
이종시스템에서 동일채널공유시 단말간 이격거리에 따른 최대 송신전력 분석

조주필* · 이일규**

Analysis of Maximal Transmitter Power according to Distance between
Hetero Systems Co-using a Co-channel

Juphil Cho* · Il-Kyoo Lee**

요 약

본 논문에서는 TVWS내에서 WiBro와 WLAN간의 이격거리에 따른 간섭 송신기의 최대출력의 기준치 설정이 고려되었다. 기준치 설정에 대한 분석은 이종 시스템들이 동일 주파수 대역을 공유하는 경우의 상호 공존을 위한 파라미터로 수행되었다. 두 시스템간의 이격거리와 출력간의 관계를 분석하기 위해 두 가지 경우, 첫째로 간섭 송신기가 WiBro이고 WLAN가 희생 수신기인 경우와 두 번째로 그 반대인 경우를 고려하였다. 분석된 다양한 공유시 나리오에서의 상호 공존 결과는 향후 동일 주파수 환경에서 다양한 통신 프로토콜을 이용하는 무선기기에 대한 상호 공존 조건을 마련하는 기술개발에 활용할 수 있을 것이다.

ABSTRACT

In this paper, we consider to obtain the criteria for maximal power of interfering transmitter according to distance between WiBro and WLAN in TVWS. We analyze this criteria as a parameter for co-use when hetero systems share the same frequency channels. In order to make an analysis of relationship between distance and power of two systems, we take into consideration on 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. Analyzed coexistence results under various co-use scenarios may be widely applied into the technique developed to get the coexisting condition for wireless devices using many communication protocols in same frequency.

키워드

TV방송대역, 간섭확률, 동일주파수 대역, 상호 공존

Key word

TVWS(TV Whitening Space), Interference probability, co-channel, coexitence

* 정회원 : 군산대학교 전자공학과

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

접수일자 : 2011. 07. 27

심사완료일자 : 2011. 08. 20

I. 서 론

2009년 11월 이후 IEEE 802 산하의 다양한 표준화 기구에서는 TV 화이트스페이스를 이용한 무선 전송 기술 표준을 개발하기 위한 움직임들이 개시되었다.[1] 즉, TV 화이트스페이스라는 새로운 비면허 주파수 대역을 이용하여 무선 LAN (IEEE 802.11) 또는 무선 PAN기반 SUN (IEEE 802.15.4g), 무선 MAN(IEEE 802.16기술 등에 대한 검토가 적극적으로 이뤄지고 있는 실정이다. 또한 전세계적으로 지상파 TV가 아날로그 송출을 종료하고 DTV로 전환되는 시점이 도래함으로써, DTV 전환에 의해 도출되는 700MHz대역에 관한 효율적인 활용방안 또한 적극 검토가 되어야 할 시점이다.

국내에서는 주파수 자원을 효율적으로 사용하기 위한 방안으로 ISM 대역의 설치뿐만 아니라 무선인지 기술(CR : Cognitive Radio)을 전제로 한 주파수공유대역의 개념이 제시되고 있으며, 서로 다른 전파형식 또는 통신 방식을 갖는 무선 시스템들이 상호간 간섭을 주지 않는 조건 하에서 공통으로 사용하는 주파수 대역을 의미하는 개념이 제시되었다[2].

방송대역에서 휴대통신을 위한 주파수 공유 기술간 공유 파라미터 최적화 기술의 연구는 관련 기술 수준 향상에 크게 기여할 수 있을 것으로 사료되므로, 본 논문에서는 그 성능 및 효과를 기본 동향자료의 분석과 더불어 시나리오 기반의 시뮬레이션 결과를 통해 정량적인 분석까지 제시함으로써, 연구성과의 기여도를 명확히 밝히고자 한다. 실제 전 세계적으로 무선통신분야에서 통신과 방송의 융합을 추진하고 있으나 주파수 자원은 극히 부족한 상황이다. 이러한 전파자원의 부족현상을 해소하기 위해 스펙트럼 센싱을 기반으로 하는 무선인지 기술에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다 [3].

본 논문에서는 방송채널에서 WiBro와 WLAN의 공용을 가능케 하기 위한 사전 단계로 필요한 파라미터 및 그 활용한 특성 분석등을 수행하였다. 본 논문에서는 Wireless LAN (WLAN)과 Wireless Broadband (WiBro)가 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 간섭을 미치는 송신기의 최대송신전력이 주로 고려되었다.

II. 동일채널 공유를 위한 각 시스템 환경

국내 방송에서의 주파수별 DTV/DMB 채널 배치 환경을 고려하여 본 논문에서의 분석은 진행되었다. DMB/DTV 채널의 174 - 698 MHz에서 WiBro와 WLAN 시스템의 공유를 위한 시나리오가 수행되었다. 그림 1은 WLAN의 스펙트럼 마스크를 보이고 있다. 주파수 오프셋이 -11 ~ 11 인 경우 감쇠값은 0 dBc 이고, ±22인 경우 -50 dBc 임을 확인할 수 있다. 그림 2는 WiBro 이동단말의 스펙트럼 마스크를 보이고 있다. 25 dBm 출력에서의 값을 나타내며, 주파수 오프셋이 -5 ~ 5 MHz인 경우 감쇠값은 0 dBc이고, ±5.45 MHz의 경우에 -36 dBc가량 감쇠함을 확인할 수 있다.

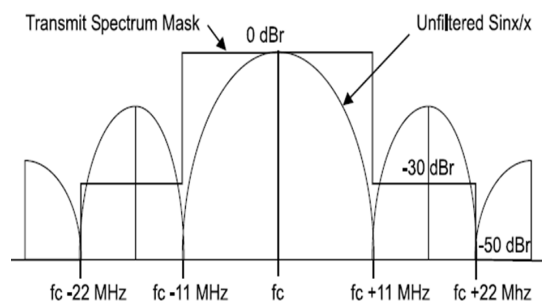


그림 1. WLAN 스펙트럼 마스크
Fig. 1 WLAN Spectral mask

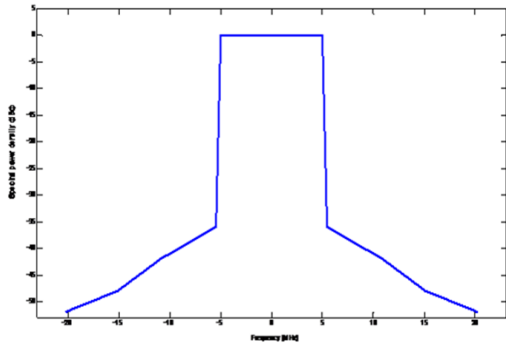


그림 2. WiBro 이동단말의 스펙트럼 마스크
Fig. 2 Spectral mask of WiBro Mobile Station

III. 공유 핵심 파라미터 설정 및 시나리오

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 시스템으로는 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 각 송신단말의 최대 전송출력을 통한 상호 공존성 분석을 수행하였다. 3개의 채널환경에는 자유공간 모델, Extended HATA 채널 모델, IEEE 802.11b 채널 모델이 사용되었다. 본 논문에서는 동일채널의 공유를 바탕으로 한 경우를 가정하여 WiBro MS가 WLAN UE에 간섭을 제공하는 경우를 고려하였다. 이 경우는 두 가지 시나리오로 나누어진다.

첫번째는 단일 WLAN 단말과 단일 WiBro 간의 간섭 영향을 보이는 것으로 WiBro가 간섭 송신기이고 WLAN이 희생 시스템이 되는 가장 기본적인 경우에 해당이 된다. 그리고, 확장된 형태로 하나의 무선랜 단말에 여러개의 WiBro 단말들이 간섭 영향을 보이고 있다. 이 경우 각각의 단말들은 보호 거리가 계산되어지도록 설계되었다. 두번째는 WiBro 단말이 희생 수신기이고 WLAN이 간섭을 주는 시스템이 되는 경우를 가정하였다.

그림 3에서 Vr은 희생수신기(victim receiver), It는 간섭송신기(Interference transmitter)를 의미하고, 그 거리가 이격거리를 나타낸다. 각각의 시나리오에 대한 영향 분석은 SEAMCAT을 통해서 이루어졌으며 간섭 발생여부를 결정하는데 사용되는 신호레벨에 대한 개념은 그림 4와 같다.[4]

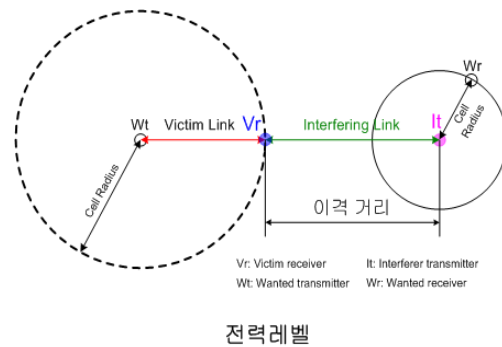


그림 3. 전력레벨 추출을 위한 이기종 시스템간의 공유 시나리오
Fig. 3 Co-use Scenario btw. hetero-systems for obtaining power level

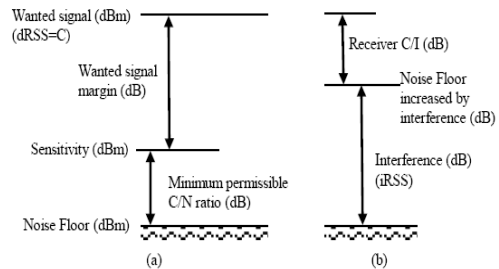


그림 4. 간섭 발생 여부를 결정하는데 사용되는 신호레벨
Fig. 4 The signal levels used to determine the possibility of interference occurrence

SEAMCAT의 기본 방법론은 간략하게 다음과 같이 설명할 수 있다 [4]:

간섭이 발생하는 기준은 victim(피간섭) 수신기(Vr)가 최소 허용 값 이하의 간섭 비율 carrier(C/I)을 갖도록 설정된다. 피간섭 단말의 C/I 계산을 위해서, I에 방해받는 신호 강도(iRSS) 뿐만 아니라 C에 해당하는 피간섭 단말의 원하는 신호 강도/dRSS를 확립하는 것이 필

요하다. 그림 4는 다양한 신호 레벨을 보여준다. 간섭 없이 피간섭 단말이 원하는 신호 여유분과 함께 원하는 신호를 받고 있을 때의 상황을 그림 4(a)에 나타내고 있다. 그림 4(b)는 간섭이 발생할 때 어떻게 되는지를 보여준다.

IV. 모의 실험

주파수 공유 분석시 적용된 WiBro 이동단말의 시뮬레이션 파라미터 값은 표 1과 같다. 두 시스템의 채널 사용은 인접한 채널이 아닌 같은 채널에서의 공유를 가정하였으며, WiBro 기지국의 송신출력은 33 dBm, 이동단말의 송신출력은 25dBm으로 가정하였다. 표 2는 WLAN 시스템의 공유 성능 분석을 위해 사용된 파라미터를 보이고 있다. DMB/DTV 채널에서 세가지의 독립적 주파수인 185/481/687 MHz에 대해 WiBro 시스템과의 이격거리 대비 간섭확률 분석을 수행하였다.

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

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

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 한다.

그림 5는 자유공간 채널 모델에서 이중 시스템간의 간섭확률이 5%를 만족하는 경우, 중심주파수가 185(마름모), 481(사각형), 687(삼각형)MHz 인 대역에서 두 시스템간 이격거리에 따른 간섭 송신단말기의 최대 가능 송출전력을 보이고 있다. 그림 5에서, 간섭확률 5%가 만족된다는 가정하에 687 MHz의 중심주파수 대역에서는 전송전력 25 dBm을 충족시키기 위한 각 시스템의 단말간 이격거리는 1,270 m 임을 확인할 수 있었고, 481, 185 MHz에서는 각각 1,850, 4,700 m의 이격거리를 만족해야 함을 확인하였다. 자유공간에서의 실험이 극한적인 상황에서의 채널 공유를 위한 기술개발에 자료가 될 것으로 생각한다.

그림 6은 Extended Hata 채널 모델이 적용된 경우로, 동작 환경은 도심이고, WiBro는 Extended hata, WLAN과 단말간의 간섭링크에는 Extended hata-SRD 모델이 적용되었다. 481MHz의 경우 두 단말간 이격거리가 최소한 210m가 유지되면 간섭확률이 5%이내의 상황에서 최대 송신가능한 WiBro MS의 전력이 25.62 dBm이 됨을 보이고 있다. 또한, 185, 687 MHz의 경우엔 345, 170 m의 이격거리를 가지면 되는 것으로 분석되어진다. 이는 도심환경에서의 두 시스템간의 공용채널 사용을 위한 시나리오를 전개하는데 기본자료가 될 것이다.

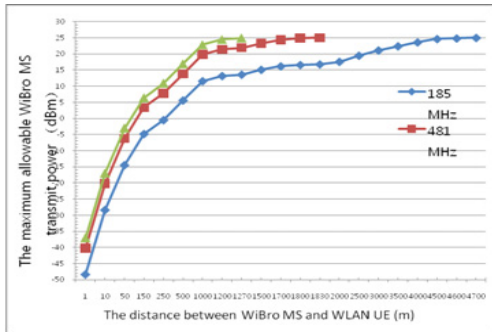


그림 5. 자유공간 채널 모델에서 단말간 이격 거리에 따른 간섭 송신기 최대 송신 전력: I_t = WiBro 이동단말 출력 25 dBm, V_r = WLAN 단말
 Fig. 5 Maximum allowable WiBro MS transmit power according to distance btw. devices in free space channel : I_t = WiBro MS output power 25 dBm, V_r = WLAN user device

서 세가지의 실험 시나리오에서 그림 7의 결과가 간섭 확률 5%를 만족했을때 두 단말간 이격거리가 가장 최소화되는것을 확인할 수 있었다. 공유 가능성이 가장 힘들었던 185MHz의 경우에도 간섭이 없는 것으로 인정되는 5% 확률을 만족하기 위한 이격거리가 287m임을 확인하였다.

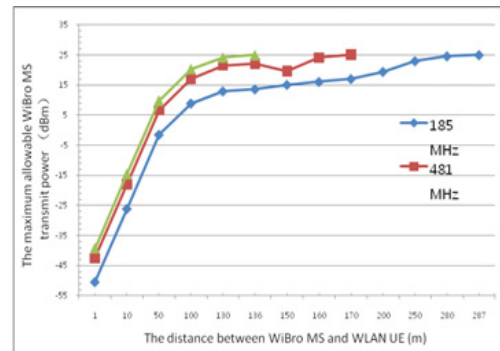


그림 7. IEEE 802.11 채널 모델에서 단말간 이격 거리에 따른 간섭 송신기 최대 송신전력: I_t = WiBro 이동단말 출력 25 dBm, V_r = WLAN 단말
 Fig. 7 Maximum allowable WiBro MS transmit power according to distance btw. devices in IEEE 802.11 channel model : I_t = WiBro MS output power 25 dBm, V_r = WLAN user device

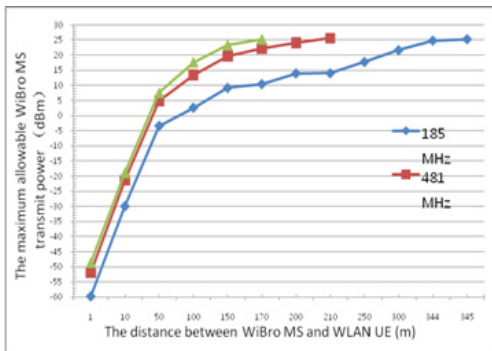


그림 6. Extended Hata 채널 모델에서 단말간 이격 거리에 따른 간섭 송신기 최대 송신 전력: I_t = WiBro 이동단말 출력 25 dBm, V_r = WLAN 단말
 Fig. 6 Maximum allowable WiBro MS transmit power according to distance btw. devices in Extended Hata channel model : I_t = WiBro MS output power 25 dBm, V_r = WLAN user device

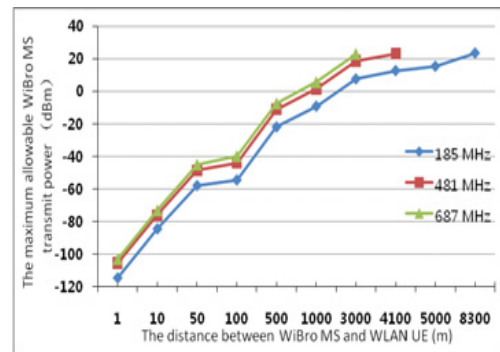


그림 8. Extended Hata 채널 모델에서 단말간 이격 거리에 따른 간섭 송신기 최대 송신 전력: I_t = WLAN 단말 출력 23 dBm, V_r = WiBro 이동단말
 Fig. 8 Maximum allowable WiBro MS transmit power according to distance btw. devices in Extended Hata channel model : I_t = WLAN user device output power 23 dBm, V_r = WiBro MS

그림 7은 WLAN과 간섭링크에 IEEE 802.11c 채널모델, WiBro엔 Extended Hata 모델을 적용한 경우의 결과이다. 그림 6보다 약간 개선된 채널공유 가능성을 보이고 있는데, 185, 481, 687 MHz의 중심주파수 대역에서 송신 출력을 만족하기 위한 각 단말간 이격거리는 287, 170, 136 m를 만족하면 되는 것으로 분석되었다. 따라

그림 8은 앞선 실험과 달리, 간섭과 회생 단말이 바뀐 환경의 결과를 보이고 있다. 간섭단말은 WLAN 이고, 회생 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 이격거리에 따른 간섭 송신기의 최대출력의 기준치 설정이 고려되었다. 동일채널 공유에 있어서, WiBro UE의 최대 전송 전력을 25dBm으로 한정하고, 중심주파수가 687 MHz인 경우를 보면 WiBro ME와 WLAN UE 사이에 가장 양호한 채널 모델을 사용하는 경우 최소 요구 이격거리가 136m로 가장 양호한 결과를 보이고 있었다. 하지만, 같은 시나리오에서 간섭 단말이 WLAN인 경우엔 공유 가능성은 쉽지 않음을 확인하였다. 본 논문에서 분석한 다양한 공유시나리오에서의 상호 공존성 결과는 향후 동일 주파수 환경에서 다양한 통신 프로토콜을 이용하는 무선기기에 대한 상호 공존 조건을 마련하는 기술개발에 활용할 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] 고광진, 황성현 외 3명, "IEEE 802.22 WG에서의 CR 응용 : WRAN MAC 설계", 한국전자파학회, 전자파 기술 제 17권 제 2호, 4월, pp. 38-49, 2006
- [2] 정보통신부, "RFID 주파수이용방안 연구" 2003. 12.
- [3] <http://www.dtv.gov/whatisdtv.html>
- [4] Ling Zang, System and circuit design techniques for wlan-enabled multi-standard receiver, CNC, pp.85-89, 2005.

저자소개

조주필(Juphil Cho)



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

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

이일규(II-Kyoo Lee)



2003년 : 충남대학교 전자공학과 공학박사
1997년 ~ 2004년 : ETRI 선임연구원

2004년 ~ 현재 : 공주대학교 전기전자제어공학부 부교수
※관심분야 : RF 부품 및 시스템, 안테나 및 전파 전파, 전파 간섭