

에너지와 ICT에 의한 기술과 사회

홍원표 <한밭대학교 설비공학과 교수>

1 서론

우리는 새로운 지식과 기술의 출현으로 오늘날 화석문명이 이룩한 기술적 진보와 ICT기술을 통하여 편리성과 서비스를 무한히 제공받는 행복한 시대에 살고 있다. 하지만 조금 깊이 그 내면을 들여다보면 매우 극박하게 변화하고 예측하기 어려운 아니, 호모 사피엔스가 이룩한 화석연료기반의 문명이 이제 어떤 방향으로 진행될지 모르는 제2의 기계시대를 맞이하고 있다[1]. 에너지관점에서는 리프킨이 석탄 기반의 제1산업혁명, 석유기반의 제2산업혁명 현재는 분산전원과 수소에너지로의 제3의 산업혁명을 진행 중이라고 세계적인 화두를 던진 바 있다[2]. 그는 사물인터넷(Internet of Things: IoT)은 지구상 모든 활동에 관한 정보를 센서를 통해 빅데이터로 제공하고 언급했다. 가로등에 부착된 센서는 주변 빛을 감지해 가로등이 스스로 밝기를 조절하게 해준다. 대형마트나 물류센터에 설치된 센서는 어떤 제품이 잘 팔리는지 관련 정보를 판매 및 생산 부서에 전달한다. 앞으로 이런 센서들은 태양광과 ESS(Energy Storage System)의 에너지로 쓰기 때문에 유지비용도 거의 들지 않게 될 것이다. 이렇게 되면 기업의 재고나 물류, 생산 비용이 획기적으로 떨어질 것이다. 세계에 깔린 센서 수는 2007년 1000만개였지만, 2013년 현재 약 100~150억 개의 사물이 인터넷에

연결되어 있는 것으로 예측되고 있으며 그 수는 지속적으로 증가할 것으로 예측되고 있다. 2030년이면 100조개가 사물인터넷으로 연결될 것이다. 에너지 분야에서도 이미 에너지 인터넷(Energy Internet 또는 에너지 IoT) 시대가 시작되었다. 에너지도 ICT와 같이 양방향으로 실시간으로 거래하고 모니터링하고 관리하는 마이크로그리드와 스마트그리드가 통합된 에너지 인터넷이 되었다. 에너지와 사물인터넷이 이끄는 3차 산업혁명이 새로운 일자리를 창출할 것이다. 독일은 앞으로 40년간 건물 100만개를 사물인터넷으로 연결하는 리뉴얼 작업에 착수했다. 통신 인터넷과 에너지 인터넷, 교통 인터넷을 연결하는 거대한 사물인터넷 시대에는 센서가 필수적이다. 독일은 현재 에너지의 27%가 태양열과 풍력 등 재생에너지에서 나온다. 이 비율이 2020년엔 35%로 올라가고, 2040년엔 거의 모든 에너지를 재생에너지로 대체할 계획이다. 태양광과 풍력의 장점은 한계비용이 제로라는 것이다[3]. 한번 설치하면 태양이나 바람은 우리에게 비용을 청구하지 않는다. 태양광발전 비용은 획기적으로 감소했다. 태양광으로 전력 1와트를 생산하는 비용은 1970년에 78달러였지만, 지금은 30센트대로 줄어들었다. 온실가스 저감이라는 기후변화에 대응하기 위하여 에너지 인터넷은 세계적인 경쟁에 돌입했고 대세로 자리잡아가고 있다. 이는 에너지인터넷과 ICT가 융합된 기술을 바탕으로 설계와 시공

및 관리기 이루어져야 하는 가정과 빌딩, 빌리지, 타운, 도시에 직접적인 영향을 미치며 인간의 삶에 필수적이고 생태학관점에서 기술문명을 고려해야 할 시점에서 인간의 사고, 지식과 기술 사상 및 문화에도 그 영향을 간과할 수 없게 되었다. 또한 이에 부과하여 현재 기술과 지식의 융합을 이끌고 있는 IoT, 딥러닝(deep learning) 기반의 인공지능, 빅데이터, 클라우드 컴퓨팅, 전기자동차의 대중화와 무인자동차, 인간지능수준을 가진 학습하는 로봇 및 유무선이 결합된 ICT의 기술과 서비스로 요약되는 신기술분야가 등장하였으며, 에너지와 ICT 및 신기술의 결합을 통하여 새로운 서비스와 새로운 산업을 도출하는 데 기폭제 역할을 하고 있다. 또한 글로벌 ICT기업들이 웨어러블 디바이스, 가상현실 등을 선보이면서 인간의 몸과 능력을 일부 대체하거나 이를 증강(augmentation)시키기 위한 다양한 기술과 서비스들을 둘러싼 경쟁이 한층 치열해지고 있다. 인문사회 학자를 포함한 일부의 국내외 전문가들은 인간의 신체능력이나 인지능력과 직결된 이러한 기술 트렌드의 등장에 대해 ‘포스트휴먼(post-human)’이라는 수식어를 붙이기 시작했는데, ‘포스트휴먼 기술’이란 말 그대로 기술이 인간을 대신하거나 대체한다는 것이다. 이는 기술이 기존의 인간 존재양식에 큰 변화를 가져온다는 점에서 단순히 서비스제공자 또는 기술개발자의 관점을 넘어 인문사회과학적 접근과의 보다 폭넓은 접점이 그 어느 때보다도 중요해지고 있다. 그림 1은 포스트 휴먼의 기술의 유형화를 나타낸 것이다. 이는 새로운 시대의 예측 불가능한 제2의 기계시대가 진행되고 있는 일례라 부르고 싶다[4]. 이에 본고에서는 우리 전기엔지니어가 다루고 있는 실내외의 조명과 전기설비는 스마트 가정(거주공간)과 빌딩(작업공간) 좀 더나가서 문화공간인 빌리지와 시티 창조에 밀접한 관계가 있는 에너지인터넷, IoT, 빅데이터, 스마트한 인공지능 등의 기술특성을 살펴보고 이로 인하여 에너지 인터넷과 ICT의 융합으로 나타날 초

연결사회·지능화 및 제로에너지사회에 미치는 영향 등에 대하여 기술하고자 한다.

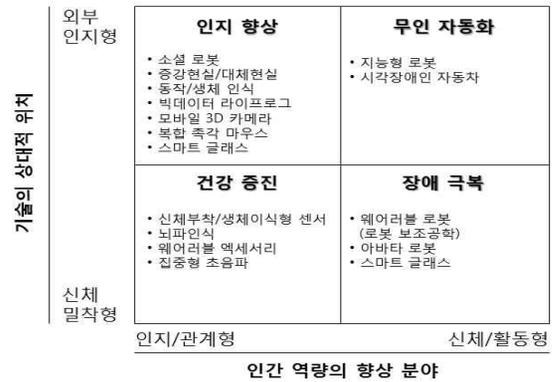


그림 1. 포스트 휴먼 기술의 유형화

2. 에너지와 ICT와 관련된 새로운 기술

2.1 스마트 기술

스마트 기술이란, 기술자체가 스마트한 것이 아니라, 개인과 산업을 보다 더 스마트하게 만드는 기술이라고 할 수 있다. 도처에서 발생하는 상황을 민감하게 인지하고 분석 및 예측을 통해 신속하게 대응할 수 있는 개인화된 상품과 서비스를 제공하기 위한 스마트기술은 센싱(sensing), 인텔리전스(intelligence), 모빌리티(mobility), 탄력(elasticity), 통합(integration)의 5가지 속성을 지닌 총체적 기술이다. 스마트 기술은 각 산업의 새로운 비즈니스를 창출하고 지속적으로 진화 발전시키는 원동력 역할을 할 것이다. 여러 스마트 기술들이 산업 영역에 적용되어 기존에는 없었거나 불가능하였던 새로운 산업의 변화를 가져오게 되었다.

이러한 새로운 비즈니스는 스마트기술로 인한 끊임 없는 융복합을 통해 스마트인더스트리의 새로운 비즈니스들이 창출되며 지속적으로 진화 발전을 계속할 것이다. 앞서 언급된 스마트 기술은 도시(City), 가정(Home), 공장(Factory), 일(Work), 엔터테인

먼트(Entertainment)등에서 다양한 산업과 기술이 결합해 우리 생활을 급속히 변화시키고 있다.

자동차 분야의 스마트 카, 가전분야의 스마트TV 그리고 에너지 분야의 스마트그리드와 마이크로그리드, 금융 분야의 스마트카드, 건설 분야의 스마트빌리지와(에코) 시티 등 ‘스마트’라는 용어가 유행처럼 쓰이고 있다. 현재 사회경제적인 현상으로서 스마트란 개인과 산업이 고도로 지능화된 것을 의미한다. 스마트의 핵심적인 특성은 ‘인텔리전스(Intelligence)’이지만 스마트시대는 이러한 특성만을 의미하는 것은 아니다. 스마트시대는 갑자기 출현한 것이 아니라 인터넷 시대의 네트워크와 유비쿼터스 시대의 모빌리티, 컨버전스 시대의 컨버전스 등의 속성과 ‘인텔리전트’한 정보기술이 융합돼 출현하게 된 새로운 패러다임의 시대라고 할 수 있을 것이다. 즉 컨버전스 시대를 거치면서 산업과 기술 등이 융복합되는 과정에서 인텔리전트한 기술들로 인해 과거에 경험할 수 없었던 새로운 가치와 비즈니스들이 탄생하게 된 시대인 것이다[5].

2.2 IoT와 빅데이터 기술

2.2.1 IoT 기술

사물인터넷(IoT)은 ICT시장을 관통하는 핵심 키워드 중 하나다. 평범한 사물이 지능과 연결성을 기반으로 서로 정보를 공유하고, 이를 통해 소비자를 위한 새로운 가치를 창출한다는 점은 미래에너지 시장에 대한 기대까지 품게 한다. 이제 IoT는 스마트홈, 스마트카, 웨어러블 디바이스에 이르기까지 다양한 형태로 확산되고 있다. 미국은 IoT를 2025년까지 국가 경쟁력에 영향을 미칠 ‘6대혁신적인 파괴적 기술’ 중 하나로 선정했으며, 국내에서도 지난 2014년 5월에 창의적 IoT 서비스 시장 창출 및 확산을 위한 ‘사물인터넷 기본 계획’을 발표했다. 이처럼 IoT에 대한 관심과 기대는 날이 갈수록 점점 커지고 있다.

IoT는 기존 기기 스마트화 중심의 모바일 환경과

다른 새로운 변화들이 나타날 수 있다. IoT는 기존 인터넷의 개념을 확장하여 다양한 주변 사물이 인터넷에 참여하는 사물 대 사물, 사람대 사물간의 네트워크를 포괄하는 차세대 인터넷의 패러다임이다. IoT의 3대 구성 요소와 개념도는 그림 2와 같다.

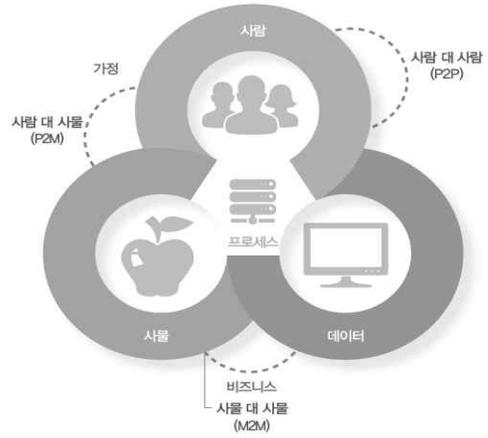


그림 2. IoT의 개념도

IoT(M2M)는 개념적으로 “지능화된 사물들이 연결되어 형성되는 네트워크상에서 사람과 사물 (물리 또는 가상), 사물과 사물간에 상호 소통하고 상황인식 기반의 지식이 결합되어 지능적인 서비스를 제공하는 글로벌 인프라”로 정의할 수 있다[6-7]. 그림 3은 IoT의 개념을 설명하기 위한 서비스 개념도로서, 1)식물의 상태를 실시간으로 모니터링하여 자동으로 물을 공급해 주는 사물간 지능 통신 서비스, 2)주변 상황을 인지하여 인간에게 필요한 상태로 환경을 제어하는 사물과 사람의 소통 서비스, 3)에너지 생산과 소비 상황을 실시간으로 수집하고 분석하여 실시간 에너지 요금을 결정하여 소비자에게 제공함으로써 에너지 사용을 최적으로 제어하는 집단지능 서비스 등 예제를 보여준다. IoT에 의해서 인터넷에 연결되는 사물은 수동형 또는 능동형, 정보의 보유형 또는 단순 식별 ID보유형, 물리적 사물 또는 가상 객체 등 제한 없이 그 형태가 매우 다양하다.

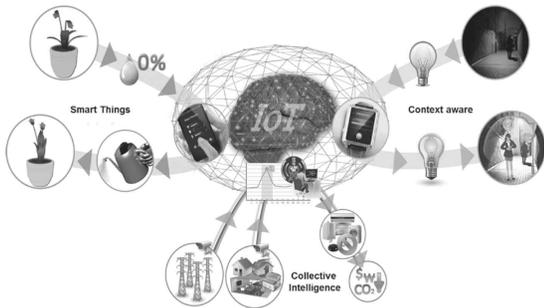


그림 3. IoT서비스 개념도

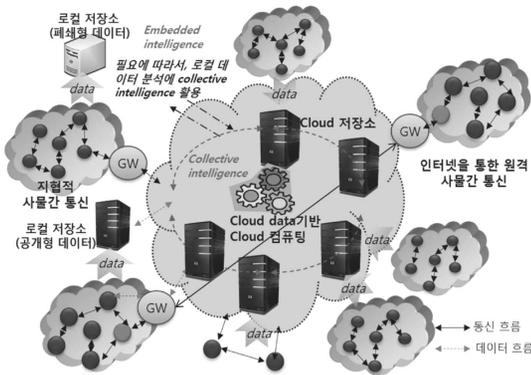


그림 4. 글로벌 네트워크 인프라로서 IoT

그림 4와 같이 IoT를 형성하는 글로벌 네트워크 인프라는 기본적으로 모든 정보/제어/컴퓨팅 요소들이 연결되어 목적에 따라 접근하여 활용된다. 모든 사물은 인터넷을 통한 원격 사물간 통신에 의해서 연결되며, 필요시 사물 간 지협적 통신을 통해 통신비용 절감 및 효율성 제고 그리고 재난 상황에 대한 대응이 가능해진다. 글로벌로 연결되는 사물은 게이트웨이를 통해서, 혹은 직접 인터넷에 연결될 수도 있다. 정보처리 측면에서는 도메인별 정보를 Cloud 저장소를 활용해서 글로벌 인프라에 제공함으로써, 다양한 도메인별 정보를 모두 공유하고 필요에 따라서 도메인별 정보를 융합한 집단지능 정보(collective intelligence)를 생성함으로써 인간의 삶을 보다 지능적으로 지원할 수 있게 될 것이다. 동시에, 공유하기 예민한 정보들은 폐쇄형 로컬 데이터 저장소에 저

장하여 외부의 필요한 정보와 융합한 embedded intelligence를 도출할 수도 있다. 이러한 정보처리 및 제어처리를 글로벌하게 공유하거나 혹은 폐쇄적으로 운용하는데 있어서 public cloud computing 기술과 private cloud computing 기술이 진화하여 지속적으로 발생하는 대량의 이중 데이터 처리 기술(big data)을 효과적으로 지원하게 될 것이다[7-8].

2.2.2 빅데이터 기술

향후 5년 내에 IoT 기술을 적용한 기기와 이를 통해 창출되는 부가가치는 급격히 확대될 전망이다. Cisco는 2020년에는 500억 개의 IoT 디바이스가 존재할 것으로 예상했고, IDC는 2020년에 IoT 디바이스와 서비스로부터 창출되는 시장 규모가 7조 달러에 육박할 것으로 보고 있다. 시장 환경은 분명 우호적이다. 하지만 이러한 변화에 대한 우려도 공존한다.

올해 초 라스베이거스에서 열린 CES 2015(국제 전자제품박람회)에 등장한 경제학자 제레미 리프킨은 '사물인터넷 시대의 기회와 장애 요인'에 대해 기초 연설하며 IoT의 가능성은 무궁무진하지만 플랫폼의 호환성이 떨어지고 산업 간 협업도 원활하지 않다는 것이 IoT 시대의 도래를 막는 커다란 장벽이라고 언급했다. 미래 환경을 대비하기 위해서는 IoT 기술과 더불어 플랫폼의 변화 역시 필요하다는 지적이다. 특히 '21세기 원유'로 불리며 주요 IT 트렌드로 자리잡은 빅데이터(Big Data)는 IoT 기술 상용화의 필수 조건이다. 빅데이터는 기존 데이터베이스 관리도구로 데이터를 수집, 저장, 관리, 분석할 수 있는 역량을 넘어서는 대용량 정형 또는 비정형 데이터의 집합, 또는 이러한 데이터로부터 가치를 추출하고 결과를 분석하는 기술을 의미한다. 향후 빅데이터 시장은 크게 성장할 것으로 예상된다. 리서치 그룹 위키본(Wikibon)에 따르면 빅데이터 시장의 규모는 올해 384억 달러에 이르고, 2017년에는 501억 달러로 성

장할 것으로 예측했다. 물론 데이터 확보, 정보보호 및 보안, 예산, 분석 역량 및 전문가 부족 문제 등 빅데이터 활용이 어려운 게 사실이다. 하지만 본격적인 IoT 시대를 여는 각종 센서와 기기에서 발생하는 방대한 데이터를 신속하게 처리하는 것, 즉 빅데이터 분석 솔루션은 필수다. IoT와 빅데이터의 만남은 미래 사회 변화의 주요한 밑거름인 까닭이다[9].

일례로 에너지와 IoT를 융합하여 이루어질 서비스를 고려할 때 다양한 에너지 IoT 정보 플로우를 통합, 저장하여 지능적 서비스를 제공하는 에너지 빅데이터 플랫폼 기술이다.

다양한 수용가에 적용이 가능한 지능형 분석 기술을 실시간, 히스토리 기반으로 적용하여 향후 에너지 소비 예측 소프트웨어에 사용하거나, 순간적인 실시간 에너지 분석을 통해 최적화된 에너지 관리, 제어 기준으로 사용하게 된다. 빅데이터 시스템은 시간적인 데이터 저장 확장을 제공하여 지속적인 에너지 데이터의 누적과 분석 서비스를 제공하며 다양한 분석을 통한 에너지 빅데이터 처리는 기존의 에너지 절감 방법의 적용 효율성을 확인할 수 있으며, 지금까지 발견하지 못했던 절감 방법, 절감 방향을 도출할 수 있을 것으로 기대한다. 그림 5는 빅데이터 에너지 플랫폼 기술을 나타낸 것이다.

2.3 인공지능 (딥러닝 : deep learning)

2014년 가트너가 주목해야 할 IT 기술 중 하나로 딥러닝(Deep Learning)을 선정한 후, 이에 대한 관심도 급속도로 증가하게 되었다[10].

인공지능이 사람 수준의 지능을 갖는다는 것은 무슨 의미일까? 이 문제는 결국 강한 인공지능과 약한 인공지능을 구별하게 하는 입장 차이를 가져온다. 강한 인공지능은 인간이 갖고 있는 의식 수준을 기계가 갖추는 것을 의미하며, 이는 결국 ‘생각을 갖는다는 것은 무엇인가’라는 철학적이면서 뇌과학적 문제로

귀결된다. 반면에 약한 인공지능은 인간 지능의 본질적 특성과 관련 없이 특정 영역에 집중해 지능을 시뮬레이션함으로써 사람들이 진짜 지능인지 아닌지 구별할 필요가 없이 프로그램이 성과를 보이면 된다는 입장이다. 아직까지 대부분의 연구성과는 약한 인공지능의 결과라고 생각할 수 있다.

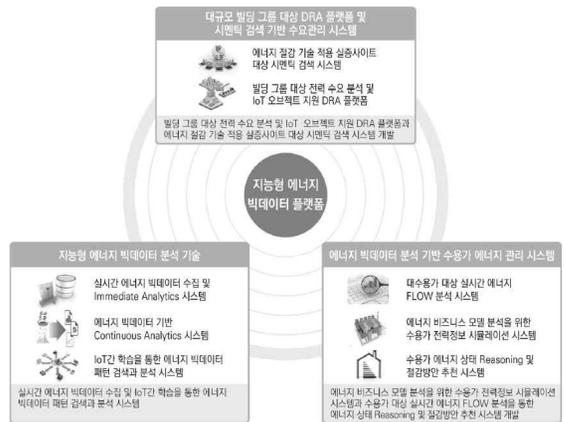


그림 5. 에너지 빅데이터 플랫폼기술

구분	주목해야 할 기술 분야	비고
Key Enabler	• Deep Learning 알고리즘	• 빅데이터 • 심층신경망
	• 자율조직화 플랫폼	• Internet of Things • Web of Things
Humanized Technologies	• 언어처리 및 감정인지 기술	• 자연어 처리 • 사람보다 사람을 더 잘 이해하는 기계
	• 인체감각형 감각제어	• 기계적 센서와 인간신경망 통합 • 바이오에카트로닉스
Thinking-machinized Business	• 제조 가상화를 위한 스마트 팩토리	• Industrie 4.0 • 3D 프린터
	• 학습 적용형 병용 로봇	• PC like Robot (기존 산업용 로봇=메인프레임 컴퓨터)
Data-based Governance	• 데이터 기반 거버넌스	• 빅데이터 • ABM(Agent Based Modeling) • 슈퍼컴퓨팅

그림 6. EPRI가 선정한 주목해야 할 7대 기술 분야

인공지능은 1990년대를 넘어서면서 기존의 접근 방식으로도 뛰어난 성과를 보일 수 있음을 증명하기 시작했다. IBM의 ‘딥 블루’가 대표적이다. 1997년 5월 11일 체스 세계 챔피언 개리 카스파로프를 이겼고, 2011년 2월 왓슨으로 부르는 질의응답 시스템이 제퍼디 퀴즈쇼에서 최고의 퀴즈 챔피언인 브래드 루

터와 켄 제닝스를 물리쳤다. 왓슨의 기술은 확률 통계적 방식, 검색기술, 자연어 처리, 기계학습 등의 고전적 방식과 일부 딥러닝 기술을 활용했다.

이후 IBM은 왓슨을 업그레이드 하고 10억 달러를 투자하면서, 이를 기반으로 하는 인지 컴퓨팅 사업을 적극 추진하고 있다. 여러 병원에 암 환자 치료를 위한 의사 보조 시스템으로 활용하며 새로운 요리법을 발견하고, 중역회의에서 주요 의사결정을 지원하는 용도로 사용할 수 있음을 제시하고 있다. 최근 IBM은 왓슨을 이용해 이 메일을 더 잘 정리할 수 있는 새로운 메시징 소프트웨어(SW) '버스(Verse)'를 선보일 예정이라고 발표했다.

나아가 이를 하나의 엔진으로 API를 제공함으로써, 이를 기반으로 하는 새로운 앱 생태계를 만들기 위해 1억 달러를 지원하는 등 많은 창업자와 SW 개발회사의 관심을 이끌어 내고 있다. 이는 주디아 필, 알렌 뉴웰 등에 의해 확률과 의사결정 이론, 경제학 이론, 통계 방식을 적극적으로 인공지능 분야에 도입한 결과다.

인공지능은 이밖에 자율운행 무인자동차, 공장 자동화 로봇, 소프트뱅크의 '페퍼'나 MIT의 신시아 브리질이 개발한 '지보(JIBO)' 같은 소셜 로봇, 인간 감정을 이해하고자 하는 다양한 사물인터넷 기기 등에서 그 활용영역을 넓히고 있다. 그밖에 세계적인 검색기업들인 알리바바 타오바오의 이미지 검색 기술, 바이두의 검색 기술들도 딥러닝을 활용하고 있다 [11]. 표 1은 글로벌 기업 딥러닝 기술 경쟁을 나타낸 것이다.

'딥러닝(deep learning)기계학습기술의 등장이다. 기본 인공지능이 구조화된 규격을 통해 '지능을 만들어 내려고 했다면 딥러닝은 학습을 통해 기계가 스스로 판단 능력을 가지도록 한다. 그러나 기계학습을 위해서는 대량의 데이터가 필요하다. 그것이 바로 혁신의 두 번째 요소였다. 우리 모두가 이메일 소셜네트워크, 클라우드 서비스를 무료로 사용하고 있다. 물

론 인생에 무료란 있을 수 없다. 우리가 단지 돈 대신 개인 정보를 제공하고 있는 것이다. 딥러닝 기계에 인간은 학습에 필요한 학습지 일 뿐이다.

표 1. 글로벌 기업 딥러닝 기술 경쟁(출처: MK 뉴스)

글로벌 기업 딥러닝 기술 경쟁	
구글	4억달러에 '딥마인드' 인수, 제프리 힌튼 교수 영입
페이스북	얼굴 인지하는 '딥페이스' 프로젝트, 안 르쿤 교수 영입
마이크로소프트	이미지 인식 연구 '프로젝트 아담' 진행
바이두	미국 실리콘밸리에 딥러닝 연구소 설립, 앤드루 응 교수 영입
트위터	사진분석 기업 '매드비츠' 인수
네이버	음성 검색에 딥러닝 기술 적용
카카오	김범수 의장이 딥러닝 스타트업 '클다'에 투자

딥러닝 덕분에 기계들은 1-2년 전부터 인간과 비슷한 수준으로 보고, 듣고, 읽고, 글쓰기, 시작했다. 기계가 이미 세상을 이해하기 시작 했으며 많은 전문가들은 앞으로 20-30년 안에 인간을 능가하는 수준의 기계들이 등장할 것이라고 믿고 있다.

결국 인간의 뇌보다 처리와 저장 능력이 뛰어난 컴퓨터가 나온다는 것이다. 일단 그 일이 일어난다면 기계는 자의식을 지닐 수 있게 될 것이고 인간과 컴퓨터는 하나로 융합될 수 있게 된다. 레이 커즈와일은 2005년 출간한 책에서 특이점(The Singularity)이라 지칭하였고 이 시기는 2045년경이면 이러한 전환이 일어날 것이라고 예측하였다[1]. 좋게 보면 인간의 삶은 덕분에 더욱 편해지고, 풍요로워질 수 있다. 하지만 기계가 모든 걸 다한다면 우리는 무엇을 하며 먹고 살까? 현대인 들은 대부분 정보 서비스와 같은 일을 하고 있다. '정보서비스'란 세상을 알아보고, 정보를 수집하고, 글을 읽고 쓰는 것이다. 바로 멀지 않은 미래에 기계가 우리보다 더 잘할 수 있는 것들이다. 인공지능 등장하는 순간에 현존하는 직업의 47% 정도가 사라질 것이라고 한다. 그중에는 기자, 작가, 교수, 회계사, 변호사, 같은 잘 나가는 직업도 포함되어 있다[12].

3. 에너지 인터넷과 ICT가 사회에 미치는 영향

3.1 융합기술사회

기술·인문·사회를 아우르는 통합적 관점에서 ICT 및 융합 기술에 의하여 야기되는 기술·인문·사회 메가·마이크로트렌드를 예견하고 방향을 설정하는 중요한 3가지 주제를 제시하면 아래와 같이 요약할 수 있다[10].

- (인간-기계) : 인간과 기계의 간극이 좁아진다
- (현실-가상) : 현실공간과 가상공간이 서로 스며든다
- (인간-인간) : 물리적 연결과 디지털 인간관계가 확대된다

(1) (인간-기계) ICT 기술의 눈부신 발전으로 인해 인간의 기능과 지능이 확장되고 감성 전달이 가능해지면서 인간의 육체적, 정신적 조력자로서의 ICT 역할이 증가되고 인간과 기계의 간극이 점차 좁아지고 있다.

- 인간의 신체적 능력 확장

웨어러블 기기의 확산과 비침습적 건강관리 센서의 보급으로 인해 일차적으로는 인간 신체기능의 질이 향상되고 생활의 폭이 확장되기 시작했으며 특히, 기계와 바이오 기술 간의 결합으로만 인식되어 온 바이오메카트로닉스 분야가 최근 ICT 및 뇌 과학과 결합하여 미래 기술혁신을 주도할 분야로 주목받고 있다. 인간의 신체기능 확장은 장애인과 고령자, 군인들을 위한 기술로 사용되기 시작하여 궁극적으로 일반인들의 위한 기술로 일반화 될 것으로 보인다.
- 인간의 지적 능력 확장

인식 및 인지 기술이 적용된 스마트 기기(4)는 빅데이터 기반의 딥 러닝(Deep learning)을 바탕으로 인공지능의 기술 수준을 한 단계 끌어올릴 전망이다. 이러한 기술은 다양한 분야에

적용되어 일상생활과 업무 환경에서 의사결정을 돕고 효율성을 높일 것이나 인간의 역할을 제한할 가능성에 대비가 필요하다. 한편 인간 지능의 확장을 위한 인공지능 연구와 별개로 인간의 기억을 돕고 외부의 컴퓨팅 자원과 결합하여 인간 지능을 개선하려는 연구가 진행되고 있다.

- 감성 교류의 시작

인간 지능의 확장이 똑똑함을 추구한다면 감성의 교류는 따뜻함을 원하는 인간 본연의 욕구이자 궁극적인 기술과 인문사회융합이 나아갈 방향이다. 음성 인식 수준을 넘어 오감 인식 및 인간의 표정을 감지하고 표정 아래 숨은 감정까지 이해하는 비언어적 소통을 위한 연구가 활발히 진행되고 있으며 비언어적 소통은 인간관계에서 매우 중요한 부분으로, 감정 인지 기술은 가까운 미래에는 현재의 얼굴 인식, GPS 기능 등과 유사하게 널리 보급될 것으로 예상된다.
- (2) (현실-가상) 콘텐츠, 방송, UI/UX, 증강·가상현실 기술 등의 발전으로 인해 현실 세계의 물리적 공간과 가상 세계의 디지털 공간을 나누는 경계가 흐려지면서 서로의 영역이 스며들기 시작하였다.
 - 인간과 하나 되는 디바이스 공간

현실 보다 더 사실적인 표현과 경험을 전달하는 실감방송, 홀로그램, 증강·가상 현실 등의 기술은 생활 속의 다양한 기기와 제품에 폭넓게 적용되고 있다. 특히, UI/UX 기술은 스마트 기기 상에서 이미지, 제스처 인식 등이 상황인지 기술과 결합하여 현실과 가상의 경계를 모호하게 만들며 기술혁신을 주도하고 있으며, 이러한 기술혁신은 웨어러블 기기의 확산과 미래의 자동차 공간을 새롭게 변화시켜 일련의 인간 삶의 질을 향상시킬 것으로 판단된다.
 - 기능화·지능화 되어가는 도시

지속가능한 경제성장과 삶의 질을 높이기 위해

센서 네트워크, 사물통신, 스마트그리드 등 새로운 차원의 도시의 기능화 및 지능화를 진행하고 있으며 특히 안심하고 안전한 도시 환경을 만들기 위해 ICT 기술을 이용한 통합보안 관제 및 재난위기 관리 기술에 대한 관심이 급증하고 있다. 글로벌 이슈인 탄소경제의 한계를 극복하고 지속가능성을 보장하기 위한 해결책으로 스마트 그리드의 중요성이 부각되면서 세계 각국의 치열한 경쟁이 진행되고 있다.

- SW중심으로 가상화·유연화 되는 제조산업
생산 공정의 컴퓨팅, 정보처리 및 통신, 센서·구동·제어 기능 뿐 아니라 자원관리에 이르기까지 현실의 물리시스템을 가상의 사이버시스템으로 통합되고 있다. 3D 프린팅은 기존의 소비문화와 물리적 제품 생산 방식의 일대 혁신을 가져오며 디지털 산업혁명(Digital industrial revolution)을 주도할 것으로 보인다. 2018년까지 3D 프린팅으로 세계 지적재산권 손실이 매년 1,000억 달러 이상으로 예상되며, 특히 바이오프린팅에 대한 사회적 논의가 활발할 전망이다.
- ICT융합이 가속화 되는 서비스산업
가상체험 콘텐츠, 실감방송 콘텐츠, 애니메이션·게임·영화 등 문화콘텐츠, 소셜 미디어 콘텐츠, 전자도서 등 다양한 분야에서 콘텐츠의 창작 및 유통이 증가하고 있으며, 의료서비스의 지능화를 위해 첨단 ICT를 이용한 로봇수술, 원격진료의 확산, 신약개발의 가상화 및 전주기 자동화 등 의료 혁신이 가속화되고 있다. 한편 금융 분야의 경우 가상공간을 중심으로 전개되는 인터넷기반의 대출연계서비스인 P2P 금융과 Bitcoin과 같은 디지털 가상통화의 성장세에 주목하고 있다.

(3) (인간-인간) 물리적 인프라의 확장으로 디지털 공간에서 인간관계의 논리적 연결은 보다 촘촘해지면서 참여와 공유가 확대되고 가상세계의 가벼운

인간적 유대감이 주류를 이루면서 고립화·원자화되는 부작용을 초래할 수 있다.

- 촘촘히 연결되는 기기와 인간
트래픽 증가, 모바일화 가속, 클라우드 확산 등 네트워크 환경이 급변하면서 기기 간 보다 쉽고 긴밀한 연결성 확보와 5G 등 망 고도화가 동시에 진행되고 있으며 특히, 사물인터넷, 스마트 기기의 확산은 사람과 기기 간 연결을 지속적으로 확장시켜 인간의 경제 및 여가 활동의 시간적, 공간적 제약을 약화시키게 된다. 대다수 기기가 인터넷을 통해 연결되면서 개개의 인간은 개인 데이터 생산을 증가시키고 실제 물리적 행동 범위 보다 훨씬 많은 정보에 접근 가능하다.
- 클라우드 비즈니스의 기회 확대
기업 활동의 전 과정에 소비자가 직접 참여하는 클라우드 소싱, 소셜 네트워크 등을 이용한 후원과 투자 활동인 클라우드 펀딩에 대중의 참여가 증가하고 있으며 또한, 사람과 사람의 만남을 통해 시간, 공간, 정보 등 개인의 소유물을 함께 나누어 활용성을 극대화 하려는 공유경제(Sharing economy)가 빠르게 확산된다. 이와 같은 인간 활동의 증가는 인터넷 연결성 확장과 소셜 네트워크 등 가상공간에서 만들어지는 다양한 미디어 플랫폼에 기인한다.
- 원자화되는 인간
인간과 기기의 연결, 소셜 미디어의 증가, 대중 참여형 서비스 등 가상세계에서 논리적 연결과 참여는 활발해지나 개인의 고립화·원자화가 동시에 진행되며 특히 사이버 공간에서 발생하는 사이버 따돌림(Cyberbullying), 우울증 증가, 익명성에 기인한 도덕적 해이 등에 대한 국가적 차원의 예방책 필요하다. 이러한 부작용을 해결하기 위해 소셜 미디어 속 대화의 미묘한 말과 문맥의 의미를 이해할 수 있는 기술적 접근도 함께 고려되어야 한다.

3.2 초연결 사회

미래의 변화를 가능할 수 있는 두 번째 용어는 아마 ‘초연결 사회’일 것이다. 2014년 다보스에서 개최된 세계경제포럼(WEF)은 인류가 맞이하게 될 주요한 변화로 바로 ‘초연결’을 주요 이슈로 선정한 바 있다. ‘초연결 사회’는 인간과 인간을 둘러싼 다양한 객체들이 발생시키는 데이터 간의 연결을 통해 전 사회 분야에 일대 변화와 혁신이 오게 하는 것을 의미한다. 이는 ‘기기 간 네트워킹’의 기술적 연결뿐 아니라 더 나은 삶에 대한 인간의 욕구로 인해 ‘사람-사물-정보의 실시간적 상호작용’, 다시 말해 사회적 연결이 극대화되는 것을 일컫는다. 이 사회는 어떤 국가나 기업도 독자적으로 성공하기는 어렵기 때문에 협업, 투명성, 공유, 권력을 통한 개방만이 기업의 생존과 경쟁력 제고를 보장할 수 있다. 초연결 사회를 구현하고 지탱하는 핵심 기술은 바로 사물인터넷. 오프라인으로만 존재하는 수많은 사물들이 소형 컴퓨터를 내장해 인터넷과 연결되고 이렇게 연결된 사물들이 다양한 분야에서 새로운 가치를 만든다. 가정에서는 온도, 습도 등의 센서들을 통해 거주자에 최적화된 거주 환경을 만들고 있고, 공장에서는 다양한 센서를 통해 공정을 제어하고 수질, 공기, 토양 등 환경을 관찰하는 용도로 적용된다. 이는 스마트그리드 인프라에서 사용하는 폐쇄망을 통해 각종 산업장비가 연결되는 것으로 가정이나 건물에서 소비자의 이용 습관을 모니터링하고 소비행동을 고칠 수 있게 작용한다. 이런 시스템은 에너지 소비가 한산한시간대에 자동으로 작동하여 센서가 연결된 건물에 사람이 있는지 파악하여 조명등을 조절한다. 스마트그리드 구축의 핵심은 인구가 빠르게 증가하는 미래 세대를 위한 에너지 공급원의 확보라고 할 수 있다.

스마트그리드는 에너지 손실을 줄이고 효율을 높여 에너지 수요 분포를 최적화하며 태양열이나 바람과 같은 대규모 재생에너지를 이용할 수 있게 한다. 지금

까지 사물인터넷은 환경모니터링, 도시에너지관리 등의 공공분야 서비스에서 커넥티드카, 헬스케어 등의 민간분야 서비스까지 주로 특화된 분야에서 찾아볼 수 있었다. 하지만 점점 하락하는 센서 가격, 와이파이가, 블루투스 등을 이용한 편리한 인터넷 연결, 라즈베리파이 등의 손쉬운 장치제작 키트(kit) 등이 다양하고 기발한 사물인터넷 서비스 창출을 촉진하고 있다. 따라서 사물인터넷의 영역은 점차 우리의 일상 모든 부분으로 확장해올 것이며 기하급수적으로 파급될 전망이다[13].

3.3 제로에너지 지향사회

미래사회의 또 다른 키워드는 바로 ‘제로에너지 지향사회’ 더나가 탄소중립지향사회이다. 에너지 사용량을 최대한 줄이고, 에너지 자원으로서는 신재생에너지를 활용해 탄소 배출량을 최대한 줄이는 한편, 환경적측면에서는 숲을 조성하거나 탄소 배출권을 구매함으로써 도시에서 배출되는 탄소량만큼 상쇄시켜 탄소의 양을 제로로 만드는 것을 지향한다. 이를 반영하듯 지금 각국은 탄소제로 도시 프로젝트를 추진하고 있다. 한 예로 세계 최대의 산유국 중 하나인 UAE 아부다비의 인근에 개발되는 신도시인 마스다르는 2016년 완공을 목표로 총 220억 달러를 투입했다. 불과 6km²에 이르는 면적에 주거, 상업, 교육, 산업 등의 기능을 갖추고 온실가스과 쓰레기, 자동차가 없는 도시를 건설하고 있다. 이 도시의 모든 건물은 에너지 효율화가 이뤄지도록 설계돼 있다. 태양광, 풍력 등 신재생에너지를 활용해 24%의 탄소를 감축할 수 있으며, 친환경자동차로 7%의 탄소 감축이 가능하다. 또한 폐기물을 재활용해 얻은 에너지로도 12% 탄소를 줄일 수 있다. 산유국인 UAE가 화석연료의 비중이 줄어드는 것을 위기로 인식하지 않고 새로운 에너지 포트폴리오의 가능성으로 마스다르를 활용하여 에너지 주도권을 유지하려는 점은 미래사회의 방향성이

어디에 있는 것인가에 대해 시사하는 바가 크다고 하겠다. 이외에도 영국의 제로에너지 주거 단지인 BedZED, 수소에너지를 기반으로 하는 H2PIA, 태양에너지를 기반으로 한 독일 프라이부르크, 풍력, 태양광 등을 도입한 그린 관광도시인 리비아의 그린마운틴, 중국의 동탄, 캐나다의 도크사이드 그린 등 세계 각국은 탄소제로 도시를 구현하기 위한 실험에 매진하고 있다. 이는 모두 대체에너지와 친환경에너지 사용 등으로 에너지 사용을 최소화하고 온실가스의 배출량을 줄이면서 지속가능성이 중요시 되는 사회를 완성하기 위한 미래의 자화상이라고 할 수 있다[13].

3.3.1 도시 마이크로그리드

재생에너지가 아무리 친 환경적인 에너지원이라 하더라도 분산발전 자원들을 용이하게 통합해주는 스마트그리드가 없이는 그 효과를 기대하기 힘들다. 빌딩 마이크로그드와 도심지에 설치될 도시형 마이크로그리드는 분산에너지 및 분산저장과 부하가 공존하는 시스템으로서 이들 분산자원을 통합적으로 제어·관리하는 새로운 기술이 절실히 필요하다. 분산발전으로서는 자연조건에 의존하는 풍력, 태양광(BIPV와 BIWT(건물일체형풍력발전) 등이 있으며 순수 열원으로는 태양열, 지열이 있으며 제어가능한 연료전지 및 마이크로터빈 등이 있고, 에너지 저장 수단으로는 축전지, 슈퍼캐패시터, 프라이 휠의 전기저장과 축열 조, 빙축열 등의 열에너지 저장장치가 있다. 이 마이크로그리드는 기존의 분산전원이나 열병합시스템과 다른점은 전력-열에너지-통신망(IT네트워크)을 포함하는 3개의 네트워크를 구축해 하이브리드에너지시스템을 통합적으로 관리 제어한다는 점이다. 도시 및 빌딩마이크로그리드는 스마트그리드의 자체의 고도화된 제어기술과 통신 기술을 통해 분산에너지 정보를 실시간으로 확인할 수 있어 이 마이크로그리드들과 신뢰성을 향상시킬 수 있다 이는 하이브리드 에너지시스템의 분산에너지

지 애플리케이션을 통하여 매우 효과적으로 달성할 수 있다. 이는 향후 도시형 및 빌딩 마이크로그리드의 비용경쟁력이 강화되고 발전 불규칙성을 통제하는 스마트그리드 기술이 발전하면서 분산에너지의 확산이 빠르게 이루어질 수 있다 빌딩마이크로그리드에서는 건물 특정용도에 맞추어 냉동시스템 등의 빌딩의 부하를 에너지관리 시스템을 통하여 이용수준, 기후, 기타 부하결정 요인 등을 고려하여 특화시키는 일련의 과정을 통해 에너지효율을 극대화시킬 수 있다 이 마이크로그리드는 스마트그리드와 고도화된 통신 인프라를 통해 전력망부하를 지속적으로 모니터링할 수 있게 하고 전력 소비자들에게 가격변화를 정확하게 나타내는 가격 기반 제어 및 관리를 실현할 수 있다 전력수용 가 급증할 때에 소비자 자발적으로 또는 전력사업자 가 직접 부하를 관리할 수 있게 된다. 이는 수용반응(demand response)의 활성화로 귀결되며 이는 요금 및 인센티브를 통하여 소비자의 전력소비패턴을 합리적으로 변화시켜 비용효과적인 결과를 유발시킬 수 있다[14].

3.3.2 스마트그린빌딩시스템 구축

도시의 그린화를 위하여 전체에너지소비의 36%를 차지하는 건물부분을 제외하고 논하는 것은 무의미하다 이는 외부에너지를 의존하지 않는 제로에너지 빌딩이다. 제로에너지 빌딩은 건축분야의 패시브기법을 동원하여 에너지 저감부하를 최소화 한 후 에너지 효율성을 극대화하고 건물자체에 빌딩 CHP, 신재생에너지설비 및 에너지저장장치를 갖추어서 외부로부터 추가적인 에너지 공급없이 생활을 영위할 수 있는 공간이다.

4. 결론

21C는 화석연료로 이루어진 문명의 성찰을 요구되고 있다. 새로운 지식과 기술의 출현으로 우리는 과도기적 문명전환기를 맞고 있다. 이는 새로운 기술이 결

합된 에너지 IoT의 구축을 통한 저에너지 사회시스템 구축이 요구됨에 따라 각국의 참여한 이해관계로 인하여 불안한 상태에서 진행되고 있다. 물론 온실가스 감축이 전제되어 있다. 이는 에너지시스템이 ICT를 기반으로 공급과 수요를 연계한 통합적 지능형시스템으로 발전되고 있다. 에너지 네트워크의 초연결화·스마트화와 제로에너지 사회의 구축을 위해서는 무엇보다 에너지인터넷 기술과 IT 기술(센서, 통신, SW, 빅데이터, 인공지능)의 접목과 함께 제어 기술을 융·복합한 에너지 효율의 제고 및 저에너지 구축 기술이 무엇보다 우선된다. 이러한 상황 변화에 맞춰 미래에는 ICT를 기반으로 소프트웨어, 에너지기술 및 제어 기술의 융·복합 등 다양한 혁신적 기술이 빠르게 발전되고 있다. 본고를 요약하면 아래와 같다.

첫째 Google과 같은 거대한 IT기업을 중심으로 초연결시대에 새로운 융합기술과 서비스들이 등장으로 예측이 어려운 공룡기업에 의하여 삶의 양식이 크게 변화 될 수 있다. 즉 구글에 의한 무인자동차개발도 경계를 뛰어넘는 것이다.

둘째, 에너지인프라 관련 기관들은 사물인터넷을 통해 수집된 정보를 바탕으로 에너지와 전력서비스를 개발하고 공급하기 위해 빅데이터 분석기술을 필요로 하게 될 것이다. 수용가의 전력사용량과 사용 패턴을 분석하여 수요예측 및 관리를 하기 위해 사물인터넷과 빅데이터 공통 플랫폼을 사용하게 될 것이다.

셋째, 전력기기들의 기술개발에 있어 기기 및 시스템간 호환성(interoperability)이 더욱 강조될 것이다. 사물인터넷 기술을 활용한 스마트그리드 등의 에너지관리 시스템의 궁극적 목표는 각 기기와 시스템이 유기적으로 수시로 소통하여 에너지의 효율적 사용 및 시스템의 고신뢰성을 실현하는 것이다. 이를위해 전력기기 및 시스템간의 상호호환이 더욱 요구될 것이다. 따라서 전기엔지니어들도 새로운 관점에서 기술진보화 새롭게 구현되는 사회를 통찰하여 대응할 수 있는 안목과 능력을 가질 수 있

를 기대해본다.

참 고 문 헌

- [1] 에릭 브린올프슨, 앤드루 맥아피 (역자 이한음), “제 2의 기계시대”, 청림출판, 2014.10.14.
- [2] 제러미 리프킨 (안진환 역), “제 3차 산업혁명 The Third Industrial Revolution), 민음사, 2011.
- [3] 제러미 리프킨 (안진환 역), “한계비용 제로 사회- 사물인터넷과 공유경제의 부상-(The Zero Marginal Cost Society: The Internet of Things and the Rise of the Sharing Economy)”, 민음사, 2014-09-29.
- [4] KISDI 정책연구(14-59) 보고서 “포스트휴먼(Post-Human)시대 기술과 인간의 상호작용에 대한 인문사회 학제간 연구”, 2015년 4월 28일.
- [5] 이성훈, “스마트 기술의 응용 현황 및 미래”, 한국정보기술학회지 제 9권 제 2호, pp. 45-52.
- [6] 표철식, “IoT(M2M) 기술 동향 및 발전 전망”, 정보와 통신, AUGUST 2013.
- [7] 석왕헌, 송영근, 고순주, 통신환경 변화에 따른 M2M 산업생태계 및 파급효과 분석, IT 이슈리포트 2013-7, ETRI, 2013.06.
- [8] James Manyika, Michael Chui, Jacques Bughin, Richard Dobbs, Peter Bisson, and Alex Marrs, Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy, McKinsey Global Institute, 2013.05.
- [9] “에너지 IoT와 빅데이터 플랫폼의 융합”, 그린에너지기술저널, Vol.6, No. 3, pp. 41-45. 2015.
- [10] “ECOsight 기반의 미래기술 전망”, ETRI Insight Report 13-2, 2013.11.
- [11] <http://shitu.baidu.com>
- [12] 김대식, “인공지능 기계가 전문직도 대체할 것”, 조선일보 컬럼, 2015.1.14.
- [13] “미래사회의 변화와 에너지” 그린에너지 기술저널 Green Energy Technology Insight, Vol.6 No.3, pp. 23-27. 2015.
- [14] 홍원표, “도시그림화를 위한 스마트그리드 구축기술”, 조양전기설비학회지, Vol. 25, No. 5, pp. 50-60, 2011. 11.

◇ 저 자 소 개 ◇



홍원표(洪元杓)

1978년 숭실대학교 전기공학과 졸업.
1989년 서울대학교 대학교 전기공학과 졸업(박사). 1979~1993년 한전전력 연구원 선임연구원. 2007~2008년 UBC 방문교수. 현재 한밭대학교 설비공학과 교수. 본 학회 부회장 및 편수위원장. 주요 연구 분야는 필드버스제어네트워크 적용. Smart green building 및 에너지시스템 및 BEMS 관련기술임.

Tel : (042)821-1179

E-mail : wphong@hanbat.ac.kr