

FHSS 및 DSSS 방식 소출력 무선기기간 간섭 분석에 관한 연구

A Study on Interference Analysis between FHSS and DSSS Short Range Radio Devices

김진영 · 김은철 · 양재수* · 류충상** · 오성택**

Jin Young Kim · Eun Cheol Kim · Jaesoo Yang* · Chung Sang Ryu** · Seong Taek Oh**

요 약

본 논문에서는 FHSS 방식의 소출력 무선기기와 DSSS 방식의 소출력 무선기기가 동일 주파수 대역에 존재하는 경우 업무간 간섭을 분석하였다. 분석 방법은 몬테 카를로 방법을 이용하여 DSSS 방식의 소출력 무선기기의 불요 방사가 FHSS 방식의 소출력 무선기기에 미치는 영향을 간섭 확률 측면에서 계산하였다. 간섭 시뮬레이션은 DSSS 방식의 소출력 무선기기의 대역폭과 충격 계수에 따른 간섭량을 계산하였고, 전파 모델은 자유 공간으로 가정하였다. 그리고 간섭원과 피간섭원 사이의 거리에 따른 영향을 수신기에서의 BER 측면에서 분석하였다. 간섭 분석 결과, 간섭원의 대역폭보다는 충격 계수가 시스템 양립성에 많은 영향을 주는 것을 확인할 수 있었고, 단일 간섭원과 다중 간섭원이 존재하는 경우 BER 기준을 만족하는 이격 거리를 확인할 수 있었다.

Abstract

In this paper, we investigate interference between short-range radiocommunication devices(SRDs) with frequency hopping spread spectrum(FHSS) and direct sequence spread spectrum(DSSS) methods when they are in the same frequency bands. In order to analyze interference from unwanted emission of SRD with DSSS to that of FHSS, Monte-Carlo(MC) simulation method is employed and interference probabilities are calculated. We simulate interference scenarios in accordance with several duty cycles and bandwidths. It is also assumed that the propagation model is free space. The effect of distance between interfering transmitter and victim receiver is analyzed and bit error rate(BER) is simulated. From the interference analysis results, it is shown that duty cycle affects compatibility more than bandwidth does. Also, we can make sure of the separation distance which satisfies BER criterion when there are only one interfering transmitter and multiple interfering transmitters.

Key words : Interference, FHSS Short-Range Radio Device, DSSS Short-Range Radio Device, Monte-Carlo Simulation Method, Separation Distance, Interfering Transmitter, Victim Receiver

I. 서 론

최근 반도체 집적 기술과 무선 전송 기술의 급속

한 발전으로 인해 전파자원은 방송 통신 서비스뿐만 아니라 텔레메틱스, 디지털 홈, RFID/USN 서비스 등의 일상생활 전반에서 사용되고 있다. 다양한 디지털

「본 연구는 전파연구소 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.」

광운대학교 전파공학과(Department of Wireless Communications Engineering, Kwangwoon University)

*경기도청(GyeongGi-Province Office)

**전파연구소(Radio Research Laboratory)

· 논문 번호 : 20071130-25S

· 수정완료일자 : 2008년 1월 22일

털 콘텐츠 제공이 가능한 서비스가 등장하고, 광대역 네트워크 및 첨단 무선 통신 서비스 도입 등으로 전파자원의 수요는 더욱 증가하고 있다. 이에 미국, 영국 등 주요국은 전파자원의 가치를 인식하고 국가 경쟁력을 향상시키기 위해 미래의 전파 정책에 대한 비전 제시와 전파자원의 국가 전략적 가치 증대를 목적으로, 주파수 경매제 및 임대제 등 시장 기반의 주파수 정책, 주파수 대역별 용도 제한 완화로 사업자 자율성 확대, 비면허기기 확산과 신기술 도입을 위한 비면허 대역 확대 등 유연한 전파자원 정책을 추진하고 있다. 이와 같이 주파수는 현재뿐 아니라 미래로 갈수록 중요성이 확대되는 국가의 기간 자원으로로서의 의미를 갖고 있다. 따라서 국가간 주파수 자원 확보 경쟁이 심화되고 있다^{[1]~[4]}.

한정된 주파수 자원의 부족 문제를 해결하기 위해서는 주파수 이용 효율의 극대화가 필요하며, 무선 통신 업무간 양립성을 분석하여 주파수 자원의 이용 효율을 제고하고 투명하고 유연한 주파수 공급 체계를 확보하여야 한다. 양립성이란 어떠한 무선 통신 업무가 동일 또는 인접 주파수 대역에서 다른 무선 통신 업무들에 간섭을 발생시키지 않으며, 다른 무선 통신 업무들로부터 간섭을 받지 않고 운용될 수 있는 능력을 말한다. 실제로 불요 방사에 의해 무선 업무로 야기되는 영향은 거의 대부분이 전파 간섭에 의한 것이다. 전파 간섭이라 함은 어떤 전파를 수신하고 있을 때 원래의 목적 이외의 각종 전파가 혼합되어, 불필요한 에너지 수신에 의해 성능 저하, 오류에 의해 나타나는 정보의 손실을 말한다. 즉, 전파 간섭은 시스템의 성능과 스펙트럼의 효율성을 저하시킨다. 이에 국제전기통신연합(ITU: International Telecommunication Union)에서는 전파 사용의 효율성을 증가시키기 위해 전파 사용에 관한 규칙을 국제법으로 정하고 있으며^{[5]~[10]}, 이는 국제통신연합 산하의 세계전파통신회의(WRC: World Radiocommunication Conference)에서 제반 규정을 주기적으로 제정 또는 개정하고 있다. 따라서 인접 또는 동일 주파수 대역에 존재하는 각 업무들간의 불요 방사에 의한 간섭량을 분석하여 양립성을 평가함으로써 낭비되는 주파수 자원을 최소화 시키고 주파수 자원 이용 효율을 극대화 시킬 수 있다.

본 논문에서는 FHSS 방식의 소출력 무선기기

(SRD: Short-range Radio Device)와 DSSS 방식의 소출력 무선기기가 동일 주파수 대역에 존재하는 경우 두 시스템간에 불요 방사에 의해 발생하는 간섭을 분석하였다. 여기서 소출력 무선기기관 당해 무선기기로부터 10미터 거리에서 측정된 전계 강도, 공중선 전력 또는 공중선 전력밀도의 허용치 중 하나를 만족하는 무선기기이다^[11]. 간섭 시나리오에서 간섭원은 DSSS 방식의 소출력 무선기기이고, 피간섭원은 FHSS 방식의 소출력 무선기기이다. 간섭 분석은 충격 계수(duty cycle)와 간섭원의 대역폭에 따른 간섭확률을 몬테 카를로 시뮬레이션 방법^{[12]~[14]}을 이용하여 분석하였다.

또한, 간섭원과 피간섭원의 이격 거리에 따른 불요 방사에 의한 간섭의 영향을 알아보기 위해 단일 간섭원이 셀 반경 내에 존재하는 경우와 여러 개의 간섭원이 셀 반경 내에 존재하는 경우에 대하여 분석하였다. 분석 방법은 수신기에 수신되는 원하는 신호와 간섭 신호를 이용하여 통신 시스템에서 일반적으로 사용하는 BER을 측정하였다^{[15]~[17]}. 본 논문에서는 단순히 이격 거리에 따른 간섭 신호의 영향을 알아보려고 하므로 채널 부호화 기법 등의 BER을 향상시키기 위한 여러 가지 신호 처리 기법은 고려하지 않았다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 제Ⅱ장에서는 몬테 카를로 방법에 대하여 간략히 소개하였다. 제Ⅲ장에서는 간섭 분석에 사용되는 두 시스템의 특성을 나타내었고, 제Ⅳ장에서는 간섭 분석 시나리오를 제시하였다. 제Ⅴ장은 간섭 분석 결과를 나타내었고, 마지막으로 본 논문의 결론을 제Ⅵ장에서 제시하였다.

Ⅱ. 몬테 카를로 방법

몬테 카를로 방법은 랜덤과정의 시뮬레이션을 위하여 사용되어 왔으며, 정의된 확률 분포 함수로부터 랜덤 변수들의 분포를 찾아 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 접근 방법이 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 기본 함수들을 사용하여 매우 복잡한 상황을 모델링 할 수 있으므로 방송국(지상파 및 위성), 이동국(지상파 및 위성), 점 대 점(point to point), 점 대 다중점(point to multi-point) 및 기타 다양한 무선 통신 시스템을 모두 다룰 수 있다.

몬테 카를로 기법을 이용한 시스템 레벨 시뮬레이션 방법 중 하나로 스냅샷(snapshot) 방법이 있다^{[18]~[21]}. 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, 송신 전력 등)은 모두 이전 시도와 독립적이다. 즉, 각 시도에서 사건들은 모두 i.i.d.(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 budget을 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 전력 제어가 수행되면 간섭 수신기에 관련된 수신기를 위치시키고 link budget을 계산한다.
- (5) 각 간섭원의 특성은 모두 알고 있어야 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 noise floor는 더 이상 열 잡음 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

3-1 피간섭 링크 특성 - FHSS 방식의 소출력 무선기기

피간섭 링크의 시스템은 FHSS 방식의 소출력 무선기기로, 채널 간격은 500 kHz이고, 송신기의 송신 전력은 10 dBm, 셀 반경은 10 m이다. 본 시스템의 특성 파라미터를 표 1에 정리하였다.

3-2 간섭 링크 특성 - DSSS 방식의 소출력 무선기기

간섭 링크의 DSSS 방식의 소출력 무선기기의 시스템 특성 파라미터를 표 2에 나타내었다. 여기서 바닥 잡음(noise floor)은 식 (1)을 이용하여 계산할 수 있다.

$$\text{바닥 잡음} = \text{민감도} - \text{수신보호비}. \quad (1)$$

따라서 바닥 잡음은 $-83 - 25 = -108$ dBm이다.

표 1. FHSS 방식 소출력 무선기기의 특성 파라미터
Table 1. Characteristic parameters of FHSS SRD.

파라미터	송신기	수신기
채널 간격	500 kHz	500 kHz
송신 전력	10 dBm	-
수신 대역폭	-	500 kHz
셀 반경	10 m	10 m
안테나 높이	1.5 m	1.5 m
안테나 이득	0 dBi	0 dBi
Active 간섭원 수	1개	
민감도	-	- 83 dBm
수신기 보호비(C/I)	-	25 dB

표 2. DSSS 방식 소출력 무선기기의 특성 파라미터
Table 2. Characteristic parameters of DSSS SRD.

파라미터	송신기	수신기
채널 간격	500 kHz	500 kHz
송신 전력	10 dBm	-
수신 대역폭	-	500 kHz
셀 반경	10 m	10 m
안테나 높이	1.5 m	1.5 m
안테나 이득	0 dBi	0 dBi
Active 간섭원 수	1개	
민감도	-	-83 dBm
대역의 방사	-36 dBm/1 MHz	-
수신기 보호비(C/I)	-	25 dB

IV. 간섭 시나리오

4-1 시나리오 1

이 시나리오에서는 FHSS 방식의 소출력 무선기기와 DSSS 방식의 소출력 무선기기가 동일 주파수 대역에 존재하는 경우, DSSS 방식의 소출력 무선기기에 의해서 FHSS 방식의 소출력 무선기기에 야기되는 간섭 확률을 몬테 카를로 분석방법을 통하여 계산하였다. 간섭 시뮬레이션은 DSSS 방식의 소출력 무선기기의 대역폭 및 총격 계수에 따라 수행하였다.

이 때 DSSS 방식의 소출력 무선기기의 송신기가 간섭원으로 동작하며, 간섭 원인 DSSS 소출력 무선

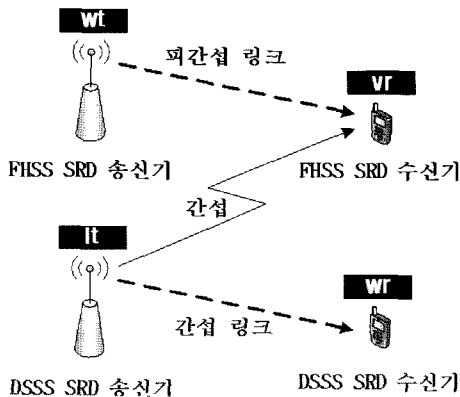


그림 1. 시나리오 1에서 간섭 링크와 피간섭 링크의 관계
Fig. 1. Interfering link/victim link at scenario 1.

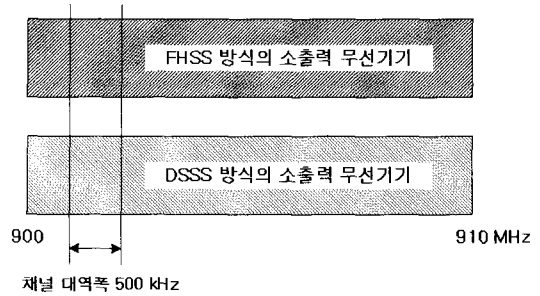


그림 2. FHSS 방식의 소출력 무선기기와 DSSS 방식의 소출력 무선기기의 주파수 대역
Fig. 2. Band allocations of FHSS and DSSS SRD.

기기 사이의 셀 반경은 10 m, 피간섭 원인 FHSS 방식의 소출력 무선기기 사이의 셀 반경은 10 m, 간섭원과 피 간섭원과의 거리는 50 m로 가정하였다. 이 간섭 시나리오에서 간섭 링크와 피간섭 링크의 관계는 그림 1과 같다. 여기서 w_i 는 피간섭 수신기가 수신해야 할 신호를 전송하는 송신기, v_r 은 w_i 가 송신하는 신호를 수신하면서 동시에 i_r 가 송신하는 간섭 신호를 수신하는 피간섭 수신기, i_r 는 w_i 가 수신해야 할 신호를 송신하면서 동시에 v_r 에 간섭 신호를 송신하는 간섭 송신기, w_r 은 i_r 가 송신하는 신호를 수신해야 하는 수신기이다.

그림 2는 분석에서 고려한 시스템의 주파수 대역을 나타낸다. 간섭 원인 DSSS 방식의 소출력 무선기기의 경우 900 MHz에서 910 MHz까지 10 MHz의 주파수 대역을 사용하며, 피 간섭 원인 FHSS 방식의 소출력 무선기기의 경우 동일한 주파수 대역을 사용한다고 가정하였다. 두 시스템 모두 500 kHz의 채널 대역폭을 가지므로 총 20개의 채널을 갖는다.

4-2 시나리오 2

이 시나리오에서는 900.25 MHz 주파수를 사용하는 DSSS 방식의 소출력 무선기기 송신기가 수신기에 10 dBm의 전력을 송신하고, 900.25 MHz 주파수를 사용하는 FHSS 방식의 소출력 무선기기 송신기가 수신기에 10 dBm의 전력을 송신하는 경우, 인접한 DSSS 방식의 소출력 무선기기 송신기에 의하여 FHSS 방식의 소출력 무선기기 수신기가 받는 간섭의 영향을 간섭원과 피간섭원의 이격 거리(Y) 및 피 간섭 링크의 이격 거리(X)에 따라 분석한다. 이 때

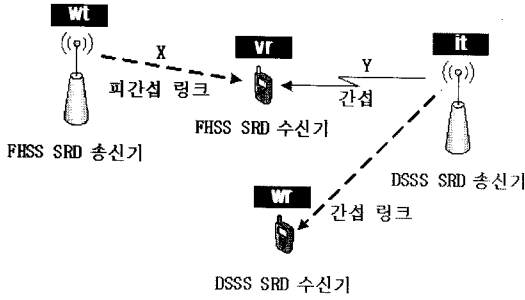


그림 3. 시나리오 2에서 간섭 링크와 피간섭 링크의 관계

Fig. 3. Interfering link/victim link at scenario 2.

두 시스템 모두 셀 반경이 10 m이고, QPSK 변조 신호를 송·수신한다고 가정한다. 경로 손실 모델은 Hata 모델이고, 환경은 중·소 규모의 도시로 가정하였다. 또한, 채널 부호화는 하지 않는 것으로 가정하였다.

그림 3은 이 시나리오에서 간섭 링크와 피간섭 링크의 관계를 나타낸다. 여기서 X는 FHSS 소출력 무선기기 송신기와 수신기 사이의 거리를 나타내고, Y는 DSSS 소출력 무선기기 송신기와 FHSS 소출력 무선기기 수신기와의 거리를 나타낸다.

4-3 시나리오 3

이 시나리오는 간섭원이 여러 개 존재하는 경우를 가정한 것이다.

900.25 MHz 주파수를 사용하는 FHSS 방식의 소출력 무선기기 송신기가 수신기에 10 dBm의 전력을

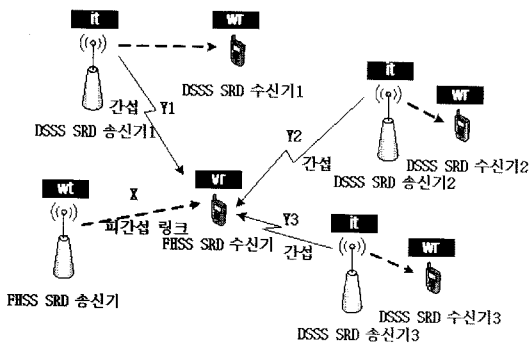


그림 4. 시나리오 3에서 간섭 링크와 피간섭 링크의 관계

Fig. 4. Interfering link/victim link at scenario 3.

송신하고, 900.25 MHz 주파수를 사용하는 DSSS 방식의 소출력 무선기기 송신기 세 개가 수신기에 각각 10 dBm의 전력을 송신하는 경우, 인접한 DSSS 방식의 소출력 무선기기 송신기에 의하여 FHSS 방식의 소출력 무선기기 수신기가 받는 간섭의 영향을 간섭원과 피간섭원의 이격 거리(Y_1, Y_2, Y_3) 및 피간섭 링크의 이격 거리(X)에 따라 분석한다. 이 때 두 시스템 모두 셀 반경이 10 m이고, QPSK 변조 신호를 송·수신한다고 가정한다. 경로 손실 모델은 Hata 모델이고 환경은 중·소규모의 도시로 가정하였다. 또한, 채널 부호화는 하지 않는 것으로 가정하였다.

그림 4는 이 시나리오에서 간섭 링크와 피간섭 링크의 관계를 나타낸다. 여기서 X는 FHSS 소출력 무선기기 송신기와 수신기 사이의 거리를 나타내고, Y_1, Y_2, Y_3 는 각각 세 개의 DSSS 소출력 무선기기 송신기들과 FHSS 소출력 무선기기 수신기와의 거리를 나타낸다.

V. 시뮬레이션 결과

5-1 시나리오 1 결과

시나리오 1에 따른 간섭 분석 시뮬레이션에서는 피간섭 원인 FHSS 방식의 소출력 무선기기는 500 kHz의 채널 대역폭을 가지고, 10 MHz의 주파수 대역을 가지고 있는 것으로 가정한다. 또한, 간섭 원인 DSSS 방식의 소출력 무선기기는 주파수 대역폭을 25 kHz에서 10 MHz까지 변화시키면서 간섭 분석을 수행하였다. 또한, DSSS 방식의 소출력 무선기기의 충격 계수를 1%, 10%, 100%로 변화시키면서 각 경우의 두 시스템간의 간섭 확률을 분석하였다. 이 때 두 시스템의 서비스 영역은 동일하게 설정하였고 간섭원의 개수는 1개로 가정하였으며, 전파 모델은 자유 공간으로 가정하였다. 또한, 양립성 여부를 판단하기 위하여 최대 허용 간섭 확률은 5%로 가정하였다.

표 3 및 그림 5는 시나리오 1의 간섭 분석 결과를 나타낸다. 표 3으로부터 DSSS 방식의 소출력 무선기기의 충격 계수가 1%이면 이 시스템의 대역폭에 관계없이 간섭 확률이 5% 이하이므로, DSSS 방식

표 3. DSSS 방식의 소출력 무선기기의 대역폭 및 충격 계수에 따른 간섭 확률

Table 3. Interference probability in accordance with bandwidth and duty cycle of DSSS SRD.

DSSS 방식의 소출력 무선기기 대역폭	간섭 확률 [%]		
	Duty cycle =1 %	Duty cycle =10 %	Duty cycle =100 %
25 kHz	0.91	9.54	79.04
5 MHz	1.08	9.97	81.12
10 MHz	1.23	10.63	90.07

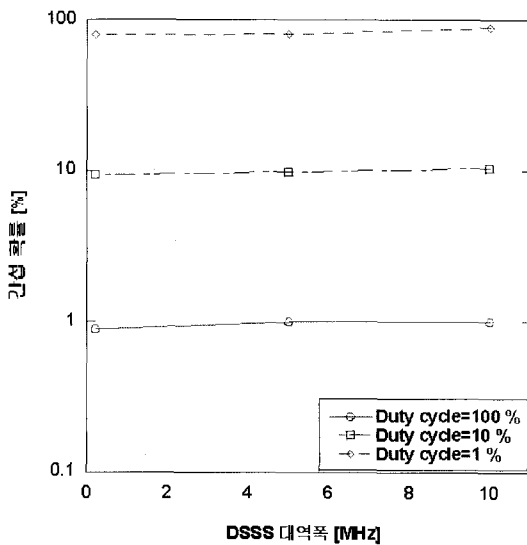


그림 5. DSSS 방식의 소출력 무선기기의 대역폭 및 충격 계수에 따른 간섭 확률

Fig. 5. Interference probability in accordance with bandwidth and duty cycle of DSSS SRD.

의 소출력 무선기기와 FHSS 방식의 소출력 무선기기가 동일 주파수 대역을 공유하더라도 두 시스템은 양립할 수 있다는 것을 알 수 있다. 하지만 충격 계수가 5% 와 10% 인 경우는 모두 간섭 확률이 최대 허용 간섭 확률을 초과하므로 동일 주파수 대역에서 두 시스템을 모두 서비스할 수는 없다. 또한, 실험 결과로부터 간섭 확률이 DSSS 방식의 소출력 무선기기의 대역폭 변화보다는 충격 계수의 변화에 더 많은 영향을 받는다는 것을 확인할 수 있다.

5-2 시나리오 2 결과

시나리오 2에 따른 간섭 분석 시뮬레이션에서는

표 4. 간섭원과 피간섭원간의 거리에 따라 피간섭원에 수신되는 전력

Table 4. Received power of victim receiver in accordance with distance between interfering transmitter and victim receiver.

Y [m]	간섭 전력 [dBm]
1	-159.567
2	-172.736
3	-180.439
4	-185.905
5	-190.144
6	-193.608
7	-196.537
8	-199.074
9	-201.312
10	-203.313

피간섭 링크의 거리가 각각 X=4 m, X=7 m, X=10 m 인 경우, 간섭원과 피간섭원의 거리에 따라 간섭 분석을 수행한다. 여기서 FHSS 방식의 소출력 무선기기가 송신한 신호(원하는 신호)와 DSSS 방식의 소출력 무선기기가 송신한 신호(간섭 신호)를 이용하여 간섭의 영향을 피간섭 수신기에서의 BER로 나타내었다. 최대 허용 BER은 10^{-5} 으로 가정하였다.

표 4는 그림 3에서 간섭원과 피간섭원간의 거리, Y에 따라 피간섭원에 수신되는 간섭 전력을 나타낸다.

그림 6은 시나리오 2의 간섭 분석 결과를 나타낸다. 가로축은 간섭원과 피간섭원간의 거리를 나타낸다. 여기서 셀 반경이 10 m이므로 간섭원과 피간섭원간의 거리가 10 m까지 변하는 경우에 대하여 BER 성능을 분석하였다. 간섭 분석 결과, 피간섭 링크의 거리가 7 m와 10 m인 경우는 BER 성능이 10^{-5} 을 초과하므로 FHSS 방식의 소출력 무선기기는 정상적으로 동작할 수 없다. 하지만 피간섭 링크의 거리가 4 m인 경우, 간섭원과 피간섭원간의 거리가 약 6.3 m 이상이 되면 BER 기준을 만족하므로 FHSS 방식의 소출력 무선기기는 정상적으로 동작할 수 있다.

5-3 시나리오 3 결과

시나리오 3에 따른 간섭 분석 시뮬레이션에서는 간섭원인 DSSS 방식의 소출력 무선기기 송신기 세

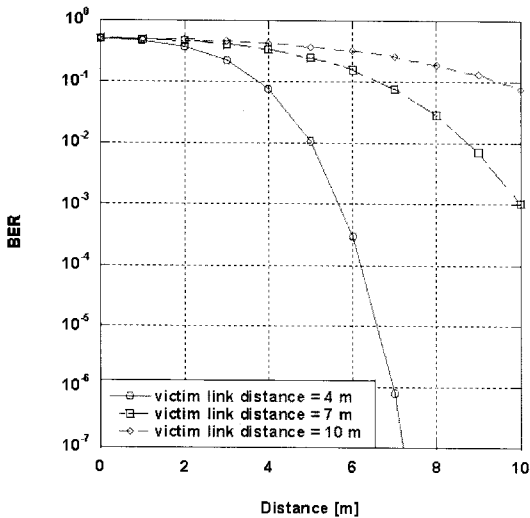


그림 6. 간섭원과 피간섭원의 거리(Y) 및 피간섭 링크의 거리(X)에 따른 BER 성능

Fig. 6. BER versus distance between interfering transmitter and victim receiver performance with various victim link distances.

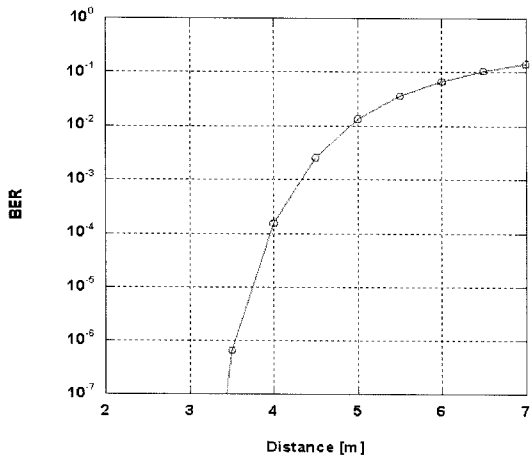


그림 7. 간섭원이 7 m, 8 m, 10 m 거리에 3개 존재하는 경우 피간섭 링크의 거리에 따른 BER 성능

Fig. 7. BER versus victim link distance performance with various distances between interfering transmitter and victim receiver.

개가 피간섭 수신기로부터 각각 $Y_1=7\text{ m}$, $Y_2=8\text{ m}$, $Y_3=10\text{ m}$ 거리에 존재하고, 피간섭 수신기인 FHSS 방식의 소출력 무선기기 수신기는 고정되어 있으며, FHSS 방식의 소출력 무선기기 송신기가 이동하여

피간섭 링크의 거리가 변하는 경우 간섭 분석을 수행한다. 마찬가지로 간섭의 영향은 피간섭 수신기에서의 BER로 나타내었고, 최대 허용 BER은 10^{-5} 로 가정하였다.

그림 7에서 가로축은 피간섭 링크의 거리를 나타낸다. 그림에서 볼 수 있는 바와 같이 시나리오 3의 경우 피간섭 링크의 거리가 약 3.8 m 이상이 되면 간섭 신호의 양이 BER 기준을 초과하여 FHSS 방식의 소출력 무선기기는 정상적으로 동작할 수 없다.

VI. 결론

본 논문에서는 주파수 도약 확산 스펙트럼 방식의 소출력 무선기기와 직접 시퀀스 확산 스펙트럼 방식의 소출력 무선기기가 동일 주파수 대역에 존재하는 경우 양립성을 분석하였다.

두 시스템이 900~910 MHz 대역을 공유하는 경우, 주파수 도약 확산 스펙트럼 방식의 소출력 무선기기가 직접 시퀀스 확산 스펙트럼 방식의 소출력 무선기기로부터 받는 간섭량을 간섭원의 대역폭 및 충격 계수에 따라 몬테 카를로 방법을 이용하여 간섭확률로 표현하였다. 본 논문에서 양립성을 판단하는 기준으로 최대 허용 간섭 확률 5%로 가정하였다. 간섭 분석 결과, 간섭 원인 직접 시퀀스 확산 스펙트럼 방식의 소출력 무선기기의 대역폭보다는 이의 충격 계수가 양립성에 많은 영향을 주는 것을 확인할 수 있다. 그리고 간섭원의 충격 계수가 10%와 100%인 경우는 가정한 최대 허용 간섭 확률 5%를 초과하기 때문에 두 소출력 무선 기기가 동일 주파수 대역에서 양립할 수 없음을 알 수 있다.

또한, 간섭원과 피간섭원의 이격 거리 및 피간섭 링크의 이격 거리에 따른 간섭량을 분석하였다. 물론 채널 부호화를 하지 않고 단순히 간섭 신호에 따른 BER 성능을 보인 것은 실제의 경우와는 맞지 않을 수도 있다. 하지만 간섭 신호와 거리와의 관계를 나타내고, 이를 통신 시스템에서 일반적으로 사용하는 방식으로 표기하기 위해 간단한 시스템에 적용한 것이다. 본 논문의 결과는 특정 시나리오를 설정하여 시뮬레이션을 실행한 것이므로, 이 방식을 좀더 일반화 한다면 여러 성능을 개선할 수 있는 채널 부호화 등의 여러 기법을 적용한 결과 역시 도출할 수

있을 것이고, 이는 본 논문의 결과와는 다를 것으로 예상된다.

참 고 문 헌

- [1] 정보통신부, Wireless IT 고도화와 산업 진흥을 위한 전파자원 증·장기 이용 계획, 2002년.
- [2] ETRI, 전파 자원이용기술개발, 1992~1999년.
- [3] 정보통신정책연구원, 전파자원 이용·관리 발전 방안 연구, 2002년.
- [4] 김창주, 이혁재, "주파수 이용 효율 향상 기술", *Telecommunications Review*, 11(4), pp. 560-570, 2001.
- [5] *Report ITU-R SM.2022-1*, "The effect on digital communications systems of interference from other modulation schemes", 2005.
- [6] *Recommendation ITU-R SM.328-11*, "Spectra and bandwidth of emissions", May 2006.
- [7] *Recommendation ITU-R SM.329-10*, "Unwanted emissions in the spurious domain", Feb. 2003.
- [8] *Recommendation ITU-R SM.1539-1*, "Variation of the boundary between the out-of-band and spurious domains required for the application of recommendations ITU-R SM.1541 and ITU-R SM.329", Nov. 2002.
- [9] *Recommendation ITU-R SM.1540*, "Unwanted emissions in the out-of-band domain falling into adjacent allocated bands", Jul. 2001.
- [10] *Recommendation ITU-R SM.1541-2*, "Unwanted emissions in the out-of-band domain", May 2006.
- [11] 전파연구소 고시 제2005-50호, 방송·해상·항공·전기통신사업용 외의 기타업무용 무선설비의 기술 기준, 2005년.
- [12] *Report ITU-R SM.2028-1*, "Monte Carlo simulation methodology for the use in sharing and compatibility studies between different radio services or systems", 2002.
- [13] *ERC report 68*, "Monte-Carlo simulation methodology for the use in sharing and compatibility studies between different radio services or systems", Jun. 2002.
- [14] *ERC report 101*, "A comparison of the minimum coupling loss method, enhanced minimum coupling loss method, and the Monte-Carlo simulation", May 1999.
- [15] J. G. Proakis, *Digital Communications*, 4th Ed., New York: McGraw-Hill, 2001.
- [16] R. E. Zimmer, R. L. Peterson, *Digital Communications and Spread Spectrum Systems*, New York: Macmillan, 1985.
- [17] B. Sklar, *Digital Communications Fundamentals and Applications*, 2nd Ed., New Jersey: Prentice Hall PTR, 2001.
- [18] 연세대학교, 차세대 이동통신 주파수 자원 개발에 관한 연구, 2004년 12월.
- [19] *3GPP TS 25.848 V4.0.0*, "Physical layer aspects of UTRA high speed downlink packet access", Mar. 2001.
- [20] *3GPP2 TSG-C.R1002*, "1xEV-DV evaluation methodology(v12.1)", May 2003.
- [21] *GPP TS 25.848 V4.0.0*, "Physical layer aspects of UTRA high speed downlink packet access", Mar. 2001.

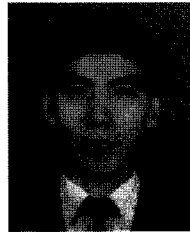
김진영



1998년: 서울대학교 전자공학과 (공학박사)
 1998년~2000년: 미국 Princeton University, Research Associate
 2000년~2001년: SK텔레콤 네트워크 연구원 책임연구원
 2001년~현재: 광운대학교 전파공학과 교수

[주 관심분야] CDMA, Mobile and Satellite Communication, Adaptive Antenna Array, Detection and Estimation, Information Theory, Channel Coding

류충상



1998년: 광운대학교 전자공학과 (공학박사)
 1998년~현재: 전파연구소 공업연구관
 [주 관심분야] Radio Propagation, Technical Regulation

김은철



2003년: 광운대학교 전자공학부 (공학사)
 2005년: 광운대학교 전파공학과 (공학석사)
 2005년~현재: 광운대학교 전파공학과 공학박사과정

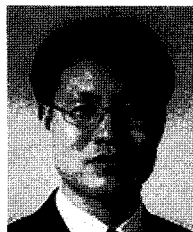
[주 관심분야] CDMA, UWB, OFDM MIMO, Synchronization, Compatibility Analysis Between Radio Services

오성택



1997년: 원광대학교 전자공학과 (공학석사)
 1997년~현재: 전파연구소 공업연구사
 [주 관심분야] Radio Propagation, Technical Regulation

양재수



1993년 1월: 미국 NJIT 전기 및 컴퓨터공학 (공학박사)
 1991년 7월: 서울대학교 MBA 수료
 1981년 3월~1981년 12월: MIC 통신사무관
 1982년 1월~2006년 1월: KT 인터넷시설부장, 인터넷사업국장, 전

화상품팀장, 월드컵통신팀장, 중앙지사장

2006년 3월~현재: 광운대학교 교수

2007년 2월~현재: 경기도 정보화보좌관

[주 관심분야] BeN, Next Mobile Communications, RFID/USN, Ubiquitous Home Networking