

CDMA 시스템에서 복수의 트래픽 종류를 고려한 호 수락 제어 기법의 연구

정희원 류병한*, 박영옥*, 김경수*, 백장현**

A Study on Call Admission Control Methods for Multiple Traffic Classes in CDMA System

Byunghan Ryu*, Youngok Park*, Kyungsoo Kim*, Janghyun Baek** *Regular Members*

요 약

본 연구에서는 코드분할다중접속 (code division multiple access: CDMA) 시스템에서 복수의 트래픽 종류를 수용하기 위한 호 수락 제어 방법을 제시한다. 핸드오프호의 절단률을 낮추기 위해 무선자원의 일부를 핸드오프용으로 예약하고, 예약된 자원은 핸드오프호 만이 이용하는 경우와 신규호가 예약된 자원의 일부분을 이용하는 경우를 고려한다. 가용자원의 부족으로 호 요구에 실패한 호는 허용되는 일정시간동안 버퍼에서 대기하도록 하고, 가용자원이 발생하였을 때는 핸드오프호를 신규호보다 먼저 처리하게 함으로써 핸드오프호에 우선순위를 부여한다. 또한, 무선자원을 이용하는 방법으로는 모든 트래픽 형태가 전체의 무선자원을 공유하여 사용하는 경우와 각 트래픽 형태별로 할당된 무선자원을 사용하는 경우를 고려한다. 제안된 호 제어 기법을 평가하기 위하여, 보통의 전송속도를 요구하는 standard 음성 service 및 고속의 전송률을 요구하는 premium 음성 service의 두 종류 음성 트래픽을 고려한다. 시뮬레이션을 통하여 핸드오프호를 위해 예약할 자원의 양에 대한 적절한 값을 도출하고, 자원예약 및 할당방법에 따른 신규호의 차단률 및 핸드오프호의 절단률과 수율을 평가한다.

ABSTRACT

In this paper, we propose the call admission control methods for accommodating the multiple traffic classes in CDMA (code division multiple access) system. For reducing the handoff call dropping probability, a portion of resource is reserved for handoff call request. For the resource reservation method, two kinds of guard channels are considered; one is that the reserved resource is used only for handoff call request, and the other is a new call request fractionally uses the reserved resource depending on the amount of available resource. The call request not accepted immediately is buffered during its allowable delay time, and when there exists the available resource, we first handle the handoff call prior to the new call. Further, we take into account two kinds of resource allocation methods; a shared resource allocation and a dedicated resource allocation. To evaluate our call control models, we consider two kinds of voice traffic; standard voice traffic as normal speed service and premium voice traffic as high speed service. Through simulation results, we derive the amount of resource reserved for handoff call, and evaluate the call blocking and dropping probabilities, and throughput.

I. 서 론

IMT-2000에서는 CBR 형태의 음성, 데이터, VBR 형태의 비디오 등 광범위한 형태의 서비스가 이루어지며, 한정된 자원으로 이와 같은 다양한 형

* 한국전자통신연구원 무선·방송기술연구소 이동통신기초연구부(rubh@etri.re.kr)

** 전북대학교 산업공학과

논문번호: 98177-0420, 접수일자: 1998년 4월 20일

태의 서비스를 제공하기 위해서는 기지국에 할당된 무선자원의 효율적인 관리와 운용이 필요하게 된다. 즉, 제한된 무선자원을 가지고 다양한 서비스의 트래픽 특성을 수용하고 서비스마다 서로 다른 QoS (Quality of Service) 요구치를 만족시키기 위해서는 적절한 호 수락 제어 정책이 필요하게 된다. 특히, 코드분할다중접속 (code division multiple access: CDMA) 시스템에서는 새로운 호를 받아들여지게 되면 이미 서비스중인 다른 호에 대한 간섭량이 증가하는 결과를 가져오므로, 모든 사용자의 QoS 요구치를 보장해 주기 위해서는 호 수락을 적절히 제어하여야 한다. 이러한 멀티미디어 CDMA 시스템의 호 수락 제어에 관한 연구로서, 전력제어를 통해 모든 사용자가 요구하는 E_b/N_0 값을 만족시키면서 보다 많은 가입자를 수용할 수 있는 방안이 제시되고 있다^{[1]-[3]}. 또한 각 서비스가 사용하는 무선자원의 양을 정량적인 값, 즉, 주파수대역으로 표현하는 등가대역 (effective bandwidth) 개념을 이용하는 방법도 제안되고 있다^{[4]-[6]}.

본 연구에서는 문헌 [4],[5]에 제시된 등가대역 개념을 이용하여 복수의 트래픽 형태를 수용하기 위한 호 수락 제어 방법을 제안한다. 핸드오프호의 절단률을 낮추기 위하여, 자원의 일부를 핸드오프호를 위하여 예약해 둔다. 또한, 무선자원이 부족하여 수용되지 못한 핸드오프호 요구는 이동국이 핸드오프 영역에 머무르는 시간 동안 핸드오프호 버퍼에서 대기하도록 하고, 호 설정에 실패한 신규호는 미리 규정한 호 설정시간 동안 신규호 버퍼에서 대기하도록 한다. 이와 같이, 신규호에 대하여 버퍼를 고려함으로써, 신규호 요구에 실패한 호가 연속적으로 재시도를 하지 않게 되므로, 그 결과, 연속적인 호 요구 시도로부터 발생되는 간섭량을 다소 줄일 수 있을 것으로 보인다. 버퍼에서 대기중인 신규호의 처리는 FIFO (first-in first-out) 방식을, 핸드오프호의 처리는 MDTF (minimum dwell-time first) 방식을 고려하고, 가용자원이 발생하였을 때는 핸드오프호 버퍼에 대기중인 핸드오프호를 먼저 처리하게 함으로써 신규호보다 핸드오프호가 우선순위를 갖도록 한다.

한편, 무선자원 예약방식으로는 고정채널 예약방식 (fixed guard channel)과 가변채널 예약방식 (fractional guard channel)의 두 가지의 예약방식을 제안한다. 고정채널 예약방식에서는 전체 무선자원 W 중 일정비율 a ($0 \leq a \leq 1$) 만큼을 핸드오프호 전용으로 할당하고, 서비스중인 호와 새로 요구한 신

규호의 등가대역의 합이 $W(1-a)$ 를 초과할 경우, 신규호 요구는 기각된다. 가변채널 예약방식에서는 보다 많은 신규호를 수락하기 위하여, 고정채널 예약방식을 적용하는 경우에 기각된 신규호 요구에 대하여 추가적인 절차를 통해 일부분의 신규호 요구를 수락하게 된다. 이 방법에서는 전체 무선자원 중에서 현재 사용가능한 자원의 양에 비례하는 확률로 기각된 신규호 요구의 구제 가능성을 부여하게 된다.

또한, 각 트래픽 형태에 대해 무선자원을 할당하는 방법으로는 모든 트래픽 형태가 무선자원을 공유하는 방식 (shared resource case)과 각 트래픽 형태별로 무선자원을 분리 할당하여 사용하는 방식 (dedicated resource case)을 고려한다. 트래픽 형태별로 무선자원을 할당하여 사용하는 방식의 경우, 각 트래픽 형태가 요구하는 BER (bit error rate) 또는 E_b/N_0 , 도착률, 그리고 등가대역 등을 고려하여 할당할 자원의 양을 계산하여야 한다.

본 연구에서는 서론에 이어, 제 2 장에서는 BER을 만족시키면서 호당 필요로 하는 자원의 양인 등가대역 개념에 대하여 설명한다. 제 3 장에서는 각 트래픽 형태에 할당할 무선자원을 계산하는 방법을 제시하고, 제 4 장에서 두 가지의 호 수락 제어 모형을 제안한다. 제 5 장에서는 수치예를 통하여 두 가지 종류의 음성 서비스를 대상으로 제안한 호 제어 모형의 성능을 평가하고, 마지막으로 제 6 장에 결론을 기술한다.

II. 등가대역

CDMA 시스템에서 등가대역 개념 [4]-[6]은 여러 종류의 서비스들이 사용하는 무선자원의 양을 정량적인 값, 즉, 주파수대역으로 표현하는 것을 의미한다. 따라서 등가대역 개념을 이용한 호 수락 제어는 모든 서비스 중인 호에 대한 등가대역의 합이 주어진 CDMA 시스템의 무선전송대역을 넘지 않도록 제어하는 것이다. 이 개념을 이용하여 새로운 호 요구가 도착하였을 때, 기존의 서비스 중인 호들의 통화품질에 영향을 미치지 않으면서 호 요구에 대한 통화품질을 만족시킬 수 있도록 호 수락 제어를 하게 된다.

각 트래픽 형태에 대한 등가대역을 산출하기 위해, 시스템이 제공하는 트래픽 형태의 수가 J 이고 무선전송대역이 W 인 시스템을 가정하자. 각 트래픽 형태는 가변전송률을 갖고, 완벽한 전력제어가 이루

어지며 인접 셀로 부터의 간섭은 무시한다. 트래픽 형태 j 의 i 번째 사용자의 전송률을 R_{ji} 라 하고 트래픽 형태 j 의 사용자가 요구하는 E_b/N_0 값을 $(E_b/N_0)_j$ 로 트래픽 형태 j 의 사용자 수를 N_j 라고 하면, 호 수락 영역, 즉, 집합 $\{N_1, N_2, \dots, N_J\}$ 는 다음 식을 만족해야 한다.

$$\sum_{j=0}^J \sum_{i=0}^{N_j} R_{ji} \cdot (E_b/N_0)_j \leq W \quad (1)$$

위 식에서 R_{ji} 는 확률변수이기 때문에 호 수락 여부의 결정은 확률적인 형태로 표시되어야 한다. 즉, 위 식의 좌변이 전송대역 W 를 초과할 확률이 α 이하가 되는 것을 호 수락 조건으로 한다면, 호 수락 여부는 다음식을 근거로 결정할 수 있다.

$$\Pr \left[\sum_{j=0}^J \sum_{i=0}^{N_j} R_{ji} \cdot (E_b/N_0)_j > W \right] \leq \alpha \quad (2)$$

한편, 가우시안 근사법을 사용하여 트래픽 형태 j 의 한 호에 대한 등가대역 x_j 는 식 (1)과 (2)의 제약 조건으로부터 다음과 같이 표현할 수 있다 [4],[5].

$$\sum_{j=0}^J x_j \cdot N_j \leq W \quad (3)$$

여기서

$$x_k = \mu_k \left(1 + \frac{2}{z} (1 - \sqrt{1+z}) \right) \quad (4)$$

$$z = 4\mu_k W \beta^2 \sigma_k^2 \quad (5)$$

한편, β 는 $N(0,1)$ 의 정규분포에서 다음식을 만족하는 값으로 된다.

$$\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{\beta}^{\infty} e^{-t^2/2} dt = \alpha \quad (6)$$

그리고 μ_k 와 σ_k^2 는 다음식으로부터 얻어진다.

$$\mu_k = E[R_{jk} \cdot (E_b/N_0)_k] \quad (7)$$

$$\sigma_k^2 = \text{var}[R_{jk} \cdot (E_b/N_0)_k] \quad (8)$$

III. 무선자원의 할당

각 트래픽 형태별로 할당할 무선자원의 양을 계산할 때에는 요구하는 BER 값, 도착률, 그리고 등

가대역 등을 고려하여야 한다. 또한, 무선자원을 보다 효율적으로 분할하여 사용하기 위해서는 각 트래픽 형태에 순서를 정하여 할당할 자원의 양을 계산할 필요가 있다.

본 연구에서는 각 트래픽 형태가 요구하는 BER (또는 E_b/N_0)을 근거로 트래픽의 등급을 임시로 정의하고, 그 등급 순서대로 각 트래픽 형태에 할당할 자원의 양을 산출한다. 일반적으로, 낮은 BER 을 요구하는 트래픽 형태는 높은 전송률, 즉, 큰 등가대역을 요구한다. 따라서 모든 트래픽 형태에 대해 요구하는 BER 값을 순차적으로 정렬하여 요구하는 BER 값이 작은 트래픽 형태를 높은 등급의 트래픽으로, 요구하는 BER 값이 큰 트래픽 형태를 낮은 등급의 트래픽으로 정의한다. 트래픽 형태의 종류가 J 개이고 $i(i=1,2,\dots,J)$ 의 트래픽 형태가 요구하는 BER 값을 P_i 로 할 때, 트래픽 형태 간에 $P_1 \leq P_2 \leq \dots \leq P_J$ 의 관계가 있다고 하자. 또한, 트래픽 형태 i 의 도착률을 λ_i 로, 한 호의 등가대역을 x_i 로 표시하면, 부가되는 트래픽 양과 각 트래픽 형태에 대한 등가대역을 고려하여 각 트래픽 형태에 할당하여야 할 무선자원의 양

$\{C_1, C_2, \dots, C_n\}$ 은 식 (9)와 같이 순차적으로 계산할 수 있다.

$$\begin{aligned} C_J &= x_J \cdot \left[\frac{\lambda_J x_J}{\sum_i \lambda_i x_i} \cdot \frac{W}{x_J} \right] \\ &= x_J \cdot \left[\frac{\lambda_J W}{\sum_i \lambda_i x_i} \right] \\ C_{J-1} &= x_{J-1} \cdot \left[\frac{\lambda_{J-1} x_{J-1}}{\sum_i \lambda_i x_i} \cdot \frac{W - C_J}{x_{J-1}} \right] \\ &= x_{J-1} \cdot \left[\frac{\lambda_{J-1} (W - C_J)}{\sum_i \lambda_i x_i} \right] \\ &\vdots \\ C_2 &= x_2 \cdot \left[\frac{\lambda_2 x_2}{\sum_i \lambda_i x_i} \cdot \frac{W - \sum_{i=3}^J C_i}{x_2} \right] \\ &= x_2 \cdot \left[\frac{\lambda_2 (W - \sum_{i=3}^J C_i)}{\sum_i \lambda_i x_i} \right] \\ C_1 &= W - (C_J + C_{J-1} + \dots + C_2) \end{aligned} \quad (9)$$

여기서, $\lceil X \rceil$ 는 X 와 같거나 큰 정수값 중에서

가장 작은 값을 의미한다.

위 식에서 할당할 무선자원의 양을 높은 등급, 즉, 등가대역이 큰 트래픽에 대해 먼저 산출하는 이유는 다음과 같다. 만약, 낮은 등급의 트래픽부터 자원을 할당할 경우, 높은 등급의 트래픽에 할당되는 자원의 양은 그 트래픽이 요구하는 등가대역의 정수배가 되지 않는 부분이 발생하게 되고, 이 정수배가 되지 않는 자원은 호 제어에 이용할 수 없게 된다. 그러나 높은 등급의 트래픽부터 자원을 할당하게 되면, 요구하는 등가대역이 상대적으로 작음, 즉, 낮은 등급의 트래픽에 할당된 자원중에서 이용할 수 없는 자원의 양은 줄어들게 된다.

트래픽 형태 i 에 할당된 자원중에서 핸드오프호를 위해 예약해 두어야 할 자원의 양

b_i ($i=1,2,\dots,n$)는 식 (10)과 같이 산출한다.

$$b_i = x_i \cdot \left\lceil \frac{C_i \cdot a}{x_i} \right\rceil \quad (10)$$

여기서, a 는 핸드오프호를 위해 예약해 두어야 할 자원의 비율을 나타낸다. 예를 들면, 전체의 자원중에서 핸드오프호를 위해 예약할 자원의 비율을 30%로 한 경우, $a=0.3$ 이 된다.

IV. 호 수락 제어 정책

본 연구에서 제시하는 호 수락 여부의 결정은 2장에서 설명한 등가대역 개념을 이용한다. 그리고 핸드오프호 요구 실패는 신규호 요구의 실패보다 서비스 신뢰성의 저하에 더 큰 영향을 미치게 되므로, 핸드오프호가 신규호보다 우선적으로 처리되도록 한다. 이를 위해 전체 무선자원의 일부를 핸드오프 전용으로 예약해 둔다.

호 설정에 실패한 신규호는 미리 정한 호 설정시간 동안 신규호 버퍼에서 대기할 수 있다. 이렇게 함으로써, 호 설정에 실패한 신규호가 연속적으로 재시도하는 것을 방지하게 되고, 그 결과, 연속적인 호 요구 시도로 인한 간섭량을 줄일 수 있게 된다. 핸드오프호의 경우는 서비스중인 전체 호와 핸드오프를 요구한 호의 등가대역의 합이 전송대역 W 이하이면, 즉, 식 (3)을 만족하면 수락된다. 수락되지 못한 핸드오프호는 허용되는 dwell-time 동안 핸드오프 버퍼에서 대기하고, 대기중에 가용자원이 생기면, 신규호보다 우선적으로 처리한다. 여기서, dwell-time이란 이동국이 핸드오프 영역에 머무는

시간, 즉, 한 셀 영역에서 완전히 벗어나게 되기까지의 소요시간을 말하며 그 값은 이동국의 속도나 방향 등에 따라 달라지게 된다.

버퍼에 대기중인 신규호에 대한 처리는 FIFO 방식을 적용하고, 핸드오프호에 대해서는 MDTF 방식을 고려한다. MDTF 방식은 dwell-time이 작은 호에 우선권을 부여하는 방식으로서, 음성 서비스만을 제공하는 기존의 셀룰라 시스템에서는 FIFO 방식에 비해 더 좋은 핸드오프호 절단률을 얻을 수 있다 [6],[7]. 신규호 요구 및 핸드오프호 요구의 차(절)단은 버퍼에서의 대기시간이 주어진 호 설정 지연시간 및 dwell-time을 경과되었을 때 발생한다.

핸드오프호의 절단률을 낮추기 위한 자원의 예약 방법으로는 고정채널 예약방식과 가변채널 예약방식의 두 가지를 고려한다. 고정채널 예약방식에서는 전체 무선자원 W 중 일정비율 a ($0 \leq a \leq 1$) 만큼을 핸드오프 전용으로 할당하고, 서비스 중인 호와 새로 요구한 신규호의 등가대역의 합이 $W(1-a)$ 를 초과할 경우 신규호 요구는 기각된다. 그러므로 신규호 요구는 식 (3)과 식 (11)을 동시에 만족할 때 수락된다.

$$\sum_j x_j \cdot N_{mj} \leq W(1-a) \quad (11)$$

여기서, N_{mj} 는 서비스 중인 트래픽 형태 j 의 신규호의 수를 나타낸다. 예를 들어, 트래픽 형태 1의 호가 호 설정을 요구한 신규호라면, 식 (3)과 (11)에서 N_{m1} 은 기존의 서비스 중인 트래픽 형태 1의 신규호의 수에 1을 더한 값이 된다.

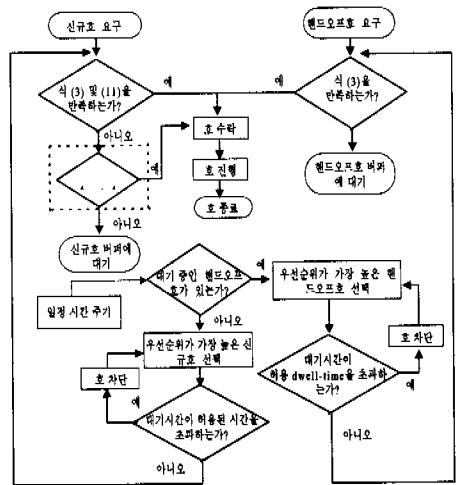


그림 1. 호 수락 제어 알고리즘

고정채널 예약방식을 적용하면 핸드오프호 요구는 적고 신규호가 빈번해지는 경우에는 자원을 효율적으로 사용하지 못함으로써, 신규호의 차단률은 높아지게 된다. 따라서 가변채널 예약방식에서는 신규호의 차단률을 낮추기 위하여 고정채널 예약방식을 적용하였을 때 기각된 신규호에 대하여, 추가적인 제어과정을 수행함으로써 일부의 신규호 요구를 수락하게 된다. 이 방법은 전체 자원량에 대한 현재 사용가능한 자원량의 비에 비례하는 확률로 기각된 신규호에게 구제 가능성을 부여하는 것으로 다음의 절차로써 구현된다.

먼저, 식 (12)와 같이 전체 자원량에 대한 현재 사용가능한 자원량의 비 A_a 를 계산한다. 다음에 [0,1]사이의 무작위 값 A_r 을 발생시키고, A_r 이 A_a 보다 작으면 신규호 요구를 수락하고, 그렇지 않으면, 신규호 요구는 신규호 버퍼에서 대기한다.

$$A_a = \frac{W - \sum_j x_j \cdot N_j}{W} \quad (12)$$

그림 1은 고정채널 예약방식 및 가변채널 예약방식을 기반으로 하는 호 수락 제어 정책의 흐름도를 보여준다. 그림 1에서 점선으로 표시된 부분을 제외하면, 고정채널 예약방식을 적용할 때의 호 수락 제어 알고리즘이 되고, 점선으로 표시된 부분을 추가하면, 가변채널 예약방식을 적용할 때의 호 수락 제어 알고리즘이 된다.

V. 모델링 및 성능평가

5.1 시뮬레이션 모델

제한한 호 수락 제어 정책의 성능을 분석하기 위하여 필요한 기본적인 가정사항 및 입력 파라미터는 다음과 같다. 먼저, 각 서비스는 가변전송률을 가지고, 완전한 전력제어가 이루어진다고 가정한다. 호의 도착과정은 포아송 과정을 따르고, 통화시간은 평균 $1/\mu$ 초의 지수분포를 따른다. 신규호 요구는 호 설정을 위해 T_s 초 동안 신규호 버퍼에서 대기할 수 있고, 핸드오프 호의 dwell-time은 이동국의 속도와 방향 등을 고려하여 기지국에서 계산할 수 있다고 가정한다. 본 수치예에서는 두 가지 종류의 음성 트래픽만을 고려하고 있기 때문에, 호 설정지연시간 및 dwell-time을 트래픽 형태별로 구분하지 않는다. 또한, 핸드오프 호는 성공한 신규호의 30%

로 가정한다.

위의 가정을 기반으로 요구하는 E_b/N_0 와 전송률이 다른 두 가지 트래픽 형태에 대하여 호 차단률, 호 절단률, 그리고 수율을 성능척도로 하는 시뮬레이션을 수행한다. 가변전송률을 갖는 각 트래픽 형태에 대해 ON/OFF 모델을 채택하고 'ON' 상태에서의 전송률은 R 로, 'ON' 상태에 있을 확률은 두 트래픽 형태 모두 0.4로 한다. 핸드오프호의 요구시 dwell-time은 평균 10 초의 지수분포를 갖는 경우를 고려하고, 핸드오프호용으로 예약하는 자원의 비율 α 를 0.1에서 0.5까지 변화시켜 가면서 성능을 평가한다. 또한, 대기중인 핸드오프호의 처리방법으로는 FIFO 방식과 MDTF 방식을 고려할 수 있는데, 문헌 [7]에서 제시된 것과 같이 MDTF 방식이 FIFO 방식보다 더 좋은 성능을 보여주고 있기 때문에, 본 연구에서는 MDTF 방식만을 평가대상으로 한다.

본 수치예에서는 두 종류의 트래픽 형태에 대해 성능을 분석하지만, 3 가지 이상의 트래픽 형태에 대해서도 확장이 가능하다. 또한, 트래픽 형태 1 (standard 음성 서비스)의 신규호와 트래픽 형태 2 (premium 음성 서비스)의 신규호의 발생비율을 1:1에서 6:1까지 변화하면서 트래픽을 발생시킨다. 그러나 트래픽 발생비율에 관계없이 거의 같은 결과를 보여주고 있기 때문에, 본절에서는 트래픽 발생비율이 6:1인 경우의 결과만을 언급한다. 그 외 표 1과 같은 입력 파라미터를 사용한다.

표 1. 시뮬레이션을 위한 입력 파라미터

| | 트래픽 형태 1 | 트래픽 형태 2 |
|------------|--------------|-----------|
| W | 1.25 MHz | |
| R | 9.6 kbps | 19.2 kbps |
| E_b/N_0 | 7 dB | 10 dB |
| $1/\mu$ | 120 초 | |
| T_s | 10초 | |
| dwell-time | 평균 10초의 지수분포 | |

5.2 성능평가

앞절에서 주어진 트래픽 모델에 대하여 식 (4) ~ (8)을 이용하여 등가대역을 구하면, $\alpha=0.01$ 로 했을 때 $\beta=2.33$ 이 되고, 트래픽 형태 1의 등가대역은 27.3 KHz, 트래픽 형태 2의 등가대역은 153.6 KHz가 된다. 여기서, 트래픽 형태 1이 요구하는 등가대역을 기준얼랑 (reference erlang; RE)으로 정의

한다. 그러면, 트래픽 형태 1의 한 호는 1 기준얼랑이 되고, 트래픽 형태 2의 한 호는 153.6/27.3=5.62637 기준얼랑이 된다.

5.2.1 호 차단률 및 절단률

먼저 그림 2와 같은 자원공유방식의 호 제어 모형에 대하여 본 연구에서 제안하고 있는 고정자원 예약방식과 가변자원 예약방식을 적용하였을 때의 신규호 및 핸드오프호의 차단률 및 절단률을 평가한다. 그림 3과 4는 핸드오프용으로 예약되는 자원의 비율 a 에 대한 호 차단률 및 절단률의 변화를 보여준다. 그림에서 new는 신규호를, h/off는 핸드오프호를, 마지막 숫자는 신규호의 발생간격을 나타낸다.

그림 3과 4에서 알 수 있듯이, 가변자원 예약방식의 경우는 핸드오프용으로 할당된 자원의 일부를 신규호가 이용할 수 있기 때문에 a 값에 관계없이 신규호에 대해서 고정자원 예약방식보다 더 낮은 호 차단률을 보이고 있다. 한편, 고정자원 예약방식의 경우는 a 가 증가함에 따라 신규호의 차단률은 급격히 증가하게 되고, 반대로 핸드오프호의 호 절단률은 급격하게 감소하게 되므로 적절한 예약자원의 비율 a 를 결정하기가 대단히 어렵다. 그러나 가변자원 예약방식의 경우는 a 가 증가할 때, 신규호의 차단률은 서서히 증가하고 핸드오프호의 절단률도 고정자원 예약방식보다 완만하게 감소됨을 알 수 있다. 즉, 호 차단률 및 절단률의 관점에서 볼 때, 가변자원 예약방식을 사용하는 경우는 핸드오프호를 위해 예약해 두어야 할 자원의 비율 a 값에 큰 영향을 받지 않음을 알 수 있다.

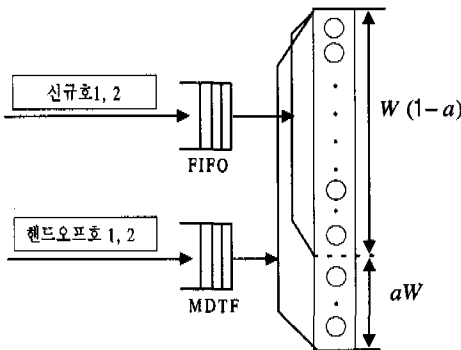


그림 2. 자원공유방식의 호 제어 모형

만일, 현재의 모형에서 통화품질로서 신규호의 차단률을 10^{-2} , 핸드오프 호의 절단률을 10^{-3} 정도

를 만족하는 시스템을 설계하고자 한다면, 트래픽 형태 1에 대해 가변자원 예약방식을 적용할 경우 a 값에 관계없이 신규호 발생간격이 15초 이하인 경우는 요구하는 QoS를 만족하는 시스템을 설계할 수 있다. 한편, 고정자원 예약방식의 경우, a 값이 0.4 이상이 되면 신규호의 차단률이 요구하는 QoS를 만족시키지 못함을 알 수 있다. 트래픽 형태 2에 대해서는 신규호의 도착간격이 90초인 경우, 가변자원 예약방식의 경우는 a 값에 관계없이 QoS를 만족하는 시스템을 설계할 수 있지만, 고정자원 예약방식의 경우는 a 값이 0.1 이상이 되면, 신규호에 대한 QoS를 만족하는 시스템을 설계하기가 불가능하게 된다.

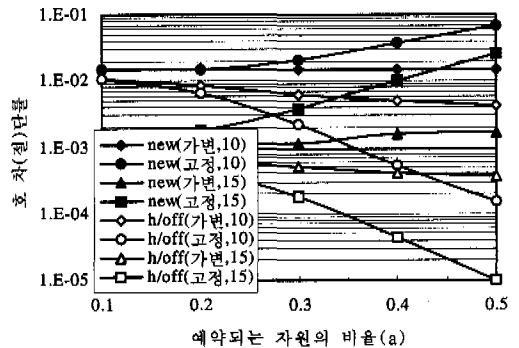


그림 3. a 값에 대한 트래픽 형태 1의 차(절)단률 (자원공유방식)

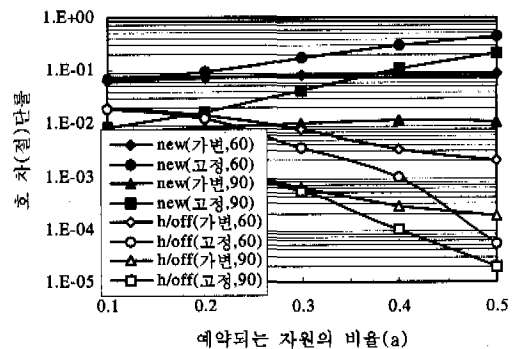


그림 4. a 값에 대한 트래픽 형태 2의 차(절)단률 (자원공유방식)

그림 5와 6은 a 값을 0.3으로 하였을 때, 부가된 트래픽 양에 대한 신규호 및 핸드오프호의 호 차단률 및 절단률을 보여준다. 트래픽 형태 1과 2의 호

차단률 및 절단률을 비교해 보면, 트래픽 형태 1에 비해서 트래픽 형태 2의 경우가 매우 큰 호 차단률 및 절단률을 보이고 있다. 이는 트래픽 형태 2가 트래픽 형태 1과 비교하여 필요로 하는 등가대역이 크지만, 본 연구에서는 두 트래픽 형태에 대해 랜덤 액세스 (random access) 방식에 근거를 둔 호 제어 모형을 고려하였기 때문이다. 따라서, 현재의 호 제어 모형과 같이 트래픽 형태 간에 우선순위를 고려하지 않은 경우에는 보다 많은 무선자원을 요구하는 트래픽 형태 2가 희생될 수 밖에 없음을 보여주고 있다. 즉, 상대적으로 낮은 BER (또는 E_b/N_0) 을 요구하는 트래픽은 높은 BER을 요구하는 트래픽에 비해 큰 차단률 및 절단률을 가지게 되며, 최악의 경우, 요구하는 BER이 높은 트래픽만 수락되고 요구하는 BER이 낮은 트래픽의 호는 연속적으로 차(절)단될 가능성이 존재하게 된다. 이에 대한 해결방법으로는, 무선자원을 트래픽 형태 1용과 트래픽 형태 2용으로 분리하여 사용하는 방법 및 트래픽 형태 간에 우선순위를 부여하는 방법 등을 고려할 수 있다.

트래픽 형태 간의 호 차단률 및 절단률의 차를 줄이기 위하여 그림 7과 같이 트래픽 형태별로 무선자원을 따로 할당하여 사용하는 경우의 신규호의 차단률 및 핸드오프호의 절단률을 분석한다. 각 트래픽 형태별로 할당하여야 할 자원의 양은 3장에서 제시한 것과 같이 각 트래픽 형태의 BER 및 호 발생 비율, 그리고 등가대역 등을 고려하여 산출한다.

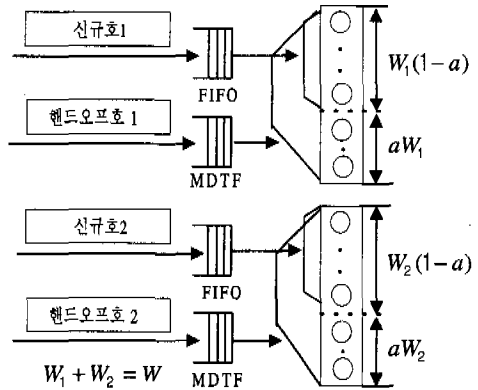


그림 7. 자원분리방식의 호 제어 모형

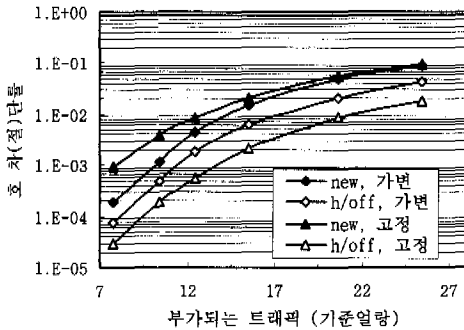


그림 5. 트래픽 형태 1의 차(절)단률 (자원공유방식)

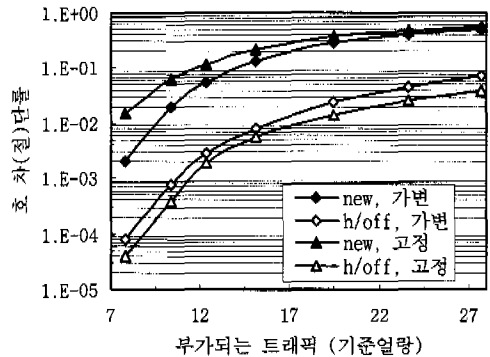


그림 8. 트래픽 형태 1의 차(절)단률 (자원분리방식)

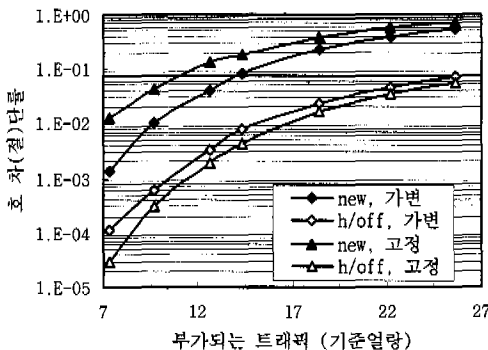


그림 6. 트래픽 형태 2의 차(절)단률 (자원공유방식)

그림 8과 9는 a 값을 0.3으로 하였을 때의 부가된 트래픽 양에 대한 신규호 및 핸드오프호의 호 차단률 및 절단률을 보여준다. 전체의 자원을 트래픽 형태별로 분리하여 사용함으로써, 자원을 비효율적으로 이용할 가능성이 존재한다. 그러므로 신규호의 호 차단률이 자원공유방식의 경우보다 전반적으로 높게 나타난다. 핸드오프 호의 경우는 성공한 신규호의 30%를 핸드오프호 요구로 가정하고 있기 때문에 호 절단률에는 큰 변화가 없다. 무선자원을 트래픽 형태별로 분리할당하여 사용함으로써, 공

유지방식은 달리 트래픽 형태 1과 트래픽 형태 2의 호 차단률 및 절단률의 차가 그리 크지는 않지만, 부가되는 트래픽 양이 증가하게 되면 자원공유 방식의 경우보다 큰 호 차단률 및 절단률을 보이고 있다. 그러므로 랜덤 액세스 방식에 근거를 둔 호 제어 모형에서는 각 트래픽 별로 무선자원을 할당하여 사용하는 경우에도 호 차단률 및 절단률에 대한 요구사항을 만족시키지 못함을 알 수 있다.

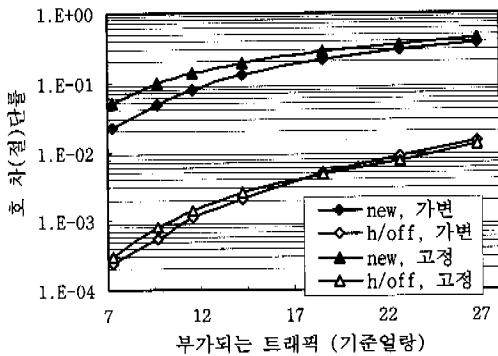


그림 9. 트래픽 형태 2의 차(질)단률 (자원분리방식)

5.2.2. 수율 (throughput)

그림 10은 제안한 두 가지의 호 제어 정책에 대해 고정자원 예약방식과 가변자원 예약방식을 사용하였을 때의 부가된 트래픽 (offered traffic)에 대한 처리된 트래픽 (carried traffic)의 비율 (이하 수율이라고 부른다)을 보여주고 있다.

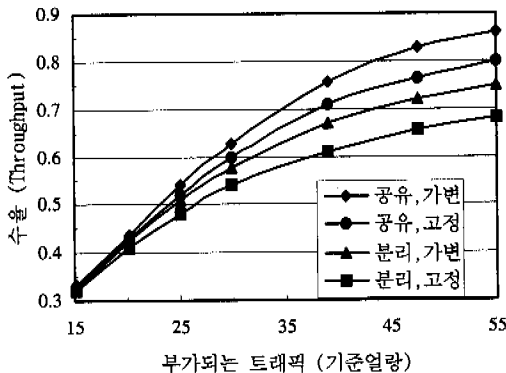


그림 10. 부하에 대한 수율

트래픽이 증가함에 따라 가변자원 예약방식의 경

우가 고정자원 예약방식보다 수율이 높고, 또한 모든 트래픽 형태가 무선자원을 공유하는 방식이 트래픽 형태별로 무선자원을 할당하여 사용하는 방식보다 수율이 높음을 알 수 있다. 본 예에서는 전송 대역을 1.25 MHz로 가정하였기 때문에 약 45 기준 얼량이 수용되면 수율은 1이 된다.

그러나 본 연구에서 제안한 자원할당 방식이 최적해를 제공한다고는 할 수 없으므로, 보다 최적해에 근사한 자원할당 방법을 사용하면, 자원공유방식과의 수율의 차이는 어느정도 감소할 것으로 예상된다.

VI. 결론

본 연구에서는 코드분할다중접속 (code division multiple access: CDMA) 시스템에서 복수의 트래픽 종류를 수용하기 위한 호 수락 제어 모델을 제시하고, 시뮬레이션을 통해 분석하였다. 핸드오프호의 절단률을 낮추기 위해 무선자원의 일부를 핸드오프용으로 예약하고, 핸드오프호를 신규호보다 먼저 처리하게 함으로써 핸드오프호에 우선순위를 부여하였다. 예약된 자원은 핸드오프 호 요구만이 이용하는 경우와 신규호가 예약된 자원의 일부분을 이용하는 경우의 두 가지 방식을 제안하였고, 무선자원을 이용하는 방법으로는 모든 트래픽 형태가 전체의 자원을 공유하여 사용하는 방식과 각 트래픽 형태별로 할당된 자원을 사용하는 경우를 고려하였다. 수치예를 통하여, 두 가지의 호 제어 기법 중에서 자원공유방식이 자원분리방식보다 높은 수율을 제공하고, 가변자원 예약방식이 고정자원 예약방식보다 수율이 높음을 보였다.

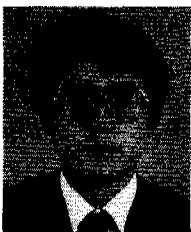
그러나 본 연구에서는, 트래픽 형태 간에는 처리 방식에 우선순위를 고려하지 않은 랜덤 액세스 방식에 근거를 두고 있기 때문에 상대적으로 등가대역이 큰 트래픽 형태의 호 차단률이 높게 나타났다. 그러므로, 호 요구시 트래픽의 특성과 각 트래픽이 요구하는 QoS에 따라 액세스를 제어하는 (controlled access) 방식에서의 호 수락 제어 모형이 필요하게 된다. 또한, 본 연구에서는 두 가지 형태의 음성 서비스를 평가 대상으로 하였는데, 지연시간에 대한 요구사항이 서로 다른 트래픽 형태에 대한 제안된 호 제어 방법의 성능평가는 추후 계속 연구되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] L. C. Yun and D. G. Messerschmit, "Power control for variable QoS on a CDMA Channel," *Proc. MILCOM '94*, pp. 178-182, 1994.
- [2] A. Sampath, P. S. Kumar, and J. M. Holtzman, "Power control and resource management for a multimedia CDMA wireless system," *Proc. PIMRC '95*, pp. 21-25, 1995.
- [3] J. Wu and R. Kohno, "A wireless multimedia CDMA system based on transmission power control," *IEEE J. Select. Areas in Commun.*, vol. 14, no. 4, pp.683-691, May 1996.
- [4] J. Evans and D. Everitt, "Call admission control in multiple service DS-CDMA cellular networks," *Proc. VTC '96*, vol. 3, pp. 227-231, 1996.
- [5] 이강원, PCS 트래픽 모델링 특성 연구, 최종연구 보고서, 서울산업대학교 산업정보시스템연구소, 1997.
- [6] 박영옥, 류병한, 안지환, "멀티미디어 CDMA 시스템의 호 수락 제어," 전자공학회 추계종합학술대회 논문집, 제20권, pp.67-70, Nov. 1997.
- [7] H. S. Jang, et al., "Performance analysis of minimum-dwell-time-first handover scheme in mobile cellular communications," *Proc. 15th International Teletraffic Congress*, pp.1139-1148, June 1997.

류 병 한(Byung-Han Ryu)

정회원



1961년 2월 5일생
 1985년 2월 : 한양대학교 산업공학과 졸업(공학사)
 1988년 2월 : 서울대학교 대학원 산업공학과 졸업 (공학석사)
 1997년 3월 : 오사카대학 대학원 기초공학연구과 정보 공학과 졸업 (공학박사)

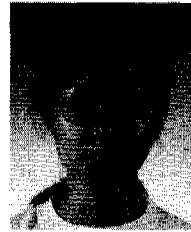
1985년 1월~1986년 1월~(주) 퍼시픽 콘트롤즈
 1988년 3월~현재 : 한국전자통신연구원 무선. 방송 기술연구소 이동통신 기지국연구부 선

임연구원

<주관심 분야> ATM, 통신망, 이동무선통신, 트래픽 제어, 시스템 성능평가

박 영 옥(Young-Ok Park)

정회원



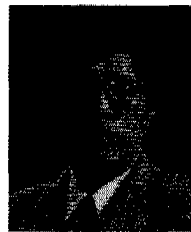
1968년 1월 16일생
 1990년 2월 : 한양대학교 전자통신공학과 졸업(공학사)
 1992년 2월 : 한양대학교 대학원 전자통신공학과 졸업 (공학석사)

1992년 2월~현재 : 한국전자통신연구원 무선.방송 기술연구소 이동통신기지국연구부 선임연구원

<주관심 분야> 이동무선통신, 트래픽 제어, 제어국 S/W 개발

김 경 수(Kyung-Soo Kim)

정회원

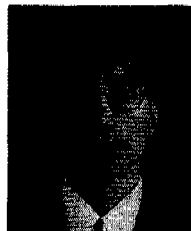


1957년 1월 29일생
 1980년 2월 : 충남대학교 전자공학과 졸업(공학사)
 1983년 1월~현재 : 한국전자통신연구원 무선. 방송 기술연구소 이동통신기지국연구부 선임연구원

<주관심 분야> 이동무선통신, 트래픽 제어, 제어국 S/W개발

백 장 현(Jang-Hyun Baek)

정회원



1963년 8월 11일생
 1986년 2월 : 서울대학교 산업공학과 졸업(공학사)
 1988년 2월 : 서울대학교 대학원 산업공학과 졸업 (공학석사)

1997년 2월 : 서울대학교 대학원 산업공학과 졸업 (공학석사)

1989년 6월~1998년 2월 : 한국전자통신연구원 선임연구원

1998년 3월~현재 : 전북대학교 산업공학과 전임강사

1998년 6월~현재 : 한국전자통신연구원 초빙연구원

<주관심 분야> 통신망 설계, 이동무선통신, 트래픽 제어, 시스템 성능평가