

차세대 멀티미디어 서비스를 지원하기 위한 하향링크 용량 분석 및 호 접속 자원관리

이현정, 여혜진, 박현화, 김정호
이화여자대학교 공과대학 정보통신학과
전화: (02)3277-4235/fax:(02)3277-3494

Capacity estimation and call admission control for downlink to Support future multimedia services

Hyun-Jung Lee, Hye-Jin Yeou, Hyun-Hwa Park, Jeong-Ho Kim,
Information Electronics Engineering in Ewha Womans University

E-mail : lovehood@ewha.ac.kr, jho@ewha.ac.kr, likeair@dreamwiz.com, oursori@ewha.ac.kr

Abstract.

멀티미디어 서비스는 트래픽 특성이 비대칭이기 때문에 하향링크의 무선 자원 관리의 중요성이 부각되고 있다. 여기서 제안되는 알고리즘은 기존의 전력 기반의 알고리즘을 조합한 하이브리드 형태의 알고리즘으로 현재 셀의 상황에 따라서 admission control의 형태가 바뀌는 방식이다. 본 논문에서는 하이브리드 형태의 알고리즘과 기존의 전력 기반의 알고리즘을 simulation을 통해서 비교분석한다.

I. 서론

새로운 호의 접속을 허락하게 되면 지금 현재 있는 사용자들의 링크 품질을 저하 시킬 수 있다. 사용자의 수가 늘어날수록 사용자간의 간섭이 늘어나게 되고, 결국 서비스 중간에 접속이 끊기거나 호 접속이 원활하게 되지 않는 현상이 나타나고 서비스의 품질도 열화된다. 따라서 서비스의 품질을 보장하기 위해서는 호 접속 관리를 해주어야 하는데 이러한 무선자원관리는 상향링크나 하향링크 양쪽의 측면에서 모두 요구된다. 그 중에서도 양방향 웹서비스나 스트리밍 서비스와 같은 비 대칭 서비스의 품질이 보장되어야 하는 경우에서는 하향링크의 무선 자원 관리가 좀더 중요해진다.

하향링크는 대개 다수의 사용자가 기지국의 전력을 공유해서 써야하고, 사용자를 지원해주고 있는 셀의 간섭이 신호와 같은 채널을 통해서 수신되며, 서로 다른 사용자가 위치에 따라서 다른 셀로부터 오는 간섭을 각각 다르게 수신한다는 것이 특징이다.

본 논문에서는 하향링크의 자원관리 중 하나인

호 접속 관리에 대한 것으로, 2장에서는 기존의 알고리즘과 그것을 토대로 제안되는 알고리즘을 소개하고, 3장에서는 시뮬레이션 모델에 대해 설명한다. 마지막으로 4장에서는 제안된 알고리즘과 기존의 알고리즘을 시뮬레이션을 통해 비교 분석 한다.

II. Call admission control algorithms.

하향링크에서 호 접속 자원관리를 위해서 제안된 알고리즘은 여러 가지 종류가 있는데 이중 본 논문에서 적용한 알고리즘은 기지국에서 송출되는 전력을 기반으로 하는 알고리즘이다. 우선 기존에 제시된 전력 기반의 알고리즘을 살펴보고, 그것을 바탕으로 새로운 알고리즘을 알아보도록 하자. 현재 제안된 전력 기반의 호 접속 제어 알고리즘 두 가지인데, 첫번째 기지국의 출력 전력을 이용하는 알고리즘이다.[2],[3] 우선 기지국에서는 threshold를 정해놓고 이것을 넘지 않는 범위 내에서 호 접속이 허락하고, 이것을 넘어가면 호 접속을 거부하는 방식으로 호 접속 제어를 한다. 이것을 식으로 표현해 보면, 새로운 사용자의 전력을 ΔP 라고 하고, P_b^t 를 미리 정해진 threshold, 그리고 지금 현재까지의 총 사용자의 전력을 P_b 라고 했을 때, 새로운 사용자가

$$P_b + \Delta P < P_b^t$$

인 상황에서만 새로운 사용자의 접속이 허락되는 것이다.

두 번째의 알고리즘은 채널의 전력에 제한을 두는 방법이다. 새로운 사용자는

$$P_j < P_{ch}^t$$

할 때만 접속이 허용되며, 여기서 P_j 는 채널 j에 서의 출력전력이고 P_{ch}^t 는 채널의 threshold이다.

여기서 채널의 threshold는 서비스에 따라서 각각 다르게 정해진다. 이것을 채널 기반의 알고리즘이라고 부르기로 하자.

본 논문에서 제안하고자 하는 알고리즘은 위의 두 가지의 알고리즘을 조합한 하이브리드 형태의 알고리즘이다. 이것은 주변의 셀의 loading과 자신의 셀의 loading에 대한 정보가 있어야 하며, 다른 두 알고리즘보다는 좀 더 복잡한 절차가 정의되어야 한다. 우선 전체 셀에서의 사용자가 이러한 상황에서 셀에 사용자가 약간만 존재한다고 가정하면, 이 경우는 굳이 채널에 제한을 둬서 사용자를 받아들일 필요가 없기 때문에 모든 셀에서 기지국 기반의 서비스를 이용할 것이다. 사용자가 점점 늘어나서, 만약 자신의 셀의 loading이 상대적으로 다른 셀의 loading보다 크다면, 자신의 셀은 채널 기반으로 동작하고, 다른 셀은 기지국 기반으로 동작하게 하면, 주변 셀에서 트래픽이 집중된 중심 셀의 사용자중 일부를 받아들일 수 있게 되어서 결과적으로 더 많은 사용자를 받아들일 수 있게 된다는 장점이 있다. 물론 모든 셀의 사용자가 어느 한계 이상 증가하면, 모두 다 채널 기반의 알고리즘으로 동작하게 된다.

III Capacity Estimation

이번 절에서는 각각의 채널에 할당되는 전력을 구하는 식과, 채널 기반의 알고리즘에서 비교 대상이 되는 서비스 별 최대 전력을 결정하는 식을 구하였다.

우선 각각의 채널에 할당되는 전력을 구하는 식을 살펴보기로 하자. 정해진 QoS를 만족하기 위한 Eb/N0는 아래와 같이 표현된다.

$$Eb/N0 = \frac{W}{v R_i} \frac{S_i}{I_{inter} + I_{intra} + NoW}$$

여기서 I_{inter} 는 외부 셀의 interference를, I_{intra} 는 현재 발생된 셀의 interference를 의미한다. 또, R_i 는 i번째 사용자의 데이터 속도, v 는 activity factor, No 는 thermal noise density, W 는 이 시스템의 대역폭을 각각 의미한다. S_i 는 수신측인 i번째 사용자가 받는 신호 전력을 의미한다.

이것을 S_i 에 대해서 정리를 하면 아래와 같다.

$$S_i = \frac{v_i R_i * Eb/N0_i (I_{inter} + I_{intra} + NoW)}{W}$$

수신측에서 S_i 만큼의 전력을 수신하기 위해서는, 수신측에서 받아야 하는 전력에 거리손실 및

shadowing 효과를 고려해서 전력을 송신해야 한다. 여기서 거리손실은 기지국과 사용자 사이의 거리 r 의 4배에 비례해서 손실이 생긴다고 가정하고, shadowing은 10의 지수 꼴로 표현이 되며, 이 때 지수는 평균이 0이고 표준편차 0인 가우시안 분포를 따르게 된다[4]. 여기서 0은 환경 변수로서 0.0에서 4까지 변화를 한다. 여기서 평균을 기준으로 가우시안 분포의 오른쪽은 shadowing에 의한 감쇠가, 왼쪽은 이득이 일어난 것으로 보자. 이것을 종합해서 i번째 사용자에게 송신하여야 할 전력을 구하는 식은 아래와 같다.

$$\begin{aligned} p_i &= \frac{S_i}{L_i} 10^{\sigma} \\ &= \frac{\nu_i R_i * Eb/N0_i (I_{inter} + I_{intra} + NoW)}{W * L_i} 10^{\sigma} \end{aligned}$$

여기서 한 셀의 기지국에서 현재 출력되는 전력은 각각의 채널에 할당된 전력의 합으로 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$P = \sum p_i$$

이제 서비스 별 채널 당 최대 전력을 결정하는 식을 구해보도록 하자. 채널의 최대 전력은 거리 r 이 셀 반경과 같고, shadowing이 표준편차 σ 일 때이며 서비스 종류와 간섭 전력에 의해서 결정이 되는데, 허용할 수 있는 최대 간섭전력을 결정하기 위해서 상수 β 를 정의한다. 이것은 간섭과 열잡음의 비를 의미하며

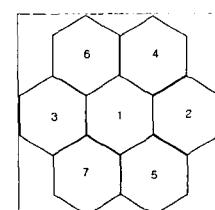
$$\beta = \frac{I}{NoW} = \frac{I_{inter} + I_{intra}}{NoW}$$

로 정의된다. 위의 내용을 정리해서 서비스 별 채널의 최대 전력을 구하는 식을 표현하면,

$$\begin{aligned} P_{chMax} &= \frac{\nu_{service} R_{service} * Eb/N0_{service} (1 + \beta) NoW}{W * L_{Max}} 10^{\sigma} \end{aligned}$$

가 되며 $\beta=1$ 로 가정을 했다.

III. Simulation model



<그림 1. 7-셀 구조>

위의 그림 1은 7-셀의 배치도를 나타내고, 각각의 수는 셀의 번호를 의미한다. 각각의 셀의 크기는 반지름이 3Km이고, 중앙에는 기지국이 있다. 사용자는 균등하게 분포한다고 가정하였으며 사용자의 위치는 무작위로 결정이 되어진다. 다른 자세한 parameter는 아래 표1의 link budget list에 넣어두었다.

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 7개의 셀의 사용자가 이용하는 서비스는 모두 같은 것을 이용한다고 가정하였으며, 사용되는 서비스는 크게 음성서비스, 비디오 서비스, 패킷 데이터 서비스로 크게 세 가지로 잡았고, 각각의 서비스에 대한 전송속도 및 요구되는 전력은 표2, 표3, 표4, [1]를 참고하도록 한다.

required Eb/No[dB]	5.0
service rate[Kbps]	12.2
activity factor	0.67
Max. channel Power[mW]	52.16(0.0dB)
Max. channel Power[mW]	65.66(1.0dB)
Max. channel Power[mW]	82.67(2.0dB)
Max. channel Power[mW]	131.02(4.0dB)

<표 2 음성서비스>

required Eb/No[dB]	1.5
service rate[Kbps]	144
activity factor	1
Max. channel Power[mW]	410.67(0.0dB)
Max. channel Power[mW]	517.00(1.0dB)
Max. channel Power[mW]	650.87(2.0dB)
Max. channel Power[mW]	1031.55(4.0dB)

<표 3 비디오 서비스>

Required Eb/No[dB]	1.0
Service rate[Kbps]	384
Activity factor	1
Max. channel Power[mW]	980.1(0.0dB)
Max. channel Power[mW]	1233.87(1.0dB)
Max. channel Power[mW]	1553.35(2.0dB)
Max. channel Power[mW]	2461.90(4.0dB)

<표 4 패킷 데이터 서비스>

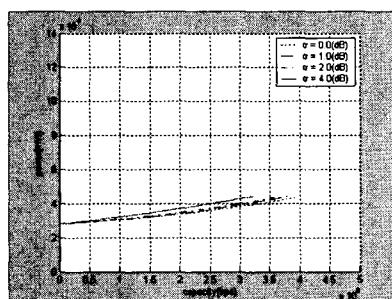
우리가 행한 시뮬레이션은 평형 상태일 때의 용

량과 전력의 경향을 보는 것이므로, 소프트 핸드 오버의 영향을 고려하지 않았고, 트래픽은 중앙 셀에서만 발생하는 경우를 가정한다.

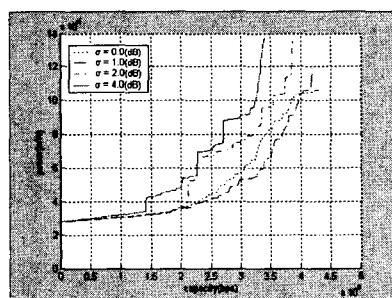
IV. Simulation Results.

시뮬레이션은 각각 서비스별로 shadowing 효과를 4가지로 바꿔가면서 행하였다. 시뮬레이션에서 쓰인 호 접속 관리 알고리즘은 채널기반 알고리즘과 하이브리드 알고리즘이고, 이 두 개를 비교해가면서 분석을 해보기로 한다.

(1) speech



<그림 2 channel based scheme에서의 total capacity - total power의 관계>



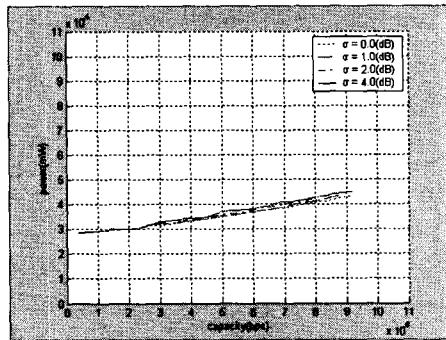
<그림 3 hybrid scheme에서의 total capacity - total power의 관계>

위의 그림2, 3은 음성 서비스를 지원하는 상황에서 사용자가 늘어나면서 발생하는 상황을 보여주고 있다. 위의 두 개의 그림은 7개의 셀 전체의 용량이 증가하면서 나타나는 전력의 증가양상을 보여주고 있다.

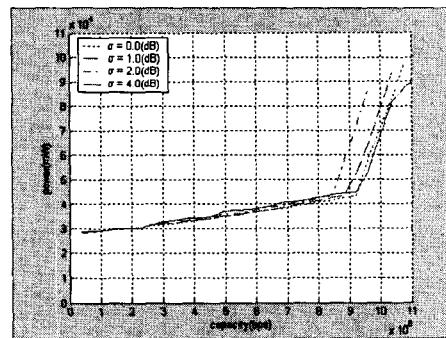
전반적으로 채널 기반의 알고리즘은 하이브리드 형태에 비해서 전력을 많이 안 쓰는 것으로 보이며, shadowing의 편차가 심할수록, 전력소비가 급격히 늘어나고, 용량이 더 적어지는 양상을 나

타내고 있다. 이것은 shadowing이 로그노말 분포라는 것을 감안할 때 shadowing의 편차가 커질수록, 누적된 전력은 훨씬 더 커지게 되기 때문이다. 하이브리드 형태에서 그래프를 살펴보면 중간 중간 전력의 도약현상이 보이는 데, 이 도약된 전력을 계산해보면 상당히 크다 이는 호가 발생된 셀의 기지국에서 접속이 허용된 것이 아니라 주변 셀에서 접속이 허용된 경우라는 것을 쉽게 알 수 있다.

(2) packet data



<그림 4 channel based scheme에서의 total capacity - total power의 관계>

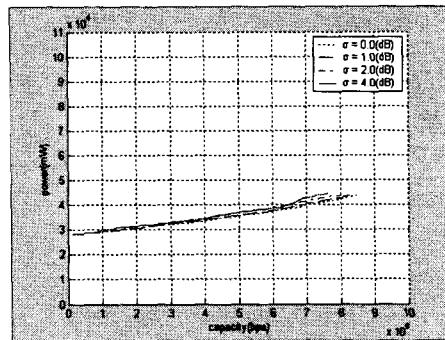


<그림 5 hybrid scheme에서의 total capacity - total power의 관계>

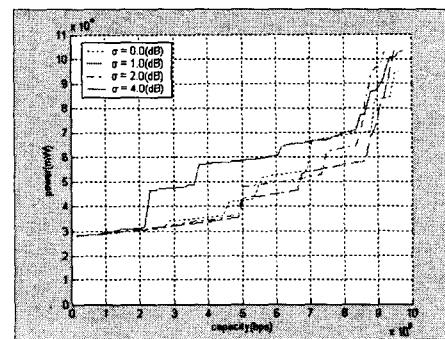
음성서비스와 마찬가지로 위의 그림 4, 5의 그래프는 용량이 증가하면서 나타나는 전력의 증가 경향을 보여주는 그래프들이다. 패킷 데이터의 경우도 음성서비스와 같이 채널 기반 알고리즘이 하이브리드의 경우보다 전력을 적게 쓰고, 하이브리드 알고리즘의 경우는 허용할 수 있는 한 거의 모든 전력을 써서 서비스를 하는 것으로 나타났다. 또한 shadowing이 증가할수록 전력의 소비가

급격히 증가하는 패턴을 보이고 있다. 그러나 패킷 데이터의 경우는 전송속도가 음성서비스보다 약 20배정도 크기 때문에 그것을 지원할 채널의 전력도 비례해서 급격히 커지기 때문에 전력의 증가 패턴이 음성서비스보다는 좀더 급격하게 증가한다. 또한 전력의 점평 현상도 거의 나타나지 않는데, 이것은 한 접속자당 할당되어야 할 전력이 굉장히 크기 때문에 중앙셀에서 접속이 거절 당했을 때 주변 셀에서 허용해 줄 수 있는 여유가 충분치 않기 때문이다.

(3) video telephony



<그림 6 channel based scheme에서의 total capacity - total power의 관계>



<그림 7 hybrid scheme에서의 total capacity - total power의 관계>

앞의 두 가지 서비스를 참고해서 용량의 증가에 따른 전력의 증가경향을 그림 6, 7에서 살펴보면, 전반적인 경향은 비슷한 것으로 보이고, 전력의 증가는 음성서비스와 패킷 데이터 서비스의 중간 정도의 기울기를 가진다고 볼 수 있다. 하이브리드 알고리즘의 경우는 음성서비스와 마찬가지로 전력의 도약 현상을 보이지만, 그래프의 전반적인

기울기는 음성서비스의 경우보다 더 급격하게 나타난다. 이때 전력의 도약현상은 앞의 음성서비스와 마찬가지로, 중앙 셀에서 접속이 거절당한 접속자들을 주변 셀에서 허용해준 경우이다.

V. 결론

호 접속 관리는 히드로닉 용량을 최대로 활용하고 시스템을 안정적으로 동작시키기 위해서는 꼭 필요한 자원관리 중 하나이다. 본 연구에서 수행해본 시뮬레이션 결과에 의하면, 주변 셀에서의 트래픽의 발생이 없는 상황에서는 채널 기반의 알고리즘보다는 하이브리드 형태의 알고리즘이 기지국 전력을 많이 사용하여, 보다 개선된 용량을 제공하고 서비스 접속 거절 확률을 줄여 서비스 품질을 개선하는 측면에서 보다 나은 성능을 보임을 알 수 있다. 그리고 채널 기반의 알고리즘은 shadowing이 증가할수록 전체 사용 전력이 완만하게 증가하고 용량 증가의 한계가 빨리 도달하나 하이브리드 알고리즘에서는 전력의 총 사용량이 급격히 증가하였으나 보다 큰 용량을 제공할 수 있음을 확인하였다.

VI. 참고문헌

- [1] H. Holma and A. Toskala, *WCDMA For UMTS*, Wiley, 2000.
- [2] K. Sipilä, 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-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-98
- [4] K. S. Gilhosusen, I. M. Jacpbs, R. Padovani, A. J. Vitervi, 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.