



사물인터넷을 통한 미래 에너지산업 발전방향¹⁾

박 찬 국 에너지경제연구원 부연구위원 (green@keei.re.kr)

1. 서론

현 사회는 산업혁명, 정보화혁명을 지나 모든 것이 연결되는 사물인터넷(Internet of Things, IOT) IOT시대로 진입하고 있다. 1969년 10월 29일, 미국 캘리포니아대(UCLA) 연구소와 북쪽으로 약 640Km 떨어진 곳에 위치한 스탠포드대 연구소(SRI)는 인류 최초로 컴퓨터 간 데이터통신을 성공한 이후, 1990년대 초 약 100만대의 PC가 네트워크에 연결되고, 1990년대 말에는 약 10억 개의 랩탑이 연결되었으며, 2010년에는 약 120억 개의 스마트폰과 태블릿이 인터넷에 연결되었고, 2015년에는 약 160억 개의 사물이 인터넷에 연결되었다. 그러나 현재 인터넷에 연결된 사물은 세계에 존재하는 사물의 1% 정도밖에 되지 않으며, 앞으로 나머지 사물들도 네트워크로 상호 연결되는 시대로 나아갈 것이다 (Cisco 홈페이지).²⁾

일각에서는 사물인터넷 시대를 초연결 시대라고 부른다. 이는 기존의 인터넷이 사이버 상에서 상호 연결되었

다면, 앞으로는 현실세계와 사이버, 현실세계와 현실세계 간 연결이 가능해지면서 오프라인과 온라인의 경계가 사라지기 때문에 붙여진 이름이다. 이러한 변화는 사회 전 분야에 걸쳐 거대한 파급력을 지닌 채 우리의 삶을 바꾸어갈 것이다.

에너지부문 역시 이러한 변화의 흐름을 피할 수 없다. 사물인터넷은 에너지부문에도 다양한 방식으로 적용되어 새로운 에너지 비즈니스 방식을 창출할 것으로 전망된다. 특히 에너지공급부문에서 경영효율성 제고, 신규 부가가치 창출 영역 확대, 규제 대응 차원에서 사물인터넷의 활용 가치가 높다. 현재 에너지 각 부문에서 사물인터넷의 활용이 부분적으로 이루어지기 시작하고 있는 상황이다. 전력부문에서는 스마트미터 보급으로 사물인터넷의 기초 인프라가 구축되고 있으며, 도시가스부문에서는 배관운영과 건전성 관리 및 평가에서 센서 네트워크가 이용되고 있고, 가스 스마트미터 보급도 해외에서 보급이 진행 중이다. 석유·가스 상류 부문에서는 센서와 원격 측정법을 이용하여 유전

1) 본고는 박찬국·김현제, 사물인터넷을 통한 에너지산업 발전방향 연구 - 텍스트마이닝을 이용한 미래 신호 탐색, 에너지경제연구원(2015)의 주요내용을 요약한 것임.
2) <https://newsroom.cisco.com/> 참조.



의 상황을 실시간으로 점검함으로써 생산성을 제고하고 있다. 그러나 사물인터넷이 갖고 있는 보안 위협 등의 문제들도 에너지부문에 고스란히 전달되어 심각한 위협을 초래할 수 있다.

이에 본고는 에너지산업에서 사물인터넷의 활용 가치와 주요 적용분야를 검토하고, 사물인터넷의 확산이라는 이 거대한 변화의 흐름 속에서 에너지산업의 발전을 위해 어떤 과제가 있는지 살펴보는 데 목적이 있다. 본고의 구성은 다음과 같다. 2절에서는 사물인터넷의 개념을 살펴보고, 3절에서는 에너지산업의 사물인터넷 활용 가치를 짚어본다. 4절에서는 사물인터넷의 유망 활용분야를 살펴보고, 5장에서는 사물인터넷을 통해 에너지산업이 발전하기 위한 정책방향을 제시하고자 한다.

2. 사물인터넷 개념

사물인터넷(IoT)은 물리적 세계의 사물이 인터넷에 연결되어 데이터를 공유하는 것을 지칭한다(WEF, 2015; Government Office for Science, 2014). 사물인터넷은 네트워크의 네트워크(network of networks)로서 센싱(sensing), 통신(communication), 컴퓨팅(computing), 분석(analysis) 기술의 결합으로 물리적 세계와 버추얼(virtual) 세계 간 데이터의 전달, 저장, 처리를 가능하게

하는 기술이다(The Faktory, 2014).

사물인터넷이란 용어는 1999년 MIT AutoID연구소의 이사(executive director)인 Kevin Ashton이 처음으로 사용한 용어로 알려져 있다. 당시 Ashton은 RFID(Radio Frequency Identification)와 센서 정보를 인터넷에 연결할 경우 모든 사물의 상태를 관찰할 수 있고, 컴퓨터가 사물을 보고 듣고 냄새를 맡을 수 있을 것이라고 전망하였다. 그리고 지구상의 사물들을 어떻게 연결하고 어떤 무선통신을 이용하며, 수십억 개의 장치들이 통신하기 위해서는 기존 인터넷 인프라를 어떻게 바꿔야 하는지, 또 각 장치들이 소비하는 전력을 어떻게 공급해야 하는지 등의 질문을 제기하였다(Lopez Research, 2013: 2).

오늘날 Ashton이 제기한 문제들은 많은 부분 해결되었다고 볼 수 있다. 통신 및 센서 비용이 지속 하락하였고³⁾, IPv6⁴⁾을 통해 각 사물에 IP주소를 할당할 수 있는 여지가 넓어졌다. 또한 빅데이터 기법의 향상으로 방대한 데이터 처리와 분석이 가능해졌다.

사물인터넷이 완전히 새로운 개념이라고는 볼 수 없다. 우리가 일상적으로 사용하고 있는 인터넷이 항상 사물인터넷이었다고 볼 수 있다. 인터넷은 초창기에도 네트워크의 네트워크로서 사물의 일종인 정부 및 학계의 컴퓨터를 상호 연결하여 데이터를 공유하였다(Cisco, 2013: 2; Raymond James, 2014: 2). 그리고 시간이 지나면서 모바일 기기가 인터넷에 연결되기 시작하였

3) GE Capital(2012)은 사물인터넷의 주요 하드웨어 부품가격을 전망한 바 있음. GE Capital(2012)에 따르면, 2010년 대비 2015년 기준 온도센서는 25%, 진동센서는 33%, 마이크로폰은 17%, GPS는 44%, 카메라(1.8메가픽셀 CMOS)는 33%, 프로세서(플래시메모리를 갖춘 8비트 마이크로컨트롤러 칩)는 15%, 블루투스는 50%, Wi-Fi는 47%의 가격 하락이 있을 것으로 전망하였음.

4) IPv6(Internet Protocol version 6)는 인터넷 프로토콜 스택 중 네트워크 계층의 프로토콜로서 version 6 Internet Protocol로 제정된 차세대 인터넷 프로토콜을 말함. 인터넷(Internet)은 IPv4 프로토콜로 구축되어 왔으나 IPv4 프로토콜의 한계점으로 인해 지속적인 인터넷 발전에 문제가 예상되어 이에 대한 대안으로서 IPv6 프로토콜을 제정하였음. IPv4는 32비트의 주소공간을 제공함에 비해, IPv6는 128비트의 주소공간을 제공함. 32비트 주소공간이란 32 비트로 표현할 수 있는 주소영역을 지칭함. 32 비트에 의해 생성할 수 있는 모든 IPv4 주소는 232인 4,294,967,296개임. IPv6의 128비트 주소공간은 128 비트로 표현할 수 있는 2,128개인 약 3.4x1,038개(340, 282, 366, 920, 938, 463, 463, 374, 607, 431, 768, 211, 456개)의 주소를 갖고 있어 거의 무한대로 쓸 수 있음(위키백과 인용. <https://ko.wikipedia.org/wiki/IPv6>).



개원 30주년 기념 특집 논단

사물인터넷을 통한 미래 에너지산업 발전방향

다. 다만 최근에 와서 사물의 대상이 데스크탑이나 스마트폰을 넘어 TV, 냉장고, 카메라, 온도조절기, 조명, 간판 등으로 확대되면서 사물인터넷이 본격적으로 구현되는 시점에 이르렀다. 앞으로는 산업마다 각각의 부품, 자재, 장비, 작업환경 등에도 센서가 부착되고 인터넷과 연결되어 관리되는 방향으로 전개되면서 사물인터넷이 곧 우리의 현실이 될 것으로 보인다.

3. 에너지산업의 사물인터넷 활용가치

가. 사물인터넷의 주요 기능

1) 원격 점검, 자산 추적 및 첨단 제어

사물인터넷의 핵심적 기능 중 하나는 원격 점검(remote monitoring)과 감지(detection) 기능이다. 사물인터넷은 운영자가 생산 환경을 원격지에서 가시화하고 모니터링할 수 있게 하며, 분석기법(analytics)을 통해 운영을 최적화(optimization)할 수 있도록 한다. 이를 통해 자산 추적(asset tracking)도 가능하다. 필요하다면 보통 수동으로 이루어지는 임무나 절차에 있어 명령(command)을 통해 원격 제어(remote control)를 할 수 있다(IIC, 2015).

예를 들어 오늘날 대부분의 가정에서 전등을 끄고 켜는 일과, 집안 온도를 설정하는 일은 수동으로 진행된다. 미래에는 문, 창문, 가전기기 등이 각각의 ID(identification)를 받고 지능적으로 작동할 것이다. 이 기기들은 무선 또는 유선 통신에 연결되어 사용자가 원격으로 그 기기들을 모니터링할 수 있게 된다. 필요할 때는 원격으로 냉장고나 세탁기의 설정을 변경할 수 있고, 노트북 또는 스마트폰을 이용하여 가사 일을 제어할 수

있다(Freescale, 2014). 이러한 기능은 산업계에서도 그 대로 활용이 가능한데, 에너지부문에서도 기기별 실시간 전력소비 확인 및 제어, 석유·가스탐사 장비 모니터링 및 추적 등의 다양한 응용이 가능해진다.

2) 예측적 유지보수

사물인터넷은 사전에 문제발생 가능성을 인지하고 대응할 수 있는 환경을 제공한다. 에너지기업들의 최대 도전과제 중 하나는 그들 장비의 성능을 유지하는 일이다. 고가의 자산은 시간이 지나면서 노후화되는 것뿐만 아니라, 갈수록 늘어나는 기상이변에도 대응해야 한다. 사물인터넷을 통해 생성된 데이터를 분석하고 예측하여 발생 가능한 장비 문제를 사전에 파악하고, 예상하지 못했던 고장 및 사고를 피할 수 있다. 소프트웨어가 자동적이면서 지속적으로 어떤 부분에서 문제가 발생할 것이며, 그 문제의 원인이 무엇인지를 파악하게 됨으로써, 보다 생산적인 시스템을 갖출 수 있게 된다(IIC, 2015).

나. 에너지산업부문 사물인터넷 활용 가치

에너지부문도 사물인터넷의 원격 점검, 자산 추적, 첨단 제어, 예측적 유지보수 등의 기능을 활용하여 부가가치를 창출할 수 있는 유망한 분야로 인식되고 있다. Cisco(2013)는 상기 2013~2022년간 14.4조 달러의 경제적 가치 중에서 대표적으로 지능형 공장(smart factory)이 1.95조 달러로 전체 대비 13.5%, 사물인터넷을 활용한 마케팅 및 홍보(Connected marketing and advertising) 분야도 1.95조 달러로 전체에서 13.5%를 차지할 것으로 전망함과 동시에, 에너지부문에서는 대표적으로 스마트 그리드(smart grids) 분야가 7,570억 달러 규모로 약 5%



의 비중을 차지할 것으로 전망하였다.⁵⁾ 스마트그리드는 사물인터넷을 통해 전력 전달시스템의 효율성과 신뢰성을 제고함으로써 상기 효과가 나타날 것으로 내다봤다.

GE(2012)는 사물인터넷을 통해 산업별 주요 비용항목의 1%를 절감하였을 경우의 경제적 효과를 제시하였는데, 대표적으로 항공, 전력, 건강관리, 철도, 석유·가스의 5대 분야를 제시하였다. <표 1>에서 보다시피 에너지분야에 해당하는 전력과 석유·가스부문은 사물인터넷을 통한 경제

적 가치 또한 타 분야 대비 높은 것으로 전망되고 있다.

Mckinsey(2013)는 앞서 언급하였듯이 사물인터넷 적용이 유망한 9개 산업을 정하고 2025년 기준 2.7조 ~ 6.2조 달러의 가치가 발생할 것으로 전망하였다. 그 9개 산업 중에서 ① 건강관리, ② 제조 다음으로 ③ 전력분야가 유망한 분야로 선정되었으며, 경제적 가치는 0.2~0.5조 달러로 전체 대비 7~8%의 효과가 있는 것으로 전망하였다. 그리고 ④ 도시 인프라, ⑤ 보안 다음으로 ⑥ 자

<표 1> 사물인터넷 적용 주요분야와 잠재적 효과

산업	부문	절감형태	15년간(2011~2025년) 경제적 가치(억 달러)
항공	상업용	1% 연료절감	300
전력	가스화력 발전	1% 연료절감	660
건강관리	시스템 전반	1% 시스템 비효율성 축소	630
철도	운송	1% 시스템 비효율성 축소	270
석유·가스	탐사 및 개발	1% 자본지출 축소	900

자료: GE(2012)

<표 2> 전력과 자원개발 분야의 사물인터넷 적용범위와 가치

산업	2025년 기준		
	미래 양상	잠재적 적용범위	생산성 및 가치 제고
전력	<ul style="list-style-type: none"> • 세계 전력소비: 27,000~31,000 TWh • 송전망 지출: 2,000억 달러 • 정전시간 합계: 3,000억 분 	<ul style="list-style-type: none"> • 소비자의 20~50%가 지능형 에너지 관리 • 전력망의 20~50%가 센서를 통해 모니터링 • 계량기의 50~100%가 스마트미터⁶⁾ 	<ul style="list-style-type: none"> • 최대수요 2~4% 절감 • 전력소비 1~2% 절감 • 스마트미터를 통한 운영 / 유지비용 절감, 정전시간 축소(총 0.2~0.5조 달러 가치)
자원 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 세계 자원개발 운영비용: 3.7조 달러 	<ul style="list-style-type: none"> • 자원개발사업 80~100%에 사물인터넷 적용 	<ul style="list-style-type: none"> • 운영비용의 5~10% 절감 (총 0.1~0.2조 달러 가치)

자료: Mckinsey(2013: 55)

5) 보다 상세한 산업별 전망에 대해서는 Cisco(2013)를 참조하기 바람.

6) 여기에서 스마트미터는 전력회사와 양방향 통신을 할 수 있는 디지털 전력량 계량기를 가리킴.



개원 30주년 기념 특집 논단

사물인터넷을 통한 미래 에너지산업 발전방향

원개발분야가 유망한 분야로 선정되었으며, 경제적 가치가 0.1~0.2조 달러로 전체 대비 3~4%의 비중을 차지하였다.⁷⁾

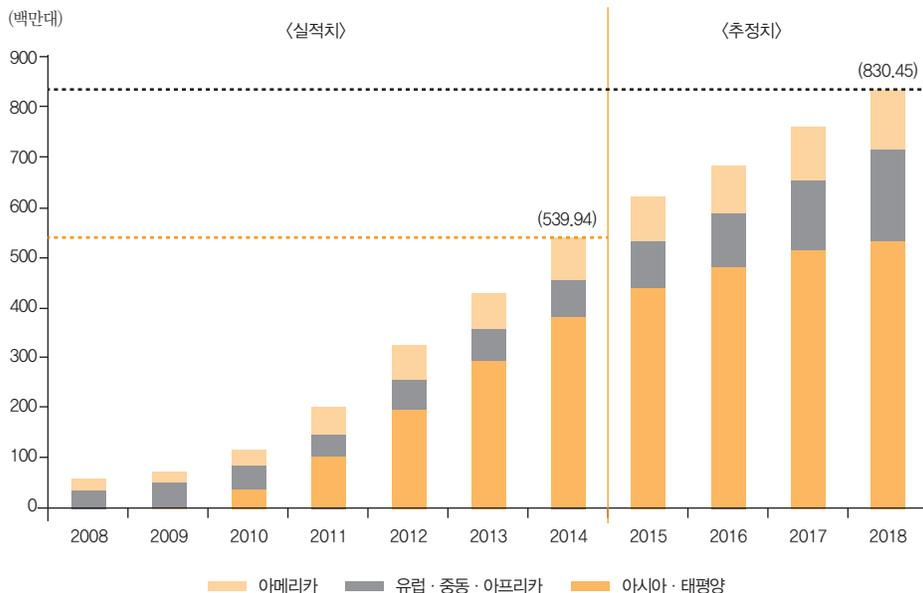
이 밖에도 IERC(The Internet of Things European Research Cluster)도 에너지분야를 도시, 건물, 건강관리, 수송 등과 함께 사물인터넷이 적용될 핵심분야로 선정하였다(Vermesan & Friess, 2013: 30). Accenture(2015)는 사물인터넷 주요 응용분야로 발전, 배전, 석유·가스부문을 항공·철도·제조분야와 함께 제시하고 있으며, Government Office for Science(2014)는 에너지분야를 수송·건강관리·농업분야와 함께 강조하고 있다.

4. 사물인터넷의 유망 활용분야

가. 스마트그리드

스마트그리드에서 대표적인 사물인터넷은 바로 스마트미터이다. 스마트미터는 전력회사와 양방향으로 통신할 수 있는 디지털 계량기로 가구 및 건물의 전력소비를 실시간에 가깝게 확인할 수 있다. BNEF(2015a) 자료에 따르면, 2014년 말까지 전 세계적으로 약 5억 4천만대의 스마트미터가 보급되었다. 현재 전 세계적으로 15억대의 전기계량기가 존재하는 가운데 약 30%가 스마트미터로 교체된 상황이다. 2009년까지는 유럽, 아메리카

[그림 1] 세계 스마트미터 설치 현황 및 전망



자료: BNEF(2015, 7a)

7) 보다 상세한 산업별 전망에 대해서는 McKinsey(2013)를 참조하기 바람.



대륙 국가들 위주로 스마트미터 설치가 이루어졌으나, 2010년부터는 중국을 비롯한 아시아 국가들에서 스마트미터 보급이 빠르게 진행되었다. BNEF(2015a)는 2018년까지 전 세계 계량기의 약 절반 가량이 스마트미터로 교체될 것으로 전망하고 있다.

전력회사는 스마트미터의 편익을 우선 비용 절감에서 찾았다. 스마트미터를 통해 수동으로 계량기를 검침할 필요성이 없어지고 정전발생 지역을 바로 확인할 수 있게 되기 때문이다. 결국 원격 검침이 가능해지고, 전력망에 문제가 발생하였을 때 어디에서 문제가 발생하였는지를 기존 대비 쉽게 확인할 수 있게 되면서, 운영비용 절감 효과를 기대할 수 있다.

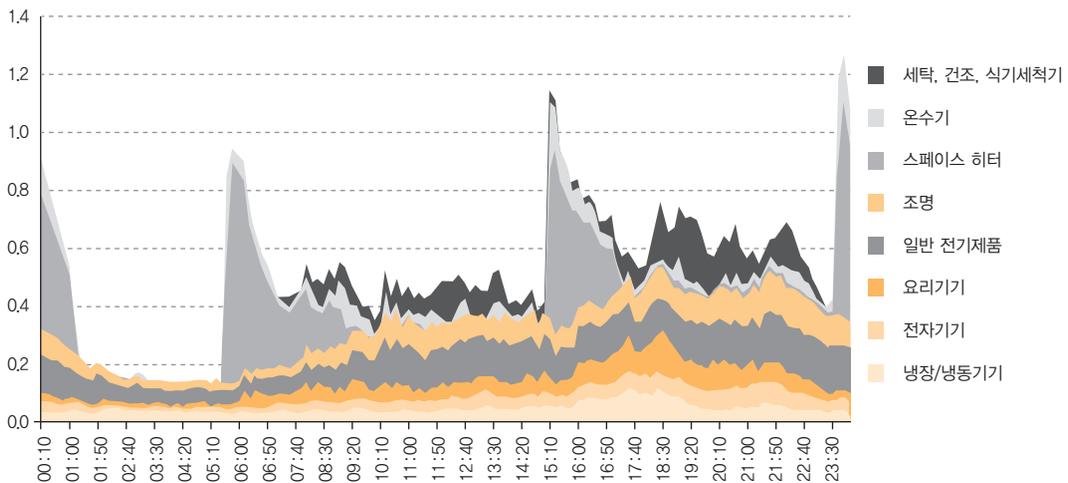
그러나 스마트미터에서 생성되는 데이터는 전력망 신뢰성과 정확한 요금청구(billing)에도 기여한다. 전력회사들은 현재 광범위한 규모의 에너지사용 데이터를 기상 데이터와 함께 미래 부하예측(load forecasting)에 활용

하고 있다. 이 부하예측은 개별 소비자별로도 이루어질 수 있으며, 이는 '하루 전(day-ahead)' 에너지시장에서 전력회사의 전력구매 의사결정을 지원한다.

전력회사가 운영효율성을 향상하기 위해 스마트그리드 데이터를 사용할 수 있는 중요한 영역 중 하나는 수요반응(demand response)이다. 수요반응은 전력수요가 높은 시간대에 전력 다소비자들로 하여금 인센티브(incentive)나 요금변화(pricing)를 통해 전력소비를 줄이도록 하는 것이다. 보통 전력회사들은 대규모 흥보로 최대전력 발생 때 전력소비를 줄일 의향이 있는 수요반응 참여자들을 모집해왔다. 그러나 최근 들어서는 신생 기업들이 스마트미터 데이터 또는 변류기(current transformer) 센서 데이터를 이용하여 보다 효과적으로 수요반응 참여자 확보에 나서고 있다.

예를 들어, 미국의 Bidgley는 부하 세분화(load disaggregation) 알고리즘을 이용하여 스마트미터 데이

[그림 2] 일반 가정의 기기별 전기사용량 분석 사례



주: UK Customer Led Network Revolution가 제공한 데이터이며, 2014년 4월 한 달간 49개 가구의 전력사용량을 세분화하였음. 자료: BNEF(2015b)



개원 30주년 기념 특집 논단

사물인터넷을 통한 미래 에너지산업 발전방향

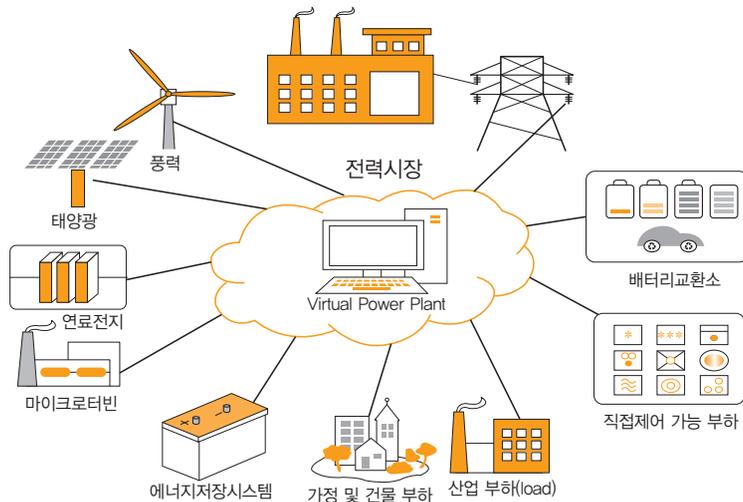
터를 전력사용 기기별로 세분화하여 그 정보를 제공한다 (Lesser, 2014). 그리고 미국의 벨킨(Belkin), 프랑스의 와트시커(Wattseeker), 스웨덴의 와티(Watty) 등은 별도의 센서를 통해 전력사용 정보를 사용기기별로 세분화하고 있다(BNEF, 2015b).⁸⁾ 이러한 데이터 분석 기술은 수요반응과 별도로 가정 내의 에너지관리에 관심 있는 소비자들에게 매력적일 수 있으나, 전력회사 입장에서 기기별 세부 전력사용량을 알게 됨으로써 수요반응 프로그램에 참여할 잠재적 주요 참여자들을 확인할 수 있다는 이점이 있다.

많은 신생기업들은 수요반응 이외에도 데이터 플랫폼

을 이용하여 초단위로 전력계통 안정을 유지하기 위한 주파수 제어(frequency regulation) 방안을 찾고 있다. 캐나다 신생기업 Enbala의 경우 지역 전력망 운영기관과 통신할 수 있고 수초 내에 전력망 신호에 반응할 수 있는 '전력망 균형유지 소프트웨어 플랫폼(grid-balancing software platform)'을 설계하였다. 이 플랫폼에서 전력망 상황에 따라 공장과 폐수처리시설 같은 상업 및 산업단지의 부하가 조절된다. 갈수록 출력 간헐성이 높은 재생에너지가 전력계통에 보다 많이 유입되면서, 주파수 제어의 필요성은 높아지고 있다(Lesser, 2014).

버추얼파워플랜트(Virtual Power Plant)도 사물인터넷

[그림 3] 버추얼파워플랜트 개념



자료: Bai et al. (2015)

8) 부하 세분화(load disaggregation) 기술에는 크게 1) 소프트웨어만으로 스마트미터 데이터를 세분화하는 기술, 2) 소프트웨어와 가정 내 허브(hub)를 통해 스마트미터를 세분화하는 기술, 3) 스마트미터 대신 변류기 센서 데이터, 허브, 소프트웨어를 통해 기기별 전력사용량을 측정하는 기술로 구분됨. 후자로 갈수록 비용이 많이 드는 반면 정확도는 높아짐. 그리고 후자로 갈수록 전력회사 의존도가 줄어든다고 볼 수 있음. 센서와 네트워크 비용이 낮아지면서 결과의 정확도가 높은 후자쪽으로 비즈니스 모델이 많아질 것으로 예상됨(BNEF, 2015b).



넷의 발전과 함께 주목받는 영역이다. 버추얼파워플랜트는 전력회사의 송배전망에 접속되어 있는 자가발전, 저장장치 등의 분산형 에너지 자원(Distributed Energy Resources)을 네트워크로 연결해 집적하여 가상 발전소로 가정하고 활용하는 사업형태이다. 버추얼파워플랜트 대상은 일반 가정의 히트 펌프, 연료전지, 고정형 저장장치 등의 소형기기로부터 확대될 것이며, 전기자동차 등의 이동체가 지닌 배터리도 집적하는 방향으로 추진될 것이다(박찬국, 2015).⁹⁾

현재 국내에서는 급전지시를 받는 발전소가 300여개에 이른다. 그러나 태양광, 풍력, 바이오매스와 같은 소규모 재생에너지와 소형 열병합, 고정형 저장장치, 전기차 배터리를 추가 고려하고, 수요반응 자원까지 종합적으로 관리한다고 가정할 때에는 제어하고 조율할 대상이 수백만 개로 늘어나게 된다. 여기에서 중요한 점은 버추얼파워플랜트의 요소가 될 수 있는 각 자원들이 네트워크로 연결되어야 하고, 그 자원들을 제어할 수 있는 소프트웨어가 필요하다는 것이다. 소규모 자원들을 엮어 하나의 대형 발전소처럼 운영한다는 차원에서 명명된 버추얼파워플랜트는 고도화된 스마트그리드 애플리케이션이자 에너지부문 사물인터넷 활용의 핵심이라고 볼 수 있다.

재생에너지 활용 최적화에서도 사물인터넷의 가치는 돋보인다. 풍력터빈 및 태양광 패널의 예측적 유지보수를 위해 여러 센서의 데이터를 수집하여 분석함으로써, 에너지생산의 효율성을 최적화하며 출력을 보다 정확하게 예측하는 일이 주요 비즈니스 모델이 되고 있다. 풍력단지에는 주로 원격지에 위치해 있고 높은 신뢰성을 필

요로 한다. 출력을 최대화하기 위해서는 풍력터빈이 바람 방향과 속도에 따라 조정될 필요가 있다. 만약 터빈에 있는 블레이드(blade)의 각도가 몇 도라도 최적화되어 있지 않다면, 그 터빈의 출력에 상당한 영향을 미칠 것이다.

풍력이나 태양광과 같은 재생에너지는 화석연료 발전과 달리 기상 상태에 따라 출력이 큰 폭으로 달라질 수 있고, 예측도 상대적으로 어렵다. 인비전 에너지(Envision Energy)와 같은 사업자는 이러한 문제를 해결하기 위해, 각 풍력 터빈에 150개의 센서를 부착하고 진동, 온도, 바람속도 등의 여러 속성 데이터를 생성한다. 그 데이터는 실시간으로 수집되고 기상과 지형지도 데이터와 함께 블레이드 각도를 최적화하는 데 활용된다. 그 시스템은 또한 부품들의 마모 상태를 확인하여 사전적으로 적정 유지 보수 시기를 알려준다(Kavis, 2015).

이 밖에도 발전·송전부문의 광역 모니터링 및 제어, 센서 및 자동화를 통한 배전망 관리, 전기자동차 충전 관리 등의 다양한 분야에서 사물인터넷이 활용될 전망이다(박찬국·김현제, 2014). 사물인터넷과 거기에서 생성되는 빅데이터는 전력 생산·전달·소비 과정에서 원격 모니터링, 첨단 제어, 시스템 이상현상 조기경보, 정보 가시화(visualization) 등을 가능하게 함으로써 스마트그리드를 구현하는 핵심 역할을 담당할 것이다.

나. 석유·가스

석유·가스산업은 자원을 채굴하는 시설이 외진 데에

9) 소비자의 수요 절감분을 활용하는 수요반응(DR)도 버추얼파워플랜트의 일종이라고 볼 수 있음. 장기적으로는 분산형 에너지자원에서 출발한 버추얼파워플랜트 사업자는 수요반응까지 사업영역을 확대하고, 수요반응에서 출발한 사업자는 분산형 에너지자원까지 사업영역을 확대할 것임(박찬국, 2015).



개원 30주년 기념 특집 논단

사물인터넷을 통한 미래 에너지산업 발전방향

있고 종종 접근할 수 없다는 특징이 있다. 이런 이유로 이 산업은 운영 효율, 수송관리, 시추 및 파이프라인 모니터링, 보안, 안전도 제고 등을 위해 원격 센서를 이용해야 하는 환경이 성숙해 있다고 볼 수 있다. Berg Insight (2012)는 2011년 말 전 세계적으로 석유·가스 애플리케이션에 보급된 이동통신 또는 위성통신 기기가 164,000대였던 것이, 2016년까지 435,000대로 증가하여 연평균 성장률이 21.5%가 될 것으로 전망했다. 이동통신 사물인터넷 기기와 위성 사물인터넷 기기는 각각 275,000대, 160,000대가 될 것으로 전망했다.

석유·가스부문에서 사물인터넷이 확산되는 주요 동인은 석유·가스 채굴비용이 점점 더 높아지고 있다는 데에 있다. 채굴비용, 특히 석유산업에서의 채굴비용이 올라가는 주요 이유는 신규 매장지 접근이 점점 더 어렵기 때문이다. 셰일가스와 같은 비전통식 시추도 요인 중 하나인데, 셰일가스정 시추가 전통적 천연가스 시추보다 비용이 높기 때문이다. The University of Pittsburgh (2011)는 셰일가스 시추 직접비용이 가스정당 기준 4백만~5백만 달러 수준에서 760만 달러로 약 50% 올라간다고 분석한 바 있다(Warmke, 2012).

환경사고 회피도 또 다른 요인이다. 규제는 관찰마다 다르지만, 캐나다 같은 몇몇 나라들은 파이프라인 누출 같은 사건이 발생하면 파이프라인 소유주에게 즉각적인 책임을 부과하는 등 책임 법규를 엄격하게 적용하고 있다. 규제기관은 비상사태 대응 조치뿐만 아니라 정기적 심사절차도 요구한다. 특히, BP 석유 유출사고 이후 석유·가스회사들은 높아진 안전규제 준수 압력에 대응하고, 또 다른 환경사고를 피함으로써 화석연료 관련 규제가 더 이상 강화되는 것을 막아야 한다는 생각이 보다 강해지고 있다(Lesser, 2014).

안전성 제고 측면에서 위험회피도 주요 요인이다. 센서 데이터 통합은 안전 엔지니어링(safety engineering)을

향상시킬 수 있는 기회를 제공한다. 작업장 안전성을 강화하기 위해 밸브 압력 측정센서와 같은 실제 하드웨어뿐만 아니라, 화재·위기일발·상해 등에 민첩하게 대응할 수 있는 솔루션 개발에도 주력하고 있다. 내륙 파이프라인 모니터링은 특히 석유·가스사업의 중류부문에서 계속해서 주요 관심사가 될 것이다. 누출 방지관련 안전문제 및 정확한 요금청구와 인도 필요성은 중류부문 전체에 사물인터넷 솔루션 보급을 촉진하고 있다.

석유·가스부문 사물인터넷의 적용을 보다 구체적으로 살펴보면, 먼저 시추과정에서 수백 개의 센서들이 활용된다. 시추를 하는 동안 방출되는 유독 황화수소를 감지하는 센서에서부터 최적생산을 위한 유·가스정 압력을 감시하는 플런저 리프트(plunger lift) 센서, 가동 효율을 유지하는 데에 있어 결정적인 탱크 수위 센서에 이르기까지 온갖 종류의 센서들이 있다. 시추단계에서는 센서들이 온도·회전력·장력, 진동계측 등의 많은 파라미터들을 감지하여, 시추 기사가 모니터링할 수 있도록 실시간 데이터를 생성한다. 나아가 원격으로 기계류를 제어하는 쪽으로 발달하고 있다. 이러한 유·가스정에서 생성되는 데이터는 석유, 가스 공급회사들이 유·가스정 생산량을 추적할 수 있게 하여 30~40년 생애주기인 한 개의 유·가스정에서 얼마나 자원이 생산 가능할지를 가늠할 수 있게 해준다.

중류부문은 규제의 영향을 받아 사물인터넷 적용에 있어 이미 상당부분 성숙되었다고 볼 수 있다. 석유·가스의 파이프라인 수송 및 유통은 유출, 안전, 폭발 등의 위험과 관련하여 상당한 규제를 받고 있다. 캘리포니아에서 발생한 샌브루노 파이프라인 폭발사건으로 PG&E는 법적 합의에 5억 달러 이상의 비용이 들었고, 많은 전문가들은 규제적 벌금이 수십억 달러가 될 것이라고 예상하고 있다(Los Angeles Times, 2013).



9.10).¹⁰⁾ 현재 파이프라인을 따라 부식방지 전기방식 센서(corrosion-preventing)와 같은 센서들이 다수 존재하고, 자산추적을 더 잘 할 수 있도록 돕는 센서들이 활용되고 있다. 유통 측면에서 천연가스 산업이 사물인터넷을 상대적으로 많이 활용할 것으로 보인다. 많은 수의 사물인터넷 솔루션 공급자들은 원격센서 데이터가 수출 터미널에서부터 선적선, 해외 인도에 이르기까지, 위성 에 의한 천연가스 선적 추적에 중요해질 것이라고 보고 있다(Lesser, 2014).

마지막으로, 석유·가스 정제에는 증류, 접촉분해(catalytic cracking), 압축, 상품 분류 등의 단계가 있다. 정유사들은 특히 하루 24시간 사람이 대기하고 있고, 이들 데이터 지점들은 SCADA(감시제어 데이터수집시스템)를 통해 운영된다. 많은 수의 제3 기업들은 안전성을 제고하기 위해 센서 데이터를 추출하고 알고리즘을 적용하는 데에 보통 폐쇄적 SCADA 시스템을 개방하려는 시도를 하고 있다. 한 예가 정유 보일러의 부식을 예측하기 위해 정유공장 데이터에 알고리즘을 적용하는 것이다(Lesser, 2014).

다. 가정에너지관리

사물인터넷은 일반 소비자 가정의 에너지관리에도 효과적으로 활용될 수 있다. 보통 가정에너지관리(home energy management)라고 일컬어지는 이 시장은 세탁기에서부터 온도조절기에 이르는 다양한 가전제품을 관리하는 시스템을 설치하는 것으로 요약된다. Gigaom Research와 NextMarket Insights는 가정에너지관리 기기 출하 대수가 2012년 약 170만 대에서 2017년 약 1,220만 대로 증가할 것으로 전망하였다(Lesser, 2013). 앞으로 더 많은 가구가 웹 인터페이스나 스마트폰을 통해 가전기기를 관리할 수 있게 되면서 에너지절약 효과가 높아지고 관련 시장도 커질 것이다. Navigant Research(2014)는 가정에너지관리 시장이 2013년 5억 8,690만 달러 규모에서 2023년 24억 달러로 확대될 것으로 전망하였다.

현재 가정에너지관리에서 경쟁은 온도조절기를 중심으로 이루어지고 있다. 이 분야는 데이터분석 소프트웨어 서비스 뿐만 아니라 네트워크로 연결된 하드웨어 보

[그림 4] Nest 자동온도조절기



자료: Nest 홈페이지(nest.com)

10) <http://articles.latimes.com/2013/sep/10/local/la-me-ln-pge-settlement-san-bruno-pipeline-20130910>.



개원 30주년 기념 특집 논단

사물인터넷을 통한 미래 에너지산업 발전방향

급이 가장 활발한 분야이다. 이는 온도조절이 가정에너지관리 효과 차원에서 가장 효과적인 수단이기 때문이다. 냉난방은 대부분의 가정 에너지소비에서 가장 높은 비중을 차지하고 있다.

전 세계적으로 잘 알려진 자동온도조절기 Nest는 명암, 활동, 온도, 습도 등을 인식하는 센서가 장착되어 있다. Nest는 이 센서들에서 생성되는 데이터를 통해 스스로 프로그래밍하여 에너지사용을 최소화한다. 최근에는 전력회사가 온도조절기 조절점을 원격 조절할 수 있도록 하여 전력회사 수요반응 프로그램에서 활용되기도 한다(Lesser, 2013).

Nest 뿐만 아니라 다수의 모델들이 출시되고 있다. 경쟁사 EcoFactor는 Nest와 유사한 에너지절약 기능을 제공하며 여러 대의 네트워크 연계 온도조절기를 운용할 수 있는 소프트웨어를 개발하고 있다. EnergyHub는 Alarm.com이 홈 시큐리티 시스템을 제공하고 있는 고객을 대상으로 네트워크 연계 온도조절기를 보급하고 있다. Control4는 최근 도어락, 비디오카메라, 조명 등 에너지소비 기기를 포함한 가전기기들을 두루 연결하는 비즈니스 모델을 제시하였다(Lesser, 2013). 이는 조명에서부터 보안, 오락, 온도조절기까지 모든 기기가 단일 네트워크로 연결되어 하나의 플랫폼 위에서 상호 조율되는 광범위한 홈 자동화 시스템을 추구해 가고 있음을 시사한다.

라. 네트워크 조명(connected lighting)

네트워크 조명은 가정에너지관리에서도 부분적으로 언급되었지만 가정뿐만 아니라, 상업용 건물, 거리, 도시 전체적으로 센서와 네트워크를 통해 제어되면서 에너지부문 주요 사물인터넷으로 확대될 수 있다. 네트워크로 연결되는 조명은 기존의 백열전구보다 약 75% 적은

에너지를 사용하며, 백열등보다 35~50배, 형광등보다 2~5배 오래 가는 LED(발광다이오드) 조명과 직접 연관되어 있다(Lesser, 2013). 최근 사람의 수면 패턴에 대한 조명의 영향과 야생생물에 대한 환경적 영향이 강조되면서, 빛 공해와 조명 낭비에 대한 인식이 서서히 확대되고 있다. LED는 에너지효율 편익이 있다는 점 외에도 거의 모든 종류의 네트워크 기술이 적용될 수 있는 조명이라는 점에서 관심을 받고 있다.

우리가 빛을 덜 쓰고자 한다면, 환경 센서와 스마트 조명시스템이 필요할 것이다. LED 자체가 반도체 물질로 구성되어 있기에 일반적으로 실리콘이나 질화갈륨(gallium-nitride) 와이퍼에 기반을 두고 있는데, 이는 LED 전구가 네트워크로 연결되어 원격 제어가 가능한 조건이 된다(Lesser, 2013).

GreenWave Realty와 같은 신생기업들은 아무런 활동이 감지되지 않을 때 자동으로 조명이 꺼지는 기본적인 기능뿐만 아니라, 프로그래밍을 하기 위해 LED 조명에 IP 주소를 장착할 수 있게 하고 있다. Philips는 수요자 중심 색조를 바탕으로 네트워크 연계 조명분야로 뛰어들었고, 소프트웨어 개발자들이 전구를 어렵게 하거나, 끄거나, 동기화하는 애플리케이션을 개발할 수 있도록 소프트웨어 개발키트(SDK)를 개방했다(Kho, 2012).

시장 견인이라는 측면에서 상업 및 산업분야의 움직임이 강한데, 백열등을 네트워크로 연결된 LED 시스템으로 교체함으로써 에너지절약 효과가 두드러지게 정량화되기 때문이다. Digital Lumens와 같은 회사들은 대형 상업 공간에서 조명을 최적화하기 위해 원격으로 명암을 조절할 수 있는 LED 조명 시스템을 보급하고 있다. LED는 백열전구 대비 선행투자비용 면에서 15~20배 더 비용이 들 수 있는 반면, 긴 수명 덕분에 소유 총비용(total cost of ownership)이 보통 4~5배 더 낮다. 현재는 가정분야에서나 상업시설분야에서도 네트워크 조명



시장이 초기이지만, 에너지절약 효과와 함께 규제적 인센티브가 시장 성장을 촉진할 것이다(Wang, 2012).

5. 사물인터넷을 통한 에너지산업 발전방향

가. 사물인터넷의 보안 강화

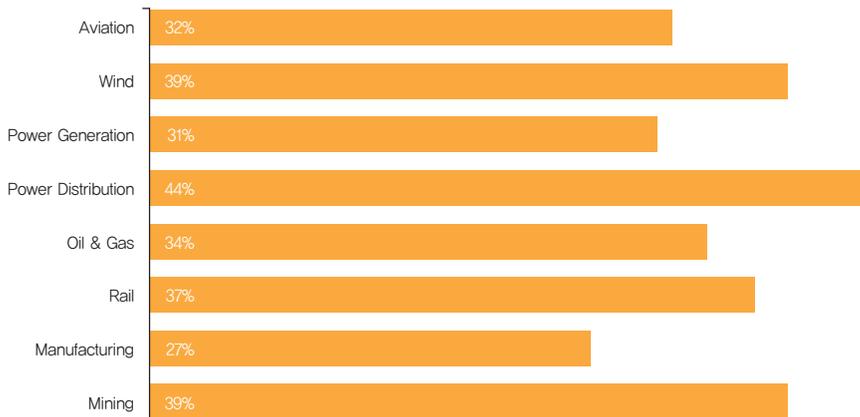
사물인터넷은 에너지시스템의 복잡성을 증대시킬 것이다. 사물인터넷을 통해 에너지 인프라에 대한 연결접점이 늘어나고, 다양한 이해당사자들이 참여하여 실시간, 양방향 정보교환이 진행된다. [그림 5]은 Accenture(2015)가 세계 기업의 경영진을 대상으로 설문조사한 결과이다.¹¹⁾ 설문조사 결과에서 선별된 산업 중에서 배전(power

distribution)부문이 가장 보안 위협에 대한 우려가 높은 것으로 나타났다. 다음으로 풍력과 광업부문이 뒤를 이었다.

에너지부문에서 정보통신 기술의 적용이 가장 활발하게 이루어지고 있는 분야는 전력부문으로 소위 스마트그리드로 대변된다. 스마트그리드에 대한 보안 위협성은 스마트그리드 사업 추진과 함께 지속적으로 제기되고 있다. 데이터 위변조 공격으로 전력계통 운영을 방해하거나 과금정보를 조작할 수 있으며, 스마트미터·전기자동차·배전센서 등을 포함한 수천만 개의 연결접점이 발생함으로써 보안성이 상대적으로 취약해지기 마련이다(박찬국, 김현재, 2014).

사물인터넷으로 인한 전력망의 보안 위협을 개괄적으로 정리하면 다음과 같다(전용희, 2014: 62-63).

[그림 5] 산업별 사물인터넷 도입에 의한 보안 위협 우려
(질문: 보안위협은 자사의 빅데이터 이니셔티브 추진에 영향을 미친다.)



자료: Accenture(2015: 23)

11) Accenture(2015)는 중국, 프랑스, 독일, 인도, 남아프리카공화국, 영국, 미국의 항공, 풍력, 발전, 배전, 석유 및 가스, 철도, 제조, 광업부문에 종사하는 기업 경영진을 대상으로 설문조사를 하였으며, 약 150명 정도가 응답하였음. 이 응답자들의 절반 이상은 CEO, CFO, COO, CIO, CTO에 해당하였음.



개원 30주년 기념 특집 논단

사물인터넷을 통한 미래 에너지산업 발전방향

- **위장/신분 가장:** 합법적인 사물의 신원을 사용하여 불법적으로 통신을 수행하는 공격. 가령 공격자는 다른 스마트미터의 신분을 위장하여 전력소비에 대한 비용을 지불하게 할 수 있음.
- **도청:** 사물인터넷 환경에서 객체 및 장치들은 공중 통신망을 이용하기 때문에 교환되는 데이터에 대한 접근 가능
- **데이터 손상:** 교환되는 전력사용 데이터를 수정하여 전력 과소비를 일으켜 전력망의 과부하 초래
- **권한부여 및 접근 제어 문제:** 불법적인 접근 권한을 획득하여 조작함으로써, 변압기와 같은 물리적 자산을 손상시켜 정전 유발
- **프라이버시 문제:** 전력소비 패턴을 통해 기상 및 취침 시간, 집에 사람이 있는지 여부 판단 가능
- **침해 및 악성 코드:** 스마트그리드 객체들이 물리적 혹은 원격으로 침해 목표가 될 수 있으며, 센서와 같은 자원 제약적인 장치들을 가진 수많은 장치들이 보통 손상-저항(tamper-resistant) 능력이 없어 물리적으로 쉬운 침해 대상이 될 수 있음.

사물인터넷 확산으로 인한 보안 위협 증가에 대한 대응은 산업계가 주도적으로 나설 일이다. 그러나 공공정책 차원에서도 가이드라인 마련 및 보안성 인증과 관련한 역할이 있다. 현재에도 다방면으로 관련 정책을 수립하고 집행하고 있지만, 이 보안 문제는 세상이 정보통신 기술을 통해 지능화되어 가는 과정에서 끊임없이 제기될 문제이다. 무엇보다 관련 사업의 활성화를 위한 명분에서 보안 문제가 축소되어서는 안 되며, 사물인터넷 보급 확산과 보안 강화가 함께 진행될 수 있는 환경을 제공할 수 있어야 할 것이다.

나. 빅데이터 활용 역량 강화

에너지부문에 사물인터넷 적용은 자연스럽게 방대한 데이터를 생성하게 되며, 사물인터넷이 진정 그 가치를 발휘하기 위해서는 그 방대한 데이터를 제대로 활용할 수 있어야 함은 당연한 일이다. 빅데이터 활용 역량의 강화를 위해 기업 차원에서 기술인력을 보강하거나 타 기관과의 네트워크를 구축하는 일을 넘어 정책적으로 데이터 공유와 활용을 촉진하는 역할을 할 수 있다. 이는 개방형 이노베이션 전략의 일환으로서 사물인터넷으로부터 확보되는 데이터 중에서 공공성이 인정되는 데이터는 필요한 수요처들과 공유할 수 있는 플랫폼을 구축할 수 있다(김종익, 2015).

사물인터넷을 통해 생성된 정보의 수집에 대한 소비자의 동의를 전제하더라도 데이터의 공유는 별개의 문제이다. 시장에서 데이터 공유에 대한 인센티브를 제공하거나, 공유가 필요한 시장이 형성되지 않는다면, 해당 정보는 배타적으로만 활용될 것이다. 정책적으로 공유 가능하고 공유 시 편익이 더 크다고 판단될 경우 해당 데이터를 개인정보 침해가 없는 선에서 공유하고 그 활용 가치를 증진시킬 수 있는 기반을 구축할 필요가 있다.

수집된 데이터 활용에서 비롯되는 개인정보 침해 가능성은 그 데이터 자체가 아니라 개별적으로 식별 가능한 프로파일을 만들고, 소비자의 요구와 충돌하는 동기를 가진 자가 그 프로파일에 접근하는 것을 허용하면서 발생한다. 따라서 데이터 출처, 잠재적 위험성, 데이터 접근 가능 주체에 근거하여 에너지 데이터를 분류하고, 각 데이터 범주별로 구체적인 개인정보보호 지침을 만들 수 있다. 에너지사용 데이터 분류과정을 거친 뒤에는 데이터 공개에 따른 잠재적 위험 수준을 정하고, 그 데이터 유출에 대한 권한과 책임을 부여할 수 있다. 그리고 정보를 종합하여 가공함으로써 개인정보 침해를 줄일 수 있을 것이다(박찬국, 2013).

한편, 사물인터넷으로부터 수집된 데이터는 활용목적



에 맞게 가공되는데, 해당 데이터는 활용목적, 분석방법 등에 따라 다양한 방법으로 가공될 것이다. 따라서 가능한 한 다양한 목적을 달성하기 위한 데이터 표준화에 대한 사회적·기술적 합의가 선행되어야 한다. 기술표준 설정이 기술진보를 뒷받침하지 못할 경우 다양한 사회적 비용이 수반되기 때문이다.

다. 다양한 이해관계자의 시장참여 촉진을 위한 정책 신뢰도 제고

사물인터넷이 에너지산업에 접목되기 위해서는 직접적으로 에너지기업, 사물인터넷 부품 및 제품 제조업체, 소프트웨어업체, 시스템통합업체, 통신기업 등의 협력이 필수적이다. 간접적으로는 자동차, 건물 등 사물인터넷 적용 대상 관련 산업체까지 다양한 분야의 기업들의 역할도 필요하고, 제도 마련 및 예산 지원 등 공공기관의 역할도 중요하다.

산업부문의 이해관계자 간의 협력 체계를 구축하기 위해서는 공동 참여 프로젝트를 통해 비교우위 조합의 최적화를 찾아갈 수 있다. 단지 상호운영성과 보안과 같은 기술적 이슈에만 초점을 맞추는 것이 아니라 사물인터넷 활용이 실제 시장에 어떤 영향을 미치고 우리들의 삶을 어떻게 바꿔놓을지에 대한 공동의 탐구가 필요하다.

현재 추진 중인 스마트그리드 확산사업¹²⁾이나 에너지신산업 시범사업이 이러한 공동 참여 프로젝트에 해당한다. 스마트그리드 확산사업은 에너지신산업 범주에 포함되어 논의되고 있고, 향후 에너지신산업의 플랫폼 역할을 할 것으로 예상된다. 이 사업을 통해 스마트그리드

거점도시 구축과정에서 다양한 종류의 업체 간 협력 메커니즘이 구축되기를 희망하고 있다.

그러나 사물인터넷 적용 등 신규 사업들이 활성화될 수 있는 여건이 부분적으로 조성되고 있기는 하지만, 정부의 정책 일관성 및 투명성에 대한 시장참여자들의 신뢰를 제고할 필요가 있다. 스마트그리드 확산사업의 경우 당초 스마트그리드 거점도시 사업이란 이름으로 2013년에 추진할 계획이었으나 예비타당성 분석 지연 등으로 2016년부터 추진되었다. 이 지연과정에서 정부의 스마트그리드 사업 추진 의지에 대한 논란이 일었던 게 사실이다. 또한 정부 담당자가 자주 바뀌고 확산사업 범위와 예산 축소에 대한 소통도 부족했다는 지적이 있다.¹³⁾

스마트그리드의 경우 전력시장이 개방되어 있지 않고 요금도 철저히 규제되어 있는 환경에서, 기업이 에너지신산업에 참여한다는 것은 초기 투자위험이 매우 클 수밖에 없다. 이에 정부는 그 초기 리스크를 줄여주고 새로운 사업 추진과 성과분석을 통해 전력산업의 발전방향을 모색하고자 공공예산을 투입하고 다양한 사업을 추진하고 있다. 그러나 정부의 정책에 대한 신뢰가 받쳐지지 못할 경우 정부 노력의 효과는 단기적으로 그치고, 민간 참여는 주춤해질 수밖에 없다.

사물인터넷의 에너지부문 활용도 에너지신산업 범주에 포함된다. 사물인터넷 활용이 독자적인 사업이라기 보다는 스마트그리드 확산사업, 친환경 에너지자립섬, 전기자동차 사업, 에너지저장장치 구축 등 기타 신산업 속에서 함께 진행될 것이다. 사물인터넷의 편익을 에너지부문에서 실현시키기 위해 다양한 관련 프로젝트에서

12) 2016년부터 2025년까지 총 10년간 추진되며, 2016~2018년 초기 3년간 총 5,668억원을 투입하여 거점도시 13곳을 구축함. 이 중 국비는 660억원, 나머지 재원은 거점도시 구축에 참여하는 기업이 담당함. 2017~2025년간은 민간 주도로 추진됨(산업통상자원부, 2015).

13) <http://www.ekn.kr/news/article.html?no=162841>.



개원 30주년 기념 특집 논단

사물인터넷을 통한 미래 에너지산업 발전방향

사물인터넷 활용 가능성을 재점검하고 보다 발전적인 사업으로 진화할 수 있도록 지원해야 할 것이다. 그리고 추진 중이거나 추진 예정인 사업들 간의 연계성을 검토하고 상호 융합을 통한 시너지 창출방안도 함께 모색할 필요가 있다.

또한 다양한 사업자가 참여하는 가운데 사업자 간 이해 충돌이 발생할 수 있다. 대표적으로 에너지데이터 공유 문제와 신규 기업의 시장참여 문제가 이에 해당한다. 현재 전력 판매시장은 진입이 어렵고, 전력소비 정보는 판매사업자가 사실상 독점하고 있다. 이러한 가운데 에너지데이터 공유 요구나 신규 에너지시장 참여 요구는 이해관계자 간 갈등을 키우게 되는데, 갈등을 조율하고 에너지산업 경쟁력을 높여갈 수 있는 정부의 역량 강화가 중요하다.

마. 소비자 수용성 확보

기술 수용주체는 산업·상업·공공부문, 일반인 모두가 포함된다. 사물인터넷 응용분야로 앞서 언급한 스마트그리드, 석유·가스부문은 대체로 산업체가 수용주체가 될 것이며, 가정에너지 효율부문은 일반인이 주요 고객이 될 것이다. 산업체 입장에서는 운영 효율성 및 생산성 제고, 산업안전 향상, 규제 대응 등 사물인터넷 도입 동기가 상대적으로 높다. 그러나 일반 소비자 입장에서는 그 편익이 명확히 보이지 않는 이상 적극적으로 해당 기술을 수용하지 않을 것이다. 또한 편익이 명확히 인지된다고 할지라도 개인적인 차원에서 기술 이용의 복잡성, 기기 오작동 문제, 전자파 피해, 개인정보 침해 우려,

해킹 위협 등의 요인들이 기술 수용의 장애요인으로 작용할 수 있다.¹⁴⁾

아직 사물인터넷을 통한 에너지관리 서비스가 보편화되어 있지 않은 가운데, 이러한 장애요인은 막연한 두려움일 수도 있다. 이 장애요인을 해결하는 주요 주체는 기업이겠지만, 정책적으로도 기술 성능 및 안전성 인증, 개인정보 보호를 위한 데이터 거버넌스 구축 등에서 지원이 함께 이루어져야 한다.

바. 미래수요 인력 양성

사물인터넷의 편익 중 대표적인 것은 생산성 향상이다. 일부 사례에서 원격점검, 제어와 첨단 자동화 기술을 통해 생산성이 올라갈수록 산업 전반적으로 사물인터넷 도입 동기는 더 빨라질 것이다. 그러나 이 과정에서 고용은 함께 증가하지 못하고 있다. 소프트웨어나 기계가 사람이 했던 일을 대신 하면서 필요한 인력의 수는 줄어들고 있다.

제러미 리프킨(Jeremy Rifkin)은 1995년 출간한 “노동의 종말(The End of Work)”에서 “우리 사회는 정교한 소프트웨어 기술을 통해 점점 더 노동자 없는 문명의 세상으로 나아갈 것이다”고 주장하였다. 그리고 그의 예언은 지금 현실로 나타나고 있다. 일례로 1997년과 2005년 사이 미국 제조업 산출량은 약 60%가 늘었지만, 비슷한 시기인 2000년과 2008년 동안 제조업 일자리는 30만 개가 줄어들었다. 이러한 현상은 제조업 생산성 향상으로 더 적은 노동자로 더 많은 산출량을 얻을 수 있었기 때문에 나타난 결과이다. 그 생산성 향상은 로봇, 컴

14) 최근 설문조사(박찬국·김현제(2015))에 따르면 기술 이용의 복잡성, 기기 오작동 문제, 전자파 피해, 개인정보 침해 우려, 해킹 위협 중 해킹 위협을 제외하고는 나머지 요인 모두 95% 신뢰수준에서 사물인터넷 수용 장애요인으로 확인되었음. '해킹 위협'은 t값이 95% 신뢰수준에는 미치지 못했으나 거의 근사치를 보이고 있었음.



퓨팅, 소프트웨어 등의 정보·전자·제어 기술에 바탕을 두고 있다(Rifkin, 2014).

앞으로 사물인터넷, 빅데이터, 머신러닝 등의 기술이 발달하고 보급이 확산되면서 이러한 생산성과 고용 간의 괴리는 더욱 커질 수 있다. 지금까지는 단순 노동직이 기계에 의해 대체되었지만, 앞으로는 지식노동자도 기계에 의해 대체되어 갈 것이다. 기계가 인터넷에 연결되고 빅데이터 분석 및 학습 역량을 갖춰가면서 기존에 사람만이 할 수 있었던 일들을 기계가 처리할 수 있게 된다.¹⁵⁾

에너지산업 역시 이러한 흐름을 피해갈 수는 없다. 사물인터넷을 비롯한 정보통신 기술의 적용은 우선적으로 계량기 검침과 같은 단순 업무에 해당하던 직종들을 기계로 대체하게 할 것이다. 그러나 다른 한편으로는 에너지데이터 분석, 원격제어, 소프트웨어 개발 등에서 신규 일자리가 창출될 것이다. 그렇다고 새롭게 생겨나는 일자리가 사라지는 일자리보다 많을지에 대해서는 회의적이다. 에너지산업의 전체 일자리 양상이 어떻게 달라질지에 대해서는 추가 연구가 필요하겠지만, 제조분야에서 나타난 현상과 같이 자동화와 지능화를 통해 생산성은 올라가면서 일자리 수는 대체로 감소할 가능성이 높다.

에너지분야에서도 하드웨어보다는 소프트웨어 쪽으로 무게 중심이 이동하고 있다. 이러한 과정에서 관련 신규인력을 육성하고 기존 인력의 재교육을 통해 변화하는 에너지산업 환경에 적응할 수 있도록 해야 할 것이다. 그렇지만 분명 변화하는 환경에서 적응하지 못하는 이들도

많을 것이다. 이러한 문제는 비단 에너지산업만의 문제는 아니며, 국가 전체 차원에서 살펴볼 일이다.

6. 결론

사물인터넷은 기존에 인터넷에 연결된 객체가 컴퓨터나 스마트폰이 전부였지만, 앞으로 인터넷에 연결되면 부가가치가 높아지는 사물들을 찾게 되고 그 사물들이 상호 네트워크로 연결될 것임을 시사한다. 사물인터넷 기술 자체에서 뭔가 새로운 것을 찾기보다는 그동안 인터넷에 연결되지 않았던 사물들이 인터넷에 연결되면서 발생시키는 효과에 대해 보다 집중적으로 관심을 가져야 할 것이다. 에너지분야도 이러한 흐름을 비껴갈 수는 없다. 그동안 인터넷과는 거리가 멀었던 발전소, 변전소, 송배전망, 계량기, 석유·가스파이프라인, 가정 에너지 소비기기 등이 인터넷에 연결되면서 원격 모니터링 및 제어, 사전적 유지보수가 가능해지고 있다. 그런데 이는 어찌 보면 그동안 다양하게 논의해온 에너지와 ICT 융합의 대표적인 사례들로 귀결된다. 즉, 특별히 새롭다기보다는 기존에 그랬던 에너지부문의 지능형 미래상들이 사물인터넷을 통해 보다 구체화된다고 볼 수 있다.

본고에서 살펴본 주요 사물인터넷 활용분야는 스마트 그리드, 석유·가스, 가정에너지관리, 네트워크 조명이다. 이 외에도 다양한 영역에서 사물인터넷의 기능이 활용될 수 있을 것이다. 다만, 본고에서 언급하였듯이 보안

15) 옥스퍼드대의 Frey and Osborne(2013)은 702개의 일자리를 분석한 결과, 약 47%의 일자리가 20년 안에 사라질 것으로 전망하였음. 일자리가 없어질 직업으로 텔레마케터를 1순위로 선정하였고, 파쇄기계 운전기사(50위), 약제사(150위), 동물 관리인(250위), 유리창 교체 근로자(300위), 일반 수선공(350위), 치과보조원(400위) 등이 선정되었음. 그리고 미국 Forrester Research(2015)는 자동화와 로봇화로 인해 2025년까지 2,270만 개의 일자리가 사라질 것으로 전망하였음. 이는 미국 전체 일자리에서 약 16%를 차지하는 수치임. 소프트웨어, 엔지니어링, 로봇수리 등 새로운 일자리 창출을 감안해도 910만개(전체 일자리의 약 7%)의 일자리를 없어질 것으로 내다봤음. 또한, 한국정보화진흥원(2013)은 현재 정보통신기술의 발달은 데이터분석, 머신러닝 등을 통해 의료, 법무 등 지식업무분야도 대체하기 시작하였다고 진단하였음.



개원 30주년 기념 특집 논단

사물인터넷을 통한 미래 에너지산업 발전방향

문제를 비롯하여 빅데이터 활용역량 강화의 민간기업 참여촉진을 위한 정책 신뢰 제고, 소비자 수용성 확보, 미래 수요 인력양성부문에서 함께 대응할 때 사물인터넷의 가치를 충분히 활용할 수 있을 것이다. 앞으로 각 과제별로 심층적으로 검토해야 하고, 에너지산업의 지능화를 통한 산업경쟁력 강화를 위해 꾸준히 고민해야 할 것이다.

참고문헌

〈국내 문헌〉

김종익, “주요국 빅데이터 정책현황과 국내 에너지 수
요관리부문 활용방안,” 「에너지포커스」, 제12
권 제2호, 에너지경제연구원, 2015

박찬국, “스마트그리드 보안과 정보활용의 조화,” 「주
간기술동향」, 정보통신산업진흥원, 2013.5

_____, 일본 전력시장 개혁에 따른 신사업 발전방향,
에너지경제연구원, 2015

_____. 김현제, 에너지부문 정보통신 융합의 전개구
도와 영향, 에너지경제연구원, 2014

_____, 사물인터넷을 통한 에너지신산업 발전
방향 연구 - 텍스트마이닝을 이용한 미래 신호
탐색, 에너지경제연구원, 2015

산업통상자원부, “산업부, 내년도 예산안 수출활력 제
고와 신산업 창출 지원에 중점 투자,” 보도자료,
2015.9.10

전용희, “사물인터넷(IoT) 기반 스마트그리드 보안 특
성 및 쟁점 분석,” 「정보보호학회지」, 제24권
제5호, 2014.10

한국정보화진흥원, IT기반 5대 중장기 비즈니스 트렌드
전망, 2013.12

〈외국 문헌〉

Accenture, Industrial Internet Insights Report,
2015

Berg Insight, M2M Applications in the Oil and
Gas Industry, 2012

BNEF(Bloomberg New Energy Finance), Market
Size: Smart Meters, 2015.7a

_____, “Can
device level data boost home energy
saving?” Research Note, 2015.4b

Cisco Systems, Embracing the Internet of
Everything to Capture Your Share of \$14.4
Trillion, 2013

Forrester Research, “The Future Of Jobs, 2025:
Working Side By Side With Robots,” 2014.8

Freescale, “What the Internet of Things Needs to
Become a Reality,” White Paper, 2014.5

Frey, C. B. and Osborne, M. A., “The Future of
Employment: How Susceptible are Jobs to
Computerisation?” OMS working paper,
Oxford University, 2013

GE Capital, “The Industrial Internet: Intelligent
Machines, BigData and Software Innovation,”
2012

Government Office for Science, The Internet of
Things: making the most of the Second
Digital Revolution, 2014

IIC(Industrial Internet Consortium), “Energy Produc-
tivity and The Industrial Internet,” [http://
www.iiconsortium.org/vertical-markets/
energy-utility.htm](http://www.iiconsortium.org/vertical-markets/energy-utility.htm), 2015.7.6 접속

Kavis, M., “Envision Energy Leverages IOT



- Technologies To Optimize Renewable Energy,” Tech. Forbes, 2015.2.13
- Kho, J., “The Next Wave in Lighting and the Internet of Things,” Green Tech, Forbes, 2012.10.21
- Leeser, A., “Internet of things: the influence of M2M data on the energy industry,” Gigaom Research, 2014.3
- _____, “What the internet of things means for cleantech,” Gigom Research, 2013
- Lopez Research, “An Introduction to the Internet of Things: Part 1. of The IoT Series,” 2013.11
- Mckinsey Global Institute, “The Internet of Things: Mapping The Value Beyond The Hype,” Mckinsey&Company, 2015.6
- Navigant Research, Home Energy Management, 2014
- Raymond James, The Internet of Things: A Study in Hype, Reality, Disruption, and Growth, 2014
- Rifkin, J., “The Zero Marginal Cost Society – The Internet of Things, The Collaborative Commons, and The Eclipse of Capitalism,” Palgrave Macmillan, 2014
- The Faktory, Internet of Things: Overview of the market, 2014.9
- Vermesan, O., Friess, P., Internet of Things: Converging Technologies for Smart Environments and Integrated Ecosystems, River Publishers, 2013
- Wang, U., How to make LED lighting mainstream: make it a service, Gigaom, 2012.9.27
- Warmke, J., Frac-Onomics: Why Fracking Makes Little Economic Sense, EcoWatch, 2012.1.30
- WEF(World Economic Forum), Industrial Internet of Things: Unleashing the Potential of Connected Products and Services, 2015.1

〈웹사이트〉

<https://newsroom.cisco.com/>

<https://ko.wikipedia.org/wiki/IPv6>

<http://articles.latimes.com/2013/sep/10/local/la-me-ln-pge-settlement-san-bruno-pipeline-20130910>

<http://www.ekn.kr/news/article.html?no=162841>