

제 4 차 산업화 프로세스(Industry 4.0)

독일 제4차 산업혁명을 위한 연구 개발 및 지원 정책

배성훈, 신광민, 윤진선, 이슬희

2015. 03.

머 리 말

그동안의 제조업은 원가 절감 및 생산성 향상을 통해 성장해 왔으나 이러한 전통적 방법으로 경쟁력을 지속할 수 없는 시대가 도래함에 따라, 주요 선진국들은 첨단기술을 통한 혁신적 제품의 생산을 위해 지속적으로 투자하고 있으며, 그 중심에 나노기술이 있다고 해도 과언이 아닙니다.

최근 나노산업이 2020년까지 3조 달러로 성장하면서 제조업 성장을 선도할 것으로 전망됨에 따라 선진 각국은 나노기술 개발과 함께 상용화에 주력하고 있으며, 우리 정부 역시도 나노기술과 제조업의 융합으로 새로운 먹거리 창출을 위해 나노산업 육성 중점추진 전략을 추진 중에 있습니다.

이러한 가운데, 독일은 오늘날 세계적 산업소재지로서 경쟁력을 지니고 있는 국가 중 하나로, 분업화가 잘 이루어져 있을 뿐만 아니라, 정보통신기술(ICT)의 성공적인 도입을 통해 경쟁력을 강화해 왔습니다. 그리고 최근에는 독일의 제조업 분야와 임베디드 시스템의 강점을 살린 사물인터넷(IoT)의 도입을 통해 Industry 4.0을 추진함으로써 제조업 분야의 경쟁력 강화는 물론 자원 및 에너지 효율 분야와 같은 글로벌 현안들을 해결하고자 계획하고 있습니다.

본 보고서는 독일의 Industry 4.0을 살펴봄으로써 나노기술을 이용하여 국내 제조업의 경쟁력 강화를 위해 어떠한 대책을 수립하여야 하는지에 대한 정책적 시사점을 제시하고자 합니다. 본 보고서가 정부 정책 당국자는 물론 산학연 관계자들이 세계 나노기술 정책 동향을 파악하는데 도움이 되길 바랍니다.

끝으로 본 보고서 집필에 참여한 독일 프라운호퍼 연구소의 한태영 연구원 및 국가 나노기술정책센터 배성훈, 신광민, 윤진선, 이솔희 연구원의 노고에 감사드리며, 여기에 수록된 내용은 집필진의 의견으로서 국가나노기술정책센터의 공식의견은 아님을 밝혀드립니다.

2015년 3월

국가나노기술정책센터

소 장



요약

- 미국, 독일, 일본 등 세계 선진국들이 강력한 제조업 부흥정책을 주창하며 육성하고 있는 가운데, 제조업의 글로벌 트렌드가 아날로그에서 디지털로 변화됨에 따라 기존 산업과 정보통신기술(ICT)의 융합을 통해 고부가가치를 창출하는 방향으로 진화하고 있음

- 독일은 유럽전체 제조업 부가가치의 30%를 차지하고, 글로벌 시장 수출점유율이 세계 3위인 제조업 강국이지만, 새로이 제조업대국으로 떠오르는 중국을 견제하고 독일의 제조업 경쟁력을 더욱 강화하기 위해 하이테크 2020전략 프로젝트를 정부차원에서 추진하고 있음
 - 독일은 미래의 경쟁력 확보하기 위하여 2008년부터 Industry 4.0 분야를 국가적 연구 과제로 인식하고 연구개발을 계획, 지원하기 시작하였으며, 200억 유로 이상의 정부투자하고 있음.
 - Industry 4.0은 사이버 물리 시스템(Cyber-Physical Systems : CPS)과 사물인터넷(Internet of Things)을 통해 완전한 정보 교환이 가능하고 이를 통해 최적화된 상품 제조 플랫폼을 조성할 수 있어 전체 생산 공정을 최적화 할 수 있음.

- 독일의 Industry 4.0 전략을 통하여 한국도 경쟁우위가 있는 제조업 혁신을 통하여, 명확한 비전과 실행방안을 제시하는 등 미래 글로벌 경쟁에 대비해야 함.
 - 즉, 미래의 제조업이 개별·소량·맞춤형 생산체계로 전환이 예상됨에 이러한 요구사항에 적극 대응할 수 있는 “한국형 Industry 4.0” 체계로의 변환이 필요함.

<차 례>

제1장. 개요	1
제2장. 지능형 네트워크를 통한 Industry 4.0 비전	5
제3장. Industry 4.0 프로젝트의 구현	9
제4장. Industry 4.0을 위한 연구개발 전략	41
제5장. 주요국의 사례 비교	71
제6장. 사이버 물리 시스템 구현을 위한 독일 지원 정책	102
제7장 결론 및 정책적 시사점	32
참고문헌	25

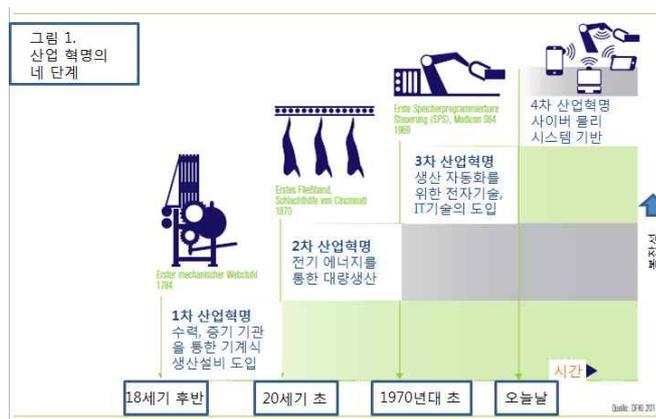
<그림 목차>

<그림 1-1> 산업 혁명의 네 단계	2
<그림 2-1> 스마트 공장	5
<그림 3-1> 가치 네트워크 전반의 수평적 통합	1 1
<그림 3-2> 가치사슬 전반의 엔드-투-엔드 엔지니어링	2 1
<그림 3-3> 수직 통합과 생산 시스템 네트워크	3 1
<그림 6-1> 프로젝트 컨소시엄	1 2

제1장. 개요

독일의 제조업은 복잡하지만 분업화가 잘 이루어져 있으며 지리적으로 분산된 산업 프로세스를 효율적으로 이끌어 갈 수 있는 능력을 지니고 있기 때문에 오늘날 세계적 산업 소재지로서의 경쟁력을 지니고 있는 것으로 평가 받고 있다. 여기에 수십 년 전부터 정보 통신기술(ICT)의 성공적인 도입을 통해 오늘날 독일의 전체 산업 제조 프로세스의 90% 이상이 직접적으로 ICT의 지원을 받고 있으며, 이러한 환경은 과거 1차, 2차 산업 혁명 시기와 비교하여 인간의 삶의 질과 노동시장에 급격한 변화를 일으켰다.

지난 30 여 년 간의 지속적인 발전을 통해 개인용 컴퓨터(Personal Computer)는 Smart Devices의 형태로 발전되었으며, 이와 동시에 클라우드 시스템을 통한 지능형 네트워크의 등장은 정보통신 인프라 구조 및 서비스 분야에 발전을 이끌어 내었다. 이러한 경향은 지속적인 제품의 소형화와 인터넷의 발전과 더불어 컴퓨터 기반 정보처리의 유비쿼터스(Ubiquitous computing) 및 독립적인 고성능 미니 컴퓨터(Embedded System)의 인터넷을 통하여 상호 무선 네트워킹을 이루어 내는데 기여하였다. 또한, 2012년에는 새로운 인터넷 프로토콜 IPv6의 도입으로 지능형 기기의 직접적인 네트워크 형성을 통해 최초로 자원, 정보, 사물 그리고 인간의 네트워크를 기반으로 한 사물 인터넷(Internet of Things, IoT)의 시대를 개척하였으며, 물리적인 세계와 가상의 세계가 소위 사이버 물리 시스템(Cyber Physical System, CPS)으로 융합되었다. 정보통신 분야의 이러한 기술 진보는 제조업 분야와 연계되어 제4차 산업화 프로세스, 즉 Industry 4.0의 시대의 시작에 기여할 것으로 평가된다.



<그림 1-1> 산업 혁명의 네 단계

산업화 프로세스는 18세기 후반 증기기관을 이용한 기계 방직기의 도입으로 제품 생산의 일대 혁명을 일으켰으며, 20세기 중반 전기 에너지를 사용한 제품의 대량 생산 단계(2차 산업혁명)를 거쳐 1970년대 초 제품생산 자동화를 위한 전자기기와 정보통신의 사용(3차 산업혁명)을 통해 오늘날에 이르게 되었다.

최근 독일은 제조업 분야와 임베디드 시스템의 강점을 살린 사물 인터넷(IoT : Internet of Things)의 도입을 통해 Industry 4.0을 시작, 이를 통해 제조업 분야 경쟁력을 더욱 강화하고 자원 및 에너지 효율 분야와 같은 지구촌 도전 과제 극복 및 인구통계학적 변화에 따른 국가적인 과제들을 극복 하고자 한다.

기술적 혁신은 사회문화적 배경과 따로 떨어질 수 없기 때문에 기술적, 사회적 혁신 프로세스간 상호작용의 최적화를 통해 독일의 경쟁력 강화 및 생산력이 크게 증대될 것으로 평가된다.

■ 제품생산을 위한 사물 인터넷(IoT) 활용

사물 인터넷(IoT)을 통해 공장은 전체 제품 생산 환경을 지능적으로 연결하게 된다. 제품 생산에 있어 사이버 물리 시스템은 지능형 기계, 지능형 저장 시스템 및 정보통신 기술을 이용한 재료 입하, 생산, 마케팅, 제품배송을 아우르는 디지털 생산설비를 포괄한다. 이를 통해 제품생산의 유연성이 증대되고 다양한 관리, 제어 프로세스를 통한 무한한 가능성이 열리게 된다. 그렇기 때문에 Industry 4.0은 이미 존재하는 정보통신 기술 기반 프로세스의 최적화를 넘어서 세분화된 각 과정의 정교한 추적을 통한 잠재성의 개척을 의미하며 이와 동시에 산업 파트너간의 더욱 긴밀한 협력을 의미한다.

독일은 제조업 국가로써 Industry 4.0과 같은 산업의 새로운 형태의 잠재성을 개척하기에 매우 적합한 환경을 갖추고 있다. 독일에는 현재 다양한 분야에서 세계적 경쟁력을 지니고 있는 수많은 Hidden Champion 기업들이 자리 잡고 있으며 독일 100대 중소기업 중 22곳의 기계설비 제조 기업이 상위권을 차지하고 있다.

독일 기계설비 제조기업의 60% 이상은 향후 5년간 기업의 기술 경쟁력 향상을 기대하고 있으며, 나머지 40%도 현재의 경쟁력을 유지해 나갈 것으로 예상하고 있다. 하지만 아시아권 국가의 급격한 발전 및 미국의 국가적 탈-산업화 정책 “advanced manufacturing” 프로젝트 등을 통해 독일 제조업 분야의 경쟁력이 위협을 받고 있는 현실이다. 제품의 생산도 점차 다이내믹 해지고 복잡해짐에 따라 3D 프린트를 이용하여 단 시간 내에 고품질의 제품 생산이 가능해졌으며, 이를 통해 최종 고객 중심(고객이 직접 디자인부터 생산까지 관여)의 새로운 비즈니스 모델이 생겨나고 있다. 이러한 경

향에 따라 독일 경제-과학 연구 연합은 Industry 4.0 프로젝트를 통해 독일의 산업 중심지 경쟁력을 확보하고자 한다.

■ INDUSTRY 4.0의 특징

- 고객 기호에 따른 제품의 개별화
 - 제품의 디자인부터, 구성, 주문, 계획, 생산에 이르기까지 고객의 기준에 특성화된 개별화 및 소량 생산이 가능하게 된다.
- 유연성 증대
 - 사이버 물리 시스템에 기반한 애드-혹 네트워크(Ad-hoc network)는 광범위한 분야(품질, 시간, 리스크, 견고성, 가격, 환경 지속성 등)에서 비즈니스 프로세스의 다이내믹한 구성을 가능하게 한다.
 - 이와 동시에 엔지니어링 프로세스의 민첩한 구성, 제품 생산 과정의 변화, 단기적 오류(일반적으로 배송과정에서 발생하는)의 보상, 단 시간 내의 많은 물량의 배송 등을 가능하게 한다.
- 최적화된 결정
 - 단기간 내에 올바른 결정을 내리는 것은 국제 경쟁에서 매우 중요한 성공 요인이다. Industry 4.0 에서 제시하는 투명성은 첫째, 엔지니어링에서 디자인의 조기 결정을 보장하여 주며 둘째, 제품 생산에서 발생하는 변조에 대한 유연한 대처를 가능하게 한다.
- 자원 생산성 및 효율성의 증대
 - 제품 생산 과정에서 한정적으로 주어진 자원의 최대한의 소비(자원 생산성) 및 이미 주어진 생산량에서 최소한도의 자원 사용(자원 효율성)이 증대된다. 또한 제품 생산 과정에서 자원 소비, 에너지 소비의 최적화 및 오염 물질 배출의 최소화가 이루어지게 된다.
- 새로운 서비스를 통한 가치 창출 잠재성의 증대
 - 스마트 디바이스 등을 통해 습득된 다양하고 거대한 양의 데이터(빅 데이터)의 처리를 위해 새로운 알고리즘이 요구되며 이는 새로운 형태의 부가가치 및 고용 창출을 이끌어 낼 것이다.
- 인구 변동에 민감한 업무 구성
 - 전문 인력의 부족 및 증가하는 고용의 다양화(나이, 성별, 문화적 배경에 따른)

시대에 Industry 4.0은 다양하고 유연한 커리어 모델 제공 및 이를 통한 지속 가능한 제품 생산을 가능하게 한다.

○ 일과 삶의 밸런스

- 사이버 물리 시스템은 높은 유연성을 기반으로 노동자의 변화하는 욕구에 상응하게 일과 개인 시간, 자기 개발 및 업무 교육의 밸런스를 조정하여 축소되어 가는 노동시장에서 질 높은 노동력을 유지 할 수 있게 하는 장점을 지닌다.

○ 고임금 국가 경쟁력

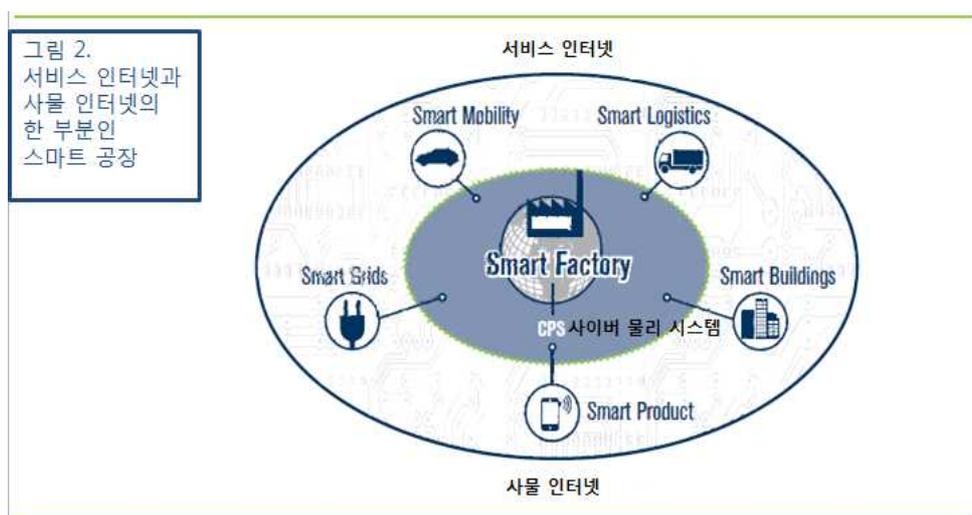
- Industry 4.0을 통해 독일은 이중 전략적 의미에서 공급 선도를 확장하고 동시에 시장 선도를 이룰 것으로 기대되며 이를 통해 고임금 국가로서의 경쟁력을 키워 나갈 것으로 예상된다.

Industry 4.0은 순수 기술적인 한계를 넘어, 전반적인 기술의 전환을 통해 새로운 비즈니스 모델 및 컨셉을 제공한다. 독일은 1980년대 제 3차 산업 혁명 시기에 프로그램 제어를 통한 기술 통합을 달성하여 제품 생산의 자동화를 성공적으로 이루어 내었다. 독일은 이 과정을 통해 습득한 노하우 및 현재 소프트웨어 산업분야에 있어서의 경쟁력을 기반으로 제 4차 산업 혁명을 선도하고자 한다. 사물 인터넷의 가능성과 잠재력을 산업 분야에서 적극적으로 사용 하는 것만이 장미 빛 미래를 보장 할 수 있기 때문에 독일 정부는 하이테크2020 전략을 통해 2006년부터 사물 인터넷 분야를 지원해 오고 있으며 수많은 기술 프로젝트를 성공적으로 시작 하였다. 독일은 이를 통해 Industry 4.0의 기반을 세워 제조업 분야의 독일의 경쟁력을 유지 해 나갈 뿐 아니라 더 나아가 기술 표준화를 통하여 세계 시장을 선도 하고자 한다.

제2장. 지능형 네트워크를 통한 Industry 4.0 비전

지능형 네트워크 세상에서 사물인터넷은 모든 분야에 영향력을 미친다. 예를 들어 에너지 공급 및 지능형 에너지 네트워크(Smart Grids; 스마트 그리드)분야, 지속 가능한 이동성(Smart Mobility; 스마트 모빌리티, Smart Logistics; 스마트 물류)분야, 보건(Smart Health; 스마트 헬스) 분야와 같은 다양한 범위에서 새로운 변화를 이끌어 낼 수 있다. 이와 마찬가지로 제품 생산 분야에 있어 제품과 시스템의 지능 향상은 부가가치 창출에서 네 번째 단계, 즉 Industry 4.0을 이끌어 낸다.

Industry 4.0은 지능형 제품, 지능형 생산 방법, 지능형 프로세스에 포커스를 맞추고 있으며, 특히 지능형 공장(Smart Factory, 스마트 공장)이 핵심이라고 볼 수 있다. 지능형 공장은 사람, 기계, 그리고 자원이 일반 사회의 네트워크처럼 상호 연결되어 생산 효율성이 증대되고, 스마트 모빌리티와 스마트 물류, 스마트 그리드의 인터페이스와 함께 미래 인프라 구조의 핵심 구성 요소로 손꼽힌다. 또한 지능형 제품(Smart Products, 스마트 제품)은 제품 스스로 생산 과정 및 생산 후 사용에 대한 정보를 지니고 있어 제품 생산 프로세스를 능동적으로 지원한다. 이와 같은 과정을 통해 기존의 가치 사슬(Value chain)이 변화되며, 새로운 비즈니스 모델이 자리 잡게 되고 Industry 4.0의 기반인 다양한 분야의 긴밀한 네트워킹이 가능하게 된다.



<그림 2-1> 스마트 공장

■ Industry 4.0의 형성

장기적인 계획과 점진적인 과정은 Industry 4.0을 향하는데 있어 필수적으로 요구되는 패러다임의 변화이다. 독일 제조업 분야의 경쟁력 유지와 발전 및 성공을 위해 제 4차 산업 혁명을 함께 준비해 나가는 것이 필수적이며 특히 다음과 같은 기존의 산업 및 지식 분야의 협력이 매우 중요하게 여겨진다.

- 기계 설비 제조 분야의 시장 리더쉽
- 정보 통신 분야의 기술 경쟁력
- 임베디드 시스템 및 자동화 기술 분야의 혁신 리더쉽
- 경쟁력 있는 노동시장 (숙련된 자질을 지니고 있으며 동기 부여가 확실한 노동자)
- 장비 공급 업체 및 장비 사용자 간의 긴밀한 협력
- 경쟁력 있는 연구 기관 및 교육 기관

Industry 4.0 으로의 전환은 기존의 기술 잠재력과 시장 경제 잠재력을 높일 뿐 아니라 체계화된 혁신 프로세스를 개척하여 노동자 능력화 최적화를 위해 다음과 같은 특징들에 포커스를 맞춘다.

- 부가가치 네트워크에 통한 수평적 통합
- 전체 가치 사슬에 대한 엔지니어링의 엔드-투-엔드 디지털 통합
- 수직적 통합 및 제품생산 시스템 네트워킹

■ Industry 4.0의 미래 시나리오

Industry 4.0은 엔지니어링 프로세스, 계획 프로세스, 생산 프로세스, 운영 프로세스, 물류 프로세스에 유연성과 안정성을 더하여 주며 이를 통해 다양한 기준(비용, 자원소비, 가용성 등)에 따라 최적화 되는 역동적인 실시간, 자체 조직 가치사슬이 생성 된다.

Industry 4.0의 미래 시나리오는 다음과 같은 관점에서 설명 된다.

- Industry 4.0은 제품 생산 과정에 관여하는 모든 관계자 및 자원의 사회-기술 상호 작용을 통한 새로운 집중(Intensity)로 표현 될 수 있으며 그 중심에는 자체적인 제어 및 구성이 가능하고 지식 및 센서 기술에 기반한 자동화 기술의 네트워크 연결과 계획 시스템 및 제어 시스템이 자리 잡고 있다. 이 시나리오의 핵심 요소는 지능형 공장, 즉 스마트 공장으로서 디지털 기술과 물리적 세계가 연결되어 제품 생산 과정에서 증가하는 복잡성을 관리 할 수 있는 장점을 지니고 있을 뿐 아니라 도시

친화적이며 경제적으로 높은 효율성을 장점으로 가지고 있다.

- Industry 4.0에서는 지능형 제품, 즉 스마트 제품이 생산되며 이 제품은 명확한 식별이 가능한 것과 언제든지 그 위치를 찾아 낼 수 있는(Locatable) 기능을 그 특징으로 지니고 있다. 스마트 제품은 제품 자체적으로 생산 과정에서 발생하는 모든 제조 공정 정보를 지니고 있으며 생산된 제품의 최종 사용 단계에 최적화된 정보를 가지고 있다. 이 정보는 제품의 배송, 사용, 서비스 측면에서 스마트 공장의 최적화 및 비즈니스 IT 응용 통합에 사용 될 수 있다.
- Industry 4.0을 통해 고객에 따른 개별적 특성 및 제품의 디자인, 구성, 주문, 계획, 생산, 관리, 재활용과 같은 제품 특성 기준이 고려 될 수 있다. 제품 생산 직전에 발생하는 제품 변경 요청에 대한 유연한 대처가 가능하며 경우에 따라 생산 과정 중에도 제품의 변경이 가능하게 된다.
- Industry 4.0은 노동자가 지능형 네트워크화 된 생산 자원과 생산 과정을 상황과 목표에 맞게 제어하고 조정하며 구성 할 수 있게 하여 반복적이고 기계적인 작업에서 벗어나 보다 생산적인 업무 환경 가운데 일 할 수 있게 하며 동시에 근무조건의 유연성 증대를 통해 업무 효율을 높이게 된다.
- Industry 4.0의 구현은 그에 상응하는 네트워크 인프라 구조의 추가 확장을 지원하며 네트워크 서비스 품질의 다양화를 이루는데 기여하게 된다.

■ 새로운 비즈니스 모델의 제시

Industry 4.0을 통해 고객 위주의 새로운 협력 모델, 비즈니스 모델이 창출된다. 또한 현재 독일의 중소기업이 재정적인 이유로 감당하기 어려운 서비스 및 소프트웨어 시스템의 사용을 가능하게 한다. 새롭게 제시되는 비즈니스 모델은 고객과 시장 경쟁력의 상황을 고려한 제품의 유동적 가격 책정을 가능하게, 사업 파트너의 네트워크 및 협력을 통한 고품질 서비스 제공을 가능하게 한다. Industry 4.0 시나리오의 비즈니스 모델은 일반적으로 하나의 회사에서 독립적으로 이루어지는 것이 아닌 상호 네트워킹으로 연결된 회사 간의 협력을 통해 구현된다. 이러한 과정에서 재산권 보호, 책임, 리스크, 개발, 자금 조달, 신뢰성에 대해 발생하는 의문점들을 해결하기 위해서는 정확한 책임 소재의 분배를 요구할 것이다. 또한, 제품의 가공과정 및 시스템 상태를 계약과 법률적인 프레임워크 안에서 이뤄지게 하기 위해서는 비즈니스 모델의 각 단계별 실시간 모니터링이 매우 중요하다.

■ 노동의 새로운 사회적 인프라

Industry 4.0은 인구학적 변화가 있는 국가에 매우 적합하다. 독일은 일본에 이어 노인 비율이 가장 높은 국가로서, 젊은 층의 노동 인구 수가 점차 감소함에 따라 제조업 관련 기업의 노동자 평균 연령이 40대 중반이며 몇몇 분야에서는 노동력 부족 현상이 나타나고 있다. 이에 독일은 Industry 4.0을 통해 이러한 인구 변화 현상을 대처 할 수 있을 뿐 아니라 이와 동시에 노동 생산성을 유지 및 향상시킬 수 있다. 연구에 따르면, 개별 생산성은 연령이 아닌 한 장소에 머무를 수 있는 시간과 작업 환경의 구성 및 노동자 스스로의 작업 구성에 달려 있기 때문에 생산성 향상을 위해서는 다양한 분야가 통합·변환 되어야 한다. 뿐만 아니라, 노동자의 자격 향상 프로그램과 심화 교육 대책, 그리고 노동 조직 모델 및 구성 모델의 전환이 요구 된다.

■ 새로운 서비스에 기반한 실시간 사이버 물리 시스템 플랫폼

미래 프로젝트 Industry 4.0을 통해 새로운 사이버 물리 시스템 플랫폼이 형성된다. 이 플랫폼은 사람과 사물, 시스템을 연결하며 다음과 같은 특징을 지니고 있다.

- 사이버 물리 시스템에 기반을 둔 소프트웨어를 포함한 빠르고 간단한 서비스 및 응용 프로그램의 오케스트레이션
- 전체 비즈니스 프로세스의 완전하고 안정적이며 신뢰 할 수 있는 데이터 백업
- 센서에서부터 유저 인터페이스를 아우르는 안정성과 신뢰성
- 모바일 기기의 지원
- 비즈니스 네트워크를 통한 협력 생산지원, 서비스 지원, 분석 지원 및 예상 과정 지원

■ Industry 4.0을 향한 길

2013년 초 독일 설문조사 기관(BITKOM, VDMA, YVEI)이 독일 내 278개의 기업에 실시한 조사에 따르면, 47%의 기업이 이미 Industry 4.0을 적극적으로 준비하고 있으며 이 중 18%가 연구 분야에 참가, 12%가 실제 기업 모델 활용 분야에 참여하고 있는 것으로 나타났다. Industry 4.0의 구현에 있어 가장 큰 장애물은 기술 표준화와 프로세스 및 작업 조직, 제품 가용성 순이며 50% 이상의 기업이 Industry 4.0의 구현을 위해 관련 정보 및 경험의 공유를 가장 중요한 요소로 삼았다.

제3장. Industry 4.0 프로젝트의 구현

제 4차 산업 혁명은 독일 산업에 거대한 잠재성을 일깨울 것으로 평가 된다. 독일 공장에서 사이버 물리 시스템(CPS) 사용의 확대는 국내 생산의 효율성을 증대시켜 독일 제조 산업을 강화 시킬 것으로 예상되고 있다. 이와 동시에 사이버 물리 시스템의 기술적 발전은 관련 기술과 제품의 수출을 위한 실재적인 기회를 제공 할 것으로 기대 된다. Industry 4.0 프로젝트의 구현에 있어 목표는 이중전략을 통하여 독일 제조 산업의 시장 잠재력을 증대 시키는 것이다. 이를 통해 한편으로는 제품 생산에서 사이버 물리 시스템 기술을 사용하고 다른 한편으로는 독일 제조 장비 산업의 강화를 위한 사이버 물리 시스템 기술 및 사이버 물리 시스템을 통해 생산된 제품의 판매가 이루어 질 것으로 전망된다.

■ 공급 선도전략

공급선도 전략은 장비 산업의 측면에서 Industry 4.0의 잠재력을 일깨울 것으로 평가 된다. 제조 산업 분야에서 독일 기업은 그들의 기술적 솔루션을 통해 세계적으로 높은 수준의 장비를 공급하며, Industry 4.0의 연구 개발과 운영 및 글로벌 마케팅에서 폴 포지션(출발선 맨 앞에 있는 운전자 차량위치를 가리킴)에 위치하고 있다. 혁신적인 도약을 달성하기 위해 기술적으로 높은 수준의 솔루션을 정보 기술의 새로운 가능성과 연결하는 것이 중요 할 것으로 여겨진다. 기존의 하이테크2020 전략과 정보통신 기술의 결집을 통해서만 글로벌 시장에서 증대되는 시장 역동성과 복잡성을 지배 할 수 있는 기반이 창조 된다.

- 이미 존재하는 정보통신 기술이 제품 생산의 특수성에 적용 되어야 하며 사용 중심으로 지속 개발 되어야 한다. 규모의 경제를 개척하고 큰 효과를 달성하기 위해 이미 존재하고 있는 설비들을 제조 기술 및 정보 기술적으로 사이버 물리 시스템의 관점에서 지속적인 연구개발이 이루어져야 하며 동시에 사이버 물리 시스템의 제조 메커니즘을 새로운 장소에서 구현하기 위한 모델과 컨셉의 연구가 필요하다.
- Industry 4.0 에서 독일이 목표하는 리더십 역할을 지속적으로 유지하기 위해 무엇보다 자동화 기술 모델링과 시스템 최적화 분야의 방법을 개발하기 위해 연구, 기술, 자격 증명이 이루어져야 한다.

- 또한 추가적인 핵심 과제로, 새롭게 발생하는 가치 네트워크를 구성하기 위해 기술을 사용해야 하며 새로운 비즈니스 모델이 개발 되어야 하고 특히 제품을 적합한 서비스와 연결하는 것이 필요하다

■ 시장 선도전략

독일 내 제조 기업이 곧 Industry 4.0의 시장을 선도하게 되며 이 시장 선도를 구성하고 또한 성공적으로 확장하기 위해 다양한 장소에 위치한 기업의 파트 별 밀접한 네트워크 연결 및 기업 간의 협력이 필요하다. 독일 제조 산업의 강점은 균형 잡힌 산업구조, 즉 많은 수의 중소기업과 상대적으로 적은 수의 대기업에 기인한다. 하지만 많은 수의 중소기업은 아직 Industry 4.0을 통한 구조 변화에 준비가 되어 있지 않으며 이는 전문가의 부족과 새로운 기술 도입에 대한 망설임 및 회의적인 시각에 근거한다. 이러한 상황을 극복하기 위해 다음과 같은 대책이 요구된다.

- 새롭게 구성된 가치 네트워크에서 글로벌 대기업과 중소기업간의 통합을 통한 기술 공유가 필요하다.
- 중소기업을 네트워크에 통합시키기 위한 관련 지식 및 기술 이전을 계획하고 구현해야 한다.
- 이를 통해 중소기업이 사이버 물리 시스템의 방법을 배우고 받아들이며 기업의 환경을 변화 시킬 수 있다.
- 이를 위해 고성능 데이터 전송 기술 인프라가 사용되고 추가적으로 개발 되어야 하며 동시에 노동자에 적합한 교육이 요구된다.

■ 이중 전략의 주요 특징

Industry 4.0의 최적의 목표 달성을 위해서는 공급 선도 전략의 잠재성과 시장 선도 전략 상호간의 조정과 공생이 중요하며 이 이중 전략은 다음과 같은 세 가지의 기본적인 요소들을 포함하고 있다.

- 수평적 통합에 기반한 기업 간의 가치 사슬 및 가치 네트워크의 개발
- 제품과 제품 생산 시스템의 전체 가치 사슬을 아우르는 디지털 엔드-투-엔드 엔지니어링
- 기업에 따라 유연하고 재구성이 가능한 생산 시스템의 개발 및 구현 그리고 이 시스템의 수직통합

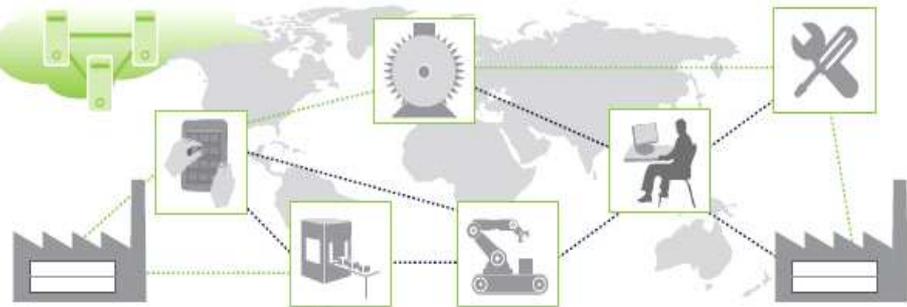
이 요소들은 시장 변화가 심한 제조업 분야 환경에서 기업의 안정성을 높임과 동시에 변화하는 시장의 요구 사항에 따라 기업의 가치창출을 유연하게 적용하기 위한 중요한 조력(enabler) 역할을 한다. 이러한 이중 사이버 물리 시스템 전략 요소들을 통해 생산 기업은 다이내믹한 시장 환경에서 빠르고, 정확한 시기에 알맞은 대응을 할 수 있게 된다.

가. 가치 네트워크 전반을 아우르는 수평적 통합

가치 네트워크 전반을 아우르는 수평적 통합을 위한 모델링, 컨셉, 구현에 있어 다음과 같은 과제가 제시 될 수 있다.

- 기업의 비즈니스 전력과 새로운 가치 네트워크 및 새로운 비즈니스 모델은 사이버 물리 시스템을 기반으로 어떻게 지속적으로 지원 및 구현 될 수 있는가?
 - 이 질문은 연구 분야, 개발 분야, 사용 분야에 동일하게 적용된다. 비즈니스 모델 및 기업 간의 협업 외에도 지속 가능성, 노하우 보호, 표준화 전략 및 중장기적인 능력 개발 그리고 직원의 능력 개발과 같은 과제들이 해결 되어야 한다.

그림 3.
가치 네트워크 전반을
아우르는 수평적 통합



Source: Siemens 2012

<그림 3-1> 가치 네트워크 전반의 수평적 통합

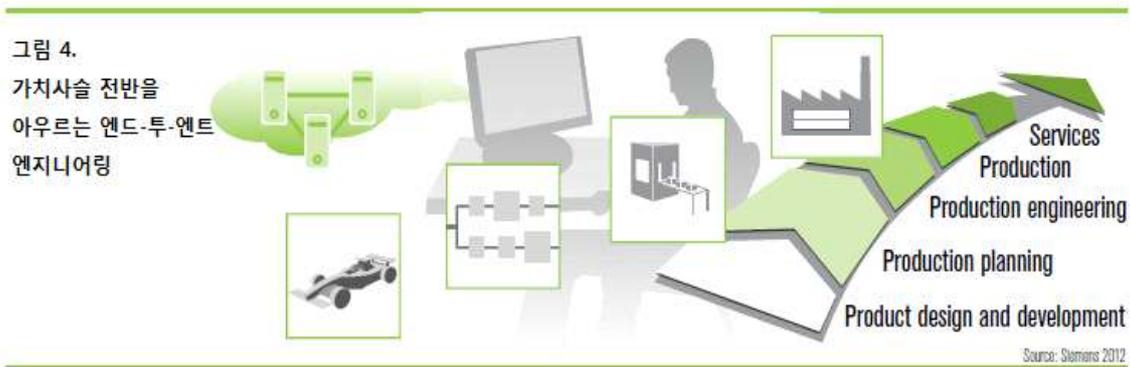
나. 전체 가치사슬을 아우르는 엔드-투-엔드 엔지니어링

디지털 엔드-투-엔드 엔지니어링, 기업 간의 제품 가치 사슬을 통한 디지털 세계와 실제 세계의 융합 그리고 고객의 요구사항의 적극적인 고려의 문제에 있어 다음과 같은 과제가 제시 될 수 있다.

- 엔지니어링 워크플로우(Workflows)를 포함한 비즈니스 프로세스가 사이버 물리

시스템을 사용하여 어떻게 전반적으로 구성 될 수 있는가?

- 기술 시스템의 증가하는 복잡성을 제어하기 위해서는 모델링이 핵심적인 역할을 한다. 제품 개발에서부터 생산 시스템 엔지니어링과 제품 생산 및 서비스에 이르는 전체 가치 사슬이 이에 상응하는 정보통신 시스템을 통해 지원 받아야 한다.
- 시스템 엔지니어링을 통해 다양한 전문 분야를 전체적으로 관찰 할 수 있어야 하며 이에 적합한 자격을 갖춘 엔지니어 교육이 제공 되어야 한다.



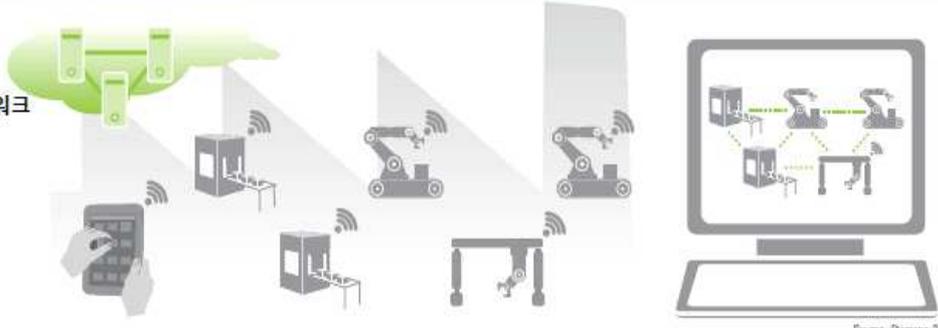
<그림 3-2> 가치사슬 전반의 엔드-투-엔드 엔지니어링

다. 수직 통합과 생산 시스템 네트워크

수직 통합에 있어서는 다음과 같은 과제가 제시된다.

- 사이버 물리 시스템의 사용을 통해 생산 시스템이 어떻게 유연하고 재구성이 가능하게 형성 될 수 있는가?
 - 수직 통합의 형성 범위는 공장이다. 미래형 스마트 공장에서는 생산 구조가 더 이상 처음부터 구체적이고 고정적으로 결정 되지 않게 된다. 수직 통합을 구현하기 위해 액추에이터 신호 및 센서 신호에서부터 다양한 단계를 넘어 기업의 원자재 계획까지 아우르는 디지털 엔드-투-엔드 기술이 보장 되어야 한다.
 - 또한 모듈화와 재활용 개념이 애드 혹 네트워킹을 위한 전제 조건으로 개발 되어야 하며 생산 시스템의 재구성이 이에 적합한 스마트 시스템 기능 설명과 결합하여 개발 되어야 한다.
 - 설비 운영자, 작업 관리자는 이러한 생산 시스템의 가동과 운영에 적합한 자격을 갖추 수 있도록 교육 되어야 한다.

그림 5.
수직통합과
생산 시스템 네트워크



<그림 3-3> 수직 통합과 생산 시스템 네트워크

제4장. Industry 4.0을 위한 연구개발 전략

Industry 4.0은 다양한 분야가 상호간 부분적으로 겹쳐져 있는 매우 복잡한 계획이어서 독일 Industry 4.0 프로젝트의 워킹 그룹(Working Group)은 총 8가지의 영역의 중, 장기적 연구개발을 제시하고 있다.

■ 표준화 및 참조 아키텍처(reference architecture)에 대한 개방형 표준

Industry 4.0은 기업 간의 네트워킹과 가치 네트워킹 전반의 통합을 가능하게 하며 이를 위해 협력 메커니즘과 정보 교환을 위한 표준화가 필수적으로 요구된다. 이제 대한 기술적 설명과 구현을 위해 참조 아키텍처가 사용되며 여기에는 Industry 4.0의 구조화, 개발, 통합, 운영에 중요한 기술 시스템의 공통적인 표준을 제공한다. Industry 4.0에서 가치 네트워크는 다양한 비즈니스 모델을 지닌 서로 다른 기업들로 구성되어 있기 때문에 아키텍처가 이러한 다양성을 묶을 수 있는 기초 구조를 위한 공통된 관점을 제공하는 역할을 한다.

■ 복잡한 시스템 관리 및 제어

제품과 제품 생산을 위한 시스템이 점차적으로 복잡해지고 있으며 이를 관리, 제어하기 위해 실제적인 또는 개념적인 관찰 대상을 표현하는 모델링이 요구된다. 모델은 다음과 같이 두 가지로 분류된다.

가. 계획 모델

계획 모델은 엔지니어의 창조적인 부가가치에 투명성을 제공하여 복잡한 시스템의 기초를 세울 수 있게 돕는다.

나. 설명 모델

설명 모델은 이미 존재하는 시스템을 묘사하여 모델을 통해 시스템에 대한 정보를 획득하게 돕는다.

계획 모델을 통해서도 디지털 세계가 실제 세계에 큰 영향을 미치게 되며 설명 모델은 통해서도 이와 반대로 실제 세계가 디지털 세계에 영향을 미치게 된다. 이러한 모델들은 일반적으로 형식적인 설명(Formal descriptions)을 내포하고 있기 때문에 컴퓨터를 통해 처리 할 수 있으며 이를 통해 엔지니어의 일상적인 반복 작업의 자동화가 가능하며 또한 실제 세계에서 행해지는 일이 디지털 세상에서 일어 날 수 있게 한다.

■ 산업을 위한 광대역 인프라

사이버 물리 시스템의 광범위한 사용을 통해 발생하는 양질의 데이터를 교환, 전송, 처리하기 위해 기존의 통신 네트워크의 퍼포먼스를 증가하는 인프라 구조가 확보 되어야 한다. 그렇기 때문에 이미 존재하고 있는 통신 네트워크의 확장이 Industry 4.0의 기초 전제 조건이 된다. 또한 광대역 인프라는 독일 국내 뿐 아니라 주변의 제조 산업 파트너 국가들에 이르기까지 확장 되어야 한다.

■ 안전과 보안

생산 기술 설비 및 그 제품에는 보안에 있어 두 가지 중요한 측면을 지니고 있다. 첫 번째 한 가지는 이런 시스템이 인간 또는 환경에 위험 요소가 되어서는 안 되는 것(안전성)이고 다른 두 번째 다른 한 가지는 생산 설비 및 제품이 악용 및 오용으로부터 보호 되어야 하는 것(보안성)이다. 제 3차 산업 혁명 이후 생산 분야에 있어 안전에 대한 요구 사항이 매우 증가 하였고 동시에 기계 운행 안전과 같은 기능성 안전 외에도 외부 공격에 대한 보안이 점진적으로 문제점으로 인식 되었다. Industry 4.0에서는 노동자와 정보통신 시스템, 자동화기기 및 공장 설비와 폭 넓은 분야가 네트워킹 되기 때문에 보안 문제는 해결 되어야 할 주요 사안이다.

■ 업무 조직(Work organization)과 업무 설계(Work design)

Industry 4.0 이 노동 환경에 가져오는 결과는 무엇일까? 노동 환경에 어떠한 변화가 있을 것인가? 사이버 물리 시스템이 사용되는 탈산업화 하이테크 경제에서 기업 또는 사회가 어떠한 책임을 질 수 있는가? 점진적으로 증가하는 자동화 시스템과 실시간 제어 시스템이 가동되는 업무 환경에서 어떻게 하면 일이 노동자에게 효율적으로 안전하고 공평하게 구성 될 것인가? Industry 4.0에서는 업무내용, 업무 프로세스, 업무 환경에 급격한 변화가 있을 것으로 예상 된다. 또한 노동자에게 더욱 복잡한 업무를 처

리 할 능력, 추상적인 능력, 문제 해결 능력을 요구 할 것이다. 이에 대응 할 수 있는 직업 교육과 같은 프로그램 제공이 필수적이다.

■ 직업교육 및 평생 교육

Industry 4.0에서는 노동자의 업무 환경의 급격한 변화로 인해 이에 따른 직업 교육 및 평생 교육이 요구되며 이를 위해 전문적인 교육 프로그램의 개발이 필수적으로 요구된다. 또한 직업 교육 및 평생 교육 콘셉트 모델 계획 및 “베스트 프랙티스 네트워크”와 같은 프로그램이 지워 되어야 하며 디지털 미디어를 통한 교육이 개발 되어야 한다.

■ 제도적 프레임워크

Industry 4.0 에서 제도와 기술의 조화는 필수적인 요소이다. 새롭게 연구개발 되어 등장하는 기술은 기존에 존재하는 법의 체계를 따라야 함과 동시에 신기술에 상응하는 제도의 혁신 또한 요구된다. 기업 데이터의 보호, 책임소재 공방 여부, 개인 데이터의 처리, 매매 제한과 같은 다양한 분야의 규제들이 새롭게 정리 되거나 해결 되어야 한다.

■ 자원 효율

제조업은 상당히 많은 양의 원자재를 소비 할 뿐 아니라 제품 생산을 위해 역시 마찬가지로 많은 양의 에너지를 소비한다. 이는 곧 많은 비용 지출만을 의미하는 것이 아니라 환경 오염 및 에너지 공급에 리스크를 지니고 있음을 의미한다. 산업은 이러한 자원 소비 및 에너지 소비를 감축 하거나 대용하는 것에 노력을 기하고 있다. Industry 4.0에서는 상호간 밀접한 네트워킹을 통해 자원 효율성이 증대 될 것으로 예상되지만 또 다른 한편으로는 스마트 공장 설립을 위해 사용 되는 자원과 스마트 공장 설립을 통해 절감 되는 자원의 양의 정확한 비교를 통한 실제적 손익을 계산 하는 것이 필요하다.

독일은 Industry 4.0 으로의 변화가 점진적으로 이루어 질 것으로 평가되며 이 기간 동안 위에 언급된 분야의 중, 장기적 관점의 연구개발 및 지원이 요구된다. 또한 이를 통해 독일 제조업의 국제적 경쟁력을 유지하고 선도 할 것으로 평가된다.

제5장. 주요국의 사례 비교

독일 뿐 아니라 다른 국가들도 산업 프로세스에 있어 사물 인터넷을 이용하려는 움직임이 진행되고 있으며 이러한 현상은 각 각의 국가에서 다른 명칭(독일 Industrie 4.0)을 통해 진행되고 있다. “스마트 생산(Smart Production)”, “스마트 매뉴팩처링(Smart Manufacturing)”, 스마트 공장 (Smart Factory)”의 개념이 유럽, 일본 및 미국에서 스마트 생산 시스템을 위한 디지털 네트워킹으로 표현 한다면 “선진 제조업(Advanced Manufacturing)”은 생산의 현대화 추세의 광범위한 스펙트럼을 의미한다.

제조업의 현대화는 이미 다는 국가에서도 다양한 추진 프로그램과 연구 이니셔티브를 통해 지원되고 있다. 미국, 중국, 유럽 연합 및 인도에서 독일의 Industrie 4.0과 비슷한 취지의 프로젝트들이 진행되고 있다.

■ 미국

미국 정부는 기계 공학 분야에 다시 중점을 두려는 움직임을 보이고 있으며 무엇보다도 산업 정책을 통해 일자리 창출을 촉진하고 국가 제조업을 다시금 활성화 시키고자 한다. 2011년 미국 오바마 대통령은 “선진 제조 파트너십(Advanced Manufacturing Partnership, AMP)”를 공표하였으며 이 AMP의 운영 위원회는 MIT, 버클리, 스탠포드, CMU, 미시간, GIT와 같은 미국 내 상위 공과 대학의 총장 및 포드, 인텔, 존슨 & 존슨과 같은 우수 기업의 CEO로 구성되어 있다. AMP는 2012년 16개의 권장 대책을 내놓으며 국가 네트워크 제조업 혁신 연구소(National Network of Manufacturing Innovation Institutes, NNMII)의 설립을 계획 하였고 이 연구소는 제조 산업의 지역적 허브의 역할을 담당하게 되어 미국 기업의 국제적 경쟁력을 높이고 미국 내 제조업에 대한 투자를 증대 시키고자 한다.

또한 오바마 정부는 제조업 분야에 더 많은 R&D 투자를 하고자 하여 2013년 선진 제조업 분야에 전년도 대비 19% 상승한 22억 달러를 투자 하였다. 또한 표준화 프로세스를 위해 국가 표준 기술 연구소(Natioanl Institute of Standards and Technology, NIST)에 1억 달러를 지원하여 제조업을 연구 설비 제공과 노하우를 통해 기술적으로 지원하고자 한다.

사이버 물리 시스템과 사물 인터넷 분야는 미국에서 이미 예전부터 국가적으로 지

원하여 왔으며 2006년부터 국가 과학 재단(National Science Foundation, NSF)에서 핵심 연구 테마로 선정 되었다. 아직까지 사이버 물리 인터넷과 제조업 사이에 구체적인 연계는 이루어 지지 않고 있지만 18개의 연구 기관이 속해 있는 “네트워킹 정보기술 연구 개발”프로그램을 통해 인간-기계 상호 작용 및 정보 관리 분야가 연구 되고 있으며 2011년 이 분야에 30억 유로를 예산으로 세웠다.

■ 중국

중국 역시 기계공학 분야에 확장을 위해 노력하고 있으며 제 12차 5개년 계획(2011~2015)을 통해 7대 전략 산업 중 하나로 “하이-엔드 장비 제조 및 차세대 정보 기술” 개발을 목표로 하며 이를 통해 외국 기술 의존도를 줄이고 국제적 기술 경쟁력을 높이려 한다. 이를 위해 중국 정부는 2015년 까지 1조 2000억 유로를 지원하며 연구 개발 투자를 국내총생산 대비 1.5% 에서 2%로 증가 시키고자 한다. 공구 기계산업 분야에서는 무엇보다 “지능형 제조 설비(Intelligent manufacturing equipment)”, “지능형 제어 시스템(Intelligent controlsystems)”, “고급 수치 제어 기계(High-class numerically controlled machines)”에 포커스를 맞추며 IT 분야에서는 사물 인터넷 및 그 활용에 중점을 둘 것으로 계획하고 있다.

특히 사물 인터넷 분야는 2010년부터 그 중요성이 점진적으로 부각되고 있어 매년 중국에서는 사물 인터넷 컨퍼런스가 진행되며 제 1회 사물 인터넷 컨퍼런스가 진행되는 동안 중국에 첫 번째 사물 인터넷 센터가 설치되었다. 1억 1700만 달러가 지원된 이 연구 센터는 사물 인터넷의 기초 기술 연구가 진행되고 있으며 중국 정부는 2015년 까지 사물 인터넷 산업에 8억 달러를 투자 할 계획이다.

■ 유럽 연합

제 7차 프레임워크 프로그램을 통해 유럽 연합 내 사물 인터넷의 연구가 현재 활발히 지원되고 있다. 정보 통신 기술 분야가 90억 유로 이상의 지원을 받으며 제조 산업에서 사물 인터넷의 구현을 위한 다양한 이니셔티브들이 존재 하고 있다. 전체 24억 유로 규모의 지원을 받는 ARTEMIS 기술 플랫폼에는 연구개발 프로젝트가 지원 받고 있으며 이 중에는 “제조와 생산 자동화” 프로그램 및 사이버 물리 시스템이 있다. 또한 SAP 그룹의 “Action Plan T”를 통해 제조업 2.0 비전을 내놓았으며 제 8차 연구 프레임 워크 프로젝트 “Horizon 2020”을 통해 연구 혁신을 위해 800억 유로의 지원 프로그램을 계획하고 있다.

■ 인도

인도는 5개년 계획(2012 - 2017)을 통해 핵심 분야에 지원을 계획하고 있다. 2011년 인도 정보 통신 기술부의 프로젝트 “사이버 물리 시스템 혁신 허브”가 시작 되었으며 인간형 로봇 분야를 집중적으로 연구하고 있다. Bosch는 2011년 인도 방갈로르시에 사이버 물리 시스템 연구 센터를 설립 하였다. 인도의 최고 연구 센터 및 프라운호퍼 연구소가 이 프로젝트에 고문으로 함께 참여하고 있다. 구체적인 협력의 목적은 미래 IT 전문가를 위한 최상의 연구 환경 및 업무 환경 창조에 있으며 이를 위해 228억 유로를 지원 할 계획이다. 현재 인도 기업들은 사물 인터넷 기술의 도입과 사용에 국제적으로 앞선 위치에 있다.

■ 일본

2013년 6월, 일본 정부는 제조업 경쟁력 강화를 위해 6대 전략, 37개 과제로 구성된 산업재흥플랜을 제시하고, 향후 5년간을 긴급 구조 개혁 기간으로 지정하였다. 일본재흥전략(日本再興戰略)은 3개 액션플랜으로 구성되어 있다. 첫째, 일본 산업재흥플랜(산업기반 강화), 둘째, 전략시장 창조플랜(시장개척 : 국내), 셋째, 국제 전개전략(시장개척 : 해외)이며, 첨단 설비투자 촉진, 과학기술 혁신 추진을 핵심과제로 삼아 제조업의 부흥 및 산업구조 혁신을 노리고 있다. 일본은 이 사업에 2014년에만 510억엔(약 5000억 원)의 예산을 투입했다.

제6장. 사이버 물리 시스템 구현을 위한 독일 지원 정책

네트워킹 임베디드 시스템, 즉 사이버 물리 시스템은 일상적 사물(Everyday Things)을 지능형 제어 프로세스로 연결 한 것을 의미한다. 현재 전세계 모든 프로세서의 90% 이상이 개인용 컴퓨터가 아닌 자동차의 잠금 방지 브레이크 시스템, 기계 제어 시스템, 전화기 및 의료기기 등에 임베디드 시스템으로 사용되고 있다. 이러한 임베디드 시스템은 제품의 경쟁력을 좌우하는 결정적인 요인으로 평가된다.

독일 연방 교육 연구부는 이미 2008년부터 이 분야를 국가적 연구 과제로 인식하고 연구개발을 계획, 지원하기 시작하였으며 2010년 중반부터 여러 국가적 연구 테마 중 선결 연구과제로 지정하여 agendaCPS 프로젝트를 acatech(독일 국립 과학 기술 아카데미, German Academy of Science and Engineering)에 위탁 하였다. 수많은 일상적 사물의 네트워킹(사이버 물리 시스템)미래 유비쿼터스 표준이 될 것이며 인터넷을 통한 사이버 물리 시스템의 네트워킹은 “사물 인터넷 또는 서비스 인터넷”으로 명명되어 한편으로는 미세한 제어의 향상과 제품의 최적화를 다른 한편으로는 완전히 새로운 생산 방식의 현실화를 이룰 것이다.

미래에 사이버 물리 시스템은 에너지, 수자원, 의학 분야 등을 통해 인간의 삶의 질을 증대 시키고 안정성 및 효율성을 높이며 공급 안정에 기여하여 우리 사회의 핵심 도전 과제들의 해결에 기여 할 것으로 평가된다. 또한 지능형 사이버 물리 시스템은 교통 흐름을 조정하고 인간을 보호, 지원하며 무분별한 에너지 소비를 줄이는 등 여러 분야에 기여 할 것으로 평가된다.

이러한 혁신적 진보를 사이버 물리 시스템에서 이루어 내기 위해 가치 창출 전체의 전략 변경 및 사고의 전환이 요구되며 독일 정부는 이를 국내뿐 아니라 국제적 연합을 통해 지원한다.

■ 독일 국내적 지원

독일 국내적으로는 현재 진행 완료된 SPES 2020, OSAMI, MODELISAR, CESAR 프로젝트가 있으며 현재 진행 중인 프로젝트에는 agendaCPS, ARAMIS, SPES_XT 등이 있다.

가. ARAMIS

ARAMIS프로젝트는 멀티코어 기술의 도입을 통해 자동차 분야, 항공 전자 분야, 철도 분야의 안전성 증대 및 교통 효율성과 안락성의 개선을 위한 기반 기술을 연구개발하는 것을 목표로 하며 이를 통해 임베디드 시스템에서 사이버 물리 시스템까지의 성공적인 네트워킹을 위한 필수적인 기반을 세워 자동차 분야, 항공 전자 분야, 철도 분야 독일 기업의 세계적 경쟁력을 강화 하고자 한다.

ARAMIS 프로젝트에는 OEM, 반도체, 연구, 소프트웨어, 툴 개발과 같은 다양한 분야의 여러 기업 및 연구 기관들이 참여 하고 있다.



<그림 6-1> 프로젝트 컨소시엄

나. SPES_XT

SPES_XT 프로젝트는 임베디드 시스템을 위한, 모델링 기술과 분석 기술의 원활한 기술적 통합의 확장을 목적으로 하는 연구개발이 진행되며 이를 위한 소프트웨어 플랫폼이 연구개발 된다.

다. agendaCPS

독일의 사이버 물리 시스템의 유망한 응용 프로그램에 대한 설명하는 미래 시나리오이며, 2009년 연방교육연구부(BMBF)의 투자로 추진되었다. 주요 연구내용은 사이버 물리 시스템의 개발 및 이용에서 핵심 기술과 그 기술적 과제 방법론의 역할을 도출과 사이버 물리 시스템의 사회적, 경제적 효과의 입증 및 사회적 수용성(안전, 보안, 개인 정보 보호 등) 주요 문제를 조사했다. 주요파트너로는 BMW, Intel, Bosch 등이 있다.

■ 국제적 연합(유럽 연합)을 통한 지원

가. ARTEMIS(AdVANCED RESEARCH AND TECHNOLOGY FOR EMBEDDED INTELLIGENCE & SYSTEMS

임베디드 시스템 분야를 연구개발 하는 공동 기술 이니셔티브 ARTEMIS는 유럽 위원회 및 EU국가, 유럽 산업기관으로 구성되어 벨기에 브뤼셀에 창설 되었으며 매년 연구개발 프로젝트를 공고 하고 있다. 2008년부터 매년 3~4개의 연구개발 프로젝트를 공고, 진행하고 있으며 현재 독일 연방 교육 연구부도 함께 지원하고 있는 CRYSTAL 프로젝트와 HoliDes프로젝트가 진행 중에 있다.

CRYSTAL프로젝트는 안정적인 임베디드 시스템을 위한, 각각의 개발 단계 사이의 원활한 이행(移行)을 위한 완전한 디자인 프레임워크를 제공 하는 것을 목표로 하는 연구개발 과제이다.

HoliDes프로젝트는 적응 협력 인간-기계 시스템(adaptive cooperative human-machine systems)을 안정적, 시간- 및 비용 효율적으로 개발하는 연구개발 과제이다.

제7장. 결론 및 정책적 시사점

독일은 제조업 분야에서 세계 최고의 수준으로 평가받고 있는 국가로써, Industry 4.0 과 같이 산업 내 새로운 형태의 잠재성을 개척하기에 매우 적합한 환경을 갖추고 있다. 현재 독일에는 다양한 분야에서 세계적 경쟁력을 지니고 있는 수많은 Hidden Champion 기업들이 자리 잡고 있다. 독일 기계설비 제조기업의 60% 이상은 향후 5년 간 기업의 기술 경쟁력 향상을 기대하고 있으며, 나머지 40%도 현재의 경쟁력을 유지해 나갈 것으로 예상하고 있다.

그러나, 아시아권 국가의 급격한 발전 및 미국의 국가적 탈-산업화 정책 “advanced manufacturing” 프로젝트 등을 통해 독일 제조업 분야의 경쟁력이 위협을 받고 있는 현실이다. 이러한 위기인식에 따라 독일 경제-과학 연구 연합은 Industry 4.0 프로젝트를 통해 독일의 산업 중심지 경쟁력을 확보하고자 하고 있다. 독일은 미래의 경쟁력 확보를 위하여 2008년부터 Industry 4.0 분야를 국가적 연구 과제로 인식하고 연구개발을 계획·지원하기 시작하였으며, 200억 유로 이상의 정부투자를 통하여 미래첨단산업을 육성하기 위한 하이테크 2020을 수립, 그 핵심전략이 Industry 4.0이다.

Industry 3.0에서의 생산은 생산 공정간 수직/수평적 분리와 제한된 정보교환 등으로 부분적 최적화에 그친 반면, Industry 4.0은 사이버 물리 시스템(Cyber-Physical Systems : CPS)과 사물인터넷(Internet of Things)을 통해 완전한 정보 교환이 가능하고 이를 통해 최적화된 상품 제조 플랫폼을 조성할 수 있어 전체 생산 공정을 최적화 할 수 있다. 사이버 물리 시스템은 사물 간 인터넷, 서비스 간 인터넷의 확산으로 사람, 제조과정, 제품까지도 양방향의 정보 교환이 자유롭게 이루어지고 이들 간 형성된 빅 데이터의 정확한 분석을 통해 최적화된 생산 시뮬레이션을 제공한다.

독일이 Industry 4.0을 통해 산업화 프로세스의 혁신을 추구한 것과 같이 한국 역시도 경쟁우위가 있는 제조업 혁신을 통하여, 명확한 비전과 실행방안을 제시하는 등 미래 글로벌 경쟁에 대비해야 한다. 즉, 미래의 제조업이 개별·소량·맞춤형 생산체계로의 전환이 예상됨에 이러한 요구사항에 적극 대응할 수 있는 “한국형 Industry 4.0” 체계로의 변환이 필요하다.

참고문헌

1. 미래 프로젝트INDUSTRY 4.0의 구현을 위한 제안
http://www.bmbf.de/pubRD/Umsetzungsempfehlungen_Industrie4_0.pdf
2. 미래 청사진 “INDUSTRY 4.0”
http://www.bmbf.de/pubRD/Zukunftsbild_Industrie_40.pdf
3. 임베디드 시스템 로드맵
http://www.bitkom.org/files/documents/NRMES_2009_einseitig.pdf
4. 독일 연방 교육 연구부
<http://www.pt-it.pt-dlr.de/de/1948.php>
<http://www.pt-it.pt-dlr.de/de/3069.php>
<http://www.pt-it.pt-dlr.de/de/1852.php>
<http://www.pt-it.pt-dlr.de/de/artemis.php>
http://spes2020.informatik.tu-muenchen.de/spes_xt-home.html
<http://www.projekt-aramis.de/>
5. https://www.nia.or.kr/BBS/board_view.asp?BoardID=201408061314547894&id=13536&Order=020102&search_target=&keyword=&Flag=100
6. <http://www.fortiss.org/en/research/projects/agendacps/>