

## IMT-2000용 FDD와 TDD 시스템 기지국간 간섭분석 연구

이정규<sup>\*\*</sup>, 신경철<sup>\*</sup>, 김경태<sup>\*</sup>, 이형수<sup>\*\*</sup>, 이일근<sup>\*</sup>  
<sup>\*</sup>한남대학교 전자공학과, <sup>\*\*</sup>ETRI

### A Study on Interference Analysis between FDD and TDD systems for IMT-2000

Jung-Kyu Lee<sup>\*\*</sup>, Kyoung-Choi Shin<sup>\*</sup>, Kyoung-Tae Kim<sup>\*</sup>,  
Hyung-Soo Lee<sup>\*\*</sup>, Ill-Keun Rhee<sup>\*</sup>

<sup>\*</sup> Dept. of Electronic Engineering, Hannam University, <sup>\*\*</sup> ETRI

#### ABSTRACT

본 논문에서는 국제전기통신연합(ITU)의 전파통신분야(ITU-R)에서 간섭분석기의 표준으로 채택한 몬테카를로 기법에 기초한 간섭분석기를 개발한 후, 개발된 간섭분석기를 이용하여 서로 같은 주파수대역에 있는 IMT-2000(FDD)기지국과 IMT-2000(TDD) 기지국 상호간의 간섭영향 분석을 수행하였다.

개발된 몬테카를로 간섭분석기는 한국 지형에 적합하도록 전파모델에 있어 수정된 하타모델을 이용하였으며 국내 서비스 환경을 고려한 간섭 시나리오를 설정하여 모의실험을 수행하였다. 모의실험을 통하여 IMT-2000의 파라미터들의 적합성과 함께 동일 주파수 대역에 있는 두 시스템을 같은 셀내에서 공유가능함을 확인하였다.

#### 1. 서 론

1992년에 열린 WARC-92에서는 국제 로밍이 가능하도록 1920-1980MHz과 2110-2170MHz 총 120MHz의 주파수대역을 IMT-2000용으로 할당함에 따라 기존의 고정 업무 및 이동업무와 공유하게 되었다. 국내에서는 이동통신 3개사에서 IMT-2000서비스를 할 계획이다. 이동통신 3개사에서 IMT-2000용 FDD와 TDD시스템을 서로 다르게 사용할게 될 예정이다. 셀 내에서 이들 시스템이 같이 공유될 시 서로간에 간섭영향을 미치게 될 것이다. 따라서 본 연구에서는 몬테카를로 기법[1]을 바탕으로 한 무선서비스간 간섭분석기를 설계한 후, 이를 이용하여 대상시스템간 확률적인 간섭영향분석을 계산할 수 행하였다. 여기서 설계된 몬테카를로 기법에 의한 간섭분석기는 기지국 주변을 돌아다니면서 기지국으로부터 나오는 전계강도를 여러차례 측정하여 매 측정시 마다 이동단말기의 희망대역으로 들어오는 간섭량을 통계적인 방법으로 처리하는 효과를 소프트웨어적으로 구성한 것이다. 즉, 실제로 기지국이나 이동단말기를 들고 곳곳을 돌아 다니는것과 같은 효과를 얻

기 위하여 각각의 파라미터를 랜덤하게 발생시키므로써 실제 측정한것과 같은 환경에서 전계강도를 얻게 된다. 이와 같은 과정을 역으로 수행하면 기지국으로 들어오는 간섭량도 통계적으로 계산할 수 있다. 이때 사용되는 전파모델은 한국지형에 적합한 수정된 하타(Modified Hata)모델[2]을 이용하였다. 수정된 하타 모델은 일본 NTT의 하타(Hata)에 의하여 수식적으로 제시된 방법을 안테나 높이와 주파수, 커버리지(Coverage)등을 확장하도록 수정한 것이다.

본 연구에서는 동일주파수 대역에있는 IMT-2000용 FDD와 TDD시스템의 서로에 대한 간섭의 영향을 설계된 간섭분석기를 이용하여 분석하고, 설정된 파라미터의 적합성을 알아보았다.

본 논문의 제 2장에서 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 기법[1]은 관련된 파라미터들의 통계적 분포를 고려하여 여러번에 걸친 과정을 반복하는 기법으로 그 결과는 반복횟수에 비례한다. 이 반복횟수는 100,000번에서 수렴하여 안정된 결과치를 얻을 수 있다[3]. 따라서 본 연구에서의 시도횟수는 100,000번으로 하였다.

몬테카를로 간섭분석기[1]는 그림 1과 같이 크게 다음의 4가지 처리엔진이 순차적으로 실행된다.

첫번째, EGE(Event Generation Engine)는 원하는 시스템과 간섭시스템의 파라미터를 입력하여 각각의 파라미터를 랜덤하게 발생시켜 희망신호 전계강도와 간섭신호의 전계강도를 계산한다.

두번째, DEE(Distribution Evaluation Engine)는 EGE에서 발생한 신호의 전계강도 분포가 통계적으로 안정성과 신뢰성을 가지는지를 평가한다.

세 번째, ICE(Interference Calculation Engine)는 EGE에서 발생한 희망신호의 전계강도와 간섭신호 전계강도의 비를 이용하여 시스템에서 요구되는 기준과 비교한 후 수신단에 들어오는 간섭량을 계산한다.

마지막으로 LEE는 룰의 검증과 한계점을 위한 최적값들을 선택하는 기능을 갖는다.

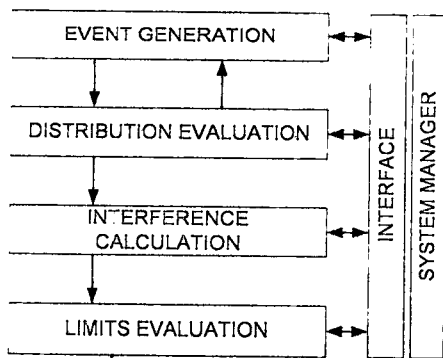


그림 1. 몬테카를로 간섭분석기의 구조

### 2.2 수정된 하타모델(Modified Hata Model)

표1에서 보이는 바와 같이 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 20km에서 100km, 이동국 안테나 높이는 200m까지 확장하였다.

표 1. 하타모델과 수정된 하타모델의 비교

파라미터	모델	하타	수정된 하타
주파수		100~1500MHz	30MHz~3GHz
구간거리		1~20km	1~100km
기지국 안테나 높이		30~200m	1~200m
이동국 안테나 높이		1~10m	1~200m

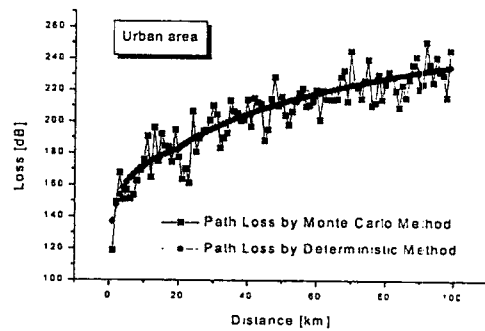


그림 2. 수정된 하타모델의 도시환경에서의 손실곡선

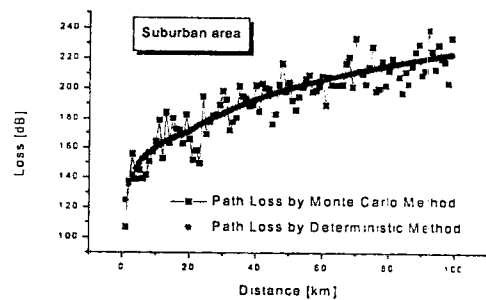


그림 3. 수정된 하타모델의 중소도시환경에서의 손실곡선

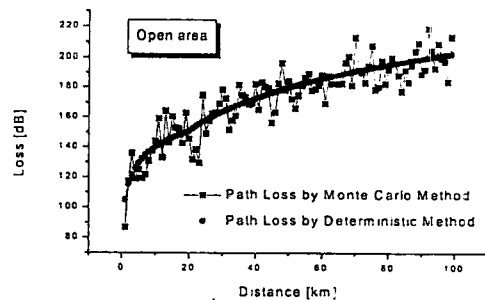


그림 4. 수정된 하타모델의 개방지환경에서의 손실곡선

그림 2, 3, 4,는 수정된 하타모델의 거리에 따른 손실곡선을 도심환경, 중소도시, 개방지환경에 대하여 나타내었다. 이들 그림으로부터 결정론적인 방법에 의해 그려진 곡선

을 중심으로 몬테카를로 기법을 적용한 손실곡선이 분포함을 알 수 있다. 이것은 간섭분석기 내에서 경로손실을 계산함에 있어 파라미터를 주어진 범위에서 랜덤하게 발생하므로서 환경적(건물, 나무, 자동차 등), 지형적(산, 강, 고도 등) 원인에 의하여 발생할 수 있는 모든 변화요인을 고려하기 위함이다. 또한, 송수신기 사이의 거리가 20km 이상에서도 경로손실이 계산되고 있는 것을 확인할 수 있다.

### 2.3 간섭시나리오 설정

본 연구에서는 IMT-2000용 FDD와 TDD시스템 기지국 상호간의 간섭에 대한 영향을 살펴보기 위한 간섭시나리오를 그림5에서와 같이 설정하였다. 간섭원으로 존재하는 IMT-2000 FDD/TDD기지국의 수는 국내 서비스업체 설정 예정인 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. 분석대상 IMT-2000용 FDD시스템과 TDD시스템의 파라미터들[4]은 표2와 표3에 각각 보여진다. 또한 희망신호와 간섭신호의 주파수 배치는 IMT-2000의 FDD와 TDD시스템이 동일한 주파수대역을 사용한다고 가정하였다. IMT-2000용 FDD와 TDD시스템에 사용된 파라미터는 표2, 3에 나타내었다.

표 2. IMT-2000용 FDD시스템 파라미터[4]

parameter	Mobile station	Base station
Frequency Band Range	1920~1980 MHz	2110~2170 MHz
Transmit Power	23dBm	40dBm
Receiver Bandwidth	3.75	3.75MHz
Antenna Height	1.5m	30.0m
Antenna Gain	0.0dBi	14.5dBi
Active Interferer Density Range	0.0dBi	0.01~0.50/km <sup>2</sup>
Receiver Sensitivity	-113dBm	-118 dBm
Power Control Characteristic	Rx Power +Tx Power=-76	not used

표 3. IMT-2000용 TDD시스템 파라미터[4]

parameter	Mobile station	Base station
Frequency Band Range	1920~1980	2110~2170 MHz
Transmit Power	30dBm	40dBm
Receiver Bandwidth	1.2MHz	1.2MHz
Antenna Height	1.5m	30.0m
Antenna Gain	0.0dBi	14.5dBi
Active Interferer Density Range	-108dBm	-104dBm
Receiver Sensitivity	Rx Power +Tx Power=-62	not used
Power Control Characteristic	Rx Power +Tx Power=-76	not used

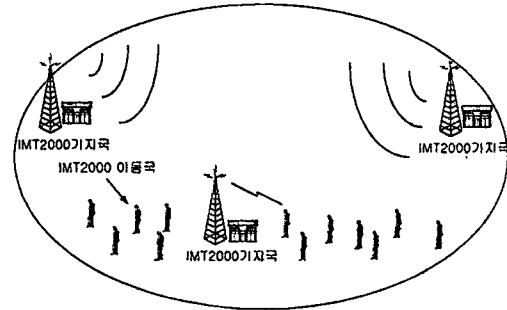


그림 5. 간섭시나리오

### 2.4 모의실험 및 분석

본 연구에서는 본연구팀에 의해 설계된 간섭분석기를 이용하여 도심환경, 중소도시환경, 개활지환경에서의 간섭 분석을 실행하고 그 결과를 그림6, 7, 8에 각각 나타내었다. 모의실험은 실제 상황에서 발생할 수 있는 최악의 환경인, IMT-2000 FDD/TDD 기지국이 동시에 IMT-2000 TDD/ FDD기지국과 이동국에 간섭을 미친다고 가정 하였으며 2개의 IMT-2000 FDD/TDD 기지국에서 희망수신 기로의 거리를 가변시키면서 도심지, 중소도시, 개활지의 총 3가지 환경에 대하여 모의실험을 수행하였다. 환경의 구분은 도심지는 3층이상, 중소도시는 3층 이하의 건물을 고려하였으며 개활지는 농경지나 지방의 가입자 밀도가 낮은 지역으로 정의하였다. 그림 8의 결과는 농경지나 가입자 수가 적은 지역으로 그림7과 8의 도심지와 중소도시에 대한 결과들에 비하여 간섭신호를 차단시키는 장애물이 적어 상대적으로 간섭신호의 전력이 커지는 것으로 인하여 간섭량이 많이 나타나고 있다. 위의 전파전환환경에 따른 모의실험결과 간섭확률이 모두 10%미만임을 알 수 있다. 특히 FDD에서 TDD기지국으로의 간섭량보다 TDD 기지국에서 FDD 기지국으로의 간섭량이 훨씬 적게 나타남을 확인할 수 있었다. 또한 같은 조건하에서 중소도시에서의 통화율이 도심환경이나 개활지환경에 비해 전체적으로 적음을 알 수 있다.

### 3. 결론

모의실험 결과 최악의 환경에서도 IMT-2000 FDD와 TDD시스템 상호간에 서로 치명적인 간섭영향을 미치지 않으며 서비스 할 수 있다는 것을 확인할 수 있었다. 이것은 향후 서비스 예정인 IMT-2000시스템 사업자가 3개의 사업자라는 점을 감안한다면, 한 셀 내에서 3개의 사업자가 FDD와 TDD시스템을 각각 사용한 경우, 각각 시스템 파라미터의 설정이 적절하게 이루어졌으며 두 서비스가 시간적, 공간적으로 공존할 수 있음을 알 수 있다.

본 연구의 결과 차세대 이동통신 서비스인 IMT-2000의 FDD와 TDD시스템의 시간적, 공간적으로 공존이 가능함을 확인하였다. 또한, IMT-2000 FDD시스템 파라미터 설

정에 있어 적절한 설정이 이루어 졌음을 확인할 수 있다. 따라서 본 연구결과가 차세대 이동통신 서비스(IMT-2000)의 국내 적용에 있어 비중 있는 기초자료로 제공 될 것으로 기대된다.

\* 본 연구는 1999년도 ETRI 위탁연구비 지원에 의해 이루어 졌음.

### 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. 이일근, "무선 서비스간 간섭보호비 설정을 위한 분석기 개발," 한국전자통신연구원, 최종연구보고서, 1998.
4. ITU-R, "Monte-Carlo Simulation Tool", ITU-R Document 1-5/174-E, 1999.
5. 송영중, "몬테카를로 간섭분석기를 이용한 IMT-2000과 PCS간 간섭영향 분석", 한남대학교 석사학위논문, 1999.

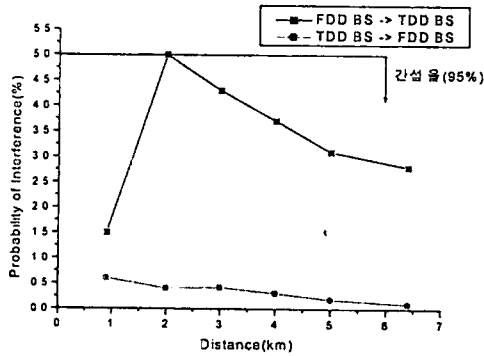


그림 6. 도심환경에서 IMT-2000 FDD/TDD 기지국상호간 간섭량

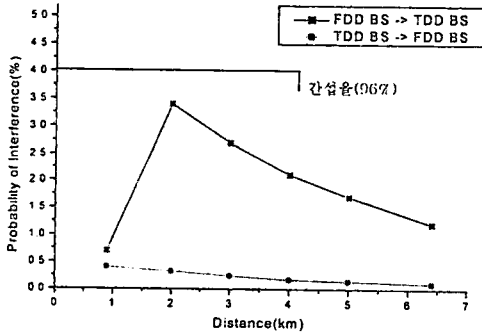


그림 7. 중소도시 환경에서 IMT-2000 FDD/TDD 기지국상호간 간섭량

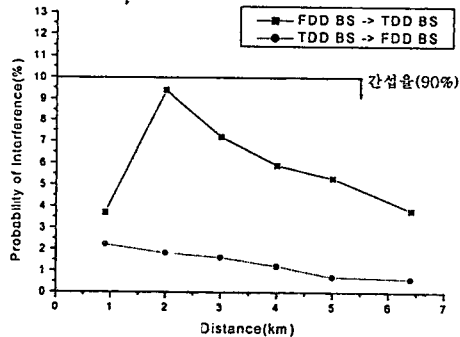


그림 8. 개활지 환경에서 IMT-2000 FDD/TDD 기지국상호간 간섭량