

마이크로셀 이동통신의 전파예측 모델에 관한 연구

A Study on the Propagation Prediction Model for the Microcell Mobile Communication

노 순 국*, 최 동 우*, 박 창 균**

(Noh Sun Kuk*, Choi Dong Woo*, Park Chang Kyun**)

* 이 논문은 1999년도 조선대학교 학술연구비의 지원을 받아 연구되었음.

요 약

셀룰라 방식의 마이크로셀 및 피코셀 이동통신에서 가입자 서비스가 시가지의 중심 도로를 따라 이루어지는 경우, 도심의 이동통신 전파환경을 보다 신속하고 정확히 해석할 수 있는 전파예측 모델을 제안한다.

그리고, PCS 이동통신 도심 전파환경의 가정하에 제안 전파예측 모델을 시뮬레이션하여 셀 내 지역별 수신 전계강도 분포를 분석하고, 그 결과로서 마이크로셀 및 피코셀 이동통신 기지국의 최적 출력과 위치 조건을 제시한다.

ABSTRACT

When a subscriber service composed along the central street of urban in microcell and picocell mobile communication of cellular method, we proposed the propagation prediction model that mobile communication environment of urban can analyze exactly and faster more than a precedent.

We simulate the proposed propagation prediction model under the urban propagation environment of PCS mobile communication and analyze distribution of received field strength in cell.

As a results, we show the optimal condition of the transmitting power and the position of the base station in the microcell and the picocell mobile communication.

I. 서 론

초창기 이동통신의 셀룰라 방식은 서비스 반경이 수km에서 수십km인 매크로셀 방식이었으나 주파수 재사용율을 높여 호 처리 용량을 더욱 증가시키기 위해 서비스 반경이 1km 이내인 마이크로셀 및 피코셀 방식을 도입하기에 이르렀다.^[1-7]

매크로셀 방식과는 달리 마이크로셀 및 피코셀 방식은 인접 기지국간 신호 간섭을 최소로 하기 위해 가능한 한 기지국의 출력을 작게 하고, 안테나의 위치를 주변 건물의 높이보다 낮게 설치하기 때문에 셀 반경내에 있는 지형과 구조물들은 이동통신 도심 전파환경에 큰 영향을 미친다.

그러므로 저비용 고효율의 마이크로셀 및 피코셀 이동통신 중계망 설계를 위해서는 기지국의 최적 위치와 출력을 구할 수 있는 전파예측 모델이 필요하다.^[8-14] 지금까지 이를 위해 발표된 대표적 모델로써 다중영상 경로

추적법^[15-16], 광추적 기법^[17]과 전파송출법^[18-20] 등에 의한 전파예측모델이 있다.

다중영상 경로추적 및 광추적에 의한 전파예측 모델은 기하광학이론에 근거한 전파예측 모델로써 전파경로와 수신전력을 예측하는데 많은 시간이 소요되고, 전파의 입사각과 반사각 그리고 도로폭의 변수를 갖는 경로해석을 할 때 동시 연산처리 할 수 없으며, 반사횟수가 많은 경우는 계산이 복잡하여 사실상 응용이 불가능하다.

그리고, 전파송출법에 의한 전파예측 모델은 모든 기지국에서 시험 측정을 해야 하고, 불필요한 전파까지도 경로를 추적하기 때문에 수신전력을 예측하는데 다중영상 경로추적법과 마찬가지로 많은 시간이 소요되고 효율이 나쁘다.

따라서, 본 연구에서는 다중영상 경로추적법, 광추적법, 전파송출법에 의한 전파예측 모델의 단점을 보완하기 위해 삼각해석법 알고리즘을 개발하여 전파경로를 해석하므로써 서비스 영역내 임의의 지점에 위치한 이동국에서의 수신 전계강도를 예측할 수 있는 전파예측 모델을 제안한다.

끝으로, 마이크로셀 PCS 이동통신 도심 전파환경에서 제안 전파예측 모델을 시뮬레이션하고, 그 결과를 분석함

* 조선대학교 대학원 전자공학과

** 조선대학교 전자정보통신공학부

접수일자: 1999년 9월 17일

으로써 마이크로셀 기지국의 최적 위치선정 조건과 가입자 서비스 영역에 따른 최적 기지국 출력을 제시한다.

II. 전파경로 해석을 위한 알고리즘

그림 1은 이동국이 가시거리 영역의 직진도로로부터 약간 벗어난 임의의 전파 음영지역에 위치한 경우와, 직진도로와 일정 경사각 θ_0 로 기울어져 있는 비가시거리 영역의 직진교차로 상 또는 그로부터 약간 벗어난 임의의 점에 위치한 경우, 이동국에 도래하는 전파의 입사각과 반사각은 물론 도로폭과 직진교차로의 경사각 변화에 따라 값을 달리하는 전파경로를 삼각법에 의해 해석하고, 제안 예측 모델을 시뮬레이션하기 위한 가상 전파경로이다.

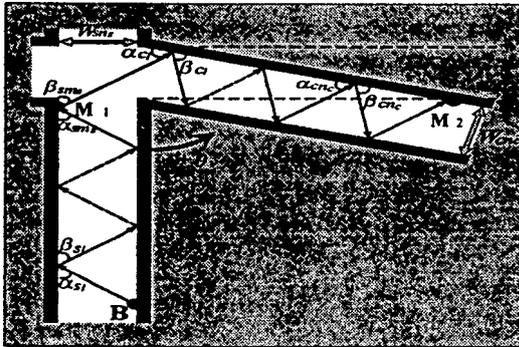


그림 1. 전파경로 해석을 위한 가상 모델
Fig. 1. Supposition model for propagation path analysis.

그림 1과 같이 이동통신 기지국 B로부터 송신된 전파가 도로변 양측 건물벽면으로부터의 반복된 반사에 의해 가시거리 영역의 직진도로변 전파 음영지역에 위치한 이동국 M_1 , 또는 가시거리 영역의 반사파가 가시거리 영역과 일정 경사각 θ_0 로 기울어진 비가시거리 영역의 직진 교차로에 진입하여 다시 도로변 건물벽면에서의 반복된 반사로 교차로 상 또는 교차로부터 약간 벗어난 임의의 지점에 위치한 이동국 M_2 에 도달하기까지 전파경로를 해석하기 위한 알고리즘을 제안하기 앞서 다음을 가정한다.

- 첫째, 기지국 안테나와 이동국 안테나의 높이 차는 두 국간 전파경로와 비교할 때 충분히 작기 때문에 이를 무시한다.
- 둘째, 전파의 입사각과 반사각이 10° 미만인 특별한 경우를 제외하고, 한번의 입사와 반사에 의해 진행하는 전파의 직진경로와 전파경로는 상대적으로 짧기 때문에 그 구간 동안 도로폭은 일정하다.
- 셋째, 기지국으로부터 이동국에 도래하는 전파는 반사파만으로, 가시거리 영역과 비가시거리 영역의 도로변을 따라 수직인 건물벽면에 의해 반사하고, 반사파의 이동은 수평성 진행파이다.

여기서, 수평성 진행파 이외 도로면 등에 의해 반사한 수직성 진행파를 무시한 것은 전파가 가시거리 영역의 전파 음영지역 또는 비가시거리 영역의 직진교차로에 진입하는 경우까지를 확대 해석하기 때문이다.

실제 가시거리 영역 도로의 수평면에 의해 반사된 전파와 반사면에 의해 수직으로 반사된 전파는 전파 음영지역에 도래할 수 없다.

2.1 가시거리 영역을 포함한 비가시거리 영역의 직진경로와 전파경로 해석 알고리즘

2.1.1 진행파의 직진경로 해석 알고리즘

기지국으로부터 송신된 전파가 그림 1과 같이 도로폭 W_m 인 가시거리 영역에서 임의의 입사각 α_{sm} 와 반사각 β_{sm} 로 n_s 번 반사한 후 도로폭 W_{cm} 인 비가시거리 영역에 진입하고, 다시 임의의 입사각 α_{cm} 와 반사각 β_{cm} 로 n_c 번 반사하여 이동국까지 도래하는 동안 전파의 총 직진경로 l_n 은 가시거리 영역 직진경로 l_{sm} 와 비가시거리 영역 직진경로 l_{cm} 의 합으로써 그 알고리즘은 식 (1)과 같다.

$$\begin{aligned}
 l_n &= l_{sm} + l_{cm} \\
 &= \sum_{s=1}^{m_s} W_{sm} \left(\frac{\cos \alpha_{sm_s}}{\sin \alpha_{sm_s}} + \frac{\cos \beta_{sm_s}}{\sin \beta_{sm_s}} \right) \\
 &\quad + \sum_{c=1}^{m_c} W_{cm_c} \left(\frac{\cos \alpha_{cm_c}}{\sin \alpha_{cm_c}} + \frac{\cos \beta_{cm_c}}{\sin \beta_{cm_c}} \right) \quad (1)
 \end{aligned}$$

여기서, m_s, m_c 는 각 영역에서의 최종 반사횟수이다.

한편, 가시거리 영역 최종 반사각 β_{sm} 에 대응한 비가시거리 영역에 진입한 전파의 최초 입사각 α_d 을 구하기 위한 알고리즘은 식 (2)와 같다.

$$\alpha_d = 180 - [\beta_{sm} + \theta_0] \text{ [degree]} \quad (2)$$

여기서, θ_0 는 가시거리 영역과 교차하는 비가시거리 영역의 경사각으로써 6시 방향을 "0" 으로 기준하여 반시계 방향으로 회전할 때 "+" 로 한다.

2.2.2 진행파의 전파경로 해석 알고리즘

앞 절 1.1과 동일한 조건에서, 기지국으로부터 송신된 전파가 이동국까지 도래하는 동안 총 전파경로 r_n 은 가시거리 영역 전파경로 r_{sm} 와 비가시거리 영역 전파경로 r_{cm} 의 합으로써 그 알고리즘은 식 (3)과 같다.

$$\begin{aligned}
 r_n &= r_{sm} + r_{cm} \\
 &= \sum_{s=1}^{m_s} W_{sm_s} \left(\frac{\sin \alpha_{sm_s} + \sin \beta_{sm_s}}{\sin \alpha_{sm_s} \sin \beta_{sm_s}} \right) \\
 &\quad + \sum_{c=1}^{m_c} W_{cm_c} \left(\frac{\sin \alpha_{cm_c} + \sin \beta_{cm_c}}{\sin \alpha_{cm_c} \sin \beta_{cm_c}} \right) \quad (3)
 \end{aligned}$$

III. 전파예측 모델 제안

전파예측 모델의 제안을 위해 먼저 반사계수를 구한다. 가시거리 영역과 비가시거리 영역에서 일어나는 모든 전파의 반사는 정반사로서 각 $\alpha_{n,i}$ 라 가정하고, 사용편파가 수직편파인 경우, 입사각과 반사각에 따른 반사계수 $\Gamma(\alpha_{n,i})$ 는 식 (4)와 같다.^[16]

$$\Gamma(\alpha_{n,i}) = \frac{\sin(\alpha_{n,i}) - \sqrt{\epsilon_r - \cos^2(\alpha_{n,i})}}{\sin(\alpha_{n,i}) + \sqrt{\epsilon_r - \cos^2(\alpha_{n,i})}} \quad (4)$$

최근 국내에서도 PCS용 마이크로셀 전파특성에 관한 시가지 측정이 이루어지고 있으므로 향후 주변 건물들의 정확한 복소유전 상수를 추출할 수 있을 것으로 기대하지만, 아직은 정확한 값을 모르는 실정이다.

그러므로, 본 연구에서는 반사가 이루어지는 건물벽면의 상대 유전상수로 이미 선진국에서 추출한 값인 $\epsilon_r' = 15, \sigma = 2$ 로 하고, λ 는 1.8 (GHz대역의 PCS 이동통신 주파수 파장인 0.167 m로 하여 반사면의 비유전율인 복소유전 상수 $\epsilon_r = \epsilon_r' - j 60\sigma\lambda = 25$ 를 구하고, 이를 식 (4)에 대입하여 반사계수를 구한 결과는 표 1, 그림 2와 같다.

표 1 입사각, 반사각에 따른 반사계수

Table 1. Reflection coefficients by incidence angles and reflection angles.

입사각, 반사각	반사계수	입사각, 반사각	반사계수
0°	-1	45°	-0.75
5°	-0.965	50°	-0.7324
10°	-0.9316	55°	-0.7169
15°	-0.8998	60°	-0.7035
20°	-0.8698	65°	-0.6922
25°	-0.8417	70°	-0.683
30°	-0.8156	75°	-0.6758
35°	-0.7917	80°	-0.6707
40°	-0.7698	85°	-0.6677

표 1의 결과, 반사계수는 입사각과 반사각에 반비례하여 각이 적을수록 크고, 10° 미만인 경우는 위상만 반전될 뿐 거의 "1"에 수렴한다. 그러나, 마이크로셀 및 피코셀 이동통신의 도심전파 환경에서는 기지국 안테나로부터의 전파가 이동국까지 도래하는 동안 실제 여러번의 입사와 반사를 하므로 비록 전파의 입사각과 반사각이 적다 할지라도 이로 인한 신호감쇠는 무시할 수 없다.

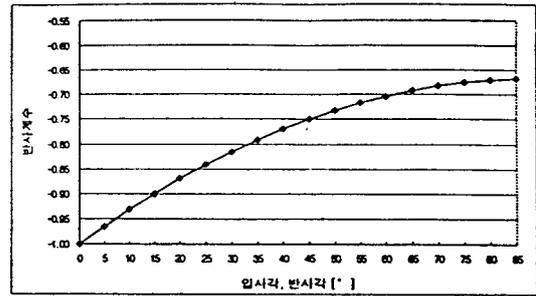


그림 2. 입사각과 반사각에 따른 반사계수
Fig. 2. Reflection coefficients by incidence angles and reflection angles.

3.1 가시거리 영역을 위한 전파예측 모델

가시거리 전파음영 지역에 위치한 이동국이 셀 내 기지국으로부터 송신된 전파 중 수평성 반사파만을 수신하고, 전파가 한번의 입사와 반사를 할 때마다 전파경로와 반사계수 (Γ_n)를 각각 다른 변수로 취하는 경우, 이동국까지의 광대역 경로 손실 L_{SFB} 는 식 (3)을 응용하여 구할 수 있고, 그 결과는 식 (5)와 같다.

$$\begin{aligned} L_{SFB} &= 20 \log \left\{ \sum_{n=1}^m \frac{\lambda \sin \alpha_{n,i} \sin \beta_{n,r}}{4\pi W_m (\sin \alpha_{n,i} + \sin \beta_{n,r})} \Gamma_n \right\} \\ &= 20 \log \left\{ \sum_{n=1}^m \frac{\lambda}{4\pi r_m} \Gamma_n \right\} [dB] \end{aligned} \quad (5)$$

그러므로 기지국의 실효 방사전력을 P_t 라 할 때, 가시거리 음영지역에 위치한 이동국의 수신전력 P_r [W, dBm]를 해석하기 위한 전파예측 모델은 식 (5)를 응용하여 구할 수 있고, 그 결과는 식 (6), 식 (7)과 같다.

$$\begin{aligned} P_r &= P_t \left\{ \sum_{n=1}^m \frac{\lambda \sin \alpha_{n,i} \sin \beta_{n,r}}{4\pi W_m (\sin \alpha_{n,i} + \sin \beta_{n,r})} \Gamma_n \right\}^2 \\ &= P_t \left\{ \sum_{n=1}^m \frac{\lambda}{4\pi r_m} \Gamma_n \right\}^2 [W] \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} P_r &= 20 \log P_t \times 10^3 \left\{ \sum_{n=1}^m \frac{\lambda \sin \alpha_{n,i} \sin \beta_{n,r}}{4\pi W_m (\sin \alpha_{n,i} + \sin \beta_{n,r})} \Gamma_n \right\} \\ &= 20 \log P_t \times 10^3 \left\{ \sum_{n=1}^m \frac{\lambda}{4\pi r_m} \Gamma_n \right\} [dBm] \end{aligned} \quad (7)$$

3.2. 비가시거리 영역을 위한 전파예측 모델

비가시거리 영역에 위치한 이동국의 수신신호가 기지국으로부터 송신된 전파 중 수평성 반사파만이고, 전파가 한번의 입사와 반사를 할 때마다 전파경로와 반사계수 (Γ_n, Γ_n)를 각각 변수로 취하는 경우, 이동국까지의 광대역 경로손실 L_{FB} 는 가시거리 영역의 광대역 경로손실 L_{SFB} 와 비가시거리 영역의 광대역 경로 손실 L_{CMB} 의

합으로써 식 (3)을 응용하여 구할 수 있고, 그 결과는 식 (8)과 같다.

$$L_{UB} = L_{SWB} + L_{CNB}$$

$$= 20 \log \sum_{n_s=1}^M \sum_{n_r=1}^M \frac{\lambda}{4\pi(r_{sn} + r_{rn})} \Gamma_n \Gamma_{n_s} \text{ [dB]} \quad (8)$$

여기서, L_{CNB} 는 식 (5)와 같은 방법으로 구할 수 있다.

그러므로 기지국의 실효 방사전력을 P_t 라 할 때, 비가시거리 영역에 위치한 이동국의 수신전력 P_{rc} [W, dBm]을 해석하기 위한 전파예측 모델은 식 (8)을 응용하여 구할 수 있고, 그 결과는 식 (9), 식 (10)과 같다.

$$P_{rc} = P_t \sum_{n_s=1}^M \sum_{n_r=1}^M \left(\frac{\lambda}{4\pi(r_{sn} + r_{rn})} \Gamma_n \Gamma_{n_s} \right)^2 \text{ [W]} \quad (9)$$

$$P_{rc} = 20 \log P_t \sum_{n_s=1}^M \sum_{n_r=1}^M \left(\frac{10^3 \lambda}{4\pi(r_{sn} + r_{rn})} \Gamma_n \Gamma_{n_s} \right) \text{ [dBm]} \quad (10)$$

이상의 결과, 이동국이 가시거리 영역의 전파 음영지역 또는 비가시거리 영역에 위치하는 경우, 이동국에 도래하는 수신전력을 예측하기 위한 통합 모델은 식 (9), 식 (10)이다.

IV. 시뮬레이션

4.1 시뮬레이션 사양

제안 전파예측 모델을 시뮬레이션하기 위해 도심 생활공간 1.8GHz대역의 마이크로셀 PCS 이동통신 전파환경을 선택하였다. 그 이유는 PCS 이동통신 시스템을 구축하는데 소요되는 핵심 부품의 수입 의존도가 높고, 제3세대 이동통신 방식인 2GHz대역의 IMT-2000과 사용 주파수대역이 거의 유사하기 때문이다.

시뮬레이션에 앞서, 도심 생활공간 전파환경의 양측 건물벽면을 따라 반사한 수직편파의 반사계수를 활용하고, 그림 1의 가상 전파경로와 표 2의 사양으로 제안 모델 식 (10)을 시뮬레이션 한다.

4.2 제안 전파예측 모델의 시뮬레이션

기지국으로부터 송신된 전파가 입사각과 반사각 25°로 정반사하면서 가시거리 영역 양측 건물벽면을 따라 진행하던 중, 가시거리 영역 전파 음영지역 또는 가시거리 영역과 경사각 50°~170°로 기울어진 비가시거리 영역에 위치한 이동국에 도달하는 경우, 수신점에서의 전력 [dBm]을 구하기 위해 표 2의 사양으로 식 (10)을 시뮬레이션 한 결과는 표 3, 그림 3과 같다.

결과의 실용성과 신뢰도를 높이기 위해, 도로폭이 각각 10 m, 20 m, 30 m, 40 m인 경우로 나누고, 가시거리

영역과 비가시거리 영역 직진경로의 혼성비를 1:1로 하여 각각 200 m : 200 m, 300 m : 300 m, 400 m : 400 m, 500 m : 500 m, 600 m : 600 m, 700 m : 700 m, 800 m : 800 m, 900 m : 900 m, 1,000 m : 1,000 m 인 10가지 경우로 세분하여 시뮬레이션 하였다. 단, 가시거리 영역과 비가시거리 영역의 도로폭은 동일한 폭으로 동시에 변하는 것으로 하였다.

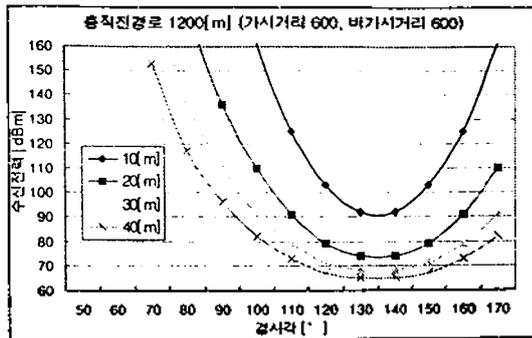
여기서, 경사각을 50° 이상으로 선택한 이유는 비가시거리 영역에 진입한 전파의 유효 전파를 50% 이상 기준 하였기 때문이고, 가시거리 영역의 입사각과 반사각을 25°로 선택한 이유는 평균 경로 손실이 가장 적기 때문이다.

표 3에서 경사각 60° 미만의 수신전력 기록 난이 무대 이타로 처리된 것은 가시거리 영역 최종 반사각이 25° 일 때, 비가시거리 영역에 진입한 모든 전파가 역반사 하여 이동국에 도래하는 유효 전파가 없기 때문이다. 한편, 음영처리된 부분은 이동국이 양질의 서비스를 받을 수 없는 경우로서 수신전력이 -95dBm이하인 경우이고, 구형으로 처리된 부분은 경사각 130°~140° 사이에서 입사각과 반사각에 관계없이 수신전력이 최대로 되는 경우이다.

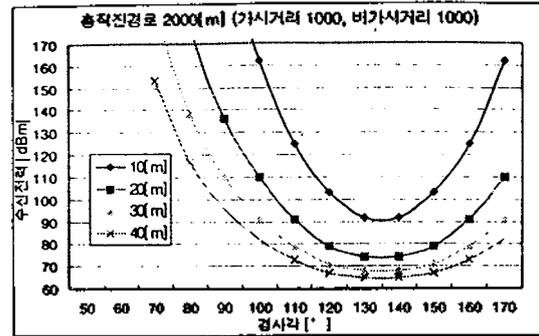
표 2. 시뮬레이션 사양

Table 2. Simulation specification.

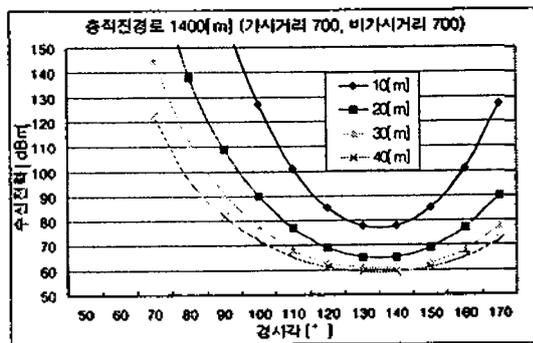
가상전파경로	그림 1
전파환경	도심 마이크로셀 PCS 이동통신
사용주파수	1.8 GHz, λ : 0.167 m
실효 방사전력	250 mW, (PCS CH당 최대전력)
송·수신안테나 높이차	0[m], (h - hr)
유효전파수	1 개
직진경로 기준 서비스 가능거리	0 m ~ 2,000 m
시뮬레이션 직진경로 구간	200 m, 400 m, 600 m, 800 m, 1000 m, 1,200 m, 1,400 m, 1,600 m, 1800 m 2,000 m
가시거리 영역 입사각, 반사각	25° (정반사의 경우)
비가시거리 영역 입사각, 반사각	θ_p 의 변수로 식 (2)로부터 구함
비가시거리 영역 경사각	5° ~ 170°
도로 폭	10 m, 20 m, 30 m, 40 m
반사면 비유전율	25, ($\epsilon_r = 15, \sigma = 2, \lambda = 0.166$)
반사계수	표 1



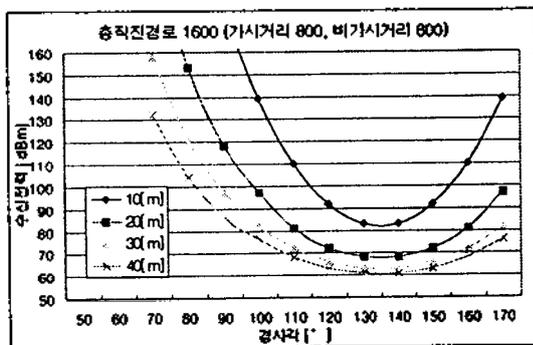
(e) 총 직진경로 1200[m]



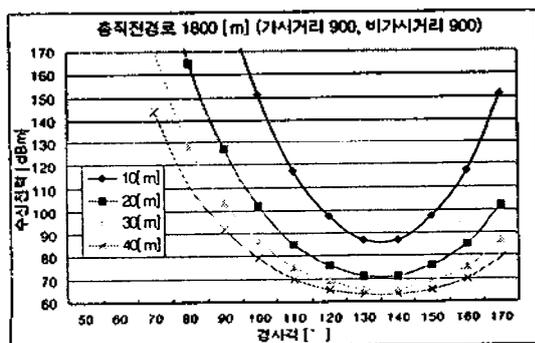
(i) 총 직진경로 2000[m]



(f) 총 직진경로 1400[m]



(g) 총 직진경로 1600[m]



(h) 총 직진경로 1800[m]

그림 3. 직진경로에 따른 수신전력
Fig. 3. Receiving power by line paths.

한편, 서비스 가능한 이동국의 최소 수신전력을 -95dBm 이상으로 기준할 때, 경사각과 도로폭에 따라 달라지는 가입자 서비스 가능 거리를 경사각 70° 이상에서 정리하면 표 4와 같다.

표 4. 도로폭과 경사각에 따른 서비스 가능 직진 경로[m]
Table 4. Service line path by load widths and sloping angles.

도로폭 경사각	10[m]	20[m]	30[m]	40[m]
70[°]	140	510	710	910
80[°]	400	780	1,080	1,370
90[°]	600	1,140	1,540	1,950
100[°]	850	1,740	2,000	2,000
110[°]	1,250	2,000	2,000	2,000
120[°]	1,750	2,000	2,000	2,000
130[°]	2,000	2,000	2,000	2,000
140[°]	2,000	2,000	2,000	2,000
150[°]	1,720	2,000	2,000	2,000
160[°]	1,270	2,000	2,000	2,000
170[°]	860	1,540	2,000	2,000

표 3, 표 4의 결과, 가시거리 영역 입사각과 반사각 그리고 도로폭과 경사각을 변수로 하여 값을 달리하는 이동국 수신전력의 특징을 정리하면 다음과 같다.

- ① 가시거리 영역의 동일한 입사각과 반사각에서 가시거리 영역과 비가시거리 영역에서의 수신전력은 도로폭에 비례하여 도로폭이 클수록 커진다.
- ② 도로폭과 전파의 반사각에 관계없이 경사각 90° 미만인 경우는 비가시거리 영역에 유입된 전파중 유효 전파수는 100% 이하이고, 경사각에 비례하여 각이 적을수록 유효 전파수도 적어진다.
- ③ 가시거리 영역의 동일한 입사각과 반사각 그리고 도로폭에서 비가시거리 영역의 평균 수신전력은 경사각 130°~140°에서 최대이고, 그 각을 중심으로 하여 대칭적으로 감소 한다.
- ④ 모든 경우의 직진경로와 도로폭에서 평균수신전력이 최대가 되는 경사각은 130°~140°사이이다.

이상의 결과, 마이크로셀 및 피코셀 셀룰러 방식의 도심 이동통신의 경우 기지국의 최적 출력과 위치를 결정하기 위해서는 셀 내 도심환경의 도로상황과 도로폭을 면밀히 검토하여 표 3과 표 4의 결과를 활용해야 할 것이다.

IV. 결론

마이크로셀 및 피코셀 셀룰러방식 이동통신의 도심 전파환경을 해석하기 위한 전파예측 모델을 제안하고, 이를 표 2의 사양으로 시뮬레이션 한 주요 결과는 다음과 같다.

- ① 총 전파경로는 전파의 입사각과 반사각 그리고 도로폭과 무관하지만, 반사횟수는 도로폭에 반비례하므로, 결국 도로폭이 클수록 전파경로 손실은 적어진다.
- ② 경사각 90° 미만에서는 가시거리 영역 최종 반사에 의해 비가시거리 영역에 유입된 전파중, 유효전파수는 100% 이하이므로 가입자 서비스를 충족시키기 위한 기지국 위치는 경사각 90° 이상이 되어야 하고, 경사각 $130^\circ \sim 140^\circ$ 일 때 이동국에 도래하는 수신 전력은 최대가 되며, 이 각을 중심으로 경사각이 증감할 때 수신 전력은 감소한다.

실제, 도심 생활공간 마이크로셀 및 피코셀 이동통신 전파환경에서 이동국이 가시거리 영역 내에 위치할 때는 직접파와 반사파 그리고 회절파의 영향을 동시에 받을 수 있기 때문에 통화품질 유지가 충분하나, 비가시거리 영역 내에 위치할 때는 최악의 경우 반사파와 회절파 또는 둘 중 하나만이 수신된다.

따라서, 도심 전파환경 마이크로셀 및 피코셀 셀룰러 방식의 이동통신 시스템 설계에 있어서 기지국의 최적 출력과 위치를 선정하는데는 셀 내 도심환경의 도로상황(위치)과 도로폭이 중요 파라미터로 작용하므로 본 연구 결과가 활용되어야 할 것으로 믿는다.

참고 문헌

1. W.C.Y.Lee, "Mobile Communications Design Fundamentals," Wiley Interscience 1993.
2. W.C.Y.Lee, "Microcell Architecture", IEEE Communications Magazine, Nov. 1991.
3. 박종천, 박창균, "도심지역 이동통신의 전파 특성 예측 모델," 1996년도 한국통신학회 광주 전남지부 학술발표논문지 pp.112-142, June 1996.
4. 김인환, 박창균, "이동통신의 CDMA 기지국과 Analog FM 이동국의 상호간섭에 관한 연구," 한국음향학회 논문지, Vol.14 NO.3., pp.105-113. 1995.
5. 김송민, 박창균, "이동통신의 음영지역 전파환경 개선", 한국음향학회 논문지, Vol.15 NO.3., pp.88-96. 1996.
6. 박성렬, 박창균, 임영석, "이동통신 환경에서의 전파전파 모델," 한국음향학회 논문지, Vol.15 NO.3, pp.89-96, June 1996.
7. 노순국, 박창균, 임영석, "도심 환경에서의 전파전파 예측 모델," 1996년도 한국통신학회 하계종합학술발표회 논문집,

- pp.1524-1529, June 1996.
8. 노동수, 박창균외 4명, "교외지역 무선통신을 위한 전파환경 분석," 1996년도 한국음향학회 종합학술발표회 논문집, PP.141-147, June 1996.
9. 김재섭, 박창균, "교외지역 전파환경을 위한 예측 모델 제안," 한국음향학회 논문지, Vol. pp49-56, May 1997.
10. 노순국, 박창균, "이동통신 마이크로셀 기지국의 최적 위치 선정을 위한 전파 경로 해석," 한국음향학회 논문지, Vol.18 NO.7, pp.92-100, Oct 1999.
11. T.Iwama and M.Mizamo, "Prediction of propagation characteristics for microcellular land mobile radio," Proc .ISAP, pp.421-424, Sapporo, Japan, 1992.
12. Joseph sarnecki, C.Vinodrai,Alauddin Javed, Patrick O'Kelly and Kevin Dick, "Microcell Design Principles," IEEE Communications Magazine, pp.76-82, April, 1993.
13. F.Ikegani, T.Takeuchi, and S.Yoshida, "Theoretical prediction of mean field strength for urban mobile radio," IEEE Trans. Antennas Propagat. Vol.AP-39, pp.299-302.1991.
14. V.Erceg, S.Ghassemzadh, M.Taylor, D.Li, andD.L.Schilling, "Urban/suburban out-of-sight propagation modeling," IEEE Comm. Mag., pp.56-61, Jun,1992.
15. 김세운,김상욱, "임의의 교차각을 갖는 도심 도로에서 PCS를 위한 GTD 전파모델," Telecommunication Review, 제 6권, 제 3호, pp.208-220, May 1996.
16. S. Y. Tan and H. S. Tan, "A microcellular communications propagation model based on the uniform theory of diffraction and multiple image theory," IEEE Trans., Antennas Propagat.,Vol.44, pp.1317-1326, Oct. 1996.
17. M.C.Lawton, J.P.McGeehan, "The application of a deterministic ray launching algorithm for the prediction of radio channel characteristics in small-cell environments," IEEE Trans. V도.Tech., VT-43, No.4, pp.955-968, Nov.1994
18. 장광복,김효태, "전파송출법의 계산효율 개선에관한 연구," Telecommunication Review, 제6권, 제3호, pp.698-714, 1996.
19. M. C. Lawton and J. P. McGeehan, "The applications of a deterministic ray launching algorithm for the prediction of radio channel characteristics in small-cell environments," IEEE Trans. Veh Technol., vol. 43, pp. 955-969, Nov. 1994.
20. Scott Y.seidel,Theodore S.Rappaport, "Sitespecific Propagation Prediction for Wireless In-Building Personal Communication System Design," IEEE Cellular Radio and Communication Vol.2., pp.223-891, 1994.

▲노 순 국(Noh Sun Kuk)

한국음향학회지 제18권 7호 참조

▲최 동 우(Choi Dong Woo) 1967년 2월 18일생



1990년 2월 : 조선대학교 공과대학
전자공학과(공학사)

1999년 2월 : 조선대학교 대학원 전자
공학과(공학석사)

1999년~현재 : 조선대학교 대학원
전자공학과(박사과정)

1997년~현재 : 동강대학 전자과 시간
강사

※ 주관심 분야 : 통신시스템, 이동통신, 무선 CATV 등

▲박 창 균(Park Chang Kyun)

현재 : 조선대학교 공과대학 전자정보통신공학부 교수

한국음향학회지 제18권 7호 참조