



국내외 Smart Factory 솔루션 시장 진출 전략 모색

1. 서론

최근 한국에서는 제조업 생태계 활성화를 위한 한국형 스마트공장 구축 및 고도화가 화두이다. 스마트공장은 4차 산업혁명 시대 중심에 있는 핵심 키워드로 ICT 기술을 활용하여 연결성 확보 및 디지털 전환을 통해 설계-생산-사용의 전 과정이 연결화·지능화되며, 가치사슬의 모든 참여자가 연결되어 실시간 협업할 수 있는 제조 방식을 의미한다. 이를 통해 제조업의 생산성 향상, 에너지 절감, 인간 중심의 작업환경 구현 및 최적 비용·시간으로 고객 맞춤형 제품 생산이 가능하도록 하는 것을 주 목적으로 한다.

1) “스마트 제조 기술은 국가 제조업 경쟁력을 높이는 주요 성장 동력”

미국, 독일, 일본 등 주요 제조 선진국뿐만 아니라 중국 등 신흥 제조국도 제조업의 중요성에 주목하여 스마트 제조 기술을 적극 채택하여 자국의 제조업 경쟁력 강화에 노력하고 있다. 대표적인 스마트 제조 기술은 사물인터넷(IoT), 가상물리시스템(CPS), 빅데이터, 클라우드, 인공지능(AI), 로봇, 스마트 센서 등이며, 이들이 통합된 수직적(SW-HW)·수평적(제품 전 주기 및 가치사슬) 통합 기반의 스마트 제조 솔루션은 제조업의 기술 경쟁력 강화에 큰 영향을 미칠 것으로 예상된다.

하지만, 국내 스마트 제조 기술은 개별 제품 단위에서는 어느 정도 기술력을 확보하였으나, 세계시장 점유율 측면에서는 매우 취약한 실정으로 보고되고 있다.¹⁾ 한국스마트제조산업협회에서 2019년 1월 조사한 스마트공장 국내 공급사의 기

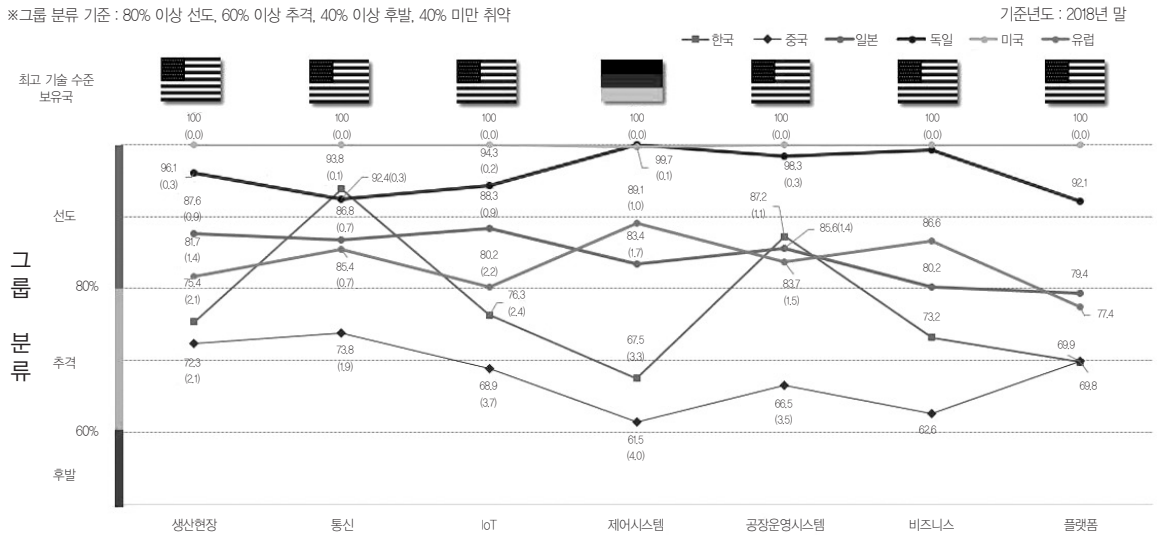
권 중 원 팀장(kjw79@ktil.re.kr)
송 태 승 센터장(tssong@ktil.re.kr)
장 태 현 본부장(thjang@ktil.re.kr)
한국산업기술시험원 디지털산업본부

〈표 1〉 주요국 스마트공장 기술 수준 비교

구분	한국		중국		일본		독일		미국 (최고기술수준보유국)		유럽	
	상대 수준	격차 기간	상대 수준	격차 기간	상대 수준	격차 기간	상대 수준	격차 기간	상대 수준	격차 기간	상대 수준	격차 기간
2017년	83.4	1.3	72.3	3.0	97.1	0.7	-	-	100	0.0	98.9	0.4
2019년	72.3	2.5	66.0	3.1	79.9	1.5	93.4	0.4	100	0.0	79.6	1.5

〈표 2〉 주요 기술별 최고 기술 수준 보유국 대비 국가별 기술 수준

※그룹 분류 기준 : 80% 이상 선도, 60% 이상 추격, 40% 이상 후발, 40% 미만 취약

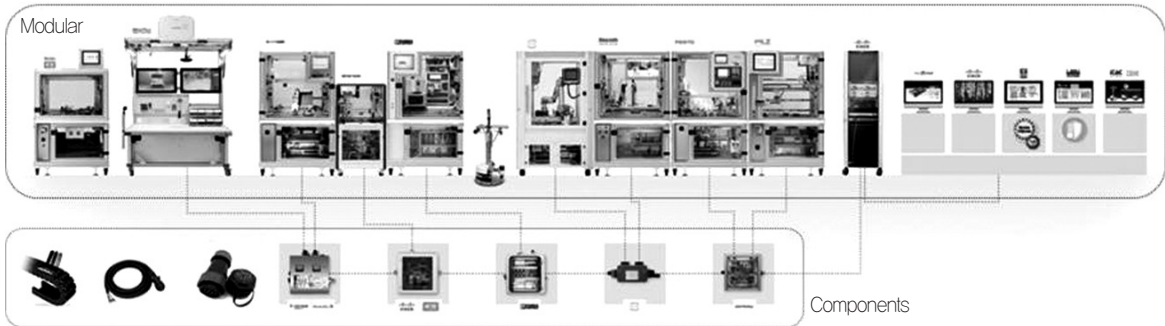


술 경쟁력 상대 수준²⁾은 2017년 한국산업기술평가관리원에서 발표한 자료³⁾와 유사하게 선진국 대비 취약한 것으로 조사되었으며, 우리 정부의 적극적인 R&D 지원에도 불구하고 최대 기술 수준 보유국인 미국과의 기술 격차 1.3년에 2.5년으로 더 늘어난 것으로 조사되었다.

2) “국내 스마트 제조 기술의 해외 종속 심화 우려”

국내 공급기업들은 스마트 제조 기술 중 일부를 단품으로 공급하는 소규모 기업 위주이며, 전체 가치사슬의 국제적 제조 경쟁력이 균등하도록 구성된 토털 패키지 제공 능력이 부족한 실정이다. 또한 국내 기술의 경우 성능·신뢰성·안정성에 대한 객관적인 검증 데이터가 부족하여 현재 국내 대·중견 제조업 스마트 제조 기술 수요자들은

1) 김선재, 4차 산업혁명 대응을 위한 스마트공장 R&D 현황 및 시사점, 한국과학기술기획평가원 ISSUE PAPER 2017-07
 2) 스마트제조산업협회, 스마트제조산업의 기술 수준과 시장현황, 2019.01
 3) 한국산업기술평가관리원, 스마트공장 보급확산사업 현황, KEIT PD Issue Report, 2017. 05



〈그림 1〉 컴포넌트 및 모듈러 정의

지속적인 유지보수와 신뢰할 수 있는 제품 적용을 위해 핵심 부품 및 솔루션을 전량 해외 제품·솔루션에 의존 중인 것이 현실이다. 이에 따라 선진국 기술·제품에 대한 종속 현상이 더욱 더 심화되고 있으며, 국내 공급기업들의 생존, 성장에 중대한 위협으로 작용할 수 있다.

그럼, 스마트 제조 기술을 공급하는 국내 공급기업 산업을 어떻게 육성할 수 있을지 그 구체적인 방안에 대해 한국산업기술시험원에서 진행 중인 스마트공장제조핵심기술개발사업(과제명 : 스마트공장 모듈러 등 요소기술 제품의 품질평가체계 개발) 중심으로 논의해 보고자 한다.

2. 본 론

1) “스마트공장 모듈러 등

요소기술 제품의 품질평가체계”

최근 미래 제조업의 트렌드가 개별 소비자 맞춤 생산까지 확대되면서 다품종소량생산에 적합한 유연 생산 체계에 대한 관심도 급부상하고 있다. 이를 위해 스마트공장의 생산라인은 로딩, 조립, 그리고 검사 등과 같이 핵심 공정을 수행하기 위한 다수의 모듈형 공정 장비(모듈러)들 간에 상호 연결을 통해 구성되어야 한다.

따라서, 전 세계 글로벌 공급기업들은 수직적·수평적

통합을 유기적으로 구현하기 위해 통합(Integration), 연결(Connection), 엔드 투 엔드 엔지니어링(End-to-End Engineering) 관점에서 다양한 ICT 기술(하드웨어, 소프트웨어)이 적용하여 모듈러* 및 컴포넌트** 기반의 스마트 제조 솔루션 개발에 주목하고 있다.

* 모듈러 : MES, ERP, PLM, SCM 스마트공장 IT 솔루션의 최상위 애플리케이션 또는 이와 연동되어 운영이 가능한 H/W, SW 솔루션. 예) 산업용 로봇 (AGV 등), 검사 Cell, 조립 Cell, 레이저 마킹, IT 시스템(디지털 트윈 등) 등

** 컴포넌트 : 컨트롤러, 산업용 IoT 디바이스, 스마트 센서, 케이블, 커넥터 등 인프라 구축 관련 핵심 부품 및 제품

본 과제에서는 국내 스마트 제조 기술 공급기업 제품·솔루션의 품질 경쟁력(성능, 신뢰성, 안정성)을 제고할 수 있도록 산업용 통신 적합성평가/산업 제어시스템(ICS) 보안성 평가/컴포넌트 단위의 신뢰성 평가/협동로봇의 안전적합성 평가 등 공신력 있는 시험인증 인프라를 구축하여 국내 공급기업 지원 및 산업 활성화를 목적으로 한다.

국내 스마트 제조 기술 공급산업 활성화를 위한 핵심 추진 전략은 다음과 같다.



“업종별 스마트공장 통합 패키지 요구사항 분석”
 “Best Practice” 중심의 국내 공급기업 컨소시엄 시장 진출 지원



〈그림 2〉 본 과제를 통한 최종 결과물에 대한 모습



〈그림 3〉 스마트 제조 기술 품질인증 서비스 포트폴리오 - 한국산업기술시험원

① 품질인증제도 운영

- 국내 스마트 제조 기술의 내수 시장 확대를 위하여 국가 브랜드 차원의 품질인증제도를 마련하여 한국 스마트제조산업협회의 공동 운영
- 본 과제에서 개발되는 시험규격 및 평가시스템 등의 시험인증 인프라는 글로벌 시장 수요에 대응할 수 있

도록 국제상호신뢰체계 확보

② 국내 공급기업 컨소시엄 사업화 지원

- 개발도상국 진출 지원을 위한 Best Practice 발굴, 국내 공급기업 컨소시엄 구축 전략 수립을 위한 민간 전문위원회 구성 및 운영

— 국내 스마트 제조 기술의 기술적인 한계를 극복하기 위하여 검증된 기술·제품·솔루션 간의 지능화/패키지화 등 지원

현재 산학연 전문가 12명으로 구성된 민간전문위원회는 국내 공급기업 컨소시엄 사업화 지원을 위해 첫 Best Practice 사례로 “설비에비보전 + 산업용 로봇”에 대해 논의를 진행하고 있다. 이는 지난해 8월부터 현재까지 총 4회에 걸쳐 (주)에스에이치글로벌(익산공장), 현대로보틱스(대구공장) 등 수요기업 공장 방문 등을 통해 현장의 준비 수준 및 요구사항을 파악하고, 현지화/최적화 전략을 수립 중에 있다. 본 민간전문위원회 전문가 및 활동 범위는 지속적으로 확대해 나갈 예정이다.

2) “국내 스마트 제조 기술 수준, 경쟁 대비 객관적인 수준 파악이 먼저”

스마트 제조 기술 수준 분석은 현 기술 수준을 진단하고, 해외 기술 대비 상대적인 평가를 통해 낙후된 기술 분야 및 정부 지원이 필요한 분야 등을 파악하여 스마트 공장 분야 R&D 정책 수립 등 근거 자료로 활용될 수 있다. 하지만 발표된 스마트 제조 기술 수준 평가 결과는 델파이 조사 중심의 전문가 정성평가 중심으로 분석되고 있어, 전문가 그룹 등 모집단 편차에 따라 조사 결과가 큰 차이가 있어 객관적인 분석 결과로 보기 어렵다. 특히, 공급기업 측면에서도 자사 제품이 해외 경쟁 제품 대비 상대적으로 얼마 만큼의 수준인지 정확히 파악할 수 있어야 품질 경쟁력을 높일 수 있다.

기술 수준의 객관적인 파악을 위해서는 품질경쟁력지수 산출이 필요하다. 품질경쟁력지수는 국내에서 제조 또는 판매되는 제품에 대하여 소비자가 사용 과정에서 지각하는 물리적 품질 결함을 정량적으로 측정하여 품질 경쟁력을 지수화한 것을 의미한다. 여기서 말하는 품질

경쟁력은 단순히 제품의 견고성만을 의미하지 않고, 급변하는 시대적 상황에 따라 해당 제품을 활용하는 고객들이 요구하는 다양한 품질 속성을 만족할 수 있어야 한다. 품질경쟁력 평가모델은 KS표시품 품질우수성 지수(KS-QEI) 모델을 기반으로 하고, 하위 평가항목들을 스마트 제조 기술별로 각각 정의한다.

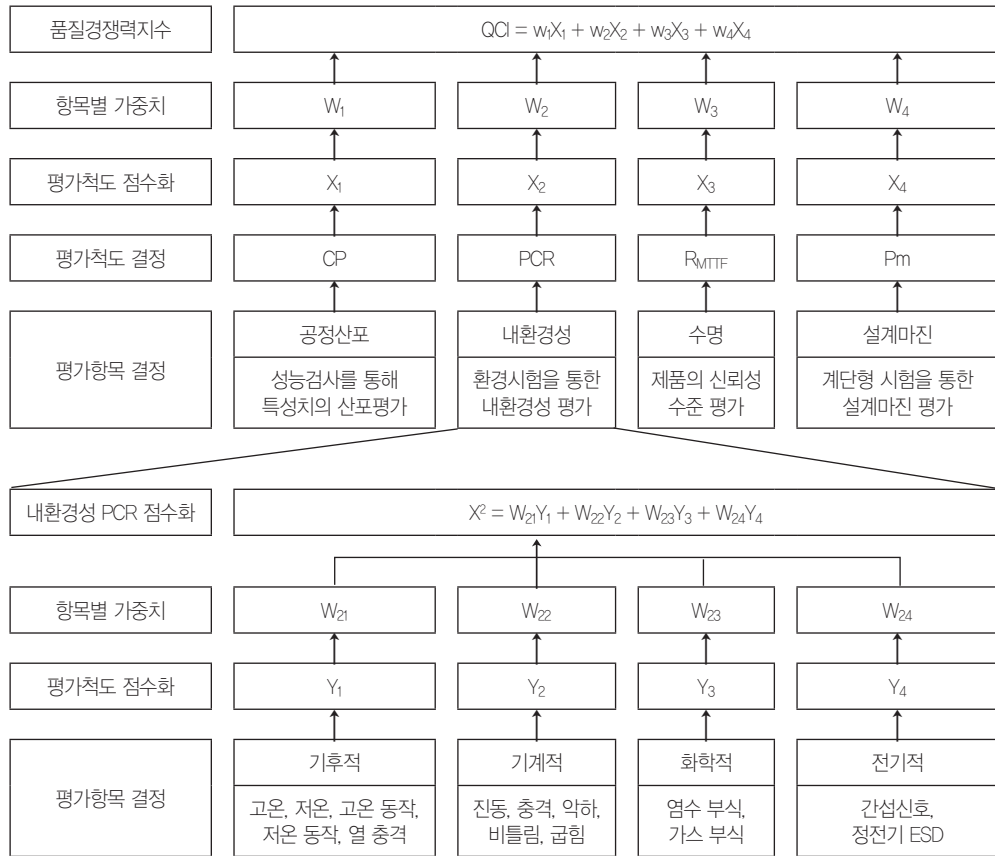
본고에서는 한국산업기술시험원에서 2012년도 수행한 산업용 RFID 태그에 대한 품질경쟁력평가모델을 예시로 설명한다.⁴⁾ 산업용 RFID 태그에 대한 품질평가 경쟁력지수는 공정능력, 내환경성, 내구성, 설계마진 총 4가지의 평가항목으로 구성되며, 품질경쟁력지수는 가중 산술 평균을 통해 평가항목별 점수와 항목별 가중치를 각각 곱한 후 합산하는 방식으로 계산된다. 여기서 가중치는 국내외 산학연 전문가를 대상으로 AHP 방식의 설문조사를 통해 결정되었다.

산업용 RFID 태그의 품질경쟁력지수 비교를 위하여 시중에 유통 중인 제품을 전수조사한 후 76종을 선정하여 품질평가를 연차별로 수행하였다. 제품별로 도출된 품질경쟁력지수는 다음과 같이 글로벌 경쟁 기업 제품과의 품질 비교뿐만 아니라 이를 통해 우수한 품질의 국내 산업용 RFID 태그 정보를 제공할 수 있다. 또한, 제품 개선 및 신제품을 개발하고자 하는 제조업체의 품질 향상을 위해 중요한 역할을 할 수 있다. 따라서, 향후 스마트 제조 관련 산업 활성화를 위하여 기반 조성 사업 등을 통해 IoT 디바이스, 스마트 센서, 산업용 로봇, 산업용 케이블 등 핵심 컴포넌트 등에 대한 품질 경쟁력 분석이 필요하다.

3) “국내 스마트 제조 기술, R&D 기간 및 비용 단축 절실”

대다수의 국내 중소·중견기업 대상으로 기술개발 중

4) 권중원 외, 의류품 유통관리용 RFID 태그 품질경쟁력 평가모델 개발, 전자공학회논문지, Vol. 52 No.7, 2015, 07



〈그림 4〉 산업용 RFID 태그의 품질경쟁력평가모델

• 시험 항목별 Weight Factor 산출 결과		• 내환경성 항목별 Weight Factor 산출 결과	
성능산포	32.1	기후적	28.3
내환경성	28.3	기계적	25.4
수명	21.2	화학적	19.1
설계마진	18.4	전기적	27.2
	100.0		100.0

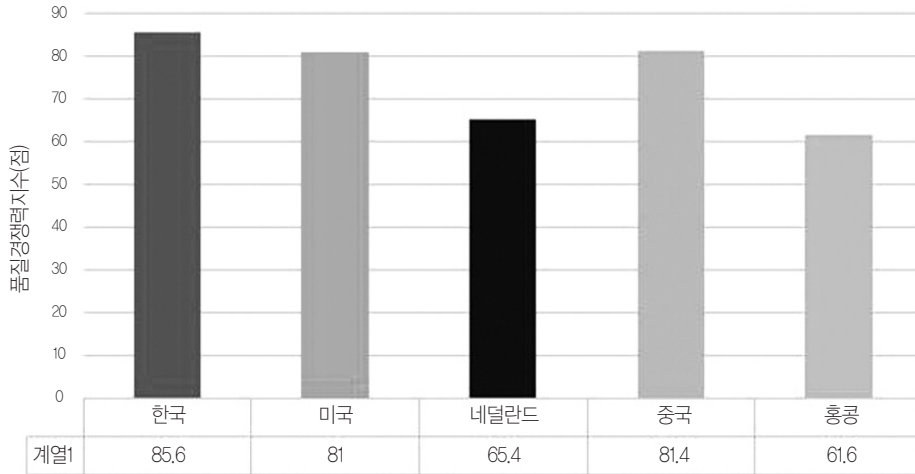
• 산업용 RFID 태그의 품질경쟁력지수 모델

$$QCI = 0.321X_1 + 0.283X_2 + 0.212X_3 + 0.184X_4$$

X1 : 성능산포 점수 X2 : 내환경성 점수 X3 : 내구성 점수 X4 : 설계마진 점수

〈그림 5〉 산업용 RFID 태그의 품질경쟁력평가지수 산출식

국내외 산업용 RFID 태그의 품질경쟁력지수 평가결과(2015년 기준)



(그림 6) 국내외 산업용 RFID 태그의 품질 경쟁력 비교

실패 원인을 개발 기간 및 비용 부족으로 호소하고 있다. 이는 최초 기술개발에 투자되는 비용이 개발 과정 중에 다양한 이슈로 인해 증가하여 중도에 포기하는 경우도 있고, 경쟁력 있는 기술이나 제품을 개발하고도 추가 개발 및 생산, 영업에 들어가는 비용을 감당하지 못해 사업화에 실패한 사례가 빈번히 발생하고 있다.

특히, 최근에는 스마트 제조 기술 분야에서 새로운 패러다임에 따른 신기술·신제품들의 출시되고 있지만, 이는 안전성 이슈로 시장 출시에 애로를 겪고 있다. 대표적으로 안전 관련 국제표준(Standard)/규정(Regulation) 업데이트 및 국내 규제 개선에 따른 환경 변화 등이다. 개발 기간이 예상치 않게 증가됨에 따라 시장 출시가 지연되고, 이로 인해 초기 시장 점유에 실패할 위험성이 높아져 분야별 안전에 대한 전문성을 갖춘 시험인증기관이 연구개발 전 주기에 걸쳐 컨설팅 지원이 필요하다.

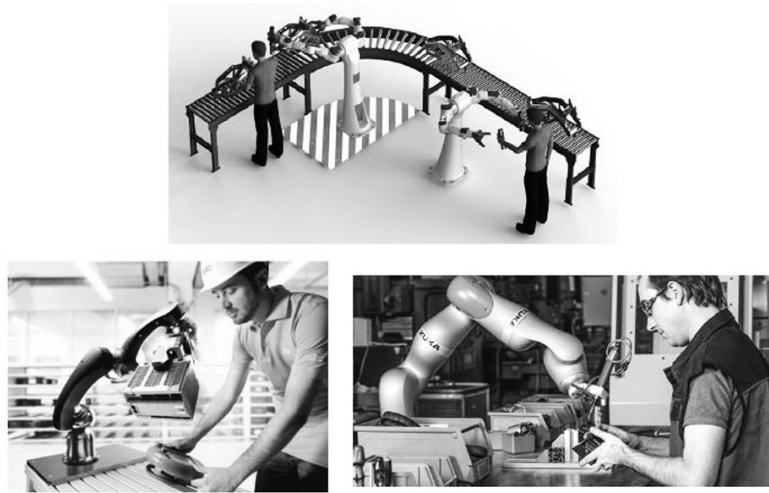
스마트공장에 적용되는 협동로봇 사례가 대표적이다.

최근 산업 현장에서 다음 그림⁵⁾과 같이 산업용 로봇뿐만 아니라 협동로봇을 활용하는 사례가 늘어나고 있다.

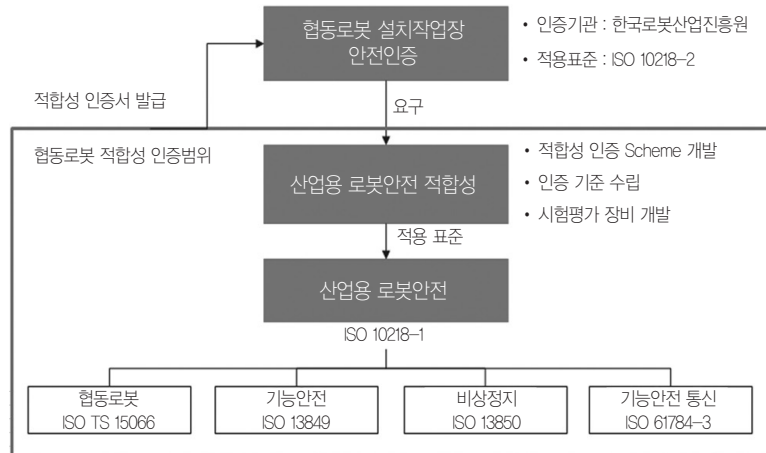
한국로봇산업진흥원은 “협동로봇 설치작업장 안전인증”을 2018년 6월부터 운영 중에 있으며, 이를 획득하기 위해서는 “협동로봇 안전 적합성 인증”을 요구하고 있다. 따라서, 협동로봇의 설치작업장이 증가함에 따라, “협동로봇 안전 적합성 인증” 수요 역시 증가할 것으로 예상되기 때문에, “협동로봇 안전 적합성 인증” 체계를 구축하고, 시험평가 기술을 개발하여 스마트공장의 협동로봇 설치작업장에 대한 안전성을 확보하는 것이 필요하다.

최근 들어서야 협동로봇에 대한 국내 기업들의 진출이 눈에 띄고 있는 실정이다. 한화정밀기계, 두산로보틱스, 뉴로메카, 오토파워 등이 2018년부터 제품 출시를 시작했고, 현대중공업지주 역시 협동로봇 시장 가능성을 검토하며 관련 기술을 연구 개발 중이다. 하지만, 협동로봇 안전에 대한 전문성 및 인력 부족으로 적절한 대응이 어

5) 이남우, 협동로봇 산업동향, 융합정책연구센터 융합 Weekly TIP, Vol. 117, 2018.04



〈그림 7〉 협동로봇의 개념도(상) 및 실제 운용 현장 모습(하)



〈그림 8〉 협동로봇 설치작업장 안전인증 현황

려운 상황을 극복하기 위한 로봇 시스템 위험성 평가 및 협동로봇 안전인증 대응 인프라 구축이 필요하다.

협동로봇 안전 적합성 관련 표준 ISO 10218-1 : 산업용 로봇 안전, ISO TS 15066 : 협동로봇, ISO 13849-1 : 이동형 로봇 기능안전, ISO 13850 : 비상정지 기능, ISO 61784-3 : 기능안전 통신 등을 종합적으로 반영해야 한

다. 이에 따라 한국산업기술시험원과 DNV GL 코리아는 공동으로 협동로봇 안전 적합성 관련 표준 분석을 통한 인증체계(인증기준 수립, 협동로봇 시험장비 개발 등)를 마련하고 있다.



〈그림 9〉 스마트 제조 기술 품질인증마크 도안(예시)

4) “국내 스마트 제조 기술, 품질인증 획득을 통한 브랜드 파워 강화”

스마트 제조 기술 품질인증이란 스마트 제조 기술의 품질 수준을 평가(시험, 검사)하여 인증하는 프로그램이다. 수요기업에게는 선택의 편리성 제공 및 부실 제작, 시공으로부터 보호받을 수 있고, 수요기업에게는 제품의 독창성, 차별성을 부각시킬 수 있는 제품의 특성을 식별하여 제3자적인 입장에서 객관적으로 평가를 통해 검증받을 수 있다.

특히, 스마트공장 보급 확산 사업 등 정책 지원에도 불구하고 인력과 자본이 부족한 중소기업들은 여전히 고가로 인식되는 스마트공장 도입이 어려운 실정이다. 이에 따라 산업단지별 특화한 중소기업이 공동으로 활용할 수 있는 수요 현장 맞춤형 스마트공장 표준 패키지 모델 개발이 필요하다.

따라서, 스마트 제조 기술 제품군별 품질인증 등급 기준을 마련하여 인증마크에 등급을 표시함으로써 수요기업 입장에서 보다 적합한 수준의 성능, 신뢰성, 수명 등을 보증하는 제품 정보를 제공받음으로써 적합한 제품이 도입될 수 있도록 가이드라인을 제공할 예정이다. 더 나아가 본 스마트 제조 기술 품질인증을 활용하여 다음 〈그림 10〉과 같이 스마트공장 고도화 수준 진단과 연계될 수 있도록 연구할 예정이다.

이는 스마트공장 Best Practice 기반 국내 공급기업 컨소시엄 구축에 있어 근간이 될 것으로 예상되며, 이를

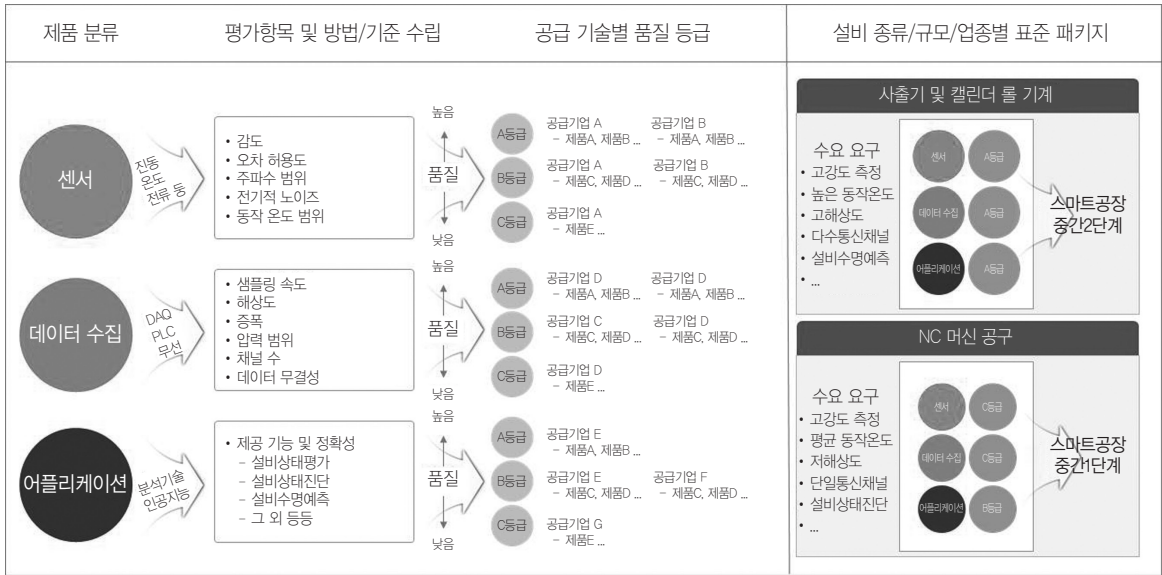
구체화하기 위하여 스마트 제조 기술 하드웨어/소프트웨어 공급기업, 수요기업 이해관계자의 의견을 적극 수렴하고, 정부 정책에 부합될 수 있도록 진행할 계획이다.

3. 결론

1) “긍정적인 기술 경쟁환경 조성을 통한 자발적인 품질 경쟁력 제고 유도”

국내 스마트 제조 기술인 핵심 부품·모듈·제품 등 내구 수명 예측 및 연간 고장률 등 신뢰성을 확인하고, 검증할 수 있는 평가 방법이나 신뢰성에 관한 현장데이터나 고장분석 사례 등이 매우 부족한 상황이다. 반면, 신뢰성이 이미 검증된 외국산을 선호하고 있어 개발된 국산품의 신규 시장 진입에 대한 장애요인으로 작용하고 있으며, 이로 인해 국내 경쟁력을 갖춘 스마트 제조 애플리케이션 분야에서도 하드웨어의 외산 솔루션 활용으로 가격 경쟁력 하락으로 이어지고 있다. 특히, 국산화 개발이 완료된 후에도 신뢰성이 없다는 이유로 국내 대기업 등 수요 기업으로부터 외면 당하고 있는 실정으로, 이는 국내 산업의 국제경쟁력을 근본적으로 약화시키는 원인이 되고 있다.

이런 문제점을 해결하기 위해서는 국내 스마트공장 핵심 컴포넌트 및 모듈러 등 공급기업의 제품 및 솔루션 품질을 제고하고, 국내외 시장 진출을 지원할 수 있도록 중소기업 제품개발 전략에 맞추어 관련 시험평가 기술개발이 필요하다. 또한 본 과제에서 도출된 스마트 제조 기술 품질인증 프로그램이 코리아 프리미엄 창출을 위한 국가 브랜드 차원의 인증으로 자리매김할 수 있도록 민관이 협력하여 품질인증을 중심으로 국내 공급기업 컨소시엄의 글로벌 진출 성공 사례 발굴이 우선될 수 있도록 노력할 것이다.



(그림 10) 품질등급 기반의 수요 맞춤형 표준 패키지 모델 및 인증제도 연계 개념

원고를 받습니다

'월간 계장기술'이 참신한 원고를 받습니다. 소장하고 있는 원고나, 평소에 소개됐으면 하는 내용을 기사로 작성하여 보내 주시면 감사하겠습니다. (특별기고 · 기술정보 · 연재 · 산업동향 & 전망 / 자세한 사항은 본지 참조)

▶ 원고 게재 분량 및 내용

- FA와 PA 분야의 주요 품목인 DCS, PLC, 센서, 유량계, 인버터, 컨트롤 밸브, 필드버스(산업통신망), 계측 및 계장 기기, 중전기 및 발전 플랜트와 이를 활용한 기술 및 산업 전망
- 계측 제어 자동화 설비(플랜트) 분야의 산업 트렌드와 시장 전망

▶ 원고 분량 및 발송

A4지 4~10매(연재는 편집부와 협의)이며, E-mail로 보내 시면 됩니다. E-mail이 어려운 원고와 첨부자료(카탈로그와 제품사진 등)는 우편발송하시면 됩니다.

▶ 보내실 곳

서울시 영등포구 당산로2길 12
(에이스테크노타워 708호) 월간 계장기술 편집부
TEL : (02)2168-8897 / FAX : (02)6442-2168
E-mail : procon@procon.co.kr / lch1248@naver.com

▶ 원고마감 : 매월 15일