

셀룰라의 개념 및 마이크로셀

梁佑碩, 崔洛善, 金相勳
東洋電子通信(株) 中央研究所

I. 서 론

인간은 본래부터 움직이며 생활하기 때문에 장소에 구애받지 않고 자유롭게 통신을 하기 원하므로 이동통신 서비스는 인간의 기본적인 욕구를 실현하는 통신형태라고 할 수 있다. 그러므로 이동통신은 전파라는 무선매체를 이용하여 사람, 자동차, 선박, 열차, 항공기 등 이동체를 대상으로 언제, 어디서나, 누구에게나 곧바로 정보를 전달하거나 교환할 수 있도록 하는 것을 궁극적인 목표로 하고 있다.

이동통신은 오랜 역사를 가지고 있다. 무선통신은 마르코니가 1895년 무선실험을 성공한 후 10년이 경과된 해에 모르스 전신에 의한 선박통신이 도입된 것이 시초이다.

자동차 전화로 대표되는 이동통신은 1946년 미국에서 150MHz 대역의 단방향(simplex) 방식 서비스를 개시함으로써 태동되었다. 그 이후 1960년대에는 서비스의 향상과 가입자 용량증가를 위하여 450MHz 대역의 IMPS(improved mobile telephone service)가 도입되었으며, 1983년에는 서비스 지역을 보다 작게 세분화한 800MHz 대역의 셀룰라(cellular) 방식이 등장하여 현재에 이르게 되었다. 이후 셀룰라 시스템은 가입자들의 요구에 힘입어 모든 사람들의 상상을 초월하는 급속적인 성장을 이룩하여 왔다. 지금까지 전 세계적으로 약 천만명의 가입자가 셀룰라 이동통신의 혜택을 누리고 있으며, 많은 셀룰라 전문가들은 올해 이동통신 가입자 수가 20~30% 증가한다고 예상하고 있다. 이와 같은 속도로 성장을 계속한다면 현재의 이동통신 시스템은 수년내에 용량한계에 다다를 것으로 전망되며 이에 대처하기 위한 새로운 기술의 개발이 절실히 요구된다고

하겠다.

따라서 셀룰라 이동통신 시스템의 용량 확장을 위해 무선 기술자들은 시스템을 전반적으로 재설계하게 되었다. 이러한 방법에는 스펙트럼 확장, 마이크로셀화, 새로운 다원접속 기술 적용, 시스템의 디지털화 등의 방법이 연구되고 있다.

최근에는 가입자 용량증가를 위하여 기존의 아날로그 셀룰라 시스템인 AMPS(advanced mobile phone service), NMT(nordic mobile telephone) 방식에서 유럽의 GSM(global system for mobile communications), 북미의 DAMPS(digital AMPS), 일본의 JDC(Japanese digital cellular telecommunication system) 방식같은 디지털 셀룰라 시스템의 개발이 진행, 실험단계 및 서비스 중에 있다. 아울러 기존의 기지국(BS: base station, cell site)의 반경을 축소하여 주파수의 재사용 거리를 줄이는 마이크로셀(microcell) 기법도 개발, 서비스 중에 있다.

본 고에서는 셀룰라 이동통신 시스템의 개요와 기능, 셀 및 마이크로셀의 구조, 특징 등에 관하여 논하고, 마지막으로 개발된 마이크로셀 시스템에 관하여 살펴보고자 한다.

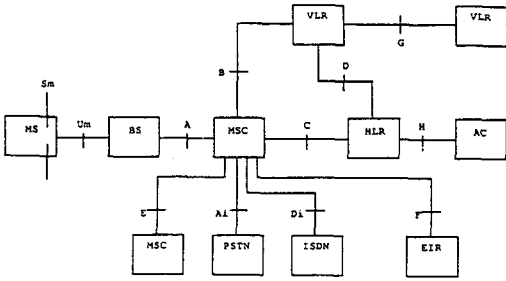
II. 셀룰라 이동통신 시스템

1. 시스템의 구성

셀룰라 이동통신 시스템의 기본개념은 서비스 지역을 여러개의 셀로 분할하고 각 셀에 고유의 주파수를 이용하여 하며, 상호 간섭을 주지 않을 만큼 떨어진 지역에서 동일한 주파수를 재사용하는 것이다.

셀룰라 이동통신 시스템은 그림 1과 같이 고정통신망

의 전화 가입자에 해당하는 이동국(MS), 이동국과 무선신호의 송수신을 행하는 기지국(BS), 공중 전화교환망(PSTN)과 이동통신 시스템과의 통화를 형성해 주는 이동통신 교환기(MSC), 위치등록 관련 데이터베이스인 HLR과 VLR, 장비 식별을 위한 EIR, 가입자 인증 센터(AC)로 구성된다.



- MS : Mobile Station
- BS : Base Station
- MSC : Mobile Switching Center
- HLR : Home Location Register
- VLR : Visitor Location Register
- EIR : Equipment Identity Register
- AC : Authentication Center

그림 1. 셀룰라 이동통신 시스템 구성

2. 기능

이동통신 교환기(MSC)는 무선시스템과 PSTN간의 인터페이스를 구성하며, 이동국의 착/발신 호를 설정하기 위하여 필요한 호 중계, 과금, 통화량 관리 등의 모든 신호 처리 기능을 수행한다. 기존의 공중전화망 교환기와 차이점은 무선자원의 할당과 가입자의 이동성에 의한 핸드오프(hand off), 위치등록 기능 등이 추가된다.

기지국(BS)은 1개의 셀이나 몇개의 셀에 서비스를 하기 위하여 사용되는 장소에 위치한 모든 무선장비를 말한다. 주요 기능은 공중 이동통신망과 이동국을 연결시키는 역할을 하며, 셀을 통제하고 셀에 할당된 무선자원을 관리한다. 즉, 자신이 관할하는 셀내에 있는 이동국에서 발신한 신호를 무선채널로 수신하여 이동통신 교환기로 전송하며, 역으로 이동국에 보내기 위하여 이동통신 교환기로부터 오는 신호를 무선채널을 통하여 이동국에 송신하는 기능을 담당한다.

기지국은 무선 송수신 장치 BTS(base transceiver station)와 기지국 제어 장치 BSC(base station controller)로 구성되며, 하나의 BSC가 여러개의 BTS를 관장할 수 있다.

이동국(MS)은 무선인터페이스의 가입자 종단에 위치한 단말기로서, 차량탑재용과 휴대용이 있으며, 사용자에게 서비스를 위해서 요구되는 단말 기능 - 단말 장비, 단말 어댑터 - 을 포함한다.

HLR은 이동국에 호를 연결시켜 주거나 그 밖의 이동통신 서비스를 제공하기 위하여 필요한 이동국의 모든 영구적인 정보를 저장하고 있는 데이터베이스이다. HLR이 저장하고 있는 정보가운데 가장 중요한 정보는 이동국의 현재 위치에 대한 정보이며, 기능은 가입자 관리, 과금관리, VLR의 갱신 등이 있다.

VLR은 이동국이 관할지역에 들어왔을 때 그 이동국에 대한 가입자 정보를 일시적으로 저장하는 데이터베이스이다. 기능은 이동국 roaming 번호(MSRN : mobile station roaming number) 관리, 임시 이동국 식별 번호(TMSI : temporary mobile station identity) 관리, 방문 이동국의 가입자 관리, HLR의 갱신 등이 있다.

EIR은 이동국 장치 번호가 저장되는 데이터베이스이다. 이동국의 일련번호, 제작회사 등이 저장되어 불법사용을 방지한다.

AC는 인증센터로서 이동통신 교환기에서 인증과 암호화에 사용되는 관련 데이터를 제공한다.

3. 인터페이스

셀룰라 이동통신 시스템의 인터페이스는 그림 1에서 보여주고 있으며, 이들의 정의와 기능을 살펴보면 아래와 같다.

A Interface는 MSC와 BS간의 인터페이스로서, 호 처리, 이동성, MS 및 BS의 관리를 위한 정보를 전송한다.

B Interface는 MSC와 VLR간의 인터페이스로서, VLR은 해당 MSC에 의해 제어되는 영역에서 roaming 하는 MS를 위한 위치를 관리하는 데이터베이스이다. MSC는 자기 영역에 위치한 MS에 관한 정보가 필요할 때마다 VLR에 요구를 한다. MS가 MSC와 위치 갱신 절차를 시작할 때 이 MSC는 자기의 VLR에게 알리는데, 이 절차는 MS가 다른 위치 영역으로 이동할 때 마다 일어난다.

C Interface는 MSC와 HLR간의 인터페이스로서, 과금정보 등의 관리 및 중계 목적으로 신호정보를 교환하는데 사용한다.

D Interface는 HLR과 VLR간의 인터페이스로서,

MS의 위치등록과 취소, 착신 및 발신호의 성립, 가입자 관리에 관련된 신호정보를 교환하기 위해 사용한다.

E Interface는 MSC간의 인터페이스로서, MSC간의 핸드오프에 관련된 정보 교환을 위해서 주로 사용한다.

F Interface는 MSC와 EIR간의 인터페이스로서, MSC와 이동통신 장비 식별 및 리스트 검색에 관련된 정보전달을 위해 사용한다.

G Interface는 VLR간의 인터페이스로서, MS가 다른 VLR에 의해 할당된 임시 이동국 식별 번호(TMSI)를 사용하여 새로운 VLR에 등록을 하려 할때 VLR간의 정보전달을 위해 사용하며, 또한 TMSI를 할당한 VLR로부터 국제 이동국 식별 번호(IMS I : international mobile station identity)를 검색하기 위해 사용한다.

Um Interface는 MS와 BS간의 인터페이스이다.

III. 셀 (Cell)

1. Cell의 개념

셀룰라 이동통신 방식은 주파수의 재사용으로, 할당된 주파수대역이 갖고 있는 채널의 수보다 훨씬 많은 통화를 가능하게 한다. 이것은 어떤 한 지역에서 사용하는 동일한 주파수간에 간섭이 무시될 정도의 거리를 두고서 서비스하는 것이다. 다시 말해서 동일한 주파수를 일정한 거리만큼 띄우고 반복적으로 사용함으로써 넓은 지역을 서비스하는 것이다.

여기서 셀이란 단위 규모의 송수신 시설이 가장 유효하게 무선전화의 호(call)를 처리할 수 있는 지역을 말한다.

2. Cell의 기본 형태

이동통신 시스템에 있어서 일정한 셀의 형태를 규정하는 가장 중요한 이유는 특정한 채널이나 기지국을 사용하게 하는 지역을 나타내기 위한 것이다.

셀의 설계기법은 원하는 셀의 형태를 규정한 후, 기지국의 적절한 배치와 안테나의 이득 설계 및 통화를 처리하기에 가장 적합한 기지국을 선택함으로써 최초 설계시에 의도한 셀의 형태를 얻을 수 있다.

셀의 형태를 원형으로 하면 어떠한 셀에도 커버(cover)되지 않는 지역이 생길 수 있으므로 원형 셀은 이동통신 서비스의 설계 목적상 적당하지 않다. 반면에 정육각각형으로 셀을 구분하면 정삼각형이나 사각형 셀

보다 어떠한 지역의 중복이나 누락된 지역이 없이 넓은 지역을 커버할 수 있다. 따라서 사각형이나 정삼각형으로 이루어진 셀로 셀룰라 시스템을 구성할 수도 있으나 위에서 언급한 경제적인 이유로 인해 정육각형의 셀이 선택된 것이다.

정육각형의 셀을 채택하기 위한 경제적인 장점을 알아보기 위해서는 기지국으로부터 가장 먼 지점 즉, 최악점(worst-case point)에 대해 살펴 보아야 한다. 각 셀의 중심에 기지국이 위치하고 있고 각 정점으로부터 동일한 지점에 중심이 있다고 가정하면, 기지국으로부터 가장 멀리 떨어져 있는 정점들이 사실상 최악점이 되며 커버할 수 있는 면적이 가장 넓게 나타난다. 따라서 어떠한 전체 커버 지역에 서비스를 제공하기 위해서는 정육각형의 셀들로 구성하는 것이 셀의 수도 줄어들고, 결과적으로 보다 적은 수의 기지국에 의해 시스템을 구성할 수 있다.

3. C/ I (Carrier to Interference)

어떠한 특정 셀은 다른 셀에서 사용하고 있는 채널을 일정한 재사용 거리를 두고서 다시 이용하고 있다. 이것은 셀이 동일채널을 사용하는 다른 셀들로부터 혼신 및 간섭을 받을 수 있는데 이것을 동일채널 간섭이라고 한다.

셀룰라 시스템을 설계할 때 한가지 문제점은 이러한 혼신을 허용레벨까지 조절하는데 있으며, 채널 재사용 거리를 조절함에 따라 어느정도 이루어지고 있다. 즉, 채널 재사용 거리가 크면 클수록 혼신은 감소되는 것이다.

통화품질에 영향을 미치는 것에는 두가지 요소가 있다. 하나는 희망신호의 수신레벨 (C)으로써 이것은 수신기의 잡음레벨 (N)보다 높아야 하며, 수신레벨 (C)은 전체적인 동일채널간섭 레벨 (I)보다도 높아야 한다. 그러므로 실제로 고려해야 되는 것은 C/N(carrier to noise)과 C/I(carrier to interference)의 두가지가 된다.

일반적으로 아날로그 이동통신 시스템의 경우 $C/N = C/I = 18\text{dB}$ 이며 디지털 이동통신 시스템인 경우는 $10\sim 12\text{dB}$ 로 알려져 있다.

4. 주파수 재사용

주파수 재사용(frequency reuse)이란 할당된 주파수를 동일채널 간섭이 발생하지 않도록 충분히 떨어져 있는 다른 지역에서 같은 주파수를 다시 사용하는 것이다. 초기의 이동통신 시스템은 어떠한 지역을 서비스하기

위해서 높은 안테나와 최대의 출력을 갖춘 기지국에 의해 가능한 한 넓은 지역을 서비스하였다. 각 기지국에서는 서로 다른 채널 그룹이 할당되고, 시스템 구성은 일단 서비스 개시후에는 거의 변동이 없었다. 또 어떠한 셀에서 호출을 개시한 입자가 다른 셀로 들어가게 되면 핸드오프의 기능이 없기 때문에 통화가 중단되었다.

이러한 단점을 보완하기 위해서 셀룰라 이동통신 시스템은 전체 서비스 지역을 몇개의 셀(cell)로 나누어 하나의 대출력 기지국에 의해 서비스를 하는 대신 기지국을 각 셀에 분배하여 동일 서비스 영역내에서 동일 채널을 재사용하고 있다. 따라서 예전에는 하나의 기지국에 의해 서비스를 하던 어떠한 지역을 지금은 다수의 셀과 기지국에 의해 서비스를 하고 있다.

5. 채널 할당

채널할당 방식은 크게 고정채널 할당(fixed channel assignement) 방식, 동적채널 할당(dynamic channel assignement) 방식 및 두방식을 혼합한 하이브리드(hybrid channel assignement) 방식의 세가지로 나눈다.

고정채널 할당방식은 시스템에서 사용가능한 채널집합을 몇개의 부분집합으로 나누어 각 셀에 고정배치하여 사용하도록 한 것이다. 그리고 채널의 부분집합은 동일채널 간섭이 미치지 않을 정도로 떨어진 셀들이 반복하여 사용한다.

각 셀에는 고정 배치된 채널을 이용하여 요구된 셀을 서비스 할 수 있으며, 어떤 셀에 고정 배치된 채널이 모두 사용중일 때 요구되는 새로운 호는 인접 셀에 사용하지 않는 채널이 있더라도 서비스를 받지 못한다.

동적채널 할당방식은 임의의 어떤 셀에서 시스템의 사용 가능한 어떤 채널도 동적으로 사용될 수 있도록 한 것이다. 즉 채널은 시스템의 상태를 고려하여 임의로 각 셀에 할당된다. 그래서 동적채널 할당방식을 사용할 경우 각 기지국은 시스템 제어부에서 지정해주는 임의의 채널을 송수신 할 수 있어야 한다. 여기서 사용 가능한 채널이란 임의의 셀에서 사용하여도 인접 셀들에 상호 간섭을 주지 않는 채널을 의미한다.

하이브리드채널 할당방식은 전체의 채널 집합을 우선 고정채널 집합 및 동적채널 집합으로 나누어 다시 고정채널 집합을 고정채널 할당방식과 같이 몇개의 부분집합으로 나누어 각 셀에 고정 배치한다. 여기서 부분집합의 수는 동일채널 간섭을 받는 거리내에 산재하는 셀의 수에 의해 정해지며 셀당 채널 수는 각 셀별로 트래픽이 다를 경우 트래픽에 비례하여 정해진다. 호가 요구되면 고정배치된 채널을 우선적으로 사용하며 고정배치된

채널이 모두 사용중일 때 요구되는 호에 대해서는 동적채널 할당방식으로 동적채널중 사용가능한 채널이 할당된다.

대부분의 셀룰라 이동통신 시스템에서 현재 사용되고 있는 채널할당 방식은 고정채널 할당방식이다. 왜냐하면 고정채널 할당방식은 경제적으로 비용이 저렴하고 기술적으로 실현하기가 쉽기 때문이다.

IV. 마이크로셀 (Microcell)

1. 마이크로셀의 출현

지금까지의 셀룰라 시스템은 서비스 영역을 커버하는 몇개의 셀로써 가입자들에게 충분한 채널이 제공되었다. 그러나 비약적인 가입자의 증가때문에 호의 실패율이 증가되었고 통화품질도 나빠지게 되었다. 그래서 엔지니어들은 셀룰라 시스템의 음질향상, 무선용량의 증가, 스위칭 용량은 유지하면서 호처리 용량을 증가시키는 여러가지의 방법을 연구하기에 이르렀다. 이러한 노력은 안테나의 변화, 셀의 섹터화, 셀의 분할 등의 방법으로 나타났으며, 안테나의 높이는 가능한 한 낮게 되고 송신출력도 작아지게 되었다.

그러나 위의 방법들은 동일한 크기의 지역에서 무선채널의 용량을 증가시킨 반면 간섭과 잡음의 증가를 야기시켰다. 그리고 안테나의 높이가 낮아 빌딩내의 통화 품질을 저해시키는 효과를 가져왔다. 그래서 그 대책으로 출현한 것이 마이크로셀(microcell)이다.

표 1에서는 현재의 셀과 마이크로셀을 비교하였다. 표에서 보듯이 셀의 반경이 작아짐에 따라 가입자의 수 및 기지국의 수가 증가함을 알 수 있다.

표 1. 셀룰라 방식의 셀 크기 비교

	셀	마이크로셀
반 경 (Km)	5~50	0.1~1.0
기 지 국 수 (개)	수십	수천
수용 가입자 수	수만대	수백만대
신 호 방 식	FDMA	FDMA
디지털 방식과 호환성	호환성 없음	호환성 있음
이 동 국 출 력 (W)	1.0~5.0	0.001~0.05
이 동 국 크 기 (cc)	300 이상	50 정도
이 동 국 무 게 (g)	300~1000	50~200
실 현 시 간	70년대	90년대

2. 마이크로셀의 개념

마이크로셀이란 가입자의 용량을 증가시키면서 간섭을 작게하는 셀분할 기법을 이용하여 셀의 반경(1Km 이내)과 주파수 재사용 거리를 감소시키는 것이다.

일반적으로 새로운 셀의 반경이 기존의 셀 반경과 비교하여 1/2일 때 기존의 셀로 4개의 작은 셀을 만들수 있고, 각각의 작은 셀은 기존의 셀과 같은 용량을 가질 수 있다. 그래서 기존의 셀과 같은 영역은 기존 셀의 영역보다 4배의 용량을 증가시킬 수 있다. 이것이 시스템 용량의 증가이다. 그러나 셀이 작아졌을때 시스템의 용량은 4배 증가하지만 간섭이 기존의 셀보다 새로운 셀에서 제어의 어려움이 발생하기 때문에 주의하여야 한다. 셀당 채널수로 정의되는 반경용량 $m=M/K$ 로 표현되며, 단위는 셀당 채널 수이다. 여기서 M은 전체 채널의 수이고 K는 주파수 재사용율이다. 또한 m은 셀룰라 시스템에 사용된 무선시스템에 의해 정해진다.

오늘날 아날로그 셀룰라 이동통신 시스템에 접속된 음질은 주파수 재사용율 $K=7$ 의 기술에 의해 유지된다. 즉, 주파수 재사용에 의한 동일채널 간섭 감소율(CIRF : cochannel interference reduction factor) $q=D/R$ 이며, R은 셀의 반경, D는 공통채널 셀의 분리 거리를 나타낸다. q는 K값에 의해 구할 수 있는데, 뒷식에 $q=\sqrt{3\pi K}$ 를 대입하면 $D=\sqrt{3\pi K} * R$ 이 된다. 따라서 현재의 아날로그 셀룰라 시스템은 $K=7$ 이므로 $D=4.6R$ 이고, 이때의 $C/I=18dB$ 이다.

마이크로셀의 장점은 아래와 같다.

- (1) 기존 장비와 호환성
- (2) 채널 용량 증대
- (3) 음질 양호
- (4) 마이크로셀간의 핸드오프 불필요
- (5) 작은 송신 출력 (1W 이내)
- (6) 장치의 소형화

3. 마이크로셀 시스템의 효율

마이크로셀 시스템은 크게 2가지로 구분할 수 있다. 첫째는 AT & T사가 개발한 LMT(lightwave micro-cell transceiver)를 사용한 것으로써 지하철, 빌딩 내부 등 전파의 사각지대, 보행자 밀집 지역 등에 유용하다. 둘째는 PacTel사가 개발한 셀당 3개의 송수신기를 사용하여 주파수 재이용 효율을 3배 이상 증대시키는 것으로써, 차량용으로도 사용할 수 있다. 본고에서는 PacTel사의 마이크로셀 시스템 효율에 대해 살펴보기로 하겠다.

기존의 셀을 마이크로셀화 했을 경우 앞에서 언급한

것처럼 셀의 반경이 1/2 줄어들 경우 채널 용량이 4배 증가하지만 빈번한 핸드오프 등으로 시스템 부하가 증가하게 된다. PacTel에서는 시스템 부하를 증가시키지 않으면서 채널 용량을 증가시키는 방법을 고려했는데 내용은 다음과 같다.

기존의 셀은 3개의 마이크로셀(microcell : 3개 이상 일 수도 있음)로 분할하였으며, 이것은 또한 존(zone)이라고도 한다. 각각의 존에는 송수신기가 있고, 송수신기는 각 존의 중앙에 위치하거나 각 존의 가장자리에 위치하며 3개의 존당 1개의 기지국 시스템이 존재한다.

3개의 존안에 한대의 차량(이동국)이 위치해 있을때 3개의 존안에 있는 마이크로셀 시스템의 동작은 다음과 같다.

기지국은 각 존으로부터 이동국의 신호전계 강도를 수신한다. 기지국은 신호전계강도를 비교한 후 가장 강한 신호전계 강도를 송신한 존으로 하여금 이동국을 서비스하도록 존을 선택한다. 또 이동국이 다른 존으로 이동할 때는 신호전계 강도에 따라 새로운 존의 송수신기에 동조하고 기존의 송수신기는 출력을 중지하게 된다. 여기서 셀안의 이동국은 같은 주파수를 사용하기 때문에 존간에는 핸드오프가 일어나지 않는다.

마이크로셀 시스템의 효율은 아래와 같이 전방향 존 접근, 선택된 edge-excited 존 접근, 비선택된 edge-excited 존 접근의 3가지 방법으로 설명할 수 있다.

1) 전방향 존 접근(omni-zone approach)

그림 2에서와 같이 각 존의 중앙에 무지향성 안테나를 사용하는 송수신기가 위치해 있다. 따라서 송수신기의 송신 출력은 중앙에서 방사된다.

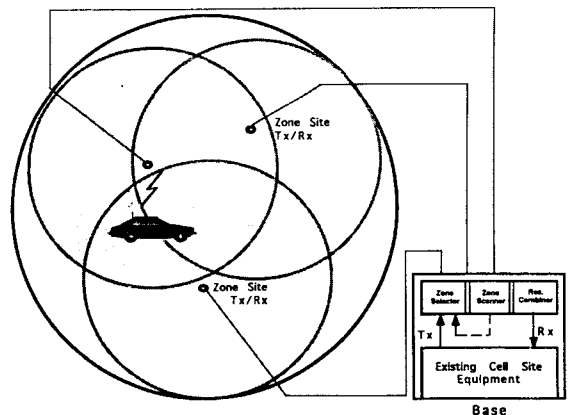


그림 2. 전방향 접근

공통채널 마이크로셀 중에서 가장 가까운 공통채널 존간의 분리 거리 D_1 은 $4.6R_1$ 이다. 여기서 R_1 은 존 반경이다. 셀내에서 차량이 위치한 존을 액티브 존(active zone)이라고 할 때 액티브 존과 가장 가까운 공통채널 셀에 있는 존과의 거리 D_1 은 $4.6R_1$ 으로써 기존의 아날로그 시스템에서 요구하는 음성품질을 유지시키기 위한 거리를 만족하게 된다.

공통채널 셀에서 차량 운용은 그림 3의 원 안에 있으며, 서비스되는 셀은 중앙에 위치하고 있다. 공통채널 간섭은 셀 A와 셀 B에 의해 정의된다. 이 경우 마이크로셀 시스템의 C/I비는 20dB로 규정된 아날로그 시스템보다 2dB 양호하다.

$$\frac{C}{I} = \frac{R}{D} = \frac{R}{3(4.6R_1) + 3(5.75R_1)} = 105 = 20\text{dB}$$

또한 그림 3에서 공통채널 셀의 분리 거리 $D=3R$ 임을 알 수 있다. 여기서 R은 셀 반경이다. 따라서

$$K = \frac{(D/R)^2}{3} = 3$$

마이크로셀 시스템은 셀 시스템의 주파수 재사용율이 $K=7$ 에서 $K=3$ 으로 감소했을 때 용량의 증가는 $7/3$ 또는 2.33배이다. $K=3$ 은 CDMA 시스템을 제외하고 아날로그 또는 디지털 셀룰라 시스템에서 가장 작은 수이다. 전방향 접근은 $K=3$ 시스템에서 가장 우수한 음질을 제공하는 장점이 있으나 3개 셀의 중앙을 설정하는데에는 많은 비용과 어려움이 따르며, 또한 전방향에서 송신된 출력의 제어가 어렵다는 단점이 있다.

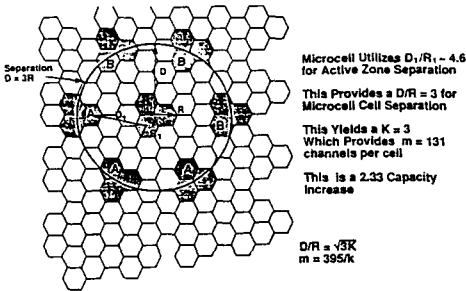


그림 3. 마이크로셀의 응용

2) 선택된 edge-excited 존 접근(selected edge-excited zone approach)

선택된 edge-excited 존 접근은 모든 송수신기가 존의 중앙으로부터 존의 가장자리에 위치해 있으며, 그림 4와 같이 셀 경계에 위치한다. 선택된 edge-excited 존 접근에서 C/I 계산은 $K=3$ 을 기본으로 접근한다. 중앙의 셀은 서비스되는 셀을 말한다.

하나의 선택된 셀은 이동국의 호(call)를 서비스한다. 셀의 중앙은 서비스되는 셀 주위의 6개 셀로부터 간섭을 받기 때문에 기지국으로부터 신호를 약하게 수신한다. 이때 C/I는 6개의 공통 채널 셀로부터 구하는데 $C/I=18\text{dB}$ 로 아날로그 시스템과 동일하다.

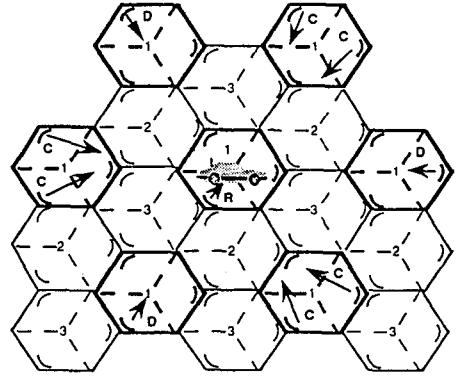


그림 4. 선택된 edge-excited 존 접근

3) 비 선택된 edge-excited 존 접근(non selective edge-excited zone approach)

모든 존이 동조되었을 때의 상황이다. 우리는 이것을 비 선택된 edge-excited 존 접근이라 부른다. 비 선택된 edge-excited 존 접근은 셀 내에 있는 모든 송수신기가 동시에 송신을 하기 때문에 전방향 존으로 취급을 한다. 아날로그 시스템에서 규정된 전방향 존은 공통채널 간섭 감소율 $q=D/R=4.6$ 을 요구하며, 비선택된 edge-excited 존에서도 D_1/R_1 은 음질 유지를 위하여 4.6을 가져야 한다. 여기서 D_1 은 공통채널 존 간격이고 R_1 은 존의 송수신기에서 경계지점까지의 거리다. 그림 5에서 $D=D_1-R_1=4.6R_1-R_1=3.6R_1$ 이 되며, 주파수 재사용율 $K=(q)^2/3=(3.6)^2/3=4.32=4$ 이다.

따라서 비선택된 edge-excited 접근은 $7/4=1.75$ 배의 무선평량 증가를 할 수 있다.

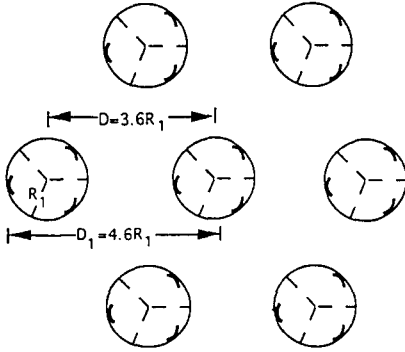


그림 5. 비 선택된 edge-excited 존 접근

4. 개발된 시스템의 고찰

마이크로셀은 여러 업체가 개발, 서비스를 하고 있다. 지금까지 개발된 시스템을 살펴보면 다음과 같다.

AT & T사의 마이크로셀은 AT & T사의 Series II 장비를 사용하여 기지국에서 무선신호를 주변에 설치된 안테나에 공급하는 방식으로 뉴욕 기차역에서 시험되었다.

NYNEX사는 점차 늘어나는 이동통신 가입자를 위해 마이크로셀을 1992년부터 AT & T사와 협력하여 맨하탄 지역 등에 서비스를 하고 있다.

팩텔(PacTel)사의 마이크로셀은 1991년말에 가입자 서비스를 위해 LA지역에 설치되었다. 팩텔 마이크로셀의 주파수 재사용 패턴은 K=3으로 K=7 시스템과 비교하여 2.5배의 용량 확장의 효과를 얻는다.

팩텔 마이크로셀의 특징은 분산된 안테나를 사용하여 바깥지역에서 송신하는 방법을 채택하고 있다. 각각의 존은 마이크로웨이브나 광으로 연결되어 있으며, 기존의 기지국 장비에 모두 사용할 수 있다. 존간 이동시에는 핸드오프가 필요하지 않아 기지국에서 이동 교환국으로의 부하를 2/3가량 절감하며, 소프트웨어(software)의 수정만으로 CDMA 시스템과 호환성을 유지할 수 있다. 또한 이중모드(dual mode) 단말기는 필요하지 않으며 기존의 단말기를 사용한다. 팩텔 마이크로셀 시스템은 용량 증대 및 서비스 난이지역 해소에도 사용되며 기존의 아날로그 시스템 장비에 설치하여 사용함으로써 비용절감에 큰 도움을 준다. 팩텔 마이크로셀 장비는 미국 달라스에 위치한 Decibel Product사에서 제작 공급하고 있다.

한편 영국은 ORBITAL사에 의해 Digital Telepoint

System을 개발하였으며, 1996년경에는 600만의 가입자를 예상하고 있다.

프랑스의 경우 1989년 Telepoint Radio Phone에 의해 실험을 개시하여 ALCA TEL사에서 생산하고 있다.

기타 허치슨(Hutchsion)사, 사우스 웨스턴벨(Southwestern Bell)사, 에릭슨(Ericsson)사 등도 서비스를 하고 있다.

표 2는 마이크로셀과 셀룰라 시스템간의 기술적인 비교를 나타냈다. 표 2에 나타난 바와 같이 마이크로셀은 현재 서비스를 하고 있으며, CDMA 방식의 서비스는 상당한 시일이 요구된다. 각 기술의 상세한 비교분석은 표를 참고하기 바란다.

표 2. 시스템의 기술적 비교

항 목	마이크로 셀	TDMA	CDMA
송수신 분리 간격	45MHz	45MHz	45MHz
RF 채널간격	30KHz	30KHz	1.25MHz
Cell 직경	100~150M	0.5~20Km	0.03~48Km
Vocoder	VSELP	CELP	QCELP
이동국 송신출력제어	기지국의 전계강도 측정에 의해 제어	과 동	이동국/기지국의 전계강도 측정에 의해 제어
주파수 재사용율	K=3	K=7	K=1
용 량	2~2.5배	2.5~3배	10~20배
표 준 화	AMPS와 동일	IS-54	CTIA 표준화 추진
셀분할효과	빌딩내 영역 개선	N-AMPS와 유사	빌딩내 영역 많이 개선
가입자 장비 가용성(Dual Mode)	새로운 가입자 장비 필요 없음	AMPS보다 약간 고가	AMPS보다 약간 고가
서비스 시기	서비스중	'92 상용화	'93 상용화
관련 회사	PacTel, AT&T, Southwestern, Bell 등	AT&T, MOTOROLA, ERICSSON 등	Qualcomm

V. 결 론


본 고에서는 셀룰라 이동통신 시스템의 구성과 기능, 셀과 마이크로셀의 개요와 개발된 시스템에 대하여 간

략하게 살펴보았다.

마이크로셀은 가입자 수요 증대를 수용하기 위하여 현재 사용되고 있는 아날로그 방식의 셀룰라 이동통신 시스템에 적용할 수 있다. 특히 팩셀사의 개발 시스템은 현재의 시스템보다 2.33배의 용량증대 효과를 가져온다. 따라서 마이크로셀은 디지털 방식의 셀룰라 이동통신 시스템으로 가는 가교역할을 하는 셈이다.

정보화 시대로 일컬어지는 오늘날 언제, 어디서나, 누구에게나 통신의 가능성이 절실히 필요하게 되었고 개인의 편의와 안전을 위해 이동통신은 이제 없어서는 안 될 일상생활의 필수품이 되어 가고 있다. 그러므로 이동통신은 가입자의 요구에 부응하기 위해 꾸준히 새로운 기술을 개발해 나가야 한다.

参 考 文 献

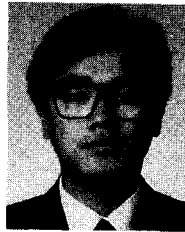
- [1] 디지털 이동통신 시스템 개발, ETRI, 1990.
- [2] W. C. Y. Lee, *Mobile Cellular Telecommunication System*, McGraw Hill, 1989.
- [3] CCITT Rec. Q1000~Q1032, "Public Land Mobile Network Interworking with ISDN and Interface", 1988.
- [4] 이동통신 기술 세미나, 한국통신학회, 1990.
- [5] W. C. Y. Lee, "Efficiency of a New MicroCell System", IEEE 42nd VTS, 1992.
- [6] 차세대 이동통신 (MicroCell) 시스템, 한국무선통신, 1992.
- [7] W. C. Y. Lee, "Smaller Cells for Greater Performance", IEEE Comm., Nov. 1992.
- [8] Hen Suh Park, "New Cellular Technologies and Their Prospects", Pacific Telesis Korea, 1992. 

筆 者 紹 介

梁 佑 碩

1958年 3月 11日生
 1985年 2月 광운대학교 전자통신
 공학사(학사)
 1989年 9月 광운대학교 산업대학
 전자통신공학과(석사)

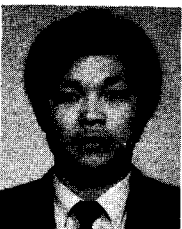
1984年 12月 ~ 현재 동양전자통신(주) 중앙연구소
무선통신실 실장



崔 洛 善

1965年 11月 6日生
 1984年 2月 금오공과대학
 전자공학과(학사)
 1992年 8月 현재 한양대학교
 산업대학원 전자통신
 공학과

1989年 12月 ~ 현재 동양전자통신(주) 중앙연구소
연구원



金 相 勳

1964年 5月 6日生
 1989年 2月 한국항공대학
 통신공학과(학사)

1989年 1月 ~ 1990年 7月 한이통신(주) 무선설계부
 1990年 11月 ~ 현재 동양전자통신(주) 중앙연구소
 연구원