5G 특화망과 서비스 모델

글. ㈜한국정보통신기술사회 방송통신전파분과위원회

정보통신기술(ICT)의 융합은 현재 다양한 산업영역으로 확산하고 있습니다. 이동통신 역시 5G 기술이 상용화된 가운데, 과학기술정보통신부(이하 과기정통부)는 2021년 10월, 기업의 디지털 전환 가속을 위한 5G 특화망(이음5G망) 주파수 공급을 시작하였습니다. 5G 특화망은 25년 2월 기준, 전국 80개 이상 지역에서 제조, 물류, 의료, 철강 등 다양한 산업의 맞춤형 서비스를 목적으로 사용 중이며, 과기정통부에서는 5G 특화망 접근성 향상을 위해 주파수 온라인 할당 신청을 개설하는 등 정부 정책 역시 지속해서 추진 중입니다.

5G 특화망이란

5G 특화망이란 국내 이동통신 3사(SKT/KT/LGU+) 통신망을 사용하지 않고도 원하는 지역 또는 건물, 설비, 공장 등에 5G 기반의 융합 서비스를 제공할 수 있는 사설 통신망을 말합니다. 5G 상용망과 동일하게 초고속(eMBB), 초저지연(URLLC), 초연결(eMTC) 기술을 포함하고 있으며, 사용자가 원하는 커버리지와 네트워크 용량, 서비스 시나리오 등을 직접 설계할 수 있습니다. 또한, 특화망 전용 주파수(4.7GHz 대역, 28GHz 대역)를 사용하기 때문에 허가되지 않은 단말 접근을 근본적으로 차단하여 보안성이 우수하고, 관리자가 망을 유연하게 운영할 수 있습니다.

5G 특화망은 기존 LTE 통신망의 기술적 한계를 넘어 가상·증강현실(VR·AR), 로봇·드론 제어, 스마트공장과 같은 미래지향적 서비스를 지원합니다. 아울러, 특정 기관의 설비나 시스템, 업무 등의 요구사항을 충족시키기 위해 맞춤형으로 구축되며, 별도의 통신요금이 발생하지 않습니다. 즉, 5G 특화망은 특정 사용자만을 위한 초고속 Private 무선통신망이며, Gbps급 전송속도와 빠른 응답 시간, 데이터 정보보호 기반의 융합 서비스를 비교적 낮은 비용으로 제공하는 특징이 있습니다.

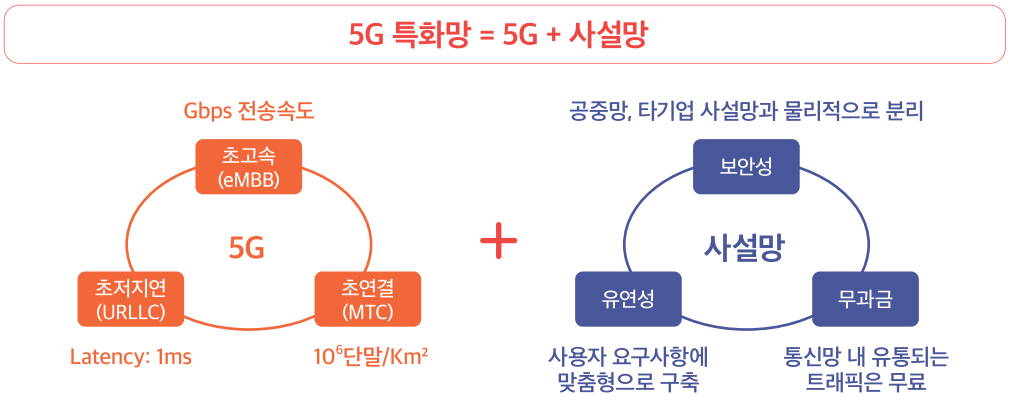

그림 1. 5G 특화망 개념도

네트워크 구성

5G 특화망은 기존 이동통신망과 동일하게 단말, 기지국, 코어시스템-운용시스템으로 구성되어 있습니다.

이 중 **단말**은 스마트폰, 태블릿PC, CPE(Customer Premises Equipment), 모바일 라우터 등을 말하며, 모든 단말은 코어시스템에서 인증 및 관리할 수 있도록 SIM(Subscriber Identification Module)을 통해 고유 식별번호를 부여받습니다.

기지국은 단말과의 신호처리를 위한 장비입니다. 기능에 따라 RU-DU-CU로 구분되어 있지만, 일반적으로 안테나를 통해 인입된 단말의 무선신호를 처리하는 RU(Remote Unit)를 기지국이라 부릅니다. DU(Digital Unit)는 RU에서 들어온 데이터를 처리하는 디지털 신호처리 장비이며, RU와 DU는 보통 광케이블로 연결되어 있습니다. CU(Central Unit)는 DU와 코어시스템을 연결하는 역할이며, 기존 이동통신 시스템의 DU 기능 일부를 분리하면서 생겼습니다. 참고로 5G 기지국은 3GPP가 정한 기능 분할지점에 따라 RU-DU-CU를 분할 또는 통합할 수 있으며, DU와 CU는 통합된 형태로 구성하는 경우가 많습니다.

코어시스템은 5G 서비스의 데이터 처리, 트래픽 관리, 이동성 관리, 사용자 관리 등 핵심기능을 담당하는 장비로 사용자 단말과 내/외부망 간 데이터 흐름을 관리하고 제어하는 역할을 합니다. 구축방식은 독립구축/일부 공유/전부 공유 방식이 있으나, 다수 사업자는 운용 전담인력이 있어 데이터 저장/관리의 용이성과 보안성 강화에 유리한 독립구축 방식을 주로 선호합니다.

운용시스템은 5G 특화망의 효과적인 운용을 위해 기지국과 코어시스템에 대한 모니터링을 지원하는 OSS(Operation Support System)를 말합니다. 운용시스템은 벤더사로부터 장비 모니터링시스템(EMS)을 제공받으나, 보안성이나 기능 확장이 필요할 경우, NMS(Network Management System)를 추가 구축함으로써 특화망 전반에 관한 원격 관제 및 관리기능을 구현하기도 합니다.

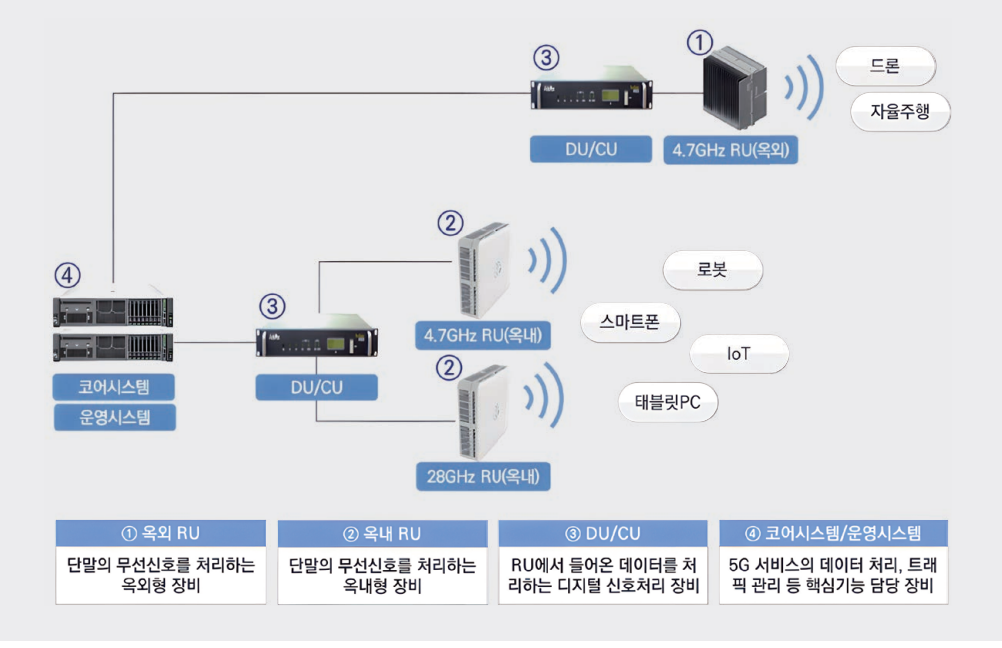

그림 2. 5G 특화망 구성요소

서비스 모델

로봇과 AI를 활용한 순시 점검

발전소나 변전소, 공장과 같은 중요 시설물이나 건축물 내부에는 설비들의 노후화 및 배관 균열에 의한 누유/누수 문제, 플랜트 설비 부식에 의한 사고 문제가 항시 존재하여 주기적인 상태 점검과 계기판 점검이 필요합니다. 기존에는 전담인력이 주기적으로 점검하면서 오감과 경험에 의존해 설비의 이상 여부를 식별하고 유지보수를 수행해 왔으나, 이마저도 사고 가능성과 비용 상승 문제는 여전히 존재합니다. 하지만, 순시점검 업무를 5G 특화망과 로봇, AI로 대체함으로써 작업자의 현장 근무를 최소화하고 안전사고 예방과 근무환경을 개선할 수 있습니다.

5G 특화망 내 순시 점검 로봇은 적외선 기능이 탑재된 FHD 카메라를 장착하고, 주기적 또는 사용자 명령에 따라 발전소 내부 설비와 계기판을 순시 점검합니다. 촬영된 영상 데이터의 전송을 위해서는 약 20Mbps(FHD, H.264, 60fps) 이상의 속도가 필요한데, 5G 특화망 무선 전송속도가 Gbps급임을 감안하면 실시간 수준의 점검도 가능하며, 3대 이상 카메라를 활용한 입체 순시점검도 가능합니다. 아울러, 5G 특화망을 통해 전송된 영상은 감시센터 내 AI 분석 서버를 통해 위험 여부를 판단합니다.

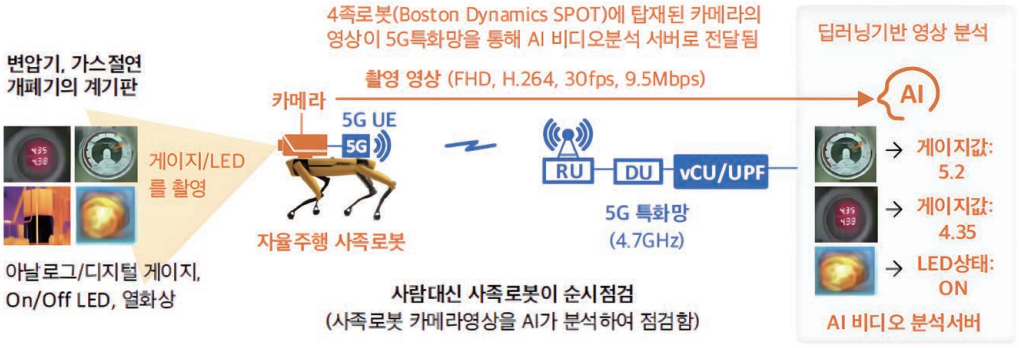

그림 3. 로봇과 AI를 활용한 순시점검 개념도 / 출처 : 넷매니아즈(netmanias)

초고화질 카메라를 활용한 제품 검사(스마트팩토리)

일반적으로 공장에서 생산되는 제품의 품질 외관검사는 주로 숙련자의 육안검사에 의존하고, 최근에는 초고화질 카메라와 AI 영상 분석을 활용한 검사 작업 및 자동화가 도입 중입니다. 또한, 이를 위해서는 공장 내 고화질 카메라와 고성능 클라우드 AI 서버, 높은 안정성을 제공하는 통신망이 필요합니다. 그러나, 기존 통신망은 유선망 중심으로 구성되어 있어 제조라인 변경 시 케이블 공사가 복잡하다는 단점과 시간이 오래 소요되는 문제점이 있습니다. 5G 특화망은 이와 같은 단점을 개선하고, 생산효율을 높일 수 있는 대안으로 제시되었습니다. 5G 특화망 기반의 생산/검사라인은 유선망 수준의 높은 신뢰도와 망 유연성을 겸비하고 있기 때문이며, 5G 특화망 구축 시, 8K 수준의 초고화질 카메라를 이용한 정확도 높은 제품 검사가 가능합니다.

service model

그림 4. 초고화질 카메라를 활용한 제품 검사 개념도 / 출처 : 넷매니아즈(netmanias)

실감형 입체 콘텐츠 교육

XR(VR/AR/MR) 콘텐츠를 이용한 실습 교육은 입체적인 시각에서 다수의 교육생에게 지식을 전달하거나 협업할 수 있어 교육의 질이 매우 높습니다. 하지만 XR 콘텐츠는 대용량과 실시간 이동성, 낮은 지연 속도가 요구되어 기존 4G 이동통신으로는 한계에 부딪힐 가능성이 높습니다. 5G 특화망은 고속전송과 이동성이 모두 충족 가능한 범위에 있으므로 앞서 도출된 한계점을 극복할 수 있으며, 교육의 질을 높일 수 있는 대안으로 소개되었습니다. 일례로 대덕대학교는 23년 9월, 5G 특화망 기반의 실감형 군사 교육 · 훈련 시스템을 구축하였는데, 이는 도심/산악/해안 지형에서 분대/소대 단위로 협업 전술훈련을 가상현실로 구현하고, 정찰 및 감시, 드론 전투 같은 임무 수행 미션을 제공하는 등 다채로운 전술훈련 서비스를 지원하고 있습니다.

그림 5. 실감형 가상 교육훈련체계 서비스 개념도 / 출처 : 이음5G 융합 서비스 사례집(NIPA)

고화질 영상 공유를 통한 원격지도

중공업 업계에서는 고도의 용접 숙련자 부족 및 기능 계승 지연 문제가 대두되어 이를 개선하기 위한 방안으로 5G 특화망을 통한 원격지도시스템이 제안된 바 있습니다. 용접은 다양한 현장 상황을 유연하게 대처할 수 있는 경험과 노하우가 절대적으로 중요하나, 용접 초보자들이 이러한 요건을 갖추기는 어렵습니다.

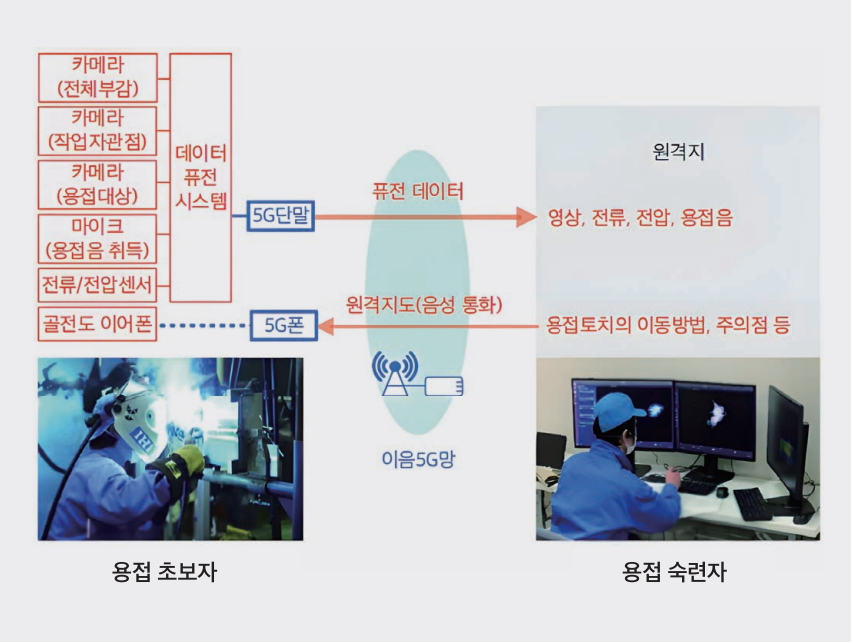

그림 6. 5G 특화망 기반의 용접 원격지도/ 출처 : 넷매니아즈(netmanias)

이에 용접 초보자들이 현장 상황에 대처할 수 있도록 용접 영상이나 용접음, 전류, 전압과 같은 데이터를 실시간으로 숙련자에게 전달하는 시스템이 5G 특화망으로 제안되었고, 이를 통해 고도의 용접 숙련자가 원격에서 초보자를 지도할 수 있는 환경이 구현될 것으로 전망하고 있습니다. 아울러, 5G 특화망 기반의 원격지도는 중공업 업계뿐 아니라 의료계에서도 원격 수술이나 원격 의료지원의 형태로 응용 가능하며, AR 기술을 접목하면 더욱 다채로운 서비스 창출을 기대할 수 있습니다.

5G 특화망 구축 방식 및 국내 현황

과기정통부가 처음 특화망 주파수 공급을 개시한 2021년 10월 이후, 국내에는 총 80개 이상의 5G 특화망이 구축되었습니다. 5G 특화망은 기업이나 기관이 과기정통부로부터 주파수를 신청/지정받아 5G 특화망을 자가망으로 직접 구축하는 Type 1(주파수 지정) 방식과 5G 특화망 사업자로 승인받은 기업이 수요기관에 5G 특화망을 구축해주는 Type 3(주파수 할당) 방식이 있습니다.

Type 1 방식은 기업이 자신들이 사용할 목적으로 5G 장비(기지국, 코어시스템 등)를 직접 구매하여 구축하는 완전한 자가망 구축을 말합니다. 초기 구축비용이 소요되지만, 구축 이후에는 적은 운영비용만 가지고도 5G 무선망을 자가망으로 사용할 수 있는 장점이 있습니다.

Type 3는 5G 특화망 사업자가 장비를 구매하여 수요기관에 특화망을 구축해주고, 서비스 이용료를 납부받는 방식을 말합니다. Type 3는 수요기관 입장에서 월 이용료를 내야 하지만, 초기비용 없이도 5G 자가망을 소유할 수 있는 장점이 있습니다.

5G 특화망 구축 사업(Type 3)은 현재 이동통신 3사가 시장에 진입하는 것을 금지하고 있습니다. 이는 이동통신사가 5G 특화망 사업에 개입할 경우, 정부가 기대하는 다양한 신생 사업자 출현과 B2B 시장 확산을 기대하기 어렵기 때문입니다. 이러한 배경에서 25년 2월 기준으로 과기정통부에 등록된 5G 특화망 사업자는 총 24개이고, 60여 곳 이상 5G 특화망을 구축하였습니다. 참고로 5G 특화망 주파수를 지정받아 자가망을 구축한 기업(기관)은 총 13개입니다.

No	5G 특화망 사업자	고객사(수요기관)	주요 서비스	산업 분야
1	NAVER Cloud	호반건설 외	드론, PTT, 안전 조끼, 무선 CCTV, 수화열 센서	건설
2	LG CNS	LG 이노텍 구미 2공장 외	카메라, AMR, AR/VR	공장/제조
3	SK 네트웍스	한국식품산업클러스터진흥원 외	로봇팔, 3D 카메라	물류
4	네이블 커뮤니케이션즈	이대목동병원(서울) 외	카메라, 태블릿, 3D 모델링	병원
5	CJ 올리브네트웍스	CJ 대한통운 신성물류센터 외	PDA, 태블릿, AMR/AGV	물류
6	KT MOS 북부	삼성서울병원(서울) 외	360° 카메라, AR 글라스(의료서비스)	병원
7	세종텔레콤	머크사 아시아태평양 바이오 외	CCTV, 태블릿, 노트북, 센서(화재/붕괴/변위)	건설(안전)
8	위즈코어	선일다이파스 제조공장(충북 진천) 외	AGV, LGV	공장/제조
9	뉴젠스	대덕 대학교(대전) 외	VR 헤드셋, 실감형 교육	대학
10	현대오토에버	현대차 울산공장(울산) 외	카메라, 로봇, CCTV, AMG 등	공장/제조
11	LS ELECTRIC	한양대학교 구리병원(구리) 외	낙상 등 이상 검지	의료/병원
12	메가존클라우드	리만코리아(대구)	카메라, 센서(제품 자동인식)	물류
13	LG 전자	LS Electric 청주공장(청주) 외	AMR, PoC 등	공장/제조
14	포스코 DX	포스코 포항제철소(포항) 외	크레인 원격 제어 및 실시간 모니터링	철강
15	큐셀네트웍스	큐셀네트웍스(성남)	스몰셀 솔루션 테스트	R&D
16	큐비콤	예스24 파주물류센터(파주)	AMR, AGV	물류
17	가이온	가이온(공주)	드론(카메라)	재난관리
18	KT MOS 남부	NIA 5G 특화망 테스트베드 외	드론, 자율주행, 로봇, AR/VR 등	테스트베드
19	한국전력공사	신중부변전소(청주) 외	로봇, IoT 센서	에너지
20	이노피아테크	국민대(서울) 외	드론, 자율주행 서비스 연구개발	대학
21	지엔텔	한라대(원주) 외	원격운전 서비스 실증	테스트베드
22	이루온	동화자동화(안양) 외	자율이동 로봇 테스트베드	R&D
23	진인프라	마크원애비뉴(세종) 외	식음료배달로봇, 건물 안내	스마트시티
24	스맥	R&D 센터(광명)	모뎀, 카메라 테스트베드	R&D

표 1. 5G 특화망 구축 현황(Type 3) / 출처 : 과학기술정보통신부

No	기업(기관)명	5G 특화망 구축	주파수	주파수 획득일
1	한국과학기술연구원	한국과학기술연구원(서울)	4.7GHz(100MHz)	2025.01
2	삼성전자	삼성전자 경기도 사업장(수원, 용인, 평택)	4.7GHz(100MHz), 28GHz	2024.01
3	한국로봇산업진흥원	한국로봇산업진흥원(대구)	4.7GHz(100MHz)	2023.10
4	ETRI	ETRI 캠퍼스(대전)	4.7GHz(100MHz)	2023.10
5	쿤텍	쿤텍 본사(성남)	4.7GHz(100MHz)	2023.06
6	캠틱종합기술원	캠틱종합기술원(전주)	4.7GHz(100MHz)	2023.02
7	안부/정부청사관리본부	정부세종청사(세종)	4.7GHz(100MHz)	2022.12
8	한국항공우주산업	경남사업장(사천)	4.7GHz(100MHz)	2022.12
9	유엔젤	유엔젤 본사(분당)	4.7GHz(100MHz)	2022.11
10	한국수력원자력	한국수력원자력(신한울, 경주, 울진)	4.7GHz(100MHz)	2022.11
11	한국수자원공사	부산에코델타시티(부산)	4.7GHz(100MHz)	2022.10
12	KT	우면연구센터(서울)	4.7GHz(100MHz)	2022.10
13	해군	합동참모본부(평택, 이천, 부산)	4.7GHz(100MHz)	2022.10

표 2. 5G 특화망 자가 구축기업(Type 1) / 출처 : 과학기술정보통신부

최신 동향 및 전망

정부가 추진한 5G 특화망은 스마트 공장, 자율주행, 실감형 교육(AR/VR) 등 다양한 서비스 모델을 구현하여 각 산업군에 활용되고 있습니다. 또한, 과기정통부는 24년 12월 '5G 산업융합 기반 조성' 사업의 실증사례 성과를 공유하고 민간 주도의 확산을 위한 정책 의견수렴을 추진한다고 밝힌 바 있습니다. 그러나, 5G 특화망은 확산이 기대보다 미진하다는 의견과 구체적인 수익모델이 확립되지 않은 탓에 참여율이 더디다는 시장 반응도 존재합니다. 일부 관계자는 국내 디지털 전환(DX)이 아직 과도기인 점을 5G 특화망의 지연 배경으로 분석하기도 하였습니다.

그럼에도 5G 특화망은 향후 수요가 크게 증가할 것으로 전망하고 있습니다. 이는 산업군의 디지털 전환이 본격적으로 증가하는 추세이고, ChatGPT와 같은 인공지능 서비스가 활성화된 현시점에 DX 필요성과 ICT 융합이 대다수 산업군에 요구되기 때문입니다. 이에 머지않아 정부가 추진한 5G 특화망 사업은 정책적으로도 유의미한 성과를 낼 것으로 기대하고 있으며, 인공지능과 융합한 다채로운 비즈니스 모델들 역시 5G 특화망을 통해 출현할 것으로 예상하고 있습니다.