

TV 화이트 스페이스 기술정책 및 서비스 동향

최주평 · 정찬형 · 이원철*

한국전파진흥협회 ·

*숭실대학교 정보통신전자공학부

I. 서 론

현대사회에서 주파수 자원의 활용 영역은 비단 방송통신 분야에 국한되지 않으며, 교통 및 의료, 환경 분야 등 국민의 일상생활을 포괄하는 사회 전 분야로 확대, 재생산되고 있다. 이에 따른 다양한 신규 모바일 서비스의 확대와 고용량 멀티미디어 콘텐츠 수요의 증가로 인해 무선 트래픽 수요급증에 대처하기 위한 주파수 확보 및 이용 효율화 방안에 대한 필요성이 점차 강조되고 있는 추세이다^{[1][2]}.

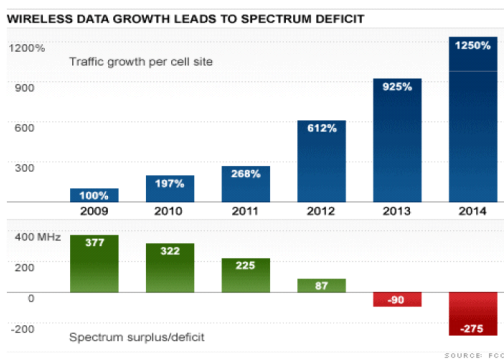
미국의 경우, 2009년 3월 국가 브로드밴드 계획(National Broadband Plan)에 따라 향후 5년 내 300 MHz, 2020년까지 총 500 MHz의 주파수를 광대역 무선 서비스용으로 확보할 계획임을 발표하였다^[4]. 또한 미국 내 주파수 정책 및 기술 전문가들로 구성된 대통령 자문기관인 PCAST(President's Council of Advisors on Science and Technology)는 2012년 7월 공식보고서

를 통하여 급증하는 주파수 수요에 근본적으로 대처하기 위해서는 주파수 공유 체계 마련에 적극적으로 나서야 한다고 발표한 바 있다^[5].

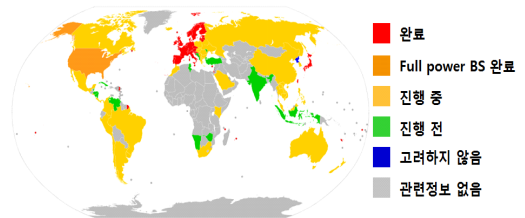
또한 영국은 2020년까지 750 MHz의 대역폭을, 일본은 2015년까지 340 MHz 정도의 주파수 대역폭을 추가 확보하기 위한 브로드밴드 전략을 발표한 바 있다^{[6][7]}. 국내에서도 모바일 광개토 플랜을 통해 2020년까지 최대 600 MHz 대역폭 이상의 주파수 자원 확보를 위한 시행 방안이 확정된 상태이다^[8].

현재의 주파수 수요 급증 추세를 반영하듯, 가용 주파수 확보의 일환으로 DTV 서비스로의 전환에 의해 발생하는 TV 화이트 스페이스(TV White Space: TVWS) 대역에 대해 주요 선진국을 중심으로 많은 관심이 집중되고 있으며, 이에 대한 정책 및 기술 연구, 표준화 및 시범 서비스 등이 활발하게 진행되고 있다^{[9]~[13]}.

본 고에서는 다양한 무선통신 서비스로의 적용 가능성으로 인해 관련 시장의 잠재력 확대가 기대되고 있는 TVWS에 대한 국내외 기술정책 및 시범 서비스 동향에 대해 소개하고자 한다. 특히 TVWS 서비스를



[그림 1] 무선 트래픽 증가에 따른 주파수 부족량 변화 추이^[3]



[그림 2] 2012년 10월 기준 전 세계 DTV 전환 추이^[14]

본 연구는 미래부가 지원한 2013년 정보통신방송(ICT) 연구개발사업의 연구결과로 수행되었음.

실현하는데 있어 필수 요소인 TVWS DB에 대한 기술정책 진행 현황과 글로벌 공통 표준으로 진행 중인 IETF(Internet Engineering Task Force)의 PAWS (Protocol to Access White Space DB)에 대한 최근의 접촉 프로토콜 개요에 대해 살펴볼 예정이다. 또한 최근 진행되고 있는 국내외 시범 서비스 내용에 대한 소개를 끝으로 본고를 마무리하고자 한다.

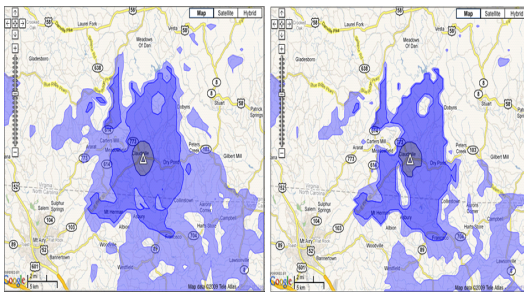
II. TVWS 정의 및 특징

TVWS는 일반적으로 기존 Wi-Fi 대비 9배 이상의 전송 커버리지를 가짐과 동시에 투과율이 우수하며, TV 방송용으로 할당된 1 GHz 미만의 주파수 대역 중 지역적(공간적)으로 사용되고 있지 않는 대역으로 정의된다. 국내에서는 DTV 서비스 전환 이후 할당된 채널 14번에서 채널 51번 사이의 주파수 대역(470~698 MHz)이 이에 해당된다.

TVWS는 사용 가능한 채널 수가 지역별로 상이하므로, 지역 특성에 맞는 서비스를 선택적으로 이용해야 한다. 즉, 인구가 밀집되어 있는 대도시 지역에 비해 교외 및 농어촌 지역에서 가용 TVWS 채널 확보가 용이할 것으로 판단되고 있다^[16].

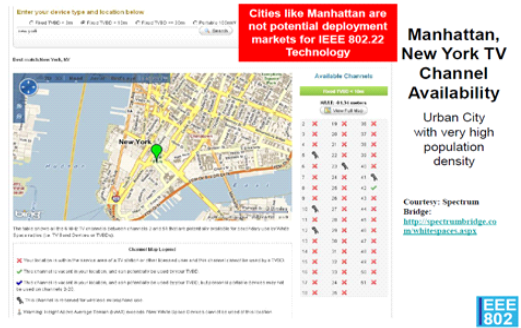
III. 국내외 TVWS 기술정책 동향

3-1 미국 연방통신위원회

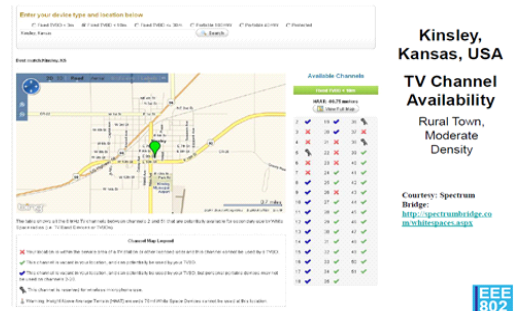


중심 주파수=200 MHz 중심 주파수=2.4 GHz

[그림 3] 중심 주파수 별 전계강도 영역 비교^[15]



(a) 도심지역(뉴욕시 맨허튼 지역)



(b) 교외지역(캔사스 킨슬러 지역)

[그림 4] 도심과 교외지역에서의 가용 TVWS 채널 수 비교

미국 내 방송통신정책 주관 및 독립 규제 기관인 연방통신위원회(Federal Communications Commission: FCC)는 2008년 11월에 FCC의 사전 규제조건을 만족할 경우, TVWS 주파수를 누구나 사용할 수 있는 비면허 대역으로 지정하였다^[9]. 이후 2010년 9월과 2012년 5월 두 번에 걸친 기술규격 개정본을 발표하였으며, 현재에는 전 세계적으로 가장 활발하게 TVWS 정책 및 서비스 준비과정을 진행하고 있다^{[10][17]}.

3-2 영국 방송통신규제위원회

영국의 방송통신 관련 규제기관인 방송통신규제위원회(Office of Communications: Ofcom)는 2007년 12월 DTV 전환 이후 발생하는 ‘digital dividend’ 주파수 영역에 대한 이용 방안을 제시한 바 있다. ‘digital dividend’는 총 256 MHz의 대역폭 크기를 갖는 TV-

WS 대역(interleaved spectrum)과 136 MHz 크기를 갖는 ‘cleared spectrum’ 영역으로 구성되어 있다^[24].

2009년 2월에는 스펙트럼 센싱과 TVWS DB에서 요구되는 주요 파라미터를 발표하였으며, 2010년 11월에는 TVWS DB 기반의 TVBD(TV Band Device) 서비스 사용 방안을 공식적으로 제안한 바 있다^[12]. 최근에는 TVBD의 TVWS 사용을 허용하는 공식 제안문건을 공개하였으며, 2013년 1월 10일까지 본 내용에 대한 자문과정을 진행하였다. 올해 10월에는 민간기업 지원을 통해 TVWS 활용을 위한 실험 서비스에 돌입할 것으로 예상되며, 2014년에는 M2M (Machine-to-Machine) 서비스와 슈퍼 와이파이 같은 다양한 무선통신 상용 서비스가 제공될 것으로 예상되고 있다^{[19],[20]}.

3-3 유럽 집행위원회

유럽집행위원회(European Commission: EC)는 유럽 내 TVWS 서비스를 적용하기 위해서는 유럽 각국의 기술적 요구사항이 반영된 공통의 정책기술 마련의 필요성을 인식하고, 이에 대한 관련 연구를 진행하고 있다. 유럽우편통신관리청(Conference of European Postal and Telecommunications Administrations: CEPT)은 TVWS 대역에서의 인지 라디오 기술 적용을 위한 별도의 연구반(Spectrum Engineering 43: SE43)을 운영하였다^[21]. 또한 향후 유럽 내 TVWS 서비스의 원활한 수용을 위해 필요한 기술 내용이 자세하게 소개된 ‘Report 185’와 ‘Report 186’ 기술 보고서를 2013년 1월에 공식적으로 출판한 상태이다^{[22],[23]}.

3-4 일본 총무성

일본은 2008년 10월에서 2010년 7월까지 전파자원 정책 패널에서 주파수의 효과적 이용을 위한 정책 연구를 수행하여 ‘the New Radio Wave Industry Creation Strategy’를 출판한 바 있다. 또한 일본 총무성에서는 2011년도 주파수 이용현황 조사 평가 및 의견

수렴 결과를 반영한 ‘주파수 재편 액션플랜 2012년 10월 개정판’을 공표한 바 있다. 본 주파수 재편 방침은 향후 470~960MHz 대역에서의 주파수 수요 확대에 대응하기 위해 신규 주파수 확보를 위한 이행 및 재편 방안이 소개되어 있다^[24].

3-5 국내 TVWS 기술정책 동향

국내에서는 국외 TVWS 서비스 도입 흐름에 부합하여 미래부(구 방송통신위원회) 주관으로, 국내 TVWS 도입 및 활성화를 위한 정책연구반이 2011년부터 본격적으로 활동을 시작하였다. 당해 4월에는 지방자치단체 및 공공기관, 방송통신사와 산업체 등 총 200여 기관을 대상으로 TVWS 서비스 모델 발굴을 위한 의견 조사를 시행한 바 있다. 이의 결과로 총 70여 기관(기업)에서 93건의 의견이 접수되었으며, 최종적으로는 소방방재청 컨소시엄(소방방재청, 중앙119구조단, 아이디폰)과 제주 컨소시엄(제주도청, 제주테크노파크, KT, 브로드웨이브)이 국내 TVWS 실험 서비스를 위한 지정 단체로 선정되어 남양주와 제주에서 TVWS 실험 서비스를 진행한 바 있다^[25].

2012년에는 TVWS 기술기준검증위원회를 통하여 국내 TVWS 기술규격에 대한 실내외 검증을 실시하였으며, 당해 9월에는 대한민국 주파수 분배표 개정(안)이 입법 예고되었다^[26]. 2013년에는 미래부 주관의 TVWS 운용전담반이 구성되어 TVWS DB 구축 및 시범 서비스 추진을 위한 법률 개정 및 서비스 모델 발굴, DB 운영에 필요한 세부 운영규칙 등을 협의하고 있다.

IV. TVWS DB 기술정책 및 접속 프로토콜

4-1 미국 TVWS DB 개발현황

FCC OET(Office of Engineering and Technology)는 2010년 1월 TVWS DB 사업자 선정을 위해 복수의 산업체로부터 개발 제안서를 접수 받았으며^{[27]~[35]},

2011년 1월에 우선적으로 9개의 사업자를 조건부로 선정하였다. 2011년 중반 마이크로소프트가 새롭게 DB 사업자로 선정되어 최종적으로는 총 10개의 공식 사업자가 TVWS DB 개발에 적극적으로 참여하고 있다. TVWS DB 사업자는 2011년 3월 FCC OET가 주관하는 첫 번째 공동 워크숍을 시작으로, 현재에도 지속적으로 TVWS DB 상용화 개발을 진행하고 있다³⁶⁾.

미국에서는 TVWS DB 운영을 위해 TVWS 기술 규정 준수 여부와 DB 사업자 간 정보 공유, 상호운용성 체계 구축을 중시하고 있다. 이는 향후 TVWS 기반 서비스를 수행하는 데 있어, DB 사업자 간 서비스 사용자의 중복 방지, 복수의 TVWS DB 간 데이터 동기화, FCC에 의해 등록되어 있지 않은 지역적으로 보호되어야 하는 무선기기를 정보를 공유하는 데 목적이 있다. DB 사업자 선정 현황으로는 2011년 12월과 2012년 3월 스펙트럼 브리지와 텔코디아가 각각 FCC OET 주관의 45일간 TVWS DB 테스트를 통과한 상태이며^{37),38)}, 올해 6월에는 구글이 동일 DB 테스트를 통과하였다. 또한 LS 텔콤이 6월부터 45일 DB 테스트를 진행하고 있다^{39),40)}.

4-2 영국 TVWS DB 개발현황

Ofcom은 1차 우선 보호 서비스에 간섭 영향을 주지 않기 위해 고려되었던 스펙트럼 센싱 기술이 낮은 수신 전력 레벨 감지 요구조건과 상용화의 어려움으로 인해, 현재에는 미국과 동일한 TVWS DB 방식 도입을 고려하고 있다¹²⁾.

영국에서의 TVWS DB 운영을 위한 TVBD 허용 가능 전송 전력 산출과 가용 TVWS 채널 선정 방법은 상당히 복잡한 알고리즘 체계를 가지고 있다. 이로 인해 TVWS DB의 과부하에 대한 감소 방안과 알고리즘 처리과정의 간소화 방안이 핵심 해결 과제로 부각되고 있는 실정이다.

4-3 IETF PAWS

IETF는 2011년 6월부터 별도의 WG(Working Group)을 구성하여 PAWS라는 이름의 TVWS DB 접속 프로토콜 표준개발을 지속적으로 진행하고 있다⁴¹⁾. 본 표준은 TVWS DB 검색을 위한 메커니즘과 접속 프로토콜을 비롯하여 DB 접속 질의(query) 및 응답(response) 메시지 형식에 대한 표준개발을 주요 목적으로 추진하고 있다.

올해 6월 공식 웹 사이트에서 'PAWS Draft ver.6' 표준문서가 공개되어 있는 상태이며, 본 문서에서는 TVWS DB 간의 단계별 접속 프로토콜 처리과정을 비롯하여 프로토콜 메시지 인코딩 소스, HTTPS 바인딩 방법, 프로토콜 확장방법 등이 소개되어 있다⁴²⁾.

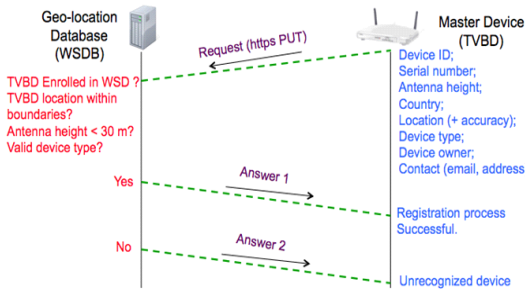
4-3-1 PAWS 기본 처리과정

PAWS 처리과정은 크게 기기 등록과정과 가용 채널 승인과정으로 이루어져 있다. 다음의 <표 1>과 [그림 5]는 TVBD의 초기 기기 등록을 위해 요구되는 단계별 진행 내용을 나타내고 있다. 여기서 'Master 기기'는 TVWS DB와 직접 접속이 가능한 TVBD를 의미한다.

다음으로 'Master 기기'가 TVWS DB로부터 가용 채널을 할당받기 위한 승인과정은 <표 2>와 [그림 6]과 같이 총 5단계에 걸쳐 진행된다. <표 2>에서 'Slave 기기'는 TVWS DB와 직접 접속이 불가능하며,

<표 1> TVBD 초기 등록과정

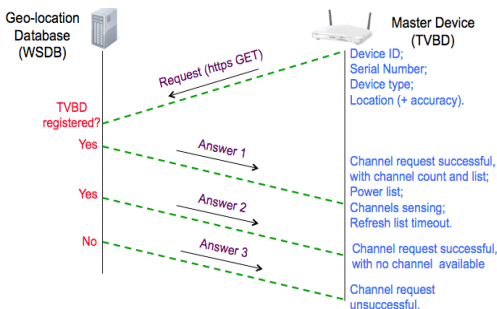
- **(1단계)** 'Master 기기'가 PAWS 메시지 전송을 위해 서비스 위치에서 사용 가능한 TVWS DB의 URL(Uniform Resource Locator) 정보를 획득
- **(2단계)** 'Master 기기'는 선택된 TVWS DB와 HTTPS 세션 구성 및 확정
- **(3단계, 선택사항)** 'Master 기기' 기능 변경 시 TVWS DB에 초기화 메시지 전송
- **(4단계)** TVWS DB가 'Master 기기'로부터 초기화 메시지 수신 시 응답 메시지 전송
- **(5단계)** TVWS DB가 서비스와 연계된 해당 'Master 기기'를 등록



[그림 5] Master 기기의 TVWS DB 등록과정 개략도

<표 2> TVBD 요구 가용 채널 승인과정

- (1단계) ‘Master 기기’가 TVWS DB에 가용 채널 요청 메시지를 전송
- (2단계, Slave 기기 사용 시) ‘Master 기기’와 TVWS DB는 ‘Slave 기기’ 사용 가능 유무에 대한 별도의 인증과정을 가짐
- (3단계) TVWS DB는 ‘Master 기기’의 가용 채널 요청 메시지에 대한 응답 메시지 전송
- (4단계) ‘Master 기기’는 가용 채널 사용 통보 메시지를 TVWS DB에 전송
- (5단계) TVWS DB는 ‘Master 기기’에 가용 채널 사용 통보 메시지에 대한 응답 메시지 전송



[그림 6] Master 기기와 TVWS DB와의 가용 채널 승인 과정 개략도

‘Master 기기’를 통해 DB에 접속이 가능한 TVBD를 의미한다.

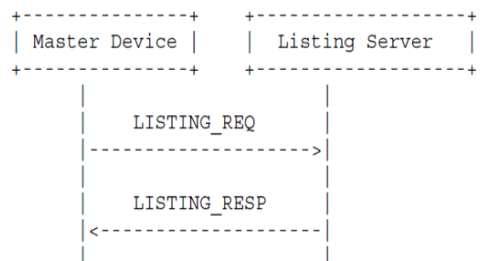
4-3-2 PAWS 단계별 세부 처리과정

TVWS 서비스 요청을 위한 첫 번째 단계로 ‘Master 기기’는 TVWS DB의 URL 정보를 획득하기 위한 ‘DB listing server’ 접속과정을 수행하게 된다. ‘DB listing server’에는 특정 서비스 위치에서 접속 가능한 TVWS DB 정보 리스트를 제공하는 역할을 수행한다.

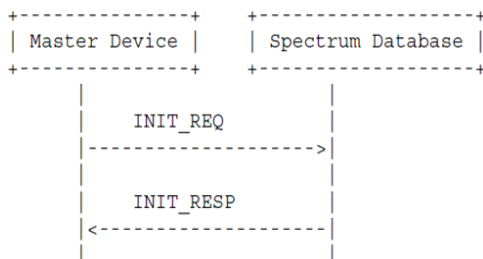
‘Master 기기’는 TVWS DB 정보 리스트 갱신을 위해 ‘DB listing server’에 주기적으로 접속하여야 하며, 정보갱신은 기본적으로 1주일 이내에 수행되어야 한다. [그림 7]은 ‘Master 기기’와 ‘DB listing server’ 사이의 프로토콜 메시지 질의 응답 과정을 나타내고 있다.

‘Master 기기’의 초기화 과정은 일반적으로 기기 동작 중 기능정보가 변경될 경우와 ‘Master 기기’의 전원이 켜질 때 수행된다. 이러한 초기화 과정은 주파수 규제(관리)기관의 요구 시 상시 시행이 가능해야 한다.

또한 ‘Master 기기’는 주파수 규제(관리)기관이



[그림 7] Master 기기와 DB listing server 사이의 질의 응답 과정



[그림 8] Master 기기와 TVWS DB 사이의 초기화 과정

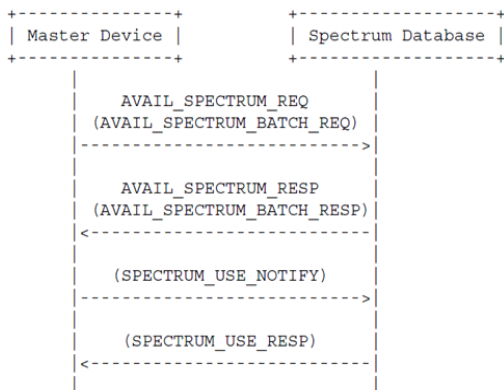
‘Master 기기’의 등록을 요청할 경우 TVWS DB에 관련 등록정보를 전달해야 한다. 참고로 기존 FCC에서 제시하는 기기 등록 정보는 해당 TVBD의 소유자 및 접속 정보, 기기 식별자, 기기 위치, 안테나 높이 등에 대한 정보를 요구하고 있다.

다음으로 ‘Master 기기’가 TVWS DB로부터 가용 채널 정보를 획득하기 위해서는 ‘Master 기기’의 위치정보 및 해당 기술 규격에서 요구되는 파라미터 값 정보를 TVWS DB에 전달하게 된다. ‘Master 기기’의 가용 채널 요구 메시지를 수신한 TVWS DB는 허용가능 전송전력과 가용 채널 정보, 서비스 사

용기간 등이 명시된 응답 메시지를 ‘Master 기기’에 전달하게 된다.

TVWS DB에 직접 접속할 수 없는 ‘Slave 기기’의 경우, 가용 채널 사용을 위해서는 ‘Master 기기’가 ‘Slave 기기’를 대신하여 TVWS DB에 가용 채널 정보를 요청하는 과정을 수행하게 된다.

먼저 ‘Master 기기’는 TVWS DB에 해당 ‘Slave 기기’의 서비스 허용 가능 여부 확인 과정을 수행하게 된다. 즉, ‘Master 기기’에 대해 일정시간 동안의 가용 채널 사용권이 승인될 경우, TVWS 서비스를 위해 ‘Master 기기’와 연동된 ‘Slave 기기’의 확인을 위한 간단한 형태의 기기 확인 과정을 수행하게 된다. 이를 위해 ‘Master 기기’는 ‘Slave 기기’의 식별자 정보와 기타 요구 파라미터 정보가 포함된 메시지를 TV-WS DB에 전송하게 되며, 이를 통해 TVWS DB는 해당 ‘Slave 기기’에 대한 가용 채널 사용 가능성 여부를 판단하게 된다.



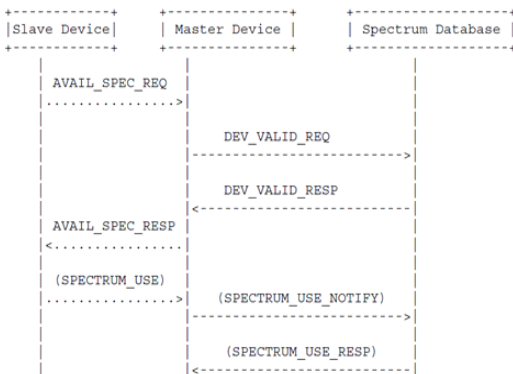
[그림 9] Master 기기와 TVWS DB 사이의 가용 채널 요청 처리과정

V. 국내외 TVWS 시범 서비스 현황

현재 TVWS 시범 서비스는 미국을 시작으로 유럽 및 아프리카 지역에 이르기까지 다양한 형태로 진행되고 있다. 미국은 버지니아주 클라우드빌과 캘리포니아주 플루마스 카운티 지역 등지에서 TVWS 기반 광역 인터넷 서비스, 스마트 그리드 통신망 등의 시범 서비스를 진행하고 있다^{[43],[44]}.

스코틀랜드의 ‘Bute’ 지역에서는 BT(British Telecom)를 중심으로 TVWS를 이용한 PTMP(Point to Multi Point) 형태의 무선통신 시범 서비스를 시행하고 있으며^[45], 캠브리지에서는 제조사 및 방송사, 텔레콤사 등으로 구성된 컨소시엄이 구성되어 도심지역에서의 이동통신 오프로딩과 도서 산간지역을 위한 인터넷 서비스, M2M, 위치 기반 서비스 등 다양한 TVWS 응용 서비스를 진행하고 있다^[46].

핀란드에서는 유럽 최초의 TVWS DB 구축을 통



[그림 10] Slave 기기로부터의 가용 채널 요청 처리과정

<표 3> 국내외 TVWS 시범서비스 현황(SB: Spectrum Bridge)

국가	서비스	시작	지역	지역특성	참여
미국	최초의 DB 접속 기반 광대역 인터넷	2009. 10	클라우드빌	언덕 및 습지	Dell, SB, MS
	스마트 그리드	2010. 6	플루마스시에라	산악 및 사막	SB, 플루마스시에라전력공사, 구글
	원격 진료	2010. 9	로간	부도심 수준 의료환경	SB, 호킹벨리 병원, 구글
	스마트 시티	2012. 1	월밍턴 뉴하노버 카운티	도심해변	SB, TVBS
	고속 상업 인터넷	2013. 4	엘도라도	기존에는 낮은 품질 인터넷 사용	칼닷넷, 칼슨
영국	이동통신 오프로딩, M2M, 위치기반 서비스 등	2012. 3	캠브리지	캠브리지 도심 등	SB, MS, 노키아, 삼성, Neul, 칼슨, BBC, BSkyB, Arqiva, BT, 캠브리지 컨설턴트, TTP, Adaptrum, 알카텔루슨트 등
	PTMP 통신, 광대역 인터넷, 스마트 그리드 통신	2012. 3	스코틀랜드 뷰트	해양 도서지방 및 농어촌 지역	BT, BBC, Strathclyde 대학, Steepest Ascent Ltd, Berg Design, NetPropagate
일본	지역 모바일 방송	2011. 4	TVWS 특구	-	총무성
싱가포르 ^[50]	Wi-Fi, 스마트 미터, M2M 등	2012. 9	-	산림지역, 스마트그리드 서비스 환경 등	IDA, MS, Star Hub, Infocomm Research
핀란드	TV 방송 서비스 공존 테스트, DB 성능 테스트	2012. 8	투르쿠	항구도시	FICORA, Digita, Fairspectrum, Nokia, Turku 및 Aalto 대학
케냐	TVWS 네트워크, 원격 헬스 케어 등	2013. 1	-	추진 중	MS, Adaptrum, SB 등
남아공	광대역 인터넷 등	2013. 1	케이프타운	-	구글, 칼슨, Neul, TENET, CSIR, eSchool, WAPA 등
한국 실험서비스	슈퍼 와이파이, 지하 재난/재해 영상 서비스	2011. 11	제주, 남양주	-	방통위, 제주테크노파크, 소방방재청

하여 투르크(Turku) 지역 내 40 km² 영역 내에서 TVWS 시범 서비스 시행을 목적으로 하는 WISE(white space test environment for broadcast frequencies) 프로젝트가 진행되고 있다^[47].

아프리카 케냐에서는 2013년 1월 마이크로소프트를 중심으로 태양광 전력 공급을 통한 TVWS 네트워크 구축이 진행되고 있으며^[48], 남아공에서는 구글을 중심으로 케이프타운 내 TVWS 기반 캠퍼스 인터넷 서비스 제공을 위한 실험 사이트 구축이 진행되고 있다^[49]. <표 3>은 전 세계적으로 진행되고 있는 TVWS 시범 서비스 현황에 대해 보여주고 있다.

국내의 경우, 2013년 7월 미래창조과학부 주관 DB 접속 기반의 TVWS 시범 서비스를 위한 지원사업에 총 5곳의 참여 컨소시엄 선정이 완료된 상태이며, 2013년 12월 공식적인 국내 TVWS 시범 서비스 시작을 목표로 연구 개발을 진행 중에 있다^[51].

VI. 결 론

본고에서는 TVWS의 정의를 시작으로 TVWS 서비스 상용화를 위해 현재까지 국내외에서 진행되고 있는 기술정책 현황 및 IETF의 TVWS DB 접속 프로토콜 내용에 대해 살펴보았다. 이와 함께 TVWS DB를 기반으로 운영되고 있는 국내외 시범 서비스 현황에 대해서도 소개하였다.

TVWS 기반 무선통신 서비스의 도입은 무선 트래픽 폭증으로 인해 어려움을 겪고 있는 스마트폰 통신망의 우회망 용도로도 사용이 가능하며, 스마트그리드, 지능형 교통망, 해양 IT 인프라 구축 등 산업간 융·복합을 통한 새로운 형태의 저비용 신규 무선 생태계 구축이 가능할 것으로 예상되고 있다.

특히, DB 접속을 통한 주파수 자원 관리 체계는 미국의 PCAST 기술정책 보고서에도 언급하였듯이, 향후 다양한 대역에 존재하는 주파수 자원을 통합적으로 관리, 공유할 수 있는 시초가 될 것으로 판단되

고 있다. 이에 TVWS 자원관리 체계를 바탕으로 미래 주파수 자원관리 체계 구축을 위한 핵심 방안인 DB 기반 주파수 공유 및 관리 체계 구축 방안에 대해 더욱 심도 있는 논의가 진행되어야 할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- [1] Cisco, "Cisco visual networking index: Global mobile data traffic forecast update, 2010-2015", *Cisco Visual Networking Index*, 2011.
- [2] 윤형영, "4G 시대 도래에 따른 주파수 확보 및 관리방향", *KT DIGIECO FOCUS*, 2011년 12월.
- [3] J. Schmidt, "Spectrum bridge", *TV White Space Solutions*, Jun. 2012.
- [4] <http://www.broadband.gov>
- [5] Executive Office of the President, "Report to the president realizing the full potential of government -Held spectrum to spur economic growth", *President's Council of Advisors on Science and Technology*, Jul. 2012.
- [6] 이상윤, "영국, 공공주파수 10년 내 500 MHz 민간 개방 추진", *Journal of Communications & Radio Spectrum*, vol. 41, 2011년 9월.
- [7] 정인준 외, "주요국의 무선 광대역 서비스용 주파수 확보 방안에 관한 연구", 정보통신정책연구원, 2011년 12월.
- [8] 방송통신위원회, "모바일 광개토 플랜 추진을 위한 주파수 정책방향", *High-speed Network Workshop*, 2012년 1월.
- [9] FCC 08-260A1, *Second Report and Order and Memorandum Opinion and Order*, Nov. 2008.
- [10] FCC 10-174, *Second Memorandum Opinion and Order*, Sep. 2010.
- [11] Ofcom, Digital dividend: cognitive access, consul-

- tation on license exempting cognitive devices using inter leaved spectrum, Feb. 2009.
- [12] Ofcom Consultation, Implementing geo location, Nov. 2010.
- [13] M. Nekovee, T. Imich, and J. Karlsson, "Worldwide trends in regulation of secondary access to white spaces using cognitive radio", *IEEE Wireless Communications Magazine*, Aug. 2012.
- [14] http://en.wikipedia.org/wiki/File:Worldmap_digital_television_transition.svg
- [15] Spectrum bridge, "White space trial networks: Results and next steps", *Super Wi-Fi Summit*, Feb. 2011.
- [16] A. N. Mody, G. Chouinard, "IEEE 802.22 Wireless Regional Area Networks (WRAN): Removing digital divide and enabling rural broadband access using cognitive radio technology", 2012.
- [17] FCC 12-36, *Third Memorandum Opinion and Order*, Apr. 2012.
- [18] Ofcom, Digital dividend: Geolocation for cognitive access_A discussion on using geolocation to enable license-exempt access to the interleaved spectrum, Nov. 2009.
- [19] Ofcom, *White space roll-out expected by 2014*, *Computer Weekly*, Apr. 2013.
- [20] Ofcom, *Ofcom reveals next steps towards 'white space' devices*, Nov. 2012.
- [21] <http://www.cept.org/ecc/groups/ecc/closed-groups/se-43>
- [22] CEPT ECC, "Complementary report to ECC report 159 further definition of technical and operational requirements for the operation of white space devices in the band 470-790 MHz", *ECC Report 185*, Jan. 2013.
- [23] CEPT ECC, "Technical and operational requirements for the operation of white space devices under geo-location approach", *ECC Report 186*, Jan. 2013.
- [24] 한국방송통신전파진흥원, *Spectrum Policy Trend & Insight* 제48호, 2013년 2월.
- [25] 방송통신위원회, "TV 유휴대역(White Space) 활용 및 서비스 활성화 방안 연구", 방통위 기술보고서, 2011년 12월.
- [26] (구) 방송통신위원회, "주파수 분배표 일부개정(안) 및 무선설비규칙 개정(안) 입안예고", 2012년 9월.
- [27] WSdb LLC, Proposal to be Designated TV Band Device Database Manager, Jan. 2010.
- [28] Telcordia Technologies, Comments of Telcordia Technologies Proposal Seeking to be Designated as A TV Band Device Database Manager, Jan. 2010.
- [29] Spectrum Bridge, "Spectrum bridge response to PN DA-09-2479 proposals for designated TV band database manager", *ET Docket No. 04-186*, Jan. 2010.
- [30] Neustar, Proposal for Designated TV Band Device Database Manager, 4. Jan. 2010.
- [31] Key Bridge, Proposal to Administer a TV Band Database, Jan. 2010.
- [32] KB Enterprises LLC and LS Telcom, White Spaces Proposal by KB Enterprises LLC and LS Telcom, Jan. 2010.
- [33] Google, Proposal by Google Inc. to Provide A TV BAND Device Database Management Solution, Jan. 2010.
- [34] Frequency Finder, "In re ET Docket 04-186 DA 09-2479 OET Invites Proposals from Entities Seeking to be Designated TV Band Device Database Managers", Jan. 2010.
- [35] Comsearch, *Comsearch Proposal to be Designated as A TV Band Device Database Manager*, Jan. 2010.
- [36] FCC Public Notice, Office of Engineering and Technology to Conduct Workshop for TV Bands Device

- Database Managers on March 10, DA 11-404, Mar. 2011.
- [37] FCC DA 11-2043, Dec. 2011.
- [38] FCC DA 12-466, Mar. 2012.
- [39] FCC DA 13-1472, Jun. 2013.
- [40] FCC DA 13-1401, Jun. 2013.
- [41] <http://datatracker.ietf.org/wg/paws/>
- [42] PAWS Internet-Draft, Protocol to Access Spectrum Database draft-ietf-paws-protocol-06, Dec. 2013.
- [43] Spectrum Bridge, "Improving access to high speed broadband", *White Spaces Success Stories*.
- [44] Spectrum Bridge, "TV white spaces powering smart city services", *White Spaces Success Stories*.
- [45] M. Brew, F. Darbari, L. H. Crockett, M. B. Waddell, M. Fitch, S. Weiss, and R. W. Stewart, "UHF white space network for rural smart grid communications", *IEEE SmartGridComm 2011*, 2011.
- [46] Cambridge White Spaces Consortium, Cambridge TV White Spaces Trial A Summary of the Technical Findings, 2012.
- [47] T. Parker, "Europe's first TV white space licensee to use Fairspectrum's database", *FierceBroadband Wireless*, Aug. 2012.
- [48] <http://www.whitespacetechnologies.co.za/>
- [49] <https://sites.google.com/site/tvwsafrica2013/home>
- [50] ZDNet, Super Wi-Fi goes commercial in Singapore, Sep. 2012.
- [51] 미래창조과학부 보도자료, "TVWS 시범서비스 5개 컨소시엄 선정", 2013년 7월.

≡ 필자소개 ≡

최 주 평



1999년 2월: 안양대학교 정보통신공학과 (공학사)
2001년 2월: 숭실대학교 전자공학과 (공학석사)
2003년 3월~2006년 12월: 새턴정보통신(주) 정보통신연구소 책임연구원
2010년 8월: 숭실대학교 정보통신공학과

(공학박사)
2010년 8월~2013년 4월: 숭실대학교 인지무선통신연구소 연구교수
2013년 6월~현재: 한국전파진흥협회 기술지원부 선임연구원
[주 관심분야] Cognitive Radio, TVWS, 간섭분석, 주파수 공유기술, SONAR

이 원 철



1986년 2월: 서강대학교 전자공학과 (공학사)
1988년 2월: 연세대학교 전자공학과 (공학석사)
1994년 5월: 뉴욕대학교 폴리테크닉 대학 전기전자공학과 (공학박사)
2013년 1월~현재: 미래창조과학부 TV

화이트 스페이스 운용전담반 위원장
2013년 1월~현재: 한국전자과학회 CR-SDR연구회 위원장
2013년 1월~현재: 한국통신학회 상임이사
1995년 9월~현재: 숭실대학교 정보통신전자공학부 교수
[주 관심분야] Cognitive Radio, Software Define Radio, TVWS, 이동통신시스템, 적응 빔형성 기법, 디지털 필터 설계

정 찬 형



1985년 2월: 서울시립대학교 전자공학과 (공학사)
1988년 2월: 연세대학교 전자공학과 (공학석사)
1999년 10월~2000년 3월: (주)한국전파기지국 중앙연구소 책임연구원
2000년 3월~2003년 10월: (주)두루넷

무선사업 팀장
2006년~현재: TTA PG704 의장
2003년 11월~현재: 한국전파진흥협회 기술지원부 연구위원
[주 관심분야] 주파수 정책, 전파자원 관리 기술, TVWS, 주파수 공유기술, 무선통신 시스템