

이동통신 전파음영지역 개선을 위한 연구

정회원 노 순 국*, 김 재 섭**

A Study on the Improvement of Propagation Shadow Region for Mobile Communications

Sun-kuk Noh*, Jae-sub Kim** *Regular Members*

요 약

현용 이동통신 시스템의 기지국은 전파 예측 모델과 현장측정에 의한 서비스 범위를 가지고 있으나, 다양한 전파환경의 변화에 의해 서비스 불가 지역인 전파음영지역이 존재하고 있다.

본 연구에서는 이동통신 기지국의 서비스영역에 전파음영지역이 존재할 때 이를 해소하고 보다 많은 이용자에게 고품질의 통화 서비스를 제공하기 위해 건물내 전파음영지역과 건물외 전파음영지역을 선정하였다. 먼저, 건물내 전파음영지역에서는 모기지국내에서 작은 셀 커버리지 영역을 갖는 마이크로 셀 시스템을, 건물외 전파음영지역에서는 4섹터 대신에 이중 송신 안테나 시스템을 서울의 개포기지국에 적용하여 시험하였다.

결론적으로, 각각의 전파음영지역에서 마이크로 셀 시스템과 이중송신 안테나 시스템의 적용을 통해 통화품질 향상과 통화용량의 증대를 가져왔음을 확인하였다.

ABSTRACT

Now, cell sites of mobile communication systems have a service coverage by propagation prediction model, field test, but are being existed propagation shadow region with non-service area by change of various propagation environments.

For improving service quality and traffic capacity in propagation shadow region, we propose two systems in each condition. First, in-building shadow region, new repeater network is established by the microcell site in host site coverage. Small coverage by establishing the microcell site in the special points of non service area inside the host site coverage and measured the received power of the signal. Second, out of building shadow region, most cell site are operated by 3 sector and is existed shadow sector. To solve a problem, we propose the dual Tx-ant instead of designing 4 sector to reduce investment cost. We choosed Geopo cell site in Seoul to run the experiments. And we verified the practicality by comparing data before and after the installation of dual Tx-ant.

As a result, to improve call quality and traffic capacity of propagation shadow region, we are used two system (microcell and dual Tx-ant) and confirmed that.

I. 서 론

고도 정보통신 사회로의 급속한 진전으로 이동통신, 개인휴대통신(PCS)의 수요가 급증하고 있고 이에

따른 높은 통화품질의 서비스가 절실히 요구되고 있으나 오늘날 이동통신 시스템이 직면하고 있는 가장 큰 현안 문제는 다수의 이용자가 사용할 수 있는 무선 주파수대역이 제한되어 있고, 전파경로의 다변화로

* 조신대학교 대학원 전자공학과(nsk7070@hanmail.net) 정회원, ** 동강대학 정보통신과(kjs0037@hanmail.net) 정회원
논문번호: 98017-0923, 접수일자: 1998년 9월 23일

인한 신호의 왜곡과 전파음영지역을 피할 수 없다는 사실이다. 따라서 최소한도의 할당된 주파수대역으로 주파수 이용률을 극대화시키고 통화품질을 개선하여 이용자에게 만족한 서비스를 줄 수 있는 시스템을 개발 또는 선정하여 그 활용방안을 극대화시킬 필요가 있다. 이와같은 방안의 하나로 셀룰라(cellular) 시스템이 개발되어 널리 응용되고 있다.

그러나 가입자의 폭발적인 증가로 인하여 현용 이동통신은 절대 채널이 부족하고 통화중 잡음, 통화중 절단 등의 현상이 필연적으로 발생하므로 채널 이용도를 증가시키고 서비스 불가 지역인 전파음영지역을 최소화 하여 보다 많은 이용자가 장소에 구애받지 않고 통화할 수 있으며 필연적으로 발생하는 통화중 잡음, 절단, 호차단 등의 현상을 가능한 한 개선할 수 있도록 구성되어야 한다.^[1-2]

현용 이동통신 시스템의 기지국은 전파 예측 모델과 현장측정에 의한 서비스 범위를 가지고 있으나, 다양한 전파환경의 변화에 의해 서비스 불가 지역인 전파음영지역이 존재하고 있다.

본 연구에서는 이동통신 기지국의 서비스 영역내에 있는 전파음영지역을 최소화하여 보다 많은 이용자에게 고품질의 통화 서비스를 제공하기 위한 방법으로 건물내 전파음영지역과 건물외 전파음영지역을 선정하여 현장실험을 하고 개선 방법을 제시한다.

II. 전파음영지역과 개선 방안

1. 전파음영지역

전파음영지역이란 다양한 전파환경의 변화에 의해 생기는 서비스 불가지역으로서 서비스 지역내의 지형이 평탄하지 않기 때문에 생기는 고장적인 건물의 음영지역과 기지국 치국후에 건설된 대형 빌딩과 같은 인공 장애물로 인하여 새로이 생기는 음영지역, 그리고 대형 백화점이나 지하철 역사와 같은 건물내 음영지역이 있다.^[1]

2. 마이크로 셀 (micro cell) 시스템

마이크로 셀이란 소형 기지국이라는 의미를 갖는 것으로 모(host)기지국에서 M/W 또는 광케이블로 연결하여 음영지역 해소 또는 서비스 지역의 확장의 효과를 거둘 수 있는 방법이다.^[4,5] 마이크로 셀은 모기지국으로부터 원격 제어되며 모기지국에서 할당된 주파수를 사용한다. 이는 주로 지하상가, 대형 건물내, 전파차단지역 등에 설치하여 통화품질개선 및 통화량이 밀집된 모기지국 서비스권 내의 국지적 통화량 흡

수효과를 거둘 수 있고 용량 증대의 효과가 있다.

만약 셀커버리지 내에 있는 고층 건물 또는 지하건물(호 다발 발생 지역)과 같은 곳에 마이크로 셀에 의한 별도의 셀커버리지를 만들고, 그 셀 커버리지가 다른 셀에 혼신 등의 영향을 미치지 않고 독립된 기지국으로서 호처리를 수행한다면 원래 기지국의 통화량을 상당 부분 흡수하고 주파수 이용률을 높임은 물론 페이딩 현상에 의한 간섭을 줄일 수 있다.

3. 이중 송신 안테나 (Dual Tx. Ant) 시스템

이동통신 현용 셀룰라시스템은 대부분 3섹터방식으로 운용되고 있으나 특정 섹터내 지형 지물의 전파환경 때문에 수신전계강도 취약지역 또는 전파음영지역이 발생하는 경우 이의 해소를 위해 동일한 섹터에 2개의 주빔이 필요할 때가 있다.^[6-8] 결과적으로 특정 기지국을 4섹터 기지국으로 운용해야만 하는데 이에 는 과대 시설투자비와 운용비가 소요되어 문제점으로 지적된다.

그러므로 기지국을 4섹터로 운용하는 대신 특정 섹터의 송신기에 전력분배기를 부가 설치하여 송신 안테나를 이원화 함으로써 4섹터 방식을 대신할 수 있도록 한다. 즉, 특정 섹터에 이중 송신 안테나(Dual Tx Ant)를 병용함으로써 지형적 특성 때문에 발생하는 저수신 전계강도 지역과 전파음영지역을 해소하여 통화품질을 향상시킨다.^[9-11]

이중 송신 안테나의 설치가 요구되는 지역은 지형 지물 등에 따른 건물의 전파환경으로 인해 2개의 주빔이 필요한 경우로서 4섹터 기지국 운용이 필요한 경우이다. 예를 들면 첫째, 4거리나 4개의 서비스 커버리지 형성이 필요한 장소. 둘째, 기지국 주변에 건물의 영향으로 주빔이 막혀 음영지역이 형성되는 장소, 특히 건물의 신·증축 등으로 인하여 처음 설치 때와는 달리 주빔이 차단되는 장소 셋째, 저지대나 언덕으로 인해 음영지역이 형성되는 장소이다.

III. 시험 및 결과

1. 건물내 전파음영지역

(1) 전파음영지역 선정 및 시험

시험 지역은 대도시 지역의 지하상가, 지하철역, 대형 백화점의 지하 식당 또는 수퍼 마켓 등을 고려한 경우로, 철근 콘크리트 건물로서 지하실 이용이 많고 여러 부분으로 분할된 실내 구조를 갖는 총당 450평의 지상 7층 건물 지하 1층에 마이크로 셀 기지국을 설치하여 각 층에서 통화 품질을 측정 하였

다. 건물에 대한 시험망은 그림 1과 같이 구성하였다.

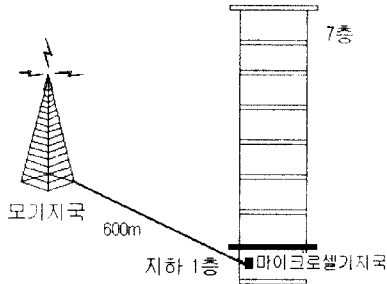


그림 1. 건물내 시험망 구성

(2) 시험 결과

그림 2와 같이 지하 1층에 마이크로 셀 기지국을 설치하여 지하층 여러 지점 (A,B,C,D,E)과 지상 1층, 2층, 3층의 복도 중간 지점 그리고 건물 인접 도로에서 측정한 모기지국과 마이크로 셀 기지국으로부터의 수신 전계강도 [dBm] 결과는 표 1과 같다.

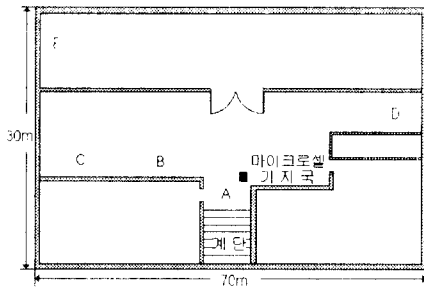


그림 2. 마이크로셀 설치

표 1. 지하 1층 설치시 측정 결과 (단위 dBm)

측정지점 거리 및 기지국	A	B	C	D	E	주변 도로	1층	2층	3층
측정거리 [m]	2	14	26	28	32	-	-	-	-
마이크로셀 기지국에 의한 수신전계 강도	-36.6	-45.5	-76	-49.6	-84	-75.0	-61.5	-83.2	-96.4
모기지국에 의한 수신전계 강도	-110 이하	-110 이하	-110 이하	-110 이하	-110 이하	-78.5	-82.1	-84.3	-84.1

2. 건물외 전파음영지역

(1) 전파음영지역 선정 및 시험

시험 지역은 개포기지국 주변으로서 그림 3과 같이 α 섹터의 주빔이 영동대로를 서미스하므로 인해 개포아파트 단지 주변에서 주빔의 부채로 인한 신호세기 미약으로 call drop이 발생하였다. 따라서 개포기지국의 α 섹터내의 아파트 단지 방향에 송신 안테나를 추가로 설치하였다.

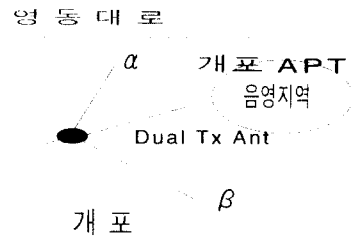


그림 3. 개포 기지국 주변도

3섹터(α 섹터, β 섹터, γ 섹터) 기지국의 α 섹터에 송신 안테나 (Tx #2) 하나를 추가한 모습은 그림 4와 같다. 이중 송신 안테나를 설치하고자 하는 섹터에 선형진폭 증폭기와 대역통과필터를 거친 최종단 송신출력 급진선에 1:2 전력분배기를 설치하여 각 출력단에 2개의 송신안테나를 설치한다. 이 때 각각의 송신안테나는 신호세기 향상을 목표로 하는 방향으로 빔을 지향시킨다. 1:2전력분배기로 인한 3dB 손실은 3dB 이득 송신 안테나를 사용하여 보상한다.

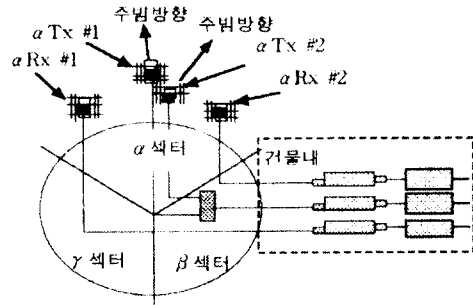


그림 4. 이중 송신 안테나 설치(α 섹터)

이중 송신 안테나를 설치함으로써 섹터간의 softer handoff지역이 설치전보다 더 넓게 분포하게 되는데,

이는 빔폭이 좁은 Tx 안테나를 선택하여 운용함으로써 그 영향을 최소화 한다. 이중 송신 안테나를 추가함에 따라 순방향은 신호세기가 커지고 커버리지가 향상되지만 역방향은 향상되지 않는다. 그러므로 Rx 안테나를 Tx 안테나가 지향하는 방향으로 각각 조정한다. 이로 인한 수신 diversity 효과감소는 시험을 통해 Rx 안테나간의 각도에 따라 45° 일 때 1.5dB, 90° 일 때 3dB 정도의 손실이 있음이 확인되었다. call drop 및 소통율의 감소는 목격되지 않았다. 또한 두 안테나의 F/B(front and back ratio)에 의한 영향은 기존의 34dB 이상의 특성을 가진 안테나를 사용하여 그 영향을 최소화시킴으로서 현재와 큰 차이가 없었다. 한편 두 Tx 안테나의 이격거리는 기존 거치봉에 80cm 이상의 간격으로 설치하였다.

(2) 시험 결과

개포기지국의 α 섹터내의 아파트 단지 방향에 송신 안테나를 설치하기 전 소통 데이터와 추가로 설치하여 개포아파트 주변과 그 인근 기지국에서 측정 한 시험 소통 데이터는 표 2, 표 3과 같다.

표 2, 표 3의 결과 개포기지국은 물론 개포기지국을 중심으로 한 인근 대치기지국 일원의 호소통률, 완료율 그리고 CD율이 전반에 걸쳐 향상되었다. 특히 개포아파트 단지 주변에서는 이중 송신 안테나의 설치 전보다 설치 후의 Ec/Io가 평균 -12.53dB에서 -10.97dB로 향상되어 call drop 현상이 감소되었다.

표 2. 이중 송신 안테나 설치 전 (1.13~2.12)

기지국	총 시도호	총시도호 (일평균)	소통호	소통율 (%)	완료율 (%)	완료율 (%)	CD 호	CD율 (%)
개포 α	4614	220	4325	93.74	3010	65.24	83	1.92
개포 β	7307	348	6472	88.57	4426	60.57	302	4.67
개포 γ	23091	1100	20797	90.07	14106	61.09	674	3.24
소계	35012	1667	31594	90.24	21542	61.53	1059	3.35
대치 α	8278	394	7610	91.93	5202	62.84	426	5.60
대치 β	10061	479	9435	93.78	6535	64.95	218	2.31
대치 γ	4087	195	3776	92.39	2627	64.28	97	2.57
소계	22426	1068	20821	92.84	14364	64.05	741	3.56
일원 α	8836	421	7995	90.48	5331	60.33	190	2.38
일원 β	5253	250	4570	87.00	3124	59.47	137	3.00
일원 γ	10544	502	9749	92.46	6858	65.04	389	3.99
소계	24633	1173	22314	90.59	15313	62.16	716	3.21

표 3. 이중 송신 안테나 설치 후 (2.17~3.16)

기지국	총 시도호	총시도호 (일평균)	소통호	소통율 (%)	완료율 (%)	완료율 (%)	CD 호	CD율 (%)
개포 α	5122	256	4779	93.30	3367	65.74	91	1.90
개포 β	2887	144	2598	89.99	1813	62.80	91	3.50
개포 γ	15015	751	13727	91.42	9638	64.19	477	3.47
소계	23024	1151	21104	91.66	14818	64.36	659	3.12
대치 α	7611	381	7172	94.23	5042	66.25	176	2.45
대치 β	10148	507	9608	94.68	6641	65.44	167	1.74
대치 γ	5265	263	4914	93.33	3374	64.08	86	1.75
소계	23024	1151	21694	94.22	15057	65.40	429	1.98
일원 α	4822	241	4340	90.00	3006	62.34	128	2.95
일원 β	3631	182	3336	91.88	2241	61.72	76	2.28
일원 γ	10064	503	9321	92.62	6547	65.05	273	2.93
소계	18517	926	16997	91.79	11794	63.69	477	2.81

IV. 결과 분석

1. 건물내 전파음영지역

철근 콘크리트 구조로 된 건물 지하 1층에 마이크로 셀 기지국을 설치한 경우 시험 결과로서 모기지국의 전파음영지역인 지하 1층 전체에 대한 수신 전계강도가 향상되어 통화 서비스를 제공하였고, 또한 통화량 흡수가 충분히 이루어져, 서비스 불가 지역의 통화 서비스를 가능케하였다.

2. 건물외 전파음영지역

개포기지국의 소통데이터 변화를 표 4에 보였다. 개포기지국이 개포아파트 주변 호를 흡수하므로 소통

표 4. 개포기지국 소통데이터 변화

1) 1.13~2.12 평일평균, 2) 2.17~3.16 평일평균

기지국	구분	시도호(개)	소통율(%)	완료율(%)	CD 율(%)
개포	1)변경전 α	220	93.74	65.24	1.92
	2)변경후 α	256	93.30	65.74	1.90
	차이	36	-0.44	0.5	0.02
대치	변경전 β	479	93.78	64.95	2.31
	변경후 β	507	94.68	65.44	1.74
	차이	28	0.9	0.49	-0.57
일원	변경전 β	250	87.00	59.47	3.00
	변경후 β	182	91.88	61.72	2.28
	차이	-68	4.88	2.25	-0.72

호 수가 30call 이상 증가하는 것을 볼 수 있으며, 이로 인해 오히려 인접한 일원 β 색터의 호가 60call 이상 감소한 것을 볼 수 있다.

한편 개포기지국의 시도 호의 증가에도 불구하고 소통율, 완료율, C/D율이 얼마간 향상된 것은 전체적으로 개포기지국의 성능향상이 이루어졌음을 알게 한다. 특히 일원의 시도 호 감소로 인한 전체 소통대이터 향상이 부가적으로 얻어졌다. 또한 개포 α 의 안테나의 3dB 이득 감소로 인한 커버리지 축소가 대치 β 색터의 호증가로 이어졌음을 볼 수 있다.

V. 결 론

현용 이동통신 시스템의 기지국은 전파 예측 모델과 현장측정에 의한 서비스 범위를 가지고 있으나, 다양한 전파환경의 변화에 의해 서비스 불가 지역인 전파 음영지역이 존재하고 있다. 본 연구에서는 기지국 서비스영역에 전파음영지역이 존재할 때 이를 해소하고 보다 많은 이용자에게 고품질의 통화 서비스를 제공하기 위해 건물내 전파음영지역과 건물외 음영지역을 선정하여 마이크로 셀 방식과 이중 송신 안테나 방식을 적용하여 시험을 통해 다음을 확인하였다.

첫째, 건물내 전파음영지역에서 마이크로셀 방식을 사용하여 향상된 통화품질로 모기지국 내의 통화량을 상당부분 흡수할 수 있게 되었고, 지하층 등 이동통신 서비스가 취약한 지역의 서비스는 물론, 기지국과 단말기와의 통신경로를 짧게하므로 페이딩에 의한 신호 왜곡이 감소하였다.

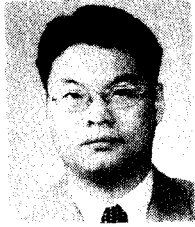
둘째, 건물외 전파음영지역에서 특정 기지국의 지형지물에 의한 전파환경 때문에 발생하는 수신 전계강도 취약지역 또는 전파음영지역을 경제적으로 해결하기 위해 이중 송신 안테나를 설치 시험한 결과로는 특정지역에 대한 주빔 서비스로 Ec/Io, 소통율, 완료율이 향상 되었고 용량이 증대되었다.

결론적으로, 건물내 전파음영지역에서는 마이크로 셀 방식으로, 건물외 전파음영지역에서는 이중 송신 안테나의 사용으로 각각의 전파음영지역에서의 통화품질 향상과 통화용량의 증대를 가져왔음을 확인하였다.

참 고 문 헌

1. 박창균외, "이동통신의 음영지역 전파환경 개선", 한국음향학회 VOL. 15 No. 3 1996, pp .89-96.
2. 김재섭, 박창균, "교외지역 전파환경을 위한 예측 모

- 델 제안", 한국음향학회 VOL. 16 NO.4 1997, pp. 49-58.
3. 차균현 외, "셀룰라 이동전화 시스템", 생능, 1996년 pp 229-249.
4. W.C.Y. Lee, "Small cells for great performance", IEEE Commun. Mag., vol., no. 11, pp. 19-23, Nov. 1991.
5. J. Proffitt, "Portable Cell Site", 36th IEEE Vehicular Technology Conference, dallas, Texas, May 1986, Conference Record. pp. 291.
6. W.C.Y. Lee, "Overview of Cellular CDMA", IEEE Trans. Vehicular Tech., Vol. VT-40, pp. 291-302, May 1991.
7. Aasi and K.S. Gilhousen, "On the system design aspects of code division multiple access(CDMA) applied to digital cellular and personal communication networks", in Proc. 41st IEEE VTC, St. Louis, Missouri, pp.57-62, May 1991.
8. K. Gilhousen et al. "On the Capacity of a Cellular CDMA System", IEEE Trans. on Vehicular Technology, Vol. 40, no. 2, pp. 303-312, May 1991.
9. W.C.Y. Lee, "Antenna Spacing Requirement for a Mobile Radio Base Station Diversity." Bell system Technical Journal, Vol. 50, pp. 1850-1876, July-August 1971.
10. S. Andeson, M. Millnert, Mats Viberg, and Bo Wahlberg, "An adaptive array for mobile communication systems." IEEE Trans Veh, Technol., Vol 40, Feb. 1991.
11. W.L.Stutzman and G.A. Thiele, "Antenna Theory and Design." New York, Wiley, 1981.



노 순 국(Sun-kuk Noh) 정회원
1995년 2월 : 조선대학교 공과대학
전자공학과(공학사)
1997년 2월 : 조선대학교 대학원 전
자공학과(공학석사)
1998년 ~ 현재 : 조선대학교 대학원
전자공학과 박사과정
1998년 4월 ~ 현재 : 조선대학교 전
자정보통신연구소
연구원

1997년 3월 ~ 현재 : 동강대학 전자과, 정보통신과 시간
강사

<연구분야> 통신시스템, 이동통신, 위성통신 등



김 재 섭(Jae-sub Kim) 정회원
1990년 2월 : 조선대학교 공과대학
전자공학과(공학사)
1993년 8월 : 조선대학교 대학원 전
자공학과(공학석사)
1998년 2월 : 조선대학교 대학원 전
자공학과(공학박사)
1998년 3월 ~ 현재 : 동강대학 정보
통신과 전임강사

<연구분야> 통신시스템, 이동통신, 무선 CATV 등