

주파수공용통신 시스템과 디지털 이동전화 시스템간의 양립성 분석에 관한 연구

Study on Compatibility Analysis between TRS and Digital Mobile Communication System

김 은 철, 양 재 수, 김 진 영

(Eun Cheol Kim, Jae Soo Yang, Jin Young Kim)

Abstract: 본 논문은 주파수공용통신 시스템과 디지털 이동전화 시스템간의 양립성에 관해 분석하였다. 이 분석의 목적은 주파수공용통신 시스템의 기지국의 불요방사로부터 디지털 이동전화 시스템 이동국에 야기하는 간섭확률을 몬테카를로 방법을 이용하여 계산하여 양립성을 분석하는 것이다.

Keywords: 주파수공용통신 시스템, 디지털 이동전화 시스템, 양립성.

I. 서론

전파 자원은 국가의 무형자산으로서 자원이 한정되어 있는 반면에 이에 대한 수요가 급증하면서 전파 자원의 가치가 점점 높아지고 있다 [1,2]. 특히 이동통신, WLAN, 디지털 방송 및 위성통신을 비롯하여 RFID/USN (Radio Frequency Identification/Ubiquitous Sensor Network), UWB (Ultra Wide-Band) 통신, WiBro (Wireless Broadband) 등 무선을 이용하는 서비스가 급증하면서 한정된 전파 자원에 대한 수요가 계속 증가하고 있다.

급격한 주파수 사용의 증가와 함께 이용 가능한 전파는 주파수 대역이 점차 증가하고 있다. 이는 곧 고주파를 사용하는 서비스 상호간의 전파간섭 문제를 발생시킨다. 이 때 강한 전파를 송.수신하는 서비스에 비하여 전파천문업무와 같은 약한 전파를 송.수신하는 서비스는 상대적으로 피해가 크기 때문에 후자와 같은 서비스에 대한 적절한 보호가 필요하다. 따라서 한정된 전파자원을 상호공존의 원칙 아래 효율적으로 사용하기 위해 국제전기통신연합 (ITU : International Telecommunication Union)에서는 전파사용에 관한 규칙을 국제법으로 정하고 있으며 [3-4], 이는 국제통신연합 산하의 세계전파통신회의 (WRC : World Radiocommunication Conference)에서 제반 규정을 주기적으로 제정 또는 개정하고 있다. 또한 미국을 비롯한 선진 국가에서는 국가적인 차원에서 이를 효율적으로 이용하기 위한 기술을 개발하고, 이를

토대로 전파 정책을 수립하기 위한 활동이 활발하게 진행되고 있다.

이렇게 전파자원의 이용효율을 제고하고, 투명하고 유연한 주파수 공급 체계를 확보하기 위하여 업무간 양립성을 분석하여야 한다. 또한 여러 업무를 동일 주파수 대역 혹은 인접 주파수 대역에서 동시에 서비스하기 위해서는 할당된 주파수 대역에서 각 업무간 서로 영향을 주지 않아야 한다. 이를 위해 업무별로 주파수 대역을 할당할 때 각 업무간 일정 간격을 두고 주파수를 할당하는데, 이때 동종 업무간인지 이종 업무간인지에 따라 이 주파수 간격을 보호대역 (guard band) 혹은 채널간격 (channel spacing) 이라 한다.

본 논문에서는 몬테 카를로 방법을 이용하여 주파수공용통신 시스템과 디지털 이동전화 시스템간의 양립성을 분석하였다. 분석의 목적은 주파수공용통신 시스템의 기지국의 불요방사로부터 디지털 이동전화 시스템 이동국에 야기되는 간섭확률을 계산하는 것이다. 분석에 필요한 시스템의 정보는 서비스를 제공하는 사업자 및 ETSI EN 300 392-2 V2.5.1을 통하여 획득하였다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 제 II장에서는 몬테 카를로 방법에 대해 간략히 소개하였고, 제 III장에서는 간섭 분석에 사용되는 시스템의 특성을 나타내었다. 제 IV장 및 V장은 간섭 시나리오 및 시뮬레이션 결과를 제시하였다. 제 VI장에서 본 논문의 결론을 제시하였다.

II. 몬테 카를로 방법

몬테 카를로 방법은 랜덤과정의 시뮬레이션을 위하여 사용되어 왔으며, 정의된 확률분포함수로부터 랜덤변수들의 분포를 찾아

* 책임저자(Corresponding Author)

논문접수 : 2007.07.27, 채택확정 : 2007.07.30.

김은철, 양재수, 김진영: 광운대학교 전파공학과

(eun6210@nate.com, jyang1@paran.com, jinyoung@kw.ac.kr)

그를 선택하는 원리에 기초한다. 이 방법은 복잡한 통계적 문제들을 푸는 가장 강력하고 유용한 방법이라고 할 수 있다. 이는 일반적인 간섭 시나리오들이 하나의 모델로 포괄적으로 다루어질 수 있다는 것을 의미하고 접근방법이 매우 융통성이 있으며 합성된 간섭 시나리오들도 다룰 수 있다는 면에서 간섭 분석을 위한 가장 좋은 방법 중의 하나라고 할 수 있다. 이는 또한 시스템의 파라미터들을 어떻게 정의하는가에 따라 사실상 모든 무선 간섭 시나리오에 적용할 수 있다. 안테나 패턴, 방사 전력, 전파 경로 등의 각 가변 입력 파라미터는 통계적인 분포함수로 입력하도록 주어진다. 따라서 상대적으로 간단한 기본함수들을 사용하여 매우 복잡한 상황을 모델링 할 수 있으므로 방송국 (지상파 및 위성), 이동국 (지상파 및 위성), 점대점 (point to point), 점대다중점 (point to multi-point) 및 기타 다양한 무선통신시스템을 모두 다룰 수 있다.

몬테 카를로 기법을 이용한 시스템 레벨 시뮬레이션 방법 중 하나로 스냅샷 (snapshot) 방법이 있다. 이는 이동국의 움직임에 관계없이 서로 독립적인 특정 순간들의 상황들을 통계적으로 분석하는 방법이다. 즉 통계적인 데이터를 얻기 위해 반복적인 시도를 하게 되는데 각각의 시도에서 사용되는 모든 확률적인 변수들 (이동국의 위치, 송신전력 등)은 모두 이전 시도와 독립적이다. 즉 각 시도에서 사건들은 모두 iid (independent and identically distributed) 사건이다.

몬테 카를로 기법을 이용한 무선 시스템 시뮬레이션 절차는 다음과 같다.

- (1) 피간섭 이동국을 셀 내에 랜덤하게 위치시킨다.
- (2) 원하는 신호에 대한 피간섭 수신기의 link budget 을 경로 손실 모델, 안테나 이득 패턴, 송신 전력, 전력 제어 알고리즘, 원하는 송신기 위치를 이용하여 계산한다.
- (3) 피간섭 수신기 주위에 간섭원을 분포시킨다. (보통 균일하게 분포시킴)
- (4) 간섭원에 의해 전력제어가 수행되면 간섭 송신기에 관련된 수신기를 위치시키고 link budget 을 계산한다.
- (5) 각 간섭원의 특성은 모두 알고있어야 한다.
- (6) 피간섭 수신기에 대한 전체 간섭원의 영향은 각 간섭원의 영향이 더해진 값이다.
- (7) 간섭 레벨과 원하는 신호 세기가 알려지면 목표하는 C/I 를 만족하는지 확인한다.

정확한 몬테 카를로 알고리즘은 모델링된 시나리오에 따라 다르게 적용된다. CDMA 시스템 분석은 사용자 사이에 더 많은 상호작용 때문에 더

복잡한 알고리즘을 필요로 한다. CDMA 시스템에서는 많은 사용자가 동일한 채널을 이용한다. 피간섭 수신기 잡음 floor 는 더 이상 열잡음 한계에 관한 것이 아니고 간섭 한계에 관한 것이다. CDMA 시스템에서 사용하는 전력 제어 알고리즘은 동일 채널과 인접 채널 간섭을 고려하여 각 통신 링크가 C/I 를 만족하도록 한다. CDMA 시스템은 또한 간섭이 존재하는 셀 구석 부분에서 이득을 제공하는 소프트 핸드오버와 같은 특징을 가지고 있다.

III. 시스템 특성

A. 피간섭 링크 특성 - 디지털 이동전화 시스템

피간섭 링크의 시스템은 디지털 이동전화 시스템으로 실제 서비스중인 시스템의 파라미터에 기초하여 시스템 특성을 나타내었다. 표 1 은 디지털 이동전화 시스템의 파라미터를 나타내고 그림 1 은 디지털 이동전화 수신기의 블러킹 특성을 나타낸다.

표 1. 디지털 이동전화 시스템 파라미터.

파라미터	이동국 (피간섭 수신기)	기지국 (원하는 송신기)
채널 간격	1.23 MHz	1.23 MHz
송신 전력	23 dBm	43 dBm
수신기 대역폭	1.23 MHz	1.23 MHz
셀 반경	-	1 km
안테나 높이	1.5 m	30 m
안테나 이득	0 dBi	15.64dBi
선택도	-104 dBm	-117 dBm
수신기 보호비 (C/I)	7 dB	-3 dB
전력 제어 특성	-25 ~ -104 dBm, 1 dB step	설정된 Eb/No 를 유지하도록 code domain power 를 조정
수신기 블러킹	-30 dBm @ 900 kHz	87 dB @ 900 kHz

B. 간섭 링크 특성 - 주파수 공용통신

간섭 링크의 시스템은 주파수공용통신으로 ETSI EN 300 392-2 V2.5.1(2005-07) 및 시스템 사업자가 제공하는 파라미터를 기초로 하여 시스템 특성을

나타내었다. 표 2 는 주파수 공용통신의 시스템 파라미터를 나타내고, 표 3 과 4 는 각각 주파수 공용통신의 블러킹과 불요방사 특성을 나타낸다. 표 2 에서 셀 반경은 도심지역의 경우 1.4 km 이고 외곽지역은 8km 이다. ETSI EN 300 392-2 V2.5.1(2005-07)에는 선택도의 경우 이동국은 -103 dBm, 기지국은 -106 dBm 으로 기술되어 있고, 수신기 보호비는 19 dB 로 기술되어 있다.

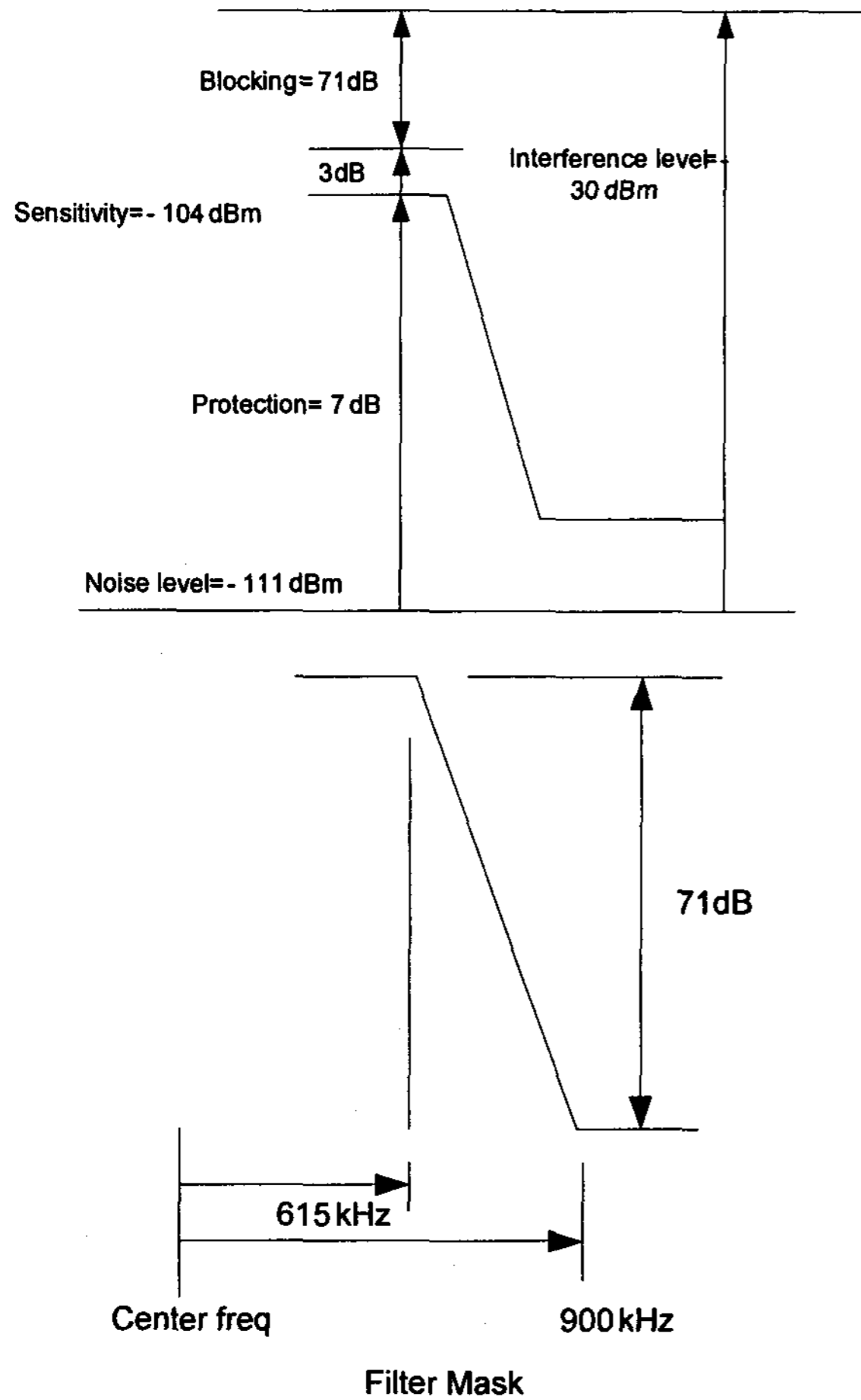


그림 1. 디지털 이동전화 수신기의 블러킹 특성.

표 2. 주파수 공용통신 (TRS) 시스템 파라미터.

파라미터	이동국 (원하는 수신기)	기지국 (간섭 송신기)
채널 간격	25 kHz	25 kHz
송신 전력	27.8 dBm	40 dBm
수신기 대역폭	18 kHz	18 kHz
셀 반경	-	5 km
안테나 높이	1.5 m	43 m
안테나 이득	2.14 dBi	14.14 dBi
선택도	-101 dBm	-104 dBm

수신기 보호비 (C/I)	18 dB	18 dB
수신기 블러킹	표 3 참조	표 3 참조

표 3. 주파수 공용통신 시스템의 블러킹 특성.

오프셋	간섭 신호 레벨
50 kHz ~ 100 kHz	-40 dBm
100 kHz ~ 200 kHz	-35 dBm
200 kHz ~ 500 kHz	-30 dBm
> 500 kHz	-25 dBm

표 4. 주파수 공용통신 시스템의 불요방사 특성.

오프셋	간섭 신호 레벨
25 kHz	-20 dBm
50 kHz	-30 dBm
75 kHz	-30 dBm
100 - 250 kHz	-40 dBm
250 - 500 kHz	-45 dBm
> 500 kHz	-50 dBm

IV. 간섭 시나리오

이 시나리오에서는 디지털 이동전화 시스템의 이동국이 주파수 공용통신 시스템의 기지국에 의해서 간섭을 받는 경우를 분석한다.

주파수 공용통신 시스템의 기지국과 디지털 이동전화 시스템의 이동국 사이의 거리에 대해서 간섭 시뮬레이션을 수행하였고, 주파수 공용통신의 경우 셀 반경은 5 km, 디지털 이동전화 시스템의 경우 셀 반경은 1 km 로 가정하였다. 이 간섭 시나리오에서 피간섭 링크와 간섭 링크의 관계를 그림 2 에 나타내었다.

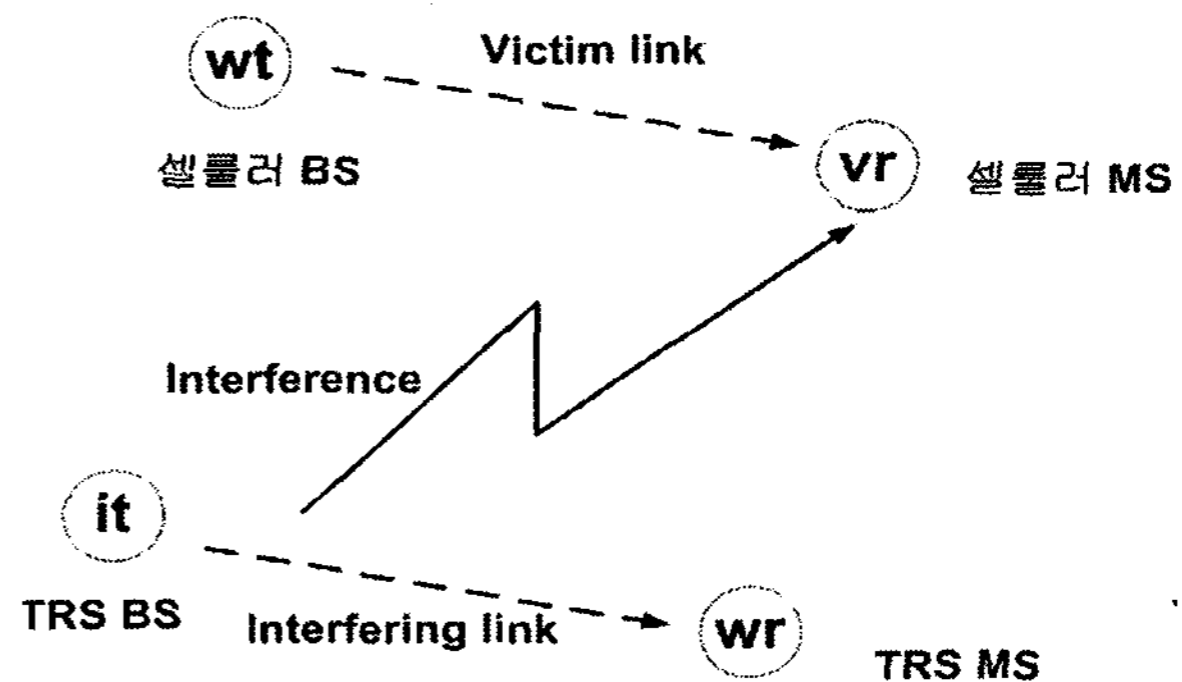


그림 2. 피간섭링크와 간섭링크의 관계.

그림 3 은 본 논문에서 고려한 시스템의 주파수 대역을 나타낸다. 주파수 공용통신의 경우 851 MHz 에서 867 MHz 까지 이동국의 수신을 위해서 할당되었고, 디지털 이동전화 시스템의 경우 869 MHz 에서 894 MHz 까지 이동국 수신을 위해서 할당 되었다.

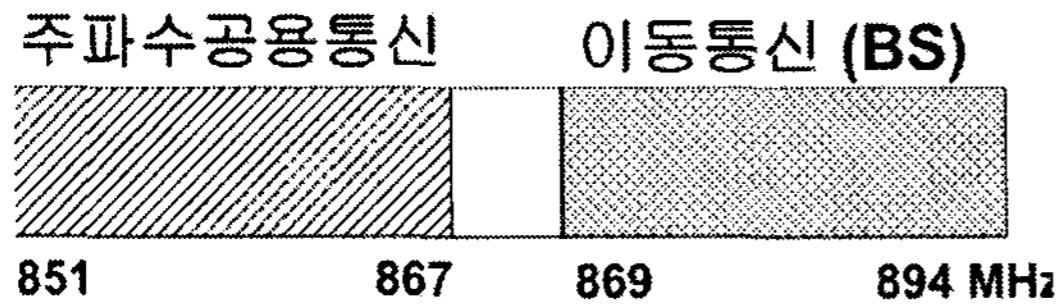


그림 3. 주파수 공용통신과 디지털 이동전화 시스템의 주파수 대역.

V. 시뮬레이션 결과

간섭 시뮬레이션에서는 간섭원인 주파수공용통신 시스템은 866.9875 MHz 에서 동작하고 출력 전력은 40 dBm, 피간섭원인 디지털 이동전화 시스템은 869.515 MHz 에서 동작하고, 출력 전력은 42 dBm 으로 가정하였다. 또한 간섭 시뮬레이션은 주파수공용통신 시스템의 기지국과 디지털 이동통신 시스템의 이동국 사이의 거리와 두 시스템 사이의 보호대역에 대해서 수행하였고, 전파 모델은 Extended Hata 모델을 사용하였고, 전파 환경은 도심 지역으로 가정한다.

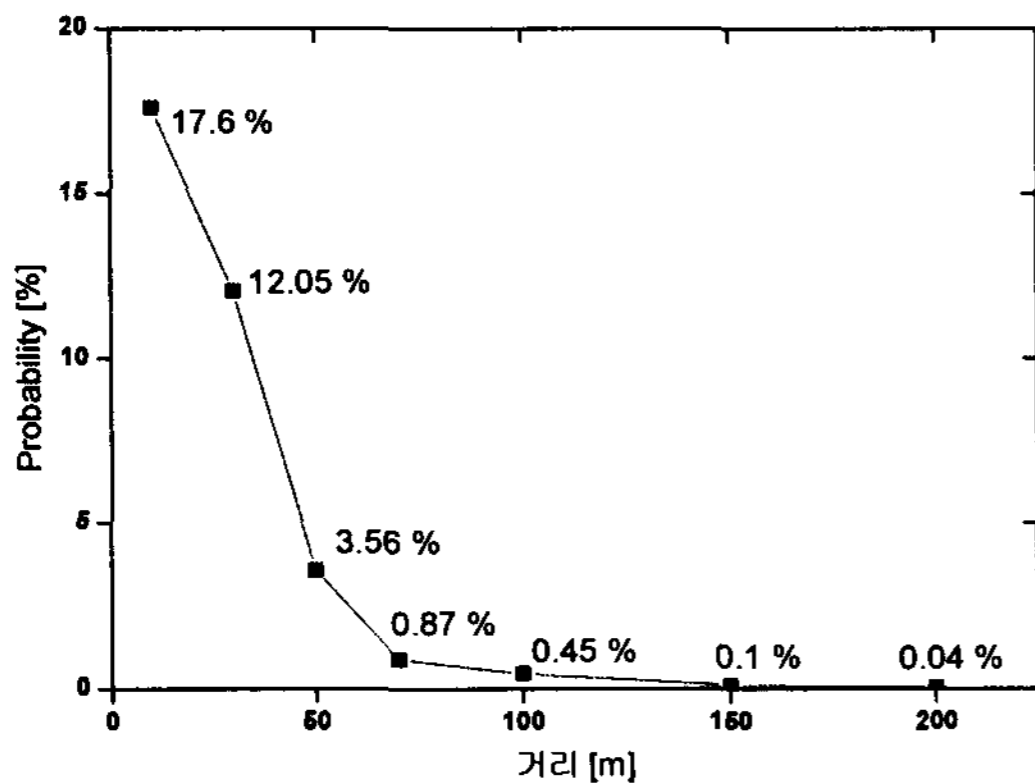


그림 4. 간섭 분석 결과.

그림 4 는 간섭 분석 결과를 나타낸다. CDMA 시뮬레이션 결과 피간섭 CDMA 시스템에서 평균 성능 손실은 7.88 이다.

IV. 결론

본 논문에서는 주파수 공용통신 시스템과 디지털 이동전화 시스템간의 양립성을 분석하였다. 주파수 이격이 2.5275 MHz 이고 출력이 각각 40 dBm, 42 dBm 인 경우, 간섭확률이 5% 이내이기 위해서는 약

45m 의 거리를 유지해야 하는 것을 확인할 수 있었다.

참고문헌

- [1] ETRI, 전파 자원이용기술개발, 1992-1999.
- [2] 김창주, 이혁재, "주파수 이용 효율 향상기술," *Telecommunications Review*. Vol. 11, No. 4, pp. 560-570, 2001.
- [3] Report ITR-R SM.2022, "The effect on digital communications systems of interference from other modulation schemes".
- [4] Recommendation ITU-R SM.328-10, "Spectra and bandwidth of emissions"



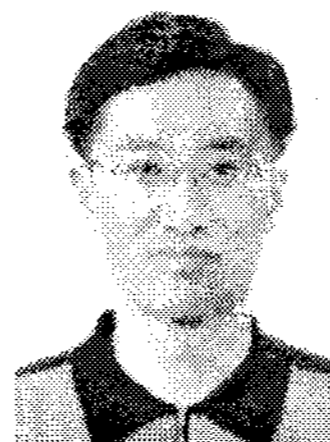
김은철

2003 년 광운대학교 전자공학부 (공학사). 2005 년 광운대학교 전파공학과 (공학석사), 2005 년 ~ 현재 광운대학교 전파공학과 박사과정 재학중. 관심분야는 이동통신, 디지털통신, 동기화.



양재수

1981 년 한국항공대학교 통신공학과 (공학사). 1985 년 건국대학교 전자공학과 (공학석사). 1993 년 미 NJIT 전기 및 컴퓨터공학 (공학박사). 1991 년 서울대 MBA 수료. 2006 년 ~ 현재 광운대학교 교수. 2007 년 ~ 현재 경기도 정보화보좌관. 관심분야는 디지털통신, RFID/USN, 차세대 이동통신.



김진영

1998 년 서울대 전자공학과 (공학박사). 1998 년 ~ 2000 년 미국 Princeton University, Research Associate. 2000 년 ~ 2001 년 SK 텔레콤 네트워크 연구원 책임연구원. 2001 년 ~ 현재 광운대학교 전파공학과 교수.

관심분야는 디지털 통신, 신호처리, 채널 부호화.