

論文 96-33A-2-6

옥내 마이크로셀 개인휴대통신 시스템의 채널할당과 핸드오버를 위한 High Quality Reassignment 방식

(High Quality Reassignment(HQR) Scheme for Indoor Microcell PCS Systems)

吳準桓*, 洪大亨*

(Jun Hwan Oh and Dae Hyoung Hong)

요 약

옥내 마이크로셀 시스템에 적용 가능한 채널할당방식과 핸드오버방식을 제안하고 성능을 비교 분석하였다. 제한된 주파수 자원을 효율적으로 사용하기 위하여 사용되는 채널의 C/I의 값을 연속적으로 검사하여 주파수 재사용 거리가 작게 유지되도록 채널을 재 할당하는 High Quality Reassignment(HQR) 방식을 제안하였다. HQR방식은 사용 가능한 모든 채널의 C/I를 측정하여 할당 기준치인 A_TH 보다 큰 값을 가지는 채널과 작은 값을 가지는 채널로 구분한다. 채널할당 과정에서 A_TH보다 큰 값을 가지는 채널들을 우선적으로 A_TH에 가장 가까운 채널부터 통화에 배정한다. 또한 통화 중인 채널의 C/I의 값도 계속적으로 측정하여 이 값이 통화에 필요한 적정치(HO_TH)이하로 떨어질 때뿐만 아니라 정해진 기준치인 H_TH보다 커지게 되면 핸드오버를 시도한다. 이때 핸드오버 할 채널은 C/I의 값이 H_TH보다 작고 A_TH에 가장 가까운 채널을 선택한다. 제안된 방식의 주파수 사용 효율을 분석하기 위하여 옥내 시스템을 설정하여 모의실험을 구성하고 수행하였다. 모의실험의 결과 DECT시스템에 채택된 방식보다 제안된 방식의 주파수 사용 효율이 더 좋음을 확인하였다. 또한 제안된 방식의 여러 가지 파라메타를 변화시켜가며 시스템 용량에 미치는 영향을 분석하였다.

Abstract

In this paper, we studied channel assignment and handover schemes for the indoor microcell systems. For efficient frequency spectrum reuse, we proposed the High Quality Reassignment(HQR) scheme. Proposed HQR scheme tries to keep the reuse distances small by monitoring C/I of channels being used. To assign a channel for a new or handover call, the scheme checks C/I of all available channels. Then HQR assigns the channel that has C/I near the threshold value, A_TH. The scheme also checks C/I of ongoing calls and continuously reassigns a new channel when needed. It attempts handover not only when C/I gets below a handover threshold value, HO_TH, but also when C/I becomes above a high quality reassignment threshold, H_TH. The performance of the proposed HQR scheme was analyzed by a computer simulation configured. The performance of the scheme was also analyzed for various threshold values selected and the results are presented in this paper. The results show that HQR scheme performs better than the scheme adopted for DECT.

* 正會員, 西江大學校 電子工學科

(Dept. of Electronic Eng., Sogang Univ.)

※ 본 연구는 한국과학재단의 특정기초연구 92-21-11

에 의한 연구결과임

接受日字: 1995年1月4日, 수정완료일: 1995年12月26日

I. 서 론

현재 이동 통신은 그 수요가 계속적으로 증가하고 있는 반면 주파수 자원은 제한되어 있어 이미 포화상태가 되었다. 따라서 제한된 주파수 자원을 효율적으로

사용하는 것이 매우 중요하다. 주파수 사용 효율을 효과적으로 증가시키는 한가지 방법은 셀의 크기를 작게 하는 것이다. 보통 셀의 반지름이 반으로 줄게 되면 시스템의 서비스 용량은 4배로 증가된다. 따라서 높은 가입자 밀도에 대처하기 위해서 개발되는 차세대 개인 휴대 통신 시스템은 현재 운용 중인 시스템보다 더 많은 수의 작은 셀(microcell 또는 picocell)로 구성되리라 예상된다. 마이크로셀의 경우는 기존의 매크로셀보다 주위환경이 전자파 전파에 영향을 많이 끼치게 되어 셀의 모양이 불규칙해지며 통화량의 시간대에 따른 변동이 커진다. 이러한 마이크로 또는 피코 셀 환경에 매크로셀에 적용되던 채널할당방식과 핸드오버방식을 그대로 적용하면 많은 문제점이 발생하게 된다. 예를 들면 시스템을 구성하는 많은 수의 셀을 다루기 위하여는 요구되는 시스템의 신호처리 용량이 매우 커질 수 있다. 따라서 마이크로셀 시스템을 위하여는 새로운 채널할당방식이 제안되고 있으며 보통 통화가 발생할 때 단말기와 기지국에서 주변의 상황을 여러 가지 파라미터로 측정하여 이를 근거로 채널할당을 수행한다. 즉 시스템의 운용을 위한 제어를 분산시키는 적응적 채널할당방식이 적용된다.

개인휴대통신을 위한 시스템의 한 예로 DECT(Digital European Cordless Telecommunications)시스템이 있다. DECT시스템은 European Telecommunications Standard Institute(ETSI)에서 표준으로 제정하였고 유럽에서 실용화 단계에 있다. DECT시스템에 채택된 채널할당 및 핸드오버방식은 제어의 권한을 단말기가 가지고 있다. 통화의 요구가 발생하면 단말기는 자신이 접속할 기지국을 선택하고 또한 사용할 채널도 결정한다. 그리고 그 채널을 통하여 기지국으로 통화의 요구를 전송한다. 기지국은 통화의 요구에 대하여 그 채널이 사용 가능한가를 판단하여 단말기에게 그 채널을 사용하도록 허가해 주는 역할을 담당한다. 또한 단말기는 핸드오버의 필요성을 검사하여 핸드오버의 개시 시점을 결정하며 핸드오버 할 기지국 및 핸드오버에 사용할 채널 역시 결정한다. DECT시스템에 선정된 방식의 성능분석 결과가 발표되어 있다.^{[11][12]} 또한 해석적인 방법을 적용한 분석도 수행되었다.^[13] DECT시스템에 채택된 채널할당방식은 사용 가능한 채널중 간섭을 가장 적게 받는 채널을 통화에 배정한다. 이와 같은 방식은 상태가 가장 좋은 채널을 배정하므로 통화품질이

좋게 유지되고 핸드오버가 발생하는 횟수도 적으리라 기대된다. 그러나 결과적으로 주파수 재사용 거리를 통화품질을 유지하기 위한 최소치보다 크게 한다. 따라서 주파수 재사용 효율이 감소하게 된다.

본 논문에서는 주파수 재사용 효율을 증가시켜 결과적으로 시스템의 용량을 증가시키는 것을 목적으로 하는 채널할당방식을 제안한다. 통화의 품질을 유지하며 주파수 재사용 거리를 최소화시키기 위해 진행 중인 통화에 계속적으로 채널을 재 할당하는 High Quality Reassignment(HQR)방식을 제안하였다. 그리고 제안된 방식의 주파수 사용 효율을 분석하기 위하여 옥내 모델을 선정하여 모의실험을 구성하고 수행하였다. DECT시스템에 채택된 채널할당방식과 핸드오버방식을 같은 환경 하에서 구성한 모의실험을 수행하여 성능을 분석하고 제안된 방식의 성능이 더 우수함을 보였다. 또한 제안된 방식에 사용되는 파라미터 값을 여러 가지로 하여 모의실험을 수행하고 주파수 사용 효율에 미치는 영향을 분석하였다.

마이크로셀 구조가 채널할당 및 핸드오버 과정에 주는 어려움을 2장에 기술하고 3장에 주파수 사용 효율을 증가시키기 위하여 제안된 HQR방식을 제시하였다. 제안된 방식의 성능분석을 위하여 구성한 모의실험 모델을 4장에 기술하고 수행한 모의실험의 결과 및 분석을 5장에 보였다. 그리고 전체적인 결론을 6장에 맺었다.

II. 마이크로셀 시스템에서의 채널할당 및 핸드오버방식

마이크로셀은 반경이 1Km 이내인 작은 셀이다. 따라서 이 경우 기존의 매크로셀보다 안테나의 위치도 매우 낮고 송신 출력도 작다. 또한 채널할당과 핸드오버의 과정에 많은 새로운 문제점이 발생된다. 채널할당 방식은 통화의 요구가 있는 경우 이 통화를 위하여 사용 가능한 채널중 적절한 채널을 선택하여 할당하는 기법이다. 셀의 크기가 작아지게 되면 전자파 전파환경에 따라 셀의 모양이 불규칙해져서 통화량과 간섭을 예측하는 것이 어려워지고 따라서 기존의 매크로셀 시스템에 적용되던 고정 채널할당방식으로는 적절한 채널 배치가 불가능해진다. 또한 전체 시스템을 구성하는 셀의 수가 매우 커져서 교환기의 신호 처리 능력이 모든 채널을 적절히 할당하는데 필요한 만큼 충분치 못

하게 된다. 그리고 셀의 모양이 건물에 새로 들어서는 등의 주위환경의 변화에 쉽게 영향을 받게 되어 이에 따라 주파수 배치를 계속적으로 바꾸어 줄 필요가 생긴다. 이러한 마이크로셀 구조에 적용하기 위하여 제안된 새로운 채널할당방식이 적응적 채널할당방식(adaptive channel assignment)이다. 이 기법은 통화가 발생할 때 단말기와 기지국에서 주변의 상황을 여러 가지 파라메타로 측정하여 이를 근거로 단말기 또는 기지국에서 채널을 할당하는 방식이다. 이동국이 기지국을 선정하고 사용할 채널은 기지국이 선정하는 방법 또는 이동국이 기지국을 선정하고 사용할 채널도 선정하여 기지국에 통보하고 확인 받는 방법 등이 있다. 이러한 방식을 적용하면 교환기에서 채널할당을 하지 않게 되므로 교환기의 호처리 부하가 줄어든다. 또한 채널할당이 채널이 필요한 곳의 주변 상황을 고려하여 수행되므로 주변 상황 또는 통화량의 변화에 적용할 수 있게 된다. 한편 적응적 채널할당방식을 적용하는 경우 주위의 상황만을 고려하여 채널할당이 이루어지므로 전체적으로 볼 때 채널이 불규칙하게 사용된다. 제한된 주파수 자원을 효율적으로 사용하기 위해서는 통화품질을 유지할 수 있는 한에서 주파수 재사용 거리를 최소화시켜야한다. 그러므로 통화 중에 계속하여 일정한 주파수 재사용 패턴을 가지도록 동일한 기지국과 단말기 사이의 사용 채널을 바꾸어 주는 방법(reassignment)이 연구되고 있다.^{15) 16)}

핸드오버방식은 단말기가 통화 중에 현재 서비스 받고 있는 기지국의 서비스 지역을 벗어나 다른 기지국의 서비스 영역으로 이동하거나 또는 주위의 간섭의 양이 어떤 이유론든 증가하여 더 이상 통화가 지속될 수 없는 경우 새로운 채널을 할당하여 통화가 단절되지 않게 하는 기법이다. 역시 마이크로셀 구조는 핸드오버의 과정에도 많은 어려움을 준다. 우선 셀이 크기가 작아져서 통화 중에 단말기가 여러 개의 셀을 경유하게 된다. 따라서 통화당 발생하는 핸드오버의 횟수가 증가하게 된다. 또한 셀의 모양이 불규칙해져서 단말기가 셀의 경계지역을 이동하면서 계속적으로 두 셀 사이에 핸드오버를 일으키는 ping-pong 현상이 발생할 가능성이 커진다. 그리고 안테나의 위치가 주위 건물보다 낮아서 단말기가 통화 중에 급격한 신호의 감쇄 현상(corner effect)을 겪을 수도 있다. 따라서 마이크로셀 구조에서는 불필요한 핸드오버를 가능한 한 억제하여야 하며 핸드오버가 필요할 경우에는 빠르고 정확

하게 일어나야 한다.^{17) 18)}

III. High Quality Reassignment(HQR) 방식

여기서 제안하는 HQR방식은 다음과 같은 구조와 기능을 가지는 시스템에 적용 가능하다. 단말기는 통화 중에 통화에 사용하고 있는 채널 이외의 다른 채널의 신호의 세기와 인접 기지국 신호의 세기를 측정할 수 있어야한다. TDMA방식이 대표적으로 이러한 기능을 제공한다. 또 단말기에서 채널할당에 필요한 기지국 정보를 수집할 수 있도록 각 기지국은 진행중인 통화가 없는 경우에도 적어도 하나 이상의 채널로 beacon 신호를 전송하여야 한다. 이 신호에는 단말기가 기지국이 어느 순간에 어느 RF 채널을 수신하는지 알 수 있도록 scan sequence가 포함되어 있어야한다.

HQR방식은 음성품질을 보장할 수 있는 한도 내에서 통화 중인 채널의 C/I 값을 가능한 최소로 하는 것을 목적으로 한다. C/I 값의 증가는 주파수 재사용 거리의 증가를 의미하므로 주파수 재사용 효율을 높이기 위해서는 통화 중인 채널의 C/I 값을 음성품질을 유지하기 위한 최소치로 유지해야 한다. 본 논문에서는 통화 중인 채널의 C/I 값을 정확히 측정할 수 있다고 가정하였다. 실제로 C/I 값을 측정하는 여러 가지 방법들이 제시되고 또한 적용되고 있다. HQR방식에는 다음과 같은 임계치들이 사용된다.

1) Assignment threshold, A_TH

채널할당의 과정에서 통화에 사용할 채널을 결정하는데 기준이 되는 파라메타이다. HQR방식은 통화를 위한 채널의 할당이 요구될 때 사용 가능한 모든 채널 중 측정된 C/I 값이 A_TH보다 크면서 또 A_TH에 가장 가까운 채널을 우선적으로 통화에 배정한다.

2) Intercell handover threshold, IC_TH

통화의 품질이 좋은 상태에서도 단말기가 한 셀의 영역에서 다른 셀의 영역으로 이동하는 경우 HQR방식은 intercell 핸드오버를 시도한다. 즉 인접 기지국으로부터의 수신신호의 세기가 현재 서비스를 받고 있는 기지국으로부터의 수신신호의 세기보다 IC_TH 이상 커지는 경우 intercell handover가 시도된다.

3) Handover threshold, HO_TH

통화 중인 채널의 통화품질이 통화를 유지할 수 없을 정도로 나빠지는 경우 적절한 다른 채널로 핸드오버가

일어나야 한다. 이때 기준이 되는 파라메타가 HO_TH 이다. 즉 통화중인 채널의 C/I의 값이 HO_TH 값 이하로 떨어지면 핸드오버가 시도된다.

4) High quality reassignment threshold, H_TH

HQR방식에서는 통화중인 채널의 C/I의 값이 매우 좋은 경우에도 핸드오버를 시도한다. 이때 기준이 되는 파라메타가 H_TH이다. 즉 통화중인 채널의 C/I의 값이 H_TH 값 이상으로 커지게 되면 핸드오버를 시도한다.

1. 채널할당방식

채널할당을 위한 제어의 권한을 단말기가 가지고 있으므로 통화의 요구시 단말기는 접속할 기지국과 통화에 사용할 채널을 모두 결정한다. 제안된 PACS 또는 DECT 방식의 단말기는 이러한 기능을 가지고 있다. TDMA 시스템을 예로 제안된 HQR방식의 채널할당 과정 및 통화연결과정을 기술하면 다음과 같다.

- 유휴 상태에 있을 때 단말기는 모든 채널의 수신 신호의 세기(RSSI)를 측정하여 값이 가장 큰 채널로 기지국의 정보를 수신한다.
- 송신신호가 있을 때 채널의 수신 세기를 C 성분으로 그리고 사용중이 아닌 채널들의 수신 세기를 I 성분으로 간주하여 각 채널의 C/I의 추정 값을 계산한다.
- 각 채널의 C/I의 값을 이용하여 사용 가능한 채널과 사용 불가능한 채널로 분류하고 사용 가능한 채널들을 C/I의 값이 정해진 기준치(A_TH)에 가까운 순서대로 표를 작성한다. 이때 A_TH의 값보다 큰 C/I의 값을 가지는 채널에 우선권을 둔다.
- 단말기가 통화를 요청할 경우 작성된 표 중에서 첫 번째 채널을 이용하여 RSSI의 값이 가장 큰 기지국에 접속 요구 신호를 전송한다.
- 기지국은 단말기의 통화의 요구를 수신하고 그 slot이 통화를 위해 사용 가능하면 접속인가 신호를 단말기로 전송한다.
- 단말기가 이 접속인가 신호를 선택한 채널로 수신하면 접속 확인 신호를 전송하고 이 후에 통화가 시작된다.
- 만약 기지국으로부터 단말기에게로 아무런 응답이 없으면 단말기는 작성된 표의 다음 채널로 접속을

시도하고 이와 같은 재시도의 과정이 N 번 반복된 후에도 통화의 연결이 성공되지 않으면 이 통화의 연결 시도는 실패하게된다.

2. 핸드오버방식

핸드오버 제어의 권한도 단말기가 가진다. 즉 단말기가 핸드오버가 일어날 시점을 결정하고 또한 사용할 채널 및 기지국을 결정한다. 핸드오버과정은 다음과 같다.

- 통화 중에 단말기는 다른 모든 기지국으로부터의 RSSI 값, 모든 채널의 수신 신호의 세기, 그리고 사용 중인 채널의 통화품질(오류 패킷 비율)을 계속하여 측정한다.
- 다른 기지국으로부터의 수신 신호의 세기가 현재 사용 중인 기지국으로부터의 수신 신호 세기보다 IC_TH 값 이상 커지는 경우 그 기지국으로 핸드오버 과정이 개시된다.
- 통화 중인 채널의 통화품질이 정해진 기준치보다 나빠지는 경우 현재 서비스 받고 있는 기지국의 다른 채널로의 핸드오버 과정이 개시된다.
- 또한 통화 중인 채널의 C/I의 값이 기준치(H_TH)보다 커지게 되면 현재 서비스 받고 있는 기지국의 다른 채널로의 핸드오버 과정이 개시된다.
- 핸드오버과정은 앞에서 설명한 채널할당 과정과 동일하다. 단 단말기가 계속하여 통화 중에 있다는 것과 실패할 경우 채널할당의 경우처럼 N 회만 재시도하는 것이 아니라 계속해서 재시도를 하는 점이 다르다.
- 지속적인 핸드오버의 발생을 억제하기 위하여 한 번 핸드오버가 수행되면 정해진 시간(T_1 sec) 동안은 핸드오버를 시도하지 않는다.
- 단말기가 핸드오버를 시도하는 동안 만약에 신호 상태가 나빠져서 정해진 시간(T_2 sec)동안 계속해서 오류가 섞인 패킷이 수신되는 경우 통화를 단절시키고 핸드오버는 실패하게 된다.

IV. 모의실험 모델

제안한 HQR방식의 주파수 사용효율을 분석하기 위하여 옥내시스템 모델을 설정하여 모의실험을 구성하고 수행하였다. 각 기지국에 동일한 통화 요구량을 가

지도록 통화를 발생시켜 주었지만 자료의 수집은 간섭을 가장 많이 받게 되는 중앙에 위치한 기지국에서만 수집하였다. 자료를 수집하기 전에 미리 전체 기지국에 1000개의 통화를 발생시키고 그 이후부터 중앙에 위치한 기지국에서 3000 - 5000개의 통화가 발생할 때까지 모의 실험을 진행하였다. 우선 통화의 연결 실패율(%)과 단절율(%)을 측정하고 식 (1)과 같이 정의되는 Grade of Service (GOS)를 측정하였다.

$$GOS = 0.1 \times \text{Prob}(\text{call blocking})(\%) + 0.9 \times \text{Prob}(\text{call drop})(\%) \quad (1)$$

식(1)은 GOS를 새로운 통화의 연결 실패율보다 진행 중인 통화의 단절율에 더 큰 비중을 두고 정의한 것이다. 이외에 통화당 발생하는 핸드오버 횟수의 분포와 통화중인 채널의 C/I의 분포 그리고 새로운 통화의 연결 초기의 C/I의 분포 등을 수집하였다. 모의실험에 적용한 옥내시스템 모델, 통화량 모델, 단말기 이동 모델 그리고 전자파 전파 모델은 다음과 같다.

1. 옥내 시스템 모델

모의실험에 사용한 옥내시스템의 구조는 <그림 1>과 같이 구성하였다. 사용한 건물은 가로 세로 60m이고 층간의 간격은 3m인 3층 건물로 설정하였다.

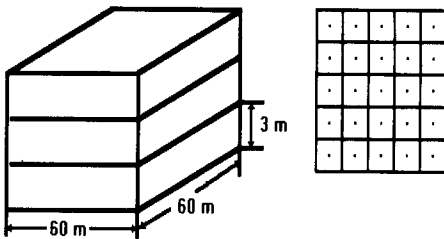


그림 1. 모의실험에 사용한 옥내시스템의 구조
Fig. 1. Building structure for simulation.

한 층에는 그림과 같이 25개의 기지국이 설치된 경우를 가정하였으며 기지국은 셀의 중앙에 위치한다고 가정하였다. 전체 사용 가능한 RF주파수는 10개로 그리고 하나의 RF주파수는 12개의 통화채널을 가지는 TDMA 시스템을 가정하였다. 그러므로 전체 통화채널의 갯수는 120개가 된다. 그러나 각 기지국에는 하나의 송수신기를 배치하는 것으로 가정하였다. 따라서 한 기지국에 동시에 진행될 수 있는 통화의 갯수는 12개

로 제한된다. 또한 각 time slot사이의 guard time에 주파수의 변환이 충분히 이루어질 수 있다고 가정하였다. 따라서 통화가 진행 중인 통화채널과 같은 time slot을 사용하는 다른 RF주파수의 통화채널만 통화중 상태의 측정이 불가능해지는 채널 즉 blind slot이 된다.

2. 통화량 모델

통화의 요구는 초당 평균 통화 발생빈도가 λ 인 Poisson process를 따른다고 가정하였다. 따라서 평균이 $1/\lambda$ 인 negative exponential분포를 사용하여 통화발생사이의 inter-arrival 시간을 통계적으로 발생시켰다. 통화를 발생시키는 단말기 위치는 전체 지역에서 균일한 분포를 가지도록 하였다. 발생된 통화의 사용 시간은 평균이 $1/\mu$ 인 negative exponential 분포를 가지는 것으로 가정하고 각 통화의 사용 시간을 통계적으로 발생시켰다.^{[11][12]} 모의실험에서 λ 는 통화량에 따라 변화시켜주었으며 평균통화시간 $1/\mu$ 를 100초로 설정하였다.

3. 단말기 이동 모델

단말기의 이동성은 단말기의 이동방향과 속도로 정의하였다. 단말기의 이동방향은 통화의 초기에 0° 에서 360° 사이에 uniform한 분포를 가지도록 설정하였다. 그 후부터는 표준편차가 10° 를 가지는 gaussian 분포를 사용하여 일정 시간 간격(모의실험에서는 1초 간격)으로 변화시켜 주었다. 단말기의 이동속도의 분포는 최대값과 최소값이 정해진 truncated gaussian 분포를 따른다고 가정하였다. Truncated gaussian 분포의 평균은 0.667 m/s 로 표준 편차는 0.333 m/s 로 설정하였으며 이 분포의 최대값은 1.333 m/s 로 최소값은 0 m/s 로 설정하였다.^{[11][12]} 이와 같은 단말기의 움직임은 또한 단말기가 건물내부에만 있도록 건물 외벽에 도달하면 건물 안쪽방향으로 움직이도록 새로 방향을 설정하였다.

4. 전자파 전파 모델

전자파 전파 모델은 pathloss부분과 log-normal shadowing부분으로 구성하였다. pathloss의 값은 식 (2)에 의하여 결정하였다.^[11]

$$\text{pathloss} = 38 + 35 \cdot \log d + 15 \cdot k \quad (\text{dB}) \quad (2)$$

여기서 38은 1m intercept pathloss 값이며 d는

단말기와 기지국사이의 거리를 나타낸다. 그리고 k 는 두개의 안테나 사이에 존재하는 층의 개수를 나타낸다. 이와 같이 구해진 pathloss값에 표준편차가 8dB인 log-normal shadowing의 값을 더해 주었다. 이 log-normal shadowing의 값은 1m 거리에서의 autocorrelation coefficient의 값이 0.5가 되도록 시간에 따라 변화시켜 주었다. 또한 임의의 단말기의 위치에서 여러 기지국 신호들의 log-normal shadowing 값 사이의 cross correlation coefficient는 0.5가 되도록 통계적으로 발생시켰다. 그리고 Radiated power는 250 mW로 설정하였으며 background noise는 -100 dBm으로 설정하였다.¹⁾

1) 121

V. 모의실험 결과 및 검토

제안된 HQR방식의 주파수 재사용 효율을 설정된 모의실험을 통하여 분석하였다. 또한 제안된 방식의 여러 가지 파라메타를 변화시키며 시스템 용량에 미치는 영향을 분석하였다. 모의실험에서 DECT시스템의 경우를 근거로 하여 IC_TH는 10dB, HO_TH는 21dB로 설정하였다. 그리고 통화중 계속하여 10초동안 C/I값이 21dB를 넘지 못하는 경우는 통화가 단절되는 것으로 하였다.

1. 서비스 용량 비교

제안된 HQR방식의 주파수 사용효율을 DECT시스템에 채택된 방식과 비교 분석하였다. Offered load에 따른 GOS의 값을 <그림 2>에 나타내었다.

'DECTSİM'은 DECT시스템에서의 채널할당방식이 적용된 경우다. 이것은 A_TH = ∞ 이고 H_TH = ∞ 인 HQR방식과 동일하다. 'LEVEL21'은 A_TH = 21 dB이고 H_TH = ∞ 인 경우의 결과를 보이며 비교를 위하여 수행된 실험결과이다. 'LEVEL21-31'은 A_TH = 21 dB 이고 H_TH = 31 dB인 경우이다. 마찬가지로 'LEVEL21-41'은 A_TH = 21dB, H_TH = 41dB인 경우의 결과이다. GOS=0.1 을 기준으로 할 때 간섭을 가장 적게 받는 채널을 통화에 배정하는 방식인 DECT시스템에 채택된 채널할당방식이 적용되는 경우의 시스템 용량은 대략 327 erlang 정도이고 'LEVEL21-31' 방식의 경우는 413 erlang 정도이다. 즉 DECT시스템에 채택된 방식을 사용하는 경우보다 제안한 방식이 적용될 때 동일한 GOS를 유

지하며 수용가능한 시스템 용량이 25%정도 증가한다. 의도한대로 이것은 제안된 방식이 적용되는 경우 주파수 재사용 거리가 작게 유지되기 때문으로 생각된다. 또한 offered load가 증가하면 DECT 방식과 'LEVEL21' 방식은 비슷한 GOS값을 가지게 된다. 이것은 offered load가 증가하면서 간섭의 성분이 증가하여 사용 가능한 채널중 간섭을 가장 많이 받는 채널과 간섭을 가장 적게 받는 채널의 C/I값의 차이가 적어지기 때문이다. 그러나 offered load가 커질 때 DECT방식은 주로 Prob(call blocking)의 증가로 'LEVEL21' 방식은 Prob(call drop)의 증가에 의하여 GOS가 증가한다. 반면 HQR방식이 적용되는 경우는 offered load가 큰 경우에도 DECT 방식보다 GOS의 값이 작다.

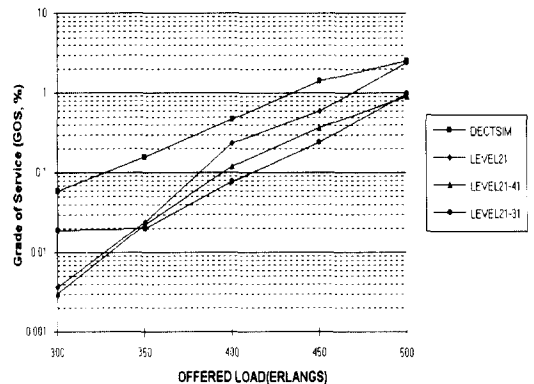


그림 2. 채널할당방식에 따른 Grade of Service
Fig. 2. Grade of Service with channel assignment schemes.

각 방식이 적용되는 경우 GOS=0.1의 상태에서 통화중인 채널의 C/I 값의 CDF를 <그림 3>에 보였다. HQR 방식이 적용된 경우 사용중인 채널의 C/I 값이 전체적으로 낮은 값을 가질 확률이 크다. 그리고 모의 실험에서 핸드오버가 시도된다고 가정한 21dB (HO_TH)이하의 C/I값을 가지는 확률이 큰 것을 볼 수 있다. 이렇게 되면 주파수 재사용 거리는 줄어들게 되나 반면 intracell 핸드오버가 발생할 가능성이 증가한다. 모의실험결과 DECT 방식을 사용하는 경우보다 'LEVEL21-31' 방식이 사용된 경우 통화당 핸드오버의 발생 횟수가 최대 3배정도 증가하는 것을 볼 수 있었다.

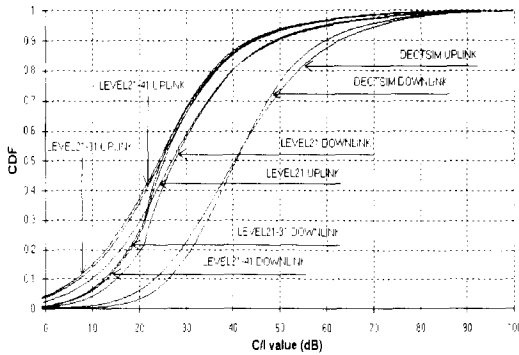


그림 3. GOS = 0.1 경우 통화중인 채널의 C/I의 CDF
 Fig. 3. CDF of C/I at GOS = 0.1.

2. H_{TH}에 따른 성능분석

H_{TH}는 HQR방식에서 통화중인 채널의 C/I 값이 매우 커서 일어나는 핸드오버의 기준치 값이다. 이 값이 작게 설정될수록 HQR 방식은 통화중인 채널의 C/I 값을 더욱 제한하게 된다. 반면 통화당 발생하는 핸드오버의 수는 증가하게 된다. 본 절에서는 H_{TH} 값의 변화에 따른 HQR방식의 성능을 모의실험을 통하여 분석하였다.

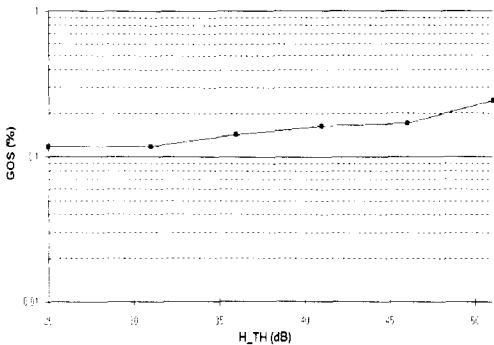


그림 4. H_{TH}의 변화에 따른 Grade of Service (25 base/floor, Offered load = 410 Erlangs)
 Fig. 4. Grade of Service vs H_{TH}. (25 base/floor, Offered load = 410 Erlangs)

H_{TH} 값이 다르게 책정된 경우의 시스템의 성능을 GOS 값으로 <그림 4>에 나타내었다. 전체 요구되는 통화량은 410 erlangs 인 경우이다. 새로운 통화에

대해서는 사용 가능한 채널중 간섭을 가장 많이 받는 채널이 배정되도록 A_{TH} 값은 21dB로 설정하였다. H_{TH} 값을 작게 설정할수록 GOS의 값이 작아지는 결과를 얻었다. 즉 시스템의 서비스 용량이 증가하는 것을 알 수 있다. 이것은 H_{TH}의 값을 작게 설정하면 통화중인 채널의 C/I의 값이 더욱 제한을 받게 되어 주파수 재사용 거리가 작아지기 때문이다. 그리고 H_{TH} 값이 25dB인 경우와 31dB인 경우에 GOS의 값이 거의 비슷한 것을 볼 수 있다. 즉 H_{TH}의 값이 21dB에 가까운 경우는 H_{TH}의 변화가 시스템의 용량에 큰 영향을 주지 않는 것을 알 수 있다.

H_{TH} 값의 변화에 따른 통화당 발생하는 HQR 핸드오버의 수를 <그림 5>에 나타내었다. H_{TH} 값이 커질수록 통화당 발생하는 핸드오버의 수가 줄어드는 것을 볼 수 있다. 따라서 <그림 4>의 GOS 그림과 연관지어 보면 H_{TH} 값이 적어질수록 통화당 발생하는 HQR 핸드오버의 횟수는 증가하고 결과적으로 시스템의 용량은 커지는 것을 알 수 있다. 그리고 H_{TH} 값이 25dB인 경우와 31dB인 경우는 통화당 발생하는 HQR 핸드오버의 횟수가 4.5 회로 거의 비슷한 것을 볼 수 있다. 이것은 HQR 핸드오버 시 C/I 값이 H_{TH}보다 작은 채널들 중 A_{TH}에 가까운 채널을 사용하므로 H_{TH}와 A_{TH}의 차이가 10dB 이내로 작아지는 경우 핸드오버할 채널을 찾기가 어려워져 지연되기 때문이다. 이와 같은 이유로 GOS의 값도 H_{TH}가 작은 경우는 H_{TH}의 값의 변화에 큰 영향을 받지 않는다.

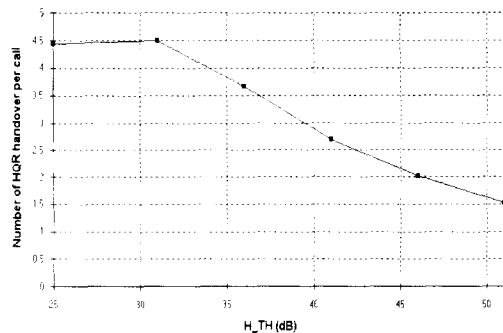


그림 5. H_{TH}의 변화에 따른 통화당 HQR 핸드오버의 발생 횟수 (25 base/floor, Offered load = 410 Erlangs)
 Fig. 5. Number of HQR handover per call vs H_{TH}. (25 base/floor, Offered load = 410 Erlangs)

3. A_TH에 따른 성능분석

A_TH는 HQR방식에서 통화의 요구가 있는 경우 사용할 채널을 결정하는 기준이 되는 값이다. A_TH 값의 변화에 따른 시스템의 성능을 GOS값으로 <그림 6>에 나타내었다. 여기서 H_TH 값은 31dB로 설정하였다. A_TH 값을 크게 설정할수록 GOS의 값이 커지는 현상을 볼 수 있다. 즉 서비스 용량이 감소하게 된다. 이것은 채널을 할당할 때 통화에 배정하는 채널의 C/I의 값이 커져서 주파수 재사용 거리가 그만큼 커지기 때문이다. A_TH 값이 증가하면 시스템 용량은 감소하지만 C/I 값이 그만큼 좋은 채널을 통화에 배정하기 때문에 통화중인 채널의 통화품질은 좋아지게 된다. 통화중인 채널의 C/I의 값이 HO_TH 값인 21dB 이하로 떨어질 가능성을 <그림 7>에 나타내었다. A_TH 값이 증가하면서 21dB이하로 떨어질 가능성이 감소하는 것을 볼 수 있다. 이것은 간섭을 그만큼 적게 받는 채널을 통화에 배정하기 때문이다. 또한 downlink보다 uplink가 21dB이하의 C/I 값을 가질 가능성이 큰 것을 볼 수 있다. 이것은 통화 제어의 권한이 단말기에 있기 때문에 주로 downlink를 기준으로 채널할당이 이루어지기 때문이다. 통화중인 채널이 큰 C/I 값을 가질 가능성이 커지게 되면 통화당 발생하는 핸드오버의 횟수는 감소하게 된다. 통화당 평균 발생하는 핸드오버의 횟수를 <그림 8>에 나타내었다. A_TH값을 29dB로 설정한 경우 A_TH값이 23dB인 경우에 비하여 통화당 C/I 값이 작아져서 발생하는 intracell 핸드오버의 발생 횟수가 14.5회에서 10.5회로 줄어드는 것을 볼 수 있다. 이것은 A_TH값을 크게 설정할 수록 통화중인 채널의 C/I 값이 intracell 핸드오버의 기준치인 HO_TH 값보다 작아질 가능성이 감소하기 때문이다. 반면 HQR핸드오버의 경우는 A_TH 값을 크게 설정할수록 A_TH값과 H_TH값 사이의 차이가 줄어들어 HQR핸드오버가 발생할 가능성이 커지나 이와 함께 핸드오버의 지연가능성도 같이 증가하여 A_TH 값의 변화에 크게 영향을 받지 않는 것을 볼 수 있다. 오히려 A_TH의 값과 H_TH값을 매우 가까이 설정하는 경우는 HQR 핸드오버의 지연 가능성이 크게 증가하여 통화당 발생하는 HQR 핸드오버의 횟수가 감소하는 것을 볼 수 있다. 전체적으로 통화당 발생하는 총 핸드오버의 횟수는 A_TH 값이 증가할수록 감소하는 것을 볼 수 있다.

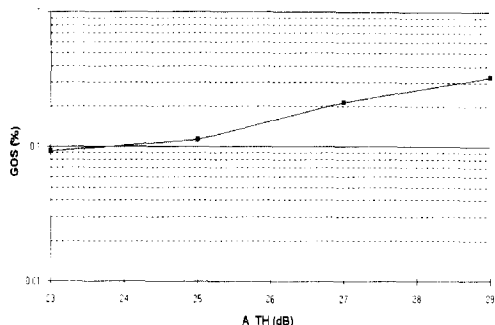


그림 6. A_TH의 변화에 따른 Grade of Service (25 base/floor, Offered load = 410 Erlangs, H_TH = 31 dB)
 Fig. 6. Grade of Service vs A_TH. (25 base/floor, Offered load = 410 Erlangs, H_TH = 31 dB)

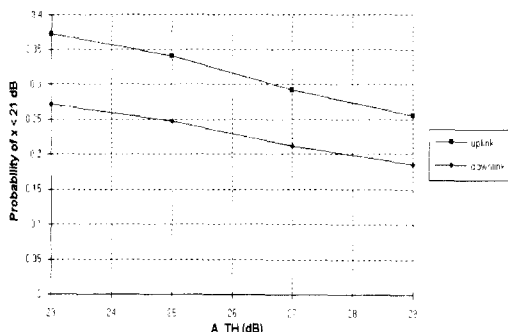


그림 7. 통화중인 채널의 C/I 값이 21dB 이하일 확률 (25 base/floor, Offered load = 410 Erlangs, H_TH = 21 dB)
 Fig. 7. Probability that C/I is below 21dB (25 base/floor, Offered load = 410 Erlangs, H_TH = 21 dB)

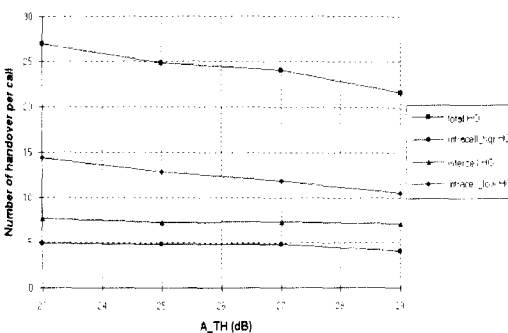


그림 8. A_TH의 변화에 따른 통화당 핸드오버의 발생 횟수 (25 base/floor, Offered load = 410 Erlangs, H_TH = 31 dB)
 Fig. 8. Number of handover per call vs A_TH. (25 base/floor, Offered load = 410 Erlangs, H_TH = 31 dB)

VI. 결 론

본 논문에서는 통화중인 채널의 C/I 값을 가능한 한 제한하여 주파수 재사용 거리를 작게 유지시켜 주는 HQR방식을 제안하였고 모의실험을 통하여 제안한 방식의 주파수 사용 효율을 분석하였다. 모의실험의 결과 DECT시스템에 채택된 채널할당방식과 핸드오버방식 보다 제안된 방식의 주파수 사용 효율이 더 좋음을 확인하였다. 그리고 HQR방식에서 통화중인 채널의 C/I의 값이 커서 발생하는 핸드오버의 기준치값(H_TH)을 작게 설정할수록 통화중인 채널의 C/I값은 제한을 받게 되어 시스템의 용량은 증가하는 현상을 볼 수 있었다. 그러나 H_TH의 값이 매우 작은 경우는 HQR 핸드오버의 지연 가능성이 커지게 되고 용량이 크게 변화하지 않는 것을 볼 수 있었다. 따라서 H_TH 값을 너무 작지 않게 적당히 잡아주면 시스템의 용량을 증가시킬 수 있었다. 또한 채널을 할당할 때 기준이 되는 기준치(A_TH)의 값이 커지게 되면 주파수 재사용 거리가 증가하여 서비스 용량이 감소하는 결과를 초래함을 알 수 있었다. 그러나 이 값을 크게 설정할수록 통화중인 채널의 음성 품질이 좋고 핸드오버의 발생 횟수도 줄어드는 것을 알 수 있었다. 따라서 시스템의 용량과 통화당 핸드오버의 발생 횟수 그리고 음성품질을 고려하여 A_TH 값과 H_TH 값을 적절히 조정하면 DECT시스템보다 효율적으로 주파수를 재사용 하여 전체 시스템의 용량을 증가시킬 수 있음을 확인하였다.

참 고 문 헌

[1] Håkan Eriksson and Randall Bownds, "Performance of Dynamic Channel Allocation in the DECT System." 41st VTS Conference 1991. pp.693-698.
 [2] ir.F.B. Brouwer, "Variation of Dynamic

Channel Allocation Parameters in a Simulated DECT System," Proc. PIMRC '93, pp. 542-546.
 [3] Bram Bout, Dirk Sparreboom, Frank Brouwer and Ramjee Prasad, "A Mathematical Model for Dynamic Channel Selection in Conformity with the Digital European Cordless Telecommunications Standard," Proc. PIMRC '93, pp. 547-551.
 [4] Josep Paradells, Claudio Rossigni and Carlos Carpintero, "Access and Handover Methods in a DECT like System," Proc. PIMRC '93, pp. 710-714.
 [5] C.J. Cimini, Jr. and G.J. Foschini, "Distributed Algorithms for Dynamic Channel Allocation in Microcellular Systems," Proc. IEEE VTC'92, May 1992, pp. 641-644.
 [6] Leonard J. Cimini, Gerard J. Foschini and Chih-Lin i "Call Blocking Performance of Distributed Algorithms for Dynamic Channel Allocation in Microcells," IEEE Intl Conf. on Communications volume 3 of 4, 1992. pp. 1327-1332.
 [7] Reiner Beck, Herbert Panzer, "Strategies for Handover and Dynamic Channel Allocation in Micro-cellular Mobile Radio Systems" 39th IEEE Veh. Technol. Conf., May, 1989. pp. 178-185.
 [8] Xin(Jack) Luo and David Everitt "Handoff Effects in Microcellular System" 42nd IEEE Veh. Technol. Conf., May, 1992. pp. 654-657.

— 저 자 소 개 —



吳 準 桓(正會員)

1993년 2 월 서강대학교 전자공학과(학사). 1995년 2월. 서강대학교 전자공학과(석사). 1995년 3 월 - 현재. 삼성전자 정보통신시스템본부 통신개발실. 주

관심 분야는 이동통신시스템(주파수 재사용, 핸드오버)



洪 大 亨(正會員)

1977 년 2 월 서울대학교 공과대학 전자공학과(학사). 1977 년 3 월 ~ 1981 년 7 월. 공군사관학교 교수부. 1982 년 2 월 State University of New York (미국)

전기공학과(석사). 1986 년 8 월. State University of New York (미국) 전기공학과(박사). 1986 년 6 월 ~ 1992 년 2 월 (미) Motorola 연구소. 1992 년 3 월 ~ 현재 서강대학교 전자공학과 교수. 주관심 분야는 이동통신 시스템