
통신시스템간 동일채널에서 단말간 이격거리에 따른 간섭확률 분석

조주필* · 이일규**

Analysis of Interference Probability according to Distance between Communication
Systems in Co-channel

Juphil Cho* · Il-Kyoo Lee**

요 약

본 논문에서는 이기종 시스템이 동일 주파수 대역을 공유하는 경우의 상호 공존성 분석을 위한 파라미터로 단말간 이격거리에 따른 간섭 확률 분석을 수행하였다. 각각의 시스템들간의 간섭 영향을 고려하기 위해, 간섭시스템이 WiBro, 희생시스템이 WLAN인 경우와 WiBro가 간섭을 받는 환경에서의 간섭확률을 분석하였다. 간섭 송신기가 WiBro인 경우와 WLAN인 경우 그의 출력 전력 레벨을 각각 25dBm과 23dBm 으로 설정하여 이격거리에 따른 간섭 확률을 분석하였다. 이를 통해 향후 실제 필드에서 채널 공유를 위한 기준 데이터에 사용할 수 있을 것이다.

ABSTRACT

In this paper, we analyze the interference probability according to distance between mobile stations as a parameter which is be used for analysis for co-existing in co-channel of different systems. In order to consider interfering between each systems, we analyze two cases. First, WiBro is an interfering transmitter and WLAN is a victim receiver. Second, WLAN is an interfering transmitter and WiBro is a victim receiver. When interfering transmitter is WiBro and WLAN, interference probability according to distance between systems is analyzed by setting transmit power of 25 and 23 dBm, respectively. These simulation results can be applied into criteria data for channel co-existing issue in real field.

키워드

TV방송대역, 간섭확률, 동일주파수 대역, 상호 공존

Key word

TVWS, Interference probability, co-channel, coexistence

* 정회원 : 군산대학교 전파공학과 (stefano@kunsan.ac.kr)

접수일자 : 2011. 06. 19

** 정회원 : 공주대학교 전기전자제어공학과 (교신저자, leeik@kongju.ac.kr)

심사완료일자 : 2011. 08. 04

I. 서 론

현재 무선 통신 기술에서 한정된 주파수 자원의 주파수 자원 이용 효율을 높이기 위하여 셀 분할, 효율적인 변조방식, 다중접속방식, 스펙트럼 확산 방식, 적응형 변조 및 에러제어 기술 등이 응용되고 있다[1]. 국내에서는 주파수 자원을 효율적으로 사용하기 위한 방안으로 ISM 대역의 설치뿐만 아니라 무선인지 기술(CR : Cognitive Radio)을 전제로 한 주파수공유대역의 개념이 제시되고 있으며, 다수의 소출력 무선기기를 주파수공유대역에 혼용시키고자, 서로 다른 전파형식 또는 통신방식을 갖는 무선 시스템들이 상호간 간섭을 주지 않는 조건 하에서 공통으로 사용하는 주파수 대역을 의미하는 FACS(Flexible Access Common Spectrum)의 개념이 제시되었다[2].

실제 전 세계적으로 무선통신분야에서 통신과 방송의 융합을 추진하고 있으나 주파수 자원은 극히 부족한 상황이다. 이러한 전파자원의 부족현상을 해소하기 위해 시간적 공간적으로 사용하지 않은 주파수 대역을 찾아 이를 통신에 활용하는 주파수 공유기법과 새로운 컨버전스용 단말 및 모듈구현에 적합하도록 최근에 새롭게 제시된 스펙트럼 센싱을 기반으로 하는 무선인지 기술에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다 [3]. TV White Space 대역은 현재 활발하게 IEEE 802 계열 각 표준에서 이용하기 위하여 새로운 제안이 계속 진행되고 있으며, CR 사용자들간의 효율적인 상호 회피 기능 및 공존을 위한 상호공존 기능은 MAC 계층에서 수행하여야 할 기본적인 기능이며 또한 핵심내용이다.[4]

이에 본 논문에서는 방송채널에서 WiBro와 WLAN의 공존을 가능케 하기 위한 사전 단계로 필요한 파라미터 및 그를 활용한 특성 분석등을 수행하였다. 본 논문에서는 Wireless LAN (WLAN)과 Wireless Broadband (WiBro)이 DTV 대역에서 작동하고, WiBro는 WLAN과 동일채널에서 작동한다고 가정한다. 또한 WLAN과 WiBro가 잠재적으로 서로를 간섭한다고 가정한다. 본 논문은 시스템의 최적화를 위한 공유 핵심 파라미터의 적절한 값을 찾기 위해 시뮬레이션을 수행하였다. 이를 위해 WLAN과 WiBro의 간섭 영향을 와이브로 이동 단말이 WLAN에 간섭을 미치는 경우와 무선랜 단말이 와이브로 이동 단말에 영향을 끼치는 경우의 두 가지 시나리오에 대해 분석하였다.

분석 방법으로는 WLAN UE와 WiBro MS 사이의 보호 거리, 이에 따른 간섭확률등이 주로 고려되었다.

II. TVWS에서의 공유 시스템 환경

국내 방송에서의 주파수별 DTV/DMB 채널 배치 환경을 고려하여 본 논문에서의 분석은 진행되었다. DMB/DTV 채널의 174 - 698(185/481/687) MHz에서 WiBro와 WLAN 시스템의 공존을 위한 시나리오가 수행되었으며, 주파수 공유 분석시 적용된 WiBro 이동단말의 시뮬레이션 파라미터 값은 표 1과 같다. 표에서와 같이 두 시스템의 채널 사용은 인접한 채널이 아닌 같은 채널에서의 공존을 가정하였다.

표 2는 WLAN 시스템의 공유 성능 분석을 위해 사용된 파라미터를 보이고 있다. DMB/DTV 채널에서 WiBro 시스템과의 이격거리 대비 간섭확률 분석을 수행하였다. 또한 WLAN 단말의 출력은 23dBm을 적용하였다. 표 3은 WiBro 이동단말 수신기의 차단 응답을 보이고 있다. 그리고, WLAN 시스템을 위해 IEEE 802.11b 모델을 적용했으며, 그림 1은 802.11b의 blocker profile을 보이고 있다.

표 1. WiBro 시스템의 주요 변수
Table. 1 Main parameters of WiBro

Parameter	Value	Units
Frequency	Co-channel with WLAN	MHz
Bandwidth	10	MHz
Base station (BS)		
Transmit power	33	dBm
Antenna height	30	m
Mobile Stations (MS)		
Transmit power	25	dBm
Antenna height	1.5	m
Noise floor	-107	dBm/MHz
Noise Figure	7	dB
S/N	9.4	dB
Sensitivity	-90.6	dBm

표 2. WLAN 시스템의 주요 변수
Table. 2 Main parameters of WLAN

Parameter	Value	Unit
Frequency	185/481/687	MHz
Reception Bandwidth	22	MHz
Receiver Sensitivity	-55.33	dBm
Interference Criteria(C/I)	10	dB
Noise Floor	-90.41	dB
Antenna Height	Rx 1.5/Tx 2.5	m
Antenna Azimuth	0~360	Deg.
Antenna Peak Gain	6	dBi
Antenna Pattern	Omni-direction	
Output Power	23	dBm

표 3. 와이브로 이동단말의 차단 응답
Table. 3 WiBro MS Receiver Blocking Response

Frequency offset [MHz]	Attenuation [dBr]
±5	0
±10	33
±20	47

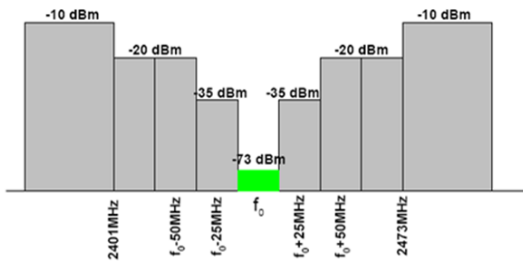


그림 1. 802.11b blocker 프로파일
Fig. 1 802.11b blocker profile

III. TVWS에서 휴대서비스를 위한 공유 파라미터 설정 및 분석 방법

도심에서의 실내 환경이 기본으로 가정되었으며 이를 통한 공유 변수 설정 및 분석이 수행되었다. 이기종 시스템간의 주파수 공유를 위해 각종 파라미터의 변화에 따른 서로간의 간섭확률을 구할 때 간섭 시스템으로

는 WiBro 시스템을, 희생 시스템으로는 WLAN 시스템을 먼저 가정하였고, 반대의 경우인 간섭(Interfering) 시스템에 WLAN, 희생(Victim) 시스템에 WiBro인 경우를 또한 가정하였다. 또한, 전파 전파 모델중에서 3개의 채널 환경을 선택하여 상호 공존성 분석을 수행하였다. 즉, (1) 자유공간 모델, (2) Extended HATA 채널 모델, (3) IEEE 802.11b 채널 모델을 사용하여 상호 공존성 분석을 위한 이격거리간 간섭확률을 분석하였다. 그림 2는 두 시스템이 동일 주파수 대역을 공유하는 경우를 보이고 있고, 그림 3은 각 시스템이 인접한 주파수를 공유하면서 서로의 간섭을 보이는 경우를 보이고 있다. 본 논문에서는 그림 2의 경우를 가정하여 분석을 수행하였다.

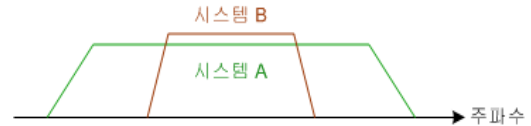


그림 2. 두 시스템이 동일 주파수 대역을 공유
Fig. 2 Two systems share the co-channels

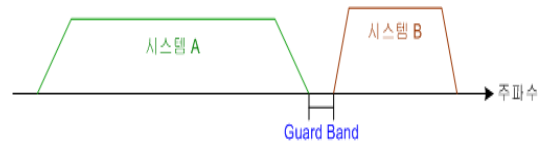


그림 3. 두 시스템이 인접주파수 대역을 공유
Fig. 3 Two systems share the adjacent channels

그림 2의 동일채널의 공유를 바탕으로 한 경우를 가정하여 WiBro MS가 WLAN UE에 간섭을 제공하는 경우를 고려하였다. 이 경우는 그림 4와 5의 두 가지 시나리오로 나누어진다.

그림 4는 단일 WLAN 단말과 단일 WiBro 간의 간섭 영향을 보이고 있으며 가장 기본적인 경우에 해당이 된다. 그림 5는 확장된 형태로 하나의 무선랜 단말에 여러 개의 WiBro 단말들이 간섭 영향을 보이고 있다. 이 경우 각각의 단말들은 보호 거리가 계산되지하도록 설계되었다.

각각의 시나리오에 대한 영향 분석은 기본적으로 Monte-Carlo simulation 방법에 기반을 두고 있는 시뮬레이션 tool인 SEAMCAT을 통해서 이루어졌다.

해당 실험에서 두 시스템간의 간섭이 발생하는 기준은 victim(피간섭) 수신기(Vr)가 최소 허용 값 이하의 간섭 비율 carrier(C/I)을 갖도록 설정되었다.

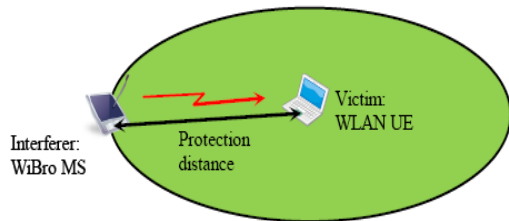


그림 4. WLAN UE의 단일 WiBro MS 간섭 시나리오
Fig. 4 Scenario of single WiBro MS interference with WLAN UE

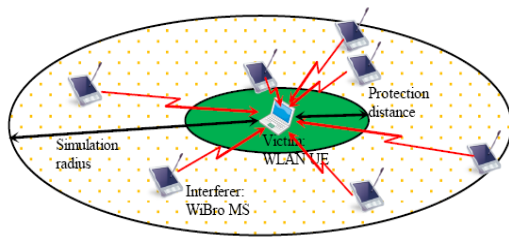


그림 5. WLAN UE의 multiple WiBro MSs 간섭 시나리오
Fig. 5. Scenario of multiple WiBro MSs interfering with WLAN UE

IV. 모의 실험

모의실험에 이용된 각각의 시스템에 있어서 서로 다른 링크에 대한 전파 모델은 별도로 다음과 같이 가정된다: Victim 링크인 WLAN 시스템을 위해 확장형 Hata SRD 모델이 사용되었고 (Wt: 원하는 송신기(Wanted transmitter) → Vr: 희생(Victim) 수신기), 확장형 Hata 모델은 간섭 링크인 WiBro(It: Interfering transmitter → Wr: Wanted receiver), 확장형 Hata SRD model은 간섭링크(It: 간섭 송신기 → Vr: 희생 수신기)에 각각 적용되었다. 이외에도 자유공간 모델, IEEE 802.11b 채널 모델을 적용하여 결과를 분석하였다. 이전에 도입된 시스템 매개 변수를 기초로 하여, 간섭 시나리오와 5% 미만의 간섭 확

률을 WLAN의 성능 요구 사항에 대한 허용 수준으로 선택하였고, WLAN UE와 WiBro간의 동시 사용을 위해 동일채널에서 각각의 인접 채널 간섭을 SEAMCAT으로 평가하였다. 각각의 간섭은 또한 각 시스템의 이격거리에 바탕을 두고 분석되었다.

WLAN UE 및 WiBro간 시스템에서 co-channel 간섭 시나리오는 동일한 주파수로 WiBro와 WLAN을 동시에 운영하는 것으로 가정한다. 그리고 WiBro MS 및 WLAN UE 사이의 보호 거리 및 WiBro MS와 BS의 최대 허용 전송 전력을 계산하였다.

WLAN UE에 단일 WiBro MS 간섭이 영향을 미치는 경우, 25 dBm의 WiBro MS의 지정된 전송 전력에 따라, WiBro MS와 WLAN UE 사이의 보호 거리는 5%의 허용 간섭 확률을 만족시키도록 구해져야 하며 이는 유럽 표준화 기술에서의 일반적 기준을 따른 것이다.

WLAN UE을 방해하는 WiBro MS의 간섭확률과 WiBro MS와 WLAN UE 사이의 이격 거리 사이의 관계는 그림 6-8에서 보이고 있다.

그림 6은 자유공간 채널 모델에서 WiBo MS의 송신 출력이 25dBm인 경우, 동일채널이 185(마름모), 481(사각형), 687(삼각형)MHz 대역에서 간섭확률에 따른 두 시스템간 최소한의 이격거리를 보이고 있다. 일반적인 기준인 간섭확률 5%를 만족하기 위해 481 MHz 이하에서 현실적으로 적용키 어려운 이격거리를 보이고 있으며, 제일 나은 결과를 보인 687 MHz 대역에서도 1270m의 최소한 이격거리를 유지해야 하는 것으로 나타나고 있다. 고려하는 경우 210 미터 이상이어야 함을 알 수 있다.

그림 7은 Extended Hata 채널 모델이 적용된 경우로, 481MHz의 경우 두 단말간 이격거리가 최소한 210m가 유지되면 간섭확률이 5%가 되어 동일채널내에서도 두 시스템이 주파수를 공유할 수 있음을 확인할 수 있다. 또한 공용채널을 687MHz로 올리게 되면 이격거리가 170m로 더욱 줄게 되어 채널의 공유 가능성을 더욱 증가시킬 수 있음을 확인할 수 있었다.

그림 8은 IEEE 802.11b 채널모델을 적용한 경우의 단말간 이격거리 대비 간섭확률을 보이고 있다. 세가지의 채널 모델중에서 간섭확률 5%를 기준으로 하였을 때 두 단말간 이격거리가 가장 최소화하는 결과를 보이고 있음을 확인할 수 있다. 공유 가능성이 가장 힘들었던 185MHz의 경우에도 간섭이 없는 것으로 인정

되는 5% 확률을 만족하기 위한 이격거리가 280m임을 확인하였다.

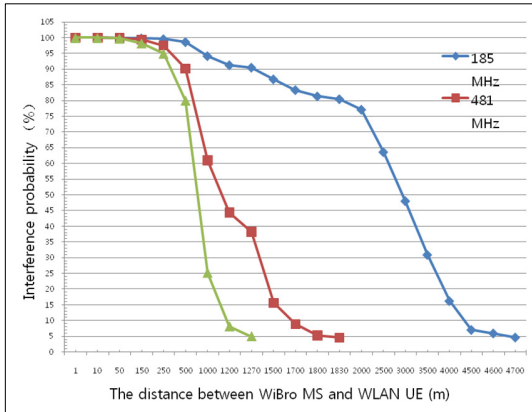


그림 6. 자유공간 채널 모델에서 단말간 이격 거리에 따른 간섭 확률: I_t = WiBro 이동단말 출력 25 dBm, V_r = WLAN 단말

Fig. 6 Interference Probability according to distance btw. devices in free space channel : I_t = WiBro MS output power 25 dBm, V_r = WLAN user device

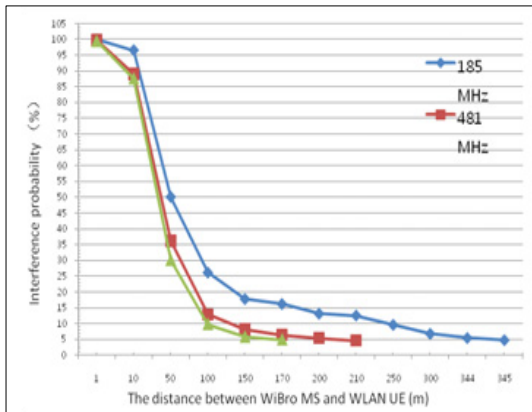


그림 7. Extended Hata 채널 모델에서 단말간 이격 거리에 따른 간섭 확률: I_t = WiBro 이동단말 출력 25 dBm, V_r = WLAN 단말

Fig. 7 Interference Probability according to distance btw. devices in Extended Hata channel model : I_t = WiBro MS output power 25 dBm, V_r = WLAN user device

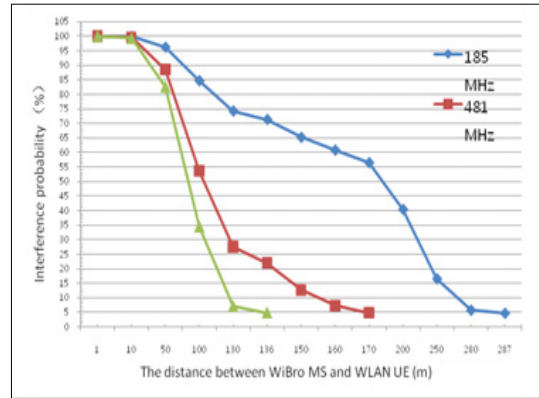


그림 8. IEEE 802.11 채널 모델에서 단말간 이격 거리에 따른 간섭 확률: I_t = WiBro 이동단말 출력 25 dBm, V_r = WLAN 단말

Fig. 8 Interference Probability according to distance btw. devices in IEEE 802.11 channel model : I_t = WiBro MS output power 25 dBm, V_r = WLAN user device

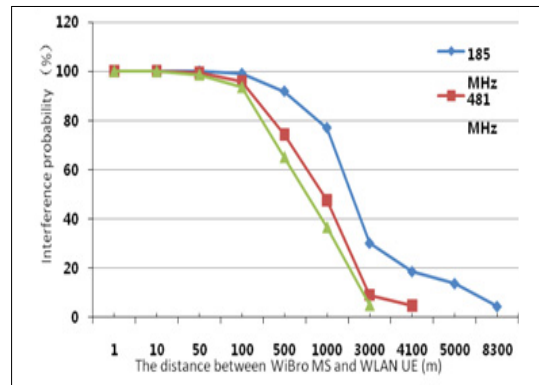


그림 9. Extended Hata 채널 모델에서 단말간 이격 거리에 따른 간섭 확률: I_t = WLAN 단말 출력 23 dBm, V_r = WiBro 이동단말

Fig. 9 Interference Probability according to distance btw. devices in Extended Hata channel model : I_t = WLAN user device output power 23 dBm, V_r = WiBro MS

그림 9는 간섭과 희생 단말이 바뀐 환경에서의 결과를 보이고 있다. 간섭단말은 WLAN 이고, 희생 단말이 WiBro 이동단말이며 이 때 무선랜 단말의 송신출력은 23dBm이다. Extended Hata 채널 모델이 적용된 경우로,

가장 양호한 성능을 보이는 687MHz 대역에서조차 두 단말간의 이격거리가 간섭이 없게 되는 확률 5%를 만족하기 위해서는 3km 정도가 유지되어야 함을 확인하였다.

V. 결 론

TVWS내에서 WiBro와 WLAN간의 간섭 영향이 고려되었다. 동일채널 간섭의 경우, WiBro UE의 최대 전송전력을 25dBm으로 한정하면 WiBro ME와 WLAN UE 사이의 가장 양호한 채널모델을 사용하는 경우 최소 거리는 136m가 유지되면 채널의 공유가 가능함을 확인할 수 있었다. 그러나, 간섭 단말이 WLAN인 경우 공유 가능성은 쉽지 않음을 또한 확인하였다. 간섭 시나리오를 크게 두가지로 나누어 간섭 영향을 분석하였으며, 간섭인자로 설정된 WiBro 단말과 기지국의 각각의 거리에 따른 및 간섭 영향을 분석하였다. 이를 기반으로 향후 인접채널에서의 간섭 영향이 이루어지면 보다 나은 실제 시스템으로의 적용이 가능할 것이다.

참고문헌

- [1] 황인관, "LBT-Random Searching 방식을 채용한 RFID 시스템의 트래픽 처리시간 및 용량 해석" 한국통신 학회 논문지, 2005
- [2] 정보통신부, "RFID 주파수이용방안 연구" 2003. 12.
- [3] <http://www.dtv.gov/whatisdtv.html>
- [4] 고광진, 황성현 외 3명, "IEEE 802.22 WG에서의 CR 응용: WRAN MAC 설계", 한국전자과학회, 전자파 기술 제 17권 제 2호, 4월, pp. 38-49, 2006
- [5] White Space Report 2Q 2010: 'United States TV White Spaces: Usage & Availability Analysis', Spectrum Bridge, Inc.
- [6] Seong-kweon Kim, Interference Analysis based on the Monte-Carlo Method, ICCCN, Aug., pp.61-64, 2005.
- [7] Ling Zang, System and circuit design techniques for wlan-enabled multi-standard receiver, CNC, pp.85-89, 2005.

- [8] ADL5570: 2.3 GHz to 2.4 GHz WiMAX Power Amplifier, pp.3.2007.
- [9] TDD-TDD Interference Analysis Involving Synchronized WiMAX Systems, WiMAX Forum18, September 2009.
- [10] SEAMCAT Handbook, January 2010, ECO.

저자소개



조주필(Juphil Cho)

2001년 : 전북대학교 전자공학과 공학박사
2000년 ~ 2005년 : ETRI 이동통신 연구단 선임연구원

2006년~2007년 : ETRI 초빙연구원
2011년 ~ : 미국 USF , Visiting Researcher
2005년~ 현재 : 군산대학교 전자공학과 부교수
※관심분야 : Cognitive-Radio, 주파수 융합기술, LTE



이일규(Il-Kyoo Lee)

2003년 : 충남대학교 전자공학과 공학박사
1997년 ~ 2004년 : ETRI 선임연구원
2004년 ~ 현재 : 공주대학교 전기전자 제어공학부 부교수

※관심분야 : RF 부품 및 시스템, 안테나 및 전파 전파, 전파 간섭