

# IMT-2000 TDD시스템에서 FDD시스템으로의 통계적인 간섭량 계산을 통한 FDD 시스템의 용량 감소 분석

김성진<sup>o</sup>, 최상성, 이형수  
한국전자통신연구원 전파방송연구소 전파기반연구부  
[jinkim@etri.re.kr](mailto:jinkim@etri.re.kr)

## Analysis of Capacity Decrease Through Calculating Statistically the Amount of Interference From IMT-2000 TDD System to FDD System

Sungjin Kim<sup>o</sup>, Sang Sung Choi, Hyung Soo Lee

Advanced Radio Technology Departments  
Radio and Broadcasting Laboratory  
ETRI(Electronics and Telecommunications Research Institute)

### Abstract

There is two System for IMT-2000 Service. one is FDD(Frequency Division Duplex), the other is TDD(Time Division Duplex) system. At the 1920MHz, they have common boundary in IMT-2000 frequency allocation of Korea. In this paper, The amount of Interference From TDD MS(Mobile Station) and BS(Base Station) to FDD BS is Analyzed for Investigation on capacity variation of FDD service by frequency separation. the result and methodology in this paper will be used basically for calculating the guard-band between FDD and TDD service in the future

### I. 서론

90년대 이후 음성통화 위주의 전통적인 이동통신서비스와 더불어 3세대 이동통신인 IMT 2000 시스템은 2Mbps데이터 전송 및 이동 멀티미디어 서비스의 제공을 목적으로 표준화 및 연구가 시작되었고, 현재 3세대 이동통신의 초기 버전이라고 할 수 있는 CDMA 2000 1X 서비스가 국내 이동통신 사업자들에 의해서 제공되고 있으며, 장차 그 범위의 확대가 기대되고 있는 상태이다.

최근에는 미래의 초고속 정보통신 사회를 꿈꾸는 4세대 이동통신에 대한 연구가 시작되었으며, 이러한 가운데 3.5세대라고 할 수 있는 개인휴대 인터넷의 관심 고조로 장차 언제 어디서나 정지

및 이동 중에 고속으로 무선 인터넷 접속이 가능한 서비스가 도래하리라 예상된다.

이러한 가운데, 국제적으로 ITU에서 3세대 이동통신의 주파수 분배가 완료되었고, 국내에서도 FDD 서비스는 3개의 회사가 3개의 대역으로 주파수 할당 받은 상태이다. 이외에 남아 있는 TDD 주파수를 위해 현재 여러 가지 시나리오를 설정하여 적절한 서비스를 위한 준비가 진행 중이다. 따라서 본 논문에서는 그림 1에서 보는 바와 같이 IMT-2000 서비스로 분배된 주파수 대역 중 1885~1920MHz의 TDD 시스템과 바로 인접한 주파수 대역을 사용하는 FDD 서비스의 상향 링크 시스템과의 간섭영향을 분석하고, TDD 시스템의 간섭량이 FDD 시스템의 용량 변화를 분석하고자 한다.

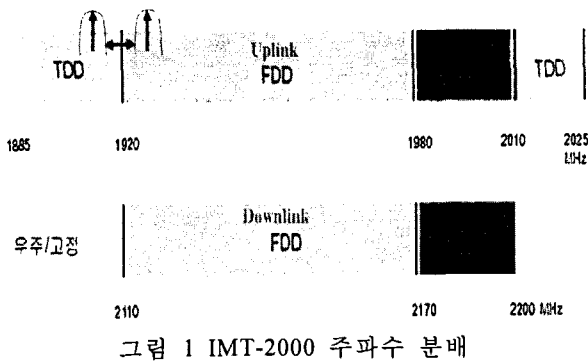


그림 1 IMT-2000 주파수 분배

## II. 간섭량 계산 및 용량분석

국내 IMT-2000 주파수 대역은 FDD와 TDD 서비스 대역으로 나누어져 있으며, FDD 서비스는 20MHz 대역씩 1개의 동기사업자와 2개의 비동기 사업자가 사용하도록 결정하였다. 아래 그림 2에서 자세히 살펴보면 1920~1980MHz 대역이 FDD 서비스의 상향링크 대역이고, 아래 1885~1920MHz는 TDD 서비스로 FDD와 인접하고 있다. 따라서 경계 주파수인 1920MHz를 중심으로 인접한 두 대역에서 상호 시스템간 간섭현상이 발생하며, 더 나아가 두 서비스간의 간섭을 대비한 보호대역을 설정하는 문제는 간섭량과 용량 분석 및 채널 이용효율 등과 연관되어 관심 사항이 되고 있다.

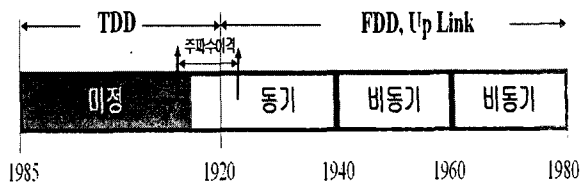


그림 2. IMT-2000 TDD/FDD 주파수 할당

### 2-1 간섭 현상

간섭시나리오에 아래 그림 3에서의 간섭모델을 이용하여 설정하였다. TDD 셀에서는 동일 주파수로 상/하향 링크 시간적으로 나누어 사용되고 있고, FDD셀에서는 이때 기지국(BS)이 수신하는 상향링크가 사용되고 있다.

따라서, 간섭현상은 TDD시스템의 MS와 BS가 FDD시스템의 BS에 간섭을 주고 있으며, 반대로, FDD 시스템의 MS가 TDD MS와 BS에 영향을 줄 수 있다. 본 논문에서는 간섭영향이 상대적으로

로 클 것으로 판단되는 TDD 시스템에 의한 간섭 영향을 분석하고자 한다. 따라서 아래그림의 간섭모델에서 보듯이 간섭시나리오는 간섭원인 TDD 시스템의 MS와 BS가 FDD 시스템의 BS로 간섭영향을 주는 것으로 설정하였다.

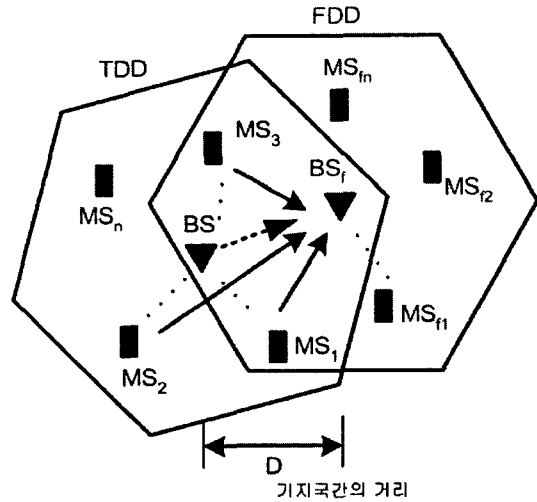


그림 3 TDD에서 FDD로의 간섭모델

### 2-2. TDD 간섭량 계산 방법

간섭량의 계산방법은 상황에 따라 두 가지 방법이 있다. 하나는 최악의 상황을 고려한 MCL(Minimum Coupling Loss)방법과 다른 하나는 통계적 방법을 이용한 Monte Carlo 시뮬레이션 방법이다. 두 방법 중 본 논문에서는 현재 유럽의 CEPT(European Conference of Post and Telecommunications)산하 분과회의에서 간섭분석을 위해 사용하는 Monte carlo 시뮬레이션 방법을 알고리즘을 적용하였다. Monte carlo 시뮬레이션은 ITU 뿐만 아니라 유럽각국의 연구기관에서 공인되어 활용하고 있는 방법이고, 최악의 상황을 고려한 MCL 방법으로 계산한 간섭량 현실 반영 안되는 반면, 이 방법은 통계적인 상황에 따른 간섭량 계산이 가능하므로 보다 현실적용이 더 보다 타당한 것으로 판단된다.

따라서, 본 논문에서는 간섭원인 TDD 시스템 MS의 개수와 위치를 랜덤하게 설정하여 이로부터의 FDD 시스템 BS로의 인접채널의 간섭량을 통계적으로 계산하였고, TDD BS로의 간섭은 간섭시나리오에 따라 회생원과의 거리 변수로 고정하여 간섭량을 계산하였다.

### 2-3. FDD 시스템 용량 분석

본 절에서는 앞에서 정의한 간섭량에 따른 용량의 변화를 분석하고자 한다. 일반적으로 FDD 시스템은 원근문제를 해결하기 위하여 기지국으로 들어오는 신호의 크기는 같다. 이것은 간섭원으로 작용하는 같은 셀 내의 타 사용자의 간섭의 최소로 하기 위한 방법이다. 본 논문에서는 동일 셀의 타 사용자의 간섭의 영향보다는 인접채널(TDD 시스템)의 간섭의 영향에 따른 용량변화를 계산하고자 한다. 이를 위해 아래 식(1)과 같이 FDD 시스템에서 신호대 간섭량의 비를 정의하였다.

$$SIR = \frac{P_r}{I_{ac} + I_{sc} + N_o} \quad (1)$$

여기서,  $P_r$ 은 기지국에 수신되는 신호,  $I_{ac}$ 는 인접채널 TDD로부터 오는 간섭량,  $I_{sc}$ 는 동일채널 다른 사용자들의 간섭량,  $N_o$ 는 잡음량으로 표현할 수 있다. 식 (1)에서 인접채널 간섭량인  $I_{ac}$ 는 앞 절에서 소개된 계산방법으로 인접채널로 넘어오는 간섭량을 적용하면 되고, 위 식 (1)로부터  $I_{sc}$ 는 같은 셀 내의 타 사용자의 신호의 크기가 같다고 가정에서  $P_r$  과 용량  $M$ 으로 변환이 가능하므로 식 (1)을 용량으로 풀면 식 (2)와 같다.

$$M = \frac{1}{SIR} - \frac{I_{ac} + N_o}{P_r} + 1 \quad (3)$$

여기서, 용량의 최대값을 간섭성분이 없을 때( $I_{ac}=0$ ) 가정하면 다음 식 (3)과 같이 구할 수 있으며, 용량의 변화를 최대 용량에 대한 상대적 크기를 비율로서 ( $\gamma$ )로 표현될 수 있는데 그 정의는 다음 식 (4)같다,

$$M_{max} = \frac{1}{SIR} + 1 \quad (3)$$

$$\gamma = \frac{M_o}{M_{max}} \quad (4)$$

본 논문에서는 간섭량에 대한 상대적 용량 크기 분석이 가능한 파라미터  $\gamma$ 로 시뮬레이션 결과를 나타내었다.

### III. 시뮬레이션 결과와 검토

#### 3-1 시뮬레이션 파라미터

간섭량 계산을 간섭원, 희생원의 주요 파라미터는 다음 표 1, 2와 같다. IMT-2000 시스템의 표준화 기구인 3GPP(3rd Generation Partnership Project), 3GPP2(3rd Generation Partnership Project 2) 상세 표준을 참조하였고, 앞 절에서 설명했던 시나리오 설정에 맞게 셀 반경, MS 수, 위치 등의 값을 나타내었다.

표1. 간섭원 시뮬레이션 파라미터

간섭원[TDD BS/MS]	값
셀 반경	500m
Max MS 출력	24dBm
Max BS출력	33dBm
셀당 MS수(1/km <sup>2</sup> )	10
MS 안테나 Gain	0dBi
BS 안테나 Gain	17dBi
주파수이격[FDD와 이격]	1MHz ~ 5MHz
MS 안테나 높이	1.5m
BS 안테나 높이	30
MS위치	Random 분포
BS위치	고정(1km)*

\*FDD BS로부터의 거리

표2. 희생원 시뮬레이션 파라미터

희생원[FDD BS]	값
셀 반경	2000m
Max MS 출력	24dBm
Max BS출력	33dBm
MS 안테나 Gain	0dBi
BS 안테나 Gain	17dBi
MS 안테나 높이	1.5m
BS 안테나 높이	30
목표 SIR	12

표2.에서는 간섭영향을 받는 희생원(FDD BS)의 시스템 파라미터로서 현재 국내에서 사용되고 있는 CDMA-2000 X 서비스의 환경을 고려한 값을 설정하였다.

3.2 시뮬레이션 결과 및 분석

아래 표3,4는 TDD 시스템과 FDD시스템의 주파수 이격에 따른 간섭량과 앞 절에서 정의한 상대용량 값을 계산한 결과이다 먼저 표 3은 TDD 시스템의 MS를 랜덤하게 분포시키고, BS는 FDD의 BS와 500m의 거리를 설정하여, FDD 시스템의 BS에 도달하는 통계적인 간섭량과 상대용량을 계산결과이고. 표 4는 고정된 TDD 시스템의 BS로부터의 간섭량과 상대용량 값을 계산한 결과이다.

표 3. TDD MS의 간섭량 및 상대용량[D=500m]

주파수 이격 [MHz]	간섭량 [dBm]	상대용량 $\gamma$ [%]
6	-99.43	100
5	-78.77	99
4	-52.43	90.3
3	-46.56	62.6

표 4. TDD BS의 간섭량 및 상대용량 [D=500m]

주파수 이격 [MHz]	간섭량 [dBm]	상대용량 $\gamma$ [%]
6	-57.21	96.78
5	-55.76	95.5
4	-54.74	94.3
4.2	-29.7	0

두 결과 모두 주파수 이격의 증가에 따른 정량적인 간섭량과 상대용량의 감소가 줄어들을 알 수 있으며, 이를 바탕으로 다양한 시나리오의 간섭량 계산과 용량 감소정도를 파악 할 수 있을 것으로 판단된다. 또한, 향후 이러한 간섭량 계산과 용량 감소의 분석을 통하여 IMT-2000 TDD와 FDD서비스, 개인 휴대인터넷과 무선랜서비스간의 간섭영향을 고려한 보호대역 설정에 활용할 계획이다. 따라서 표준으로 사용하게 될 시스템의 기준을 파악하고 시나리오 설정에 있어서 서비스 상황에 부합되게 사용한다면 보다 효과적이고 다양한 결과로부터 정확한 간섭량 계산과 보호대역 설정이 가능할 것을 판단된다.

V. 결론

본 논문에서는 FDD시스템의 용량 변화를 분석하기 위해서 TDD 시스템에서로부터의 간섭량을 통계적 방법인 Monte carlo 시뮬레이션을 통하여 계산하였다. 이는 장차 FDD와 TDD사이의 보호대역을 산출하는데 필요한 근거자료로 활용 될 것이 향후, 상세한 변수를 사용하여 정확한 간섭량을 분석함으로써, 이동통신 뿐만 아니라 대부분의 무선통신 서비스간의 보호대역 설정 및 공유방안 분석에 활용 될 것으로 판단 된다.

참고문헌

1. H. Hass, S. McLaughlin and G. J. R. Povey, "The Effects of Inter-System Interference in UMTS at 1920MHz," *Proceeding of IEE International conference in 3G 2000 Mobile Communication Technology*, pp. 103-107, IEE, March
2. H. Hass, S. McLaughlin and G. J. R. Povey, "The Effects of Interference between the TDD and FDD Mode in UMTS at the Boundary of 920MHz," *Proceeding of 6th IEEE Symp. on Spread Spectrum Tech. applis.*, pp. 486-490, IEEE, Sep. 2000.
3. ERC Report 63, "Monte Carlo Radio Simulation and Methodology" Feb. 2000.
4. 3rd Generation Partnership Project (3GPP) TR 25.942 V6.0, "Radio Frequency(RF) System Scenarios", Dec. 2002.
5. ERC/DEC/(99) 25, "On the harmonized utilisation of spectrum for terrestrial Universal Mobile Telecommunications Systems (UMTS) operating in the bands 1900 1980 MHz, 2010 2025 MHz and 2110 2170 MHz", Nov. 1999.
6. ERC Report 65, "Adjacent Band Compatibility between UMTS and other services in the 2 GHz band", 29 Nov. 1999.
7. 3rd Generation Partnership Project (3GPP) Technical Specification(TS) 25.105 V5.4., "UTRA (BS) TDD; Radio Transmission and Reception", Mar. 2003.
8. 3rd Generation Partnership Project (3GPP) Technical Specification(TS) 25.105 V5.4., "UTRA (MS) TDD; Radio Transmission and Reception", Mar. 2003.