특집

CR 기술 응용사례 : 미국 TV Whitespace 서비스모델

김기홍·황성호·민준기 (삼성전기 중앙연구소)

I. 요 약

2004년 이후 미국 IEEE802 표준화 기구에서는 지역별로 사용되지 않는 유휴 TV 방송채널을 비면허 방식 무선접속 서비스용도로 사용하기 위한 기술표준 및 서비스모델 제정 작업이 진행되고 있다. 작은 전파감쇄 특성과 높은 전파투과 특성을 지니는 방송대역 주파수를 활용한 서비스로는 일반적인 이동통신망의 기지국 커버리지 보다 넓은 지역을 커버하는 무선 지역접속망(WRAN)부터 확장된 형태의 무선랜에 이르기까지 다양한 모델이 논의되고 있다. 본 고 에서는 미국을 중심으로 논의되고 있는 서비스모델을 중심으로 기술적, 사업적 관점에서 고려될 수 있는 다양한 서비스모델에 대하여 논하고자 한다.

II. 서 론

2008년 11월 4일 미국 연방통신위원회 (FCC)는 1996년 Telecommunications Act와 1997년의 Balanced Budget Act 제정을 계기로 진행된 D-TV전환 후 TV대역의 유휴 주파수자원 활용 방안과 관련하여 TV대역에서의 미사용 채널 (일명 TV Whitespace)을 활용한 비면허 방식 서비스의 허용에 대한 2차 Report&Order를 발표하였다[1].

이는 동년 10월 15일 FCC 산하 Office of Technology에서 발표한 유휴 TV대역용 시험단말 (TV Band Device: TVBD)에 대한 2차 시험결과를 근거로 하여 고정형 및 휴대형 단말을 이용한 무선접속 서비스를 허용하는 것으로써, 1989년 비면허 방식 서비스를 허가후 2008년 기준으로 연 5억개 이상의 칩이 시장에 공급될 정도로 성장한 무선랜의 도입을 성공적으로 추진했던 FCC 정책의 연장선으로 해석할 수 있다.

TV Whitespace 정책도입의 직접적인 계기는 2000년 이후 전 세계적으로 진행된 광대역 인터넷의 보급과 맞물려, 인구밀도가 낮은 지역에 산포하여 거주하는 관계로 광대역 인터넷의 혜택에서 소외된 미국 농촌지역 사용자에게 경제적인 비용으로 광대역 무선접속서비스를 제공하고자 하는 목적에 기인한다.

전세계 지역별로 56MHz부터 862MHz 사이에 자리하고 있는 방송대역주파수는 낮은 전파감쇄와 옥내외 수신안테나를 설계하기에 적절한

파장의 크기 등 소수의 기지국으로 넓은 지역을 담당해야 하는 서비스에 적합한 전파전파 특성을 지닌다. 또한 2000년 이후 IEEE802 표준화 기구를 중심으로 진행된 광대역 무선접속망 (BWA /WMAN)의 기술표준의 완성으로 적절한 주파수만 제공될 경우 경제적인 서비스모델의 제공이 가능하게 된 기술적 배경이 자리 잡고 있다.

2004년 무선 광역접속망 (Wireless Regional Area Network) 시스템 표준 제정을 위한 기술표준 그룹이 IEEE802 표준화기구내에 구성된 이후 2009년에 이르기까지 5년여에 걸쳐 전송시스템 기술표준의 제정 외에 해당 대역을 점유하여 사용 중인 기존 사용자 (Incumbent User) 신호 보호를 위한 기술기준 제정이 이루어졌다. 이와 동시에 2000년대 후반 이후 IT분야 기술발전의 급속한 진행과 이에 따른 기존 산업계 내 사업모델 변화에 따라 주파수 자원 활용에 대한 기존 사업모델 패러다임에 변화가 진행 되어 왔다.

따라서 유휴 TV대역을 활용한 서비스 모델의 도입은 도입초기의 단순한 서비스 모델에서 벗어나 각 산업계의 이해관계를 반영하는 다양한 모델의 도입이 검토되고 있는 실정이다.

본고에서는, 2장에서 TV Whitespace의 개념과 TV 대역 주파수의 활용 이력을 정리하고, 3장에서는 1980년대 IT산업의 형성과 더불어 시작된 비면허 방식 무선접속 서비스용 주파수대역 할당을 중심으로 FCC 정책 추진의 이력과 배경을 분석하며, 4장에서는 FCC 2nd R&O의 주파수 대역 개방을 위한 기술조건의 의미와 이에 따라 도입 가능한 서비스 모델을 비교 한 후, 결론으로 마무리하고자 한다.

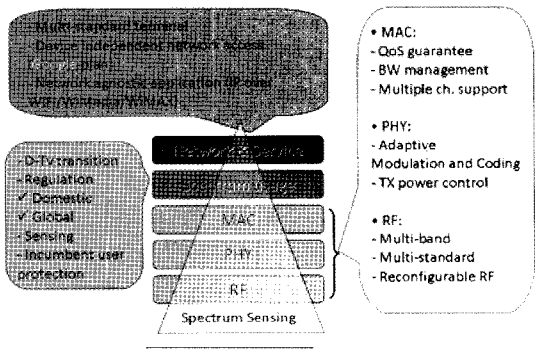
III. TV대역 주파수와 Whitespace[1)]

1. 기존 사용자 보호와 CR 기술

1941년 제정된 미국의 아날로그 지상파 방송 기술표준 (NTSC)은 진폭변조방식에 기반 한 잔류측파대 (Vestigial Sideband: VSB) 방식을 사용하며 인접채널로부터의 간섭에 따른 신호왜곡을 방지하기 위하여 지역별 방송채널 할당 시 일정한 간격 (2~6개)을 두고 배치한다. 따라서 지역별로 방송주파수대역으로 할당은 되었으나 사용되지 않는 채널이 항상 발생하게 된다.

FCC에서 도입한 방송주파수 대역에서의 비면허 방식 무선접속 서비스 개념은 위와 같이 지역별로 존재하는 유휴 채널을 스펙트럼 센싱 등의 적합한 기술을 이용하여 기존 사용자 신호를 침해하지 않는 범위 내에서 사용할 수 있도록 하는 방안이다. 따라서 Whitespace를 사용하고자 하는 사용자에게 있어서 기존 사용자 (Incumbent User) 신호의 존재유무를 확인 및 판정할 기술적 수단의 확보가 반드시 필요하게 된다. 이러한 이유로 2004년 이후 진행되어온 IEEE802.22 WRAN (Wireless Regional Area Network) 기술 표준 제정 활동의 상당부분이 스펙트럼 센싱 등 기존 사용자 보호방안의 도출에 할당되었다.

1) TV Whitespace란 지상파 방송서비스를 위하여 할당된 주파수중 지역별로 사용하지 않는 채널의 주파수를 의미하는 것으로 FCC Proceeding 04-186 (Unlicensed Operation in the TV Broadcast Bands)과 관련된 비사용 TV채널의 통칭이며 Whitespace를 사용하는 비면허 기기를 Whitespace Device (WSD) 혹은 TV Band Device (TVBD)라 부른다.



〈그림 1〉 Cognitive Radio 기술 구성 요소

Whitespace 활용과 관련하여 가장 많은 관심을 받아온 기술은 무선 인지 (Cognitive Radio: CR) 기술이라고 할 수 있다. CR 기술은 <그림 1>에서 보여 진 바와 같이 그 개념의 적용 범위가 매우 넓고 다양하여 서비스레벨에서 RF 기술에 이르기까지 많은 기술요소와 관련이 있다. 그 중 TV Whitespace 활용과 직접 관련된 무선인지기술의 요소기술은 스펙트럼 센싱 및 MAC이라고 할 수 있다.

기존 TV대역에는 지상파 방송신호를 포함하여 다음과 같은 사용자가 존재한다.

- Analog/Digital TV
- Wireless microphone
- In-Ear monitors
- IFB monitors
- Wireless intercoms
- Wireless assist video devices (WAVDs)

특정 주파수 대역의 신호검출은 일반적인 신호처리 기술을 사용하여 일정 부분 가능하나, 각 사용자 신호가 서로 다른 대역폭 및 전송전력과 변복조 특성을 보이며 시변특성을 갖는 무선신호의 특성상 100% 신뢰도를 갖는 신호검출 방식의 검증 또한 어렵다. 이러한 이유로 방송 산업계 에서는 IEEE802.22 표준 제정 과정에서 특정 위치에서의 사용가능한 유휴채널 정보를 관리하는 Geolocation 데이터베이스를 활용하는 방식을 제안하였고 2008년 11월의 FCC 최종 공시 안에서도 Geolocation 데이터베이스 방식을 우선 사용하고 스펙트럼 센싱 방식을 보조기술로 사용하는 방안이 제시되었다.

2. TV 주파수대역 활용 이력과 D-TV전환

가. Analog TV방송의 시작 (NTSC)

1927년 Radio Act 제정으로 Federal Radio Commission (FRC) 설립되며 연방정부에 의한 전파자원의 관리가 시작되었다. 1934년 Communications Act 제정으로 연방통신위원회 (FCC)가 설립되었으며 1941년 6 MHz 채널대역폭의 NTSC 방식 북미방송표준이 제정되었다. 1951년 VHF대역의 2-13번 채널(54-216 MHz) 외에 UHF 대역에 14-83번 채널 (470-890 MHz)이 추가 할당되었으며 1953년 NTSC와 호환되는 컬러TV 규격이 제정되었다. 1963년 37번 채널이 Radio Astronomy에 할당되었으며 2000년 low-power medical telemetry 장비의 사용이 추가 허용되었다.

나. UHF 대역 일부 채널의 이동통신 용도 전환

Land-mobile과 emergency 서비스 사용자의 요구에 대응하여 1970년 14-20번 채널 중 하나 혹은 두 개의 채널을 상위 10개의 시장에 대하여 land-mobile 사용자들이 공유하도록 결정하였으며 이와 동시에 70-83번채널을 common carrier

와 private land-mobile 사용자용으로 재 할당하였다. 이러한 정책변화의 배경에는 1970년대에 일본가전업체에서 'lock-in' 방식의 UHF튜너를 시판하게 되기까지 VHF대비 송출전력의 과다와 추가적인 UHF converter및 lock-in 튜너의 부재로 UHF채널을 사용한 방송보급이 저조한 것이 주요한 요인이 되었다. 이후 FCC에서는 1980년대 중반이후 UHF대역의 채널을 방송이외의 서비스용도(셀룰러 서비스 등)로 경매하기 시작하였으며 기존의 사용되지 않는 UHF대역을 추가로 전환할 의도를 지속적으로 표명하였으며 방송계에서는 HD-TV전송을 위한 추가 채널 요구로 대응하였다.

다. Digital TV의 도입 (ATSC)

1980년대와 1990년대를 통하여 촉진된 HDTV 표준 기술개발은 오히려 인접채널 간 신호간섭을 감소시켜 밀도 높은 채널배치가 가능하게 되어 결과적으로는 필요한 방송채널의 수가 감소하고 다른 용도로의 전환을 촉진하는 이유가 되었다. 1996년 Telecommunications Act 및 1997년 Balanced Budget Act에 의하여 D-TV전환을 위한 채널 운용계획이 확정되었고 60-69번 채널 중 두 개의 채널을 Public Safety용으로 추가 할당하였다. 2005년 Deficit Reduction Act 제정으로 D-TV전환계획이 2009년 2월로 최종 확정되고 52-69번 채널이 D-TV 전환이후 Emergency와 (통신을 포함한) 상용서비스를 위하여 재배치 되도록 확정되었다.

이상에서 살펴본 바와 같이 1951년 방송용 채널 할당 이후 UHF대역 상의 TV채널은 기술적인 요소와 정책적인 요소의 복합작용으로 인하여 이동통신, 재난통신 및 기타 용도로 지속적으로 재할당 되어왔으며, 1990년대 초반에 도입된 무선랜의 성공과 IT분야의 기술발전으로부터 시작된 통신/방송/IT 산업의 전방위 적인 변화로 추가적인 주파수 용도 전환이 추진된다.

IV. IT 산업의 발전과 주파수 재배치

1. 비면허 방식 주파수 사용과 무선랜의 발전

1985년 시작되어 1989년에 완료된 미국 FCC의 비면허 방식 무선기기의 사용에 관한 규정인 Part 15 개정안을 반영하여, AT&T에서 1990년 WaveLAN이라는 이름의 무선랜 제품이 개발된다. 직접대역확산 (DSSS) 방식에 기반한 이 기술은 IEEE802.11 규격으로 시장에 도입되어 최초의 무선랜 시장을 형성하게 된다. 이후 10여년에 걸쳐 진행된 기술발전을 통하여 2.4GHz와 5GHz 주파수대역을 사용하는 무선랜 제품은 초기의 2 Mbps 전송속도에서 600Mbps의 초고속 광대역 전송기술로 발전을 거듭하였다.

무선랜의 이러한 기술적 발전은 이동통신과 더불어 2000년 이후 침체된 IT 산업분야의 시장을 성장시킨 주요 원동력이 된다. 2000년을 기점으로 전통적인 회선교환 방식의 통신망이 패킷교환 방식의 교환망으로 개편되었으며, VoIP 등의 기술도입으로 주로 데이터 중심 컴퓨터망의 말단 노드의 무선화에 기여하던 무선랜의 역할이 데이터와 음성서비스를 모두 수용하는 통합망의 주요 기술로 부상하게 된다.

FCC는 데이터와 음성이 통합되는 통신망 발전과 무선랜의 성공사례를 참고하여 미국의 주요 기간산업인 IT산업의 경쟁력재고와 신규시장 형성을 통한 경제발전을 도모하기 위하여, 비면

허 방식 서비스 용도로 사용할 추가 할당 주파수로서 TV주파수대역의 유휴채널을 고려하게 되며 2002년 12월 Notice of Inquiry를 통하여 이의 추진을 공식화 한다.

2. 700 MHz 주파수 경매와 Open Network Plan

2008년 3월 실시된 700 MHz 대역 주파수 경매에서, FCC는 698-806 MHz 대역 중 Public Safety용도로 지정된 16 MHz를 제외한 92MHz의 A~E 블록 주파수를 190억 달러에 판매하였다. 미국의 700MHz 주파수 경매와 관련 이동통신용도의 대규모 주파수 추가할당이라는 본래의 이슈 이외에 경매과정에서 Google을 중심으로 제기된 Open Network 이슈를 주목하고자 한다.

Open Network Plan이란 경매될 700MHz 주파수와 관련하여 2007년 7월 Google이 FCC측에 적용을 요청한 4가지 방침으로[2],

- Open applications: 소비자가 원하는 어떤 application, content 혹은 서비스도 다운로드하고 사용할 수 있어야 한다.
- Open devices: 소비자가 원하는 단말로 원하는 네트워크에서 사용할 수 있어야 한다.
- Open services: 주파수 재판매를 통하여 제3자가 700 MHz 대역에서의 무선서비스를 차별 없이 제공할 수 있어야 한다.
- Open networks: 제3의 사업자(예: 인터넷 사업자)가 700MHz 무선망에 기술적으로 가능한 모든 형태로 접속 가능할 수 있어야 함.

Google의 제안중 Network Neutrality라고도 불리는 Open application과 Open device 항목은 FCC가 수용하였다. 이를 통하여 Google은 Wi-Fi 접속이 가능한 휴대폰의 시장도입을 촉진시켰고 단말기에 대한 사용자의 선택권 신장이라는 명분 (Open Device) 과 Google이 제공하는 솔루션에 대한 사용자들의 접속 가능성 (Open Application)을 더 높임으로써 700 MHz 경매의 실질적인 수혜자 중의 하나가 되었다.

Network neutrality가 TV Whitespace 서비스 모델과 관련하여 중요한 의미를 지니는 이유는 다음 장에서 논하게 될 TV Whitespace 개방을 위한 기술 조건 중 휴대/개인 단말을 위한 조건과 연계된 파급효과 때문이다. FCC에서 공시한 휴대/개인형 단말용 서비스를 위한 TV대역은 512~698 MHz 대역으로 경매된 700MHz에 바로 인접하여 있다. 따라서 데이터 서비스의 경우 전송기술 및 전파전파 특성의 유사성으로 TV Whitespace와 700MHz 대역 서비스 모두 유사한 서비스의 제공이 가능하게 되며, 이는 Google이나 Microsoft와 같은 애플리케이션 솔루션 사업자의 입장에서 주파수나 망 확보를 위한 추가 비용 없이 사업기회가 증대됨을 의미한다.

3. TV Whitespace 개방 추진

2002년 2월 FCC는 비면허 방식 서비스를 위한 추가적인 스펙트럼 할당 의사를 표시하였으며, 2002년 12월 산하 Spectrum Policy Task Force (SPTF) 연구결과를 기반으로 하여 "900 MHz 이하 및 3 GHz 대역내 비면허 기기를 위한 추가 스펙트럼 할당"에 관하여 아래와 같은 세부 기술항목에 관한 관련 산업계의 견해를 구하는 Notice of Inquiry (Notice)를 공시한다.

- 1Watt이상 전송출력의 비면허 서비스

- 기존사용자 보호 위한 기술적 방식
- TV/VCR/Cable set-top등으로 인입되는 direct pickup 간섭 문제
- 무선 Medical Telemetry Service 보호방안
- TV 대역중 비면허 서비스에 적합한 특정 대역 존재 여부
- GPS 활용 비면허 단말 위치정보를 이용한 기존 사용자 보호기술.

Notice 공시에 대한 답변으로 제출된 IT산업계, 방송산업계 및 관련 부품 및 시스템 제조업계의 comment를 기반으로 하여 2004년 5월 Notice of Proposed Rule Making (NPRM)이 작성되며, 그 내용에서 FCC는 무선휴대형 단말을 이용한 옥내에서의 소출력 서비스와 가정과 사업체를 위한 고정형 대출력 무선광대역 접속 서비스를 고려한 비면허 방식의 무선기기 허용 계획을 공시 한다.

이후 2008년 11월 2차 Report & Order에 이르기까지 FCC는 다음과 같은 일정으로 TV Whitespace 개방을 추진하였다.

- First Report and Order and Further Notice of Proposed Rule Making (2006년 10월)[3]
- D-TV 수신기의 간섭배제능력 시험(2007년 3월)[4]
- 비면허기기의 TV 및 기타 기기에 대한 간섭 영향 시험 (2007년 7월(1차), 2008년 10월(2차))[5,6]

이러한 일련의 시험을 통하여 FCC 산하 OET는 2008년 11월에 발표된 2차 R&O에서 기존 사용자 신호를 침해하지 않는 범위 내에서 비면허 기기의 TV Whitespace 사용을 위한 일련의 기술조건을 마련하였다.

V. TV Whitespace 서비스 모델

1. FCC 2nd R&O 기술조건

FCC 2nd R&O에서 규정된 비면허 기기의 TV Whitespace 사용을 위한 주요 기술 조건은

- 고정형과 휴대형으로 구분되는 비면허 기기의 사용 형태
- 채널별 사용 가능 유무
- 기존 사용자 보호 방안
- 각 기기의 최대 전송출력

이며 <표 1>과 같이 요약될 수 있다.

<표 1>에 정리된 바와 같이 기기의 유형과 관련된 채널별 사용 가능 유무와 최대전송전력 기준이 중요한 이유는 지역별로 사용가능한 유휴 TV채널의 수가 다르다는 데 있다. 예를 들어, 4W 제한 고정형 기기의 경우 첫 번째 인접채널의 사용이 불가함에 따라 최소 3개 이상의 채널이 연속으로 비어있는 경우에만 사용이 가능하나, 40mW 제한 휴대형 기기의 경우 첫 번째 인접채널이 사용가능함에 따라 두 개의 TV채널 사이에 한 개의 유휴 채널만 존재하는 경우에도 사용이 가능하다.

〈표 1〉 2nd R&O에 기준한 FCC의 TV Whitespace 사용 조건[7]

	동일채널 (N)	첫 번째 인접채널 (N+/−1)	두 번째 이후인접채널 (N+/2 and beyond)
≤4W Fixed	불가	불가	사용
≤4W Fixed to ≤100mW Portable	불가	불가	사용
≤100mW Personal	불가	불가	사용
≤50mW Sense Only Portable	불가	불가	사용
≤40mW Portable	불가	사용	사용

〈표 2〉 EA 순위별 가용채널 및 적용가능 서비스 모델[8]

EA 순위	가용채널수	MHz	Applications
1-5	2	12	Backhaul + Mobile TV
6-20	7	42	Backhaul + Mobile TV
21-50	11	66	Backhaul + Mobile TV
51-176	20	120	Rural Broadband

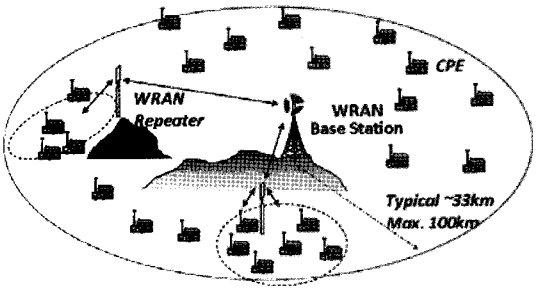
지역별 유휴채널의 수는 FCC에서 정의한 몇 가지의 지역 및 마켓 기준에 따라 정해진다. 한 가지 예로, Aloha Partners는 2008년 6월 FCC에 제출한 Ex Parte Noice에서 Economic Area (EA) 당 사용가능한 유휴채널의 수에 관한 통계를 통하여 인구가 밀집되어 있는 대도시 중심으로 구성되어 있는 상위 EA 보다 작은 규모의 EA에서 사용가능한 유휴채널의 수가 월등이 많음을 지적하고 있다<표 2 참조>. 따라서 사용자는 많고 가용채널의 수는 적은 지역과 가용채널은 많지만 사용자 수는 상대적으로 적은 지역 등의 특성에 맞는 차별화된 서비스 모델의 도입이 필요하게 된다.

또한, FCC는 VHF 대역 채널과 UHF대역 채널의 전파전파 특성 차이를 최대한 활용할 수 있도록 고정형과 휴대형 기기의 사용 허가 채널에 차등을 두어 고정형의 경우 2-51채널 모두 사용가능 한 반면 이동형의 경우 21-51채널로 사용대역을 제한하였다.

2. TV Whitespace 서비스 모델

가. Fixed-to-Fixed (IEEE802.22 WRAN) 모델

넓은 지역에 낮은 밀도로 분포하는 사용자들

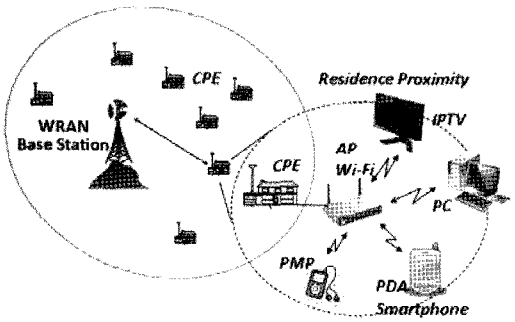


〈그림 2〉 Fixed-to-Fixed (WRAN: IEEE802.22) 서비스 모델

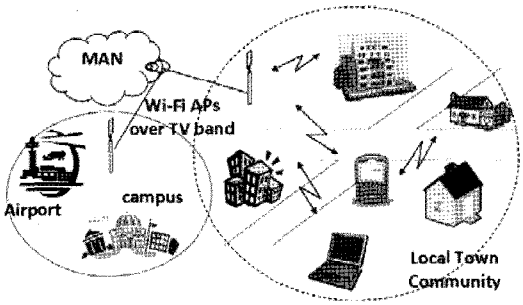
에게 광대역 무선접속 서비스를 제공하고자 하는 서비스 모델로 미국, 캐나다, 브라질, 중국 등 넓은 지역에 분포하는 소수의 가입자를 수용할 수 수익성 있는 광대역 유선망의 구축이 어려운 환경에 적합하다. 이를 위하여 4W 전송출력으로 30km내외의 지역을 커버하는 기지국 (BS)을 중심으로 하는 Star Network 형태의 망 구조를 지닌다. 가입자 단말은 외장형 고정 안테나를 채택한 옥내가입자 장치 (CPE) 형태를 지니게 되며 Ethernet 등의 인터페이스를 통하여 옥내 컴퓨터 혹은 데이터 단말에 인터넷 접속 서비스를 제공하게 된다.

기존 사용자 신호 보호는 고정형 CPE의 위치를 이용하여 Geolocation 데이터베이스에서 해당지역에서 사용가능한 채널 정보를 받는다.

가입자당 하향 최대 1.5 Mbps, 상향 최대 384 Kbps의 대역폭으로 최대 12가입자 동시지원을 목표로 하여 가입자당 대역폭 기준으로 ADSL과 유사한 서비스를 제공한다고 볼 수 있다. 서비스 대상은 일반 가정, 소규모 개인 사업자, 농장, 재난방지 시스템 등이 있다. 또한 IEEE802.22 표준화에 미 육군 및 BAE 등의 방위산업체가 참여하여 Security Layer 관련 표준제정을 추진한 점을 고려하면 군사용도로의 사용 또한 고려되고 있음을 알 수 있다 .



〈그림 3〉 Fixed-to-Fixed Ad-hoc 확장형 모델



〈그림 4〉 Fixed-to-Fixed Public Access Point 모델

나. Fixed-to-Fixed Ad-hoc 확장형 모델

Fixed-to-Fixed Ad-hoc 서비스 모델은 Fixed-to-Fixed 방식으로 광역무선망에 접속된 CPE를 Ethernet 등으로 소출력 Access Point와 연결하여 가옥 내 및 인근 지역에서 접속 가능한 ad-hoc 망을 구성하는 것이다. AP와 인터넷 단말간 무선인터페이스는 별도로 제정되는 TV Whitespace를 활용하는 전송표준을 적용하거나 Wi-Fi 등 기존의 무선인터페이스를 채널 특성에 맞도록 개정하여 사용할 수 있다.

Ad-hoc에 접속되는 휴대형 단말은 첫 번째 인접채널을 사용하지 않을 경우에는 최대 100mW 전송출력으로, 첫 번째 인접채널을 사용할 경우 최대 40mW로 전송출력이 제한된다. 휴대형 기기로 인한 기존 사용자 신호 간섭을 배제하기 위하여 Ad-hoc내의 휴대형 기기는 접속된 CPE를 통하여 제공되는 해당 지역에서 사용가능한 채널만을 사용하도록 제한된다.

다. Fixed-to-Fixed Public Access Point 모델

50 Mbps 이상의 대역폭을 가지는 IEEE802.11g/a 무선랜 기술이 발전되면서 미국에서는 Hotspot, 국내에서는 네스팟 이라는 이름으로 Wi-Fi 기술을 기반으로 한 공공 무선접속 서비스를 제공하여 왔다. 그러나 2.4GHz와 5 GHz 대역의 제한적인 전파특성으로 전송속도와 QoS 보장이 어려움에 따라 서비스 확산에 제한이 있어 왔다.

TV Whitespace 채널을 활용하여 고정형 CPE를 공공장소에서의 AP로 사용하고자 하는 서비스 모델은 전파특성에 대한 제한을 극복하고 전국적인 Wi-Fi 망을 건설하고자 하는 Google, Microsoft 등의 기업체들을 중심으로 제안되었다.

일명 "Wi-Fi 2.0"라 불리는 이 시스템 모델은 TV대역 주파수에 기반을 둔 PHY 규격 위에 Wi-Fi 기반의 MAC을 적용함으로써 IP 기반의 기존 컴퓨터망의 응용서비스를 그대로 적용하는 것을 목표로 한다. 구역별 트래픽 소요에 따라 기존의 Hotspot zone이 커버하지 못하는 넓은 지역의 트래픽을 소수의 TV Whitespace AP를 사용하여 커버하므로 써 대도시의 도심과 교외지역의 가입자 거주 지역을 빈틈없이 커버하는 네트워크의 구축을 가능하게 한다.

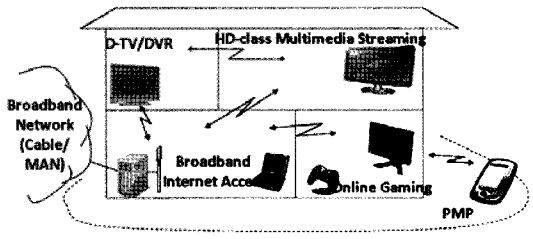
이를 위하여서는 AP의 커버리지가 일정한 규모 이상이 될 수 있도록 AP의 최대 전송출력이

충분하여야 하므로 휴대형 기기의 경우 40mW 및 100mW로 규정된 최대 전송출력이 제한 요소로 작용하게 된다. 특히 대부분의 수요가 존재하는 대도시 지역의 경우 가용채널 블럭이 대부분 1~2개의 채널로 구성되어 있는 점을 감안하면 실질적인 전송출력이 40mW로 제한되게 된다. 이점을 고려하여 IT산업계는 첫 번째 인접채널에서의 최대 전송출력을 100mW로 상향 조정하는 것을 FCC에 청원하고 있다.

라. In-house Multimedia Streaming 모델

2009년과 2012년으로 예정된 미국과 한국의 D-TV전환과 더불어 기존 케이블 방송의 디지털화가 급속도로 진행되고 있다. 이에 따라 전화, 인터넷 및 케이블을 하나의 시스템으로 동시에 제공하는 광대역 Triple Play 서비스가 급속히 보급되고 있다.

복수의 거주 공간으로 구성되는 일반적인 가옥의 경우 케이블의 설치와 연결 과정에 소요되는 비용과 시간이 전체서비스 요금 중 상당한 비중을 차지한다. 새로운 기기 설치시마다 발생하는 비용과 번거로움을 피하고자 케이블 서비스 업계에서는 서버와 각 기기 간 콘텐츠 전송을 무선으로 하고자 하는 수요가 있어왔으나 무선랜 등은 전파전파 특성상 층간 신호전송 등에 제한이 많다. TV Whitespace 채널을 사용한 무선멀티미디어 스트리밍은 이러한 문제점을 최소화할 수 있는 서비스 모델로 주목 받고 있다. 이 서비스 모델의 전송규격 표준화는 ECMA산하 TC-38 TG1에서 Philips, ETRI 등을 중심으로 진행되고 있으며 2009년 말까지 Draft 표준안의 완성을 목표로 하고 있다.

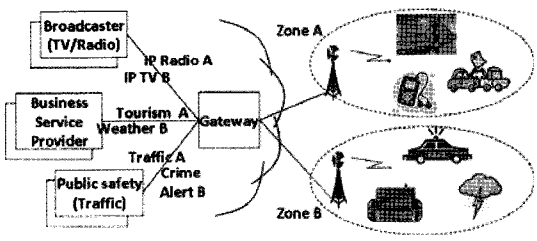


〈그림 5〉 옥내 멀티미디어 스트리밍 서비스 모델

마. Multiplexed Packet Broadcasting 모델

Multiplexed Packet Broadcasting (MPB) 서비스 모델은 기존의 방송 서비스의 영역을 확대하는 모델로써 다른 서비스 모델이 주로 IT업계의 이해를 반영하고 있다는 점과 달리 방송서비스의 발전 방향을 고려한다. 디지털 방송의 도입과 함께 인터넷을 이용한 패킷 라디오 방송의 영역이 확대되고 있으며 IP-TV의 도입과 더불어 IP기반의 멀티미디어 융합 서비스가 확산되고 있다.

<그림 6>과 같이 MPB 서비스 모델은 기지국 커버리지를 중심으로 한 지역기반 비즈니스 모델을 목표로 한다. MPB 기지국에서 전송되는 콘텐츠 패킷은 각 지역특성에 맞는 여행, 일기 예보, 문화 등의 포트폴리오로 구성되어 기존의 D-TV방송과 DMB 서비스의 제한된 서비스 영



〈그림 6〉 Multiplexed Packet Broadcasting 서비스 모델

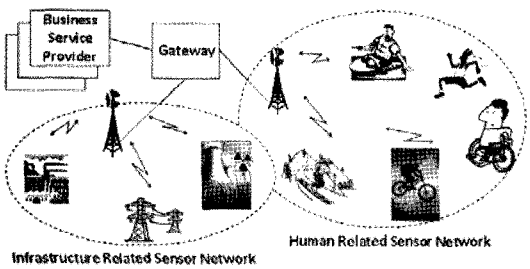
역을 확장할 수 있을 것으로 예상된다. 또한 패킷 구조상에 Return Path를 수용하여 MPB 자체망 혹은 휴대 단말에 통합된 이종 망을 경유하여 차세대 TV기술의 하나로 인식되는 Interactive TV Feature를 수용하도록 할 경우 보다 다양한 서비스 모델을 창출할 수 있을 것으로 예상된다.

또다른 MPB 모델의 장점은 전송망 구성시 기존의 TV 방송 망을 최대한 재활용 할 수 있다는 점이다.

바. 광역 무선 센서 Network 모델

북미지역에서 37번 TV 채널은 Medical Telemetry 용도로 지정되어 신체에 삽입된 기기를 이용하여 심장의 이상을 모니터링하고 필요시 원격제어를 통하여 약물주입 등의 조치를 취하는 등의 서비스가 제공되고 있다. 이와 같은 예는 낮은 감쇄특성으로 지형적 장애물에 의한 간섭 특성을 최소화 하는 TV 대역 주파수의 전파전파특성을 활용한 광역 무선 센서 네트워크의 한 예라 할 수 있다.

환경, 에너지, 건강 등과 관련되어 주목 받는 그린 기술의 상당부분은 주변에 존재하는 환경과 그 속에 존재하는 대상간의 관계를 감시하고 최적화 하는 과정이 필수적으로 포함되어 있어 센서 네트워크, 그 중에서도 무선센서네트워크의 중요성이 매우 크다 할 수 있다.



〈그림 7〉 광역 무선 센서 Network 모델

〈그림 7〉과 같이 광역 무선센서네트워크는 사회기반시설 감시 및 관리 측면과 건강 및 여가활동 등 인간의 일상 활동과 관련된 센서 네트워크로 크게 구분될 수 있다. 광역 무선센서 네트워크는 기존의 위치기반 서비스와 연계되어 운용될 수도 있으며, 지역적인 재해 발생 시에는 Multiplexed Packet Broadcasting 서비스와 연계하여 응급구호, 경보 및 대피 등에 이용되는 방재시스템으로 활용될 수도 있다.

VI. 결 론

CR기술의 주요 응용 사례라 할 수 있는 TV Whitespace 채널을 활용한 서비스 모델에 대하여 살펴보았다.

WS 주파수 대역을 활용한 서비스 모델은 FCC의 2차 Report&Order에서 공시된 채널별 최대 전송전력 등의 사용기준과, 지역별 사용가능한 채널의 수, 지역별 시장의 규모(가구 수 등) 및 특성 (도심, 교외, 농촌 등)에 따라 다양한 형태가 적용 가능하다. IEEE802.22 표준위원회를 중심으로 기존 사용자 보호를 위한 기술 검토와 전송표준 제정에 주력하였던 지금까지와 달리 FCC 2차 R&O 발표 이후 관련 각 산업계의 이해관계에 따라 다양한 서비스 모델이 검토되고 있다.

지금까지의 서비스 모델과 관련 기술 검토가 미국 시장의 특성에 초점을 둔 것임을 감안하면, 향후 국내 방송 및 통신시장의 특성과 발전방향에 부합하고 국내 산업 발전에 대한 파급효과를 고려한 서비스 모델 발굴에 대한 노력이 지속적으로 필요하다고 할 수 있다.

VII. 감사의 글

본 논문은 지식경제부가 지원하는 국가 반도체 연구개발사업인 "시스템집적반도체기반기술 개발사업(시스템 IC 2010)"을 통해 개발된 결과임을 밝힙니다. 연구비 지원에 감사드립니다.

참고문헌

[1] FCC 08-260, Second Report and Order and Memorandum Opinion and Order, 2008.11

[2] ExParte Notice, ET Docket No.04-186, Google, 2007.7.9,

[3] FCC-06-156, First Report and Order and Further Notice of Proposed Rule Making, 2006.10

[4] OET Report, 07-TR-1003, Interference Rejection Thresholds of Consumer Digital Television Receivers Available in 2005 and 2006, 2007.3.

[5] OET Report, FCC/OET 07-TR-1006, Reports Of Initial Measurements On TV White Space Devices, 2007.7

[6] OET Report, FCC/OET 08-TR-1005, TV White Space Phase II Test Report, 2008.10

[7] IEEE802-sg-whitespace-09-0007-07 -0000 "ECSG ADHOC USE CASE SLIDE DECK", 2009.1.20

[8] Ex Parte Notice, ET Docket No.04-186, 2008.6.5, Aloha Partners

저자소개

김 기 홍

1987년 2월 연세대학교 전자전산기공학과, 공학사
1989년 2월 연세대학교 대학원 전자공학과, 공학석사
2005년 12월 Georgia Institute of Technology, Ph.D.
1989년 5월 ~ 1998년 6월 한국전자통신연구원 선임연구원
2005년 11월 ~ 2009년 6월 현재, 삼성전기 중앙연구소 수석연구원

주관심 분야 : Cognitive Radio, Wireless Sensor Network, Wireless Packet Broadcasting

황 성 호

1996년 경일대학교 컴퓨터공학과 (공학사)
1998년 경북대학교 컴퓨터공학과 (공학석사)
2003년 경북대학교 컴퓨터공학과 (공학박사)
2004년 2월 POSTECH 박사후 연구원
2004년 11월 ~ 2006년 12월 Georgia Tech. 박사후 연구원
2007년 2월 ~ 현재 삼성전기 중앙연구소 책임연구원

주관심 분야 : Cognitive Radio, 다중접속기술(MAC), 60GHz 대역용 MAC, 4세대 이동통신기술

저자소개

민 준 기

2000년 광운대학교 전자공학과(공학사)
2002년 광운대학교 대학원 전파공학과(공학석사)
2007년 광운대학교 대학원 전파공학과(공학박사)
2007년 ~ 현재 삼성전기 중앙연구소 책임연구원

주관심 분야 : Cognitive Radio, mm-Wave, CMOS RFIC