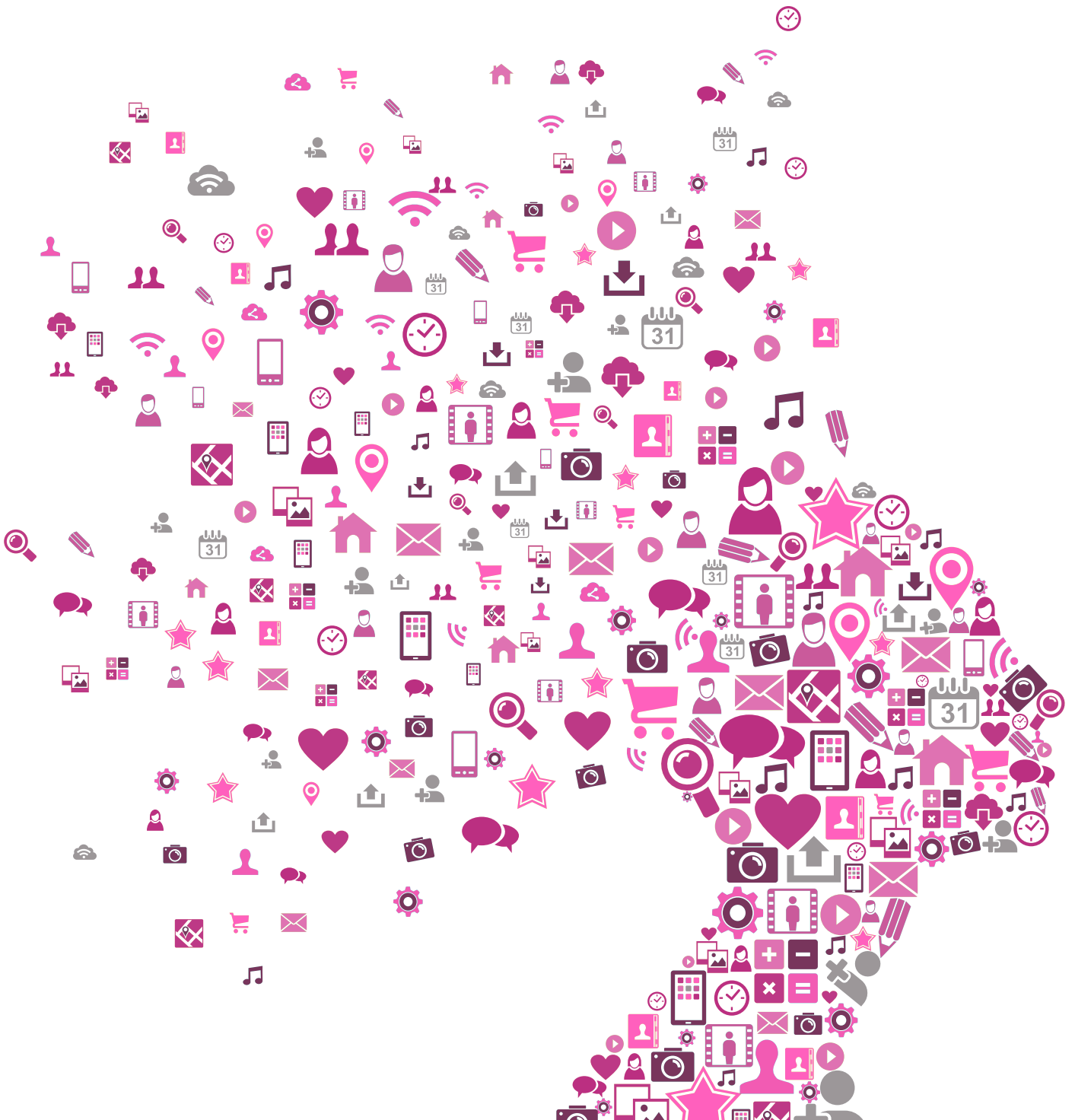


2018 5G 융합서비스 시나리오 종합 보고서



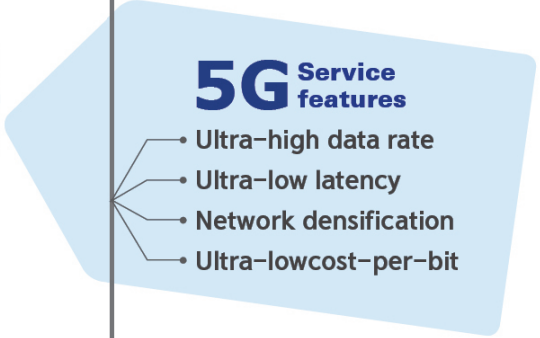
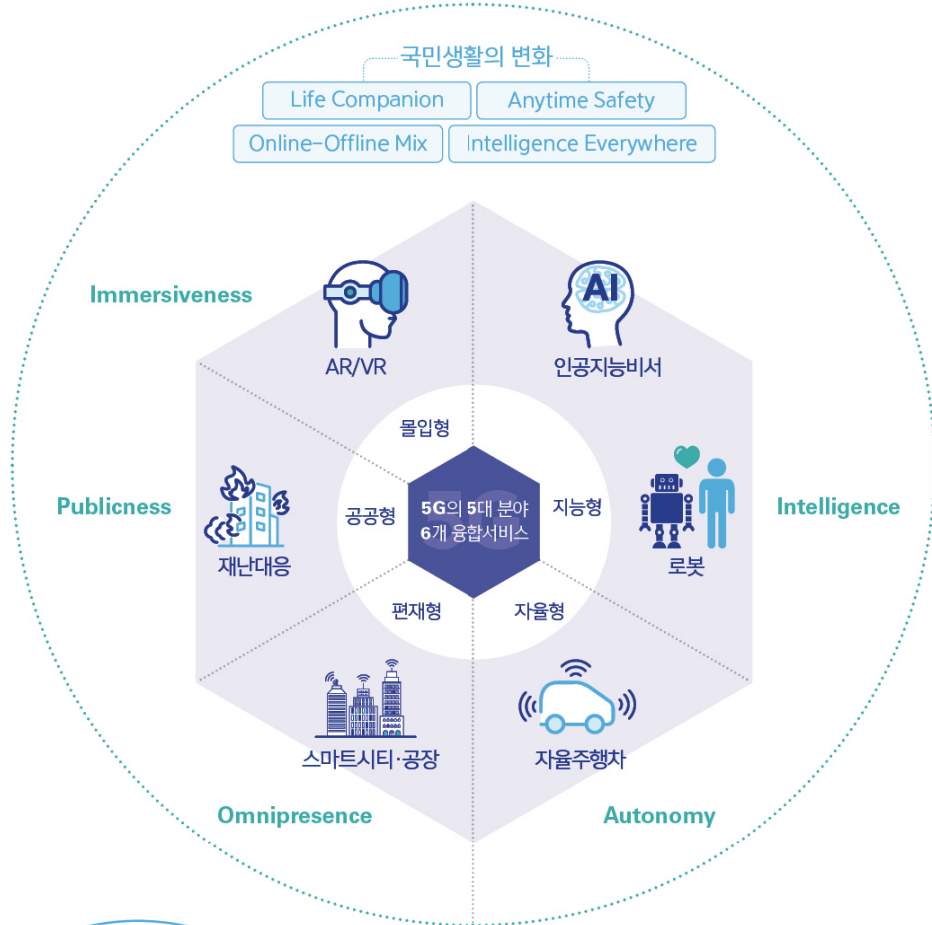
목 차

- 2018 5G 융합서비스 시나리오 종합 보고서 [서비스]..... 1
- 2018 5G 융합서비스 시나리오 종합 보고서 [네트워크]..... 99



2018 5G 융합서비스
시나리오 종합 보고서
[서비스]

Executive Summary



- Megatrends of Mobile Service**
- Data Traffic 양의 폭발적 증가
 - Device 수의 폭발적 증가
 - Cloud Computing 의존성 증가
 - Big Data 기반 지식 서비스 증가
 - Mobile 기반 융합미디어서비스 확산

목 차

약어

Executive Summary

I. 개요	1
II. 4차 산업혁명의 핵심 인프라, 5G	4
1. 제4차 산업혁명 개요	4
2. 제4차 산업혁명의 핵심 산업	7
3. 산업혁명과 통신의 진화	10
4. Industry Transformation을 위한 통신의 역할	11
III. 5G와 사회·문화 혁신	13
1. 5G를 통한 국민 생활의 변화	13
가. 국민 생활 변화의 중심 키워드	13
나. 국민 생활 변화와 5G 대표서비스	13
다. 5G융합 대표서비스를 통한 우리의 일상생활 시나리오	15
2. 대표서비스를 통한 국민 생활의 변화	17
가. 자율주행차	17
나. 로봇	19
다. 인공지능비서	21
라. 재난대응	23
마. AR/VR	25
바. 스마트시티/스마트팩토리	27
IV. 대표 서비스 요약	29
1. 자율주행차	29
가. 개요	29
나. 대표 서비스 선정 방법 및 선정 결과	31
다. 비전 및 목표	32
라. 대표서비스에 따른 서비스/네트워크/무선 요구사항 분석 및 4G의 한계 분석	35

- 2. 로봇 40
 - 가. 개요 40
 - 나. 대표 서비스 선정 방법 및 선정 결과 42
 - 다. 비전 및 목표 43
 - 라. 대표서비스에 따른 서비스/네트워크/무선 요구사항 분석 및 4G의 한계 분석 46
- 3. 인공지능비서 49
 - 가. 개요 49
 - 나. 대표 서비스 선정 방법 및 선정 결과 50
 - 다. 비전 및 목표 51
 - 라. 대표서비스에 따른 서비스/네트워크/무선 요구사항 분석 및 4G의 한계 분석 52
- 4. 재난대응 54
 - 가. 개요 54
 - 나. 대표 서비스 선정 방법 및 선정 결과 55
 - 다. 비전 및 목표 56
 - 라. 대표서비스에 따른 서비스/네트워크/무선 요구사항 분석 및 4G의 한계 분석 59
- 5. AR/VR 61
 - 가. 개요 61
 - 나. 대표 서비스 선정 방법 및 선정 결과 64
 - 다. 비전 및 목표 66
 - 라. 대표서비스에 따른 서비스/네트워크/무선 요구사항 분석 및 4G의 한계 분석 72
- 6. 스마트시티/스마트팩토리 78
 - 가. 개요 78
 - 나. 대표 서비스 선정 방법 및 선정 결과 78
 - 다. 비전 및 목표 80
 - 라. 대표서비스에 따른 서비스/네트워크/무선 요구사항 분석 및 4G의 한계 분석 82

V. 통합 5G 서비스 로드맵 84

- 1. 5G 대표 융합서비스 통합 서비스로드맵 84
- 2. 자율주행차 85
- 3. 로봇 86
- 4. 인공지능비서 87
- 5. 재난대응 88

6. AR/VR 89
7. 스마트시티/팩토리 90

VI. 결론 및 기대효과 91

붙임1. 참고문헌 92
붙임2. 작성 기여자 93

그림 목차

[그림 1.1] 모바일 서비스의 5대 메가 트렌드	1
[그림 1.2] 5G와 타산업의 연계를 통하여 4차 산업 혁명을 이끌 수 있는 5대 융합 서비스들	2
[그림 1.3] 5G 서비스 카테고리, 대표 서비스 및 이에 따른 국민생활의 변화상	3
[그림 2.1] 제 4차 산업혁명 개념	4
[그림 2.2] 제4차 산업혁명으로 인한 산업 변화 동인 [2-1]	7
[그림 2.3] 5G의 기술적 요구사항 [2-4]	8
[그림 2.4] 5G 관련 핵심산업의 도출	9
[그림 2.5] 5G와의 융합이 가능한 다양한 버티컬 산업들	11
[그림 3.1] 국민생활 변화와 5G 대표서비스	14
[그림 3.2] 국민생활 변화 시나리오	15
[그림 3.3] 주문형 자율주행 교통 서비스 개념도	17
[그림 3.4] 주문형 교통 서비스 상세 시나리오	18
[그림 3.5] 자율주행 콘텐츠 서비스 상세 시나리오	18
[그림 3.6] 클라우드 기반 5G 융합서비스 로봇 서비스 개념도	19
[그림 3.7] 컴패니언 로봇을 이용한 아이의 나이에 따른 영어 학습 상세 시나리오	19
[그림 3.8] 실버 도우미형 웰리스케어 로봇서비스의 상세 동작 시나리오	20
[그림 3.9] 대표서비스 페르소나 분석을 위한 가상의 사용자 설정	21
[그림 3.10] MR 기반 실시간 영상 공유 /스트리밍 비서 서비스 상세 시나리오	21
[그림 3.11] 글로벌 Intelligent Hologram Assistant를 활용한 사용자의 일상 사례	22
[그림 3.12] 다양한 센서와 통신 인프라를 활용한 재난 감지 및 대응 서비스	23
[그림 3.13] 지진재난 현장에서의 스마트 구조 서비스 활용 사례	23
[그림 3.14] 고층건물 화재 현장에서의 스마트 소방 서비스 사례	24
[그림 3.15] 방송/개인/산업미디어 서비스	25
[그림 3.16] 방송미디어 생성 및 제공 서비스 시나리오	26
[그림 3.17] 개인미디어 생성 및 제공 서비스 시나리오	26
[그림 3.18] 무인열차 원격제어 및 관제 서비스 시나리오	26
[그림 3.19] 영상의 수집과 정보 결합	27
[그림 3.20] 영상기반 도로정보를 활용하는 일상사례	27
[그림 3.21] 영상기반 도시 여행 정보를 활용하는 일상사례	28
[그림 3.22] 영상기반 위험 정보를 활용하는 일상사례	28

[그림 4.1] 이동통신과 자율주행 융합을 통한 서비스 변화.....	30
[그림 4.2] 주문형 자율주행 교통 서비스 개념.....	33
[그림 4.3] 자율주행 차량 데이터의 요구 대역폭(출처:SK 텔레콤, 인텔).....	36
[그림 4.4] Vehicle Geo-location 시스템(출처: 인텔).....	37
[그림 4.5] 5G 로봇의 서비스 특성에 따른 분류.....	41
[그림 4.6] 5G 로봇 분류 영역별 핵심 키워드.....	41
[그림 4.7] 로봇 응용 서비스들의 시장성 및 기술성.....	42
[그림 4.8] 클라우드 기반 컴패니언 로봇 및 실버 도우미형 웰니스케어 서비스 개념도.....	44
[그림 4.9] 5G 기반 인공지능 융합서비스 선정 절차.....	50
[그림 4.10] 컨텍스트 인지형 인공지능 비서 서비스 개념도.....	51
[그림 4.11] 스마트 소방 서비스 개념도.....	57
[그림 4.12] 혼합현실의 개념적 범주.....	61
[그림 4.13] 실감미디어 트렌드 및 대표서비스 목표.....	66
[그림 4.14] 실감미디어 콘텐츠의 진화.....	67
[그림 4.15] 실감미디어 서비스 전개.....	68
[그림 4.16] 방송 미디어 서비스의 예.....	69
[그림 4.17] 방송 미디어 서비스 절차 및 요구 품질.....	69
[그림 4.18] 개인 미디어 서비스의 예.....	70
[그림 4.19] 개인미디어 서비스 절차 및 요구 품질.....	70
[그림 4.20] 산업 미디어 서비스의 예.....	70
[그림 4.21] 산업미디어 서비스 절차 및 요구 품질.....	71
[그림 4.22] 실감미디어 실시간 서비스 용량 예측.....	76
[그림 4.23] 대표서비스 개념도.....	80
[그림 5.1] 5G 대표 융합서비스 통합 서비스로드맵.....	84
[그림 5.2] 5G 자율주행차 서비스로드맵.....	85
[그림 5.3] 5G 로봇 서비스로드맵.....	86
[그림 5.4] 5G 인공지능비서 서비스로드맵.....	87
[그림 5.5] 5G 재난대응 서비스로드맵.....	88
[그림 5.6] 5G AR/VR 서비스로드맵.....	89
[그림 5.7] 5G 스마트시티/팩토리 서비스로드맵.....	90

표 목차

[표 2.1] 제4차 산업혁명 산업으로의 기술적 변화 동인 [2-2][2-3].....	8
[표 2.2] 산업혁명과 통신변화.....	10
[표 2.3] 산업 영역별 5G의 적용 가능 분야 [2-5].....	12
[표 4.1] 자율주행차 서비스 분류.....	31
[표 4.2] 세부 서비스별 평가 요약.....	31
[표 4.3] 5G 기반 자율주행차 핵심기술.....	33
[표 4.4] 통신 기술 적용에 따른 자율주행차 서비스 진화.....	34
[표 4.5] 자율주행 요소 기술과 통신의 연관성.....	35
[표 4.6] 무선 네트워크 요구사항.....	38
[표 4.7] 코어 네트워크 요구사항.....	38
[표 4.8] 5G-로봇 후보 융합서비스.....	42
[표 4.9] 5G 로봇 융합서비스 선정기준 설명.....	43
[표 4.10] 5G 로봇 대표 서비스를 위한 핵심기술.....	44
[표 4.11] 무선 네트워크 요구사항.....	46
[표 4.12] 코어 네트워크 요구사항.....	47
[표 4.13] AI 비서 봇의 종류 <출처 : LG CNS Inside IT>.....	49
[표 4.14] 5G 기반 인공지능 후보 융합서비스 정의.....	50
[표 4.15] 5G 기반 인공지능 융합서비스 선정기준 설명.....	51
[표 4.16] 무선 네트워크 요구사항.....	53
[표 4.17] 코어 네트워크 요구사항.....	53
[표 4.18] ICT 기반 재난관리 서비스 분류.....	54
[표 4.19] 5G기반 재난대응 후보 융합서비스.....	55
[표 4.20] 5G 기반 재난대응 융합서비스 선정 방법.....	56
[표 4.21] 5G 기반 재난대응 융합서비스 선정기준.....	56
[표 4.22] 5G 기반 스마트 소방 서비스를 위한 핵심기술.....	58
[표 4.23] 무선 네트워크 요구사항.....	59
[표 4.24] 코어 네트워크 요구사항.....	60
[표 4.25] 증강/가상현실 서비스 분류.....	62
[표 4.26] 증강/가상현실 서비스에 적합한 버티컬 마켓의 상대적 분석 평가.....	62
[표 4.27] 증강/가상현실 서비스에 적합한 버티컬 마켓 선별.....	64

[표 4.28] 서비스별 총괄 평가 결과.....	65
[표 4.29] 감각에 대한 이상적 목표 수준.....	72
[표 4.30] 증강/가상현실 체험을 위한 기술 요구사항.....	72
[표 4.31] 국내외 기술 현황 및 발전 동향(기술 중심).....	74
[표 4.32] 무선 네트워크 요구사항.....	77
[표 4.33] 코어 네트워크 요구사항.....	77
[표 4.34] 5G 기반 스마트시티/스마트팩토리 서비스 정의.....	79
[표 4.35] 5G 기반 스마트시티/스마트팩토리 대표서비스 선정기준 설명.....	79
[표 4.36] 첨단형 CCTV 해상도 및 발생 데이터 량.....	82
[표 4.37] 무선 네트워크 요구사항.....	82
[표 4.38] 코어 네트워크 요구사항.....	83

약어 (Abbreviations)

- 5GAA : 5G Automotive Association

- ACC : Autonomous Cruise Control
- AI : Artificial Intelligence
- AIO : Activities, Interests, Opinions
- AR : Augmented Reality
- ASE : Aerial Spectral Efficiency

- B2B : Business-to-Business
- B2C : Business-to-Consumer
- B2G : Business-to-Government
- BER : Bit Error Rate
- BSD : Blind Spot Detection
- BSW : Blind Spot Warning

- CC : Component Carrier
- CCMSC : Cloud and Crowd Monitoring for Smart City
- CDN : Content Delivery Network
- CLW : Control Loss Warning
- CMSS : Cloud Monitoring for Smart Safety
- CPND : Content, Platform, Network, Device
- CPS : Cyber Physical System
- C-RAN : Cloud – Radio Access Network

- DL : Downlink
- DU : Digital Unit

- ECU : Engine Control Unit
- EEBL : Emergency Electronic Brake Light

- eMBB : enhanced Mobile Broadband
- eNB : eNodeB
- eV2X : enhanced Vehicle-to-Everything

- FCW : Forward Crash Warning
- FoV : Field of View

- gNB : gNodeB
- GNSS : Global Navigation Satellite System

- HD : High Definition
- HMD : Head Mounted Display
- HRTF : Head Related Transfer Function

- ICT : Information and Communications Technology
- IoT : Internet of Things
- ISO TC : International Organization for Standards Technical Committees
- IVS : In Vehicle Signage

- KPI : Key Performance Indicator

- LCW : Lane Change Warning
- LDW : Lane Departure Warning
- LKA : Lane Keeping Assist
- LiDAR : Light Detection And Ranging
- LTA : Left Turn Assist
- LTE : Long Term Evolution

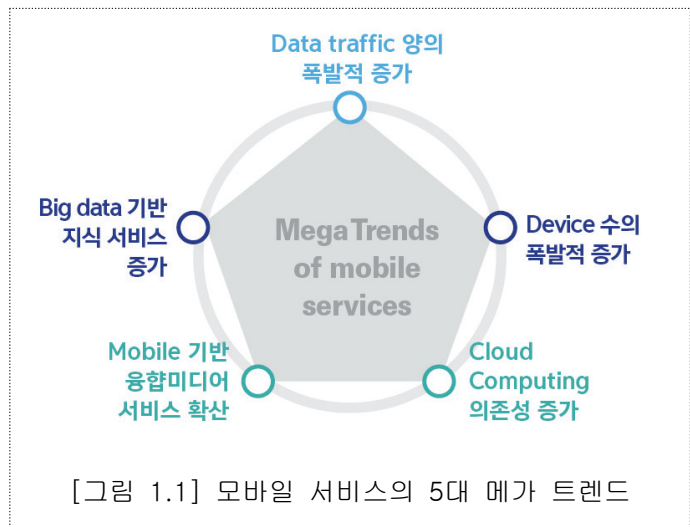
- MEC : Mobile Edge Computing
- MR : Mixed Reality
- mMTC : massive Machine Type Communication
- MU-MIMO : Multi-User Multiple Input Multiple Output

- NGMN : Next Generation Mobile Networks
- OAM : Operation, Administration, and Maintenance
- QoS : Quality of Service
- RAT : Radio Access Technology
- RLVW : Red Light Violation Warning
- RSU : Road Side Unit
- RTT : Round-Trip Time
- RWW : Road Work Warning
- SAE : Society of Autonomous Engineers
- SLAM : Simultaneous Localization and Mapping
- SON : Self Organized Network
- TCO : Total Cost of Ownership
- UAV : Unmanned Aerial Vehicle
- UDN : Ultra Dense Network
- UE : User Equipment
- UL : Uplink
- URLLC : Ultra Reliable and Low Latency Communication
- V2V : Vehicle-to-Vehicle
- V2X : Vehicle-to-Everything
- VR : Virtual Reality
- WAVE : Wireless Access in Vehicular Environments
- WUS : Wake-Up Signal

I 개요

본 보고서에서는 이동통신의 메가 트렌드 및 시장 분석을 통하여 새로운 5G 서비스의 방향을 모색할 수 있고, 이를 바탕으로 사용자 관점에서의 5G를 정의한다. 이동통신 시장은 기존 통신서비스 공급자 및 사용자 중심의 시장에서 다양한 단말의 형태 등장과 타 버티컬 산업과의 융합을 통하여 그 시장이 확대될 것으로 기대된다. 예를 들어, 자동차, 의료, 로봇, 스마트 공장 등과 같은 타 산업과의 융합을 통한 새로운 산업 생태계가 형성될 것이다. 이동통신 서비스의 메가 트렌드는 아래와 같이 5가지로 구분하여 설명할 수 있다 [1-1].

- Data Traffic 양의 폭발적 증가
- Device 수의 폭발적 증가
- Cloud Computing 의존성 증가
- Mobile 기반 융합미디어 서비스 확산
- Big Data 기반 지식 서비스 증가



위의 5가지 모바일 서비스에 대한 메가 트렌드를 바탕으로 5G 융합서비스의 특징을 도출하고, 이런 특징을 갖는 5G 융합서비스들을 발굴하고자 한다. 4G까지는 모바일 서비스를 공급하는 이동통신 사업자, 즉 서비스 공급자 관점에서 모바일 서비스를 제공하며, 음역 지역 없이 고속의 이동통신 서비스를 제공하는 방향으로 발전해 왔다. 즉, 사용자 관점에서 사용자의 경험을 향상시키는 것을 그 목적으로 하거나 또는 타 버티컬 산업과의 연계를 고려한 서비스들이 적극적으로 고려되지 않았다.

하지만, 5G에서는 이동통신 사업자들 위주의 전통적인 모바일 서비스를 벗어나 서비스를 직접 사용하는 최종 사용자(end-user)들 그리고 타 버티컬 산업들의 관점에서의 서비스의 특징을 구분하고, 각 특징에 맞는 사용자 관점에서의 요구사항을 도출하였다. 이러한 것들을 5G 기술의 요구사항으로 반영하는 피드백 과정에서 5G의 새로운 가치가 창출될 것으로 예상된다.

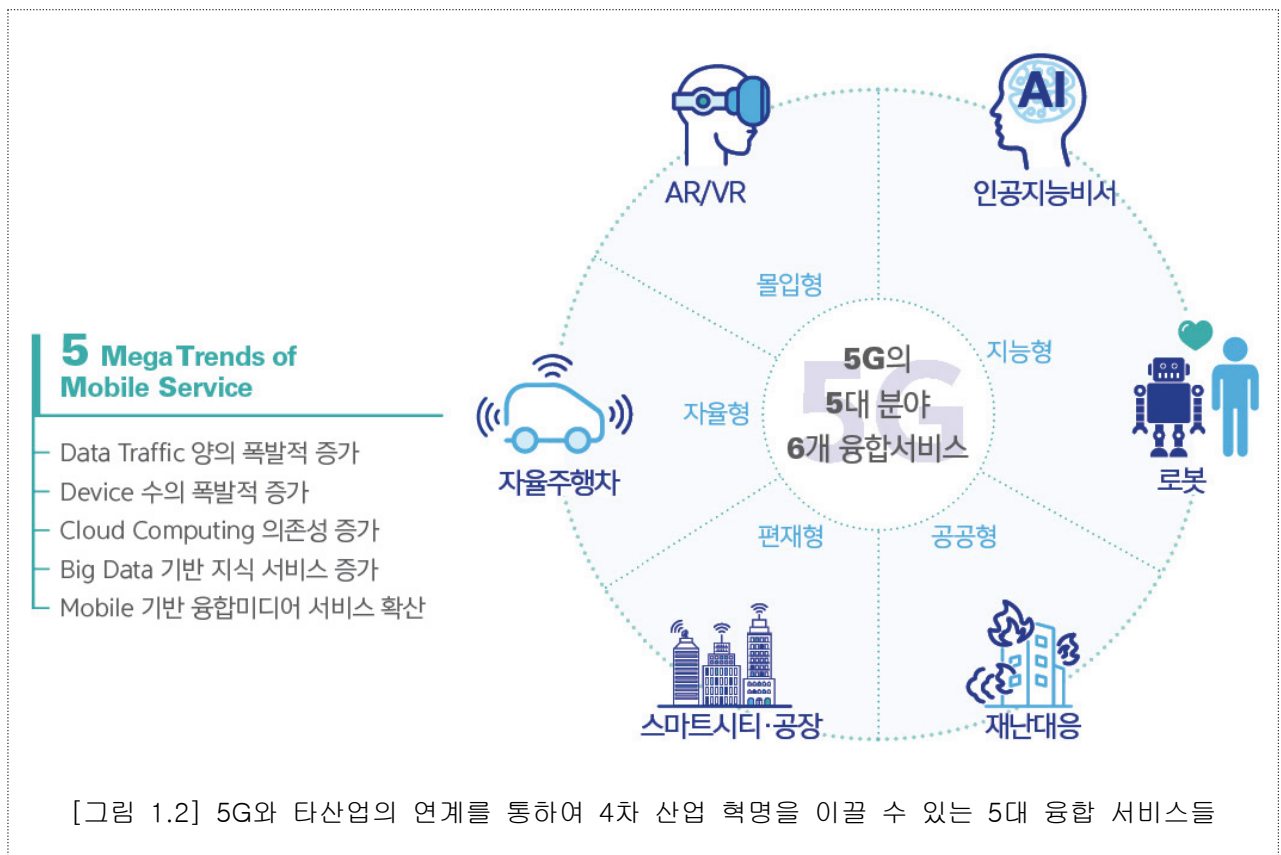
또한, 모바일 서비스 메가 트렌드 분석을 통하여 5G 세상에서 사용자들이 경험할 수 있는 다양한 서비스 시나리오들을 예상해 볼 수 있으며, 이러한 서비스 시나리오들은 이 서비스를 직접 경험하게 될 최종 사용자들의 관점에서 아래의 그림과 같이 크게 5개의 기준 (몰입형 5G 서비스(Immersion), 지능형 5G 서비스(Intelligence), 편재형 5G 서비스(Omnipresence), 자율형 5G 서비스(Autonomy), 공공형 5G 서비스(Publicness))로 분류할 수 있다.

5G Service Roadmap 2022에서는 각각의 서비스 분류에 해당되는 다양한 서비스들에 대하여 정리되어 있다 [1-1].

본 보고서에서는 서비스 카테고리 별 다양한 서비스들 중에서 각 서비스 카테고리 별로 타산업과의 연관이 깊으며, 사용자 관점에서 사회 변화를 주도할 수 있는 6개의 융합서비스 후보들을 [그림 1.2]와 같이 선정하였다. (AR/VR, 자율주행차, 인공지능 비서, 지능로봇, 스마트시티/스마트팩토리, 재난 대응)

이렇게 선정된 6개의 5G 융합서비스들은 4차 산업혁명과 맞물려 인간의 생활을 변화시킬 수 있는 대표적인 서비스가 될 것으로 예상된다. 따라서, 5G 융합서비스를 통한 국민 생활의 변화상을 3장에서 구체적으로 살펴본다. 6개의 5G 융합 서비스 각각에 대해서도 다양한 서비스 시나리오가 존재하는데, 본 보고서에서는 각 서비스들의 특징을 고려해 적절한 선정 절차를 거쳐 이들 중에서 대표 서비스를 도출하였다 [1-2]-[1-7].

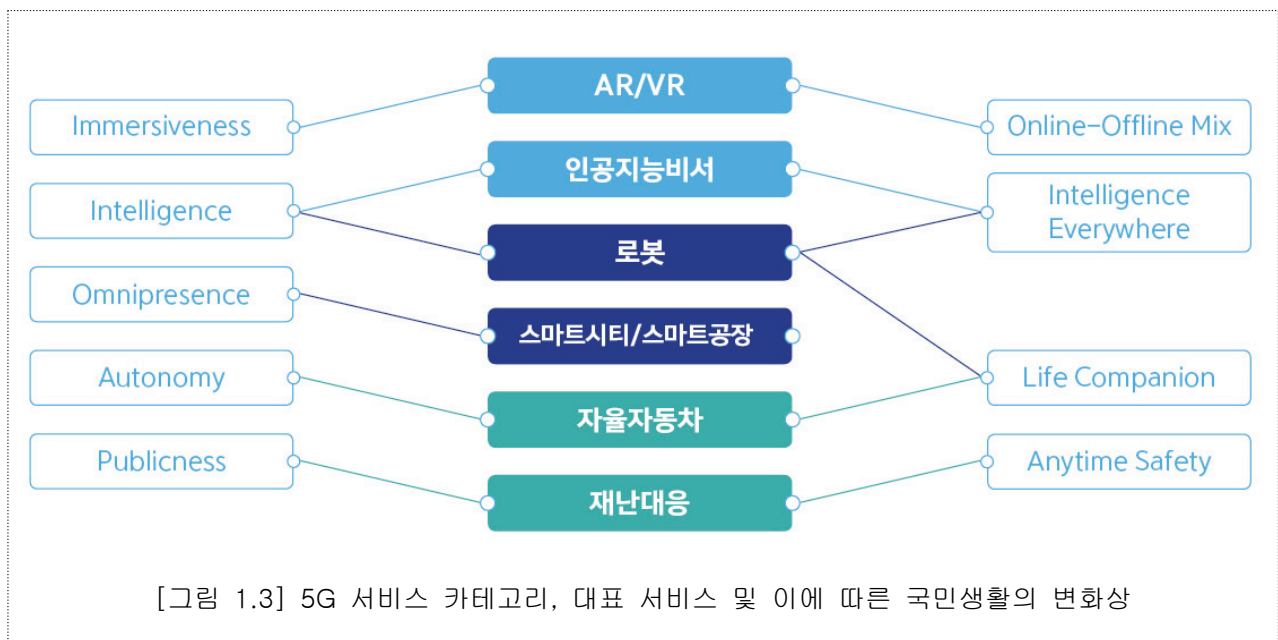
- 자율주행차: 주문형 자율주행 교통 서비스
- 로봇: 클라우드 기반의 컴패니언 로봇 서비스, 실버 도우미형 웰니스케어 서비스
- 인공지능비서: 컨텍스트 인지형 AI비서 서비스
- 재난대응: 스마트 소방 서비스
- AR/VR: 실감 미디어 서비스
- 스마트시티/스마트팩토리: 영상기반 스마트시티 모니터링 서비스



이렇게 선정된 대표 서비스들에 대한 사용자 또는 타산업 관점에서의 서비스 특징을 고려한 기술적 요구사항을 도출하고, 이를 지원하는 무선 통신 기술 또는 네트워크 측면에서의 요구사항으로 변환하여 타 산업계와 이동통신 산업계를 연결하는 다리의 역할을 하고자 한다.

사용자의 관점에서 구분한 5G 서비스 카테고리를 거시적인 관점에서 바라본 서비스의 요구사항이라고 생각해 볼 수 있는데, 이 경우 이를 위한 5G 대표 서비스와 이를 통한 5G 시대 (4차 산업혁명 시대)의 국민생활의 변화상을 [그림 1.3]과 같이 연관지어 생각해 볼 수 있다.

본 보고서에서는, 융합 서비스 요구사항 분석과 더불어 2030년까지의 통합 5G 서비스 로드맵을 제공함으로써, 5G 통신 산업계와 관련 타 버티컬 산업계의 기술 개발 및 제품 개발에 가이드라인으로 활용할 수 있도록 한다.



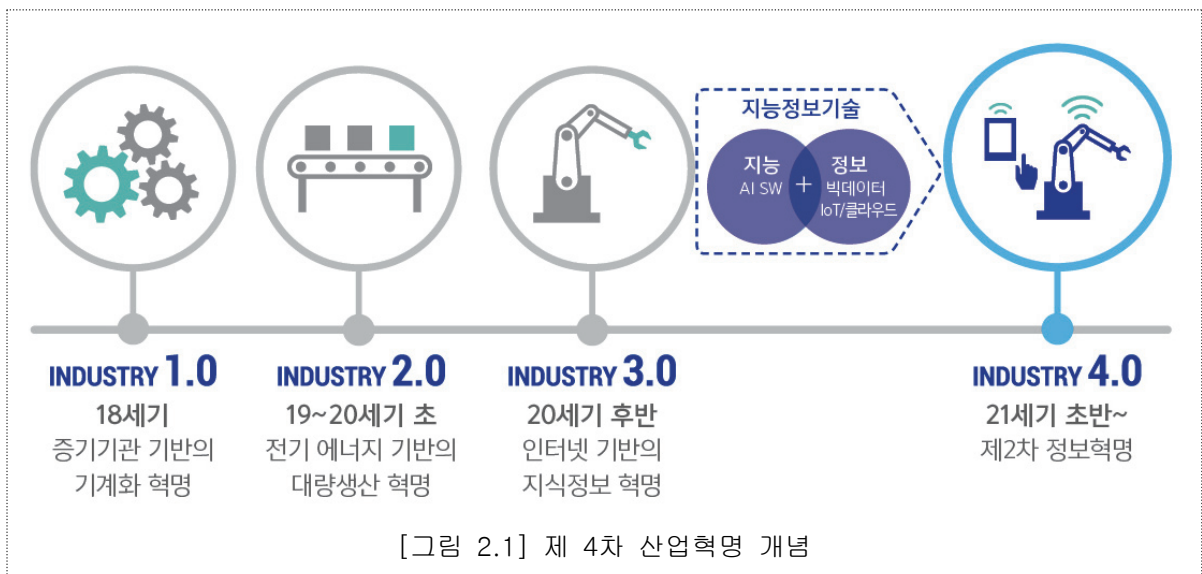
II

제4차 산업혁명의 핵심인프라, 5G

1 제4차 산업혁명 개요

■ 제4차 산업혁명의 의미

- 제4차 산업혁명은 인공지능, 사물인터넷, 빅데이터, 모바일 등 첨단 정보통신 기술이 경제·사회·문화 전반에 적용되어 혁신적인 변화가 나타나는 차세대 산업혁명을 의미한다. 2016년 1월 다보스 포럼(WEF: World Economic Forum)에서 제4차 산업혁명의 개념이 제시되었다. WEF는 직업의 미래 (The Future of Jobs) 보고서를 통해 제4차 산업혁명이 도래할 것이고, 이로 인해 일자리 지형의 구조적 변화가 나타나 물리적 공간, 디지털적 공간 및 생물학적 공간의 경계가 희석되는 기술융합의 시대가 도래할 것으로 예측하였다.
- 제4차 산업혁명이라는 용어는 2010년 발표된 독일의 “High-tech Strategy 2020”의 프로젝트 중 하나인 인더스트리4.0(Industry 4.0)에서 제조업과 ICT가 결합되는 환경을 의미하였으나, WEF에서 제4차 산업혁명을 언급하며 전 세계적으로 주요 이슈가 되었다. 인공 지능(AI), 사물 인터넷(IoT), 클라우드 컴퓨팅, 빅데이터, 모바일 등 현재의 지능정보기술이 기존 산업과 서비스에 적극적으로 활용되고, 3D 프린팅, 로봇공학, 생명공학, 나노기술 등 여러 분야의 신기술이 결합되어 궁극적으로 모든 제품과 서비스가 연결되며 사물이 지능화하여 인간의 예측 범위를 벗어나는 신산업 구조가 창출될 것으로 예측하고 있다. 제4차 산업혁명은 초연결(hyper connectivity)과 초지능(super intelligence)을 두 가지 큰 특징으로 하기 때문에, 기존 혁신에 비해 더 넓은 범위에 더 빠른 속도로 큰 영향을 끼치게 될 것으로 예상된다.



[그림 2.1] 제 4차 산업혁명 개념

■ 제4차 산업혁명에 대한 각국 동향

- WEF의 보고서를 기점으로 수많은 미래학자와 연구기관들은 제4차 산업혁명과 미래사회 변화에 대한 전망들을 논의하기 시작했고, 독일, 미국, 일본 등의 주요 국가들은 미래변화에 선제적으로 대응하고 미래사회를 주도하기 위해 정부차원에서 다양한 전략과 정책을 수립하게 되었다.
- 미국은 디지털 트랜스포메이션이라는 이름하에 전통기업을 디지털 기업으로 변신시키는 정책적 수단을 구축하고 있다. 기업의 생산과 운영체계에 디지털 기술을 적용하고 클라우드·빅데이터·AI·로봇과 같은 ICT기술을 이용해 상품과 서비스의 생산, 판매, 구매 사업모델 혁신을 추진하고 있다.
- 독일은 ICT와 제조분야의 융합을 통해 인더스트리 4.0으로 명명된 제조업 혁신전략을 추진하여 대기업-중소/중견기업 간 협업 생태계를 구축하였다. 특히 IoT/CPS 기반의 제조업 혁신 및 제품 개발 및 생산 공정 관리의 최적화와 플랫폼 표준화 등을 추구하고 있다.
- 일본의 경우에는 제4차 산업혁명을 주도하기 위해 신산업구조비전(2016.4)을 수립하고 범정부차원의 7대 국가전략을 선정하였다. 기술 (데이터 관련 환경정비 등), 산업 및 고용 (산업구조/취업구조 전환 원활화) 및 인력양성(인재육성 등 고용시스템 향상) 등 전 분야에 걸친 범정부차원의 제4차 산업혁명 대응 전략을 수립하고 있다.

독일의 Industry 4.0 실행사례

지멘스(Siemens) 암베르크(Amberg) 부품 공장

발전과 현황

1989년 공장 설립 이후 2015년 현재 생산 물량은 연 천2백만 개로 8배 이상 증가하고 부품의 종류도 5배가 증가한 천 종류 이상이나 제품 백만 개당 결함은 5백 5십여 개에서 12개로 현저히 감소하였다. 직원은 설립초기 인원인 천여 명 유지한 상태이다.

융합과 연결

암베르크(Amberg) 공장은 부품 제조업체, 조립공장, 물류에서 판매회사까지 다양한 현장이 인터넷으로 연결된다. 공장 내 생산 장비와 부품 등 모든 사물 역시 인터넷 클라우드 시스템으로 연결되어 생산 설비 시설 곳곳에 IC 태그나 바코드 정보를 해독하는 센서를 활용하고 있고 획득한 데이터를 분석하는 플랫폼을 구축하였다.

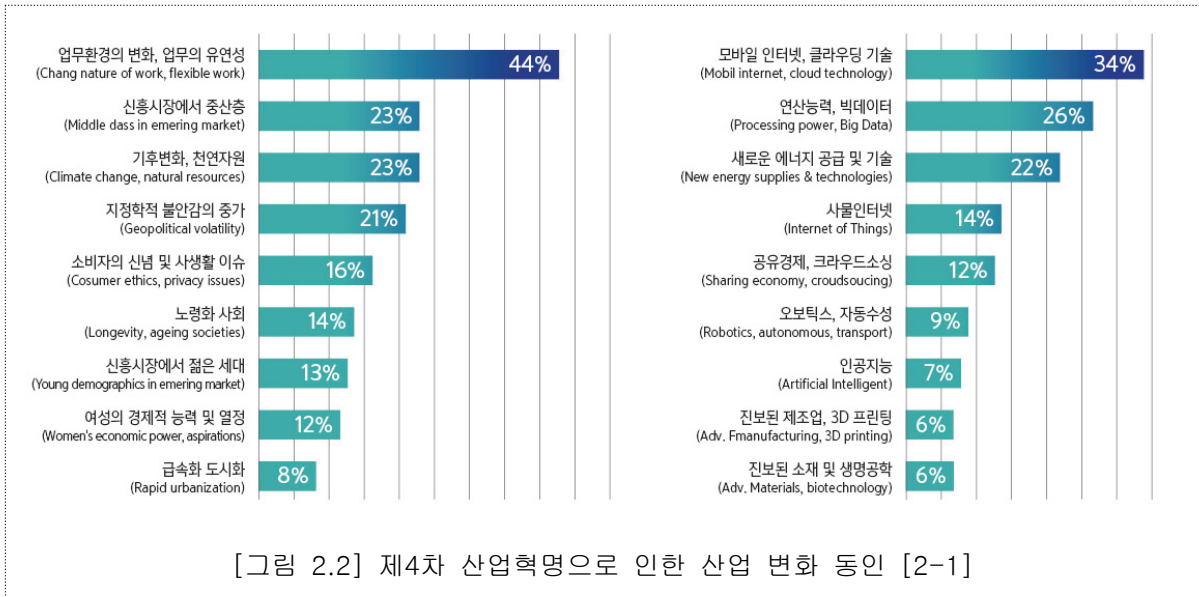
■ 제4차 산업혁명에 따른 미래사회 변화

- 제4차 산업혁명에 따른 미래사회 변화는 기술·산업구조, 고용구조 그리고 직무역량 등 세 가지 측면에서 나타날 것으로 예측된다.
- 기술·산업적 측면으로는 기술 및 산업 간 융합을 통해 산업구조를 변화시키고 새로운 스마트 비즈니스 모델을 창출시킬 것으로 예측된다. 초연결성과 초지능화는 사이버 물리 시스템(CPS: Cyber Physical System)기반의 스마트 팩토리(Smart Factory) 등과 같은 새로운 구조의 산업 생태계를 창출할 것으로 예측된다.
- 고용구조 측면에서는 자동화 기술 및 컴퓨터 연산기술의 향상으로 단순·반복적인 사무직·행정직과 같은 저숙련 업무와 관련된 고용이 급격히 감소될 것으로 예측된다. 옥스퍼드 대학(Oxford University)의 마틴 스쿨(Martin School)의 연구에서는 컴퓨터화 및 자동화로 인해 현재 직업의 47%가 20년 이내에 사라질 가능성이 높은 것으로 예측되었다.
- 직무역량 측면에서는 직무역량 안정성(Skills Stability)에 영향을 미쳐 산업분야가 요구하는 주요 능력 및 역량에 변화가 생길 것으로 예측된다. 복합문제 해결능력 및 인지능력에 대한 직업적/사회적 요구가 높아질 것으로 전망된다.

2 제4차 산업혁명의 핵심 산업

■ 산업변화의 동인

- 직업의 미래 보고서(WEF)에서는 업무환경 및 방식의 변화, 신흥시장에서의 중산층 등장 및 기후변화가 사회·경제적 측면에서의 주요 산업변화 동인이고, 과학기술적 측면에서는 모바일 인터넷, 클라우드 컴퓨팅, 빅데이터, 사물인터넷 및 인공지능이 주요 산업변화 동인이 될 것으로 전망하였다.



- 보스턴 컨설팅 그룹에서는 기술적 측면의 산업변화 동인들이 일자리 지형에 직접적인 영향을 제조업 생산성이 크게 향상될 것으로 전망하였다. 변화의 중심에는 빅데이터, 로봇 및 자동화 등의 기술이 자리할 것으로 예측하여 현재의 기술 중심 변화가 가속화를 제시하였다.
- 옥스퍼드 대학의 연구에서는 S/W 및 빅데이터 등 정보통신기술의 발달로 업무영역이 자동화되고, 자율주행기술 및 3D 프린팅 기술 등의 등장으로 일자리 지형이 크게 변화할 것으로 예측하여 역시 기술 중심 변화에 무게를 두었다.
- 제너럴일렉트릭(GE: General Electronics Corp.)의 미래 예측 보고에서는 클라우드, 자동화 기술, 예측 분석 및 스마트 시스템 등의 기술이 미래에 생산성을 높일 기술로 제시되고, 기계 센서와 커뮤니케이션 기술, 3D 프린팅 기술 등은 고객의 니즈를 충족시킬 수 있는 기술이 될 것으로 예측하였다. 기술 혁신은 제4차 산업혁명의 중심이고 이를 선도하는 기업과 사회의 역할을 제시하였다.

[표 2.1] 제4차 산업혁명 산업으로의 기술적 변화 동인 [2-2][2-3]

구분	내 용
독일	빅데이터, 로봇, 자율주행, 스마트공급망, 자가조직화 기술 등
영국	바이오 및 나노테크, 차세대 컴퓨팅, AR/VR, 홀로그램, 3D프린팅 등
미국	클라우드, 자동화기술, 센서 및 커뮤니케이션, 3D프린팅, S/W, IoT, 자율주행 등
호주	클라우드, IoT, 빅데이터, AI, 로봇 등

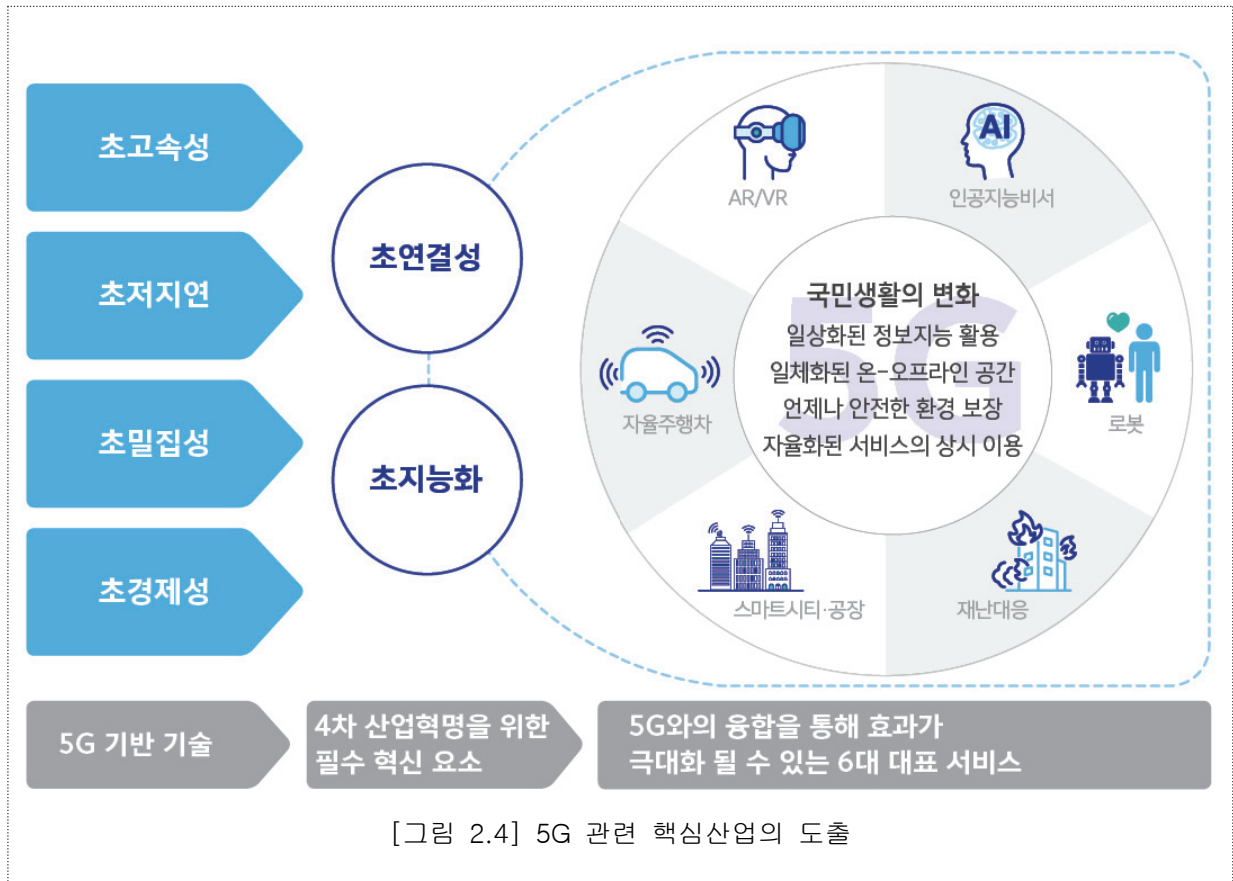
■ 산업변화의 핵심 키워드

- 제4차 산업혁명은 초연결성과 초지능화의 특성을 가지고 있고, 이를 통해 모든 것이 상호 연결되고 보다 지능화된 사회로 변화된다. 5G는 제4차 산업혁명에 필요한 초연결성과 초지능화에 필요한 기술적 근간을 제공한다. 5G의 초고속성(10x throughput, 100x traffic capacity), 초저지연(10x decrease in end-to-end latency), 초밀집성(10x connection density), 초경제성(100x network efficiency, 3x spectrum efficiency)은 4차 산업혁명이 가져올 주요 산업군에 초연결성과 초지능화를 제공한다.



■ 제4차 산업혁명의 핵심 산업

- 제4차 산업혁명의 핵심 산업은 5G의 기술기반으로부터 도출이 가능하다. 4차 산업혁명을 위한 사회적 요구로부터 도출되는 필수 혁신요소는 5G가 제공하는 기술 기반인 초고속성, 초연결성, 초밀집성, 초경제성으로부터 충족되며, 5G 기반기술 효과가 극대화 될 수 있는 6대 핵심 산업들(자율주행차, 로봇, 인공지능비서, 재난대응, AR/VR, 스마트시티/팩토리)을 도출한다.



3 산업혁명과 통신의 진화

- 일반적인 산업혁명의 연대와 대비하여 통신의 변화를 살펴보면, 다음과 같은 사실을 확인할 수 있다.

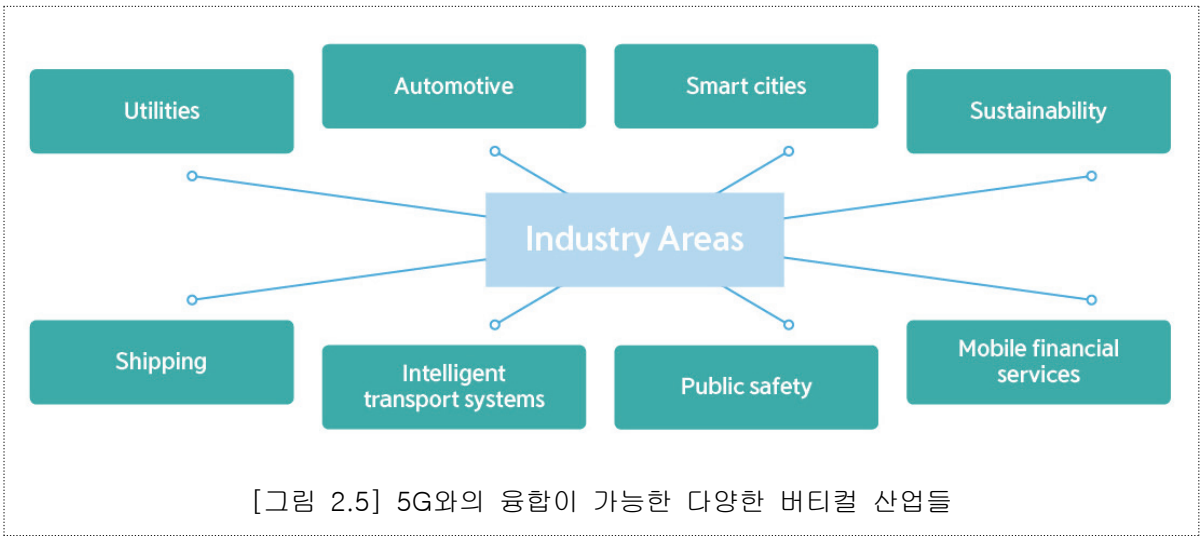
[표 2.2] 산업혁명과 통신변화

구분	통신의 변화
1차 산업혁명 이전	문자 또는 소리의 형태 그대로 인간이 직접 이동하여 정보를 전달함
1차 산업혁명 이후	전신의 개발에 따라서 유선이라 제약된 매체를 통하여 제약된 공간에 약속된 기호의 형태로 정보를 전달함
2차 산업혁명 이후	유선 전화의 동작으로 약속된 기호가 아닌 목소리 자체, 즉 정보 그대로를 전달할 수 있게 되었고, 무선 전신, 무선 전화가 등장하면서, 유선의 제약에서 벗어날 수 있게 됨
3차 산업혁명 이후	인터넷을 통한 데이터 통신이 가능하게 되면서, 인간의 목소리를 벗어난 정보의 다양성이 생김. 그리고, 이동통신으로 개발로 인간의 이동 제약이 사라지고, 정보의 이동성이 보장됨.
4차 산업혁명 이후	정보가 생성 주체 및 정보량의 폭발, 단순 정보에서 유의미한 정보를 추출하는 것이 중요해짐

- 3차 산업혁명 이후의 사회 변화는 제품에 대한 자동화 생산에 초점을 맞추는 것이 아니라, 정보라는 무형 제품의 개념이 생겨나고, 그 가치 및 중요성이 대두되기 시작한 시기로 볼 수 있다. 4차 산업혁명을 통하여 제품 중심의 산업구조에 벗어나 정보라는 무형의 가치 중심 사회로 변화하는 것이다.
- 이전에는 기계적으로 (1차 산업혁명), 대량적으로 (2차 산업혁명), 자동적으로 (3차 산업혁명) 유형의 제품(가치)을 생산하고 이를 이동시키는 교통 인프라의 발전이 사회의 발전을 대표했다, 반면, 3차 산업혁명 이후에는 정보라는 무형의 가치가 생겨나고, 이를 이동시키는 유선 또는 무선 네트워크가 생겨났다. 4차 산업혁명에서는 정보의 대량화 및 자동화가 이루어지면서, 이런 정보의 이동을 책임지는 네트워크, 즉 5G 네트워크의 발전은 필수적이 요소가 될 수 밖에 없다.

4 Industry Transformation을 위한 통신의 역할

- 4차 산업혁명은 ICT에 의한 디지털화(Digitalization)의 개념으로 생각할 수 있는데, 특히 5G는 ICT 산업을 비롯한 다양한 산업 분야에서 큰 변화(industry transformation)를 야기하는 데에 중요한 역할을 하게 될 것으로 예측되고 있다. 즉, 새로운 미래 환경변화에 선제적으로 대응할 수 있는 디지털 전환(Digital Transformation)의 노력과 성공 여부는 기업의 매우 중요한 성공요소가 될 전망이다. 여기서, 디지털 전환이란 사람과 기계/로봇 간 협업의 새로운 기준을 마련하기 위해, 각 산업 별로 디지털화를 위한 기반을 구축하는 것을 말한다.
- 특히, 5G는 자동차(automotive) 산업, 유틸리티(utility) 산업, 공공안전(public safety) 산업, 제조(manufacturing) 산업, 헬스케어(healthcare) 산업, 금융 서비스(financial service) 산업, 미디어/게임(media/gaming) 산업 등의 많은 분야에 새로운 큰 변화를 가져오는 시발점(starting point)이 되거나, 각 산업들의 발전을 더 촉진시킬 수 있는 촉진제(catalyzer)의 역할을 하게 될 것이다. [그림 2.5]은 5G와의 융합이 가능한 다양한 버티컬 산업들(vertical industries)을 보여준다. 이 밖에도 많은 산업들이 5G와의 융합을 통해 새로운 변화를 기회를 얻게 될 것이다.



- 4차 산업혁명을 통하여 제품 중심의 산업구조에 벗어나 정보라는 무형의 가치 중심 사회로 변화할 것이고, 4차 산업혁명에서 정보의 대량화 및 자동화가 이루어지면서, 다양한 버티컬 산업들의 여러 세부 분야에서 정보의 전달을 책임지는 5G 네트워크는 매우 필수적인 요소이다.
- 표 2.2는 가전 기기(consumer electronics), 자동차 운송(automotive transport), 농업(agriculture), 환경(environmental), 인프라(infrastructures), 유틸리티(utilities),

헬스/웰빙(health/well-being), 스마트시티(smart cities), 공정산업(process industries) 등의 다양한 산업 영역에서 5G가 적용 가능한 세부 영역들을 보여준다. 이와 같이, 5G가 적용되면 각 산업들은 새로운 산업의 모습들도 변환(transformation)될 것이며, 이는 각 산업들의 영역 확장(Expansion of business opportunities)과 함께, 새로운 부가가치 창출(Creation of added value)에 기여할 수 있을 것으로 예상된다. 즉, 5G를 각 산업에 어떻게 결합하고, 어떻게 활용하느냐에 따라 관련 기업들의 경쟁력이 좌우될 것이다. 또한, 5G와 각 산업들과의 융합은 각 산업 영역 별 새로운 일자리 창출(Creation of job opportunities)에도 기여할 수 있을 것으로 예상된다.

[표 2.3] 산업 영역별 5G의 적용 가능 분야 [2-5]

산업 영역	적용 분야	산업 영역	적용 분야
Consumer electronics (가전기기)	Connected gadgets Appliances Wearables Robotics Participatory sensing Social web of things	Utilities (유틸리티)	Water management Gas, oil, renewables Waste management Heating, cooling
Automotive transport (자동차 운송)	Autonomous vehicles Multimodal transport	Health(헬스), Well-being (웰빙)	Remote monitoring Assisted living Behavioral change Treatment compliance Sports, fitness
Agriculture (농업)	Forestry Crops and farming Urban agriculture Livestock, fisheries	Smart cities (스마트시티)	Integrated environments Optimized operations Convenience Socioeconomics Sustainability
Environmental (환경)	Pollution Air, water, soil Weather, climate Noise	Processing industries (공정산업)	Robotics Manufacturing Natural resources Remote operations
Infrastructures (인프라)	Buildings, homes Roads, rail		Automation Heavy machinery

- 본 보고서에서는 디지털 변환을 위한 5G와의 융합 산업으로, 대표적 자율형 (autonomous) 서비스인 자율주행차와 로봇, 지능형(intelligent) 서비스인 인공지능 비서, 공공형(public) 서비스인 재난 대응, 편재형(omnipresent) 서비스인 스마트시티 /팩토리, 및 몰입형 (immersive) 서비스인 증강현실/가상현실 산업을 선택하였다. 따라서, 이렇게 선택된 6개의 대표 산업들이 5G를 통해서 어떻게 변화되고, 각 산업의 발전이 어떻게 촉진되는지에 대해서 구체적으로 살펴본다. 또한, 각 산업별 대표 5G 융합서비스에 대해서도 알아보고, 각 산업의 입장에서 5G의 중요도에 대해서도 살펴본다.

III 5G와 사회·문화 변화

1 5G를 통한 국민 생활의 변화

가. 국민 생활 변화의 중심 키워드

■ 일상화된 정보지능 활용 (Intelligence Everywhere)

- 언제 어디서나 지능화된 네트워크의 서비스를 호출하고 활용. 스마트시티 인프라에서 발생하는 막대한 정보는 개인 밀착형 인공지능비서의 일상적 활용을 촉진한다.

■ 일체화된 온라인-오프라인 공간 (OnLine-OffLine Mix)

- 온라인 공간과 오프라인 공간이 AR/VR 기술을 이용해 효과적으로 결합하고, 심리적 위화감을 극복한 혼합현실의 이용이 대중화된다.

■ 언제나 안전한 환경 보장 (Anytime Safety)

- 대규모 재난/재해 뿐 아니라 일상의 작은 위험을 효과적으로 회피할 수 있는 정보를 제공하고 행동 유도 서비스를 활성화한다.

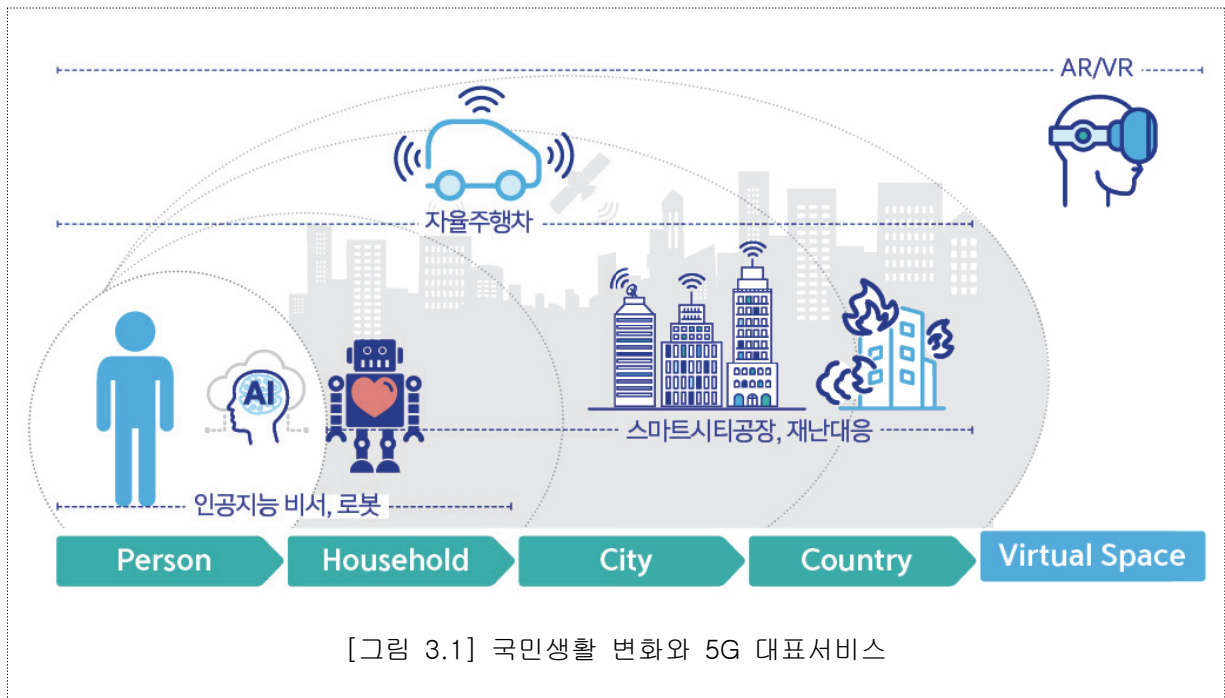
■ 자율화된 서비스의 상시 이용 (Life Companion)

- 활동 보조가 필요한 환경에서 적절한 도움을 자율로봇과 이동수단으로부터 상시적으로 획득한다.

나. 국민 생활 변화와 5G 대표서비스

■ 5G 대표서비스를 이용한 정보 공간 확장

- 5G 서비스가 기존 통신 서비스와 대비되는 핵심적인 특성은 진정한 의미의 정보공간 확장이 5G 서비스에 이르러 가능하게 되었다는 점이다. 4G 서비스는 개인화된 멀티미디어 서비스로 대표되는 개인 영역(Personal Area)에서의 성공을 가져왔으나 기술적 한계로 인해 개인 영역을 넘어서는 공간에서의 자율형/융합형 서비스를 구현하지 못한 한계를 가진다.
- 5G의 초고속/초저지연 네트워크는 개인-가정-도시-국가-가상공간에 이르는 정보공간에서 초지능화와 초연결성을 제공하는 기반이 된다. 5G의 대표서비스들은 확장된 정보공간에서 주어지는 초지능화와 초연결성을 적극적으로 이용하여 국민 생활을 근본적으로 변화시키게 된다.

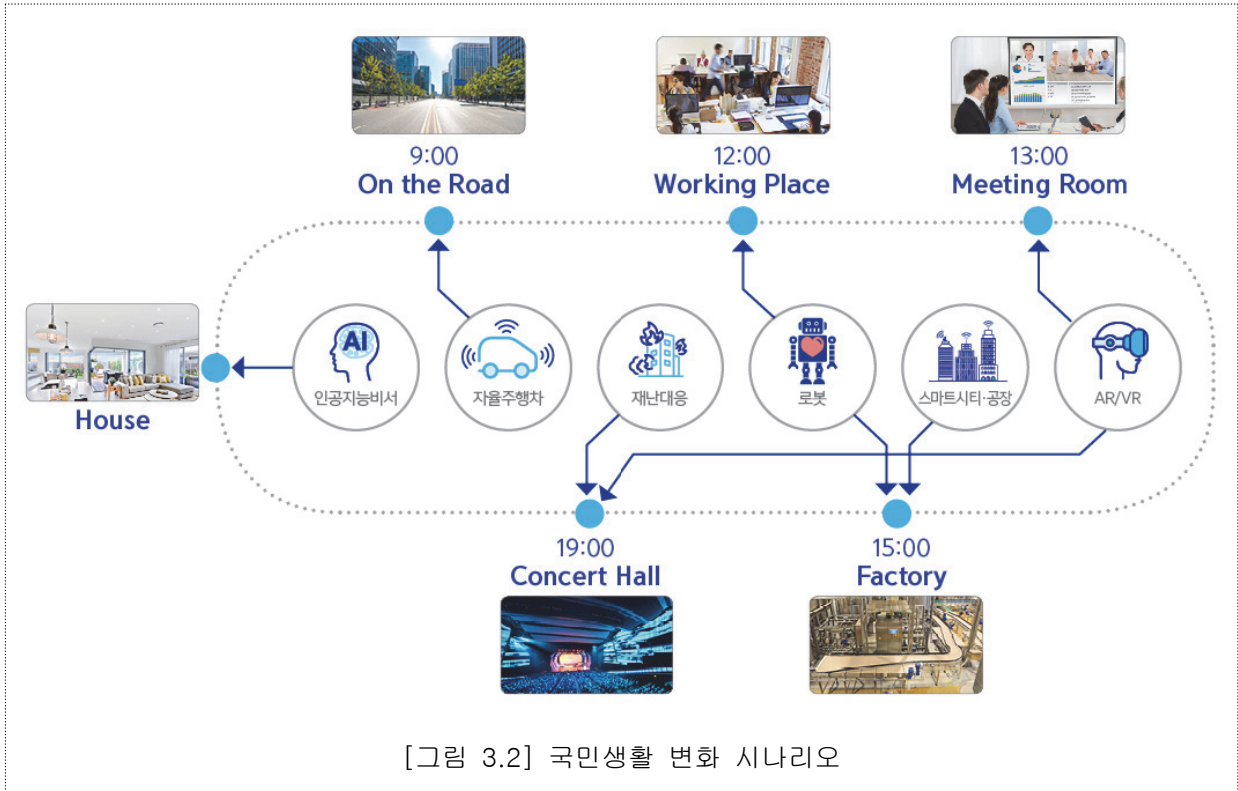


[그림 3.1] 국민생활 변화와 5G 대표서비스

- 전통적 통신의 공간인 개인/가정에서도 5G의 강화된 네트워킹 능력으로 로봇과 인공지능비서 서비스가 활성화 된다. 도시 영역으로 확대된 공간에서는 스마트시티 서비스를 통해 막대한 정보가 수집되고 활용되며 자율주행 서비스로 이동의 편의성이 극대화된다. 국가 단위의 공간에서는 스마트 팩토리로 생산성이 증대되고 언제나 안전한 환경이 재난대응 서비스로부터 주어진다. 가상공간은 AR/VR 서비스로 현실 공간과 결합하여 서비스의 초연결성을 확보한다.

다. 5G융합 대표서비스를 통한 우리의 일상생활 시나리오

■ 시간적 순서로 구성된 5G 대표서비스를 통한 일상 생활 시나리오



- AM 08시, 평창씨는 홀로그램으로 이루어진 AI비서의 모닝콜을 통해 아침에 잠에서부터 일어난다. AI비서는 스마트홈 내에 배치된 다양한 헬스케어 센서들을 통해 평창씨의 건강 상황을 모니터링 한다.
- AM 09시, 평창씨는 완전자율주행으로 운행되는 주문형 자율주행 자동차를 이용하여 출근한다. 이 차엔 구비된 실감스마트워크 서비스를 통해 이동을 시작하는 순간부터 평창군의 하루 업무가 시작된다.
- 업무 현장에 도착한 평창씨는 개인비서 로봇으로부터 하루의 스케줄을 보고받는다. 이 로봇은 클라우드 서버의 인공지능을 기반으로 이동 중에도 외국어 통역이 가능하다. 평창씨는 AM 12시 점심시간에 개인비서 로봇으로부터 외국어 교육 서비스를 제공받는다.
- PM 01시, 평창씨는 초저지연 5G AR/VR 서비스를 통해 제공되는 실감 텔레 프레즌스 서비스를 통해 세계 각국에 떨어져있는 사람들과 지연없는 실감 회의를 진행한다. 사용자들은 초저지연 5G AR/VR 서비스를 통해 현장에 있는 것과 동일한 현장감을 느낄 수 있다.
- PM 03시, 평창씨는 로봇들이 모든 업무를 담당하고 있는 회사의 스마트 팩토리에 방문해 대표 로봇으로부터 현재의 상황을 보고 받는다.
- 하루의 모든 업무를 마친 평창씨는 여자친구 정선씨와 함께 콘서트홀로 직접 이동한

다. 콘서트홀에 갑작스런 화재가 발생하였지만, 센서 기반 화재전개 및 건물상태 예측 서비스가 구비된 건물이었기에 상황예측 기반 맞춤형 진압/구조/대원 정보제공 서비스를 통해 모든 사람들이 아무런 피해없이 대피할 수 있게 된다.

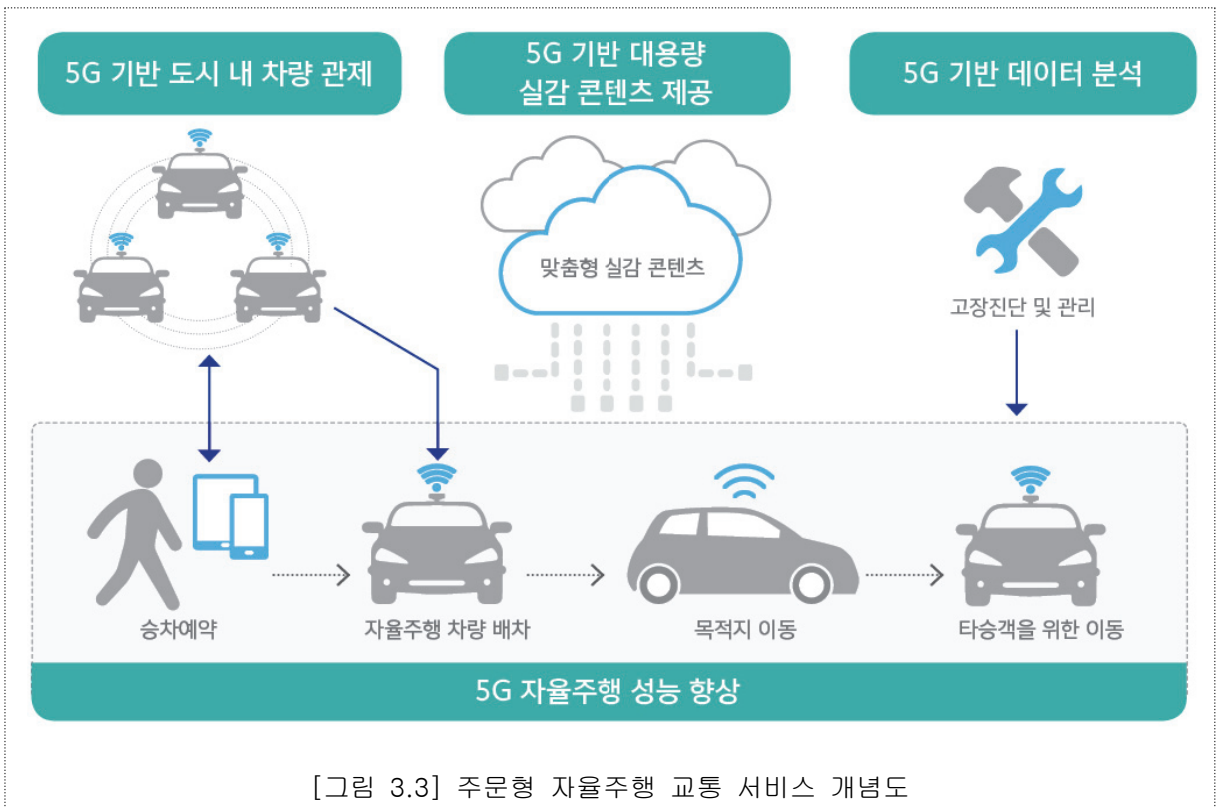
- PM 10시, 평창씨는 주문형 자율주행 서비스를 이용하여 집으로 안전하게 귀가한다. 집에 도착한 평창씨는 인공지능 비서로부터 내일 해야 할 일들에 대한 주요사항들을 보고 받고 취침한다.

2 대표서비스를 통한 국민 생활의 변화

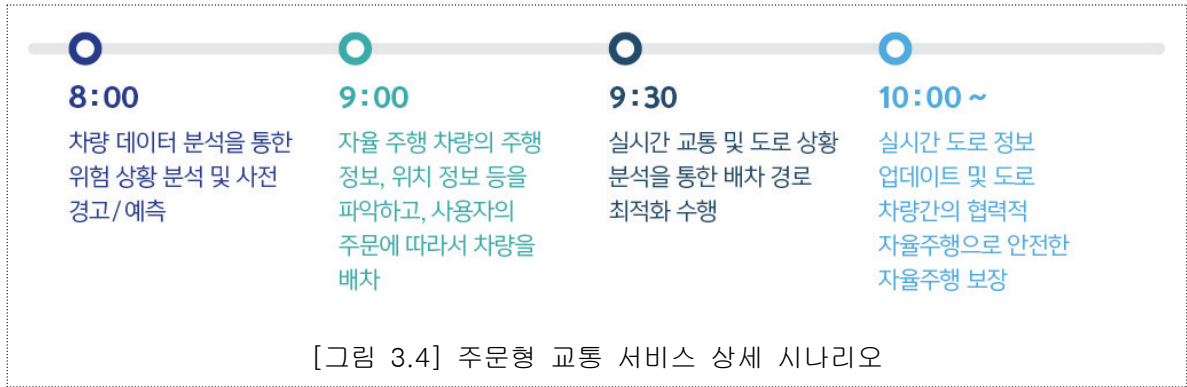
가. 자율주행차

■ 주문형 자율주행 교통서비스가 주는 생활의 변화

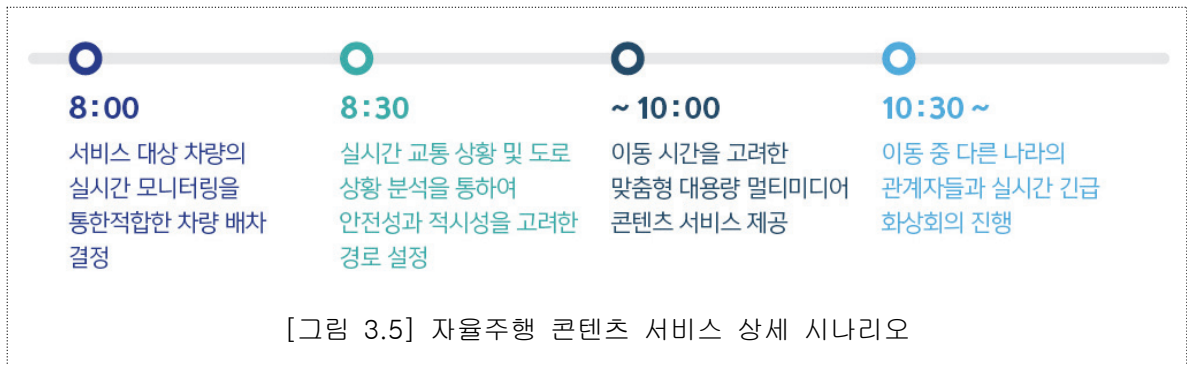
- 주문형 자율주행 교통서비스는 도시 내 차량을 5G로 연결하여 자율주행 차량의 도심 자율 주행 성능을 높이고 이를 바탕으로 사용자의 이동성 주문에 맞추어 교통 서비스를 제공한다. 또한, 도시 내 이동성, 콘텐츠 서비스, 차량 관리 서비스를 종합적으로 제공한다. 사용자가 이동성 서비스를 주문하면, 주위의 차량에서 시간과 거리를 고려하여 최적의 차량을 배차하고, 원하는 목적지까지 자율주행으로 이동할 수 있는 서비스이다. 자율주행차 이용에 따라 초광대역 실시간 차량 콘텐츠 제공하고, 방대한 차량 데이터의 실시간 분석을 통한 고장 진단 및 관리 서비스가 동반되어 편리성, 안정성을 제공한다.



- ‘주문형 교통 서비스’ 는 자율 주행기반 차량 배차가 가능하고, 차량 관제 및 데이터 분석을 통해 차량의 고장 분석과 실시간 도로 상황 분석 기반 배송/배차 경로 최적화가 가능한 서비스이다. 차량 데이터 분석을 통해 위험 상황 분석 및 사전 경고/예측 서비스를 제공하며 자율주행 차량의 주행 정보/위치 정보 등을 파악하여 사용자의 주문에 따라서 적합한 차량을 배차한다. 실시간 교통 및 도로 상황 분석을 통해 배차 경로의 최적화가 가능하며, 협력적 자율주행을 통해 자율주행의 안정성 향상이 가능하다.



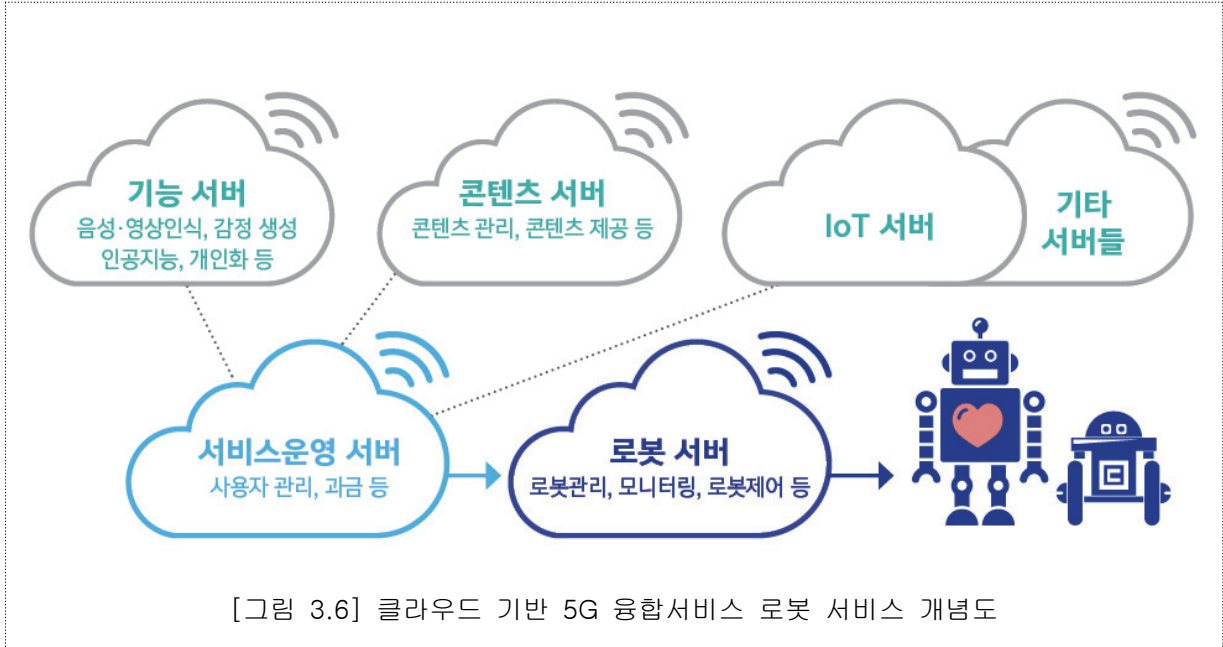
- ‘자율주행 콘텐츠 서비스’ 는 이동시간 동안 사용자에게 맞춤형 대용량 멀티미디어 서비스를 제공하는 서비스이다. 서비스 차량의 실시간 모니터링을 통한 적합한 차량 배차를 결정하고, 실시간 교통 상황/도로 상황 분석을 통한 안정성과 적시성을 고려한 경로를 설정한다. 이동 시간 동안에는, 맞춤형 대용량 멀티미디어 콘텐츠 서비스 제공이 가능하며, 이동 중 필요에 따라서 다른 사람들과의 실시간 긴급 화상회의의 진행도 가능하다.



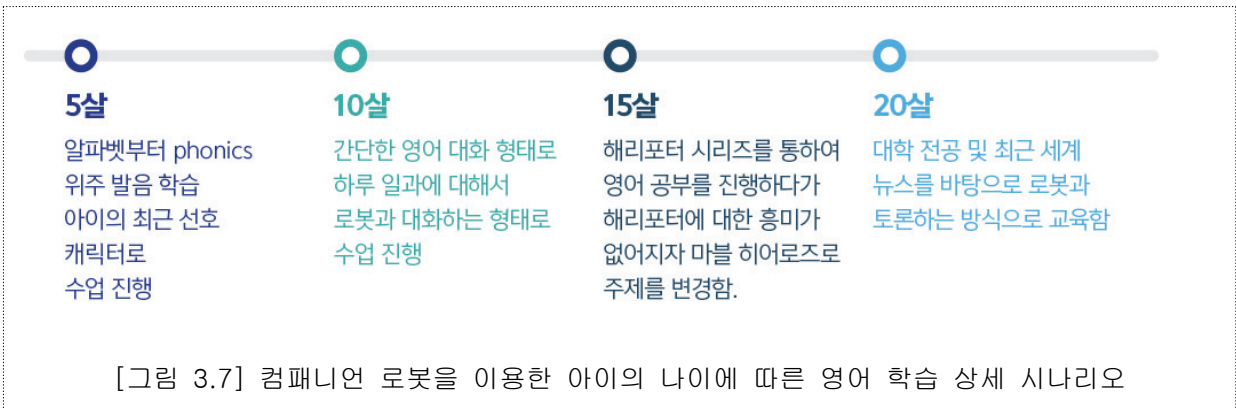
나. 로봇

■ 클라우드 기반 5G 로봇 융합서비스가 주는 생활의 변화

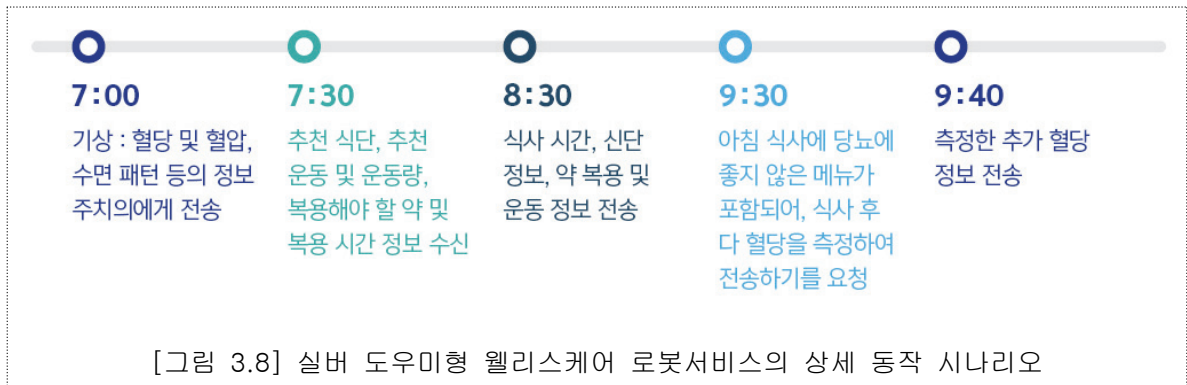
- 5G 융합서비스 로봇은 언제 어디서나 필요한 서비스를 제공하는 것을 목적으로 하며, 5G 무선통신 환경에서 동작하는 네트워크 기반의 지능형 로봇을 가리킨다.



- 클라우드 기반의 컴패니언 로봇 서비스는 빅데이터, 클라우드 컴퓨팅, 인공지능 기술과 융합된 스마트 인터랙션 기술(탁월한 수준의 음성·동작·얼굴 인식 등)에 5G 기술을 결합하여 사용자에게 고수준의 서비스를 신속하게 제공하기 위한 로봇기반의 개인 맞춤형 서비스를 제공한다.
- ‘유아를 대상으로 특히 영어 교육에 특화된 서비스’는 엔터테인먼트와 교육 분야의 콘텐츠를 연동하여, 유아들이 로봇과 함께 스스로 영어를 학습할 수 있도록 서비스가 구성되며, 유아들의 성장과 더불어 로봇이 함께 성장하면서 점차적으로 영어교육의 수준을 높여가는 맞춤형 서비스를 제공한다.



- ‘실버 도우미형 웰니스케어 로봇 서비스’는 개인의 일상생활에서 모바일, 웨어러블 헬스케어 기기, 각종 IoT 장치 등을 통해 수집한 라이프로그 데이터를 통합 저장하고, 병원 및 공공기관의 건강기록 정보와 연결시켜 개인에게 최적화된 맞춤 서비스를 의미한다. 노인들의 건강하고 만족하는 개인별 라이프스타일을 실현하기 위해 노인들의 움직임, 평소 생활습관, 가스, 화재 등 종합적으로 분석해 긴급 사항 발생 시 보호자, 병원, 119 통보 등 적절한 조치를 제공하는 서비스를 포함한다.



- 클라우드 기반 5G 로봇융합 서비스는 사용자와 로봇이 시각, 청각, 촉각 등 감각적 / 감정적 교감을 실현하기 위한 서비스를 포함하며, 이를 응용하여 개인비서 역할, 주변의 IoT기기들에 대한 관리 매개체 역할, 유아 및 노약자들의 케어 서비스를 제공한다.

다. 인공지능비서

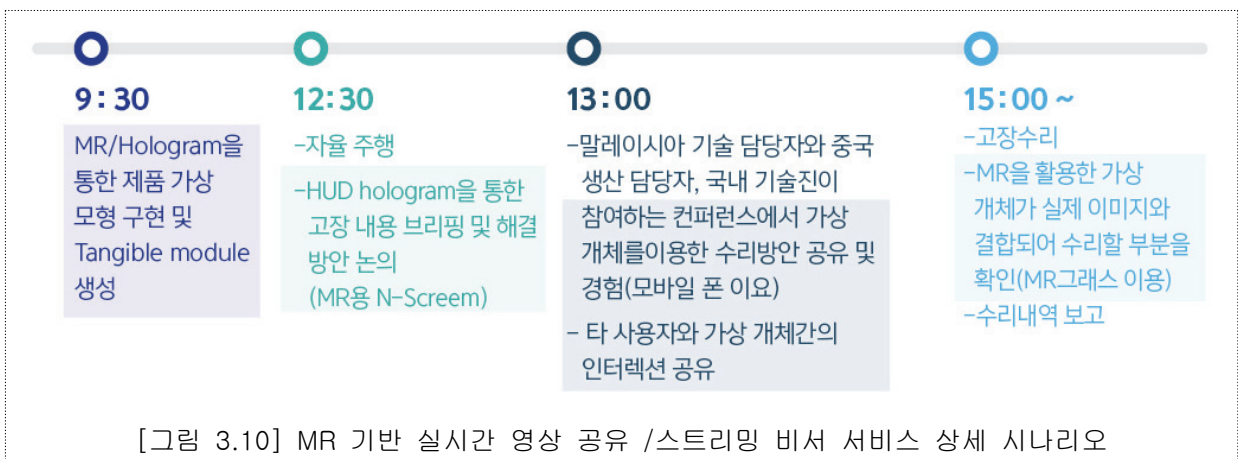
■ 컨텍스트 인지형 AI 비서가 주는 생활의 변화

- 컨텍스트 인지형 AI 비서는 사용자에게 생활밀착형 보조 서비스를 제공한다. 업무 영역 뿐 아니라 일상생활, 건강과 같은 개인 영역에서의 편의를 극대화할 수 있다.
- 인공지능 비서 사용자는 사용자 설정을 통해 자신의 정체성, 의도와 주변 환경과의 관계성을 설정하고 목표한 영역의 비서 서비스를 제공 받는다.



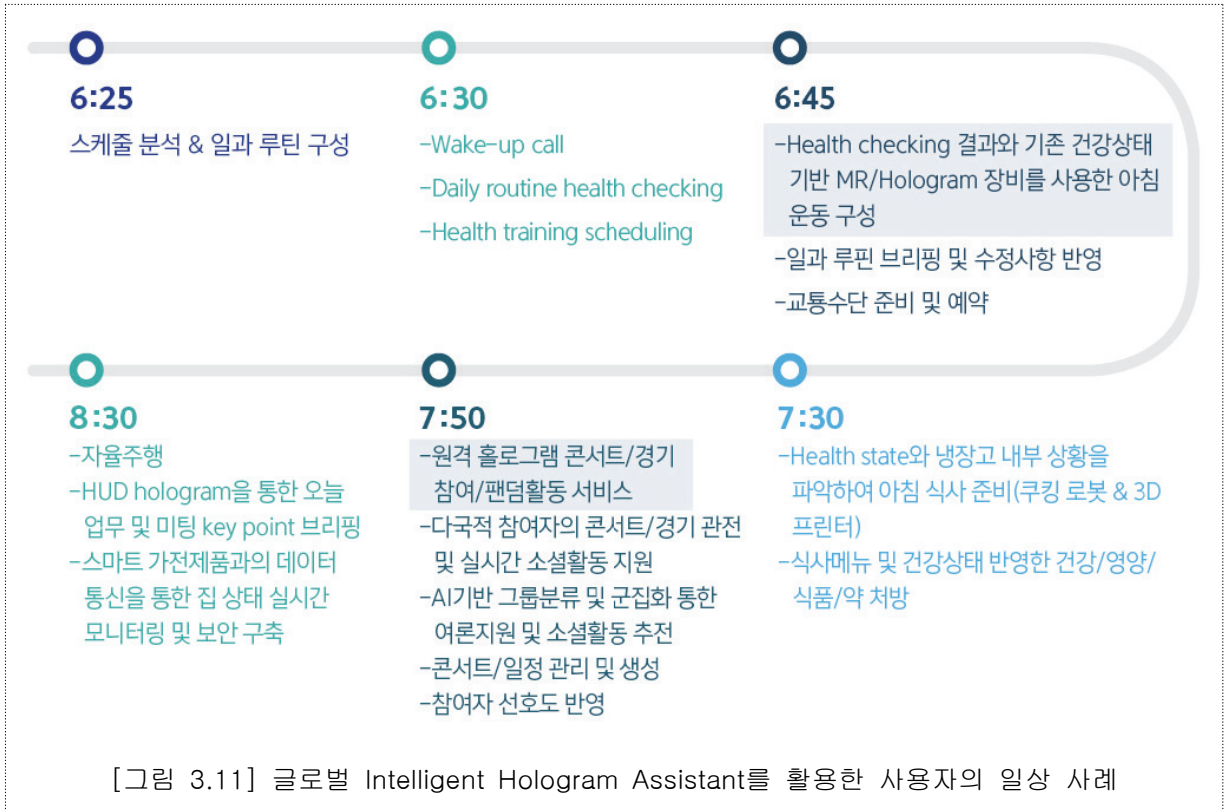
[그림 3.9] 대표서비스 페르소나 분석을 위한 가상의 사용자 설정

- ‘실감형 컨퍼런스 서비스’ 는 MR 기반 실시간 영상 공유 / 스트리밍 Assistant와의 연계를 통해 다국어 실시간 번역 서비스를 제공한다. 실감형 컨퍼런스를 위한 전용공간 제공 및 모바일 폰을 통한 이동 중 가상회의 참여가 가능한 형태이다.



[그림 3.10] MR 기반 실시간 영상 공유 /스트리밍 비서 서비스 상세 시나리오

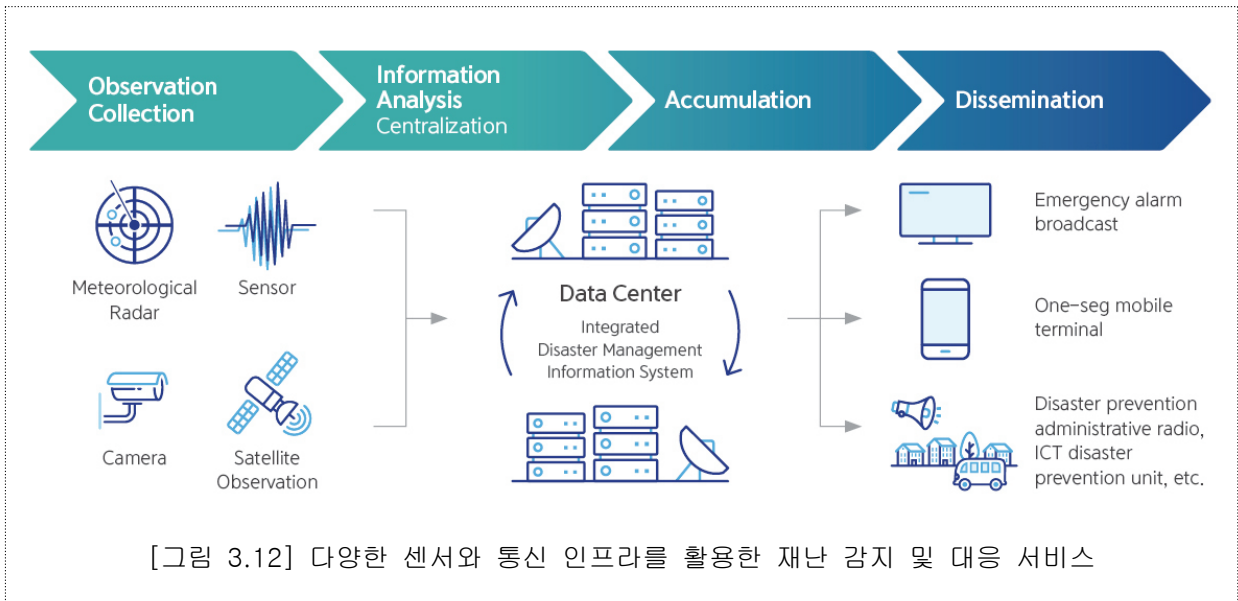
- ‘몰입형 미디어 지원 서비스’는 홀로그램을 통해 일상생활에서 전문분야까지 활용되는 몰입형 미디어 서비스를 제공한다. 홀로그램 중심으로 이루어진 AI비서와 사용자간의 원활한 통신을 통해 건강 상황 체크, 여가활동 등을 지원 받을 수 있다.



라. 재난대응

■ ICT기반 재난 감지 및 재난 대응/관리 서비스가 주는 생활의 변화

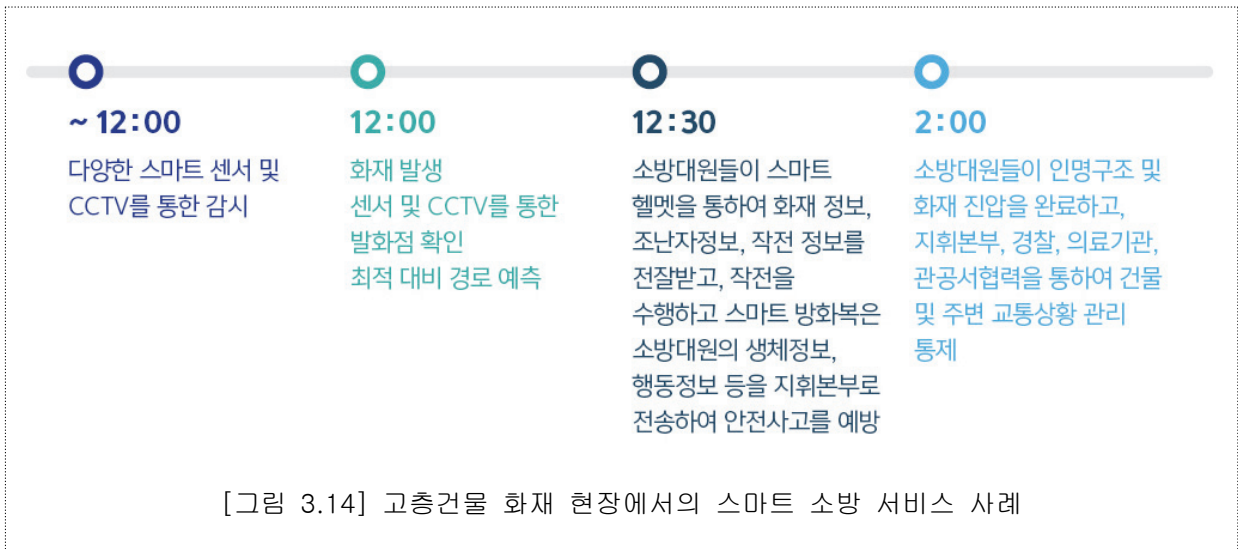
- 다양한 스마트 센서들로부터 수집된 빅데이터를 바탕으로 재난을 감지하고, 이를 바탕으로 재난을 예측하고, 재난에 효율적으로 대응하며, 재난 상황에서의 재해 지역 복구 및 구조 활동을 전개함으로써 언제 어디서나 안전을 보장받을 수 있는 서비스를 제공한다.



- ‘통신 인프라가 붕괴된 지진재난 현장에서의 스마트 구조 서비스’는 지진발생으로 인한 광역적인 재난 현장에서 이동셀 기반의 5G 이동통신 인프라, UAV(Unmanned Aerial Vehicle) 편대 및 구조로봇을 활용한 구조 서비스를 의미한다. 지진으로 인해 5G 이동통신 인프라의 일부가 붕괴된 경우에도 활용 가능한 방안을 제시하여 스마트 구조 서비스를 지원한다.



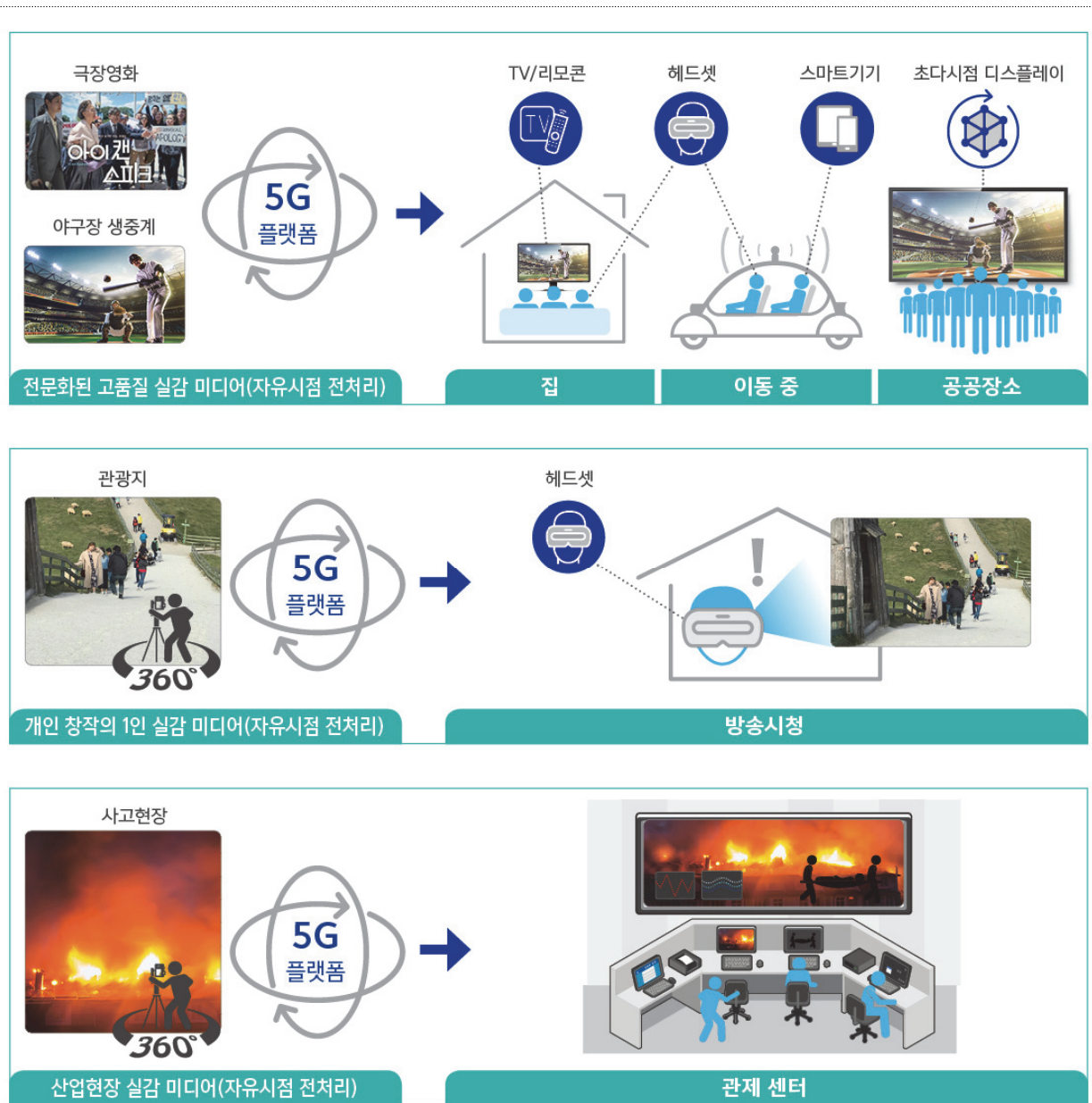
- ‘고층건물 화재 관리 서비스’ 는 ICT를 활용하여 고층건물에서 발생하는 화재를 조기에 발견하고 신속하게 대응함으로써 인명 및 재산 피해를 최소화하기 위한 서비스를 제공한다. 센서를 통하여 화재를 감지하고, 실시간 상황 정보를 수집하며, 이를 이용하여 스마트 헬멧 및 방화복으로 무장한 소방대원들이 구조 작업을 진행한다. 그리고 통합통신망을 통하여 화재 진압 상황 및 조난자를 확인함으로써 인적 물적 피해를 최소화 한다.



마. AR/VR

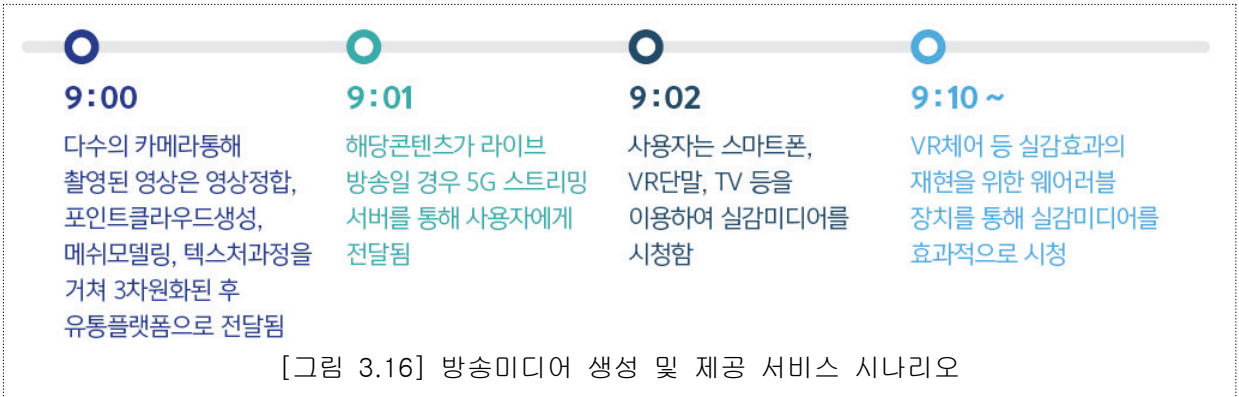
■ 실감미디어 서비스가 주는 생활의 변화

○ 고화질 대형화되고 있는 TV환경, 영상 중심의 모바일 사용패턴, 성장 초기단계에 접어든 증강/가상현실 단말 환경을 고려할 때 실감 미디어 서비스는 전문화된 고품질의 서비스와 개인 미디어 서비스 그리고 타 산업분야와 융합된 산업미디어 서비스로 제공될 것으로 예측된다. 따라서, TV 콘텐츠와 가상현실 단말을 결합하여 보다 실재감이 높은 방송미디어 서비스를 제공하며, 가상현실 단말을 모바일과 결합하여 언제 어디서나 실감미디어를 촬영하고 공유할 수 있도록 개인미디어 서비스를 제공하고, 실감미디어 구성요소를 산업 현장기술과 융합하여 자동화, 집중화되는 미래 산업환경에서 생산성과 편의성, 안정성을 높일 수 있는 산업미디어 서비스가 제공될 것이다.

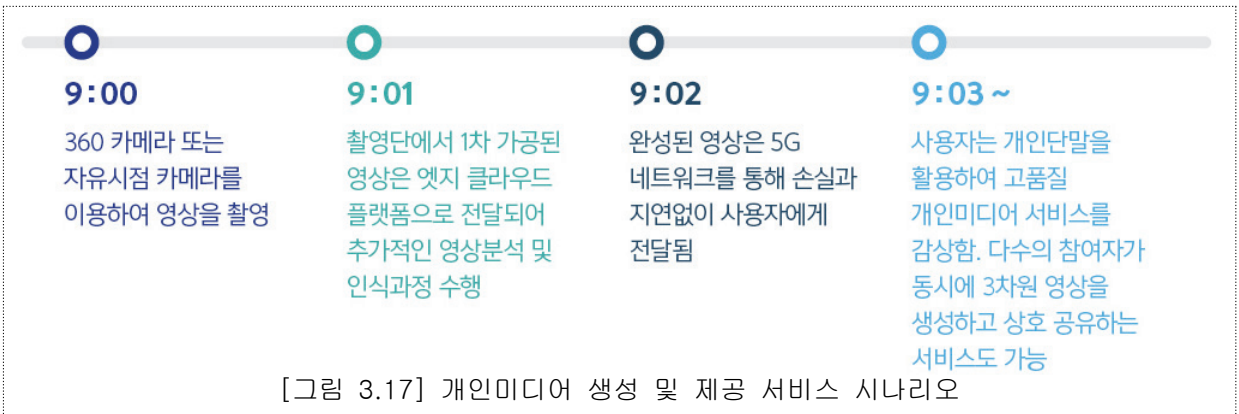


[그림 3.15] 방송/개인/산업미디어 서비스

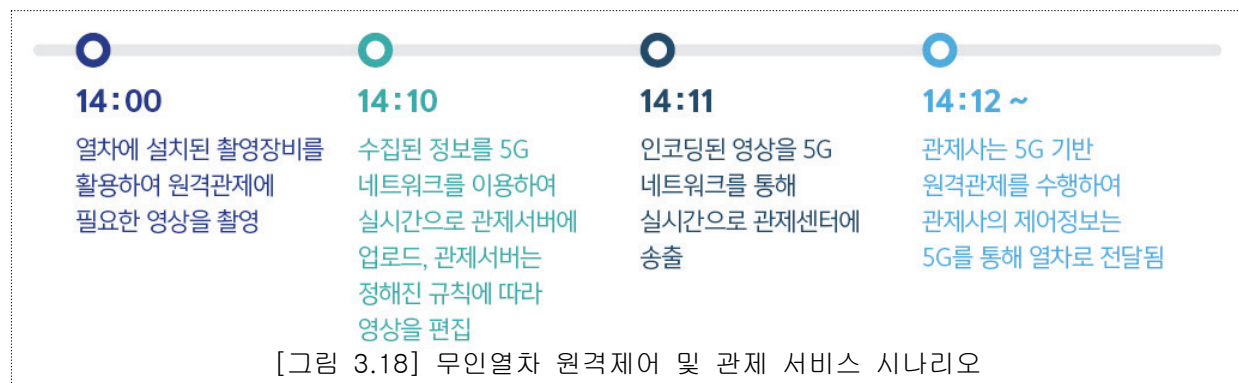
- 방송미디어 서비스는 경험이 풍부한 전문조직을 통해 제작된 고품질 3D 실감미디어를 다양한 단말들(4k TV, 초다시점 키오스크 디스플레이, 12k 360도 VR HMD 디스플레이, 6k AR 글라스 디스플레이)을 이용하여 사용자에게 제공된다.



- 개인미디어 서비스는 개인이 창작한 1인-실감미디어 콘텐츠를 실시간 혹은 주문형 방식으로 사용자들에게 제공하거나 상호 공유하는 서비스이며, 개인이 360도 카메라나 이동 카메라로 촬영한 영상을 5G를 통해 실시간으로 업로드 함으로써 사용자에게 제공된다.



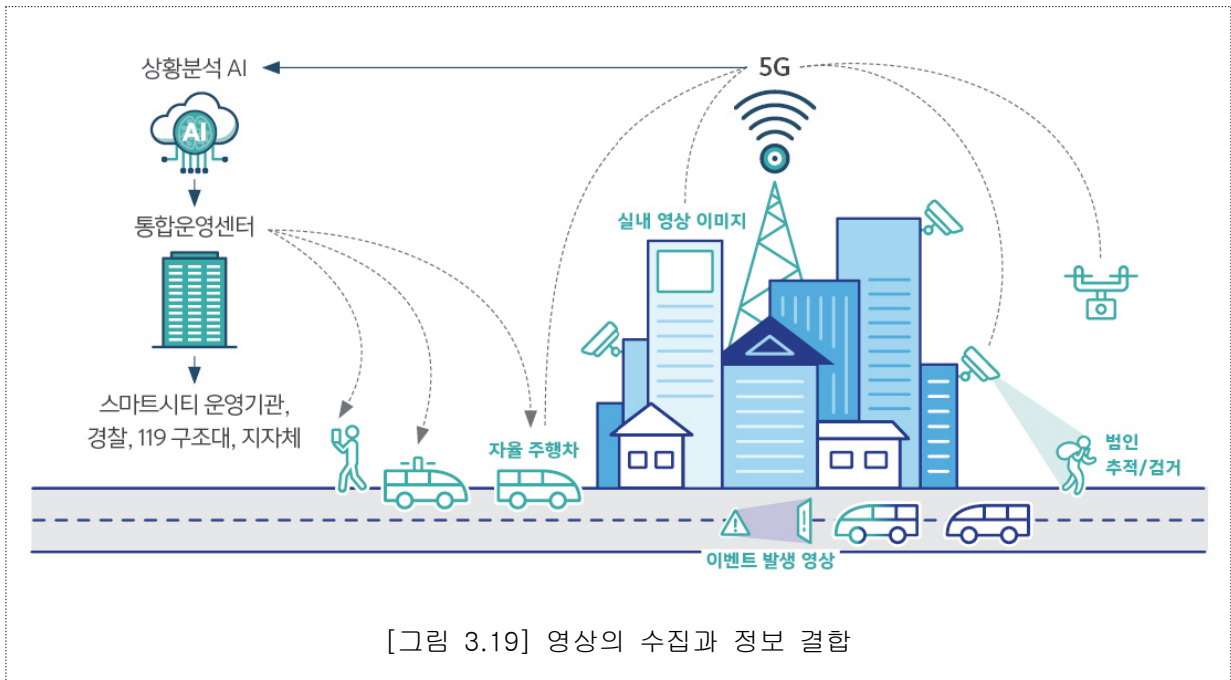
- 산업미디어 서비스는 실감미디어를 다양한 분야의 산업들과 융합하여 실재감, 몰입감이 높은 콘텐츠를 제공함으로써 보다 인지하기 쉽고 생산성을 높여주는 효과를 얻을 수 있다. 생성된 콘텐츠들은 12k 180도 수준의 대형디스플레이나 12k 360도 수준의 VR HMD 디스플레이 등을 사용하여 제공된다.



바. 스마트시티/스마트팩토리

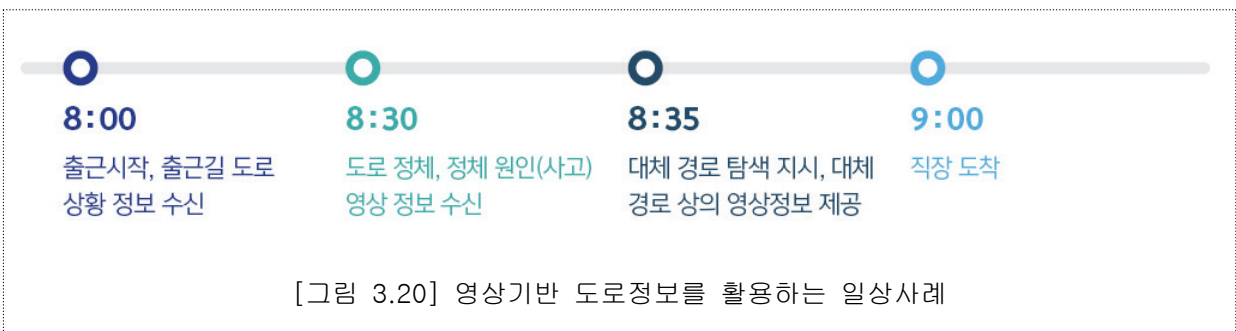
■ 영상기반 스마트시티 모니터링 서비스가 주는 생활의 변화

- 영상기반 스마트시티 모니터링 서비스는 차량, CCTV와 같은 다양한 영상으로부터 수집된 3차원 스마트 도시 정보를 고정밀/실시간으로 구축하여 사용자에게 제공한다. 실내외 영상정보를 결합하여 보다 정확한 스마트 도시 내의 상황정보를 모니터링함으로써 자율주행, AR 서비스와 같은 5G기반 서비스의 정보 인프라로 활용한다.



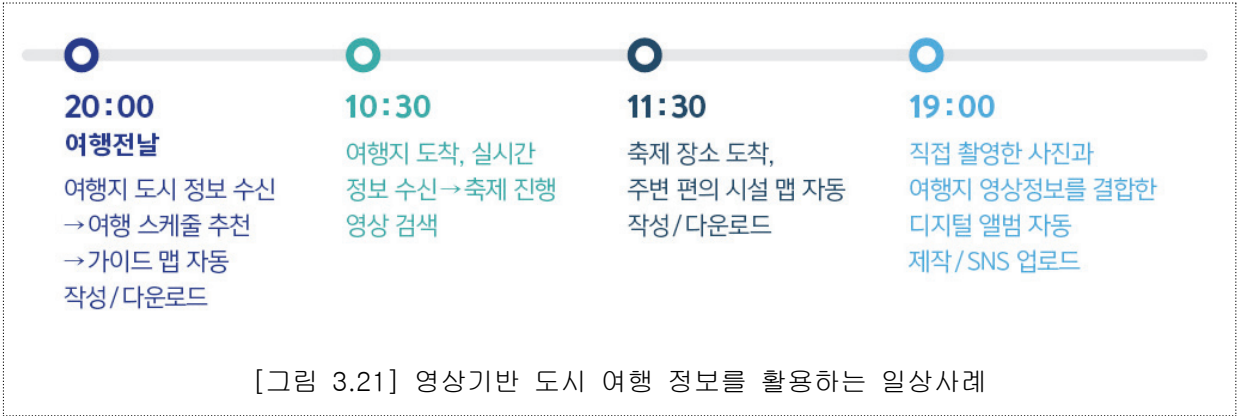
[그림 3.19] 영상의 수집과 정보 결합

- ‘영상기반 도로 정보 지원 서비스’ 는 도로 영상 정보를 수집하고 결합하여 필요한 사용자에게 제공한다. 교통 정보의 가시성을 극대화하고 영상 결합과 분석을 통해 필요한 정보의 추출을 가능케 해 정보의 사용자 사용성을 극대화한다.

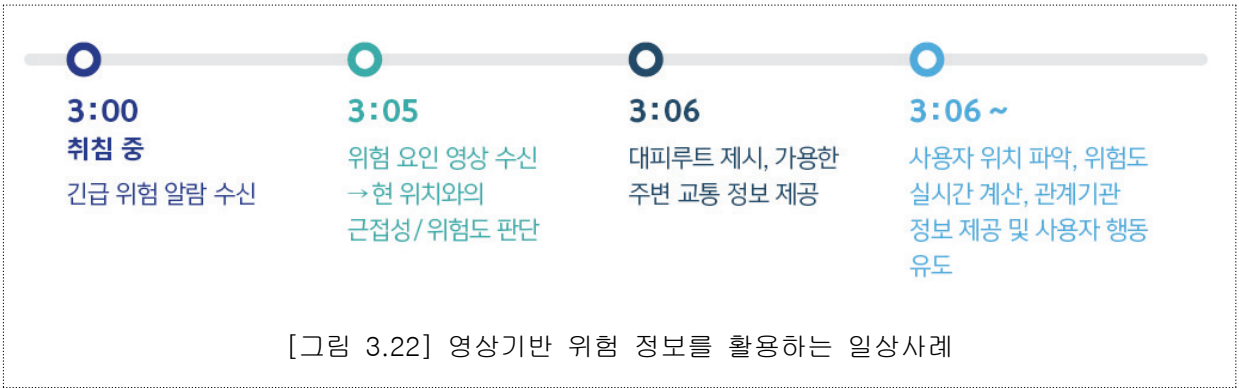


[그림 3.20] 영상기반 도로정보를 활용하는 일상사례

- ‘영상기반 도시 여행 지원 서비스’ 는 여행지 도시의 실시간 영상 수집과 결합을 통해 영상 맵을 구축한다. 사용자 필요에 맞게 구성된 영상 기반 맵의 자동 작성 및 다운로드 서비스를 제공하고 오프라인 공간의 정보를 온라인에서 효과적으로 결합한다.



- ‘영상기반 도시 위험 회피 서비스’ 는 위험 상황을 실시간 영상 결합으로 정확히 인지하고 대피 경로와 가용한 주변 정보를 획득한다. 위험 요인을 영상으로 수신하고 현 위치와의 근접성, 위험도를 판단한다. 사용자 위치와 영상, 센서 정보를 결합하여 사용자의 원활한 상황인지를 지원한다.



IV 대표 서비스 요약

1 자율주행차

가. 개요

■ 자율형 서비스 개념

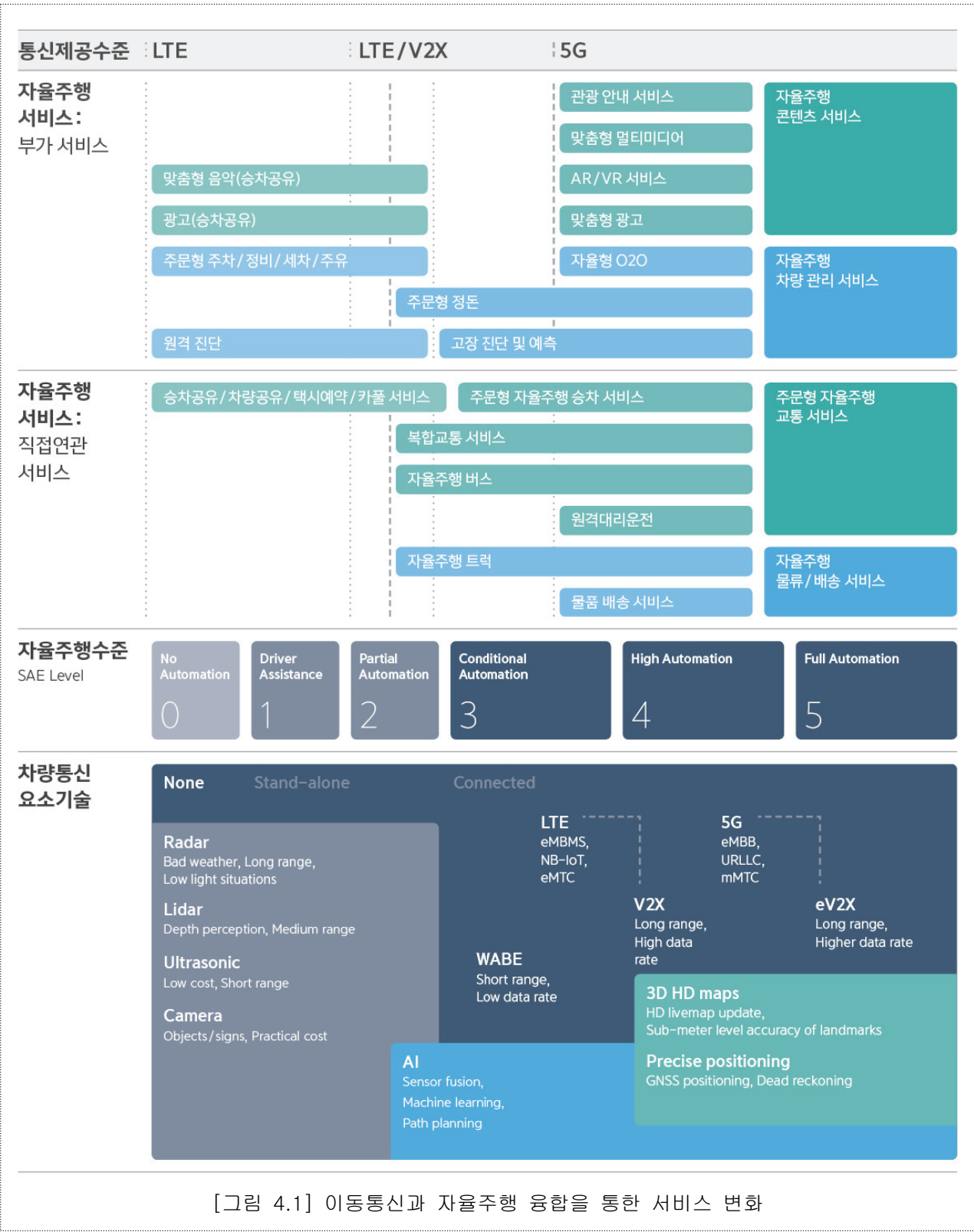
- 자율주행차를 서비스 플랫폼으로 이용하여, 새롭게 생성되는 사용자 서비스를 말한다. 자율주행차를 이용한 사용자 탑승, 자율주행차를 이용한 물품 배송뿐만 아니라 자율주행차량 내에서 사용자에게 제공되는 서비스, 자율주행차량에서 파생되는 신규 서비스 등 모든 자율주행차 관련 서비스를 포함한다.

■ 자율주행 기술의 진화와 자율형 서비스의 진화

- 자율주행 기술이 진화하면서, 새로운 서비스 모델이 제시되고 있으며, 업체 간 협력과 경쟁도 가속화 되고 있다. 대도시 인구집중, 핵가족화, 소비자의 변화, 공유경제의 활성화 등의 여러 자동차 관련 시장 변화는 자율주행을 통한 차량 공유로의 시장 변화를 예고하고 있다. 주요 업체들의 자율주행 비전은 주로 주문형 교통 서비스, 자율주행 트럭, 자율주행 버스에 맞추어져 있다.

■ 이동통신과 자율주행 융합에 따른 서비스 변화

- SAE 기준 자동화 수준 0~2단계 및 3단계 초기는 레이더, 카메라, 라이다, 초음파 등의 센서를 통한 독립형(Standalone)으로 가능하며, 2단계부터는 기계학습을 통한 센서 퓨전과 경로 설정 기능의 도입이 요구된다. 3단계 초기 제품화 이후 차세대 3단계부터는 차량, 도로변 장치, 서버와의 통신이 필수적으로 요구될 것으로 예상된다. 단거리에서 중/저속의 데이터 전송이 가능한 WAVE 기술과 LTE/V2X 기술의 도입을 통해 보다 안전하고 저렴하게 높은 수준의 자율주행이 가능해지고 있다. 특히, 고정밀 (HD) 지도, 고정밀 위치 추정, 차량 센서 데이터 공유를 통한 협력 자율주행 기술 구현을 위해서는 초고속/초저지연 데이터 전송을 지원하는 5G/eV2X의 도입이 필수적이다.



[그림 4.1] 이동통신과 자율주행 융합을 통한 서비스 변화

- 현재 LTE 수준에서는 승차 공유, 차량 공유, 택시 예약, 카풀 서비스 등의 이동성 서비스와 주문형, 주차, 정비, 세차, 주유 서비스 등이 제공되고 있다. 향후, 주문형 자율주행 교통 서비스, 자율주행 물류 배송 서비스, 자율주행 차량 관리 서비스, 자율주행 콘텐츠 서비스 등의 차세대 서비스로의 진화를 위해서는 5G의 도입이 필수적이다.

나. 대표 서비스 선정 방법 및 선정 결과

■ 5G 기반 자율주행차 후보 서비스

- 자율주행차 분야에서는 1) 주문형 교통, 2) 물류 및 배송, 3) 차량 관리, 4) 자율주행 콘텐츠 서비스를 후보로 선정하였다.

[표 4.1] 자율주행차 서비스 분류

구분		개요	현재 관련 서비스
자율주행 직접 연관 서비스	주문형 자율주행 교통 서비스	사용자가 이동성 서비스를 주문하면, 최적의 자율주행차량을 배치하고, 원하는 목적지까지 자율주행으로 이동할 수 있는 서비스	승차 공유, 차량 공유, 택시 예약, 카풀, 자율주행 택시 시범 서비스
	자율주행 물류 및 배송 서비스	자율주행 트럭이나 차량을 이용한 물류 또는 배송 서비스	자율주행 트럭 컨셉 자율주행 배송 컨셉
자율주행 부가 서비스	자율주행 차량 관리 서비스	차량 고장 진단 서비스 및 차량 관련 정보를 이용한 정비, 주유, 세차, 주차 등 차량 관련 서비스	주문형 정비, 주유, 세차, 주차 서비스
	자율주행 콘텐츠 서비스	자율주행 차량 내의 대용량 멀티미디어 콘텐츠 서비스 및 멀티미디어 콘텐츠 기반 안내 서비스로 광고 및 브랜드 연동 가능	이동시간 맞춤형 콘텐츠 서비스, 자율주행 택시 기반 관광 서비스

■ 5G 기반 자율주행차 대표 서비스 선정 기준 및 방법

- 후보 서비스들의 시장규모 및 성장률, 산업적 파급력, 국내 경쟁력, 서비스 독창성, 및 5G 기여도를 비교 분석하여 대표서비스를 선정한다.
- 서비스별 평가 요약

[표 4.2] 세부 서비스별 평가 요약

구분	시장성		기술성			종합 (만점 20)	비고 (5G 관점)
	시장규모 및 성장률	산업적 파급력	국내 경쟁력	서비스 독창성	5G 기여도		
주문형 교통 서비스	5	4	3	4	4	20	경쟁재
물류 및 배송 서비스	3	3	3	2	2	13	경쟁재
차량 관리 서비스	3	4	2	3	4	16	보완재
자율주행 콘텐츠 서비스	4	5	5	4	5	23	경쟁재

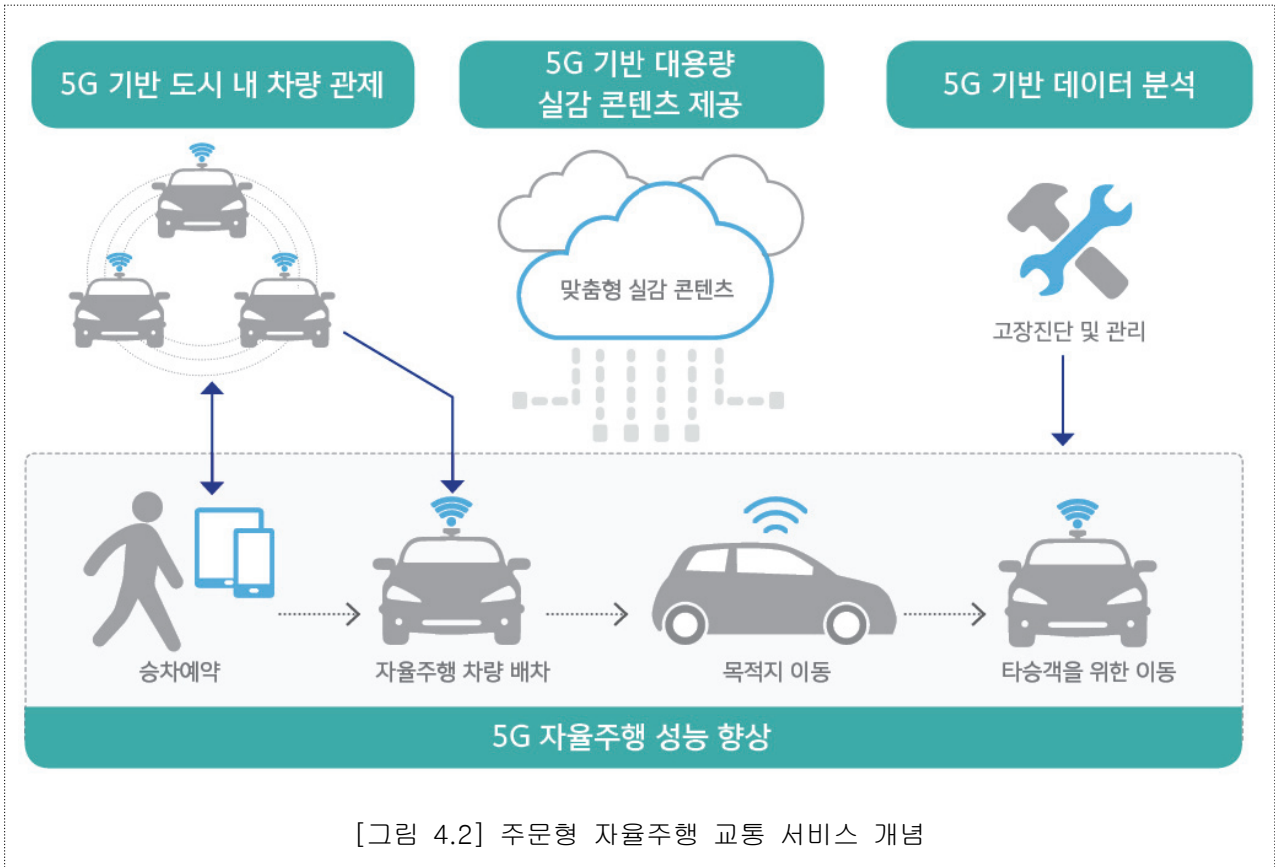
■ 5G 기반 자율주행차 대표 서비스 선정 결과

- 기술성과 시장성 측면에서 모두 우수한 주문형 교통 서비스를 대표 서비스로 선정하였다. 자율주행 기술의 발전을 통해 주문형 교통서비스가 활성화되면, 자율주행 차량 내에서 이동 중 이용하는 콘텐츠 서비스가 활성화될 것으로 예측된다. 자율주행 차량의 클라우드 관리를 위해서는 주행 데이터, 센서 데이터의 전송에 광대역의 전송 속도가 요구되며, 특히 도심 밀집 환경에서는 높은 무선전송용량이 요구된다. 자율형 교통 서비스는 이동 중 콘텐츠 서비스 및 자율형 차량 관리와 결합되어 시너지를 높일 수 있다.
- 초광대역 데이터의 신뢰성 있는 초저지연 전송을 가능하게 하는 5G 기술의 필요성은 콘텐츠 서비스가 가장 크며, 클라우드 처리를 위해 대용량 센서 데이터의 업로드를 요구하는 차량 관리 서비스, 대용량 센서 데이터 뿐 아니라 고해상도 영상 정보의 공유를 통해 자율주행 고도화가 요구되는 주문형 교통 서비스에서 5G의 기여도가 클 것으로 예상된다. 물류 및 배송 서비스는 자율주행 기술 측면에서는 유사한 수준을 요구하지만 운송대상이 사람이 아니므로 콘텐츠의 필요성이 낮다. 물류 및 배송 특화 기능으로 군집 주행이 대표적으로 사용될 것으로 예상된다. 따라서, 주문형 자율주행 교통서비스를 대표 서비스로 선정하였다.

다. 비전 및 목표

■ 주문형 자율주행 교통 서비스

- 도시 내 차량을 5G로 연결하여 자율주행 차량의 도심 자율 주행 성능을 높이고 이를 바탕으로 사용자의 이동성 주문에 맞추어 교통 서비스를 제공한다. 또한, 도시 내 이동성, 콘텐츠 서비스, 차량 관리 서비스를 종합적으로 제공한다. 자율주행차 이용에 따라 초광대역 실시간 차량 콘텐츠 제공, 방대한 차량 데이터의 실시간 분석을 통한 고장 진단 및 관리 서비스가 동반되어, 편리성, 안정성이 제공된다.



[그림 4.2] 주문형 자율주행 교통 서비스 개념

■ 5G 기반 자율주행차 서비스/플랫폼, 네트워크, 표준/주파수 관련 핵심 기술

[표 4.3] 5G 기반 자율주행차 핵심기술

구분	내용
서비스/플랫폼	<ul style="list-style-type: none"> • 자율주행, 차량 관제 및 배차 서비스/플랫폼 • 맞춤형 대용량 콘텐츠 서비스/플랫폼 • 차량 고장 진단 및 관리 서비스/플랫폼
네트워크	<ul style="list-style-type: none"> • 초고속, 초저지연 e2e 통신, 고용량/고속 콘텐츠 전송을 위한 eMBB 통신 • 고속/광대역 차량간 통신 기술 • 이종 무선 시스템(WAVE, LTE/5G V2X) 간 연동 • Network Slicing 및 MEC 기술
표준/주파수	<ul style="list-style-type: none"> • 3GPP LTE 기반 eV2X 및 5G V2X 표준, ISO TC 22/204, 5GAA 등 • V2X용 주파수 할당 및 우선권 보장
법제도/정책	<ul style="list-style-type: none"> • 자율주행차량용 통신 서비스를 위한 요금 정책 수립 • SAE 레벨 3,4,5에 맞추어 사고 시 책임 명시를 위한 제도 변경 • 승차 공유 서비스 허용을 위한 제도 변경 • 차량용 빅데이터 관리를 위한 제도 정립

■ 대표서비스에 대한 통신사업자 서비스 제공 방안

[표 4.4] 통신 기술 적용에 따른 자율주행차 서비스 진화

	Connected(As Is)	WAVE, LTE-V2X	5G eV2X
주문형 교통	스마트폰 활용유사 서비스 단계 ▶ 기존 차량 이용 - 차량공유(우버, 카투고, 쏘카, 그린카) - 택시예약(마이택시, 카카오택시, 티맵택시) ▶ 자율주행 차량 이용 - 주문형승차(구글, 앰버) - 자율주행택시(누토노미, 우버)	시범도로에서 자율주행 기술을 활용한 주문형 교통 (신호등 신호)	일반도로에서 자율주행 고도화를 통한 주문형 교통 (일반 도심환경) (HD Map) (밀집환경에서의 다량 트래픽의 신뢰성 있는 전송 및 처리)
차량 관리	스마트폰 이용 수준 스마트폰 이용 O2O 서비스 주문형 정비/주유/주차 서비스	상태 정보 전송 수준	차량 데이터 클라우드 처리 (차량 및 센서 고장 예측 진단)
물류 및 배송	제한된 구역 내 운용(시범단계) - 자율주행트럭(우버) - 군집주행(3대)(벤츠)	전용도로 환경 군집주행	초근접 군집 주행 대규모 Fleet 관리
콘텐츠	스마트폰 미러링 수준 앱에서 교통정보 수집	광대역 데이터 전송 중, 저속이동	초광대역 데이터 전송 고속 이동 밀집 지역

- 5G 통신에 비해 완전 자율주행차의 개발 속도와 시장 보급 속도가 더딜 것으로 예상되므로, 커넥티드 카(Connected Car)기반 중간 단계의 시범 서비스를 통한 기술 검증 및 서비스 개발이 필요하다.
- 주문형 자율주행 교통 서비스를 위한 4가지 시범 서비스 제시한다. 첫 번째, 비교적 정형화된 고속도로 및 전용도로와 같이 RSU 및 차량 간 통신이 구현된 시범도로 환경에서 5G기반 협력자율주행 시범 서비스를 제공한다. 두 번째, 상대적으로 복잡한 일반도로 환경에서 차량 영상정보의 초광대역 및 초저지연 전송이 가능한 5G 통신 기반 원격주행(Remote Driving) 서비스를 제공한다. 마지막으로, 5G기반 주문형 콘텐츠 서비스와 카메라 및 센서 정보 업로드를 통한 5G기반 자율자동차 데이터 분석 서비스를 통해 자율주행 교통서비스의 안전성 및 편리성 향상이 가능하다.

라. 대표서비스에 따른 서비스/네트워크/무선 요구사항 분석 및 4G의 한계 분석

■ 자율 주행 요소기술과 통신 기술의 연관성

[표 4.5] 자율주행 요소 기술과 통신의 연관성

	Standalone	WAVE/LTE	5G
통신 (V2X)		- DL/UL: ~Mbps ⁽¹⁾ - V2V: ~kbps ⁽²⁾ - 지연: 10~100 msec ⁽³⁾	- 초광대역 ▷ DL/UL ~Gbps ⁽¹⁾ ▷ V2V ~Mbps ²⁾ - 저지연: 1~10 msec ⁽³⁾
요소 기술	- LDW / BSD / LKA - ACC - Parking Assistance - Traffic Jam Chauffeur - Highway Chauffeur	- FCW / EEBL / CLW - BSW / LCW / LTA - RLVW / RWW / IVS - CoCA / CLC - Platooning	- See-Through(HD,V2V,Realtime) - Bird's Eye View(HD, Realtime) - High-density Platooning
기능		- 차량 상태 정보 전송 - 저속의 센서데이터 및 영상 정보 전송	- 밀집 지역 트래픽 - 광대역 센서데이터 실시간 전송(LiDAR) - 광대역 영상정보 실시간 전송 - 실시간 HD 맵 갱신 - 원격 조작(Remote Control) - 정밀 측위 기술
자율 주행 기술	- 제한적 자율주행 - 높은 구축/운영 비용 - 항상 동작 가능	- 자율주행 기술 확장 - 정보 교환 및 클라우드를 통한 자율주행 구축 및 운영 비용 감소	- 자율주행 기술 고도화

(1) RSU, eNB, gNB와 차량과의 거리, 채널 환경, 차량 속도 등에 따라 달라짐

(2) 차량간 거리, 채널, 속도 등에 따라 달라짐

(3) 무선구간, e2e에 따라 상이함

■ 밀집 환경에서 5G 필요성

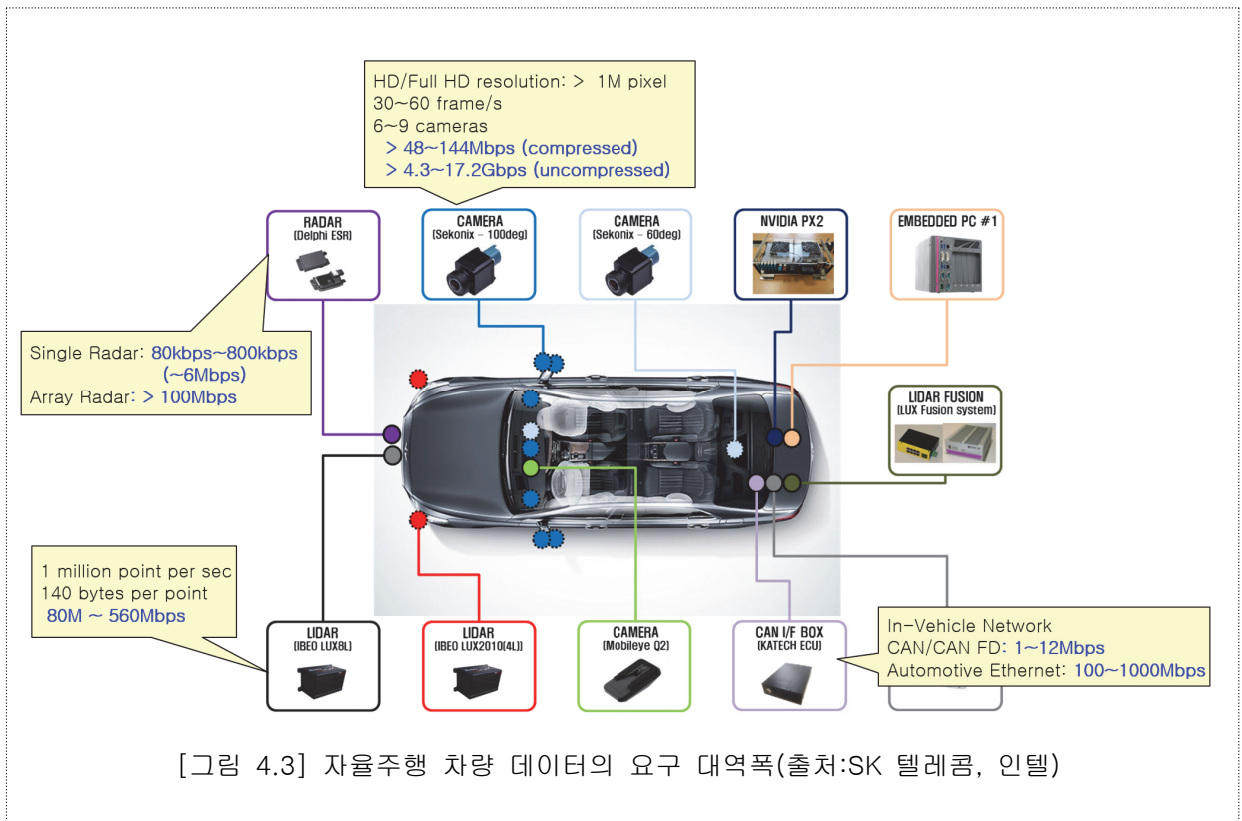
○ NGMN에서 정의한 차내 광대역 서비스 환경은 다음과 같다. 하향링크는 50Mbps, 상향링크는 25Mbps 전송속도가 필요하며, km² 당 2,000개의 연결밀도를 보장해줄 수 있어야 한다. 하향 트래픽 부하는 km² 당 100Gbps에 이르며, 상향 트래픽 부하는 50Gbps 예상된다.

○ 차량 내 광대역 서비스를 위해서 100Gbps/km²는 0.1Mbps/m²의 무선 주파수 효율을 요구하며, 노변 장치, 차량간 통신, 센서 데이터 등의 원활한 전송을 위해서는 이보다 높은 수준의 주파수 효율이 요구된다.

○ 밀집 도심 환경에서는 평균 셀 반경 200미터를 고려하고, km² 내 6.25개의 셀 존재하고, 셀당 3개 섹터, 섹터당 20MHz CC(Component Carrier) 3개 사용 가정하면, km² 당 총 1,125MHz 할당된다. 이를 바탕으로 무선주파수효율(ASE: Aerial Spectral Efficiency)를 계산하면 100Gbps / 1,125MHz = 89bps/Hz에 이른다. 4G 기술에서 ASE를 증대시키기 위해서는 더 많은 CC를 사용하여 총 사용 대역폭을 증대시키거나 더 작은 셀을 활용한 UDN (Ultra Dense Network)를 구성함. 현재 최대 3개 CC까지 주파수 집성(Carrier Aggregation)을 지원하나 최대 32개까지로 확장하는 연구가 진행 중이다. 이를 위해서는 단말기의 복잡도, 전력 소모 등의 문제가 해결되어야 한다. 또한, UDN 경우 고속으로 움직이는 차량의 특성을 고려할 때 핸드오프 등의 이동성 제공의 어려움을 해결해야 한다. 따라서, 주파수효율(bps/Hz)을 증대시키며, 초저지연을 제공하기 위해서는 5G 기술이 필요하다.

■ 자율 주행 센서 데이터 및 상태 공유를 위한 대역폭 요구사항을 만족시키기 위해 5G 이동통신 시스템 필요

○ 원격 조작 기술은 카메라로부터 수집된 주행 환경 전부를 관제 센터에 송신 시키는 것을 전제한다. 관제 센터에서 조작을 담당하는 사람은 라이다(LiDAR) 등 기존 인지 센서의 포인트 클라우드(Point Cloud) 정보만으로는 주행 상황 판단 및 조작이 불가능하기 때문이다. 이때 영상 정보는 다른 데이터에 비해 큰 정보량을 가지며, 고속 주행 상황을 대응해야하므로 초저지연 전송을 보장할 수 있어야 한다.



[그림 4.3] 자율주행 차량 데이터의 요구 대역폭(출처:SK 텔레콤, 인텔)

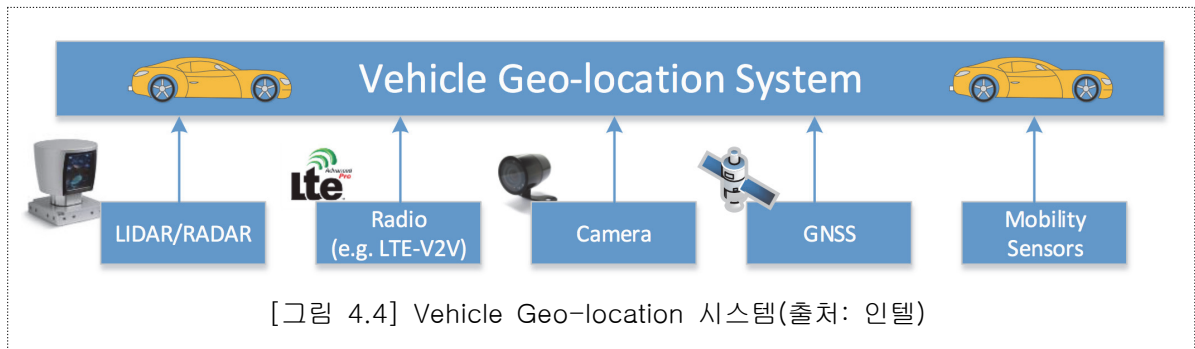
- 센서는 송출한 광선의 회수량, 각 센서에 할당된 통신 네트워크 대역폭, 제조사 및 실제 운용에 따라 다양한 값을 가질 수 있다. 또한, 라이다의 경우 전방에 IBEO Lux 1대, 측/후방 SICK LMS-151 2대를 가정하면, 초당 125MB의 데이터가 자율주행 차량 한 대로부터 송신된다. 이는 30분 주행시 약 225GB에 해당하는 데이터량이 축적됨을 의미한다. 카메라의 경우 영상정보 원본(Raw Data)송신이 아닌, 내부 ECU에서 주변 장애물의 정보를 추출하여 송신함을 가정하고, HD/Full HD 해상도의 다수의 카메라가 100Mbps의 속도로 압축 영상정보를 송신한다고 가정하면, 초당 12.5MB의 데이터가 전송되며, 30분 주행시 영상정보만 22.5GB의 데이터량이 축적된다.

■ 5G V2X 기술을 이용한 초근접 군집 주행

- 5G V2X의 경우, 지연 시간이 기존 통신망에 비해 1/10 수준이므로 (100ms → 10ms), 물류 트럭이 110km/h(고속도로 최고 제한속도 기준)로 주행하는 경우 통신 지연만을 고려해 물리적으로 확보해야하는 최소 차간거리가 3m에서 30cm로 감소 가능하다.
- 물류 배송을 비롯한 고속도로 주행 시의 연비 향상 기술로 군집 주행이 널리 연구되고 있다. 군집 주행 시, 긴급 제동으로 인한 연쇄 충돌 등 사고로부터의 주행 안정성을 확보하고, 차간 간격 최소화를 통해 연비를 극대화하기 위해 초지연 V2V 기술이 적용되어야 한다.

■ 무선신호 송수신을 통한 정밀 측위 기술

- 자동차에서 측위 기술은 복수 기술(카메라, 라이다, 레이더, GNSS, 센서, 무선기술)의 합성을 통해 측위의 정확도, 신뢰성, 유용성을 만족시킬 수 있다.



- 3GPP Rel. 15에서는 V2X 위치 요구조건으로 상대 좌우 측위 정밀도(Relative Lateral Position Accuracy) 0.1m, 상대 상하 측위 정밀도(Relative Longitudinal Position Accuracy) 0.5 m 이하를 요구하는데 GNSS만을 이용해서는 만족시킬 수 없다. V2X기반 측위 성능 향상 방안으로 이웃한 차량 및 RSU들로부터의 거리 측정, 측정 정보 방송, 이를 활용한 협력 측위 프로토콜이 고려되고 있다. 운행 중인 차량들을 측정 장치로 활용하는 클라우드소싱(Crowdsourcing) 방식, 차량 온보드 센서로부터의 실시간 데이터와 클라우드 기반 HD 맵을 결합한 SLAM(Simultaneous Localization And Mapping) 방식에 대한 연구도 진행 중이다.

■ 무선 네트워크 요구사항

[표 4.6] 무선 네트워크 요구사항

요구사항	내용
초고속 전송속도	수십 Gbps의 최대 전송 속도, 100Mbps의 사용자 체감 전송 속도 제공 미터당 1Mbps 이상의 areal capacity
대규모 연결	제공 km 당 2,000개 차량 지원 RSU, 신호등, 보행자, CCTV 등 다양한 연결이 추가로 필요
고신뢰성	99.999%의 신뢰도 제공
초저지연	무선 구간에서 1msec 이하의 지연, e2e 지연 10msec 이하
고이동성	500km/h 이동 속도 지원
고정밀 위치 파악	30 cm 정확도의 위치 파악 (일반적 자율 주행) 10cm 정확도의 위치 파악 (고밀집 군집 주행)
다중 RAT 연동	WAVE, 3G, LTE, 5G 연동
고에너지효율	단위 비트당 에너지 효율 증대
고비용효율	디바이스(단말)의 비용 절감

■ 코어 네트워크 요구사항

[표 4.7] 코어 네트워크 요구사항

요구사항	내용
용이성	네트워크 배치 (Deployment) 및 토폴로지의 용이성 네트워크 변경 및 업그레이드 용이성
운용성	운용 감지 (Operations awareness) 운용 효율 (Operations efficiency)
유연성 및 확장성	서비스 및 트래픽 특성에 따른 네트워크 구성의 유연성 트래픽 부하 및 고장에 따른 유연한 네트워크 재구성
컨텍스트 감지 최선 연결	다양한 context (제어, safety, 멀티미디어 및 망 상황 등)에 따른 최선 연결 및 서비스 제공
고에너지효율	단위 에너지 당 전송 가능한 비트수 최대화 네트워크 운용 효율 증대
고비용효율	TCO 및 OAM 비용 최소화
이종망 이동성	WAVE/3G/LTE/5G 네트워크 연동 및 이동성 제공
사업자간 이동성	사업자 간, 국가 간 연동 및 로밍을 통한 이동성 제공

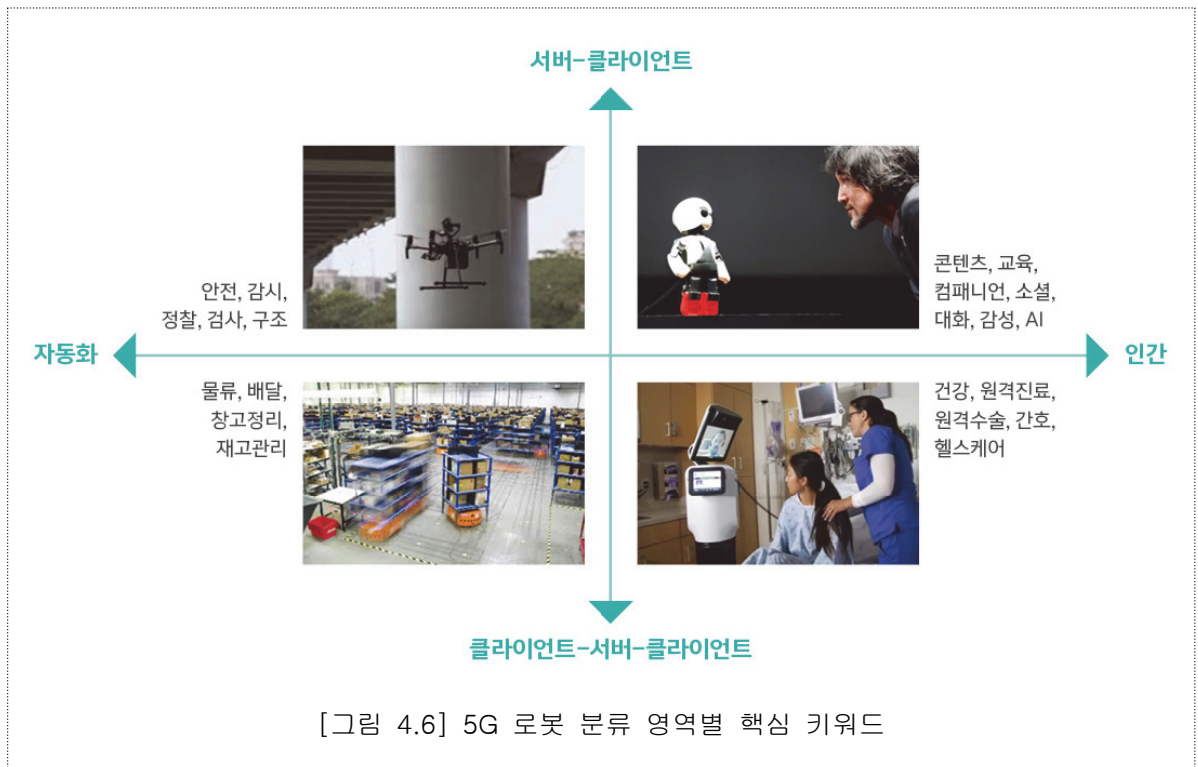
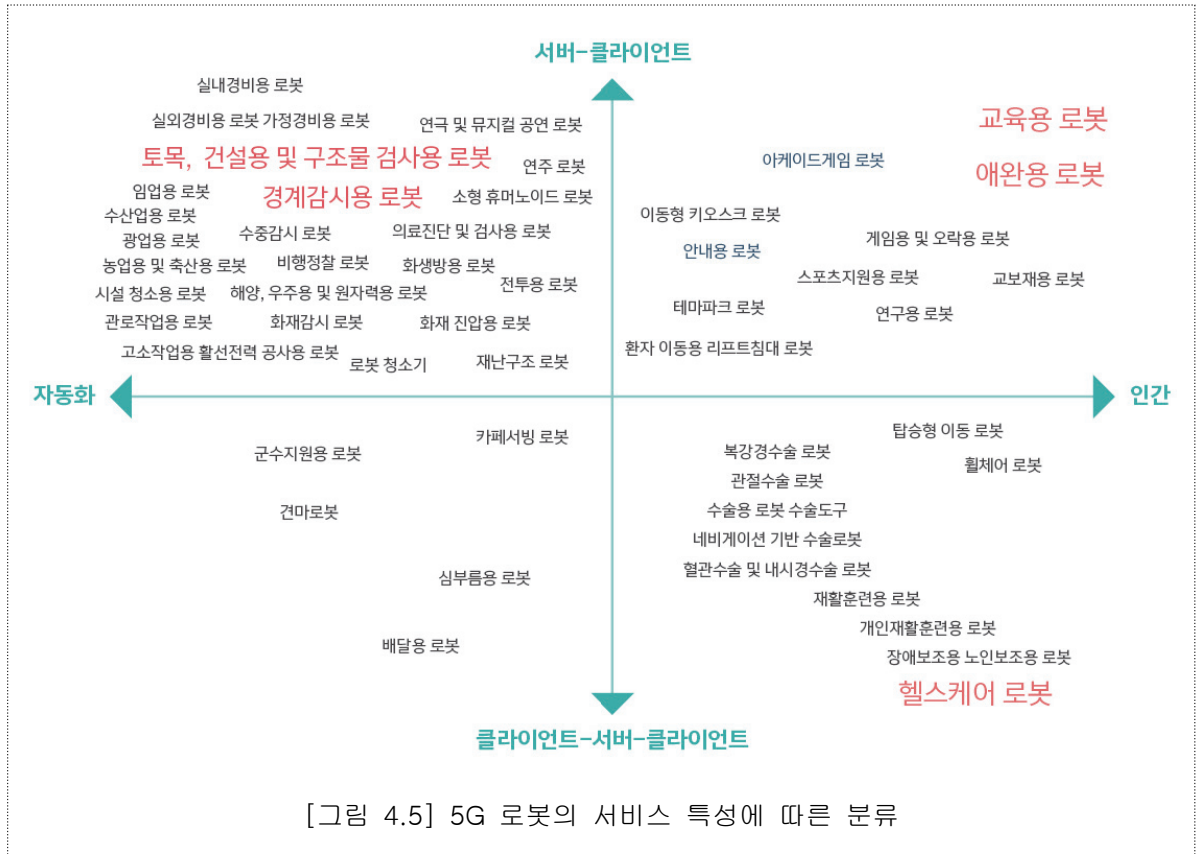
■ 4G의 한계 및 5G의 필요성

- 밀집 환경에서 주문형 자율주행 교통 서비스를 위해 요구되는 높은 km²당 트래픽 부하와 초저지연 통신 기반의 V2X 서비스의 지원해야 하며, 자율주행을 위해 필요한 LiDAR(예, 125MB/s)와 다수의 센서들(예, 12.5MB/s)로부터 생성되는 엄청난 양의 정보들을 실시간으로 전송해주어야 한다.
- 5G 초저지연 통신은 초근접 군집 주행을 가능하게 하며, V2X 기술 기반의 상대 좌우/상하 측위 기술을 통해 자율주행의 안정성 향상이 가능하다.

2 로봇

가. 개요

- **인간의 다양한 요구에 맞춰서 인간의 생활을 도와줄 수 있는 친인간적 로봇 서비스를 위한 ICT 기술**
 - 5G 융합서비스 로봇이란 언제 어디서나 필요한 서비스를 제공하는 것을 목적으로 하며, 5G 무선통신 환경에서 동작하는 네트워크 기반의 지능형 로봇을 말한다.
 - 5G 무선통신 기술은 통신 네트워크 기반의 로봇 서비스가 실현되는데 병목으로 작용하였던 응답속도와 대역폭의 제약을 해소함으로써 차세대 로봇 서비스를 활성화하고 새로운 시장을 개척할 수 있는 기반이 된다는 점에서 중요하다.
- **로봇은 그 용도 및 활용 대상에 따라서 전문서비스용 로봇과 개인서비스용 로봇으로 구분**
 - 전문서비스용 로봇이란 불특정 다수를 위한 서비스를 제공하고 전문화된 작업을 수행하는 로봇을 가리키고, 개인서비스용 로봇은 인간의 생활범주에서 제반 서비스를 제공하는 인간 공생형 대인지원 로봇을 가리킨다.
- **5G-로봇 융합서비스를 도출하기 위해서는 다양한 로봇 서비스를 세부적으로 분류한 후 5G 및 로봇과 인간과의 상호작용을 기준으로 분류**
 - 세부적으로 분류된 로봇들을 5G-로봇 평면에 재배치한다. 즉, 하나의 축은 5G 통신 네트워크를 구성하는 서버와 클라이언트의 관계를 고려하여 로봇을 배치하고, 또 하나의 축은 로봇이 인간에게 서비스를 제공할 때 로봇과 인간 간의 거리, 즉 상호작용 거리에 따라 로봇을 배치한다.
 - 5G축(세로축)에서 통신 네트워크가 구성되는 형태는 서버-클라이언트 형태와 클라이언트-서버-클라이언트 형태가 있다. 서버-클라이언트 형태에서는 로봇이 서버로부터 콘텐츠 및 기능을 제공받거나 로봇이 수집한 정보를 서버로 전송한다. 클라이언트-서버-클라이언트 형태에서는 다수의 클라이언트가 서버를 통해 서로 정보를 교환한다.
 - 로봇축(가로축)은 인간-로봇 상호작용 거리를 의미하는데, 축의 한쪽 방향은 얼마나 직접적인 상호작용을 통해 로봇이 인간에게 서비스를 제공하는지를 나타내고, 또 다른 방향은 완전 자동화를 목표로 얼마나 인간의 개입 없이 무인으로 서비스를 수행하는지를 나타낸다.
 - 세부적으로 분류된 로봇들을 5G-로봇 평면에 재배치하고, 통신 의존도에 따라 크기를 달리하여 표시하면 [그림 4.5]와 같이 나타낼 수 있다. 글자의 크기가 클수록 통신 의존도가 높으며, 작을수록 상대적으로 통신 의존도가 낮음을 나타낸다.



나. 대표 서비스 선정 방법 및 선정 결과

■ 5G 기반 로봇 후보 융합서비스

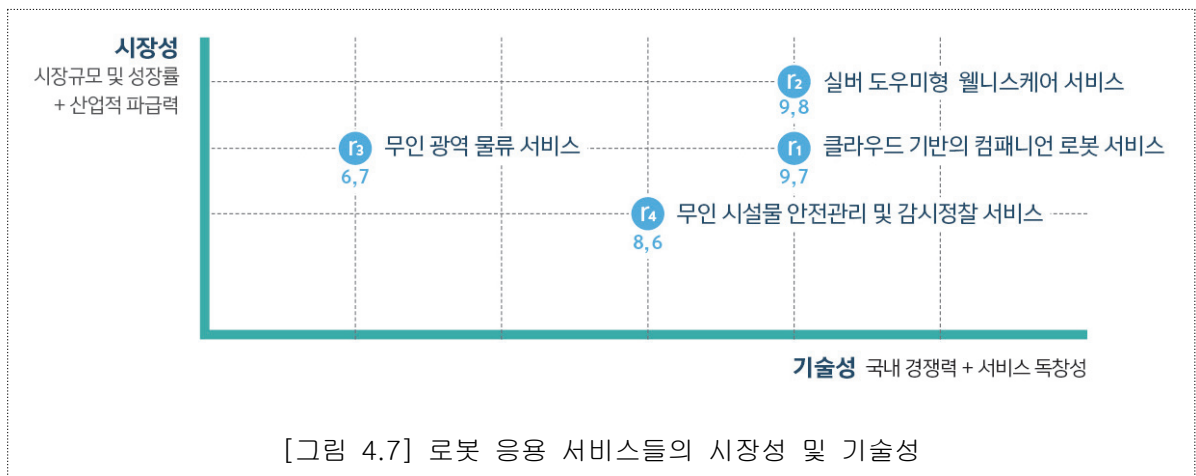
- 로봇 분야에서는 위 5G 로봇의 분류 영역별 핵심 키워드를 바탕으로 1)클라우드 기반의 컴패니언 로봇 서비스, 2)실버 도우미형 웰니스케어 로봇 서비스, 3)네트워크 기반의 24시간 무인 물류 로봇 서비스, 4)무인 시설물 안전관리 및 감시정찰 로봇 서비스 등의 5G 기반 융합서비스를 중점적으로 조사하고 분석한다.

[표 4.8] 5G-로봇 후보 융합서비스

세부서비스	내용
클라우드 기반의 컴패니언 로봇 서비스	대화를 기반으로 하는 개인 맞춤형 서비스로서, 교감을 통한 동반자 역할을 수행하면서 교육적인 역할도 함께 수행하는 서비스
실버 도우미형 웰니스케어 로봇 서비스	적극적인 건강증진과 예방 활동을 통해 최적의 건강상태와 높은 수준의 삶의 질을 추구하는데 필요한 개인별 라이프스타일을 실현해 주는 서비스
네트워크 기반의 24시간 무인 물류 로봇 서비스	창고 관리 및 무인배송을 기반으로 하는 저렴하고 예측가능하며 추적하기 쉬운 24시간 주문배달 서비스
무인 시설물 안전관리 및 감시정찰 로봇 서비스	인명과 재산피해를 예방하거나 최소화하기 위하여 사고/재난 현장에서 광범위한 임무 또는 감시, 정찰, 검사를 수행하는 서비스

■ 5G 기반 로봇 대표서비스 선정 기준 및 방법

- 세부 서비스별 평가를 위해, 각 세부 서비스의 시장규모 및 성장률, 산업적 파급력, 국내 경쟁력, 서비스 독창성, 5G 기여도에 가중치를 곱하여, 서비스 평가값이 가장 큰 두 개의 세부 서비스를 선정하였다.



[그림 4.7] 로봇 응용 서비스들의 시장성 및 기술성

[표 4.9] 5G 로봇 융합서비스 선정기준 설명

구분	내용
시장성	시장규모, 시장 성장률, 산업적 파급효과를 고려하여 선정
기술성	국내 경쟁력, 서비스 독창성, 5G 기여도를 고려하여 선정

■ 5G 기반 로봇 대표서비스 선정 결과

- 시장성(시장규모 및 성장률, 산업적 파급력), 기술성 (국내 경쟁력, 서비스 독창성, 5G 기여도) 기준에 따라서 평가를 진행하였다.
- 내외부 전문가 평가를 바탕으로 5G 로봇의 대표 융합서비스는 “클라우드 기반의 컴패니언 로봇 서비스”와 “실버 도우미형 웰니스케어 서비스”가 최종 선정되었다.

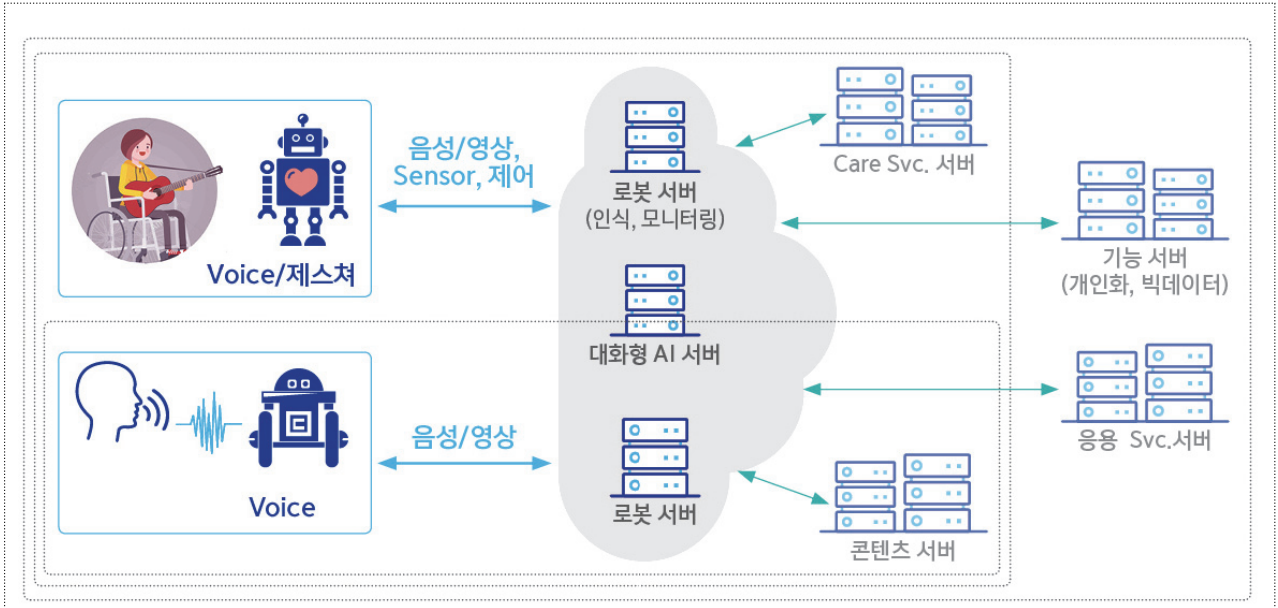
다. 비전 및 목표

■ 클라우드 기반의 컴패니언 로봇 서비스

- 스마트 인터랙션 기반의 클라우드 로봇 서비스이다. 컴패니언 로봇 서비스는 빅데이터 및 인공지능과 연계되는 클라우드컴퓨팅 서비스와 5G 통신기술을 결합하여 탁월한 수준의 스마트 인터랙션 기술을 통해 사용자에게 고품질의 서비스를 제공하면서도 로봇 하드웨어의 단가를 현저히 낮출 수 있는 특징이 있다.
- 컴패니언 로봇 서비스를 제공하기 위해서는 다음과 같은 서비스 인프라로 구성된다.
 - 1) 콘텐츠로 대화 기반의 맞춤형 서비스(영어교육, 뇌 노화방지, 동반자 등)를 제공한다.
 - 2) 이를 위한 플랫폼으로 인공지능, 로봇제어, 콘텐츠 등을 탑재한 복합 서비스 플랫폼을 개발한다.
 - 3) 네트워크로는 5G 기반의 실시간, 초저지연을 보장하는 네트워크 인프라를 구축하고,
 - 4) 디바이스가 되는 1인 1로봇이 가능한 저가형 클라이언트 소셜 로봇을 구현한다.

■ 실버 도우미형 웰니스케어 서비스

- 1인 노인이 증가하고 있어 실버케어(Silver-Care)로봇 활용 시기의 조기 도래가 예상된다.
- 따라서, 노인들의 건강하고 만족하는 개인별 라이프스타일을 실현하기 위해서, 노인들의 움직임, 평소 생활습관, 가스, 화재 등 종합적으로 분석해 긴급 사항 발생시 보호자, 병원, 119 통보 등 적절한 조치하는 서비스를 제공한다.



[그림 4.8] 클라우드 기반 컴패니언 로봇 및 실버 도우미형 웰니스케어 서비스 개념도

[표 4.10] 5G 로봇 대표 서비스를 위한 핵심기술

구분	대표 서비스	핵심기술
서비스/플랫폼	클라우드 기반 컴패니언 로봇	<ul style="list-style-type: none"> 단일 로봇만을 위한 제한적인 서비스를 개선하여 다양한 콘텐츠와 지능형 서비스를 공용화하고 사용자, 개발자, 로봇 제조사, 콘텐츠 제공자, 플랫폼 사업자의 공통 이익을 달성하기 위한 로봇 서비스 플랫폼
	실버 도우미형 웰니스케어 서비스	<ul style="list-style-type: none"> 개인의 일상생활에서 모바일, 웨어러블 헬스케어 기기, 각종 IoT 장치 등을 통해 수집한 라이프로그 데이터를 통합 저장하고, 병원 및 공공기관의 건강기록 정보와 연결시켜 개인에게 최적화된 맞춤 서비스 제공이 가능하도록 개방형 플랫폼
네트워크	클라우드 기반 컴패니언 로봇	<ul style="list-style-type: none"> 대규모 동시 접속 및 서비스가 가능한 분산 네트워크 기술 주변의 센서 정보를 활용하기 위한 IoT 네트워크 연동
	실버 도우미형 웰니스케어 서비스	<ul style="list-style-type: none"> 다중 센서, 게이트웨이 데이터 중계 기술 대용량 데이터 저장 및 실시간 분석 기술
표준/주파수	클라우드 기반 컴패니언 로봇	<ul style="list-style-type: none"> 음성-모션 동기화를 보장하는 통신 프로토콜 실시간 로봇제어 및 초저지연(Ultra-Low Latency, 수ms) 응답속도를 보장하는 통신 기술
	실버 도우미형 웰니스케어 서비스	<ul style="list-style-type: none"> 로봇의 실시간 제어를 위한 초저지연 (Ultra-Low Latency, 수ms) 응답속도를 보장하는 통신 기술 고해상도 영상전송을 위한 대역폭

■ 대표서비스를 위한 법/제도 정책 개선

- 개인 보안이 요구되는 데이터와 공통의 대규모 서비스를 위한 데이터를 분리하여 처리하기 위한 가이드라인이 필요하다. 컴패니언 로봇의 경우, 5G 기술을 적용함에 따라 사용자의 음성 및 영상 스트림 데이터를 수시로 전송할 필요가 있으며, 이에 따른 사생활 침해 문제가 제기될 수 있으므로 이에 대한 대책이 요구된다. 그리고, 실버 도우미형 웰니스케어 로봇 서비스 역시 인적사항을 포함한 개인의 건강상태, 질병 등의 다양한 개인 정보들이 수시로 전송될 수 있으며, 이에 대한 개인 보안 방안이 강구되어야 한다.
- 웰니스케어 서비스의 법제도 규제개선 요구사항이 요구된다. 의료기기법, 의료법, 약사법 등의 법제도 개정이 필요하다.
- 다양한 콘텐츠 서비스를 개발하기 위한 정책적 지원 및 투자가 필요하다.

■ 대표서비스 활성화 방안

- 클라우드 기반의 컴패니언 로봇 서비스를 위해서는 1)수요처가 있는 B2B/B2G로 진입하여 점진적으로 B2C로 확장해야 하고, 2)콘텐츠 사업자 확보를 위한 기술지원 및 전략적 투자를 한다.
- 실버 도우미형 웰니스케어 로봇 서비스를 위해서는, 1)서비스 대중화를 위해, 저가형 로봇 및 웨어러블 주변기기의 개발이 필요하고, 2)의료법과 약사법의 적용에서 벗어난 분야부터 투자를 진행하며, 3)콘텐츠 사업자 확보를 위한 기술 지원 및 전략적 투자가 필요하다.

■ 대·중소기업을 위한 새로운 사업 모델

- 클라우드 기반의 컴패니언 로봇 서비스를 위해서는 하나의 기업/기관에서 하드웨어 개발부터 서비스 제공까지 수행하는 일괄적/수직적 사업모델의 한계를 극복하고 다수의 분야별 전문기업들이 각자 고유의 역할을 맡아 시장을 공유하는 분업적/수평적 사업 모델을 통해 대·중소 기업의 상생 가능하다. 예를 들어, 플랫폼/네트워크는 대기업에서 담당하고, 콘텐츠/로봇은 중소기업에서 담당할 수 있다.
- 실버 도우미형 웰니스케어 로봇 서비스 분야는 특정 기능의 제품이 아닌 다양한 가치를 만족시키기 위한 융복합 제품/서비스가 요구된다는 점에서 개별 기업단위의 독자적 역량만으로는 성공 모델 확보가 어려운 특징을 가진다. 따라서, 기업 간 협업과 다양한 중소기업이 참여할 수 있는 가능성이 높은 영역이다. 일례로, 대기업은 전체 시스템 플랫폼이나 네트워크 인프라를 제공하고, 중소기업은 헬스케어용 웨어러블 센서 개발을 담당할 수 있다.

라. 대표서비스에 따른 서비스/네트워크/무선 요구사항 분석 및 4G의 한계 분석

■ 네트워크 개선을 통한 대규모 동시 접속과 데이터 동기화를 제공하는 초저지연서비스

- 대량의 로봇들을 실시간으로 제어하고 관리하기 위한 네트워크 기술이 요구되며, 각각의 로봇들로부터 음성·영상·촉각 데이터들을 효과적으로 전송하기 위한 네트워크 기술이 요구된다. 소셜 로봇이 대중화되는 경우, 다양한 IoT 디바이스들에 대한 허브 기능을 수행하거나, 소셜 로봇과 관련된 각종 센서, IoT 디바이스들이 직접 eNB와 연결될 수 있다.
- 소셜 로봇은 인간과의 교감이 가장 중요한 요소이며, 적절한 인터랙티브(Interactive) 서비스를 위해서는 음성·영상·촉각·모션 데이터들의 동기화가 요구된다. 적절한 인터랙티브(Interactive) 서비스를 실현하기 위해서는 클라우드에서 전달되는 각종 명령, 사용자에 의해 발생하는 입력들에 대한 실시간 반응이 필요하다. 이를 위해, 5G의 초저지연 전송기술이 요구된다.
- C-RAN(Cloud-RAN) 구조를 활용한 5G의 코어망 기능을 셀사이트에 가깝게 전진 배치하는 구조가 바람직하다. 이를 통해, 소셜로봇이나 웰니스케어 로봇의 초기 망접속 시간을 단축하고, 시그널링 트래픽의 초저지연 전송이 가능하며, 무엇보다도 종단간 전송 지연(end-to-end delay)를 단축시킬 수 있어 로봇제어에 적합한 초저지연 서비스 제공이 가능하다.

■ 무선 네트워크 요구사항

[표 4.11] 무선 네트워크 요구사항

요구사항	내용
최대 전송 속도 (Peak data rate) [Gbps]	2D/3D 영상데이터(최대 640x480 pixel, 4채널)의 스트림을 30Hz 수준으로 전송할 수 있는 데이터 전송속도가 요구됨 20 Gbps (DL), 10 Gbps (UL)
최대 주파수 효율 (Peak spectral efficiency) [bps/Hz]	30 bps/Hz (DL), 15 bps/Hz (UL)
셀 경계 사용자 주파수 효율 (5th percentile user spectral efficiency) [bps/Hz]	Indoor hot spot: 0.3 bps/Hz (DL), 0.21 bps/Hz (UL) for eMBB Dense urban: 0.225 bps/Hz (DL), 0.15 bps/Hz (UL) for eMBB Rural: 0.12 bps/Hz (DL), 0.045 bps/Hz (UL) for eMBB
평균 주파수 효율 (Average spectral efficiency) [bps/Hz]	Indoor hot spot: 9.0 bps/Hz (DL), 6.750 bps/Hz (UL) for eMBB Dense urban: 7.8 bps/Hz (DL), 5.4 bps/Hz (UL) for eMBB Rural: 3.3 bps/Hz (DL), 2.1 bps/Hz (UL) for eMBB
면적당 트래픽 용량 (Average traffic capacity) [Mbps/m ²]	10Mbps/m ² for indoor hot spot eMBB
지연시간	로봇의 실시간 제어를 위한 1ms 수준의 초저지연 응답속도가 요구됨

(Latency) [ms]	User plane: 4ms for eMBB, 1ms for URLLC Control plane: 4ms for eMBB, 1ms for URLLC
연결 밀도 (Connection density) [Device/km ²]	컨패니언 로봇 - 10 ⁴ /km ² 이상 원격 수술이나 헬스케어에 위한 실시간 비디오/텔레프레즌스/AR - 10 ³ /km ² 이상. (Activity Factor = 50%) 웰니스 모니터링을 위한 대규모 센서 연결성 제공 - 10 ⁴ /km ² 이상 원격 처치나 수술을 위한 실시간 제어 메시지 전송 - 100/km ² 이상
에너지 효율(Energy efficiency)	중요한 고려 사항이 아님
신뢰성(Reliability)	로봇 제어용 데이터는 오류 없이 전달되어야 함. 즉, 패킷 전송 실패 확률은 0%이며, 언제든지 망 접근이 가능해야 함 100% for URLLC
이동성 (Mobility) [km/h]	Stationary: 0 km/h for Indoor hot spot eMBB Pedestrian: 3 km/h for Dense urban eMBB Vehicle: 120 km/h for Rural eMBB High-speed vehicle: 500 km/h for Rural eMBB
이동성 단절 시간 (Mobility interruption time)[ms]	0ms
대역폭(Bandwidth) [MHz]	100 ~ 1 GHz

■ 코어 네트워크 요구사항

[표 4.12] 코어 네트워크 요구사항

요구사항	내용
종단간 지연 (End-to-end delay) [ms]	10 ms (영상, 음성, 모션이 포함된 콘텐츠가 상호작용이 가능한 수준에서 전달되어야 함)
지터 (Jitter)	대화형 서비스의 비중이 크므로, 지터는 최소화해야 함.
비트 에러율 (BER) [%]	데이터: 0% 영상 및 음성: 10% 이하
처리율 (Throughput) [Mbps]	DL: 10 Mbps UL: 1Mbps (컴패니언 로봇), 10 Mbps (웰니스케어)
망연동/로밍 (Interworking/Roaming)	망 연동과 로밍 지원이 필요함
보안 (Security)	보안이 매우 중요함 (authentication, data integrity, privacy 모두 요구됨)

망 에너지 효율 (Network energy efficiency)	중요한 요구사항이 아님. (Not critical)
컨텐츠 전달망 (Content Delivery Network (CDN))	초기 접속 시간 단축 및 지속적인 원활한 서비스가 가능하도록 컨텐츠 캐싱, 컨텐츠 전진배치 등의 CDN 서비스가 필요함
자율구성망 (Self-Organizing Network (SON))	로봇의 망 연결은 플러그 앤 플레이가 가능해야 함
네트워크계층구조	기능서버, 컨텐츠서버, 로봇서버가 유기적으로 연동될 수 있는 네트워크 환경 구축이 필요함 개인의 일상생활에서 모바일, 웨어러블 헬스케어 기기, 각종 IoT 장치 등을 통해 수집한 라이프로그 데이터를 통합 저장하고, 병원 및 공공기관의 건강기록 정보와 연결시켜 개인에게 최적화된 맞춤 서비스 제공이 가능하도록 개방형 플랫폼 구축이 필요함
스마트 인터랙션	스마트 인터랙션 기술의 구현을 위하여 클라우드 컴퓨팅서버에 접속하여 빅데이터 및 딥러닝 인공지능의 활용이 가능한 네트워크 환경이 구축되어야 함

■ 4G의 한계 및 5G의 필요성

- 로봇 서비스를 위해서는 실시간 제어 정보를 전달하고, 이에 대한 반응 정보를 실시간으로 받아서 처리해야 하기 때문에 실시간성을 보장할 수 있는 초저지연 무선 네트워크가 필요하다. C-RAN과 같은 네트워크 구조를 통하여 코어망 기능을 전진 배치함으로써 실시간성을 보장할 수 있다.
- 다수의 로봇과 기지국 사이의 3D 고화질 영상 데이터 전달을 위한 수십 Gbps의 최대 전송 속도를 보장해야 한다.

3 인공지능비서

가. 개요

■ **인간의 인지능력, 학습능력, 추론능력, 이해능력 등과 같이 인간의 고차원적인 정보처리 능력을 구현하기 위한 ICT 기술**

- ‘모든 것이 연결되고 보다 지능적인 사회로의 진화’ 로 전망되는 제4차 산업혁명의 주역으로, 학습 및 추론, 상황이해, 언어 이해, 시각 이해, 인지컴퓨팅 등 인간의 지능 모사 기술을 포함한다. 인공지능에 관한 기존 연구들 중 상당수가 인공지능의 정의/분류함에 있어 기술적 관점에서 접근한 경우가 많이 일반인들이 이해하기에는 적합하지 않았고, 연구자마다 인공지능에 대한 관점의 차이로 명확한 정의/분류는 존재하지 않는다.

■ **인공지능은 다양한 분야에 적용될 수 있는 범용성 높은 대표적 융합 기술**

- 산업 혁명이 대량 생산의 시대를, IT 혁명이 대량 정보의 시대를 열었다면, 인공지능 혁명은 대량 지식의 시대를 열 것으로 기대한다. 자동차(자율주행차), 금융(로봇 어드바이저), 의료(의료 자문), 유통(수요 예측), 개인용 로봇 등 광범위한 분야에서 과거에는 구현할 수 없었던 제품/서비스들이 실용화될 전망이다.

■ **인공지능비서 : 사람과의 문자 대화를 통해 질문에 알맞은 답이나 각종 연관 정보를 제공하는 ‘인공지능(AI) 기반의 커뮤니케이션 소프트웨어**

- 인공지능비서는 사람들이 필요로 하는 서비스와 데이터를 적시에 찾아주는 등 수많은 기업과 개인을 연결해주는 연결고리 역할을 수행한다. 모바일 메신저가 AI를 만나 ‘챗봇(Chat bot)’이 되면서 스마트폰 사용자의 인공지능 개인비서(AI Secretary) 역할을 하는 것이 현재의 주요한 형태이다. MS CEO 사티아 나델라는 ‘Build 2016’ 에서 “봇(bot)이 앱을 대체하고, 디지털 개인비서가 새로운 메타 앱이 되고, 컴퓨터와 사람사이의 모든 상호작용에 AI가 침투할 것” 이라고 강조하였다.
- AI 챗봇은 봇(bot)의 일종으로, 현재 봇 종류에 관한 명확한 구분은 없으나 명령 방식에 따라 AI 챗봇, AI 음성인식 봇, AI 개인 봇으로 구분 가능하다.

[표 4.13] AI 비서 봇의 종류 <출처 : LG CNS Inside IT>

종류	AI 챗봇	AI 음성인식 봇	AI 개인 봇
명령방식	텍스트 메시지	음성	텍스트 메시지 + 음성 + 검색 패턴, 위치, 사용패턴
핵심 서비스	FB Messenger, BotShop	Amazon Echo, Siri	Google Now, Cortana
주요 기업	Facebook, Kik	Amazon, Apple	Google, Microsoft

나. 대표 서비스 선정 방법 및 선정 결과

■ 5G 기반 인공지능 후보 융합서비스

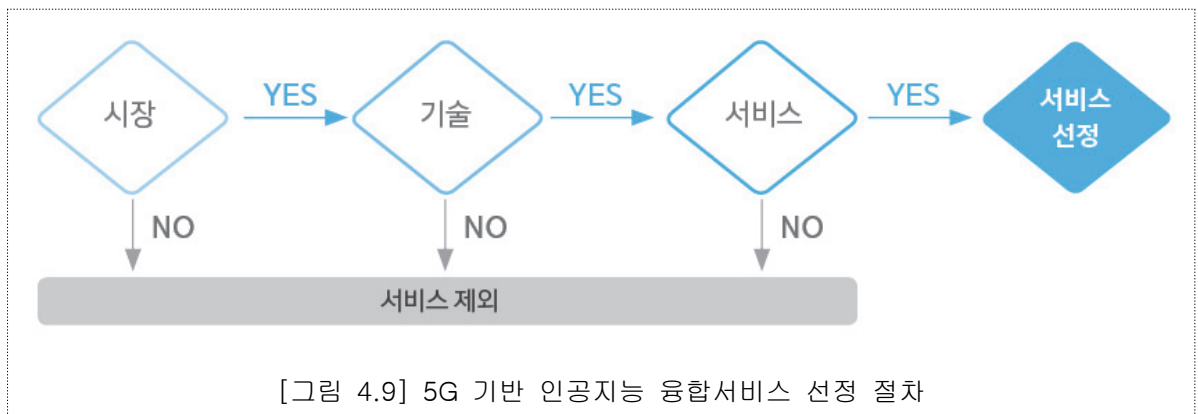
- 인공지능비서 분야에서는 1)AI Secretary 2)Smart kiosk, 3)Social Robot, 4)Virtual Conference, 5)Smart Health Care 등의 5G 기반 융합서비스를 중점적으로 조사/분석을 실시한다.

[표 4.14] 5G 기반 인공지능 후보 융합서비스 정의

세부서비스	개념
AI Secretary	• 사용자의 요청을 정확하게 수행하거나 질의에 정확하게 답변하는 것뿐만(수동형) 아니라 사용자의 컨텍스트를 파악하여 사용자가 요구할 적업 후보군을 파악해 복잡한 과도 효과적으로 수행하는 능동형 서비스
Smart kiosk	• 기존 단일 목적의 정보 제공만이 아니라 상업적 공간(백화점, 호텔, 카지노 등)에서 광고, 위치, 추천 등 다양한 정보를 고객의 스마트 디바이스를 통해 키오스크 서비스를 제공
Social Robot	• 소셜 로봇은 사람의 규범, 윤리, 가치를 이해하는 로봇으로 특정 기능을 수행하는 로보틱스와 네트워크화된 클라우드 기반의 로봇과는 구별되며, 인간의 정신적 측면에서 감성, 교감을 인지하고 사람과 커뮤니케이션을 수행
Virtual Conference	• 모바일 환경에서 Virtual Reality(VR)을 이용하여 모델링된 개체를 같이 공유하며 다른 사람이 수행하는 활동을 경험할 수 있는 사용자간 가상 회의 서비스
Smart Health Care	• 생체신호, 건강 콘텐츠 데이터를 기반으로 사용자의 인지상태, 신체 상태를 판단하고 인지력 향상 및 케어 시나리오를 제공하는 인공지능 Personal trainer 서비스

■ 5G 기반 인공지능 융합서비스 선정 기준 및 방법

- 시장, 기술, 서비스 측면에서 5G 서비스를 평가하여, 순차적으로 소거해 나가는 방안으로 최종적인 서비스를 선정하는 방식을 선택한다.



- 시장, 기술, 서비스별 3개의 기준, 총 9개의 기준별로 평가를 진행한다.

[표 4.15] 5G 기반 인공지능 융합서비스 선정기준 설명

구분	내용
시장	시장규모, 적용(성공) 사례, 파급효과 등을 고려하여 선정
기술	표준화 정도, 기술 수준, 기술 부합도 등 고려하여 선정
서비스	서비스 독창성, 전략적 중요도, 생태계 기반 등을 고려하여 선정

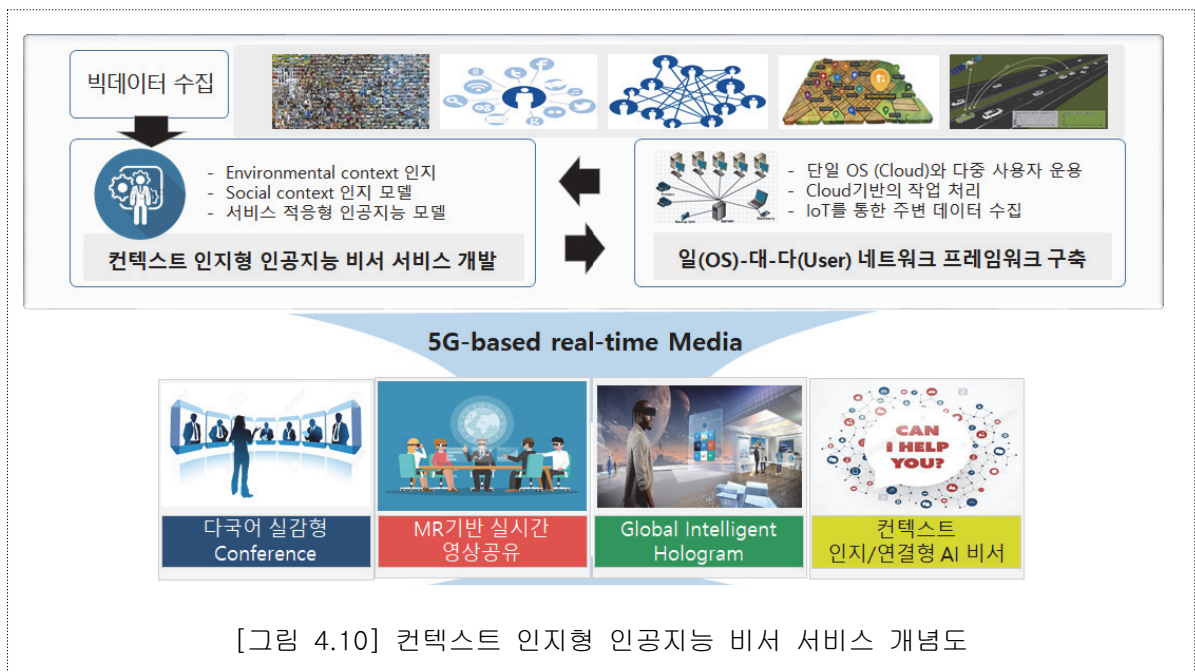
■ 5G 기반 인공지능 융합서비스 선정 결과

- 내외부 전문가들을 대상으로 5G 기반 대표 융합서비스는 ‘컨텍스트 인지형 AI비서’가 최종 선정되었다.

다. 비전 및 목표

■ 인공지능 모델기반 컨텍스트 및 상황인지 AI 비서

- 기계학습 기반 빅데이터 분석을 통한 사용자 컨텍스트 및 상황인지 기술 개발
- 다기능 · 다목적 적응형 인공지능 비서
- 인지된 컨텍스트를 기반으로 효율적 작업 후보 선정 기술 개발



[그림 4.10] 컨텍스트 인지형 인공지능 비서 서비스 개념도

■ 대표서비스를 위한 법/제도 정책 개선

- 현재 지능형 로봇 개발 및 보급 촉진법, 정보통신 진흥 및 융합 활성화 등에 관한 특별법, 클라우드 컴퓨팅 발전 및 이용자 보호에 관한 법률, 개인정보보호법 등의

적용을 받고 있다. 인공지능 기반 기기의 사고 책임 주체와 범위에 대한 연구와 법 제화가 필요하며 특히 인공지능 기반 기기의 해킹, 고의적 정보누출, 조작, 허위정보, 통신장애 공격 등 2차 피해문제에 대한 제도적 방안의 연구가 필요하다.

■ 대표서비스 활성화 방안

- 핵심기술을 보유한 스타트업과의 적극적 협업이 필요하다. 오픈소스 정신을 잘 활용하여 폐쇄적인 시각에서 벗어나, 기술 플랫폼을 공개하여 이를 통한 우수 인재를 훈련시키고 발굴 할 수 있는 전략이 필요하다.
- 유기적인 산업생태계 조성과 AI 비서 관련 전문 인력 양성 및 배출이 요구된다.
- 네트워크 호환성 확보가 필요하다. 네트워크 효과에 의해 사용자 수가 많아질수록 서비스의 가치가 기하급수적으로 늘어나는 특성을 배가시키기 위해 가상개인비서 서비스는 외부와의 호환성을 확보하는 것이 핵심 전략이 된다.
- 5G 상용화 기반 인공지능 서비스 출시가 요구된다. 스마트폰, 센서 등 서로 다른 속성을 지닌 모든 기기들을 한 개의 물리적인 5G 망 내에서 충돌 없는 서비스 제공 환경이 필요하다.

■ 중소기업을 위한 새로운 사업 모델

- 컨텍스트 및 상황인지 AI 비서와 연계된 추천 서비스 제공 사업을 제시한다. 사용자들의 선호 정보를 고려하여 추천을 해야하는 경우에는 사용자들의 선호 정보 수집, 제공 및 추천을 수행해 주는 서비스 제공자 역할을 수행할 수 있어야 한다.
- 컨텍스트 및 상황인지 AI 비서와 연계된 오프라인 서비스 제공 사업을 제시한다. 다양한 온라인-오프라인(Online-To-Offline), 오프라인-온라인(Offline-To-Online) 서비스 제공업자들과의 파트너십을 통해 서비스 제공하는 모델을 개발하여야 한다.
- 컨텍스트 및 상황인지 AI 비서와 연계된 정보 제공 서비스 사업을 추진한다.
- 컨텍스트 및 상황인지 AI 비서의 핵심 엔진 제공 B2B 사업을 제시한다. 온오프라인으로부터 수집된 데이터를 AI비서를 통해 가공 처리하여 AI학습용 데이터베이스 제공하는 사업방안을 제시한다.

라. 대표서비스에 따른 서비스/네트워크/무선 요구사항 분석 및 4G의 한계 분석

■ 5G 네트워크 중심의 네트워크 연계를 이용한 서비스 가용성 극대화

- 이종 무선망 연동으로 5G 요구사항을 충족시키는 네트워크 활용이 요구된다.
- 5G와 LTE간 동적(Dynamic)트래픽 스위칭으로 커버리지 제약 최소화가 필요하다.

○ 코어망 전진 배치와 가상화 등으로 저지연(Low Latency)를 확보하여야 한다.

■ 무선 네트워크 요구사항

[표 4.16] 무선 네트워크 요구사항

요구사항	내용
광대역	이용자당 DL: 100Mbps 이상, UL:20Mbps 이상 순간 임계치 DL:1Gbps (AI Agent를 서비스 지연 없이 받기 위한 요구사항)
초연결성	평방 킬로미터당 수십만개의 UE 수용
저지연	네트워크 delay는 수ms 이하 필요
이동성	500km 정도의 이동속도에서도 연속성 보장 필요

■ 코어 네트워크 요구사항

[표 4.17] 코어 네트워크 요구사항

요구사항	내용
광대역	수백 Giga의 광대역폭 제공
초연결성	이종망간 seamless한 연결성 제공
고신뢰성	99.999%의 서비스 가용성 제공
저지연	단말과 서비스 서버 간 100ms 이하 round-trip 서비스 지연 (NW RTT는 10ms 이하)

■ 4G의 한계 및 5G의 필요성

- 미래 AI 비서는 현재의 음성기반의 보조가 아닌 AR/VR과 같은 영상과 결합되어 보다 복합적인 환경에서의 역할을 수행한다. 수십Gbps의 트래픽의 전송을 요구하는 다차원 영상과 결합된 AI 비서는 인간의 오감을 모두 활용한 서비스를 가능케 한다.
- 언제 어디서나 지능화된 서비스를 활용하기 위해서는 다양한 환경에서의 실시간 초연결성을 제공하여야 하고 5G는 필요한 대량의 데이터와 컴퓨팅 능력을 AI서비스에 즉시 제공한다.

4 재난대응

가. 개요

■ 재난 관리의 전과정을 통합 관리하는 ICT 융합 서비스

○ 5G 재난대응 융합서비스는 기본적으로 예방-대비-대응-복구의 재난관리 전단계에 걸쳐 관리활동을 지원하며 공통적으로 재난정보수집, 재난상황 예측, 재난상황대응 등으로 구성한다.

■ 다양한 IoT 센서를 이용하여 자연 재해를 미리 예측하고, 그로 인한 인적 물적 피해 최소화

○ 대비하고자 하는 재난 상황에 맞는 스마트 센서와 CCTV 네트워크를 이용하여 재난을 모니터링하고, 재난 상황이 발생하였을 때, 센서 및 CCTV로부터 수집된 빅 데이터를 이용하여 재난 전개 방향을 예측하고, 적절히 대응할 수 있도록 하는 서비스를 제공한다.

○ 이동 기지국과 이를 지원하는 무선 백본 기술을 이용하여 UAV(Unmanned Air Vehicle) 및 로봇 그리고 소방대원을 연결하는 3차원 네트워크를 통하여 인명구조 등의 역할을 수행한다.

■ 인적재난 상황에서 신속한 대처 및 인명 구조를 위한 ICT 융합 서비스

○ 화재 및 공공 인프라 붕괴와 같은 인적재난에 대한 예방, 대비, 대응, 복구의 전과정을 지원할 수 있는 5G 네트워크 인프라를 구축하고 상화에 맞는 최적의 재난 대응 서비스를 제공한다.

[표 4.18] ICT 기반 재난관리 서비스 분류

구분	내용
자연재난 관리 서비스	태풍, 홍수, 호우, 강풍, 풍랑, 해일, 대설, 낙뢰, 가뭄, 지진, 황사, 조류 대발생, 조수, 화산활동, 소행성·유성체 등 자연우주물체의 추락·충돌, 그 밖에 이에 준하는 자연현상으로 인하여 발생하는 재난의 예방·대비·대응 및 복구를 위한 ICT 기반 서비스
인적재난 관리 서비스	화재·붕괴·폭발·교통사고·화생방사고·환경오염사고 등으로 인하여 발생하는 재난의 예방·대비·대응 및 복구를 위한 ICT 기반 서비스

나. 대표 서비스 선정 방법 및 선정 결과

■ 5G 기반 재난대응 후보 융합서비스

- 재난대응 분야에서는 자연 재난과 인적 재난으로 나누어, 1)홍수피해 예측 (홍수재난), 2)지진인명 구조 (지진재난), 3)스마트 소방(화재재난), 4)최적 대비 경로(공공인프라 재난) 등의 5G 기반 융합서비스를 중점적으로 조사하고 분석하였다.

[표 4.19] 5G기반 재난대응 후보 융합서비스

서비스 분류	세부 분야	서비스 대상	서비스 목표	핵심기술구분 (CPND)	주요 5G 요구사항
자연 재난 대응	홍수 재난	도심지 돌발홍수	<ul style="list-style-type: none"> • 센서기반 실시간 홍수피해예측 	Contents	<ul style="list-style-type: none"> • mMTC(Connection Density-10⁶개/km², Area Traffic Capacity, Energy Efficiency 등) • Small Packet Latency
	지진 재난	이동통신 인프라가 붕괴된 지진재난	<ul style="list-style-type: none"> • 이동셀 기반 UAV 및 로봇을 활용한 인명구조 	Network	<ul style="list-style-type: none"> • 이동셀 • Real-time SON • 마이크로웨이브 방식의 무선전력전송 등
인적 재난 대응	화재 재난	고층건물 화재	<ul style="list-style-type: none"> • 웨어러블 디바이스 기반 스마트 소방 	Device	<ul style="list-style-type: none"> • eMBB(Peak Data Rate, User Experience Data Rate) • 사용자정밀실내측위 (1m 이하 정확도) • URLLC 등
	공공 인프라 재난	도시철도 사고	<ul style="list-style-type: none"> • 상황인식 기반 최적 대피경로 제공 	Platform	<ul style="list-style-type: none"> • 3D beamforming, • WUS 송수신 • DU 배치의 flexibility 등

■ 5G 기반 재난대응 융합서비스 선정 기준 및 방법

- 영향도, 시장, 기술 측면에서 5G 재난대응 서비스들을 정량적으로 평가하였다. 그 기준의 객관성 확보를 위하여 정량적 통계 데이터를 활용하였다.
- 총 6개의 세부 기준을 균등한 가중치로 평가하고, 최고의 총점을 얻은 하나의 서비스를 대표서비스로 선정하였다.

[표 4.20] 5G 기반 재난대응 융합서비스 선정 방법

구분		영향도(10)		시장성(10)		기술성(10)		종합 (만점 30)	비고 (5G 관점)
		발생빈도 (5)	피해규모 (5)	시장규모 및 성장률(5)	산업적 파급력 (5)	국내 경쟁력 (5)	5G 기여도 (5)		
자연 재난	홍수피해예측	1	4	2	4	4	4	19	
	지진인명구조	2	1	1	5	5	3	17	
인적 재난	스마트 소방	5	5	5	4	4	5	28	
	최적 대피경로	1	2	5	3	3	5	19	

[표 4.21] 5G 기반 재난대응 융합서비스 선정기준

평가기준		평가내용
영향도	발생빈도	해당 재난의 연간 평균 발생빈도
	피해규모	해당 재난으로 인한 연간 평균 인적/재산 피해규모
시장성	시장규모 및 성장률	해당 재난대응 서비스의 시장규모 및 장기성장률
	산업적 파급력	해당 서비스의 다양한 산업으로의 적용가능성
기술성	국내경쟁력	선진국 대비 해당 서비스의 국내기술수준 및 경쟁력
	5G 기여도	서비스 구현을 위한 5G KPI의 기여도

■ 5G 기반 재난대응 융합서비스 선정 결과

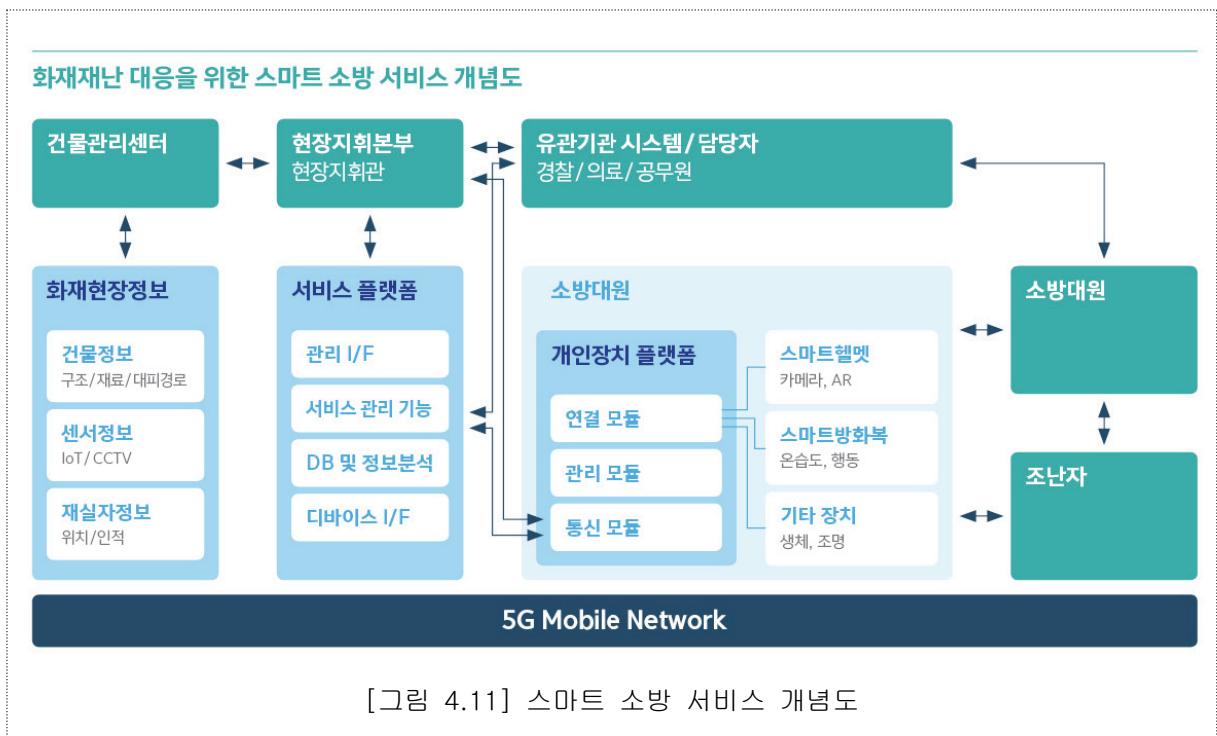
- 영향도, 시장성, 기술성을 기준으로, 총 6개의 세부 기준별로 평가를 진행하였다. 객관적 통계 데이터를 바탕으로 정량적 평가를 통하여 5G 기반 대표 융합서비스는 “스마트 소방” 으로 최종 선정하였다.

다. 비전 및 목표

■ 화재재난 대응을 위한 스마트 소방 서비스

- ICT 기술을 바탕으로 대형 및 고층화된 건물에서 발생하는 화재 상황을 정확히 파악하고 예측함으로써 인명 및 재산 피해를 최소화하기 위한 서비스를 제공한다.
- 건물에 설치된 각종 화재감지 센서(열 감지, 연기 감지, 불꽃 감지 등)와 CCTV 영상 등을 통해 수집된 정보를 바탕으로 화염 및 연기를 감지하여 화재발생신고, 대피안내 등을 수행한다.
- 3차원 건물정보와 연계하여 화재상황을 실시간으로 모니터링 함으로써 건물내부 재실자를 위한 신속한 대피정보 제공과 소방작전 수행이 가능하다.

- 소방대원들은 스마트 헬멧을 통해 화재정보, 조난자정보, 작전정보를 전달받아 작전을 수행하고 스마트 방화복은 소방대원의 생체정보, 행동정보 등을 지휘본부로 전송하여 안전사고를 예방한다.
- 통합통신망을 통하여 지휘본부, 경찰, 의료기관, 공무원 등과의 원활한 협력이 가능하며 정밀실내측위 기술을 적용하여 소방대원 및 조난자의 위치를 정확히 파악하여 인명피해를 최소화한다.
- 화재대응 서비스는 일반적으로 1) 화재상황 감지, 2) 감지 정보 및 관련 자료 분석을 통한 화재전개 예측, 3) 소방작전 정보 전송 및 협업, 4) 화재진압 및 인명구조 등 4단계로 구분된다.



[표 4.22] 5G 기반 스마트 소방 서비스를 위한 핵심기술

구분	내용
서비스/플랫폼	<ul style="list-style-type: none"> 스마트헬멧 기반의 멀티미디어 정보 전송 서비스 구조대원의 정밀측위 서비스 구조대원의 실시간 vital sign 분석 서비스 구조대원이 사용하는 PS-LTE 전용단말의 multi-band 지원 서비스 조난자 위치탐색 및 음성통신용 FeD2D 서비스
네트워크	<ul style="list-style-type: none"> 무압축 멀티미디어 정보 전송을 위한 요구 대역폭 보장 gNB의 cooperative antenna tilting 및 3D beamforming Multi-RAT, MEC, Multi-hop relay Core network의 gNB 제어 Hybrid Network 지원
표준/주파수	<ul style="list-style-type: none"> 화재 정보에 대한 표준 데이터 포맷 및 표준 전송 방법 스마트 소방을 위한 건물정보모델의 표준화 및 3차원 가시화 표준 건물관리센서 및 화재센서의 통합관리를 위한 통신 표준 스마트헬멧/방화복의 하드웨어 및 소프트웨어 표준

■ 대표서비스를 위한 법/제도 정책 개선

- 사물인터넷(IoT)을 활용한 지능형 소방용품 개발을 지원한다.
- ICT 기술 개발을 포함한 안전관리 기술개발과 소방분야 ICT 개발 사업을 연계하여 추진한다.
- 무선 화재 센서, 스마트헬멧/방화복, 재난용 스마트섬유 등 중소기업의 신기술 제품이 적용될 수 있도록 관련 소방법을 개선한다.
- 시설물의 화재대응 수준을 평가하는 인증 제도를 추진한다.
- 웨어러블 디바이스의 경우 정보보안을 위한 기술적 문제 해결 및 법적 보완 대책이 필요하다.

■ 대표서비스 활성화 방안

- 국가 주도의 재난망과 민간주도의 상용망을 이용한 hybrid 통신망을 구성할 수 있도록 하는 네트워크 구조를 제공한다.
- 재난관리의 주체인 국가가 주도 하에 통신업체와의 민관협력을 통하여 언제나 어디서나 국민을 안전을 보장할 수 있는 서비스를 제공한다.
- 기존 통신 인프라가 손실된 상황에서도 긴급 재난망을 구성할 수 있도록 이동 기지국 및 이를 위한 무선 백본 네트워크를 제공하며, 이는 대형 이벤트와 같이 순간적으로 트래픽이 몰리는 곳에서도 활용할 수 있다.

■ 중소기업을 위한 새로운 사업 모델

- 오픈 이노베이션과 중소기업간 협력 네트워크를 활용한 재난대응 서비스 개발 및 사업화를 활성화 한다. 재난대응 서비스는 다양한 분야의 요소기술들로 구성되므로 기술의 융합과 기업 간 협력이 중요함. 제품 혹은 서비스의 개발 및 사업화에 2개 이상의 중소기업이 공동으로 자원을 투입하여 위험과 수익을 공유하는 협력 네트워크를 구축한다.
- 안전산업 분야 스타트업 기업의 육성 및 지원 프로그램 예를 들어, 오산시의 안전산업 스타트업 캠퍼스, 안전산업 육성 오디션 등을 제공한다. 안전산업 분야는 방법, 방재, 정보보안, 생활안전, 교통안전 등을 포함되며 제품의 형태가 요소기술, 기기, 서비스 등 다양하므로 스타트업 기업의 진출이 유리하다.

라. 대표서비스에 따른 서비스/네트워크/무선 요구사항 분석 및 4G의 한계 분석

■ 5G 네트워크 중심의 재난망과 상용망으로 구성되는 hybrid network을 이용하여 고신뢰성 통신 제공 및 서비스 가용성 극대화

- 재난 통신신망과 상용망의 연동으로 5G 요구사항을 충족시키는 하이브리드 네트워크를 구성한다.
- 통신 인프라 붕괴 시에도 임시 이동 기지국을 이용한 재난망을 구성할 수 있는 무선 백본으로 이용한 네트워크를 구성한다.
- Multi-RAT, Multi-hop 기술을 이용한 통신의 신뢰성 및 연속성을 보장한다.

■ 무선 네트워크 요구사항

[표 4.23] 무선 네트워크 요구사항

요구사항	내용
Bandwidth	하나의 gNB (기지국을 5G에서는 gNB라 함)가 traffic 처리를 수용해야 하는 경우 수GHz의 대역폭이 요구됨
gNB간의 I/F	화재현장에 인접한 다수 gNB의 cooperative antenna tilting에 필요한 인터페이스
coherence time 이내의 channel estimation	3D beamforming을 통한 MU-MIMO 지원에 요구되는 coherence time 이내의 channel estimation 기법
Multi-RAT	구조대원의 하이브리드 측위 및 전용단말의 multi-band 지원에 요구되는 Multi-RAT 기술
MEC	대용량 멀티미디어의 실시간 지원, 구조대원 측위에 기반한 정보제공의 유효성 보장, 구조대원 vital sign의 실시간 분석에 요구되는 TBD msec 이내의 end to end delay 만족을 위한 MEC 기술 적용
Multi-hop relay	고층건축물의 화재로 인해 통신 음영지역이 발생하는 경우에도 소방대원간의 멀티홉 중계로 기지국과의 통신 연속성을 보장해야 함
스마트 헬멧의 G/W	gNB로의 vital sign 센싱 정보 전송을 위한 Gateway 필요

■ 코어 네트워크 요구사항

[표 4.24] 코어 네트워크 요구사항

요구사항	내용
Core network의 gNB 제어	gNB간의 협력/분산처리 및 우선순위 할당에 필요한 제어 기능
Hybrid network 지원	재난전용망과 상용망을 혼용한 최적화된 망 솔루션 제시에 필요한 hybrid network 형태의 망 구성

■ 4G의 한계 및 5G의 필요성

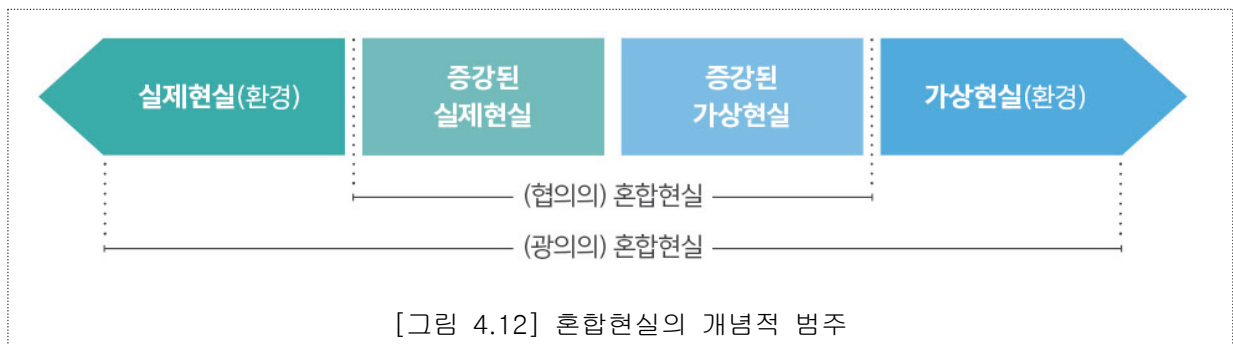
- 재난전용망과 상용망 사이의 혼용한 최적화된 망 솔루션 제시에 필요한 hybrid network 형태의 망 구성을 가능하게 함으로써, 최대한 최악의 상황에서도 네트워크와의 연결을 보장할 수 있어야 한다.
- 통신 인프라 붕괴 시에도 이동 기지국사의 무선 백본 및 네트워크 구성 기능을 통한 재난 임시망 구축이 가능해야 하면, multi-RAT, Multi-hop 등을 통한 통신의 신뢰성 및 연속성을 보장해야 한다.

5 AR/VR

가. 개요

■ 증강/가상현실의 개념적 정의

- 가상현실(Virtual Reality)은 기본적으로 사용자가 느끼는 감각 정보를 통하여 사용자가 마치 가상세계에 존재하는 것처럼 경험하게 하는 기술이다. 가상현실은 넓게 보면 현재 사용자가 존재하는 ‘공간’이 아닌 다른 ‘공간’에서의 경험을 제공하는 기술로 정의할 수 있다. 이러한 공간은 가상의 공간일 수도 있고, 지구 반대편과 같은 사용자로부터 멀리 떨어진 다른 곳에 존재하는 공간일 수도 있으며, 혹은 과거에 존재했던 공간이거나 상상속의 공간일 수도 있다. 사용자는 가상현실 기술을 통하여 이러한 가상의 ‘공간’에서 현실과 유사한, 가능하다면 동일한, 경험을 제공받고 현실과 같이 느끼고 반응하게 된다.
- 가상현실은 세부적으로는 사용자의 감각(시각, 청각, 촉각 등)을 가상의 감각으로 대체하여 완전히 가상세계에 몰입하게 하는 몰입형 가상현실(Immersive Virtual Reality)에서부터 현실세계에 가상세계 혹은 가상물체를 덧씌우는 증강현실(AR: Augmented Reality)등의 다양한 형태로 분류 될 수 있다. 이러한 관점에서 광의의 가상현실은 협의의 몰입형 가상현실과 증강현실을 모두 포함하는 것으로 정의하고 있으며, 혹은 이를 보다 명확히 구분하기 위하여 혼합현실(MR: Mixed Reality) 즉 실제세계와 가상세계의 병합으로 부르기도 한다[4-1].
- 종합하면, 혼합현실은 [그림 4.12]와 같이 [넓은 의미에서의 혼합현실: 실제 환경과 가상 환경] = [실제 환경 - [좁은 의미에서의 혼합현실] - 가상 환경] = [실제 환경 - [증강현실 - 증강된 가상현실] - 가상 환경] 의 형태로 정리할 수 있다.



■ 증강/가상현실 서비스 분류

- 새로운 서비스 형태가 출현할 때 그것이 가지는 가치 특성은 크게 기존시장을 대체하는 부가가치 생성 측면(Value-adding)과 신시장을 창출(Emerging)하는 신규가치 생성 측면으로 구분하여 분석할 수 있다.

[표 4.25] 증강/가상현실 서비스 분류

	실사 기반형/실제정보형	Synthetic World형/가상정보형	비고
가상현실	실제 시공간의 모사를 통한 시뮬레이션 서비스 (예: 360도 영상 서비스 등)	새로운 시공간 창조를 통한 시뮬레이션 서비스 (예: 콘텐츠 게임, 가상 문화유산 체험서비스 등)	가상 공간
증강현실	실제 시공간 정보의 몰입적 확장 (예: 3차원 내비게이션 서비스, 수리 매뉴얼/튜토리얼 서비스 등)	가상(혹은 원격) 시공간 정보의 추가/중첩 (예: 실시간 Tele-presence 서비스)	실제 공간

■ 대표적 버티컬 마켓의 선정

- 증강/가상 현실 서비스에 적합한 버티컬 마켓을 선정하기 위하여 대중성(사용자 확보/산업적 성장), 서비스/제품/콘텐츠 갱신주기, 5G 네트워크 이용형태, 신산업 플랫폼의 관점에서 다음과 같이 버티컬 마켓들에 대해 다음과 같이 분석해 볼 수 있다.

[표 4.26] 증강/가상현실 서비스에 적합한 버티컬 마켓의 상대적 분석 평가

분류	서비스	대중성	갱신주기	5G 이용형태	신산업 플랫폼	종합
강한 목적형 서비스	의료 (헬스케어) 서비스	-실버 세대 급증 -청장년층의 지속적 수요 증대	수주~수개월	원거리/무선 이용	직관적인 콘텐츠 플랫폼요구	원격의료/진단 서비스와 연계한 성장 기대
	공공 (정부) 서비스	높은 대중성 일상적/지속적 수요는 다소 낮음	수개월 이상	비교적 높은 액세스 빈도	콘텐츠 플랫폼의 소요는 높지 않음	장기적으로는 가상/증강현실 소요가 커질 것이나 발전 속도가 느릴 것임
	제조/엔지니어링/유지 보수 서비스	제조업 종사자 및 일반 대중대상 서비스	수주~수개월	많은 양의 제조 데이터의 다운로드 및 온라인 참조	증강/가상현실기반 활동으로 작업 효율향상 기대	4차 산업혁명을 위한 가상현실 설계 및 증강현실 유지 보수 서비스의 산업적 효용성이 급증
	리테일 (쇼핑)/커머스	일상적대중서비스	상품정보는 매일 갱신될 수 있음	상품의 정보 참조가 지속적으로 소요됨	콘텐츠 쇼핑의 상품 요구는 매우 높을 것임	증강/가상현실의 효용성이 높으면서 대중성도 높음
	부동산 서비스	2~3년 이상의 주기로 받는 서비스임	거래 정보 등의 수주 단위 갱신됨	가상현실 부동산 정보는 데이터 소요량이 크고 야외 및 이동시 요구됨	제한된 시공간 내에 다양한 매물을 효율적으로 확인하는 장점	지속적으로 발전하는 증강/가상현실 산업분야가 될 것으로 평가됨

분류	서비스	대중성	갱신주기	5G 이용형태	신산업 플랫폼	종합
약한 목적형 서비스	교육/ 훈련 서비스	평생교육 등 대중에 대한 보편적 서비스 가능	연 단위 이상의 갱신주기	학습/훈련 과정에서 지속적 참조 및 가상현실 정보 수요가 높음	상호작용 교육 콘텐츠의 높은 교육 효율성	주요 증강/가상 현실 산업 분야가 될 것으로 평가됨
	군사 훈련/시뮬레 이션	대중적 접근성 및 서비스 대상은 제한적임	대상정보는 비교적 느리게 갱신됨	실감 훈련 정보는 대규모 가상현실 정보를 요구하며, 대규모 훈련 시 많은 무선 통신 수요 발생	콘텐츠 플랫폼에 대한 요구가 큼	빠른 발전이 되고 있는 전통적 분야이나 대중성이 조금 낮음
	광고/마케팅	가장 대중적 서비스 중 하나임	갱신주기는 수주 단위로 짧으며 각 상품별 수요도 많음	이동 중에도 많이 노출되므로 무선 통신 수요가 많음	직관적 광고를 위한 콘텐츠 플랫폼에 대한 효용성이 높음	산업적 효용성이 매우 높을 것으로 평가됨
비 목적형 서비스	영화, 방송 서비스	매우 일상적 수요를 가진 서비스임	매일/매시간 갱신경우가 다수임	.방송은 대용량 콘텐츠이며 갱신주기도 짧으므로 통신소요량도 높음	몰입적 서비스 전달력이 가장 필요한 분야임	증강/가상현실의 전달력이 매우 높은 분야로 평가됨
	뮤직쇼, 콘서트	다양한 장르에 대해 각계각층의 수요가 폭넓게 존재함	전시/공연 등의 갱신 주기는 수주에서 수개월임	수백~수만명의 참석자들에 대한 통신 수요가 일시적으로 크게 일어남	뮤직쇼와 콘서트의 기획다양성과 전달력을 크게 높일 수 있을 것으로 예상함	서비스의 체험성을 크게 높일 수 있어 산업 성장을 견인할 수 있을 것으로 평가됨
	테마 파크, 야외 놀이	성수기로 집중적 수요는 상당함	체험 기구 등의 갱신주기는 수개월에서 연단위임	야외 체험 시설에서 무선 통신 수요가 존재함	체험형 놀이기구의 소구력이 크게 증대될 것임	체험의 질을 크게 높일 수 있어 산업적 효용성이 높을 것으로 평가됨
	사회관계망 서비스, 신문/잡지	대중적 접근성이 매우 높은 서비스임	수초/수분 단위의 지속적이고 빠른 갱신속도	이동 중에도 끊임없는 영상/음성/데이터 통신 필요	콘텐츠 감성 공유/전달이 크게 요구될 것임	증강/가상현실의 파급력이 매우 큰 산업분야
	컴퓨터 게임	대중성이 확장되고 있으나 비교적 청소년에 집중되어 있음	수개월~수년 단위의 콘텐츠 갱신	이동형 증강현실 게임 등에서 무선 통신 수요는 매우 높음	콘텐츠 플랫폼은 게임의 몰입도를 이전과 다른 수준으로 크게 증대시킬 것으로 예상함	증강/가상현실의 특성이 가장 잘 맞는 산업 분야로 평가됨

나. 대표 서비스 선정 방법 및 선정 결과

■ 5G 기반 증강/가상현실 후보 융합서비스

- 증강/가상현실의 새로운 플랫폼에서 기존의 서비스들이 서로 융합/결합/공유될 가능성을 고려하여 위에서 평가한 서비스들을 재정리하고, AIO 분석 결과와 함께 상위의 서비스들을 더욱 심도 깊게 분석하여 증강/가상현실 서비스에 적합한 버티컬 마켓과 대표적 서비스 형태를 선별한 결과를 다음 표와 같이 정리할 수 있다.

[표 4.27] 증강/가상현실 서비스에 적합한 버티컬 마켓 선별

구분	내용
실감형 방송 서비스	<ul style="list-style-type: none"> - 대표적인 대중 콘텐츠 서비스로서 콘텐츠 갱신 주기가 주로 일단위/주단위로 이루어짐 - 기본적으로 360도 영상 제작 및 송출/배포 서비스이며 지상파/케이블 뿐만 아니라 인터넷 방송이나 온라인 소셜 네트워킹 서비스 등을 폭넓게 포함 - 플랫폼과 기술이 성숙하면 상호작용 서비스까지 포함될 수 있음
지능형 정보전달/가이드 서비스	<ul style="list-style-type: none"> - 인터넷 포털, PC 바탕화면, 스마트폰 런처와 같은 서비스 시작 플랫폼 - 관광, 내비게이션, 위치기반 현장형 검색 서비스 등에 폭넓게 적용 가능 - 온라인(PC/모바일) 소셜 네트워킹 서비스, 메시징/텍스팅 서비스 등에 적용 가능
헬스케어 서비스	<ul style="list-style-type: none"> - 재활 치료 등 전문적이고 제한적인 서비스뿐만 아니라 실버 세대의 근력과 치매 예방을 위한 다양한 헬스케어 서비스 가능 - 가상 체화 기술 등을 이용하여 단계 조절이 용이한 재활 치료 서비스 - 개인 체형과 행동 방식 데이터를 활용하여 증강현실 기반 헬스 케어 서비스 가능
교육/훈련 서비스	<ul style="list-style-type: none"> - 대표적인 B2C시장이나 B2B시장의 규모도 작지 않음 - 평생 교육이 중요해지는 시대적 특성뿐만 아니라 사교육 등이 산업적으로 크게 융성한 한국적 시장 특수성을 감안하면 수요 기반과 수익 창출 기반 확보 용이
제조/엔지니어링/유지보수 서비스	<ul style="list-style-type: none"> - 전통적으로 B2B시장에 가까우나 프로슈머(Prosumer) 시대에서는 B2C시장과 중첩될 가능성이 매우 높음 - 설계/디자인의 사전 검증 측면에서 가상현실 서비스가, 사후 검증과 유지보수 측면에서 증강현실 서비스가 활용 - 제조 비용과 주기를 획기적으로 줄일 수 있음
증강/가상 리테일(쇼핑)	<ul style="list-style-type: none"> - 다양한 상품들에 의해 전반적인 콘텐츠 갱신 주기가 길지 않음 - 몰입적 실감 시뮬레이션을 통해 실물 없이 주관적인 착용/작동 확인 - 리테일 방식의 혁명적 변화 (온라인⇒모바일⇒증강/가상현실)

■ 5G 기반 증강/가상현실 대표 서비스 선정 기준 및 방법

- 5G서비스 분석 및 평가를 위하여 각 서비스의 사업성, 기술성 및 5G적합성의 3개 평가 항목별로 평가하여, 이들의 평가 결과를 합산하여 제시한다. 사업성 평가에서는 해당 서비스 활용시점에서 사업적인 타당성을 예측하며, 기술성 평가에서는 해당 서비스 구현에 적용될 기술의 수준을 평가한다. 또한, 해당 서비스와 관련된 국내 서비스의 대외 경쟁력을 평가하여 서비스의 기술적 성숙도를 살펴보고, 해당 서비스가 5G기술을 적극적으로 활용하는가를 평가한다.
- 각 평가항목별 평점에 가중치를 반영하여 최종적인 서비스별 종합점수를 산출하였다. 사용한 식은 다음과 같다.

$$\text{서비스별 종합점수} = \sum \text{평가항목별 총점} \times \text{평가항목 비중}$$

- 여기서, 평가항목 비중은 시장성과 기술성이 각각 30%이고, 5G 적합성이 40%이다.

[표 4.28] 서비스별 총괄 평가 결과

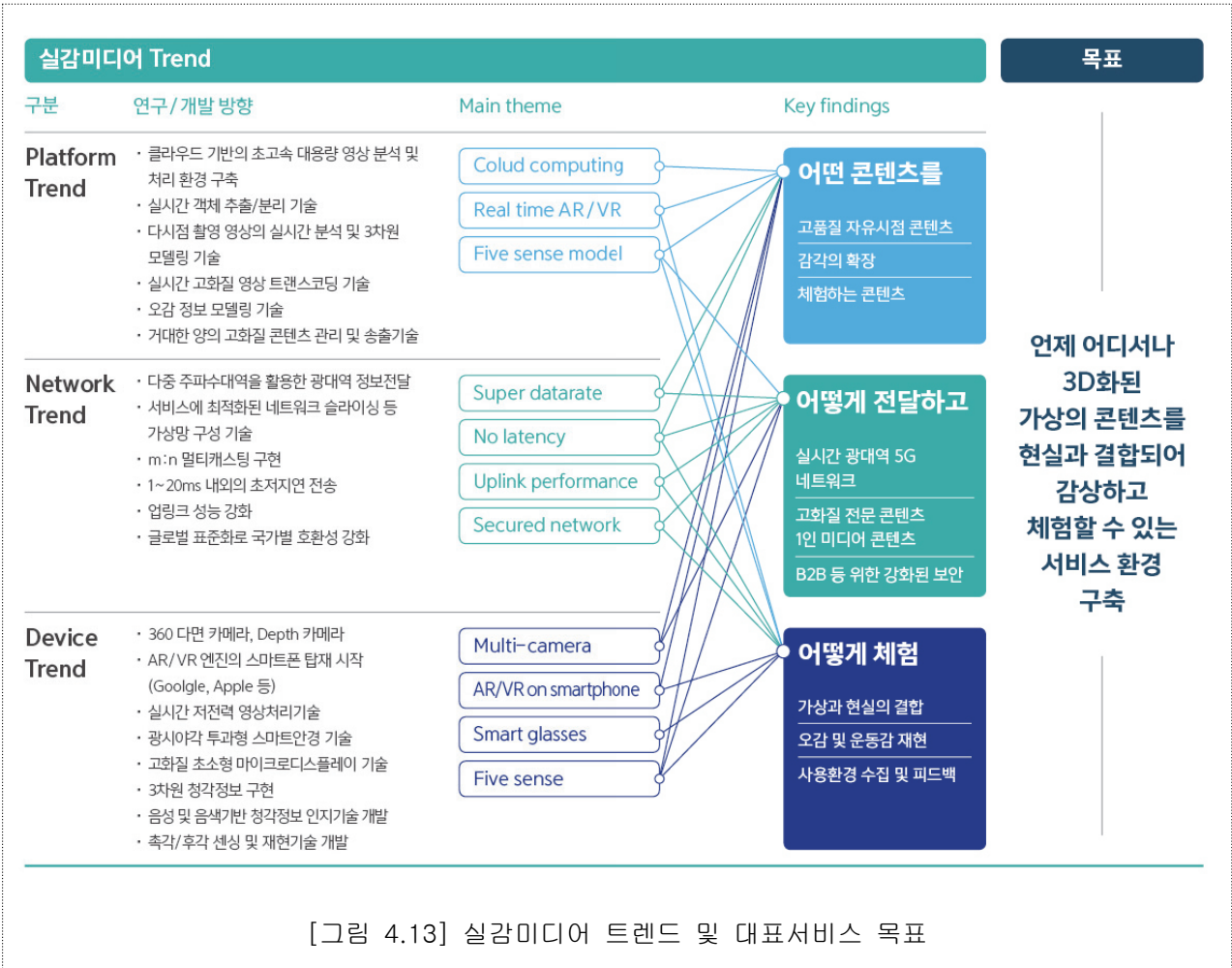
구분	시장성(30)	기술성(30)	5G 적합성(40)	종합 (100)
실감형 방송	91	85	97	92
지능형 정보전달/가이드	85	83	83	84
헬스케어	73	83	67	73
증강/가상 리테일	61	48	57	55
제조/엔지니어링/유지보수	64	71	60	64
교육/훈련	58	63	73	65

■ 5G 기반 증강/가상현실 대표 서비스 선정 결과

- 증강/가상현실 콘텐츠의 저작, 송출/배포 및 활용을 개인화할 수 있도록 방송 서비스가 진화되며, 이를 위한 5G 네트워크 활성화가 이루어진다. 사용자의 입장에서 보면 각 개인이 인터랙티브한 몰입형 고품질 콘텐츠를 직접 생성하여 실시간 개인 방송을 할 수 있는 서비스가 실현된다.
- 두 번째로 높은 평가를 받은 지능형 정보 전달/가이드 서비스는 특히 5G 적합성 부분에서 큰 의미를 지니고 있으며, 특히 인터넷을 기반으로 한 개인 방송의 활성화와 함께 본 서비스의 핵심 기술은 증강현실을 바탕으로 한 개인 방송 서비스로 발전할 것으로 예측되고 있다. 이러한 관점에서 본 보고서에서 제시하는 대표서비스는 실감형 방송 서비스와 개인대상 지능형 커뮤니케이션 서비스를 포함하는 형태로 구성되는 “실감미디어 서비스”로 정의한다.







다. 비전 및 목표

■ 실감미디어 트렌드 및 대표서비스 목표



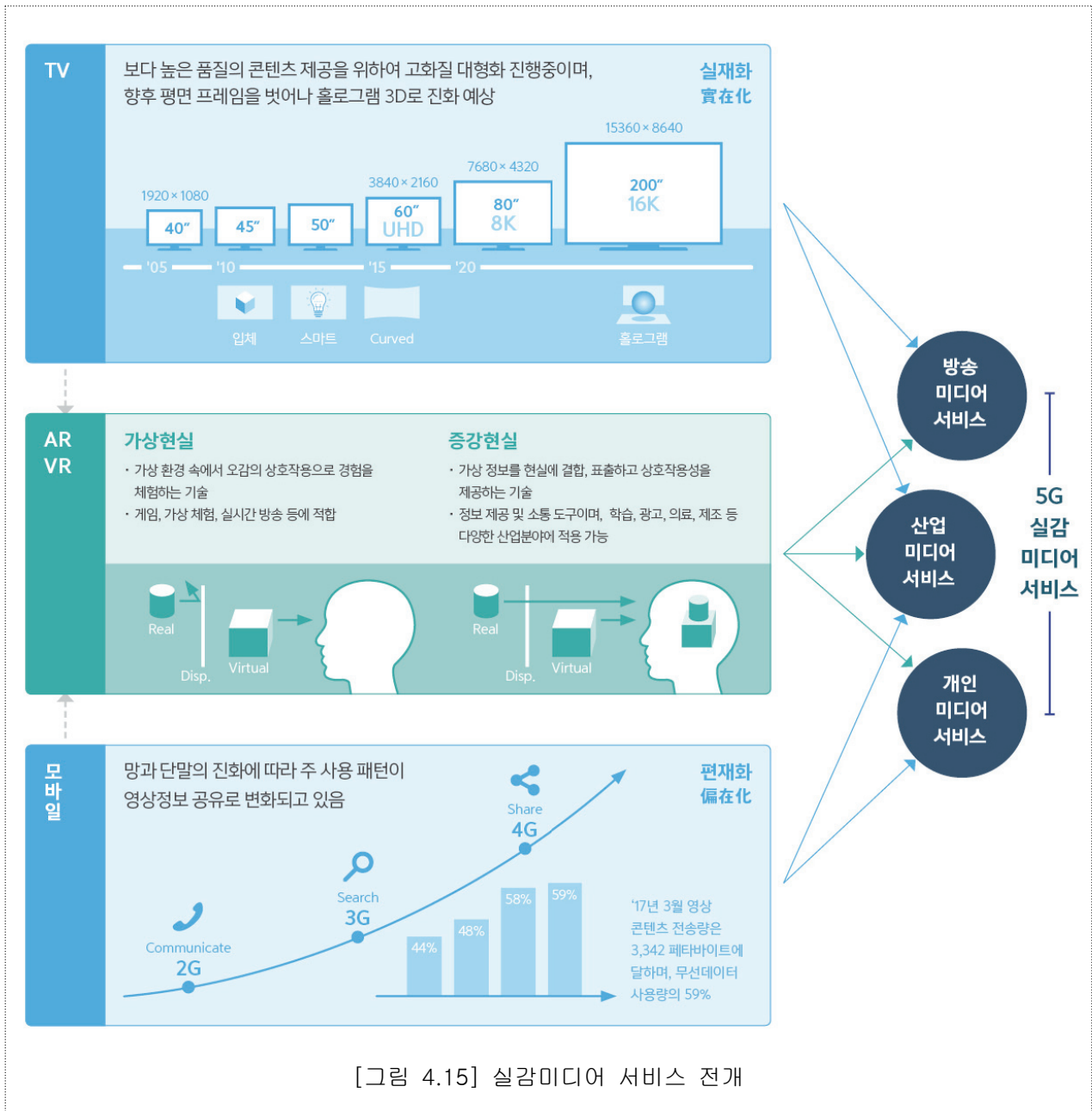
■ 실감미디어 콘텐츠의 진화

- 현재의 미디어는 평면TV에서 모바일TV로 변화되는 과정에 있으며, 향후 가상의 공간이 현실과 결합되어 표출되는 형태로 진화될 것이다. 현재의 방송영상정보는 평면TV를 중심으로 고화질화 되어가고 있으며, 스마트폰, 가상현실 HMD 등의 보급 확대에 따라 3차원 영상정보 제작이 시도되고 있다. 2020년에는 3차원화 된 영상을 스마트폰으로 시청하는 소비형태가 보다 활성화될 것이며, 음성, 촉각, 운동감 등 추가적인 실감정보가 함께 전달되어 보다 실제감을 높일 수 있게 될 것으로 예상된다. 2025년에는 4K 수준의 고품질 실감미디어를 보편화된 스마트 글래스를 이용하여 체험할 수 있게 될 것이며, 운동감 등 효과정보의 전달범위가 더욱 넓어질 것이다. 또한, 2030년에는 홀로그램 등 안경 없이 3차원의 영상을 감상할 수 있는 기술이 개발될 것으로 예상하며, 직접 센싱 및 영상기반 사물인식 기능을 통해 수집된 오감정보를 웨어러블 단말장치를 통해 재현할 수 있게 될 것이다.

정보	획득 방법	현재	2020	2025	2030
영상 정보	평면 TV 	<ul style="list-style-type: none"> · UHD 수준의 상용방송 실시 · OLED 기반 커브드, 투명TV · 입체기술, 인터넷 연결기술 탑재 	<ul style="list-style-type: none"> · 8K UHD · 음성기반 인공지능 탑재 · 양방향 소셜 네트워킹 수용 	<ul style="list-style-type: none"> · 16K, 180인치 TV 개발 · 인공지능 agent의 홈 관리 	<ul style="list-style-type: none"> · 16K 상용화 · 4K 무안경 3DTV 상용화 · 홀로그램 3D 출현
	Panoramic 360 	<ul style="list-style-type: none"> · 1인 시점의 촬영에 최적화 · 4K 2~16 카메라 촬영 · 2K 결과물(for 가상현실 HMD) 	<ul style="list-style-type: none"> · 12K 촬영, 6K 가공품질 · VR 스마트폰, 가상현실 HMD 사용 시점 	<ul style="list-style-type: none"> · 360 프레임간 영상분석 통한 제한적 3D 모델링 	<ul style="list-style-type: none"> · 16K 촬영, 8K 품질 재현 · 휴대형 자유시점 촬영장비 · 휴대단말에서의 실시간 모델링 · 스마트글래스 일상화 · 영상이 인식된 현실의 객체와 결합되어 보여짐
	Object 360 	<ul style="list-style-type: none"> · 거리, 건물 등 입체적 공간정보 구축 · 2K 4~100 카메라 촬영 · 3차원 모델링은 후처리 	<ul style="list-style-type: none"> · 8K, 60대 카메라 자유시점 촬영, 2K 가공품질 재현 · 클라우드 컴퓨팅을 활용하여 영상지연 10초 이내로 단축 · 단말 기반 실시간 렌더링 도입 · 관광, 체험 프로그램, 스포츠 중계 등 적용 시작 	<ul style="list-style-type: none"> · 16K, 100대 카메라 자유시점 촬영, 4K 가공품질 재현 · 실시간 3차원 영상 모델링 · 단말 기반 실시간 렌더링 · 스마트 글래스 판매량 연 3억대(Goldman Sachs, 2016) · 촬영된 영상 속으로 들어가 	
	Free Viewpoint 	<ul style="list-style-type: none"> · 5K 38대 카메라 촬영 및 3차원 모델링 스포츠 중계(Intel FreeD) · 50대 고성능 서버 사용하여 최대 30초 영상클립, 처리지연 90초(추정) 			
		분리된 가상과 현실	가상공간 속으로	가상 사물을 현실공간으로	
메타 정보		<ul style="list-style-type: none"> · 자막, 이미지 중심 · 단방향 정보 제공 	<ul style="list-style-type: none"> · 사용자 이동성 등 업링크 정보 제공 · 실제감 보완 위한 센서정보 전달(4D체어 운동정보, 바람정보 등) 	<ul style="list-style-type: none"> · 센서정보 전달(운동정보, 바람, 향기 등 재현정보 다양화) 	<ul style="list-style-type: none"> · 센싱/영상분석 통한 감각정보 자동인식 · 단말 재현정보 표준화
음성 정보		<ul style="list-style-type: none"> · 배열마이크를 이용한 3차원 발원 방향 인지 · 실내 수준의 음성인식 정밀도 	<ul style="list-style-type: none"> · 방향 및 거리 정밀도 향상 · 음성인식 정밀도 향상(실외) 	<ul style="list-style-type: none"> · 음성인식 정밀도 향상 (인구조밀지역) · 음성인식 자동 번역 · 음색기준 음원 분리 	<ul style="list-style-type: none"> · 발원 사물 인지 · 불필요한 음원 소거
촉각 정보			<ul style="list-style-type: none"> · 제한적 촉각재현기술 	<ul style="list-style-type: none"> · 재질별 촉각정보 DB화 	<ul style="list-style-type: none"> · 사물인식 기반 촉각정보 재현

[그림 4.14] 실감미디어 콘텐츠의 진화

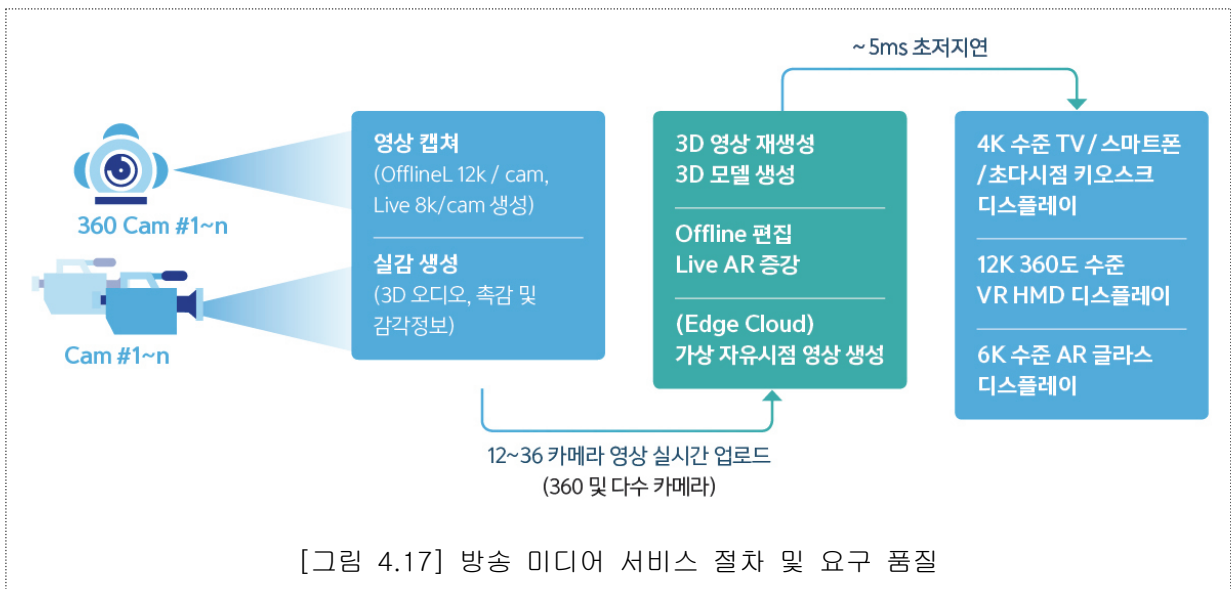
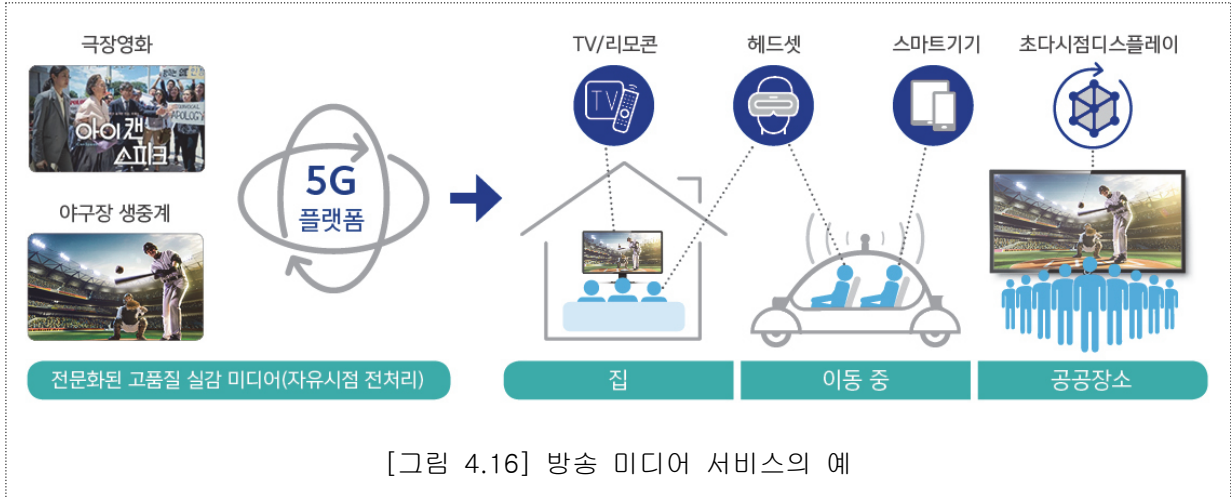
■ 실감미디어 서비스의 추진방향



[그림 4.15] 실감미디어 서비스 전개

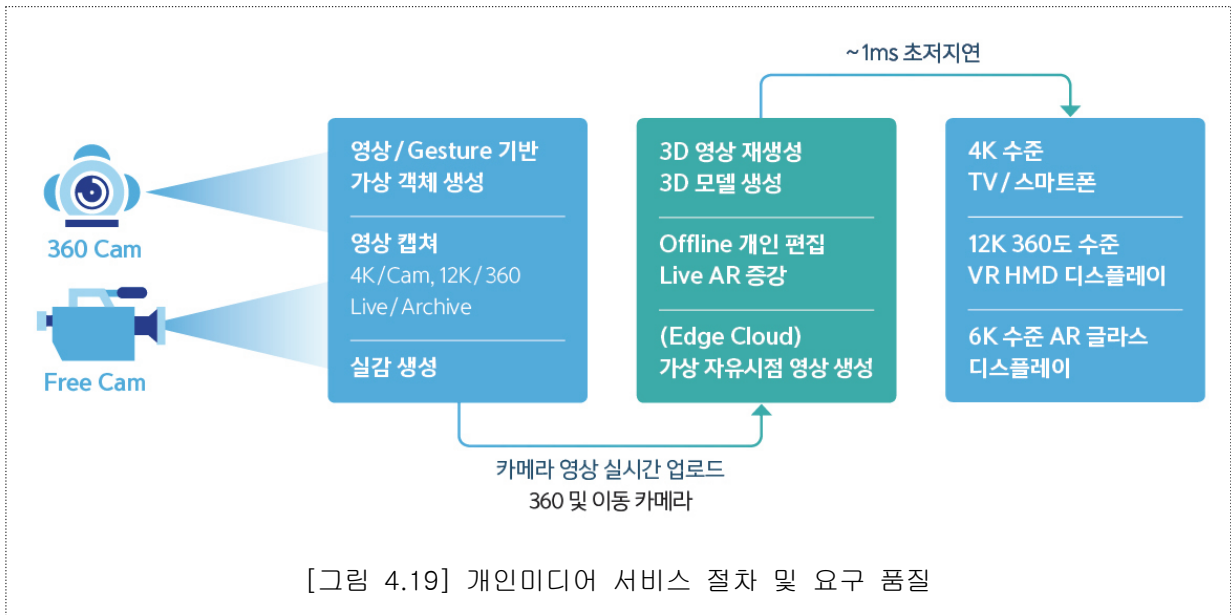
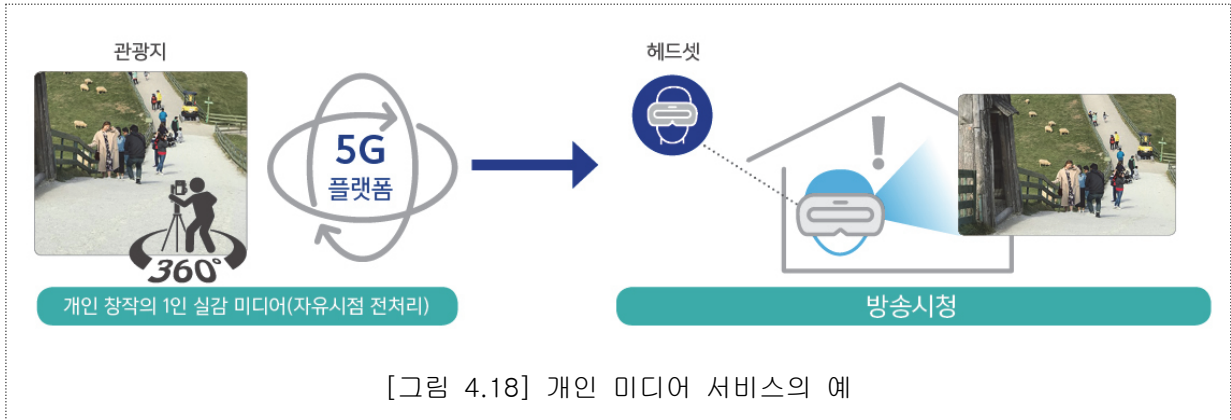
■ **제공서비스 : 방송미디어서비스, 개인미디어서비스, 산업미디어서비스**

- 방송미디어 서비스: 경험이 풍부한 전문조직을 통해 제작된 고품질 3D 실감미디어를 스마트폰, HMD, TV 등의 단말을 이용하여 감상하는 서비스이다.

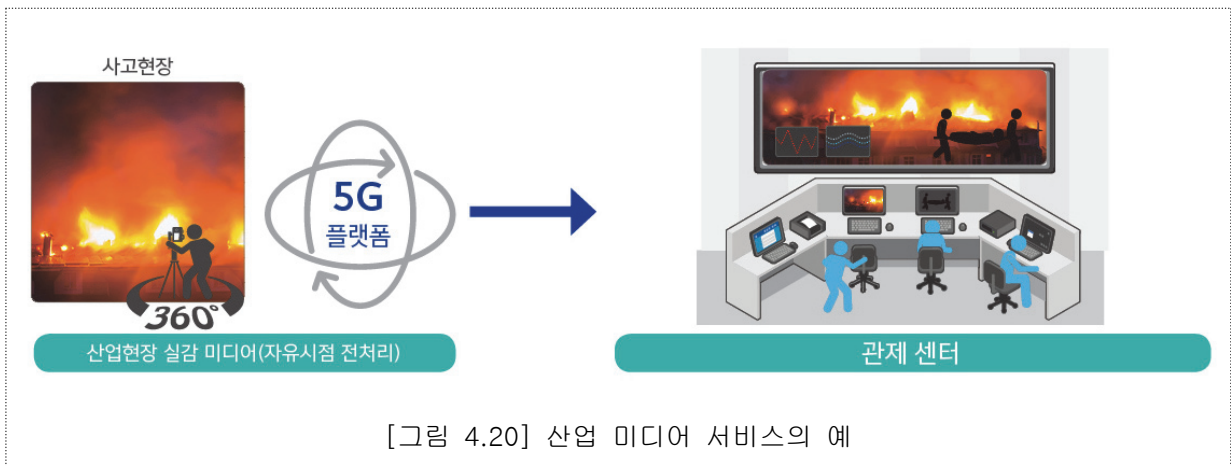


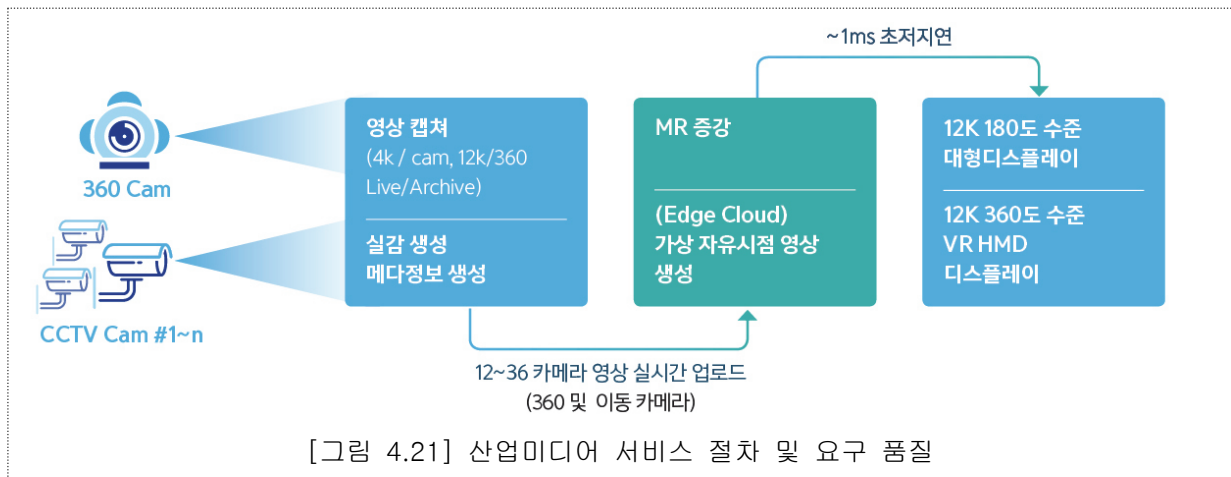
[그림 4.17] 방송 미디어 서비스 절차 및 요구 품질

- 개인미디어 서비스: 개인이 창작한 1인-실감미디어 콘텐츠를 실시간 혹은 주문형 방식으로 제공하거나 상호 공유하는 서비스이며, 사용자에게 실감미디어를 제공한다.



- 산업미디어 서비스: 실감미디어를 다양한 분야의 사업과 융합하여 실재감, 몰입감이 높은 콘텐츠를 제공함으로써 보다 인지하기 쉽고 생산성을 높여주는 기능을 제공한다.





■ 대표서비스에 대한 통신사업자 서비스 활성화 방안

- (콘텐츠 제작 활성화) 주요 거점에 실감미디어 촬영, 편집 및 실시간 스트리밍이 가능한 스튜디오를 운영하여 개인화된 창작물이 양산될 수 있도록 독려하여 시장을 확대 할 수 있으며, 이를 통하여 통신사업자가 제공하는 플랫폼 서비스에 대한 수요를 크게 증대시킬 수 있다. 또한, 실시간 실감 정보의 구성과 스티칭 등 3차원 정보의 구성 기반 기술을 저작도구 등의 형태로 제공하고, 이의 플랫폼에의 업로드 및 공유를 위한 표준화를 통하여 제작된 많은 콘텐츠를 통신사업자의 서비스 범위에 손쉽게 포함시킬 수 있다.
- (플랫폼 구축 및 운영) 실감미디어의 유통시장 조기 확대를 위해 기존의 콘텐츠 유통 플랫폼과의 연계를 강화하는 것이 필요하다. 이와 함께, 콘텐츠의 재생산과 활용이 커지는 증강/가상현실의 특성에 맞추어 콘텐츠의 2차 저작과 건축물 등 실물에 대한 저작권 및 유통 과정을 지원하는 비즈니스 지원 플랫폼을 구성함으로써 서비스의 안정화와 다양한 콘텐츠를 확보할 수 있다. 엣지 컴퓨팅 환경을 구축하여 단말의 처리 부담을 경감하고 플랫폼의 응답속도를 높여 높은 수준의 만족도를 제공하여야 한다.
- (실감 서비스 지원 네트워크 구축) 5G 무선망의 조기 상용화 및 전국망 구축으로 전국 어디에서나 실감미디어 콘텐츠가 활발하게 생성되고 전달될 수 있는 환경이 제공될 수 있다. 2025년까지 주력으로 사용될 4G 망 기술을 실감미디어 서비스 제공이 가능하도록 속도 및 지연을 개선하여 초기 서비스의 도입을 지원 하는 것이 필요하다.
- (단말 보급 확대) 사용성이 강화된 단말의 조기 보급을 위하여 원천기술 개발을 지원하며, 단말의 제조사, 운영체제 등과 무관하게 실감미디어 서비스를 제공받을 수 있도록 표준화가 추진되면 다양한 단말을 지원하는 서비스가 손쉽게 개발될 수 있다. TV 등 레거시 단말에서 실감미디어 서비스를 제공받을 수 있도록 가상현실 기능탑재 셋탑박스 개발 및 보급을 확대하는 전략이 필요하다.

라. 대표서비스에 따른 서비스/네트워크/무선 요구사항 분석 및 4G의 한계 분석

○ [표 4.29]은 사람의 주요 감각에 대한 현재 기술 수준과 궁극적인 목표를 고려하여 작성되었다. 각 감각에 대한 궁극적 목표는 현재까지 알려진 생리학적인 분석 결과에 바탕하여 추론된 결과이다.

[표 4.29] 감각에 대한 이상적 목표 수준

감각종류	제공수준	제공 범위	디바이스 착용성	상호작용성
시각	해상도: 0.02도 당 1pixel 이상 Refresh Rate: 120 Hz 이상	FoV: 단안 120도 이상, 양안 220도 이상 초점범위: 자유범위 초점 제공	100g 이하	시점의 변화에 대하여 5ms 이내의 반응 속도 운동감과의 동기화 Latency 5ms 이내
청각	해상도: 40kHz 이상 Refresh Rate: 40kHz 이상	청각 영역: 360도 에 대하여 제공	100g 이하	시각과의 동기화 Latency 50ms 이내[4-2]
촉각	해상도: 1mm 이하 Refresh Rate: 1kHz 이상	촉각 영역: 압력, 마찰, 온도 등에 대하여 제공	고유감각과 통합하여 수백g 이하	시각과의 동기화 Latency 50ms 내외 [4-2]
운동감	해상도: 이동에 대해서는 50cm 내외, 회전에 대해서는 5도 내외를 목표로 함 Refresh Rate: 가속도: 2Hz 내외, 속도:1Hz	운동감 영역: 선형 (linear) 가속도의 경우 $0.06m/s^2 \sim 0.3m/s^2$ 그리고 각(angular) 가속도의 경우 $0.1^\circ/s^2 \sim 24^\circ/s^2$	고유감각과 통합되지 않는 경우 착용성의 제약은 크지 않음 고유감각과 통합되는 경우 수백g 이하	Head Rotation에 따른 시각과의 동기화 Latency 가 중요 (5ms) 기타 동기화 Latency는 200ms 이내
고유감각	해상도: 관절 및 근육의 수축/이동 정도를 단계별로 표현 가능 Refresh Rate: 명확한 지표는 없으나 약 10Hz 내외로 추정	몸의 모든 근육과 관절에 대한 감각 제공	촉각과 통합하여 수백 g 이하	인지에 소요되는 Latency 는 150ms 내외

○ 증강/가상현실 기술 요구사항은 각 기술에 대한 세부 요구사항 보다는 전반적인 서비스의 질을 위한 요구사항을 중심으로 정리 할 수 있다.

[표 4.30] 증강/가상현실 체험을 위한 기술 요구사항

CPND	분류기준	내용	최종 요구사항
콘텐츠	실시간성	실시간 캡처 및 모델링 정도 - CPND 전체 과정의 소요시간으로 측정	시각의 경우 5ms 이내 촉각의 경우 1ms 이내 청각의 경우 44khz 이상 생성
	상호작용성	상호작용 가능성 - 직접 조작이 가능한 물체의 정도	모든 물체에 대한 상호작용 가능
	콘텐츠대상	자유로운 가상세계의 생성 - 증강/가상현실 세계에 대한 객체의 생성 자유도	모든 위치에 대한 물체 생성 가능

CPND	분류기준	내용	최종 요구사항
플랫폼	정합수준	가상/원격지와 현실의 정합성 - 위치정합의 정확성 및 조명 및 물리적 특성과의 정합 정확성	현실 객체와 동일하게 인지
	감각의 범위	감각의 범위 - 시각/청각/촉각 등의 제공 되는 감각의 종류	시각, 청각, 촉각, 운동감, 고유감각, 후각, 미각의 제공
	상호작용성	상호작용 가능성 - 직접 조작이 가능한 물체의 정도	모든 물체에 대한 상호작용 가능
	감각의 범위	감각의 범위 - 시각/청각/촉각 등의 제공 되는 감각의 종류	시각, 청각, 촉각, 운동감, 고유감각, 후각, 미각의 제공
	유연성	서비스 제공의 다양성 - 다양한 OS 및 플랫폼 지원	자유로운 사용자의 접속 지원
	사용자 친화성	사용자 친화성 - 다양한 입력 방법의 제공	다양한 입력 방법의 제공
네트워크	서비스 대상	서비스 제공 범위 - 1:1, 1:n, m:n 의 구성 범위	m:n의 자유로운 구성
	상호작용성	네트워크에서 전송되는 정보를 통한 상호작용 가능성 - 정보의 완결성 및 디테일 - 전송 정보의 저 지연성	1ms 이내의 초 저지연 전송 모든 객체의 성질과 변화에 대한 전송
	감각의 범위	감각의 범위 - 시각/청각/촉각 등의 제공 되는 감각의 종류	시각, 청각, 촉각, 운동감, 고유감각, 후각, 미각의 제공
디바이스	서비스 대상	서비스 제공 범위 - 1:1, 1:n, m:n 의 구성 범위	m:n의 자유로운 구성
	감각의 현실성	현실정보의 제공 가능성 - 감각 정보의 해상도등의 성능	시각의 경우 360 기준 16k 이상 해상도 청각의 경우 44khz 이상 해상도 촉각의 경우 5khz 이상 해상도 운동감의 경우 6DoF, 3G이상의 표현력
	사용자 친화성	사용자 친화성 - 다양한 입력 방법의 제공 - 디바이스의 착용 가능성/친화성	디바이스의 착용을 하지 않고 몰입감과 실재감의 제공이 가능
	상호작용성	상호작용 가능성 - 직접 조작이 가능한 물체의 정도	모든 물체에 대한 상호작용 가능
	감각의 범위	감각의 범위 - 시각/청각/촉각 등의 제공 되는 감각의 종류	시각, 청각, 촉각, 운동감, 고유감각, 후각, 미각의 제공
디바이스	유연성	서비스 제공의 다양성 - 다양한 OS 및 플랫폼 지원	자유로운 사용자의 접속 지원

○ 이를 바탕으로 각각의 기술 요구 사항에 대한 현재 기술 수준과 앞으로의 발전 방향을 정리하면 다음과 같다.

[표 4.31] 국내외 기술 현황 및 발전 동향(기술 중심)

CPND	요구사항	현재 기술 수준	2020	2025	2030
콘텐츠	실시간성	약 500 ms 수준	200ms	150ms	100ms
	상호작용성	제한적 시점 변화	다양한 시점 선택 가상 물체 중심 이동	시점 보간 및 이동 가상 및 현실 객체의 조작	자유시점 직접 조작 및 변화
	콘텐츠대상	360 영상 생성	조작 가능한 물체에 대한 실시간 3차원 모델 생성	환경에 대한 실시간 3차원 모델 생성	환경과 물체의 물성에 대한 실시간 3차원 모델 생성
	정합수준	실시간의 경우 jitter가 있는 수 mm 단위 정합	1mm 단위 실시간 정합	실제 물체와 가상 객체의 융합적 정합	광원효과에 대한 실시간 정합
	감각의 범위	시각 및 청각 중심 모델링	단순 촉각에 대한 모델링	가상 청각 및 복합 촉각 모델링	고유 감각에 대한 모델링
플랫폼	상호작용성	제한적 시점 변화	다양한 시점 선택 가상 물체 중심 이동	시점 보간 및 이동 가상 및 현실 객체의 조작	자유시점 직접 조작 및 변화
	감각의 범위	시각 및 청각 중심 모델링	단순 촉각에 대한 모델링	가상 청각 및 복합 촉각 모델링	고유 감각에 대한 모델링
	유연성	제한된 수동적 사용자의 지원	동적 콘텐츠의 지원 (디바이스 중심 서비스)	사용자 그룹을 통한 동적 콘텐츠의 지원 (클라우드 서비스)	사용자 콘텐츠와 융합 서비스
	사용자 친화성	디바이스 수준 입력 제공	디바이스 수준 입력 제공	사용자 입력의 클라우드 기반 처리 및 지원 (음성, 제스처등)	복합 입력에 대한 콘텐츠 생성 및 서비스
	서비스 대상	1:1 혹은 1:n 수준 지원	제한적인 사용자 입력의 처리를 통한 1:n 지원	클라우드를 통한 m:n 지원	복합적 m:n 서비스
네트워크	상호작용성	수십~수백 ms 수준의 지연	10ms 이내의 지연	5ms 이내의 지연	1ms 이내의 지연
	감각의 범위	시각 및 청각 중심 모델링	단순 촉각에 대한 모델링	가상 청각 및 복합 촉각 모델링	고유 감각에 대한 모델링
	서비스 대상	1:1 혹은 1:n 수준 지원	제한적인 사용자 입력의 처리를 통한 1:n 지원	클라우드를 통한 m:n 지원	복합적 m:n 서비스
디바이스	감각의 현실성	시각: 좌우 시점별 2k, 120도 영상 제공 (통합 200~220도) 청각: HRTF 기반 3차원 사운드	시각: 좌우 시점별 4k, 160도 영상 제공 청각: 필터링 기반 환경 모델링 촉각: 단순 장치를	시각: 좌우 시점별 6k, 160도 영상 제공 청각: 실시간 환경 모델링 촉각: 물리적 성질의 전달	시각 좌우 시점별 8k, 200도 영상 (통합 300도 내외) 제공 촉각 감성 촉각 기술 운동감/고유감각 상호작용을 통한 체화 기술

CPND	요구사항	현재 기술 수준	2020	2025	2030
		촉각: 단순 장치를 통한 단일 진동 수준 운동감/고유감각: 복잡한 장치의 사용	통한 복합 진동 수준 운동감/고유감각: 복잡한 장치의 사용		
	사용자 친화성	디바이스의 무게: 수백 g 수준 다만 일부 동작인식 장치는 독립적으로 사용가능	시각 디바이스를 중심으로 200g 내외의 착용성을 갖춘 디바이스 가벼운 촉각 디스플레이	150g 내외의 시각 디스플레이와 동작 인식 장치 촉각 디스플레이의 보편화	100g 내외의 착용성을 갖춘 다중 입/출력 디바이스의 등장
	상호작용성	제한적 시점 변화	다양한 시점의 선택 가상 물체 중심 이동	시점간 보간 및 이동 가상 및 현실 객체의 조작	자유시점 직접 조작 및 변화
	감각의 범위	시각 및 청각 중심 모델링	단순 촉각에 대한 모델링	가상 청각 및 복합 촉각 모델링	고유 감각에 대한 모델링
	유연성	제한된 수동적 사용자의 지원	동적 콘텐츠의 지원 (디바이스 중심 서비스)	사용자 그룹을 통한 동적 콘텐츠의 지원 (클라우드 서비스)	사용자 콘텐츠와 융합 서비스

- 실감미디어 서비스를 안정적으로 제공하기 위하여 1km²당 약 3.09Tbps의 대역폭이 필요하다. 이를 위한 산출 근거는 다음과 같다.

단위 지역 내 인구 6만명

서울시 동별 거주 인구밀도는 2010년 기준 최고치가 1km² 당 58천명에 달함

자치구	동	면적(km ²)	인구수	밀도
성동구	행당2동	0.42	24,468	58,257
구로구	구로4동	0.46	24,778	53,865
노원구	상계5동	0.44	23,573	53,575
관악구	성현동	0.68	33,873	49,813
강서구	화곡8동	0.53	26,322	49,664

잠실동 지역을 조사해본 바, 아파트의 고층화로 인구밀도가 높아져 1km² 내 거주 인구가 49천명에 달하며, 인근 상업지역의 유동인구 감안 시 6만명을 초과할 것으로 예상



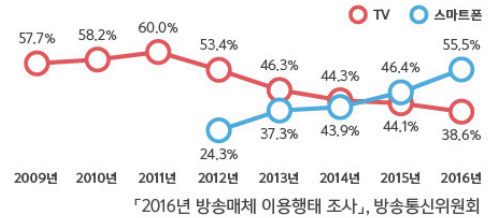
단지명	세대수
잠실 오피스	5,678
리센츠	5,563
트리저움	3,696
저층지역(건물수×5)	3,900
총 가구수	18,837
거주민 수	48,976
서울 가구당 인구	2.6

시청률 60%

월드컵과 같은 국가적 이벤트의 경우는 78%의 시청률을 보이고 있음

순위	연도	방송국	제목	최고시청률
1	1998	3사	98 프랑스 월드컵	78%
2	1997	KBS2	첫사랑	66%
3	1992	MBC	사랑이 뭐길래	65%
4	1995	SBS	모래시계	65%
5	2000	MBC	허준	64%

방송사의 표면적인 시청률은 감소세이나 스마트폰 등 시청 채널이 다변화되어 실시간 콘텐츠의 유통량이 지속 증가 (이세돌-알파고의 바둑대결 네이버 생중계에 66만명 접속)



1인당 필요 대역폭 90Mbps

HEVC 인코딩 방식에 의해 최대의 압축률 유지하며 실증 단계에서는 40Mbps를, 향후 5G 보편화 시 평균 90Mbps의 다운로드 속도 제공

30HzFHD(현행)	12Mbps	90Hz 2K 양안	50Mbps
60Hz 2K 평면(2020년)	20Mbps(2020년)	90Hz 4K 양안(2025년)	90Mbps(2025년)
60Hz 4K 평면	40Mbps	120Hz 8K 3D	240Mbps

2020년 690 Gbps

2025년 1km²당 3.09 Tbps 네트워크 구축

[그림 4.22] 실감미디어 실시간 서비스 용량 예측

■ 무선 네트워크 요구사항

[표 4.32] 무선 네트워크 요구사항

요구사항	내용
Ultra High Speed	100Mbps 평균 체감 속도 보장 사전/사후 데이터 전송 시 1Gbps 수준의 순간 속도 보장 DL 중심이며, 개인방송은 connection 당 45Mbps 이상의 UL 요구
Massive Connection	1km ² 당 6만대 이상 단말 서비스 가능 - 지역별 가구수 기준 전세계 동시 100억대 이상 단말 구별 가능
High Reliability	가혹 환경에서도 99.9% 이상의 서비스 가용성 10,000회 연속 전송 중 1패킷 손실 수준 보장
Low Latency	가급적 1~5ms 이하 (90Hz 이상의 영상 품질을 위해 10ms 이하) (실시간 상호작용성을 위해서는 1ms 이하)
High Mobility	시속 500km의 속도에서도 끊김 없는 방송 시청 가능

■ 코어 네트워크 요구사항

[표 4.33] 코어 네트워크 요구사항

요구사항	내용
Ultra High Speed	연결 그룹 당 45~150 Mbps 수준의 지속적 QoS 보장 데이터 전송 시 10Gbps 수준의 순간 속도 보장
High Reliability	1,000,000회 연속 전송 중 1패킷 손실 수준 보장

■ 4G의 한계 및 5G의 필요성

- 증강현실/가상현실 기반의 실감 미디어 서비스를 통한 자연스런 상호작용을 위해서는 5G를 통하여 시각 정보를 위해서는 5ms 이내의 지연, 촉각 정보를 위해서는 1ms 이내의 지연이 필수적으로 제공되어야 한다.
- 실감미디어 서비스를 안정적으로 제공하기 위하여 1인당 대략적으로 90Mbps를 지원하고, 1km²당 6만명 정도의 사용자(activity factor = 0.6)가 존재할 경우, 약 3.09Tbps의 대역폭이 필요하다.

6 스마트시티/스마트팩토리

가. 개요

■ 스마트시티 : 디지털 기술을 활용하여 효과적인 공공서비스를 제공하고 도시의 지속가능성을 높이는 서비스

- 스마트시티는 기술개발 및 물리적 인프라 구축 뿐 아니라 정보 통신 기술을 활용하여 시민의 삶의 질 개선, 도시의 지속가능성 향상에 중점을 둔다. 자원을 효율적으로 사용하고 환경에 미치는 영향을 최소화하여 궁극적으로 시민의 삶의 질을 개선하고 도시의 지속가능성을 높이는 것이 궁극적 목표이다.
- 지속가능한 스마트시티 모델은 도시를 구성하는 다양한 인프라(교통, 수자원, 에너지, 정보통신 등)를 ICT를 이용하여 유기적으로 연계, 효율적 기능이 가능한 복합체(System of systems)를 지향한다. 도시를 대상으로 도시시스템과 ICT를 결합한 개방형 통합 플랫폼을 구성하여 시스템기능·데이터 호환성을 높이고, 종합 솔루션(Total Solution) 모델을 구축한다.

■ 스마트팩토리 : 제품의 기획, 설계, 생산, 유통, 판매 등 전 과정을 IT 기술로 통합, 최소 비용 및 시간으로 고객맞춤형 제품을 생산

- 스마트팩토리는 생산성 향상, 에너지 절감, 안전한 생산 환경을 구현하고, 다품종 복합 생산이 가능한 유연한 생산체계를 구축함을 목표로 한다. 이를 위해 생산공정, 조달물류, 제조 부가 서비스의 모든 생산관련 프로세스를 통합한다.
- IoT(Internet of Things), CPS를 기반으로 제조 전단계가 자동화·정보화되고 전후방 산업 전체가 하나의 공장처럼 실시간 연동되어 서비스되는 시스템이 핵심적 역할을 한다. 전통 제조 산업에 ICT를 결합하여 개별공장의 설비와 공정이 지능화되어 서로 연결되고, 모든 생산정보의 지식이 실시간으로 공유, 활용되고 상·하위 공장들과 연결되어 협업적 운영이 지속될 수 있는 생산체계를 구축한다.

나. 대표 서비스 선정 방법 및 선정 결과

■ 5G 기반 스마트시티/팩토리 후보 융합서비스

- 연관키워드 분석 검색을 통해 도출된 유효데이터를 대상으로 세부서비스 후보군을 도출하기 위해서 빅데이터 분석방법 중 비정형 데이터 및 자연어 분석방법인 텍스트 마이닝 방법과 키워드 빈도 분석을 활용하여 핵심 키워드를 추출한다.
- 대표 서비스를 선정하기 위하여 스마트시티/스마트팩토리의 세부서비스를 도출하고 도출된 세부서비스별 분석 및 평가를 진행한다. 스마트시티/스마트팩토리 서비스를 텍스트 마이닝을 통하여 세부서비스를 도출하였으며, 세부 서비스 별 평가항목은 1) 사업성, 2) 기술성, 3) 5G 연계성으로 구분하여 분석 및 평가한다.

- 스마트시티/스마트팩토리의 세부서비스 분석 및 평가는 전문가 델파이조사(전문가 자문)와 KPI (Key Performance Indicator) 지표분석을 활용하여 서비스별 분석 및 평가를 수행한다.

[표 4.34] 5G 기반 스마트시티/스마트팩토리 서비스 정의

세부서비스	개념
스마트 교통정보 서비스	<ul style="list-style-type: none"> 스마트시티 교통 서비스는 도시 스스로가 시스템적으로 교통정보를 수집하고, 교통 환경을 감지하여 이를 실시간으로 네트워크에 연결하여 모니터링
스마트 환경 서비스	<ul style="list-style-type: none"> 센서 등을 이용하여 환경 변화를 실시간으로 감시하며, 환경 변화에 대한 정보 전달과 경보, 대처 방법을 안내하는 서비스
영상기반 스마트 시티 모니터링 서비스	<ul style="list-style-type: none"> 지도 및 지도 위에 표현이 가능하도록 위치, 분포 등을 알 수 있는 모든 정보로 일상생활이나 특정한 상황에서 행동이나 태도를 결정하는 중요한 기초 정보와 기준을 제시하는 서비스
원격진단 및 생산운영관리 서비스	<ul style="list-style-type: none"> 제품의 기획, 설계, 생산, 유통판매 등 전 과정을 IoT, CPS, IoS 등의 ICT와 융합하여 최적 비용과 시간으로 고객 중심의 제품을 생산하는 서비스
작업환경 및 지능형 물류관리 서비스	<ul style="list-style-type: none"> 작업자의 안전사고 예방 및 생산성 향상을 위한 작업장 안전 관리 서비스와 다품종 생산 시스템 기반 스마트공장 시스템에서의 효율적인 조달/물류 서비스

■ 5G 기반 스마트시티/스마트팩토리 대표서비스 선정 기준 및 방법

- 시장성, 기술성, 5G 연계성 3개의 카테고리, 총 17개의 기준별로 평가를 진행한다.

[표 4.35] 5G 기반 스마트시티/스마트팩토리 대표서비스 선정기준 설명

구분	내용
사업성	서비스 제공으로 나타나는 경제적 효과 판단, 관련 서비스의 시장규모 및 장기성장률
기술성	서비스가 가지는 독창성 및 차별성
5G 연계성	서비스 독창성, 전략적 중요도, 생태계 기반 등을 고려하여 선정

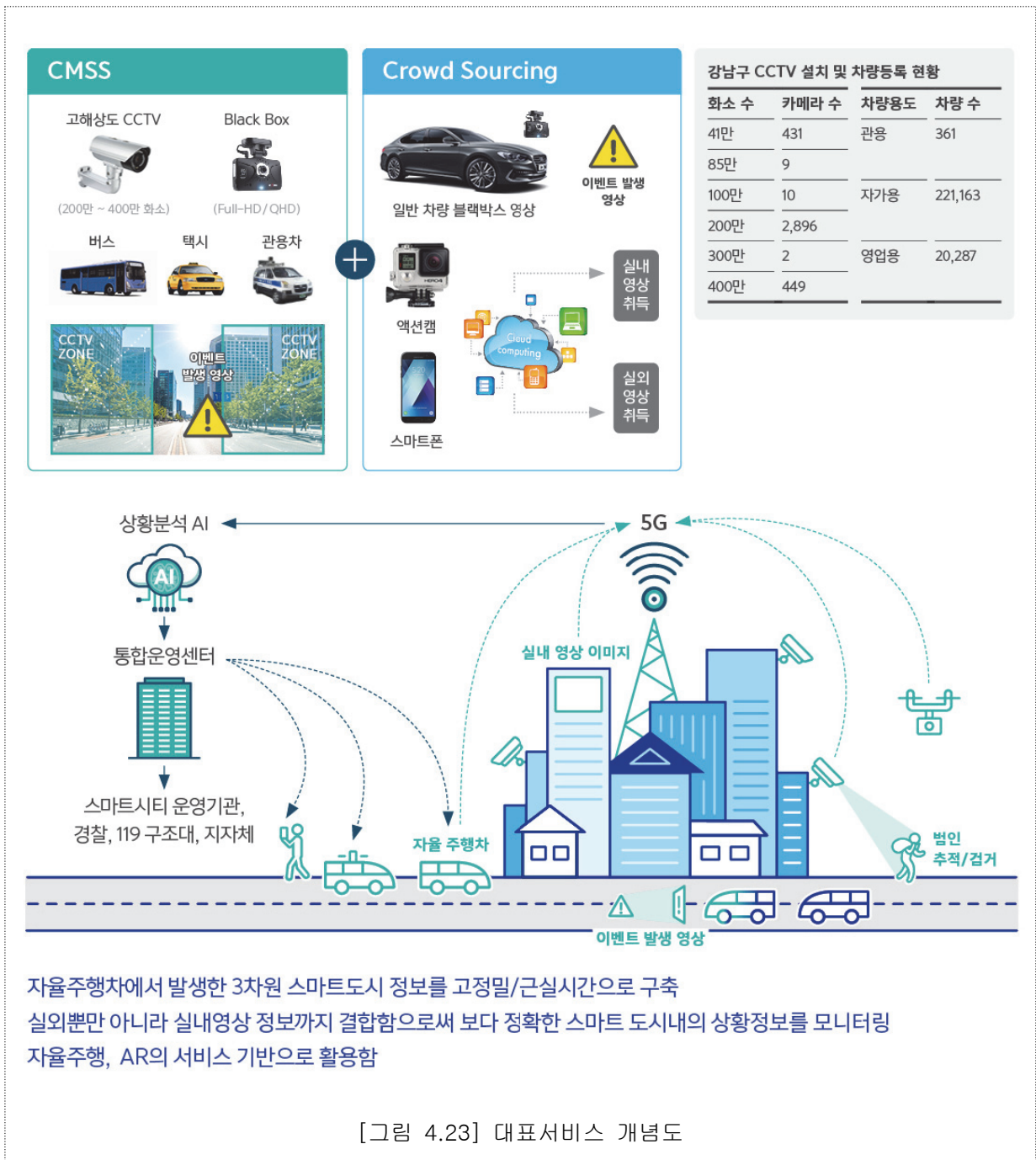
■ 5G 기반 스마트시티/스마트팩토리 대표서비스 선정 결과

- 시장성, 기술성, 5G 연계성 3개의 카테고리, 총 17개의 기준별로 평가를 진행한다. 내외부 전문가들을 대상으로 수행한 평가에서 5G 기반 대표 융합서비스는 “영상기반 스마트시티 모니터링” 이 최종 선정되었다.

다. 비전 및 목표

■ 영상기반 스마트시티 모니터링 서비스

- 영상기반 스마트시티 모니터링 서비스는 지도 및 지도 위에 표현이 가능하도록 위치, 분포 등을 알 수 있는 모든 정보로 일상생활이나 특정한 상황에서 행동이나 태도를 결정하는 중요한 기초 정보와 기준을 제시한다.
- 위성영상과 같은 전역적 정보에서부터 모바일 카메라 영상과 같은 지엽적 정보까지 활용하며, 온도, 습도 등 동시간대의 모든 센싱 정보와 융합된 형태의 차세대 공간정보와 빅데이터나 인공지능으로 분석한 정보를 사용자에게 제공한다.



[그림 4.23] 대표서비스 개념도

- 서비스 1단계는 “CLOUD Monitoring for Smart Safety :CMSS”의 구현과 서비스이다. 고해상도 CCTV를 기본 영상제공용으로 활용하고 관용차량, 노선버스, 또는 택시에 설치된 블랙박스 영상을 이용하여 이벤트 발생 시 위치와 시간이 태깅된 고해상도 영상을 전송한다. 수집된 영상은 AI 기반 영상분석 플랫폼으로 전송하여 머신러닝 기법을 통해 방법 및 안전관련 서비스에 활용한다. 영상 데이터를 이용하여 현재와 비교하여 정밀하고 갱신주기가 짧은 스마트시티 3차원 공간정보 데이터베이스를 구축하고 데이터베이스를 기반으로 스마트폰 사용자에게 단사진 기반의 실외 위치정보를 제공한다.
- 서비스 2 단계는 “CLOUD and CROWD Monitoring for Smart City : CCMSC”의 구현과 서비스이다. 구축된 CMSS 모니터링망을 기반으로 하여 사용자 참여형(Crowd Sourcing) 영상정보를 연결하여 보다 진화된 고정밀 근실시간 스마트시티 모니터링 망을 구축한다. 관용차량 및 대중교통차량이 아닌 일반 차량에 부착된 블랙박스 영상, 네트워크와 연결된 액션 캠, 일반 사용자 보유 스마트 폰으로부터 발생된 실외뿐만 아니라 실내영상 정보 티지 결합함으로써 보다 정확한 스마트 도시내의 상황정보를 모니터링한다. 향후에는 자율주행차에서 발생한 한 3차원 스마트시티 정보를 고정밀/근실시간으로 수집하여 서비스에 적용하며 데이터베이스를 기반으로 영상을 이용한 개별 사용자의 실내외 위치 인식뿐만 아니라 가상의 근실시간 3차원 공간정보를 구축함으로써 향후 자율주행, AR의 서비스 기반으로 활용한다.

■ 대표서비스를 위한 법/제도 정책 개선

- 멀티소스 영상의 수집과정에서 당사자의 사전동의는 불가능하므로, 차량번호 등과 같은 위치정보와 개인정보를 일시적으로 저장하는 행위를 허용하는 방향의 법 개정이 필요하다.
- 기존 시가지에서 당 서비스의 제공을 위한 관제센터 설치, 효율적 관리 운영 등에 대한 법령 정비가 필요하다.
- 도시 빅데이터 통합 관리·공개를 통한 서비스 질 향상, U-City 통합플랫폼 기반구축 사업, U-City 고도화를 위한 핵심 기반기술 개발, 스마트 자율협력주행 도로 시스템 개발, 자율주행 실현을 위한 법규 제·개정이 필요하다.

■ 대표서비스 활성화 방안

- 기존 도시에 설치되고 있는 CCTV의 고해상도화 및 무선전송을 추진한다. 차세대 CCTV 고해상도 영상전송 모듈과 이동형 기기(블랙박스, 액션캠 등) 영상전송모듈의 개발을 추진한다.
- 개인 스마트폰에서 발생된 영상의 클라우드 소싱(crowds ourcing)을 통해 도시 모니터링 및 정밀 위치 확인 서비스에 활용한다. 다중 참여형 고해상도 영상 수집 프로세스 개발을 추진한다.

- 수집된 영상의 지능형해석 기법 개발 및 서비스를 적용을 추진한다. 구축된 3차원 도시 공간정보와 각종 IoT 센서로부터 발생하는 속성정보 결합 기술의 개발을 추진한다.

■ **중소기업을 위한 새로운 사업 모델**

- ‘5G CCTV 모듈 및 서비스 장치’의 개발과 보급을 추진한다. 고화질의(4K/8K) 영상 데이터를 수집하고 5G네트워크에 접속하는 CCTV 모듈 및 서비스 장치의 사업화 모델을 추진한다.
- ‘차량용 블랙박스 및 액션캠 영상 5G전송 모듈’의 개발과 보급을 추진한다. 블랙박스 및 액션캠 등의 대용량 영상을 (근)실시간으로 전송 가능한 모듈 시장의 확대를 추진한다.
- ‘수집된 영상의 인공지능 분석 및 데이터 재가공 서비스’의 개발과 사업화를 추진한다. 영상 내 객체 활동의 지능형 분석 서비스 및 인공지능 기반 방법/안전 자동모니터링 서비스의 사업화를 추진한다.

라. 대표서비스에 따른 서비스/네트워크/무선 요구사항 분석 및 4G의 한계 분석

- 첨단형 CCTV 해상도 및 발생 데이터 량은 4G의 한계를 초과한다. 첨단형 CCTV의 화소 수와 카메라 수, 초당 전송량을 계산하면 총 전송량 요구사항은 수~수십 Gbps 수준으로 4G로 감당하기에는 상당히 부족하다. 따라서, 5G 네트워크의 고용량 전송기능은 영상 기반 스마트시티 모니터링에 필수적 사항으로 제시된다.

[표 4.36] 첨단형 CCTV 해상도 및 발생 데이터 량

화소(P_N)	카메라대수(N)	1대당 초당 전송량(V_D)		초당 총 전송용량($\sum V_D$)	
400만	449	17.2Mbps	30.9Mbps	7.5Gbps	13.5Gbps

■ **무선 네트워크 요구사항**

[표 4.37] 무선 네트워크 요구사항

요구사항	내용
최대전송속도	Full HD급 이상의 동영상 전송 : 5.5Mbyte/sec
고속 이동성	100km/h 이상의 속도에서 접속 유지 : 고속국도 및 도시고속도로 주행 중 서비스 가능
전송 지연	실시간이 가능한 낮은 전송지연 : 영상획득에서 상황전파까지 1초 내에 이루어지기 위해서는 상황인지에 필요한 컴퓨팅 시간을 고려할 때 10msec 이내의 전송지연 필요상황인지가 가능한 낮은 신호대 잡음비로 동영상 화질 유지
최대기기 연결수	도로 상에 운행 중인 자율주행차량 및 블랙박스 장착 차량 : 서울시의 경우 75.8천대 접속 => 200대/km ² 이상의 밀도 예상

■ 코어 네트워크 요구사항

[표 4.38] 코어 네트워크 요구사항

요구사항	내용
관제센터가상화	스마트시티 관제센터로 모든 영상이 집중될 경우 발생할 수 있는 자연현상 방지를 위해 몇 개의 기지국을 묶는 로컬 서버가 가상으로 묶인 관제센터 가상화 필요

■ 4G의 한계 및 5G의 필요성







- 영상을 비롯한 다수의 센싱 정보를 전달하고 이를 종합적으로 결합하기 위해서는 대량의 트래픽을 처리하면서도 실시간성을 보장하여야 한다. 10Gbps급의 트래픽을 전송하고 실시간으로 다중 소스 영상을 처리할 수 있는 5G는 스마트시티의 원활한 구현을 보장한다.
- 센서-액추에이터 간의 초저지연 실시간 제어가 필요한 스마트팩토리에서는 5G의 초저지연 특성이 필수적으로 요구된다.

V 통합 5G 서비스 로드맵

1 5G 대표 융합서비스 통합 서비스로드맵

■ 5G와 他산업 간의 대표 융합서비스 발굴을 통한 4차 산업혁명을 선도하는 5G 이동통신 강국을 만들기 위한 최종목표를 위해 6개의 대표서비스에 대하여 다음과 같은 서비스로드맵을 제시한다. [그림 5.1]은 현재를 시작으로 2021년, 2025년, 2030년에 대한 단기적, 중기적, 장기적 서비스로드맵을 보여준다.

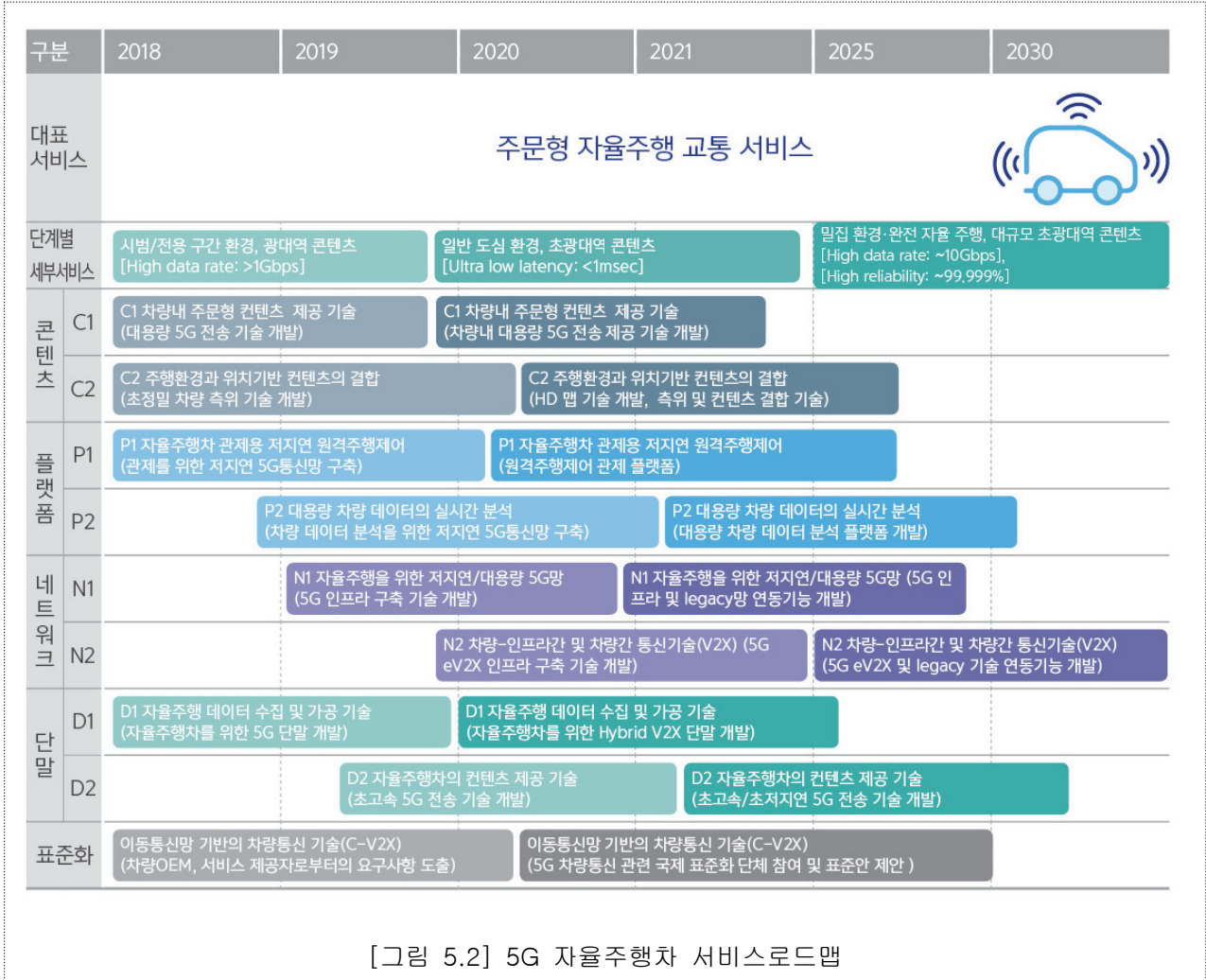
- 5G-자율주행차 융합: 주문형 자율주행 교통 서비스
- 5G-로봇 융합: 클라우드 기반 컴패니언 로봇 서비스, 실버 도우미형 웰니스 케어 서비스
- 5G-인공지능비서 융합: 컨텍스트 및 상황인지 인공지능 비서 서비스
- 5G-재난대응 융합: 화재 대응을 위한 스마트 소방 서비스
- 5G-AR/VR 융합: 실감미디어(방송/개인/산업융합) 서비스
- 5G-스마트시티/팩토리 융합: 영상기반 스마트시티 모니터링 서비스

구분	2018	2019	2020	2021	2025	2030
최종 목표	5G와 他산업 간의 대표 융합서비스 발굴을 통한 4차 산업혁명을 선도하는 5G 이동통신 강국					
단계별 세부서비스	5G 시범서비스 및 융합 핵심기술 개발			5G 융합시범서비스		5G 융합서비스 확대
편의형	 AR/VR 시범/전용 구간 환경, 광대역 콘텐츠 [High data rate: >1Gbps]		일반 도심 환경, 초광대역 콘텐츠 [Ultra low latency: <1ms]		밀집 환경·완전 자율 주행, 대규모 초광대역 콘텐츠 [High data rate: ~10Gbps] [High reliability: ~99.999%]	
지능형	 로봇 시나리오 기반의 로봇 서비스 <지연시간: 5ms 이내>		일상/감성 대화 및 얼굴, 표정, 감정 인식 기반의 로봇 서비스 <사용자 체감 전송속도: 1Gbps 이상>		개인별 컨텍스트 학습을 통한 개인 맞춤형 로봇 서비스 <지연시간: 1ms 이내 >	
	 인공지능 비서 다국어 실감형 컨텍스트 컴퍼니스 비서<초연결(단말당 200개 센서), 저지연>		MR기반 실시간 영상 공유/스트리밍 가상 비서 <대역폭 (>100Mbps~) 저지연, 초연결>		[Intelligent Hologram Assistant <저지연(<수 ms~), 대역폭, 초연결>	
편재형	 스마트 시티/공장 다차원 화재상황 정보제공 및 모니터링 <대역폭: 시나리오상 62MHz>구조대원 수>				정밀 진압/구조 <지연시간:1ms>	전방위 스마트 소방<대역폭, 저지연>
자율형	 자율주행차 실감미디어 서비스 (방송/개인/산업) <전송속도: 720Mbps>				혼합현실 방송 미디어 서비스 <지연시간: 5ms이내>	오감 미디어 서비스 <체전송속도: 1.4Gbps >
공공형	 재난대응 CLOUD Monitoring for Smart Safety :CMSS <Full HD급 이상의 동영상 전송 : 5.5Mbps>			CLOUD and CROWD Monitoring for Smart City : CCMSC <Full HD급 이상의 동영상 전송 : 5.5Mbps>		실시간 context 결합 <10ms이내의 전송 지연>
	지능형 안전/방범 모니터링 서비스			단사전 Non-GPS 위치정보서비스		영상/IoT 결합 서비스

[그림 5.1] 5G 대표 융합서비스 통합 서비스로드맵

2 자율주행차

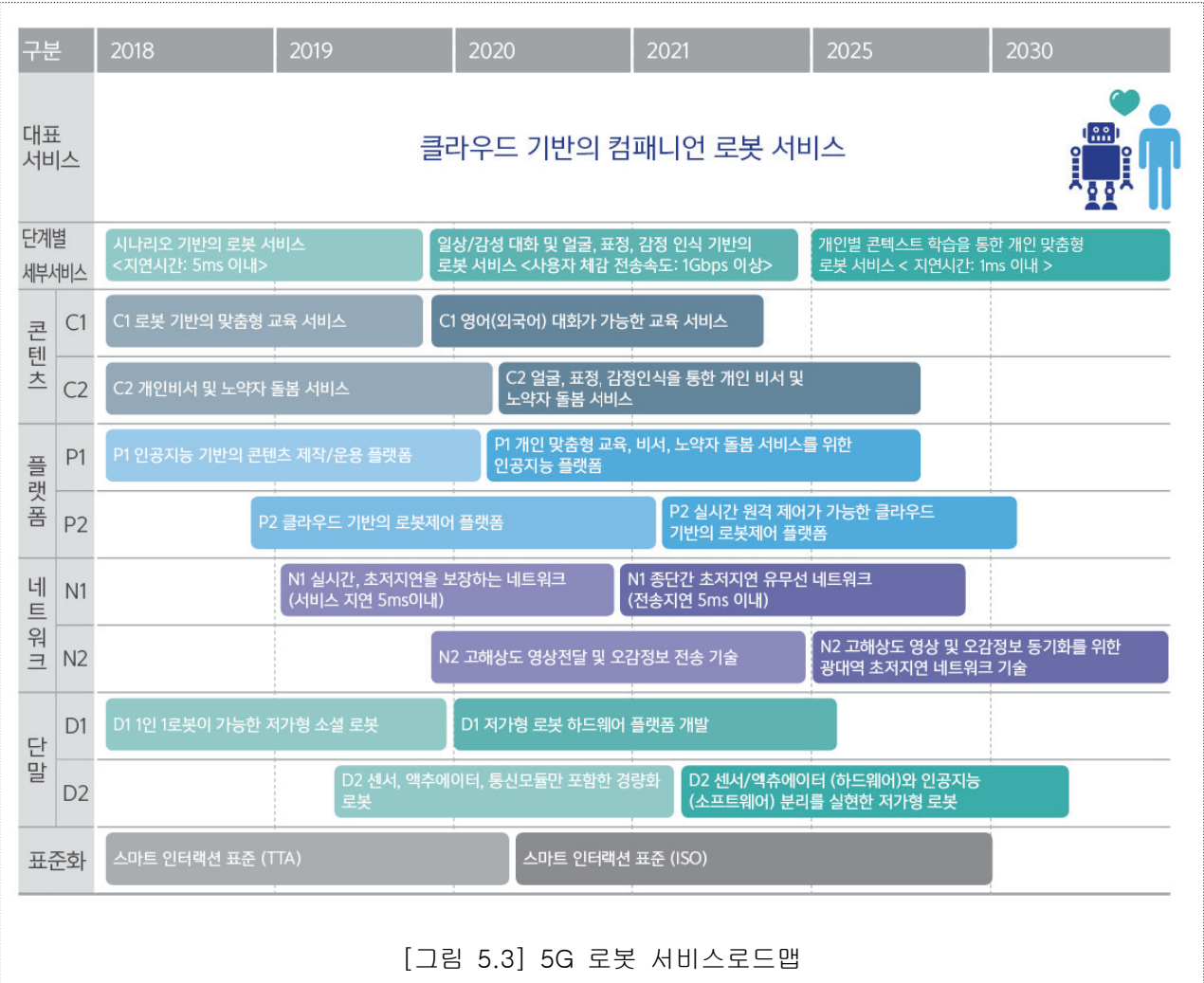
■ [그림5.2]는 5G-자율주행차 융합 서비스를 위한 연도별 목표, 서비스, 기술(기초, 응용) 및 표준화에 관한 서비스로드맵을 보여준다.



[그림 5.2] 5G 자율주행차 서비스로드맵

3 로봇

■ [그림5.3]는 5G-로봇 융합 서비스를 위한 연도별 목표, 서비스, 기술(기초, 응용) 및 표준화에 관한 서비스로드맵을 보여준다.



[그림 5.3] 5G 로봇 서비스로드맵

4 인공지능비서

■ [그림5.4]는 5G-인공지능비서 융합 서비스를 위한 연도별 목표, 서비스, 기술(기초, 응용) 및 표준화에 관한 서비스로드맵을 보여준다.

구분	2018	2019	2020	2021	2025	2030
대표 서비스	컨텍스트 및 상황 인지형 인공지능 비서 서비스					
단계별 세부서비스	다국어 실감형 컨텍스트 컨퍼런스 비서 <초연결(단말당 200개 센서), 저지연>		MR기반 실시간 영상 공유/스트리밍 가상 비서 <대역폭(>100Mbps~) 저지연, 초연결>		[Intelligent Hologram Assistant <저지연(<수 msec~), 대역폭, 초연결>	
콘텐츠	C1	빅데이터 처리 및 AI서비스 학습을 위한 학습기술 및 서비스모델링 기술 개발		빅데이터 처리 및 AI서비스 학습을 위한 상황인지 및 서비스연계/융합 개발		
	C2	AI 비서 전문화 및 자율지능 증진을 위한 개인화 및 감성/소셜지능 학습기술		AI 비서 전문화 및 자율지능 증진을 위한 자율적교감/공존/협업 기술 개발		
플랫폼	P1	IoT 센서 플랫폼을 위한 사물통신 및 센싱 융합 기술개발		IoT 센서 플랫폼을 위한 다중모달 인지 및 실감형미디어 통신 지원기술개발		
	P2		클라우드 서버 기반 서비스융합을 위한 전문지식 연결 및 복합지능형 기술개발		클라우드 서버 기반 서비스융합을 위한 학습 및 자율성장형 서비스 기술개발	
네트워크	N1		5G 광대역 대용량 실시간 스트리밍 기술 대역폭 공유 및 전송률 유지 제어기술 개발		5G 광대역 대용량 실시간 스트리밍 기술 실시간 대량 영상 및 대단위 통신지원 기술개발	
	N2		실/가상공간 영상 합성/공유/통신 영상모사 및 멀티모달 생체 인식 기술 개발		실/가상공간 영상 합성/공유/통신 시나리오 기반 영상자동 생성/학습 기술개발	
단말	D1	다중 센싱 및 융합을 위한 IoT센서 플랫폼 기반 통합적 통신연동기술 개발		다중 센싱 및 융합을 위한 오감 인터랙션 및 가상개체 통신/제어 기술 개발		
	D2		클라우드 기반 플랫폼 구축기술(컨텍스트 인지 AI 비서를 위한 플랫폼구현기술 개발)		초연결, 저지연 구현 기술	
표준화	ISO와 IEC TC-SC표준기관에 감성신호 추출 및 감성/심리 인지 기술에 관한 표준 제안			ISO와 IEC TC-SC표준기관에 상황인지 처리 기술에 관한 표준 제안		

[그림 5.4] 5G 인공지능비서 서비스로드맵

5 재난대응

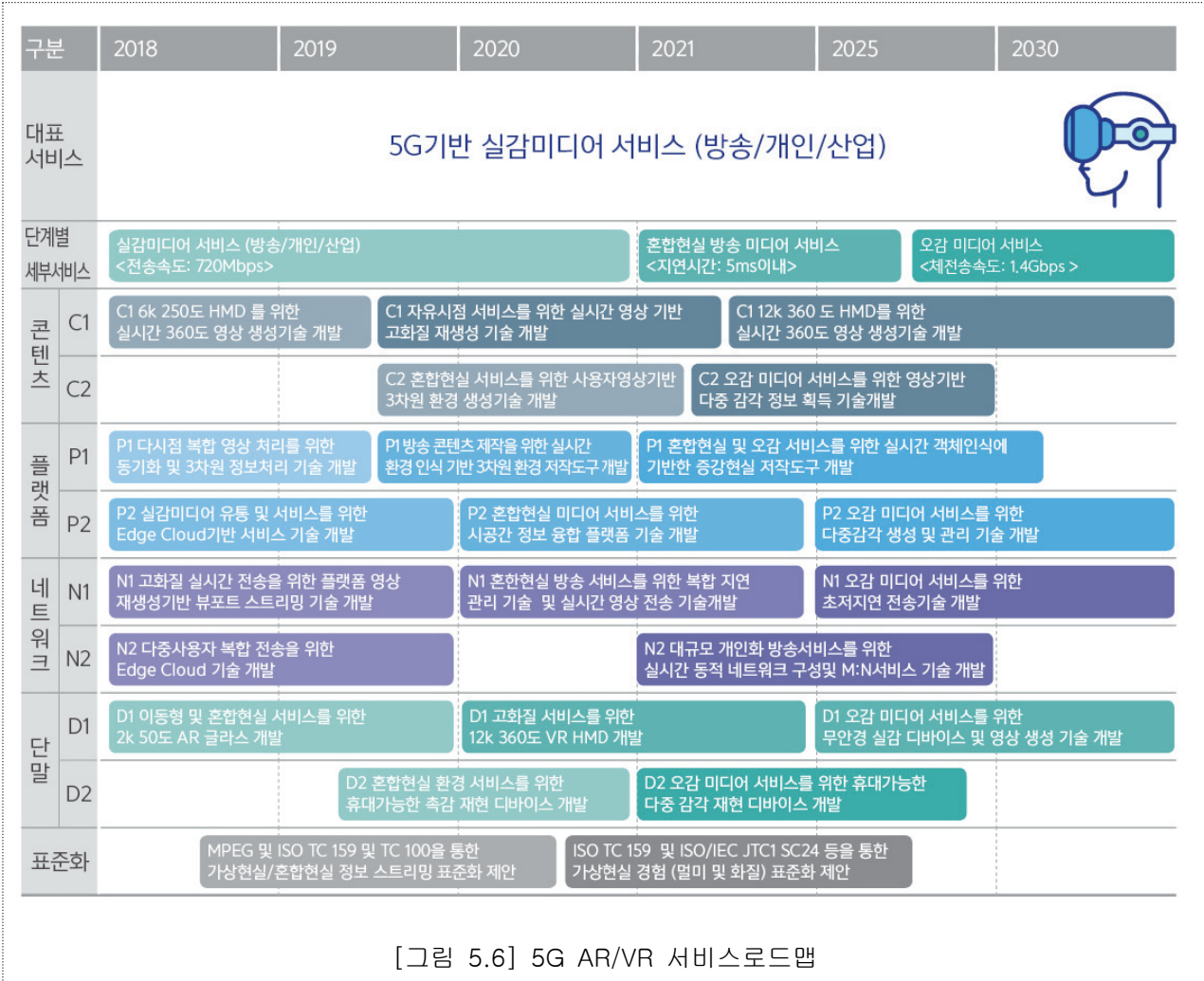
■ [그림5.5]는 5G-재난대응 융합 서비스를 위한 연도별 목표, 서비스, 기술(기초, 응용) 및 표준화에 관한 서비스로드맵을 보여준다.



[그림 5.5] 5G 재난대응 서비스로드맵

6 AR/VR


■ [그림5.6]는 5G-AR/VR 융합 서비스를 위한 연도별 목표, 서비스, 기술(기초, 응용) 및 표준화에 관한 서비스로드맵을 보여준다.



[그림 5.6] 5G AR/VR 서비스로드맵

7 스마트시티/팩토리

■ [그림5.7]는 5G-스마트시티/팩토리 융합 서비스를 위한 연도별 목표, 서비스, 기술(기초, 응용) 및 표준화에 관한 서비스로드맵을 보여준다.

구분	2018	2019	2020	2021	2025	2030
대표 서비스	영상기반 스마트도시 실시간 모니터링 서비스					
단계별 세부 서비스	CLOUD Monitoring for Smart Safety:CMSS <Full HD급 이상의 동영상 전송: 5.5Mbps>	지능형 안전/방법 모니터링 서비스	CLOUD and CROWD Monitoring for Smart City:CCMSC <Full HD급 이상의 동영상 전송: 5.5Mbps>	단사진 Non-GPS 위치정보서비스	실시간 context 결합 <10ms이내의 전송 지연>	영상/IoT 결합 서비스
콘텐츠	C1 C1 근 실시간 3차원 도시 정보를 위한 차세대 CCTV 고해상도 영상 C1 지능형 분석을 위한 머신러닝 기법을 활용한 지능형 영상분석 기술개발		C1 지능형 분석을 위한 Big data 기반 지능형 행동분석 기술개발			
		C2 단사진 위치정보를 위한 단사진 기반 위치결정 기술 개발 (실외위치정보)		C2 단사진 위치정보를 위한 단사진 기반 위치결정 기술 개발 (실내위치정보)		
플랫폼	P1 영상취득 및 영상전송 플랫폼을 위한 차세대 CCTV 고해상도 영상전송 S/W 개발 P1 영상취득 및 영상전송 플랫폼을 위한 이중 취득 원 영상간 매칭 기술개발		P1 영상취득 및 영상전송 플랫폼을 위한 Lidar points cloud 데이터 크리닝 및 압축 전송 기술 개발	P1 영상취득 및 영상전송 플랫폼을 위한 다중 참여형 고해상도 영상 수집 프로세스 개발		P1 영상취득 및 영상전송 플랫폼을 위한 영상/IoT 결합 기술 개발
		P2 A.I 기반 객체 활동 지능형 영상분석 플랫폼을 위한 지능형 영상분석 기술개발		P2 A.I 기반 객체 활동 지능형 영상분석 플랫폼을 위한 Big data 기반 지능형 행동분석 기술개발		
네트워크	N1 5G기반 고해상도 영상Upload를 위한 영상 (고해상도 CCTV/블랙박스) 전송 기술 개발			N1 5G기반 고해상도 영상Upload를 위한 고해상도 영상 및 무인자동차 발생 라이다 데이터 전송 기술 개발		
		N2 5G기반 고해상도 영상 Download를 위한 고정밀 (근)실시간 스마트시티 모니터링 망 구축 (실외)			N2 5G기반 고해상도 영상 Download를 위한 고정밀 (근)실시간 스마트시티 모니터링 망 구축(실내)	
단말	D1 CCTV 및 고해상도 영상 전송 모듈을 위한 고해상도 CCTV 영상 취득 기술 개발			D1 CCTV 및 고해상도 영상 전송 모듈을 위한 이중 취득원 영상 취득 (스마트폰, 액션캠 등) 기술 개발		
		D2 차량 블랙박스 및 무인자동차 발생 정보전송 모듈을 위한 블랙박스 영상 (관용차,버스,택시)취득기술개발		D2 차량 블랙박스 및 무인자동차 발생 정보전송모듈을 위한 일반차량 블랙박스 및 자율주행차 Lidar points cloud 데이터 취득 개발		
표준화	KSDI 기본공간정보/데이터구축절차및방법/데이터모델/메타데이터 표준 수립		라이다/자율주행차 기반 포인트 클라우드 전송 표준 수립			

[그림 5.7] 5G 스마트시티/팩토리 서비스로드맵

VI 결론 및 기대효과

본 보고서에서는 4차 산업혁명을 선도하는 이동통신 강국을 만들기 위한 초석으로 6대 분야에 대하여 5G와 他산업 간의 대표 융합서비스들을 발굴하였다.

4차 산업혁명에서는 모든 것이 상호 연결되고 보다 지능화된 사회로의 변화가 예상된다. 이에 따라, 본 보고서에서는 먼저 5차 산업혁명의 핵심 인프라로서의 5G의 역할에 대해서 살펴보았다. 또한, 5G를 통해 국민들의 전반적인 생활에 어떠한 변화가 생기게 될 지에 대해서 살펴보았으며, 각각의 대표서비스를 통한 세부적인 서비스 시나리오 사례들에 대해서도 살펴보았다.

사용자 관점에서의 5G 서비스 분류, 즉 사용자들이 요구하는 5G의 서비스 형태(몰입형, 지능형, 편재형, 자율형, 공공형)를 바탕으로 대표 서비스(AR/VR, AI비서, 로봇, 스마트시티/스마트팩토리, 자율자동차, 재난대응)를 발굴하고, 이를 통하여 5G시대에 나타날 생활의 변화(일상화된 정보지능 활용, 일체화된 온라인-오프라인 공간, 언제나 안전한 환경 보장, 자율화된 서비스의 상시 이용)들을 예상하였다.

5G 시대에 나타날 국민생활의 변화는 경제적인 면 뿐 아니라 사회 전반의 생활양식의 변화에 중점을 둔다. 일상화된 정보지능을 활용해 기존에 인간 고유의 영역으로 간주되었던 분야에 혁신적인 발전과 변화를 가져오고 일체화된 온오프라인 공간은 콘텐츠 이용 뿐 아니라 인간-인간, 인간-사물 상호작용에 상당한 충격을 가져올 것이다. 자율서비스들은 인간을 어디서나 보조할 것이고 이로 인해 언제나 안전한 환경에서 삶을 영위할 수 있다.

6개 분야에 대해서, 5G와 자율주행차 기술이 융합된 주문형 자율주행 교통 서비스, 5G와 로봇 기술이 융합된 클라우드 기반 컴패니언 로봇 서비스와 실버 도우미형 웰니스 케어 서비스, 5G와 인공지능비서 기술이 융합된 컨텍스트 및 상황인지 인공지능 비서 서비스, 5G와 재난대응 기술이 융합된 화재 대응을 위한 스마트 소방 서비스, 5G와 증강현실/ 가상현실 기술이 융합된 실감미디어(방송/개인/산업융합) 서비스, 그리고 5G와 스마트시티/ 팩토리 기술이 융합된 영상기반 스마트시티 모니터링 서비스를 발굴하였다.

대표서비스들은 각 분야에서의 경제사회 영향도, 기술 선도성, 실현 가능성 등의 기준으로부터 도출되었고, 5G 인프라가 갖추어지면서 우선적으로 구현해야할 우선순위를 제시한다. 제한된 기술개발 자원을 대표서비스에 집중함으로써 5G의 국민편익을 극대화하고 산업발전에도 기여할 수 있도록 하는데 제안의 의의가 있다.

5G 이동통신산업과 他산업 간의 융합에 대한 선도적인 R&BD 추진을 통해 다가올 글로벌 모바일 시장에서도 모바일 강국으로써 주도권을 확보할 수 있으며, 모바일과 他산업들 간의 융합 기술은 국가 성장 동력 산업으로써 막대한 경제적 파급효과를 창출할 수 있을 것으로 예상된다.

참고문헌

- [1-1] 5G Forum, 5G Service Roadmap 2022, Mar. 2016
- [1-2] 5G Forum, 5G 융합서비스 기획보고서 – 자율주행차, Nov. 2017
- [1-3] 5G Forum, 5G 융합서비스 기획보고서 – 로봇, Nov. 2017
- [1-4] 5G Forum, 5G 융합서비스 기획보고서 – 인공지능비서, Nov. 2017
- [1-5] 5G Forum, 5G 융합서비스 기획보고서 – 재난대응, Nov. 2017
- [1-6] 5G Forum, 5G 융합서비스 기획보고서 – 증강현실/가상현실, Nov. 2017
- [1-7] 5G Forum, 5G 융합서비스 기획보고서 – 스마트시티/팩토리, Nov. 2017

- [2-1] WEF, The Future of Jobs, Jan. 2016
- [2-2] IPPR, Technology, Globalisation and the Future of Work in Europe, Mar. 2015.
- [2-3] Fast Future Research, The Shape of Jobs to Come, Jan. 2010.
- [2-4] Qualcomm, Accelerating 5G NR for Enhanced Mobile Broadband, Mar. 2017.
- [2-5] Ericsson, Leading Transformation Through Mobility, 2016.

- [4-1] Paul Milgram and Fumio Kishino, Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays, IEICE Transactions on Information and Systems. pp. 1321–1329, vol. E77-D, no. 12, Dec. 1994.
- [4-2] Jean Vroomen and Mirjam Keetels, Perception of intersensory synchrony: A tutorial review, Attention Perception & Psychophysics, vol. 72, no. 4, pp. 871-884, May 2010.


작성 기여자

○ Editors (작성자)

박용완, 영남대학교
 이호원, 한경대학교
 유희정, 영남대학교
 김재훈, 아주대학교
 박성수, SK Telecom
 박인수, Korea Telecom
 엄준열, LG U+

○ Advisors (자문위원)

심주섭, 과학기술정보통신부
 권순철, 기가코리아사업단
 박권철, 기가코리아사업단
 서호용, 기가코리아사업단
 김동구, 연세대학교
 강충구, 고려대학교
 박동주, Ericsson-LG
 이승환, ETRI
 강복현, 유진로봇
 곽수진, 자동차부품연구원
 구현희, 싱크테크노
 김동찬, 공공안전통신망포럼
 김범종, KTL
 김우용, 부산대학교
 문병섭, 건설기술연구원
 서병락, 지능정보기술연구원
 송영일, 씨틴플로워
 임한나, TTA
 정영숙, ETRI
 정용준, TTA
 정일권, ETRI
 주철, KAIST
 최용석, ETRI
 한미경, ETRI
 홍승은, ETRI



2018 5G 융합서비스
시나리오 종합 보고서
[네트워크]

목 차

I. 개요	99
II. 서비스 요구사항 분석	101
1. 배경.....	101
2. 해외에서의 5G 요구사항 분석.....	101
3. 서비스 별 요구 사항 분석.....	112
4. 정성적 요구 사항 분석.....	144
III. 네트워크 구조 기술 현황	151
1. Network Functions	151
2. 관리 및 오케스트레이션 (Management and Orchestration)	161
3. 가상화 Infrastructure.....	167
4. Continuous Integration / Continuous Development (CI/CD).....	170
IV. 국내 네트워크 구조 진화 현황	175
1. 국내 사업자 네트워크 구조 현황.....	175
2. 네트워크 공통성 현황.....	177
3. 네트워크 비공통성 현황.....	177
V. 네트워크 진화 방향 제안	179
1. 네트워크 구조.....	179
2. 관리 및 오케스트레이션 (Management and Orchestration)	181
VI. 정책, 규제 및 R&D 항목 제안	183
1. 정책 및 규제.....	183
2. 네트워크 구조 진화를 위한 정책 및 R&D 방향 제안.....	187
VII. 결론	193
붙임1. 참고문헌.....	194
붙임2. 작성 기여자.....	195

I 개요

- 4차 산업 혁명과 결합하여, 이동통신의 이동성, 클라우드, 무선 브로드밴드에 의해 촉발된 디지털로의 전환은 모든 산업 군에서 진행되고 있다. 에릭슨과 A.D. Little의 공동 조사에 따르면, 산업의 디지털화는 ICT 기업들에 2026년 3,281B US 달러의 매출을 가져다 줄 것으로 예상되며, 이중 5G 이동통신이 차지하는 매출은 1,233B US 달러에 이를 것으로 전망된다. 이동통신은 4세대 LTE까지 진화를 거듭해왔다. 처음에는 무선으로 전화 통화를 제공하였고 데이터 서비스가 증가하여 스마트폰의 등장 이후에는 다양한 앱을 통해 우리 삶과 사회를 혁신적으로 변화 시켰다. 5세대 이동통신인 5G는 이제 우리 일상생활의 변화를 뛰어 넘어 다양한 산업의 변화를 지원하고자 기술개발과 표준화가 적극 진행되고 있다. 5G가 제공하는 새로운 기술은 농업, 자동차, 건설, 에너지, 금융, 건강, 공장, 미디어, 소매와 물류 등 전 산업 분야의 변화를 도모한다. 5G가 제공하는 이동성, 저 소비전력, 클라우드, 분산 구조, 네트워크 끝단에서의 컴퓨팅 등은 새로운 사업 기회를 제공하고 새로운 서비스의 창출을 가능하게 한다. 산업 간 융합은 그 중요성이 증대되고 이동통신에서 제공하는 이동성은 융합의 핵심 가치가 되고 있다.
- 변화의 중심에서 5G는 새로운 서비스 제공 방식, 한 차원 높은 사용자 경험, 네트워크의 신뢰성 그리고 비용 효율적인 네트워크 운영, 관리 방식이 요구되고 있다. 이를 위한 기술 진화는 두 가지 방향으로 진행되고 있다. 하나는 다양한 산업군의 기술적 요구사항을 만족시키기 위해 고속 통신, 저 지연통신, 사물인터넷 통신을 지원하기 위한 기술을 개발하는 것이다. ITU-R에서는 5G의 대표적인 use case로 eMBB, mMTC, URLLC를 선정하였으며 3GPP에서는 이런 3가지 use case를 만족시킬 수 있는 기술의 개발과 표준화를 진행하고 있다. 넓은 대역폭을 제공할 수 있는 mmWave의 사용, 주파수 이용 효율을 높이기 위한 massive MIMO와 beamforming 그리고 LTE에서의 NB-IoT, Cat-M의 기능 향상과 저지연 기술을 개발하고 있다. 또 다른 방향은 다양한 산업에서 5G 이동통신 시스템을 활용하여 각 산업에 적합한 새로운 서비스를 만들어내고 다양한 사업 모델을 개발하여 5G를 사용하는 산업에서 산업의 경제 규모를 확대하고 이를 통해 이동통신에서는 새로운 매출 기회를 확보하는 것을 목표로 네트워크 구조에 대한 진화를 진행하고 있다.
- 본 보고서에서는 GIGA Korea 5G 서비스 시나리오 개발 사업의 일환으로 다양한 산업의 요구사항을 분석하고 이 중 네트워크 진화에 영향을 미치는 요구사항을 분석하였다. 이와 병행하여 전 세계적으로 활발하게 진행되는 네트워크 진화 연구 동향, 기술 개발 동향, 표준화 동향을 분석하고 국내를 중심으로 이동통신 사업자의 네트워크 진화 방향에 대해 조사하였다. 서비스 시나리오 개발 사업을 통해 입수된 산업계의 요구사항과 전 세계적인 네트워크 진화 동향 그리고 우리나라 이동통신 사업자의 네트워크 진화 방향을 통합

분석하여 5G로 진화하는 이동통신의 중요 기로에서 우리의 대응 방안에 대해 제언하고자 한다.

- 본 보고서는 기가코리아 사업단의 5G 서비스 시나리오 개발 사업의 일환으로서 3개 이동통신 사업자가 주관한 연구반의 6개 산업별 보고서를 총괄하여 5G 포럼에서 작성한 총괄 보고서의 네트워크 진화 파트에 해당한다. 총괄보고서의 내용이 국제적으로 참고될 수 있는 자료인 반면, 네트워크 진화 파트는 주로 국내 개발자, 정책 입안자의 참고가 될 내용으로 국내 배포를 목표로 하고 있다.

II 서비스 요구사항 분석

1 배경

■ 5G의 진화와 산업 융합

- 최근 5G에 대한 표준과 기술 시연이 활발히 진행되면서 5G에 대한 기대와 관심도 높아지고 있다. 4세대까지의 이동통신이 음성에서 데이터로 발전하면서, 스마트폰의 등장은 개인의 생활에 큰 영향을 주었다. 5G는 추가적으로 산업의 변화를 도모할 것으로 예측되며, 최근의 5G 기술 개발, 표준, 시연 등이 기존 산업과의 융합을 지원하는 방향으로 이루어지고 있다. 자동차, 공장, 에너지, 의료, 엔터테인먼트 등 기존의 산업이 ICT, 특히 이동통신 기술이 제공하는 디지털화와 이동성을 바탕으로 부가가치가 향상된 형태의 산업으로 발전하고 이를 통해 경제 발전과 사회 복지를 추구하고 있다. 이런 추세에 따라 5G는 기존과는 다른 다양한 요구사항에 직면하고 있다. 산업군마다 서로 다른 전송속도, 연결성, 측위 정확도, 단말의 개수, 신뢰도, 지연 시간 등을 요구하고 있다. 다양한 요구사항은 ITU-R에서 정의된 eMBB(enhanced mobile broadband), mMTC(massive machine type communication), URLLC(ultra-reliable low latency communication)의 세 가지로 정리되어 이동통신 속도 향상 기술과 함께 연결되는 기기의 수를 획기적으로 증가시키면서 효율을 향상시키는 기술, 그리고 초저지연과 신뢰성을 제공하는 기술을 3대 축으로 기술 개발이 진행되고 있다. 산업 간 융합을 하나의 단일화된 5G 네트워크에서 지원하기 위해서는 5G 네트워크가 산업군마다 가지고 있는 생태계의 특성, 다양한 서비스, 새로운 사업 모델을 효과적으로 지원하여야 하며 이를 위해 네트워크 구조에서의 변화와 네트워크 관리 측면에서의 표준이 중요한 기술 요인으로 부상하고 있다. 산업 간 융합의 변혁적 전환을 위해 산업 간의 협력과 새로운 생태계의 구축이 중요한 요소이며 각국은 산업 간의 접점을 제공하고 새로운 서비스와 사업 모델이 자유롭게 제안되고, 개발되어 시험/검증될 수 있는 환경을 제공하기 위해 노력하고 있다. 본 절에서는 해외에서 진행된 연구의 보고서와 기가코리아 서비스 시나리오 개발 사업의 일환으로 진행된 6개 분야 연구반의 보고서를 기반으로 각 산업과 서비스에서의 요구사항을 살펴보고 이를 네트워크 구조 진화의 방향성을 모색하는 가이드로 삼고자 한다.[1,2]

2 해외에서의 5G 요구사항 분석

■ NGMN의 요구사항 분석

- NGMN에서는 2015년 7월 백서[3] 발행을 통해 5G의 진화 방향을 제시하였다. 본 백서에서는 5G의 use case를 broadband access in dense areas, broadband access everywhere, Higher user mobility, Massive internet of things, extreme real-time communications, lifeline

communications, ultra-reliable communications, broadcast-like services로 구분하고 각각에 대한 구체적인 서비스 예를 제시하였다. Broadband access in dense areas의 경우 pervasive video, smart office, operator cloud services, HD video/phone sharing in stadium/open-air gathering이 포함되며, broadband access everywhere에는 50+ Mbps everywhere, ultra-low cost networks를, higher user mobility의 경우 high speed train, remote computing, moving hot spots, 3D connectivity such as aircraft를, massive internet of things에서는 smart wearables, sensor networks, mobile video surveillance 등을 제시하였다. Extreme real-time communications범주에는 tactile internet을 lifeline communication에는 natural disaster를 ultra-reliable communications에는 automated traffic control and driving, collaborative robots, eHealth, remote object manipulation such as remote surgery, 3D connectivity such as Drones, public safety를 broadcast-like services에는 news and information, local broadcast-like services, regional broadcast-like services, national broadcast-like services를 제시하였다.

- NGMN에서는 상기 서비스에 대한 사용자 입장에서의 성능 지표와 네트워크를 포함한 시스템에서의 성능 지표를 제시하였다. 그 구체적인 내용은 다음 표와 같다.

[표 1. Use case 별 기술 요구 사항 (NGMN white paper)]

Use case category	User experienced data rate	E2E latency	Mobility
Broadband access in dense areas	DL : 300Mbps UL : 50Mbps	10ms	On demand, 0-100 Km/h
Indoor ultra-high broadband access	DL : 1Gbps UL : 500Mbps	10 ms	Pedestrian
Broadband access in a crowd	DL : 25Mbps UL : 50 Mbps	10 ms	Pedestrian
50+ Mbps everywhere	DL : 50Mbps UL : 25Mbps	10 ms	0-120 Km/h
Ultra-low cost broadband access for low ARPU areas	DL : 10 Mbps UL : 10 Mbps	50 ms	on demand : 0-50 Km/h
Mobile broadband in vehicles (cars, trains)	DL : 50 Mbps UL : 25 Mbps	10 ms	On demand, up to 500 Km/h
Airplanes connectivity	DL : 15 Mbps per user UL : 7.5 Mbps per user	10 ms	Up to 1000 Km/h
Massive low-cost /long-range /low-power MTC	Low (typically 1-100 Kbps)	Seconds to hours	On demand : 0-500 Km/h
Broadband MTC	See the requirements for the Broadband access in dense areas and 50+ Mbps everywhere categories		
Ultra-low latency	DL : 50 Mbps UL : 25 Mbps	< 1ms	Pedestrian
Resilience and traffic surge	DL : 0.1-1 Mbps UL : 0.1-1 Mbps	Regular communication : not critical	0-120 Km/h
ultra-high reliability & ultra-low latency	DL : From 50 Kbps to 10 Mbps UL : From a few bps to 10 Mbps	1ms	On demand : 0-500 Km/h
Ultra-high availability & reliability	DL : 10 Mbps UL : 10 Mbps	10 ms	On demand : 0-500 Km/h
Broadcast like services	DL : Up to 200 Mbps UL : Modest (e.g. 500 Kbps)	< 100 ms	On demand : 0-500 Km/h

[표 2. System performance requirements (NGMN white paper)]

Use case category	Connection density	Traffic Density
Broadband access in dense areas	200-2500 / Km ²	DL : 750 Gbps / Km ² UL : 125 Gbps / Km ²
Indoor ultra-high broadband access	75,000 / Km ² (75/1000 m ² office)	DL : 15 Tbps/Km ² (15 Gbps / 1000 m ²) UL : 2 Tbps/Km ² (2 Gbps / 1000 m ²)
Broadband access in a crowd	150,000 / Km ² (30,000 / stadium)	DL : 3.75 Tbps/Km ² (0.75 Tbps/stadium) UL : 7.5 Tbps/Km ² (1.5 Tbps/stadium)
50+ Mbps everywhere	400 / Km ² in suburban 100 / Km ² in rural	DL : 20 Gbps/Km ² in suburban UL : 10 Gbps/Km ² in suburban DL : 5 Gbps/Km ² in rural UL : 2.5 Gbps/Km ² in rural
Ultra-low cost broadband access for low ARPU areas	16 / Km ²	16 Mbps/Km ²
Mobile broadband in vehicles (cars, trains)	2000 / Km ² (500 active users per train x 4 trains, or 1 active user per car x 2000 cars)	DL : 100 Gbps/Km ² (25 Gbps per train, 50 Mbps per car) UL : 50 Gbps/Km ² (12.5 Gbps per train, 25 Mbps per car)
Airplanes connectivity	80 per plane 60 airplanes per 18,000 Km ²	DL : 1.2 Gbps/plane UL : 600 Mbps/plane
Massive low-cost /long-range /low-power MTC	UL to 200,000 / Km ²	Non critical
Broadband MTC	See the requirements for the Broadband access in dense urban areas and 50+ Mbps everywhere categories	
Ultra-low latency	Not critical	Potentially high
Resilience and traffic surge	10,000 / Km ²	Potentially high
ultra-high reliability & ultra-low latency	Not critical	Potentially high
Ultra-high availability & reliability	Not critical	Potentially high
Broadcast like services	Not relevant	Not relevant

- NGMN에서는 5G의 산업 융합과 다양한 서비스 지원이 중요하고 이 과정에서 다양한 사업 모델을 지원하는 것이 중요한 요구사항이라고 판단하였다. 이에 따라 보다 향상된 서비스를 위해 connectivity transparency, 위치 정확도, 보안, 고신뢰성, (resilience and high availability)의 지원이 필요하다고 명시하였으며, 새로운 사업 모델의 지원을 위해 다양한 형식의 사업자 지원, 네트워크 공용화 지원, 네트워크 전개 시의 가격, 에너지 효율성 등을 요구하였으며, 새로운 혁신을 받아 들이기 쉬운 구조, 새로운 서비스의 전개가 쉬운 구조, 서비스 및 사업 모델에 대한 적응성, 향후 사물 인터넷 등에 의한 단말 수용 용량 증가 및 네트워크 용량 증대에 대한 확장성 등을 주요 요구사항으로 제시하였다. 또한 기존의 유선망 활용, 운영/관리의 효율성 등을 요구하였다.

■ 유럽에서의 요구사항 분석

- 유럽에서는 정부 기관인 EC(European Commission)과 민간을 대표하는 NETWORKLD가 함께 유럽 부흥의 기치를 건 Horizon 2020 사업의 일환으로 5GPPP를 출범하고 5G관련 연구를 집중적으로 진행하였다. 2014년부터 시작된 phase 1 프로젝트[4]에서는 전반적인 이동통신의 진화를 염두에 두고 무선 통신 핵심 기술 뿐 아니라 가상화 기반의 네트워크 진화, 망 관리, backhaul과 fronthaul을 망라한 연결망, 네트워크의 소프트웨어 구현에 대한 연구를 진행하였다. 이 과정에서 5G로의 이동통신 진화가 자동차, 의료, 엔터테인먼트, 공장, 에너지 산업 등 타 산업과의 융합을 주 목적으로 한다는 방향성을 정하고 융합의 첫 단계로 각 산업의 현황과 주요 서비스를 분석하고 5G의 적용을 위한 요구사항을 각 산업의 전문가와 함께 도출하였다. 2017년 시작된 Phase 2 프로젝트[4]에서는 5G 자체 기술보다는 5G 기술의 산업 융합에의 적용에 집중하여 자동차, 스마트시티 등 5G와 산업간 융합을 위한 프로젝트를 주로 진행 중이다.
- 자동차 및 교통 분야에서 발굴된 서비스 분야는 자율주행, 도로안전 및 효율성 향상(C-ITS), 물류 효율 향상, 지능형 길안내, 차량 탑승자 서비스 등이었으며[5] 5G 이동통신 적용에 의한 새로운 서비스로, automated overtake, 협력형 충돌 방지, platooning, see through, 보행자 감지, bird eye's view, 차량에 대한 원격 제어, remote sensing and control, pay as you drive, mobility as a service, 빅데이터 분석에 의한 차량 관리 서비스 등이 제시되었다. 대표적인 서비스의 5G 이동통신에 대한 요구사항은 다음 표와 같이 정리되었다.

[표 3. 자동차 교통 분야 use case 별 요구사항 (EU white paper)]

use case	KPIs	Background	Security requirements
Automated Overtake	10 ms 10-5 30 cm1	On two-way roads, automated overtake maneuvers will require cooperation among vehicles on multiple lanes, to create the necessary gap in time to avoid a collision with an oncoming vehicle. Lateral and longitudinal controllers need updates within their 10 ms cycle time. This is a safety-of-life use case with ultra-high reliability requirements	Client authentication Authenticity Integrity Confidentiality User privacy (optional)
Cooperative Collision Avoidance	Trajectory handshake : 100 ms 10-5 Status updates : 10 ms 10-3 Positioning : 30 cm	In a critical driving situation, trajectories have to be exchanged, rated and agreed upon in order to avoid a collision. This handshake must be completed within 100 ms and shall not fail with a probability higher than 10-5. Upon agreement, during the execution phase, lateral and longitudinal controllers need status updates within their 10 ms cycle time. The status information is used by each vehicle to update its trajectory and inform its controllers (in case of minor deviations from the agreed trajectory) or cancel the maneuver (in case of major deviations). A status message shall be received within 10 ms with a probability of 99.9% (packet loss rate of 10-3).	Mutual authentication Authenticity Integrity Confidentiality
High Density Platooning	10 ms 10-5 30 cm	The idea behind high-density platooning is that vehicles will be driving very close to each other. Thus, latency and reliability become the KPIs. The control cycles of typical longitudinal controllers are in the range of 10 ms (as above). The platoon must have their own synced timing. Kinematic data needs to reach all participants of the platoon within a single cycle (10 ms) with ultra-high reliability, and, optionally, all participants need to acknowledge that they can provide the necessary control within this cycle.	Mutual authentication Authenticity Integrity Confidentiality User privacy
See-Through	10 Mbit/s 50 ms	The main KPIs for this use case are channel capacity/data rate and tolerated latency. We assume that view-sharing is usually done one way. It requires a data rate of 10 Mbit/s and a delay of 50 ms (e.g., 720p video @ 30 fps, MJPEG).	Client authentication Authenticity Integrity Confidentiality User privacy (optional)

Vulnerable Road User Discovery	10 cm	This use case mainly requires highly accurate localization. For vulnerable road users, the positioning error needs to be less than 10 cm (σ_1) for a 1 m width pedestrian/bike lane. Relative localization must be supported by 5G.	Authenticity Integrity User privacy (VRU)
Bird's Eye View	40 Mbit/s 50 ms	This setting is similar to the See-Through use case, but with four cameras pointing at an intersection. Consequently, the required data rate reads 4 x 10 Mbit/s and the required latency 50 ms.	Client authentication Authenticity Integrity Confidentiality

- 5G 이동통신의 자동차/교통 분야 적용을 위한 경쟁 기술로 IEEE802.11p / ITS-G5를 적시 하고, 기존 기술 대비 5G의 경쟁 우위 요소를 제시하였다. 5G 이동통신 및 ICT 기술의 적용에 의한 산업 생태계 변화와 국제적인 규모의 시장 형성을 위해 주파수, 표준, 규제에 대한 일관되고 국제 규모의 접근이 필요함을 방향성으로 제시하였다.
- 자동차/교통 분야를 지원하기 위한 5G 이동통신의 기술 발전 필요 분야로는 V2X Spectrum, ProSe Direct Discovery, ProSe UE-to-Network Relay, PHY, Scheduling and Rate Adaptation, Retransmission Protocols, Connection Management, Mobility Management, QoS Management, Context Awareness, Security, Group Management, Load Balancing, Multihop Routing, Positioning, Power Control, VRU/V2P, Multi-Operator, Multi-Link Connectivity 등이 제시되었다.
- 에너지 산업 분야는 신재생에너지, 소규모 발전소 확산, 전기차, 배터리의 확산과 같은 에너지 생산과 소비 패턴의 변화, 새로운 사업 모델과 사업자의 등장 등의 변화를 겪고 있으며, 이런 변화에 따라 기존의 중앙 집중식 에너지 생산과 소비 양상에서 분산형 에너지 생산과 소비 양상으로의 변화가 예상된다고 분석되었다. [6]
- 전력 전송망의 구성 요소인 backbone망, backhaul망 그리고 종단 망(access망)에서의 요구 사항은 다음 표와 같이 정리되었다.

[표 4. 에너지 분야 use case 별 요구사항 (EU white paper)]

	bandwidth	E2E latency	Packet loss	Availability	Failure convergence time	Handling of crisis situation
Grid access communication network domain	1kbps per residential users	<1s	99%	<1s		X
Grid backhaul communication network domain	Several Mbps	<50ms	<10 ⁻⁶	99.99%	<1s	Mandatory
Grid backbone communication network domain	Mbps to Gbps	<5ms	<10 ⁻⁹	>99.999%	Seamless failover	mandatory

- 에너지 산업 분야에서 전통적으로 중요하게 인식되고 있는 사업적 가치를 바탕으로 5G 이동통신의 에너지 산업 분야 적용을 위한 고려 사항으로서 에너지 산업에서의 장치의 라이프 사이클, 장시간 사용성, 보안, 회복력, 가격 안정성 그리고 변화된 환경에 따라 대응되는 새로운 사업 모델에 대한 지원이 제시 되었다.
- 에너지 산업 분야를 지원하기 위한 5G 이동통신의 기술 발전 필요 분야로는 지연시간의 감소, 신뢰도 상승, 새로운 사업 모델에의 적응성, 보안 미 신뢰성, unlicensed 밴드의 사용, 사물 인터넷, massive MIMO, 정확한 time synchronization 등이 제시되었다.
- 공장을 중심으로 한 제조업 분야는 각국에서 2020년까지 GDP에서의 점유율을 20%까지 높인다는 목표 아래 industry 4.0, Made in China 2025 등의 전략을 구현하고 있다. 전반적인 공장의 변화는 공장과 물류, 협력 업체 들간의 관계 및 제품의 소비 형태 등이 따로 동작하고 있던 시스템이 하나로 엮이는 추세로, 부품 레벨부터의 협력 업체 들간의 정보가 서로 공유되고, 통신으로 연결된 물류를 통해 최적의 부품 조달이 가능하며, 이런 정보로 최적화된 생산을 공장이 담당하게 된다. 생산된 제품은 통신으로 연결된 물류를 통해 소비자에 연결되고 소비자의 피드백은 바로 공장으로 제공된다. 이런 변화 상황에서 대표적인 서비스로는 공장 내에서의 실시간 생산 제어, 공장 내 비 실시간 정보 공유, 원격제어, 기업간 통신, 소비자에 전달된 제품에 대한 통신 연결성 등이다. [7] 각 서비스에 대한 5G 이동통신에의 요구 사항은 다음 표와 같다.

[표 5. 공장 분야 use case 별 요구사항 (EU white paper)]

	Latency	Reliability	Bandwidth	Coverage Availability	Security	Heterogeneity	Autonomy
Time-critical optimization	Ultralow	Ultra-high	Low to high	Indoor	Critical	Important	Less critical
Non-time critical control	Less critical	High	Low to high	Indoor + On-site outdoor	Critical	Important	Critical for location tracking
Remote control	Less critical	High	Low to high	Wide Area	Critical	Important	Less critical
Intra-/Inter-Enterprise Communication	Ultralow to less critical	High	Low to high	Wide Area (on-site/outdoor)	Critical	Important	Less critical
Connected Goods	Less critical	Low	Low	Wide Area	Important	Important	Critical

○ 이와 같은 서비스의 제공을 위한 5G 이동통신의 연구 과제로는 다음과 같은 내용이 제시되었다.

- Focus on high throughput zero defect manufacturing with research on ultra-reliable broadband wireless deterministic communication
- Focus on high availability and uptime with research on proper security mechanisms and ubiquitous coverage
- Focus on lowering the TCO of factory automation solutions with research on network capabilities to manage heterogeneity
- Focus on high flexibility with research on plug-and-produce capabilities by adopting internet technologies
- Focus on new data-driven business models with research on networked data management capabilities
- Revisit the legislative framework, standards and social acceptance
- Build a specific strategy for 5G & Manufacturing SMEs

- 의료 산업 분야에서의 5G 적용 서비스는 병원 내 물류 및 조정, 로봇의 적용 (원격 수술, 환자 돌봄 로봇 등), 원격 의료 (노인 상태 감시, 건강 관련 빅데이터 서비스 등), 원격 치료 (빅데이터 활용, 약제 관리, 건강 관리 등) 등으로 분류되었다. [8]
- 각 서비스 분야별 5G 이동통신에 대한 요구사항으로는 병원 내 물류 및 조정에 대해 수천개 이상의 사물 통신, 1m 이하의 건물 내 위치 정확도, 다양한 통신 방식 지원, 헬기 지원을 위한 시속 300Km 이상의 이동성이 제시되었으며, 로봇 활용을 위해 초고도의 신뢰도, 30 ms 이하의 응답 지연이 제시되었다. 원격 의료를 위해 서비스 커버리지, 단말에서의 10년 이상의 배터리 성능, 웨어러블 디바이스 지원을 위한 시속 300 Km 이상의 이동성이 제시되었으며 원격 치료를 위해서도 커버리지, 배터리, 사물 통신이 제시되었다.

■ 중국에서의 요구사항 분석

- 중국에서는 IMT-2020PG를 중심으로 5G에 대한 비전과 요구 사항 분석이 진행되었다. [9] 자동차, 미디어, 사물인터넷 등의 다양한 5G 적용 분야를 분석하여 총체적으로 도출된 5G 이동통신의 성능 요구 사항은 다음과 같다.
 - Office : Tens of Tbps/km² traffic volume density
 - Dense Residence : Gbps user experienced data rate
 - Stadium : 1 million connections /Km²
 - Open-air Gathering : 1 million connections/Km²
 - Subways : Over 6 persons/m² super high density
 - Highway : Millisecond level end-to-end latency
 - High-speed Train : Higher than 500 Km/h mobility
 - Wide-area Coverage : 100 Mbps user experienced data rate
- 또한 효율적인 서비스 다양성의 수용, 서비스 상태 관리 및 제어, 에너지 효율성, 다양한 무선 기술의 수용을 주요 지표로 설정하고, 이를 지원하기 위해 고용량, 넓은 커버리지와 함께 유연하고 scalable 한 네트워크 구조와 주파수의 효율적인 활용, 사물 인터넷 지원을 위한 광범위한 연결성이 5G 네트워크에 요구된다고 정의하였다. 관리(O&M) 측면에서는 에너지 효율성, 가격, 다양성과 관리 용이성을 위한 네트워크 복잡성 감소, 지능형 최적화 시스템과 보안성이 필요함을 강조하였다.

■ 미국에서의 요구사항 분석

- 4G America (현 5G America)에서는 2015년 10월 “5G Technology evolution Recommendations” 백서 [10]를 통해 5G 이동통신의 use case 분석과 이에 따른 요구사항 분석을 진행하였다. 본 백서에서 다룬 주요 use case는 에너지, 스마트 시티, 의료, 자동차와 스포츠 분야에서의 사물인터넷, VR과 게임을 포함한 엔터테인먼트, 재난안전 등이다. 4G America의 백서에서 제시된 5G 성능 요구사항은 다음 표와 같다.

[표 6. 5G performance requirements (4G America white paper)]

Scenario	End-to-end latency	Mobility	Data rate		Battery Life	Reliability
			DL	UL		
Mobile broadband						
Dense urban	Medium	Low	High	Medium	Short	Medium
Urban	Medium	Low	High	Medium	Short	Medium
Suburban	Medium	High	Medium	Low	Short	Medium
Rural	Medium	High	Medium	Low	Short	Medium
Remote	Low	Low	High	Medium	Short	Medium
Automotive	Low	High	Medium	Medium	Medium	High
Extreme Video	Low	Low	High	Medium	Short	Medium
Virtual reality and Gaing Applications						
Public safety	Medium	High	High	Medium	Medium	High
PSTN Sunset	Medium	Low	Low	Low	Medium	Medium
M-Health and Telemedicine	Medium	Low	High	Medium	Medium	High
Smart cities	Medium	Low	Medium	Medium	Long	Medium
Sports and Fitness	medium	Low	Low	Low	Short	Low
Increased density of data usage	medium	NO	High	Medium	N/A	Medium

[표 7. 표 6의 legend]

End-to-end latency	High (> 100 ms)	Medium (10 - 100 ms)	Low (< 10 ms)
Mobility	No : 0 m/s (static / nomadic)	Low : ~ 1 m/s (pedestrian)	High : ~> 10 m/s (mobile)
DL/UL Data Rate	Low : < 25Mbps	Medium : 25 ~ 200 Mbps	High : > 200 Mbps
Battery Life	Long : Years	Medium : Weeks	Short : Days
Reliability	High : > Five 9's	Medium : Four 9's	Low : < Four 9's

- 이와 함께 사용자 중심의 요구 사항으로, 배터리 지속 시간, 사용자 당 데이터 전송 속도와 지연시간, 신뢰성, 이동성, 다양한 무선 기술 환경에서도 서비스 연속성 보장 등을 제시하였다. 네트워크 중심의 요구사항으로는 사물 인터넷의 보급에 따른 단말 수의 증가 및 데이터 양 증가에 따른 확장 가능한 구조, 네트워크 용량, 가격 효율성, 자동화된 관리, 데이터 영역과 제어 영역의 분리, RAN과 core 네트워크의 분리, 가상화를 포함한 네트워크 적응성 향상, 에너지 효율성 향상, 특히 사물 인터넷의 지원을 위한 커버리지 향상, 보안성 향상, 다양한 주파수 활용, 다양한 서비스와 다양한 산업군을 지원함에도 불구하고 단일 프레임워크를 유지할 것을 요구하였다.

3 서비스 별 요구 사항 분석

■ 배경

- GIGA Korea 서비스 시나리오 개발 사업에서는 자율주행차, 로봇, AI, 재난&재해, AR/VR, 스마트시티&팩토리의 6개 분야에 대해 국내 이동통신 사업자의 주관으로 각 분야의 전문가로 구성된 연구반을 운영하여 각 분야의 시장 현황, 기술 현황과 5G를 활용한 예상 서비스를 도출하였으며, 이 과정에서 각 서비스의 요구사항을 분석하였다. 각 분야에서 도출된 요구사항은 다음과 같다.

■ 자율주행차

- 자율형 서비스 분야에서 자율주행차 서비스는 주문형 교통 서비스, 물류 및 배송 서비스, 차량 관리 서비스, 자율 주행 콘텐츠 서비스 등의 서비스를 살펴 본 결과, 네트워크 핵심 기술로 초고속, 초저지연 e2e 통신, 고용량/고속 콘텐츠 전송을 위한 eMBB 통신, 고속/광대역 차량간 통신 기술, 이종 무선 시스템(WAVE, LTE/5G V2X) 간 연동, Network Slicing 및 MEC 기술 등이 주요 기술로 선정되었다.

- 자율주행을 위한 통신 관점에서의 분석에 앞서, 현재 자율주행을 지원하는 기술에 대한 분석이 진행되었다. Wave 기술의 경우 경쟁 기반의 MAC 프로토콜 (CSMA/CA)를 사용하여 단말의 밀도가 증가함에 따라 지연이 급격히 증가하고 채널 효율이 감소하는 단점이 제기 되었으며, 이 경우 우선권 적용을 통해 지연 문제를 완화할 수는 있으나 근본적인 해결책이 되지 못하는 것으로 분석되었다. 또한 hidden node 문제와 RTS/CTS 방식을 적용하는 경우 추가적인 지연이 불가피하며 주파수 효율을 감소시키는 문제가 적시되었다. 상대적으로 간단한 convolutional 채널 코딩과 단일 안테나 적용으로 구현이 간단하지만 성능이 상대적으로 떨어지는 단점을 가지고 있다. 통신 범위가 일반적으로 수 백미터 정도이며 통신 거리 확장을 위해 멀티홉 방식이 추가 되었으나 이 경우 추가적인 프로토콜의 복잡도와 전송 지연 등 오버헤드를 요구하는 단점이 발생한다.
- 현재 자율주행차를 지원하는 통신 기술로서 LTE-V2X 기술이 3GPP release 14에서 표준화 완료되었다. 상당한 부분에서 LTE-V2X는 전술한 Wave 기술 대비 장점을 가지고 있다. Release 14에서는 상대속도 500Km까지 차량간 통신을 지원하기 위해 doppler 효과에 대응하기 위한 reference 신호를 강화하였으며, 지연 시간의 감소를 위해 제어신호와 데이터 전송을 같은 프레임에서 처리할 수 있도록 수정하였다. 또한 차량들이 기지국의 커버리지 안에 있을 때 뿐 아니라 커버리지 밖에 있을 때에도 동작이 가능하도록 모드를 추가하였다. 또한 사이드링크를 활용한 차량 간 통신 뿐 아니라 차량 간 통신에 기지국을 거쳐 통신을 하는 indirect 모드가 기존의 Uu 인터페이스를 통해 지원되고 방송이 가능한 eMBMS를 활용하면서 통신 거리가 획기적으로 넓어지고 복수개의 차량에 메시지를 안정적으로 전송할 수 있으며, 기존에 설치된 기지국을 재활용할 수 있어 비용 효율적인 망 구성이 가능한 장점을 가지고 있다. LTE-V2X의 차량 간 통신은 5G에서 URLLC를 만족할 수 있도록 더욱 기능 향상이 진행될 예정이다.
- 자율주행차는 5G 기술에 의해 차량 간 거동 정보 공유를 가능하게 하며, 이를 통해 Cooperative Collision Avoidance, Cooperative Lane Change, Cooperative Adaptive Cruise Control, Automated Overtake, Emergency Trajectory Alignment 등의 요소 기술 구현에 기여할 것으로 예상된다. 또한 교통 인프라와 차량 간 통신을 통해 단순히 신호 정보 전달을 넘어 사각지대 및 사고 정보 등을 공유해 보다 안전하고 정돈된 도심 주행 환경을 제공하고, 교통량 최적화를 통한 빠르고 신속한 이동을 구현해, 자율주행 서비스가 활성화 될 수 있는 환경을 제공할 수 있을 것으로 기대된다.
- 자율주행차 지원을 위해 5G에 기대되는 대표적인 기술 분야는 안정성과 측위 정밀도 향상이다. 주변차량의 거동정보, 인지정보 및 교통 인프라의 신호정보 등 모든 정보를 공유하는 V2X 통신 기술은 교통량에 상관없이 그 안정성이 확보되어야 한다. 도심 주행 환경은 교통량이 시간대 별로 급격히 변화하며, 이에 따라 공유되는 정보의 양도 크게 변화한다. 교통량 변화에 강건한 성능 보장을 위해선 지연시간, 안정성, 통신범위, 정보량 등이 크게 향상된 통신 기술이 필요하다. 정밀도 향상에는 도시 내 다수 차량의 카메라 정보, 도로 정보, 차량 정보, 주행 정보를 종합하여 교통 흐름 분석 및 차량 경로 파악 정밀도 향상과 도시 내 다수 차량의 카메라 정보에 기반한 실시간 지도 정보, 도로 정보, 사고정보, 공사 정보 등을 파악하여 실시간 자율주행 정밀도 향상시키는 기술을 들 수 있다. 센서 데이터

및 비디오 정보 공유를 위해 고속 이동 환경에서 초고속 전송이 가능해야 하며 제곱 km 당 2,000대에 이르는 밀집 환경에서는 5G 이동통신 기술이 필수적으로 요구된다.

- 주문형 교통 서비스의 경우 무선 네트워크 측면에서의 요구 사항은 다음과 같다. 자율주행 지원을 위한 데이터의 경우 전처리(pre-processing) 데이터는 50Mbps, 원 데이터는 1Gbps의 전송속도를 요구하며, Video data sharing의 경우 해상도 1280x720p, 30fps를 지원하기 위해 500m 거리에서 최대 수십 Mbps 전송속도를 요구한다. 수많은 차량 (2000/km²), RSU, 보행자 및 신호등 등으로부터의 실시간 정보처리를 위해서 제곱 면적당 1Mbps 이상의 Area capacity 제공을 필요로 하며 대규모의 연결이 요구된다. 특히 비디오 정보 전송을 위해서는 고속 데이터 전송이 가능한 대규모 연결이 요구될 수 있다. 도심 내 뿐 아니라 도심 간 또는 국가 간의 광역 경로 안내 서비스를 위해서는 대규모 사물 인터넷 수준의 연결이 요구된다. Collective perception 응급상황, Emergency trajectory alignment, Remote driving, Automated overtake은 99.999% 또는 1e⁻⁵ 신뢰성이 요구된다. Cooperative lane change, Cooperative collision avoidance는 99.99% 수준의 신뢰도, 그 외 일반적인 경우는 90%의 신뢰도를 요구한다. Collective perception, Emergency trajectory alignment는 3msec 이하의 지연시간을 요구하며 Remote driving은 5msec 이하의 지연시간을 요구한다. Video data sharing, Cooperative lane change, Sensor and state map sharing, Automotive cooperative driving, Cooperative collision avoidance, Automated overtake 등은 10msec 수준의 지연을 요구한다. 그 외 기타의 경우는 100msec의 지연을 요구한다. 요구되는 지연시간 (Latency)은 end-to-end 지연으로 무선 네트워크 단에서는 이보다 짧은 수준의 지연이 요구된다. 주문형 교통 서비스를 위해 고정밀 위치 측정이 필수적이다. Vulnerable Road User (VRU) Discovery는 10cm의 정밀도를 요구하며 Automated overtake, Cooperative collision avoidance 등은 30cm 정밀도가 요구된다. 기타 서비스 구성 요소 측면에서는 도로상에서 사용자나 차량의 진행 방향을 구별할 수 있는 수준의 정밀도가 요구된다. 이상과 같은 내용을 무선 네트워크와 단대단 네트워크 측면에서의 요구사항으로 정리하면 다음 표와 같다.

구분	요구사항	내용	연관성
W1	초고속 전송속도	수십 Gbps의 최대 전송 속도 100Mbps의 사용자 체감 전송 속도 제곱 미터당 1Mbps 이상의 areal capacity	N1, N4
W2	대규모 연결	제곱 km 당 2,000개 차량 지원 RSU, 신호등, 보행자, CCTV 등 다양한 연결이 추가로 필요	N1, N3, N4
W3	고신뢰성	99.999%의 신뢰도 제공	N3, N4
W4	초저지연	무선 구간에서 1msec 이하의 지연 e2e 지연 10msec 이하	N4
W5	고이동성	500km/h 이동 속도 지원	N4
W6	고정밀 위치 파악	30 cm 정확도의 위치 파악 (일반적 자율 주행) 10cm 정확도의 위치 파악 (고밀집 군집 주행)	
W7	다중 RAT 연동	WAVE, 3G, LTE, 5G 연동	N7, N8
W8	고에너지효율	단위 비트당 에너지 효율 증대	N2, N5, N6
W9	고비용효율	디바이스(단말)의 비용 절감	N6

- 네트워크 측면에서의 요구 사항은 다음과 같다. 기존 네트워크 인프라를 재사용 또는 업그레이드하기 용이하여야 하며 commodity 하드웨어/소프트웨어 플랫폼을 활용한 저가의 손쉬운 배치가 가능하여야 한다. 운용의 최적화를 위해 네트워크 상황, 트래픽 특성 등의 정보에 대한 접근, 감시 및 처리가 가능하여야 하며 RSU 및 기지국 밀도 증대, 광대역의 주파수 스펙트럼, 이중 환경 및 레거시 (legacy) 시스템과의 공존이 고려되어야 한다. 분산 구조 및 Lightweight 시그널링 구조를 가져야 하며 Network on-demand를 통해 QoS/QoE, 과금, 서비스 특성에 따른 망 구성이 가능해야 한다. 이상의 내용을 정리하면 다음 표와 같다.

구분	요구사항	내용
N1	용이성	네트워크 배치 (Deployment) 및 토폴로지의 용이성 네트워크 변경 및 업그레이드 용이성
N2	운용성	운용 감지 (Operations awareness) 운용 효율 (Operations efficiency)
N3	유연성 및 확장성	서비스 및 트래픽 특성에 따른 네트워크 구성의 유연성 트래픽 부하 및 고장에 따른 유연한 네트워크 재구성
N4	컨텍스트 감지 최선 연결	다양한 context (제어, safety, 멀티미디어 및 망 상황 등)에 따른 최선 연결 및 서비스 제공
N5	고에너지효율	단위 에너지 당 전송가능한 비트수 최대화 네트워크 운용 효율 증대
N6	고비용효율	TCO 및 OAM 비용 최소화
N7	이종망 이동성	WAVE/3G/LTE/5G 네트워크 연동 및 이동성 제공
N8	사업자간 이동성	사업자간, 국가간 연동 및 로밍을 통한 이동성 제공

■ 로봇

- 로봇 분야의 서비스는 교육, 홈서비스 등 제공되는 서비스가 다양하게 구성될 수 있으나 기본적인 전체 시스템의 구성은 같고 콘텐츠에 따라 다른 서비스로 구성되는 경우가 많다.
- 클라우드 기반 컴패니언 로봇 서비스의 경우 인간과의 상호작용(interaction)이 필요하며 음성, 영상 인식과 센서 검출을 필요로 하는 경우가 많다. 이때 실시간 상호작용을 위해 낮은 응답 속도를 필요로 한다. 로봇 가격의 최소화를 위해 썬 클라이언트(thin client) 형태의 구성이 필요하며, 이때 클라우드 형태의 서비스 제공이 필수적이다. 이 경우 클라우드 형태의 서비스를 통해 다양한 콘텐츠와 서비스를 제공받을 수 있어 서비스의 다양성을 도모할 수 있으며 앱 스토어 개념의 생태계를 조성할 수 있다. 사용자와의 상호작용과 지능적인 로봇의 동작 제어를 위해 딥러닝과 같은 인공지능의 도입이 필수적이며, 이를 위해서는 다양한 형태의 데이터를 수집하고 분석하는 빅 데이터 분석이 필요하다. 이상의 내용을 바탕으로 통신의 로봇 산업에서의 역할은 tactile internet을 통한 사용자 상호작용, 음성/영상/센서 데이터 수집 및 분석 그리고 빅 데이터 분석이다. 이상의 요구사항을 사용자 관점의 서비스 요구사항으로 정리하면 다음과 같다.

구분	요구사항	내용
U1	상호작용 정확성	사용자의 의도에 따른 정확한 서비스를 제공하기 위하여, 음성인식, 동작인식, 얼굴인식, 감정인식 등에 있어 탁월한 인식 성능이 우선되어야 함. 클라우드 컴퓨팅에 기반한 인공지능 인프라를 활용하는 것이 사용자의 만족도를 지속적으로 높일 수 있음.
U2	상호작용 즉시성	인간-로봇 상호작용 관점에서 사용자의 의도를 빠르게 파악하여 서비스를 제공하는 것이 필요함. 로봇이 너무 늦게 반응하는 경우 사용자가 지루함을 느낄 수 있으며, 결과적으로 서비스를 이용하지 않는 원인이 됨.
U3	다양한 콘텐츠	휴대폰의 앱과 같이 다양한 종류의 로봇 콘텐츠 서비스를 제공할 수 있는 생태계를 구축하여야 함.
U4	서비스 오류정정	로봇이 사용자와 직접 상호작용을 수행하기 때문에, 자칫 사용자의 감정을 상하게 할 수 있는 서비스 오류를 신속히 정정할 수 있는 서비스 관리체계 및 대안이 마련되어야 함.
U5	사용자 체감 전송속도 (User experienced data rate) [Mbps]	DL : 10-50 Mbps (라이브 영상 및 Stored 스트리밍을 위한 속도) UL : Up to 1Mbps (인터랙티브 서비스 및 제어 명령 전달을 위한 속도)

○ 이를 무선 네트워크의 요구사항으로 정리하면 다음과 같다.

구분	요구사항	내용
W1	최대 전송 속도 (Peak data rate) [Gbps]	2D/3D 영상데이터(최대 640x480 pixel, 4채널)의 스트림을 30Hz 수준으로 전송할 수 있는 데이터 전송속도가 요구됨. 최대 20 Gbps (DL), 10 Gbps (UL)
W2	최대 주파수 효율 (Peak spectral efficiency) [bps/Hz]	30 bps/Hz (DL), 15 bps/Hz (UL)
W3	셀 경계 사용자 주파수 효율 (5th percentile user spectral efficiency) [bps/Hz]	Indoor hot spot : 0.3 bps/Hz (DL), 0.21 bps/Hz (UL) for eMBB Dense urban : 0.225 bps/Hz (DL), 0.15 bps/Hz (UL) for eMBB Rural : 0.12 bps/Hz (DL), 0.045 bps/Hz (UL) for eMBB
W4	평균 주파수 효율 (Average spectral efficiency) [bps/Hz]	Indoor hot spot : 9.0 bps/Hz (DL), 6.750 bps/Hz (UL) for eMBB Dense urban : 7.8 bps/Hz (DL), 5.4 bps/Hz (UL) for eMBB Rural : 3.3 bps/Hz (DL), 2.1 bps/Hz (UL) for eMBB
W5	면적당 트래픽 용량 (Average traffic capacity) [Mbps/m ²]	10Mbps/m ² for indoor hot spot eMBB
W6	지연시간 (Latency) [ms]	로봇의 실시간 제어를 위한 1ms 수준의 초저지연 응답속도 요구됨. User plane : 4ms for eMBB, 1ms for URLLC Control plane : 4ms for eMBB, 1ms for URLLC
W7	연결 밀도 (Connection density) [Device/km ²]	로봇이 특정 공간에 고밀도로 배치될 가능성이 있으므로, 다수의 단말이 동시에 무선 접속이 가능해야 함. 104/km ² for mMTC.

W8	에너지 효율 (Energy efficiency)	중요한 고려 사항이 아님
W9	신뢰성 (Reliability)	로봇 제어용 데이터는 오류 없이 전달되어야 함. 즉, 패킷 전송 실패 확률은 0%이며, 언제든지 망 접근이 가능해야 함. 100% for URLLC
W10	이동성 (Mobility) [km/h]	Stationary : 0 km/h for Indoor hot spot eMBB Pedestrian : 3 km/h for Dense urban eMBB Vehicle : 120 km/h for Rural eMBB High-speed vehicle : 500 km/h for Rural eMBB
W11	이동성 단절 시간 (Mobility interruption time) [ms]	0ms
W12	대역폭 (Bandwidth) [MHz]	100 ~ 1 GHz

○ 네트워크 요구사항은 다음 표와 같이 나타낼 수 있다.

구분	요구사항	내용
N1	종단간 지연 (End-to-end delay) [ms]	10 ms (영상, 음성, 모션이 포함된 콘텐츠가 상호작용이 가능한 수준에서 전달되어야 함.)
N2	지터 (Jitter)	소셜 로봇은 대화형 서비스의 비중이 크므로, 지터는 최소화해야 함.
N3	비트 에러율 (BER) [%]	데이터 : 0% 영상 및 음성 : 10% 이하
N4	처리율 (Throughput) [Mbps]	DL : 10 Mbps UL : 1 Mbps
N5	망연동/로밍 (Interworking/ Roaming)	망 연동과 로밍 지원이 필요함.
N6	보안 (Security)	보안이 매우 중요함. (authentication, data integrity, privacy 모두 요구됨.)
N7	망 에너지 효율 (Network energy efficiency)	중요한 요구사항이 아님. (Not critical)
N8	콘텐츠 전달망 (Content Delivery Network (CDN))	초기 접속 시간 단축 및 지속적인 원활한 서비스가 가능하도록 콘텐츠 캐싱, 콘텐츠 전진배치 등의 CDN 서비스가 필요함.
N9	자율구성망 (Self-Organizing Network (SON))	로봇의 망 연결은 플러그 앤 플레이가 가능해야 함.
N10	네트워크계층구조	기능서버, 콘텐츠서버, 로봇서버가 유기적으로 연동될 수 있는 네트워크 환경 구축이 필요함.
N11	스마트 인터랙션	스마트 인터랙션 기술의 구현을 위하여 클라우드 컴퓨팅서버에 접속하여 빅데이터 및 딥러닝 인공지능의 활용이 가능한 네트워크 환경이 구축되어야 함.

- 실버 도우미 웰니스케어 로봇의 경우 사용자의 상태를 파악하고 그에 대한 조치를 취할 수 있는 기능이 필요하다. 이를 위해 DWM (Digital Wellness Model)을 사용하며, DWM는 생명체로서의 웰니스 측정을 위한 센서, 운동체로서의 웰니스 측정을 위한 센서(모션센서, 영상센서 등) 그리고 지적체로서의 웰니스 측정을 위한 센서 (표정인식, 음성 인식 등) 등으로 구성된다. 이를 바탕으로 사용자에게 대한 조치를 취하기 위한 장치가 필요하며, 다양한 디스플레이, LED 표시기, 스피커 등이 사용될 수 있으며, 동작 조치로서 개폐기, 전동 휠체어, 지능 침대, 안마의자, 로봇 청소기, 케어 로봇 등이 있다. DWM 인식과 그에 대한 빠른 조치를 위해서는 저지연 통신이 필요하며, DWM 모델 구성을 위해 다양한 센서와 영상/음성 인식을 바탕으로 빅 데이터 분석이 필요하다. 이상과 같은 서비스 요구사항을 정리하면 다음 표와 같다.

구분	요구사항	내용
U1	실시간 비디오 전송	다양한 수준의 라이브 비디오 (e.g., 4K, 8K, 3D)를 상향링크와 하향링크 양방향으로 전송할 수 있어야 하며, 상담, 진료, 처치, 모니터링, 수술 (assisted surgery)가 가능해야 함.
U2	상호작용 즉시성	인간-로봇 상호작용 관점에서 사용자의 의도를 빠르게 파악하여 서비스를 제공하는 것이 필요함. 로봇이 너무 늦게 반응하는 경우 사용자가 지루함을 느낄 수 있으며, 결과적으로 서비스를 이용하지 않는 원인이 됨.
U3	다양한 콘텐츠	휴대폰의 앱과 같이 다양한 종류의 로봇 콘텐츠 서비스를 제공할 수 있는 생태계를 구축하여야 함.
U4	동기화 (Synchronization)	영상, 음성, 모션의 동기화가 매우 중요함.
U5	사용자 체감 전송속도 (User experienced data rate) [Mbps]	원격 수술이나 헬스케어를 위한 실시간 비디오/텔레프레즌스/AR - 4K (2160/60/P) : 30-40 Mbps - 8K (4320/60/P) : 80-100 Mbps - HD H.265/HEVC : ~10 Mbps 웰니스 모니터링을 위한 대규모 센서 연결성 제공 - 최대 1Mbps 원격 처치나 수술을 위한 실시간 제어 메시지 전송 - 최대 1Mbps (제어 메시지)

- 무선 네트워크 요구사항을 정리하면 다음과 같다.

구분	요구사항	내용
W1	최대 전송 속도 (Peak data rate) [Gbps]	2D/3D 영상데이터(최대 640x480 pixel, 4채널)의 스트림을 30Hz 수준으로 전송할 수 있는 데이터 전송속도가 요구됨. 20 Gbps (DL), 10 Gbps (UL)
W2	최대 주파수 효율 (Peak spectral efficiency) [bps/Hz]	30 bps/Hz (DL), 15 bps/Hz (UL)
W3	셀 경계 사용자 주파수 효율 (5th percentile user spectral efficiency) [bps/Hz]	Indoor hot spot : 0.3 bps/Hz (DL), 0.21 bps/Hz (UL) for eMBB Dense urban : 0.225 bps/Hz (DL), 0.15 bps/Hz (UL) for eMBB Rural : 0.12 bps/Hz (DL), 0.045 bps/Hz (UL) for eMBB

W4	평균 주파수 효율 (Average spectral efficiency) [bps/Hz]	Indoor hot spot : 9.0 bps/Hz (DL), 6.750 bps/Hz (UL) for eMBB Dense urban : 7.8 bps/Hz (DL), 5.4 bps/Hz (UL) for eMBB Rural : 3.3 bps/Hz (DL), 2.1 bps/Hz (UL) for eMBB
W5	면적당 트래픽 용량 (Average traffic capacity) [Mbps/m2]	10Mbps/m2 for indoor hot spot eMBB
W6	지연시간 (Latency) [ms]	로봇의 실시간 제어를 위한 1ms 수준의 초저지연 응답속도가 요구됨. User plane : 4ms for eMBB, 1ms for URLLC Control plane : 4ms for eMBB, 1ms for URLLC
W7	연결 밀도 (Connection density) [Device/km2]	원격 수술이나 헬스케어를 위한 실시간 비디오/텔레프레즌스/AR - 103/km2 이상. (Activity Factor = 50%) 웰니스 모니터링을 위한 대규모 센서 연결성 제공 - 104/km2 이상. 원격 처치나 수술을 위한 실시간 제어 메시지 전송 - 100/km2 이상.
W8	에너지 효율 (Energy efficiency)	중요한 고려 사항이 아님
W9	신뢰성 (Reliability)	로봇 제어용 데이터는 오류 없이 전달되어야 함. 즉, 패킷 전송 실패 확률은 0%이며, 언제든지 망 접근이 가능해야 함. 100% for URLLC
W10	이동성 (Mobility) [km/h]	Stationary : 0 km/h for Indoor hot spot eMBB Pedestrian : 3 km/h for Dense urban eMBB Vehicle : 120 km/h for Rural eMBB High-speed vehicle : 500 km/h for Rural eMBB
W11	이동성 단절 시간 (Mobility interruption time) [ms]	0ms
W12	대역폭 (Bandwidth) [MHz]	100 ~ 1 GHz

○ 네트워크 요구사항은 다음과 같다.

구분	요구사항	내용
N1	종단간 지연 (End-to-end delay) [ms]	10 ms (영상, 음성, 모션이 포함된 콘텐츠가 상호작용이 가능한 수준에서 전달되어야 함.)
N2	지터 (Jitter)	실버 도우미형 웰니스 케어 로봇은 대화형 서비스의 비중이 크므로, 지터는 최소화해야 함.
N3	비트 에러율 (BER) [%]	데이터 : 0% 영상 및 음성 : 10% 이하
N4	처리율 (Throughput) [Mbps]	DL : 20 Mbps UL : 10 Mbps
N5	망연동/로밍 (Interworking/ Roaming)	망 연동과 로밍 지원이 필요함.
N6	보안 (Security)	보안이 매우 중요함.

		(authentication, data integrity, privacy 모두 요구됨.)
N7	망 에너지 효율 (Network energy efficiency)	중요한 요구사항이 아님. (Not critical)
N8	컨텐츠 전달망 (Content Delivery Network (CDN))	초기 접속 시간 단축 및 지속적인 원활한 서비스가 가능하도록 컨텐츠 캐싱, 컨텐츠 전진배치 등의 CDN 서비스가 필요함.
N9	자율구성망 (Self-Organizing Network (SON))	가정용 실버도우미 로봇의 경우, 로봇의 망 연결시 플러그 앤 플레이가 가능해야 함.
N10	개방형 플랫폼	개인의 일상생활에서 모바일, 웨어러블 헬스케어 기기, 각종 IoT 장치 등을 통해 수집한 라이프로그 데이터를 통합 저장하고, 병원 및 공공기관의 건강기록 정보와 연결시켜 개인에게 최적화된 맞춤 서비스 제공이 가능하도록 개방형 플랫폼 구축

○ 네트워크 기반의 24시간 무인 물류 로봇 서비스의 경우 용도에 따라 제조공정용 물류 로봇, 상품 배송 창고 관리 로봇, 무인 택배 서비스 로봇 등이 있다. 다양한 센서를 활용한 주변 환경 인식이 중요하며, 특히 정형화되지 않은 환경에서의 이동을 위해서는 영상인식 등의 고도의 분석 기술이 필요하다. 물류 로봇 서비스의 서비스 요구사항은 다음과 같다.

구분	요구사항	내용
U1	데이터 수집	화물들의 움직임, 소비자의 주문 등 종합적으로 분석
U2	측위 정밀도 (Position Accuracy) [m]	물류 창고 등을 포함한 실내에서 정밀(수cm)한 3D 위치 측위 - 실외에서 1-10m - 실내에서 0.1m 이내
U3	사용자 체감 전송속도 (User experienced data rate) [Mbps]	DL : 1-5 Mbps (영상 전달을 위한 속도) UL : Up to 1Mbps (제어 명령 전달을 위한 속도)

○ 무선네트워크 요구사항은 다음과 같다.

구분	요구사항	내용
W1	최대 전송 속도 (Peak data rate) [Gbps]	대형 물류 창고내 물류들의 기본정보, 속성, 움직임 등을 모두 파악할 수 있도록 저해상도 영상, 데이터, 제어 명령 등이 전달될 수 있어야 함. 20 Gbps (DL), 10 Gbps (UL)
W2	최대 주파수 효율 (Peak spectral efficiency) [bps/Hz]	30 bps/Hz (DL), 15 bps/Hz (UL)
W3	셀 경계 사용자 주파수 효율 (5th percentile user spectral efficiency) [bps/Hz]	Indoor hot spot : 0.3 bps/Hz (DL), 0.21 bps/Hz (UL) for eMBB Dense urban : 0.225 bps/Hz (DL), 0.15 bps/Hz (UL) for eMBB Rural : 0.12 bps/Hz (DL), 0.045 bps/Hz (UL) for eMBB
W4	평균 주파수 효율 (Average spectral efficiency)	Indoor hot spot : 9.0 bps/Hz (DL), 6.750 bps/Hz (UL) for eMBB Dense urban : 7.8 bps/Hz (DL), 5.4 bps/Hz (UL) for eMBB

	efficiency) [bps/Hz]	Rural : 3.3 bps/Hz (DL), 2.1 bps/Hz (UL) for eMBB
W5	면적당 트래픽 용량 (Average traffic capacity) [Mbps/m2]	10Mbps/m2 for indoor hot spot eMBB
W6	지연시간 (Latency) [ms]	로봇의 실시간 제어를 위한 1ms 수준의 초저지연 응답속도가 요구됨. User plane : 4ms for eMBB, 1ms for URLLC Control plane : 4ms for eMBB, 1ms for URLLC
W7	연결 밀도 (Connection density) [Device/km2]	물류센터나 대형 물류 운반체 등의 특정 공간에 노드가 고밀도로 배치될 가능성이 있으므로, 다수의 노드가 동시에 무선 접속이 가능해야 함. 104/km2 이상.
W8	에너지 효율 (Energy efficiency)	중요한 고려 대상이 아님
W9	신뢰성 (Reliability)	로봇 제어용 데이터는 오류 없이 전달되어야 함. 즉, 패킷 전송 실패 확률은 0%이며, 언제든지 망 접근이 가능해야 함. 100% for URLLC
W10	이동성 (Mobility) [km/h]	Stationary : 0 km/h for Indoor hot spot eMBB Pedestrian : 3 km/h for Dense urban eMBB Vehicle : 120 km/h for Rural eMBB High-speed vehicle : 500 km/h for Rural eMBB
W11	이동성 단절 시간 (Mobility interruption time) [ms]	0ms
W12	대역폭 (Bandwidth) [MHz]	100 ~ 1 GHz

○ 네트워크 요구사항은 다음과 같다.

구분	요구사항	내용
N1	종단간 지연 (End-to-end delay) [ms]	10 ms
N2	지터 (Jitter)	중요한 요구사항이 아님. (Not critical)
N3	비트 에러율 (BER) [%]	데이터 : 0% 영상 및 음성 : 10% 이하
N4	처리율 (Throughput) [Mbps]	DL : 10 Mbps UL : 1 Mbps
N5	망연동/로밍 (Interworking/ Roaming)	망 연동과 로밍 지원이 필요함.
N6	보안 (Security)	보안이 매우 중요함. (authentication, data integrity, privacy 모두 요구됨.)
N7	망 에너지 효율 (Network energy efficiency)	중요한 요구사항이 아님. (Not critical)
N8	컨텐츠 전달망 (Content Delivery)	초기 접속 시간 단축 및 지속적인 원활한 서비스가 가능하도록 컨텐츠 캐싱, 컨텐츠 전진배치 등의 CDN 서비스가 필요함.

	Network (CDN))	
N9	자율구성망 (Self-Organizing Network (SON))	물류 창고내 로봇 들의 자가망 구성이 가능해야 함.

- 무인 시설물 안전관리 및 감시정찰 로봇 서비스의 경우 고화질 영상의 전송이 필수적이며, 정확한 위치 제어와 동작 제어를 위해 위치 정확도, 실시간 반응이 필수적이다. 또한 주변 상황에 대한 인식과 이를 바탕으로 한 자동 동작 제어가 필요하며, 이를 위해서는 다양한 센서를 통한 정보 수집과 빅 데이터 분석을 통한 인공지능의 적용이 요구된다. 이를 서비스 요구사항으로 표현하면 다음과 같다.

구분	요구사항	내용
U1	Battery (배터리)	드론 : 충전시 30분이상 운항 가능, 3시간 이상 통신 가능
U2	측위 정밀도 (Position Accuracy) [m]	실내에서 정밀(수cm)한 3D 위치 측위가 요구됨. - 실외에서 1-10m - 실내에서 0.1m 이내
U3	사용자 체감 전송속도 (User experienced data rate) [Mbps]	DL : 10-50 Mbps (영상 전달을 위한 속도) UL : Up to 1Mbps (제어 명령 전달을 위한 속도)
U4	초기 접속시간	10초 이내

- 무선 네트워크 요구사항은 다음과 같다.

구분	요구사항	내용
W1	최대 전송 속도 (Peak data rate) [Gbps]	2D/3D 영상데이터(최대 640x480 pixel, 4채널)의 스트림을 30Hz 수준으로 전송할 수 있는 데이터 전송속도가 요구됨. 20 Gbps (DL), 10 Gbps (UL)
W2	최대 주파수 효율 (Peak spectral efficiency) [bps/Hz]	30 bps/Hz (DL), 15 bps/Hz (UL)
W3	셀 경계 사용자 주파수 효율 (5th percentile user spectral efficiency) [bps/Hz]	Indoor hot spot : 0.3 bps/Hz (DL), 0.21 bps/Hz (UL) for eMBB Dense urban : 0.225 bps/Hz (DL), 0.15 bps/Hz (UL) for eMBB Rural : 0.12 bps/Hz (DL), 0.045 bps/Hz (UL) for eMBB
W4	평균 주파수 효율 (Average spectral efficiency) [bps/Hz]	Indoor hot spot : 9.0 bps/Hz (DL), 6.750 bps/Hz (UL) for eMBB Dense urban : 7.8 bps/Hz (DL), 5.4 bps/Hz (UL) for eMBB Rural : 3.3 bps/Hz (DL), 2.1 bps/Hz (UL) for eMBB
W5	면적당 트래픽 용량 (Average traffic capacity) [Mbps/m2]	10Mbps/m2 for indoor hot spot eMBB
W6	지연시간 (Latency) [ms]	로봇의 실시간 제어를 위한 1ms 수준의 초저지연 응답속도가 요구됨.

		User plane : 4ms for eMBB, 1ms for URLLC Control plane : 4ms for eMBB, 1ms for URLLC
W7	연결 밀도 (Connection density) [Device/km2]	감시 정찰 시스템에 따라, 특정 공간에 노드가 고밀도로 배치될 가능성이 있으므로, 다수의 노드가 동시에 무선 접속이 가능해야 함. 104/km2 이상.
W8	에너지 효율 (Energy efficiency)	TBD for eMBB
W9	신뢰성 (Reliability)	로봇 제어용 데이터는 오류 없이 전달되어야 함. 즉, 패킷 전송 실패 확률은 0%이며, 언제든지 망 접근이 가능해야 함. 100% for URLLC
W10	이동성 (Mobility) [km/h]	Stationary : 0 km/h for Indoor hot spot eMBB Pedestrian : 3 km/h for Dense urban eMBB Vehicle : 120 km/h for Rural eMBB High-speed vehicle : 500 km/h for Rural eMBB
W11	이동성 단절 시간 (Mobility interruption time) [ms]	0ms
W12	대역폭 (Bandwidth) [MHz]	100 ~ 1 GHz
W13	Multi-hop Relay (멀티홉 릴레이)	멀티홉 릴레이 기능 제공시, 안정적인 백업 연결 경로 확보 가능.

○ 네트워크 요구사항은 다음과 같다.

구분	요구사항	내용
N1	종단간 지연 (End-to-end delay) [ms]	10 ms
N2	지터 (Jitter)	드론 등의 제어 명령 전달을 위해서는 순시값 (Instantaneous delay variation) 기준으로 1ms 이내의 지터가 요구됨.
N3	비트 에러율 (BER) [%]	데이터 : 0% 영상 및 음성 : 10% 이하
N4	처리율 (Throughput) [Mbps]	DL : 50 Mbps UL : 1 Mbps
N5	망연동/로밍 (Interworking/ Roaming)	망 연동과 로밍 지원이 필요함.
N6	보안 (Security)	보안이 매우 중요함. (authentication, data integrity, privacy 모두 요구됨.)
N7	망 에너지 효율 (Network energy efficiency)	중요한 요구사항이 아님. (Not critical)

■ 인공지능

- 컨텍스트 인지형 AI secretary 서비스의 경우 사용자가 처한 상황에 대한 인지가 중요하다. 이를 위해서는 사용자의 위치정보, 환경 정보, 일정 상황, 움직임 정보 등의 수집이 필요하며, 이를 위해 다양한 센서와 인지 기술이 적용된다. AI 비서의 동작을 통한 사용자 큐레이션에는 홀로그램, MR 등의 기술이 고려되고 있으며, 좁은 공간에 많은 사용자가 위치하는 상황도 고려되고 있다. 서비스 요구사항을 정리하면 다음과 같다.

구분	요구사항	내용
U1	서비스 연속성	언제 어디서나 동일한 비서 서비스 경험
U2	서비스 실감	홀로그램, MR 등을 통한 실감형 미디어 인터페이스
U3	Natural UX	음성 기반 UX, 영상 / 제스처 인식을 통한 UX
U4	음성 기반 UX, 영상 / 제스처 인식을 통한 UX	사용자의 사용 기반으로 맞춤 지능형 경험 향상

- 무선네트워크 요구사항은 다음과 같다.

구분	요구사항	내용
W1	광대역	이용자당 DL : 100Mbps 이상, UL : 20Mbps 이상 순간 임계치 DL : 1Gbps (AI Agent를 서비스 지연 없이 받기 위한 요구사항)
W2	초연결성	평방 킬로미터 당 수십만개의 UE 수용
W3	고신뢰성	99.999%의 패킷 전송 성공률 제공
W4	저지연	네트워크 delay는 수ms 이하 필요
W5	이동성	500km 정도의 이동속도에서도 연속성 보장 필요

- 네트워크 요구사항은 다음과 같다.

구분	요구사항	내용
N1	광대역	수백 Giga의 광대역폭 제공
N2	초연결성	이종망간 seamless한 연결성 제공
N3	고신뢰성	99.999%의 서비스 가용성 제공
N4	저지연	단말과 서비스 서버간 100ms 이하 round-trip 서비스 지연 (NW RTT는 10ms 이하)

- 스마트 키오스크 서비스의 경우 기존 고정형 키오스크와 달리, 사용자의 디바이스를 사용한 키오스크 서비스로서 사용자 환경과 간단한 query를 통해 사용자에게 맞춤형 정보를 제공하는 서비스이다. 한정된 공간에 다수의 사용자에게 서비스가 필요한 특성이 있으며 실시간으로 음성 및 AR, VR, MR 등을 통해 사용자 정보 제공을 진행한다. 서비스 요구사항은 다음과 같다.

구분	요구사항	내용
U1	서비스 연속성	모바일 정보와 키오스크의 서비스 연동 경험
U2	서비스 실감	홀로그램, MR 등을 통한 실감형 미디어 인터페이스
U3	Natural UX	음성 기반 UX, 영상 / 제스처 인식을 통한 UX
U4	서비스 지능 진화	사용자의 사용 기반으로 맞춤 지능형 경험 향상

- 무선네트워크 요구사항은 다음과 같다.

구분	요구사항	내용
W1	광대역	단말당 DL : 200Mbps 이상, UL : 50Mbps 이상
W2	초연결성	평방 킬로미터 당 만개의 단말 가정
W3	고신뢰성	99.999%의 패킷 전송 성공률 제공
W4	저지연	네트워크단 delay는 수ms 이하 필요
W5	이동성	500km 정도의 이동속도에서도 연속성 보장 필요 (기차 등 탑재시)

- 네트워크 요구사항은 다음과 같다.

구분	요구사항	내용
N1	광대역	수백 Giga의 광대역폭 제공
N2	초연결성	이종망간 seamless한 연결성 제공
N3	고신뢰성	99.999%의 서비스 가용성 제공
N4	저지연	단말과 서비스 서버간 100ms 이하 round-trip 서비스 지연 (NW RTT는 10ms 이하)

- 소셜로봇 서비스의 경우 인간의 규범, 윤리, 가치를 이해하여 감성, 이성적으로 교감할 수 있는 로봇으로 대화 상대방의 사회적 관계와 환경을 이해하고 이에 적절한 반응과 용역을 제공하는 서비스이다. 여기에는 교육, 엔터테인먼트, 케어, 안내, 동반자 로봇 등이 포함되며, 상황 인지를 위한 데이터 수집, 상황 인지 및 즉각적인 반응을 필요로 한다. 이에 따른 서비스 요구사항은 다음과 같다.

구분	요구사항	내용
U1	서비스 연속성	언제 어디서나 동일한 비서 서비스 경험
U2	서비스 실감	홀로그램, MR 등을 통한 실감형 미디어 인터페이스
U3	Natural UX	음성 기반 UX, 영상 / 제스처 인식을 통한 UX
U4	감성형 Interface	사용자의 감성을 인지하고, 감성에 맞는 서비스 반응

- 무선 네트워크 요구사항은 다음과 같다.

구분	요구사항	내용
W1	광대역	이용자당 DL : 50Mbps 이상, UL : 50Mbps 이상
W2	초연결성	평방 킬로미터 당 수만개의 UE 수용
W3	고신뢰성	99.999%의 패킷 전송 성공률 제공
W4	저지연	네트워크 delay는 수ms 이하 필요
W5	이동성	200km 정도의 이동속도에서도 연속성 보장 필요

- 네트워크 요구사항은 다음과 같다.

구분	요구사항	내용
N1	광대역	수백 Giga의 광대역폭 제공
N2	초연결성	이종망간 seamless한 연결성 제공
N3	고신뢰성	99.999%의 서비스 가용성 제공
N4	저지연	단말과 서비스 서버간 100ms 이하 round-trip 서비스 지연 (NW RTT는 10ms 이하)

- 실시간 다국어 번역 가상 회의 서비스의 경우 가상회의를 통해 지식과 기술을 공유하는 서비스로서, 기존의 음성, 화상 및 자료 공유 이외에 VR 등의 활용으로 실체감을 높이는 진화를 진행하고 있다. 서비스 측면의 요구 사항은 다음과 같다.

구분	요구사항	내용
U1	서비스 연속성	언제 어디서나 동일한 비서 서비스 경험
U2	서비스 실감	홀로그램, MR 등을 통한 실감형 미디어 인터페이스
U3	Natural UX	음성 기반 UX, 영상 / 제스처 인식을 통한 UX
U4	사용자 맞춤형 자동 통/번역	사용자의 환경에 맞춰서 자동으로 언어 인지하고, 맞춤형 제고

- 무선 네트워크 요구사항은 다음과 같다.

구분	요구사항	내용
W1	광대역	이용자당 DL : 100Mbps 이상, UL : 100Mbps 이상 (VR 화상통화를 위한 양방향 영상 전송)
W2	초연결성	평방 킬로미터 당 수십만개의 UE 수용
W3	고신뢰성	99.999%의 패킷 전송 성공률 제공
W4	저지연	네트워크 delay는 수ms 이하 필요
W5	이동성	500km 정도의 이동속도에서도 연속성 보장 필요

- 네트워크 요구사항은 다음과 같다.

구분	요구사항	내용
N1	광대역	수백 Giga의 광대역폭 제공
N2	초연결성	이종망간 seamless한 연결성 제공
N3	고신뢰성	99.999%의 서비스 가용성 제공
N4	저지연	단말과 서비스 서버간 100ms 이하 round-trip 서비스 지연 (NW RTT는 10ms 이하)

- Smart health care 서비스의 경우 생체신호, 건강 컨텐츠 데이터를 기반으로 신체 질환 케어 뿐 아니라 인지능력 및 정신 건강 상태를 케어하는 서비스를 의미한다. 주기적인 측정과 훈련을 통해 사용자의 운동, 식사 등을 포함한 건강한 생활을 권고한다. 서비스를 위해 사용자 경험 기반 실시간 정보 수집과 빅 데이터 분석 기술 그리고 미디어를 활용한 사용자 교감이 필요하다. 서비스 요구사항은 다음과 같다.

구분	요구사항	내용
U1	서비스 연속성	언제 어디서나 동일한 Health Care 비서 서비스 경험
U2	서비스 실감	원격 상담/진료/교육을 위한 홀로그램, MR 등
U3	Natural UX	Health Device 사용을 위한 UX
U4	서비스 지능 진화	사용자의 사용 기반으로 맞춤형 지능 향상

- 무선 네트워크 요구사항은 다음과 같다.

구분	요구사항	내용
W1	광대역	이용자당 DL : 100Mbps 이상, UL : 100Mbps 이상 (VR, 홀로그램 원격진료를 위한 양방향 영상 전송)
W2	초연결성	평방 킬로미터 당 수만개의 UE 수용
W3	고신뢰성	99.999%의 패킷 전송 성공률 제공
W4	저지연	네트워크 delay는 수ms 이하 필요
W5	이동성	500km 정도의 이동속도에서도 연속성 보장 필요

- 네트워크 요구사항은 다음과 같다.

구분	요구사항	내용
N1	광대역	수백 Giga의 광대역폭 제공
N2	초연결성	이종망간 seamless한 연결성 제공
N3	고신뢰성	99.999%의 서비스 가용성 제공
N4	저지연	단말과 서비스 서버간 100ms 이하 round-trip 서비스 지연 (NW RTT는 10ms 이하)

■ AR/VR

- 실감형 방송 서비스의 경우 기존 방송에 비해 고품질의 다시점 방송을 지향하여 방송 콘텐츠의 기획, 촬영, 편집 단계에서부터 사용자 개인화를 추구하고 있으며, 송출, 배포 시점에 서비스 방식(지상파, 인터넷 실시간, 주문형, 삽입형 등)에 따라 적합한 방식으로 서비스되며 서비스 방식에 따라 실시간성 혹은 상호작용성이 중요한 위치를 차지한다. 고품질의 경우 90Hz 양안 방식의 경우 30Hz UHD 방송의 6배 정도의 데이터 전송량이 발생하고, 실시간성을 위해서는 가급적 90Hz의 갱신율을 필요로 한다. 상호작용성을 위해서는 시각 정보의 경우 10 ms 내외, 촉각의 경우 1ms 이내의 지연 시간을 필요로 한다.
- 실감 미디어 서비스를 안정적으로 제공하기 위해 1Km² 당 약 3.09Tbps의 데이터 전송량이 필요한 것으로 분석되었다. 성동구 행당2동의 경우 1Km² 당 5만8천명이 거주하고 있으며 (2010년 기준), 아파트 밀집지역인 잠실동의 경우 4만 9천명, 인근 상업지역의 경우 유동 인구까지 고려하면 6만명을 초과한다. 월드컵과 같은 국가적 이벤트에서 78%까지 서비스 이용자가 발생하는 점을 고려하여 약 60%이상의 서비스 이용률을 가정한다. 이 경우 2K 수준의 실감영상 전송을 위해 690Gbps 용량이 필요하며 90Mps 급 4K 양안영상의 전송을 위해서는 3Tbps가 필요하다.
- 대용량 저지연 방송영상 (인터넷 방송 등의 interactive 방송 등)의 경우에는 저지연 특성이 매우 중요하며, 특히 실시간 방송 업로더에게 충분한 상향 데이터 전송 속도를 보장하여야 한다.
- AR/VR 서비스 군 내에서도 실감형 방송 서비스, 대용량 저지연 방송영상 서비스 등이 각각의 서비스 별로 네트워크에 요구되는 특성이 다르며, 서비스 만족도 보장을 위해 별도의 가상 네트워크 구축이 필요하다. 저지연과 대용량 정보 전송이 서비스의 종류에 따라 다른 특성을 가지면서 지원되어야 하기 때문에 제어 신호와 영상 정보의 분리와 기지국을 거쳐 단말기까지 최소화된 경로로 분산 전달될 수 있도록 동적 경로 제어가 필요하다. 또한 맥내 개인화된 셀의 구성과 단말간 직접 통신을 통해 망의 부담을 경감하는 방안을 강구할 필요가 있다.
- 서비스 측면에서의 요구사항은 다음과 같다.

구분	요구사항	내용
U1	다중감각	시각/청각/촉각 등 멀티모달 정보
U2	상호작용	수동적 상호작용 ⇒ 콘텐츠의 직접 조작
U3	자유시점	제한적 자유 시점 ⇒ 완전 자유 시점
U4	영상품질	이미지 : 3840x2160@90Hz, 사운드 : 48kHz ⇒ 45Mbps (압축시)
U5	다중접속	수천만 ~ 수억 단위 사용자의 동시 접속
U6	초저지연	Motion to photon latency* : 250Mbps 이상의 대역폭에서 7~15ms Motion to sound latency** : 20ms 미만

○ 무선 네트워크 요구사항은 다음과 같다.

구분	요구사항	내용
W1	Ultra High Speed	100Mbps 평균 체감 속도 보장 사전/사후 데이터 전송 시 1Gbps 수준의 순간 속도 보장 DL 중심이며, 개인방송은 connection 당 45Mbps 이상의 UL 요구
W2	Massive Connection	1km2 당 6만대 이상 단말 서비스 가능 - 지역별 가구수 기준 전세계 동시 100억대 이상 단말 구별 가능
W3	High Reliability	가혹 환경에서도 99.9% 이상의 서비스 가용성 10,000회 연속 전송 중 1패킷 손실 수준 보장
W4	Low Latency	가급적 1~5ms 이하 (90Hz 이상의 영상 품질을 위해 10ms 이하) (실시간 상호작용성을 위해서는 1ms 이하)
W5	High Mobility	시속 500km의 속도에서도 끊김 없는 방송 시청 가능

○ 네트워크 요구사항은 다음과 같다.

구분	요구사항	내용
N1	Ultra High Speed	연결 그룹 당 45~150 Mbps 수준의 지속적 QoS 보장 데이터 전송 시 10Gbps 수준의 순간 속도 보장
N2	High Reliability	1,000,000회 연속 전송 중 1패킷 손실 수준 보장

○ 지능형 정보 전달/가이드 서비스의 경우 GPS기반 위치 정보 뿐 아니라 영상기반 정보를 포함한 환경 정보를 활용한 위치 서비스와 검색, 광고 데이터를 활용하여 사용자에게 가상 정보를 스마트 디바이스 혹은 스마트 글라스 등을 통해 제공하는 서비스이다. 스마트 글라스의 사용 시 카메라 이동에 따른 빠른 정합 기술의 적용이 필수적으로, 많은 데이터 양을 실시간 전송하는 기술이 필요하다. 서비스 요구사항은 다음과 같다.

구분	요구사항	내용
U1	다중감각	시각/청각/촉각 등 멀티모달 정보
U2	상호작용	수동적 상호작용 ⇒ 콘텐츠의 직접 조작
U3	영상품질	이미지 : 2048x1080@90Hz, 사운드 : 48kHz ⇒ 30Mbps (압축시)
U4	초저지연	약 100Hz 이상의 HMD 서비스 기준에서의 RTT(Round Trip Time) : ≤10ms

○ 무선네트워크 요구사항은 다음과 같다.

구분	요구사항	내용
W1	Ultra High Speed	30Mbps DL 속도 보장, 90Mbps 이상의 UL 속도 보장 (정합을 위한 9k 수준의 영상 전송) 초기 데이터 전송 시 400~500Mbps 수준의 순간 속도 보장 (3차원 Point Cloud 및 Mesh 기반 데이터 전송량)
W2	Massive Connection	1km ² 당 수백대 수준의 이상 단말 서비스 가능
W3	High Reliability	가혹 환경에서도 99.9% 이상의 서비스 가용성 10,000회 연속 전송 중 1패킷 손실 수준 보장
W4	Ultra Low Latency	실시간 상호작용성을 위해서는 1ms 이하
W5	High Mobility	시속 450km의 속도에서도 서비스 가능

○ 네트워크 요구사항은 다음과 같다.

구분	요구사항	내용
N1	Ultra High Speed	연결 그룹 당 45~150 Mbps 수준의 지속적 QoS 보장 데이터 전송 시 10Gbps 수준의 순간 속도 보장
N2	High Reliability	1,000,000회 연속 전송 중 1패킷 손실 수준 보장
N3	Ultra Low Latency	2ms 이하 (Tactile Interaction 이 가능한 수준의 지연)

○ 헬스케어 서비스의 경우 재활, 정신신경치료, 건강관리 및 가이드 서비스를 포함하며, 사용자 행위의 모니터링 및 이를 바탕으로 최적의 몰입형 가이드를 제공하는 서비스로 구성된다. 서비스 요구사항은 다음과 같다.

구분	요구사항	내용
U1	다중감각	시각/청각/촉각 등 멀티모달 정보
U2	상호작용	콘텐츠의 직접 조작기반 능동적 상호작용
U3	영상품질	이미지 : 3840x2160@90Hz, 사운드 : 48kHz ⇒ 45Mbps (압축시) 원격 검진을 위한 8K 3D영상 : UL 및 DL 각각 300Mbps
U4	실시간성	사용자 행위의 수 ms 이내 공유

○ 무선 네트워크 요구사항은 다음과 같다.

구분	요구사항	내용
W1	Ultra High Speed	45Mbps 사전/사후 데이터 전송 시 100Mbps 수준의 순간 속도 보장
W2	High Reliability	가혹 환경에서도 99.9% 이상의 서비스 가용성 10,000회 연속 전송 중 1패킷 손실 수준 보장
W3	Ultra Low Latency	실시간 상호작용성을 위해서는 1ms 이하

○ 네트워크 요구사항은 다음과 같다

구분	요구사항	내용
N1	Ultra High Speed	연결 그룹 당 45~150 Mbps 수준의 지속적 QoS 보장 데이터 전송 시 1Gbps 수준의 순간 속도 보장
N2	High Reliability	1,000,000회 연속 전송 중 1패킷 손실 수준 보장
N3	Ultra Low Latency	1ms 이하 (고품질 Tactile Interaction 이 가능한 수준의 지연)

○ 교육훈련 서비스의 경우 AR/VR을 적용하여 몰입도 높은 교육 서비스를 제공한다. 서비스 요구사항은 다음과 같다.

구분	요구사항	내용
U1	다중감각	시각/청각/촉각 등 멀티모달 정보
U2	상호작용	수동적 상호작용 ⇒ 콘텐츠의 직접 조작
U3	영상품질	이미지 : 3840x2160@90Hz, 사운드 : 48kHz ⇒ 45Mbps (압축시)
U4	초저지연	약 100Hz 이상의 HMD 서비스 기준에서의 RTT(Round Trip Time) : ≤10ms (디스플레이-(4ms)-단말기-(1ms)-기지국-(≤1ms)-라우터-(1ms)-방송서버(3ms))
U5	사용자 콘텐츠	사용자가 저작/캡춰한 교육용 콘텐츠의 실시간 서비스

○ 무선 네트워크 요구 사항은 다음과 같다.

구분	요구사항	내용
W1	Ultra High Speed	50Mbps 이상의 UL 속도 보장 사전/사후 데이터 전송 시 500Mbps 수준의 순간 속도 보장
W2	Massive Connection	1km2 당 6만대 이상 단말 서비스 가능 전세계 동시 100억대 이상 단말 구별 가능
W3	High Reliability	가혹 환경에서도 99.9% 이상의 서비스 가용성 10,000회 연속 전송 중 1패킷 손실 수준 보장
W4	Ultra Low Latency	실시간 상호작용성을 위해서는 2ms 이하
W5	High Mobility	시속 450km의 속도에서도 끊김 없는 콘텐츠 공유 가능

○ 네트워크 요구사항은 다음과 같다.

구분	요구사항	내용
N1	Ultra High Speed	연결 그룹 당 45~150 Mbps 수준의 지속적 QoS 보장 데이터 전송 시 5Gbps 수준의 순간 속도 보장
N2	High Reliability	1,000,000회 연속 전송 중 1패킷 손실 수준 보장
N3	Ultra Low Latency	2ms 이하 (Tactile Interaction 이 가능한 수준의 지연)

■ 재난

- 재난관리 측면에서는 극한 환경에서의 로봇/드론 적용, 웨어러블 기기를 포함한 다양한 센서를 활용한 모니터링, 정확한 위치 측정에 기반 한 대상물 추적 등의 산업이 급성장 중이며, 빅데이터 분석과 인공지능의 활용을 통해 효과적인 재난 예방 및 대응을 추진하고 있다. CCTV의 광범위한 적용은 자연재난과 인적재난의 예방과 조기 대응에 적극 활용되고 있는 추세이다 특히 지능형 영상 분석 기술과의 결합을 통해 최근 증가하고 있는 테러에도 그 중요성이 증대되고 있다. 전세계적으로 재난 안전 통신망의 구축에 LTE 기술 적용을 확대하고 있으며, 공공 데이터의 지속적인 개발과 활용을 통해 서비스의 부가 가치를 확대하고 있다. 이밖에 실시간 교통체계와의 연계를 통한 빠른 출동 등 사회 전반적인 인프라의 구축을 통해 재난에 대한 대응성을 높이는 추세이다.
- 홍수재난 관리 서비스의 경우 다양한 센서와 영상정보의 수집하고 GIS와의 연동을 통한 분석을 거쳐 조기에 경보와 대피에 대한 정보를 제공하는 것이 중요하다. GIS와 연동되는

영상 정보는 고용량, 고해상도 특성을 가진다. 또한 지역별 거주자에게 대피 경로 등의 정보를 알기 쉽게 전송하기 위해 사용자의 위치 파악, 신뢰성 있는 데이터 전송 및 멀티 미디어 데이터 전송이 필요하며, 위급 상황에서의 사용자 몰림 현상에 효과적으로 대응할 수 있어야 한다. 사용자에게 대한 연결성 확보 및 사용자 몰림 현상에 대응하기 위해 WiFi 등 다양한 기술의 혼합된 적용이 필요하다. 서비스 요구사항은 다음과 같다.

구분	요구사항	내용
관리자	관리 용이성	홍수여부를 감지하기 위한 다수 센서의 고장 및 오작동으로 인한 교체 등에 필요한 관리 용이성 제공 요구
	호환성	센서 교체 시 제조사를 포함한 특성 변경에도 자동으로 인식 및 사용이 가능한 plug and play type 지원
	duty cycle 제어	센서 수명, 전력 사용 등 효율적인 운용관리를 위해 시기별 적절한 duty cycle 제어
서비스 사용자	운전자	운전자의 GPS 정보를 기반으로 한 우회경로 안내
	위험지역 인근 시민	위치별 위험정도에 따른 대피장소 안내 또는 대응매뉴얼 제시

구분	요구사항	내용
센서-기지국	다수 센서의 연결성 보장	Km2당 약 백만개 이상 센서의 지속적인 연결 보장이 가능해야 함.
센서-기지국-관리자	센서정보의 자동 송수신 역할	고장발생, 교체요구에 필요한 센서 정보를 수신하여 관리자에게 자동전송 기지국을 통한 센서 duty cycle 제어정보의 주기적 송신기능
기지국의 자체서버	사용자위치의 실시간 변화 대응	기지국의 자체서버에서 GPS 정보를 기반으로 인접한 차량들을 grouping하여 실시간으로 우회경로 안내

요구사항	내용
Massive IoT 지원	Core network에서의 massive IoT 지원

- 이동통신 인프라가 붕괴된 지진재난 현장에서의 스마트 구조 서비스의 경우, 차량 실장 및 휴대가 가능하며 근처 이동셀 들과 직접 통신이 가능한 소형 이동 기지국을 통한 통신망 긴급 확보가 필요하다. 최근에는 드론 등의 UAV 장비 활용이 고려되고 있다. UAV는 통신망의 확보 뿐 아니라 영상 획득, 센서를 활용한 부가 정보의 수집 등을 동시에 수행할 수 있다. 서비스 요구사항은 다음과 같다.

구분	요구사항	내용
UAV	UAV 편대 제어	UAV 편대의 군집비행 자동제어가 가능해야 함. 편대간 구역분할로 최적화된 탐색이 가능해야 함.
	UAV의 자체 영상분석 및 전송기능	구조를 필요로 하는 인원의 탐색 등이 가능한 자체 영상분석 및 전송 기능이 UAV에 탑재되어야 함.
구조로봇	위험요소 감지 기능	지진현장에서 발생할 수 있는 위험요소 감지가 가능해야 함.
UAV, 구조로봇	UAV와 구조로봇의 무선전력수신 장치	구조 활동이 장기화 되는 경우 요구되는 전력사용 제한문제를 개선하기 위한 무선전력수신 기능이 적용되어야 함.
UAV, 구조로봇, 구조대원	UAV, 구조로봇, 대원간 실시간 정보 공유	UAV에서 판단한 매몰자 등의 위치파악 시 구조로봇/대원에게 관련정보를 실시간 공유

구분	요구사항	내용
이동셀	이동셀의 자체서버	직접적인 스마트 구조 서비스 지원을 위한 자체서버 필요
	Realtime-SON 기능	이동셀의 배치 및 이후의 이동시에도 실시간으로 네트워크 환경을 자동설정, 최적화할 수 있는 기능
이동셀 -> UE	무선전력전송 기능	UAV, 구조로봇의 장기화된 스마트 구조 서비스를 위해 무선전력전송 기술 중 마이크로웨이브 방식의 지원
이동셀<->이동셀	이동셀간의 Multi-hop 중계기능	직접적인 core network와의 link 설정이 불가능한 경우 multi-hop으로 중계가 가능해야 함.
이동셀<->UE 이동셀<->이동셀	Group H/O	UAV, 구조로봇 및 구조대원의 단말들이 연결된 이동셀의 변경 시 group handover를 지원해야 함.
	간섭제어	Access link, Sidehaul link, Backhaul link의 간섭제어 기술 적용이 필요

구분	요구사항	내용
이동셀 <-> core network	wireless backhaul link 지원	이동셀 기지국과 코어망은 무선으로 링크연결이 가능해야 함.
	기지국의 이동성 지원	Backhaul link 연결 이후 현장상황 변화에 따른 이동셀의 이동시에도 link 연결 보장을 통한 통신 인프라의 이용이 가능해야 함.
Core network	자동보호절체기능	이동통신 인프라의 일부가 붕괴된 경우에도 자동보호절체를 통해 기능 및 성능보장이 가능해야 함.

- 고층건물 스마트 소방 서비스의 경우 고층 건물의 화재를 조기에 발견하고 건물 내 입주민의 신속한 대피 등 신속 조치를 지원하며, 화재 상황(가스, 온습도 등), 소방관의 생체신호(맥박, 호흡 등)의 감지 및 화재 건물의 구조 등을 바탕으로 소방관에게 위치에 기반한 적절한 정보를 제공하여 효과적인 화재 진압을 지원하는 서비스이다. 센서의 적절한 배치를 지원하고 신뢰성 있는 통신을 지원할 수 있어야 하며 관련 장비는 소방관이 착용하기에 적절한 수준으로 무게를 줄여야 하며, 사용하기 쉽도록 멀티미디어를 지원하여야 하며

배터리 사용 시간에 제약을 받지 않아야 한다. 상황 관제실에서는 건물 내 센서와 카메라 등을 통해 화재 상황을 정확히 파악할 수 있어야 하며, 소방관, 의료기관 등과의 원활한 통신을 통해 상황 제어를 수행하여야 한다. 건물 붕괴, 통신 두절 등의 상황에 대응이 가능하여야 한다. 서비스 요구사항은 다음과 같다.

구분	요구사항	내용
구조대원	수집정보 전송기능	화재상황정보, 유해가스 발생상황, 적외선 감지 정보 등을 기지국으로 전송 가능해야 함.
	멀티미디어 정보수신기능	스마트 헬멧의 display 장치를 통해 화재진압 및 조난자 구조에 필요한 대용량 멀티미디어 정보의 실시간 수신이 가능해야 함.
	안전보장	구조대원의 안전보장을 위한 vital sign factor의 파악이 가능해야 함.
	전용단말의 상용통신기능 지원	PS-LTE 전용단말이 제한된 목적으로 5G 이동통신용 주파수를 활용할 수 있도록 multi-band 지원이 가능해야 함.
	통신연속성 보장	지휘본부, 구조대원간 통신 시 통신음영지역이 존재하지 않는 환경 보장
조난자	제어신호의 응답기능	구조대원으로부터 발생하는 미파악된 조난자 탐색 제어신호의 응답기능
	FeD2D 기능	용이한 구조 환경 제공을 위한 FeD2D 서비스 지원
지휘본부	구조대원 위치파악	구조대원으로부터 수집된 정보를 분석 및 위치에 기반한 정보제공을 위한 구조대원의 위치파악 필요
	구조대원과의 정보송수신	인명구조와 화재진압에 필요한 최적화된 정보를 송수신하기 위한 플랫폼 및 통신 지원

요구사항	내용
Bandwidth	제시하는 시나리오에서 하나의 gNB가 traffic 처리를 수용해야 하는 경우 약 5.58GHz의 대역폭이 요구됨.
gNB간의 I/F	화재현장에 인접한 다수 gNB의 cooperative ANT tilting에 필요한 인터페이스
coherence time 이내의 channel estimation	3D beamforming을 통한 MU-MIMO 지원에 요구되는 coherence time 이내의 channel estimation 기법
Multi-RAT	구조대원의 하이브리드 측위 및 전용단말의 multi-band 지원에 요구되는 Multi-RAT 기술
MEC	대용량 멀티미디어의 실시간 지원, 구조대원 측위에 기반한 정보제공의 유효성 보장, 구조대원 vital sign의 실시간 분석에 요구되는 xxx msec 이내의 end to end delay 만족을 위한 MEC 기술 적용
Multi-hop relay	고층건축물의 화재로 인해 통신 음영지역이 발생하는 경우에도 소방대원간의 멀티홉 중계로 기지국과의 통신 연속성을 보장해야 함.
스마트 헬멧의 G/W	gNB로의 vital sign 센싱 정보 전송을 위한 Gateway 필요

요구사항	내용
Core network의 gNB 제어	gNB간의 협력/분산처리 및 우선순위 할당에 필요한 제어 기능
Hybrid network 지원	재난전용망과 상용망을 혼용한 최적화된 망 솔루션 제시에 필요한 hybrid network 형태의 망 구성

- 공공인프라 재난에서의 상황인지 기반 안전보장 서비스의 경우 철도, 자동차, 배, 비행기 등의 사고를 최소화하고 사고 발생 시 피해를 최소화하기 위한 서비스로서, 사고 위치 및 승객의 위치를 정확히 파악하여 경보와 대피 경로 안내를 수행하고 사고 수습 인원의 통신을 지원하여 상황 공유 및 관련 기관 간 체계적인 구조, 수습 활동을 지원한다. 서비스 요구사항은 다음과 같다.

요구사항	내용
범용단말 지원	전용단말이 아닌 범용의 mobile device 지원이 가능해야 함.
WUS 수신가능	이동통신망을 이용하는 단말은 필수적으로 WUS의 수신이 가능하도록 구성
WUS 수신 후 자동 상태변경	재난안전정보 수신을 위한 application 활성화 안전정보 수신에 최우선순위 할당
기지국의 요구정보 전송	사용자 공간을 구분하기 위해 필요한 채널정보 전송 안전정보의 정확도와 효과적인 전송을 위해 필요한 영상정보 전송
scalability 보장	단말의 성능과 채널상태에 따라 송수신하는 안전정보의 scalability를 보장

구분	요구사항	내용
eNB->UE	3D Beamforming	공간 domain을 구분하여 특정 구역의 단말들을 대상으로 에너지를 집중
eNB->UE	WUS의 broadcast 전송	신속한 동시전송을 위해 WUS를 broadcast 방식으로 전송
eNB<->UE	면적당 최대 처리요구량	탑승객 이용면적 17.9m X 2.75m X 10량 X 2편 = 984.5m2 4,320명 X 2편 ÷ 984.5m2 = 8.78명/m2 제공미터 당 (8.78명 X traffic)에 대한 처리 필요
eNB<->UE	단말의 grouping 기능	IGMP 적용을 통한 단말의 구역별 grouping 기능 지원
eNB	Coherence time 이내의 채널정보 분석	수신된 CQI 정보를 coherence time내에 처리하여 사용자의 구역을 구분 후 전송
eNB	eNB의 캐시서버	수신되는 영상정보의 metadata를 분석하여 3D mapping

요구사항	내용
캐시서버 업데이트	메인서버에서 캐시서버로 push type으로의 업데이트 지원
Security 보장	외부망과의 연동으로 인한 보안위해요소 차단
SDN, NFV에 기반한 flexibility 보장	목적별 DU 배치 위치의 유연성 보장

■ 스마트시티/스마트팩토리

○ 스마트 교통정보 서비스의 경우 공유, 연계, 통합을 포함한 지능형 교통체계 서비스이다. 스마트시티 측면에서는 IoT, open data, big data, embedded networking, Cloud computing, service-oriented architecture, GIS 등과의 연계를 포함한다. 도로의 굴곡 등에 의해 앞 차가 시야에 없는 경우에도 앞 차의 상황을 영상을 통해 공유하는 서비스가 대표적이다. 서비스 요구사항은 다음과 같다.

구분	요구사항	내용
U1	영상획득	자율주행차량에서 획득된 영상 및 LiDAR 데이터 전송 블랙박스 영상에서 획득된 영상 데이터 전송 사각지대, 교차로 감시를 위한 고정형 CCTV 활용
U2	상황인지	전송된 영상으로부터 LDM ¹⁾ 에 반영할 도로상태, 기상 등 일시적 동적 데이터 및 사고와 같은 순간 동적 데이터 추출
U3	영상공유	LDM 단계를 거치지 않고 사각지대, 교차로 등의 상황을 접근 차량에 전송
U4	상황전파	상황인지를 통해 수집된 돌발상황, 교통상황등의 정보를 차량에 전송하거나, 차량의 상태정보 등을 인프라를 통해 전송 DSRC ²⁾ 나 WAVE ³⁾ 프로토콜을 사용할 수 없는 경우에 대한 지원
U5	ADAS 기능 보완	접근하는 위치에서 획득된 영상을 전송받아 HUD 등을 통해 표출하거나 ADAS에 활용

구분	요구사항	내용
W1	최대전송속도	Full HD급 이상의 동영상 전송 : 5.5Mbyte/sec
W2	이용체감전송속도	해당사항 없음
W3	주파수효율성	해당사항 없음
W4	고속 이동성	100km/h 이상의 속도에서 접속 유지 : 고속국도 및 도시고속도로 주행 중 서비스 가능
W5	전송 지연	실시간이 가능한 낮은 전송지연 : 영상획득에서 상황전파까지 1초 내에 이루어지기 위해서는 상황인지에 필요한 컴퓨팅 시간을 고려할 때 10msec 이내의 전송지연 필요 실시간 영상 전송 : 영상획득에서 영상공유로 직접 연결되는 경우 차량으로 전송되는 영상으로 전방 상황 판단이 되어야 하므로 매우 낮은 전송지연 요청
W6	최대기기 연결수	도로 상에 운행 중인 자율주행차량 및 블랙박스 장착 차량 : 서울시의 경우 75.8천대 접속 ⁴⁾ => 200대/km ² 이상의 밀도 예상
W7	에너지 효율성	해당사항 없음
W8	면적당 처리용량	해당사항 없음

1) LDM : Local Dynamic Map
 2) DSRC : Dedicated Short Range Communication
 3) WAVE : Wireless Access for Vehicle Environment

구분	요구사항	내용
N1	로컬 처리	중앙 서버를 경유하지 않고 가능한 기지국 단위에서 상황획득과 공유 필요

- 영상기반 스마트도시 모니터링 서비스의 경우 도시에 산재한 CCTV 등을 활용한 통합 관제 서비스에서 출발하여 차량용 블랙박스를 활용한 현장에 가까운 시점에서의 영상을 부가적으로 추가한 통합 관제 서비스이다. 각 블랙박스는 공간과 시간에 대한 tagging을 포함하고 있어 도시 전체적인 영상 정보를 구축 활용할 수 있다. 서비스 요구사항은 다음과 같다.

구분	요구사항	내용
U1	대용량 데이터	HD급 이상의 동영상
U2	geo-tagging	동영상의 각 프레임에 좌표가 부여되어 있어야 함.
U3	time-tagging	동영상의 각 프레임에 시간이 부여되어 있어야 함.
U4	영상 Warehouse	CCTV, 블랙박스 등에서 전송된 영상 축적
U5	가상 CCTV	가상의 위치와 방향에서 보일 수 있는 영상을 시계열로 누적하여 가상의 CCTV 동영상을 실시간으로 제작
U6	실시간 이상 탐지	CCTV영상과 가상 CCTV영상을 이용한 실시간 이상 탐지

구분	요구사항	내용
W1	최대전송속도	Full HD급 이상의 동영상 전송 : 5.5Mbyte/sec
W2	이용체감전송속도	해당사항 없음
W3	주파수효율성	해당사항 없음
W4	고속 이동성	100km/h 이상의 속도에서 접속 유지 : 고속국도 및 도시고속도로 주행 중 서비스 가능
W5	전송 지연	실시간이 가능한 낮은 전송지연 : 영상획득에서 상황전파까지 1초 내에 이루어지기 위해서는 상황인지에 필요한 컴퓨팅 시간을 고려할 때 10msec 이내의 전송지연 필요 상황인지가 가능한 낮은 신호대 잡음비로 동영상 화질 유지
W6	최대기기 연결수	도로 상에 운행 중인 자율주행차량 및 블랙박스 장착 차량 : 서울시의 경우 75.8천대 접속 => 200대/km ² 이상의 밀도 예상
W7	에너지 효율성	해당사항 없음
W8	면적당 처리용량	해당사항 없음

구분	요구사항	내용
N1	관제센터 가상화	스마트시티 관제센터로 모든 영상이 집중될 경우 발생할 수 있는 지연현상 방지를 위해 몇 개의 기지국을 묶는 로컬 서버가 가상으로 묶인 관제센터 가상화 필요

- 스마트 환경 서비스의 경우 센서등을 활용하여 실시간으로 미세먼지, 자외선 양, 대기질, 수질, 쓰레기양, 조도 등의 모니터링을 실시하여 대국민 정보 공유를 통해 국민 생활질을 향상시키기 위한 서비스이다. 서비스 요구사항은 다음과 같다.

구분	요구사항	내용
U1	환경센서 소형화	Nox, Sox, 미세먼지 등 MEMS 또는 SoC 기반 환경센서 개발 및 모바일 기기에 탑재
U2	모니터링	모바일 기기에서 수집된 환경센서 정보의 실시간 전달
U3	환경정보 분석	멀티소스 영상 및 환경센서를 이용하여 수집된 정보 분석
U4	환경정보 전파	문제 상황 발생 시 상황정보의 실시간 전파
U5	센서 위치 파악	실내에서 센서의 위치를 3D로 파악하는 기술

구분	요구사항	내용
W1	최대전송속도	해당사항 없음
W2	이용체감전송속도	해당사항 없음
W3	주파수효율성	해당사항 없음
W4	고속 이동성	해당사항 없음
W5	전송 지연	AR과 영상기반 실시간 정밀 실내 포지셔닝을 위한 실시간 영상 전송 실시간이 가능한 낮은 전송지연 : 환경에 문제 상황 발생 시 모든 사용자에게 즉시 경고
W6	최대기기 연결수	다중이용시설에서의 정보 공유 : 환경에 문제 상황 발생 시 모든 사용자에게 동시 경고, 63천명/km ² 이상 ⁵⁾
W7	에너지 효율성	해당사항 없음
W8	면적당 처리용량	해당사항 없음

구분	요구사항	내용
N1	로컬 처리	중앙 서버를 경유하지 않고 가능한 기지국 단위에서 상황획득과 공유 필요

- 스마트 제조 시스템을 활용한 원격진단 및 생산 운영 관리의 스마트 공장 서비스의 경우, 제품의 기획, 설계, 생산, 유통판매 등 전 과정에 IoT, CPS, IoS 등의 ICT 기술을 융합하여 자동화 및 정보화된 가치 사슬을 통해 생산성 향상, 에너지 절감, 인간 중심 작업 환경을 구축하고 최적 비용 및 시간으로 고객맞춤형 제품 생산을 수행할 수 있도록 지원하는 서비스이다. 이를 위해서는 상품 제조 플랫폼으로서 사이버-물리 시스템 구축이 필요하며, 제조 자원, 데이터 관리를 이한 인프라 및 내외부 플랫폼을 연동하는 통합 SW 플랫폼이 필수적이다. 서비스 요구사항은 다음과 같다.

5) 2016년 기준 서울시 동별 인구밀도 최대값 : 노원구 상계5동 63050명/km²

구분	요구사항	내용	
U1	생산설비	수집정보 전송기능	다양한 생산설비들의 통신프로토콜의 인터페이스를 충족시키면서 양방향 정보전송이 가능해야 함.
		위치정보	AGV(Automated Guided Vehicle, 무인운반차량)을 통해 물류 및 자재관리를 할 될 경우 정확한 위치 정보의 실시간 수신이 가능해야 함.
		실시간 보장	생산현장의 설비라인에 대한 고장유무 및 error 정보들이 시급성을 중요하게 생각하므로 real-time이 고려되어야 함.
		산업용 사물인터넷 통신기능지원	제조공정상에서 각각의 표준방식으로 설비들이 제작되므로 이종 네트워크간의 통신기능을 지원해야 함.
U2	작업자	통신연속성 보장	생산설비들로 인해 전파의 간섭이 생길 수 있으므로 신호세기 파악이 가능해야 함.
		제어신호의 응답기능	생산제품의 모델에 따라서 작업일지(업무)가 바뀌므로 제어신호의 응답기능이 지원해야 함.
U3	관리자	D2D 및 위치정보	안전한 작업환경 및 실시간 생산현황 파악을 위한 D2D 및 위치 서비스 지원
		작업자 및 물류의 위치파악	작업자 및 물류(팔레트 등)으로부터 수집된 정보를 분석 및 위치에 기반한 정보제공을 위한 생산현황에 대한 실시간정보가 필요
		생산설비와의 정보송수신	인명구조와 화재진압에 필요한 최적화된 정보를 송수신하기 위한 플랫폼 및 통신 지원

구분	요구사항	내용
W1	최대전송속도	스마트 클래스를 사용하는 작업자들의 UHD급(홀로그램) 이상의 동영상 전송 : 100Mbyte/sec
W2	이용체감전송속도	작업자의 생산설비당 업무 일지 지침에 대한 가상 및 증강현실 서비스를 하기 위한 체감전송속도는 10Gbps
W3	주파수효율성	해당사항 없음
W4	고속 이동성	라인 단위의 생산 로봇 초정밀 모션 제어와 물류의 트래킹 및 운송을 위해서는 100msec 시간 응답이 요구됨.
W5	전송 지연	1msec Latency, 99% 이상 패킷 전송 신뢰성 만족 (BLER 기준), (e.g. Mode Setting에 따라 8 ~ 9150 ms air transmission time 필요)
W6	최대기기 연결수	셀룰러를 기반으로 자동차, 반도체, 금속, 전자 부품 제조 공장에서 생산 공정 자동화 (Process Automation), 생산 라인 상의 단순 조립 자동화 뿐만 아니라 다수의 생산 로봇들의 정밀 Motion Control을 포함한 자동화 시스템 구축이 필요 106 connections/km2
W7	에너지 효율성	공장 단위의 다수의 센서 및 액추에이터를 이용한 생산 공정 모니터링 및 실시간 제어하기 위해서는 센서들이 영구적으로 사용가능해야 함 10 year Battery life
W8	면적당 처리용량	생산라인에 연결된 설비들이 많고 각각의 센서들과 통신을 하기 위해서는 기기들과의 접속이 필요, 1개/m2 (106 connections/km2)

구분	요구사항	내용
N1	Core network의 gNB 제어	gNB간의 협력/분산처리 및 우선순위 할당에 필요한 제어 기능
N2	Hybrid network 지원	레거시 시스템(legacy system, 기존의 낡은 시스템) 사용하는 통신방식, 이중 네트워크간의 혼용한 최적화된 망 솔루션 제시에 필요한 hybrid network 형태의 망 구성
N3	초신뢰성저지연통신(uRLLC, Ultra Reliable and Low Latency Communications) 지원	산업용 제어 서비스는 초저지연성 및 극도의 신뢰성을 요구되므로 설정 값과 실제 값이 일치 여부를 실시간으로 측정하여 조정해주는 제어 시스템(closed control loop)이 보다 정확하고 원활하게 운용될 수 있도록, 높은 데이터 전송률과 저지연

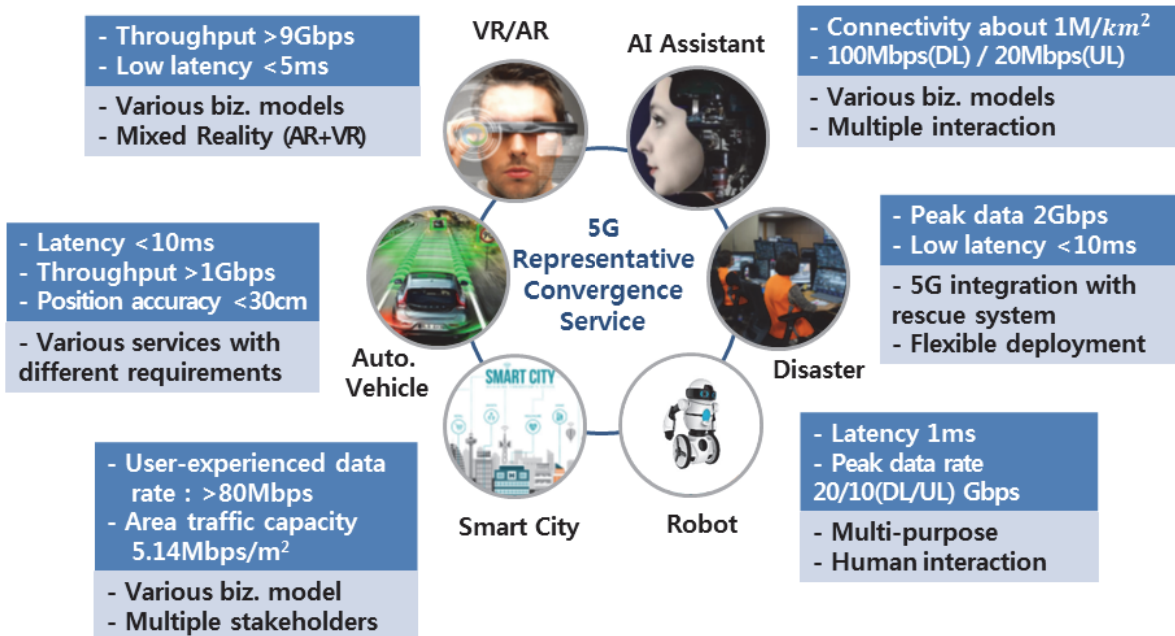
○ 안전한 작업 환경 및 지능형 물류관리의 스마트 공장의 경우, 작업장 안전관리 및 고효율 조달/물류 시스템을 활용한 안전과 효율성 향상 서비스이다. 여기에는 물류와 연동되어 동작하는 로봇을 포함한 공장 자동화 서비스가 포함된다. 무선 네트워크 요구사항은 다음과 같다.

구분	요구사항	내용
W1	최대전송속도	스마트 클래스를 사용하는 작업자들의 UHD급(홀로그램) 이상의 동영상 전송 : 100Mbyte/sec
W2	이용체감전송속도	해당사항 없음
W3	주파수효율성	해당사항 없음
W4	고속 이동성	라인 단위의 생산 로봇 초정밀 모션 제어와 물류의 트래킹 및 운송을 위해서는 100msec 시간 응답이 요구됨.
W5	전송 지연	실시간이 가능한 낮은 전송지연 : 상황획득에서 상황공유 또는 전파까지 1초 내에 이루어지기 위해서는 상황인지에 필요한 컴퓨팅 시간을 고려할 때 0.1m/sec 이내의 전송지연 필요 상황인지가 가능한 낮은 신호대 잡음비로 데이터 유지
W6	최대기기 연결수	생산설비들 및 작업자가 보유한 디바이스 등 : 중소규모의 공장(대략 1000대), 셀용량 : ~100Gbps급 무선용량
W7	에너지 효율성	해당사항 없음
W8	면적당 처리용량	해당사항 없음

구분	요구사항	내용
N1	산업용 클라우드 서비스	클라우드 기반의 서비스형 제조 컨셉의 '5G 클라우드에서 컴퓨팅 작업이 생선사비 단으로부터 클라우드로 이동되는 컨셉으로, 클라우드와 생산라인 간 지연 시간 없이 연결되어야 함.
N2	높은 위치정보	10cm 정도의 정확도를 갖는 작업자와 물류 및 제품간의 위치정보

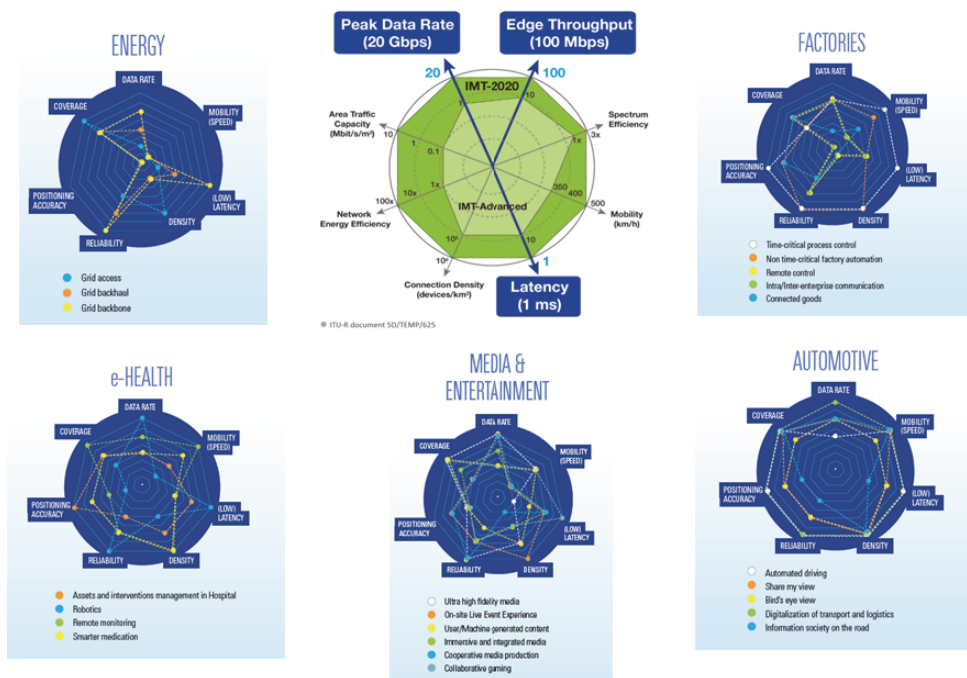
■ 산업 융합 지원을 위한 5G 요구사항

○ 본 과제의 분석을 통해 살펴본 각 산업군의 서비스에서 요구되는 대표적인 요구사항은 다음과 같다.



[그림 1. 산업별 정량적/정성적 5G 요구사항]

○ 각각의 서비스 군에 대해, 그리고 각 서비스 군의 다양한 서비스들에 대해 서로 다른 기술적 능력을 요구하고 있음을 확인할 수 있다. 이런 서비스 요구사항의 상이점은 유럽 5GPPP가 발행한 백서를 통해서도 확인할 수 있으며, 그 내용을 요약하면 다음 그림과 같다.



[그림 2. 5GPPP 산업별 5G 요구사항]

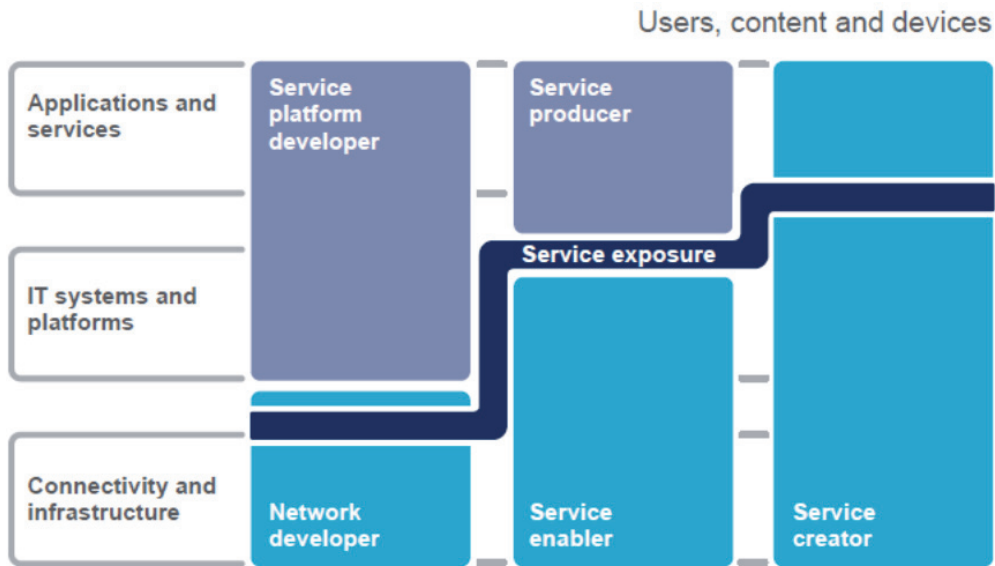
4 정성적 요구 사항 분석

■ 5G 융합 지원을 위한 정성적 요구 사항 분석

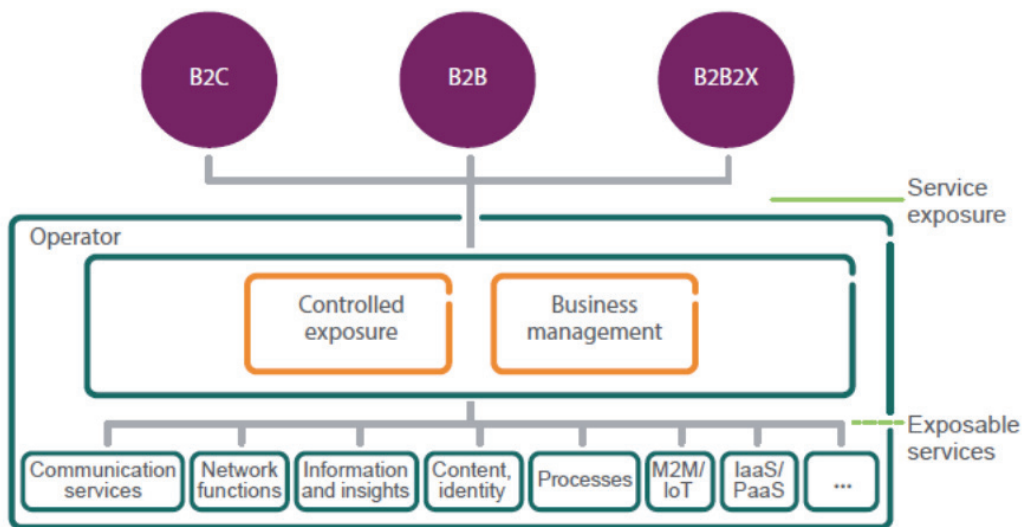
- 본 과제의 분석 과정 중 각 산업군에서 이동통신에 기대하는 사업적 요구사항을 발견할 수 있다. 그 내용은 다음과 같다.
- 시스템 결합성을 통한 사업 연계성 : 이동통신은 지금까지 사람들 사이의 통신을 지원해 왔다. 5G에서 사람들을 위한 통신 뿐 아니라 산업군이 원하는 통신을 지원하면서 가장 두드러진 특징은 시스템 결합성이다. 시스템 결합성이란 각 산업군의 이동통신을 활용한 서비스 시스템과 이동통신 시스템의 밀결합을 통해 각 산업군의 서비스 제공 시스템이 이동통신 시스템을 서비스 제공 시스템의 일부로 활용하여 서비스를 제공할 수 있도록 산업군의 서비스 제공 시스템과 이동통신 시스템 사이의 API (Application Programming Interface) 혹은 기타 방법으로 연결되는 기능을 의미한다. 예를 들면, 재난 산업군에서 고층 소방 시스템의 관제 센터에서는 산재한 센서를 통해 상황을 파악하고 현장의 정보를 소방관, 의료팀 등에 공유한다. 관제 센터의 시스템은 이동통신 시스템의 연결성 서비스, 인증 및 보안 서비스, 사물 인터넷 서비스 등을 활용하여 관제 센터의 서비스를 완성한다. 이를 위해 관제 센터의 시스템과 이동통신 시스템 사이의 서비스 인터페이스가 정의되고 이 인터페이스를 통해 관제센터의 다양한 서비스가 이동통신이 제공하는 서비스를 받을 수 있도록 구성되어야 한다. 이런 시스템 결합성 요구사항은 다양한 산업 군에서 발견되고 있다. 그 중 일부는 빅 데이터 분석과 인공지능 연계 서비스를 위해 이동통신 시스템과 해당 서비스 시스템의 결합성을 요구한다. 본 서비스 시나리오 개발 사업의 서비스 군 중 AI, 로봇 등이 이런 요구 사항을 가지고 있다. 영상 기반 스마트 시티 모니터링 서비스에서는 도시에 산재한 블랙박스의 영상과 장소/시간 tag를 전송 받아 가상의 도시 공간을 합성하면서 이동통신 시스템과 영상 합성 시스템 간의 결합성을 요구한다. 에너지 산업의 경우 에너지 전송 시스템과 통신 서비스는 밀접합되어 운영될 필요가 있으며, 에너지 전송 시스템에 대한 투자가 30년 이상의 주기를 가지고 이루어지기 때문에 이와 연계된 통신 서비스에 대해서도 30년 이상의 주기 동안 고정적이고 안정적인 서비스를 기대한다. 자동차/교통 산업의 경우 자동차 뿐 아니라 도로와 안전 시스템이 함께 생태계를 구성하고 있으며, 통합적인 통신 서비스를 필요로 한다. 또한 국민 안전과 직결된 특성을 가지고 있어 시스템에 대한 공공성과 안정성에 대한 요구가 크다. 공장은 각각의 개별 공장이 생산 제품과 생산 방식 그리고 규모에 따라 천차 만별의 통신 서비스 요구 사항을 가지고 있다. 통신 서비스는 각 공장의 특성에 맞는 서비스를 제공할 필요가 있으며, 글로벌 규모의 물류 지원을 위한 광범위한 영역의 사물 인터넷 서비스부터 공장 자동화까지 다양한 서비스를 요구하는 경우도 있고, 공장의 관리를 위한 운영 시스템에 대한 통신 서비스로 국한되기도 한다. 산업의 다양성은 공통된 통신 서비스 보다는 각 산업에 특화된 통신 서비스를 요구한다. 산업에 특화된 전송속도, 지연시간, 사물인터넷 방식 뿐 아니라 혁신의 속도, 신규 서비스의 적용 시간 및 유연성, 기술 진화의 속도, 통신 서비스와 각 산업의 서비스 시스

템과의 연동 방식, 과금 방식 및 특성, 서비스 제공 방식 등에서 각 산업의 요구사항은 상이하게 나타난다. 시스템 결합성에는 이동통신 사업자의 이동통신 시스템의 활용 범위에 따라 몇 가지 종류가 있다. 그림 3은 이동통신 사업자의 역할에 따른 시스템 결합의 위치를 나타낸다. 사업자의 네트워크 개발자(Network developer)로서의 역할에서는 단순한 연결성과 통신 인프라 서비스를 제공하고 연결된 산업군에서 서비스 플랫폼과 응용 서비스를 담당한다. Service enabler로서의 사업자 역할에서는 연결성과 기본적인 통신 서비스 뿐 아니라 서비스 제공을 위한 IT 서비스와 서비스 플랫폼을 제공한다. Service creator로서의 사업자 역할에서는 연결성, 통신 서비스, IT 서비스와 서비스 플랫폼의 제공 뿐 아니라 응용 서비스까지 이동통신 사업자가 제공하는 경우이다. 이동통신 사업자의 역할에 따른 결합성의 구분에 더하여 이동통신 사업자가 제공하는 서비스의 기능에 따라 결합성을 구분할 수 있다. 그림 4는 이동통신 사업자가 제공할 수 있는 다양한 서비스를 보이고 있다.[11] 그림 5에서와 같이 이동통신 사업자는 연결성, 이동성, 다양한 네트워크 기능, 사용자 식별, 인프라 제공 서비스, 플랫폼 제공 서비스, 과금 등 다양한 서비스들을 산업군과의 서비스 계약을 통해 개별적으로 제공할 수 있다.[11] 각 산업군은 산업군 고유의 사업 방식이 있으며, 이동통신 시스템의 결합성에 있어서도 고유 사업 방식의 지원을 요구할 수 있다. 하지만 다양한 산업의 다양한 서비스를 5G 단일 이동통신 시스템(5G 시스템은 4G인 LTE의 진화된 형태를 포함한다.)으로 지원해야 하는 이동통신 사업자 입장에서는 산업군 마다 서로 다른 서비스 결합성을 제공할 수 없으며, 비용 효율성을 위해 단일화된 서비스 결합성을 제공하여야 한다. 시스템 결합성 이외에 사업 연계성을 위해서는 SLA(Service Level Agreement)와 관련하여 국제적으로 단일화된 시스템이 필요하다. 기존 이동통신 시스템에도 OSS(Operating Support System)와 BSS(Business Support System)를 통해 이동통신 네트워크 내의 다양한 시스템에 대한 운영/관리와 이를 활용한 사업화 시스템의 운용이 이루어져 왔다. 하지만 이제 시스템의 결합성을 통해 타 산업군에서 이동통신 시스템을 타 산업의 서비스 시스템의 일부처럼 활용하게 되고, 이동통신 사업자는 이를 통해 타 산업이 서비스 시스템 운용자로부터 서비스 비용 형태로 사업을 영위하면서 이를 지원하기 위한 시스템이 필요하다. 이 과정에서 몇 가지 중요한 기술적/사업적 진화를 필요로 한다. 첫째로는 타 산업과 이동통신 사업자 간 시스템 결합성을 지원하는 SLA에 대한 표준 작업이 필요하다. 표준이 필요한 이유는 타 산업 서비스 제공자가 이동통신 사업자에 대한 lock-in 없이 자신의 전체 서비스 시스템을 구성할 수 있어야 하며, 복수개의 이동통신 사업자와의 계약을 통해 서비스 시스템을 구성할 수 있는 등 사업의 독립성과 다양성을 지원하기 위한 용도이다. 둘째는 이동통신 사업자 입장에서 SLA의 체결에 따라 해당 타 산업 서비스 제공자를 위한 특화 시스템을 재구성하여 서비스를 제공해야 하는데, 이때 표준화된 SLA에 의해 일관되게 시스템의 재구성이 가능하도록 하기 위함이다. 표준화된 SLA를 표준화된 OSS/BSS 시스템에 적용함으로써 새로운 서비스, 새로운 사업자의 수용에 따른 시스템의 재구성을 비용 효율적으로 수행할 수 있으며, SLA 체결 과정에서 업무 프로세스의 단순화를 도모할 수 있다. 세 번째는 OSS/BSS 시스템이 이런 사업 연계성을 지원하여야 한다. 타 산업의 서비스 제공자는 자신의 서비스 시스템과 이동통

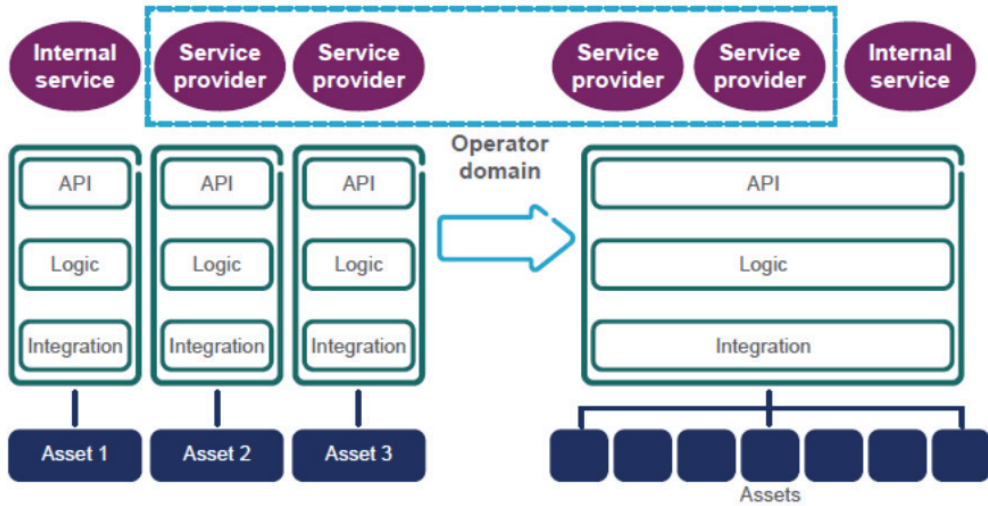
신 사업자의 이동통신 시스템을 연계하여 서비스 제공 시스템을 완성한다. 이런 서비스 제공 시스템은 타 산업 서비스 제공자를 위한 OSS/BSS 시스템이 포함되어 있을 것이다. 이런 OSS/BSS 시스템은 타 산업 서비스 제공자의 OSS/BSS시스템과 이동통신 사업자의 OSS/BSS 시스템이 결합되어 완성될 것이다. 이를 제공하기 위해서는 이동통신 사업자의 OSS/BSS 시스템이 글로벌하게 표준화된 인터페이스와 결합 시스템을 지원하여야 한다. 인터페이스 뿐 만 아니라 OSS/BSS 시스템의 국제적인 표준화는 점점 복잡해져 가는 OSS/BSS 시스템에 대한 국제적인 생태계 조성을 통해 이동통신 사업자의 비용 절감에 일조할 것이며, 국내 타 산업 뿐 아니라 글로벌 타 산업의 사업 연계성 지원도 가능하게 할 것이다.



[그림 3. Service exposure를 통한 이동통신 사업자 사업 모델] [11]



[그림 4. 이동통신 사업자의 다양한 서비스] [11]



[그림 5. 산업군에 대한 통합 지원 모델] [11]

- 신규 서비스 수용성과 서비스 다양성 지원 : 다양한 산업군의 다양한 서비스 들은 이동통신 시스템의 다양한 기능과 다양한 성능을 요구한다. 서비스는 서비스 제공 초기에 요구되는 기능과 성능이 서비스의 진화에 따라 새로운 기능과 성능을 추가로 요구하는 경우가 많다. 로봇 서비스의 경우 초기 시장 진입을 교육 서비스로 시작하여 청소, 컴패니언, 실버케어 등으로 사업 영역의 확대를 계획하고 있다. 스마트 공장에서는 초기에 물류 자동화를 추진한 후 기술 발전에 따라 생산 자동화 (고 신뢰성과 낮은 전송 지연 요구), 제품의 모니터링과 관리 (넓은 지역에 다수의 기기 지원 요구) 등으로 그 범위를 넓혀갈 것이다. 또한 다양한 산업과 이동통신의 결합은 기술과 사업에서 다양한 혁신을 유발한다. 이를 통해 새로운 기술의 접목과 새로운 사업 모델의 제안, 새로운 플레이어의 출현을 기대할 수 있다. 다양한 산업의 다양한 서비스의 요구사항을 수용하고, 서비스의 진화를 지원하며, 새로운 기술과 서비스, 사업의 등장에 효과적으로 대응하기 위해서는 이동통신 망의 유연성을 필요로 한다. 새로운 기술의 등장과 기술의 진화를 수용할 수 있는 기술과 네트워크의 유연성이 필요하다.
- 보안성 및 안정성 : 많은 산업군에서 이동통신에 대해 보안성을 요구한다. 요구되는 보안성에는 두 가지 종류가 있다. 첫째는 일반적으로 통신 시스템에 요구되는 보안성으로 해킹을 비롯한 공격으로부터 서비스와 자원을 보호하는 역할이다. 두 번째는 하나의 이동통신 시스템을 활용하여 다양한 산업을 지원하면서 발생하게 되는 여러 문제로부터 보안성과 안정성에 대한 요구가 있다. 여기에는 한 산업군의 특성 서비스에서 데이터 폭주, 인터넷 공격에 의한 시스템 다운 등 문제가 발생하는 극한의 경우에도 다른 산업군에 대한 서비스에는 문제가 전파되지 않아야 한다는 요구사항이 있으며, 또 다른 요구사항으로는 각 산업군의 서비스들이 적정 레벨에서 서로 독립적으로 구성되어야 한다는 것이다. 각 산업군은 서비스 과정에서 발생하는 데이터를 사업을 위한 기본 자원으로 인식하고 있으며, 이를 활용한 빅데이터 분석 및 인공지능 등의 서비스를 고려하고 있다. 따라서 각 산업군의 서비스에서 발생한 데이터를 비롯하여 서비스 관련 내용은 보안이 유지 되어야 한다.

더욱이 타 산업군에서는 서비스 과정에서 발행한 데이터에 대해 독점권을 요구하는 경우가 일반적이기 때문에 이동통신 시스템 및 서비스 차원에서 데이터에 대한 보안을 유지한 상태에서 데이터를 타 산업군의 서비스 제공자에게 안전하게 전달할 수 있는 메카니즘의 확보가 필요하다.

- **비용 효율성** : 다양한 산업군의 지원을 비용 효율적으로 수행하여 낮은 가격으로 산업에서의 혁신을 유발하고 이동통신의 저변을 확대해 나가는 것이 중요하다. 이를 위해 몇 가지 5G 네트워크 진화 과정 중 고려해야 할 요구 사항 들이 있다. 첫째, 다양한 산업군은 고유의 사업 방식을 영위하고 있으며, 이에 따라 이동통신 시스템에 요구하는 시스템 결합성 요구사항이 다양하게 존재한다. 각각의 산업군은 관심 분야와 이동통신의 활용 방법에서도 차이가 존재한다. 재난 서비스에서는 명확한 의사 결정과 의사 전달이 중요하고 다양한 데이터를 자동으로 분석하여 자동으로 처리해야 할 일들과 인간의 결정이 필요한 부분을 명확히 할 필요가 있다. 자동차/교통에서는 도로 인프라와의 통신, 차량 간 통신 등 다양한 형태의 통신이 존재하며, 기존에 투자된 IEEE802.11p 기술과의 연동도 요구되고 있다. 이동통신 시스템은 다양한 산업으로부터 다양한 요구를 받고 있다. 산업과 이동통신의 융합을 위해 시스템 결합성이 필요하고 이를 위해 산업 연결성을 위한 API의 개발, OSS/BSS 시스템을 통한 연결성 확보 등 다양한 방법이 강구될 수 있다. 하지만 이들은 표준에 따라 다양한 산업군들을 수용할 수 있는 공통 API와 OSS/BSS 연결성을 확보하여야 한다. 각 산업군을 위해 독자적인 API나 OSS/BSS 연결성을 가져서는 안된다. 둘째로, 비용효율적인 네트워크 deployment 지원. 산업별로 이동통신에 요구하는 기술 능력에 큰 차이가 발생하면서 서비스에 따라 요구되는 전송속도, 응답 지연, 단말 연결 대수, 배터리 요구사항 그리고 가격 요구 등에서 큰 차이가 난다. 이동통신은 장비 산업으로 초기 장비 설치를 통해 서비스를 제공하고 이를 통해 지속적인 매출을 발생시키는 특성을 가지고 있다. 산업별로 이동통신 네트워크에 요구하는 요구사항이 기술적으로 큰 차이를 보이고 특히 한 산업군에서도 서비스별로 요구되는 네트워크의 능력이 차이가 발생하는 상황에서 고정적인 네트워크 deployment로는 다양한 산업군의 다양한 서비스를 대처하는 데 한계가 발생한다. 따라서 요청되는 서비스의 특성, 데이터 레이트 중심인지, 저지연 중심인지 등의 요구사항을 파악하여, 이에 따라 서비스를 위한 네트워크를 짧은 시간에 재구성할 수 있어야 한다. 그림 13은 5G의 대표 use case인 eMBB, mMTC, URLLC 서비스에 대해 5G 네트워크의 주요 기능 블록의 재구성 형태를 나타내고 있다. 저지연을 요구하는 URLLC use case에 대해서는 네트워크의 주요 기능 요소를 단말과 가까운 곳에 위치시키고 앱 레벨에서의 서버 연결도 가능한 단말과 가까운 곳에 위치시켜 round trip delay를 최소화할 수 있도록 구성한다. mMTC use case의 경우 전송 속도나 지연 지연 보다는 서비스 구성의 효율성과 가격에 대한 요구사항이 높다. 이런 경우 네트워크 기능 구성 요소의 대부분을 데이터 센터 등 centralized 형식으로 구성하여 셀 간의 간섭 현황이나, 서비스 분포 등의 상황을 종합적으로 판단하여 무선 구간에서의 radio resource management 알고리즘을 동작시켜 무선 자원을 효율적으로 관리할 수 있고 장비의 유지 보수 관리가 쉬운 장점이 있어 유지비를 최소화할 수 있는 이점이 있다. 이런 네트워크 구성 요소의 재구성은 네트워크의 소프트

웨어 구성을 통해 가능해 지며, 이런 소프트웨어 구성은 코어 네트워크 뿐 아니라 액세스 네트워크에서도 필수적인 요소로 대두되고 있다. 셋째, 네트워크의 실시간 자원 할당의 유연성이 필요하다. 서비스의 요구되는 대역폭과 지연 시간 요구 사항의 차이가 너무 크기 때문에 서비스를 지원하기 위한 자원을 항상 준비해 둘 수는 없고, 또 항상 준비해 두는 것이 비효율적일 수 있다. 따라서 사용자의 접속이 있을 때에만 실시간으로 자원을 할당할 수 있는 네트워크의 유연성이 필요하다. 예를 들어, AR/VR 지원을 위한 네트워크는 3D의 고해상도 서비스를 제공할 수 있는 네트워크 자원과 양방향 방송의 경우 실감 통신을 서비스 할 수 있는 네트워크 자원을 동시에 요구한다. 이런 서비스를 제공하기 위해 사업자망의 모든 지역에 고해상도 3D 서비스와 실감 통신이 가능한 네트워크 자원을 구비해 둘 수는 없으며, 사용자의 해당 서비스 요청이 있을 경우 사용자에게 최적화된 네트워크를 재 구성하여 서비스를 제공해야 할 필요가 있다. 이를 지원하기 위해서는 서비스 요청을 수행한 사용자에게 최적화 된 네트워크 경로를 재구성하는 기술과 실시간으로 네트워크 구성 요소를 재구성하여 최적화된 네트워크 경로를 재구성하는 기술이 필요하다. 네 번째로는 5G에서의 전세계적인 규모의 경제를 구축하는 것이 필요하다. 다양한 산업군의 다양한 요구사항과 다양한 사업 방식을 지원하는 하나의 네트워크를 구축하는 것도 이런 단일화된 규모의 경제를 취할 수 있는 시장을 형성하기 위한 한 구성 요소이다. 이에 더하여 세계적으로 단일화된 표준에 의해 시스템을 구축하는 노력이 필요하다. 3GPP를 중심으로 한 기존의 이동통신 표준에 더하여 다양한 산업의 사업 방식을 지원하기 위한 business support 시스템의 표준화 노력도 병행되어야 한다. 가상화된 네트워크와 다양한 사업 방식을 지원하기 위한 business support 시스템 등으로 인해 이동통신 시스템은 과거에 비해 더욱 복잡해 졌고 이를 효과적으로 운영/관리 하기 위해서는 OSS/BSS 시스템에 대한 국제적인 표준화 작업이 진행되어 5G 단일 시장 형성에 일조 하여야 한다.

- 관리 SW의 필요성 : 관리 SW 시스템의 중요성이 증대되고 있다. 상기 언급한 다양한 요구 사항을 만족하기 위해 시스템은 현재 소프트웨어화 되고 있고, 다양한 분야에서 가상화가 진행되고 있다. 이는 시스템의 실시간 변경과 재구성을 가능하게 하기위한 것으로 소프트웨어로 구성된 기능(function)과 소프트웨어 인프라의 관리가 예전보다 더욱 중요해지고 있다. 다양한 산업군의 다양한 서비스를 지원하기 위해 시스템은 수시로 재구성되고 이 과정에서 실시간으로 자원에 대한 모니터링과 오류 가능성 등에 대한 모니터링을 통해 오류를 미리 방지하고 필요한 자원의 수정, 재배포를 운영자에게 알릴 수 있어야 한다. 더불어 다양한 산업의 요구사항을 만족시키기 위해 시스템과 운영방법은 점점 더 복잡해지고 있다. 이렇게 복잡해지는 시스템의 관리를 위해 운영 관리 시스템은 보다 더 운영 효율적이어야 한다. 다양한 산업에 대한 대응에 보다 집중하기 위해 이동통신 시스템의 운영과 관리는 자동화의 도입이 점점 더 많이 요구되고 있다. 이동통신 시스템의 운영과 관리 자동화를 위해서는 이동통신 시스템의 각 구성 요소가 운영에 대한 지칭, 운영에 대한 재구성의 자동화, 자원과 동작에 대한 모니터링, 동작 결과의 보고 및 동작 과정 중 발생한 상태에 대한 자동 분석이 진행될 수 있어야 하며, 이를 위해서는 각 구성 요소에 대한 인터페이스 등이 표준화되어야 한다. 더불어서 동작에 대한 분석과 실시간 조치를 위해 인공지능과 빅데이터의

도입이 필요할 것으로 예상된다. 또한 이동통신 시스템의 운영 시스템은 서비스 제공을 위해 타 산업의 서비스 사업자에게 제공될 것이며, 이를 위한 인터페이스 등의 표준화가 요구되며, 이런 운영 시스템의 exposure를 통해 이동통신 사업자는 추가 매출 기회를 확대할 수 있도록 사업 운영이 필요하다. 마지막으로 언급하고자 하는 것은 CI (Continuous Integration)/CD (Continuous Deployment)의 확대이다. 실시간 재구성과 실시간 오류 탐지 및 이에 대한 즉시성이 중요해 지면서 CI/CD에 대한 중요성이 증대되고 있다.

- 표준의 필요성 : 이동통신 시스템에서 표준은 매우 중요한 역할을 수행해 왔으며, 이를 통해 글로벌 생태계가 구축되고 산업의 규모를 키울 수 있었다. 5G로의 진화에서도 이런 표준의 중요성은 계속될 뿐 아니라 몇 가지 고려해야 할 사항이 있다. 첫째는 다양한 산업을 지원하지만 이동통신 네트워크는 글로벌하게 다양한 산업의 지원에 있어 하나의 표준이 적용되어야 한다. 이를 위해 다양한 산업에 대한 사업성 지원을 표준으로 규정하고 이를 글로벌하게 적용할 필요가 있다. 이 과정에서 조기 표준화는 다양한 산업에 이동통신의 활용에 대한 일관된 비전을 제시할 수 있어 하나의 표준으로 다양한 산업의 서비스를 지원하는 데 유리하게 작용할 수 있을 것이다. 둘째는 이동통신의 타 산업 사업화 지원이 중요해 지면서 국제적인 규모의 OSS/BSS 시스템 및 사업화 지원을 위한 표준이 중요해 지고 있다. 전통적으로 OSS/BSS에 대해서는 TM forum등에서 소프트웨어화와 함께 표준화를 진행하였으며, ITU나 기타 다른 단체에서도 일부 이와 관련된 논의를 진행하였다. 이 부분에 대해 단일화되고 강력한 표준이 필요한 시점이다.

III

네트워크 구조 기술 현황

1 Network Functions

■ 배경

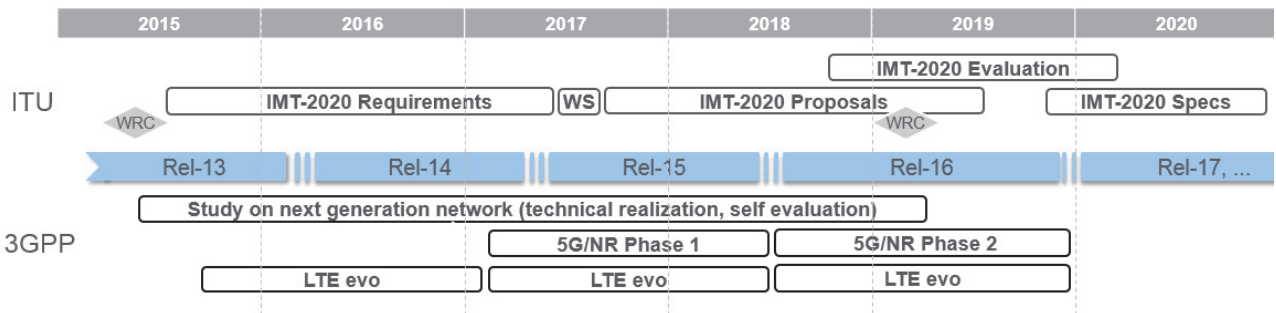
- 전세계적으로 5G 시대를 선도하기 위해서 생성된 단체들 (한국 : 5G Forum, 유럽 : 5GIA/5GPPP, 미국 : 5G America, 중국 : IMT-2020 Promotion Group, 일본 : 5GMF) 및 이동통신사들의 모임인 NGMN에서 5G 관련한 주요 기술 및 네트워크 구조 등에 대한 백서들을 내놓았으며, 3GPP, ITU, ETSI-NFV 등의 표준 단체들이 표준화를 진행 중에 있음.
- 2G, 3G, 4G등의 이전 3GPP 표준 기술들은 모든 사용자 형태에 동일한 시스템 구조가 적용되는 방식이었던 반면, 5G 시스템은 서로 다른 서비스나 사용자 그룹의 서로 다른 요구사항에 맞추어 각각 최적화 되어 동시에 제공될 수 있는 유연하고 효율적이며 확장성이 있는 네트워크 구조를 고려하고 있음.
- 새로운 5G 네트워크 구조를 구현하기 위해서 다양한 새로운 기술이 고려되고 있다. 유연성 측면에서 네트워크 슬라이싱 기술, 네트워크 내 캐싱 기술, 사용자 근접 호스팅 서비스 기술, 서비스 기반 네트워크 기능 제공 기술 및 네트워크 기능 가상화 (Network Function Virtualization, NFV) 등이 고려 중. 효율성 측면에서는 제어 평면과 사용자 데이터 평면 분리 기술, 네트워크 설정 및 라우팅 자동화 등에 대한 소프트웨어 정의 네트워크 (Software Defined Network, SDN) 기술 등이 고려되고 있음. 또한 확장성 측면에서는 스케일링을 제공하는 클라우드 기술이 고려되고 있음.
- 5G 망에서 네트워크 슬라이싱 등을 이용하여 단일 망에 동시에 여러 가지 서비스를 제공해야 하므로, 과금, 라이선싱, 및 보안 등의 기능이 더 고도화될 것이 요구됨.

■ 관련 표준화 현황

- 이전 세대(2G, 3G, 4G)의 이동통신망의 경우 표준화 후보로 여러 가지 기술들이 제안되고 상용화되었지만 5G의 시대에는 3GPP에서 표준화 논의되고 있는 기술이 사실상 유일한 기술로 받아들여지고 있는 상황. 다만, 5G 네트워크 관련해서는 ITU-T에서 IMT-2020 Focus Group의 활동으로 네트워크 가상화가 다루어지고 있음. 네트워크 유연성을 위한 5G의 네트워크 기능의 중요한 특징인 NFV는 ETSI NFV ISG에서 표준화가 이루지고 있으며, 네트워크 효율성을 위한 자동화를 위한 SDN 기술은 기존 표준화 단체에 의한 표준화 보다는 ONF, OpenDayLight, ONOS와 같은 Open Source 단체의 주도로 개발이 이루어지고 있는 상황임.

○ 3GPP 표준화 현황 및 예상 일정

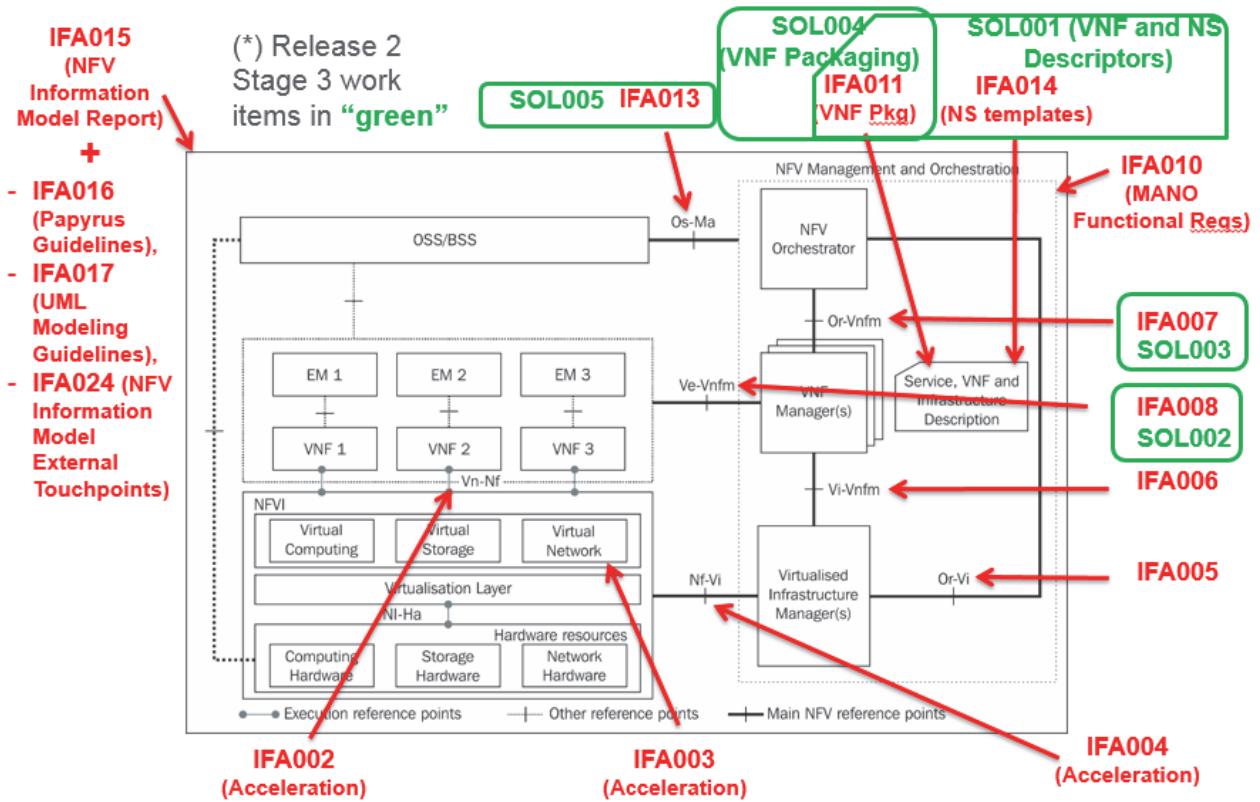
- 차세대 5G 시스템과 관련된 새로운 서비스와 주요 기술들에 대한 보고서 (TR.22.891, [12])가 2016년 9월에 완료되고 5G 시스템에 대한 Stage 1 서비스 요구사항 규격 (TS22.261, [13])이 2017년 1월에 완성됨.
- 아래 그림과 5G 표준화 예상일정과 같이 2016년 12월에 완료된 차세대 5G 시스템의 구조에 대한 기술보고서 (TR 23.799 [14])를 기반으로 하는 5G phase 1 시스템이 Release15에 첫 번째 5G 표준규격이 될 전망이다. 5G Phase1에서는 LTE의 제어평면 (Control Plane, CP)를 기준으로 5G로 진화된 EPC를 코어 네트워크를 사용하는 NSA(Non-Stand Alone, Option 3)가 표준화 될 예정이다. 무선망과 코어망의 상호연동 관련 남은 option들을 포함하는 전체 Release 15 규격은 2018년 상반기 말에 완료될 예정.
- 현재 5G 시스템의 구조에 대한 규격은 TS 23.501[15] 문서를 통하여 작업을 진행하고 있으며 5G 시스템의 절차에 대한 규격은 TS.23.502[16] 문서를 통하여 작업을 진행 중.



[그림 6. 5G 표준화 예상 일정]

○ ETSI NFV 표준화 현황

- NFV의 release는 2년 주기로 작업이 진행되어 왔으며, Release 1에서는 NFV의 실현 가능성을 조사하고 NFV기반 (NFVI), 가상화기능 (VNF), 네트워크서비스 (NS), NFV관리 및 제어 (NFV-MANO)에 대한 NFV구조를 형성하였음.
- 2017년에 완료되거나 일부 진행중인 Release2에서는 NFV의 상호 연동성 확보를 위한 인터페이스 정의 및 요구사항 Stage2 규격 및 protocol Stage3 규격을 완성함. NFV-MANO 구조, 인터페이스 및 규격 작업 현황은 그림 7에 요약되어 있음.



[그림 7. ETSI NFV 표준화 현황 (NFV World Congress 2017)]

- 2017년부터 시작하여 2018년까지 진행 계획된 Release 3에서는 NFV를 구축하기 위해 필요한 NFV 구조 프레임워크의 Feature들을 작업하고 있으며 주요 feaure들은 과금, 라이선싱, 정책 프레임워크, multi site, Cloud Native 지원 등이 있음.

■ 5G 시스템 및 네트워크 기능에 대한 주요 고려 사항

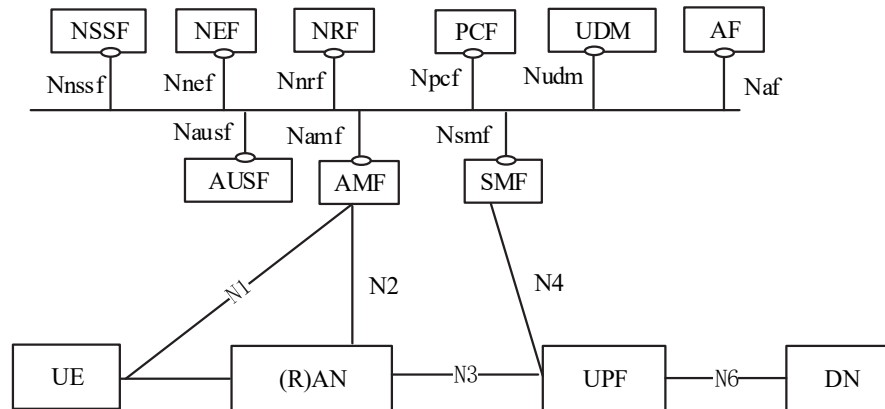
- 5G 시스템은 차세대 모바일 광역 데이터 통신(enhanced Mobile BroadBand, eMBB), 차세대 대규모 사물 통신 (massive Internet of Things, massive-IoT), 초저지연 신뢰성 통신 (Ultra Reliable Low Latency Communication, URLLC) 등과 같이 서로 다른 속성과 요구사항을 갖는 다양한 서비스를 경제적이고 효율적으로 제공할 수 있어야 함.
- 서로 속성과 요구사항이 다른 다양한 서비스를 제공하기 위한 5G 시스템의 속성들은 다음과 같음.
 - 복수개의 액세스 기술을 지원한다.
 - 확장성과 사용자 정의 가능한 네트워크
 - ITU-R에 정의된 향상된 성능 (Key Perfomance Indicators), 예 : 가용성, 지연 시간, 신뢰성, 사용자 경험 데이터 속도, 단위 면적당 트래픽 용량

- 유연성과 프로그램화, 예 : 네트워크 슬라이싱, 다양한 이동성 관리, 네트워크 가상화
- 자원 효율성 (사용자 데이터 평면과 제어 평면 모두)
- 밀집 지역 및 이기종 액세스 환경에서 끊김 없는 이동성 제공
- 향상된 사용자 경험을 제공하는 실시간 및 비 실시간 멀티미디어 서비스

■ 5G 시스템 구조

- 5G 시스템 구조는 앞에서 언급한 주요 고려사항을 만족시키기 위한 주요 기술인 네트워크 가상화 (Network Function Virtualiation, NFV)와 소프트웨어 정의 네트워킹 (Software Defined Networking) 기술 등을 사용하여 데이터 연결성과 다양한 서비스를 제공하도록 정의됨.
- 또한 네트워크 기능의 제어평면 (CP) 간의 서비스 기반 연동을 활용.
- 네트워크 구조를 위한 주요 원리 및 개념은 다음과 같음.
 - 제어평면 (CP)와 사용자 데이터 평면 (UP)이 각각 독립적으로 확장성 및 설치 유연성을 갖고 진화할 수 있도록 분리한다.
 - 유연하고 효율적인 network slicing이 가능하도록 네트워크 기능을 모듈 방식으로 디자인한다.
 - 각 네트워크 기능은 타 네트워크 기능과 필요시 직접 상호작용하도록 한다.
 - 액세스 네트워크와 코어 네트워크 사이의 의존성은 최소화한다.
 - 통합된 인증 프레임워크를 지원한다.
 - “compute” 자원과 “storage” 자원을 분리하는 stateless 네트워크 기능을 지원한다.
 - 지역 및 중앙 서비스에 대한 동시 지원을 가능하게 한다. 저지연 서비스를 지원하기 위해 UP 기능을 액세스 망 근처에 설치할 수 있다.
- 5G 시스템은 이전 세대와 다르게 참조점 방식 구조뿐만 아니라 서비스 기반 방식 구조를 도입하며, 5G 코어의 CP 네트워크 기능은 서비스 기반 인터페이스만 사용함.

○ 서비스 기반 5G 구조는 그림 8과 같음.

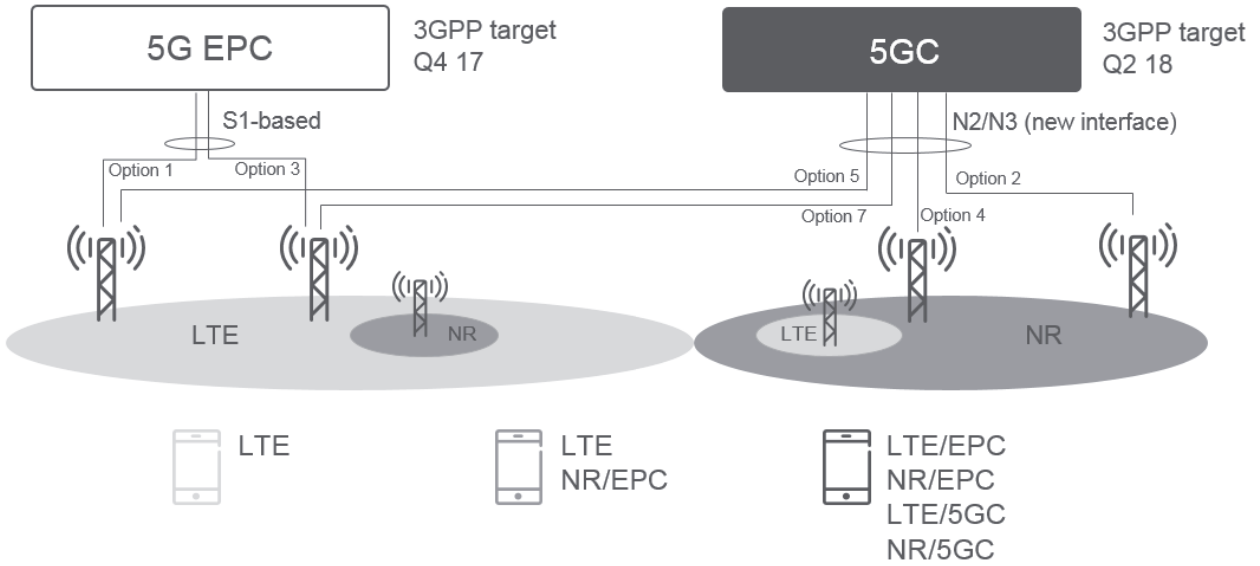


[그림 8. 서비스 기반 5G 시스템 구조 (3GPP TS23.501)]

■ 5G 액세스네트워크-코어네트워크 구조 옵션

○ 3GPP Release 15에서 고려하는 액세스네트워크-코어네트워크 (RAN-CN) 구조 옵션 및 단말에 대한 영향성을 그림 9에 나타냄.

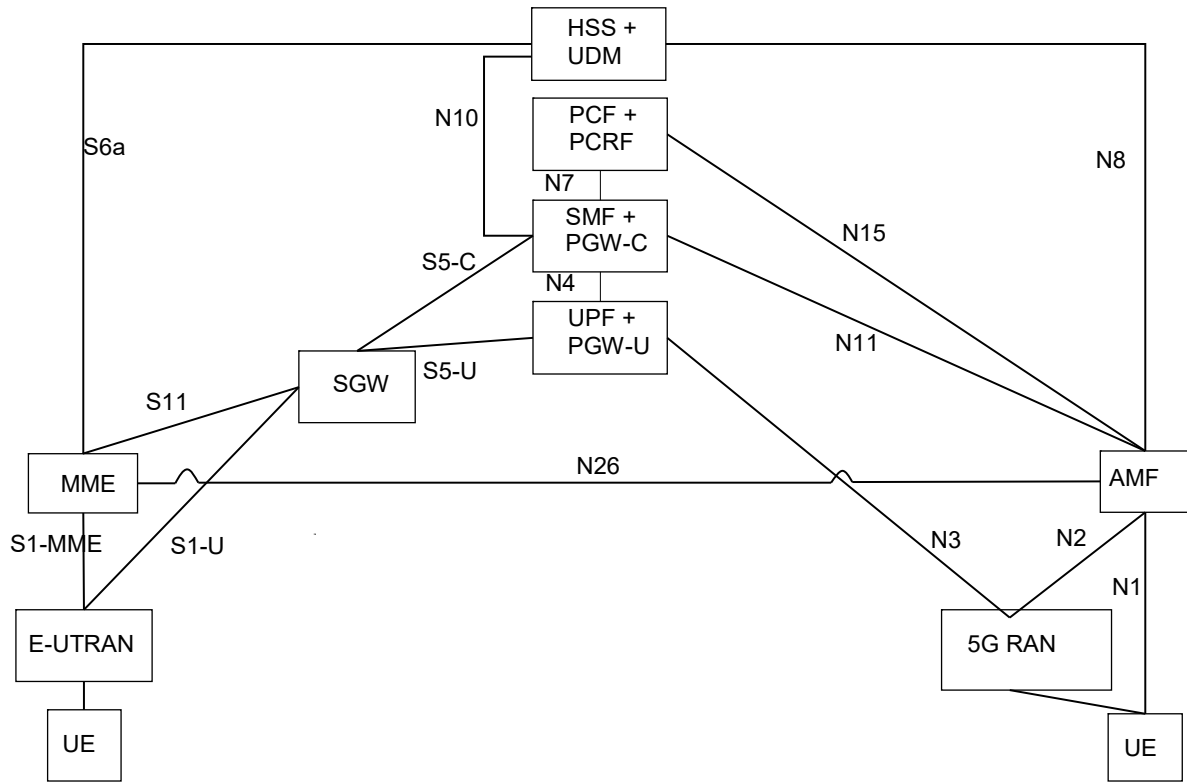
- 2017년말 표준화를 목표로 하는 옵션3은 기존의 EPC에 최소의 영향을 주면서 5G 액세스 NR을 LTE에 연결하는 Non-Stand-Alone (NSA) 구조를 고려하고 있음.
- 2018년 상반기말에는 5G 전용 코어네트워크 (5GC)가 표준화되며, 이때 5GC-NR (옵션2) 및 5GC-LTE (옵션5) 형태의 Stand-Alone (SA) 구조가 가능하며, 추가로 NSA 구조로 5GC-NR에 LTE 연결(옵션4) 및 5GC-LTE에 NR 연결 (옵션7)이 가능해짐.
- 옵션3, 4, 7에서는 RAN이 LTE와 NR에 대한 이중 연결이 가능함.



[그림 9. 5G 액세스 - 코어네트워크 구조 옵션들]

○ 5G 코어네트워크 (5GC)와 4G 코어네트워크 (EPC)간의 상호 연동은 그림 10에 나와있는 바와 같음.

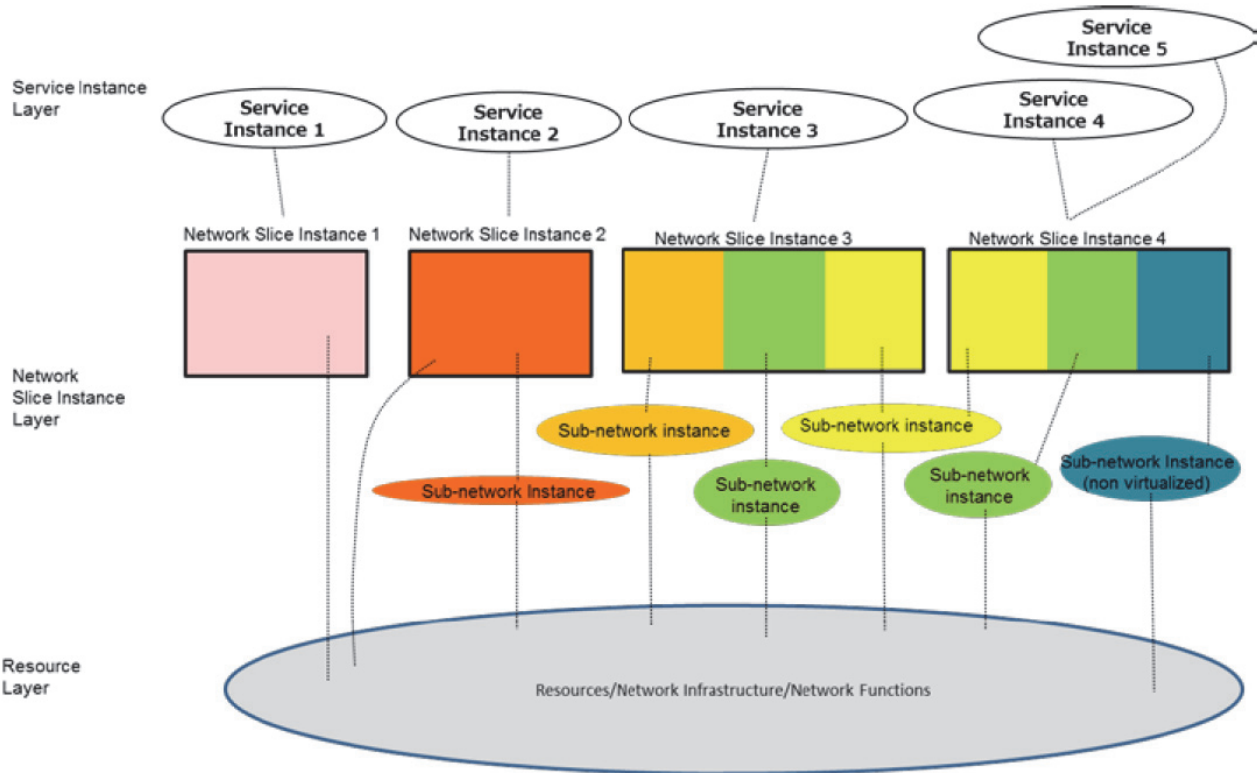
- 5GC와 EPC간의 상호 연동은 N26인터페이스를 통해 MME와 AMF 간의 통신을 통해 이루어 진다.
- PCF+PCRF, PGW-C+늘, UPF+PGW-U는 5GC와 EPC간의 상호연동을 위한 전용 기능이며, 단말과 네트워크의 능력에 의존하며 옵션 사항이다.



[그림 10. 5G 5GC와 EPC의 상호 연동성 구조 (3GPP TS23.501)]

■ 네트워크 슬라이싱

- 네트워크 슬라이싱에 대한 정의 및 표준화는 3GPP 및 ETSI NFV ISG 등에서 아직 여러 가지 의견으로 논의가 진행 중에 있음.
- 네트워크 슬라이싱에 대한 개념 정리 관련 주목 받고 있는 NGMN의 백서에서 제시한 개념은 그림 11과 같이 3개 레이어 구조 (서비스 인스턴스 레이어, 네트워크 슬라이스 인스턴스 레이어, 및 자원 레이어)로 구성되어 있음.



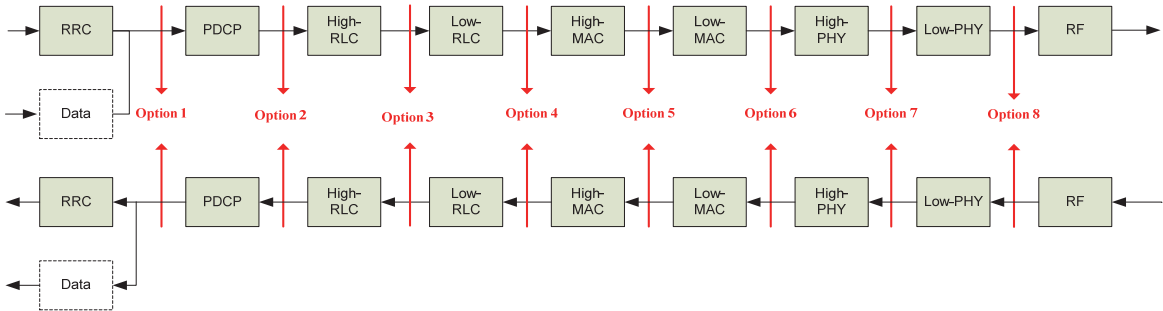
[그림 11. 네트워크 슬라이싱 개념 전개도 (NGMN 5G P1 white paper)]

- 서비스 인스턴스 : 네트워크 슬라이스에 의해 구현되는 최종 소비자 서비스 또는 사업 서비스의 인스턴스로 정의됨.
- 네트워크 슬라이스 인스턴스 : 서비스 인스턴스에 요구되는 네트워크 특성을 만족시키기 위해 완전하게 인스턴스되는 논리적 네트워크를 형성하기 위한 네트워크 기능 및 이 네트워크 기능을 동작시키기 위한 자원 들의 집합으로 정의됨.
- NGMN에서는 “네트워크 슬라이스와 서브-네트워크에 대한 청사진” 을 추가로 정의하며, 이를 네트워크 슬라이스의 생애주기 상에서 인스턴스하고 제어하는 방법에 대한 계획, 구조, 설정 등에 대한 완전한 묘사로 정의함.

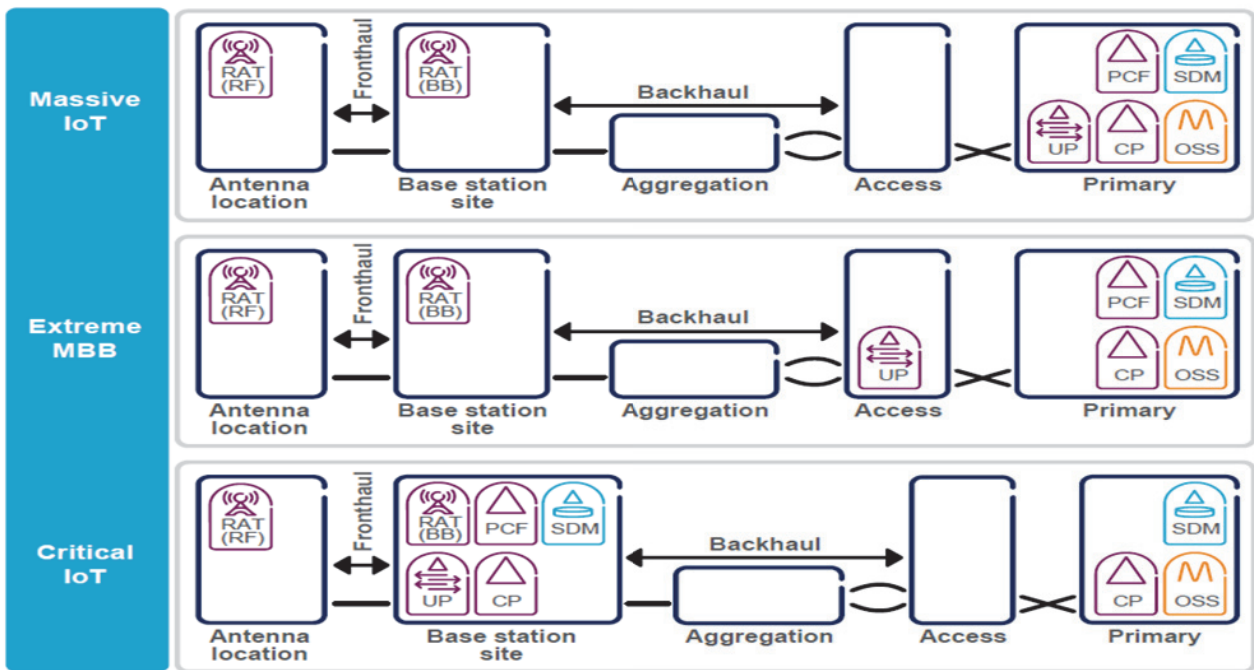
■ RAN 가상화

- 이동통신 시스템에서 액세스 네트워크의 소프트웨어 구현은 이동통신 시스템의 가상화를 위해 필수적인 부분임. 3GPP에서는 액세스 네트워크 구조와 인터페이스에 대한 표준을 RAN 3에서 담당하고 있음. 가상화를 통한 네트워크의 유연성과 확장성이 우선 고려되고 있으며, 이를 위해 5G RAN 배치 시나리오, 기능 분리 모델, 가상화 방법 그리고 네트워크 슬라이스의 지원 등에 대한 이슈를 논의 중. RAN 배치 시나리오에서는 이전 세대의 분산형 구조 (distributed architecture), 집중형 구조 (centralized architecture)를 포함한 다양

한 네트워크 기능 배치를 지원하는 방법을 고안 중. 이를 통해 다양한 산업 군의 요구에 맞춰 네트워크 기능의 재배치를 통해 최적의 서비스를 제공할 수 있음. 이런 구조를 지원하기 위해서는 RAN의 기능 분리 모델이 필요하며, 그림 12와 같이 8개의 옵션이 제안 됨. 2017년 4월 3GPP에서는 Option 2 (PDCP-RLC) function split을 표준으로 채택하였으며 추가 function split에 대한 스테디를 진행하고 있음.



[그림 12. 3GPP RAN function split]



[그림 13. Radio function relocation]

- 그림 12의 RAN function split은 RAN에서의 deployment 유연성을 제공함. RAN function split에서는 각 기능 블록의 계산량, dual connectivity 등의 connection anchor point, 각 기능의 구현을 위한 하드웨어 구현 방안 그리고 HARQ 등의 짧은 latency를 필요로 하는 기능의 요구사항을 고려하여 결정되었음. 이런 function split을 통해 RF, 안테나 등의 하위 계층 (lower layers)를 단말 근처에 배치하고 상위계층(upper layers)을 집중형으로 배치하는 등의 구조로 서비스의 효율을 향상시킬 수 있음. 그림 13은 massive IoT, Extreme MBB,

지연 시간에 민감한 critical IoT use case에 대해 RAN 기능의 deployment에서의 재배치를 통한 유연한 구조를 보여 주고 있음. 지연 시간에 민감한 critical IoT의 경우 RAN 기능 중 상당 부분을 안테나 근처에 위치하여 지연 시간의 감소를 도모하고 massive IoT의 경우 대부분의 기능을 primary site에 집중하여 셀간의 coordination을 도모하고 무선 자원이 최적화를 도모할 수 있음.

- 일반적으로 RAN 네트워크의 노드 간을 연결하는 연결망에는 안테나 사이트와 기지국을 연결하는 fronthaul과 기지국과 코어 네트워크를 연결하는 backhaul이 있음. RAN function split에 의해 연결망에는 midhaul 개념이 도입되게 됨. midhaul은 RAN function split이 어느 function 간에 발생하는지, 이에 따라 split이 발생한 노드 들 간의 데이터 전송량이 얼마나 되는지와 지연시간에 대한 요구 사항에 따라 적용되는 기술이 달라지게 됨. 또한 mmWave의 사용으로 대역폭이 넓어지고 massive MIMO가 적용되면서 데이터 양이 증가되는 부분이 고려되어야 하고, 이것은 midhaul뿐 아니라 fronthaul에서도 상당한 부담으로 작용됨. 또한 massive MIMO가 사용되었을 때 massive MIMO 안테나의 구성과 RF의 구성 기지국과 RF간의 path의 구성 방식 (analog, digital, hybrid)에 따라서도 fronthaul의 데이터 양에 상당한 영향을 주게 됨. backhaul, fronthaul, midhaul을 통칭하여 x-haul이라 부르고 최적의 x-haul을 구현할 수 있는 기술 개발이 적극 진행 중. 유럽 5GPPP에서는 phase 1 프로젝트에 이미 다수의 x-haul 관련 프로젝트를 진행하였으며, ITU 등을 중심으로 x-haul에 사용될 수 있는 광통신 기술에 대한 표준이 활발히 진행되고 있음. 특히 스몰셀을 구성할 때 x-haul에 대한 문제가 두드러지게 나타나며, 이는 많은 사이트를 가져야 하는 스몰셀의 특성 상 연결망이 많이 필요하다는 이유도 있고 mmWave 기술이 특히 스몰셀에서 많이 사용되어 데이터 양이 현재에 비해 대폭 증가될 것이라는 이유도 있지만, 향후에는 RAN function의 재배치와 관련하여 스몰셀에서 다양한 서비스 요구사항에 따라 연결망에서의 데이터양, 지연시간 등 추가적인 요구사항들이 발생할 가능성이 높기 때문임

■ 엣지 컴퓨팅

- 엣지 컴퓨팅은 서비스를 제공 받는 사용자 (혹은 사용자의 단말) 가까이, 즉 네트워크의 가장 끝단에 컴퓨팅 기능을 위치시켜 서비스를 제공하는 방식으로 자동차 산업의 극단적인 저지연을 요구하는 서비스나, AR/VR 이나 AI, robot 서비스 등에서 사람이 영상, 음성, 감각 등을 원격지와의 interaction을 통해 서비스를 사용하는, 이른바 tactile internet 등의 서비스에서 그 중요성이 증대되고 있음이동통신 시스템에서는 코어 네트워크에 존재하는 연결성, 보안성 등의 기능을 안테나 가까운 위치에 deployment 하여 서비스의 round trip delay를 최소화하는 방안으로 엣지 컴퓨팅이 구현될 수 있음이런 내용은 상기 RAN 가상화에서 그림 13을 통해 설명된 critical IoT 경우에 해당함. 서비스의 제공을 위해서는 다양한 종류의 서버가 필요할 수 있으며, 이런 경우 3GPP에서는 SBA에서 정의된 NF를 엣지 근처에 relocation 하여 서버나 어플리케이션을 연결할 수 있는 방향을 제시하고 있음. 이

밖에 엷지 컴퓨팅에 대한 논의는 다양하게 진행되고 있으며, ETSI에서 논의되고 있는 MEC (Mobile Edge Computing)와 Fog computing 등이 이에 해당할 수 있음.

■ OSS/BSS

- OSS (Operations Support System)와 BSS (Business Support System)은 전통적으로 이동통신 사업자가 네트워크를 운영하고 이를 고객 대응 시스템에 연동시키는 필수적인 구성요소로 동작해 왔음. 일반적으로 이동통신 사업자가 임의로 지정한 요구사항에 따라 표준화되지 않은 방식으로 구현되었음.
- 최근에는 타 산업에서 고객 대상의 서비스 시스템을 구현하면서 그 중 중요한 위치를 차지하고 있는 이동통신 사업자의 시스템을 함께 접목시켜 전체 시스템에 대한 OSS와 BSS 시스템을 구축해 나가는 추세임.
- 또한 가상화를 위해 소프트웨어로 구현되는 이동통신 시스템의 운영과 관리 목적으로 OSS에 대한 표준화가 추진되기도 함.
- 대표적으로 OSS/BSS와 소프트웨어 관리에 대한 표준화를 추진하고 있는 단체로는 TM forum (Telecommunication Management Forum)을 들 수 있음. TM forum에서는 NGOSS 프로그램을 정의하고 다양한 산업의 디지털화를 지원하고 이 과정에서 OSS의 진화 방향을 모색 중. 이를 위해 reference model을 제시하고, 업체들 간의 협업과 검증을 수행하며, 인증에대한 사업도 진행하고 있음.

2 관리 및 오케스트레이션 (Management and Orchestration)

■ 배경 및 목적

- 5G 네트워크에서는 미래 5G 융합서비스를 유연하고 효율적으로 지원하기 위해 인프라의 가상화와 이를 이용한 서비스별 관리 자동화가 요구됨.
- 네트워크 자원의 가상화를 지원하기 위해서는, 기능/벤더별로 특화된 H/W 장비들로 구성된 기존 모바일 네트워크 구조에서 탈피하여, Commodity H/W에 소프트웨어화된 네트워크 기능들을 적시에 설치, 변경, 삭제 가능한 관리 구조가 요구됨.
- 서비스별 관리 자동화를 지원하기 위해서는, 5G 서비스별 요구사항을 만족하는 5G 네트워크 기능 (Network Function) 및 자원을 선택적이고 독립적으로 구성할 수 있도록 하는 중앙집중형 자동화 관리 구조가 요구됨.

■ 관련 핵심 기술

○ NFV (Network Functions Virtualisation)

- NFV 기술은 통신 사업자들이 사용하고 있는 네트워크 장비내의 여러 기능들을 분리시켜 소프트웨어적으로 제어 및 관리가 가능하도록 가상화시키는 기술임.
- 즉, 네트워크 장비의 역할을 데이터 센터내에 위치하는 대용량 서버, 대용량 저장장치, 그리고 대용량 스위치 등으로 분리하고, 소프트웨어적으로 설치 및 제어 가능한 네트워크 기능들을 표준 인터페이스를 통해 자동적으로 설치, 동작, 제어, 관리할 수 있도록 하는 네트워크 기술임.
- NFV 기술을 5G 네트워크 구조에 적용하면 네트워크 장비 비용과 전력손실 절감으로 인한 CAPEX 및 OPEX 감소, 새로운 5G 서비스의 시장 투입에 필요한 시간 단축과 투자비용 회수 증대, 유연한 서비스 진화성과 스케일 관리 용이, 가상 기기 및 순수 소프트웨어 참여 시장 개방, 그리고 새로운 혁신적 서비스 개발 기회 증대 등의 효과를 기대할 수 있음.

○ 네트워크 슬라이싱 (Network Slicing)

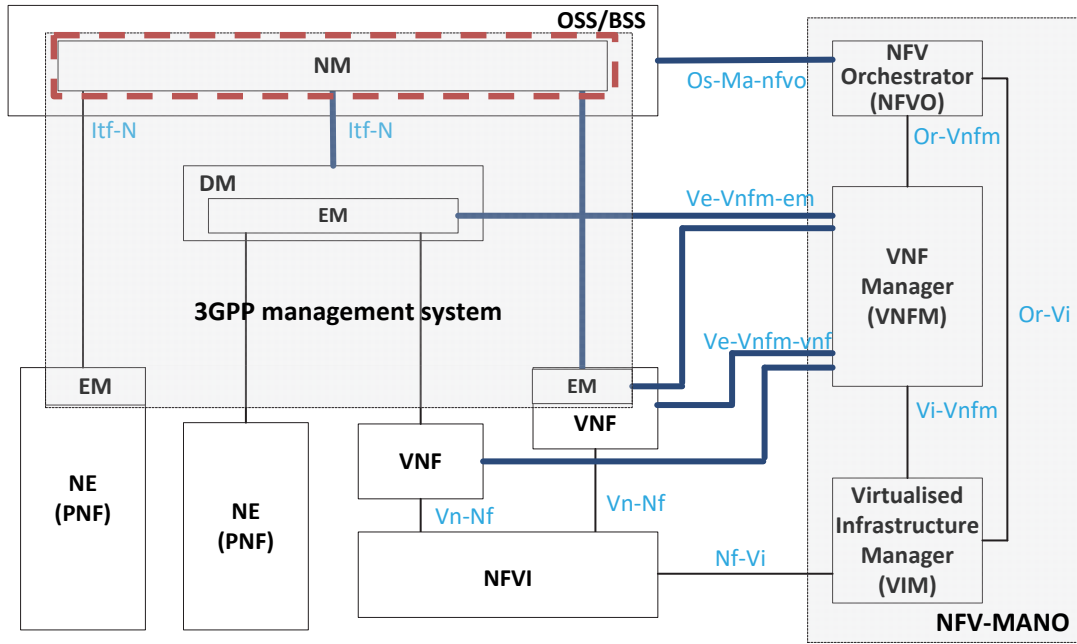
- 네트워크 슬라이싱 기술은 네트워크 자원과 네트워크 기능 (Network Function) 들을 개별 서비스에 따라 하나의 독립적인 네트워크 슬라이스 (Network Slice) 로 묶어 제공함으로써 네트워크 시스템 기능 및 자원의 분리 (Isolation), 맞춤형 (Customization), 독립적 관리 (Independent management and orchestration) 등의 속성을 이동 통신 네트워크 구조에 적용 가능한 기술임.
- 이러한 네트워크 슬라이싱 기술을 이용하면 서비스, 사용자, 비즈니스 모델 등의 요구사항에 따라 5G 시스템의 네트워크 기능들을 선택 및 조합하여 독립적이고 유연한 5G 서비스의 제공 및 관리가 가능해짐.

■ 관련 표준화 현황

○ 3GPP SA WG5 (SA5)

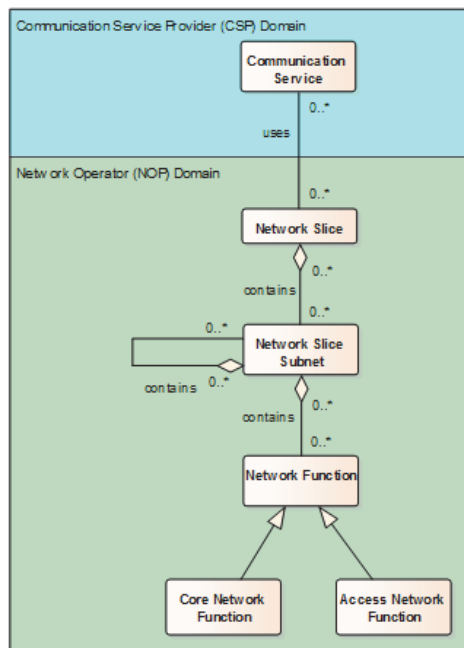
- SA5 WG 에서는 3GPP 환경에서 Telecom Management 제공 방안에 관한 표준 문서를 개발하고 있으며 특히 3GPP Release 14 및 Release 15 에서는 SA2에서 정의하는 5G 네트워크 슬라이싱 구조와 네트워크 기능의 가상화 (NFV)를 수용할 수 있는 관리 (Management and Orchestration) 표준 규격 (TR, TS) 개발을 진행 중임.
- 특히 네트워크 기능 가상화의 경우, NFV MANO (Management and Orchestration) 와의 연계를 통해 기존 NFV 표준 규격을 최대한 활용하여 VNF (Virtualized Network Function) 과 PNF (Physical Network Function) 로 구성

되는 이동 통신 네트워크 기능 및 서비스의 관리를 자동화하고자 함.



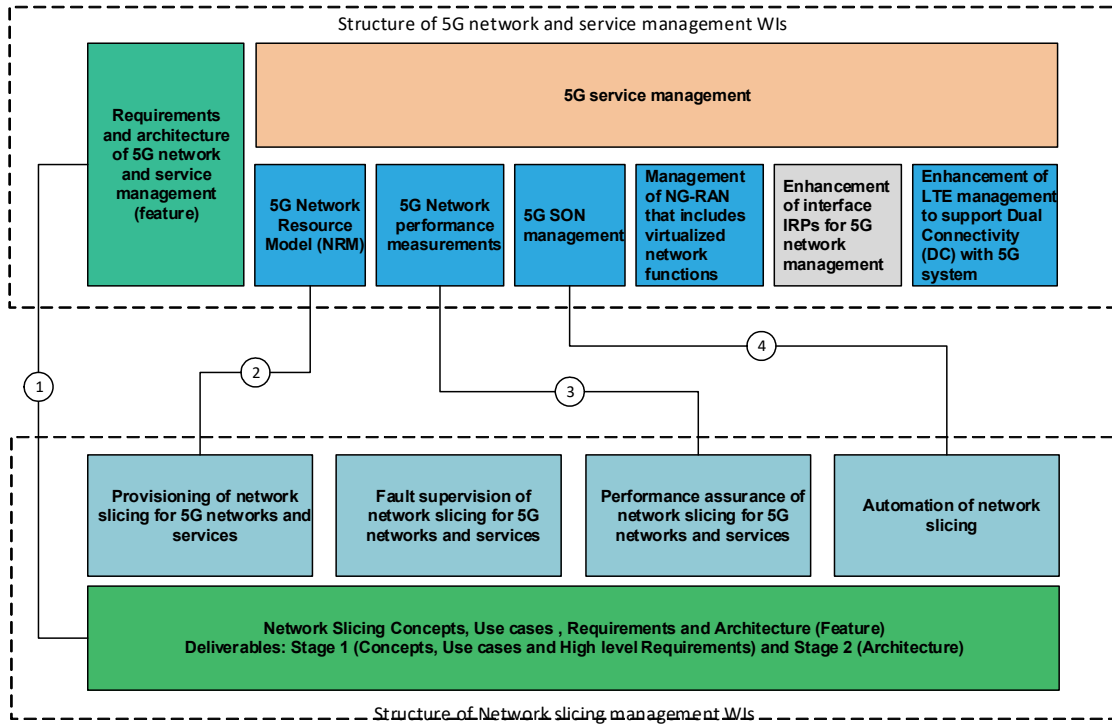
[그림 14. 이동통신 네트워크 관리를 위한 NFV 기술 적용]

- SA5 에서는 5G 네트워크의 관리 대상을 통신 서비스 (Communication Service), 네트워크 슬라이스 및 네트워크 슬라이스 서브넷 (Network Slice Subnet), 네트워크 기능 (Network Function) 등의 계층으로 나누고, 이들의 관리를 자동화할 수 있는 추가 관리 기능 및 인터페이스를 제공하고자 함.



[그림 15. 5G 네트워크 관리 대상]

- 5G 네트워크에서의 네트워크 슬라이싱 개념 및 구조는 SA2에서 정의하고, 이를 기반으로 네트워크 슬라이스 인스턴스 및 네트워크 슬라이스 서브넷 인스턴스의 라이프사이클 관리 (Lifecycle Management) 및 오케스트레이션 기능 및 인터페이스를 SA5에서 표준개발을 진행함.



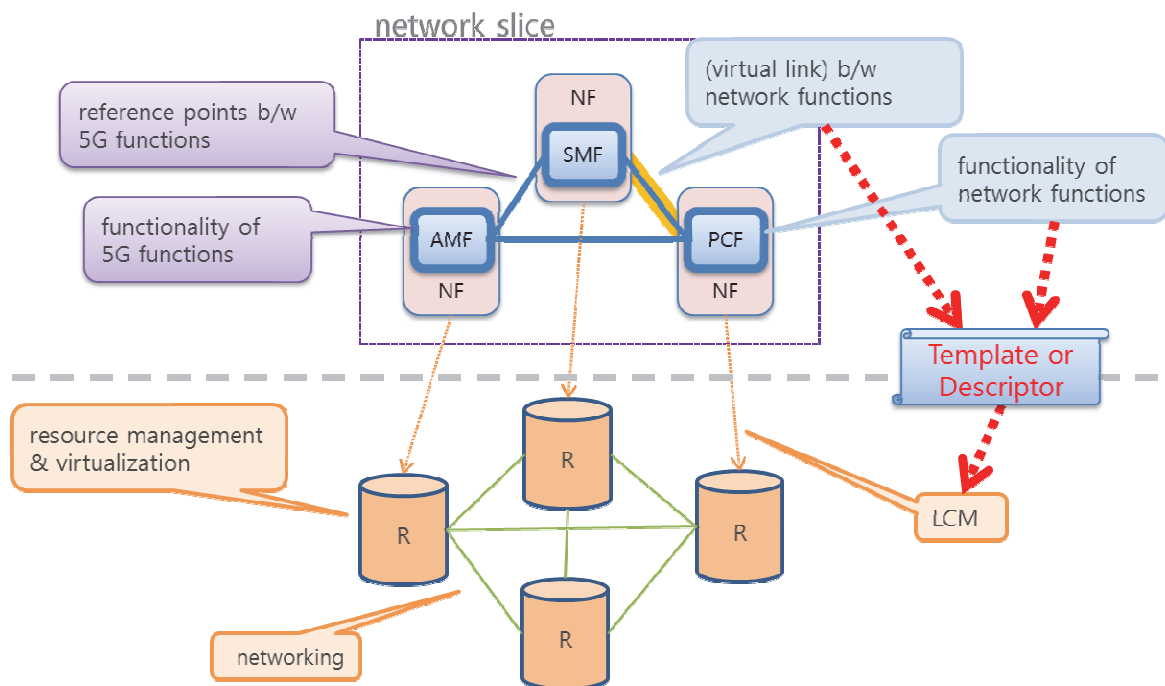
[그림 16. SA5 5G 네트워크 관리 표준안 개발 대상(안)]

[표 8. 3GPP SA5 - 5G 관련 표준안]

표준안 제목	라포처	완료(예정)일
TR 28.800, Study on Management and Orchestration Architecture of Next Generation Network and Service	Huawei	(2017.12)
TR 28.801, Study on Management and Orchestration of Network Slicing	Ericsson	2017.09
TR 28.802, Study on management aspects of next generation network architecture and feature	Nokia	(2017.12)
TS 28.530, Management of Network Slicing in Mobile Networks, Concepts, Use cases and Requirements	Ericsson	(2018.03)
TS 28.531, Provisioning of network slicing for 5G networks and services	Huawei, Nokia	(2018.06)
TR 32.864, Study on management aspects of virtualized network functions that are part of the NR	Intel	2017.09
TR 32.972, Study on system and functional aspects of Energy Efficiency (EE) in 5G networks	Orange	(2018.06)

○ 3GPP SA WG2 (SA2)

- SA2 에서는 5G 표준규격 개발을 위해 5G의 시스템 구조 및 코어 네트워크 기능 등을 기술하는 표준을 Rel-15 (Phase-1), Rel-16 (Phase-2) 일정에 맞추어 단계별로 연구 및 규격개발 진행 중임. 이에 따라 2016년에 5G (NextGen) 구조에 대한 기술 보고서 (TR 23.799) 개발을 완료하고, 2017년부터 1년간 신규 5G 시스템 구조 및 프로시저에 관한 표준문서(TS 23.501, TS 23.502) 개발을 진행 중임.
- SA2 에서는 5G 시스템 구조 및 프로시저 개발과 관련하여 네트워크 슬라이싱 개념 확립, 네트워크 슬라이스 인스턴스 선택, 네트워크 슬라이싱 구조에 따른 Registration/Session management 및 로밍 세부 절차, 슬라이스 선택 파라미터로서 NSSAI (Network Slice Selection Assistance Information) 정의 방법 등을 주요 쟁점으로 삼고 있음.



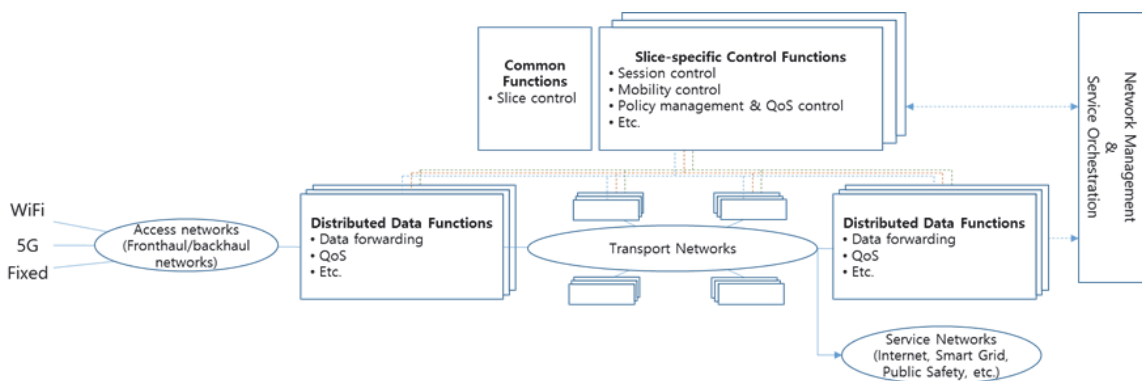
[그림 17. 네트워크 슬라이스 및 네트워크 자원 개념도]

[표 9. 3GPP SA2 - 5G 관련 표준안]

표준안 제목	라포처	완료(예정)일
TR 23.799, Study on Architecture for Next Generation System (Release 14),	China Mobile, Nokia	2016.12
TS 23.501, System Architecture for the 5G System (Release 15),	Nokia	(2017.12)
TS 23.502, Procedures for the 5G System (Release 15)	Ericsson	(2017.12)

○ ITU-T IMT-2020

- ITU-T는 2015년 12월까지 5G 네트워크 관련 주요 표준화 이슈를 분석(gap analysis)하는 것을 목표로 2015년 4월에 SG13 산하에 IMT(International Mobile Telecommunications)-2020 포커스 그룹(FG IMT-2020)을 만들고 총 5개의 작업반에서 각 이슈별 표준화 gap 들을 도출하여 2015년 12월 ITU-T SG13 총회에 결과 보고서를 제출하였음
- 이후, IMT-2020 포커스 그룹은 2016년 12월까지 2차 활동을 통해 포커스 그룹 산하 6개 작업그룹(WG)에서 분석된 gap 들에 대한 추가적인 작업과 아울러 IMT-2020 네트워크 요구사항 및 프레임워크, 네트워크 관리 요구사항 및 프레임워크, 네트워크 소프트웨어화 등에 관한 문서들을 개발하였음
- ITU-T SG13은 2017년부터 시작된 새로운 Study Period에서 IMT-2020 관련 새로운 WP(Working Party) 와 하위 Question을 만들고 IMT-2020 포커스 그룹에서 개발한 Deliverable을 토대로 관련 표준 개발 작업을 진행 중임.
- WP1/13 : IMT-2020 Networks & Systems
 - * Q6/13 : Quality of service (QoS) aspects including IMT-2020 networks
 - * Q20/13 : IMT-2020 : Network requirements and functional architecture
 - * Q21/13 : Software-defined networking, network slicing and orchestration
 - * Q22/13 : Upcoming network technologies for IMT-2020 and Future Networks
 - * Q23/13 : Fixed-Mobile Convergence including IMT-2020



[그림 18. ITU-T IMT-2020 네트워크 구조 개념도]

[표 10. ITU-T SG13 – IMT-2020 관련 표준안]

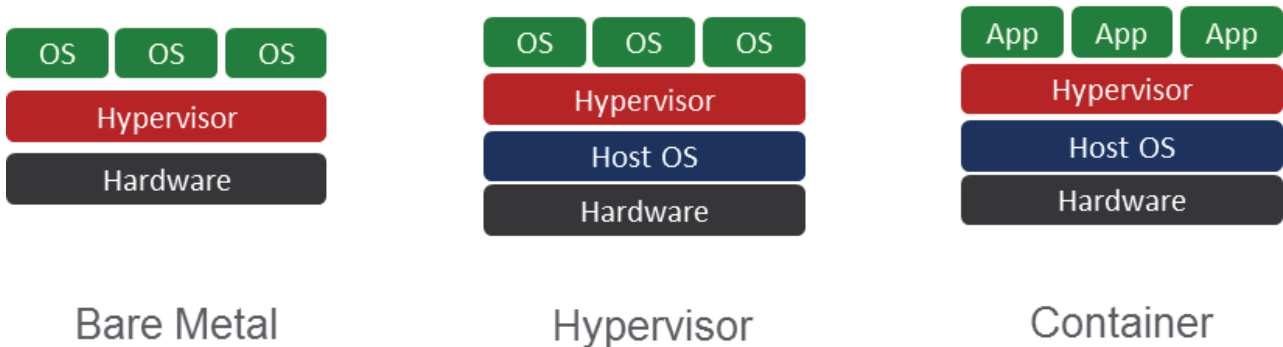
표준안 제목	에디터	완료(예정)일
Y.3100, "Terms and definitions for IMT-2020"	ETRI	2017.11
Y.IMT2020-frame, "Framework of IMT-2020 network"	ETRI	2017.11
Y.IMT2020-reqts, "Requirements of IMT-2020 network"	ETRI	2017.11
Y.IMT2020-arch, "Architecture of IMT-2020 network"	ETRI	Q2-2018
Y.3111, "IMT-2020 Network Management and Orchestration Framework"	ETRI, KT	2017.07
Y.3110, "IMT-2020 Network Management and Orchestration Requirements"	ETRI, KT	2017.07
Y.NSOM, "Network slicing orchestration and management"	China Mobile, China Unicom	2018.06
Y.IMT2020-NetSoft, "High level technical characteristic of network softwarization for IMT-2020"	NTT	2017.11
Suppl. 44 To Y.3100-series, "Standardization and open source activities related to network softwarization of IMT-2020"	NTT	2017.07
Y.IMT2020-MultiSL, "Framework for the support of Multiple Network Slicing"	ETRI	2018.04
Y.IMT2020-CE-Req, "Requirements of capability exposure in IMT-2020 networks"	China Mobile, China Telecom	Q2-2018
Y.IMT2020-CEF, "Capability exposure function in IMT-2020 networks"	China Mobile, China Telecom	Q2-2018

3 가상화 Infrastructure

■ 하드웨어 가상화 infrastructure

- 가상화는 기본적으로 하드웨어와 소프트웨어의 분리를 통해 이루어짐. 이 위에서 코어 네트워크와 액세스 네트워크의 가상화가 가능해지고 이들의 관리를 위한 메카니즘이 필요하게 됨. 하드웨어는 기본적으로 CPU, 메모리, 디스크, 네트워크 인터페이스 카드를 포함한 IO로 구성됨. 이들 하드웨어를 소프트웨어와 분리하고 효율을 향상시키면서 이들에 대한 관리와 모니터링이 가능하도록 하는 기술을 infrastructure로 구분함.
- 첫 번째 방식은 Bare Metal 방식. 이 방식에서 하드웨어 위에 Hypervisor가 위치하여 호스트 OS를 거치지 않고 Hypervisor가 직접 하드웨어에 접근하는 방식임. 가장 뛰어난 성능을 제공하지만 Hypervisor나 앱 레벨에서의 하드웨어 접근을 직접 관리해야 하는 번거로움이 존재함. ESXi, Hyper-V, XenServer 등이 이에 해당함.

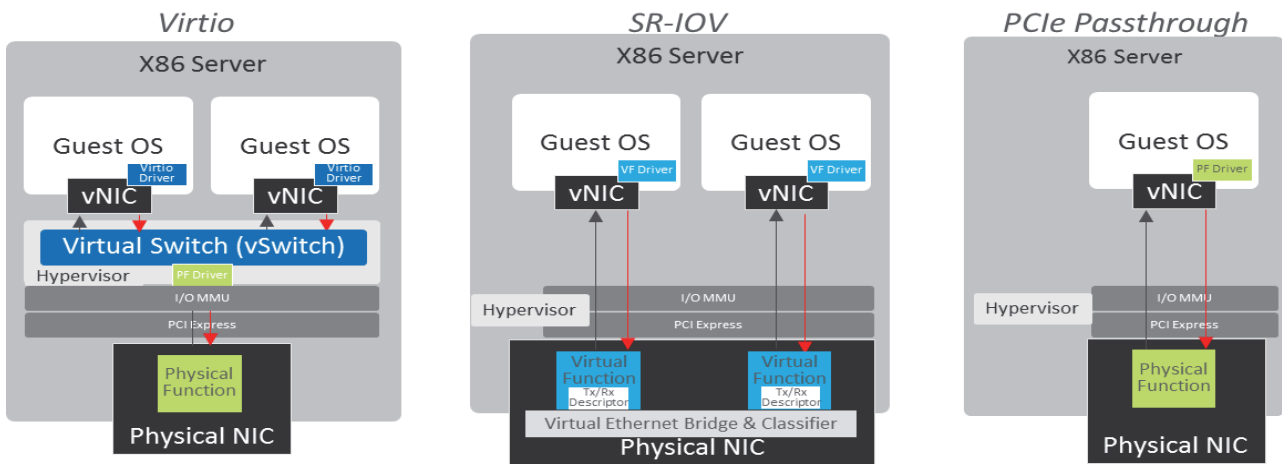
- 두 번째 방식은 하드웨어 위에 호스트 OS를 두고 그 위에 Hypervisor를 두는 방식임. 이 경우 하드웨어에 대한 접근은 호스트 OS에서 관리되며, Hypervisor는 호스트 OS를 거쳐 하드웨어에 접근하기 때문에 복수 OS나 앱에서의 접근 충돌 등 세부 내용에 대한 문제가 비교적 수월하게 해결됨. 반면 호스트 OS를 거쳐 하드웨어 접근이 이루어지기 때문에 성능 저하가 발생할 수 있음. 이런 구조로 인하여 real-time OS성능을 구현하기에 어려움이 있음. QEMU, KVM, VMware Workstation, VirtualBox 등이 이와 같은 방식을 지원함.
- 세 번째 방법은 컨테이너 가상화 방식. 기존의 hypervisor는 호스트 OS위에 hypervisor를 두고 그 위에 존재하는 게스트 OS를 격리시켜 구동하는 방식으로 구조상 게스트 OS 상의 시스템 콜은 hypervisor를 거쳐 호스트 OS 상의 시스템 콜을 통해 하드웨어에 접근하게 됨. 즉 게스트 OS상의 앱은 게스트 OS, hypervisor, 호스트 OS를 거쳐 하드웨어에 접근하게 됨. 이런 여러 단계의 하드웨어 접근이 응답 시간을 느리게 하고 성능처리를 떨어지게 만드는 단점이 있음. 이에 반해 컨테이너 방식에서는 게스트 OS가 없고 일종의 라이브러리만 존재하는 방식으로 프로세스 단위의 격리를 통해 하나의 OS를 구동하기 때문에 성능 저하가 적은 장점을 가짐. 이 방식에서 중요한 점은 라이브러리 형식으로 프로세스 격리를 구현하는 부분임. 이 부분에 대해 오픈소스가 일반화되면서 넓은 지지층을 가진 컨테이너 방식이 출현하고 넓은 지지층을 가진 컨테이너 방식은 호환성과 일반성을 가지면서 더욱 더 그 세력을 넓혀가고 있음. Docker, LXC/LXD, Jail, Zones 등이 이에 해당함. 최근에는 컨테이너의 포맷을 규격화하자는 Open Container Initiative가 결성됨.



[그림 19. 하드웨어 가상화 infrastructure 구현 방식]

- 가상화를 구현하는 방법론에 있어서는 hypervisor에서 게스트 OS와 호스트 OS간의 연결을 수행하는 Full virtualization, hypervisor와 하드웨어 사이에 일반적으로 하드웨어 업체에 의해 제공되는 하드웨어 accelerator가 hypervisor와 하드웨어 간의 접근에 있어 효율성을 극대화 시켜주는 하드웨어 accelerator 방식 그리고 para-API라 불리는 하드웨어에 대한 직접적인 접근을 허용하는 hypervisor bypass를 통해 성능 열하를 일으키는 작업에 대한 부분을 hypervisor에서 제외하여 구조를 단순화 시키고 성능을 향상시키는 para-virtualization 방식이 있음.

- 통신 시스템에서 중요한 구성 요소인 네트워크 카드는 가상화 과정에서 IO의 성능에 의해 성능이 결정되는 특성을 가지고 있음. 가상화에서 IO를 구성하는 방식에는 소프트웨어로 구성된 가상화 스위치(vSwitch)를 두고 가상화 네트워크 카드와 피지컬 네트워크 카드 사이의 연결을 구성하는 방식이 있음. 연결성과 관리 측면에서 가장 효율적이지만 성능이 떨어지는 단점이 있다. 극단적인 경우로 PCIe passthrough의 경우에는 가상 네트워크 카드와 피지컬 네트워크 카드를 직접 연결하는 경우로 최상의 성능을 보이지만 유연성이 떨어지는 단점이 있음. SR-IO는 피지컬 네트워크 카드가 가상의 네트워크 카드 기능을 제공하여 hypervisor나 VM에서 디바이스 드라이버를 통해 직접 접근이 가능한 기능을 제공하는 방식임. 이 경우 hypervisor를 bypass하는 방식으로 구현할 수도 있고 hypervisor를 거치는 방식으로 구현될 수도 있음. 일반적으로 가상 스위치에 비해 높은 성능을 제공하면서 유연성을 제공할 수 있음.



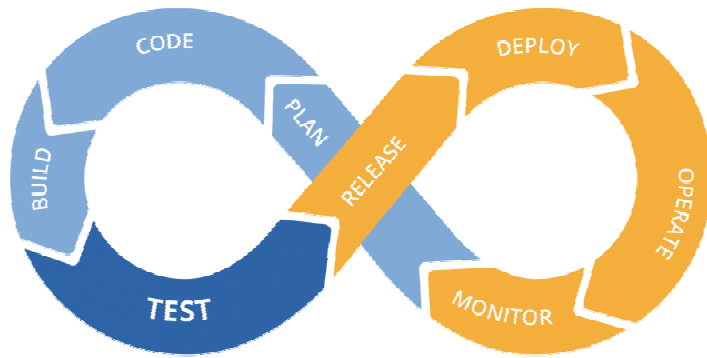
[그림 20. 네트워크 카드 가상화 구현 방식]

- 과거에 네트워크 장비는 전통적인 하드웨어 업체 고유의 하드웨어 구조를 가지고 장비 공급이 이루어져 폐쇄적인 시장을 형성하였음. 최근에는 오픈 소스 추세가 하드웨어까지 확대되어 하드웨어 디자인이 공개되고 커뮤니티를 통해 상호 협력 하에 발전하는 오픈 소스 하드웨어가 등장하고 있음. Facebook에서 시작된 OCP(Open Compute Project)와 통신 업체의 오픈 소스 하드웨어를 위해 발족된 TIP(Telecom Infra Project)가 대표적. OCP는 IT장비와 부대설비의 규격화를 시도하여 투자 비용의 최적화와 효율 향상을 목표로 함. OCP내에는 또한 통신 산업에서의 OCP 적용을 위한 프로젝트가 별도로 진행되고 있음.
- 하드웨어 가상화 차원에서의 Infrastructure에 대한 내용은 주로 데이터센터 (DC : Data Center)의 구현과 computing node의 구현을 위해 제안됨. 이동통신에서도 데이터센터의 구현 등에 적용이 가능하며, 코어 네트워크의 상당 부분이 하드웨어 가상화 infrastructure에 의해 구현될 수 있음. 액세스 네트워크의 경우 안테나, RF 등과 같이 소프트웨어 구현이 어려운 부분이 있지만 PDCP, RRC, RLC 등의 기능 구현에는 하드웨어 가상화 infrastructure의 내용이 적용 가능할 것으로 판단됨.

4 Continuous Integration / Continuous Development (CI/CD)

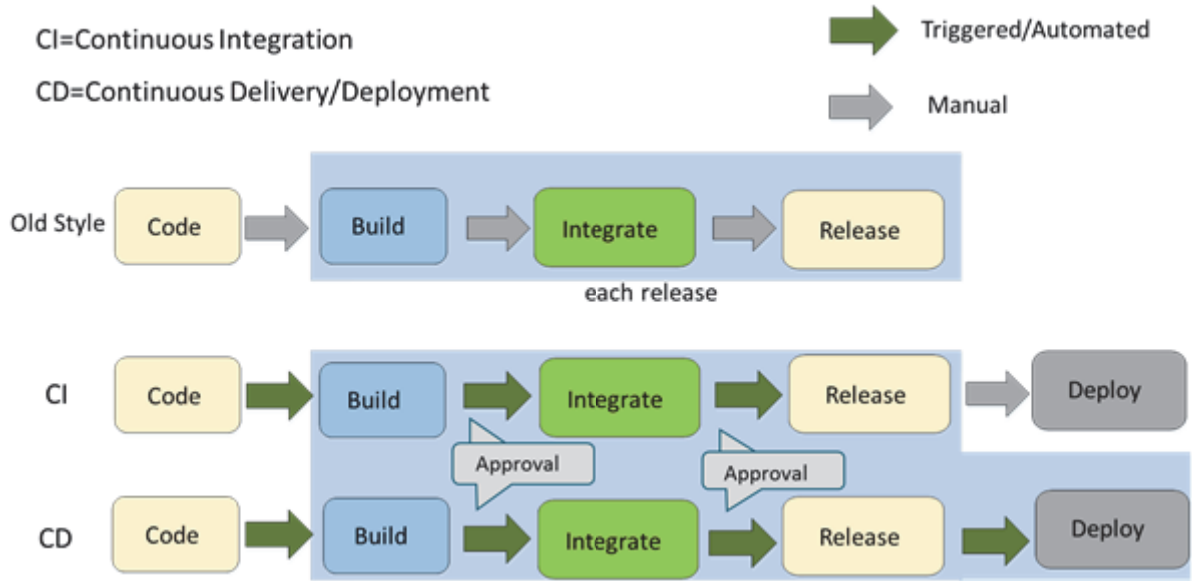
■ 배경 및 목적

- 물리적인 하드웨어 기반의 네트워크 인프라에서 클라우드 기반의 소프트웨어 형태의 네트워크 기능으로 변화하는 최근의 페러다임 변화에 있어서, 소프트웨어로 구현되는 인프라 플랫폼 및 네트워크 기능들에 대해 서비스의 중단 없이 빠르게 소프트웨어의 업그레이드 및 문제 해결 등을 가능하게 하기 위한 핵심기술로 CI/CD가 주목받기 시작함.
- 그림 21과 같이 소프트웨어 코드 개발에서부터 실 환경에의 배포에 이르기까지의 전주기를 자동화함. CI는 지속적인 통합으로 소프트웨어 제작 과정에서 코드의 수정 및 적용에 소요되는 시간을 줄이기 위하여 많은 작업자가 동시에 코드의 일부를 개발 또는 수정하되 각 개발자들이 독립적으로 수정 및 삭제하는 부분들이 실시간으로 반영되고 이를 통합하는 과정을 반영함.



[그림 21. CI/CD 자동화 주기 (출처 : That CI/CD : Principles, Implementation & Tools)]

- CD는 CI에 더 나아가 실제 구동하고 있는 환경에 적용하는 과정까지를 자동화하는 것을 목표로 함. 기존에 수작업으로 각 환경에 접근하여 업그레이드를 수행하므로 인해 소요되는 많은 시간을 줄이기 위해 CD는 실제 운용 환경에 릴리즈된 코드를 배포하고, 실제 운용 환경을 모니터링하여 향후 개선사항에 대한 피드백을 코드 개발에 반영함으로써, DevOps 환경이 효율적으로 운영되도록 함.
- 그림 22는 기존 방식과 CI/CD를 적용했을 때의 프로세스를 나타냄.



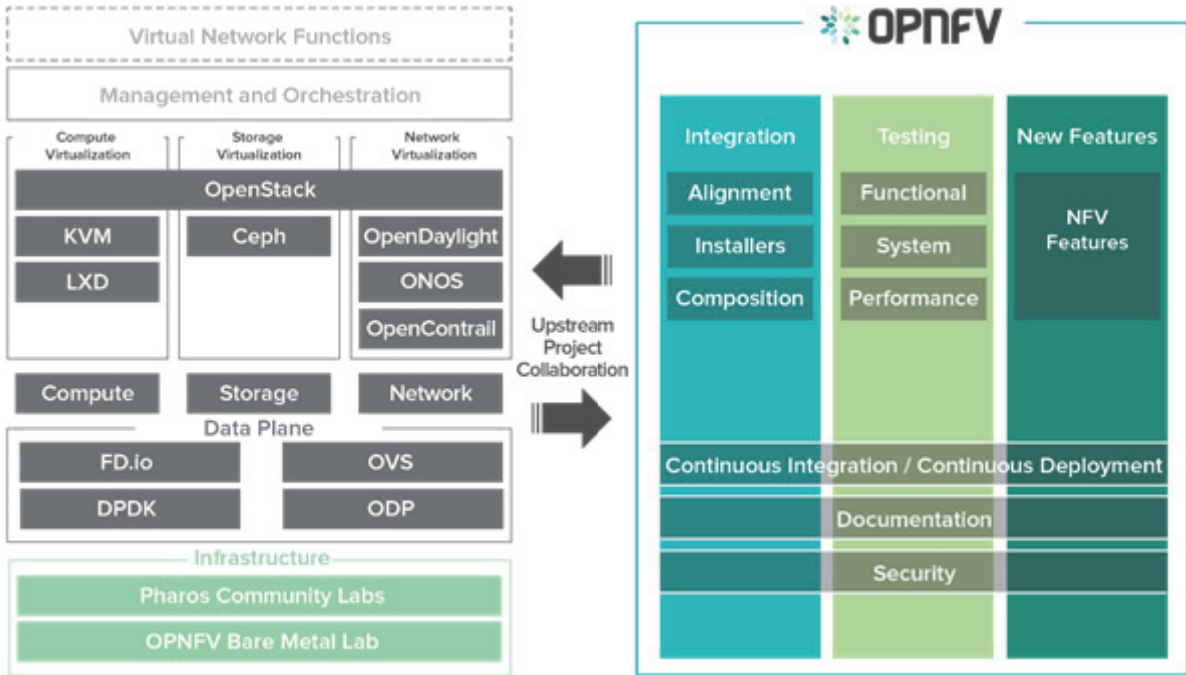
[그림 22. 기존방식과 CI/CD 방식의 차이점 (출처 : OPNFV Summit 2017)]

■ 관련 오픈소스 활동 현황

○ NFV 인프라 및 관리 통합 환경을 위한 CI/CD 관련하여 대표적인 오픈소스 프로젝트에는 OPNFV와 ONAP이 있으며 이들의 현황은 아래와 같음.

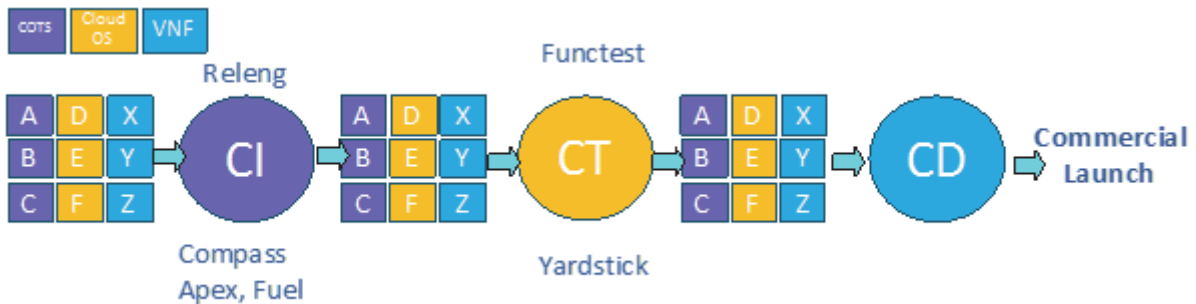
○ OPNFV

- OPNFV는 다양한 관련 오픈소스 프로젝트들을 NFV 프레임 구조에 적합한 위치로 매핑하고, 이들을 통합하여 하나의 NFV 환경으로 통합하기 위한 목적으로 2014년에 설립되었음.
- Linux Foundation의 오픈소스 프로젝트로서, 통합 환경에 대한 설치에서부터 배포, 통합 환경에서의 기능 테스트에 이르는 전 과정을 소행하고, 이에 대한 피드백 및 수정 보완사항을 관련 오픈소스 프로젝트에 반영시키는 것이 주 활동 내용임.
- 그림 23은 OPNFV에서 NFV 통합 플랫폼 구성을 위한 Upstream 프로젝트들과 이를 통해 OPNFV에서 하고자 하는 내용을 나타냄.



[그림 23. OPNFV와 Upstream Project들 (출처 : OPNFV 공식 홈페이지)]

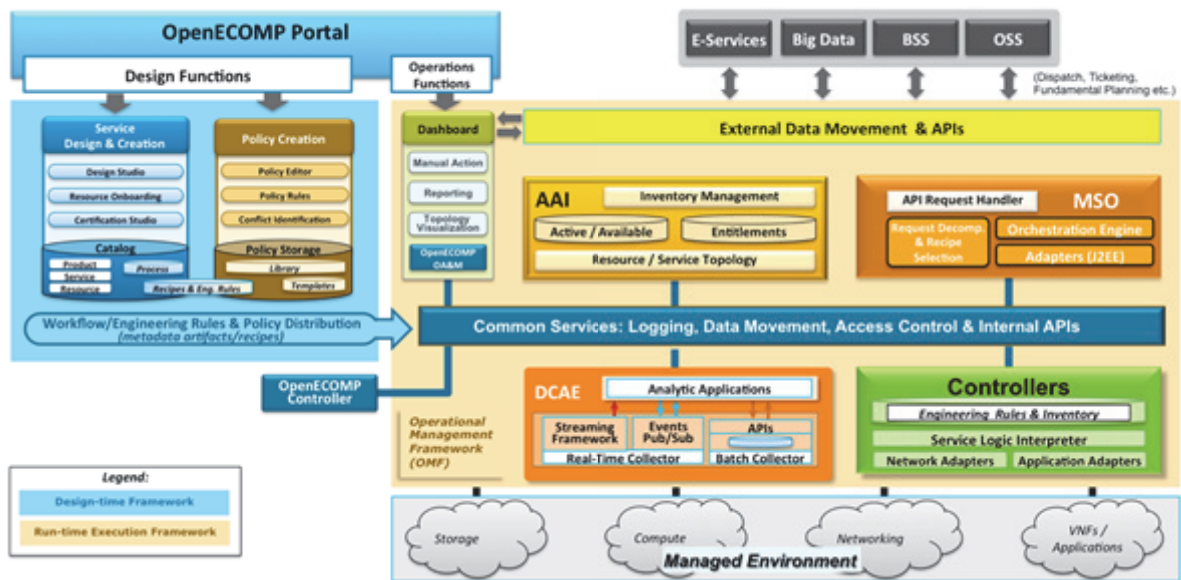
- OPNFV는 Upstream 프로젝트들의 통합 환경 설치를 위한 인스톨러 개발에서부터 인프라 및 기능, 성능에 대한 테스트 툴을 제공하기 위한 프로젝트를 진행하고 있으며, 이러한 모든 과정은 CI/CD 파이프라인에 의해 코드 개발에 따라 자동 빌드 및 배포되어 전세계 OPNFV Pharos 실험실 내 인프라에 실제 운영됨.
- 그림 24는 OPNFV에서 제공하는 CI/CD 도구와 이를 통한 CI/CD 파이프라인을 나타내며, 물리 인프라인 COT 서버 자원, 서버 위에서 돌아가는 Cloud OS 및 가상화 형태로 제공되는 VNF 기능들의 조합에 대한 지속적인 통합, 테스트, 배포를 통해 실제 릴리즈까지 이르는 전주기를 자동화하고 있음.



[그림 24. OPNFV CI/CD (출처 : OPNFV Summit 2017)]

○ ONAP

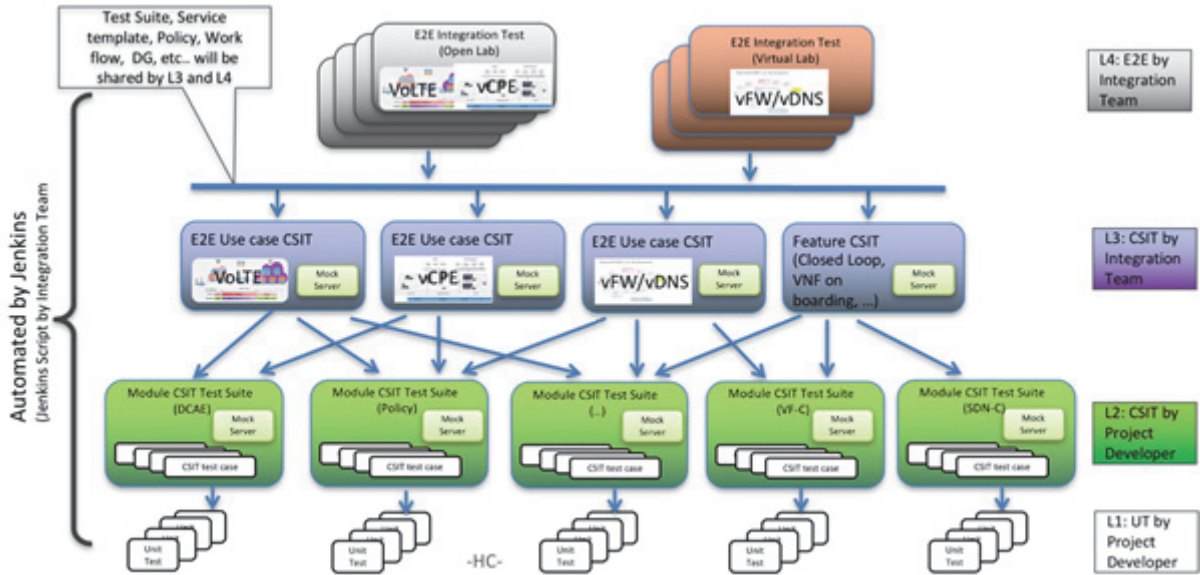
- ONAP은 NFV 플랫폼의 관리 제어 및 오케스트레이션 기능으로써 China Mobile 이 주도하는 Open-O와 AT&T의 ECOMP 두 개의 오픈소스 프로젝트가 함께 추진하는 프로젝트로서 SDN/NFV 자동화를 위한 공통 네트워크 운영체제를 중심으로 글로벌 서비스 제공업체 환경을 통합하고자 2017년초에 출범하였음.
- ONAP은 오픈소스 컴포넌트들을 통해 SDN/NFV 기반 인프라와 서비스를 제공하는 데 요구되는 수동 프로세스를 감소하여 TTM(Time to Market)을 앞당기고 수익을 빠르게 창출할 뿐만 아니라 자동화된 CI/CD를 통한 OPEX를 줄이는 것에 초점을 맞추고 있음.
- 그림 25는 ONAP의 구조를 나타낸 것으로, 크게 Design-Time 프레임워크와 Run-Time 실행 프레임워크로 구분됨.



[그림 25. ONAP 구조 (출처 : ONAP Wiki page)]

- Design-Time 프레임워크는 NFV 인프라 위에서 동작하는 VNF에 대한 설계단계에서부터 인프라 자원을 고려하여 제작 및 테스트를 진행할 수 있으며, 시뮬레이션을 통해 서비스가 인증되면 이를 실제 Run-Time 실행 프레임워크로 배포하고 실행함. Run-Time 실행 프레임워크는 액세스 제어, 로깅, 데이터 분석과 같은 추가적인 기능을 제공함.
- ONAP 프로젝트 내에도 각 구성요소 및 통합 환경 구축을 위한 다양한 세부 프로젝트들이 존재하며, 이를 통합하여 하나의 버전 릴리즈 배포까지의 과정을 자동화 하기 위해 Jenkins 기반의 계층적 CI/CD를 운영하고 있음.

- 그림 26은 ONAP의 4계층 CI/CD 구조를 나타낸 것으로, 각 세부 프로젝트에서 유닛 테스트가 완료되면, 이를 각 프로젝트의 정의된 테스트 케이스를 통해 프로젝트 단위의 테스트를 진행하고, 이를 통해 검증된 각 프로젝트의 코드들을 통합하여 유즈 케이스에 대한 프로젝트 통합 테스트 및 실제 실험실 인프라로의 배포 및 운영을 통한 테스트를 수행함.



[그림 26. ONAP 4-level CI/CD 구조 (출처 : OPNFV Summit 2017)]

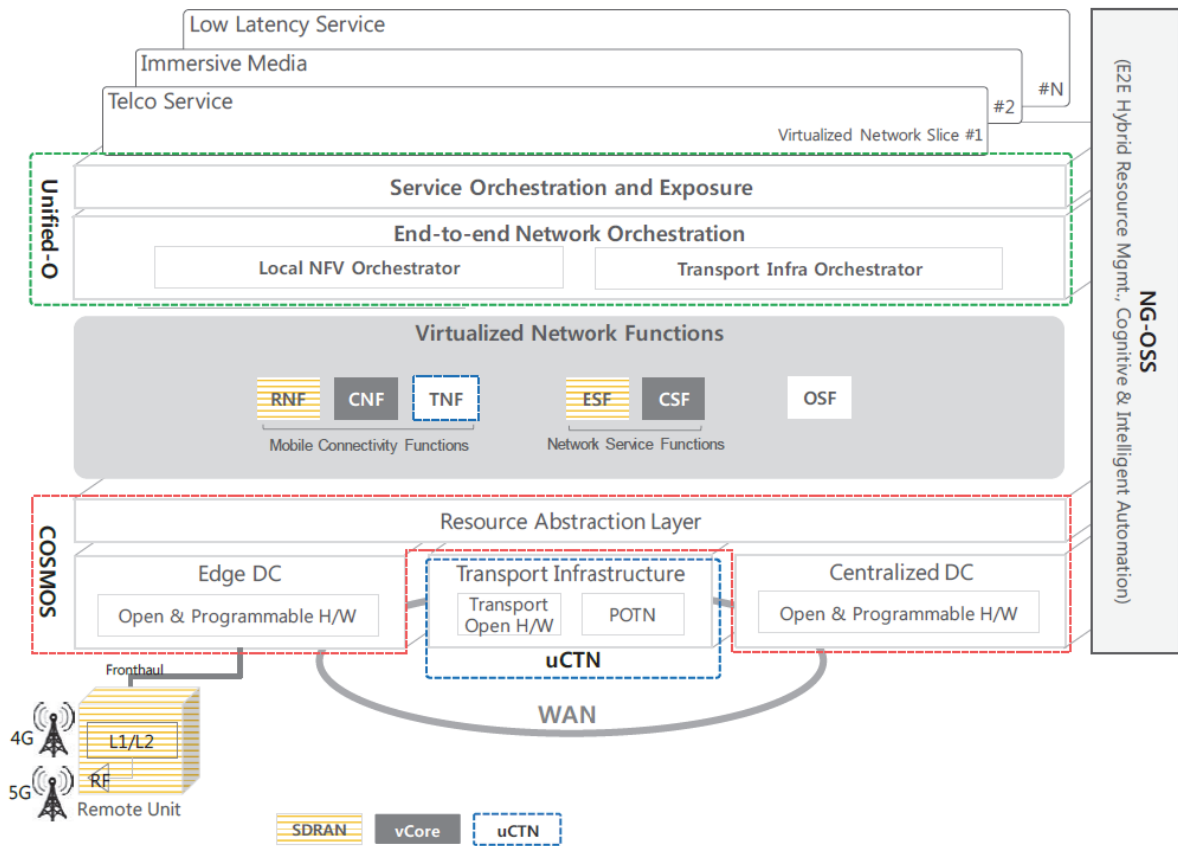
IV 국내 네트워크 구조 진화 현황

1 국내 사업자 네트워크 구조 현황

■ 국내 사업자들의 네트워크 구조 진화 방향

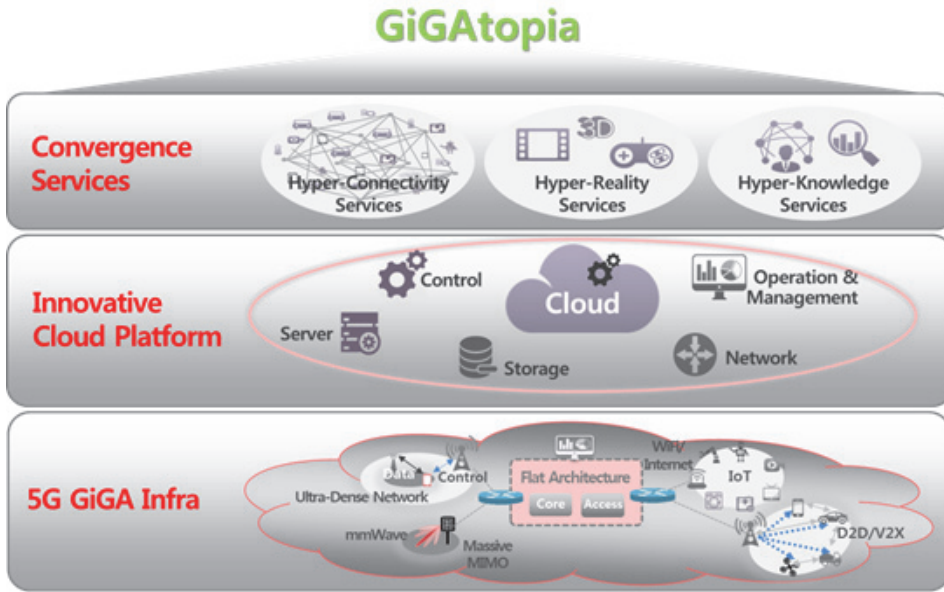
○ 국내 사업자들은 5G 관련 기술 백서나 발표 자료에서 향후 네트워크 구조의 진화 방향에 대하여 발표를 하였음. 각 사업자별로 5G와 관련하여 발표한 대표적인 차세대 네트워크 구조들은 다음과 같음.

- SK 텔레콤의 차세대 네트워크 구조



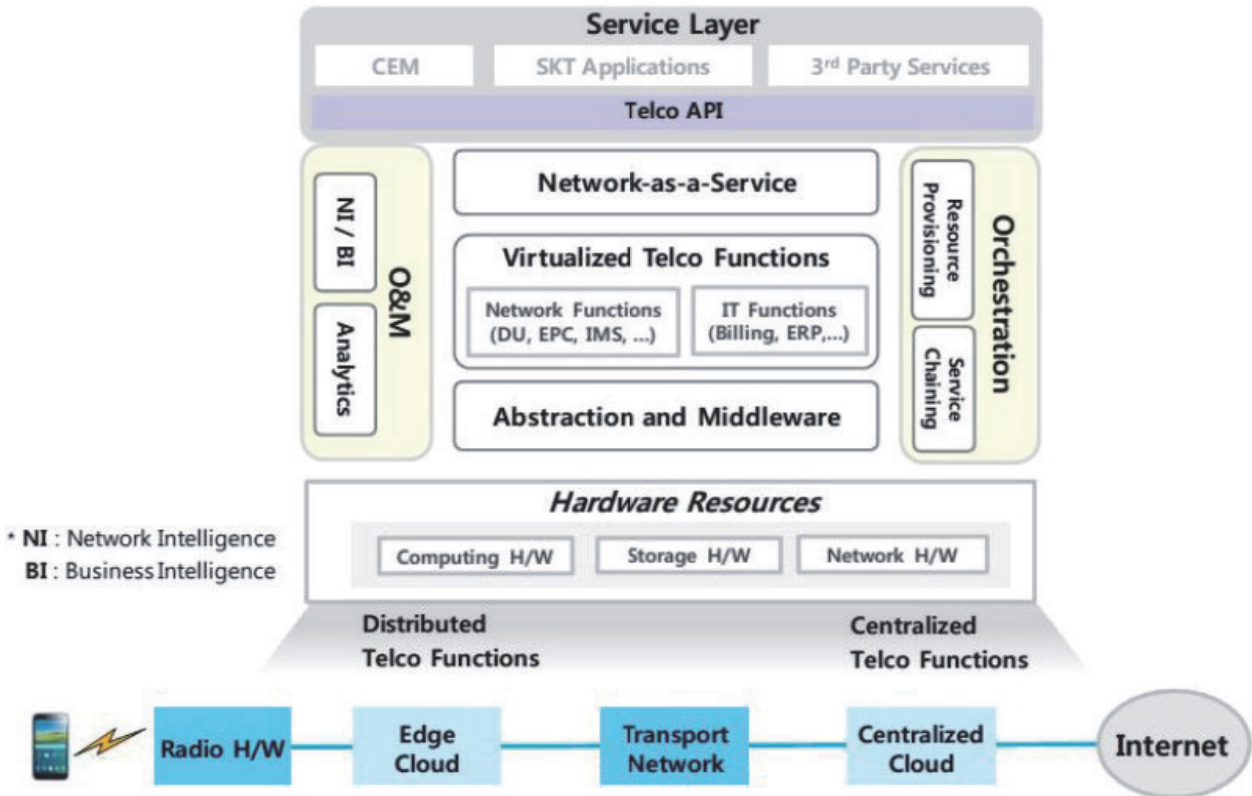
[그림 27. SK Telecom ATSCALE End-to-end 구조 (출처 : SK Telecom ATSCALE 백서)]

- KT의 차세대 네트워크 구조



[그림 28. KT 5G 구조 (출처 : SDN/NFV포럼 5G 네트워크 구조 및 기술 이슈 분석서)]

- LGU+의 차세대 네트워크 구조



* NI : Network Intelligence
BI : Business Intelligence

[그림 29. LGU+ 모듈러 네트워크 구조 (출처 : SDN/NFV포럼 5G 네트워크 구조 및 기술 이슈 분석서)]

2 네트워크 공통성 현황

- 5G 관련 사업자들의 백서 및 발표 자료 등을 통해 살펴본 공통성 현황은 다음과 같다.
 - 차세대 네트워크를 위해 필요한 주요 기술들 : SDN, NFV 및 Cloud
 - High level 구조에서 볼 때 자원 및 인프라 레이어, 가상화/Cloud 레이어, 서비스 레이어를 가짐
 - 네트워크 구조 및 네트워크 기능 등에 있어서 현재 진행 중인 3GPP의 5G 표준화 규격을 따를 예정임.

3 네트워크 비공통성 현황

- 5G 관련 사업자들 네트워크의 비공통성 상황은 각 사업자의 현재 구축된 망 구조 및 인프라 자산 상황의 차이로 인해서 진화의 방향도 달라지거나, 각 사업자의 경쟁력 차원에서 차별화되는 요소에 의해서 발생한다. 5G 백서 및 발표 자료 등을 통해 살펴본 비공통성 현황은 다음과 같다.
 - 유/무선 사업을 함께 하는 사업자와 무선 통신 사업만 하는 사업자들 사이에는 사용자 아이디 관리 등을 유/무선 통합하는 방안과 그렇지 않은 방안의 차이가 남. 이에 따라 유/무선 통합 방안과 이를 지원하기 위한 네트워크 구조에 차이가 발생함.
 - 망 인프라에 광케이블을 많이 가지고 있는 사업자와 그렇지 않은 사업자들 사이에는 Backhaul, midhaul 및 Fronthaul등을 연결하는 구조와 방법에 차이가 남. 기존에 광 케이블을 많이 가지고 있는 사업자의 경우 fronthaul과 midhaul에서의 적극적인 광 케이블 활용으로 적극적인 RAN function split에 대한 대응을 진행함. 반면 광케이블을 많이 가지지 않은 사업자의 경우에도 fronthaul과 midhaul에 대한 고민을 진행 중.
 - 가상화 자원 및 가상화 네트워크 기능 등에 대한 관리와 오케스트레이션 등은 아직 ETSI NFV 및 3GPP 등에서 표준화가 완료되지 않은 상황에서 전통적으로 사업자별 고유의 관리 방식을 사용해 온 상황에서 사업자 별로 서로 다른 솔루션을 추구하고 있음. 이는 5G등 이동통신을 활용하여 이동성과 디지털화를 추구하고자 자신의 서비스 시스템과 이동통신 시스템의 연결을 요구하는 타 산업의 서비스 제공자 입장에서는 이동통신 사업자마다 서로 다른 운영 시스템과 사업화 시스템을 운영하기 때문에 일관성을 가지기 어렵고 한 이동통신 사업자와의 계약과 이에 맞춘 타 사업자의 서비스 시스템 개발이 이동통신 사업자에 대한 lock-in을 유발할 수 있는 요인이 될 수 있음. 또한 운영시스템(OSS)과 사업화 시스템(BSS)의 표준화에 따른 규모의 경제를 유발하기 어려운 단점을 가지고 있음.

- 사업자들은 최근에 중요한 트렌드로 자리를 잡은 오픈소스 프로젝트에 활발하게 참여하고 활용을 고려하고 있으나 오픈소스의 다양성과 시장에서의 활발한 경쟁으로 인해 사업자 별로 서로 다른 오픈소스 솔루션을 추구 중임. Cloud 솔루션으로는 Openstack이 공통적인 대세로 자리를 잡았으나, SDN의 솔루션으로는 OpenDalylight과 ONOS으로 선호도가 나뉘고 있으며, 아직까지 일부 사업자에서만 적극 고려되고 있는 CI/CD를 위한 통합 플랫폼으로는 OPNFV와 ONAP 등의 선택이 있을 수 있음.

V 네트워크 진화 방향 제안

1 네트워크 구조

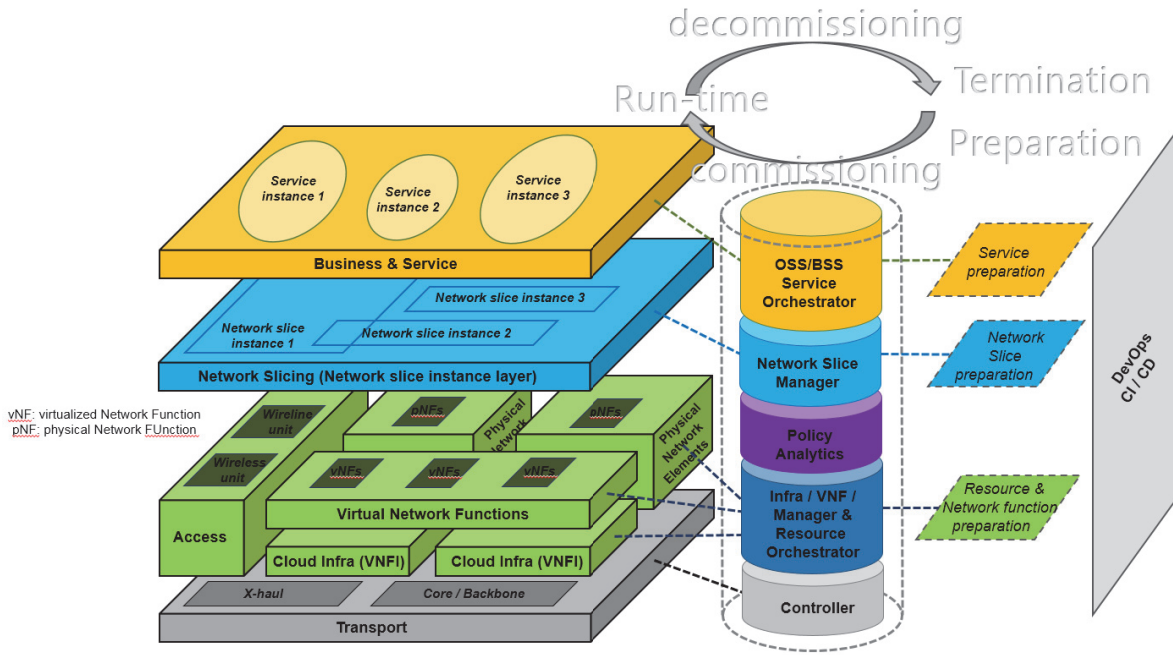
- III장 및 IV장의 결과들에 의하면, 각 표준화 단체와 국내외 사업자들이 그리는 차세대 네트워크의 구조들은 high level 상에서는 유사한 레이어 구조를 지향하고 있으나, 각 사업자가 현재 가지고 있는 망 구조 및 인프라에 따라 그리고 전략적 경쟁력 추구 면에서 차이를 보이고 있다. 5G 시대에 요구되는 다양한 타 산업과의 융합 서비스로 인하여 차세대 네트워크는 효율성, 유연성, 자동화, 보안성, 및 경제성 등이 더욱 강하게 요구된다.

따라서 네트워크 구조는 분명히 구별되는 레이어들의 구조이어야 하며, 이들을 개별적이 아니라 유기적으로 통합제어할 수 있는 “관리, 운영, 제어”할 수 있는 레이어가 있어야 된다. 또한 다양하고 빠른 서비스 혁신이 가능하도록 이 “관리, 운영, 제어” 레이어는 지속적으로 개발, 시험, 설치, 자동화, 및 유지 보수를 준 실시간으로 가능하게 하는 DevOps (Development and Operations) 및 CI / CD 능력이 향후 포함될 수 있도록 진화가 고려되어야 한다.

5G시대에 요구되는 네트워크 구조로서 제안되는 논리적 모델 및 설치 모델은 다음과 같다.

■ 5G 네트워크 구조 - 논리적 모델

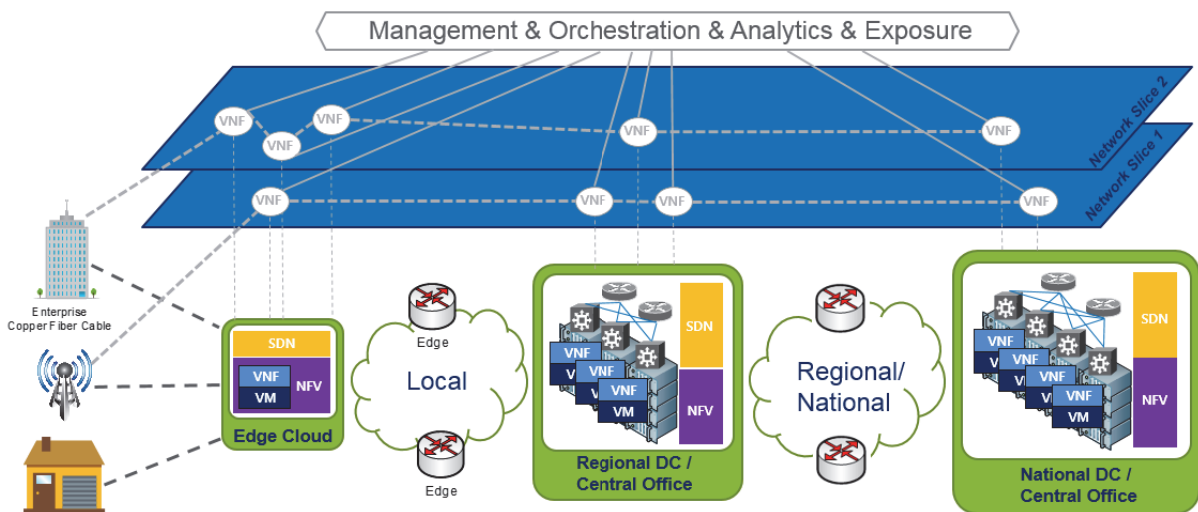
상기 서술된 5G 시대의 네트워크 구조의 요구사항을 만족시키는 논리적 모델은 그림 30에 제안되어 있다. 트랜스포트 레이어, 물리적 네트워크 기능과 가상화를 위한 클라우드 인프라 및 가상화 네트워킹 기능이 존재하는 레이어, 서비스 요구사항에 의해 만들어지는 네트워크 슬라이싱 레이어, 및 서비스와 사업을 정의하는 레이어가 독립적으로 존재한다. 또한 이 레이어들을 유기적으로 통합하기 위한 관리, 운영, 제어하는 레이어가 존재하되 이 레이어는 DevOps (CI / CD)에 의해 각 레이어 요소에 대한 전생애주기가 지배된다.



[그림 30. 5G 네트워크/시스템 구조 제안 - 논리 모델]

■ 5G 네트워크 구조 - 단대단 설치 모델

설치 모델 관점에서 볼때 5G 네트워크 구조는 그림 31에 제안되어 있으며, 모든 국사가 가상화와 클라우드의 데이터 센터화 되는 추세를 따른다. 네트워크 소비자와의 근접성 및 효율성을 고려하여 에지 클라우드 국사, 지역 클라우드 국사, 및 전국 단위 클라우드 국사 등이 구성되며, 각 클라우드 국사는 특수하게 별도의 하드웨어가 필수적으로 필요한 경우를 제외하고는 공통의 서버 군들을 사용한다. 각 네트워크 기능들은 가상화 되어 제공될 서비스의 요구사항에 따라 최적의 위치가 정해지며, 필요시 역동적으로 위치 변경 및 스케일링이 용이하도록 설계된다.

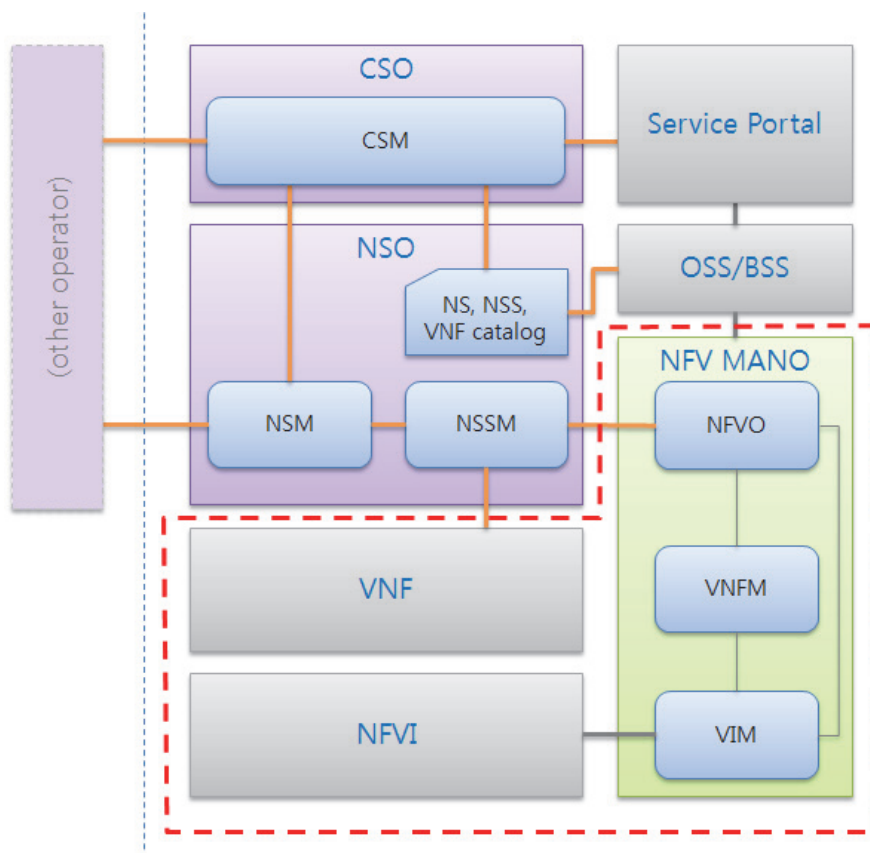


[그림 31. 5G 네트워크/시스템 구조 제안 - 설치 모델]

2 관리 및 오케스트레이션 (Management and Orchestration)

■ 빌딩블록 구조

- 제안하는 5G 네트워크 관리 및 오케스트레이션 공통 구조는 아래와 같이 총 3계층으로 그 대상을 분류할 수 있다.
 - 통신 서비스 (Communication service)
 - 네트워크 슬라이스 (Network slice)
 - 가상 자원 및 관리 (VNF, NFVI, MANO)



[그림 32. 5G 네트워크 관리 및 오케스트레이션 공통 구조(안)]

■ 세부 기능

- 통신 서비스 오케스트레이션 (Communication Service Orchestration ;CSO)
 - CSM : Communication Service Management
 - * 통신 서비스 요구사항을 네트워크 슬라이스 요구사항으로 매핑
 - * 서비스 설계를 위한 서비스 포탈로의 인터페이스 개방 (exposure)

○ 네트워크 슬라이스 오케스트레이션 (Network Slice Orchestration ;NSO)

- NSM : Network Slice Management

* 네트워크 슬라이스 인스턴스의 관리 및 오케스트레이션

* 예 : Lifecycle management, Fault management, Performance management, Configuration management, policy

* 주어진 네트워크 슬라이스 요구사항을 만족하는 네트워크 슬라이스 서브넷 조합 및 구성

- NSSM : Network Slice Subnet Management

* 네트워크 슬라이스 서브넷 인스턴스 관리 및 오케스트레이션

* 예 : Lifecycle management, Fault management, Performance management

○ 자원 오케스트레이션 (Resource Orchestration) (NFV MANO)

- NFVO, VNFM, VIM [ETSI-NFV] 와 연동

VI 정책, 규제 및 R&D 항목 제안

1 정책 및 규제

■ 정책, 규제

○ 개인정보, 위치정보 등

- 개인정보 보호법, 위치정보의 보호 및 이용 등에 관한 법률, 정보통신망 이용촉진 및 정보보호 등에 관한 법률, 통신비밀보호법 등의 영향을 받음.
- 스마트시티 분야의 대표 서비스로 선정된 멀티소스 영상 서비스의 경우 일시적이지만 위치정보와 개인정보의 저장에 발생할 수 있음. 따라서 수집된 개인정보와 위치정보의 오남용을 방지하기 위한 대책을 구체화하면서 일시적인 저장 행위에 대해 허용하는 방향으로 개정이 필요함.
- 공공 목적으로 수집된 멀티소스 영상의 서비스를 위해 영상의 배포 등이 현 정보통신망 이용촉진 및 정보보호 등에 관한 법률상 금지되어 있음. 또한 통신비밀보호법 상 멀티소스 영상 취득이 감청으로 판단될 수 있음. 따라서 영상 취득과 서비스 수행을 위한 배포를 위해 두 법률에 대한 검토가 필요함. 이때 영상의 취득과 배포가 남용되는 것을 방지하기 위해 구체적인 오남용 대책을 명시할 필요가 있음.
- 컴패니언 로봇의 경우, 5G 기술을 적용함에 따라 사용자의 음성 및 영상 스트림 데이터를 수시로 전송할 필요가 있으며, 이에 따른 사생활 침해 문제가 제기될 수 있으므로 이에 대한 대책이 요구됨.
- 실버 도우미형 서비스의 경우 인적사항을 포함한 개인의 건강상태, 질병 등의 다양한 개인 정보들이 수시로 전송될 수 있으며, 이에 대한 개인 보안 방안이 강구 필요.

○ 스마트 시티

- 기존의 U-city 법은 신규 도시에 적합한 법률로서 스마트 안전 서비스 등의 경우 기존 시가에서도 5G 인프라를 이용하여 구현 가능한 서비스이기 때문에 기존 시가지에서 당 서비스의 제공을 위한 관제센터 설치, 효율적 관리 운영 등에 대한 법령 정비 필요
- 도시 빅데이터 통합 관리, 공개를 통한 서비스 질 향상, U-city 통합플랫폼 기반구축 사업, U-city 고도화를 위한 핵심 기반기술 개발, 스마트 자율협력주행 도로 시스템 개발, 자율주행 실현을 위한 법규 제/개정 필요

○ 웰니스케어

- 웰니스케어는 개인의 문제만이 아니며 사회 지원 및 제도와 관련된 사회 복지의 이슈임. 궁극적으로 사회현안 문제를 해결하기 위한 사회적 수단이므로 웰니스케어는 공공 투자 정책 및 사회복지 이슈로 다루어져야 함.
- (의료기기법) 의료기기의 경우 6개월 이상의 인허가 심사 절차 기간으로 인해 IT업계에서는 ICT기반 헬스케어 기기의 경우 심사를 받는 동안 이미 시장 선점 등에서 문제가 발생함. 이를 반영하여 2015년 7월 식약처에서는 “의료기기와 개인용 건강관리(웰니스) 제품 판단 기준” 을 발표하여 웰니스 제품 및 서비스 상용화 절차를 간소화하고 제도에 의한 장애요인을 완화시키고자 하였음. 하지만 웰니스의 범위 등과 관련하여 웰니스케어 제품과 의료기기 간의 경계가 모호한 측면이 있는 등 ICT 및 웰니스 산업의 발전 속도에 따라 관련 법규 및 제도가 지속적으로 조정되어야 함.
- (의료법) 정부의 웰니스케어 산업 육성은 개인 건강정보를 수집하여 빅데이터 분석등 ICT기반의 처리를 수행한 후 개인 맞춤형 서비스를 제공하는 방향으로 설정됨. 하지만 의료법 제21조에 환자가 아닌 다른 사람에게 기록을 열람하거나 사본을 내주지 못하게 되어 있는 등 개방형 플랫폼에서 의료 정보의 처리가 불가능하도록 되어 있어 수정이 필요함.
- (약사법) 의료 분야 이동통신의 적용은 약품의 원격조제, 배송 등이 포함되어 있음. 하지만 약사법 제44조에는 이런 행위가 금지되어 있어 수정이 필요함.

○ 재난

- 화재에 대한 획일적 안전제도에서 벗어나 화재위험 특성에 따라 화재안전 관련 법령을 분석하여 안전기준을 정비하고 특정소방 대상물의 안전관리 제도 및 소방 특별조사체계의 고도화 필요

- 유선통신 기반의 소방용품(감지기, 수신기) 및 사물인터넷을 활용한 지능형 소방용품 개발 지원 필요
- 무선화재센서, 스마트헬멧/방화복, 재난용 스마트 섬유 등 신기술 제품이 적용될 수 있도록 관련 소방법 개선 및 공공 수요를 토한 초기 시장 제공 필요
- 건물의 친환경 품질을 평가하는 녹색건축인증과 같이 시설물의 화재대응 수준을 평가하는 인증제도 추진 필요. (현재 건축법에는 내화구조, 방화구획, 피난거리 등 20여 항목, 소방법에는 소화시설, 감지설비, 제연설비 등 30여 항목으로 총 50여개의 시설물에 대한 소방방재 규정이 있으나 화재대응 성능을 평가하는 제도는 없음)
- 웨어러블 디바이스의 경우 개인정보 유출, 사생활 침해 등에 악용될 수 있기 때문에 정보보안을 위한 기술적 문제 해결과 함께 법적인 보완 대책이 필요함.

○ 교통/자동차

- 자동차 중심 자율주행(레벨 3/4/5)을 위한 제도 변경 필요 사항으로 사용자의 상태를 모니터링하고, 수동운전-자동운전 전환 및 책임 규정, 사용자 모니터링을 위한 제도 지원, 개인 정보 보호와 효과적인 모니터링을 위한 제도 구축, 정보의 클라우드 전송과 저장 등에 대한 제도 구축, 자동차 책임을 명시할 수 있는 제도 구축 등이 제기됨.
- 신호등, 표지판 등 공공데이터 개방 측면에서는 데이터의 개방 수준을 나누고 데이터의 실시간 업데이트 반영할 수 있는 제도적 기반 필요.
- 한국형 자율주행 기술 표준 정립을 위한 개방형 플랫폼 구축 측면에서는 자율 주행 데이터의 취득, 저장 및 분석 기관 필요성, 차량 거동 상태 정보 및 주행 데이터의 소유권에 대한 문제, 인지기술 개발 및 생태계 구축 등이 제기됨.
- 실차 기반 개방형 자율주행 시스템 개발 환경으로서 차량 제어 인터페이스 확보 개방형 차량 플랫폼의 구축 등이 제기됨.
- 인프라 측면에서는 이동통신 기술을 적용한 자율주행 차량의 시험, 검증 등을 수행할 수 있는 다양한 주행 환경, 시험 환경 등의 구축이 필요함.
- 최근 자율주행과 ICT의 발전을 고려하여 신규 규정이 필요한 부분으로 테스트를 위한 보험사항, 충돌이나 오작동에 대한 보고, 시험 운행 운전자 허가 및 교육, 시험 주행차의 법률 적용, 특별 번호판 요구 (시험운행 및 배치), 배치된 자율주행차의 법률 적용, 자율주행차 운전면허, 불법행위의 법적 책임 등이 제기됨. 일부 제정 필요 항목으로, 운전석, 운전대 등 응급상황의 경우 재시작 요구, 시험운행의 지리적, 환경적 제한, 공공도로 주행 전 허가 요구사항 등이 제기됨.

○ AR/VR

- 실감방송은 1인 미디어 방송의 대중화를 가속시킬 것임. 이는 필연적으로 저작권 및 부가가치 생성에 대한 이슈를 등장 시킬 것이며, 원저작자의 권리를 보호하면서 2차 창작에 대한 활성화를 위한 콘텐츠 유통 및 비즈니스 플랫폼에 대한 법 제도적 고려가 필요함.
- 불법 콘텐츠에 대한 규제는 반드시 필요하지만 판단기준을 사회적, 문화적 변화에 따라 예측 가능한 범위 면에서 조절하여 다양한 콘텐츠가 창작될 수 있도록 독려할 필요가 있음.
- 가상사물이 현실의 공간에 결합되어 배치되는 증강현실 서비스의 경우 현실공간의 사용에 대한 분쟁 가능성이 존재하므로 이를 위한 법률적 검토가 필요하며, 특히 건축물 및 조형물 등의 저작권과 영상물 및 공연물의 저작권 등에 대한 개인 방송 지원을 고려하여야 함.

○ 인공지능

- 인공지능을 활용한 로봇 등에 대해서는 지능형 로봇 개발 및 보급 촉진법, 정보통신 진흥 및 융합 활성화 등에 관한 특별법, 클라우드 컴퓨팅 발전 및 이용자 보호에 관한 법률, 개인정보보호법 등의 적용을 받는 등 여러 가지 법에 연결되어 있기에 인공지능, 데이터 과학, 로봇 등을 활용한 새로운 제품과 서비스를 시장에 자유롭게 내놓을 수 있는 법, 제도적 환경 조성이 필요함.
- 지능 기술의 법적책임 문제에서는 로봇에 법인격을 부여하는 문제 등의 이슈가 있음. 법인격이 없는 사물이므로 소유자의 책임이라는 시각, 제조물책임을 적용한다는 시각, 준 자율적 존재이므로 스스로 책임져야 한다는 시각 등 다양함. 인공지능 기기 활성화를 위해서는 이에 대한 합의가 필요함.
- 인공지능 기기가 고의적으로 조작되어 법적 책임을 야기한 경우에 대한 제도적 방안 마련 필요.
- 인공지능에서의 개인 데이터 활용을 이해서는 개인정보보호, 데이터의 해외유출 등 다양한 문제에 대한 개선이 필요함.

2 네트워크 구조 진화를 위한 정책 및 R&D 방향 제안

■ 5G 융합서비스 제공을 위한 네트워크 기능 개방 (NEF) 기술 심화 개발

○ 개요 및 필요성

- 5G 코어 네트워크는 융합서비스 제공을 위해 NEF (Network Exposure Function)을 정의하고 있음
- 이를 통해 이동통신 네트워크의 다양한 기능을 3rd party 산업군에서 활용할 수 있도록 하거나, 통신/Device 상태 등을 외부에서 파악하여 서비스 관제에 활용할 수 있는 기반을 구성함.
- 이러한 기능은 LTE SCEF에서 기 정의되거나, 지속적으로 확장이 요구되는 다양한 기능의 연장선상에 있으며, 나아가 5G 시대 도래로 인한 더 많은 기능 및 활용 분야의 확장에 적합토록 꾸준한 연구개발이 진행 중임.
- 5G 산업은 Enhanced Mobile Broadband, Massive IoT, Mission-critical communication을 주축으로 재편되고 각 산업 전반에 혁신이 활성화되어 새로운 가치 창출이 본격화될 전망이다.
- 산업 측면에서는 NEF를 통해 네트워크 기능을 안전하게 개방할 수 있게 됨으로써 네트워크 슬라이싱 기술을 통해 신뢰성 있는 네트워크 자원을 Network-as-a-Service 형태로 판매하는 새로운 사업모델이 커다란 가치를 창출할 것으로 기대됨.

○ R&D 전략

- 5G 네트워크 기능 개방에 대한 통신사업자 및 제조업체의 요구사항을 수집 및 수렴하여 실제 시장이 필요로 하는 다양한 서비스 시나리오 및 R&D 기술을 도출함.
- 이를 통해 5G 시스템 내부 개방 및 데이터 공유 인터페이스를 설계 및 개발하고, 프로토타이핑 및 신규 서비스 활용 및 통합을 통해 실증함.
- 아울러, 5G 네트워크 기능 개방에 대한 요구사항을 국내표준 개발을 통해 산업체 간 합의사항으로 이끌어내고, 이에 기반하여 개발된 5G 네트워크 기능 개방 구조 및 인터페이스를 3GPP 국제 표준에 반영하고 관련 표준특허를 확보하여 국내외 기술 시장을 선도함.

■ 네트워크 기능 세분화에 따른 전문 기업 육성

○ 필요성

- 최근의 5G 표준화와 기술 개발은 가상화를 중심으로 이루어지고 있으며, ETSI와 3GPP에서 진행되고 있는 내용을 살펴보면 네트워크 기능의 세분화와 세분화된 기능 간의 인터페이스의 강화를 확인할 수 있음. 기능의 세분화는 과거 한 회사에서 이동통신사에 납품하던 단일 제품의 세분화를 도모하며, 이에 따라 한 기능에 특화된 전문 기업이 글로벌 경쟁력을 갖춘다면 충분히 글로벌 기업으로 성장할 수 있는 기회를 제공함. 이러한 기능의 세분화와 기업 사업 대상의 세분화는 코어 네트워크에서만 이루어지는 것은 아니며 라디오 네트워크에서도 RAN function split을 통해 기지국의 세분화가 이루어지고 있음. 따라서 코어 네트워크와 라디오 네트워크를 막론하고 세분화된 기능에 대한 전문 기업 육성이 필요함.
- 가상화된 네트워크 구조는 하드웨어와 소프트웨어의 분리를 유발하고, 제어와 데이터를 분리함. 이 과정에서 필수적으로 플랫폼 혹은 인프라의 구축이 필요함. 하드웨어 분리에서는 하드웨어 인프라 전문 기업이 대두되고 있으며, 코어 네트워크의 분리에서는 SDN/NFV를 기반으로 한 오픈 소스 기반의 플랫폼이 중요성을 더해가고 있음. RAN function split에서는 분리된 기지국 기능들 간의 실시간 대용량 전송 시스템의 중요성이 증대되면서 x-haul기술에 대한 수요가 증대되고 있다.

○ R&D 전략

- 세분화된 기능들은 대부분 소프트웨어로 구성됨. 따라서 소프트웨어 기술 능력의 향상이 필요함. 최근 우리나라에서는 이동통신 뿐 아니라 다양한 분야에서 소프트웨어가 중요성을 더해가고 있음. 기존의 네트워크 장비 업체에서 소프트웨어 능력을 향상시키거나 접목할 수 있도록 M&A 등의 유도가 필요할 것임.
- 소프트웨어로 구현된 기능은 ETSI나 3GPP의 표준도 중요하지만 오픈소스 기반이 중요함. 네트워크 측면에서의 오픈소스 참여를 확대할 필요가 있으며, 이 부분은 소프트웨어 역량 강화와 더불어 대학 등에서의 역할이 보다 중요함.
- 세분화된 기능 모듈은 전체 시스템 안에서의 역할 검증이 필요함. 궁극적으로 이런 세분화된 기능으로 사업을 하는 기업에서 글로벌 전략적 관계를 구축하고 이런 관계 하에서 자신의 기능 모듈의 검증과 성능 확인이 수행되어야 함. 하지만 초기에는 중소기업에 해당하는 전문 기업에서 자신의 기능 모듈을 확인할 수 있는 환경을 공공 차원에서 확보할 필요가 있음. 이 부분에 대해서는 국내에서 활동하고 있는 네트워크 시스템 대기업과 해외 기업과의 협력 그리고 오픈소스 진영과의 협력을 통해 테스트 환경을 확보할 필요가 있음.

- 오픈 소스 인프라, 플랫폼 전문 기업의 육성이 필요함. 이를 위해서도 오픈소스와의 협력이 중요하며, 테스트환경, 국내 시장에서의 교두보 확보가 필요함.
- RAN function split과 연계된 x-haul 전문 기업 육성이 필요함. 이를 위해서는 핵심 기술 개발을 민관이 합동으로 진행하고 이를 실전에 적용할 수 있도록 도와주는 작업이 필요함. 특히 x-haul은 mmWave의 보급에 따른 스몰셀에서 그 중요성이 더욱 부각되는 만큼 스몰셀 업체들과의 협업이 중요하고 이 과정에서 침체에 빠져있는 스몰셀 업체들의 사업 기회 확대를 함께 도모할 수 있는 전략이 필요함.
- 기능이 세분화되면서 이동통신 사업자 입장에서는 세분화된 기능의 integration이 또 다른 과제로 부각되고 있음. 글로벌 시장에서 이런 integration역할은 이동통신에서의 노하우와 경험을 축적하고 있는 글로벌 네트워크 업체가 시장을 주도할 것으로 판단됨. 이런 상황에서 세분화된 기능에 대한 전문 기업은 글로벌 네트워크 업체와의 협업이 그 어느 때보다 중요함. 국내 진출한 글로벌 네트워크 업체와의 협업을 추진할 필요가 있음.

■ 네트워크 softwarization에 대한 대응

○ 필요성

- 최근의 5G 네트워크는 SDN/NFV 기반의 소프트웨어로 구성됨. 네트워크 기능의 소프트웨어 구현에 대한 국가적 역량 강화가 필요함.
- 실시간 기능 적용 및 네트워크 재구성 및 시스템 기능에 대한 모니터링 및 자동화된 대응을 위해 CI/CD에 대한 중요성이 증대되고 있음.

○ R&D 전략

- 네트워크의 소프트웨어화에 대한 대응은 SDN/NFV에 대한 표준과 오픈소스에의 역량 강화에 집중
- CI/CD에 대한 대응은 기업을 중심으로 OPNFV와 ONAP에의 적극적 참여가 필요하며, 이 과정에서 이동통신 사업자와의 협업이 이루어진다면 더욱 효과적일 것임.

■ 표준 경쟁 심화 및 다양성 증대

○ 필요성

- 이동통신 시스템은 4세대에 이르러 3GPP로 표준에 대한 단일화를 이루게 됨. 이

는 전세계적인 단일 시장의 창출을 통한 규모의 경제를 이룰 수 있는 장점이 있음. 이런 추세는 5G에서도 계속될 것으로 예상됨.

- 하지만 가상화 시스템에 대한 management, 5G 네트워크 구조, 하드웨어 가상화 인프라 등 다양한 분야에서 3GPP의 영역 밖의 표준화가 필요해 지고, OSS/BSS 등 과거 표준화의 필요성이 적었던 분야에서 다양한 산업과의 융합을 위해 표준화에 대한 필요성이 강하게 대두되고 있음.

○ R&D 전략

- 3GPP에 대한 표준 능력 강화와 ETSI에서의 표준 능력 강화에 더하여 사업화 지원에 대한 표준 능력 강화를 위해 관련 단체에 대한 연구를 선행하고 전략적 접근을 추진해야 함.

■ 사업화 지원 특화 기업의 출현 등에 대비

○ 필요성

- 다양한 산업과의 융합을 목적으로 하고 있는 5G에서는 이동통신 시스템의 타 산업에의 서비스 제공이 이동통신 사업자의 주요 수익원으로 대두될 것임. 이 과정에서 이동통신 사업자는 network developer, service enabler, service creator 등의 역할을 담당할 것으로 예상됨.
- 타 산업의 서비스 제공자 입장에서는 사업 전략에 따라 이동통신 사업자와의 협약을 통해 연결성, 플랫폼, 애플리케이션 등의 서비스를 제공 받거나 네트워크 구성 요소가 제공하는 서비스를 단위별로 제공 받게 됨. 이 과정에서 타 산업의 서비스 제공자는 복수 개의 이동통신 사업자의 네트워크를 활용하여 서비스를 제공할 필요성이 대두될 수 있음.
- 이 과정에서 복수 개의 이동통신 사업자로부터 연결성, 플랫폼, 애플리케이션 레벨에서의 서비스를 제공받아 다양한 산업의 서비스 제공자와 계약을 체결하고 복수 개의 이동통신 사업자로부터 제공된 서비스를 일괄하여 제공하는 새로운 사업자의 출현 가능성이 있음.
- 또 다른 사업자의 형태로 하드웨어 인프라를 구축하고 이동통신 사업자에게 제공하거나, 하드웨어에 인프라 형태로 네트워크를 구축한 후 다른 이동통신 사업자에 제공하는 등의 다양한 사업 형태가 가능함.

○ 정책 전략

- 국내에서는 제4이동통신 사업자 등에 대한 논의가 활발히 진행되고 있는 상황임. 제4이동통신 사업자에 대한 논의를 진행할 때 인프라, 플랫폼, 네트워크 사업

자 등 변화되는 이동통신의 타 산업 융합 과정에서의 사업 환경을 분석하고 새로운 사업 형태를 심각하게 고려할 필요성 있음.

- 특히 기존 이동통신 사업자의 네트워크를 활용하여 타 산업에 융합 서비스를 제공하는 전문 사업자의 등장에 대해서는 심도있는 논의가 필요함.

■ 5G 산업 융합 지원을 위한 테스트베드 구축

○ 필요성

- 다양한 산업과의 융합을 지원하는 것을 목표로 개발되고 있는 5G는 무선 기술의 발전 뿐 아니라 네트워크 구조의 혁신적 변화와 타 산업의 신사업, 새로운 서비스의 지원을 위한 다양한 기술과 표준을 수반하고 있음.
- 새로운 네트워크 구조에 대한 검증 뿐 아니라 새로운 네트워크 구조와 사업화 지원을 위한 기술과 표준의 검증이 필요하며, 이 과정에서 타 산업과의 연동을 통해 타 산업에서의 네트워크와 사업화 지원 기능의 사용성을 확인할 필요가 있음. 또한 이러한 과정 중에 이동통신에서는 이해하지 못했던 타 산업에서의 요구사항이 발굴될 수 있으며, 이를 통해 새로운 기술의 개발과 국제 표준을 선도할 수 있는 기회를 얻을 수 있음.
- 또한 타 산업과 이동통신의 융합된 테스트 환경은 국내 중소, 중견, 벤처 기업에 산업과 이동통신의 융합 과정에 발생할 수 있는 혁신적인 사업 모델과 새로운 기술을 개발하고 테스트하여 검증할 수 있는 환경을 제공할 수 있음.
- 새롭게 제안된 네트워크 구조에서 이동통신 업계의 새로운 사업 기회 중 하나는 가상화 네트워크에서의 가상화된 기능 소프트웨어들임. 이런 기능 소프트웨어는 전체 네트워크 상에서 시험과 검증이 필요함.

○ R&D 전략

- 산업 융합을 지원하기 위한 5G 테스트베드를 구축할 필요 있음. 목적은 1) 타 산업과 5G 이동통신 시스템의 결합을 통해 타 산업에서의 5G 이동통신 시스템에 대한 사용성을 확인하며, 이 과정에서 새로운 요구사항을 발굴하는 것. 2) 타 산업과의 융합을 지원하는 5G 네트워크를 단말부터 서버까지 end-to-end로 구축하여 5G 이동통신 생태계의 구성원이 자신의 개발 기술과 제품을 검증할 수 있는 기회를 제공하는 것. 특히 가상화 상에서의 가상화된 네트워크 기능 모듈을 구현하는 기업 입장에서 이를 검증할 수 있는 환경이 필요함. 3) 5G와 타 산업 간 융합 과정 중 발생할 수 있는 신사업모델과 새로운 서비스 그리고 기술에 대한 아이디어를 가지고 있는 중소, 중견, 벤처 기업에 자신의 아이디어를 테스트하고 검증할 수 있는 환경을 제공하는 것.

- 테스트베드는 두 종류로 분류됨. 첫째는 산업 간 융합에 집중된 테스트베드로서, 이 경우에는 이동통신과 타 산업 모두 대기업이 주도하여 테스트베드를 구축하여야 함. 이를 통해 각 산업의 생태계 구성원이 참여하여 end-to-end 서비스 환경을 구성하고 융합 과정에서의 새로운 요구사항을 도출할 수 있음. 두 번째는 중소, 중견, 벤처 기업의 혁신적인 기술, 서비스, 사업 모델을 테스트할 수 있는 환경으로서의 테스트베드임. 타 산업과의 융합보다는 개방형 5G 네트워크 자체를 구축해 두고 자유롭게 아이디어를 구현할 수 있는 환경을 제공하는 것이 목적임.

VII 결론

- 기가코리아 서비스 시나리오 개발 사업은 융합과 그 속에서의 5G의 역할을 심도있게 살펴보고 특히 국내 이동통신 사업자의 주도하에 다양한 산업군에 속한 전문가들이 5G의 활용에 대해 고민하고 방향성을 제시한 측면에서 그 가치가 있다고 생각된다.
- 이 과정에서 입수된 타 산업군의 5G의 대한 기대를 확인할 수 있었으며, 타 산업군의 이동통신 활용을 통한 신규 서비스에 대한 다양한 요구사항을 확인할 수 있었다.
- 본 보고서에서는 입수된 요구사항 중 정성적 요구사항에 집중하여 다양한 산업의 다양한 서비스를 수용하기 위한 5G 네트워크의 진화 방향을 살펴 보았다.
- 타 산업의 이동통신을 활용한 서비스와 이를 활용한 사업화를 지원하기 위해 타 산업 서비스 제공자와 이동통신 사업자의 시스템 간의 연결성이 주요 요구사항으로 부각되었으며, 이 과정에서 OSS/BSS의 중요성, 표준화된 SLA의 중요성 등이 대두 되었다. 이 밖에도 다양한 서비스의 종류와 이에 따른 기술적 요구사항의 만족, 서비스의 진화성과 업데이트 등을 지원하기 위해 시스템의 유연성이 요구되었으며, 사업/서비스 간의 분리, 보안성, 표준, 비용 효율성에 대한 요구사항이 정리되었다.
- 한편 5G 네트워크 진화와 관련된 표준 및 기술 개발 현황 분석에서는 네트워크의 가상화, softwarization, management, 인프라 등의 기술 개발과 표준화 현황이 확인 되었다.
- 국내의 이동통신 사업자들은 백서와 컨퍼런스에서의 발표를 통해 네트워크 진화 계획을 공유한 바 있으며, 본 보고서를 작성하는 과정 중에 워크샵을 통해 소중한 의견을 제시해 주었다.
- 산업 전문가 분들에 의해 제시된 요구사항과, 국제 동향 그리고 국내 사업자의 네트워크 진화 계획을 참고하여 본 보고서에서는 네트워크 진화를 위한 구조를 제시하였다. 제안된 구조는 논리 모델, 설치 모델, 관리 모델 등으로 구성되었다.
- 마지막으로 본 보고서에서는 제안된 네트워크 구조로의 진화 과정 중 정책 측면에서의 고려 사항을 제안하였다. 타 산업 융합에서의 사업화 지원이 3GPP 표준에서 NEP를 중심으로 이루어 지면서 그 중요성에 기반한 정책 방향을 제안하였으며, 네트워크 기능의 세분화, softwarization, 표준화 및 새로운 형태의 사업자 사업 모델에 대한 고찰을 포함하고 있다.
- 본 보고서가 5G의 산업 융합에 즈음하여 네트워크의 진화와 관련된 현황을 파악하고 네트워크 산업의 각 분야에서 미래에 대비한 기술개발, 전략, 정책 및 R&D의 방향 수립에 조금이라도 도움이 되기를 기대한다.

참고문헌

- [1] 박동주, "이동통신 네트워크 아키텍처 진화방향," TTA Journal Vol.170, 2017. 3.
- [2] 박동주, 이현우, "수직적 통합을 위한 5G 기술 개발 동향," TTA Journal Vol.168, 2016. 11.
- [3] NGMN, "NGMN 5G white paper v1.0", Mar. 2015
- [4] 5GPPP, 5G-PPP home page, <https://5g-ppp.eu/5GPPP>, 5G-PPP home page, <https://5g-ppp.eu/>
- [5] 5GPPP, "5G-PPP White Paper on Automotive Vertical Sector", Oct. 2015
- [6] 5GPPP, "5G-PPP White Paper on Energy Vertical Sector", Oct. 2015
- [7] 5GPPP, "5G-PPP White Paper on Factories-of-the-Future Vertical Sector", Oct. 2015
- [8] 5GPPP, "5G-PPP White Paper on eHealth Vertical Sector", Oct. 2015
- [9] IMT-2020 PG, "5G Network Technology Architecture", May 2015
- [10] 4G Americas, "5G Technology evolution Recommendations", October, 2015
- [11] Ericsson, "Operator service exposure", November 2015
- [12] 3GPP TR 22.891, " Feasibility Study on New Services and Markets Technology Enablers Stage 1 (Release 14)"
- [13] 3GPP TS 22.261 "Service requirements for the 5G system; Stage1"
- [14] 3GPP TR 23.799, "Study on Architecture for Net Generation System (Release 14)"
- [15] 3GPP TS 23.501, "System Architecture for the 5G system; Stage 2 (Release 15)"
- [16] 3GPP TS 23.502, "Procedures for the 5G System - Stage 2(Release15)"

작성 기여자

박동주 (Ericsson-LG, Technical Director)

이희열 (Ericsson-LG, 수석연구원)

이승익 (ETRI, 책임연구원)

김영한 (송실대학교, 교수)

이호원 (국립한경대학교, 교수)

박용완 (영남대학교, 교수)

5G Forum

GIGA KOREA
(제기코리아사업단)