

# CDMA 셀룰라 시스템에서 이동국의 진행방향을 고려한 핸드오프 호 제어 방식

正會員 전 형 구\*, 권 수 근\*, 김 경 호\*\*, 강 창 언\*\*

## A Handoff Call Control Scheme based on the Moving Direction of Mobile Stations in CDMA Cellular Systems

Hyoung Goo Jeon\*, Soo Kun Kwon\*, Kyong Ho Kim\*\*, Chang Eon Kang\*\* *Regular Members*

### 요 약

본 논문에서 제안된 핸드오프 방식은 이동국이 현재 핸드오프 영역에 있을지라도 기지국에서 멀어지고 있는 이동국에 대해서는 핸드오프 서비스를 보류함으로써 채널효율을 높여주기 위한 것이다. 기지국은 이동국이 측정하여 보고한 파일럿 신호 세기의 변화율 값에 근거하여 이동국의 진행방향을 추정한다. 추정한 결과 이동국이 멀어지고 있다고 판단하면 기지국은 비어있는 채널 여유분이 부족할 경우 그 핸드오프 호를 무시한다. 기지국은 핸드오프 서비스를 제공하지 못한 경우 그 핸드오프 요구 호를 큐에 대기시킨다. 큐에 대기한 핸드오프 호에 대한 처리순서는 이동국에서 기지국에 보고한 큐 대기 예상 종료시간에 의하여 결정된다.

제안된 핸드오프 방식은 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 그 성능을 검증하였다. 그 결과 다른 기존의 방식에 비하여 신규호 차단율과 핸드오프 차단율에서 성능이 개선됨을 확인하였다.

### ABSTRACT

In this paper, we proposed a new handoff call control scheme(HCCS) to increase the efficiency of channel utility in CDMA cellular systems. The proposed handoff scheme ignores handoff requests initiated by mobile stations which are not actually approaching the neighboring target base station. A mobile station reports the pilot strength changing rate of the target base station when requesting handoff. The target base station estimates the moving direction of the mobile station based on the changing rate reported. If the mobile station is moving away, the target base station ignores the handoff request when traffic load is high. If there is no traffic channel available, then handoff calls are queued and new calls are simply blocked. The priority of the queued handoff calls is determined

\*한국 전자통신 연구원

\*\*연세대학교 전자공학과

論文番號:97458-1218

接受日字:1997年 12月 18日

depending on the predicted termination time of queue wait time. It is shown by computer simulation that HCCS outperforms the conventional scheme by reducing not only the blocking probability of new calls but also the forced termination probability of handoff calls.

## I. 서론

이동통신 셀룰라 시스템은 증가하는 서비스 수요를 충족시키고 제한된 주파수 자원을 효율적으로 사용하기 위하여 서비스 지역을 셀이라고 하는 작은 지역으로 분할하고 사용된 주파수를 다시 사용한다. 이와 같이 서비스 지역이 셀룰라 구획으로 나뉘어져 있기 때문에 이동국이 어떤 서비스 지역에서 다른 서비스 지역으로 이동할 때 핸드오프(handoff)가 발생한다. CDMA 셀룰라 시스템에서는 인접 기지국에서도 같은 주파수 대역을 사용할 수 있으므로 소프트 핸드오프가 가능하다[1]. 소프트 핸드오프는 이동국이 어느 한 셀에서 인접한 다른 셀로 이동할 때 셀 경계 지역에서 양쪽 기지국으로부터 할당받은 2 개의 트래픽 채널을 동시에 사용하여 통신하는 것을 말한다. 소프트 핸드오프시 이동국이 양쪽의 기지국과 동시에 통화를 형성하므로 전파환경이 보다 좋은 기지국의 전력제어를 받게 된다. 따라서 이동국은 전송전력을 줄일 수 있고, outage 확률이 줄어든다[2][3]. 그러나, 이동국은 핸드오프 영역에서 2 개의 트래픽 채널을 점유하므로 트래픽 채널의 사용효율이 떨어진다. 그런 이유 때문에 기지국 당 같은 수의 트래픽 채널을 보유하고 있다면 소프트 핸드오프 서비스를 제공하는 셀룰라 시스템이 그렇지 않은 시스템에 비하여 호 차단률이 높아지게 된다. 따라서 CDMA 셀룰라 시스템에서는 효율적인 호제어 방식이 필요하다. 뿐만 아니라, 핸드오프 호의 강제 종료는 시스템 통화품질에 많은 영향을 주기 때문에 이러한 호제어 방식은 핸드오프 호의 강제 종료확률을 낮은 상태로 유지할 수 있어야 한다.

CDMA 셀룰라 시스템에서 소프트 핸드오프는 이동국의 진행 방향과는 무관하게 인접 기지국의 파일럿 채널의 세기가 핸드오프 임계치  $T\_ADD$  이상일 때 시작된다[1]. 파일럿 신호의 세기가 핸드오프 임계치  $T\_ADD$  이상이 되어 이동국이 핸드오프를 요구한 인접 기지국을 타겟(target) 기지국이라 정의하자.

이동국이 타겟 기지국으로부터 멀어지고 있을지라도 그 기지국으로부터 수신되는 파일럿의 세기가  $T\_ADD$  이상이면 그 기지국에 핸드오프 호가 요구된다. 그러나 타겟 기지국으로부터 멀어지는 이동국의 호는 그 타겟 기지국에 반드시 핸드오프 되어야 할 필요는 없다. 본 논문에서는 타겟 기지국과 멀어지는 불필요한 핸드오프 호를 pseudo 핸드오프 호라고 정의한다. 이러한 pseudo 핸드오프 호는 트래픽 부하가 증가하여 트래픽 채널이 부족할 경우 셀 경계를 실제로 넘어가는 real 핸드오프 호와 신규호를 위하여 무시될 수 있다. 그러나 기존의 CDMA 셀룰라 시스템은 real 핸드오프 호와 pseudo 핸드오프 호를 구분하지 않고 동등하게 취급하였다. 더군다나 핸드오프 호를 보호하기 위하여 큐를 사용할 경우[4][5], real 핸드오프 뿐만 아니라 pseudo 핸드오프 호까지도 신규 호보다 우선하여 트래픽 채널 사용권을 가지게 된다.

본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 새로운 핸드오프 방식을 제안하였다. 제안된 핸드오프 방식은 소프트 핸드오프 지역에서 발생하는 핸드오프 호의 진행방향을 고려하여 real 핸드오프 호와 pseudo 핸드오프 호를 구분하고, pseudo 핸드오프 호에게 가장 낮은 트래픽 채널 사용권을 부여한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 서론에 이어 2 장에서는 기존의 CDMA 셀룰라 시스템에서 핸드오프 절차에 대하여 간략히 설명하였다. 3 장에서는 제안된 핸드오프 방식에 대하여 설명하였다. 4 장에서는 제안된 핸드오프 방식의 성능을 검증하기 위하여 수행한 시뮬레이션 및 그 결과에 대하여 설명하였다. 끝으로 5 장에서 결론을 맺었다.

## II. IS-95 규격에 의한 핸드오프 방식[1]

IS-95 규격을 근거하여 구현한 CDMA 셀룰라 시스템에서 핸드오프 절차는 그림 1을 참조하여 설명될 수 있다. 그림 1에서 이동국이 기지국A에서 기지국B로 움직일 때 기지국B의 파일럿 신호의 세기가  $T\_$

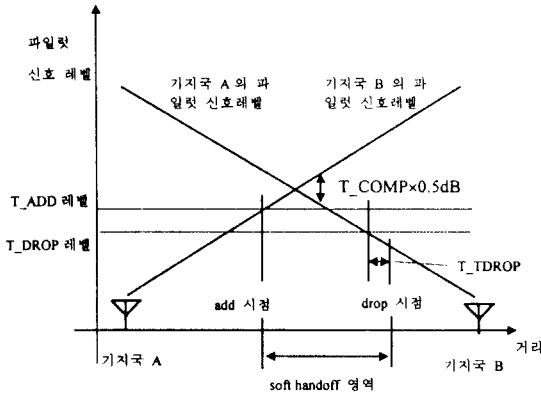


그림 1. IS-95 CDMA 셀룰라 시스템에서 핸드오프 영역

ADD보다 큰 경우 이동국은 Pilot Strength Measurement Message (PSMM) 메시지를 기지국에 전송한다. 기지국은 Handoff Direction Message(HDM)를 통하여 이동국에 기지국 B의 트래픽 채널을 할당하고 기지국B의 파일럿을 활성군(active set)에 포함시킬 것을 명령한다. 이때 이동국은 A와 B 두 기지국과 동시에 통화로를 형성한다. 이동국이 점차 기지국B에 가까워짐에 따라 기지국A의 파일럿 신호의 세기가 T\_DROP이하로 떨어진다. 이때 이동국은 타이머를 작동시켜 T\_TDROF 초 만큼 후에 기지국 A의 파일럿 세기를 측정한다. 기지국 A의 파일럿 세기가 여전히 T\_DROP 이하로 떨어져 있다면 기지국A와의 통화로를 해제하기 위하여 기지국에 PSMM 메시지를 전송한다. PSMM 메시지를 수신한 기지국은 이동국에 핸드오프 지시 메시지를 통하여 기지국A와 통화중인 채널을 해제시키며 이때 핸드오프가 종료된다. 그림 1에 나타난 것 처럼 T\_ADD 되는 시점부터 T\_TDROF에 의하여 채널이 해제되는 지역을 소프트 핸드오프 영역이라고 한다.

만약 앞의 절차에서 이동국이 T\_ADD 시점에서 기지국 B의 트래픽 부하 및 채널 사정으로 핸드오프 서비스를 받지 못하는 경우 그림 1의 T\_COMP시점까지 핸드오프 서비스가 보류된다. T\_COMP 시점은 인접 기지국의 파일럿 세기가 서비스 기지국의 파일럿 세기보다 T\_COMP이상인 시점을 말한다. 핸드오프 서비스를 제공받지 못한 이동국이 T\_COMP지점으로 접근하는 동안 기지국 A와는 점점 멀어지

로 전과 환경이 열악해질 경우 outage가 발생할 확률이 높아진다. 만약 T\_COMP시점에서 핸드오프 서비스를 받지 못하는 경우 핸드오프 서비스 실패가 발생하며 기지국 A로부터의 신호가 약해질 경우 그 호는 중단된다.

### Ⅲ. 제안된 핸드오프 호 제어 방식

#### 3.1 제안된 방식의 기본 개념

본 논문의 기본 개념은 그림 2를 이용하여 설명할 수 있다. 그림 2에서 화살표는 이동국의 진행방향을 나타내고 음영 지역은 인접 기지국으로부터 수신된 파일럿 신호의 세기가 핸드오프 임계치 T\_ADD보다 큰 지역을 나타낸다.

CDMA 셀룰라 시스템에서 소프트 핸드오프 호 발생은 다음 2 가지 종류로 나눌 수 있다. 첫째는 소프트 핸드오프 영역 밖에서 호가 발생한 다음 이동국이 이동하여 소프트 핸드오프 영역을 통과하면서 발생하는 핸드오프 호이다. 두번째는 핸드오프 지역에서 신규호가 발생하여 서비스 기지국과 통화로가 형성된 후 바로 인접 기지국에 핸드오프 서비스를 요청하는 핸드오프 호이다. 첫번째의 경우에 소프트 핸드오프 호를 요구한 이동국은 분명히 그 타깃 기지국에 접근하고 있으며 서비스 기지국과는 멀어지고 있다. 이러한 형태의 소프트 핸드오프 호는 이동국이 타깃 기지국과 가까워지고 있으므로 real 핸드오프 호라고 정의할 수 있다. 그림 2에서 MS2는 BS1에 real 핸드

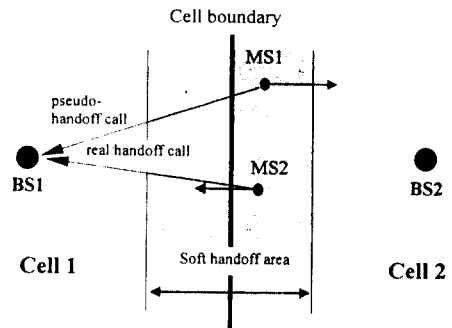


그림 2. 핸드오프 지역에서 이동국의 진행방향과 핸드오프 발생

오피 호이다. Real 핸드오프 호인 경우, 그 이동국과 서비스 기지국과의 무선 링크는 시간에 따라서 급격히 열화되므로 타깃 기지국에서 가능한 빨리 트래픽 채널을 할당하여 소프트 핸드오프 서비스를 제공해야 한다. 두번째와 같은 경우에는 나깃 기지국에 가까워지는 이동국과 멀어지는 이동국에서 발생된 것으로 나눌 수 있다. 예를 들어 그림 2에서 MS1이 BS2의 서비스 영역에 있으며 신규호를 시도하였다고 가정하자. MS1은 BS2의 서비스 지역에 있으며 BS2로부터 신규 호 서비스를 제공 받는다. 호가 설정된 후 MS1은 음영으로 표시된 핸드오프 지역에 있으므로 BS1에 핸드오프를 요구한다. 그러나 MS1은 BS1으로부터 멀어지고 있으므로 시간이 경과됨에 따라 자연스럽게 핸드오프 영역을 벗어나게 된다. 이러한 형태의 핸드오프 호는 이동국이 타깃 기지국으로부터 멀어지므로 pseudo 핸드오프 호라고 정의할 수 있다. 이동국이 타깃 기지국으로부터 멀어지는 경우에는 서비스 기지국과의 무선링크가 점점 좋아지므로, 그 타깃 기지국은 반드시 그 이동국에 트래픽 채널을 할당하여 소프트 핸드오프 서비스를 제공할 필요는 없다. 트래픽 채널 사용 효율면에서 볼 때, 이 pseudo 핸드오프 호는 기지국의 트래픽 부하의 상황에서 따라서 서비스가 보류되는 것이 바람직하다. Pseudo 핸드오프 호에 할당될 트래픽 채널을 보다 급한 real 핸드오프 호나 신규호에 할당하는 것이 보다 트래픽 채널 사용 효율을 높이고 시스템 성능을 개선하는 것이 될 것이다.

그러나, 기존의 핸드오프 방식은 이동국의 진행 방향을 고려하지 않았기 때문에 기지국 BS1에서 MS1과 MS2는 동일한 핸드오프 호로 취급된다. 더군모나, 핸드오프 호의 강제 종료확률을 줄이기 위하여 큐를 사용하면[4][5], real 핸드오프 호 뿐만 아니라 pseudo 핸드오프 호까지도 신규호 보다 트래픽 채널 사용 우선권을 가지게 된다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 이동국의 진행 방향을 고려하여 핸드오프 호를 제어하는 핸드오프 호 제어 방식(HCCS: Handoff Call Control Scheme)을 제안하였다. HCCS에서는 이동국이 핸드오프 서비스를 요구할 때 타깃 기지국으로부터 수신된 파일럿 신호의 평균 세기의 변화율을 보고한다.  $c\_rate\_ps$ 를 타깃 기지국으로부터 수신된 파일럿 신호의 평균 세기의 변화율이라고

정의하자. 기지국으로부터 수신되는 신호의 세기는 거리에 따라 증감하므로, 이동국이 타깃 기지국에서 멀어지면 측정된  $c\_rate\_ps$ 이 음의 값을 가지며 만약 가까워지면 양의 값을 갖는다. 타깃 기지국은 이동국에서 보고한  $c\_rate\_ps$ 값을 조사하여 이동국의 진행방향을 추정한다. 핸드오프를 요구한 이동국에서 보고한  $c\_rate\_ps$  값이 음이면 pseudo 핸드오프 호라고 판정하고  $c\_rate\_ps$ 값이 양이면 real 핸드오프 호라고 판정한다. Pseudo 핸드오프 호인 경우에는 real 핸드오프 호와 신규호에 채널 사용 우선권을 주기 위하여 무시해 버릴 수 있다. 그러나 소프트 핸드오프 호에 의해서 제공되는 장점을 살리기 위하여 기지국 내의 트래픽 채널이 90%이상이 점유되었을 경우에 한해서만 pseudo 핸드오프 호가 무시된다.

HCCS에서 만약 기지국에 가용 트래픽 채널이 없는 경우 신규호는 차단되고 real 핸드오프 호는 그대로 큐에 저장된다. 큐에 입력된 핸드오프 호의 이동국은 주기적으로 신호세기의 변화율을 기지국에 보고한다. 기지국은 보고되는  $c\_rate\_ps$  값을 계속 감시하며 만약 이동국의 방향 전환으로 인하여 그  $c\_rate\_ps$  값이 음으로 바뀌면 해당 핸드오프 호를 그 큐에서 제거한다. 큐에서 핸드오프 호들이 대기하고 있는 동안 어느 한 트래픽 채널이 해제되면 대기중인 핸드오프 호 중에 가장 우선 순위가 높은 호에 그 트래픽 채널을 할당한다.

### 3.2 대기중인 핸드오프 호의 서비스 우선순위

FIFO방식[4]에서는 큐에 들어오는 순서대로 서비스 우선순위가 결정된다. MBPH 방식[5]에서는 이동국이 측정하여 보고한 기지국 신호의 수신세기에 따라서 서비스 우선순위가 결정된다. 즉 기지국 신호의 수신세기가 가장 작은 핸드오프 호가 최고의 우선순위를 갖는다. 그러나 HCCS에서는 이동국의 이동 속도를 고려하기 위하여 큐 대기 예상 종료 시간을 근거하여 서비스 우선순위를 결정한다. 일반적으로 이동국은 서비스 기지국으로부터 수신한 파일럿 신호의 평균 수신세기가 이동국의 복조기에서 허용하는 임계치( $D\_TH$ ) 만큼 낮아질 때까지 큐에 대기할 수 있다. 큐 대기 시간은 이동국의 이동 속도에 의해서 좌우된다. 고속으로 이동하는 이동국은 저속의 이동국에 비해서  $D\_TH$ 값에 빨리 도달하므로 짧은 시간

동안 큐에 대기할 수 있다. 핸드오프 호의 큐 대기 종료 시간은 이동국이 초기동기 과정에서 서비스 기지국의 싱크 채널[1]로부터 제공 받은 현재시간 정보와 서비스 기지국의 파일럿 신호의 평균 수신세기의 변화율을 이용하여 대략적으로 예측할 수 있다.  $T\_out(i)$ 를 이동국  $i$ 에 의해서 측정된 큐 대기 예상 종료시간이라고 정의하자. 이동국이 서비스 기지국으로부터 수신한 파일럿 신호의 평균 세기가  $D\_TH$  만큼 낮아질 때까지 큐에 대기할 수 있다면 이동국  $i$ 에서 계산된  $T\_out(i)$ 는 식(1)과 같다.

$$T\_out(i) = t - (ps(t, i) - D\_TH) \times \frac{1}{cr\_ps(t, i)} \quad (1)$$

여기서  $t$ 는 서비스 기지국의 싱크 채널로부터 수신한 현재 시간,  $ps(t, i)$ 는  $t$  시점에서 측정된 서비스 기지국의 파일럿 세기,  $cr\_ps(t, i)$ 는  $ps(t)$ 의 변화율을

각각 나타낸다. 이동국  $i$ 는 핸드오프를 요구할 때 계산된  $T\_out(i)$ 를 타깃 기지국에 전송한다. 기지국은  $T\_out(i)$  시간이 빠를수록 그 이동국에 채널 사용 우선권을 높여준다. 큐에 대기중인 이동국은 외부환경에 적응하고 정확성을 유지하기 위하여  $T\_out(i)$ 의 값을 주기적으로 갱신하여 기지국에 보고한다. 기지국은 그 값에 따라서 큐에 대기중인 핸드오프 호의 우선 순위를 재조정한다.

### 3.3 제안된 핸드오프 방식의 절차

앞에서 언급한 내용을 정리하면 핸드오프 요구시 이동국의 동작은 다음과 같이 기술할 수 있다.

- 1) 이동국은 핸드오프 서비스를 요청할 때  $c\_rate\_ps$ 와  $T\_out(i)$ 을 타깃 기지국에 보고한다.
- 2) 이동국은 핸드오프 서비스를 제공 받지 못하였을 경우  $T\_out(i)$ 를 갱신하여 주기적으로 타깃 기지국

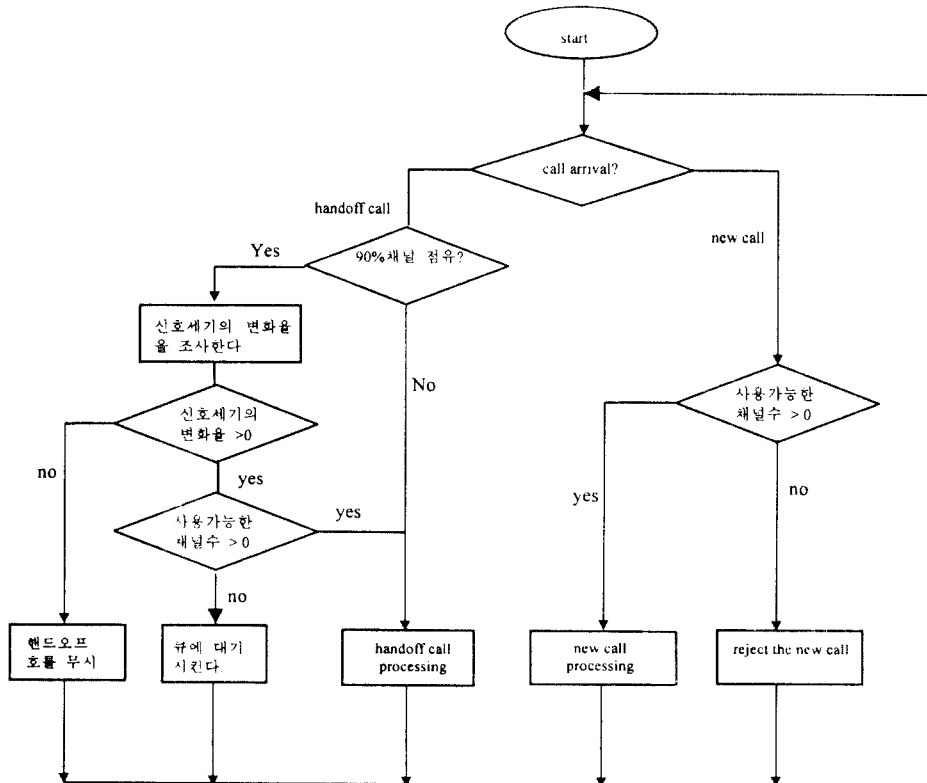


그림 3. 기지국에서 호제어 절차 흐름도

에 보고한다.

기지국에서 동작은 다음과 같고 그 절차의 흐름도는 그림 3과 같다.

- 1) 기지국에 도착한 호가 핸드오프 요구 호인 경우 기지국은  $c\_rate\_ps$  값을 조사한다.
- 2)  $c\_rate\_ps$ 이 음의 값인 경우 그 이동국의 핸드오프 호는 pseudo 핸드오프 호라고 판정한다.  $c\_rate\_ps$ 이 양의 값인 경우 real 핸드오프 호라고 판정한다.
- 3) 기지국은 real 핸드오프 호인 경우 여유 트래픽 채널이 있는 경우 무조건 채널을 할당한다. 만약 가용 트래픽 채널이 모두 점유되어있는 경우 큐에 입력하여 대기시킨다.
- 4) pseudo 핸드오프 호도 역시 정상적으로 트래픽 채널이 할당되나 전체 트래픽 채널의 90% 이상이 점유되었을 경우에는 차단시킨다.
- 5) 기지국은 큐에 대기중인 이동국이 주기적으로 보고하는  $c\_rate\_ps$ 값을 감시한다. 만약 큐에 대기중인 핸드오프 호가 이동국의 방향 전환으로 인하여  $c\_rate\_ps$ 값이 음으로 변했을 경우 해당 핸드오프 호를 큐에서 삭제한다.
- 6) 기지국의 큐 내부에서 서비스 우선순위는 이동국이 측정된 큐 대기 예상 종료시간을 갱신하여 보고할 때마다 다시 재조정된다.
- 7) 트래픽 채널이 해제되었을 경우 큐에 대기중인 핸드오프 호가 있을 경우에는 최고 우선순위를 갖는 핸드오프 호에 그 채널을 할당한다.

#### IV. 컴퓨터 시뮬레이션 및 결과

제안된 핸드오프 처리 방식에 대한 성능을 검증하기 위하여 그림 4와 같이 19 개의 셀로 이루어진 셀룰라 시스템을 구성하였다. 본 논문에서는 다음과 같은 시스템 모델 및 가정하에서 컴퓨터 시뮬레이션을 수행하였다.

- 1) 각 기지국에는 40개의 트래픽 채널 자원이 있다.
- 2) 기지국에서 신규 호가 발생하는 셀 반경은  $R$ 이다.
- 3) 시뮬레이션 간략화를 위해 수신된 파일럿 신호의 평균세기(dB)는 거리에 따라 선형적으로 감소한다.
- 4) 핸드오프 파라미터  $T\_ADD$ ,  $T\_DROP$  및  $T\_TDROP$

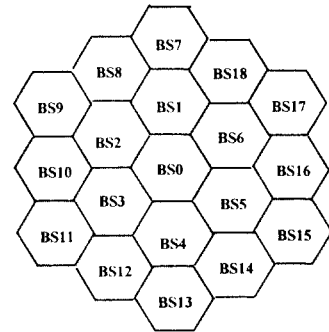


그림 4. 시뮬레이션을 위한 셀룰라 시스템 구성도  
FIFO(o), MBPS(x), HCCS(+), Conventional system without queue(+)

값은 각각  $-14$ ,  $-16$  dB 및 5초이며 이동국과 기지국과의 거리가  $0.9 \times R$ 일 때 인접 기지국에 소프트 핸드오프가 발생하고, 기지국과의 거리가  $1.2 \times R$ 일 때 소프트 핸드오프가 종료되어 트래픽 채널이 해제된다.

- 5) 핸드오프 호는 서비스 기지국의 파일럿 세기가  $-14$ dB가 될 때까지만 타깃 기지국의 큐에 대기할 수 있다. 즉  $D\_TH$ 는  $-14$ dB로 가정한다.
- 6) 핸드오프 이동국은 10 초 주기로 기지국에  $T\_out(i)$ 를 갱신하여 보고한다.
- 7) 기지국내에서 신규 호의 도착은 포아슨 분포를 따르며 평균 도착률은  $\lambda$ 이다. 도착률  $\lambda$ 는 기지국의 트래픽 부하(Erlang)에 따라서 증가한다.
- 8) 새로운 호는 기지국 내부에서 균일하게 발생한다. 발생된 호의 지속 시간은 지수분포이며 평균 지속 시간은 2 분이다.
- 9) 이동국의 평균속도와 방향은  $[0-70$  Km] 및  $[0-2\pi]$ 의 균일분포를 갖는다. 이동국의 방향 전환 사이의 시간 간격의 분포는 지수분포를 가지며 평균 시간 간격은 1 분이다.
- 10) 이동국이 최외각 셀(cell7-cell18)의 최외각 경계에 도착하였을 때 핸드오프 호는 발생하지 않으며 이동국은 셀 내부 방향으로 반사되어 되돌아 간다[6].

시뮬레이션을 통하여 발생시킨 호의 수는 총 14만 호이다. 처음 1만호 이후에 BS0~BS6에서 발생된 데이터를 유효한 데이터로 사용하였다. 각 셀의 트래픽

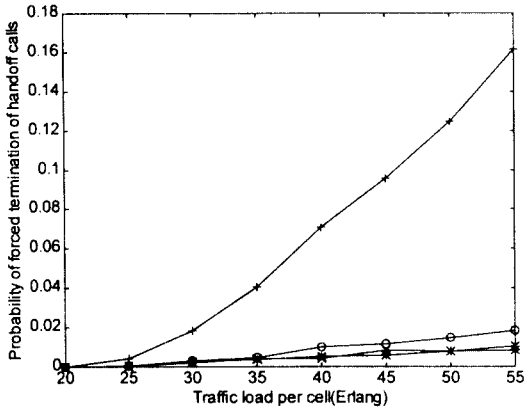


그림 5. Probability of forced termination of handoff calls (R = 2Km)

FIFO(o), MBPS(x), HCCS(\*), Conventional system without queue(+)

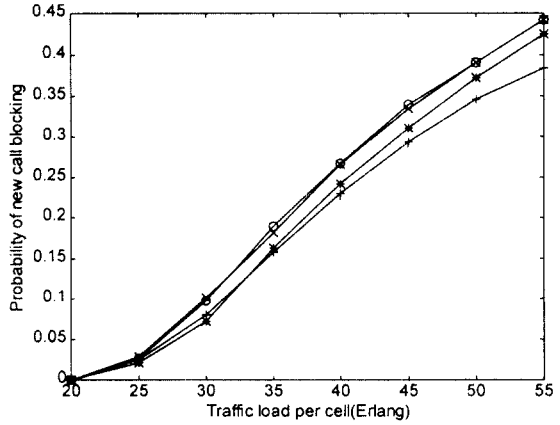


그림 8. Probability of new call blocking (R = 3Km)

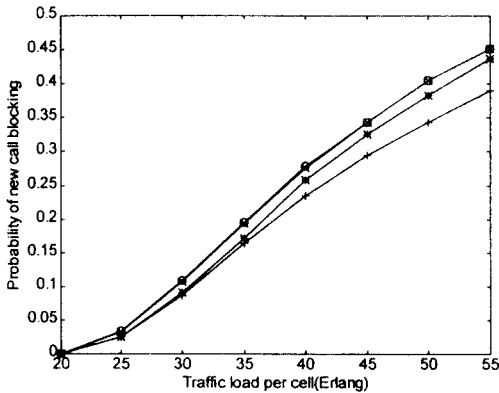


그림 6. Probability of new call blocking (R = 2Km)

FIFO(o), MBPS(x), HCCS(\*), Conventional system without queue(+)

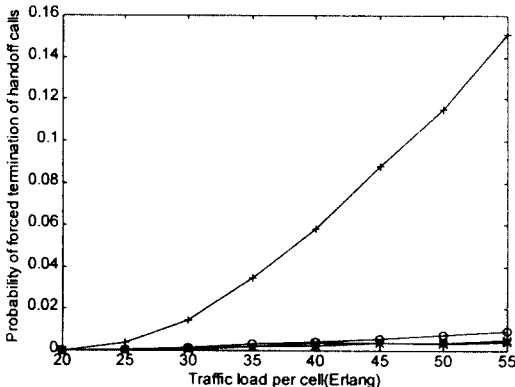


그림 7. Probability of forced termination of handoff calls (R = 3Km)

FIFO(o), MBPS(x), HCCS(\*), Conventional system without queue(+)

부하를 20 Erlang으로부터 55 Erlang까지 증가시켜 가면서 핸드오프에 대한 강제 종료 확률과 신규호에 대한 차단 확률을 구하였다. 셀 반경 R은 2km와 3km가 고려되었다. 성능 비교를 위하여 제안된 방식과 기존의 방식인 FIFO 및 MBPS 방식을 비교하였다. Tekinry [5]는 MBPS 성능을 FIFO와 비교하면서 핸드오프 호와 신규호의 비율을 20%와 50%로 고정시켰다. 그러나 본 논문에서는 그 비율을 고정시키지 않고 이동국이 셀 경계를 벗어날 때 자연스럽게 핸드오프가 발생하는 것으로 하였다.

그림 5~8에 시뮬레이션 결과를 보았다. 그림 5와 6은 셀 반경 R이 2km일 때의 핸드오프 호 강제 종료 확률과 신규호 차단률을 나타내며 그림 7과 8은 셀 반경 R이 3km일 때의 경우이다. CDMA 셀룰라 시스템에서 핸드오프 영역은 하드 핸드오프만을 지원하는 다른 셀룰라 시스템에 비하여 훨씬 넓다. 따라서 CDMA 셀룰라 시스템에서 이동국이 큐에 대기할 수 있는 시간이 다른 시스템보다 길다. 그런 이유 때문에 핸드오프 호를 보호하기 위하여 큐를 사용하는 것이 사용하지 않는 것보다 훨씬 효과적이다. 그림 5와 7에 나타냈듯이 큐를 사용하는 것이 그렇지 않을 때에 비하여 강제 호 종료 확률이 현저히 떨어지는 것을 보인다. 큐에 대기할 수 있는 시간이 길기 때문에 FIFO 방식을 사용하여도 그 효과는 충분하며 MBPS나 HCCS 방식에 비하여 높은 트래픽 부하 상태에서 핸드오프 호의 강제 종료 확률은 1% 미만의 성능차

이를 보인다. HCCS가 MBPS에 비해 동일하거나 약간 더 낮은 핸드오프 호의 강제 종료 확률은 값을 보였으나 그 차이는 아주 적었다. 이것은 이동국이 큐에 대기할 수 있는 시간이 길기 때문인 것으로 보인다.

큐를 사용함으로써 얻어지는 이득은 신규호의 차단율이 높아지는 대가를 지불해야 한다. 그림 6와 8은 신규호의 차단율을 보여준다. FIFO와 MBPS방식을 사용할 때 신규호의 차단율이 높아진다. 그러나 그림 6와 8은 HCCS방식을 사용함으로써 신규호의 차단율 증가를 감소시킬 수 있다는 것을 보여준다. 기존의 FIFO나 MBPS방식을 사용할 경우 신규호의 차단율은 큐를 사용하지 않을 때와 비교하여 5~7%까지 증가하나 제안된 HCCS방식을 사용하면 신규호의 호 차단율 증가를 3~4.8%까지로 줄일 수 있다.

### V. 결 론

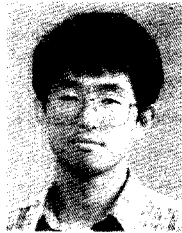
본 논문에서는 핸드오프시에 발생할 수 있는 pseudo 핸드오프 호를 적절히 제어함으로써 시스템의 성능을 향상시키고자 하였다. 제안한 HCCS 방식은 이동국의 이동 방향을 고려하여 기지국에서 멀어지는 불필요한 핸드오프 호를 무시할 수 있게 함으로써 채널 사용 효율을 높일 수 있고 신규호 및 real 핸드오프 호를 보호할 수 있도록 하였다. 제안된 방식은 컴퓨터 시뮬레이션 결과 다른 기존의 방식에 비하여 신규호 차단율 및 핸드오프 호 강제 종료확률 면에서 더 나은 성능을 보였다. 이동국은 기존의 핸드오프 방식에서도 핸드오프 전에 인접 기지국의 파일럿 세기를 측정하기 때문에 제안된 방식은 소폭의 수정만으로 실현 가능하다. 앞으로의 연구에서는 전파환경의 변화에서도 능동적으로 적용하여 큐 대기 종료시간을 정확하게 예측할 수 있는 방법이 보다 더 연구되어야 할 것으로 사료된다.

### 참 고 문 헌

1. TIA/EIA Interim Standard (IS-95), Mobile station-base station compatibility standards for dual-mode wideband spread spectrum cellular systems, July 1993.
2. A.J. Viterbi, A.M. Viterbi, K.S. Gilhousen, "Soft

handoff extends CDMA cell coverage and increases reverse link capacity", *IEEE Journal on Selected Areas in Commun.*, Vol. 12, no. 8 pp. 1281-1288, Oct. 1994.

3. P. Patel, U. Goni, E. Miller, and P. Carter, "A simple analysis of CDMA soft handoff gain and its effects on the the cell's coverage area", 5<sup>th</sup> WINLAB Workshop on Third Generation Wireless Information Networks, WINLAB, Rutgers University, NJ, April 26-27, 1995.
4. D. Hong and S. S. Pappaport, "Traffic model and performance analysis for cellular mobile radio telephone systems with prioritized and nonprioritized handoff procedures," *IEEE Trans. Veh. Technol.*, vol. VT-35, no. 3, Aug. 1986.
5. S. Tekinay and B. Jabbari, "A measurement-base prioritization scheme for handovers in mobile cellular Networks," *IEEE Journal on selected areas in communications*, vol. 10, No. 8, Oct. 1992.
6. Roch and A. Guerin, "Channel occupancy time distribution in a cellular radio system," *IEEE Trans. Veh Technol.*, VT-35, (3), pp. 89-99, 1987.



전 형 구(Hyoung Goo Jeon)정회원

1961년 12월 27일생

1987년 2월:인하대학교 전자공학과(공학사)

1992년 2월:연세대학교 전자공학과(공학석사)

1996년 9월~현재:연세대학교 전자공학과 박사과정

1987년 2월~현재:한국 전자통신 연구원 이동통신 연구단

※주관심분야: 이동통신 시스템, 트래픽 제어 및 시뮬레이션, 채널함형 알고리즘, 핸드오프 모델링

권 수 근(Soo Kun Kwon)

정회원

1958년 12월 10일생

1982년 2월:경북대학교 전자공학과(공학사)

1984년 2월:경북대학교 전자공학과(공학석사)

1984년 3월~현재:한국 전자통신 연구원 이동통신 연구단

※주관심분야: 이동통신 시스템, 트래픽 제어, 핸드오프 방식



