

KISDI

Premium Report

4차 산업혁명 시대의 변화상과 정책 시사점

최 계 영

정보통신정책연구원 선임연구위원



정보통신정책연구원
KOREA INFORMATION SOCIETY DEVELOPMENT INSTITUTE

4차 산업혁명 시대의 변화상과 정책 시사점

최 계 영

정보통신정책연구원 선임연구위원

요약문

1. 4차 산업혁명	4
2. 산업 지형의 큰 변화를 전망할 수 있는 근거	7
3. 4차 산업혁명이 가져올 경제 변화상	15
4. 정책 시사점	30
[참고문헌]	35

최 계 영

정보통신정책연구원 선임연구위원

*choigi@kisdj.re.kr, 043-531-4321

*서울대학교 국제경제학 학사

*University of California, Davis 경제학

석사, 박사

*현 정보통신정책연구원 ICT전략연구실

4차 산업혁명 시대의 변화상과 정책 시사점

요약문

4차 산업혁명은 인간과 기계의 잠재력을 극대화시키는 제반 기술 혁신이 그 발전의 속도, 범위, 전체 경제/사회 시스템에 미치는 영향의 측면에서 산업 지형에 큰 변화를 가져올 전망이다. 이러한 전망의 근거로 본 보고서는 ① 혁신적 기술의 확장성과 경제성, ② 과학기술 혁신의 가속화, ③ 사회 전반에 영향 미치는 혁신제품/서비스의 지속적인 등장, ④ 벤처 캐피탈 등 금융시장의 미래에 대한 신호(signal) 등 네 가지 요인에 주목한다.

4차 산업혁명이 가져올 경제 변화상은 무엇보다도 수확체증과 네트워크 경제의 잠재력 발현이라 할 수 있는데, 이는 사람, 기계, 지능, 데이터, 서비스가 상호 연결되는 초연결 환경이 그 기반이다. 요즘 주목을 받고 있는 인공지능의 경우만 하더라도, 서로 ‘연결된 지능’으로 누구에게나 접근 가능할 때 그 잠재력이 극대화될 수 있기 때문이다. 4차 산업혁명은 개인, 기업, 정부 등 주요 경제 주체에도 큰 변화를 가져올 것인바, 주요 경제 주체간 변화상은 다음과 같다.

개인의 경우, ① 고용 및 일의 성격 변화, ② 소득분배, ③ 고용 형태, ④ 소비자 효용의 비약적 증대 등이 주요 변화이며 본 보고서는 특히 고용 전망과 관련한 최근의 연구 성과를 정리해 소개한다. 기업/시장의 경우, ① 알고리즘이 경쟁력의 핵심으로 부상, ② 전산업의 플랫폼화, ③ 기업간 경쟁에서 플랫폼간 경쟁으로의 전환, ④ 제품의 서비스화 및 전문직 서비스의 보편화, ⑤ 기업구조 및 의사결정과정

의 변화, ⑥ 적시수요(On-Demand) 경제의 부상 등이 전망된다. 정부/공공부문의 서비스도 플랫폼/알고리즘을 통하여 제공되고 미래의 공공부문은 기민성(agility)이 중요한 요소가 될 것으로 예상된다.

4차 산업혁명시대의 정책은 다음과 같은 세 가지 측면을 고려하여 기획, 추진될 필요가 있다. 첫째, 4차 산업혁명의 특징인 수확체증의 경제를 감안하면 선진국과의 격차 축소를 위해 보다 강력한 산업정책이 요구된다. 수확체감의 경제에서는 선진국과의 격차 축소를 생산요소 투입을 통하여 기대할 수 있으나, 수확체증의 시대에는 단순히 생산요소 투입을 증가시켜서는 선진국과의 격차 축소가 어려울 것이기 때문이다. 본 보고서는 4차 산업혁명에 대비한 산업정책으로 핵심 분야에 대한 선택/집중과 우리만의 ‘문샷’사업 추진을 제안하고 있다. 둘째, 4차 산업혁명 시대가 요구하는 노동/skill의 원활한 공급이 중요하다. 변화의 속도가 빠르고 미래에 대한 예측이 어려운 시대에는 기업이 누구를 고용하고 누구의 경험이 가치 있는지 알기 어렵고 피고용인은 특정 기술/skill의 미래 전망이 불확실하기 때문에 시간과 노력을 투자할 인센티브가 부족하다. 따라서, 기업/피고용인간 합리적인 인센티브를 설계하여 신속한 교육/재교육 기회 제공 및 비용 분담방안이 마련될 필요가 있다. 셋째, 공정경쟁과 블랙박스(Blackbox) 문제나 생명 윤리 등 새로운 경제, 사회, 윤리적 문제에 대한 사회적 합의 도출이 필요하다.

1. 4차 산업혁명

◆ 4차 산업혁명은 과거의 산업혁명과 어떻게 다른가

- '16년 다보스 포럼의 주요 화두가 되면서 4차 산업혁명에 대한 논의 활발
 - 1차 산업혁명(18세기 말) : 증기기관, 수력, 기계화로 인간의 물리적 노동의 본격 대체 시작
 - 2차 산업혁명(19세기 말) : 전력, 철도의 광범위한 보급, 본격적인 대량 생산 시대 진입
 - 3차 산업혁명(1950년대) : 컴퓨터와 디지털 통신, 특히 '80년대 이후 인터넷의 확산으로 정보의 생산, 처리에 획기적 발전이 이루어짐
- 다보스 포럼은 4차 산업혁명을 인간과 기계의 잠재력을 획기적으로 향상시키는 '사이버-물리 시스템(Cyber-Physical System)'으로 정의
 - 기계가 지능이 필요한 작업을 수행하고, 인간 신체에 컴퓨팅 기술이 직접 적용되고, 기업/정부 및 수요자간의 소통을 새로운 차원으로 향상시키는 등 '기술이 사회에 자리잡는(embedded) 방식이 새로워지는 시대'¹⁾

1) Nicholas Davis, "What is the fourth industrial revolution?"에서 인용. www.weforum.org/agenda/2016/01/what-is-the-fourth-industrial-revolution/

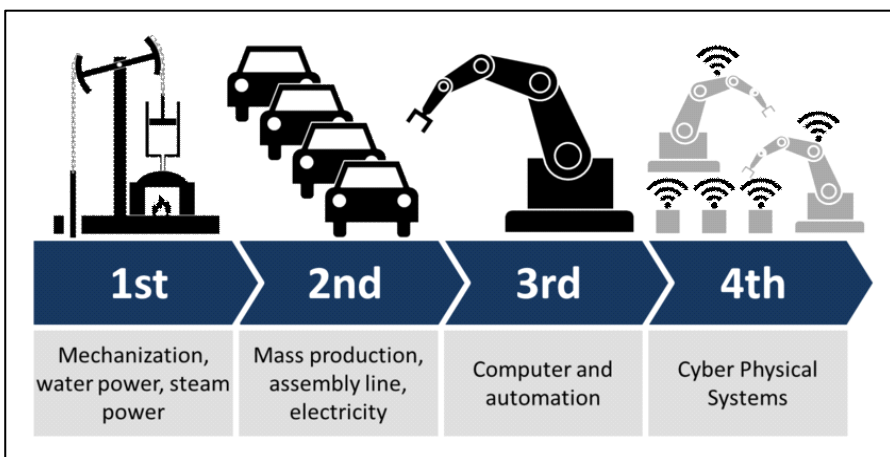
※ 사이버-물리 시스템은 실재와 가상이 초연결 환경에서 통합되어 사물도 자동적, 지능적으로 제어할 수 있는 시스템을 의미하며, 생명/의료분야 혁신과 같이 인간의 삶에 큰 영향을 줄 수 있는 분야도 초연결 환경에서 급속히 발전. 이를 가능하게 하는 구체적인 혁신으로 유전자 편집(genome editing), 인공지능, 로봇, 신소재, IoT, 3D 프린팅, 블록체인 등이 지목되고 있음

- 4차 산업혁명의 기술은 모든 산업의 혁신을 위한 범용 기술(General Purpose Technology)

- 다양한 분야의 비즈니스 모델과 결합해 전혀 새로운 수요의 충족이 가능

※ 예를 들어, 유전자 편집 기술이 바이오 데이터와 결합되면 신약, 신종 작물, 바이오 에너지 개발 등이 가능하며, 로봇과 인공지능이 결합되면 특정 산업에서 지능형 로봇이 해결할 수 있는 일의 범위가 크게 확장됨

[그림 1] 산업혁명



The 4 Industrial Revolutions (by Christoph Roser at AllAboutLean.com)

◆ 4차 산업혁명은 단지 3차 산업혁명의 연장에 불과한 것인가?

- 클라우스 슈밥(WEF 회장) : 기술발전의 전례 없는 속도(velocity), 범위(scope), 구조에의 충격(system impact) 등 3가지 측면에서 3차 산업혁명과 구분²⁾
 - 4차 산업혁명에서 i) 발전의 속도는 지수적(exponential) 혁신에, ii) 범위는 초연결로 인한 무한대의 지식/정보 접근에, iii) 구조에의 충격은 생산, 경영, 거버넌스 측면의 변화에 기인
- 상기의 효과는 이미 3차 산업혁명에서 약속된 것이기도 하지만, 이제야 비로소 가시화되고 있다는 측면에서 향후 산업 지형의 큰 변화를 전망할 수 있음
 - 미래의 산업 지형을 무엇이라 명명하든지, 큰 변화가 임박했다는 징후가 다방면에서 엿보이고 있는 것이 현 상황

2) 'The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond' Klaus Schwab
www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/

2. 산업 지형의 큰 변화를 전망할 수 있는 근거

◆ 혁신적 기술의 확장성(scalability)과 경제성

- 과거 산업혁명을 촉발하였던 혁신적 기술들은 실제 경제, 사회에 적용/확산되는 데 적지 않은 시간이 소요되었지만 4차 혁명의 주요 기술들, 특히 ICT/컴퓨터 관련 기술들은 용이하게 확장이 가능해, 적용 및 확산도 빠르게 진행될 수 있음
 - 클라우드로 인해 소프트웨어의 확장성이 가능해지고 소프트웨어 개발 플랫폼도 확대되고 있음. 인공지능 및 로봇을 비롯한 IoT도 클라우드상의 소프트웨어 플랫폼화되고 있음
 - 혁신기술이 적용되는 제품/서비스의 가격 하락은 기술의 채용 및 확산을 촉진
 - 전통적인 산업용 로봇의 가격 하락은 물론, 인간과의 동일 공간내 협업이 가능한 차세대 로봇으로 주목받고 있는 백스티(Baxter)는 2만달러, UBR1은 3만 달러대의 가격에 불과
 - 금융, 법률 등 전문 서비스에 활용되는 인공지능은 해당 분야 전문직의 고임금을 감안할 때 기술의 채용, 확산 가능성이 큼
- ※ 미 법무부가 주요 방송사의 CBS에 대한 독점여부 재소(1978년)의 경우 약 6백만건 자료조사에 220만불이 소요된 반면, 최근 알고리즘 기반 법률 서비스를 제공하는 블랙스톤은 약 10만불에 150만건 자료 분석 가능³⁾

3) New York Times, <http://nyti.ma/1lpugc>

- 개인 유전자 분석의 대중화 : Illumina는 인간 게놈 프로젝트 이후 10여년 만에 개인 유전자 분석의 대중화를 가능하게 함. 불과 1,000불에 유전자 염기서열배열 판독이 가능

※ 휴먼 게놈(Genome) 프로젝트의 경우 한 개인의 유전 정보 해독에 약 27억 달러가 소요되고 시일도 13년이 걸렸음. Illumina는 이를 단 1,000달러, 3일에 해결할 수 있음

◆ 과학기술 혁신의 가속화

- 과학기술은 컴퓨팅의 발전으로 ICT와 융합하여 새로운 형태의 지식으로 변모
 - 컴퓨터 부문의 혁신 및 이를 활용하는 과정에서 과학 지식의 성격도 변화하고 있음
 - 오늘날 물리학의 공식이나 수학의 증명 등은 대부분 프로그램 형태의 지식으로, 계산형(computational) 지식이라고 부를 수 있음
 - 생물학의 경우에도 인간 게놈(Genome)의 판독 자체가 컴퓨터 없이는 불가능하였고 단백질 구조의 시뮬레이션 등 많은 분야에서 과학 지식이 컴퓨팅 과정을 거친 지식
- 과학지식의 창출에 컴퓨터의 역할이 증대함과 동시에, 서로 연결된 컴퓨터 네트워크의 확장으로 과학에의 참여, 공유, 집단지성에 의한 발견도 가속화
 - 과학지식의 새로운 표현 형태가 디지털 파일의 형태를 가지고, 모든

사람에게 접근이 가능할수록 클라우드 소싱, 시민 과학의 활성화를 가져오고 새로운 과학적 발견이 가속화

- 인간 뇌 뉴런 지도의 경우, 천억개 이상의 뉴런 연결을 파악하기 위해 수많은 뇌 단면사진의 경계 파악에 컴퓨터와 수많은 대중이 협업하고 있으며 이는 인터넷이 없이는 불가능
- 바이오브릭스 재단(BioBricks Foundation)은 수많은 전문 및 아마추어 집단의 합성생물학을 통한 표준생물학 부품 목록을 관리하고 있으며 수많은 관련자가 부품 목록을 자유롭게 이용, 추가하고 있음
- 새로운 정보 및 지식의 창출, 축적 속도가 가속화할수록 인간이 이를 모두 이해하고 활용하는 데 한계가 있고, 이에 따라 컴퓨터의 활용이 더욱 증대할 수 밖에 없으며, 이는 다시 과학 지식의 발견을 더욱 활성화시키는 선순환 관계를 형성
 - 주요 ICT 기업의 검색 서비스는 점진적으로 예측 검색, 정말로 필요로 하는 지식의 검색으로 진화하고 있으며 이는 과학 지식의 활용 측면에서도 크게 기여할 전망
 - 인공지능, 빅데이터 분석 기술 등의 발전은 과학자가 데이터로부터 가설을 추출하거나 검증하는데 유용해 과학의 진보, 이의 활용을 통한 산업 혁신을 가져올 수 있음 : 즉, 4차 산업혁명의 기술은 **혁신을 혁신하는 기술**이 될 수 있음

◆ 기존 제품/서비스의 개선이 아닌, 사회 전반에 영향을 미칠 수 있는 혁신제품/서비스가 지속적으로 등장

- 자율주행자동차 : 자동차 산업에의 영향은 물론, 차량 소유 개념 자체의 변화, 주행시 소요 시간의 다른 활동으로의 대체로 인한 파급효과 등

※ 맥킨지 연구에 따르면 미국 기준 자율주행차로 인한 시간 절약은 하루 10억 시간에 달하며(1인당 50분), 절약되는 시간에 모바일 인터넷을 이용하면 분당 50억 유로의 디지털 미디어 수익 창출 가능⁴⁾

- 블록체인 기술의 광범위한 적용 : IoT 보안문제 해결에의 기여, 금융분야를 넘어서 거의 전 분야의 다양한 거래/계약의 안전한 처리, 자동화 기업(Distributed Autonomous Corporation)의 가능성 등

- 인공지능과 정보처리 2.0 (빅데이터의 잠재력 극대화) : 의미 이해에 기반한 지식 구축 및 이를 통한 상황/개인화/추론을 가능하게 하는 인공지능

- 축적되는 데이터의 양이 너무 거대해지면 인간이 스스로 설정한 규칙이나 사전에 설정한 모델을 통해 이를 분석하고 가치를 창출하는데 한계 : 4차 산업혁명은 이러한 한계를 극복

- 4차 산업혁명 시대의 빅데이터 : 기계가 학습과정을 통해 자동적으로 데이터에서 인식하고 문제해결의 모델을 찾아내는 것이 중요한데, 최근의 혁신이 이를 가능하게 하고 있음

4) 헤럴드 경제, '자율주행의 명암...인류행복 VS 인류혼란' (2016. 4. 24)에서 재인용

→ 데이터의 의미까지 찾아내 개별 사람들이 원하는 것을 제공하는 방향으로 발전하고 있음

- 딥러닝 등 기술 혁신으로 학습을 통해 인공지능이 스스로 대상을 구별, 범주화하거나 최적 모델을 찾아낼 수 있는 능력을 갖추어 가고 있음

※ 오늘날의 기계학습/AI : 연역적 방식에 의거해 확실한 사실 유추에 매달린 초기 인공지능과 달리, 빅데이터에 기반한 귀납, 가추(abduction)을 통해 일상의 수많은 학습과정을 자동화하고 결과를 도출. 지식 생성의 자동화는 물론 데이터 축적 및 활용에 따라 사용할수록 성능이 향상되는 장점 보유

● 인공지능과 의사결정 : 전략적 의사결정에의 광범위한 적용

- 알파고는 상대적으로 해결이 용이한 완전정보게임(perfect information game)으로서의 바둑의 해결에 불과하나, 점차 불확실성까지 다루게 되면 경영을 비롯해 다양한 전략적 의사결정에 인공지능의 역할 증대 가능

※ 금융투자 전략을 인공지능이 스스로 수립(Aidyia, Rebellion Research 등)하거나, 브렉시트 사태 직후 알고리즘 기반의 퀀트펀드가 파운드화의 급락을 초래하는 등 이미 전략적 행위에 인공지능의 역할 증대

● 인공지능과 로봇 : 인공지능과 결합된 로봇은 기존 로봇부문에 획기적 진보를 가능하게 해 동일 공간에서 인간과 로봇의 협업 전망

- 로봇의 언어이해, 말하기, 번역, 영상처리/인식 등이 모두 모두 방대한 데이터와 센서, 딥러닝 알고리즘이 결합되어 가능하고, 이를 통해 인간과의 협업 용이해짐

※ 구글 등 글로벌 ICT기업과 로봇 : 글로벌 ICT기업은 빅 데이터, 이를 분석하는 인공지능 알고리즘 및 클라우드 인프라와 로봇 공학의 결합을 통하여 로봇 등 미래 인공지능 적용 분야에서 중요한 위치를 점할 가능성이 높음

※ IBM, 쉘컴 등의 뉴로모픽 칩은 그 자체가 하나의 컴퓨터로 기능하여 클라우드로의 연결 도움 없이도 외부 인식 가능

● 바이오테크의 혁신으로 인한 삶의 질 변화와 새로운 윤리 문제 제기

- 개인 유전자 정보 분석 및 저장, 건강 데이터 확보/전송/분석, 의료기기, 이들에 기반하는 맞춤형 의료 서비스, 3D 프린터를 통한 신체 기능 보완, 데이터 해석 및 진단에 필요한 인공지능 등은 의료, 제약, 병원, 의사의 역할, 공중 보건 등 광범위한 영역에 큰 변화를 가져올 가능성

- 특히 유전자 편집을 가능하게 하는 크리스퍼(CRISPR) 기술은 인간 배아와 생식세포 교정에 적용될 수 있어 출생 이전의 태아 게놈 교정 등 **치료 이외의 목적으로 활용될 가능성**이 있고, 합성생물학의 발전으로 컴퓨터 프로그램 만드는 것과 같은 방법으로 생명체의 프로그래밍이 가능

- 인체의 다양한 기능을 보완하는 인체 임플란트 : ICT와 의료의 융합

• 컴퓨터/인간 인터페이스 및 손상된 인체 기능 보완 기술의 발전

● 이 밖에도 많은 혁신이 산업 지형에 변화를 가져올 가능성

- 3D 프린팅을 중심으로 하는 디지털 페브리케이션, 나노기술, 신소재, 에너지 등 다양한 분야의 혁신에 주목할 필요

◆ 금융시장이 기술혁신의 시장/사회 수용 가능성에 긍정적 신호

- 4차 산업혁명을 선도하고 있는 미국의 경우, 벤처 캐피탈의 투자 추세는 ICT, 바이오 분야 혁신의 시장 수용과 비즈니스화의 가능성에 긍정적인 신호 : 투자 규모가 닷컴 버블 이전 수준으로 회복
- 미국 벤처캐피탈의 투자에서 소프트웨어 및 바이오 분야가 차지하는 비중이 지난 20년간 3배 이상 증가
- '14년 미국 상위 100대 벤처캐피탈의 분야별 초기투자를 살펴보면 81개가 소프트웨어분야, 27개가 바이오테크분야에 투자하고 있는 것으로 나타남⁵⁾

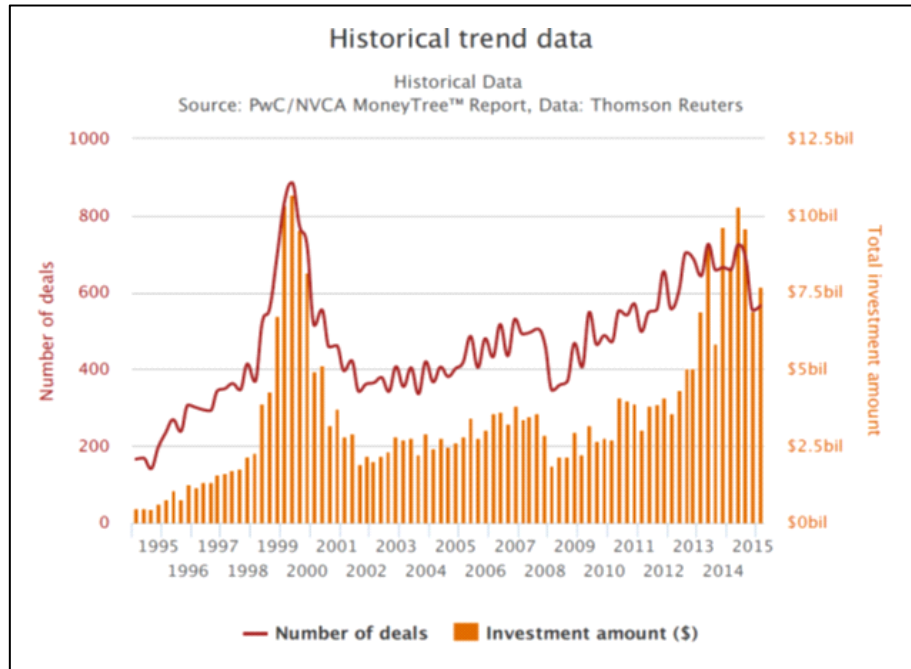
[표 1] BIO TECH 및 소프트웨어 투자액, 투자건수가 전체 분야에서 차지하는 비중 추이

년도	1995	2000	2005	2010	2015
투 자 액(%)	17.5	24.5	31.3	38.6	56.8
투자건수(%)	30.5	29.7	38	52.5	48.5

자료: 그림 2에서 재구성

5) PitchBook 벤처캐피탈 데이터베이스에 기반함. 순위는 미국에서 시드 혹은 초기단계 투자총액을 근거로 정함. 개별 벤처캐피탈이 여러 분야 중복 투자 가능해 소프트웨어 및 바이오 투자 합이 100개 이상으로 나타남. 출처 : <https://www.entrepreneur.com/article/242702> (February19,2015)

〔그림 2〕 소프트웨어 및 바이오테크 분야 투자액 및 투자건수 추이(1995-2016 Q1)

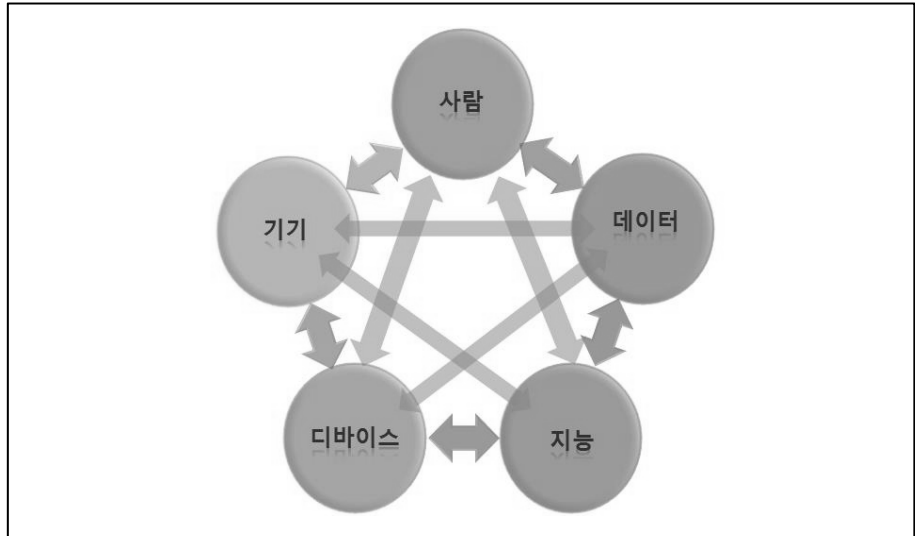


자료: <https://www.pwcmoneytree.com/HistoricTrends/CustomQueryHistoricTrend>

3. 4차 산업혁명이 가져올 경제 변화상

- ◆ 초연결과 기술 혁신이 결합하여 수확체증, 네트워크 경제의 잠재력이 본격적으로 발현 : 성장 및 효율성 제고로 저성장 기조 돌파 가능
- 지금까지 지식기반 경제, 네트워크 경제는 정보에 모든 사람이 접근할 수 있다는 것에 기반을 두어 공공재로서의 지식을 통한 외부성(externality) 및 수확체증의 효과를 기대하였으나 다음과 같은 한계
 - i) 빅데이터의 축적도 미흡했고 이를 기계가 읽을 수 있는(machine-readable) 환경도 조성되지 못하였음
 - ii) 빅데이터에 기반하여 학습능력을 갖춘 인공지능도 부재
 - iii) 네트워크도 미흡 : 인터넷이 PC 기반 디바이스에 한정되고 사물, 사람으로의 확장이 부재 : 스마트폰 이전에는 인터넷에 상시접속이 되지 못했음
- 반면 4차 산업혁명의 시대에 상기의 조건들이 충족되어 사람, 사물, 데이터, (인공)지능이 모두 연결되면, 네트워크 경제의 특징인 수확체증 법칙과 혁신의 가속화가 본격적으로 이루어질 수 있음
 - i) (네트워크의 확장) 모든 사물도 프로그래밍의 대상이 되고, 연결되고
 - ii) 지능이 모든 사물에 적용되면 제공할 수 있는 서비스, 해결할 수 있는 문제도 기하급수적으로 증대

〔그림 3〕 4차산업혁명 시대의 초연결



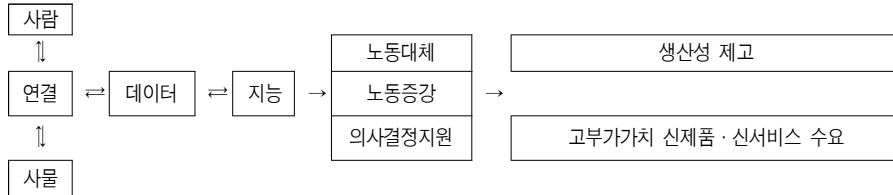
- 혁신적 기술로 노동의 대체/보완 및 경제 주체의 의사결정 지원이 가능해지면서 생산성이 제고되고 고부가가치 신제품신서비스가 지속적으로 등장

– 수확체증의 법칙이 작동할수록 전통적인 생산요소 투입에 의한 성장의 한계(수확체감)를 넘어서는 것이 가능

※ Mark Muro와 Scott Andes는 17개국 14개 산업의 전통적인 산업용 로봇 활용이 노동생산성의 0.36, GDP의 0.37% point 증가 가져왔음을 보여줌('93~'07). 이는 과거 산업혁명의 범용기술(General Purpose Technology: GPT)의 성과와 유사 (증기기관의 노동생산성 기여 0.34% point(1850~1910), IT 0.60% point('95~'05). 장기적으로 로봇이 클라우드에 연결되고 학습을 공유하는 일종의 기계 '집단지성'이 가능해지면 생산성 향상 효과는 더욱 커질 수 있음⁶⁾

6) "Robots Seems to Be improving Productivity, not Costing Jobs", Mark Muro & Scott Andes. Harvard Business Review, '15. 6

〔그림 4〕 초연결의 파급효과



◆ 개인 : 4차 산업혁명으로 인한 노동의 대체/보완 및 소비에의 영향

① 4차 산업혁명과 고용, 일의 성격 변화

- 4차 산업혁명 시대에는 자동화의 진전으로 노동의 대체 및 보완이 수반될 전망으로, 이에 따라 일부 직업의 소멸과 새로운 직업의 탄생, 직업 성격의 변화가 수반
 - 하나의 직업內 일부 직무는 자동화되는 반면 자동화가 어려운 직무에 대한 집중으로 직업은 사라지지 않고, 대신 일의 성격이 변화될 수 있음
- 4차 산업혁명 시대의 직업 및 고용과 관련하여 비관론과 낙관론이 공존
- 비관론
 - 인공지능 등 지적 노동의 자동화 영향을 특정 직무들이 얼마나 지능정보기술로 대체 가능한가 여부로 직업의 소멸 및 실업을 예측
 - Carl Benedikt Frey & Michael A Osborne : 컴퓨팅의 확산, 이용이 20

년내 직업의 약 절반을 불필요하게 할 것이며, 직업 안전성은 미래에는 존재하지 않을 것이라 예측⁷⁾

- 2016 다보스 포럼 : '20년까지 인공지능과 로봇의 영향으로 전 세계적으로 일자리 710만개 소멸, 200만개 창출로 약 510만개의 일자리 감소를 예상⁸⁾

● 낙관론

- 4차산업혁명의 혁신을 일반적인 자동화의 진전으로 간주해 고용에 미치는 영향을 고려해보면 수많은 직업의 소멸, 고용 감소로 이어질 이유는 없음

- 지능정보기술의 노동의 보완(complement)효과가 클 경우 생산량 증대, 이에 따르는 노동 수요 증대 및 공급 변화, 임금간 상호작용으로 순고용의 큰 변화 없이 노동시장이 작동하고, 그 과정에서 직업 및 직무의 변화가 점진적으로 일어날 수 있음

※ D. Autor는 비관론이 자동화의 노동 보완 측면을 간과하고 있음을 비판하고, 시장확대 및 이에 따르는 노동수요 증대를 통해 순고용은 큰 변화가 없을 것이라 전망⁹⁾

→ 적절한 정책적 보완으로 사회적 갈등 없이 변화가 진행될 수 있음을 시사

- 자동화의 대표적 사례인 로봇이 생산성을 향상시키나 직업은 감소시키지

7) Carl Benedikt Frey & Michael A Osborne, "The Future of Employment: How susceptible are jobs to computerisation?", Oxford Martin School, 2013. 9

8) "The Future of Jobs : Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution", 2016. 1월. WEF

9) D. Autor, "Why Are There Still So Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation", JPE, '15. 여름호

않는다는 최근 연구도 있음

※ 앞서 인용된 Mark Muro, Scott Andes의 17개국 14개 산업 로봇 활용도 분석에서, 로봇 활용도와 고용간에 상관관계는 발견할 수 없는 반면 요구되는 노동의 종류를 변화시키는 것으로 나타남(비숙련 노동 수요 감소)

- 인공지능 등 지능정보기술로 인한 자동화 및 직무변화는 직업의 대체보다는 시장의 확대를 이끌 수 있음

• 특정 변호사 직종內 직무별 자동화의 노동대체 가능성 및 피고용인의 직무별 시간 분배를 모두 고려한 Dana Remus, Frank S. Levy의 연구 : 인공지능으로 인한 법률서비스 자동화는 변호사/보조인 대체(약 13% 투입시간 감소) 효과도 있지만 법률서비스 시장 확대를 고려하면 고용에 큰 변화는 없을 것으로 전망¹⁰⁾

• James Bessen은 '80~'13년 기간 중 컴퓨터 활용이 평균 이상인 산업의 고용은 증가한 반면, 여타 산업의 고용은 상대적으로 부진하였음을 보여줌. 따라서 문제는 노동의 대체가 아니라 'skill gap'에 있음을 주장¹¹⁾

※ 연평균 고용의 퍼센티지 성장은 컴퓨터 이용 중간(median) 이하 산업이 0.74인 반면, 중간 이상 산업은 1.61에 달하였음 (미 Census Bureau 자료). 미국 법률서비스 산업에 자동 문서검색 프로그램이 도입된 '90년대 말 이래 변호사/법률가 보조원(paralegal)의 고용은 오히려 5만명 증가.

10) Dana Remus, Frank S. Levy, "Can Robots Be Lawyers?", Social Science Research Network, '15.
12 : 법률회사 피고용인의 직무를 6개 카테고리로 구분하고, 이 가운데 현재 자동화 효과가 큰 직무(문서 리뷰 등)에 투입되는 시간은 불과 4.1%, 어느 정도 대체 효과가 예상되는 직무에의 시간은 39.7%, 대체 효과가 거의 없을 것으로 예상되는 직무(사례 심층 분석 등)의 시간 비중은 56.0%로 나타남.

11) James Bessen, "The Automation Paradox", The Atlantic, JAN 19, 2016. 1. 19

※ 즉, 자동화는 비용 감소, 해당 서비스 가격의 감소와 시장 확대를 통하여 해당 분야 고용을 오히려 증가시킬 수 있음과 동시에 필요한 기능을 보유하지 못한 분야는 고용이 부진할 수 있음. 자동화가 진전된 분야는 일의 성격도 변화 : ATM 도입 이후 은행 창구직원의 업무가 대고객 상품설명 등 보다 마케팅 지향적으로 변모한 것이 대표적

② 4차 산업혁명 시대의 소득분배

- 4차 산업혁명 시대의 지능정보사회의 소득분배는 지능정보기술의 노동 대체 및 보완의 수준에 영향을 받을 수 있음

- 비관론적 전망은 소득분배의 악화, 이에 따르는 소비의 위축(부유층의 소비성향이 중산층 이하보다 낮기 때문), 성장 둔화 및 사회적 갈등 심화를 시사

※ E. 브릴올슨 ‘제2의 기계시대’에서는 특정 기능 보유자의 소득이 크게 증가하고 중간층의 소득은 감소하는 ‘슈퍼스타 경제학’이 대두할 가능성 경계

- 반면, 낙관론적 전망은 과거의 자동화 추세와 동일하게 4차 산업혁명의 충격이 흡수 가능함을 함의

- 자동화는 가격의 하락(제품/서비스 구매자의 실질소득 증대), 전문직 고소득자의 소득이 상대적으로 하락해 소득분배 완화도 가능

- 시사점

- 지능정보사회의 고용 및 소득분배는 기술발전 속도, 새로운 직업의 창출 수준, 사회가 요구하는 기능을 갖춘 인적자본의 적절한 공급/축적을 가능하게 하는 환경 구축 여부, 기술의 인간 노동 보완/대체의

정도 등 다양한 변수에 좌우될 것임

- 고용 및 소득분배 지표상의 변화에 대한 기술의 영향은 다른 가능한
원인과 분리해 연구하기가 쉽지 않아 현재까지의 실증연구에는 한계
존재

→ ICT가 고용을 순창출하느냐의 여부, 그리고 소득분배에 악영향을
미칠 것인가의 여부는 사회의 인력공급 시스템이 4차 산업혁명 시
대에서 요구하는 고숙련 인력과 그 외의 인력간 상대적 수요에 적
절히 대응할 수 있느냐에 좌우될 것임

▶ 충분한 ‘인적자본(Human Capital)’이 공급, 축적되면 신기술/skill
을 갖춘 인력에 대한 초과수요나 고임금 등 일부 분야 부의 집중
현상이 완화되고 직종이 고도화되면서 전반적인 고용 안정과 혁
신, 성장의 지속이 가능할 것임

[3] 고용형태의 변화

● 고용의 우버化가 일부 분야에서 확산될 가능성

- 우버, 에어비엔비가 공급자와 수요자를 상시 연결하듯이 지능정보기술을
활용하면 노동과 같은 요소 시장도 수요자와 공급자간의 상시 연결과
시장 메커니즘의 보다 원활한 작동이 가능

- 이는 파트타임 고용 등 노동시장의 변화에도 영향을 미칠 수 있음

• 경영측에서 필요한 수준에서만 탄력적으로 노동력을 활용할 수 있
는 반면, 노동 제공자도 자신이 원하는 시장, 장소, 근로시간을 지
능정보기술을 활용하여 선택 가능

- 지능정보사회에서 요구되는 능력을 보유한 근로자일수록 이러한 환경을 잘 활용하고 경영측에 대하여 균형적인 위치를 차지할 수 있을 것이나, 그렇지 못한 근로자는 적시 노동 수요 환경에서 불리한 위치에 놓일 수도 있을 것임¹²⁾
- 보다 탄력적인 노동시장에서의 근로자의 권리 재정립 등 장기적으로 사회적 합의가 필요함을 시사

④ 소비자 효용의 비약적 증대 : 4차 산업혁명 시대의 소비자

- 4차 산업혁명 시대는 맞춤형, 개인화된 소비가 가능한 시대
- 서로 보완/대체적인 관계를 가지는 다양한 플랫폼간의 경쟁 환경에서 소비자는 플랫폼을 선택하고 개인화된 제품/서비스를 향유할 수 있음
- 그 결과, 4차 산업혁명 시대 주요 기술혁신분야별로 큰 규모의 소비자 효용의 증대가 전망됨

◆ 기업 : 핵심 경쟁요소의 변화로 인한 기업/산업의 변화

① 4차 산업혁명 시대 기업 경쟁력

- 인공지능 등 4차 산업 혁명을 이끄는 혁신기술들은 단순히 특정한 제품/서비스에 한정되어 적용되는 기술이 아니라 미래 비즈니스에 핵심적인 범용적 기술

12) Tim O'Reilly, "Workers in a World of Continuous Partial Employment", 2015. 8. 31. <https://medium.com/the-wtf-economy/workers-in-a-world-of-continuous-partial-employment-4d7b53f18f96#.pgu4mzpdcc>

- 핵심 경쟁요인이 물리적 생산요소에서 지식, 지능으로 이동하고
기업의 생산성이 증대

- 4차 산업혁명 시대 기업의 핵심 경쟁력은 고도의 알고리즘과 데이터

- 범용적, 인프라적 성격의 프로그램, 알고리즘은 대부분 오픈소스에
의하여 제공될 전망이나, 모든 것이 개방되는 것은 아님

※ 예를 들어, 텐서플로우(TensorFlow)는 구글 클라우드 이용자에게 인공지능
딥러닝 코드를 개방해 구글과 동일한 기계학습 기술을 적용시킬 수 있게 함.
그 과정에서 딥러닝/기계학습 커뮤니티가 풍성해지고 궁극적으로 구글에
도 이익. 하지만 구글은 자체 알고리즘의 일부(소프트웨어 라이브러리의
일부)만 개방해, 마치 안드로이드를 통제하듯이 자사의 딥러닝 시스템
자체는 통제

- 여기에 새로운 가치를 더할 수 있는 고도의 알고리즘 및 데이터는
전유적 성격의 지적 재산으로 기능하고 최고의 알고리즘, 데이터 보
유기업이 최고의 기업이 될 수 있음 (예: 최적 투자전략을 산출하는
금융 알고리즘 및 금융데이터 보유기업이 투자서비스 시장을 주도)

→ 지능을 모방하여 다양한 성격의 데이터를 학습하고 자신의 목적에
맞게 활용할 수 있는 알고리즘 및 학습데이터가 중요

② 전산업의 플랫폼화와 산업간 경계의 소멸

- 컴퓨팅 기능이 모든 제품/서비스의 기본 기능이 되면서 제3자가 데
이터, 소프트웨어 애플리케이션, 인프라 제공 등 다방면에서 새로운
협력관계를 구성하고 플랫폼을 형성하는 것이 가능

- 자동차, 선박, 가구, 가전 등 제조업, 의료, 교육, 금융 등 서비스업이 모두 네트워킹과 이에 따르는 컴퓨팅 기능을 기반으로 여러 기업간 수평적 협력관계를 통해 플랫폼을 형성
- 플랫폼 제공 능력을 갖춘 컴퓨팅/ICT 기업은 플랫폼화되는 모든 산업에서 그 역할이 증대하고 그 과정에서 산업간 경계도 약화
- 자동차 산업, 금융산업, 미디어 산업, 유통산업 등 다양한 산업에서 지능정보기술 기반 플랫폼 제공 능력을 갖춘 ICT기업의 위상이 강화될 가능성이 큼

③ 기업간 경쟁에서 플랫폼간 경쟁으로

- 수많은 산업이 플랫폼화되면서 4차 산업혁명 시대 시장경쟁은 플랫폼간 경쟁으로 변화
 - 일반적으로 특정 제품/서비스의 경쟁력은 경쟁자의 추격에 따라 단기간에 대체 가능한 일용품화의 함정에 빠지지만 다양한 제품/서비스가 결합된 플랫폼은 장기간 경쟁우위 지속이 가능
 - ※ 스마트폰이 하드웨어 측면에서 범용화되더라도, 애플의 경우에서 알 수 있듯이 이용 가능 콘텐츠에서의 차별화 등 스마트폰 플랫폼의 경쟁우위 지속 가능
 - ※ 경쟁자보다 더 많은 데이터, 보다 우월한 알고리즘을 보유한 금융사는 지속적으로 경쟁우위를 유지할 수 있고 그 과정에서 경쟁우위 요소인 데이터를 더 많이 확보하고 더 많은 플랫폼 참여자를 확보 가능
- 네트워크 효과에 따르는 일정수준의 시장 지배력을 가진 몇몇 플랫폼간의 경쟁이 각 산업별로 일반화

- 각 플랫폼은 서로 유사한 제품/서비스 그룹을 일괄 제공하지만 세부 제품/서비스에서 차별성이 존재할 수도 있음

4] 제품의 서비스화 및 전문적 서비스의 보편화

- 초연결에 따라 미래에는 모든 제품이 컴퓨팅 기능을 갖추고 네트워크에 연결되어 프로그래밍의 대상이 됨
 - 할부금융, 일정기간 무상 A/S 등 기존의 제품 서비스화와는 달리, 미래 제품서비스화는 제품이 프로그래밍의 대상이자 네트워크에 연결된 점이 큰 차이
 - 프로그래밍되고 지능을 갖춘 제품은 언제, 어디서나 다양한 스마트 부가 서비스를 제공할 수 있음
 - ※ 거주자 행동 기계학습으로 절전 서비스 기능을 제공하는 네스트 온도계, 다양한 조명기능을 제공하는 필립스 조명등 등
- 의료, 법률, 고등교육 등 진입장벽이 높고 고가인 서비스들이 지능정보기술을 통하여 누구나 저가에 접할 수 있음 : 전문서비스의 민주화
 - 언어를 이해/처리할 수 있는 알고리즘 및 이를 구현하는 소프트웨어에 의해 컴퓨팅을 활용한 법률 서비스가 기존 서비스와 경쟁
 - 미국을 중심으로 법무 보조직의 일상적 업무라 할 수 있는 유관 자료 정리 및 작성, 분쟁 절차 개시 프로세스에서 승소 가능성 예측까지 다양한 법률 서비스가 이미 알고리즘을 통해 제공되고 있음
 - ※ 블랙스톤, 리걸쑈, 로켓 로이어 등이 대표적인 알고리즘 법률 서비스 벤처

- 헬스케어는 모바일, 센서, 게놈 시퀀싱, 데이터 분석 도구의 발전을 통하여 개인 및 주변 환경에 대한 방대한 데이터를 활용하여 증거 기반 맞춤, 예방 의료 서비스가 가능한 시대에 진입
- IBM Watson의 진단 지원서비스 등 새로운 의료 플랫폼이 대두
 - ※ 사진 판독 등 일부 의사 직무가 기술적으로 대체 가능하며, 의학 논문 리뷰 등 의사 업무의 상당 부분에 컴퓨팅의 역할 증대
- 무크(MOOC) 등 온라인 교육 서비스는 단순히 교육 콘텐츠의 스트리밍이 아니라 모든 학생들의 클릭이 추적, 분석되고 데이터를 과학적으로 활용하여 맞춤형 교육이 가능
- 전문직의 서비스가 컴퓨팅의 도움으로 비용이 절감되고 생산성이 향상되면서 일반인이 접근하기 어려웠던 잠재적 시장(latent market)이 열리고 전문직의 세부 직무가 분리(decomposition), 재조정의 과정에 놓일 전망¹³⁾

5 기업구조 및 의사결정과정의 변화

- 거래비용 감소로 기업의 규모가 클 필요가 적어지고 보다 탄력적인 조직 형태가 등장할 전망
- 극단적인 예로, 블록체인 기술을 활용해 인간의 개입이 최소화된 자율기업(DAC: Decentralized Autonomous Corporation)도 금융 등

13) Tom Meltzer, "Robot doctors, online lawyers and automated architects: the future of the profession?", Guardian, 2014. 6. 15.

Richard Susskind & Daniel Susskind, The Future of the Professions: How Technology Will Transform the Work of Human Experts, 2015. 10

일부 분야에서 가능할 전망

- ※ 블록체인 기술을 활용하면 보안의 문제없이 알고리즘이 자동적으로 사이버상에서 계약의 체결과 운용이 가능하며, 비트코인이 바로 자율기업의 한 예라고 할 수 있음
- 기업 의사결정은 빅데이터 등에 기반하여 보다 과학적으로 분석하는 방법이 일반화되어 인간의 의사결정을 지원
 - 전통적인 BI(Business Intelligence)가 보다 진일보하고, 공급망 관리, 수요자 분석 등이 보다 정교해질 전망
 - 특히 금융 부문은 알고리즘에 의한 시장 예측, 투자 결정 등이 확산
 - 이미 Aidya, Rebellion Research 등 벤처 기업은 인공지능에 기반한 주식거래 기술을 대형 금융사와 연계하여 서비스 추진

⑥ 적시수요(On-Demand) 경제의 부상

- 네트워킹으로 모두가 연결되고 그 네트워크가 지능적 서비스를 구현하는 환경에서 소비자/생산자는 항시 연결되어 있고 작은 수요라도 언제, 어디서나 충족시킬 가능성이 높음
 - 우버, 에어비엔비 등이 이러한 적시 수요의 경제적 특성을 잘 구현
 - 우버나 에어비엔비 등 혁신 기업은 개인차원에서도 일종의 프랜차이즈가 가능하다는 것을 보여주었으며, 이러한 형태의 비즈니스가 확산될수록 시장 메커니즘이 보다 강화되고 적시에 틈새 수요까지 충족시켜주는 경제가 가능

- 개인/소집단도 용이하게 공급자로 전환이 가능

- 네트워킹을 통한 모든 경제 주체의 연결이 Kickstarter, 우버 등 중개자를 통한 공급자로서의 시장 참여를 용이하게 할 것임
- 클라우드 펀딩(금융), 개인 방송(미디어), 저렴한 클라우드 서비스(SW 개발자), 3D 프린팅 및 DIY (제조) 등 다양한 분야에서 공급자 측면에서의 진입장벽이 낮아지고 전 분야에서 일종의 공급자 민주화가 확산

◆ 정부/공공부문

- 4차 산업혁명 시대에는 활용으로 공공서비스도 알고리즘에 기반하는 플랫폼 서비스로 전환되고 생산성 증대 및 비용 절감이 가능
- 공공 데이터의 개방뿐만 아니라 공공부문이 직접 제공하는 서비스도 컴퓨팅 서비스의 활용을 통하여 플랫폼 구축이 가능
- 교통 안전, 벌칙 부과 등 생활 속의 다양한 규제도 스마트 인프라를 통하여 모니터링이 되고 공공 분야 빅데이터를 활용한 마이크로 서비스가 알고리즘을 활용하여 가능
- 주차 위반 자동 처리, 의료/복지제도의 수혜자 선별, 집행 여부 확인 등 다양한 법제도 구현이 알고리즘을 통하여 가능하여, 장기적으로 공공 서비스도 알고리즘에 기반하는 플랫폼 서비스로 진화할 전망¹⁴⁾

14) Brett Goldstein, Beyond Transparency : Open Data and the Future of Civic Innovation, 2013. 10

- 민간부문 및 개인이 빅데이터를 활용하고 분권화가 확산되면서 정부/공공부문은 변화하는 추세를 적시에 반영하고 정책에 반영하는 기민한 조직으로 변모할 필요
- 정책의 기획, 추진, 평가에 이르는 전과정에 컴퓨팅의 발전과 연결성 강화된 환경을 활용해 피드백을 강화하고 조율할 수 있는 능력이 중요

4. 정책 시사점

◆ 수확체증의 시대에 대비 : 미래에도 정부의 산업정책은 중요

- 4차 산업혁명 시대의 수확체증 경제는 선진국과 후발국간 격차가 더욱 커질 가능성이 높음을 의미
 - 4차산업혁명 초기에는 개도국이 상대적으로 불리 : 자동화의 진전으로 선진국의 제조업 부활 가능성이 있고 개도국은 저가 노동력 등 비교우위적 요소의 중요성이 줄어들 수 있음
 - 수확체감 경제는 생산요소의 한계생산성 저하로 선진국과 개도국간 격차 축소, 소득수준의 수렴을 의미하나, 수확체증의 경제에서는 격차가 오히려 증가할 수 있어 혁신 기술의 개발, 확산으로 국가 경쟁력을 확보하는 것이 더욱 중요
- 이에, 4차 산업혁명의 주요 기술혁신 추세에서 뒤처지지 않도록 공공 R&D 투자 확대 및 효율화, 인재 양성 등 산업정책을 지속 추진하여야 함
 - 수확체증 시대에는 혁신이 뒤질수록 격차가 확대되는 반면, 투자의 리스크는 높아 공공부문의 투자지원으로 민간의 리스크를 분담할 필요
 - 미국의 경우 구글 등 민간부문이 ‘문샷¹⁵⁾’을 추구하고 공공 R&D를

15) 문샷(Moonshot)은 아폴로계획에 따른 인간 달착륙과 같이 10%가 아닌 10배 혁신을 미개척분야에서 추구하는 것을 의미하며 최근 구글의 모토이기도 함. 정부나 선도기업의 문샷은 벤처 생태계에 방향성을 제시하여 신생 기업이 그 방향성에 맞추어 도전하면서 문샷 자체의 성공 가능성도 제고시키는 선순환 관계를 기대할 수 있음.

주도하는 DARPA도 세계적으로 전례 없는 혁신적 아이디어의 구현에
자원을 투입

◆ 선택과 집중을 통한 전략적 투자

- 지능정보기술, 바이오 분야 등 4차 산업혁명의 핵심 분야에 주목하되,
세부 분야별 우선순위 등을 신중히 선별
 - 기술적 선점 가능성, 인프라, 인적자원의 수준 등을 종합적으로
검토하고 단기 성과보다는 장기적인 안목에서 국내에서도 ‘문샷’사업
추진을 검토
 - i) 유전체 진단 및 염기서열 분석 기술, ii) IoT, 클라우드, 빅데이
터, 모바일 및 인공지능 등 지능정보기술, iii) 인공지능 데이터
처리를 위한 특화칩이나 실리콘 이외의 소재 개발 등 다양한 영역/
기술에서 혁신 추구

◆ 4차 산업혁명 시대가 요구하는 노동/skill의 원활한 공급

- 산업과 직업의 변화, 인간과 기계간의 관계가 변화하는 다중변화의
시대에는 변화에 부응하는 노동/skill의 원활한 공급이 무엇보다 중요
 - 변화의 속도가 빠르고 미래에 대한 예측이 어려운 시대에는 기업이
누구를 고용하고 누구의 경험이 가치 있는지 알기 어렵고 피고용인은
특정 기술/skill의 미래 전망이 불확실하기 때문에 시간과 노력을
투자할 인센티브가 부족

- 기업/피고용인간 합리적인 인센티브 설계 : 신속한 교육/재교육 기회 제공 및 비용 부담이 미래에 더욱 중요
- 교육기관의 커리큘럼 자율성 확대, 교육 소비자의 교육기관/커리큘럼 선택권 확대, 다양한 분야 종사자의 교육 공급자 시장에서의 진입 장벽 완화, 소수 정예에 의한 온라인 교육으로 새로운 커리큘럼에 대한 교육 공급자 부족이나 비용문제 해소, 공공/민간 분담 바우처 제도의 적극 활용으로 사회적 재교육 활성화 등 다양한 방안을 모색할 필요¹⁶⁾
- 탄력적인 노동시장도 4차 산업혁명 시대에 더욱 중요한 이슈가 될 전망¹⁷⁾
 - 노동시장이 유연할수록 원활한 노동/skill 수급이 가능한 반면, 기술 혁신의 충격을 완화하기 위한 고용 안정정책과 상충될 수도 있음
 - 장기적 도약과 단기적 안정을 모두 충족시킬 수 있는 해법을 모색하여야 함
 - 사회적 부담의 한계치를 넘지 않는 한도내에서 사회적 안전망을 제공하고, 동시에 미래가 요구하는 인적자본의 형성에 투자가 이루어져야 할 것임

16) 본 보고서에 제시된 교육관련 방안들은 이해관계의 조정 등 사회적 논의가 필요하며, 화두 차원에서 제기하는 것임.

17) UBS의 4차 산업혁명 보고서는 각국의 4차 산업혁명 준비지수 순위에서 우리나라를 하위권으로 평가. 이는 주로 낮은 노동시장의 유연성에 기인하는 것으로 나타남. UBS, White Paper for the World Economic Forum Annual Meeting 2016, "Extreme automation and Connectivity : The global, regional, and investment implications of the Fourth Industrial Revolution" '16. 1

◆ 새로운 경제, 사회, 윤리적 이슈에 대비

- 4차 산업혁명에는 공정경쟁, 사회/조직의 구조나 윤리 등의 영역에서 새로운 도전 과제를 제기
- 공정경쟁과 블랙박스(BlackBox) 문제 : 非경제적 이슈가 경제적 이슈와 혼재되는 경우
 - 여러 산업이 플랫폼화하면서, 플랫폼 경쟁시대의 공정경쟁 이슈를 진단하고 공정한 경쟁환경을 조성하여야 함
 - 특히, 기계학습에 활용되는 딥러닝 기술은 검색 순위의 결정 등 기계에 의한 특정 결과의 도출이 어떻게 이루어졌는지 해당 기업도 알기 어려워, 공정경쟁 여부 판별에 애로
 - EU의 잊혀질 권리 관련 이슈가 데이터를 활용한 지능형 서비스의 발전과 충돌하듯이, 최근 EU의 GDPR(General Data Protection Regulation)은 기계학습 등에 의존하는 “자동 개인 의사결정”(automated individual decision-making)에 대하여 규제¹⁸⁾ 움직임
 - 자동화에 따르는 기계의 의사결정이 4차 산업혁명의 주요 혁신 가운데 하나이자 국가/기업의 경쟁력에 중요한 요소임을 감안하면, 잊혀질 권리나 기계에 의탁한 의사결정에의 선택 권리 등 비경제적 규제가 실제 비즈니스에 큰 영향을 끼칠 수 있음

18) EU의 GDPR은 EU 시민에 대하여 크게 영향을 끼칠 수 있는(“significantly affects”) 자동화 결정(automated decision)을 금지함. 특히 특정 서비스가 어떻게 특정 알고리즘 의사결정을 통해 제공되었는지 설명을 요구할 수 있는 권리를 부여. 이를 Bryce Goodman은 설명을 요구할 수 있는 권리(“right to explanation”)으로 명명. Bryce Goodman & Seth Flaxman, “EU regulations on algorithmic decision-making and a “right to explanation”, '16. 1. <https://arxiv.org/abs/1606.08813>

- 생명/전쟁윤리와 4차 산업혁명

- 생명공학의 발전, 특히 유전자 편집과 같은 혁신 기술은 신산업의 대두와 함께 인간의 편집/프로그래밍이 어디까지 허용되어야 하는가의 이슈를 제시
- 전쟁 수행시의 로봇 활용과 알고리즘에 의한 살상여부 결정, 빅데이터에 기반한 예방적 치안 서비스의 경계 등 새로운 이슈가 지속적으로 제기되고 있어, 이에 대한 사회적 합의 도출이 미래 과제

- ◆ 정책 추진체계

- ICT 등 핵심 혁신분야를 포괄하는 전담 부처 및 관련 경제/사회 제 이슈를 조정하기 위한 총괄 기능 수행 체제를 통하여 4차 산업혁명에 대비 할 필요

참 고 문 헌

- Brett Goldstein(2013), “Beyond Transparency : Open Data and the Future of Civic Innovation”.
- Bryce Goodman and Seth Flaxman(2016), EU regulations on algorithmic decision-making and a right to explanation, <https://arxiv.org/abs/1606.08813>
- Carl Benedikt Frey and Michael A Osborne(2013), “The Future of Employment : How susceptible are jobs to computerisation?”, Oxford Martin School.
- Dana Remus and Frank S. Levy(2015), “Can Robots Be Lawyers? Computers, Lawyers, and the Practice of Law”, Social Science Research Network.
- D. Autor(2015), “Why Are There Still So Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation”, Journal of Economic Perspectives 29(3).
- Economist(2016. 6. 25), "The Return of the Machinery Question".
- James Bessen(2014), “Employers Aren’t Just Whining – the “Skills Gap” Is Real”.
- _____ (2015), “Scarce Skills, Not Scarce Jobs”.
- Klaus Schwab(2016. 1. 14), ‘The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond’ ,
- www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/

Mark Muro and Scott Andes(2015), “Robots Seems to Be improving Productivity, not Costing Jobs”, Harvard Business Review.

New York Times, <http://nyti.ma/1pugc>.

Nicholas Davis(2016), “What is the fourth industrial revolution?”, www.weforum.org/agenda/2016/01/what-is-the-fourth-industrial-revolution/.

Richard Susskind and Daniel Susskind(2015), The Future of the Professions: How Technology Will Transform the Work of Human Experts.

Tim O'Reilly(2015), “Workers in a World of Continuous Partial Employment”, <https://medium.com/the-wtf-economy/workers-in-a-world-of-continuous-partial-employment-4d7b53f18f96#.pgu4mzpd>.

Tom Meltzer(2014), “Robot doctors, online lawyers and automated architects : the future of the profession?”, Guardian.

UBS(2016), Extreme automation and Connectivity : The global, regional, and investment implications of the Fourth Industrial Revolution, White Paper for the World Economic Forum Annual Meeting 2016.

WEF(2016), The Future of Jobs : Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution.

에릭 브린올프슨·앤드루 맥아피 저, 이한음역(2014), 「제2의 기계 시대」, 청림출판.

최계영(2014), “혁신에 대한 투자 : 실리콘밸리의 동학”, KISDI Premium Report, 14-08, 정보통신정책연구원

- _____, “인공지능 : 파괴적 혁신과 인터넷 플랫폼의 진화”,
KISDI Prmium Report, 15-05, 정보통신정책연구원
- _____, “알파고의 충격 : 인공지능의 가능성과 한계”, KISDI
Prmium Report, 16-02, 정보통신정책연구원