

다중통신망의 최적접속에 관한 연구

(A Study on Optimize Access of Multiple Communication Network)

이 관 형*
(Kwan-Houng Lee)

요 약

본 논문은 변조방식을 사용한 DS-CDMA 방식에서의 다이버시티 기법을 이용한 CDMA방식의 성능을 비교 분석하였다. 채널은 다중경로 분해하고, 수신기는 레이크 수신기를 사용하였으며, 최대비 합성한다고 가정하였다. 통신 채널 환경 하에서 소자수를 변화시켜 가면서, 평균 에러 확률을 비교 분석하고자 한다. 그 결과 소자수를 증가시킴으로써 비트 에러 확률이 향상되었다.

ABSTRACT

In this paper, using diversity the DS-CDMA system to modulation, performance of DS/CDMA system we have been analyzed. Channels is multipath resolution, and receiver is assemmed maximal ratio combining(MRC) using to rake receiver. Simulations have been using element number of communication channels. Therefore, progress average bit error probability have been element number of increment.

1. 서론

이동통신 시스템이 디지털 통신방식으로 전환됨으로써, 고품질 서비스를 제공하고 있으며, 이러한 디지털 통신 시스템은 1987년부터 본격적으로 개발되기 시작하였다.[1] 이동통신 서비스의 수요증가는 가입자나 운전자, 제조업체 모두에게 고품질, 고용량의 서비스를 제공할 수 있는 새로운 기술의 등장을 기대하고 있다. 향후 IMT-2000 시스템의 무선 전송기술을 위해서는 W-CDMA방식이 가장 적절한 무선 접속방식으로 인식되고 있는 상태에서 미래의 통신을 실현하기 위해서 꾸준히 제안되고 있는 기술중의 하나가 바로 스마트 안테나의 빔형성 기법이다. 스마트 안테나의 빔형성 기법을 적용시킨 안테나를 적용 배열 안테나로 알려져 있다.

스마트 안테나 시스템은 주어진 신호환경에 반응하여 자신의 방사 빔 패턴을 자동적으로 변화시킬 수 있는 지능형 안테나 시스템을 말하며, 복수 개의 배열 안테나 소자를 선형, 원형, 평면형 형태로 배열된 안테나 소자들로부터 수신 신호를 적응적으로 결합하는 빔형성기법에 기반을 둔다[2][3]. 스마트 안테나 기술은 N개의 배열 안테나 소자에서 수신된 신호의 크기와 위상을 결합하고, 조정 제어하는 신호처리 과정을 통하여 복합적 안테나 패턴을 생성함으로써 각 소자에서의 신호 도래방향에 기초하여 신호를 증대시키거나 제거시킬 수 있는 공간 필터의 기능을 제공하는 기지국 시스템이라 할 수 있다[4]. CDMA방식에 스마트 안테나 시스템을 적용시키기 위해서는 레이크 수신기의 각 핑거에서 해당 경로신호의 방향을 추정하고 이 방향에서만 신호를 수신하

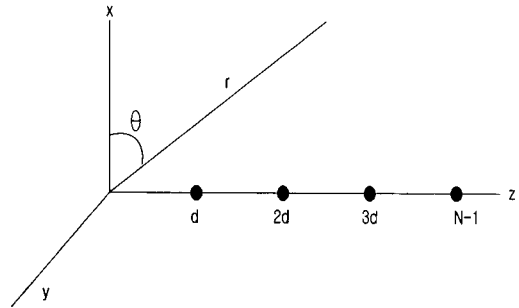
* 정회원 : 영동전문대학 정보통신과 전임강사

기 위한 공간 필터링을 수행해주어야 한다. 또한 수신신호의 각 경로방향에 대한 공간 필터링을 수행하기 위해서는, 평지에서 해당 경로신호의 방향에 대한 복소 가중치 벡터를 추정하여 이를 수신한 신호에 곱해 주어야 하나[5][6],

본 논문에서는 이동 무선 채널에서 스마트 안테나의 빔형성 알고리즘을 이용하여 DS-CDMA시스템의 성능을 분석한다. 배열 안테나의 간격은 $\lambda/2$ 라고 가정한다. 2장에서 스마트 안테나에 대해서 기술하였고, 3장에서는 신호모델에 대해서 스마트 안테나의 가중치값을 구하였다. 4장에서는 시스템 성능을 평가하였고 5장에서는 가중치값을 CDMA 시스템에 적용시켰다. 마지막으로 6장에서는 시스템 성능을 비교분석하였다.

2. 스마트 안테나

본 논문에서는 다중경로 채널의 영향을 받는 DS-CDMA시스템에 적용 가능한 스마트 안테나의 빔형성기법을 적용하고 있다. 각 사용자의 신호들은 각 신호성분이 서로 다른 지연, 위상, 안테나 입사각, 진폭변동의 영향을 받아 수신된다. 이때 원하는 사용자의 신호 또한 동기화된 신호와 한 칩 이상의 수신 지연값의 차이를 가지게 되는 경우 간섭 성분으로 영향을 미치게 된다. CDMA 시스템의 경우 다중경로에 의한 각 신호 성분의 지연값의 분포는 칩 간격보다 훨씬 넓게 분포한다. 원하는 안테나의 지향성을 얻기 위해서 복수의 안테나소자를 배열해서 각각의 안테나소자의 여진조건을 제어하여 원하는 지향성을 얻도록 하는 것이 배열 안테나(array antenna)이다[7]. 이동통신기지국용으로 배열 안테나를 사용할 경우, 배열 안테나는 기지국의 무선존(radio zone)의 형성, 존간의 간섭을 억압하는 등의 역할을 하기 때문에 이동국 지향성을 첨예화하여 이득을 높이는데에 이용된다[8]. 일반적인 구조로는 반파장인 복소소자를 일렬로 복수개 배치한 것이 자주 사용되고 있는데, 그림 1과 같이 등 간격으로 배열하는 경우가 많다. [9]



[그림 1] 배열안테나 배치
[Fig.1] Array antenna arrangement

배열 안테나의 간격을 일정하게 하지 않으면 통상은 특별한 이익이 없기 때문이다. 이때, 나열되는 안테나를 소자 안테나, 또는 단지 소자라고 하며, 나열하는 간격 d 를 소자간격이라고 한다. 그림 1에서는 N 개의 소자가 나열되어 있으므로 이 N 을 배열 안테나의 소자수라고 한다. 배열 안테나의 배치는 z 축의 주위에 대칭이므로 이때 전체소자의 총합은 다음과 같이 나타낼 수 있다.[8]

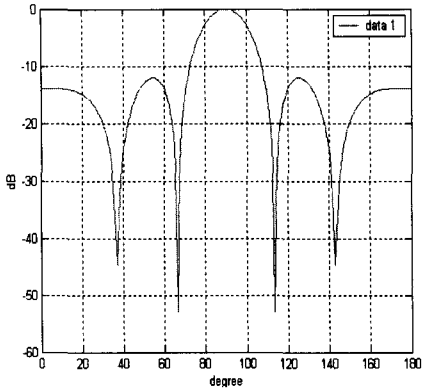
$$u_m(t) = A_m \sum_{n=0}^{L-1} \exp(jm\beta d_n \cos \theta) \quad (1)$$

여기서 $g(\theta)$ 는 소자 하나의 지향성이고, A_n 은 진폭, ϕ_n 은 위상이다. 합으로 표시된 항을 배열 인자(array factor)라 한다. $A_n=1$ 이고, $\phi_n=0$ 이라고 가정하면, 이때 배열 인자는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} T_m &= \sum_{m=0}^{L-1} e^{j\beta d \cos \theta} = \sum_{m=0}^{L-1} e^{jm\phi} \\ &= \frac{1 - e^{jL\phi}}{1 - e^{j\phi}} \\ &= \left| \frac{\sin(L\phi/2)}{L \sin(\phi/2)} \right| \cdot e^{j\zeta} \end{aligned} \quad (2)$$

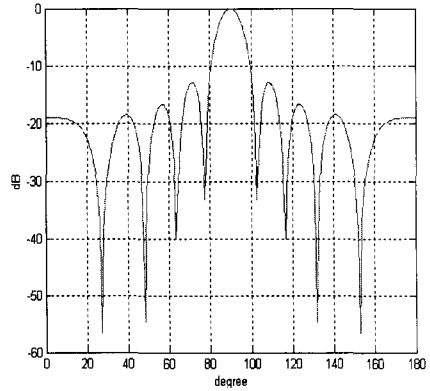
여기서 $\phi = \beta d \cos \theta$ 이고, $\zeta = (L-1)\phi/2$ 이다. $T(\theta)$ 의 최대치는 N 이므로 정규화하면 다음과 같다.

$$|T_m| = \left| \frac{\sin(L\phi/2)}{L \sin(\phi/2)} \right| \quad (3)$$



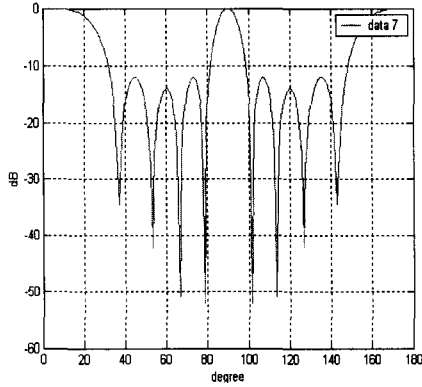
[그림 2] $d=\lambda/2$ 이고, $N=5$ 인

[Fig. 2] $d= \lambda/2$ and $N=5$ radiation pattern



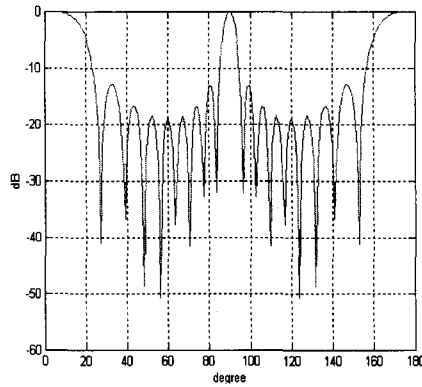
[그림 5.] $d=\lambda$ 이고, $N=9$ 인 방사패턴

[Fig. 5] $d= \lambda$ and $N=9$ radiation pattern



[그림 3] $d=\lambda$ 이고, $N=5$ 인 방사패턴

[Fig 3] $d= \lambda$ and $N=5$ radiation pattern



[그림 4]. $d=\lambda/2$ 이고, $N=9$ 인 방사패턴

[Fig. 4] $d= \lambda/2$ and $N=9$ radiation pattern

3. 안테나 모델

한 기지국에 N 명의 사용자가 분포 되었다고 가정 하면, CDMA 방식에서는 대역확산코드를 사용하여 대역폭 확산시킨다. 일반적으로 순방향채널에서는 긴 의사잡음코드를 사용하고, 역방향채널에서는 64원위 코드를 사용한다. 기지국에서 M 개의 선형 배열 안테나가 있다고 가정한다.

본 논문에서는 간단한 평면파 모델을 사용하였다. 전력제어는 이상적이고, 각 사용자에서 배열요소의 수신 전력은 같은 레벨이라고 가정한다. 이동국으로부터의 기지국 수신전력은 다음과 같다.[9][10]

$$P_r = P_t + G_s + G_b - PL \quad (4)$$

여기서 P_r 는 기지국에서 수신전력이고, P_t 는 사용자의 송신전력, G_s 는 단말기 안테나 이득, G_b 는 기지국 안테나 이득이다. PL 은 경로손실을 의미한다.

$$PL(d) = \overline{PL}(d_0) + 10 n \log \left(\frac{d}{d_0} \right) + X_a \quad (5)$$

d_0 는 기지국까지의 거리이고, n 은 사용자수이다. X_a 는 잡음이다.

식(1)를 다시 쓰면 다음과 같다.

$$z(t) = \sum_{m=0}^{M-1} w_m u_m(t) \tag{6}$$

$$w_m = e^{j\beta m d \cos(\theta)} \tag{7}$$

w_m 는 가중치벡터를 나타낸다.

$$w = [w_0 \dots w_{M-1}]^H \tag{8}$$

H 는 허미턴스 행렬이다.

$$u = [u_0(t) \dots u_{M-1}(t)]^T \tag{9}$$

u 는 각각안테나의 데이터 벡터이다. 배열의 출력은 가중치벡터와 데이터벡터를 내적형태로 표현하면 다음과 같다.

$$z(t) = w^H u(t) \tag{10}$$

여기서 $(\cdot)^H$ 는 복소공액응답이다. 그러므로 배열안테나의 합은 다음과 같다.

$$f(\theta) = w^H a(\theta) \tag{11}$$

$a(\theta)$ 는 방향성의 스티어링 벡터이다.

$$a(\theta) = [1 \ a_1(\theta) \ \dots \ a_{M-1}(\theta)]^T \tag{12}$$

이동무선채널에서 변조방식인 DPSK의 에러 확률식 $P_2(\gamma)$ 는 다음과 같이 표현 된다.[11]

$$P_2(\gamma) = \frac{1}{2} \exp(-\gamma) \tag{13}$$

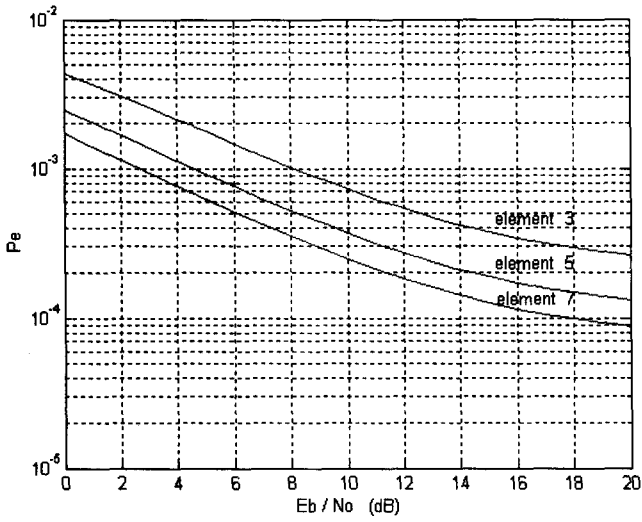
이때 잡음은 백색가우시안잡음(AWGN)이다.

그러므로, 평균 비트 에러 확률은 다음과 같이 표현된다.

$$P_e = \int_0^\infty P_2(\gamma) P(\gamma) d(\gamma) \tag{14}$$

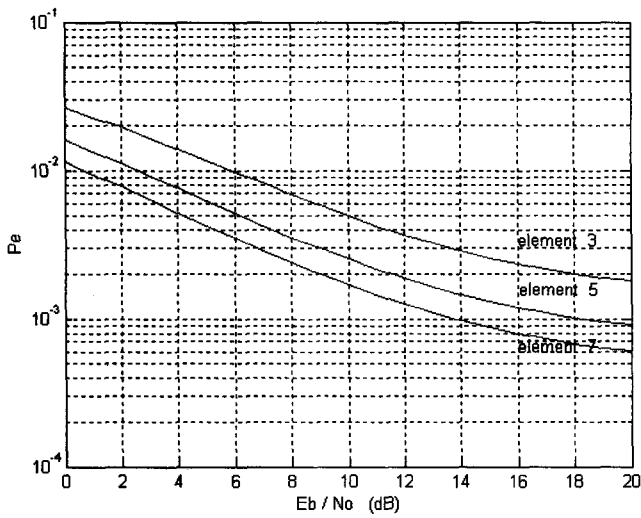
4. 시뮬레이션 및 결론

본 논문에서는 이동통신 채널에서 안테나의 개수에 따른 역방향 링크와 순방향에 대해서 연구를 하였다. 이때의 수신기는 레이크 수신기로 가정하였고, 공간다이버시티 기법을 사용하였다. $\frac{E_b}{N_0}$ 는 6dB를 하였다.(자유공간상에서의 전파경로손실이 6dB/oct) 이동통신채널에서 간섭의 효과가 통신시스템 성능에 미치는 영향을 고려하기 위해서 공간다이버시티 기법과 안테나 개수를 변화시키면서 시스템의 성능 변화를 비교 분석하였다. 이때 역방향링크와 순방향 링크에서 안테나 개수를 증가시키면 시스템 성능이 향상되는 것을 알수 있다. 향후 차세대 이동통신시스템에서는 간섭을 영향을 줄이기 위해서 많은 연구가 진행되고 있다. 스마트 안테나기술, 셀의 섹터화 등 여러 기술이 활발히 연구되는 것으로 알고 있다. 또한 간섭의 영향을 줄이기 위해서 2D 레이크 수신기의 사용을 검토하고 있다. 본 논문은 이러한 간섭성분을 감소시킬 것으로 사료되면 향후 스마트 안테나의 빔형기법에 크게 기여 할 것으로 전망된다.



[그림 6] 역방향 링크

[Fig.6] reverse link



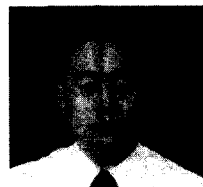
[그림 7] 순방향 링크

[Fig.7] forward link

※ 참고문헌

- [1] W.C.Y.Lee, "Overview of Cellur CDMA." IEEE Trans. Vehic. Tech, vol.40, pp. 291-302, May 1991.
- [2] John S. Thompson, Peter M. Grant, and Bernard Mulgrew, "Smart antenna Arrays for CDMA Systems", IEEE Com.Oct,1996
- [3] Jack H. Winters AT&T Labs-Research, "Smart Antennas for Wirless System", IEEE Com. Feb.1998
- [4] C.B.Dietrich, Jrand W.L.Stuzman, "Smart antennas enchanche cellular/PCS performance : partII", Micro wave & RF, May 1997, pp. 164-168
- [5] JackH.Winters, "Smart Antenna for Wireless systems", IEEE Com, Feb, 1998 pp.23-27
- [6] EDMOND NICOLAU. Adaptive Arrays ELSEVIER pp.12 - 25,1989
- [7] Shiann-Jeng Yu and Ju_Hong Lee, "Adaptive Array Beamforming Based on an Efficient Techniqu e", IEEE Trans on Antenna& Propagation. Vol .44, No .8 .AUg 1996
- [8] B.Widrow, P.E.Mantey, L.J.Griffiths, B.B. Goode, "Adaptive Antenna Systems", IEEE Proceeding, Vol. 55. no. 12, Dex. 1967, pp. 2143-2159
- [9] Warren L. Stutzman & Gary A. Thiele. Antenna Theory and Design. John Wiley. pp. 108 - 168, 1981
- [10] Alime Ozyildrnm and Yalcm Tank, "Antenna Diversity and Adaptive Beamforming for CDMA Mobile Systems", IEEE, Proceedings
- [11] John G. Proakis. Digital Communications, McGraw-Hill pp.702-792.1989.

이 관 형



1994년 2월 : 청주대학교
전자공학과 졸업
1996년 8월 : 청주대학교
대학원 전자공학과 졸업
(공학석사)
1997년 3월 ~ 2000.8 :
청주대학교 대학원
전자공학과 박사수료
1998년 3월 ~ 현재 :
영동전문대학 정보통신과
전임강사
관심분야 : 이동통신, 정보통신