

개선된 레이크 수신기를 채용하는 IMT-2000 시스템의 성능 분석

°소준영·우병훈* 강희조*

* 동신대학교 전기전자공학과

** 전주공업대학 정보통신과

Performance Analysis of IMT-2000 System with Improvement Rake Receiver

°Jun-Young So·Byung-hoon Woo* Heau-jo Kang*

* Dept. of Electrical & Electronic Eng., Dongshin Univ.

** Dept. of Information & Communication Eng., Jeonju Technical College.

ABSTRACT

본 논문에서는 IMT-2000 시스템에 대한 제안된 표준안을 기초로 송수신 시스템을 구성하여 광대역 무선채널 환경 및 다양한 시스템 운용환경에서 시스템의 성능을 분석한다. 수신 성능의 개선을 위하여 CCI(Co-Channel Interference) Canceller와 Rake 수신기를 혼합하여 기존의 Rake 수신기에서 제거할 수 없었던 자기 간섭(Auto Interference)을 제거하는 새로운 Rake 수신기를 제안하였다. 또한 다중 경로 페이딩 모델로는 ITU-R M.1225에서 제시된 모델을 적용하였다.

성능 분석 결과, 상대적으로 작은 지연 확산을 가지는 채널 A가 중간 지연 확산을 가지는 채널 B보다 수신성능이 양호함을 알 수 있었으며, 채널 A와 B에 관계없이 제안된 레이크 수신기를 채용하였을 경우 자기 간섭의 제거 효과로 인해 수신성능이 기존의 레이크 수신기를 채용하였을 경우에 비해 향상됨을 알 수 있었다. 또한 간섭제거기와 제안된 레이크 수신기를 직렬로 연결한 수신기를 채용하였을 경우 다중접속간섭을 효과적으로 제거할 수 있었으며, 수신성능의 차이는 채널 환경이 양호할수록, E_b/N_0 값이 커질수록 차이가 커짐을 알 수 있었다.

1. 서론

차세대 무선 통신 시스템은 음성 위주의 서비스를 제공하는 현재의 셀룰러 이동 무선 시스템에 비해 고품질의 음성과 영상, 그리고 2Mbps의 고속 데이터 서비스 및 멀티미디어 서비스를 제공할 수 있어야 한다. 동시에 단말기는 작고 가벼운 휴대용이면서 매크로 셀, 마이크로 셀, 피코 셀, 도시, 도시근교, 시골 등 다양한 운용 환경 하에서도 신뢰성 있는 동작을 보장하여야 한다. 또한, 차세대 무선 통신 시스템은 고품질, 서비스 영역의 확대, 그리고 전력과 대역폭에서의 효율의 증가를 동시에 요구한다. IMT-2000 시스템에서도 고속 데이터 서비스 및 멀티미디어 서비스에 대한 요구를 충족시키기 위해 많은 연구가 진행중인데 곧 상용 서비스가 제공될 예정이며, 우리나라에서도 ETRI, 기업 연구소, 통신망 사업자를 중심으로 하여 기술개발이 진행 중이다 [1].

이동통신 시스템의 성능과 수용 용량에 가장 큰 영향을 미치는 요소는 다중 경로 페이딩과 다중 접속 간섭에 의한 성능 열화 요인이다. 이동통신에서 전송로를 통과한 다중파는 다중경로 페이딩과 다중경로 간섭을 받게 되므로 수신전력 레벨이 불규칙적으로 변동하게 되어, 멀티미디어 디지털 전송 시스템 설계에 있어서 큰 문제점이 된다. 다중 경로 페이딩 환경에서는 수신 전계강도 레벨이 수신기의 열잡음 레벨 가까이 열화되고, 고속 디지털 전송시 지연시간이 길어져 전송대역에 주파수 선택성 페이딩이 발생되어 전송 특성이 열화된다. 따라서 고속, 고품질 디지털 전송을 실현하기 위해서는 수신 전계강도 레벨 저하에 의한 열화 보상과 다중 경로 페이딩 대책이 불가피하다[2]. 다중 경로 페이딩에 의한 성능 보상 및 수용 용량은 다중 수신 안테나 다이버시티를 이용한 기술, 스마트 안테나, 송신 다이버시티 및 다중 사용자 검출(Multi-User Detection)을 포함한 다양한 기술로써 실현될 수 있으며 이것에 대한 연구는 계속적으로 진행되어 왔다. 또한, 현재 사용중인 DS/CDMA 방식의 수신 시스템은 다중 사용자 간섭 신호에 의해 성능이 제한되고, 지연 가능한 테이

터 전송속도에 한계가 있다는 단점이 있다. DS/CDMA 시스템은 수십 kbps에 해당하는 저속 및 중속 데이터 전송에 이용되고 있다. 그러나 DS/CDMA 시스템이 멀티미디어 통신과 같은 고속 데이터 전송에 적용될 경우, 채널상의 지연 확산(Delay spread)으로 인한 인접 심볼간 간섭(ISI : Inter Symbol Interference)이 증가되어 심각한 성능 저하를 초래한다[3]. 실제 기존의 레이크(Rake) 수신기에서는 시간 지연을 갖고 도달하는 각 반사파를 독립적으로 분리하여 핑거(Finger)수에 대응하는 반사파에 대한 시간 다이버시티 효과를 얻을 수 있었다. 하지만, 각각 독립적으로 분리된 신호들은 각각의 다른 독립 신호에 간섭으로 작용하게 되는데 이러한 간섭의 제거에 대한 연구는 미비하였다. 본 논문에서는 이러한 독립된 신호의 상호간섭을 자기간섭(Auto Interference)이라 정의하여, 성능 분석을 수행하였다.

본 논문에서는 IMT-2000 시스템에 대한 제안된 표준안을 기초로 송수신 시스템을 구성하여 광대역 무선채널 환경 및 다양한 시스템 운용환경에서 시스템 성능을 분석한다. 수신 성능의 개선을 위하여 CCI(Co-Channel Interference) Canceller와 레이크 수신기를 혼합하여 기존의 레이크 수신기에서 제거할 수 없었던 자기 간섭을 제거하는 새로운 레이크 수신기를 제안하였다. 또한 CCI Canceller와 개선된 레이크 수신기를 직렬로 채용한 수신기 구조를 제안하고, 제안된 수신기에 대한 수신성능을 다중접속간섭과 다중경로 페이딩 환경하에서 분석하였다.

2. 시스템 모델

W-CDMA 시스템의 구조는 그림 1과 같이 일반적인 대역 확산 시스템의 구조를 가진다. 또한, 비동기식 IMT-2000 시스템 자체는 무선전송방식으로 W-CDMA 방식을 충족하는 형태이므로 거의 구조가 동일하며 단지 일부분의 기능이나 방식에서 차이가 날 뿐이다. 본 논문에서는 비동기(Asynchronous) DS-SS/CDMA/QPSK 시스템의 역방향 링크 전송을 가정하며, 채널 모델은 그

림 1과 같이 송수신시간에 하나 이상의 다중경로 채널이 존재하는 무선채널을 고려한다.

2.1 시스템 해석 모델

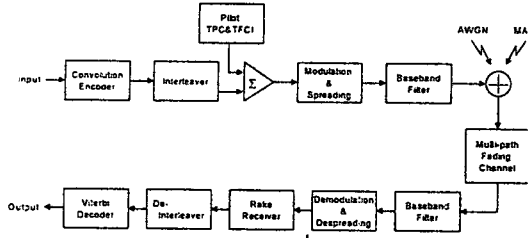


그림 1. W-CDMA 시스템

사용자의 데이터는 가우시안 잡음 환경하에서 발생이 예상되는 랜덤 에러(Random Error)에 대한 대책으로 컨볼루션 코딩(Convolution Coding)과 페이딩 채널에 의한 연접에러(Burst Error)를 랜덤화하는 인터리빙 과정을 거치게 된다. 즉, 인터리빙을 통하여 인터프레임 MIL(Multi-stage Interleaving)을 수행한 후 서비스 다중화 단위로 맵핑한다. 인터리빙을 거친 신호는 PN(Pseudo Noise) 발생기로부터의 PN코드와 변조되어 확산되며, 확산된 신호는 수신기에서 역확산을 지원하는 Pilot 채널과 합쳐지게 된다. 이렇게 변조되어 송신된 신호는 페이딩 채널과 다중접속 간섭(MAI : Multi Access Interference)환경을 거쳐 수신되는데 수신기는 송신신호와 반대 과정인 복조를 거치게 된다.

수신기는 먼저 주파수 변이(Frequency Down Conversion)를 거친후 신호대역을 일정한 대역폭으로 제한하기 위해 Baseband 필터링을 하고 Baseband 신호는 동기획득과 동기추적을 위해 오버샘플링을 거친다. 샘플링 된 수신신호는 레이크 수신기의 탐색기 및 N-1개의 데이터 복조기들에 각각 입력이 되는데 레이크 결합은 N-1개의 데이터 복조기의 출력에너지와 Walsh Index에 의해 이루어지게 되고 다시 역인터리빙과 비터비 복호화과정의 해 데이터를 복원하게 된다.

가우시안 잡음 환경에서 DS-CDMA/QPSK 시스템의 오율식은 다음과 같이 주어진다.

$$P(\gamma) = Q(\sqrt{2\gamma}) \tag{1}$$

$$Q(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_x^{\infty} \exp\left(-\frac{u^2}{2}\right) du$$

여기서, γ 는 신호 대 잡음전력비(SNR)로 주어진다[4].

2.2 제안된 수신기 모델

실제 기존의 레이크 수신기에서는 시간 지연을 갖고 도달하는 각 반사파를 독립적으로 분리하여 펄스 수에 대응하는 반사파에 대한 시간 다이버시티 효과를 얻을 수 있었다. 하지만, 각각 독립적으로 분리된 신호들은 각각의 다른 독립 신호에 간섭으로 작용하게 되는데 이러한 간섭 제거에 대한 연구는 극히 미비하였다. 본 논문에서는 이러한 독립된 신호의 상호간섭을 자기간섭이라 정의하고, CCI Canceller와 레이크 수신기를 혼합하여 기존의 레이크 수신기에서 제거할 수 없었던 자기 간섭을 제거하는 새로운 레이크 수신기를 제안하였다.

일반적으로 레이크 수신기에서의 SNR값은[5]

$$\gamma_M = \frac{E_b}{N_o} \sum_{i=1}^M a_i = \sum_{i=1}^M \gamma_i \tag{2}$$

이며, 여기서 a_i 는 Tap weight, γ_i 는 i번째 Tap의 SNR값이다. 그러므로, 자기간섭이 존재하는 DS-CDMA의 레이크 수신기에서의 SNR값은 식(3)과 같이 주어진다.

$$\gamma_{re} = \sum_{i=1}^M \left(\frac{1}{\frac{2}{3M}(1-a_i) + \frac{N_o}{E_b} \cdot \frac{1}{a_i}} \right) \tag{3}$$

단, M = PN code length

그림 2에 제안된 레이크 수신기의 구조를 나타내었다. 그림 2에서 다중접속간섭과 자기간섭 제거 이후 Tap1에서 출력된 SNR 값은 식 (4)와 같이 정의된다(단, Tap이 3개인 경우를 가정)[6].

$$\gamma_1 = \frac{1}{\frac{2}{3M}(A_{i2} + A_{i3}) + \frac{N_o}{E_b} \cdot \frac{1}{a_i}} \tag{4}$$

$$\text{단, } A_{i2} = 4 \cdot Pe_{\gamma_2}, \quad A_{i3} = 4 \cdot Pe_{\gamma_3}, \\ Pe_{\gamma_2} = Q(\sqrt{2\gamma_2}), \quad Pe_{\gamma_3} = Q(\sqrt{2\gamma_3})$$

여기서, γ_2 와 γ_3 는 Tap2와 Tap3에서 자기간섭 제거 이후 SNR값으로 정의될 수 있다. 그러므로 제안된 레이크 수신기의 출력단에서의 SNR값은 식 (5)와 같이 주어진다.

$$\gamma_{total} = \gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3 \tag{5}$$

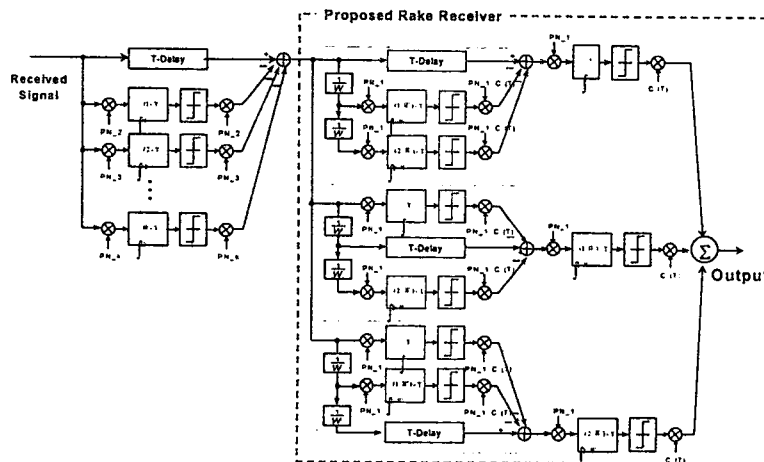


그림 2 제안된 수신기 모델

2.3 컨벌루션 부호화 기법

컨벌루션 부호화는 우수한 에러 정정능력을 가지고 있기 때문에 위성통신과 디지털 셀룰러 시스템 등에서 널리 사용되고 있다.

이 부호의 특징은 부가성 백색 가우시안 통신로에서 에러 정정 능력이 특히 우수하고 연결특성의 어려가 발생하는 채널에서도 인터리버/디인터리버를 이용하여 쉽게 연결에러를 정정할 수 있다.

본 논문에서 고려하는 컨벌루션 부호로는 비동기식 IMT-2000 시스템의 역방향 링크에서 사용되고 있는 부호율이 1/3이고 구속장이 9인 것을 이용한다.

부호율 1/3이고 구속장 9인 컨벌루션 부호의 구조를 나타내고, 대응되는 전달함수 $T(D)$ 는 다음과 같다[7].

$$T(D) = 5D^{18} + 7D^{20} + 36D^{22} + 85D^{24} + 204D^{26} + 636D^{28} + 1927D^{30} + 5416D^{32} + 15769D^{34} + \dots \quad (6)$$

$$\frac{dT(D, N)}{dN} \Big|_{N=1} = 11D^{18} + 32D^{20} + 195D^{22} + 564D^{24} + 1473D^{26} + 5129D^{28} + 17434D^{30} + 54092D^{32} + 171117D^{34} + \dots \quad (7)$$

3. 무선 통신 채널 환경

3.1 페이딩 채널 환경

페이딩 채널의 임펄스 응답이 존재하는 구간 간격이 한 칩 이내인 경우를 Flat 페이딩이라 하며, 가시거리(LOS : Line of sight) 경로의 존재 여부에 따라 수신 신호의 통계적인 특성은 레일리(Rayleigh), 혹은 라이시안(Rician) 분포로 모델링된다. 송신측으로부터 경로 신호 중 직접적인 경로가 존재하지 않는 경우, 즉 도시 환경과 같이 송신측과 수신측이 건물에 의해 가려져 직접적인 경로가 없는 경우는 수신 신호의 수신 진폭은 다음과 같은 레일리 분포의 통계적 특성을 가진다[8].

$$p(R) = \frac{R}{S} \exp\left(-\frac{R^2}{2S}\right), \quad 0 \leq R < \infty \quad (8)$$

단, S : 수신 평균 전력

반면 교외 지역과 같이 송신측과 수신측 사이에 직접적인 경로가 존재하는 경우는 식 (9)와 같은 라이시안 분포로 모델링된다[8].

$$p(R) = \frac{R}{S_r} \exp(-K) \exp\left(-\frac{R^2}{2S_0}\right) I_0\left(R\sqrt{\frac{2K}{S_r}}\right), \quad 0 \leq R < \infty \quad (9)$$

식 (9)에서 $I_0()$ 는 첫 번째 종류의 0차인 수정된 Bessel 함수이며, K는 S_0 를 신호 성분이 가장 강한 경로의 평균 전력, S_r 를 나머지 경로들의 평균 전력으로 표현했을 때 S_0/S_r 에 해당하는 파라미터이다. 즉 직접파 대 반사파의 비를 나타낸다.

3.2 ITU R M.1225 채널 환경

ITU R M.1225[9][10]에서는 무선 채널 환경의 성능 평가를 위한 다중 경로 페이딩 채널을 제시하였다. 제시된 무선 채널 환경은 상대적으로 작은 지연 확산을 가지는 채널 A와 중간 지연 확산을 가지는 채널 B로 구분된다. 그리고 Indoor 환경, Outdoor to Indoor 보행자 이동 환경, 차량 이동 환경에 대한 TDL (Tapped Delay Line) 모델에 따른 파라미터를 규정하였다. 각각의 모델은 경로의 수와 경로들이 상대적인 지연 및 각 경로들의 상대적인 전력으로 나타내었다. Indoor 환경과 Outdoor to indoor 환경은 보행자 속도를 3km/h, 차량 이동 환경은 120km/h에 해당하는 속도로 명시하였다.

본 논문에서는 중간 지연 확산을 가지는 채널 B만을 고려하여 제안되어진 레이크 수신기를 채용하는 시스템의 수신성능 분석을 행하였다.

3.3 다중 경로 페이딩 환경

표 1. Indoor 환경 TDL 모델링 파라미터

Tap	ITU-R M.1225				Modeling Parameter	
	Channel A		Channel B		Channel A	Channel B
	Delay (ns)	Average Power (dB)	Delay (ns)	Average Power (dB)	Tap Weight	
1	0	0	0	0	0.6172	0.5784
2	50	-3.0	100	-3.6	0.3093	0.2525
3	110	-10.0	200	-7.2	0.0617	0.1102
4	170	-18.0	300	-10.8	0.0098	0.0481
5	290	-26.0	500	-18.0	0.0015	0.0091
6	310	-32.0	700	-25.2	0.0004	0.0017

표 2. Outdoor to Indoor 보행자 환경 TDL 모델링 파라미터

Tap	ITU-R M.1225				Modeling Parameter	
	Channel A		Channel B		Channel A	Channel B
	Delay (ns)	Average Power (dB)	Delay (ns)	Average Power (dB)	Tap Weight	
1	0	0	0	0	0.8894	0.4057
2	110	-9.7	200	-0.9	0.0953	0.3298
3	190	-19.2	800	-4.9	0.0107	0.1513
4	410	-22.8	1200	-8.0	0.0046	0.0643
5	-	-	2300	-7.8	-	0.0673
6	-	-	3700	-23.9	-	0.0017

표 3. 차량 이동 환경 TDL 모델링 파라미터

Tap	ITU-R M.1225				Modeling Parameter	
	Channel A		Channel B		Channel A	Channel B
	Delay (ns)	Average Power (dB)	Delay (ns)	Average Power (dB)	Tap Weight	
1	0	0	0	-2.5	0.4850	0.3226
2	310	-1.0	300	0	0.3852	0.5738
3	710	-9.0	8900	-12.8	0.0611	0.0301
4	1090	-10.0	12900	-10.0	0.0485	0.0574
5	1730	-15.0	17100	-25.2	0.0153	0.0017
6	2510	-20.0	20000	-16.0	0.0049	0.0144

다중 경로 페이딩은 입력 신호에 대하여 상대적인 지연을 가지는 경로들이 존재하며, 각각의 경로들이 Flat 페이딩을 거쳐 수신부로 수신되는 형태이다. 가장 빠른 지연을 가지는 경로의 지연을 0이라 보고 각각에 대하여 지연 1, 2, 3, ..., n-1을 가지는 경로들로 표시하였으며 BS(Base Station)와 MS사이의 거리에 따른 장구간 페이딩은 고려하지 않았으며 입력 신호의 전력을 1로 보았을 때, 각 경로들의 전력의 합이 1이 되도록 하였다.

각 경로들의 상대적인 지연 값들은 IMT-2000 시스템의 샘플 간격인 60ns로 계산된 샘플 단위 값이며 각 경로들의 전력의 합이 1이 되도록 ITU R M.1225에서 제시된 값들을 계산하여 표시하였다. 수신부는 한 칩 이상의 지연을 가지는 경로들을 동기추적 하는 것으로 가정하였으며 채널 추정 알고리즘은 사용하지 않고, 채널 계수를 수신부의 입력으로 하여 데이터를 복조하였다. 표 1~3에 ITU R M.1225에서 무선 채널 환경의 성능 평가를 위해 제시한 다중 경로 페이딩 채널 및 성능 평가를 위해 제시된 값들을 계산한 표를 나타내었다.

3.4 다중접속간섭 채널 환경

순방향 링크 채널 데이터는 각 채널 구분을 위하여 직교 코드를 사용하며 채널간의 동기가 완전히 맞추어져있다. 그러므로 직교 코드의 특성상 AWGN 채널을 통과하더라도 복조하고자 하는 채널 이외의 채널에 의한 간섭은 나타나지 않는다. 하지만 다중 경로 페이딩 채널 환경에서는 사용자 채널 코드의 직교성이 깨어져 다중 접속 간섭의 현상이 나타나게 되고 역방향 링크 채널 데이터는 각 사용자의 전송 타이밍이 비동기되어 있으므로 순방향 링크 채널과 달리 AWGN 환경에서도 다중 접속 간섭 현상이 나타나게 된다.

$$Y(t) = \sum_{m=1}^M \sqrt{P_m} X_m(t - \tau_m) + n(t) \quad (10)$$

식 (10)은 AWGN 환경에서 역방향 링크 채널에 대한 수신 신호의 특징을 표현한 식이다. 각 사용자의 신호를 $X_m(t)$, 전력을 P_m , 그리고 비동기적 특성을 τ_m 으로 나타내었다. 비동기적 특성 외에 이동국의 PN 코드간의 상관 관계 그리고 각 이동국으로부터의 수신 신호의 전력 차이 등이 역방향 링크 다중 접속 간섭의 원인이 된다. 다중 접속 간섭 문제는 시스템의 사용자 용량에 직접적으로 관련되므로 다중 접속 간섭에 대하여 성능 평가를 수행하였다.

4. 수치계산 및 검토

본 장에서는 다중 경로 페이딩 환경하에서 비동기 DS-CDMA/QPSK 시스템의 성능과 수신 성능 개선기법으로서 제안된 레이크 수신기를 채용한 경우 및 컨벌루션 부호화 기법을 적용한 경우의 성능 분석을 행하였다. 또한 기존의 레이크 수신기를 채용하였을 경우와 제안된 레이크 수신기를 채용하였을 경우 자기간섭의 제거에 따른 수신 성능 개선폭을 제시된 다중 경로 페이딩 환경(Indoor, Outdoor to Indoor, Vehicular)에서 분석하였다. 표 4는 본 논문의 성능 분석을 위한 파라미터를 나타내며 그림 3~5은 성능 분석의 결과를 보여준다.

표 4. 성능 분석 파라미터

Modulation	QPSK
Bandwidth	5MHz
Length of PN Code (M)	31
Number of User	1, 2, 16
Rician Factor (K)	0, 5, 10 [dB]
ITU-R M.1225	Channel B (middle delay spread)

그림 3에서는, Indoor 환경에서 제안된 레이크 수신기 및 컨벌루션 부호화를 채용하였을 경우의 DS-CDMA/QPSK 시스템의 수신 성능을 분석하였다. 제안된 시스템은 레이크 수신기를 채용하지 않았을 경우와 비교하면 BER 10^{-9} 에서 10^{-6} 을 기준으로 할 경우 약 5~10[dB]의 수신성능 개선이 있었다. 또한 기존의 레이크 수신기와의 수신성능 비교에서는 약 1-3[dB]의 수신성능 개선을 가져올 수 있었다.

그림 4에서는 Outdoor to Indoor 보행자 이동 환경에서 제안된 레이크 수신기 및 컨벌루션 부호화를 채용하였을 경우의 DS-CDMA/QPSK 시스템의 수신 성능을 분석하였다. 제안된 시스템은 레이크 수신기를 채용하지 않았을 경우와 비교하면 BER 10^{-7} 에서 10^{-6} 을 기준으로 할 경우 약 3.5~5[dB]의 수신성능 개선이 있었다(채널 A의 경우). 또한 기존의 레이크 수신기와의 수신성능 비교에서는 약 1-2[dB]의 수신성능 개선을 가져올 수 있었다(채널 A의 경우).

그림 5에서는 Vehicular 및 High antenna 차량 이동 환경에서 제안된 레이크 수신기 및 컨벌루션 부호화를 채용하였을 경우의

DS-CDMA/QPSK 시스템의 수신 성능을 분석하였다. 제안된 시스템은 레이크 수신기를 채용하지 않았을 경우와 비교하면 BER 10^{-9} 에서 10^{-10} 을 기준으로 할 경우 약 4[dB]의 수신성능 개선이 있었다(채널 A의 경우). 또한 기존의 레이크 수신기와의 수신성능 비교에서는 약 1[dB]의 수신성능 개선을 가져올 수 있었다(채널 A의 경우).

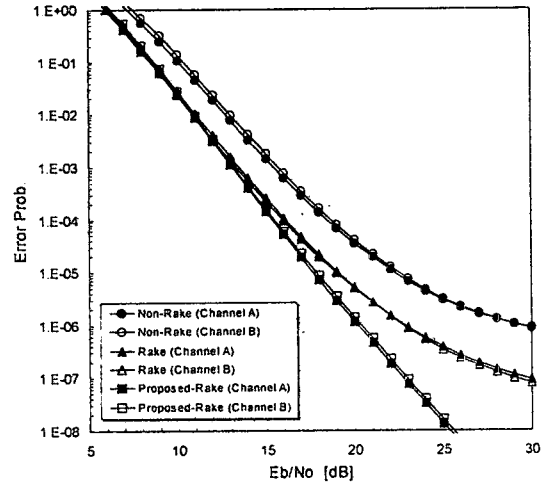


그림 3. 제안된 레이크 수신기 및 컨벌루션 부호화를 채용한 DS-CDMA/QPSK의 성능 개선(Indoor)

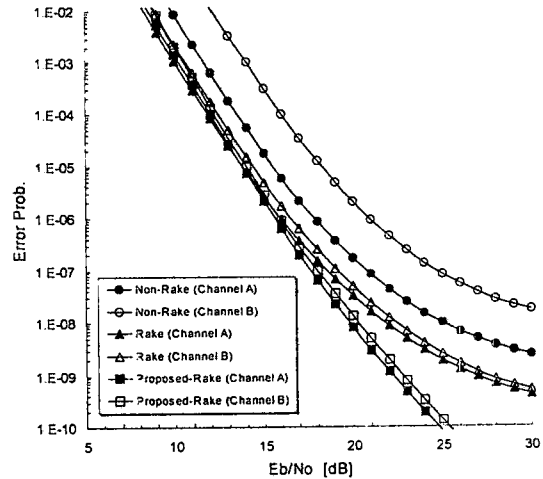


그림 4. 제안된 레이크 수신기 및 컨벌루션 부호화를 채용한 DS-CDMA/QPSK의 성능 개선(Outdoor to Indoor)

세 가지의 성능 분석을 위한 채널 환경에서 공통적으로 상대적으로 작은 지연 확산을 가지는 채널 A가 중간 지연 확산을 가지는 채널 B보다 수신성능이 양호함을 알 수 있었으며, Indoor 환경에 비해 상대적으로 채널 환경이 양호한 보행자 이동 환경 및 차량 이동 환경에서는 채널 A와 B의 수신성능의 폭이 Indoor 환경에 비해 큼을 알 수 있었다. 그러나 기존의 레이크 수신기 및 제안된 레이크 수신기를 채용하였을 경우에는 채널 A와 B의 수신성능의 차이가 거의 없었으며, 이것은 시간지연으로 인한 성능 열화 요인을 레이크 수신기를 채용함으로써 개

선시킨 결과임을 알 수 있다.

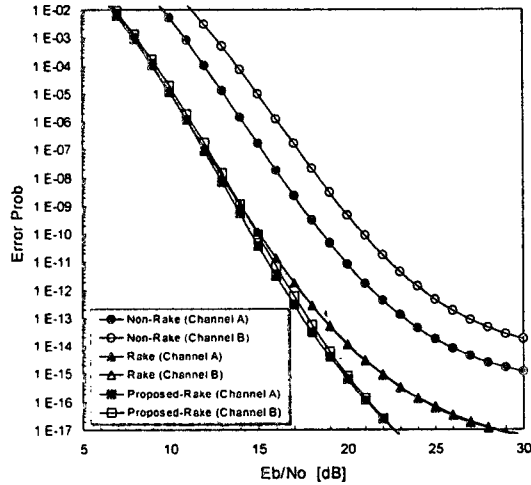


그림 5. 제안된 레이크 수신기 및 컨벌루션 부호화를 채용한 DS-CDMA QPSK의 성능 개선(Vehicular)

그림 6에서는 다중경로 페이딩 및 다중접속간섭이 존재하는 채널 환경하에서 간섭제거기와 제안된 레이크 수신기를 직렬로 채용하였을 경우의 DS-CDMA/QPSK 시스템의 수신 성능을 분석하였다. 성능 분석은 채널 B를 기준으로 하였고, 컨벌루션 부호화를 행한 경우에서 행하였다. 분석 결과, 제안된 시스템은 다중접속간섭 환경하에서 다중접속간섭의 영향을 저하시킬 수 있었으며, 채널 환경이 양호할수록 E_b/N_0 값이 커질수록 수신성능의 개선폭은 크게 증가하였다.

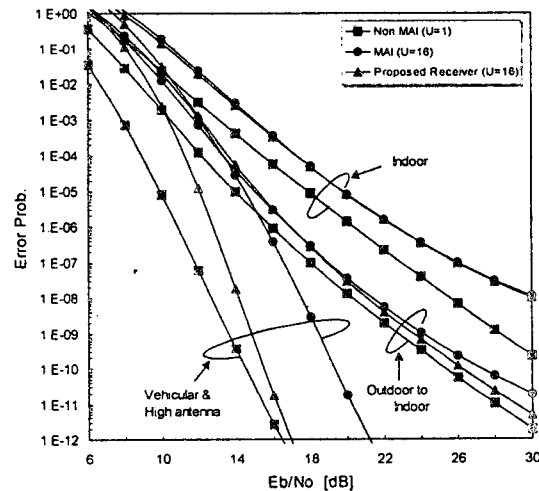


그림 6. 간섭제거기와 제안된 레이크 수신기를 직렬로 채용하였을 경우 DS-CDMA/QPSK의 성능 개선(Channel B)

결국, 채널 A와 B에 관계없이 제안된 레이크 수신기를 채용하였을 경우 자기 간섭의 제거 효과로 인해 수신성능이 기존의 레이크 수신기를 채용하였을 경우에 비해 향상됨을 알 수 있었다. 또한 간섭제거기와 제안된 레이크 수신기를 직렬로 연결한 수신

기를 채용하였을 경우 다중접속간섭을 효과적으로 제거할 수 있었으며, 수신성능의 차이는 채널 환경이 양호할수록, E_b/N_0 값이 커질수록 차이가 커짐을 알 수 있었다.

5. 결 론

본 논문에서는 IMT-2000 시스템 표준안을 기초로 송수신 시스템을 구성하여 광대역 무선채널 환경 및 다양한 시스템 운용환경에서 시스템 성능을 분석하였다. 수신 성능의 개선을 위하여 CCI Canceller와 레이크 수신기를 혼합하여 기존의 레이크 수신기에서 제거할 수 없었던 자기 간섭을 제거하는 새로운 레이크 수신기를 제안하였다. 또한 제안된 레이크 수신기와 함께 컨벌루션 부호화 및 간섭제거기를 직렬로 채용하여 고려되어진 시스템에 대한 성능 분석을 함께 행하였다.

성능 분석 결과, 상대적으로 작은 지연 확산을 가지는 채널 A가 중간 지연 확산을 가지는 채널 B보다 수신성능이 양호함을 알 수 있었으며, 채널 A와 B에 관계없이 제안된 레이크 수신기를 채용하였을 경우 자기 간섭의 제거 효과로 인해 수신성능이 기존의 레이크 수신기를 채용하였을 경우에 비해 향상됨을 알 수 있었다. 또한 간섭제거기와 제안된 레이크 수신기를 직렬로 연결한 수신기를 채용하였을 경우 다중접속간섭을 효과적으로 제거할 수 있었으며, 수신성능의 차이는 채널 환경이 양호할수록, E_b/N_0 값이 커질수록 차이가 커짐을 알 수 있었다.

본 논문의 성능 분석 결과는 향후 IMT-2000 시스템의 모뎀 수신부 하드웨어 및 알고리즘 개발시 알고리즘의 설계, 동작 및 검증의 기본자료로서 활용될 수 있으며, 향후 제안된 수신기를 채용한 성능 분석 시스템을 SPW로 모델링하여 성능 분석을 수행할 경우 실 시스템에 적용가능 할 것으로 사료되며, 모델링 부분에 대해서는 현재 연구중이다.

< 본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(2000-1-30200-009-1) 지원으로 수행되었음 >

참고문헌

- [1] 임수덕, 조중재, 황진수, 조용환, "IMT-2000 서비스의 수요 예측", 한국통신학회 논문지, vol. 24, no. 12A, 1999.12
- [2] 이정도, "다중반송파 변조를 이용하는 고속 디지털 전송 시스템에 관한 연구", 동신대학교 박사학위 논문, 2000. 2
- [3] 이상근, 방효창, "CDMA 무선기술", 도서출판 세화, 2000. 3
- [4] Brenard Sklar, *Digital Communications Fundamental and Applications*, Prentice-Hall International Editions, 1988.
- [5] Sung Hyun Choi and Dang Wu Kim, "Optimum bandwidth expansion for DS/SSMA communication over a multipath rayleigh channel", ICC 95, vol. 3, June, 1995.
- [6] Tachikawa, S., "Characteristics of M-ary/Spread Spectrum Multiple Access Communication Systems Using Co-channel Interference Cancellation Techniques," *IEICE Trans. Commun.*, vol. E76-B, no. 8, pp. 941-946, Aug, 1993.
- [7] L. Jhong Sam and L. E. Miller, *CDMA System Engineering Handbook*, Boston London, Artech, 1998.
- [8] Proakis, J. G., *Digital Communications*, NewYork, McGraw-Hill, 1983.
- [9] REC-ITU-M.1225, Guidelines for Evaluation of Radio Transmission Technologies for IMT-2000.
- [10] ARIB, Evaluation Methodology for IMT-2000 Radio Transmisson Technologies, Sep. 1998.