

마이크로셀 이동통신 기지국의 최적 위치에 관한 연구

정회원 최 동 우*, 노 순 국*, 김 재 섭**

A Study on the Optimal Position of Base Station for Microcell Mobile Communications

Dong-Woo Choi*, Sun-Kuk Noh*, Jae-Sub Kim** *Regular Members*

요 약

서비스 반경이 1km이내인 마이크로셀 방식은 셀 반경내에 있는 지형과 구조물들에 의해 매우 큰 영향을 받는다. 그러므로, 셀내 지형지물의 형상에 따라 달라지는 전파경로를 추적하여 이동통신 전파환경을 분석함으로써 최적 기지국 위치를 선정할 필요가 있다.

본 연구에서는 이동국이 가시거리 영역의 전파 음영지역 또는 가시거리 영역과 일정 경사각으로 기울어져 있는 비가시거리 영역에 위치한 경우로 구분하고, 삼각해석법에 의해 각 영역에서의 반사횟수와 전파경로를 각각 연산 처리하는 알고리즘을 개발하여 마이크로셀 PCS 이동통신의 도심 전파환경에서 시뮬레이션하고, 그 결과를 분석함으로써 마이크로셀 이동통신 최적 기지국의 위치 선정 조건을 제시한다.

ABSTRACT

A cell radius of the microcell method is less than 1Km, because microcell method is affected by the surface of the earth and buildings in the cell. Therefore, we need to select a optimal position of the base station by analyzing propagation environments, to rout a propagation path according to the feature of the surface of the earth and buildings.

In this paper, for the cases of the mobile station located in the shadow area of the line of sight and the area of the non-line of sight sloping against the line of sight area at variable angles, we develop the algorithms processing operational disposition in order to chase propagation path for each case. The algorithms developed by the triangle analysis method are divided into two types, that can operate the propagation paths and the reflect numbers changed in each area.

Finally, to simulate the developed algorithm under the urban propagation environment of microcell PCS mobile communication, we show the optimal condition of the position of the base station by analyzing the results.

I. 서 론

이동통신에서의 전파전파는 주위의 지형지물 및 인공 구조물로부터의 반사, 회절, 산란 등에 의한 정재파 사이를 이동체가 빠른 속도로 움직이기 때문에 여러 방향으로부터 불규칙한 위상으로 전파가 더해져 복잡

한 다중파 특성을 갖는다. 특히 마이크로셀의 전파전파 특성 해석은 매크로셀의 경우보다 지형 지물이 전파특성에 미치는 영향이 크고 다양함으로 통계적으로 처리할 수 있는 일반화된 모델을 만들기 어렵다.^[1-6]

그 동안 이동통신의 보급이 급속도로 확산되면서 이동통신 전파환경에 관한 연구활동이 활발히 전개되

* 조선대학교 대학원 전자공학과(msk7070@hanmail.net) 정회원, ** 동강대학 정보통신과(kjs0037@hanmail.net) 정회원
논문번호: 98015-0918, 접수일자: 1998년 9월 18일

어 다중영상 경로추적법과 전파송출법 등이 제시되었으나, 이들 모델은 전파경로 해석에 사용된 전파예측 코드의 구현이 매우 어렵고 계산시간이 많이 소요될 뿐 아니라 연산처리가 불가능하고, 최적 기지국 위치 선정을 위한 구체적 조건을 제시 못하고 있다는 단점을 갖고 있다.^[7-9]

따라서 본 연구에서는 도심 생활공간 마이크로셀 이동통신 전파환경의 경로추적을 위해 제안된 다중영상 경로추적법에 의한 예측 모델과 전파송출법에 의한 예측 모델의 단점인 전파경로 예측과 해석을 위한 시간을 단축시키고, 더 나아가 가시거리 영역과 비가시거리 영역까지 확장하여 전파의 입사각, 반사각, 도로폭, 교차로의 경사각을 파라미터로 하는 전파경로와 반사횟수를 연산처리하는 알고리즘을 개발하여 마이크로셀 PCS 이동통신의 도심 전파환경에서 시뮬레이션하고, 그 결과를 분석함으로써 마이크로셀 이동통신 최적 기지국의 위치 선정 조건을 제시한다.

II. 기지국 위치 선정을 위한 전파경로 해석 알고리즘

그림 1은 이동국이 가시거리 영역의 직진도로상 또는 직진도로로부터 약간 벗어난 임의의 전파 음영 지역에 위치한 경우와, 일정 경사각 θ_v 로 기울어져 있는 비가시거리 영역의 직진교차로상 또는 그로부터 약간 벗어난 임의의 점에 위치한 경우의 가상 전파 경로이다.

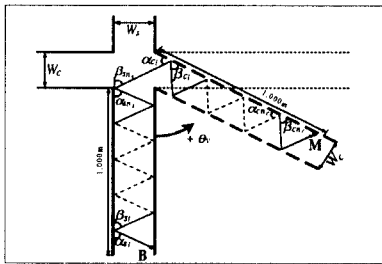


그림 1. 전파경로 해석을 위한 가상 모델

그림 1과 같이 기지국(B)으로부터 송신된 전파가 양측 건물벽면에서의 반복된 반사에 의해 가시거리 영역과 일정 경사각으로 기울어진 비가시거리 영역의 임의의 지점에 위치한 이동국(M)에 도달하기까지 전파의 반사횟수와 전파경로를 해석하기 위한 알고리즘

을 제안하기 앞서 다음을 가정한다.

첫째, 기지국 안테나와 이동국 안테나 높이 차는 송신 안테나로부터 수신 안테나까지의 직진경로와 비교할 때, 충분히 작기 때문에 이를 무시한다.

둘째, 전파의 입사각과 반사각이 10° 미만인 특별한 경우를 제외하고, 한번의 입사와 반사에 의해 진행되는 전파의 직진경로와 전파경로는 상대적으로 짧기 때문에 그 구간의 도로폭은 일정한 것으로 가정한다.

셋째, 기지국으로부터 이동국에 도래하는 전파는 단 하나의 파수이며 가시거리 영역과 비가시거리 영역의 도로변을 따라 수직인 건물벽면에 의해 반사하고, 반사파의 이동은 수평파인 경우만을 가정한다.

가. 가시거리 영역 전파경로 해석 알고리즘

1. 반사파의 직진경로

그림 2는 삼각법에 의해 반사파의 직진경로와 반사 횟수 그리고 전파경로를 해석하기 위한 가상 전파경로이다. 도로폭 W_1 이 일정한 직진 도로변을 따라 수직인 건물벽면상 점 P_0 로부터의 반사파가 점 P_1 에 α_1 의 각으로 입사, β_1 의 각으로 반사되어 점 P_2 에 도달할 때까지의 직진경로 $l_1(\overline{P_0, P_2})$ 는 전파경로 $r_1(\overline{P_0, P_1, P_2})$ 에 대응한 도로와 평행한 직선거리로써 식 (1)과 같다.

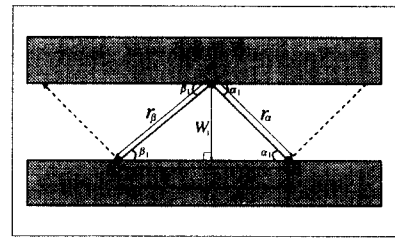


그림 2. 알고리즘을 위한 가상 반사파경로

$$\begin{aligned}
 l_1 &= l_a + l_b = \frac{W_1}{\sin \alpha_1} \cos \alpha_1 + \frac{W_1}{\sin \beta_1} \cos \beta_1 \\
 &= W_1 \left(\frac{\cos \alpha_1}{\sin \alpha_1} + \frac{\cos \beta_1}{\sin \beta_1} \right) [\text{m}]
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

따라서, 가시거리 영역의 직진 도로변에 있는 양측 건물벽면에 의한 반사파가 기지국의 송신점으로부터 이동국의 수신점에 도달하는 동안, 한쪽 건물벽면 기준 n_s 번의 입사와 반사를 하고, 그 때 마다 입사각이 $\alpha_{s, n}$, 반사각이 $\beta_{s, n}$ 그리고 도로폭이 $W_{s, n}$ 인 경우,

가시거리 영역의 직진도로에서 전파가 진행한 직진경로 $l_{s n}$ 는 식 (1)을 확대 해석하여 구할 수 있고, 그 결과는 식 (2)와 같다.

$$l_{s n} = \sum_{n_s=1}^{m_s} W_{s n_s} \left(\frac{\cos \alpha_{s n_s}}{\sin \alpha_{s n_s}} + \frac{\cos \beta_{s n_s}}{\sin \beta_{s n_s}} \right) [m] \quad (2)$$

2. 반사파의 전파경로

그림 2와 같이 도로폭 W_1 이 일정한 직진도로를 따라 수직인 건물벽면상 점 P_0 로부터의 반사파가 점 P_1 에 α_1 의 각으로 입사, β_1 의 각으로 반사되어 점 P_2 에 도달할 때까지의 전파의 전파경로 $r_1(\overline{P_0, P_1, P_2})$ 는 전파의 직진경로 $l_1(\overline{P_0, P_2})$ 에 대응한 전파의 실제 이동거리로써 식 (3)과 같다.

$$r_1 = r_a + r_b = \frac{W_1}{\sin \alpha_1} + \frac{W_1}{\sin \beta_1} [m] \quad (3)$$

따라서, 가시거리 영역을 따라 진행되는 전파가 송신점으로부터 수신점에 도달하는 동안 한쪽 건물벽면 기준 n_s 번의 입사와 반사를 하고, 그 때 마다 입사각이 $\alpha_{s n}$, 반사각이 $\beta_{s n}$, 그리고 도로폭이 $W_{s n}$ 인 경우, 가시거리 영역의 직진도로에서 전파가 실제 이동한 전파경로 $r_{s n}$ 는 식 (3)을 확대 해석하여 구할 수 있고, 그 결과는 식 (4)와 같다.

$$r_{s n} = \sum_{n_s=1}^{m_s} W_{s n_s} \left(\frac{\sin \alpha_{s n_s} + \sin \beta_{s n_s}}{\sin \alpha_{s n_s} \sin \beta_{s n_s}} \right) [m] \quad (4)$$

나. 비가시거리 영역 전파경로 해석 알고리즘

1. 전파의 입사각과 파수비

그림 1의 기지국으로부터 송신된 전파는 반복된 반사에 의해 가시거리 영역과 일정 경사각을 갖는 비가시거리 영역에 진입하고, 진입한 전파의 입사각과 파수분포는 가시거리 영역 전파의 최종반사각에 따라 각각 다르다.

그림 1에서 반사각 $\beta_{s n}$ 인 가시거리 영역 양측 건물벽면으로부터의 최종 반사파가 가시거리 영역과 θ_c° 의 임의의 경사각을 이룬 비가시거리 영역 건물벽면에 도래할 때, 전파의 최초 입사각 α_{c1} 은 식 (5)와 같다.

$$\alpha_{c1} = 180 - [\beta_{s n} + \theta_c] [degree] \quad (5)$$

여기서, θ_c° 는 가시거리 영역과 교차하는 비가시거리 영역의 경사각으로써, 6시 방향을 “0”으로 기준하여 반시계 방향으로 회전할 때 “+”로 한다.

2. 반사파의 직진경로

기지국으로부터 송신된 전파가 그림 1과 같이 도로폭 $W_{s n}$ 인 가시거리 영역에서 임의의 입사각과 반사각으로 n_s 번 반사한 전파가 도로폭 $W_{c n}$ 인 비가시거리 영역에 진입하여, 다시 임의의 입사각과 반사각으로 n_c 번 반사하여 이동국까지 도래하는 동안 전파의 총 직진경로 l_n 은 식 (6)과 같다.

$$\begin{aligned} l_n &= l_{s n} + l_{c n} \\ &= \sum_{n_s=1}^{m_s} W_{s n_s} \left(\frac{\cos \alpha_{s n_s}}{\sin \alpha_{s n_s}} + \frac{\cos \beta_{s n_s}}{\sin \beta_{s n_s}} \right) \\ &\quad + \sum_{n_c=1}^{m_c} W_{c n_c} \left(\frac{\cos \alpha_{c n_c}}{\sin \alpha_{c n_c}} + \frac{\cos \beta_{c n_c}}{\sin \beta_{c n_c}} \right) [m] \quad (6) \end{aligned}$$

3. 반사파의 전파경로

기지국으로부터 송출된 전파가 그림 1과 같이 도로폭 $W_{s n}$ 인 가시거리 영역에서 임의의 입사각과 반사각으로 n_s 번 반사한 전파가 도로폭 $W_{c n}$ 인 비가시거리 영역에 진입하여, 다시 임의의 입사각과 반사각으로 n_c 번 반사하여 이동국까지 도래하는 동안 반사파의 총 전파경로 r_n 은 식 (7)과 같다.

$$\begin{aligned} r_n &= r_{s n} + r_{c n} \\ &= \sum_{n_s=1}^{m_s} W_{s n_s} \left(\frac{\sin \alpha_{s n_s} + \sin \beta_{s n_s}}{\sin \alpha_{s n_s} \sin \beta_{s n_s}} \right) \\ &\quad + \sum_{n_c=1}^{m_c} W_{c n_c} \left(\frac{\sin \alpha_{c n_c} + \sin \beta_{c n_c}}{\sin \alpha_{c n_c} \sin \beta_{c n_c}} \right) [m] \quad (7) \end{aligned}$$

III. 시뮬레이션

시뮬레이션 조건으로 가시거리 영역과 비가시거리 영역에서 일어나는 전파의 반사는 모두 정반사이고, 도로폭은 동시에 변하며 두 영역의 직진경로를 각각 1km라 가정한다.

가. 가시거리 영역 전파경로

1. 반사파의 직진경로

입사각과 반사각 그리고 도로폭의 변화에 따라 값을 달리하는 전파의 2번 반사에 대응한 직진경로와 전파가 이동국까지 도래하는 동안 발생하는 반사횟수를 식 (2)를 이용하여 구한 결과는 표 1과 같다.

표 1. 입사각, 반사각, 도로폭에 따른 직진경로와 반사횟수의 비교

도로폭 [m]	2번 반사 직진경로 [m]			반사횟수		
	최대	최소	평균 직진경로	최대	최소	평균 반사횟수
10	228.6	1.7	40.6	1143	8	202.8
20	457.2	3.5	81.3	571	4	101.4
30	685.9	5.2	122.0	381	2	67.2
40	914.4	7.0	162.6	285	2	50.2

2. 반사파의 전파경로

전파가 이동국까지 도래하는 동안 입사각과 반사각 그리고 도로폭의 변화에 따른 각 전파경로의 최대, 최소차와 평균전파경로로 식 (4)를 이용하여 구한 결과는 표 2와 같다.

표 2. 도로폭에 따른 전파경로의 비교

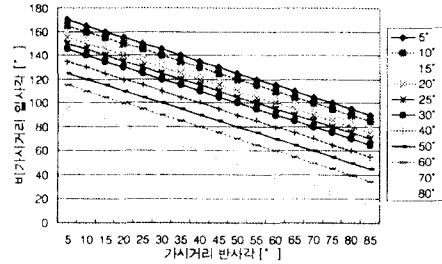
도로폭 [m]	전파경로 [m]			도로폭 [m]	전파경로 [m]		
	최대 차	최소 차	평균전파 경로		최대 차	최소 차	평균전파 경로
10	11474	1004	2470	30	11474	1004	2470
20	11474	1004	2470	40	11474	1004	2470

나. 비가시거리 영역 전파경로

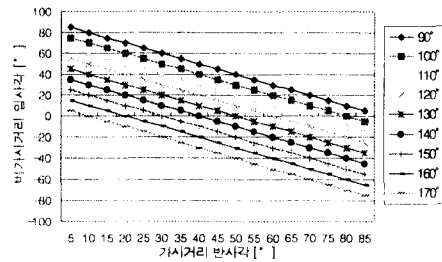
1. 전파의 입사각과 파수비

가시거리 영역 도로변 양측 건물벽면을 따라 진행한 전파가 최종 반사각 β_{ms} 로 경사각 θ_v 의 비가시거리 영역에 진입할 때, 최종 반사각과 경사각에 따라 그 값을 달리하는 비가시거리 영역 전파의 최초 입사각 α_1 과 입사한 전파의 유·무 파수분포를 구하기 위해 식 (5)를 해석한 결과는 그림 1과 같다.

그림 3(a)는 경사각 90° 미만에서 비가시거리 영역에 진입한 전파의 입사각으로써 유효파수가 100% 미만인 경우이고, 그림 3(b)는 경사각 90° 이상에서 비가시거리 영역에 진입한 전파의 입사각으로써 유효파



(a) 경사각 90° 미만



(b) 경사각 90° 이상

그림 3. 경사각과 반사각에 따른 입사각.

수가 100%인 경우이다.

그림 3의 결과를 구체적으로 비교하기 위해 가시거리 영역의 반사각 범위가 5° ~ 85°이고, 비가시거리 영역의 경사각 범위가 5° ~ 170°일 때, 반사에 의해 비가시거리 영역에 진입한 전파의 유·무 유효파수비와 유효파수의 백분율 즉, 가입자 서비스 백분율을 정리한 결과는 표 3과 같다.

2. 반사파의 직진경로

입사각과 반사각 그리고 도로폭과 경사각에 따라 값을 달리하는 각 영역에서의 반사횟수와 총 반사횟수를 식(6)을 이용하여 구한 결과는 표 4와 같다.

3. 반사파의 전파경로

입사각과 반사각 그리고 도로폭과 경사각에 따라 값을 달리하는 가시거리 영역과 비가시거리 영역에서의 전파경로와 총 전파경로를 식(7)을 이용하여 구한 결과는 표 5와 같다.

표 3. 경사각에 따른 파수비와 서비스율.

경사각 [°]	유·무효 파수비		경사각 [°]	유·무효 파수비		경사각 [°]	유·무효 파수비	
	서비스율 [%]	서비스율 [%]		서비스율 [%]	서비스율 [%]			
5	0:17	0	65	12:5	70.6	125	17:0	100
10	1:16	6.3	70	13:4	76.5	130	17:0	100
15	2:15	11.8	75	14:3	82.4	135	17:0	100
20	3:14	17.6	80	15:2	88.2	140	17:0	100
25	4:13	23.5	85	16:1	94.1	145	17:0	100
30	5:12	29.4	90	17:0	100	150	17:0	100
35	6:11	35.3	95	17:0	100	155	17:0	100
40	7:10	41.2	100	17:0	100	160	17:0	100
45	8:9	47.1	105	17:0	100	165	17:0	100
50	9:8	52.9	110	17:0	100	170	17:0	100
55	10:7	58.8	115	17:0	100	175	17:0	100
60	11:6	64.7	120	17:0	100	180	17:0	100

표 4. 경사각, 도로폭, 반사각, 입사각에 따른 총 반사횟수 비교

경사각 [°]	도로폭 10 [m]						도로폭 30 [m]					
	최적반입사각 [°]	총반사횟수			평균 반사 횟수	최적반입사각 [°]	총반사횟수			평균 반사 횟수		
		최소	최대	차			최소	최대	차			
90	45	198	1151	953	405.5	45	66	383	317	134.5		
100	40	166	1151	985	305.4	40	54	383	329	101.1		
110	35	140	1169	1029	253.4	35	46	389	343	89.2		
120	30	114	1189	1075	259.4	30	38	396	358	83.2		
130	25	92	1214	1122	244.1	25	30	404	374	80.6		
140	20	72	1242	1170	244.1	20	23	414	391	80.6		
150	15	52	1285	1233	251.9	15	16	428	412	83.2		
160	10	34	1357	1323	269.9	10	10	452	442	89.2		
170	5	16	1516	1500	305.4	5	4	505	501	101.1		

경사각 [°]	도로폭 20 [m]						도로폭 40 [m]					
	최적반입사각 [°]	총반사횟수			평균 반사 횟수	최적반입사각 [°]	총반사횟수			평균 반사 횟수		
		최소	최대	차			최소	최대	차			
90	45	98	575	477	202.2	45	48	287	239	100.5		
100	40	82	575	493	147.3	40	40	287	247	75.5		
110	35	69	584	515	134.4	35	34	291	257	66.6		
120	30	56	594	538	125.5	30	28	296	268	62.2		
130	25	46	606	560	121.6	25	22	302	280	60.2		
140	20	36	620	584	121.6	20	17	309	292	60.2		
150	15	26	642	616	125.5	15	12	320	308	62.2		
160	10	16	678	662	134.5	10	8	338	330	66.6		
170	5	8	757	749	152.2	5	4	378	374	75.5		

표 5. 경사각에 대한 최적 반사각과 전파경로

경사각 [°]	최적반사각 [°]	총 전파경로[m]			총 전파경로 평균 [m]
		최저	최고	차	
90	45	2828	12478	9650	4941
100	40	2611	12478	9867	4035
110	35	2442	12509	10067	3767
120	30	2309	12577	10268	3638
130	25	2207	12695	10488	3583
140	20	2128	12888	10760	3583
150	15	2071	13217	11146	3638
160	10	2031	13840	11809	3767
170	5	2008	15337	13329	4046

IV. 결과 분석

가시거리 영역과 비가시거리 영역에서의 시물레이션에 대한 결과 분석은 다음과 같다.

가. 가시거리 영역 전파경로 해석

1. 반사파의 직진경로

표 1의 결과, 기지국으로부터 송신된 전파가 반복된 반사에 의해 전파 음영지역에 위치한 이동국에 도달하는 경우, 도로폭이 넓을수록 입사각과 반사각의 변화에 따른 전파의 평균 반사횟수가 적고 변화폭이 커지기 때문에 전파의 경로손실이 적어진다. 따라서 이동통신의 기지국 위치 선정은 주변 도로상황과 밀접한 관계가 있다.

2. 반사파의 전파경로

표 2의 결과, 전파경로의 최대·최소차는 도로폭에 관계없이 일정하고 전 입사각과 반사각에 대한 평균 전파경로 또한 일정하다. 따라서 도로폭은 반사횟수만에 영향을 미칠 뿐 전파경로와는 전혀 무관하다.

나. 비가시거리 영역 전파경로 해석

1. 전파의 입사각과 파수비

표 3의 결과, 가시거리 영역의 전파가 반복된 반사에 의해 일정 경사각을 갖는 비가시거리 영역에 진입하는 경우, 가입자 서비스를 충족시키기 위한 유효파수비를 100%로 기준할 때 경사각은 최소 90° 이상이어야 한다.

2. 반사파의 직진경로

표 4의 결과, 기지국으로부터 송신된 전파가 반복된 반사에 의해 비가시거리 영역에 위치한 이동국에

도래하는 경우, 전파의 유효파수가 100%이고, 모든 입사각에 대한 평균 수신전력을 최대로 할 수 있는 경사각은 $135^{\circ} \sim 140^{\circ}$ 사이이다. 따라서 마이크로셀 기지국 위치는 서비스 영역의 도로상황과 주변 교차로의 경사각을 충분히 고려하여 선정되어야 한다.

3. 반사파의 전파경로

표 5의 결과, 수신점까지의 총 전파경로를 최소화하여 전파경로 손실을 줄이기 위해서는 주변도로의 경사각을 $135^{\circ} \pm 5^{\circ}$ 로 할 수 있는 위치에 기지국이 있어야 하고, 만 부득이한 경우는 경사각이 90° 이상되어야 한다.

V. 결 론

마이크로셀 이동통신 방식은 실제 이동국이 70% 이상 전파 음영지역에 위치하기 때문에, 셀 반경내에 있는 지형과 구조물들에 의해 매우 큰 영향을 받는다. 그러므로, 셀내 지형지물의 형상에 따라 달라지는 전파경로를 추적하여 이동통신 전파환경을 분석함으로써 최적 기지국 위치를 선정할 필요가 있다.

따라서, 본 연구에서는 이동국이 가시거리 영역의 전파 음영지역 또는 가시거리 영역과 일정 경사각으로 기울어져 있는 비가시거리 영역에 위치한 경우로 구분하고, 삼각해석법에 의해 각 영역에서의 반사횟수와 전파경로를 각각 연산처리하는 알고리즘을 개발하여 마이크로셀 PCS 이동통신 도심 전파환경에서 시뮬레이션하였고, 그 결과를 분석함으로써 마이크로셀 이동통신 최적 기지국의 위치 선정 조건을 제시하였다.

참 고 문 헌

1. T.Iwama and M.Mizuno, "Prediction of propagation characteristics for microcellular land mobile radio", Proc. ISAP, pp.421-424, Sapporo, Japan.1992.
2. 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.
3. K. R. Schaubach, N. J. Davis, IV, and T. S. Rapaport, "A ray tracing method for predicting path loss and delay spread in microcellular environments", in 42nd IEEE Veh Technol. Conf., Denver, CO.,

May. 10-13, 1992, Vol. 2, pp. 932-935

4. V. Erceg, S. Ghassemzadeh, M. Taylor, D.Li, and D. L.Schilling, "Urban/suburban out-of-sight propagation modeling", IEEE Communicat. Mag., vol. 30, pp. 56-61, June 1992.
5. H. H. Xia, et al, "Radio propagation characteristics for line-of-sight microcellular and personal communications", IEEE Trans. Antennas Propagat., Vol. 41, pp.1439-1447, Oct. 1993.
6. 김재섭, 박창균, "교외지역 전파환경을 위한 예측 모델 제안", 한국음향학회 Vol. 16 No. 4. pp.49-58, 1997.
7. 김세운, 김상욱, "임의의 교차각을 갖는 도심 도로에서 PCS를 위한 GTD 전파모델", Telecommunication Review, 제6권, 제3호, pp.208-220, 1996. 5.
8. 장광록, 김효태, "전파출법의 계산효율 개선에 관한 연구", Telecommunication Review, 제6권, 제3호, pp.698-714, 1996.
9. 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.



노 순 국(Sun-kuk Noh) 정회원
 1995년 2월 : 조선대학교 공과대학
 전자공학과(공학사)
 1997년 2월 : 조선대학교 대학원
 전자공학과(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



최 동 우 (Dong-woo Choi) 정회원

1990년 2월 : 조선대학교 공과대학
전자공학과(공학사)

1998년 현재 : 조선대학교 대학원
전자공학과 석사과
정

1998년 현재 : 광주기계공고 전자
과 교사

1997년~현재 : 동강대학 전자과 시간강사

<연구분야> 이동통신, 무선 CATV 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, 무선CATV 등