

인더스트리 4.0 Top 문서 분석

Analysis of Industries 4.0 Top Documents

백동명 (D.M. Baek, dongmbaek@etri.re.kr) 네트워크연구본부 책임연구원
 김선영 (S.Y. Kim, ksyjimmy@etri.re.kr) 전자자원연구그룹 책임연구원
 함진호 (J.H. Hahm, jhhahm@etri.re.kr) 오픈소스센터 책임연구원

- I. 서론
- II. 핵심전략과 협업 문화
- III. 인더스트리 4.0 이해
- IV. 결론

The purpose of this article is to abstract Industries 4.0 Top documents and express the fundamental strategies. It is clear that disruptive AI + ICBM technology will change the entire industry, and therefore each country is making a strategy to prepare for the future. Example cases are Japan's Monozukuri, Germany's Industry 4.0, the USA's Reshoring, and China's Made in China 2025. I would like to introduce Industrial Industries 4.0 in Germany because Germany used the industrial industries' term first and Korea has as many SMEs as Germany has. The main characteristic is that it can be applied to the size of the individual SMEs rather than the national size.

* DOI: 10.22648/ETRI.2018.J.330409



본 저작물은 공공누리 제4유형
출처표시+상업적이용금지+변경금지 조건에 따라 이용할 수 있습니다.

I. 서론

많은 국가에서 제4차 산업혁명을 대비하여 많은 전략을 수립하지만, 독일의 인터스트리 4.0은 특별한 특징이 있다. 이때 인터스트리 4.0 라 함은 Top 문서 2개의 출처에 한정한다. 첫째, 전문분야에 적용할 수 있는 독일의 지혜를 제조업 중심으로 기술하였다. 전통적으로 제조업 분야의 강소 기업이 많은 독일이 오랜 불황을 깨고 혁신 성장을 이룰 근본적인 원리들이 기술하였다. 이는 제조업 국가인 한국이 모델로 삼을 수 있다. 둘째, 이곳에 녹아있는 통찰력은 전 분야에 응용할만한 원칙과 방법론이 잘 기술되어 있다. 전체 시스템과 서비스보다는 단위 상품 위주로 발전해온 한국이 전문분야에 걸친 '새롭게 변화'하기 위한 원칙과 방법론을 배울 수 있음을 뜻한다. 셋째, 국가적 차원의 전략이기도 하지만 개별 기업이 적용할만한 방법론도 잘 기술되어 있다. 기업 단위의 혁신을 이루기 위해 교과서로 사용해도 됨을 의미한다.

한국은 Fast Follower 전략으로서 세계 제조업 강국으로 우뚝 서 있다. 그러나 거대한 시장과 저임금 인력을 가지고 있는 중국과 같은 전략으로서 버티기 힘든 구조이다. 또한, 선진국의 First Mover 전략으로 가기에 많은 장애물이 많다. 이 두 전략은 너무나 상반되기 때문에 옛것을 버리고 새것으로 뛰어들기에 쉽지 않다. 이런 딜레마에 한국은 빠져있다. 한쪽은 혁신과 변화를 외치지만, 진작 혁신을 뒷받침할 제도와 법적 장치, 문화가 따라주지 못하는 실정이다. 같은 현실적 어려움을 뚫고 독일의 지혜와 실행 결과를 담은 인터스트리 4.0 문서는 진행의 노하우가 많이 있어서 벤치마킹하기에 좋다. 실제로 일본의 소사이어티 5.0은 단어에서 보듯, 인터스트리 4.0 정신을 제조업 외 전문분야에 적용하여 국가적 혁신 전략에 사용한 것이다.

주의할 것은 필자가 파악한 인터스트리 4.0은 무수한 문서들이 많으나 대표문서 2개로 한정된 것이다. 좁다고도 말할 수 있으나 CPS를 구현하는 관심이 아닌 일반

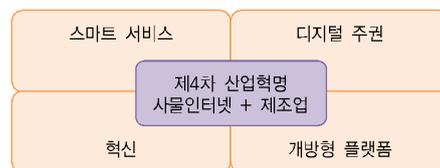
인 관점에서는 이 Top 문서 두 개의 방향성과 성격이 전체를 포괄하므로 충분하다고 보여진다. 또한, 깊이 읽고 토론하면서 각자 상황에 맞는 원칙과 방법론을 만들어 가기에 적당한 분량이다.

II. 핵심전략과 협업 문화

문서 2개의 배경이 되는 독일 4차 산업혁명의 핵심전략 4개와 독일의 분권주의에 대한 문화적 이해를 기술한다. 아래 내용은 인터스트리 4.0의 Top 문서 2개에는 없는 내용이다. 1절은 문헌 1에서, 2절은 문헌 2를 참조하였다.

1. 4대 핵심전략

사물인터넷을 제조업에 연결시킨 독일 4차산업혁명의 특성은 4가지로 구분할 수 있다. 비전은 스마트 서비스 세상이다. 목표는 디지털 주권을 획득하는 것이다. 정책수단은 혁신 정책이다. 정책 발전 방법은 국가 IT 정상회의를 중심으로 플랫폼 운영시스템을 가동하는 것이다.



(그림 1) 4대 핵심전략

가. 비전: 스마트 서비스 세상

독일의 미래상 비전을 스마트 서비스를 보고 이를 추동하는 동력으로 4차 산업혁명으로 보고 있다. 스마트 제조는 지능적인 제품, 인간, 기계를 연결해서 가치를 만든다면, 스마트 서비스 세상은 제품의 소비단계로까지 그 대상을 확대한 것이다. 주요 영역은 4가지이다. 스마트 공간, 스마트 데이터, 스마트 서비스, 스마트 제품이다. 스마트 공간은 제조업, 유통업, 농업, 도시까지

〈표 1〉 스마트 서비스 세상 연구회 구성[1]

구분	주관	연구과제
제1그룹	Siemens	통합된 생산과 서비스의 혁신
제2그룹	DT (독일통신)	〈인터넷과 서비스 경제 연구회〉 건강, 모빌리티, 재정, 데이터 서비스 부문 전략수립
제3그룹	DFKI (인공지능연구소)	〈기술적용연구회〉
제4그룹	쉐어 컨설팅	〈기업조직연구회〉, 혁신 네트워크
제5그룹	EDI (독일산업협회)	경제 여건 마련

모두 포함한다. 스마트 데이터는 사물 속에 내장된 임베디드 시스템을 통해 생산되는데 스마트 공간의 기초를 제공해준다. 스마트 시티는 상당히 주목받는 분야인데 한 도시에서 사업장, 가정, 교육, 주거 등의 모든 생활여건을 스마트하게 갖추게 되는 것으로 4차 산업혁명 구현의 생각 단위가 된다. 독일의 경우 2013년 연방정부는 개별 기업, 학계, 노동계, 산업계 협회와 행정기관 대표 150명으로 구성된 ‘스마트 서비스 세상 연구회’를 출범시켜 진행하고 있다[〈표 1〉 참조]. 이는 독일이 제조업, 산업, 경제, 사회, 문화 등 전체 사회의 혁명적인 변화를 추구하고 있음을 알 수 있다.

나. 목표: 디지털 주권

독일은 정보통신기술 분야에서 발전 속도가 늦다고 판단하고 독일보다 앞선 10개 선도국가를 주목하고 이를 이길 방법을 찾고 있다. 뛰어난 디지털 인프라를 가진 미국과 한국, 소프트웨어 기술이 뛰어난 인도, 저렴한 하드웨어를 생산하는 중국을 주목하고 있다. 독일정보통신협회(Bitkom)이 전략수립의 핵심 단체인데 21세기 경제의 성공은 디지털 전략에서 비롯된다는 인식을 가지고 있다. 또한 독일 정부가 수립한 ‘디지털 아젠다 2014~2017’에는 유럽에서 디지털 성장 1위 국가가 되는 것을 목표로 한다. 이 Bitkom이 제안한 행동계획은 표준화, 창업, 디지털 인프라 구축 등의 3가지이다. 독일은 국제 표준의 제정, 체계, 절차에서 성공한 경험이

있으므로 이 표준화 전략으로 미국과 중국을 앞서려고 한다. 또한 국제적 기술 창업을 촉진할 특별 법률, 데이터 보호 정책, 교육 체계를 만들고 있다. 인프라 구축에 있어서도 ‘투명성 센터’가 유럽 전체의 광대역 네트워크를 이용해서 협력을 이끌어 내고자 한다.

다. 정책수단: 혁신 정책

이는 미국 중국, 일본과의 경쟁에서 살아남는 방식을 모색한 결과이다. 앞서가는 미국 온라인 기업을 염두에 두고, 개별적인 제품 생산이나 서비스 제공은 일본, 한국, 중국 등도 잘 할 수 있으므로 시스템과 솔루션 제공에 집중해서 통합적인 시각에서 문제를 해결하려는 방향이다. 독일은 기계 및 설비 분야의 시장 선도자이며, 혁신적인 임베디드 시스템과 선도적인 자동화 기술을 구사하는 나라로서 제조업 분야에서 앞으로 20~30년 이상 선도적인 지위를 유지하려고 한다. 단순한 기술적인 혁신만을 추구하는 것이 아니라 조직혁신, 경제혁신, 정책혁신, 사회혁신 등 전체 사회의 혁신을 말한다. 혁신정책의 목표는 ‘국제 경쟁력 유지와 경제복지 향상이 가치 창출과 삶의 질을 제고하는 것’이다. 혁신이 4가지 방식으로 일어나는데 (a) 네트워크를 이용한 지식과 노하우의 전수 (b) 경제활동의 역동적인 혁신인데 전 생애 주기의 가치창출사슬에서 생기는 역동성에서 새로운 비즈니스 모델을 도출한다. (c) 혁신 친화적인 사회 경제적인 인프라 구축이다. (d) 호기심을 발굴하고 미래 지향성을 강화하는 것이다.

라. 정책 진화: 개방형 플랫폼

2015년 11월 19일에 수도 베를린에서 독일 ‘제9차 국가 IT 정상회의’가 개최되었는데, 연방 수상, 경제부, 연방교육연구부, 내무부, 교통부, 문화 및 미디어부 장관과 정치, 경제, 노조, 학계 등 다양한 그룹을 대표하는 1,100명이 참여하는 대대적인 행사이다. 이날 독일 연

〈표 2〉 국가 IT정상회의 구성분과 (2015년)[1]

구분	주관	연구과제
디지털 인프라	디지털 네트워크와 이동성 플랫폼	DT
디지털 경제와 디지털 직업	경제활동의 혁신적인 디지털 작업	연방경제부 장관 독일정보통신협회 회장
	플랫폼 I 4.0	연방경제부 장관 연방교육연구부 장관
	플랫폼 디지털 직업환경	연방정부 IG Metal (노조)
정부혁신	플랫폼 디지털 행정과 공공 IT	연방내무부 장관 Software AG
디지털 사회	포럼 디지털 사회	BMWi/ BMI/ BWVI
교육, 연구, 학문, 문화, 미디어	교육과 학문에서의 디지털화	연방교육연구부 장관 쉐어 컨설팅 대표
	플랫폼 문화와 미디어	대학교수
보안, 사회와 산업보호와 신뢰	플랫폼 보안, 사회와 산업보호와 신뢰	연방내무부 장관 Giesecke&Devrient
	플랫폼 디지털 세계의 소비자 정책	BMJV IBM 독일지사장

방경제부는 디지털 경제목표를 다음과 같이 공포하였다. “앞으로 정보통신 업종은 이용자 및 사회적인 단체와 눈높이를 맞추어야 한다. 디지털 전환은 경제와 산업, 특히 중소기업에서의 성공이 그 목표이다. 다음은 디지털 혁신으로 클라우드 컴퓨팅, 빅데이터 등에서 세계 선도자가 되는 일이다.”

〈표 2〉는 플랫폼으로 구성되는데 워킹그룹 5개 연구결과를 중심으로 경제 사회단체의 조정과 협력을 거쳐 정책을 설계하는 프로세스이다. 이러한 절차를 병행하면서 국제 표준과 법령 규격을 만들어 간다. 주요 분과는 크게 5가지로 디지털 인프라, 디지털 경제와 직업, 혁신국가, 교육 및 미디어, 사이버 보안 등인데, 매년 그 구성이 변화한다.

2. 독일 협업 문화

문헌[2]은 인터스트리 4.0 란 혁신적 아이디어를 산출하는 사상과 철학, 교육제도와 문화적 배경, 사회구조와 운영시스템 등을 이해해야 함을 주장하고 있다. Why로 상징되는 존재 목적을 다루는 사상과 철학, How로 상

징되는 방법론을 다루는 과학과 가치관, What으로 상징되는 수단과 도구를 다루는 기술과 구조의 심화 이해가 필요하다고 한다. 이런 시각으로 보면 한국은 Fast Follower형으로서 How와 Why를 배제하고 표면적인 What에만 초점을 맞추는 경향이 많다. 따라서 인터스트리 4.0의 문서의 깊은 이해를 위해서는 문화적 이해가 필요하다. 그러나 이것은 본고의 한계를 넘어가는 것이므로 문헌[2]의 주장대로 ‘그 사회에 역사에 배어있는 사상과 철학, 인간관과 교육관, 조직관과 조직운영시스템’을 한번 한국적 상황과 비교할 필요는 있다.

독일 제조업의 선두 주자로는 지멘스, 보쉬, 다임러, BMW 등이 있는데 이들이 높은 생산성과 창의성을 발휘하는 이유를 4가지 요약하고 있다. 플랫폼, 모듈, 네트워킹, 산업생태계이다. 장기적으로 사용 가능한 플랫폼을 설계하고, 이를 잘 활용할 모듈들을 만든다. 이 모듈들이 수평적 네트워킹을 통해서 상호작용한다. 이렇게 해서 회사 내외적 다양한 모듈이 네트워크를 통해 생태계를 형성한다. 이런 배경이 인터스트리 4.0에 들어 있다.

또 하나 주장하는 것이 바로 1976년에 만든 ‘공동결정법’이다. 1969년 중도좌파의 사민당은 약 13년간 서독 정부를 운영했는데 ‘보다 더 많은 민주주의’를 실현하도록 빌리 브란트 총리와 사민당 정부는 모든 분야에서 대내적으로 강력한 민주화를 추진했다. 상당히 합의의 원칙을 존중하는 분위기였는데 1976년 공동결정법이라는 법률로 규정돼 지금까지 지켜지고 있다. 이것은 어떤 결정이 타인의 존재, 노동방법, 삶의 방식에 영향을 끼치는 경우에는 당사자 간 합의에 따라 결정하는 것을 의미한다. 이런 전통 아래에서 독일은 정부, 노동조합, 시민단체, 연구소, 기업, 대학 등이 협력해 20~30년의 장기적인 기획 하에서 프로그램을 추진한다고 한다. 따라서 이해당사자들끼리 처음부터 모여서 합의를 통해서 표준적인 문서를 만들고, 이를 실행으로 옮기는

모습이 고스란히 인터스트리 4.0 문서에 수록되어 있다. 한국과 가장 다른 점은 경쟁 패러다임이 아닌 ‘협력 패러다임’이 자리를 잡았다는 것이다.

III. 인터스트리 4.0 이해

인터스트리 4.0 Top 문서는 2개를 각각 소개하고자 한다. 두 번째 문서 안에 RAMI 4.0과 인터스트리 4.0 컴포넌트에 대한 기술이 있지만, 특별한 내용이기에 새로운 절을 만들어 기술하였다.

〈표 3〉 인터스트리 4.0 목표

가능성	내용
개별 소비자의 요구수용	- 디자인, 주문, 제조 등 모든 단계에서 개별 고객의 특정 기준과 변경 사항을 반영할 수 있고, 매우 적은 생산 규모에도 이익 창출이 가능함
프로세스 유연성	- CPS 기반의 애드혹(Ad hoc) 네트워킹이 비즈니스 프로세스상에 존재하는 각기 다른 요소들을 역동적으로 배치함
의사결정 최적화	- 실시간으로 end to end 투명성을 제공하고, 엔지니어링 부문에서 디자인 의사결정을 초기에 확인 가능함.
자원 생산성과 효율성 확보	- 제조 시스템이 생산 기간 동안 자원 및 에너지 소비 또는 공해를 감소하는 관점에서 지속적으로 최적화가 가능함.
새로운 서비스를 통한 가치 있는 기회 창출	- 다운 스트림 서비스 등을 통해 가치 창출의 새로운 방식과 새로운 고용 형태의 적용이 가능함.
직업 현장에서의 인구구조 변화 대응	- 인간과 기계 시스템 간 상호 협력이 이루어지면서 새로운 형태의 인구구조 변화가 발생함. 숙련된 인력 부족과 작업 인력의 다양성이 증가하는 상황에서도 다양하고 유연한 커리어 확보가 가능함.
일과 생활의 균형	- CPS를 도입한 기업들은 보다 유연한 작업 조직 모델을 보유하여 업무와 개인 생활 간의 더 나은 균형을 원하는 고용자들의 요구 증가에 대응이 가능함.
고임금 경제에서 경쟁력 보유	- 선도적 공급자 및 솔루션 시장의 선도적 지위를 동시에 추구하는 인터스트리 4.0의 듀얼 전략으로 경제적 발전을 이룸

1. 인터스트리 4.0 권고안[3]

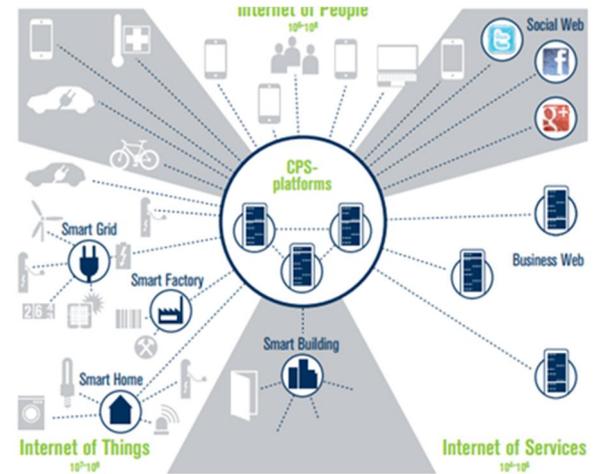
가. Goal

인터스트리 4.0의 Goal은 다음과 같으며 독일식 4차

산업혁명의 정의를 보여준다.

나. Vision

인터스트리 4.0의 Vision은 스마트 빌딩, 스마트 유통, 스마트 그리드 등의 스마트 세계와 연결된 세계의 부분 집합으로서 스마트 팩토리이다. 구현기술로서는 단일기술이 아닌 서비스 기반의, 실시간 가능한 CPS 플랫폼이다. 이것은 사람을 연결해주고(Internet of People), 서비스를 연결하고(Internet of Services), 사물을 연결(Internet of things)하게 된다.



(그림 2) 인터스트리 4.0의 비전

다. Dual Strategy

기존의 제조업 우위뿐 아니라 마켓 부문에도 우위에 서려는 전략이다. 이때 주요 전략은 수평통합(Horizontal Integration via Value-Added Networks), 수직통합(integration and Networked Production Systems), 제품의 전체 주기(Digital Consistency for the Engineering Throughout the Whole Value-Added Chain) 엔지니어링이다.

라. Research Requirements

위의 수평통합, 수직통합, 단대단 엔지니어링 외에 사

람 중심 기술이 새로운 패러다임(a paradigm shift in human-technology)을 이야기하고 있다. 세부 사례로서 작업장에서의 새로운 사회적 인프라를 만들고, CPS (Cyber-Physical Systems technology) 기술을 말하고 있다.

마. Priority Areas for Action

매우 많은 분야와 요구사항이 있으나 계획 실행을 위해 몇 개를 선택하였는데 이는 다음과 같다.

- 표준작업과 레퍼런스 구조를 위한 합의된 표준
- 복잡한 시스템을 인지하기 위한 방법
- 산업용 광대역 통신인프라 제공
- 산업용 수준의 높은 안전과 보안 문제
- 디지털 시대에 맞는 조직과 일에 대한 디자
- 지속적인 전문성을 유지하기 위한 교육
- 제도와 법제 문제
- 재료와 에너지의 효율성

바. Example Application

5개의 예시를 들고 있는데 스마트 팩토리 초기에 적용하기에 좋은 예라고 판단된다. 이런 면 때문에 스마트 팩토리가 필요하다 것을 예시한다. 원격모니터링을 통해서 가장 효과를 볼수 있는 곳이 바로 전기 절약이다. 끊어진 가치사슬을 이룰 수 있다면 가치가 상승됨을 보여주는 예제이다. 제조도 하나의 서비스로 제공받을 수 있는 사례, 사물의 연결보다 더 중요한 것은 출장을 가지 않고도 회의할 수 있는 시스템일 것이다. 제조와 유통 및 재료공급 등의 가치사슬을 더하고 이를 관리해야 됨을 보이는 예시이다.

- 자동차 조립공장에서의 미사용시 에너지 절감
- 전주기의 가치 사슬에서의 단대단 엔지니어링
- 개인제조업자의 요구사항을 만족시킬 공장
- 원격회의

- 재료공급자의 공급이 갑작스런 변동이 올 경우

2. 인더스트리 4.0 구현 전략[4]

가. Overview

우선 사람들 마음속의 ‘4차산업혁명’의 정의를 명확히 할 필요가 있다. 독일은 백여 가지 이상의 다른 정의를 비교 검토한 후 정의를 내렸다. 근본 변화요인은 고객의 요구사항으로 표현하고 있다. 초연결, 초지능, 초실감이란 기술로 표현하는 것과 약간 차이를 보인다. 소비자인 고객이 그동안의 벽을 넘어 더 많은 지식을 알고, 아이 디어를 구현하고 싶고, 개발과 생산에 영향력을 끼치는 추세를 표현하였다. 이것은 결국 맞춤형 생산을 위한 유연한 프로세스 구조란 목표로 바뀐다.

정의를 나눈 후에는 분야를 정해서 분야에 대한 목표를 명확히 해야 한다. 독일은 표준(Standardization), 자동화와 O2O(Management of Complex Systems), 데이터를 다루기 위한 광대역 인프라(Area-Wide Broad-band Infrastructure for Industry), 기계 운영 및 데이터의 안전(Safety), 조직구성과 직무설계(Work Organization and Workplace Design), 교육훈련(Training and Further Training), 제도와 법 개선(Legal Framework Conditions), 비용절감(Resource Efficiency)이다. 의사소통의 결과물을 표준으로 보고, 물리세계와 가상 세계의 통합을 ‘점점 복잡해진 시스템에 대한 인식’이란 표현으로 하고 있다.

독일의 전략이 나오는데 단가경쟁이 아닌 하이테크전략을 택할 것이며, 에너지-재료 절감 기술이 매우 경쟁력 있을 것으로 보며, 기술은 천천히 진화의 궤도를 가지지만 새로운 비즈니스 모델이 와해적 요소로 등장할 수 있음도 언급하고 있다. 이것은 부가 가치를 고급기술, 절감기술, 새로운 비즈니스 모델에 둔다는 것을 보여준다.

사실상 새로운 시스템을 도입한다는 것은 리스크가 있다. 따라서 이에 해당하는 이득을 설명해야 균형을 잡

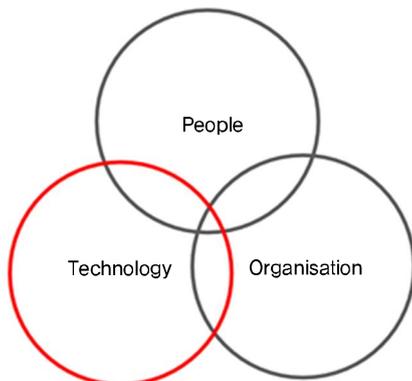
고 있다. 동적인 비즈니스 프로세스의 디자인이 가능하고, Big Data, Social Media, Cloud를 통해서 최적의 의사결정이 가능하고, ICT를 통해 생산성을 높이고 에너지와 절감할 수 있고, 고령화 문제, 삶과 일의 조화를 해결할 수 있다는 것이다. 소셜 미디어의 큰 도움을 준다.

경쟁력 측면에서 산업계에 요구하는 높은 보안 통신이 성패를 좌우한다. 협력을 통한 수평확장이 매우 중요하다. IoT 기술로 단대단의 제품 전주기 관찰이 가능하다. 수직통합에서도 의미 있고 안전함을 더해줌을 기술하고 있다.

나. Proposition

사람(People), 기술(Technology), 조직(Organization)의 관계성을 그린 도표인데, 이것은 기술의 변화가 사람과 조직을 변화시키므로 이를 대비해야 함을 보여준다.

‘사람’ 면에선, 점점 기술요인이 강해짐에 따라 더욱 Human-Centered 접근이 필요하고, 기술-사회가 결합된 Sociotechnical System 관점에서 보아야 하고, 커뮤니티의 중요성, 교육훈련의 필요성이 있다. ‘조직’ 면에서는 사람과 사물, 서비스 사이에 없던 연결성이 생겨서 가치가 창출되고, 협력과 경쟁이 영향력을 미치고, 시스템과 비즈니스 프로세스에 영향을 끼칠 것을 내포하고 있다. 한국의 단순한 ‘고급 기술’ 도입이 아님을 유념해야 한다(그림 3) 참조.

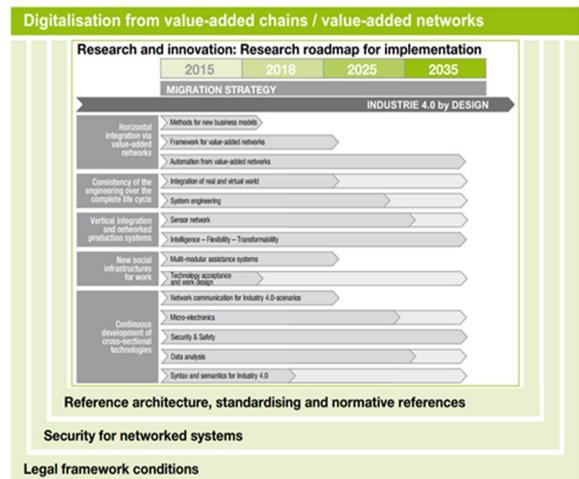


(그림 3) 사람-기술-조직의 패러다임

다. Implementation, R&I

인더스트리 4.0의 코어는 (그림 4)과 같다. 가치사슬 혹은 네트워크에 부가가치를 더하는 디지털화이다 (Digitalisation from value-added chains/value-added networks). 첫 외곽은 법제화이며, 둘째 외곽은 네트워크화된 시스템의 보안이며, 코어는 레퍼런스 구조와 표준화이다.

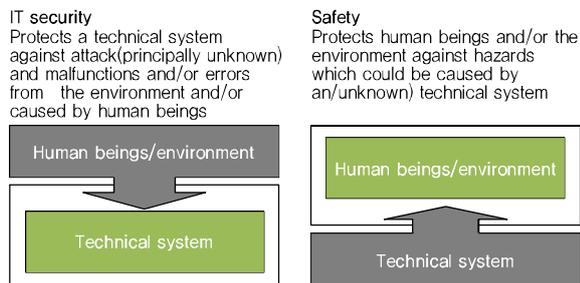
핵심전략은 5가지이다. 수평확장, 단대단 엔지니어링, 수직통합, 새로운 사회적 인프라, 공통기술이다. 심화 제조를 위해 센서 네트워크, AI를 도입하고, 상품 전주기 엔지니어링과 디지털 트윈은 새로운 도전을 준다. 제조공정에도 가상세계가 적용되는 상당한 고급기술을 필요로 한다. 새로운 비즈니스 모델은 포화된 시장을 열어주고, 부가가치 네트워크를 작동하게끔 프레임워크를 구성하고, 자동화가 필요함이 보인다. 공통기술로는 통신 네트워크, 작은 센서 등을 위한 마이크로 전자공학, 높은 산업용의 안전과 보안 기술, 데이터 해석기술, 문서화 기술을 들고 있다.



(그림 4) 인더스트리 4.0의 코어

라. Security of networked systems

모든 정보가 네트워크를 통해서 전송되고, 많은 참여자가 참여할수록 네트워크 가치가 높아지는 것을 가만



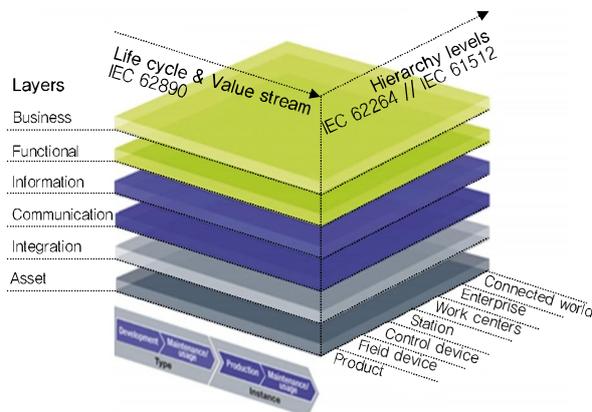
(그림 5) 보안과 안전

하면 보안이 얼마나 중요한가를 알 수 있다. 문제는 지금까지는 보안을 위해 격리된 방식으로 구현되었는데 이는 효과적이지 않다는 것이다. 보안성도 높고 연결성이 높은 기술이 요구된다.

3. RAMI 4.0 모델

앞장을 통하여 공장의 전통적인 자동화 피라미드 모델은 필드 디바이스의 스마트화와 클라우드 등의 ICT 기술의 발달로 인해 전통적인 삼각형 형태가 깨어지고 메쉬 형태로 변화하고 있음을 설명하였다. 이때 모든 공장에 적용되는 일반적인 솔루션이 있어서 표준화된 방식으로 스마트 공장을 이루면 좋겠지만 워낙 업종과 수준에 따라 처해진 환경이 다르기 때문에 이를 구현할 일반적인 솔루션이 없다는 것이다. 따라서 이해관계자들이 모여 의사소통하여 솔루션을 만들어야 하는데 그때 의사소통도구가 RAMI 4.0이다. 이를 염두에 둔다면 상당히 복합적인 주제를 논의해도 I 4.0에 대한 통일된 하나의 이미지를 가지고 의사소통할 수 있다. 핵심은 제조 산업에서 수요기업과 공급기업의 비즈니스와 ICT 기술을 결합해 제품의 전주기 엔지니어링을 일관성 있게 제공하는 것이다.

“RAMI 4.0을 통해 수많은 분야에서 요구되는 여러 기준을 최소화할 수 있다. 이는 큰 관점에서 고객에게 보다 원활한 공급을 가능하게 한다. 또 전반적으로 하나의 프로젝트에 대해 다양한 협력부서가 더 빠르고, 효율적으로 논의할 수 있으므로 더 양질의 생산을 할 수 있



(그림 6) RAMI 4.0 모델

다. 마지막으로 경영자는 참조모형을 통해 생성되는 일관성 있고 통일된 데이터들을 빅데이터화 하는 데 있어 더욱 효율적이고 유연하게 작업할 수 있다”.

가. Life Cycle & Value Stream

원재료가 가공되어 시제품을 만들고, 이를 바탕으로 제품을 만들고, 출시되는 주기로 보는 관점이다. ‘소재 구매 - 부품가공 - 제품조립 - 제품유통’으로 진행된다. 크게 시제품 단계와 완성품 단계로 구별된다. 시제품은 시장 진입 이전에 만들어보는 프로토타입이며, 완성품 일 경우는 시리얼 번호가 붙어 공장에서 생산되는 제품이다. 시제품의 경우 주문, 기획, 설계, 테스트 단계를 거칠 것이다. 제품은 여기에다 개발(Development)하고, 유지보수(Maintenance)되고 검사를 받는다. 만약 고객의 개선 요청이나, 시장 반응을 보고 다시 시제품 단계로 돌아갈 수 있다.

만약 이런 전 주기의 가치사슬이 클라우드를 통해서 연결되면 새로운 프로세스가 나올 수 있다. 설계자, 고객, 재료공급자, 제조업자, 상품 배달업자 등의 이해관계자들이 서로의 정보를 실시간으로 제공한다면 비용 절감 혹은 새로운 비즈니스 모델이 나올 수 있다. 즉 구매, 발주 계획, 제품 조립, 유통 및 유지보수의 흐름을 연계하면 고객과 공급자 모두 개선의 여지를 찾기 쉽다.

전체를 볼 수 있다면 부가가치를 만드는 데 있어서 장애물이 되거나, 획기적인 프로세스 모델을 만들 수 있는 것이다. 이미 유통업의 경우에는 이런 식으로 운영되고 있다. 그 모델을 ICT화가 덜된 제조업에 도입하려는 식이다. 재고의 실시간 파악, 배송의 상태 정보들이 웹을 통해 제공되는 예 들이다.

나. Layer

정보통신 컴포넌트 관점의 Layer로 구분했는데 비즈니스, 기능, 정보, 통신, 통합, 자산으로 나뉜다. 크게 보아 정보 층과 통신 층이 추가되었다. (a) 비즈니스 층은 경영적인 부분으로, 수익이 될만한 모델을 찾아서 일의 순서를 정하는 식이다. 제도와 규칙을 만들게 된다. (b) 기능 층은 비즈니스 지원을 하기 위한 업무 기능들이다. 제도와 규칙에 대한 논리를 구현하는 곳이다. 만약 공장 외부에 이런 기능 층이 배치되어 있다면 수평적 통합을 위해 플랫폼을 제공하기도 한다. (c) 정보 층은 데이터와 관련된 층이다. 데이터 정합성, 구조, 데이터 간 통합, 데이터 확보, 기능 층에서 필요로 하는 데이터로 변환하는 층이다. 데이터 기반 공장을 염두에 둔 듯하다. (d) 통신 층은 정보 교환을 위한 동일 데이터 형식을 사용한 통신 표준화, 프로토콜 등을 다룬다. OPC-UA, 오픈 코어 인터페이스 등을 말한다. (e) 통합 Integration 층은 물리적인 실체와 디지털로 변환하는 Digital Transformation이 일어나는 층이다. (f) 자산 Asset 층은 물리적 컴포넌트, 하드웨어, 문서 등을 말한다. IoT의 Thing이란 표현보다는 자산이라는 공장 용어를 사용하였다. SW, 인간도 자산의 일부로 보고 있다.

다. Hierarchy Levels

공장 내에서의 기능적 위치를 나타내는 계층이다. 전과 비교할 때 제품(Production)과 네트워크 세계(Connected world)가 추가되었다. 전과 달리 기계와 상호 연

결하여 생산할 수 있는 ‘제품’ 단계와, 모든 구성요소에 인터넷을 더하는 의미로 ‘네트워크 세계’ 단계를 추가하였다. 이는 IT 및 제어 시스템의 표준(IEC62264)과 배치 제어 프로세스 표준(IEC61512)을 기준으로 정의했다. 프로세스 산업부터 공장 자동화까지 다양한 섹터에 동일한 적용을 다룬다. 익숙하지는 않지만 ‘엔터프라이즈’, ‘작업센터’, ‘스테이션’, ‘제어기기’ 등의 용어가 사용된다.

4. CPS와의 연관성

인더스트리 4.0 문서에는 일반적인 제조업 전략이 적혀있다. 그 전략을 구체적으로 실현시키는 것이 CPS이다. 이 시스템은 자동화 기계를 발전시켜온 오랜 전통의 산업계와 현대적 ICT기술의 융합으로 만들려는 시스템이다. 기존 발명품과 차별성은 다음과 같다. 그 본질은 단어 그대로 물리적 세계와 사이버 세계를 연결하는 것이다. 상당히 많은 시스템으로 구성되므로 상호운영성이 중요하다. SOA 을 실현하기 위해 모듈화 기법을 이용해서 유연한 프로세스 구조를 가질 것이다. 이해관계자들의 요구를 맞추어야 하므로 개방형 설계가 필수적이다. 기술적으로는 물리적 세계를 사이버로 구현하려면 시간 지연성이 극복되어야 한다. 타이밍이 구조설계의 가장 큰 관심사이다. 산업 도메인의 환경에 따라 개별적인 설계가 필요하다. 그러면서도 산업경계간 애플리케이션도 수용해야 한다[8].

첫째, 수평 확장 전략에 따라서 제조업과 서비스업의 연결된 전체 가치 사슬을 연결하려면 클라우드를 이용한 플랫폼이 구축되어야 한다. 둘째, 수직통합을 위해서 실시간 제어가 되어야 한다. 또한, 자동화 피라미드 하단의 필드 디바이스의 지능화로 인해서 분산제어가 가능해지고, 모듈화가 되면서 상단의 유연한 서비스 요구 조건에 대해서 레고식 조립이 가능하게 된다. 셋째, 전주기 엔지니어링 통합을 위해서 사람-기계-프로세스

가 상호 연결한 디지털 트윈이라는 디지털 복제기술이 필요하다. 넷째, 인간중심 생산을 위해 사람에게 익숙한 VR/AR/MR 기술이 필요하다.

V. 결론

인더스트리 4.0 전략은 독일의 상황에 맞게 구성된 것이어서 한국 실정에는 맞지 않는 면도 많다. 그러나 이해관계자들이 서로 모여서 의사 소통하면서 표준안을 만들어 가는 그 방향성과 노력은 시사해주는 바가 크다. 그러므로 제언을 적고자 한다.

첫째, 독일의 상황은 한국과 비슷한 점이 많다. 중소기업이 많고, 제조업 중심의 수출 국가이며, 중국, 일본 등의 경쟁이 심하다. 또한, 근로자의 고령화, 높은 임금 등의 문제가 크다. 이런 상황에서 만든 전략이므로 한국 실정에 가깝다고 볼 수 있다.

둘째, 한국과 다른 점도 염두에 두어야 한다. 강소 제조 기업이 많고, 분권주의와 협업 문화가 뒷받침되어 있다. 전체 가치사슬을 두고 이해관계자끼리 만나서 온오프 모임을 통해서 토론을 통해 합의를 이루어 표준화 문서를 만드는 문화가 자리잡고 있다. 플랫폼 소통방식을 통해서 단품 위주보다는 서비스 위주의 솔루션을 제시하는 것에 강점이 있다. 특히나 환경과 에너지 절감 기술 수준이 높아서 환경보호를 강조하여 자국 산업을 보호할 명분과 실력을 갖추고 있다. 이에 비해 한국은 대기업 위주의 상하관계와 정부 주도의 발전 전략에 익숙해져 있다.

셋째, 그럼에도 독일 모델이 설득력이 있는 것은 독일도 처음부터 잘 협력한 것은 아니라는 것이다. 공장 특유의 폐쇄적 문화를 지배하고 있을 때 ACATEC 같은 민간학술단체가 나서서 정부, 산업계, 학계, 연구계, 일반 시민들의 토론과 합의를 이끌어 낸 것이다. 물론 그 속에는 독일의 위기감에서 출발한 것이다. 부상하는 중국과 한국의 제조업에 맞서 ‘살아남아야 한다’, ‘모두 다 합

께’란 절박한 심정이 있었길래 합의가 되는 것이다. 한국의 현실도 점차 이런 위기가 고조되어 있고, 인더스트리 4.0같은 교과서가 있다면 더욱 쉽게 쫓아갈 수 있다.

다섯째, 독일은 CIM(Computer Integrated Manufacturing)이라 하여 컴퓨터 기반 공정 프로세스 변화를 통해 완전 자동화를 추구한 적이 있는데 실패로 끝났다고 한다. 이때 얻은 교훈은 근로자인 사람을 배제시켜서는 안된다는 것이다. 사람과 조직과의 관계 같은 인문학적 요소가 충분히 발달하지 못한 한국은 항상 ‘기술 최고주의’로 드라이버 거는 식이 되기 쉬운데 늘 바탕은 사람 중심(Human Centred)를 잊어서는 안된다. ‘분위기를 좋게 하자’는 식의 한국적 해석이 아닌, 자동화와 실직 문제, 사람과 로봇의 협업 준비, 원천 창의력을 키우기 위한 교육, 평생교육, 일 성격에 맞는 직무 설계와 조직 설계, 인지능력에 따른 GUI변화 등이 기술 발전 못지 않게 중요해진 것을 잊어서는 안된다. 혁신이 가져오는 부가 공평하게 나누어지지 않는다면 기술 자체가 사람을 억압할 수 있음을 독일 사회는 충분히 토론하는 듯하다.

용어해설

RAMI 4.0 EU의 스마트 그리드 아키텍처 모델을 이용해서 도출하였다. 정육면체에서 수직방향은 가치 네트워크 전체의 ‘논리적인 레이어 구성’을 나타내고 있고, Business층부터 Asset층까지 6층으로 구성되어 있다. 정육면체의 왼쪽 변은 ‘제품의 라이프사이클’ 혹은 공정을 나타내고, 정육면체의 오른쪽 변은 ‘생산 시스템 전체의 물리적인 구조’의 형태로 되어 있다.

CPS 서로 다른 가상과 물리 세계에서 모든 정도(scale)와 수준(level)에서 치밀하게 통합하는 시스템.

OPC-UA 산업용 자동화 애플리케이션을 위한 공급자 독립적인 통신프로토콜.

약어 정리

RAMI	Reference Architectural Model Industry
CPS	Cyber Physical Systems
OPC-UA	Open Platform Communications Unified Architecture
SOA	Service-Oriented Architecture

참고문헌

- [1] 김인숙 외, “4차 산업혁명, 새로운 미래의 물결,” 호이테크북스, 2016.
- [2] 김은 외, “4차산업혁명과 제조업의 귀환”, 클라우드나인, 2017.
- [3] H. Kagermann et al., “Recommendations for Implementing the Strategic Initiative INDUSTRI4.0,” acatech, Apr. 2013.
- [4] bitkom, VDMA, ZVEI, “Implementation Strategy Industrie 4.0: Report on the results of the Industrie 4.0 Platform,” Jan. 2016.