

무선 멀티 미디어 서비스를 위한 하이브리드 호 접속 제어 알고리즘의 제안 및 평가

정회원 김 정 호*, 조 호 신**

Performance Analysis of Hybrid Downlink Call Admission Control Algorithm for Supporting Wireless Multimedia Services

Jeong-Ho Kim*, Ho-Shin Cho**

요 약

본 논문에서는 멀티 미디어 호의 QoS를 개선하기 위한 하이브리드 방법의 호 접속 제어 알고리즘을 제안하고 채널 당 최대 할당 가능한 전력으로 채널할당여부를 결정하는 채널기반 알고리즘과의 성능을 비교 분석하고자 한다. 3세대의 멀티 미디어 서비스 네트워크의 초기단계에서는 서비스 커버리지가 작고 무선 링크의 용량이 제한되어 있다. 기지국과 같은 네트워크 요소를 초기에 대규모로 구축하는 곳은 사용자가 많은 지역에 한정되고 나머지 영역은 적은 수의 기지국으로 서비스를 제공하기 때문에 무선 채널 자원이 제한되어 있는 커버리지 네트워크를 이루게 된다. 서비스 영역의 전체에서 사용자가 증가하게 될 때 보다 많은 사용자를 수용하기 위해서는 대규모 네트워크 요소의 추가적인 구축이 요구되므로 점진적인 네트워크 인프라 구축을 위해 기존의 구축된 무선 네트워크 자원의 효율적인 사용이 요구된다. 이 같은 상황 하에서 제안된 하이브리드 방법은 인접 기지국의 무선 채널 자원을 효율적으로 사용함으로써 용량 네트워크로 이행하는 단계에서 멀티 미디어 서비스의 QoS의 열화를 완화시킬 수 있다.

ABSTRACT

The call admission control algorithm of hybrid scheme is proposed to enhance the QoS(quality of service) of attempted multimedia calls. In the initial stage of 3rd generation multimedia services networks, the major limitations include the small service coverage and the limited radio link capacity. Because the initial massive deployment of network elements such as base stations, base station controllers, and mobile switching centers is restricted to populated areas and the other areas should be covered with the fewer network elements, the radio channel resources are limited and coverage network is supposed to be established. Therefore the QoS of multimedia services is expected to be severely degraded when tentative traffic hot spot occurs frequently. Thus, the blocking probability of attempted calls increases when relatively large number of users try to place multimedia calls in a hot spot area of the wireless networks. In this situation, the proposed hybrid scheme can mitigate the degradation of the QoS of multimedia services by using the available radio channels of the neighboring cells.

1. 서 론

구축 초기 단계의 셀룰러 이동 통신 네트워크는 사용자의 밀도가 낮기 때문에 하나의 기지국에서

비스하는 영역이 넓은 커버리지 네트워크(coverage network)이다. 또한 현재의 시스템은 대부분의 사용자가 음성서비스를 이용하고, 음성은 상방향 링크의 트래픽이 대칭적이기 때문에 하향링크에 비해서 상

* 이화여자대학교 공과대학 정보통신학과 조교수, ** 경북대학교 전자전기공학부 조교수
 논문번호 : 040002-0105, 접수일자 : 2004년 1월 5일

대적으로 품질이 떨어지는 상향링크의 성능에 의해서 셀(기지국이 커버하는 영역)의 크기와 용량이 결정되는 상향링크에 의존되는 시스템이다. 그러나 다양한 서비스를 지원 받고자 하는 사용자의 요구가 증가함에 따라, 무선 환경 하에서도 멀티미디어 서비스를 지원할 수 있는 제 3세대 이동 통신망인 W-CDMA 시스템이 등장하여 상용화가 진행되고 있다. 이러한 W-CDMA 무선 접속망은 보다 확대된 대역으로 이동 멀티 미디어 서비스를 유연하게 제공할 수 있다는 특징을 가지고 있으며, 무선 자원관리를 통하여 접속된 연결의 품질을 보장하면서 다양한 서비스를 보다 대역 효율적으로 제공하여야 한다. 이를 위해서 네트워크 차원의 무선 용량관리 및 호 접속 제어는 매우 중요한 요소로 서비스 품질을 좌우하게 된다 [1]. 새로운 호의 접속을 허용하기 위해서는 현재 사용자들의 링크 품질에 미치는 영향을 분석하여 최소 요구품질을 만족할 수 있으면 새로운 접속에 필요한 대역과 전력 등을 할당한다. 그러나, 정해진 기준이상으로 접속을 허용하게 되면 사용자간 간섭이 늘어나게 되고, 링크 채널 품질의 열화가 발생한다. 따라서 서비스별 링크의 품질을 적절히 보장하기 위해서는 적절한 무선 자원관리를 해주어야 한다. 이러한 무선 자원관리는 상향링크와 하향링크에서 모두 요구되는 데, 쌍방향 웹 서비스나 스트리밍 서비스와 같은 비 대칭 트래픽 유형을 갖는 경우에 하향링크의 품질을 보장하기 위해서는 하향링크의 무선 자원 관리가 보다 중요해진다.

본 논문에서는 하향링크의 자원관리를 위한 호 접속 관리에 관한 것으로, 2장에서는 기존 방법에 해당하는 알고리즘과 본 고에서 제안하는 알고리즘을 소개하고 3장에서는 호 접속에 필요한 전력레벨의 결정과 시뮬레이션 환경에 대해 다룬다. 마지막으로 4장에서는 기존 알고리즘과 제안하는 알고리즘의 성능을 주어진 환경 하에서 시뮬레이션을 통해 비교 분석한다.

II 호 접속 제어 알고리즘

무선 환경에서 트래픽이 과도하게 증가하게 되면, 기지국이 커버할 수 있는 영역이 감소하게 되고, 이미 접속해 있던 사용자 링크의 품질이 열화 된다. 특 사용자 많은 상황 하에서는 기지국 경계 부근에서 통화 진행중인 호의 접속이 끊길 수도 있다.

그러므로 무선 접속부의 용량을 최대한으로 안정되게 사용하기 위해서는 효과적인 호 접속 무선 자원 관리(이후 호 접속 제어와 동일한 의미로 사용) 방안이 요구된다. 이러한 호 접속 무선 자원관리 하에서 채널의 품질과 Blocking 확률 간에는 trade-off가 존재하며, 서비스별 접속 품질을 유지하면서 호 접속 거부확률을 최소화 하는 호 접속 자원 관리 기법이 요구되고 있다. 또한 다양한 멀티 미디어 서비스를 지원하기 위해서 호 접속 자원 관리는 상향링크와 하향링크가 분리되어 개별적으로 관리되어야 한다. 호 접속을 요청한 사용자는 상향링크와 하향링크 모두의 호 접속 제어에서 호 접속이 허락되어야 접속이 될 수가 있고, 둘 중 어느 하나의 링크라도 주어진 조건을 만족하지 못하게 되면 접속이 거부된다. 본 고에서는 기존 전력 기반의 알고리즘을 살펴보고, 이를 바탕으로 한 새로운 알고리즘을 제안하고자 한다. 호 접속 제어 알고리즘은 두 가지로 나눌 수 있는데 첫 번째 알고리즘은 서비스별로 채널에 할당될 최대 전력을 제한하는 방법으로 새로 접속을 요구하는 사용자의 필요 전력이 설정된 최대의 기준 값을 초과하지 않을 경우 접속을 허락하는 방법이다. 만일 세가지 종류의 음성(Vo for voice), 비디오 (Vi for video), 데이터 (Da for data) 서비스가 제공된다고 가정하자. 각 서비스별 최대 할당 허용 전력이 각각 $P_{CH}^{TH,Vo}$, $P_{CH}^{TH,Vi}$, $P_{CH}^{TH,Da}$ 이고, 기지국의 출력 가능한 최대 전력이 P_{BS}^{TH} 이다. 새로운 사용자가 음성 서비스(Vo)의 이용을 위해 접속하고자 하는 경우 서비스의 필요전력이 $P_{CH}^{j,Vo}$, 기존의 접속된 음성, 비디오, 데이터 서비스 사용자의 수를 각각 K_{Vo} , K_{Vi} , K_{Da} 라고 하고 하였을 때 호 접속 허용을 위한 조건을 다음의 두식으로 정리할 수 있다.

$$P_{CH}^{j,Vo} \leq P_{CH}^{TH,Vo} \tag{1}$$

$$\sum_{i=1}^{K_{Vo}+1} P_{CH}^{i,Vo} + \sum_{j=1}^{K_{Vi}} P_{CH}^{j,Vi} + \sum_{k=1}^{K_{Da}} P_{CH}^{k,Da} \leq P_{BS}^{TH} \tag{2}$$

위식 (1)과 (2)의 두 가지 조건을 만족할 경우 새로이 접속을 요구하는 사용자의 하향링크 접속을 허용하는 방법으로 각 서비스별 무선 링크의 최대 전력을 기반으로 접속여부를 결정하므로 채널 기반 알고리즘이라고 한다 [2].

두 번째 알고리즘은 기지국의 최대 출력 가능한 전력 레벨에 의해서 결정되는 알고리즘을 의미하고 이를 기지국기반 알고리즘이라고 부르기로 한다. 이것은 기지국에서 송신할 수 있는 최대전력의 문턱값을 두고, 이를 넘지 않는 범위 내에서 각 셀에서의 호 접속이 허락되며, 그 문턱값을 넘어가게 되면 호 접속이 거부되는 절차로 호 접속 제어를 하게 된다. 예를 들면 새로운 사용자에게 할당하여야 할 전력을 ΔP , 그리고 호 접속 제어시의 새로운 사용자가 존재하는 상황을 고려하여 모든 접속된 사용자들에게 최저 무선링크의 품질을 만족시키는 기존 사용자 전력을 P_{ss} 라고 했을 때, 다음의 관계, 즉, $P_{ss} + \Delta P \leq P_{ss}^{TH}$ 를 만족하는 경우 새로운 사용자의 접속을 허락하는 것이다. 이상으로 기존의 전력기반 하향링크 호 접속제어 알고리즘을 살펴보았다. 그러나, 상기한 두 알고리즘의 단점을 살펴보면 첫번째 알고리즘의 경우 호 접속 요청이 들어 왔을 때 현재 셀에서 할당할 수 있는 전력이 충분함에도 불구하고 서비스 영역의 경계 부분에 존재하는 사용자로부터의 호 접속을 받아 줄 수 없어 현재 셀에서의 충분한 전력의 잉여 자원이 남아 있는 경우에도 호 접속이 거절되는 경우가 발생하게 된다. 특 초기 단계의 무선 망은 일시적인 특정 기지국 주변에 트래픽의 폭주로 인한 자원의 부족으로 호 접속이 거절되어 서비스의 품질이 저하되는 현상이 빈번 발생할 수 있으므로 상기와 같은 알고리즘 적용 시 이러한 현상을 완화 시키기 어려운 측면이 존재한다. 두 번째 알고리즘의 경우 트래픽이 포화상태로 천이해 가는 과정에서 서비스 영역의 경계에 존재하는 사용자가 높은 전력의 무선 링크 할당에 대해 접속을 허용할 경우 셀 중심부에 존재하는 사용자들의 호 접속 거부 확률이 커지게 되어 전체적인 서비스 품질의 열화가 가속화되는 현상이 발생하게 된다. 이와 같이 상기한 두개의 알고리즘은 초기 단계의 무선 망 구축 시 적용하게 되면 무선자원을 효과적으로 사용하는데 제약을 받게 되어 효율적인 무선 자원관리를 지원하지 못하게 됨으로 하여 서비스 품질의 열화를 초래할 수 있다. 이러한 알고리즘의 단점을 개선하여 보다 개선된 서비스 품질을 얻을 수 있는 새로운 알고리즘을 제안하고자 한다. 여기에서 제안하고자 하는 알고리즘은 두 가지의 알고리즘을 결합한 하이브리드 알고리즘으로 자신이 속한 기지국의 트래픽량에 대한 정보를 기반으로 알고리즘의 동작모드를 결정한다. 우선 해당 기지국

에서의 사용자가 없는 상황이거나, 현 기지국 영역 내에 접속중인 사용자가 특정 문턱값 미만의 트래픽 볼륨이 (예를 들면, 총 수용 가능한 용량의 20% 이내) 존재하는 경우에는 사용 가능한 채널자원이 충분하기 때문에 타 서비스 영역의 사용자를 확장하여 수용할 수 있는 기지국기반의 알고리즘을 이용하여 호 접속 제어를 수행한다. 접속 중인 사용자가 점점 늘어나서, 만약 자신 셀의 트래픽 볼륨이 크고 (예를 들면, 총 수용 가능한 용량의 20%이상), 이웃의 기지국들의 트래픽량은 미미한 경우 현 기지국은 채널 기반으로 동작하고, 다른 기지국들은 기지국 기반으로 동작하게 되면, 주변 기지국에서 현 기지국에 존재하는 접속을 요구한 사용자중 호 접속이 거부되는 사용자들을 받아들일 수 있게 되어서 결과적으로 더 많은 사용자를 무선 망에서 수용할 수 있게 된다. 그리고, 모든 기지국에 다수의 사용자가 균일하게 분포하여 트래픽이 증가한다면, 기존의 알고리즘과 동일한 모드로 동작하게 되어 채널 기반의 호 접속 제어가 수행되게 된다.

III. 비스 별 전력레벨 결정 및 호 접속 절차

새로 요청된 호의 접속 여부를 결정하는데 해당하는 호의 채널에 할당되어야 하는 전력레벨이 호 접속제어 알고리즘에서 활용되므로 이를 위해 채널에서의 품질을 결정하는 척도로 E_b/N_0 (비트 에너지 대비 잡음 전력 밀도)를 설정하고 이를 만족하는 사용자별 전력 레벨을 나타내는 수식을 유도하여야 한다. 무선 채널의 E_b/N_0 는 다음과 같이 쓸 수 있다 [2-3].

$$E_b/N_0 = \frac{W}{\nu R_i} \frac{S_i}{I_{inter} + I_{intra} + N_0 W} \quad (1)$$

여기서, S_i 는 i 번째 사용자의 전력 레벨이고, 분모의 첫 번째 항인 I_{inter} 는 외부 기지국으로부터 수신되는 간섭전력을 의미하고, 분모의 두 번째 항인 I_{intra} 는 현재 기지국에서 들어오는 간섭을 의미한다. 여기서 W/R_i 는 이 시스템의 처리 이득 (processing gain)을 의미하고, R_i 는 i 번째 사용자가 사용하는 데이터 속도를 의미하며, ν 는 activity factor이다. 분모의 첫 번째 I_{inter} 항은 현재의 기지국을 제외한 나머지 6개 기지국의 전력 각각이 현재 사용자의

위치까지의 각각의 경로손실을 겪은 후 수신된 전력의 합이고, 두 번째 I_{intra} 항은 직교 요소 (Orthogonality factor)에 반비례하는데, 사용자가 속해 있는 기지국 내의 타 사용자 간섭 전력 성분을 나타낸다. 마지막 항은 열 잡음(Thermal Noise)이며 N_0 는 이 잡음의 전력 스펙트럼 밀도를 의미하고, W 는 시스템의 대역폭을 의미한다. 이것을 S_i 에 대해서 정리를 하면, 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$S_i = \frac{V_i R_i * (E_b / N_0)_i (I_{inter} + I_{intra} + N_0 W)}{W} \quad (2)$$

따라서, 수신 측에서 S_i 만큼의 전력을 수신하기 위해서는, 이 전력레벨에 채널에서의 경로 손실 (Path loss) 및 Shadowing 효과를 고려해서 신호를 송신하여야 한다. 여기서 경로 손실($L_i < 1$)은 기지국과 사용자 사이의 거리 r 의 4배에 역비례한다고 가정하고, Shadowing은 10의 지수(δ) 승으로 표현이 되는 데, 이때 지수(δ)는 평균이 0이고 표준편차 σ 인 Gaussian 분포를 따르는 랜덤 변수이다 [4]. 여기서 Shadowing의 표준편차를 의미하는 σ 는 환경 변수이다. 여기서 평균(0)을 기준으로 해서 Gaussian 분포의 오른쪽은 Shadowing에 의한 감쇠가 일어난 것으로 보고, 왼쪽은 Shadowing에 의해서 평균레벨 보다 큰 전력이 수신된 것으로 간주한다. 이것을 종합하여 번째 사용자에게 전송하여야 할 전력레벨을 구하여 보면 아래와 같이 표현할 수 있다.

$$P_i = \frac{S_i}{L_i} 10^{\delta/10} = \frac{V_i R_i * (E_b / N_0)_i (I_{inter} + I_{intra} + N_0 W)}{W * L_i} 10^{\delta/10} \quad (3)$$

여기서 한 기지국에서 출력되는 전력은 각각의 채널에 할당된 전력레벨의 합으로 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$P = \sum p_i$$

그리고, 서비스 별 채널 당 할당할 수 있는 최대 전력레벨은, 즉, 전력레벨의 문턱값은 기지국이 커버하는 영역에 비례하는데 이를 결정하기 위해서는 허용 가능한 최대의 경로 손실과 Shadowing에 의한 영향을 고려하여야 한다. 채널의 최대 전력은 기지국 반경이 r 이고 서비스별로 규정된 Shadowing

margin이 $\delta_{service}$ 로 주어지면 구할 수 있다. 이를 위해 상수 β 를 간섭 신호의 전력과 열 잡음의 비로 정의하면, $\beta = \frac{I}{N_0 W} = \frac{I_{inter} + I_{intra}}{N_0 W}$ 로 나타낼 수 있다. 그러면, 서비스 별 채널의 최대 허용 가능한 전력레벨을 구하는 식은 다음과 같이 표현될 수 있다.

$$P_{chMax} = \frac{V_{service} R_{service} * (E_b / N_0)_{service} (1 + \beta) N_0 W}{W * L_{Max}} 10^{\delta_{service}}$$

여기서 아래 첨자 'service'는 각 서비스별 파라미터 값을 의미하고 $L_{Max} (< 1)$ 는 기지국 경계까지의 경로 손실을 나타내는 값이다. 본 논문에서는 $\beta = 1$ 로 가정하였다.

위에서 기술한 전력레벨을 구하는 과정을 거쳐서 얻은 전력레벨을 바탕으로 본 논문에서 평가하고자 하는 두 가지 알고리즘 즉, 기존의 채널기반 알고리즘과 제안한 하이브리드 알고리즘의 호 접속 제어 절차를 시뮬레이션 하고자 하는 환경 하에서 살펴보고자 한다.

먼저, 채널기반 알고리즘에서는 호 접속을 요구한 사용자 단말기까지의 거리를 계산하고 log-normal 분포를 갖는 랜덤변수를 발생 시켜 이를 바탕으로 요구되는 채널의 전력레벨을 계산하고 이를 이미 설정되어 있는 채널의 최대 할당 가능한 전력 문턱값과 비교하여 호 접속 허용 여부를 결정한다. 이 방법은 기존의 시스템에서 적용하는 있는 것과 동일한 것으로 기지국에서 송출하는 공통 제어채널의 전력레벨을 기반으로 경로 손실과 Shadowing에 의한 영향을 고려한 신호의 감쇠를 사용자 단말기에서 측정하여 할당하여야 할 전력레벨을 계산하여 기지국에 요청하고, 기지국은 이를 기반으로 접속 허용여부를 결정하는 절차를 수행한다.

두 번째로 본 논문에서 제안한 하이브리드 알고리즘의 경우는 현재 호 접속 제어를 행하는 기지국 내 서비스 트래픽의 부하를 측정하고 이를 기반으로 두개의 동작모드 중 하나를 선택하는 모드설정 과정을 통하여 동작모드를 결정한다.

먼저, 현 기지국 내의 트래픽 볼륨이 특정 문턱값 (예를 들어, 본 논문의 시뮬레이션에서는 최대 수용 가능한 용량의 20%로 가정함) 이내일 경우는 기지

국 기반 모드로 동작하도록 설정한다. 그래서 주변의 셀에 Hot spot이 발생할 경우 현 기지국의 사용 가능한 채널을 통하여 접속할 수 있도록 허용한다. 그렇지 않고, 현 기지국 내에서 특정 문턱값 이상의 트래픽이 발생하여 채널을 점유하고 있을 경우에는 채널기반 모드로 동작하게 한다.

채널기반 모드로 동작하는 환경 하에서는 현 기지국의 영역 내에서 발생하는 트래픽이라 하더라도 채널 당 할당할 수 있는 전력레벨이 채널 최대 할당 가능한 전력레벨보다 큰 경우에 현재 기지국에의 접속은 거부되게 된다. 이때 기지국 경계영역에서 발생하는 경우 인접 기지국의 동작모드가 기지국 기반인 경우 인접 기지국의 채널로 접속할 수 있는지 여부를 사용자 단말기가 필요한 채널 전력레벨을 계산하고 해당 기지국에 요청하면 인접 해당 기지국이 충분한 전력을 할당할 수 있는 경우 호 접속이 거부되었던 사용자 단말기는 채널을 할당 받을 수 있게 된다.

기지국기반 모드로 동작하는 환경 하에서는 이호의 접속을 허락하기 위해 할당하여야 하는 총 전력레벨을 계산한 후 기지국이 송신할 수 있는 최대 전력레벨보다 작으면 호의 접속을 허용하고 그렇지 않으면 호 접속을 거부한다. 이때, 호 접속을 거부당한 사용자는 주변 셀을 탐색하여 호 접속을 시도한다. 만일 주변 기지국의 트래픽 볼륨이 특정 문턱값(최대 용량의 20%이하)보다 작은 경우 접속 거절된 호의 접속이 허용될 수 있다. 그러나, 만일 인접 기지국의 동작 모드가 채널 기반일 경우 주변 기지국에 채널이 비어있다 하더라도 접속을 허용해 줄 가능성은 매우 낮다. 왜냐하면 인접 기지국으로부터 사용자 단말기까지의 경로손실이 크고 이에 따라 요구되는 채널의 전력레벨이 높아서 접속이 거부될 것이기 때문이다. 이상과 같이 두 가지 알고리즘으로 동작과정을 살펴보았다. 상기한 두 가지의 알고리즘을 각각 적용하여 용량과 QoS측면에서 성능을 평가하고자 한다.

III 시뮬레이션 환경

시뮬레이션의 수행 환경으로 중앙에 하나의 기지국이 있고 주변에 6개의 기지국이 있는 7-셀(기지국) 재사용 구조를 고려한다. 각각의 기지국 반경의 크기는 반지름이 3Km이고, 중앙에 기지국이 있으며, 한 기지국 내의 사용자는 균등하게 분포한다고

가정하였으며 사용자의 위치는 랜덤하게 결정된다. 각 기지국은 전방향 안테나를 가지고 있는 Omni-directional Cell을 가정한다. 기타 다른 자세한 parameter는 다음 표1의 link budget list에 정리하였다.

Thermal noise density[dBm/Hz]	-174.0
Base station receiver noise figure[dB]	5.0
Receiver noise density[dBm/Hz]	-169.0
Receiver noise power[dBm]	-103.2
Cell radius(Km)	3.0
Shadowing margin[dB]	8.0
W(bandwidth)(cps)	3840000
Interference margin[dBm]	-103.2
Orthogonality factor	0.6
Common control channel Power[W]	4.0
Maximum Base station power[W]	20.0
<표 1 link budget list>	

전체 7개 기지국의 사용자가 이용하는 서비스는 모두 동일하다고 가정하였으며, 사용되는 서비스는 음성 서비스, 비디오 서비스, 패킷 데이터 서비스의 세 가지로 분류할 수 있고, 각각의 서비스에 대해 요구되는 전송 속도 및 요구되는 전력은 각각 표2, 표3, 표4에 정리하였다 [5]. 아래의 표에서 알 수 있는 바와 같이 서비스별로 채널에서 요구되는 최대 할당 가능한 전력은 Shadowing의 영향에 비례하는 전력이 요구됨을 알 수 있다. 즉, 표 2에서 Shadowing의 표준편차 (σ)가 0 dB에서 4 dB로 증가함에 따라 요구되는 최대 채널 전력레벨이 음성의 경우 52 mW에서 131 mW로 증가하였음을 알 수 있다. 비디오와 패킷 데이터 서비스에서는 전송속도가 증가함에 따라 요구되는 전력레벨 또한 증가됨을 표 3과 4에서와 같이 알 수 있다.

Required Eb/No[dB]	5.0
Service rate[Kbps]	12.2
Activity factor	0.67
Max. channel power[mW]	52 ($\sigma = 0.0dB$)
Max. channel power[mW]	66 ($\sigma = 1.0dB$)
Max. channel power[mW]	83 ($\sigma = 2.0dB$)
Max. channel power[mW]	131 ($\sigma = 4.0dB$)
<표 2. 음성서비스>	

Required Eb/No[dB]	1.5
Service rate[Kbps]	144
Activity factor	1
Max. channel power[mW]	411($\sigma=0.0\text{dB}$)
Max. channel power[mW]	517($\sigma=1.0\text{dB}$)
Max. channel power[mW]	651($\sigma=2.0\text{dB}$)
Max. channel power[mW]	1032($\sigma=4.0\text{dB}$)
<표 3 비디오 서비스>	

Required Eb/No[dB]	1.0
Service rate[Kbps]	384
Activity factor	1
Max. channel power[mW]	980($\sigma=0.0\text{dB}$)
Max. channel power[mW]	1234($\sigma=1.0\text{dB}$)
Max. channel power[mW]	1553($\sigma=2.0\text{dB}$)
Max. channel power[mW]	2462($\sigma=4.0\text{dB}$)
<표 4 패킷 데이터 서비스>	

본 논문에서 시뮬레이션은 평형 상태(Steady State)일 때의 한 시점(Simulation Snap Shot)에서 수용 가능한 용량과 사용해야 하는 전체 전력을 계량적으로 파악하고 분석하기 위하여 수행하였다. 또한, 음성 서비스만 존재하는 경우를 우선적으로 음성 트래픽이 7셀 재사용 구조 하에서 중앙 셀에서만 발생하는 경우를 우선 고려하여 시뮬레이션 결과를 정리하였다. 이렇게 단순화 한 이유는 Hot spot 상황 하에서 제한한 하이브리드 알고리즘과 기존 알고리즘의 비교 평가 및 특성 분석이 본 논문의 주안점이기 때문이다. 기타 비디오와 패킷 데이터 서비스에 대한 시뮬레이션 결과는 음성 서비스와 비슷한 양상을 나타내며 이에 대한 결과는 결론부분에서 토론하도록 하였다.

IV. 시뮬레이션 결과

위에서 기술한 시뮬레이션 환경 하에서 음성 서비스의 트래픽에 대해 수행하였고, 수행한 시뮬레이션 결과를 크게 용량 측면과 QoS(Quality of Service)에 해당하는 접속이 거부되는 사용자의 수를 기준으로 비교하고 평가하였다. 이를 위해 음성 서비스에 대해서 실제 채널 환경 하에서 나타나는 Shadowing에 의한 영향을 분석하기 위해 표준편차를 변화 시키면서 시뮬레이션을 수행하였다. 시뮬레이션에서 쓰인 호 접속 관리 알고리즘은 기존의 채널 기반 알고리즘과 제한한 하이브리드 알고리즘이

고 이 두 알고리즘의 성능을 비교하고 분석하였다. 시뮬레이션을 수행한 결과를 전체적으로 요약하여 정리하면 전반적으로 하이브리드 알고리즘이 채널 기반의 알고리즘에 비해서 하향링크의 전력을 많이 사용하였으며, Shadowing의 표준편차가 증가함에 따라 전력소비가 비례하여 늘어나고 용량이 감소하는 양상을 나타냈다. 이것은 Shadowing이 log-normal 분포라는 것을 감안할 때 Shadowing의 표준편차가 클수록 누적된 전력의 크기가 커지게 되기 때문이다. 하이브리드 알고리즘을 사용할 때 시스템에서 사용되는 전력 총합의 그래프를 살펴보면 전력의 도약현상이 보이는 데 이것은 호가 발생된 셀의 기지국에서 접속이 허용된 것이 아니라 주변 셀에서 접속이 허용된 경우로서 도약된 전력레벨이 요구되기 때문이다.

그림 1은 채널 기반 알고리즘에서 Shadowing의 표준편차가 증가함에 따른 하향링크 총 전력의 합과 용량의 관계를 그래프로 그린 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 표준편차가 4dB일 때 최대 수율이 3.2 Mbps이고 0dB일 때 3.8 Mbps이다. 반면 그림 2에 나타난 바와 같이 하향링크의 전력레벨은 Shadowing에 의한 표준편차가 증가함에 따라 그림 1과 마찬가지로 증가하는데 위에서 언급한 바와 같이 증가하는 값의 도약이 발생한다. 이러한 도약 현상이 생기는 이유는 현재의 기지국에서 비록 요구되는 전력레벨이 높아 접속을 거절 당했다 하더라도 인접 기지국의 트래픽 볼륨이 작아서 기지국기반 모드로 동작하고 있을 경우 높은 전력이 요구되더라도 수용될 수 있기 때문이다. 즉 도약된 전력은 인접 기지국의 비어있는 채널에 접속함으로써 보다 높은 전력을 사용하는 것이 불가피 하나 그림 2에 나타난 바와 같이 Shadowing의 표준편차가 4dB일 때 수율이 3.8 Mbps로 그림 1의 채널 기반 알고리즘에 비하여 수율(Throughput)이 약 18%가 증가하여 용량이 개선된 특성을 보였다.

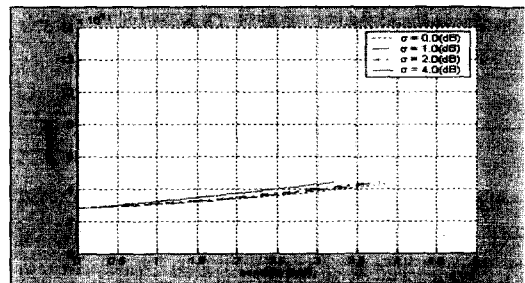


그림 1. 채널기반 알고리즘의 전체 용량 총 전력(total capacity - total power)의 관계

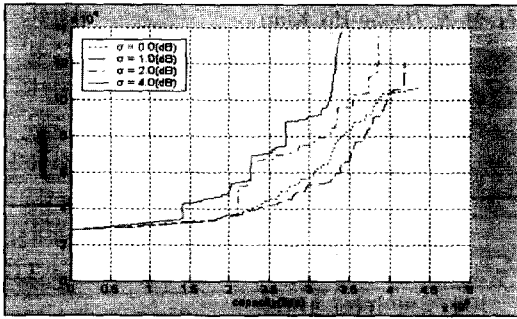


그림 2. 하이브리드 알고리즘의 전체용량-총 전력(total capacity- total power)의 관계

다음 아래의 그림 3과 4는 7개의 기지국 전체의 접속 시도자의 수가 늘어날 때 접속이 거부된 시도자의 수를 나타낸 것이다. 거부된 사용자의 숫자는 채널 기반의 알고리즘이 하이브리드 알고리즘 보다 많은 것으로 나타났는데, 이것은 채널 기반의 알고리즘은 한 셀에서 발생된 사용자가 발생된 셀에서 호 거부를 당했다 하더라도, 다른 셀의 기지국에 접속 허용되는 경우가 매우 드물기 때문이다. 호 접속 거부 확률을 Hot Spot 트래픽 환경 하에서 약 5%

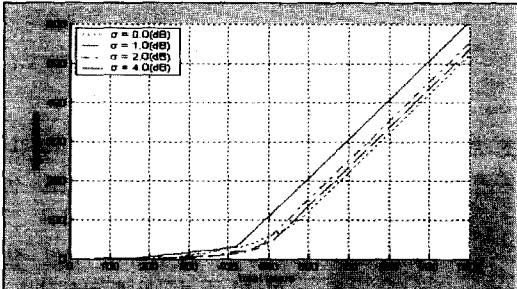


그림 3. 채널기반 방법의 total user - rejected user의 관계

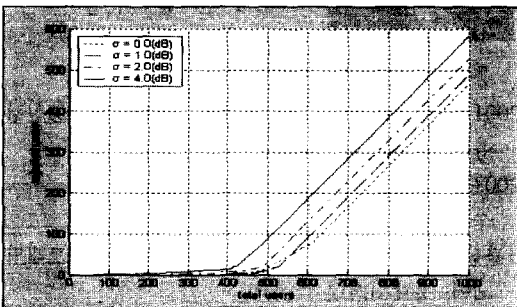


그림 4. 하이브리드 방법의 total user - rejected user의 관계

로 하였을 경우 표 1과 같은 시스템 파라메타가 주어졌을 때 접속 가능한 사용자의 수가 채널 기반 알고리즘의 경우 약180명인 반면 하이브리드 알고

리즘을 적용한 경우 약 250명으로 접속 가능한 가입자의 수가 약 39%만큼이나 증가한다. 그러므로 Hot Spot 트래픽 환경 하에서 보다 개선된 QoS를 얻을 수 있음을 알 수 있다.

V. 결 론

하향링크 호 접속 제어는 QoS를 보장 하면서 하향링크 용량을 최대로 허용하기 위해서 필요한 자원관리 방법이다. 시뮬레이션을 통하여 얻은 결과에 의하면 주변에 트래픽의 발생이 미미한 상황에서는 채널 기반의 알고리즘보다는 하이브리드 알고리즘이 시스템 전체적으로 보다 큰 전력을 사용하지만 보다 많은 사용자의 접속이 가능함을 알 수 있다. 그리고 두 알고리즘 모두 shadowing이 증가 할수록 용량이 감소하는 경향을 보였고, 또한 요구되는 전력레벨이 증가하는 것을 시뮬레이션을 통해 확인할 수 있었다. 본 논문에서는 구체적으로 다루지 않았으나 시뮬레이션 환경으로 가정된 표 1과 같은 파라메터들이 주어진 경우 세가지 서비스의 전송속도와 소모되는 전력의 측면에서 접속이 허용되는 사용자의 수를 살펴보면, 음성서비스가 가장 크고 패킷 데이터 서비스가 가장 작았지만, 수율(throughput)은 그 반대의 경향을 나타냈다. 음성서비스는 사용하는 전송속도와 소모전력이 모두 상대적으로 작고, 비디오 서비스의 경우는 음성 서비스에 비하여 사용하는 전송속도가 10배이고 소모전력은 약 7배 정도 되었다. 따라서 수용 가능한 비디오 서비스 사용자가 음성서비스보다 상당히 적지만 수율은 반대로 높게 나타났다. 그리고 패킷 데이터의 경우는 전송속도가 음성서비스의 약 20배정도 이고, 소모전력 또한 20배 정도로 크고 사용자의 수는 가장 적지만 수율이 가장 높게 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 상기한 총 전력을 기준으로 접속여부를 결정하는 기지국 기반 방법의 호 접속 알고리즘을 결합하여 적용한 하이브리드 알고리즘은 3세대 W-CDMA 시스템이 구축되어 서비스되는 초기단계에 있는 coverage망에 적합한 알고리즘으로 특정 셀에 트래픽이 집중될 때에 효과적으로 주변 셀의 채널을 이용하여 호 blocking 확률을 개선할 수 있는 장점을 가지고 있다. 시뮬레이션 결과를 요약해보면 주어진 환경 하에서 음성 서비스에 대하여 수율(Throughput)이 약18%정도 개선되었으며 주어진 호 접속 거부확률(5%)에 대하여 약 39%의 접속 가능한 사용자의 수가 증가되었다. 또한 이 하이브리

드 알고리즘은 용량 망(capacity network)으로 진화 하였을 때도 트래픽의 불균일한 분포에 의해 호 접속이 거부되어 무선 망의 QoS가 열화 되는 환경 하에서도 추가적인 인프라 투자를 하기 이전에도 국부적인 용량의 부족으로 인해 발생하는 QoS의 열화를 완화하는데도 유용한 활용이 가능할 것이다. 마지막으로, 상기 알고리즘에 대해 무선 멀티 미디어 이동통신 환경 하에서 다양한 멀티 미디어 서비스가 존재하는 상황에서 각 서비스별로 얼마만큼의 QoS와 Throughput의 개선이 이루어지는지 정량적인 분석과 동작모드 설정을 위한 최적의 문턱값을 어떻게 설정하여야 하는지 등에 대한 추가적인 연구가 요구된다.

VI. 참고문헌

- [1] Jaana Laiho, Achim Wacker and Tomas Novosad, Radio Network Planning and Optimisation for UMTS, Wiley, 2002.
- [2] K. Sipil, Z. Honkasalo, J. Laiho-Steffens and A. Wacker, "Estimation of Capacity and Required Transmission power of WCDMA Downlink Based on a Downlink Pole Equation", In Proc. IEEE Vehicular Technology Conference, VTC-Fall 2000.
- [3] J. Knutsson, P. Butovitsch, M. Persson and R. D. Yates, "Downlink Admission Control Strategies for CDMA Systems in a Manhattan Environment", In Proc. IEEE Vehicular Technology Conference, VTC 1998 .
- [4] K. S. Gilhousen, I. M. Jacobs, R. Padovani, A. J. Viterbi, L. a. Weaver Jr, and C. E. Wheatley III, "On the capacity of a cellular CDMA system", IEEE Trans. Veh. Technol., vol. 40, pp.303-312, May 1991.
- [5] H. Holma and A. Toskala, WCDMA For UMTS, Wiley, 2000.

김 정 호 (Jeong-Ho Kim)

정회원



1991년 2월 : 한국 과학기술원
전기 및 전자공학과 공학사
1993년 2월 : 한국 과학기술원
전기 및 전자공학과 공학석사
1999년 2월 한국 과학기술원
전기 및 전자공학과 공학박사
1993년 1월~1995년 7월 : LG

전자 멀티미디어 연구소

1999년 3월 " 2000년 2월 : LG정보통신 중앙연구
소 선임연구원

2000년 3월 " 2001년 6월 : Virginia Tech.

MPRG(Mobile Radio Research Group) Visiting
Scholar

2001년 7월 " 2002년 8월 : LG전자

UMTS시스템 연구소 책임연구원

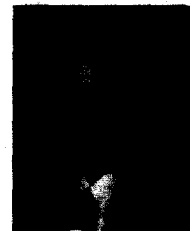
2002년 9월 " 현재 : 이화여자대학교 공과대학

정보통신학과 조교수

<관심분야> 스마트 안테나 시스템, 무선 디지털 통
신, 확산 대역통신, 이동통신 네트워크, 휴대 인
터넷

조 호 신 (Ho-Shin Cho)

정회원



1992. 2 : 한국과학기술원 전
기 및 전자공학과 공학사

1994. 2 : 한국과학기술원 전
기 및 전자공학과 공학석사

1999. 2 : 한국과학기술원 전
기 및 전자공학과 공학박사

1999. 3 - 2001. 2 : 한국전자

통신연구원 선임연구원

2001.3 - 2003. 2 : 한국항공대학교 전자정보통신컴
퓨터 공학부 전임강사

2003. 3 - 현재 : 경북대학교 전자전기공학부 조교
수

<관심분야> 이동통신시스템, 무선자원관리, 트래픽
제어, 휴대인터넷