

정책자료 | 24-08

6G시대 핵심서비스: IoT 최신 현황 및 정책이슈

김민철/김지환/권은정/이수광

2024. 12



정책자료 | 24-08

6G시대 핵심서비스: IoT 최신 현황 및 정책이슈

김민철/김지환/권은정/이수광

2024. 12



정보통신정책연구원
KOREA INFORMATION SOCIETY DEVELOPMENT INSTITUTE

목 차

요약문	7
제 1 장 서 론	13
제 2 장 IoT 정의, 진화 및 시장동향	14
제 1 절 사물인터넷의 정의	14
제 2 절 사물인터넷의 진화	19
1. 사물인터넷의 발전 과정	19
2. 사물인터넷의 진화 과정	21
3. 사물인터넷의 기술요소	21
제 3 절 사물인터넷 시장동향	23
1. 사물인터넷 시장 현황 및 전망	23
2. 국내 주요 서비스 현황	25
3. 해외 주요 서비스 현황	27
4. 확장된 사물인터넷 개념의 등장	29
제 3 장 IoT 무선통신기술과 전파정책	32
제 1 절 IoT 무선통신기술 및 주파수 현황	32
1. 다양한 IoT 무선통신기술에 대한 개괄	33
2. 우리나라 IoT의 주파수 활용을 이해하기 위한 주파수 이용 제도	42
3. 최근 우리나라 IoT 주파수 및 서비스의 주요 동향	44
제 2 절 6GHz 대역 경쟁: Wi-Fi vs. 이동통신	48

1. 미국: 세계 최초로 6GHz 대역 전체를 Wi-Fi에 개방	49
2. 유럽: 6GHz 하위 대역만 Wi-Fi에 개방	52
3. 우리나라: 미국에 이어 6GHz 대역 전체를 Wi-Fi에 개방	55
4. 중국, 인도, 브라질 동향	57
5. 소결	59
제 4 장 AloT 관련 법제도 논의	61
제 1 절 논의의 전제	61
1. AloT의 실질과 개념	61
2. AloT에 대한 규범적 접근	63
제 2 절 글로벌 AloT 정책 및 입법 현황	66
1. 개관	66
2. 미국의 현황	66
3. 유럽연합의 현황	70
4. 영국의 현황	73
5. 일본의 현황	74
제 3 절 국내 AloT 정책 및 입법 현황	76
1. 연혁과 특색	76
2. 현행 법제도의 한계점	80
제 4 절 소 결	82
1. 규범적 목표: 신뢰성과 복원력	82
2. AloT 규율 방향과 순환적 과제	83
제 5 장 IoT 분야의 경쟁 및 생태계 활성화 이슈	84
제 1 절 IoT 분야 주요 이슈 식별	84
1. IoT 분야 전문가 델파이 조사	84

2. AIoT의 현황과 정책이슈 세미나	94
3. 매터(Matter) 표준과 홈 IoT	96
제2절 IoT 분야 특징 분석과 전망	100
1. IoT 사업모델의 특성: 스마트폰 이동통신 사업모델과의 비교	100
2. IoT의 발전 전략: 경쟁 혹은 협력	103
3. 향후 IoT발전 전개 방향	107
제6장 결론	109
참고문헌	114
Abstract	116

표 목 차

〈표 2-1〉	사물인터넷 서비스 구분	16
〈표 2-2〉	사물인터넷 서비스 발전 과정	19
〈표 2-3〉	사물인터넷의 진화 과정	21
〈표 2-4〉	사물인터넷의 기술요소	22
〈표 2-5〉	지역별 사물인터넷 시장 규모	24
〈표 2-6〉	국내 사물인터넷 서비스 현황(통신사)	25
〈표 2-7〉	IoT 용도별, 사업자별 회선 수('24년 10월 기준)	26
〈표 2-8〉	국내 사물인터넷 서비스 현황(가전)	27
〈표 2-9〉	해외 사물인터넷 서비스 현황	28
〈표 2-10〉	확장된 사물인터넷 개념	29
〈표 2-11〉	AIoT 서비스 활용 예시	30
〈표 3-1〉	Wi-Fi 기술 발전	41
〈표 3-2〉	유럽의 Wi-Fi 주파수 대역 현황	42
〈표 3-3〉	미국 6㎒ 대역 구분 및 비면허 기기(2024년 말 기준)	51
〈표 3-4〉	유럽과 미국의 6㎒ 대역 허용 출력 비교	53
〈표 3-5〉	우리나라 6㎒ 대역 기술기준	57
〈표 3-6〉	전 세계 주요 국가의 6㎒ 대역의 Wi-Fi 개방 현황	59
〈표 4-1〉	AIoT 영역의 4대 구성 요소	61
〈표 4-2〉	‘데이터’와 ‘서비스’ 차원의 규범적 쟁점	62
〈표 4-3〉	일본 IoT 제품 보안 적합성 평가 등급 구분	75
〈표 4-4〉	AIoT 정책 및 입법의 순환적 발전 모델	83

그 림 목 차

[그림 2-1]	사물인터넷 개념도	15
[그림 2-2]	사물인터넷 생태계 기술요소	21
[그림 2-3]	사물인터넷 시장 규모	23
[그림 2-4]	지역별 사물인터넷 시장 규모	24
[그림 3-1]	LTE 기반 IoT 무선통신기술	34
[그림 3-2]	5G RedCap 성능	35
[그림 3-3]	Bluetooth의 다양한 응용서비스	36
[그림 3-4]	LPWAN 무선통신기술의 포지셔닝	38
[그림 3-5]	주요 IoT 무선통신기술	39
[그림 3-6]	1㎞ 이하 대역에서 용도 변경을 통한 사물인터넷 주파수 공급	46
[그림 3-7]	이동통신과 Wi-Fi간 공유 예시: 지역적 주파수 분할	54
[그림 3-8]	이동통신과 Wi-Fi간 공유 예시: 실내-실외 공간 분할	54
[그림 3-9]	6㎞ 대역을 공급을 통한 Wi-Fi 개선	56
[그림 5-1]	표본 설계	84
[그림 5-2]	응답자 특성	85
[그림 5-3]	IoT 워드클라우드	86
[그림 5-4]	IoT 트렌드를 가장 잘 설명하는 IoT 용어	86
[그림 5-5]	IoT 분야 경쟁력이 높은 국가	87
[그림 5-6]	IoT 생태계 내에서 한국이 가장 강한 분야	88
[그림 5-7]	IoT 생태계 내에서 한국이 가장 약한 분야	88
[그림 5-8]	글로벌 시장에서 높은 성장을 예상하는 IoT 분야	89

[그림 5 - 9] 국내 시장에서 높은 성장을 예상하는 IoT 분야	89
[그림 5 - 10] 네트워크와 IoT의 발전 기여	90
[그림 5 - 11] 인공지능 발전이 성장에 기여하는 IoT 생태계	91
[그림 5 - 12] 매터(Matter) 표준의 홈 IoT 분야 성공/시장 진입과 경쟁촉진 기여	92
[그림 5 - 13] 향후 IoT 기술이 긍정적인 영향을 미칠 산업 분야	93
[그림 5 - 14] 국내 IoT 생태계 활성화를 위해 필요한 정부지원	93
[그림 5 - 15] 매터표준 배포 현황	96
[그림 5 - 16] 매터표준 참여 주요기업	97
[그림 5 - 17] 멀티 어드민 기능의 차이점	98

요 약 문

1. 제 목

6G시대 핵심서비스: IoT 최신 현황 및 정책이슈

2. 연구 목적 및 필요성

IoT 분야가 꾸준한 성장세를 보이고는 있으나, 기대만큼의 성장세를 구현하고 있지는 못한 것도 사실이다. 전문가들은 그 원인으로 IoT 생태계가 다수의 파편화된 IoT 플랫폼 기반으로 구축되고 이에 따라 그 주도권이 플랫폼에 종속된 점을 핵심 문제로 지적하고 있다. 최근에 이러한 문제를 해소하기 위한 글로벌 차원의 노력이 강화하고 있다. 특히 홈 IoT를 중심으로 매터(Matter) 표준의 확산과 채택이 활발해지고 AI가 IoT 분야와 결합하면서 IoT는 새로운 도약을 모색하고 있다. 이러한 변화된 환경에서 국내 IoT 생태계의 현황을 파악하고 국내 IoT 생태계 활성화를 위한 이슈를 식별하고 이에 대한 논의를 통해 활성화 방안을 제시하는 것을 본 연구의 목표로 한다.

3. 연구의 구성 및 범위

제1장 서론

제2장 IoT정의, 진화 및 시장동향

제3장 통신네트워크와 IoT

제4장 IoT 법제도 이슈

제5장 IoT분야의 경쟁 및 생태계 활성화 이슈

제6장 결론

4. 연구 내용 및 결과

본 연구는 먼저 IoT의 정의, 진화 과정과 시장 동향을 다루고 있다. IoT(사물인터넷)에 대한 정의는 다양하나 ITU에 따르면 ICT를 기반으로 다양한 물리적 및 가상의 사물들을 연결하여 진보된 서비스를 제공하기 위한 글로벌 서비스 인프라를 말한다. IoT는 1980년대 유비쿼터스와 홈 오토메이션 개념에서 출발하여 2005년 ITU의 보고서에 공식적으로 등장하였다. 이후 디바이스 및 서비스 출시 등 상용화 시기를 거쳐 현재는 산업, 의료, 농업, 가정 등 다양한 분야에서 폭넓게 활용되고 있으며, 최근에는 AIoT, IIoT, ABIoT 등 IoT의 확장된 개념이 등장하였다.

IoT 시장 규모는 꾸준히 성장하여 2025년에는 1조 달러를 돌파할 것으로 예상된다. IoT 산업에서 가장 큰 비중을 차지하는 분야는 제조, 에너지, 팩토리 등이 포함된 산업용 IoT이다. 2029년까지 1.5조 달러 규모로 성장할 것으로 예측되며 자율형 IoT와 소비자 IoT의 성장이 두드러진다.

다음으로는 IoT 분야 네트워크 및 주파수 이슈를 다루고 있다. IoT는 다양한 서비스 및 통신기술을 포함하므로 주파수는 전통적인 ISM 대역 외에도 기술조건이 특정 IoT 기기가 허용되고 여러 국가에서 유사 서비스로 활용되어 장비 및 단말을 경제적으로 조달할 수 있는 대역이 활용될 수 있는데, 비교적 근래에 주파수 대역이 확대되고 있다. IoT 무선통신기술은 이동통신인 셀룰러 기반 기술과 비셀룰러 기반 기술로 구분되며, 비셀룰러 기술에는 Wi-Fi, Bluetooth, ZigBee, Thread, UWB, RFID 등 근거리 통신기술과 Sigfox 및 LoRaWan과 같은 장거리 통신기술이 있다. 특히 Wi-Fi는 이동통신과 상생하는 관계로 이동통신 네트워크의 무선데이터 트래픽을 분담하는 경제적인 대안으로 이동통신기술과 함께 발전하면서 사용하는 주파수 대역을 확

대해왔다.

확장하는 Wi-Fi가 선점한 6㎐ 대역(5.925~7.125㎐)은 여러 국가에서 상위 대역(6.425~7.125㎐)을 이동통신으로 활용될 수 있는데 향후 국가별 6G 이동통신의 상용화에 영향을 줄 것으로 예상된다. 미국, 우리나라 등이 2020년에 전체 대역을 Wi-Fi에 개방한 반면 중국은 2023년 상위 대역을 이동통신으로 결정하였는데, 유럽, 인도, 브라질 등이 상위 대역을 이동통신으로 활용할 가능성이 있다. 전 세계적으로 3.4~3.8㎐ 대역에서 상용화된 5G와 달리, 6G 이동통신은 6㎐ 상위 대역 700㎐폭과 다른 대역 등 국가별 주파수 차이에 따라 네트워크 격차가 발생할 수 있다.

다음으로는 IoT, 특히 인공지능과 결합되고 있는 AIoT 관련 법제도에 대해 논의하였다. AIoT는 인프라, 디바이스, 데이터, 서비스가 융합된 ‘지능정보통신’ 영역으로, 규범적 관점에서는 주로 ‘데이터’와 ‘서비스’ 차원의 법제도적 이슈에 집중된다. 글로벌 동향을 살펴보면, 미국, 유럽연합, 영국, 일본 등 주요국에서 IoT 사이버보안법 제정, ‘디지털네트워크법’ 추진, ‘데이터법’ 도입, 무선 인프라 전략 수립 등 다양한 정책과 입법이 이루어지고 있다. 국내에서도 「지능정보화기본법」, 「정보통신망법」, 「전기통신사업법」 등의 개정을 통해 AIoT 관련 법제도를 부분적으로나마 정비해 오고 있다.

이와 같은 데이터 및 시스템의 ‘보안’에 초점을 둔 현행 법제도에 대해서는, 법체계의 분절성, 기술 중립성 부족, 책임 소재의 불명확성, AI 규제와 통신 규제 간 중첩 문제, 규율의 공백 및 부실성 등이 한계점으로 지적된다. 이에 대응하기 위해서는 근본적인 규범 체계 쇄신이 필요하다. 본 연구에서는 AIoT 생태계의 규범적 목표로 ‘신뢰성’과 ‘복원력’을 제시한다. 나아가, 양대 목표를 달성하기 위한 방법론으로서 ‘제로트러스트 모델’ 법제화와 표준화를 우선적으로 고려하였다. 궁극적으로는 지속 가능한 AIoT 생태계 조성을 위해 시장 분석, 융합 생태계 대응 입법, 산업 경쟁력 제고 전략 수립, 통신 인프라 공동규제 체계 도입 등의 순환적 발전 모델을 제안하고 있다. 이러한 접근을 통해 AIoT 기술 혁신을 저해하지 않

으면서 신뢰성과 복원력을 확보할 수 있는 유연한 규제 체계를 정립할 수 있을 것이라 기대한다.

다음으로는 IoT경쟁 및 생태계 활성화 이슈에 대해 논의하였다. 먼저 IoT 분야에서의 주요 이슈를 식별하는 작업을 시도하였는데 먼저 IoT전문가 대상 델파이 조사결과를 소개하고 IoT분야의 국내외 현황 및 전망과 인공지능 및 매퍼표준 등 IoT의 향후 발전에 영향을 미칠 것으로 예상하는 이슈에 대한 전문가 의견을 수집하였다. 이러한 조사결과를 바탕으로 주요 이슈를 식별하고 IoT분야의 경쟁 및 생태계 활성화 현황 및 향후 방향에 대해서 논의하였다. IoT 사업모델을 스마트폰 이동통신 사업모델과 비교하여 차이점을 설명하였고 IoT 분야에서는 경쟁이슈로 인한 시장 규제를 언급하기보다는 생태계 내 협력이 우선이라는 상황인식이 필요하다는 점을 지적하였다. 즉, IoT의 탈플랫폼화를 통한 상호운용성(Interoperability)의 확대를 통한 생태계 병목을 완화하는 것이 우선이라고 보았다. 물론 중장기적으로는 IoT생태계의 포식자가 등장할 가능성도 높으며 결국 모든 디바이스를 포섭해서 데이터와 우월적 AI에 기반한 서비스를 제공할 수 있는 기업이 등장할 수 있음에 유의할 필요가 있다. 매퍼표준이 멀티호밍을 허용하며 경쟁을 표방하지만 실질적으로 1~2개의 탁월한 플랫폼만으로 충분하기 때문에 중국적으로 쏠림현상이 발생할 수 있다. 그 후보기업은 결국 구글, 애플, 아마존과 같은 글로벌 IT기업이다. 특히 향후 IoT 분야에서도 AI경쟁력이 매우 중요할 것이며 특히 탁월한 온디바이스 AI처리 능력을 가지는 것이 핵심이어서 이 영역에서의 경쟁력 강화가 시급하다.

결론에서는 앞서 논의를 정리하면서 향후 IoT의 발전방향을 고찰한다. 즉 Critical IoT와 Ambient IoT로 양분화된 발전의 경로를 따를 것으로 예상하였다. 특히 Critical IoT를 위해서는 위성을 포함하는 6G 네트워크가 필수적이며 6G로의 진화를 적극적으로 추진해야 한다. 옥외 연결성의 확보를 위해서는 저궤도 위성통신의 역할도 중요하다고 본다. 정책적 대응으로는 R&D지원과 중소기업에 대한 지원을 제안하고 특히 IoT인증절차의 간소화와 인증비용의 절감 필요성을 언급하였다. IoT의 기술 및 현안 이슈를 다룰 수 있는 산학연정 협의체를 구성

해서 건강한 국내 IoT생태계의 발전을 위한 논의의 장을 열 필요가 있으며 IoT가 국내 주요 기업의 관심을 끌 수 있는 산업별, 사용 사례별 표준모델을 논의하고 개발할 필요가 있다고 본다.

5. 기대효과

IoT 분야의 현황 및 전망에 대한 기초자료를 제공하고 매터(Matter)표준 등 글로벌 동향을 소개하고 IoT 생태계 활성화를 위한 정책 방안을 제공하여 국내 IoT 생태계의 발전과 이의 글로벌 확산에 기여할 수 있을 것으로 기대한다.

제1장 서론

- IoT는 ICT를 기반으로 다양한 물리적 및 가상의 사물들을 연결하여 진보된 서비스를 제공하기 위한 글로벌 서비스 인프라를 말함(ITU-T Y.2060)
 - IoT는 '99년 캐빈 애시튼이 그 개념을 최초로 언급하였음
 - 2010년대에 IoT는 크게 대중화되었으며 국내의 경우 사물인터넷 기본계획('14년)을 통해서 정책적 지원이 본격화됨
- IoT는 '25년~'26년 전후로 1조 달러 규모를 달성할 것으로 예측하고 있으며 '29년에는 1.6조 달러 규모로 성장할 것으로 예상(Statista(2024))
- IoT의 성장세는 일견 꾸준해 보이나, 기대만큼의 성장세를 구현하고 있지는 못함
- 그 원인에는 결국 플랫폼에 따라 파편화되고 플랫폼에 종속되는 IoT생태계의 문제가 있었다는 지적이 있음
- 최근에 이러한 문제를 해소하기 위한 매터(Matter)표준의 확산과 채택이 활발해지고 AI가 IoT분야와 결합하면서 IoT는 새로운 도약을 모색하고 있음
- 이러한 환경에서 국내 IoT생태계의 현황을 파악하고 생태계 활성화를 위한 이슈를 식별하고 이에 대한 논의를 통해 활성화 방안을 제시하는 것을 본 연구의 목표로 함
- 본 연구는 제2장에서 IoT의 정의, 진화 및 시장동향을 논의하고, 제3장에서는 통신네트워크와 IoT, 제4장에서는 IoT와 법제도 이슈, 제5장에서는 IoT분야의 경쟁 및 생태계활성화 이슈를 논의하고 제6장에서는 결론을 내리며 마무리함

제 2 장 IoT 정의, 진화 및 시장동향¹⁾

제 1 절 사물인터넷의 정의

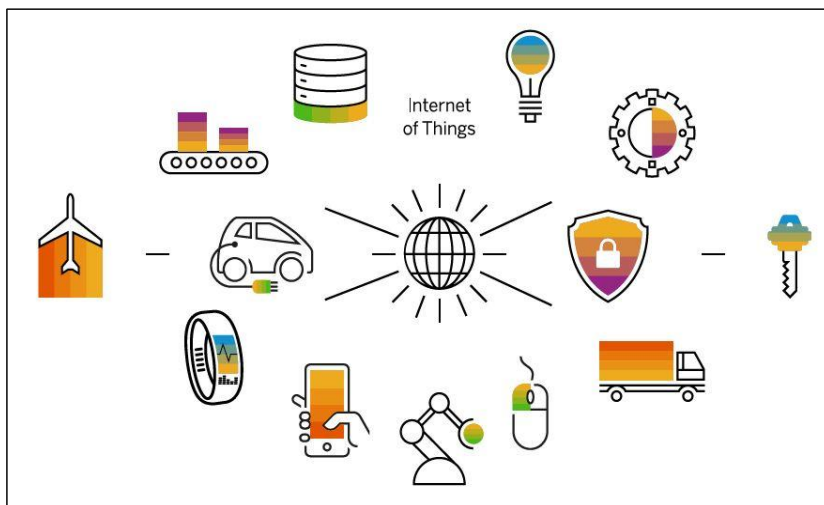
□ 사물인터넷(Internet of Things, IoT)은 사람을 비롯한 사물, 공간 등 모든 사물이 네트워크에 연결되어 있는 환경으로, 다양한 정의가 존재함

- 사람, 사물, 공간, 데이터 등 모든 것이 인터넷으로 서로 연결되어 정보가 생성·수집·공유·활용되는 기술과 서비스를 통칭하는 개념(2014년 미래창조과학부 사물인터넷 기본계획)
- 센서가 내장되어 있고, 인터넷에 연결된 기기들의 네트워크(IEEE 보고서)
- 사물-사물, 사물-인간, 사물-시스템이 실시간으로 정보를 주고받으며 서비스를 창출하는 기술로, 사물에서 생성·축적된 정보를 가공·이용하여 보다 자동적이고 지능적인 서비스를 가능하게 하는 것을 의미함(심우현, 2014)
- 유비쿼터스 공간을 구현하기 위한 인프라 컴퓨팅 기기들이 환경과 사물에 심겨 환경이나 사물 그 자체가 지능화되는 것부터 사람과 사물, 사물과 사물 간에 지능 통신을 할 수 있는 사물 통신(M2M)의 개념을 인터넷으로 확장하여 사물은 물론 현실과 가상 세계의 모든 정보와 상호작용하는 개념(TTA 정보통신용어사전)
- 사물인터넷의 주요 기술로는 센싱, 유무선 통신 및 네트워크 인프라 기술, 사물인터넷 인터페이스 기술, 사물인터넷을 통한 서비스 기술 등이 있음

1) 이수광 연구원이 주로 집필하였음

- ICT를 기반으로 다양한 물리적 및 가상의 사물들을 연결하여 진보된 서비스를 제공하기 위한 글로벌 서비스 인프라(ITU-T Y.2060)

[그림 2-1] 사물인터넷 개념도



자료: SAP 홈페이지

□ 사물인터넷은 스마트홈, 스마트 시티, 스마트 팩토리 등 다양한 분야에서 활용되고 있음

〈표 2-1〉 사물인터넷 서비스 구분

구분	주요 내용	
스마트홈	주거환경	공동현관 출입, 에너지 사용량 조회, 주차관리
	생활가전	보일러, 공기청정기, 에어컨, 가스 차단기, 조명, 스위치, 문열림 센서, 로봇청소기, 스마트플러그
스마트시티	인프라	미세먼지 관리, 환경 모니터링, 관제 기반 안전 점검, 불법주정차 단속, 스마트 상수도, 전기차 충전, 전력관리
	생활	119·112 긴급출동 지원, 재난상황 긴급 대응, 지역화폐, 결제시스템, 공연플랫폼, 통합주민증, 공공챗봇
스마트팩토리	생산 데이터 수집, 공정 모니터링 및 제어, 장애 예측 및 유지보수, 공정 관리	
스마트물류	알고리즘 기반 상품 이동순서 산출, 지역별 상품 수요예측, 자동화 설비, 장애 예측 및 유지보수, 피킹 로봇, 크로스벨트 소터, 오토스토어, 스마트 갠트리	
스마트파이낸스	보험 텔레매틱스, 부동산, ATM	
스마트모빌리티	커넥티드카, 자율주행 셔틀, 수요 응답형 버스	

- 스마트홈이란 주거환경에 IT를 융합하여 국민의 편익과 복지증진, 안전한 생활이 가능하도록 하는 인간 중심적인 스마트 라이프 환경을 의미함(한국AI스마트홈산업협회)
 - 공동현관 출입, 에너지 사용량 조회, 주차관리 등 주거환경을 개선하는 서비스 및 보일러, 공기청정기, 에어컨 등 생활가전에도 적용하여 서비스를 원격으로 제어하고, 에너지 사용량 등을 분석하여 주거 환경을 개선하는 서비스임
- 스마트시티란 도시의 경쟁력과 삶의 질의 향상을 위하여 건설·정보통신기술 등을 융·복합하여 건설된 도시기반시설을 바탕으로 다양한 도시서비스를 제

공하는 지속가능한 도시를 의미함(국토교통부 스마트시티 종합포털)

- 우리나라에서는 2000년대 초반 화성 동탄, 파주 운정, 대전 도안, 인천 송도 등 신도시를 중심으로 U-City(유비쿼터스 도시) 사업이 시작되었음
- 공공주도 신도시개발 사업에서 나아가 기존 도시 환경 관리·개선 및 민간 주도 개발 또한 활발하게 진행되고 있음
- 스마트 팩토리(스마트 공장)는 제품의 기획부터 판매까지 모든 생산과정을 ICT 기술로 통합하여 최소 비용과 시간으로 고객 맞춤형 제품을 생산하는 사람 중심의 첨단 지능형 공장을 의미함(중소기업기술정보진흥원 부설 스마트제조혁신추진단)
 - 기획·설계 단계에서는 가상공간에서 제품 제작 전 시뮬레이션 등을 통해 기간을 단축하고 맞춤형 제품을 개발함
 - 생산 단계에서는 설비-자재-시스템 간 실시간 정보교환을 통해 다품종 대량 생산 및 에너지 설비효율을 제고함
 - 유통·판매 단계에서는 생산 현황에 맞춘 실시간 자동 수발주 등을 통하여 재고비용을 낮추고, 품질 및 물류 등 전 분야에서 협력함
- 스마트물류는 운송, 보관, 하역, 포장 등 물류의 전 단계에 ICT 기술을 접목하여 효율적으로 물류를 관리함
 - AI가 물품을 형태로 인식하여 화물을 분류하고 검수하고, 실제 설비를 디지털 트윈으로 구현하여 설비 이상 유무를 점검함
 - 최적화 알고리즘을 통해 상품의 이동순서를 산출하고, 적은 이동 횟수로 많은 상품을 옮기는 시스템을 고안함
- 스마트 모빌리티는 기존의 이동 수단에 4차 산업혁명 기술이 융합된 형태로 편의성, 자동화, 개인화, 확장성이 특징임(삼성, 울산광역시청)

- 커넥티드카는 네트워크에 연결된 자동차가 다양한 서비스를 제공하는 것으로 차량-차량, 차량-사물과 통신하며 차량 원격 시동, 실시간 운행 정보 수집, 주행 보조 등을 수행함
- 스마트 시티에서 이용자 중심의 맞춤형되고 공유화된 교통서비스가 제공되고 있으며, 수요 응답형 버스는 고정 노선이나 운행 시간표를 갖지 않고 발생하는 수요에 탄력적으로 운영되는 교통서비스를 의미함

제 2 절 사물인터넷의 진화

1. 사물인터넷의 발전 과정

〈표 2-2〉 사물인터넷 서비스 발전 과정

구분	주요 내용
1980년대	- '유비쿼터스'와 '홈 오토메이션' 개념 등장
1990년대	- 초기 사물인터넷의 기초 개념 확립 - '사물인터넷' 용어는 캐빈 애시튼이 처음 사용하였으며, 제품에 센서를 부착하여 공급망을 관리하는 시스템을 제안하였음
2000년대	- '05년, ITU에서 공식적으로 사물인터넷에 대하여 언급하였음 - 센서 기술, 무선 통신 기술, 저전력 마이크로컨트롤러 등 기반 기술 확보
2010년대	- '13년 사물인터넷 용어가 대중적으로 알려지면서 주요 기업 등장 - 사물인터넷 플랫폼 개발 및 표준화, 보안 문제 논의 - 스마트홈, 스마트시티, 웨어러블 디바이스 등 제품 상용화 - 클라우드 컴퓨팅, 빅데이터, 인공지능이 사물인터넷과 결합
2020년대	- 사물인터넷이 산업, 의료, 농업, 가정 등 다양한 분야에서 폭넓게 활용 - AIoT, IIoT, ABIIoT 등 다양한 확장된 개념이 등장

- '80년대에는 사물인터넷의 전 단계인 '유비쿼터스'와 '홈 오토메이션' 개념이 등장함

- 유비쿼터스는 사람이 시공간에 구애받지 않고 네트워크에 접속하여 서비스를 이용할 수 있는 환경을 의미한다면, 사물인터넷은 사람을 비롯한 사물, 공간 등 모든 사물이 네트워크에 연결되어있는 환경을 의미함

- 홈 오토메이션은 월패드 기반 조명 제어 등 사람이 주체가 되는 기술로, 이후 AI 기반 자율제어 스마트홈 서비스로 발전함

- 1990년대 사물인터넷

- '99년 MIT 엔지니어 캐빈 애시튼은 인터넷이 사람들과 연결하는 게 아니라 사물도 인터넷에 연결되어 정보 교환이 가능해야 한다는 사물인터넷의

기초 개념을 확립함

○ 2000년대 사물인터넷

- '05년, ITU-T는 ITU Internet Report 2005·The Internet Things 보고서를 통해 사물인터넷의 중요성을 강조함(TTA저널 이준섭)
- ITU-T는 사물인터넷을 'ICT를 기반으로 다양한 물리적 및 가상의 사물들을 연결하여 진보된 서비스를 제공하기 위한 글로벌 서비스 인프라로 정의하고 있음

○ 2010년대 사물인터넷

- 스마트홈, 스마트시티 등의 개념이 확산되고 웨어러블 디바이스 등 제품이 상용화되었음
- 우리나라에서 사물인터넷은 '10년대 들어 언급되기 시작하였는데, '11년 방송통신위원회는 사물인터넷이 포함된 7대 신산업 및 벤처 육성 계획을 발표하였음
- CISCO는 만물인터넷(Internet of Everything) 브랜드 캠페인을 전개하여 사람, 프로세스, 데이터, 사물 등 연결되지 않은 세상의 나머지 99%까지 모두 인터넷에 연결되어 실시간 상호 소통함으로써 전례 없는 가치를 창출해내는 환경으로 정의하였음
- '13년 LG전자는 이른바 소통하는 스마트 가전, '홈챗'을 공개하여 사물인터넷 제품을 출시하였음

○ 2020년대 사물인터넷

- 산업, 의료, 농업, 가정 등 모든 분야에서 폭넓게 활용되고 있음
- IoT 기술에 4차 산업혁명 기술을 접목한 다양한 파생된 개념이 등장함
- 사물인터넷 등장 초기와 비교하였을 때, 의사결정 주체와 행동 주체가 사람에서 사물로 변화하였음

2. 사물인터넷의 진화 과정

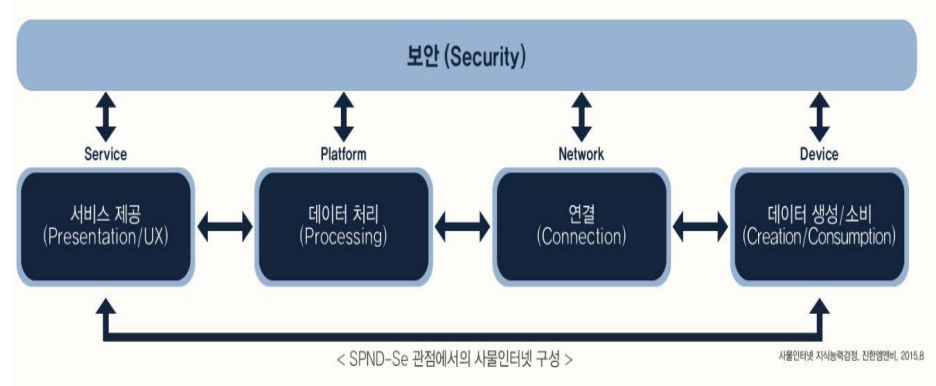
〈표 2-3〉 사물인터넷의 진화 과정

분류	연결형 IoT	지능형 IoT	자율형 IoT
기술적 특성	무선통신, 연결관리	사물-클라우드 기술 연동	사물-클라우드 기술 연동
물리-가상세계의 상호작용 사이클	센싱→수집→관리→원격제어	센싱→수집→관리/분석→진단→원격제어	센싱→수집→분석→진단→예측→계획→전달→실행
동작 위치	디바이스, 플랫폼	클라우드	사물, 엣지
의사결정 주체	인간의 판단	클라우드 지능	사물 협업 지능

자료: 사물인터넷융합포럼 자료 재구성

3. 사물인터넷의 기술요소

[그림 2-2] 사물인터넷 생태계 기술요소



자료: 국립중앙과학관

□ 사물인터넷 기술 분류

〈표 2-4〉 사물인터넷의 기술요소

분류	제품 및 내용
서비스 (Service)	- 서비스 기획, 컨설팅, 설계, 개발, 운영 - 스마트홈, 스마트공장, 헬스케어, 환경감시, 원격관제 등
플랫폼 (Platform)	- S/W 플랫폼: 데이터 분석, 어플리케이션 관리, 서비스 개발 도구, 보안, 과금 등
네트워크 (Network)	- Bluetooth, Wi-Fi, LoRa, ZigBee, 유선망 등
디바이스 (Device)	- 스마트 기기용 칩셋 및 모듈 및 스마트 카드/태그 - 스마트 단말기기 - 데이터 수집용 센서, 제어용 액츄에이터, 통신모듈
보안 (Security)	- 위험을 예방, 식별, 모니터링하고 보안 위험있는 장치의 취약성 보완 지원

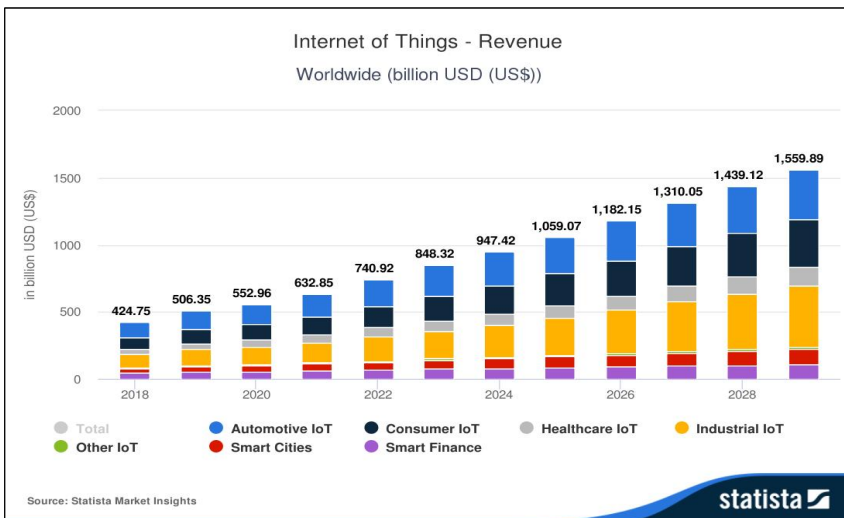
- 사물인터넷의 생태계는 S-P-N-D-Se 모델로 설명할 수 있음
 - 디바이스를 통해 정보를 수집하고, 네트워크를 통해 수집한 정보를 전달하며, 플랫폼이 데이터를 축적하고 분석하여 서비스를 통해 사용자들에게 가치를 제공함(최재홍, 새로운 IT 시대의 화두, IoT)

제 3 절 사물인터넷 시장동향

1. 사물인터넷 시장 현황 및 전망

□ 사물인터넷 시장 규모

[그림 2-3] 사물인터넷 시장 규모



자료: Statista(2024)

- Statista에 따르면, 사물인터넷 시장의 규모는 꾸준히 성장하여 '25년에는 1조 달러를 돌파할 것으로 예상됨
- IoT 산업에서 가장 많은 비중을 차지하는 분야는 산업용 IoT로 제조, 에너지, 물류, 스마트 팩토리 등 다양한 산업 분야에서 활용되는 IoT 서비스가 해당됨
- '29년까지 1.5조 달러 규모까지 성장할 것으로 예측되며, 차량용 IoT(Automotive IoT)와 소비자 IoT(Consumer IoT)의 성장이 두드러짐

〈표 2-5〉 지역별 사물인터넷 시장 규모

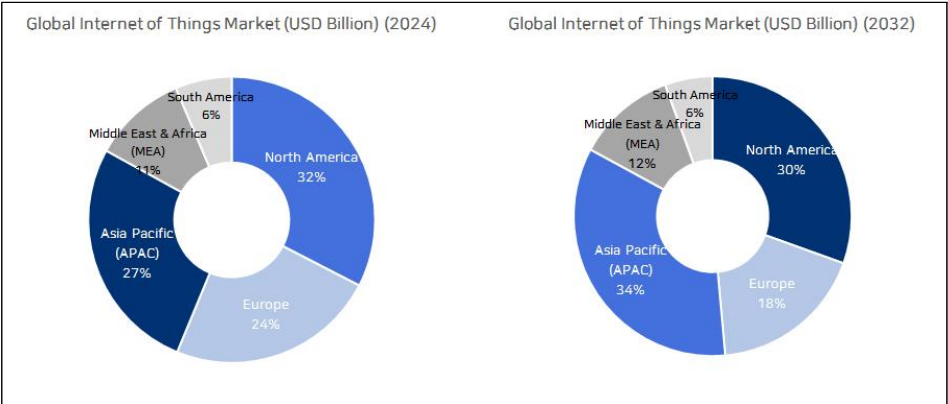
(단위: 억 달러)

지역	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
북미	165.64	195.48	232.86	279.73	338.85	414.44	510.87	633.5
유럽	126.52	145.3	168.85	197.79	233.88	279.1	335.53	405.8
아시아	125.48	154.16	191.48	239.63	302.28	384.73	493.21	635.84
중동 및 아프리카	51.79	62.32	75.78	92.92	114.86	143.22	179.89	227.3
남미	32.91	38.48	45.51	54.24	65.14	78.99	96.54	118.7

자료: Fortune Business Insights(2024) 재구성

[그림 2-4] 지역별 사물인터넷 시장 규모

(단위: 억 달러)



자료: Fortune Business Insights(2024) 재구성

- Fortune Business Insights의 자료에 따르면, 글로벌 사물인터넷 시장의 지역별 점유율은 '24년 북미 32%, 아시아 27%, 유럽 24%에서 '32년 북미 30%, 아시아 34%, 유럽 18%로 아시아권의 성장이 상대적으로 더 빠를 것으로 예상됨
- 아시아에서는 중국이 기술적 강점 및 시장 규모 등의 특성으로 산업이 빠르게 발전하고 있으며, 제조 및 농업, 헬스케어 분야가 많은 비중을 차지하며 '32년에는 5천억 달러 규모까지 성장할 것으로 예측됨

- 우리나라는 '32년까지 연평균 31.3% 성장할 것으로 보이며, 헬스케어와 제조 분야가 큰 비중을 차지할 것으로 예측됨

2. 국내 주요 서비스 현황

- 국내 통신사는 스마트홈 및 IoT를 중심으로 서비스를 전개하고 있음

〈표 2-6〉 국내 사물인터넷 서비스 현황(통신사)

제조사	SKT	KT	LGU+
음성 비서	NUGU	GiGA Genie	U+ 우리집AI
제품군	공동현관출입, 공기청정기, 에어컨, 가스차단기, 보일러, 조명, 로봇청소기, 스마트 플러그, 실내공기센서 등과 연동 가능	스마트홈, 산업용 IoT, 에너지 관리, 헬스케어 기기 등과 연동 가능	스마트홈, 스마트 가전, 도어락
IoT 회선 수 ('24. 10. 기준)	7,356,135	3,616,842	8,225,282

- SK텔레콤은 NUGU 디바이스를 통하여 음성 명령으로 스마트홈 기기를 제어하는 서비스를 출시하였음
 - T전화, T맵 등 자사 서비스를 통해 집안 내부의 기기를 제어하거나 집안 내부의 음성 명령으로 자동차를 제어하는 기능을 출시하였음
 - ThingPlug라는 개방형 IoT 플랫폼을 운영하여 IoT 서비스와 기상 관측, 수질 감시, 산사태 감시 등 안전과 관련된 공공사업에서 IoT 플랫폼으로 활용되고 있음
 - 법무부의 전자발찌 사업, 보건복지부의 독거노인 대상 u-Care 사업 및 통

신형 블랙박스, 모바일 원격시동기, 증계기 전력량 검침 등 다양한 분야에서 활용되고 있음

- KT는 음성 비서 서비스인 기가지니를 활용하여 집안 내부의 스마트홈 기기들을 제어하는 서비스를 출시하였음

- 스마트홈 외에도 도시가스, 상하수도, 가로등, 교통신호 제어기 등 원격제어와 무선 결제기, 혈당분석기 등 특수 기기에 대응하는 서비스를 제공하고 있음

- 기가지니 서비스는 '22년 기준 310만 가입자 수를 확보하였음

- GiGA IoTMakers라는 개방형 IoT 플랫폼을 운영하여 개발자들이 Open API를 통해 디바이스를 테스트하고 데이터를 관리할 수 있도록 하는 IoT 서비스 제작을 지원하고 있음

〈표 2-7〉 IoT 용도별, 사업자별 회선 수('24년 10월 기준)

제조사	SKT	KT	LGU+	MVNO
차량관제	1,542,283	266,237	437,835	7,145,499*
원격관제	5,134,686	2,414,541	6,950,717	589,383
무선결제	396,103	302,868	526,263	28,946
통신사 설비관제	283,063	631,350	299,428	0
기타	0	1,846	11,039	153,206
합계	7,356,135	3,616,842	8,225,282	7,917,034

자료: 과학기술정보통신부

- 과학기술정보통신부가 발표한 유무선통신서비스 가입 현황 및 무선데이터 트래픽 통계 자료에 따르면, '24년 10월 말 기준 전체 IoT 회선 수는 27,115,293개에 달함

- 전년 동월('23년 10월) 회선 수 22,290,931개와 비교하여 약 4백만 개 회

선이 증가하였음

* 이동통신재판매사업자(MVNO) 자격을 보유한 현대, 기아자동차가 통신사 회선을 통해 출고 차량에 제공

□ 삼성전자, LG전자 등 가전 제조업체는 플랫폼을 중심으로 가전제품을 연동하여 제어하는 서비스를 제공하고 있음

- Matter 표준 적용으로 자체 제품뿐만 아니라 타사 제품을 플랫폼에 등록하여 사용 가능함

〈표 2-8〉 국내 사물인터넷 서비스 현황(가전)

제조사	삼성전자	LG전자
플랫폼		
	SmartThings	LG ThinQ
제품군	TV, 냉장고, 세탁기/건조기, 에어컨, 로봇 청소기 등	냉장고, 정수기, 식기세척기, 세탁기, 건조기, 에어컨, 제습기 등
음성 비서	빅스비(Bixby)	씽큐 보이스
국내 이용자 분포 ('23년 기준)*	45.5%	39.4%

* 자료: 오픈서베이

3. 해외 주요 서비스 현황

□ 구글, 아마존, 애플 등의 기업은 음성 비서 서비스를 기반으로 한 스마트홈 서비스를 출시하였음

○ 아마존은 '14년에 음성 인식 시스템 Alexa를 탑재한 스마트 스피커 Echo를 출시하였으며, 스마트홈 허브로서 집안의 여러 가전을 음성으로 제어함

- Statista의 자료에 따르면 Echo는 '24년 기준 미국, 영국, 독일, 브라질,

인도, 캐나다 등 국가의 스마트 스피커 시장에서 가장 많은 점유율을 차지하고 있으며, 특히 영국 내 점유율은 72%에 달함

- 구글의 스마트홈 서비스는 구글 캘린더, 지도 등 자사 서비스와 연계한 정보 획득이 가능함

〈표 2-9〉 해외 사물인터넷 서비스 현황

제조사	사용자 플랫폼	음성 비서 서비스	제품군
Google	Google Home	Google Assistant	스피커, 온도조절기, 보안 카메라, 스마트 도어벨
Apple	Apple Homekit	Siri	홈팟(스피커), 애플TV
Amazon	Alexa	Alexa	스피커
Ikea	Ikea Home Smart	-	공기청정기, 조명, 블라인드, 스피커
Xiaomi	Mi Home	샤오아이 (XiaoAI)	조명, 로봇청소기, 보안 카메라, 스마트 스위치, 공기청정기, 체중계, 밥솥, 주전자
Huawei	HiLink	Celia	조명, 플러그, 온도조절기, 보안카메라
Panasonic	Home Network System	-	조명, 잠금장치, 보안 카메라, 온도 조절기, 주방 가전
Sharp	Sharp Smart Home	Cocoro Vision	냉장고, 세탁기, 공기청정기, TV, 보안 카메라

4. 확장된 사물인터넷 개념의 등장

- 사물인터넷 기술의 발전으로 다양한 신기술과 접목한 사물인터넷 서비스가 등장하고 있음

〈표 2-10〉 확장된 사물인터넷 개념

분류	내용
AIoT (인공지능 사물인터넷)	- Artificial Intelligence + IoT - 인공지능과 사물인터넷이 결합한 형태 - 대규모 데이터 수집 후 인공지능과 머신러닝으로 데이터를 분석 및 활용하는 기술
IIoT (산업용 사물인터넷)	- Industrial IoT - 24시간 무중단 운영으로 이상 감지, 대응을 목적으로 제조 및 운송 등 산업 분야에 최적화
IoE (만물인터넷)	- Internet of Everything - 사물과 사물이 연결되는 것을 넘어 데이터, 클라우드 등 환경이 모두 연결되어 소통할 수 있다는 개념
CIoT (소비자 사물인터넷)	- Consumer + IoT - 최종적으로 소비자들이 이용하는 사물인터넷 서비스 - 웨어러블 기기, 스마트폰, 스마트홈 기기 등 소비자 시장을 위해 설계된 연결 기기를 의미함
IoMT/MIoT (의료 사물인터넷)	- Internet of Medical Things / Medical + IoT - 의료 분야에 사물인터넷이 적용된 서비스 - 의료기기 정보, 건강관리 기능을 연계하여 의료 데이터를 관리
IoHT (헬스케어 사물인터넷)	- Internet of Health Things - 건강관리 분야에 사물인터넷이 적용된 서비스 - 질병 예방 및 건강관리 목적 서비스 제공
ABIoT (인공지능 블록체인 사물인터넷)	- Artificial Intelligence Block Chain IoT - 블록체인 기술을 사물인터넷 보안에 적용한 형태 - 사물인터넷 기술의 보안 문제를 해결하기 위해 여러 대의 컴퓨터에 기록을 남겨 해킹을 막는 기술

- 인공지능 사물인터넷(AIoT, Artificial Intelligence of Things)
 - 대규모 데이터 수집 후 머신러닝이나 인공지능으로 데이터를 분석 및 활용하는 기술
 - 헬스케어, 에너지 검침 및 관리, 스마트홈, 교육, 국방, 농림축산 및 수산, 교통/인프라, 항공/우주, 물류/유통, 산업 안전, 환경/재난, 제조 등 다양한 분야에서 활용되고 있음

〈표 2-11〉 AIoT 서비스 활용 예시

분류	내용	
헬스케어	운동량 관리, 수면 관리	
에너지	검침	전기·가스·수도 등 원격 검침 및 실시간 과금
	관리	에너지 모니터링, 건물 에너지 관리, 전력·전원 모니터링, 신재생 에너지(태양광 등) 관리
스마트홈	가전·기기 원격제어, 홈CCTV, 스마트 도어락, 음성 비서	
교육	출결 관리, 교육 기자재 관리, 스마트 도서관, 맞춤형 커리큘럼, AI 채점, AI 튜터	
국방	훈련병·예비군 관리, 전장 감시 및 부대방호, 총기·탄약 관리, 테러 감지, AI 작전 및 훈련 시뮬레이션	
농림·축산/수산	농림/축산	재배환경 모니터링, 사료 자동 급여, 생산 이력 관리, 가축 이력 추적, 가축 전염병 관리
	수산	양식장 환경 정보 수집, 수산물 이력 관리
교통/인프라	ITS, 대중교통 운영정보, 주차 위치 제공, 아파트 차량 출입통제, 철도시설 관리	
항공/우주	비행기 내부 모니터링, 실시간 항공기 원격점검	
물류/유통	상품 위치정보 모니터링, 물류창고 관리, 조달관리, 물류추적, 최적 배송	
산업 안전	유해 화학물 관리, 재해 모니터링, 위험물 감지·경보	
환경/재난	수질 관리, 기상정보 수집 및 제공, 홍수·지진 재난재해 감지	
제조	생산 공정 관리, 기계진단, 지능형 기계, 제조설비 실시간 모니터링	

자료: 한국지능형사물인터넷협회(2023)

- 산업용 사물인터넷(IIoT, Industrial Internet of Things)
 - 24시간 무중단 운영으로 이상 감지, 대응을 목적으로 제조 및 운송 등의 산업 분야에 최적화됨
 - 생산 기기에서 생성된 데이터를 분석하고 활용하여 효율성과 생산성을 개선하고, 노동자의 안전을 제고함(SAP)
- 의료 사물인터넷(IoMT, Internet of Medical Things)
 - 건강 관리 시스템과 서비스가 연결되어 의료 데이터를 생성·수집·전송·분석하는 기술
 - 디지털·물리적 세계를 통합하여 질병 진단·치료의 속도와 정확성을 개선하고 환자 행동과 건강 상태를 실시간으로 관리함
 - 스마트 워치, 렌즈 등 웨어러블 기기 및 원격 환자 모니터링 기기, 약물 추적 시스템, 의료 및 약물 기록 저장, 장비 재고 추적 시스템 등이 해당됨
- 인공지능 블록체인 사물인터넷(ABIoT, Artificial Intelligence Block Chain IoT)
 - IoT 기술의 보안 문제 해결을 위해 블록체인 기술을 적용한 개념
 - 해커 침입 시도를 사전에 탐지·검증할 수 있고, 침입한 경우에도 다른 블록으로 피해가 확산되는 것을 차단할 수 있음
 - 신뢰성과 보안성을 강화하고 사용 기반 비즈니스 모델을 지능화 수준(운영 효율화를 위한 통찰력 확보 가능 수준)까지 보급할 수 있을 것으로 기대됨 (KIAT 산업 기술 동향)

제 3 장 IoT 무선통신기술과 전파정책²⁾

1980년대 처음 상용화된 셀룰러 이동통신은 1990년대 2G 이동통신에서 음성 통화를 대중화하였고 2010년대 4G 이동통신에서 고속데이터서비스를 제공하여 모바일 인터넷 시대를 열었다. 이와 같은 이동통신 서비스 및 기술 발전을 지원하기 위해 주파수 자원은 이동통신에 우선 배분되어 왔다. IoT는 비교적 근래에 한층 고도화되거나 새로운 서비스 수요가 나타나고 기술이 발전하면서 주파수 공급이 빈번해지고 있다. 이러한 IoT 주파수에 대한 우리나라 정책 사례를 알아보고 이동통신과 대표적 IoT 무선통신기술 중 하나인 Wi-Fi가 경쟁하였던 6GHz 대역에 대한 주요 국가의 정책을 살펴본다.

제 1 절 IoT 무선통신기술 및 주파수 현황

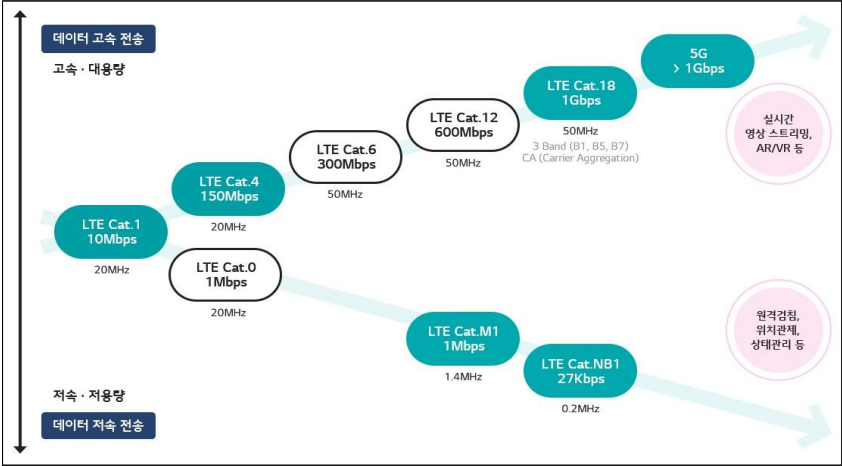
IoT는 과거 센서네트워크, 사물지능통신(M2M) 등을 거쳐 범위가 확장되어 왔고 다양한 IoT 서비스 및 통신기술을 포함한다. IoT 주파수의 경우 전통적인 ISM 대역 외에도 출력제한 등 기술조건이 IoT 기기를 허용하는 여러 대역 중에서 다른 국가에서도 유사한 서비스로 활용되는 등으로 인해 장비 및 단말을 경제적으로 조달할 수 있는 대역이 활용될 수 있다. 따라서 모든 IoT 주파수와 서비스를 파악하는 것은 어렵다. 다만 우리나라 주파수 정책 사례에서 국내의 주요 IoT 주파수 및 서비스를 파악할 수 있다. 본 절에서는 다양한 IoT 무선통신기술과 우리나라 주파수 공급 정책을 간략히 소개한다.

2) 김지환 연구위원이 주로 집필하였음

1. 다양한 IoT 무선통신기술에 대한 개괄

- IoT 서비스에 사용되는 무선통신기술을 분류하자면, 3GPP 표준에 따른 셀룰러 이동통신 기반의 IoT와 나머지 비셀룰러 기반의 IoT로 구분할 수 있고 비셀룰러 기반의 IoT는 이해 편의상 장거리 네트워크(Wide Area Network, WAN)을 위한 기술과 근거리 통신망(Local Area Network, LAN)을 위한 기술로 나눌 수 있음
- 이동통신의 IoT 무선통신기술에는 LTE에서 구현될 수 있는 LTE-M 및 NB-IoT와 5G에서 작동하는 5G RedCap이 있음
 - LTE-M(LTE Machine-Type Communications)은 2016년에 발표된 3GPP 표준 IoT 무선통신기술로 통상의 LTE가 활용하는 20MHz폭 대신 1.4MHz폭만 사용하여 약 1Mbps 속도로 데이터를 전송할 수 있음
 - NB-IoT(Narrowband IoT)는 LTE-M보다 더 협소한 0.2MHz폭만 활용하여 데이터 전송속도를 더 낮추는 대신 전력소모량을 감소시켜 넓은 지역에 저전력 서비스가 가능한 점이 장점임(ETRI, 2017).

[그림 3-1] LTE 기반 IoT 무선통신기술

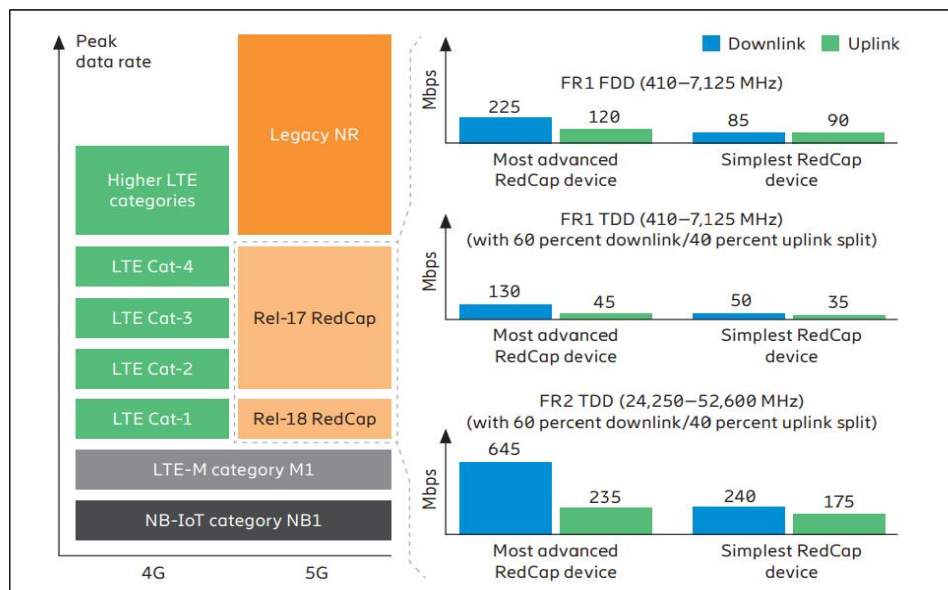


출처: LG U+ IoT Partners 홈페이지

- 5G RedCap(Reduced Capability)은 NR-light라 불리며, 전송속도가 LTE-M와 NB-IoT보다 빠르지만 일반적인 LTE보다 느린 LTE Cat-1~4에 대응되는 기술로 5G SA 네트워크에서 작동하여 NR 고유의 네트워크 슬라이싱을 지원할 수 있음(Ericsson, 2023).

※ RedCap은 TDD 방식 기준으로 100㎓폭을 활용하는 기존 5G와 달리 20㎓폭만 활용하여 고성능을 요구하지 않는 5G 애플리케이션을 지원할 수 있으며 단말기 측면에서 고성능 하드웨어와 칩셋을 사용하지 않으므로 디바이스 제조비용을 낮출 수 있다는 장점이 있음

[그림 3-2] 5G RedCap 성능



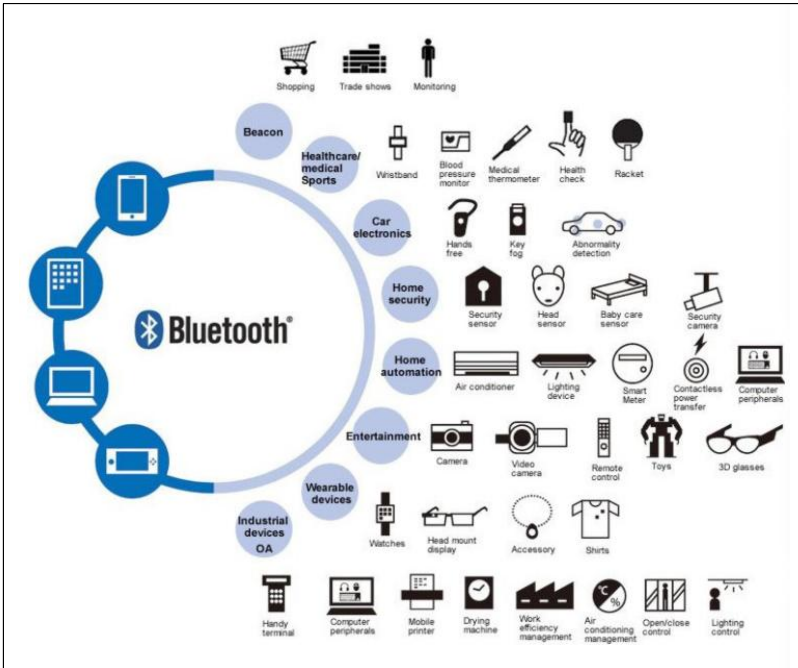
출처: Ericsson(2023)

주: FR1은 410-7125MHz 대역, FR2는 24250-52600MHz 대역을 의미, FDD는 업링크/다운링크의 대역이 다른 방식이고 TDD는 동일 대역에서 업링크/다운링크 시간만 구분하는 방식임

- LAN에는 사무실, 가정 등에서 인터넷 접속에 없어서는 안 될 정도로 널리 활용되고 있는 Wi-Fi를 비롯하여 다양한 통신 기술이 있음
- Wi-Fi는 1997년 'IEEE 802.11' 표준의 첫 번째 버전이 발표된 이후 데이터 전송속도를 높이는 방향으로 기술이 발전해 왔는데, 2000년대에 노트북, 스마트폰에 탑재되면서 비로소 대중화되었고 인터넷 접속 수단을 넘어 IoT 분야로도 활용 영역이 확장되고 있음
- Bluetooth는 기존 유선케이블을 대신하기 위한 저전력 단거리 무선 통신으로 헤드셋과 휴대전화간 직접 연결을 구현하려는 목적으로 1999년 데이터 전송속도가 최대 721kbps인 첫 표준이 발표되었고, 2010년대 무선헤드셋, 웨어러블, 스마트워치 등 웨어러블 기기들에 활용되면서 급격히 성장하였음

※ Wi-Fi는 인터넷에 접속하여 대량의 데이터를 전송하기 위한 무선통신기술로 전력 소비가 크며 라우터 등을 통해 여러 기기가 연결되는 반면, Bluetooth는 전력 소비가 작고 주로 기기간 1:1 연결을 제공

[그림 3-3] Bluetooth의 다양한 응용서비스



출처: <https://aumraj.com/>

- ZigBee는 저전력 저속 통신 기술로 2004년 ‘ZigBee 1.0’ 표준이 발표되었는데 2012년 발표된 ‘ZigBee Light Link’ 표준을 통해 스마트 조명 시장에서 활용되기 시작했고 2015년의 ‘ZigBee 3.0’ 표준에서 다양한 기기간 호환성을 강화하였고 삼성, 필립스 등 글로벌 가전제조업체에서 ZigBee 표준을 지원하는 제품을 출시하면서 스마트홈 분야 IoT 기기에서 널리 활용되고 있음

※ 삼성전자는 2014년 ZigBee 기술을 활용해 스마트폰에서 냉장고, 세탁기, 에어컨 등 다양한 가전제품을 원격으로 제어할 수 있는 ‘삼성 스마트홈’ 서

비스를 출시

- Thread는 Google 등 IT 기업들을 주축으로 기존 IoT 통신프로토콜 간의 호환성 부족과 보안 문제를 해결하려는 목적으로 개발되었는데, 2015년 스마트홈 시장을 겨냥하여 기존 ZigBee 기기와의 호환성 및 IP 통신을 특징으로 하는 첫 번째 표준인 'Thread 1.0'이 발표되었고 2016년 구글의 Nest 제품에 처음 적용되면서 애플, 아마존 등이 스마트홈 기기에서 Thread 지원을 확대

※ 2021년 IoT 통신 표준화를 목표로 애플, 아마존, 구글, 삼성전자 등 주요 IT 기업이 지원하는 'Matter'가 Thread를 주요 프로토콜로 채택

- UWB(Ultra Wide Band)는 500MHz 이상의 넓은 대역폭을 사용하여 고속데이터 전송 및 정밀 위치 추적 등에 활용되는 기술로 오랜 기간 기술개발이 이루어져 오던 중 2002년 미국 FCC가 3.1~10.6GHz 대역을 비면허 UWB 기술의 상업적 사용을 허용하면서 시장이 개화되었으며 2019년 애플이 아이폰간 파일공유 등에 활용하면서 스마트폰, 스마트워치, 자동차 디지털 키 등에서 응용이 확대되기 시작하였음

※ UWB의 위치 추적 정밀도는 수 cm 수준으로 수 m 수준인 Wi-Fi와 Bluetooth보다 매우 높음

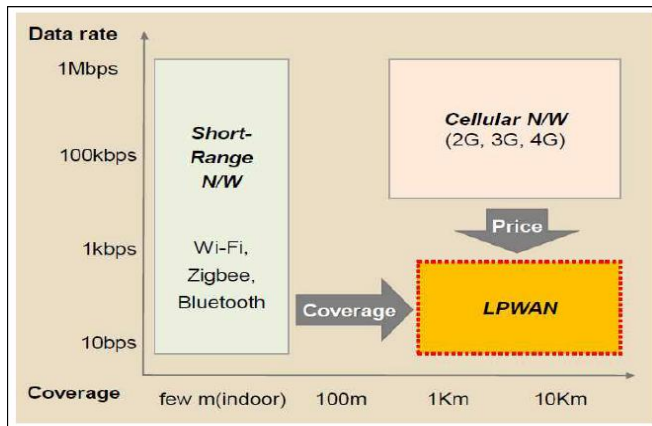
- RFID(Radio Frequency Identification)는 매우 작은 칩에 상품 및 필요정보를 저장하고 안테나를 통해 무선으로 데이터를 송신하는 장치로 보통 정보에 대한 판독과 해독 기능을 담당하는 판독기(reader)와 정보를 제공하는 태그(tag)로 구성되며, 1970년대 개발되어 1980년대에 화물 추적, 차량 식별 등에 상용화되기 시작하였고 2003년 월마트가 도입하면서 대중화가 시작된 이래 산업 및 물류 분야의 IoT 네트워크에서 사물의 위치와 상태 정보 수집에 활용되고 있음(한국방송통신전파진흥원, 2019)

- NFC는 RFID 기술에서 파생된 기술로 RFID보다 짧은 거리에서 작동하여

보안에 유리하며 스마트폰에 탑재되어 모바일 결제 등에 활용

- WAN의 경우 저전력 광대역 네트워크 기술(Low-Power Wide-Area Network, LPWAN)로 Sigfox와 LoRaWan이 대표적임(남원모, 2015)

[그림 3-4] LPWAN 무선통신기술의 포지셔닝



출처: 남원모(2015)

- Sigfox는 IoT 기기를 연결하는 초저전력 단순화된 데이터 전송 네트워크 구축을 목표로 프랑스의 SigFox사가 개발한 기술로, 매우 좁은 대역폭을 사용하여 12 바이트 이하의 적은 데이터를 업로드하는 단방향 통신이 가능하므로 센서 등의 단순한 상태 정보를 전송하는데 적합하고 클라우드를 활용하는 전 세계적인 단일 네트워크로 사용자가 별도의 네트워크를 구축·운용하지 않아도 된다는 점이 특징임

※ 국내 공식 Sigfox 사업자 아모에스넷은 기간통신사업자로 등록되어 전국에 약 1,600개 기지국을 설치하였고 구글 클라우드를 활용한다고 함

- LoRaWan(Long Range Wide Area Network)은 미국 스펀텍사가 개발한 기술로 SigFox와 달리 사용자가 자신의 네트워크를 운영할 수 있고 복잡한 데이터의 양방향 송수신이 가능함

※ SKT가 2016년 920MHz 대역 비면허 주파수를 활용하여 네트워크를 구축하고 서비스를 제공한 바 있음

[그림 3-5] 주요 IoT 무선통신기술

기술	기술발표	커버리지	데이터 전송 속도	서비스 유형
Wide Area Network				
NB-IoT	2016	수 km ~ 15 km	최대 250 kbps	스마트 미터링, 환경 센서 네트워크, 스마트 주차
LoRaWAN	2015	수 km ~ 15 km	최대 50 kbps	농업 모니터링, 산업 설비 관리, 물류 추적
Sigfox	2010	수 km ~ 50 km	최대 100 bps	자산 추적, 도시 관리, 스마트 미터링
LTE-M	2016	수 km ~ 20 km	최대 1 Mbps	스마트 헬스케어, 차량 관제, IoT 디바이스 통신
RedCap(5G)	2022	수백 m ~ 수 km	최대 수백 Mbps	IoT 웨어러블, 산업 자동화, 스마트 시티
Local Area Network				
Wi-Fi	1997	수십 m	최대 10 Gbps (Wi-Fi 6E 기준)	스마트홈, IoT 기기 연결, 실내 위치 추적
Bluetooth	1999	수 m ~ 수십 m	최대 2 Mbps	웨어러블 기기, 스마트 키, IoT 센서
ZigBee	2004	수십 m	최대 250 kbps	스마트조명, 스마트홈 네트워크
Z-Wave	2001	수십 m	최대 100 kbps	스마트도어락, 홈 오토메이션
Thread	2014	수십 m	최대 250 kbps	스마트홈, IoT 기기 통합
UWB	2002	수 m ~ 수십 m	최대 675 Mbps	고정밀 실내 위치 추적, 디지털 키
NFC	2002	수 cm	최대 424 kbps	모바일 결제, 디지털 티켓, 근거리 데이터 전송
RFID	1973	수 cm ~ 수 m	수 kbps 수준	물류 관리, 자산 추적, 무선 태그 인증

□ 특히 Wi-Fi는 그 동안 이동통신과 상생하는 관계로 이동통신 네트워크의 무선데이터 트래픽을 분담하는 경제적인 대안으로 이동통신기술과 함께 발전해 왔음³⁾

○ 최초의 Wi-Fi 표준은 1997년에 발표가 되었으나 2000년대 후반 애플의 아이폰에 탑재되면서 보편적으로 활용되기 시작

- 1997년 발표된 첫 번째 표준인 'IEEE 802.11'은 최대 2Mbps 속도로 당시 기준으로 빠른 편이었으나 널리 활용되지 않음

- 1999년에는 2.4GHz 대역을 사용하여 최대 11Mbps를 제공하는 802.11b와 5GHz 대역을 사용하여 최대 54Mbps를 제공하는 802.11a가 공개됨

- 2003년 발표된 802.11g는 802.11b의 후속 표준으로 5GHz 대역보다 낮은 2.4GHz 대역을 활용하면서 속도를 54Mbps로 높였고 2007년 아이폰에 탑재되어 Wi-Fi의 대중화에 기여

○ 이후 Wi-Fi는 여러 주파수 대역을 함께 활용하고 채널당 대역폭을 넓히는 등으로 전송속도를 비약적으로 발전시켜 옴

- 2009년 발표된 802.11n(Wi-Fi 4)은 당시 100Mbps급 유선인터넷에 대응하여 기존 사용되던 2.4GHz 대역에 더불어 그동안 잘 활용되지 않았던 5GHz 대역을 주파수집성 기술로 동시 활용하고 다중입력다중출력(MIMO) 안테나 기술을 최초 도입하여 최대 600Mbps 속도로 데이터를 전송

※ MIMO란 송신기와 수신기에 각각 1개 안테나가 아닌 다수의 안테나를 사용하여 전송 오류를 줄이고 속도를 높이는 기술

- 2013년에는 802.11ac(Wi-Fi 5)는 5GHz 대역만 활용하고 MIMO 안테나 개선, 채널당 대역폭은 기존 최대 40MHz폭에서 160MHz폭으로 4배 증가시키고 속도를 대폭 향상함

3) WiFi Alliance 홈페이지, www.itworld.co.kr, 남원모(2020) 등 자료를 참고

- 2019년 802.11ax 표준(Wi-Fi 6)는 직전 버전인 Wi-Fi 5의 통신 지연 성능을 개선하여 사용자 체감 전송속도를 높이기 위해 개발되었음
- 2020년 802.11ax를 기반으로 개발된 Wi-Fi 6E는 5GHz 대역에서 실제 사용할 수 있는 주파수가 부족한 점을 극복하고자 6GHz 대역을 활용하여 실질적으로 160MHz폭을 활용하여 5G 이동통신 수준의 성능을 제공하였음
- Wi-Fi 7에 해당하는 802.11be는 Wi-Fi 6와 비교할 때 사용 주파수 대역은 동일하나 채널당 대역폭을 320MHz폭으로 확대하는 등 개선을 통해 속도가 최대 4.8배 향상됨

〈표 3-1〉 Wi-Fi 기술 발전

IEEE 표준	802.11	802.11b /802.11a	802.11g	802.11n (Wi-Fi 4)	802.11ac (Wi-Fi 5)	802.11ax		802.11be (Wi-Fi 7)
						Wi-Fi 6	Wi-Fi 6E	
표준화 시기	1997년	1999년	03년	09년	13년	19년	20년	24년 (예정)
주파수 대역	2.4GHz	2.4GHz(b) 5GHz(a)	2.4GHz	2.4GHz, 5GHz	5GHz	2.4GHz, 5GHz	2.4GHz, 5GHz, 6GHz	
채널당 대역폭	20MHz	20MHz	20MHz	40MHz 이하	160MHz 이하	160MHz 이하	160MHz 이하	320MHz 이하
최대 전송속도	2Mbps	11Mbps(b) 54Mbps(a)	54Mbps	600Mbps	6.9Gbps	9.6Gbps		46Gbps
서비스	이메일, 초기 인터넷		인터넷	SD 영상	HD 영상	4K/8K 영상 스트리밍		실시간 가상증강 확장 현실

출처: 과학기술정보통신부 스펙트럼플랜을 토대로 정리

〈표 3-2〉 유럽의 Wi-Fi 주파수 대역 현황

대역	주파수 활용 제한
863-868MHz	실·내외 사용 제한 없음
2400-2483.5MHz	실·내외 사용 제한 없음
5150-5250 MHz	실내만 사용, 차량/열차/항공기 내 허용, 무인기는 5170MHz부터 사용
5250-5350 MHz	실내(건물)만 사용
5470-5725 MHz	실·내외 사용 가능, 열차/항공기/무인기에서 사용 불가
5725-5875 MHz	실·내외 사용 제한 없음
5945-6425 MHz	실내만 사용 가능, 열차/항공기 허용, 차량에서 사용 불가 (초저전력 기기는 실·내외 사용 가능, 무인기는 불가)
57-71 GHz	실·내외 사용 가능 여부는 기기 유형에 따라 상이

출처: Cullen International

주: 대역별 기기 출력 규제는 존재함

2. 우리나라 IoT의 주파수 활용을 이해하기 위한 주파수 이용 제도

- 과학기술정보통신부는 다양한 주파수 수요를 고려하여 주파수를 분배하고 이용기준을 확립하는 주파수 공급을 실시함(과학기술정보통신부, 2017)
 - 주파수분배는 주파수 대역별 업무와 용도를 정하는 것임
 - 업무는 고정, 이동 등 총 41가지로 구분되며, 용도는 IMT, 무인기 위성제어용 등을 정하는 것임
 - 전파 혼·간섭 관리를 위해 무선설비 기술기준과 무선국 허가기준을 정함
 - 기술기준은 중심주파수, 대역폭, 출력 기준 등 무선설비·기기의 적합성 평가의 기준으로 활용
 - 허가기준은 무선국 설치·운용을 위한 중심주파수, 점유대역폭, 출력 등을 규정

- 주파수를 활용하기 위한 절차는 주파수 사용 허가와 무선국 개설 절차로 구분할 수 있음
 - 주파수 이용은 허가가 필요한 경우와 그렇지 않은 경우로 나눌 수 있는데 허가가 필요하지 않은 경우는 흔히 ‘비면허’라고 불리며 대부분의 IoT는 여기에 해당됨
- 주파수 사용을 허가하는 방식은 주파수할당, 주파수지정, 주파수사용승인으로 구분되며, IoT는 기간통신사업용인 경우 주파수할당, 그 외는 주파수지정에 해당됨
 - 주파수할당은 기간통신사업 등 통신사업을 위한 주파수 이용권을 부여하는 것으로 사업자는 할당받은 주파수로 IoT 서비스를 제공할 수 있음
 - 이동통신사는 할당 주파수 대역에 기존에 구축한 이동통신네트워크를 활용하여 IoT 서비스를 제공하고 있음
 - 주파수지정은 허가나 신고로 개설하는 무선국에서 사용할 주파수를 지정하는 것으로 주파수할당에 해당되지 않는 경우에 적용됨
 - 사전에 정해진 주파수 분배표 및 대역별 기술기준에 따라 IoT 무선통신이 가능한 주파수 대역에 무선국을 개설하여 IoT 무선통신을 할 수 있음
 - 주파수사용승인은 안보·외교적 목적 또는 국제적·국가적 행사 등을 위한 주파수 사용을 허가하는 것임
- 무선국 개설 절차의 경우 허가를 받아 개설하는 무선국, 허가받은 것으로 보는 무선국, 신고하고 개설할 수 있는 무선국(전파법 시행령 제24조), 신고하지 아니하고 개설할 수 있는 무선국(시행령 제25조)이 있음
 - 이동통신사업자 등은 할당받은 주파수를 이용하는 허가 받은 무선국을 활용하여 IoT 서비스를 제공할 수 있음
 - 대부분의 IoT 무선국은 신고하지 아니하고 개설할 수 있는 무선국에 해당함

- 과학기술정보통신부 고시 제2024-22 「신고하지 아니하고 개설했을 수 있는 무선설비의 기술기준」에는 무선랜, RFID, UWB, 체내이식무선의료기기, 물체감지센서 등에 대한 주파수 대역 및 기술 요건이 규정됨
 - ※ RFID는 13.552~13.568㎐, 433.67~434.17㎐, 971~923.5㎐를 사용, 체내이식무선의료기기는 402~405㎐ 사용 등
- 이러한 무선국은 다른 무선국에 유해 혼신을 주지 않아야 하고 다른 무선국에 의한 혼신으로부터 보호를 받을 수 없음

3. 최근 우리나라 IoT 주파수 및 서비스의 주요 동향

- 우리나라 전파정책을 담당하는 과학기술정보통신부가 발표한 정책 및 제도를 통하여 우리나라의 IoT 주파수와 서비스 동향을 파악함
 - IoT는 전파 법령에 규정된 용어가 아니므로 주파수분배표나 기술기준을 통해 IoT 주파수를 파악하기 어려움
 - 과학기술정보통신부가 IoT 주파수 공급 정책을 발표하고 해당 주파수 대역을 활용하는 무선설비의 기술기준을 신설·개정하고 있으므로 이를 활용하여 주요 IoT 주파수 및 서비스 현황을 대략적으로 파악할 수 있음
- 과기정통부에 따르면, IoT를 포함하는 산업생활 분야로 분류되는 주파수는 총 32.8㎐폭(과학기술정보통신부, 2017)
 - ※ 산업생활 주파수는 산업체가 신산업 개발 또는 현장에 사용하는 주파수와 개인·사회가 가정 및 사회인프라에 활용하는 주파수로 이동통신, 위성, 방송, 공공용 주파수는 제외
- 또한, IoT 기기가 허가를 받지 않고 사용할 수 있는 비면허 주파수는 총 7㎐폭(한국방송통신전파진흥원, 2019)

□ 2017년 이후 IoT 주파수에 대한 주요 정책 사례는 다음과 같음⁴⁾

○ 2017년 900MHz 대역의 출력기준 상향

- 900MHz 대역(917~923.5MHz)은 IoT에 전 세계적으로 가장 많이 이용되는 주파수로 출력기준을 기존 10mW에서 최대 200mW로 상향

※ 900MHz 대역은 RFID, Z-Wave 등 근거리 IoT 서비스에 이용되었으나 출력상향을 통해 원격검침 등 저전력 장거리 IoT 서비스에도 활용 가능

○ 2017년 물체감지센서용 주파수 공급

- 센서를 활용하여 고속주행 자동차를 감지하여 고속도로의 조명을 제어할 수 있도록 Wi-Fi가 사용하지 않는 5.8GHz 대역(5847~5850MHz)의 용도에 '물체감지센서용' 추가함으로써 센서의 감지 범위를 대폭 확대

※ 물체감지센서용 주파수는 2.4GHz, 10.50~10.55GHz, 24.05~24.25GHz인데 2.4GHz 대역은 센서의 크기가 커서 가로등에 설치하기 어렵고, 10GHz 및 24GHz 대역은 감지거리가 짧은 점이 한계

○ 2018년 사물인터넷 주파수 추가 공급

- IoT 서비스 사업 또는 스마트공장 내 IoT 자가망으로 활용할 수 있도록 1GHz 이하 대역에서 기존 '무선 호출용' 또는 '공중 무선데이터통신용으로 분배되었으나 이용되지 않던 주파수 11.7MHz 폭의 용도를 변경

4) 과학기술정보통신부 보도자료를 참고하여 정리

[그림 3-6] 1GHz 이하 대역에서 용도 변경을 통한 사물인터넷 주파수 공급



출처: 과학기술정보통신부(2018)

- 지능형 CCTV 등 고용량 IoT를 위한 5.2GHz 대역(5150~5250MHz)의 실내로 한정된 사용범위를 확대하고 출력 제한을 상향
- 제조시설의 정밀 조립공정 고도화 및 실내 정밀위치추적 서비스 확산을 위해 실내위치측정용 UWB용 6.0~7.2GHz 대역 공급
 - ※ 3.735-4.8GHz 및 7.2-10.2GHz 대역이 UWB용으로 분배되어 있으나, 3.735-4.8GHz는 전 세계적으로 이동통신과의 간섭 회피가 필요하고, 7.2-10.2GHz는 도달거리가 짧은 단점이 있어 이용에 한계
- 2020년 6GHz 대역 비면허 주파수 공급
 - 6GHz 대역(5925~7125MHz, 1.2GHz 폭)에 실내의 저전력 기기를 허용
 - 최소한의 이용 조건만 규정함으로써 차세대 와이파이에는 물론 5G 기술을 비면허 대역에서 쓰는 5G NR-U(5G New Radio Unlicensed) 기술도 활용 가능
- 2021년 900MHz 대역 광대역 IoT 주파수 공급(2021년)
 - 900MHz 대역(925MHz~931MHz)에 Wi-Fi 기술(IEEE 802.11ah)을 접목해 적은 전력량으로 대용량 데이터를 넓은 범위에 전송할 수 있도록 신고하지 않고 개설할 수 있는 무선국용 무선설비 기술기준을 개정

- 기존 비면허 대역 IoT 기술에서 사용하던 원격검침 등 고도화는 물론 고성능을 요구하지 않는 저화질 CCTV 등에 사용될 수 있음

※ 기존 서비스인 무선마이크에 대역 활용의 우선순위를 부여하고, 광대역 IoT 기기는 무선마이크 사용이 멈출 때 동작하는 방식으로 운용

○ 2024년 대한민국 스펙트럼 플랜

- Wi-Fi 7 도입 지원을 위해 6GHz 대역 채널당 대역폭 확대, 주파수 자동조정 시스템 도입 추진(2024년 예정)

- 물체감지 센서가 스포츠, 로봇 등 다양한 영역으로 확대 이용될 수 있어 물체감지센서용인 10GHz 대역(10.5~10.55GHz)의 이용범위를 실외로 확대 추진(2025년 예정)

- UWB를 활용한 무선 정밀측위 서비스 활성화를 위하여 6.0~8.8GHz 대역의 출력 상향 추진(2025년 이후 예정)

- 건강 데이터 수집·관리 및 비접촉 진료 등 정밀의료 서비스 수요 증가에 대비하여 체내이식 의료기기 주파수를 현재 402~405MHz(3MHz폭) 대역에서 401~406MHz(6MHz폭)대역으로 확대 검토(시점 미정)

제 2 절 6GHz 대역 경쟁: Wi-Fi vs. 이동통신

Wi-Fi는 IoT 뿐만 아니라 다양한 서비스에 널리 활용되는 무선통신기술로 차세대 표준을 상용화하기 위해 새로운 주파수 대역이 필요하였고 2020년대부터 6GHz 대역이 활용되기 시작하였다.

6GHz 대역은 5.925~7.125GHz 범위에서 전 세계적으로 많은 국가에서 넓은 대역폭을 활용할 수 있는 주파수로 이동통신과 Wi-Fi 업계가 관심을 가져왔다. 이동통신 업계는 6GHz 대역이 이동통신용(IMT) 면허 주파수로 국제적으로 식별되기를 희망하였으나 Wi-Fi 업계는 Wi-Fi를 중심으로 한 비면허 주파수로 활용할 것을 주장하였다. 이동통신이 5G 및 이후 기술진화를 이어나가기 위해서는 새롭게 전 세계 많은 국가에서 발굴할 수 있는 광대역 주파수가 필요하다. Wi-Fi의 발전을 위해서도 기존 2.4GHz 및 5GHz 대역으로 부족하기에 새로운 주파수가 필요하다. 그동안 네트워크 운용 및 무선인터넷 활용 측면에서 이동통신과 Wi-Fi는 모바일 트래픽을 분담하는 등 상호 보완적인 것으로 인식되었지만, 6GHz 대역을 둘러싼 분열은 두 업계가 산업적으로 경쟁관계에 접어들었음을 드러냈다.

미국은 세계 최초로 2020년 6GHz 대역 전체를 Wi-Fi로 활용하기로 결정하였다. 미국의 정책은 차세대 통신기술 생태계를 선점하고 현재 중국의 이동통신 주도권에 대응하며 글로벌 통신표준을 미국 중심으로 재편하려는 전략적 움직임으로 이해될 수 있다. 중국은 2023년 상위 6GHz 대역을 이동통신용으로 활용하기 결정하였는데 자국의 5G 및 6G 산업의 발전을 촉진하고 이동통신 기술 혁신을 위한 주파수 자원을 확보하려는 전략이다. 한편, 유럽은 2021년 6GHz 대역의 하위 500MHz폭만 Wi-Fi에 개방한 상태이다. 그리고 2023년 말 두바이에서 개최되었던 ITU의 세계전파회의(WRC)에서 6GHz 대역의 IMT 식별이 논의되었고, 상위 700MHz폭이 아프리카, 유럽, 러시아가 포함되는 독립국가연합, 중동, 브라질, 멕시코 등에서 이동통신 대역으로 식별되었다. 이렇듯 6GHz 대역에서 글로벌 이동통신 생태계는 나누어지게 되었다.

본 절에서는 우리나라를 포함한 주요 국가의 6GHz 대역 정책 동향을 소개한다.

1. 미국: 세계 최초로 6GHz 대역 전체를 Wi-Fi에 개방

□ 2020년 연방통신위원회(FCC)는 전 세계에서 가장 빨리 6GHz 대역 전체에 비면허 기기 사용을 확대하는 규칙 채택하였음(FCC, 2020)

- FCC는 5G 이동통신용 주파수 경매가 개시되었던 2018년, 6GHz 대역에서 비면허 사용을 확대하는 규칙제정안을 발표하였고 의견수렴을 거쳐 확정
 - 기존에 마이크로웨이브, 방송보조서비스 등 기존 면허 서비스 외에 UWB 등 출력이 매우 낮은 비면허 서비스가 허용되어 있었음
 - 무선데이터트래픽의 빠른 증가로 인하여 무선인터넷을 위한 새로운 주파수 공급의 필요성이 커짐에 따라 Wi-Fi 주파수 확대가 추진됨
- 주요 내용은 주파수 접속이 관리되는 표준 출력(standard-power) 기기와 관리하지 않는 저출력 기기의 비면허 운용을 허가하는 것임
 - 표준출력기기는 기존 이용자인 마이크로웨이브 서비스를 보호하기 위하여 AFC(자동 주파수 조정) 시스템을 통해 주파수 및 출력을 관리받음
 - ※ 6GHz 대역에는 마이크로웨이브(M/W), 위성 등 기존 이용자가 존재하고 비면허 기기는 기존 이용자의 주파수 이용에 영향을 주어서는 안 됨
 - ※ 표준 출력 AP가 U-NII-5 및 U-NII-7 대역에서 동작하기 위해서 AFC 데이터베이스에 접속하여 사용가능한 채널 목록과 전송 전력을 수신받아야 함
 - 저출력 AP 및 단말은 가정과 기업에서 스마트폰, 태블릿, 노트북, IoT 기기가 인터넷에 연결하는데 이상적일 것으로 보고 실내에 한하여 전체 6GHz 대역에서 제한 없는 사용이 허가됨
- 이를 통해 Wi-Fi 6E 도입을 촉진하고 Wi-Fi 7 등 차세대 Wi-Fi 기술 발전의 기반을 조성하는 동시에 IoT 성장을 지원

- 가전제품, 기계, 계량기, 웨어러블 및 기타 가전제품과 제조용 산업용 센서를 연결하는 IoT의 성장을 기대
 - 6G 대역에서 사용할 수 있는 보다 효율적인 통신프로토콜에 대한 표준 개발이 가속화되어 소비자에게 더 빠른 인터넷 연결과 새로운 서비스를 제공할 수 있고 혁신이 촉진될 수 있음
 - 케이블 회사와 무선 통신 사업자는 Wi-Fi 핫스팟 네트워크를 확장하여 고객이 집 밖에서도 현재보다 훨씬 빠른 데이터 연결에 액세스할 수 있도록 하고 추가 용량이 필요한 지역에 네트워크를 확장할 수 있음
- 2023년 6G 대역 일부에 초저전력 단말의 규제 완화(FCC, 2023)
- U-NII-5(5.925-6.425GHz) 및 U-NII-7(6.525-6.875GHz)에 한하여 근거리에서 고속 전송이 가능한 초저전력 기기를 허용
 - 초저전력 기기는 개인 단위 범위에서 통신을 위한 것으로 AR/VR 단말 스마트폰 등 웨어러블 기기, 차량 내 서비스를 지원할 것으로 기대
 - ※ 초저전력의 기준: PSD 최대 -5 dBm/MHz, EIRP 최대 14 dBm
- 2024년에는 FCC는 AFC 시스템을 운용할 사업자를 선발하였고 초저출력 기기를 전체 6G 대역으로 확대 허용(FCC, 2024)
- 표준출력기기를 위한 AFC 시스템 운용사업자로 퀄컴, 브로드컴, 소니, Wi-Fi 얼라이언스 등 7개 기업은 선정
 - 선정된 기업들은 그동안 시스템 개발 및 실증을 수행해 왔음
 - AFC 시스템 운용사업자는 시스템에 접속하는 표준출력기기로부터 이용료를 징수하여 시스템 비용을 충당
 - 초저출력기기는 근거리에서 초고속 데이터 전송을 위한 것으로 실내외를 가리지 않고 주파수를 사용할 수 있으며 AFC에 접속할 필요가 없음

〈표 3-3〉 미국 6GHz 대역 구분 및 비면허 기기(2024년 말 기준)

대역구분	주파수 범위(MHz)	대역폭(MHz)	비면허 기기		
			표준출력기기	저출력기기	초저출력기기
U-NII-5	5.925-6.425	500	O	실내만	2023년 허용
U-NII-6	6.425-6.525	100	-	실내만	2024년 허용
U-NII-7	6.525-6.875	300	O	실내만	2023년 허용
U-NII-8	6.875-7.125	300	-	실내만	2024년 허용

출처: FCC

□ 미국은 Wi-Fi 기술의 발원지로 6GHz 대역을 선제적으로 Wi-Fi에 개방한 것은 자국의 소비자 편의 증진뿐만 아니라 기술·산업 측면에서 글로벌 통신과 IT 분야 주도권을 유지·강화하려는 전략 차원으로 이해됨

○ Wi-Fi는 이동통신과 달리 미국에 표준기구, 산업협회, 글로벌 IT기업들이 모여 있어 미국이 주도하기가 용이함

- 뉴욕에 위치한 IEEE(전기전자공학회)는 Wi-Fi 표준을 결정하고 텍사스 오스틴에 위치한 산업계연합인 Wi-Fi Alliance는 기술개발 지원 및 제품인증 등 산업계의 표준 상용화를 지원

※ 미국 텍사스 오스틴은 글로벌 반도체, SW, 클라우드 등 IT 기술기업이 모여 있어 ‘실리콘 힐스’라 불림

- 쉘컴, 브로드컴, 시스코 등 미국 기업들은 Wi-Fi 칩셋과 네트워크 장비 분야에서 큰 영향력을 보유

○ 6GHz 대역을 통해 자국에 유리한 Wi-Fi 기술 진화를 지원하고 다른 국가들이 유사한 전파정책을 채택하도록 유도함으로써 미국 산업이 전세계적인 영향력을 발휘할 수 있음

- 6GHz 대역 개방에 앞서 쉘컴, 인텔, 브로드컴 등은 Wi-Fi 6E 지원 칩셋을 개발하여 미국 시장에 AP와 단말과 같은 제품 출시가 빠르게 이루어 짐(남

원모, 2020)

- Wi-Fi에 6GHz 대역을 앞서서 개방함으로써 퀄컴, 브로드컴, 인텔 등 미국 반도체 및 네트워크 기업들이 관련 제품 개발을 가속화하고 시장 점유율을 확대하는 데 도움이 될 수 있음
- 이렇듯 미국이 기술 진화를 이끌고 진화된 기술을 위한 시장을 제공함으로써 칩셋과 장비가 조기 개발되어 대량생산을 통한 가격이 하락, 서비스 발전의 선순환을 미국이 주도할 수 있음

2. 유럽: 6GHz 하위 대역만 Wi-Fi에 개방

- EU는 2021년 하위 6GHz 대역(5.925~6.425GHz)에서 480MHz폭을 Wi-Fi 등 비면허로 활용하기로 결정하였음
 - 유럽 공통의 기술기준은 CEPT가 2020년 11월에 마련하였고, 이번 결정은 2021년 12월 1일부터 27개 회원국에 구속력을 가짐
 - 비회원국인 영국은 2020년 하위 대역만 Wi-Fi에 개방(Ofcom, 2020)
- EU의 기술기준을 보면, AFC 시스템을 활용하여 실외에 설치된 고정된 표준 출력 AP을 허용하는 미국과 달리, 실외 초저출력과 실내 저출력 기기만을 허용하고 있어 제한이 있음
 - 유럽은 표준출력 기기를 허용하지 않고 실내에서 AP를 통한 좁은 면적에서 무선접속 제공과 실외 기기 간 연결에 초점을 둠
 - 저출력기기의 EIRP(유효등방성복사전력) 기준으로 미국에서 Wi-Fi AP와 기기가 더 높은 출력을 사용할 수 있어 통신커버리지가 더 넓음

〈표 3-4〉 유럽과 미국의 6GHz 대역 허용 출력 비교

기기 유형		사용 예시	유럽 EIRP	미국 EIRP
초저출력 기기		실외 스마트폰에서 Wi-Fi 핫스팟 활용	14 dBm (25 mW)	14 dBm (25 mW)
저출력	실내 클라이언트 단말	실내 Wi-Fi AP의 통제를 받아 Wi-Fi를 사용하는 노트북	23 dBm (200 mW)	24 dBm (250 W)
	실내 AP	실내 Wi-Fi AP	23 dBm (200 mW)	30 dBm (1 W)
표준출력(AP)		고정된 실외 핫스팟	-	36 dBm (4 W)

자료: Cullen International

□ 상위 6GHz 대역(6.425~7.125GHz)의 경우 아직 확정되지 않은 상황으로 CEPT가 2025년 초까지 이동통신과 Wi-Fi가 공유하는 방안을 검토 중(Ofcom, 2023)

○ 영국이 검토 중인 공유 방안은 Wi-Fi와 이동통신간의 간섭에 대한 기술적 대책으로 데이터베이스, 센싱 등의 방식을 활용하는 것임

- 데이터베이스에 이동통신 단말과 Wi-Fi 기기가 접속하여 해당 지역의 주파수 우선순위를 확인하고 주파수 사용을 조정

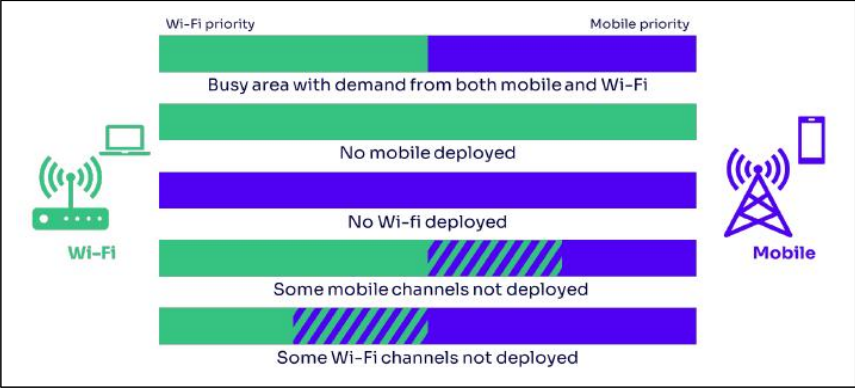
※ 이동통신과 Wi-Fi 중에서 지역별로 우선순위를 설정하거나 동일 장소에서 시간별로 우선순위를 달리할 수 있음

※ 예를 들어, Wi-Fi가 주로 실내에서 사용되므로 실내 Wi-Fi, 실외 이동통신으로 나누어 주파수를 이용하는 방식, 이동통신 트래픽이 밀집되는 지역 외에는 Wi-Fi가 주파수를 이용하는 방식 등

- Wi-Fi AP와 이동통신 기지국이 주파수 사용 환경을 실시간으로 감지해 간섭을 최소화하는 방식으로 데이터베이스 방식보다 정교한 간섭 관리가 가능하고 Wi-Fi 7의 기능을 활용할 수 있음

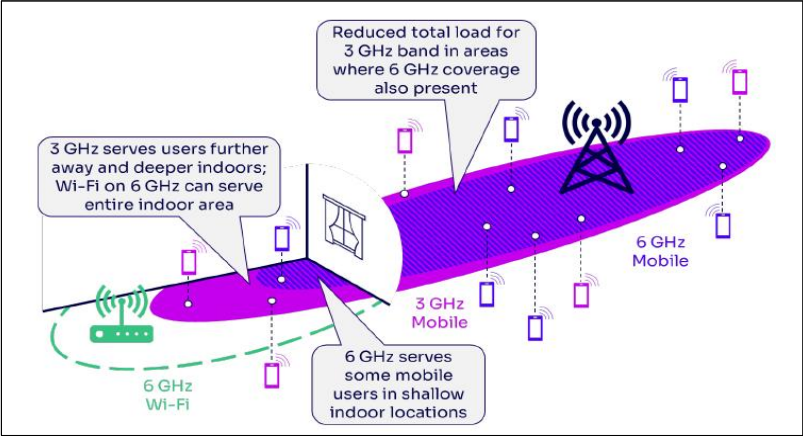
- 그 외, 이동통신과 Wi-Fi 출력제한으로 간섭 범위 감소, 주파수 대역을 분리하여 사용, 또는 이동통신과 Wi-Fi간 간섭 조정을 위한 프로토콜 개발이 고려될 수 있음

[그림 3-7] 이동통신과 Wi-Fi간 공유 예시: 지역적 주파수 분할



출처: Ofcom(2023)

[그림 3-8] 이동통신과 Wi-Fi간 공유 예시: 실내-실외 공간 분할



출처: Ofcom(2023)

- 이러한 주파수 공유 방식을 경제성 있게 구현하기 위해서는 국제 표준이 확립함으로써 장비제조사가 해당 기술이 탑재된 장치를 개발·생산하도록 규모의 경제 확보 필요
- 유럽이 하위 대역을 Wi-Fi에 개방한 상황에서 상위 대역은 이동통신만 고려하지 않고 Wi-Fi도 허용하려는 이유는 유럽의 5G 구축과 모바일 트래픽 환경 측면에서 이해될 수 있음
 - 유럽은 2G 이동통신인 GSM 이래 전 세계 이동통신 표준과 관련 산업을 지원해 왔는데, 유럽에 위치한 글로벌 장비제조사인 에릭슨, 노키아가 유럽 역내 산업에 주는 파급효과를 고려하면 6GHz 대역은 이동통신으로만 활용하는 전략도 고려될 수 있었을 것임
 - 유럽의 5G 구축은 3.5GHz 대역을 활용하여 실외를 중심으로 커버리지 구축이 진행 중이고 실내에서 5G 구축은 실외보다 뒤쳐진 상황으로 이동통신가입자의 트래픽은 실외에 위치한 3.5GHz 대역 기지국에서 발생
 - 이동통신 네트워크 측면에서 6GHz 대역은 전국적으로 구축되기보다는 이미 구축된 3.5GHz 대역 기지국 중 트래픽이 많은 기지국에서 용량 증설에 활용될 수 있음
 - 반면, Wi-Fi는 거의 대부분 실내 사업장과 가정에서 활용되고 실외에서 거의 활용되지 않고 있음

3. 우리나라: 미국에 이어 6GHz 대역 전체를 Wi-Fi에 개방

- 2020년 10월 미국에 이어 전 세계 2번째로 6GHz 대역 전체(5.925~7.125GHz)에 대한 기술기준을 확정하고 주파수를 공급
 - 6GHz 대역을 Wi-Fi 개방함으로써 기존보다 5배 빠른 Wi-Fi 6E를 상용화하고 성능을 5G 이동통신 수준으로 향상시키고자 함

- 기존 Wi-Fi 주파수의 총 대역폭은 663.5㎐폭으로 6㎐ 대역 공급으로 Wi-Fi가 1,200㎐폭을 추가로 활용할 수 있어 성능 개선이 가능
- 다만, 기술기준을 살펴보면 전체 대역의 이용이 실내에 한정되고 실외에서는 초저전력만 허용되는 제약이 있음
- 대역 전체를 250mW 이하로 실내에서 이용 가능
- 대역 520㎐폭(5.925~6.445㎐)에 한하여 25mW(14dBm)의 초저전력으로 실내외에서 허용하는데 테더링 등 기기 간 연결 대상으로 한 근거리 통신 목적에 활용 가능

[그림 3-9] 6GHz 대역을 공급을 통한 Wi-Fi 개선

【 현재 와이파이와 6GHz 와이파이 비교 】

	현재 와이파이	6GHz 와이파이
실측 성능	(속도) 400~600Mbps, (지연시간)2~14ms	(속도) 2.1Gbps , (지연시간)2ms
주파수 폭	663.5㎐ 폭	1,200㎐ 폭 추가
실 사용 채널폭 및 수	80㎐ × 2개	160㎐ × 7개 추가

출처: 과학기술정보통신부(2020)

- 과기정통부는 2024년 「대한민국 스펙트럼플랜」에서 Wi-Fi 7로의 기술발전을 고려하여 성능 고도화 계획을 발표(과학기술정보통신부, 2024)
- Wi-Fi 7 도입을 위해 채널당 대역폭을 기존 160에서 320㎐폭으로 확대
 - 기존 주파수 이용자에 혼·간섭 영향을 주지 않고 공동사용이 가능하도록 주파수 자동조정 시스템 도입 추진하기로 함

〈표 3-5〉 우리나라 6GHz 대역 기술기준

항목	저전력(실내)	초저전력
동작 주파수	5925~7125MHz(1200MHz폭)	5925~6425MHz(500MHz폭)
평균 복사전력	-	14 dBm(25 mW) 이하
평균 전력밀도	2 dBm/MHz 이하	1 dBm/MHz 이하
점유대역폭	320MHz폭 이하	320MHz폭 이하
동작제한사항	• 자동차, 드론, 철도, 항공기 등 이동체 사용 금지	• 자동차 내장 기기는 6.085~6.425 MHz 대역 사용 • 드론에서 사용 금지
채널접속	송신 전 신호 감지(LBT) 방식 적용	

출처: 과학기술정보통신부 고시 제2024-22호 제7조제5항을 재구성

4. 중국, 인도, 브라질 동향

- 중국은 2023년 세계 최초로 상위 6GHz 대역(6.425~7.125GHz)를 국제이동통신(IMT)용으로 공급할 것을 발표하였고 나머지 하위 대역에 대한 공식적인 발표는 없는 상황임
 - 중국의 선제적인 6GHz 대역 정책 발표는 전 세계 주파수 분배 등을 결정하는 WRC-23 회의를 앞두고 미국을 주축으로 하는 국가들이 6G 주파수로 지지하는 7~24GHz 대역 논의에 적극 대응하기 위한 것으로 이해됨
 - 2024년에 홍콩이 5G 네트워크 구축 또는 향후 6G 활용을 기대하면서 세계 최초로 6GHz 대역을 이동통신용으로 할당
 - 6GHz 대역(5.925~7.125GHz) 중 상위 대역에 포함되는 6.570~6.770GHz 및 6.925~7.025GHz 대역의 총 300MHz폭 경매에서 3개 이동통신사업자가 각 100MHz폭을 낙찰받음

- 인도는 아직 6GHz 대역에 대한 정책 발표를 하지 않은 상태이며 이동통신 업계와 Wi-Fi 업계가 대립 중인 가운데, 최근 6GHz 대역의 상위 대역을 이동통신용으로 활용하려는 움직임이 관찰됨
 - 2023년에 인도 이동통신 업계는 6GHz 대역 전체를 5G 이동통신 확장용 주파수로 할당할 것으로 요청한 바 있음
 - 이동통신 업계는 통신서비스 보급 및 품질 향상 관점에서 인도의 광케이블 인프라가 열악하므로 Wi-Fi보다는 이동통신으로 활용하는 것이 사회경제적 편익이 극대화된다고 분석(GSMA, 2024)
 - ※ 광케이블로 제공되는 유선인터넷 속도가 10Gbps 이상이 되어야 6GHz 대역의 하위 대역을 Wi-Fi로 사용하는 것이 유리하다고 주장함
 - 또한, 6GHz 대역 Wi-Fi를 충분히 활용하려면 광유선망이 구축되어야 하므로 광케이블 구축 지역과 그렇지 않은 지역 간에 디지털 격차가 확대된다고 주장함
 - 반면, Wi-Fi 업계는 저렴한 무선인터넷의 보급 및 인도 IT 제조업의 발전을 위해 6GHz 대역 중 하위 대역을 Wi-Fi로 개방할 것으로 요청하였음
 - 인도 제조업이 6GHz 대역 Wi-Fi 통신모듈을 탑재한 제품을 경쟁력 있게 생산함으로써 글로벌 IT 제품 시장에서 성장할 기회라고 봄
- 브라질은 2020년 6GHz 대역 전체를 Wi-Fi에 개방하였으나 최근 Wi-Fi를 하위 대역으로 축소하고 상위 대역을 이동통신용으로 활용하게 정책 변화가 진행 중임(Anatel, 2024)
 - 2020년 5월 6GHz 대역 전체를 Wi-Fi 6E, 5G 기술 등 비면허로 활용할 수 있도록 개방한 바 있음
 - 2024년에 Wi-Fi 등 기기의 주파수 사용으로 하위 대역(5925-6425MHz)으로

제한하는 방안에 대한 공개 의견수렴을 진행하였음

- 2023년 초까지만 해도 규제당국의 입장 변화는 없었으나 2023년 말 개최된 WRC-2023에서 상위 6GHz 대역을 IMT용으로 식별하여 정책 전환을 공식화하였음

※ GSMA는 6GHz 대역 Wi-Fi는 광케이블에 연결되는 부유한 지역의 소비자만 혜택을 누릴 수 있어 지역 격차를 확대시킬 수 있다고 주장함 (GSMA, 2022)

〈표 3-6〉 전 세계 주요 국가의 6GHz 대역의 Wi-Fi 개방 현황

국가	개방 연도	현재 상황
미국	2020년	전체 대역 1,200MHz폭 개방
영국	2020년	하위 대역(5925-6425MHz) 500MHz폭 개방
한국	2020년	전체 대역 1,200MHz폭 개방
브라질	2020년	전체 대역을 개방, 상위 대역만 이동통신으로 전환 검토 중
EU	2021년	하위 대역(5925-6425MHz) 500MHz폭 개방
캐나다	2021년	전체 대역 1,200MHz폭 개방
호주	2021년	하위 대역(5925-6425MHz) 500MHz폭 개방
일본	2022년	하위 대역(5925-6425MHz) 500MHz폭 개방

출처: 저자 정리

5. 소결

- IoT 무선통신은 시장 저변 확대에 따라 구현하려는 서비스에 적합한 성능을 제공할 수 있는 다양한 기술이 개발되어 왔으며 개별 기술의 성능 고도화뿐만 아니라 기술간 호환성을 높이는 방향으로도 발전하고 있음
- 근거리 무선인터넷 접속을 위한 Wi-Fi에서 저전력으로 기기간 연결을 위한 Bluetooth 기술에 이어 저용량 데이터 전송을 위한 ZigBee가 개발됨

- 다양한 근거리 무선통신기술을 통합하기 위한 Thread가 등장함
 - 장거리 IoT 서비스에서는 SigFoxWan 등 저전력 기술이 등장함
- 향상되는 IoT 서비스 및 무선통신기술을 도입하기 위해 기존 주파수 규제를 개정하고 새로운 주파수를 공급하려는 노력이 이어져 왔음
 - 전통적으로 IoT 서비스가 사용하던 주파수 대역은 많은 IoT 기기가 이용하여 안정적인 통신 확보 및 성능 향상이 어려울 수 있음
 - 새로운 기술과 서비스에 맞는 주파수 공급과 더불어 이용 활성화를 지원
- Wi-Fi의 경우 6GHz 대역을 대규모로 공급하였으며, 국내 산업 육성을 위한 실증사업 추진 및 중소기업 지원도 함께 진행되었음
- 특히 6GHz 대역에서는 확장하는 Wi-Fi와 기술진화를 위한 이동통신이 전 세계적으로 대립하였는데 미국과 중국 간의 경쟁도 간과할 수 없음
 - 6GHz 대역은 전 세계 많은 국가에서 공통으로 활용할 수 있는 주파수 대역으로 자국에 유리한 기술을 지원하고 다른 국가들이 유사한 정책을 채택하도록 유도함으로써 기술·산업의 주도권을 강화할 수 있음
- Wi-Fi의 6GHz 대역 선점은 향후 6G 이동통신에 영향을 줄 것임
 - 전 세계적으로 3.4~3.8GHz 대역에서 상용화된 5G와 달리, 6G 이동통신은 6GHz 상위 대역 700MHz폭과 다른 대역 등 국가별 주파수가 달라질 수 있음
 - 국가별로 주력 주파수 대역 및 대역폭에 따라 6G 이동통신 네트워크 및 서비스의 성능에 격차가 발생할 수 있음
 - 우리나라는 6GHz 대역 전체를 Wi-Fi에 개방하였으므로 미국 6G 상용화 대역을 고려하여 우리나라에 유리하고 경쟁력 있는 주파수 발굴이 필요

제 4 장 AIoT 관련 법제도 논의⁵⁾

제 1 절 논의의 전제

1. AIoT의 실질과 개념

□ AIoT의 실질

- AIoT의 규범적 개념을 도출하기 위해서는 기술적·물리적·기능적 관점에서 AIoT의 실질을 파악하는 것이 선행되어야 함

〈표 4-1〉 AIoT 영역의 4대 구성 요소

구분	기술적·물리적·기능적 이해
인프라	• 통신 네트워크의 결합 및 확장 - 5G, 엣지 컴퓨팅 등 고도화된 네트워크 인프라 구축 - 대규모 IoT 디바이스 연결과 실시간 데이터 처리 가능
데이터	• AI 알고리즘 기반 데이터 분석·활용 역량 강화 - 빅데이터 분석과 머신러닝 기술로 예측 결과 도출 - 실시간 데이터 스트림 처리로 즉각적인 의사결정 지원 가능
디바이스	• 센서와 액추에이터에 추가 기능 결합 - AI 칩셋 탑재로 온디바이스 학습 및 추론 능력 강화 - 다중 센서 융합으로 환경 인식 정확도 향상
서비스	• 개인 맞춤형, 온디바이스, 엣지, 디지털 트윈 등 구현 - 상황 인지 기반 지능형 서비스로 사용자 경험 혁신 주도 - 산업 현장의 디지털 트윈 구현으로 생산성 및 안전성 제고 가능

5) 권은정 연구위원이 주로 집필함

* 본 장에서는 인공지능과 IoT가 결합된 AIoT를 중점적으로 논의함으로써 IoT 관련 법제도에 더해 이와 깊은 관련이 있으며 최근 그 중요성이 부각되고 있는 AI 분야의 법제도까지 포괄하고자 함

- AIoT의 실질은 인프라, 디바이스, 데이터, 서비스 네 가지 요소가 융합된 ‘지능정보통신’ 영역으로 단순화할 수 있으며, 각 요소는 기술적·물리적·기능적 차원에서 <표 4-1>과 같이 구분됨

□ AIoT의 개념

- AIoT 영역을 규범적 범주에서 개념화하기 위해서는 이러한 실질에 대하여 논리적·문리적·규범적 해석이 뒷받쳐져야 함
 - 즉, AIoT의 4대 요소 각각에 대한 규범적 고려가 필요함
 - 법제도의 수요는 주로 시장 규제와 국민의 권리 보호 필요성에 기하여 발생하므로, AIoT의 4대 요소 중에서도 그러한 규범적 요청과 맞닿아 있는 ‘데이터’와 ‘서비스’에 대하여 법제도적 이슈와 과제가 집중됨

<표 4-2> ‘데이터’와 ‘서비스’ 차원의 규범적 쟁점

구분	규범적 쟁점
데이터	• 수집·활용 범위 확대와 개인정보 처리 원칙 간 균형 - AIoT 환경에서 데이터의 가치와 프라이버시 보호 간 충돌 불가피 - 개인정보 자기결정권과 데이터 경제 활성화 간 조화 모색 필요
서비스	• 서비스 지각변동에 따른 시장 규제 영역 재편 - AIoT 융합 서비스로 인한 기존 산업 경계가 점차 모호해지는 실정 - 새로운 비즈니스 모델 등장으로 규제 체계 재정립 필요
데이터 + 서비스	• 초개인화로 인한 개인의 권리·행위·정신 영역 침투 가능성 증가 - AI 기반 개인화 서비스로 인한 프라이버시 침해 우려 점증 - 개인의 자율성과 의사결정 과정에 대한 AIoT 영향력 증폭

- 요컨대, AIoT는 시장 생태계를 다변화시키고 복잡다단한 가치 사슬을 형성하므로, 적어도 다음 세 가지 측면의 규범적 요청을 반드시 해결해야 함
 - 첫째, 시장주체(수범자)의 재분류가 필요함
 - AIoT 생태계 내 다양한 이해관계자의 역할과 책임에 대한 재정의가 요구

되며, 플랫폼 사업자, 디바이스 제조사, 서비스 제공자 등 주체별 규제 차별화에 대한 논의가 필요함

- 둘째, 새로운 유형의 가치와 이익에 대해서도 규범적 평가가 요구됨
- 셋째, 포괄적인 AIoT 범주에서 개인적·사회적·환경적 영향(위험성 및 부작용을 포함)에 대한 지속적 평가가 요청됨

2. AIoT에 대한 규범적 접근

□ 주요 접근 방식

○ 인간 중심의 접근

- 이용자의 기본권 기타 권익 보호를 최우선으로 고려함
- AIoT 서비스 설계 및 운영 전 과정에서 이용자 권리 보호 메커니즘이 작동되어야 함

○ 데이터 중심의 접근

- 데이터 수집, 처리, 활용 전반에 걸친 규제 체계 수립을 요함
- AIoT 환경에서의 데이터 흐름과 생명주기를 고려한 종합적 규제 방안을 마련해야 할 뿐만 아니라, 데이터 주체의 권리와 데이터 활용 가치 간의 균형을 위한 세부 지침 개발 필요함

○ 위험(Risk) 기반의 접근

- AIoT 시스템의 위험도에 따른 차등적 규제를 적용함
- 고위험 AIoT 시스템에 대한 엄격한 규제와 저위험 시스템에 대한 유연한 규제를 구분하고, 위험 평가 기준 및 절차 수립을 통한 객관적 규제 체계 확립이 요구됨

□ 주요 논점: 권리, 책임, 표준

○ 데이터 소유권과 이동성

- AIoT 환경에서 생성되는 데이터의 소유권 및 이동성에 대한 명확한 기준 설정

○ 알고리즘 투명성과 설명 가능성

- AIoT 시스템의 의사결정 과정에 대한 투명성 확보 및 결과에 대한 설명 의무 부과

○ 보안 및 프라이버시 보호

- AIoT 기기와 네트워크의 보안 강화 및 개인정보 보호 지침 구체화

○ 상호운용성과 표준화

- 다양한 AIoT 시스템 간 원활한 통신과 데이터 교환을 위한 표준 수립

○ 윤리적 고려사항

- AI의 윤리적 사용과 사회적 영향을 고려한 AIoT 개발 및 운영 지침 마련

○ 책임 소재의 명확화

- AIoT 시스템 오작동 또는 오류로 인한 피해 발생 시 책임 주체 규정

□ 규범적 목표

○ (비례성) 헌법상·행정법상 비례원칙 실현하는 취지

- AIoT 규율 목적의 정당성 외에도 규제의 적합성, 필요성, 상당성을 충족해야 함
- 과도한 규제로 인한 혁신 저해를 방지하려는 입장과 기본권 보호 간에 규범적 조화를 추구하는 의미가 있음

- (신뢰성) AIoT 안전성·무결성·기밀성 포괄하는 개념
 - 네트워크-시스템-데이터-서비스의 독립 및 연계 고려한 신뢰성 요건 체계화 필요함
 - 사이버 보안, 데이터 무결성, 알고리즘 투명성 등 다차원적 접근 요구됨
 - AI 보안, IoT 보안, AI 윤리/법제 등 기존 규범 체계 반영 필요함
- (복원력) IoT 공급망의 투명성과 보안을 넘어, 시스템의 성능과 서비스의 신뢰성을 달성하기 위한 역량 개념으로 '복원력'을 제시하고자 함
 - 이러한 복원력 개념은, 1) 데이터 분석 역량, 오류 대처 능력, 이용자 요청에 대한 적응력 등과 직결되는 AI 시스템의 자체 성능의 일종으로, 2) 시스템 운영자가 복원력 강화를 위한 기술적·관리적 조치를 취하는 것이 곧 법적·윤리적 책임 내용을 구성하게 됨

제 2 절 글로벌 AIoT 정책 및 입법 현황

1. 개관

□ ‘보안’ 중심의 법제도 도입 연혁

- AI 및 IoT 기술 선도국인 미국의 뒤를 이어, 유럽연합과 아시아의 주요국에서도 AIoT 융합 생태계를 다루는 정책과 입법 논의가 부단히 이루어짐
- 최근까지도 네트워크 보안 및 데이터 보호를 위한 표준, 지침, 법령을 마련하는 데 초점을 두고 있음이 확인됨

□ ‘산업 육성’을 위한 정책 수립 시동

- 근년에 유럽연합은 유럽 전역을 통신 단일시장(통신시장의 클라우드화: 클라우드 인프라와 통신서비스 간 융합)으로 통합하기 위한 입법 작업에 박차를 가하고 있음
- 우리나라를 비롯하여 일본, 영국 등도 AIoT의 근간을 이루는 인프라를 구축 및 활성화하기 위한 종합계획을 수립하고 공공·민간 투자 확보에 주력하는 등 우선적인 지원과 육성에 무게를 둠

2. 미국의 현황

□ 캘리포니아주 ‘IoT 사이버보안법’

- 캘리포니아주는 2018년 8월 IoT 사이버보안법(SB 327)을 제정하여 2020년 1월부터 시행해 옴⁶⁾

6) California Legislative Information, “SB 327: Information Privacy: connected devices”,

〈https://leginfo.legislature.ca.gov/faces/billTextClient.xhtml?bill_id=2017201〉

- 동법에 따라 캘리포니아주에서 IoT 기기를 제조, 판매하는 기업은 기기별 고유 비밀번호 설정해야 하며, 최초 이용 시 신규 인증 수단 생성 및 기타 사이버보안 조치를 취해야 함

□ IoT 혁신 및 진흥 활성화 법안

- 미 의회 상원은 2019년 IoT 혁신 및 진흥 활성화 법안(Developing Innovation and Growing the Internet of Things Act, DIGIT Act)을 발의한 바 있음⁷⁾
- 동 법안은 의회 차원에서 IoT 기술의 중요성을 확인하고 상무부로 하여금 워킹그룹을 구성해 IoT의 혜택, 연방기관의 IoT 적용도, 준비 상태 및 역량, 보안 조치 등을 조사하도록 함
- 아울러 국가통신정보청(National Telecommunication and Information Administration, NTIA)과 협의하여 워킹그룹이 IoT 적용 및 확산을 위한 주파수 자원의 현황 파악 및 확보를 위한 방안 등을 파악하도록 함

□ IoT 사이버보안 개선법

- 미 의회는 2020년 IoT 사이버보안 개선법(IoT Cybersecurity Improvement Act of 2020)을 제정함⁸⁾
- 동법에 따라 NIST는 기관에서 사용하는 IoT 기기의 사이버보안 위험관리 요건과 표준을 제정하고 보안취약점 신고 및 처리에 관한 가이드라인을 마련함

80SB327>

7) U.S. Congress, "S. 1611 DIGIT Act",
[〈https://www.congress.gov/bill/116th-congress/senate-bill/1611/text〉](https://www.congress.gov/bill/116th-congress/senate-bill/1611/text)

8) U.S. Congress, "HR 1668: IoT Cybersecurity Improvement Act of 2020",
[〈https://www.congress.gov/bill/116th-congress/house-bill/1668/text〉](https://www.congress.gov/bill/116th-congress/house-bill/1668/text)

□ 국가사이버보안 개선에 관한 행정명령

- 2021년 5월 바이든 대통령은 국가사이버보안 개선에 관한 행정명령 (Executive Order on Improving the Nation's Cybersecurity)⁹⁾을 발표함
 - 동 행정명령에 따라 상무부 장관은 NIST를 통해 행정명령 발효 이후 270일 이내에 소비자 제품인증 정책 관점에서 IoT 사이버보안 기준을 마련하고 이를 고려한 모델을 수립해야 함
 - 또한 상무부 장관에게 인증 관련 IoT 사이버보안 기능과 소프트웨어 개발 관행에 관하여 교육하고 제조업체 및 개발자가 위 인증 및 교육에 참여하도록 인센티브를 제공하는 방법을 고려하도록 요구함

□ 일리노이주 ‘가정 프라이버시 보호법’ 제정

- 2021년 8월 일리노이주는 가정 내 스마트기기의 데이터 보호를 위해 가정 프라이버시 보호법(Protecting Household Privacy Act, PHPA)을 제정하였음¹⁰⁾
 - 동법은 음성 동작 기반 어시스턴트부터 스마트TV, 스마트 냉장고 및 스마트 오븐 등의 스마트기기와 IoT가 광범위하게 확산함에 따라 이들 기기를 통해 수집, 처리 및 보유되는 가정 내 방대한 데이터를 보호하기 위한 입법적 조치에 해당함
 - 동법 제15조에 따라 일리노이주 법집행기관은 영장을 발부받아야 가정용 스마트기기의 데이터를 입수할 수 있음

9) U.S. White House, “Executive Order on Improving the Nation's Cybersecurity”, 2021. 5. 12.

<https://www.whitehouse.gov/briefing-room/presidential-actions/2021/05/12/executive-order-on-improving-the-nations-cybersecurity/>

10) U.S. Illinois General Assembly, “5 ILCS 855: Protecting Household Privacy Act”,

<https://www.ilga.gov/legislation/ilcs/ilcs3.asp?ActID=4212&ChapterID=2>

- 또한 동법 제40조에 따라 가정용 전자 데이터를 공개하는 기업들은 모든 데이터가 법집행기관에 전송되는 동안 데이터의 기밀성, 무결성, 보안성을 보장하기 위한 합리적 조치를 취하여야 함

□ IoT 준비법안

- 2023년 2월 미국 하원은 IoT 준비법안(IoT Readiness Act)을 발의¹¹⁾
 - 동 법안은 연방통신위원회에 IoT 기기 및 5G 모바일 네트워크를 사용하는 기기 사용 관련 데이터를 수집, 관리하도록 지시하고 이를 통해 IoT 통신 수요 충족에 필요한 주파수 자원 관리 등 전파정책을 수립하도록 함

□ 사이버보안 라벨링 프로그램

- 연방통신위원회는 2024년 7월 자발적인 사이버보안 라벨링 프로그램(Cybersecurity Labeling for Internet of Things)을 발표함¹²⁾
 - 이에 따라 NIST가 제시한 IoT 사이버보안 기준을 충족하는 기기에는 연방통신위원회가 FCC IoT 라벨을 부여함
 - 이는 소비자가 안전한 제품을 선택할 수 있도록 지원하고 IoT 제품에 대한 신뢰도를 높이며 제조업체가 안전한 IoT 제품을 개발하도록 장려하는 데 목적을 둠

11) U.S. Congress, “HR 904: IoT Readiness Act of 2023”,
<https://www.congress.gov/bill/118th-congress/house-bill/904/text?s=1&r=1&q=%7B%22search%22%3A%22iot%22%7D>

12) U.S. Federal Register, “Cybersecurity Labeling for Internet of Things”,
<https://www.federalregister.gov/documents/2024/07/30/2024-14148/cybersecurity-labeling-for-internet-of-things>

3. 유럽연합의 현황

□ 디지털네트워크법(Digital Networks Act)

- 유럽연합은 디지털 단일시장을 목표로 유럽 전역에 걸쳐 최첨단 디지털 네트워크 인프라 구축을 위해 2023년 10월 디지털네트워크법(Digital Networks Act) 제정 계획을 발표함
- 동 계획에 따르면 EU는 주파수 관리체계를 합리화하고 OTT 사업자 등으로 통신시장 투자 대상을 확대하는 등 디지털 네트워크 인프라의 성장을 도모하고 있음
- 현재 회원국 간 논의를 통해 연결 및 보안 표준에 대한 요구를 충족하기 위해 통신 인프라를 업그레이드해야 한다는 합의는 도출하였으나 5G 등을 목표로 대대적인 통신시장과 법제 개편이 필요한지에 관하여서는 아직 회의론이 많은 상황임¹³⁾

□ 데이터법(Data Act)

- 유럽연합은 2023년 12월 데이터법(Data Act)을 제정하여 2024년 1월부터 발효 중이며 유예기간을 거쳐 2025년 9월부터 전면 시행 예정¹⁴⁾
- 동법은 개인정보 이외에 네트워크 연결 장비, 기계 등이 생성한 산업용 데이터에 대한 액세스, 활용 및 공유를 촉진하기 위한 것으로 데이터 액세스 및 활용에 대한 명확하고 공정한 규칙을 확립하고 IoT 장치 생성 데이터

13) Cynthia Kroet, “EU member states enter discussions on future of networks act”, 2024. 9. 4. Euronews,
<https://www.euronews.com/next/2024/09/04/eu-member-states-enter-discussions-on-future-of-networks-act>

14) EU, “Regulation(EU) 2023/2854 of the European Parliament and of the Council of 13December 2023 on harmonised rules on fair access to and use of data and amending Regulation(EU)2017/2394 and Directive(EU)2020 /1828(Data Act)”, 2023.

활용에 대한 규칙 설정을 통한 공정성을 보장하고자 함

- 이에 따르면 제조업체 등은 IoT 장치와 서비스 이용을 통해 생성된 데이터를 이용자가 직접 접근하여 쉽게 활용할 수 있도록 해야 하며 이러한 데이터는 포괄적이고 구조화되어 있으며, 기계 판독이 가능한 형식일 것을 요구함
- 또한 제조업체 등은 이용자와의 제품 구매, 대여 또는 임대 계약 체결에 앞서 이용자에게 명확하고 이해하기 쉬운 형식으로 다음과 같은 특정 정보를 공개해야 함
 - 제품이 생성할 수 있는 데이터 유형, 형식, 규모(양)
 - 제품이 지속적·실시간으로 데이터를 생성할 수 있는지 여부
 - 데이터를 기기 내에 또는 원격으로 저장할 수 있는지 여부
 - 보관기간, 사용자 데이터엑세스, 검색·삭제 방법 등
- 데이터 보유자는 이용자가 직접 데이터에 접근할 수 없는 경우 이용자의 요청에 따라 지체 없이 제품 또는 관련 서비스의 데이터에 대한 접근 권한을 이용자에게 제공해야 함
 - 단, 데이터 보유자는 보안 목적 및 영업비밀 보호 등의 특정 조건 하에서 이용자의 데이터 접근을 제한할 수 있음
- 또한 이용자는 데이터 보유자에게 제3자와 즉시 사용한 데이터를 공유하도록 요청할 수 있으며 이 경우 데이터 보유자는 이용자의 경우와 동일한 방식으로 데이터 수취인에게 데이터를 공유할 의무가 있음
- 한편, 자연재해와 같이 공익에 영향을 미치는 예외적인 상황이 있는 경우 민간 데이터 보유자는 EU 기관의 요청에 따라 데이터를 제공해야 함

□ 기가비트인프라법(Gigabit Infrastructure Act)

- 유럽연합은 2024년 5월 기가비트인프라법(Gigabit Infrastructure Act)을 제정해 부분 시행하고 2025년부터 전면 시행할 예정임¹⁵⁾

- 동법은 유럽 전역에 5세대(5G) 이동통신과 10기가 인터넷 등 기가급 유무선 인프라를 안정적으로 구축하는 것을 목표로 함
- 신축 건물 등에 광대역 인프라를 활성화하도록 장려하고, EU 차원 재정을 투입하며 전신주, 관로 등의 공동사용, 통신사 광케이블 구축 시 규제 해소 및 행정절차 간소화 등의 내용을 포함

□ 사이버복원력법(Cyber Resilience Act)

- 유럽연합은 2024년 10월 사이버복원력법(Cyber Resilience Act)을 채택하여 IoT 등 네트워크 연결 제품의 공급망 보안 위협에 대응하고 수명주기 전반에 걸쳐 보안을 강화할 수 있는 기반 마련¹⁵⁾
- 동법에 따라 시장감시당국은 규정에 따라 디지털 요소가 포함된 제품 제조업체에 SW 제품에 포함된 모든 구성요소, 라이선스, 버전 정보에 대한 상세목록 등을 포함하는 SBOM(소프트웨어 자재 명세서)를 제출하도록 요청할 수 있음
- 제조업체는 SBOM을 작성해 구성 요소를 식별한 뒤 문서화해야 하고 공급망 차원에서 제3자로부터 취약점이 탑재되지 않았다는 점을 보장해야 하며 취약점을 발견한 경우에는 지정된 CSIRT와 ENISA에 보고해야 함
- 제조업체 등은 제품 제조 시 사이버보안 기준을 준수하고 CE 마크를 부착할 수 있게 됨

15) EU, “Regulation(EU) 2024/1309 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2024 on measures to reduce the cost of deploying gigabit electronic communications networks, amending Regulation(EU) 2015/2120 and repealing Directive 2014/61/EU(Gigabit Infrastructure Act)”, 2024.

16) EU, “Regulation(EU) 2024/2847 of the European Parliament and of the Council of 23 October 2024 on horizontal cybersecurity requirements for products with digital elements and amending Regulations(EU) No 168/2013 and(EU) No 2019/1020 and Directive(EU) 2020/1828(Cyber Resilience Act)”, 2024.

4. 영국의 현황

□ 소비자 IoT 보안을 위한 가이드라인

- 영국은 2018년 10월 소비자 IoT 보안을 위한 가이드라인(Code of Practice for Consumer IoT Security)을 마련하여 공표하였음¹⁷⁾
- 동 가이드라인은 IoT 기기 관련 장치 제조업자, 서비스 제공자, 개발자, 판매업체를 대상으로 보안 강화를 위해 준수해야 하는 사항을 권고함
- 이에 따르면 IoT 기기의 고유 암호 설정, 취약점 공개정책 운용, 소프트웨어 최신 업데이트 유지, 자격 증명 및 민감 데이터 보호, 안전한 통신 보장, 최소 권한 원칙에 따른 노출 최소화, 소프트웨어 무결성 및 개인정보보호 보장, 운영 중단 시 시스템 복원, 소비자의 개인정보 삭제권 보장 등 13가지 권고 사항을 포함하고 있음

□ 제품보안 및 통신 기반법

- 영국은 2022년 12월 제품보안 및 통신 기반법(Product Security and Telecommunications Infrastructure Act)을 제정해 2024년 4월 29일부터 발효됨¹⁸⁾
- 동법에 따라 제조사 등은 쉽게 알 수 있는 초기 비밀번호 사용 금지, 보안 침해 시 문제를 접수받을 수 있는 절차 마련, 중요한 보안 업데이트를 제공하는 지원 기간 명시와 같은 사이버보안 요구사항을 준수하여야 함

17) U.K. “Code of Practice for Consumer IoT Security”, 2018,
<https://www.gov.uk/government/publications/code-of-practice-for-consumer-iot-security>

18) Jen Ellis, “The UK PSTI Act Comes into Effect”, 2024. 4. 29.
<https://www.centerforcybersecuritypolicy.org/insights-and-research/the-uk-psti-act-comes-into-effect>

- 또한 제조사 등은 연결 기기가 지정된 표준을 준수하는지 확인하고 준수에 대한 진술서를 제공해야 하며, 이는 관련 지원 기간 또는 10년 중 더 긴 기간 동안 보관해야 함

□ 무선 인프라 전략

- 영국은 2023년 4월 무선 인프라 전략(UK Wireless Infrastructure Strategy)을 수립하였음¹⁹⁾
 - 동 전략은 5G 및 6G 중심의 차세대 통신 환경을 구축하여 디지털 경제 우위를 달성하고자 마련되었음
 - 구체적으로 대규모 IoT 연결 환경을 구현하기 위한 향상된 모바일 브로드밴드 및 초신뢰, 저지연 통신 보장, 의료, 운송 및 물류, 제조, 농업 등 산업 분야에서의 혁신 적용 등을 추진할 계획임

5. 일본의 현황

□ IoT 제품 보안 적합성 평가 계획 정책

- 일본 경제산업성은 2024년 8월 IoT 제품 보안 적합성 평가 계획 정책을 수립, 발표하였음²⁰⁾
 - 이에 따르면 일본은 IoT 제품에 대한 보안을 다루는 적합성 평가 절차와 기준, 라벨링 등에 대한 제도를 마련하기 위한 작업을 진행하고 있으며, 적합성 평가의 등급에 따라 점진적으로 구현될 예정임

19) U.K. Department for Science, Innovation & Technology, “UK Wireless Infrastructure Strategy”, 2023.

〈<https://www.gov.uk/government/publications/uk-wireless-infrastructure-strategy/uk-wireless-infrastructure-strategy>〉

20) 일본 경제산업성, “IoT Product Security Conformity Assessment Scheme Policy”, 2024, https://www.meti.go.jp/policy/netsecurity/IoT_policy.html

- 해당 적합성 평가 등급은 Star-1 부터 Star-4등급으로 구분되며, Star 등급이 높아질수록 엄격한 기준을 요구함
- 초기에는 자율 인증 제도로 시행하나, 추후 의무 제도를 구현할 예정임

〈표 4-3〉 일본 IoT 제품 보안 적합성 평가 등급 구분

등급	적합성 평가 방식
Star-1	• 모든 IoT 제품에 대한 통합된 적합성 기준을 준수함을 자가 선언함
Star-2	• 공통된 요구사항 외 각 IoT 제품 분류에 따른 적합성 기준 준수를 자가 선언함
Star-3	• 정부기관, 핵심 인프라 공급자, 대기업의 중요 시스템에서 사용하기 위한 각 IoT 제품 범주에 대한 일반 적합성 기준 준수를 점검해야 하며, 이 경우에는 독립적인 제3자 평가 및 인증이 요구됨

제 3 절 국내 AIoT 정책 및 입법 현황

1. 연혁과 특색

□ IoT 및 AIoT 진흥 관련 독자정책 수립

- 2009년 방송통신위원회는 ‘사물지능통신 기반구축 기본계획’을 발표해 사물지능통신 핵심기술 개발, 국내외 표준화 추진 등을 추진하였음
- 2014년에는 ‘사물인터넷 기본계획’을 수립하여 초연결 디지털 혁명의 선도 국가 실현이라는 비전 아래 창의적 IoT 서비스 시장 창출 및 확산, 글로벌 IoT 전문기업 육성, 안전하고 역동적인 IoT 발전 인프라 조성 등의 정책을 추진
- 이러한 정책은 창조경제, 정부 3.0, 4차산업혁명으로 이어지는 정책 기조 아래 이후에는 독자적으로 추진되지 못하고 분야별 혁신의 요소 사업으로서 진행되었음²¹⁾

□ 전파법 시행령 개정 통한 IoT 규제 완화

- 2016년 6월 전파법 시행령 제25조에 따른 무선국 신고 면제 대상의 일반적인 거리제한을 폐지해 IoT용 통신 기술 개발 및 실용화 관련 낮은 출력으로 넓은 커버리지를 확보할 수 있도록 하였음²²⁾

□ 「지능정보화기본법」 개정 통한 ‘초연결지능정보통신’ 개념 도입

- 2020년 6월 기존 「국가정보화기본법」을 「지능정보화기본법」으로 전부개정

21) 김진영, “사물인터넷 활성화를 위한 입법과제 및 개선방안 연구”, 과학기술법연구 제 24집 제1호, 한남대학교 과학기술법연구원, 2018, 56-64면.

22) 미래창조과학부 보도자료, “5G, 드론, IoT 등 신산업 활성화를 위한 전파관련 규제 개선”, 2016. 6. 22.

하고 지능정보화 관련 정책 수립 및 추진 관점에서 초연결지능정보통신망 및 초연결지능정보통신기반 확충에 관한 규정을 도입

- 이에 따라 정부는 지능정보서비스가 안전하고 안정적으로 제공·이용될 수 있도록 초연결지능정보통신기반 구축·운영에 관한 시책을 마련하고 국가 재정으로 초연결지능정보통신망을 구축, 관리하게 됨
- 그 밖에도 초연결지능정보통신망 확충을 위한 사업자 협조 규정, 국가 및 지자체 간 망의 상호연동, 데이터센터 구축 및 운영 활성화 등의 규정이 신설되었음
- 초연결지능정보통신망(법 제2조제9호): 정보통신 및 지능정보기술 관련 기기·서비스 등 모든 것이 언제 어디서나 연결되어 지능정보서비스를 이용할 수 있는 정보통신망
- 초연결지능정보통신기반(법 제2조제10호): 초연결지능정보통신망과 이에 접속되어 이용되는 정보통신 또는 지능정보기술 관련 기기·설비, 소프트웨어 및 데이터 등

□ 「정보통신망법」 개정 통한 IoT 보안인증제 도입

- 2020년 6월 정보통신망법 개정을 통해 IoT 기기 관련 침해사고 대응 및 보안인증제도가 법제화되었음
- 정보통신망법 제48조의5에 따라 과기부는 IoT 보안 침해사고 발생 시 침해사고의 원인을 분석하고 관계기관 조치 요청 및 사업자 대상 권고 등을 할 수 있음
- 또한 동법 제48조의6은 과기부 장관으로 하여금 IoT 기기의 정보보호인증을 할 수 있도록 권한을 부여함
- 아울러 동 인증제도를 구체적으로 추진하기 위하여 2021년 9월 정보통신망연결기기등 정보보호인증에 관한 고시를 제정하였음

- 해당 고시는 인증제도의 운영체계와 인증의 기준 및 절차, 시험업무 수행, 인증서의 발급 및 사후관리에 관한 사항들을 정하고 있음

□ AIoT 진흥법안

- 2021년 제21대 국회에서는 지능형 사물정보통신 진흥 및 이용 활성화에 관한 법률안이 발의되었으나 임기만료로 폐기되었음²³⁾
- 동 법안은 지능형 사물정보통신의 진흥 및 그 이용을 활성화하고 사물정보통신 제품 및 서비스를 안전하게 이용할 수 있는 기반의 조성에 필요한 사항을 규정함
 - 과기부장관의 기본계획 및 시행계획 수립, 전문인력 양성, 시범사업 추진, 해외진출 지원, 중소기업 지원, IoT 서비스의 품질인증, 사업자의 보호조치 의무 등 사물정보통신기반 조성
 - 투자 유도 및 지원과 정부의 우선 구매, 각종 규제 특례 등 AIoT의 이용 활성화
 - 민간투자 활성화를 위한 혁신단지, 구역 및 시설 지정, AIoT 기술 및 서비스 활성화를 위한 규제의 탄력적 적용 권고 권한, 개인위치정보 활용 특례, 각종 시험, 평가 및 인증 간소화 등 혁신 장려

□ 「전기통신사업법」 개정 통한 지자체 자체 IoT 사업 추진 허용

- ‘사물인터넷’을 정의하고 지자체가 자가통신망을 활용해 공공와이파이 사업 및 지자체 사무를 처리하기 위한 사물인터넷 사업을 추진할 수 있도록 허용함
- 2023년 7월 18일 「전기통신사업법」 제7조제2항 및 제3항이 신설되어

23) 제21대 국회 한준호의원 대표발의, “지능형 사물정보통신 진흥 및 이용 활성화에 관한 법률안”, 2021. 4. 23.

〈https://likms.assembly.go.kr/bill/billDetail.do?billId=PRC_D2D1B0G4D2N1R0T9K0W7G2U9E6C6H6〉

2024년 1월 19일부터 시행 중임

- 기존 법률은 지자체가 기간통신사업 등록을 할 수 없도록 규정하고 있어 지자체가 행정 목적으로 광범위한 자가통신망을 구축하고 있음에도 불구하고 이를 활용해 공공와이파이나 IoT 등 주민을 대상으로 한 통신서비스 제공이 불가함

- 공공 디지털 전환 및 정보격차 해소의 관점에서 지자체가 자가망을 이용해 공공와이파이, IoT 등 다양한 스마트 서비스를 제공할 수 있도록 제도를 개선해야 한다는 지적이 제기됨
- 개정법은 제7조 제2항을 신설해 지자체가 공익 목적의 비영리사업으로서 공공와이파이 사업과 지방자치단체 사무를 처리하기 위한 사물인터넷 사업을 하려는 경우 과기정통부장관에게 기간통신사업의 등록을 할 수 있도록 하였음
- 이에 따라 지자체가 자가통신망을 활용해 공공와이파이 및 사물인터넷 등 비영리 공익 목적 디지털 정보통신 서비스를 제공함으로써 가계통신비 부담이 완화되고 디지털 정보격차가 해소될 것으로 기대함

- 아울러 제2조제17호를 통해 ‘사물인터넷’이란 「지능정보화 기본법」 제2조 제8호²⁴⁾에 따른 정보통신망을 통하여 사물에 관한 정보를 전자적 방식으로 수집·가공·저장·검색·송신·수신 및 활용하거나 사물을 관리 또는 제어하는 등의 방식으로 사물과 사람을 상호 연결하는 것으로 정의함

□ IoT의 전기통신서비스 범주 포섭 등 전기통신사업법 전부개정 논의

- 2024년 6월 과학기술정보통신부는 전기통신사업법을 전부개정해 ‘디지털 경제·사회 구현을 위한 통신서비스 및 기반에 관한 법률’로 변경하는 작업

24) 「전기통신기본법」 제2조제2호에 따른 전기통신설비를 이용하거나 전기통신설비와 컴퓨터 및 컴퓨터의 이용기술을 활용하여 정보를 수집·가공·저장·검색·송신 또는 수신하는 정보통신체제를 말한다.

을 연말까지 진행한다고 밝힘²⁵⁾

- 한국전기통신공사, 체신부 지정 전기통신사업자 중심의 통신사업 경쟁원리로 시작된 기존 법률 체계를 디지털 경제 시대에도 통신서비스가 핵심 인프라로 기능하도록 하는 데 목적이 있음
- 전기통신역무와 같은 일본식 표현을 전기통신서비스로 변경하고 전기통신 서비스에 ‘사물인터넷’도 포함시키고자 함

2. 현행 법제도의 한계점

□ AIoT 생태계(규율 영역)와 법체계 간 괴리에 따른 한계점 존재

○ 법체계의 분절성

- 기존 법체계가 AI, IoT, 빅데이터 등을 개별적으로 다루고 있어 AIoT의 융합적 특성을 포괄하지 못함
- AIoT 생태계 전반을 아우르는 통합적 규제 프레임워크 부재로 규제(권리 보호)의 사각지대 발생 가능성 높음

○ 기술 중립성 부족

- 현행 법령들이 특정 기술에 종속된 규정들을 포함하고 있어 급변하는 AIoT 기술 발전에 대응하기 어려움
- 기술 중립적 접근이 결여되거나 부족함에 따라 새로운 AIoT 서비스 및 비즈니스 모델 출현 시 규제 적용의 어려움 발생함

○ 책임 소재의 불명확성

- AIoT 시스템의 복잡성으로 인해 오작동이나 사고 발생 시 책임 소재 판단

25) 백연식, “과기정통부, 전기통신사업법 전면개정안 연내 발의...플랫폼 규제 등 핵심”, Digital Today 2024. 6. 4.
<https://www.digitaltoday.co.kr/news/articleView.html?idxno=519923>

이 모호함

- 기존 법체계로는 AIoT 환경에서의 다양한 이해관계자 간 책임 분배 기준 제시 어려움

○ AI 규제와 통신 규제 간 중첩 문제

- 복수의 소관부처가 존재함에 따라 데이터 거버넌스 체계 중첩을 초래함
- AIoT 환경에서 생성되는 방대한 데이터에 대한 소유권, 활용 범위, 보호 기준 등이 명확히 정립되지 않음

○ 규율의 공백 및 부실성

- 현재로서는 융합 네트워크 차원의 보안 및 복원력 관련 규정이 미흡 또는 공백인 상태임
- AIoT의 특성을 고려한 새로운 법체계 수립이 필요하며, 기술 중립성, 책임 소재 명확화, 데이터 거버넌스 체계 구축, 윤리적 고려사항 반영 등을 포함한 종합적인 접근이 요구됨

제 4 절 소 결

1. 규범적 목표: 신뢰성과 복원력

□ 의의

- 법제도 논의의 결론에 같음하여, AIoT 생태계를 지탱하고 지속시킬 규범적 목표로서 ‘신뢰성’과 ‘복원력’을 제시함
 - (신뢰성) AIoT 시스템의 안전성, 무결성, 기밀성을 포괄하는 개념으로 정립하되, 네트워크-시스템-데이터-서비스의 상호 독립성과 연계성을 반영한 신뢰성 요건을 표준화 또는 법제화할 필요가 있음
 - (복원력) AIoT 시스템의 내외부 장애 대처 및 회복 능력, 외부 변화 및 요청에의 적응 등을 포괄하는 역량 개념으로 설정하는바, 이를 획득하고 유지하기 위한 기술적 조치와 법제도적 수단이 마련되는 것이 관건임

□ 규범적 목표 달성을 위한 방법론

- AIoT 신뢰성 제고를 위한 ‘제로트러스트 모델 법제화’
 - AIoT 환경의 복잡성과 동적 특성을 고려한 보안 모델 도입이 요구됨
 - 모든 접근을 잠재적 위협으로 간주하고 지속적인 인증과 권한 검증 요구하는 제로트러스트 모델을 법제화하여 AIoT 생태계의 전체 주기에서 제로트러스트 원칙이 일관되게 적용·준수될 수 있도록 보장해야 함
- AIoT 복원력 확보를 위한 ‘표준화’
 - AIoT 시스템의 복원력 평가 및 개선을 위한 표준 지표 개발이 긴요하며, 산업별·용도별 특성을 고려한 차등화된 복원력 기준을 마련함으로써 규제(표준 요구)의 합리성을 확보할 필요 있음
 - 특히, 국제 표준과의 정합성을 고려한 국내 표준을 도입하는 것이 주효할 것임

2. AIoT 규율 방향과 순환적 과제

□ ‘지속 가능한 AIoT 생태계 조성’에 초점

- AIoT 기술 발전과 규제 간에 지속적으로 상호 연계하는 차원에서, 기술 혁신을 저해하지 않으면서 신뢰성과 복원력을 확보할 수 있는 유연한 규제 체계를 정립하는 데 규율의 지향을 두어야 함
- 결론적으로, AIoT 법제도의 성패는 1) AIoT 시장 추이 분석, 2) 융합 생태계에 대응하는 입법 추진, 3) 산업 경쟁력 제고를 위한 전략 수립, 4) 통신 인프라 공동규제 체계 도입 네 개의 단계별 과제를 이행하고 검토하고 개선해 나가는 ‘순환적 발전 모델’을 구현하는 데 달려 있음
- 단계별 과제의 내용은 다음 표와 같이 예시할 수 있으며, 모든 단계에서 민관학연 각계의 내실 있는 소통과 협력은 필요조건이 됨

〈표 4-4〉 AIoT 정책 및 입법의 순환적 발전 모델

단계	주요 내용
1단계	• AIoT 시장 추이 분석
2단계	• 네트워크-데이터-서비스 융합의 규범적 문제에 대응하는 입법 추진 - 보안 취약점 대응 - AIoT 안전성 표준 및 인증제 도입 - 신규 권리 및 의무 신설 - 피해구제 및 분쟁조정절차 법제화
3단계	• AIoT 기술·산업 경쟁력 제고를 위한 전략 수립 - 민간 투자 유치 - 표준 R&D 위한 민관·국제 협력 - 상호인정협정 등 국제 협력 - 공공사업, 행정서비스 등에서의 AIoT 활용
4단계	• AIoT 통신 인프라 자율규제 촉진 - 공동규제 모델 법제화(리스크 관리 관점) - AIoT 인프라 보안 인증(신뢰성 및 복원력 관점) - 분야별·유형별 적합성 평가 체계 도입

제 5 장 IoT 분야의 경쟁 및 생태계 활성화 이슈²⁶⁾

제 1 절 IoT 분야 주요 이슈 식별

1. IoT 분야 전문가 델파이 조사

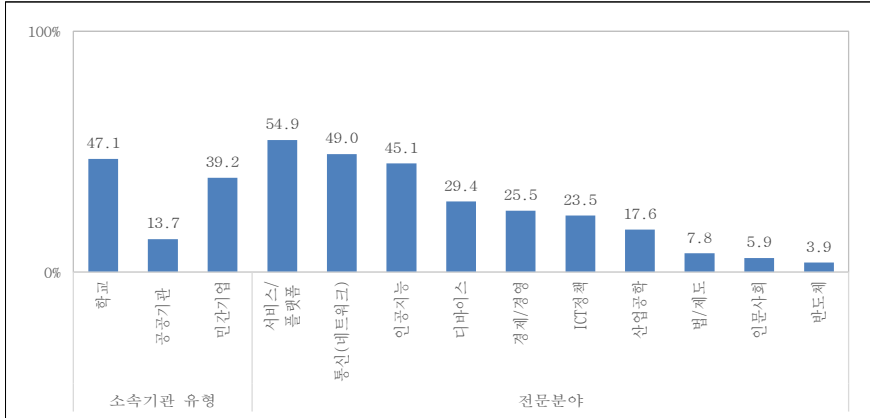
- IoT 전문가를 대상으로 IoT 현황과 향후 전망, 국내 IoT 생태계 발전을 위한 정책 방향에 대한 의견을 수집 및 조사하였음
- 산학연 전문가 51명에 대해 온라인 조사를 실시하였고 FGI(Focus Group Interview)를 2회 실시하여 보다 상세한 의견을 청취하였음
 - 표본설계와 응답자 특성은 다음과 같음

[그림 5-1] 표본 설계

구분	세 부 내 용																
조사 대상	▶	■ 산업계, 연구계와 학계의 전문가															
조사 지역	▶	■ 전국															
표본 수	▶	■ 총 51명															
표본추출 방법	▶	■ 조사 대상 리스트 내 전수 조사															
자료수집 방법	▶	■ 온라인 조사															
표본 구성	▶	<table><tr><th>구분</th><th>사례수</th><th>비율</th></tr><tr><td>전체</td><td>51</td><td>100.0</td></tr><tr><td>산업계</td><td>20</td><td>39.2</td></tr><tr><td>학계</td><td>25</td><td>49.0</td></tr><tr><td>연구계</td><td>6</td><td>11.8</td></tr></table>	구분	사례수	비율	전체	51	100.0	산업계	20	39.2	학계	25	49.0	연구계	6	11.8
		구분	사례수	비율													
		전체	51	100.0													
		산업계	20	39.2													
		학계	25	49.0													
연구계	6	11.8															

26) 김민철 선임연구위원이 주로 집필하였음

[그림 5-2] 응답자 특성



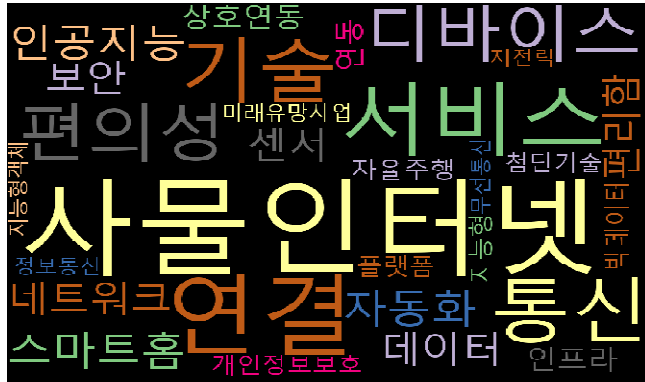
- 산업계 20명, 학계 25명, 연구계 6명에 대해 조사를 실시하였으며 현재 IoT 기술 및 사업분야 종사자 외에도 ICT분야를 잘 이해하는 경제, 경영, 법제도 전문가를 포함하여 조사를 실시하였음

※ 온라인 실사와 FGI는 「한데이티」에서 진행하였음

□ 주요조사 결과를 소개하면 다음과 같음

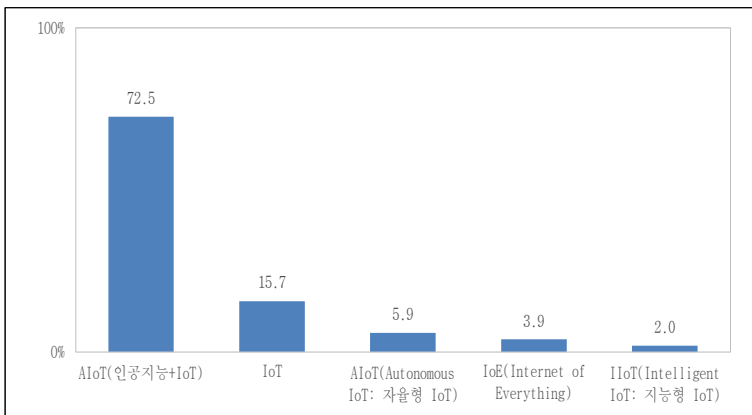
- IoT 자유연상 워드클라우드 분석결과, 사물인터넷을 대표적인 키워드로 응답하였으며, 연결, 통신, 기술이나 서비스 등이 그 외 대표적인 키워드로 분석됨

[그림 5-3] IoT 워드클라우드



- 현재의 IoT트렌드를 가장 잘 설명하는 IoT 용어로 AIoT(인공지능+IoT)가 72.5%라 매우 높은 수준을 보이는 가운데, IoT가 15.7%로 그다음 높음

[그림 5-4] IoT 트렌드를 가장 잘 설명하는 IoT 용어



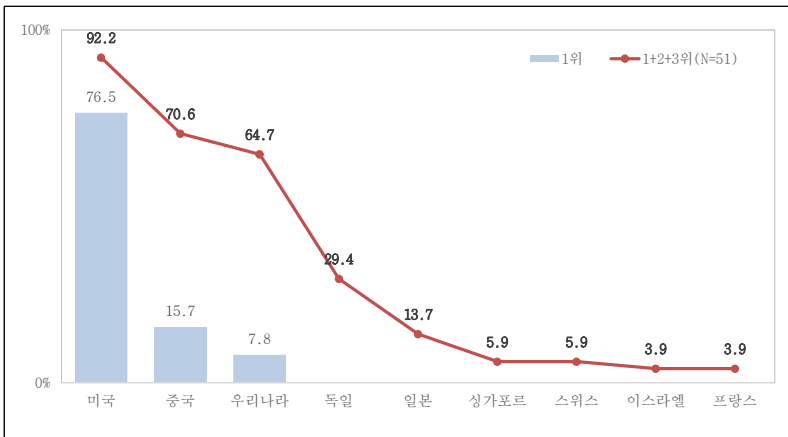
- IoT분야에서 인공지능(AI)의 역할이 최근 강화되고 있음을 시사
- IoT는 단순 데이터 수집과 모니터링 중심의 초기에서 AI 결합을 통한 지

능형 서비스 제공의 방향으로 진화함

- AIoT(AI + IoT)는 기존 규칙 기반 프로그래밍의 한계 극복, 방대한 데이터의 효과적 분석과 학습 가능, 정확한 예측과 의사결정 지원과 사물의 자율적 판단 및 동작 가능 등으로 필요성이 높다고 보는 시각이 제시

- IoT 분야에서 경쟁력이 가장 높은 국가로는 미국(76.5%), 중국(15.7%), 한국(7.8%)의 순으로 응답하였으며, 미국이 압도적으로 우위를 지닌 것으로 조사됨

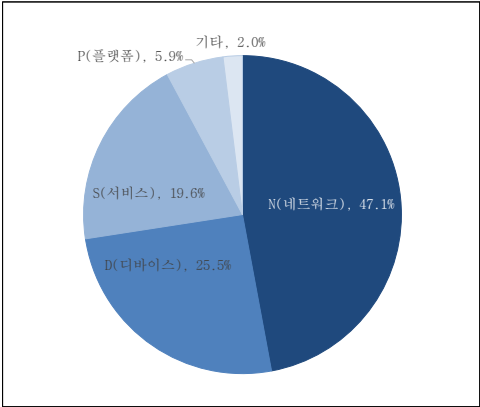
[그림 5-5] IoT 분야 경쟁력이 높은 국가



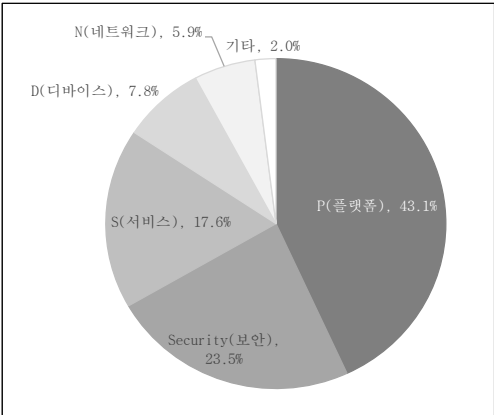
- 세부의견을 확인해 보면, 우리나라의 경우 우수한 통신인프라가 강점, 미국은 기술 전반과 기업 생태계 우위가 강점, 중국은 기술우위에 더해 산업 적용력과 데이터 활용에서의 우위가 강점으로 조사됨

- IoT 생태계 내에서 한국이 가장 강한 분야는 네트워크(47.1%)로 조사되었고 가장 취약한 분야는 플랫폼(43.1%)로 조사되었음

[그림 5-6] IoT 생태계 내에서 한국이 가장 강한 분야

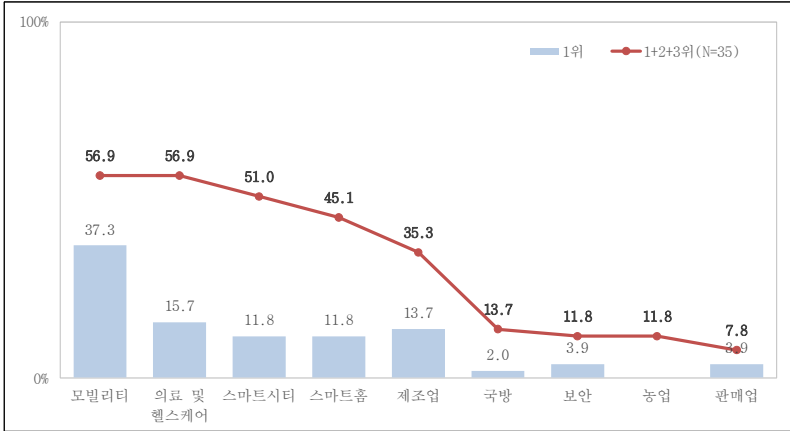


[그림 5-7] IoT 생태계 내에서 한국이 가장 약한 분야

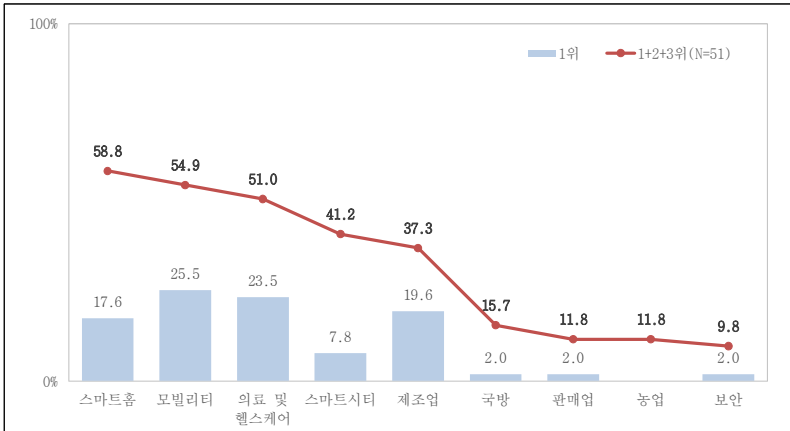


- 네트워크 및 디바이스 분야, 즉 하드웨어 측면에서 강점이 있으나, 플랫폼이나 서비스 측면과 보안 측면에서는 약점이 있다는 시각이 우세
- 향후 10년간 글로벌 시장에서 높은 성장을 예상하는 IoT 세부 서비스 분야 (vertical)로는 모빌리티와 의료 및 헬스케어의 순으로 조사되었으며, 국내의 경우 스마트홈이 가장 높고 모빌리티가 그 뒤를 이었음

[그림 5-8] 글로벌 시장에서 높은 성장을 예상하는 IoT 분야



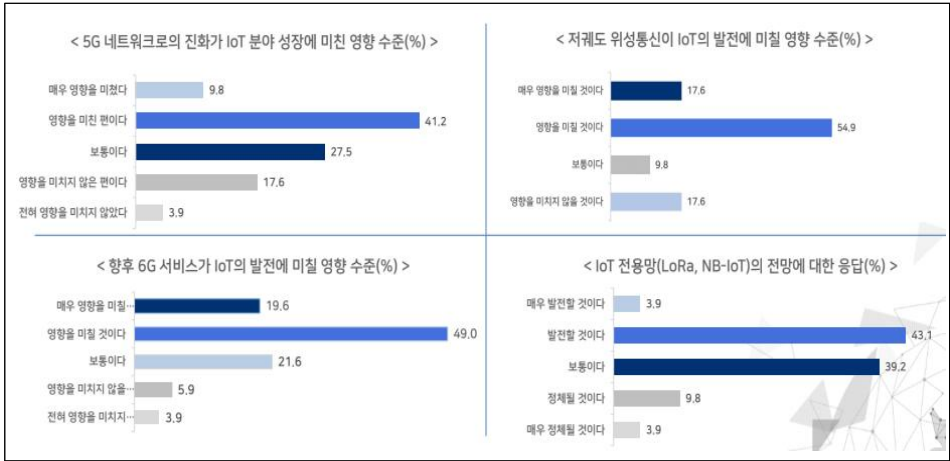
[그림 5-9] 국내 시장에서 높은 성장을 예상하는 IoT 분야



- 국내시장에서 스마트홈의 높은 성장세를 예상하는 배경으로는 고령화 사회, 1인 가구 증가로 인한 스마트홈 수요의 증가, 삼성전자와 LG전자가 주도하는 스마트홈 서비스가 개방형으로 발전되고 있다는 점, 비대면 근무 등 환경변화에 따른 인터랙티브하고 지능적인 홈 환경에 대한 욕구가 크다는 점을 그 이유로 들고 있음

- 모빌리티 분야는 국내외를 막론하고 기존의 IoT와는 달리 고부가가치 창출이 가능한 분야로 여겨지고 있으며 드론, UAM, 커넥티드카 등에서 투자가 집중되고 있어 그 성과의 가시화가 가장 클 것으로 예상됨
- 네트워크의 발전이 IoT 발전에 미치는 영향을 조사한 결과, 5G, 6G, 저궤도 위성통신의 IoT분야의 발전에 미치는 영향은 긍정적으로 나타났으며, 특히 저궤도 위성통신의 경우 5G 및 6G 네트워크에 비해 IoT의 발전에 영향이 클 것이라는 응답 비중이 더 높음

[그림 5-10] 네트워크와 IoT의 발전 기여

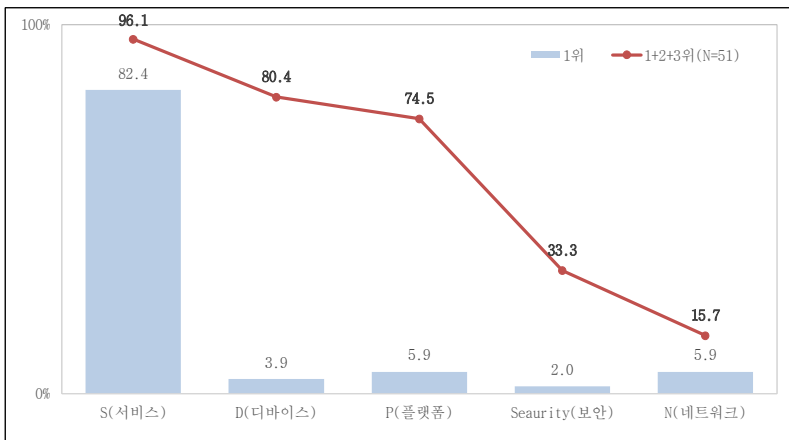


- IoT전용망은 향후 더 발전하거나 최소한 현재 상태를 유지할 것이라는 응답자의 비중이 82%를 상회하고 있는데, IoT 디바이스의 확산에 따라 저비용, 저전력, 장거리 통신의 특성을 가진 전용망이 점차 더 많은 산업에서 요구될 것으로 예상되며, 기존의 LTE나 5G 기술이 사람 중심의 통신에 최적화되어 있어 IoT에 최적화된 전용망의 필요성이 더욱 부각되고 있다는 견해가 제시됨
- 저궤도 위성통신의 경우 IoT의 발전에 영향을 미치지 않을 것이라는 응답

자의 비율이 17.6%로 높아 향후 IoT분야 발전에 대한 기여에 대해 상반된 시각도 존재함을 알 수 있음

- 인공지능이 IoT의 성장에 얼마나 기여할 것인가에 대해 조사한 결과, 매우 기여할 것이라는 응답자 비중이 72.5%, 기여할 것이다라는 응답자 비중이 27.5%로 조사되어 인공지능의 기여 가능성을 매우 긍정적으로 평가
- 인공지능의 발전이 성장에 기여할 것으로 예상되는 IoT생태계 분야로는 S(서비스)가 96.1%(1+2+3위 기준)로 압도적으로 높게 나타났음

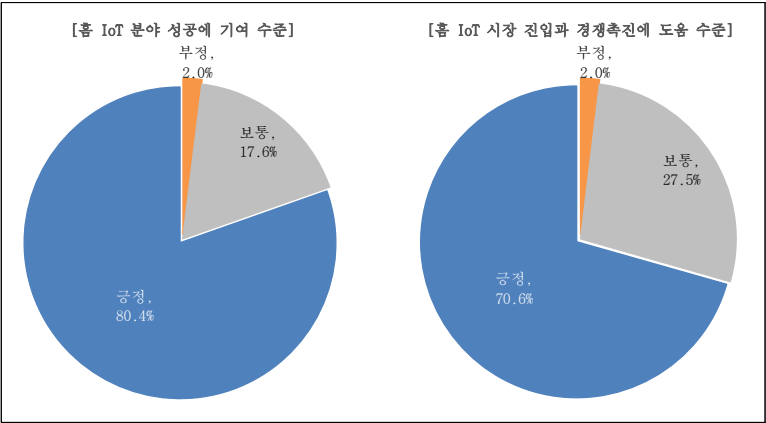
[그림 5-11] 인공지능 발전이 성장에 기여하는 IoT 생태계



- 이렇게 서비스 분야에 대한 기여를 높게 평가하는 이유로 AI와 IoT 분야의 융합을 통해 다양한 지능형 서비스 개발이 가능할 것으로 보이며 특히 맞춤형 서비스, 초개인화 서비스 등의 발전에 기여할 것이라는 점을 언급하는 의견이 있었음
- 플랫폼의 경우 빅데이터와 AI기반 플랫폼이 향후 중요한 역할을 할 것으로 보았으며, 디바이스의 경우 온디바이스 AI의 확산을 통해 더 자율적이고 스마트한 IoT 디바이스의 개발을 촉진할 것으로 보는 시각이 있었음

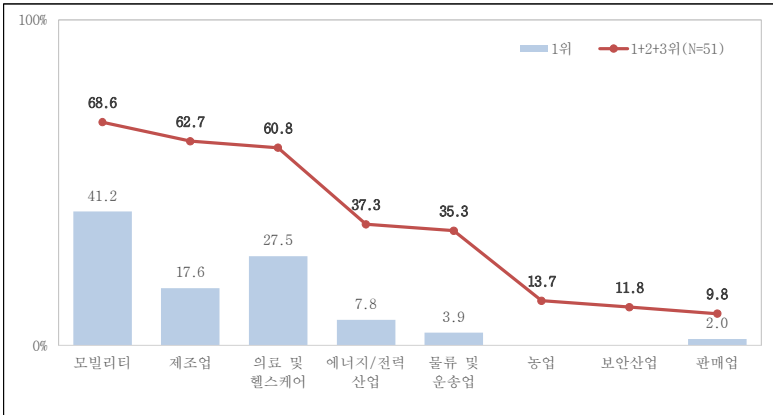
- 최근 논의가 활발한 매터(Matter)표준이 홈IoT분야에 미치는 영향을 살펴본 결과, 매터표준이 홈 IoT의 성공에 기여한다는 의견이 80.4%, 홈 IoT 분야의 시장진입과 경쟁촉진에 도움이 된다는 의견이 70.6%로 조사되었음

[그림 5-12] 매터(Matter) 표준의 홈 IoT 분야 성공/시장 진입과 경쟁촉진 기여



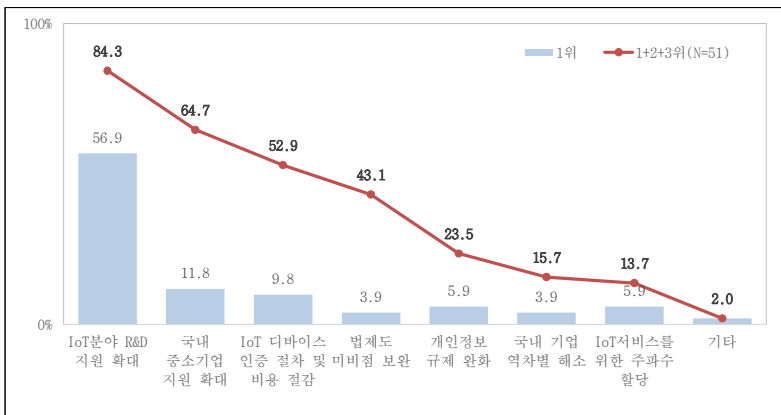
- 향후 IoT기술이 어느 산업 분야에 가장 긍정적인 영향을 미칠지 알아본 결과, 모빌리티, 제조업과 의료 및 헬스케어가 60%(1+2+3위 기준)으로 높게 조사되었음

[그림 5-13] 향후 IoT 기술이 긍정적인 영향을 미칠 산업 분야



- 국내 IoT 생태계의 활성화를 위해, 가장 필요한 정부지원이 무엇인지 알아본 결과, IoT분야 R&D 지원 확대가 84.3%(1+2+3위 기준)로 가장 높고, 국내 중소기업 지원 확대가 64.7%로 그 뒤를 이음

[그림 5-14] 국내 IoT 생태계 활성화를 위해 필요한 정부지원



- IoT 디바이스 인증절차 간소화와 비용 절감, 법제도 미비점 보완, 개인정보 보호제 완화가 필요하다는 응답자도 있었음

2. AIoT의 현황과 정책이슈 세미나

- IoT 분야 전문가와 연구진이 함께하는 세미나를 통해서 IoT, 특히 최근 강력히 부상하고 있는 AIoT 분야의 현황 및 정책이슈에 대한 논의의 장을 열고 전문가 의견을 수렴('24. 11. 28)
- 다음과 같은 주제로 발제와 토론이 이루어짐
 - (발제1) AIoT의 기술 동향 및 서비스 사례 / 대전대학교 홍용근 교수
 - (발제2) On-Device AI와 Matter 프로토콜을 이용한 디바이스 개발 동향 / 아니스트 이두원 대표
 - (발제3) AIoT 분야 법제도 현황과 과제 / KISDI 권은정 연구위원
 - (발제4) IoT 시장동향과 경쟁이슈 / KISDI 김민철 단장
 - (토론 및 제언) IoT 관련 산·학·연 전문가 14인



- 세미나를 통해서 제기된 핵심이슈를 요약하고 정리하면 다음과 같음
 - 온디바이스 AI(On-Device AI)는 클라우드가 아닌 디바이스 자체에서 데이터를 처리하는 기술로 지연시간 감소와 개인정보보호에 유리하여 향후 IoT에서 매우 중요한 역할을 할 것으로 예상됨
 - IoT 디바이스 간의 상호운용성을 강화하는 Matter표준은 개발자와 제조사

가 스마트홈 및 IoT 생태계 구축을 더 용이하게 하여 IoT활성화에 크게 기여할 것으로 보임

- IoT 분야의 글로벌 법제도 동향을 살펴보면 IoT분야의 진흥과 규제에 대한 다각적인 시도가 등장하고 있는데, 특히 IoT가 AI와도 결합되면서 데이터 및 개인정보보호 이슈와도 맞물려져 매우 복잡한 양상을 보이고 있음
- IoT 분야는 경쟁이슈를 언급할 상황은 아니며, 빠른 속도로 상호운용성의 확대를 위한 협력이 우선시 되어야 할 분야임
 - 다만, 중장기적으로는 빅테크의 지배력이 분명히 나타날 수 있는 영역으로 국내 주요 기업들의 경쟁력 강화와 온디바이스 AI를 비롯한 AI기술역량 강화에도 힘써야 할 것임
- 현재 상황에서는 규제보다는 진흥이 우선이며, 특히 AI를 포함한 관련 R&D를 강화하여야 하고 지속적인 네트워크 발전과 주파수 자원 확보를 통한 인프라 강화도 필요
 - 특히 개인정보보호와 관련한 형사처벌 등 과도한 처벌 조항이 데이터를 활용하는 사업을 시도하는 것 자체를 포기하게 할 가능성도 있다는 지적이 있었음
 - 매터표준은 중소기업에게 새로운 혁신적 디바이스를 더 쉽게 개발할 수 있는 기회를 제공하므로 이에 대한 홍보와 함께 시험 및 인증비용 지원 등 지원책을 아끼지 말아야 할 것임

3. 매터(Matter) 표준과 홈 IoT

- 매터표준은 CSA(Connectivity Standard Alliance)에 의해서 정립된 개방형 홈 IoT표준임
- 매터표준은 2019년 12월에 ZigBee Alliance가 Project CHIP (Connected Home over IP)를 론칭하면서 시작되었음
- ※ ZigBee Alliance는 2021년 5월에 CSA로 명칭을 변경함
- 2022년 10월에 Matter 1.0의 발표에 이어 현재 Matter 1.4('24. 11.)까지 발표된 상태임

[그림 5-15] 매터표준 배포 현황

버전	배포일	지원 제품군 및 기능
Matter 1.0	'22.10월	▪ 지원제품군: 전구, 플러그, 스위치, 제어기, 센서, 도어락, 미디어 등 총 43종 ▪ 지원기능: 데이터모델, 네트워크연결, 커미션닝 등 핵심 기본 기능 ※ '24년 10월 패치드 아웃으로 추가 지원 중단
Matter 1.1	'23.5월	▪ 지원제품군: 공기청정기, 공기질센서, 공기질경보기를 추가하여 총 46종 ▪ 지원기능: 배터리 구동 및 간헐적으로 연결된 장치 지원 기능
Matter 1.2	'23.10월	▪ 지원제품군: 가전(세탁기, 냉장고, 에어컨), 로봇 청소기 등 총 52종 ▪ 지원기능: 시간동기화, 데이터 모델 기능 개선, 네트워크 복구 기능 추가
Matter 1.3	'24.5월	▪ 지원제품군: 쿡탑, 건조기, 전자레인지, 오븐을 추가하여 총 56종 ▪ 지원기능: 상태 프로파일(Scene) 기능, 물관리 기능, 전기(에너지) 사용량 보고 기능
Matter 1.4	'24.11월	▪ 지원제품군: 태양광 발전, 배터리, 히트 펌프, 온수기를 추가하여 총 60종 ▪ 지원기능: 홈 라우터 및 액세스 포인트(HRAP) 기능 신규 추가 및 멀티어드민, 에너지 관리 기능 등 고도화

출처: 김기범(2024)

- 매터표준에는 구글, 아마존, 애플, 삼성전자, LG, 화웨이를 포함해서 345개 이상의 회사와 4,575명 이상의 개인이 참여하고 있는 것으로 알려짐

[그림 5-16] 매터표준 참여 주요기업

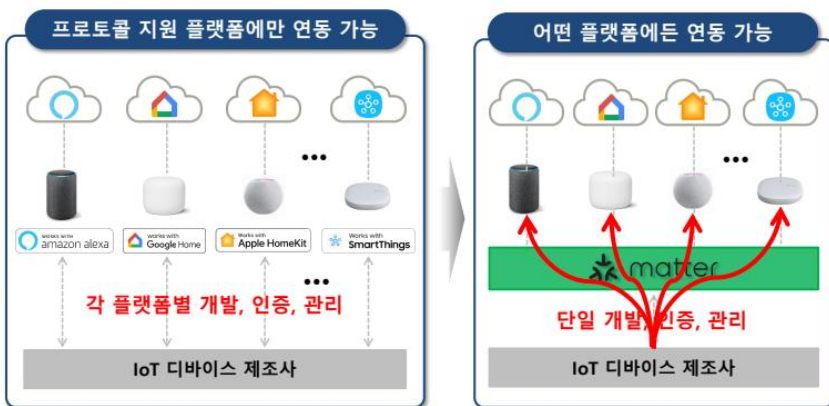


출처: 김기범(2024)

- 매터표준은 단순성(Simplicity), 상호운용성(Interoperability), 신뢰성(reliability), 보안성(security)을 기치로 하는 홈 IoT 표준으로 기존 홈 IoT에서 관찰된 불편과 문제들을 해소하기 위한 표준임
- 기존의 홈 IoT는 구매, 설치, 설정, 연동 전 과정에서 사용이 어려웠음
 - 구매 시에는 자신이 이용 중인 플랫폼을 지원하는지 확인해야 하는데, 자신이 어떤 플랫폼을 이용하는지에 대한 인식도 부재한 경우도 존재
 - 연결성 확보 등 설치과정이 난해했으며 디바이스의 설정 과정이 복잡했음
 - IoT 기기마다 컨트롤 플랫폼이 달라 플랫폼을 넘나드는 기기 간 연동성을 확보하기가 어려웠음
 - 한편 스마트홈 IoT 구성에 있어 통신방식이나 플랫폼별로 별도의 허브가 필요해서 가격 부담이 상승하고 복잡성이 가중될 뿐만 아니라 스마트홈 해킹 및 개인정보 유출 우려도 컸음

- 매트표준은 이러한 문제를 해결하고자 하는 시장의 요구에 부응하여 사용자, 디바이스 제조사, 플랫폼 사업자 모두에게 도움이 되는 연동표준을 추구
 - 단순성, 상호운용성, 신뢰성, 보안성의 4가지 원칙을 바탕으로 두고 표준을 추진 중임
- 매트표준은 특히 멀티 어드민(Multi-Admin)기능을 지원해서 하나의 IoT 기기가 동시에 여러 플랫폼에 연동될 수 있도록 하는 점이 특징임

[그림 5-17] 멀티 어드민 기능의 차이점



출처: 김학용(2024)

- 이에 따라 디바이스 제조사는 매터지원 제품만 개발해도 되므로 새로운 기회를 얻게 됨
- 한편택내 로컬 컨트롤러가 통합적으로 디바이스 및 서비스를 관리하므로 프라이버시 보호도 개선
- 더 나아가 에지 AI 혹은 온디바이스 AI 중심의 홈서비스 생태계 구축이 가능
- 기존 프로토콜을 대체하는 방향이 아니라 함께 사용할 수 있어 기존 IoT 플랫폼과 병존이 가능하다는 장점도 존재
- 매트표준의 확산에 발 맞추어 IKEA, Roku, Philips, Home Depot 등의

핵심기업이 스마트홈 사업을 본격화하고 있음

- 국내에서도 리테일, 디바이스 제조사, 전자제품 양판점 등 다양한 유형의 사업자가 홈 IoT에 진출했거나 진출을 추진 중임

□ 국내에서는 TTA가 CSA로부터 시험기관 인증을 획득했으며 TTA Matter 국제공인 시험 인증소를 '24년 3월에 개소하여 시험 및 인증 절차를 지원 중임

- 매터표준에 참여하고 기기를 인증받기 위해서는 CSA회원사가 되어야 하는데, 회원사 등급은 Promoter, Participant, Adopter, Associate 등으로 구분됨

- Promoter: 최상위 회원사 등급으로 모든 활동 및 제품인증이 가능한 회원사 등급(연회비 \$105,000)

- Participant: 표준개발 활동에 참여할 수 있으며 개발한 Matter 제품인증을 받을 수 있는 회원사 등급(연회비 \$20,000)

- Adopter: 표준개발에는 참여할 수 없으나 Matter제품을 인증할 수 있는 회원사 등급(연회비 \$7,000)

- Associate: CTP(Certification Transfer Program)로 Matter 인증제품을 이관받은 기업이 활동할 수 있는 회원사 등급(연회비 없음)

- 연회비 외에도 제품별로 인증비용은 별도로 지불하여야 하며 회원등급에 따라 차별화

- 삼성전자의 스마트싱스가 TTA의 인증을 받은 것을 필두로 국내기업들의 인증이 확대되고 있으며 관련 기업들의 관심도 커지고 있는 것으로 알려짐

- TTA의 시험비용을 지원하는 지원정책도 진행 중이며 매터표준 인증을 통해서 국내기업의 해외진출에도 도움이 될 것으로 예상됨

제 2 절 IoT 분야 특징 분석과 전망

1. IoT 사업모델의 특성: 스마트폰 이동통신 사업모델과의 비교

- IoT 분야는 분명히 성장하고 있으나, 예상보다 그 성장세는 낮은 편이고 일상생활에서 충분한 침투력을 보이지 못하고 있음
- IoT 분야에 가장 먼저 접근한 사업자군은 통신사업자였다고 할 수 있음
 - 통신사업자들이 IoT를 위한 LoRa나 NB-IoT와 같은 전용망을 구축하고 IoT 시장을 특히 B2B 관점에서 접근했다고 볼 수 있음
 - 물론 스마트 스피커 등 홈기반 허브를 통한 B2C 접근이 없었던 것은 아니나 수익성을 확보하지 못해 당초 기대와 달리 시장 확대에 실패했고 카카오나 네이버 등 국내 플랫폼 기업의 경우도 상황은 다르지 않았음
- IoT 시장의 상당 부분이 B2B 영역이라는 점을 상기해 볼 때, IoT 사업모델과 통신사가 강점을 가지는 스마트폰 기반 이동통신 사업모델을 비교하고 IoT 분야의 성장이 예상과 달리 약화된 이유를 찾아보기로 함

□ 고객특성

- 스마트폰 기반 이동통신 서비스는 본질적으로 동질적인 컨슈머 고객을 대상으로 한다고 볼 수 있음
 - 분명히 법인고객이 존재하지만, 다량의 스마트폰과 이동서비스를 구매 및 가입하는 개인고객의 합체에 불과함
- IoT분야의 고객이 매우 다양하고 특히 B2B고객의 경우 고객의 유형별로 네트워크 요구사항이나 디바이스 등 그 생태계가 매우 차별화되어 있음
 - 고객접점이 제조업체일 수가 있는데, 제조업체 유형별로 요구사항이 매우 다름

- 약관에 따라 공개된 요금제를 판매하는 B2C와는 달리 B2B의 경우 사업자 간 협상에 따라 계약조건이 달라지고 이때 통신사는 ‘을’의 위치에 놓이는 익숙하지 않은 상황에 놓이게 됨

- 나름 강점이 있다고 볼 수 있는 컨슈머 분야의 침투도 웨어러블, 셋톱박스, AI스피커 정도로 제한적인데, 개인 고객이 흔히 사용하는 랩탑컴퓨터에 유료 이동통신 서비스를 채택하는 비중마저도 매우 낮은 편으로 여타 컨슈머 IoT로의 침투는 통신사 입장에서는 어려운 것이 현실임

- 통신사가 유통할 수 있는 디바이스에 한계가 있으며, 유통에 따른 결합판매 강점도 기기 유형이 다양화되고 확대되면서 약화할 수밖에 없음

□ 지속성

- 사업의 지속성 관점에서도 스마트폰 이동통신 사업모델과 IoT사업모델은 크게 다르다고 볼 수 있음

- 스마트폰 기반 이동통신 사업모델은 스마트폰 교체, 네트워크의 업그레이드에 따른 요금제 변경을 통해서 동일고객을 대상으로 사업을 지속

- 번호이동 등 제도적 장치를 통해 사업자 변경이 쉽다는 점은 어려운 점이나 결국 시장이 포화된 상태에서는 사업자간 가입자의 순환이 이루어지면서 서비스를 지속적으로 제공하게 됨

- 즉, 특별한 외부의 경쟁압력이 없는 상태라면 어떤 사업자든 고객 규모를 유지할 수 있음

- B2B IoT의 경우 디바이스 설치 후 교체 설치가 어려운 환경인 경우가 다수이며 특히 배터리 수명 등 제약에 따라 디바이스를 방치하게 되는 경우도 혼함

- 예를 들어 건설 IoT의 경우 건축 당시 IoT 관리체계를 구축한다고 하더라도 건설사의 지속 관리는 어려움

- 분야에 초점을 두고 초기 사후관리기간에 집중하는 건설사의 특성상 IoT 기반 서비스를 통한 지속적인 수익 창출 모델 도입은 쉽지 않음

□ 마케팅

- 마케팅 측면에서 스마트폰 이동통신 사업모델은 고객접점과 마케팅 포인트가 명확
 - 온라인과 오프라인 마케팅의 병존이 자연스러우며 단말기 교체가 핵심 마케팅 요소임
- B2B의 경우 찾아가는 마케팅이 이루어져야 하는데 이러한 마케팅 방식은 특히 통신사업자에게는 익숙하지 않은 방식이며 이를 위해 대대적인 인력을 동원하기도 힘들
 - 휴대폰 분야에서 역사적으로 형성된 대리점, 판매점 유통채널이 존재하는 것과는 다른 상황임
 - 개별계약에 기반하는 B2B IoT서비스의 특성상 온라인 마케팅은 거의 전무하다고 할 수 있음
 - IoT서비스의 경우 커넥티드카에서처럼 B2B2C 유형의 서비스도 흔한데, 이 경우 통신사의 존재감은 희석됨
- 한편 B2B의 경우 고객의 요구사항이 명확하고 이를 충족하면 되어 마케팅에 결코 불리하지 않다는 의견도 있음

□ 수익성

- 스마트폰 이동통신 서비스의 경우 이용자로부터 안정적인 수익성 확보가 가능함
 - 유틸리티 성격을 지닌 이동통신 서비스 수익은 경기변동에 둔감하다는 장점을 지님

- 다만 최근에는 스마트폰 보급이 확대되어 시장이 포화하면서 따라 수익의 성장세는 제한되는 경향이 보임
- 스마트폰 이동통신 서비스의 경우 유심 혹은 이심과 같은 심(SIM) 기반의 가입자 식별 및 관리에 따라 과금이 가능함
- 이심을 활용하는 경우라고 하더라도 하나의 단말기에 2개를 초과하는 요금제가 연계되는 것은 흔하지 않음
- 즉, 단말기당 수익이 상당히 안정적인 경향을 보임
- IoT의 경우 다수의 작은 센서들이 간헐적으로 통신하는 경우가 많아 고객의 큰 통신비용을 지불할 유인이 낮고 장치당 수익성이 낮음
- 특히 블루투스나 와이파이가 대체 통신기술로 경쟁압력을 제공하고 있고 고속안정성이 중요한 경우에는 이더넷이 대체기술로 활용되기도 함
- 심(SIM)의 교체가 어려운 디바이스나 설치환경에 처한 경우가 많고 커넥티드카에서처럼 심카드를 내부고정형으로 장착해야 하는 경우도 존재
- 이러한 제약은 결국 서비스 활성화와 수익성 제고에 불리한 요인이라고 볼 수 있음
- 결국 IoT분야에서도 고부가가치 디바이스 연계 서비스를 통해서 안정적인 수익성 확보가 성장세의 확대에 중요함
- 센서나 소출력 기기 IoT의 경우 시장 규모 자체가 큰 경우 나름대로 수익성이 확보가 가능할 수도 있는데, 중국 등 시장 규모가 큰 국가에서 IoT의 성장세가 큰 것도 그런 이유에 기인한 것으로 볼 수 있음

2. IoT의 발전 전략: 경쟁 혹은 협력

- 아직 성장 잠재력이 폭발하고 있지 못한 IoT 분야에 있어서 특별한 경쟁이슈를 발견하기는 쉽지 않음

- 현시점에서는 경쟁보다는 협력이 우선이며 특히 탈플랫폼화를 통한 상호운용성(Interoperability)의 확대를 통한 생태계 병목을 완화하는 것이 급선무
- 이런 의미에서 매터표준의 확산은 큰 의미가 있고 매터표준이 IoT분야의 상호운용성을 높이는데 큰 기여를 할 수 있을 것으로 예상됨
- 다만 홈 IoT를 넘어서는 확장성을 가질 수 있을지는 불확실하나 일단 홈 IoT에서 성공적 표준화와 사업자 채택의 확산이 이루어지면 홈 IoT를 넘어서는 영역으로 확장 개연성도 높아질 것으로 예상됨
- 협력이후 경쟁이 확대될 가능성은 매우 높는데 그러한 예상 하에서도 협력을 지속적으로 시도할 것으로 보임
- 즉, 상호운용성이 확대되고 시장이 커지면서 각종 제조사, 서비스, 플랫폼 사업자의 사업모델이 확산되고 이것이 결국 경쟁을 일으킬 것이나, 경쟁의 부정적 효과보다는 혁신을 통한 시장창출 효과가 더 클 것으로 예상
 - 특히 중소기업의 디바이스+서비스 결합형 상품의 공급이 용이해지고 혁신적 제품 및 서비스의 등장 가능성을 높일 것으로 보임
- 이러한 와중에 네트워크 사업자들의 홈 IoT에서의 포지션은 점차 더 약화되는 경향을 보일 것으로 예상됨
 - 매터표준에 참여하고 있는 주요 통신사로는 미국의 Verizon 정도가 관찰되나, 국내 사업자나 여타 글로벌 사업자가 참여하고 있는 것으로 관찰되지는 않음
 - 물론 네트워크 표준이 와이파이나 블루투스 등 이동사 제공 통신서비스와는 괴리가 있는 것은 사실이나,
 - 결국 가정에서 데이터 기반 서비스, AI서비스를 제공하고자 한다면 공유기나 셋톱박스, AI스피커 등의 허브형 기기의 매터인증을 검토할 필요가 있음

- 네트워크 사업자들이 스마트폰 가입자를 기반으로 한 AI사업을 적극적으로 추진하고 있는데 홈 IoT와의 결합을 통한 신유형의 비즈니스는 무시하기 힘든 중요영역임
- 데이터의 흐름이 일정한 공간단위로 차단될 때 그 공간 내 IoT를 컨트롤하는 AI허브가 무엇이 될 것인가는 매우 중요함
- 데이터의 이동문제와 관련해서 온디바이스 AI가 주목받고 있으며 결국 특정 공간내의 대부분의 데이터를 그 공간내에서 온디바이스 AI기반으로 처리하는 것임
- 예를 들어 가정에서는 AI스피커, 스마트폰, 휴머노이드, 태블릿, 홈전용허브 등 다양한 기기가 있을 수 있는데, 이 기기의 공급자가 가지는 파워가 상당할 수 있음
- 이들 중 공간을 넘나들면서 인간과 밀착된 관계를 지닌 디바이스는 스마트폰임이 분명함
- 다만 스마트폰은 개인 디바이스라는 한계를 지님
- 1인 가구에서는 큰 문제가 되지 않을 것이나 다인 가구에서 여러 스마트폰의 요청 간에 충돌이 발생할 가능성을 배제할 수 없음
- 개방형 IoT생태계에서의 포식자가 될 수 있는 후보는 누구인가라는 질문에 대한 답은 매터표준을 초기부터 적극적으로 추진하고 있는 기업들의 면면을 보면 확인할 수 있음
- 즉, 구글, 아마존, 애플과 같은 미국 대기업군임
- 다소 극단적인 시각에서는 결국 구글이나 애플 같은 기업들이 자신이 판매하지 않는, 혹은 판매할 수 없는 디바이스까지 자신들의 생태계에 포섭시키고 여기서 발생하는 데이터를 기반으로 하여 AI서비스를 제공하려는 노력의 산물이 매터표준이라고도 볼 수 있음

- 매터가 표방하는 멀티호밍은 분명히 경쟁측면에서 긍정적이나, 멀티호밍이 가능하다고 하더라도 2~3개를 넘어서는 플랫폼을 채택할 이유는 없다고 보는 것이 타당
 - 소비자들은 자신들의 경험에 비추어 충분히 좋은 기능과 서비스를 제공하는 플랫폼을 선택할 것임
 - 멀티호밍이 가능하다고 해도 실제로 사용하는 주력 플랫폼은 사실상 하나, 많아야 두 개로 보는 것이 타당
- 삼성전자나 LG전자도 매터표준을 활용하여 영향력을 키울 수 있다는 의견이 있을 수 있음
 - 다만 가전을 연계해서 판매하고 연계하여 컨트롤하는 것을 넘어서는 ‘서비스’나 ‘플랫폼’의 제공은 과거 경험상 제한적으로 보는 것이 설득력이 있음
 - 가전 판매와 연계된 서비스를 활용한 시너지 효과는 누릴 수 있을 것으로 예상됨
- 중국 대기업군(샤오미, 오포, 화웨이 등)도 IoT분야의 강자가 될 수 있을 것이며 장기적으로 주력 사업자가 될 것임을 의심하지는 않음
 - 일단은 데이터 프라이버시 등 문제 제기로 견제가 심한 편이나 긍정적인 이용자 경험이 확산하면서 크게 성장할 가능성도 있음
 - 다만, 중국 대기업군들도 서비스나 플랫폼 측면에서의 독자적 움직임을 보이기보다는 구글 등과 같은 글로벌 플랫폼을 활용할 가능성이 큼
 - 결국 자신의 가전제품 등 디바이스를 연계해서 컨트롤하고 가전제품의 경쟁력을 높이는 차원에서 접근할 것으로 보임
- 강력한 하나의 지배자가 등장하기보다는 애플, 구글 등 2~3개 기업이 데이터를 활용한 홈 AI서비스를 주도할 가능성이 크지만, 그러한 우려를 이유로 지금부터 규제를 고민하고 설계하는 것은 현재의 IoT상황과는 잘 맞지 않음

- 매트표준은 국내 네트워크 및 플랫폼 사업자들의 전략적 관심에서 벗어난 것으로 보이는데, 매트표준을 통한 홈 IoT 활성화 기회를 무시해서는 안될 것으로 판단됨
- 특히, 디바이스에 기반한 서비스를 제공하고자 하는 중소기업에게 큰 기회가 될 수 있고 글로벌하게 판로를 개척할 수 있다는 점에서 매트표준에 대한 홍보와 국가적 지원이 필요

3. 향후 IoT발전 전개 방향

- 예상만큼 강한 성장세를 보이지 못하던 IoT분야는 AI의 적용으로 한 단계 업그레이드 될 것으로 예상됨
 - 온디바이스 AI기술의 발전과 Home IoT에서의 매트표준 채택 및 확산도 크게 도움이 될 것으로 보임
- 향후 IoT의 발전은 크게 (1) Critical IoT, (2) Ambient IoT로 양분화될 가능성이 있다고 판단됨
- Critical IoT는 고도화된 통신망과 높은 보안수준이 요구되며 고부가가치를 창출하는 분야로 의료, 모빌리티, 국방 등의 지불의사가 큰 분야를 생각할 수 있음
- eSIM 등 SIM기반으로 가입자 식별, 보안강화, 과금 등이 필요함
- Critical IoT의 경우 네트워크 사업자들이 관심을 가질 분야이고 향후 휴머노이드나 모빌리티 분야에서 위성 등을 포함하는 NTN(Non-Terrestrial Network)기반의 고부가 커넥티비티(Connectivity)를 제공하게 될 것으로 예상됨
- 이러한 Critical IoT를 위해서 위성을 포함하는 6G 네트워크가 필수적이며 6G

로의 진화를 적극적으로 추진해야 함

- 전문가 델파이 조사에서 6G가 IoT의 발전에 긍정적 기여를 할 것으로 보는 응답자의 비중이 69%로 높게 나타난 점에도 주목할 필요가 있음
- Ambient IoT의 경우 기존의 센서기반 IoT를 한단계 업그레이드 시킬 수 있으며 블루투스, 와이파이 활용으로 레거시 통신망 의존도가 낮고 전력소모도 낮은 특징을 보임
- 보안 특성이 중요한 서비스 영역에서의 활용은 제한적이며 트래킹 등 물류나 각종 스마트빌딩, 스마트팜, 스마트 공장 등에서의 선제에 활용 가능성이 높음
- 저궤도 위성통신의 연결성은 옥외연결성을 요구하는 IoT에서, 최소한의 백업 연결성 확보 측면에서라도 반드시 필요한 측면이 있음

제6장 결 론

- IoT(사물인터넷)에 대한 정의는 주체에 따라 다양하나 대개 단순한 사물 간의 연결을 초월하여 인간을 둘러싼 시스템을 구축하여 실시간으로 정보를 주고받는 서비스를 의미
- IoT는 1980년대 유비쿼터스와 홈 오토메이션 개념에서 출발하여 2005년 ITU의 보고서에 공식적으로 등장하였음
- 이후 상용화 시기를 거쳐 현재는 산업, 의료, 농업, 가정 등 다양한 분야에서 폭넓게 활용되고 있으며, 최근에는 AIoT, IIoT, ABIIoT 등 IoT의 확장된 개념이 등장하고 있는데 가장 부각되고 있는 개념은 AI와 IoT의 결합을 의미하는 AIoT라고 할 수 있음
- IoT 시장 규모는 꾸준히 성장하여 2025년에는 1조 달러를 돌파할 것으로 예상
- IoT 산업에서 가장 많은 비중을 차지하는 분야는 제조, 에너지, 팩토리 등이 포함된 산업용 IoT임
 - 2029년까지 1.5조 달러 규모로 성장할 것으로 예측되며 자율형 IoT와 소비자 IoT의 성장이 두드러짐
- IoT 무선통신기술은 이동통신인 셀룰러 기반 기술과 비셀룰러 기반 기술로 구분되며, 비셀룰러 기술에는 Wi-Fi, Bluetooth, ZigBee, Thread, UWB, RFID 등 근거리 통신기술과 Sigfox 및 LoRaWan과 같은 장거리 통신기술이 있음
- Wi-Fi는 이동통신과 상생하는 관계로 이동통신 네트워크의 무선데이터 트래픽을 분담하는 경제적인 대안으로 이동통신기술과 함께 발전하면서 사용하는 주파수 대역을 확대해옴

- 확장하는 Wi-Fi가 선점한 6㎐ 대역(5.925~7.125㎐)은 여러 국가에서 상위 대역(6.425~7.125㎐)을 이동통신으로 활용될 수 있는데 향후 국가별 6G 이동통신의 상용화에 영향을 줄 것으로 예상됨
- 우리나라 등이 2020년에 전체 대역을 Wi-Fi에 개방한 반면 중국은 2023년 상위 대역을 이동통신으로 결정하였는데, 유럽, 인도, 브라질 등이 상위 대역을 이동통신으로 활용할 가능성이 있음
- 전세계적으로 3.4~3.8㎐ 대역에서 상용화된 5G와 달리, 6G 이동통신은 6㎐ 상위 대역 700㎐폭과 다른 대역 등 국가별 주파수 차이에 따라 네트워크 격차가 발생할 수 있음에 유의할 필요가 있음
- AIoT 관련 법제도를 살펴보면, AIoT는 인프라, 디바이스, 데이터, 서비스가 융합된 ‘지능정보통신’ 영역으로, 규범적 관점에서는 주로 ‘데이터’와 ‘서비스’ 차원의 법제도적 이슈에 집중됨
- 글로벌 동향을 살펴보면, 미국, 유럽연합, 영국, 일본 등 주요국에서 IoT 사이버보안법 제정, ‘디지털네트워크법’ 추진, ‘데이터법’ 도입, 무선 인프라 전략 수립 등 다양한 정책과 입법이 이루어지고 있음
- 국내에서도 「지능정보화기본법」, 「정보통신망법」, 「전기통신사업법」 등의 개정을 통해 AIoT 관련 법제도를 부분적으로나마 정비해 오고 있음
- 이와 같은 데이터 및 시스템의 ‘보안’에 초점을 둔 현행 법제도에 대해서는, 법체계의 분절성, 기술 중립성 부족, 책임 소재의 불명확성, AI 규제와 통신 규제 간 중첩 문제, 규율의 공백 및 부실성 등이 한계점으로 지적됨
- 이에 대응하기 위해서는 근본적인 규범 체계 쇄신이 긴요하며 본 연구에서는 AIoT 생태계의 규범적 목표로 ‘신뢰성’과 ‘복원력’을 제시함
- 나아가, 양대 목표를 달성하기 위한 방법론으로서 ‘제로트러스트 모델’ 법제화

와 표준화를 우선적으로 고려하였음

- 궁극적으로는 지속 가능한 AIoT 생태계 조성을 위해 시장 분석, 융합 생태계 대응 입법, 산업 경쟁력 제고 전략 수립, 통신 인프라 공동규제 체계 도입 등의 순환적 발전 모델을 제안하고 있음
- 이러한 접근을 통해 AIoT 기술 혁신을 저해하지 않으면서 신뢰성과 복원력을 확보할 수 있는 유연한 규제 체계를 정립할 수 있을 것이라 기대함
- IoT분야를 둘러싼 경쟁이슈를 검토했는데, 현재 상황에서는 경쟁이슈를 논의하기 힘들 정도로 세분화되고 파편화된 상태임
- IoT분야에서의 플랫폼 종속성이 IoT의 발전이 기대만큼 가시화되지 않는 이유로 볼 수 있는데, 매터(Matter)표준은 이를 해소하기 위한 중요한 협력적 노력임
- 구 ZigBee Alliance의 후신인 CSA(Connectivity Standard Alliance)에서 추진하고 있는 매터표준은 2022년 이후 4개의 업데이트를 발표했으며 구글, 애플, 아마존, 삼성전자, 화웨이 등 핵심 IT기업이 다수 참여하고 있음
- 매터표준의 본체는 각사가 지닌 플랫폼 외에 여러 플랫폼이 한 기기에 공존할 수 있도록 함으로서 디바이스 업체 등 개발 시에 매터표준만 준수하여 개발 및 제조하면 되어 IoT생태계 활성화에 큰 도움이 될 수 있음
- 다만, 매터표준이 중장기적으로는 애플이나 구글과 같은 기업의 AI에 의해 IoT생태계가 지배될 수 있는 하나의 관로의 역할을 할 가능성도 배제할 수는 없음
- 결국 모든 디바이스를 제조할 이유도 없고 할 수도 없는 글로벌 기업이 타 기업들의 디바이스를 자신의 영역으로 포섭하여 데이터를 수집하고 이를 우월한 AI를 기반으로하는 서비스에 활용하려는 의도도 있다고 볼 수 있기 때문임
- 멀티호밍을 허용하더라도 유저들이 잘 작동하는 1~2개의 플랫폼에 의존할 가

능성이 높다고 판단됨

- 기술적 측면에서 온디바이스 AI는 IoT에 새로운 활력을 불어넣고 개인정보의 특정 공간 외 전달이 없이 특정 공간내의 데이터를 특정한 허브 등의 기기에서 AI로 처리할 수 있는 역량을 제공
- 이러한 기술적 발전은 IoT에 새로운 기회를 제공한다고 할 수 있음
- 향후 IoT의 발전은 (1) Critical IoT, (2) Ambient IoT로 양분화될 가능성이 있다고 판단됨
- Critical IoT는 고도화된 통신망과 높은 보안수준이 요구되며 고부가가치를 창출하는 분야로 의료, 모빌리티, 국방 등의 지불의사가 큰 분야를 생각할 수 있음
- Critical IoT의 경우 네트워크 사업자들이 관심을 가질 분야이고 향후 휴머노이드나 모빌리티 분야에서 위성 등을 포함하는 NTN기반의 고부가 커넥티비티를 제공하게 될 것으로 예상됨
- 이러한 Critical IoT를 위해서는 위성을 포함하는 6G 네트워크가 필수적이며 6G로의 진화를 적극적으로 추진해야 함
- Ambient IoT의 경우 기존의 센서기반 IoT를 한단계 업그레이드 시킬 수 있으며 블루투스, 와이파이 활용으로 레거시 통신망 의존도가 낮고 전력소모도 낮은 특징을 보임
- 보안 특성이 중요한 서비스 영역에서의 활용은 제한적이며 트래킹 등 물류나 각종 스마트 공장 등에서의 선제에 활용 가능성이 높음
- 저궤도 위성통신의 연결성은 옥외연결성을 요구하는 IoT에서, 최소한의 백업 연결성 확보 측면에서라도 반드시 필요한 측면이 있음
- 국내 IoT의 성장과 발전을 위한 정책적 요구를 전문가 델파이 조사를 통해서

조사해 본 결과, R&D지원 확대(84.3%(1+2+3위 기준)), 국내 중소기업 지원 확대(64.7%), IoT디바이스 인증절차 및 비용절감(52.9%) 순으로 조사되었음

- 매표표준 등으로 Home IoT가 확산되는 등 향후 IoT에 새로운 기회가 있을 것으로 예상되는 바, 정부는 적극적인 지원정책을 펼칠 필요가 있음
- 특히 국내 기업의 전략적 관심 밖으로 소외되지 않도록하고 중소기업에게 큰 기회가 될 수 있다는 점을 고려하여 IoT 발전 산학연정 협의체를 구성해서 국내환경에 적합한 IoT표준모델을 다각적으로 개발할 수 있도록 할 필요가 있음
- 잘 작동하는 표준모델은 향후 글로벌 시장 진출을 위한 밑거름이 될 수 있을 것으로 판단됨
- 한편 IoT발전의 토대가 될 것으로 예상되는 온디바이스 AI를 비롯한 AI기술력을 강화하고 특히 IoT 디바이스로의 적용사례를 적극적으로 지원할 필요가 있음

참 고 문 헌

[국내 문헌]

- 이두원, On-Device AI와 Matter 프로토콜을 이용한 디바이스 개발 동향,(KISDI 세미나 발제), 2024. 11.
- 김학용, 최근 IoT 현황 및 이슈(KISDI 발제), 2024. 6.
- 김기범, Matter 표준 및 시험인증 동향, TTA, 2024. 12.
- TTA(2014), 국제 기구별 사물인터넷 표준화 동향, TTA Journal Vol.155.
- 관계부처 합동(2014), 「사물인터넷 기본계획」.
- 전홍배(2015), 사물인터넷 기술의 개념, 특징 및 전망, EJIT Vol.14.
- 김동현·오혜란·남원모(2021), 사물인터넷(IoT) 시장 및 주파수 동향, 한국전파진흥협회.
- 김종덕(2014), 사물인터넷 시대의 도래: 현황과 전망, 텔코경영연구원.
- 과학기술정보통신부(2017), 「2020 新산업·생활 주파수 공급계획(안)」.
- _____ (2018), “사물인터넷 확산을 견인하는 주파수 공급 추진”, 보도자료(2018. 3. 28.).
- _____ (2020), “5세대(5G) 이동통신 급 성능의 차세대 와이파이가 구현된다”, 보도자료(2020. 10. 15.).
- _____ (2024), 「대한민국 스펙트럼 플랜」.
- 남원모(2015), 용도미지정 주파수공급 등 비면허 주파수규제 개혁 방안 연구, 한국전파진흥협회.
- _____ (2020), 차세대 Wi-Fi 시대의 개막과 활성화를 위한 논의 동향, TTA Journal Vol.192.
- 한국방송통신전파진흥원(2019), RFID 주파수 이용현황 분석 및 활성화 방안 연구.

[해외문헌]

Anatel(2024), Public Consultation No.29.

Ericsson(2023), Mobility Report, November.

ETRI(2017), WEBZINE Vol.80.

FCC(2020), REPORT AND ORDER AND FURTHER NOTICE OF PROPOSED RULEMAKING(FCC 20-51).

____(2023), SECOND REPORT AND ORDER, SECOND FURTHER NOTICE OF PROPOSED RULEMAKING, AND MEMORANDUM OPINION AND ORDER ON REMAND(FCC 23-86).

____(2024), Third Report and Order(FCC 24-125).

GSMA(2022), Brazil Market Insight: The 6 GHz Band.

____(2024), India Market Insight: The 6 GHz Band.

Ofcom(2020), Improving spectrum access for Wi-Fi, Statement.

____(2023), Hybrid sharing: enabling both licensed mobile and Wi-Fi users to access the upper 6 GHz band, Consultation.

____(2024), Mobile and Wi-Fi in Upper 6 GHz.s.

Abstract

Minchul Kim, Jihwan Kim, Eunjeong Kwon, Soogwang Lee

■ Title

Current Trends and Policy Issues in the IoT

■ Purpose of Research

■ Main Outcomes of Research and Policy Implications

The growth trajectory of the Internet of Things(IoT) appears steady at first glance; however, it has fallen short of initial expectations. One critical issue identified is the IoT ecosystem's dependence on proprietary platforms. Recently, the widespread adoption of the Matter standard and the convergence of AI with IoT have created new opportunities for the sector to advance. This study aims to analyze the current state of the domestic IoT ecosystem, identify key issues for its activation, and propose strategies for fostering its development in the context of these evolving technological trends. The research begins by discussing the definition, evolution, and market trends of IoT, followed by an exploration of communication networks in relation to IoT. It

then addresses competition within the IoT sector and issues related to ecosystem revitalization. The conclusion outlines potential directions for the future development of IoT, emphasizing the importance of greater engagement by domestic IoT companies with the Matter standard. Furthermore, it highlights the necessity of establishing collaborative councils comprising industry, academia, research institutions, and government to foster cooperation and develop standardized models tailored to various industries and use cases.



● 저 자 소 개 ●

김 민 철

- 美 Yale Univ. 경제학 박사
- 현 정보통신정책연구원 선임연구위원

김 지 환

- 서울대 기술경영경제정책 박사
- 현 정보통신정책연구원 연구위원

권 은 정

- 서울대 법학 박사
- 현 정보통신정책연구원 연구위원

이 수 광

- 충남대 일어일문학과 학사
- 현 정보통신정책연구원 연구원

정책자료 24-08

6G시대 핵심서비스: IoT 최신 현황 및 정책이슈

2024년 12월 일 인쇄

2024년 12월 일 발행

발행인 김 정 언

발행처 정 보 통 신 정 책 연 구 원

충청북도 진천군 덕산읍 정통로 18

TEL: 043-531-4114 FAX: 043-535-4695~6

인 쇄 인 성 문 화

ISBN 979-11-7000-399-1 93320

〈비매품〉