

KCA연구 2019

드론, IoT, 무인이동체 등 신산업 서비스 확산에 대응한 전파관리 개선방향 연구

(최종보고서)

2019. 10.

한국방송통신전파진흥원

연구수행기관 : 미래전파공학연구소

이 보고서는 한국방송통신전파진흥원의 재정지원으로 이루어졌으며, 보고서 내용은 연구자의 견해이며 한국방송통신전파진흥원의 공식 입장과 다를 수 있습니다.

제 출 문

한국방송통신전파진흥원장 귀하

본 보고서를 『드론, IoT, 무인이동체 등 신산업 서비스 확산에 대응한 전파관리 개선방향 연구』에 관한 연구용역의 최종보고서로 제출합니다.

2019년 10월

주관연구기관 : 미래전파공학연구소

연구책임자 : 문지용 (미래전파공학연구소 책임연구원)

참여연구원 : 김선영 (" 수석연구원)

김태홍 (" 부장)

김이백 (" 팀장)

안재희 (" 팀장)

이재성 (" 연구원)

요 약 문

1. 제목

드론, IoT, 무인이동체 등 신산업 서비스 확산에 대응한 전파관리 개선
방향 연구

2. 연구의 배경 및 목적

인류의 역사는 만년 공급부족에 시달리며 지내다 산업혁명 이 후 수요를 충족시킬 만큼 공급이 확대되면서 공급자 중심에서 수요자 중심으로 변화하는 전기를 마련하게 되었다. 기술의 변화에 따라 크게 변화하게 되는 과정을 산업혁명으로 명명하며 분류하는데 1차 산업혁명은 기계화 과정에서 물과 증기의 힘을 사용하였으며, 2차 산업혁명은 전기 에너지를 이용해 대량생산 체제를 만들어내게 되었다. 1,2차 산업혁명은 대량 생산체제 마련을 위한 공급자 중심의 혁명적인 사건이었다면 이어지는 3차 산업혁명은 전기기술과 정보기술을 이용해 자동화된 생산체제와 수요자들이 네트워크 구성으로 이어질 수 있게 만드는 계기가 되었다.

공급측면에서의 혁명과 수요측면에서의 혁명이 이루어진 이 후 3차 산업혁명의 기술 기반 위에 이제 공급자와 수요자가 융합되는 4차 산업혁명 시대에 놓이게 되었다. 2016년 다보스 포럼에서 제시한 4차 산업혁명에 대한 논의가 전 세계적으로 활발해지면서 4차 산업혁명은 우리를 둘러싼 모든 분야에서의 화두가 되고 있다.

이와 같이 4차 산업혁명 시대에 새롭게 선보일 산업과 서비스들은 전파의 사용이 필수적인데 무선기기들의 과다 운용은 유한한 주파수 자원의 할당량 부족 문제와 전파혼신 및 간섭 등의 문제를 발생시킬 가능성이 있다.

산업성장을 위해 정부는 이와 같은 문제를 사전에 대비하고 산업이 성장하고 발전할 수 있는 인프라를 구축하는 것이 필요할 것이다. 이에 본 연구에서는 4차 산업혁명 시대에 새롭게 등장하게 될 신산업들의 성장을 지원하기 위해 전과관리 필요부분을 살펴보는 것이 필요하다.

이에 본 연구는 4차 산업혁명의 주도권을 확보하기 위한 ①국가의 정책 방향과 국내·외 4차 산업혁명 관련 정책동향 분석과, ②4차 산업혁명 시대에 새롭게 등장하게 될 신산업으로 드론, IoT, 자율주행차 등의 동향 및 전망을 살펴본 뒤, ③해당 산업들에 전과관리 필요부분을 탐색할 것이다. 또한, 전과관련 새로운 기술 개발 및 전과방송기기 산업 발전 등을 위해 추진되는 정부추진 계획과 케를 같이 할 수 있는 ④제4차 산업혁명 시대의 신산업 성장에 대비한 주요 전과정책 과제를 발굴하는 것도 목표로 한다.

3. 연구의 구성 및 범위

4차 산업혁명 등 다양한 융합시장의 원활한 전개가 ICT 산업은 물론이고 국가 전체의 경제 활성화 차원에서도 매우 중요해진 상황이다. 이에, 본 연구는 4차 산업혁명의 원활한 전개와 이를 더욱 촉진 시킬 수 있는 방안을 제시하고자, 관련 해외 정책 사례 및 서비스 동향 등을 조사 분석하여 신산업 서비스 활성화에 필요한 전과관리를 위한 시사점을 제시하고자 연구를 진행하였다.

이를 위해 2장에서는 4차 산업혁명에 대비하기 위한 국내외 국가들의 정책동향을 먼저 살펴본다. 3장에서는 4차 산업혁명 시대에 새롭게 등장하게 될 산업으로 드론, IoT, 자율주행차 등의 산업동향을 살펴보고 추 후 발전방향과 전과관리가 필요한 부분을 분석한다. 정책의 동향과 산업의 동향을 살펴본 뒤 4장에서는 국내 상황을 기반으로 한 4차 산업혁명 시대의 전과 관련 신산업으로 선정한 드론, IoT, 자율주행차 등 해당 산업의 성장을 위한 전과 관리 방안에 대한 시사점을 제시한다.

4. 연구 내용 및 결과

4차 산업혁명 시대에 산업발전을 위해 다수의 참여자들이 안정되게 참여할 수 있는 기반 인프라를 확보하는 것이 먼저 필요하다. 이를 위해 4차 산업혁명 시대에 새롭게 등장하고 있는 산업으로 본 연구에서는 드론, IoT, 무인이동체 등을 선별하였다. 해당 산업들은 주파수의 분배가 확정되고 전파간의 간섭을 최소화하여 안정되게 운영될 수 있는 기반을 마련하는 것이 필요한데, 이를 위해 4차 산업혁명 시기에 안정적으로 산업의 발전과 확장을 유도하기 위한 전파관리 방안이 필요하다.

본 연구에서는 먼저 4차 산업혁명 시대에 전파관련 국내외 정책동향을 살펴본 후 각 국가들의 대응방향을 살펴보았다. 미국, 일본, 중국, 독일 등 주요 기술경쟁 국가들은 자국의 핵심역량을 기반으로 4차 산업혁명 시대를 대비하기 위한 국가차원의 전략적인 정책들을 발표하고 있으며, 우리나라 역시 주파수의 효율적인 분배와 차세대 산업육성을 위한 전파진흥기본계획을 5년 주기로 발표하고 있다. 국가들의 정책방향을 살펴본 후 다음으로는 각 산업들의 동향과 전망에 대해 알아보았다. 제 3장 “4차 산업혁명 시대의 전파 관련 신산업 동향 분석”에서는 전파 신산업으로 드론, IoT, 무인이동체 산업의 개요와 주요 서비스를 살펴보고 우리나라가 나아가야 할 방향을 도출해보았다. 이를 기반으로 4장에서는 드론, IoT, 무인이동체 등 주파수를 기반으로 하는 주요 산업의 활성화를 유도하기 위해 신뢰성을 제공할 수 있는 기술별 전파관리 필요부분을 살펴보았다.

<목 차>

제1장 서론	1
제1절 연구 배경 및 목적	1
제2절 연구 내용	3
제2장 4차 산업혁명 시대의 전파 관련 정책동향	4
제1절 해외 정책 동향	4
1. 미국	5
2. 일본	10
3. 중국	14
4. 독일	18
제2절 국내 정책 동향	24
1. 2009 전파진흥 기본계획 검토	24
2. 2014 전파진흥 기본계획 검토	31
3. 2019 전파진흥 기본계획 검토	39
제3절 전파진흥 기본계획 검토에 따른 시사점 도출	55
제4절 전파정책의 변화와 전파관리	55
제3장 4차 산업혁명 시대의 신산업 동향 분석	61
제1절 4차 산업혁명 전파 관련 산업 전망	61
1. 전파방송통신 산업 전망	61
2. 4차 산업혁명과 5G 네트워크	64
3. 4차 산업혁명 관련 주요 전파 산업	67
제2절 전파 관련 신산업 동향 분석	72
1. 사물인터넷(IoT) 산업동향 및 전망	72

2. 드론 산업동향 및 전망	84
3. 자율주행차 산업동향 및 전망	94
제3절 신산업 서비스 기술 분석과 전파관리 필요부분	96
1. IoT 산업	96
2. 드론 산업	100
3. 자율주행차 산업	104
제4장 신산업 서비스 대응을 위한 전파관리	112
제1절 신산업 서비스 대응 전파관리 추진 과제	112
1. 4차 산업혁명과 전파관리	112
2. 중앙전파관리소 업무추진계획	114
3. 신산업 서비스 환경변화와의 적합성 검토	118
4. 신산업 서비스 대응 전파관리 시사점 도출	122
5. 신산업 서비스 대응 전파관리 개선 방향	125
6. 소결	134
참고문헌	138

[그림목차]

[그림 2-1] 5G 무선시장 국가순위	6
[그림 2-2] 인공지능 분야 국가별 현황	7
[그림 2-3] 일본의 전파 서비스 분야와 비전	13
[그림 2-4] 글로벌기업 지식재산권 등록현황('17)	15
[그림 2-5] 선두기업과 중국의 메모리 반도체 공정 개발 현황 비교	17
[그림 2-6] 전파이용의 타 산업 확대	26
[그림 2-7] 전파진흥 기본계획	32
[그림 2-8] 전파방송분야 R&D 선순환 네트워크	34
[그림 2-9] 2019년 전파진흥 기본계획 목표	39
[그림 3-1] 전파 응용분야 Hype Curve	63
[그림 4-1] 지능정보사회 중장기 종합계획('16.12.)	113
[그림 4-2] 전파 이용환경 변화에 따른 전파감시 요구사항	129
[그림 4-3] 인지기반 사이버 물리시스템을 이용한 스펙트럼 모니터링	133

< 표 목차 >

<표 2-1> 주요 선진국 국가혁신전략 주요내용	4
<표 2-2> 미국의 과학기술 정책 방향	5
<표 2-3> 미국 AI 인니셔티브(American AI Initiative) 5가지 원칙	8
<표 2-4> AI Next 캠페인 5대 분야	9
<표 2-5> 일본의 주파수 이용 중점서비스 및 추진전략	11
<표 2-6> 독일의 연구개발 전략 변화	19
<표 2-7> 사회문제 대응을 위한 세부 분야별 활동	20
<표 2-8> 미래 경쟁력 강화를 위한 세부 분야별 활동	21
<표 2-9> 개방형 혁신 및 스타트업 문화조성을 위한 세부 분야별 활동	23
<표 2-10> 2009 전파진흥 기본계획 주요 정책 과제	36

<표 2-11> 주요 주파수 대역 이용 현황 및 할당 계획	27
<표 2-12> 2009 전파진흥 기본계획 세부 목표	30
<표 2-13> 2014 전파진흥 기본계획 주요 정책 과제	33
<표 2-14> 2014 전파진흥 기본계획 분야별 주요 R&D 목표	35
<표 2-15> 2014 전파진흥 기본계획 주파수 관리 목표	36
<표 2-16> 2014 전파진흥 기본계획 규제 개선 계획	38
<표 2-17> 2019 전파진흥 기본계획 추진전략 및 주요과제	42
<표 2-18> 전파기반 산업의 활력제고를 위한 개선활동 추진일정	45
<표 2-19> 중소·벤처기업의 전파기반 성장지원을 위한 추진일정	46
<표 2-20> 선도형 R&D 지원을 위한 추진일정	47
<표 2-21> 초연결 무선 인프라 주파수 확보를 위한 추진일정	49
<표 2-22> 산업·생활 주파수 확보를 위한 추진일정	50
<표 2-23> 공공안전 주파수 및 국제 조화를 위한 추진일정	51
<표 2-24> 전자파 안전강화를 위한 추진일정	52
<표 2-25> 신기술 대응 전자파 안전기준 정립을 위한 추진일정	53
<표 2-26> 사람 중심의 4차 산업혁명 대응계획 4대 전략	55
<표 2-27> 주파수 이용의 구분	60
<표 3-1> 4G와 5G 이동통신 핵심성능 비교	65
<표 3-2> 사용자 관점에서의 5G 서비스 분류	66
<표 3-3> 4차 산업혁명 시대의 주요과제	68
<표 3-4> 국내 이동통신사 5G 기반 서비스 개발 동향	68
<표 3-5> 주요 해외국의 사물인터넷 산업 발전 정책 추진 동향	69
<표 3-6> 사물인터넷을 활용한 분야별 응용사례	74
<표 3-7> 3GPP 표준 기반 IoT 상용 서비스 사업자	76
<표 3-8> 3GPP 표준 기반 IoT 상용 서비스 계획 사업자	76
<표 3-9> 사물인터넷 센서네트워크 통신기술의 비교	82
<표 3-10> 드론의 종류 및 추산 비용	85
<표 3-11> 드론의 구분 및 시장분류	86

<표 3-12> 미국의 드론 활용 기업	90
<표 3-13> 세계 드론제작시장 전망	91
<표 3-14> 중국제품과 국내제품의 비교	93
<표 3-15> 자율주행 기술수준단계	104
<표 3-16> 자율주행을 위한 판단기능	108
<표 3-17> 차량 통신 시스템 비교	109
<표 4-1> 전파 기반 및 응용분야 시장전망	114
<표 4-2> 중앙전파관리소의 중장기 추진방향	115
<표 4-3> 3세대 전파감시 시스템 구축 계획	116
<표 4-4> 빅데이터 플랫폼 단계별 구축 계획	117
<표 4-5> 국내 주파수 활용 분야	121
<표 4-6> 한국표준산업분류에 따른 전파산업 분류	123

제1장 서론

제1절 연구 배경 및 목적

인류의 역사는 만년 공급부족에 시달리며 지내다 산업혁명 이후 수요를 충족시킬 만큼 공급이 확대되면서 공급자 중심에서 수요자 중심으로 변화하는 전기를 마련하게 되었다. 기술의 변화에 따라 크게 변화하게 되는 과정을 산업혁명으로 명명하며 분류하는데 1차 산업혁명은 기계화 과정에서 물과 증기의 힘을 사용하였으며, 2차 산업혁명은 전기 에너지를 이용해 대량생산 체제를 만들어내게 되었다. 1,2차 산업혁명은 대량 생산체제 마련을 위한 공급자 중심의 혁명적인 사건이었다면 이어지는 3차 산업혁명은 전기기술과 정보기술을 이용해 자동화된 생산체제와 수요자들이 네트워크 구성으로 이어질 수 있게 만드는 계기가 되었다.

공급측면에서의 혁명과 수요측면에서의 혁명이 이루어진 이후 3차 산업혁명의 기술 기반 위에 이제 공급자와 수요자가 융합되는 4차 산업혁명 시대에 놓이게 되었다. 2016년 다보스 포럼에서 제시한 4차 산업혁명에 대한 논의가 전 세계적으로 활발해지면서 4차 산업혁명은 우리를 둘러싼 모든 분야에서의 화두가 되고 있다.

빅데이터, 인공지능, 5G 통신, 네트워크 등 다양한 신기술의 발전으로 촉발된 4차 산업혁명은 분야에 따라 다를 수 있겠으나 근간을 이루는 요소로는 개체들간의 연결을 지원하는 전파의 중요성을 빼 놓을 수 없을 것이다. 4차 산업혁명을 주도하는 국가들은 시대조류의 주도권을 확보하기 위한 정책 활동을 추진하고 있는데 대표적인 정책 사례로는 독일의 인더스트리 4.0, 미국의 산업 인터넷, 일본의 로봇 신전략, 중국의 제조2025 등이 있다.

우리나라 역시 K-ICT 10대 전략산업, 19대 미래성장동력, 민간주도 5대 신산업 등을 선정하여 적극적으로 ICT 융합 신산업 육성을 추진하면서 4차 산업혁명 선도국가로의 준비를 하고 있으며, 또한 과학기술정보통신부는 2018년 6월에 주파수 경매를 실시하는 등 5G 상용화 지원 로드맵, IoT 진

입규제 폐지 등으로 촘촘한 사물인터넷 환경 구축 등을 골자로 하는 '4차 산업혁명 대비 초연결 지능형 네트워크 구축 전략'을 마련하였다.

이번 초연결 지능형 네트워크 구축 전략의 주요 내용은 민간의 투자 여건 조성으로 5G 조기 상용화, 촘촘한 사물인터넷 환경 구축, 안전하고 똑똑한 미래 네트워크 개발과 도입 지원, 언제 어디서나 네트워크에 접근할 수 있는 권리 확대 그리고 초연결 네트워크 구축과 함께 장비산업 성장 지원 등이다. 이번 계획을 계기로 모든 사람·사물을 인체의 신경망과 같이 연결하는 초연결 지능형 네트워크가 조기에 구축되어, 국내의 네트워크 기반의 융합 산업·서비스를 위한 테스트 베드역할을 할 수 있을 것으로 기대되면서 초연결 지능형 네트워크 고도화와 IoT확산으로 인한 무선기기의 전파이용이 급증할 것으로 예상되고 있다²⁾.

이와 같이 4차 산업혁명 시대에 새롭게 선보일 산업과 서비스들은 전파의 사용이 필수적인데 무선기기들의 과다 운용은 유한한 주파수 자원의 할당량 부족 문제와 전파혼신 및 간섭 등의 문제를 발생시킬 가능성이 있다. 산업성장을 위해 정부는 이와 같은 문제를 사전에 대비하고 산업이 성장하고 발전할 수 있는 인프라를 구축하는 것이 필요할 것이다. 이에 본 연구에서는 4차 산업혁명 시대에 새롭게 등장하게 될 신산업들의 성장을 지원하기 위해 전파관리 필요부분을 살펴보는 것이 필요하다.

이에 본 연구는 4차 산업혁명의 주도권을 확보하기 위한 ①국가의 정책방향과 국내·외 4차 산업혁명 관련 정책동향 분석과, ②4차 산업혁명 시대에 새롭게 등장하게 될 신산업으로 드론, IoT, 자율주행차 등의 동향 및 전망을 살펴본 뒤, ③해당 산업들에 전파관리 필요부분을 탐색할 것이다. 또한, 전파관련 새로운 기술 개발 및 전파방송기기 산업 발전 등을 위해 추진되는 정부추진 계획과 케를 같이 할 수 있는 ④제4차 산업혁명 시대의 신산업 성장에 대비한 주요 전파관리 개선방안을 도출하는 것을 목표로 한다.

제2절 연구 내용

4차 산업혁명 등 다양한 융합시장의 원활한 전개가 ICT 산업은 물론 국가 전체의 경제 활성화 차원에서도 매우 중요해진 상황이다. 이에, 본 연구는 4차 산업혁명의 원활한 전개와 이를 더욱 촉진 시킬 수 있는 방안을 제시하고자, 관련 해외 정책 사례 및 서비스 동향 등을 조사 분석하여 신산업 서비스 활성화에 필요한 전과관리를 위한 시사점을 제시하고자 연구를 진행하였다.

이를 위해 2장에서는 4차 산업혁명에 대비하기 위한 국내외 국가들의 정책동향을 먼저 살펴본다. 3장에서는 4차 산업혁명 시대에 새롭게 등장하게 될 산업으로 드론, IoT, 자율주행차 등의 산업동향을 살펴보고 추 후 발전방향과 전과관리가 필요한 부분을 분석한다. 4장에서는 우리나라의 4차 산업혁명의 원활한 이행을 위한 전과 정책 수립 방향을 살펴본 뒤 국내 상황을 기반으로 한 4차 산업혁명의 신산업으로 선정한 드론, IoT, 자율주행차 등 해당 산업의 성장을 위한 전과 정책 시사점을 제시한다.

이와 같은 연구를 통해 4차 산업혁명 시대에 새롭게 등장할 신산업의 원활한 시장안착에 필요한 전과관리 방안을 제시함으로써 해당 산업에 보다 플레이어들이 참여할 수 있는 기반을 마련하여 산업을 확장시켜 가는데 일조할 수 있을 것이다.

제2장 4차 산업혁명 대비 전파 관련 정책동향

제1절 해외 정책 동향

2016년 세계경제포럼(WEF: World Economic Forum)에서는 ICT와 산업의 융합이 촉발하는 경제사회 구조의 변화를 제4차 산업혁명이라 지칭하면서 글로벌화 이후 세계경제성장을 주도할 수 있는 키워드로 ICT를 주목하였고, 세계 주요국은 4차 산업혁명을 촉발하는 경제성장 패러다임의 변혁에 대비하기 위해 ICT중심의 국가혁신전략을 수립 중이다. 기술변화에 따른 시대의 패러다임 변화와 더불어 최근, 미중 무역전쟁에서 볼 수 있듯이 과거 브랜튼 우즈체재의 경제질서가 점차 해체되고 국가 간 이익을 도모하기 위한 블록 경제체제가 다시 부활하면서 국가 간 경쟁이 심화되고 있다.

경제 산업구조의 고도화 및 복잡화와 산업생태계 구성을 위해 대규모 자본투자가 필요한 인프라 구축이 필요해짐에 따라 국가주도의 혁신 드라이브 필요성이 제기되고 있다. 이에 세계 주요 국가들은 국가 위기 극복 및 미래 성장 도모를 위한 혁신기반 확충전략을 수립하면서 ‘미국혁신전략’, ‘일본재흥전략’, ‘독일하이테크 전략’ 등을 수립하고 있다.

<표 2-1> 주요 선진국 국가혁신전략 주요 내용

국가	혁신정책	주요내용
미국	미국혁신전략 (A Strategy for American Innovation)	글로벌 리더의 위상 유지 민간 국민의 혁신성 제고 강조
일본	제5차 과학기술기본계획	대내외적 위기를 과학기술로 극복 국가 미래상 설정과 구체적 목표제시
중국	중국제조 2025	제조업 자금률 제고를 통한 수입대체화 제조혁신을 통한 선도국가 지위확립
독일	하이테크 전략 (Innovation 2025)	산업수출국으로서의 최강국 유지 목표의식 공유와 강력한 협업 촉구

자료: 현대경제연구원('17.06), 무역협회('19.01), KISTEP('19.03); 작성자 수정

본 장에서는 4차 산업혁명 대비를 위해 국가 전반적인 혁신활동을 주도하고 있는 미국, 일본, 중국, 독일 등 4개 주요 제조업 선진 국가들의 정책동향을 살펴보고자 한다.

1. 미국

트럼프 대통령은 신년 국정연설('19.2.)을 통해 5G, AI 등 미래기술에 집중적으로 투자하겠다는 의지를 표명하였다. 백악관 과학기술정책실(OSTP)은 과학기술 정책의 연차별 성과를 발굴하려는 노력을 진행 중이다. '17년 ~ '18년에 추진된 과학기술 성과를 비교해보면 '18년 성과로 AI, 5G 등 첨단산업에 대한 전략이 구체화되고 있으며, 양자정보과학과 첨단제조업이 새롭게 추가되었다.

<표 2-2> 미국의 과학기술 정책 방향

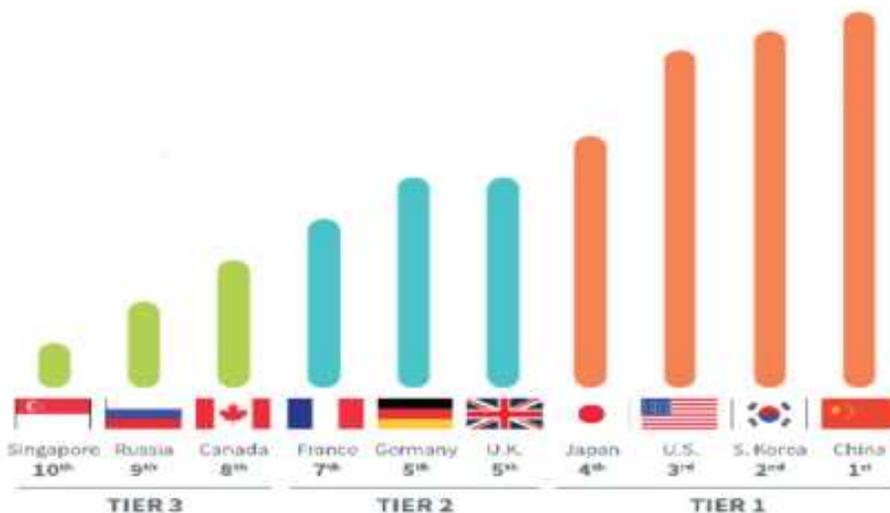
구분	1차('18.3.)	2차('19.2.)
통신	-	국가 무선 주파수 전략 수립
인공지능	규제철폐, 자율주행차 안전성 확보, 머신러닝 의료부문 활용	인공지능 행정명령 서명, 인공지능 특별위 설치
첨단제조	신약·치료법 허가, 바이오 의료사업 절차 간소화	첨단제조 전략계획 발표
양자정보과학	-	국가 양자이니셔티브 법안 통과
첨단수송	5G 및 사물인터넷 기술 강조	무인항공시스템에 드론을 통합
보안·전자정부	정부 IT현대화 사업 및 행정명령 서명, 사이버보안 강화	국가 사이버전략 채택, 사이버 회복·에너지 전달시스템 연구
디지털경제	디지털거래·데이터 이동제한 방지	디지털 무역 지원 및 국가 간 탄력적 데이터 공유
바이오의료	-	전염병 연구, 정밀의학 발전, 퇴역군인 건강증진
에너지	국내 에너지 부문 재활성화	원자력 혁신 강화, 원유와 천연가스 수출 강화
국방	국방을 위한 유망기술 개발	국가생명체보호전략 발표, 국방혁신부대 재지정
자연재해	-	자연재해 데이터공유, 지진·쓰나미 복원력 향상

자료: 과학기술&ICT 정책·기술동향, KISTEP, 2019.03

먼저 ‘미국을 다시 위대하게(Make America Great Again)’의 핵심 추진과제로 5G 기술에 많은 관심을 보이고 있으며 2017년 국가안보전략에서 무선 주파수로의 접근성이 경제활동과 국방을 유지하는 중점 기술요소임을 명시하고 있다. 미국의 통신 기업들은 매년 780억 달러(약 87조) 수준의 투자를 통해 브로드밴드 시설을 설치하고 있으나 여전히 지역별 서비스 품질 격차가 큰 편이기에 지속적인 투자가 필요한 산업이며, 인터넷뿐만 아니라 스마트시티, 자율주행차 등의 핵심기술이 될 전망이다. 5G 기술에 대한 지속적인 투자가 진행될 계획이다.

미국 이동통신산업협회(CITA)는 5G기술이 가장 잘 준비된 10개국을 발표(‘18.04), 중국과 한국에 밀리는 3위 수준으로 평가하면서 5G 주도권을 확보하기 위한 정부차원의 노력이 필요함을 제시하였다. 더욱이 최근 미·중간 통상분쟁으로 5G 무선 네트워크 기술 구축을 지원하기 위해 2018년 10월 주파수대역 개발을 위한 장기 전략이 담긴 대통령 교서(Presidential Memorandum in Developing a Sustainable Spectrum Strategy for America’s Future)에 서명하면서 5G 기술개발을 위한 정부지원을 확대하고 있다.

[그림 2-1] 5G 무선시장 국가순위



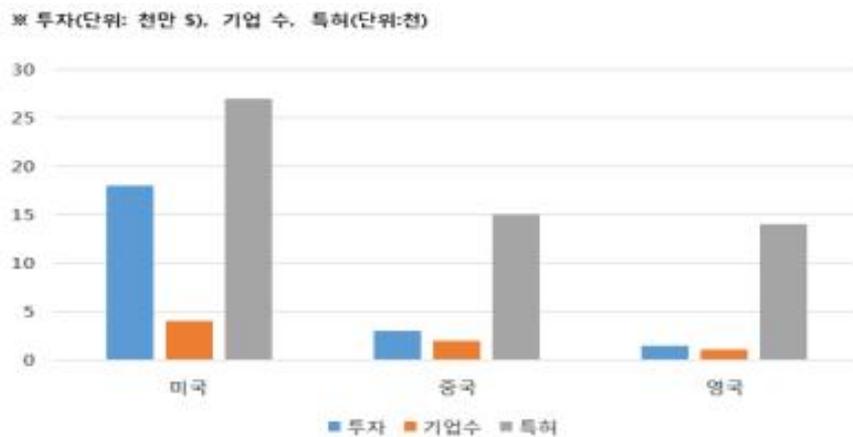
자료: KBS News, 2018.09.12; CTIA 인용

이를 위해 향후 몇 년 내 차세대 네트워크 선두에 설수 있도록 지원전략을 수립하기 위해 백악관에 주파수 대역 재배치를 위한 데스크포스를 설치하고 정부가 필요로 하는 주파수 대역을 민간 사업자와 공유하는 방법을 연구하고 민간 사업자는 데스크포스 운영에 따라 5G 주파수와 연방 정부가 제공 중인 주파수 대역을 추가 확보할 계획이다.

또한, 미국 5G 혁신과 시장 확보를 위해 연방통신위원회(FCC)는 더 많은 주파수를 시장에 제공하고 기반시설 정책 개선 및 규제를 현대화하기 위해 더 많은 주파수 진입, 인프라 정책 갱신, 낡은 규제의 현대화 등 3가지 핵심 요소를 포함하는 5G 구축 전략(5G Fast Plan)을 추진하고 있으며(2018.09), 국립과학재단(NSF)은 첨단 무선통신 연구 플랫폼(PAWR) 관련 기초 및 기반연구 시설 지원을 위해 7년간 4억 달러(약 4,500억원) 투입할 예정이다(2018.04).

인공지능 분야에서 미국은 구글, 아마존과 같은 민간기업이 AI 분야를 선도해가고 있으며, 정부는 AI 발전에 근로자들이 빠르게 적응할 수 있는 프로그램을 준비하면서 인공지능 분야 인력들의 저변을 확대시켜 주도권을 확보할 계획을 모색하고 있다. 현재 AI 분야에서 미국은 타 국가대비 월등한 수준이며, 미국 다음으로 중국, 영국이 투자와 연구, 특허개발을 확대하고 있으며, 인공지능 분야 민간투자과 창업은 주로 미국, 중국, EU 중심으로 진행되고 있으며, 최근 중국 투자 비율이 크게 늘고 있는 추세이다.

[그림 2-2] 인공지능 분야 국가별 현황



자료: 과학기술&ICT 정책·기술동향, KISTEP, 2019.03

2019년 트럼프 행정부는 인공지능 이니셔티브 서명, 인공지능 특별위원회 설치, 인공지능 Next Campaign 추진, NSF 인간-기술 협력 연구 지원 등 활발한 활동을 추진하고 있다. 먼저 2019년 2월 ‘AI 분야 미국 리더십 지위 유지’라는 행정명령(Accelerating America’s Leadership in Artificial Intelligence)에서 미국이 우위를 확보하기 위해 기술개발에 노력해야 한다고 규정하고 있다.

최근, G2로 거명되고 있는 중국을 겨냥하여 미국 정부가 중국과의 AI 경쟁에서 앞서가기 위한 본격적인 행보에 나서는 것을 이해할 수 있으며, 본 행정명령은 연방기관이 AI 프로그램에 우선순위를 두고 예산을 운용하도록 지시하는 동시에 연구·개발자들이 더 많은 정부 데이터에 접근하는 길을 열어두는 것이 핵심 내용이다.

이와 같은 미국의 인공지능 이니셔티브 방향은 ① 연구개발, ② 거버넌스, ③ 일자리 창출, ④ 인프라, ⑤ 국제협력이 5가지 원칙을 포함하고 있다.

<표 2-3> 미국 AI 이니셔티브(American AI Initiative) 5가지 원칙

1	연구 개발	<ul style="list-style-type: none"> 연방정부와 산업계, 학계가 공동으로 과학의 새로운 발견과 경제 경쟁력, 국가 안보를 촉진하기 위한 인공지능의 기술발전을 추진
2	거버넌스	<ul style="list-style-type: none"> 새로운 인공지능 고나련 산업을 창출하고 인공지능 기술 안전 테스트와 적절한 기술표준을 수립
3	일자리 창출	<ul style="list-style-type: none"> 근로자들을 교육해 인공지능 기술을 개발하고 적용할 수 있는 기능을 갖추도록 하고 오늘날의 경제와 미래의 작업에 대비
4	인프라	<ul style="list-style-type: none"> 인공지능 기술에 대한 대중의 신뢰와 자신감 확보 국민의 자유와 사생활 보호
5	국제 협력	<ul style="list-style-type: none"> 미국의 AI 연구 및 산업을 위해 우방국과의 국제협력 강화 경쟁 상대와 적대국들로부터 미국의 기술우위와 인공지능 기반기술 보호

자료: 과학기술&ICT 정책·기술동향, KISTEP, 2019.03

인공지능 분야의 주도권 확보를 위해 미국의 방위고등연구계획국(DARPA)는 2018년 9월 차세대 AI 기술발전을 촉진하는 AI Next 캠페인을 추진하고 5대 분야에 20억 달러 투자방안을 수립하였다. 정부의 주도권 확보를 위한 행정명령과 함께 세부적으로 방위고등연구원에서의 투자계획을 통해 기술력과 주도권 확보를 위한 노력을 진행하고 있다.

<표 2-4> AI Next 캠페인 5대 분야

5대 분야	주요 내용
새로운 역량	<ul style="list-style-type: none"> R&D를 통해 사이버 공격 실시간 분석, 가짜 이미지 탐지, 모든 영역 전장관리, 자연언어기술, 자동표적 인식, 생체의학 등 일상적으로 AI기술을 적용
강력한 AI	<ul style="list-style-type: none"> 분석 및 경험 연구개발을 중심으로 AI 실패사례 등 문제해결에 주력, 특히 안정적 전략 측면에 배치
취약성 보완된 AI	<ul style="list-style-type: none"> AI 기술이 오남용 되거나 사이버 공격의 대상이 되는 경우에 대한 대비책을 마련
고성능 AI	<ul style="list-style-type: none"> 최첨단 프로세스에 비해 1,000배의 속도 및 전력 효율성으로 알고리즘의 아날로그 프로세싱 시연
차세대 AI	<ul style="list-style-type: none"> 컴퓨터를 단순한 도구에서 문제해결 파트너로 발전시키는 차세대 AI 알고리즘 개발

자료: 과학기술&ICT 정책·기술동향, KISTEP, 2019.03

2018년 NSF는 인간-기술간 협력적 업무환경을 촉진하는 인공지능을 포함한 26개 프로젝트에 2,500만 달러(280억원) 이상을 투자하고 있는데, 각 프로젝트는 향후 3~5년 동안 75만 달러~300만 달러의 연구비를 지원받아 교대근무자 지능형 비서, 증강현실 속 인간역량, 자율주행차 내 모바일 오피스, 미래공장 인간-로봇 업무 흐름 등을 연구할 계획이다.

통신, 인공지능, 양자정보과학 분야는 차세대 산업의 주도권 확보를 위한 노력이라면, 쇠퇴하고 있는 제조업의 부활을 위해 첨단제조업 분야의 국가적 대응을 추진하고 있다. 2010년 제승인된 미국 경쟁력 강화법(America COMPETES Act)은 미국 제조업의 경쟁력을 향상할 전략 계획을 4년마다 제출하도록 명시하고 있는데 2006년~2010년 제조업 고용자 수가 1,420만명에서 1,130만명으로 20% 감소한 뒤로는 이전의 수준을 회복하고 있지 못하고 있다. 미국의 제조업은 여전히 근로자의 8.5%를 차지하고 있으며, 트럼프의 대선공약 중 하나 인 러스트벨트 중심의 제조업 부흥을 위해 ‘제조업 부활’ 정책을 지원하기 위한 국가적 대응을 추진하고 있다.

2018년 10월 국가과학기술위원회(NSTC)는 ‘국가 안보와 경제적 번영을 보장하는 산업 분야 내 미국 첨단 제조의 리더십’이라는 비전을 설정하고, 정부부처 활동의 범위를 제시하였는데 지능형 제조시스템, 미래 선도형 소재와 공정기술, 의약품 내수 제조, 전자기기 설계·제조, 식품·농업 제조를 대상으로 선정하였다. 이를 위해 미래 제조인력 교육·훈련, 기술경력 확대, 어프렌티스십 활동 촉진, 숙련 근로자와 기업 연계 등 인력양성과 기업과의 연계를 강화할 계획이다. 또한 첨단 제조업 내 중소기업 역할 확대, 제조 혁신 생태계 육성, 국방 제조 기반 강화, 농어촌 첨단제조 강화를 통해 제조업의 부활을 노리고 있다.

2. 일본

일본은 4차 산업혁명에 대한 국가 총체적 대응을 통해 변화를 선도하려는 계획 아래, 첨단기술 개발 지원뿐만 아니라 교육, 노동, 금융 등 경제·사회 전반에 걸쳐 4차 산업혁명을 총체적으로 준비하는 전략 추진을 목표로 하고 있다. 그동안 지속적으로 다루어 왔던 구조개혁을 4차 산업혁명의 이슈화를 통해 재점화하여 실행하고자 하는 일본 정부의 강한 의지를 표명하고 있는 것으로 알려져 있다. 다만, 노동시장의 경직성 등 사회구조적 과제 해결이 쉽지 않고 재정여력이 극복해야 할 한계점으로 지적되고 있다.

일본의 주파수 재편을 위한 전파정책 현황을 살펴보면 다음과 같다. 총무성 산하의 전파정책 비전 간담회('14년 1~12월), 전파정책 2020 간담회 ('16년 1~7월), 전파 유효 이용 성장 전략 간담회('17년 11월~'18년 1월) 등 현안을 정하고 전담반을 구성하여 통해 전파자원의 희소성 해결에 초점을 둔 정책 방향성에 대한 보고서를 발표 하여왔다. 현재 활동 중인 전파 유효 이용 성장 전략 간담회('17년 11월~'18년 1월)는 최근의 환경 변화와 공공용 주파수에 초점을 둔 정책방안(안)을 '18년 여름에 수립하는 것을 목표로 진행되고 있다.

4차 산업혁명 관련 전파 분야 현황은 다음과 같다. 우선 4차 산업혁명 관련 정의는 총무성¹⁾에 의하면 “디지털 기술의 진전과 모든 사물이 IoT 등을 통해 인터넷에 연결되어 한계 비용과 거래 비용의 감소로, 새로운 경제 발전과 사회 구조의 변화를 유발하는 것”으로 되어 있다. 또한, 그 파급효과는 IoT, 빅데이터, AI 등 새로운 ICT의 영향으로 공급과 수요 강화로 분석 가능하다고 보고 있다. 그중 공급 강화는 (1)기업의 생산성 향상·광의의 투자 (2) 노동 질 및 참여 확대 로 구성된다. 수요 강화는 (1) 신상품·서비스에 의한 수요 창출 (2) 글로벌 수요 로 구성된다. 4차 산업 혁명 관련하여 일본이 판단하고 있는 자신들의 글로벌한 위치이자 특징은 지금까지 일본 기업의 주요 ICT 투자는 업무 효율화 및 비용 절감을 목적으로 한 “보호 개념의 ICT 투자”였다는 것이다.

반면, 미국 기업은 현재까지 “ICT를 활용한 비즈니스 모델 혁신” 등을 목적으로 한 “공격형 ICT 투자”였으며, 현재 4차 산업혁명이 전개되는 상황에서는 미국의 ICT 활용 능력이 일본보다 선두에 있다고 보고 있다는 것이다.

<표 2-5> 일본의 주파수 이용 중점서비스 및 추진전략

프로젝트명	모델명	개념
초광대역	초고속 동시 전달 모델	4G보다 빠른 무선 통신을 동시에 많은 사람들이 이용 가능
	무선 현장감 모델	4K/8K 같은 고화질 영상 데이터를 무선으로 낮은 지연 전송, VR 기술 등을 사용하여 현장감 실현

1) 일본 총무성(2017)

	고성능 이미지 센서 모델	인간의 눈의 능력을 초과하는 “기계의 눈” 의 모니터링을 통해 빅데이터 수집
무선 IoT	무선 네트워크 융합 모델	다양한 무선 네트워크를 통합적으로 최적 관리되는 스마트 시스템의 실현
	대다수 동시 모델	소형·저렴·저전력의 무선 단말을 실현하고 그것이 매우 많이 밀집해 있는 경우에도 안정적으로 무선 통신 수행
	무선 플랫폼 모델	무선 단말기에서 수집한 대량 데이터를 플랫폼에 안전하고 신속하게 관리·분석·활용
차세대 ITS	차세대 ‘Connected Car’ 실현모델	항상 네트워크에 연결된 자동차가 데이터를 공유·활용함으로써 새로운 ITS 사업/서비스 창출
	초저지연 차량 간 통신 모델	초저지연의 차량 간 통신에 의해 안전한 대열주행 실현
	고속 이동체를 위한 초고속 통신 모델	신칸센 등의 고속 이동체에서도 고속 무선 통신을 원활하게 사용 가능

자료: 전파정책 2020 간담회

4차 산업혁명 시대의 일본 ICT 산업구조의 변화를 살펴보면 IoT 시대에는 플랫폼, 네트워크, 디바이스 사업자가 ICT 활용 산업·사업자와의 관계를 형성하면서 새로운 생태계를 형성할 것으로 예측된다. 핀테크, 공유경제, 자율주행차, 웨어러블 디바이스, 서비스 로봇 등을 대표적인 新서비스로 제시하고 있다. 주요 선진국과 비교하여 상대적으로 낮은 스마트폰 보급률을 일본의 ICT 서비스 확산 저해 요인이라 분석되고 있어 의료, 재난·안전 분야 등의 ICT 서비스 확산을 주도할 계획이다.

4차 산업혁명 추진 관련하여 일본의 전파분야에서는 4차 산업혁명만을 본격적으로 추진하는 전략은 아직 찾을 수 없었다. 하지만, 현재까지는 새로운 모바일 서비스를 3개(초고속, IoT, ITS) 대분류, 9개 세부분야로 나누어 분야별 개념과 추진전략 위주의 접근하는 방식으로 접근하고 있다.²⁾ 이상의 전략들이

2) 「전파 정책 2020 간담회 보고서」 및 의견 모집 결과 공표('16.7.15일)

잘 추진되면, 향후 일본의 ICT 도입 및 투자는 기존의 하드웨어에만 치중되던 상황에서 SW와 서비스로 전환될 전망이다. 그 결과인 경제 효과는, IoT 등의 투자가 계획대로 진전된다는 가정 하에 성장은 가속화되어 2030년 실질 GDP를 132조엔 끌어 올려 총 725조엔 도달한다고 보고 있다.

[그림 2-3] 일본의 전과 서비스 분야와 비전



자료: 해외 ICT R&D 정책동향, IITP, 2016; 일본 총무성; 정보통신백서(2016)재인용

일본은 출산·고령화 등의 사회문제를 해결하고, 4차 산업혁명 변화에 대비하기 위해 인간과 공존하는 로봇 보급기반을 구축하고자 하는 노력을 진행 중이다. 일본의 기업가들이 일본 산업경쟁력 강화를 위해 혁신정책을 제안하고 관련 활동을 추진하는 산업경쟁력간담회(COCN) 단체에서는 2019년 ‘2월 인간공존 로봇틱스 보급기반 구축’ 보고서를 발표하면서 일본이 관련 분야에서 세계 공통의 표준 확립하는 것을 목표로 하고 있다. 산업용 로봇과 달리 인간과 공존하는 로봇은 공공장소 및 일반 가정에서 활용이 가능하며 이를 확산시키기 위해 실시간 초연결의 ICT 기반이 구축되어야 하기에 ICT를 활용한 새로운 서비스 수요를 창출할 수 있는 수단으로 고려하고 있다.

3. 중국

미·중 무역분쟁이 관세분쟁에서 미래 기술패권 전쟁으로 확대되면서 ‘중국 제조 2025’ 전략을 통해 주도권 확보를 위한 노력을 진행 중이다. 중국제조 2025는 제조업의 자급률 재고를 통한 수입대체화를 통해 제조혁신 국가의 위치를 공고히 하려는 목적으로 제조강국으로 나아가기 위한 30년 장기혁신 계획 프로젝트이다. 제조업 활성화와 제조강국 건설을 위해 향후 30년간 3단계 제조업 혁신을 통해 세계 제조업 선도국가 지위를 확립하는 것을 목표로 하고 있는데, 중국제조 2025는 그 첫 번째 단계이다.

중국제조 2025는 10대 핵심산업 23개 분야를 미래 전략 산업으로 육성하여 제조업 경쟁력 강화와 산업고도화를 통해 IT기반 첨단산업 중심의 제조 강국으로 전환을 목표로 하고 있는데 ① 차세대정보기술, ② 고급 공작기계 및 로봇, ③ 항공우주 설비, ④ 해양 엔지니어 설비 및 첨단 선박, ⑤ 선진 궤도교통 설비, ⑥ 에너지 절감 및 신에너지 자동차, ⑦ 전력설비, ⑧ 농업 기계설비, ⑨ 신소재, ⑩ 바이오 및 고급 의료기기 등이 그것이다. 10대 핵심산업의 핵심기술 부품 및 기초소재 국산화율을 2020년까지 40%, 2025년까지 70% 수준으로 높이는 것을 목표로 하고 있다.

중국제조 2025를 통해 제조업 혁신센터 건설, 시범도시 건설 등 추진 인프라 구축과 지역별 특성에 맞는 추진계획 수립 등을 추진 중이다. 세부적으로 5개 국가급 제조업 혁신센터와 48개 성급 제조업 혁신센터 건설, 226개 스마트 제조 종합 표준화 실험·검증·신모델 응용 프로젝트 시행, 1090개 스마트 제조 시범 프로젝트 선정 등 정책적 성과가 나타나기 시작하고 있다.

이와 함께 연구개발 분야에서는 R&D투자 세계2위, 지적재산권 등록 세계2위, 과학논문 발표 수 세계 1위 등 중국의 기술혁신 능력이 빠르게 성장하고 있다. 미국 과학위원회는 조만간 중국의 R&D 투자가 미국을 추월할 것이라고 전망하고 있는데 중국의 전년대비 연구개발 투자증가율은 9.8%로서 미국의 1.6%, 독일 2.5%, 일본 -3.3%, 한국 3.2% 등 경쟁국들을 압도하고 있다. 지식재산권 역시 2017년 기준 등록건수는 48,462건으로 미국의 56,624건에 이어 세계 2위를 기록하고 있다.

[그림 2-4] 글로벌기업 지식재산권 등록현황(‘17)



자료: 중국제조 2025 추진성과와 시사점, 한국무역협회, 2019.01; WIPO 재인용

주요산업별로 살펴보면 5G, 고속철도, 전력장비(태양광 포함) 등 3개 산업 분야에서 기술혁신을 선도하고 있는 반면, 반도체, 민간항공장비는 대규모 투자에도 불구하고 세계수준과 여전히 격차가 존재하여 2025년에도 수요의 50% 이상을 수입에 의존할 것으로 전망하고 있다.

5G 이동통신 산업의 경우 기존 4세대 이동통신 서비스에서는 중국이 5G 경쟁에서는 선두권을 유지하고 있다. 미국무선통신산업협회(CTIA)는 중국이 5G 준비과정에서 가장 앞서나가고 있으며 통신장비뿐만 아니라 원천기술도 대거 육성하고 있다고 평가하였다(‘18.04). 정부의 적극적인 지원과 통신 3사와 화웨이, ZTE 등 통신업체가 5G 개발과 상용화를 주도하고 있고, 2019년 5G 시범 상용화, 2020년 대규모 상용화를 목표로 하고 있다. 화웨이는 2018년 12월 인텔과 공동으로 세계 최초 SA 기반으로 한 5G NR 상호운영성 및 개발 테스트를 성공하였으며, 통신장비 시장에서도 중국정부의 강력한 지원과 기업의 연구개발 투자로 높은 품질과 가성비를 앞세운 화웨이가 2017년 에릭슨을 제치고 세계 1위로 부상하였다. 하지만 미·중 무역전쟁과 차세대 기술패권을 주도하려는 미국의 견제로 인해 5G 기술개발이 주춤하고 있으나, 여전히 세계 선두의 기술

력을 보유하고 있는 것으로 평가받고 있다.

전기자동차 산업은 정부의 적극적 지원과 글로벌 업체와의 합작 등으로 2017년 글로벌 시장에서 순수 전기차와 플러그인 하이브리드차, 수소전기차를 합친 친환경차 판매량 1위는 109,485대를 판매한 중국의 BYD로서 세계 전기차 시장을 주도하고 있다. 전기차 배터리 출하량에서도 자국 전기차 시장을 발판으로 세계1위로 등극하였는데 2017년 1~5월 CATL의 출하량은 1위인 파나소닉의 1/4 수준이었으나 1년만에 출하량이 4배 이상 늘면서 파나소닉을 제치고 1위로 등극하였다.

고속철도 산업의 경우 선진 외국기술을 받아들이고 소화하여 중국식으로 다시 혁신하면서 고속철도 원조인 프랑스, 일본 등과 세계 시장에서 경쟁하고 있다. 중국은 2004년 자국 고속철 시장을 개방하면서 알스톰, 지멘스, 봄바디어, 가와사티중공업 등 외국기업들과 합작을 통해 선진기술을 인수하였고 이를 재혁신하면서 중국 고속철 시장에서 중국업체의 점유율은 2004년 30% 미만에서 '18년 기준 80%까지 확대하였다. 중국은 시속 350Km의 고속철 무인운전 시스템을 개발하였으며 2020년까지 시속 600Km 자기부상열차를 개발할 계획을 갖고 있다.

초고압직류전송(High Voltage Direct Current: HVDC) 기술은 중국이 전세계 시장의 80%를 차지하는 글로벌 강국으로서 1990년대 초 지멘스, ABB등으로부터 기술을 넘겨받아 국산화를 추진하였으며 현재 500kV, 800kV는 완벽히 상용화를 마쳤으며, 1,100kV 기술을 개발 중이다. 한국의 경우 당진화력발전소에서 만들어진 전력을 안정적으로 수도권에 공급하기 위해 500kV 북당진-고덕간 HVDC를 건설 중으로, 해당 시장은 중국이 시장을 주도하는 산업이 되고 있다.

반면, 세계최대 제조국가인 중국의 산업용 로봇 산업의 경우 세계 최대 산업용 로봇시장으로 부상하였으나 중국 브랜드 비중은 25%에 불과한 수준으로 시장규모는 2013년 이후 연평균 29.7% 성장하면서 전 세계판매의 36.2%를 차지하는 세계 최대 산업용 로봇 시장으로 부상하였으나, 이를 충족시킬 만한 기술력은 갖추지 못하고 있다. 스쿠터 제조업체 나인봇이 지난 2015년 세그웨이를 인수하였고, 가전기업 메이디는 2016년 세계 3대 로봇업체인 독일의 쿠카

(KUKA)를 인수하면서 과감한 M&A로 기술경쟁력을 강화하면서 선두업체를 추격하고 있다. 하지만 여전히 일본, 독일 등 기술선진국과의 기술격차가 크게 존재하고 있어 지속적인 정부지원을 진행할 계획으로 예상된다.

마지막으로 반도체 산업의 경우 중국은 ‘반도체굴기’를 외치며 대규모 투자 계획을 발표하면서 반도체 산업 성장을 위한 정책을 추진 중이다. 중국정부는 2014년 218억 달러 규모의 반도체 펀드를 조성해 2017년까지 70개 프로젝트에 투자, 중국기업들까지 투자에 합세하면서 약 1조위안(약166조원)을 투자한 것으로 추정되고 있다. 시진핑은 2018년 4월 ‘반도체 심장론’을 제시한 이후 대규모 펀드 조성과 연구개발(R&D) 투자 계획 등을 발표하면서 국가 집적회로사업 투자펀드는 3,000억위안(약51조원) 규모의 반도체 산업 육성 펀드를 조성하고 있다. 이와 같은 대규모 투자에도 불구하고 낙후된 공정, 높은 원가, 부족한 인력 등으로 삼성전자, SK하이닉스, 마이크론 등 반도체 빅3와는 여전히 3~5년 정도의 기술격차가 존재하는 것으로 분석된다(국제무역연구원, 2019).

[그림 2-5] 선두기업과 중국의 메모리 반도체 공정 개발 현황 비교



자료: 중국 반도체 산업육성 정책의 현황 및 영향력 평가, 우리금융경영연구소, 2019. 02

4. 독일

EU 회원국 독일은 '06년 대·내외 위기극복과 글로벌 선도국 위상을 회복하기 위해 국가전체의 연구개발 프레임워크를 설정한 '하이테크전략'을 수립하였다. '하이테크전략('06)'은 메르켈 총리 당선 이듬해 '06년 처음 수립된 과학기술 분야의 최상위 범부처 연구개발 전략으로서 연방교육연구부(BMBF)가 주관하며 4년마다 전략을 수립하고 있다.

초기 R&D정책은 개별적 기술개발 중심의 연구개발 정책이 이루어졌으나, '하이테크전략('06)'을 통해 범부처 차원의 협력 지향적 연구개발 시스템으로 전환되었고 이를 시작으로, '10년 '하이테크전략 2020', '14년 '신하이테크전략'으로 계승 발전되었으며 '18년 '하이테크전략 2025'를 발표하였다.

기존 '하이테크전략('06)'이 지식, 기술이전, 학술, 연구, 혁신에 대한 횡단적 지원이라는 기본 방향성을 가졌던 것에 비해 '하이테크전략 2020('10)'에서는 기후·에너지, 건강·식품, 이동성, 안전성, 통신 등 5대 분야 및 10개 미래 프로젝트와 같이 구체화된 타겟을 제시하였으며, '신하이테크 전략('14)'은 5대 핵심 요소 평가를 통해 독일의 강점이 지속될 수 있도록 혁신시스템에 대한 지속적 관심과 참여를 유도하고자 추진하였다. 그간 추진해온 성공을 기반으로 경제적 번영 및 연구개발의 혁신 성공을 목표로 한 '하이테크전략 2025('18)' 계획 발표하였으며, 디지털 기술이 제공하는 기회를 활용하고, 전문인력에 대한 수요 대응이 더욱 중요해짐에 따라, 개방적 혁신 및 창업 문화 육성을 통해 지식 상품화 및 창업·혁신 증진 방안을 제시하고 있다.

'하이테크전략 2025'는 사회문제 대응, 미래 경쟁력 강화, 개방형 혁신과 스타트업 문화 등 3대 중점분야와 12대 액션플랜을 제시하고 있으며, 부처간 협력체계 구축을 위해 연구·혁신 정책 목표는 다양한 참가자들의 협력을 통해 설정 후 범부처간 명확한 역할 분담 및 조정 역할을 할 수 있는 위원회 구성을 통해 추진하고자 한다.

<표 2-6> 독일의 연구개발 전략 변화

연도	명칭	주요내용
2006-2009년	하이테크 전략 (2006)	· 범부처형 공통혁신 최초제안 · 아이디어 창출과 확산을 통한 고용 및 경제성장 촉진 · 17대 중점기술 육성
2010-2013년	하이테크 전략 2020 (2010)	· 2020년까지 중장기 전략으로 확대 · 미래솔루션 제시 · 5대 중점분야, 10대 액션플랜 · 미래프로젝트를 Industry 4.0으로 통합
2014-2017년	新하이테크 전략 (2014)	· 산학협력 강화, 중소기업 지원, 창업 강조 · 세계 혁신리더로서의 지위 유지 · 5대 중점분야, 10대 액션플랜
2018-2021년	하이테크 전략 2025 (2018)	· 범부처간 공동협력 목표 선정 · 사회경제적 요구에 맞는 혁신연구 추진 · 시민참여 강조 · 3대 중점분야, 12대 액션플랜

자료: 과학기술&ICT 정책기술동향, KISTEP(2018.11)

먼저 사회문제 대응 전략은 사람을 정책의 중심에 두고 건강과 보건, 지속가능성·기후변화대응·에너지, 이동수단, 도시와 토지개발, 안전, 경제 4.0 등 주요한 사회문제 대응에 초점을 맞추고 있다. 건강과 보건 분야의 주요 전략으로 질병의 예방과 치료, 의료발전, 신약개발·감염퇴치·글로벌 보건 연구 강화, 맞춤형 의료를 위한 디지털화, 미래 간호기술, 건강한 삶 연구 등을 제시하고 있다. 지속가능성·기후변화대응·에너지 분야의 주요 전략으로 자원 효율적 순환경제로의 전환을 가속화하고, 에너지·난방·교통부문 연계 및 재생에너지 활용 최적화, 합성 연료의 개발을 통한 탄소 중립적 이동수단 마련을 추진하고 있으며, 이동수단 분야는 디지털화, 신기술, 기후변화 등으로 변화되고 있는 상황에 시민과 함께 변화의 트렌드 방향을 설정하는 것을 목표로 하고 있다.

도시와 토지개발 그리고 안전 분야에서는 독일 내 모든 지역을 지속가능한 생활과 경제의 공간으로 발전시키는 것을 목표로, 구조적으로 취약한 지역을 지원하기 위한 혁신 역량 강화하기 위해 고속인터넷 연결망 공급, 지속가능한 도시개발 추진과정에서 주거 커뮤니티, 산업계, 시민사회와 함께 어젠다 제시, 디지털 기술 활용 주택, 농어촌 개발을 추진하고 있으며 시민의 자유로운 일상 보호를 위한 안보대응을 위해 위성통신 및 위성 원격탐사 연구를 강화하고 디지털 주권과 프라이버시 보호 등 연구를 촉진하고 있다.

경제 및 노동 4.0 분야에서는 중소기업의 제품개발과 공정이나 플랫폼 경제 등 새로운 형태의 사업을 개발하는데 있어 경제4.0 솔루션과 스마트 서비스를 적용하도록 지원하고 있으며 디지털화된 업무 환경내 안전과 건강을 목표로 새로운 형태의 업무환경 설계를 촉진하고 복잡한 업무를 수행하는 근로자를 지원하는 노동 4.0 연구를 진행하고 있다.

<표 2-7> 사회문제 대응을 위한 세부 분야별 활동

	기본방향	이니셔티브 활동
1	건강과 보건	새로운 건강 연구프로그램('19-), 암 연구('19-), 국가 활성물질 이니셔티브('19-), 디지털 E-헬스 솔루션 개발('19-), 클러스터 치료관련 제품 개발('18-) 등
2	지속가능성, 기후변화대응, 에너지	새로운 FONA 연구('20~' 25), 바이오 경제 전략('19-), 생명공학 기술 기초연구 강화('19-), 에너지 연구('18-), 생물다양성 보존('19-), 바이오 경제('18-' 21), SDGs 달성 과학플랫폼('17-) 등
3	지능적·친환경 교통	자율운전연구('18-), 배터리 연구 및 셀 생산('18-), 항공연구('18-), 스마트 해양('18-), 우주여행 네트워킹 이니셔티브('18-' 21)
4	도시 및 토지개발	동서독간 취역지역 개발 경로 제공('18-), 토지개발 프로그램('18-), 태양에너지 이니셔티브('19-), 도농간 자원 효율적 토지관리('18-)

5	안전	시민 안전연구('18-), 신규 IT보안연구('21-), 기후연구('18-), 중소기업 IT컨설팅 서비스 제공('21), 민간 해양안전 지원('18-) 등
6	경제 및 노동 4.0	기술이전 지원('19-), 기술대학에 지역역량센터 설립('18-), 지능형 학습 생산시스템 개발 지원('18-) 등

자료: 과학기술&ICT 정책기술동향, KISTEP(2018.11)

독일은 미래 경쟁력을 강화하고 혁신적인 국가로의 입지를 유지하기 위해 주요기술의 통합, 고속련 전문가의 훈련 및 교육, 시민과학의 3가지 미래 역량을 확보하기 위해 사회가 보다 적극적으로 기술변화에 참여하도록 새로운 기술에 대한 호기심을 자극하고 원하는 변화상을 논의할 수 있을 장을 마련하고자 한다.

먼저 기술기반 강화 분야에서는 미래에도 기술적 선두를 유지할 위해 인공지능 기술을 적용하고, 유인 우주여행의 가능성을 활용하며, 다양한 부문에서 지식 집약적 기술 확보가 필요하여 IT 보안연구, 마이크로일렉트로닉스연구 등 기술기반 강화, 우주항공 R&D, 양자기술 분야의 잠재력을 극대화, 기초연구 예산 지원 확대 추진하고 있다. 인력양성 분야에서는 유망분야의 우수 인재의 역량 강화를 위해 연방정부와 주 정부 훈련 프로그램을 통합하고, 교육 과정을 R&D 환경에 맞추어 변화하고자 대학 디지털화 지원, 직업교육·훈련 강화, 국제교류 촉진 등을 중점 추진하고자 한다. 시민사회 참여 부분에서는 과학과 연구 활동에 시민을 참여시키는 새로운 방식을 모색하고 정책 의견 수렴시 다양한 참가자와의 교류 지원하기 위해 사회과학의 잠재력을 활용할 수 있는 정부의 적극적 지원과 사회과학연구 및 법제연구를 추진하고 있다.

<표 2-8> 미래 경쟁력 강화를 위한 세부 분야별 활동

	기본방향	이니셔티브 활동
1	기술기반	인공지능 관련 범부처 전략수립, 디지털 프로세스 적용 및 신재료

	강화	개발('11-), 통신보안 및 센서기술 개발을 위한 양자기술('11-), 우주 및 물질탐사(- '27), 기초과학 연구 디지털화 및 연구데이터 관리(- '18), 사빅데이터 연구센터 지원('11-), 마이크로 전자공학연구 지원('17-)
2	인력양성	국가훈련전략 수립('18- '21), 직업훈련개선('18- '21), 민간기업 해외 직원교육지원('18-), MNT직업분야 교육('18- '23), 디지털 사용능력 구축 및 디지털 미디어 학습지원('18-)
3	시민사회 참여	신규 프레임워크 프로그램 사회과학 연구('19-), 시민과학 데이터 수집분석(~ '19), 교육혁신정책 신규 주제 발굴('19-), ITA를 통한 미래발전분석('18- '20), 디지털 시민군 등 요건 검토(- '20), 학제간 사회정책 연구('18-)

자료: 과학기술&ICT 정책기술동향, KISTEP(2018.11)

마지막으로 개방형 혁신 및 스타트업 문화조성을 통한 창조적 아이디어와 활동의 범위를 넓혀주는 개방형 혁신과 창업 문화 지원 창업기업과 중소기업, 사용자가 새로운 혁신과정을 통해 창업자로서의 책임을 다하고 사회적 혁신에 기여할 수 있도록 조성 과학계, 산업계, 사회간 긴밀한 협력을 바탕으로 아이디어의 지식·기술이전 확산을 촉진하고자 한다.

먼저 지식의 실용화를 위해 중소기업간 기존 지식과 연구성과를 폭넓게 활용하고, 대학·연구소의 효율적 연구성과 이전으로 지역의 경제발전에 기여할 수 있는 환경 조성 다양한 아이디어 경연과 디지털 플랫폼 등 개방적 혁신 문화 지원, 혁신 촉진 플랫폼 구축을 추진하고 있다. 그간 독일내 기업이 혁신과정에서 중요한 역할을 담당하여 왔으나, 지난 3년 동안의 혁신이 감소되고 있어 이에 대한 대응 필요하여 중소기업의 창업활동 촉진 및 발전단계별 신생 혁신기업의 수요에 대응할 수 있는 정책을 마련하과 있으며, 이를 위해 지식과 혁신 네트워크를 활용할 수 있는 우수한 대학과 연구소가 보유한 좋은 아이디어를 성과로 창출될 수 있는 체계적이고 혁신적인 경제 체제 필요 마련 혁신가의 저변을 넓히기 위한 다양한 기술과 주제를 지원하고, 유럽 및 국제 혁신 파트너십을 통해 적극적인 연구협력 강화하고 있다.

<표 2-9> 개방형 혁신 및 스타트업 문화조성을 위한 세부 분야별 활동

	기본방향	이니셔티브 활동
1	지식의 실용화	기업의 과학적 연구 제품·공정 전환(' 18~), 사회문제해결 혁신기관 설립 (' 18~), 사이버 보안 연구(' 18~), 연구결과 전환 구조 구축(' 19~), 스타트업 문화 강화 (' 19~), 산업간 이전 촉진 INNOspace 이니셔티브(' 11~)
2	기업가 정신	R&D경비 GDP 비중 3.5% 달성, ZIM 프로젝트, 응용연구 확대, 산업공동체연구 기술이전(' 18~), 지역혁신역량 제고(' 22), Tech Growth Fund(' 18~), 우주관련 스타트업 지원(' 18~' 21)
3	지식과 혁신 네트워크 활용	국제 직업훈련 개혁(' 19~), 아프리카 국가와의 협력 수립(' 18), Erum-Prom Action Plan(' 11~), GO FAIR 이니셔티브(' 20~), 국제혁신 네트워크 촉진 시범사업(' 18~), 주요 연구분야 석학과의 협력연구(' 19~)

자료: 과학기술&ICT 정책기술동향, KISTEP(2018.11)

독일은 그간 하이테크전략을 통해 거둔 성공을 바탕으로, 변화하는 환경에서 독일이 혁신의 허브를 유지할 수 있도록 ‘하이테크전략 2025(‘18)’ 개선을 위해 디지털 기술 기반 새로운 제품과 서비스로 독일 경제는 끊임없이 위협을 받고 있으며, 이러한 문제를 실질적으로 해결하기 위한 국가 중장기 액션 플랜을 수립하였다. 이를 위해 개방형 혁신 및 창업 문화를 육성해 지식의 상품화와 창업 및 혁신 증진 방안 제시하였다.

그간 하이테크전략을 비교해 보면 핵심정책과 이의 실현을 위한 구체적 전략 등이 일관되게 추진되어 오고 있으며, ‘하이테크전략 2020(‘10)’부터 세분화된 미래 프로젝트(액션 플랜)를 선정하여 정책에 이행과 사회 문제 해결을 위한 다양한 R&D 연구를 지원해 오고 있으며, 지속가능한 목표 달성을 위한 에너지, 기후변화대응, 이동수단 분야의 기술 프로젝트 지속적 추진하고 있다. 특히 ‘하이테크전략 2025(‘18)’에서는 그동안 축적된 경험을 바탕으로 실질적 문제 해결을 위해 범부처간 조정을 위한 거버넌스 제안과 함께 시민의 참여를 강

조하여 향후 시민 정책 네트워크 등이 확대될 전망이며, 정책 개발과 시행과정에서 정부부처간 의견 조정을 위한 장관협의체 구성 및 연구·혁신의 파급효과를 높이기 위한 부처간 협동 목표를 설정하는 것을 목표로 독일 정부는 과학과 연구활동에 시민을 참여시키는 새로운 방식을 모색하고 있어, 시민과학을 통한 정책 반영이 가속화될 것으로 기대하고 있다.

제2절 국내 정책 동향

1. 2009 전파진흥 기본계획 검토

이전 10년 동안의 전파진흥 기본계획 내용을 살펴보면, 2009년 기본계획은 산업 동향 및 미래 전망 위주로 신산업에 대한 내용을 주로 다루었다. 2014년 기본계획의 경우 해외 주요국의 기술 동향 및 전파관리체계를 중심으로 합리적인 지원 및 규제 정책을 목표로 하였다. 2009년 기본계획의 특징은 '전파마인드의 확산'이라는 비전을 제시하였는데, 이는 생활, 산업 환경에 전파를 적용하여 편의와 효율성을 제고하고 새로운 가치를 창출한다는 인식 아래 여러 분야에 전파를 활용하고자하는 마인드의 확산에 주력을 두고 있다. 두 번째로, 전파기술의 타 산업 확산을 통한 녹색성장 기반 마련을 목표로 하였다. 앞서 대국민적 전파마인드를 조성하고 다양한 산업에 전파 융합을 통해 녹색 성장이라는 새로운 가치를 창출하는 것을 목표로 하였다. 녹색 성장은 당시 지구온난화가 세계적 이슈로 등장함에 따라 산업 발전에 있어 친환경 에너지 활용 등 환경오염을 방지한다는 의미이다.

마지막으로 시장 친화적 전파이용제도 개선으로 사후규제 방식에서의 전환, 이용자 인체영향 보호, 소출력 주파수 분배 확대 등 기존 제도를 개선하여 전파 이용자의 편의를 증대하고자 하였다. 이는 법제도 상의 개선이 필요한 사항으로 특정소출력 무선기기, 무선국 허가·검사제도 등 다양한 부분에서 전파법 개정이 이루어졌다.

<표 2-10> 2009 전파진흥 기본계획 주요 정책 과제

대분류	소분류
① 전파기반 신산업 가치창조	전파마인드 확산 및 창의적 이용촉진
	전파기반 녹색산업 창출
	전파분야 전문인력 양성
② 전파자원 확보 및 보급	차세대 이동통신 주파수 확보
	방송주파수의 효율적 이용과 디지털 전환 촉진
	생활밀접형 주파수 발굴 및 보급 사회안전망 주파수 발굴 및 보급
③ 핵심기술 개발 및 표준화	차세대 이동통신기술 개발 및 표준화 선도
	차세대 방송기술 개발
	근거리 무선통신기술 고도화
	차세대 우주통신 기술개발 미래 사회에 대비한 전파 기반기술 개발
④ 시장 친화적 전파이용 제도 개선	주파수 할당제도 개선
	전파사용료 제도 개선
	주파수 양도임대 활성화 및 용도자율성 확대
⑤ 수요자 중심의 전파관리체계 확립	사전에서 사후규제로 무선국관리 패러다임 전환
	전파기반사회에 대비한 인증환경체계 구축
	안전한 Green 전자파 환경 구현
	우주전파 관측체계 강화
	고효율친환경 전파이용을 위한 전파자원 조사 전파방송 지방조직 효율화

자료: 2009 전파진흥 기본계획, 방송통신위원회

주요 내용은 크게 ① 전파기반 신산업 가치창조, ② 전파자원 확보 및 보급, ③ 핵심기술 개발 및 표준화, ④ 시장 친화적 전파이용제도 개선, ⑤ 수요자 중심 전파관리체계 확립의 5가지로 분류된다. 이에 따른 주요 정책 과제를 정리하면 다음과 같다.

가. 전파기반 신산업 가치 창조

전파기반 신산업과 관련해서는 ‘전파마인드’의 정립 및 확산을 적극 추진하였다. 이에 따라 방송통신위원회에서는 국민들이 전파를 이해하고 체험할 수 있는 홍보관을 건립하고 전파 교육 책자 등을 발간하였다. 또한 물류, 유통, 생산, 제조 분야 등 타 산업으로의 전파 이용 확대를 위해 응용기술 개발 및 보급, 주파수 분배 확대 계획을 수립하였다.

[그림 2-6] 전파이용의 타 산업 확대



자료: 2009 전파진흥 기본계획, 방송통신위원회

전파 전공 기피현상 및 산업체의 인력 수급 부족 등 문제를 해결하기 위해 전파 분야의 전문 인력 양성이 필요하다는 의견이 있었으며 이에 따라 전파 관리·검사 분야, 방송·통신 산업 분야 등 대학위주로 인력 양성을 위한 지원 체계를 마련하였다.

나. 전파 자원 확보 및 보급

유비쿼터스³⁾ 기술의 등장과 광대역 멀티미디어 서비스의 확대에 따라 주파수 이용 및 수요가 증가하였다. 이에 따라 세계 각국은 한정된 주파수 자원을 효율적으로 활용하고 발전 가능성이 높은 서비스에 분배할 주파수를 확보하기 위하여 다양한 주파수 관리 정책을 시행하였다.

<표 2-11> 주요 주파수 대역 이용 현황 및 할당 계획

구분	주파수	현재 용도	특징
700MHz	689~806MHz	TV 방송용	디지털TV 전환 이후 여유대역
800MHz	824~849/869~894MHz	셀룰러	SKT 사용 중
900MHz	905~915/950~960MHz	공공, 방송 중계용	이동통신용으로 확보
1.8GHz	1750~1780/1840~1870MHz	PCS	KTF, LGT 사용 중
2.1GHz	1920~1940/2110~2130MHz	IMT-2000용(FDD)	회수대역
	1940~1980/2130~2170MHz	IMT-2000용(FDD)	SKT, KTF 사용 중
2.3GHz	2300~2358.5MHz	WiBro	SKT, KT 사용 중
	2363~2390MHz	WiBro	미할당
2.5GHz	2500~2690MHz	무선CATV전송용, 위성 DMB 등	IMT용으로 국제분배
3.4GHz	3400~3600MHz	M/W중계용	IMT대역으로 국제분배

자료: 2009 전파진흥 기본계획, 방송통신위원회

3) 유비쿼터스(Ubiquitous): 시간과 장소에 구애받지 않고 언제 어디서나 네트워크에 접속하여 다양한 정보통신 서비스를 활용할 수 있는 환경을 의미함

방송통신위원회는 미래 수요에 대비하기 위해 800MHz, 900MHz 주파수 대역의 회수와 함께 차세대(4G) 이동통신 주파수 확보를 위해 기존 케이블TV용 2.5~2.6GHz, 고정방송중계용 3.4~3.6GHz 대역 재배치를 추진하였으며 아날로그 TV의 디지털 전환에 따른 700MHz 여유대역에 대한 활용방안도 마련하였다. 아날로그 TV 종료에 따라 시청자 혼란 및 방송 커버리지 문제가 발생할 것이 예상되므로 사전 종료 프로젝트 및 디지털 전환 지원 등 다양한 대책을 마련하였다.

한편, 방송·통신 분야뿐만 아니라 산업·생활 전반에 전파 이용이 확산되며 소출력 무선기기의 이용이 급증하였다. 소출력 무선기기는 호출 벨, RFID, 감지 센서, 방범 장치 등 생활의 편의와 관련한 낮은 전력의 무선설비를 뜻한다. 방송통신위원회는 산업 및 생활 밀접형 환경에서 필요로 하는 수요를 파악하고자 하였으며 증가하는 주파수 수요를 충족하기 위해 추가 주파수 분배를 검토하였다.

다. 핵심기술 개발 및 표준화

LTE-A 기술 도입으로 인해 기본계획 수립 당시 40Mbps 정도인 이동통신 전송속도가 '17년 기준 1Gbps정도의 기가비트 LTE 시대가 열렸다. 한편, 방송 기술은 기존 HD TV보다 4~16배 고화질인 UHD TV 및 3D TV 시범서비스를 실시하고 채널이 기존보다 2배로 증가하는 차세대 지상파DMB(AT-DMB)도입 계획을 수립하였다. 3D TV 및 UHD TV는 초고화질 영상과 입체 음향 서비스로서, 일반 가정에서도 사실감과 현장감이 극대화된 양질의 콘텐츠를 제공받을 수 있다. 또한 차세대 DTV 방송망 고도화를 위한 기술 개발 사업도 계획하였다.

이 밖에도 근거리 무선통신기술 고도화(WPAN, WBAN), 미래사회에 대비한 전파기반기술 개발, 전자파 인체진단·치료기술 개발 등 다양한 융합응용기술 개발을 추진하였다. WPAN⁴⁾ 기술의 경우 전등 소등, 원격 검침기, 주차 관

4) Wireless Personal Area Network

리 등, WBAN⁵⁾ 기술의 경우 웨어러블 PC 등의 다양한 분야에 접목하여 활용할 수 있다.

또한 미래 사회에 대비하여 새로운 주파수를 발굴하여야 하며 이에 따라 초고주파수 대역(30~300GHz 및 테라헤르츠)의 이용 기술을 개발하고 인지 라디오(CR)⁶⁾, 등 지능형 안테나 기술 개발을 추진하였다. 한편, 전파는 의료 분야에서 전자파를 이용한 인체 진단 및 비침습적 치료로 활용될 수 있다. 현재 인체진단에서 보편적으로 활용되는 X선 및 MRI 기술은 방사선 노출이나 강한 자기장에 의한 인체영향 위험이 있으나 마이크로파를 이용한 MT⁷⁾ 기술은 이러한 인체 위험이 없고 정밀한 진단이 가능하여 차세대 의료 기술로 활용될 수 있다는 전망이다. 방송통신위원회는 이러한 해외 기술동향에 대한 조사를 바탕으로 R&D를 통한 신산업 기술 육성 계획을 수립하였다.

라. 시장 친화적 전파이용제도 개선

주파수 수요 증가로 인해 주파수의 효율적인 배분이 더욱 중요해졌으며, 시장의 자발적인 경매 방식을 통해 주파수 가치를 극대화하며 할당 대가에 따라 사업자를 선정하는 미국 FCC의 주파수 경매제(Spectrum Auction)의 도입 필요성이 제기되었다. 주파수 경매제 도입을 위한 법적 근거 마련을 위해 역시 전파법의 개정이 필요하다.

또한, 방송통신위원회는 방송용 주파수와 통신용 주파수의 관리체계 일원화 계획을 수립하였다. 기간통신사업용 주파수는 대가 할당 및 심사 할당을 실시하고 있으나, 지상파 방송용 주파수는 할당 절차 없이 무선국 허가에 따른 주파수 지정 방식으로 운용되고 있다. 할당 주파수는 할당 대가와 전파 사용료를 납부하도록 하고 있으나 방송용 주파수는 이를 납부하지 않고 방송발전기금만을 납부하도록 되어 있어, 이에 대한 관리체계를 일원화를 검토하였다.

국내 전파법은 허가 대역의 경우 할당 시 주파수 활용 용도와 기술을 지정

5) Wireless Body Area Network

6) CR(Cognitive Radio) : 유휴 주파수 인지 무선통신, SDR(Software defined radio) : 소프트웨어 기반 무선통신

7) microwave tomography

하고 있으나 비허가 대역의 경우 용도 미지정 대역(FACS)⁸⁾을 도입하여 용도 및 기술과 관계없이 사용할 수 있도록 허용하고 있다. 미국, 영국 등 해외 주요국은 이러한 용도 미지정 대역 확대 및 주파수 공동 사용, 양도·임대 활성화를 통해 주파수 이용자에게 보다 많은 자율권을 부여하고 있다. 방송통신위원회는 우선적으로 ISM⁹⁾ 대역에서 용도 자율화를 도입하고, 향후 허가 대역에서도 용도 자율화를 추진되었다.

마. 수요자 중심의 전파이용체계 확립

개인이 사용하는 무선설비의 종류가 다양화되고 그 수가 증가함에 따라 현재의 인증 및 허가·검사 제도를 사전적 규제 방식에서 사후 규제 방식으로 전환할 필요가 있다. 이에 따라 신제품의 사전 인증에 따른 사업자의 손실을 막기 위한 ‘신제품 잠정인증제도’ 및 ‘방송통신기기 사후관리 종합대책’ 계획을 수립하였다. 또한, 수십 개에 달하는 무선국은 분류 체계를 개선하여 간소화한다. 이동통신 기지국에 대해서는 ‘표본검사제도’를 도입하여 준공검사 시 소요되는 비용과 시간을 절약하였다. 동일한 시설자가 동일한 대역에 대해 검사를 받는 경우에는 ‘포괄면허제도¹⁰⁾’ 도입을 계획하였다. 2009 전파진흥 기본계획에 따른 진흥정책의 세부 목표는 다음과 같다.

<표 2-12> 2009 전파진흥 기본계획 세부 목표

구분	세부 분야	2008	2010~2011	2012~2013
인프라	지상파 DTV 커버리지	87%	94%	96%
	전송 속도	37.44Mbps (WiBro wave2)	-	600Mbps

8) Flexible Access Common Spectrum(57~64GHz)

9) Industrial Scientific Medical band: 산업, 과학, 의료용 기기에서 사용 가능한 주파수 대역

10) 포괄면허제도(blanket license): 동일한 시설자가 특정 주파수 대역에서 다수의 무선국을 설치·운영하고자 하는 경우 한 번의 절차로 전체 무선국에 대해 일괄적으로 허가하는 방식

서비스	방송 해상도	HDTV (1,920x1,080)	-	UHDTV (3,840×2,160) 시범서비스
	통신	2G/3G	-	4G
	공공안전·재난구조	지상망기반/ 음성위주	-	위성·지상통합/ 영상위주
전파 산업	생산	97.3조 원	-	140조 원(' 13)
	수출	448억 달러	-	600억 달러(' 13)
제도	전파자원 배분	정부주도	정부주도+ 시장기반 (경매제 도입)	시장기반· 공유형 확대
	전파자원 이용	제한적 용도·기술	용도·기술 제한 완화	용도·기술 자유성 확대
	전파자원 관리	사전규제	사전규제 완화	사후규제
전파 기술	방송기술	HDTV	3DTV	UHDTV (7,680x4,320)
	가용주파수 범위	9kHz~80GHz	-	9kHz~200GHz
	전파응용기술(의료)	-	2D영상진단	3D영상진단/ 전자파이용 인체치료

자료: 2009 전파진흥 기본계획, 방송통신위원회

2. 2014 전파진흥 기본계획 검토

2014년 기본계획의 주요 내용은 전파방송기술 기술개발 추진, 주파수 공급·관리 체계 개선, 수요자 중심 전파 이용제도 구현(전파관리 3.0)으로 이전 '09년도 기본계획과 크게 다르지 않았으나 해외 주요국의 전파 정책 동향을 중점적으로 반영한 것이 주목할 만하다. 특징적으로 이전 정부에서 국정 목표로 제시되었던 '창조 경제'를 반영하여 일자리 창출, 삶의 질 개선, 지속 가능한 성장을 구현하는 것을 목표로 하였다.

2014 전파진흥 기본계획의 핵심 비전은 “전파로 열리는 ICT 일류국가, 창조경제 대한민국”이다. 이는 다양한 산업 분야에 전파를 창의적으로 활용 및 확산하며 새로운 ICT 산업을 창조하는 것을 의미한다. 창조경제 패러다임에 따르면 상상력과 창의성이 자산으로 발현되어 지식 선순환 구조를 이루며, 창의 자산이 신산업, 일자리 창출로 연계된다. 미래창조과학부는 전파정책의 혁신이 이러한 ICT의 C-P-N-D 생태계 혁신의 원동력이 될 것으로 내다보았다.

[그림 2-7] 전파진흥 기본계획



자료: 2014 전파진흥 기본계획, 미래창조과학부

‘14년 기본계획의 목표는 첫 번째로 전파방송 R&D 선순환 네트워크 강화이다. 기존의 R&D는 수행기관 중심으로 분절되어 있어 개별 과제의 수행이 시장으로 상용화되기 어려운 문제를 가지고 있다. 이를 보다 협력적인 네트워크로 개선하고 개별 R&D 대신 핵심 ICT 기술에 역량을 집중하여 R&D와 시장의 유기적인 선순환 구조를 형성하는 것이 중요하다고 판단하였다. 두 번째 목표는 전파자원의 공급 및 관리 최적화, 세 번째 목표는 수요자 중심 전파이용제도 구현이다. 이는 전파자원 확보 및 보급, 시장 친화적 전파이용제도 개선, 수요자 중심 전파관리체계 확립을 담았던 ‘09년도 기본계획의 내용과 유사하다.

<표 2-13> 2014 전파진흥 기본계획 주요 정책 과제

대분류	소분류
1) 전파방송 R&D 선순환 네트워크 강화	① 창의자산 창출을 촉진하는 전파방송 R&D 생태계 구현
	② ICT 혁신 역량을 강화하는 미래 전파방송기술 R&D 추진
	③ 기술과 시장을 연결하는 전파방송사업 지원 플랫폼 구축
2) 전파자원 공급·관리 최적화	④ 5G 이동통신 선도를 위한 모바일 주파수 확보
	⑤ 방송사업에 활력을 부여하는 전파관리 기반 마련
	⑥ 공공서비스 혁신 촉진위한 공공주파수의 효율적 공급
	⑦ ICT 산업과 생활 편의를 증진하는 비면허 주파수 발굴
3) 수요자 중심 전파이용제도 구현	⑧ 국민 중심의 안전하고 쾌적한 전자파 환경 조성
	⑨ 무선국 운용규제 합리화·효율화
	⑩ 신뢰성 있는 전파행정 구현을 위한 ‘전파관리 3.0’ 추진

자료: 2014 전파진흥 기본계획, 미래창조과학부

가. 전파방송 R&D 선순환 네트워크 강화

기존의 전파 R&D 연구 수행체계는 연구 출연 기관 중심으로 개별적 과제를 수행하며 이는 시장과 연계되기 어려운 문제가 있다. 이를 대학·산업계로 확대하여 대학·출연연·기업 간의 협력을 강화하고자 하였으며 기술 이전을 통해 이러한 R&D 성과를 연계하여 쉽게 상용화할 수 있도록 하였다. 또한, 대학과 연계한 전파 ITRC¹¹⁾를 확대하여 전파 분야의 전문 인력 양성 프로그램을 마련하였다.

11) 대학 ICT 연구센터(Information Technology Research Center Information)

[그림 2-8] 전파방송분야 R&D 선순환 네트워크



자료: 2014 전파진흥 기본계획, 미래창조과학부

기술개발 분야는 선택과 집중을 통해 다음 핵심 기술을 개발의 목표로 삼았다. 해외의 기술 동향을 반영하여 미국, 유럽 국가들이 역점을 두고 있는 ① 주파수 공유기술 및 ② 5G 이동통신, ③ UHD 방송 서비스, ④ 위성통신 기술 ⑤ 소출력·전파응용 기술을 5가지 R&D 개발 분야로 설정하였다. 기존 주파수의 이용 효율을 높이고 신규 주파수를 활용하기 위한 스펙트럼 엔지니어링 기술은 이전 기본계획 R&D 목표에도 포함되어 있었으나 2014년에는 중점 R&D 분야로 선정되었다. 이는 시간적·공간적으로 빈 주파수 대역을 다른 서비스 용도로 공유하는 주파수 공동사용 기술과 활용도가 낮은 6GHz 이상 대역(밀리미터파, 테라헤르츠)에서의 활용 기술 개발을 포함한다. 또한 무선국간 간섭 최소화를 통해 주파수 대역의 낭비를 막고 신규 기술에 적용할 수 있는 전파 모델 및 분석 기술에 대한 개발 계획을 수립하였다.

미래 이동통신 기술은 '09년도의 4G 기술 도입에서 '14년에는 Gbps급 전송 속도를 제공하는 5G 이동통신 서비스의 기반 조성으로 변화하였다. 5G의 도입을 위해서는 광대역의 주파수 확보 및 고효율 안테나 기술, 밀리미터파 이용 기술, 간섭 제어 등 핵심 기술의 확보 및 표준화가 필요하다고 판단하였다. 방

송 서비스 분야는 UHD TV 도입을 계속적으로 추진하여 방송 인프라 구축 및 장비의 고도화를 목표로 한다. 고성능 영상 압축(HEVC)¹²⁾ 기술을 고도화하여 다양한 장비에 적용, 클라우드 기반의 방송 제작 시스템 등을 계획하였다. 또한, 지역마다 다른 주파수를 사용하는 현재의 방송망 주파수를 전국적으로 단일화하여 사용하는 SFN¹³⁾ 기술 개발 및 표준화를 계획하였다.

미래창조과학부는 '13년 11월, 우주강국 진입을 촉진할 통신 탑재체, 단말기 관련 위성통신 기술 확보를 목표로 '우주개발 중장기계획' 및 '우주기술 산업화 전략'을 수립하였다. 구체적인 R&D 목표는 한국형 위성통신 강우감쇄 모델 개발 및 적용, 저전력 탑재체 기술, RF부품 등 통신 탑재체 기술 개발과 위성 서비스와 관련한 단말기 휴대 소형화 기술, 초소형 지구국(VSAT)의 고효율 데이터 전송 기술 개발을 추진하였다. 소출력·전파응용기술은 Wi-Fi로 알려진 차세대 무선 랜 기술의 보편화와 무선 전력 전송기술이 포함되었다. 무선랜은 모바일 기기 사용이 확산되며 기기 간 혼·간섭 문제 해결, 성능 고도화를 목표로 하였다. 무선전력전송은 전자기파를 이용하여 전기 에너지를 공간상으로 전송하는 기술로써 향후 휴대폰, 자동차 등 다양한 시장으로 확산되어 활용도가 높을 것으로 전망되었다.

<표 2-14> 2014 전파진흥 기본계획 분야별 주요 R&D 목표

기술	개발 분야
전파 기반 기술	- 스펙트럼 엔지니어링 기술 - CR 등 주파수 공동사용 기술
미래 이동통신	- 5G 이동통신 안테나 및 전송기술 - 테라헤르츠 활용 기술
차세대 방송	- 고성능 영상 압축기술 - 클라우드 방송제작 시스템 - 단일 주파수 방송망

12) HEVC(High Efficiency Video Coding) : 기존 H.264(MPEG4 Part 10) 보다 최대 2배 압축효율이 향상된 차세대 압축 기술로 '13.1월 ITU-T에서 표준이 승인됨

13) 단일 주파수 방송망(Single Frequency Network): 비교적 소출력의 송신소를 다수 설치하여 모든 송신소에서 동일한 주파수로 방송해 서비스 구역을 이루는 방식

우주 통신	- 위성 통신탑재 고도화 기술 - 위성통신 단말기 관련 기술
소출력 전파응용	- 고효율 무선 랜 - 무선 전력 전송

자료: 2014 전파진흥 기본계획, 미래창조과학부

미래부는 위 분야별로 추진한 기술개발 성과가 사업화로 확대될 수 있도록 협력적인 R&D 네트워크를 구축하는 것을 목표로 하였다. 우리나라의 경우 R&D 과제의 성공률은 높으나 사업화 될 수 있는 기술이전 연계비율이 낮다. 미국의 경우 연방 정부가 지원한 모든 R&D 연구 성과물을 일반에 공개하여 기업의 사업화를 지원하고 있으며, EU는 범유럽 차원의 R&D 체계를 구축하여 기술 개발의 확산을 유도하였다. '14년 기본계획은 선진국들의 R&D 체계를 참고 모델로 삼아 과제의 성과를 적기에 상용화하는 것을 목표로 하였다.

나. 전파자원 공급·관리 최적화

모바일 데이터 트래픽의 폭증 및 신규 서비스 확산으로 급증하는 주파수 수요를 충족하기 위해 중장기적 주파수 확보 계획이 요구된다. 5G 이동통신 주파수 등 새로운 서비스 도입을 위해 해외 주요국들은 광대역 주파수 확보 계획을 마련하고 있으며, 우리나라는 '모바일 광개토 플랜'을 통해 '20년까지 총 600 MHz 폭의 신규 주파수 확보 및 6GHz 이상 대역에서 새로운 주파수를 발굴하는 한편, 국제회의의 결과 및 향후 주파수 수요를 반영하여 회수·재배치를 통해 광대역 주파수를 확보할 계획을 수립하였다.

<표 2-15> 2014 전파진흥 기본계획 주파수 관리 목표

구분	'14	'15	'16	'17	'18
모바일 주파수 공급계획 수립	-	WRC-15	모바일 광개토 플랜 보완		WRC-18

주파수 회수재배치	3.5GHz 회수	2.1GHz 조정협의	2.1GHz 3G 재할당	2GHz 국제표준화	3.5GHz 재배치 완료
모바일 주파수 신규 대역 발굴	-	공동 사용 방안	-	-	6GHz 이상 대역 논의
주파수 할당 및 전파사용료 제도 합리적 개선	시장 분석 제도	반납 유인책, 인접대역 대가 감면계수 조정방안		산정기준 검토	산정기준 마련

자료: 2014 전파진흥 기본계획, 미래창조과학부

전 세계적으로 아날로그 TV의 디지털 전환이 추진되고 있으며 국내 아날로그 TV도 '12년을 기점으로 종료되었다. 재배치를 통해 회수된 700MHz 대역(698~806MHz)은 이동통신, 공공, 방송 용도로 활용을 검토하였다. 한편 교통·재난안전 등 공공 안전 서비스 제공을 위하여 공공 주파수가 공급될 계획에 따라, 미국, 일본 등은 공공안전망 구축을 위해 전용 광대역 주파수를 공급하였으며 미국은 NTIA 산하의 전담기관을 설립하여 망을 구축하고 있어, 본 기본계획에서 미래부는 공공주파수의 공동사용 가능 여부 및 이용 효율화 방안을 마련하여 공급계획을 수립해나갈 것을 계획하였다.

다. 수요자 중심 전파 이용제도 구현

전파 수요는 증가하는 반면, 전자파 유해성에 대한 국민 불안감은 증대되고 있다. 특히 이동통신 및 가전기기 전자파의 인체 영향과 관련하여 국민들의 위험 인식 수준이 높으며 이러한 불안감은 사회적 갈등으로 부각되어 기지국 등 공공 인프라 구축에 차질을 빚고 있다. 정부는 국민 안전에 영향을 주는 전자파에 대한 인체보호기준 확립 및 전자파 적합성 법제도 정비 등 다양한 대책을 마련하였다. 또한 전자파 인체 안전 이슈에 대한 의사소통 체계 마련 등 선제적 대응 방식을 계획하였다. '09년도 기본계획에 따른 무선국 운용 규제 합리화도 계속 진행할 방침이다. 미래부는 불필요한 규제 개선을 위해 허가·신고 절차 간소화, 무선국 검사 항목 개선, 정기검사 주기 조정 및 검사 유연성 강화 3가지에 대한 제도 개선을 목표로 하였다.

마지막으로 규제기관의 명령과 통제 방식에서 수요자가 중심이 되는 전파 행정 시스템 ‘전파관리 3.0’을 추진하였다. ‘전파관리 3.0’은 전파 관련 DB 정보를 수요기관 및 일반 수요자가 활용할 수 있도록 개방하는 방침이다. 또한 전파 정책 전반에 대한 대국민 소통 채널을 마련하여 정부 정책에 대한 통합적인 인식 수준을 제고하였다. 2014년 기본계획은 다음과 같은 전파법 개정을 통해 불필요한 규제를 합리적으로 개선하고 이용자 중심의 제도를 확립하는 것을 목표로 하였다.

<표 2-16> 2014 전파진흥 기본계획 규제 개선 계획

구분	규제 개선 계획
주파수 이용 유연성 제고	<ul style="list-style-type: none"> - 주파수 공동사용 제도 정비('15년 법개정) - 공공주파수 공동사용 대역 지정(분배표 개정) - TVWS 활용기반 마련('14년 시행령 개정) - 주파수 자유 대역(미지정) 분배(분배표 개정)
주파수 공급관리 체계화	<ul style="list-style-type: none"> - 공공주파수 수급관리체계('15년 법개정) - 생활밀착형 주파수 관리체계('15년 법개정)
이용자 지원	<ul style="list-style-type: none"> - 비면허 무선기기 이용자 지원('14년 시행령 개정)
주파수 이용 효율성 촉진	<ul style="list-style-type: none"> - 자발적 주파수 반납유인책 도입('16년 법개정) - 인접대역 할당대가 개선('16년 법개정) - 전파사용료 합리적 조정('16년 시행령 개정)
전자파 안전 강화	<ul style="list-style-type: none"> - 전자파 인체안전 제도 확대('15년 법개정) - 전자파 강도측정 강화('14년 고시 개정) - 전자파 적합성 제도 정비('15년 법개정) - EMP 대응체계('15년 기반보호법 개정)
무선국 운용 합리화	<ul style="list-style-type: none"> - 표본검사 확대 및 수시검사 정비('14, 시행령 개정) - 검사항목 개선('16년 고시 개정) - 검사주기 정비('17년 시행령 개정) - 복사전력에 의한 전파관리 도입('18 고시 개정) - 검사수수료 부과체계 개선('15년 시행령 개정) - 친환경 기지국 촉진('14년 설치기준 개정)

자료: 2014 전파진흥 기본계획, 미래창조과학부

3. 2019 전파진흥 기본계획 검토

미래의 환경은 모든 사람과 사물이 네트워크에 연결되어 데이터가 끊임없이 수집·축적되는 초연결 사회, 데이터를 인공지능이 스스로 분석·활용하여 효율성을 높이고 부가가치를 창출할 수 있는 초지능 사회가 될 것으로 예측되고 있다. 초연결, 초지능 시대에는 전파를 기반으로 하는 무선 네트워크 인프라는 모든 사람·사물의 데이터가 교환·소통되는 사회시스템의 ‘신경망’ 역할을 수행하게 되며 네트워크를 기반으로 데이터와 인공지능이 융합하여 자율주행차, 스마트시티, 스마트제조, 가상현실 등 전파를 기반으로 한 응용서비스가 시장의 주류를 차지할 것으로 예상되고 있다. 이와 같은 시대변화의 대응을 위해 마련한 2019년 전파진흥 기본계획은 다음의 목표를 계획하고 있다.

[그림 2-9] 2019년 전파진흥 기본계획 목표



자료: 2010 전파진흥 기본계획, 과학기술정보통신부

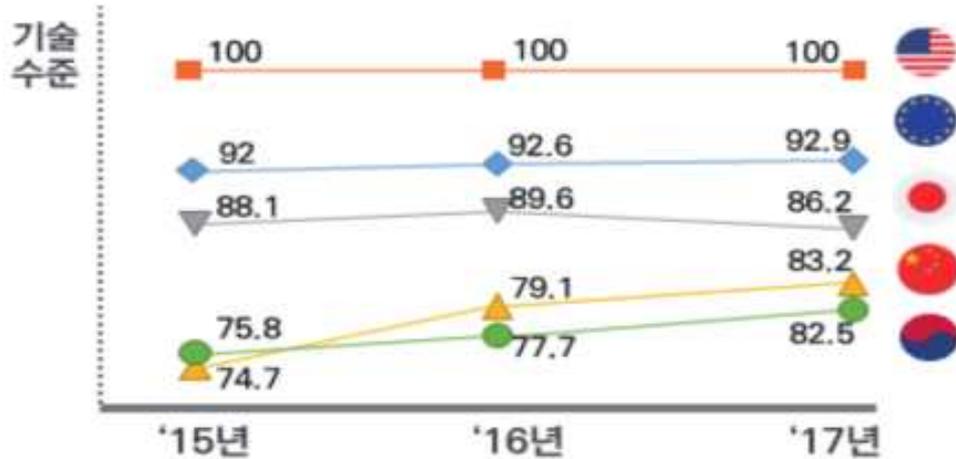
첫째로 융합·혁신 패러다임에 부응하는 제도들을 마련하는 것이다. 현행 전파법은 신규서비스와 기술이 도입될 때 마다 별도로 규제하는 방식으로 부분개정이 다수를 이루고 있어 체계가 복잡하고 정합성이 떨어지는 문제가 있으며, 혼·간섭 방지 등 전파관리에 중점을 두고 할당·지정·사용승인 등 주체 및 용도별로 규제함에 따라 융·복합 서비스 등의 전파수요 대응에 한계가 있었다. 전

파환경 역시 과거보다 많은 기지국 구축이 필요한 5G 시대에 현행 허가·검사를 요하는 무선국 제도에 대한 효율화에 대한 필요성이 제기되고 있으며, 전파 사용료는 현행법상 사용목적에 위배된다는 지적이 지속적으로 제기되고 있다. 때문에 이용주체별로 부과기준 및 산정방식이 복잡하여 이를 합리적으로 개선할 필요성이 대두되고 있다. 융·복합 시대에 빠르게 변화하는 환경에서 주파수 수요급증에 대비하여 가용 전파자원을 선제적으로 확보할 수 있도록 이용현황을 조사하고 예측하여 주파수를 회수하거나 재배치하는 일련의 주파수 수급 절차의 내실화가 필요해지고 있다. 이와같이 급변하는 환경 속에서 예측가능성을 높이기 위해 전파제도를 전반적으로 재편하고 주파수 수급체계를 개선하기 위한 제도의 틀을 마련하는 것이 필요하다.

둘째로 전파산업의 생태계 변화에 대응한 새로운 산업진흥 정책을 마련하여 전파기반 산업의 활력을 제고하는 것이다. 주파수 할당은 일반적으로 10년의 이용기간이 부여되어 혁신적 아이디어를 시도할 수 있는 샌드박스(Sand Box)¹⁴⁾ 환경이 전무한 상황이며, 도입 가능한 서비스용도는 엄격한 무선설비 기술기준에 종속되어 있고 전파인증 규제부담이 높아 신기술 및 융·복합기술의 상용화 촉진에 한계가 있다. 현행 전파산업은 방송·통신을 중심으로 구성되어 있어 이종산업과의 융합을 통한 전파기술 산업의 외연 확대와 성장의 기회가 도래했음에도 이에 대한 산업계의 대응역량은 미흡한 상황이다. 우리는 세계 최고 수준의 무선 네트워크 인프라를 가지고 있으나 글로벌 시장에서의 전파기술 경쟁력은 떨어지는 수준으로 Beyond 5G, 6G라는 차세대 기술뿐 아니라 전파 융합 및 응용 분야 확대에 따른 다양한 분야에서의 기술경쟁력 확보가 필요한 상황이다.

14) 모래놀이터와 같이 한정된 공간, 일정 제약조건 내에서 자유롭게 활동할 수 있는 것을 의미

[그림 2-10] 선진국 대비 국내 전파분야 기술수준



자료: 2019 전파진흥 기본계획, 과학기술정보통신부

셋째로 무선인프라와 응용서비스 주파수 수요가 함께 증가하면서 초연결 사회로의 혁신성장을 위한 전파자원을 공급하는 것이다. 5G서비스 확산에 따라 2024년 5G서비스 가입자 수는 전체인구의 1.51배, 트래픽은 현재대비 약7.6배 폭증할 것으로 예상하고 있다. 이와 같은 무선인프라에 대한 주파수 수요와 함께 스마트시티·공장, 무인이동체, 실감형 콘텐츠 등 응용서비스가 확산될 것으로 예상되고 있어 주파수에 대한 수요증가가 예상되는 상황에서 한정된 전파자원을 적기에 균형 있게 공급할 수 있는 방안을 마련하는 것이 필요하다.

마지막으로 전파기기 사용이 폭증하면서 사용자들이 안전하게 사용할 수 있는 안전한 전자파 환경 구축을 목표로 하고 있다. 무선기기가 폭증함에 따라 눈에 보이지 않는 전자파에 대한 관심이 높아지고 있으며, 전자파 우려로 인한 과도한 사회적 비용이 발생하고 있다. 5G, 자율주행차등 초고대역 주파수를 이용하는 기기가 지속적으로 출현함에 따라 새로운 전자파 기준을 마련하는 것이 필요하다. 또한 무선 네트워크의 초연결화가 진행되며 혼간섭, 전파교란 등 장애에 따라 나타나는 영향의 파급규모는 커지고 있어 안전한 전파환경을 제공하는 것이 필요하다. 이와같이 융복합화 되는 시대상황에 국가산업 발전의 저변을 확대하고 안전하고 신뢰성 있는 전파환경을 만들기 위해 정부는 전파진흥 기본계획을 수립하고 세부과제 구성을 통해 실천하고 있다.

<표 2-17> 2019 전파진흥 기본계획 추진전략 및 주요과제

전략	과제	세부과제
1. 융합혁신 패러다임에 부응하는 제도를 마련 (전파제도)	수평적 규제체계로 전파이용제도 개편	주파수 면허제 도입 무선국 개설검사제도 개선 합리적인 전파이용대가 부과체계 마련
	효율적·과학적 주파수 수급체계 구축	주파수 수요예측 및 혼간섭 예방 기술력 확보 주파수 이용효율 고도화 공공주파수 수급체계 개선
2. 전파기반 산업의 활력제고 (전파산업)	전파활용 서비스기기 시장 활성화	신규사업자 시장진입 활성화 주파수 활용기기 규제 개선 전파인증 제도 개선 상호인증협정(MRA) 대응 강화
	중소벤처기업의 전파기반 성장지원	중소벤처기업의 전파기술 혁신역량 제고 전파 기술혁신 기반 인프라 구축 방송장비 기업 해외진출 지원
	기술혁신자본 축적을 위한 선도형 R&D 추진	Beyond 5G 시대를 대비한 기술개발추진 기술혁신을 위한 미래전파기술 연구개발 新시장 선점을 위한 전파응용기술 확보 안전한 전파 이용환경을 위한 기반기술개발 강화 고급 전파연구인력 양성
3. 초연결 혁신성장을 위한 전파자원 공급 (전파자원)	초연결 무선인프라 주파수	5G이동통신 주파수 IoT 주파수 차세대방송 주파수 위성망 주파수
	산업생활 주파수	제조산업용 주파수 무인이동체 주파수 생활사회복지용 주파수
	공공안전 주파수 및 국제조화	공공분야 주파수 재난안전분야 주파수 국제 주파수기술 표준화 대응 남북 전파교류 협력추진
4. 사람중심의 안전한 전파이용 환경 (전파환경)	국민생활환경 전자파 안전강화	생활제품 전자파 측정공개 생화환경 전자파 실태조사 및 평가체계 구축 전자파 소통 및 갈등 조정 강화
	신기술에 대응한 전자파 안전기준 정립	전자파 안전기준 개선 미래전파환경 변화에 대응한 전파감시 체계 강화 방송통신기자재 유통단속 체계 강화
	전파재난위험 대응 고도화	전파재난 대응역량 강화 EMP침해 대응 기반 조성 변형카메라 유통관리 체계 구축

자료: 2019 전파진흥 기본계획, 과학기술정보통신부

가. 융합·혁신 패러다임에 부응하는 제도 틀 마련

현행 전파법은 신규서비스와 기술이 도입될 때 마다 별도로 규제하는 방식으로 이용주체마다 분리되어 정합성이 떨어지는 문제가 있었다. 이를 수평적 규제체계를 도입함으로써 시대변화에 부응하는 제도 틀을 마련하기 위한 방안을 제시하였다. 이를 위해 수평적 규제체계로 전파이용제도를 개편하고 효율적인 주파수 수급체계를 구축하기로 하였다. 수평적 규제체계로 전파이용제도를 개편하기 위한 세부방안으로 ① 주파수 면허제 도입, ② 무선국 개설·검사제도 개선, ③ 합리적 전파이용료 부과체계 마련을 설정하였다.

[그림 2-11] 전파제도 방향의 변화



자료: 2019 전파진흥 기본계획, 과학기술정보통신부

할당·지정·사용승인으로 구분되어 있는 현행 3분류 체계를 단일 주파수 이용체계인 ‘주파수 면허제’로 통합하여 이용주체별 주파수 면허 취득절차를 이용주체별 동일하게 적용함으로써 관련 조항을 간소하고 알기 쉽게 정비하기로 했다. 다만 규제목적 상 이용주체별 차등 적용이 필요한 규율을 적용하기 위해 사업용·일반용·국가용 면허 등 유형을 구분하는 방식으로 구분하여 사업용 면허 취득은 경매를 원칙으로 하고 현행 주파수 할당 및 무선국 개설 규제 수준을 완화하는 방향으로 개선하기로 하였다.

주파수 면허제 도입에 따라 무선국 개설, 준공검사와 같은 사전규제는 완화하고 사후관리를 강화하도록 개편할 계획이다. 주파수 면허 취득자는 기존과 같

은 허가·신고 절차 없이 무선국을 개설하도록 개편하기 위해 주파수 면허 발급 심사 시 주파수 이용지위 취득심사와 무선국 허가·신고 심사를 병행하여 절차를 일원화하기로 하였다. 또한, 무선국 검사제도 개선을 위해 사업용 면허 무선국에 대한 규제개선 및 무선국 혼·간섭 방지를 위한 사전 조정 제도를 도입하기로 하였다.

[그림 2-12] 무선국 개설 및 검사제도 개선 방향



자료: 2019 전파진흥 기본계획, 과학기술정보통신부

마지막으로 유한한 전파자원에 대한 합리적 가치 부과를 위해 할당대와 전파사용료를 포괄하는 새로운 전파이용료를 부과하는 체계를 마련하기로 하였다. 기존의 할당대와 전파사용료로 분리되어 있던 전파이용대가를 통합 부과하여 사후관리가 용이한 방향으로 진행하기로 하였다.

나. 전파 기반 산업의 활력 제고

글로벌 수준의 새로운 무선 혁신이 지속되도록 전파기반 산업의 성장환경을 조성하기 위해 전파활용 서비스·기기 시장 활성화, 중소·벤처 기업의 전파기반 성장지원, 기술혁신자본 축적을 위한 선도형 R&D 추진 등을 계획하고 있다. 먼저, 전파활용 서비스·기기 시장의 활성화를 위해 신규사업자의 시장진입이 용이하도록 임시·지역면허 도입 및 주파수 2차시장 활성화를 위한 거래제도를 개선하기로 하였다. 전파이용을 위한 기술기준 등 규제가 新제품·서비스 출시에 걸림돌이 되지 않도록 세분화되어 있어 신규서비스 도입이 어려운 현행 용도분류를

포괄적으로 개정하기로 하였다. 또한, 혼간섭 정비를 위한 출력·불요파 등 필수 사항 외에는 기술기준 항목은 표준으로 위임하도록 정비하기로 하였다.

<표 2-18> 전파 기반 산업의 활력제고를 위한 개선활동 추진일정

구분	'19	'20	'21	'22	'23
임사지역면허 도입	전파법개정안 마련 및 국회제출	하위법령 개정안 마련	개정법령 시행	-	-
주파수 거래제도 개선				-	-
기술기준 용도분류 완화	연구반 구성·운영	기술기준 개정안 마련	기술기준 개정	-	-
기술기준 규제항목 축소				-	-
전파응용설비 허가제 개선	전파법개정안 마련 및 국회제출	하위법령 개정안 마련	개정법령 시행	-	-
인증대상 개편	기기분류위원회 구성·운영	등록대상 무선기기 발굴개선	자기시험 대상 EMC기기 발굴개선	인증기기 개편 대상 지속 발굴	
	연구반 구성·운영	자기적합선언 제도 도입 검토		-	-
인증절차 간소화	LED 조명기구, 전동기 완구 등 고시 개정	다품종 완제품 추가 발굴 및 고시개정	다품종 완제품 개선사항 추가발굴		
MRA 전략 마련	대응전략 마련	적극협상국에 대해 우선 대응	국가별 맞춤형 MRA 대응		
MRA 2단계 강화	캐나다 MRA 2단계 시행	미국 등 1단계 협정국 중심으로 2단계 협정 단계 추진			
국제협력 강화	-	MRA를 체결하지 않은 개도국 중심으로 제도적·기술적 협력 강화			

자료: 2019 전파진흥 기본계획, 과학기술정보통신부

다음으로 중소·벤처기업의 전파기반 혁신 제품·서비스를 원활히 출시할 수 있도록 전파사업화와 산업인력 양성을 지원하고 전파정보 소통체계를 구축하기 위해 「송파 ICT보안 클러스터」를 개소하고 모든 전파기기를 시험·검증할 수

있는 「전파 플레이그라운드」를 구축하기로 하였으며, 세계 최초 지상파 UHD 도입을 통한 차세대방송(ATSC 3.0) 장비 개발 성과를 극대화하기 위해 국내 방송장비 기업 육성 및 해외진출을 지원하기로 하였다.

<표 2-19> 중소·벤처기업의 전파기반 성장지원을 위한 추진일정

구분	'19	'20	'21	'22	'23
전파사업화 지원	시제품 제작, 애로기술지원, 전파인증비용 지원	전주기 지원체계 구축, 전파인증비용 지원	전주기 맞춤형 전파사업화 지원, 전파인증비용 지원		
산업인력 양성	취창업 프로그램 개발, 자격종목 개편	종사자 재교육, 공공기관 직무교육, 자격종목 개편	종사자 재교육, 공공기관 직무교육		
전파정보 제공	통계 개선방안 검토, 지역 주파수 정보 개방, 전파플랫폼 개발	통계 기준 개선, 표준분류 정책연구, 전파플랫폼 구현개방	표준분류 현행화 방안 마련, 주파수 빅데이터 개방	통계청 협의반영, 무선국 데이터개방	-
송파 ICT 클러스터	예비타당성 심사	실행계획 승인, 설계·시공 발주	건축설계	착공	1단계 준공
전파플레이 그라운드	차폐시설 구축, 시험장비 구축	계측장비 확대	테스트장비 구축, 전파플레이 그라운드 설치 추가지역 선정	전파플레이 그라운드 확대 구축	
서비스 R&D	신규 R&D 과제 5개 선정·추진	재난방송, 중계기술 R&D 등	-	-	-
시험인증 및 사업화 지원	미국진출 대비 시험인증 및 사업화 지원	UHD 전국 확산 대비 시험인증, 사업화 지원	시험인증 및 유망기업 사업화 지속 지원		
해외진출 지원	NAB 테마관, 도미니카 공화국 KSP 사업 추진	NAB 테마관 등 국제협력 국가선정 및 추진	해외홍보 및 국제협력 사업확산 추진	해외 홍보 및 국제협력 사업 지속 추진	

자료: 2019 전파진흥 기본계획, 과학기술정보통신부

마지막으로 기술혁신자본 축적을 위한 선도형 R&D 지원을 위해 5G 시대 이후를 대비하는 기술개발, 우주통신, 양자통신 등 미래시대를 대비하는 기술개발 그리고 새로운 시장선점을 위한 전파응용기술 확보를 위한 기술개발을 지원하고 이를 위해 기술개발을 위한 시험측정 등 기반기술 역시 강화하고 고급 전파연구 인력을 양성하기 위한 지원을 진행하기로 하였다. 세부적으로는 세계 최초 5G/4K-UHD 상용화 성과의 확산과 5G 이후 세대의 경쟁력 우위 지속을 위한 기술개발 및 국제표준화를 추진하고, 기술경쟁력 지속확보를 위한 전파기초원천연구를 추진하는 한편, 차세대 전파기술을 도입한 미래형 통신위성 기술개발을 추진하기로 하였다. 에너지, 의료, 안정 등 전파기술 수요처가 확장됨에 따라 관련 전파응용기술을 확보하기 위해 무선전력전송 분야의 전파전송 기술, 전파기기에 대한 국제표준화를 추진하고 암치료, 생체변화 감시 등 테라헤르츠 주파수 특성을 이용하는 고위험·도전형 전파 의료기기 원천기술 확보를 위한 기술개발 지원을 추진하기로 하였다.

<표 2-20> 선도형 R&D 지원을 위한 추진일정

구분	'19	'20	'21	'22	'23
5G 융합서비스 기술개발	서비스별 기술설계	핵심기술개발 및 시험	망구축 실증	추가기술개발	추가기술 실증
차세대 방송미디어 기술개발	R&D 예타 추진	필수요소기술 개발 추진		필수요소기술 개발 및 국제표준화	기술개발 및 4K 360° VR 시범서비스
B5G,6G 기술개발	R&D 예타 추진	필수요소기술 개발 추진	B5G/6G R&D 추진	국제표준화 대응	
미래전파 기술연구	자기장통신 원천연구				자기장통신 소자 기술개발
		초소형 코일 기술개발	그역장 제어 기술개발	고정밀 2D 집속 기술개발	-
미래형 위성 기술개발	위성분야 예비타당성 조사	위성분야 연구개발 추진 및 위성망 확보			
에너지 분야 전파기술	신규사업 기획	기술개발 및 국제표준화 추진			

의료 분야 전파기술	다부처 공동연구기획	다부처 공동연구 추진	기술개발추진		
안전 분야 전파기술	안전분야, 전파활용 정책연구	안전 분야 활용을 위한 전파원천기술 개발			다부처 공동연구기획
전파시험측정 기술	밀리미터파 실내외 전파 데이터 확보	드론 측정시스템 성능 개선	안테나 고속측정 기구물 제작	밀리미터파 전파모델 개발	초고주파 전파모델개발
전자파 인체영향 연구	전자파 인체영향 연구환경 구축	5G 전자파 노출량 평가 연구	초고주파 건강영향 연구	암 발생 가능성 연구	
신진연구자 육성	전파전문센터 4개 확대	전파전문센터 2개 확대	전파전문센터 2개 확대	전파전문센터 2개 확대	전파전문센터 1개 확대
전파 아키텍처 양성	전파설계 교육과정 연구	전파설계 SW교육센터 설립	산학 협력 공동연구실 구성	전파설계SW 개발타당성 조사	전파설계 SW개발

자료: 2019 전파진흥 기본계획, 과학기술정보통신부

다. 초연결 혁신성장을 위한 전파자원 공급

5G, IoT, 무인이동체 등 무선 기반 ICT 서비스의 폭증이 전망됨에 따라 균형있게 배분할 수 있는 전파자원을 확보하고 적기에 공급할 수 있도록 지원할 계획이다. 이를 위해, 5G 이동통신 서비스의 사용화 및 활성화 추세에 따른 추가 주파수를 확보하고 공급과 이용기간이 만료되는 2G~4G 주파수의 재할당을 추진한다. 초연결 사회를 촉진하기 위해 사물간의 데이터 통신이 이루어질 수 있는 IoT 인프라 구축이 필요하다. 향후 3천만대 이상으로 증가할 IoT 기기를 수용할 수 있도록 고신뢰 IoT 주파수 공급 및 무선랜과 같은 비면허 주파수를 확대할 방침이다. 2021년까지 지상파 UHD의 전국도입에 필요한 주파수 확보를 위해 기존 디지털TV 주파수를 재배치하여 안정적인 UHD 전환을 대비하고 우주통신을 통해 안정적인 초연결 환경이 유지될 수 있도록 위성망 주파수 역시 확대 추진할 계획이다.

<표 2-21> 초연결 무선 인프라 주파수 확보를 위한 추진일정

구분	'19	'20	'21	'22	'23
5G 추가 주파수 확보	2.3GHz Wibro 대역	3.5GHz 인접대역		1.4GHz	23GHz 이상 대역
2G-4G 주파수 재할당	-	이동통신 주파수 재할당		-	-
IoT용 신규 주파수 공급	IoT용 주파수 공급	신규 자원 확보 및 공급 추진			
비면허 주파수 확대	600GHz 규제완화 검토	700GHz대역 등 추가 공급가능성 검토	-	-	-
차세대 방송 주파수 확보공급	DTV 주파수 재배치	전국 총 30개 방송국 지상파 UHD 방송 개시		-	-
안정적 UHD 전환 준비	-	-	특별법 검토 및 방송주파수 활용방안 마련		
통신위성망 확보	한국형 통신방송위성 예타심사	위성개발 및 위성망 국제등록 절차 수행			
지구관측, 달탐사용 위성망 확보	위성망 국제등록 절차수행(혼신 조성)				

자료: 2019 전 파진흥 기본계획, 과학기술정보통신부

스마트공장의 新진과 활용 확산 및 솔루션 시장 창출을 위해 산업 현장에 활용할 수 있는 비면허 대역 등 산업현장에 활용될 수 있는 주파수를 확보하고, 자율주행차·드론 등 미래 먹거리 산업의 활성화를 위해 차량통신, 충돌방지, 드론 식별용 주파수 이용방안을 마련할 계획이다. 산업현장과 미래 대비 뿐만 아니라 무선충전 등 누구나 개인생활 영위에 활용하는 주파수와 교통약자 지원 등 사회 복지 인프라에 필요한 주파수를 확대 공급하여 안전하고 편리한 전파이용을 추진할 계획이다.

<표 2-22> 산업·생활 주파수 확보를 위한 추진일정

구분	'19	'20	'21	'22	'23
TRS 주파수 재할당	TRS주파수 재할당	-	-	-	-
AI로봇용 주파수 공급	로봇 센싱 주파수	로봇 원거리 고신뢰 제어 주파수	-	-	-
고정밀 위치측정용 주파수 공급	UWB주파수 ('18년말)	-	-	-	-
V2X용 주파수 공급	V2X기술 주파수 정책동향, 수요분석	C-V2X 기술검증		C-V2X 주파수 활용방안 검토	
충돌방지레이다용 주파수	고해상도 충돌방지 레이더 기술기준 마련	-	-	-	-
무인이동체 식별용 주파수 확보	후보주파수 측정 및 분석방법 정의	1GHz이하 Wi-Fi 대역 전파환경 측정·분석	미드밴드(3.7-24GHz) 전파환경 측정·분석	식별정보 관리용 후보 주파수 적정성 평가	식별정보 관리용 후보 주파수 선정
사회적 약자를 위한 주파수 공급	교통약자 버스승차 지원 주파수('18년말)	-	-	-	-
싱크홀탐지용 주파수 공급	싱크홀 탐지 주파수 활용방안 마련	3GHz 이하 싱크홀 탐지 주파수 공급	3GHz 초과 싱크홀 탐지 주파수 공급	-	-
무선전력전송용 주파수 공급	전기자동차 무선충전 주파수 공급 검토			-	-
	IoT 센서 무선충전 주파수 공급 검토				

자료: 2019 전파진흥 기본계획, 과학기술정보통신부

공공안전 주파수를 확보하고 우리나라의 ICT분야의 주도권 확보를 위해 국제공조를 확대할 계획이다. 공공안전 주파수 확보를 위해 우리나라의 해상 및 항공용으로 활용되는 고성능 레이더의 도입이 증가에 따른 공유기술을 개발하고 기존의 사용대역을 정비하여 공공분야 주파수 수요변화에 적기 대응할 수

있는 체계를 마련하고, 재난·안전 분야에서는 지상파 방송망, 공공망 등을 이용하여 재난상황을 신속하게 전파하는 정보망 구축에 필요한 주파수 활용방안을 마련할 계획이다. ICT 분야에서 선도적 위치에 있는 우리나라의 지속적인 주도권 확보를 위해 국제협력을 강화할 계획이다. 또한, 통일한국을 대비하고 유라시아를 통한 대륙진출의 교두보를 마련하기 위해 남북한 전파환경의 차이로 인한 사회적 비용을 최소화 할 수 있는 단계적·점진적 남북 전파교류 협력을 추진할 계획이다.

<표 2-23> 공공안전 주파수 및 국제 조화를 위한 추진일정

구분	'19	'20	'21	'22	'23
레이더용 주파수 공급	적정 소요량 산출 기술개발	레이더 이용현황 조사분석 및 혼간섭 검토		주파수 확보 공동사용 기준	9GHz 이용 효율화 방안 마련
		레이더 주파수 공유 및 효율화 기술 개발			
군 주파수 공급	중장기 수급전략 마련	차세대 무기체계용 주파수 확보 및 기 승인 주파수 이용 효율화			
항공해상용 주파수 공급	공동사용 가능성 및 기준 검토		소요량 산출	혼간섭 검토	주파수 공급
재난경보망 구축	시범서비스 도입	기술개발, 제도개선 및 서비스 지역 확대			
재난경보 기술개발	서비스 고도화 및 지능형 플랫폼 기술개발 ¹				
사각지대 경보망	구조지원 시제품 제작 및 시범 서비스 도입	구조지원제품 보급 및 마을방송 간이무선국 전파 혼간섭 상시 모니터링			
재난안전통신망	재난안전통신망 운영 지원(혼간섭 해소, 기술기준 마련 등)				
WRC 대응	국내위원회 운영 체계 강화	중점 기술연구, 기고서 개발 등(APG 회의 개최, '22년)			

인접국 협력관계 개선	WRC-19 대비 한중일 양자회담	호주, 인도 등 주요 국가들과 회의체 구성운영 / 한중일 공조		
국제 표준화 대응	5G 주파수 의제 대응 (WRC-19)	5G ITU 기술표준 등록	28GHz 프론티어 및 3GPP 대응	
국제 협상 전문가 양성	전문가 활동지원	전문가 활동지원/전문가풀 재정비		전문가 활동지원 (의장직 진출) 등

자료: 2019 전파진흥 기본계획, 과학기술정보통신부

라. 사람 중심의 안전한 전파이용 환경

빠르게 변화하는 무선 환경에 대응하여 국민이 공감할 수 있는 전자파 정보제공을 확대하고 전파환경 모니터링을 개선하기 위해 국민생활환경 전자파 안전을 강화, 신기술에 대응한 전자파 안전기준 정립, 전파재난위험 대응 고도화를 추진할 계획이다. 먼저 생활 제품의 전자파 측정·공개로 통해 국민들이 안심하고 사용할 수 있는 신뢰를 제공하려고 한다. 인체 밀착형 제품, 어린이 특화제품 등 전자파 안전 우려가 큰 생활밀착 사용제품에 대한 전자파 측정 및 공개를 강화하고 생활환경 전자파 강도를 상시 모니터링하고 해당 정보를 제공하도록 추진하여 전자파 우려에 대한 갈등을 예방하고 조정을 위한 개방형 협의체를 구성하고 이를 운영하는 전문적이고 신뢰성 있는 전자파 전담기구를 설립할 계획이다.

<표 2-24> 전자파 안전강화를 위한 추진일정

구분	'19	'20	'21	'22	'23
생활 밀착제품 전자파 측정	제품선정·측정·공개	필요시 관련 법령 개정 검토	신기술 적용제품으로 대상 확대		
전자파 차단제품 검증 및 결과 공개	대상선정·검증·공개	차단제품 성능 검증 가이드 마련			
생활환경 전자파 상시모니터링	모니터링 시스템 확대	전자파 정보지도 확대	-	-	-

전자파 인체안정성 평가 확대	영유아어린이 시설 대상 시행		노인요양시설, 병의원 대상 확대	-	-
고출력 무선국 관리 강화	고출력무선국 전자파 실태조사	-	-	-	-
전자파 갈등예방 및 조정강화	협업체 운영, 공동주택갈등예방 가이드라인 적용	신청에 의한 전자파 측정 확대	-	-	-
전자파 전담기구 설립·운영	전파법 개정 추진	하위법령 개정 및 전담기구 설립	전담기구 운영	-	-

자료: 2019 전파진흥 기본계획, 과학기술정보통신부

신기술 환경에서도 안전한 전파이용과 질서를 유지하기 위해 새로운 기기 및 시스템에 대한 전자파 안전기준을 개발하고 이에 따른 대응체계를 마련할 계획이다. 5G기반 기기·시설, 무인이동체, 지능형 로봇, 웨어러블 기기 등 신기술 기기에 대한 선제적 전자파 평가기준을 마련하여 안전한 전파이용이 가능하도록 추진할 계획이다. 또한, 무선기기 이용의 폭발적 증가와 밀접한 새로운 유형의 혼·간섭 및 불법 주파수가 출현함에 따른 선제적 전파감시방안을 마련하기 위해 감시요원에 의한 음성청취 및 스펙트럼 확인 등의 수동감시 방식에서 자동감시 체계로 전환할 계획이다. 지형적 접근이 불가능한 지역 및 중·단기적 측정이 요구되는 장소의 경우 전파감시업무 수행을 위한 시스템을 개발하고, 시스템 및 안테나를 소형화하고 이동 중에도 전파감시, 전파 이용량 조사가 가능한 탐사형 전파감시시스템을 개발하고 불법·불량 기기의 시장유통과 국내 반입을 차단하기 위해 단속, 관계기관과의 협업 등을 통해 사후관리 실효성을 제고할 계획이다.

<표 2-25> 신기술 대응 전자파 안전기준 정립을 위한 추진일정

구분	'19	'20	'21	'22	'23
신기술 대응체계 구축	평가기준 연구	고시개정 검토	-	-	-

복합시설 전자파 관리	관리기준 연구	제도화 검토	-	-	-
전자파인체보호 기준평가방법 연구	기준 연구	기준 고시 반영 검토	-	-	-
차세대전파감시 시스템 구축	고정9식, 이동2식	고정13식, 이동2식			고정15식, 이동2식
근접감시시스템 개발	-	-	-	드론 및 센서형전파감시시스템	
이동형전파감시 측정기술 개발	혼간섭 전파측정 및 디지털식별기술개발, 탐사형 전파감시 시스템 개발			-	-
불법기기 단속 강화	온라인 조사, 기획수사 확대				
통관검사 강화	세관과의 협업 강화				
위해기기 유통차단	시장유통 차단 방안 마련	-	-	-	-
기자재 유통조사	방송통신기자재 종류별 업계현황 및 시장규모 조사				

자료: 2019 전파진흥 기본계획, 과학기술정보통신부

전파재난에 영향을 받는 환경이 지속 확대될 전망으로서 이에 따른 선제적 재난 대응을 추진하기 위해 GPS전파혼신탐지 시스템을 구축하고 확대할 계획이다. EMP침해에 대비하여 금융·통신 등 민간분야 주요시설의 단계적 방호를 위한 기술지원 및 국내 침해대응 산업을 육성하기 위한 기반을 조성하기 위한 기술지원 및 국내 방호제품 성능검증을 지원하고 인력양성을 추진할 계획이다. 또한, 불법촬영 등 디지털 성범죄에 악용될 수 있는 변형카메라의 유통관리를 위해 관련 법률 제정에 필요한 변형카메라 이력정보시스템을 구축하고 운영할 계획이다.

제3절 전파진흥 기본계획 검토에 따른 시사점 도출

이전 기본계획은 공통적으로 전파를 창의적인 활용이 가능한 ICT 생태계의 기반으로 전제하였다. 이에 따라 전파 분야의 진흥은 다양한 산업 분야와 융합하여 새로운 산업을 창출할 수 있으며, 기술 개발 및 법제도의 개선을 통해 일자리가 창출되고 궁극적으로는 국민 삶의 질을 개선할 수 있다는 관점에서 기본계획을 수립하였다. 현 정부의 과학기술 정책 목표는 4차 산업혁명 시대의 새로운 일자리 창출과 기술을 통한 사회 문제 해결이다. 과학기술정보통신부 및 4차 산업 혁명위원회는 '17년 11월, 「혁신성장을 위한 사람 중심의 4차 산업 혁명 대응계획」을 발표하였다. 과기정통부는 4차 산업혁명을 국가 성장 패러다임 전환의 새로운 기회로 적극 활용하여 산업·사회 전반의 지능화 혁신을 통해 생산성 제고의 산업체질 개선과 국민 삶의 질 향상을 실현하는 '사람 중심의 경제'를 실현할 계획이다. 혁신성장 계획에 따른 4차 산업혁명의 기본 대응방향으로는 다음 4대 분야 전략 과제를 추진한다고 밝히고 있다.

<표 2-26> 사람 중심의 4차 산업혁명 대응계획 4대 전략

비전	모두가 참여하고 모두가 누리는 사람 중심의 4차 산업혁명 구현
목표	① (기술) 지능화 혁신 프로젝트 추진 ② (기술) 성장동력 기술력 확보 ③ (산업) 산업 인프라 생태계 조성 ④ (사회) 미래사회 변화 대응 - 사회문제 해결 기반 삶의 질 개선과 신성장 촉진

자료: 혁신성장을 위한 사람 중심의 4차 산업혁명 대응 계획, 4차 산업혁명 위원회

위 내용을 살펴보면 시대 가치와 기술 환경은 크게 변화하였으나 이전 전파진흥 기본계획의 비전 및 가치는 2019년에도 주요할 것으로 판단된다. 전파 기술은 전 산업 분야에 확산되어 4차 산업시대의 산업 인프라를 구성하므로 전파 분야의 R&D 투자를 협력적 네트워크를 통해 산업에 연계하여

상용화할 수 있는 체계를 구축하여야 한다. 또한 사회안전망 구축, 원격 의료 서비스 등 창의적 활용을 통한 사회문제 해결 및 삶의 질 개선에도 전파의 활용도를 높일 수 있다. 다만, 4차 산업혁명의 등장과 더불어 지능화 혁신 프로젝트가 새로이 등장하였다. 지능화 혁신은 센서를 이용한 통신으로 무선기기가 서로 연결되며 주변 환경을 학습하는 지능정보기술¹⁵⁾의 활용을 의미한다. 새 정부는 기존의 산업화 성장 방식에서 지능정보기술을 활용한 산업구조 변화를 통해 패러다임의 전환을 이루고자 한다.

제3차 전파진흥 기본계획에서 정부는 우리나라의 전파기업이 새로운 부가가치를 창출하는 혁신주체로 성장하고 글로벌 경쟁력을 갖출 수 있는 서포터 역할을 수행할 것이라고 밝혔다. 시대적 흐름에 부합하도록 제도를 적기에 개편하고 미래기술 및 인력확보와 산업기반 생태계를 조성하여 혁신적인 전파활용으로 열어가는 초연결 지능화 사회구축을 목표로 하고 있다. 국민들에게는 안전하고 편리한 전파이용 환경을 제공하고, 기업에게는 혁신성장을 위한 전파자원을 공급하며, 전파로 연결되는 즐겁고 풍요로운 사회 구축을 위한 방향으로 제도개선 및 기술개발, 인프라 구축을 추진할 계획을 갖고 있다.

5G, IoT 등 무선기술 기반의 네트워크가 실현되어 모든 사람과 사물이 하나로 연결되는 새로운 시대로 진입하면서 기존의 초고속 발전과 더불어 수많은 기기의 동시연결성과 양방향 실시간 서비스가 가능한 초저지연 특성이 부각되고 있어 빅데이터를 생산·수집하는 대규모 기기를 동시 수용할 무선 네트워크 기술이 필요해지고 있다. 4차 산업혁명 시대의 도래로 무선네트워크 기술은 빠르게 발전하면서 통신·방송·공공 네트워크 위주로 활용되던 전파는 사회·경제 그리고 교통, 제조, 물류, 의료 등 산업 전반으로 활용범위가 확장되면서 전파자원은 전 산업적으로 범용화가 이루어지고 있다. 이와 같은 시대의 흐름을 반영하여 과거 산업, 인프라 확대를 위한 관점의 진흥계획에서 사회·안전·미래 시대 대비를 위한 방향으로 변화되고 있음을 살펴볼 수 있었다.

15) AI(인공지능)와 ICBM(IoT, Cloud Computing, Big data, Mobile)에 기반하여 정보가 융합되며 인간의 지능이 기계를 통해 구현되어 새로운 가치를 창출하는 기술

제4절 전파관리 정책의 변화

전파관리정책이 최초로 시작된 것은 미국의 경우를 보면 1927년 전파법(Radio Act)이 제정되면서부터라 할 수 있다. 그로부터 현재까지 전파이용기술이 발전하고 전파에 대한 수요가 증대됨에 따라 전파관리정책의 목표와 내용도 변화해 왔다. 그 동안의 정책변화과정은 크게 3단계로 나누어 살펴볼 수 있다.

1단계는 전파에 대한 초과수요가 문제시되지 않았던 1990년 이전까지이다. 이 시기에는 라디오와 TV방송이 전파의 주된 용도이었으며 전파관리정책의 최우선 목표는 전파간섭을 방지하는데 있었다. 정부가 직접 모든 주파수 대역의 활용을 계획하고 관리하는 방식을 명령과 통제(command and control) 방식의 관리 체계이다.

2단계는 1990년부터 2000년까지에 해당되는 시기이다. 이 시기에는 이동전화의 위시하여 전파에 대한 상업적 수요가 증대됨에 따라 전파의 희소성 문제가 심각해졌으며, 이에 따라 전파간섭 방지와 함께 효율적인 전파정책의 필요성이 절실했다. 전파간섭을 방지하기 위해 주파수 분할과 배타적 사용권 방식이 계속 유지되었지만, 주파수의 효율적 사용을 위해 신규 주파수의 할당과정에서 주파수의 경제적 가치를 공적 수익으로 회수하기 시작하였다. 특히 미국과 영국, 호주 등은 상업용 주파수에 대해 경매제를 통하여 시장원리에 근거한(market-based) 전파관리정책을 도입하게 되었다. 우리나라의 경우 아직 경매제를 도입하지는 않고 있지만, 신규 무선통신사업을 허가할 때 주파수의 할당대가를 부과하여 주파수의 경제적 가치를 회수하고 있다.

3단계는 2000년 이후부터 현재까지에 해당된다. 2단계에서보다 주파수 부족의 문제가 더욱 심각해짐에 따라, 한정된 주파수 자원을 효율적으로 활용하고자 하는 노력은 주파수 관리정책 및 기술도입 등 다양한 방면에서 이루어져 왔는데 할당단계뿐 아니라 사용단계에서도 효율화의 필요성이 증대되고 있다. 경제학적인 측면에서 보면 정부 주도 형식의 주파수 할당 방식에서 시장원리에 입각한 주파수 경매제 도입 및 주파수를 다른 사업자와 거래할 수 있는 2차 시장 도입 등이 있는 반면 공학적인 측면에서는 주파수가 제한된 자원이라는 제

한성을 기술 개발을 통해 해결해보고자 하였다. 즉, 이제까지의 엄격한 배타적 사용권 방식을 완화한 간섭 온도 접근(Interference temperature approach)를 채택할 필요성이 미국을 필두로 제기되었다.

주파수 공유의 대표적인 기술방식으로는 Cognitive Radio(인지무선, 이하 CR)를 들 수 있다. Cognitive가 인지적이라는 의미인 것처럼 CR 기술은 주변의 무선환경을 탐색/인지하여 사용 가능한 주파수 대역을 찾아내고, 그 주파수를 이용하여 통신하는 것이다. 여기서, 중요한 부분은 주변의 무선환경을 “탐색”하는 것으로 두 가지 방법이 있다.

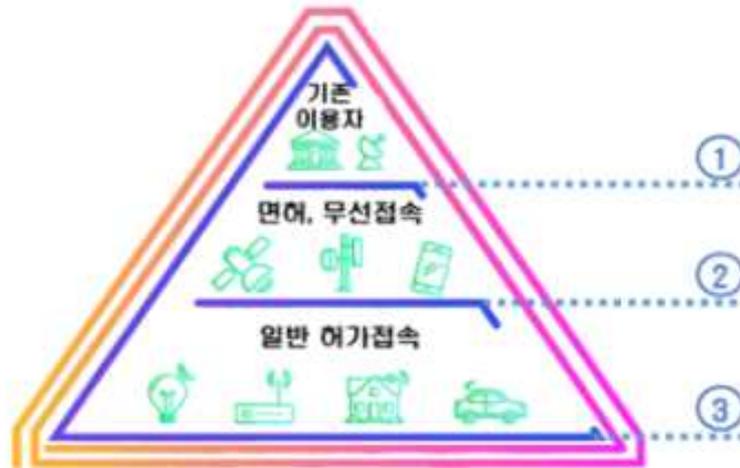
첫째, 스펙트럼 센싱(spectrum sensing) 방식은 실시간으로 주변에서 사용 중인 주파수를 센싱해 사용하지 않는 시간·지역·주파수 대역을 찾아 사용하는 것으로 이용효율은 높지만 기술적 난이도가 높아 상용화에는 적지 않은 시간이 필요할 것으로 예상되고 있다.

두 번째는 특정 지역·시간대에 사용할 수 있는 주파수 등의 정보를 데이터 베이스(DB)로 구축하는 방식이다. 단말기가 DB에 접속하여 자신이 사용할 수 있는 주파수 대역을 확인하고 공유하는 방식으로 상용화가 조금씩 진행되고 있다. 실제 미국, 영국, 일본 등지에서 지역적으로 사용하지 않는 TV 주파수 대역(white space)을 이용하여 광대역 무선랜, 지역방송 등 여러 가지 용도로 활용하기 시작하고 있으며, 우리나라에서도 제주도 등지에서 white space 대역을 이용하여 지역 홍보 방송 시험서비스를 제공하는 등 이용방안을 마련하고 있다. 하지만, CR 기술을 주파수 관리정책에 도입하기 위해서는 기술적·법적 어려움이 있다.

우선 기술적으로는 앞서 언급한 것처럼 기술적 난이도가 존재하기 때문에 완벽한 CR 기술이 구현될 때 까지 실제 주파수 관리에 적용하는 데에는 제약이 따른다. 법적으로는 배타적 이용권에 따른 문제이다. 우리나라를 비롯한 주요국의 할당정책은 사업자의 배타적 이용권을 인정하고 있어 이용권한이 없는 무선 단말이 허락 없이 해당 주파수를 쓰는 것은 불가능하기 때문에 CR 기술의 실제 적용을 위해서는 기술적 분야뿐만 아니라 법률적 분야까지 폭넓은 검토가 필요하다. 세계 각국에서는 CR 기술개발을 꾸준히 진행하여 원천기술 확보 및 상용화 기술 개발을 앞당기려는 노력을 아끼지 않고 있다. 우리나라도

국제적인 주파수 공유 주류에 뒤처지지 않기 위해서는 기술개발은 물론 산업과 서비스 활성화가 가능한 다양한 방안을 마련해야 할 필요가 있다. 관련하여 미국이 선두 주자로, 미국은 주파수를 3개 계위의 이용자가 나누어 쓰는 방안까지 마련하였다.

[그림 2-13] CBRS 이용자 구분



자료: <https://www.leverage.com>

CBRS(Citizen Broadband Radio Service)는 2012년 7월 PCAST(President's Council of Advisors on Science and Technology)에 의해 처음 제안된 이후로 이해관계자들의 의견 수렴 및 재검토를 통해 2016년 5월 최종 법안이 확정되었다.

5G 이동통신의 주파수 대역으로써 3.5GHz 대역에 대한 중요성이 점차 증가하면서 T-Mobile 등 이동통신업계에서 CBRS의 세부규정에 대한 재고를 요청하였고, 최근 FCC는 NPRM을 발표하고, CBRS 세부규정에 대한 재검토를 실시하고 있다. 간단히 살펴보면 다음과 같다. CBRS는 공공용으로 이용 중인 3.55-3.7GHz 대역 총 150MHz 폭 주파수를 권한, 간섭보호수준 등에 따라 구분된 기존 이용자(Incumbent User), 우선접속(Priority Access, PA) 이용자, 일반허가접속(General Authorized Access, GAA) 이용자가 공동으로 사용하는 것이다.

즉, 기존 이용자가 시간 및 공간적으로 미사용 중인 채널을 주파수접속시스템(Spectrum Access System, SAS)을 통해 우선접속 및 일반허가접속 이용자가 사용하는 것이다. 기존 이용자의 주파수의 사용 여부는 ESC(Environmental

Sensing Capability)¹⁶⁾를 통해 파악된다.

우선접속 및 일반허가접속 이용자가 사용 중인 채널에 ESC가 기존이용자를 감지했을 경우 다른 채널로 재할당 한다. 우선접속은 3.55-3.65GHz 대역 내에서 최대 70MHz 폭까지 사용이 가능하며, 일반허가접속은 3.55-3.7GHz 대역 내에서 우선접속 이용자의 유무에 따라 최소 80MHz 폭, 최대 150MHz 폭까지 사용이 가능하다.

앞서 설명한 바와 같이, 효율적인 주파수 이용을 위해서는 다양한 형태의 이용권을 정의하고 제도적인 뒷받침을 해주는 것이 필요하다. 즉, 배타적 이용권 등 다양한 이용권과 다양한 기술의 조합을 가능케 할 수 있는 제도 마련이 필요하게 된 시점이다.

<표 2-27> 주파수 이용의 구분

구분	재산권시스템	공유대역설정
주안점 및 목표	거래를 통한 효율적 이용 거래시장의 확립 규제제거	End-to-end 아키텍처 Code에 의한 자율적 규제 Open Access
주파수 정책	경매로 재산권을 설정하여 거래	공유 설정하여 자유로운 이용 보장
주파수 시각	유한한 자원	기술개발에 의한 용량증대 가능
사례	주파수 경매제	WLAN, UWB, WIMAX
응용 시각	WAN	LAN, PAN
비판	독점사업자를 생산할 우려	공유의 비극을 발생시킬 우려

자료 : 박재천 · 양제민, 2006

16) ESC는 네트워크 센서로 구성된 시스템으로 센서를 통해 기존 이용자의 주파수 사용을 감지하며, FCC는 ESC 운영자를 민간사업자로 1개 이상 지정 가능

관련하여 Baumol¹⁷⁾의 연구를 살펴볼 필요가 있다. 현 미국 CBRS 제도의 근간이라고도 할 수 있는 Baumol의 연구는 최적의 주파수 체계(regime)에 시사점을 만들어 내기 위해 시장 기반과 공유제의 가능한 이슈들을 세밀히 분석하였다. 그 결과 둘 사이의 혼합 체계의 효율성을 시사점으로 제안한다. 이때 합리적인 체계방법이 가져야할 6개 이슈가 있는데 이는 다음과 같다. ①간섭 및 외부성 문제, ②혁신에의 투자, ③독점가능성, ④다양성 문제, ⑤광대역 서비스(특히, 비도시 지역), ⑥변화하는 상황에서의 적응력 이 6가지 항목을 우리의 상황에 맞추어 보고 최적의 선택을 위한 시사점을 만들어 내는 것이 필요하다.

제3장 4차 산업혁명 시대의 신산업 동향 분석

제1절 4차 산업혁명 관련 전파 산업 전망

1. 전파방송통신 산업 전망

전파 이용 기술의 보편화, 다양화, 광대역화로 인하여 주파수 수요는 지속적으로 증가해왔으나 향후 IoT 환경에서의 초연결 사회¹⁸⁾는 기존보다 훨씬 방대한 주파수를 필요로 할 것으로 보인다. 전파 기술의 발전은 크게 4가지 방향으로 일어나고 있다.

첫째, 방송·통신 위주의 활용 범위가 센싱, 에너지 전송으로 변화하고 있다. Gartner의 산업 분야 Hype Cycle¹⁹⁾에 의하면 전파의 주요 활용 분야였던 방송·통신 분야는 현재 기술개발을 통해 새로운 가치를 창출하는 데 어느 정도

17) Baumol (2006)

18) 초연결 사회(hyper-connected society): 모든 사물인터넷 기기가 센서를 통해 정보를 전달하며 네트워크로 연결된 사회이다.

19) 신기술은 기술 촉발(Technology Trigger)단계부터 관심을 받기 시작하여 부풀려진 기대의 정점(Peak of Inflated Expectations)단계를 지나 환멸 단계(Trough of Disillusionment)로 나아가게 된다. 이 과정에서 살아남은 사업 주체들이 소비자를 만족할만한 상용화 제품을 사업화에 성공시키면서 시장의 주류로 자리잡을 수 있다.

한계에 이르렀다고 밝히고 있다. 한편, 에너지 및 레이더·센싱 분야는 이제 본격적으로 상용화 기술의 가치가 주목을 받기 시작하였으며 다양한 분야에 융합되어 앞으로의 전자 산업의 주요부분을 자리매김할 것으로 예측되고 있다. 센싱은 현실과 가상을 이어주는 중요한 기술로, 신호처리 HW/SW 발전으로 산업생활 레이더가 확대될 전망이다. 기존 레이더는 주로 군용으로 활용되었으나 향후 자율주행 자동차 산업, 중공업·선박업 부문의 레벨 측정, 보안, 홈·오피스 환경에서의 제어 등 산업·생활에서 다양한 용도로 활용될 수 있다.

전파의 응용 분야는 방송에서 통신, 센싱(레이더), 이후에는 에너지 분야로 산업 흐름이 바뀔 것으로 전망된다. 현재 에너지 응용 기술은 상용화 단계에 이른 것은 없으나 무선 전력 전송, 전자파를 이용한 열 감지, 플라즈마 발생기 등이 주목을 받고 있다. 에너지 분야는 기술적으로 과급이 크며, 무선전력 전송, IoT의 배터리 이슈 등으로 큰 발전이 예상된다.

두 번째로, 주파수 영역은 기존의 6GHz 이하에서 밀리미터파(mmWave), 또는 테라헤르츠(THz) 영역까지 고도화되고 있으며 면허 대역에 집중된 주파수 응용 범위가 비면허 대역으로 확대될 것으로 예상된다. 5G의 주파수 분배는 26, 28GHz의 밀리미터파 대역 대부분 및 6GHz 이하에서는 4G 서비스와 함께 활용되다가 4G 이하의 서비스 수요가 감소하며 기존의 이동통신 대역을 이어 받게 될 것으로 예상된다. 5G 이동통신 서비스를 위해서는 100MHz 이상의 광대역 대역폭을 분배하여야 한다.

또한 IoT 디바이스 확대, 소출력 무선기기 사용 증가에 따라 ISM²⁰⁾대역 등 비면허 주파수 대역의 운용이 앞으로 더욱 중요해질 것으로 보인다. AR/VR 산업, IoT 서비스는 대부분 비면허 대역을 사용하며 향후 비면허 대역 전체의 약 90%를 IoT 서비스가 활용하게 될 것으로 추정된다. 소출력 전자 산업은 중소기업에 적합한 아이템으로 일자리 창출이 가능하다. 비면허·소출력 산업이 전체 전자 산업 일자리의 80%를 차지하고 있다.

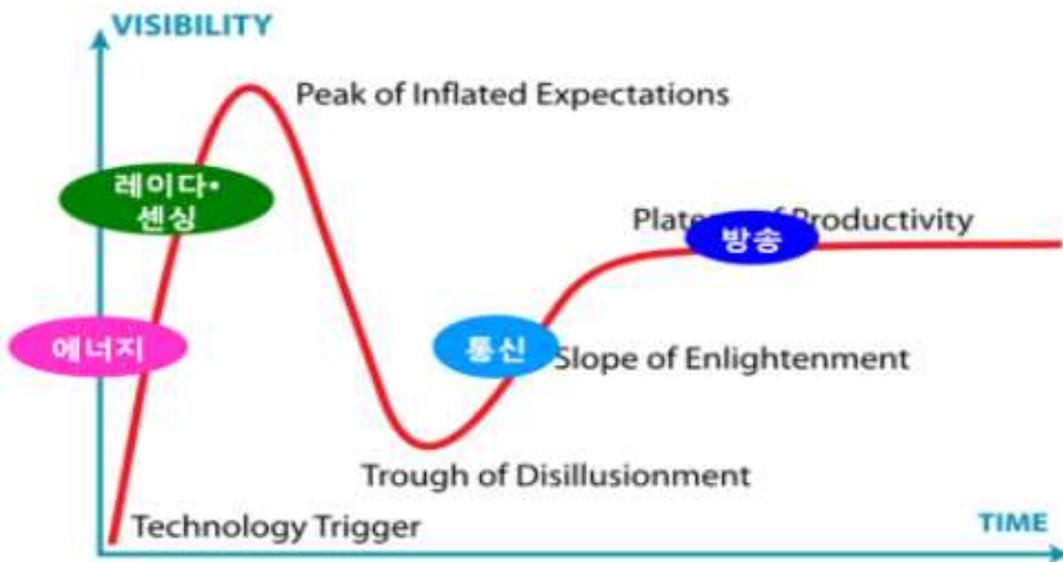
세 번째는 HW의 지능화를 꼽을 수 있다. 디바이스는 네트워크 연결에 의해 각각의 성능을 뛰어넘어 더욱 고성능의 소프트웨어를 구현할 수 있다. 현재

20) ISM(Industrial Scientific and Medical band): 산업, 과학, 의료용 기기에서 사용 가능한 주파수 대역. 허가가 불필요한 소출력 무선기기들이 많이 사용되고 있음

전파 산업은 소비자의 다양한 수요 충족을 위해 단독의 하드웨어 기기 산업에서 소프트웨어 플랫폼 위주로 변화하고 있다. 즉, 제품의 지능화에 따라 HW보다 SW의 중요도가 더 커지고 있으며, 특히 전파활용센서 분야에서 성능 극대화를 위해 지능화(AI/기계학습)를 적용하고 있다.

마지막으로 사회 문제 해결을 위한 응용 분야가 확대되고 있다. 주파수를 활용한 비침습적 치료, 지방분해 수술 등 ICT 기반의 의료 시장은 ‘20년까지 270조 원으로 확대될 전망이다. 전파 의료의 활용분야는 300MHz~2GHz 고주파를 이용한 각종 진단기, 종양 치료기 및 마이크로파를 활용한 열치료기, 초음파 치료기 등의 등장이 예상된다. 또한 고령화, 대형 재난, 환경 오염 등 다양한 사회적 문제에 대응하기 위한 공공안전망 구축, 원격의료 서비스, 환경 오염 감시 등 사회안전망 구축에 전파가 적극적으로 활용될 전망이다.

[그림 3-1] 전파 응용분야 Hype Curve



자료: 4차 산업혁명 전파진흥 R&D 방향, 정보통신기술진흥센터

2. 4차 산업혁명과 5G 네트워크

4차 산업혁명은 범용기술로서의 ICT가 그 핵심으로, 최근 주목받고 있는 서비스는 IoT, 클라우드, 빅데이터, 모바일과 인공지능 등 지능정보기술로 그 진화방향 및 상호작용에 의해 4차 산업혁명이 전개될 것으로 전망되고 있다. 이처럼 4차 산업혁명은 최근 ICT 시장에서 주요 이슈로 대두되며 커다란 변화를 일으키고 있다.

이러한 변화에 대응하기 위해 최근 주목받고 있는 신규사업자용 주파수할당이 예상되는 서비스별 동향 및 전망을 살펴보면 다음과 같다. 일단 네트워크 기술고도화와 더불어 M2M(Machine to Machine), IoT (internet of things) 등 신규서비스가 도입되는 추세로 관련하여 많은 논의도 동시에 진행되고 있는 상황이다. 즉, 콘텐츠와 플랫폼 영역에서 창의적인 융합·신규 서비스들이 지속적으로 등장하게 됨에 따라 IoT 등의 신규서비스 시장이 성장 중인데, 기존의 사물통신(M2M) 개념이 인터넷 기반으로 확장되어 사물은 물론 사람과 사물, 현실과 가상세계의 모든 정보와 상호작용하는 개념으로 확대되고 있는 것이다.

이러한 신규 무선 네트워크를 통해, IoT 서비스(스마트 홈·시티·공장 등) 확산 뿐 아니라, 실감형 콘텐츠(VR·AR·홀로그램 등)의 등장과 이를 활용한 초고속·초연결 사회로의 진화도 언급되고 있는 상황이다. 이를 통해 수백만 이상의 IoT기기 연결을 위한 다중접속, 수십 Gbps급 전송 무선랜(現 수 Gbps급) 및 무선백홀(現 500 Mbps급) 등의 이용이 실현될 것으로 전망되고 있다.

더불어 최근의 주목받고 있는 것으로 무인이동체를 빼 놓을 수 없다. 자율주행자동차, 무인항공기, AI로봇 등 네트워크 기반 지능화(인지, 판단, 제어 등)된 무인이동체가 출현, 확산될 전망이다. 이처럼 초광대역 및 초고대역의 5G가 기본이 되어 초연결사회를 기반으로 하는 미래 산업의 다양한 새로운 가치를 창출할 것으로 예상된다. 이러한 상황에서, 특히, 신규 무선네트워크, 무인이동체, 무선충전 등 성격 및 분야별로 분류하여 주파수 정책 및 기타 필요 조치 마련이 필요하다.

향 후 5G 환경에서 데이터 전송은 이동통신의 핵심 요소일 뿐만 아니라 4G보다 10배 빠른 전송 속도를 보장해야 한다. ITU-R WP 5D가 제시한 5G 이동

통신 기술의 8대 핵심 성능 요소(Key Performance Capabilities Index, KPI)에 따르면 5G 이동통신은 지속적으로 최소 100Mbps 이상, 최대 1Gbps 수준의 전송 속도를 보장해야 한다. 시스템 용량 측면에서는 단위 면적당 10Mbps/m²의 용량을 제공해야 하고, 4G와 대비해 최소 3배 이상의 주파수 효율성을 확보해야 한다.

<표 3-1> 4G와 5G 이동통신 핵심성능 비교

파라미터	목표 값(value for IMT-2020)	
	4G(IMT-Advanced)	5G(IMT-2020)
최대 전송률	1 Gbps	10-20 Gbps
체감 전송률	10 Mbps	100 Mbps-1 Gbps
이동성	350 km/h	500 km/h
전송 지연	10 ms	1ms
최대 연결수	105 개/km ²	10 ⁶ 개/km ²
단위면적당 전송용량	0.1 Mbps/m ²	10 Mbps/m ²

자료: 5G New Wave Towards Future Societies In The 2020S, 5G Forum, Mar. 2015.

또한 5G 환경에서는 가상현실, 초고용량 영상 스트리밍 등의 서비스가 보편화되면서 트래픽이 폭발적으로 증가할 것으로 예측되기 때문에 스몰셀 등을 활용한 핫스팟 중심의 주파수 이용이 이루어질 것으로 전망된다. 특히, 5G 이동통신은 초고주파 대역을 활용할 것으로 예측되기 때문에 5G 이동통신 환경에서는 스몰셀 구성을 위한 이종간 네트워크 기술 적용이 보다 활발하게 발생할 것으로 보인다.

향후 신규 주파수 이용 서비스들을 기반으로 다양한 기기나 사물들이 네트워크에 연결되어 추가적인 가치를 창출할 것으로 전망되고 있는 상황이다. 이러한 분야별 원활한 시장 전개를 위한 적절한 주파수 관리 및 조치가 필요하다. 이를 위해서는 관련 서비스들의 특징별로 분류되어 분야별로 적절한 조치

가 제공될 필요가 있다. 이동통신을 살펴보면 다음과 같다. 5G는 차세대 이동통신기술로서 2020년 경 상용화될 것으로 전망되고 있으며, 최대 전송속도 20Gbps의 빠른 속도 외에도 다양한 연결을 통한 소통이 가능하여 다수의 신산업을 창출할 전망이다.

과거 2G부터 3G까지의 이동통신은 음성 위주의 서비스 및 데이터 서비스의 시작점을 제공하였던 반면에, 4G 이동통신에서는 본격적인 데이터 중심 이동통신 서비스로의 큰 변화가 발생하였고, 5G에서는 기존 4G 이동통신을 더욱 고속화하는 ①향상된 무선 통신 외에 ②사물 통신, ③고신뢰성 저지연 통신이 가능하다.

이를 바탕으로 미래는 5G 기반 초연결시대의 도래로 모든 것이 연결되고 이를 바탕으로, 이동통신의 다양한 생활 속으로의 이용심화는 물론이고 새로운 가치 창출이 가능하다. 이러한 초연결 시대는 인터넷을 중심으로 모든 것이 연결되어 그 연결을 기반으로 모든 것이 “재정의(redefining)” 되어 새로운 가치와 서비스 창출이 가능하다. 즉, 진화된 초고속 무선서비스 외에도 새로운 서비스인 사물인터넷, 실시간 저지연 통신 등의 제공이 가능하여 유력한 미래성장동력 후보 중 하나로 볼 수 있다.

<표 3-2> 사용자 관점에서의 5G 서비스 분류

서비스 분류	서비스 종류
지능형 5G서비스 (Intelligent) - 나를 알아주는 서비스인가?	· 사용자 중심 컴퓨팅 서비스 · 밀집 공간 서비스
몰입형 5G서비스 (Immersive) - 내가 느낄 수 있는 서비스인가?	· 가상현실/증강현실 서비스 · 대용량 콘텐츠 스트리밍 · 텔레프리전스 서비스
포괄형 5G서비스 (Omnipresent) - 언제 어디서든 이용 가능한 서비스인가?	· 사물인터넷 기반 서비스 (스마트 홈/빌딩/도시)
자율형 5G서비스 (Autonomous)	· 로봇 기반 서비스

- 나를 도와주는 서비스인가?	· 스마트 교통 서비스 · 드론 기반 서비스
공공형 5G서비스 (Public) - 나의 안전을 위한 서비스인가?	· 개인보안/공공안전 · 재난재해 감시 · 응급서비스

자료: 5G New Wave Towards Future Societies In The 2020S, 5G Forum, Mar. 2015

관련하여 5G 서비스 분류는 여러 기관에 의해 수행 되고 있는데, 5G Forum 에서 제시한 5G 서비스 분류는 Immersive(몰입형 5G 서비스), Intelligent(지능형 5G서비스), Omnipresent(편재형 5G서비스), Autonomous(자율형 5G 서비스), Public(공공형 5G 서비스) Mobile Services의 5개로 구분하고 있다.

3. 4차 산업혁명 관련 주요 전파 산업

과학기술정보통신부는 4차 산업혁명의 13대 성장동력을 4가지로 구분하였다. 전파를 이용한 5G 이동통신과 사물인터넷은 지능형 인프라에 속하며, 정부는 이러한 ICT 인프라 구축에 역점을 두고 공공 데이터 개방, 5G 기술 개발 및 표준화, 주파수 확보를 지원할 계획이다. 자율주행 및 드론 산업은 막대한 시장 규모를 가진 전파의 응용 분야로서 현재 큰 기술적 관심을 모으고 있으며, 맞춤형 헬스케어, 스마트 시티 등 생활 분야에도 전파의 활용 가능성이 높다.

특히 5G 기술과 관련하여, 우리나라는 '18년 세계 최초로 5G 시범망을 선보이며 ITU 국제회의에서 28GHz 대역의 5G 사용 합의를 주도적으로 이끌어내는 등 5G 서비스 시장 선점을 위해 많은 노력을 기울이고 있다. '16년 12월, 과기정통부 발표 자료에 따르면 정부는 초고속 전송속도를 바탕으로 한 기존의 조기 상용화 방침에서 5G 기술을 토대로 한 융합 생태계를 조성 및 응용 기술 선도로 발전 전략을 전환하였다. 이에 따라 국내 이동통신사는 발달된 인프라를 바탕으로 '20년부터 상용화를 추진할 계획으로 현재 콘텐츠 개발 및 플랫폼 구축에 노력을 기울이고 있다.

<표 3-3> 4차 산업혁명 시대의 주요 과제

지능형 인프라	빅데이터	차세대통신	인공지능	
	빅데이터 개방·활용	5G, IoT 상용화	AI 핵심기술 개발	
스마트 이동체	자율주행차		드론(무인기)	
	레벨3 자율주행		공공용·산업용 무인기 보급	
융합 서비스	맞춤형 헬스케어	스마트시티	가상증강현실	지능형로봇
	개인맞춤 정밀의료	도시문제 저감	개변산업과 VR·AR 융합	의료·안전용 서비스로봇
산업기반	지능형반도체	첨단소재	혁신전략	신재생에너지
	SiC 반도체 개발	항공부품, 자동차 경쟁력 강화	후보 물질 100개 개발	재생에너지 발전비중 확대 ('20년 10.5% → '30년 20%)

자료: 혁신성장과 4차 산업혁명을 이끄는 13대 성장동력, 과학기술정보통신부

<표 3-4> 국내 이동통신사 5G 기반 서비스 개발 동향

구분	규제 개선 계획
SK 텔레콤	- 5G 서비스 브랜드를 '퀀텀' 으로 하고 홀로그램, 가상현실(VR) 등 다양한 5G 융합 콘텐츠 개발 중
KT	- 평창올림픽 5G 시범망 공개를 통해 게임, VR 등 다양한 콘텐츠를 최초로 선보일 계획 - 향후 자율주행 등 스마트 교통서비스 개발 계획
LG 유플러스	- UHD기술을 통한 실감형 미디어, VR 등 5G 기반 콘텐츠 1~2년 내 상용화 계획 - 5G 스마트 드론 등 지속적으로 응용서비스를 선보여 5G 시장 선도이미지를 구축할 계획

자료: 2014 전파진흥 기본계획, 미래창조과학부

사물인터넷 기술은 센서, 네트워크, 데이터 플랫폼, 단말기 기술로 구분된다. 센서 기술은 데이터를 수집, 처리하는 기술로써 현실과 가상을 연결하는 중요한 역할을 수행한다. 네트워크 기술은 수집된 데이터를 송·수신하는 기술이며 플랫폼 기술은 데이터 전송 시의 디바이스 관리 및 제어 기술이다. 단말기 기술은 휴대폰, 냉장고, 태블릿 PC 등 다양한 전자기기 제조기술로, 사물인터넷 시장 초기에는 디바이스 비중이 높으나 향후 매출의 대부분이 플랫폼 및 서비스 부문에서 발생할 것으로 전망된다.

사물인터넷 세계 시장은 본격적인 성장기에 접어들었으며 '22년, 1조 달러 이상의 시장이 형성될 것으로 나타난다. 현재 사물인터넷 시장의 주요 동력 분야는 스마트홈, 스마트 시티, 커넥티드 카로 규모가 지속적으로 확대되고 있다. 향후 사물인터넷은 개인보다 기업 간 거래에서 큰 경제적 파급효과를 유발할 것이며, 시장 구조 변화 및 새로운 사업모델이 등장할 것으로 예상된다. 최근 사물인터넷 시장의 주도권 확보를 위한 특허 출원 및 표준화 경쟁이 심화되고 있으며 미국이 주도적인 역할을 하고 있으나 중국의 특허 출원이 급증하고 있다. 해외 주요국은 사물인터넷 시장의 주도권 확보를 위해 각종 지원 정책을 추진하고 있다.

<표 3-5> 주요 해외국의 사물인터넷 산업 발전 정책 추진 동향

구분	규제 개선 계획
미국	<ul style="list-style-type: none"> - 대규모 R&D 투자를 통해 대부분의 분야에서 세계 최고 수준의 기술을 보유, 원천기술을 선점하기 위한 R&D 투자가 지속되고 있음 - 센서 분야가 가장 빠른 성장을 보이고 있음 - '15년, 사물인터넷 분야에 88억 달러를 투자하였으며, '11년부터 5년간 약 350억 달러 투자(Govini, '16)
일본	<ul style="list-style-type: none"> - 사물인터넷, 빅데이터, 인공지능 등 새로운 비즈니스 창출을 위한 투자지원 및 인프라 구축을 위한 총체적 지원 정책 시행 - IoT 데이터 거래 활성화를 위한 'IoT 데이터 유통시장' 구상을 발표('16.10)

중국	<ul style="list-style-type: none"> - 사물인터넷을 국가 주요기술부문으로 규정, IoT 산업 활성화 정책 추진 - 정부의 전폭적인 지원 하에 중국의 IoT 시장 규모는 ' 12년, 3,650억 위안을 기록하였고 ' 20년에는 1조 위안을 돌파할 것으로 예상
----	--

자료: 사물인터넷 산업의 국가 경쟁력 요인 분석, 정보통신기술진흥센터

자율주행과 무인항공기(드론)의 경우 직접적으로 전파 산업에 포함되지는 않으나 센싱·에너지 등 전파의 응용 분야가 확대되는 산업으로, 향후 전파 분야의 성장동력이 될 수 있다. 무인자동차와 커넥티드 카²¹⁾는 향후 스마트폰 이후의 모바일 인터넷 시장을 주도해 나갈 것으로 전망되며, 상용화에 따라 자동차 시장이 제조업 중심에서 서비스와 콘텐츠 중심으로 재편될 것이다. '16년 PwC 컨설팅에 따르면 '22년까지 커넥티드 카(Connected Car) 관련 수익은 약 1,560억 달러에 달하며 연간 22.4%의 성장을 달성할 것으로 예상된다.

이와 관련하여 전파를 기반으로 파생되거나 전파 분야와 융합되는 산업은 크게 증가하고 있으나, 산업 통계에 의한 전파 산업의 규모는 성장세가 감소하는 것으로 나타나고 있어 전파 산업의 재정의(Redefining)가 필요하다. 협의·광의의 개념에서 전파를 재정의하고 이에 따라 전파 산업의 범위, 산업 비중을 다시 계산할 필요가 있다.

재난통신안전망 구축도 향후 전파분야의 중요한 과제로 고려되고 있다. 현재 재난 상황이 발생할 경우, 기존의 재난 통신망은 각각의 기관별로 다른 무선방식, 주파수 대역을 사용하는 별도의 통신망을 이용하고 있다. 이는 다른 주파수 대역(UHF, VHF), 테트라, P25, iDEN 등 상이한 무선방식을 사용하고 있어 기관 간 직접적인 무선통신이 불가능한 문제점이 발생한다. 대구 지하철 방화 사건 당시 소속이 다른 구조대가 서로 다른 방식의 무전기를 사용하여 의사소통 및 구조작업이 원활히 이루어지지 않았다는 문제가 사회적 이슈로 제기되기도 하였다.

21) Connected Car: 상시 네트워크에 연결되어 양방향 통신이 가능한 자동차

이에 따라 정부는 약 2조원을 투입하여 ‘20년까지 LTE 방식의 재난안전통신망(PS-LTE)²²⁾을 구축할 계획이며 '17~'24년 중장기 발전 방향을 제시하여 평창올림픽 시범사업 이후 본격적으로 사업을 실시할 계획이다.

[그림 3-3] 재난통신안전망 주요 요구기능



자료: 국민안전처 보도자료

에너지 분야에서는 전파를 이용한 무선전력전송(Wireless Power Transfer) 기술 개발이 필요하다. 무선전력전송이란 유선 연결 없이 전력을 전송할 수 있는 기술을 뜻하며 스마트폰 무선 충전에 활용되는 자기유도(Magnetic Induction) 방식, 전기차, 고속 철도 등에 활용되는 자기공진(Magnetic Resonance) 방식으로 구분할 수 있다. 무선 전송 방식은 전송 효율은 유선과 비교하여 약 40~70%로 조금 떨어지지만 코드 혼잡이 없고 충전이 매우 편리한 점 때문에 향후 웨어러블 기기, 전기자동차 등 미래 산업의 성장 발판이 될 것으로 전망된다.

22) PS-LTE(Public Safety-LTE): 전국 규모의 광대역 공공 안전 통신망을 구축하는 LTE 기술

제2절 전파 관련 신산업 동향 분석

1. 사물인터넷(IoT) 산업동향 및 전망

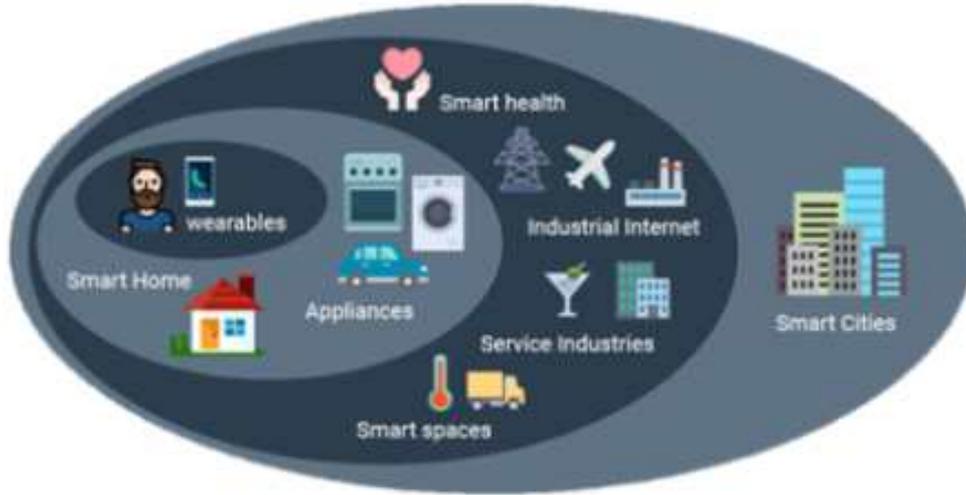
가. 개요

사물인터넷(IoT: Internet of Things)은 인간과 사물, 데이터 등 세 개의 주요 구성 요소로 구분되며 사람은 IoT를 사용하는 주체를 의미하고, 사물(Thing)은 주변 환경을 감지하는 기능을 포함하고 있는 장치를 의미하며, 데이터(Data)는 통신 프로토콜과 같은 무형의 자원을 의미한다. 1999년 케빈 에시턴(MIT, Auto-ID Center)이 향후 전자태그(RFID)와 기타 센서를 일상생활에 사용하는 사물에 탑재한 사물인터넷이 구축될 것이라고 전망하면서 처음 사용되었고 2005년 ITU에서 발간한 보고서를 통해 알려지면서 Cisco, Gartner 등 시장조사기관에서 IoT를 ICT분야의 유망기술로 제시하면서 4차 산업혁명 시대의 주요기술로 각광받게 되었다.

사물과 사물, 인간과 사물 간의 연결은 Machine-to-Machine의 개념을 인터넷으로 확장하여 가상세계와 현실의 모든 정보와 상호 작용할 수 있도록 발전하고 있으며 현재 사용되는 통신 및 네트워크 기술은 인적개입 하에 사람과 사물, 사람과 데이터 간 통신채널이 형성되지만 사물인터넷을 통하면 사물과 데이터 간 연결뿐만 아니라 더 나아가 M2M(Machine to Machine) 서비스 간 연결이 가능함을 의미한다.

IoT의 개념은 정의에 따라 기존에 존재하던 규제 및 법률의 적용이 상이하기 때문에 다양한 국제 표준화 기구와 연구기관에서 서로 다르게 정의되고 있으나 일반적으로 ITU의 개념을 차용하고 있다. ITU는 IoT를 기기 및 사물에 통신 모듈을 탑재하여 유무선 네트워크로 연결함으로써 사람과 사람, 사물과 사물 간에 정보교환 및 상호 소통할 수 있는 지능형 인프라로 정의하고 있으며 다양한 ICT 기반 기술의 발달로 소형화, 스마트화 되면서 IoT시대가 가속화되고 있다.

[그림 3-4] IoT 주요 서비스



자료 : MobilUnity, Top20 IoT Platform in 2018, 2018

전 세계 IoT 시장은 세계 각국의 IoT 활성화 정책 수립 및 수행, 주요 기업의 적극적인 참여로 인해 급격히 성장하고 있으며 '15년부터 '20년까지는 연평균 약 15.6%의 성장을 이어가면서 2020년 1조 2900억 달러 규모에 달할 것으로 전망되고 있다.

IoT 시장 생태계 전반을 주도하는 기업은 칩 및 센서 업체, 모듈 생산 업체, 단말 제조업체, 솔루션기업체, 네트워크 제공 기업체, 서비스 기업체 등으로 분류할 수 있으며, 다른 산업체에 비해 참여 대상 업체가 많고 분야도 다양해지며 시장에 미치는 영향도 증가하고 있다.

IoT 시장 생태계를 형성하는 가장 활발한 서비스 분야는 가전 분야로 전체 시장의 약 35% 로 예상되며, 그 다음으로 빌딩, 유틸리티, 자동차, 헬스케어 등의 순으로 시장을 점유할 것으로 예측되고 있다. 이 외에도 보험과 컨슈머, 헬스케어, 리테일 부문 지출에서도 아주 빠르게 증가 하는 IoT 관련 세부 산업 분야가 될 것으로 예측되고 있다.

[그림 3-5] IoT 시장전망



자료: 스마트홈 넘어 물류-자동차까지... 'IoT 생태계' 무궁무진, 동아닷컴, 2017.03.20.

사물인터넷은 크게 개인 IoT, 산업 IoT 그리고 공공IoT로 구분되며, 사물인터넷을 대표 서비스 분야 관점에서 살펴보면 위치추적, 자동차, 원격관리제어, 물류/유통/금융, 보안/공공안전, 의료, 자산관리, 가전, 원격유지보수, 환경감시, 기상청 그리고 보호관찰소를 들 수 있다.

사물인터넷 산업에서의 분야별 부가가치 창출 비중을 살펴보면 제조와 헬스케어 분야가 15%로 가장 높은 수준을 보이고 있으며, 보험과 금융이 11%로 그 다음을 차지했고, 유통부분이 8%, 운송과 공공분야가 각 7%를 차지하고 있다. 이와 같이 IoT산업은 활용, 서비스, 가치창출 등 범주별 관점에 따라 분류되고 있다.

<표 3-6> 사물인터넷을 활용한 분야별 응용사례

구분	분야	사례	서비스 내용 및 기대효과
개인 IoT	자동차	커넥티드 카 (구글, 테슬라)	자동차에 네트워크 연결기능을 탑재하여, 인포테인먼트 등 고도의 편의 제공

	헬스케어	스마트밴드 (JAWBONE)	운동량 등 신체정보 제공을 통해 개인건강 증진 도모
	생활가전	스마트가전 (LG전자 홈챗)	ICT 기반의 주거환경 통합제어로 생활편의 제고
	물류	프라임에어 (Amazon)	무인비행기를 이용한 택배서비스로 소비자의 이용 편리성 제고 및 원격제어 등을 통한 관리효율 향상
산업 IoT	농업	스마트팜 (SK텔레콤)	시설물 모니터링, 농지, 작물의 생육과정 관찰을 통해 작업효율 개선
	공장	스마트공장 (GE, 지멘스)	생산가공유통공정에 ICT 기술 접목으로 생산성 향상 도모
공공 IoT	보안관제	원격관제, 전자발찌	CCTV, 노약자 위치정보 등의 정보제공으로 사전적 사고 예방
	환경	스마트크린 (LG U+	대기 질, 쓰레기양의 정보제공으로 환경오염 최소화 유도
	에너지	스마트미터 (누리텔레콤)	에너지 사용량의 원격 검침, 실시간 과금으로 관리 효율성 증대

자료 : KDB산업은행, 사물인터넷의 국내외 주요 적용사례 분석과 시사점, 2014

IoT 시장을 구성하는 생태계는 크게 칩셋, 모듈·단말, 플랫폼·솔루션, 네트워크·통신 서비스의 4가지 분야로 구성해 볼 수 있다. 칩셋은 퀄컴, 텍사스인스트루먼트, 인피니온 등 소수의 기업이 과점하고 있는 시장이다.

최근, 삼성전자와 하이닉스 등 국내 반도체 제조 전문기업들도 칩셋분야에 진입하고 있으나 시장점유율은 미미한 수준이다. 모듈 개발의 경우 미국 및 유럽계 기업들이 주도하고 있으며 화웨이가 NB-IoT를 계기로 시장 영향력을 확대하고 있으나 최근, 미·중 무역전쟁으로 인해 기술개발에 어려움을 겪어 규모의 경제를 자랑하던 화웨이의 영향력이 감소할 것으로 예상되고 있다.

플랫폼·솔루션 분야는 칩셋에 비해 상대적으로 다수의 기업들이 진입하여 경쟁하고 있으나 최근 퀄컴, 인텔, IBM, 마이크로소프트 등 다국적 IT기업과 통신사들이 다양한 분야에 적용 가능한 IoT솔루션을 제공하고 있다.

LTE기반 IoT서비스 현황을 살펴보면 미국은 Cat-M1 기술을 적용한 IoT서비스를 진행하고 있으며, 대부분의 국가들에서 NB-IoT 기술을 적용하여 상용 서비스를 개시할 계획이다.

<표 3-7> 3GPP 표준 기반 IoT 상용 서비스 사업자

국가	사업자	채택 기술
미국	AT&T, Verizon	Cat-M1
아랍에미리트	Etisalat	Cat-M1/NB-IoT
스페인	Vodafone	NB-IoT
네덜란드	Vodafone	NB-IoT
남아프리카 공화국	Vodacom	NB-IoT
독일	Deutsche Telekom	NB-IoT
중국	China Unicom	NB-IoT
한국	KT, LGU+	NB-IoT

자료 : GSA, 2017

<표 3-8> 3GPP 표준 기반 IoT 상용 서비스 계획 사업자

국가	사업자	채택 기술	상세 계획
벨기에	Orange	NB-IoT	'17년 말 망 구축 계획
캐나다	Bell	Cat-M1	'18년 출시 계획
일본	KDDI	NB-IoT or Cat-M1	'17/18년 망 구축 계획
멕시코	AT&T	Cat-M1	'17년 말 출시 계획
싱가포르	M1	NB-IoT	'17년 출시 계획
싱가포르	Singtel	NB-IoT	'17.3Q 중 customer trial 계획

스페인	Orange	NB-IoT	'17년 말 망 구축 계획
스위스	Swisscom	NB-IoT/Cat-M1	'18년 출시 계획
태국	Chunghwa	NB-IoT	Eriocsson과 협력해 망 구축 예정
태국	Far EasTone	NB-IoT	'17.3Q 중 망 구축 계획
영국	EE	NB-IoT	'17년 여름 출시 계획
미국	DISH	NB-IoT	NB-IoT망에 600MHz 대역 활용 계획
미국	Sprint	Cat-M1	'18년 중반 중 Cat-M1 구축 계획

자료: GSA, 2017

활용 대역은 1GHz 이하 대역(700/800/900MHz)을 지원하는 모듈들이 먼저 개발되었으며, 일부 모듈의 경우 상위 대역인 1880-1900MHz 대역 지원이 가능하다. China Mobile 및 Vodafone Turkey는 NB-IoT 네트워크에 900MHz 대역(Band 8)을 활용 중이다.

나. IoT 산업동향

1) 제조업 분야

제조업은 산업 파급효과가 높으며 최종재화의 수요가 증가하는 만큼 연계 산업과 서비스의 생산유발효과가 크다. 또한 제조업은 고용창출에서도 우수한 일자리를 창출하며 타 산업의 고용창출도 유발하기에 가치사슬 상의 연계와 파급효과를 높일 수 있는 제조업 분야에 IoT를 적용하는 것은 저성장 체제를 벗어날 수 있는 수단이 될 수 있다.

제조업과 IoT의 융합은 제품공정 효율화를 통해 인구감소, 고령화, 생산현장 기피 등으로 인한 제조업 생산력 저하문제를 해결하고 생산력을 높여 부가가치를 높일 수 있다. 이와 같은 제조업과 IoT의 융합의 추세를 주도하는 해외 기업들로는 웨스트유니티스, 스퀘어넷, 아마존 등이 있으며, 국내기업으로는 CJ가 대표적이다. 웨스트유니티스(westunitis)가 개발한 안경용 웨어러블 디바이

스인 인포링커는 안경에 장착된 디스플레이에 업무일정과 가이드라인을 산업현장을 투영하면서 볼 수 있게 지원하고 있으며 산업현장의 문제해결과 실습교육이 가능할 수 있게 외부전문가와의 실시간 화면 공유서비스를 지원하고 있다.

[그림 3-7] 웨스트유니티스의 인포링커 활용 예시



자료 : westunitis.com

스퀘어넷(squarenet)의 스마트 공장 품질관리 시스템은 품질에 영향을 미치는 공정을 사전에 선정하고 부분적으로 IoT를 도입하여 중소기업들도 접근 가능한 수준의 설계비용을 낮춰 IoT 도입을 유도하고 있다.

아마존(amazon)은 무인드론을 이용하여 반경 16Km 내 거주자에게 2.3Kg 미만의 상품구매시 30분 안에 배송 가능한 서비스를 추진 중이며 소비자가 음성으로 온라인 주문을 할 수 있게 하는 AI스피커와 연동하여 주문에서 배송까지 전자동으로 지원하는 서비스를 추진 중이다.

국내 기업으로는 2013년 CJ대한통운에서 차량 운행정보와 적재함의 온·습도뿐만 아니라 연료소모량까지 하나의 기기를 통해 관리할 수 있는 통합단말기 ‘에코가디언(Eco-Guardian)’을 개발하여 물류유통에 활용하고 있다.

2) 헬스케어 분야

세계 인구 중 65세 이상 비중은 2015년 8.2%에서 2060년 17.6%로 증가할 것으로 예측되고 있으며, 국내의 경우 2015년 13.1%에서 2060년 40.1%로 증가폭이 급격하게 상승하여 초고령화 시대에 진입할 것으로 예측되고 있다. WHO에 따르면 고령화 될수록 신체기능 저하로 인해 만성질환의 증가와 함께 치매와 우울증과 같은 정신건강 문제도 늘어나기 때문에 사전예방 차원으로 IoT와 헬스케어 기술이 융합되고 있다.

미국의 경우 만성질환으로 인한 의료비 지출이 75%를 차지하고 있어 개인 맞춤형 건강관리를 위해 헬스케어 서비스에 IoT기술 도입이 증가하고 있으며, 국내에서도 IoT기술을 접목한 헬스케어 서비스가 소개되고 있다. IoT기술을 접목한 대표적인 헬스케어 기업으로 미국의 프로세우스 디지털 헬스, 핏비트 등이 있으며 국내에서는 서울아산병원에서 활발한 서비스 개발을 진행하고 있다.

프로세우스 디지털 헬스에서 개발한 헬리우스(Helius)는 환자들의 약물복용 기록을 확인하기 위해 개발된 시스템으로 특정 알약을 섭취하면 알약이 녹으면서 전기를 발생시키고 이를 위장 근처에 부착된 패치형 센서가 감지해주는 방식으로 이뤄져있다. 핏비트는 웨어러블 기기 전문기업으로 헬스케어 전문 스타트업 카디오그램(CardioGram)과 협업을 통해GPS를 통한 이동패턴, 심박동, 소모칼로리, 활동시간 등 다양한 운동기록을 수치화하여 보여주는 건강관리 시스템을 제공하는 어플리케이션을 제공하고 있다.

국내의 경우 서울아산병원이 대표적으로 약 400만명 환자의 6억7,700만 건의 처방력과 2억6,800만 건의 진료 기록 등을 분석하여 중증질환을 예측하는 플랫폼 눔워크(Noom Walk)를 개발 중이다.

3) 스마트시티

도시는 대중적인 삶의 거주지역으로 2014년을 기준으로 전 세계 인구의 54%가 살고 있으며 이 수는 점점 늘어 2050년에는 전 세계 인구의 66%가 도시에 살 것으로 전망된다. 이에 도시는 인구가 천만 이상인 메가 시티(Mega

City)의 수도 꾸준히 늘어나 대도시의 문제 들은 앞으로 더 심각해질것으로 전망되고 있으나 전세계적으로 인구증가에 따른 거주, 인프라, 교통, 에너지 등의 문제가 심화될 것으로 예상된다. 이를 해결하기 위하여 많은 국가와 지자체에서 IoT를 활용하는 방안을 모색하고 있으며 국가적으로 스마트 시티 프로젝트를 통해 ICT 기술 등을 사용해 지속적인 경제 발전과 시민의 삶의 질 향상을 지향하는 도시건설에 많은 투자가 이루어지고 있다.

미국은 1600억 원 규모의 스마트 시티 연구 개발 계획에 따라 교통혼잡 해소, 범죄예방, 경제성장 촉진, 기후변화 대응, 공공서비스 등의 분야에 적극적인 투자를 하고 있다. 연방 정부 차원에서 기술 투자를 통해 센서 네트워크, 통신망 인프라에 대한 보안 및 지능형 수송 시스템 개발을 지원하고 있으며 지역 수요에 맞게 매칭하고 지역 사회가 솔루션을 개발 하는 것을 지원하는 방식으로 스마트 시티 개발을 추진하고 있다.

네덜란드 암스테르담은 2004년 I amsterdam 이란 브랜드 아래 스마트 시티 사업을 추진해왔으며, 5가지 테마(생활, 근로, 교통, 공공, 데이터 개방)를 중심으로 다양한 프로젝트를 진행하고 있으며, 특히 스마트 미터를 통해 효율적인 에너지 사용과 스마트 그리드 연결을 통해 산업용 에너지 사용을 최적화하는 성과를 냈다.

우리나라는 2003년부터 U-시티(Ubiquitous City)라는 이름으로 시작하여 다른 나라보다 먼저 스마트 시티 사업에 진출하였으나 성과를 내고 있지는 못하다 최근 송도와 세종시 등을 중심으로 본격적인 사업추진을 진행하고 있으며, 50여개의 중소도시에서도 스마트시티 개발을 추진 중이다.

4) 홈 분야

IoT 산업에서 가장 빠르게 성장하고 있는 분야는 스마트 홈 분야로서 삶의 질 향상을 목표로 주거 공간 내부에 존재하는 다양한 일상 용품과 전자 기기 등에 사물 인터넷 기술을 적용하고 있다. 스마트 홈은 개인 활동과 관련된 대부분의 영역에 걸쳐있는 다양하고 방대한 세부 산업분야를 포함하여 내부 네트워크(internal network), 지능적 제어(intelligent control)와 가정 자동화(home

automation)를 모두 포함하는 개념으로써 다양한 구성 요소들 간의 유기적 상호작용으로 기능하며 다양한 서비스들이 얽혀 있는 일종의 생태계와 같은 구조를 가지고 있다.

스마트 홈 서비스는 유무선 네트워크, 스마트 디바이스, 사물인터넷 통신 표준, 운용 플랫폼, 컨트롤 디바이스, 및 콘텐츠로 구성되어 있다. 스마트 홈 시장의 서비스는 크게 보안과 제어, 허브 시장 세 가지로 구분되며, 스마트 홈 분야의 대표적 기업으로 Nest Labs이 있다.

Nest Labs의 대표적인 서비스 네스트 캠은 무선인터넷을 통해 스마트폰 등을 연결하여 원격 모니터링이 가능하고 내장된 마이크를 통해 양방향으로 소리까지 전달 가능한 가정용 CCTV로서 플러그 앤 플레이 방식을 지원하여 누구나 간편하게 설치가 가능하다.

네스트의 주요 기능은 사용자가 지정한 물건의 움직임을 감지하여 사용자에게 알리는 기능과 거주자의 행동 패턴을 학습하여 지정 시간, 요일 등에 따라 온도를 조절하여 에너지를 절감하는 기능을 제공하며, 영상 저장기간에 따라 과금하는 방식의 수익모델을 갖고 있다.

다. IoT 접속기술

기술 요구사항을 먼저 살펴보면, ITU-R 5G Vision은 Masive Conectivity를 1km²당 10만 개 가량의 사물 디바이스를 수용하는 능력으로 정의된다. IDC에 의하면 2020년경 전 세계적으로 약 50억 개의 디바이스가 네트워크에 연결되는 등 사물 디바이스의 폭발적 증가를 예상하고 있다. 이에 현재와는 다른 미래 전망되는 수치인 약 50억 개의 사물 디바이스 수용이 기술적으로 가능해져야 한다. 또한, 네트워크에 연결되는 디바이스 수의 증가뿐 아니라, 초저가 디바이스(예: 5~10달러 미만), 초저전력(예: 10년 정도 배터리 수명 유지), 커버리지 향상(예: 기존 대비 20dB coverage gain) 등도 풀어가야 할 이슈이다. 이러한 기술 요구사항은 5G의 LTE-Evolution 및 NR로의 진화를 통해 충족할 수 있을 것으로 보는 견해가 있다.

사물통신 및 IoT를 지원하는 기존 접속기술로는 Wi-Fi, Zigbee, Bluetooth 등이 있으나 접속 범위, 통신 품질 측면에서 취약점이 존재한다. 이를 해결하기 위해 저전력 장거리 통신 기술(LPWA)은 기존 기술의 접속 안정성 및 커버리지 성능을 향상시키고, 사물인터넷의 서비스 특성을 고려하여 소비 전력 및 데이터 전송속도를 크게 낮추는 방향으로 진화 중이다.

非3GPP LPWA를 살펴보면, SIGFOX社의 SigFox, LoRa Alliance의 LoRa WAN 등을 들 수 있는데, 비면허 주파수 대역을 활용하는 저전력 장거리 통신 기술이다. LoRa는 Semtech이 원천 기술을 보유한 사물인터넷 네트워크 기술로 저전력·저가·저속 및 장거리(Long Range)를 특징으로 들 수 있다. 현재, KPN(네덜란드)을 시작으로 Bouygues(프랑스), Proximus(벨기에), FastNet(남아공), ORANGE(프랑스), NTT/Softbank(일본), Telstra(호주), Comcast(미국), CAT(태국) 등에서 망 구축이 진행 중이다.

<표 3-9> 사물인터넷 센서네트워크 통신기술의 비교

주체	Wi-Fi	Zigbee	Bluetooth	SigFox	LoRa WAN	LTE-M/ NB-LTE-M	NB-IoT
통신범위 (커버리지)	20~100m	10~100m	10m	13Km 이내	11Km 이내	11Km 이내	15Km 이내
사용 주파수	2.4GHz, 5GHz	868,900~ 928MHz, 2.4GHz	2.4GHz	868MHz, 915MHz (비면허 대역)	867 ~ 928MHz (비면허 대역)	1.4MHz/ 200KHz	200KHz
최대 전송속도	2~54Mbps (최대 600Mbps)	250Kbps	1~2.1Mbps	100bps	0.2~50Kbps	1Mbps	200Kbps
전력소비 배터리수 명	50~200m W	평균 15mW 이하	1~30mW	약 20년	약 10~20년 10mW 이하	약 10년	약 10년

표준화	IEEE 802.11b,g	IEEE 802.15.4	IEEE 802.15.1	비표준	비표준	3GPP Release 12	3GPP Release 13
노드 확장성	20	65,535	7	백만	16채널/ 1,000 노드	1	1
네트워크	Infra(AP), Ad-hoc	Ad-hoc, P2P, mesh	Ad-hoc, small network	WAN, M2M	WAN, M2M, mesh	LTE, WAN	LTE, WAN
통신 연결시간	10s 이하	30ms 이하	100ms 이하	400ms 이하	400ms 이하	1ms	1ms

출처: IEEE 802.11, 802.15.1, 802.15.4 표준, SigFox, LoRa Alliance-Lora WAN, 3GPP Release, SSR Analysis; 자료: SPRI (2016)

LTE-MTC에 대해 살펴보면, 3GPP에서 표준화 작업 중인 LTE 기반의 IoT 전용통신 규격으로, 기존의 면허 주파수 대역 기반의 LTE 네트워크 활용이 가능하다. NB-IoT(NarrowBand-IoT)는 3GPP Rel-13(2016. 6월)에 처음 표준화된 IoT 통신 규격으로 Vodafone과 Huawei가 기존 GSM 망에서 IoT 서비스를 제공하기 위해 개발한 기술을 전신으로 한다. LTE-MTC 등 LTE 기반 IoT 기술들은 3GPP의 Release를 거듭해가며 5G NR 기반 IoT 기술로 진화해 나갈 전망이다.

라. 국내 IoT 서비스 동향

SKT의 경우 LoRa, KT 및 LGU+의 경우 NB-IoT 전국망을 구축한 상황이며, IoT 플랫폼 및 서비스 개발을 지속하며 파트너 업체들과 함께 시장 확대 노력 중에 있다.

네트워크 면에서는 2016년 6월 LTE-M 전국망, 비면허 대역인 920MHz 대역을 활용하여 2016년 6월 LoRa 전국망 구축 완료하였으며, IoT 플랫폼인

Thingplug는 디바이스 연결·관리, 서비스 개발 툴, 데이터 분석 기능 등을 제공하여 다양한 IoT 서비스를 개발할 수 있도록 하였다. 서비스 면에서는 LoRa의 기술 특징에 적합한 검침, 위치추적, 시설 모니터링 및 관리 등에 주목하였으며, LTE-M Cat.1과 결합하여 이동성을 제고할 경우 이동체에 대한 실시간 모니터링 지원이 가능하다.

KT의 경우, 서비스 면에서는 크게 가정용(스마트홈), 산업용(Biz IoT), 커넥티드 카의 3개 분류에서 IoT 서비스를 제공 중이며, 네트워크 면에서는 2016년 3월 LTE-M 전국망, 2017년 7월 NB-IoT 전국망 구축 후 중소·중견업체와의 협력을 통해 확산을 시도 중이다.

LG U+의 경우, LG 그룹사 및 파트너사와의 협업을 통해 네트워크, 단말, 센서, 플랫폼, 빅데이터를 모두 포괄하는 솔루션을 제공 중이다. 플랫폼의 경우 디바이스, 네트워크, IoT플랫폼, 서비스 어플리케이션으로 나뉘어 기본 구성되어 있다. 네트워크 면에서는 2017년 NB-IoT 전국망을 구축하였으며, 서비스 면에서는 크게 가정(Home IoT), 공공(Public IoT), 산업(Smart Plant 등)의 3개 분야에서 IoT 서비스 제공 중이다. Home IoT는, LGU+에 의하면 2017년 중 100만 가구 이상 가입을 통해 국내 시장점유율 70%이다. Public IoT는 스마트 시티, 스마트 미터링 분야에 주력하고 있다. Smart Plant는 국내 그룹 계열사 공장 등에 구축/서비스 중이며, 다른 국내 기업 및 중국 LG 공장 등으로 확대 노력 중이다.

2. 드론 산업동향 및 전망

가. 개요

드론은 무선통신을 이용해 조종이 가능하거나 자율적으로 비행하는 고정 및 회전익 비행체를 총칭한다. 초기에 군사적 목적으로 시작하였지만 신속한 기동성, 접근성, 임무 시스템 (Payload) 데이터의 신뢰성 등 다양한 장점과 오픈소스 드론의 영향으로 원격조정이 가능하고 드론에 부착되는 센서, 카메라,

GPS 초음파 장비 등의 경량화 고품질화가 이루어지면서 ,방송촬영, 통신 중계, 농업, 정찰, 배송, 레저 등 산업 및 민간 분야로 시장이 넓혀 나가고 있다.

드론의 무선통신은 지상통제시스템과 드론을 연결하는 LOS(Line of Sight) 통신과 통신에 장애가 존재한 경우 위성 등을 통해 우회하는 BLOS(Beyond LOS) 통신으로 구분되며, 드론의 통신은 Uplink와 Downlink, C3link로 구분한다. Uplink는 조종사가 드론을 이륙 및 조종하기 위해 사용되는 것이며, Downlink는 드론의 상태 및 각종 센서 데이터를 조종사에게 실시간으로 전송하는 것이며, C3link는 드론이 유인 항공기가 운용되는 공역에서 함께 운용되기 위해 항공관제소와 음성통신 및 Payload에서 수집한 정보를 지상으로 보내는 기능을 담당한다.

통신방식으로는 블루투스, 셀룰러, Wi-Fi, 위성통신 등이 주로 사용되고 있으며 최근 4차 산업에 들어서는 LTE와 5G 이동통신 등이 적용되고 있지만 드론의 경우 기존 블루투스와 같은 통신방식을 사용할 경우 전송속도가 느리다는 단점이 있으며 WiFi 같은 경우에는 출력범위의 제한으로 인한 통신범위의 제한과 기기들 간의 간섭문제가 발생하는 단점이 있다.

현재 드론시장은 기체 무게 1~25Kg 수준이 주류를 이루고 있는 가운데 소형화 및 대형화 드론 등 양방향으로 진화하고 있으며, 기체의 무게와 사용목적에 따라 다양하게 구성되고 있다.

<표 3-10> 드론의 종류 및 추산 비용

Mini UAVs	중량 55파운드 이하의 소형 무인항공기, 비용 효율성과 규제완화의 이점이 있으며, 상업용 활용 전망 (\$40,000~50,000 / 약 5,000만원~6,000만원)
Prosumer UAVs	고사양의 취미용 기체로 DJI제품들이 속하며, 비용은 저렴하나 활용영역이 제한적임 (\$2,000~3,000 / 약 25만원~40만원)
Small UAVs	송유관·철도 시설관리 등 비 가시권 비행이 필요한 정부나 상업용 시장에서 많이 쓰이는 기체 (\$500,000~1,000,000 / 약 6억~12억)

Tactical UAVs	수 시간이나 200Km 이내의 반경 비행이 필요한 목적에 사용되는 기체(\$4,000,000 / 약 50억)
MALE(Medium Altitude, Long Endurance) UAVs	정찰·국경감시 등 24시간 비행이 필요시 사용되는 기체(\$16,000,000 / 약 200억)
Low Cost HALE (High Altitude/Long Endurance) UAVs	인터넷 서비스 제공 등 3개월 이상 초장기 비행을 목적으로 하는 기체 Airbus, Facebook, Google에서 태양광 전원을 사용하는 기체를 개발(\$1,000,000 / 약12억)

자료 : 관계부처 합동, “무인이동체 기술개발 및 산업성장 전략”, 2015

초창기 드론은 군사용으로 개발되어 사용되었으나 최근에는 기업들의 상업적 활용이 늘어나면서 농업, 유통 등 다양한 분야로 활용가치가 점점 증가하고 있으며, 드론의 사용목적에 따라 크게 분류를 하면 군용, 민수용, 취미용으로 구분될 수 있다.

<표 3-11> 드론의 구분 및 시장분류

	<p><군용 무인기></p> <p>- 군사 정찰, 공격, 수송 등에 사용하는 무인항공기</p>
	<p><민수용 무인기></p> <p>- 공중촬영, 농업용, 인프라 점검, 물품수송 등에 활용되는 무인 항공기</p>
	<p><취미용 무인기></p> <p>- 개인오락용, 인물촬영용 등에 활용되는 소형 무인 항공기</p>

자료 : 관계부처 합동, “무인이동체 기술개발 및 산업성장 전략”, 2015

1) 군사용 드론

드론은 1910년대 연구가 시작되었으며 1918년 드론은 1910년대 연구가 시작되었으며 1918년경 ‘Bug’라는 이름의 드론이 미국에서 처음 개발되었으며 1982년 이후 이스라엘과 레바논 전쟁에서 사용된 군사용 드론이 본격적으로 활용되면서 드론 기술 개발을 적극적으로 추진하였다.

이스라엘이 레바논을 도와주던 시리아 군의 레이더 미사일 기지의 위치 정보를 알기 위해 ‘스카우트’라는 드론을 적의 상공에 날려 미사일 발사를 유도하였으며, 이를 통해 레이더 기지의 위치를 파악하고 파괴하는 등의 성과를 창출하였다. 점차 정찰기와 공격기 용도로 확장되었으며, 용도에 따라 표적 드론(Target Drone), 정찰 드론(Reconnaissance Drone, RQ), 또는 감시 드론(Surveillance Drone), 다목적 드론(Multi-roles Drone, MD) 등으로 구분되어 사용되었다.

[그림 3-8] 이스라엘 드론 ‘스카우트’



자료 : 전황수, 주간기술동향 - 드론 무선통신 기술 개발 동향, 2017

2) 무인 택배용 드론

드론은 차량 혼잡에 영향을 받지 않고 최종 목적지까지 안전하게 배송할 수 있다는 장점이 있으며 이에 DHL은 아헨공대, 마이크로드론사와 함께 드론을 기반으로 한 소비자에게 소포를 배달하는 Paketcopter 연구를 수행하고 있다.

아마존닷컴의 경우 드론을 이용한 배송서비스에 대한 구상을 마치고 특허 출원을 완료 했고 중국의 타오바오에서도 드론을 활용한 무인배송시스템을 통해 물품을 배송하였으며, 교통 관련 기반 시설이 제대로 갖춰지지 않은 개발도상국을 위해 10km 간격으로 드론 정거장을 설치하여 각종 물품을 보관하고 드론을 충전하는 장소로 활용하고 있다.

세계적인 쇼핑몰이자 물류기업인 아마존(Amazon)은 '프라임 에어(Prime Air)' 프로젝트를 통해 무인 드론택배 계획을 추진해오고 있으며, 일본 최대 오픈마켓인 라쿠텐(Rakuten)역시 드론 택배 상용화에 나서고 있다. 세계적인 물류업체들의 드론의 물류유통 도입을 추진하고 있는 추세에 발맞춰 국내기업들 역시 드론을 이용한 택배실현을 위한 노력을 진행하고 있다. 드론 시범사업자로 선정된 CJ대한통운이나 현대로지스틱스 같은 대형 물류 기업들은 2020년까지 드론택배 상용화를 목표로 기술개발에 나서고 있다.

[그림 3-9] 무인 배달용 드론



자료 : 전황수, 주간기술동향 - 드론 무선통신 기술 개발 동향, 2017

3) 농업용 드론

농촌의 고령화로 인해 농촌의 노동력을 드론으로 대체하고 있으며 대표적인 회사로는 일본의 드론 회사인 야마하로, 야마하는 농업용 드론 'RMAX'을 개발해 판매하고 있다. 현재 일본 농촌의 40% 이상이 드론을 활용해 농약이나 비료를 논에 살포하고 있고 최근 예는 농약이나 비료를 살포하는 방식 외에 토

양분분석, 파종, 관개, 작물 모니터링, 작물 건강 상태 평가 등의 다양한 방식으로 시도되고 연구되고 있다.

[그림 3-10] 농업용 드론

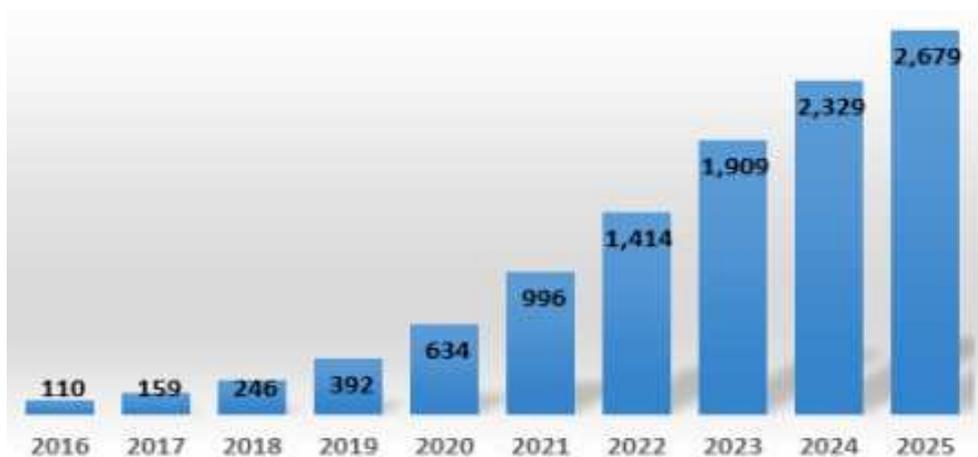


자료: 민경오, 드론의 기술 및 시장 트렌드와 무한한 기회, 2015

나. 드론 산업현황 분석 및 전망

다국적 투자은행인 Goldman Sachs의 보고서에 따르면, 상업용 드론은 전체 드론 시장의 13%를 차지할 것으로 예상되며, 통계 사이트인 Statista에 따르면 2019년 기준으로 상업용 드론 수는 39만 2천대로서 약 16억 달러로 추정되며 2025년까지 매년 20~50만 대 증가할 것으로 예상하고 있다.

[그림 3-11] 글로벌 상업용 드론 판매 예상 대수 (단위: 천대)



자료: Statista(2019), KOTRA, 2019, 재인용

군사 및 상업용 목적으로 드론을 활발하게 사용하고 있는 미국의 경우 연방항공국(Federal Aviation Administration)의 보고서에 따르면 2018년에는 약 16만 8천, 2021년에는 60만 5천 대의 상업용 드론이 FAA에 등록될 것으로 전망하고 있으며, 2019년과 2023년 사이에 상업용 드론은 3배로 성장할 것으로 예상하고 있다.

시장조사기관인 ResearchandMarkets에 따르면 드론 운송 시장은 2022년에는 112억 달러, 2027년에는 291억 달러 규모로 크게 성장할 것으로 예상하고 있으며, 글로벌 경영컨설팅 회사인 McKinsey는 미국의 드론 운송 산업이 2012년 4,000만 달러에서 2017년에는 10억 달러로 증가했다고 보고되고 있다.

상업용 드론의 활용분야를 살펴보면 유통물류의 혁신을 위해 기존의 비즈니스에 드론을 사용하려는 움직임이 늘어나고 있으며, 드론을 활용하고자 하는 기업들은 주로 식품 및 상품들을 판매하는 전자상거래 업체나 물류 서비스를 진행하고 있는 회사들이다.

<표 3-12> 미국의 드론 활용 기업

기업명	유형	설명
7Eleven	물류배송	Flirtey와 제휴, '16년 7월 FAA로부터 최초 택배서비스 승인 획득
에어버스	물류배송	싱가포르에서 드론을 이용 해안에서 선박으로 소포배송 시험
아마존	물류배송	30분내 배송을 목표로 진행, '16년 영국, '17년 3월에 배송테스트 진행
보잉	물류배송	'18년 1월 미주리 주에서 약 227Kg까지 운반할 수 있는 드론 소개
DHL	물류배송	'13년 12월, 독일에서 드론을 사용하여 의약품 배달 시작
도미노	음식배달	'13년 미국, 영국, 인도, 러시아에서 피자배달 테스트 '16년 Flirtey와 파트너십 체결 뉴질랜드에서 상업용 배송 서비스 시작

페덱스	물류배송	'14년 무인항공기 테스트 시작, ' 19년 2월 단거리 로봇배송을 선보임
메리어트	음식배달	'17년 실내비행드론 사용 게스트 테이블로 음료 배달
우버	음식배달	맥도널드와 제휴, 음식온도를 유지한 음식배달서비스 추진 계획
UPS	우편, 의료품 운송	'19년 3월 Matternet과 제휴, 노스캐롤라이나 병원에서 의료 샘플을 배송하는 물류프로그램에 드론 사용을 발표
월마트	물류배송	'19년 6월 현재, 총 97건의 드론 관련 특허 신청 진행 중(아마존은 54건)

자료: KOTRA, 미국 운송용 드론(UAV) 시장동향, 2019

드론 제작시장은 과거 군수위주에서 촬영용·취미용 시장의 급속한 성장과 안정기를 거쳐 태동기인 사업용 분야의 본격적인 성장이 예상되고 있으며, 연평균 14.8%의 성장세로 이루어질 것으로 예측하고 있다.

<표 3-13> 세계 드론제작시장 전망

(단위: 억불)

분야		2016년	2019년	2022년	2026년	성장률(%)
민수	취미용	22.0	36.0	42.8	47.3	7.9
	사업용	3.8	14.3	37.9	70.8	34.1
	소계	25.8	50.3	80.7	118.1	16.4
군 수		29.9	72.1	93.9	103.1	13.2
합 계		55.7	122.4	174.6	221.2	14.8

자료: 美 Teal Group, 2017

군사장비의 무인화에 따라 군수시장은 연평균 13.2%의 성장세로 기술력에 의한 경쟁구조이며 자국산을 주로 활용한다. 최근 중국 DJI를 필두로 급성장한 개인 취미용 시장은 연평균 7.9%의 성장에 2022년 42.8억 달러를 기록한 이후 성장이 둔화될 전망이다. 사업용으로는 다양한 활용·서비스 가능성으로 향후 시장 발전은 급성장 중인 사업용이 주도할 것으로 예상되고 있으며 현재 농업(41%), 영상(19%) 분야에 활용되는 드론의 중심으로 제작시장이 형성되고 있으나 건설, 통신망, 에너지, 보험 등으로 다변화 될 전망이다.

다. 국내 드론 현황

국내 시장은 태동기로서 군수요 중심으로 형성되어 있으며 2016년 기준 민간수요 규모는 704억원 수준으로 최근 촬영·농업용을 중심으로 민간수요도 증가 추세에 있다. 세부적으로 드론 관련 소프트웨어 및 제작 분야의 국내 민수시장은 231억으로 추정되고 있으며 농·임업 부분이 56%를 차지하고 있으며 영상분야는 20%, 건설·측량 부분은 10%의 시장규모를 차지하고 있다.

하지만 아직까지 국내는 군수시장이 약 2억불(약 2,400억원) 규모로 민수분야에 비해 큰 시장을 담당하고 있으며 잠재력이 큰 민수시장은 운용성·적합성 부족으로 아직은 태동기 수준이다.

국내의 드론 활용시장은 2016년 기준 약 473억원으로 추정되며 농·임업(53%), 영상분야(32%), 건설·측량(7%) 순으로 구성되고 있으며 사용사업체 구성은 사진촬영, 홍보 등 콘텐츠 제작과 농업분야가 약 90% 수준으로 대부분을 차지하고 있다. 최근 측량·탐사, 건설 등 드론의 활용분야 차츰 다양화 세분화 되어가고 있다.

드론의 제작은 완제기 업체 및 부품·소프트웨어·임무장비 업체등으로 나뉘며, 활용은 유통·대여, 운영 및 서비스 제공업체로 구성된다. 완제 업체는 항법 제어 S/W 및 기술을 보유한 대한항공, KAI 등 군용 업체와 유콘시스템, 네스엔텍, 휴인스, 두시텍 등 국내 자체 개발형 민간기업과 주로 소형업체들이 차지하고 있는 외산부품 조립형 업체로 나뉘며 약 40여개의 완제기 업체가 있는 것으로 추정되고 있다(관계협동, 2018).

일부 제작업체는 일정수준 이상의 기술력과 연구인력을 확보하고 있으나 대부분의 제작업체의 경우 규모나 기술력 측면에서 영세한 수준으로서 대한항공, KAI 등 군수분야 대형업체를 제외한 중소기업의 경우 평균 매출 10억원 수준에 고용인력 13명 내외의 영세한 수준이다.

드론은 모터·기체·센서 등으로 구분되는 부품과 항법·제어를 위한 소프트웨어, 그리고 카메라 등 임무장비로 구성이 되는데 이를 개발하는 업체들의 생태계 구성이 이루어질 수 있는 산업연관 효과가 높은 산업이다. 최근에는 IT·SW 등의 영역이 확대되고 있는 가운데 모터·배터리·센서 등 범용부품은 대부분 중국산을 수입하고 있으며 소프트웨어는 미국 등 선진국이 우수하나 국산 업체들도 최근 이 분야에 많은 참여를 하고 있다. 소프트웨어는 항법·제어에 사용되며 핵심센서 등 자사의 완제품 개발에 필요한 부품을 자체개발하는 경우는 있으나 전문업체는 없는 실정이다. 드론 활용분야 확대에 필수적인 3D모델링, 영상분석 등 획득정보처리 소프트웨어는 일부업체가 존재하나 초보적인 수준으로서 전반적인 국내 드론관련 산업과 기술수준은 태동기 수준에 놓여있다.

드론의 유통은 취미용·단순 촬영용은 전문매장이나 온라인몰 등을 중심으로 유통되고 있으며 임무용 드론은 대부분 주문 생산방식으로 판매된다. 농업용의 경우 지역 농협 등이 운영하고, 촬영의 경우 개인 창업 또는 소규모로 운영되고 있어 서비스업 전문화는 아직은 되지 못하고 있다. 최근 항공측량, 안전진단 업체, 공공기관 등의 드론 활용이 점차 증가하고 있어 보다 다양한 업종으로 드론의 활용이 확대될 전망이다.

<표 3-14> 중국제품과 국내제품의 비교

구분	촬영용		감시·정찰용			농업용		
	Matrice (중국)	G사 (국내)	Skyranger (캐나다)	Inspire (중국)	H사 (국내)	3ZL8 (중국)	Agress (중국)	Utk (국내)
체공시간 (분)	16	30	50	15	40	12	15	15
유상하중 (Kg)	6	5	-	-	-	18	10	10
이륙중량 (Kg)	15	22	2.7	3.4	5.5	48	24	25

기술 경쟁력	0.11	0.11	25m/s	12m/s	12m/s	0.08	0.10	0.10
가격 (백만원)	5.5	15	190	5	50	30	20	35
시장 경쟁력	2.56	1.00	0.33	3.75	1.00	0.88	1.82	1.00

자료: 드론산업발전 기본계획, 2018

국내 드론기술의 수준은 군수분야에서는 세계 최고인 미국과 비교하여 85% 수준의 기술력을 보유하고 있는 것으로 평가되며 기술 격차는 5년 내외로 분석되고 있다(국방과학기술수준조사, '15년). 국내 민수용 드론은 개발단계로 기술 수준 평가는 어려우나 최근 급격히 상용화되고 있는 소형 분야는 세계 최고 수준 대비 6% 수준으로 평가되고 있으며, 세계 최고제품 대비 국내제품은 기술력과 가격경쟁력 모두 열위로 평가되고 있다(항공우주연구원). 시장점유율이 높은 중국제품과 비교하여 기술·성능은 유사한 수준이나 가격을 포함한 시장경쟁력은 비교 열위인 상황이다.

3. 자율주행차 산업동향 및 전망

가. 개요

자율주행시스템을 탑재한 차량들은 지능형교통시스템이 추구해 오고 있는 미래의 비전을 한층 더 강화하고 효과적으로 달성하는데 중요한 핵심 요소이며 기존의 교통시스템에 존재하는 교통체증, 교통사고, 운전피로, 대기오염 등의 고질적인 문제들을 해소하고 새로운 서비스 창출을 불러일으키는 신산업 성장의 동력이 되고 있다. 7자율주행시스템은 4차 산업혁명을 주도하는 핵심 분야 중 하나로 차량기술 및 ICT기술의 융합을 통해 3단계(인지-판단-조작)로 주행되며, 감지(인지), 속도조절 및 조향 등 중앙제어(판단), 액추에이터(조작) 등으로 구분된다.

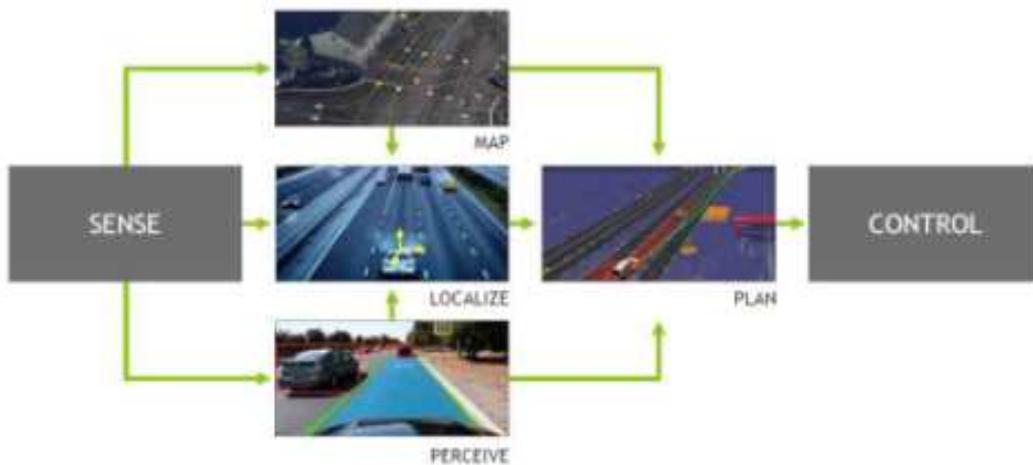
[그림 3-12] 자율주행차 개념도



자료: 김창주, 전파 신산업 창출을 위한 전파기술 및 정책, 2016

자율주행시스템은 초기 2015년, 간단한 차량의 속도나 긴급제동 등의 안전 서비스를 제공하는 것에서부터 출발하여 현재 제한된 주행공간에서 운전자의 감시 하에 자율주행이 가능한 자율주행자동차들이 시장에 출시되고 있으며 향후 2030년경 9,800억 달러의 세계 시장규모를 예측할 정도로 가파르게 성장하고 있다. 이러한 자율주행시스템의 보급과 확산은 관련된 부품, 네트워크, 통신, 도로인프라 뿐만 아니라 정부정책과 도로교통규제 등 다양한 분야에서 파급적인 변화를 가져오고 있다.

[그림 3-13] 자율주행차 요소 기술



자료: 정구민, 박창우, 장재환, 오요한, 조현기, 자율주행자동차 관련 주요 업체 동향과 핵심기술 동향, 2018

자율주행시스템 기술은 주변 교통상황을 파악하여 운전자에게 위험상황을 알려주거나 차선변경이나 긴급제동 등의 운전자 보고(Driver assistance) 기술, 제한된 구간이나 특정 조건 하에서 스스로 운전하는 자동주행(Automated driving) 기술 그리고 모든 조건에서 운전자 없이도 주행할 수 있는 무인자동차(Unmanned vehicle) 기술로 점차 발전하고 있다. 자율주행 자동차의 핵심기술은 센서, 맵핑, 인식/판단, 통신 기술로 구분되며 센서 기술을 통해 차량의 주변에 있는 다른 차량이나 사람, 장애물 등의 위치 및 속도 정보 등을 얻고, 통신 기술은 차량과의 통신인 V2X와 통신기술과 WAVE, C-V2X, LTE-V2X 등이 있다.

제3절 신산업 서비스 기술 분석과 전파관리 필요부분

1. 사물인터넷(IoT) 산업

가 . IoT 기술 변화

ITU-R 5G Vision의 표준화 정의에 따른 사물인터넷의 기술요구사항을 살펴보면 Massive Connectivity를 1km²당 100만개 가량의 사물 디바이스를 수용하는 능력으로 정의되며, IDC²³⁾ 보고서에 따르면 '20년경 전 세계적으로 약 500억 개의 디바이스가 네트워크에 연결되는 등 사물인터넷 디바이스의 폭발적 증가를 예상하고 있다.

따라서 사물인터넷의 기술수준은 현재와는 다른 미래 전망되는 수치인 약 500억 개의 사물 디바이스 수용이 기술적으로 가능해져야 하며 네트워크에 연결되는 디바이스 수의 증가뿐 아니라, 5~10달러 미만의 초저가 디바이스, 10년 이상의 배터리 수명을 유지할 수 있는 초저전력, 커버리지 향상 등 기술요구사항의 수준이 높아지고 있다. 이러한 기술 요구사항은 5G의 LTE-Evolution 및 NR로의 진화를 통해 충족할 수 있을 것으로 보는 견해가 있다²⁴⁾.

23) IDC, Intel, United Nations

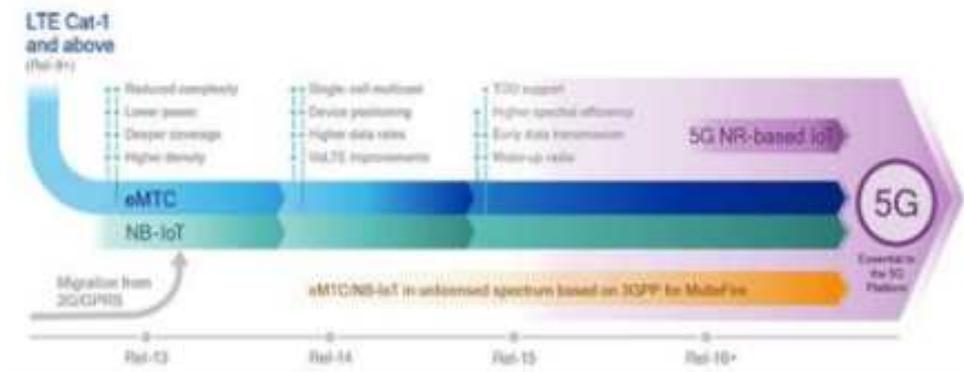
24) ETRI(2016), 5G Massive IoT 기술 및 표준화 동향

사물통신 및 IoT를 지원하는 기존 접속기술로는 Wi-Fi, Zigbee, Bluetooth 등이 있으나 접속 범위, 통신 품질 측면에서 취약점이 존재한다. 이를 해결하기 위해 저전력 장거리 통신 기술(LPWA)은 기존 기술의 접속 안정성 및 커버리지 성능을 향상시키고, 사물인터넷의 서비스 특성을 고려하여 소비 전력 및 데이터 전송속도를 크게 낮추는 방향으로 진화 중이다.

非3GPP LPWA를 살펴보면, SIGFOX社의 SigFox, LoRa Alliance의 LoRa WAN 등을 들 수 있는데, 비면허 주파수 대역을 활용하는 저전력 장거리 통신 기술이다. LoRa는 Semtech이 원천 기술을 보유한 사물인터넷 네트워크 기술로 저전력·저가·저속 및 장거리(Long Range)를 특징으로 들 수 있다. 현재, KPN(네덜란드)을 시작으로 Bouygues(프랑스), Proximus(벨기에), FastNet(남아공), ORANGE(프랑스), NTT/Softbank(일본), Telstra(호주), Comcast(미국), CAT(태국) 등에서 망 구축이 진행 중이다.

LTE-MTC에 대해 살펴보면, 3GPP에서 표준화 작업 중인 LTE 기반의 IoT 전용통신 규격으로, 기존의 면허 주파수 대역 기반의 LTE 네트워크 활용이 가능하다. NB-IoT(NarrowBand-IoT)는 3GPP Rel-13('16.6월)에 처음 표준화된 IoT 통신 규격으로 Vodafone과 Huawei가 기존 GSM 망에서 IoT 서비스를 제공하기 위해 개발한 기술을 전신으로 한다. LTE-MTC 등 LTE 기반 IoT 기술들은 3GPP의 Release를 거듭해가며 5G NR 기반 IoT 기술로 진화해나갈 전망이다.

[그림 3-14] 3GPP 표준화 이 후 IoT 기술 진화 방향



자료 : Qualcomm, 2017a

LTE-M과 NB-IoT의 관계는 경쟁 관계가 아닌 보완 관계의 기술로 요구 대역폭에 따라 서로 다른 어플리케이션에 사용될 것이란 견해가 있다. LTE-M Cat.1은 향후 3G의 대체재 역할을 할 것이며 NB-IoT는 음성 기능이 필요없는 비이동형 어플리케이션에 주로 사용될 전망되기도 한다.

나 . IoT 산업의 전파 관리 필요부분

1) 스마트 홈 서비스 분야

현재 무선 IoT 서비스는 무선 센서 네트워크상에서의 싱크 노드 기반의 IoT 디바이스 서비스와 LTE-A 망에서의 셀룰러 방식의 디바이스 서비스가 대다수를 차지하고 있다. 일반적으로 IoT서비스는 유선통신 또는 Zigbee, Bluetooth, WLAN 등의 근거리 무선 통신, WiFi direct 등의 D2D (Device to Device)기술, 그리고 WCDMA/LTE-A와 같은 셀룰러 접근 방식의 통신 기술이 주로 사용되고 있으나 무선 가전에도 활발하게 적용될 것으로 예상됨에 따라 이들의 성능을 극대화시키고 사용상의 이용률을 극대화하기 위한 여러 방법들이 제안되고 있다. 다양한 IoT 디바이스들에 대하여 QoS가 보장된 서비스를 제공하기 위해서는 IoT 트래픽 혼잡으로 야기된 간섭 제어 기술이 요구되며, 이들 간섭 제어 기술은 무선 홈 네트워크상의 다양한 IoT 디바이스들에 대한 데이터 스트리밍과 트래픽 플로우를 보장받게 된다.

그러나 QoS보장 관점에서 볼 때 무선 홈 디바이스들의 자원제약, 서로 다른 응용 데이터 즉 실시간 데이터와 비 실시간 데이터들로 인한 트래픽 간섭은 IoT통신 자원을 효과적으로 사용하지 못할 뿐만 아니라 전체 네트워크의 성능을 떨어뜨리는 원인을 제공한다. 무엇보다 무선 홈 네트워크에서 IoT 노드들은 실시간 트래픽 프로세스와 비실시간 트래픽 프로세스들에 대하여 많은 영향을 받기 때문에 이들을 적응적으로 탐지하고 제어하기란 매우 어려운 일이다. 또한 무선 센서 네트워크 관점에서 볼 때 IoT 트래픽을 적절하게 제어하지 못할 경우 패킷 손실, 링크 지연, 처리율 등과 같은 QoS 척도에 영향을 미치게 되며, 센서 네트워크에서 모든 노드들은 중간 노드들을 통해서 싱크 노드로 데이터

패킷을 전송하기 때문에 이 과정에서 오버플로우로 인한 혼잡이 발생하게 된다. 이러한 과정 또한 IoT 네트워크 성능에 영향을 미치며, 무선 홈센서 네트워크에서 IoT 노드들의 혼잡에 의한 간섭을 제어하는 일은 QoS 향상을 위해 매우 중요한 과정이다.

2) 근거리 무선통신 분야

IoT 를 위한 근거리 무선통신 시스템은, 좁은 지역에서 작은 대역폭의 채널을 활용하여 낮은 데이터 전송속도로 전송하는 형태로, 디바이스가 매우 많은 환경일 경우 하나의 주파수 채널을 활용하는 데에는 한계가 존재한다. 때문에 하나의 주파수 채널을 지원하는 모듈을 여러 개 집적하여 액세스 포인트를 형성할 수 있으며 이에 다양한 주파수 채널로 통신 서비스를 제공할 수 있다. 그러나 주파수 채널은 완전히 독립적이지 않아 인접한 주파수 채널 간에 간섭이 존재하며 송신 신호에 비해 수신 신호의 전력이 작아 하나의 액세스 포인트에 존재하는 여러 모듈 중 하나가 송신할 경우, 인접한 모듈에서 수신이 불가능할 수 있는 문제점이 발생한다.

무선통신 시스템에서 같은 위치에 있는 여러 채널을 활용하는 기지국들의 인접 채널 간섭을 완화하기 위한 방안으로 액세스 포인트에서 동시에 수신하고 동시에 송신하는 TDD(Time Division Duplexing)는 릴레이에 대한 고려를 하지 않고 패킷이 올라오는 시간과 응답을 보내는 시간 슬롯으로 나누어 기지국에서 수신과 송신이 동시에 이루어지지 않도록 하며 만약 릴레이를 고려할 경우 릴레이와 디바이스에서 올라오는 패킷이 같은 슬롯에서 전송된다면, 송신과 수신이 동시에 이루어지며 이는 디바이스가 릴레이를 거쳐서 네트워크에 연결될 때 릴레이에서의 인접 채널 간섭을 발생시켜 수신 실패로 인한 성능 저하를 발생시킬 수 있다.

2. 드론 산업

가. 드론의 기술 분석

드론의 구성품들은 기본적으로 비행물체를 띄우고 원하는 높이에서 원하는 속도로 원하는 항로에 따라 비행하도록 하는데 필요하며 드론을 어떻게 활용하느냐에 따라 다양한 부가 장치들이 장착될 수 있다.

예를 들어 영화 제작과정에서 공중에서 촬영을 하려면 촬영 장비를 탑재시키고, 지상에서 앵글 조정, 줌인아웃 등 필요한 조작을 할 수 있어야 하며 바람이 많이 부는 산악지역에서 드론을 운행하려면 수평을 유지해주는 센서가 필요하며 택배에 드론을 사용하려면 수령하는 사람을 정확히 판별하기 위한 영상 기술과 더 정교한 추가 장비가 필요하다. 또한 도시 지역에서는 고층빌딩, 굴뚝, 전신주 등 비행 장애물을 충돌하지 않도록 방지하는 센서 기술 또한 필요하며 GPS정보이외에 도시의 건물, 지형, 도로, 골목길, 개별 주택 등의 전체를 3D 형태로 데이터베이스에 저장하고, 드론이 지정된 3D정보와 목표지점을 비교하여 도착지점을 정확하게 판단할 수 있는 3D인식 기술이 필요하다.

이러한 드론의 활용을 위해 필요한 많은 장비들을 운용하기 위해서는 무선 통신 기술이 활용되어 서로 다른 장비들간 연동되어야 하며 현재 무선통신 방식으로는 블루투스, WiFi, 위성통신, 셀룰러 방식, LTE와 5G 이동통신을 사용한 방식이 적용되고 있다.

블루투스(Bluetooth)는 컴퓨터, 스마트폰, 음향기기 등과 같은 기기들을 서로 연결하여 정보를 교환할 수 있는 근거리 무선 기술 표준으로 주로 단거리에서 저전력 무선통신이 필요할 때 사용한다. 블루투스는 고사양의 하드웨어를 요하지 않으며 특정 주파수를 전용하지 않기 때문에 다른 기기들과의 간섭이 낮다는 장점이 있으나 Wi-Fi에 비해 전송 속도가 현저히 느리기 때문에 사진이나 동영상 등의 고용량 자료전송의 경우 시간이 오래 걸린다는 단점이 존재한다. 이러한 블루투스 무선 시스템은 ISM(Industrial Scientific and Medical) 대역인 2,400 ~ 2,483MHz를 사용하며 다른 주파수와의 충돌을 막기 위해 몇

MHz를 제외하고 총 79개 채널을 사용한다.

Wi-Fi는 Hi-Fi(High Fidelity)에 무선 기술을 접목한 것으로 근거리 컴퓨터 네트워크 방식인 랜(LAN, Local Area Network)을 무선화 한 것으로 2.4GHz와 5GHz 대역폭을 사용한다. Wi-Fi 방식은 고속의 데이터 전송이 가능하여 하나의 채널로 제어 신호와 함께 실시간으로 영상 전송이 가능하다는 장점이 있으며, 별도의 수신기 없이 노트북이나 PC, 스마트폰과 연결하여 사용할 수 있다. 하지만 Wi-Fi 방식은 출력이 제한되기 때문에 드론을 제어하는데 있어 통신 범위의 제약이 존재하며 출력 제한이 없는 경우 비 허가대역인 ISM 대역을 사용하기 때문에 통신 범위가 넓어지면 같은 채널을 사용하는 드론 기기간의 간섭현상이 발생할 수 있다는 문제점이 있다.

위성통신은 인공위성을 활용하는 장거리 통신 방식으로 통신이 가능한 범위가 넓고, 전리층을 통과하기 때문에 주파수가 1GHz 이상으로 높은 마이크로파를 사용하여 대용량 통신이 가능하며, 재해가 발생하더라도 통신에 제약을 받지 않는다는 장점이 있다. 이러한 장점은 드론의 경우 군사용으로 많이 사용된다는 것을 감안하면 이는 다른 통신 기술들에 비해 큰 장점이 될 수도 있으나 위성발사 및 기지국 건설에 있어 많은 비용이 필요로 하며 위성의 수명이 짧으며, 지상과 교신 시 시간 지연이 발생하는 문제점이 있다.

셀룰러 시스템은 전 지역을 기지국 단위의 셀로 나누어 통신 서비스를 제공하며 3G 이동통신 기술이 시작할 때부터 GSM을 발전시킨 wideband-CDMA 기술과 CDMA 기술을 발전시킨 CDMA2000을 사용하면서 문자 음성, 영상, 인터넷 등을 송출 가능하게 되었다. 셀룰러 시스템에서 사용되는 CDMA는 하나의 채널에 한 가지 작업만 수행할 수 있는 아날로그 방식의 한계점을 극복하기 위해 개발된 디지털 방식으로 코드분할 다중접속 또는 부호분할 다중접속이라 정의되며 다중 접속 기법으로는 FDMA, TDMA, CDMA 방식이 있다. 드론에서 셀룰러 시스템을 사용하면 통신사와 연계를 해야하며 이에 사용자가 매달 통신료를 내야 한다는 문제점이 있으나 국내의 경우 촘촘한 망으로 인해 통신이 끊이지 않는다는 장점이 있다. 하지만 셀룰러 망이 별도로 개설되어 있지 않기 때문에 망을 사용하기 위해서는 고도의 제한을 받는다는 단점이 있다.

LTE 통신기술은 대규모로 망이 구축되어 있어 무인택배 등의 서비스에 유용하며 실시간 영상 스트리밍 및 고용량 데이터 송수신이 가능하다. LTE는 1880~2650MHz의 대역폭을 사용하며 OFDMA 기술과 MIMO 기술을 사용하여 송출하며 LTE는 정지 상태에서 1Gbps 그리고 60km/h 이상의 고속 이동시에는 100Mbps 이상의 전송속도를 제공한다. 5G 드론은 무인비행을 해야 하는 특성상 5G 이동통신의 빠른 통신을 활용하고 여러 사물과 실시간으로 통신할 수 있다는 장점이 있다. 5G 인터넷'에 사용되는 주파수 대역은 30~300GHz의 밀리미터파이며, 기존의 CDMA, OFDMA 방식이 아닌 OFDMA와 전력 및 코드 다중화 방식을 추가한 새로운 신호 처리 기술이 사용된다.

드론 전용 주파수 대역은 지난 2012년에 개최된 WRC-12에서 지상에서 무인항공기 제어를 목적으로 항공 이동업무용 주파수가 61MHz 대역폭을 가지는 5,030~5,091MHz로 신규분배 되었다. 최근 스위스 제네바에서 개최된 WRC-15에서는 이동통신, 과학 위성, 항공, 해상 등의 분야에서 약 5.6GHz 폭의 신규 주파수가 분배되었고 이중 12.2~12.75GHz, 29.5~30GHz 대역이 위성을 이용한 무인 항공기 제어용 주파수로 분배되었다.

현재 국내에 출시되는 대부분의 드론은 주로 공업, 과학, 의료용으로 사용되는 비면허 ISM 대역인 2.4GHz 또는 5.8GHz대역을 사용한다. 하지만 비면허 대역의 경우 누구나 사용할 수 있기 때문에 심각한 상호전파 간섭을 방지하기 위해서는 정부에서 정한 최대 허용 출력 기준을 만족해야 한다. 해외의 경우 원격 데이터 측정용으로 사용하는 원격 측정 안테나의 경우 433MHz에서 900MHz 대역을 사용하지만 국내에서는 해당 대역이 이동통신 대역으로 이미 할당되어 있기 때문에 대역이 겹치는 문제점이 있다. 이러한 문제점을 극복하기 위해서 과학기술정보통신부 국립전파연구원에서는 지난 2015년 12월 WRC-15에서 전 세계적으로 무인항공기 지상제어 전용으로 기 분배되었던 5,030 ~ 5,091 MHz의 61MHz 대역을 국내에서도 이용할 수 있도록 '항공 업무용 무선설비의 기술기준'을 개정하였으며 출력 대역을 10mW에서 10W까지 허용하였다.

나 . 드론의 전파관리 필요부분

드론은 2,400~2,483.5 MHz 대역을 사용하고 있으며 Wi-Fi, 블루투스 등 이용이 활성화 되고 있어 드론 제어에 혼신이 발생할 가능성이 있다. 2015년 해운대 해수욕장에서 항공 순찰을 하던 무인항공기 드론이 바다에 추락한 사건이 있다. 해당 드론은 GPS 위치 추적기로 운영되는데 통신사의 이동 기지국 때문에 간섭을 받아 추락한 것으로 추정된다. 드론은 지구자기장 지수가 높으면 위성이나 통신 장애가 발생할 수 있기 때문에 비행 중 전파 송수신이 끊기거나, GPS 데이터가 부정확해져 추락할 수 있다.

Wi-Fi를 사용해 드론을 날릴 경우 무선 주파수 간섭 현상으로 인해 드론이 추락할 가능성이 있으며 2.4GHz의 비면허 대역에서 여러 대의 드론을 날릴 경우 여러 대의 드론이 동일한 주파수 대역 뿐 아니라 주파수 채널 간 인접한 채널을 사용하는 경우에도 혼선이 일어날 수 있다. 또한, 드론이 여러 건물들 사이에서 비행할 경우 여러 경로 및 방향에서 다양한 통신이 수신기에 도달하여 다중 간섭 현상이 발생하며 이에 드론 비행 중 GPS 위치가 수 피트에서 수백 피트까지 오를 수 있어 GPS신호는 송출 신호는 25W 수준으로 안테나 수신신호 세기가 휴대전화 최소 수신 전력의 1/300수준으로 매우 낮고, 단일 주파수 및 잘 알려진 신호 구조를 사용하기 때문에 GPS 신호와 같은 주파수 대역의 큰 신호 전력을 송신하는 재머를 이용해 정상적인 GPS 신호를 방해할 수 있다. 이러한 GPS Jamming에 사용하는 GPS 재머는 인터넷에서 저가로 구매할 수 있으며 민간 용도로 사용 중인 GPS L1 주파수 대역에 대한 Jamming이 많이 발생하고 있다. 이와 같이 주파수 간섭현상과 Jamming 현상으로 드론의 추락과 타 기기의 혼신의 문제가 발생할 수 있어 이에 대한 대응이 필요하다.

3. 자율주행차 산업

가. 자율주행차의 기술 분석

자율주행은 개발 수준에 따라 Level 0부터 Level 5로 구분할 수 있다. Level 0은 자동화 영역이 제로인 수준으로 운전자가 모든 자동차의 동작을 다루어야 하고 Level 1은 초보적 운전 작업의 자동화로 적응식 정속주행시스템이나 자동긴급정지 등이 자동화 영역에 해당하며 차선 유지 지원시스템 등 특정 기능의 자동화라고 할 수 있다. Level 2는 2개 이상이 초보적 작업의 자동화로 운전자가 운전을 감시해 어떤 상황이 발생하면 급제 운전을 직접 조절하는 경우에 해당되며 Level 3은 주위 상황을 모두 감시하는 자동화로 운전자의 조작 없이도 부분적으로 자율주행이 가능하다. 마지막으로 Level 4는 운전자 없이 차량 스스로 출발지에서 목적지까지 운행을 관리하고 제어하는 경우이며 Level 5는 모든 도로위의 시스템과 차량이 완전한 무인화를 이루는 단계이다. 현재 많은 기업에서 Level 2 수준의 기술을 상용화하고 있으며 Level 3 수준의 기술은 2020년 정도를 목표로 개발 중이며, Level 4는 2025년 이후에 적용될 수 있을 것으로 보인다.

<표 3-15> 자율주행 기술수준단계

수준	정의	설명
Level 0	비자동 (No Automation)	ADAS가 있으나 운전자의 상시조작 요구
Level 1	운전자 보조 (Driver Assistance)	ADAS가 주행환경을 인식해 조향 또는 가감속을 조작하나 나머지는 운전자 조작 요구
Level 2	부분 자동 (Partial Automation)	ADAS가 주행환경을 인식해 조향과 가감속을 통합적으로 조작(적어도 2가지 기능 완전 자동화) 나머지는 운전자 조작 요구

Level 3	조건 자동 (Conditional Automation)	자율주행시스템이 차량을 감시하고 안전관련 핵심기능을 통제하나 때때로 운전자 개입을 요구
Level 4	상급 자동 (High Automation)	운전자가 차량의 요청에 적절히 응하지 않더라도 대부분의 경우 자율주행시스템 스스로 차량을 통제
Level 5	완전 자동 (Full Automation)	자율주행시스템이 모든 도로와 조건에서 차량을 조작

자료: 한국인터넷진흥원, 2016

국내 자율주행 기술 수준은 현대자동차에서 자체 개발한 HDA(Highway Driving Assist) 기술을 발표하면서 NHTSA에서 규정한 Level 2 초기 단계의 기술을 확보하였으며 해외의 경우 벤츠, 아우디, 닛산 등에서 Level 3 단계의 기술을 확보하고 있는 것으로 평가되며, 구글의 경우에는 고가의 센서를 장착하고 있다는 단점도 있지만 Level 4에 해당하는 기술을 개발 중인 것으로 알려져 있다.

자율주행을 위해 필요한 핵심기술로서 센서, 정밀지도, 판단 및 제어, 통신 기술이 필요하다. 먼저, 센서 기술은 ‘레이더(또는 라이더)’ 기반 정보형 융합 주행상황 인지기술로서 주행환경상의 다양한 대상물체의 거리 및 크기를 측정하여 대상물체의 정확한 거리와 공간정보를 인식하는 레이더 또는 라이더 센서 기반의 인식 및 검출기술이다. 레이더 기반 기술은 물체에 전자기파를 발사하고 반사되는 신호를 분석하여 거리, 고도, 방향, 속도 등의 정보를 획득하며 전후방 충돌방지, 차선 이탈 방지, 삼각지대 감지, 차간 거리 조절, 주차 지원 등을 제공할 수 있는 자율주행의 핵심기술이다.

[그림 3-15] 자율주행차의 센서



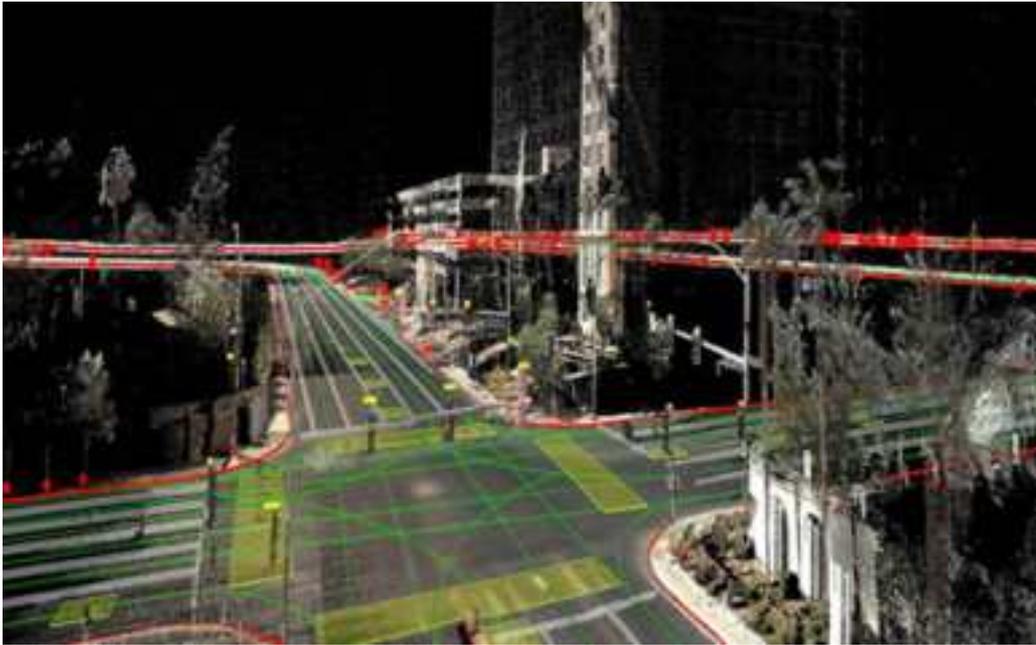
자료: 만도헬라일렉트로닉스, 2017

라이다(LiDAR)는 레이저를 사용하여 물체에 반사되어 돌아오는 레이저 빔의 시간을 측정하여 거리 정보를 획득하는 센서로, 차량의 지붕에 설치되어 360도 방향을 회전하면서 정보를 수집하며 레이저의 직진성으로 장거리까지 정밀한 물체 관측 및 거리 측정을 지원하는 장점이 있으나, 가격이 매우 고가이고, 처리해야 할 정보가 많아서 강력한 컴퓨팅 파워가 요구된다.

카메라는 대상 물체에 대한 정확한 형태 인식을 제공하는 기술이며 다른 센서 시스템에 비해 정밀도가 낮고, 날씨, 시간에 영향을 받지만 차선, 주차선, 도로표지판, 신호등 등을 판독할 수 있으므로 주행차로 유지, 차선 변경, 합류로 및 분기로 지원, 자동주차 등의 기능을 지원할 수 있다.

다음으로 필요한 핵심기술로 정밀지도 기술이 필요하다. 자율주행을 위해서는 50cm 이하까지 정확한 지도가 확보되어야 하며 이에 많은 비용과 시간이 요구되고 정확도가 높은 데이터를 축적하는 것이 중요하다. 정밀지도를 구축하기 위해서는 수집된 센서에서 입력되는 초기 데이터에서는 차선, 신호등, 표지판 등 자율주행을 위해 필요한 도로교통정보를 구분하는 작업이 필요하고, 위성지도, 등고선 지도 등을 활용하여 보정 및 검증하는 절차가 필요하다.

[그림 3-16] 현대 엠엔소프트의 정밀지도



자료: Hyundai Motors Group Journal, 2019.03.27

현재 Google, Here, 탐탐 등이 정밀지도를 제작하고 있으며 우리나라에서는 현대엠엔소프트가 자체 정밀지도를 제작하고 있다. 또한 Google은 3D 인지가 가능한 라이더 센서를 활용한 정밀지도를 제작 및 검증하고 있으며, 최근 독일에서는 님러, 아우디, BMW의 자동차 3사가 공동으로 지도제작업체인 Here를 인수하여 정밀지도를 제작하고 있다. 그러나 정밀지도는 일반적인 네비게이션 지도에 비해 용량이 매우 크기 때문에 저장, 활용, 업데이트 등의 어려움이 존재한다.

다음으로 자율주행을 위해 판단 및 제어 기술이 필요하다. 판단 및 제어 기술은 다양한 센서를 통해 인지된 환경을 자동차가 주행을 위해 판단하는 기술로, 카메라를 활용한 차선유지 보조시스템, 교통표지판 인지시스템, 보행회피 시스템 등의 판단 기능을 수행한다. 그러나 사람들의 실시간 운전 모습은 전반 차량을 추월하거나, 보행자와 신호등을 인식해 주행하는 등 판단해야 할 대상이 복잡하고 돌발 상황도 발생할 수 있기 때문에 자율주행자동차의 고도화된 판단 능력이 필요하다.

<표 3-16> 자율주행을 위한 판단기능

기능	설명
FCW (전방충돌 경고)	주행차선의 전방에서 동일한 방향으로 주행 중인 자동차를 감지하여 전방 자동차의 충돌회피를 목적으로 운전자에게 시각적, 청각적, 촉각적으로 경고
UWS (근거리 물체 경고)	초음파 센서를 이용하여 사방 근거리의 물체를 감지하고 경고
SOW (차선변경 경고)	차선 변경 시 접근 차량 유무를 경고
DWS (졸음운전 방지)	핸들조작 및 차량운행 상태 등에서 변동을 파악하여 음성이나 향기, 진동 등으로 경고
LDW (차선이탈 경고)	주행하고 있는 차로를 운전자의 의도와 무관하게 벗어나 표류하는 것을 방지하기 위해 운전자에게 시각적, 청각적, 촉각적으로 경고
VES (운전 시계 확보)	악천후나 야간에 운전 시계를 양호하게 확보하여 인지도를 높여 사고 예방
AEB (자동 비상 제동)	주행차선의 전방에 위치한 자동차와의 충돌 가능성을 감지하여 충돌을 완화 및 회피시킬 목적으로 자동차를 자동으로 감속
ACC (적응 순항 제어)	주행차선의 전방에서 동일한 방향으로 주행중인 자동차를 자동으로 감지하여, 그 자동차의 속도에 따라 자동으로 가·감속하여 안전거리 유지
CAS (충돌 회피)	차량 주변의 레이더나 카메라를 통해 주변 차량의 상태나 교통상황을 검지하고 능동적으로 충돌 회피
APAS (자동주차 지원)	주차 지역 내의 장애물과 주차 가능 공간을 인식하고 조향과 제동 액추에이터로 자동 주차를 수행하여 운전자의 주차 조작을 보조

자료: 최윤희, 국내외 자율주행자동차 기술개발 동향과 전망, 2016

통신 기술은 센서로부터 감지할 수 없는 차량의 정보, 전방 도로의 사고 정보 등의 정보를 얻기 위해 통신 시스템이 적용되며 V2X 통신과 C-V2X (Cellular-V2X) 통신과 LTE-V2X 통신기술이 있다. V2X 통신 기술은 차량과 차량간의 통신 및 네트워크 인프라 간의 통신을 통해 라이다 데이터 및 고화질 비디오와 같은 차량 간의 측정 데이터를 실시간으로 교환하여 다른 차량들이 주변 상황을 예측 및 반응할 수

있는 기술로 용도에 따라 차량과 차량 간 통신인 V2V(Vehicle-to-Vehicle), 차량과 인프라 간 통신인 V2I(Vehicle-to-Infrastructure), 차량과 네트워크 간 통신인 V2N(Vehicle-to-Network) 및 차량과 보행 간 통신인 V2P(Vehicle-to-Pedstrian)의 네 가지 유형의 통신으로 구성된다.

V2I 통신 기술은 차량이 교통제어장치와 통신할 수 있게 하고, 고정 데이터 소스와 차량 간에 매핑 데이터의 교환을 가능하게 하는 기술로, 도로 인프라와 클라우드 컴퓨팅을 활용하여 인식된 물체와 신호를 피드백 한다. 또한 운전자와 차량 간 상호 작용을 위한 인터페이스는 터치, 음성, 제스처, 뇌파 등 다양한 방식이 하나의 기기로 통합된 멀티 모달(Multi-Modal) 방식으로 자율주행차량은 최적의 주행을 할 수 있다.

<표 3-17> 차량 통신 시스템 비교

	WAVE	C-V2X	LTE-V2X
주파수	5.850~5.925GHz	5.9GHz	5.8GHz
대역폭	10MHz	10MHz	10MHz
변조방식	OFDM	OFDM	OFDM

자료: 임태호, 자율주행과 V2X 통신 기술 동향, 2017

V2X 통신기술에서 WAVE는 차량이 고속으로 이동하는 전파환경에서 정보를 1/20초 이내 짧은 시간에 주고받는 기술로, 10MHz의 채널 대역폭으로 최대 데이터 전송 속도는 27Mbps를 제공하고 5.9GHz 주파수 대역에서 5.855~5.925GHz를 사용하며 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 송·수신 환경을 고려한다. 채널 부호화 과정을 거친 정보 비트들은 IEEE 802.11p에 정의된 인터리버를 거쳐 OFDM 변조를 통해 전송되며 하나의 OFDM 심벌은 64개의 부 반송파를 갖지만 예약된 부 반송파를 제외하고 남은 48개의 부 반송파에만 데이터가 전송되게 된다.

[그림 3-17] V2X 적용 개념도



자료: 임태호, 자율주행과 V2X 통신 기술 동향, 2017

나. 자율주행 서비스의 전파관리 필요부분

자율주행은 Level 0부터 Level 5로 수준을 구분하게 되는데 Level 0은 자동화 영역이 제로인 수준으로 운전자가 모든 자동차의 동작을 다루어야 하고 Level 1은 초보적 운전 작업의 자동화로 적응식 정속주행시스템이나 자동긴급정지 등이 자동화 영역에 해당하며 차선 유지 지원시스템 등 특정 기능의 자동화라고 할 수 있다. Level 2는 2개 이상이 초보적 작업의 자동화로 운전자가 운전을 감시해 어떤 상황이 발생하면 급제 운전을 직접 조절하는 경우에 해당되며 Level 3은 주위 상황을 모두 감시하는 자동화로 운전자의 조작 없이도 부분적으로 자율주행이 가능하다. 마지막으로 Level 4는 운전자 없이 차량 스스로 출발지에서 목적지까지 운행을 관리하고 제어하는 경우이며 Level 5는 모든 도로위의 시스템과 차량이 완전한 무인화를 이루는 단계이다. 현재 많은 기업에서 Level 2 수준의 기술을 상용화하고 있으며 Level 3 수준의 기술은 2019년 정도를 목표로 개발 중이며, Level 4는 2025년 이후에 적용될 수 있을 것으로 보인다.

이와 같은 자율주행을 위해 필요한 기술은 센서, 판단 및 제어기술 그리고 통신기술이 필요한데 이중 전파측면에서 가장 고려해야할 부분은 통신 기술 분야이다. 인명사고 없이 자율주행을 수행할 수 있어야하기에 신뢰성을 확보하는 것이 가장 중요하며 이를 위해서는 주파수의 간섭과 혼신의 발생가능성을 제로에 가깝게 만들어야 한다.

국내에서는 삼성, SK 텔레콤, 쌍용자동차, 현대자동차 등 국내의 여러 자동차 회사가 자율주행 자동차 시범주행을 하고 있으며, 해외에서는 누토노미의 자율주행 택시 서비스, 앰버 모빌리티의 주문형 자율주행차 서비스, 우버의 주문형 교통 서비스 등이 있다. 국내의 자율주행차는 2017년 말부터 판교에서 자율주행 시범 주행을 시작할 예정으로 반자동 시스템으로 운행될 예정이며, 중앙관제센터에서 고정밀 디지털지도와 지능형 교통시스템 등을 통해 교통상황을 관리하고 주행 데이터를 실시간 전송받아 운행상황을 모니터링하게 된다.

주파수 간섭효과가 허용치 이하가 되기 위해서는 약 12 MHz의 채널이격이 필요한 것으로 보고되었으며 RLAN이 레이더에 주는 간섭과 레이더가 RLAN에 주는 간섭 모두 수신 간섭 전력은 주파수 채널 이격에 가장 민감하게 적용되며, 도로 주행시 자율주행 자동차에 장착된 다양한 유형의 자동차 레이더 센서는 제한된 비인가 대역을 공유하기 때문에 서로 간섭을 일으킬 가능성이 높다. 이에 동일한 대역에서 작동하는 다른 레이더 주파수 신호의 간섭을 받을 경우 측정된 주파수 대역의 노이즈 레벨이 증가하며, 레이더 수신기 대역폭에 신호가 들어올 경우 에코 신호의 S/N비가 크게 떨어지기 때문에 탐지 성능이 감소할 수 있다. 이러한 레이더 간섭 현상은 보행자와 같이 데이터 교환 부분이 낮은 물체를 탐지할 수 없거나 추적 중 놓칠 수 있기 때문에 도심 교통 환경에서 위험한 상황으로 이어질 수 있다.

또한, 자율 주행 자동차는 산란, 회절, 굴절, 반사와 같은 물리적인 간섭현상과 음영현상으로 Fading이 발생할 수 있으며 이로 인해 서로 다른 유형의 간섭에 영향을 받을 수 있다. 이에 수신 안테나에서는 하나의 신호가 여러 가지 다른 타이밍과 다른 수신전력 레벨을 가진 여러 개의 신호처럼 분산돼 간섭 신호와 함께 수신되는 현상이 발생하며 수신 안테나에서는 이런 각 신호들이 중첩돼 신호 간의 왜곡이나 감쇄를 일으키며 신호 간 상쇄현상이 일어날 수 있

다. 자율주행차 ITS 주파수는 2.835~5.855GHz 주파수대역에서 운영되며 10MHz 대역폭 하나의 5.8GHz 주파수는 9개의 타임 슬롯으로 나누어 제어용 및 데이터 전송용으로 사용되기 때문에 ITS 주파수는 한 개의 채널(동일 주파수)만으로 운영되므로 고속도로 및 일반국도 중첩 사용 시 간섭이 발생하게 된다. 자율주행차를 국가 주력산업으로 성장시키기 위해서는 이와 같은 주파수 간섭 및 혼신의 문제를 사전에 대비할 수 있어야 한다.

제4장 신산업 서비스 대응을 위한 전파관리

제1절 신산업 서비스 대응 전파관리 추진 과제

1. 4차 산업혁명과 전파관리

4차 산업혁명 시대 진입에 따른 전파환경 역시 변화되고 있다. 4차 산업혁명은 초연결·초고속·초저지연 등 정보통신기술과 다양한 과학기술의 융합에 기반을 둔 차세대 산업혁명으로 미래사회로 향하는 중요한 변곡점이며, 특히, 빅데이터, AI 등의 활용이 점차 가시화되고 이러한 기술과 초연결이 결합되어 4차 산업혁명이 광범위한 분야에서 주요 이슈로 대두되면서 미래 주요 변화의 동인으로 지목되고 있다.

인터넷 혁명이라는 3차 산업혁명 과정의 기반위에서 지능화, 무선화, 초연결을 통해 기술 진화가 진행 중으로 정보통신기술의 근간인 전파자원에 대한 중요도는 날로 높아지고 있으며, 전파기술을 융합한 전파 산업 영역이 급속히 확대되고, 전파를 기반으로 하는 새로운 산업이 지속적으로 등장하는 추세이다. 고주파 대역에 대한 신규 자원 개발과 함께 안전한 전파환경 구축 및 효율적인 전파이용 기반조성이 요구되고 있다.

신규 서비스 출현으로 인해 전파 수요 역시 급증하고 있다. 급증되는 전파를 기반으로 하는 신산업 분야에서 IoT(Internet of Things), 무인이동체, 실감

이와 같이 국내·외 전파 기반 시장 및 응용 분야의 지속적인 성장이 예상되며, 전파를 기반으로 하는 세계 시장과 응용 분야는 연평균 17% 성장해, '18년 478억 달러에서 '22년에는 936억 달러에 달할 것으로 전망이다. 특히 국내 시장의 경우 연평균 19.9% 증가해, '18년 13억 달러에서 '22년에는 33억 달러 규모로 성장할 것으로 전망이다.

<표 4-1> 전파 기반 및 응용분야 시장 전망

(단위 : 백만 달러)

구분	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년	연평균 성장률
세계	47,819	54,879	63,813	76,511	93,564	17.0%
국내	1,383	1,658	2,021	2,541	3,250	19.9%

자료 : IITP, ICT R&D 중장기 기술로드맵 2022, 제2권 전파위성분야

2. 중앙전파관리소의 업무추진계획

중앙전파관리소에서는 4차 산업혁명 시대에 대응한 효율적인 업무체계 구축을 4차 산업혁명으로 촉발된 초연결 지능형 네트워크 고도화와 IoT 확산으로 인한 전파이용의 급증, 다양한 무선기기 등장에 따른 전파 혼·간섭 증가에 대비한 효과적인 업무 수행방안을 강구하고 있다.

전파수요의 증가에 따라 전파관리 정책의 관점은 기존의 전파간섭 방지에서 전파자원의 효율적 활용으로 전환하여 효율적인 전파자원 관리와 이용 환경을 조성하고자 한다. 이를 위해 자율주행차, 사물인터넷 등의 소출력 무선기기를 이용하는 서비스 산업에 대한 지원과 관리체계를 전환하기 위한 계획을 진행 중이다. 4차 산업혁명과 급속한 기술 진화 등 대외적 환경 변화와 방통위 위탁업무 이관 등 대내적 여건 변화 속에서 새로운 업무영역 확장을 위한 신규 업무를 발굴하려고 한다. 지능정보사회 진입으로 인한 국민들의 다양한 전파행정 서비스 수요에 적극 대응할 수 있는 대국민 접점 업무를 발굴하고 기존의 업무를 개선하고자 한다. 오랜 기간 규제 중심 업무방식에 치중되어 유연성이

결여되거나, 소수인력의 전문성에 의존하는 업무 수행 행태는 과감한 개선이 필요하다.

다음으로 방송통신기자재의 급증에 따른 불법 유통에 대한 선제적 대응이 필요하다. 정보통신·과학기술의 발전으로 다양한 방송통신기기가 출현하고 인증을 거치지 않은 불법 제품의 유통행위가 급증하고 있어, 이에 대한 선제적인 대응 방안 필요하다. 대부분의 불법 방송통신기자재 유통행위를 민원제보에 의해 사후적으로 대응, 예방체계 확립을 통한 선제적 대응시스템 필요하다.

<표 4-2> 중앙전파관리소의 중장기 추진방향

비전	혁신적인 전파관리로 초연결 지능화 사회 선도		
목표	4차 산업혁명 시대 전파관리 체계 확립	전파환경 변화대비 새로운 업무기반 구축	안전한 전파환경으로 국민안전 확보
추진 과제	<ul style="list-style-type: none"> 전파감시 패러다임 전환 빅데이터·AI기반 통합형 전파관리 정보시스템 구축 주파수 이용현황 조사 기능개선 위성전파자원의 효율적 활용 및 기술지원 	<ul style="list-style-type: none"> 송파CT 보안 클러스터 조성 주파수면허제 도입 대비 허가·검사 등 업무개선 전파관리 전문기관 역량 강화 	<ul style="list-style-type: none"> 불법방송통신기자재 유통·확산 방지 체계화 효율적인 재난안전 통신망 구축지원 및 관리 방송통신 재난관리 안전점검 체계 마련

가) 전파감시 패러다임 전환

4차 산업혁명에 따른 신산업 분야의 전파수요 증가와 5G 기반의 이동통신 서비스 및 기기 이용 급증에 따라 관련 환경에 적합한 전파감시 시스템으로의 전환 및 운용 개선 필요하다. 이를 위해 자동 감시 중심 3세대 시스템의 연차적 구축('18~'23)과 다양한 감시기술 개발로 시스템 고도화를 추진할 계획을 갖고 있다. 현재는 감시요원에 의한 수동 전파감시 체계로 이루어지고 있지만 기술의 변화에 따라 빅데이터·AI기술 등을 접목한 자동 전파감시 체계로 전환하는 3세대 시스템 구축을 계획하고 있다.

<표 4-3> 3세대 전파감시 시스템 구축 계획

구 분	2018	2019	2020	2021	2022	2023	계
고정감시(대)	7	9	15	13	13	13	70
이동감시(대)	1	2	2	2	2	2	11

3세대 전파감시 시스템은 「3세대 전파감시시스템 설치장소 우선순위 확정」 계획('18.4.10.)에 의거하여 구축할 계획이며, 2023년까지 GPS 전파혼신 탐지체계의 전국 확대를 통해 혼신탐지 취약지역 최소화할 예정이다.

자동 전파감시체계로 완전 전환 시까지 시스템 운용·관리, 불법주파수 및 전파혼신 등 특이신호 확인을 하는 시스템 운용요원과 빅데이터·스펙트럼 등 측정자료 및 혼·간섭 등 신호원 특성을 분석하는 분석요원을 병행 운용할 계획이다. 주요 이동통신대역 등의 혼·간섭 전파측정기술, 효과적인 이동전파감시를 위한 탐사형 전파감시 시스템 개발 등 추진(ETRI & IITP, '21)할 계획이며, 디지털 변·복조방식 분류, 서비스 종류, 사업자 구분 등 2021년까지 디지털 신호원의 특성을 분석하는 디지털 신호식별 기술을 개발할 계획이다.

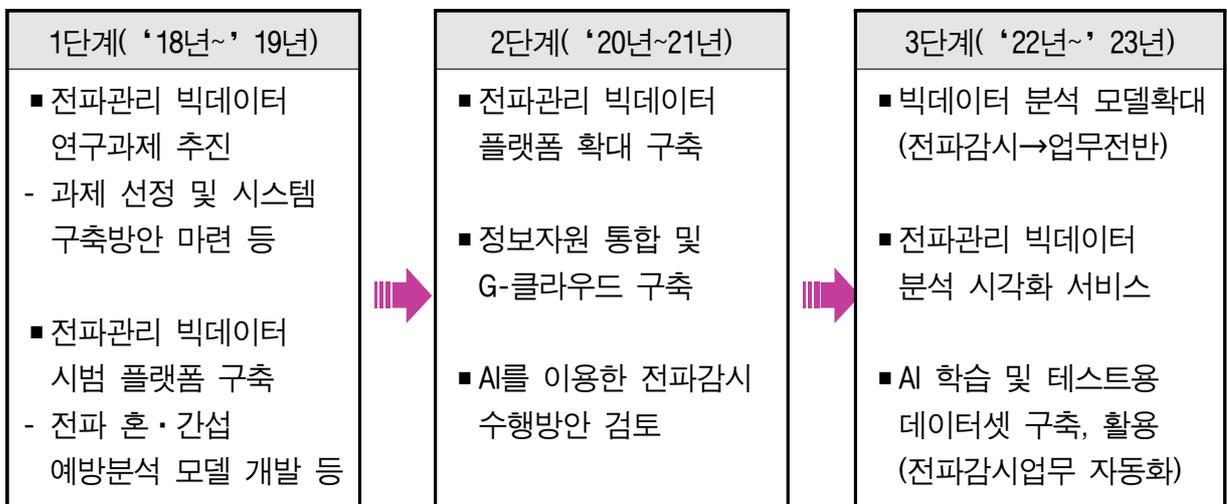
다음으로는 지형상 접근불가 지역, 일정기간 측정요구 장소에서의 전파감시 업무 수행을 위한 시스템을 개발할 계획을 갖고 있다. 산, 강, 바다 등 지리적 접근 곤란 지역에 근접하여 측정할 수 있는 드론형 전파측정시스템을 2021년까지 시범 구축할 계획이며 국제행사, 간헐적 혼·간섭지역, 특정대역 등 일정기간 측정 또는 고정 및 이동이 용이한 센서형 전파측정시스템, 통합공공망(PS-LTE)기반의 셀감시 시범시스템 구축을 2021년까지 시범 구축할 계획이다.

또한, EMP 신호를 감지하고, 주요 제원을 실시간 분석하여 신속하게 상황을 전파할 수 있는 EMP 감지시스템을 2023년까지 구축하여 전파종합관제센터에서 감지시스템을 운용 및 모니터링하고, 상황발생 시 경보발령 등 지휘통제 업무총괄 수행할 계획이다.

나) 빅데이터·AI 기반의 통합형 전파관리정보시스템 구축

전파자원의 수요 증가, 전파기반 서비스의 급증에 따라 전파관리의 지속성, 안정성, 신속성 제고를 위해 전파관리 데이터의 체계적인 축적 및 분석, 활용이 필요해지면서 빅데이터 플랫폼을 구축할 계획이다. 2023년까지 다양한 형태의 전파감시, 무선국 허가·검사, 방송통신기자재 조사·단속 데이터의 수집·가공·분석 기능을 포함하는 빅데이터 기반 전파관리 정보시스템을 단계적으로 구축할 계획으로 지능형·위성·단파 감시로 분산되어 있는 정보시스템의 정보자원을 통합하고 행안부의 G클라우드 구축과 연계 추진할 계획이며 정보자원의 활용 극대화를 위하여 우리소와 국립전파연구원의 정보시스템간 기능 및 정보자원의 연계를 추진할 계획이다.

<표 4-4> 빅데이터 플랫폼 단계별 구축 계획



다) 주파수이용현황조사 기능 개선

체계적인 주파수 회수·재배치를 위해 시급성, 용이성 기준으로 등급을 나눠 평가하는 이용 효율 개선 등급평가를 실시함에 따라 주파수 이용 현황 조사 결과의 높은 정확도 요구되고 있다. 「전파법 제60조」 및 「동법 시행령 제85조」에 의거하여 주파수 이용 현황을 공개하여야 하므로 국가에서 공개하는 데이터의 신뢰도 확보가 필요하다.

주파수 이용 현황 측정 품질 신뢰도를 높이기 위해 신규 설치되는 3세대 시스템의 측정 방법 및 문제점 등을 분석하여 기능 개선을 위해 빅데이터 시스템을 접목하여 측정 데이터의 신뢰도 검증 및 조사 결과의 다각도 분석을 통해 정책 수립 시 활용 가능한 다양한 정보 제공한다. 실측 데이터의 대역폭, 지역별 허가 무선국 등 상호 관계 분석으로 불요파, 불법 주파수 등을 검출하여 이용률에 반영하고 군 사용승인, 공공 및 비면허 주파수에 대한 주파수 이용 현황 조사를 강화하고, 일반 주파수에 대한 조사 결과는 홈페이지에 게시할 계획이다.

이를 통해 3세대 전파감시 시스템 측정 방법 개선 및 빅데이터 시스템과 연계하여 측정 시 발생 가능한 문제점 제거 및 측정 데이터의 정확도를 향상시키고 빅데이터 시스템을 통한 주파수 이용 현황 조사 결과의 다각도 분석을 통해 주파수 회수·재배치·공동사용 등을 위한 신뢰도 높은 데이터 제공한다.

라) 위성전파자원의 효율적 활용 및 기술지원

위성전파 혼신 예방과 국내 통신망 보호를 위해 위성전파 맵을 구축하고 국내 위성전파 관련 기업의 해외진출을 위한 기반을 마련하고 전문인력을 양성할 계획이다. 이를 위해 인접 위성전파의 한반도 내 분포도, 5G 대역 지상파, 북한방송 위성(Thaicom-5) 지향각, 신호세기 등 위성전파환경 측정자료를 구현할 계획이며 개발도상국을 대상으로 위성망 모니터링, 위성전파 측정, 혼신원 탐색 등 위성망 관리·지원을 위한 활동을 진행할 계획이다. 또한, 부피 1리터, 질량 1.3Kg을 넘지 않는 초소형 인공위성인 큐브위성 경진대회 등을 통해 수상 대학을 대상으로 위성전파 모니터링 운용방법 등 인력양성을 위한 기술 지원을 진행할 계획이다.

3. 신산업 서비스 환경변화와의 적합성 검토

전파 이용 기술의 보편화, 다양화, 광대역화로 인하여 주파수 수요는 지속적으로 증가해왔으나 향후 IoT 환경에서의 초연결 사회²⁵⁾는 기존보다 훨씬 방대

한 주파수를 필요로 할 것으로 보인다. 전파 기술의 발전은 크게 4가지 방향으로 일어나고 있다.

첫째, 방송·통신 위주의 활용 범위가 센싱, 에너지 전송으로 변화하고 있다. Gartner의 산업 분야 Hype Cycle²⁶⁾에 의하면 전파의 주요 활용 분야였던 방송·통신 분야는 현재 기술개발을 통해 새로운 가치를 창출하는 데 어느 정도 한계에 이르렀다고 밝히고 있다.

한편, 에너지 및 레이더·센싱 분야는 이제 본격적으로 상용화 기술의 가치가 주목을 받기 시작하였으며 다양한 분야에 융합되어 앞으로의 전파 산업을 이끌어 나갈 것으로 예측하고 있다. 센싱은 현실과 가상을 이어주는 중요한 기술로, 신호처리 HW/SW 발전으로 산업생활 레이더가 확대될 전망이다. 기존 레이더는 주로 군용으로 활용되었으나 향후 자율주행 자동차 산업, 중공업·선박업 분야의 레벨 측정, 보안, 홈·오피스 환경에서의 제어 등 산업·생활에서 다양한 용도로 활용될 수 있다.

전파의 응용 분야는 방송에서 통신, 센싱(레이더), 이후에는 에너지 분야로 산업 흐름이 바뀔 것으로 전망된다. 현재 에너지 응용 기술은 상용화 단계에 이른 것은 없으나 무선 전력 전송, 전자파를 이용한 열 감지, 플라즈마 발생기 등이 주목을 받고 있다. 에너지 분야는 기술적으로 과급이 크며, 무선전력 전송, IoT의 배터리 이슈 등으로 큰 발전이 예상된다.

두 번째로, 주파수 영역은 기존의 6GHz 이하에서 밀리미터파(mmWave), 또는 테라헤르츠(THz) 영역까지 고도화되고 있으며 면허 대역에 집중된 주파수 응용 범위가 비면허 대역으로 확대될 것으로 예상된다. 5G의 주파수 분배는 26, 28GHz의 밀리미터파 대역 대부분 및 6GHz 이하에서는 4G 서비스와 함께 활용되다가 4G 이하의 서비스 수요가 감소하며 기존의 이동통신 대역을 이어 받게 될 것으로 예상된다. 5G 이동통신 서비스를 위해서는 100MHz 이상의 광

25) 초연결 사회(hyper-connected society): 모든 사물인터넷 기기가 센서를 통해 정보를 전달하며 네트워크로 연결된 사회이다.

26) 신기술은 기술 촉발(Technology Trigger)단계부터 관심을 받기 시작하여 부풀려진 기대의 정점(Peak of Inflated Expectations)단계를 지나 환멸 단계(Trough of Disillusionment)로 나아가게 된다. 이 과정에서 살아남은 사업 주체들이 소비자를 만족할만한 상용화 제품을 사업화에 성공시키면서 시장의 주류로 자리 잡을 수 있다.

대역 대역폭을 분배하여야 한다.

또한 IoT 디바이스 확대, 소출력 무선기기 사용 증가에 따라 ISM²⁷⁾대역 등 비면허 주파수 대역의 운용이 앞으로 더욱 중요해질 것으로 보인다. AR/VR 산업, IoT 서비스는 대부분 비면허 대역을 사용하며 향후 비면허 대역 전체의 약 90%를 IoT 서비스가 활용하게 될 것으로 추정된다. 소출력 전파 산업은 중소기업에 적합한 아이템으로 일자리 창출이 가능하다. 현재 비면허·소출력 산업이 전체 전파 산업 일자리의 80%를 차지하고 있다.

세 번째는 HW의 지능화를 꿈꿀 수 있다. 디바이스는 네트워크 연결에 의해 각각의 성능을 뛰어넘어 더욱 고성능의 소프트웨어를 구현할 수 있다. 현재 전파 산업은 소비자의 다양한 수요 충족을 위해 단독의 하드웨어 기기 산업에서 소프트웨어 플랫폼 위주로 변화하고 있다. 즉, 제품의 지능화에 따라 HW보다 SW의 중요도가 더 커지고 있으며, 특히 전파활용센서 분야에서 성능 극대화를 위해 지능화(AI/기계학습)를 적용하고 있다.

마지막으로 사회 문제 해결을 위한 응용 분야가 확대되고 있다. 주파수를 활용한 비침습적 치료, 지방분해 수술 등 ICT 기반의 의료 시장은 ‘20년까지 270조 원으로 확대될 전망이다. 전파 의료의 활용분야는 300MHz~2GHz 고주파를 이용한 각종 진단기, 종양 치료기 및 마이크로파를 활용한 열치료기, 초음파 치료기 등의 등장이 예상된다. 또한 고령화, 대형 재난, 환경 오염 등 다양한 사회적 문제에 대응하기 위한 공공안전망 구축, 원격의료 서비스, 환경 오염 감시 등 사회안전망 구축에 전파가 적극적으로 활용될 전망이다.

기존 주파수 영역은 면허 대역을 중심으로 이용 가능 대역이 대부분 6 GHz 이하에 집중되어 있다. 현재 주파수 이용 기술은 밀리미터파(mmWave), 또는 서브테라헤르츠(subTHz) 영역까지 고도화되고 있으며 이 분야와 관련하여 전파의 물리적 특성을 고려하여 표준화가 이루어지고 있다. 밀리미터파는 짧은 거리에서 낮은 송신전력을 가지고 활용되는 것이 특징으로 소규모 커버리지를 가지며 5G 네트워크의 경우, 24.25 GHz~ 27.5 GHz 대역에서 밀리미터파를 활용하여 스몰 셀을 배치할 계획이다.

27) ISM(Industrial Scientific and Medical band): 산업, 과학, 의료용 기기에서 사용 가능한 주파수 대역. 허가가 불필요한 소출력 무선기기들이 많이 사용되고 있음

5G 서비스는 빔포밍 기술을 활용하여 좁은 안테나 빔을 발사하고 단말기 사용자에게 직접적으로 신호를 전달한다. 이에 따라 전송 거리가 길지 않은 경우 밀리미터파를 활용하여 통신이 가능하다. (sub)THz란 100 GHz~1 Thz 대역의 전자기 스펙트럼을 의미하며, 이주파수 영역은 센싱, 이미징 영역에 적용하기에 적합한 것으로 알려져 있다. Sub(THz)파는 밀리미터파보다 파장이 짧아 서브 밀리미터파로 불린다. 테라헤르츠 영역에 있는 광자에너지는 비금속 물질의 밴드-갭 에너지보다 작아 이런 물질들을 통과하는 성질을 가진다. 이에 따라 Sub(THz)파는 공항 보안 검색이나 X-선과 같이 물질의 특성 검사와 물체 내부의 고해상도 이미지를 만드는 데 활용될 수 있다.

<표 4-5> 국내 주파수 활용 분야

구분	이동통신	산업·생활	공공	위성	방송	
분류 기준	서비스	이동전화	스마트공장, 스마트시티 등	안보, 교통, 기상측위 등	통신·방송 지구관측 등	방송 (TV, 라디오)
	기능	정보전달	정보전달, 센싱, 에너지전송	정보전달, 센싱	정보전달	정보전달
	이용 주체	이동통신 사업자	산업체, 개인	공공기관, 軍	위성사업자, 학계 등	방송사업자
	대역	800MHz-2.6GHz (0.5GHz폭)	전 대역 (32.8GHz 폭)	전 대역 (13.8GHz 폭)	10GHz 초과 (5.4GHz 폭)	771MHz 이하 (0.35GHz 폭)
	면허 유무	면허	면허·비면허	면허·비면허	면허	면허

자료: 2020 新산업·생활 주파수 공급계획(2017), 과학기술정보통신부

한편, 주파수 대역의 활용과 관련해서는 면허 대역에 집중된 주파수 응용 범위가 비면허 대역으로 확대될 것이 예상되며 IoT 디바이스 확대, 소출력 무선기기 사용 증가에 따라 산업·생활 주파수의 운용이 더욱 중요해질 것으로 보인다. 산업·생활 주파수는 신산업 개발 또는 산업현장에 사용하는 산업용 주파수를 비롯하여 개인·사회가 가정 및 사회 인프라에 활용하는 생활용 주

파수의 통칭이며, 공동으로 사용되는 경우가 많아 별도로 구분하지 않는다. 산업·생활 주파수는 현재 32.8 GHz 대역폭을 가지며 현재 면허를 통해 이용하는 이동통신, 공공, 위성 및 방송 용도를 제외한 모든 주파수가 이에 해당한다.

산업·생활 주파수는 면허 대역과 비면허 대역 모두를 선택적으로 활용할 수 있다. 즉 다양한 서비스의 특징에 맞춘 자유로운 비면허 대역과 이용의 신뢰성을 보장하는 면허 대역을 조화롭게 활용 가능하다. 주요 산업은 무선기기 생산으로, 무선분야의 혁신적인 기기 생산 및 국민이 생활 밀착형으로 사용할 수 있는 다양한 무선기기 개발이 가능하다. 대부분의 무선기기 제조업체는 중소기업으로 현재 산업·생활 분야 무선기기 제조업체는 전체 전파분야 기업 수의 94.25%를 차지한다. 위 기업들을 대상으로 정책적 지원을 통한 일자리 창출이 필요할 것으로 보이며 중소기업의 도전적인 신산업 활성화를 위한 지원방안 마련이 필요하다.

4. 신사업 서비스 대응 전파관리 시사점 도출

전파 기술 및 산업의 발전은 크게 레이다·센싱, 에너지, 의료, 환경 등전파 응용 분야의 확대와 ISM대역 이용 확대 및 밀리미터파, Sub(THz) 주파수 고도화를 통한 주파수 활용의 다양화, 무선기기의 지능화라는 3 가지 흐름으로 일어나고 있다. 전파가 다양한 응용 분야로 융합됨에 따라, 기존의 전파 산업 분류 체계에 따른 통계 방법으로는 다양한 영역에 활용되는 전파의 사회적 가치가 배제되는 결과가 나타난다. 이와 관련하여 전파 산업의 재정의(Redefining)가 필요하다고 판단되며, 협의·광의의 개념에서 전파를 재정의하고 이에 따라 전파 산업의 범위, 산업 비중을 다시 계산할 필요가 있다.

실제 전파를 기반으로 파생되거나 전파 분야와 융합되는 산업은 크게 증가하고 있으나, 산업 통계에 의한 전파 산업의 규모는 아래와 같이 성장세가 감소하는 것으로 나타난다. '14년 기준, 전파 산업의 비중은 전체 GDP의 4.16%를 차지하며 '13년 대비 하락한 것으로 나타난다. 이는 이동통신기기 제조업의 공장이 해외로 이전하였기 때문인 것으로 추정되며, 전파 기술이 사회에 기여하는 영향력은 증가하는 상황이나, 통계적 방법은 이를 반영하지 못하고 있음을

확인할 수 있다.

전파 산업을 분류하는 방식은 세부적으로 어떠한 산업을 포함시키는가에 따라 달라질 수 있으나 한국은행의 경우 한국표준산업분류(KSIC) 47)에 따라 전파 산업을 정의하고 있다. 전파 산업은 크게 ① 전파관련기기 제조업, ② 무선통신서비스업, ③ 방송서비스업으로 나뉘며 중분류 항목으로 아래 산업을 포함시킬 수 있다.

<표 4-6> 한국표준산업분류에 따른 전파산업 분류

중분류	소분류
전파관련 기기 제조업	<ul style="list-style-type: none"> - 방송장비 제조업(무선 장비 일부) - 이동전화기 제조업(공장의 해외 이전으로 생산액 감소) - 기타 무선 통신장비 제조업 - 텔레비전 제조업 - 라디오, 녹음 및 재생기기 제조업 - 레이더, 항행용 무선기기 및 측량기구 제조업
무선 및 위성통신업	<ul style="list-style-type: none"> - 무선 및 위성통신업
방송업	<ul style="list-style-type: none"> - 라디오 방송업 - 지상파 방송업 - 위성 및 기타 방송업

자료: 2020 新산업·생활 주파수 공급계획(2017), 과학기술정보통신부

이를 기준으로 전파 산업을 분류할 경우 국내 전파 산업은 '11년~'15년 기간 중 약 100조원 규모인 것으로 파악된다. 생산 기반이 해외로 이전함에 따라 성장세는 감소하는 것으로 나타나며 이는 일본의 경우도 마찬가지로 일본 전파산업회(ARIB)의 통계에서도 전파 산업의 규모는 '11년 13.5조엔, '15년 11.7조엔으로 감소하는 것으로 나타났다.

전파 분야 기술의 실제 사회적인 가치를 보여주기 위해서는 기존의 전파산업통계 외에 새로운 통계 접근이 필요하다. Ovum에서 발표한 보고서에 따르면

캐나다의 무선통신산업 비중을 산정하기 위해 각 생산과 정에서의 가치기여도를 평가하여 무선통신이 캐나다 경제에 기여한 정도를 측정하였다. 그 결과, 무선통신서비스의 GDP 기여도는 농업 생산과 비슷한 수준의 150억 달러로 나타났다. 그 밖에는 4차 산업혁명 관련 무선통신의 중요성을 나타내는 지표들을 활용할 수 있을 것으로 보인다. 무선통신의 중요성을 나타내기 위한 지표로 흔히 사물인터넷 시장 규모, 모바일 데이터 트래픽 증가, 커넥티드 카의 시장 규모 확대 등이 인용된다. 전파 산업 비중을 계산하기 위해 별도의 통계를 마련하는 것에 현실적인 문제가 존재하므로 이러한 지표 들을 활용할 수 있다.

해외 주요국의 전파 관련 정책 조사 결과에 따르면 미국, 영국 등 주요국들은 특정 산업의 진흥 목적보다는 신규 서비스·산업의 수요에 대비한 주파수 확보 및 인프라 구축을 목적으로 하였다. 주요 화두는 5G 서비스 도입에 필요한 광대역 주파수 확보, 인프라 구축, 투자 및 상용화 촉진방안과 공공용 주파수의 공동사용을 추진하였다. 또한, 기본계획 정책 수립 프레임워크와 관련하여 미국 FCC나 호주 ACMA 등 선진국의 사례를 참고할 수 있다.

호주 ACMA의 경우, '09년부터 주요 전파정책 이슈 및 추진방향이 담긴 향후 5개년 계획(Five-year Spectrum Outlook, 이하 FYSO)을 매년 발표하고 있다. 일반적으로 5개년 계획은 5년 동안의 정책 방향을 담고 있으나 FYSO는 매년 환경 변화를 반영하여 주기적으로 내용을 수정 전파관리(Spectrum Management)는 스펙트럼 자원의 효율적 활용을 위하여 스펙트럼 이용효율 극대화 및 스펙트럼 이용 서비스의 간섭을 최소화하기 위한 전반적인 활동이다. 스펙트럼 모니터링(Spectrum Monitoring)은 사용 가능하고 혼신 없는 스펙트럼 실현을 목적으로 하는 활동으로 전파관리(Spectrum Management) 활동의 눈과 귀가 되는 역할을 수행한다.

스펙트럼 모니터링은 전반적인 전파측정 활동으로 피드포워드(Feedforward Activity)와 피드백(Feedback Activity) 활동으로 구분된다. 피드포워드(Feedforward)적인 역할은 전파이용 환경의 이해와 효율적인 스펙트럼 활용을 촉진하기 위한 정보를 수집 제공하기 위한 전파환경 측정, 스펙트럼 점유율 측정 등 일상적인 스펙트럼 측정 활동이며 피드백(Feedback)은 전파관리에 의해 규정된 스펙트럼 이용환경으로부터 전파 신호 특성 및 신호원 추정 기술을 이

용한 불법, 위규 전파사용의 제거 및 주파수간 혼신의 원인을 제거하는 활동이다.

그러나 4차 산업혁명 핵심기술의 대두, 이동통신 무선국의 증가, 불법무선국의 증가, 기존 무선국의 노후화 등으로 인해 전파이용 환경이 복잡하게 변화하고 있으며 이러한 전파 이용 환경 변화에 대응하기 위해서는 능동적인 전파 이용 관리를 위한 미래 지향인 스펙트럼 모니터링 기술 개발 및 시스템 구축 등 체계적인 대응방안 수립 필요하다. 현재 무선국의 전파 이용 현황 측정은 무선국의 출력을 기준으로 관리대상을 선정하고 해당 무선국에서 발생하는 전자파를 기준으로 관리하고 있으나, 통신 시스템의 다양화로 인해 한 장소에 다수의 무선국이 동시에 운영되는 경우가 다수 존재하며 이에 다수의 무선국에서 동시에 발생하는 전파에 대한 측정 및 관리 방안이 필요하다.

5. 신사업 서비스 대응 전파관리 개선 방향

전파 관리의 목적은 스펙트럼 이용효율 극대화 및 전파 이용 서비스의 간섭 최소화를 위한 전반적인 활동으로 이루어져야 한다. 즉, 신사업 서비스 대응 전파관리는 신사업 서비스 활성화 및 보호를 위한 기반 활동 중심으로 미흡한 사항과 중점적으로 추진해야 할 사항들을 전략적으로 구축해 나가야 한다.

신사업 서비스에 대응한 전파관리 방향은 전파관리의 일반적인 추세에서와 같이 전파 이용환경의 이해와 효율적인 스펙트럼 활용 촉진을 위한 정보 수집 제공을 위한 피드포워드 적인 역할이 보다 강조되고 있다. 특히, 기존의 전파 감시는 전파감시 업무 기능별로 구분된 다채널 측정수신기로 구성되는 고정 감시국을 중심으로 하는 고출력 면허 대역 위주의 전파 신호특성(전파품질) 측정을 통한 위규 및 불법 감시 업무를 주축으로 하고 있다.

신사업 서비스 대응을 위한 전파관리는 앞에서 분석된 바와 같이 면허, 비면허를 구분하지 않는 다양한 서비스 형태와 주파수의 공동사용이라는 전파 이용환경 변화를 중심으로 대응할 필요성이 있다. 미국 정보통신국(NTIA) 등에서도 국가 전파 자원인 전대역 스펙트럼 이용환경을 공간적으로 확대한 전파 빅데이터를 활용하는 전파감시 정보의 활용성이 논의되고 있다.

기존의 전파감시는 허가 대역의 서비스 무선국 중심으로 관리를 하고 있으나, 앞에서 분석된 바와 같이 통신 시스템의 다양화로 인해 한 장소에서 다수의 소출력 무선국이 동시 운용되거나 자율주행차, 드론, 로봇 등에서 광대역 스펙트럼 특성은 가진 레이더 센서 등에서 발생하는 인접 주파수의 전파 간섭 분석 등을 위해서는 광범위한 전파 스펙트럼을 포함한 지속적인 전파 스펙트럼 수집, 분석, 관리 및 전파 감시 데이터 수집이 필요하다.

즉, 신산업 서비스 확대 등 전파 이용 환경 변화에 대응하기 위해서는 능동적인 전파 이용 관리를 위한 미래 지향인 전파 빅데이터 플랫폼 기반의 스펙트럼 모니터링 기술 개발 및 시스템 구축 등 체계적인 대응방안 수립 필요하다. 이같은 접근은 전파 감시의 기본 역할인 스펙트럼 데이터 중심의 전파 모니터링 파라미터 결정이 필요하며, 신산업 확산에 따른 소출력 무선 서비스 등 공간 중심의 무선 서비스 출현에 대응한 GIS 정보를 기반으로 한 데이터 관리 및 분석 기술 필요하다. 이러한 새로운 전파관리 대응은 채널 중심의 전파감시 시스템 구성에서 벗어나 스펙트럼 중심의 직관적 분석 및 예측으로부터 전파의 효율적 관리가 가능해 질 것이다.

공간 중심의 신산업 확산에 따른 무선 서비스 출현에 대응한 전파감시는 전파이용 기술의 동향에 맞추어 갈 과감한 접근이 필요할 것으로 판단되며, 셀 기반의 전파감시 시스템 구축 및 데이터 관리 방안 수립이 필요하다. 4차 산업혁명시대 핵심 기술인 데이터 관리 및 분석기술은 공간 중심의 전파서비스 환경 도래에 따라 전파감시 분야에서도 꼭 필요한 핵심기술로 판단되며, 4차 산업혁명 시대에 대응한 전파감시 접목기술은 빅데이터 분석을 위한 데이터 포맷, 플랫폼 개발, 데이터 분석 알고리즘의 체계적인 개발 적용이 필수적이다.

4차 산업혁명시대 전파감시 핵심 대응 기술인 빅데이터 분석을 접목한 기술 개발을 위해서는 4차 산업혁명의 핵심요소인 센싱 및 데이터 수집, 데이터 분석, 정보 생성을 위한 과감한 투자와 접근이 필요하다. 이러한 4차 산업혁명 시대의 플랫폼 중심은 이미 한때 미래 키워드로 만들어졌던 유비쿼터스 센싱 네트워크의 무선환경에 대한 대응과 무관하지 않게 구체적으로 현실화 되고 있다. 따라서, 4차 산업혁명시대 전파 감시 대응은 유비쿼터스 사회에 논의되었던 전파감시 대응 패러다임으로부터 더욱 구체화 하고 보완하여 나갈 수 있을 것이다.

고전적인 감시 업무인 아날로그 신호의 전파품질 파라미터 측정을 과감히 탈피하여, 스펙트럼 자원보호를 위한 스펙트럼 마스크에 의한 전파감시, 스펙트럼 자원의 효율적 관리를 위한 스펙트럼 데이터의 처리, 분석을 위한 시스템 개발 및 구축 추진이 필요하다. 이미 잘 알려진 바와 같이 무선국의 소출력, 고주파수, 광대역화 기술 동향과 셀기반의 무선통신 서비스 환경에 맞게 구축시스템은 과거 집중화된 고정 시스템이 아니라, 분산된 전파공간의 감시를 위한 시스템 개발, 배치가 필요하다. 분산배치를 위한 기술, 경제적 타당성은 이동통신 기지국이나 가로등과 같이 자유로운 망구성이 가능한 기존의 무선 기지국 인프라를 활용하는 방안도 있다.

기존의 무선 기지국 인프라를 활용 경우 이동통신 기지국의 전원, 네트워크 인프라 공유를 통한 전파감시 고정국 구축비용 절감, 무선국 이용 수요에 따른 셀플랜 및 전국망을 활용하여 유연한 그리드형 전파감시 토폴로지 구성 가능하다는 장점이 있다. 하지만 이동통신 기지국의 무선 주파수 출력으로부터 센서의 보호 및 수신 혼변조가능성, 이동통신사와의 전원, 네트워크 인프라 공유 협력 등의 해결해야되는 과제가 남아있는 것이 사실이다.

드론, 로봇을 이용한 전파감시분야 도입은 전파감시 보조적인 플랫폼으로서의 가능성은 있으나 본격적인 핵심 전파감시 기술 분야로 보기에선 안정성, 도심에서의 운용 등 전파감시 도입 한계 극복이 필요한 사항으로 안정성 확보를 위한 장기적인 도입 추진은 타당성이 있는 것으로 분석된다. 특히, 드론을 이용한 전파감시에서 드론의 안정성을 제외한 전파감시 분야에서의 구체적인 활용은 공간적인 전파감시 접근성의 이점이 있어, 특정 상황에서 전파감시, 특히 간섭원 해소의 보조적인 수단이 될 것이다.

신산업 서비스 확산에 따른 전파관리 대응 플랫폼으로 공공재난·통신망(PS-LTE)과 같은 국가 공공 통신망을 공유하여 분산 네트워크 기반의 전파모니터링 테스트베드를 구축하고, 빅데이터 수집 플랫폼으로 활용하는 방안에 대한 구체적이고 실현가능한 방안 논의도 하나의 접근이 될 수 있을 것이다.

또한, 전파감시 플랫폼 장비의 개발은 네트워크화, 모듈화, 재구성 가능, 소형 경량화의 방향으로 개발되어야 하며 가능한 전파감시 대응시나리오에 맞게 유연하게 적용되어야 한다. 각 대응 시나리오는 공간적, 시간적 그리고 주파수

적 대응으로 구분한다. 공간적 대응은 통상 감시 지역과 선제적 대응지역을 중심으로 시간적 대응은 상시와 비상시로서 그리고 중점 대응 주파수와 혼간선접 대상 주파수 대역 예측을 감시하는 방안으로 다양한 운영 방안에 대하여 유연하게 구축되도록 해야 한다.

4차 산업혁명의 핵심기술인 데이터 중심의 IoT, Big-Data, Cloud 및 인공지능의 기본 기술인 Machine Learning 기술은 4차 산업혁명시대에 대응하는 전파감시 프레임워크의 핵심요소가 되어야 할 것이다. 이러한 4차 산업혁명시대 전파감시 환경 구축을 위해서는 정책적인 방향, 혁신적인 기술, 시스템적 구축을 위한 인프라 분야에서 모든 것이 갖추어 져야 한다.

4차 산업혁명시대에 대응한 기술의 방향은 명확히 전제되어 있으나 현실적인 실현 가능성에 대해서는 여러 이견이 존재할 수 있으며, 4차 산업혁명의 사물 인터넷으로 대표되는 플랫폼 형태인 셀기반의 많은 전파감시 센서의 구축이 현실적인가에 대한 부분은 기술적 타당성의 문제 보다는 경제적 타당성과 전파이용환경 변화에 따른 선택과 집중을 통한 정보의 효용성이라는 논리로 접근한다면 보다 현실적인 대안을 도출 할 수 있을 것이다.

위에서 제시된 4차 산업혁명 시대에 대응한 전파감시 시스템 구축을 위해서는 과감하게 탈피하거나 집중해야할 기술적 요소에 대한 논의도 필요하다.

4차 산업혁명 시대변화에 따른 신산업 서비스가 확산되고 있으며, 전파 이용환경 및 기술의 변화도 과거와는 다른 전파감시 패러다임이 요구되고 있다. 데이터 중심의 네트워크 기술 및 빅데이터 분석 기술의 보편화에 따라, 전파감시 패러다임 변화를 반영하여 센서 기반의 공간 상관이나 시간 상관 등 빅데이터 분석기술 도입을 통하여 현재의 인력중심 전파감시 운용시나리오를 기계학습 알고리즘 기반으로 발전시켜 업무의 효율 향상을 위한 접근이 필요하다.

ITU-R에서도 전파 이용환경 변화에 대응하여 전파감시 기술의 진화를 표방하고 추진하고 있으며 스펙트럼 이용 측면에서 적응형 주파수 사용(Adaptive Frequency Usage), 동일 주파수 다중화, 광대역 액세스, 확산 스펙트럼등의 기술사용과 전파 이용기술 변화에 따른 전파 이용의 초연결, 지능화, 소출력화, 고주파수화, 광대역화, 고효율화 등 4차 산업혁명시대 전파이용환경 변화에 적합한 새로운 전파감시 기술 필요성에 대하여 논의되고 있다.

[그림 4-2] 전파 이용환경 변화에 따른 전파감시 요구사항



자료: IoT 사회와 전파 모니터링, HURA(2017)

다양한 전파이용 서비스 확산에 따라 소출력, 고주파수화, 공간기반 무선 서비스 등 전파환경이 변화하고 있으나 국내의 전파감시 환경은 공간적인 전파감시 인프라 부족 및 수많은 고층 건물로 인한 방향탐지 오차 발생으로 혼신 신호원의 위치 특징이 어렵다. IoT, 자율주행차, 드론 등 신산업 무선 서비스의 경우 200mW 정도의 소출력을 가지고 있으나 특정 공간에 한정된 서비스가 아니라 공간적인 구분이 모호해지고 있으며 IoT 서비스의 경우 서비스 영역이 10Km 이상으로 확대되고 있다. 소출력, 광대역화, 공간기반 등 전파환경의 변화는 정형화된 감시 기술로는 대응에 한계가 존재하며 전파이용환경 추세에 따른 지역/공간 클러스터 단위의 데이터 수집, 처리 및 통합정보 분석 강화, GIS 기반 전파감시 체계가 필요하다.

또한 전파 빅데이터 기반 전파감시 프레임워크로의 진화를 위해서는 머신러닝 알고리즘과 같은 전파 빅데이터 처리 기술 뿐 아니라 전파 빅데이터 수집 인프라를 위한 광대역 안테나 및 수신기 소형화와 네트워크 기반의 신호수집 및 전송기술 등 핵심 H/W 기술의 개발이 필요하다. 이러한 신호 검출 기술과

빅데이터 분석 기술의 융합을 통한 초연결성 기반 전파 모니터링은 공간 분산된 센서의 그룹제어 기반 인지(센싱) 협업감시를 통해 센싱에 의한 자율판단 및 그룹 데이터 수집처리 등 4차 산업혁명의 인지 및 판단 기술이 접목될 수 있어 기존의 정형화된 시스템 기반 감시의 한계를 탈피할 수 있으며 이에 항만, 공항, 공장 등의 물류처리와 같이 전파를 이용하는 국가 기반시설에 대한 악의적인 전파교란 및 간섭 등 전파테러 발생과 같은 다양화 되고 있는 전파문제에 대응할 수 있을 것이다.

모든 전파 혼·간섭의 원인을 찾아내는 것은 불가능한 일이다. 신호는 시간이 지남에 따라 달라 지거나, 다른 신호에 숨겨 지거나, 간헐적이거나 짧은 시간 동안 지속될 수 있다. 전파 혼간섭을 찾는 과정은 범죄 조사에서와 같은 포렌식 조사나 단지 부분 측정의 일부이다. 따라서, 전파 혼간섭을 찾는 일은 무선 환경을 이해하는 것이 중요한 첫 단계이다. 예를 들어 송신기의 위치, 안테나 특성 및 출력, 전파의 환경을 조사하고 이해 하는 것이 중요하다. 그런 다음 적절한 도구와 안테나로 현장의 환경을 측정하고 축적된 데이터나 경험으로 분석하여 한다.

효율적인 전파 혼간섭의 대응은 시간, 주파수 공간적인 측면에서 다양한 대응 전략이 필요하다. 전파 모니터링은 통계적 추정에 근거한 조사로 모든 상황에 완벽한 대응책은 존재하지 않는다. 이상적인 방법과 현실적인 방법을 고려하여, 적절한 전파 모니터링 자원을 확보하여 다양한 접근으로 분석이 필요하다.

셀 기반 전파 혼간섭원 추정 기술의 가장 대표적인 이점은 단일 수신안테나로 광대역 전파 혼간섭원의 효율적인 해소가 가능한 RF 센서 네트워크 기반의 TDOA(Time Diffrence of Arrival) 기술을 적용한 신호원 위치추정이 가능하다는 것이다. 기존의 AOA 방식은 반사파에 의한 방향추정 오차가 크게 나타나는 문제가 있다. TDOA 방식은 3개 이상 사이트에 설치된 다수의 RF Sensor에 도달한 신호의 시간차를 이용하는 방식으로 실외환경에서 RF Sensor 간 GPS 시각 동기 기술을 이용하여 상대적으로 반사파에 의한 영향이 적은 특징이 있다.

TDOA 방식은 광대역 신호의 신호원 추정에 적합하며, 정보가 실리지 않은

협대역 신호의 처리에는 부적합한 특징이 있어 신호의 수신레벨을 비교하는 PoA(Power of Arrival)방식을 같이 사용하는 하이브리드 방식으로 적용할 필요가 있다. PoA (Power of Arrival)는 3개 이상의 모니터링 사이트에서 감지된 순간 전력 레벨을 포착하고 비교하는 위치 추정이다. 상대적인 전력 레벨을 검출함으로써, 관심있는 신호의 대략적인 위치를 추정할 수 있다. PoA는 변조 및 무 변조 (CW) 신호 유형 모두에서 동작하는 장점을 가지고 있고 버스트 또는 펄스 신호에서도 적용할 수 있고 각 수신기의 측정 신호는 정확도를 높이기 위해 시간 동기화 하여야 한다.

이러한 셀기반 전파 혼간섭 추정을 위해서는 먼저 전파간섭 해소 대상 사이트에서 3개 이상의 전파 모니터링 사이트에서 대상 신호의 수집이 가능한 플랫폼 구축이 필요하다. 앞에서 기술된 바와 같이 기지국 인프라나, 가로등과 같이 전국적인 감시망 구축이 가능한 플랫폼에 설치가 가능한 컴팩트한 전파 모니터링 시스템 적용이 선행되어야 한다. 이러한 셀 기반 전파 혼간섭원 추정 플랫폼이 구축되며, 전국을 하나의 전파 관리권으로 구축하여 효율적인 전파 관리가 가능한 진정한 전파 거버넌스를 이룰 수 있는 토대가 마련될 것이다.

해당 플랫폼 구축을 통하여 주파수 공동사용 도입 등 신규 주파수 확보를 위한 주파수 관리 자동화 및 전파 생태계 변화에 대응한 효율적이고 과학적 주파수 공급체계가 가능할 것이다. 또한, 공간기반 스펙트럼 센싱, 연속성 있는 DB 구축으로 효율적인 전파간섭 보호 및 빅데이터 기반 스펙트럼 관리 DB 구축 등 빅데이터 기반 전파관리 체계를 통한 실시간 신뢰성 있는 주파수 사용 정보 제공으로 신규 무선 산업 창출할 수 있는 견인이 될 것으로 기대할 수 있다.

사회 전반적인 정보통신 기술의 변화는 3차 산업혁명을 넘어서 4차 산업혁명이라는 보편적인 기술환경으로 변화하고 있다. 전파감시 기술의 발전도 기술의 진화, 시스템의 진화, 네트워크의 진화, 운용의 진화로 이어지고 있다. 운용의 진화는 4차 산업혁명 시대를 대표하는 ICBM(IoT, Cloud, Big Data, Mobile) 과 AI 기술의 중심에서 전파 빅데이터의 가공, 처리 분석을 통한 전파감시 업무의 패러다임 변화가 필요할 것이다.

전파 이용환경은 유비쿼터스를 넘어 IoT 세상으로 변화하고 있고, 전파 모니터링의 대응전략도 센서 기반의 전파 스펙트럼 빅데이터 환경으로의 변화에

대한 대응이 필요하다. 빅데이터와 인공지능의 성공적인 상호 연관성은 빅데이터의 품질이 큰 영향을 미치게 된다. 따라서, 빅데이터 분석을 위한 충분한 정보를 수집하여 저장할 수 있도록 설계하는 것이 매우 중요하다. 결국, 빅데이터 분석은 인텔리전스(Intelligence)를 강화하기 위한 것이다.

또 다른 전파감시 대응에 있어서 다른 빅데이터와의 차별성은 ‘센싱 > 데이터 수집 > 분석 > 처리’로 이어지는 사이클에 있어 신속성을 가진 실시간 대응으로 전파감시 센서와의 상호 측정 연관성을 가져야 한다는 것이다. 그리고, 기술의 변화에 대응하기 위한 오픈소스 기반의 안정성 확보, 호환성, 확장성 등이 확보되어 효과적인 비용으로 빅데이터의 활용이 가능하도록 하여야 할 것이다.

빅데이터 분석은 정보 소스를 중심으로 하는 ‘발견’ 위주의 접근 방법이다. 기존의 전파 모니터링 분석은 구조화되고 획일화된 분석 방법으로 결과를 도출할 수 있도록 데이터를 구조화한 DB 플랫폼으로 이루어져 있었다. 그러나 새로운 전파 빅데이터 플랫폼의 분석 구조는 유연하고 탐색적인 분석이 가능하도록 플랫폼을 제공하고 어떤 분석이 이루어질지는 탐색에 의해 지속적으로 확장될 수 있는 구조이어야 한다. 이 두 가지 방법은 정보기반의 통찰력을 확보하기 위하여 상호 보완적으로 사용되어야 한다.

신산업 전파 서비스 확산에 따른 전파 혼잡 분석 및 효과적인 대응을 위해서는 앞에서 제안한 기지국 플랫폼을 이용한 전파측정 빅데이터를 이용하여 아래 기술되는 다양한 분야의 전파분석 및 전파환경 예측기술 개발이 필요하다.

- 다양한 통신 서비스 네트워크의 출현과 한정된 스펙트럼의 효율적 사용을 위한 스펙트럼 공유통신 기술 도입에 따른 능동적인 전파측정 및 전파관리 기술의 개발
- 주파수 재사용 및 스펙트럼 공유통신 환경 등 새로운 전파 응용기술 및 통신시스템에 적합한 전파환경(신호, 잡음) 측정 기술의 개발 및 전파환경 분석자료 공유를 위한 네트워크 기반의 전파환경 예측기술 개발
- 네트워크 기반의 전파측정시스템 개발로 이종 시스템으로부터 측정된 전파환경 측정 DB 구축 및 분석기술
- 항만, 공항, 공장 등의 물류처리 등 전파를 이용하는 국가 기반시설에 대한

악의적 전파 교란 등 전파테러 발생에 대비한 실시간 전파관리에 의한 전파 간섭 분석기술 개발

- 네트워크 기반의 실시간 신호 수집기술 및 불법, 간섭신호 분석 및 간섭원 위치 추정 알고리즘 개발
- 광대역 안테나 및 수신기 소형화 기술, 네트워크 기반의 신호수집 및 전송 기술 등 핵심 H/W 기술개발
- 다양한 형태의 불법 변조 신호에 대응한 신호 식별 알고리즘 개발을 통한 과학적인 불법 신호원 분석기술 개발

[그림 4-3] 인지기반 사이버 물리시스템을 이용한 스펙트럼 모니터링



자료: IoT 사회와 전파 모니터링, HURA(2017)

제2의 클라우드 혁명이라 불리는 엣지 컴퓨팅이라는 기술이 새로운 화두로 떠오르고 있다. 과거 기술의 발전은 Scale-Up을 통한 시스템의 성능을 확대하는 방향으로 발전하였다. 하지만 집중화된 성능에 한계 때문에 분산처리를 통한 Scale-out을 통해 무한대의 성능을 발휘하는 방향으로 발전하고 있다. 점점 소형화, 고성능화된 정보통신 기술의 영향으로 IoT 생태계도 지능을 가지는 엣지 인텔리전스를 지향하고 있다.

전파 모니터링의 생태계도 저전력 고속 프로세서의 등장으로 전파 센싱 기

반의 실시간적인 대응이 가능해지고 있다. 이러한 기술의 변화는 특정 지역에 한정된 고성능의 시스템에서 측정을 수행해온 고전적인 정형화된 감시기술로 실시간적인 전파간섭 대응에는 한계가 있으며, 시스템 기반이 아니라, 공간에 분산된 센서의 그룹제어 기반의 인지(센싱)/협업감시 개념의 도입이 필요하다. 소위 인지 전파 감시기술(Cognitive Radio Monitoring)에 의해 앞에서 제안된 ‘공간기반 스펙트럼 관리 플랫폼’을 활용하여 전파 센싱에 의한 자율판단 및 Group 데이터 수집처리(Aggregation Server) 기술의 적용이 가능해지고 있다.

[그림 5-3]은 4차 산업혁명 시대로 대표되는 Big Data와 인공지능의 기술 연계로 보편화되고 있는 초연결, 초지능에 기반한 사이버 물리 시스템(Cyber Physical System) 사이클을 설명하는 그림이다. 공간(GIS) 기반 전파감시 정보 분석 대응은 네트워크 기반의 전파감시 기술에 대응하는 지역/공간 클러스터 단위의 데이터 처리 및 정보 분석을 의미하며, 다양한 이종 데이터 통합 기술 도입 및 GIS 네트워크 기반의 Spatial use of Spectrum, Temporal use of Spectrum, Location/Orientation of Devices와 같은 다차원적인 분석기술 고도화를 의미한다.

6. 소결

4차 산업혁명의 발전으로 무선 네트워크 환경이 변화함에 따라 모든 사물과 사물이 무선 네트워크로 연결되고 있으며, 이에 전파관리 역시 대응전략 마련이 요구되고 있다. 다양한 스마트 디바이스들의 등장에 따라 멀티미디어, 영상서비스, 위치정보 서비스 등 광대역 서비스에 대한 수요가 급속도로 증가하는 추세이며 여러 전문 연구기관들은 향후 모바일 데이터 트래픽의 급증을 예측하고 있다. 하지만 무선통신 기술의 발전에 따른 주파수 효율성 향상은 이에 미치지 못하고 있다. 따라서 본 연구에서는 4차 산업혁명 시대의 전파환경 정책 및 시장동향을 살펴보고 이에 대응한 전파관리 개선방향을 제시하고자 하였다.

이를 위해 4차 산업혁명 시대의 핵심 인프라인 무선네트워크 환경 변화에 따른 국내외 전파관리 정책을 먼저 조사를 하였다. 국내의 경우 깨끗한 전파환

경을 구현을 위하여 2011년 1월의 “모바일 광개토 플랜”을 시작으로 “모바일 광개토 플랜 2.0” 거쳐 중장기 계획인 K-ICT 스펙트럼안을 수립하였다. K-ICT 스펙트럼안 계획을 통해 이동통신, 산업, 공공안보체계, 위성의 각각의 분야의 추가 주파수 대역확보 통해 주파수 부족현상을 완화하기 위하여 공동사용을 활성화하고, 회수 등급제를 도입하는 등 주파수의 효율적 이용을 위한 관리를 체계화 할 계획이다. 향후 센서 네트워크, 드론, IoT기기, 무인이동체 등 수요가 증가가 될 것으로 예상되며 공유기술의 발전으로 주파수를 효율적으로 공유 가능하기 위한 이용방안 마련이 필요하다는 시사점을 도출하였다.

4차 산업혁명시대를 이끄는 핵심 인프라인 무선서비스의 활성화를 위한 효율적인 전파관리를 위해 중앙전파관리소의 입장에서는 산업환경 변화에 능동적으로 대처할 수 있는 전파감시 업무가 필요하며, 주파수 이용 수요가 증가하는 상황에서 필요한 전파감시 활동을 살펴보았다. ITU-R에서도 전파 이용환경 변화에 대응하여 전파감시 기술의 진화를 표방하고 추진하고 있으며, 새로운 전파 및 통신기술 도입에 따른 전파감시 기술 진화에 대한 지속적인 연구는 필요하다. 전파 이용환경의 변화는 초연결, 소출력화, 고주파수화, 광대역화 및 동일 주파수 다중화 등 스펙트럼 이용 측면에서 고효율화 되고 있다.

자율주행, 드론, 공장자동화 등 레이더 센싱기술 등 전파이용 환경변화에 대응하기 위해 고전적인 전파감시 기술을 포함하여 선택과 집중을 통한 소출력 펄스 신호의 광대역 신호수집 및 분산 클라우드 기반의 후처리 분석 기술 개발을 위한 전파센싱 플랫폼(이벤트 처리를 통한 블랙박스) 개발 등의 후속 연구 추진 필요성이 제시하였다. 또한, 이러한 전파환경 변화에 대응하기 위해 본 연구에서는 공간적 분산 네트워킹을 통한 효율적 전파감시 시스템 구축을 위한 시험 플랫폼 구축을 추진하는 방안으로 이동 통신 기지국 등 공공 인프라를 활용하여 전파이용 서비스 플랫폼과 전파감시 플랫폼을 공유하는 방안 등이 제시되었으며, 향후 해당 제안의 도입에 대한 구체적 타당성 검토는 추후 논의 되어야 할 것이다.

구체적인 실현 타당한 방안으로 4차 산업혁명시대 전파감시 기술 및 시스템 개발을 위한 플랫폼으로 공공재난 통신망과 같은 공공통신망을 공유하여 분산 네트워크 기반의 전파모니터링 테스트베드를 구축하고 4차 산업혁명 시대에

대응한 전파감시 기술개발 및 후속 연구에 필요한 빅데이터 수집 플랫폼으로 활용하는 방안에 대한 구체적 실현방안 논의가 이루어져야 할 것이다. 또한, 단일 시스템에서 수행되는 스펙트럼 감시 활동의 범위를 넘어 수집(센싱)되는 측정데이터의 효율적 사용 및 분석을 위한 빅데이터 서버 구축, 빅데이터 기반 전파감시 분석기술의 단계적이고 지속적 개발이 진행되어야 할 것이다. 이러한 공간적으로 분산된 이중 데이터의 상관성에 기반한 미약신호 검출, 동일채널 분석 등 빅데이터 수집, 분석 기술 개발의 위해서는 위에서 언급된 분산 네트워크 기반의 전파모니터링 플랫폼 개발, 구축 방안 수립이 선행되어야 할 것이다. 빅데이터 기반 4차 산업혁명 기술의 도입은 시스템 기반이 아니라, 공간 분산된 센서들의 센싱에 의한 자율판단 및 그룹제어 기반 데이터 수집처리 (Aggregation Server), 인지 판단 기술이 접목된 전파간접 분석 해소 기술 등 궁극적인 전파감시 기술의 4차 산업혁명을 위한 후속연구가 이루어져야 한다.

국내의 전파감시망을 이용한 전파감시 커버리지는 35%에 불과하며 65%의 전파사각지대가 아직도 존재하며 이동 전파감시 차량 접근이 어려운 계곡이나 협곡에서의 혼신원이 발생하게 되면 혼신원 색출에 어려움이 있다. 또한, 홍수 통제소 부근의 민원이 발생하면 이동차량으로 근처에 가되 도로를 따라 이동하므로 측정사각지대가 문제점이 지속적으로 제기되어지며 도심의 경우에도 고밀 집 아파트 단지내에서의 혼신원 색출시 휴대용 방탐기로 감시할 경우에 주거침입등의 문제로 혼신원 근접 접근 감시업무 수행이 어렵고 소출력 무선국의 미약신호로 인한 감시 사각지대 발생하는 등 다양한 기존 국내 전파감시의 한계가 존재한다. 이에 전파의 감시 사각지대 발생을 막고 효율적으로 전파감시를 하기 위해서는 드론과 그리드 모니터링 시스템을 이용한 감시 방안을 제안하였다. 이슈화 되고 있는 드론을 이용한 전파감시는 공간적인 전파감시 접근성의 이점이 있어, 특정 상황에서 간섭원 해소의 보조적인 수단이 될 것이다. 그러나 전파감시 분야에서의 실제적인 활용은 도심에서의 운용 안정성 등 전파감시분야 도입 한계 극복이 필요한 사항으로 안전성 확보를 통한 장기적인 도입 추진은 전파감시 보조적인 플랫폼으로서의 가능성이 있을 것이다.

국내에서는 관계부처와 공동으로 IoT, 빅데이터 등의 신기술 및 서비스 분야를 대상으로 규제혁파를 추진하고 있다. 또한 과학기술정보통신부는 2017년

12 월 자율주행자동차, 드론, 무인선박 등 무인이동체를 4차 산업혁명의 혁신성장 핵심동력으로 육성하기 위하여 ‘무인이동체 기술혁신과 성장 10개년 로드맵’을 발표하였다. 10개년 로드맵을 통해 해외 수입에 의존하고 있는 현 상황을 극복하고 차세대 무인이동체 기술 및시장을 선점하기 위한 국가차원에서의 R&D 추진방향을 제시하였다.

본 연구의 결과는 4차 산업혁명 시대로의 변화하는 환경에 전과관리 방안에 관한 내용을 정리한 것으로서 향후 전과관리 대응전략을 위한 후속 연구의 기반 자료로 활용 가능하다.

참 고 문 헌

[국내문헌]

- 4차산업혁명위원회(2017. 10), “4차 산업혁명 대응을 위한 기본 정책방향”, 4차산업혁명위원회 홈페이지.
- 5G Forum(2016), 5G White Paper, 5G Service Roadmap 2022, 2016.
- 5G Forum(2017), 5G Ecosystem White Paper, 5G 생태계 백서, 2017.
- 5G Forum(2018a), 2018 5G 융합서비스 시나리오 기획 보고서, 2018. 3.
- 5G Forum(2018b), 2018 5G 융합서비스 시나리오 종합 보고서, 2018. 3. 과학기술정보통신부 보도자료(2017. 11. 30), “혁신성장을 위한 사람 중심의 4차산업혁명 대응 계획” 확정.
- 과학기술정보통신부 보도자료(2017. 12. 28), “4차 산업혁명 대비 초연결 지능형 네트워크 구축 전략” 확정.
- 과학기술정보통신부 보도자료(2017. 12. 26), “구체적인 범부처 성장동력 분야 확정”.
- 과학기술정보통신부 보도자료(2017. 12. 28), “2020 新산업·생활주파수공급 계획” 확정.
- 교통과학기술연구원(2016), 자율주행차 핵심기술:V2X, 글로벌 신기술 동향분석, 2016. 12. 29.
- 김동구 외(2017), V2X 기술 동향; 한국통신학회지, 정보와통신.
- 김상용(2013), 주파수 공유기술 적용을 통한 주파수 자원배분 방안 연구, 2013. 11. 30.
- 김솔(2016), 독일의 4차 산업혁명, 플랫폼 14.0 & RAMI 4.0, 2016. 7. 5.
- 김주희(2018), 제4차 산업혁명과 독일의 미래 국가전략, “4차 산업혁명 전략의 새로운 지평 미래국가전략의 모색”, 토론회 발표자료, 2018. 3. 16.
- 김창주(2018), “전파진흥기본계획 수립을 위한 자료조사”, 연구반 발표자료.
- 미래창조과학부 보도자료(2013. 12. 31), “모바일 광개토 플랜 2.0” 확정.
- 미래창조과학부 보도자료(2017. 1. 18), “K-ICT 스펙트럼 플랜” 확정.

- 미래창조과학부(2015. 12. 10), “2013년 기준 정보통신기술산업 통계”.
- 미래창조과학부(2014), “전파진흥 기본계획”.
- 관계부처합동(2018), “드론산업 발전 기본계획(안) 2017~2026”
- 박용완(2018), 2018 5G open symposium, 5G 융합서비스 시나리오 개발, 5G Forum, 2018. 3. 29.
- 박재천·양제민(2006), “새로운 주파수관리 패러다임의 분석과 정책제안” 정보통신 정책연구 제13권 제1호.
- 방송통신위원회 보도자료(2012. 1. 20), “모바일광개토플랜” 확정.
- 방송통신위원회(2009), “전파진흥 기본계획”. 신명기(2018), “3GPP 5G Ph.1 시스템 구조/코어표준(Stage-2)”, TTA, 5G포럼 합동 워크샵, 2018. 1. 4.
- 이윤경(2006), 전파관리제도 및 주파수 가치산정에 관한 연구, 방송위원회, 2006. 12.
- 이재원(2016), “제4차 산업혁명: 주요국의 대응현황을 중심으로”, 한국은행 2016. 8. 19.
- 임기택 외(2016), 차량용 통신 시스템 기술 동향 및 시사점, 소프트웨어 인포진, SWInfazine
- 정보통신기술진흥센터(2017. 6. 28), 중국의 4차 산업혁명 대응 노력 및 관련 기업 동향, 주간기술동향, 2017. 6. 28.
- 정보통신기술진흥센터(2017. 8. 4) 4차 산업혁명을 대비하는 중국의 ICT 산업 및 정책동향, 유영신, IITP s17-5, 2017. 8. 4.
- 정보통신기술진흥센터(2017. 12. 8), “사물인터넷 산업의 국가 경쟁력 요인 분석”, 2017. 12. 8.
- 정아름(2017), “미국 3.5GHz 대역 CBRS 추진 현황”, 정보통신방송정책 제29권 20호 통권 657호.
- 정우수 외(2013), 사물인터넷 산업의 경제적 파급효과 분석, Journal of Internet Computing and Services, v.14 no.5, 2013년, pp.119~128.
- 최계영(2017), “4차 산업혁명과 ICT”, 정보통신정책연구원, Premium Report, 17-02, 2017. 5. 31.
- 최윤혁(2016), 자율주행자동차 기술개발 및 서비스 동향. 한국도로공사, 2016. 9. 26.

최해욱(2017), 일본 국가전략인 미래투자전략 2017 대응 정책과 시사점, STEPI, 2017. 6. 20.
 한국정보화진흥원(2015), ‘사물인터넷 수요 및 시장동향’, 2015.
 현대경제연구원(2016), ‘사물인터넷(IoT)관련 유망산업 동향 및 시사점’, 2016.
 황태욱(2017), IT 융합기반 V2X 차량 통신 기술개발 동향, 한국방송통신전파진흥원.
 ETRI(2016), “5G Massive IoT 기술 및 표준화 동향”.
 Intel 사물인터넷 가이드, 인텔 홈페이지.
 SPRI(2016), “사물인터넷의 특징과 기반기술동향”, 2016.
 TTA(2017), “5G 서비스 로드맵 2022”, TTA Technical Report, 2017-841.
 HURA (2017), “4차 산업혁명에 대응한 스펙트럼 모니터링 기술”
 HURA (2018), “4차 산업혁명 대응 전파감시전략연구”

[국외문헌]

3GPP(2017). Service requirement for V2X services(TS 122. 185, Release 14).
 Baumol, William J & Robyn, Dorothy(2006). “Toward an Evolutionary Regime for Spectrum Governance”. AEI-Brookings Joint Center for Regulatory Studies.
 Cisco(2016). Optimizing 5G for V2X - Requirements, Implications and Challenge.
 Federal Communications Commission(2016). “Use of Spectrum Bands Above 24GHz For Mobile Radio Services”, Report and Order and Further Notice of Proposed Rulemaking, FCC 16-89, 2016. 7. 14.
 Federal Communications Commission(2017). FCC-CIRC1711-02, 2017. 10. 26.
 GSA(2017). “Evolution to NB-IoT and LTE-M, 2017.
 GSMA Intelligence(2014). “Understanding 5G: Perspectives on future technological advancements in mobile, 2014. 12.
 Heejung Yu, Howon Lee, Hongbeom Jeon(2017). “What is 5G? Emerging 5G Mobile Services and Network Requirements”, Sustainability 2017, 9(10), 1848. Available online: <http://www.mdpi.com/2071-1050/9/10/1848>.
 IDATE(2011). “Driven by vertical markets: Automotive, Energy, Consumer

Electronics, Market & Data Reports, 2011. 11.

Intel(2016). “Why Connecting to the Internet of Things Should Top Your Project List.

International Telecommunication Union(2015). “Recommendation ITU-R M.2083-0, IMT Vision - Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2020 and beyond”.

NEC & OSTP(2015). “A Strategy for American Innovation”.