

서비스 환경에 따른 PCS기지국에서 IMT-2000 FDD 기지국으로의 간섭분석 연구

송영중** , 이일근* , 이형수** , 김택환* , 조삼모**

*한남대학교 전자공학과 , **한국전자통신연구원

dpsong@ee.hannam.ac.kr

A Study on Interference Analysis of PCS BS affecting to IMT-2000 FDD BS, depending on Service Environments

Young-Joong Song** , Ill-Keun Rhee* , Hyung-Soo Lee** , Taek-Hwan Kim* , Sam-Mo Cho**

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

dpsong@ee.hannam.ac.kr

Abstract

In this paper, an interference analyzer for communication and/or broadcasting services is developed and presented based on Monte Carlo technique, which is now under study in the International Telecommunication Union(ITU). Monte Carlo technology is a statistical approach which functions by considering many trials. For each simulation trial, a scenario is built up using a number of different random variables, such as signal and interference strengths, transmitting and receiving antenna heights, antenna gains, etc.. Furthermore, this paper shows an application example of the analyzer to examine interference influence of the PCS(IS-95) base stations affecting to the IMT-2000 FDD base station, depending on several service environments like rural, suburban, and urban areas. The wave propagation model used in this simulation is the modified Hata model, which is known to be suitable to Korean environments.

1. 서 론

1992년에 열린 WARC-92에서는 전 세계적인 사용과 로밍이 가능하도록 1885-2025MHz, 2110-2200MHz 총 230MHz의 주파수대역을 IMT-2000용으로 할당함

에 따라 기존의 고정 업무 및 이동업무와 공용하게 되었다. 국내에서는 PCS와 그 사용대역이 인접하여 있으며 간섭을 야기시킬 확률이 높다. 따라서 본 연구에서는 ITU-R에서 연구중인 몬테카를로 기법[1]에 근거한 간섭분석기를 설계하고, 이를 이용하여 간섭에 대한 확률적인 계산을 수행하였다. 몬테카를로 기법에 의한 간섭계산 방법은 기지국 주변을 돌아다니면서 기지국으로부터 나오는 전력을 여러차례 측정하여 매 측정시 마다 이동단말기의 희망대역으로 들어오는 간섭량을 통계적인 방법으로 계산하는 방법이다. 다만 실제로 기지국이나 이동단말기를 들고 곳곳을 돌아다니는 것과 같은 효과를 얻기 위하여 각각의 파라미터를 랜덤하게 발생시키므로써 실제 측정한 것과 같은 환경에서 전력을 얻는 방법이다. 이와 같은 과정을 역으로 수행하면 기지국으로 들어오는 간섭량도 통계적으로 계산할 수 있다. 이때 사용되는 전파모델은 한국 지형에 적합한 수정된 하타(Modified Hata)모델[2]을 이용하였다. 수정된 하타 모델은 그래프뿐만 아니라 주어진 오피스방식의 이용에 따른 불균을 해소하기 위하여 일본 NTT의 하타(Hata)에 의하여 수식적으로 제시된 방법을 안테나 높이와 주파수, 커버리지(Coverage)등을 확장하도록 수정한 모델이다.

본 연구에서는 국내 환경과 최대한 같은 파라미터를 이용하여 최악의 조건에서 환경에 따른 기존의 PCS(IS-95)서비스와 IMT-2000 서비스의 공존 여부를 예측하였으며 잠정적으로 결정된 IMT-2000 시스템의 파라미터의 적합성을 검증하였다.

본 논문의 제 2장에서는 몬테카를로 간섭분석기의 구조와 간섭시나리오를 설정하고 모의실험결과를 분석한 후 제 3장에서 결론을 맺는다.

2. 몬테카를로 간섭분석기를 이용한 환경에 따른 간섭분석

2.1 몬테카를로 간섭분석기의 구조

몬테카를로 간섭분석기는 기능적으로 크게 4개의 엔진으로 나눌 수 있다. 첫 번째 엔진은 사건발생 엔진(Event Generation Engine)으로서 원하는 시스템과 간섭시스템의 파라미터를 입력하여 희망신호 전력과 간섭신호의 전력을 계산한다. 이때 각각의 파라미터를 랜덤하게 발생시켜 실제 환경에서 발생하는 여러 가지 열화조건을 고려하여 계산하도록 하였다. 두 번째 엔진은 분포평가 엔진(Distribution Evaluation Engine)으로서 사건발생 엔진에서 발생한 신호의 전력분포가 통계적으로 안정된 분포를 따르는지, 통계적으로 신뢰할 수 있는지를 평가한다. 세 번째 엔진은 간섭계산 엔진(Interference Calculation Engine)으로 사건발생 엔진에서 발생한 희망신호의 전력과 간섭신호 전력의 비율을 이용하여 시스템에서 요구되는 기준과 비교한 후 수신단에 들어오는 간섭량을 계산한다. 마지막으로 한계평가 엔진(Limits Evaluation Engine)은 틀 검증과 한계점을 위한 최적값들을 선택하는 기능을 가지고 있다. 그림 1은 몬테카를로 간섭분석기의 전체적인 흐름도를 나타낸다.

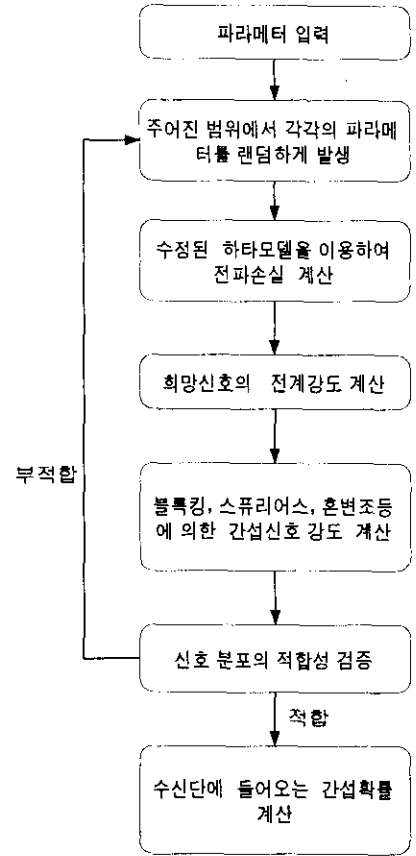


그림 1. 몬테카를로 간섭분석기의 흐름도

2.2 수정된 하타모델(Modified Hata Model)

하타모델의 적용 범위는 주파수의 경우 100~1500MHz이고 구간거리는 1~20km, 기지국의 안테나 유효높이는 30~200m, 이동국 안테나 높이는 1~10m로 제한적이다. 그러나 수정된 하타모델은 거리와 안테나 높이에 대한 보정계수를 이용하여 주파수의 경우 3GHz, 거리는 100km, 이동국 안테나 높이도 200m까지 확장하였다. 수정된 하타모델의 환경에 따른 손실을 수식으로 정리하였다.

① $d \leq 40m$

$$L = 32.4 + 20 \log(f) + \log[d^2 + (H_b - H_m)^2 / 10^6]$$

② $d \geq 100m$

$$a(H_m) = (1.1 \log(f) - 0.7) \cdot \min[10; H_m] - (1.56 \log(f) - 0.8) + \max[0; 20 \log(H_m/10)]$$

$$b(H_b) = \min[0; 20 \log(H_b/30)]$$

$$\alpha = 1 \quad d \leq 20km$$

$$\alpha = 1 + (0.14 + 1.87 \times 10^{-4} \times f + 1.07 \times 10^{-3} \times H_b) \times (\log d/20)^{0.8} \quad 20km < d < 100km$$

■ 대도시

• 30 MHz < $f \leq 150$ MHz

$$L = 69.6 + 26.2 \log(150) - 20 \log(150/f) - 13.82 \log(\max[30; H_b]) + \alpha[44.9 - 6.55 \log(\max[30; H_b])] \log(d) - a(H_m) - b(H_b)$$

• 150 MHz < $f \leq 1500$ MHz

$$L = 69.6 + 26.2 \log(f) - 13.82 \log(\max[30; H_b]) + \alpha[44.9 - 6.55 \log(\max[30; H_b])] \log(d) - a(H_m) - b(H_b)$$

• 1500 MHz < $f \leq 2000$ MHz

$$L = 46.3 + 33.9 \log(f) - 13.82 \log(\max[30; H_b]) + a[44.9 - 6.55 \log(\max[30; H_b]) \log(d) - a(H_m) - b(H_b)]$$

• 2000 MHz $f \leq 3000 \text{ MHz}$

$$L = 46.3 + 33.9 \log(2000) + 10 \log(f/2000) - 13.82 \log(\max[30; H_b]) + a[44.9 - 6.55 \log(\max[30; H_b]) \log(d) - a(H_m) - b(H_b)]$$

■ 교외지

$$L = L(\text{대도시}) - 2\{\log[(\min[\max[150; f]; 2000])/28]\}^2 - 5.4$$

■ 개방지

$$L = L(\text{대도시}) - 40.94 - 4.78\{\log[\min[\max[150; f]; 2000]]\}^2 + 18.33 \log[\min[\max[150; f]; 2000]]$$

③ $40m < d < 100m$

$$L = L(40) + \frac{[\log(d) - \log(40)]}{[\log(100) - \log(40)]} \times [L(100) - L(40)]$$

d : 송신기와 수신기 사이의 거리

f : 주파수

H_b : 기지국 안테나 높이

H_m : 이동국 안테나 높이

L : 전파경로손실

$a(H_m), b(H_b)$: 안테나 보정 인자

a : 거리 보정 인자(20km이상의 거리에서 적용하기 위하여)

그림 2는 수정된 하타모델의 거리에 따른 손실곡선을 도시 환경에 대하여 나타낸 예를 보여준다. 이로부터,

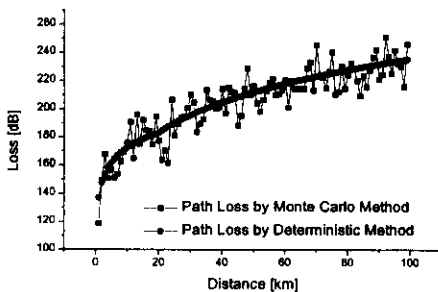


그림 2. 수정된 하타모델의 거리에 따른 손실곡선

몬테카를로 기법을 적용하여 랜덤하게 파라미터값을 변화시킨 손실곡선이 결정론적인 방법에 의해 얻어진 곡선을 중심으로 분포하고 있는 것을 알 수 있다. 이는, 실제 환경에서 발생할 수 있는 지형이나 환경등 여러 가지 변화요인을 고려한 랜덤 파라미터를 사용한 결과이다. 특히 송수신기 사이의 거리가 20km이상에서도 경로손실이 계산되고 있는 것을 볼 수 있다.

2.3 간섭시나리오

모의실험에 앞서 간섭시나리오의 설정이 필요하다. 간섭시나리오는 어떠한 전파환경에서 어떠한 간섭원이 어떠한 회당수신기에 간섭을 미치는가를 설정하는 것이다. 본 연구에서는 PCS기지국으로부터 IMT-2000 FDD 기지국으로 들어오는 간섭영향을 살펴보았다. 그림 3과 같이 간섭원으로 존재하는 PCS 기지국의 수는 국내 PCS 서비스 상황을 고려하여 3개로 하였다. 희망신호 셀 반경은 도심지의 경우 1km, 중소도시의 경우 1.5km, 개활지의 경우 2km[3]로 설정하여 실제 환경과 유사한 환경에서 모의실험을 하도록 셀 반경을 설정하였다. 표 1에서는 모의실험을 위하여 사용된 PCS(IS-95)와 IMT-2000 FDD의 파라미터를 정리하였다. 예를 들어 안테나 높이의 경우, 주어진 파라미터를 중심으로 지형적인 요소를 감안한 범위에서 랜덤하게 발생하게 된다.

표 1. PCS(IS-95)와 IMT-2000 FDD의 파라미터

파라미터	PCS(IS-95)	IMT-2000
주파수	1971.25MHz	1967.5MHz
기지국에 공급된 전력	43dBm	40dBm
기지국 안테나 이득	14.5dBi	14.5dBi
이동국 안테나 이득	0dBi	0dBi
기지국 안테나 높이	30m	30m
이동국 안테나 높이	1.5m	1.5m

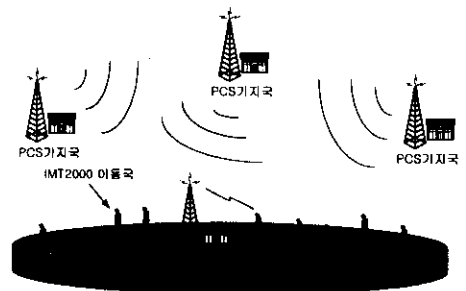


그림 3. 간섭시나리오

2.4 모의실험

모의실험은 실제 상황에서 발생할 수 있는 최악의 환경에서 수행하였다. 앞에서 설정한 간섭시나리오에서 3개의 PCS기지국이 동시에 IMT-2000 기지국에 간섭을 미친다고 가정 하였으며 3개의 PCS 기지국에서 희망수신기로의 거리를 가변시키면서 도심지, 중소도시, 개발지의 총 3가지 환경에 대하여 모의실험을 수행하였다. 환경의 구분은 도심지는 3층이상, 중소도시는 3층 이하의 건물을 고려하였으며 개발지는 농경지나 지방의 가입자 밀도가 낮은 지역으로 정의하였다. 그림 4, 5, 6은 모의실험 결과를 나타내고 있다. IMT-2000 기지국의 수신은 이동국에서 음성용 전송할 때와 문자등의 데이터를 전송할 경우로 나누어 모의실험을 수행하였으며 최악의 환경을 가정한 모의실험에서 현재 이동통신 통화율(4)(평탄지형에서 커버리지(Coverage) 90%, 시간을 75%)을 만족하고 있음을 알 수 있다.

3. 결 론

모의실험 결과 최악의 환경에서도 PCS와 IMT-2000 서비스는 서로 치명적인 간섭영향을 미치지 않으며 서비스 할 수 있다는 것을 확인 할 수 있으며 이것은 향후 서비스 예정인 IMT-2000의 주파수가 기존의 이동전화 대역에 인접하여 할당된 상황에서 시스템 파라미터의 설정이 적절하게 이루어졌으며 두 서비스가 시간적, 공간적으로 공존할 수 있음을 알 수 있다.

본 연구의 결과 글로벌 로밍을 최대 목표로 하는 차세대 이동통신 서비스인 IMT-2000의 시스템 파라미터의 설정에 대하여 모의실험 환경에서나마 확인 할 수 있었으며 국내 적용에 있어 비증있는 기초자료로 제공 될 것으로 기대된다.

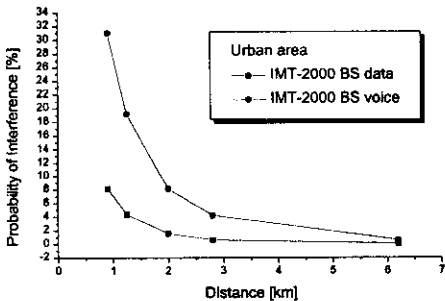


그림 4. 도시 환경에서 PCS 기지국에서 IMT-2000 기지국에 들어오는 간섭량

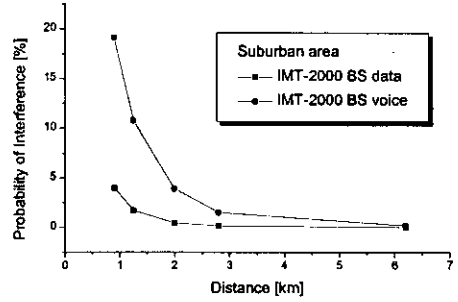


그림 5. 준도시 환경에서 PCS 기지국에서 IMT-2000 기지국에 들어오는 간섭량

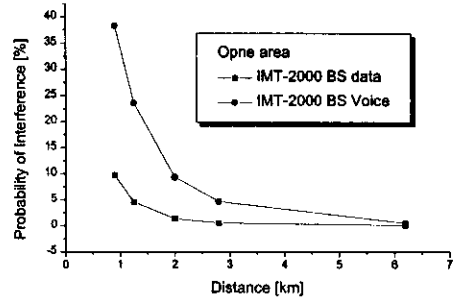


그림 6. 개발지 환경에서 PCS 기지국에서 IMT-2000 기지국에 들어오는 간섭량

* 본 연구는 1998년도 ETRI 학연공동연구비 지원에 의해 이루어 졌습니다.

참고문헌

1. ITU-R, "Monte Carlo Radio Compatibility Tool," ITU-R Document 1-5/9-E, 1997.
2. 이강영, *이동통신과 마이크로파 통신의 실무와 이론*, 技多利, 1993.
3. 임병근, 이정율, "PCS를 위한 망 구성 및 서비스," 전자공학회지 VOL.22 NO.9, 1995.
4. C.Y.Lee, *Mobile Cellular Telecommunications : analog and digital Systems*, Mc Grow Hill, 1996.