

CDMA 무선 멀티미디어 통신에서 적응형 섹터 안테나에 의한 오류성능 개선

정희원 이주형*, 김영철***, 오창헌**, 조성준***

Enhancement in BER Performance by Adaptive Sector Antennas in CDMA Wireless Multi-media Communications

Lee Ju Hyung*, Kim Young Chul***, Oh Chang Heon**, Cho Sung Joon*** *Regular Members*

요약

본 논문에서는 적응형 섹터 안테나(adaptive sector antenna)의 섹터화(sectorization) 방안과 멀티코드와 싱글코드를 사용하는 CDMA 무선 멀티미디어(multi-media) 통신을 위한 새로운 수신기 구조를 제안하였다.

제안한 섹터화 방안에 따른 적응형 섹터 안테나의 섹터화와 평균오율 성능을 시뮬레이션을 통해 구하였다. 시뮬레이션 결과, 섹터 크기가 부하의 분포에 따라 적절히 조절되었으며 평균오율 성능이 고정 섹터 안테나에 비해 훨씬 개선되는 것을 확인할 수 있었다.

또한 CDMA 무선 멀티미디어 시스템에서 멀티코드 신호를 검파하는 위치에 따라 두 가지 형태의 수신기 구조를 제안하였다. 각 수신기는 두 개의 적응형 섹터 안테나와 간단한 간섭제거 구조를 가지고 있는데 각 수신기의 적응형 섹터 안테나를 각각 제 1 적응형 섹터 안테나와 제 2 적응형 섹터 안테나로 명명하였다. 본 논문에서는 제안한 수신기의 평균오율 성능을 시뮬레이션하여 비교하였다. 그 결과, 멀티코드 신호를 검파하는 위치가 모든 사용자의 오류성능에 큰 영향을 미치는 것을 알 수 있었으며, 멀티코드 신호와 싱글코드 신호의 목표오율 성능과 시스템 복잡도를 함께 고려할 때, 1차와 2차 적응형 섹터 안테나에서 멀티코드 신호를 검파하는 수신기가 CDMA 무선 멀티미디어 통신시스템에 적합할 것으로 판단된다.

ABSTRACT

In this paper, we have proposed the sectorization method of the adaptive sector antenna and the new receiver structure for the CDMA wireless multi-media communication which uses multi-code and single-code.

The sectorization and average BER performance of the adaptive sector antenna, which employs the proposed sectorization method, are obtained through simulation. The simulation results have shown that the sizes of sectors are properly controlled according to the distribution of the load and that the BER performance of the adaptive sector antenna is enhanced much more than that of the fixed sector antenna.

Also, we have proposed two receivers, which are different from the positions to detect multi-code signals, for the multi-media communication. Each receiver has a simple cancellation scheme and two adaptive sector antennas, which are called the 1st adaptive sector antenna and the 2nd adaptive sector antenna, respectively. In this paper, the average BER performances of the receivers are compared through simulation. As the results of the simulation, we have recognized that all users' BER performances are greatly dependent on the positions to detect the multi-code signals. When we consider both system complexity and target BERs of signals, we have concluded that the receiver, which detects multi-code signals in the 1st and the 2nd adaptive sector antenna, is appropriate for the CDMA wireless multi-media communication systems.

* 국방과학연구소

** 한국기술교육대학교 정보기술공학부

*** 한국항공대학교 전자·정보통신·컴퓨터공학부

논문번호: 020014-0115, 접수일자: 2002년 1월 15일

I. 서론

이동통신의 등장과 함께 빠르고 정확한 대용량의 정보교환이 개인의 삶에 빠질 수 없는 중요한 요소가 되었다. 요즘에는 단순한 음성통신이 아닌 다양한 멀티미디어 정보를 시간과 공간에 구애받지 않고 교환할 수 있는 이동통신시스템에 대한 요구가 급증하고 있다. 따라서 앞으로의 이동통신은 멀티미디어 서비스가 가능한 고품질의 대용량 시스템으로 진화할 것으로 예상된다. 현재 우리 나라의 이동통신 시스템은 CDMA를 근간으로 하는 디지털 통신이 주류를 이루고 있다. CDMA는 FDMA 또는 TDMA에 비해 높은 용량을 가지는 장점이 있지만 다른 사용자 신호에 의한 간섭이 필연적으로 발생하므로 사용자가 많아질수록 오율 성능이 저하되는 단점이 있다. 이러한 다중 사용자 간섭(MAI)을 효과적으로 제거 또는 저감시킬 수 있다면, 오율성능과 수용용량을 개선시킬 수 있다. 이에 다중 사용자 간섭을 줄일 수 있는 다양한 방안에 대해 연구가 진행 중이며 이 중에서 안테나를 이용한 방식에 대한 연구가 국내외적으로 활발히 진행 중에 있다^[1].

안테나를 이용하는 방법 중 기존에 사용하고 있는 방식은 고정된 지향성 안테나를 사용하는 것이다. 그러나 고정된 지향성 안테나는 안테나의 지향성이 바뀌지 않기 때문에 이동통신 시스템에 적용할 때 최적의 방안이라고 할 수 없다. 이와 같은 고정된 지향성 안테나의 단점을 보완한 것이 스마트 안테나이다. 스마트 안테나의 빔을 형성하는 방법에는 크게 두 가지 방법이 있는데 각 사용자가 셀 안에서 이동할 때 개별적인 빔으로 각 사용자를 추적하는 적응 배열 방식과 이동국의 위치에 따라서 미리 형성된 여러 개의 고정된 빔을 형성하는 다중 빔 방식이 있다^[2-4].

적응 배열 형태의 스마트 안테나는 CDMA 용량을 개선하는데 있어 가장 최적의 접근방식이지만 셀 내의 모든 이동국에 대해서 추적을 하는 구조를 필요로 하므로 시스템이 복잡해져 시스템 제작이 어려워지는 단점이 있다. 이에 반해 다중 빔 안테나는 복잡한 빔 형성 네트워크를 필요로 하지 않기 때문에 시스템 구현이 간단하여 현재의 셀룰러 시스템에 쉽게 적용할 수 있다. 하지만 빔이 고정되어 있기 때문에 적응 배열 스마트 안테나 보다 성능이 떨어지는 단점이 있다^[4].

이와 같은 적응 배열 안테나와 다중 빔 안테나의

장·단점을 보완한 안테나 구조가 적응형 섹터 안테나이다. 이 안테나는 셀 안에서의 사용자 부하 분포에 따라 섹터의 크기와 위치를 가변시켜 섹터에 가해지는 부하를 최대한 동일하게 만들 수 있어 보다 효과적인 간섭제거가 가능하다는 장점이 있다^[5].

본 논문에서는 섹터의 크기와 위치를 가변시킬 수 있는 적응형 섹터 안테나를 소개하고 형성되는 섹터 당 가해지는 부하의 양을 최대한 균일하도록 섹터의 크기와 위치를 결정하는 방안을 제안한다. 또한 CDMA 무선 멀티미디어 통신에 적합한 새로운 수신기 구조를 제안한다.

II. 적응형 섹터 안테나

현재 서비스 중에 있는 기지국의 셀은 일반적으로 기지국을 중심으로 360도의 coverage를 가진다. 그렇기 때문에 안테나의 배열을 180도의 coverage를 가지는 선형배열(linear array)보다는 원형배열(circular array)을 선택하는 것이 타당하다. 본 논문에서는 안테나 요소간의 간격이 0.5λ를 유지하는 원형배열을 사용한다. 안테나 요소간에 0.5λ의 간격을 유지하기 때문에 coupling 현상은 발생하지 않는다고 가정할 수 있어서 안테나 이득이 감소되지 않는다.

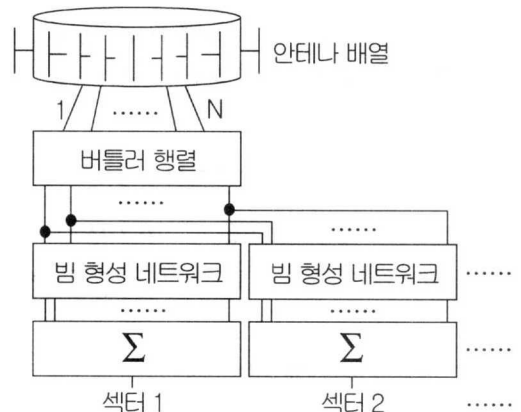


그림 1. 적응형 섹터 안테나의 구조

본 논문에서 고려한 기지국의 안테나 구조는 그림 1과 같다. 그림 1에서 볼 수 있듯이 기지국 안테나는 버틀러 행렬(Butler matrix), 빔 형성 네트워크(Beam-forming network)의 두 부분으로 나눌 수 있다. 버틀러 행렬은 입력된 신호에 대해 선형적으로 위상을 천이시키는 복수 개의 위상천이기로 구

성된 시스템을 말하는데 형성되는 빔들은 서로 직교성을 유지하게 된다^[6]. 다음으로 빔 형성 네트워크에서 곱해지는 가중치에 따라 섹터의 위치와 크기가 조절된다. 안테나 요소를 다이폴 안테나로 가정하였을 때, 적응형 섹터 안테나를 수식으로 표현하면 다음과 같다^[7].

$$E(\phi) = \sum_{k=1}^N \left[\sum_{m=-N/2+1}^{N/2} w_m \exp\left(j \frac{2\pi \cdot km}{N}\right) \right] A(\phi - \alpha_k) \cdot \exp\left(j \frac{2\pi \cdot R \cos(\phi - \alpha_k)}{\lambda}\right), \quad (1)$$

$$w_m = B_m \exp(j\beta_m). \quad (2)$$

여기서,

N : 형성되는 빔의 수,

α_k : k 번째 안테나 요소가 지향하고 있는 각도,

R : 안테나 배열의 반지름,

$A(\phi) = 0.5 + 0.5 \cos(\phi)$: 원형배열에서 각도에 따른 다이폴 안테나 패턴,

λ : 신호의 파장,

w_m : 빔 형성 네트워크에서의 가중치

B_m : 부엽(side lobe)를 감소시키는 진폭 taper,

β_m : 0도에서 co-phase 패턴에 요구되는 고정 위상천이 값.

빔 형성 네트워크에서 빔의 지향각도를 $M \cdot 2\pi/N$ 로 바꿀 경우 빔 형성 네트워크에서의 가중치는 다음과 같다^[5].

$$w_m = B_m \exp(j\beta_m) \exp(jMm \cdot 2\pi/N). \quad (3)$$

마지막으로 빔의 폭을 $M \cdot 2\pi/N$ 에서 $(M+P) \cdot 2\pi/N$ 까지 할 경우 식 (3)은 다음과 같이 바뀐다^[5].

$$w_m = B_m \exp(j\beta_m) \exp(jMm \cdot 2\pi/N) \left[\sum_{i=0}^{P-1} \exp(jim \cdot 2\pi/N) \right] \quad (4)$$

식 (1)과 식 (4)를 이용해서 섹터의 크기와 섹터의 지향 각도를 조절할 경우, 섹터의 크기와 위치를 조절하여 섹터를 형성할 수 있다.

III. 섹터화 방안

적응형 섹터 안테나에서 효과적인 부하분산을 위

해서는 셀의 부하분포를 파악하고 이를 각 섹터에 최대한 균일하게 분배되도록 섹터의 크기와 각도를 조절해야 한다. 그러므로 각 섹터의 크기와 위치를 결정하는 섹터화 방안은 적응형 섹터 안테나의 성능에 직접적인 영향을 준다. 본 논문에서 제안하는 섹터화 방안의 기본적인 흐름도는 그림 2와 같다.

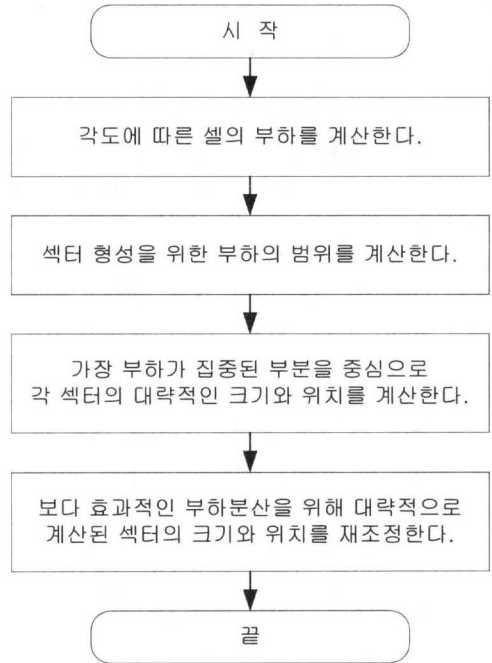


그림 2. 제안하는 섹터화 방안

섹터화에서 셀의 부하분포를 파악하는 것이 가장 먼저 수행된다. 본 논문에서는 셀의 coverage에 대해 32등분을 하고 각 부분에서의 수신신호 전력을 근거로 셀 부하를 파악하는 방식을 사용하며 수신기가 각 부분에서의 수신신호 전력을 완벽하게 알고 있다고 가정한다. 그 다음에 파악된 셀의 부하분포를 근거로 섹터에 가해지는 부하가 균일하게 분포되도록 각 섹터의 크기와 위치를 대략적으로 계산하는 과정을 수행하게 된다. 대략적으로 계산된 각 섹터의 크기와 위치에 대해 보다 균일하게 부하가 분포되도록 각 섹터의 크기와 위치를 추가로 조정하여 최종적으로 각 섹터의 크기와 위치를 계산한다. 이와 같이 계산된 각 섹터의 크기와 위치가 적응형 섹터 안테나의 빔 형성 네트워크에 입력되고 이를 바탕으로 가변 위상천이기를 조절하여 섹터를 형성한다. 한번 형성된 섹터의 크기와 위치는 셀 부하가 변동하지 않는 동안 유지되며 만약 부하

분포에 있어 변화가 생길 경우, 위에서 언급한 계산 과정을 통해 각 섹터의 크기와 위치를 다시 계산하고 빔 형성 네트워크의 가변 위상천이기를 재조정하여 섹터의 크기와 위치를 조절한다.

제안하는 섹터화 방안의 성능을 확인하기 위해 부하분포가 비균일한 환경에서의 평균 오율성능을 시뮬레이션을 통해 검증한다. 셀 부하 분포에 관계없이 섹터의 크기와 위치가 고정된 고정 섹터 안테나와 위에서 제안한 섹터화 방안이 적용된 적응형 섹터 안테나의 평균오율 성능을 비교·분석한다. 시뮬레이션 파라미터는 표 1과 같다. 그림 3은 본 시뮬레이션에서 고려하는 사용자 분포에 따른 수신신호 전력의 밀도를 그린 것인데 사용자 수가 많은 각도에서 높은 수신전력을 얻게 된다.

표 1. 시뮬레이션 파라미터

파라미터	설정			
전체 사용자 수	32	64	96	128
형성되는 섹터 빔의 수	6			
안테나 요소의 수	32			
송신 신호의 파형	Rectangular pulse			
신호대 잡음 전력비	15dB			
링크	역방향 링크			
확산 방식 및 변복조 구조	DS/CDMA BPSK			
검파 방식	Coherent 검파			
PN 코드	랜덤 PN 코드			
Spreading factor	64			
채널 환경	AWGN과 다중 사용자 간섭			

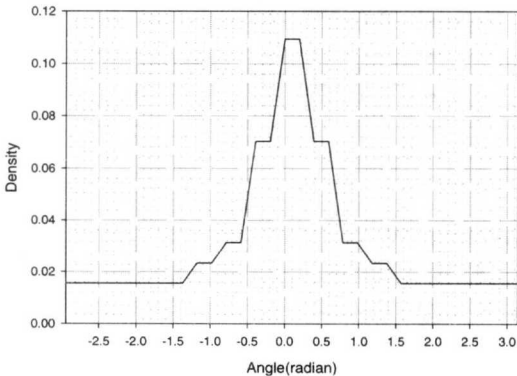


그림 3. 수신신호 전력의 밀도

그림 3과 같은 부하분포에서 제안한 섹터화 방안 에 따라 적응형 섹터 안테나의 섹터화를 수행할 경우, 그림 4와 같이 수신신호 전력의 밀도가 높은 각도에는 폭이 좁은 섹터가 형성되는 반면, 전력밀도가 낮은 부분에는 폭이 넓은 섹터가 형성되었다. 한편 고정 섹터 안테나는 그림 5와 같이 부하분포에 관계없이 동일한 크기의 섹터가 형성된다. 이와 같은 섹터화와 평균오율 성능 사이의 관계를 살펴보기 위해 각 안테나 시스템의 평균오율 성능을 시뮬레이션을 통해 구했다. 평균오율 성능에 대한 시뮬레이션 결과, 그림 6과 같이 셀의 부하가 비균일하게 분포하는 환경에서는 적응형 섹터 안테나가 고정 섹터 안테나보다 오율성능이 우수하게 나왔다. 이는 제안한 섹터화 방안에 의해 부하를 측정하고 각 섹터의 크기와 위치를 결정할 경우, 섹터 당 부하의 크기가 균일하게 분배되기 때문에 부하가 집중된 부분에 폭이 좁은 섹터가 할당되어 다중 사용자 간섭을 분산시킬 수 있고 분산된 다중 사용자 간섭만큼 평균오율 성능이 개선되는 것을 확인하였다.

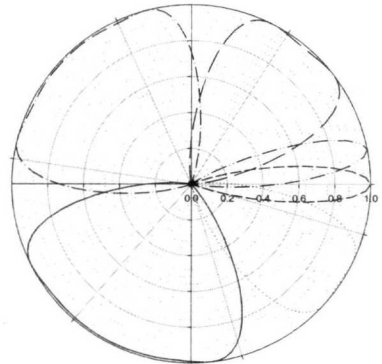


그림 4. 비균일한 부하 분포에서 제안한 섹터화 방안에 따른 적응형 섹터 안테나의 섹터화

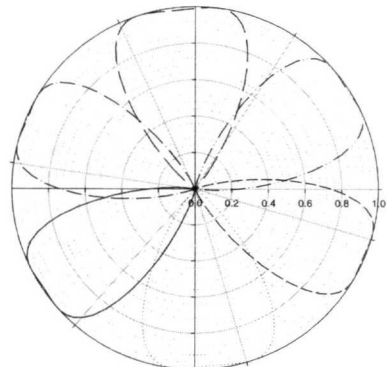


그림 5. 비균일한 부하 분포에서 고정 섹터 안테나의 섹터화

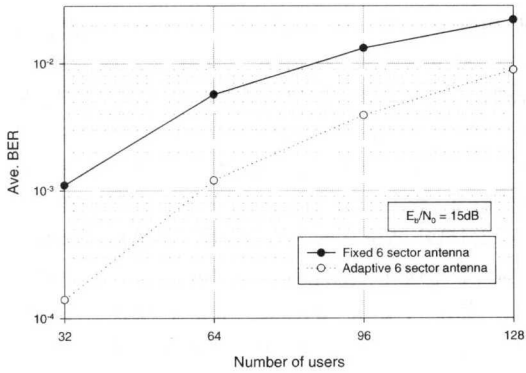


그림 6. 비균일한 부하 분포에서 각 안테나의 평균오율 성능

IV. CDMA 무선 멀티미디어 통신에 적합한 수신기 제안

무선 멀티미디어 서비스를 위해 차세대 이동통신 시스템인 WCDMA(Wideband Code Division Multiple Access)에서는 멀티코드 시스템이 사용될 예정이다⁸⁾. 멀티코드 시스템은 하나의 사용자에게 여러 개의 채널을 할당하는 시스템으로써 전송 데이터의 양이 많은 데이터 전송과 영상 전송에 적합하다. WCDMA 시스템이 상용화될 경우, 멀티코드를 사용하는 멀티미디어 사용자와 싱글코드를 사용하는 기존의 음성 서비스 사용자가 하나의 셀에 공존하게 된다. 이 경우, 싱글코드 신호는 높은 송신전력의 멀티코드 신호에 의한 간섭을 받게 되고 멀티코드 신호는 많은 수의 싱글코드 신호에 의한 간섭을 받게 된다. 그러므로 효과적인 무선 멀티미디어 서

비스 제공을 위해서는 각 신호간의 간섭을 효과적으로 제거할 수 있는 새로운 형태의 수신기 구조가 필요하다.

본 논문에서는 기존의 사용자 단위로 간섭을 제거하는 구조 대신에 사용자 그룹단위(멀티코드 그룹, 싱글코드 그룹)로 간섭을 제거하는 방식을 사용하여 복잡도를 낮춘 간섭제거기와 적응형 섹터 안테나 시스템이 결합된 새로운 형태의 수신기를 제안한다. 이를 위해 우선 멀티코드 신호 검파 방식에 따라 두 가지 형태의 수신기를 제시한다. 제시하는 수신기 구조에는 두 개의 적응형 섹터 안테나가 있는데 각각의 적응형 섹터 안테나를 제 1 적응형 섹터 안테나와 제 2 적응형 섹터 안테나로 부르기로 한다. 제 1 적응형 섹터 안테나에서는 수신된 신호에 대해 섹터를 형성하고 멀티코드 신호를 검파한다. 검파된 멀티코드 데이터와 채널 추정부의 결과 값을 사용하여 신호를 재생하고 이를 수신된 신호에서 한꺼번에 감산한다. 제 2 적응형 섹터 안테나에서는 감산이 수행된 후의 잔여신호에 대해 섹터를 형성하고 제 1 적응형 섹터 안테나에서 검파되지 않은 신호를 검파한다. 멀티코드 신호를 검파하는 방법에는 두 가지가 있는데 그림 7의 수신기에서와 같이 제 1 적응형 섹터 안테나 출력에서 모든 멀티코드 신호를 검파하는 방법과 그림 8의 수신기에서와 같이 제 1 및 제 2 적응형 섹터 안테나의 출력에서 멀티코드 신호를 검파하는 방법이 있다. 시뮬레이션은 표 2와 같이 멀티코드 사용자와 싱글코드 사용자가 공존하는 셀 환경에서 각 수신기의 섹터형성과 평균오율 성능에 대해 수행하였다.

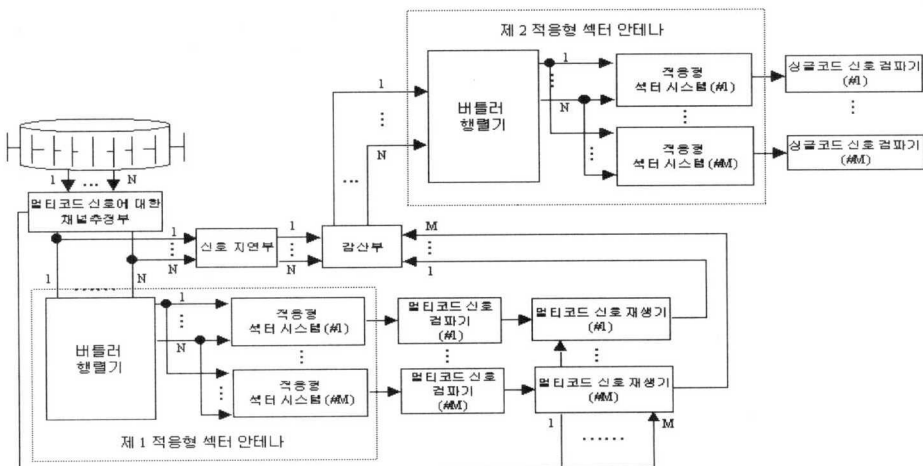


그림 7. CDMA 무선 멀티미디어 통신시스템을 위한 새로운 수신기 1

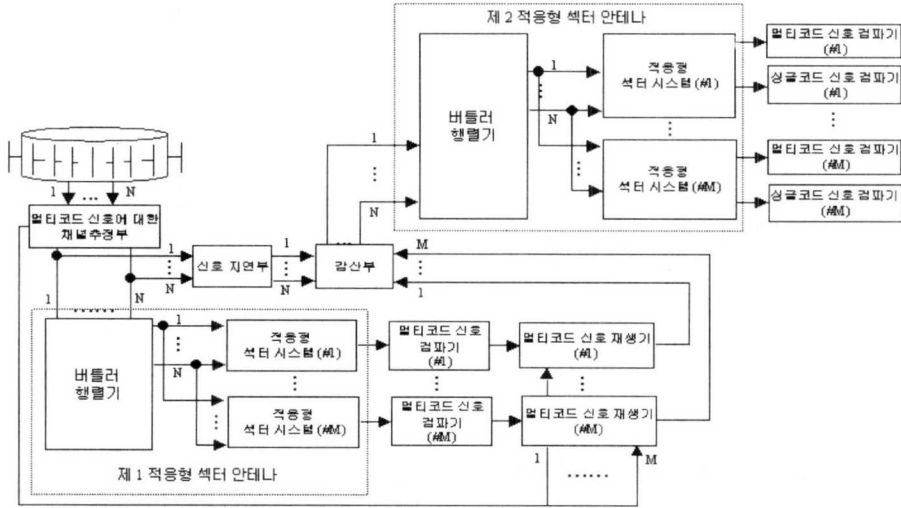


그림 8. CDMA 무선 멀티미디어 통신시스템을 위한 새로운 수신기 2

표 2. 시뮬레이션 파라미터

파라미터	설정			
멀티코드 사용자 수	4명	6명	8명	10명
싱글코드 사용자 수	32명	64명	72명	90명
전체 사용자 수	36명	70명	80명	100명
멀티코드 사용자의 채널 수	6			
멀티코드 신호와 싱글코드 신호의 송신전력 차이	3 dB			
송신 신호의 파형	Rectangular pulse			
PN 코드	랜덤 PN 코드			
Spreading factor	64			
확산 방식 및 변복조 구조	DS/CDMA BPSK			
전체 사용자의 분포	균일 분포			
링크	역방향 링크			
형성되는 섹터 빔의 수	6			
안테나 요소의 수	32			
채널 환경	AWGN과 다중 사용자 간섭			

각 수신기의 섹터화 결과는 다음과 같다. 우선 수신기 1의 섹터화를 살펴보면 제 1 적응형 섹터 안테나에서는 형성하는 섹터 수와 멀티코드 사용자의 수에 따라 적용되는 섹터화의 방법이 달라진다. 수신기 1에서는 모든 멀티코드 신호가 제 1 적응형 섹터 안테나에서 검파된다. 만약 멀티코드 사용자

수가 형성되는 섹터의 수 이하일 경우, 멀티코드 사용자가 위치해 있는 곳에 가장 폭이 좁은 섹터를 형성하면 섹터화에 의해 간섭이 제거된 상태에서 멀티코드 신호를 검파할 수 있다. 즉, 3장에서 제안한 섹터화 방안 대신에 멀티코드 사용자의 위치에 섹터를 형성하는 것이 간섭제거 측면에서 유리하다. 그림 9와 그림 10은 각각 멀티코드 사용자 수가 4명과 6명인 경우의 섹터화에 해당된다. 멀티코드 사용자가 셀 내에서 균일하게 분포한다고 가정하였기 때문에 각 섹터 당 멀티코드 사용자가 한 명씩 할당된다. 반면 멀티코드 사용자 수가 형성하는 섹터 수를 초과할 경우에 멀티코드 사용자가 위치해 있는 곳에서 가장 폭이 좁은 섹터를 형성하면 일부 멀티코드 신호는 검파할 수 없다. 이 경우, 3장에서 제안한 섹터화 방안을 사용하여 360도에 대해 coverage를 가지는 섹터를 형성하고 멀티코드 신호를 검파한다. 그림 11과 그림 12는 각각 멀티코드 사용자 수가 8명과 10명인 경우의 섹터형성을 보여주고 있다. 제 2 적응형 섹터 안테나에서는 3장에서 제안한 섹터화 방안이 적용되고 모든 멀티코드 신호의 감산결과에 따라 다양한 형태의 섹터화가 가능하다. 만약 제 1 적응형 섹터 안테나 출력에서 완벽하게 멀티코드 신호가 감산된다면 그림 12과 같이 거의 균일한 크기의 섹터가 형성된 상태에서 모든 싱글코드 신호가 검파된다. 그림 13은 완벽하게 멀티코드 신호가 감산된 경우의 제 2 적응형 섹터 안테나의 섹터 형성을 보여주고 있다.

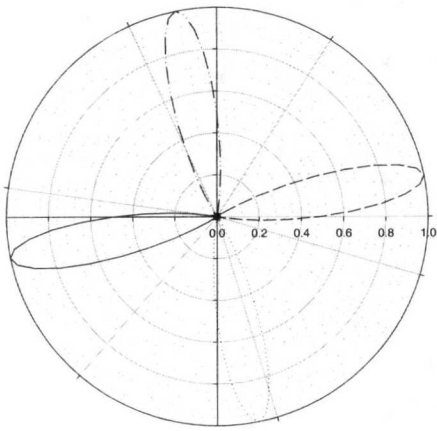


그림 9. 수신기 1의 제 1 적응형 섹터 안테나의 섹터 형성 (멀티코드 사용자 수 : 4명)

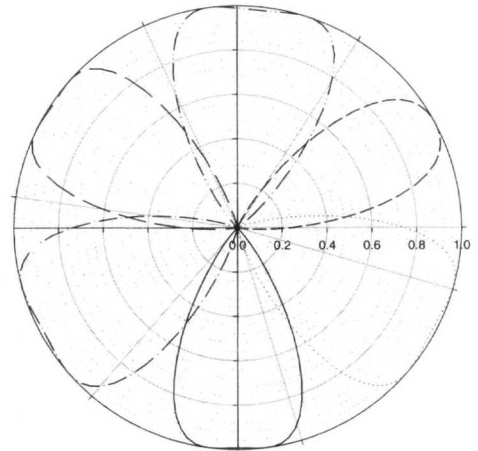


그림 12. 수신기 1의 제 1 적응형 섹터 안테나의 섹터 형성 (멀티코드 사용자 수 : 10명)

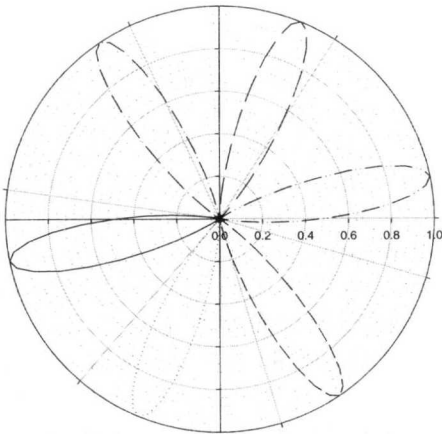


그림 10. 수신기 1의 제 1 적응형 섹터 안테나의 섹터 형성 (멀티코드 사용자 수 : 6명)

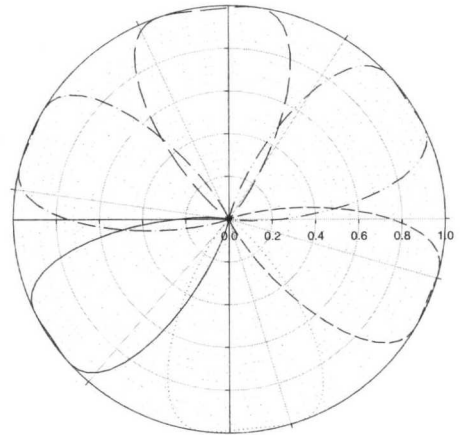


그림 13. 검파된 멀티코드 신호가 완벽하게 감산될 경우, 수신기 1의 제 2 적응형 섹터 안테나의 섹터 형성

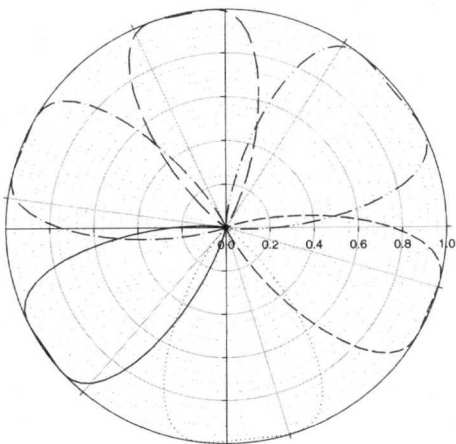


그림 11. 수신기 1의 제 1 적응형 섹터 안테나의 섹터 형성 (멀티코드 사용자 수 : 8명)

다음으로 수신기 2의 섹터화를 살펴본다. 수신기 2에서는 멀티코드 신호가 제 1 및 제 2 적응형 섹터에서 검파될 수 있으므로 반드시 모든 멀티코드 신호를 제 1 적응형 섹터 안테나 출력에서 검파할 필요가 없다. 멀티코드 사용자 수가 형성하는 섹터 수 이하일 경우에는 수신기 1의 제 1 적응형 섹터 안테나와 동일하게 그림 9와 그림 10과 같이 섹터를 형성한다. 그러나 멀티코드 사용자 수가 형성하는 섹터 수를 초과할 경우에는 전체 멀티코드 사용자 중에서 형성되는 섹터 수만큼의 사용자를 선택하여 섹터를 형성하고 섹터가 형성된 멀티코드 신호에 대해서만 검파를 수행한다. 그림 14와 그림 15는 멀티코드 사용자 수가 8명과 10명인 경우의 섹터형성을 보여주고 있다. 그림 14와 그림 15에서

6개의 섹터만을 형성하였기 때문에 검파되지 않은 멀티코드 사용자가 각각 2명과 4명이 있는데 이 멀티코드 사용자의 신호와 모든 싱글코드 신호가 제 2 적응형 섹터 안테나에서 검파된다. 제 2 적응형 섹터 안테나는 신호 감산의 결과에 따라 다양한 형태의 섹터화가 가능하다. 전체 멀티코드 사용자 수가 8명이고 이 중에서 6명의 멀티코드 신호가 완벽하게 감산되었을 경우, 제 2 적응형 섹터 안테나는 그림 16과 같이 섹터를 형성한다. 멀티코드 사용자 신호의 전력이 상대적으로 높기 때문에 감산되지 않은 2명의 멀티코드 사용자가 위치해 있는 각도에 상대적으로 폭이 좁은 섹터가 형성되는 것을 확인할 수 있다. 이와 같이 섹터가 형성된 상태에서 잔

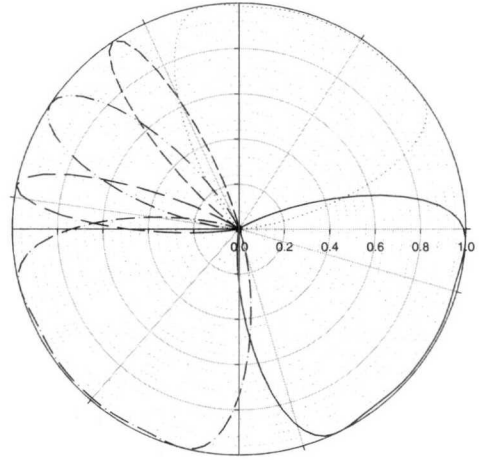


그림 16. 검파된 멀티코드 신호가 완벽하게 감산될 경우, 수신기 2의 제 2 적응형 섹터 안테나의 섹터 형성 (감산되지 않은 멀티코드 사용자 수 : 2명)

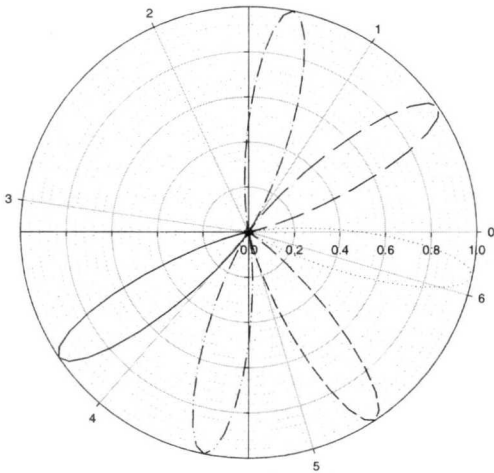


그림 14. 수신기 2의 제 1 적응형 섹터 안테나의 섹터 형성 (멀티코드 사용자 수 : 8명)

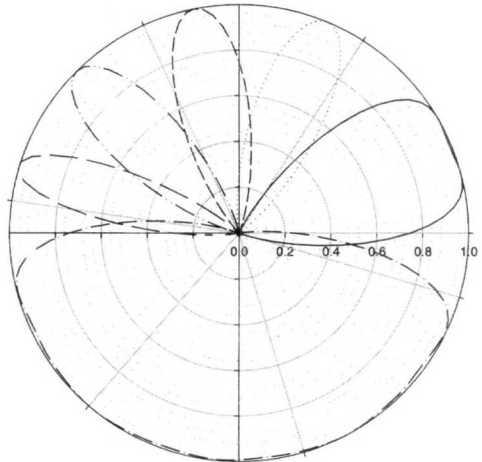


그림 17. 검파된 멀티코드 신호가 완벽하게 감산될 경우, 수신기 2의 제 2 적응형 섹터 안테나의 섹터 형성 (감산되지 않은 멀티코드 사용자 수 : 4명)

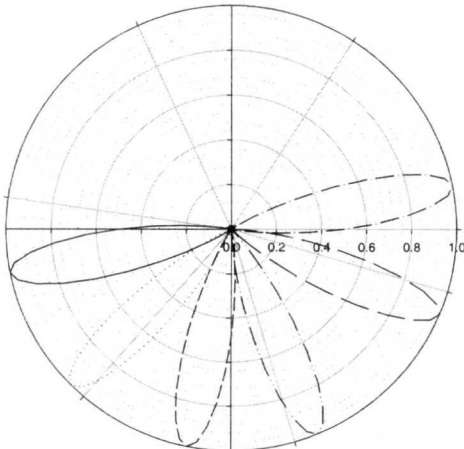


그림 15. 수신기 2의 제 1 적응형 섹터 안테나의 섹터 형성 (멀티코드 사용자 수 : 10명)

여 멀티코드 신호와 모든 싱글코드 신호가 검파된다. 그림 17은 전체 멀티코드 사용자 수가 10명이고 이 중에서 6명의 멀티코드 신호가 완벽하게 감산되었을 경우, 제 2 적응형 섹터 안테나의 섹터화를 보여주고 있다.

그림 18은 멀티코드 사용자 수에 따른 멀티코드 사용자의 평균오율 성능을 보여주고 있다. 그림을 통해 확인할 수 있듯이 멀티코드 사용자 수가 형성되는 섹터 수 이하일 경우에는 수신기 1과 수신기 2의 평균오율 성능이 동일한데 이는 섹터 형성이 동일하기 때문이다. 그러나 멀티코드 사용자 수가 더 많을 경우에는 수신기 2의 성능이 수신기 1의

성능보다 훨씬 우수한다. 이는 수신기 2에서 멀티코드 사용자에게 보다 폭이 좁은 섹터를 형성하여 효과적으로 간섭을 제거할 수 있기 때문이다. 그림 19는 싱글코드 사용자 수에 따른 싱글코드 사용자의 평균오율 성능을 나타낸다. 그림 18과 마찬가지로 멀티코드 사용자 수가 형성되는 섹터 수 이하일 경우에는 수신기 1과 수신기 2의 싱글코드 오율성능이 동일하다. 그렇지만 멀티코드 사용자 수가 더 많을 경우에는 수신기 1의 성능이 수신기 2의 성능보다 우수하다. 싱글코드 사용자의 관점에서는 보다 많은 멀티코드 신호가 감산된 상태에서 싱글코드 신호를 검파하는 것이 유리한데 수신기 1이 수신기 2보다 더 많은 멀티코드 신호를 감산한 상태에서 싱글코드 신호를 검파하게 되므로 수신기 1의 평균오율 성능이 더 우수하게 된다. 결국, 멀티코드 신호를 검파하는 위치에 따라 신호의 오율성능에 큰 영향을 주는 것을 확인할 수 있고 수신기 1은 멀티코드 사용자에게, 수신기 2는 싱글코드 사용자에게 유리함을 알 수 있다.

일반적으로 멀티코드 신호는 낮은 오율 성능이 요구되는 멀티미디어 통신에 사용되고 싱글코드는 상대적으로 높은 오율의 음성 통신에 사용된다. 이러한 각기 다른 목표 오율성능을 고려할 때, 오율성능 측면에서 수신기 2가 가장 적합하다고 할 수 있다. 또한 수신기 2에 따라 시스템을 설계할 경우, 시스템의 복잡도를 낮출 수 있는 장점이 있는데 수신기 1에서 멀티코드 신호의 오율성능을 낮추기 위해서는 멀티코드 사용자 수만큼의 섹터를 형성해야 하지만 수신기 2에서는 멀티코드 사용자 수보다 다소 적은 수의 섹터를 해도 어느 정도의 멀티코드 오율성능과 싱글코드 오율성능을 얻을 수 있다. 그러므로 목표오율 성능과 시스템 구현에 있어서의

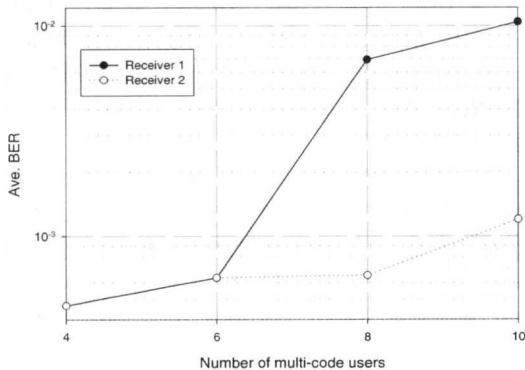


그림 18. 멀티코드 사용자의 평균오율 성능

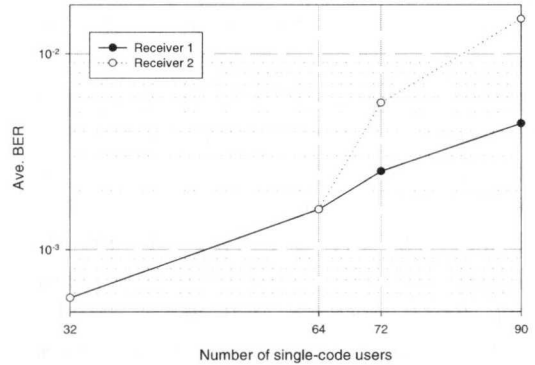


그림 19. 싱글코드 사용자의 평균오율 성능

복잡도를 고려할 때, 수신기 2가 CDMA 무선 멀티미디어 통신시스템으로 적합하다.

V. 결론

본 논문에서는 무선 멀티미디어 통신 환경에서 발생하는 다중 사용자 간섭을 제거할 수 있는 스마트 안테나 중에서 시스템 구조가 간단하고 셀의 부하에 효과적으로 대처할 수 있는 적응형 섹터 안테나의 섹터화 방안을 제안하고 시뮬레이션을 통해서 검증하였다. 또한, 차세대 CDMA 통신 시스템으로 사용될 WCDMA 시스템에서와 같이 싱글코드와 멀티코드를 함께 채용하는 시스템에 적합한 수신기 구조로서 적응형 섹터 안테나와 간단한 간섭제거기가 결합된 새로운 형태의 수신기 구조를 제안하고 오율성능 개선을 시뮬레이션을 통해 검증하였다.

제한한 섹터화 방안에 따라 섹터를 형성할 경우, 사용자가 집중된 부분에서는 폭이 좁은 섹터가 형성되는 반면 사용자가 적게 분포된 부분에서는 폭이 큰 섹터가 형성되어 각 섹터 당 부하의 크기가 비슷하게 조절되었고 이를 통해 고정 섹터 안테나에 비해 평균오율 성능이 크게 개선되는 것을 확인할 수 있었다.

다음으로 CDMA 무선 멀티미디어 통신시스템에 적합한 수신기 구조로써 적응형 섹터 안테나와 간단한 간섭제거기가 결합된 새로운 형태의 수신기 구조를 제안하였다. 이를 위해 우선, 멀티코드 신호를 검파하는 위치에 따라 두 가지 형태의 수신기 구조를 제시하였고 각 수신기의 평균오율 성능을 시뮬레이션을 통해 분석하였다. 시뮬레이션 결과, 멀티코드 신호를 검파하는 위치가 모든 사용자의 평균오율 성능에 큰 영향을 끼침을 알 수 있었으며

멀티코드 신호와 싱글코드 신호의 목표오율 성능과 시스템의 복잡도를 고려하여 제시한 수신기 중에서 CDMA 무선 멀티미디어 통신시스템으로 적합하다고 판단되는 수신 구조를 최종적으로 제안하였다.

참 고 문 헌

[1] J. C. Liberti Jr. and T. S. Rappaport, *Smart Antennas for Wireless Communications : IS-95 and Third Generation CDMA Applications*. Prentice Hall PTR, 1999.

[2] Z. Feng and Y. Yang, "Multibeam plane array using modified Butler matrix circuits," *Asia Pacific '99 Micr. Conf.*, vol. 1, pp. 103-106, Dec. 1999.

[3] D. Shim and S. Choi, "Should the smart antenna be a tracking beam array or switching beam array?," in *Proc. IEEE Veh. Tech. Conf.*, Ottawa, May 1998.

[4] J. H. Winters, "Smart antennas for wireless systems," *IEEE Pers. Comm.*, vol. 5, pp. 23-27, Feb. 1998.

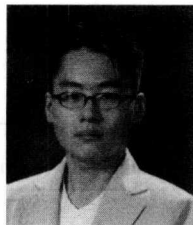
[5] M. Mahmoudi, E. S. Sousa, and H. Alavi, "Adaptive sector size control in a CDMA system using Butler matrix," in *Proc. IEEE Veh. Tech. Conf.*, vol. 2, May 1999.

[6] J. Litva and T. K. Lo, *Digital Beamforming in Wireless Communications*. Artech House Publishers, 1996.

[7] B. Sheleg, "A matrix-fed circular array for continuous scanning," in *Proc. IEEE*, vol. 56, no. 11, Nov. 1968.

[8] H. Holma and A. Toskala, *WCDMA for UMT Radio Access for Third Generation Mobile Communications*. John Wiley & Sons, 2000.

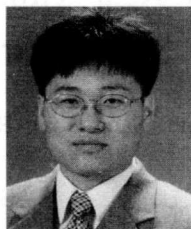
이 주 형(Ju-Hyung Lee)



2000년 2월 : 한국항공대학교
항공통신정보공학과 학사
2002년 2월 : 한국항공대학교
항공통신정보공학과 석사
2002년 1월~현재 :
국방과학연구소 4체계
위성체계부 2팀 연구원

<주관심 분야> FH 모뎀, 스마트 안테나, 간섭제거기

김 영 철(Young-Chul Kim)



1993년 2월 : 동신대학교
공과대학 정보통신공학과
(공학사)
1995년 2월 : 동신대학교 대학원
전자공학과 (공학석사)
2002년 2월 : 한국항공대학교
대학원 항공통신정보공학과
(공학박사)

2002년 3월~현재 : 서일대학 정보통신과 겸임교수
2002년 3월~현재 : 한국항공대학교 전자·정보통신·
컴퓨터공학부

<주관심 분야> 무선통신, 이동통신, UWB, 지능형
교통시스템

오 창 현(Chang-Heon Oh)



1988년 2월 : 한국항공대학교
항공통신공학과 (공학사)
1990년 2월 : 한국항공대학교
대학원 항공통신정보공학과
(공학석사)
1996년 2월 : 한국항공대학교
대학원 항공전자공학과
(공학박사)

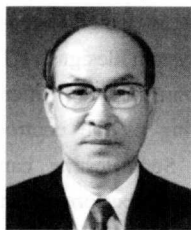
1990년 2월~1993년 9월 : 한진전자 (주) 기술연구소
근무

1993년 10월~1999년 2월 : 삼성전자(주) CDMA 개
발팀 근무

1999년 3월~현재 : 한국기술교육대학교 정보기술공
학부 조교수

<주관심 분야> 이동통신, 무선통신, SDR

조 성 준(Sung-Joon Cho)



1969년 2월 : 한국항공대학교
항공통신공학과 (공학사)
1975년 2월 : 한양대학교 대학원
(공학석사)
1981년 3월 : 일본 오사카대학교
대학원 통신공학과
(공학박사)

1972년 8월~현재 : 한국항공대학교 전자·정보통신·
컴퓨터공학부 교수

<주관심 분야> 무선통신, 이동통신, 위성통신, 환경
전자공학