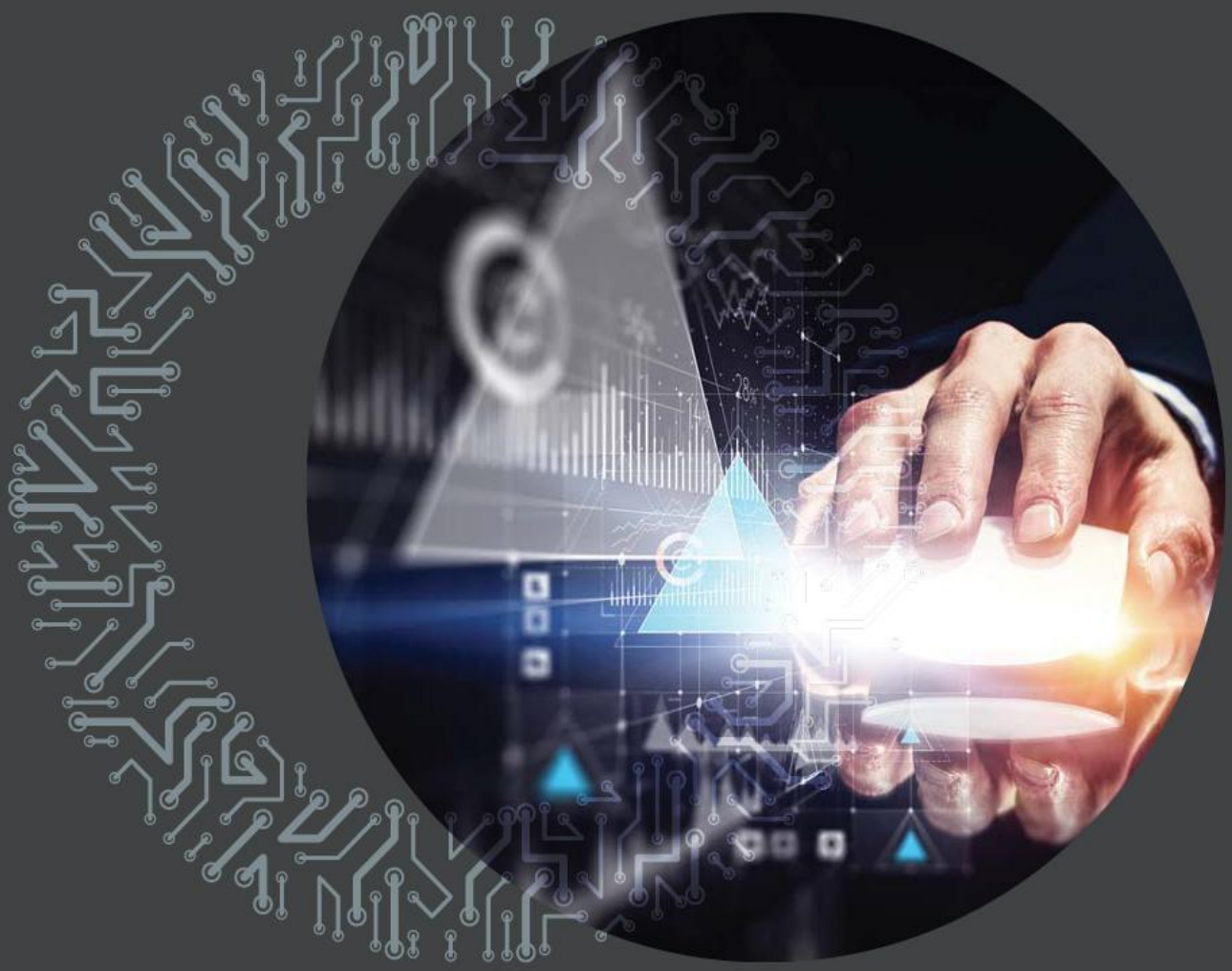
ETRI Insight

Insight Report 2016-20

기술경제연구본부 미래사회연구실
이승민

Insight Report

인공지능과 디지털 제국주의



ETRI Electronics and Telecommunications Research Institute

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

CONTENTS

요 약 ····· 1

Ⅰ. 디지털 캄브리아기 이후 ····· 3

Ⅱ. 인공지능 전개 방향 ····· 6

Ⅲ. ICT 생태계 대변혁 ····· 16

Ⅳ. 제국의 조건 ····· 26

[에필로그] 디지털 캄브리아기를 준비하라 ····· 38

참고문헌 ····· 41

요 약

연구의 목적

- 본 보고서에서는 과거 캄브리아기 대폭발에 비유되는 제4차 산업혁명의 혼란기를 역동적으로 헤쳐 나가기 위해 ICT 기술의 발전 방향과 생태계의 변화를 전망하고
- 인공지능을 무기로 세계 시장을 독점하여 패권을 행사하는 디지털 제국시대의 다극화된 경쟁구도에 유효한 생존전략을 제시하고자 함

인공지능 전개 방향

- 데이터×네트워크×아키텍처×알고리즘의 기하급수적 양적 증가와 질적 성장의 결합된 힘은 인공지능의 진화 방향과 속도를 결정

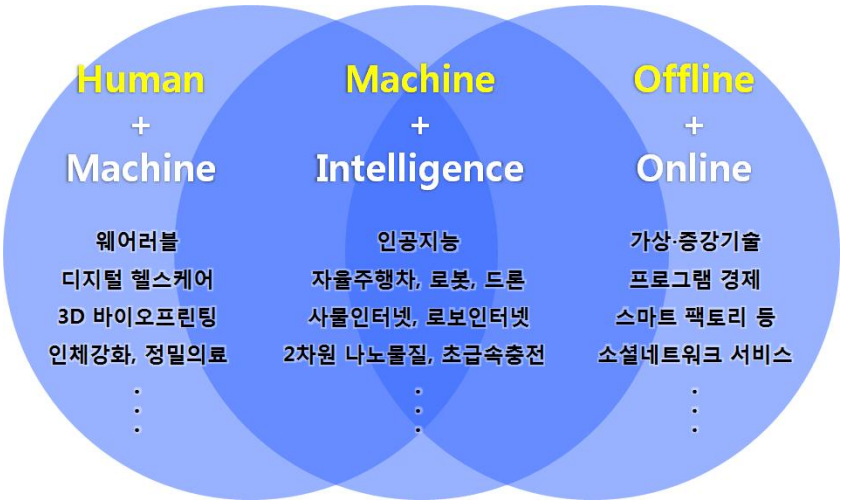
구분	전개 방향
① 데이터	- (量) 데이터양이 기하급수적으로 증가하며 생산 주체는 기계 - (質) 가상세계의 이미지, 텍스트에서 현실세계의 행동, 지식 데이터로 확장
② 네트워크	- (量) 인터넷에 연결되는 기기의 수와 센서의 수가 기하급수적 증가 - (質) 클라우드와 포그 네트워크로 중앙 집중과 분산의 균형 발전
③ 아키텍처	- (量) 폰 노이만 구조 안에서 지속적인 집적도 향상 - (質) 기존 컴퓨팅 방식을 보완·대체할 새로운 구조의 컴퓨팅 대두
④ 알고리즘	- (量) 딥러닝 내부 구조의 복잡도 증가 및 적용 분야 확대 - (質) 기존 알고리즘과 완전히 다른 방식의 혁신적 알고리즘과의 통합

ICT 생태계 대변혁

- ICT 생태계는 다양성, 개방성, 연결성, 복잡성 등 네 가지 측면에서 특징적인 변화를 보이며 기술 패러다임을 바꾸고 생존의 법칙을 근본적으로 재정의

4대 특징	내용	영향
① 다양성	- 기술의 다양성이 폭발적으로 증가 - 작고 민첩한 신생기업들의 출현	- 신생기업의 증가와 지배구도 다극화
② 개방성	- 절대 권력을 향한 플랫포머들의 오픈소스 전략 - 개방형 생존 전략으로 기업 간 합종연횡 확산	- 개방형 전략과 생태계 확장, 제국의 탄생
③ 연결성	- 연결의 범위와 속도가 기하급수적으로 발전 - 완전한 연결성은 기계 지능의 성장을 촉진	- 연결성 확장은 다양한 스마트 생태계를 구축
④ 복잡성	- 인간의 이해 한계에 도달한 과도한 복잡성 - 모든 산업이 기계 중심 생태계로 변화	- 사회시스템의 불확실성 증가 및 통제력 상실

ICT 기술의 3대 메가트렌드



- 4차 산업혁명 시대의 ICT 기술은 크게 기계와 지능, 현실과 가상, 인간과 기계 등 3대 메가트렌드가 이끌며 범위의 확장을 넘어 인텔리전트 ICT 생태계로 진화
- 기계지능을 주도하는 인공지능은 모든 기술들을 관통하고 ICT 생태계를 보다 지능화시키면서 변화를 가속시킴

제국의 조건

- 4차 산업혁명이라는 기술 가속의 시대에 다극화된 경쟁 구도에서 생존의 확률을 높이고 디지털 제국으로 성장하기 위한 혁신 전략 필요

5대 전략	세부 전략	주요 특징
① 플랫폼을 확보하라	- 기술의 임계점을 예측하라 - 자신만의 플랫폼을 만들어라 - 인공지능 알고리즘을 내재화하라	- 독점 영역 발굴과 자체 플랫폼 개발 역량
② 데이터를 독점하라	- 목표 영역의 데이터를 자본화하라 - 데이터로 수평적 지식흐름을 만들어라 - 리얼 데이터와 결합하여 가치를 창출하라	- 동적 흐름과 실질적 가치 창출
③ 디지털화·지능화하라	- 기존 제품과 서비스를 디지털화하라 - 디지털 넘어 지능화하라 - 경쟁의 법칙을 재정의하라	- 기존 영역의 인텔리전트 디지털 트랜스포메이션
④ 모든 것을 매개하라	- 개인과 개인의 소통, 소통하여 매개하라 - 개인과 개인의 공유, 공유하여 매개하라 - 제품과 서비스 유통, O2O하여 매개하라	- 차별적 비즈니스 모델과 알고리즘
⑤ 개방하고 다각화하라	- 최고의 인재를 확보하라 - 인수합병하고 개방하여 협력하라 - 교차영역을 발굴하여 다각화하라	- 사람 중심의 자율적 조직문화와 협업능력

I 디지털 캄브리아기 이후

디지털 캄브리아기

- 인공지능이라는 새로운 눈의 탄생은 기술과 산업 생태계 전반에 폭발적 변화를 이끌며 디지털 캄브리아기 대폭발[1]에 비견되는 제4차 산업혁명을 촉발시킴
  - 눈의 등장 이후의 자연 생태계는 생존 경쟁을 위한 전략이 이전과는 비교할 수 없을 만큼 다양해졌고 결과적으로 생물종 자체를 복잡하고 다양하게 진화시킴
  - 기술 생태계에서 인공지능이라는 눈의 탄생은 타 기술·산업과 빠르게 융합하며 기업 간 역동적 생존경쟁을 통해 유례없이 복잡하고 다양한 ICT 생태계를 형성[2]
  - 데이터에 기초한 인공지능은 외부 세계의 온갖 정보를 흡수하며 개별 조직과 산업의 경계를 넘어 현상을 추상화하고 예측능력을 높여 경쟁우위를 제공[3]
- 디지털 캄브리아기의 인공지능기술은 생존 전략을 다양화하고 생태계를 급격히 변화시키며 기존과 다른 독점적 생태계를 지배하는 디지털 제국을 출현시킴
  - 지금과는 완전히 다른 산업 생태계의 대변혁이 시작되었고 디지털 제국들은 생태계 최정상에 위치하여 세상을 움직이는 운영체제를 다시 만들고 있음
  - 이들은 독자적 기술 플랫폼을 바탕으로 급격히 변화된 ICT 생태계를 장악하며 승자독식의 시대를 이끌고 세계를 무대로 패권을 행사
  - 디지털 제국들은 인공지능을 무기로 모든 산업에 침투하여 이를 디지털화·지능화시킴으로써 산업 자체를 재정의하고 경쟁의 법칙을 결정

표 1 생명과 기술의 진화 비교

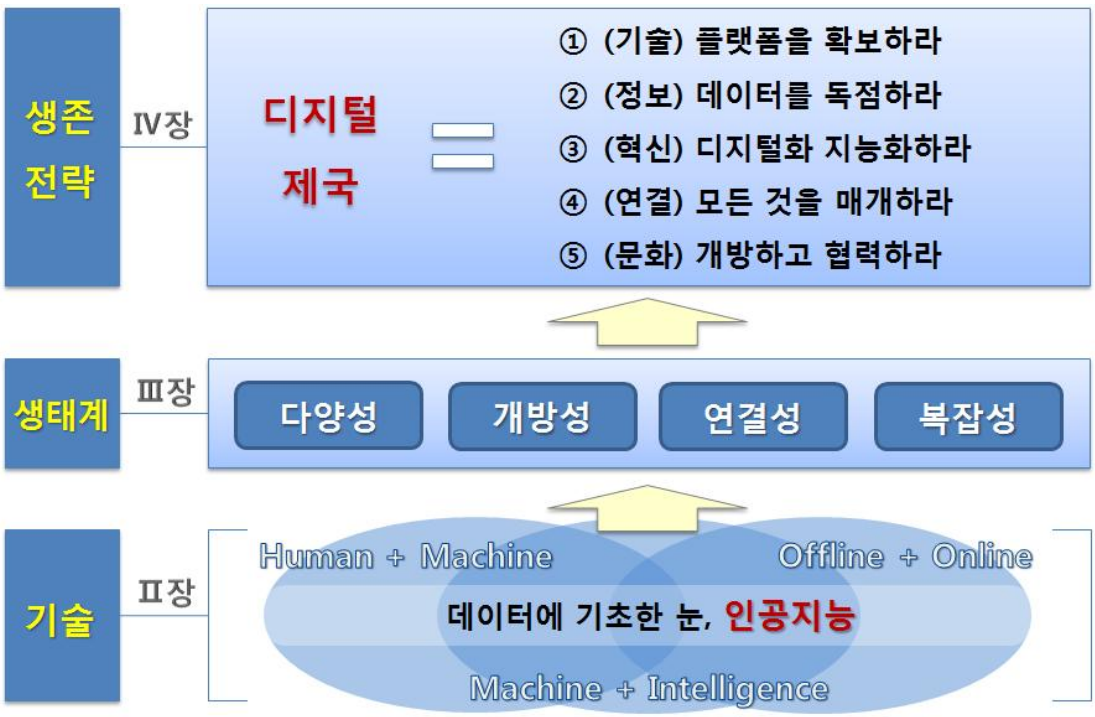
단계	생명의 진화	기술의 진화
1	DNA 변화	ICT 속도와 디지털화
2	눈의 탄생	인공지능의 혁신적 발전
3	생존 전략의 다양화	생태계의 급변과 전략의 다양화
4	생물종의 폭발적 증가	신생기업 증가와 경쟁구조 다극화
5	생존경쟁과 먹이사슬 형성	독점적 글로벌 생태계 구축
6	생태계의 절대 강자 등장	디지털 제국 등장

1) 이승민 외, ECOsight 3.0: 미래기술 전망, ETRI, Insight Report 2015-02, 2015.12.15.
2) ICT에서 탄생한 인공지능은 점점 똑똑하게 진화하여 범용화 되고 거의 모든 산업에 침투
3) 규모와 상관없이 새로운 눈으로 무장한 기업은 시장 경쟁에서 경쟁의 법칙을 재정의

디지털 제국주의

- 제국주의는 과거 특정 국가가 다른 나라를 식민지화하고 패권을 행사함을 의미했다면 이제는 기업이 인공지능을 무기로 '디지털 제국주의'를 실현하려 함
  - 디지털 기술의 기하급수적 양적 증가가 만든 최근의 인공지능은 앞으로 주요 영역의 질적 변화까지 더해짐으로써 기술 생태계 전체에 큰 변화를 초래
  - 데이터와 알고리즘에 기초한 인공지능은 기술 생태계 전반에 깊숙이 침투하면서 생태계 자체의 다양성, 개방성, 연결성, 복잡성을 대폭 증가시킴
  - 지금까지와는 전혀 다른 산업 생태계의 다극화된 경쟁구도에서 인공지능은 디지털 제국으로 성장하기 위한 기업들의 가장 강력한 무기
- 디지털 제국으로 성장하거나 제국 시대에 생존하기 위해서는 지금의 경쟁우위는 무의미하며 완전히 새로운 게임의 법칙에 유효한 생존 전략이 필요
  - 우리의 생각을 훨씬 앞서는 기술혁명의 시기에 생존을 위해 가장 중요한 것은 적응과 협력이라는 생명체의 본능에 바탕을 둔 정확한 판단력과 빠른 결단력
  - 본 보고서에서는 인공지능의 발전 방향과 파급력을 통해 기술 생태계의 변화를 살펴보고 디지털 제국시대의 생존 전략을 제시하고자 함

그림 1. 인공지능과 디지털 제국



제4차 산업혁명

◉ 제4차 산업혁명은 3차 산업혁명을 이끈 ICT에 기반을 두고 기계와 지능, 현실과 가상, 인간과 기계 등이 만드는 3대 메가트렌드가 주도

※ 본 보고서에서 제시한 (Machine+Intelligence), (Offline+Online), (Human+Machine) 등 3대 메가트렌드는 Klaus Schwab[4]이 제시한 물리적 현실영역, 디지털 가상영역, 바이오 생명영역과 관련

- 3대 메가트렌드는 매우 밀접한 관계를 가지며 서로 다른 영역에 속한 기술의 새로운 발견과 진전에 힘입어 다양한 기술들을 출현시킴
- 4차 산업혁명의 기반이 된 디지털 기술의 기하급수적 발전은 모든 산업을 파괴적으로 혁신하며 사회시스템 전반에 막대한 영향력을 행사
- 즉 ICT의 DNA(Data, Network, Architecture/Algorithm) 영역의 기하급수적 양적 성장은 3대 메가트렌드에 깊이 스며들며 기술 발전의 속도와 폭을 결정
- 특히 데이터, 네트워크, 아키텍처, 알고리즘의 응집된 결과는 인공지능이라는 새로운 눈을 탄생시키며 4차 산업혁명을 이끄는 가장 강력한 힘으로 등장

◉ 디지털 트랜스포메이션과 지능정보사회는 각각 디지털화와 지능화 관점에서 산업구조와 사회 변화를 표현한 제4차 산업혁명의 또 다른 이름들

- 디지털화와 지능화는 3차 산업혁명을 이끈 ICT 기술에 포함된 기술 특성이었으나 최근 모든 산업에 전파되고 산업 자체를 변화시키는 핵심 키워드
- 즉 18세기 산업혁명 이후 지난 200년간의 시대 흐름을 구분하는 4차 산업혁명의 중심에 ICT의 디지털화와 지능화가 거대 단절과 도약을 이끈다는 것

◎ 디지털 트랜스포메이션
- 기존 산업의 게임의 법칙을 디지털 기술을 활용하여 뒤집어엎는 과정으로 디지털 엔터프라이즈가 수행하는 역할로 정의[5]
- ICT산업에서 시작된 디지털 기술이 모든 산업에서 제품과 서비스를 포함하여 프로세스와 생태계까지 디지털화하여 산업 간 경계를 허물고 디지털 산업으로 변모시킴

◎ 지능정보사회
- 인간의 학습능력, 추론능력, 지각능력, 자연어 처리능력 등 고차원적 정보처리 활동을 연구하는 지능정보기술(인공지능)이 열어갈 미래사회로 정의
- 1990년 이후 인터넷이 만든 정보화시대를 지나 2010년 이후 정보의 지능혁명이 초래할 사회 변화를 표현한 용어로 정보화에 지능화가 더해진 개념

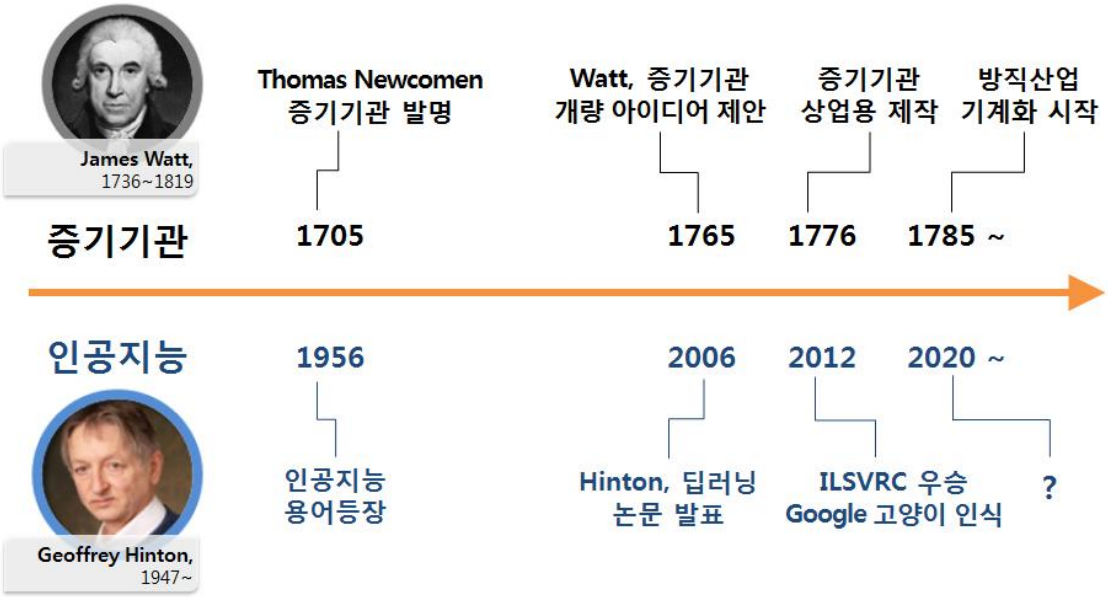
4) Klaus Schwab, The Fourth Industrial Revolution, World Economic Forum, 2016.01.15.
5) 이지효, 대담한 디지털 시대, 알에이치코리아, 2016.03.27.

Ⅱ 인공지능 전개 방향

인공지능과 산업혁명

◉ 증기기관이 Watt에 의한 혁신적 개량으로 1차 산업혁명을 낳았듯 인공지능은 Hinton 등에 의한 딥러닝 혁신을 통해 4차 산업혁명을 촉발

그림 2. 산업혁명의 역사 (증기기관 vs. 인공지능)



발전 속도와 방향

◉ 인공지능의 발전을 이끈 네 가지 디지털 영역의 기하급수적 양적 증가는 향후 질적 성장까지 더해져 인공지능의 발전 속도와 방향을 결정

- **(데이터)** 2020년 한 해 동안 새로 생산되는 데이터양은 2010년의 50배인 40제타바이트[6]가 될 전망이며, 가상세계의 이미지와 텍스트에서 현실세계의 행동과 지식까지 포함하여 데이터의 자본화가 진행

- **(네트워크)** 인터넷에 연결되는 기기의 수는 2003년 5억 개에서 2020년 500억 개 이상[7], 센서의 수는 2023년 1조 이상[8]이 될 것으로 전망되며, 중앙 집중식과 분산 구조의 균형을 이루면서 기계 지능이 확장

6) John Gantz and David Reinsel, The Digital Universe in 2020, IDC (sponsored by EMC Corporation), 2012.12.
7) Global Agenda Council on the Future of Software & Society, Deep Shift: Technology Tipping Points and Societal Impact, World Economic Forum, 2015.09.
8) Stanford University, "Tsensors Summit for Trillion Sensors Roadmap," 2013.10.23.~25.

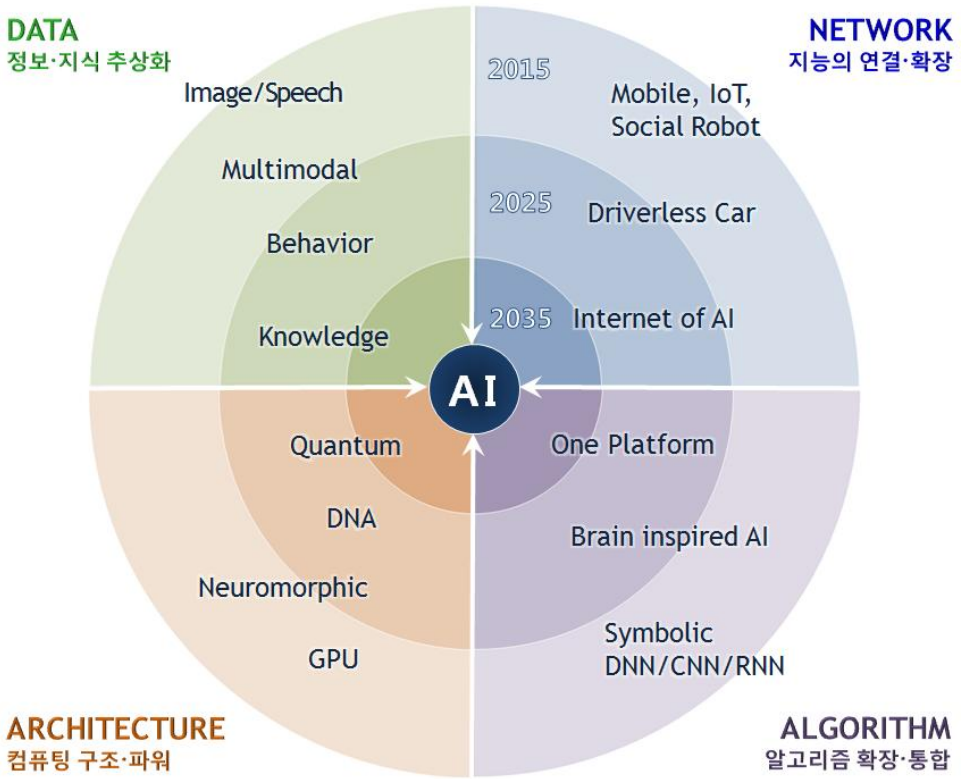
- **(아키텍처)** 폰 노이만 구조의 틀 안에서 집적도 향상이 지속적으로 이뤄질 것이며, 뉴로모픽 컴퓨팅, DNA 컴퓨팅, 양자 컴퓨팅 등 기존 컴퓨팅 구조를 보완하기 위한 혁신적 시도가 동시에 진행

- **(알고리즘)** 딥러닝 구조의 복잡성이 이미지 인식에서 음성인식, 자연어처리 등의 분야로 확대되고, 기존과는 다른 혁신적 알고리즘과 통합됨으로써 알고리즘 자체의 질적 진화 예상

표 2 데이터×네트워크×아키텍처×알고리즘과 인공지능

구분	전개 방향
① 데이터	- (量) 데이터양이 기하급수적으로 증가하며 생산 주체는 기계 - (質) 가상세계의 이미지, 텍스트에서 현실세계의 행동, 지식 데이터로 확장
② 네트워크	- (量) 인터넷에 연결되는 기기의 수와 센서의 수가 기하급수적 증가 - (質) 클라우드와 포그 네트워크로 중앙 집중과 분산의 균형 발전
③ 아키텍처	- (量) 폰 노이만 구조 안에서 지속적인 집적도 향상 - (質) 기존 컴퓨팅 방식을 보완·대체할 새로운 구조의 컴퓨팅 대두
④ 알고리즘	- (量) 딥러닝 내부 구조의 복잡도 증가 및 적용 분야 확대 - (質) 기존 알고리즘과 완전히 다른 방식의 혁신적 알고리즘과의 통합

그림 3. 인공지능 발전 전망



1 데이터 (Data)

데이터의 양적·질적 확장

◉ 지금까지 인터넷을 통해 수집한 가상세계의 데이터와 달리 인간과 기계가 현실세계와 상호작용하면서 축적할 리얼 데이터는 지금과는 완전히 다른 형태로 인공지능을 진화시킬 것

- 데이터의 양적 증가는 인공지능 발전에 결정적 역할을 했으나 지금까지 대부분의 데이터는 인터넷 가상공간을 통해 수집한 데이터

- 먼 미래 시점에서 현재의 인공지능의 수준을 볼 때 지금의 데이터는 스마트폰 등 인간이 생산한 특정 분야로 제한된 극히 적은 양이며 시각, 청각, 촉각, 행동 등 실생활에 유효한 리얼 데이터가 필요

- 특히 머신러닝 학습과정에서 End-to-End 全 과정의 딥러닝 학습이 일반화되는 추세는 대규모의 실세계 데이터를 확보하기 위한 경쟁을 가속시킴

※ 일반적으로 머신러닝의 학습은 원시 데이터(raw data)로부터 추출한 특징을 입력값으로 사용하였으나 딥러닝은 원시 데이터를 입력값으로 사용하며 이러한 경향은 이미지 인식 분야를 시작으로 음성인식 분야로 확대되고 있으며 최근 자율주행자동차의 실세계 행동데이터로 확대[9]

- 또한 가상데이터와 현실데이터를 바탕으로 인공지능 스스로 생산하게 될 데이터는 향후 학습을 통한 지능 확장에 결정적 역할을 할 것으로 기대[10]

- 데이터의 종류에 따라 인공지능이 제한된 환경에서 인간과 비슷한 수준으로 발전하게 될 학습의 난이도는 이미지・음성・멀티모달데이터, 행동데이터, 언어와 지식데이터 순으로 극복될 것

표 3 데이터의 종류와 추상화 발전 단계

데이터	추상화 특징	활용 분야
이미지·음성·멀티모달	- 이미지 특징, 객체 인식 및 추상화 - 멀티모달 개념 획득 및 환경 인식	- 의료영상진단, 지능형보안 - 가정용 대화로봇
행동데이터	- 행동 결과의 특징과 개념 추상화 - 행동을 통한 현실세계 추상화	- 자율주행자동차, 교통, 물류 - 가사, 간병 지원 감성로봇
언어와 지식데이터	- 언어의 개념 획득 및 문맥 이해 - 고차원적 지식 획득 및 사회 예측	- 실시간 통·번역, 교육지원 - 화이트칼라 업무 지원

9) Danny Shapiro, “Driver’s Ed for self-driving cars: How our deep learning tech taught a car to drive”, NVIDIA, 2016.05.06.
10) Google의 AlphaGo는 실제 바둑 기보를 바탕으로 학습한 후 또 다른 AlphaGo와의 대결을 통해 양질의 데이터를 생산하여 학습함으로써 성능을 개선

데이터, 정보, 지식 그리고 지혜

◉ 알고리즘과 데이터의 만남은 정보와 지식을 생산할 뿐만 아니라 궁극적으로 데이터, 정보, 지식을 바탕으로 지혜를 생산하기 위한 방향으로 진화 할 것

- 다양한 데이터를 입력값으로 사용하는 인공지능은 점차 스마트 머신에 내재화되어 행동데이터로 현실세계와 상호작용하며 실생활과 접목

※ [데이터] 단편적인 사실 숫자와 문자 → [정보] 데이터의 조합에 의미를 부여한 것 → [지식] 데이터·정보의 체계적인 통합 → [지혜] 데이터·정보·지식을 바탕으로 지능을 활용하여 일을 처리하는 인간의 능력

- 특히 다양한 산업영역에서 획득한 현실데이터들 간의 결합은 한 영역의 지식을 다른 영역에 활용할 수 있는 '지식의 전이'를 통해 사업 전략을 다양화시킴

◎ 지식의 전이[11)]

- 다양한 산업영역 간 수평적 지식의 창출은 고객 개개인의 생활과 소비 패턴에 따라 무수히 많은 '마이크로 지식 전이'를 통해 고객과 환경 변화에 대한 대응력을 높일 수 있음
- 검색의 구글, 전자상거래의 아마존 등의 경쟁력이 높은 이유는 경쟁자보다 압도적으로 많은 분야의 데이터를 활용하여 고객마다 차별화된 전략을 구사할 수 있기 때문

모든 것의 데이터화, 데이터 캐피털리즘

◉ 인공지능이 활용될 의료, 금융, 교통 등 산업별 데이터 확보는 곧 자본화로 이어져 데이터 시대를 주도하며 데이터 자본은 곧 디지털 제국의 기본 조건

- 물리적 현실영역, 디지털 가상영역, 그리고 바이오 생명영역 등 세 분야[12)]가 모두 데이터화되고 이들 데이터는 서로 밀접한 관계를 맺으며 인공지능의 핵심 원료로 작용
- 특히 산업영역별 추상화 능력을 높이기 위한 알고리즘 개발 경쟁의 단계를 지나면 데이터를 대량으로 보유하고 있는 자에게 절대적으로 유리한 시대가 될 것

표 4 산업 분야별 데이터 자본화 영역

데이터	추상화 특징
Physical Data (Machine + Intelligence)	- 자율주행자동차, 로봇 등에 의해 실제 생산현장에서 만들어지는 현실세계의 데이터
Digital Data (Offline + Online)	- 스마트금융, 소셜 네트워크 등 가상공간에서 인간의 생산과 소비활동에 관련된 데이터
Biological Data (Human + Machine)	- 인간의 몸을 구성하는 유전정보와 웨어러블 기기 등에 의해 측정되며 인간의 활동을 포함한 휴먼데이터

11) 마쓰오 유타카, 인공지능과 딥러닝, 동아엠앤비, 2015.12.10.
12) 세 영역은 Klaus Schwab WEF 회장이 주장한 제4차 산업혁명을 이끌 3대 메가트렌드

2 네트워크 (Network)

연결과 인공지능

- 인공지능 발전에서 네트워크의 역할은 효율적인 데이터의 수집·저장·컴퓨팅을 위한 집중과 분산, 그리고 네트워크화에 따른 지능의 확장 등 두 가지 방향에서 전개
  - 인간이 서로 간 연결과 상호작용을 통해 발전하듯이 인공지능은 네트워크를 통해 수많은 사람 및 기계들과 동시에 관계를 맺으며 강화·발전
  - 집중과 분산 구조로 진행될 인공지능의 네트워크화는 기계지능과 네트워크지능의 발전을 견인하고 인간지능의 확장으로 이어질 것

클라우드(집중)과 포그(분산) 네트워크

- 중앙 집중식 연결성에 기반을 둔 클라우드의 컴퓨팅 파워는 지금의 인공지능 발전에 결정적 역할
  - 인공지능은 클라우드 컴퓨팅의 수요와 연결방식을 한층 더 강화시키면서 산업적 스케일의 대규모 데이터 수집, 저장, 처리를 위한 중심이 될 것

※ AlphaGo는 1,202개의 CPU와 176개의 GPU를 연결한 슈퍼컴퓨터

  - 인공지능은 인터넷의 클라우드 구조를 중심으로 대규모 컴퓨팅을 수행하며 지능을 발전시키고 있고 향후 엣지 측의 포그 컴퓨팅 구조와 함께 진화
- 사물인터넷, 모바일 기기, 스마트 머신의 확산은 클라우드 컴퓨팅과 달리 인공지능에 의한 실시간 환경제어에 적합한 포그 컴퓨팅[13]의 필요성을 증가시킴
  - 클라우드 측에서 축적된 인공지능 기술은 반도체 기술의 진척에 따라 향후 엣지 측으로 이전하여 확산·적용될 것[14]
  - 클라우드 구조는 고도의 인공지능 구현을 위해, 포그 구조는 실시간 독립적 행동을 위한 응용 분야에 활용될 것

인공지능의 네트워크화 (Networked AI)

- 기계와 기계의 연결은 기계지능과 네트워크지능을, 기계와 인간의 상호작용은 인간지능을 증강시킬 것
  - 기계지능은 로보 인터넷(Robo Internet) 등 인공지능 간의 상호 학습을 통한 AI 네트워크화로 단순 정보 공유뿐 아니라 연결된 인공지능 간에 학습된 결과 즉 지식을 교환하고 학습함으로써 기계의 지능이 대폭 확장됨을 의미[15]

---

13) Flavio Bonomi et al., "Fog computing and its role in the internet of things", Proceedings of the first edition of the MCC workshop on Mobile cloud computing, 2012.08.17.
14) Nikkei Electronics, 人工知能、超人間へのロードマップ, 2016.05.20.

※ 기계지능은 네트워크로 연결된 범위의 확장을 넘어 언어이해, 스몰데이터 처리 등 알고리즘 혁신과 결합하여 다중 프레임 문제를 해결하는 등 질적 성장을 가져올 것

- 네트워크지능은 서로 다른 영역의 인공지능 기계들의 연결을 통해 네트워크 곳곳에 AI가 스며들고 실시간 처리가 가능해짐에 따라 다중 프레임의 복잡한 문제 해결에 적용하는 등 네트워크화된 범용 인공지능으로 확장됨을 의미

※ 네트워크지능은 클라우드 뿐만 아니라 물리적 네트워크의 신뢰성 향상에 따라 실시간 환경 제어가 필요한 디바이스, 엣지 및 코어망 곳곳에 분산적으로도 적용 가능

- 인간의 지능은 인공지능의 네트워크 시스템뿐만 아니라 ICT 바이오 융합기술의 발전에 힙입어 인간의 신체와 두뇌 활동에 대한 기술적 해석이 가능해짐에 따라 인간의 신체와 지능 영역까지 영향력을 확대하며 발전

※ 인공지능은 Klaus Schwab이 제시한 3대 메가트렌드 가운데 바이오 생명영역과 깊게 연계되어 인간지능의 확장을 도모

표 5 네트워크화에 따른 인공지능 발전 단계[16)]

단계별 인공지능 네트워크화
【1 단계】 AI가 다른 AI와 상호작용하지 않고 인터넷을 통해 단독으로 동작 - 현재 바둑, 의료, 금융 등 정형화된 특정 영역에서 인간을 능가하기 시작하면서 인간의 지적 활동을 지원하는 일이 증가할 것 - 사물, 인체 등 모든 것의 데이터화와 알고리즘의 발전은 인간의 시각에서 알 수 없는 상관관계 등을 해석하고 의사결정을 지원 하게 될 것
【2 단계】 AI 상호 간의 네트워크화와 AI 네트워크 시스템 간의 네트워크화가 진행 - 클라우드를 통한 정보의 통합과 확장, AI 상호간 학습 결과(지식)를 교환 및 결합하여 정보의 범위와 지능을 향상시키며 범용 서비스 로봇을 출현 - 점점 연결의 신뢰성을 높여가면서 실시간성이 높은 자율주행자동차 등 자동판단 및 실시간 제어 환경에 활용 가능
【3 단계】 AI와 인간 간의 긴밀한 상호작용으로 인간의 신체적, 지적 능력이 확장 - 다양한 인터페이스를 통해 일상적으로 AI 시스템과 연결되어 인간과 기계 간 상호작용이 증가하며 기계지능과 인간지능이 함께 발전 - 인공지능에 의한 인간의 뇌 해독과 신경 피드백이 가능해져 인간의 신체적, 지적 능력이 대폭 확장
【4 단계】 인간과 AI 네트워크 시스템의 공존 - AI 네트워크 시스템이 인간 생활 곳곳에 스며들어 지식의 제공을 넘어 고지능을 활용하여 지혜[17)]를 통해 인간과 공존 - 고수준의 자율적 판단과 동작을 수행하는 AI 네트워크 시스템이 일상화됨과 동시에 통제 상실의 위험 가능성 대두

15) Amanda Schaffer, “Robots that teach each other”, MIT Technology Review, 2016.02.
16) 日本 総務省, ＡＩネットワーク化が拓く智連社会 - 中間報告書, 2016.04.15.
17) 데이터·정보·지식을 바탕으로 지능을 활용하여 일을 처리하는 인간의 능력

3 아키텍처 (Architecture)

폰 노이만 구조와 차세대 반도체

- 최근 인공지능 발전을 이끈 GPU기반 가속 컴퓨팅과 별개로 처리속도와 저장 기능을 획기적으로 개선한 차세대 반도체 개발이 활발히 진행 중

- 새로운 구조의 반도체를 개발하기 위해 삼성, SK하이닉스, Micron 등 스토리 및 메모리 업체와 IBM, HPE, Dell, Lenovo 등 서버 업체가 참여하는 Gen-Z Consortium 출범[18)]
- 새로운 아키텍처는 사물인터넷, 인공지능, 클라우드 등 대규모 데이터를 처리하기 위한 서버와 데이터센터 등을 시작으로 점차 단말로 확대 적용될 전망
- 협의체는 2018년 차세대 반도체 상용화를 목표로 새로운 커넥터와 패브릭, 데이터 전송 프로토콜 등을 포함한 기술 표준 및 가이드라인을 2016년 말 발표 계획
- 이와 별개로 세계 주요 반도체 기업들은 처리속도와 저장기능을 대폭 개선하기 위해 차세대 메모리와 비메모리 반도체 개발을 위한 기술 개발을 가속화[19)]
- 그러나 이러한 차세대 반도체 개발의 시도들은 폰 노이만 구조 안에서 효율성을 극대화하기 위한 노력들이며 근본적 한계를 극복하기 위해서는 완전히 새로운 접근이 필요

뉴로모픽 컴퓨팅

- 사람의 뇌가 가진 분산·병렬적 정보 처리 방식을 이해하여 이를 초고밀도 집적회로(VLSI)로 구현하려는 것으로 최근 가시적 성과를 보이기 시작

- 미국과 유럽 등 선진국들은 DARPA, IBM, Qualcomm, Stanford Univ., MIT, EU 등 학계와 글로벌 IT기업을 중심으로 2008년 이후 본격적인 연구를 진행
- 국내 기업의 경우 SK하이닉스가 2016년 10월 Stanford Univ., Lam Research, Versum Materials 등과 '인공신경망 반도체 소자 공동개발' 협약을 체결, 뉴로모픽 칩 개발 착수
- 가트너는 디지털 메시(mesh)와 스마트 머신 환경에서 기존과 다른 컴퓨팅 구조인 뉴로모픽 컴퓨팅 등이 요구되며 이를 Advanced System Architecture라 정의[20)]
- ETRI는 2015년 주목해야 할 7대 기술 가운데 하나로 뉴로모픽 컴퓨팅을 선정, 차세대 모바일과 인공지능 환경에서 핵심 플랫폼으로 부상할 것으로 전망[21)]

---

18) genzconsortium.org
19) Intel과 Micron Technology가 공동 개발한 3D 크로스포인트(XPoint)가 대표적으로 스토리지와 메모리를 통합하여 기존 낸드플래시 반도체보다 데이터 처리속도가 1,000배 이상 빠름
20) Viveca Woods, "The Top 10 Strategic Technology Trends for 2016", Gartner Symposium ITxpo Orlando, 2015.10.04.~08.
21) 이승민 외, ECOsight 2.0: 미래기술 전망, ETRI, Insight Report 2014-02, 2014.12.15.

DNA 컴퓨팅

◉ 전통적으로 사용해온 실리콘 기반의 컴퓨터 기술이 아닌 DNA 즉 아데닌(A), 티민(T), 구아닌(G), 시토신(C) 등 네 가지 염기를 사용하여 정보를 저장·코딩하는 기술[22)]

- 2016년 마이크로소프트와 워싱턴대 공동 연구팀은 DNA에 사진 정보를 저장하고 원래의 상태로 복원하는 데 성공[23)24)]

- DNA를 데이터 저장장치로 사용하면 기존 실리콘 반도체와 비교하여 차원이 다른 규모의 저장 용량과 저장 수명을 확보할 수 있다는 장점을 지님[25)]

※ 디지털 저장매체의 경우 시간이 지나면 물리적 성질이 변하는 등 데이터 보존기한이 수십 년 정도이나 DNA 저장장치는 적절한 온도만 보장되면 수백 년 이상 보존 가능하며 DNA 1g에 이론상으로 455엑사바이트(Exabytes)를 저장 가능

- 주목할 점은 DNA를 이용하여 정보 저장뿐 아니라 DNA로 분자컴퓨터를 만들어 인공지능 학습 등을 수행하는 데 기존 컴퓨터를 대체할 수 있다는 것

- 즉 DNA 컴퓨터는 기존 실리콘 반도체 대비 두께와 폭이 각각 0.34nm, 2nm에 불과한 DNA 분자를 사용하여 염기의 숫자만큼 동시에 정보를 처리할 수 있는 초병렬성을 가짐

양자 컴퓨팅

◉ 전통적인 디지털 컴퓨팅방식과 달리 중첩(superposition)과 얽힘(entanglement)이라는 양자역학적 현상을 이용하며 0과 1의 비트가 아닌 큐비트로 측정

- 양자 컴퓨터를 구현하기 위해서는 현실의 문제를 풀기 위한 양자 알고리즘 개발이 핵심이나 현재까지 Grover’s algorithm 등 소수에 불과

- 2011년 5월 11일, D-Wave Systems에서 128큐비트 프로세스가 장착된 세계 최초의 상용화 양자컴퓨터를 출시하면서 세계가 주목

※ D-Wave Systems의 양자컴퓨터는 범용의 양자 컴퓨터가 아닌 Quantum Annealing이라는 특정 양자 알고리즘에 특화된 하드웨어를 갖춤

- 최근 Google과 NASA, Intel과 Delft공대 등은 인공지능, 최적화, 분자모델링, DNA 분석 등 특정 문제해결을 목적으로 양자 컴퓨터 개발 계획을 발표

- 그러나 범용의 양자 컴퓨터 개발은 거의 불가능하며 전통적 디지털 컴퓨터 내부에 특정 연산을 수행하기 위한 전용 양자 가속엔진을 가진 구조로 발전할 것으로 전망[26)]

---

22) 1994년 컴퓨터 엔지니어 아들만(Leonardo M. Adleman)이 제안한 아이디어에 기초한 개념
23) Jennifer Langston, “UW team stores digital images in DNA and retrieves them perfectly”, UWTODAY, 2016.04.07.
24) 2012년 하버드대 연구팀은 책 한권의 정보를 DNA에 저장하는 데 성공하였으나 원상태로 복구하는 과정에서 오류 발생
25) 최근 마이크로소프트는 본격적인 DNA 저장장치 연구를 위해 미국 바이오기업들로부터 1,000만 가닥 이상의 DNA를 구매하는 등 투자를 확대
26) Mike J. Waler et al., Hype Cycle for Emerging Technologies 2016, Gartner, 2016.07.19.

4 알고리즘 (Algorithm)

인공지능과 딥러닝

◉ 딥러닝은 영상인식 분야에서 인간과 비슷한 수준의 성능을 보이며 음성인식, 자연어처리 등 다른 분야로 확대되면서 딥러닝의 복잡화와 통합화는 당분간 지속될 전망

- 영상인식, 음성인식, 자연어처리 등 다양한 응용분야에서 신경망 구조가 점점 복잡해지고 내부적으로 End-to-End 全 과정이 딥러닝으로 통합되는 추세[27)]
- 인공지능 발전은 이미지인식 영역에서 인간 수준에 근접하기 시작하여 음성인식을 지나 언어 이해의 진화 단계를 밟을 전망
- 딥러닝은 다양한 분야에서 스스로 학습하고 추상화하면서 매우 놀라운 성과를 보이고 있으나 빅데이터에 기초해야 한다는 특징은 장점이자 한계로 지적

※ 최근 NVIDA는 End-to-End 딥러닝을 자율주행자동차에 적용한 연구결과를 발표[28)]

또 다른 혁신을 위한 도전

◉ 인공지능 역사에서 딥러닝의 발전 이후 연구의 전환점은 인간의 언어를 이해할 수 있는 알고리즘의 개발이며 이는 인공지능의 범위와 방향을 결정

- 2016년 3월 이세돌과 AlphaGo의 바둑대결 이후 음성인식을 비롯한 다양한 분야에서 인공지능에 대한 인상적인 발전을 보이고 있으나 언어이해 수준은 매우 낮은 상황
- 인공지능의 진정한 혁신은 인간의 언어를 이해하기 위한 방법이 근본적으로 바뀌어야 가능하며 이는 향후 인공지능 연구의 중요한 전환점이 될 전망[29)]
- 즉, 인간의 언어를 이해할 수 있는가의 여부는 인공지능의 영향력을 결정할 가장 큰 변수로 작용하여 인간과 기계의 관계를 비롯한 인공지능의 범위를 제한할 것
- Google, Facebook, Baidu 등은 AlphaGo가 인간은 이해할 수 없는 방식으로 바둑을 정복한 것과 유사하게 언어를 습득할 수 있을 것으로 기대

◎ 생각 벡터 (Thought Vectors)

- Geoffrey Hinton은 '생각 벡터'(thought vector)를 이용하여 사람처럼 자연스런 대화체 언어를 구사하고, 논리를 비약하는 능력을 가진 인공지능을 개발할 수 있을 것이라 주장[30)]
- 문장을 수학의 벡터로 표현하려는 시도는 1980년대에 제안되었고 2010년 이후 Montreal 대학과 Google에서 문장을 벡터화해 번역에 적용하고 가능성을 확인

27) Neural Information Processing Systems 2015, 2015.12.
28) Danny Shapiro, "Driver's Ed for self-driving cars: How our deep learning tech taught a car to drive", 2016.05.06.
29) Will Knight, "AI's language problem", MIT Technology Review, 2016.08.09.

- 기존 Google의 번역시스템은 인간에게는 전혀 의미가 없고 음소가 아닌 매우 작은 단위로 문장을 세분화하여 인간과는 전혀 다른 방식으로 접근[31)32)]

※ 딥러닝이 적용된 Google 번역시스템(영어→스페인어)의 정확도는 6점 만점에 5.43(vs. 인간 5.55)을 기록, 인간 수준에 근접하는 등 기존 시스템에 비해 64~87% 향상

- 2016년 9월부터 구글 번역에 적용된 신경망 기계 번역 시스템은 보편적 언어 모델에 기반을 두고 학습에 사용되지 않았던 언어도 번역 가능한 혁신적 기술로 평가[33)34)]

◎ GNMT (Google Neural Machine Translation)

- GNMT는 개개의 단어나 문장이 아닌 문장 전체를 보고 기존에 학습한 적이 없는 언어가 포함된 경우에도 번역할 수 있음을 확인
- 주목할 점은 다언어 모델에 대해 인터링구아(interlingual) 표현 형식을 학습하여 스스로 독자적인 언어를 구축하고, 문장끼리 비교하여 번역하는 것이 아니라 글의 의미를 코드화한다는 것

◉ 빅데이터에 기초한 딥러닝은 인간의 추상화 능력과 비교했을 때 뚜렷한 한계가 있는 만큼 적은 양의 데이터를 사용하여 추상화 능력을 극대화할 수 있는 알고리즘 필요

- 스몰 데이터의 추상화 능력과 학습한 결과를 학습할 수 있는 알고리즘의 개발은 다중 프레임 문제를 해결하면서 General Intelligence를 지향하며 발전

※ Geometric Intelligence 창업자 Gary Marcus는 아동연구를 통해 비교적 적은 데이터로 머신러닝을 향상시킬 수 있는 알고리즘을 개발 중[35)]

- 신경과학, 뇌과학 등 인간의 뇌 구조와 동작 방식에 대한 연구 성과와 결합하여 기존 알고리즘과는 완전히 다른 방식으로 진화할 것

알고리즘 독점

◉ 범용성을 갖춘 인공지능 알고리즘은 PC 시대의 OS와 유사하게 거의 모든 산업에 내재화되며 초기의 기술 격차를 역전하기는 매우 어려움

- 최근 인공지능 플랫폼이 공개되고 있기는 하나 어디까지나 생태계 확장을 위한 전략적 접근이며 핵심 알고리즘은 개방하지 않으며[36)] 강력한 생존 무기로 독점화

30) Goeffrey Hinton, “Machine learning-breakthrough science and technologies”, The Royal Society, Machine Learning Conference, 2015.5.22.
31) Tom Simonite, “Google’s new service translates languages almost as well as human can”, MIT Technology Review, 2016.09.29.
32) Google, Facebook, Baidu 등은 AlphaGo가 인간이 이해할 수 없는 방식으로 바둑을 정복한 것과 유사하게 인공지능이 언어를 습득할 수 있을 것으로 기대
33) Mike Schuster et al., “Zero-shot translation with Google’s multilingual neural machine translation system”, Google Research Blog, 2016.11.22.
34) Melvin Johnson et al., “Google’s Multilingual Neural Machine Translation System: Enabling Zero-Shot Translation”, arXiv preprint arXiv:1611.04558(2016).
35) Tom Simonite, “Algorithms that learn with less data could expand AI’s power”, MIT Technology Review, 2016.05.24.
36) 구글의 검색 알고리즘, 아마존의 가격결정 및 고객 대응 알고리즘 등이 대표적

Ⅲ ICT 생태계 대변혁

인텔리전트 ICT 생태계

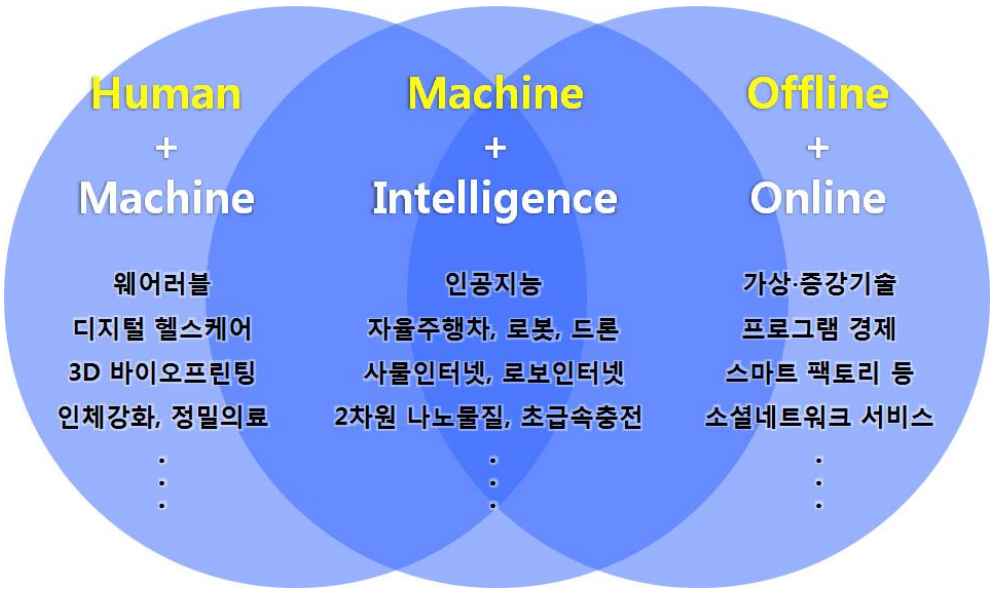
◉ 지난 3차 산업혁명을 주도한 ICT는 4차 산업혁명의 시작과 함께 성장 속도, 융합의 폭과 깊이 등에 있어 큰 차이를 보이며 기술과 산업 생태계 범위를 대폭 확장시킴

- ICT 영역 가운데 컴퓨터 분야에서 목격한 무어의 법칙은 디지털 영역 전반으로 확대되면서 ICT 생태계의 범위를 대폭 확장시킴
- ICT 영역에 머물렀던 디지털 기술이 다른 기술과 산업 분야에도 디지털화를 진행시킴에 따라 比ICT 영역까지 ICT 기술이 침투
- 즉 ICT 생태계의 범위는 확장되고 기술 발전의 속도는 빨라지며 기술 간 융합은 심해지면서 이전과는 완전히 다른 인공지능 시대의 패러다임과 생존의 법칙이 적용

◉ 4차 산업혁명 시대의 ICT 생태계는 범위의 확장을 넘어 데이터와 알고리즘에 기초한 인공지능이 스며들면서 인텔리전트 ICT 생태계로 진화

- 확장된 ICT 생태계는 크게 기계와 지능, 현실과 가상, 인간과 기계 등 세 개의 기술郡으로 구분되며 이들은 서로 교차하며 융합을 극대화시킴
- 특히 기계 지능을 주도하는 인공지능은 모든 기술郡을 관통하고 ICT 생태계를 보다 지능화시키면서 진화를 가속시킴

그림 4. ICT 기술의 3대 메가트렌드



새로운 법칙, 새로운 전략

- 인텔리전트 ICT 생태계는 다양성, 개방성, 연결성, 복잡성 등 네 가지 측면에서 특징적인 변화를 보이며 경쟁의 법칙을 근본적으로 바꿔놓음
  - (다양성) 생태계 변화의 가장 큰 특징은 시장에 출현하는 기술 및 신생기업의 다양성과 이로 인한 경쟁구도의 다극화
  - (개방성) 독자적 생태계를 확장하기 위해 인공지능 분야를 시작으로 디지털 기술 플랫폼 全 분야로 개방화가 확산
  - (연결성) 물리적 연결성 확장과 인공지능의 결합으로 기계-기계의 연결을 보다 스마트한 생태계로, 인간-인간의 연결을 생활의 플랫폼으로 변화
  - (복잡성) 기술의 지능화와 연결성이 만드는 스마트한 기계 생태계의 복잡성이 인간의 한계를 넘어서면서 사회시스템 문제로 확산
- 새로운 ICT 생태계에서는 지금과는 완전히 다른 경쟁의 법칙이 적용되기에 생존을 위한 전략의 다양화는 매우 중요
  - (경쟁영역) 디지털화와 지능화가 결합된 기술의 다양성이 타 기술과 융합함으로써 기존 산업을 재정의하고 경쟁 영역을 재설정해야 하며,
  - (경쟁상대) 시장에 새롭게 출현한 신생기업들의 민첩성과 적응력을 고려하여 경쟁과 협력 대상을 명확히 구분하고,
  - (사용도구) 풍부한 데이터와 신속하고 객관적인 판단력을 제공하는 알고리즘이라는 강력한 무기를 최대로 활용할 수 있어야 함

표 6 인텔리전트 ICT 생태계의 4대 특징

구분	특징	영향
① 다양성	- 기술의 다양성이 폭발적으로 증가 - 작고 민첩한 신생기업들의 출현	- 신생기업의 증가와 지배구도 다극화
② 개방성	- 절대 권력을 향한 플랫포머들의 오픈소스 전략 - 개방형 생존 전략으로 기업 간 합종연횡 확산	- 개방형 전략과 생태계 확장, 제국의 탄생
③ 연결성	- 연결 범위와 속도가 기하급수적으로 발전 - 완전한 연결성은 기계 지능의 성장을 촉진	- 연결성 확장은 다양한 스마트 생태계를 구축
④ 복잡성	- 인간의 이해 한계에 도달한 과도한 복잡성 - 모든 산업이 기계 중심 생태계로 변화	- 사회시스템의 불확실성 증가 및 통제력 상실

1 다양성 폭발

기술과 제품의 다양성

◉ 최근 ICT 기술의 급격한 발전과 디지털화는 BT, NT 등과 새로운 방식의 융합을 만들어내고 결과적으로 새로운 제품과 서비스를 폭발적으로 증가시키고 있음

- 역사적으로 봤을 때 파괴적이고 혁신적인 기회가 마련된 것은 수력과 방적기가 결합되어 산업혁명이 일어났던 것과 같이 늘 이질적인 분야들이 교차할 때

- 기술이든 사업이든 모든 것이 데이터화되는 디지털 시대는 기하급수적 기술의 발전이 제품과 서비스의 비용을 기하급수적으로 하락시키며 관련 산업을 파괴

※ 동일한 기능을 구현하는데 소요되는 비용 하락의 예[37]

① 산업용 로봇: 50만 달러(2008년) → 2만 2,000달러(2013년), 23배 하락 ② 드론: 50만 달러(2010년) → 700달러(2013년), 142배 하락 ③ 태양에너지: kWh/h, 30달러(1984년) → 0.16달러(2014년), 200배 하락 ④ 센서: 2만 달러(2009년) → 79달러(2014년), 250배 하락 ⑤ 3D 프린팅: 4만 달러(2007년) → 100달러(2014년), 400배 하락 ⑥ 유전자분석: 1,000만 달러(2007년) → 1,000달러 (2014년), 10,000배 하락

기업의 다양성

◉ 현재의 인공지능을 만든 기하급수적 디지털 기술을 무기로 새로운 비즈니스 모델을 만들어 글로벌 영향력을 확대하려는 작고 민첩한 신생기업들이 폭발적으로 증가

- 신생기업들은 ICT 기술의 핵심역량을 내재화하기 위해 기존 글로벌 IT 기업과의 협력 등 다양한 생존전략을 바탕으로 틈새시장을 시작으로 사업영역을 확장

※ 지금까지 8,000개 이상의 스타트업과 2,400여개 소프트웨어 벤드들이 IBM Bluemix 클라우드 생태계를 활용하는 상생전략을 유지[38]

- 나아가서 디지털 트랜스포머로 부상한 신생기업들은 자신의 입지를 확고히 하며 기존 거대 공룡기업들의 사업을 해체

※ 빅데이터, 모바일, 인공지능 등을 기반으로 온도조절, 조명제어 등 다양한 서비스를 제공하는 스마트홈 분야의 신생기업들은 기존 공룡기업 HoneyWell(시가 총액, 약 812억 달러)과 경쟁하여 이를 해체하는 중

◉ 디지털 핵심 역량을 보유한 신생기업들은 기존 기업의 성장 속도와 비교하여 압도적으로 빠르게 성장하며 세계 시장에 영향력을 확대[39]

- 신생기업들은 제품 개발에서 마케팅, 의사 결정 등에 있어서 기존 기업과 차별화된 기술력을 바탕으로 매우 빠른 속도로 기존 사업에 침투하거나 신규 시장을 창출

※ 시가총액 10억 달러가 될 때까지 걸리는 시간: 포춘 선정 500대 기업의 경우 평균 약 20년, 1998년 설립된 구글은 약 8년, 2009년 설립된 우버는 약 2년, 2011년 설립된 스냅챗은 약 1년 소요

37) Salim Ismail, Exponential Organizations, Singularity University Book, 2014.10.14.
38) Megmdob, "How IBM Cloud is building a rich ecosystem for developers and startups", IBM, 2016.02.
39) Salim Ismail, Exponential Organizations, Singularity University Book, 2014.10.14.

그림 5. 기술과 제품, 기업의 속도와 다양성

전략의 다양성

◉ 신기술과 제품, 그리고 신생기업의 다양성은 데이터에 기초한 인공지능의 자율적 의사결정과 결합되어 다극화된 경쟁 구도에서 생존을 위한 다양한 전략을 만듦

- 즉, (기술의 다양성)×(제품의 다양성)×(기업의 다양성) 조합의 수많은 전략들은 고객과 산업 환경 변화에 빠른 대응력을 바탕으로 생존의 확률을 높임

- 기존 기업들은 최신의 디지털 기술을 적용한 제품개발과 사업영역 선택, 타 기업과의 전략적 협력 등에 민첩한 신생 기업들과의 피할 수 없는 경쟁 직면

※ 모든 것이 데이터화 되는 디지털 기술 시대에서 기존 기업들은 신기술로 무장한 신생기업들과 디지털 기술의 축적된 경험이 있는 ICT 기업 간 치열한 경쟁(3파전) 예상

표 7 다극화된 경쟁 구도의 대표 사례

산업 영역	기존 기업	신생 기업	ICT 기업
자동차	Toyota, BMW, GM, 현대 등 기존 완성차 업체	Tesla, BYD 등 전기차와 Uber 등 공유경제 기업	Google, Baidu 등 자율주행자동차 업체
금융	HSBC, Citibank, Bank of America 등 기존 금융기업	Stripe, Affirm, Qudian, OnDeck 등 핀테크 기업	Google, Alibaba, Apple, Amazon, Facebook, 삼성
미디어	신문, TV, 라디오 등 전통적 미디어 기업	Netflix, Hulu 등 온라인 스트리밍 기업	Google, Facebook, Amazon, Apple
바이오 및 의료	기존 대형 의료 기관 및 제약 업체	Enlitic, Berg, Atomwise 등 헬스케어 및 신약개발 기업	IBM, Google, Apple, 삼성
디지털 홈	삼성, LG, HonyWell, Hier 등 글로벌 가전 기업	Wally, Tado, Ecobee, Keen 등 스마트홈 기업	Google, Amazon, Apple, 삼성

2 개방성 확대

AI 플랫폼 공개

◉ 글로벌 플랫포머들의 개방화 전략은 인공지능을 중심으로 ICT 생태계를 확장하고 절대 권력을 행사하며 디지털 제국으로 성장

- 글로벌 IT 기업들은 인공지능 플랫폼을 오픈 소스화하여 다양한 제품과 서비스 개발 플랫폼을 제공하고 자사의 생태계로 유도하여 고객을 확보하려는 전략 진행

- 기업의 경쟁력을 키우고 관련 시장을 확대하기 위해서는 개방형 전략을 통해 신생기업들과 협력하여 자신들의 생태계를 확보해야하기 때문

※ 아마존은 2014년 11월, 음성인식 소프트웨어 'Alexa'가 적용된 가정용 스피커 'Echo'를 출시하고 외부 개발자들에게 소스를 개방하며 관련 생태계를 빠르게 확장[40]

※ 반면 애플은 2010년 10월, 음성인식 소프트웨어 'Siri'를 개발하였으나 자사 제품에만 관련 기능을 연동함으로써 글로벌 생태계 확장 한계에 직면, 최근 오픈전략으로 선회[41]

표 8 글로벌 IT 기업들의 AI 플랫폼 개방화 전략

기업	현황	날짜
Google	- 'TensorFlow' 소스 공개 이후 분산처리기능을 추가하는 등 사용자 피드백을 반영하여 지속적으로 성능개선 - 자연어처리(NLP) SW 'SyntaxNet'을 오픈 소스화	2015.11. 2016.05.
IBM	- IBM은 Watson을 활용한 헬스케어 분석 플랫폼 'Watson Health Cloud'의 오픈 소스화 및 비즈니스 계획을 발표 - 머신러닝 소프트웨어 'SystemML' 소스를 GitHub에 공개	2015.04. 2015.08.
Microsoft	- 머신러닝 DMTK(Distributed Machine Learning Toolkit) 및 CNTK(Computational Network Toolkit) 공개 - Minecraft 게임을 활용해 인공지능 알고리즘을 시험하는 AIX의 오픈 소스 프로젝트인 'Malmo' AI 플랫폼 공개	2015.11. 2016.01. 2016.07.
Facebook	- 오픈소스 라이브러리 'Torch'에 최적화된 딥러닝 모듈 공개 - NVIDIA GPU기반 대규모 AI 서버 'Big Sur' 하드웨어 설계 세부사항을 Open Compute Project에 공개 예정	2015.01. 2015.12.
Baidu	- 음성인식 딥러닝 모듈 'Wrap-CTC'를 GitHub에 공개	2016.01.
Yahoo	- Apache Spark와 Caffe의 주요 특징을 결합한 딥러닝 플랫폼 'CaffeOnSpark'를 오픈 소스화	2016.01.
OpenAI	- 일론 머스크의 10억 달러 투자로 설립된 비영리재단 'Open AI' 인공지능연구소는 향후 코드, 특허 등 연구결과 공개예정 - 강화학습 연구 툴킷 'OpenAI Gym'을 GitHub에 공개	2015.11. 2016.04.
Samsung	- AI 분산 플랫폼 'Veles'를 오픈 소스화	2015.11.

40) 2016년 9월 현재, Echo에 연계할 수 있는 기능만 1,400여개에 이르며 독자 생태계 구축
41) 2016년 6월 'Siri' 소스를 공개하는 등 생태계 확장 전략을 수정

AI 플랫폼으로 ICT 생태계 확장, 그리고 제국의 완성

- 인공지능 플랫폼의 개방형 전략은 AI 생태계를 넘어 자율주행자동차, 사물인터넷 등 ICT 생태계를 지능화시키고 타 산업과 융합하면서 신규 시장을 창출

- 인공지능, 스마트머신(자율주행자동차, 로봇, 드론 등), 사물인터넷, 스마트에너지(초급속충전, 배터리, 신재생에너지 등), 신소재 등은 하나의 거대한 기계 생태계
- 즉, 각각 기계의 두뇌, 몸체, 감각기관, 동력원, 구성 물질 영역으로 인공지능을 중심으로 ICT 생태계를 확장하고 재편
- 앞으로 인공지능은 타 기술 및 산업에 스며들어 범용기술화 될 것이기에 개방화 전략은 모바일 플랫폼 이후 미래 산업을 주도하기 위한 제국 기업들의 공통된 전략

개방형 플랫폼과 개방형 R&D

- 기술 가속의 시대에 협업과 적응이라는 생존 본능은 개방형 플랫폼과 개방형 협력 문화를 통해 생태계를 확장하고 생존 확률을 높임[42]

- GitHub나 Bitbucket과 같은 오픈 소스 플랫폼은 자발적 참여와 협업을 통해 네트워크 효과를 만들어 내며 개발의 속도를 더욱 가속화
- 오픈 소스의 개방성뿐 아니라 다양한 기술로 무장한 다른 기업들과의 개방형 협력(M&A, C&D 등)은 생존을 위한 필수조건으로 인식

◎ GitHub[43]

- '오픈소스'라는 패러다임의 시작은 1991년 Linus Tovalds가 리눅스 소스를 공개한 이후 소스포지[44] 등을 통해 많은 성과를 거두었으나 안정기에 진입하며 혁신과는 거리를 보임
- 오픈소스 커뮤니티를 통해 새로운 도약을 가져온 결정적 계기는 2008년 Tom Preston-Werner, Chris Wanstrath, PJ Hyett 등 3명이 공동 설립한 GitHub로부터 시작
- GitHub는 소스코드 자체보다 다른 사람들과 협업을 중심으로 운영되는 프로그래머들을 위한 소셜 네트워크기반 오픈 커뮤니티
- 설립이후 6년 동안 GitHub가 만들어낸 커뮤니티에서 600만명이 넘는 개발자들이 1,500만 개 이상의 오픈소스 소프트웨어 프로젝트로 협업하여 개발자들에게 최적화된 환경구축
- GitHub의 플랫폼은 기업의 소프트웨어 개발에서 이미 유료 비즈니스 모델로 확장되었고 정부와 비영리단체, 교육기관 등에서도 사용될 것으로 전망[45]

42) 폐쇄적 전략에서 개방형 전략으로 전환된 이유는 과거와 비교할 수 없을 만큼 변화의 속도가 빨라지고 사회시스템이 복잡해지면서 예측 가능한 프로세스나 안정적인 환경이 거의 사라졌기 때문
43) Salim Ismail, Exponential Organizations, Singularity University Book, 2014.10.14.
44) www.sourceforge.net
45) 세계적 벤처캐피털 회사 Andreessen Horowitz는 GitHub에 1억 달러를 투자하는 등 각국 정부의 GitHub 활용 건수 또한 기하급수적으로 증가하는 추세

3 완전한 연결성

연결성 확장의 의미

◉ 정보화에서 지능화로 이어진 패러다임의 변화는 현실세계와 가상세계의 연결성에 인공지능이 침투하면서 스마트 기계 생태계와 생활의 플랫폼을 만듦

- 인공지능이라는 새로운 눈의 탄생 이면에는 지난 20년 전부터 시작된 연결성 확장에 따른 정보화라는 거대 흐름이 있었기 때문
- 연결성은 사물인터넷과 5G 등으로 생활 곳곳에 침투하여 네트워크 연결의 범위와 속도를 늘리며 물리적 연결성을 대폭 확장시킴
- 물리적 연결의 확장은 현실세계와 가상세계의 연결을 통해 기계-기계, 인간-인간의 논리적 연결의 확장으로 이어짐
- 기계-기계의 연결성 확대는 독립적 프레임 안에서 동작하던 인공지능 기계들 간 상호작용을 통해 기계 지능을 확장시켜 스마트 기계 생태계를 구축
- 인간-인간의 연결성 확대는 소셜 네트워크 서비스를 중심으로 인간관계의 변화를 넘어 생활의 플랫폼으로 확장되며 모든 것을 매개하며 독자 생태계를 구축

기계-기계: 스마트 기계 생태계

◉ 기계와 기계 간 완전한 연결성에 인공지능 기술이 결합된 스마트 기계 생태계는 산업과 생활 영역전체로 확대되며 디지털 제국들의 사업 영역

- 기계와 기계 간 연결성 확대가 가져올 스마트 기계 생태계[46]에서는 기계지능이 산업과 생활 곳곳에 스며들어 기계가 자율적으로 시스템을 제어하고 판단하는 주체

※ (스마트금융) 주식시장은 이미 알고리즘에 의한 기계지능이 지배하고 있으며 '로보 어드바이저' 등의 출현으로 향후 금융 산업은 완전한 기계 생태계로 전환 예상

※ (스마트홈) 최근 가정용 인공지능 기기의 등장은 스마트홈 시장에서 기계 생태계를 장악하려는 글로벌 IT 기업들의 세력 확장의 증거들

※ (스마트자동차) 자동차산업 역시 자율주행을 통한 독자적인 생태계를 구축하려는 자동차업계와 IT기업 간 경쟁이 치열하게 전개 중이며 향후 가장 큰 충격을 초래할 분야

- 향후 디지털 제국들은 의료, 에너지, 물류 등 모든 산업을 디지털화하고 지능화함으로써 독자 플랫폼을 기반으로 스마트 기계 생태계를 지배할 것
- 스마트 기계 생태계는 사물인터넷, 인공지능 등과 긴밀히 연계되어 신뢰성과 보안성을 갖춰가면서 기존의 산업구조와 생활방식을 완전히 바꿔 놓을 것

46) 스마트금융, 스마트홈, 스마트자동차, 스마트제조, 스마트의료, 스마트에너지, 스마트물류 등이 대표적

- 또한 산업 부문에서 시작된 스마트 기계 생태계는 스마트국방, 스마트교통, 스마트교육, 스마트행정 등 공공부문으로 확대될 전망

※ Gartner가 선정한 10대 전략기술의 핵심 키워드인 Digital Mesh(2015)와 Intelligent Digital Mesh(2016)은 기계 생태계의 스마트화로의 진전을 의미

인간-인간: 생활의 플랫폼과 봇경제

◉ 인간과 인간의 논리적 연결은 인간관계의 확장을 넘어 생산과 소비 방식에 이르기까지 생활의 플랫폼으로 확장

- 사람과 사람 간 소통에서 출발한 소셜 네트워크 서비스는 개방형 플랫폼을 통해 사람·기기·서비스를 연결하여 생활 속에 필요한 각종 서비스를 제공

※ Tencent의 WeChat[47] 오픈 플랫폼은 400만 명 이상의 개발자·파트너가 참여하는 개방형 전략을 통해 위챗 생태계를 구축

※ Facebook, WhatsApp, kakao 등 SNS 기업들도 사람과 사람과의 소통을 넘어 생활의 플랫폼으로 영역을 확장하며 사업을 다각화

- 생활의 플랫폼으로 진화하는 소셜 네트워크 서비스의 핵심기술은 사람·기기·서비스를 연결하는 소프트웨어 알고리즘

- 최근 메신저 기반 인공지능 프로그램 챗봇(ChatBot)은 모든 것을 연결하는 생활의 플랫폼을 한층 편리하게 진화시킬 뿐 아니라 새로운 융합 서비스의 출현을 예고

- ICT 생태계를 주도하는 Facebook, Google, MS 등 글로벌 기업은 챗봇의 API를 적극 개방하여 플랫폼 선점과 '봇 생태계' 확장에 총력

- 이러한 시도는 모바일 생태계를 '앱경제'에서 '봇경제'[48]로 발전시키며 인간과 기기 간 인터페이스를 변화시키고 비즈니스 모델과 시장 구도를 바꿀 것

※ Citigroup에 따르면 메신저 형태의 인공지능 Bot의 초기 성장세는 과거 App의 성장보다 가파름[49]

- 주목할 점은 모바일 생태계에서 소셜 네트워크 서비스가 생활 플랫폼으로 진화하고 '봇경제'로 전환되며 이는 인간과 모든 서비스 사이에 인공지능이 들어온다는 것

- 앞으로 소셜 네트워크는 휴먼네트워크를 이용한 인간관계와 업무방식까지 변화시키고 생활의 플랫폼으로 무한 확장되어 모든 것을 매개할 가장 강력한 플랫폼으로 진화

- 결국 생활의 플랫폼은 '봇경제' 뿐 아니라 지능형 비서 등 다양한 인공지능 에이전트와 제품, 서비스 등을 포함하여 또 하나의 '스마트 기계 생태계'를 이끌 것

---

47) WeChat은 가입자 기준으로 Facebook, WhatsApp에 이어 세계 3위 모바일 메신저로 8억 명의 가입자를 보유하고 있으며 결제, 송금, 예약(호텔, 교통, 영화 등 생활업무) 등 20만 가지 서비스를 제공하는 등 독자 생태계를 구축

48) Julie Verhage, "The bot economy is growing even faster than the app economy did", Bloomberg, 2016.09.16.

49) Apple 앱스토어의 초기 3~6개월 성장률이 100% vs. 봇 성장률은 170%, 봇 개발자 수의 경우 34,000명(초기 6개월)으로 앱 개발자 수 12,500명(14개월)에 비해 압도적 우위

4 과도한 복잡성

인간 한계에 도달한 기술

◉ 인공지능을 중심으로 기술간 융합을 통해 펼쳐질 지능정보사회는 기술 자체의 복잡성뿐 아니라 시스템의 복잡성을 증가시켜 인간의 통제력은 제한될 것

- 인공지능 알고리즘은 '지능의 OS'로 표현될 수 있으며 블랙박스화되어 제조·판매되면 이를 분해하거나 동작을 해석하여 모방하는 것은 불가능

- 알고리즘에 의한 '자율적 의사결정'이 사회시스템에 일반화되어 적용되면 이를 설계한 전문가조차 정확히 이해할 수 없는 복잡성 문제가 증가될 것[50]

※ 주식시장의 Flash Crash(2010년), United Airlines 항공편 중단사건(2015년), AlphaGo와 이세돌 바둑대전(2016년), Tesla Crash(2016) 등이 대표적

※ Carnegie Mellon 대학교 Anupam Datta 교수는 인공지능 기반의 의사결정 시스템의 투명성을 측정하고 설계된 대로 동작하는지를 사전에 검사할 수 있는 정량화 입력효과 연구를 통해 인공지능의 의사결정을 책임 있게 만드는 방법을 제안[51]

- 인공지능 중심의 스마트 기계 생태계는 알고리즘의 복잡성뿐 아니라 물리적 현실 도메인과 상호작용하는 과정에서 사이버-물리 시스템의 과도한 복잡성을 제기

- 제4차 산업혁명과 지능정보기술 등은 하나의 기술로 설명되지 않는 다양한 기술과 이들 간 복잡한 관계 그 차체로 미래사회의 가중 중요한 이슈로 부상

복잡성을 해결하기 위한 노력

◉ 기술 진화가 만든 시스템의 복잡성은 인간의 한계를 넘어서며 미래사회에 새로운 이슈와 위험을 야기할 것이므로 이에 대한 대응이 필요

- 2014년 Stanford 대학교는 Harvard, Berkeley, Carnegie Mellon, British Columbia 대학 등과 함께 100년의 인공지능 연구, 'AI100' 프로젝트를 착수[52]

※ 'AI100'은 100년 이라는 장기적 관점에서 인공지능 기술뿐 아니라 인공지능이 사회와 경제에 미칠 영향 등 인공지능이 가져올 미래사회의 위험과 기회를 포괄적으로 연구

- Partnership on AI to Benefit People and Society는 인공지능 시스템이 잘못된 행동을 하지 못하도록 인공지능 개발을 위한 가이드라인과 대중과의 소통을

50) Samuel Arbesman, Overcomplicated: Technology at the limits of comprehension, Penguin Random House, 2016.07.19.
51) Anupam Datta, Shayak Sen, Yair Zick, "Algorithmic Transparency via Quantitative Input Influence: Theory and Experiments with Learning Systems", 2016 IEEE Symposium on Security and Privacy, 2016.05.22-26.
52) Chris Cesare, "Stanford to host 100-year study on artificial intelligence", Stanford Report, 2014.12.16.

증진하기 위해 2016년 설립된 단체로 Google, Facebook, Amazon, Microsoft, IBM 등이 참여[53)]

※ 참여업체들은 '인공지능은 가능한 많은 사람들을 이롭게 해야 한다', '대중들은 인공지능의 개발과정에 참여해야 한다', '개발자들은 개방형 연구를 수행해야 한다', '인공지능시스템은 추론과정을 설명할 수 있어야 한다' 등을 포함한 여덟 개의 기본 방침을 제정

- 일본 정부는 인공지능 시스템의 기능이 제대로 발휘되지 않는 '기능에 대한 리스크'와 권리이익 등 법익이 침해되는 '법제도·권리이익과 관련된 위험'에 대해 정리하고 당면과제를 수립

표 9 사회시스템 복잡성에 따른 미래사회 위험 요소[54)]

위험의 종류	내용
안전 위험	- 인공지능시스템에 의한 해킹, 사이버공격 등의 피해를 감지하지 못하는 경우
네트워크시스템 위험	- 서로 연결된 인공지능시스템이 정상적으로 동작하지 않거나 의도치 못한 사고가 발생할 위험 - 불완전한 네트워크 상태로 인해 인공지능시스템이 동작하지 못해 예상치 못한 사고가 발생할 위험 - 클라우드 시스템의 데이터 유출, 유실 및 시스템 장애 위험
불투명화 위험	- 불투명한 인공지능 알고리즘의 통제 불능에 따른 위험
제어상실 위험	- 인공지능시스템의 폭주로 인간에 의한 제어가 어려운 위험 - 초지능(superintelligence)의 탄생이나 특이점 도달 시 인간이 인공지능을 제어할 수 없는 위험
사고 위험	- 자율주행자동차, 인공지능시스템 등이 '자율적 판단'에 근거하여 동작함으로써 발생하는 사고 위험
범죄 위험	- 인공지능시스템을 악용한 악성코드(malware)에 의한 범죄 위험 - 자율형 무기가 테러와 같은 범죄에 악용될 위험
권리손실 위험	- 인공지능시스템이 적정하게 이용되지 않음에 따라 소비자, 청소년, 고령자 등의 권리이익이 손실될 위험
개인정보 및 프라이버시 위험	- 인공지능시스템에 의한 개인정보 수집·활용에 따른 위험 - 인공지능시스템이 개인의 생각, 건강, 행동 등을 추론·예측함에 따라 프라이버시가 침해될 위험
인간존엄 및 개인자율 위험	- 인공지능시스템이 인간의 의사결정과정을 보이지 않는 형태로 조작함에 따라 개인의 자율이 침해될 위험 - 인공지능이 인간을 뛰어넘는 지능을 가짐에 따라 인간중심주의적인 가치체계가 붕괴될 위험
민주주의와 통치기구 위험	- AI 네트워크시스템이 투표 등 국민 행동에 영향을 미침으로써 민주주의와 통치기구에 가할 위험 - AI 네트워크 시스템을 국가 통치에 이용하거나 활용하는 경우에 의사결정과정을 불투명하게 만들거나 책임소재를 불분명하게 만들 위험

53) Will Knight, "Tech Titans join forces to stop AI from behaving badly", MIT Technology Review, 2016.09.28.
54) 日本 総務省, ＡＩネットワーク化が拓く智連社会 - 中間報告書, 2016.04.15.

Ⅳ 제국의 조건

디지털 제국시대

◉ 제4차 산업혁명이 열어갈 21세기는 다양성, 개방성, 연결성, 복잡성의 다극화된 경쟁 환경에서 디지털 기술력으로 무장한 제국기업의 시대

- 디지털 제국[55]은 독자 플랫폼을 기반으로 생태계를 확장하면서 승자독식의 시대를 이끌고 글로벌 시장을 장악하며 세계 경제 질서를 새롭게 정의

- 이와 같은 패러다임 변화는 인공지능을 포함한 4차 산업혁명의 기술 생태계 중심축이 학계와 연구기관에서 산업계로 이전된다는 것

- 신기술 등장 이후 엑사스케일급 연구 인프라와 글로벌 인재확보, 합종연횡을 통한 민첩한 대응력을 가진 디지털 기업 관점의 생존 전략 필요

◎ 디지털 제국[56]
- 20세기를 이끈 다국적 기업과 달리 디지털 기술력을 바탕으로 혁신적인 제품과 서비스를 제공하면서 해당 산업의 시장을 독점할 뿐만 아니라 전 세계에 막대한 영향력을 행사
- 디지털 제국은 과거 제국의 역사에서 한 국가가 세계를 무대로 패권을 장악하는 것과 유사하게 절대적인 힘과 부를 소유함으로써 해당 국익을 극대화하며 21세기를 주도

◉ 디지털 제국은 디지털 기술력과 다양한 활용 경험을 축적한 IT기업들로서 모든 산업영역에 절대적 힘을 행사하며 시장을 독점함으로써 세계를 식민지화

- 기하급수적 ICT 기술 발전 속도와 비례하여 빠르게 성장하는 신생기업들 역시 디지털 제국으로 부상하며 성장의 속도와 경쟁의 법칙을 주도

표 10 글로벌 Top 5 기업 비교[57]

순위	2006.08.01.		2016.08.01.	
	기업(업종)	시가총액	기업(업종)	시가총액
1	ExxonMobil(에너지)	4,130억 달러	Apple(IT)	5,710억 달러
2	GE(산업기기)	3,360억 달러	Google(IT)	5,400억 달러
3	Microsoft(IT)	2,450억 달러	Microsoft(IT)	4,410억 달러
4	Gazprom(에너지)	2,440억 달러	Amazon(IT)	3,640억 달러
5	Citigroup(금융)	2,400억 달러	Facebook(IT)	3,570억 달러

55) 검색의 Google, 앱 생태계의 Apple, 전자상거래의 Amazon, 소셜 네트워크의 Facebook 등이 대표적
56) 백승일(소프트웨어 전쟁, 더하기북스, 2015.03.23.)의 '소프트웨어 제국'이라는 용어는 본 보고서에서 정의한 '디지털 제국'의 디지털 역량 가운데 소프트웨어 역량을 강조한 측면에서 차이가 있음
57) Shira Voide and Rani Molla, "Technology conquers stock market", Bloomberg, 2016.08.02.

◉ 디지털 제국의 시대는 기술 가속의 시대, 다극화된 경쟁 구도에서 성장 보다 생존 본능이 요구되는 시기로 생존의 확률을 높이기 위한 전략 필요

- 본 절에서는 기업과 국가가 근본적인 교란과 기술혁신이 일상화된 디지털 제국 시대를 살아가기 위한 5대 전략을 제시

- 5대 전략은 내적으로 자신만의 플랫폼, 독점적 데이터, 디지털 전환 등 기술 역량을 바탕으로 외적으로 고객과 경쟁자를 향한 매개화 및 개방화

그림 6. 5대 생존 전략의 관계

표 11 | 5대 생존 전략 및 주요 내용

5대 전략	세부 전략	주요 특징
① 플랫폼을 확보하라	- 기술의 임계점을 예측하라 - 자신만의 플랫폼을 만들어라 - 인공지능 알고리즘을 내재화하라	- 독점 영역 발굴과 자체 플랫폼 개발 역량
② 데이터를 독점하라	- 목표 영역의 데이터를 자본화하라 - 데이터로 수평적 지식흐름을 만들어라 - 리얼 데이터와 결합하여 가치를 창출하라	- 동적 흐름과 실질적 가치 창출
③ 디지털화·지능화하라	- 기존 제품과 서비스를 디지털화하라 - 디지털 넘어 지능화하라 - 경쟁의 법칙을 재정의하라	- 기존 영역의 인텔리전트 디지털 트랜스포메이션
④ 모든 것을 매개하라	- 개인과 개인의 소통, 소통하여 매개하라 - 개인과 개인의 공유, 공유하여 매개하라 - 제품과 서비스 유통, O2O하여 매개하라	- 차별적 비즈니스 모델과 알고리즘
⑤ 개방하고 다각화하라	- 최고의 인재를 확보하라 - 인수합병하고 개방하여 협력하라 - 교차영역을 발굴하여 다각화하라	- 사람 중심의 자율적 조직문화와 협업능력

1 플랫폼을 확보하라

➜ 변화의 본질은 기술, 기술의 임계점을 예측하라
➜ 제국은 플랫폼 기업, 자신만의 플랫폼을 만들어라
➜ 인공지능은 모든 기술에 침투, 알고리즘을 내재화하라

플랫폼 확보를 위한 역량 축적

◉ 제4차 산업혁명은 과거와 달리 다양한 기술들이 서로 융합하여 매우 빠른 속도로 신제품을 시장에 출현시키기에 기술 임계점 예측 및 내재화가 핵심

- 지난 세 차례 산업혁명의 동인은 새로운 기술의 등장이었고 4차 산업혁명 역시 기술혁명으로 시작되기에 기술의 흐름을 포착하는 것이 모든 전략의 시작
- 제4차 산업혁명은 기술의 3대 메가트렌드가 매우 깊게 관계되어 기술들이 서로 상호작용하며 새로운 산업과 시장을 만들어 냄
- 그러나 새로운 기술의 등장과 기술에 따라 기하급수적 발전 과정에서 잠복기를 지나 성장기로 도약하는 임계점이 모두 다르기에 이를 예측하기 매우 어려움
- 많은 사람들이 범하는 오류는 완성되지 않은 미래기술의 수준을 제대로 파악하지 못하고 상용화 기술 수준을 잘못 이해한 경우
- 기술 패러다임의 변화를 읽고 주요 영역의 기술역량을 축적하여 플랫폼화한 다음 개방형 전략으로 생태계를 확장하는 방식은 디지털 제국들의 공통된 전략

디지털 제국은 플랫폼 기업

◉ 모바일 생태계에서 시작된 플랫폼 전쟁은 2010년 이후 스마트홈, 자율주행 자동차, 스마트팩토리, 스마트금융 등 생태계 전반으로 확산

- Google, Apple, Amazon, Facebook 등 4인방(Gang of Four)은 플랫폼 전략을 통해 핵심 사업을 강화하고 지속적 성장을 이루며 플랫폼 시대를 주도

※ Gang of Four: Eric Schmidt 구글 회장이 2011년 'D9 Conference'에서 사용한 용어로 구글, 애플, 아마존, 페이스북 등 4인방의 공통점은 플랫폼 전략을 통해 ICT 시장을 키우며 성장을 주도함을 역설

※ 플랫폼 4인방 성장률 비교[58]: 구글, 애플, 아마존의 경우 2001년 이후 2015년까지 최근 15년 간 연평균 성장률이 각각 62%, 31%, 29%이며, 페이스북은 2008년 이후 2015년까지 최근 8년 간 연평균 성장률 82% 기록

- 대표적으로 모바일 플랫폼이 안드로이드와 iOS로 양분되고 거대한 앱 생태계가 만들어지면서 Google과 Apple이 디지털 제국으로 부상

58) 최병삼, 플랫폼 시대의 도래와 산업경쟁력, 제3차 세종미래전략연구포럼, 2016.06.22.

- 디지털 제국은 자체가 플랫폼으로써 개방화 전략을 통해 더 작은 신생기업들을 끌어들여 독자 생태계를 형성하는 동시에 경쟁자들을 견제

인공지능 내재화

◉ 인공지능 알고리즘은 데이터를 기초로 하기에 모든 기술에 침투하고 플랫폼에 내재화되어 미래 기술 경쟁의 가장 중요한 요소로 인식되고 있음

- 모든 기업들은 4차 산업혁명을 주도하고 있는 딥러닝, 머신러닝과 같은 인공지능 알고리즘을 내재화하지 못하면 생존이 어렵다는 점을 명심해야 할 것

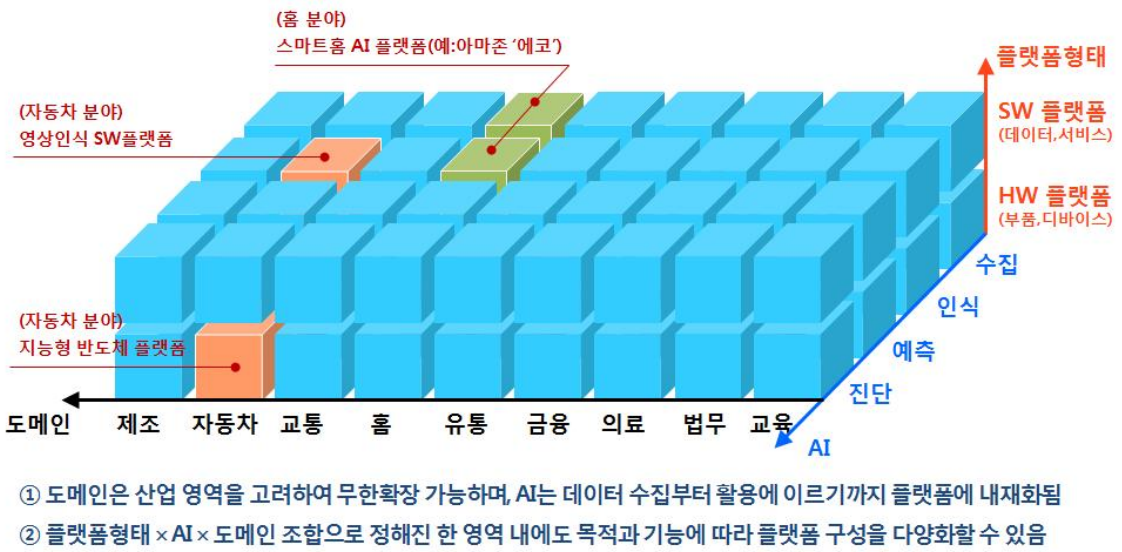
- 즉 인공지능은 하나의 신기술이라기보다 모든 산업에 스며들어 경쟁의 법칙을 완전히 바꿀 파괴력을 행사하는 범용 기술

◉ 글로벌 IT기업들이 공개한 인공지능 플랫폼을 활용할 수 있기에 알고리즘 역량 축적을 과소평가하고 데이터 확보만을 우선시하는 전략은 매우 위험

- 데이터와 알고리즘의 관계에서 대량의 데이터가 알고리즘의 성능을 높여가는 것과 별도로 산업 영역에 적용될 프레임 특화된 인공지능 개발은 필수[59]

- 세계적으로 인공지능에 기반을 둔 서비스는 가장 치열한 경쟁영역이 될 것이며 2020년까지 기업 인력 채용의 20%는 인공지능 알고리즘 개발자가 될 것[60]

그림 7. 지능형 디지털 플랫폼 확보 전략



59) Google은 독자적 검색 알고리즘을 바탕으로 세계 최대의 신규 고객과 데이터 확보, Amazon의 고객 데이터 확보를 통한 가격 결정 및 개별 추천 알고리즘 등 기업마다 핵심 알고리즘은 비공개

60) David W. Cearly, "The Top 10 Strategic Technology Trends for 2017", Gartner Symposium ITxpo Orlando, 2016.10.16.~20.

2 데이터를 독점하라

➜ 자본의 본질 변화, 목표 영역의 데이터를 자본화하라
➜ 의사결정과 전략수립, 데이터로 수평적 지식흐름을 만들어라
➜ 기존 산업의 방향, 리얼 데이터와 결합하여 새로운 가치를 창출하라

모든 것의 데이터화

◉ 4차 산업혁명은 디지털 혁명이며 이것은 곧 모든 것의 데이터화를 전제하며 데이터는 기술의 발전 속도와 활용 범위를 결정

- 모든 것의 데이터화는 물리적 실체를 디지털화된 데이터로 전환하여 모든 산업을 정보기반, 지식기반으로 디지털 트랜스포메이션[61]화 함
- 기술이든 산업이든 그 어떤 영역이라도 데이터화되면 무어의 법칙이 모든 정보기술에 적용되는 '수확 가속의 법칙'을 따르며 가격 대비 성능비가 약 1년마다 2배로 증가[62]
- 측정하지 못할 것은 아무것도 없으며 데이터화는 크게 물리적 현실데이터, 디지털 가상데이터, 그리고 바이오 생명데이터 등 세 영역에서 서로 밀접한 관계를 맺으며 자본화
- 생산과 경제 활동뿐만 아니라 인체와 생활정보까지 계량화하는 모든 것의 데이터화는 가속될 것이며 자본의 개념을 바꾸고 자본주의 미래에도 영향

※ 2021년 개인 활동의 20%가 글로벌 7대 디지털 기업 중 한 곳 이상과 연계되는 등 디지털 기업이 개인 활동의 상당 부분에 영향을 미칠 전망[63]

수평적 지식흐름과 의사결정

◉ 인공지능[64]은 기업 간 독립적으로 존재했던 데이터를 통합하여 수평적 지식흐름을 만들고 이를 통한 의사결정[65]은 기업 생존의 절대적 우위를 제공

- 지금까지 빅데이터는 기업 내부에 수직적인 흐름만을 통해 제한된 범위에서 기업들의 전략수립에 활용되어 온 정적인 개념
- 데이터와 알고리즘의 결합이 만든 '새로운 눈'은 보이지 않는 손[66]이라는 가격을 자동 조절[67]할 뿐만 아니라 정보의 수평적 흐름을 통해 새로운 경쟁 우위를 제공

61) 즉 디지털 트랜스포메이션은 기업 내 모든 프로세스를 디지털화하려는 전략으로써 데이터 전환이 시작점
62) Kurzweil이 경제학의 수확 '체감'의 법칙을 '가속'으로 바꾼 것으로 저서 '특이점이 온다'에서 주장
63) Daryl C. Plummer et al., Top Strategic Predictions for 2017 and Beyond, Gartner, 2016.10.14.
64) 인공지능을 데이터에 기초한 알고리즘, 즉 새로운 눈이라 표현하였으며 자세한 내용은 "ETRI, ECOsight 3.0: 미래기술 전망, Insight Report 2015-02, 2015.12.15."를 참고
65) Michael Schrage, "How the big data explosion has changed decision making", Harvard Business Review, 2016.08.25.
66) 자본주의 시장경제는 시장에서 형성된 가격이 수요와 공급을 자동으로 조절하는 '보이지 않는 손'의 역할

- Neil Jacobstein은 인공지능 기술을 사용한 의사결정이 인간의 인지적 편향을 보완할 수 있을 것이라 주장[68]

리얼 데이터 기반 새로운 가치 창출

◉ 인공지능 중심의 ICT 기술은 의사결정 지원과 함께 기존 산업의 리얼 데이터와 결합하여 새로운 가치를 창출한다는 점에 주목

- 지금까지는 인터넷이라는 가상공간에서 만들어지는 데이터가 대부분을 차지하였으나 앞으로는 현실공간에서 생산·소비되는 실제 데이터 확보가 핵심

- Google, Amazon, Apple 등 강력한 플랫폼 기업들이 가상의 데이터를 독점해 왔다면 실제 생산현장과 경제활동에서 만들어지는 리얼 데이터 확보는 초기 단계

- 기술의 발전은 기존의 산업구조와 개념을 재정의할 것이기에 완전히 새로운 관점에서 가치 창출을 고민해야 할 것

※ 자동차산업의 경우 자율자동차가 만드는 데이터는 2030년까지 4,500억~7,500억 달러의 신규시장 창출 전망[69]

- 일본의 경우 제4차 산업혁명과 함께 리얼 데이터 활용을 통한 이익창출을 포함한 '新산업구조 비전' 전략을 수립[70]

그림 8. 리얼 데이터를 이용한 이익창출 전략

67) Amazon은 지난 20여 년간 수집한 전 세계 20억 명의 정보를 바탕으로 알고리즘에 의해 소비자정보, 공급자의 제품정보, 그리고 경쟁자정보를 실시간 통합·분석하여 경쟁자들을 압도
68) Salim Ismail, Exponential Organizations, Singularity University Book, 2014.10.14.
69) McKinsey&Company, Monetizing car data – New service business opportunities to create new customer benefits, 2016.09.
70) 日本 経済産業省, 新産業構造ビジョン – 産業構造審議会 中間整理, 2016.04.27.

3 디지털화, 지능화하라

➜ 기존 제품과 서비스를 디지털화하라
➜ Intelligent Digital Transformation, 디지털 넘어 지능화하라
➜ 모든 산업을 파괴하는 디지털화와 지능화, 경쟁의 법칙을 재정의하라

제4차 산업혁명의 또 다른 이름, 디지털 트랜스포메이션

◉ 3차 산업혁명을 주도한 IT산업에서 시작된 디지털 기술이 모든 산업에서 핵심역량이 되면서 디지털 트랜스포메이션에 성공한 기업이 기존 기업을 몰아내고 시장을 장악

- 제4차 산업혁명과 함께 시작된 모든 산업의 디지털 트랜스포메이션은 디지털 혁명을 통해 ICT산업의 경계와 범위를 대폭 확장

※ 지금까지 非ICT산업에서 디지털은 보조적 수단에 불과, 이제는 모든 프로세스의 경쟁력을 좌우하는 핵심 요소

- 디지털 혁명 이전의 ICT산업은 산업혁명의 패러다임에 의해 움직였으나 디지털 트랜스포메이션은 ICT산업이 모든 산업을 주도하며 경쟁의 법칙을 바꿈

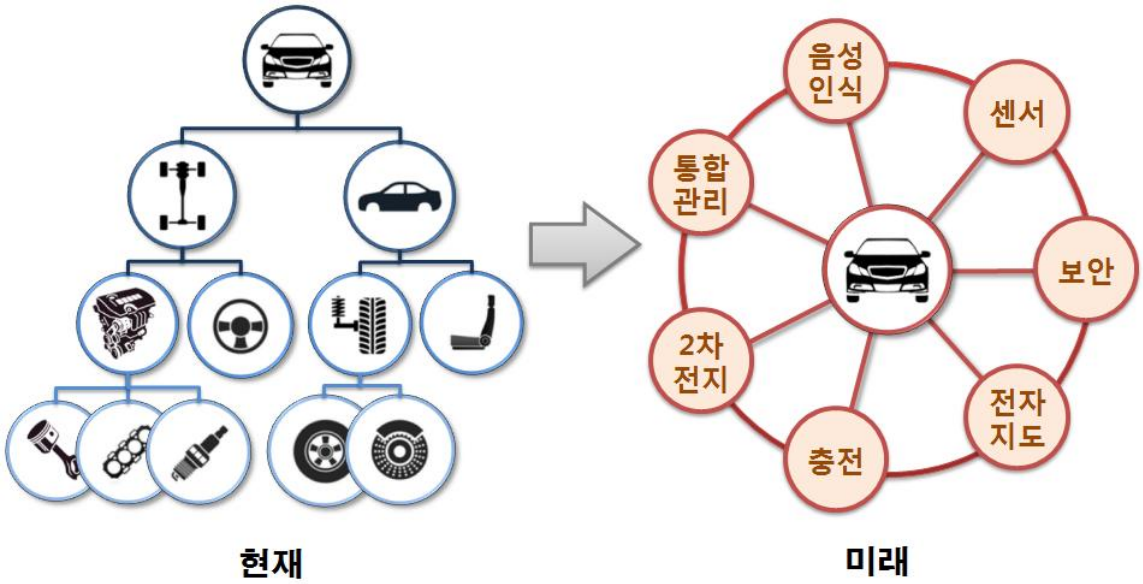
- 향후 10년 간 디지털을 통해 모든 산업이 근본적으로 변화되고 재정의됨으로써 산업혁명에 버금가는 대변혁이 예상

※ 전 세계 CEO들은 2020년까지 기업의 제품과 서비스에 대해 고객이 인식하는 가치의 46%가 디지털화될 것이며 물리적 현실영역과 디지털 가상영역의 결합이 디지털 비즈니스를 이끌 주요 동인이 될 것이라고 전망[71]

그림 9. 디지털 트랜스포메이션의 산업적 의미

71) David W. Cearly, "The Top 10 Strategic Technology Trends for 2017", Gartner Symposium ITxpo Orlando, 2016.10.16.~20.

그림 10. 디지털 트랜스포메이션이 바꿀 자동차 산업구조 변화



인텔리전트 디지털 트랜스포메이션

- 데이터에 기초한 디지털 전환은 민간부문과 공공부문을 아우르며 궁극적으로 지능화를 통해 스마트 기계 생태계를 완성

  - 가트너는 디지털 비즈니스로의 전개 과정을 6단계로 구분하고 최근 소셜, 모바일, 클라우드, 정보 등 4개 힘의 결합[72]으로 디지털 비즈니스 시대가 시작되었음을 주장[73]

  - 디지털 비즈니스 시대에는 모든 물리적 개체는 디지털화되고 가상세계의 디지털화된 개체는 비즈니스 가치사슬에서 물리적 개체와 동등한 요소로 인식

  ※ Digital Twin: 가트너가 선정한 2017년 10대 전략 기술 가운데 하나로 3~5년 내에 수십 억 개의 사물(물리적 개체)은 디지털화되어 동적 소프트웨어 모델로 표현될 것이라 전망[74]

  - 결국 힘의 결합 이후 등장한 디지털 비즈니스 전환의 마지막 단계는 자율화 즉, 프로세스와 시스템의 자동화·지능화인 Intelligent Digital Transformation

  ※ IDX(Intelligent Digital Transformation)[75]: 국방, 교통, 교육, 산업, 의료, 복지 등 민간부문뿐 아니라 공공부문까지 포함하며 ETRI가 제안한 국가차원의 사회시스템의 디지털화 및 지능화 전략

  - 디지털과 지능화 능력을 보유한 기업은 해당 산업의 게임의 법칙을 재정의함으로써 기존의 경쟁 우위를 제거하여 독점적 위치를 구축

72) 가트너는 2012년 Nexus of Four Forces(Social, Mobile, Cloud and Information)가 디지털 비즈니스를 이끄는 미래 기술 플랫폼이 되어 새로운 비스니스 기회를 창출할 것이라 예상
73) Betsy Burton, Mike J. Walker, Hype Cycle for Emerging Technologies 2015, Gartner, 2015.07.27.
74) David W. Cearley et al., Top 10 Strategic Technology Trends for 2017, Gartner, 2016.10.14.
75) 이상훈, 제4차 산업혁명과 Intelligent Digital Transformation, 2017 ICT 산업전망컨퍼런스, 2016.10.25.

4 모든 것을 매개하라

➜ 개인과 개인의 소통, 소통하여 매개하라
➜ 개인과 개인의 공유, 공유하여 매개하라
➜ 제품과 서비스 유통, O2O하여 매개하라

소통에서 생활의 플랫폼으로 확장

◉ 소셜 네트워크 기업들은 소통을 위한 플랫폼에서 사람·기기·서비스를 연결하는 생활의 플랫폼으로 진화하며 사업을 확장

- '소셜 네트워크'라는 사람과 사람의 연결에 갇혀 있던 SNS 기업들은 새로운 수익창출을 위해 제품과 서비스를 매개하기 시작
- 즉, 페이스북, 왓츠앱, 위챗, 카카오 등은 사람과 사람 간 소통을 위한 플랫폼에서 사람·기기·서비스 등 모든 것을 매개하려는 전략을 구사
- 매개 사업의 핵심은 가격 경쟁에서 벗어난 차별화된 수익 모델과, 사람·기기·서비스 연결을 최적화할 수 있는 데이터에 기초한 알고리즘 기술력 확보

※ 2016년 11월 Google이 내년부터 인공지능을 접목한 RCS(rich communication service) 메신저 사업을 시작하겠다고 발표하였고 삼성은 RCS기술기업 'NewNet Canada'를 인수하는 등 소셜 네트워크기반 매개화 전략을 본격적으로 시작

※ 2016년 Statista 발표 Global Top 10 모바일 메신저 이용자 규모: WhatsApp(10억명), Facebook(9억명), QQ Mobile(8.53억명), WeChat(6.97억명), Skype(3억명), Viber(2.49억명), LINE(2.15억명), BlackBerry(1억명), Telegram(1억명), kakaotalk(0.48억명)

공유경제 기반 비즈니스의 확장

◉ Uber, Airbnb 등은 직접 제품을 생산하는 대신 생산자와 소비자를 매개하여 이윤을 창출하는 공유경제 기반 매개형 비즈니스 모델

- 창업 이후 기업가치가 500억 달러가 되는 데 5년이 걸린 우버는 페이스북(8년)과 비교하여 보다 빠른 성장세를 기록[76]
- 미국 경제전문매체 CNBC가 2016년 발표한 '파괴적 혁신기업 50 (Disruptor 50)'에서 1위와 2위에 각각 우버와 에어비앤비가 선정되었음에 주목[77]
- 모든 것을 우버화(Uberfication of Everything)' 하려는 우버 전략의 핵심은 차량 공유서비스를 시작으로 Ubertaxi, Ubercopter, Ubereats 등으로 사업의 확장

76) Business Insider, "Uber has grown faster in its first five years than Facebook did", 2015.06.01.
77) CNBC, "Meet the 2016 CNBC Disruptor 50 Companies", 2016.06.07.

유통에서 모든 것의 O2O로 확장

- 음식 배달, 영화, 호텔, 여행 등 특정 제품과 서비스를 연결하는 O2O 사업자들은 거대 IT 기업들과 합종연횡을 통해 자동차거래, 의료, 교육 등으로 확장
  - 2016년 5월 기준, 중국 음식 배달 시장점유율 1위(37.5%) 기업 '어러머(ele.me)'는 온라인과 오프라인을 연결하는 대표적 O2O 플랫폼 사업자
  - 음식배달에서 시작한 어러머의 경쟁력은 데이터 축적과 서비스 최적화를 위한 인공지능 알고리즘[78]으로 인간 생활의 모든 것을 제공하는 O2O 생태계를 구축
  - 중국은 'O2O 추진을 위한 산업, 무역업 및 유통업의 혁신 발전 전환 고도화에 관한 의견'을 통해 전통 유통업계의 O2O 증진 계획안 발표(2015.09.29.)[79][80]

결국은 연결을 통한 고객 확보

- 매개화의 공통점은 소셜 네트워크기반 소통, 차량 등의 공유, 제품과 서비스 유통 등 시작은 다르나 결국은 고객이 원하는 시간에 생활의 모든 것을 제공하려는 것
  - 이 과정에서 보다 편리하고 자연스런 고객과 상호작용 기술과 기존 사업과의 차별성을 갖는 비즈니스 모델이 핵심 전략

※ 최근 카카오의 경우 SNS 중심의 사업 확장 전략이 어려움을 겪는 것도 고객과 최적의 상호작용 알고리즘과 비즈니스 모델 부재가 주요 원인

그림 11. 모든 것의 매개화 전략

78) 식당에게 수수료를 면제하는 대신 NAPOS라는 식당관리 솔루션을 제공하고 이용료를 받는 사업모델로 전환함으로써 후발 주자들에 비해 경쟁 우위 확보
79) 도강호, 빠르게 성장·변화하는 중국의 O2O 시장, 한국인터넷진흥원, 2015.10.
80) China Chain Store & Franchise Association, Distribution in China: The rise of O2O and its implications, 2014.11.

5 개방하고 다각화하라

➜ 인재확보 전쟁, 최고의 인재를 확보하라
➜ 오픈 이노베이션, 인수하고 개방하고 협력하라
➜ 다양성 폭발의 시대, 교차영역을 발굴하여 다각화하라

경쟁 우위의 종말

◉ 지난 20년 동안 진행된 정보화는 최근 인공지능에 의한 지능화와 결합하여 산업 간 경계를 허물고 게임의 법칙을 바꾸며 기존의 경쟁 우위를 무의미하게 만듦

- 경쟁자들 보다 압도적인 빠른 속도로 시장을 장악하여 세계를 정복하려는 디지털 제국의 성장전략은 기존의 독자개발, 선택과 집중에서 탈피한 개방화와 다각화

- 즉 관련 분야의 최고의 인재를 확보함과 동시에 최고 수준의 기업을 인수합병하거나 협력하여 사업을 다각화하는 방향으로 빠르게 전환

- 이러한 변화는 속도가 생명인 디지털 세계에서 가장 확실한 생존 전략으로 인식되며 자본력에서 절대 우위를 점하고 있는 소수 IT 공룡기업들의 영향력은 압도적

※ 2016년 3월 PwC 발표에 따르면 시가총액 세계 100대 기업 중 1,000억 달러 이하는 73개('09년) vs. 33개('16년)인 반면, 3,000억 달러 이상은 1개('09년) vs. 6개('16년)

- 산업간 경계가 사라지고 경쟁 상대가 다양해진 무한 경쟁 환경에서 최고의 생존법은 기술과 시장 변화에 따라 경쟁 우위를 지속적으로 변화시키는 빠른 적응 능력

- 즉 과거의 경쟁 우위만을 고집하고 변화를 거부하는 거대 기업은 작고 민첩한 신생기업들에 의해 해체되고 빠른 적응력의 소수 기업이 제국기업으로 성장

인재확보 전쟁

◉ 글로벌 IT 기업들은 인공지능을 선도하기 위해 냉전시대의 군비경쟁만큼 치열한 인재영입 전쟁을 주도[81]하며 인공지능분야의 인력전쟁을 업계 전체로 확산시킴

- Uber, Airbnb, Pinterest, Palantir 등 실리콘밸리의 IT '유니콘 기업'들 역시 Google, Apple 등 거대 IT 기업과 인력전쟁을 치열하게 전개

- 인공지능분야에서 시작된 인재확보 전쟁은 신사업과 시장 변화에 빠르고 효율적으로 대응하기 위해 사물인터넷, 자율주행자동차, 공유경제 등 非IT 분야로 확대[82]

81) 딥러닝 Top 4로 불리는 Geoffrey Hinton, Yann LeCun, Andrew Y. Ng, Yoshua Benjio 등은 각각 Google, Facebook, Baidu, IBM에 영입되어 인공지능 연구를 총괄
82) Airbnb가 최근 Harvard Business School의 Peter Coles 교수를 영입하는 등 미국 동부 명문대 경제학자들이 연구실을 떠나 대거 실리콘밸리로 이직 증가

M&A, C&D 그리고 다각화

◉ 변화의 속도가 빨라지고 경쟁자가 다양해진 불확실성이 높은 환경에서 다양한 기술로 무장한 기업 간 상호 존중의 개방형 협력은 글로벌 기업들의 공통된 생존 전략

- 불확실성 환경에서 변화의 리듬을 선도하기 위해서는 신속한 의사결정과 사업의 다각화[83]가 요구되며 M&A와 C&D는 가장 확실한 수단으로 활용

※ 최근 인수합병은 적대적 M&A에서 상호 존중의 M&A, 즉 합병기업을 존중하는 방식으로 변모하고 있으며 이는 결국 기존 창의적 인재와 기업문화를 통해 시너지를 극대화하려는 목적

※ C&D(Connect & Development)는 자체 연구(R&D)에서 탈피하고 기업 인수합병(M&A)과 달리 내부자원과 외부자원을 결합하여 보다 효율적으로 제품을 개발하기 위한 개방형 개발 방식

- 전략적 M&A로 제국기업으로 성장한 Google, Amazon, Facebook 등 미국 기업뿐 아니라 Baidu, Alibaba, Tecent, Softbank 등 중국과 일본 기업 역시 M&A 전쟁 중

※ Google은 지난 10여 년 간 Android, YouTube, Boston Dynamics, DeepMind 등을 포함하여 100여 개 업체를 인수합병하여 핵심역량을 확보하고 미래 시장을 선점

※ Softbank는 최근 인공지능이 주도하는 4차 산업혁명 시대의 기반이 될 IoT 생태계를 구축하기 위해 ARM을 인수하였고(2016.09), 미래 산업의 판도를 바꿀 거대 M&A 시장을 주도하기 위해 최근 '소프트뱅크 비전 펀드'를 조성하는 등 스마트폰 이후의 모바일 생태계를 장악하기 위한 계획을 수립[84]

표 12 구글의 다각화 전략(A to Z)[85]

구글의 제품 및 서비스			
A	Android, AdSense, Analytics, Ara, AdMob, Alerts	**N**	Nexus, News, Now, Nest
B	Blogger, Boston Dynamics, Books	**O**	Offers
C	Calico, Cardboard, Capital, Contact lenses	**P**	Plus, Play, Photos, Picasa, Pixate, Patents
D	Drive, DeepMind, Design, DoubleClick	**Q**	Q(Nexus)
E	Earth, Express	**R**	Refine, reCaptcha
F	Fiber, Fi, Flights, FeedBurner, Firebase, Finance	**S**	Search, Self-driving car, Shopping, SageTV, Stackdriver, Skybox, Skia, Scholar
G	Gmail, Glass, Groups	**T**	Translate, Tango
H	Hangouts	**U**	URL shortener
I	Images, Ingress, Inbox, Invite Media	**V**	Voice, Ventures, VirusTotal, Video
J	Jump	**W**	Wear, Wallet, Web Toolkit, Wing
K	Keep	**X**	X labs
L	Local, Loon	**Y**	YouTube
M	Maps, My Business, Makani	**Z**	Project Zero, Zagat

83) Rita G. McGrath, The end of competitive advantage: How to keep your strategy moving as fast as your business, Harvard Business Review Press, 2013.06.04.
84) 소프트뱅크 250억 달러, 사우디 국부펀드 450억 등을 출자해 최대 1,000억 달러(약 113조 200억 원) 규모의 투자 펀드 조성 계획을 발표(2016.10.14.)
85) http://qz.com/476460/here-are-all-the-alphabet-formerly-google-companies-and-products-from-a-to-z/

에필로그 | 디지털 캄브리아기를 준비하라

2016년 1월에 개최된 다보스포럼 이후 제4차 산업혁명이라는 키워드는 세계적인 관심을 모으며 사회 전반을 뒤흔들고 있다. 그간 우리에게 실험실과 이론으로만 존재했던 미래기술들이 한꺼번에 시장에 쏟아져 나오기 시작했고 낯선 이름의 신생기업들은 하루가 다르게 그 모습을 드러내고 있다. 하나의 기술로는 도저히 설명될 수 없는 제4차 산업혁명은 5억 4,200만 년 전 캄브리아기의 생물종 대폭발과 유사하게 신기술로 무장한 신생기업들을 세계 시장에 넘쳐나게 하는 시발점이 되었다. 이 과정에서 지난 3차 산업혁명의 패러다임을 주도했던 글로벌 기업들은 신생기업들과의 생존 경쟁에서 자신들의 정체성을 잃고 혼란에 빠져들고 있다. 우리는 이러한 현상을 어떻게 바라보고 무엇을 준비해야 할까. 이번 보고서에서는 급변하는 경쟁 환경에서 지금의 혼란스런 상황을 냉철히 분석하고 복잡하게 얽혀있는 문제의 실타래를 기술 관점에서 풀어봄으로써 미래를 위해 무엇을 준비해야 할 지 고민하였다.

우선 이 모든 사건의 발단이 된 기술들을 들여다보자. 2010년 이후 IBM 왓슨과 Google 자동차에서 알파고에 이르기까지 인터넷과 각종 매체를 통해 우리들이 경험한 이런 기술의 시연들은 왜 갑자기 가능해졌을까. 인공지능이라는 이름으로 대변되는 기술혁명과도 같은 사건들은 3차 산업혁명의 주역인 ICT 기술, 보다 정확히 말하면 디지털 기술 때문이다. 무어의 법칙으로 설명되는 반도체 칩의 기하급수적 발전이 디지털 영역 전반으로 확대되었기 때문이다. 데이터, 네트워크, 아키텍처, 알고리즘의 기하급수적 양적 성장은 2010년 전후로 인공지능이 첫 번째 임계점을 넘을 수 있는 응집된 힘을 만들어 냈다. 마치 캄브리아기에 갑작스런 DNA 변이가 생명체에 눈이라는 감각기관을 처음 만들어 냈듯이 기술의 DNA(Data, Network, Architecture/Algorithm)의 양적 발전은 질적 변화로 이어져 인공지능이라는 새로운 눈을 기술 생태계에 탄생시킨 계기가 되었다.

그러나 생명의 DNA 변이가 눈이라는 감각기관뿐 아니라 생명체의 다른 부위의 진화도 함께 이끌었듯이 기술의 DNA 변화는 인공지능 발전을 포함하여 ICT기술 전체에 큰 변화를 초래하며 진화의 궤적을 바꿔 놓았다. 그토록 많은 기술들 가운데 인공지능 분야의 변화가 가장 두드러지고 이를 보유한 자들의 생존 전략

이 과거와는 비교도 할 수 없을 만큼 강력하기에 인공지능이 ICT 기술 생태계를 주도하고 있다고 해도 과언이 아니다. 그리고 지금 우리가 목격하고 있는 인공지능의 2차, 3차 충격의 잠재력이 너무 크기 때문이기도 하다. 제4차 산업혁명 시대의 기술 생태계는 어떤 모습일까. 본 보고서에서는 이를 크게 세 가지 기술 메가트렌드로 구분하였고 이들 메가트렌드는 서로 매우 밀접하게 교차하며 새로운 제품과 서비스를 만들어내고 있음을 확인하였다. 그렇다면 앞으로 인공지능은 어느 수준까지 발전하며 산업 생태계를 어떻게 변화시킬까. 그리고 생태계를 지배할 절대 강자, 디지털 제국은 어떻게 해서 탄생하는가. 이러한 궁금증을 가지고 나름의 해법을 찾으려 노력했다.

첫째, 디지털 기술의 네 영역 즉, 데이터, 네트워크, 아키텍처, 알고리즘을 통해 인공지능의 전개 과정을 들여다보았다. 데이터, 네트워크, 아키텍처의 기하급수적 양적 성장이 알고리즘의 발전과 결합되면서 인공지능은 최근 들어 인간과 다른 관점에서 세상을 보기 시작했다. 세계 정복을 꿈꾸는 디지털 제국들은 인공지능을 절대 권력을 향한 가장 강력한 무기로 인식하게 된 것이다. 산업계 주도의 인공지능 전쟁은 우리들의 생각의 속도를 넘어서며 미래사회에 엄청난 영향을 미치고 국가 경쟁력의 핵심 요소로 작용할 것이다. 인공지능의 역사에서 지금까지는 인간이 알고리즘을 이해했다면 이제는 알고리즘이 인간을 이해하며 기술 생태계를 근본적으로 변화시키고 있는 것이다.

둘째, 인공지능이 이끌어 갈 ICT 생태계의 변화를 살펴보았다. 크게 다양성, 개방성, 연결성, 복잡성 측면에서 3차 산업혁명의 패러다임과는 완전히 다른 특징을 보이고 있다. 기하급수적 디지털 기술의 발전은 크게 기계와 지능, 현실과 가상, 인간과 기계를 결합하고 데이터와 알고리즘에 기초한 인공지능은 이 모든 기술들을 관통하며 생태계를 새롭게 설계하고 있다. 기술의 발전 속도는 점점 빨라지고 이를 파괴적으로 활용할 줄 아는 신생기업들은 폭발적으로 증가하고 있다. 경쟁구도는 복잡하고 다극화되며 생존 전략은 다양해졌다. 협력과 적응이라는 생명체의 생존 본능은 기술 생태계에도 그대로 적용되어 제국 기업들은 선택과 집중 그리고 독자 개발에서 다각화와 개방형 전략으로 빠르게 변모하고 있다. 전 지구적 규모로 확장되는 물리적 연결은 기계와 기계, 인간과 인간의 논리적 연결로 이어져 궁극적으로 모든 산업을 스마트한 기계 생태계로 바꾸고 있다. 그리고 스마트 기계 생태계의 과도한 복잡성은 사회시스템의 통제력 상실과 불확실성에 대한 우려를 낳고 있다.

셋째, 앞서 살펴본 기술과 산업 생태계의 변화는 기업 주도의 글로벌 스케일로 진행되고 있다는 점에 주목할 필요가 있다. 캄브리아기에 다양한 생존 전략이 생물종의 대폭발을 낳았듯이 제4차 산업혁명과 함께 시작된 디지털 캄브리아기는 다양한 전략을 구사할 수 있는 신생기업들을 폭발적으로 증가시키고 있다. 그리고 수많은 신생기업들 가운데 소수의 기업들만이 차별화된 전략을 바탕으로 산업 생태계의 먹이사슬에서 절대강자로 군림하며 디지털 제국으로 성장하고 있다. 자신만의 독자적인 생태계를 구축하여 세계를 정복하고 식민지화하려는 디지털 제국들이 생겨나고 있는 것이다. 지역과 산업 특성에 기반을 둔 다국적 기업과 달리 데이터와 알고리즘이라는 강력한 무기를 앞세우며 세계를 무대로 모든 사업을 지배하려는 디지털 제국들은 경쟁자를 압도하며 산업 생태계를 넓혀가고 있다. 이들은 내적으로 자신만의 플랫폼, 독점적 데이터, 디지털 전환에 대한 기술역량을 바탕으로 외적으로 경쟁자와 고객을 향한 개방화 및 매개화 전략을 통해 사업을 다각화하고 있는 것이다.

세계를 무대로 절대적 패권을 행사하며 시장을 독점하는 디지털 제국들은 국가의 이익을 대변하며 21세기를 이끌어 갈 것이다. 지금까지 세상을 움직였던 운영체제가 디지털 제국들에 의해 다시 만들어지고 있다는 얘기다. 우리가 경험하고 있는 검색의 Google, 앱의 Apple, 소셜 네트워크의 Facebook, 전자상거래의 Amazon과 Alibaba처럼 새로운 제국들은 자동차, 제조, 의료, 에너지, 숙박업 등 모든 영역을 디지털화하여 지배력을 키워갈 것이다.

지구의 역사에서 대폭발은 늘 대멸종을 동반하였다. 캄브리아기 대폭발의 이면에는 급격한 경쟁 환경에 적응하지 못한 자들의 대멸종이 있었다. 디지털 캄브리아기의 엄청난 충격은 적응하는 자와 그렇지 못한 자를 승자와 패자로 가르고 승자독식의 시대를 가져올 것이다. 20세기에 유효했던 경쟁 우위는 더 이상 통하지 않는 시대가 되었다. 변동성과 불확실성이 그 어느 때 보다 커진 지금, 중요한 것은 변화 속도에 대한 우리의 적응력이다. 이미 우리 앞에 다가온 제4차 산업혁명의 본질을 정확히 꿰뚫고 한발 앞서 움직이는 빠른 결단력이 요구된다. 지금 무엇을 준비해야 하는가. 기술의 역사에서 앞으로의 10년은 골든타임이라는 것을 우리 모두 기억해야 할 것이다.

※ 참고문헌

[1] Amanda Schaffer, "Robots that teach each other", MIT Technology Review, 2016.02.

[2] Anupam Datta, Shayak Sen, Yair Zick, "Algorithmic Transparency via Quantitative Input Influence: Theory and Experiments with Learning Systems", 2016 IEEE Symposium on Security and Privacy, 2016.05.22-26.

[3] Betsy Burton et. al., Hype Cycle for Emerging Technologies 2015, Gartner, 2015.07.27.

[4] Business Insider, "Uber has grown faster in its first five years than Facebook did", 2015.06.01.

[5] China Chain Store & Franchise Association, Distribution in China: The rise of O2O and its implications, 2014.11.

[6] Chris Cesare, "Stanford to host 100-year study on artificial intelligence", Stanford Report, 2014.12.16.

[7] CNBC, "Meet the 2016 CNBC Disruptor 50 Companies", 2016.06.07.

[8] Danny Shapiro, "Driver's Ed for self-driving cars: How our deep learning tech taught a car to drive", NVIDIA, 2016.05.06.

[9] Daryl C. Plummer et al., Top Strategic Predictions for 2017 and Beyond, Gartner, 2016.10.14.

[10] David W. Cearly, "The Top 10 Strategic Technology Trends for 2017" presentation material, Gartner Symposium ITxpo Orlando, 2016.10.16.~20.

[11] Flavio Bonomi et al., "Fog computing and its role in the internet of things", Proceedings of the first edition of the MCC workshop on Mobile cloud computing, 2012.08.17.

[12] Global Agenda Council on the Future of Software & Society, Deep Shift: Technology Tipping Points and Societal Impact, World Economic Forum, 2015.09.

[13] Goeffrey Hinton, "Machine learning-breakthrough science and technologies", The Royal Society, Machine Learning Conference, 2015.5.22.

[14] Jennifer Langston, "UW team stores digital images in DNA and retrieves them perfectly", UWTODAY, 2016.04.07.

[15] John Gantz and David Reinsel, The Digital Universe in 2020, IDC (sponsored by EMC Corporation), 2012.12.

[16] Julie Verhage, "The bot economy is growing even faster than the app economy did", Bloomberg, 2016.09.16.

[17] Klaus Schwab, The Fourth Industrial Revolution, World Economic Forum, 2016.01.15.

[18] McKinsey&Company, Monetizing car data - New service business opportunities to create new costomer benefits, 2016.09.

[19] Megmdob, "How IBM Cloud is building a rich ecosystem for developers and startups", IBM, 2016.02.

[20] Melvin Johnson et al., "Google's Multilingual Neural Machine Translation System: Enabling Zero-Shot Translation", arXiv preprint arXiv:1611.04558(2016).

[21] Michael Schrage, "How the big data explosion has changed decision making", Harvard Business Review, 2016.08.25.

[22] Mike J. Waler et al., Hype Cycle for Emerging Technologies 2016, Gartner, 2016.07.19.

[23] Mike Schuster et al., "Zero-shot translation with Google's multilingual neural machine translation system", Google Research Blog, 2016.11.22.

[24] Neural Information Processing Systems 2015, 2015.12.

[25] Nikkei Electronics, 人工知能 `超人間への ロードマップ, 2016.05.20.

[26] Rita G. McGrath, The end of competitive advantage: How to keep your strategy moving as fast as your business, Harvard Business Review Press, 2013.06.04.

[27] Salim Ismail, Exponential Organizations, Singularity University Book, 2014.10.14.

[28] Samuel Arbesman, Overcomplicated: Technology at the limits of comprehension, Penguin Random House, 2016.07.19.

[29] Shira Voide and Rani Molla, "Technology conquers stock market", Bloomberg, 2016.08.02.

[30] Stanford University, "Tsensors Summit for Trillion Sensors Roadmap," 2013.10.23.~25.

[31] Tom Simonite, "Algorithms that learn with less data could expand AI's power", MIT Technology Review, 2016.05.24.

[32] Tom Simonite, “Google’s new service translates languages almost as well as human can”, MIT Technology Review, 2016.09.29.

[33] Viveca Woods, “The Top 10 Strategic Technology Trends for 2016”, Gartner Symposium ITxpo Orlando, 2015.10.04.~08.

[34] Will Knight, “Tech Titans join forces to stop AI from behaving badly”, MIT Technology Review, 2016.09.28.

[35] Will Knight, “AI’s language problem”, MIT Technology Review, 2016.08.09.

[36] 도강호, 빠르게 성장・변화하는 중국의 O2O 시장, 한국인터넷진흥원, 2015.10.

[37] 마쓰오 유타카, 인공지능과 딥러닝, 동아엠앤비, 2015.12.10.

[38] 백승일, 소프트웨어 전쟁, 더하기북스, 2015.03.23.

[39] 이상훈, “제4차 산업혁명과 Intelligent Digital Transformation”, 2017 ICT 산업전망 컨퍼런스, 2016.10.25.

[40] 이승민 외, ECOsight 2.0: 미래기술 전망, ETRI, Insight Report 2014-02, 2014.12.15.

[41] 이승민 외, ECOsight 3.0: 미래기술 전망, ETRI, Insight Report 2015-02, 2015.12.15.

[42] 이지효, 대담한 디지털 시대, 알에이치코리아, 2016.03.27.

[43] 최병삼, 플랫폼 시대의 도래와 산업경쟁력, 제3차 세종미래전략연구포럼, 2016.06.22.

[44] 日本 経済産業省, 新産業構造ビジョン - 産業構造審議会 中間整理, 2016.04.27.

[45] 日本 総務省, ＡＩネットワーク化が拓く智連社会 - 中間報告書, 2016.04.15.

저자소개

이승민 ETRI 미래전략연구소 기술경제연구본부 미래사회연구실 책임연구원
e-mail: todtom@etri.re.kr Tel. 042-860-1775

인공지능과 디지털 제국주의

- 제4차 산업혁명 시대, 21세기 생존전략 -

발 행 인 : 한 성 수

발 행 처 : 한국전자통신연구원 미래전략연구소 기술경제연구본부

발 행 일 : 2016년 11월 30일

ETRI 한국전자통신연구원
미 래 전 략 연 구 소

305-700 대전광역시 유성구 가정로 218
전화 : (042) 860-3874, 팩스 : (042) 860-6504

* 주의 : 본서의 일부 또는 전부를 무단으로 전제하거나 복사하는 것은
저작권 및 출판권을 침해하게 되오니 유의하시기 바랍니다.

ETRI 미래전략연구소 www.etri.re.kr

비매품
93560
9 788955 192247
ISBN 978-89-5519-224-7