

전파 르네상스 시대의 도래와 향후 과제

장병준

정보통신기술진흥센터 & 국민대학교

요약

약 100년 전 미국에서 전파(電波, Radio Wave) 프런티어(Frontier) 시대가 시작된 이래 전파는 ICT산업의 기반 기술의 역할을 충실히 수행하고 있다. 최근에는 전파의 활용이 전통적인 통신, 방송, 국방 분야를 넘어 센싱, 보안, 의료, 무선전력전송 등 다양한 분야로 확장되고 있다. 이에 따라 용도지정에 따른 배타적인 주파수 사용을 기반으로 하는 기존의 전파정책으로는 급증하는 전파 수요를 충족할 수 없다. 이에 본 고에서는 최근 전파 이용이 급격히 확산되는 시기를 역사적으로 고찰하여 전파 르네상스 시대라고 명명하고, 이를 뒷받침할 미래 전파정책의 방향을 새롭게 제시한다.

I. 서론

전파기술은 <그림 1>과 같이 약 100년 전 마르코니(Guglielmo Marconi, 1874-1937)가 무선전신을 성공한 이래로 미국이 주도하는 전파 프런티어 시대(1910~1950)를 통해 라디오와 텔레비전 중심의 방송산업으로 시작되었다. 이후 1980년대 이동통신 기술의 발전으로 통신산업으로 확대되었고, 최근 스마트폰과 사물인터넷(IoT: Internet of Things) 시대가 도래함에 따라 통신산업의 범위가 사람 중심에서 사물 중심으로 넓어지고 있다. 한편 통신 이외의 분야에서도 전파는 활발하게 활용되어 왔는데, 집에서 음식을 데울 때 사용하는 전자레인지(Microwave oven), 군용으로 사용되는 레이더(Radar) 등이 그 대표적인 예라 할 수 있다. 최근 들어 관심이 집중되고 있는 통신 이외의 전파기술로는 사물에 부착된 배터리가 없는 태그에 전력을 공급함과 아울러 통신하는 RFID(Radio Frequency Identification) 기술 등의 IoT 기술, 전파를 이용한 각종 센싱 및 전파 의료 기술, 무선전력전송 등이 있다. 이와 같이 과거 방송으로 시작되어 통신으로 확대되었던 전파는 그 활용 분야가 더욱 확장됨에 따라 미래 산업을 이끄는 중요한 수단이 되고 있다[1].

하지만 전파 수요 확대에 따라 응용 분야별로 주파수 할당 요구는 증가하고 있으나, 공공재인 주파수 스펙트럼은 고정되어 있으므로 전파의 가치가 기하급수적으로 증가하고 있다. 또한, 전파는 주파수 대역별로 특성이 다르므로 전파 특성이 타 주파수 대역보다 우수한 수 GHz 이하의 황금 주파수 대역의 경우 경쟁이 치열하여 사회적으로 큰 갈등이 야기되고 있다. 최근 DTV(Digital Television) 전환 이후 남게 된 700MHz 주파수에 대해 초고화질(UHD: Ultra High Definition) 지상파 방송으로 사용되어야 한다는 방송국의 요구와 이동통신용으로 주파수로 할당해야 한다는 통신사업자의 요구가 갈등을 빚고 있는 것이 대표적인 사례이다. 따라서 과거 면허대역, 용도지정 등 주파수 사용을 특정사업자나 특정 기술에만 사용하도록 제한하는 정책에서 기술개발 추세에 맞게 탄력적으로 주파수의 용도를 정하고, 동일한 주파수 대역이라도 간섭이 허용될 수 있는 범위 이내인 경우 공동사용(coexistence)할 수 있도록 하는 공유(Sharing) 기반의 전파정책으로 전환이 필요한 때이다.

다행히 미래창조과학부(이하 미래부)에서는 ICT의 핵심 인프라로서의 전파의 중요성을 인식하고 미래 지향적인 전파정책을 구현하려고 노력하고 있다[2][3]. 하지만 아직까지도 전파정책의 무게중심은 과거 이동통신이 발달되던 당시의 정책에서 크게 벗어나지 못하고 있는 상황이다. 따라서 전파기술의 역사와 선진 각국의 최신 동향을 살펴서 국내에 적합한 미래 지향적인 전파정책을 새롭게 고민할 때이다. 이에 본 고에서는 최근 전파 이용이 급격히 확산되는 시기를 역사적으로 살펴 전파 르네상스 시대라고 명명하고, 전파 르네상스시대를 뒷받침할 미래 전파정책의 방향 및 구체적인 실행방안을 제시하고자 한다.

II. 전파 기술의 역사

전파기술의 시대 구분은 <그림 1>과 같고, 각 시대별 주요 전파산업의 변화는 <표 1>과 같다. 약 100년 전 미국에서 전파 프런티어시대가 시작된 이래 방송산업 위주로 발전되어온 전파기

술은 이동통신의 발전으로 통신산업으로 확대되었고 최근에는 방송, 통신을 넘어 전파활용 신산업으로 확장되는 전파 르네상스시대로 진입하고 있다.

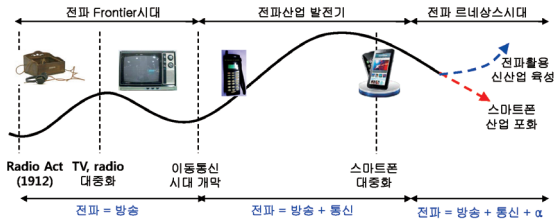


그림 1. 세계 전파기술의 역사

표 1. 시대구분에 따른 전파산업의 변화

시대 구분	주요 산업
전파 프린티어시대 (1912~1950)	방송산업
전파산업 발전기 (1950~2000)	방송산업+통신산업
전파 르네상스시대 (2000~)	방송산업+통신산업+전파활용신산업

1. 미국의 전파 프린티어 시대(1910~1950)

전파는 태초부터 있었지만 우리가 전파를 활용하기 시작한 역사는 약 100년 정도밖에 되지 않는다. 100년 전 전파가 어떻게 사용되기 시작하였는지 알아보자. 1912년 호화 여객선 타이타닉(Titanic)호가 영국에서 미국으로 가던 중 빙산과 충돌하여 2228명의 승객 중 1523명이 사망한 대참사가 있었다. 타이타닉호 사건은 비극이지만 전파의 활용에 있어서는 일대의 전환을 이룬 사건이었다. 이때부터 사람들은 엄청난 비극 속에서도 그나마 700여 명을 구조할 수 있었던 무선전신의 위력에 주목하기 시작하였다. 이탈리아 발명가 마르코니(Guglielmo Marconi, 1874~1937)가 1897년 영국 런던에 마르코니 무선전신회사를 설립한 이후 일부 애호가들 사이에서만 알려졌던 전파기술이 타이타닉호 사건으로 인해 급격히 확산된 것이다[4].

바로 그해에 미 의회는 전파의 사용을 원하는 사람은 허가를 얻어야 한다는 '1912년 전파법(Radio Act of 1912)'을 통과시켰고, 방송(broadcasting)이란 단어가 미 해군에 의해 최초로 "명령을 무선으로 한꺼번에 여러 군함에 보낸다"라는 의미로 사용된 것도 바로 그 해이다. 이후 제1차 세계대전(1914~1918)은 전파 사업이 비약적으로 발달된 계기가 되었다. 전쟁이라는 특수한 상황이었기에 '특허'를 고려하지 않아도 되었고 이에 새로운 전파기술이 신속히 확산될 수 있었다. 이렇게 발달된 전파기술

은 라디오 방송을 거쳐 텔레비전 방송으로 급속히 확대되었는데 이 시기를 미국의 전파 프린티어 시대라고 부른다. 전파 프린티어 시대는 라디오와 텔레비전 등 방송산업이 바로 전파산업의 전부인 시대였다.

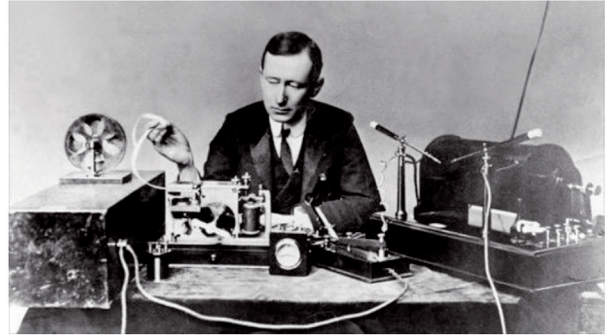


그림 2. 이탈리아 발명가 마르코니의 무선전신기

2. 전 세계적인 이동통신의 발전

라디오와 텔레비전 중심의 방송산업으로 시작된 전파산업은 1980년대 들어 이동통신 기술의 발전으로 통신산업으로 확대되기 시작하였다. 초기의 통신산업은 전신(電信)으로 시작되어 전화(電話)로 발전된 유선통신이 주류였으나, 무선의 편리성에 따라 전파를 이용한 이동통신이 주류를 차지하게 되었다. 2000년대 들어서는 유선으로만 남을 줄 알았던 인터넷도 결국에는 스마트폰과 WiFi 기술의 발전으로 무선으로 사용할 수 있게 되었다. 즉, 전화와 마찬가지로 인터넷도 초창기에는 유선으로 시작되었으나 광대역 디지털 무선통신 기술의 발전과 스마트폰의 도입에 따라 무선 인터넷으로 발전할 수 밖에 없게 된 것이다.

이동통신 기술의 발전을 세대별로 구분하면 <그림 3>과 같다. 이동통신은 협대역 FM (NFM: Narrowband FM)을 사용하는 1세대 아날로그 통신을 거쳐 디지털 기술을 사용한 2세대, 2세대보다 데이터 전송 속도가 3배 이상 빨라진 3세대, 그리고 최근 보급이 확대되고 있는 LTE-A(Long Term Evolution-Advanced)

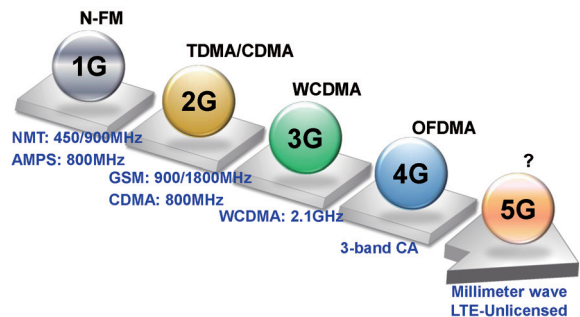


그림 3. 이동통신 기술의 발전

라는 4세대 통신기술로 구분된다. 최근에는 5세대 이동통신 기술에 대한 개념정리 및 연구가 활발하다. 5세대 이동통신 기술이 그 전의 이동통신 기술과 다른 점은 4세대까지의 진화는 모뎀(Modem) 기술의 진화와 같이하였는데 반해 5세대는 다른 양상을 보인다는 것이다. 예를 들어 2세대는 TDMA (Time Division Multiple Access)와 CDMA (Code Division Multiple Access), 3세대는 W-CDMA (Wideband CDMA), 그리고 4세대는 OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) 같은 대표적인 모뎀기술이 속도혁명을 이룬 반면에 5세대에서는 아직까지 뚜렷한 모뎀기술이 등장하지 않고 있다. 오히려 MIMO (Multiple Input Multiple Output) 안테나를 이용한 빔포밍 (Beamforming) 기술, 그동안 사용되지 않았던 밀리미터파 주파수의 사용, 비면허대역인 5GHz 대역과 공존기술 등 모뎀기술이 아니라 전통적인 전파기술이 5세대를 이끌고 있다고 할 수 있다. 따라서 향후 이동통신의 발전을 위해서는 전파기술의 경쟁력 확보가 매우 중요해지고 있다. 예를 들어 삼성전자에서는 28GHz 밀리미터파를 이용한 5G 이동통신 기술을 연구 중이지만, 국내에서 이 주파수 대역에서 동작하는 각종 부품, 장비, 계측기 등에 대한 기술력을 보유하고 있는 산업체는 매우 부족한 상황이다. 따라서 5G 이동통신 시대를 대비한 체계적인 전파산업의 육성 전략이 필요할 것으로 사료된다.

3. 전파르네상스 시대의 도래

전파기술의 응용분야를 그 속성에 따라 분류하면 크게 (1) 무선통신 (wireless communication), (2) 전파센싱 (wireless sensing), 그리고 (3) 무선전력전송 (wireless power)의 세 가지 분야로 나눌 수 있다. 이 중 무선통신은 방송과 통신같이 전파를 이용하여 공기 중으로 정보를 전달하는 것으로 초기에 비해 정보의 양이나 속도 면에서 엄청난 발전을 이루었다. 반면 전파센싱과 무선전력전송은 무선통신에 비해 상대적으로 발전이 늦은 편이다. 하지만 최근 관련 기술이 발전하고 시장의 요구가 증가함에 따라 신산업이나 타 산업과의 융합기술로 새롭게 부각되고 있다. 예를 들어 전파센싱은 초기 군사용으로 사용되던 레이더기술이 자동차, IT 등으로 적용이 확대되고 있을 뿐만 아니라 무선인식, 제스처 인식, 위치기반 서비스 등 다양한 분야에 활용되고 있다. 무선전력전송기술은 초창기 테슬라 (Nikola Tesla, 1856~1943)의 개념 제시 이후 거의 산업화되지 않았으나 최근 10년 사이에 스마트폰 무선충전 기술의 등장 이후 전기차 충전 등 다양한 분야에서 활용되고 있다.

이러한 기술 추세에 맞게 MB정부시절 방송통신위원회에서는 미래전파(Next wave) 서비스 육성이라는 정책을 세운 바 있

다. 최근 미래부에서는 이를 확대하여 전파활용 신산업 육성이 라는 정책을 계획하고 있다. 전파활용 신산업의 대표적인 예로 Batteryless IoT, 무선전력전송, 전파센싱, 전파진단, 가시광 통신 등이 있다. <표 2>에 대표적인 전파활용 신산업의 사례 및 그 특징을 보여주고 있다. 앞으로 전파활용 신산업은 점점 더 다양해지고 확대될 예정이다.

표 2. 대표적인 미래 전파신산업

분류	세부 기술 항목
무선원 IoT	<ul style="list-style-type: none"> • Batteryless Tag를 이용한 사물 인터넷 접속 • 리더 없이 Wi-Fi 신호를 이용하여 리더 구현 • 센서태그, 센서노드로 발전
무선전력전송	<ul style="list-style-type: none"> • 모바일기기 무선충전 상용화 단계 • 전기자동차 등 무선 충전(KAIST OLEV) 연구 중 • 소출력, 중출력, 대출력에 따른 기술 상이
전파의료	<ul style="list-style-type: none"> • 종양(유방암/피부암) 진단을 위한 Microwave Tomography 기술 연구 중 • 인체의 전류 유도 현상 이용 전파의료기기 상용화 • 전파의 열작용이용(Hyperthermia 등) 상용화 • 체내이식형(Implant) 기기, WBAN 기기
레이더, 이미징	<ul style="list-style-type: none"> • 2.4GHz, 5.8GHz, 10GHz, 24GHz, 77GHz 생활전파 레이더(Radar) 응용기기 등장 • THz Imaging (Passive and Active) 연구 활발
가시광 통신	<ul style="list-style-type: none"> • LED 보급에 따라 가시광을 이용한 통신 활성화 • LED-ID, 위치기반 서비스(LBS) 등

이와 같이 미래의 전파기술은 방송산업, 이동통신산업 및 전파활용 신산업의 세 가지 방향으로 지속적으로 발전할 것으로 보이며, 저자는 이러한 시대를 전파르네상스 시대라고 부르고자 한다. 그 이유는 초창기 전파가 발견된 이래 고려되었던 세 가지 응용분야가 모두 활발하게 산업화됨으로써 전파의 가치가 재발견되는 시대라는 의미로 근대 이탈리아 르네상스가 고대 그리스 로마 시대의 가치를 재발견했다는 것과 유사한 의미로 사용한 것이다.

Ⅲ. 국내 전파정책 현황 및 시사점

앞에서 전 세계적으로 전파기술의 중요성이 커짐에 따라 다양한 분야에서 전파를 활용하게 되는 전파 르네상스시대가 도래되었음을 설명하였다. 이에 따라 미래의 전파정책 역시 정보의 전달 측면인 통신산업에 치우친 정책이 아니라 전파를 활용한 모든 산업이 동시에 발전할 수 있는 방향으로 전환되어야 할 것

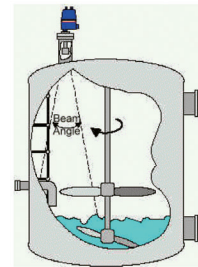
이다. 본 절에서는 먼저 미국의 전파정책 사례를 국내와 비교하여 살펴본 후 이를 통해 국내 전파정책의 시사점을 파악하고자 한다.

현재 전 세계적으로 ICT 혁신을 주도하고 있는 나라는 단연코 미국이다. 십 수년 전만해도 단순 ICT 제품은 중국에, 첨단 ICT 제품은 일본과 한국에 밀렸던 미국이 최근 ICT 산업의 혁신을 이끌게 된 요인에는 여러 가지가 있을 수 있겠으나 전파 분야에서만큼은 개방, 공유, 중립의 가치를 천명했던 미국의 일관된 전파정책의 영향이 컸다고 저자는 생각한다. 즉, 클린턴 정부와 부시정부를 거쳐 오바마정부까지 민주당에서 공화당으로, 공화당에서 다시 민주당으로 정권이 교체되었음에도 불구하고 미국 정부의 전파정책은 한정된 주파수 자원의 가치를 극대화하고 국가 차원의 주파수를 효율적으로 관리하기 위하여 시장 기반의 개방적이고 중립적인 주파수 정책을 일관되게 견지해 왔다. 이를 이끈 선구자로 부시 정부시절에 FCC (Federal Communications Commission) 의장을 지냈던 마이클 파웰(Michael K. Powell, 1963~)을 들 수 있다. 그는 앨고어 (Albert Arnold Gore, Jr, 1948~) 부통령의 인포메이션 슈퍼 하이웨이(Information Super Highway) 정책을 전파에서 구현하기 위해 DTV 전환, TVWS (TV WhiteSpace), 망 중립성 (Net neutrality) 등 개방적이고 중립적인 전파정책의 기초를 닦은 사람이다. 이러한 전파정책은 시장경제를 촉진하여 구글(Google), 애플(Apple) 등의 ICT 혁신 기업이 등장할 수 있는 배경이 되었다고 할 수 있다.

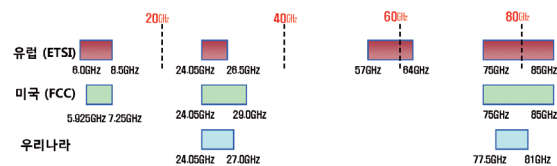
이제 한국의 전파정책에 대해 살펴보자. 우리나라는 미국의 전파프런티어 시대 시기에는 일제강점기였기 때문에 특별한 전파정책 및 산업이 없었을 뿐만 아니라 해방 이후 분단 상황에 따라 전파 사용이 극도로 억제된 상태에 있었다. 이러한 상황에서 이동통신 기술의 갑작스러운 등장 및 발전에 따라 전파정책 및 전파기술은 이동통신산업 중심으로 급속히 발전되었다. 이를 바탕으로 세계에서 최고를 달리는 이동통신 보급률, 삼성전자, LG전자 등 국내기업의 세계적인 스마트폰 하드웨어 경쟁력 보유 등이 가능하게 되었다. 현재에도 국내 전파정책은 ‘모바일 광대토폴렌’이라는 이름에서 알 수 있듯이 주파수 할당 대가를 받을 수 있는 이동통신용 면허대역 중심의 정책이 지속되고 있다. 하지만 순기능이 있으면 역기능도 있기 마련이다. 국가의 에너지가 면허대역에 집중된 반면 할당대가가 없는 비면허기기에 대해서는 산업 육성 정책이 상대적으로 미비하였다고 볼 수 있다. 이에 대한 사례를 두 가지 들어 보자.

첫 번째 사례로 전파를 이용하여 하천의 수위를 측정하는 레벨측정기(Level Gauge)가 있다. 레벨측정기는 <그림 4(a)>와 같이 탱크 안이나 하천의 수위를 측정하기 위해 전파를 아래쪽

으로 발사하고 하천의 표면에서 반사된 전파의 도달 시간을 검출하여 수위를 측정할 수 있는 레이더 기반의 전파센싱 장치이다. 국내에서는 현재 Endress+Hauser, Vega, Emerson, Siemens 등의 제품이 수 천개 이상 보급되어 있다. 이러한 레벨측정기는 10년 전부터 다양한 산업 분야에서 사용되어 왔으나 전파를 사용하는 기기임에도 불구하고 관련 법령이 없어 별다른 관리없이 사용되어 오다가 2014년도 들어서야 기술기준을 제정하게 되었다. 기술기준 제정 당시 타 기기와의 간섭 등의 우려 때문에 1년 이상의 시간이 필요했을 뿐만 아니라 주파수 할당도 미국 및 유럽에 비해 좁게 지정되었다. <그림 4(b)>에 미국, 유럽, 및 우리나라에서 레벨측정기로 사용될 수 있는 주파수를 보여주고 있다. 그림에서 알 수 있듯이 우리나라는 주파수 간섭 등의 이유로 타 국에 비해 주파수가 상대적으로 좁게 할당된 것을 알 수 있다[5]. 이는 미국 및 유럽에서는 레벨측정기가 탱크 안이나 하천 등 특정한 지점에서만 사용되므로 동일한 주파수를 사용하는 타 기기와 공동 사용되어도 간섭확률이 낮기 때문에 공유를 허용하고 있는 것과는 대조적이다.



(a)



(b)

그림 4. 레벨측정기의 형상 및 주파수

다음의 사례로 UWB (Ultra Wide Band) 주파수의 할당 상황을 살펴보자. UWB 기기는 underlay 기반의 주파수 공유기술로서 광대역을 사용하는 대신 낮은 출력으로 전파를 송출하는 WPAN (Wireless Personal Area Network) 기술이다. UWB는 출력이 매우 낮기 때문에 타 기기에의 간섭 가능성이 없어 외국에서는 3.1~10.2GHz의 광대역을 사용할 수 있다. 하지만 <그림 5>와 같이 국내에서는 방송용 중계기와의 간섭에 대

한 우려 때문에 현재 매우 좁은 주파수 대역만이 할당되어 있다. 기존 UWB 기술기준에 의하면 UWB 기기는 3.1~4.8GHz 및 7.2~10.2 GHz의 주파수 대역을 사용하도록 되어 있으며, 이 중 3.1~4.8GHz 주파수대역에서는 간섭회피기술인 DAA (Detect and Avoid) 기술을 적용하도록 되어 있다. 단, 4.2~4.8GHz의 주파수 대역에서는 DAA의 적용을 2016년 12월 31일까지 유예하도록 되어 있다. 따라서 간섭회피기술이 없는 UWB 기기는 현재로는 <그림 5>와 같이 빨간색 원으로 표시한 4개의 대역(Band 3, 9, 10, 11)만이 사용할 수 있는 상태이다. 이에 삼성전자는 2009년 band 7 (6.336~6.684GHz) 과 band 8 (6.684~7.392GHz) 대역을 DAA 없이 사용 가능하도록 기술기준 개정을 요구한 바 있다. 하지만 아직까지도 UWB 주파수는 확대되지 못하고 있다. 따라서 UWB 산업 역시 삼성전자 등에서 칩을 국산화했음에도 불구하고 아직까지 활성화되지 못하고 있는 형편이다.

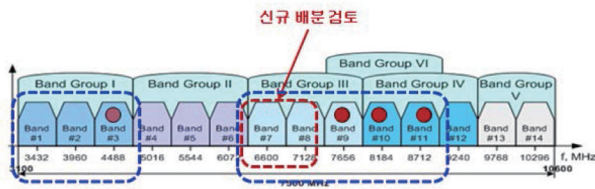


그림 5. UWB 주파수 및 국내 주파수 허용 대역

앞에서 살펴본 바와 같이 그동안 우리의 전파정책 및 전파기술은 배타적인 면허대역 및 이동통신 중심으로 급속히 발전되었지만, 상대적으로 공유 기반의 비면허 기기에 대한 배려는 부족한 상황이라 판단된다. 이제라도 전 세계적인 정책 변화 및 기술 발전 추세와 산업체의 요구에 맞도록 전파정책 및 새로운 전파산업 육성 전략을 세울 때라고 판단된다[7].

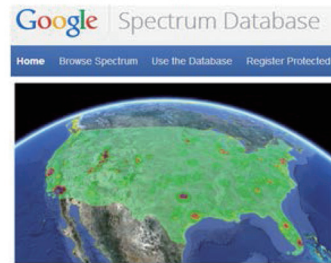
IV. 미래 전파산업 육성 전략

앞에서 전파정책의 중요성과 전파 르네상스시대에 맞는 전파정책을 통해 미래 전파산업을 체계적으로 육성할 필요가 있다는 것을 살펴보았다. 본 절에서는 미래창조과학부가 고려하고 있는 전파산업 육성을 위한 전파정책에 대해 소개하고자 한다.

1. 개방적인 전파정책

전파정책에서 가장 중요한 것이 실제 주파수 대역별로 전파가 어떻게 사용되고 있는지 파악하는 것이다. 현재까지 우리나라

의 전파관리는 전적으로 국가에서 담당하고 있다. 하지만 최근 미국의 사례를 살펴보면 주파수 관리의 효율화를 위해 민간 부분과 협력하는 것을 알 수 있다. 예를 들어 TVWS의 활성화를 위해 Google은 <그림 6(a)>와 같이 Spectrum DB를 구축하여 미국전역의 TVWS 주파수 사용현황 및 공유가능한 주파수를 서비스하고 있다[8]. Microsoft에서는 <그림 6(b)>와 같이 Spectrum Observatory라는 프로젝트를 통해 민간에서 자발적으로 주파수 사용정도를 측정하여 이를 DB로 구축하고 있다[9]. 이를 위해 Microsoft는 광대역 신호를 저가의 단말기로 손쉽게 측정할 수 있는 기술개발을 추진하고 있을 뿐만 아니라 전세계 관련 연구기관에 자발적인 프로젝트 동참을 요청하고 있다. 이러한 추세에 발맞추어 우리나라에서도 정부에서 관리해



(a)



(b)

그림 6. 미국 Google과 MS의 스펙트럼 연구

은 주파수 자원을 민간에서도 쉽게 활용하거나 민간의 자료를 정부에서 활용할 수 있도록 할 필요가 있다.

다음으로 주파수 공동사용 기반을 구축하고 그 적용 주파수 대역을 확대해야 한다. 대표적인 주파수 공동사용 대역으로 TVWS 대역이 있다. 현재 정부에서는 시범사업 및 기술개발 프로젝트를 통해 TVWS 활성화를 위해 노력하고 있는데, 아직까지 관련 부품이 부족하여 산업화 단계에까지 이르지 못하고 있다. 다음으로 최근 LTE-U (LTE-Unlicensed) 기술이 Qualcomm에 의해 도입되어 5 GHz 대역의 WLAN 주파수를 이동통신 주파수로 공동사용하려고 시도하고 있다[10]. 즉 과거 비면허대역과 면허대역은 상호 배타적인 관계였으나 이제는 서로 주파수를 공동사용하는 방향으로 기술개발 및 정책이 추진되고 있는 것이다. 따라서 전 세계 동향을 살펴 LTE-U 기술이

확산될 경우 우리나라가 뒤처지지 않도록 노력해야 한다. 마지막으로 유사한 인접 주파수 대역을 통합하여 비번허 대역을 확대할 필요가 있다. 대표적인 주파수 대역으로 900 MHz 대역의 무선마이크 주파수(925~932 MHz)와 RFID/USN 주파수 대역(917~923.5 MHz)이 있다. 미국의 경우 이 두 주파수는 902~928 MHz 대역 안에 통합되어 있으므로 우리나라도 타산지석으로 삼을 필요가 있다.

이러한 주파수 공동사용을 위해서는 우선적으로 주파수 간섭 분석 방법이 바뀌어야 한다. 기존의 배타적인 주파수 할당 정책에서는 최악의 간섭 시나리오를 가정한 주파수 간섭 분석 방법이 주로 사용되었다. 하지만 디지털 기술의 발전으로 어느 정도 간섭이 발생해도 시스템 성능에 큰 지장이 없다면 주파수를 공동사용할 수 있는 것이 사실이다. 이를 감안하여 기술기준 등을 정할 때 합리적인 간섭 시나리오를 바탕으로 한 주파수 간섭 분석방법을 사용하여야 한다[11].

2. 전파원천 연구의 체계화

주파수 자원은 유한하기 때문에 늘어나는 주파수 수요에 대응하기 위해서는 그동안 기술적인 문제로 사용하기 어려웠던 높은 주파수 대역을 개척할 필요가 있다. 현재 상업적으로 저가의 시스템을 구현할 수 있는 주파수 대역은 6GHz 이하로, 그 이유는 통신 산업의 활성화로 인한 수요의 증가와 RFIC 기술의 발전에 힘입은 바 크다. 하지만 6GHz 이상으로 주파수가 높을 경우 RFIC로 구현하기 어렵기 때문에 관련 부품도 부족하고 전문 설계능력이 없으면 회로의 구현도 쉽지 않다. 따라서 미래 주파수 수요를 대비하기 위해서는 6GHz 이상의 주파수에 대한 전파원천 연구가 필요하다. 당장 5G 이동통신 후보대역으로 거론되고 있는 28GHz 주파수만 하더라도 국내 원천기술이 매우 부족한 실정이다.

향후 주파수 확대를 대비한 체계적인 기술개발 전략 및 관련 산업 활성화를 위한 전략은 다음과 같다. 먼저 수십 GHz 까지 안정되게 동작할 수 있는 RFIC를 제작할 수 있도록 국내 반도체 공정의 안정화 노력이 필요하다. 주파수가 수십 GHz로 올라갈 경우 회로설계 능력도 중요하지만 트랜지스터, 저항, 캐패시터 등 공정에서 제공하는 소자들의 모델링이 정확해야 한다. 이를 위해서는 장기적인 국가의 지원 및 반도체 회사들의 오랜 투자가 필요하다. 두 번째로 밀리미터파 및 THz 대역의 원천기술 개발이 필요하다. 이 주파수 대역은 통신보다는 전파센싱 응용으로 사용될 예정이므로 신호원 및 이미지 센서 기술의 개발이 필요하다. 최근 선진국에서는 플라즈모닉스(plasmonics) 기술의 연구가 활발히 이루어지고 있어 THz 이미징 센서의 상용화

가 눈앞에 와 있다[12]. 하지만 국내에서는 아직 이와 관련된 기술개발이 부족한 상황이다. 세 번째로 밀리미터파 이상 주파수를 사용하는 새로운 응용시스템 개발이 필요하다. 관련 부품 개발과 병행하여 현재까지 출현되지 않은 새로운 시스템의 개발을 통해 새로운 응용분야를 발굴할 필요가 있다. 이를 위해 정부출연연구소에서나 기업체에서는 높은 주파수를 쉽게 사용할 수 있도록 공통 HW플랫폼을 개발하여 공급하고 학교 등에서는 이러한 플랫폼을 이용하여 다양한 응용 분야를 발굴할 필요가 있다. 마지막으로 RF 장비 및 계측기 산업을 육성할 필요가 있다. RF장비 및 계측기 산업은 모든 산업의 기본이 되므로 기술 확보를 통해 타 산업을 견인할 수 있도록 노력해야 한다.

이러한 네 가지 분야의 전파원천 연구를 위해서 R&D의 체계화가 필요하다. 먼저, 정부출연연구소가 수행할 수 있는 대형 전파원천 R&D 과제의 발굴이 필요하다. 이때 산업체의 참여를 통해 연구개발된 결과가 상용화될 수 있도록 하여야 한다. 다음으로 대학에서 기초연구를 할 수 있는 전파연구센터(RRC: Radio Research Center)의 확대가 필요하다. 미래창조과학부에서는 2014년부터 준밀리미터파 대역의 빔포밍 기술을 개발하는 전파연구센터를 처음으로 선정한 바 있는데, 이러한 전파연구센터를 지속적으로 확대할 예정이다.

미래부에서는 전파분야 과제 기획 시 성장 가능성이 높은 미래의 전파 유망기술을 바탕으로 로드맵을 작성하고, 로드맵에 따른 Top-down식 과제 기획을 진행하고 있으며, 산학연 연계에 의한 과제 수행을 유도하고 있다. 또한, R&D 관리 역시 형식적인 수요조사를 탈피하여 산업체와 소통될 수 있도록 하고, R&D 연구성과가 산업체에서 활용될 수 있도록 기획 및 평가체제 개선을 추진하고 있다. 미래부에서 추진하고 있는 전파 R&D의 비전은 '전파 원천/응용기술을 개발을 통한 창조경제 산업 활성화'이며, 이를 위해 창조경제의 기반을 다지는 전파 R&D 생태계를 구축하고, 산업활성화에 기여 가능한 경쟁력있는 R&D 과제를 기획하고자 한다. 또한, 이렇게 기획된 R&D 과제를 체계적으로 지원함으로써 성과창출에 만전을 기하고자 한다.

3. 전파신산업 육성

세 번째로 전파를 활용한 신산업의 육성이 필요하다. 미래에는 전파를 활용한 다양한 신산업이 등장할 것으로 보인다. 예를 들어 전파+IoT, 전파+전력, 전파+국방, 전파+위치측위, 전파+의료, 전파+보안 등 다양한 융합산업에서 전파는 핵심적인 역할을 할 것으로 보인다. 몇 가지 혁신적인 사례를 소개하면 <그림 7>과 같다.

전파 + IoT	전파 + 전력
	
전파를 에너지원으로 하는 Battery-Free 센서 네트워크	초고주파 응용 초소형 전원
전파 + 위치측위	전파 + 의료
	
가시광 통신 활용 위치정보 획득	전파활용 고정밀 암진단 기술
전파 + 국방	전파 + 전력
	
빙포밍 안테나 기반 레이더 기술	테라헤르츠(THz) 보안 시스템

그림 7. 전파융합 신산업의 사례

전파 신산업을 육성하기 위해서는 앞에서 설명한 R&D 이외에 산업화를 위한 추가적인 노력이 필요하다. 미래부에서는 유망 전파 신산업을 육성하기 위해 2013년 한국전파진흥협회(RAPA) 산하에 전파 엔지니어링 랩을 설립한 바 있다. 이를 통해 전파분야 기술력이 부족한 중소 전파기업을 도와주고 있으므로 이를 확대할 필요가 있다.

V. 결론

최근 전파의 활용 분야는 지속적으로 확대되어 초창기 전파가 발견된 이래 고려되었던 모든 응용분야에 전파가 활발히 사용되는 전파 르네상스 시대가 열리고 있다. 이러한 전파 르네상스 시대에서는 용도지정에 따른 배타적인 주파수 사용 기반의 전파정책으로는 급증하는 전파 수요를 충족할 수 없다. 본 고에서는 최근 전파 이용이 급격히 확대되는 시기를 역사적으로 고찰하여 전파 르네상스 시대라고 명명하고, 이를 뒷받침할 미래 전파정책의 방향을 제시하였다. 제시한 전파정책 방향은 개방적인 전파정책, 전파원천 연구의 체계화, 전파신산업 육성이라는 세 가지 분야이며, 이러한 정책은 우리나라가 추구하고 있는 창조경제에 기여할 것으로 기대하고 있다. 제시된 정책이 실제 구현될 수 있도록 관련 당사자들의 지속적인 관심과 투자를 기대해 본다.

참고 문헌

- [1] 장병준, 2014년 전파·위성 연구개발 현황 및 추진방향. 정보와 기술, 한국통신학회, Jan., 2014.
- [2] 미래창조과학부, ICT R&D 중장기 전략 (2013~2017), Oct. 2013.
- [3] 미래창조과학부, 전파진흥기본계획, Jan. 2014
- [4] <http://navercast.naver.com>, “무엇이 ‘전파 프린터’ 붐을 일으켰나?,” July, 2014.
- [5] 국립전파연구원, “레벨측정 레이더 이용을 위한 관련 제도 개선방안 마련,” Oct. 2014.
- [6] 신철호, 최상성, “국내 DAA 기술 기준을 고려한 MB-OFDM UWB 성능 평가,” 한국전자과학회논문지 제19권 제9호, pp. 1000-1009, Sep. 2008.
- [7] 장병준, “설계를 통한 학부과정 전파 교육 사례-Part 1,” 한국전자과학회, 전자과학기술 제23권 제3호, pp. 66-71, May 2012.
- [8] Google Spectrum Database, www.google.com/get/spectrumdatabase.
- [9] MicroSoft Spectrum Observatory, observatory.microsoftspectrum.com.
- [10] Qualcomm, White paper - Extending LTE Advanced to unlicensed spectrum, Dec. 2013.
- [11] 윤현구, 최선웅, 장병준, “비면허 기기 간 주파수 공동사용을 위한 MAC 계층 기반의 간섭 분석 및 간섭 완화 정책,” 한국전자과학회논문지 24(8), pp.841-848 Aug., 2013.
- [12] teresense.com

약 력



장 병 준

1990년 연세대학교 공학사
 1992년 연세대학교 공학석사
 1997년 연세대학교 공학박사
 1995년~1999년 LG전자(주) 미디어통신연구소 선임연구원
 1999년~2003년 한국전자통신연구원 무선방송기술연구소 선임연구원
 2003년~2005년 정보통신연구진흥원 선임연구원
 2005년~현재 국민대학교 전자공학부 교수

관심분야: RF/마이크로파 회로 및 시스템, 무선통신 시스템, RFID/USN, 주파수 간섭, 에너지-T 융합