

논문 2011-48IE-4-8

# 핸드오버 호를 위한 대기 버퍼와 자원예약에 따른 시스템 성능 분석

(The Performance Analysis of System according to use the Waiting Buffer and the Reserved Resource for Handover Calls)

성 홍 석\*

(Hong Seok Seong)

## 요 약

본 논문에서는 다양한 형태의 서비스를 고려한 호 수락 방법에 대해 셀룰라 시스템 성능을 분석하였다. 본 연구에서는 호 수락 제어 방법으로 등가대역 개념에 신규호의 차단률과 핸드오버호의 절단률에 따라 대역폭을 가변 시키는 방법을 사용하였다. 컴퓨터 시뮬레이션으로 이 호 수락 방법을 사용하여, 핸드오버 호를 위해 자원예약을 두고 또한 수락되지 않는 호는 버퍼에 대기시킴에 따른 시스템의 성능을 살펴보았다.

## Abstract

In this paper, we analyse the performance of cellular system for call admission method considering to various service types. The call admission control method using the effective bandwidth concept is employed in this paper. In addition, the bandwidth for a new calls and a handover calls is allocated by taking account of the blocking rate of new calls and the dropping rate of handover calls. We reserved wireless resource and used waiting buffer for hanover calls. We simulated using computer for the performance analysis of system.

**Keywords :** 대기버퍼사용, 자원할당, 등가대역

## I. 서 론

CDMA 환경에서 핸드오버는 호가 수락된 후 이동 가입자의 이동에 따라 이동 가입자와 기지국 망 사이에 통화 품질이 떨어진 채널을 양호한 통화 품질을 계속 유지시켜주기 위해 인접한 기지국의 무선 채널로 바꾸는 것이다. 셀의 크기에 따라 핸드오버의 발생률은 달라지며 어떤 셀에서 호(신규 호 또는 핸드오버)가 발생

하면, 사용할 수 있는 무선 채널이 있으면 셀이 가지고 있는 무선 채널 중 하나를 발생한 호에게 할당한다. 그러나 셀에 사용 가능한 무선 채널이 없으면 호는 절단된다. 신규호의 거절보다 핸드오버 호의 거절은 이동 가입자의 통화가 끊어지는 것이므로 이동 가입자가 느끼는 서비스 품질은 신규 호가 거절되는 것보다 훨씬 크다. 그러므로 핸드오버 호가 거절되는 것은 가능한 낮추는 것이 좋다.

CDMA 환경에서 다양한 핸드오버 제어 방법이 연구되어 왔다. 핸드오버와 차단률에 따라 조정되는 핸드오버율 제어 방법<sup>[1]</sup>, 전력의 세기를 임계치로 사용하는 기법<sup>[2]</sup>, CDMA 이동 통신망에서 이중 큐 모델을 이용한 핸드오버 방식<sup>[3]</sup>, 초기접근과 핸드오버를 위한 queuing

\* 평생회원, 부천대학 전자과  
(Department of Electronic Engineering, Bucheon College)

※ 이 논문은 2011년도 부천대학 교비지원 연구비에 의하여 지원된 연구의 결과임  
접수일자: 2011년10월25일, 수정완료일: 2011년12월11일

우선권 채널 할당 방법<sup>[4]</sup>, MC-CDMA 시스템에서 퍼지 논리에 기초한 핸드오버<sup>[5]</sup>, CDMA 시스템에서 음성과 데이터가 있는 경우에 QoS에 기초한 호 수락 제어<sup>[6]</sup>, 이종의(heterogeneous) 무선망에서 차단률과 절단률에 대한 연구<sup>[7]</sup> 등이 있다.

이동통신 시스템에서 각 셀에서 동시에 통화할 수 있는 가입자의 수는 각 기지국이 수신하는 총 간섭 량에 따라 달라진다. 그러므로 새로 발생한 가입자의 호 수락요구에 대하여 기지국에서는 허용 여부를 제어하여 현재통화를 하고 있는 가입자의 서비스 품질을 유지하도록 하여야 한다. 호 수락 기법은 다음과 같은 방법이 연구되고 있다. 과부하 지속 시간과 상태 비율에 따른 제어 기법<sup>[8]</sup>, 가변 등가대역 개념에 의한 호 제어 방법<sup>[9]</sup>, QoS에 기초로 한 호 수락 제어 기법<sup>[10]</sup>, 트래픽별 우선순위에 따른 서비스 차별화(differentiation)를 제공할 수 있는 QCAC<sup>[11]</sup> 등 이다.

본 논문에서는 등가대역 개념에 차단율과 절단율에 따른 가변 개념을 추가한 호 수락 제어 방법을 이용하고 셀 환경에서 2가지 종류의 서비스를 고려하였다. 각 셀에서 규 호의 차단률과 핸드오버 호의 절단률에 따라 각 셀에 대역폭을 가변적으로 할당한다<sup>[12]</sup>. 또한 핸드오버 호에 대해 대기버퍼를 두고 자원을 예약해 둔다. 모의실험을 통하여 자원예약과 대기버퍼 사용에 따라 이동통신 시스템의 성능을 평가하였다.

II장에서 등가대역 및 가변등가대역을 소개하고 자원 예약 및 대기버퍼 사용에 따른 신규 호 및 핸드오버 호 제어 알고리즘에 대해 기술한다. III장에서는 모의실험을 위한 실험 환경 모의실험 결과를 분석하고 IV장에서 결론을 맺는다.

## II. 호 수락 제어 방법

### 1. 등가대역개념에 의한 호 수락 제어

다양한 서비스 형태(음성, 데이터, 영상 등)를 서비스 하는 셀에서 QoS를 만족하는 가입자 수를 산출하기 위해 등가대역(effective bandwidth) 개념을 이용한 호 수락 제어 방법은 다음과 같다<sup>[9]</sup>. 우선, 새로 호가 발생하면, 현재 진행되고 있는 호의 QoS에 영향을 미치지 않고 신규 호를 수용할 수 있는 호 수락 영역을 설정한다. 이는 요구된 호의 QoS를 만족시키면서 무선 채널을 할당할 수 있는지를 결정한다.

사용자 I인 서비스 형태 j가 요구하는 QoS를 보장받

기 위한 m번째 셀에서의 전력  $P_{mji}$ 는 다음 식을 만족해야 한다.

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

여기서,  $I_m$ 는 대상 셀에서의 총 간섭 량이며,  $R$ 은 기준 전송률이고,  $W$ 는 대역폭이다. 식 (1)에서 셀 m의 총 간섭  $I_m$ 는 식 (2)와 같이 얻어진다.

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

여기서,  $N_{mji}$ 는 서비스 형태 j인 셀 m에서의 사용자 수이다.  $a_{mji}$ 는 사용자 i인 서비스 형태 j가 셀 m에서 요구하는 채널수를 의미하며 확률변수이다.  $X_{pji}^{(m)}$ 은 셀 p에 있는 사용자 i인 서비스 형태 j에 의해 셀 m에서 받는 간섭 량을 의미하며 확률변수이다. 전력( $P_{mji}$ )이 잡음대 비트 에너지( $E_b/N_0$ )와 전송률( $R$ )에 비례한다면  $P_{mji} = K \cdot (E_b/N_0)_{mji} \cdot R$ 가 된다. 식 (1)과 식 (2)에 전력식을 이용하여 정리하면 다음 식과 같이 얻어진다.

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

m = 1, 2, ..., M

여기서,  $a_{mji}$ 와  $X_{pji}^{(m)}$ 가 확률 변수이고, 식 (3)의 왼쪽 값이 대역폭  $W$ 보다 클 확률이  $\alpha$  이하가 되도록 하고 이를 호 수락 조건으로 하면 호를 수락할지의 여부는 다음 식을 통하여 결정할 수 있다.

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

가우스 근사법을 이용하여 셀 p에 있는 서비스 형태 j의 셀 m에서의 등가 대역폭( $\kappa_{pji}^m$ )을 구할 수 있다. 셀 m에서의 호 수락 영역은 식 (3)과 식 (4)로부터 다음과 같이 얻어진다.

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

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

다. 그리고  $\beta$  는 정규분포  $\left(\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{\beta}^{\infty} e^{-\frac{t^2}{2}} dt = a\right)$  을 만족하는 값이다. 또한  $\mu_{mj} = E[\alpha \cdot R \cdot (E_b/N_0)_{mj}]$ ,  $\sigma_{mj}^2 = V[\alpha \cdot R \cdot (E_b/N_0)_{mj}]$  이다.

### 2. 가변등가대역개념에 의한 호 수락 제어

핸드오버 호와 신규 호의 수락 영역을 결정하는데 있어 핸드오버 호의 절단률과 신규 호의 차단률이 큰 셀에는 보다 많은 대역폭을 할당한다<sup>[12]</sup>. 즉 호 수락 요청을 받은 셀은 자신을 중심으로 두 번째 계층까지의 셀들 중 신규호의 차단률과 핸드오버 호의 절단률이 가장 많은 셀에는 전체 대역폭을 할당한다. 그 외의 셀에 대해서는 신규호의 차단률과 핸드오버 호의 절단률에 따라 대역폭을 할당한다. 또한 핸드오버 호를 위해 자원(대역폭)을 예약해 둬으로써 핸드오버 호가 더 많은 자원을 사용할 수 있게 한다.

한 셀에서 새로운 호가 발생하면, 두 번째 계층까지의 셀들 중 가장 큰 차단률을  $P_n^{max}$  라 하고 신규 호 요구를 받은 셀의 차단률을  $P_n$  이라 정의한다. 신규 호 수락 요구를 받은 셀의 대역폭( $W_n$ )은 식 (6)과 같이 주어진다.

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

따라서 식(5)와 식 (6)으로부터 신규 호의 수락 영역은 다음과 같다.

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

핸드오버 호를 위한 예약해 둔 자원을  $r$  이라 하면 신규 호의 수락 영역은 다음과 같다.

$$\sum_{j=1}^J \kappa_{mj}^m \cdot N_{mj} + \sum_{p=1, p \neq mj=1}^M \sum_{j=1}^J \kappa_{pj}^m \cdot N_{pj} \leq W_n(1-r) \quad (8)$$

호가 핸드오버를 요구할 경우, 두 번째 계층까지의 셀들 중 가장 큰 절단률을  $P_h^{max}$  라 하고 핸드오버 호 요구를 받은 셀의 절단률을  $P_h$  이라 하자. 핸드오버 호 요구를 받은 셀의 대역폭( $W_h$ )은 다음과 같이 주어진다.

$$W_h = P_h / P_h^{max} \times W \quad (9)$$

식 (5)와 식(9)로부터 핸드오버 호의 수락 영역은 다음과 같다.

$$\sum_{j=1}^J \kappa_{mj}^m \cdot N_{mj} + \sum_{p=1, p \neq mj=1}^M \sum_{j=1}^J \kappa_{pj}^m \cdot N_{pj} \leq W_h \quad (10)$$

### 3. 호 수락 제어 방법

본 논문에서 사용한 호 처리 순서를 그림 1에 나타내었다. 각 셀에서 새로운 호가 발생하면 식 (8)의 호 수락 제어 영역을 만족하는지 확인한다. 식 (8)의 호 수락 제어 영역을 만족하면 새로 발생된 호는 그 셀에서 서비스를 받게 된다. 식 (8)을 만족하지 않으면 발생된 호는 서비스를 받지 못하게 된다. 핸드오버 요구 호에 대해서는 식 (10)의 핸드오버 호 수락 제어 영역을 만족하는지 확인한다. 만족하면 호는 핸드오버되어 다음 셀로부터 서비스를 받게된다. 식 (10)을 만족하지 않으면, 일정 시간동안 버퍼에 대기시키고 사용하지 않는 무선 자원이 발생하면 식 (10)을 검사하여 만족하면 우선 서비스한다. 그러나 일정시간이 지난 후에도 자원을 할당받지 못하게 되면 핸드오버 호는 서비스를 받지 못하고 절단된다.

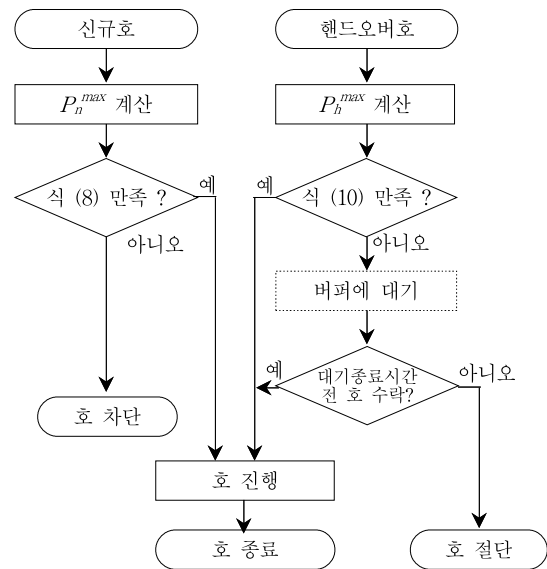


그림 1. 호 처리 순서  
Fig. 1. Call processing flowchart.

### III. 모의실험 및 분석

본 논문에서 컴퓨터 모의실험을 위해 사용한 셀 환경은 다음과 같다. 각 셀은 육각형 모양의 구조를 가지며 중심 셀, 1 계층 셀, 2 계층 셀으로 구성된다. 셀 구성을

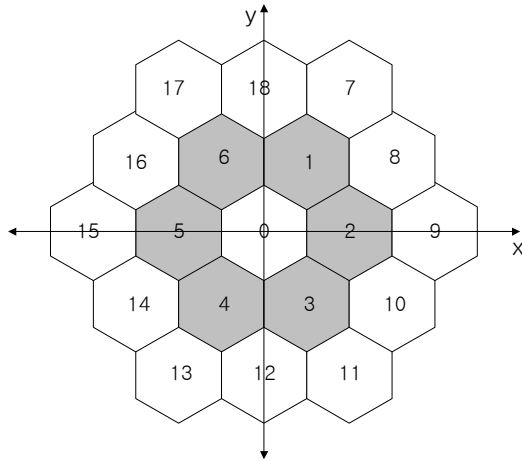


그림 2. 셀 구성도  
Fig. 2. The cell layout.

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

부가되는 평균 트래픽	트래픽의 발생 간격
150	1
50	3
30	5
21.42857	7
16.66667	9

그림 2에 나타내었으며 셀의 반경은 1km로 가정하였다. 호의 도착 시간 간격은 지수 분포를 따르고 평균통화 시간은 120초로 하였다. 또한 호의 통화 시간도 지수 분포를 따르고 평균통화시간은 120초로 하였다. 이동 가입자의 이동 방향은 0~360도 사이에서 균일 분포를 갖는다. 이동 가입자의 속도는 0~50(km/h) 사이에서 균일 분포를 갖는다. 트래픽은 모든 셀에서 균일하게 발생한다. 시스템에 부가되는 평균 트래픽의 발생 간격은 표 1과 같이 가정하였다. 또한 대역폭은  $W=1.25\text{Mbps}$ 이고 서비스 형태는 2가지를 사용하였다. 서비스 형태 1은 전송속도가 9.6Kbps인 서비스이고 서비스 형태 2는 전송속도가 19.2Kbps인 서비스 형태로,  $(E_b/N_o)_1 = 7\text{dB}$ ,  $(E_b/N_o)_2 = 10\text{dB}$ 로 하였다. 서비스 형태 1과 서비스 형태 2의 호 발생 비율은 4대 1로 하였다.

식 (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 하였다. 섀도우 페이딩 (shadow fading)의 표준 편차는 10dB로 하였다. 위의 수치를 적용하여 계산한 등가 대역은 표 2와 같다. 그

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

리고 평균 대역폭은 다음과 같이 구하여 진다.

$$E[a_{p\bar{p}} \cdot R \cdot (E_b/N_o)_{p\bar{p}} \cdot X_{p\bar{p}}^{(m)}] = E[a_{p\bar{p}}] \cdot R \cdot (E_b/N_o)_{p\bar{p}} \cdot E[X_{p\bar{p}}^{(m)}]$$

여기서,  $E[X_{pji}^{(m)}]$ 은 M. A. Landolsi의 결과를 이용하였다<sup>[13]</sup>.

모의실험에서 사용되는 신규호의 수락 영역과 핸드오버 호에 대한 수락 영역은 식 (8)과 식 (10)로 부터 다음과 같이 얻어진다.

$$27.3N_{11} + 153.6N_{12} + \sum_{k=2}^7 (1.6N_{k1} + 8.7N_{k2}) + \sum_{k=8}^{10} (0.6N_{k1} + 3.2N_{k2}) \leq W_n(1-r) \tag{11}$$

$$27.3N_{11} + 153.6N_{12} + \sum_{k=2}^7 (1.6N_{k1} + 8.7N_{k2}) + \sum_{k=8}^{10} (0.6N_{k1} + 3.2N_{k2}) \leq W_h \tag{12}$$

모의실험에서 핸드오버 호를 위해 대기버퍼의 사용하였으며 자원 예약율은  $r=0.0, 0.1, 0.2, 0.3$ 으로 하여 실험하였다.

그림 3은 새로 발생한 호에 대해 호 수락 영역을 결정하는 부등식 (11)과 발생된 핸드오버 호에 대해 호 수락 영역을 결정하는 부등식 (12)에서 핸드오버 호를 위

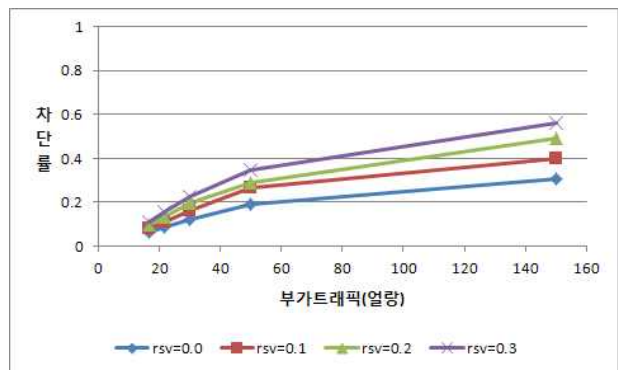


그림 3. 신규호 차단률(서비스형태 1)  
Fig. 3. The blocking probability for new call. (service type 1).

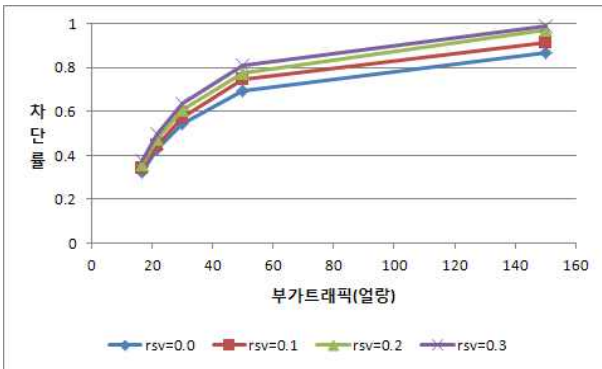


그림 4. 신규호 차단률(서비스형태 2)  
Fig. 4. The blocking probability for new call. (service type 2)

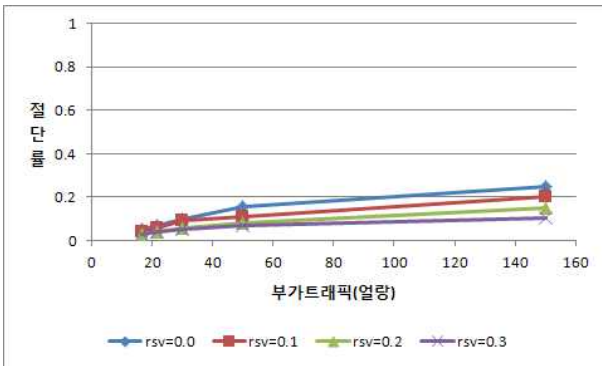


그림 5. 핸드오버호 절단률(서비스형태 1)  
Fig. 5. The dropping probability for handover call. (service type 1)

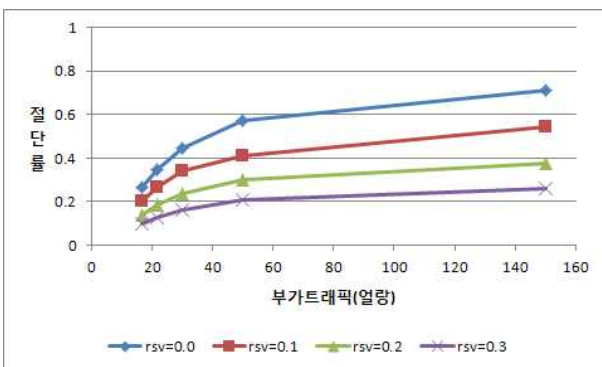


그림 6. 핸드오버호 절단률(서비스형태 2)  
Fig. 6. The dropping probability for handover call. (service type 2)

해 버퍼를 사용한 경우 자원예약에 따른 서비스 형태 1의 신규 호에 대한 차단률을 보이고 있다. 그림 범례에서 각 값은 핸드오버 호를 위한 자원 예약 비율을 의미한다. 경우를 나타낸다. 핸드오버 호를 위한 자원 예약이 많을수록 신규 호의 차단률이 높아짐을 알 수 있다.

그림 4는 서비스 형태 2에 대한 신규 호의 차단률을

보이고 있다. 서비스 형태 1처럼 핸드오버 호를 위한 자원 예약이 많을수록 신규 호의 차단률이 높아짐을 알 수 있다. 또한 서비스 형태 1보다 서비스 형태 2가 한 호에 할당되는 대역폭이 많기 때문에 서비스 형태 1보다 차단률이 높음을 알 수 있다.

그림 5는 핸드오버 호에 대해 버퍼를 사용하고 무선 자원 예약에 따른 서비스 형태 1의 절단률을 보이고 있다. 자원을 예약해 둬으로써 핸드오버 호에 대해 보다 많은 핸드오버를 시킬 수 있다. 따라서 핸드오버 호의 절단율은 감소 하지만 신규호에 대한 차단율을 다소 증가함을 알 수 있다.

그림 6은 핸드오버 호에 대해 버퍼를 사용하고 무선 자원 예약에 따른 서비스 형태 2의 절단률을 보이고 있다. 서비스 형태 1과 비슷한 경향을 보이고 있다.

#### IV. 결 론

본 논문에서는 여러 가지 형태의 서비스를 갖는 셀 환경에서 핸드오버 호를 위해 무선자원을 할당 받지 못하는 호에 대해 일정시간 대기할 수 있도록 대기버퍼를 두고 또한 무선자원 예약에 따른 시스템 성능을 고찰하였다. 핸드오버 호에 대기버퍼를 둬으로써 버퍼를 사용하지 않을 때보다 더 좋은 결과를 얻을 수 있었으며 또한 핸드오버 호를 위한 자원예약으로 핸드오버 호의 서비스가 향상됨을 알 수 있었다.

그 결과 핸드오버 호를 위해 대기버퍼를 둬으로써 핸드오버 호를 보다 많이 서비스 할 수 있는 반면 신규호에 대해서는 그만큼 차단률이 높아졌다. 이는 통화가 끊어지지 않고 연속됨으로 이동 가입자가 느끼는 서비스 품질은 높게 느낄 수 있으나 신규 호가 많이 차단됨으로 이들 둘 사이에 trade-off 관계가 있다. 차단률과 절단률 둘 다 낮출 수 있는 방법이 지속적으로 연구되어야 할 것이다. 또한 서비스 형태에 따라 차단률과 절단률이 상당한 차이를 보이고 있다. 이 또한 서비스 형태에 관계없이 수락되는 호의 비율을 높이면서 거의 비슷한 성능을 나타낼 수 있는 방법이 연구되어야 할 것이다.

#### 참 고 문 헌

[1] Ghorashi, S.A., Said, F., Aghvami, A.H., "Handover rate control in hierarchically

- structured cellular CDMA systems,” Personal, Indoor and Mobile Radio Communications, 2003. PIMRC 2003. 14th IEEE Proceedings on, pp.2083-2087, 2003.
- [2] TIA/EIA/IS 95 Interim Standard, Mobile Station Base Station compatibility Standard for Dual Mode Wideband Spread Spectrum Cellular System, Telecommunication Industry Association, 1993.
- [3] Guan, S.-y., Gao, K.-n., Wang, G.-x, .“Study of Soft-Handover of Double Queues Model in CDMA Mobile Communication Network,” Xiao xing wei xing ji suan ji xi tong Mini-micro systems, v.27 no.2, pp.250-252, 2006.
- [4] Y.B. Lin and S.Mohan, “Queueing priority channel assignment strategies ofr PCS hand off and initial access,” IEEE Trans. on Veh. Tech., Vol. 43, No. 3, pp.704 712, Aug. 1994.
- [5] Yang, Linlin, Huang, Zhenan, Wang, Wenbo, “Fuzzy logic based handover in MC-CDMA system,” Circuits and Systems, 2005. ISCAS 2005. IEEE International Symposium on, pp.5158-5161, 2005.
- [6] R.F. Chang and S.W. Wang, “QOS based call admission control for intergrated voice and data in CDMA systems,” PIMRC’96, 1996.
- [7] Falowo, OlabisiE. Chan, H.Anthony, “Effect of mobile terminal heterogeneity on call blocking/dropping probability in cooperative heterogeneous cellular networks,” Telecommunication systems, pp.337-349, v.47 no.3/4, 2011.
- [8] P.R. Larjani, N. Movahedinia, and R.H.M. Hafez, “Admission control for multimedia traffic in CDMA network,” The 8th Int. Conf. On Wireless Comm., 1996.
- [9] J.Evans and D.Everitt, “Call admission control in multiple service DS CDMA cellular networks,” VTC’96, pp.227 231, 1996.
- [10]R.F. Chang and S.W. Wang, “QOS based call admission control for intergrated voice and data in CDMA systems,” PIMRC’96, 1996.
- [11]정용찬, 정세정, 신지태, “CDMA 무선망상의 멀티 미디어 서비스를 위한 QoS 제공 호 제어 기법,” 전자공학회논문지, 제40권, TC편, 제12호, 105-115쪽, 2003년.
- [12]성홍석, 임승철, 이동명, 박동선, “부하가 균일하지 않은 다중 셀 환경에서의 호 제어 방법,” 한국통신학회, Vol.24, No.3A, pp.367-373, 1999.
- [13]M.A.Landolsi et. Al, “New Results on the Reverse Link Capacity of CDMA Cellular Networks,” Proc. ICC, pp. 1462-1466, 1996.

---

 저 자 소 개
 

---

성 홍 석(평생회원)  
 대한전자공학회 논문지  
 제45권 TE편 제3호 참조