-measurements", *IEEE VTC Spring 2001*, pp. 936-942.
- [4] Lena Melin, Martin Ronnlund, Rickard Angbratt, "Radio Wave Propagation A Comparison Between 900 and 1800 MHz", *IEEE VTC 1993*, pp. 250-252.
- [5] Achim Wacker, Jaana Laiho-Steffens and Kari Sipila, "The impact of the base station sectorisation on WCDMA radio network performance", *IEEE VTC Fall 1999*, pp. 2611-2615.
- [6] Stefan Parkvall, Magnus Karlsson, Maria Samuelsson, Leo Hedlund and Bo Goransson, "Transmit Diversity in WCDMA : Link and System Level Results", *IEEE VTC Spring 2000*, pp. 864-868.

≡필자소개≡

임 종 태

1986년 2월: 연세대학교 전자공학과 (공학사)

1988년 2월: 연세대학교 전자공학과 (공학석사)

1993년 2월: 연세대학교 전자공학과 (공학박사)

1993년 11월~1998년 2월: SK Telecom 수석 연구원

1998년 2월~2000년 8월: 정보통신연구진흥원 전파방송기술 평가 실장(파견)

2000년 8월~현재: SK Telecom 엔지니어링 기술 개발 팀장

[주 관심분야] 이동 전파전파, 이동 전화망 시스템 Engineering, 차세대 망 설계/관리/최적화