

몬테카를로 간섭분석기와 PCS 실측 수신 전계강도의 비교분석 연구

신경철** , 이일근* , 박승규** , 이정규* , 이정훈*

*한남대학교 전자공학과, **원자력연구소

Analysis of Received Field Strength for PCS service using proposed Interference Analyzer and Measurement Data

Kyong-Chol Shin** , Ill-Keun Rhee* , Seung-Kyu Park** , Jung-Kyu Lee* ,
Jung-Hoon Lee*

*Dept. of Electronic Engineering, Hannam University, **KARI

bogo33@ee2.hannam.ac.kr

요 약

본 논문은 국제통신연합 전파통신분야(ITU-R)의 간섭분석기의 표준으로 채택한 몬테카를로 기법을 기초로 하여 개발된 간섭분석기를 이용하여 개인 통신 서비스(Personal Communication Service)의 도심지 환경에서 수신 전계강도를 예측하였다. 또한 실제로 측정된 수신 전계강도와 비교하여 간섭분석기의 신뢰도를 검증하였다.

개발된 간섭분석기는 한국 지형에 적합한 전파전파 모델인 수정된 하타(Modified Hata) 모델을 적용하여 개발하였고, 국내 PCS(IS-95A) 서비스 환경과 규격을 고려한 시나리오를 설정하여 모의 실험을 수행하였다.

실험 결과 간섭 분석기와 실제 측정 수신 전계강도 사이에는 0.03dBm의 평균오차를 가지며, 이는 간섭분석기를 통해 얻어진 결과가 실제와 매우 유사함을 보여준다.

I. 서론

각종 이동통신 서비스는 꾸준한 발전을 거듭하여 사용자에게 편리한 고품질의 서비스를 제공

하고 있다. 특히 개인통신서비스(PCS)는 셀룰러 서비스와 함께 짧은 기간동안 많은 사용자를 확보하여 이동통신의 보급에 큰 영향을 미쳤다. 그러나 PCS 사용자의 폭발적 증가로 인한 통화품질 저하로 국내 3개의 각 서비스 업체는 서비스 지역 전체에 대하여 전계강도의 실측을 반복하여 중계기 설치 및 기지국 증설, 또는 기지국의 이동을 통하여 서비스의 품질을 유지하고 있다[1-3]. 특히 기지국의 설치 및 유지에 매우 중요한 수신 전계강도 측정은 하나의 지역에도 다수의 반복 측정을 요구하므로 많은 시간상의 어려움이 존재한다. 따라서 측정지역에 대한 구체적인 자료의 입력을 통하여 전계강도를 예측하고, 또한 예측 자료와 실측자료를 효율적으로 이용하면 실측에서 발생하는 시간상의 문제점을 줄일 수 있다.

본 논문에서는 ITU-R에서 채택한 몬테카를로 기법[4]에 근거하여 간섭분석기를 설계하고[5], 실제와 유사한 전파환경을 적용하여 수신 전계강도를 예측하였다. 또한 실제로 수신 전계강도를 측정하여 얻어진 자료와 비교, 분석하였다.

본 논문의 제 2장에서는 몬테카를로 간섭분석기의 구조와 수정된 하타모델[4]을 살펴보고 실제 측정된 PCS 수신 전계강도와 간섭분석기를 통해 얻어진 희망 수신 전계강도를 비교, 분석한 후 제

3장에서 결론을 맺는다.

II. 간섭분석기를 이용한 수신 전계강도 예측 및 실측 데이터와의 비교

1. 몬테카를로 간섭분석기의 구조

몬테카를로 간섭분석기[5]는 기능적으로 크게 3개의 모듈로 나누어 순차적으로 실행된다. 그림 1은 간섭분석기의 구조도이다.

첫 번째 모듈은 신호원 생성 모듈(Source Generation Module)로서 희망 송·수신 및 간섭 송신기의 파라미터를 입력하여 희망신호 전계강도와 간섭신호의 전계강도를 계산한다. 이때 각각의 파라미터를 랜덤하게 발생시켜 실제 환경에서 발생하는 여러 가지 열화조건을 고려하여 계산하도록 하였다.

두 번째 모듈은 분포 검토 모듈(Distribution Examination Module)로서 신호원 생성 모듈에서 발생한 신호의 전계강도 분포가 통계적으로 안정된 분포를 가지는가와 통계적으로 신뢰할 수 있는지를 평가한다.

세 번째 모듈은 간섭 계산 모듈(Interference Calculation Module)이며 신호원 생성 모듈에서 발생한 희망신호의 전계강도와 간섭신호 전계강도의 비를 이용하여 시스템에서 요구되는 기준과 비교한 후 수신단에 들어오는 간섭량을 계산한다.

몬테카를로 기법은 파라미터들의 통계적 분포를 고려하여 여러번에 걸친 과정을 반복하는 기법으로 그 결과는 반복횟수에 비례한다. 따라서 본 실험에서는 반복횟수를 500,000회로 수행하여 신뢰성 있는 분석 결과를 얻고자 하였다[6].

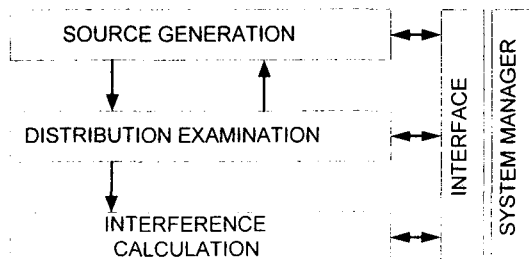


그림 1. 몬테카를로 간섭분석기의 구조

2. 수정된 하타 모델

표 1. 하타모델과 수정된 하타모델의 비교

파라미터 \ 전파모델	Hata Model	Modified Hata Model
주파수(MHz)	100~1500	30~3000
구간거리	1~20km	1~100km
기지국안테나 높이	30~200m	1~200m
이동국안테나 높이	1~10m	1~200m

본 논문에서 실제 측정된 전파환경과 유사한 수신 전계강도를 얻는데 필요한 전파모델로 수정된 하타 모델(Modified Hata Model)을 이용하였다[3]. 수정된 하타모델은 일본 NTT의 하타(Hata)에 의하여 수식적으로 제시된 방법을 안테나 높이와 주파수, 커버리지(Coverage) 등을 확장하도록 수정한 것이다. 표 1에서 하타모델의 적용 범위는 주파수의 경우 100~1500MHz이고 구간거리는 1~20km, 기지국의 안테나 유효높이는 30~200m, 이동국 안테나 높이는 1~10km로 제한적이다. 그러나 수정된 하타모델은 거리와 안테나 높이에 대한 보정계수를 이용하여 주파수의 경우 3GHz, 거리는 20km에서 100km, 이동국 안테나 높이도 20m에서 100km, 이동국 안테나 높이도 200m까지 확장하였다.

3. 간섭분석기를 이용한 수신 전계강도 예측

표 2. 간섭분석기의 입력 파라미터

파라미터	값
시행횟수	500,000회
환경구분	도심지
희망 주파수	1856.3MHz
희망신호 대역폭	1.25MHz
공급전력	37dBm
송신 안테나 이득	Max: 18dBi Min: 10dBi
수신 안테나 이득	Max: 5dBi Min: 0dBi
송신 안테나 높이	Max: 35m Min: 25m
수신 안테나 높이	Max: 20m Min: 1.5m

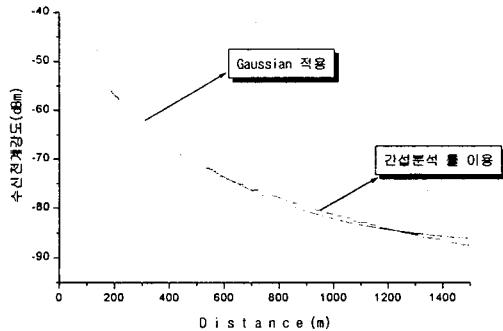


그림 2. 간섭분석기를 이용한 거리변화에 따른 수신 전계강도

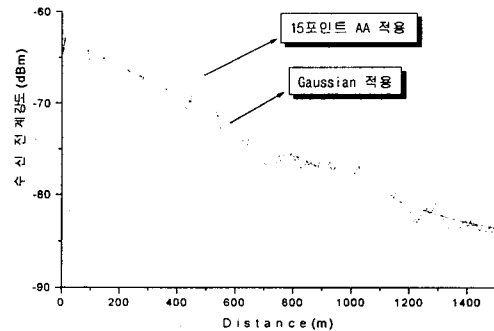


그림 3. 실측 데이터의 거리변화에 따른 수신 전계강도(15포인트 AA, 가우시언 적용)

한국의 환경에 잘 맞는 수정된 하타모델의 전파모델을 적용한 간섭분석기는 파라미터 값이 랜덤하게 발생하여 이에 대한 결과를 통계적으로 추출하는 방법인 만큼 실제 측정 기지국 환경과 같은 파라미터 값을 입력하였다.

표 2는 희망 수신 전계강도를 위한 간섭 분석기의 입력 값이며, 그림 2는 간섭분석기를 이용하여 얻어진 결과이다. 간섭분석기를 통하여 얻어진 수신 전계강도는 실측 수신 전계강도 값과 비교하기 위해 가우시언(Gaussian)을 적용하였으며, 거리가 증가함에 따라 감소함을 보여준다.

4. 실측 수신 전계강도 분석

실제 측정 PCS 기지국은 대전시 중구 은행동에 위치해 있고 도심지역이다. 실제 수신 전계강도 측정을 위해 측정장비가 탑재된 차량을 이용

표 3. 실측 데이터 수신을 위한 기지국 환경

환경 구분	내역
서비스 구분	개인 통신 서비스(PCS)
기지국 위치 (TM좌표)	대전시 중구 은행동 (238129, 314706)
측정 주파수	1856.3MHz
송신전력	37dBm
수신기 대역폭	1.25MHz
안테나 높이	30m
안테나 이득	14dBi
측정 셀(CELL) 반경	1.5km

하여 기준이 되는 기지국으로부터 차량을 이동하여 거리에 따라 변화되는 측정값을 기록하였고 측정 데이터 수는 반경 1.5km이내의 약 3500개이다. 측정 데이터는 위경도 좌표와 수신 전계강도로 표현되었다. 측정의 기준이 되는 PCS 기지국에서부터의 거리 변환을 위해 위경도 좌표를 횡단 메르카토르법(Transverse Mercator)좌표로 변환하였다. TM 좌표가 메타(m)법을 사용하기 때문에 기지국에서부터의 거리 변환은 기지국 좌표를 기준으로 하여 해당 이동지점의 좌표와의 거리를 구하면 두 지점간의 거리가 된다.

표 3은 실측 데이터 수신을 위한 기지국 환경을 나타낸 것으로 간섭분석기를 통한 수신 전계강도 예측에 입력값으로 사용되었다.

그림 3은 실제 측정된 데이터를 개발된 간섭분석기와 비교하기 위해 15포인트 근접평균(Adjacent Averaging)법과 가우시언(Gaussian)을 적용하여 나타내었다. 실측 수신 전계강도는 PCS 기지국과 거리가 증가함에 따라 감소하고 있음을 확인할 수 있다.

5. 실측 데이터와 간섭분석기를 이용한 수신 전계강도 데이터 비교분석

표 4는 거리에 따른 15포인트 근접평균 방법과 가우시언(Gaussian)을 적용한 실측 데이터와 간섭분석기를 통해 얻어진 수신 전계강도를 나타내고 있다. 그림 4에서 표 4의 가우시언을 적용한 실측 수신 전계강도 데이터와 간섭분석기에 의해 얻어진 수신 전계강도 데이터를 바탕으로 거리에

표 4. 거리에 따른 수신 전계강도 데이터

거리 (km)	실측 수신 전계강도(dBm)		틀을 이용한 회망 수신전계강도(dBm)		오차 (dBm)
	실측	Gaussian 적용	틀 적용	Gaussian 적용	
0.20	-65.3	-65.8	-57.0	-59.0	6.8
0.30	-66.0	-67.5	-63.2	-61.9	5.6
0.40	-70.3	-69.2	-67.1	-64.9	4.3
0.50	-63.9	-71.2	-70.6	-68.9	2.3
0.60	-72.5	-72.8	-73.6	-72.0	0.8
0.70	-76.6	-74.3	-76.4	-75.0	-0.7
0.80	-75.0	-75.7	-77.9	-77.8	-2.1
0.90	-74.7	-77.4	-79.8	-80.8	-3.4
1.00	-75.9	-78.7	-81.3	-82.8	-4.1
1.10	-81.5	-79.9	-82.8	-84.3	-4.4
1.20	-86.8	-81.0	-84.2	-85.3	-4.3
1.30	-83.9	-82.3	-85.4	-85.6	-3.3
1.40	-80.6	-83.2	-86.5	-85.7	-2.5
1.50	-83.6	-84.1	-87.5	-85.8	-2.7
평균	-75.48	-75.16	-74.97	-75.19	-0.03
표준차	7.54	6.21	10.88	10.14	4.07

다른 수신 전계강도 변화를 비교하였다. 두 그래프는 650m를 기준으로 서로 교차하고 있다. PCS 기지국으로부터의 거리가 650m 이내인 지역은 실제로 매우 복잡한 도심지 영역이므로 간섭분석기에 의한 수신강도보다 낮은 값이 측정되며 거리가 멀어짐에 따라 일정한 비율로 낮은 수신 전

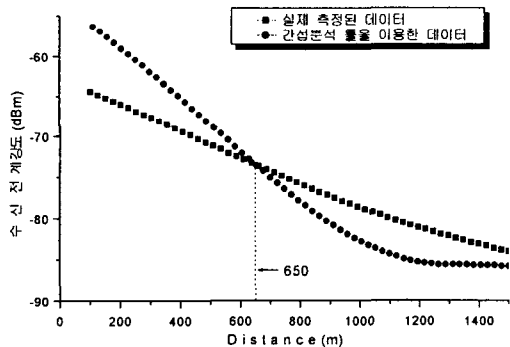


그림 4. 가우시안을 적용한 거리에 따른 수신 전계강도

계강도가 측정된다. 실측 수신 전계강도와 간섭분석기를 이용한 수신 전계강도의 평균은 -75.16dBm과 -75.19dBm이고 표준편차는 6.21과 10.14이다. 두 데이터의 오차평균과 표준편차는 0.03dBm과 4.07로 매우 적은 수치를 보인다.

III. 결론

기지국의 설치 및 유지 보수를 위해 측정하는 수신 전계강도는 전파환경 등 여러 요인에 의해 그 측정치가 가변한다. 이러한 실제 전파환경을 간섭분석기에 입력하여 통계적인 수치를 얻어냄으로서 일반화된 결과를 얻어낼 수 있다. 실측 수신 전계강도와 간섭분석기를 통해 얻어진 수신 전계강도의 비교 분석 결과 두 데이터의 평균오차가 0.03dBm으로 간섭분석기의 결과가 실제로 측정한 수신 전계강도와 거의 같음을 보여준다. 실제로 전계강도를 측정하기 전에 일정한 지역의 전파환경을 간섭분석기에 입력하였을 경우 간섭분석기를 통해 일반적인 수신 전계강도를 예측할 수 있다. 그러므로 본 연구 결과를 통해 입증된 간섭분석기의 신뢰도를 바탕으로 PCS 기지국의 설치 및 유지 보수뿐 아니라 머지않아 제공될 차세대 이동통신 서비스인 IMT-2000의 전파 예측과 셀 설계에도 크게 기여할 것으로 기대한다.

참고문헌

- [1] 임병근,이정율, "PCS를 위한 망 구성 및 서비스," 전자공학회지 VOL.22 NO.9, 1995.
- [2] 월간 셀룰러, "월간 셀룰러 이동통신," 월간 셀룰러 이동통신 10월호, No.80, 1998.
- [3] 이강영, 이동통신과 마이크로파 통신의 실무와 이론, 技多利, 1993.
- [4] ITU-R, "Monte Carlo Radio Compatibility Tool," ITU-R Document 1-5/9-E, 1997.
- [5] 이일근, 무선서비스간 간섭보호비 설정을 위한 분석기 개발, 전자통신연구원 최종 연구 보고서, 1998.
- [6] 송영중, "몬테카를로 간섭분석기를 이용한 IMT-2000과 PCS간 간섭영향 분석", 한남대학교, 1999.