

# 비대칭 트래픽을 가진 광대역 부호분할 다중접속 시스템에서의 동적 호수락제어

준회원 김 세 호\*, 정회원 김 형 명\*\*

## Dynamic Call Admission Control in WCDMA System with Traffic Asymmetry

Seho Kim\* Associate Member, Hyung-Myung Kim\*\* Regular Member

### 요 약

셀의 용량은 자신과 이웃셀에 걸리는 부하에 따라 변한다. 그러나 대부분 호수락제어 알고리즘들은 이런 셀의 부하를 고려하지 않았다. 그래서 비대칭 트래픽이 존재하는 광대역 부호분할 다중접속 시스템에서의 동적 호수락제어 알고리즘을 제시한다. 이 알고리즘은 채널의 환경에 따라 신규호와 핸드오프호의 호수락제어 경계값을 조절함으로써 막힘확률과 끊김확률을 제어하도록 한다. 호의 클래스마다 서비스의 질을 보장할 수 있으며 신규호와 핸드오프호간에 우선순위를 보장할 수 있다. 게다가 제안한 알고리즘은 시스템의 전송량을 감소시키지 않으면서 서비스 품질값을 최적화할 수 있다.

### ABSTRACT

The capacity of the cell varies with the load of the home and neighboring cells. But most call admission control (CAC) algorithms do not consider the cell loading. In this paper a dynamic call admission control is proposed in a WCDMA system with traffic asymmetry. The proposed algorithm changes the CAC thresholds of new call and handoff call based on channel condition. The blocking and dropping probabilities can be controlled by adjusting these thresholds. The proposed algorithm guarantees the Qos of call class and priority between new call and handoff call. In addition, it can minimize the grade of service (GOS) value with the system throughput maintained.

### 1. 서 론

다양한 트래픽이 존재하는 WCDMA 시스템에서는 여러 트래픽의 호도착률(call arrival rate)에 따라서 시스템의 용량이 변하게 된다. 이와 함께 이웃셀(neighboring cell)에서의 부하(load)도 현재셀(home cell)의 용량에 큰 영향을 미치게 된다. 이렇게 시간에 따라 채널 환경이 변하지만 기존에 제시된 호수락제어 알고리즘에는 이런 동적 요소가 잘 고려되지 않았다<sup>[1][2]</sup>. 기존의 방식은 시간에 따라 변하는

간섭량에만 관심을 가지고 많은 연구가 되었기 때문에 호수락을 결정짓는 경계값(threshold)은 항상 일정한 값으로 두고 호수락을 판별하였다<sup>[3]</sup>.

하지만 이러한 기존의 방식으로는 동적으로 변화하는 환경에 적합하지 못하다<sup>[4]</sup>. 그래서 본 논문에서는 비대칭 트래픽을 가진 WCDMA 시스템에서의 동적 호수락제어 알고리즘을 제안하겠다. 제안하는 알고리즘에서는 주기적으로 시스템의 신규호 도착률(new call arrival rate)과 핸드오프호 도착률을 측정한다. 이와 함께 순간적으로 변하는 신규호 막힘확률(new call blocking probability)과 핸드오프호 끊

\* 한국과학기술원 전자전산학과 통신신호처리 연구실(ksh@csplab.kaist.ac.kr),

\*\* 한국과학기술원 전자전산학과 통신신호처리 연구실(hmkim@csplab.kaist.ac.kr)

논문번호 : 020023-0117, 접수일자 : 2002년 1월 17일

김확률(handoff call drooping probability)을 이용하여 시스템의 전송량(throughput)을 떨어뜨리지 않는 조건에서 호수락제어 경계값을 변화시킨다. 여기서 경계값의 변화는 각 트래픽의 우선순위에 따라 그 변화폭이 결정된다. 제안한 알고리즘을 이용하여 신규호 막힘확률과 핸드오프호 끊김확률을 상황에 따라 제어할 수 있게 된다. 그리고 제안한 알고리즘을 이용하여 호의 클래스마다 우선순위를 부여할 수 있으며 각 클래스마다 원하는 신규호 막힘확률과 핸드오프호 끊김확률을 얻을 수 있다. 이와 함께 현재의 채널환경에서 가장 적합한 신규호 막힘확률과 핸드오프호 끊김확률을 얻음으로 인해서 서비스 품질(grade of service)을 향상시킬 수 있게 된다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 시스템 모델을 소개하며 3장에서는 기존의 호수락제어 알고리즘과 제안하는 비대칭 트래픽을 가진 WCDMA 시스템에서의 동적인 호수락제어 알고리즘에 대해 설명한다. 4장에서는 모의실험과 결과를 분석하였으며 5장에서는 결론을 내렸다.

## II. 시스템 모델

2세대 이동통신 시스템에서와는 달리 3세대 이동통신 시스템에서는 다양한 멀티미디어 서비스를 제공한다. 이런 서비스에는 인터넷에서의 동영상이나 데이터 서비스 등이 포함될 것이다. 이런 트래픽들은 순방향 링크와 역방향 링크 사이에 서로 다른 비트율을 가지는 특징이 있다<sup>5)</sup>. 이런 멀티미디어 트래픽은 역방향 링크보다는 순방향 링크 쪽의 비트율이 높게 나타난다. 이제까지 순방향 링크와 역방향 링크에 모두 동일한 비트율을 가졌었던 대칭 트래픽과는 달리, 본 논문에서는 WCDMA 시스템에 적합한 비대칭 트래픽을 고려하겠다.

셀의 초기호 도착과정(initial call arrival process)은 평균 도착률  $\lambda_k$ 를 갖는 Poisson과정으로 모델링하였다. 그리고 셀에서의 호의 도착은 모든 셀내에 균등하게 분포되었으며 셀에서의 호지속시간(call dwelling time)은 지수적(exponential)으로 분포한 값으로 정하였다. 그리고 서비스 클래스간의 호도착률은 클래스의 우선순위가 높을 수록 호도착률을 높게 설정하였다.

이제까지의 호수락제어 알고리즘에서는 각 트래픽의 서비스의 질을 만족하기 위해서 SIR을 사용해 왔다<sup>3)16)</sup>. 그러나 비대칭 트래픽을 고려하는 시스템

에서는 순방향 링크와 역방향 링크의 정보비트율이 서로 차이가 나기 때문에 각 트래픽의 비트율이 중요한 정보를 제공하게 된다<sup>5)</sup>. 그러므로 각 트래픽의 서비스 질을 결정하는 데는 SIR보다는 비트율의 정보가 들어간 비트 에너지대 잡음비( $E_b/N_0$ )를 사용해야 한다<sup>17)</sup>. 그리고 이것에 의해 전력의 할당도 이루어져야 할 것이다.

## III. 제안하는 동적 호수락제어 방식

### 1. 기존의 호수락제어 방식

TDMA나 FDMA와는 달리 CDMA 시스템은 사용자에게 제공될 수 있는 최대한의 채널수가 정해져 있지 않다<sup>8)</sup>. 이는 시간에 따라 사용할 수 있는 채널의 수가 변하기 때문이다. CDMA 방식에서의 용량의 제한은 여러명의 사용자가 동시에 하나의 기지국으로 신호를 보냄으로 인해 발생하는 다중 사용자 간섭량에 의해 정해진다. 시스템의 용량이 정해져 있지 않기 때문에 이를 제어해서 합리적으로 사용자를 받아들이는 알고리즘이 필요하게 되는데 이것이 호수락제어이다. 호수락제어의 목적은 현재 연결된 호를 유지하도록 네트워크의 동작을 제어하고, 이와 함께 새로운 호를 받아들이는 것이다.

호수락제어의 시스템 구조는 사용자와 기지국, 그리고 전파네트워크제어기(radio network controller)로 이루어진다. 사용자로부터 호의 요청이 오면 전파네트워크제어기는 기지국으로부터 현재의 시스템 용량에 대한 정보를 받아들인다. 그리고 호요청을 받아들이는 것이 시스템의 성능을 떨어뜨리지 않으면 호를 수락하고, 호요청을 받음으로 인해 기존에 연결된 호들의 서비스 질이 떨어지게 된다면 호수락을 기각하게 된다.

이제까지 많은 호수락제어 방식이 시스템의 용량을 늘리고 GOS를 향상시키는 관점에서 주로 연구가 되어 왔다<sup>3)16)</sup>. 그러나 제시된 대부분의 알고리즘이 시스템의 환경이 정적이라는 가정하에 연구가 되었다<sup>3)</sup>. 즉 호수락제어를 결정하는 호수락제어 경계값이 시간의 함수가 아니라 상수로 정해진 방법이 대부분이었기 때문에 동적으로 변하는 채널환경에 잘 대처하지 못하였다. 그리고 신규호와 핸드오프호간의 구별없이 호수락제어를 함으로 인해서 신규호 막힘확률과 핸드오프호 끊김확률을 제어할 수 없었다. 그래서 GOS값도 최대로 향상시킬 수 없었다.

2. 제안한 동적 호수락제어 방식

2.1 서비스 품질

GOS는 식 (1)에서와 같이 신규호 막힘확률  $P_b$ 와 핸드오프호 끊김확률  $P_d$ 로 이루어진다.

$$GOS = w_n P_b + w_h P_d \quad (1)$$

여기서  $w_n$ 은 신규호에 대한 가중치이며,  $w_h$ 는 핸드오프호에 대한 가중치이다. 호수락제어에서 GOS는 보통  $w_n=1$ 과  $w_h=10$ 의 값을 취한다. 이것은 핸드오프호의 끊김확률이 신규호 막힘확률보다 더 중요시되기 때문이다. 왜냐하면 신규호가 막히는 것 보다는 기존에 연결된 호가 끊기는 것이 사용자에게 더 불만을 가중시키기 때문이다. 이렇게 핸드오프호의 중요함은 이미 인정되는 바이지만 상황에 따라서는 이 중요도의 크기에는 변화가 생길 수 있을 것이다. 그래서 본 논문에서는  $w_n$ 과  $w_h$ 가 다양한 값을 가지는 일반적인 GOS값을 채택하겠다.

GOS는 식 (1)에서와 같이 신규호 막힘확률과 핸드오프호 끊김확률의 함수이므로 GOS를 최소화하기 위해서는 이 두 확률을 제어하는 것이 필요하다. 이 두 확률을 결정하는 가장 큰 요소는 신규호 도착률과 핸드오프호 도착률이다. 하나의 셀에서 사용할 수 있는 용량에는 한계가 있기 때문에 신규호 도착률이 커지면  $P_b$ 가 커지게 되며, 핸드오프호 도착률이 커지면  $P_d$ 가 커지게 된다. 그러므로  $P_b$ 와  $P_d$ 를 줄이기 위해서는 호들의 도착률에 따라 적절하게 신규호와 핸드오프호에 대해 용량을 분배하는 것이 필요하다. 시간에 따라 변하는 호도착률에 대하여  $P_b$ 와  $P_d$ 를 조절하기 위해서는 동적으로 변하는 호수락제어 알고리즘이 필요하게 된다.

2.2 동적 호수락제어 방법

신규호 막힘확률과 핸드오프호 끊김확률을 제어하기 위한 호수락제어 경계값을 결정하기 위해서는 먼저 호들의 도착률을 구하는 것이 필요하다. 순방향 링크에서 시간  $n$ 에 T시간 동안  $j$ 번째 클래스의 신규호를 수락한 개수를  $N_a^F_j(n)$ , 신규호가 막힌 개수를  $N_b^F_j(n)$ 이라 하고 역방향 링크에서  $j$ 번째 클래스의 신규호를 수락한 개수를  $N_a^R_j(n)$ , 막힌 개수를  $N_b^R_j(n)$ 이라 하자. 그리고 T시간 동안에 순방향 링크에서  $j$ 번째 클래스의 핸드오프호를 수락한 개수를  $H_a^F_j(n)$ , 핸드오프가 끊긴 개수를  $H_d^F_j(n)$ , 역방

향 링크에서  $j$ 번째 클래스의 핸드오프호를 수락한 개수를  $H_a^R_j(n)$ , 끊긴 개수를  $H_d^R_j(n)$ 이라 하자. 그러면 시간  $n$ 에서 T시간 동안 신규호 도착률  $\Lambda_n(n)$ 과 핸드오프호 도착률  $\Lambda_h(n)$ 은 다음과 같이 얻을 수 있다.

$$\Lambda_n(n) = \frac{1}{T} \left( \sum_{j=1}^M \{ N_a^F_j(n) + N_b^F_j(n) \} + \sum_{j=1}^M \{ N_a^R_j(n) + N_b^R_j(n) \} \right) \quad (2)$$

$$\Lambda_h(n) = \frac{1}{T} \left( \sum_{j=1}^M \{ H_a^F_j(n) + H_d^F_j(n) \} + \sum_{j=1}^M \{ H_a^R_j(n) + H_d^R_j(n) \} \right) \quad (3)$$

식 (2)와 식 (3)에서 구한 값들을 사용하여 호도착률에 따라 변화하는 동적 호수락제어 경계값을 구할 수 있다. 하지만 만약 호들의 도착률이 거의 변화가 없을 때는 어떻게 할 것인가. 호들의 도착률이 변하지 않아도 채널의 환경은 이웃셀의 사용자 수의 변화에 따라 계속해서 변할 것이다. 이에 따라 신규호 막힘확률과 핸드오프호 끊김확률 또한 변할 것이다. 그러므로 시간에 따라 변하는 신규호 막힘확률과 핸드오프호 끊김확률의 값을 이용하면 호도착률외에 다른 요소에 의해서 변하는 채널환경을 고려할 수 있을 것이다.

먼저 시간  $n$ 에서 순방향 링크  $j$ 번째 클래스의 신규호 막힘확률과 핸드오프호 끊김확률을 구하면 다음과 같다.

$$P_b^F_j(n) = \frac{N_b^F_j(n)}{N_a^F_j(n) + N_b^F_j(n)} \quad (4)$$

$$P_d^F_j(n) = \frac{H_d^F_j(n)}{H_a^F_j(n) + H_d^F_j(n)} \quad (5)$$

같은 방법으로 역방향 링크에 대하여  $P_b^R_j(n)$ 과  $P_d^R_j(n)$ 를 구하면 다음과 같다.

$$P_b^R_j(n) = \frac{N_b^R_j(n)}{N_a^R_j(n) + N_b^R_j(n)} \quad (6)$$

$$P_d^R_j(n) = \frac{H_d^R_j(n)}{H_a^R_j(n) + H_d^R_j(n)} \quad (7)$$

시간  $n$ 에서  $P_b^F_j(n)$ ,  $P_d^F_j(n)$ 값을 시간  $(n-1)$ 에서의  $P_b^F_j(n-1)$ ,  $P_d^F_j(n-1)$ 과 비교하여 순방향 링크에서의  $\chi_j^F(n)$ 과  $\Gamma_j^F(n)$ 을 다음과 같이 구할 수 있다.



$$\chi_j^F(n) = \begin{cases} 1 & \text{if } P_b^F(n) \leq P_b^F(n-1) \\ \text{otherwise} & \end{cases} \quad (8)$$

$$\Gamma_j^F(n) = \begin{cases} 1 & \text{if } P_d^F(n) \leq P_d^F(n-1) \\ -1 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (9)$$

여기에서  $\chi_j^F(n)$ 과  $\Gamma_j^F(n)$ 이 나타내는 값은 시간에 따라 신규호 막힘확률과 핸드오프호 끊김확률의 변화를 반영해주는 값이다. 이 정보를 이용하여 호도착율이 일정한 상황에도 채널의 변화 상황을 파악할 수 있다.

역방향 링크에 대해서도 같은 방법으로  $\chi_j^R(n)$ 과  $\Gamma_j^R(n)$ 을 구하면 다음과 같다.

$$\chi_j^R(n) = \begin{cases} 1 & \text{if } P_b^R(n) \leq P_b^R(n-1) \\ -1 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (10)$$

$$\Gamma_j^R(n) = \begin{cases} 1 & \text{if } P_d^R(n) \leq P_d^R(n-1) \\ -1 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (11)$$

식 (2), (3)과 식 (8), (9)에서 구한 값들을 이용하여 본 논문에서 제안하는 순방향 링크에서의 동적 호수락제어 경계값은 다음과 같이 결정된다.

$$T_n^F(n) = T_0^F - \delta_j^F \mu \lfloor \frac{w_h}{w_n} \rfloor \cdot [A_h(n) - \rho(\Gamma_j^F(n) - \chi_j^F(n))] \quad (12)$$

$$T_h^F(n) = T_0^F - \delta_j^F \mu \lfloor \frac{w_n}{w_h} \rfloor \cdot [A_h(n) - \rho(\chi_j^F(n) - \Gamma_j^F(n))] \quad (13)$$

여기에서  $T_n^F(n)$ 은 시간 n에서 j번째 클래스에 대한 신규호의 호수락제어 경계값이며  $T_h^F(n)$ 은 핸드오프호에 대한 경계값을 나타낸다.  $T_0^F$ 는 순방향 링크의 초기 호수락제어 경계값이며  $\lfloor X \rfloor$ 는 X보다 작거나 같은 최대정수를 나타내는 연산자이다.  $\mu$ 는 전송량 조절인자(adjustment factor)이며  $\rho$ 는 외부셀 부하 조절값으로 0.05의 값을 취한다.  $\delta_j^F$ 는 순방향 링크에서 j번째 클래스의 우선순위값으로 다음과 같이 결정된다.

$$\delta_1^F \leq \delta_2^F \leq \dots \leq \delta_N^F \quad (14)$$

식 (14)에서와 같이 우선순위값이 결정되면 클래스가 낮을수록 우선순위가 높아진다. 왜냐하면 우선순위값이 작을수록 호수락제어 경계값이 줄어드는 양이 적기 때문에 상대적으로 다른 클래스의 트래픽

보다 많은 용량을 확보할 수 있기 때문이다. 식 (12)와 식 (13)에서 보면 신규호의 호수락제어 경계값은 핸드오프호의 호도착률에 의해 결정되며, 또한 핸드오프호의 호수락제어 경계값도 신규호의 호도착률에 의해 결정되는 것을 알 수 있다. 이렇게 결정되는 이유는 신규호의 경우 핸드오프호의 도착률이 커지면 핸드오프호의 끊김확률을 줄이기 위해서는 신규호의 막힘확률이 희생되어야 하기 때문이다. 이것은 핸드오프호의 경우도 마찬가지이다. 그러므로 호수락제어 경계값은 상대방의 호도착률에 의해 결정되는 것이다.

그리고 제한한 동적 호수락제어 경계값이  $w_n$ 과  $w_h$ 의 비로 이루어진 것은 신규호와 핸드오프호 간에 우선순위를 부여하기 위함이다. 여기서 신규호와 핸드오프호간에 가중치가 높은 쪽이 우선순위가 높은 쪽이 된다. 우선 순위가 높은 쪽의 호수락제어 경계값은 초기 호수락제어 경계값으로 유지되지만, 우선 순위가 낮은 쪽은 이보다 작은 값을 가지게 된다.

역방향 링크에 대해서도 j번째 클래스의 동적 호수락제어 경계값을 구하면 다음과 같다.

$$T_n^R(n) = T_0^R - \delta_j^R \mu \lfloor \frac{w_h}{w_n} \rfloor \cdot [A_h(n) - \rho(\Gamma_j^R(n) - \chi_j^R(n))] \quad (15)$$

$$T_h^R(n) = T_0^R - \delta_j^R \mu \lfloor \frac{w_n}{w_h} \rfloor \cdot [A_h(n) - \rho(\chi_j^R(n) - \Gamma_j^R(n))] \quad (16)$$

여기서  $T_0^R$ 은 역방향 링크의 초기 호수락제어 경계값이며  $\delta_j^R$ 는 순방향 링크와 같은 우선순위에 따라 결정된다.

식 (12), (13)과 식 (15), (16)에서 제한한 동적 호수락제어 경계값을 이용하여 호수락 여부를 결정하면 호도착률에 따라 변하는 채널환경뿐 아니라 이웃셀의 부하변화에 의해 발생하는 변화에도 최적인 신규호 막힘확률과 핸드오프호 끊김확률을 얻을 수 있다. 그리고 이 값들을 이용해서 동적인 환경에서의 GOS값을 최소화할 수 있을 것이다.

### 2.3 전송량 조절 인자값 분석

시간에 따라 변하는 채널환경에 따라 신규호와 핸드오프호의 대해 호수락제어 경계값을 조절함으로써 신규호 막힘확률이나 핸드오프호 끊김확률의 제어 가능하지만, 한쪽의 경계값을 지나치게 높이면 다른 쪽의 호를 받아들일 수 없게 된다. 이런 상황

이 되면 실제 시스템이 가지고 있는 용량을 최대로 사용하지 않고 호수락제어를 하게 되므로 전체 시스템의 전송량이 감소되는 결과를 가져오게 된다. 이러한 현상을 막기 위해서는 전송량을 떨어뜨리지 않는 적절한  $\mu$  값을 선택하여야 한다.

j번째 클래스호가 셀에 머무르는 시간(cell holding time)을  $\tau_j$ 라고 하고, j번째 클래스의 전체 신규호의 도착확률을  $P_{b,j}$ , 전체 핸드오프호의 끊김확률을  $P_{d,j}$  하자. 그리고 j번째 클래스의 신규호 도착률과 핸드오프호 도착률을  $\Lambda_{n,j}$ 과  $\Lambda_{h,j}$ 라 하면 전체 시스템의 전송량은 다음과 같다.

$$\sum_{j=1}^N (R_j^F + R_j^R) \Psi_j \cdot [\Lambda_{n,j}(1 - P_{b,j}) + \Lambda_{h,j}(1 - P_{d,j})] \quad (17)$$

여기서  $R_j^F$ 와  $R_j^R$ 는 각각 순방향과 역방향 링크에서 j번째 클래스의 비트율이다. 식 (17)에 의해서 시스템의 전체 전송량을 계산해 보았고 이 값과 최대 전송량과의 오차를 분석해 보았다. 그림 1에서 보는 바와 같이  $\mu$ 값이 0.5일 때까지는 시스템의 전송량에는 별로 변화가 없지만 0.5 이상의 값에서는 전송량이 크게 떨어지는 결과를 확인할 수 있었다. 그러므로 전송량을 떨어뜨리지 않는 최대  $\mu$ 값은 0.5가 된다.

#### 2.4 호수락제어 방식

전송량 조절인자값에 대한 분석을 통해서 시스템의 전송량을 떨어뜨리지 않는 동적 호수락제어 알고리즘을 제시하였다. 이 알고리즘에 의해 신규호와 핸드오프호에 대한 호수락제어 경계값이 결정되면 호를 수락을 결정하는 단계로 넘어가게 된다. 기존의 방법에서는 한 링크에 대해서만 결정을 내렸지만 여기에서는 비대칭 트래픽을 사용하기 때문에

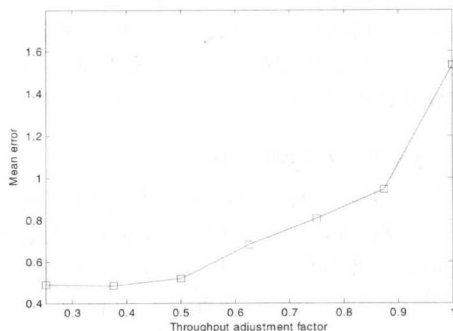


그림 1. 전송량 조절 인자값에 따른 최대 전송량과 평균오차

순방향과 역방향 링크 모두를 고려한다.<sup>[2][7]</sup>

기지국에서 현재 송신하는 전체 전력을  $S^F$ , 기지국에서 j번째 클래스 호를 받아들였을 때 필요한 전력 증가량을  $P_j^F$ 라 하자. 그리고 현재 기지국에서 역방향 링크로부터 받는 간섭의 총량을  $I^R$ 이라 하고 j번째 클래스 호를 수락했을 때 예상되는 간섭의 증가량을  $P_j^R$ 이라 하자. 임의의 시간 n에서 신규호의 요청이 들어오면  $S^F + P_j^F \leq T_{n,j}^F(n)$ 와  $S^R + P_j^R \leq T_{n,j}^R(n)$ 을 동시에 만족키면 호가 수락된다. 시간 n에서 핸드오프호의 요청이 있으면  $S^F + P_j^F \leq T_{h,j}^F(n)$ 와  $S^R + P_j^R \leq T_{h,j}^R(n)$ 을 모두 만족키면 호가 수락된다. 호수락에 대한 자세한 절차는 그림 2에 잘 나타나 있다.

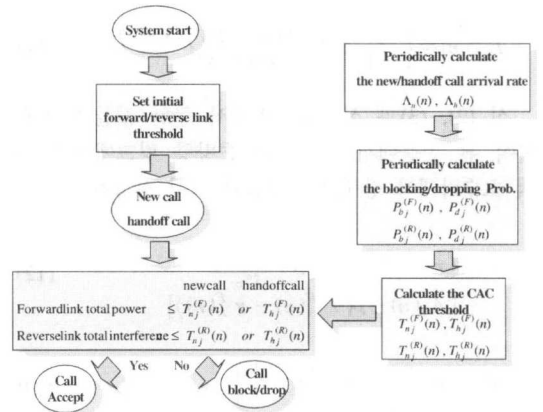


그림 2. 순방향, 역방향 링크에서의 제안하는 동적 호수락 제어 방식

## IV. 모의실험 및 성능분석

### 1. 모의 실험 환경

모의 실험은 음성과 데이터, 그리고 비디오 트래픽에 대해서 수행되었다. 음성트래픽의  $E_b/N_0$ 는 6.8dB로 하였고 순방향과 역방향 링크의 정보 비트율은 32kbps로 하였으며 호의 셀에서의 평균지속시간(mean dwell time in cell)을 100sec로 하였다. 데이터 트래픽의  $E_b/N_0$ 는 8.4dB로 하였으며 순방향과 역방향 링크의 정보 비트율은 각각 64kbps와 32kbps로 하였으며 호의 셀에서의 평균지속시간은 200sec로 하였다. 비디오 트래픽의  $E_b/N_0$ 는 9.6dB로 하였으며 순방향 링크와 역방향 링크의 정보 비트율은 각각 128kbps와 32kbps로 비교적 질이 낮은

비디오를 택하였다. 그리고 비디오 트래픽의 셀에서의 평균지속시간은 500sec로 비교적 긴 시간을 채택하였다.

이들 트래픽간의 우선순위는 음성 트래픽(class 1)을 가장 우선순위가 높은 것으로 선택하였으며 그 다음으로는 데이터(class 2), 비디오 트래픽(class 3) 순으로 우선순위를 정하였다. 이렇게 우선순위를 결정한 것은 각 트래픽의 호요청 빈도에 따른 것이다.

## 2. 성능 분석

### 2.1 일정한 호도착률

먼저 호도착률이 시간에 따라 일정할 때에 대해서 실험을 해 보았다.  $w_n=1$ 과  $w_h=10$ 의 가중치를 주고 여러가지 호도착률에 대해서 측정을 해보았는데 그림 3에서와 같이 호막힘확률은 기존의 호수락제어 방식에 비해 제한한 동적 호수락제어 방식이 조금 높게 나타났다. 이는 핸드오프에 가중치가 많이 가해짐으로 인해 신규호에 대한 용량이 감소하였기 때문에 신규호 막힘확률이 증가되었다. 그러나

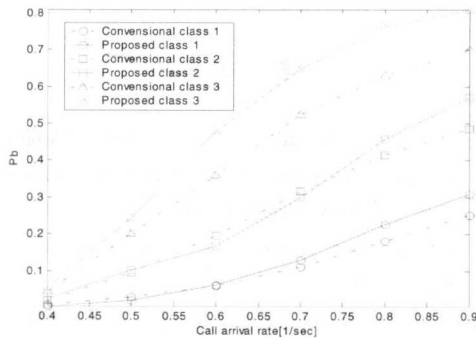


그림 3. 호도착률이 일정할 때의 호도착률에 따른 신규호 막힘확률

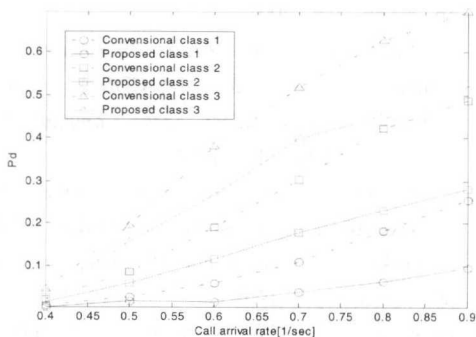


그림 4. 호도착률이 일정할 때의 호도착률에 따른 핸드오프 호 끊김확률

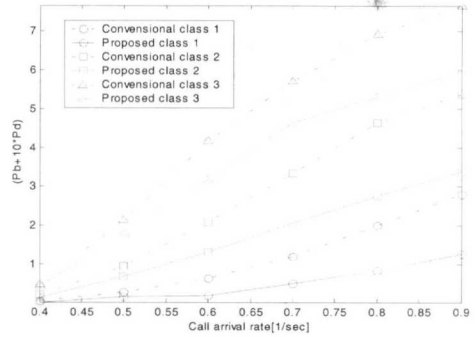


그림 5. 호도착률이 일정할 때의 GOS ( $w_n=1, w_h=10$ )

그림 4에서 보면 핸드오프호에 대한 끊김확률은 제한한 방식이 매우 낮게 나왔다. 결과적으로 그림 5에서 확인 할 수 있듯이 제한한 방식이 기존의 방식보다 GOS값이 크게 향상된 것을 알 수 있다. 이러한 결과는 핸드오프호의 끊김확률이 기존의 것보다 크게 향상됨으로 인해 얻어진 것이다.

### 2.2 동적으로 변하는 호도착률

이번에는 호도착률이 동적으로 변하는 환경에 대해서 실험을 해 보았다. 그림 6에서 보면 신규호 막힘확률이 다소 증가를 했지만 그 증가량이 그렇게 크지 않음을 알 수 있다. 그리고 호도착률이 일정할 때보다는 신규호 막힘확률의 증가량이 상당히 감소되었다. 음성과 데이터 신규호 막힘확률의 증가량은 거의 미미하고 단지 비디오 신규호 막힘확률만 조금 증가하였다. 이는 호도착률에 따라 적절하게 용량을 분배해서 막힘확률의 증가량이 그림 3보다 다소 감소한 것이다.

핸드오프호에 대해서는 그림 7에서와 같이 끊김확률이 상당량 감소되었다. 이 폭은 동적 변화량이 커질수록 더욱 증가했다. 결과적으로 그림 8에서 보

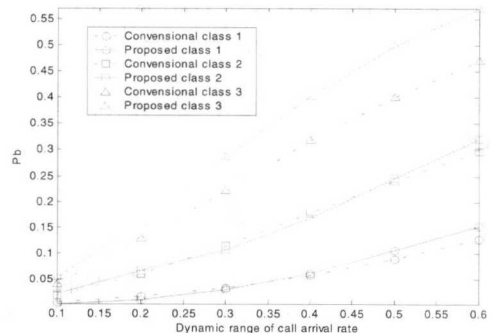


그림 6. 호도착률이 일정한 범위를 가지고 변할 때의 신규호 막힘확률



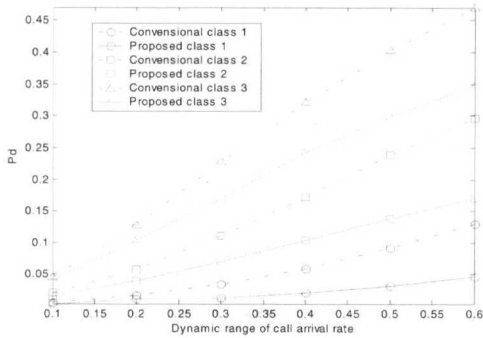


그림 7. 호도착률이 일정한 범위를 가지고 변할 때의 핸드오프 확률

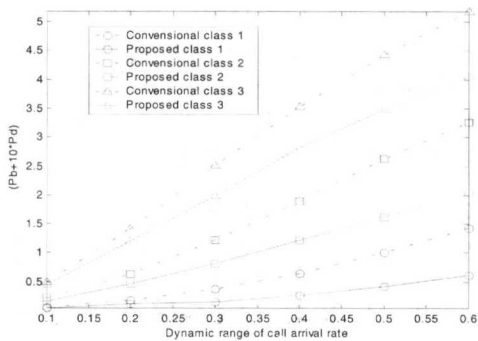


그림 8. 호도착률이 일정한 범위를 가지고 변할 때 GOS ( $w_n=1, w_h=10$ )

표 1. 전체 시스템의 성능

	일정한 호도착률		동적으로 변하는 호도착률	
	기존방식	제안한방식	기존방식	제안한방식
Pb	0.1730	0.2045	0.0793	0.0878
Pd	0.1728	0.0770	0.0788	0.0392
GOS	1.9013	0.9742	0.8669	0.4800
전송량 (Mbps)	4241.446	4321.687	4333.939	4400.286

는바와 같이 동적 변화량이 클수록 각 트래픽의 GOS는 크게 향상되었다.

### 7. 결론

통신시스템의 용량은 시간에 따라 변하는 여러 요소에 의해 영향을 받는다. 이렇게 동적으로 변하는 환경에서 효과적으로 대처하기 위해서는 기존에 제시된 호수락제어 알고리즘으로는 성능의 향상을

피하기 힘들었다. 그래서 동적으로 변하는 호수락제어 알고리즘을 제안해 보았다. 제안한 방식은 신규호 막힘확률과 핸드오프호 끊김확률을 제어해서 GOS를 최소화하는 방식을 취하였다.

표 1에서 호도착률이 일정할때와 동적으로 변할 경우에 기존의 방식과 본 논문에서 제안한 방식의 성능을 분석하였다. 제안한 방식을 적용하면 신규호 막힘확률이 평균 0.58dB 높아지는 단점이 있지만, 핸드오프호 끊김확률을 3.27dB 향상시킬 수 있었다. 결과적으로는 제안한 방식을 사용하면 기존의 방식과 같은 전송량을 유지하면서 서비스 질 측면에서 기존의 방식보다 GOS값을 평균 2.74dB 향상시킬 수 있었다. 서비스 질을 향상시키기 위해서 지나치게 신규호와 핸드오프호를 제어하게되면 시스템의 전송량이 떨어지기 쉬운데 제안한 방식에서는 기존의 방식과 비교해서 전송량에 손실은 전혀 입지 않았다.

본 논문에서 제안한 방식은 전송량을 떨어뜨리지 않는 상황에서 큰 서비스 품질의 향상을 이루어냈다는 점에서 실제 시스템에서 좋은 성능을 낼 수 있을 것이라 기대한다.

### 참고 문헌

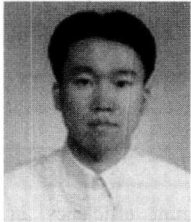
- [1] O. T. W. Yu and V. C. M. Leung, "Adaptive resource allocation for prioritized call admission over an ATM-based wireless PCN," *IEEE J. Select. Areas Commun.*, vol. 15, pp. 1208-1225, Sept. 1997.
- [2] W. S. Jeon and D. G. Jeong, "Call admission control for mobile multimedia communications with traffic asymmetry between uplink and downlink," *IEEE Trans. Veh. Technol.*, vol. 50, pp. 59-66, Jan. 2001.
- [3] Z. Liu and M. El Zarki, "SIR-based call admission control for DS-CDMA cellular systems," *IEEE J. Select. Areas Commun.*, vol. 12, pp. 638-644, May 1994.
- [4] F. D. Prisolio and F. Sestini, "Fixed and adaptive blocking threshold in CDMA cellular networks," *IEEE Personal Commun.*, vol. 11, pp. 56-63, April 1998.
- [5] D. G. Jeong and W. S. Jeon, "CDMA/TDMA system for wireless multimedia services with traffic unbalance between uplink and downlink,"

*IEEE J. Select. Areas*, vol. 41, pp. 944-960, July 1995.

- [6] S. M. Shin, C. H. Cho and D. K. Sung, "Interference-based channel assignment for DS-CDMA cellular systems," *IEEE Trans. Veh. Technol.*, vol. 48, pp. 233-239, Jan. 1999.
- [7] W. S. Jeon and D. G. Jeong, "Admission control of multimedia calls in CDMA mobile systems" *IEEE Veh. Technol. Conf. (VTC)*, vol. 2, pp. 886-890, Rhodes, Greece, May 2001.
- [8] 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.

김 세 호(Seho Kim)

준회원



2000년 2월 : 연세대학교

기계전자공학부

전자공학과 학사

2002년 2월 : 한국과학기술원

전자전산학과 석사

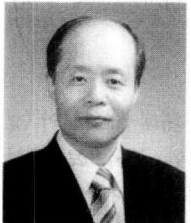
2002년 3월 ~ : 한국과학기술원

전자전산학과 박사과정

<주관심 분야> WCDMA, 전력제어

김 형 명(Hyung-Myung Kim)

정회원



1974년 2월 : 서울대학교 공학사

1982년 4월 : 미국 Pittsburgh

대학 전기공학과 석사

1985년 12월 : 미국 Pittsburgh

대학 전기공학과 공학박사

1986년 4월~1992년 8월 : 한국

과학기술원 전기 및 전자

공학과 조교수

1992년 9월~2000년 2월 : 한국과학기술원 전기 및

전자공학과 부교수

2000년 3월~현재 : 한국과학기술원 전기 및 전자공

학과 교수

<주관심 분야> 이동 통신 기술, 디지털 신호와 영상

처리, 다차원 시스템 이론, 다중사용자 검파

기