

---

# 이동국과 기지국간의 거리에 따라 송신전력을 제어하는 채널할당 알고리즘

박 덕 규\*

A Channel Assignment Algorithm by Controlling the Transmitted Power Level  
which is based on the Distance between the Cell Site and the Mobile Unit

Duk-Kyu Park\*

## 요 약

본 논문에서는 셀룰러 이동통신에서 사용되는 채널할당에 관한 알고리즘을 제안한다. 제안된 알고리즘은 기지국과 이동국사이의 거리에 따라 채널을 할당하고, 할당된 채널은 거리를 기준으로 하여 전력제어를 실시하는 알고리즘을 제안한다. 이 방법은 회망파와 간섭파의 전력비(carrier to interference ratio : CIR)가 일정한 레벨을 만족한다면 어떤 채널도 사용할 수 있다. 제안된 알고리즘은 동일 채널에 대한 주파수 재사용거리를 감소시킬 수 있기 때문에 주파수 효율을 증대시킬 수 있고, 기존의 고정할당법과 비교할 때 2배 이상의 주파수효율을 얻을 수 있었다.

## Abstract

New algorithms for frequency channel assignment in small cellular mobile radio system are proposed. The algorithms are for a channel assignment method which control the transmitter power level based on the distance between the cell site and the mobile unit. These algorithms are such that any channel can be used by any cell site and mobile unit, as long as a required threshold level of carrier to interference ratio is maintained. As the cochannel reuse distance decreases, the proposed algorithms have given an increase in capacity in comparison to a fixed channel assignment.

---

\* 목원대학교 이공대학 정보통신공학과

접수일자 : 1997년 9월 8일

## I. 서 론

이동통신에서 사용되는 주파수 자원은 제한되어 있고 현실적으로 주파수 자원 부족현상이 나타나고 있다. 이 문제를 해결하기 위해, 여러 각도에서 주파수자원을 효율적으로 이용하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 이 중의 한 연구분야로 채널 할당에 관한 연구가 있다. 셀룰러 이동통신에서 각 셀(cell)에 채널을 할당하는 방법은 크게 고정할당 방법(Fixed Channel Assignment : FCA)과 동적채널 할당방법(Dynamic Channel Assignment : DCA)[1]~[3]으로 나눌 수 있다. 고정채널할당법은 트래픽의 변화에 관계없이, 각 셀과 채널의 관계를 고정하여 설정하여 채널을 할당하는 방법이다. 반면에 동적채널할당법은 시간적, 공간적으로 변화되는 트래픽의 양에 따라 한 개의 셀에서 사용하는 채널의 수를 동적으로 변화시켜 할당하는 방법이다.

고정채널할당법에서 동일채널의 재사용거리는 한 개의 클러스터(cluster)에서 구성되는 셀 들의 개수에 의해 결정되고 셀 반경의 정수 배로 표시되어 언제나 일정한 재사용 거리를 갖게된다[4]. 동적채널할당법은 집중관리형과 자율분산관리형으로 다시 나눌 수 있다. 집중관리형에 의한 DCA법은 동일채널의 재사용거리를 이용하여 간섭이 발생하지 않은 거리에서 동일채널을 재사용 하는 방법이 주류를 이루고 있다[5]~[7]. 또한 이 방법은 각 이동국과 기지국 사이에서 사용되고 있는 채널의 상황을 관리국에서 종합적으로 제어, 관리하여 채널을 할당하는 방법이다. 1983년 Halpern에 의해 자율분산법의 기초가 되는 Re-Use Partioning (RUP)의 알고리즘이 제안되었다[8]. 이 방법은 고정적인 동일채널의 재사용거리를 사용하지 않고 이동국의 셀 내의 위치에 따라 서로 다른 재사용거리를 사용하여 주파수효율을 증대시키는 방법이다. 다시 말해서, 재사용거리는 회선의 통화품질을 만족하는 회망파와 간섭파의 전력비(carrier to interference ratio : CIR)를 기준으로 각 채널의 상황을 기지국이 독자적으로 조사하여 자율적으로 주파수를 할당하는 방법이다. 자율분산관리형은 CIR을 이용하여 전파환경을 효율적으로 사용하므로써 집중관리형보다 주파수의 효율을 증가시킬 수 있다.

본 논문에서는 제한된 주파수자원을 효과적으로 사용하기 위하여, 자율분산법에 기초하여 이동국과 기지국사이의 거리에 따라 송신전력을 제어하는 채널을 할당 알고리즘을 제안한다. 이 방법은 이동국과 기지국사이에서 나타나는 forward link와 reverse link의 통화품질을 유지시키는 소요CIR을 만족한다면 셀에 관계없이 어떤 채널도 사용할 수 있는 방법이다. 제안된 알고리즘은 고정할당법과 비교하여 그 성능을 평가하였으며, 그 결과 2배 이상의 주파수사용효율의 증대를 얻을 수 있었다.

## II. 제안하는 알고리즘의 기본개념

제안된 알고리즘은, 호가 발생했을 때 어떤 채널이 통화품질을 유지하는 소요CIR을 만족한다면 어떤 기지국에서 그 채널을 할당할 수 있는 Reuse-Partioning Method[8]를 기초로 하고 있다. 호가 발생했을 때 기지국에서 관측되는 이동국의 평균 수신전력을 이용하여 이동국과 기지국의 거리를 예측한다.

예측된 거리에 따라 그림1에서 나타난 바와 같이, 내부셀(intracell)의 위치  $i$ 를 설정하고 이 위치에 따라 송신전력  $P_i$ 가 제어된다. 따라서, 기지국으로 부터의 송신전력  $P_i$ 는  $P_i > P_{i-1} > \dots > P_2 > P_1$ 의 관계를 갖게 된다. 또한 이동국의 송신전력도 기지국과 마찬가지로 내부셀의 위치에 의해 결정된다. 이러한 송신전력의 제어는 기지국에서 가까운 이동국간에 소요CIR이상의 불필요한 전력을 억제시킬 수 있게 되고, 송신전력의 감소에 의해 다른 셀에서 사용되는 동일채널의 간섭량을 감소시킬 수 있게된다. 따라서 내부셀에서 사용하는 동일채널의 재사용거리는 내부셀에 의해 결정되지 않고 전송되는 송신전력에 의존하게 된다. 그림1에서 나타난바와 같이, 셀A의 첫 번째 내부셀에서 사용하는 채널 1(ch.1)은 송신전력이 적으므로 인접 셀에 미치는 간섭량이 적어진다. 그러므로, 셀B의 첫 번째 내부셀에서도 동일채널(ch.1)에 대한 외부의 간섭량의 합과 첫 번째 내부셀의 위치에 맞는 송신전력사이 에 소요CIR을 만족한다면 인접셀B에서도 ch.1을 사용할 수 있게 된다. 또한 ch.2의 경우에는 ch.1 보다는 송신전력이 크기 때문에 인접셀에 미치는 간섭량을 ch.1과 비교할 때 상대적으로 크게 되어,

ch.1보다는 재사용거리가 커지게 된다. 따라서 일정한 동일채널 재사용거리를 갖는 고정할당법과 비교할 때, 재사용거리는 짧게되고 주파수사용효율은 증대된다.

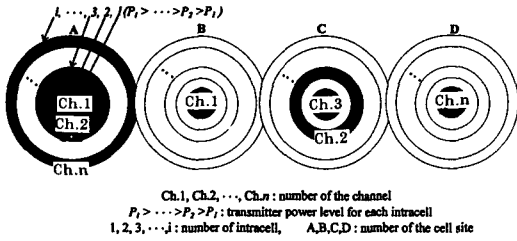


Figure 1. Channel reuse pattern of proposed one  
그림 1. 제안된 방법에 의한 채널 재사용 패턴

### III. 시뮬레이션 모델

일반적으로 이동통신에서 사용되는 전파의 전반 특성은 식1과 같이 설정 할 수 있다.

$$Pr = Pt \cdot r^{-\alpha} \cdot 10^{\sigma/10} \quad (1)$$

여기에서 Pr은 수신전력, Pt는 송신전력을 나타낸다. r은 이 동국과 기지국간의 거리,  $\alpha$ 는 전파의 감쇠정수,  $\sigma$ 는 shadowing에 의해서 발생하는 수신 전력의 변화량으로 대수정규분포에 따르고,  $\sigma$ 는 도심지의 전파전반모델에 가까운  $\sigma=6.5$ 를 사용했다. 거리에 의해 감소되는 신호의 크기는  $r^{-\alpha}$ 에 비례하고,  $\alpha$ 의 값은 이동통신의 주파수대역에서 사용하는  $\alpha=3.5$ 를 사용했다. 위의 내용은 forward link와 revers link에 동일하게 적용하였다. 이 이외에 본문에서 가정한 시뮬레이션 모델은 다음과 같다.

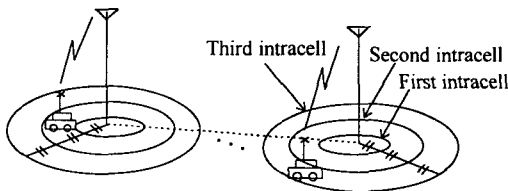


Figure 2. Radius of every intracell  
그림 2. 각 내부 셀의 반경

1) 그림 2에서 표시한 바와 같이 하나의 셀을 3개의 내부셀로 구분하였다. 각 내부셀의 반경은 셀 반경을 3등분하여 중심에서 가장 가까운 내부셀로부터 첫 번째 내부셀(first intracell), 두 번째 내부셀(second intracell), 세 번째 내부셀(third intracell)로 분류하였다. 각 내부셀에서 사용하는 3개의 송신전력은 거리에 의해 감쇠하는  $r^{-\alpha}$ 에 비례하여 설정하였다. 세 번째 내부셀의 송신전력을 0dB로 가정할 때, 두 번째, 세 번째 내부셀의 송신전력은  $-6.2\text{dB}$ ,  $-16.7\text{dB}$ 로 설정하였다.

- 2) 이동국이 위치하고 있는 내부 셀이 결정되면 내부셀 내의 위치와 관계없이 이동국과 기지국의 송신전력은 일정하다.
- 3) 시뮬레이션에서 이동국은 움직이지 않는 것으로 가정하였다.
- 4) 간섭파의 신호전력은 주변셀에서 발생하여 이동국과 기지국에 도착하는 동일채널의 전력 합으로 계산되고, 통화중에는 주변 셀에서 발생하는 동일채널의 할당과 통화종료에서 발생하는 동일채널의 단락에 의해 간섭량은 증감된다.
- 5) 통화요청에 의해 발생하는 호(call)에 채널을 할당하기 위한 소요CIR은  $CIR_{\text{call}}$ 로 정의한다. 또한 통화중에 간섭파의 증가에 따라 통화품질을 만족시키지 못하는 경우가 발생하여, 핸드오버(hand over)가 수행된다. 핸드오버의 기준이 되며, 최소한의 통화품질을 유지시킬 수 있는 CIR을  $CIR_{\text{over}}$ 로 정의한다. 본 논문에서는  $CIR_{\text{over}}$ 를 10dB로 설정하였다. 여기에서 얻어지는 CIR은

$$CIR = \frac{P_r(\text{희망파전력})}{\sum_{i=1}^N P_i(\text{간섭파 전력의 총합})} \quad (2)$$

로 얻어진다. 여기에서 간섭파의 측정범위는 9)에서 주어진다.

- 6) 이동국과 기지국사이의 거리의 추정, 호 발생시, 기지국에서 측정되는 평균수신전력의 강도에 의해 결정되고 여기에서 얻은 추정거리에 의해 내부셀의 위치가 결정된다. 이때, 평균수신전력은 거리에 의한 감쇠량과 shadowing에

- 서 발생된 수신전력의 변화량에 의해 결정된다.
- 7) 통화중에 shadowing의 영향으로 변화되는 희망파와 간섭파의 수신레벨의 변동을 고려하여 10초간격으로  $\sigma$ 를 재설정하여 희망파와 간섭파의 합을 다시 추정하였다.
  - 8) 시뮬레이션에서의 셀 배치 모델은 그림3에서 나타난 바와 같이 2차원 공간을 이용하였다.  $8 \times 8 = 64$ 개의 셀을 사용하였고, 데이터의 추출은 가능한 한 외측셀의 영향을 무시할 수 있도록 중앙부의  $4 \times 4 = 16$ 개의 셀의 데이터를 사용하였다.
  - 9) 간섭파의 측정은 호가 발생한 셀을 중심으로 하여 주변의 36개셀에 대한 채널의 간섭량을 고려하였다. 결국 호가 발생한 셀을 중심으로 첫 번째 외측셀부터 세 번째 외측셀에서 통화 중인 동일 채널의 간섭량을 계산하였다(그림 3참조).
  - 10) 이외에 사용되어진 파라메타와 위에서 언급된 파라메타의 일부를 표1에 표시하고 있다.
  - 11) 고정할당법의 성능평가는 7개의 셀로 구성된 클러스터를 이용하였고, 각 셀당 10개의 채널을 할당하였다.

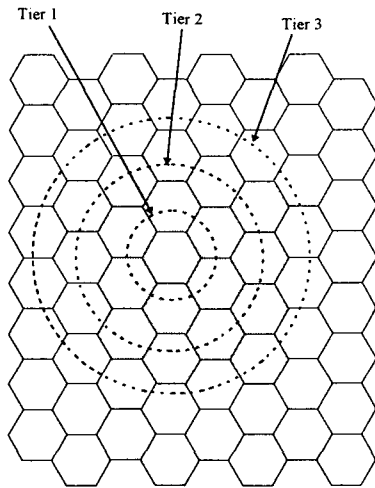


Figure 3. Service area model of simulation  
그림 3. 시뮬레이션 모델

표 1. 시뮬레이션에 사용된 파라메타

Table 1. Simulation Parameter

할당 CIRcall	10, 15, 19dB
핸드오버 CIRover	10dB
Call통화시간	평균120초의 지수분포
Traffic분포	Possion분포(균일발생)
채널수	70개

#### IV. 알고리즘의 제안

본 논문에서는 2종류의 알고리즘을 제안하여 그 성능을 고정정할당법과 비교 평가하였다. 제안된 알고리즘은 다음과 같다.

##### 1. 알고리즘 I (Algorithm I)

###### ◆ 호 접속(call setup)과정

- 1) 호 요청에서 발생하는 이동국의 신호전력의 세기에 의해 이동국과 기지국의 거리를 예측한다.
- 2) 예측된 이동국이 위치에 의해 내부셀을 결정한다.
- 3) 그림 4(a)에 표시한 바와 같이 각 내부셀에 관계 없이 채널의 순서에 따라 빈 채널을 검색한다.
- 4) 빈 채널의 검색시, 결정된 내부셀의 위치를 기준으로 거리에 따른 수신전력의 양을 예측하고 주변 셀에서 발생하는 간섭파의 전력을 합하여 CIRcall을 만족하는 가를 확인한다. 이때 CIRcall은 forward link와 reverse link에서 모두 만족해야 한다.
- 5) 빈 채널 검색에서 4)번의 조건을 만족한 채널을 할당하고, 4)번의 조건을 만족하는 채널이 없을 경우는 순차적으로 ch.70번까지 채널 검색을 수행한다. 채널을 할당 할 때는 할당되는 동일 채널에 의해 인접 셀에 통화간섭이 발생하는 가를 확인한다.
- 6) ch.70까지 검색하여도 4), 5)번의 조건을 만족하지 않을 경우에는 호 접속은 실패(call blocking)한다.

◆ 핸드오버(handover)과정

본 시뮬레이터에서는 통화중의 shadowing을 고려하여 10초간격으로 모든 신호의 전력레벨은 변화된다. 이때 CIR의 수치가 CIR<sub>over</sub>이하가 될 경우 핸드오버가 발생한다.

2. 알고리즘 II (Algorithm II)

알고리즘 II는 알고리즘 I과 유사하지만 채널의 검색과정은 크게 다르다. 그림 4(b)에서 나타낸바와 같이 각 내부셀에서 검색하는 채널 시작번호를 서로 다르게 책정하였다. 첫 번째 내부셀에서 호가 발생할 경우는 알고리즘I과 동일 하지만, 두 번째 내부셀과 세 번째 내부셀에서 호가 발생할 경우, 각각 ch.5와 ch.19로부터 채널 검색을 시작하여 ch.70번까지 검색한다. 두 번째 내부셀에서는 ch.70까지 CIR<sub>call</sub>을 만족하는 채널을 발견하지 못하면, 다시 ch.1부터 ch.4까지 검색한다. 세 번째 내부셀에서도 ch.70까지 빈 채널을 발견하지 못하면 ch.6부터 ch.19까지 검색하고 이때도 CIR<sub>call</sub>을 만족하는 채널이 없으면, 마지막으로 ch.1부터 ch.4까지 검색한다. 이 모든 경우에서 CIR<sub>call</sub>을 만족하는 채널을 발견하지 못하면 호 접속은 실패한다. 즉, 알고리즘 II는 각 내부셀에 우선적으로 사용할 수 있는 채널 그룹을 설정하는 방법으로, 가능하면 전력 제어를 실시한 같은 채널그룹을 특정한 내부셀에서 우선적으로 사용하게 하는 방법이다.

V. 성능평가

1. 평가항목

- 1) 평균전력 : 성능평가를 하는 70개의 채널에 대해, 각 채널에서 통화 중에 사용되는 평균 전력을 계산하였다. 평균전력은 forward link 와 reverse link에 대한 평균값을 이용하였다.
- 2) 채널의 평균 사용수 : 16개의 중심셀에서 할당되는 각 채널당의 평균 사용 수.
- 3) 호손율(Blocking Rate) : 호의 접속을 요구에 대해 채널의 부족으로 접속되지 않은 호의 비율
- 4) 강제절단율(Forced Call Termination Rate) : 접속된 호가 통화도중에 간섭파의 증가에 의해 단락 되는 비율.

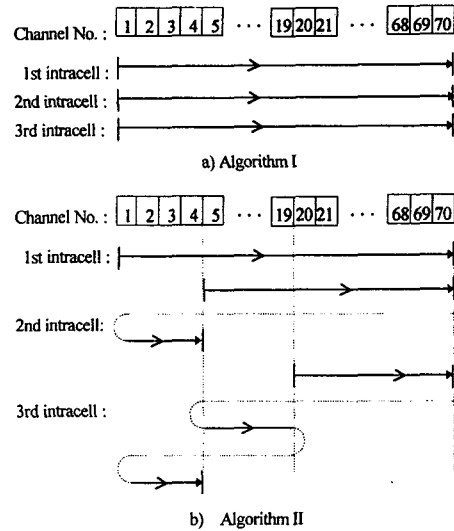


Figure 4. The order of searching for vacant channel  
그림 4. 각 알고리즘에 대한 채널 검색순서

2. 시뮬레이션 결과 및 고찰

그림 5에서는 제안한 알고리즘 I, II에서, CIR<sub>call</sub>을 15dB, 각 셀에서 발생된 호의 양이 9erlang 일 때, 각 채널이 통화중에 사용되는 평균전력을 나타내고 있다. 셀의 경계부근에서의 채널의 전력을 0dB로 가정하였을 때, 각 채널에 대한 상대전력을 표시하고 있다. 여기에서, 앞부분의 채널 전력이 뒷부분의 채널 전력보다 낮음을 알 수 있다. 이것은 이동국과 기지국의 거리에 따라 채널의 송신전력이 제어되고, 또한 알고리즘II의 경우는 앞부분의 채널을 기지국과 가까운 내부셀에서 우선적으로 사용하기 때문에, 평균전력은 알고리즘I 보다 적음을 알 수 있다. 그러나, 뒷부분의 채널번호에서는 반대현상이 나타나고 있다. 또한, 알고리즘II에서 ch.5에서 ch.19번 사이의 평균전력이 거의 일정하게 나타나고 있다. 이것은 두 번째 내부셀에서 발생된 호의 대부분이 ch.5부터 ch.19로 할당되고 있음을 나타내는 것이다.

그림 6에서는 통계데이터로 사용하고 있는 16개의 중앙 셀에서 동시에 사용되는 동일채널의 평균 사용 수를 나타내고 있다. 고정할당법(FCA)의 경우, 동일채널의 평균 사용빈도는 약1.3개의 셀에서 동시에 사용하지만, 제안된 알고리즘의 경우 동일

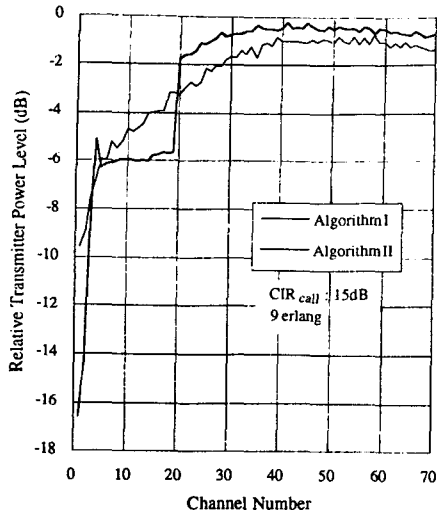


Figure 5. Average transmitter power lever  
그림 5. 평균 전력

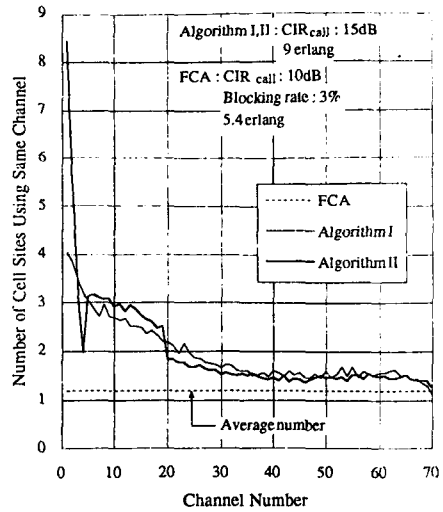


Figure 6. Average number of simultaneous calls within the sixteen cells  
그림 6. 동시에 사용되는 동일 채널 수

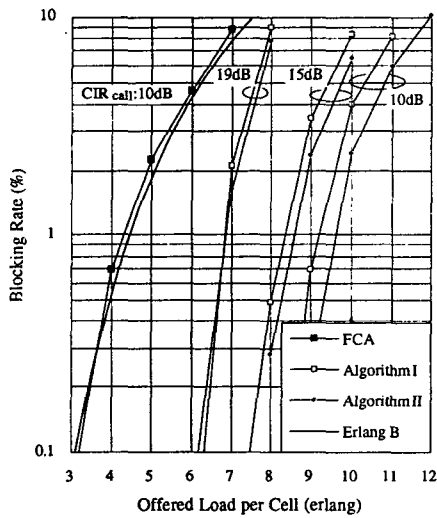


Figure 7. Blocking rate  
그림 7. 호손율

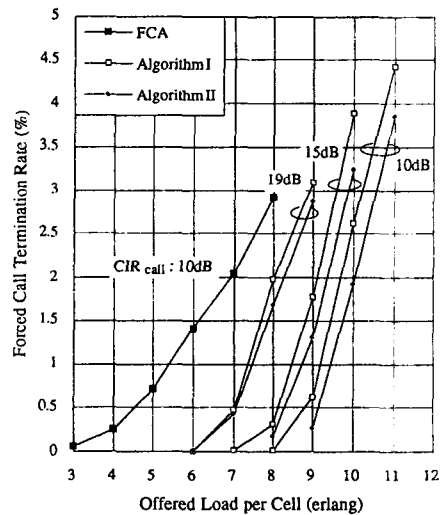


Figure 8. Forced call termination rate  
그림 8. 강제절단율

채널의 평균 사용빈도는 고정할당법보다 훨씬 높고 채널에 따라 서로 다르다. 특히, 앞부분의 채널에 대한 사용빈도는, 전력제어에 의해 채널의 재사용 거리가 짧아져서 뒷부분의 채널과 고정할당법보다 높게 된다. 여기에서도 ch.5부터 ch.19의 결과로부터, 알고리즘II의 경우 내부셀에 의해 사용되는 채널의 집합이 나누어짐을 알 수 있다.

그림 7에서는 발생된 호의 양에 대한 호손율 (Blocking Rate)의 비율을 나타내고 있다. 이때 CIR<sub>call</sub>은 19dB, 15dB, 10dB로 설정하여 평가하였고, CIR<sub>over</sub>는 10dB로 고정하여 평가하였다. 고정할당법은 Erlang B식에 의해 계산하였고, CIR<sub>call</sub> 과 CIR<sub>over</sub>를 각각 10dB로 설정하여 평가하였다. 제안된 알고리즘에서 시스템의 용량평가는 발생된 호의

양에 대해 3%의 호손율을 나타내는 호의 접속량을 기준으로 하였다. 그림 7에서 나타낸바와 같이, 알고리즘 I에서는  $CIR_{call}$ 을 19dB, 15dB, 10dB로 설정함에 따라 3%의 호손율을 만족하는 호의 접속량은 각각 7.2, 8.9, 9.8erlang/cell을 나타내고 있다. 알고리즘II의 경우에는 각각의  $CIR_{call}$ 에 대하여 7.4, 9.3, 10.3erlang/cell을 나타내고 있다. 이것을 고정할당법과 비교할 때, 고정할당법의  $CIR_{call}$ 이 10dB인 경우 5.4 erlang/cell을 나타내고 있으므로, 약 2배의 용량증가를 알 수 있다.

그림 8에서는 발생한 호의 양과 강제절단율(Forced Call Termination Rate)에 관한 관계를 나타내고 있다. 본 논문에서는 이동국이 고정되어 있다는 가정에서 수행되었기 때문에, 통화중의 강제절단은 발생한 호의 변화량에 따라 발생하는 간섭량의 증가에 따라  $CIR_{over}$ 를 만족시키지 못해 발생하는 것이다. 이것은 10초마다 각 기지국과 이동국의 전파환경을 변화시켜서 그 때의 통화채널의 CIR이  $CIR_{over}$ 보다 낮을 경우, 새로운 채널을 할당받고, 할당받은 채널이 없을 경우 강제절단이 발생한다. 비록, 통화중의 이동국 위치는 초기 호 발생시의 위치에 의해 고정되지만, shadowing을 고려한 통화중의 전파환경은 실제의 시스템에 가깝도록 변화시켜 평가하였다. 그림 7과 같은 조건에서 강제절단율 1%를 만족시킬 때, 시스템이 수용할 수 있는 통화량은 알고리즘I에서 7.3, 8.5, 9.2 erlang/cell이고, 알고리즘II에서는 7.4, 8.8, 9.5 erlang/cell이다. 이 결과를 고정할당법과 비교하면, 같은 강제절단율(1%)에서 2배 정도의 통화량을 더 수용할 수 있고, 통화품질의 개선을 얻을 수 있음을 알 수 있다.

본 알고리즘은 동일채널 할당시, 현재 통화중인 다른 이동국에 미치는 간섭과의 양을 산출하여 소요 CIR을 예측하고, 이때  $CIR_{over}$ 를 만족하지 않을 경우에는 동일 채널을 할당하지 않도록 구성되어 있으므로, 주파수효율이 다소 떨어지고 있다고 생각된다. 따라서 완전한 자율분산에 의한 채널할당이 이루어 질 경우에는 보다 증가된 주파수효율을 얻을 수 있을 것이다.

## VI. 결 론

본 논문에서는 제한된 주파수자원을 효과적으로 사용하기 위하여, 이동국과 기지국사이의 거리에 따라 송신전력을 제어하여 채널을 할당 알고리즘을 제안했다. 적용된 알고리즘은 동일 채널의 재사용 거리를 짧게 함으로서 고정할당법과 비교할 때, 주파수의 사용효율을 증가 시켰으며, 통화품질의 개선도 얻을 수 있었다. 앞으로의 연구과제는 이동국에 속도를 인가하여, 이동에 의해 보다 복잡해지는 전파환경과 CIR변화를 측정하고, 이것에 효과적으로 대처하여 주파수 효율을 증대시킬 수 있는 적절한 할당 알고리즘을 제한하는 것이다.

본 논문의 연구결과로부터 얻은 주파수사용 효율의 증가는 폭발적인 이동통신의 수요에 능동적으로 대처 할 수 있을 것이다.

## VII. Reference

- [1] D.C.Cox and D.O. Reundink: "A Comparison of Some Channel Assignment Strategies in Large Scale Mobile Communications Systems", *IEEE Trans. Comm.*, COM-20, pp.190-195, 1972.
- [2] D.C.Cox and D.O.Reundink: "The Behavior of Dynamic Channel-Assignment Mobile Communication Systems as a Function of Number of Radio Channels", *IEEE Trans. Comm.*, COM-20, pp.471-479 1992.
- [3] M.Zhang and T.P.Yum: "Comparisons of Channel-Assignment Strategies in Cellular Mobile Telephone Systems", *IEEE Trans. Veh. Technol.*, vol.VT-38, No.4, pp.211-215, 1989.
- [4] William C. Y. Lee : "Mobile Cellular Telecommunication", *McGRAW-HILL*, Second Edition, pp. 55-67, 1995.
- [5] Masakazu Sengoku, K. Itoh, T Matsumoto: A Consideration of Dynamic Channel Assignment in Mobile Radio System, *IEICE Technical Report*, CS75-203, 1975.
- [6] J.S. Engel and M. M. Peritsky : Statistically Optimum Dynamic Server Assignment in Systems with Interfering Servers, *IEEE Trans. Commun.*, COM-21, No.11, pp.1287-1293, 1973.

- [7] L.G.Anderson : A Simulation Study of Some Dynamic Channel Assignment Algorithms in a High Capacity Mobile Telecommunications System, *IEEE Trans. Commun.*, COM-21, No. 11, pp.1294-1301, 1973.
- [8] S.W.Halpern: "Reuse Partitioning in Cellular Systems", *33rd IEEE VTC*. pp.322-327, 1983.



박 덕 규(Duk-Kyu Park)

1984년 2월 인천시립대학교 전자공학과(공학사)

1986년 8월 연세대학교 대학원 전자공학과(공학석사)

1992년 5월 일본 게이오대학교 대학원 전기공학(공학박사)

1992년 4월~1995년 3월 일본 우정성 통신종합연구소 과학기술 특별연구원

1996년 10월~1997년 8월 전자통신연구소 초빙연구원

1995년 3월~현재 목원대학교 전자·정보통신공학부 조교수

관심분야 : 이동통신, 디지털 통신, 위상동기