

TV 화이트 스페이스 이용 기술기준 동향

Technology Standard Trends for Utilization in TV White Space

스마트 코리아 실현을 위한 실감
방송통신 융합기술 특집

| | |
|------------------|-----------------|
| 최성웅 (S.W. Choi) | 스펙트럼공학연구팀 선임연구원 |
| 조상인 (S.I. Cho) | 인지무선연구팀 선임연구원 |
| 강규민 (K.M. Kang) | 인지무선연구팀 선임연구원 |
| 홍헌진 (H.J. Hong) | 스펙트럼공학연구팀 책임연구원 |
| 정병장 (B.J. Jeong) | 인지무선연구팀 팀장 |
| 박승근 (S.K. Park) | 스펙트럼공학연구팀 팀장 |

목 차

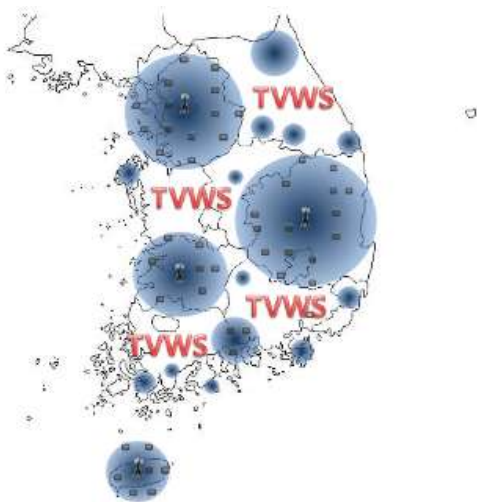
-
- I. 서론
 - II. 주요국 TVWS 기술기준 동향
 - III. 국내 TV 주파수 현황 및 고려사항
 - IV. 결론

무선통신기술의 발전 및 서비스의 보편화로 주파수자원에 대한 수요가 증가함에 따라 효율적인 주파수 사용에 대한 관심이 증대하고 있다. 최근 주파수 공유 기술로 주목 받고 있는 CR 기술은 개념적으로는 주파수 대역에 상관없이 적용이 가능하지만 현재에는 TV 화이트 스페이스가 가장 적합한 대역으로 여겨지고 있다. 본 고에서는 방송주파수 대역에서 활용하고자 하는 TV 화이트 스페이스 이용 및 도입과 관련된 해외 기술기준 동향과 국내 TV 방송주파수 이용 현황 및 국내 도입을 위한 고려사항 등을 소개하고자 한다.

I. 서론

무선통신기술의 발전 및 서비스의 보편화로 주파수 자원에 대한 수요가 증가함에 따라 효율적인 주파수 사용에 대한 관심이 증대하고 있다. 최근 주파수 공유 기술로 주목 받고 있는 인지무선(cognitive radio)기술은 개념적으로는 주파수 대역에 상관없이 적용이 가능하지만 현재에는 TV 화이트 스페이스가 가장 적합한 대역으로 여겨지고 있다. TV 화이트 스페이스란 TV 방송대역 중에서 지역적으로 사용하지 않고 비어있는 대역을 의미한다. 즉 방송사업자 등과 같은 일차 사용자가 허가 받은 주파수를 이용하여 서비스하는 영역 바깥에는 해당 주파수가 비게 되는데 이를 화이트 스페이스라 할 수 있다. (그림 1)은 TV 화이트 스페이스의 개념을 보여준다.

TV 화이트 스페이스는 전파특성이 우수하여 1GHz 이상 높은 주파수에 비해 서비스 커버리지가 넓기 때문에 공공안전, 지역정보제공서비스, 슈퍼 와이파이(super WiFi) 등 다양한 용도의 서비스를 제공할 수 있다. 이에, 미국, 영국, EU 등 선진국을 중심으로 부족한 주파수자원을 효율적으로 사용하고 고품질의



(그림 1) TV 화이트 스페이스 개념

다양한 서비스를 제공하기 위하여 TV 화이트 스페이스 이용을 위한 기술기준을 마련 중이다. 가장 앞서 있는 미국은 2010년 9월 기술기준을 마련하였고, 영국과 EU는 기술기준 등 제도마련 진행 중에 있으며, 일본은 법제도 및 서비스모델 마련을 위한 시범 서비스를 추진 중이다. 미국은 2008년도에 TV 화이트 스페이스의 비면허 사용을 허가한 이후 방송사 등과의 논란 끝에 2010년도에 부분 법개정을 통해 최종적으로 허가하였으며, TV 화이트 스페이스 데이터베이스 운영사업자도 선정하여 놓은 상태이다.

우리나라의 경우 아날로그 TV 방송이 종료되고 디지털 방송 전환이 완료되는 2013년부터 TV 화이트 스페이스가 활용될 수 있을 것으로 전망하고 있다. 이를 위해 기존 TV 대역에 존재하는 서비스들에 대한 보호기준과 TV 화이트 스페이스 이용 서비스의 품질을 보장하기 위한 화이트 스페이스 이용 기기의 기술기준이 마련이 시급하다. TV 화이트 스페이스 기기의 기술기준에는 (그림 2)와 같이 이용형태에 따른 기기 구분, 기기가 이용 가능한 가용채널, 출력기준, 스펙트럼 센싱 기준 등과 같은 항목이 있으며, 보호서비스를 위한 보호기준으로는 보호받아야 할 보호서비스 정립과 데이터베이스 이용과 스펙트럼 센싱 같은 간섭회피방식의 결정, 보호 이격거리 등과 같은 보호기준 등이 이에 해당한다.

| | |
|---------------------|---|
| TV 화이트 스페이스 기기 기술기준 | <ul style="list-style-type: none"> • (기기구분) 이용형태에 따라 고정형 또는 휴대형 기기 등으로 구분 • (가용채널) TVBD가 이용 가능한 TV 방송채널 • (출력기준) 대역내·외 방사 출력 제한 • (스펙트럼 센싱 기준) 스펙트럼 센싱을 위한 센싱 감도 결정 |
| 보호서비스 보호기준 | <ul style="list-style-type: none"> • (보호서비스 정립) 간섭 가능성이 있어 보호받아야 할 대상 서비스 • (간섭회피방법) DB 이용 방식 또는 스펙트럼 센싱 방식을 사용 • (보호기준) 보호 이격거리, 사용불가 채널 등 보호기준을 산출 |

(그림 2) TV 화이트 스페이스 기술기준 및 보호서비스 보호 기준

II. 주요국 TVWS 기술기준 동향

1. 미국 기술기준 동향

미국은 2004년도부터 CR 기술을 이용하여 비면허 방식으로 화이트 스페이스 대역을 사용하기 위하여 의견수렴을 시작하였으며, 2004년 5월에 NPRM을 통해 TV 화이트 스페이스에서의 비면허 기기를 사용할 수 있도록 제안하였고[1], 2006년 10월에 TV 방송대역에서의 고정형 화이트 스페이스 기기의 사용 허용을 골자로 하는 1st R&O/Further Notice를 발표하였다(〈표 1〉 참조)[2]. 2007년과 2008년 화이트 스페이스 기기의 성능 검증을 위해 TVBD 프로토타입을 대상으로 두 차례의 실험을 실시하였으며, 실험은 주로 스펙트럼 센싱 기능에 대해 이루어졌으며, 이상적인 환경인 실험실 테스트는 성공했으나, 실제 환경에서의 필드 테스트는 거의 실패하였다[3][4]. 그러나, 2008년도에 FCC OET(Office of Engineering & Technology) 주관으로 5개사(Adaptrum, I2R, Motorola, MS, Philips)의 TVBD 프로토타입으로 진행된 두 번째 실험에서 데이터베이스 접속 기술을 통한 간섭방지 가능성 입증함으로써

써 그 해 11월 2nd R&O를 통한 비면허 사용 허용의 계기가 되었다. 2008년 11월 TV 방송대역에서의 고정형/개인이동형 white space 기기의 비면허 사용 허용을 골자로 하는 2nd R&O 발표하였는데[5], TV 방송대역의 일차 사용자인 방송 수신기, 무선 마이크 등에 유해 간섭을 유발하지 않는 조건에서 사용을 허가하였으며, 간섭회피 방식으로서 WSD는 스펙트럼 센싱뿐만 아니라 데이터베이스 접속 기능을 필수적으로 갖추도록 규정하였다. 2010년 9월 무선마이크 사용자 등 기존 방송대역 사용자의 간섭 방지에 관한 의견수렴을 통해 2nd MO&O(Memorandum Opinion & Order) 발표하였다[6]. 기본적인 방침은 2nd R&O를 유지하고 있으나 스펙트럼 센싱 적용, 무선마이크 보호에 관한 사항에 대한 규칙을 수정하였으며 간섭회피방식으로서 ‘위치측위 및 데이터베이스 접속’ 기능을 가진 기기에 대해서는 스펙트럼 센싱 기능 의무적용 규정을 폐지하고 무선마이크 전용 2개 채널을 마련하고 비면허 무선마이크에 대해서도 운용지역을 ‘TV 대역 데이터베이스’에 등록할 수 있도록 함으로써 간섭으로부터 보호받을 수 있도록 하였다. 데이터베이스와 TV 대역 기기 간 또는 데이터

〈표 1〉 미국의 TV 화이트 스페이스 이용 정책 추진 과정

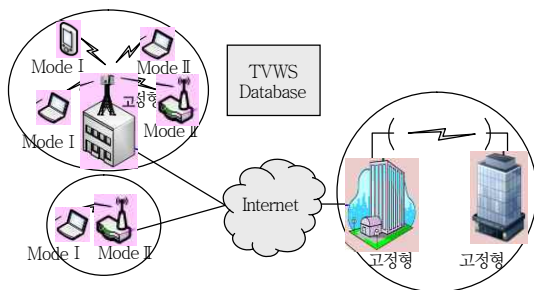
| | |
|---|---|
| NPRM (2004. 5.) | <ul style="list-style-type: none"> • TV 방송대역에서 지역적으로 사용하지 않는 주파수에 대해 비면허 운용을 허용하도록 제안 • 소출력 개인/휴대형, 대출력 고정형 기기 사용 제안 • 간섭회피방식으로 고정형 기기는 위치측위 기술 및 데이터베이스 접속기술, 개인/휴대형 기기의 경우 제어 신호 활용 제안 |
| 1 st R&O/Further Notice (2006. 10.) | <ul style="list-style-type: none"> • 고정형 기기 사용을 허용 • 채널 37(전파전문, 무선 의료용 서비스) 등 특정 채널에 대해 사용을 금지 |
| TV Band 기기 실험 1차(2007. 7.) 2차(2008. 10.) | <ul style="list-style-type: none"> • 1차 : TV 신호실험 및 케이블 간섭 영향 실험 • 2차 : 5개사(Adaptrum, I2R, Motorola, MS, Philips)에서 제작한 TV Band 기기 프로토타입 실험 |
| 2 nd R&O (2008. 11.) | <ul style="list-style-type: none"> • 고정 및 개인/휴대형 기기의 사용을 위한 기술기준 마련 • 위치측위 및 데이터베이스 접속 방식 사용, 센싱 기능 필수 적용 |
| 2 nd MO&O (2010. 9.) | <ul style="list-style-type: none"> • 위치측위 및 데이터베이스 접속 방식으로만 사용 가능 • 센싱 기능은 삭제하고 추후 센싱 전용 기기 허용 |
| DB 운영자 선정 (2011. 1.) | <ul style="list-style-type: none"> • 2010년 1월 신청을 접수 받아 ComSearch, Google, Spectrum Bridge 등 9개 업체 선정 |

베이스 간 통신 시 보안조치 사항을 부과하고, 데이터 베이스 운영자 간 경쟁 유도를 위해 기존 복수 운영자 방침을 유지하며, 데이터베이스 접속 수수료 산정에 대한 지침은 별도로 만들지 않았다.

가. TV 화이트 스페이스 이용 기기의 종류

TV 화이트 스페이스에서 사용 가능한 기기는 크게 고정형 기기(fixed device)와 개인/휴대형 기기(personal/portable device)로 나눌 수 있다. (그림 3)에 TV 화이트 스페이스 기기별로 이용 가능한 서비스에 접속 방식에 대한 예시를 나타내었다. 고정형 기기는 특정 고정 장소에 설치하여 전파통신신호를 송수신하는 기기로서 TV 대역 데이터베이스에 접속하여 가용채널 리스트를 제공받고 스스로 동작 채널을 선택할 수 있으며, 하나 또는 그 이상의 고정 또는 개인/휴대형 기기에 동작 신호를 전송함으로써 네트워크를 시작하거나 동작시킬 수 있다. 고정형 기기는 모드 I 개인/휴대형 기기에게 가용채널 리스트를 제공한다. 가용채널 리스트에는 고정형 기기도 동작 가능한 512MHz(채널 20번) 이상의 주파수가 포함된다. 또한 모드 I 개인/휴대형 기기는 동작할 수 있으나 고정형 기기는 동작할 수 없는 점유된 채널의 인접 채널로서 512MHz(채널 20번) 이상에서 가용한 채널 정보에 관한 보조적인 리스트를 제공한다.

개인/휴대형 기기는 위치측위 기능과 데이터베이스 접속 기능의 보유 여부에 따라 모드 I 개인/휴대형



(그림 3) TV 화이트 스페이스 기기별 이용 서비스

기기와 모드 II 개인/휴대형 기기로 나뉜다. 모드 I 개인/휴대형 기기(Mode I personal/portable device)는 가용채널 리스트를 얻기 위해 내장 위치측위 기능 및 데이터베이스 접속 기능을 사용하지 않는 개인/휴대형 기기이다. 모드 I 기기는 고정 또는 모드 II 개인/휴대형 기기로부터 가용채널 리스트를 얻는다. 모드 I 기기는 고정 또는 개인/휴대형 기기의 네트워크를 시작할 수 없으며, 다른 모드 I 기기에게 그 기기 동작을 위한 가용채널 리스트를 제공할 수 없다. 모드 II 개인/휴대형 기기(Mode II personal/portable device)는 가용채널 리스트를 얻기 위해 내장 위치측위 기능 및 데이터베이스 접속 기능을 사용하는 개인/휴대형 기기로서, 데이터 베이스 접속은 인터넷으로의 직접 접속을 통하거나 고정형 기기 또는 다른 모드 II 기기를 통한 간접 접속을 통해 이루어진다. 모드 II 기기는 하나 또는 그 이상의 고정 또는 개인/휴대형 기기와 송수신하면서, 스스로 채널을 선택하여 통신을 시작할 수 있고, 네트워크의 일부로 동작할 수 있다. 모드 II 개인/휴대형 기기는 모드 I 개인/휴대형 기기에게 해당 기기의 동작을 위한 가용채널 리스트를 제공할 수 있다.

나. 기술적 요구사항

1) TVBD 전력 제한

고정형 기기의 경우, 안테나에 전달되는 최대 전력은 기기가 동작하는 6MHz당 1W를 넘어서는 안 된다. 안테나에 전달되는 전력은 최대 공중선 전력으로 전송장치와 안테나 간의 신호 감쇄를 포함한다. 만약 전송 안테나의 방향성 이득이 6dBi 이상인 경우, 최대 공중선 전력은 6dBi에서 초과한 이득만큼을 줄여야 한다. 개인/휴대형 기기의 최대 EIRP는 기기가 동작하는 6MHz당 100mW(20dBm)를 넘어서는 안 된다. 단, 예외적으로 개인/휴대형 기기의 경우 인접채널 이격 요구조건을 만족하지 않을 경우 최대 EIRP

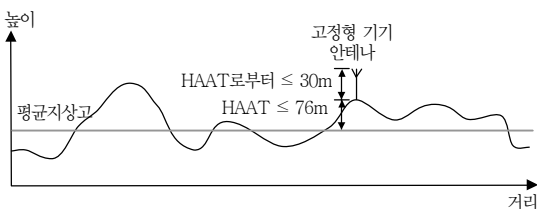
는 기기가 동작하는 6MHz당 40mW(16dBm)으로 제한하여 사용할 수 있다. TV 화이트 스페이스 기기는 송신 전력이 통신에 필요한 최소한의 수준을 유지하기 위해 전력제어 기능을 포함해야 하며 기기인증 신청서에는 전력제어 기능의 메커니즘에 대한 설명을 포함해야 한다.

2) 인접채널 방사 제한

TV 화이트 스페이스 기기가 동작하고 있는 채널의 바로 인접한 채널의 경우, 기기의 방사는 기기가 동작하고 있는 채널의 최대 평균 전력에서 최소 72.8dB 이하여야 한다. 동작 채널에서의 방사는 해상도 6MHz 대역폭의 평균 검출기로 측정하며 인접 채널에서의 방사는 최소 해상도 100kHz 대역폭의 평균 검출기로 측정되어야 한다.

3) TVBD의 안테나 요구사항

고정형 기기에 사용되는 송신 안테나는 지상으로부터 30m 이내 높이에 설치되어야 하며, HAAT가 76m 이상인 지점에는 송신안테나를 설치할 수 없다. HAAT는 평균 지상고로부터 높이를 의미하며, 평균 지상고는 TVBD의 안테나를 중심으로 3~16km 반경 내의 평균고도를 의미한다(그림 4) 참조. HAAT는 가용채널 리스트 획득을 위해 접속하는 TV 화이트 스페이스 데이터베이스에 의해 계산 되도록 되어 있다. 개인/휴대형 기기의 모든 송수신 안테나는 기기에 항상 부착되어 있어야 하며, 개인/휴대형 기기가 별도의 센싱 안테나를 가지고 있는 경우, 인증 받



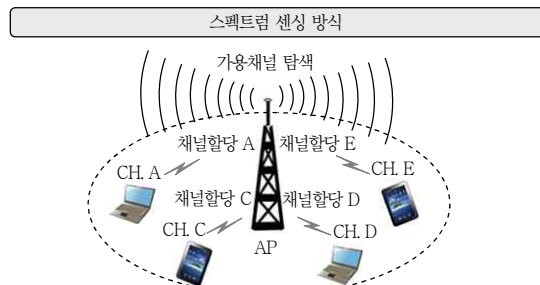
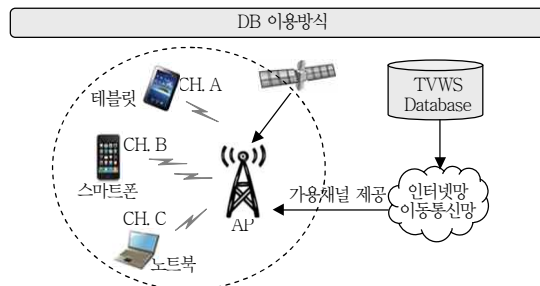
(그림 4) 고정형기기 안테나 높이 제한

을 각 안테나 중에서 가장 작은 이득을 갖는 안테나를 사용하여 인증을 수행한다.

다. 간섭회피방법

간섭회피방법에는 스펙트럼 센싱 방식과 데이터베이스 이용 방식이 있다(그림 5) 참조. 스펙트럼 센싱 방식은 위치측위 및 데이터베이스 접속이 필요가 없으며 주변 환경에 따라 가용채널을 능동적으로 확보할 수 있다는 장점이 있으나, 센싱 기술의 어려움과 기기의 제조비용이 상승한다는 단점이 있다. 데이터베이스 이용 방식은 간섭회피의 신뢰성이 높기 때문에 간섭보호에 측면에서 장점이 있으나, 항상 데이터베이스에 접속이 가능해야 하며 별도의 데이터베이스 구축 및 운영이 필요하다는 단점이 있다.

미국은 현재 위치측위 및 데이터베이스 접속 방식으로 TV 화이트 스페이스를 이용할 수 있도록 하였으며, 차후에 스펙트럼 센싱 전용 기기도 이용할 수 있는 기술기준을 마련하였다. 그러므로 센싱 전용 기기를 제외한 TV 화이트 스페이스 기기는 간섭보호



(그림 5) 간섭회피방법

요구사항에 따른 가용채널 확인을 위해 위치측위 및 데이터베이스 접속 방법을 사용해야 한다. 간섭보호는 기존에 TV 방송대역에서 사용 중인 허가 또는 비면허 서비스에 대하여 제공된다.

1) 데이터베이스 이용 기기를 위한 기술기준

고정형 기기의 지리적 위치는 기기 내에 내장되어 있는 위치측위 장치를 이용하거나 전문 설치기사에 의해 결정 될 수 있으며, 실제 위치와의 오차범위가 +/-50m 이내로 보장되어야 한다. 고정형 기기의 지리적 위치는 안테나 설치 후 처음 시작 시 결정되며, 기기에 지리적 위치를 저장한다. 이후 기기의 위치가 변경될 경우, 운영자는 기기의 지리적 위치를 재설정하고 재설정된 위치정보를 기기에 저장하고, 데이터베이스에 등록한다. 고정형 기기는 자신의 위치에서 사용 가능한 채널을 결정하기 위해 인터넷을 통해 TV 화이트 스페이스 데이터베이스에 접속하고, 데이터베이스에서 해당 기기에 대해 가용하다고 결정된 채널리스트를 확보 할 수 있다. 동작 중인 고정형 기기는 사용중인 채널이 계속 가용한 상태인지 확인하기 위해 최소 하루에 한 번은 데이터베이스에 접속해야 하며, 만약 데이터베이스가 해당 채널이 더 이상 가용하지 않다고 할 경우 즉시 사용을 중지해야 한다.

모드 II 개인/휴대형 기기는 기기 내에 위치측위 장치를 내장해야 하며 측정된 위치정보는 실제 위치와의 오차범위가 +/-50m 이내로 보장되어야 한다. 모드 II 개인/휴대형 기기는 전원이 꺼진 상태에서부터 동작을 시작할 때마다 자신의 위치정보를 재설정해야 하며, 기기가 동작하는 동안에는 최소 60초마다 한 번씩 자신의 위치를 체크해야 한다. 모드 II 개인/휴대형 기기는 자신의 위치에서 사용 가능한 채널을 결정하기 위해 인터넷을 통해 TV 화이트 스페이스 데이터베이스에 접속하고, 데이터베이스에서 해당

기기에 대해 가용하다고 결정된 채널목록을 확보 할 수 있다. 모드 II 개인/휴대용 기기는 전원이 꺼진 상태에서부터 동작을 시작할 때마다 가용채널 목록을 위해 데이터베이스에 접속해야 하며, 최종 데이터베이스 접속 후 기기의 위치가 100m 이상 변경되었을 경우, 데이터베이스에 다시 접속하여 가용채널 목록을 재확인 해야 한다. 동작 중인 모드 II 개인/휴대형 기기는 동작 채널이 계속 가용한 상태인지 확인하기 위해 최소 하루에 한 번은 자신의 위치를 재확인하고 데이터베이스에 접속해야 한다.

모드 I 개인/휴대형 기기는 데이터베이스에 접속하여 기기의 FCC 확인자(FCC ID)가 유효하다는 것을 확인한 고정형 또는 모드 II 개인/휴대형 기기로부터 수신받은 가용채널 목록을 기반으로 송수신할 수 있다. 모드 I 기기에 제공한 가용채널 목록은 고정형 또는 모드 II 기기에 있는 채널 목록과 동일해야 한다. 고정형 기기는 데이터베이스로부터 모드 I 기기가 사용할 수 있는 인접채널을 포함하는 별도의 가용채널 목록을 얻을 수 있으며, 이를 모드 I 기기에게 제공할 수 있다. 고정형 또는 모드 II 기기는 데이터베이스에 접속하여 가용채널을 요구한 모드 I 기기의 FCC 확인자를 제공한 직후에만 가용채널 목록을 제공할 수 있다. 고정형 또는 모드 II 기기에 접속을 시작하기 위해서, 모드 I 기기는 고정 또는 모드 II 기기가 사용하는 가용채널 또는 고정 또는 모드 II 기기가 모드 I 기기에게 이러한 용도로 가용하다고 알려준 채널을 통해 전송할 수 있다. 기기의 전원이 꺼지지 않았지만 동작을 하고 있지 않은 상태인 sleep 모드를 제외하고, 모드 I 기기는 적어도 매 60초마다 현재의 가용채널 목록을 제공하는 고정 또는 모드 II 기기로부터 접속검증신호를 수신하거나 채널 가용성을 재확인/재설정하기 위해 고정 또는 모드 II 기기에 접속해야 한다. 모드 I 기기는 접속검증신호를 수신하

지 못하거나 이 일정에 따른 고정 또는 모드Ⅱ 기기 접속을 통한 가용채널 재설정을 하지 못한 경우 즉시 동작을 멈춰야 한다. 또한 모드Ⅱ 기기는 접속이 끊어질 경우 가용채널 목록을 얻기 위해 고정 또는 모드Ⅱ 기기와의 접속을 재확인/재설정해야 한다. 마찬가지로, 모드Ⅱ 기기가 접속이 끊어지고 새로운 채널 목록을 얻었을 경우, 모든 모드Ⅰ 기기에게 신규 채널 목록을 제공하고 있다고 알려야 한다.

2) 센싱 전용 기기를 위한 기술기준

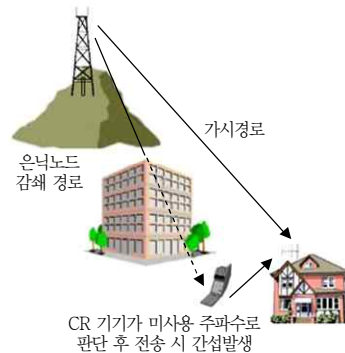
미국은 센싱 전용 기기에 대한 사용이 가능하도록 결정하였는데, 이러한 기기를 사용하기 위해서는 인증이 필요하며 이를 위해 가용채널 확인을 위해 스펙트럼 센싱에만 의존하는 기기가 기존 무선 서비스에 간섭을 유발하지 않는다는 것을 매우 높은 신뢰도로 증명되어야 하며, 시험은 기기의 센싱 능력과 간섭 가능성 특성을 포함한 기기의 성능을 평가하기 위해 시제품 기기를 대상으로 실험실 또는 현장 테스트를 공개적으로 실시하도록 되어 있다. 기기의 센싱 요구사항 중 검출 임계치는 ATSC 디지털 TV 신호는 -114 dBm/6MHz, NTSC 디지털 TV 신호는 -114dBm/100kHz, 무선마이크를 포함한 저전력 보조 신호는 -107dBm/200kHz이며, 0dBi의 omnidirectional 수신 안테나를 기준으로 측정한다. 기기가 처음 동작할 때, 채널 가용성 확인 시간은 최소 30초로 정의되어 있으며, 이 시간 동안 TV 채널에서 검출 임계치보다 높은 TV, 무선마이크 또는 다른 저전력 보조기기의 신호가 검출되지 않을 경우 기기를 사용할 수 있는 채널로 할당 할 수 있다. 가용채널을 이용하여 기기가 동작하는 중에는 최소 60초마다 한 번씩 동작채널을 모니터링 해야 하며 TV, 무선마이크 또는 다른 저전력 보조 기기 신호가 검출되면 2초 이내에 기기의 사용을 중지해야 한다.

2. 영국 기술기준 동향

영국은 WiFi 등의 확대에 의해 비면허 대역 혼잡이 증가함에 따라 TV 화이트 스페이스의 활용 필요성이 제기되었다. TV 화이트 스페이스는 지역적으로 사용 가능하다는 점에서 WiFi 등 소출력 위주의 비면허 주파수 이용기술에 적합한 대역으로 예상하고 있다. 특히, 이 대역은 전파특성이 우수하고 광대역 확보가 가능해 비면허 사용이 가능할 경우 다양한 기술과 서비스가 출현할 것으로 기대하고 있다.

Ofcom은 전파특성이 우수한 TV 방송주파수대역의 효율적 활용을 위해 지역적으로 사용하지 않은 화이트 스페이스를 사용하는 방안을 검토하여 DTV 전환 후 활용방안으로서 방송사업자와 같은 면허권자에게 유해한 간섭을 주지 않는 조건으로 비면허로 cognitive radio 기술 사용 허용을 검토하였다[7]. 이러한 cognitive radio 기술은 미사용 주파수를 지능적으로 찾아 활용함으로써 유연한 주파수 활용이 가능할 것으로 예상하고 있다.

이와 관련하여 TV 화이트 스페이스 이용을 위한 기술기준 마련을 위해 전파 측정조사 및 의견을 수렴하였는데 스펙트럼 센싱 감도 관련 기술기준 제정을 위해 영국의 도심, 부도심, 시골지역에서의 은닉 노드 마진(hidden-node margin)을 측정하였다(그림 6 참조)[8].



(그림 6) 은닉노드 마진

일반적으로 TV 수신안테나는 지상으로부터 10m 높이에 설치되어 있지만 TV 대역 안테나는 개인/휴대형 TVBD의 경우는 1.5m 높이에 위치하기 때문에 높이 차이에 의해 TV 수신안테나에서 수신되는 레벨에 비해 낮은 전력을 수신할 수 밖에 없다.

이러한 TV 수신안테나로 입력되는 수신전력과 TVBD로의 입력 수신전력의 차이 즉 은닉노드 마진이 발생하게 된다. 은닉노드 마진은 사용하는 주파수 대역과 수신 위치 주변 환경 등에 의해 값이 변화가 될 수 있는데 다양한 환경에서 측정 및 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 값을 산정하였다.

간섭 회피 방식으로 스펙트럼 센싱, beacon 신호 방식, DB 접속방식 등 3가지를 검토하고 관련 관련 기술기준을 제안하였는데[9], beacon 신호 방식은 특정 주파수 등을 통해 제공되는 주파수 이용 상황정보를 TVBD가 수신하여 주파수 이용여부를 판단하는 방식이다. 위 3가지 방식에 대한 검토 및 의견수렴 결과 간섭회피 방식으로 스펙트럼 센싱과 DB 접속 방식 사용을 허용하고 관련 기술기준 제정을 추진하였다. 그러나, 그 이후 현재의 기술 수준으로 DB 접속 방식을 적용 가능한 방식으로 판단하고, DB 접속 방식과 운영에 관한 의견을 수렴 중이다(<표 2> 참조)[10][11].

3. 일본 기술기준 동향

일본 총무성은 미래성장 동력 창출을 위한 전략의 일환으로 화이트 스페이스의 이용 방안을 검토하면서 새로운 전파유효이용 촉진을 위한 ‘새로운 전파활용 비전에 대한 검토팀’ 운영을 통해 화이트 스페이스 활용방안에 대해 검토를 수행하였다. 검토팀은 화이트 스페이스가 국지적으로 사용될 수 밖에 없다는 특성을 감안하여 제한된 지역에 대한 서비스에 활용함으로써 경제 활성화 등 지역 문제 해결을 기대할 수 있을 것으로 판단하였다.

일본 총무성에서는 화이트 스페이스를 효율적으로 활용하기 위해, ‘화이트 스페이스 추진회’를 결성하고 2010년 9월에 화이트 스페이스 특구에서 이루어질 수 있는 연구개발 및 실험모델 제안을 모집하였다. 화이트 스페이스 특구를 선정하기 위한 기본 조건으로 지진 재해 등 비상시의 긴급정보 등의 전송도 가능한 실험, 검증을 추진하고, 실험의 진행상황과 결과 등에 대해서는 화이트 스페이스 추진회에 정기적으로 보고하며, 제시된 전파의 이용에 관한 사항(주파수, 공중선 전력 등)과 이용지역은 다른 방송국에 방해를 주지 않도록 필요한 경우 변경 등의 조치를 취할 것, 실시장소의 중복 가능성이 있는 제안에 대해

<표 2> Ofcom의 화이트 스페이스 이용 정책 과정

| | |
|---|--|
| Digital Dividend Review (2007. 12.) | <ul style="list-style-type: none"> DTV 전환 이후 화이트 스페이스 대역에서 유해 간섭을 주지 않는 조건으로 CR 기술을 이용한 비면허 사용 제안 가용 주파수 대역: 채널 21~30(470~550MHz), 채널 39~60(614~790MHz) |
| Hidden Node margin 분석 (2009. 1.) | <ul style="list-style-type: none"> CR기기 관련 기술 파라미터인 스펙트럼 센싱 감도 선정에 필요한 hidden node 분석 연구 지역(도심, 부도심, 시골)에 따른 측정 및 모의실험을 통해 산정 |
| Cognitive Access (Consultation) (2009. 2.) | <ul style="list-style-type: none"> 비면허 CR기기를 위한 기술기준 제안 및 관련 의견 수렴 간섭회피 방식으로서 스펙트럼 센싱, 위치측위 및 데이터베이스 접속 기능, beacon 신호 방식에 관한 의견 수렴 |
| Cognitive Access (Statement) (2009. 7.) | <ul style="list-style-type: none"> 간섭회피 방식으로 스펙트럼 센싱 또는 위치측위 및 데이터베이스 접속 기능 허용 데이터베이스는 제3자에게 위탁 운용 |
| Geo-location for Cognitive Access (2009. 11.) | <ul style="list-style-type: none"> 위치측위 및 데이터베이스 운용에 관한 의견 수렴 주요 내용: 데이터베이스 수록 정보 내용, 데이터베이스 및 기기 제공 정보, 데이터베이스 갱신 주기, 가용 주파수 출력산정 알고리즘, 데이터 베이스 운영 및 유지방안 등 |

서는 전파의 이용에 관한 사항, 운영 시간 등에 관하여 각 추진주체 간 사전에 조정할 것 등을 제시하였다. 화이트 스페이스 활용방안에 대한 제안을 모집한 결과 5가지 유형이 제시되었으며, 대다수는 단방향 방송 서비스인 area oneseq형 또는 digital signage형이었다 총 44건의 제안이 모집되었고 화이트 스페이스 추진회 주관으로 공개청문회 등을 통한 심사를 통해 최종적으로 25개의 제안을 선정하였다[12].

III. 국내 TV 주파수 현황 및 고려사항

1. 국내 TV 대역 주파수 현황

2000년 방송통신위원회(구 정보통신부)는 DTV 채널배치 원칙을 발표하면서 기존 아날로그 TV 방송에서 활용하는 채널 2~60번 이외에 DTV로의 전환과정에서 동시방송을 위해서는 주파수가 쌍으로 필요한 상황이고 이러한 주파수 부족을 해결하기 위하여 채널 61~69번(752~806MHz)을 임시로 사용하다가 전환이 완료된 이후 주파수를 회수할 계획이다.

2008년말 방송통신위원회는 디지털전환특별법에 의거하여 2012년 12월 31일 이전까지 아날로그 TV 방송이 종료됨에 따라 디지털 TV로 전환하기 위한 세부 채널배치 계획을 수립하였는데 이 디지털 TV 채널배치 계획안에 따르면 채널 14~51번(38개 채널)을 DTV 주파수 대역으로 확정하고, 채널 2~6번

(5개 채널)은 DTV 예비용으로 확보하되 채널배치를 보류하였고, 채널 7~13번(7개 채널)은 DMB에 우선 사용하고 지역별로 재사용이 가능한 경우에 DTV 예비용으로 사용이 가능하도록 하였다(그림 7) 참조.

2. 국내 TV 화이트 스페이스 이용 고려사항

TV 화이트 스페이스 이용에 가장 중요한 간섭 보호시스템은 TV 방송이다. 현재의 TV 방송은 디지털로의 전환기간 동안 아날로그 TV와 DTV가 동시방송을 하고 있다. 향후 아날로그 TV 방송이 종료된 이후에나 TV 화이트 스페이스 기기의 도입이 예상되므로 아날로그 TV 방송에 대한 보호는 고려하지 않아도 될 것이다.

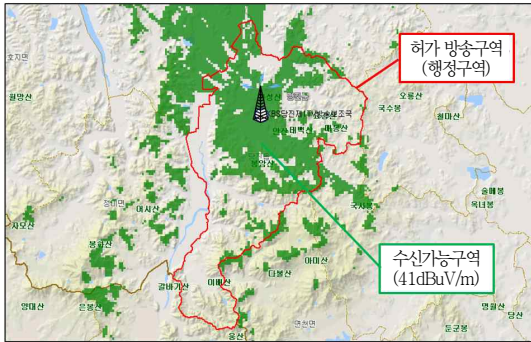
국내의 TV 방송국 허가는 각 방송국의 송신파라미터 정보를 이용하여 전파분석 시뮬레이터를 통해 커버리지를 확인한 후 적정한 방송구역을 선정하여 시·군·구 행정구역단위로 허가하고 있다. 따라서 방송 프로그램을 송출하는 송신소로부터의 신호가 TV를 수신할 수 있는 최소 전계레벨이 되는 지점을 연결한 영역을 방송구역으로 지정하는 미국과 달리 우리나라는 DTV 허가방송구역과 수신가능구역이 다르기 때문에 허가방송구역을 바탕으로 보호 기준으로 정하는 것이 바람직한지 아니면 실제 방송이 수신 가능한 DTV 수상기에 대한 보호를 기준으로 해야 하는지에 대한 검토가 필요하다(그림 8) 참조.

특히 우리나라 허가방송구역은 행정구역과 연계되어 있기 때문에 매우 복잡한 형태를 띠고 있으며 수신가능구역 또한 산악지형의 영향으로 매우 복잡한 형태를 보이고 있다.

DMB 서비스 보호기준의 경우 DTV 서비스 보호기준과 유사한 방법으로 적용하되, DMB 서비스의 이동성을 추가적으로 고려할 필요가 있으며, DTV

| 현재 | ATV | ATV | ATV/DMB | ATV/DMB | DTV 임시 |
|----------|--------|--------|------------|---------|----------------|
| 주파수(MHz) | 54 | 7276 | 88174 | 216470 | 698 752 806 |
| 채널(ch) | 2 | 45 | 67 | 1314 | 51 52 60 61 69 |
| 전환후 | DTV 예비 | DTV 예비 | DTV 예비/DMB | DTV | 여유대역 |

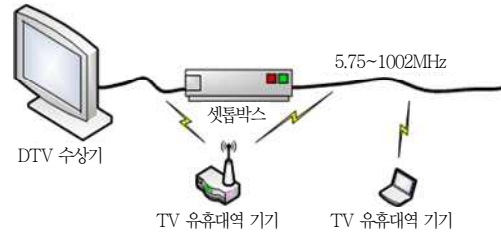
(그림 7) 디지털 전환 전/후 TV 방송대역 이용 현황



(그림 8) 국내 허가방송구역과 수신가능지역 차이

서비스 보호는 송신소 단위의 방송구역을 기준으로 설정해야 하지만 DMB 서비스의 경우는 방송권역 내의 모든 송신소가 단일주파수망으로 구성되어 동일 채널을 사용하고 있는 특성을 고려한 보호 기준이 필요하다. 우리나라는 현재 약 만 가구에서 CATV 서비스에 가입되어 있다. CATV의 경우 우선으로 신호를 보내기 때문에 TV 화이트 스페이스 이용과 관련하여 간섭 영향이 존재하지 않을 것으로 예상될 수 있으나, 실제로는 근접하여 TV 화이트 스페이스 기기를 이용할 경우 케이블과 커넥터 등을 통한 전파 누설 때문에 간섭 가능성이 있는 것으로 파악되고 있다. 따라서 이에 대한 보호기준도 필요한 실정이다. CATV 서비스는 상향대역으로 5.75MHz~65MHz, 하향대역으로 88MHz~1,002MHz를 사용하므로 TV 방송주파수와 거의 모든 채널이 중첩되어 있다.

TV 중계기와 CATV 수신점에 근접하여 TV 화이트 스페이스 기기를 사용할 경우 수신점에 간섭이 발생할 가능성이 있으며 간섭이 발생할 경우 이러한 설비로부터 제공되는 모든 서비스에 간섭 영향이 미치므로 보호 기준이 필요하다(그림 9) 참조. 한국의 경우 TV 중계기 대부분이 방송구역 내에 위치하지만 일부 TV 중계기(전주 모악산 송신소의 중계기인 적상산중계기)가 방송구역 밖에 위치하고 있기 때문에 보호 기준이 필요하다. 2010년 7월 변경된 기준



(그림 9) TVBD에 의한 CATV 간섭

에 따라 허가받은 무선마이크가 478MHz~698MHz 대역을 사용할 예정이므로 이격거리등과 같은 무선마이크 보호기준 마련이 필요하다.

IV. 결론

현재 세계각국은 광대역 및 지역정보 서비스 확대, IT 기술 발전 등을 위하여 주파수 특성이 우수한 화이트 스페이스의 활용을 적극적으로 추진하고 있다. 또한 대부분의 국가가 비면허 방식으로 TVBD 기기의 도입을 허용하고 있으며, TV 방송대역 사용자 간섭보호 등을 위한 간섭회피 방식을 채택하고 있다.

미국은 2004년부터 TV 화이트 스페이스 이용을 위해 정부 및 산업계를 포함한 여러 기관으로부터 의견을 수렴하였으며, 다양한 간섭시나리오에 대한 측정과 실험을 통해 간섭영향을 검증하고 기술기준을 마련하였다. 초기에는 TV 화이트 스페이스 기기의 기술요구조건에 스펙트럼 센싱 기능이 기본으로 채택되었지만, 현재의 센싱 기능 구현 기술의 한계점을 인식하여 스펙트럼 센싱 기능을 제외하고 데이터베이스를 이용한 간섭회피 기술을 최종적으로 채택하였다. 그러나 스펙트럼 센싱으로만 가용채널을 탐색하여 동작 가능한 기기에 대한 사용도 허용하는 내용을 포함하고 있다.

영국은 미국과 유사하게 스펙트럼 센싱과 데이터베이스 접속방식을 허용하는 방침을 정하였으나 스

팩트럼 센싱에 대해서는 기준을 엄격하게 함으로써 실질적으로는 데이터베이스 접속 방식이 사용될 것으로 예상된다.

일본은 현실적으로 간섭위험 부담이 적고 시스템 구축 측면에서 경제적이며, 파급효과가 큰 단방향 방송형 서비스를 일차적으로 화이트 스페이스 이용을 계획하고 있으며, '화이트 스페이스 특구'를 통해 2012년까지 전국적으로 서비스를 확장시키는 것으로 목표로 하고 있다.

국내의 경우도 TV 화이트 스페이스를 이용한 서비스와 관련 산업을 활성화하기 위해서는 TV 화이트 스페이스 이용을 위한 기술기준 마련이 필요하다. TV 대역은 기존에 사용 중인 여러 서비스가 존재하기 때문에 이러한 서비스에 대한 보호 방안을 고려하여 우리나라 주파수 이용환경에 적합한 기술기준을 마련해야 할 것이다.

● 용 어 해 설 ●

TV 화이트 스페이스: TV 방송대역 중에서 지역적으로 할당되지 않아 사용하지 않고 비어있는 채널의 대역을 의미하며 1GHz 이상 주파수보다 전파특성이 우수하여 서비스 영역이 넓은 특성을 가지고 있다.

약어 정리

| | |
|------|--------------------------------------|
| ATSC | Advanced Television System Committee |
| CATV | Community Antenna Television |
| CR | Cognitive Radio |
| EIRP | Effective Isotropic Radiated Power |
| HAAT | Height Above Average Terrain |
| NPRM | Notice of Proposed Rule Making |

| | |
|------|--------------------------------------|
| NTSC | National Television System Committee |
| OET | Office of Engineering & Technology |
| TVBD | TV Band Device |
| TVWS | TV White Space |
| WSD | White Space Device |

참고 문헌

- [1] FCC(2004), "Notice of Proposed Rulemaking," ET Docket No.04-186, May 2004.
- [2] FCC(2006), "First Report and Order and further Notice of Proposed Rulemaking," ET Docket No.04-186, Oct. 2006.
- [3] FCC(2007), "Initial Evaluation of the Performance of Prototype TV-Band White Space Devices," OET Report 07-TR-1006, July 2007.
- [4] FCC(2008a), "Evaluation of the Performance of Prototype TV-Band White Space Device Phase II," OET Report 07-TR-1005, Oct. 2008.
- [5] FCC(2008b), "Second Report and Order and Memorandum Opinion and Order," ET Docket No.04-186, Nov. 2008.
- [6] FCC(2010), "Second Memorandum Opinion and Order," ET Docket No.04-186, Sept. 2010.
- [7] Ofcom, "Digital Dividend Review," Dec. 2007.
- [8] Ofcom, B. S Randhawa, Z. Wang, and I. Parker, "Analysis of Hidden Node Margins for Cognitive Radio Devices Potentially Using DTT and PMSE Spectrum," Jan. 2009.
- [9] Ofcom, "Digital Dividend: Cognitive Access," Consultation, Feb. 2009.
- [10] Ofcom, "Digital Dividend: Cognitive Access," Statement, July. 2009.
- [11] Ofcom, "Digital Dividend: Geolocation for Cognitive Access," Consultation, July. 2009.
- [12] http://soumu.go.jp/menu_news/s-news/01ki-ban09_01000025.html