

## 광대역 다중경로 채널특성에 따른 W-CDMA 시스템의 성능분석

오 동 진, 나인학, 김 철 성  
전남대학교 컴퓨터공학과  
전화 : 062-530-0796 / 핸드폰 : 011-9609-3171

### Performance of W-CDMA System for Wideband Multipath Channel Environments

Dong-Jin Oh, In-Hak Na, Cheol-Sung Kim  
Dept. of Computer Engineering, Chonnam National University  
E-mail : djoh@chonnam.ac.kr

#### Abstract

The performance of mobile radio communication system is dependent on various factors such as channel environment. Especially, the number of multipath components of mobile radio channel and multipath delay property in CDMA system for different bandwidths are changed. Therefore, using multipath components, Rake receiver provides improvement of performance as increase of bandwidth. In this paper, the performance of W-CDMA system is evaluated by computer simulation over the types of ITU-R wideband channel model and spreading rate. The result shows that the performance of CDMA adapting RAKE receiver is improved by the increase of multipath components in equal level of the received power.

#### I. 서론

IMT-2000 (International Mobile Telephony 2000) 은 무선으로 다양한 서비스를 제공하고 전 세계 단일 통화권을 목적으로 단일 표준안을 시도하였으나 현재는 크게 미국중심의 3GPP2(동기

식)과 유럽중심의 3GPP(비동기식)의 복수 표준안이 채택되었다. 국내 상황을 보면 IS-95를 기반으로 개발된 3GPP2 표준에 따른 동기식 시스템은 개발이 완료된 상태이고, 유럽의 GSM에 기반을 둔 유럽의 3GPP 표준에 근거한 비동기식 시스템은 개발이 진행되고 있다. 이와 관련하여 W-CDMA 시스템의 성능 분석에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다.

무선 이동통신 시스템은 채널환경에 따라 시스템의 성능에 영향을 미치는 여러 요인이 존재한다. 특히 CDMA 시스템은 대역폭에 따라 채널의 다중경로 성분의 수와 다중경로 지연특성이 변화하고 레이크 수신기는 다중경로 성분을 활용하여 대역폭 증가에 따른 성능 향상을 제공한다. 본 논문은 ITU-R 광대역 채널 모델에 대해 채널 환경과 확산이득에 따른 시스템의 성능을 모의실험으로 구하고 채널 환경과 확산이득에 따른 성능 분석을 하였다.

#### II. 광대역 다중경로 채널 모델

일반적으로 광대역 다중경로 채널은 식(1)과 같이 이산 선형 필터로 표현된다.

$$h(t) = \sum_{i=0}^{L-1} a_i \delta(t - \tau_i) e^{j\theta_i} \quad (1)$$

여기서  $a_i$ 은 경로세기,  $\tau_i$ 은 시간지연, 그리고  $\theta_i$ 은 위상천이를 나타낸다<sup>[4]</sup>.

본 논문에서 보다 더 실제적인 채널 모델을 공급하기 위해 광대역 다중 경로 채널 모델로 IMT-2000 제안 시스템 평가를 위한 ITU-R 추천 모델을 적용하였다.

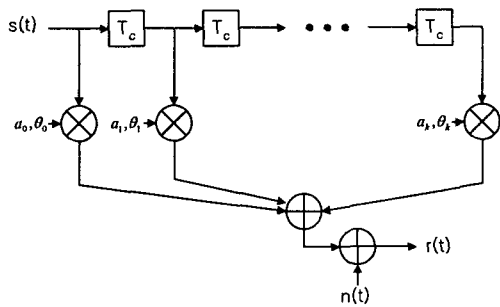


그림 1. 탭-지연 선형필터 모델

ITU-R 모델은 그림1과 같은 tapped-delay line 모델에 기반 하여 주어진다. 그 환경은 실내, 실외-실내 보행자, 실외 차량 상황으로 구분되어 있고 실효 지연 시간에 따라 빈번히 발생하는 짧은 지연 시간을 가지는 전력지연 프로파일과 시스템의 성능에 주요한 영향을 미치지만 가끔 발생하는 긴 지연 시간을 갖는 전력지연 프로파일로 구분되어 있다. 채널A는 짧은 지연시간을 갖는 전력지연 프로파일이고, 채널 B는 긴 지연시간을 전력지연 프로파일이다.

표 1. 실외 차량환경의 전력지연 파라미터

	Channel A		Channel B	
	Relative delay(ns)	평균전력 (dB)	Relative delay(ns)	평균전력 (dB)
1	0	0.0	0	-2.5
2	310	-1.0	300	0
3	710	-9.0	8900	-12.8
4	1090	-10.0	12900	-10.0
5	1730	-15.0	17100	-25.2
6	2510	-20.0	20000	-16.0

표 1은 한 예로써 실외 차량 환경에 대한 파라

미터를 보이고 있다. 그리고 이 전력지연 프로파일은 시스템의 chip rate에 따른 샘플율에 맞춰 채널 임펄스 응답 파라미터를 수정하여 사용 가능하다. 여기에서 레이크 수신기에서 취해지는 다중경로 성분은 -10dB를 기준으로 그 이상의 전력을 가지는 다중경로 성분을 레이크 수신기에서 이용하는 것으로 가정하였다.

표 2. 수정된 실외 차량환경의 전력지연 파라미터(3.84Mcps)

	Channel A		Channel B	
	Relative delay(ns)	평균전력 (dB)	Relative delay(ns)	평균전력 (dB)
1	0	0.0	0	-1.8
2	260	-1.9	260	0
3	520	-7.3	520	-7.4
4	780	-10.4	8840	-13.2
5	1040	-10.9	9100	-18.4
6	1300	-17.2	12740	-13.4
7	1560	-19.6	13000	-11.4

### III. 모의실험 환경 및 결과

시스템의 성능평가 척도인 BER을 구하기 위해 모의실험은 두 가지 전송율 15ksps(확산률 256), 120ksps(확산률 32)에 대해서 수행하였다. 채널 환경은 ITU-R 채널 모델을 적용하여 실외와 실내 보행자, 실외 차량 환경 등 2경우를 고려하였고, 각 환경에 대해 긴 지연시간을 갖는 전력지연 프로파일(type B)을 사용하였다. 이는 긴 지연시간 전력 프로파일로 표현되는 채널 환경이 시스템의 전체성능을 좌우하는 요인이기 때문이다. 다른 모의실험 조건은 전력제어 및 동기는 이상적인 경우로 가정하였다. CDMA 시스템의 성능을 좌우하는 간섭 신호는 확산율이 큰 경우이므로 가우시안 분포로 가정하였고 신호대 잡음비(SNR)를 정할 때 잡음전력과 간섭전력을 합하여 고려하였다.

확산율(SF) 256은 기본 음성 서비스를 제공하는 저속전송에 적용되며 하향링크에서 공통 파일럿 채널(CPICH)과 기본 공통제어채널(P-CCPCH)에

## 광대역 다중경로 채널특성에 따른 W-CDMA 시스템의 성능분석

적용된다. 확산율 32는 3GPP 에서 전송율 120kps를 제공할 때 이용된다. 이 경우 음성 뿐만 아니라 영상을 포함한 데이터 서비스를 제공하는 데 사용된다.

채널 환경과 프로파일 형태에 따른 BER을 비교해 보면 일정한 수신신호전력에서 다중경로 성분이 많고 상대적으로 긴 지연시간을 갖는 프로파일을 갖는 채널에서 좋은 성능을 보여주고 있다. 이는 높은 확산율에 의해 다중경로 성분을 레이크 수신기에서 적은 간섭으로 활용할 수 있기 때문에 짧은 지연시간을 갖고 다중경로 성분이 적은 채널의 경우보다 상대적으로 긴 지연시간을 갖고 다중경로 성분이 많은 채널 환경에서 레이크 수신기의 다이버시티 효과를 활용할 수 있기 때문으로 생각된다. 그림 2 에서 그림 5 는 확산율 256과 32에서 실내/실외 보행자 환경과 실외 차량환경에서 BER을 보여주고 있다. 신호대 잡음비(SNR)는 수신기의 역확산 전단에서의 신호대 잡음비를 의미한다. 따라서 일반적으로 많이 사용되는 수신기 최종단에서의 신호대 잡음비는 역확산 전단에서의 신호대 잡음비에 확산이득을 더한 값이다.

확산율 32와 256의 이득은 9dB 차이가 난다. 모의실험 결과에서 BER  $10^{-3}$  을 기준으로 요구되는 수신기 최종단 신호대 잡음비를 비교해 보면 실외 차량환경 채널 B의 경우 확산율 256일 때 -9dB 에 24dB 확산이득을 더하면 15dB 이고 확산율 32일 때 16dB에 15dB 이득을 더하면 31dB 이므로 그차이가 15dB 차이가 난다. 따라서 긴 지연시간을 갖는 채널에서는 확산이득이 적을 경우 성능의 열화가 커진다는 것을 확인할 수 있다. 실내/외와 보행자 환경에서 BER  $10^{-3}$  을 기준으로 요구되는 신호대 잡음비는 확산율이 256 일 경우 17dB(채널 B)이며, 확산율이 32일 경우 25dB 이다. 실내 환경에서는 BER  $10^{-3}$  을 기준으로 요구되는 신호대 잡음비는 확산율이 256 일 경우와 확산율이 32일 경우 차이가 거의 없다.

위의 결과로부터 확산율이 높은 경우 다중경로 성분의 증가는 시스템 성능에 기여하고 확산율이 낮은 경우는 간섭신호의 증가를 가져와 요구되는 신호대 잡음비를 증가시킨다.

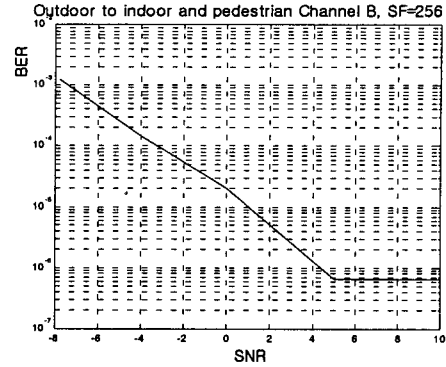


그림 2. 실내/실외 보행자 환경(채널B, 확산율256)에서 BER

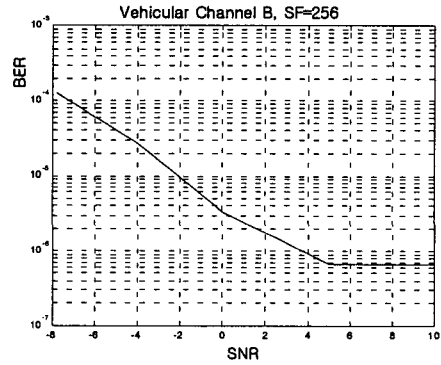


그림 3. 실외 차량환경(채널B, 확산율256)에서 BER

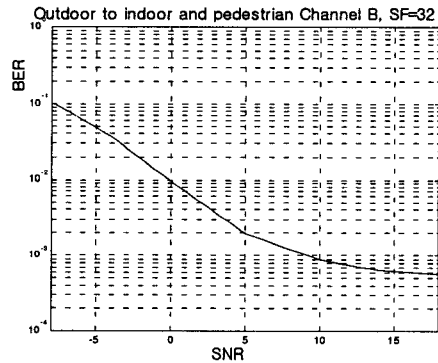


그림 4. 실내/실외 보행자 환경(채널B, 확산율32)에서 BER

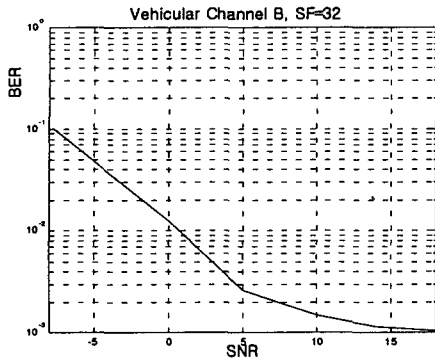


그림 5. 실외 차량환경(채널B, 확산율 32)에서 BER

#### IV. 결론

실험 결과를 보면 신호대 잡음비에서 간섭신호는 포함되지 않는 조건에 대해 긴 지연 시간을 갖는 실외 차량 환경에서 확산율 256의 경우

BER 10<sup>-3</sup> 을 만족하는 신호대 잡음비는 15dB 정도이며 확산율 32의 경우는 31dB이다. 실외 보행자 환경에서는 BER 10<sup>-3</sup> 을 만족하는 신호대 잡음비는 확산율 256 일 경우 17dB 정도이며 확산율 32일 경우 25dB 이다. 위의 결과로부터 확산율(확산이득)이 큰 경우 레이크 수신기의 효과에 의해 다중경로 성분의 증가는 시스템 성능의 향상에 기여함을 알 수 있다. 그러나 확산율의 감소에 따라 다중경로 성분이 많이 존재하는 도심지역 채널에서 다중경로 성분이 간섭신호로 작용하여 성능이 저하됨을 알 수 있었다. 이를 통해 고속 전송(낮은 확산율)을 지원하는 W-CDMA 시스템의 동작을 위해서는 성능 향상 기술이 반드시 필요함을 알 수 있다. 이러한 기술로는 오류 정정 부호, 송신 안테나 다이버시티, 스마트 안테나 등이 고려되어야 할 것이다. 따라서 향후에 성능 향상 기술등을 고려한 성능분석 연구가 필요할 것으로 생각된다.

#### 참고문헌(또는 Reference)

- [1] Harri Holma, Antti Toskala, W-CDMA for UMTS, Wiley, 2000
- [2] Ziemer, Tranter, Principles of Communications, Wiley, 1995

- [3] Edward A. Lee, Digital Communication, KAP, 1994
- [4] Rappaport, Wireless Communications, IEEE Press, 1996
- [5] Papoulis, Probability, Random Variables, and Stochastic Process, McGraw-Hill, 1991
- [6] Roger L. Peterson, Rodger E. Ziemer, Introduction to Spread Spectrum Communications, Prentice Hall, 1995
- [7] Recommendation ITU-R M1225, Guidelines for Evaluation of Radio Transmission Technologies for IMT-2000

본 논문은 DXO 텔레콤(주) 지원 프로젝트 결과의 일부임.