

# 부하가 균일하지 않은 다중 셀 환경에서의 호 제어 방법

정회원 성흥석\*, 임승철\*\*, 이동명\*, 박동선\*\*\*

## The Call Control Scheme for Non-uniform Traffic Distribution in Multiple Cell Model

Hong-Suk Sung\*, Sung-Chol Leem\*\*, Dong-Myng Lee\*, Dong-Sun Park\*\*\* *Regular Members*

### 요약

본 논문에서는 부하가 균일하지 않은 다중 셀 CDMA 시스템에서 복수의 서비스 종류를 고려한 효율적인 호 수락 제어 기법을 제안한다. CDMA 시스템에서는 각 셀에서 동시에 통화할 수 있는 이동 가입자들의 수는 각 기지국이 수신하는 총 간섭량에 따라 제약을 받고, 또한 서비스 받는 이동 가입자의 수는 각 기지국마다 균일하지 않게 분포될 수 있다. 본 연구에서는 동가대역 개념을 이용한 호 수락 제어 방법을 사용하며, 신규 호의 차단률 및 핸드오프 호의 절단률을 감소시키기 위해 차단률(blocking rate)과 절단률(dropping rate)에 따라 각 셀의 대역폭을 가변시켜 신규 호와 핸드오프 호를 처리한다. 모의 실험을 통하여 다중 셀 환경에서 제안하는 호 제어 방법을 적용함으로써 이동 가입자의 수용 용량을 증가시킬 수 있음을 본다.

### ABSTRACT

In this paper, we propose the call control scheme which can improve the capacity of the whole system for the non-uniform traffic load distribution and the multiple types of services in multiple cell CDMA environments. In CDMA system, the number of mobile stations which can be served simultaneously in a base station is limited by the amount of total interference received. Further, the average number of mobile stations in each cell may not be uniformly distributed. Considering the facts, the call admission control method using the effective bandwidth concept is employed in this paper. The bandwidth for a new call is allocated by considering the number of mobile station being served and dynamically assigned by taking account of the blocking rate of new calls and the dropping rate of handoff calls. The call control procedure is experimented through a simulation study by dynamically assigning the bandwidth to new and handoff calls. The results show our proposed call control scheme can accommodate more mobile stations than the one of method.

### I. 서론

각 셀에 이동 가입자가 균일하지 않게 분포된 무선 환경하에서는 이동 가입자의 신규 호 수락 및 핸드오프 호 처리는 아주 중요하다. 호 수락과 핸드오프 기술은 기존의 이동통신 시스템에서부터 사용

되어 왔지만<sup>[1]</sup>, multi-rate 서비스를 위해서는 전송률에 따른 새로운 호의 차단률 및 핸드오프 호의 절단률 분석과 채널 관리 방법, 이동 가입자의 부하 분포 등을 고려한 호 수락에 대한 연구가 필요하게 된다.

핸드오프는 이동통신 시스템에서 호가 설정된 후

\* 한국전자통신연구원(Sunghs@etri.re.kr)

\*\* 우송공업대학 전자정보계열

\*\*\* 전북대학교 정보통신공학과

논문번호 : 98303-0720, 접수일자 : 1998년 7월 20일

이동 가입자와 기지국 망 사이의 무선 채널의 통화 품질을 계속 유지시켜주기 위해 품질이 떨어진 무선 채널을 인접기지국의 양호한 무선 채널로 절체하는 것으로서 셀의 크기에 따라 발생율이 달라진다. 임의의 셀에서 새로운 호 및 핸드오프 호가 발생하였을 때, 가능한 무선 채널이 존재하게 되면 셀에 할당된 무선 채널 중 하나를 이동 가입자에게 할당한다. 그러나 셀에 할당된 모든 무선 채널이 사용 중일 때는 핸드오프 호는 절단된다. 핸드오프 호의 절단은 통화 중인 호가 절단되는 것이므로 이동 가입자가 느끼는 불편함은 신규 호의 기각보다 더 크게 느껴진다. 그러므로 가능한 한 핸드오프 호의 절단률을 낮추는 것이 바람직하다.

다중 셀에서의 핸드오프 제어 방식은 디지털 이동통신에서 사용된 핸드오프 결정 요소인 hysteresis margin, 임계치 레벨 등을 복합적으로 적용하면서 제어하고 있다<sup>[2]</sup>. 예를 들면, 전력 세기의 임계치를 이용하는 방법<sup>[3]</sup>, Line of Sight(LOS)와 Non-Line of Sight(NLOS)의 경우를 구분하여 시작하는 방법<sup>[4-6]</sup>, 우선권 및 FIFO(first-in/first-out) 큐잉 기법<sup>[7]</sup>, 측정치를 기본으로 우선권을 부여하는 방법(MBPS: measurement-based priorities scheme)<sup>[8]</sup> 등 여러 가지 제어 방법이 제안되고 있다.

CDMA 시스템의 각 셀에서 동시에 통화할 수 있는 이동 가입자들의 수는 각 기지국이 수신하는 총 간섭량에 따라 제약을 받게 된다. 그러므로 다중 셀 환경에서 통화중인 이동 가입자의 서비스 품질을 유지하기 위해서 각 기지국에서는 새로운 이동 가입자의 호 요구에 대하여 수락/기각을 적절히 제어하여야 한다. 호 수락제어 방법으로는 과부하 상태 확률과 과부하 지속 시간을 근거로 한 제어 방법<sup>[9]</sup>, 등가대역에 근거한 제어 방법<sup>[1]</sup>, 서비스 품질(QoS: Quality of Service) 요구 조건을 기초로 한 제어 방법<sup>[10]</sup> 등이 연구되어 왔다.

본 논문에서는 CDMA 시스템에서 등가대역 개념을 이용하여 신규 호와 핸드오프 호에 대한 호 수락 여부를 결정하는 방법을 제안한다. 먼저 이동 가입자의 부하 분포가 균일하지 않은 다중 셀 환경에서 여러 종류의 서비스를 고려하고, 각 기지국에서 이동 가입자의 신규 호의 차단률과 핸드오프 호의 절단률에 따라 각 기지국에 가변적으로 대역폭을 할당한다. 그리고 핸드오프 호의 요구에 대해 호가 수락되지 않으면 일정 시간 동안 버퍼에 대기시킨다. 이때 버퍼 대기 시간은 이동 가입자의 속도를 고려한다. 모의 실험을 통하여 대역폭을 효율적으로

가변시킴으로써 전체 시스템 용량을 개선시킬 수 있음을 보여준다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II 장에서 호 수락 제어 방법 및 제안된 호 수락 알고리즘과 핸드오프 제어 방식에 대해서 서술한다. III장에서는 모의 실험에 사용한 트래픽 모델과 사용된 파라미터를 살펴보고, IV 장에서 결론을 기술한다.

## II. 등가 대역을 사용한 호 수락 제어 방법

본 연구에서는 QoS를 만족시키면서 셀 내의 수용 가능한 다양한 서비스 형태(음성, 데이터, 비디오 등)의 이동 가입자의 수를 신축하기 위해 등가대역(effective bandwidth) 개념<sup>[1]</sup>에 근거한 호 수락 제어 절차를 사용한다. 먼저, 호가 도착하였을 때 기존의 진행중인 호들의 QoS에 영향을 미치지 않고 새롭게 도착한 호 요구에 대한 QoS를 만족시킬 수 있는 채널을 할당할 수 있는가를 결정하기 위한 호 수락 영역을 설정한다.

m번째 셀의 서비스 형태 j의 사용자 i가 요구하는 QoS를 보장받기 위한 전력  $P_{mji}$ 는 (1)을 만족시켜야 한다.

$$\frac{P_{mji}}{I} \geq \frac{(E_b/N_0)_{mji} \cdot R}{W} \quad (1)$$

여기서, R은 기준 전송율이며 W는 대역폭이다. 위식에서 셀 m의 총 간섭 I는 (2)와 같이 구해진다.

$$I = \sum_{j=1}^{N_{mj}} \sum_{i=1}^{N_{mji}} a_{mji} \cdot P_{mji} + \sum_{p=1, p \neq m}^M \sum_{j=1}^{N_{pj}} \sum_{i=1}^{N_{pji}} a_{pji} \cdot P_{pji} \cdot X_{pji}^{(m)} \quad (2)$$

여기서,  $a_{mji}$ 는 셀 m에 있는 서비스 형태 j의 사용자 i가 요구하는 채널 수이며,  $N_{mj}$ 는 기지국 m에서 서비스 형태 j의 호수이며,  $X_{pji}^{(m)}$ 은 셀 p에 있는 서비스 형태 j의 사용자 i에 의해 셀 m에서 받는 간섭량으로 둘 다 확률 변수이다. 전력  $P_{mji}$ 는 전송률(R)과 잡음당 비트 에너지( $E_b/N_0$ )에 비례한다고 가정하면  $P_{mji} = K \cdot (E_b/N_0)_{mji} \cdot R$ 가 되고, 이를 (1)과 (2)에 이용하면 (3)과 같은 식을 얻을 수 있다.

$$\sum_{j=1}^{N_{mj}} \sum_{i=1}^{N_{mji}} a_{mji} \cdot R \cdot (E_b/N_0)_{mji} + \sum_{p=1, p \neq m}^M \sum_{j=1}^{N_{pj}} \sum_{i=1}^{N_{pji}} a_{pji} \cdot R \cdot (E_b/N_0)_{pji} \cdot X_{pji}^{(m)} \leq W \quad (3)$$

$m = 1, 2, \dots, M$

(3)에서  $a_{mji}$ 와  $X_{jii}^{(m)}$ 가 확률 변수이므로 (3)의 좌변이  $W$ 를 초과할 확률이  $\alpha$ 이하가 되는 것을 호 수락 조건으로 한다면 호 수락 여부는 다음 식을 근거로 결정할 수 있다.

$$\Pr \left[ \sum_{j=1}^M \sum_{i=1}^N a_{mji} \cdot R \cdot (E_b/N_0)_{mji} + \sum_{p=1, p \neq m}^M \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^N a_{pji} \cdot R \cdot (E_b/N_0)_{pji} \cdot X_{jii}^{(m)} > W \right] \leq \alpha \quad (4)$$

또한 가우스 근사화 방법을 이용하면 셀  $p$ 에 있는 서비스 형태  $j$ 의 셀  $m$ 에서의 등가 대역폭  $\kappa_{pj}^m$ 을 구할 수 있으며 (3)과 (4)로부터 셀  $m$ 에서의 호 수락 영역은 다음과 같다.

$$\sum_{j=1}^N \kappa_{mj}^m \cdot N_{mj} + \sum_{p=1, p \neq m}^M \sum_{j=1}^N \kappa_{pj}^m \cdot N_{pj} \leq W \quad (5)$$

여기서

$$\kappa_{mj}^m = \mu_{mj} / \left( 1 + \frac{2}{z} (1 - \sqrt{1+z}) \right), \quad z = 4\mu_{mj}W / \beta^2 \sigma_{mj}^2 \quad (5-1)$$

그리고  $\beta$ 는 정규분포에서 다음식을 만족하는 값으로 한다.

$$\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{\beta}^{\infty} e^{-t^2/2} dt = \alpha \quad (5-2)$$

또한  $\mu_{mj}, \sigma_{mj}^2$ 는 다음식으로 구해진다.

$$\mu_{mj} = E[\alpha \cdot R \cdot (E_b/N_0)_{mji}], \quad \sigma_{mj}^2 = V[\alpha \cdot R \cdot (E_b/N_0)_{mji}] \quad (5-3)$$

### III. 호 수락 제어 및 핸드오프 제어 방식

#### 3.1 핸드오프 제어 방식

현재 이동 가입자가 속해있는 기지국 A에서 인접 기지국 B로 움직일 때 그림 1과 같이 기지국 B의 후보집합 (candidate set)의 파일럿 신호 세기가  $T\_ADD$ 보다 커진 후 다시  $T\_COMP \times 0.5dB$ 만큼(신호세기 P1) 더 커지면 이동 가입자에 기지국 B의 채널을 할당한다. 이동 가입자가 기지국 B에 가까워짐에 따라 기지국 A의 파일럿 신호 세기가  $T\_DROP$  이하로 떨어지면 기지국 A의 통화 중인 채널을 해제시킨다. 이동 가입자의 핸드오프 영역은 주로  $T\_ADD$ 와  $T\_DROP$  값에 의해 결정된다<sup>[2]</sup>.

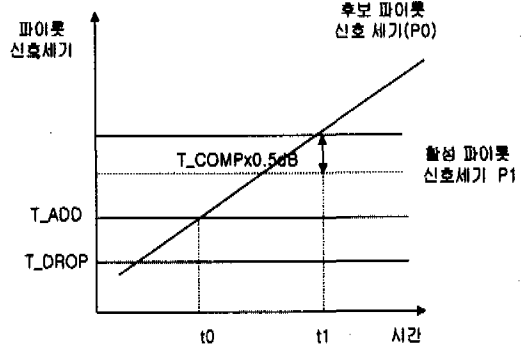


그림 1. 이동 가입자가 기지국A에서 기지국 B로 이동할 때의 신호 세기  
Fig. 1 The pilot strength of mobile moving station from cell site A to cell site B

본 논문에서의 핸드오프 방식은 IS-95에서 제안된 파라미터인 이동 가입자의 호 진행 시 핸드오프를 개시할 때 사용되는 임계값인  $T\_ADD$ , 핸드오프 상태로 넘어가는 임계값인  $T\_COMP$ , 핸드오프 상태를 종료하는 임계값인  $T\_DROP$ 를 사용하고, 또한 호 수락 시 사용되는 각 셀에 할당되는 대역폭을 가변시킨다.

#### 3.2 호 수락 제어 알고리즘

본 논문에서는 신규 호의 차단률과 핸드오프 호의 절단률을 감소시키기 위해 차단률과 절단률이 큰 셀에는 큰 대역폭을 적용하여 신규 호와 핸드오프 호의 수락 영역을 결정한다. 즉 호 요구를 받은 셀을 중심으로 두 번째 계층(tier)까지의 셀들 중 차단률과 절단률이 가장 큰 셀에는 전체 대역폭 ( $W$ : 예, 1.25MHz)을 적용하고 그 외의 셀에 대해서는 차단률과 절단률에 비례하여 대역폭을 적용한다. 먼저 신규 호 요구가 있을 때, 두 번째 계층까지의 셀들 중 가장 큰 차단률을  $P_n^{max}$ 라 하고 신규 호 요구를 받은 셀의 차단률을  $P_n$ 이라 하자. 그러면 신규 호 요구를 받은 셀의 대역폭 ( $W_n$ )은 (6)과 같이 주어진다.

$$W_n = \frac{P_n}{P_n^{max}} \times W \quad (6)$$

따라서 신규 호의 수락 영역은 (5)로부터 (7)과 같이 된다.

$$\sum_{j=1}^N \kappa_{mj}^m \cdot N_{mj} + \sum_{p=1, p \neq m}^M \sum_{j=1}^N \kappa_{pj}^m \cdot N_{pj} \leq W_n \quad (7)$$

마찬가지로 핸드오프 호의 요구가 있을 경우, 두 번째 계층까지의 셀들 중 가장 큰 절단물을  $p_h^{max}$  라 하고 핸드오프 호 요구를 받은 셀의 절단물을  $P_h$  이라 하자. 그러면 핸드오프 호 요구를 받은 셀의 대역폭 ( $W_h$ )은 (8)과 같이 주어진다.

$$W_h = \frac{P_h}{P_h^{max}} \times W \quad (8)$$

따라서 핸드오프 호의 수락 영역은 (5)로부터 (9)과 같이 된다.

$$\sum_{j=1}^n \kappa_{mj}^m \cdot N_{mj} + \sum_{p=1, p \neq m}^n \sum_{j=1}^n \kappa_{pj}^m \cdot N_{pj} \leq W_h \quad (9)$$

또한 핸드오프 호에 대해서는 이동 가입자의 속도, 이동 방향, 전력 세기 등을 고려하였고 가능한 대역폭이 없을 때는 핸드오프 버퍼에 대기시킨다.

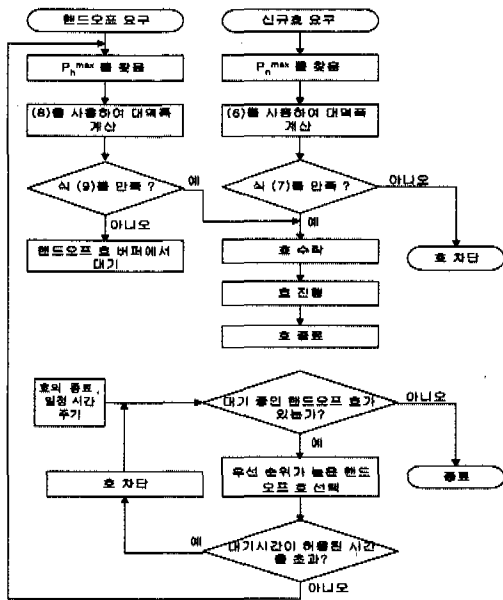


그림 2. 호 수락 알고리즘  
Fig. 2 The call admission algorithm

그림 2는 본 논문에서 제안한 호 제어 알고리즘의 흐름도를 보여준다. 즉 각 기지국에서 신규 호에 대한 요구가 있으면 식(7)에 따른 호 수락 제어 영역을 만족하는지 확인한다. 호 수락 제어 영역을 만족하면 요구한 신규 호를 수락한다. 핸드오프 호에 대해서는 식(9)에 따른 핸드오프 호 수락 제어 영역을 만족하는지 확인한 후, 만족하면 호를 진행

시키고 만족하지 않으면 핸드오프 호 버퍼에 대기시킨다. 핸드오프 호의 버퍼에서의 대기 시간은 이동 가입자의 속도에 비례하여 부여한다. 즉 속도가 큰 이동 가입자일수록 버퍼 대기 시간은 짧게 준다. 버퍼에 대기 중인 핸드오프 호는 주어진 대기시간의 임계치를 초과하게 되면 절단된다. 그러나 대역폭에 여유가 생기면 먼저 버퍼에 대기 중인 호가 있는지 검사하여 있으면 현재까지의 대기시간이 가장 짧은 호부터 수락하여 호를 진행시킨다.

#### IV. 트래픽 모델

본 논문에서 모의 실험을 위해 사용한 트래픽 모델은 다음과 같다. 셀 형태는 그림 3과 같이 육각형 모양의 셀 구조를 가지며 중심 셀에서 1, 2 계층 셀로 구성한다. 셀의 반경 r은 1Km로 가정한다.

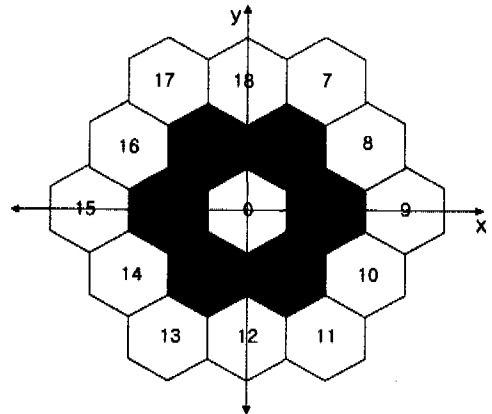


그림 3. 셀 배치도  
Fig. 3 The cell layout

호의 도착 시간 간격과 통화 시간은 지수 분포를 따르고, 이동 가입자의 속도는 [0, 50] (km/h) 사이에서 일정(uniform) 분포를 가지며, 이동 가입자의 이동 방향은 [0, 360] 사이에서 일정분포를 갖는다. 트래픽 발생은 중심 셀에서 가장 많이 발생시키고 중심 셀에서 멀어질수록 적게 발생시킨다. 시스템에 부가되는 평균 트래픽의 발생 간격은 표 1과 같이 가정한다. 또한 대역폭은  $W=1.25\text{Mbps}$ 이고 서비스 형태는 2가지를 적용한다. 서비스형태 1은 전송속도가 9.6Kbps인 서비스이고 서비스형태 2는 전송속도가 19.2Kbps인 서비스 형태로,  $(E_b/N_0)_1=7\text{dB}$ ,  $(E_b/N_0)_2=10\text{dB}$ 로 가정한다. 서비스 형태 1과 서비스 형태 2의 호 발생 비율은 4대 1로 하였다.

표 1. 호의 도착 시간 간격  
Table 1. The inter-arrival time of a call

부가되는 평균 트래픽	중심 셀	첫 번째 계층	두 번째 계층
63.16	1	2	3
33.42	3	4	5
23.01	5	6	7
17.58	7	8	9
14.23	9	10	11

(4)의 좌변이 대역폭(W)을 초과할 확률을  $\alpha=0.01$ 로, 음성 활동 계수(voice activity factor)는 0.4로 하였다. 전력의 경로손실 지수는 4로 하였으며 섀도우 페이딩(shadow fading)의 표준 편차는 10dB로 하였다. 위의 수치를 적용하여 계산한 등가 대역은 표 2와 같다. 여기서, 계층 열의 중심은 중심 셀을 의미하며 1, 2는 각각 첫번째 계층, 두번째 계층을 의미한다. 그리고 평균 대역폭은 다음과 같이 구하여 진다.

$$E[a_{pfi} \cdot R \cdot (E_b / N_0)_{pfi} \cdot X_{pfi}^{(m)}] = E[a_{pfi}] \cdot R \cdot (E_b / N_0)_{pfi} \cdot E[X_{pfi}^{(m)}]$$

여기에서 은 M. A. Landolsi의 결과를 이용하였다[11].

표 2. 등가대역  
Table 2. Effective bandwidth

계층	서비스 형태	등가 대역폭	평균 대역폭
중심	1	27.29659	19.2
	2	153.6335	76.8
1	1	1.635356	1.223
	2	8.695591	4.89216
2	1	0.606039	0.46272
	2	3.159918	1.85088

따라서 제안한 신규호의 수락 영역과 핸드오프 호에 대한 수락 영역은 식 (7), (9)로부터 식 (10)과 (11)과 같이 얻어진다.

$$27.3N_{11} + 153.6N_{12} + \sum_{i=1}^7 (1.6N_{i1} + 8.7N_{i2}) + \sum_{i=8}^{11} (0.6N_{i1} + 3.2N_{i2}) \leq W_s \quad (10)$$

$$27.3N_{11} + 153.6N_{12} + \sum_{i=1}^7 (1.6N_{i1} + 8.7N_{i2}) + \sum_{i=8}^{11} (0.6N_{i1} + 3.2N_{i2}) \leq W_s \quad (11)$$

### V. 결과 분석

그림 4는 신규 호에 대해 호 수락 영역을 결정하는 부등식 (10)와 (11)에서 각 셀에 할당된 대역폭을 고정시킨 경우와 신규호의 차단률을 적용하여 대역폭을 가변시킨 경우에 대해, 중심 셀에서의 신규호에 대한 차단률을 보이고 있다. 본 논문에서 중심 셀은 이동 가입자의 요구가 가장 빈번한 셀이다. 그림에서 알 수 있듯이 호 수락시 대역폭을 가변시켜 사용하는 경우가 대역폭을 고정시킨 경우 보다 차단률이 낮아짐을 알 수 있다. 예를들어 그림 4에서 차단률이 0.2일때 서비스 형태 1의 경우 고정 대역폭을 이용할 때는 트래픽 양이 40 얼링이고 가변 대역폭을 이용할 때는 50 얼링임을 알 수 있다. 따라서 가변 대역폭을 사용하는 경우에 이동 가입자의 호 수락 요구를 더 많이 수용할 수 있음을 알 수 있다. 또한 시스템에 부하가 클수록 두 가지 경우에 대한 차단률의 간격이 넓어짐을 볼 수 있다.

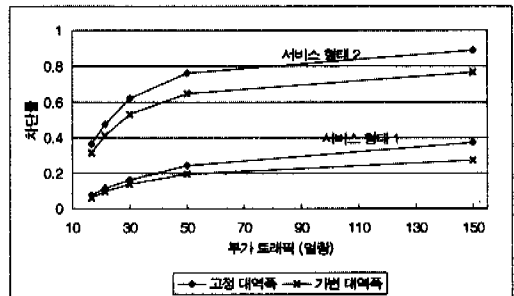


그림 4. 중심 셀에서 신규호의 차단률  
Fig. 4 The blocking probability of new calls at the center cell

그림 5는 중심 셀에서 핸드오프 호에 대한 절단

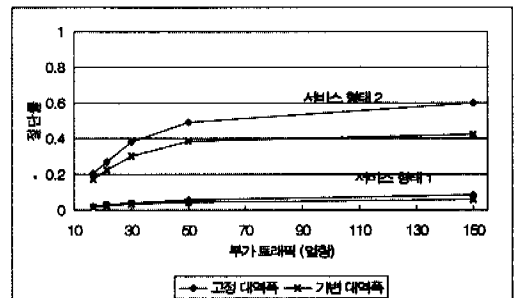


그림 5. 중심 셀에서 핸드오프 호의 절단률  
Fig. 5 The dropping probability of handoff calls at the center cell

를 나타내고 있다. 마찬가지로 절단률에 따라 대역폭을 가변시킨 경우가 대역폭을 고정시키는 경우보다 더 많은 핸드오프 호를 수용할 수 있음을 알 수 있다.

그림 6과 그림 7은 전체 시스템에 대하여 신규호의 평균 차단률과 핸드오프 호의 절단률을 보여 주고 있다. 가변 대역폭을 사용한 경우의 신규호의 절단률은 고정 대역폭을 사용한 경우와 비교하여 서비스 형태 1에서는 거의 차이가 없다. 그러나 핸드오프 호에 대한 절단률은 부하가 커짐에 따라 고정 대역폭을 사용한 경우 보다 낮아짐을 알 수 있다. 그러나 서비스 형태 2에서는 신규호의 차단률은 약간 개선된 반면 핸드오프 호의 절단률은 상당히 개선되었음을 알 수 있다.

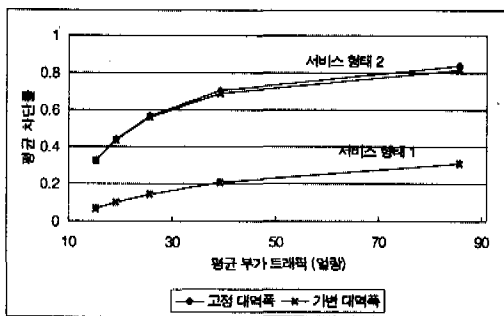


그림 6. 전체 시스템에서 신규 호의 평균 차단률  
Fig. 6 The average blocking probability of new calls at the whole system

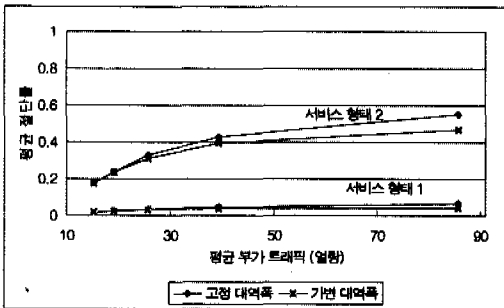


그림 7. 전체 시스템에서 핸드오프 호의 평균 절단률  
Fig. 7 The average dropping probability of handoff calls at the whole system

앞의 결과로부터 호 수락 영역을 결정할 때 주어진 대역폭을 일률적으로 사용하는 것 보다 절단률이나 차단률에 따라 대역폭을 가변시킴으로써 이동 가입자의 수용 용량을 증가시킬 수 있음을 알 수 있다.

## VI. 결론

본 논문에서는 부하가 균일하지 않은 다중 셀 환경하에서 다양한 형태의 서비스를 수용하기 위한 호 제어 방법을 고찰하였다. 신규호와 핸드오프 호에 대한 호 수락 제어는 등가대역에 근간을 둔 제어 방법을 이용하였다. 또한 각 셀에서의 대역폭은 각 기지국에서 이동 가입자의 신규 호의 차단률과 핸드오프 호의 절단률에 따라 가변시켜 적용하였다. 그 결과 대역폭을 가변시킴으로써 대역폭을 일정하게 사용하는 경우 보다 차단률과 절단률이 감소됨을 알 수 있었다. 즉, 시스템에 주어진 대역폭을 효율적으로 이용함으로써 신규 호의 차단률과 핸드오프 호의 절단률을 낮추어 전체 시스템에서 이동 가입자 수용 용량을 증가시킬 수 있었다.

본 모의 실험 결과 전송률이 높은 서비스 형태는 전송률이 낮은 서비스 형태보다 차단률과 절단률이 상당히 높게 나타났다. 그래서 서비스 형태에 관계없이 차단률과 절단률을 거의 비슷하게 하는 방법이 연구되어야 할 것이다.

## 참고 문헌

- [1] J.Evans and D.Everitt, "Call admission control in multiple service DS-CDMA cellular networks," VTC'96, pp.227-231, 1996.
- [2] V.Kapoor, G. Edwards, and R. Sankar, "Handover Criteria for Personal Communication Networks," Proc. ICC'94, pp. 1297-1301, May, 1994.
- [3] TIA/EIA/IS-95 Interim Standard, Mobile Station-Base Station compatibility Standard for Dual-Mode Wideband Spread Spectrum Cellular System, Telecommunication Industry Association, 1993.
- [4] J.W.Chang, C.K. Un, and B.C.Kim, "A New Channel Assignment Scheme for Handoff and Initial Access in a Microcellular CDMA System," ICUPC'96, pp.315-320, 1996.
- [5] M. Gudmundson, "Cell Planning on Handoff Performance in Manhattan Environment," IEEE Proc. PIMRC, pp.435-438, 1994.
- [6] H.borjesson, C. Bergljung, and L. G. Olsson, "Outdoor Microcell Measurements at 1770

