

논문 2011-2-14

무선랜에 의한 WiBro 간섭 영향 분석

Analysis on the Interference Effect of WLAN on WiBro

심용섭*, 이일규**

Yong-Sup Shim, Il-Kyoo Lee

요 약 본 논문은 2.4 GHz 대역을 사용하는 IEEE 802.11b 기반의 무선랜 서비스가 인접대역을 사용하는 WiBro 서비스에 미치는 간섭의 영향을 MC(Monte Carlo) 원리를 이용하여 분석하였다. 분석을 위한 시나리오는 무선랜 서비스가 1 번 채널의 주파수대역(2401 MHz ~ 2423 MHz)을 사용하고 WiBro(Wireless Broadband) 서비스가 주파수대역(2345 MHz ~ 2355 MHz)를 사용하는 경우로 WiBro 수신기가 무선랜의 AP(Access Point)에 근접할수록 간섭이 커진다. 이 때, 무선랜 AP와 WiBro 수신기 사이의 거리를 변화 시켰을 때, 간섭 확률 5 % 이하를 만족시키는 보호 거리를 산출하였다. 또한, 설정된 보호 거리에서 간섭 확률 5 % 이하를 만족하기 위한 요구되는 간섭 송신 파워를 산출하였다. 그 결과, 보호 거리는 약 60 m로 산출되었고 보호거리를 10 m로 설정하였을 때, 요구되는 무선랜의 간섭 송신 파워는 -9.5 dBm으로 분석되었다.

Abstract This paper analyzes the interference effect of WLAN(Wireless Local Area Network) service on WiBro(Wireless Broadband) service in adjacent frequency band by using Monte Carlo method. For the analysis, we make scenario that WLAN service operates on frequency band of 2401 MHz ~ 2423 MHz and WiBro service operates on frequency band of 698 MHz ~ 704 MHz. In case of WiBro receiver is close to WLAN AP(Access Point), the interference will be increased. So, we calculate the protection distance between WiBro receiver and WLAN AP to meet interference probability of 5 % below and required interference power of WLAN AP to meet interference probability of 5 % below in the case of fixed protection distance. As a result, the protection distance of 60 m and -9.5 dBm of required interference power of WLAN AP at 10 m of the fixed protection distance are analyzed.

Key Words : 간섭 영향, 무선랜, WiBro, 보호 거리, 간섭 송신 파워

I. 서 론

주파수 자원은 국가의 무형자산으로써, 자원이 한정되어 있는 반면에 새로운 서비스들이 출현함에 따라 이에 대한 수요가 급증하고 있다. 특히, 1990년대 디지털 이동통신의 성장과 더불어, 2000년대에 오면서 무선 인터넷을 중심으로 한 무선 데이터 서비스의 도입, 그리고 일상

생활에서 무선랜 및 블루투스 등의 소출력 무선 기기들이 보편화되면서 무선 자원의 희소성과 그에 따른 가치가 입증되어 왔다^[1].

따라서, 한정적인 주파수 자원을 보다 효율적으로 이용하기 위해 사용하지 않는 주파수를 최소화하고 최적의 보호 대역을 설정하는 등의 노력이 국가적 차원에서 절실한 상황이다. 하지만, 주파수 자원의 이용 효율에만 치중하여 주파수를 사용한다면 필연적으로 전파 간섭 문제가 수반된다. 전파 간섭은 통신의 질적인 부분과 밀접한 관련을 갖는 중요한 문제로 이를 해결하기 위해 무선 인지 기술과 대역폭 통합 등의 기술이 개발되고 있다.

*준회원, 공주대학교/한국전자통신연구원

**정회원, 공주대학교 전기전자제어공학부

접수일자: 2010.10.25, 수정일자: 2011.2.17

게재확정일자: 2011.4.15

특히, 무선랜과 같은 소출력 무선기기의 사용이 증가하면서 이와 인접대역을 사용하는 WiBro(Wireless Broadband) 서비스와의 양립성 문제가 대두되고 있다. 따라서, 무선랜 서비스가 WiBro 서비스에 미치는 간섭을 분석하여 WiBro 서비스 보호를 위한 방안을 마련하고자 한다.

방송통신위원회는 그림 1과 같이 주파수 대역 2.4 ~ 2.4835 GHz에 걸쳐 총 83.5 MHz 대역폭에 13개 채널을 갖는 무선랜 서비스를 할당하였고 주파수 대역 2.345 ~ 2.355 GHz에 걸쳐 총 10 MHz 대역폭에 WiBro 서비스를 할당하여 운용하고 있다^[2].

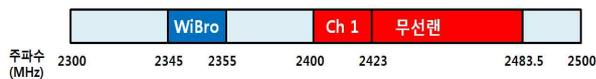


그림 1. 무선랜과 WiBro의 주파수 할당
Fig. 1. Frequency allocation of WLAN and WiBro

그림 1과 같이 무선랜과 WiBro 서비스가 인접대역에 할당된 상황에서, 무선랜 AP(Access Point)의 간섭 신호로부터 WiBro 서비스를 보호하기 위한 보호 거리를 산출하고 임의의 보호 거리를 설정하였을 때, 이에 따라 요구되는 무선랜 AP의 간섭 송신 파워를 산출하였다.

II. 본 론

1. 간섭 분석 방법

간섭 분석 방법으로는 ITU-R(International Telecommunication Union-Radiocommunication)의 보고서 SM.2028에 기술된 “Monte Carlo” 원리를 이용하였다. Monte Carlo 원리는 최적의 스펙트럼 관리를 위해 유럽에서 주로 사용되는 통계적 분석 방법으로 다양한 무선 통신 시나리오를 구성하고 서비스별 특성 파라미터를 입력하여 실제 환경에 가까운 분석을 제공한다^[3].

전파 환경에서 원하는 신호(그림 2)와 간섭 신호(그림 3)는 시간에 따라 랜덤하게 변하기 때문에 각각의 독립적 시행을 통해 통계적인 분석이 요구된다.

각 시행마다 dRSS(desired Received Signal Strength)와 iRSS(interfering Received Signal Strength)를 산출하여 dRSS와 iRSS의 비에 따라 간섭이 판정된다.

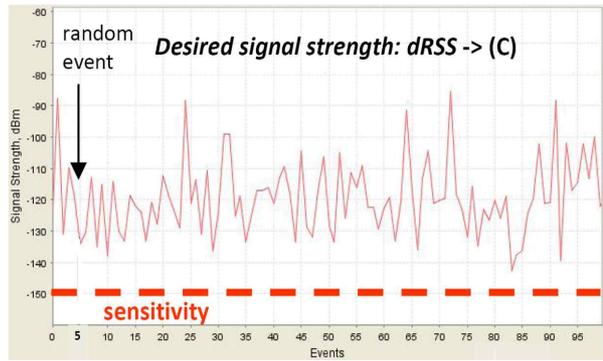


그림 2. 원하는 신호의 랜덤 분포
Fig. 2. Random distribution of wanted signal

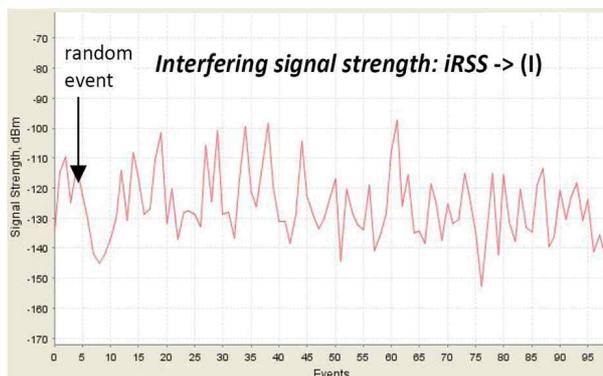


그림 3. 간섭 신호의 랜덤 분포
Fig. 3. Random distribution of interfering signal

그림 4는 간섭을 판정하는 과정으로 각각의 시행에서 생성된 원하는 신호(C)와 간섭 신호(I)의 비율은 통신이 가능한 기준으로 설정된 C/I를 초과하는지 비교한다.

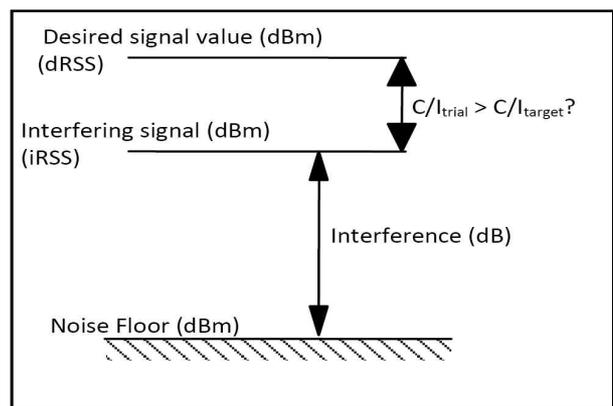


그림 4. 문턱값 C/I의 비교
Fig. 4. Comparison of threshold C/I value

각 사건의 C/I값과 기준 C/I값의 비교를 반복하여 통신이 가능한 확률(P)을 식 1과 같이 산출한다.

$$P = P\left(\frac{dRSS}{iRSS} > \frac{C}{I} \mid dRSS > Sensitivity\right) \quad (1)$$

Sensitivity : 안정된 통신을 보장하는 피간섭원 수신기의 감도

간섭 확률은 식 2와 같이 1에서 앞서 구한 통신이 가능한 확률을 뺀 값으로 계산된다.

$$\text{간섭 확률} = 1 - P \quad (2)$$

2. 시나리오

분석을 위한 시나리오는 그림 5와 같이 WiBro 수신기가 무선랜의 AP에 근접했을 때, 무선랜의 대역외 방사 신호가 WiBro 수신기에 간섭으로 작용한다.



그림 5. 간섭 시나리오
Fig. 5. Interfering scenario

그림 6은 간섭 링크와 피간섭 링크를 나타내고 있으며 간섭 송신기(I_t)는 무선랜이고 피간섭 수신기(V_r)는 WiBro이다. 간섭 송신기와 피간섭 수신기가 보호 거리만큼 이격되어 각각의 셀 직경안에서 랜덤하게 위치할 때, 보호 거리에 따른 간섭의 확률을 도출한다^[4].

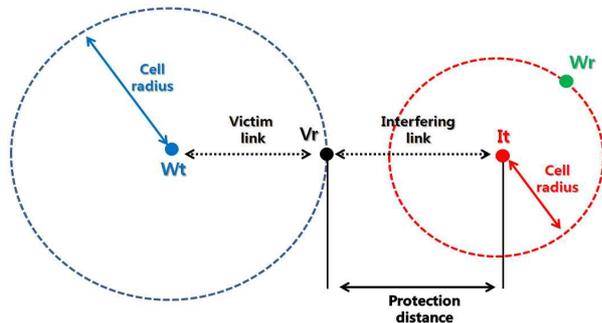


그림 6. 간섭링크와 피간섭링크의 분포
Fig. 6. Distribution of interfering link and victim link

3. 시뮬레이션을 위한 파라미터

가. 무선랜

간섭원으로써, 2.4 GHz 대역을 이용하는 IEEE 802.11b 표준의 무선랜 특징을 표 1에 나타내었다^[5]. 표 1의 파라미터는 통계적 분석을 위해 필요한 파라미터로 앞서 설정한 시나리오의 특성을 반영한다.

표 1. 무선랜의 특징
Table 1. Characteristic of WLAN

항 목	특 성
주파수(Ch 1)	2412 MHz
송신파워	23 dBm
대역폭	22 MHz
안테나 높이	3 m
안테나 이득	0 dBi
전파 모델	자유 공간
간섭원의 수	1 개
변조방식	DSSS/CCK
전송속도	11 Mbps
전송거리	70 ~ 100 m

피간섭 수신기에 수신되는 간섭의 종류에는 불요 방사, 블러킹, 상호 변조에 의한 간섭 등이 있으며 이 중에서 불요 방사를 나타내는 대역외 방사 신호를 포함한 무선랜 서비스의 방사 마스크를 그림 7과 같이 나타내었다^[6].

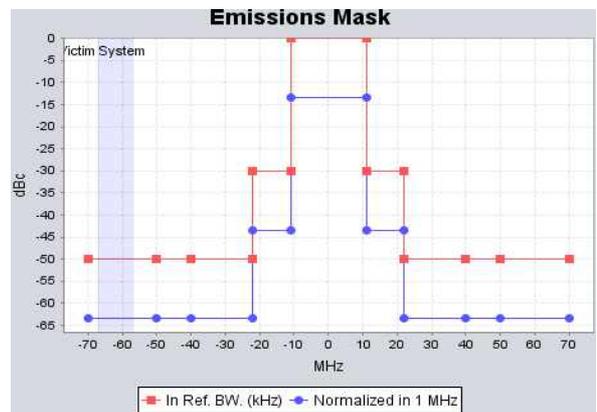


그림 7. 무선랜의 방사 마스크
Fig. 7. Emission mask of WLAN

방사 마스크는 새로운 시스템이 도입될 때마다 규정 되어야 하는 송신 신호의 PSD(Power Spectral Density)

로써, 기준 대역폭에 따라 정해져야 한다. 방사 마스크의 대역외 방사 전력이 WiBro 수신 대역폭에 들어왔을 때 간섭이 발생한다.

나. WiBro

WiBro 서비스는 국가별로 2.3 ~ 2.5 GHz 대역에 할당되어 사용하고 있으며 피간섭원으로써, 2.3 GHz 대역을 이용하는 국내의 WiBro 서비스 특징을 표 2에 나타내었다^[7].

표 2. WiBro의 특징
Table 2. Characteristic of WiBro

항 목	특 성
주파수	2350 MHz
송신파워	43 dBm
대역폭	10 MHz
안테나 높이	1.5 m
안테나 이득	0 dBi
전파 모델	자유 공간
보호비(I/N)	-6 dB
변조방식	OFDM
전송속도	50 Mbps
전송거리	1000 m

그림 8은 피간섭원 수신기의 필터 특성을 나타낸다. 필터 특성은 Blocking 간섭 신호를 제거하는데 있어 중요한 요소로 시스템 특성에 따라 요구 규격이 정해진다.

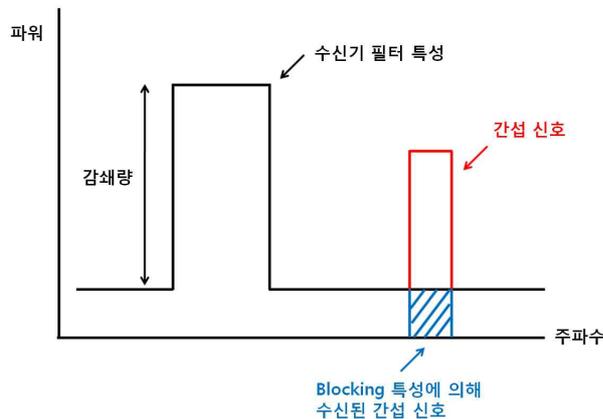


그림 8. 수신기 필터 특성
Fig. 8. Characteristic of receiver filter

WiBro 수신기의 필터 특성이 우수하여 Blocking 간섭

을 무시할 만큼 제거한다고 가정하여 시뮬레이션 분석하였다.

4. 분석 결과

가. 간섭 확률

It의 송신파워를 고정하고 It와 Vr 사이의 물리적 거리 즉, 보호 거리를 변화시켰을 때, 보호 거리에 따른 간섭 확률을 표 3과 그림 9에 나타내었다.

표 3. 간섭 확률
Table 3. Interference probability

보호 거리(m)	간섭 확률(%)
1	99.98
5	96.66
10	80.77
20	38.82
30	18.41
40	11.02
50	7.53
60	5.47
70	4.36
80	3.34
90	2.63
100	2.43

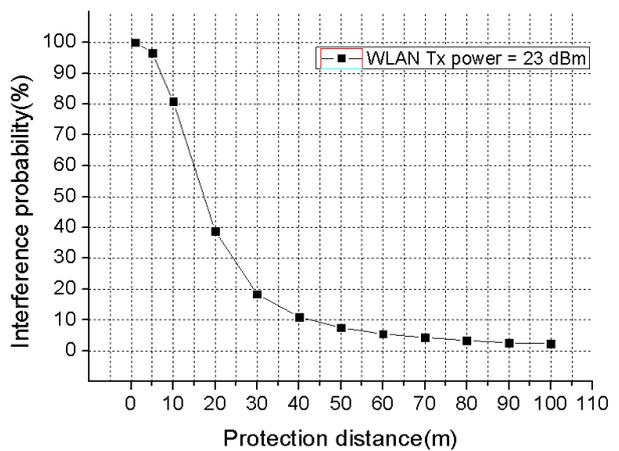


그림 9. 간섭 확률
Fig. 9. Interference probability

그림 9에서 보듯, It와 Vr 사이의 보호거리가 증가할수록 경로손실이 커지면서 간섭신호의 감소로 인해 간섭확률이 낮아짐을 확인할 수 있다. WiBro 서비스 보호를 위

해 무선랜의 허용 간섭 확률이 5 % 이하로 요구될 때, 이를 만족하기 위해서는 60 m 이상의 보호거리가 요구된다.

나. 간섭 송신 파워

무선랜 AP와 WiBro 수신기 사이의 보호 거리가 충분히 확보되지 못할 경우에는 무선랜 AP의 송신신호를 제한함으로써 WiBro 서비스를 보호할 수 있다. 이와 같이 보호 거리가 고정된 경우, 간섭의 영향을 받지 않도록 제한되는 무선랜의 간섭 송신 파워를 표 4와 그림 10에 나타내었다.

표 4. 간섭 송신 파워
Table 4. Interfering transmit power

보호 거리(m)	간섭 파워(dBm)
1	-32
5	-18.5
10	-9.5
20	1
30	8
40	15
50	19
60	23
70	25
80	27
90	28
100	29

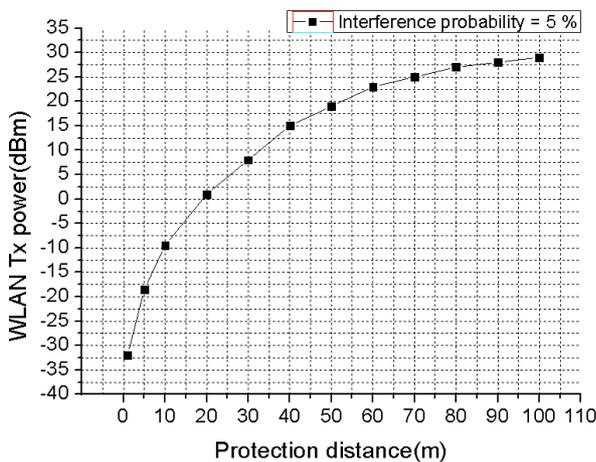


그림 10. 간섭 송신 파워
Fig. 10. Interfering transmit power

그림 10에서 보듯, I_t 와 V_r 의 보호 거리가 증가함에 따라 간섭 확률 5 % 이하를 만족하기 위한 무선랜의 간섭 송신 파워가 증가하였다. 공간적인 제약으로 인해 이격할 수 있는 보호 거리가 10 m인 경우, WiBro 수신기 보호를 위해서 무선랜 AP의 송신파워는 -9.5 dBm 이하로 제한되어야 한다.

III. 결 론

본 논문에서는 무선랜 서비스가 인접 대역에 할당된 WiBro 서비스에 미치는 간섭을 MC 방식을 이용하여 분석하였다. 분석 결과, WiBro 서비스 보호를 위해 간섭 확률 5 % 이하를 만족하는 60 m의 보호 거리와 보호 거리를 10로 설정했을 때, 요구되는 무선랜의 간섭송신 파워는 -9.5 dBm으로 분석되었다. 본 결과는 무선랜으로부터 WiBro 서비스를 보호하기 위한 방안으로 활용될 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- [1] 정신교 외, “WiBro(휴대인터넷)용 주파수 연구, 한국전파진흥협회, 2004.12
- [2] 조평동 외, “초보자를 위한 무선랜 길라잡이”, 초고속무선랜포럼, 2005
- [3] CEPT Administrations, “Monte - Carlo Simulation methodology for the use in sharing and compatibility studies between different radio services or systems”, ERC within the CEPT, Feb.2000.
- [4] ECO, “SEAMCAT Handbook”, CEPT, 2010.01
- [5] 3COM Corporation, “IEEE 802.11b Wireless LANs” 3COM, 2000
- [6] Tanim M. Taher “Symbol Shaping for Barker Spread Wi-Fi Communications”, IEEE.2007
- [7] WiMAXforum, “Mobile WiMAX-Part I:A Technical Overview and Performance Evaluation”, WiMAXforum, August. 2006

저자 소개

심 용 섭(준회원)



- 2005 : 공주대학교 정보통신공학부 전
기전자정보공학과(공학사)
- 2010 : 공주대학교 대학원 정보통신공
학과(공학석사)
- 2010 ~ 현재 : 한국전자통신연구원
전자파환경팀 위촉연구원
- 2011 ~ 현재 : 공주대학교 대학원
정보통신공학과(박사과정)

<주관심분야 : RF 시스템, 전파간섭, EMC>

이 일 규(정회원)



- 1994 : 충남대학교 대학원
전자공학과(공학석사)
- 2003 : 충남대학교 대학원
전자공학과(공학박사)
- 1997 ~ 2004 : ETRI 선임연구원
- 2007 ~ 2008 : Georgia Institute of
Technology 교환교수

• 2004 ~ 현재 : 공주대학교 전기전자제어공학부 부교수
<주관심분야 : RF 부품 및 시스템, 안테나 및 전파전파,
전파 간섭>