

논문 2009-6-28

방송통신융합시대 방송주파수 대역의 재발견: 통합무선망에서의 위상

Rediscovery of Broadcast Spectrum in the Era of Broadcasting and Telecommunication Convergence: Positioning in NGN

김기홍*, 황성호*, 민준기*

Ki-Hong Kim, Sung-Ho Hwang, Jun-Ki Min

요 약 본 논문에서는 2010년 현재 급속히 변화하고 있는 방송통신융합 분야의 변화를 기술 및 서비스 모델 측면에서 고찰하고, 전 세계적으로 진행 중인 DTV 전환과 관련하여 방송주파수대역의 재배치 및 재활용과 연계하였다. Open Platform, Open Spectrum, Open Application 의 개념아래 단말중심으로 발전할 것으로 예상되는 무선분야의 방송통신융합모델을 기반으로 방송주파수대역이 수행하게 될 역할을 방송 및 통신시장의 관점과 고유의 서비스특성의 장단점을 중심으로 분석하였다. .

Abstract In this paper, we discussed convergence in terrestrial broadcasting and wireless communication with respect to technology and service models. Especially, retrieval and relocation of TV broadcast spectrum after upcoming D-TV transition is investigated so that the benefit for broadcasting and communication industries as well as spectral efficiency to be maximized. Also, the role of TV broadcast spectrum as a utility for convergence of two industries is investigated based on open spectrum, open platform and open application initiatives.

Key Words : 방송통신융합, 무선망, 무선인지, 스펙트럼 공유, DTV 전환

I. 서 론

2009년 2월 미연방통신위원회는 TV대역의 유휴채널을 사용하는 비면허 방식 서비스 도입에 관한 최종 결정을 연방 관보에 게재하였다^[1]. 이 결정은 2009년 7월 시행된 미국에서의 DTV 전환 이후 지역별로 존재하게 되는 유휴 채널 (TV Whitespace: TVWS)을 사용하여 고정형 혹은 휴대/개인형 단말을 사용한 비면허 방식 무선접속 및 데이터 전송서비스를 허용하기 위한 기술적 조건에 관한 것이다. TVWS의 비면허 방식 사용이 본 논문에서 다루고자 하는 무선망에서의 방송통신융합과 분리하

여 검토할 수 없는 이유는 5년여에 걸친 IEEE802 표준화 과정과 FCC의 정책화 과정에서 반영된 IT업계의 입장이 지난 10년간 IT/통신/방송 산업계에서 이룩한 기술적 혁신과 결합하여 향후 전개될 방송통신융합 기술 및 서비스 도입에 직접적으로 연계되기 때문이다.

국내외를 포함하여 지금까지의 통신방송서비스의 융합은 지상파 재전송을 포함하는 케이블 TV와 광대역 인터넷을 중심으로 진행되어온 유선망 측면에서의 융합과, DMB와 셀룰러 서비스를 결합하는 무선망측면에서의 통합이 연구되어 왔다. 유선망에서의 통신방송융합은 점대다중 및 일방향 특성의 방송서비스와 점대점 및 양방향 특성으로 진화해온 통신서비스의 결합으로, 점유대역폭의 차이와 전송되는 콘텐츠의 QoS에 최적화 되어있는

*정회원, 삼성전기 중앙연구소
접수일자 2009.9.22, 수정일자 2009.11.10

각 망의 특성을 결합하여, 방송망입장에서는 방송 콘텐츠를 전송매체와 플랫폼의 차이에 무관하게 시청자에게 전송한다는 측면과 통신망의 양방향성을 활용하여 시청자의 참여가 가능한 인터랙티브 방송을 가능케 한다는 장점이 있다. 반면 무선망중심의 방송통신결합은 하나의 단말기 내에 DMB와 이동통신서비스가 독립적으로 적용되어 사용자인터페이스 수준에서 통합이 이루어지고 있는 점이 특징이다^[2].

본고에서는 유선과 무선망이 독립적으로 진행되어 온 통방융합서비스의 발전모델이 미국을 중심으로 활발히 진행되고 있는 주파수 공유 및 망 개방 정책과 연계되어 향후 유무선망을 공유하는 방송통신융합서비스로 발전할 것으로 예상되는 바, 이와 관련된 방송주파수대역의 효율적 활용방안에 대하여 검토해보고자 한다. 서론에 이어 2장에서는 IPTV의 등장을 중심으로 현재 진행 중인 방송통신융합모델을 살펴보고, 3장에서는 무선망에서의 방송통신융합의 의미를 서비스와 기술적인 측면에서 고찰한 후, 4장에서는 미국의 예를 중심으로 DTV전환 이후 방송주파수대역 회수/재배치 관련 현황을 간략하게 정리한 후, 5장에서는 무선망에서의 방송통신융합을 위한 방송주파수대역 활용방안을 제안하고 맺음말로 정리하고자 한다.

II. IPTV와 방송통신융합

1. 유선망의 방송통신융합

전통적인 유선통신과 방송서비스의 융합이라는 관점에서 IPTV의 도입은 광대역 유선통신망과 케이블TV방송을 하나로 엮는 중대한 전환점이 된다. 방송서비스는 지상파, 케이블 및 위성의 세가지 플랫폼/망 유형으로 발전되어 왔으며, 국내에서 방송과 통신의 융합은 방송/통신전송기술의 발전과 이동통신의 발전에 따른 통신시장의 사업모델 변화에 따라 불가피하게 촉진되게 된다^[3].

전송기술측면에서 지난 10년간 1 Mbps급의 DSL에서 100Mbps급의 광랜에 이르기까지 유선통신사업자의 가입자선로 광대역화가 진행되고, 통신시장 측면에서는 기존 유선전화 위주의 음성통신서비스가 이동전화 위주로 전환되면서 시장규모가 축소되는 시장변화에 대응하기 위하여 유선전화사업자가 광대역망을 이용한 멀티미디어 콘텐츠 중심으로 사업구조 전환을 모색하게 되었고,

또한 케이블TV전송기술도 동시에 발전하면서 DOCSIS 3.0에서는 하향 200Mbps, 상향 100Mbps의 전송속도를 구현할 수 있게 되었다. 또한 서비스구역을 여러 개의 셀로 구분하여 독립망으로 구성할 수 있게 되었다.

2. IP기반 서비스융합

통신 및 방송망의 전송기술발전이 방송통신망 융합으로 급속히 발전되게 된 계기는 기존의 데이터 서비스 외에 음성 및 방송서비스의 QoS를 IP 프로토콜 상에서 보장할 수 있는 Voice over IP (VoIP) 기술과, 멀티캐스팅을 지원하는 Internet Group Management Protocol (IGMP) 기술들이 개발되면서 방송사업자의 케이블망과 유선통신사업자의 광대역 가입자망이 음성, 비디오 및 데이터 서비스를 통합하여 제공할 수 있는 Triple Play Service (TPS)가 가능해졌기 때문이다^[4].

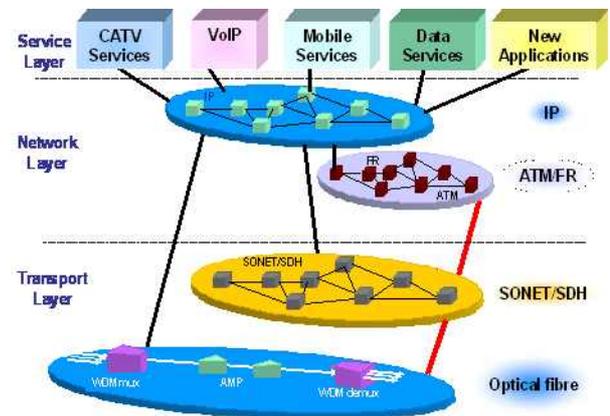


그림 1. IP Protocol 기반 방송통신융합[4]

Fig. 1. Broadcast and Communication convergence based on IP Protocol

IPTV의 도입으로 예상되는 방송통신융합에서 사용하는 인터랙티브 TV, 데이터방송 서비스, Video on Demand(VOD) 및 Pay per view (PPV) 등의 서비스를 자신의 가정에 연결된 접속망 사업자와 무관하게 동일한 내용의 서비스를 이용할 수 있게 된다.

3. 망 중립성

유선망에서의 방송통신융합의 또 다른 중요이슈는 통신사업자, 포털사업자 및 방송사업자 등 시장 참여자간 망 중립성의 확보이다. 망 중립성은 비차별, 상호접속, 접근성의 원칙이 모든 망에 적용되어 망 지배력을 가진 사

업자와 그렇지 못한 사업자간의 차별요소를 배제하여 공정한 경쟁이 이루어질 수 있도록 하고자 하는 것이다. 망 중립성이 보장될 때 콘텐츠 생산에서 플랫폼 제공, 전송 망 경유 및 단말로 이루어지는 정보의 전달이 통신과 방송 망 보유의 유무를 떠나 독립적으로 이루어지는 방송통신융합의 실제적 구현이 이루어지게 된다. 따라서 유선 망에서의 방송통신융합은 망 중립성에 대한 제도적 장치 마련과 함께 다양한 형태의 콘텐츠를 수용하고 케이블 및 광대역가입자망과 연동할 수 있는 Open Platform의 도입을 통하여 실질적으로 촉진될 수 있을 것으로 예상된다.

III. 무선망에서의 방송통신융합

1. 무선망 방통융합 개요

2장에서는 유선 케이블망과 유선 통신망의 광대역 가입자망간 방송통신융합사례를 살펴보았다. 케이블방송 망중심의 방통융합이 현재 진행형이라고 한다면 지상파 TV/DMB망을 중심으로 한 방통융합은 2012년의 국내 디지털TV전환과 이후 방송주파수 재배치 등에 관한 논의가 이제 시작 단계에 있어 무선망에서의 방송통신융합은 아직 본격적인 검토에 들어가지 못하고 있는 실정이다. 그러나 유선망의 방송통신융합에서 보았듯이 전송기술 발전, 특히 무선통신분야에서의 기술발전이 이동통신망과 지상파방송망의 서비스영역의 경계를 좁혀가고 있는 요인이 되고 있다. 무선망을 이용하는 통신과 방송서비스는 크게 이동통신, 광대역무선접속망, 지상파 TV, DMB의 4가지 유형으로 나뉘며 이를 세분화하여 시스템 별 특성으로 비교하면 다음 표와 같다

표 1. 무선망 특성 비교
Table 1. Wireless network comparison

		Coverage	Mobility	Bandwidth	Interactive
방송	지상파TV (ATSC)	*****†	*	****	*
	차세대TV (ATSC-M/H)	*****	***	****	***
	DMB	*****	****	***	***
통신	2/3/4G 셀룰러	****	****	***	****
	WiBro	***	***	****	*****
	Wi-Fi	**	**	*****	*****
	TVWS	*****	**	****	****

† *의 개수는 특정시스템이 해당 특성에 강점을 갖는다는 점을 의미함.

2. 무선망 방통융합 형태 결정 요소

가. 제한적인 주파수 대역폭

3G망의 도입과 함께 음성에서 데이터중심으로 서비스의 중심이 이동하고 있지만 이동통신서비스는 기본적으로 점대점 양방향 협대역 통신을 중심으로 일정한 대역폭에 가급적 많은 가입자를 수용하는 방식이다. 이러한 대역폭의 제한에 따라 음성통화서비스에 비하여 매우 넓은 대역폭을 필요로 하는 모바일 TV의 경우 이동통신망 경유방식이 아니라 MediaFLO, T-DMB, DVB-T/H 처럼 별도의 채널을 사용하는 방식으로 시작에 도입되고 있다. 동일한 이유로 Unicast특성을 갖는 VoD 서비스는 가입자당 광대역 트래픽을 할당하여야 하는 전송특성 상 모바일TV 전송망을 사용하여 동시에 서비스를 제공받을 수 있는 가입자의 수가 매우 제한적이다.

나. 단말중심의 서비스 융합

유선망에서의 통합과 달리 Wi-Fi, WiBro, 3G, T-DMB 등 복수의 시스템이 하나의 이동통신단말에 수용되어 사용자 응용프로그램 수준에서 서비스융합이 이루어진다. 따라서 단말기의 기능과 관련된 Open platform, Open application 등의 기술발전이 방통융합의 또 다른 주요인자가 된다. 비록 사용자는 단말 상에서 통합된 서비스를 이용하나 유선망의 경우와 달리 지상파 TV와 T-DMB 등 방송서비스는 독립적인 방송망을 통하여 이루어진다.

다. 위치기반서비스와 Return channel:

이동통신단말은 사용자가 일상생활 중에 가장 오랫동안 접속하는 정보단말이며 또한 사용자 그 위치가 동기되어 있는 관계로 가장 성장가능성이 큰 위치기반서비스의 수혜자이다. 모바일TV 등 방송망의 Return channel 부재는 위치기반서비스를 수행하는 데 가장 큰 걸림돌이 되고 있으며 DMB 및 ATSC-M/H 등 Return channel을 제공하는 시스템의 경우에도 이동단말과 기지국의 송신 전력의 차이(link unbalance) 등으로 이동통신망을 경유하는 Return channel 구현 방식이 불가피할 것으로 예상된다.

이상과 같이 무선망에서의 방송통신융합은 동일한 콘텐츠를 전송하는 경쟁관계에 있는 유선망에서의 방송통신융합과 달리 무선망에서의 방통융합은 두 망이 상호 보완관계로 사용자에게 융합서비스를 제공하게 된다. 이

러한 유무선에서의 방통융합의 차이점이 방송 및 통신망의 주파수자원을 개별 전송망이 아닌 통합망의 공동주파수자원으로 자리매김하게 하며, DTV 전환 후 방송주파수 대역의 효율적인 재활용 필요성의 근거가 된다.

IV. DTV전환과 방송주파수대역의 재활용: 美 TV Whitespace 예

1. TV Whitespace

TV대역내 유휴 채널을 사용한 비면허 방식 무선접속 서비스에 대한 2009년 2월 미국 FCC의 최종결정은 IT산업을 중심으로 한 새로운 서비스모델을 위한 인프라 구축 완성의 의미를 갖는다. Google, MS 등의 SW산업계는 Cloud Computing 등 웹기반의 응용SW시장의 잠재성을 높이 평가하고 장기적인 사업모델을 구축하고 있으며 이를 위하여 무선망 중립성의 확대적용을 통하여 사용자에게 무결절 접속(Seamless connectivity)을 제공하는 방안으로 470-698 MHz대역을 이용하는 휴대/개인형 단말의 무선접속서비스에 대한 FCC의 결정을 지지하여 왔다.

2. TV Whitespace 서비스모델

DTV전환 이후 발생하는 유휴 TV대역을 활용하는 무선접속 서비스는 IEEE802.22 WRAN WG을 중심으로 고정형 광역무선접속망 표준제정이 2004년 이후 추진되어 왔으며 이는 광대역 인터넷접속의 혜택을 누리지 못하는 미국 농촌지역에 DSL수준의 무선인터넷 서비스를 제공하는 것을 목표로 하고 있다. FCC의 결정이 초기의 고정형 모델뿐 아니라 소출력 휴대/개인형 단말 서비스모델로 확대 적용된 것은 IT업계의 목표대로 2.4GHz 및 5GHz 대역을 사용하는 기존 IEEE802.11a/g/n 표준으로 구성된 무선랜 계열에 TV대역이 추가됨을 의미한다. TV대역은 기존 무선랜 주파수대역에 비하여 좋은 전파전파특성을 보여 소수의 무선기지국(AP)를 사용하여도 넓은 지역이 커버되며 동시에 낮은 송신전력으로도 전파의 통달거리가 커 휴대단말 등의 소모전력 절감에도 매우 유리한 주파수 이다^[5].

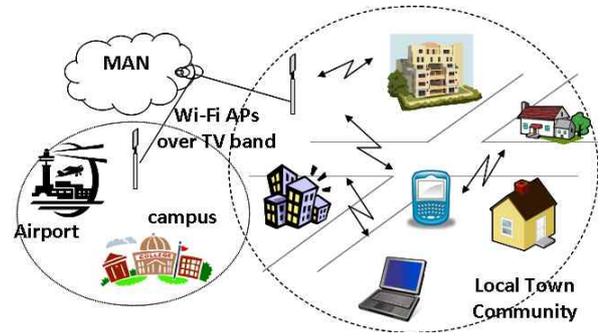


그림 2. Wi-Fi와 결합한 TVWS 주파수 대역 활용 예
Fig. 2. Service model of TVWS enabled Wi-Fi

3. TVWS 대역 포함 Triple Band 무선랜

2.4GHz/5GHz/TVWS 주파수대가 적용된 Triple Band의 무선랜 칩을 휴대폰에 적용할 경우 근거리에서의 광대역 멀티미디어 서비스는 5Ghz대역의 11a/n, 근거리에서의 데이터 서비스 전송 서비스는 11g 대역을 각각 이용하며 원거리에서의 VoIP 및 제어신호 등 높은 QoS가 요구되는 서비스의 경우 TVWS 대역을 사용하는 방식으로 단일칩 내에서의 적응형 대역사용이 가능하게 된다. 이는 전체적인 무선랜망의 효율을 높일 뿐 아니라 동시에 응용서비스에 대한 사용자의 만족도를 높이게 된다^[6].

이러한 미국의 비면허 방식 TVWS 대역 사용은 실질적으로 동일한 주파수대역을 지역별로 방송과 통신에서 번갈아 사용하는 것으로 주파수사용측면에서 본 방송통신융합서비스의 한 유형이라고 할 수 있다. TV 및 방송용 무선마이크 등 방송주파수대역 내 기존 사용자에 대한 간섭문제는 단말상에 구현된 스펙트럼 센싱 기술과, 단말이 소재하는 위치에서 사용 가능한TV채널의 정보가 저장된 데이터베이스를 활용하는 방식을 결합하는 형태로 해결될 예정이다^[7].

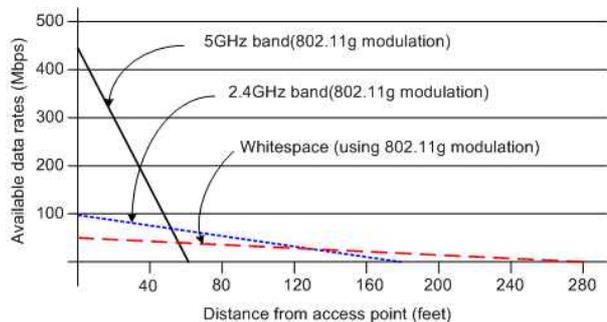


그림 3. TVWS 전파전파 특성 비교
Fig. 3. Comparison of TVWS propagation characteristics

Wi-Fi등 비면허 방식 무선랜망은 그 동안 높은 편의성에도 불구하고 커버리지의 한계로 인한 취약한 접근성으로 인하여 독자적인 무선망이라기보다는 유선 광대역 컴퓨터망의 종단구간 무선화정도로 인식되어 왔다. 그러나 이동통신망의 서비스모델이 음성위주에서 데이터위주로 전환되고 스마트폰의 보급 확산으로 기존 2G/3G 이동통신망의 트래픽 처리능력이 한계에 근접함에 따라, 이동통신망 사업자들이 사용자 별 트래픽 제한과 동시에 Wi-Fi 망을 통한 트래픽 분산전략을 추진하면서 유무선 망 통합에서 비면허 무선랜망의 중요성이 부각되고 있다. 따라서 TVWS를 이용한 Triple band 무선랜의 도입은 Wi-Fi망의 효율성을 더욱 증대시킬 것으로 예상된다.

V. 무선망 방송통신융합 관점에서의 방송주파수 대역 활용방안

1. 국내 방송주파수 배치특성

지형적인 영향으로 방송주파수배치가 상대적으로 간단한 미국에 비하여 산이 많고 좁은 영역에서 방송주파수배치를 해야 하는 국내환경에서는 미국의 TVWS방식의 방송통신주파수 공동 활용 접근방식이 손쉽게 적용되기 어려운 문제이다. 따라서 국내 무선방송통신융합 측면에서의 방송주파수 대역 활용방안은 3장에서 설명한 단말기중심의 방송통신서비스 융합형태를 고려하여야 한다.

2. 무선망/단말/주파수 중립성과 방통융합 유인요소

가. Open Platform (Google Android, 삼성 바다 등) 및 Open Application (Apple App Store 등)

Google Android 플랫폼의 등장은 법/제도적인 차원에서의 망 중립성과 달리 산업생태계 차원에서의 망 중립적 단말의 등장을 의미한다. 이동통신망 규격이 3G/4G등으로 표준화됨과 동시에 단말 플랫폼이 표준화되는 것의 의미는 1990년대 IBM호환 PC가 컴퓨터산업에서 불러일으켰던 혁신을 이동통신서비스산업에서 재현할 것으로 예상된다. 반면 Apple 앱스토어의 등장은 사용자가 더 이상 망사업자가 정해놓은 콘텐츠 풀에 제한 받지 않게 되었다는 것을 의미한다. 이상의 두 가지 변화는 사용자입

장에서 망 중립성이상의 혜택을 누리는 것을 의미하며 산업측면에서는 이동통신서비스관련 HW 및 SW 산업의 발전을 유인하게 될 것을 예상된다.

나. Open Spectrum (미국 TV Whitespace 비면허 방식 사용)

20세기말 인터넷산업의 비약적인 발전은 상당 부분 무료로 사용할 수 있었던 인터넷의 존재에 기인한다. 사용하지 않는 주파수 스펙트럼을 기존사용자에게 간섭을 주지 않는 수준에서 비면허 방식으로 사용한다는 미국의 비면허 방식 TV Whitespace 사용정책은 이런 정책적인 차원에서의 지원이 고려된 바가 크다. 따라서 무선망의 방송통신 융합측면에서, Open Spectrum 방식은 Multicasting적인 요소가 강한 방송서비스 트래픽과, Unicasting적인 측면이 강한 VoD 트래픽, 그리고 Interactive 방송 등을 지원하기 위한 실시간 Return channel 트래픽을 단일 단말에서 사용자의 개입 없이 수용할 수 있도록, 복수의 무선접속망간에 효율적으로 분산하는 것으로 요약된다.

3. 무선인지 기반 Spectrum 접속

따라서 무선망에서의 방송통신융합은 아래 그림과 같이 단일 단말기상에서 이동성, 사용자 위치, 콘텐츠의 QoS 등을 고려하여 사용자의 트래픽 특성에 따라 상향링크와 하향링크의 무선 접속망을 능동적으로 선택하는 형태가 될 것으로 예상되며, 사용자의 제어 없이 응용 SW와 결합된Convergence Layer에서의 제어를 통하여 최적의 무선망을 선택/접속하게 된다.

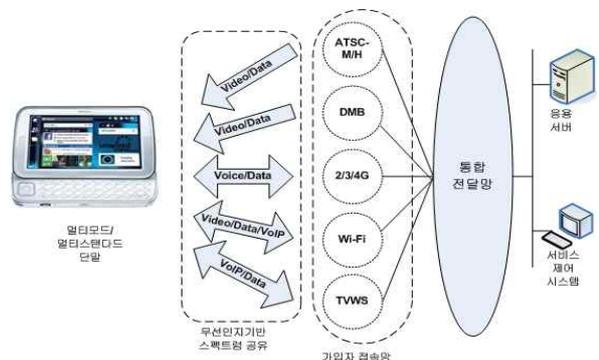


그림 4. 무선망 방송통신융합 서비스 모델 적용 예
Fig. 4. Convergence service model in wireless network access

Wi-Fi 무선랜망, DMB망, 이동통신망 및 차세대 방송망(ATSC-M/H 도입 시) 등이 단일단말에 통합 구현되어 선택적으로 사용되게 된다. 무선 컴퓨터망 및 차세대 이동통신망 등에 적용될 것으로 예상되는 무선인지기술에 기반한 동적스펙트럼 할당 방식은 이러한 적응형 무선접속시스템에 적용하기에 적합한 기술 중 하나이다.

이러한 이유로 DTV 전환 후 방송주파수 회수/재배치 방안은 위 그림과 같은 무선망에서의 방송통신융합 서비스 모델이 고려되어야 한다. 이동통신망 측에서는 예상되는 방송application에 대하여, 그리고 방송망 측에서는 Interactive 서비스 및 PPV/VoD 응용 서비스 관련하여 개별적으로 사업모델 및 예상트래픽 분석을 통하여, 회수재배치가 이루어지는 방송주파수밴드의 용도별 대역폭과 운용개념이 정의되어야 한다. 또한, 무선망에서의 방송통신융합 서비스모델은 기존의 지상파/모바일 TV 서비스가 무료로 제공된다는 고려할 때, 이동통신 단말기에 적용된 방송응용서비스에 대한 과금 등을 위하여 사업모델 적용시 이동통신사업자와 방송사업자간의 계약을 통한 수익분배방안 등의 제도적 장치가 마련되어야 한다.

4. MMS 서비스와 방통융합

방통융합과 관련한 지상파 TV 채널의 또 다른 활용방안은 통신서비스와 연계한 다중모드서비스(Multi-mode Service: MMS)의 적극적인 도입이다. D-TV시스템의 가장 큰 특징이기도 한 MMS서비스는 하나의 TV채널을 통하여 복수의 비디오/오디오/데이터 서비스를 다중화하여 전송하므로 정보전달의 측면에서 통신서비스의 장점을 결합한 모델이라고 할 수 있다. 특히 국내의 지상파 TV전송망이 지형적인 영향으로 다수의 중계기를 사용하고 있다는 점을 고려하면 각 중계기가 커버하는 지역을 대상으로 위치기반서비스 등 특화된 MMS를 적용할 수 있다는 장점이 있다. MMS의 서브채널을 활용한 광고와 이동통신망의 상향 링크를 결합한 인터랙티브 채널의 구성은 대표적인 지역별 위치기반서비스라 할 수 있다.

V. 결 론

본고에서는 IPTV의 등장으로 본격화되고 있는 유선망에서의 방송통신융합과 달리 아직 검토단계에 있는 무

선망에서의 방통융합모델을 기술적, 서비스적인 관점에서 검토하였다. 또한 2012년으로 예상되는 DTV전환과 방송주파수 회수/재배치와 관련하여, 단말 중심으로 통합될 것으로 예상되는 무선망의 방통융합을 고려한 최적의 방송주파수대역 활용방안을 모색하였다. 복수 무선전송표준을 지원하는 단말 중심의 방송통신융합은 궁극적으로 적응형 동적 스펙트럼 할당 기술 등 무선인지 기술이 적극적으로 적용되어야 함을 의미하며, 방통융합의 관점에서 이들 기술의 적용방안에 대한 추가적인 고찰이 필요할 것으로 예상된다.

참 고 문 헌

- [1] "Unlicensed Operation in the TV Broadcast Bands", US Federal Register, Vol. 74, No.30, February 17, 2009. pp.7314-7332.
- [2] 박상호, "디지털 전환과 방송용 주파수 정책 방향", [디지털방송기술 컨퍼런스], 서울, 2009.11.
- [3] 김국진, 최성진, IPTV, 나남신서, 2007, P322.
- [4] William McCrum, "Voice over Internet Protocol (VoIP) Issues and Challenges", The 9th Global Standards Collaboration Meeting, Seoul, Korea 2004.
- [5] IEEE802-sg-whitespace-09-0007-07-0000 "ECSG Ad-Hoc Use Case Slide Deck", 2009.1.20
- [6] "The Economic Value Generated by Current and Future Allocations of Unlicensed Spectrum: Final report", Perspective, September, 2009
- [7] FCC 08-260, Second Report and Order and Memorandum Opinion and Order, 2008.1

저자 소개

김 기 홍(정회원)



- 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(정회원)



- 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>

민 준 기(정회원)



- 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>