

5G 융합 서비스 관련 기술 및 시장 동향

김민선 · 김태한

본 문서에서 음영 처리된 부분은 () 정보공개법 제9조의 비공개대상정보와 저작권법 및 그 밖의 다른 법령에서 보호하고 있는 제3자의 권리가 포함된 저작물로 공개대상에서 제외되었습니다.

본 보고서는 ETRI 기술정책연구본부 기본사업인
“국가 지능화 기술정책 및 표준화 연구”를 통해 작성된 결과물입니다.



본 보고서의 내용은 연구자의 견해이며 ETRI의 공식 의견이 아님을 알려드립니다.

목 차

C O N T E N T S

핵심 요약	i
I. 연구 배경 및 목적	1
II. 5G 기술 발전 및 동향	2
1. 이동통신 기술 발전 과정	2
2. 5G 기술 표준화 동향	7
3. 5G 관련 핵심 기술 동향	10
III. 5G 융합 서비스 동향	21
1. 5G 융합 서비스 시장 전망	21
2. 5G 융합 서비스 분류	23
3. 5G 융합 서비스 분야별 시장 동향	24
IV. 결론 및 시사점	37
1. 분석 결과	37
2. 시사점	39
참고문헌	41



핵심 요약

④ 5G 핵심 기술 동향

○ 모바일 엣지 컴퓨팅(MEC)

- (기술 개요) MEC는 클라우드 컴퓨팅을 엣지에서 수행하는 기술로, 데이터를 소규모로 분산시켜 처리해 대용량 데이터를 처리하는 데 있어 유용함
 - MEC는 5G 융합 서비스에서 활용도가 높을 것으로 기대되는데, 단말과 MEC 서버 간의 지연 시간을 줄일 수 있어 즉각적 반응 및 제어가 요구되는 스마트공장, 커넥티드 카 등의 서비스에 활용할 수 있음
- (활용 서비스) MEC는 스마트공장이나 메타버스, C-ITS의 구현에 활용될 수 있음
 - 제조 현장에서의 현장 점검 및 사고 예방 등에 MEC를 적용할 수 있는데, MEC로 설비 상태를 진단하거나 근로자의 안전을 점검하는 등의 활용이 가능함
 - 메타버스 플랫폼 내 다수의 이용자가 상호작용하면서 발생하는 대용량 데이터를 처리하기 위해 MEC를 활용할 수 있으며, 물리적으로 가까운 서버에서 데이터를 처리할 수 있어 전송 지연 시간을 줄일 수 있음
 - C-ITS 내에서 연결되는 기차, 신호등, 차량 등의 개체가 수집하는 대용량 데이터를 빠르게 처리하고 분석하여 실시간으로 대응할 수 있도록 5G MEC가 초연결, 초저지연 통신을 제공할 수 있음
- (관련 시장 현황 및 전망) 이동통신사와 민간이 협력하여 공동 연구 및 사업을 추진하는 등 시장을 주도하고 있으며, 정부는 MEC 기반의 융합 서비스에 대한 실증사업을 지원하고 있음
 - (5G 융합 서비스 실증사업) 정부가 추진하는 「5G 융합 서비스 프로젝트」에 국내 이동통신사나 그 외 민간 기업이 참여하여, 의료, 물류, 항공 등 다양한 분야에서 5G MEC 기반의 융합 서비스 실증사업을 진행하고 있음
 - (시장 전망) 이동통신 사업자나 소프트웨어 사업자가 MEC 시장을 선도할 것으로 전망되며, MEC 관련 네트워크 장치나 솔루션 분야가 시장 성장에 기여할 것으로 전망됨
 - (기술 표준화) 3GPP, ETSI, ITU-T 등의 기구에서 MEC 기술 관련 국제 표준화를 주도하고 있으며, MEC 국제 기술 표준의 제정을 통한 기술 규격의 통일 등으로 호환성 문제를 해결할 수 있을 것으로 기대함

○ 네트워크 슬라이싱(Network Slicing)

- (기술 개요) 네트워크 슬라이싱은 하나의 코어망을 다수의 가상 네트워크로 분리하여 각각의 슬라이스가 개별적으로 네트워크를 제공할 수 있도록 함

- (활용 서비스) 네트워크 슬라이싱을 융합 서비스에 적용할 경우, 각각의 서비스가 우선시하는 네트워크 성능에 맞춰 최적화된 네트워크를 제공할 수 있음
 - 다양한 유형의 장치 및 시설물이 설치되는 스마트시티의 경우, 각 장치마다 필요로 하는 네트워크 성능에 차이가 있을 수 있고, 네트워크 슬라이싱 기술은 성능별로 망을 나누어 장치나 시설물에 적합한 네트워크 특성을 선택적으로 제공할 수 있음
 - 네트워크 안정성이 매우 중요한 자율주행차나 원격 수술 등의 서비스에도 활용될 수 있는데, 네트워크를 여러 개로 분리하여 연결할 경우 일부 슬라이스에서의 오류 발생이 나머지 슬라이스에는 영향을 주지 않아, 발생할 피해를 줄일 수 있음
- (관련 시장 현황 및 전망) 네트워크 슬라이싱 관련 글로벌 5G 서비스 시장은 급격한 성장세를 보일 것으로 전망되며, 네트워크 슬라이싱은 신규 서비스의 발굴이나 5G 네트워크 시장의 확장에도 기여할 수 있을 것으로 기대됨
 - (시장 전망) 중국이 네트워크 슬라이싱 시장을 주도할 것으로 전망되는데, 이는 중국이 다른 국가보다 빠르게 시장에 진입하였고 기술 이해도나 성숙도가 빠르게 향상될 것으로 예측하기 때문
 - (기술 표준화) 네트워크 슬라이싱 기술 표준화는 ITU-T 및 3GPP 등에서 주도하고 있으며, 기술 표준 제정 뿐만 아니라 네트워크 슬라이싱 응용 분야 발굴에도 노력을 기울이고 있음
 - (망 중립성) 네트워크 슬라이싱은 차별화된 네트워크를 제공한다는 기술의 특성상 망 중립성 개념과 충돌할 여지가 있는데, 망 중립성 관련 이슈에 대해 주시할 필요가 있음

○ 스몰셀(Small Cell)

- (기술 개요) 스몰셀은 매크로셀보다 좁은 커버리지를 갖는 저전력 무선 접속 기지국으로, 데이터 지연 현상을 해소하고 통신 속도를 증대시키는 등의 효과를 제공할 수 있음
- (활용 서비스) Ericsson은 스몰셀 장비를 개발하고 서비스에 적용하여 통신 속도 향상 및 전송 용량 확장 등의 기능을 제공함
 - (건물 내부 및 기업 내 초고속 네트워크) 'Indoor AIR'와 'Radio Dot' 시스템을 건물 내부에 설치하여 사용자들에게 초고속 네트워크를 제공하고, 기업 내 네트워크 연결성을 강화하여 모바일 기반의 비즈니스 애플리케이션 사용률을 증가시키며, IoT 및 스마트빌딩을 구현할 수 있도록 지원함
 - (실외용 스몰셀) Low-band를 지원하는 'Street Radio', Mid-band를 지원하는 'AIR', mmWave를 지원하는 'Streetmacro' 스몰셀 장비를 통해, 실외 이용자도 고속 데이터 서비스를 이용할 수 있도록 함
 - (커넥티드 스타디움) 경기장 의자 밑에 기 구축된 DAS와 공존 가능한 'Radio Dot' 시스템을 설치하여, 망 구축비용 절감, 데이터 전송 용량 확대, 위치 정확도 향상 등의 효과를 얻음
- (관련 시장 현황 및 전망) 5G 융합 서비스의 폭넓은 상용화를 위해서는 커버리지의 안정성이 확보되어야 하며, 스몰셀 기술이 이를 보완해줄 수 있을 것으로 기대됨
 - 5G의 확산으로 스몰셀 시장 규모가 증가할 것으로 전망되며, 4G 스몰셀이 초기 스몰셀 시장을 주도했다면 2024년에는 5G 스몰셀 규모가 4G 스몰셀 규모를 넘어설 것으로 전망됨

- 네트워크 장비 시장의 경우 Ericsson, Huawei 등의 메이저 네트워크 장비 회사들이 스몰셀 관련 시장을 주도할 것으로 전망되며, 5G 스몰셀 관련 기술개발 연구도 ETRI와 Qualcomm 등에서 활발히 진행되고 있음

○ Massive MIMO

- (기술 개요) Massive MIMO는 다중 안테나를 사용하여 기지국 용량을 확장시키는 기술로, 5G와 결합하여 사용할 경우 그 효과를 극대화할 수 있음
 - Massive MIMO를 통해 공간 다중화, 공간 다양화, 빔포밍의 기술을 구현할 수 있는데, 특히 빔포밍을 이동통신에 적용할 경우, 이동 범위가 넓고 빠르게 움직이는 단말에 효과적으로 서비스를 제공할 수 있음
- (활용 서비스) Massive MIMO는 데이터 속도 증대 및 커버리지 확대의 측면에서, 이동통신 사용자에게 제공하는 서비스의 질을 향상시킬 수 있으며, 5G 융합 서비스의 발전에도 기여할 수 있을 것으로 기대함
 - (데이터 속도 증대) Massive MIMO는 초고속 전송 속도를 요구하는 실감 콘텐츠와 같은 서비스를 제공하는 데에 효과적이고, 빔포밍을 함께 활용할 경우 전파 특성상 신호 감쇠가 큰 mmWave 대역에서도 전송 속도를 효과적으로 증가시킬 수 있음
 - (커버리지 확대) Massive MIMO와 빔포밍 기술을 통해 사용자의 위치에 맞게 통신 범위를 조정할 수 있고, 상대적으로 신호가 약한 셀 경계까지 신호를 보낼 수 있어 이동성이 높은 자율주행 분야나 C-V2X 구현에 용이함
- Ericsson은 Massive MIMO를 지원하는 기지국 장비 AIR 6428 및 AIR 3268을 출시하였는데, AIR 3268의 경우 이전 세대 장비에 비해 무게 감소, 에너지 절감, 설치 용이성 등이 향상됨

④ 5G 융합 서비스 시장 동향

○ 자율주행 및 커넥티드 카

- (서비스 개요) 자율주행 서비스에 사용되는 통신 서비스인 V2X에는 C-V2X 기술과 DSRC 기술이 있는데, 국가별 표준 채택 기술에 차이가 존재함
 - C-V2X는 4G와 5G 기술을 바탕으로 개발되어, 앞으로 5G 발전과 함께 원활한 네트워크 환경을 제공할 수 있는 기술로, 현재 미국과 중국은 C-V2X를 채택함
 - DSRC는 다수의 실증 사례가 뒷받침되는 기술로, 신뢰성 및 안전성이 높고 이미 관련 인프라 구축이 진행되어 있어 빠른 상용화에 유리함
 - 유럽은 DSRC 기술을 기반으로 하나, C-V2X와 혼용이 가능하도록 단일 기술 채택은 보류함
 - 국내의 경우, 단일 기술 채택을 위해 두 통신방식을 병행한 시범사업을 계획하고 있음
- (시장 전망) 자율주행차 시장은 전반적으로 성장할 것으로 예상되며, 일부 시장 성장 저해 요인을 최소화할 수 있는 정부 및 기업의 노력이 요구됨

- 차량 내장 반도체 칩 부족 현상이 해소됨에 따라, 정체되었던 자동차 시장이 다시 성장기에 들어서고, 자율주행차 시장도 같은 흐름으로 성장세를 보일 것으로 전망됨
- 국내에서는 V2X 기술 표준이 아직 단일화되지 않았고, 고도의 안전성을 요구하는 자율주행 서비스 자체의 특성상 단기간 내에 관련 제도 마련이 어려울 수 있어 관련 시장 성장이 저해될 수 있음
- 넓은 지역에서 자율주행 서비스를 구현하기 위해서는 촘촘한 5G 망 구축이 선행되어야 함
- (정부 지원) 자율주행 상용화를 위해 관련 R&D 과제를 지원하고 있음
 - 과학기술정보통신부는 2027년까지 총 2,000억 원을 추가로 지원할 계획임
 - 5G V2X 기술 확보를 위한 성능 검증, 레벨 4 이상 자율주행 상용화를 위한 기술개발 등에 투자할 예정
- (활용 사례) 자율주행차, 차량 관련 소프트웨어, 자율주행 지원 플랫폼 등을 개발하고 있음
 - (현대자동차) 생산 차량에 5G C-V2X를 내재화하고 레벨 4 수준 로보택시를 시범 운행함
 - (토요타) 제조사나 차량 모델에 구애받지 않고 자율주행 등의 기능을 제어할 수 있는, 자체 개발한 운영체제(O/S)인 '아렌(Arene)' 출시 예정
 - (바이두) 자율주행 지원 플랫폼 'Apollo Air'와 레벨 4 수준 로보택시 '아폴로 RT6'를 개발함

○ 스마트공장

- (서비스 개요) 스마트공장은 단순히 생산 공정을 자동화하는 것만이 아닌, 공장 전체가 유기적으로 연결되는 지능화된 공장을 의미함
 - 스마트공장은 공장 전체에 스마트화가 적용되는데, 그중 제품 생산에 실질적으로 관여하는 '공정 모델 분야'를 중심으로 디지털 전환이 이루어지고 있음
 - 디바이스 분야, 플랫폼 분야, 애플리케이션 분야로 공정 모델 분야를 세분화할 수 있는데, 각각 하위, 중위, 상위 계층으로서 상호작용하며 스마트공장을 구성함
- (시장 전망) 국내·외 모두 스마트공장 시장의 성장 가능성을 높게 평가함
 - 글로벌 스마트공장 시장은 2025년 130억 달러 규모에 이를 것으로 전망됨
 - 국내 스마트공장 시장에서 창출될 미래가치는 2030년 15.6조 원에 달할 것으로 전망됨
- (정부 지원) 2014년부터 꾸준히 스마트공장 관련 사업을 지원함
 - 2014년 '제조업 혁신 3.0 전략'을 추진하여, 제조업과 IT의 융합 및 타 산업과의 융합을 통한 새로운 시장 기회 창출을 유도함
 - 2017년 '스마트 제조혁신 비전 2025'에서는 2025년까지 3만 개의 스마트공장 구축을 목표로 삼고, 공장 구축 및 인력 양성 등을 지원함
 - 중소·중견 기업을 위한 지원책이 주를 이루나, 민간 주도의 생태계 활성화를 위해 대·중·소기업 상생 방안 또한 제시함
 - 2022년에는 스마트공장 확산을 위한 수준 확인 및 고도화 정책을 시행하였는데, 2022년 말 기준 총 19,799개의 스마트공장을 구축하였고, 그중 고도화 사업은 총 2,800건으로 집계됨

- (활용 사례) 통신사와의 협력을 통한 스마트공장 구축, 스마트공장 서비스 플랫폼 운영 등의 사례가 있음
 - (현대중공업·KT) KT의 네트워크 및 혁신 기술을 접목하여 공장 내 첨단 로봇 배치, 지능형 CCTV를 통해 실시간 데이터 수집·분석하여 공장의 스마트화에 활용함
 - (하이얼·화웨이·차이나모바일) 가전제품 생산 공장에 5G, MEC, AI를 결합한 스마트제조를 구현
 - (LS 일렉트릭) 스마트공장 서비스 플랫폼 ‘테크스퀘어’를 구축하여 수요 기업과 공급 기업을 이어주는 역할을 함
 - (LG CNS) 스마트공장 플랫폼 ‘팩토바’ 운영을 통해 계열사의 스마트공장 통합 운영 등을 추진하고, 이음 5G 신청을 통해 제3의 수요 기업에 5G 특화망 서비스를 제공함

○ 디지털 헬스케어

- (서비스 개요) 5G의 도입으로 시장 변화가 예상되었던 디지털 헬스케어 산업은, 코로나-19로 인한 비대면 진료의 필요성 대두 및 비대면 진료 관련 규제 완화로 인하여 더욱 빠른 변화를 맞게 됨
 - 의료 분야에 5G를 도입함으로써, 원격 진료, 원격 수술 등의 첨단 기술을 현실화할 수 있을 것으로 기대됨
 - 코로나-19로 인한 팬데믹 상황으로 대면 진료의 기회 감소 등의 문제가 발생하였고, 이에 대한 대안 중 하나로 비대면 진료에 주목하게 됨
 - 미국과 중국 그리고 국내에서는 코로나-19와 같은 특수 상황에서의 비대면 진료를 허용하는 방향으로 규제를 완화하였음
- (시장 전망) 국내·외 디지털 헬스케어 시장 모두 성장세를 보일 것으로 예상하는데, 특히 원격 의료 분야의 성장률이 높을 것으로 전망됨
 - 디지털 헬스케어 시장은 모바일헬스, 디지털 보건의료 시스템, 보건의료분석학, 원격의료로 분류할 수 있는데, 이 중 원격의료 분야의 성장세가 가장 두드러질 것으로 예측됨
 - 디지털 헬스케어 시장이 확장되면서, 디지털 헬스케어 관련 디바이스 시장도 동반 성장할 것으로 전망됨
- (시장 저해 요인) 원격의료 분야의 시장 성장과 국민의 안전을 동시에 고려하여 의료법 등 규제에 대한 검토가 필요함
 - OECD 국가 다수가 원격医료를 허용하고 있지만, 국내 의료법은 의료법 제34조에 의해 의료인 간 원격의료는 허용하나, 의사와 환자 간의 원격의료는 허용하지 않음
 - 원격의료 허용을 위한 의료법 개정안이 여러 차례 발의되었으나, 아직 개정된 바 없음
 - 원격의료 규제의 영향으로, 원격의료 사업에 대한 비의료 기업의 적극적 시장진출을 이끌어내기 어려울 수 있음
- (활용 사례)
 - (세브란스병원-KT-소방청) 5G AI 기반의 응급의료 시스템을 구급차 내부에 구축하여 응급실과 실시간

소통하며, 응급 상황에 대한 대처 능력을 향상시킴

- (핀란드 오울루 대학병원) 5G를 포함한 여러 혁신 기술들을 병원에 도입하여 5G를 적용한 임상시험, 5G 실감 콘텐츠를 활용한 의료 연구 등을 진행하고, 환자와 보호자에게 직접 사용할 수 있도록 하는 등 병원 전체의 디지털화를 위한 프로젝트를 추진함
- (중국 광둥성 인민병원) 5G 통신을 기반으로 약 400km 떨어진 거리에서 원격으로 심장 수술 가이드를 제시하고, 다른 병원에서는 실시간으로 가이드에 따라 심장 수술을 집도하였는데, 네트워크 성능 테스트 결과 5G가 4G보다 전송 속도, 사용자 체감 속도와 전송 지연에 있어 성능이 높음을 입증함

○ 실감 콘텐츠

- (서비스 개요) 실감 콘텐츠는 오감으로 체험할 수 있는 고도화된 콘텐츠를 말하며, 엔터테인먼트 분야뿐만 아니라 다양한 산업군에서 활용될 수 있음
 - 메타버스는 실감 콘텐츠를 활용한 대표적인 예이며, 가상 게임, 가상 캠퍼스, 가상 사무실 등 가상공간을 구현하여 이용자가 실시간으로 상호작용할 수 있는 플랫폼을 제공함
 - 가상공간을 구축하기 위해서는 5G 네트워크의 역할이 중요한데, 초저지연성, 초연결성 등이 보장되어야 이용자의 원활한 서비스 이용이 가능할 것으로 예상함
- (시장 전망) 글로벌 빅테크 기업들은 실감 콘텐츠 관련 기술, 플랫폼 및 디바이스 개발에 투자하고 있으며, 국내의 경우 콘텐츠 개발을 중심으로 시장이 형성되고 있음
 - 실감 콘텐츠 플랫폼과 호환 가능한 디바이스를 함께 개발하는 경우 시장 선점에 유리할 수 있음
- (정부 지원) 정부는 실감 콘텐츠 산업의 활성화를 위한 다양한 정책적 지원 방안을 마련하고 있음
 - 실감 콘텐츠 관련 핵심 기술개발 지원, 실감 콘텐츠 분야 전문 인력 양성 등 전반적인 생태계 활성화를 위한 지원책을 마련함
 - 2020년 ‘가상융합경제 발전 전략’에서는 실감 콘텐츠 관련 디바이스 개발을 위한 지원책을 마련하고, 네트워크 고도화를 위한 인프라 개발 등에도 투자함
- (활용 사례) 메타버스 플랫폼 및 관련 기기 사례와 5G 특화망을 활용한 실감 콘텐츠 구현 사례 등이 있음
 - (SKT) 메타버스 플랫폼 ‘이프랜드 구축’, Meta의 VR 기기 ‘오쿨러스’의 국내 유통 등 메타버스 관련 콘텐츠 및 디바이스 분야에 투자함
 - (KT) 해군사관학교 내에 스마트캠퍼스를 구축하여 AR/VR 교육콘텐츠를 통한 실습 등 교육 분야에 실감 콘텐츠를 활용하였으며, 개인형 VR 서비스인 ‘슈퍼VR’을 출시하였음
 - (LGU+) 경기장 내에서 AR/VR 콘텐츠, 홀로그램 스피커 등의 실감 콘텐츠를 즐길 수 있도록 구현하였으며, 성신여대에 전용 메타버스 캠퍼스를 제공하는 등 다양한 분야에 실감 콘텐츠를 활용하고자 함
 - (롯데월드) 잠실 롯데월드 어트랙션 ‘아틀란티스’에 5G 특화망을 구축하여 실감형 어트랙션을 구현하였으며, 이를 통해 어트랙션 탑승이 어려웠던 노약자나 어린이들이 가상 어트랙션을 체험할 수 있도록 함

📄 결론 및 시사점

○ 분석 결과

- (5G 핵심 기술) 5G 핵심 기술들은 데이터 속도 증대, 전송 지연 감소, 커버리지 확대 등을 실현할 수 있으며, 기업들과 정부는 이들 핵심 기술과 관련된 서비스 모델 개발, R&D 등에 투자
 - (모바일 엣지 컴퓨팅) MEC는 스마트공장, 실감 콘텐츠, 자율주행 등의 융합 서비스 분야에서 활용도가 높을 것으로 기대되며, 이동통신 및 클라우드 사업자, 정부 등이 MEC 기술개발 및 관련 사업에 투자 중
 - (네트워크 슬라이싱) 네트워크 슬라이싱은 자율주행이나 원격 수술, 스마트시티 등을 구현할 때에 효과적인 기술로, 서비스마다 요구하는 네트워크 성능을 맞춤형으로 충족시킬 수 있다는 장점이 있음
 - (스몰셀) 스몰셀은 데이터 속도 증대, 커버리지 확장 등의 강점을 가진 기술로, 스마트시티나 스마트공장 등 광범위한 영역에서 데이터가 발생하는 서비스에 적용하기 유리함
 - (Massive MIMO) Massive MIMO는 데이터 속도 향상, 커버리지 확대의 효과를 가지는데, 자율주행, C-V2X 구현 등 동적 단말에 대한 네트워크 성능 향상에 효과적임
- (5G 융합 서비스) 5G 핵심 기술들을 기반으로 융합 서비스를 활성화할 수 있으며, 이에 따라 다양한 산업에서 변화가 발생하고 경제적으로도 기여할 수 있을 것으로 예상함
 - (자율주행 및 커넥티드 카) 자율주행의 상용화를 위해서는 네트워크 성능 및 기술 수준의 고도화가 필요하며, 다수의 실증 사례를 통해 안전성을 확보할 수 있어야 함
 - (스마트공장) 공장 전체에 걸친 스마트화를 통해 생산 효율성을 증대시킬 수 있으며, 네트워크가 발전하면서 더욱 고도화된 스마트공장을 구현할 수 있을 것으로 기대함
 - (디지털 헬스케어) 5G를 적용함에 따라 의료 생태계 전반에 변화가 일어날 것으로 전망되며, 고도화된 5G 네트워크를 통해 의료 서비스의 디지털화, 원격진료 및 수술 등의 서비스가 구현될 것으로 기대함
 - (실감 콘텐츠) 다양한 버티컬 산업에서 활용도가 높으며, 메타버스를 중심으로 산업이 활성화되고 있음

○ 시사점

- 5G 기술은 다양한 산업에서의 활용, 인프라 확대, 생태계 활성화를 통해 타 산업과의 융합 시너지가 발생할 것으로 기대되며, 5G 융합 서비스는 자율주행 등의 서비스를 통해 우리의 삶에 편리함을 제공할 뿐만 아니라 노동 환경 개선 등 사회 문제 해결에도 기여할 수 있음
- 융합 서비스의 활성화를 위해서는 기술 발전과 함께 이에 적합한 제도적 변화도 필요한데, 원격의료와 같이 국내에서 아직 허용되지 않은 서비스에 대한 규제 검토 및 산업의 급격한 변화로 인해 발생할 여러 사회 문제에 대한 지속적인 모니터링 및 대책 마련이 필요함
- 네트워크의 발전 과정에서 새로운 보안 취약점이 발생할 수 있어, 사이버 보안 강화를 위한 기술 투자 및 대비책 마련이 필요할 것으로 보임

I 연구 배경 및 목적

□ 연구 배경

- 5G는 기존에 존재하지 않았던 다양한 산업 간 융합 시너지를 만들어 낼 수 있는 네트워크 기술로, 새로운 서비스 시장 창출에 기여할 것으로 예상됨
 - 5G 상용화와 더불어 주목받고 있는 핵심 분야는 5G 융합 서비스인데, 이동통신과 다양한 산업의 결합을 통해 기존 서비스를 고도화하고 새로운 첨단 서비스를 발굴·구현할 수 있을 것으로 기대됨
- 기존 B2C 이동통신 서비스와는 다른 형태로 발전하는 5G 융합 서비스 시장에서, 국내 이해관계자들이 관련 시장을 파악하고, 국내 기업들이 글로벌 시장을 선도하기 위해서는 산업 전반에 걸친 시장 및 기술 현황 등 생태계에 대한 이해가 필요함

□ 연구 목적

- 5G 융합 서비스 관련 핵심 기술 동향을 파악하여 앞으로 등장할 융합 서비스에 대한 기술적 이해도를 높이고자 함
 - 5G와 관련한 기술 중, 융합 서비스에서의 활용도가 높은 기술을 중점적으로 분석
 - 기술별 개요, 현황 및 전망, 활용 가능한 융합 서비스 사례를 조사
- 5G 융합 서비스 시장을 분류하고, 분야별로 서비스 개요, 시장 현황 및 전망, 관련 사례를 조사하여, 국내 이동통신 및 관련 생태계 참여자들이 앞으로 전개될 5G 관련 서비스에 대응하기 위한 근거로 활용할 수 있도록 함
 - 5G 융합 서비스 전망을 조사하고, 다양한 서비스 중에서도 여러 자료에서 언급되어 주목도가 높다고 판단되는 서비스 분야를 선별함
 - 선별한 서비스의 분야별 개요, 시장 현황, 전망 및 활용 사례를 조사함

II 5G 기술 발전 및 동향

1 이동통신 기술 발전 과정

□ 이동통신 세대별 기술 변화

그림 1 국내 이동통신 세대별 기술 변화



* 출처: 메리츠증권(2018)

- 이동통신 기술은 약 10년을 주기로 다음 세대로 진화하며 발전하고 있으며, 현재는 5G 이동통신이 상용화됨
 - 국내 이동통신 기술은 1980년대 1세대 이동통신을 시작으로 2019년 5세대 이동통신(5G)에 이르렀으며, 약 40년 사이에 4번의 혁신적 기술 전환이 이루어짐¹⁾
- 이동통신 기술 세대를 나누는 기준은 '데이터 전송 속도'이며, 5G의 이론적 전송 속도는 20Gbps 이상임
 - ITU에서의 표준화 과정을 통해 세대별 기술 표준을 결정하고 있으며, 현재는 민간 부문의 표준화 기구인 3GPP에서 이동통신 기술 표준화를 사실상 선도하고 있음
- 본 절에서는 국내의 이동통신 기술 상용화를 중심으로 세대별 기술 변화 과정을 살펴보고자 함

1) 유동호, 이승호(2021).

◎ 1G(Analog)

- 대중적으로 등장한 최초의 상업 이동통신 서비스 기술임
- 다중 무선 접속 기술로 FDMA(Frequency Division Multiple Access) 기술을 사 용함
 - FDMA는 다중접속 방식 중 가장 간단하고 오래된 방식으로, 가용 스펙트럼을 정해진 대역폭 내에서 여러 무선 채널로 나누어 사용함²⁾
 - FM 라디오와 같은 방식으로, 음성 신호를 아날로그 상태 그대로 주파수를 변환, 변조하여 전송함
- 데이터 전송 등 다른 추가적인 기능 없이 음성통화의 기능만을 수행함
 - 이동통신 수단으로써 음성을 전달하는 가장 기초적인 역할만을 수행할 수 있는 단계로, 1채널당 통화할 수 있는 사용자가 1인으로 제한되며, 이에 따라 이동통신 가입자가 늘어 나면서 채널 용량에 점차 한계를 보임

◎ 2G(CDMA)

- 2세대 이동통신부터 아날로그 방식에서 디지털 방식으로 전환됨
- 2세대 이동통신 기술 중 보편화된 기술인 GSM(Global System for Mobile Communications)과 CDMA(Code Division Multiplex Access) 방식 중, 국내에 서는 CDMA를 채택
 - GSM은 가입자별로 시간 차를 두어 정보를 전송, 복원하는 TDMA(Time Division Multiple Access) 방식을 기반으로 하고, 자체 발생 신호로 망을 동기화함(비동기식)
 - GSM 방식은 유럽을 중심으로 발전하여 폭넓게 사용되는 기술임
 - CDMA는 이동국과 기지국 간의 코드 분할을 통해 여러 사용자가 다중 접속하는 방식이 며, 외부의 동기 신호가 필요함(동기식)
 - CDMA는 북미와 국내에서 주로 사용되는 기술임
 - 국내에서는 1993년 디지털 이동전화 방식 표준으로 CDMA 방식을 채택하였고, 세계 최 초로 CDMA 상용화에 성공함
- 음성통화뿐만 아니라 문자 메시지 전송 및 저속 인터넷 접속이 가능함
- 국내에서는 2021년 6월 LGU+를 마지막으로 모든 이동통신사에서 2G 서비스를 종 료함

²⁾TTA 정보통신용어사전.

◎ 3G(WCDMA 및 CDMA2000)

- 이동통신 시스템 최초로 국제 표준화를 시도하였으며, ITU-R에서는 IMT-2000 기술 표준을 제정함
 - 국가 간, 사업자 간 주파수와 통신방식의 차이로 원활한 로밍이 어렵다는 불편함이 존재했으며, 이를 해소하고자 ITU는 IMT-2000 표준을 통해 단일 주파수 대역을 기반으로 하는 국제적 로밍을 지원하고자 하였음
 - 2000년대 당시 유럽과 미국 진영의 통신방식이 각각 비동기, 동기 방식으로 차이가 있었고, IMT-2000은 두 방식 모두를 국제표준으로 채택함
 - 3GPP가 개발한 3세대 이동통신 기술(WCDMA)이 세계 각국에서 이용되면서 점차 국제적 로밍이 이루어짐³⁾
- 국내의 경우, 2003년 WCDMA(Wideband Code Division Multiple Access)와 CDMA2000 기술을 바탕으로 3G 서비스가 상용화됨
 - WCDMA는 동기/비동기의 기준으로 보았을 때는 비동기식인 GSM 기반 기술이지만, 무선 다중접속 방식 측면에서는 TDMA 방식인 GSM 기술이 아니라, 코드 분할을 통해 접속하는 CDMA의 기술을 계승하였음
 - CDMA2000은 동기식 기술로, 2세대 이동통신의 CDMA 방식에서 진화한 기술임
 - 국내 이동통신 3사 중 KT와 SKT는 WCDMA와 CDMA2000 방식을 모두 도입하였고, LGU+는 CDMA2000만을 도입
- 3G는 2G보다 약 15~100배 빠른 데이터 전송 속도를 갖춤
 - 기존 2G에서의 데이터 전송 속도는 약 14.4kbps인 반면, 3G에서는 그보다 100배 이상인 최대 2Mbps의 속도로 데이터 전송이 가능
- 본격적인 멀티미디어 전송이 가능해진 세대로, 음성, 문자 외에 사진/동영상 파일을 전송하거나 실시간 영상통화가 가능해졌으며, 스마트폰의 등장으로 이동통신 멀티미디어 서비스가 확산됨

◎ 3.9G(LTE)

- WCDMA 기술을 바탕으로, OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access) 등 전송 속도를 향상시키기 위한 요소 기술들을 추가하여, 3GPP에서는 LTE 기술을 표준화하였음(2008년, 3GPP Release 8)
- LTE는 ITU가 정의한 IMT-Advanced의 기술 수준을 완벽하게 충족하지 못하며,

³⁾유동호, 이승호(2021).

이에 따라 편의상 3.9G로 명명하는 경우가 있음

- IMT-Advanced를 충족하려면 데이터 전송 속도가 정지 상태에서 1Gbps, 이동 중에는 100Mbps의 속도를 만족시켜야 하는데, LTE 초기 상용화 당시 국내에서는 단방향 10MHz 폭만 사용하여, LTE의 속도가 75Mbps에 그침

◎ 4G(LTE-Advanced)

- LTE-Advanced는 LTE에서 발전한 기술로, ITU-R에서 정하는 IMT-Advanced 성능(정지 시 1Gbps, 이동 시 100Mbps)을 만족시키는 기술임
 - LTE-Advanced는 전송 속도를 증가시키기 위해, 여러 개의 주파수를 하나로 묶어 사용하는 CA(Carrier Aggregation) 기술을 활용할 수 있음
- 초고속 무선 인터넷, 대용량 멀티미디어 등의 서비스를 제공할 수 있게 되어, 스마트폰을 비롯한 이동통신 생태계가 더욱 확장됨
 - B2C용 스마트폰뿐만 아니라 다양한 산업군에 이동통신 기술을 적용할 수 있게 되어, 후술할 5G 기술 생태계가 조성되는 데에 기여함

◎ 5G(NR: New Radio)

- 5G와 이전 기술과의 차별점은, 버티컬 산업에서 요구하는 다양한 통신망의 특성을 반영하여 네트워크를 제공할 수 있다는 점임⁴⁾
 - 네트워크 슬라이싱 등의 기술을 통해 기업이나 기관에서 요청하는 서비스 특성에 맞춰 통신 품질을 충족시킬 수 있음
 - 5G 특화망의 경우 폐쇄적 성격을 띠어, 공공 통신망의 취약점이라고 여겨지는 보안 문제를 해결할 수 있음
- 5G는 그동안 4G 기술만으로 구현하지 못한 버티컬 산업과의 융합 서비스를 제공할 것으로 전망됨
 - 4G는 최대 1Gbps의 전송 속도를 제공하는데, 단말기에서 고화질 멀티미디어 콘텐츠를 감상하거나 다운로드하는 서비스 등을 제공하는 데에는 무리가 없으나, 자율주행차나 원격진료 및 수술 등 아주 낮은 전송 지연을 보장받아야 하는 서비스에 활용하기는 어려움
 - 스마트공장이나 스마트시티의 경우처럼 다수의 기기가 한 번에 연결되는 IoT 네트워크를 구축하고 대용량 데이터를 빠르게 처리하려면 4G 네트워크만으로는 서비스 구현이 힘들

4) 유동호, 이승호(2021).

□ 4G(LTE-Advanced)와 5G의 특징 비교

표 1 4G와 5G의 특징 비교

지표	4G	5G	관련 기능
최대 전송 속도	1Gbps	20Gbps	초고속, eMBB (enhanced Mobile BroadBand)
사용자 체감 전송 속도	10Mbps	100~1,000Mbps	
전송 지연	10ms	1ms	초저지연, URLLC (Ultra Reliable and Low Latency Communication)
최대 연결 기기 수	$10^5/\text{km}^2$	$10^6/\text{km}^2$	초연결, mMTC (massive Machine Type Communication)
데이터 처리 밀도	$0.1\text{Mbps}/\text{m}^2$	$10\text{Mbps}/\text{m}^2$	
주요 서비스	고음질 통화, 초고속 인터넷, 고화질 동영상 등	AR/VR, 자율주행차, 원격의료, 스마트공장 등	

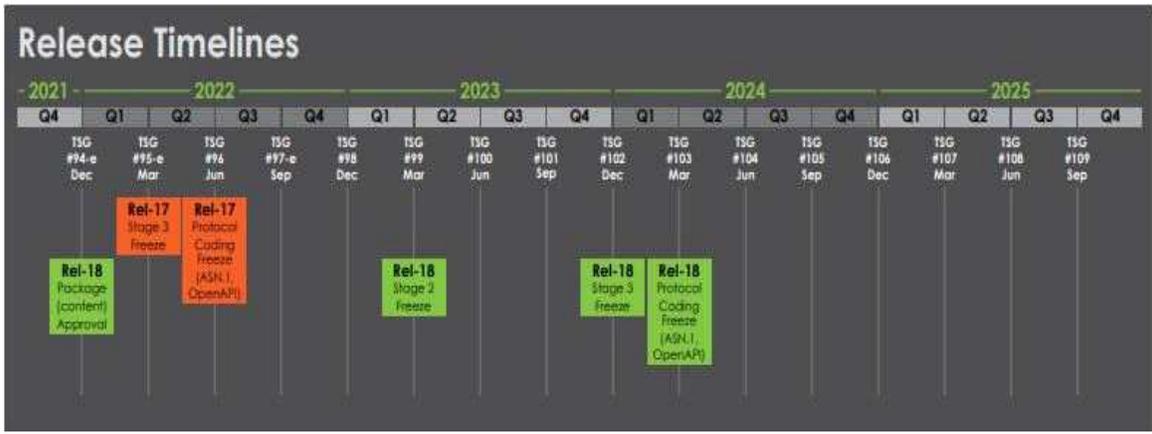
* 출처: ITU(2018) 재구성

- 4G는 최대 전송 속도 1Gbps, 사용자 체감 전송 속도 10Mbps, 전송 지연 시간 10ms, 최대 연결 기기 수 $10^5/\text{km}^2$ 의 특징을 가지며, 활용되는 주요 서비스로는 초고속 인터넷, 고화질 동영상 등이 있음
- 5G는 정밀하고 고도화된 네트워크 수준이 요구되는 서비스 분야에 있어 활용도가 높을 것으로 기대됨
 - 5G는 4G보다 약 20배 빠른 최대 전송 속도, 1/10의 전송 지연 시간, 100배의 데이터 처리 밀도를 가지는 기술로, 주로 활용될 수 있는 분야는 AR/VR, 스마트시티, 원격의료, 스마트공장 등이 있음

2 5G 기술 표준화 동향

□ 3GPP 5G 기술 표준화 동향

그림 2 3GPP 5G 기술 표준화 타임라인(Release 17~Release 18)



* 출처: 3GPP(2022)

- 3GPP는 Release 99(2000년) 및 Release 4(2001년)로 WCDMA, Release 8(2008년)로 LTE, Release 10(2011년)으로 LTE-Advanced, Release 13(2016년)으로 LTE-Advanced-Pro, Release 15(2018)로 5G NR을 표준화하였음
- 5G 기술 고도화에 관한 내용을 담고 있는 Release 17이 2022년 상반기에 완료되었고, Release 18에서 5G 및 5G-Advanced 기술 표준화가 이루어지고 있음
 - Release 18은 2023년 말 완료 예정이고, 2024년 1분기에 ASN.1 완료 예정

표 2 3GPP 5G 기술 표준화 현황

단계	주요 내용
Release 15 (18.6월 완료)	<ul style="list-style-type: none"> • 초기 상용 서비스에 초점이 맞춰져 있으며, 사업자의 상용화 우선순위를 반영하여 세 번에 걸친 표준화를 진행함 <ul style="list-style-type: none"> - 3GPP는 Release 15에서 첫 번째 5G 기술 사양을 확립함 - Early drop을 통해 NSA(Non-Stand Alone) 구조를 위한 표준을 먼저 제정하고, normal drop을 통해 SA(Stand Alone)를 위한 표준화를 진행함 - 이후 late drop을 통해 사업자의 구축 확장성을 높이기 위한 추가 옵션을 지원함 - 기술적으로는 eMBB를 가능하게 하는 요소가 다수 포함됨
Release 16 (20.7월 완료)	<ul style="list-style-type: none"> • 5G의 두 번째 기술 사양으로, 5G의 기술 적용 범위가 다양한 버티컬 산업으로 확장될 것을 고려하여 융합 서비스와 관련한 기술 표준화가 진행됨 <ul style="list-style-type: none"> - 융합 서비스에 활용할 수 있는 기술 위주의 고도화 및 상용화를 다룸 - 주로 eMBB와 URLLC의 고도화 및 상용화에 초점을 맞췄는데, V2X(Vehicle to Everything) 관련 표준, URLLC 표준 등이 추가됨

Release 17 (22.3월 완료)	<ul style="list-style-type: none"> 5G 기술의 고도화 및 최적화를 위한 내용이 포함됨 <ul style="list-style-type: none"> Release 16에 대한 추가적인 조정, URLLC 및 mMTC 서비스 지원을 위한 기능 고도화, 상용화 과정에서 발생하는 추가적 요구사항에 대한 표준 규격 개발 등에 관한 내용을 담음 앞선 Release 15와 16이 5G 상용화를 위한 핵심 기술과 융합 서비스의 제시를 주로 다뤘다면, Release 17 표준은 기존 융합 서비스와 관련된 신규 기능 추가, 서비스 확대 등 융합 서비스 확장 기술을 포함함
Release 18 (23.12월 완료 예정)	<ul style="list-style-type: none"> Beyond 5G의 기술 명칭을 '5G-Advanced'로 단일화함 <ul style="list-style-type: none"> B5G, 5G+, 5.5G 등 5G의 진화 기술에 대한 명칭을 하나로 통일함으로써 표준화 업체 간 혼선을 줄일 것으로 기대 Release 18에서는 기존 기능들의 고도화와 더불어 다양한 혁신 기술이 추가될 것으로 예상함 <ul style="list-style-type: none"> NR MIMO, 사이드링크, NTN(위성 통신망) 등 기존 기능들의 추가 개선 및 산업간 융합 영역을 강화함 인공지능, 기계학습, XR, Flexible/Full Duplex 등 새로운 기술에 대한 표준 작업에 착수

* 출처: 3GPP 홈페이지, 아주경제(2022.3.24.) 참고하여 저자 재구성

□ ITU 5G(IMT-2020) 기술 표준화 동향

- 2015년 ITU-R에서 5세대 이동통신 IMT-2020의 비전과 요구사항을 제시하였고, 성능 요구사항으로 8가지 기준을 마련함

표 3 IMT-2020 성능 요구사항	
기준	요구 성능
최고 전송 속도 (peak data rate)	20 Gbps
사용자 체감 전송 속도 (user experienced data rate)	100 Mbps
주파수 효율 (spectrum efficiency)	IMT-advanced 대비 3배
이동 속도 (Mobility)	500km/h
전송 지연 시간 (latency)	1ms
1km ² 당 단말 연결 밀도 (connection density)	100만 개
네트워크 에너지 효율 (network energy efficiency)	IMT-Advanced 대비 100배
1m ² 당 트래픽 용량 (area traffic capacity)	10 Mbps

* 출처: ITU(2018), TTA 정보통신용어사전

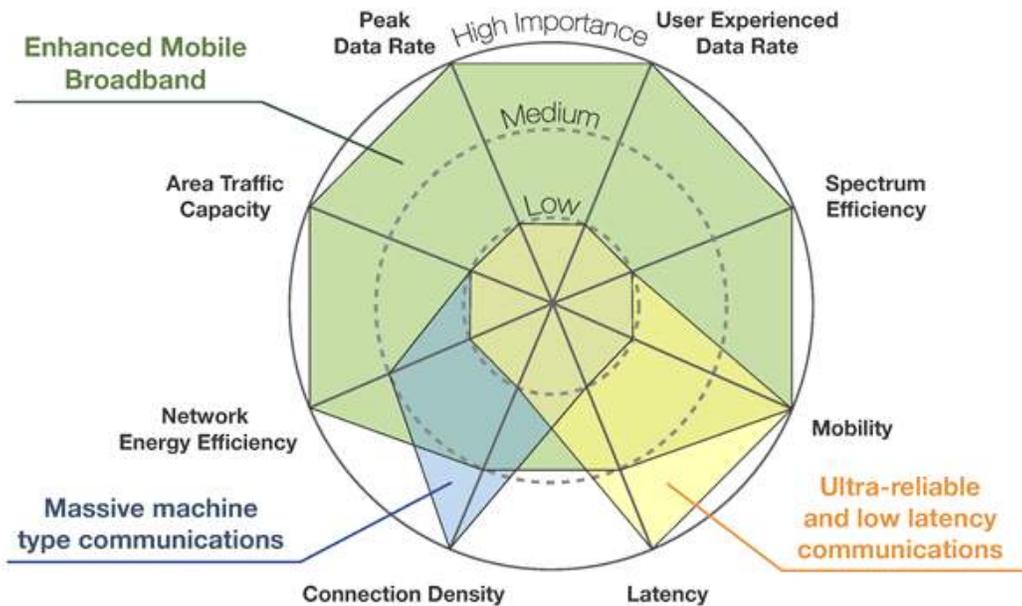
- ITU가 제시한 IMT-2020 비전에서는 IMT-2020 기반의 응용 서비스를 크게 세 개의 사용 시나리오로 구분함

표 4 IMT-2020이 제시한 5G 사용 시나리오

시나리오	내용	응용 분야
초광대역 이동통신 (eMBB)	<ul style="list-style-type: none"> ● 주로 대용량의 데이터를 광대역 주파수를 활용한 초고속 전송 속도로 처리 	AR/VR, 클라우드 컴퓨팅, UHD 영상기반 서비스, 홀로그램 등
초고신뢰/저지연 통신 (URLLC)	<ul style="list-style-type: none"> ● 빠른 응답이 필요한 상황(재난, 원격수술, 자동차 등)에서 전송 지연을 최소화하여 데이터를 처리 	스마트공장, 자율주행차, 원격의료, 스마트그리드 등
대규모 사물 통신 (mMTC)	<ul style="list-style-type: none"> ● IoT 기반의 수많은 기기가 네트워크에 동시 접속하여 여러 종류의 데이터를 동시 전송 <ul style="list-style-type: none"> - 스마트시티의 경우처럼 도시 단위의 공간에서 데이터의 수집과 처리가 동시에 발생하게 될 경우, 네트워크에 연결되는 단말기의 수가 많아지기 때문에 동시 접속 보장이 필요 - 1km² 반경에서 최대 100만 대의 5G 단말장치 동시 접속을 보장해 줄 것을 기대 	에너지, 물류, 스마트시티, 스마트공장 등

* 출처: ITU(2015)

그림 3 5G 사용 시나리오별 성능



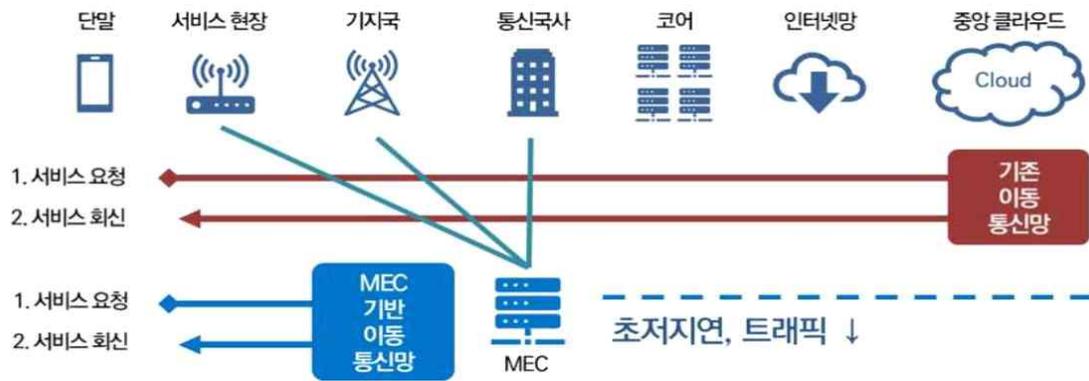
* 출처: ITU(2015)

3 5G 관련 핵심 기술 동향

□ 모바일 엣지 컴퓨팅(Mobile Edge Computing, MEC)

○ 기술 개요

그림 4 MEC 데이터 전송 및 처리 단계



* 출처: 과학기술정보통신부(2021)

- MEC는 클라우드 컴퓨팅의 진화된 형태로서, 클라우드 컴퓨팅의 기능을 네트워크 엣지 부분에서 수행함
 - MEC는 이동통신사의 중앙 서버에 집중된 데이터를 소규모 데이터센터로 분산시켜 폭증하는 데이터 수요를 감당하고, 물리적으로 가까운 곳에 위치한 서버에서 데이터를 분산 처리해 고용량 데이터를 전송하는 기술임⁵⁾
- MEC는 5G 기술의 초저지연 조건을 충족시키는 융합 서비스 핵심 기술로, 다양한 서비스에서의 활용도가 높음⁶⁾
 - 기존 MEC 기술은 전송 지연 시간의 최소화를 위해 클라우드 기술을 엣지에 적용하는 것인 반면, 5G MEC 기술은 5G 통신망을 활용한 네트워크 자원 공유, 서비스 플랫폼 연합 등의 기능을 새롭게 제공한다는 점에서 차별성이 존재함
 - 5G 망에 MEC를 적용하면 단말과 MEC 서버 간 통신 지연 시간을 0.001초 단위로 줄일 수 있는데, 이는 ITU가 정의한 IMT-2020 초저지연 기준인 1ms를 충족하는 기술 수준으로, 스마트공장, 스마트그리드, 커넥티드 카 등 기기의 즉각적 제어가 필요한 서비스에 활용할 수 있음

5) 뉴데일리경제(2022.3.29).

6) 이승익 외(2022).

◎ MEC 활용 서비스

- (제조 환경에서의 활용) 스마트공장과 같은 제조 현장에서의 현장 점검, 사고 예방, 환경 관리 등에 MEC를 활용할 수 있음⁷⁾
 - MEC를 배전반 상태 진단, 현장 근무자의 안전 상태 점검 등의 작업에 활용할 수 있는데, IoT가 수집하는 데이터를 통해 현장의 열화상과 온도 등을 분석하여 화재 및 전력 차단으로 인한 사고를 예방할 수 있고, 근무자의 체온과 뇌파, 심박 수 등을 측정하는 센서를 안전모에 부착하는 등 인명사고를 예방하는 데에도 도움을 줄 수 있음
 - 고가의 배기가스 전용 센서 없이도, MEC를 활용한 가상 센서를 통해 배기가스 배출 농도를 측정할 수 있으며, 폐수 오염도에 따른 수자원 정화 프로세스 조절이 가능함
 - MEC를 이용하여 하천 상황을 24시간 감시 및 대처할 수 있는 ‘첨단 하천 감시 및 경보 시스템’을 개발한 사례도 존재함
- (메타버스에서의 활용) 메타버스 내에서 끊김 없는 네트워크를 제공하고, 다수의 접속자가 실시간으로 상호작용하기 위한 기술로서 MEC가 활용될 수 있음
 - 메타버스에 접속하는 사람들은 노트북, 태블릿, 스마트폰 등 다양한 기기로 접속하게 되는데, 기기의 성능에 따라 체감하는 반응 속도에 차이가 발생할 수 있음
 - 이용자가 많은 메타버스 플랫폼의 경우, 동시 접속하는 사용자가 전 세계적으로 광범위하게 많아 그 수가 수백만 명에서 수억 명에 달할 수 있음을 고려해야 하는데, MEC를 활용하면 한꺼번에 많은 양의 데이터를 처리하고, 모든 기기에서 지연이나 끊김없이 콘텐츠를 전달할 수 있을 것으로 기대함
- (차세대 지능형 교통체계(C-ITS)에서의 활용) MEC가 초저지연 통신을 가능하게 하여, C-ITS 내의 모든 개체가 데이터를 송수신하며(V2X, Vehicle to Everything) 실시간으로 상호작용하는 것을 도울 수 있음
 - C-ITS가 구축된 도로에서는, 소방 차량이 다가오면 기지국이 이를 감지해 주행 신호로 바꿔주거나, 보행자 유무를 판단해 교통약자가 횡단보도를 미처 건너지 못한 경우 자동으로 보행 신호를 연장하는 등 실시간 교통상황에 따른 판단이 가능함
 - 주요 교차로의 구간 소통 정보를 실시간으로 분석하여 교통량 변화에 따라 신호 시간을 제어하기도 하는데, 이때 기지국과 차량, 차량과 차량 간 도로 위 정보를 지연 없이 실시간으로 주고받을 수 있어야 하고, MEC의 초저지연 통신 제공이 이를 가능하게 함

◎ MEC 관련 시장 현황 및 전망

- (국내 이동통신 3사) 국내 이동통신 사업자들은 MEC 관련 공공부문 테스트베드 구축, 민간 기업과의 협력을 통한 MEC 플랫폼 구축 및 서비스 개발 등 5G 융합 서비스에 MEC를 활용하고자 함

⁷⁾SamsungDisplayNewsroom(2021.11.16).

표 5 국내 이동통신 사업자들의 MEC 활용 사례

구분	내용
SKT	<ul style="list-style-type: none"> • 2020년 Amazon과 협력하여 엣지 컴퓨팅 기반 클라우드 서비스인 'SKT 5GX 에지'를 국내에 도입함 • 34개 통신사 연합체 Bridge Alliance와 협력해 '5G MEC 허브' 구축 및 5G 클라우드 게임 구동에 성공 • 원격 회의, 디지털 헬스케어, 지능형 배달 로봇 등 엣지 컴퓨팅을 실증하고, 2022년 3월 글로벌 IT 기업 Dell과 협력해 5G MEC 플랫폼을 출시
KT	<ul style="list-style-type: none"> • 미국 Verizon, 영국 Vodafone, 캐나다 Rogers 등의 글로벌 통신사와 MEC 상호호환을 위한 단일 스펙을 개발함 • MEC 기반 공공부문 선도 적용 사업자로 선정돼 디지털 헬스케어 플랫폼, 응급 케어 서비스 등을 구축하여 헬스케어 분야에도 MEC를 활용하고자 함 • 2021년 12월에는 공공부문 사업 중 하나로 공군비행단 내 자율주행 셔틀버스를 구축함 • 2022년 MWC(Mobile World Congress)에서 엣지 컴퓨팅 기반 CCTV 영상분석 기술을 선보임
LGU+	<ul style="list-style-type: none"> • Amazon, Microsoft, Google Cloud 등 글로벌 클라우드 사업자와 협력하여 엣지 클라우드 사업을 발굴하고 플랫폼을 구축함 • 글로벌 통신사들과 5G Future Forum을 형성하여 MEC 생태계 확장을 위한 전략 마련 • 공공부문 사업에도 참여하여, 2021년 12월 스마트 항만에 MEC를 적용한 원격제어 크레인을 개발하여 장관 표창을 수상함

* 출처: 뉴데일리경제(2022.3.29.)를 바탕으로 저자 재구성

- (Honda - Verizon - 미시간 대학교) 미시간대의 자율주행 실험시설인 M-City에서, Honda와 Verizon이 5G 및 MEC를 적용한 자율주행차 관련 공동 연구를 진행⁸⁾
 - 자율주행의 안전성을 위해서는 네트워크 엣지의 센서를 통한 초고속, 고신뢰성의 확보와 실시간 데이터 전송이 필수적인데, Honda와 Verizon은 미시간대 M-City에서 5G와 MEC를 활용해 자동차와 보행자, 인프라 간 통신을 고속화 및 실시간화하는 연구에 착수함
 - 프로젝트의 기반이 되는 Honda의 기술은 2017년 개발이 시작된 인공지능 기술인 '세이프 스웜(Safe Swarm)'으로, 차량끼리, 혹은 도로 네트워크상의 센서와 접속하여 차량이 운전자보다 먼저 위험을 감지하는 기능임
 - Verizon은 자사의 5G 및 MEC 플랫폼을 Honda의 차량 클라우드와 연결하고, 이를 통해 전송 대기 시간의 감소, 넓은 송수신 대역폭 제공 등의 기능을 구현함
- (과학기술정보통신부) 「5G 융합 서비스 프로젝트」의 일환으로 MEC 기반 7개 융합 서비스에 대한 실증사업을 추진함
 - 과기정통부는 2022년 총 480억 원의 예산을 투입해 11개 5G 특화망 융합 서비스 구축 사업을 지원하였는데, 그중 공공분야에는 MEC 기반의 7개 융합 서비스에 대해 약 400억 원을 투입함
 - 통신사, 민간 기업, 공공기관 등이 주관하여 공공의료, 물류, 에너지, 안전, 항공(국방), 자유 분야 2개에 대해 5G 융합 서비스 실증사업을 진행함

8) IT Daily(2021.4.12.).

- 실증사업의 예로는, KT와 분당서울대병원의 ‘자율주행 전동 휠체어 및 무인 이송 서비스’와 한국전력공사의 ‘이음 5G’를 활용한 ‘자율주행 로봇과 사물인터넷 활용 변전소 무인 점검’ 등이 있음⁹⁾
- (시장 전망) 현재는 이동통신 사업자 중심으로 MEC 산업이 커지고 있지만, 앞으로는 클라우드 IT 기업 등 소프트웨어 중심의 사업자가 시장 선점에 유리할 것으로 전망함
 - 글로벌 MEC 시장 규모는 2019년 388억 달러 규모에서 연평균 39.6% 성장하여 2025년 2,866억 달러에 달할 것으로 추정되며, 국내 MEC 시장의 경우 2019년 약 1,039억 원 규모에서 연평균 19.3% 성장하여 2025년에는 약 2,996억 원에 이를 것으로 전망됨¹⁰⁾
 - MEC는 클라우드 컴퓨팅을 기반으로 한 기술이므로 클라우드 시장과의 동반 성장이 예상되며, MEC 관련 네트워크 장치, 냉각 시스템 등의 솔루션 분야가 MEC 시장 성장에 기여할 것으로 전망
- (표준화 관련 동향) MEC는 비교적 최근에 개발된 기술로 아직 표준화가 진행 중이며, 기술 표준 제정을 통해 개별적으로 구축된 MEC 인프라 간의 상호호환성 문제를 해결할 수 있을 것으로 기대함¹¹⁾
 - 3GPP, GSMA(Global System for Mobile Communications Association) 등의 여러 표준화 기구에서 정의한 기술 구조 및 요구사항을 토대로, ETSI(European Telecommunication Standards Institute)와 ITU-T 등에서 MEC 기술 관련 국제 표준화를 주도함¹²⁾
 - 5G MEC 기술 표준화는 응용 계층 플랫폼, 네트워크, 그리고 이들을 사업자 간 연동하는 연합 기술 분야로 나눌 수 있는데, ETSI에서는 최근의 Phase 3(2020~2022)에서 MEC 시스템 간 연동 및 MEC와 클라우드 시스템 간 연동 등을 지원하는 확장 표준을 개발하고, MEC 규격 기반 시스템 구현의 실효성 검증 등을 진행하였음¹²⁾
 - MEC 기술 국제 표준화 제정을 통해 인프라 간 규격 차이 문제를 보완할 수 있을 것으로 기대함

□ 네트워크 슬라이싱(Network Slicing)

○ 기술 개요

- 네트워크 슬라이싱 기술은 하나의 물리적 ‘코어 네트워크’를 독립된 다수의 가상 네트워크로 분리한 뒤 고객 맞춤형 네트워크 서비스를 제공하는 기능을 수행함¹³⁾

9)정보통신신문(2022.9.3.).

10)중소벤처기업부(2021), 원본 출처: Mobile Edge Computing Market Research Report(Global Forecast 2020)

11)뉴데일리경제(2022.3.29.).

12)이승익 외(2022).

13)TTA 정보통신융어사전.

- 5G 시대에 접어들면서 AR·VR, 자율주행차, 로봇·드론 원격조정 등 다양한 융합 서비스가 본격적으로 발전하는 추세이며, 다양한 서비스에 5G 네트워크를 효율적으로 활용하기 위해서는 네트워크 사용자의 요구에 맞는 맞춤형 통신서비스 제공이 필요함
- 하나의 물리적 망을 통해 다양한 기능과 설정을 요구하는 서비스 요구 사항을 충족하는 데에는 한계가 존재하는데, 네트워크 슬라이싱은 하나의 망을 쪼개어 다수의 가상 네트워크를 제공하므로 이를 가능하게 함
- 분리된 슬라이스별로 독립된 네트워크를 확보함으로써 슬라이스 간 간섭 없이도 개별 네트워크 기능과 애플리케이션을 독립적으로 수행할 수 있고, 물리적 네트워크 구축에 대한 부담이 낮아 네트워크 구축 비용 절감 측면에서도 효율적임¹⁴⁾
- 독자적인 망 구축이 어려운 소규모 기업을 위해 맞춤형 기업망을 5G 통신망에서 저가로 보급할 수 있어, 신규 서비스를 발굴하거나 5G 통신 시장을 확장하는 데에도 기여할 수 있을 것으로 기대함¹⁵⁾

◎ 네트워크 슬라이싱 활용 서비스

표 6 스마트시티에서의 네트워크 슬라이싱 활용 사례

활용 사례	요구사항	기능별 슬라이스 할당		
		eMBB	mMTC	URLLC
지능형 도로 안전 CCTV	<ul style="list-style-type: none"> • 많은 양의 영상 정보가 수집되므로 eMBB 필요 • 자동차, 디지털 사이니지, 혹은 CCTV 간 실시간 공유가 필요하므로 URLLC, mMTC 또한 필요 	○	○	○
시설물 관제 드론	<ul style="list-style-type: none"> • 시설물의 정보를 드론을 통해 수집하는데, CCTV와 마찬가지로 많은 양의 영상 정보가 수집되므로 eMBB 필요 • 갑작스러운 상황이 발생했을 때 원격 조종자가 즉각 대응하기 위한 URLLC 필요 	○		○
이동시설물 관리 IoT	<ul style="list-style-type: none"> • 여러 시설물 및 장비를 한꺼번에 관리하기 위해 mMTC 기술 필요 • 시설 내 장비에 대한 데이터를 수집 및 업데이트하므로, eMBB 슬라이스에도 할당 필요 	○	○	
도시정보 공유 디지털 사이니지	<ul style="list-style-type: none"> • 실시간으로 시민과 상호작용할 수 있다는 장점이 있는데, 이를 위해서 URLLC 기능 필요 • CCTV, 드론, 시설물 관리 센서로부터 수집된 다양한 정보를 빠르게 처리하고 시민에게 제공하기 위해 eMBB 또한 요구됨 	○		○

* 출처: 안희준 외(2020) 참고하여 저자 재구성

14) 김민호, 정주연(2019).

15) 김정윤(2021).

- 네트워크 슬라이싱 기술을 표 6과 같이 스마트시티 구축에 활용한다면, 필요한 성능을 기준으로 망을 나누고, 장치나 시설이 필요로 하는 성능에 맞춰 각각 슬라이스를 할당할 수 있음
- 네트워크 슬라이싱 기술은 스마트시티 외에 경기장, 빌딩, 공장 등에도 유사하게 적용할 수 있음
- 네트워크 슬라이싱을 적용하여 상용망과 업무망을 분리하여 구축하면, 외부에서 접속이 어렵던 업무망에 쉽게 접속할 수 있는 등 업무 편의성을 확보할 수 있음
- 자율주행차나 원격수술과 같이, 네트워크 오류가 발생하였을 때 치명적인 문제가 발생할 수 있는 경우에도, 네트워크 슬라이싱 기술이 보완책이 될 수 있음
 - 네트워크를 분리하여 통신에 사용할 경우, 특정 슬라이스에서 오류가 발생하여도 나머지 슬라이스는 영향을 받지 않기 때문에 문제 발생 시에도 피해를 최소화할 수 있음

◎ 기술 관련 시장 현황 및 전망

- 네트워크 슬라이싱 관련 글로벌 5G 서비스 시장 규모는, 2022년 510만 달러에서 연평균 400.7%의 성장률을 보이며 2026년 약 32억 달러로 증가할 것으로 전망됨¹⁶⁾
 - 네트워크 슬라이싱 시장은 중국이 주도할 것으로 전망하는데, 미국을 포함한 다른 국가보다 선제적으로 시장에 진입하였고, 그로 인해 기술에 대한 이해 및 기술 성숙도가 더욱 빠를 것으로 예상함
- 네트워크 슬라이싱 기술 표준화는 GSMA, ITU-T 및 3GPP 등에서 주도함¹⁷⁾
 - 표준화 기구에서 네트워크 슬라이스 템플릿 및 슬라이스 타입을 정의하고, 5G 특화망 등 관련 응용 분야의 발굴에 초점을 맞춤
 - 3GPP가 네트워크 슬라이싱 기술 표준을 개발 중이며, 대규모 네트워크 슬라이싱 구현을 위한 핵심 스택 부분을 표준화하고 있음¹⁸⁾
 - 에릭슨 등의 무선 장비 업체는 최근 자사의 RAN 기술에 슬라이싱 기능을 배치했고, 관련 장비 업체가 사전 표준 장비를 생산 중임
- 네트워크 슬라이싱은 망 중립성 개념과 상충할 여지가 있어, 관련 법령이 기술의 채택에 미치는 영향이 클 것으로 예상되어, 망 중립성 등 관련 법령 및 가이드라인의 추이에 주목할 필요가 있음
 - ‘망 중립성’이란 인터넷으로 전송되는 데이터 트래픽에 대해 그 내용, 유형 및 종류, 제공사업자, 부착된 단말기 등과 관계없이 동등하게 처리하는 것을 의미¹⁹⁾하는데, 네트워크

16) IDC(2022).

17) 김정윤(2021).

18) ITWorld(2021.2.15.).

슬라이싱은 다수의 가상 네트워크를 형성해 각기 다른 사용자에게 ‘차별화’된 통신서비스를 제공하는 기술이기 때문에, 하나의 망 내에서 속도나 품질 등의 차이가 발생할 수 있음

- 과학기술정보통신부는 2020년 ‘망 중립성 및 인터넷 트래픽 관리에 관한 가이드라인’²⁰⁾을 개정하면서, 망 중립성 원칙을 유지하면서 융합 서비스 제공을 가능하게 하는 조건인 ‘특수서비스(specialized service)’에 관해 정의하였고, 가이드라인에서 정의하는 특수서비스는 다음의 3가지 조건을 만족해야 함²¹⁾
 - 첫째, 인터넷 종단점에 대한 보편적 연결을 제공하지는 않을 것
 - 둘째, 특정한 용도에 국한된 서비스일 것
 - 셋째, 네트워크 자원을 구분해서 이용하거나 별도의 트래픽 관리 기술을 적용하여 일정한 전송 품질을 보장하는 서비스일 것
- 같은 네트워크 슬라이싱 기술에 기반한 서비스라 하더라도, 망 중립성 가이드라인이 규정하는 불합리한 차별에 해당하는지는 개별적인 판단이 필요함
 - 원격의료와 같이 낮은 지연속도 등의 품질을 요구하면서 특정한 용도에 한정된 서비스라면 특수서비스로 허용될 수 있지만, OTT와 같이 일반 인터넷을 통해 제공될 수 있고 범용성이 확보된 서비스의 경우 특수서비스에 해당하지 않음²²⁾
 - 망 중립성 가이드라인에서는 적정 품질 수준을 구체적으로 제시하지는 않고 있으며, 향후에는 특수서비스를 판별하기 위해 적정 품질 수준에 대한 세부 정의가 필요할 수 있음

□ 스몰셀(Small Cell)

○ 기술 개요

- 스몰셀은 수백 미터 정도의 운용 범위를 갖는 저전력 무선 접속 기지국으로, 사용 범위, 용도, 목적 등에 따라 다양하게 분류할 수 있음²³⁾
 - 스몰셀은 사용 범위나 용도에 따라 매크로셀, 마이크로셀, 피코셀, 펄토셀로 분류할 수 있고, 설치 지역 및 서비스 목적에 따라서는 가정, 기업, 핫스팟 용으로 분류할 수 있음
- 스몰셀을 통해, 데이터 지연 현상 해소, 통신 속도 증대, 커버리지 확장 등의 효과를 기대할 수 있음
 - 스마트시티나 스마트공장 등 대용량 데이터의 실시간 송수신이 빈번히 발생하는 경우 데이터 트래픽이 다량 발생하는데, 이에 따라 망의 과부하와 사용자 서비스의 품질 저하

19) 김민호, 정주연(2019).

20) 과학기술정보통신부(2020).

21) 라성현, 정재윤(2021).

22) 지디넷코리아(2021.12.17.).

23) TTA 정보통신용어사전.

이슈가 발생할 수 있기 때문에, 넓은 커버리지를 갖는 매크로셀보다 수백 미터 이하의 소출력 커버리지를 갖는 스몰셀을 다량 사용하는 것이 효과적임

- 사람이 많이 모이는 도심 지역 등에서는 스마트폰이 데이터 속도가 느려지는 현상이 발생할 수 있는데, 한정된 무선 자원을 다수가 나누어 사용하는 것이 주요 원인이며, 스몰셀은 이런 문제점을 해소하기 위한 원천기술로서 활용도가 높음
- 일반적으로 셀의 가장자리는 통신 가능 구역이지만 수신 감도가 상대적으로 낮는데, 셀의 크기가 작은 스몰셀 기술을 적용한다면 통신 사각지대를 줄일 수 있을 것으로 기대

◎ 스몰셀 활용 서비스

표 7 Ericsson의 스몰셀 활용 서비스 예시

구분	내용
건물 내부 및 기업 내 초고속 네트워크	<ul style="list-style-type: none"> • ‘Indoor AIR’ 및 ‘Radio Dot’ system을 이용하여 실내 사용자들에게 초고속 인터넷 서비스를 제공 <ul style="list-style-type: none"> - 세계 최초의 800MHz 대역폭의 mmWave 안테나 통합형 무선국(AIR; Antenna Integrated Radio)인 Ericsson Indoor AIR 1279를 출시하였으며, 이는 기존에 출시된 장비 대비 성능을 두 배 증가시킬 수 있음 - Ericsson의 Radio Dot System은 Wi-Fi 대비 면허주파수 사용으로 신뢰성 있는 서비스 제공이 가능하며, 다른 스몰셀 대비 크기 및 무게가 작고 기존 시스템과 통합을 할 수 있다는 장점이 있음 - Ericsson Radio Dot 4459는 Ericsson의 Radio Dot 시리즈 중 최신 버전이며, CBRS(Citizen Broadband Radio Service)로 5G NR(New Radio)을 지원하는 세계에서 가장 작은 장비임 - Ericsson Indoor Connect는 하나의 Radio Dot System이 최대 4개의 CSP에 연결되어 Indoor 5G 서비스를 제공할 수 있도록 하며, 이에 따라 총비용(TCO; Total Cost of Ownership)을 절감할 수 있음 - 기업 내 연결성을 견고하게 하여 모바일 기반 비즈니스 애플리케이션 사용 증가, 네트워크 보안성 및 사용자 인증 제공, IoT 및 스마트빌딩 구현 등을 유도함
실외용 스몰셀	<ul style="list-style-type: none"> • ‘AIR’, ‘Street Radio’, ‘Streetmacro’ 등의 장비를 이용하여 실외 이용자도 고속 데이터 서비스를 이용할 수 있으며, 빠른 네트워크 구축이 가능 <ul style="list-style-type: none"> - AIR 4435: Mid-band 지원, 세계에서 가장 작은 4T4R 안테나 통합형 기지국 장비 - Street Radio 4402: Low-band 지원, 15분 만에 가로등을 5G 기지국으로 변경 가능 - Streetmacro 6705: mmWave 지원 - 그 외 실외 지원 Small cell 장비로는 High band를 지원하는 AIR 1281 및 Streetmacro 6701, Mid-band를 지원하는 AIR 4455가 있음
커넥티드 스테디움	<ul style="list-style-type: none"> • 경기장 내 스몰셀을 설치하여, 커버리지의 한계, 망 구축시의 비용 문제, 네트워크 용량 집중 제공에 따른 비용 효율성의 한계 등을 극복 <ul style="list-style-type: none"> - 비용을 절감하고, 용량 변경시 대처할 수 있는 능력(Scalable capacity)이 있고, 기 구축된 DAS(분산 안테나 시스템)과 공존이 가능하며, 셀 분할 및 병합이 가능한 솔루션을 제시 - 경기장 의자 밑에 Radio Dot System을 설치할 수 있으며, 높은 전송용량, 향상된 경험, 3~5m의 위치 정확도, 기존 DAS와의 보완성 제공이 가능 - Ericsson과 Telefonica는 스페인 바르셀로나 Camp Nou 축구 경기장에 Radio Dot system을 설치하고, MWC19에 경기를 실시간으로 중계함

* 출처: Ericsson 홈페이지

◎ 기술 관련 시장 현황 및 전망

- 글로벌 5G 스몰셀 시장 규모는 2019년 6억 2,600만 달러에서 연평균 37.1%로 증가하여 2025년 41억 4,100만 달러에 이를 것으로 전망되며, 국내 스몰셀 시장의 경우 2019년 1,674억 원에서 연평균 37.1% 성장하여 2025년에는 1조 1,068억 원에 달할 것으로 예측됨²⁴⁾
 - 4G 스몰셀이 스몰셀 장비 초기 시장 형성에 기여하지만, 5G의 확산 및 5G SA 기술 발전으로 2024년에는 5G 스몰셀 규모가 4G 스몰셀 규모를 넘어설 것으로 추정됨
 - 5G를 다양한 융합 서비스에 안정적이고 폭넓게 사용할 수 있으려면 커버리지의 안정성을 보완할 수 있는 스몰셀 기술이 필요하며, 융합 서비스 시장이 커지면서 스몰셀 시장도 급성장할 것으로 전망함
- 신규 구축 혹은 업그레이드 된 스몰셀 및 DAS(Distributed Antenna System, 분산 안테나 시스템)의 수는 2020년 약 330만 개에서 꾸준히 증가해 2027년에는 약 890만 개에 달할 것으로 전망됨²⁵⁾
 - 스몰셀 및 DAS 구축 개수는 2022년도에 가장 가파르게 증가하며, 2024년도부터 성장세가 점차 둔화될 것으로 예측됨
- Ericsson, Huawei, Nokia, ZTE 등의 메이저 네트워크 장비 회사가 스몰셀 관련 장비 시장을 주도하고, 삼성전자와 Airspan이 그 뒤를 이을 것으로 전망됨²⁶⁾
- ETRI와 Qualcomm은 mmWave 기반 5G NR 스몰셀 기술개발을 위한 공동 연구를 진행하였고, 2020년 5G 스몰셀 SW 기술개발에 성공함²⁶⁾
 - 5G 스몰셀 SW 기술은 통신 사각지대나 인구 밀집 지역 등에서 전송 용량을 확장하고 사용자 체감 통신 속도를 높일 수 있는 기술로, 초고주파 대역인 mmWave 대역을 지원함

□ Massive MIMO(Massive Multiple Input Multiple Output)

◎ 기술 개요

- MIMO 기술은 송수신기에서 다중 안테나를 사용하여 전송 성능을 향상시킴
 - MIMO 기술에서 이론적으로는 안테나가 많아질수록 전송 용량이 증가하지만, 간섭이나 잡음(Noise) 등의 제약 때문에 전송 용량 확장에 한계가 발생하여, 이를 해결하는 방법으로 Massive MIMO를 활용할 수 있음
 - Massive MIMO를 활용하면 주파수 대역폭이나 송신 전력의 증가 없이도 채널 용량을

24)중소벤처기업부(2021), 원본 출처: Allied Market Research(2021).

25)Small Cell Forum(2022).

26)중소벤처기업부(2021).

- 확장할 수 있고, 특히 5G에서의 MIMO 기술 활용도는 더욱 높아짐
- 4G의 경우 2~4개의 안테나를 이용하는 반면, 5G는 100개 이상의 안테나 소자를 이용해 데이터를 동시 전송하기 때문에, 이를 통해 기지국 용량을 획기적으로 확장시킬 수 있음
- Massive MIMO를 통해 구현할 수 있는 기술로는 공간 다중화(Spatial Multiplexing), 공간 다양화(Spatial Diversity), 빔포밍(Beamforming)이 있음

표 8 Massive MIMO를 통해 구현할 수 있는 기술

구분	내용
공간 다중화 (Spatial Multiplexing)	<ul style="list-style-type: none"> • 다수의 송신 안테나를 통해 여러 개의 정보를 동시에 전송하여 전송 속도를 향상시킴
공간 다양화 (Spatial Diversity)	<ul style="list-style-type: none"> • 다수의 송신 안테나로 동일한 정보를 여러 번 전송함으로써 데이터 오류를 최소화함
빔포밍 (Beamforming)	<ul style="list-style-type: none"> • MIMO를 통해 송수신 안테나의 수를 증가시키고, 안테나에서 빔을 자유롭게 생성해 신호의 강도와 전송 용량 대폭 증가시킴 • 이동통신에서는 3D 빔포밍의 형태로 구현되며, 이동 범위가 넓고 이동이 빈번한 단말에 동적으로 커버리지를 제공하여 적절한 서비스를 제공할 수 있음 • 무선 신호가 상대적으로 약한 지역에서 사용자의 위치에 맞게 적용 범위를 조정할 수 있음

* 출처: KT경제경영연구소(2018), 원본 출처: ITU(2018)

○ Massive MIMO 활용 서비스

- 대만 통신 기업 중화전신(Chungwha Telecom)은 Massive MIMO 장비를 업그레이드함으로써 에너지 소비 절감, 장비 무게 감소의 효과를 누렸을 뿐만 아니라, 5G 비디오 품질 등 사용자 경험을 증대시켜 경쟁 우위를 유지하고 있으며, DU(Digital Unit) 장비를 중앙화함에 따라 에너지 소비 절감 및 비용 절감을 달성함²⁷⁾
- 중화전신은 Massive MIMO 장비를 AIR 6488에서 AIR 6419로, AIR 3239에서 AIR 3219로 업그레이드하였는데, AIR 6419 장비 채택으로 20%의 에너지가 절감될 것으로 추정되었으며, 실제 테스트 결과 33%의 에너지가 절감된 것으로 나타났고, 이산화탄소 배출량 감소, 전기요금 감소 등의 효과도 나타남
- 안테나의 element 개수를 128개에서 192개로 증가시켰음에도 최대 60%의 무게가 감소하여 장비 운반 및 설치가 편리해짐
- 사용자에게 제공되는 이동통신 서비스 품질도 향상되었는데, AIR 6419 장비 채택으로 더욱 정교한 빔포밍이 가능해지고 높은 출력을 낼 수 있게 되었음
- 192개의 안테나 element를 활용할 수 있어 가입자에게 제공되는 다운로드 속도가 정지 시에 8.5%, 이동 시에 6.7% 개선됨
- 미국의 Sprint는 시카고 지역에 삼성전자의 Massive MIMO 기술을 적용한 장비

27)Ericsson(2022).

를 활용한 네트워크 서비스를 제공함²⁸⁾

- 3차원 빔포밍은 셀 전체 영역이 아니라 데이터가 필요한 영역에만 정보를 전송하여 통신 속도를 향상시킬 수 있으며, 셀 경계지역에 집중적으로 전송할 수 있어 커버리지 확보에 유리함
- Sprint는 64T64R의 5G Massive MIMO Radio를 사용하여 네트워크 서비스를 제공하는 데, 분할 모드 지원이 가능하여 LTE 및 5G NR을 동시에 지원함
- 이동통신 서비스의 목표는 사용자에게 최적의 서비스를 제공하는 것이라고 할 수 있는데, Massive MIMO는 데이터 속도 증대 및 커버리지 확대라는 측면에서 사용자에게 제공되는 서비스의 질을 향상시킬 수 있음
 - 데이터 속도 증대의 측면에서는, 각 사용자에게 높은 전송 속도를 요구하는 AR/VR, 360° 실감 영상 등의 서비스를 제공할 수 있고, 특히 mmWave 대역 활용에 있어서는 전파특성으로 인한 신호 감쇠가 커 전송 속도의 증가에 한계가 있지만, Massive MIMO 및 빔포밍을 활용하면 각 사용자에 대한 전송 속도를 높일 수 있다는 장점이 있음
 - 커버리지의 확대 측면에서는, 셀의 경계까지 신호를 보낼 수 있어 자율주행 차에서의 활용, 이동체에 대한 엔터테인먼트 제공, C-V2X 구현 등이 용이할 것으로 전망

● 기술 관련 시장 현황 및 전망

- 스마트 안테나의 글로벌 시장 규모는 2018년 51.6억 달러에서 연평균 8.1% 성장률로 증가하여 2023년 76.2억 달러에 달할 것으로 전망됨²⁹⁾
 - Massive MIMO는 다량의 안테나를 활용하는 기술이므로, 스마트 안테나 시장 규모를 통해 간접적으로 Massive MIMO의 시장을 파악할 수 있음
 - 데이터 전송 속도 향상에 대한 요구가 증가함에 따라 스마트 안테나 시장은 꾸준히 성장할 것으로 예상함
 - 통신 인프라가 부족한 개발도상국의 경우, 스마트 안테나와 관련된 제조 및 설치 비용으로 인해 스마트 안테나 시장의 성장세가 다소 저하될 수는 있음
- Ericsson은 3.5GHz Massive MIMO를 지원하는 기지국 장비인 AIR 6428 및 AIR 3268을 출시함³⁰⁾
 - AIR 6428은 2022년 2월 출시되었으며, 64T64R, 192개의 안테나 elements 및 340W의 출력을 지원함
 - AIR 3268은 2021년 9월 출시되었으며, 무게 12kg, 부피 23리터, 출력 200W, 32개의 Transceiver를 갖춘 제품으로, 이전 세대의 장비보다 40%의 무게가 감소하여 설치가 용이하고 10%의 에너지 절감을 실현할 수 있음

28)중소벤처기업부(2019).

29)중소벤처기업부(2019), 원본 출처: Zion Market Research(2019).

30)Ericsson 홈페이지(<https://www.ericsson.com/en>).

Ⅲ 5G 융합 서비스 동향

1 5G 융합 서비스 시장 전망

□ 글로벌 전망

그림 5 5G 서비스 유형별 글로벌 시장 규모 전망(2020~2025) (단위: 십억 달러)



* 출처: 이현진(2021), 원본 출처: MarketsAndMarkets(2018)

- 5G 서비스는 통신서비스와 융합 서비스로 분류할 수 있는데, 5G의 특성(eMBB, URLLC, mMTC)상 융합 서비스 시장이 더 큰 폭으로 성장할 것으로 전망됨
 - 5G 융합 서비스 시장 규모는 2020년 286억 달러에서 연평균 22.7% 성장률을 보이며 2025년 796억 달러에 도달할 것으로 전망되는데, 이는 해당연도 기준 5G 전체 서비스 시장의 약 64.5%를 차지하는 규모임³¹⁾
- IHS는 5G가 2035년에 12.3조 달러 규모의 연관산업 가치 창출에 기여할 것으로 전망하였음³²⁾
 - 12.3조 달러 중 제조업이 28%에 달하는 3.4억 달러로 가장 높은 비율을 보이는데, B2B, B2G에서의 5G 이용 사례가 증가함에 따라 관련 네트워크 장비 및 디바이스 등의 생산량 또한 증가하여, 최종적으로 전체 제조업 규모가 증가하는 것이 높은 비율의 요인 중 하나일 것으로 추정함

31)이현진(2021).

32)IHS Markit(2017).

- 예컨대, 5G를 활용한 AR/VR 콘텐츠를 개발하고 이를 상용화하면 이를 구현할 AR/VR 디바이스가 필요하고, 결과적으로 미디어 시장과 디바이스 제조 시장이 동반 성장하게 됨

□ 국내 전망

- 5G와 관련된 10개 주요 산업에서의 국내 경제 파급효과는 2025년 25.2조 원, 2030년 42.3조 원의 사회경제적 가치를 제공할 것으로 전망됨³³⁾

표 9 5G가 제공하는 편익의 GDP 대비 비중



* 출처: KT경제경영연구소(2018)

- 국내 5G 융합 서비스는 다수의 민간 기업과 공공기관의 ‘이음 5G’(5G 특화망) 주파수 할당 및 지정 신청을 발판 삼아 활용 분야를 확대해 나갈 수 있을 것으로 기대함³⁴⁾
 - (주파수 할당) 주파수 할당은 자사의 가입자에 대한 서비스 제공을 목적으로 하며, 2021년 네이버 클라우드(‘21.12월)를 시작으로 LG CNS(‘22.3월, 6월, 12월), SK네트웍스(‘22.5월), 네이버커뮤니케이션즈(‘22.8월), CJ올리브네트웍스(‘22.8월) 등의 기업들이 이음 5G 주파수를 할당 받음
 - (주파수 지정) 주파수 지정은 기관 내부 사용을 위한 자가망 구축을 목적으로 하며, 한국전력(‘22.10월), KT(‘22.10월), 한국수자원공사(‘22.10월), 한국항공우주산업(‘22.12월), LG전자(‘22.12월) 등이 주파수를 지정 받음
 - 이음 5G의 주 활용 분야는 미디어, 물류, 제조 등으로, 물류 자동화 로봇 등을 통한 스마트공장 구축, AR/VR 기반 실감 콘텐츠와 같은 미디어 서비스 제공 등 다양한 융합 서비스에 적용할 수 있을 것으로 보임
 - 삼성전자의 경우 이음 5G 주파수 할당 신청은 하지 않았지만, 이음 5G 전용 장비를 출시하는 등 특화망 시장에 간접적으로 참여한다고 볼 수 있음³⁵⁾

33)KT경제경영연구소(2018).

34)과학기술정보통신부 보도자료(2022).

35)정보통신신문(2022.9.3.).

2 5G 융합 서비스 분류

- 5G 융합 서비스(‘5G 버티컬 서비스’, ‘5G use cases’, ‘5G B2B 서비스’라고도 함)는 다양한 산업군에서 찾아볼 수 있는데, 대표적인 예로 스마트공장, 자율주행차, 디지털 헬스케어, 스마트시티 등이 있음
- 융합 서비스에 대한 분류나 명칭은 조사 기관마다 차이가 존재하는데, 여러 선행 연구 및 관련 기관의 분류 기준에 공통으로 사용된 상위 4개 융합 서비스를 핵심 서비스로 추정하여 분야별로 서술함
 - 자율주행차에 대해 ITU는 ‘Transportation applications’로 분류했다면 Ericsson은 좀 더 세분화하여 ‘Automotive’와 ‘Public transport’로 분류하였고, 스마트공장의 경우 ITU는 ‘Industrial automation’으로 칭하지만, Ericsson과 Frost는 ‘제조업’으로 칭하며 보다 포괄적으로 분류하는 등, 기관별로 분류 체계가 다름
- ITU, Ericsson, Frost, KT경제경영연구소, 과학기술정보통신부 등 5개 기관에서 공통으로 핵심 서비스로 선정한 분야는 자율주행 및 커넥티드 카(자동차, 운송)와 스마트공장(제조, 산업 자동화), 디지털 헬스케어, 그리고 실감 콘텐츠(미디어)임
 - 4개 서비스인 자율주행 및 커넥티드 카, 스마트공장, 디지털 헬스케어, 실감 콘텐츠를 5G 활용도가 높은 서비스 분야로 보고, 각 분야의 시장 동향을 파악하고자 함

표 10 기관별 5G 융합 서비스 분류

ITU (2018)	Ericsson (2019)	Frost&Sullivan (2019)	KT 경제경영연구소 (2018)	정부 5G+ 전략 (2021)
MTC(Machine-type Communications)				
Broadband Public Protection & Disaster Relief(PPDR)	Public Safety	Government services	보안/안전	
Transportation applications	Automotive, Public transport	Transportation	자동차, 운송	자율주행차
Utilities	Utilities		유통 비도시지역	
Industrial automation	Manufacturing	Manufacturing	제조	스마트공장
Remote control				

Surveying & Inspection				
Healthcare	Healthcare	Healthcare	헬스케어	디지털 헬스케어
	Retail			
Sustainability/ Environmental	Energy		에너지	
Smart city		Government services		스마트시티
Wearables				
Smart homes			스마트홈 스마트오피스	
Agriculture	Agriculture		농업	
Media & Entertainment	Media & Entertainment	Media & Entertainment	미디어	실감 콘텐츠
	Financial services	Financial services	금융	
Enhanced personal experiences				
Commercial Airspace Unmanned Aerial Systems(UAS) applications				

* 출처: ITU(2018), Ericsson(2019), Frost&Sullivan(2019), KT경제경영연구소(2018), 과학기술정보통신부(2021)를 토대로 저자 재구성

3 5G 융합 서비스 분야별 시장 동향

□ 자율주행 및 커넥티드 카

◎ 서비스 개요

- 자율주행은 그 특성상 인터넷 연결이 필요하며, 이는 V2X(Vehicle-to-Everything) 기술로 구현 가능함
 - V2X는 차량이 교통 신호 및 표지판, 5G 연결 도로변 장치(RSU; Road Side Unit), 보행자 및 주변 차량 등 주변 모든 환경과 실시간 통신할 수 있도록 연결되는 것을 의미함
- V2X 구현 방식 중 현재 국제표준으로 활용되는 기술은 C-V2X(Cellular V2X)와 DSRC(Dedicated Short Range Communication)가 있음
 - C-V2X의 경우 4G 및 5G를 상호보완적으로 사용할 수 있다는 장점이 있어, 앞으로 5G의 성능 발전과 함께 차량 통신에도 개선된 네트워크 환경을 제공할 수 있을 것으로 전망되며, 통신사의 통신망을 이용하므로 상대적으로 빠른 전송 속도 구현이 가능하지만, 실증사업 진

행 등 충분한 준비 기간이 필요함

- DSRC는 이미 다년간의 실증을 거친 기술로서 신뢰성과 안전성이 높고, 기술 관련 인프라 또한 구축되어 있어 빠른 상용화가 가능하지만, Wi-Fi를 기반으로 하여 진화한 기술로서 향후 5G V2X로의 전환이나 호환이 어려울 수 있음
- 미국과 중국의 경우 C-V2X를 단일 표준으로 채택하였고, 유럽은 DSRC를 기반으로 하되, C-V2X도 적용할 수 있도록 두 방식을 혼용³⁶⁾
 - (미국) 미국은 C-V2X로의 전환을 적극적으로 추진하고 있는데, 미국 연방통신위원회(FCC)는 2021년부터 3년 이내에 DSRC를 모두 철거하거나 C-V2X로 전환할 것을 명령하는 등 C-V2X 단일 표준에 대한 범정부적 추진이 이루어지고 있음
 - 미국 정부의 기술 표준 채택과 더불어 민간에서도 C-V2X 기술 적용에 나서고 있는데, 미국 Ford사는 2022년 생산되는 신차에 C-V2X를 장착하겠다고 발표한 바 있음
 - 글로벌 시장에서 미국의 영향력을 고려할 때, 다른 국가의 의사 결정에도 영향이 있을 것으로 예상함
 - (유럽) 유럽은 정부 차원에서 기술 방식을 단일화하기보다는, 시장 활성화를 위해 기술 중립성을 유지하며 기술 선택은 5GAA(5G Automotive Association)와 같은 산업계 표준화 기구에 위임함
 - (중국) 중국의 경우 2018년 C-V2X 방식을 단일 표준으로 확정된 이후, 관련 특허 확보 및 인프라 구축을 통해 빠르게 시장을 선점하고자 하였는데, 2019년 9월 기준 C-V2X 차량 인터넷 통신 기술 특허를 가장 많이 출원한 국가이며, 그 점유율이 52%에 달함
 - 중국은 기술개발뿐만 아니라 2025년을 목표로 한 C-V2X 대규모 구축 등 인프라 형성을 적극적으로 추진하고 있는데, 민간 사업자 또한 C-V2X를 적용한 스마트 차량의 생산에 돌입하는 등, 자율주행 분야에 있어 선두 국가로 자리잡게 됨
- 국내의 경우 아직 단일 표준 채택은 이루어지지 않은 상태로, 시범사업을 거친 후 표준화를 진행할 예정임³⁶⁾
 - 국내에서는 과학기술정보통신부와 국토교통부가 함께 차량 통신방식 단일 표준화를 위한 실증·시범 사업을 추진할 계획에 있음
 - 아직 실증 사례가 부족한 C-V2X 기술의 실증사업 진행 및 두 통신방식을 병행하는 시범 사업을 거친 후, 2024년경 단일 표준화를 추진할 예정임

◎ 서비스 현황 및 시장 전망

- 반도체 수급 문제로 인해 성장세가 둔화됐던 커넥티드 카 시장이, 2021년부터 다시 꾸준히 증가할 것으로 전망³⁷⁾

36)아이뉴스24(2021.10.28.).

37)Frost&Sullivan(2022).

- 2021년까지는 차량에 내장되는 반도체 칩의 부족 현상으로 자동차 시장 전체가 일시적으로 정체되었고, 커넥티드 카 시장 또한 성장세가 둔화하였음
- 글로벌 커넥티드 카 판매 대수는 2021년 4,780만 대에서 연평균 8.3% 성장해 2028년 8,370만 대에 이를 것으로 전망되는데, 칩의 순차적 보급으로 부품 부족난이 점차 해소되면서 시장이 다시금 성장기에 들어설 것으로 예상함
- 자율주행차 시장의 성장 가능성에도 불구하고, 시장성장을 저해하는 요인도 존재함
 - 미래 먹거리 산업으로서 자율주행차 시장이 주목받고 있음에도 자동차 업계의 적극적 시장진출을 망설이게 하는 요인이 존재하는데, 국내 기술 표준이 아직 단일화되지 않은 점, 고도의 안전성이 요구되는 자율주행 서비스 자체의 특성 등을 시장 성장을 저해하는 요인으로 꼽을 수 있음
 - 자동차 업계 입장에서 두 기술 표준을 모두 장착한 제품 생산은 비용 측면에서 비효율적이고, 기술 표준이 단일화되지 않은 상황에서는 선불리 제품 개발 및 생산에 도입하기 어려울 수 있음
 - 현대자동차의 경우 5G 기반 V2X 시스템 연구에 투자하면서도 DSRC도 구현할 수 있도록 동시에 기술을 개발 중이나, 이미 DSRC 개발에 참여한 중소 IT 업체의 경우, 아직 국내 표준이 채택되지 않은 상태에서 새롭게 C-V2X 개발에 착수하기 쉽지 않은 상태
- 5G를 자율주행에 활용하기 위해서는 5G 망 구축이 선행되어야 한다는 과제가 남아 있음
 - 3.5GHz 대역보다 넓은 대역폭을 가진 28GHz 대역을 사용한다면 보다 빠른 속도를 구현할 수 있지만, 28GHz는 빠른 속도에 비해 회절성이 낮고 감쇠가 큰 특성으로 인해 4G에 비해 촘촘한 망 구축이 요구되므로, 추가 망 구축에 많은 초기 비용이 소요될 것으로 보임
- 정부는 자율주행 기술개발에 총 2,000억 원 규모를 추가로 지원할 계획
 - 과학기술정보통신부는 2027년까지 레벨4 이상의 자율주행 상용화를 목표로 자율주행 관련 기술 R&D 분야에 1,700억 원 규모를 투자할 예정이며, 2022년에는 차세대 차량 통신(5G NR V2X) 기술 확보를 위해 커넥티드 자율주행을 위한 기술 성능 검증, 자율주행 서비스 지원을 위한 통신 기술 등 2개 과제에 283억 원을 지원함³⁸⁾
- 안전성 확보와 더불어 실효성 있는 서비스의 구현을 위해서는 제도적 기반이 동반되어야 함
 - 현재 자율주행 레벨2 수준에서는 운전자가 핸들에서 손을 떼는 경우 경고음이 울리고, 일정 시간 이상 핸들을 잡지 않으면 자율주행 모드가 해제되는 등 완전 자율주행이라기 보다는 보조적 기능만을 수행하는 정도에 그치며, 레벨3, 4 수준일 때에는 조건에 따라 핸들에서 손을 떼도 되지만 이 경우 시속 제한이라는 제약이 발생할 수 있음

38) 정책브리핑(2022.02.09.),

- 유럽, 일본 등의 국가는 레벨3 수준 이상 자율주행 시 최고 시속을 60km로 제한하고 있으며, 현재 선제적으로 기술을 상용화한 아우디, 벤츠 등의 제조사들은 이에 맞춰 자율주행 기능에 시속 60km의 상한선을 두고 있음
- 국내의 경우 도로의 제한속도까지 자율주행을 허용하고 있으며, 레벨 3 수준 자율주행의 경우 도로 주행이 허용되었고, 레벨 4 수준 자율주행은 기술개발을 위한 시범 운행 등이 허가된 상태임
- 자율주행이 상용화되기 위해서는 이전과 달라진 새로운 운전 형태에 적합한 제도 개선이 필요한데, 국내의 경우 이에 발맞춰 레벨 3 자율주행 차 안전 기준을 마련하고, 자동차손해배상보장법의 개정을 통해 제도를 완화하는 등 선제적 규제 정비를 추진하고 있음³⁹⁾

◎ 활용 사례

표 11 자율주행 및 커넥티드 카 관련 사례

주체	사례
현대자동차 (한국)	<ul style="list-style-type: none"> • ‘5G C-V2X 솔루션’ 내재화 추진⁴⁰⁾ <ul style="list-style-type: none"> - 현대자동차는 2021년 이스라엘 차량용 통신 반도체 설계업체 ‘오토톡스’로부터 C-V2X 칩셋을 공급받고, 현대모비스를 통해 5G C-V2X 개발에 착수 예정 - 오토톡스의 기술은 DSRC와 C-V2X 방식 모두 구현 가능하다는 장점이 있음 • 레벨4 수준의 로보택시를 시범 운행⁴¹⁾ <ul style="list-style-type: none"> - 현대자동차와 서울시는 MoU를 맺고 자율주행 기술개발 및 시범 운행에 착수하였는데, 강남 일대를 시범 지역으로 지정하고, 레벨4 ‘로보택시’를 운행함 - 5G 통신 기반으로 자율주행 시스템을 고도화하였는데, 실시간 교통상황을 차와 공유하면서 사실상 완전 자율주행에 가까운 기술을 구현 - 현재 무료로 서비스를 시작하였고, 2023년 유상 서비스 전환을 목표로 함
토요타 (일본)	<ul style="list-style-type: none"> • 자체 개발한 자율주행 운영체제(O/S)인 ‘아렌(Arene)’ 출시 예정(2025년)⁴²⁾ <ul style="list-style-type: none"> - 핸들, 브레이크, 가속기 등의 기본 구성요소 제어, 안전 시스템과 위치·교통 정보 관리, 자율주행 등의 기능을 제어 - 제조사나 차량 모델 관계없이 아렌 운영체제를 설치한 모든 차량이 공유 기능에 접근 가능
바이두 (중국)	<ul style="list-style-type: none"> • 5G 연결 도로변 장치(RSU)를 활용한 자율주행 지원 플랫폼 ‘Apollo Air’ 개발⁴³⁾ <ul style="list-style-type: none"> - 중국 바이두는 자율주행을 위한 기존 시스템인 라이다, 레이더 및 카메라 등의 장치에 도로변 장치의 실시간 데이터를 결합해 사각지대를 최소화하고, 이를 통해 고도화된 자율주행 시스템을 구현하고자 함 • 자율주행 레벨4 시스템을 장착한 로보택시인 ‘아폴로 RT6’ 개발⁴⁴⁾ <ul style="list-style-type: none"> - 2022년 자율주행 레벨4 시스템을 장착한 로보택시 모델을 공개하였는데, 자율주행 시 핸들 탈착이 가능해 각종 인포테인먼트를 즐길 수 있는 공간 확보에 유리 - 2023년 아폴로 RT6를 이용한 로보택시 서비스 개시를 목표로 함

39) 국토교통부 보도자료(2022.4.25.)

40) TheElec(2021.10.19.).

□ 스마트공장

◎ 서비스 개요

그림 6 스마트공장 개념도



* 출처: 삼성KPMG 경제연구원(2018)

- 스마트공장은 단순히 공장 자동화를 의미하는 것이 아니라, 공장의 모든 생태계가 유기적으로 이어진 지능화된 공장을 의미함
 - 스마트공장은 ICT 기술을 사용하여 전 공정을 데이터화하고 이를 분석 및 활용함으로써 상품의 기획·설계, 생산 및 유통·판매에 이르는 전 공정을 통합, 최적화한 공장을 의미⁴⁵⁾
 - 스마트공장 구축 기업은 평균적으로 생산성 28.5% 증가, 품질 42.5% 향상, 원가 15.5% 감소 등 제조 효율성을 높일 수 있는데⁴⁶⁾, 제조 효율성 향상과 더불어 매출 증대, 고용 증가 등 기업 성장 및 일자리 창출 효과도 기대할 수 있음
- 스마트공장 전 과정 중에서도, 제품 생산과 직접 연관되는 분야인 ‘공정 모델 분야’를 중점으로 스마트화가 이루어지고 있음
 - 스마트공장 구축에 사용하는 기술은 크게 4개 분야로 분류할 수 있는데, 실제 공장의 생산 공정에 관여하는 공정 모델 분야, 산업 데이터 기록 및 관리를 담당하는 산업 데이터

41)한겨레신문(2022.9.19.).

42)오토데일리(2022.1.4.).

43)전자신문(2019.1.10.).

44)오토헤럴드(2022.7.22.).

45)김민호 외(2019).

46)정책브리핑(2022.1.16.).

분야, 스마트공장 전체 생애주기 동안 모든 객체가 유기적으로 연결될 수 있도록 하는 상호호환성 분야, 그리고 데이터 보호를 주관하는 제조 보안 분야가 있음⁴⁷⁾

- 공정 모델 분야는 다시 디바이스 분야, 플랫폼 분야, 애플리케이션 분야로 나눌 수 있는데, 디바이스가 솔루션 최하위 계층에서 하드웨어의 역할을 하고, 플랫폼이 데이터 분석, 정보 전달 등의 역할을 하는 중간 소프트웨어를 담당하며, 애플리케이션 분야는 공정 분야의 최상위 계층으로서, 전달받은 데이터를 통한 공정 설계, 품질 분석, 설비 보전 등의 임무를 수행함

◎ 서비스 현황 및 시장 전망

- 글로벌 스마트공장 시장은 2020년 46억 달러에서 연평균 23.2% 성장해 2025년에는 130억 달러 규모에 달할 것으로 전망⁴⁸⁾
- 국내 제조업 분야에서 5G로 인해 창출될 사회경제적 가치는 2030년 15.6조 원에 달할 것으로 전망⁴⁹⁾
 - 스마트공장을 통해 불량률 감소 및 원가절감 등의 효과로 인해 2025년에 8.6조 원, 2030년에는 15.6조 원의 가치가 발생할 것으로 예상
- 정부는 스마트공장 구축과 관련 생태계 조성을 위한 각종 사업을 지원하고 있음
 - 스마트제조와 관련하여 정부는 2014년 ‘제조업 혁신 3.0 전략’을 시작으로 스마트공장 보급을 위한 지원에 꾸준히 투자하고 있는데, 특히 2017년에는 ‘스마트 제조혁신 비전 2025’를 통해 2025년까지 스마트공장 3만 개 구축을 목표로 제시하고, 스마트공장 구축 및 전문인력 양성 등을 위한 지원책 마련에 나섬
 - 2014년부터 꾸준히 이어진 스마트제조 및 스마트공장 지원 사업은 스마트공장 구축뿐만 아니라 스마트공장 관련 기반산업 육성에도 이바지하였는데, 2014년부터 2016년까지 3천억 원 규모의 스마트공장 보급사업을 통해 소프트웨어, 컨트롤러, 센서, 로봇 등 스마트공장 기반산업의 새로운 수요를 창출한 바 있음⁵⁰⁾
 - 기술력이나 시스템 구축 비용에 있어 대기업보다 열악한 중소·중견 기업의 경우, 정부 지원을 통한 시장 유입 및 성장 촉진 방안이 필요하고, 이러한 관점에서 볼 때 정부의 스마트공장 지원 사업은 중소·중견 기업의 성장 및 디지털 전환에 긍정적 영향을 끼쳤다고 볼 수 있음
 - 정부의 지원 사업은 현대자동차 그룹, 삼성전자, LG전자 등의 제조업 관련 대기업과 연계하여 스마트공장을 구축할 수 있도록 지원하는 등, 중소·중견 기업 지원뿐만 아니라 대기업과 중소·중견 기업 간의 상생과 협력을 이끌어낼 수 있는 방안을 제시함
 - 중소벤처기업부는 스마트공장 보급 및 확산을 위해 2022년도에 2,475억 원을 지원⁵¹⁾하

47)한국전자통신연구원(2018).

48)MarketsandMarkets(2018).

49)KT경제경영연구소(2018).

50)중소기업 정책 간담회(2017.4.20.).

고자 하였는데, 스마트공장 수준 확인 및 고도화에 초점을 맞춘 지원 사업으로, 스마트공장 수를 늘리는 양적 지원을 넘어서서 질적 수준을 높이기 위해 인공지능, 빅데이터 등 혁신 기술을 적용한 스마트공장을 구축할 수 있도록 하는 유인책 마련에 중점을 둬

- 국내 스마트공장 보급 현황을 살펴보면, 2022년 말 기준 사업 완료 19,799건, 도입 공장 17,555건, 고도화 사업 2,800건임⁵²⁾
 - 정부의 스마트공장 구축 지원 사업은 2025년까지 스마트공장 3만 개 구축을 목표로 하고 있는데, 2022.12.27 기준 19,799건으로, 약 66%를 달성한 상태이며, 고도화된 스마트공장의 수는 도입된 스마트공장의 수 17,555건 중 약 15%를 차지함
 - 향후 디지털트윈, 홀로그램 등 공정에 활용할 수 있는 혁신 기술의 적용 및 5G를 활용한 초고속·초연결 네트워크를 통해 진정한 ‘스마트’ 공장을 구축할 수 있도록, 꾸준한 기술 개발 및 스마트공장에의 지원 정책 등이 요구됨

◎ 활용 사례

표 12 스마트공장 관련 사례

주체	사례
현대중공업-KT	<ul style="list-style-type: none"> ● 현대중공업의 로봇 선박 기술과 KT의 5G 네트워크, 빅데이터, AI 기술 결합⁵³⁾ <ul style="list-style-type: none"> - AI 음성인식 협동 로봇, 클라우드 기반 로봇 관리 시스템 등의 기술 개발 - 사각지대 없는 영상 정보 및 센서 정보를 24시간 동안 끊임없이 수집할 수 있도록 지원
하이얼-화웨이-차이나모바일	<ul style="list-style-type: none"> ● 스마트공장에 5G 및 MEC를 결합한 제조 솔루션 구현⁵⁴⁾ <ul style="list-style-type: none"> - 화웨이는 중국 가전제품 제조기업 하이얼의 스마트공장에 5G와 MEC를 결합한 제조 솔루션을 구현 - 5G MEC에 AI와 머신비전을 융합한 것이 특징으로, 머신비전을 통해 높은 정확도로 불량품 여부 파악 가능 - 안전 강화를 위한 AI CCTV 기술을 구현하였고, 일반 CCTV가 녹화 기능만을 가진 것과 달리 AI CCTV는 실시간 반응을 통해 이상 징후 감지 시 자동으로 알람을 울림
LS 일렉트릭	<ul style="list-style-type: none"> ● 오픈 스마트공장 서비스 플랫폼 ‘테크스퀘어(Tech Square) 운영⁵⁵⁾ <ul style="list-style-type: none"> - 수요 기업, 공급 기업, 산학 전문가 등 관련 산업군을 이어주는 플랫폼으로, 수요 기업의 요구에 맞는 공급 기업 매칭, 정부 지원금 및 정책 관련 멘토링, 스마트 디바이스 판매 등의 서비스를 제공함
LG CNS	<ul style="list-style-type: none"> ● 스마트공장 플랫폼 ‘팩토바(Factova) 운영⁵⁶⁾ <ul style="list-style-type: none"> - IoT, AI, 빅데이터 등을 접목한 스마트공장 플랫폼 - 여러 계열사를 갖춘 대기업의 강점을 활용하여 소재, 부품, 완성품 등 다양한 산업 분야의 스마트공장을 구축 및 운영 ● 이음5G(5G 특화망) 주파수 할당 신청 <ul style="list-style-type: none"> - 2022년 ‘이음5G(5G 특화망) 할당 신청 및 기간통신사업자 등록을 통해 제3의 수요 기업에도 5G 특화망 서비스를 제공할 예정

51) 정책브리핑(2022.1.16.).

52) SMART FACTORY 디지털 라이브러리, 데이터 기준일 2022.12.27.

53) 전자신문(2019.11.7.).

□ 디지털 헬스케어

◎ 서비스 개요

- 5G 네트워크의 상용화와 더불어, 코로나-19 팬데믹으로 인한 대면 진료의 어려움 등으로 의료 환경은 더욱 빠르게 변화를 맞이함
 - 5G 네트워크 환경이 구축됨에 따라 IoT 기기 및 웨어러블 디바이스의 활용도가 높아질 것이며, 의료 IoT와의 결합 등으로 디지털 헬스케어 분야에서의 새로운 시장 기회가 등장할 것으로 기대함
 - 한편, 팬데믹 상황 이후로 보건소나 병원에서의 코로나-19 환자 진료 건수가 다수 발생하면서, 그 외 질병에 대한 대면 진료의 기회는 상대적으로 줄어들게 됨
 - 미국의 경우 코로나-19를 기점으로 원격의료 이용률이 큰 폭으로 증가하였고, 이에 원격 모니터링 시행 정책을 통해 팬데믹 기간 중 환자 모니터링을 위한 의료장비 사용 규제가 완화된 바 있음⁵⁷⁾
 - 중국은 일찍이 원격의료를 전면 허용하였고, 2020년 2월에 「정보통신기술 강화를 통한 코로나-19의 감염 예방 및 통제업무에 관한 통지」를 공표하면서 원격의료 서비스를 본격적으로 확대해나감⁵⁸⁾
 - 국내에서는 코로나-19로부터의 환자·의료진 보호 및 고위험 환자군 의료접근성 확보를 위해 2020년 2월부터 원격의료를 한시적으로 허용함

◎ 서비스 현황 및 시장 전망

- 글로벌 디지털 헬스케어 시장 규모는 2020년 1,525억 달러 규모에서 연평균 18.5%로 성장해 2027년 5,088억 달러에 이를 것으로 전망⁵⁹⁾
 - 적용 분야별로 디지털 헬스케어 시장을 분류한다면 크게 모바일헬스(mHealth), 디지털 보건의료 시스템(Digitised health systems), 보건의료분석학(Health analytics), 원격의료(Telehealthcare)로 나눌 수 있는데, 이 중 성장률이 가장 높을 것으로 전망되는 세부 시장은 원격의료 시장으로, 글로벌 원격의료 시장은 2020년 58억 달러 규모에서 연평균 30.9% 성장해 2027년 381억 달러 규모에 이를 것으로 전망됨
- 국내 디지털 헬스케어 시장의 경우 2014년 3조 원 규모에서 2020년 약 14조 원 규모로 성장하였고, 특히 디지털 의료 기기 및 관련 소프트웨어를 중심으로 시장이 확대되는 추세임⁶⁰⁾

54)IT조선(2021.11.22.).

55)인더스트리뉴스(2022.6.11.).

56)아이뉴스24(2022.3.3.).

57)KDI 경제정보센터(2021).

58)KDI 경제정보센터(2021).

59)Global Industry Analysts(2020).

- 디지털 헬스케어 시장과 동시에 웨어러블 디바이스 시장 또한 동반 성장할 것으로 전망하는데, 스마트워치와 같이 디지털 헬스케어와 웨어러블 디바이스가 결합한 형태인 웨어러블 헬스케어 디바이스의 활용도가 높아질 것으로 보임
- 의료 산업 전반에 걸친 규제가 디지털 헬스케어 산업 성장의 저해 요인이 될 수 있으나, 규제를 완화할 경우 안전성 확보가 어려울 수 있어 신중한 접근이 필요함
- OECD에 속한 37개국 중 32개국이 원격의료를 허용하지만, 한국은 의료법 제17조, 제17조의2와 제34조를 근거로 의사-환자 간 원격의료를 사실상 허용하지 않음⁶¹⁾
- 2002년 의료법 개정으로 의료법 제34조에 의해 의사-의료인 간의 원격진료나 원격모니터링은 허용되었으나, 의사-환자 간 원격의료에 관한 규정은 아직 허용되지 않음
- 원격의료 허용을 위한 의료법 개정안이 여러 차례 발의되었으나 임기만료로 폐기되거나 계류 상태인데, 2016년도에는 의료 사각지대 해소를 위해 원격의료 범위 확대에 관한 의료법 개정안이 정부에 의해 발의되었지만 임기만료로 폐기되었고, 이 밖에 2021년도 강병원 의원과 최혜영 의원이 원격의료 허용에 관한 개정안을 각각 대표발의하였지만, 아직 국회에 계류 중인 상태임
- 코로나-19 상황으로 한시적으로 허용됐던 비대면 진료도 감염병 위기 단계가 하향될 경우 중단될 것으로 보임
- 의료기관이 아닌 기업의 원격의료 사업 진출에는 여러 어려움이 존재함
- 아마존은 2017년도부터 원격의료 서비스 ‘아마존 케어(Amazon Care)’ 사업에 착수하였으나, 2022년 말을 기점으로 서비스 중단을 결정하였는데, 원격의료를 원하는 고객층은 확보되었으나, 의료 서비스를 공급할 의료 인력이 부족하고, 의료기관과의 갈등이나 비용 증가 등과 같은 문제에 직면함
- 전문성이 요구되는 의료 서비스의 특성을 고려할 때, 원격의료 사업에서는 의료진의 확보가 선행될 필요가 있음
- 카카오와 네이버 또한 디지털 헬스케어 사업에 진출하였지만, 원격진료 분야에서는 소극적인 태도를 보이는데, 앞서 언급했던 법적 규제로 인해 국내에서는 원격의료가 어려움
- 디지털 헬스케어 산업에 진출한 국내 비의료 기업들은, 비대면 진료 등 의료인이 할 수 있는 전문 서비스를 제공하기보다는, 스마트워치와 같은 기기를 활용해 이용자의 건강 관련 데이터를 수집하고 가이드를 제시해주는 등, 건강 관리 측면에 중점을 두고 서비스를 제공하는 추세임

60) 안세희, 구영권(2022).

61) 현두륜(2022).

◎ 활용 사례

표 13 디지털 헬스케어 관련 사례

주체	사례
세브란스병원-KT-소방청 (한국)	<ul style="list-style-type: none"> • 5G AI 기반 응급의료 시스템⁶²⁾ <ul style="list-style-type: none"> - KT와 소방청, 세브란스병원이 협력하여 119 신고 - 구급차 - 응급실로 이어지는 응급의료체계 전 단계를 디지털화하는 응급의료 서비스를 개발 - 5G 통신을 기반으로 영상을 통해 119에 신고할 수 있도록 하는 서비스를 제공 - 구급차 내부에 5G 통신환경 구축, 360° 카메라 등으로 구급대와 의료진의 실시간 소통이 가능하며, 병원 도착 전에 환자의 상태 파악 및 생체 데이터를 미리 확인하는 등 긴급한 상황에 대한 대처 능력이 강화됨
오울루 대학병원 (핀란드)	<ul style="list-style-type: none"> • Future Hospital OYS 2030 프로젝트 추진⁶³⁾ <ul style="list-style-type: none"> - 5G, AR/VR, IoT, AI 등의 기술이 구현되는 디지털 혁신 병원 구축 - OYS TestLab은 디지털 테스트베드 및 3D 가상공간, 5G 테스트 네트워크 등을 제공하며 시제품 및 제품의 임상시험 등을 지원 - Oamk Simlab은 5G 관련 제품을 의료진 및 학생들에게 시뮬레이션하게 하여 그에 대한 평가 및 피드백을 받을 수 있는 연구 환경임 - Oulu WelfareLab은 환자 및 보호자가 최종 사용자로, 5G 관련 제품에 대한 사용평가-피드백이 가능하도록 하는 연구 환경을 조성
광둥성 인민병원 (중국)	<ul style="list-style-type: none"> • 5G-VR 기반 원격 심장 수술 시행⁶⁴⁾ <ul style="list-style-type: none"> - 중국 광둥 가오저우시 인민병원의 의사가 수술을 집도하고, 약 400km 떨어진 곳에 위치한 광둥성 인민병원의 전문가가 원격으로 수술 가이드 제시 - 수술받을 환자의 심장 영상으로 데이터를 모델링함 - 실제 심장과 동일한 크기로 3D 프린팅하여 3D 심장 모형을 형성하고, 실시간 프린팅이 어려운 경우 VR로 구현한 심장을 사용할 수 있음 - 네트워크 테스트 결과, 5G가 4G보다 10배 이상 빠른 속도, 30ms 이하의 전송 지연 속도를 기록하였고, 사용자 체감 속도 또한 80Mbps에서 10배 증가한 800Mbps로 향상됨

□ 실감 콘텐츠

◎ 서비스 개요

- 실감 콘텐츠는 AR/VR, 홀로그램 기술 등을 활용하여 오감을 통한 현실감 있는 체험을 가능하게 하는 서비스로, 영상·게임 등의 엔터테인먼트 분야뿐만 아니라 다양한 분야와의 융합 시너지가 높을 것으로 기대됨
 - AR·VR은 교육, 문화, 의료, 제조 등 다양한 산업군에 폭넓은 접목이 가능한 서비스로, 이용자 간, 혹은 이용자와 콘텐츠 간 실시간 상호 작용이 가능하다는 장점이 있음
 - 실감 콘텐츠를 활용한 대표적인 예로 메타버스가 있는데, 메타버스 그 자체로 게임 콘텐츠가 되는 예도 있지만, 가상 캠퍼스를 형성해 비대면 졸업식을 진행한다거나, 가상 사무

62)조세일보(2019.12.12.).

63)이준영(2019).

64)지디넷코리아(2019.4.4.).

실을 형성해 출근부터 퇴근까지 모두 가상공간에서 해결하는 등 엔터테인먼트 분야 외에도 활용할 수 있는 분야가 다양함

- 실감 콘텐츠는 공공분야에서도 활용될 수 있는데, 예컨대 실내·외 AR 활용 길 안내 서비스, 쇼핑관광 정보 제공 등의 위치기반 AR 정보서비스, 청각 장애인 대상 AR 수어 서비스 등의 사회적 약자 지원 등에도 활용할 수 있음⁶⁵⁾
- 통신업계는 메타버스를 5G 콘텐츠 시장에서의 킬러 서비스 중 하나로 예상하고 있는데, 메타버스의 몰입도를 높이기 위해서는 전송 지연이 최소화되어야 하는 등 5G 네트워크의 역할이 중요⁶⁶⁾
 - 4G의 킬러 콘텐츠로서 유튜브나 넷플릭스와 같은 영상 스트리밍 플랫폼이 시장 성장을 주도했다면, 5G의 경우 메타버스가 그 역할을 해줄 것으로 기대
 - 현실 세계를 가상에 구축하면 대용량 데이터를 송수신하게 되고, 생동감 있는 체험을 위해서는 실시간 통신이 필수적 요소가 되며, 전 세계에서 수많은 이용자가 동시에 접속하기 위해서는 초연결성도 보장되어야 함
 - 고화질 영상 감상과 같이 4G 기술로도 충분히 구현할 수 있어 5G와의 성능 차이를 체감하기 어려운 서비스도 있지만, 메타버스의 경우 5G의 강점이 드러날 수 있는 서비스가 될 것으로 기대함

● 서비스 현황 및 전망

- 글로벌 AR·VR 시장은 2019년 7,000만 달러에서 2026년 약 48억 달러 규모로 성장할 것으로 전망⁶⁷⁾
 - 글로벌 AR 관련 시장은 2019년 4,000만 달러에서 연평균 78.7% 성장하여 2026년 21.5억 달러 규모로 성장할 것으로 추정되며, VR 관련 시장은 2019년 3,000만 달러에서 연평균 92% 성장하여 2026년에는 27.6억 달러 규모에 달할 것으로 전망됨
- AR/VR 하드웨어 시장의 경우, 하드웨어 생산량은 2020년 470만 대에서 연평균 62.3%로 증가하여 2025년에는 5,290만 대에 달할 것으로 전망⁶⁸⁾
 - AR 하드웨어 시장은 2020년 30만 대에서 2025년 2,440만 대로 증가할 것으로 전망되었으며, VR 하드웨어 시장의 경우 2020년 440만대에서 2025년 2,850만 대로 증가할 것으로 전망됨
- 구글, 메타, 마이크로소프트와 같은 글로벌 빅테크 기업들은 XR 구현을 위한 기술 확보, 플랫폼 구축 및 디바이스 개발에 집중하고 있음

65)과학기술정보통신부(2021)

66)머니투데이(2022.4.2.).

67)Mind Commerce(2019).

68)IDC(2021).

- 일반적으로 디바이스를 개발하게 되면 개발한 디바이스와 호환될 수 있는 플랫폼이 필요한데, 현재 실감형 콘텐츠 산업의 경우 시장 개척 단계에 있어, 디바이스에 맞춰 플랫폼을 함께 개발하는 것이 시장 선점에 유리할 수 있음
- 국내에서는 콘텐츠 개발을 중심으로 실감 콘텐츠 시장이 형성되고 있음
 - 국내 콘텐츠 시장은 고도화된 콘텐츠 제작이 가능하다는 강점이 있는데, 이를 기반으로 실감 콘텐츠 산업에서도 콘텐츠 위주의 제작이 주를 이룸
 - 활성화된 국내 자체 플랫폼이 없다면 외국 플랫폼에서 콘텐츠를 구현하는 데 있어 호환성 문제가 발생할 수 있고, 이에 따라 해외 플랫폼에 맞게 콘텐츠를 수정 혹은 재제작해야 하는 번거로움이 발생할 수 있다는 점을 고려할 때, 원천기술 확보를 통한 국내 디바이스 제작 및 맞춤형 플랫폼 구축이 필요할 것으로 보임
- 정부는 실감 콘텐츠 사업 활성화를 위해 생태계 활성화, 인재 양성, 디바이스 개발 등을 정책적으로 지원하고 있음⁶⁹⁾
 - 정부는 2019년부터 ‘5G 시대 선도를 위한 실감콘텐츠산업 활성화 전략’을 통해 실감 콘텐츠 산업생태계 활성화를 위한 다양한 정책적 지원을 마련함
 - 주요 내용으로는 공공서비스·산업·과학기술 등 여러 분야에 실감 콘텐츠를 적용하는 대규모 프로젝트(XR+ α)를 포함하며, 그 밖에도 실감 콘텐츠 핵심 기술개발을 위한 테스트베드 구축, 관련 분야 인재 양성을 위한 교육과정 신설 등 실감 콘텐츠 사업의 전반적인 생태계 구축을 지원하고 있음
 - 2019년도 지원 사업에 이어 2020년도에는 ‘가상융합경제 발전 전략’을 발표하여, 정부 주도 및 민간 참여하에 가상융합경제(오프라인 경제+디지털 경제)로의 디지털 전환을 촉진하고자 하였음⁷⁰⁾
 - 제조, 의료, 유통 등 핵심 6개 분야에 XR을 적용하여 산업 혁신을 이루고자 하는 것이 목표인데, 가상공간 구현을 통해 현실에서의 비용적·공간적 제약을 극복할 수 있다는 장점이 있으며, 콘텐츠 위주의 지원 사업에서 범위를 확대해 XR 디바이스 개발 및 보급을 위해 지원책을 마련하고, 5G MEC 환경 구축을 통한 네트워크 고도화 등 인프라 개발에도 투자함
- 가상현실에서 발생하는 범죄 등에 대한 처벌 및 대응 방안 논의 필요
 - 메타버스와 같은 가상공간에서도 사기, 성범죄, 개인정보 유출 등의 문제가 발생할 수 있는데, 온라인 게임이나 커뮤니티에서의 불법 행위를 처벌할 수 있는 것처럼 사기나 개인정보 유출과 같은 범죄 행위의 경우 현행 법체계로 처벌할 수 있음
 - 그러나, 실제 신체 접촉이 일어나지 않은 가상공간 내 아바타 간의 원치 않는 성적 접촉을 현실의 법체계와 동일하게 적용하여 처벌할 수 있을 것인지에 대해서는 논의가 필요
 - ‘메타(Meta)’는 자사가 운영하는 메타버스 플랫폼인 ‘호라이즌 월드’와 ‘호라이즌 메뉴’

69)과학기술정보통신부(2019),

70)관계부처합동(2020).

에서 이용자의 아바타 간 간격을 4피트 이상 유지하도록 하는 개인 경계선(personal boundary) 제도를 도입⁷¹⁾하기도 하였는데, 혁신적인 기술 활성화를 위한 규제 완화도 필요하지만, 이용자 보호 측면에서의 대책 마련 또한 필요함

◎ 활용 사례

표 14 실감 콘텐츠 관련 사례

주체	사례
SKT	<ul style="list-style-type: none"> • 메타버스 플랫폼 ‘이프랜드’에서 각종 행사 및 모임 개최 <ul style="list-style-type: none"> - 암호화폐를 통한 결제시스템을 도입해 이용자를 유인 • 메타의 VR 기기 ‘오쿨러스’ 국내 유통
KT	<ul style="list-style-type: none"> • 해군사관학교 내 스마트캠퍼스 구축⁷²⁾ <ul style="list-style-type: none"> - 해군사관학교 교육 훈련 체계에 5G MEC 기술과 360° 몰입형 미디어 기술 적용 - 해군의 선박이나 함정 내부 환경과 구조에 익숙하지 않은 생도들에게 디지털트윈 기반의 AR/VR 교육콘텐츠 제작, 물리적인 훈련 환경을 분석해 실습 수행의 정확도와 상세정보 제공 • KT의 개인형 VR 서비스인 ‘슈퍼VR’ 출시 • 딜루션, 버넥트, 코아소프트 등과 ‘메타버스 원팀’ 결성
LGU+	<ul style="list-style-type: none"> • AR·VR 기술 기반 실감 콘텐츠 제공 <ul style="list-style-type: none"> - 골프 중계 중인 선수들의 비거리, 공의 궤적 등 중계 화면에 실시간으로 입체 그래픽 제공 - 아이돌·치어리더·요가 AR 콘텐츠, 360° VR 콘텐츠, 홀로그램 스피커 등의 미디어 체험 테이블 구성 • XR 플랫폼 U+다이버를 구축하고 3,000여 편의 AR·VR 콘텐츠 제공 • 숙명여대에 전용 메타버스 캠퍼스인 ‘스노우버스’ 오픈
롯데월드 어드벤처	<ul style="list-style-type: none"> • 잠실 롯데월드 어트랙션에 5G 특화망을 구축하여 실감형 어트랙션 구현⁷³⁾ <ul style="list-style-type: none"> - 2022년도 과학기술정보통신부의 융합 확산 사업의 일환으로, 인기 어트랙션 ‘아틀란티스’에 28GHz 기반의 5G 특화망을 구축 - 실감형 어트랙션으로 아틀란티스를 구현한다면 노약자 및 키 제한이 있는 어린이 또한 어트랙션 체험이 가능해짐 - 어트랙션 뿐만 아니라 테마파크, 아쿠아리움 등 다양한 여가 시설에도 적용하여 문화 산업의 디지털 전환에 기여할 수 있음

* 출처: 머니투데이(2022.4.2.) 및 각종 기사 참고

71)조선일보(2022.2.7.).

72)머니투데이(2019.8.22.).

73)전자신문(2022.12.30.).

IV 결론 및 시사점

1 분석 결과

□ 5G 핵심 기술 특성 및 동향

◎ 모바일 엣지 컴퓨팅(MEC)

- MEC는 5G 기술과 결합 시 초저지연 성능이 강화되는 융합 서비스 핵심 기술로, 스마트공장, 실감 콘텐츠, 자율주행 등의 분야에서 활용도가 높음
- 이동통신 사업자들은 클라우드 사업자 혹은 타 이동통신 사업자와 협력하여 MEC 관련 사업을 추진하고 공동 연구를 진행하는 등 MEC에 대한 관심도가 높음
- 정부는 다양한 분야에서의 MEC 실증사업을 지원하며 MEC를 적용한 5G 융합 서비스를 활성화시키고 있음

◎ 네트워크 슬라이싱

- 네트워크 슬라이싱은 스마트시티, 자율주행, 원격 수술 등의 융합 서비스에서 활용도가 높을 것으로 예상함
 - 네트워크 슬라이싱을 활용하면 필요에 따라 망을 분리하여 사용할 수 있어 각각의 융합 서비스가 필요로 하는 네트워크 성능을 충족시키기 용이함
- 네트워크 슬라이싱은 망 중립성과 연관될 수 있는데, 네트워크 슬라이싱 기술 동향뿐만 아니라 망 중립성 관련 이슈 등에 함께 주목할 필요가 있음

◎ 스몰셀

- 스몰셀을 통해 데이터 속도 향상, 커버리지 확장 등의 효과를 실감할 수 있는데, 스몰셀의 경우 스마트시티나 스마트공장 등 대용량 트래픽이 광범위하게 발생하는 서비스에 효과적임
- 스몰셀 기술은 기존의 매크로셀 기지국 장비와 동반되는 기술로, 스몰셀 시장이 성장함에 따라 전체적인 네트워크 장비 시장도 함께 성장할 것으로 예측함
 - Ericsson이나 Huawei 등의 네트워크 장비 회사는 스몰셀 관련 장비 개발에 앞장서고 있음

◎ Massive MIMO

- Massive MIMO는 데이터 속도 증대를 통해 AR/VR과 같은 실감 콘텐츠 서비스를 전송 지연 없이 제공할 수 있는데, 특히 빔포밍을 함께 사용하여 각 사용자에 대

한 전송 속도를 높일 수 있음

- 커버리지 확대 측면에서는, 셀의 경계까지 신호를 확장할 수 있어 자율주행, C-V2X 구현 등에 효과적임

□ 5G 융합 서비스 특징 및 동향

◎ 자율주행 및 커넥티드 카

- 자율주행 차가 상용화되기 위해서는 고도의 안전성이 보장되어야 하므로, 이를 뒷받침할 수 있는 높은 네트워크 안정성, 정밀한 기술 수준, 다수의 실증 사례가 필요할 것으로 전망함
- 차량 인포테인먼트의 발전은 차량 내에서 영상을 시청하거나 게임을 즐기고, 화상 채팅으로 업무를 처리하는 등 운전자에게 편리함과 효율성을 제공할 수 있음

◎ 스마트공장

- 공장의 생산 공정 분야, 데이터 수집 분야, 제조 보안 분야 등 전 공정을 지능화함으로써 생산 효율성을 증대시킬 수 있음
- 스마트공장이 고도화될수록 더 높은 수준의 네트워크 성능을 요구하게 되는데, MEC 및 스몰셀 기술과 5G를 결합시켜 활용할 경우 데이터 처리 속도를 더욱 향상시킬 수 있음

◎ 디지털 헬스케어

- 코로나-19의 영향으로 의료 산업은 더욱 빠르게 변화를 맞게 되었는데, 감염 예방을 위한 사회적 거리두기가 지속됨에 따라 비대면 진료의 필요성이 대두되었음
- 5G가 의료 산업과 융합되면서, 의료 IoT나 지능형 로봇 등을 병원 내부에 설치, 구축하여 의료 서비스를 자동화 및 디지털화하고, 3D프린팅이나 AR/VR을 활용해 원격 수술을 진행하는 등 기존 의료 산업과 차별화되는 새로운 유형의 서비스가 등장함

◎ 실감 콘텐츠

- 실감 콘텐츠는 엔터테인먼트, 공공복지, 교육, 제조 등 다양한 분야에서 활용이 가능한 서비스이며, 5G 기술 확산 시 더욱 주목받을 것으로 예상되는 메타버스를 중심으로 생태계가 활성화되고 있음
- 실감형 콘텐츠의 제작을 넘어 실감 콘텐츠를 구현하는 플랫폼 및 전용 디바이스의 개발을 통해, 실감 콘텐츠 시장에서 경쟁우위를 확보하고 점유율을 높일 수 있을 것으로 기대함

2 시사점

- 2010년대 후반 등장한 5G 기술은 GPT(General Purpose Technology)로서 각종 산업에 활용되고 우리의 삶을 크게 바꿀 것으로 기대하였으며, 현재는 제조업(스마트공장) 및 미디어 분야에서 가장 활발하게 활용되고 있음
 - 향후 5G 기술이 더욱 발전하고 mmWave 활용이 확대되는 등, 당초 전망한 5G 기술이 제공하는 성능이 활용될 수 있는 환경이 조성되면 더욱 다양한 산업에서 활발하게 활용될 것으로 기대함
- 5G 기술 및 서비스가 타 산업과 연계되어 시장이 형성되면 생태계 내 여러 분야의 산업이 동반 성장하기 때문에, 5G 연관 산업 및 생태계를 활성화시키면 5G 기술의 경제적 기여도는 더욱 높아질 것으로 기대함
 - 기존 이동통신 산업(서비스, 장비, 단말 등)뿐만 아니라 제조, 물류, 의료, 미디어 등 다양한 산업에 5G 기술이 결합되어 해당 산업의 생산성 및 GDP 기여도를 향상시킬 수 있음
- 기술의 발전으로 새롭게 등장한 5G 융합 서비스는 이용자에게 편리함을 제공하여 삶의 질을 높이고, 다양한 사회 문제 해결에도 기여할 수 있음
 - 자율주행 및 커넥티드 카는 운전자의 편리함을 증가시켜줄 뿐만 아니라, 교통체증, 교통사고 등 도로 위에서 발생하는 문제를 해결하는 방안이 되기도 함
 - 스마트공장은 생산 효율성 증대와 인건비 감소 등의 효과를 이끌어낼 수 있고, 공장 내 노동자들의 업무 환경 개선에도 기여할 수 있음
 - 디지털 헬스케어 분야에서는, 원격진료의 확대에 의한 의료 서비스의 간편화, 의료 IoT를 통한 의료 산업의 디지털화, 원격 수술을 통한 공간적 제약 극복 등 의료 산업 전반에 걸쳐 새로운 의료 환경이 조성될 것으로 기대함
 - 실감 콘텐츠의 경우 B2C, B2B 분야에서 다양하게 활용될 수 있으며, 실감 콘텐츠로 구현한 가상 세계와 현실 세계가 공존하면서 그 경계가 점차 모호해질 것으로 전망함
- 융합 서비스의 상용화를 위해서는 서비스 관련 기술의 발전과 더불어 법령 개정 등 제도적 뒷받침이 필요함
 - (디지털 헬스케어) 원격의료는 디지털 헬스케어 서비스 중 성장 가능성이 큰 분야인데, 국내·외에서 모두 원격의료에 관한 규제를 완화하는 추세이나, 현재까지 국내에서의 원격의료는 코로나-19로 인한 특별한 경우를 제외하고는 허용되지 않고 있음
 - (자율주행 및 커넥티드 카) 국내에서는 자율주행에 대한 규제 완화 및 관련 제도 개정이 진행되고 있으며, 현재 레벨3 수준 자율주행의 상용화는 허용되었고, 추가적으로 레벨4 수준 자율주행의 상용화를 위한 규제 개선을 추진하고 있음

- (실감 콘텐츠) 메타버스와 같은 새로운 유형의 미디어가 등장하고 새로운 범죄 유형 또한 등장하게 되는데, 법에서 규정하지 않은 범죄에 대한 처벌이 어렵다는 점을 고려하였을 때, 관련 제도의 개선 및 플랫폼 내 안전장치 마련 등 이용자를 보호할 수 있는 대책이 필요할 것으로 보임
- 네트워크에 연결되는 장치나 시스템의 수가 증가함에 따라 해킹 피해 규모도 커질 위험이 있으므로, 사이버 보안을 강화하여 해킹 피해 등에 대비해야 함
- 무선 네트워크의 활성화로 발생하는 네트워크 취약점이 존재할 수 있는데, IoT 기기를 다수 사용하는 스마트공장이나 스마트시티의 경우, 수집된 데이터가 유출되면 기업 혹은 개인에게 큰 피해를 불러올 수 있어 사이버 보안에 대한 기술 확보가 더욱 필요함

참고문헌

○ 국내자료

- 과학기술정보통신부 (2019), 5G시대 선도를 위한 실감콘텐츠산업 활성화 전략('19~'23).
- 과학기술정보통신부 (2020), 망 중립성 및 인터넷 트래픽 관리에 관한 가이드라인.
- 과학기술정보통신부 (2021), 5G+ 전략 추진계획(안).
- 과학기술정보통신부 보도자료(2022), 대학, 방산으로도 이음5세대 본격 확산.
- 관계부처 합동 (2020), <디지털 뉴딜 성공의 초석> 가상융합경제 발전 전략.
- 국토교통부 보도자료(2022.4.25.), 국토교통부는 이미 레벨3 자율주행차 법·제도를 완비한 바 있고, 레벨4 자율주행 제도를 준비하고 있습니다.
- 김민호 외 (2019), 스마트공장 도입의 효과와 정책적 함의, 연구보고서 2019-01, 한국개발연구원.
- 김민호, 정주연 (2019), 망 중립성과 5G 네트워크 슬라이싱의 법적 쟁점, 성균관 법학 Vol.31 No.4 pp.305-346, 성균관 법학연구원.
- 김정운 (2021), 5G 사설망을 위한 네트워크 슬라이싱 표준기술, 주간기술동향 2011호 pp.13-28, 정보통신기획평가원.
- 라성현, 정재윤 (2021), 망 중립성 가이드라인 개정의 배경과 주요 내용, KISDI Perspective, January 2021 No.1, 정보통신정책연구원.
- 메리츠증권 (2018), 5G 산업 심층 분석, 2018년 국내 네트워크 장비 산업 전망.
- 삼정KPMG 경제연구원 (2018), 4차 산업혁명과 제조혁신: 스마트 팩토리 도입과 제조업 패러다임 변화, Samjong Insight, Issue 55.
- 안세희, 구영권 (2022), 글로벌 헬스케어 서비스 시장 동향과 주요 핵심 기술/제도 이슈, Bio Economy Brief, Issue 140, 한국바이오경제연구센터.
- 안희준 외 (2020), 스마트시티를 위한 Network Slicing 기술, 2020년도 한국통신학회 추계종합 학술발표회.
- 유동호, 이승호 (2021), 이동통신 표준화 및 기술 발전 동향, AI Network Lab Insight Vol.9, 한국지능정보사회진흥원.
- 이승익 외 (2022), 5G Multi-access Edge Computing 표준기술 동향, 전자통신동향분석

Vol.37 No.4, 한국전자통신연구원.

이준영 (2019), 5G 시대, 디지털 헬스케어 동향, NIPA 이슈리포트 2019-43호, 정보통신산업진흥원.

이현진 (2021), 5G 이동통신기술 핵심산업 분석, K 뉴딜산업 Insight 보고서-7, 한국수출입은행 해외경제연구소.

중소벤처기업부 (2019), 중소기업전략기술로드맵 2020-2022: 5G+.

중소벤처기업부 (2021), 중소기업전략기술로드맵 2022-2024: 5G+.

중소기업 정책 간담회(2017.4.20.), 스마트 제조혁신 비전 2025.

한국전자통신연구원 (2018), 스마트제조 기술 및 표준, 표준화동향 2018-01, 한국전자통신연구원 미래전략연구소.

현두륜 (2022), 원격의료에 대한 법적 규제와 그 문제점, 의료법학, Vol.23 No.1, pp. 3-33.

KDI 경제정보센터 (2021), 해외동향 - 디지털 헬스케어편, 2021-02.

KT경제경영연구소 (2018), 5G의 사회경제적 파급효과 분석.

○ 국외자료

3GPP (2022), Becoming 5G-ADVANCED: the 3GPP 2025 Roadmap.

Ericsson (2019), 5G for Business: A 2030 Market Compass.

Ericsson (2022), More Performance, less energy, big savings: Chunghwa Telecom shows the way forward.

Frost & Sullivan (2019), Key Verticals to be Transformed by 5G in Asia-Pacific, 2018-2026.

Frost & Sullivan (2022), Global Connected Cars Outlook, 2022.

Global Industry Analysts (2020), Digital Health - Global Market Trajectory & Analytics.

IDC (2021), Worldwide Augmented and Virtual Reality Hardware Forecast, 2021-2025: CY 1Q21.

IDC (2022), Worldwide 5G Network Slicing Services Forecast, 2022-2026.

IHS Markit (2017), The 5G economy: How 5G technology will contribute to the global economy.

ITU (2015), “IMT Vision – Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2020 and beyond”, ITU-R Rep. M.2083.

ITU (2018), “Emerging usage of the terrestrial component of IMT”, ITU-R Rep. M.2441.

MarketsandMarkets (2018), 5G Services Market, Global Forecast to 2025 by Vertical(Smart Cities, Connected Vehicles, Connected Factories, Smart Buildings, Smart Utilities, Connected Healthcare, and Broadband), Application(EMBB, MMTC, and URLLC, and FWA), and Region.

Mind Commerce (2019), 5G Business Services Market by Enterprise, Industrial, and Government Segment Applications, Services, and Solutions 2019–2024.

Small Cell Forum (2022), SCF market forecast.

○ 웹사이트

3GPP 홈페이지, <https://www.3gpp.org/specifications/releases>

Ericsson 홈페이지, <https://www.ericsson.com/en>

SMART FACTORY 디지털 라이브러리, https://library.smart-factory.kr/SDL/main/cnstc#footer_985

TTA 정보통신용어사전, <http://terms.tta.or.kr/main.do>

○ 신문기사

뉴데일리경제(2022.3.29.), 이통3사 5G MEC 기술 경쟁 치열... 국내 넘어 ‘글로벌·표준화’ 총력전
(<https://biz.newdaily.co.kr/site/data/html/2022/03/29/2022032900067.html>)

머니투데이(2022.4.2.), 5G 실감할 ‘킬러콘텐츠’ 아직?...AR·VR·메타버스 속도내야
(<https://news.mt.co.kr/mtview.php?no=2022040116471871343>)

아이뉴스24(2021.10.28.), 美·中 자율주행 패권경쟁...C-V2X ‘맞붙’
(<https://www.inews24.com/view/1415566>)

아이뉴스24(2022.3.3.), LG CNS, 5G 특화망 신청...“스마트팩토리에 결합”
(<https://www.inews24.com/view/1456796>)

아주경제(2022.3.24.), 5G 특화망 위한 글로벌 표준 나왔다... 3GPP ‘Release 17’ 승인

- (<https://www.ajunews.com/view/20220324135853596>)
- 오토헤럴드(2022.7.22.), 바이두 자율주행차 ‘아폴로 RT6’... 운전대 없이 노련한 드라이버처럼 달려
(<http://www.autoherald.co.kr/news/articleView.html?idxno=44547>)
- 인더스트리뉴스(2022.6.11.), LS일렉트릭, ‘테크스퀘어’ 리뉴얼 진행중... 스마트공장의 모든 것 담는다
(<https://www.industrynews.co.kr/news/articleView.html?idxno=46221>)
- 전자신문(2019.1.10.), [CES 2019]바이두, 대량생산 대응 자율주행 솔루션 ‘아폴로 엔터프라이즈’ 공개
(<https://www.etnews.com/20190110000313>)
- 전자신문(2019.11.7.), KT-현대중공업, 5G ‘스마트팩토리’ 고도화
(<https://www.etnews.com/20191107000275>)
- 전자신문(2022.12.30.), 스마트미디어산업진흥협회, 28GHz 기반 5G 특화망 구축 완료
(<https://www.etnews.com/20221230000030>)
- 정보통신신문(2022.09.03.), 5G 특화망, 5개 사업자 선정...서비스 영역 확대
(<https://www.koit.co.kr/news/articleView.html?idxno=102372>)
- 정책브리핑(2020.1.29.), 과기정통부, 2020년도 디지털콘텐츠산업 육성 추진계획 발표
(<https://www.korea.kr/news/pressReleaseView.do?newsId=156373155>)
- 정책브리핑(2022.1.16.), 2022년 수준별 지능형공장(스마트공장) 구축을 위해 총 2,475억원 지원
(<https://www.korea.kr/news/pressReleaseView.do?newsId=156491717>)
- 정책브리핑(2022.02.09.), 과기부, 2027년까지 자율주행 기술개발에 2000억 원 지원
(<https://www.korea.kr/news/policyNewsView.do?newsId=148898812>)
- 조선일보(2022.2.7.), “메타버스 성희롱 막아라” 아바타도 1.2m 거리두기
(https://www.chosun.com/economy/tech_it/2022/02/07/FO4BBHIHL65EZVDY6VWGSZBGMHY/)
- 조세일보(2019.12.12.), KT, 소방청·세브란스병원과 5G 기반 응급의료 체계 구축
(<https://m.joselbo.com/news/view.htm?newsid=388938>)
- 지디넷코리아(2021.12.17.), 특수서비스 개념 도입... “네트워크 슬라이싱 가능 조건 붙었다”
(<https://zdnet.co.kr/view/?no=20211217133557>)
- 지디넷코리아(2019.4.4.), 중국 병원, 5G·VR 기술로 원격 심장수술 성공

(<https://zdnet.co.kr/view/?no=20190404064050>)

한겨레신문(2022.9.19.), ‘택시기사 없는’ 택시 불러서 집으로... 아이오닉5 시범 운행

(https://www.hani.co.kr/arti/economy/economy_general/1059198.html)

IT조선(2021.11.22.), 화웨이, 차이나모바일·하이얼과 5G 스마트팩토리 사업 확대

(https://it.chosun.com/site/data/html_dir/2021/11/22/2021112200877.html)

IT Daily(2021.4.12.), [글로벌] 혼다-버라이즌-미시간대, 5G로 자율주행차 안전성 제고 연구

(<http://www.itdaily.kr/news/articleView.html?idxno=202493>)

IT World(2021.02.15.), 5G를 완성하는 무선 가상화, 네트워크 슬라이싱의 이해

(<https://www.itworld.co.kr/news/182759>)

SamsungDisplayNewsroom(2021.11.16.), 초연결 시대의 대안으로 떠오른 ‘엣지 컴퓨팅’

(<https://news.samsungdisplay.com/29813/>)

TheElec(2021.10.19.), 현대차, 완전자율주행차 선도 위해 5G C-V2X 솔루션 내재화 추진

(<https://www.thelec.kr/news/articleView.html?idxno=14702>)

저자소개

김민선 ETRI 지능화융합연구소 기술정책연구본부 산업제도연구실 학생연구원
UST-ETRI 스쿨 과학기술경영정책 학생연구원
e-mail: kimsun2022@etri.re.kr Tel. 042-860-1570

김태한 ETRI 지능화융합연구소 기술정책연구본부 산업제도연구실 책임연구원
UST-ETRI 스쿨 과학기술경영정책 교수
e-mail: taehan@etri.re.kr Tel. 042-860-5889

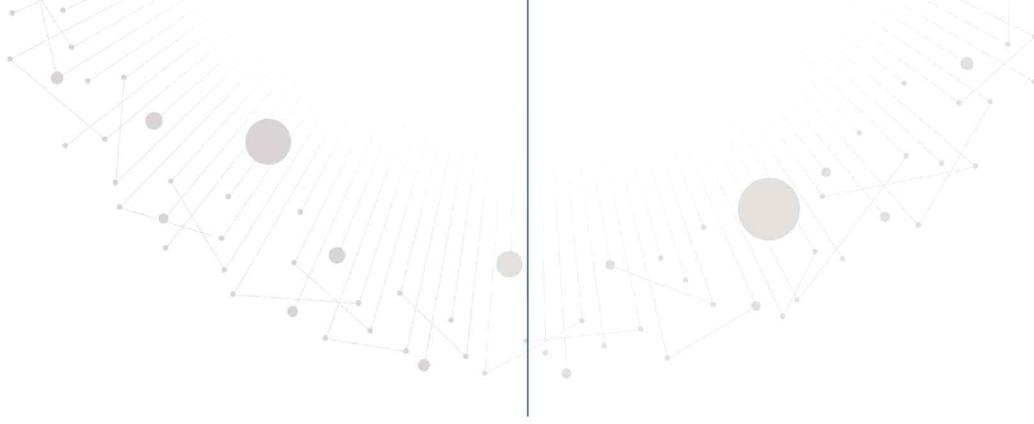
5G 융합 서비스 관련 기술 및 시장 동향

발행인 이 지 형

발행처 한국전자통신연구원 지능화융합연구소 기술정책연구본부

발행일 2022년 12월 31일





www.etri.re.kr

본 저작물은 공공누리 제4유형:

출처표시+상업적이용금지+변경금지 조건에 따라 이용할 수 있습니다.



ETRI Electronics and Telecommunications
Research Institute

34129 대전광역시 유성구 가정로 218
TEL.(042) 860-6114 FAX.(042) 860-6504

