

<http://dx.doi.org/10.7236/JIWIT.2012.12.3.37>

JIWIT 2012-3-6

TV대역에서 IEEE 802.11과 Extended Hata 채널모델을 이용한 인접채널간 시스템 공존을 위한 성능 분석

Performance Analysis for System Co-existence between Adjacent Channels with Extended Hata and IEEE 802.11 in TVWS

조주필*, 이일규**

Juphil Cho, Il-kyu Lee

요 약 본 논문에서는 인접채널에서 다른 통신 시스템이 공존할 수 있는 방안으로 요구되는 간섭확률을 만족하는 간섭원의 최대허용 송신출력레벨을 분석하였다. 이기종 시스템에서 간섭 송신기의 다양한 밀도와 전송출력에 따른 성능 결과를 분석하였다. 두 시스템간의 간섭밀도와 허용 최대 송신출력의 관계를 분석하기 위해 간섭 송신기에 WiBro, 피간섭원 수신기에 WLAN, 채널환경으로 Extended Hata과 IEEE 802.11 모델을 각각 이용하였다. 분석된 상호 공존 결과는 향후 동일 주파수 환경에서 다양한 통신 프로토콜을 이용하는 무선기기에 대한 상호 공존 조건을 마련하는 기술개발에 활용될 수 있을 것이다.

Abstract In this paper, we analyze the maximum allowable transmitting output level of transmitter, which meets the required interference probability, in order to get the method that different communication systems can be existed and used simultaneously in adjacent channels. We analyze the performance result according to various density of interfering transmitter and transmitter output in hetero systems. In order to get the relationship with between density of interfering transmitter and transmitter output, we consider WiBro as an interfering transmitter, WLAN as a victim receiver and Extended Hata and IEEE 802.11 model as a channel environment respectively. Analyzed coexistence results may be widely applied into the technique developed to get the coexisting condition for wireless devices using many communication protocols in same frequency.

Key Word : Extended Hata, IEEE 802.11 channel model, TV White Space, Interference probability

1. 서 론

전 세계적으로 54MHz에서 862MHz까지의 주파수 대역은 주로 TV 방송용으로 활용되어 왔으며 2010년을 전

후로 하여 세계적으로 추진되고 있는 DTV(Digital Television) 전환을 앞두고 전환후의 유휴 주파수 자원 활용에 대한 검토가 활발히 논의되고 있다. 미국 연방통신위원회(FCC: Federal Communications Commission)

*정회원, 군산대학교 전자공학과

**정회원, 공주대학교 전기전자제어공학부

접수일자 2012년 4월 19일, 수정완료 2012년 5월 29일,

게재확정일자 2012년 6월 8일.

Received: 19 April, 2012, Revised: 29 May, 2012,

Accepted: 8 June, 2012

**Corresponding author : leeik@kongju.ac.kr

Dept. of Information and Communications, Kongju Nat'l University, Korea

에서는 TV 방송대역에서 지역별로 사용되고 있지 않은 TV 대역을 “TV white space(이하 TVWS)”라 통칭하였으며 이 대역에서 사용되는 WSD(White Space Device) 또는 TVBD(TV Band Device)등의 여러 단말장치를 정의하고 있다.^{[1]-[3]}

CR 개념과 같은 주파수 공유기술은 초기에는 IEEE 802.22 WRAN에서만 적용방안에 관한 검토가 이뤄졌으나, 최근에는 IEEE802.11, IEEE802.16 등에서도 차기 표준화 아이템으로 CR의 개념을 적용하는 방안을 적극 검토하고 있다.^{[4],[5]} TVWS와 같이 사용되지 않는 TV 대역에서 무선 인터넷 서비스를 제공하기 위하여 IEEE 802.22 WG(Working Group)은 VHF/UHF 대역의 TV 대역 중 사용되지 않는 채널을 활용하여 ADSL이나 케이블 모뎀과 동급의 서비스를 제공할 수 있는 표준을 제정할 목적으로 결성되었다.^[6] FCC는 DTV에서 사용하는 UHF(Ultra High Frequency) 및 VHF(Very High Frequency) 대역의 주파수를 FCC가 정한 규제 조건을 만족하면 누구나 사용이 가능한 비 면허 대역으로 승인하였다. 미국 FCC의 정책을 준용하여 국내에서도 이에 상응하는 TV white space 주파수 이용에 관한 정책 및 전파사용과 전파 출력 등에 대한 규제가 마련될 것으로 판단되며 국내 TV 전파환경에서 적절한 TVWS의 공유 방안을 고시하고, 이를 구현하기 위한 다양한 방안들이 제시되고 있다.

또한 전 세계적으로 지상파 TV가 아날로그 송출을 종료하고 DTV로 전환되는 시점이 도래함으로써, DTV 전환에 의해 도출되는 700 MHz 대역에 관한 효율적인 활용방안 또한 적극 검토가 되어야 할 시점이다. 방송대역에서 휴대통신을 위한 주파수 공유 기술간 공유 파라미터 최적화 기술의 연구는 중요한 것으로 사료되며, 본 논문에서는 그 성능 및 효과를 기본 동향자료의 분석과 더불어 시나리오 기반의 시뮬레이션 결과를 통해 정량적인 분석을 제시하였다. 또한, 방송채널에서 WiBro와 WLAN의 공용을 가능케 하기 위한 사전 단계로 필요한 파라미터 및 그를 활용한 특성 분석등을 수행하였다. 본 논문에서는 IEEE 802.11 과 Extended 채널 모델 환경에서, Wireless LAN (WLAN)과 Wireless Broadband (WiBro)가 DTV 대역에서 작동하고, WiBro는 WLAN과 인접채널에서 작동한다고 가정한다. 또한 WiBro 단말이 간섭원으로 동작하고 WLAN 단말은 피간섭원으로 기능한다고 가정한다. 본 논문은 시스템의 최적화를 위한 공

유 핵심 파라미터의 적절한 값을 찾기 위해 시뮬레이션을 수행하였다. 분석 방법으로는 WLAN UE와 WiBro MS 사이의 단말분포와 보호대역 고정시 간섭확률 5%를 만족시키기 위한 최대 허용 송신 출력 레벨의 고찰을 이용하였다.

II. 공유 핵심 파라미터 설정 및 시나리오

국내 방송에서의 주파수별 DTV/DMB 채널 배치 환경을 고려하여 본 논문의 분석은 진행되었다.

DMB/DTV 채널의 174 - 698 MHz에서 WiBro와 WLAN 시스템의 공유를 위한 시나리오가 수행되었다. 해당 주파수 영역 내에서 본 논문에서는 실험을 위한 대표적 주파수로 185, 481, 687 MHz를 이용하였으며, 보호 대역을 이용하여 인접채널에서의 성능 분석을 수행하였다. 표 1은 본 논문에서 사용된 WLAN과 WiBro 시뮬레이션 채널 모델의 주파수와 동작 영역, dRSS(desired Received Signal Strength)를 보이고 있다. WLAN 전파 모델은 IEEE 802.11을 사용하였으며 동작 영역은 해당 시스템의 sensitivity인 -53.33 dBm을 이용하여 측정하였다. 또한 WiBro 전파 모델은 Extended Hata 채널 모델을 사용하였으며, 해당 시스템의 수신 sensitivity인 -90.6 dBm 에 해당하는 값을 적용하여 와이브로 시스템의 서비스 영역을 계산하였다. 각각의 경우에 있어서 고려 주파수로 고주파로 이동할수록 각 단말 및 시스템의 동작 영역이 좁아짐을 확인할 수 있다.

표 1. 실험 채널 모델

Table 1. Simulation Channel Models

WLAN propagation model : IEEE 802.11			
주파수 [MHz]	185	481	687
WLAN 범위 [m]	180	103	85
dRSS [dBm]	-44.97	-44.82	-44.99
WiBro propagation model : Extended hata			
주파수 [MHz]	185	481	687
WiBro BS 영역 [km]	1.6	0.8	0.61
dRSS [dBm]	-85.11	-85.39	-85.41

이기종 시스템간의 인접 주파수 공유를 위한 성능을 분석하기 위해 간섭(Interfering) 시스템으로는 WiBro 시스템을, 희생(Victim) 시스템으로는 WLAN 시스템인 경우를 가정하였다.

그림 1은 이기종 시스템간의 인접채널 이용 패턴을 보이고 있다. 인접채널 사이에 일정한 보호대역이 있음을 확인할 수 있다.

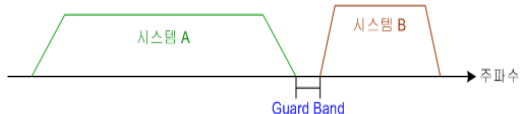


그림 1. 인접채널 이용 패턴
Fig. 1. Adjacent channel usage pattern

그림 2에서 전파간섭 시나리오는 크게 거리와 밀도에 따른 시나리오로 구분되며 ISM 대역에서 사용되거나 사용될 기기별로 경우의 수 만큼 짝지어 간섭원과 희생원으로 적용한다. 시나리오에서 간섭원에 의해 간섭을 받는 희생원은 희생 수신기(victim receiver : Vr), 간섭의 영향이 전혀 없는 통신환경에서 희망신호를 Vr로 송신하는 기기를 희망 송신기(wanted transmitter : Wt), Vr에 간섭신호를 발생시키는 간섭원을 간섭 송신기(interfering transmitter, : It)로 정의한다. 그리고 Vr와 Wt 사이의 전파경로를 희생 시스템 링크(victim system link), Vr과 It의 경로를 간섭 링크(interference link), Wr과 It의 경로를 간섭원 시스템 링크(interfering system link)라 한다.

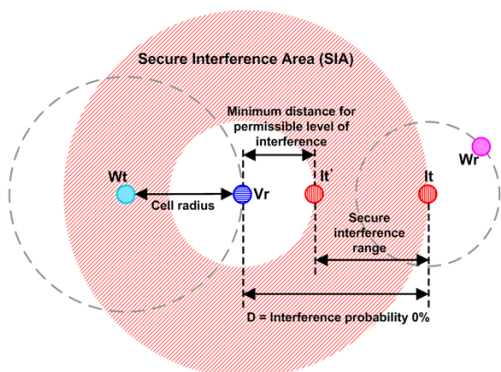


그림 2. 시스템간 간섭 시나리오
Fig. 2. Interfering scenario between systems

간섭환경에서 전파이용설비는 통신기기가 아니므로 Vr가 될 수 없고 It로만 설정할 수 있다. 또한, 셀 내에서

의 시스템간 최소거리와 간섭확률이 0%인 영역등을 보이고 있다. 안전 간섭 영역(SIA)은 간섭확률이 0%부터 희생 단말로부터의 최대 허용구간까지를 나타내고 있다. 안전 간섭 영역에서 간섭확률은 간섭단말들의 다양한 밀도 분포에 의해 측정될 수 있다. 본 논문에서 간섭송신기의 밀도는 50, 100, 150, 200개/km² 로 설정하여 분석을 수행하였다.

본 논문에서는 Monte-Carlo 방식을 기반으로 ERO (European Radiocommunications Office)에서 개발한 SEAMCAT simulation tool을 사용하여 앞에서 제안된 간섭 시나리오에 따라 방송 및 비면허 대역에서 사용되는 기기 중에서 WLAN(802.11g)과 WiBro의 간섭 시뮬레이션 결과를 고찰하였다.^[7]

III. 모의 실험 결과

표 2는 본 논문에서 사용된 WLAN과 WiBro 시스템의 주요 파라미터들을 보이고 있다. 이종 시스템의 인접 채널 공유 성능 분석을 위해 WiBro 기지국의 송신출력은 33 dBm, 이동단말의 송신출력은 25dBm으로 가정하였다. 또한, WLAN 단말의 출력은 23 dBm으로 설정하였으며, 중심주파수는 동일하게 185, 481, 687의 세 경우를 이용했다.

표 2. 시스템의 주요 변수
Table 2. Main parameters of each system

Parameter	Value	Units
WiBro		
Center Frequency	185/481/687	MHz
Bandwidth	10	MHz
Base station (BS)		
Transmit power	33	dBm
Antenna height	30	m
Mobile Stations (MS)		
Transmit power	25	dBm
Sensitivity	-90.6	dBm
WLAN		
Center Frequency	185/481/687	MHz
Reception B/W	22	MHz
Rx. Sensitivity	-55.33	dBm
Output Power	23	dBm

모의실험에 이용된 각각의 시스템에 있어서 서로 다른 링크에 대한 전파 모델은 별도로 다음과 같이 가정된다: 간섭원인 WiBro 시스템을 위해 확장형 Hata 모델이 사용되었고 (Wt: 원하는 송신기(Wanted transmitter) → Vr: 희생(Victim) 수신기), IEEE 802.11c 모델은 희생원 링크인 WLAN과 간섭링크에 각각 적용되었다.

DMB/DTV 채널에서 185/481/687 MHz에 대해 인접 채널에서 송신 단말기 및 수신 단말의 분포와 보호 대역을 고정시 간섭확률 5%를 만족키 위한 최대 허용 송신 출력 레벨을 구하였다. 유럽을 비롯한 실제 필드에 테스트에서 현재 간섭확률 5%는 성능을 실제 만족시키기 위한 기준치로 적용되고 있다. 실험 결과는 현재 일반적으로 사용되고 있는 시스템 매개 변수를 기초로 하여, 간섭 시나리오와 5% 미만의 간섭 확률을 성능 요구 사항에 대한 허용 수준으로 선택하였고, WLAN UE와 WiBro간의 동시 사용을 위해 각각의 인접 채널 간섭을 SEAMCAT으로 평가했다.

WLAN UE 및 WiBro간 시스템에서 인접채널 간섭 시나리오는 동일한 주파수로 WiBro와 WLAN을 동시에 운영하는 것으로 가정한다. 단일 WiBro MS가 WLAN UE에 간섭 영향을 미치는 경우, 25 dBm의 WiBro MS의 전송 전력에 따라, WiBro MS와 WLAN UE 사이의 보호 거리는 5%의 허용 간섭 확률을 만족시키도록 구해져야 한다. 각 시스템에 적용된 두가지 채널 모델에서 각 단말 분포와 보호 대역을 고정한 경우 성능 구현 가능 구간인 간섭 확률 5%를 만족키 위한 최대 허용 송신 출력 레벨의 상관 성능을 그림 3 - 5에서 보이고 있다. 그림 3은 무선랜에 IEEE 802.11c, WiBro에 Extended Hata 채널 모델이 적용된 경우에 있어서 이중 시스템간의 간섭확률이 5%를 만족하기 위한 간섭 송신기의 최대 허용 송신출력 레벨 성능을 보이고 있다. WLAN 및 WiBro의 중심 주파수가 각각 185, 201 MHz로 전체 실험 결과에서 저주파 대역에 해당하는 경우이며, 간섭 단말의 분포를 제곱킬로미터당 50, 100, 150, 200 개로 변화되는 경우의 간섭원인 WiBro의 최대허용 출력 레벨을 보이고 있다. 그림에서처럼 간섭원의 수가 가장 적은 50개/km²인 경우 보호 대역을 약 7MHz로 설정한 경우에 있어서 요구 성능을 만족하는 25dBm의 출력을 보이는 비교적 양호한 결과를 확인할 수 있다. 단위제곱킬로미터당 간섭 송신기의 분포가 100, 150, 200으로 증가하는 경우 요구되는 보호 대역은 각각 15, 21, 23 MHz로 증가함을 알 수 있다.

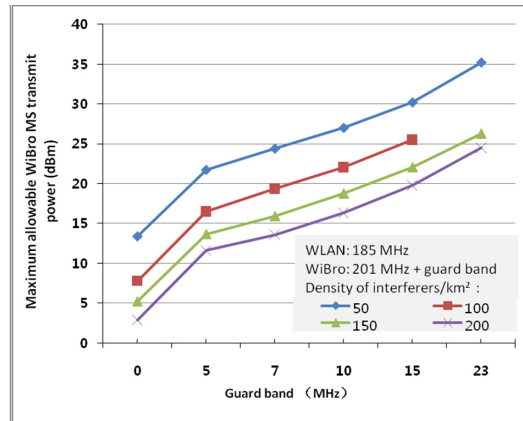


그림 3. 저주파 대역에서의 송신기 밀도에 따른 최대허용 송신 출력(WLAN 채널모델 : IEEE 802.11c, WiBro 채널모델 : Extended Hata)

Fig. 3. Maximum allowable transmit power according to transmitter density in low freq. band (WLAN channel model : IEEE 802.11c, WiBro channel model : Extended Hata)

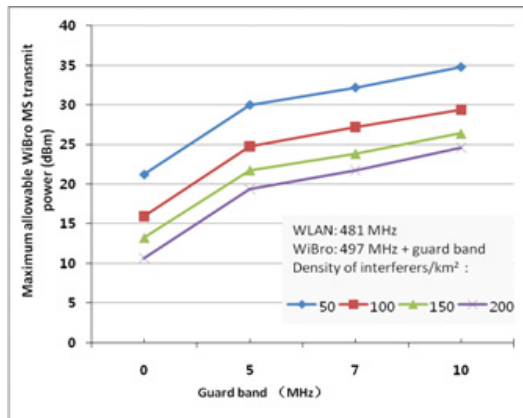


그림 4. 중간주파수 대역에서의 송신기 밀도에 따른 최대허용 송신 출력(WLAN 채널모델 : IEEE 802.11c, WiBro 채널모델 : Extended Hata)

Fig. 4. Maximum allowable transmit power according to transmitter density in mid-freq. band (WLAN channel model : IEEE 802.11c, WiBro channel model : Extended Hata)

단말밀도가 150, 200개인 경우엔 실제 간섭원 단말 주파수의 10%를 상회하는 보호 대역을 이용해야 하므로, 실제 인접채널간 시스템 공존을 위해서는 어려움이 있을 것으로 분석된다. 이러한 경우, 실제 채널 공유에는 별도의 기술적 해결이 요구될 것으로 파악된다.

그림 4는 WLAN 및 WiBro의 중심 주파수가 전체 실험에서 중간 주파수에 해당되는 각각 481, 497 MHz 인 경우의 실험 결과를 보이고 있다.

WLAN의 중심주파수가 저주파 대역에 해당하는 185 MHz인 경우와 비교시 전체적인 간섭원 분포에서 개선된 성능을 보이고 있다. 간섭원 단말밀도가 50인 경우 그림 3의 저주파 중심주파수 대역에서는 요구 보호 대역이 7MHz였으나 그림 4에서는 요구보호대역이 2MHz로 70% 이상 개선된 성능을 확인할 수 있다. 간섭원 단말밀도가 100개인 경우에도 요구 보호대역의 크기는 5MHz로 간섭원 단말 중심주파수의 1%에 해당하는 양호한 값을 가짐을 확인할 수 있다. 또한, 단위면적당 간섭 송신기의 분포가 150, 200으로 증가하는 경우 요구되는 보호 대역은 각각 약 8, 10MHz로 보호대역이 WiBro 단말 중심 주파수의 2% 이내에 설정됨이 확인되었다. 그림 3의 저 주파 중심주파수 대역 성과와 비교시 보호대역의 감소가 상당히 개선되어 밀도가 100과 150의 경우뿐만 아니라 단말밀도가 가장 높은 200개의 경우에도 실제 시스템간 인접채널의 공존이 가능한 성능을 보임을 확인할 수 있었다. 따라서, 각 시스템의 중심주파수가 저주파에서 중간주파수로 이동하게 되면 실제 두 시스템 공존시 상당히 개선된 성능을 보일 것으로 예측된다.

그림 5는 WLAN 및 WiBro의 중심 주파수가 각각 687, 671MHz 의 고주파인 경우, 간섭원의 최대 허용 송신출력 결과를 보이고 있다. 세가지 중심주파수의 실험 결과에 있어서 가장 고주파인 그림 5의 경우 상대적으로 매우 개선된 성능을 보임을 확인할 수 있었다. 단말분포가 50의 경우엔 보호대역이 거의 없어도 송신기 요구 출력인 25dBm을 만족함을 확인하였고, 밀도가 100의 경우에도 간섭원 중심주파수의 0.5%에 해당하는 약 3MHz의 보호대역만을 요구됨이 확인되었다.

또한, 150, 200개의 밀도분포에서도 약 5, 7MHz의 최소 보호대역만을 요구하여 매우 우수한 성능 향상의 효과를 보임을 알 수 있었다. 이러한 IEEE 802.11c 모델과 Extended Hata 채널모델을 각각 이용한 실험 분석은 향후 채널 공유를 위한 기술개발에 도움이 될 것으로 생각한다. 따라서, 도심 환경에서도 두 시스템이 상호 공존할 수 있는 기술들을 바탕으로 좋은 성능을 보일 수 있을 것으로 기대된다.

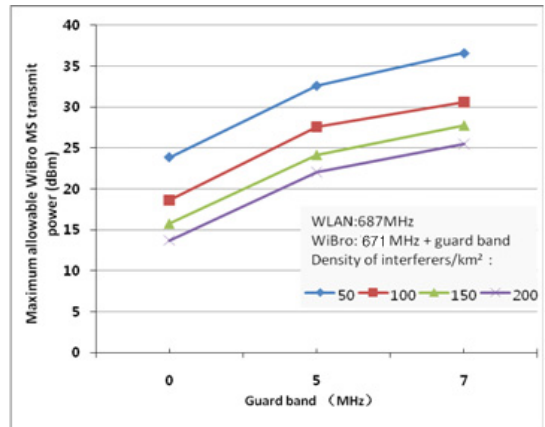


그림 5. 고주파 대역에서의 송신기 밀도에 따른 최대허용 송신 출력(WLAN 채널모델 : IEEE 802.11c, WiBro 채널모델 : Extended Hata)

Fig. 5. Maximum allowable transmit power according to transmitter density in high freq. band (WLAN channel model : IEEE 802.11c, WiBro channel model : Extended Hata)

IV. 결 론

본 논문에서는 방송주파수 대역내에서 WiBro와 WLAN간의 인접채널 공유를 위한 성능 분석을 수행하였다. WLAN 단말에 대해 WiBro 이동단말이 간섭원으로 작용하였으며 IEEE 802.11c, Extended Hata 채널 모델에서 각 단말 분포와 보호 대역을 고정할 경우 간섭 확률 5%를 만족키 위한 최대 허용 송신 출력 레벨의 상관 성능을 검증했고 주요 중심주파수별 파라미터 성능 분석에서 고주파수로 중심주파수가 이동할수록 개선된 성능을 보임을 확인하였다. 특히, WLAN 및 WiBro의 중심주파수가 각각 687MHz, 671MHz 인 경우 간섭단말의 밀도가 50개/km² 인 경우 보호대역이 거의 없어도 최대 허용 송신 출력을 만족함을 확인할 수 있었다. 중심주파수가 저주파 대역에 해당하는 경우의 성능 개선이 수반될 경우 향후 실제 환경에서 인접채널간 시스템 공존이 가능할 것으로 기대된다.

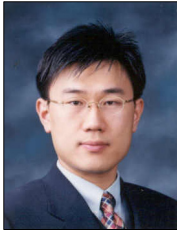
참고문헌

[1] Junki Min and et al, "Cognitive Radio based TV White space band WRAN system," KICS, Vol. 35,

- No. 5, pp. 496-503, 2010.5.
- [2] FCC-02-328A1, "Additional Spectrum for Unlicensed Devices Below 900 MHz and in the 3GHz Band," Dec. 2002
- [3] ERC Report 63, "Introduction of Radio Microphone Applications in the Frequency Range 1785 - 1800 MHz," ERC within CEPT, May 1998.
- [4] ECC within the CEPT, "Share and adjacent band compatibility between UMTS/IMT-2000 in the band 2500-2690 MHz and other services," Granada, Feb. 2004.
- [5] Sungho Hwang, "AWBN System development for VHF/UHF frequency band," Vol. 12, No. 3, pp 34-36, 2007.
- [6] IEEE 802.22 WG, Functional Requirements for the 802.22 WRAN Standard, Sep. 2005.
- [7] ERO, "SEAMCAT S/W Version 2.1 User Manual," Feb. 2004.

저자 소개

조 주 필(정회원)



- 2001년 : 전북대학교 전자공학과 공학박사
- 2000년~2005년 : ETRI 선임연구원
- 2006년~2007년 : ETRI 초빙연구원
- 2005년~ 현재 : 군산대학교 전자공학과 부교수

<주관심분야 : Cognitive-Radio, 변복조 기술, LTE >

이 일 규(정회원)



- 2003년: 충남대학교 전자공학과 공학박사
 - 1997년~2004년: ETRI 선임연구원
 - 2004년~현재 : 공주대학교 전기전 자 제어공학부 부교수
- <주관심분야 : RF 부품 및 시스템, 안테나 및 전파 전파, 전파 간섭>