

DS-CDMA 역방향 링크에서 호수락 제어를 위한 호 절단을 추정에 관한 연구

정회원 백진현*, 박용완*, 조형욱**, 정종민**

A Study on the Estimation of the Call Drop Rate for Call Admission Control in DS-CDMA Reverse Link

Jin-Hyun Baek*, Yong-Wan Park*, Hyung-Uk Cho**, Jong-Min Cheong** *Regular Members*

요 약

본 논문에서 역방향 DS-CDMA(Direct Sequence-Code Division Multiple Access)에서 요구하는 QoS(Quality of Services)를 보장하기 위한 호 수락 제어를 제안한다. 물리적 채널수에 의한 방법과 MODEM (modulator/demodulator)부분으로부터 수신된 신호의 품질에 기반한 방법이 이미 연구되어 졌다. 다른 방법으로, BTS(Base Transceiver Station)에서 수신된 파워 레벨을 사용한 방법과 사용자들의 위치를 통계적으로 분석한 방법으로 그 기준을 정하기도 한다. 이러한 방법들은 시스템의 과부하를 가져올 뿐만 아니라 시간 지연 또는 실제 환경에 적용하는데 큰 어려움이 있다. 이러한 문제를 풀기 위해, 실시간으로 BTS부분의 LNA(Low Noise Amplifier)에서 측정된 값을 기반으로 호 수락 제어를 목적으로 호 절단 추정을 제안한다. 본 논문에서 이러한 방법의 제안은 실시간에서 제공하는 서비스의 품질을 추정하고, 시스템의 부하를 줄이며, 짧은 시간지연을 가질수 있다. 그러나 BTS에서 호 절단을 측정하고 수신 신호의 전력을 측정하기 위해 BTS에서 하드웨어 복잡성이 더해진다.

ABSTRACT

In this paper, we propose a call admission control scheme that can be performed within guaranteeing of required QoS(Quality of Services) in DS-CDMA(Direct Sequence-Code Division Multiple Access) reverse link. It has been performed rely on a physical channel number only and based on quality of received signal from MODEM (modulator/demodulator) part in established study. In other methods, the standard for services would have been set from statistical analysis of users' location and using received power level in BTS(Base Transceiver Station). These ways bring about not only system loads but time delay or great differences from real environments. To solve these problems, we propose a call drop rate estimation algorithm for the purpose of call admission control based on measured value at LNA(Low Noise Amplifier) ports of BTS(Base Transceiver Station) in real time. This method proposed in this paper estimates a quality of offered service in real time, reduce system loads and shorten time delay which is needed to determine the standard for call admission control. But it requires a additional H/W complexity which can measure received signal power in BTS and estimate call drop rate.

I. 서론

CDMA 역방향 링크에서 기지국(BTS: Base Station Transceiver Substation)과 이동국(MS: Mobile

Station) 간의 거리차이에 의해 발생하는 수신 전력의 세기는 가입자 서로에게 영향을 미치는 간섭을 유발하게 되고 이것은 결국 거리가 먼 가입자에게 불리하게 적용되는 원근문제(near-far problem)로 나

* 영남대학교 정보통신공학과 (ywpark@yu.ac.kr)
논문번호: 010206-0801, 접수일자: 2001년 8월 1일

** HFR, Inc.

타나게 된다. 이러한 원근문제로부터 발생하는 간섭 신호는 CDMA 시스템의 용량과 서비스 품질을 결정짓는 요인으로 작용하게 되는데, 이러한 문제점을 해결하기 위해 현재 상용시스템의 역방향 링크에서는 개방회로 전력제어(open loop power control), 폐쇄회로 전력제어(closed loop power control), 외부회로 전력제어(outer loop power control) 등의 알고리즘을 적용하고 있다^[1]. 그러나 실제 환경에서의 완벽한 전력제어는 사실상 불가능하므로 전력제어 상에서 발생하는 오류로 인한 서비스 품질의 악화는 향후 개선되어야 할 과제이다.

현재 CDMA 통신시스템의 상용화는 음성 서비스에서 각종 멀티미디어 서비스를 제공하려 하고 있고, 각 서비스 가입자들에게 높은 품질의 서비스(QoS: Quality of Services)를 제공하는 일이 시간이 흐름에 따라 점점 더 중요해 지고 있다. 이는 이동통신 인구의 급증과 더불어 서비스 운용자들의 다양한 서비스 제공에 의한 것일 뿐만 아니라 서비스 가입자들의 높은 품질의 서비스 선호도 또한 그 원인일 수 있을 것이다. 따라서 새로운 호의 요구에 대한 부조건적인 수락은 CDMA 네트워크상에 과부하의 영향을 가져오게 되고 이는 기존 채널 사용자와 호가 수락된 가입자 모두에게 QoS가 떨어지는 악영향을 가져오게 된다. 따라서 무절제한 호의 수락보다는 요구되는 QoS를 만족하는 범위 내에서 이루어지는 호 수락 제어(CAC: Call Admission Control)가 필요하다. 이러한 호 수락을 결정하는 문제는 통신 사업자의 다양한 서비스 제공이 이루어짐에 따라 더욱 복잡해진다. 예를 들어, 통신 네트워크가 복합적인 트래픽-다양한 전송율을 가지는 음성과 데이터 서비스의 동시 제공을 지원한다면 새로운 호에 대한 수락여부 결정은 더욱 어렵게 될 것이다. 위와 같이 요구되는 서비스 품질 보장을 위해 연구된 호 수락 제어에 관한 기존 방식은 여러 가지 면에서 연구되어졌고 시간이 흐름에 따라 그 중요도가 높아지고 있다^[2-5].

기존의 호 수락 제어는 그 기준을 어디에 두느냐에 따라 여러 가지 방식으로 나뉜다. 현재 운용되고 있는 시스템이나 호 수락 제어에 관한 초기 연구 결과는 제공되는 서비스의 품질면보다는 시스템의 용량을 최대화 하려는데 그 목적을 두었다. 이러한 방식에 의한 호 수락은 많은 가입자들을 수용할 수 있는 이점이 있는 반면 가입자들에게 제공되는 서비스의 품질은 전혀 고려되지 못하는 단점을 지니고 있다. 서비스의 품질에 대한 인식이 높아짐에 따

라 여러 가지 방식에 기초한 soft blocking-전파 환경이나 가입자들의 밀집도 및 수신되는 간섭량 등을 고려하여 호를 처리하는 방식에 대한 연구결과들이 나타나기 시작했다. 가입자수를 기반으로 한 CAC(NCAC: number-based CAC)는 정해진 가입자수가 이미 기지국에 설치된 채널을 차지했을 때 그 이외의 새로운 호들은 차단한다는 기본적인 기법이다. 수신되는 간섭량을 기반으로 한 CAC(ICAC: interferece-based CAC)는 그 성능면에서 NCAC와 거의 비슷하게 나타나지만 NCAC는 기지국의 소프트웨어 제어에 의해 쉽게 작동하는 반면 ICAC는 기지국의 하드웨어 구조에 복잡성이 가중되고 간섭량 측정 에러에 때문에 성능 저하가 발생하는 단점을 가지고 있다^[2]. 신호대 간섭비(SIR: Signal to Interference Ratio)는 CDMA 역방향 링크에서 서비스 품질의 보장과 시스템의 용량을 결정하는 중요한 인자이다. 이러한 SIR을 기반으로 한 호 수락 제어방식은 시스템에서의 용량과 여유용량을 SIR에 의하여 계산하였으며 새로운 가입자가 호를 요구할 때 SIR를 이용하여 계산한 여유용량에 근거하여 새로운 호를 받아들일 것인가를 결정한다^[3]. 시간에 따른 가입자의 분포와 운동에 대한 통계적 특성을 이용한 방식을 근거로 하여 호 수락을 제어하는 방식도 연구되어 졌는데 이는 가입자의 움직이는 궤도와 일정시간 이후의 위치를 확률적인 면에서 예측하고 순간적인 트래픽 부하(traffic load)를 예측하여 보호 대역을 결정하는 기능을 가진다^[4]. 송수신 전력을 기준으로 하여 호 수락을 제어하는 방안들도 제시되었다. 이는 통화중인 호를 보호하기 위해 송신 전력을 근거로 하는 호 수락 제어(TPCAC: Transmitted power based call admission control) 기법과, 기지국에서의 총 수신 전력 레벨이 한계치를 초과할 때 새로운 호를 차단하는 수신 전력을 근거로 하는 호 수락 제어(RPCAC: Received power based call admission control) 기법으로 나뉜다^[5].

본 논문에서는 이런 서비스 품질의 기준을 호 절단율(call drop rate)에 두고 수신전력을 이용하여 호 절단율을 추정하는 방식을 제안하고 이를 이용하여 호 수락 제어에 적용한 결과를 기술한다. 본 논문에서의 결과를 위한 과정은 실제 시스템으로부터 수행한 실험을 근거로 하며 실제 시스템에서 제공되는 값을 그 비교 대상으로 하였다. I장은 호 수락 제어의 필요성과 그 종류에 대하여 언급을 한다. II장은 기지국 수신전력과 호 절단 그리고 호 수락

제어와의 관계에 대해서 설명하고 III장은 제안된 호 절단을 추정의 동작원리를 설명하며 IV장은 필드에서 수집한 실험자료와 실험에서 이루어진 실험 내용에 대해 설명한다. V장에서는 추정된 호 절단율의 결과와 시스템에서 제공한 값을 비교해 보고 기존의 SIR을 근거로 한 호 수락제어와 제안된 방식에 의한 호 수락 제어의 결과를 비교 및 분석한다. 그리고 VI장은 제안된 호 수락제어 방식의 결과에 대하여 논의한다.

II. 호 절단(Call Drop)과 호 수락 제어

DS-CDMA 시스템에서 가입자 수의 증가와 불규칙한 무선환경에 의해 발생하는 간섭은 다수의 가입자에게 제공되는 서비스 품질 보장을 위해 연구되어야 하는 기본적인 사항이라 할 수 있다. 즉, 이동통신 환경에서 서비스 품질에 영향을 주는 요소와 서비스 품질의 척도와의 관계를 알아내는 일은 사용자들에게 주어지는 서비스 품질의 보장을 위한 시작단계라 할 수 있을 것이다.

CDMA 시스템에서는 같은 주파수 대역폭을 많은 사용자가 동시에 공유하는 특징으로 인해 원근문제(near-far problem)나 다중 사용자 접속 간섭(MAI: Multiple Access Interference)등의 서비스 품질을 저하시키는 요인들이 존재한다. 그리고 이러한 품질 저하요인들은 CDMA 시스템에서 품질의 척도로 사용되는 요소들-신호 대 잡음비, BER(Bit Error Rate), FER(Frame Error Rate), 호 차단율(call blocking probability), 품질 저하 확률(outage probability), 호 절단율 등-과 관련되어 있다. 서비스 품질의 척도로 사용되는 사항들은 각각 다른 면에서 측정되고 계산되어지는 요소들이지만 모두 현재 제공되는 서비스의 품질이 좋고 나쁨을 나타낸다는 공통점을 가진다. 그래서 이들은 호 수락 제어 기법에서 서비스 품질을 보장을 위한 지침이 될 수 있으며 이러한 기준 지침은 기존의 연구 내용에서 호 수락 제어의 알고리즘으로 사용되었다.

CDMA 역방향 링크에서 간섭량이 지나치게 증가하면 기지국 수신 전력은 평상시 보다 높은 레벨의 수치를 나타내게 될 것이고, 그 결과 서비스 품질은 낮아질 것이다. 이러한 상황이 일정 시간 계속 지속 되면 접속상태에 있던 채널들 중 일부는 절단되는 현상을 가져올 것이고 이와 동시에 새로운 호의 요구는 셀 내에서도 핸드오프에 의해 발생할 수 있을 것이다. 이러한 상황에서 기존 호에 대한 서비스 품

질의 보장은 반드시 필요로 하며 이를 수행하는 어떠한 조치는 호 수락 제어와 연결될 수 있다. 본 논문에서는 BTS에서 측정된 수신 전력을 이용하여 추정할 수 있는 서비스 품질을 나타내는 요소(호 절단율)와의 관계를 알아내고 이 요소를 이용하여 실시간의 서비스 품질을 판단하여 요구되는 새로운 호와 기존 호에 대한 품질 보장을 목적으로 하는 호 수락 제어를 수행하려한다.

III. 제안된 알고리즘

셀의 형태는 지형이나 가입자들의 밀집구조, 주거 형태 그리고 최근 들어 통화 취약지역에 설치한 중계기의 등장, 통신인구의 급증으로 인한 새로운 기지국 신설로 셀 커버리지의 축소, 인접셀과의 핸드오프 지역의 모호성등 점점 복잡하고 다양한 양상을 띄고 있다. 본 논문에서 제안된 알고리즘을 적용할 셀의 형태는 원형 셀이라고 가정한다. 또 셀(섹터)내에 위치한 모든 가입자들은 어느 지역이나 균등하게 분포한다고 가정한다.

도시지역에서 일어나는 거리에 따른 전파의 감쇄 현상은 자유공간상이나 한적한 시골지역에서 일어나는 현상에 비해 매우 복잡한 양상을 띄고 있다. 본 논문에서는 도시지역에서의 전파모델을 Hata 모델로 결정하고 이를 적용하기로 한다⁶⁾.

이러한 환경 하에서 호 절단현상이 일어나는 원인은 여러 가지가 있다.

- 1) 전력제어에 있어서의 에러
- 2) 심한 Fading 현상
- 3) 갑작스런 음영지역으로의 유입 등

이러한 여러 가지 무선환경에서 일어날 수 있는 원인들 외에 BTS와 보코더(vocoder) 간, 보코더와 교환기 간, 교환기와 교환기 간, 또는 이 외의 경로 상에서의 에러요소등 유선 환경에서 일어날 수 있는 원인들이 존재한다. 본 논문에서의 알고리즘 제안은 유선구간과 관련된 호 절단현상을 제외한 전력제어의 에러를 포함하는 무선구간과 관련된 원인을 그 주된 내용으로 하고 있다. 여기서 유선구간과 관련된 사항들은 기지국 수신전력과 관련되어 그 상황을 분명히 하기가 어렵기 때문이다.

아래 그림 1에서는 이러한 셀의 구조를 나타내고 있는데, 점으로 채워진 가장 바깥 테두리는 핸드오프 지역, 중간의 빗금 친 테두리는 채널 환경이 상당히 좋지가 않아 호 절단 현상이 생길 수 있는 지역 그리고 가운데 흰 부분으로 이루어진 지역은 기

지국과 거리가 가깝고 비교적 환경이 좋은 지역을 나타내고 있다. 오른쪽 섹터 내에 위치한 점정적 점들은 하나의 섹터 내에 균등하게 분포한 가입자를 나타내고 원의 가장 중심점은 기지국이 위치한 지역임을 의미한다. 위의 그림과 같은 구조에서 한 셀(섹터)의 간섭치가 일정 레벨 이상 상승하고 그 레벨에서 일정 시간 이상 동안 간섭치가 머물 경우 그 셀(섹터)내의 단말기는 요구되는 Eb/No 값을 보장하기 위해 전력제어 알고리즘에 의하여 자신들의 송신 전력을 높인다. 물론 IS-95 시스템에서는 수신 안테나 다이버시티 기법을 사용하므로 하나의 섹터인 경우 두 경로(primary, diversity)모두 일정 레벨 이상의 간섭치를 유지하는 경우가 이에 해당하는 것이다. 셀(섹터)내의 모든 단말기의 송신 전력이 높아지면 셀(섹터)의 외곽지에 위치한 단말기들은 이전부터 보다 높은 전력을 소비하고 있었으므로 자신들이 전송할 수 있는 최대 전력값에 보다 빨리 도달할 것이다. 이들 단말기들은 폐쇄루프 전력제어를 통해 계속적인 전력상승의 명령을 수신하지만 이미 전송 전력의 최대값에 도달했기 때문에 더 높은 레벨의 전력을 전송하지 못하게 된다. 이러한 상태로 일정 시간이 지속된다면 이들의 신호에 대한 FER 수치는 상승하고 Eb/No의 값은 상대적으로 낮아지게 되며 그 이상의 시간이 지나면 결국 셀(섹터)내의 외곽지에 위치한 단말기들의 호는 절단되는 현상이 나타날 것이다. 이때 셀(섹터)의 커버리지는 평상시 셀(섹터)내에서 간섭량이 크게 증가하지 않는 경우의 커버리지보다 작은 크기의 형상을 나타낼 것이다. 그림 1에서 나타낸 가장 작은 원이 이러한 경우의 커버리지가 된다.

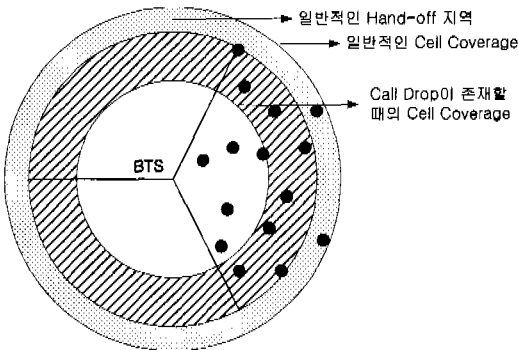


그림 1. 호 절단과 셀 구조

아래 그림 2에서는 셀의 환경이 나빠짐에 따라 FER이 높아지고 호 절단 현상이 발생하는 관계를

나타내었다. 기지국 수신 전력이 기준 레벨을 초과하면 셀(섹터) 외곽지에 위치한 단말기의 송신 전력이 최대값에 도달하고 이러한 단말기들에 의해 기존의 커버리지는 축소된다. 그러나 짧은 시간동안의 이러한 현상은 FER 증가나 호 절단 현상에 큰 영향을 주지 않는다. 기지국 수신 전력이 기준 시간 이상동안 일정 레벨을 유지하면 역방향 전력제어 알고리즘에 의해 단말기의 송신 전력은 조절된다. 만약 기준 레벨과 기준 시간을 모두 초과하는 경우는 FER이 높아지고 축소된 커버리지 외부지역에서는 호 절단 현상이 발생한다. 이것은 커버리지 외곽지에 위치한 단말기들의 전력제어 어려움에 기인하고, 이때 축소된 원의 반경은 Hata 모델을 통해 계산이 가능하다.

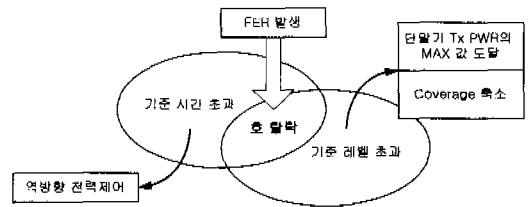


그림 2. FER 발생과 호 절단

이와 같은 경우가 발생을 하게 되면 기지국과 축소된 셀의 커버리지의 외곽지, 기지국과 원래 상태에서 형성된 셀의 커버리지 사이의 경로 감쇄(path loss) 차이가 발생하고 이 값은 축소된 커버리지 외곽지의 단말기들이 자신들의 전력으로 미치지 못했던 값들에 해당한다. 따라서 전체 셀(섹터)의 면적에 대한 빗금 친 부분의 면적의 비를 Hata model을 이용하여 계산한 후 이를 이용하여 호 절단율에 근접하는 수치를 추정할 수 있다. 빗금 친 부분에 해당하는 면적을 $Area(out)$, 전체 셀(섹터)의 면적을 $Area(total)$ 이라고 한다면 호 절단율은 다음 식(1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$\frac{Area(out)}{Area(total)} \cdot \frac{x_i}{1hr} \cdot 100 \approx Call Drop Rate(\%) \quad (1)$$

여기서 x_i 는 간섭치가 일정 레벨 이상에 일정 시간동안 머물렀던 시간을 의미하는데 이는 시간 개념을 호 절단율에 적용하기 위해 필요한 부분이고 1시간에 대한 개념의 도입은 한시간 단위로 교환국에서 호 절단율을 계산한 값과 비교하기 위함

이다. 이와 같은 방식으로 추정된 호 절단율은 일반적으로 아래 그림 3과 같이 나타낼 수 있다. 그림에서 Z 는 배경잡음에 대한 기지국 수신전력의 레벨 차이, Δt 는 수신 전력이 기준 레벨(Z_{th})이상에서 지속되는 시간의 길이, T 는 알고리즘 가동 시간 내에 접속중인 총 호의 수 그리고 N 은 기지국 수신 전력이 호 절단이 일어날 조건이 지속되는 시간을 나타낸다.

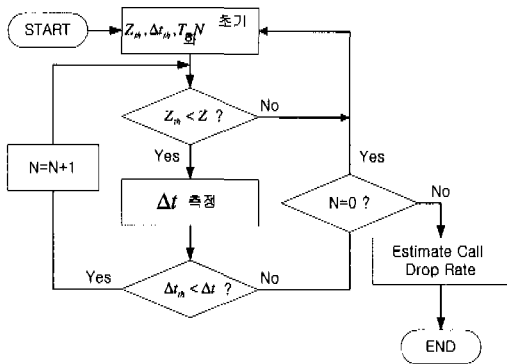


그림 3. 호 절단 추정 알고리즘

위의 알고리즘은 기지국 수신전력이 가지는 레벨 Z 와 시간 T 를 실시간으로 측정하여 측정치와 기준치를 서로 비교함으로써 호 절단율이 일어나는 조건인가를 결정하고, 만약 그런 조건이라면 실시간으로 호 절단율을 계산하는 과정을 나타내고 있다. 여기서 호 절단율이 일어날 조건은 기지국 수신 전력이 한계치 레벨 이상에서 한계치 시간 이상동안 존재하는 경우를 말한다.

IV. 호 절단율에 대한 자료수집/실험

결과 도출을 위해 분석할 데이터 수집과 실험에서 사용할 환경을 OUNS(Other User Noise Source)로 만들어 주기 위해 FA Manager(Frequency Assignment Manager: CDMA 역방향 품질 관리장치)를 이용하여 실제 필드 환경을 재현하였다. 데이터 수집에 대한 내용은 다음과 같다.

- * 2000년 월 일 Telecom 기지국(약 24시간 동안)
- * 2000년 월 일 Telecom 기지국(약 24시간 동안)
- * 2000년 월 일 Telecom 기지국(약 12시간 동안)

월 일 측정된 데이터에 대한 호 절단율은 교환국으로부터 수집을 하였다.

그림 4는 ○○○ 기지국의 수신 전력 데이터를 FA Manager로 측정된 결과를 나타내는데 이는 alpha 섹터의 primary-path에 대한 수신전력으로 약 5분간의 데이터를 시간순서에 따라 나타낸 것이다. 기지국의 alpha, beta, gamma 섹터의 primary, diversity path에 대한 배경잡음은 각각 다르게 나타나는데 그 값은 약 80~100 dBm 정도로 나타나고 셀의 환경이나 전파상태 등에 따라 수신전력이 나타내는 값은 배경잡음 보다 약 30~35 dBm 높은 값까지 나타낼 수 있었다^[7-9].

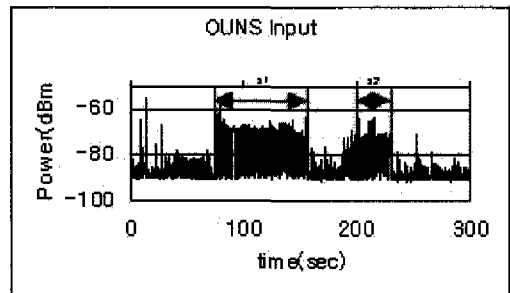


그림 4. 기지국 수신 전력(α -Primary-2000/○○/○○)

그림 5는 위의 그림 4에서 나타낸 것과 같은 시간대에 같은 셀 내에서 안정되게 동작하는 단말기의 FER을 BTS의 BCP(BTS Control Processor)로부터 측정하여 나타낸 것이다. 기지국 수신 전력의 크기가 커지고 그 크기가 장시간 동안 지속될 때의 FER은 같은 양상을 나타낼 수 있다.

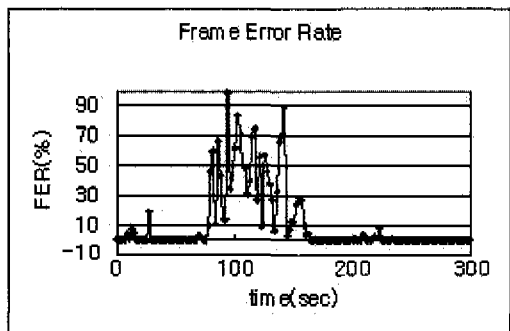


그림 5. 시간에 따라 측정된 FER

그림 6은 위 그림들과 같은 시간대에 나타나는 실험용 단말기의 송신 전력의 크기를 DM(Diagnostic Monitor)로 측정된 그림이다.

위의 그림5와 비교해 본다면 FER의 수치가 높아짐에 따라 단말기는 최대 전력을 소비하고 있고 그 이상으로 상승하지 못함을 같은 시간대에서 볼 수 있다. 만약 이런 경우가 장시간 지속된다면 제안된 알고리즘을 원인으로 하여 호를 유지하고 있던 가입자의 호 절단 현상을 예상할 수 있다.

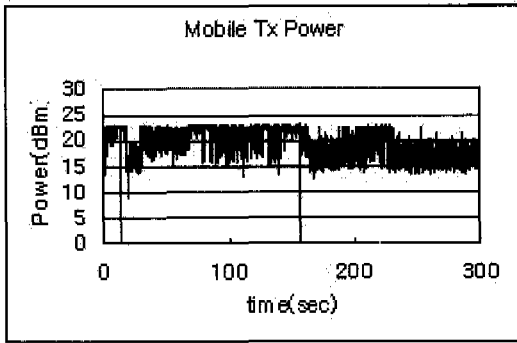


그림 6. 시간에 따른 단말기 전송 전력

V. 결과 고찰

추정된 알고리즘에 의한 호 절단율과 호 절단의 기준이 되었던 조건과의 관계를 알아보면 그림 7과 같이 나타난다.

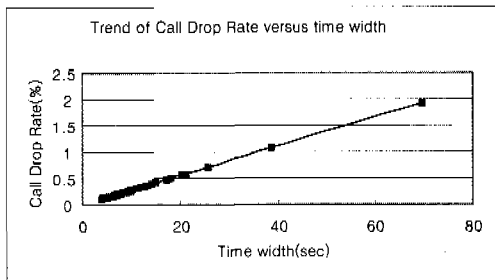


그림 7. 시간폭에 따른 호 절단율 추정

수신전력이 가지는 레벨의 크기는 추정된 호 절단율에 큰 영향을 주는 요소가 아니므로 그림 7에서는 수신전력이 일정 레벨 이상을 유지하는 시간과 그에 따른 추정된 호 절단율과의 관계를 나타냈다. 일정 레벨 이상을 유지하는 시간폭의 크기에 따라 추정된 호 절단율은 선형적인 결과를 나타냄을 알 수 있다. 즉, 호 절단율과 밀접한 관계를 나타내는 변수는 정해진 전력의 한계치(threshold)보다 시간(식 1에서의 x_i)에 많이 관여한다는 사실이 실험을 통해 알 수 있다.

그림 8은 하루 중 특정 시간대에서 BTS로부터 측정된 수신 전력을 이용하여 추정된 호 절단율과 같은 시간대에 교환국에서 수집된 호 절단율에 대한 데이터를 각 섹터에 대해서 서로 비교하여 나타내었다. 여기서 추정 데이터는 12~15 dB(alpha, gamma 섹터:12 dB, beta 섹터:15 dB 기준)의 전력 레벨을 기준으로 하고 4초 한계치를 기준으로 했을 때의 추정치를 나타낸다.

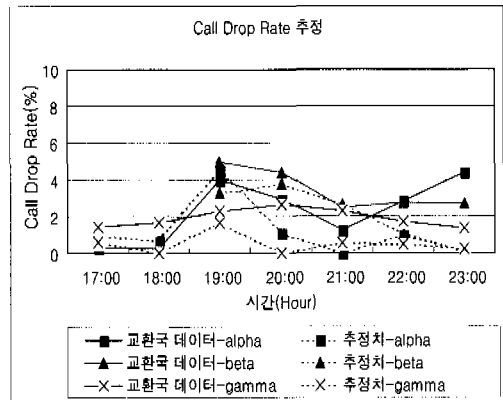


그림 8. 교환국 데이터와 추정치의 비교

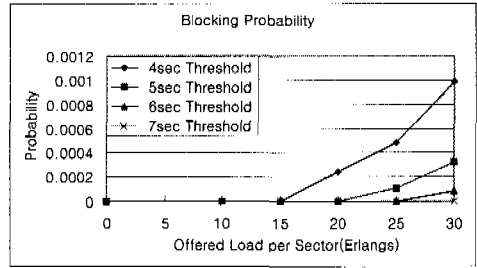
하루 중 최번시에 해당하는 저녁시간에 가장 높은 호 절단율을 나타내었고 추정치도 비슷한 양상을 보였다. 그림 8에서 나타난 두 가지 그래프의 불일치를 가져오는 가장 큰 원인은 이상적인 원형 셀의 가정, 가입자 분포에 대한 오류, 음영지역에 위치한 가입자 등 호 절단의 원인에 대한 미흡한 고려 등 실제 환경과 이론적인 환경에서의 차이로 볼 수 있다. 또한 실험 데이터의 수집 지역은 도심지역을 중심으로 하는 상당히 복잡한 셀 구조를 가지고 많은 핸드오프 지역을 포함하고 있으며 가입자들의 이동이 매우 불규칙한 지역인 것 또한 그 원인이 될 수 있을 것이다. 물론 유선환경에서 일어나는 여러 가지 원인에 대한 분석은 이 실험결과와 무관함을 유의해야 한다.

SIR을 근거로 한 CAC와 본 논문에서 제안된 방식의 결과를 비교하기 위해 수행된 실험으로부터 채취한 데이터를 기반으로 가상실험을 수행하였다. 가상실험에서 사용된 총 수신전력은 실제 기지국에서 측정된 총 수신전력을 사용하므로써 실제 환경에서 일어나는 다양한 현상들을 실험환경으로 구성 되도록 하였다. 그리고 본 논문에서 제안한 방식을 근거로 한 호 수락 제어방식에서는 측정된 총 수신 전력 중 primary 안테나로부터 측정된 전력과

diversity 안테나로부터 측정된 전력을 동시에 고려하여 두 경로(path) 모두에서 기준치 이상을 초과하는 부분을 선택함으로써 다이버시티 효과를 감안하였다. 음성부호화율은 $R=9.6\text{kbps}$, 확산된 대역폭은 1.2288 MHz 로 하였으며 요구하는 비트오율 $BER < 10^{-3}$ 에 대하여 $E_b/N_0 = 7\text{dB}$ 로 결정하고

통화모델은 호의 평균 발생율이 λ_k 인 포아슨 분포(Poisson distribution)로 모델링했다. 호 유지시간은 지수함수 분포인 랜덤 변수로 모델링했다.

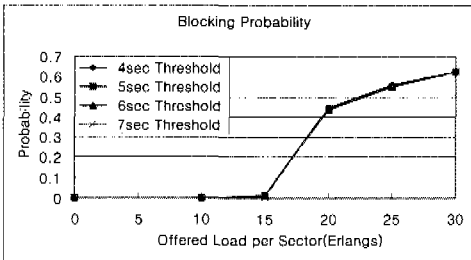
이러한 환경에서 이루어진 가상실험을 통해 나타난 결과는 그림9, 그림10와 같다. 그림 9에서 나타난 그래프는 같은 환경 하에서 실시한 모의실험의 결과로서 수신전력이 나타내는 일정 레벨에 따른 호 거부율의 관계를 나타내고 있다. 일정 레벨 이상을 유지하는 시간은 호 거부율에 많은 영향을 주지 못함을 알 수 있다.



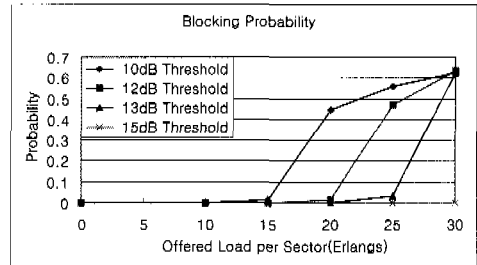
(d)

그림 9. 각 전력레벨 한계치를 기준으로 한 호 거부율 [(a)10dB, (b)12dB, (c)13dB, (d)15dB]

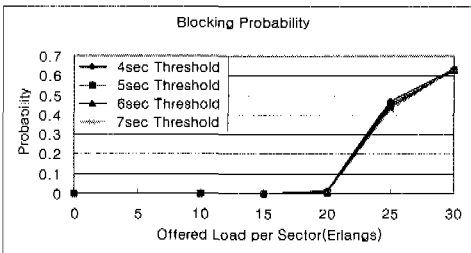
그림 10에서 나타난 그래프는 같은 환경 하에서 실시한 모의실험의 결과로서 수신전력이 일정 레벨 이상을 유지하는 시간에 따른 호 거부율의 관계를 나타내고 있다. 수신 전력이 나타내는 레벨의 크기에 따라 호 거부율의 많은 차이를 볼 수 있다.



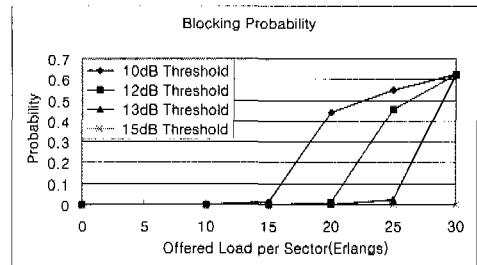
(a)



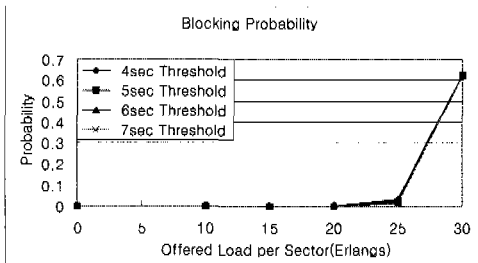
(a)



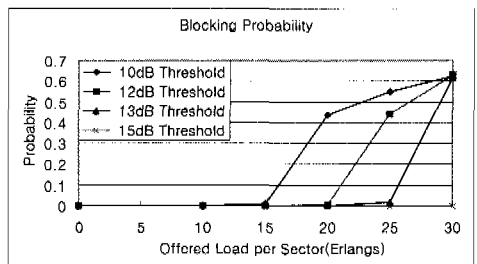
(b)



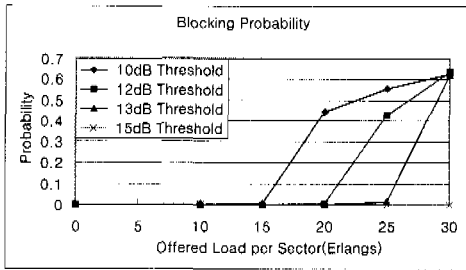
(b)



(c)



(c)



(d)

그림 10. 각 시간 한계치를 기준으로 한 호 거부율 [(a)4sec, (b)5sec, (c)6sec, (d)7sec]

교환국 데이터와 추정치를 호 절단율면에서 비교해 보면 기지국 수신 전력이 일정 레벨 이상을 유지하는 시간이 4초인 경우 교환국 데이터와 가장 근접한다. 그림 11에서는 4초를 기준으로 각 전력레벨에 따라 가상실험을 한 경우와 SIR을 근거로 한 CAC 방식에서의 호 거부율을 서로 비교한 그림이다. 12 dB 이상을 한계치로 정했을 때 호 거부율은 SIR을 근거로 한 CAC방식에서의 호 거부율보다 많이 낮음을 알 수 있다. 그리고 12 dB와 13 dB를 한계치로 했을 때 주어진 부하가 각각 25와 30얼랑일 때를 넘어서면 추정된 호 절단율을 기반으로 하는 CAC의 호 거부율이 SIR을 근거로 한 CAC방식에서의 호 거부율보다 높아짐을 알 수 있다. 이는 SIR을 측정하기 위한 시스템 상에서의 시간 지연(time delay)에 반해 추정된 호 절단율을 근거로 하는 CAC는 직접적인 통화 품질상태의 반영, 추정된 값과 실제 시스템에서의 값의 불일치, 가상 실험 환경과 실제 환경과의 차이점 등으로 그 원인을 찾을 수 있다.

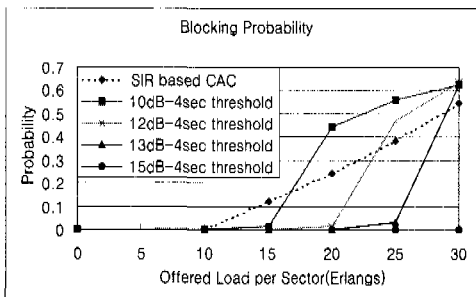


그림 11. 각 전력레벨 4sec 한계치를 기준으로 한 경우와 SIR을 근거로 한 CAC인 경우 호 거부율 비교

VI. 결론

지금까지 호 수락제어를 위해 기지국 수신 전력

을 통한 호 절단율 추정의 배경이 되는 여러 가지 사항들을 실험을 통해 알아보고, 추정 알고리즘에 의해 추정된 호 절단율을 교환국의 데이터와 직접 비교해 보았으며 가상실험을 통해 기존 연구내용의 결과와 제안된 알고리즘을 통한 호 수락제어의 결과를 비교해 보았다.

제안된 알고리즘에 의한 추정된 호 절단율은 기지국 수신 전력이 가지는 일정 레벨과 일정 레벨 이상을 유지하는 일정 시간에 따라 크게 달라진다. 특히 일정 레벨 이상을 유지하는 일정 시간의 길이가 추정된 호 절단율에 거의 지배적으로 작용됨을 알 수 있다. 교환국으로부터 얻어진 호 절단율과의 근접하는 한계치는 수신전력이 가지는 레벨이 12dB에서 15dB 사이의 값이고 그 레벨 이상을 유지하는 시간의 한계치는 4초이다. 이러한 한계치 값을 가지고 추정된 호 절단율을 근거로 하여 수행한 CAC의 결과는 동일한 환경하에서 수행한 SIR을 근거로 한 CAC에 비해 셀의 부하가 낮을 때는 보다 낮은 호 거부율의 결과를 보였으며 셀의 부하가 그 이상일 때는 보다 높은 호 거부율의 결과를 나타내었다.

이와 같은 방식에 의한 호 절단율 추정은 시스템의 모뎀부를 거치지 않음으로 해서 시스템에 부과되는 부하량을 줄이고 CAC의 기준판단 지연시간에 있어 이득을 볼 수 있는 반면 기지국의 LNA단에서 수신 전력을 측정하고 측정된 수신전력을 기반으로 호 절단율을 추정하는 부가적인 하드웨어가 요구되는 단점을 가진다.

참고 문헌

- [1] TTA/EIA/IS-95 "Mobile Station- Base Station Compatibility Standard for Dual-Mode Wide-band Spread Spectrum Cellular System," *Telecommunication Industry Association*, July, 1995.
- [2] I. Chlamtac, T. Liu and J. Carruthers, "Capacity Design and Performance of Call Admission Control in Cellular CDMA Systems", *IEEE J. Select. Areas Commun.*, vol. 15, No. 8, October, 1998.
- [3] Z. Liu and M. E. Zarki, "SIR-Based Call Admission Control for DS-CDMA Cellular Systems." *IEEE J. Select. Areas Commun.*, vol. 12, No. 4, pp. 638-644., May, 1994.

[4] I. Chlamtac, T. Liu and J. Carruthers, "Location Management for Efficient Bandwidth allocation and call Admission control," *Proceedings of the IEEE Wireless Communications and Networking Conference - Vol. 2*, 1999 -09 -21

[5] C. Y. Huang and R. D. Yates, "Call Admission in power controlled CDMA systems," *Proc. IEEE VTC*, pp. 1665-1669, 1996.

[6] T. S. Rappaport, "Wireless Communications Principles & Practice", *IEEE Press and Prentice Hall PTR*, 1996.

[7] R. Padovani, "Reverse Link Performance of IS-95 Based Cellular Systems", *IEEE Personal Commun.*, pp. 28-34., Third Qtr. 1994.

[8] A. M. Viterbi and A. J. Viterbi, "Erlang Capacity of a Power Controlled CDMA System", *IEEE J. Select. Areas Commun.*, vol. 11, No. 6, August. 1993.

[9] J. M. Cheong, I. S. Kim, K. S. Jeong, T. Park, S. H. Seo, T. Kim, and S. Park, "Real Time Diagnosis of Reverse Link and Predicting Outage Probability for CDMA Data Services", *IEEE VTC2000 Spring.*, pp. 2564-2568.

1992년 10월~1993년 12월 : 캘리포니아 공과대학
Research Fellow

1994년 1월~1996년 8월 : SKTelecom 기술연구부장

2001년 1월~2월 : NTT DoCoMo 초빙 교수

1996년 9월~현재 : 영남대학교 공과대학 전자정보공학부 부교수

<주관심 분야> 통신 신호처리, 이동통신 시스템등

정 종 민(Jong Min Jung)

정회원



1990년 2월 : 한국과학기술원
전기전자과 졸업

1992년 2월 : 한국과학기술원
전기전자과 석사

1995년 2월 : 한국과학기술원
전기전자과 박사

1995년 9월~2000년 1월 : SK Telecom 중앙연구원
선임연구원

2000년 1월~현재 : HFR, Inc. 대표이사

<주관심 분야> 유무선복합 액세스 네트워크, 중계기
엔지니어링, 무선 인터넷 QoS

백 진 현(Jin Hyun Baek)

정회원



1999년 2월 : 영남대학교
전자공학과(공학사)

2001년 2월 : 영남대학교
정보통신공학과(공학석사)

2001년 1월~현재 : (주)삼성전자
통신 연구소 연구원

<주관심 분야> 이동통신 시스템
및 통신 이론



조 형 욱(Hyung Uk Cho)

정회원

1993년 2월 : 경북대학교
전자공학과 졸업

1995년 2월 : 포항공과대학교
전자전기과 석사

1995년 2월~2000년 1월 : SK
Telecom 중앙연구원
전임연구원

2000년 1월~현재 : HFR, Inc. CDMA기술팀 과장

<주관심 분야> CDMA 호수락제어, 무선 인터넷 성
능평가 및 최적화

박 용 완(Yong Wan Park)

정회원



1982년 2월 : 경북대학교
전자공학과(공학사)

1984년 2월 : 경북대학교
전자공학(공학석사)

1989년 2월 : 미국 뉴욕 주립대
전자공학과 (공학석사)

1992년 2월 : 미국 뉴욕 주립대
전자공학과 (공학박사)