

소프트 핸드오프 영역이 DS-CDMA 시스템의 블로킹 확률에 미치는 영향 분석

정회원 조 무 호*

Effect of Soft Handoff Area on the Blocking Rate of DS-CDMA System

Moo-ho Cho* *Regular Member*

요 약

DS-CDMA 이동통신 시스템에서 소프트 핸드오프는 간섭을 감소시켜, 역방향 링크 용량을 증대 시키고 통화 절단율을 감소시켜 시스템 성능을 향상시킨다. 반면에 무선 채널 자원 측면에서는 공간 다이버시티를 위해 다수 개의 무선자원을 사용하기 때문에 시스템 성능을 저하시킬 수도 있다. 본 논문에서는 이러한 무선자원 활용 측면에서 DS-CDMA 이동통신 시스템의 소프트 핸드오프에 대한 성능을 분석하였다. 분석 결과에서 무선 채널 자원이 한정된 경우에 소프트 핸드오프 영역이 증가하면 소프트 핸드오프 빈도와 평균 채널 점유시간이 증가하여 채널 블로킹율을 상당히 증가시키는 것을 확인할 수 있었다. 핸드오프 영역이 증가 되기 전과 동일한 블로킹율을 유지시키기 위해서는 증가되는 영역에 비례하여 추가적인 무선 채널 자원이 제공되어야 한다.

ABSTRACT

In DS-CDMA mobile systems, soft handoff is recognized as reducing interference and increasing reverse link capacity. Whereas from a radio channel resource point of view, soft handoff can make the system performance deteriorate significantly. This paper is focused on the channel resources utilization of soft handoff for evaluating the performance of DS-CDMA mobile systems. From the result, when the soft handoff region is extended with the given channels, both the handoff rate and the mean channel holding time are increased and these make the blocking probability increase a great deal. To maintain the required blocking probability as before, additional channel resources should be supplied according to the extended region.

I. 서 론

DS-CDMA 이동통신 시스템에서는 인접 셀 뿐만 아니라 동일 셀에서도 동시에 동일 주파수 채널을 사용할 수 있음으로 인해 소프트 핸드오프가 가능해진다. 기존 셀과 통화하는 채널을 절단한 후 새로운 셀의 채널을 접속하는 기존의 하드 핸드오프와는 다르게 소프트 핸드오프는 새로이 접근하는 셀의 채널을 먼저 접속하고 나중에 기존의 채널을 절단시킨다. 이러한 소프트 핸드오프 기능은 셀의 경

계 지역에서 페이딩과 새도잉으로 인한 신호 세기의 변동이 심할 때에 이동국과 네트워크측에 공간 다이버시티를 제공하여 역방향 링크의 용량을 증대시키고 통화 절단율을 감소시켜 시스템의 성능을 향상시킨다^[1,2].

하드 핸드오프를 사용하는 기존 시스템에서도 빌딩의 간섭과 지형의 변화로 인해 실제적으로 어떤 특정 지역을 음영 지역 없이 완전히 서비스하기 위해서는 30% 이상이 중첩되어야만 했다^[3]. 소프트 핸드오프를 사용하는 시스템에서는 이동국이 경계

* 경주대학교 컴퓨터전자공학부
논문번호 : K01111-0403, 접수일자 : 2001년 4월 3일

지역에 있을 경우의 공간 다이버시티를 위해 의도적으로 서비스 지역을 중첩 시킨다. 이러한 소프트 핸드오프 중첩된 지역이 늘어나면, 무선 전파 환경에서는 공간 다이버시티에 의한 이득이 제공되지만, 무선자원 측면에서는 다수 개의 채널 사용으로 인해 핸드오프 빈도가 증가하게 되고 채널 점유 시간도 길어지게 된다. 따라서 무선자원이 한정된 경우에 중첩된 핸드오프 지역만 증가시키게 되면 핸드오프 빈도와 채널 점유시간의 증가로 인해 결과적으로는 블록킹율을 증가시켜 시스템 성능을 저하시키게 된다^[4,5]. 따라서 시스템의 효율적인 무선자원 활용으로 기지국 무선채널 설비의 경비 절감을 위해서 소프트 핸드오프 영역의 변화가 시스템 성능에 미치는 영향에 대해 정확한 분석이 요구된다.

기존의 하드 핸드오프에 적용하는 트래픽 모델을 소프트 핸드오프의 중첩된 지역에 대한 고려가 없기 때문에 분석을 위한 트래픽 모델로서 적합하지 않다^[6,7]. 소프트 핸드오프 영역의 변화가 시스템에 미치는 영향을 분석하기 위해서는 중첩된 지역이 고려된 핸드오프 빈도 예측과 이 모델에 따른 채널 점유시간을 구할 수 있어야 한다^[4,5,8]. 본 논문에서는 핸드오프의 중첩된 영역을 고려하여 핸드오프 빈도를 예측하기 위해 가입자 이동성 모델을^[9,10] 사용하는 소프트 핸드오프 트래픽 모델을 사용한다. 또한 본 논문에서 제안하는 소프트 핸드오프 트래픽 모델의 채널 점유시간은 해석적인 방법으로 구할 수 없는 모델에 해당하며, 이러한 트래픽 모델에서의 채널 점유시간을 구하기 위해 수치 해석으로 구하는 방법을 사용한다^[11,12]. 본 논문에서는 이러한 파라미터들을 사용하여 DS-CDMA 이동통신 시스템의 무선자원 활용 측면에서 소프트 핸드오프 영역의 변화가 시스템에 미치는 영향에 대해 분석하였다.

II. 소프트 핸드오프 트래픽 모델

한 셀에서 사용되는 CDMA 주파수 채널 수는 트래픽 부하에 따라 그 수가 결정되며, 트래픽 부하가 큰 셀에서는 다수 개의 CDMA 주파수 채널(frequency assignment)을 사용하게 된다. 만약 한 개 이상의 CDMA 주파수 채널이 사용되면 하드 핸드오프가 셀 내에서 또는 셀 간에 발생할 수 있게 된다. 본 논문에서는 분석을 위해서 CDMA 주파수 채널이 하나만 사용되고, 시스템 내의 모든 핸드오프는 소프트 핸드오프라고 가정한다.

1. 이동 가입자 이동성 모델

트래픽 모델을 위해 다음과 같이 가정한다. 신규 호는 서비스 지역에서 균등하게 발생한다. 이동 가입자의 속도와 방향은 서로 독립인 랜덤 변수이고 한 호 동안에는 변하지 않는다. 이동 가입자의 속도는 구간이 $[0, V_{max}]$ 이고, 방향은 구간이 $[0, 2\pi]$ 인 균일 분포를 가진다. 또한, 시스템내의 모든 셀들은 동일한 조건의 셀들로 구성되어 있어 모든 셀의 파라미터들이 통계적으로 동일하며, 확률과 파라미터들이 시간에 따라 변하지 않는 통계적으로 평형 상태에 있다고 가정한다. 상기 가정 하에서는 한 셀로 유입하는 평균 핸드오프율은 한 셀로부터 유출하는 평균 핸드오프율과 동일하다고 볼 수 있다. 어떤 특정 지역에서 단위시간당 통화중인 상태에서 탈출하는 이동가입자의 수는 셀 영역의 크기와 형태, 호의 밀도 및 이동속도의 함수로 예측할 수 있다^[9,10]. 따라서 특정 셀로부터의 평균 핸드오프율 λ 는

$$\lambda = \frac{\rho VL}{\pi} \quad (1)$$

이다. 여기에서 ρ 는 단위 면적 당 통화중인 호의 밀도, V 는 이동 가입자의 평균 이동 속도, L 은 셀 영역 둘레의 길이를 나타낸다.

2. 소프트 핸드오프 경계

모든 DS-CDMA 기지국은 파일럿 신호를 항상 송출하고 있다. 이동국은 이 파일럿 신호들을 연속적으로 추적하여, 수신 신호의 전력 레벨이 가장 큰 기지국으로 수신기를 동조 시키고, 이 기지국으로부터 호 접속에 필요한 시스템에 대한 정보들을 수신한다. 따라서 DS-CDMA 시스템에서 셀 경계는 인접 기지국으로부터 이동국에 수신되는 파일럿 신호의 평균 전력 레벨에 의해 결정될 수 있다. 시스템을 구성하는 셀의 형태는 육각형 셀로 구성되어 있고, 각 셀의 안테나는 옴니 디렉션의 안테나로 구성되었다고 가정한다. 그림 1은 여섯 개의 인접 셀에 둘러 싸여 있고, 셀 반경이 R 인 육각형 셀을 나타낸다.

육각형 셀보다는 전파 환경에 더 적합하고 또한 트래픽 모델 해석의 용이를 위해, 단일 셀의 관점에서 육각형 셀을 동일 면적을 가진 원형 셀로 근사화 시킨다. 육각형 셀 경계의 반경이 R 이면 원형 셀의 반경은 R_{∞} 이다.

$$R_{so} = \sqrt{\frac{3\sqrt{3}}{2\pi}} R \approx 0.91R \quad (2)$$

소프트 핸드오프를 제공하는 시스템에서는 중첩되는 영역으로 인해 경계가 하나 더 존재한다. 경계 B는 이동국의 수신 전력 레벨이 수신기 한계 레벨 보다 큰 지점들로, 외부에서 유입되는 소프트 핸드오프호의 접속이 시작되고, 혹은 외부로 유출하는 소프트 핸드오프호의 접속이 종료되는 경계 지점들이다. 본 트래픽 모델에서는 두개의 셀이 중첩되는 경계에서의 소프트 핸드오프 접속의 시작과 종료는 같은 지점에서 시작 된다고 가정한다.

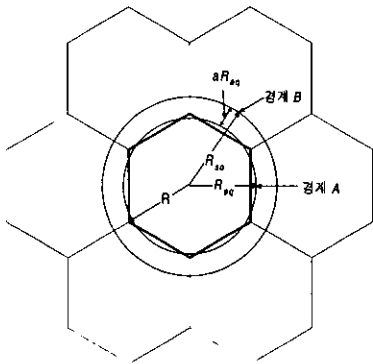


그림 1. 소프트 핸드오프 경계

경계 B에 해당하는 원형 셀의 반경 R_{so} 는 다음과 같이 정의 된다.

$$R_{so} = (1+a)R_{so} \quad (3)$$

여기에서 a 는 구간 $[0, 1]$ 에 있는 중첩의 정도를 나타내는 지수이다.

3. 소프트 핸드오프호의 종류

소프트 핸드오프 트래픽 모델에서는 그림 2에 나타난 것과 같이 세 가지 형태의 호 종류로 정의된다.

첫번째 호의 형태는 셀 경계 A 내부에서 발생하는 신규호(new call)들이다. 신규호에서는 호의 시작하는 시점에 배정된 채널을 통화를 완료하거나 이동국이 셀 경계 B를 벗어날 때까지 점유한다. 두번째 호의 형태는 셀 경계 B를 통해 유입되는 핸드오프호이다. 이 유입호들은 경계 B의 어느 한 지점에서 유입되어 경계 B의 다른 지점으로 유출되는 형태이다. 세번째 호의 형태는 경계 A와 경계 B 사이의 중첩된 영역에서 발생하는 호들이다. 이 호들은

주변 셀 중의 어느 한 셀에서 신규호로 발생된 후에 즉시 핸드오프를 요구하는 호들이다.

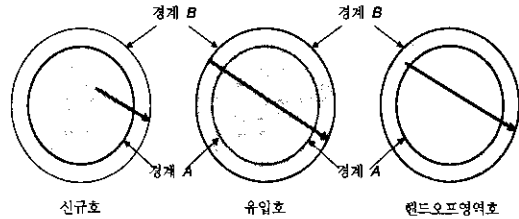


그림 2. 소프트 핸드오프 트래픽 모델에서 호 형태

4. 소프트 핸드오프호 발생 빈도

신규호는 셀 경계 A 내에서 균등하게 발생한다고 가정한다. λ_a 를 단위 면적 당 초당 평균 신규호 발생율이라고 정의하면, 신규호의 셀 당 평균 발생율 λ_{nc} 는 다음과 같이 주어진다.

$$\lambda_{nc} = \pi R_{so}^2 \lambda_a \quad (4)$$

시스템내의 모든 셀의 파라미터들이 통계적으로 동일하고, 시간에 따라 변하지 않는 통계적인 평형 상태에 있다고 가정하면, 한 셀로 유입하는 평균 핸드오프율은 한 셀로부터 유출하는 평균 핸드오프율과 동일하다고 볼 수 있다. 따라서 유입되는 핸드오프율은 가입자 이동성에 의해 구할 수 있다. 호 지속시간은 평균이 $1/\mu_D$ 인 지수분포라 가정하고, P_B 를 신규호 블록킹율이라 가정하면 외부에서 경계 B로 유입되는 핸드오프호의 밀도는 $\lambda_a/\mu_D(1-P_B)$ 가 된다. 가입자 이동성에 의해 평균 유입호율 λ_{ic} 는 다음과 같이 된다.

$$\lambda_{ic} = 2 \frac{\lambda_a}{\mu_D} V R_{so} (1-P_B) \quad (5)$$

중첩된 영역에서 발생하는 핸드오프호는 경계 A와 경계 B 사이에서 발생하는 신규호에서 블록킹된 호를 제외한 호에 해당한다. 중첩 영역에서 발생하는 셀 당 평균 핸드오프 발생율 λ_{sr} 는 다음과 같다

$$\lambda_{sr} = \pi \lambda_c (R_{so}^2 - R_{so}^2) (1-P_B) \quad (6)$$

III. 채널 점유시간

이동국이 셀 내에서의 호당 채널 점유 T_H 는 통화 지속 시간이나 이동국의 셀 내 거주 시간(dwelling

time) 중에서 작은 것에 해당한다. 본 논문에서 제안된 트래픽 모델의 신규호와 핸드오프 영역호에 대한 셀 내 거주 시간은 해석적인 방법으로 구할 수 없는 트래픽 모델에 해당한다^[11,12]. 소프트 핸드오프의 신규호, 핸드오프 영역호 및 유입호에 대한 채널 점유시간은 참조 논문 [11]에 제시된 결과를 사용한다. 만약 T_{nc} 를 신규호 채널 점유 시간, T_{ic} 는 유입호 채널 점유시간, T_{gr} 을 핸드오프 영역호 채널 점유시간으로 정의하면, 호 형태별로 발생 빈도를 고려한 전체 채널 점유시간 분포함수 $F_{T_n}(t)$ 는 다음과 같이 표시된다.

$$F_{T_n}(t) = \frac{\lambda_{nc}}{\lambda_{nc} + \lambda_{ic} + \lambda_{gr}} F_{T_{nc}}(t) + \frac{\lambda_{ic}}{\lambda_{nc} + \lambda_{ic} + \lambda_{gr}} F_{T_{ic}}(t) + \frac{\lambda_{gr}}{\lambda_{nc} + \lambda_{ic} + \lambda_{gr}} F_{T_{gr}}(t) \quad (7)$$

여기에서 $F_{T_{nc}}(t)$, $F_{T_{ic}}(t)$, $F_{T_{gr}}(t)$ 은 T_{nc} , T_{ic} , T_{gr} 각각의 채널 점유시간 분포함수이다 이에 대한 여분포 (complementary distribution function) 함수 $F_{T_n}^c(t)$ 는 다음과 같다.

$$F_{T_n}^c(t) = 1 - F_{T_n}(t) \quad (8)$$

채널 점유 시간은 성능 분석의 용이함을 위해 평균 $T_{Hm}(\equiv 1/\mu_H)$ 를 가지는 부지수 분포 (negative exponential distribution)로 근사화 된다.

$$\int_0^{\infty} (F_{T_n}^c(t) - e^{-\mu_H t}) dt = 0 \quad (9)$$

따라서 소프트 핸드오프에서의 평균 채널 점유 시간은 다음과 같이 구할 수 있다.

$$T_{Hm} = \int_0^{\infty} F_{T_n}^c(t) dt \quad (10)$$

IV. 성능 분석

소프트 핸드오프 영역이 시스템 성능에 미치는 영향을 분석하기 위해 채널할당에는 다음과 같이 가정한다. 기존의 무선 전파환경 측면에서 소프트 핸드오프에 대한 연구 논문들과 비교하기 위해서 핸드오프호들을 신규호에 비하여 채널 할당 시 우선권을 주지 않는다^[11]. 따라서 신규호 블록킹율과 핸드오프 실패율에 대한 확률이 같아진다. 만약 각

셀에 배정된 채널의 수가 C 개이고, 모든 채널이 할당된 후에 시도 되는 신규호나 핸드오프호는 블록킹 되어 제거된다고 가정한다. 또한 모든 호는 포아송 과정(poisson process)에 따라 발생되고, 평균 발생률이 2장에서 구해진 것과 같이 λ_{nc} , λ_{ic} 및 λ_{gr} 라고 가정한다. 채널 점유 시간은 3장에서와 같이 평균이 $1/\mu_H$ 인 부지수분포라고 가정한다. 한 셀에서 채널 j 개가 사용되고 있는 상태를 E_j 라고 정의하고, P_j 를 시스템이 상태 E_j 에 있을 확률로 정의하면, 이 확률은 Birth-Death process에 의해서 구할 수 있다. 그림 3은 이러한 시스템의 상태천이도 (state transition diagram) 를 나타낸다.

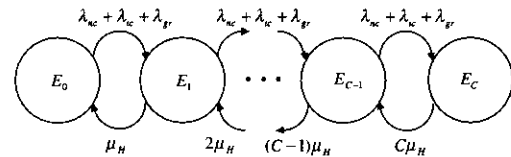


그림 3. 상태천이도

상태천이도에서 정상 상태에서 확률 P_j 는 다음과 같다.

$$P_j = \frac{\lambda_{nc} + \lambda_{ic} + \lambda_{gr}}{\mu_H} P_{j-1}, \quad \text{for } j=1, 2, \dots, C \quad (11)$$

정상 상태에서 모든 상태의 총합은 1이 되어야 하므로

$$\sum_{j=0}^C P_j = 1 \quad (12)$$

이다. 상태 방정식을 정리하여 풀면 다음과 같다.

$$P_0 = \left[\sum_{j=0}^C \frac{(\lambda_{nc} + \lambda_{ic} + \lambda_{gr})^j}{j! \mu_H^j} \right]^{-1} \quad (13)$$

$$P_j = \frac{(\lambda_{nc} + \lambda_{ic} + \lambda_{gr})^j}{j! \mu_H^j} P_0, \quad \text{for } j=1, 2, \dots, C \quad (14)$$

신규호와 핸드오프호의 블록킹 확률 P_B 는 모든 채널이 할당된 후에 시도되는 경우에 해당하므로, 시스템이 상태 P_C 에 있을 확률에 해당한다.

$$P_B = P_C \quad (15)$$

(13)과 (14)식으로부터, 블록킹 확률은 다음과 같다.

$$P_B = \frac{(\lambda_{nc} + \lambda_{ic} + \lambda_{gr})^C}{C! \mu_H^C} \sum_{j=0}^{\infty} \frac{(\lambda_{nc} + \lambda_{ic} + \lambda_{gr})^j}{j! \mu_H^j} \quad (16)$$

소프트 핸드오프 영역의 변화가 시스템 성능에 미치는 영향을 분석하기 위해 다음과 같이 가정한다. 평균 통화 지속 시간 $1/\mu_D=120$ 초, 이동국 속도는 최대 속도 $V_{max}=60$ km/hr, 셀 당 20 채널, 블록킹을 $P_B=0.01$, 셀 반경 $R=1$ km이다. 또한 핸드오프 호에 대해 우선권을 부여하지 않기 때문에, 신규호와 핸드오프호의 블록킹 확률은 동일하다.

그림 4는 소프트 핸드오프영역의 변화가 신규호와 핸드오프호의 블록킹율에 미치는 영향을 나타내었다. 그림 4에서는 블록킹 확률이 소프트 핸드오프 영역의 중첩 지수 a 가 서로 다른 3가지의 경우에 대해 신규호와 핸드오프호의 블록킹율이 단위 면적당 호발생율 λ_a 의 함수로 나타나 있다. 소프트 핸드오프 영역이 증가하면 소프트 핸드오프 빈도와 채널 점유 시간이 증가하게 되어 예측한 바와 같이 결과적으로 시스템 블록킹율이 증가 되는 것을 확인할 수 있다.

그림 5는 그림 4와는 다른 관점에서 이동국 속도가 서로 다른 경우에 소프트 영역 변화가 블록킹율에 미치는 영향을 나타내었다. 이때 $\lambda_{nc}=0.0385$ calls/sec/km² 라 가정한다. 이 경우에도 소프트 핸드오프 영역이 증가하면 블록킹율이 증가하였다. 또한 저속으로 이동하는 이동국이 고속 이동 이동국에 비해 블록킹율이 약간 높고, 이러한 차이는 셀 면적이 커지면서 점점 감소하였다.

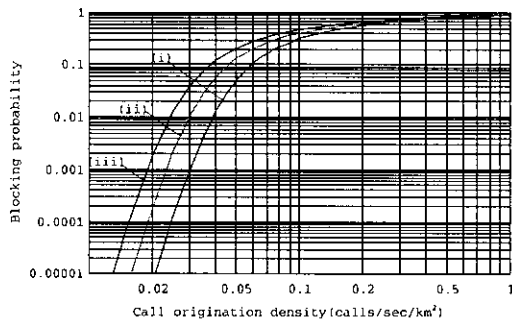


그림 4. 소프트 핸드오프 영역 변화에 따른 블록킹율의 변화
 (i) 중첩영역이 없는 경우($a=0$)
 (ii) 중첩영역 셀 면적의 30% 정도 증가된 경우($a=0.14$)
 (iii) 중첩영역 셀 면적의 60% 정도 증가된 경우($a=0.265$)

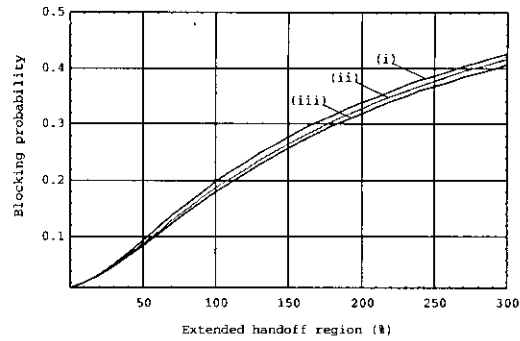


그림 5. 이동국 속도와 소프트 핸드오프 영역 변화가 블록킹율에 미치는 영향
 (i) $V_{max}=10$ Km/hr (ii) $V_{max}=60$ Km/hr
 (iii) $V_{max}=120$ Km/hr

그림 6은 소프트 핸드오프 영역을 증가시키는 경우에 블록킹율을 $P_B=0.01$ 로 유지 시키는데 추가적으로 필요한 채널 수를 이동국 속도 세 가지의 경우에 대해 나타내었다. 이 결과는 그림 5에 주어진 트래픽 부하에 따라 (16)식에 의해 구해진다. 그림 6에서 핸드오프 영역이 증가할 때 블록킹율을 일정하게 유지시키기 위해서는 이 영역 증가에 비례하여 요구되는 채널 수도 증가해야 함을 나타낸다. 또한 저속으로 이동하는 이동국이 고속 이동 이동국에 비해 블록킹율이 약간 높아 더 많은 채널이 요구된다. 참고 논문 [1]에 의하면 전력 제어가 완벽하게 되는 시스템에서 소프트 핸드오프는 역방향 링크 용량을 2배 이상으로 증가시킨다고 되어 있고, 이 경우에 서비스 영역은 전체가 소프트 핸드오프를 수행하는 영역이라고 가정되어 있다. 이러한 환경은 실제 서비스 조건에서 아주 특별한 경우로 본 논문에서의 핸드오프 중첩지수 $a=1$ 에 해당하며, 핸드오프 영역이 셀 서비스 영역의 300% 정도 증가한 경우에 해당한다. 그림 6(ii)와 같이 $R=1$ km, $V_{max}=60$ km/hr, 셀 당 20 트래픽 채널, $P_B=0.01$, $1/\mu_D=120$ sec의 가정에서 소프트 핸드오프 영역을 증가시켜 $a=1$ 인 경우에 블록킹율 $P_B=0.01$ 로 유지시키기 위해서는 $C \approx 44$ 로 증가시켜야 하며, 이는 약 2.2배 증가에 해당한다. 이 결과는 추가적인 무선 채널 없이 소프트 핸드오프 영역만을 증가시킨다면 시스템 성능을 심각하게 저하시킬 수 있음을 의미한다.

그림 7은 셀 반경 $R=1$ km 이고 이동국 최대 속도 $V_{max}=60$ km/hr, 셀 당 $C=20$ 채널인 경우와 $C=24$ 채널인 경우에 대해 소프트 핸드오프 중

첩 정도에 따른 블록킹율을 나타낸다. 그림 7(i)과 같이 $C=20$ 인 경우에 중첩의 정도가 30% 정도 ($a=0.14$) 인 경우의 블록킹율이 그림 7(iv)의 $C=24$ 인 경우에 중첩의 정도가 60% 정도 ($a=0.265$) 인 경우의 블록킹율과 비슷하다. 즉 소프트 핸드오프 영역을 30% 중첩에서 60% 중첩으로 증가시키면 셀 당 채널이 20에서 24로 증가 되어야 동일한 블록킹율을 유지할 수 있음을 나타낸다.

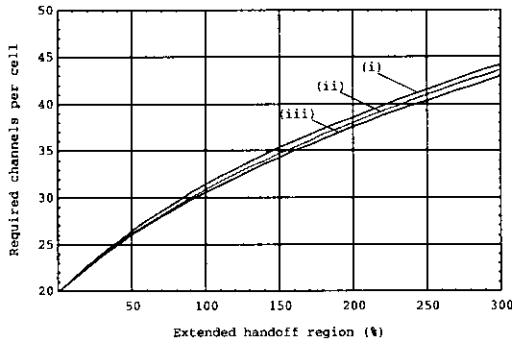


그림 6. 소프트 핸드오프 영역 증가시 $P_B=0.01$ 유지에 필요한 채널 수
 (i) $V_{max}=10Km/hr$ (ii) $V_{max}=60Km/hr$
 (iii) $V_{max}=120Km/hr$

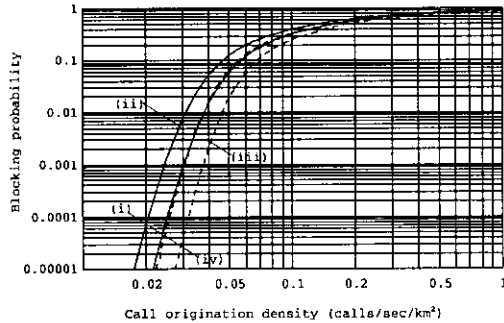


그림 7. $C=20$ 및 $C=24$ 일 때의 블록킹율의 변화
 (i) $C=20$ 및 $a=0.14$ (셀면적의 30%정도 핸드오프영역 증가)
 (ii) $C=20$ 및 $a=0.265$ (60%정도 증가)
 (iii) $C=24$ 및 $a=0.14$ (30%정도 증가)
 (iv) $C=24$ 및 $a=0.265$ (60%정도 증가)

V. 결론

본 논문에서는 소프트 핸드오프 영역이 무선 채널 자원 관점에서 시스템 성능에 미치는 영향에 대해 분석하였다. 소프트 핸드오프의 중첩된 영역의 변화를 고려하기 위해 가입자 이동성을 이용한 트래픽 모델을 사용하였고, 이에 따른 소프트 핸드오프

빈도 예측과 채널 점유시간을 사용하였다. 분석 결과에서 예측한 바와 같이 소프트 핸드오프 영역이 증가하면 핸드오프 빈도와 채널 점유 시간이 증가하게 되고, 이러한 영향이 시스템 성능의 저하를 초래하게 된다. 비록 소프트 핸드오프가 전파 환경 측면에서 역방향 링크 용량을 두 배 이상으로 개선 시키지만, 무선자원 관점에서 소프트 핸드오프는 두 배 이상으로 감소 시킬 수도 있다. 즉, 소프트 핸드오프 영역을 증가 시킬 때에는 무선자원 측면에서 충분히 고려해야만 역방향 링크 용량의 개선을 기대할 수 있다. 무선 채널 자원의 증가는 기지국 설비에 있어서 경비 증가를 수반한다. 따라서 최적 소프트 핸드오프 영역은 전파 환경 측면과 무선자원 측면 모두를 고려하여 결정되어야 한다.

참고 문헌

- [1] A. J. Viterbi, A. M. Viterbi, K. S. Gilhousen and E. Zehavi, Soft handoff extends CDMA cell coverage and increases reverse link capacity, *IEEE J. Select. Areas Commun.*, vol. 12, no. 8, pp. 1281-1288, Oct. 1994.
- [2] Qualcomm, The CDMA Network Engineering Handbook, Mar 1993.
- [3] P. Yum and K. L. Yeung, Blocking and handoff performance analysis of directed retry in cellular mobile systems, *IEEE Trans. Veh. Technol.*, vol. 44, no. 3, pp. 645-650, Aug. 1995.
- [4] D. K. Kim and D. K. Sung, Characterization of soft handoff in CDMA systems, *IEEE Trans. Veh. Technol.*, vol. 48, no. 3, pp. 1195-1202, July. 1999.
- [5] Y. Lin and A. Pang, Comparing soft and hard handoffs, *IEEE Trans. Veh. Technol.*, vol. 49, no. 3, pp. 792-798, May. 2000.
- [6] D. H. Hong and S. S. Rappaport, Traffic model and performance analysis for cellular mobile radio telephone systems with prioritized and non-prioritized handoff procedure, *IEEE Trans. Veh. Technol.*, vol. VT-35, no. 3, pp. 77-92, Aug. 1986.
- [7] Y. Lin, S. Mohan, and A. Noerpel, Queueing priority channel assignment strategies for PCS handoff and initial access, *IEEE Trans. Veh.*

- Technol., vol. 43, no. 3, pp. 704-712, Aug. 1994.
- [8] S. L. Su, J. Y. Chen and J. H. Huang, Performance analysis of soft handoff in CDMA cellular Networks, IEEE J. Select. Areas Commun., vol. 14, no. 9, pp. 1762-1769, Dec. 1996.
- [9] H. Xie and D.J. Goodman, Mobility models and biased sampling problem, IEEE ICUPC Record, vol. 2, pp. 803-807, Oct. 1993.
- [10] H. Xie and S. Kuek, Priority Handoff Analysis, International Journal of Wireless Information Network, vol. 1, no. 2, pp. 141-148, 1994.
- [11] M. H. Cho and C. H. Cho, The channel holding time distribution of soft handoff in DS-CDMA cellular systems, ITC-CSCC Record, Vol. II, pp.1135-1138, July 1997
- [12] M. H. Cho, K. S. Kim, F. Szidarovszky, Y. You, and K. R. Cho, Numerical analysis of the dwell time distribution in mobile cellular communication systems, IEICE Trans. Commun, vol. E-81-B, no. 4, 1998.

조 무 호(Moo-ho Cho)

정회원



1980년 2월 : 경북대학교

전자공학과 졸업

1989년 8월 : 청주대학교

전자공학과(공학석사)

1998년 2월 : 충북대학교

정보통신과(공학박사)

1983년 3월~2000년 2월 : 한국전자통신연구원 책임
연구원

2000년 3월~현재 : 경주대학교 컴퓨터전자공학부 교
수

<주관심 분야> 통신네트워크, 이동통신시스템, 트래픽
모델링