

국가지능화 특집

국가 지능화 실현을 위한 산업인터넷

민대홍 • dhmin@etri.re.kr
안지영 • ajy@etri.re.kr
기술정책연구본부

지능화 기술과 네트워크 기술을 중심으로 전개되는 제4차 산업혁명은 산업계의 주요 화두가 되면서, '연결'과 '지능'을 구현하는 산업인터넷에 대한 요구와 필요성이 증대되고 있다. 산업인터넷은 사용 주체가 인간에서 사물(기계, 단말기, 장비)로 확장되고, 인터넷이 공장이나 차량, 유통채널 등 다양한 경제적 활동이 이루어지는 산업현장에서 실질적 가치를 창출하는 생산재로서의 역할을 한다는 점에서 기존 인터넷과 차별성을 갖는다. 이러한 산업인터넷은 초저지연 네트워크 기술, 지능형 네트워크 기술, 데이터 분석(analytics) 기술, IoT 기술이 고도화되어 기술적 기반이 마련되었으며, 농업, 제조업, 서비스업, 건설업 등 다양한 산업에 대한 use case가 개발된 상황이다. 특히, 제조업 분야에서 활발한 도입이 이루어지고 있는데 GE, ABB, Siemens 등은 산업인터넷 도입을 통해 생산 프로세스 및 생산제품의 재설계로 경제적인 성과를 도출하였으며, 더 나아가 이들 기업은 자사가 도입한 산업인터넷 솔루션을 시장에 출시하여 비즈니스 모델까지 확장한 상황이다. 이처럼 제4차 산업혁명과 지능화를 통한 산업 재도약과 대전환을 준비하기 위해 다양한 경제 주체들이 경주하고 있는 현시점에서, 우리나라 역시 생산과 가치 창출의 근거지인 산업이라는 범위에 초점을 맞추고, 산업 가치사슬 전반에 A.I. 기반 혁명적 범용기술을 깊숙하게 내재화할 수 있도록 산업인터넷에 대한 역량을 강화하고 활용을 극대화할 방안을 마련해야 할 것이다.

* 본 보고서의 내용은 연구자의 견해이며 ETRI의 공식 의견이 아님을 알려드립니다.



1 들어가며

미국에서 군사 목적으로 출발한 인터넷은 이제 일상을 살아가는 모든 사람들에게 필수 서비스가 되었다. 우리가 일상적으로 사용하는 인터넷은 라이프 스타일과 관련된 서비스(엔터테인먼트, 예약, 쇼핑 등)영역에 주로 머물러 있었고, 기업 역시 인터넷을 업무에 활용 중이나, 기존 문서의 전자화·온라인화, 자료 전송 등 주로 사무업무의 효율화 목적으로 사용하고 있다. 하지만 최근 IoT, 인공지능, 빅데이터, 로봇 등 새로운 혁신적 기술이 등장하고, 이들 기술과 인터넷을 결합한 신산업이 등장하면서 인터넷의 용도가 산업영역으로 확장하면서 산업인터넷의 개념이 출현하였다.

최근 산업계의 주요 화두는 초지능·초연결·초실감 기술을 이용한 국가 지능화, 그리고 이를 통한 제4차 산업혁명의 실현이다. 산업에 활용되는 모든 사물(things)을 네트워크로 연결하고, 수집된 데이터를 분석하고, 분석된 데이터를 사용하여 연결된 사물들을 제어 및 관제, 모니터링, 자동화(automation)를 구현하여 산업을 지능화하려는 시도이다. 따라서 산업인터넷은 국가 지능화 및 제4차 산업혁명의 이행에 있어 핵심 요소인 ‘연결’과 ‘지능’을 구현하는 핵심 역할을 수행한다.

이에 본 고는 산업인터넷의 개념과 배경, 그리고 주요 시장 플레이어들의 전략을 살펴봄으로써, 향후 우리나라가 국가 지능화 및 제4차 산업혁명의 성공적 이행에 필요한 산업인터넷을 어떻게 바라보고 준비해야 할지 기술하고자 한다.

2 산업인터넷의 개념과 배경

산업인터넷이란 용어가 지칭하는 바와 같이 ‘산업에서의 직접적인 사용을 목적’으로 하는 산업용 사물인터넷(IIoT, Industrial Internet of Things)를 의미하는데, GE가 마케팅을 위해 산업인터넷이라는 용어를 사용하면서 두 용어는 혼용하여 사용되고 있다. GE도 참여하고 있는 미국의 산업인터넷 컨소시엄(IIC, Industrial Internet Consortium)에 따르면 ‘산업용 사물인터넷이란 기계, 컴퓨터, 인간, 사물인터넷이 기업 성과 개선을 위해 최첨단 데이터 분석 기법을 이용하여 지능적으로 산업을 운영하는 것’으로 정의하고 있다.¹⁾ 즉, 다양한 산업용 기기와 단말기, 차량 등에 장착된 센서와 기타장치들을 네트워크에 연결함으로써 유지보수, 생산 프로세스, 주문에 이르는 대량의 정보를 생성·획득·분석하고, 이를 활용하여 산업의 편의성과 효율성, 그리고 생산성을 증대시키기 위해 산업현장에서 사용되는 인터넷을 의미한다.

산업인터넷이 기존 인터넷과 비교하여 가장 두드러진 점은 인터넷의 사용 주체가 인간에서 사물(기계, 단말기, 장비)로 확장되고, 인터넷이 공장이나 차량, 유통채널 등 다양한 경제적 활동이 이루어지는 산업현장에서 실질적 가치를 창출하는 생산재로서의

1) The Industrial Internet of Things Vocabulary Technical Report(IIC, 2019.11)

역할을 한다는 점이다. 산업인터넷은 다양한 생산재들을 연결·계측하여 생산데이터를 생성하고, 생성된 생산데이터를 기반으로 새로운 산업의 가치를 창출한다는 점에서 미래 지능정보사회에서 산업적 파급효과는 클 것으로 전망된다.

그림 1 산업인터넷/산업용 사물인터넷 개념



그렇다면, 산업인터넷이 등장한 배경은 무엇일까? 산업 관점에서는 산업의 지능화·자동화를 들 수 있다. 로봇, 인공지능, 컴퓨터 비전(computer vision), IoT 기술이 발전하면서, 이들 기술을 활용하는 스마트 작업장(스마트 양식장, 스마트 팜, 스마트 공장 등)이 등장하고 있다. 생산의 유연성, 신속성, 민첩성을 실현하기 위한 스마트 작업장은 자동화를 구현하기 위해 인공지능과 로봇, 컴퓨터 비전, 자율 작동 기기 간 연결뿐만 아니라, 스마트 작업장 간 협업을 위한 연결이 필요하다.

기술적으로는 반응속도의 차이를 실감할 수 없을 정도로 지연을 최소화한 초저지연 네트워크 기술의 개발, 수요자 요구 따라 네트워크 속성을 다양하게 구성할 수 있고 네트워킹-컴퓨팅이 융합되는 지능형 네트워크 기술, 그리고 인공지능(AI)과 같은 데이터 분석(analytics) 기술의 고도화, 그리고 다양한 센서와 액추에이터(actuator)를 활용하는 IoT 기술이 개발되면서 기술적 기반이 마련되었기 때문이다.

따라서, 산업인터넷은 생산수단의 효율화/자동화/지능화를 구현하기 위해 IoT, 네트워크, 데이터 분석 기능이 융·복합화되어 산업에서 활용되는 ICT 생산재라고 축약하여 정의할 수 있을 것이다.



3 산업인터넷의 기능별 구성 및 시장

다양한 산업영역에서 사용될 산업인터넷은 담당하는 기능과 역할 관점에서 ①Control, ②Operations, ③Information, ④Application, ⑤Business 등 총 다섯 가지 도메인으로 분류할 수 있다. (그림 2)는 데이터 흐름 및 제어와 관련된 기능적 도메인이 상호 어떠한 관련이 있는지를 보여주고 있다.

그림 2 산업인터넷의 기능별 구성



Control 도메인은 제어 시스템을 구현하기 위한 도메인으로 핵심은 정밀한 폐쇄 루프(Closed-loops)와 센서에서의 데이터 감지, 규칙 및 논리 적용과 액추에이터를 통한 물리적 시스템 제어(액추에이션)를 실행한다.

Operations 도메인은 Control 도메인의 관리 및 운영을 위한 도메인으로, ①시스템 구성 요소의 구성/추적/폐기를 담당하는 프로비저닝(provisioning), ②제어 시스템을 통해 자산을 제어하는 자산관리(Asset Management) 기능, ③문제 발생 감지와 예측, 경고를 수행하는 진단 및 모니터링, ④Prognostics(IIoT 시스템의 예측 분석 엔진 역할), ⑤Optimization(자산의 신뢰성과 성능 개선, 가용성과 출력을 높이는 기능)으로 구성된다.

Information 도메인은 데이터 관리 및 처리를 위한 도메인으로 다양한 도메인에서 데이터를 수집, 변환, 유지 및 모델링 또는 분석하여 전체 시스템이 높은 수준의 지능화를 갖도록 하는 기능을 하며, Analytics 및 Data 등의 기능 요소로 구성된다.

Application 도메인은 특정 비즈니스에 필요한 특화된 논리 및 기능을 구현하며, 논리, 규칙 및 모델을 전체 범위에서 최적화하기 위해 상위 수준에서 작용한다.

Business 도메인은 IIoT 시스템의 엔드 투 엔드 운영이 가능하기 위해 통합해야 하는 비즈니스 프로세스와 활동을 지원하는 역할을 한다.

한편, 산업인터넷은 시장이 명확하게 정의되지 않은 상황으로 각 시장 조사기관에 따라 시장 체계 및 규모, 성장률이 매우 상이하다. 2018년부터 2023년까지 전 세계 IIoT 시장의 연평균 성장률을 27.7%로 매우 높게 전망하고 있는 Gartner(2019)의 경우, Connectivity, HW, Platform, SW, Services, Security로 세부시장을 분류하고 있으며, 시장 규모는 2018년 143억 달러, 2023년에는 382억 달러로 전망하고 있다. 규모 면에서 매우 큰 시장으로 예상하고 있는 Mind Commerce(2018)는 Hardware (Connectivity Platform & Edge Device, Sensor, Hardware Development Platform), Software(Data Storage, Software Development Platform and Apps, Data analytics Platforms, Cyber-Security Solutions), Services(Cloud based Services, Management and Consulting Services)로 시장을 구분하고 있으며, 2018년 약 832억 달러, 2023년에는 약 1,950억 달러(CAGR: 18.6%)로 전망하고 있다. 시장 조사기관별 확연한 차이를 보이는 시장 규모는 앞서 기술한 바와 같이 아직까지 IIoT 시장이 초기 단계이므로 기관에 따라 획정된 세부시장 범위가 상이(예를 들면 전용/범용·장비/솔루션/플랫폼 포함 여부 등)하며, 기관별 시장 예측 방법 차이(Gartner의 경우, 기존 Bottom-Up 기반 통신 시장 데이터를 활용하는 반면, Mind Commerce는 전체 IIoT 산업으로부터 Top-Down으로 접근)에 기인하는 것으로 풀이된다. 그러나 조사기관별 높은 연평균 성장률은 공통적으로 향후 시장 성장이 기대되는 대목이다.

표 1 전 세계 산업인터넷 시장 전망

기관	시장 규모(\$M)		CAGR ('18~'23)	비중		
	2018년	2023년		세부시장	2018년	2023년
Gartner	14,341	38,232	21.7%	Connectivity	23.9%	20.3%
				HW	46.8%	36.2%
				Platform	5.0%	6.7%
				SW & Applications	9.2%	13.7%
				Services	9.0%	14.7%
				Security	6.2%	8.4%
Mind Commerce	83,150	194,970	18.6%	Hardware	38.0%	38.0%
				Software	44.0%	50.0%
				Services	18.0%	12.0%

※ 출처: Gartner(2019) Market Opportunity Map: Industrial IoT Worldwide, Mind Commerce(2018), Industrial internet of Things(IIoT) Technologies, Solutions, and Services 2018-2023 자료를 참고하여 재작성

또한 시장 조사기관별로 분류된 세부시장 체계는 동일하지 않지만, Hardware, Software, Service로 구분²⁾하면 2023년 IIoT 시장은 Hardware 38%~56%, Software 29%~50%, Service 12~15%의 비중을 보일 것으로 예상되며, Service보다는 Hardware와 Software 중심으로 시장이 형성될 것으로 전망된다.

2) Gartner의 Connectivity는 Hardware, Platform/Security는 Software로 가정



4 산업인터넷 활용 가능 사례 및 기업의 대응

산업인터넷 도입이 가장 활발하게 이루어지고 있는 분야는 제조업 분야로, 한정된 공간에 다양한 기계와 장비가 갖추어지고 작동하며 짧은 사이클을 가지고 완제품이 생산되기 때문이다. 현재 제조업 분야에서 산업인터넷은 센서, 액추에이터를 활용한 생산 라인의 자동화 목적에서 발전하여, 현재는 제품 개량, 생산 프로세스(생산 라인, 방법), 품질 관리, 자산 및 재고 관리 등의 최적화를 통한 생산제품 전반의 경쟁력 강화를 위해 도입되고 있다. 산업인터넷이 가장 활발하게 적용되고 있는 제조업 분야 이외에도 농업에서 공공분야에 이르는 폭넓은 범위에서 산업인터넷은 활용 가능 것으로 예상된다. 산업별 산업인터넷의 적용유형을 살펴보면, 농업의 경우 생산에서 유통에 이르는 단계, 건축의 경우 건설하는 단계에서 건설된 건물을 유지·관리하는 단계, 서비스의 경우 제품·소비·유통의 서비스화를 통한 지속적 가치 창출 단계, 공공의 경우 환경·교통·시설물의 실시간 모니터링을 통한 선제적 위험 탐지와 피해 예방 단계에서 활용할 수 있을 것이다.

표 2 산업별 산업인터넷 활용 가능 사례

산업	적용 유형	활용 사례
농업	생산 단계	파종, 비료, 관개, 잡초제거 및 수확 등 전주기 관리 (수확량 및 농산물 가격 시스템 연계)
	유통 단계	동식물 Tagging을 통한 원산지 식별 및 유통 관리
제조	생산 관리	수요와 생산수용력에 기반한 자율적 생산 관리
	품질 관리	품질 모니터링, AI 기반 품질 엔지니어링 변경
	자산(재고) 관리	가치사슬 전반의 모니터링을 통한 재고 및 자산 유지, 관리
	시장 관리	사용 현장에 대한 실시간 추적으로 AS 및 유지 관리 → 생산 단계로 피드백
건축	건설 관리	건설 단계에서 기계 및 장비 가용성 제고를 위한 유지 관리 토지, 기계, 인부 등과 관련한 제반 위험 모니터링
	건물 관리	물리적 보수 및 운영상 통합제어, 출입 관리 및 건물 안전관리
서비스	제품 서비스화	제품(product) 상황 모니터링 및 지속적 유지 관리 서비스 제공
	소비 서비스화	안전성, 효율성, 효과성 등을 고려한 최적 소비에 대한 권고
	유통 서비스화	수요와 공급에 입각한 생산, 가격, 재고 및 배급 경로 관리
공공	환경	공기 오염, 유해물질, 재난/재해 등 선제적 환경 감시 및 대응
	교통	대중교통, 교통 혼잡, 주차 공간 등 교통흐름 통합 관제
	시설물	도로, 터널, 교량 및 주요 기반시설 실시간 모니터링

* 출처: IDC(2018), IDC's Worldwide Semiannual Internet of Things Spending Guide Taxonomy를 참고하여 재작성

산업인터넷을 도입한 수요기업들은 자사 제품의 경쟁력을 강화하기 위해 혹은 자사 생산 프로세스의 효율화를 목적으로 하고 있다. 실제 운용환경에서 수집되는 제품 운영 및 구동되는 정보를 분석하여 기존 제품의 문제점을 개량하여 제품의 경쟁력을 높이거나, 생산 작업과정에 산업인터넷을 활용하여 최적 자원 투입량 결정 및 생산 라인 유연화를 구현하고 있다.

한편, 산업인터넷 공급기업은 두 가지 유형이 존재한다. 하나는 산업인터넷 시스템 구성을 위한 소프트웨어 플랫폼 혹은 하드웨어 장비를 생산하는 전통적인 ICT 기업으로, 이들 기업은 산업인터넷을 통해 새롭게 형성되는 시장(niche market)에 진출하고, 매출 다각화 전략을 구사하고 있다. 한편, 당초 자사의 필요에 의해 산업인터넷을 도입 하였으나, 운영에 따른 노하우와 관련 데이터가 축적되면서 자사가 개발한 솔루션 혹은 산업인터넷 플랫폼을 시장에 출시함으로써 비즈니스 영역을 확장하는 추세도 찾아볼 수 있다.

표 3 산업인터넷 주요 기업의 대응현황

구분	기업명	내용
도입 기업	Envision Energy	<ul style="list-style-type: none"> ■ (개요) 세계 3대 풍력발전용 터빈을 생산하는 기업으로 자사 생산 풍력 터빈에서 수집된 정보를 활용 ■ (활용 및 효과) 터빈에 부착된 센서에서 수집된 날씨, 지형, 기온 등의 데이터를 사용하여 고효율의 터빈제품 생산 <ul style="list-style-type: none"> - 날개 피치 조정 등으로 15%의 효율성 향상
	BMW	<ul style="list-style-type: none"> ■ (개요) 자동차를 생산하는 BMW는 뮌헨/라이프치히/스파터버그 공장에서 웨어러블 기기를 이용해 작업 지시·지원을 시행 ■ (활용 및 효과) 스마트 디바이스로 제품 검수 및 음성/동영상 보고를 실시함으로써, 고객의 다양한 요구를 수용하는 유연한 대량생산 체계 구축
	GE	<ul style="list-style-type: none"> ■ (개요) 터빈, 비행기 엔진 등을 생산하는 GE는 자사 제품이 설치된 각종 센서로 수집된 데이터를 활용한 제품 서비스화 시행 ■ (활용 및 효과) 제공된 정보는 연비개선, 고장 예방 솔루션에 활용되어 항공기 엔진 장애검출 정확도 10% 향상, 상용기 결항 건수 1,000건 이상 감소하여 1억 7,500만 달러의 가치 창출
	Siemens	<ul style="list-style-type: none"> ■ (개요) 전기 및 전자기기 제조기업인 Siemens는 자사 공장에 산업인터넷과 결합한 자동화 시스템을 도입 ■ (활용 및 효과) 1,000여 종류의 제품을 연간 1,200만 개 생산하며, 주문내역 및 설계변경에도 99.7%의 제품을 24시간 내 출시 <ul style="list-style-type: none"> - 장비 가동률과 제품 불량률을 실시간으로 체크하여 생산시스템의 가용성을 높여 100만 개당 11.5개 불량 수 달성
	ABB	<ul style="list-style-type: none"> ■ (개요) 로봇, 전자제품, 발전장비, 제어기기, 센싱 디바이스를 생산하는 ABB는 산업인터넷을 자사에 도입하여 제품 서비스화 시행 ■ (활용 및 효과) ABB의 제품 서비스화로 고객은 생산 라인의 다운타임을 40%까지 낮춘 것으로 평가됨



유형	기업명	내용
공급 기업	Bosch	<ul style="list-style-type: none"> ■ (현황) 자회사인 BOSCH Rexroth와 연계하여 CPC 구현이 가능한 산업용 IoT 플랫폼 BOSCH IoT Suit를 출시 ■ (목표) 고객 기업의 생산품질 제고, 유지보수 및 생산성 향상
	Cisco	<ul style="list-style-type: none"> ■ (현황) 전통적인 네트워크 장비 제조기업으로, 산업인터넷에 필요한 時敏感(Time Sensitive), 고가용, 저지연, 강화된 엣지 보안을 지원하는 mission critical 네트워크 장비를 개발 ■ (목표) S/W플랫폼 개발사, 컴퓨팅 기업, IoT 솔루션 사업자 등과 제휴를 통한 산업인터넷 시장 진출
	Huawei	<ul style="list-style-type: none"> ■ (현황) 중국의 미래 산업육성 프로젝트인 '중국 제조 2025'로 자국 주요 기업들이 IoT 도입을 가속화 하면서, SDN 기반 IoT 네트워크 기술 등 관련 기술 개발 완료 및 고도화
	GE	<ul style="list-style-type: none"> ■ (현황) 다양한 업종/이용환경/고객들에게 확장하기 위해 Predix라는 산업인터넷 오픈 플랫폼을 선보임
	Siemens	<ul style="list-style-type: none"> ■ (현황) 지멘스의 스마트 팩토리 구현에 사용된 산업인터넷 플랫폼 Mind Sphere를 출시하여 GE와 경쟁
	ABB	<ul style="list-style-type: none"> ■ (현황) 로봇, 센서, 자동화 소프트웨어, 네트워크가 결합한 산업디지털 플랫폼 ABB Ability 출시(Dasso, IBM, HPE등과 협력)

※ 출처: IoT 오픈 플랫폼 기반 스마트 팩토리 서비스분야 도입 사례집(2019), 스마트 팩토리 산업인터넷 혁명의 서곡(2017)을 참고하여 제작성

5 결론 및 시사점

지금까지 산업인터넷의 등장 배경과 개념, 산업인터넷을 촉진하는 제반 기술 및 경제적 환경과 함께 산업인터넷을 구성하는 기능별 요소를 살펴보고, 기능 요소별 세부 시장규모와 성장률을 전망하였으며, 산업인터넷의 주요 활용 가능 분야와 기업의 대응 양상을 제시하였다.

제4차 산업혁명이 급부상하고 있는 지금, 전 세계 각국은 미래의 경제·사회적 글로벌 주도권을 놓고 치열한 각축을 벌이고 있다. 혁명의 요체는 생산시스템 변혁에 따른 산업의 대전환에 있다. 생활 방식에 있어서 일대 혁신을 주도했던 소비재로서의 인터넷이 산업 시스템의 변화를 견인하는 생산재로서의 인터넷으로 변모해야 할 시점인 것이다.

국가 지능화를 통한 제4차 산업혁명의 성공적 이룩을 위해서는 생산과 가치 창출의 근거지인 산업이라는 범위에 초점을 맞추고(scope), 산업 가치사슬 전반에 A.I. 기반 혁명적 범용기술을 깊숙하게 내재화시켜(depth), 그 효과와 영향력을 극대화함으로써(impact) 기존 전통산업의 재도약을 도모해야 하며, 그 출발선은 산업 초연결 인프라인 산업인터넷이 되어야 할 것이다.



www.etri.re.kr

본 보고서는 ETRI 기술정책연구본부가 수행중인 “초연결지능인프라경제성 연구”를 통해 작성된 결과물입니다.

본 저작물은 공공누리 제4유형:

출처표시+상업적이용금지+변경금지 조건에 따라 이용할 수 있습니다.



ETRI Electronics and Telecommunications
Research Institute

34129 대전광역시 유성구 가정로 218
TEL.(042) 860-6114 FAX.(042) 860-6504

