

적응형 어레이 안테나 시스템에서의 호 수락제어 알고리즘 성능 개선에 관한 연구

정회원 김민정*, 김낙명**

Performance Enhancement of Call Admission Control in an Adaptive Array Antenna System

Min-Jung Kim*, Nak-Myeong Kim** *Regular Members*

요 약

WCDMA 방식 이동 멀티미디어 시스템에서 고속 데이터 사용자에 의한 간섭은 시스템의 용량과 성능을 저하시키는 주요 요인이 되며, 적응형 안테나 시스템을 도입하여 고속 데이터 사용자의 간섭을 크게 줄여줌으로써 시스템의 성능을 향상시킬 수 있다. 이 경우, 적응형 안테나의 효과를 극대화하기 위한 방법으로서, 호 수락제어 기법의 최적화가 중요하고, 셀간 핸드오프 과정에 있어서의 효율적인 제어 방식이 중요한 문제가 된다. 본 논문에서는 핸드오프 되는 고속의 데이터들을 효과적으로 처리하기 위하여 Soft QoS를 적용한 호 수락 제어 알고리즘을 제안하고, 전송 속도에 따른 적응형 핸드오프 제어 방식을 제안하였다. 제안된 알고리즘을 적용함으로써, 적응형 안테나 시스템의 고속 데이터 전송을 효과적으로 수행하면서도 셀 내 저속 가입자의 호 블로킹 확률을 크게 줄일 수 있음을 컴퓨터 시뮬레이션을 통한 비교분석으로 입증하였다.

Key Words : WCDMA, Call Admission Control, Adaptive Array Antenna

ABSTRACT

In the WCDMA mobile multimedia communication system, the adaptive array antenna is adopted to improve the performance of the system by reducing inter-user interference using antenna beam control. Usually, the interference resulted from the higher data rate users is much more significant to the lower data rate users than the other way around, so the overall performance can be enhanced by reducing the interference from higher data rate users. In order to maximize the efficiency of adaptive antenna operation, an optimal call admission control, especially during handoff, adaptive to the data rates is a critical problem. In this paper, We propose a call admission control algorithm based on the Soft QoS concept for the efficient processing of the handoff of higher data rate calls, and an adaptive handoff control mechanism according to the data rates. The proposed algorithm has been evaluated by computer simulation that it accommodates high data rate users among many lower data rate users much better, and the average call blocking probability for lower rate users becomes much lower than the conventional call admission control algorithm.

1. 서 론

미래 이동통신 시스템의 서비스는 기존의 음성 서비스 뿐만 아니라 고속의 멀티미디어 데이터 서

비스를 중심으로 운영된다. Wideband Code Division Multiple Access(WCDMA) 시스템에서는 같은 채널을 통해 음성과 데이터 사용자를 동시에 서비스하게 되므로 기존 CDMA 시스템에서 발생하

* 이화여자대학교 이동통신연구실 (mcl@ewha.ac.kr), ** 이화여자대학교 정보통신학과 교수 (nmkim@ewha.ac.kr)

논문번호 : 040117-0317, 접수일자 : 2004년 1월 17일

※본 연구는 산업자원부 지원 및 관리로 수행되었습니다.

는 다중 사용자에 의한 간섭보다도 더욱 심각한 간섭의 영향이 유발되게 된다. 즉, WCDMA 시스템에서는 발생하는 데이터 전송률과 사용자의 수가 고속 데이터 사용자에게 의한 간섭으로 제한을 받게 되므로 고속 데이터 사용자에게 의한 간섭신호를 제거하는 것이 더욱 중요해지게 되었다.

CDMA 시스템에서 다중사용자 간섭을 극복하는 방법으로는 해당 간섭 신호를 되도록 정확 판정하여 수신된 신호로부터 제거하여 주는 방식이 있다. 이러한 목적으로 이론적으로는 Verdu가 1986년에 발표한 Optimum multiuser detection 등의 방법이 사용될 수 있지만 구현 회로의 복잡도가 가입자 수의 증가에 대해 지수적으로 증가하기 때문에 현실적으로는 적용이 불가능하다. 이에 대한 대응으로 여러 종류의 suboptimal multiuser detector가 많은 논문들에서 제안되고 있고 최근에는 Parallel Interference Cancellation(PIC), Successive Interference Cancellation(SIC) 등의 비선형적인 간섭 제거 기법들을 적용시키는 방법이 연구되고 있다. 또 다른 방법으로는 기지국에 적응형 어레이 안테나를 사용하여 원하지 않는 간섭 신호의 방향으로 널(null)신호를 적용하여 간섭 신호의 영향을 제거하는 방식이 있으며 고속 데이터 서비스 사용자가 늘어남에 따라 적응형 안테나를 이용한 간섭 제거 기법에 대한 연구가 활발 진행되고 있다.

본 논문에서는 고속 데이터 사용자의 간섭을 효과적으로 제어하여 저속 사용자들의 성능을 높이면서 고속 데이터 전송의 효율도 높이기 위한 방법으로 적응형 안테나 시스템을 도입하였다. 기존의 일반적인 호 수락제어 기법은 가용 채널이 있을 경우 새로운 호나 핸드오프 호가 수락되고 가용 채널이 없는 경우에는 호가 차단된다. 하지만 WCDMA 시스템에 적응형 안테나가 적용된 시스템의 경우에는 안테나의 빔 패턴이 각 사용자마다 다르고, 다른 간섭 신호에 대해 널이 생성되므로 호의 방향이나 큰 간섭 신호를 유발하는 다른 호들도 고려해야 한다. 또한 핸드오프 되는 고속의 데이터 호의 처리가 문제가 된다. 즉, 적응형 안테나로 서비스 받던 고속 데이터 사용자가 핸드오프 되었을 경우에는 기존 셀 내의 저속 가입자들에게 심각한 간섭 영향이 미치게 되므로 이러한 상황이 고려된 호 수락제어 알고리즘이 요구된다. 본 논문에서는 사용자의 위치와 다른 신호의 간섭에 대해 생성되는 널을 고려하여 고속의 데이터 사용자가 핸드오프 되었을 때 가용 안테나가 없어 적응형 안테나 서비스를 받을 수 없

는 경우 발생하는 심각한 간섭 영향을 줄이기 위해 데이터 전송률을 가변적으로 적용한 Soft QoS 개념을 도입하여 저속 가입자에 대한 간섭의 영향을 줄이고 전체 시스템의 성능이 향상되는 호 수락제어 기법을 제안하였다. 제안된 알고리즘의 성능 확인을 위하여 Hard QoS가 적용된 적응형 안테나 시스템과 비교하였으며 그 결과로 제안된 알고리즘을 통하여 상당한 성능 향상이 있음을 보였다.

본 논문의 제2장에서는 시스템에 적용된 적응형 안테나 시스템과 Soft QoS 기법에 관하여 설명하고 제 3장에서는 제안된 호 수락제어 알고리즘을 제시하였다. 제 4장에서는 컴퓨터 시뮬레이션 결과를 이용하여 제안된 방식의 성능을 평가하고, 마지막으로 제 5장에서 결론을 맺는다.

II. 시스템 모델

1. 적응형 안테나 시스템

적응형 안테나라는 다중 빔을 가지고 안테나 이득 패턴을 최적화하는 적응적 배열 안테나를 말한다. 섹터 안테나의 경우 고정 빔을 생성하여 하나의 빔과 다른 빔 사이에 핸드오프가 발생하여야 하는 단점이 있는 반면에 적응형 안테나는 각각의 빔이 원하는 사용자 방향으로 생성되어 신호를 추적해 가기 때문에 다른 안테나에서 발생하는 핸드오프 및 전력 손실을 줄일 수 있다는 장점이 있고 고속 데이터 사용자에게 의한 간섭을 줄임으로써 저속 사용자에게 간섭 영향을 적게 하면서 고속 데이터 사용자도 채널 공유가 가능해지므로 시스템의 성능이 증가된다[3][4].

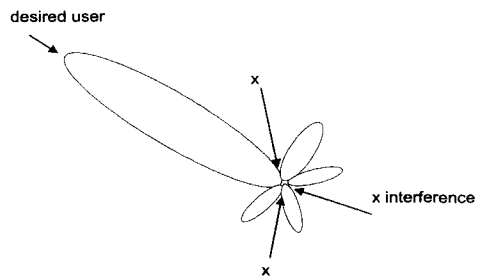


그림 1. 적응형 안테나의 빔 패턴

그림 1과 같이 적응형 안테나는 원하는 사용자의 방향으로 빔을 생성하고 간섭 신호에 대해 널 신호

를 생성하여 원하는 사용자에게 최대 이득을 가지게 한다. 일반적으로 각 배열 안테나 요소의 weight 계수는 Minimum Mean Squared Error (MMSE) 방식에 따라 적응적으로 구해진다. 본 논문에서는 전개의 편의를 위해 null-steering system의 weight 계수를 구해지는 방식을 가정하고 N개의 안테나를 가진 적응형 어레이 안테나 시스템은 N-1개의 간섭 신호를 제거하기 위하여 N-1개의 null을 생성하는 것을 가정한다. M개의 source에서 N개 요소의 배열 안테나를 가지는 null-steering 시스템의 모델은 아래 그림 2와 같다[5].

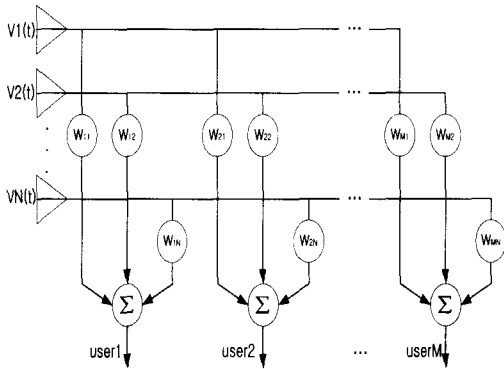


그림 2. 다중 null steering system

안테나 array의 n번째 원소의 m번째 source로 부터의 신호는 식 1과 같다.

$$\nu_{mn}(t) = a_m(t) s_{mn} e^{j\omega t} \quad (1)$$

여기서 $a_m(t)$ 는 m번째 source의 기저대역 수신신호가 되고 ω 는 carrier frequency를 나타낸다. n번째 element에서 모든 M개의 source에 대한 합은 아래의 식 2와 같다.

$$\nu_n(t) = \sum_{m=1}^M a_m(t) s_{mn} e^{j\omega t} \quad (2)$$

각 요소에서의 출력은 복소 계수 ω_{mn} 의 가중치가 곱해지고 수신단에서의 i번째 사용자의 array 출력 신호는

$$\begin{aligned} y_i(t) &= \sum_{n=1}^N \nu_n(t) \omega_{in} \\ &= \sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^M a_m(t) s_{mn} \omega_{in} e^{j\omega t} \end{aligned} \quad (3)$$

로 나타내어진다.

본 논문에서는 그림 3과 같은 반파장의 antenna element spacing을 가지는 사용자의 위치에 따라 빔을 형성하는 tracking beam array 안테나 시스템을 가정하였다.

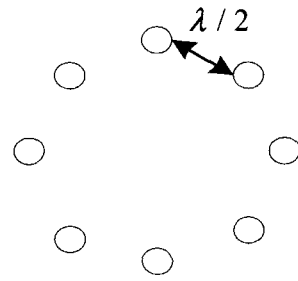


그림 3. 안테나배턴

적응형 안테나 시스템을 구현 할 때 되도록 많은 사용자에게 안테나를 적용하면 성능이 좋아지게 되지만 기지국에 사용할 수 있는 안테나 요소의 수에 제한이 있기 때문에 제약 요소가 된다.

또한 빔 폭이 좁을수록 더 좋은 성능을 가지게 되지만 시스템의 복잡도와 비용이 증가하기 때문에 실제 적응형 안테나를 시스템에 적용하는데는 제약이 생기게 된다[6]. 그러므로 실제 시스템에서는 전송률을 고려하여 복잡도 대 성능비가 좋도록 고속 데이터 사용자들에게 적응형 안테나를 적용하게 된다. 이때 고속의 사용자에게 빔을 적용하는 것이 모든 사용자에게 빔을 적용하는 것과 최소한 같거나 그 이상의 성능을 보임을 알 수 있다[1]. 본 논문의 제 4장에서 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 적응형 안테나 시스템의 성능과 안테나 요소 수에 따른 시스템의 성능을 검증하였다.

2. Soft QoS 기법

이동 멀티미디어 서비스 시스템에서는 기존 음성 시스템에서와 같은 자원 할당 방식을 사용하는 것이 매우 어렵다. 왜냐하면 멀티미디어 서비스의 QoS를 만족시키기 위해서는 기존 음성 서비스의 수 “수십배의 대역폭이 요구되고 각 매체마다 다

른 traffic 특성이 요구되어지기 때문에 무선 자원의 효율을 유지하기가 어렵다. 그렇기 때문에 Hard QoS(fixed target QoS)를 강요하지 않고 이동 시스템 환경에 적응적으로 QoS 적용을 변화시키는 Soft QoS를 시스템에 적용시키는 것이 바람직하게 된다[8]. 다시 말해 멀티미디어 서비스를 제공해야 하는 시스템에 가변적인 데이터율을 적용한 Soft QoS를 도입함으로써 사용자에게 최선의 만족을 줌과 동시에 다른 품질과 가격의 서비스를 선택할 수 있도록 한다. Soft QoS를 적용할 때 실시간의 서비스를 요구하지 않은 데이터 서비스에 대해서는 데이터율의 감소가 허용이 되지만 실시간 서비스를 요구하는 경우에는 데이터율을 가변적으로 조절하는 것이 허용되지 않기 때문에 사용자 어플리케이션에 따른 QoS 조절을 적용해야 한다[6][7]. 특 시스템의 성능을 결정하는 요소들 중 핸드오프 호의 드로핑률을 낮추기 위해 Soft QoS 기법이 적용되어야 한다. 즉, 핸드오프 호의 경우 가입자가 이동하면서 다른 셀로 들어가 기존에 이미 할당되어 있던 자원의 재할당 요구를 하게 되므로 기지국에서는 local 호의 블로킹률과 핸드오프호의 드로핑률의 적절한 관리를 통해 호를 처리하게 된다.

본 연구에서는 특 사용자의 속도와 이동성이 고려된 적응형 어레이 안테나 시스템에서 적응형 안테나의 서비스를 받던 고속의 호가 핸드오프 될 때 기존 셀 내 호에 Soft QoS를 적용하여 전체 시스템의 성능을 유지하도록 하였다. 비실시간 서비스로 가정한 데이터 호에 대해 Soft QoS 기법을 적용하고 이 때 QoS는 남은 전송 데이터에 전송 시간이 지연되어 전송하는 것으로 조절된다. 이는 정해진 단계에 따라 적용되는데, 실시간 서비스를 요구하는 데이터 서비스의 경우, 처음 서비스를 요구할 때 정의된 지연 시간 이상이 되면 호는 드로핑된다.

Ⅲ. 다중 전송률을 지원하는 적응형 안테나 시스템에 의 제안된 호 수락제어 알고리즘

다중 전송률의 멀티미디어 서비스를 지원하는 WCDMA 시스템에서 다중 전송률을 구현하는 방법으로는 고속의 전송률을 가지는 사용자들에게 여러 개의 코드를 할당하는 multi-code 방식과 전송률에 따라 처리 이득(processing gain)을 다르게 적용하는 variable-processing gain 방식, 전송률에 따라 변조 기법을 다르게 적용하는 방식 등이 있다.

본 논문에서는 전송률에 따라 서로 다른 spreading factor를 가지는 확산 코드를 할당하고 같은 전송 대역폭을 사용하여 전송하는 variable-processing gain 방식을 가정한다. 이 때 전송률이 낮은 음성 서비스 사용자나 저속 데이터 사용자는 낮은 처리 이득을 가지고 전송률이 높은 고속 데이터 사용자는 낮은 처리 이득을 가지게 되므로 고속 데이터 사용자의 전송 파워가 커지게 되어 시스템내의 다른 사용자들에게 미치는 간섭의 영향이 커지게 되는 것이다. 그러므로 앞에서 언급한 바와 같이 적응형 안테나 시스템에서 적응형 안테나에 의해 서비스를 받던 고속의 데이터 사용자 호가 핸드오프 되었을 때 이 호가 적응형 안테나의 서비스를 받지 못하게 되면 간섭의 영향이 커지므로 이러한 경우 호의 처리가 중요한 문제가 된다.

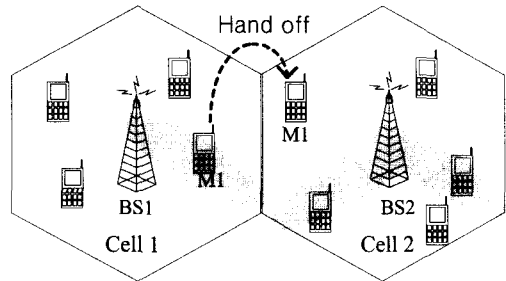


그림 4. 셀 내 적응형 안테나 패턴

또한 호 처리 알고리즘에서 고려하여야 할 사항으로 사용자의 움직임에 대한 정보를 들 수 있다. 사용자 움직임의 정보는 기지국에서의 수신 파워나 그 밖에 이동 방향이나 현재 속도 등으로 예상할 수 있다. 여기서 우리는 시간 τ 간격으로 각 사용자 호의 핸드오프 호 발생 확률과 방향을 현재 셀에서 알고 있고 모든 이웃한 셀의 기지국은 이런 정보를 서로 교환할 수 있다고 가정하였다. 그리고 사용자의 이동속도에 따라 구분하고 처음 서비스를 요구할 때 발생된 움직임의 방향에 대해 가중치를 주어 이동하도록 모델링하였다.

1. 이론적 모델링과 성능 분석

본 연구에서는 셀 i 로 핸드오프 되어 들어오는 호의 전송률을 PQoS로 정의하고 이 값을 조절하여 기존 셀 i 에서 서비스 받고 있는 호의 블로킹률을 낮춤으로서 QoS를 유지하도록 한다.

셀 i 에서의 핸드오프 확률은 아래의 식 4로 나타낼 수 있고 steady state 상태에 있다고 가정한다.

$$p_m^{i,i-1}(t) = p_m^{i-1,i}(t) = 0.5 \quad (4)$$

이 때 $p_m^{i,j}(t)$ 는 시간 t 에서 셀 i 의 m 번째 사용자가 cell j 로 핸드오프 될 확률을 나타낸다.

셀 i 에서 총 C 개의 호를 수용할 수 있다고 할 때, i 번째 셀의 호의 블로킹 확률은 다음의 식 5로 근사할 수 있다.

$$P_i^B = \sum_{k=C+1}^{\infty} P_k \quad (5)$$

이 식에서 P_k 는 셀 i 에서 k 개의 호를 가질 수 있는 확률을 나타낸다.

본 논문에서 최소로 필요한 채널의 단위로 음성 호에 하나의 채널이 할당된다고 하고, 데이터 호는 전송률에 따라 하나 이상의 채널이 할당된다고 가정한다. 즉, 데이터호의 경우 최소로 필요한 채널의 수 N_{min} 개에서 최대 할당 가능한 채널의 수 N_{max} 개까지의 채널 할당이 가능하게 된다. 음성 서비스와 고속 데이터 서비스가 동시에 서비스 될 때 셀 내의 호의 수락 여부는 다음과 같은 함수 f 에 의해 나타낼 수 있다.

$$f(N_{v, \sum_{i=1}^{N_d} C_i}) \leq CH_{num} \quad (6)$$

여기서 N_v 는 시간 t 에서 서비스를 받고 있는 총 음성 호의 개수이고 N_d 는 총 데이터 호의 개수이다. 또, C_i 는 N_d 개의 데이터 호에 할당되어 사용하고 있는 채널의 숫자를 나타내고 CH_{num} 은 총 채널수이다. 그러므로 새로운 호나 핸드오프된 호가 발생했을 때 변화될 채널의 상태는 적절한 호 수락 제어 알고리즘을 적용하여 위의 식을 만족할 때는 새로운 호를 수락할 수 있고 그렇지 않을 때는 수락할 수 없게 된다. 각 기지국에서 Poisson분포에 따라 발생하는 새로운 음성 호와 데이터 호의 발생 비율을 λ_v, λ_d 라 하고 각 호의 서비스 시간은 각각 평균 $1/\mu_v, 1/\mu_d$ 의 랜덤한 지수분포를 따라 생성될 때 데이터 호의 평균 서비스 시간 T_d 는 한 개의 채널을 통하여 데이터 서비스를 계속 제공하는 경우

를 기준으로 하도록 한다. 실제 데이터의 전송에 있어서는 1개 이상의 채널을 이용하여 서비스를 하게 되므로 실제 데이터 호의 평균 서비스 시간은 $1/(N_{min}*\mu_d)$ 보다 작거나 같게 된다. 비실시간 서비스인 데이터 서비스는 발생 순간 최대 전송률을 적용하고 호가 종료될 때 까지 항상 데이터를 송신 (activity = 1) 한다고 가정한다. QoS 조절은 처음 호 요청 시의 최대 전송률에 대해 제안된 호 수락 제어 방법에 의해 데이터 전송률 조절이 요청 될 때마다 전송 지연시간이 $2i$ ($i \leq 2$) 로 늘어나도록 정의한다.

2. 제안된 호 수락제어 알고리즘

적응형 안테나를 사용하기 위해서는 기지국에서 셀 내의 가용한 안테나 요소 수에 대한 정보를 알아야 한다. 그리하여 원하는 사용자 방향으로 main 빔을, 큰 간섭을 유발하는 사용자 신호 방향으로 널을 생성하게 된다. 하지만 이웃 셀로부터 고속의 사용자가 핸드오프 되었을 때, 가용한 안테나 요소가 있을 경우는 고속의 핸드오프 호는 적응형 안테나에 의해 호를 지속적으로 서비스하게 된다. 반면 가용한 안테나 요소가 없을 경우에는 셀 내 가용 채널의 수와는 별도의 기준이 요구된다. 그러므로 기존 셀 내 사용자들의 QoS를 보장하기 위해 적절하게 데이터의 전송률을 조절하는 일이 요구된다. 본 논문에서는 이러한 상황에서 호 수락 제어를 적용하는 두가지 방법을 제안하고자 한다.

• Strategy1

셀 i 의 인접한 셀 j 에서 셀 i 로 핸드오프 되는 고속의 데이터 서비스호가 발생했을 때, 가용 안테나 요소가 없을 경우에 셀 내에 가용채널의 수

$f(N_{v, \sum_{i=1}^{N_d} C_i})$ 가 핸드오프 되는 호를 수락하기에 충분한 경우라도 간섭 파워가 큰 데이터 서비스에 의해 음성 서비스 호가 드로핑되지 않도록 비실시간 데이터호의 전송률을 조절하여 채널을 할당한다.

• Strategy2

Strategy1과 같은 상황에서 셀 내 가용 채널의 수 $f(N_{v, \sum_{i=1}^{N_d} C_i})$ 가 핸드오프 되는 호를 수락하기에 충분하면 핸드오프 되는 셀 내에 큰 간섭

영향을 유발하는 고속 데이터 호의 데이터를 조절 없이 HardQoS를 적용하여 핸드오프 된 셀 내에서 채널을 할당한다.

그림 4는 고속 데이터 호가 셀로 핸드오프 되었을 경우, 위에서 제안한 알고리즘에 대한 흐름도를 보여주고 있다. 두 가지 방법 모두 핸드오프 되는 호의 일정 드로핑률을 만족하도록 하고, 실시간 서비스인 음성 서비스에 채널 할당의 우선권이 주어지게 된다.

```

channel sort();
if (required channel < available channel)
    allocate_channel();
else N_dropping++;
}
else
{
if (channel available?)
allocate_channel();
else N_blocking++;
}
}
    
```

IV. 컴퓨터 시뮬레이션

컴퓨터 시뮬레이션에서는 그림5에서 보는 바와 같이 적응형 안테나가 적용된 육각형의 7셀 모델이고 호의 분포는 uniform distribution을 가지는 것으로 가정한다. 새 호의 발생은 음성 서비스는 9.6Kbps, 데이터는 144kbps의 전송률을 가지는 트래픽이 $\lambda(1/Ta)$ 의 rate을 가지는 Poisson분포로 발생된다. 셀 반경은 1Km이고 각 셀 당 채널의 수는 50개로 가정하였다. 데이터 호의 최대 전송률이 144kbps이고 음성호가 9.6Kbps이므로 데이터 호에 할당 할 수 있는 최소의 채널수 $N_{min}=1$ 이고 최대 채널의 개수 $N_{max}=15$ 가 된다. 음성호의 평균 호 유지시간은 약 60초이므로 $1/\mu_v = 60$ 초이고 데이터의 경우 전송할 평균 데이터의 크기가 1Mbits이면 채널 당 9.6Kbps를 전송하므로 $1/\mu_d = 1Mbits / 9.6Kbps = 104$ 초로 계산된다. 핸드오프와 새로운 호의 발생에 의해 호 처리를 결정해야 하는 time interval $\tau = 1$ 초로 가정하였다. 호의 드로핑률은 0.002이하로 유지시키면서 호의 블로킹률로 성능을 비교한다.

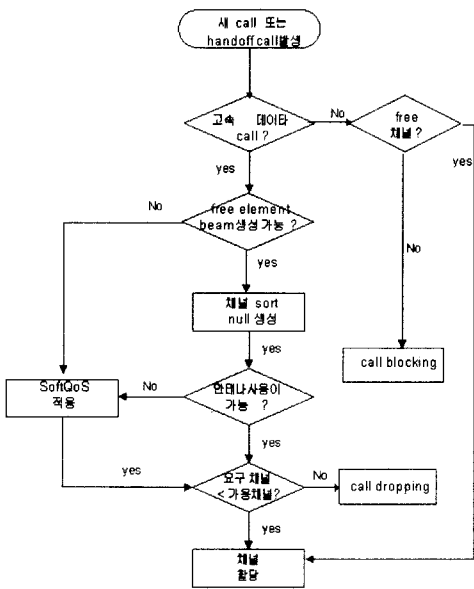


그림 5. 적응형 안테나 시스템에서의 호 수락제어 알고리즘의 흐름도

다음 코드는 위의 그림 4의 적응형 안테나 시스템에서의 호 수락제어 알고리즘의 흐름도를 수도 코드로 나타낸 것이다.

```

if ( call == (new call or handoff call) )
{
if ( call == high rate call )
{
if (remain_capacity >= required_capacity)
//capacity may be estimated by available antenna element
{
antenna_procedure(); // create main beam and null
}
else SoftQoS();
}
}
    
```

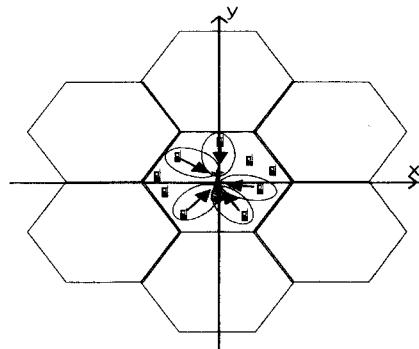


그림 6. 적응형 어레이 안테나 7셀 모델

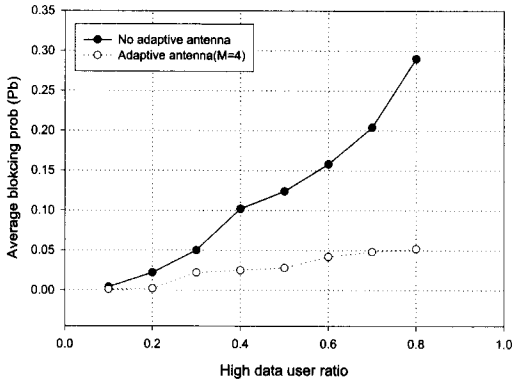


그림 7. 적응형 안테나가 적용된 시스템과 적용되지 않은 시스템의 성능 비교

먼저 그림 6을 살펴보면, 적응형 안테나 시스템에 비해 적응형 안테나가 적용되지 않은 시스템은 셀 내에 전체적인 고속 데이터 사용자의 비가 증가함에 따라 호의 평균 블로킹률이 크게 증가됨을 볼 수 있다. 앞으로 차세대 시스템에 있어서는 고속 데이터 호의 비율이 절대적으로 증가할 것으로 예상되어지므로, CDMA 시스템에서 저속 음성호와 고속 데이터 호를 동시에 지원하기 위해 적응형 안테나 적용이 효과가 있음을 알 수 있다.

앞 절에서도 언급했듯이 적응형 안테나 시스템의 성능은 기지국에 가능한 안테나 요소 수에 의해 영향을 받게 된다. 아래 그림 7에서 볼 수 있듯이 셀 내 안테나의 요소 수가 증가하면 시스템 성능이 향상되지만 실제 시스템 구성시에는 비용과 복잡도 측면에 있어서의 trade off가 고려되어야 한다.

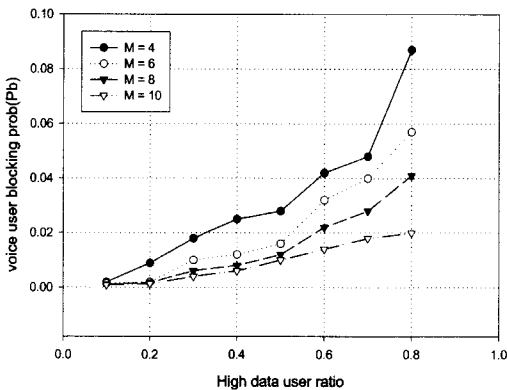


그림 8. 안테나 요소 수 (M)에 따른 저속 가입자의 호 블로킹률

그림 8은 4개의 안테나를 사용하는 적응형 안테나 시스템에서 제안된 두 가지 방식의 호 처리 알고리즘의 성능에 관한 그래프이다. 고속 데이터 사용자가 적응형 안테나의 서비스를 받지 못하는 경우에는 Hard QoS를 사용하는 Strategy2보다 셀 내 기존 저속 가입자들에게 간섭의 영향이 최소가 되도록 Soft QoS를 적용시켜 호를 처리하는 Strategy1의 방식이 성능이 고속 사용자의 수가 증가함에 따라더 우수함을 볼 수 있다. 셀 내의 고속 데이터호의 비율이 0.8정도로 높은 경우에는 Strategy1이 Strategy2에 비해 저속 가입자의 블로킹률이 약 50%정도의 이득이 있음을 볼 수 있다. 즉 가용한 채널이 있다라도 비실시간 데이터 호의 QoS를 조절함으로써 호의 드로핑률을 일정하게 유지하면서 실시간 음성 호의 블로킹률도 줄일 수 있게 된다.

본 논문에서는 SoftQoS 적용에 의한 사용자 만족도에 대해 p 라고 새롭게 정의하고 사용자 만족도에 대해 측정해 보았다. 즉, 비실시간 서비스를 하는 데이터호는 전송률을 줄이는 대신 지연시간을 증가하여 호를 지속하게 되는데, 이러한 경우 p 가 감소하게 되고 호가 끊어지면 p 는 최소가 된다. 사용자가 최대의 만족도를 가지는 경우를 5, 호가 끊어지는 경우 최소의 만족도는 0으로 평균 만족도를 측정해 보았다.

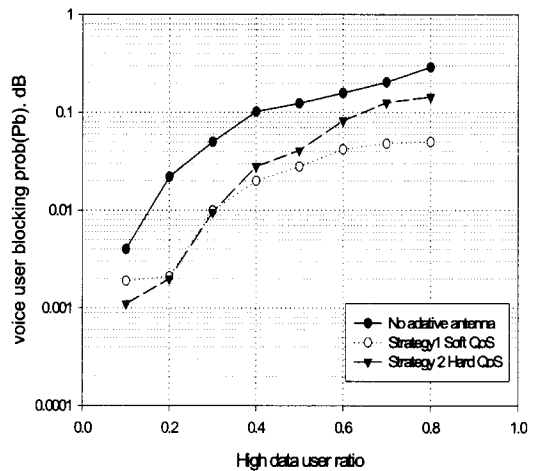


그림 9. 제안된 알고리즘의 저속 음성 사용자 블로킹률에 대한 성능 검증 결과

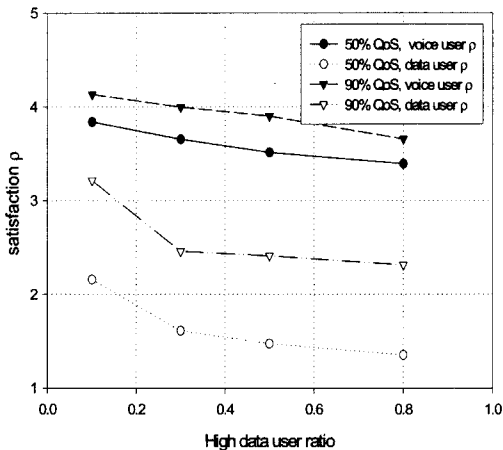


그림 10. Soft QoS 적용에 따른 사용자의 만족도

그림 9에서 볼 수 있듯이 고속의 데이터 사용자가 증가함에 따라 호의 전체적인 만족도는 감소하게 됨을 볼 수 있다. 데이터 사용자의 50%가 Soft QoS 적용을 받을 때보다 90%가 Soft QoS 적용을 받을 때 음성 서비스 사용자의 만족도 p 는 증가하게 되고 데이터 사용자의 만족도 p 는 감소하게 된다. 하지만 고속 데이터 사용자의 만족도가 조금 떨어지더라도 전체 시스템 성능 측면에서의 효과와 저속 데이터 사용자의 만족도를 고려한다면 적절한 QoS 조절을 통해 전체 시스템 성능을 증가시킬 수 있다.

VI. 결론

WCDMA 시스템에서 고속 데이터 전송을 위한 적응형 안테나 시스템의 성능을 최대로 하기 위해 전송 기법에 대한 연구 뿐 아니라 적응형 안테나 시스템에서의 적절한 호 처리를 위한 호 수락제어 알고리즘과의 결합에 관한 연구가 요구된다.

본 연구에서는 적응형 안테나 WCDMA 시스템에서의 고속 데이터 호 처리를 위한 적응형 안테나 시스템에 대한 성능을 분석하였다. 그리고 사용자의 만족도를 크게 낮추지 않으면서 고속 데이터 호에 의한 간섭 영향을 최소화 줄일 수 있도록 적응형 안테나의 서비스를 받지 못하는 고속 데이터 호에 Soft QoS를 적용한 호 수락제어 알고리즘을 제시하였다. 제안된 알고리즘에 대한 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 셀 내 고속 데이터호의 비율이 0.8정도로 높을 경우, 가입자의 만족도를 고려한 Soft QoS 적용을

통해 셀 내 저속 가입자의 블리킹률을 줄임으로써 시스템 성능 향상이 있음을 제시하였다.

참고 문헌

- [1] Javad Razavilar, "Software Radio Architecture with Smart Antennas," IEEE Journal on Selected Areas in Commu., vol17, pp.662-677, 1999
- [2] Sungmoon M.Shin, "Interference-Based Channel Assignment for DS-CDMA Cellular Systems," IEEE Trans. vol48, pp.233-239, Jan 1999
- [3] Yoshihata HARA, "Call Admission Control Algorithms for CDMA Systems with Adaptive Antennas," Proc. VTC'00, vol5, pp.2518-2522, Sep 2000
- [4] Arihito MORIMOTO, "Adaptive Array Antennas for the Base station of a Multi-processing Gain CDMA System," IEICE Trans., vol E82-A, No12, pp.2687-2696, Dec 1999
- [5] Lan CHEN, Hidekazu MURATA, "Dynamic Channel Assignment Algorithms with Adaptive Array Antennas in Cellular Systems with Adaptive Antennas," IEICE Trans., volE82-A, No7, pp.1202-1209, July 1999
- [6] Seongoo Hwang, Daehyoung Hong, "Application of Adaptive Antenna for CDMA Packet Communication Systems," Proc.JCCI, pp.173-176, April 2000
- [7] Daniel Reiniger, Rauf Izmailov, "Soft QoS control in the WATMnet Broadband Wireless System," IEEE Personal Commu. v.6, N.1, pp.34-43, Feb 1999
- [8] Antonio Iera, Antonio Modafferi, "Supporting Multimedias with Soft-QoS Guarantee in Wireless Communication Systems," Proc. GLOBECOM'99, vol1A, pp69-73, Dec 1999
- [9] 최우용, Performance Analysis of Reverse Traffic Channels for Mixed Voice and Data Services Using Computer Simulation in CDMA Cellular Systems," 한국통신학회 논문지, vol25, pp.651-659, May 2000

[10] Xiaoning Yang , Xuemin Shen "An Efficient Call Admission Control for QoS Provisioning in Wireless Networks," Proc. VTC00, vol6, pp.2884-2889, Sep 2000

김민정 (Min-Jung Kim)

정회원



1998년 2월 부산대학교 전자컴퓨터공학과 졸업

1998년 2월 “ 2000년 2월 삼성전자(주) 연구원

2000년 3월 “ 2002년 2월 이화여자대학교 정보통신학과 석사

2002년 2월 “ 현재 LG전자(주) 이동통신연구소 선임연구원

<관심분야> WCDMA, 이동통신 시스템, 통신네트워크 프로토콜, Beyond 3G 시스템

김낙명(Nak-myeong Kim)

정회원



1980년 2월 : 서울대학교 전자공학과 졸업

1982년 2월 : KAIST 전기 및 전자공학 석사

1990년 : 미국 Cornell University 전자공학과 공학 박사

1990년 ~ 1996년 : LG 정보통신 책임연구원.

1996년 ~ 현재 : 이화여자대학교 공과대학 정보통신학과 부교수.

<관심분야> SDR, MIMO-OFDM, 4G Mobile Communication, Cross-layer Optimization