

논문 2006-43IE-1-6

# 예약 채널에 따른 계층 구조 셀 환경에서의 시스템 성능 분석

## ( The Performance Analysis of System at a Hierarchical Cellular Environment by Guard Channel )

성 홍 석\*

( Hong-Seok Seong )

### 요 약

이동 통신시스템에서 사용자가 증가함에 따라 시스템의 용량을 증가 시킬 필요가 생긴다. 시스템의 용량 증가는 셀의 크기를 줄이므로써 이를 수 있으나 이는 여러 가지 문제점이 나타난다. 따라서 시스템의 효율적인 운용을 위해 매크로 셀과 마이크로 셀을 갖는 계층 셀룰라 시스템을 사용하게 된다. 이동통신에서 새로운 호가 거부되는 경우보다 기존의 연결되어 있는 호가 끊길 때 사용자들은 더 큰 불편을 갖는다. 그러므로 서비스 기준의 관점에서 보면 핸드오프 호의 강제 종료 확률을 가능한 낮추는 것이 매우 바람직하다. 본 논문에서는 매크로 셀과 마이크로 셀을 갖는 계층 셀룰라 시스템에서 각 셀에서의 호 처리 정책으로 매크로 셀에서 서비스되는 호는 마이크로 셀로 핸드오프를 요구하지 않은 계층 기법 (Non Reversible Hierarchical) 과 고정 채널 할당 기법을 사용하였다. 또한 매크로 셀과 마이크로 셀에서 핸드오프를 위한 예약채널을 사용하는 경우와 매크로 셀에서만 핸드오프를 위한 예약채널을 사용하는 경우에 대한 시스템 성능을 분석하였다.

### Abstract

The increment of user at mobile communication system requires the need of increased system capacity. To increase the system capacity can be realized by decreasing the size of cell. But, this method causes various problems. Therefore, it be used the hierarchical cellular system with macrocell and microcell for a efficient working. The users feel more inconvenience about the drop of connected call than the block of new call. Therefore, it is to be desired that the dropping rate of handoff call is lowered. At this paper, we use non reversible hierarchical scheme and fixed channel assignment scheme at the hierarchical cellular system with macrocell and microcell for the call process strategy. We analyze the system performance in accordance with the number of guard channel for handoff.

**Keywords:** 핸드오프, 매크로 셀, 마이크로 셀, 셀룰라 시스템, 계층 셀

## I. 서 론

이동 통신은 서비스 영역내의 통화 용량을 증가시키기 위해 셀룰라 시스템으로 진화되었다. 그러나 무선 통신의 편리성으로 인하여 빠른 속도로 증가하고 있는 무선 서비스의 수요와 휴대용 단말기의 보급은 셀룰라 무선 통신의 용량 한계에 다다르게 되었다. 따라서 시

스템의 용량을 개선하기 위해 더 작은 셀을 사용하려는 노력이 시도되고 있다. 그러나 셀의 크기를 축소하려면 도심지에서는 안테나 높이를 지붕보다 낮게 조정해야 되는데 이는 전파의 전파 특성이 변화한다<sup>[1]</sup>. 작은 셀 구성은 많은 유선 기반 시설을 필요로 하며 도심의 밀집지역에 기지국을 설치하는 데는 많은 비용이 소요되므로 장비를 설치할 공간이 없어도 되는 작은 기지국이 필요하다. 위와 같은 여러 문제를 해결하고 셀룰라 시스템의 용량을 증가 시키는 가장 효과적인 방법으로 마이크로 셀을 사용하게 되었다.

마이크로 셀의 잇점으로는 용량을 상당량 증가 시킬 수 있으며 저속의 사용자를 마이크로 셀에서 서비스함

\* 정회원, 부천대학  
(Bucheon College)

※ 본 논문은 2005년도 부천대학 교비지원 연구비에 의하여 지원된 연구의 결과임  
접수일자: 2005년12월7일, 수정완료일: 2006년3월15일

으로써 저속의 도보 이동성에 따른 신호 처리가 간단하며, 저 전력으로 인한 단말기와 기지국의 소형화와 가격에서 보다 효과적인 무선 디자인을 할 수 있다. 반면 마이크로 셀은 사용자 밀도가 희박한 영역에서는 잇점이 없으며 셀의 크기가 작음으로 인해 핸드오프가 증가하는 단점이 있다. 따라서 매크로 셀과 마이크로 셀이 중첩된 구조를 갖는 시스템을 사용함으로써 이와 같은 단점을 어느 정도 해결할 수 있다. 즉, 계층 셀룰라 시스템의 사용으로 단위 면적 당 사용자수를 최대로 하고 망 제어와 핸드오프율을 작게 하는 것 사이에 균형을 제공할 수 있다<sup>[2]</sup>.

Rappaport는 마이크로 셀과 중첩된 매크로 셀을 갖는 계층 셀룰라 시스템에서 마이크로 셀에서 서비스되지 못하는 호를 매크로 셀에서 수용하며 매크로 셀에서 서비스되는 호는 마이크로 셀로 핸드오프 요구하지 않은 계층 기법 (Non Reversible Hierarchical)에 따라 동작하는 시스템에 마코브 프로세스에 기초한 분석적 모델을 사용하여 성능을 분석하였다<sup>[3]</sup>. Beraldi는 매크로 셀에서 마이크로 셀로의 핸드오프를 허용하여 시스템의 성능을 개선하였다 (Reversible Hierarchical Scheme)<sup>[4]</sup>. Hong는 계층적으로 중첩된 시스템의 텔리트래픽 (teletraffic) 성능 분석을 위한 분석 모델 제공하였다<sup>[5]</sup>. Jeong은 2차원 셀룰라 구조 환경에서 가상 클러스터 개념을 이용한 신뢰성 있는 분산 호 수락 제어 기법을 제안하였다<sup>[6]</sup>. Lin은 dual-band PCS에서 트래픽이 많은 영역은 매크로 셀에 중첩된 마이크로 셀에서 서비스 되도록 하였다<sup>[7]</sup>. Dow는 마이크로/매크로 셀룰라 네트워크에서 최적화를 보장하는 동적인 채널 할당 알고리즘을 소개하고 있다<sup>[8]</sup>.

이동통신에서 새로운 호가 거부되는 경우보다 기존의 연결되어 있는 호가 끊길 때 사용자들은 더 큰 불편을 갖는다. 그러므로 서비스 기준의 관점에서 보면 핸드오프 호의 강제 종료 확률을 가능한 낮추는 것이 매우 바람직하다.

본 논문은 계층 셀룰라 시스템에서 매크로 셀과 마이크로 셀의 핸드오프 호를 위해 예약 채널을 사용하는 경우와 매크로 셀에서만 예약 채널을 사용하는 경우에 대한 시스템 성능을 분석한다. II장에서 계층 셀룰라 시스템의 구조에 대해 설명하고 본 논문에서 사용한 호 처리 흐름을 설명한다. III장에서는 모의실험에서 사용한 계층 셀룰라 시스템의 환경에 대해 설명하고 모의실험 결과를 분석한다. IV장에서 결론을 맺는다.

## II. 계층 셀룰라 시스템의 구조 및 모델

### 1. 계층 셀룰라 시스템의 구조

계층 셀룰라 시스템은 그림 1과 같이 각 매크로 셀에 여러 개의 마이크로 셀로 이루어진다. 그림 1에서 매크로 셀은 셀 0으로, 마이크로 셀들은 셀 1, 셀 2, ..., 셀  $m$ 으로 표시하였다. 마이크로 셀에 의해서 서비스되는 영역을 마이크로셀 영역이라 하고, 마이크로 셀 영역을 제외한 매크로 셀에 의해 서비스되는 영역을 매크로 셀 영역이라 하며, 각 매크로 셀에 중첩된 여러 개의 마이크로 셀로 이루어진 영역을 매크로 영역이라 한다. 따라서 계층 셀룰라 시스템은 여러 개의 매크로 영역을 서비스할 수 있다.

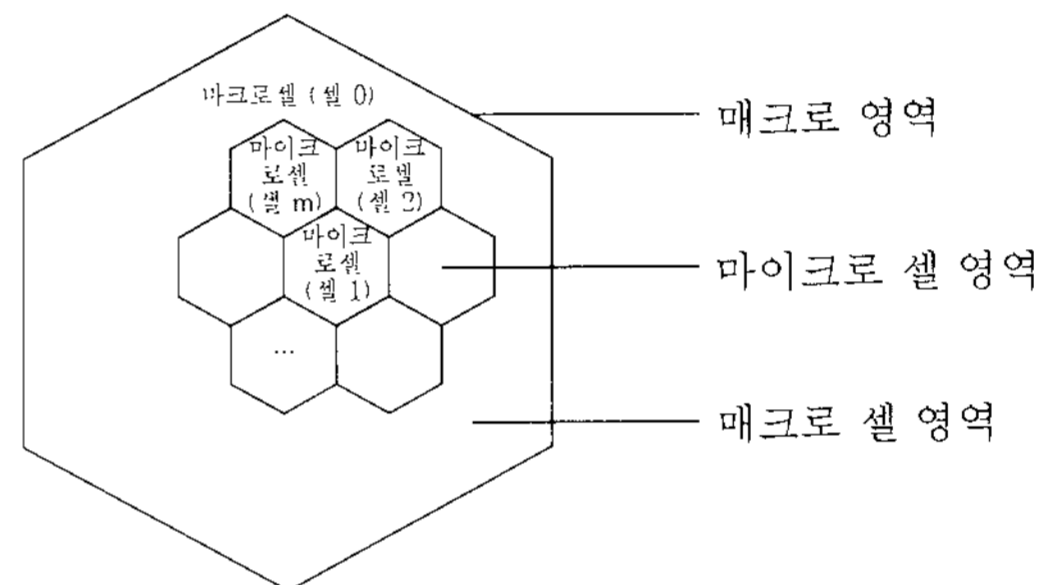


그림 1. 매크로 영역의 구조

Fig. 1. The Architecture of macro area.

### 2. 호처리

각 셀에서의 채널 할당은 고정 채널 할당 방법을 이용한다. 각각의 셀에서 사용할 수 있는 채널의 총 수는  $C_i$ ,  $i=0, 1, 2, \dots, m$ 이며, 이중  $Ch_i$ ,  $i=0, 1, 2, \dots, n$ 는 핸드오프를 위해 예약해 둔 채널수를 나타낸다. 그러므로 셀( $i$ )에서 신규호는  $(C_i - Ch_i)$ 개의 채널을 사용할 수 있다. 어떤 셀에서 신규호가 채널을 요구할 때 채널 할당 과정은 다음과 같다.  $U_{C_i}$ 를 셀( $i$ )에서 현재 사용 중인 채널수라 하자. 먼저, 매크로 셀 영역에서 신규호가 발생하는 경우는 매크로 셀에 여유 채널이 있으면 ( $C_0 - Ch_0 > U_{C_0}$ ) 발생한 신규호에 채널을 할당하고, 매크로 셀에 여유 채널이 없으면 ( $C_0 - Ch_0 = U_{C_0}$ ) 신규호는 받아 드려지지 않고 차단된다.

마이크로 셀 영역 ( $i$ )에서 신규호가 발생하는 경우에는 신규호가 발생한 마이크로 셀에 여유 채널이 있으면 ( $C_i - Ch_i > U_{C_i}$ ) 그 마이크로 셀에서 신규호에 채널을 할당하고, 마이크로 셀에 여유 채널이 없으면 ( $C_i - Ch_i = U_{C_i}$ ) 같은 매크로 영역에 있는 매크로 셀에 여유 채널이 있는지 검사하여 있으면 마이크로 셀에서 발생한

신규호에게 매크로 셀에 있는 채널을 할당한다. 매크로 셀에 여유 채널이 없으면 그 신규호는 서비스되지 못하고 차단된다. 이와 같이 마이크로 셀에서 발생하여 매크로 셀에서 채널을 할당 받는 호를 overflow 되었다고 한다 (overflow 호).

계층 셀룰라 시스템에서는 여러 방향으로 핸드오프가 발생할 수 있다. 발생할 수 있는 핸드오프와 그 처리는 다음과 같다.

- ① 마이크로 셀에서 매크로 셀로의 핸드오프 : 이 경우 매크로 셀에 여유 채널이 있으면 ( $C_0 > U_{C0}$ ) 매크로 셀로 핸드오프가 이루어지며, 그렇지 않은 경우 호는 손실된다.
- ② 마이크로 셀( $i$ )에서 마이크로 셀( $j$ )로의 핸드오프 : 해당 마이크로 셀에 핸드오프 호를 위한 여유 채널이 있으면 ( $C_j > U_{Cj}$ ) 그 마이크로 셀로 핸드오프가 이루어지며, 마이크로 셀에 여유 채널이 없으면 같은 매크로 영역에 속하는 매크로 셀에서 여유 채널이 있는지 검사하여 있으면 매크로 셀로 핸드오프가 이루어진다. 매크로 셀에 여유 채널이 없으면 핸드오프는 실패하고 호는 손실된다.
- ③ 마이크로 셀에서 인접 매크로 영역으로의 핸드오프 : ①의 경우와 같이 처리한다.
- ④ 매크로 셀에서 마이크로 셀로의 핸드오프 : 해당 마이크로 셀에 여유 채널이 있으면 그 마이크로 셀로 핸드오프가 이루어지며, 마이크로 셀에 여유 채널이 없으면 매크로 셀에서 계속 서비스가 이루어진다.
- ⑤ 매크로 셀에서 인접 매크로 영역으로의 핸드오프 : ①의 경우와 같이 처리한다.

이와 같이 여러 방향으로의 핸드오프에 대해 ①, ②, ③, ⑤의 경우는 실패하면 호에 영향을 미치므로 반드시 수행해야 할 핸드오프이며 ④의 경우는 핸드오프를 수행하지 않아도 호에 영향을 미치지 않는다. 따라서 ④의 경우를 포함하지 않는 계층 셀룰라 시스템의 동작을 NRH (Non Reversible Hierarchical) 기법에 따라 동작한다고 하며, ④의 경우와 같은 핸드오프를 포함하는 경우를 RH (Reversible Hierarchical) 기법에 따라 동작한다고 한다. NRH 기법은 많은 사용자가 매크로 셀 영역에서 신규 호를 발생하여 마이크로 셀로 움직이는 경우에 마이크로 셀로 핸드오프가 일어나지 않기 때문에 마이크로 셀에 여유 채널이 있을지라도 매크로 셀의 채

널이 포화 상태가 됨으로 매크로 셀에서 신규호의 차단이 많아지게 된다. 반면 RH 기법에서는 매크로 셀에서 마이크로 셀로의 핸드오프가 허용되므로 NRH 기법에 비해 매크로 셀에 보다 많은 여유 채널을 갖는다. 따라서 매크로 셀에서 블럭킹 확률과 핸드오프 실패 확률이 상당히 감소한다. 그러나 RH 기법에서는 보다 많은 핸드오프를 제어해야 하며 이로 인해 시스템의 부하가 증가할 수 있다.

계층 셀룰라 시스템의 한 매크로 영역에서 현재 서비스를 받고 있는 호 수의 변화는 다음과 같은 경우에 발생할 수 있다. 현재 셀 ( $i$ )에서 서비스 받고 있는 호의 수를  $U_{Ci}$ 라 하자.

- ① 각 셀 ( $i$ )에서 신규 호가 발생 :  $U_{Ci} = U_{Ci} + 1$
- ② 각 셀 ( $i$ )에서 진행 중이던 호가 종료 :  
 $U_{Ci} = U_{Ci} - 1$
- ③ 마이크로 셀 ( $i$ )에서 매크로 셀로의 핸드오프 :  
 $U_{C0} = U_{C0} + 1, U_{Ci} = U_{Ci} - 1$
- ④ 마이크로 셀 ( $i$ )에서 마이크로 셀 ( $j$ )로의 핸드오프 :  $U_{Ci} = U_{Ci} - 1, U_{Cj} = U_{Cj} + 1$
- ⑤ 마이크로 셀 ( $i$ )에서 인접 매크로 셀로의 핸드오프 :  $U_{Ci} = U_{Ci} - 1$
- ⑥ 매크로 셀에서 마이크로 셀 ( $i$ )로의 핸드오프 :  
 $U_{C0} = U_{C0} - 1, U_{Ci} = U_{Ci} + 1$
- ⑦ 매크로 셀 (0)에서 인접 매크로 셀로의 핸드오프 :  
 $U_{C0} = U_{C0} - 1$

지금까지 설명한 계층 셀룰라 시스템의 호 처리에 대해서 본 논문에서는 NRH 기법을 적용하며, 그 흐름도가 그림 2에 나타나 있다.

### 3. 성능 평가

계층 셀룰라 시스템의 성능 분석을 위해 다음과 같이 정의되는 확률을 사용한다.

- ① 블럭킹 확률 ( $BP_i$ ) : 한 매크로 영역의 셀 ( $i$ )에서 신규 호에 대해 서비스되지 못한 호의 평균율로 매크로 셀인 경우는  $C_0 - Ch_0 = U_{C0}$ 이면 호가 차단되고 마이크로 셀인 경우에는  $C_i - Ch_i = U_{Ci}$ ,  $C_0 - Ch_0 = U_{C0}$ 이면 호는 차단된다.
- ② 핸드오프 실패 확률 ( $HP_i$ ) : 셀 ( $i$ )에서 핸드오프가 실패할 평균율을 나타낸다. 매크로 셀인 경우는  $C_0 = U_{C0}$ 이면 핸드오프가 실패되고 마이크로

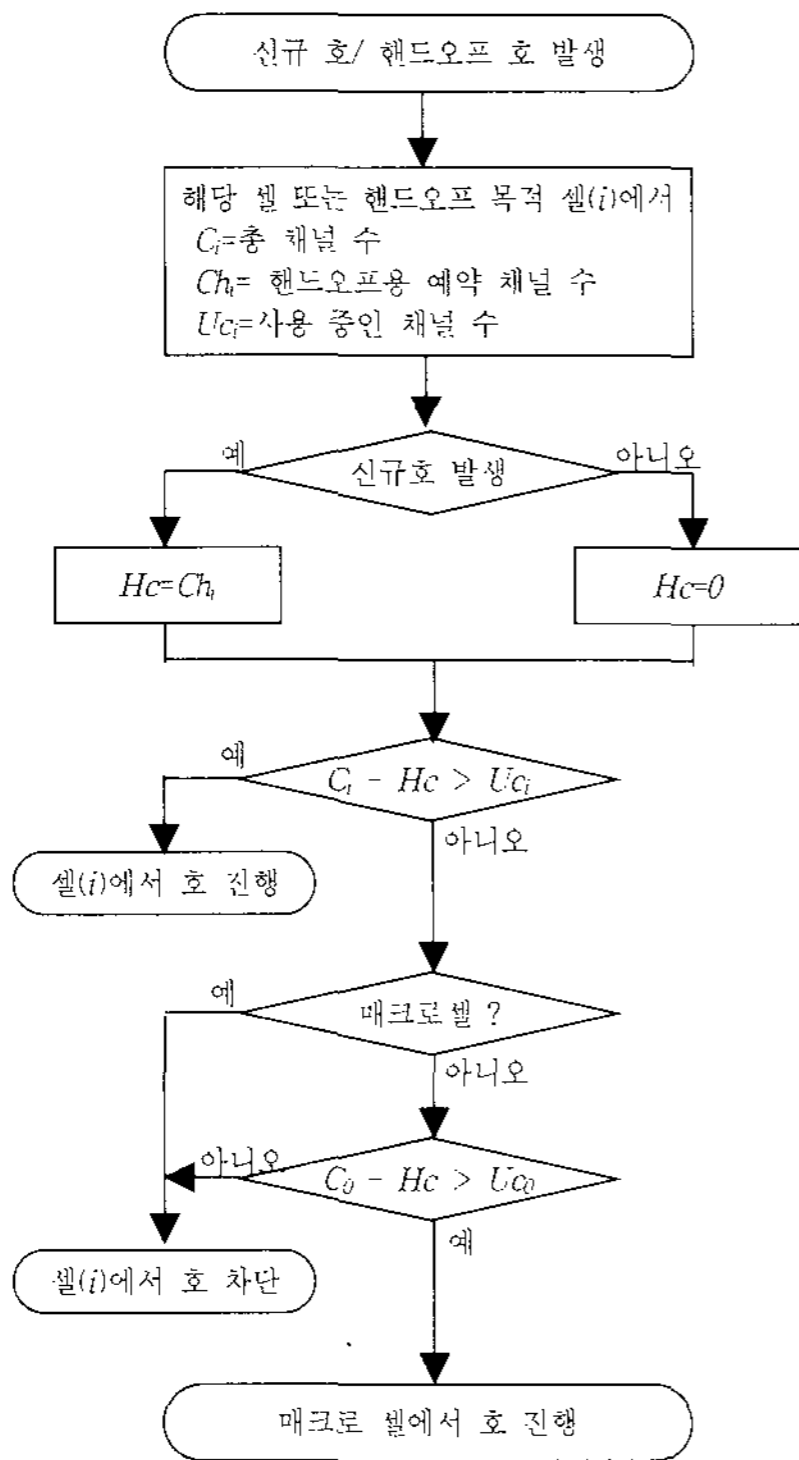


그림 2. 호 처리 흐름도  
Fig. 2. The flowchart of the call process.

셀인 경우에는  $C_i = U_{ci}$ ,  $C_0 = U_{c0}$ 이면 핸드오프가 실패된다.

4. 텔리트래픽 흐름 행렬

사용자 (호)의 행동은 다음과 같이 표현되는 텔리트래픽 흐름 행렬(TFM : Teletraffic Flow Matrix)로 나타낼 수 있다.

$$F = \begin{bmatrix} f_{00} & f_{01} & \dots & f_{0m} & f_{0m+1} & \dots & f_{0N} \\ f_{10} & f_{11} & \dots & f_{1m} & f_{1m+1} & \dots & f_{1N} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ f_{m0} & f_{m1} & \dots & f_{mm} & f_{mm+1} & \dots & f_{mN} \end{bmatrix} \quad (1)$$

여기서,  $m$ 은 한 매크로 영역에 있는 마이크로 셀의 수를 나타낸다.  $N$ 은 한 매크로 영역에 인접한 매크로 영역의 수 ( $M$ )과 마이크로 셀 수 ( $m$ )의 합 ( $N=M+m$ )을 나타낸다. 위 행렬의 각 성분의 의미는 다음과 같다.  $f_{ii}$ 은 셀  $i$ 에서 발생하여 셀  $i$ 에서 통화가 끝나는 트래픽의 비율을 나타낸다.  $i \neq j$ 인  $f_{ij}$ 는 셀  $i$ 에서 셀  $j$ 로 핸드오프가 발생할 확률을 나타낸다. 따라서 TFM에서 처음  $m+1$ 열까지는 한 매크로 영역에서의 호의 행동을 나타내고 다음  $M$ 열은 인접 매크로 영역으로의 호 흐름을 나타낸다. 그리고 첫 번째 행은 매크로 셀에 있는 호의 동작을 나타내고 나머지 행 ( $1 \sim m$ )는 마이크로 셀 (셀

1 ~ 셀  $m$ )에서의 호의 동작을 나타낸다.

III. 모의실험

모의실험은 한 매크로 셀과 중첩된 두개의 마이크로 셀을 갖는 한 매크로 영역에 대해 실행하였으며 NRH 동작 기법을 적용하였다. 또한 각 셀에서 핸드오프용 예약 채널을 사용하였다. 이를 위해 각 셀에서 다차원 생성 소멸 (birth death) 프로세스의 이론에 근거하여 호의 발생, 지속 시간 및 셀에서 머무는 시간을 다음과 같이 가정한다.

- ① 셀 ( $i$ )에서 신규 호의 도착은 평균 호 도착률  $\lambda_i$ 인 포아송 프로세스를 따른다.
- ② 셀 ( $i$ )에서 호가 머무는 시간 (dwell time)은 평균이  $1/\mu_i$ 인 부지수 확률 밀도 함수를 갖는 랜덤 변수이다.
- ③ 한 호의 지속 시간 (holding time)은 평균이  $1/\mu_i$ 인 부지수 확률 밀도 함수를 갖는 랜덤 변수이다.

모의실험에서 사용한 인수 값은 모든 셀에서 같은 조건이 될 수 있도록 표 1과 같이 하였다.

여기에서 핸드오프 없이 그 셀에서 종료되는 호의 비율을 알아보기 위해 다음과 같이 실험하여 그림 3을 얻었다. 즉, 호가 생성에서 소멸될 때까지 지속되는 평균 시간을  $1/\mu_i=100$ 초로 하고 한 셀에서 호가 머무는 평균 시간을 다르게 하여 핸드오프가 일어날 확률을 얻으면 그림 3과 같다.

그림 3에서 한 셀에서 호가 머무는 평균시간이 150초일 때 핸드오프가 발생할 비율이 0.4이므로 한 셀에서 생성되어 그 셀에서 종료되는 호의 비율은 0.6이 된다. 따라서 식 (2) TFM의 대각선 값이 0.6으로 얻어지며 기타 여러 방향으로의 핸드오프 발생 비율은 비슷하게

표 1. 모의실험에서 사용한 인수 값들  
Table 1. The using parameter value at simulation.

인수	값	
	매크로 셀	마이크로 셀
채널수	20	20
핸드오프용 채널 수	0, 1, 2, 3	0, 1, 2, 3
평균 호 도착 시간(초)	0.09553~0.1529	0.09553~0.1529
평균 호 지속 시간(초)	100	100
평균 dwell 시간(초)	150	150

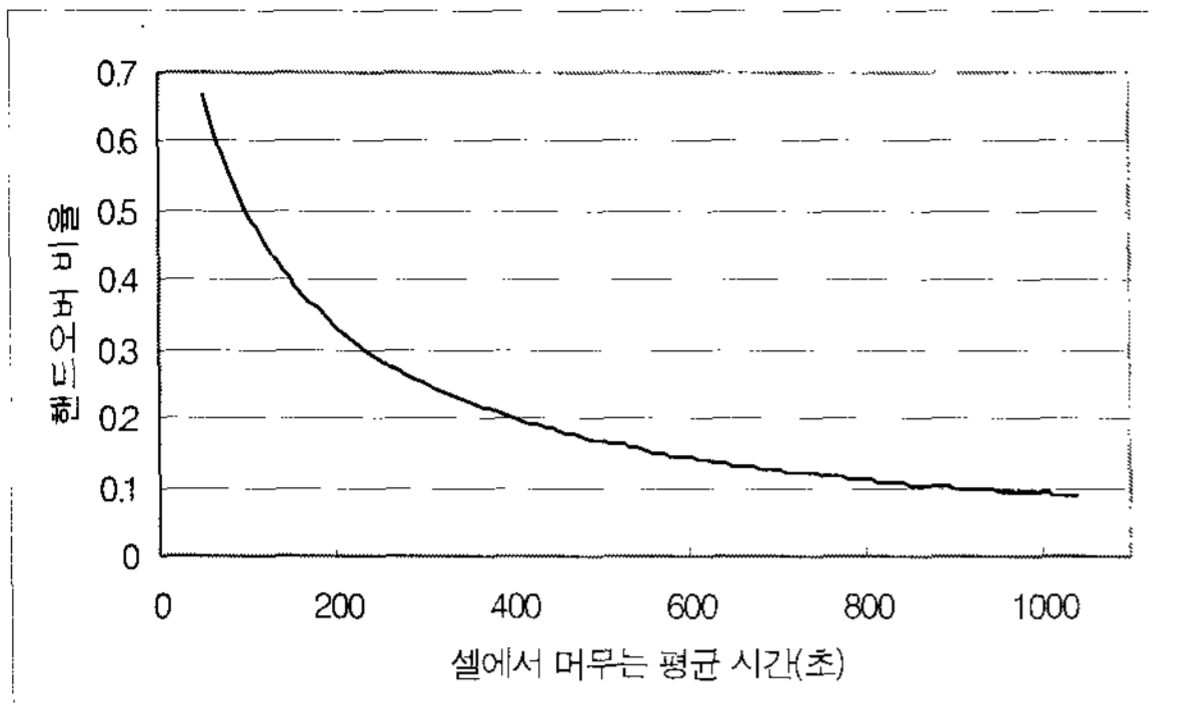


그림 3. 셀에서 호가 머무는 시간에 따라 핸드오프 발생률  
Fig. 3. The generating rate of handoff by dwell time at a cell.

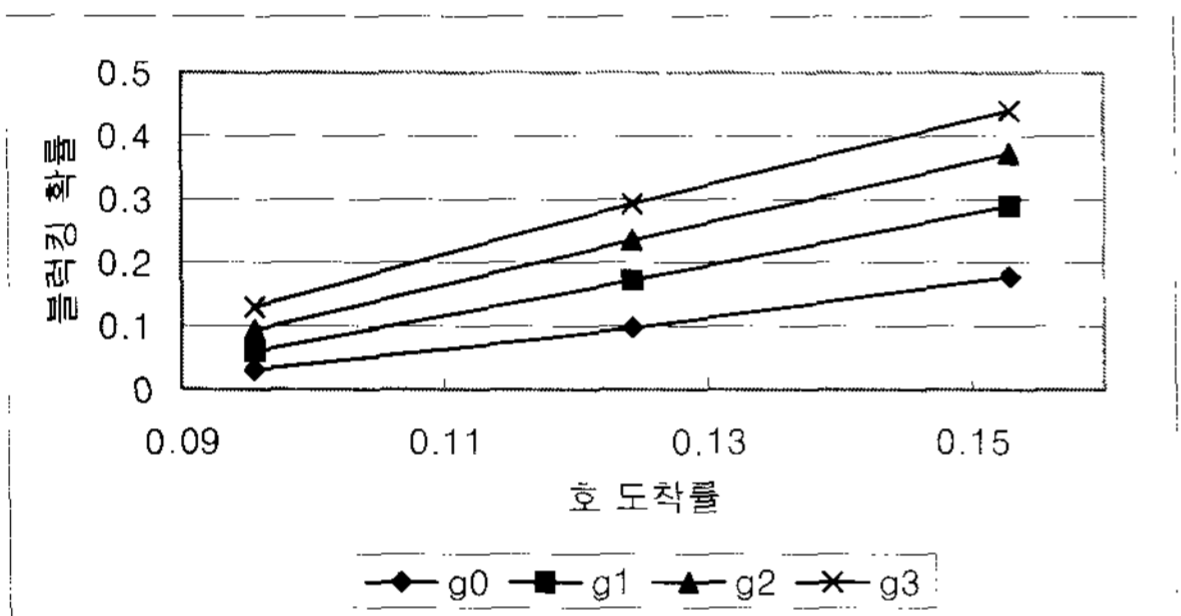


그림 4. 핸드오프용 예약 채널에 따른 매크로 셀의 블럭킹 확률  
Fig. 4. The blocking probability by guard channel for handoff at macrocell.

발생된다고 가정하였으며 매크로 셀에서 마이크로 셀로의 핸드오프는 고려하지 않았으므로 0으로 하였다.

$$F = \begin{bmatrix} 0.6 & 0 & 0 & 0.4 \\ 0.14 & 0.6 & 0.13 & 0.13 \\ 0.14 & 0.13 & 0.6 & 0.13 \end{bmatrix} \quad (2)$$

아래의 결과 그래프들은 표 1과 같은 조건하에 핸드오프를 위한 예약 채널 0개, 1개, 2개, 3개 사용함에 따른 확률(블럭킹 확률, 핸드오프 실패확률)을 나타낸다.

그림 4는 매크로 셀과 마이크로 셀에서 핸드오프용 예약 채널을 사용하였을 때 예약 채널수에 따른 매크로 셀에서의 블럭킹 확률을 나타내고 있다. 핸드오프용 예약 채널이 많을수록 블럭킹 확률이 높음을 알 수 있다. 이는 예약 채널 수 만큼 신규호에 할당할 수 있는 채널이 적기 때문이다.

그림 5는 핸드오프용 예약 채널수에 따른 마이크로 셀의 블럭킹 확률을 보이고 있다. 역시 핸드오프용 예약 채널이 많을수록 신규호에 대한 블럭킹 확률이 높다.

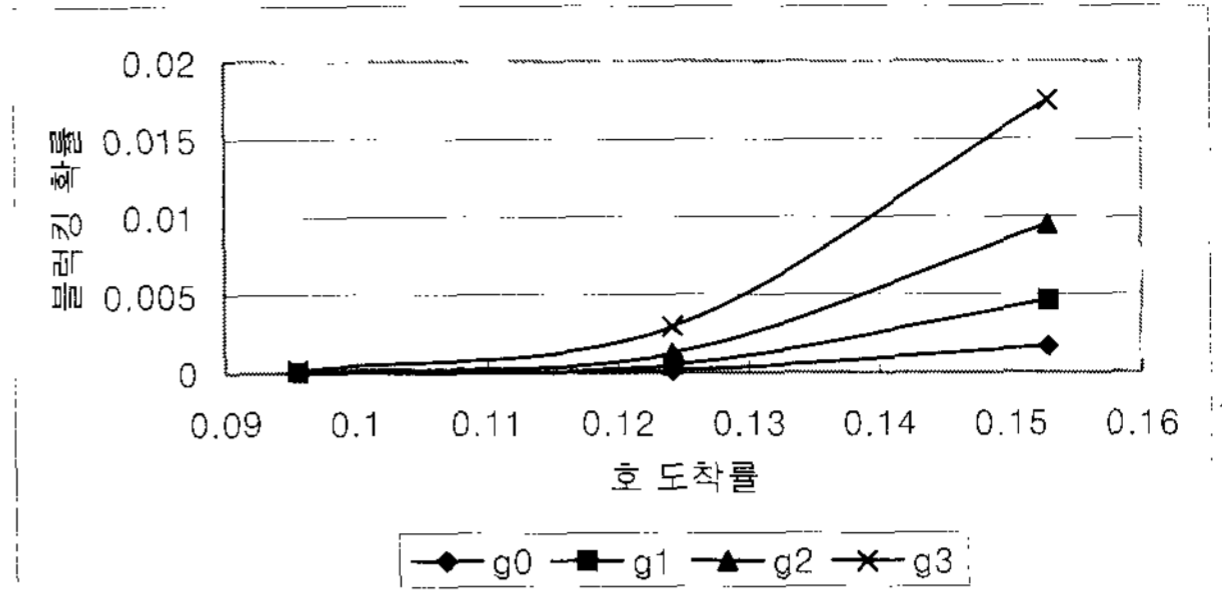


그림 5. 핸드오프용 예약 채널에 따른 마이크로 셀의 블럭킹 확률  
Fig. 5. The blocking probability by guard channel for handoff at microcell.

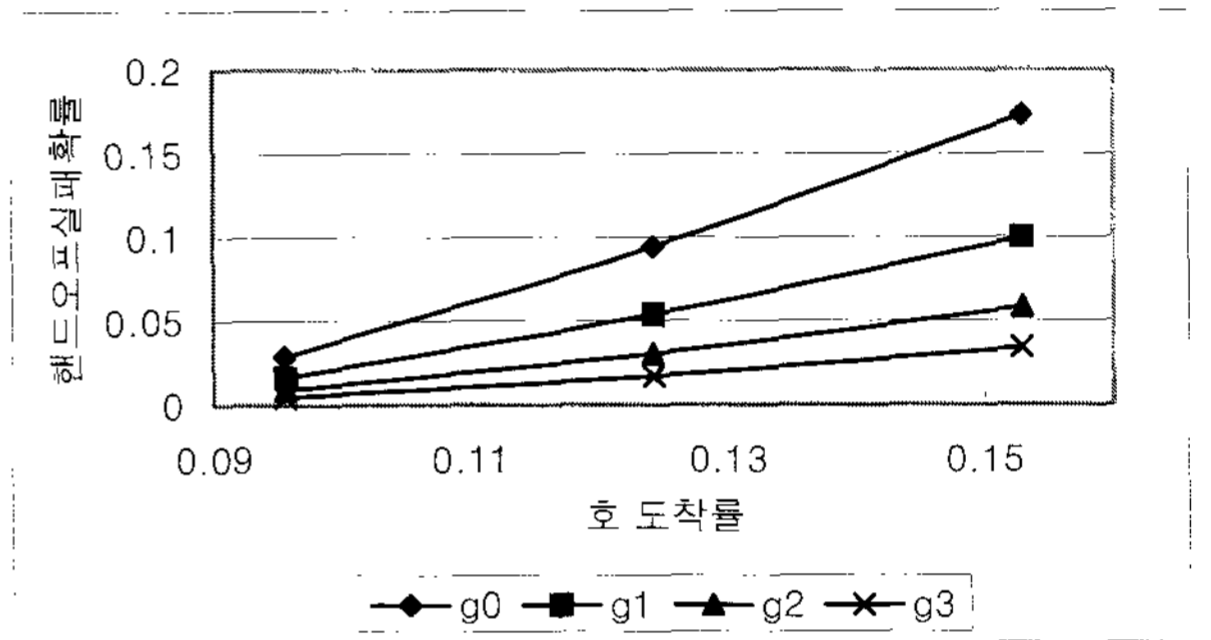


그림 6. 핸드오프용 예약 채널에 따른 매크로 셀의 핸드오프 실패 확률  
Fig. 6. The handoff failure probability by guard channel for handoff at macrocell.

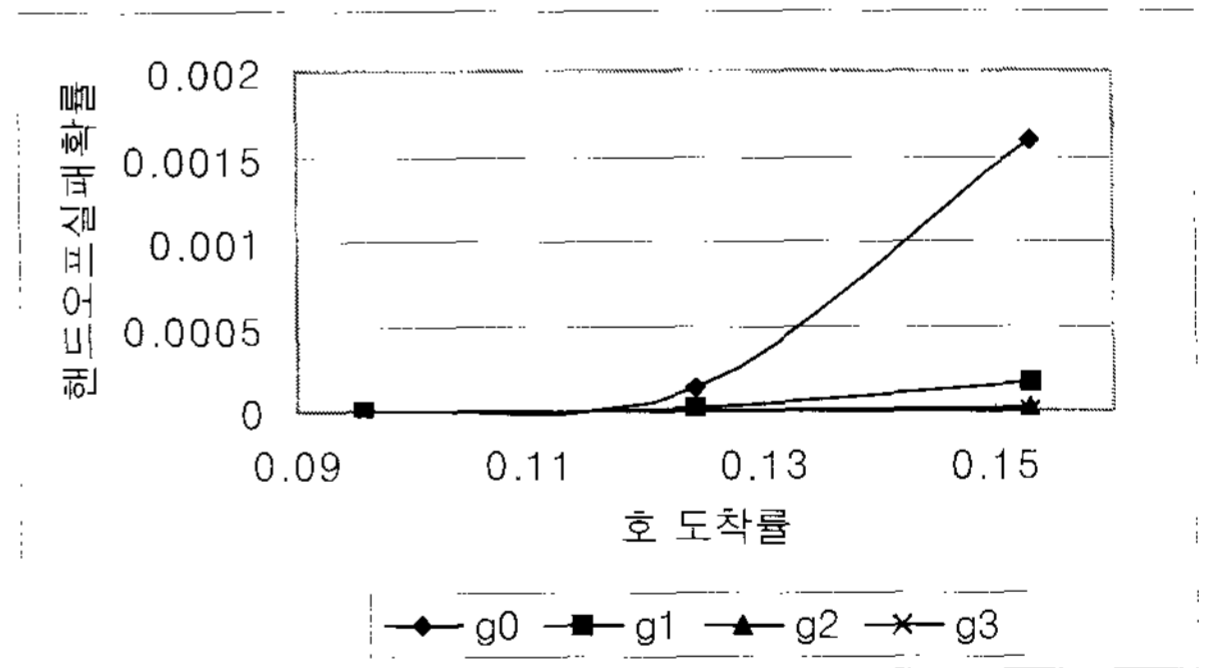


그림 7. 핸드오프용 예약 채널에 따른 마이크로 셀의 핸드오프 실패 확률  
Fig. 7. The handoff failure probability by guard channel for handoff at microcell.

그림 6은 매크로 셀에서의 핸드오프 호에 대한 핸드오프 실패확률을 보이고 있다. 핸드오프를 위해 더 많은 채널을 할당하기 때문에 예약 채널이 많을수록 실패 확률은 낮아짐을 알 수 있다.

그림 7은 마이크로 셀에서의 핸드오프 실패 확률을 나타내고 있다. 핸드오프 예약 채널이 많을수록 실패 확률이 낮아짐을 알 수 있다.

이상의 결과로부터 알 수 있듯이 전체 채널에서 신규호는 핸드오프용 예약 채널을 제외한 채널만이 할당될 수 있으므로 핸드오프 호보다 그만큼 수락될 확률이 적어진다. 따라서 핸드오프 실패 확률보다 블로킹 확률이 높게 나타난다.

아래 그림들은 매크로 셀에서만 핸드오프용 예약 채널을 사용하고 마이크로 셀에서는 핸드오프용 예약 채널을 사용하지 않은 경우의 실험 결과이다.

그림 8은 매크로 셀에서의 신규호의 블로킹 확률을 나타내고 있다. 매크로 셀과 마이크로 셀에서 핸드오프용 예약 채널을 사용했을 때의 매크로 셀에서의 블로킹 확률을 나타내는 그림 4와 비슷한 결과를 얻었다. 즉 핸드오프용 예약 채널이 많을수록 신규호에 할당될 수 있는 채널수가 줄어들기 때문에 블로킹 확률이 높아졌다.

그림 9는 마이크로 셀에서의 신규호의 블로킹 확률을 나타낸다. 마이크로 셀에서는 핸드오프용 예약 채널을 사용하지 않았기 때문에 그만큼 신규호에 할당될 수 있는 채널 수가 많아짐에 따라 그림 5(마이크로 셀에서도 핸드오프용 예약 채널 사용한 경우)에 비해 블로킹 확률이 낮아짐을 알 수 있다.

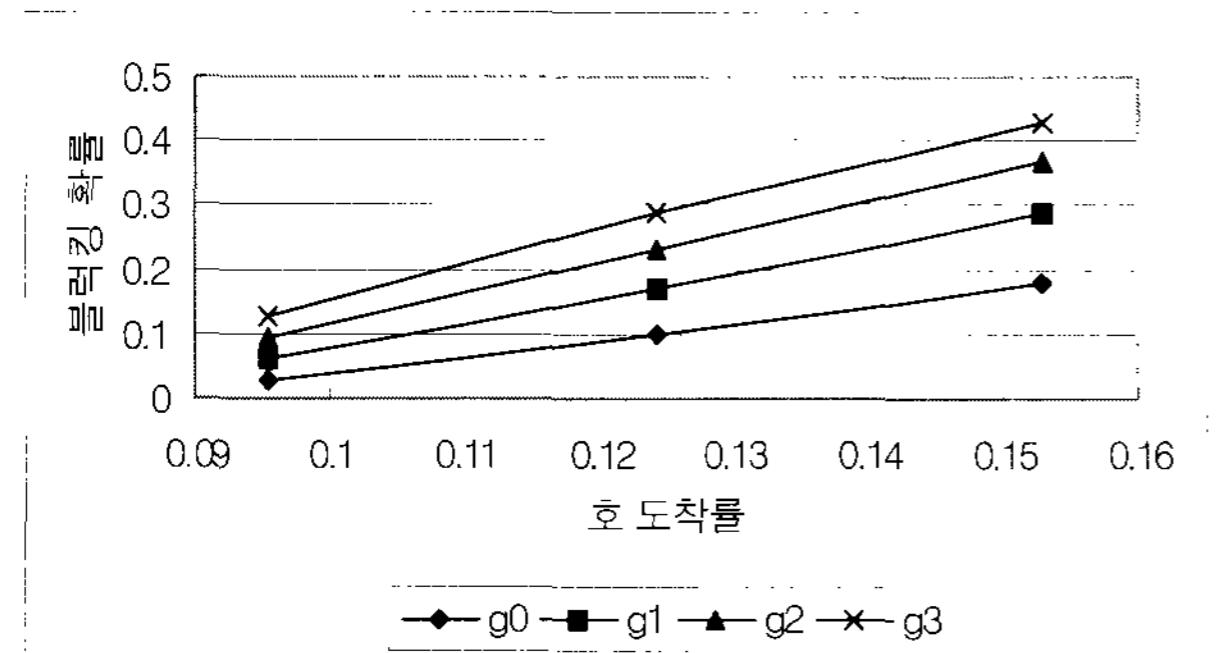


그림 8. 매크로 셀의 블로킹 확률  
Fig. 8. The blocking probability at macrocell.

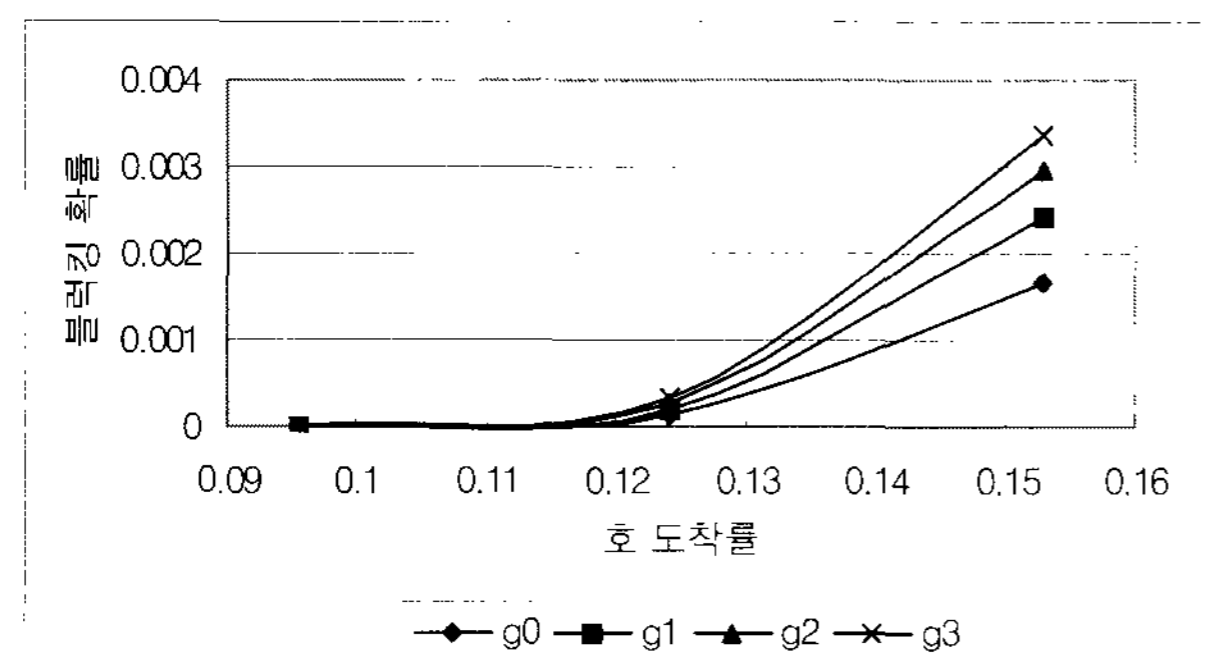


그림 9. 마이크로 셀의 블로킹 확률  
Fig. 9. The blocking probability at microcell.

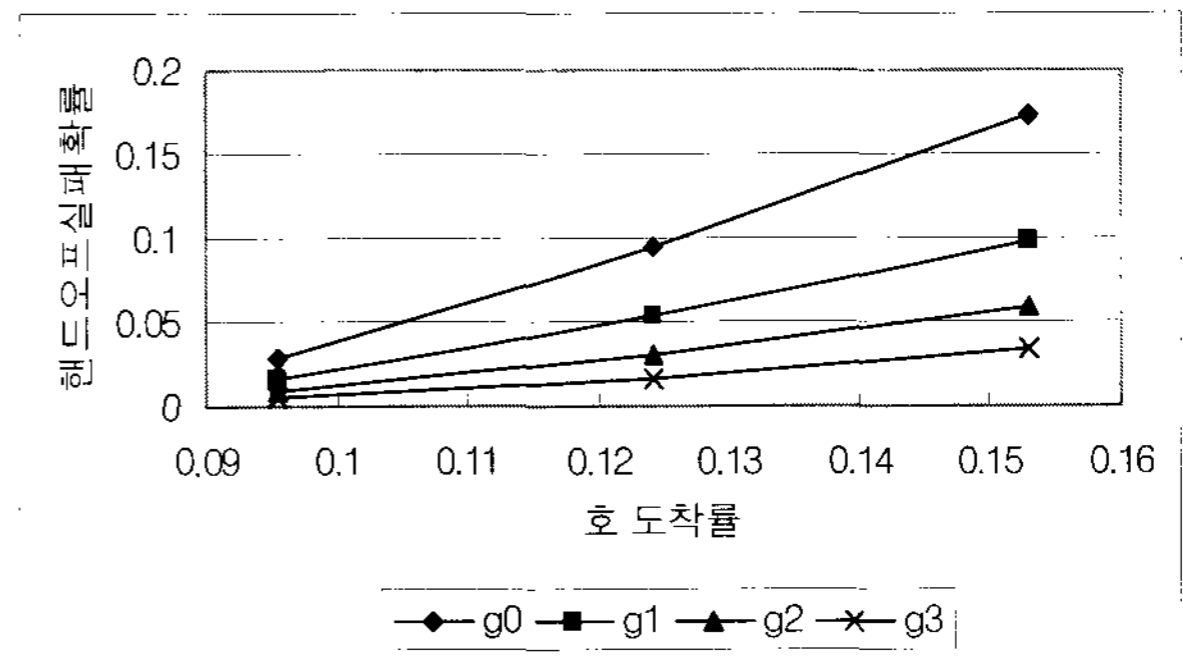


그림 10. 매크로 셀의 핸드오프 실패 확률  
Fig. 10. The handoff failure probability at macrocell.

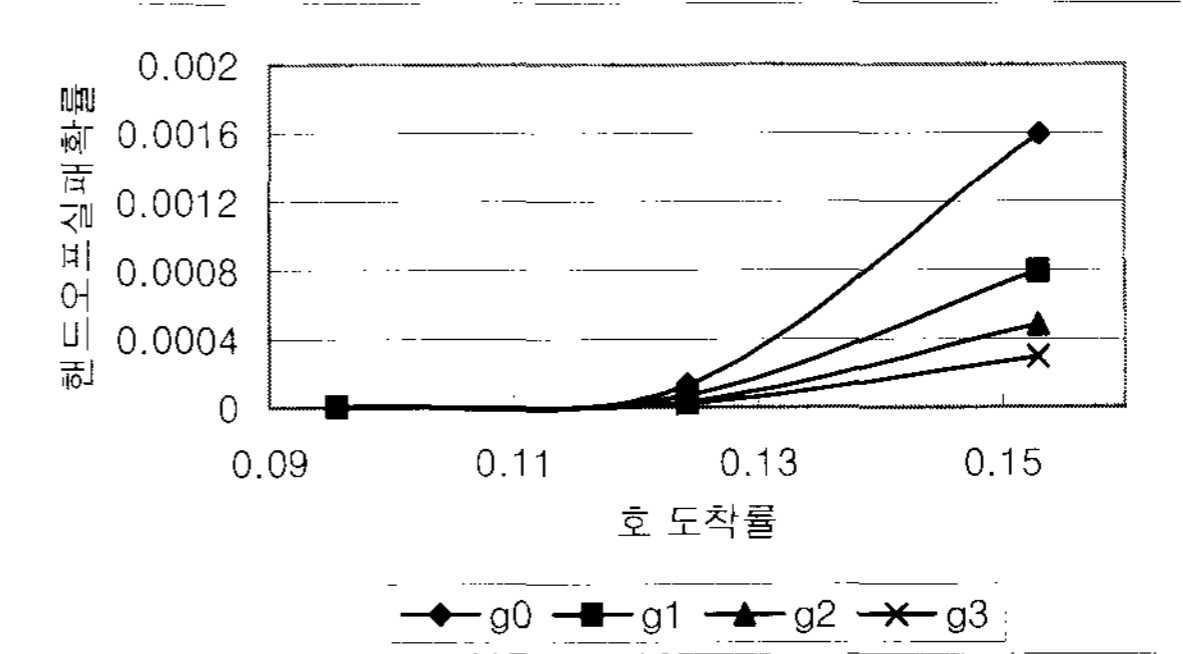


그림 11. 마이크로 셀의 핸드오프 실패 확률  
Fig. 11. The handoff failure probability at microcell.

그림 10은 매크로 셀에서의 핸드오프 실패 확률을 나타내고 있다. 매크로 셀에서만 핸드오프용 예약 채널을 사용하기 때문에 마이크로 셀에서 핸드오프용 예약 채널의 사용과 관계없이 그림 6(마이크로 셀에서도 핸드오프용 예약 채널 사용한 경우)과 같이 비슷한 결과를 얻었다.

그림 11은 마이크로 셀에서의 핸드오프 실패 확률을 보이고 있다. 마이크로 셀에서는 핸드오프용 예약 채널을 사용하지 않았기 때문에 예약 채널을 사용하는 경우(그림 7)에 비해 실패 확률이 높아짐을 알 수 있다.

이상의 실험으로부터 핸드오프를 위한 예약 채널을 사용함에 따라 신규호보다는 핸드오프 호가 수락되는 확률이 높았고 예약 채널수가 많을수록 핸드오프 호가 수락되는 확률이 높았다.

#### IV. 결 론

지금까지 계층 셀룰라 시스템에서 핸드오프용 예약 채널을 사용하고 채널수를 바꾸면서 시스템의 성능을 비교 분석하였다.

신규호에 대해서는 예약 채널을 사용함에 따라 블로킹 확률이 높아지는 대신 핸드오프 호에 대해서는 핸드

오프 실패확률이 낮아짐을 알 수 있다. 따라서 핸드오프용 예약 채널을 사용하는 것은 신규호의 블로킹 확률과 핸드오프 호의 실패 확률 사이에 상반관계가 존재하기 때문에 시스템 운용상에 적절한 예약 채널을 선택할 필요가 있다.

차후의 연구방향으로는 속도를 고려한 셀의 할당이나 여러 종류의 트래픽이 있을 경우의 호 처리 정책 및 시스템 성능 분석, 그리고 다중 매크로 영역을 갖는 시스템으로의 확장을 들 수 있다.

### 참 고 문 헌

- [1] William C. Y. Lee, Mobile Cellular Telecommunications, McGraw-Hill, Inc., Second Editions, 1995.
- [2] 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.
- [3] S. S. Rappaport, L. Hu, "Microcellular Communication Systems with Hierarchical Macrocell Overlays : Traffic Performance Models and Analysis," Proc. IEEE, vol. 82, no. 9, pp. 1383-1397, Sep. 1994.
- [4] Beraldi, S. marano, C. Mastroianni, "A Reversible Hierarchical Scheme for Microcellular Systems with Overlaying Macrocells," Proc. INFOCOM'96, pp. 51-58, San Francisco, Mar. 1996.
- [5] Hong, S. S. Rappaport, "Traffic Model and Performance Analysis for Cellular Mobile Radio Telephone Systems with Prioritized and Nonprioritized Handoff Procedures," IEEE Trans. On Vehicular Technology, vol. VT35, no. 3, pp. 77-92, August 1986.
- [6] 정일구, 황의석, 이형우, 조충호, "마이크로 셀 환경에서 멀티미디어 서비스를 위한 분산 호 수락 제어 기법," 정보처리학회논문지 C, vol. 9 no .6, pp. 927-934, 2002.
- [7] Yi-Bing Lin, Wei-Ru Lai, and Rong-Jaye Chen, "Performance Analysis for Dual Band PCS Networks," IEEE Trans. On Computers, vol. 49, no. 2, pp. 148-159, 2000.
- [8] Dow Chyi-Ren, Chen Jong-Shin, Li Yi-Hsung, "An Adaptive and Fault-Tolerant Channel Set Allocation Algorithm for Microcell/Macrocell Cellular Networks", Wireless Personal Communications, vol. 33 no. 2, pp. 197-212, 2005.

---

### 저 자 소 개

성 흥 석(정회원)

대한전자공학회 논문지 TE편 제41권 제4호 참조