

마이크로셀 시스템을 위한 채널 할당 기법

Channel Allocation Scheme for Microcell Systems

이 종 찬*, 문 영 성**

(Jong Chan Lee*, Young Song Mun**)

※본 논문은 1996년 숭실대학교 교내 학술연구비 지원에 의하여 연구되었음.

요 약

마이크로셀 환경인 개인통신망은 셀의 직경이 감소함으로써 매크로셀 환경인 셀룰라보다 더 많은 가입자를 수용할 수 있게 되었다. 이러한 환경 변화에 따라 개인통신망에 알맞은 채널 할당 기법이 필요하게 되었다.

본 논문에서는 셀룰라의 채널 할당 방식을 개인통신망에 적용할 경우의 문제점을 분석하고 그러한 문제점을 극복하기 위하여 개인통신망에 알맞은 채널 할당 기법을 제안하였다.

제안된 기법의 효율성을 분석하고 다른 채널 할당 기법과 비교 평가하였다. 성능평가 파라미터는 호의 블럭킹확률이다.

ABSTRACT

PCS(Personal Communications Systems) where the cell structure is microcell can accommodate more subscribers than those of cellular systems where the cell structure is macrocell by reducing the cell radius. To cope with such differences in PCS environment, new channel allocation schemes are needed.

In this paper, problems which may arise when channel allocation scheme of cellular is applied to PCS is firstly analyzed. To overcome such problems, a new scheme is proposed. Performance of proposed schemes is analyzed and compared with other channel allocation schemes. Blocking probability is used as the performance parameter.

I. 서 론

이동통신 시스템에 대한 기대와 역할이 커짐에 따라서 기존의 이동전화 시스템과 비교하여 훨씬 많은 단위 면적당 통화량(Erlang/MHz/Km²)을 수용할 수 있는 차세대 이동통신 시스템의 연구 개발이 본격적으로 진행되고 있다. 미국에서는 개인통신망(Personal Communications Systems, PCS), 유럽에서는 DECT, DCS1800, 일본에서는 PHP 등의 시스템들의 표준이 제정되고 개발되고 있다. 일반적으로 개인 통신 시스템이라고 분류될 수 있는 이러한 시스템들은 대도시 중심지의 가입자 밀도를 수용할 수 있는 시스템 용량을 가지며 현재의 유선전화 정도의 사용료로 비슷한 정도의 음성 품질을 제공하는 것을 목표로 하여 개발되고 있다.

이런 차세대 무선단말기 사용자의 증가를 수용할 수

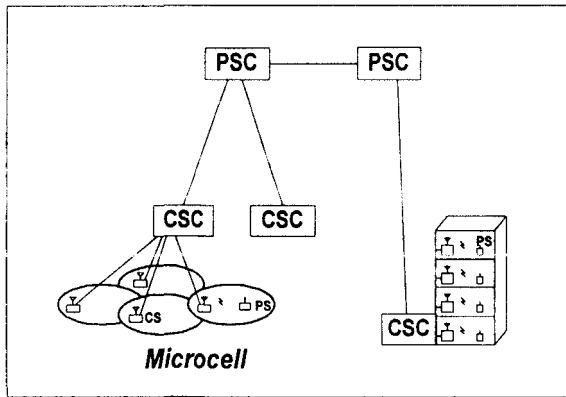
있는 용량의 시스템을 구성하기 위하여 마이크로셀(Microcell)의 도입이 필요하다. 그림 1에서는 마이크로셀의 구조를 도시하고 있다. 마이크로셀이란 평균 10mW 정도의 소전력 무선 기지국이 형성하는 통화 반경내의 영역을 일컫는다. 이 영역은 건물내의 경우, 반경이 약 50m, 건물 밖의 경우는 100-200m로 예상할 수 있다. 마이크로셀을 도입함으로써 얻을 수 있는 가장 큰 혜택은 다른 기술로도 얻기 힘든 시스템 용량의 확장이다. 반경이 약 1-10Km인 기존의 셀룰라 시스템과 비교하여 반경이 약 100-200m인 마이크로셀 시스템은, 거의 100배 이상의 주파수 활용 용량의 증가를 기대할 수 있다. 이런 마이크로셀로 RF망을 구성하면 차세대 무선 단말기 사용자의 증가를 수용할 수 있는 용량의 시스템을 구성할 수 있으리라고 기대된다.^{1,2)}

개인통신망의 채널 할당 문제는 일반적으로 제약조건이 있는 조합적 최적화 문제로 제약조건은 이동국에 있는 채널 할당에 따르는 간섭들이고, 고려하고 있는 각 셀 또는 기지국에 할당할 수 있는 채널 수의 합이 최대인 채널 할당 패턴을 찾아내는 것이 목적이다. 그러나 최적의

*숭실대학교 컴퓨터학부 조교수

**숭실대학교 전자계산학과 박사과정

접수일자: 1996년 11월 13일



PSC : Personal Switching Center CSC : Cell Site Controller
PS : Personal Station

그림 1. 마이크로셀의 구조

해를 찾기 위하여 너무 과도한 계산량이 요구된다면 이에 따른 오버헤드가 최적의 해를 구하는 장점을 감소시킨다. 따라서 어느 한쪽에도 치우치지 않는 방법의 연구가 필요하다.

매크로셀 시스템(Macrocell System)에서 이용하고 있는 셀 방식에서, 각 셀에 채널을 할당하는 방법은 크게 고정 채널 할당(FCA)과 동적 채널 할당(DCA)으로 나누고 다시 동적 채널 할당은 집중제어 동적 채널 할당(CDCA)과 분산제어 동적 채널 할당(DDCA)으로 구분한다. 마이크로셀 시스템은 시스템에서 제어하는 셀의 수가 기존의 매크로셀 시스템에 비하여 수십 배 이상 증가하는데, 이런 시스템 환경하에서는 매크로셀의 채널 할당 방식인 고정 채널 할당이나 집중제어 동적 채널 할당으로는 한정된 주파수 자원을 효율적으로 운영할 수 없다. 고정 채널 할당이나 집중제어 동적 채널 할당은 중앙 제어 방식으로 모든 셀의 상태를 이동 교환기(또한 망)에서 제어하므로 과도한 시스템 오버헤드가 발생할 수 있다. 이에 대한 해결책으로 채널 할당이 기지국에서 분산적으로 이루

어지는 분산제어 동적 채널 할당이 제안되고 있다.¹³⁾ 그러나 이 기법은 셀 내의 상태(Local State)만을 고려하여 채널 할당이 이루어지므로 예상치 못한 간섭을 야기하여 인접셀의 이동국에 간섭을 주어서 통화를 절단시키는 단점이 있다. 따라서 이를 방지할 수 있는 새로운 채널 할당 기법의 연구가 필요하다.

본 논문에서는 먼저 고정 채널 할당과 집중제어 동적 채널 할당 그리고 분산제어 동적 채널 할당 등의 채널 할당 기법을 마이크로셀 환경의 관점에서 살펴보고 새로운 채널 할당 기법인 MC-DDCA 기법을 제안한다. 마지막으로 제안된 기법들을 사용하여 시스템을 시뮬레이션 하였다. 평가된 파라미터는 신규 호의 블럭킹 확률이다.

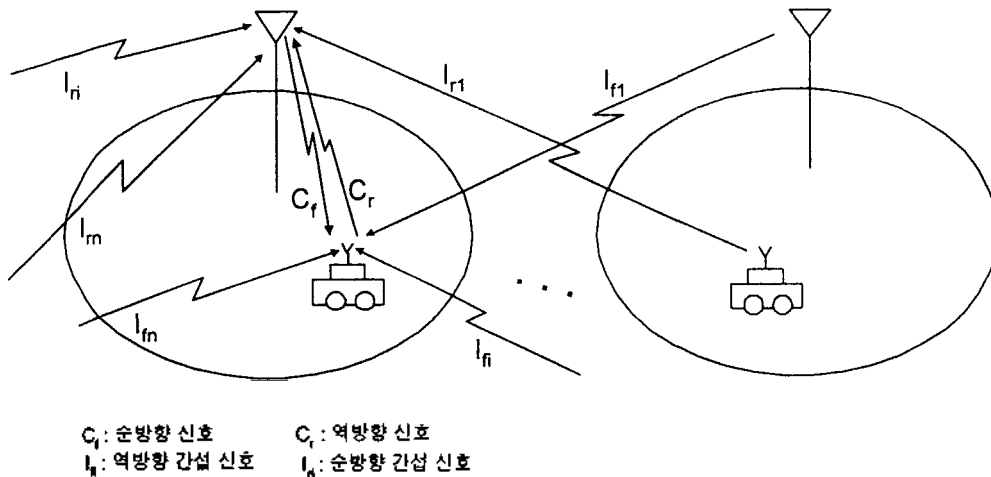
II. 채널 할당

기존의 채널 할당 기법을 기술하기 전에 각 기법에 사용되는 개념인 반송파대 간섭비(CIR, Carrier-to-Interference Ratio), 동일채널 간섭(Cochannel Interference)¹⁵⁾ 그리고 주파수 재사용(Frequency Reuse)¹⁷⁾ 등을 간략히 서술한다.

기지국에서 특정 이동국으로부터 수신한 수신전력(C)과 수신전력중 반송파전력을 제외한 모든 신호의 합(I)의 비율인 CIR은 다음의 두 가지 경우를 고려해야한다(그림 2). 이는 기지국으로부터 이동국으로의 희망하는 신호(C_r)와 간섭 신호(I_r), 그리고 이동국으로부터 기지국으로의 희망하는 신호(C_f)와 간섭신호(I_f)이다.

이 CIR은 시스템에서 할당하기에 적합한 채널은 어느 것인가(채널 할당), 현재의 사용채널이 유효한가(채널 재할당), 어느 시점에서 핸드오버가 수행되어야 하는가(핸드오버) 등의 수행 여부를 결정하는 기준점 역할을 한다.

주파수 재사용 시스템에서는 가입자들이 일정거리만큼 떨어진 지점에서는 같은 주파수로 동시에 통화할 수 있고 스펙트럼 효율을 극대화 할 수 있기 때문에 가입자



C_r : 순방향 신호 C_f : 역방향 신호
 I_r : 역방향 간섭 신호 I_f : 순방향 간섭 신호

그림 2. 반송파대 간섭비(CIR) 측정

의 수용용량을 상당히 극대화시켜 준다. 같은 주파수의 채널을 여러 기지국에서 동시에 사용하기 때문에 생기는 간섭을 동일채널 간섭이라 한다. 그림 3에서 보는 바와 같이 간섭을 받는 셀을 중심으로 동일채널 간섭셀의 수는 18개가 된다.

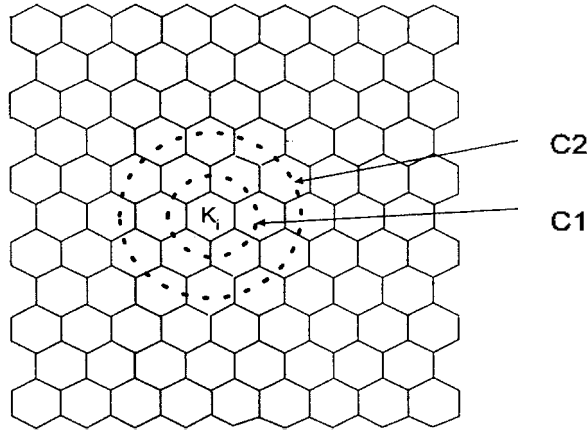


그림 3. 재사용 클러스터

셀 K_1 의 재사용 클러스터(Reuse Cluster)는 $K_1UC_1UC_2$ 로 정의한다. 여기서 C_1 은 첫 단의 셀들이고 C_2 는 두 번째 단의 셀들이다. K_1 에서 사용된 채널을 C_1 이나 C_2 에서 재사용할 경우 K_1 의 채널은 동일채널 간섭을 받고 CIR이 규정치 이하로 떨어져 채널을 재할당해야 하는 경우가 발생한다.

시스템의 한 셀은 다수의 클러스터(동일 채널이 사용될 수 없는 인접셀의 집합)에 속하고 그 셀의 한 채널은 동일채널 간섭을 일으키는 거리에 있는 다수의 클러스터 내 셀들로부터 간섭을 받는다. 따라서 각 채널은 서로 다른 간섭시간들이 중첩된다. 여기서 간섭시간은 한 채널이 간섭 때문에 사용이 불가능하게 된 시간에서부터 간섭을 일으킨 채널이 셀 내에서 호가 완료되거나 또는 인접셀로 호가 이동함으로써 채널이 해제되어 그 채널이 사용 가능하게 될 때까지의 시간이다.

주파수를 재사용하는 시스템에서는 동일채널 간섭이 가장 중요한 관심사이다. 셀 반경이 R 인 기지국에서 주파수 f_1 을 사용하여 서비스를 제공하면서 동시에 D_R 만큼 떨어진 다른 기지국에서도 동일한 주파수 f_1 을 재사용할 수 있다(그림 4). 동일한 주파수를 재사용할 수 있는 기지국간의 최소거리는 중심 기지국 근처에 있는 동일채널 기지국의 수, 지형 특성, 안테나의 높이 및 기지국의 송신 출력등 여러 가지 요인에 따라 달라진다.

주파수 재사용거리 D_R 은 다음 식으로 결정된다.

$$D_R = \sqrt{3k} R$$

여기서 k 는 주파수 재사용 계수이고 R 은 셀의 반경이

다. 모든 기지국의 송신출력이 같다면 k 값이 커질수록 주파수 재사용거리 D_R 도 증가한다. 이와 같이 D_R 이 증가하면 그만큼 동일채널 간섭이 발생할 가능성은 감소한다. 따라서 이론적으로 k 의 값이 큰 것이 바람직하지만 할당된 총채널의 수가 한정되어 있기 때문에 k 의 값이 크면 기지국당 할당 채널 수는 적어진다.

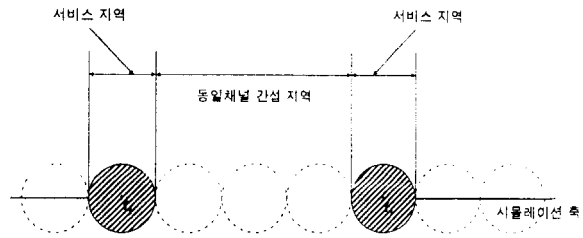


그림 4. 주파수 재사용

2.1 고정 채널 할당(FCA, Fixed Channel Allocation)^[9-10]

고정 채널 할당은 특정한 셀에 사용할 각 채널 집합을 미리 각 셀에 할당한다. 즉 일정수의 채널들이 영구적으로 각 셀에 할당된다. 인접셀(Adjacent cell)들은 채널간의 간섭을 피하기 위하여 다른 채널들의 집합이 할당된다. 어떤 채널도 다수의 채널 집합에 속하지 않는다. 그러나 어떤 셀(A)과 셀(B)이 간섭을 일으키지 않을 정도의 일정 거리를 유지한다면 두 셀에 동일 채널을 할당 할 수 있다. 여기서 상호 간섭 집합(Mutual Interference Set)의 개념이 도입된다. 이는 바로 N개의 셀로 구성된 집합으로서 그 집합에 속한 한 셀에서 어떤 채널을 사용할 경우, 나머지 N-1개의 셀들 중 어떤 셀이 동일한 채널을 사용하면 채널 간섭을 일으킨다.

즉 고정 채널 할당은 한 채널 집합이 각 셀에 미리 명목상 할당되고, 어떤 일정한 거리만큼 떨어진 다른 셀에 할당되어 재사용 된다. 따라서 설계 과정에서의 정확한 예측과 간섭의 예측이 매우 중요하며, 주파수 채널의 재사용 거리를 최소화하여 최적의 재사용 패턴을 구현할 수 있게 된다. 하지만 일단 채널이 기지국별로 할당되고 난 후에는 통화량의 변화 등에 대한 대처 능력이 없다.

2.2 고정 채널 할당을 적용한 재사용 분할(FCARP, Reuse Partition with Fixed Channel Allocation)^[11-12]

각 셀을 두 개의 동심원 셀로 분할하고 셀의 내측과 외측의 재사용 거리가 서로 다른 것을 이용하여, 셀의 평균 주파수 재사용 거리를 고정 채널 할당보다 작게 하여, 채널의 공간적 유효 이용률을 증가시키는 방법이다. 7셀 재사용패턴(외측)과 3셀 재사용패턴(내측)을 하나의 기지국에서 공동으로 주파수의 양을 3:1로 분할하여 사용할 경우 등가적으로 약 5셀 재사용패턴을 얻을 수 있다. 그러므로 고정 채널 할당의 7셀 재사용패턴에 비하여 주파수 재사용 효율은 약 1.3배 증가시킬 수 있게 된다.

2.3 동적 채널 할당(DCA, Dynamic Channel Allocation)^[13]

동적 채널 할당은 다음과 같이 크게 2가지로 분류할 수 있다.

- 집중제어 동적 채널 할당(CDCA, Centralized DCA)
- 분산제어 동적 채널 할당(DDCA, Distributed DCA)

초기의 동적 할당의 연구는 기존의 고정 할당과 비교하여 약간의 향상을 보인 고정 최소 재사용 거리 전략을 사용했다. 그 이후로 많은 연구들이 진행되었고 미래에 무선망의 용량증가를 위한 새로운 동적 할당이 제안되었다. 즉 이런 동적 할당은 다음의 요소들에 의한 시스템 파라미터의 최적화에 근거한다.

- 1) 채널 재사용 2) 간섭 3) 트래픽

일반적으로 집중제어를 사용하는 기법은 최적의 해법을 제공하지만 시스템의 제어기가 한 곳에 집중되므로 그에 따른 큰 오버헤드를 가진다. 그러므로 현재의 마이크로셀 환경에는 집중제어에 비하여 알고리즘이 간단한 분산제어가 좀더 현실적이다. 이는 망내의 다른 기지국과의 상호 정보 교환 없이 셀내의 정보만을 사용하기 때문이다. 이동국과 기지국은 지역 CIR을 근거로 하여 채널의 할당 및 핸드오버를 수행한다. 이런 단순성은 빠른 실시간 처리를 가능하게 했다. 그러나 인접셀의 상태를 고려하지 않으므로 인접셀에서 진행중인 호에 동일채널 간섭 확률을 증가시켰다.

집중제어는 셀 반경의 정수 배인 주파수 재사용거리를 이용하여 간섭이 발생하지 않는 거리에서 동일 채널을 재사용하는 방법이 주류를 이룬다. 이 방식은 각 이동국과 기지국에서 사용되고 있는 채널의 상황을 제어국이 종합적으로 제어, 관리하여 채널을 할당하는 방식이다. 분산제어는 주파수 재사용거리를 이용하지 않고, 최선의 통화품질을 만족하는 CIR을 기준으로, 각 채널을 조사하여 각 기지국이 자율적으로 주파수를 할당하는 방법이다. 분산제어는 CIR을 사용하여 전파환경을 효율적으로 사용함으로써 집중제어보다 주파수효율을 증가시킬 수 있다.

분산제어의 경우 호의 양에 관계없이 고정 채널 할당보다 주파수효율이 높고 집중제어에서는 호의 양이 적을 경우 고정 채널 할당보다 주파수효율이 높다. 고정 채널 할당과 같은 블럭확률일 경우, 이동국이 셀을 이동할 때 발생하는 강제종료확률이 고정 채널 할당보다는 낮다. 시스템의 트래픽이 큰 경우는 채널이 할당되는 최적의 재사용 패턴을 구현하기가 어려워지고 평균 재사용 거리가 요구되는 재사용 거리의 최소값보다 커지게 되어 성능이 고정 채널 할당보다 떨어진다. 또한 각 기지국에서 필요로 하는 통신설비가 고정 채널 할당보다 많이 필요하고 채널 할당을 위하여 많은 제어가 필요하다.

2.3.1 FA(First Available)^[14]

동적 채널 할당중에서 가장 간단한 방식으로 호가 발생했을 때, 현재의 채널상태를 검색하여 재사용거리내에 있는 최초로 발견된 채널을 할당하는 방식이다. FA는 채널 할당을 위한 시스템의 탐색시간을 감소시킨다. 트래픽 발생이 낮은 환경에서는 고정 채널 할당보다 20%이상의 트래픽 처리 효율을 제공한다.

2.3.2 동적 채널 할당에 적용한 재배치(RDCA, Rearrangement method in Dynamic Channel Allocation)^[15]

셀(A)에서 통화가 발생하면 이 셀과 인접셀에서 사용중인 채널과의 간섭이 허용되는 범위 내에서 채널을 임의로 택하여 할당한다. 그러나 여분의 채널을 사용할 수 있지만 새로 발생한 통화가 사용하기에 알맞지 않은 반송파 대 간섭비(C/I ratio)를 가질 수 있다. 이 경우 간섭 범위 내에 있는 셀들에 셀(A)에서 현재 사용중인 채널들을 간섭이 허용하는 범위 내에서 재할당하여 재할당이 성공적으로 이루어지면 새로 발생한 통화에 한 채널을 할당하는 방식이다. 이 기법은 고정 채널 할당보다 블럭확률을 감소시킨다. 그러나 채널을 재배치하는 과정이 복잡하여 시간이 많이 소요된다면 통화접속에 시간 지연이 발생할 수 있다.

2.3.3 ACCA(All-Channel Concentric Allocation)^[16]

ACCA는 각 셀이 N개의 동심원 지역으로 분할된다. 각 지역은 지역 자체의 채널 할당을 갖는다. 각 동심원 지역에 채널을 미리 할당하고 지역에 해당하는 특정한 신호 레벨을 갖는다. 그러므로 각 채널은 회망하는 신호 레벨로부터 결정된 자신의 재사용 거리를 갖는다. 따라서 ACCA는 분산제어 환경이지만 기법 자체적으로 인접셀을 고려하는 효율적인 방식이다. 고정 채널 할당보다 블럭확률은 약 3% 감소하고 트래픽 처리 능력은 약 3.4배 증가한다.

III. 제안된 기법

앞 절에서 설명한 채널 할당 기법들은 주로 매크로셀 시스템을 위하여 고안된 방식들로 마이크로셀 시스템에서 그대로 적용하기에는 여러 가지 문제점을 내포한다. 고정 채널 할당은 예측된 통화량, 인접셀과의 간섭 정도 등을 추정대상으로하여 미리 고정된 채널집합을 할당한다. 그러나 마이크로셀에서는 셀의 크기가 작고 셀의 모양이 불규칙해져서 통화량과 간섭을 예측하는 것이 어렵고 이를 이용한 적절한 채널배치가 불가능하다. 또한 마이크로셀 시스템에서는 셀 수의 증가로 인하여 이동교환기의 처리능력이 각 셀의 채널을 일일이 제어할 수 없다. 따라서 이동교환기의 제어센터가 채널 할당을 결정하는 집중제어 동적 채널 할당은 마이크로셀 환경에 적합하지 못하다. 이런 집중제어 동적 채널 할당의 단점을 극복하

기 위하여 분산제어 동적 채널 할당이 제안되었지만 분산제어 동적 채널 할당은 주변상황만을 고려하여 최적의 채널을 결정하므로 인접셀의 다른 이동국에 허용할 수 없는 간섭을 준다. 또한 주위의 상황만을 고려하여 채널이 불규칙적으로 사용된다. 따라서 전체적으로 주파수 사용효율이 감소할 가능성이 있으며 이를 방지할 기법이 필요하다.

본 논문에서는 MC(Maximum Channel)-DDCA라 불리는 새로운 DDCA를 제안한다. 이 기법은 집중제어 동적 채널 할당의 문제점을 극복하기 위하여 이동국이 무선채널의 상태를 측정하여 채널 할당을 결정하고 분산 제어 기법의 단점을 보완하기 위하여 채널 배치 상태에 관한 인접셀과의 상호 정보 교환을 위한 방법이 도입된다. 본 논문에서는 다음과 같은 신호를 고려한다

첫째, 각 기지국은 기준신호를 연속적으로 송신하고 이 기준 신호에 포함되는 시스템에 관한 정보를 이용한다. 예를 들면 기지국에서 현재 사용하고 있는 채널이 이러한 기준신호로 이용될 수 있으며 이 경우 기지국은 통화중인 채널이 없더라도 한 채널(예를 들면 마지막 통화에 의해 사용된 채널)로는 계속하여 송신해 주어야 한다. 또는 몇 개의 채널을 제어채널로 정하여 시스템 제어용으로 이용할 수 있으며 이 경우는 여러 가지 시스템 정보가 이 채널로 전송될 수 있다.

둘째, 이동국이 통화 중에도 연속적으로 통화중인 채널의 상태는 물론 다른 채널, 다른 기지국으로부터 오는 채널 상태에 관한 신호를 측정한다. 예를 들면 본 기법이 TDMA(Time Division Multiple Access)에 사용되는 경우는 사용중인 시간 슬롯 사이의 시간을 이용하여 주파수를 바꿔 다른 주파수와 다른 시간 슬롯의 채널의 상태를 측정할 수 있다. 또 주파수 합성기의 주파수 변환 속도 성능에 따라 일정 시간에 측정할 수 있는 채널의 수가 달라

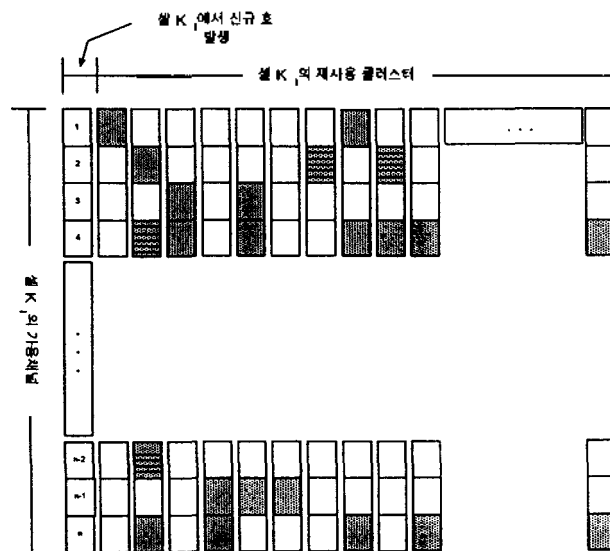
지며 이를 함께 고려해야 한다.

본 기법은 위의 신호를 이용하여 인접셀과 채널 점유 상태에 관한 상호 정보를 교환하는데, 이는 재사용 클러스터에서 동일 채널 간섭을 받는 채널들의 정보이고 이를 바탕으로 최적의 채널을 할당하기 위한 기법을 제안한다. 즉 한 셀에서 채널이 할당될 경우 그 셀의 재사용 클러스터에서 발생하는 간섭채널을 제외한 가용채널의 수를 계산하여 가용채널의 수를 최대로 발생시키는 채널을 할당하는 방식이다.

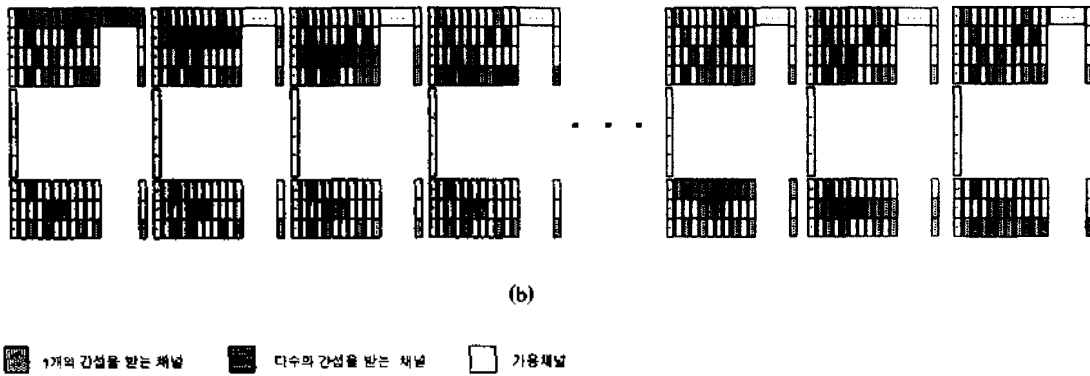
시스템의 한 셀은 다수의 클러스터(동일 채널이 사용될 수 없는 인접셀의 집합)에 속하고 그 셀의 한 채널은 동일 채널 간섭을 일으키는 거리에 있는 다수의 클러스터내 셀들로부터 간섭을 받는다. 따라서 모든 채널은 간섭이 중첩된다. 채널 할당 시 클러스터내의 가용채널을 간섭상태로 만드는 것보다는 간섭상태에 있는 채널을 계속 간섭상태로 만드는 채널 할당을 하여 한 개의 간섭만을 받는 채널의 수를 최소로 발생시킬 수 있다면 최적의 채널 할당이 가능하다. 즉 클러스터내에서 간섭상태에 있는 동일채널의 수가 최대인 채널을 할당하면 일정 시점에서 간섭채널의 수가 최소로 발생하므로 클러스터내의 가용채널의 수를 항상 최대로 유지할 수 있다.

각 채널은 간섭이 중첩되므로 각 간섭에 따른 서로 다른 간섭시간들이 중첩된다. 여기서 간섭시간이란 동일 채널 간섭 때문에 한 채널의 사용이 불가능하게된 시간에서부터 간섭을 일으킨 채널이 셀 내에서 호가 완료되거나 또는 인접셀로 호가 절체됨으로써 채널이 해제되어 간섭받던 채널이 사용 가능하게 될 때까지의 시간이다. 이 때 채널의 평균 간섭시간이 최소가 된다.

예를 들면 한 셀에 3개의 자유채널이 있고 10초 간격으로 각각 50, 30, 40초인 간섭시간이 발생한다고 하자. 간섭시간들을 한 채널에 중복시킬 경우 총 간섭시간은 60



(a)



(b)
그림 5. MC-DDCA 기법

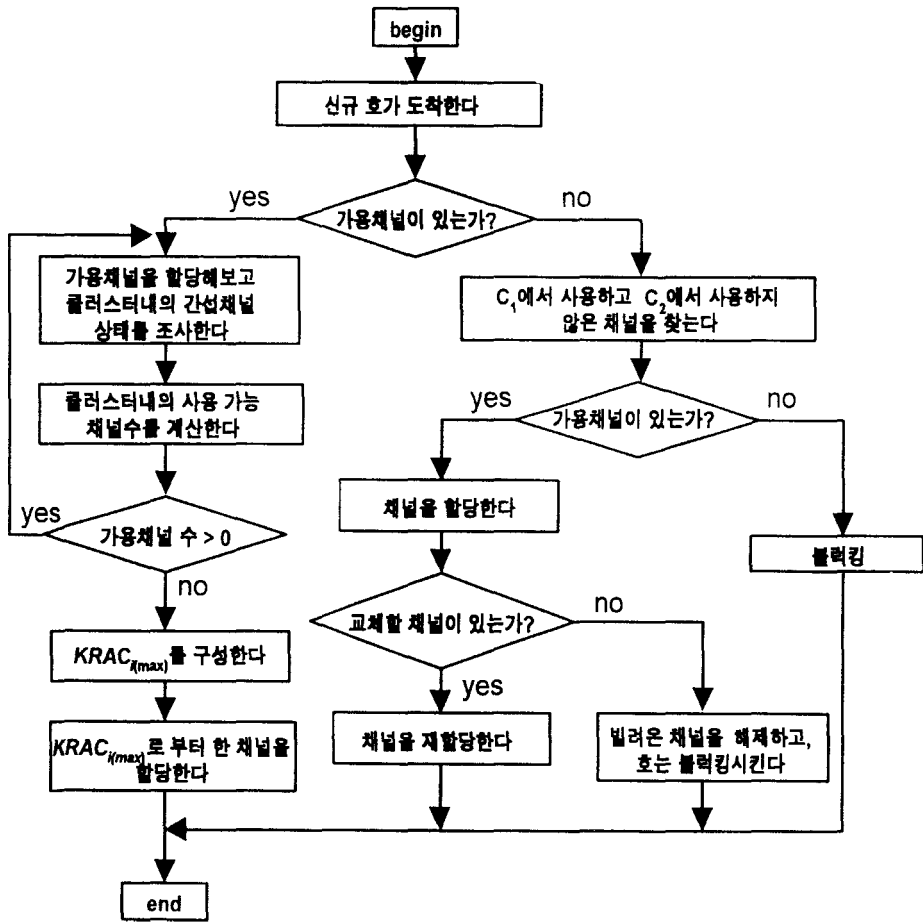


그림 6. MC-DDCA의 처리 순서도

초이다 그러나 3개의 채널에 분산될 경우는 간섭시간의 합인 120초가 된다.
그림 5는 제안된 MC-DDCA를 개략적으로 설명하고 있다. 그림 5(a)는 셀 K_1 와 K_2 의 재사용 클러스터를 도시한다. K_1 에 신규 호가 발생하면 K_1 의 가용채널 각각에 신규 호를 할당해 보고 신규 호에 각각의 가용채널을 할당할 경우에 발생하는 K_2 의 재사용 클러스터내 동일채널들의 간섭상태를 조사한다(그림 5(b)). 재사용 클러스터내에서 현재 동일 채널 간섭을 받는 채널과 기존의 간섭채

널을 제외한 사용 가능한 채널을 최대로 발생시키는 K_2 의 채널을 선택하고 이를 신규 호에 할당한다.
여기서 가용채널(AC, Available Channel)은 신규 호가 사용 가능한 채널, 간섭채널(IC, Interference Channel)은 인접셀로부터 간섭을 받아서 사용이 불가능한 채널이다. 또한 S는 Set, R은 Reuse Cluster를 의미한다. 제안된 알고리즘은 다음과 같다(알고리즘의 순서도는 그림 6에 보인다).

1. 신규 호가 도착하면, K_i 는 가용채널집합($KACS_i$)을 조사한다. $KACS_i$ 가 비어 있다면 step 5로 간다.
2. K_i 의 가용채널 $C_j \in KACS_i$ 각각에 대하여 신규 호를 할당해 본다. 이 때 발생하는 K_i 의 재사용 클러스터 내 동일채널들의 간섭상태를 조사하고 간섭채널을 제외한 K_i 의 재사용 클러스터내의 사용 가능 채널수($KRAC_i$)를 계산한다. 모든 가용채널에 대하여 조사했다면 step 3으로 간다
3. $KRAC_i$ 의 집합을 구성하고 $KRAC_i$ 가 최대인 채널의 집합을 구한다. 그리고 이를 $KRAC_{i(max)}$ 라 부른다.
4. $KRAC_{i(max)}$ 로부터 신규 호에 한 채널을 할당한다. 그리고 나서 stop.
5. C_1 에서 사용하고 C_2 에서 사용하지 않는 채널을 찾는다. 그런 채널이 없다면 그 호는 블럭킹된다. 그렇지 않으면 step 6으로 간다.
6. 발견된 첫 채널을 할당하라. 간섭셀은 재사용 클러스터내에서 가용채널을 찾는다. 가용채널이 없다면 빌려 온 채널을 해제하고 그 호는 블럭킹된다. 그렇지 않으면 채널을 재할당한다. 그리고 나서 stop.

이러한 알고리즘을 순서도로 작성하면 다음과 같다.

IV. 성능 분석

시스템 성능 평가의 기준으로 신규 호의 블럭킹확률을 적용하였다. 셀은 64개로 이루어진 육각형 마이크로셀이며, 총 120개의 채널을 사용하여 시뮬레이션 하였다. 또한 각 셀의 호발생율(Call Origination)은 포아송분포(Poisson Distribution)를 따르며 호지속시간(Call Duration)은 평균 통화 시간이 120초인 지수분포(Exponential Distribution)를 따른다. 시스템 트래픽 부하는 균일 트래픽 환경에서 시뮬레이션 하였다. 트래픽은 1분당 하나의 기지국에서 평균 호시도량으로 조정하였다. 시뮬레이션은 SDT-250에서 C 언어를 이용하여 실행하였고 결과를 얻기 위하여

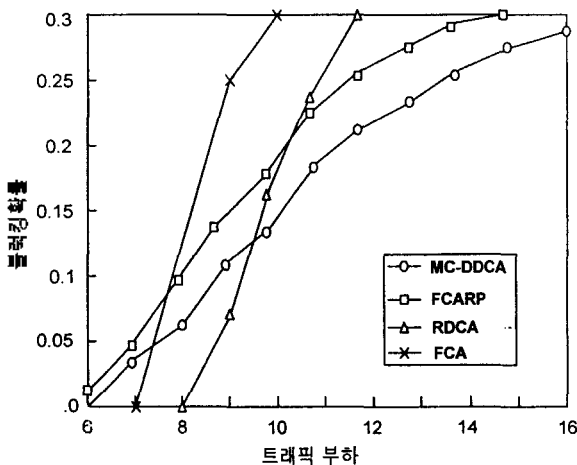


그림 7. 신규 호의 블럭킹확률의 비교

통화요청수가 500,000번이 될 때까지 시뮬레이션을 수행하였다.

그림 7은 본 논문이 제안한 채널 할당 기법을 다른 채널 할당 기법과 비교한 결과이다. 여기서 비교된 기법들은 비교적 성능이 좋은 방법으로 알려져 있다. 트래픽이 증가하면서 다른 기법에 비하여 현저히 블럭킹확률이 낮다. 이는 간섭채널의 수를 최소로 발생시켜서 재사용 클러스터에서 동일시간에 다른 기법에 비하여 할당 가능한 채널수가 많고 각 채널의 평균 간섭시간을 최소로 유지하는 기법상의 효율성으로 인하여 트래픽의 증가에 따른 영향이 다른 기법에 비하여 작기 때문이다.

V. 결론

본 논문에서는 개인통신망에 알맞은 새로운 채널 할당 기법을 제안하였다. 즉 새로운 분산 동적 채널 할당 기법을 제안하고 호의 블럭킹확률을 성능 변수로 하여 제안된 기법의 성능을 분석하였다. 기존의 마이크로셀 시스템과는 달리 마이크로셀 시스템에서는 교환기가 아닌 기지국 또는 단말기가 주관하여 채널 할당이 이루어져야 한다. 이렇게 채널 할당이 분산적으로 이루어지면서도 시스템 전체적으로 높은 주파수 사용효율이 유지되는 채널 할당 기법이 요구됨을 알 수 있다. 주어진 환경에서 동일 셀 및 다른 이동국들의 간섭에 의해 한 셀에 할당될 수 있는 채널 수는 한정될 수밖에 없다. 그러나 앞에서 제안한 것과 같이 재사용 클러스터내 동일 채널들의 간섭 여부를 조사하여 간섭채널을 최소로 발생시키는 채널을 할당함으로써 현저히 낮은 호 블럭킹확률을 달성할 수 있게 되었다.

제안된 기법에서 최적의 채널을 할당하기 위하여 셀의 채널 점유 상태, 그리고 채널 제약 상태 등을 조사하는 과정이 필요하다. 이런 조사과정에서 셀의 채널 점유 상태가 복잡하거나 제약받는 채널 수가 증가하면 최적의 채널을 찾기 위하여 기존의 방식보다 많은 시간이 요구된다. 즉 시간상의 오버헤드가 있다. 따라서 이 시간상의 오버헤드를 최소로 줄이는 방법의 연구가 차후에 필요하다.

참고 문헌

1. IEEE Communications Magazine, Special Issue, Microcell Design Principles, Apr. 1993.
2. IEEE Communication Magazine, Special Issue, Microcells in Personal Communications Systems, Dec. 1992.
3. W. Wei and B. H. Soong, "Distributed Algorithms for Dynamic Channel Allocation in Cellular Mobile Systems," in Proc. IEEE INFOCOM'94, pp. 548-551, Apr. 1994.
4. D.C Cox and D.C Reundink, "The Behavior of Dynamic Channel Assignment in Mobile Communications Systems as a Function of Number of Radio Channels," IEEE Trans. on Comm., COM-20, pp. 471-479, 1992.

5. L.G. Anderson, "Simulation Study of Some Dynamic Channel Assignment Algorithms in a High Capacity Mobile Telecommunications Systems," IEEE Trans. on Veh. Tech., Vol. VT-22, pp. 210-217, 1973.
6. A. Gamst, "Some Lower Bounds for a Class of Frequency Assignment Problems," IEEE Trans. on Veh. Tech., Vol. 35, No. 1, Feb. 1986.
7. D. Everity, D. Manfield, "Performance Analysis of Cellular Mobile Communications Systems with Dynamic Channel Assignment," IEEE J. on Selected Areas in Communications, Vol. 7, No. 8, Oct. 1989.
8. G.L. Choudhury and S.S. Rappaport, "Cellular communication Schemes Using Generalized Fixed Channel Assignment and Collision Type Request Channel," IEEE Trans. on Veh. Tech., Vol. 31, No. 2, May 1982.
9. G.K. Chan and S.A. Mahmoud, "A Spectrum-Efficient Interference-Free Frequency Allocation Scheme for a Cellular Radio Systems," IEEE Trans. on Veh. Tech., Vol. 35, No. 1, Feb. 1986.
10. R. W. Nettleton, "A High Capacity Assignment Method for Cellular Mobile Telephone systems," in Proc. IEEE VTC'87, pp. 405-411, 1987.
11. S.W. Halpern, "Re-Use Partitioning in Cellular Systems," in Proc. IEEE Veh. Tech. Conf., pp. 322-327, 1983.
12. T. Salvalaggio, "On The Application of Reuse Partitioning," in Proc. IEEE Veh. Tech. Conf., pp. 182-185, 1988.
13. D.C. Cox and D.O. Reudink, "The Behavior of Dynamic Channel Assignment in Mobile Communications Systems as a Function of Number of Radio Channels," IEEE Trans. on Comm., COM-20, pp. 471-479, 1992.
14. D.C. Cox and D.O. Reudink, "Dynamic Channel Assignment in Two Dimension Large-Scale Mobile Radio Systems," Bell Sys. Tech. J., Vol. 51, pp. 1611-1628, 1972.
15. M. Sengoku, M. Kurata and Y. Kajitani, "Application of Rearrangement a Mobile Radio Communication Systems," IEICE Trans. Fundamentals, Vol. J64-B, No. 9, pp. 978-987, Sept. 1981.
16. T. Takenaka et al, "All Channel Concentric Allocation in Cellular Systems," in Proc. IEEE ICC'93, pp. 920-924, 1993.

▲문 영 성(Young Song Mun) 1960년 1월 27일생



1983년 2월: 연세대학교 전자공학과 졸업(학사)

1986년 6월: 캐나다 University of Alberta 전기공학과 졸업(석사)

1993년 8월: 미국 University of Texas, Arlington 컴퓨터학과 졸업(박사)

1987년 7월~1994년 2월: 한국통신 전임연구원

1992년 11월: 미국 Supercomputing 학술대회 최우수학생 논문상 수상

1994년 3월~현재: 송실대학교 컴퓨터학부 조교수

※주관심분야: ATM, 이동 통신, 다단상호연결네트웍

▲이 종 찬(Jong Chan Lee) 1968년 5월 25일생



1994년 2월: 군산대학교 컴퓨터과학과 졸업(학사)

1996년 8월: 송실대학교 전자계산학과 졸업(석사)

1996년 9월~현재: 송실대학교 전자계산학과 박사과정

※주관심분야: 이동 통신, 무선 멀티미디어