

스마트제조 혁신을 위한 ICT융합 R&D

박문주 정보통신기획평가원 ICT융합 PM

1. 머리말

독일의 인더스트리4.0으로부터 파급된 4차산업혁명에 세계 산업 트렌드를 변화시키고 있다. 우리 정부도 DNA(Data, Network, AI) 기반 구축과 융합 확산으로 혁신 성장을 선도하겠다는 청사진을 제시하였다.

제조 분야에서는 이에 발맞추어 DNA 기술을 기반으로 스마트 제조 고도화 및 경쟁력 제고라는 목표를 설정하고 2014년 스마트공장 보급 확산을 시작으로 '스마트제조혁신 비전 2025', '중소기업 스마트제조혁신 전략과 스마트공장 확산 및 고도화 전략' 등 다양한 정책을 추진하여 왔다. 다품종소량생산이 가능한 유연생산 등 스마트화 생태계 구축, 공급망 디지털화를 통한 언택트 제조의 실현, 글로벌 밸류체인 안정성 확보의 필요성 등을 위한 제조업의 스마트화 등 스마트 제조 정책의 중요성은 더욱 부각되었다.

스마트 제조는 포스트 코로나에 대한 제조업의 대응책으로도 주목받는다. 제조업 스마트화의 최근 사례로는 대기업과 중소기업의 협력으로 공장 스마트화해 마스크 생산성을 향상시킨 사례가 있으며[1], 이는 코로나19 사태를 이겨 내기 위한 노력에 힘을 더한 스마트제조업의 우수 보급 확산 사례라 할 수 있다.

스마트 제조는 여러 어려움에 처한 우리 산업의 문제를 해결할 주요 방법 중 하나다. 2011년 이후 지속적 공장가동률 하락으로 인한 제조경쟁력 저하, 우리 경제에서 큰 비중을 차지하는 주력 제조산업 침체로 인한 경제위기 등 현 제조업의 문제뿐만 아니라, 공급과잉 수요축소를 의미하는 '피크쇼크(peak shock)'에 대한 대응, 글로벌 밸류체인(GVC, Global Value Chain) 붕괴 상황의 극복을 위한 포스트 코로나 대응 등 향후 제조업에 대한 대응책도 필요한 상황이다. 그러나 공급기술 수준 열위에 따른 국외기술 의존과 여전히 해결되지 않는 대중소기업간 부가가치 격차와 R&D 투자 격차[2], 그리고 R&D활동에 대한 주요국 대비 낮은 수준의 정부 지원 등은 국내 스마트제조업의 성장 가능성을 저해하는 요소로 지적된다.

게다가 스마트공장 관련 중기부(현장수요형 스마트공장 기술개발, 스마트센서 선도 프로젝트), 산업부(산업현장 핵심기술, 스마트공장 제조핵심 기술개발사업, 스마트공장 협업패키지 기술개발사업), 과기부(범부처 GigaKOREA사업 중 5G기반 스마트공장 관련 사업, 웨어러블 스마트디바이스 부품소재사업) 등 정부 지원 사업이 2021년 기점으로 일몰됨에 따라, 공백 없이 기술개발을 이어가 고도화를 달성하기 위해서 추가적인 지원체계 마련이 시급하다. 이러한 상황에서 국내 스마트제조업의 약점을 보완하고 강점을 기회요인으로 활용하고자 아래의 3가지 혁신 방향이 도출되었다.

1. 대중소 기술격차가 크고, 기업 간 데이터 공유가 미흡한 현황을 해결하기 위한 생태계 혁신
2. 피크쇼크 대응을 위한 유연생산가능 수요자 맞춤형 혁신
3. 제조 전(全)단계의 기술 강화와 리쇼어링 유인 및 유지를 위한 사람중심 제조공정 및 노동환경 혁신

위와 같은 세 가지 혁신 방향을 바탕으로 2022년부터 스마트제조 핵심기술 개발 사업을 진행하고 있다. 현재 레벨1~2 정도인 스마트공장 도입 기업의 수준을 레벨3~4 수준으로 고도화하고, 공급기술 R&D에 대한 기업의 요구사항을 반영하면서 현 추격 수준의 기술을 글로벌 선도 수준으로 끌어올린다는 목표다. 또 일원화되지 않고 단기성으로 진행되어 시너지 효과를 내기 어려웠던 R&D 체제도 개선한다.

2. 스마트제조 핵심기술 개발 사업

2.1. 사업 개요

스마트제조 핵심기술 개발 사업은 이같은 세 가지 혁신 방향으로부터 도출한 3대 분야 기술 목표 (<표 1> 참조)를 추구한다. 사업의 비전은 '2030 제조 4강 달성을 위한 스마트파워 기반 선도형 신사업 육성 및 제조생태계 구축 운영'으로, 목적은 'DNA(Data, Network, AI) 기술 기반의 스마트 제조혁신 가속화·고도화와 스마트공장 공급기업의 경쟁력 제고'로 설정하였다. 과학기술정보통신부와 중소기업벤처부가 함께 추진하는 이 사업은 1단계 기술개발과 2단계 실증 확산으로 구성되었으며, 2022년부터 2026년까지 최대 5년간 지원이 이루어진다. 이 사업을 통해 스마트제조 공급기술 확보 및 고도화, 글로벌 기술 선도 등과 같은 과학기술적 효과는 물론, 부가가치 증대와 취업유발 등 경제적 효과, 중소중견기업 육성과 노동환경 안전성 확보 등 사회문화적 파급 효과를 기대할 수 있다.

<표 1> 스마트제조 핵심기술 개발 3대 분야

첨단제조	유연생산	현장적용기술
대·중·소 제조 기업 간 기술격차 해소와 고정밀 제조 협업을 가능하게 하는 스마트공장 기술개발	제조공정의 유연성 확보 및 생산성 확대를 위한 5G, AI, 로봇 등 스마트제조 혁신 기술개발	제조환경 개선을 위한 현장 맞춤형 안전 설비 및 환경친화 기술개발

이 사업의 3대 분야는 첫째 첨단제조 기술로 기업, 공장, 공정의 모든 수직적 밸류체인(value chain) 통합기술 지원을 통해 대중소 기술격차 감소를 목표로 하고 있다. 둘째 유연생산기술은 생산 시스템의 디지털화와 지능화 지원을 통한 수요자 맞춤형 다품종생산 증가를 목표로 하는 기술로 구성하였다. 셋째 스마트 제조 현장적용 기술은 공정단위의 소프트웨어와 하드웨어의 스마트화 지원을 통한 사람 중심의 노동환경개선 기술로 구성하였다.

2.2. 사업의 과제 구성

2.2.1 첨단제조

첨단제조는 대기업에서부터 협력업체까지 기업 간, 공정 간 모든 수직적 벨류체인 통합기술을 지원하도록 기획되었다. 벨류체인 간에 데이터 공유기술과 스마트공장 솔루션 확산을 위한 플랫폼 기술이 핵심 요소이다.

첨단제조 분야 개발 기술은 대기업과 중소기업 간 수직구조의 데이터 공유를 중심으로

(1-1) 대·중소기업 간 데이터 공유 기반 스마트공장 고도화

(1-2) 핵심 주력산업 특화 기업 연계 플랫폼

(1-3) 고신뢰 가상물리제조 기반기술

(1-4) 제조 특화 Industrial AI

등으로 이루어진다. (1-3) 기술은 과학기술정보통신부의 5G특화망(이음5G) 기술개발과 연계하여 개발이 이루어진다. (1-2)와 (1-4)는 대·중소기업 플랫폼의 기반기술 개발을 위한 것이다.

2.2.2 유연생산

유연생산기술은 실시간으로 소비자의 니즈(Needs)를 반영하고 다품종 유연생산이 가능하도록 하기 위한 기술로, 공급망 및 제조의 디지털화를 통한 비대면 제조를 가능하게 해주는 기술이다. 이 분야는 크게 '실시간 수요를 반영한 지능형 생산체계'와 '공장 운영정보의 분석·진단·활용기술', '공정/장비단위 유연성 확보기술'의 세 분야로 이루어져 있다. 특히 물리적 공장이 없는 기업 혹은 창의적 아이디어를 보유한 개인이 전문화된 생산라인 없이도 디지털화 및 지능화된 생산 전문기업의 제조자원을 디지털트윈 기술을 통해 동적으로 유연하게 구성하여 제품을 생산하는 기술이다. 유연생산 분야는

(2-1) 초연결 협력제조를 위한 협업형 가치사슬 통합 플랫폼

(2-2) 공장 운영 정보를 활용한 유연생산 최적화

(2-3) 제조공정정보 디지털화를 위한 산업용 엣지

(2-4) 엣지 브레인 제조 로봇 기술

(2-5) 유연생산 지원 Industrial MR 기술

의 다섯 가지 분야로 다시 나뉜다. (2-1)은 기술수요기업과 가상 디지털 공장에 활용되는 기술이며, (2-2)는 가상디지털공장과 기술공급기업에 활용되는 기술, (2-3)은 기술공급기업과 생산라인의 연결, 공장 내 운영정보 분석 및 활용을 위한 기술이다. (2-4)와 (2-5)는 공장 내의 공정 및 장비의 유연성 확보를 위한 기술이다.

2.2.3 현장적용기술

스마트제조 현장적용 기술은 기본적으로 보급 확산 및 고도화와 현장적용성 향상을 위해 '단위공장'에 스마트 설비, 스마트 공정, 스마트 워크 등을 구현, 사람의 노동 환경을 개선하는 기술로 구성되어 있다. 세부 내용으로

- (3-1) 현장맞춤/안전중심형 설비 적용기술
- (3-2) 경험제조 지식화 적용기술
- (3-3) 인간중심 노동/환경친화 적용기술

등으로 구성된다. 현장적용기술 분야는 중소기업벤처부 주도로 현장 기업에 기술을 적용하는 과제 위주로 진행된다.

3. 스마트제조 R&D 과제 현황

이 장에서는 3대 기술 중 과학기술정보통신부가 담당하는 첨단제조와 유연생산 분야 R&D의 내용에 대하여 좀 더 자세히 살펴보도록 하겠다.

3.1. 첨단제조 R&D

첨단제조 분야의 R&D 과제는 '(1-3) 5G를 활용한 대규모의 실시간 가상물리시스템 기술'과 '(1-4) 기업 간 노하우 공유를 지원하는 Industrial AI 기술'을 대상으로 하며, 전체 과제의 구성은 [그림 1]에 요약하여 나타냈다. 첨단제조 R&D 과제는 크게 CPPS(Cyber Physical Production System)를 위한 디지털트윈과 산업인공지능(industrial AI) 분야로 나눌 수 있다.

첨단제조 : 디지털트윈+AI(455.59억/4년, '22년 102.49억)



CPPS를 위한 디지털트윈 (217.1억/4년, '22년 46.49억) 산업 인공지능(238.49억/4년, '22년 56억)

[그림 1] 첨단제조 R&D 과제 구성

스마트제조를 위한 디지털트윈 과제는 지리적으로 떨어져 위치하는 제조 시설들을 대상으로 하는 디지털트윈 기술을 개발하는 것으로, 대규모 확장성 및 고신뢰 분산 시뮬레이션을 지원하기 위한 CPPS의 기반 기술을 연구한다. 이를 위해 고정밀도 대규모 분산 디지털트윈 프레임워크를 개발하며, 정보모델과 다중 디지털트윈 연동을 위한 연동기술의 국제표준화를 추진한다. 이렇게 개발된 디지털트윈 프레임워크에서 대규모 CPPS의 최적 운용을 위한 디지털트

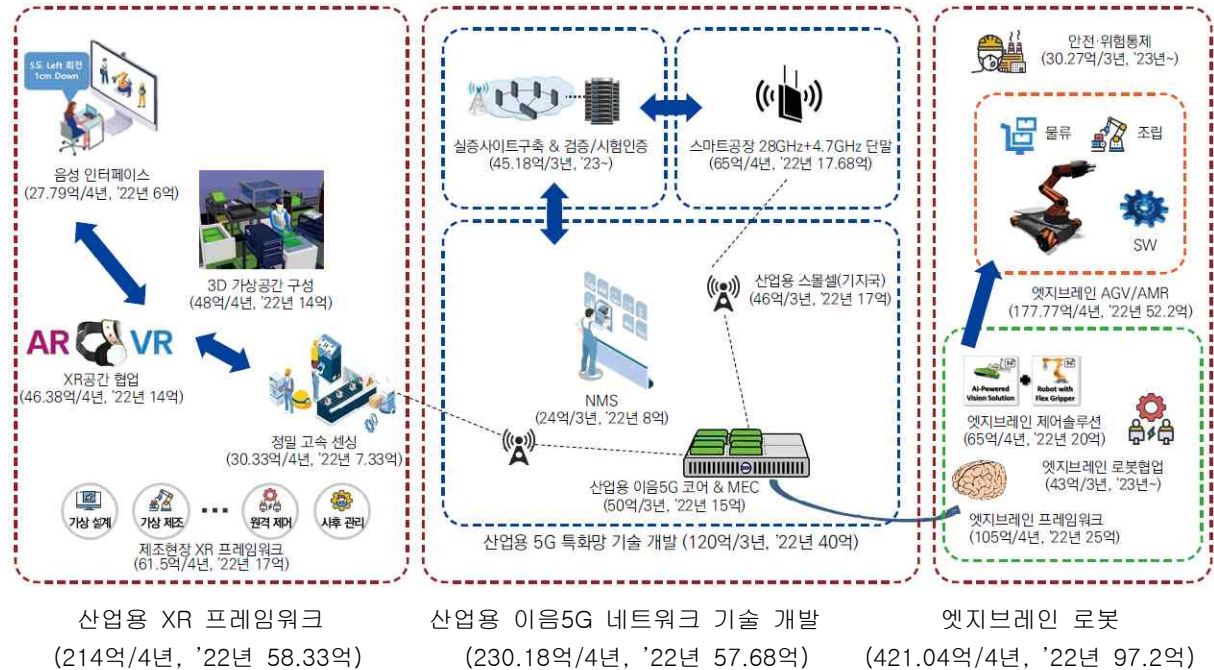
원 생성/운용/관리 시스템을 구축하고, 제조 공정과 연계된 환경설비에 대한 디지털트윈 구축과 최적환경 설비 관리 및 유지·보수 플랫폼 개발을 추진한다.

산업 인공지능 분야에서는 설계 단계에 적용될 수 있는 AI를 활용한 대량의 설계안 자동생성 및 생산연계, 설명가능한 인공지능 기술을 적용한 범용 제조지식과 강화학습 기반의 설비/공정 제어, 글로벌 가치사슬의 위협에 대응하여 위험요소를 예측하고 동적 생산계획과 가치 사슬의 재구성을 지원하는 기술들을 개발토록 한다. 특히 IT 역량에 투자할 여력이 없는 중소기업을 위하여 현장에 쉽게 응용할 수 있는 도구 개발과 지원을 포함토록 하였으며, GVC에 대응하는 연구개발 과제들은 오픈소스로 진행하고 연구데이터를 공개토록 하였다.

3.2. 유연생산 R&D

유연생산 분야의 R&D 과제는 '(2-4) 엣지 브레인 제조 로봇 기술'과 '(2-5) 유연생산 지원 Industrial MR 기술'을 대상으로 한다. 유연생산을 포함, 스마트제조 R&D 과제들은 5G 특화망 '이음5G'를 기반으로 수행하도록 되어 있다. 이를 위해 먼저 산업용 5G 특화망을 위한 구성요소인 단말, 코어망, MEC(Mobile Edge Computing), 스몰셀 등의 개발이 필요하다. 산업용 단말은 이음5G의 28GHz 대역과 4.7GHz 대역을 모두 지원하는 SA(Stand Alone) 모드 단말을 개발하는 4년 과제로, NR-U 대역에도 차후 대응할 수 있도록 하였다. 개발되는 산업용 단말의 인증과 테스트는 2023년 시작되는 과제에서 담당하게 된다. 스마트제조 환경을 위한 5G 특화망 코어시스템, 스몰셀 시스템, 네트워크 관리시스템은 병렬로 개발이 진행된다. [그림 2]는 유연생산 분야 R&D 과제의 전체 구성을 보여준다.

유연생산 : 이음 5G 스마트제조(865.22억/4년, '22년 213.21억)



[그림 2] 유연생산 R&D 과제 구성

산업용 5G 특화망에 기반한 유연생산 관련 R&D는 크게 두 부분으로 진행된다. 하나는 5G의 저지연 통신과 높은 전송률을 바탕으로 한 산업용 XR 프레임워크이다. 5G에서 상향(uplink) 통신의 전송률이 크게 개선될 것으로 기대되는 가운데, 이 사업에서 개발될 mmWave의 특화망 대역 네트워크를 이용하여 AR/VR 기술과 접목된 원격 스마트공장 협업이 현실화될 수 있는 SW 기술을 개발하는 것이 목표이다. 이를 위해 정밀한 작업자 및 작업 환경의 고속 센싱, 영상 정보 기반의 실시간 3차원 가상공간 구성, 노이즈가 심한 작업장에서의 음성인식 기술, 다종의 산업용 AR 장치를 지원하는 플랫폼 기술 등과 결합하여 XR 공간의 협업을 위한 핵심 기술들을 개발하게 된다.

두 번째는 5G와 엣지컴퓨팅(edge computing)에 기반한 엣지 브레인(edge brain) 기술이다. 엣지 브레인 기술이란 제조 기업이 AI 활용을 위해 고가의 지능형 제조 로봇을 도입하는 비용을 줄이고 기존의 산업용 로봇을 활용하여 최소한의 비용으로 유연생산 시스템 구축을 가능하도록 하기 위한 것이다. 높은 연산 능력을 요구하는 지능 서비스 기능은 5G 저지연 통신을 기반으로 근접한 엣지 컴퓨팅 서버에서 수행하여 제공하는 통신, 컴퓨팅, AI 융합기술을 의미한다. 산업도메인별 상황인식, 수행계획, 제어 등을 위한 표준적인 방법을 개발하고, 개발된 서비스를 5G 네트워크를 기반으로 제조 장비 및 로봇에서 수행할 수 있게 하는 소프트웨어 프레임워크를 개발한다. 이를 기반으로 한 AI 비전(vision) 솔루션, 장비·로봇 소프트웨어 및 여러 산업에 적용될 수 있는 API들도 연구·개발토록 한다.

이러한 프레임워크는 산업별·기업별로 적용될 때 각 산업과 기업의 특성에 맞도록 커스터마이징(customizing)되어야 하며, 기술 적용의 대상이 되는 중소기업들을 지원할 수 있는 환경이 제공되어야 한다. 엣지 브레인 프레임워크는 기존 장비와 로봇에 적용될 뿐 아니라, 최신의 지능형 장비와 로봇에도 적극적으로 활용될 수 있다. 엣지 브레인 프레임워크를 지능형 로봇에 적용하여 스마트공장의 물류 및 사람과의 협업 등에 활용하는 모바일 매니플레이터 개발 과제에서는 이를 실증할 수 있는 자율 그리핑 기능의 AMR(Autonomous Mobile Robot)을 개발하며, 이를 활용한 제조 물류 시스템과 지능형 안전 관제 시스템도 함께 개발한다.

4. 맺음말

스마트제조 혁신기술사업 R&D는 일원화 되지 않고 단기성으로 진행되어 시너지 효과를 내기 어려웠던 기존 R&D 사업을 개선하여 기술개발 효율화를 달성할 수 있도록 기획되었다. R&D 과제 결과물들의 실제 현장 활용과 확산을 위해 5G 기반 스마트공장 기술 실증 테스트베드 구축 및 활용, 5G 기반 스마트공장 주요 기술 개발 및 국내 제조공장 생산라인 현장 실증을 추진할 계획이다. 이를 통해 5G 스마트공장 구축·확산 기반을 마련할 것이다.

또 진동센싱 예지정비, AR 생산현황 관리, 머신비전+물류이송로봇 등 스마트공장 고도화와 기능 확장을 위한 기술개발 및 실증 지원을 위해 기존 실증형 테스트베드의 체계화 및 권역별특화 테스트베드 확대를 추진한다. 전국 단위 스마트 제조혁신 실증체계 구축지역마다 있는 제조혁신센터를 중심으로 지역별 주력산업 및 특화 업종·제품 중심의 지역별 특화 테스트베드 구축을 계획 중이다. 스마트제조 혁신기술사업의 R&D를 통하여 공급기술 확보 및 고도화, 글로벌 기술 선도 등과 같은 과학기술적 효과와 부가가치 증대 및 취업유발 효과 등 경제적 효

과, 중소기업의 육성과 노동환경 안전성 확보 등의 사회문화적 파급 효과가 있을 것으로 기대한다.

[참고문헌]

- [1] 조선일보, '마스크 업체 대상으로 스마트 공장 구축... 생산량 51% 늘어나', 2020. 5. 29., https://www.chosun.com/site/data/html_dir/2020/05/28/2020052802202.html
- [2] 『2020년 한국기업혁신조사: 제조업 부문』, STEPI, 2020. 12.

※ 출처: TTA 저널 제200호