
간섭 송신기의 전송확률 개념을 이용한 방송대역 공용 파라미터 분석

조주필*

Analysis on Co-use Parameter in TV Band Using a Transmisssion Probability
Concept of Interfering Transmitter

Juphil Cho*

요 약

TV주파수 대역을 효율적으로 이용하기 위해 방송대역 공용파라미터 분석은 필수적인 사항이다. 간섭 송신기의 전송확률은 채널을 공용하는 시스템들의 성능분석의 척도로 사용될 수 있다. TV 방송 대역내의 동일채널을 이중 시스템이 공용할 방안을 얻기 위한 파라미터로 duty cycle을 고려하였다. 간섭 송신기의 전송확률을 전체 전송 시간 중에서 개체가 활동중인 비율을 의미하는 duty cycle 값으로 가정하여 분석을 수행하였다. 두 시스템간의 duty cycle 과 성능 관계를 분석하기 위해 간섭 송신기가 WiBro이고 WLAN이 희생 수신기인 경우를 고려하였다. 분석된 상호 공존 결과는 향후 동일 주파수 환경에서 다양한 통신 프로토콜을 이용하는 무선기기에 대한 상호 공존 조건을 마련 하는 기술개발에 활용될 수 있을 것이다.

ABSTRACT

Analysis on co-use parameters in TV frequency channels is essential to utilize a TV White Space(TVWS) efficiently. A transmission probability of interfering transmitter can be used as some criteria for performance evaluation of the systems that co-use the cochannels. We considered a duty cycle as a parameter for getting the method how heterogeneous systems can use simultaneously a co-channel in TVWS. We analyze the transmission probability of interfering transmitter with an assumption that the probability is the same as the duty cycle, a time that it spends in an active state as a fraction of the total under consideration. In order to make an analysis of relationship between duty cycle and performances of two systems. We take into consideration on the case that WLAN is an victim receiver and WiBro is a interfering transmitter. 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.

키워드

TV방송대역, 간섭확률, 동일주파수 대역, duty cycle

Key word

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

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

접수일자 : 2012. 02. 21

심사완료일자 : 2012. 04. 05

I. 서 론

전 세계적으로 DTV(Digital Television) 전환을 앞두고 전환후의 유휴 주파수 자원 활용에 대한 검토가 활발히 논의되고 있다. 미국 연방통신위원회(FCC: Federal Communications Commission)에서는 TV 방송 대역에서 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(2006년경) IEEE 802.22 WRAN에서만 적용방안에 관한 검토가 이뤄졌으나, 최근에는 IEEE802.11, IEEE802.16 등에서도 차기 표준화 아이টে็ม으로 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 미국, 캐나다, 브라질, 등과 같이 광활한 시골 지역에서 무선 인터넷 접속이 가능하게 하기 위하여 VHF/UHF 대역의 TV 대역 중 사용되지 않는 채널을 활용하여 ADSL이나 케이블 모뎀과 동급의 서비스를 제공할 수 있는 표준을 제정할 목적으로 결성되었다.[6]

미국연방통신위원회는 2008년 11월 4일에 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 전파출력 등에 대한 규제가 마련될 것으로 판단된다. 따라서 국내 TV 전파환경에서 가용채널 대역을 산출하고 이를 바탕으로 적절한 TVWS의 공유 방안을 고시하고, 이를 구현하기 위한 다양한 방안들이 제시되어야 할 시점에 이르렀다고 할 수 있으며, 이러한 관점에서 본 논문과 같은 방송대역에서 휴대통신을 위한 주파수 공유 기술간 공유 파라미터 최적화 기술의 연구는 그 의미와 필요성이 크다고 할 수 있다.

따라서 국내에서도 DTV전환에 따른 신규주파수의 효율적 활용방안 측면을 고려하여, 신속한 대응과 검토가 절실히 필요한 상황이라고 할 수 있다. 또한 TV대역

을 공유하는 기술 분야는 근본적으로 방송 및 통신 분야의 신기술영역에 해당되고 연구개발이 장기적으로 지속될 필요성이 있는 항목이라고 판단된다. 본 논문에서는 그 성능 및 효과를 기본 동향자료의 분석과 더불어 시나리오 기반의 시뮬레이션 결과를 통해 정량적인 분석을 제시하였다. 전력밀도, 신호감지레벨, 간섭 송신기의 전송확률등은 채널을 공유하는 시스템들의 성능분석의 척도로 사용될 수 있는데, TV 방송 대역내의 동일채널을 이종 시스템이 공유할 방안을 얻기 위한 파라미터로 duty cycle을 고려하였다.

즉, 간섭 송신기의 전송확률을 전체 전송 시간중에서 단말이 활동중인 비율을 의미하는 duty cycle 값으로 가정하여 분석을 수행하였다. 두 시스템간의 duty cycle과 성능 관계를 분석하기 위해 간섭 송신기가 WiBro(Wireless Broadband)이고 WLAN(Wireless LAN)이 희생 수신기인 경우를 고려하였고 각각 동일채널에서 작동한다고 가정한다. 2장에서는 주요 파라미터 및 공유 시나리오에 대한 고려사항에 대해 기술하였고, 3장에서는 실험결과를 통해 성능을 분석하였고, 4장에서 결론을 맺는다.

II. 주요 파라미터 및 공유 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. 표 1은 본 논문에서 피간섭원으로 사용된 WLAN 단말의 스펙트럼 마스크에 근거한 방출 한계치를 보이고 있다. 기준 대역폭이 22MHz이고, 주파수 오프셋이 -11 ~ 11 MHz인 경우 감쇠 값은 0 dBc이고, ±11MHz의 경우에 30dBc의 감쇠가 있음을 알 수 있다, 표 2는 IEEE 802.11b의 블록 응답값들을 보이고 있다. 해당 시스템의 수신 sensitivity인 -53.33 dBm 에 해당하는 값을 적용하여 값을 구하였으며, 주파수 오프셋이 -11 ~ 11 MHz인 경우 감쇠 값은 0 dB이고, ±25MHz의 경우에 38dB가량 감쇠, 그리고 ±50MHz 보다 작거나 큰 경우엔 63dB 감쇠되도록 설정하였다.

표 1. WLAN 방출 한계값
Table. 1 WLAN emission limit

Frequency offset [MHz]	Attenuation [dBc]	Reference Bandwidth [kHz]
-11~+11	0	22000
±11	-30	1000
±22	-50	1000
±33 assumed	-70	1000

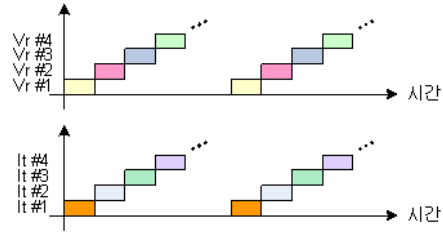
표 2. WiBro 블록 응답
Table. 2 802.11b blocking response

Frequency offset [MHz]	Attenuation [dB]
±11	0
±25	-38
±50	-53
>50	-63

도심에서의 실내 환경이 기본으로 가정되었으며 이를 통한 공유 변수 설정 및 분석이 수행되었다. 동일 채널 내에서 이종 시스템간의 주파수 공유에 대한 공유 파라미터 분석을 위해 전력밀도, 신호감지레벨, 간섭 송신기의 전송확률등을 고려할 수 있는데 본 논문에서는 분석 파라미터로 duty cycle을 고려하였다. 즉, 간섭 송신기의 전송확률을 전체 전송 시간중에서 단말이 활동중인 비율을 의미하는 duty cycle 값으로 가정하여 분석을 수행하였다.

간접 송신기 시스템의 duty cycle에 따른 성능을 분석하기 위해 간섭(Interfering) 시스템으로는 WiBro 시스템을, 희생(Victim) 시스템으로는 WLAN 시스템인 경우를 가정하였다. 또한, 전파 전파 모델중에서 3개의 채널 환경을 선택하여 각 송신단말의 duty cycle을 통한 상호 공존성 분석을 수행하였다. 3개의 채널환경에는 자유공간 모델, Extended HATA 채널 모델, IEEE 802.11b 채널 모델이 사용되었다.

그림 1은 duty cycle 추출을 위한 이종 시스템간의 공유 시나리오를 보여주고 있으며, 간접 송신기의 송신 신호 duty cycle에 따른 영향은 다음과 같이 구해진다. 이때 간섭송신기의 밀도를 10개/km² 로 설정한다. 전체 시나리오에 대한 영향 분석은 SEAMCAT을 통해서 이루어졌으며 간섭 발생여부를 결정하는데 사용되는 신호 감지레벨을 추출하기 위한 공유 시나리오를 통해 진행되었다.[7]



Duty Cycle

그림 1. Duty cycle 추출을 위한 이종 시스템간의 공유 시나리오
Fig. 1 Co-use Scenario btw. hetero-systems for obtaining duty cycle

그림 2에서 이종 시스템이 동일 채널내에서 동작이 공유되는 경우를 볼 수 있다. 다른 경우로 이종 시스템이 인접 채널에서 보호 대역을 가지고 동작할 때를 고려할 수 있을 것이다.

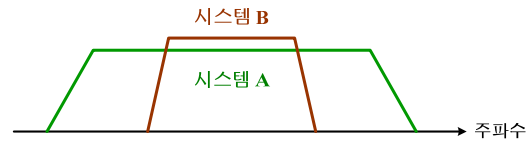


그림 2. 이종 시스템이 동일 주파수 대역을 공유
Fig. 2 Heterogeneous systems share a co-channel

그림 3은 TV 방송 대역의 주파수 별 배치도를 보이고 있다. 본 논문의 실험은 그림 3의 주파수에서 저주파와 고주파 및 주파수 간격등을 고려하여 185, 481, 687MHz의 세 대역을 중심으로 한 결과를 보이고 있다.

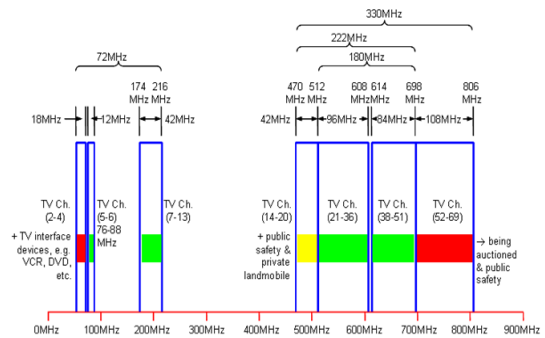


그림 3. TV 방송 대역의 분포도
Fig. 3 Frequency distribution of TV white bands

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 WLAN과 WiBro의 간섭 시뮬레이션 결과를 고찰하였다.

III. 모의 실험

주파수 공유 분석시 적용된 두 시스템의 채널 사용은 인접한 채널이 아닌 같은 채널에서의 공유를 가정하였으며, WiBro 기지국의 송신출력은 33 dBm, 이동단말의 송신출력은 25dBm으로 가정하였다. DMB/DTV 채널에서 세가지의 독립적 주파수인 185/481/687 MHz에 대해 동일채널에서 송신시스템의 송신 단말기의 duty cycle에 따른 간섭확률 분석을 수행하였다.

모의실험에 이용된 각각의 시스템에 있어서 서로 다른 링크에 대한 전파 모델은 별도로 다음과 같이 가정된다: 간섭 링크인 WiBro 시스템을 위해 확장형 Hata 모델이 사용되었고 (Wt: 원하는 송신기(Wanted transmitter) → Vr: 희생(Victim) 수신기), 확장형 Hata 모델은 피간섭 링크인 WLAN(It: Interfering transmitter → Wr: Wanted receiver), 확장형 Hata SRD model은 간섭링크(It: 간섭 송신기 → Vr: 희생 수신기)에 각각 적용되었다. 실험 결과는 자유공간 채널 모델, Extended Hata 채널 모델, IEEE 802.11 채널 모델을 적용하여 분석되었다. 이전에 도입된 시스템 매개변수를 기초로 하여, 간섭 시나리오와 5% 미만의 간섭확률을 WLAN의 성능 요구 사항에 대한 허용 수준으로 선택하였고, WLAN UE와 WiBro간의 동시 사용을 위해 동일채널에서 각각의 인접채널 간섭을 SEAMCAT으로 평가하였다.

WLAN UE 및 WiBro간 시스템에서 co-channel 간섭 시나리오는 동일한 주파수로 WiBro와 WLAN을 동시에 운영하는 것으로 가정한다. 단일 WiBro MS가 WLAN UE 간섭에 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. 기준치인 간섭확률 5%는 Europe에서 현재 표준화 기구 및 field test에서 적용하는 기준치로 안정적인 간섭확률인 경우로 본 논문에서도 이 기

준치를 이용하였다.

각 채널 모델에서 간섭 송신기 신호 duty cycle에 따른 영향을 비교한 결과는 그림 4-6에서 보이고 있다. 그림 4는 자유공간 채널 모델에서 이중 시스템간의 간섭확률이 5%를 만족하는 경우, 중심주파수가 185, 481, 687MHz 인 대역에서 간섭원인 WiBro 송신기 신호의 duty cycle에 따른 영향을 보이고 있다. 실제, 송신 단말의 전송확률을 duty cycle의 기술적 의미에 근거하여 같은 값으로 가정하고 본 실험의 결과는 분석되었다. 전송확률이 100% 즉, 전송확률의 가정치에 해당되는 duty cycle이 100%인 경우 기대되는 최대 허용 송신단말의 전송 출력은 상대적으로 양호한 687 MHz의 중심주파수 대역에서도 2 dBm의 성능을 보여서 실제 시스템 공용이 어려운 결과를 예측케 한다.

하지만 간섭원이 WLAN인 경우 동일한 경우에서 -50.75dBm의 감쇠 성능을 보여서 매우 개선된 성능을 보임을 확인할 수 있었다. 또한 481, 185 MHz에서는 각각 -1, -9dBm의 최대 허용 전송출력을 보이고 있다. 이러한 자유공간에서의 실험이 극한적인 상황에서의 채널 공유를 위한 기술개발에 도움이 될 것으로 생각한다. 그림 5는 Extended Hata 채널 모델이 적용된 경우로, 자유공간채널의 경우보다 개선된 성능을 보이고 있으며, 185MHz 대역의 경우 전송확률이 20%인 경우에 약 25dBm의 기준치에 만족하는 출력을 보이는 것을 확인할 수 있으며, 481MHz의 경우 duty cycle이 60%이면 역시 기준치인 25dBm을 만족함을 볼 수 있었고, 가장 양호한 결과를 보인 고주파인 687MHz의 경우 전송확률이 100%이면 WiBro 단말의 최대출력이 25dBm의 기준치를 만족시키는 것을 확인할 수 있었다.

이러한 결과를 근거로 할 때, Extended Hata 모델의 경우 실제 필드에서 고주파의 채널에서 이중 시스템이 공존할 수 있는 가능성이 저주파에 비해 상당히 증가함을 확인할 수 있었다. 이는 단말의 기술적 특징 때문인 것으로 판단되며 역시 간섭원으로 WLAN을 사용하는 경우에 비해 우수한 성능을 보인 것이 확인되었다.

그림 6에서는 IEEE 802.11 채널 모델에서의 간섭송신기인 WiBro의 신호 duty cycle에 따른 성능을 볼 수 있다. 피간섭원은 WLAN, 간섭원은 WiBro이며 해당 주파수는 같은 경우이다.

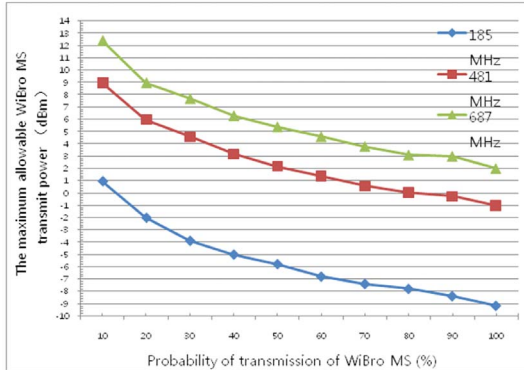


그림 4. 자유공간 채널 모델에서 간섭 송신기 신호 duty cycle에 따른 영향 : 피간섭원 = WLAN, 간섭원 = WiBro

Fig. 4 Performance according to duty cycle of interfering transmitter signal distance btw. devices in free space channel model : It= WiBro MS, Vr = WLAN user device

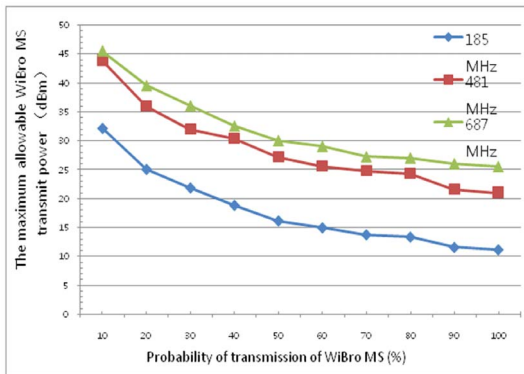


그림 5. Extended Hata 채널 모델에서 간섭 송신기 신호 duty cycle에 따른 성능 : 피간섭원 = WLAN, 간섭원 = WiBro

Fig. 5 Performance according to duty cycle of interfering transmitter signal distance btw. devices in Extended Hata channel model : It= WiBro MS, Vr = WLAN user device

전체적으로 그림 5에 비해 더욱 양호한 성능을 보임을 확인할 수 있다. 가장 저주파에 해당하는 중심주파수인 185MHz의 경우에도 duty cycle, 즉 전송확률이 10%인 경우 WiBro 단말의 최대전송출력이 25dBm을 만족하는

매우 우수한 성능을 보임을 확인할 수 있다. 이는 간섭원으로 WLAN이 적용되는 경우에 비해 매우 개선된 성능으로 두 경우의 성능 비교를 통해 향후 공존 기술 발전에 기여를 할 것으로 고려된다.

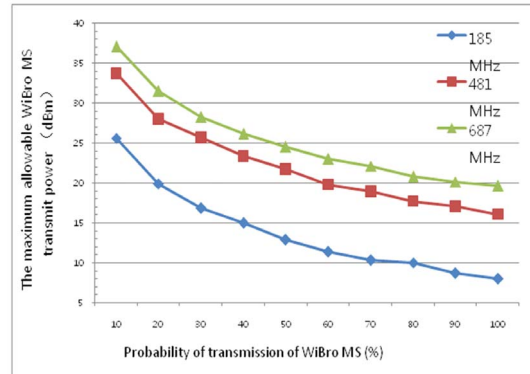


그림 6. IEEE 802.11 채널 모델에서 간섭 송신기 신호 duty cycle에 따른 성능 : 피간섭원 = WLAN, 간섭원 = WiBro

Fig. 6 Performance according to duty cycle of interfering transmitter signal distance btw. devices in IEEE 802.11 channel model : It= WiBro MS, Vr = WLAN user device

V. 결 론

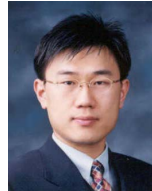
TVWS내에서 WiBro와 WLAN간의 송신 단말기의 duty cycle에 따른 성능 영향을 분석하였다. TVWS내에서 WiBro와 WLAN간의 송신 단말기의 duty cycle에 따른 성능 영향을 분석에서는 채널 공유에서 있어서 WLAN을 전송 전력을 23 dBm, WiBro 단말의 전송전력을 25 dBm으로 한정하여 실험한 경우, 자유공간 채널 환경에서 보면 전체적으로 좋지 못한 성능을 보임을 확인하였고, Extended hata 채널 모델에서 보면 185 MHz에 있어서 전송확률이 20%인 경우에도 비교적 양호한 최대 허용 전송 전력을 보였으며 687MHz의 경우 duty cycle이 100%인 경우에 기준치인 25dBm을 만족하는 우수한 성능을 보였다. 그리고 IEEE 802.11 채널 모델에서 보면 최대 허용 전송출력 25 dBm에서 687 MHz의 경우에도 WiBro 단말의 전송 확률이 50%를 넘으면 만족할만한

성능을 보임을 확인할 수 있었다. 분석한 결과는 향후 동일 주파수 환경에서 다양한 통신 프로토콜을 이용하는 무선기기에 대한 상호 공존 조건을 마련하는 기술개발에 활용할 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] 민준기 외 3인, “Cognitive Radio 기술 기반의 TV White space 대역 WRAN 시스템의 RF 송신기 구현,” 한국통신학회, 무선통신 제35권 제5호, 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] 황성호 외 4인, “VHF/UHF 주파수 대역을 위한 AWBN(Adaptive Wireless Broadband Network) 시스템 개발,” 한국방송공학회지 제12권 제3호, pp. 14-36, 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.

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