4차 산업혁명 대응을 위한 지능정보정책 방안 연구

2018년 5월

과학기술정보통신부

정희권

- 목 차 -

◇ 목차 ····· 1
◇ 훈련기관개요 및 훈련기관소개 ····· 2
◇ 훈련결과보고서 요약서 ····· 5

I. 연구의 배경 ····· 11

II. 인공지능과 4차 산업혁명 관련 주요 현황 ····· 14

1. 인공지능 관련 주요 논의 ····· 14
2. 제4차 산업혁명 ····· 18

III. 국내 4차 산업혁명 관련 정책 현황 ····· 22

1. 지능정보사회 중장기 종합대책 ····· 22
2. 4차 산업혁명위원회 ····· 24
3. 인공지능 국가전략프로젝트 ····· 28
4. 정밀의료 국가전략프로젝트 ····· 36

IV. 해외의 4차 산업혁명 관련 주요 정책 동향 ····· 39

1. 미국 ····· 39
2. 독일 ····· 59
3. 중국 ····· 62
4. 일본 ····· 65
5. 인공지능관련 연구소 등 Think-Tank의 견해 ····· 68

V. 4차 산업혁명 관련 주요 이슈 ····· 74

1. 인공지능 관련 인간과 협업 이슈 ····· 74
2. 4차 산업혁명이 노동에 미치는 영향 ····· 79
3. AI 및 4차 산업혁명 관련 윤리의 문제 ····· 90

VI. 정책제언 ····· 98

◇ 참고문헌 ····· 104

국외훈련개요

1. 훈련국 : 미국

2. 훈련기관명 : 조지메이슨 대학교 과학기술정책센터(Center for Science and Technology Policy, University of George Mason)

3. 훈련분야 : ICT정책

4. 훈련기간 :2017.6.21.～2018.6.20

훈련기관 소개

□ 훈련국: 미국

□ 훈련기관명: Center for Science and Technology Policy, University of George Mason

□ 인터넷 웹주소: http://cstp.gmu.edu/

□ 기타(주소 등)

Center for Science and Technology Policy
Schar School of Policy and Government
George Mason University
3351 N. Fairfax Dr.

Arlington VA 22201
Phone: 703-993-2279
Fax: 703-993-8215

□ CSTP(Center for Science and Technology Policy) 소개

○ 훈련기관은 미국 George Mason University 대학에 설치되어 있는 CSTP(Center for Science and Technology Policy)

- CSTP는 거버넌스가 지식 창출 및 기술 변화의 속도와 방향을 어떻게 형성하고, 어떻게 과학 기술과 IT기술이 사회 혁신에 기여하는지를 연구하는 연구자 커뮤니티를 강화하고 확장하고자 설립

- 주 연구분야 : ①고급 제조(Advanced Manufacturing) 등 4차 산업

혁명, ②청정 에너지 혁신(Clean Energy Innovation), ③지역 경제 개발(Regional Economic Development) 등

- 과학기술과 ICT정책 기반 하에서 학제적 연구를 통해 실효성 있는 4차 산업혁명 대응방안 등을 비교·분석하고 전략적 발전방안을 연구할 수 있는 기관

○ 특히, 동 센터의 director인 David M. Hart 교수는 美 백악관 과학기술정책실(OSTP) 부국장(차관보급)으로 재직 시에 제조업 혁신(Advanced Manufacturing) 프로젝트를 주도하는 등 4차 산업혁명과 IT정책 관련 미국 내 손꼽히는 전문가임

훈련결과보고서 요약서

성 명	정희권		직 급	고위공무원
훈 련 국	미국	훈련기간	2017.6.21.- 2018.6.20	
훈련기관	Center for Science and Technology Policy, University of George Mason		보고서매수	103 매
훈련과제	4차 산업혁명 대응을 위한 지능정보정책 방안 연구			
보고서제목	4차 산업혁명 대응을 위한 지능정보정책 방안 연구			
내용요약	현재 미국 정부는 백악관 과학기술정책실(OSTP)이 중심이 되어 공장 자동화를 통한 '제조업혁신' (Advanced Manufacturing)과 '인공지능 관련 기초연구' 투자 확대를 통해 4차 산업혁명시대에 대비하고 있다. 미국정부는 2011년 제조업 정책 활동을 조정하는 제조업 정책국을 국가경제위원회 산하에 설치하였으며 2012년에는 국가 첨단제조방식 전략계획과 제조업 활성화 정책을 공표하였다. 특히 미국은 첨단 제조업을 "정보, 자동화, 연산, 소프트웨어, 센서, 네트워크 등을 활용하고 나노기술, 화학, 생물학 등의 연구로 개발 또는 첨단물질 또는 능력을 활용하는 활동"으로 정의하여 특정분야 뿐만 아니라 이러한 자동화 기술이 모든 분야에 적용하고 있다. 인공지능 관련 기초연구 투자확대와 관련해서는 인간 모사 관련 AI 기초연구를 향후 10년간 총 30억 달러 투자하기로 하는 것을 주요내용을 담고 있는 Brain Initiative 2013년 4월에 발표하였다. 특히 4차 산업혁명 이슈가 본격적으로 주목을 받고 있는 2016년에는 인공지능과 관련된 R&D정책을 집대성한 1)National Artificial Intelligence Research and Development Strategic Plan, 인공지능, 자동화가 경제에 미치는 영향을 분석한 2)Artificial Intelligence, Automation, and the Economy, 인공지능이 구현되는 미래 사회를 대비하는 3)Preparing for the Future of Artificial Intelligence 등 3가지 주요정책을 백악관이 중심이 되어 발표하는 등 이에 대한 대비를 하고 있다.			

내용요약	트럼프 정부에서도 이러한 정책기조가 이어져서 2016년의 오바마 정부 때 발표한 National Artificial Intelligence Research and Development Strategic Plan 등 인공지능과 자동화와 관련된 여러 정책 제안들이 반영되어 새로운 행정부가 출범한 후 최초로 편성된 NITRD 프로그램의 우선순위에 추가되거나 기존의 프로그램의 내용이 바뀌었다는 것을 알 수 있다. FY 2018 Supplement to the President's Budget for the Federal Networking and Information Technology Research and Development (NITRD) Program을 통해 나타난 트럼프 행정부의 정보통신분야의 주요사업의 우선순위를 보면 이러한 방향성을 알 수 있다. 먼저 Computing-Enabled Human Interaction, Communication, and Augmentation (CHuman) 같은 인간과 인공지능간의 협업에 중점을 둔 인공지능 관련 R&D 프로그램이 신설되었으며 Intelligent Robotics and Autonomous Systems (IRAS) 같은 경우는 기존의 프로그램 중 이전의 지능형 시스템(Intelligent Systems)을 자율형 시스템(Autonomous Systems)으로 바꾸는 등 자율형 시스템의 조속한 상용화를 위한 안전과 Testing에 중점을 두어 프로그램을 운영하고 있다. 우리나라도 관계부처 합동으로 2016년 12월에 수립된 제4차 산업혁명에 대응한 '지능정보사회 중장기 종합대책'이 수립된 이래 여러 가지 정책 및 연구개발 프로그램을 신설하여 인공지능 및 자동화가 가져올 미래 사회의 변화에 국가차원의 대응을 하고 있다. 2017년 8월22일에는 대통령 직속으로 제4차 산업혁명 위원회가 설치되어 4차 산업혁명에 대한 종합적인 국가전략의 수립, 2)4차 산업혁명 관련 각 부처별 실행계획과 주요 정책, 3)4차 산업혁명의 근간이 되는 과학기술 발전 지원, 인공지능·ICT 등 핵심기술 확보 및 기술혁신형 연구개발 성과창출 강화에 관한 사항, 4)전 산업의 지능화 추진을 통한 신산업·신서비스 육성에 관한 사항 등을 심의·조정하게 되었다. 2017년 11월에 수립된 「혁신성장을 위한 사람 중심의 4차 산업혁명 대응계획」은 인공지능과 4차 산업혁명이라는 기회를 활용하여 사람의 생활에 실질적으로 도움이 되는 사람 중심의 4차 산업혁명을 구현하는 것을 목표로 하고 있다. 동 계획은 단순히 경제성장의 목적으로만 4차 산업혁명을 통해 새로운 성장동력을 발굴하는 것이 아니라 사회문제 해결에 기반을 두고 삶의 질과 성장동력을 동시에 창출하는 스마트 시티, 교통, 복지, 농업, 환경, 안전, 국방 등 각 분야의 지능정보화를 목적으로 하는 사업을 추진할 계획이다. 이러한 목표를 위한

내용요약	지능화 기술의 개발과 미래사회의 변화 대응을 위한 사회적 기반 마련에 중점을 두고 있다 2017년도부터는 4차 산업혁명 시대에 대응하고 인공지능분야의 기술역량을 강화하기 위한 대형 연구개발사업이 추진되었는데 인공지능 국가전략프로젝트 사업단이 설립되고 인공지능 국가전략프로젝트가 추진되었다. 언어데이터를 이해하고 학습하여 전문가수준의 지식서비스를 제공하는 S/W인 인공지능을 개발하는 것을 목표로 하는 인공지능 국가 R&D 프로젝트인 엑소브레인(Exo-Brain)과 대규모의 영상과 시각을 AI가 사람의 시각처럼 이해하고 분석하여 상황을 판단하는 시각 지능기술을 개발하는 국가전략프로젝트 과제인 딥뷰(Deep View)는 AI와 관련된 핵심기술을 확보하여 기술격차를 조기에 극복하기 위한 'AI 핵심요소 기술'을 개발하기 위해 추진 중이다. 미래의 차세대 원천기술을 확보하여 미래의 기술경쟁력을 선도할 '차세대 AI기술' 개발을 위해서는 차세대 학습·추론과제인 설명가능 인공지능(XAI), 비디오 튜링 테스트(VTT)가 2017년부터 착수되었다. 인공지능 국가전략프로젝트가 주로 특정분야가 아닌 여러 분야에 적용이 가능한 플랫폼 성격의 AI기술을 개발하는 것을 목표로 하고 있는 것에 비해 정밀의료 국가전략프로젝트는 수집된 의료관련 빅데이터의 분석에 인공지능을 활용하여 환자의 치료에 활용한다는 측면에서 인공지능의 보건의료분야에 직접적인 적용을 목표로 하고 있는 프로젝트이다. 과학기술정보통신부와 보건복지부가 공동으로 주관하는 동 사업은 1)차세대 병원정보시스템 개발 사업과 2)암 유전체 분석 및 진단 치료법 사업으로 구성되어 있다. 자율주행차와 심해탐사로봇 같이 완전히 자율적인 형태의 AI보다는 인간과 AI가 협업을 통해 활용분야에서의 목표를 보다 용이하게 달성하는 것이 향후 일반적인 AI의 적용이 될 것으로 기대된다. AI시스템이 인간을 완전히 대체하는 것이 필요한 분야는 심해나 우주처럼 제한적인 반면에 대부분의 용용영역에서는 인간과 기계가 협업하는 것이 더 효율적이기 때문이다. 또한 기술적으로도 아직 AI가 인간의 종합적인 판단능력을 능가하여 완전히 대체하기에는 여러 가지 한계가 있기 때문에 현실적으로 적용하는데도 특정한 경우에 AI시스템을 활용하는 것이 작동가능한 방법이기 때문이다. 여러 연구결과에서도 AI와 인간이 배타적으로 작업을 수행하는 것보다는 협업을 통해 문제해결능력을 향상시키는 것으로 나타나 있다.

내용요약	인공지능이 인간의 인지기능과 밀접한 관련이 있는 직업 등 노동시장에 미치는 영향은 제조업 분야에 있어서 자동화와 로봇이 미치는 영향과 유사할 것이다. McKinsey Global Institute (MGI)가 발간한 자동화가 고용과 생산성에 미치는 영향에 대해 분석한 보고서에 따르면 현재 존재하는 60%에 해당되는 직업군의 직무 중에 30% 가량이 자동화가 가능한 것으로 분석하고 있다. 하지만 오늘날 어떤 일자리가 AI가 초래한 자동화에 의해 직접적인 영향을 받는지를 예측하는 것은 쉽지가 않다. 왜냐하면 AI는 단일한 기술이라기보다는 여러 기술이 결합되어 특정 직무에 적용된 것으로 AI가 미치는 영향이 경제전반에 걸쳐 일정하지는 않기 때문이다. 어떤 직무는 쉽게 자동화가 됨에 반해 그렇지 않은 일도 많기 때문이다. 또한 자동화가 미치는 영향이 단순히 노동을 기계와 인공지능이 대체를 하여 반드시 고용감소로만 이루어진다고 보기는 어렵다. 기술이 생산성과 생활수준의 있어서의 급속한 변화를 초래해서 일자리를 줄이기보다는 새로운 영역에서 새로운 일자리를 창출하는 효과를 나타내기도 하기 때문이다. 로봇이 노동시장에서 사람을 대체하는 정도를 나타나기 위해서는 로봇공급량보다는 1만명의 노동자당 로봇사용수인 로봇채택율(Robot Density)가 일반적인 지표로 사용되고 있다. 동 지표에 따르면 2016년 기준 1만 명의 노동자 당 로봇사용수의 세계평균이 74인데 반하여 우리나라의 경우 631로 세계평균보다 8.5배 이상 로봇이 산업현장에서 사용되는 것으로 나타나고 있다. National Bureau of Economic Research(NBER)의 연구는 IFR의 로봇채택율(robot density) 데이터를 활용하여 로봇이 미국의 일자리 감소에 미치는 영향을 정량적으로 분석하고 있다. 1990년에서 2007년까지 로봇의 채택에 따른 자동화로 인해 감소한 미국의 일자리가 최소 36만개에서 최대 67만개에 달하는 것으로 추정하고 있으며 2025년까지 인구 천 명당 로봇 채택율이 현재 수준의 4배 이상으로 증가한다면 0.94-1.76 percentage의 고용이 감소하는 것으로 2025년 경에는 동시장의 고용의 감소에 큰 영향을 주게 된다고 전망하고 있다. 로봇이나 AI의 윤리에 관한 이슈는 Isaac Asimov가 로봇의 3원칙(Three Laws of Robotics)을 제안한 이래 발전을 거듭하고 있는데 오늘날은 Nick Bostrom을 중심으로 다시 활발히 논의가 재개되고 있다

내용요약	Nick Bostrom은 인간의 지능을 능가하는 인공지능기계를 초지능(Superintelligence)이라고 규정짓고 있다. 그는 이러한 초지능이야 말로 인간이 이전까지 직면했던 어떤 것보다도 가장 중요하고 섬뜩한 위협요인(challenge)이라고 주장하고 있다. 이러한 존재적 위협에 대응하여 이러한 위험을 막기 위해서는 무엇보다도 윤리적인 것이 중요하다고 결론적으로 주장하고 있다. 또한 이를 위해서 인공지능이 인간이 원하는 것을 하도록 하는 통제문제(Control problem)도 아울러 중요한 이슈라고 생각하고 있다. 인공지능 및 로봇 윤리와 관련해서 국내에서는 2007년 산업자원부 주도로 로봇윤리헌장 제정위원회가 구성되고 동위원회에서 로봇윤리헌장 초안이 세계최초로 만들어졌다. 2017년 11월에 확정된 '혁신성장을 위한 사람중심의 4차 산업혁명 대응계획'의 후속조치로 미래사회 변화대응과 관련된 과제 중 하나로, AI 오작동·남용 등 역기능을 예방하기 위해 AI 기술 윤리헌장 제정 등 인간 중심 윤리를 정립하는 것으로 하여 이에 대한 준비를 하고 있다. 인공지능과 자동화가 초래할 4차 산업혁명 시대와 관련해서는 기술의 개발도 중요하지만 아울러 이러한 기술이 사회가 수용할 수 있도록 끊임없이 과학자 커뮤니티와 사회가 대화하고 미래를 주도할 수 있도록 우리 사회 시스템을 유연하게 가져가는 것이 무엇보다도 중요하다고 할 것이다. 이와 관련해서 아래와 같은 정책을 제언하고자 한다, 우선 인공지능과 자동화가 미치는 영향에 대한 국내차원의 체계적인 분석이 필요하다. 우리나라는 세계평균보다 8.5배 이상 로봇이 산업현장에서 사용되는 등 이미 자동화가 고용에 미치는 영향이 어느 나라보다도 클 것으로 추정할 수 있다. 우리나라도 미국 NBER의 연구와 같이 로봇이 고용감소에 미치는 영향에 대한 객관적이고 심도 있는 분석을 수행한 후 이에 대한 체계적인 대응이 필요하다고 할 것이다.

내용요약	정부차원의 연구개발에 있어서는 특정한 응용분야보다는 기초연구와 중장기 연구 등 전 연구 분야에 적용되는 연구에 중점을 두어 추진할 필요가 있다. 공공수요가 있는 분야를 중심으로 공공 AI 시스템 구축을 위한 인공지능 관련 범부처 차원의 협업 프로그램의 확대가 필요하다. 각 부처가 스마트 시티, 교통, 복지, 농업, 환경, 안전, 국방 등 각 분야의 지능정보화를 목적으로 하는 신규 사업을 추진할 예정인 바 이와 관련해서 공공수요에 기반한 AI 시스템 구축사업의 추진이 필요하다 할 것이다. 인간과 인공지능 간의 협업을 촉진하는 프로그램을 신설하고 확대할 필요가 있다. 인공지능이 실제로 사용되는 형태는 완전한 독립적인 수행보다는 인간과 인공지능의 협업형태가 일반적일 것으로 예상되고 있지만 우리나라의 경우 기존의 인공지능 관련 프로젝트가 인공지능 자체에 대한 연구에 초점을 두다보니 아직은 미국과 같은 인간과 로봇, 인공지능과의 협업과 관련된 측면에 대한 연구는 부족한 실정이며 독일의 Plattform Industrie 4.0의 사례처럼 이해관계자가 인간과 자동화에 참여하여 사회적 합의를 도출해나가는 과정도 부족한 실정이다. 마지막으로 AI 연구 윤리를 강화하고 관련 AI 윤리이슈에 공동대응하기 위한 국제적 Governance를 구축하는 것이 필요하다. AI의 연구의 목적은 의도하지 않는 인공지능이 아니라 인간에게 혜택을 주는 인공지능이 되어야 한다. 연구자의 의도와는 상관없이 AI 기술이 이러한 윤리문제와 늘 결부되어 있다는 점에서 연구자 윤리 교육, 인공지능 윤리가이드 라인 등 사회적, 윤리적 이슈에 대한 정부 차원의 대책이 무엇보다도 중요하다.

I. 연구의 배경

오늘날 전 세계를 연결하는 인터넷과 IoT에 기반하여 수집된 데이터 등 빅 데이터를 활용하는 '정보' 그리고 무어의 법칙에 의해 대변되는 H/W의 급속한 발전과 딥 러닝(Deep Learning)으로 대표되는 S/W로 구현되는 '지능'이 결합이 된 지능정보기술은 급속한 발전을 이루고 있다. 이러한 기술 발전은 단순히 연구실에만 머무르는 것이 아니라 이미 우리 생활에 널리 적용되면서 최근 빠르게 확산되는 추세이다.

지능정보기술에 내재된 주요 특징들이 미래 사회·경제 구조 변화를 촉진시킬 것으로 예측되는 바 이에 대해 우리가 어떠한 자세로 미리 준비를 하고 적절한 대응을 하느냐에 따라 미래의 우리의 운명이 결정될 것이다.

오늘날 우리가 세계에서 유래가 없을 정도로 단기간에 급속한 경제성장을 이룬 것은 1960년대 이후로 산업화에 성공했기 때문이며 특히 오늘날의 3만불 가까이 1인당 국민소득에 이르러 선진국에 진입하게 된 데에는 1990년대 이후로 들어 닥친 정보화 혁명에서 미리 준비하고 대응하여 최근 2년 연속 ITU의 평가에서 세계 최고의 ICT 국가로 평가 받았듯이 다른 경쟁국과 비교하여 정보사회로의 진입에 성공하였기 때문이다.

이러한 90년대의 정보화 혁명에 이은 21세기 지능정보에 기반을 든 4차 산업혁명을 우리나라가 주도하기 위해서는 단순히 국내의 시각이 아니라 글로벌 시각에서 지능정보기술의 관련 정책을 심도 있게 연구할 필요가 있다. 또한 이러한 신기술이 가져올 변화된 미래의 모습은 단기간에 걸쳐서만 우리사회를 변화시키는 것이 아니라 큰 흐름 속에서 우리가 살아가는 경제시스템과 정치 구조 등 세계를 전반적으로 크게 변화시킨다는 점에서 인류 역사 전체의 발전과정을 조망하는 중장기적인 시각을 두고 고찰할 필요가 있다.

현재 미국 정부는 백악관 과학기술정책실(OSTP)이 중심이 되어 공장자동화를 통한 '제조업혁신' (Advanced Manufacturing)과 '인공지능 관

련 기초연구' 투자 확대를 통해 4차 산업혁명시대에 대비하고 있다.

미국정부는 2011년 제조업 정책 활동을 조정하는 제조업 정책국을 국가경제위원회 산하에 설치하였으며 2012년에는 국가 첨단제조방식 전략계획과 제조업 활성화 정책을 공표하였다. 특히 미국은 첨단 제조업을 "정보, 자동화, 연산, 소프트웨어, 센서, 네트워크 등을 활용하고 나노기술, 화학, 생물학 등의 연구로 개발 또는 첨단물질 또는 능력을 활용하는 활동"으로 정의하여 특정분야 뿐만 아니라 이러한 자동화 기술이 모든 분야에 적용하고 있다.

인공지능 관련 기초연구 투자확대와 관련해서는 인간 모사 관련 AI 기초연구를 향후 10년간 총 30억 달러 투자하기로 하는 것을 주요내용을 담고 있는 Brain Initiative 2013년 4월에 발표하였다. 특히 4차산업혁명 이슈가 본격적으로 주목을 받고 있는 2016년에는 인공지능과 관련된 R&D정책을 집대성한 National Artificial Intelligence Research and Development Strategic Plan, 인공지능, 자동화가 경제에 미치는 영향을 분석한 Artificial Intelligence, Automation, and the Economy, 2016.12), 인공지능이 구현되는 미래 사회를 대비하는 Preparing for the Future of Artificial Intelligence 등 3가지 주요정책을 백악관이 중심이 되어 발표하는 등 이에 대한 대비를 하고 있다.

세계 R&D를 선도하는 미국의 대학과 연구기관들은 지속적으로 인공지능 및 자동화 관련해서도 세계최고의 역량을 가지고 있으며 이와 같은 공공연구기관의 성과가 기술이전과 양성된 전문가 인력의 활용 등을 통해 세계 굴지의 구글 등 대표기업과 연결되어 많은 경제적 수익을 창출하고 있다.

현재 4차 산업혁명이 주도하는 변화를 미국이 앞장서서 주도하고 있지만 일본, 독일, 중국 등이 다른 국가들도 관련 정책을 발표하며 대응에 힘쓰고 있다.

본 보고서에는 우리나라와 미국을 중심으로 제4차 산업혁명과 관련된 정부의 정책을 조사하고 일본, 독일, 중국 등 주요국의 4차 산업혁명에

대비한 지능정보정책도 조사하여 우리나라와 관련된 정책적 시사점을 도출할 것이다.

주요 정부의 정책뿐만 아니라 4차 산업혁명 이슈를 2016년 다보스 포럼에서 처음으로 제기한 World Economic Forum의 제4차 산업혁명에 대한 논의 내용도 분석하는 한편 미국을 중심으로 보스톤 컨설팅, 뉴욕대학교, 조지 메이슨 대학교 등 think-tank들이 인공지능이 가져올 미래의 모습을 어떻게 예상하고 있는지 함께 논의할 것이다.

특히 인공지능이 가져올 모습은 공상과학영화에서 나오는 인간과 같이 전 영역에 걸쳐서 지적인 활동을 할 만큼 강한 인공지능보다는 특정영역에 있어서 인간의 지적인 활동을 대신해 줄 수 있는 약한 인공지능에 기반을 둔 인간과의 협업모형이 가까운 시일 내에 이슈가 된다는 점에서 AI와 인간과의 협업 이슈에 대해 논의할 것이다.

또한 정책적인 측면에서 AI와 자동화가 가져오는 가장 중요한 이슈가 자동화로 인한 노동 대체의 이슈이기 때문에 자동화가 노동에 미치는 영향에 대한 여러 가지 분석결과를 검토하고 이에 대한 대응방향을 모색할 것이다.

마지막으로 최근 Killer Robot연구에 대한 우려 때문에 전세계의 AI 관련 연구자들이 최근 KAIST와의 연구협력을 중단하는 해프닝이 일어날 정도로 인공지능의 윤리문제도 중요한 이슈이다. 이에 대해서도 어떠한 이슈들이 진행되어 왔는지 검토할 것이다.

이러한 논의들을 중심으로 4차 산업혁명과 지능정보 활성화를 위한 추가적인 정책과제를 제언하고자 한다.

Ⅱ. 인공지능과 4차 산업혁명 관련 주요 현황

1. 인공지능 관련 주요 논의

(1) 인공지능 연구의 시대적 발전 추이[1)]

AI분야라는 학문은 John McCarthy 에 의해 조직된 인공지능에 대한 다트머스 여름연구프로젝트와 관련해서 1956년도에 열린 워크숍에서 태동된 것으로 보고 있다. 그 워크숍의 목표는 기계가 인간의 지능에 필적할 수 있는 역할을 할 수 있는지에 대해 고찰하는 데 있었다.

McCarthy는 Marvin Minsky 등과 함께 공동으로 주관한 워크숍의 제안서에서 인공지능(artificial intelligence)이라는 용어를 최초로 사용한 것으로 그 공을 인정받고 있다. 이 AI라는 이름하에 개최된 워크숍에 참석한 Arthur Samuel, Oliver Selfridge, Ray Solomonoff, Allen Newell, Herbert Simon과 같은 학자들이 향후 AI 연구에 주도적인 역할을 하게 되었다.

Dartmouth workshop에 의해서 인공지능(AI)이라는 것이 공식화되었지만 그 이전에 있었던 일련의 연구결과에 의해 이러한 진전이 있었다고 볼 수 있다.

1763년에 Thomas Bayes가 확률에 대한 고찰할 수 있는 이론적 기반을 제공하였으며 1854년에 George Boole은 논리적 추론(logical reasoning)이 방정식이나 등식과 마찬가지로 문제를 체계적으로 해결 가능하다는 것을 입증했다. 이어서 실험과학의 발전으로 인해 통계학이라는 학문이 출연하게 되면서 데이터로부터 추론을 하는 것이 가능하게 되었다.

일련의 지시를 이행하는 기계를 물리적으로 공학화하는 아이디어는 Charles Babbage같은 선구자에 의해 처음 제시되었으며 이는 전자 컴퓨터에 의해 구현되었다.

1) J. Nilsson (2009) "The Quest for Artificial Intelligence: A History of Ideas and Achievements", Cambridge University Press

컴퓨터 과학(computer science)에 깔려있는 가장 영향력 있는 아이디어는 Alan Turing에 의해 제시되었는데 그는 AI의 요소들과 관련해서 어떻게 이런 지능들이 테스트되고 어떻게 이런 기계들이 학습이 가능하다는 것에 대한 가능성을 그의 저서인 Computing Machinery and Intelligence를 통해서 상상을 하였다.

이후 Allen Newell과 Herbert A Simon은 경험적 탐색(heuristic search)이라는 효율적 절차를 통해 컴퓨터를 활용해서 일반적으로 문제 해결이 가능한 기법에 대한 연구의 선구자적인 역할을 하였다.

컴퓨터의 시각화 영역에 있어서는 O. G. Selfridge의 문자인식과 같은 초창기의 연구가 오늘날 안면인식과 같은 복잡한 응용에 적용되기 위한 토대를 제공했으며 이를 바탕으로 1960년대 후반부터는 자연어 처리에 대한 연구가 시작되었다.

Machine learning과 관련해서는 1959년 Arthur Samuel의 Checkers 게임에 대한 연구가 최초의 연구라고 할 수 있다. Frank Rosenblatt 의 생물학적인 뉴런에 바탕을 둔 컴퓨터 모델의 1957년에 발표된 연구가 artificial neural networks의 토대가 되었다.

이러한 초기의 개념적인 발전에도 불구하고 1980년대까지 인공지능분야에 있어서의 큰 진전은 없었는데 이는 실제적으로 인공지능이 적용되어 성공을 거둔 사례가 거의 없었기 때문이었다. 이러한 실패의 원인은 지나치게 true 또는 false와 같은 로직(Logic)을 강조하고 불확실성을 계량화하는 것을 간과하는 학계의 흐름과도 관련이 된다. 불확실성을 계량화하기 위해서는 주변 환경과 관련된 시그널과 데이터에 주안을 두어야하나 이러한 노력이 부족하였다. 1980년대 후반까지 AI의 겨울이라고 불릴 정도로 이 시기에는 AI에 대한 관심도도 줄었고 관련된 연구자금도 줄어들게 되었다.

하지만 실제생활에서 데이터를 더 쉽게 활용하게 되고 이러한 데이터에 기반하여 인공지능시스템이 만들어지게 됨에 따라 이 분야에서 기술진보가 가능하게 되었다. 하드웨어 비용이 보다 저렴해지고 인터넷으로 인해 데이터를 수집하는 능력이 향상되면서 데이터로부터 해결책

을 발견하는 통계기법이 발전하게 되었다. 이러한 발전은 최근 20년간 인공지능분야의 큰 발전을 초래하게 되었다.

(2) 인공지능의 정의

인공지능에 대해서는 Russell과 Norvig[2)]의 분류가 일반적으로 인용되고 있다. 이들은 인공지능을 다음과 같이 정의하고 있다.

1) 인간처럼 생각하는 시스템으로 예를 들어 인식을 하는 설계물이나 뉴럴 네트워크(neural networks)와 같은 것이 있다.

2) 인간처럼 행동하는 시스템으로 예를 들어 자연어 처리를 통해 튜링테스트를 통과, 지식을 표현, 자동화된 사유나 학습을 하는 등을 하는 것이다.

3) 합리적으로 생각하는 시스템으로 논리적인 해결 능력이나 유추, 최적화 등을 작업을 수행하는 것이다.

4) 합리적으로 행동하는 시스템으로 예를 들면 지각(perception)이나 계획, 사유, 학습, 의사소통, 의사결정과 행동을 통해 정해진 목적을 달성하도록 하는 지능을 가진 소프트웨어나 이러한 소프트웨어가 내장된 로봇과 같은 것이 있다.

(3) 약한 인공지능과 강한 인공지능

약한 인공지능(Narrow AI)은 특정한 영역에서만 적용이 가능하도록 만들어진 인공지능을 의미하며 예를 들어 전략게임, 자동언어번역, 자율주행, 이미지 인식 등 최근 이런 분야에서 비약적인 발전이 일어나고 있다.

강한 인공지능 또는 범용 인공지능(General AI)은 인간처럼 전 영역에 걸쳐서 지적인 활동을 할 만큼 명백히 지적인 행동을 보여주는 관념적인 미래의 인공지능시스템을 일컫는다.

---

2) Stuart Russell and Peter Norvig, Artificial Intelligence: A Modern Approach (3rd Edition) (Essex, England: Pearson, 2009)

현재 강한 인공지능에 있어서는 민간섹터는 물론 미국, 한국 등의 정부차원에서의 전망도 적어도 가까운 수십년 안에는 실현가능할 것으로 보지 않고 있다

이러한 전망에 근거하여 미국의 NSTC산하의 기술예측위원회에서는 초지능을 가진(super-intelligent) 범용 인공지능이 현재로서는 정책에 거의 영향을 주지 않을 것으로 보고 있다. security, privacy, and safety risks같은 당장의 이슈에 대한 대응이 중요하며 이러한 이슈는 범용 인공지능의 경우에도 동일하게 적용되므로 이에 중점을 두어 접근하는 것이 바람직하다고 보고 있다.

(4) 머신러닝

오늘날 AI분야에서의 발전과 상업적으로 적용되는데의 토대가 된 가장 중요한 기술적인 접근은 머신 러닝(Machine learning) 기법이다. 머신 러닝은 일련의 데이터로 출발하여 그 데이타에 대해 설명할 수 있는 어떠한 절차나 규칙을 추론하거나 미래의 데이터를 예측할 수 있는 통계학적인 절차(statistical process)이다.

이러한 데이터로부터 학습하는 접근법은 그 이전의 전문가 시스템(expert system)의 접근법과 대조되는 방식이다. 전문가 시스템에서는 프로그래머가 각 영역의 전문가와 상의를 해서 의사결정에 필요한 규칙이나 기준을 학습한 후 이를 소프트웨어 코드로 전환하는 방식으로 이루어진다

2. 제4차 산업혁명

인류역사에 있어서 우리는 시대를 분류할 때 크게 보아서 기술진보에 따라서 인간이 어떠한 도구나 기술을 사용해서 새로운 산업을 일으키고 이를 통해 급속한 경제사회적 발전이 이루어졌는지에 따라 새로운 시대가 도래하는 것으로 보고 있다.

원시상태였던 인간이 도구를 사용하기 시작하면서 구석기, 신석기 시대가 도래 하였으며 신석기 시대에 이르러 이러한 도구가 농업에 이용되면서 이전에 수렵채집상태에서 농업기반의 경제로 이행하게 되었다. 이러한 농업혁명으로 사람이 모여 살게 되면서 도시가 형성되고 이러한 도시국가가 확대되어 국가라는 것이 등장하게 되었다.

철기를 사용하면서 농업 생산성에 있어서 급속한 향상이 일어났으며 국가의 규모도 확대되어 제국이라는 형태의 국가들이 동서양에 나타나게 되었다.

농업혁명이후 급속한 인류역사상의 경제사적 발전은 1700년대 이후의 과학혁명에 의해 촉발되었다. 과학혁명으로 과학적 지식이 단순한 학자들의 호기심을 충족하는 것이 아니라 산업에 직접적으로 활용되면서 산업생산에 있어서의 급속한 발전이 나타났다. 특히 영국에서 뉴튼의 법칙을 활용하여 증기의 힘을 이용한 기계인 증기기관이 산업현장에 쓰이면서 산업혁명이 일어났다. 증기기관에 의해 촉발된 1700년대 후반의 급속한 발전에 버금하는 급속한 발전이 1800년대 후반에 일어나게 되었는데 이는 전기를 활용한 산업과 화학 산업 등 새로운 산업이 나타남으로 인해 가능해졌다.

사학자들은 이러한 1700년대와 1800년대의 산업혁명을 두 단계로 나누어 각각 1차 산업혁명과 2차 산업혁명으로 나누고 있다.

1970년대 이후 컴퓨터가 광범위하게 활용되기 시작하면서 우리는 정보화의 시기에 살고 있는데 이러한 제조업의 디지털화로 인한 자동화와 이로 인한 생산성의 증가에 대해 영국의 경제지 Economist[3)]에서는

3차 산업혁명이라고 칭한 바 있다.

이러한 흐름에서 한 단계 더 나아가서 세계경제포럼(World Economic Forum)에서는 인공지능과 신기술로 촉발된 최근의 급속한 경제 사회적 변화를 4차 산업혁명이라고 규정하면서 아래와 같이 제1차, 2차, 3차, 4차 산업혁명으로 분류하고 있다.

한국에서는 알파고로 인한 인공지능에 대한 관심이 커지면서 '4차 산업혁명'이라는 용어가 일반적인 명사로 쓰이지만 전 세계적으로 이러한 용어가 광범위하게 사용되는 것은 아직 아니며 오히려 '인공지능과 자동화'라는 용어가 상대적으로 더 많이 사용되고 있다.

Navigating the next industrial revolution

Revolution	Year	Information
1	1784	Steam, water, mechanical production equipment
2	1870	Division of labour, electricity, mass production
3	1969	Electronics, IT, automated production
4	?	Cyber-physical systems

출처: World Economic Forum 웹사이트
(https://www.weforum.org/agenda/archive/fourth-industrial-revolution)

World Economic Forum (이하 WEF)에 따르면 제4차 산업혁명은 1차, 2차, 산업혁명에 필적할 만한 최근의 기술의 발전으로 인한 우리의 생활, 일자리와 기타 양식에서의 근본적인 변화를 의미한다. 4차 산업

3) The third Industrial revolution, Economist, April 21, 2012

혁명은 인간은 발전에 있어서의 새로운 장이며 이러한 것은 1차, 2차, 3차 산업혁명에 필적할 만한 급속한 기술진보에 의해 가능해졌다고 본다.

WEF는 이러한 기술진보는 물리적, 디지털적, 생물학적인 세계가 통합되는 과정에서 큰 기대와 잠재적인 위협을 동시에 제공하고 있다고 보고 있다. 생물학적 세계가 물리적 세계가 통합된다는 이러한 WEF의 시각은 인간을 유전자 보전을 위해 프로그램화된 기계로 보는 이기적 유전자[4]나 인간 신체와 생물을 유기체로 보는 생물에 대한 기계적인 이해방식을 담고 있는 데카르트의 세계관과 유사한 일이 미래에 조만간 현실화될 것으로 보고 있는 것이라고 할 것이다.

이러한 이유로 인공지능의 발전은 단순한 기술의 문제가 아니라 그 이전의 어떤 기술보다도 인간의 본질과 관련된 문제, 기술과 인간과의 관계 등 인간과 관련된 철학적이면서도 윤리적인 이슈들이 많이 부각되고 있다.

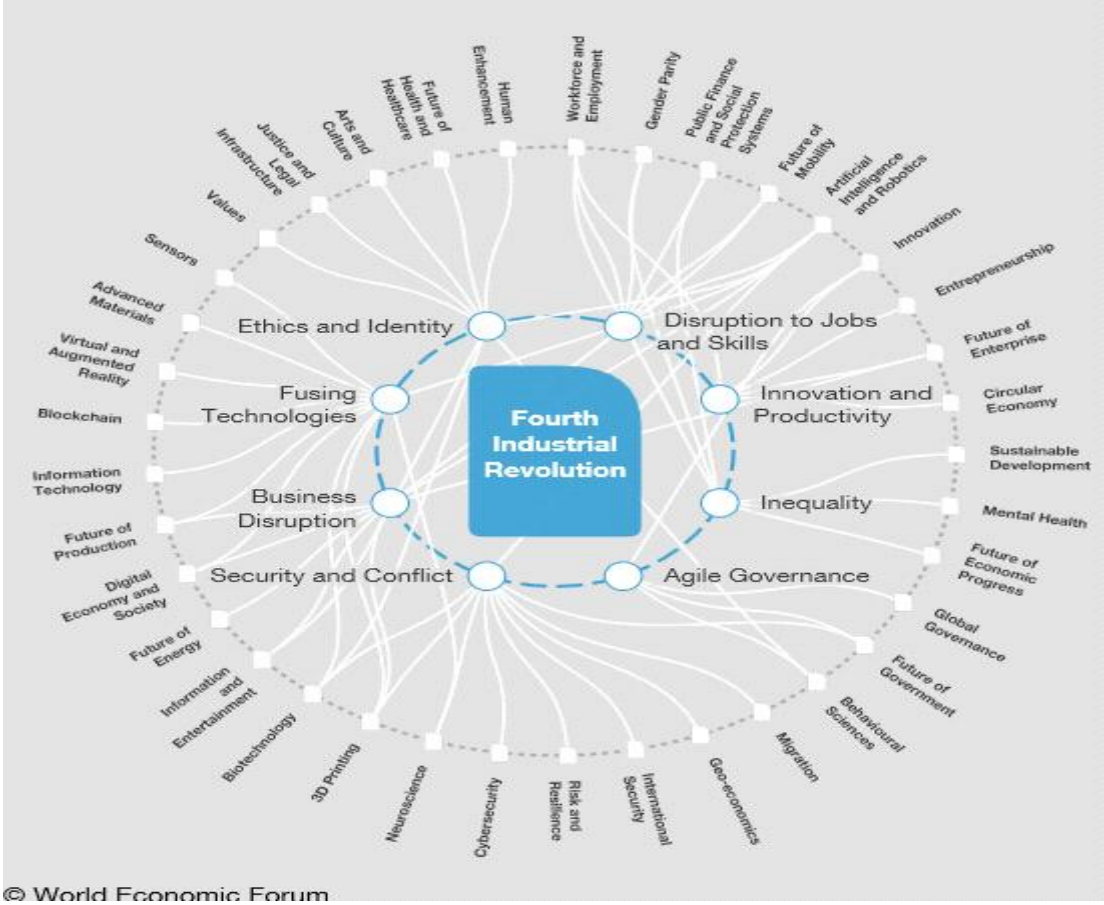
WEF는 4차 산업혁명으로 인한 이러한 혁명의 속도, 범위, 깊이는 우리로 하여금 각국이 어떻게 발전하고, 각 조직이 어떻게 가치를 창출하고 인간에게 어떤 의미를 제공하는지에 대한 우리의 생각을 바꾸고 있다고 보고 있다. 또한 4차 산업혁명에서 기술이 차지하는 영향이 중요하다고 보는 동시에 단순히 기술이 주도하는 변화가 아니라 지도자, 정책결정자, 모든 나라의 국민에게 포괄적이고 인간 중심적인 미래를 제공하기 위해 기술융합이라는 새로운 기회를 활용하는 것이 중요하다고 주장하고 있다.

이러한 관점에 WEF는 4차 산업혁명의 핵심 요소를 8가지를 제시하고 있는데 아래 표와 같다.

1) 기술의 융합(Fusing Technology), 2) 기존산업의 파괴(Business Disruption), 3) 안전과 이해관계 충돌(Security and Conflict), 4) 대응력있는 거버넌스(Agile Governance), 5)불평등(Inequality), 6)혁신과 생

4) Rechard, Dawkins (1976) "The Selfish Gene", Oxford University Press ,

산성(Innovation and Productivity), 7)일자리 파괴 문제와 스킬(Disruption to Jobs and Skills), 8) 윤리와 인간의 정체성 이슈(Ethics and Identity) 등 8가지 이슈를 제시하고 있는데 기술, 산업, 경제, 사회, 윤리 문제 등 인공지능과 자동화가 초래할 미래의 변화들을 망라하고 있다.



출처: World Economic Forum 웹사이트

Ⅲ. 국내 4차 산업혁명 관련 정책 현황

1. 지능정보사회 중장기 종합대책

2016년 3월에 열렸던 구글의 알파고와 이세돌 9단의 바둑 대결로 인해 인공지능이 가져다 줄 미래에 대한 우리 사회 전반의 인식에 큰 변화가 일어났다. 그전에는 연구개발에 종사하는 전문가 중심으로 한정적으로 이루어지던 인공지능에 대한 논의의 장에 일반국민까지 참여하게 되어 새로운 기술이 가져올 미래의 변화에 대해 큰 관심을 보이게 된 것이다.

이러한 관심에 대해 정부는 관계부처 및 민간전문가가 참여하는 '지능정보사회 민관합동 추진협의회'를 2016년 5월에 구성하여 제4차 산업혁명이라는 새로운 사회적 이슈에 대한 범국가적 차원의 논의를 시작하게 되었다. 또한 지능정보사회 종합대책의 수립을 위해 범정부 추진체계로는 국무총리 훈령에 근거하여 지능정보사회추진단이 2016년 9월에 출범하였다.

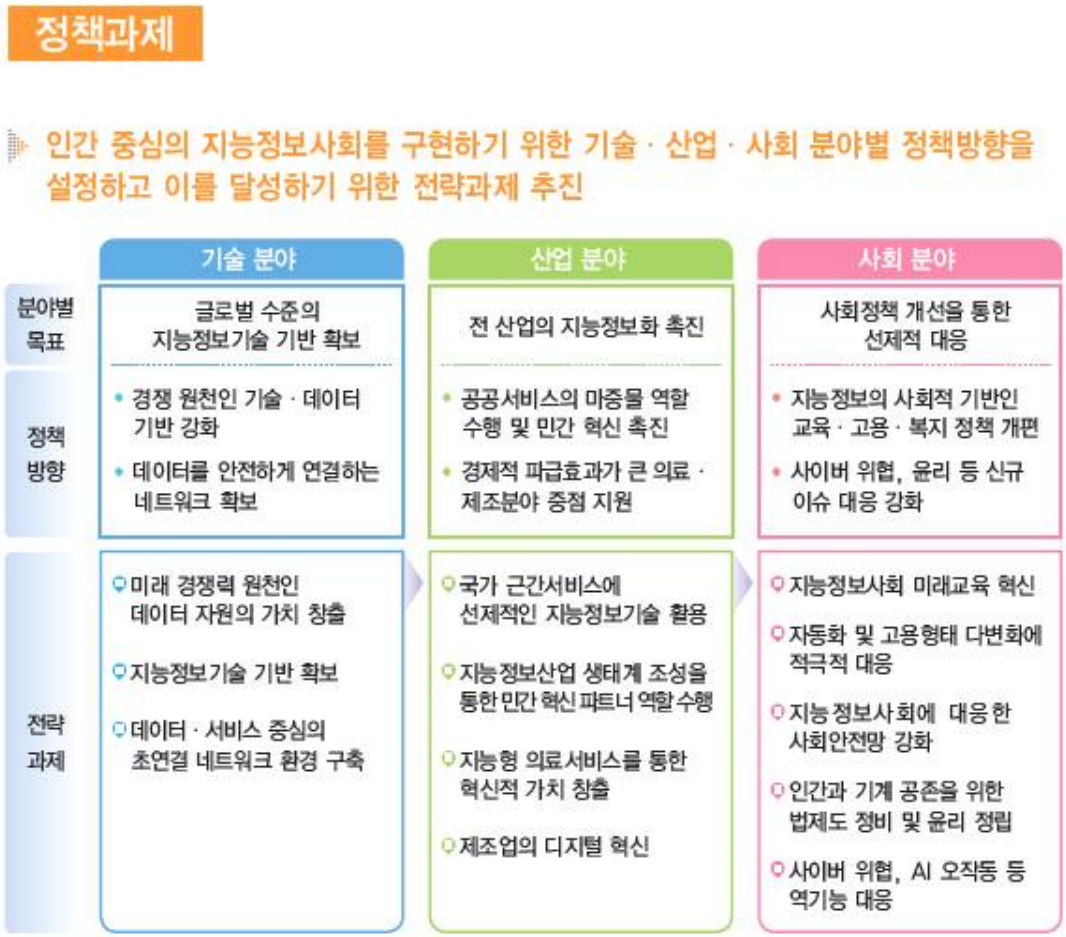
지능정보사회 종합대책의 마련을 위해 민관합동 추진협의회를 통한 3차례의 논의와 대국민 공개 세미나를 6차례 개최하여 광범위한 의견수렴이 이루어졌으며 기획총괄, 기술, 사회, 일자리 분과별로 이슈들을 검토하여 관계부처와 전문가들이 심도 있는 논의가 이루어졌다.

이를 바탕으로 제4차 산업혁명에 대응한 '지능정보사회 중장기 종합대책'이 관계부처 합동으로 2016년 12월에 수립되었다.

동 종합대책은 기술, 산업, 사회 3가지 분야별로 각각의 목표를 설정하고 이를 달성하기 위한 전략들을 제시하고 있는데 기술 분야에서는 1)데이터 자원의 가치 창출, 2)지능정보기술 기반 확보, 3)데이터·서비스 중심의 초연결 네트워크 환경을 구축하는 것을 주요과제로 하고 있다. 전 산업의 지능정보촉진을 위해서는 1)국가 근간서비스에 지능정보

기술을 활용, 2) 규제패러다임의 전환 등 지능정보산업 생태계 조성을 위한 민간혁신 파트너 역할을 수행, 3) 정밀의료 등 지능형 의료 서비스를 통한 혁신 가치 창출, 4)스마트 제조기반 마련 등 제조업의 디지털혁신 등이 포함되었다. 사회정책 개선을 통한 선제적 대응을 위해서는 1) 지능정보사회 미래교육 혁신, 2)자동화 및 고용형태 다변화에 적극적으로 대응, 3) 지능정보사회에 대응한 사회 안정망 강화, 4)지능정보사회에 대비한 법제 정비 및 윤리 정립, 5)사이버 위협, AI 오작동 역기능 대응 등을 추진하기로 하였다.

동 계획의 주요 내용을 정리하면 아래와 같다.



출처: 제4차 산업혁명에 대응한 지능정보사회 중장기 종합대책, 미래창조과학부(2016.12.27)

2. 4차 산업혁명위원회

"4차 산업혁명위원회의 설치 및 운영에 관한 규정"이 2017년 8월22일에 제정 시행됨에 따라 대통령 직속으로 제4차 산업혁명 위원회[5)]가 설치되었다. 법적 근거가 마련되고 나서 위원을 선임한 후 2017년 9월 26일 현판식을 가지고 본격적으로 위원회의 업무가 시작되었다.

동 규정에 따라 제4차 산업혁명위원회에서는 1)4차 산업혁명에 대한 종합적인 국가전략의 수립, 2)4차 산업혁명 관련 각 부처별 실행계획과 주요 정책, 3)4차 산업혁명의 근간이 되는 과학기술 발전 지원, 인공지능·ICT 등 핵심기술 확보 및 기술혁신형 연구개발 성과창출 강화에 관한 사항, 4)전 산업의 지능화 추진을 통한 신산업·신서비스 육성에 관한 사항 등을 심의·조정하도록 하고 있다.

제4차 산업혁명위원회에는 위원장(장병규)을 포함한 19인의 민간위원과 과학기술정보통신부장관, 산업통상자원부장관, 고용노동부장관, 중소벤처기업부장관, 국토교통부장관, 대통령비서실 과학기술보좌관(간사) 등 6인의 정부위원 등 총 25인이 이 참여하고 있다.

4차 산업혁명위원회의 본 회의는 분기 1회 개최를 원칙으로 하되, 위원장이 필요하다고 인정하는 경우에는 수시 개최가 가능하도록 하고 있다.

2017년 10월11일에 개최된 1회 회의에서는 「4차 산업혁명위원회 운영세칙 제정안」을 의결하였다. 2017.11월 30일에 개최된 2차 회의서는 「혁신성장을 위한 사람 중심의 4차 산업혁명 대응계획」을 확정하였다.

12월 28일에 개최된 제 3차 회의에서는 「4차 산업혁명 대비 초연결 지능형 네트워크 구축전략」, 「 2020 新 산업·생활 주파수 공급계획」, 「드론 산업 기반 구축방안」, 「4차 산업혁명 혁신선도대학 지

5) https://www.4th-ir.go.kr/#this

정·운영계획」 등 6개 안건이 확정되었다.

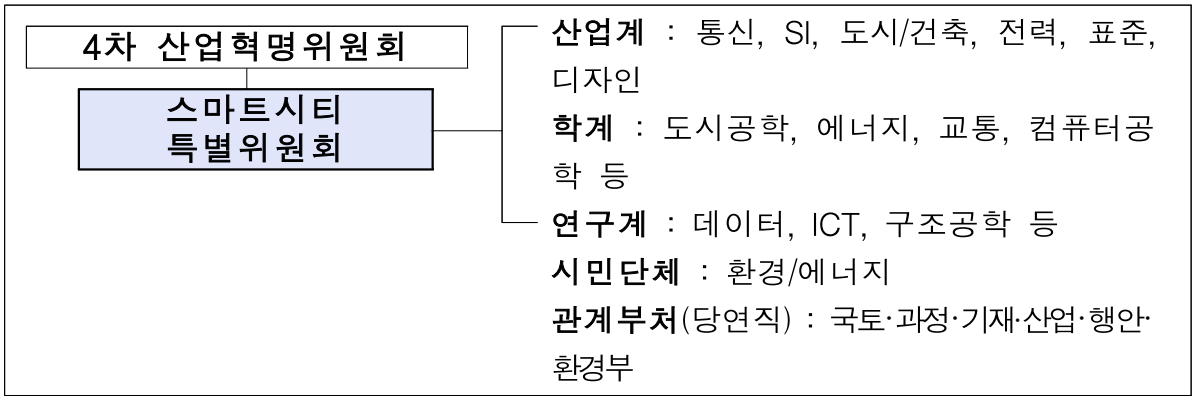
위원회 산하에 분야별 혁신위원회, 특별위원회를 두고 있으며 관련 전문가로 구성된 자문단을 두어 위원회의 업무를 지원하고 있다.

위원회의 업무를 전문적으로 수행하기 위하여 분야별 혁신위원회를 두도록 하고 있는데 1) 과학기술 혁신위원회, 2) 산업경제 혁신위원회, 3)사회제도 혁신위원회를 두도록 하고 있다.

또한 4차 산업혁명과 관련한 특정 현안을 논의하기 위하여 필요한 경우 특별위원회를 둘 수 있도록 하고 있다.

특별위원회로 2017년 11월 16일에는 세계적 수준의 스마트시티 국가 시범도시 조성방안과 스마트 도시재생 뉴딜 시범사업, 그리고 기존 성과 고도화·확산을 위해 「스마트시티 특별위원회」가 처음으로 설치되었다.

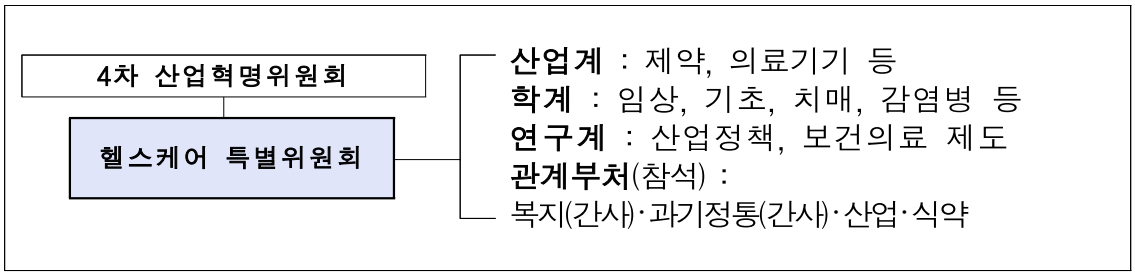
< 스마트시티 특위 구성 분야 >



출처: 4차산업혁명위원회 스마트시티 특별위원회 본격 가동, 4차산업혁명위원회 보도자료('17.11.16)

2017년 12월는 「헬스케어 특별위원회」가 설치하여 맞춤형 의료, 융합 의료기기, AI기반 신약개발 혁신 등 스마트 의료와 관련된 이행계획을 마련토록 하고 있다.

< 헬스케어 특위 구성 분야 >



출처: 4차산업혁명위원회 헬스케어 특별위원회 가동, 4차산업혁명위원회 보도자료('17.12.19)

위원회의 기능을 지원하기 위해 사무국의 기능을 하는 4차산업혁명위원회 지원단을 두고 있는 데 지원단의 단장은 과학기술 정보통신부의 가급 고위공무원이 담당하여 지원단의 업무를 총괄하고 있다. 현재 지원단은 총괄기획팀, 기술산업팀 및 사회혁신팀의 3개 팀으로 구성되어 있다.

2017년 11월에 수립된 「혁신성장을 위한 사람 중심의 4차 산업혁명 대응계획」은 인공지능과 4차 산업혁명이라는 기회를 활용하여 사람의 생활에 실질적으로 도움이 되는 사람 중심의 4차 산업혁명을 구현하는 것을 목표로 하고 있다. 동 계획은 그동안의 성장전략이 산업의 성장을 위한 기술의 공급에만 주안을 보다보니 사회문제해결에 대해서는 소홀한 점이 있었다는 반성에서 출발하고 있다.

이러한 시각에서 단순히 경제성장의 목적으로만 4차 산업혁명을 통해 새로운 성장동력을 발굴하는 것이 아니라 사회문제 해결에 기반을 두고 삶의 질과 성장동력을 동시에 창출하는 스마트 시티, 교통, 복지, 농업, 환경, 안전, 국방 등 각 분야의 지능정보화를 목적으로 하는 사업을 추진할 계획이다. 이러한 목표를 위한 지능화 기술의 개발과 미래사회의 변화 대응을 위한 사회적 기반 마련에 중점을 두고 있다.

동 계획의 주요 내용을 정리하면 아래와 같다.

출처: 혁신성장을 위한 사람중심의 4차 산업혁명 대응계획, 4차산업혁명위원회 (‘17.11.16)

3. 인공지능 국가전략프로젝트

우리나라의 인공지능 관련해서 국가차원의 대형 연구가 시작된 것은 2013년에 언어지능과 관련된 엑소브레인(Exo-Brain) 과제가 시작되면서이다. 이러한 선행연구를 기반으로 2017년도부터는 4차 산업혁명 시대에 대응하고 인공지능분야의 기술역량을 강화하기 위해 인공지능 국가전략프로젝트 사업단이 설립되고 인공지능 국가전략프로젝트가 추진되었다. 국가전략 프로젝트는 2016년에 미래신성장 분야로 인공지능(AI), 가상 증강현실, 자율주행차, 경량 소재, 스마트시티, 정밀 의료, 신약, 탄소 자원화, 미세먼지 대응기술 등 9대 분야를 선정하고 추진하기로 하여 2017년부터 추진 중인 범부처 프로젝트로 9대 분야 중 인공지능(AI), 정밀 의료 등 2개 분야가 인공지능과 관련된 분야로 볼 수 있다.

인공지능 국가전략프로젝트는 AI와 관련된 핵심기술을 확보하여 기술격차를 조기에 극복하기 위한 'AI 핵심요소 기술'와 미래의 차세대 원천기술을 확보하여 미래의 기술경쟁력을 선도할 '차세대 AI기술'의 2대 분야를 중심으로 구성되어 있다.

세부사업		사업 내용	주관기관
AI핵심 요소기술	언어지능	(엑소브레인) 사용자와 의사소통을 통한 지식공유 및 지능진화가 가능한 엑소브레인 SW 기술 개발	ETRI
	시각지능	(딥뷰) 대규모 실시간 영상이해 기반의 시각지능 플랫폼 개발	ETRI
	음성지능	언어학습을 위한 자유발화형 음성대화처리 원천기술 개발	ETRI
차세대 AI기술	차세대 학습 · 추론	설명 가능한 인간 수준의 딥 기계학습 추론 프레임워크 개발(경쟁과제)	UNIST KAIST
	비디오튜링 테스트	비디오 튜링 테스트(Video Turing Test): 인간 수준의 비디오 이해 지능 및 검증 기술 개발	서울대학교

(출처: AI 동향 프로젝트 자료집, 인공지능 국가전략프로젝트 사업단, 2017.10.27.)

AI 핵심요소기술이 ETRI를 중심으로 언어, 시각, 음성 지능분야에 걸쳐 기존에 진행되고 있는 엑소브레인과 딥뷰와 같은 프로젝트에 기반을 두고 있다면, 차세대 AI기술은 2016년도부터 착수된 국가전략프로젝트의 일환으로 시작되는 새로운 프로젝트로 2017년부터 착수하는 과제이다. 이와 관련된 과제로 차세대 학습·추론과제와 비디오 튜링테스트의 2개과제로 구성되어 있는데 2017년부터 5년간 총496원이 투입될 계획이다.

이를 위한 추진체계로 과학기술혁신본부 산하에 인공지능 운영위원회를 두어 정부차원의 인공지능 프로젝트를 범부처적으로 조정하고 있으며 인공지능 국가프로젝트사업단이 언어지능, 시각지능, 음성지능의 3개 기존과제와 차세대 학습·추론과제(XAI)와 비디오 튜링테스트(VTT)의 2개 신규과제를 전주기적으로 관리하고 있다.

(출처: AI 동향 프로젝트 자료집, 인공지능 국가전략프로젝트 사업단, 2017.10.27.)

(1) 엑소브레인(Exo-Brain) 프로젝트

엑소브레인(Exo-Brain)은 내 몸 바깥에 있는 두뇌를 개발한다는 컨셉으로 언어데이터를 이해하고 학습하여 전문가수준의 지식서비스를 제공하는 S/W인 인공지능을 개발하는 것을 목표로 하는 인공지능 국가 R&D 프로젝트이다.

동사업의 사업기간은 10년으로 2013년 5월에 시작하여 2023년 2월에 완료하는 것으로 하고 있다. ① 자연어 분석 기술, ② 지식 학습 및 축적 기술, ③ 자연어 질의응답 기술 등에 대해 원천 기술 개발 및 국내외 표준화를 통해 핵심 IPR을 확보하는 것을 목표로 하고 있다.

기술개발을 3단계로 하고 있는데 1단계는 IBM왓슨과 같이 사실에 기반을 든 지식 Q&A시스템을 2017년까지 개발하여 지식대결 프로그램에 참여하는 것이다. 2단계는 2020년까지 전문지식 서비스에 응용하기 위한 시스템을 개발하여 법률, 특허, 금융 등 전문분야 컨설팅에 활용하는 것이다. 마지막으로 사업이 종료되는 3단계는 2022년까지 세계최고 수준의 다국어 전문지식 서비스를 제공하는 의사결정 지원 시스템을 상용화하는 것이다.

출처: 엑소브레인 홈페이지http://exobrain.kr/business/index.do

10년간 총 622억원의 정부출연금이 투입되는데 총괄과제는 한국전자통신연구원(ETRI)가 담당하며 총3개의 세부과제로 구성되어 있다. 각각의 세부과제를 ETRI, 솔트룩스, KAIST가 주관하여 기업, 대학, 연구소 등이 참여하여 협업을 하고 있다.

세부과제명	주관기관	주요내용
휴먼 지식증강 서비스를 위한 지능 진화형 WiseQA 플랫폼 기술 개발	ETRI	텍스트에 기술된 자연어의 문법과 의미를 분석하여, 기계가 이해하는 언어적 지식을 축적하여, 문장으로 기술된 사용자 질문에 대해 정답을 제공하는 자연어 질의응답 관련 기술개발이 목표
WiseKB : 빅데이터 이해기반 자가학습형 지식베이스 및 추론 기술 개발	솔트룩스	빅데이터 이해를 통한 자가학습형 지식베이스 및 하이브리드 추론 기술을 개발하고, 지식증강 글로벌 서비스가 가능한 진화형 지식증강 서비스 플랫폼 구현
컨텍스트 인지형 Deep-Symbolic 하이브리드 지능 원천 기술 개발 및 언어 지식 자원 구축	KAIST	전문분야 자가 지식학습 및 질의응답 지원을 위한 컨텍스트 인지형 Deep-Symbolic 하이브리드 지능 원천 기술 개발 및 언어 자원 구축

출처: 엑소브레인 홈페이지(http://exobrain.kr/business/onetask.do)

아직 응용기술을 개발하는 단계이지만 엑소브레인은 2016년 11월 EBS가 주최하는 장학퀴즈에 참여해서 우승을 차지하는 등 그 동안의 축척된 기술을 바탕으로 성과를 내고 있다.

(2) 딥뷰 (DeepView)

최근 AI분야에서 급속히 실생활에 활용되어 확산되는 분야가 영상을 인식하는 기술이다. 현재 페이스북의 경우 페이스북에 올린 사진을 바탕으로 특정한 인물을 인식하여 표시해주는 기능을 제공하고 있다. 중국의 경우는 안면인식기술을 국가차원에서 적극적으로 활용한 나라로 얼굴인식기능이 탑재된 CCTV를 1억7천만대를 설치하여 범죄 예방에 직접 사용[6]하고 있다. 최근에는 이 시스템을 활용하여 6만명이 밀집된 공간에서 용의자를 인식하여 체포하는 일이 있기도 하였다.

딥뷰(DeepView)는 대규모의 영상과 시각을 AI가 사람의 시각처럼 이해하고 분석하여 상황을 판단하는 시각 지능기술을 개발하는 국가전략 프로젝트 과제이다.

2014년부터 시작되어 4년째 수행중인 인공지능 프로젝트로 시각지능 분석플랫폼 개발을 목표로 하고 있으며 이를 위해 객체의 학습 및 인식 기술, 직관적 사물의 인식기술, 심층적 상황 인식기술의 3가지 기반 기술을 개발하는 것이다.

(출처: AI 동향 프로젝트 자료집, 인공지능 국가전략프로젝트 사업단, 2017.10.27)

6) http://www.itnews.or.kr/?p=26341

이러한 이미지나 동영상의 의미를 읽고 이를 분석하는 기술은 의료영상분석, 범죄예방, 자율형 자동차 등 다양한 산업분야에 응용이 가능한 기술로 딥뷰 프로젝트를 통해 사람대비 95% 이해하는 시각 지능기술을 개발하고 이를 통해 예측형 통합관제 시스템을 최종적으로 완성하는데 주안을 두고 있다.

현재 ETRI가 딥뷰 프로젝트의 총괄 기관으로 시각플랫폼 통합기술을 담당하고 있으며 세부과제인 시각분석 및 예측기술은 경북과학기술원이, 관련된 기초원천기술은 포스텍이 참여하여 딥뷰 프로젝트에서 각각의 역할을 분담하고 있다.

딥뷰 프로젝트플랫폼 로드맵

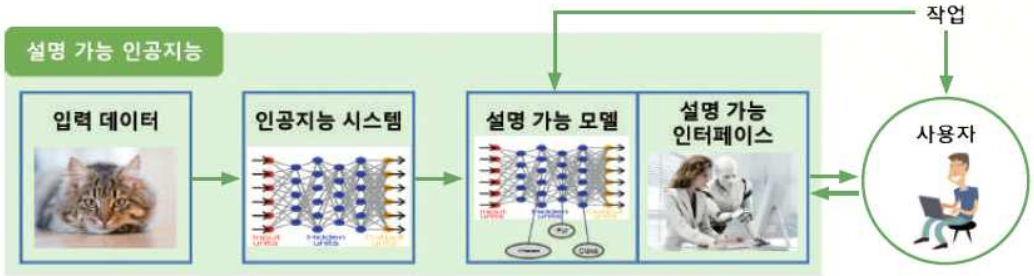
(출처: AI 동향 프로젝트 자료집, 인공지능 국가전략프로젝트 사업단, 2017.10.27.)

(3) 차세대 학습·추론과제: 설명가능 인공지능(XAI)

최근 인공지능과 관련해서 이슈가 되고 있는 부분이 데이터에 기반을 두어 인공지능시스템이 어떠한 결정을 내리다 보니 어떠한 이유로 인공지능이 그러한 결정을 내리는지 알 수 없는 black-box와 같은 상태로 의사결정과정이 설명이 되지 않는 상황이 발생한다는 점이다. 이는 인공지능에 대한 인간의 통제와도 관련되는 부분으로 최근 활발히 논의가 되고 있는 AI의 알고리즘을 공개해야한다는 Open AI의 issue도 이러한 문제점에 대한 인식에서 출발하고 있다.

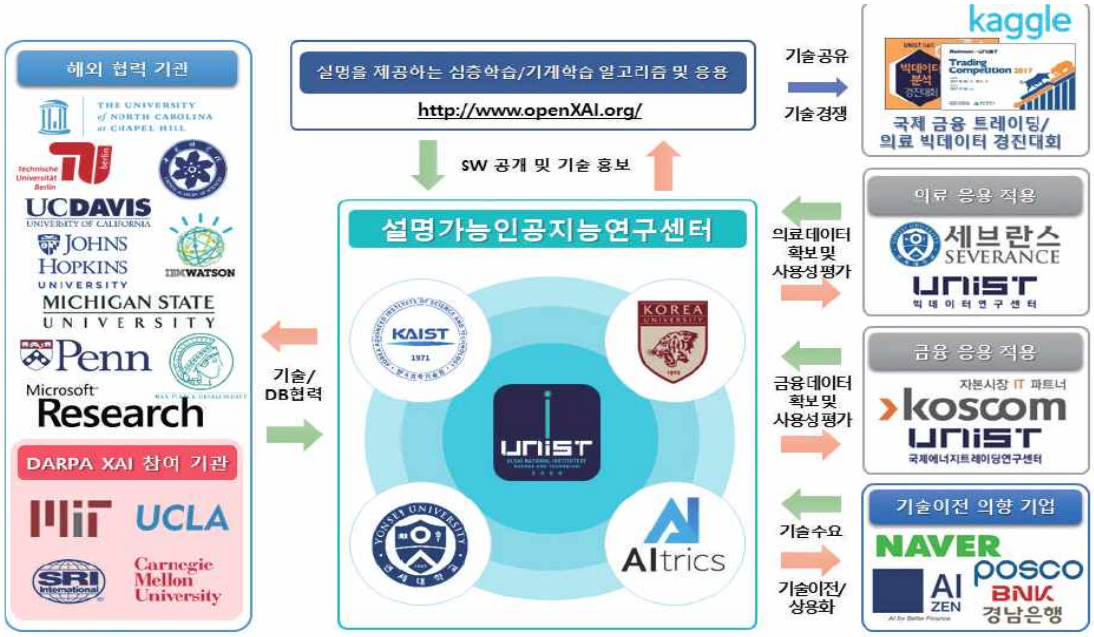
이러한 현안에 대한 정부차원의 대응으로 이와 같이 자동화된 의사결정이 인공지능에 의해 이루어진 경우 그에 대한 이유를 인간이 이해가능한 언어로 설명하는 인공지능을 개발하는 것이 필요하게 되었다. 설명가능 인공지능(XAI: Explainable AI)은 이러한 인공지능의 윤리적 이슈에 대응하기 위해 시작된 프로젝트로 이를 통해 인공지능에 대한 신뢰성을 제고하여 인공지능이 보건, 교통, 국방 등 각 응용분야에 거부감 없이 적용할 수 있는 사회적 기반을 구축하는 것을 목표로 하고 있다.

<XAI 과제에서 제안하는 의사 결정의 이유를 설명하는 인공지능 프레임워크>



(출처: AI 동향 프로젝트 자료집, 인공지능 국가전략프로젝트 사업단, 2017.10.27)

국가전략프로젝트의 일환으로 시작된 XAI는 울산과학기술원에 XAI연구센터가 2017년 9월25일에 개소하여 울산과학기술원이 주관이 되고 연세대학교, KAIST, 고려대학교 등도 동 프로젝트에 참여하여 의료와 금융 분야에 XAI가 적용하는 것을 목표로 하고 있다.



(출처: AI 동향 프로젝트 자료집, 인공지능 국가전략프로젝트 사업단, 2017.10.27)

(4) 비디오 튜링 테스트: (VTT)

인간수준의 비디오를 이해하는 인공지능인 VTT(Video Turing Test)를 개발하는 것을 목표로 하는 신규 프로젝트로 2017년에 시작되었다. 동 과제를 통해 개발할 기술은 ①비디오 스토리 이해 기반 질의 응답·문제해결 기술, ②비디오 상황 지식체계 학습 및 관계 추론 기술, ③비디오 데이터 수집 및 보정 자동화 시스템 개발 기술이다.

동 과제는 3개 세부과제로 구성되어 있는데 서울대학교가 전체 과제의 총괄기관을 담당하면서 비디오 스토리 이해 기반 질의 응답기술관련 세부과제를 담당하고 있으며, KAIST가 이벤트 인식/관계 추론 기술개발을, 코난테크놀로지가 비디오데이터 수집 및 보정 자동화 시스템 개발을 담당하고 있다.

(출처: AI 동향 프로젝트 자료집, 인공지능 국가전략프로젝트 사업단, 2017.10.27.)

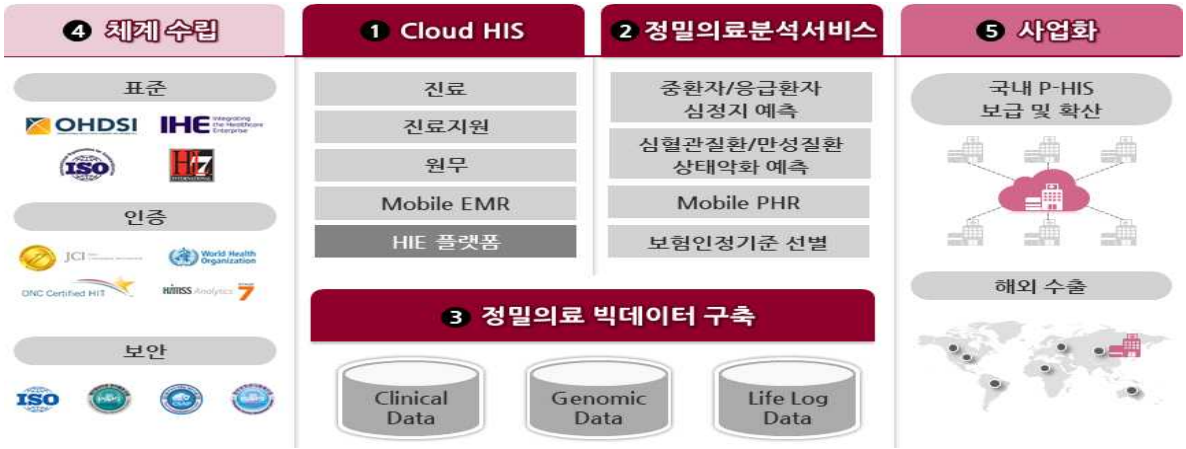
4. 정밀의료 국가전략프로젝트

정밀의료는 개인의 유전체 및 임상정보, 생활환경 및 습관정보 등을 활용하여 환자의 질병의 예방과 진단, 치료에 필요한 맞춤형 의료서비스를 제공하는 행위를 의미한다.

인공지능 국가전략프로젝트가 주로 특정분야가 아닌 여러 분야에 적용이 가능한 플랫폼 성격의 AI기술을 개발하는 것을 목표로 하고 있는 것에 비해 정밀의료 국가전략프로젝트는 수집된 의료관련 빅데이터의

분석에 인공지능을 활용하여 환자의 치료에 활용한다는 측면에서 인공지능의 보건의료 분야에 직접적인 적용을 목표로 하고 있는 프로젝트이다. 과학기술정보통신부와 보건복지부가 공동으로 주관하는 동 사업은 1)차세대 병원정보시스템 개발 사업과 2)암 유전체 분석 및 진단 치료법 사업으로 구성되어 있다.

차세대 병원정보시스템 개발 사업(P-HIS : 'Post', 'Precision', 'Personalized' Hospital Information System)은 2017년부터 2021년까지 국비 201억원, 민자105억원 등 총 306억원을 투입하여 국제표준기술을 적용하여 환자 맞춤형 의료서비스의 기반이 되는 병원정보시스템의 주요기능을 서비스형 소프트웨어(SaaS)로 개발하여 퍼블릭 클라우드 기반으로 제공하는 사업이다.



출처: 환자 맞춤형 의료서비스를 위한 정밀의료 프로젝트 착수, 미래창조과학부 보도자료(2017.6.28.)

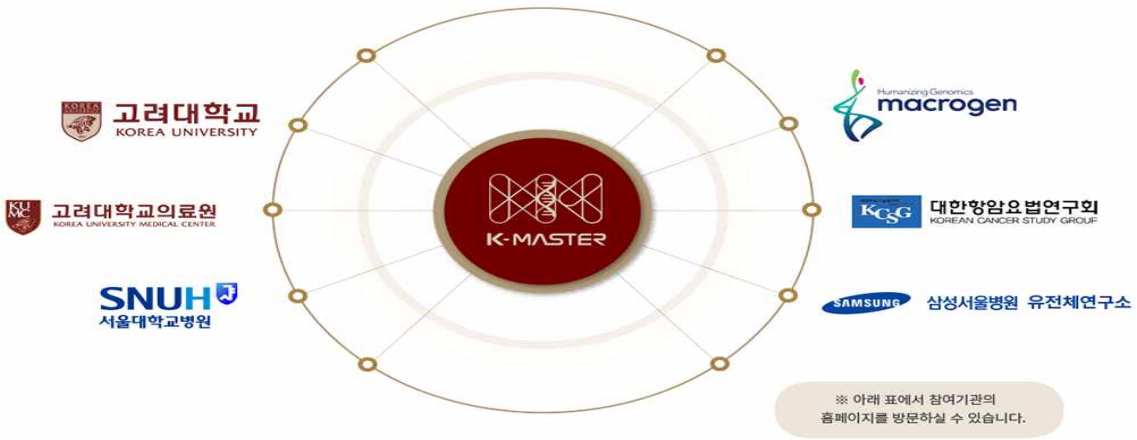
현재 정밀의료 병원정보시스템 사업단의 주관기관에는 고려대의료원이 선정되어 있으며 연세대 세브란스병원, 삼성서울병원, 아주대의료원, 가천대 길병원 등 국내 주요 연구중심병원이 참여하고 있다.

암 유전체 분석 및 진단 치료사업은 난치암 환자 유전변이에 맞춘 표적 치료제를 개발하는 사업으로 국비 430억원을 투입하여 3대 전이암인 진행성 위암, 대장암, 폐암 등 난치병환자 1만명의 유전정보를 분석

하여 그 중 표적치료제 적용이 가능한 2,000명을 선별하여 이들에게 임상시험을 통한 개인 맞춤형 치료를 적용하여 총3건의 표적치료제를 개발하는 사업이다.

출처: 개인맞춤의료 실현을 향한 정밀의료 사업단 출범, 보건복지부 보도자료(2017.9.5.)

동 사업은 고려대학교 안암병원이 주관기관으로 하여 서울대학교 병원 삼성서울병원 등이 참여병원으로 참여하고 있으며 대한항암요법연구회를 통해 참여병원 및 연구자를 모집하여 진행하고 있다.



출처: 사업단 홈페이지(http://k-master.org/intro_6.php)

Ⅳ. 해외의 4차 산업혁명 관련 주요 정책 동향

1. 미국

인공지능과 관련된 연구와 기술 분야에서는 세계의 다른 경쟁국가보다도 미국이 강력한 기초과학 연구와 구글, 애플, 아마존으로 대표되는 정보통신분야의 대표기업을 중심으로 세계를 주도하고 있다.

정부차원에서도 미국은 AI에 대한 기반연구나 기초연구를 통해 세계의 연구흐름을 주도하고 있는데 대표적인 연구가 Networking and Information Technology Research and Development (NITRD) program이다. 동 프로그램에는 미국 첨단국방연구개발청(Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA)), 국립과학재단(National Science Foundation (NSF), 국립보건원(National Institutes of Health (NIH)), 해양연구청(the Office of Naval Research (ONR)) 등이 참여하고 있다.

그밖에 직접적으로 AI 연구의 활성화를 목표로 하고 있지는 않지만 간접적으로 AI와 관련된 대형 프로젝트로는 National Strategic Computing Initiative와 Big Data Initiative, 그리고 BRAIN Initiative (Brain Research through Advancing Innovative Neurotechnologies) 등이 있다.

인공지능과 자동화와 관련된 미국정부의 대표적인 정책은 3가지이다.

첫 번째는 인공지능, 자동화가 경제에 미치는 영향을 분석한 인공지능, 자동화, 그리고 경제(Artificial Intelligence, Automation, and the Economy, 2016.12)라는 2016년에 발표된 경제정책이다. 두 번째는 인공지능과 관련된 R&D정책을 집대성한 National Artificial Intelligence Research and Development Strategic Plan(NITRD,2016.10)이다. 마지막으로 Preparing for the Future of Artificial Intelligence(2016.10)라는

보고서를 통해 AI와 관련된 미래이슈를 진단하고 이에 대한 대응을 모색하고 있음.

3가지 정책 모두 백악관의 OSTP(The Office of Science and Technology Policy)가 AI가 미치는 경제, 과학기술, 미래라는 이슈에 대해 과학기술의 관점에서 보고서 작성을 주도하였다. 트럼프 행정부가 최근 들어서면서도 오바마 정부의 3가지 정책내용을 계승하여 미국 정부의 AI정책이 일관성을 가지고 추진되고 있다.

(1) 인공지능, 자동화, 그리고 경제(Artificial Intelligence, Automation, and the Economy)

동 계획은 기술진보가 경제발전의 주된 동인으로 생산성 향상을 통해 경제발전을 주도한다고 보고 있다. 이러한 측면에서 여러 가지 기술적 진보가 19세기, 20세기에 걸쳐 인류의 급속한 경제발전에 지대한 역할을 하였는데 인공지능과 자동화도 이전의 다른 동인과 마찬가지로 이러한 역할을 담당할 것으로 기대를 하고 있다.

하지만 다른 기술과 AI와의 큰 차이점은 AI기술이 하나의 기술이 아니라 여러 가지의 기술이 결합되어 특정한 직무에 적용되는 것이라서 영역별로 다른 영향을 주어서 생산성을 향상시키는 반면에 자동화가 적용되는 영역에서 불평등을 심화시킬 우려가 있다는 측면을 동시에 고려하여야 한다고 보고 있다.

또한 AI가 미치는 영향은 특정한 산업에만 영향을 미치는 것이 아니라 전체경제에 전반적인 영향을 미칠 것으로 예상되며 어떠한 산업이 덜 영향을 받고 다른 산업에 상대적으로 더 큰 영향을 미칠지도 여러 가지 불확실성으로 인해 예측하는 것이 불가능하므로 이에 따른 대책도 특정한 분야의 대책이 되어서는 안 되며 경제전반적인 영향을 줄 수 있는 광범위한 시각에서 수립되는 정책이여야 한다고 보고 있다. 이러한 시각에서 큰 분류로 볼 때 4가지 분야에서 세부적인 대책을 제시하고 있다.

첫 번째 전략은 투자 확대를 통한 인력양성과 연구개발을 강화하는 것이다. 특히 4차 산업혁명 시대에 코딩 등 알고리즘에 관련된 교육 기회를 관련된 분야의 모든 사람들에게 제공함으로써 알고리즘의 격차로 인한 불균형(algorithmic bias)의 해결을 위한 노력이 필요하다고 보고 있다.

R&D의 경우는 사이버 공격에 대한 방어(cyber-defense)와 사기목적의 거래나 메시지의 적발을 위한 정부차원의 R&D에 대한 지원을 강화하는 것이 중요하다고 보고 있다. 민간분야의 경우는 정부가 직접 개입하기 보다는 시장참여 기업 간의 건전한 경쟁이 이루어지도록 경쟁정책을 통한 AI기술의 시장 확산을 유도하고 있다.

두 번째는 미래직업과 관련된 교육과 훈련을 확대하는 것이다. 자동화와 인공지능으로 일자리가 줄어드는 것으로 예산되는 분야을 중심으로 현재 일하고 있는 근로자들을 위해서는 직업의 전환(Job Transition)을 지원하는 것이다. 평생교육 지원이나 직업 전환과 관련된 탐색을 위한 지도작업 등이 그 예라고 할 것이다.

세 번째로 직업전환기에 있는 노동자들을 돕고 실업보험과 같은 사회안전망을 확충하는 것이다. 미국 정부는 일자리 중에서도 고임금을 버는 일자리보다 저임금 일자리에서 AI로 인한 실업문제가 심각한 것으로 보고 있다.

마지막으로 최저임금을 인상하고 일자리를 나누는 등 일자리와 관련된 가능한 모든 비상상황에 대비한 정책마련이 필요하다는 점이다.

정책의 주요내용은 아래 표와 같다.

AI로 인한 혜택을 누리도록 AI에 투자를 늘리고 개발을 위해 노력	①AI에 대한 연구개발 투자를 확대 ② cyberdefense와 위조적발(fraud detection)을 위한 AI를 개발 ③ 큰 규모의 다양성을 가진 AI관련 인력 양성 ④시장경쟁을 촉진하도록 지원
미국인을 미래의 직업에 대비하여 교육시키고 훈련	①미래의 고용시장에서 성공할 수 있도로 청년에 대한 교육을 강화 ②직업훈련과 재교육에 대한 접근성을 확대
이행기에 있는 근로자에 대해 도움을 제공하고 근로자가 성장에 과실을 함께 나눌 수 있도록 지원	①사회안전망을 현대화하고 강화 ②최저임금을 올리는 한편 근로자의 임금 교섭력도 강화 ③지역마다 다른 영향을 미치는 문제에 대해 적합한 전략을 도출 ④조세정책을 현대화 ⑤모든 비상상황에 대응

(2) National Artificial Intelligence Research and Development Strategic Plan[7)]

2016년 5월에 오바마 정부는 인공지능분야에 대한 범정부차원의 콘트롤 타워 기능의 강화를 위해 NSTC산하의 소위원회(Subcommittee)로 머신러닝과 AI에 관한 소위원회를 설치하였다. 동 소위원회는 Task Force로 Networking and Information Technology Research and Development (NITRD)가 구성토록 하고 이를 통해 인공지능 R&D 전략계획을 2016. 10월에 발표토록 임무를 부여하였다.

7) The National artificial intelligence research and development strategic plan, Executive office of the president, October 2016

Task Force가 중심이 되어 작성이 된 동 보고서에 의하며 최근 3년간 딥러닝과 관련된 논문수가 6배 이상 증가하였으며 1번 이상 인용된 논문수도 2배 이상 증가한 것으로 나타났다. 미국은 2014년부터는 논문수를 기준으로 중국에 뒤져있으며 다른 기술도 경쟁국의 추격을 받는 것으로 인식하고 있다. 이러한 문제인식을 바탕으로 인공지능 R&D에 관한 미국정부 최초의 범정부 차원의 계획인 동 계획에서 7대 전략을 제시하였다.

아래 도표는 7대 전략의 체계도로 중장기 연구와 인간과 AI 협업에 대한 기초연구를 강화하고 5가지 분야에 걸친 연구를 위한 기반을 확충해서 각 개별 산업 분야로 그 연구결과가 확산된다는 개념에서 전체적으로 AI와 관련된 연구전체를 조망하고 있다.

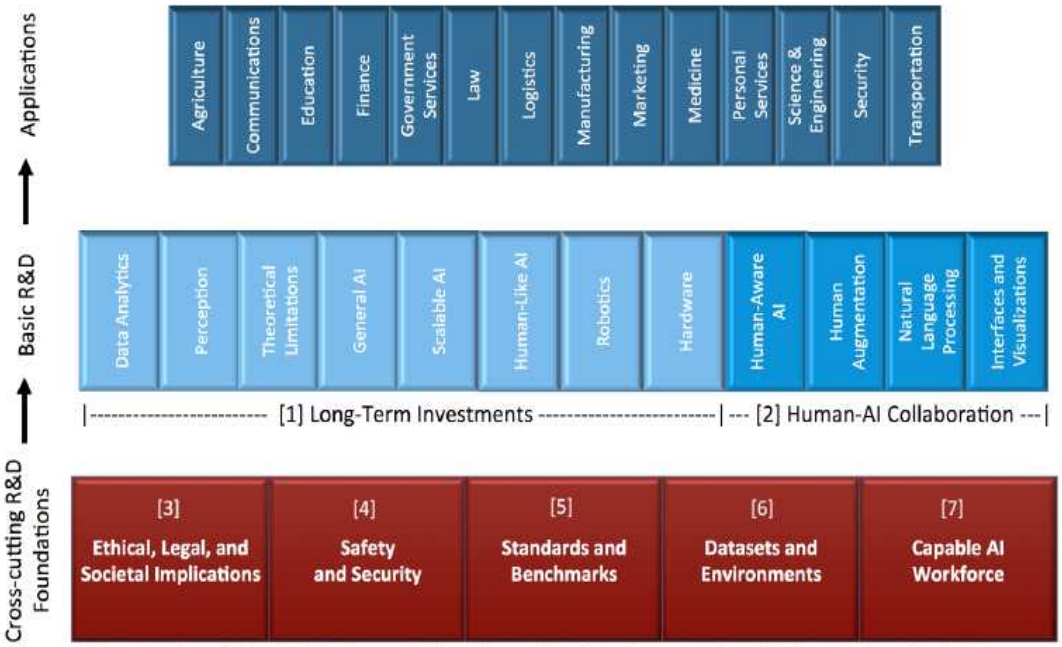


Figure 4. Organization of the AI R&D Strategic Plan. A combination of crosscutting R&D foundations (in the lower red row) are important for all AI research. Many basic AI R&D areas (in lighter and medium dark blue row) can build upon these crosscutting foundations to impact a wide array of societal applications (in top dark blue row). (The small numbers in brackets indicate the number of the Strategy in this plan that further develops each topic. The ordering of these Strategies does not indicate a priority of importance.)

출처: The National artificial intelligence research and development strategic plan, Executive office of the president, October 2016

① 장기간(Long-term)의 위험이 큰 (High risk) 분야를 중심으로 연구

개발 투자가 이루어질 수 있도록 노력한다. 월드와이드웹이나 딥러닝 기술과 같이 임팩트가 큰 기술도 30년 이상 꾸준히 진행된 연구가 성과를 낸 경우로 AI 연구가 단기간에 성과가 나온 다기보다는 중장기적인 차원에서 접근하여야 함을 강조하고 있다.

② 인간과 AI간의 협업을 강화하는 방법을 개발한다. 자율주행차와 심해탐사로봇 같이 완전히 자율적인 형태의 AI보다는 인간과 AI가 협업을 통해 활용분야에서의 목표를 보다 용이하게 달성하는 것이 향후 일반적인 AI의 적용이 될 것으로 기대된다.

③ 인공지능의 윤리적, 법적, 사회적인 함의를 분석하고 이에 대응하는 것이 필요하다. 특히 알고리즘의 소스코드를 공개하는 등 투명성, 책임성을 확보하는 것이 중요하다. 관련해서 미국의 방위고등연구계획국(DARPA)는 800억원의 예산을 들여 설명가능 인공지능(XAI: Explainable AI)에 대한 연구를 수행중이다.

④ AI 시스템의 안정성과 보안성을 확보하여야 한다. 동일한 결과가 나올 수 있는 신뢰성 확보가 중요하며 안전하고 보안관련 문제에 대한 대응이 필요하다.

⑤ 인공지능에 대한 교육훈련과 테스트를 위한 공공데이터에 대한 공유환경을 조성하여야 한다.

⑥ 표준과 벤치마킹을 통해서 인공지능의 기술수준을 측정하고 이를 평가하여야 한다.

⑦ 국가적으로 인공지능 연구 인력에 대해 필요한 수요에 대해 정확히 파악하고 이에 대흥하여야 한다.

(3) Preparing for the Future of Artificial Intelligence

동 보고서에는 AI 기술의 현황을 진단하고 현재 및 미래에 이러한 기술이 어떻게 적용되는 지를 분석하고 이에 대한 대응으로 정책제언들

을 제시하고 있다.

우선 AI를 활용하여 어떻게 공익(Public Goods)을 증진 시키느냐에 대해 의학, 교통, 동물보전, 범죄예방 등 여러 응용분야의 사례를 소개하고 있다. 또한 연방정부 차원에서도 각 부처가 AI의 활용을 확대될 경우 각 부처가 제공하는 서비스의 질을 제고하고 국민들에게 보다 나은 혜택을 제공할 수 있다.

AI의 규제도 자율주행차의 경우처럼 AI가 가져올 새로운 risk와 AI로 인해 감소시킬 기존의 risk를 분석하여 이러한 편익이 극대화될 수 있도록 하여야 한다고 보고 있다. 아울러 기존의 규제가 새로운 규제대상인 AI 기술이 도입된 제품에 적합하도록 적절히 유연해 질 필요가 있다. 특히 자율주행차 같은 경우 기존의 안전과 관련된 축적된 데이터가 없기 때문에 새로운 데이터의 축적을 위한 노력도 필요하다. 이러한 자율주행 기술은 규제가 비록 상이하지만 지상에서의 자율주행차와 항공통제시스템에서 공통된 기술적인 접근법이 사용된다는 점을 감안할 필요도 있다.

인간의 능력을 뛰어넘는 범용 인공지능(General AI)이 어떠한 시기에 도달할 것 인가에 대한 전문가들의 예측은 다양한 주장이 있으며 인공지능의 발전이 어떠한 궤적을 따를지는 예측하기 힘들기 때문에 기술적인 중요 단계(milestones)를 파악하여 모니터링 하는 것이 무엇보다도 중요해지고 있다. 또한 연방정부의 연구는 민간과 차별화하여 AI의 우선순위를 설정하는 한편 AI 개발자 인력의 성별, 인종적으로 편중된 문제와 관련하여 다양성 문제(diversity challenge)에 대한 해결을 하는 것도 필요하다.

AI가 고용에 미치는 영향에 대해서도 별도로 백악관 주도로 보고서 작업이 진행되고 있으며 AI systems이 보다 더 공정하고 책임감을 담보할 수 있도록 하는 노력이 필요하다. AI 관련 안전(Safety)과 통제(Control)문제를 해결하지 못할 경우 AI보급에 장애요인으로 작동할 것이다.

이러한 입장에서 아래와 같은 19개의 정책 제언을 제시하고 있다.

① 민간 및 공공기관은 어떻게 하면 AI 와 머시러닝 기법에 대한 활용을 통해 사회에 도움을 줄 수 있는 지를 고찰하여야 한다.

② 연방기관은 학습데이터를 개방하고 AI에 대한 데이터 표준을 개방하는데 우선순위를 부여하여야 한다.

③ 연방정부는 중요한 기관들이 그들의 부여된 미션을 달성하는데 AI를 적용하는 능력을 향상시키는 방법을 모색토록 하여야 한다.

④ NSTC 산하의 MLAI(Machine Learning and Artificial Intelligence) subcommittee는 전 정부에 걸쳐 있는 AI담당 실무자들의 커뮤니티를 발전시키도록 노력하여야 한다.

⑤ AI를 활용한 제품에 대한 규제정책을 설정할 때 경험이 많은 기술 전문가의 적절한 관여가 있어가 한다.

⑥ 각 정부기관들은 현상태의 기술의 관점에서 다양한 시야를 가진 연방정부 인력을 양성할 수 있도록 인력 배치 및 신규인력 채용과 같은 교환 모델을 전적으로 활용하여야 한다

⑦ 교통성은 산업계 및 연구자들과 협업을 하여 안전, 연구, 그리고 다른 목적으로 활용되는 데이터에 대한 공유를 확대하기 위해 노력하여야 한다.

⑧ 미국정부는 쉽게 확장가능하고 자율적으로 운행하면서 조종사가 운전하는 것을 모두 수용할 수 있는 첨단의 자동 항공관제시스템을 개발하고 집행하는 데 투자를 하여야 한다.

⑨ 교통성은 완전자율주행차와 드론을 통합해서 규제할 수 있는 규제를 위한 틀을 계속 개발하여야 한다.

⑩ NSTC 산하의 MLAI(Machine Learning and Artificial Intelligence) subcommittee는 AI의 발전을 모니터링 해서 특히 AI의 기술적 중요 단계(milestones)를 포함한 AI의 현재 상태를 행정부의 고위

의사결정자에게 정기적으로 보고하여야 한다.

⑪ 정부는 특히 AI의 기술적 중요단계(milestones)와 관련된 것을 포함하여 다른 국가의 AI의 현황을 모니터링하여야 한다.

⑫ 산업체에서도 정부와 협조하여 산업체에서의 AI의 기술적 중요단계(milestones)와 관련된 것을 포함하여 AI의 진전과 관련된 현황이 파악될 수 있도록 협업을 하여야 한다.

⑬ 연방정부의 AI연구는 기초와 중장기연구에 초점을 두어야 한다.

⑭ NSTC의 산하위원회는 AI인력에 있어서의 다양성을 확보하기 위한 연구에 착수하여야 한다.

⑮ 백악관에서는 AI와 자동화가 미국의 고용시장에 미치는 영향에 대한 후속보고서를 올해까지 발간하여야 한다.

⑯ AI에 기반한 시스템을 사용하고 있는 연방기관은 이러한 시스템이 증거에 기반을 든 인증과 유효화를 통해 의사결정 또는 의사결정 지원에 있어서 공정성과 유효성을 담보할 수 있도록 추가적인 노력을 해야 한다.

⑰ 주나 지방정부가 AI에 기반한 시스템을 사용하는 것을 지원하기 위해 자금을 지원하는 연방기관은 연방정부의 자금을 사용해서 구입된 AI에 기반을 둔 제품과 서비스가 충분히 투명한 방법과 유효성과 공정성을 입증할 수 있도록 자금을 지원하는 조건에 대한 리뷰절차를 거쳐야 한다.

⑱ 학교와 대학은 AI와 머신러닝, 컴퓨터 과학, 데어터 과학관련 교과에 있어서 주요한 부분으로 윤리와 관련된 안보, 개인정보보호, 안전 내용을 포함하여야 한다.

⑲ AI관련 전문가, 안전전문가와 관련 직업 집단은 AI 안전공학(AI safety engineering)의 지속적인 발전을 위해 협업하여야 한다.

또한 추가로 이러한 이슈가 국내문제만이 아니라 국제적인 문제이기

때문에 국제협력을 강조하면서 아래와 같은 2가지 정책제언도 제시하고 있다.

① 미국정부는 AI와 관련된 국제적 협약에 대한 정부 전체적인 전략을 도출하고 국제적인 약속이나 모니터링을 필요로 하는 AI의 특정영역에 대한 리스트를 발전시켜야 한다.

② 미국정부는 정보를 교환하고 AI연구에서의 협력을 촉진하는 등 외국정부, 국제기구, 산업체, 학계 등 국제사회의 이해관계자와의 연계를 강화하여야 한다.

사이버보안(cybersecurity)을 위해서 AI를 활용할 때 투입되는 막대한 인력을 줄임으로써 비용을 절감할 수 있으며 시간을 단축하는 이점이 있다. 또한 Lethal Autonomous Weapon Systems (LAWS)같이 AI를 무기에 도입하는 경우 그 치명성과 비윤리성으로 인해 기존의 생화학무기와 같은 통제체제가 필요한 실정이다. 관련해서 2가지 정책제언을 하고 있다.

① 사이버보안을 담당하는 부서에서는 관련 계획과 전략이 사이버보안에서 AI가 미치는 영향과 AI에서 사이버보안이 미치는 영향을 포함토록 하여야 한다.

② 미국 정부는 국제인권법을 준수하는 단일의 정부전체적인 인간이 개입이 없는 자동 또는 반자동 무기에 대한 정책을 완성하여야 한다.

(4) 트럼프 행정부의 인공지능 및 자동화 관련 정책

트럼프 행정부에서는 아직 OSTP의 장인 과학기술정책실장이 임명되질 않는 등 OSTP의 구성이 완료가 되지 않고 과학기술정책과 관련된 어젠다들이 유인우주 프로그램을 확대할 계획이라는 우주분야의 정책을 제외하고는 구체적인 정책 어젠다들이 발표되질 않고 있다. 하지만

OSTP의 활동과 관련해서 인공지능과 자동화와 관련된 정책이 두가지 보고서에서 그 방향을 직간접적으로 발견할 수 있다.

하나는 '트럼프 행정부 1년간의 주요 과학기술정책'(Science and Technology Highlights in the First Year of the Trump Administration)라는 발간물이며 다른 하나는 'FY 2018 Supplement to the President's Budget for the Federal Networking and Information Technology Research and Development (NITRD) Program'이다.

먼저 '트럼프 행정부 1년간의 주요 과학기술정책'에서는 트럼프 행정부에서 중점을 두고 시행한 과학기술정책을 11가지를 선정하여 설명하고 있다. 11가지 분야는 1)artificial intelligence, autonomous systems, 2)biotechnology, 3)connectivity, 4)cybersecurity, 5)digital economy, 6)energy dominance 7) Homeland Defence & National Security 8)Opioid Epidemic Response 9)Scientific Discovery, 10)Space Exploration, 11) STEM Education이다.

이중 첫 번째로 소개한 분야가 인공지능과 자동화와 관련된 정책이다. 2017년 6월 22일에 백악관에서 개최된 American Leadership in Emerging Technology Summit에서 트럼프 대통령은 다음 세대의 기술적인 돌파구가 우리의 삶을 바꾸고 미국을 완전히 탈바꿈하여 미국을 세계최강으로 만든다고 하면서 인공지능의 중요성을 역설한바 있다.

이러한 인공지능과 자동화와 관련된 기술적인 진보를 가능하기 위해 1년간 역점을 둔 네 가지 정책을 소개하고 있다.

첫 번째는 자동화 시스템(autonomous system)을 상용화하여 도입하는데 있어 장애가 되는 규제 장벽을 제거하는 것이다. American Leadership in Emerging Technology Summit에서 드론 관련 산업체 인사를 초청하여 수화물 탁송, 위기관리와 중요 사회간접자본에 대한 검사에 드론을 활용하기 위해 필요한 규제완화 방안을 논의하였다.

두 번째로 2017년 10월25일에는 무인항공이동체 시스템(Unmanned Aircraft Systems (UAS))을 국가항공시스템(National Airspace System)에 편입될 수 있도록 하는 시범 프로젝트를 하도록 대통령 메모로 지시[8]를 하였다. 이러한 시범사업을 통해 혁신적인 무인항공이동체 시스템이 주정부, 지방정부 등의 관할에서 연방항공청(Federal Aviation Administration (FAA))과의 협업을 통해 규제당국의 승인을 얻는 것을 촉진할 기반을 제공하게 하였다. 이러한 시범사업은 연방항공청내의 무인항공이동체 시스템 테스트 시설에서 주로 수행되는 데 이를 통해 무인항공이동체 시스템에 대한 교통관리 시스템을 개발하려는 연방정부의 각종 활동들에 대한 협업과 조정이 이루어질 예정이다.

세 번째로 2017년 9월 12월에 미국 교통성에서는 Automated Driving Systems: A Vision for Safety 2.0 라는 보고서[9]를 발간하였는데 이는 2016년에 발간된 연방정부 차원의 자율주행차(Automated Driving Systems)의 정책을 조금 더 구체화한 것으로 자율주행차의 개발과 설치를 위한 중대한 진전이라고 볼 수 있다. 이 정책에서는 자율주행차 부분의 혁신을 담보하고 미국에서의 도로에서의 안전을 증진시키는 한편 기존의 자율주행차의 규제체계에 있어서의 영속성을 제시하는 것을 목적으로 하고 있다.

또한 미국 교통성은 자율주행차에 대한 규제 개선을 이해 일반대중의 의견제시 기회를 수차례 제공하는 등 자율주행안전기술의 혁신에 있어서 규제가 장해요인이 되지 않도록 역점을 두고 있다.

네 번째로 보훈성(Department of Veterans Affairs)과 함께 에너지성(Department of Energy)은 Million Veteran Program (MVP)과 Computational Health Analytics for Medical Precision to Improve Outcomes Now (CHAMPION)라는 2개의 협업프로그램[10]을 시작하였다. 이러한 협업은 보훈성이 가지고 있는 유례가 없을 정도로 방대한 건강정보와 유전정보를 에너지성이 가지고 있는 세계 최정상의 고성능

8) https://www.whitehouse.gov/presidential-actions/presidential-memorandum-secretary-transportation/

9) https://www.nhtsa.gov/sites/nhtsa.dot.gov/files/documents/13069a-ads2.0_090617_v9a_tag.pdf

10) https://www.energy.gov/articles/doe-and-va-team-improve-healthcare-veterans

컴퓨터(high performance computing (HPC))라는 연구기반시설을 활용하여 인공지능과 데이터 분석을 사용하여 이루어지는 방식이다.

이를 통하여 보훈성에서는 여러 분야에서 그 결과들을 활용할 예정이다. 예를 들어 자살예방을 위한 환자에 대한 구체적인 분석, 치명적인 전립선암과 큰 문제가 없는 전립선암을 구별하는 이슈, 심혈관 질환에 대한 예측과 진단 등을 활용분야로 제시하고 있다.

또한 'FY 2018 Supplement to the President's Budget for the Federal Networking and Information Technology Research and Development (NITRD) Program'을 통해 트럼프 행정부의 정보통신분야의 주요사업의 우선순위를 알 수 있다. NITRD 프로그램은 컴퓨터 사용(computing), 망관련 기술(networking), 소프트웨어 분야에 관한 최첨단의 정보통신기술에 대한 연방정부차원의 자금지원과 관련해서 가장 중요한 지원프로그램이다. NITRD 프로그램의 대부분이 인공지능과 자동화와 관련된 프로젝트와 직접 또는 간접적으로 관련된 예산이다.

여러 정부기관이 참여하는 NITRD 프로그램은 미국의 기술적인 우위를 지속적으로 유지하고 연방정부의 최첨단 정보기술에 대한 수요를 충족하는 것을 목표로 한다. 이 프로그램은 또한 자연과학과 공학분야, 국방 및 안보분야에서의 미국의 리더쉽을 유지하기 위한 정보기술의 개발과 배치를 가속화하는 한편 미국경제의 생산성과 경쟁력을 향상하고 환경을 보호하는 한편 건강, 교육, 삶의 질을 제고하는 것을 목표로 하고 있다.

2018년 NITRD 프로그램에 대한 요구액은 44억5,900만$로 NSF가 10억6천만$, 국방성(DOD)가 10억$, 국립보건원(NIH)가 8억5,300만$, 에너지성(DOD)이 5억8,720만$, 첨단국방연구개발청(DARPA)가 5억1,690만$로 이들 5개 기관이 전체의 90%이상을 차지하고 있다.

아래의 2017년과 2018년의 비교표를 보면 오바마 정부에서 트럼프 정부로 새로운 행정부가 출범한 후 NITRD 프로그램에서의 정책 우선순위에 상당한 변화가 일어난 것을 알 수 있다.

FY2017 PCAs
• Cyber Security and Information Assurance (CSIA) • High Confidence Software and Systems (HCSS) • Social, Economic, and Workforce Implications of IT and IT Workforce Development (SEW) • Human Computer Interaction and Information Management (HCI&IM) • Large-Scale Data Management and Analysis (LSDMA) • Robotics and Intelligent Systems (RIS) • Enabling-R&D for High-Capability Computing Systems (EHCS) • High-Capability Computing Systems Infrastructure and Applications (HCSIA) • Large Scale Networking (LSN) • Software Design and Productivity (SDP)
FY2018 PCAs
• [UNCHANGED] Cyber Security and Information Assurance (CSIA) • [NEW] Computing-Enabled Networked Physical Systems (CNPS) • [NEW] Education and Workforce (EdW) • [NEW] Computing-Enabled Human Interaction, Communications, and Augmentation (CHuman) • [REVISED] Large-Scale Data Management and Analysis (LSDMA) • [REVISED] Robotics and Intelligent Systems (RIS) • [UNCHANGED] Enabling-R&D for High-Capability Computing Systems (EHCS) • [REVISED] High-Capability Computing Infrastructure and Applications (HCIA) • [UNCHANGED] Large Scale Networking (LSN) • [UNCHANGED] Software Design and Productivity (SDP)

출처: FY 2018 Supplement to the President's Budget for the Federal Networking and Information Technology Research and Development (NITRD) Program

10대 중점 프로그램 중 신규 프로그램은 1)Computing-Enabled Human Interaction, Communication, and Augmentation (CHuman), 2)Education and Workforce (EdW) R&D, 3)Computing-Enabled Networked Physical Systems (CNPS)의 3가지 R&D 프로그램이 신설되었다. 내용이 수정된 프로그램은 3가지로 1)Large Scale Data Management and Analysis (LSDMA), 2)Intelligent Robotics and Autonomous Systems (IRAS), 3)High-Capability Computing Infrastructure and Applications (HCIA) investments 이다. 기존의 사업이 그대로 이어지는 프로그램은 1)Cyber Security and Information Assurance (CSIA), 2)Enabling R&D for High-Capability Computing Systems (EHCS), 3)Large-Scale Networking (LSN), 4)Software Design and Productivity (SDP) 등 4가지 프로그램이다.

하지만 10가지의 프로그램 중 6개의 프로그램이 바뀔 정도로 상당한 변화가 있었던 것처럼 보이는 이유는 트럼프 정부의 과학기술정책기조가 이전 행정부와 비교해서 크게 바뀌었다기보다는 뒤에서 보는 것처럼 2016년의 오바마 정부 때 발표한 National Artificial Intelligence Research and Development Strategic Plan 등 인공지능과 자동화와 관련된 여러 정책 제안들이 반영되어 새로운 행정부가 출범한 후 최초로 편성된 NITRD 프로그램의 우선순위에 추가되거나 기존의 프로그램의 내용이 바뀌었다는 것을 알 수 있다.

신설된 프로그램의 내용을 보면, Computing-Enabled Human Interaction, Communication, and Augmentation (CHuman) R&D는 information-enabled systems이 인간이나 팀, 그리고 지역공동체의 역량을 이러한 시스템과 공동작업을 통하여 향상시켜 개인이나 공동체의 목표를 달성시키는 것을 목표로 하고 있다.

CHuman R&D investments는 원격교육, 의사결정, 헬스케어, 금융서비스, 소셜미디어, 일반인의 과학참여, 차량 및 교통 안전, 개인화된 소프트웨어 사용과 같은 다양한 분야에 새로운 수단과 기회를 제공하는 것을 목표로 하고 있다.

〈CHuman의 세부 프로그램〉

• Cyber-Human Systems: 컴퓨터 및 정보관련 시스템이 정보시스템과 사람간의 의사소통을 증진시킬 수 있도록 하는 연구개발을 지원

• Smart and Connected Communities: 물리적이며 센싱 능력을 향상하는 협업관련 향상을 목표

• NRI 2.0: Ubiquitous Collaborative Robots:
- 로봇간의 협력팀이나 인간과 로봇간의 협력팀을 개발
- 자율주행차나 드론과 같은 영역에서 인간과 로봇이 협업하는 자율주행시스템의 개발

• Measurement, feedback, and support of human performance
- 인간의 역량을 평가하기 위해 인간의 정신적이고 육체적인 상태와 활동에 대한 인지하여 이를 입력한 데이터를 활용하는 새로운 IT 기술, 방법론, 모델을 개발

- 인간의 일의 과중 정도, 스트레스, 성과에 대해 대처하는 시스템으로 다양한 영역에서의 성과를 향상시키는데 도움으로 주도로 개인이나 팀에게 피드백을 제공해주는 기능을 수행

• Designing more effective training systems:
많은 양의 설명이 제대로 되지않은 정보가 있는 환경하에서 의사결정의 신속성과 질적인 우수성을 개선하여 인간과 컴퓨터의 상호작용을 향상시키는 것을 목표

Computing-Enabled Networked Physical Systems (CNPS) R&D는 사이버상의 정보와 물리적 세상과 인간의 세상을 cyber-physical systems (CPS), 사물 인터넷(IoT)과 관련된 복잡하고도 네트워크로 연결된 컴퓨팅 시스템을 포함하여 통합하는 것에 중점을 두고 있다. 이러한 시스템들의 확정성과 의존성은 개인에게는 생활수준의 전환을 가져오는 동시에 도시와 지역공동체에게는 스마트그리드와 스마트 제조, 항공, 자율자행차, 교통시스템, 전자기록의 보안과 위기관리 서비스등에 다양하게 적용되어 수준을 향상시킬 것으로 예상된다.

Education and Workforce (EdW) R&D는 교육과 훈련기법, IT분야의 질, 접근성, 개인맞춤형을 비약적으로 증진시킴으로써 IT기술의 발전과 응용을 촉진하는 것을 목포로 한다. EdW프로그램은 미국의 교육을 학제간, 다른 연령층, 지역공동체들에까지 향상시키고 확대하여 국가가 필요로 하는 사이버상의 능력을 갖춘 시민과 미래의 고급 기술인력이 될 인재 양성을 목표로 하고 있다.

내용이 수정된 프로그램 3가지 중 Large Scale Data Management and Analysis (LSDMA) R&D는 미국이 급속히 확장되고 있는 빅데이터라는 재산을 활용하고 사용할 능력을 향상시키는 것을 목적으로 하고 있다.

〈LSDMA의 세부 프로그램〉

•Foundational research: 어려운 문제를 해결하기 위해 방대한 양의 데이터와 정보를 활용하는 새로운 도구와 방법론 개발

- 수천개의 연구보고서를 머신러닝의 방식으로 학습하여 데이터를 정보로 바꾸는 전체론적 관점의 접근방식을 사용하는 Big Mechanism and Deep Extraction from Text(DARPA)
- 데이터 과학의 본질에 대한 연구인 TRIPODS program(NSF)

• Infrastructures and tools that enable interoperability and usability of data:

- 사용자로 하여금 특정한 영역과 여러 영역에 걸쳐 범용으로 작동되는 다양한 데이터 세트에 접근이 가능하도록 하는 도구를 개발
- 데이터 원천이나 구조에 상관없이 데이터를 절충시켜 팀빌딩이나 인프라의 요소 등으로 이러한 접근을 활용(예시: NIH의 Data Commons and Big Data Spokes program 등)

• Real-time analytics: 다른 모든 것보다도 중요한 것이 데이터 수집, 분석, 의사결정에 있어서의 시간의 지연을 줄이는 것을 목표

• Data governance and testing: 데이터에 기반한 발견 및 의사결정 향상을 위해 데이터 과학의 측정 및 벤치마킹 능력 향상

• Operational tools and technologies: 유효한 기술관련 생산물의 개발을 목표로 하여 응용연구에 있어서의 발전을 operational tools과 기술로 한단계 나아가도록 활용

• 빅데이터 관련 인력양성

이 프로그램을 통해 미국이 빅데이터를 사이버 위협에 대한 파악, 과학기술에 있어서의 큰 기술적 도약, 조직효율성과 혁신, 관세제도의 시행, 물-식량-에너지 생산의 통제 등에 적극적으로 활용할 수 있도록 하고 있다.

Intelligent Robotics and Autonomous Systems (IRAS) 같은 경우는 이전의 지능형 시스템(Intelligent Systems)을 자율형 시스템(Autonomous Systems)으로 바꾸는 등 자율형 시스템의 조속한 상용화를 위한 안전과 Testing에 중점을 두어 프로그램을 운영하고 있다.

IRAS R&D는 지능형 인간과의 협업로봇과 자율형 시스템의 능력을

향상시키는 동시에 이러한 시스템의 인간과의 협업에 있어서의 안전성과 신뢰성을 향상시키는 것을 목표로 하고 있다.

점점 더 정교해지는 자율형 시스템은 학습이나 의사결정, 연구의 수행, 복잡한 수술이나 재난장소에 대한 정화와 같은 위험한 작업의 수행, 일상적인 개인에 대한 치료와 반복되는 사람이 하는 일을 자동화하는데 있어 사람들을 지원하는 기능을 시작하고 있다.

〈IRAS의 세부 프로그램〉

• NRI 2.0: Ubiquitous Collaborative Robots:

- 유비쿼터스한 환경에서의 여러 로봇과 인간이 팀을 이루는 상황에서 협업을 하는 로봇에 초점

- 다른 로봇이나 인간 그리고 다른 IT 자원으로부터 학습, 고객의 요구에 반응할 수 있고 개인별 편차를 반영할 수 있는 로봇 시스템,

- 로봇을 교육에 활용할 수 있는 혁신적인 방법론 연구하고 로봇을 노동력으로 활용할 수 있는 방안을 연구

• Science of Safety: 로봇시스템과 웨어러블 디바이스를 인간의 능력을 증강하는 한편 작업자의 안전을 향상시키고 육체적으로 힘들거나 많은 스트레스를 수반한 일을 돕는데 사용

• Human-worn robotics and wearable performance augmentation standards: 인간이 착용한 로보틱스 장비 영역에 대한 표준을 설정하고 장차 이영역의 차세대 표준에 대한 최초의 로드맵에 대한 아웃라인을 설정

• Robot Operating System (ROS):

- 각각의 부처가 수행중인 로봇관련 OS프로젝트인 ROS-Military (국방), ROS-Industrial (제조), ROS-SE (안전강화), and ROS-DOE (핵유산의 제거) 등을 시너지 효과를 나타내서 통합하기 위한 범부처 차원의 로봇관련 OS인 “ROS-Government” (ROS-G)를 개발하여 배치

- 각 미국 정부부분에 적용될 수 있는 개개의 기술적, 프로그램, 안보와 관련된 수요를 충족시키는 동시에open-source 커뮤니티 안에서의 핵심 역량을 개발

High-Capability Computing Infrastructure and Applications (HCIA)에 대한 투자는 국가안보, 경제의 경쟁력, 혁신생태계를 촉진시킬 국가적 이니시어티브와 첨단연구를 지원할 고성능의 컴퓨팅시스템, 사이버 인프라, 응용물과 전문성을 제고하는 것을 목표로 하고 있다. HCIA에 대한 투자는 사이버보안, 인간의 뇌에 대한 이해, 빅데이터, 천체물리학, 기상학, 나노기술, 정밀의료 등에서 미국의 과학적 진보를 가능하게 한다.

〈HCIA의 세부 프로그램〉

• Leadership-class and production high-capability computing systems:
- 점점 더 능력이 향상된 고성능 컴퓨터가 각 정부기관의 수요를 충족하는 한편 미국내 과학과 공학 분야의 연구집단을 지원하도록 양적규모를 확충
- 미래의 컴퓨터 기술이 산업체, 국방, 과학분야의 활용분야에 지원이 가능하도록 보장하고 에너지손실과 환경에 영향을 최소화하는 컴퓨팅 기술을 개발

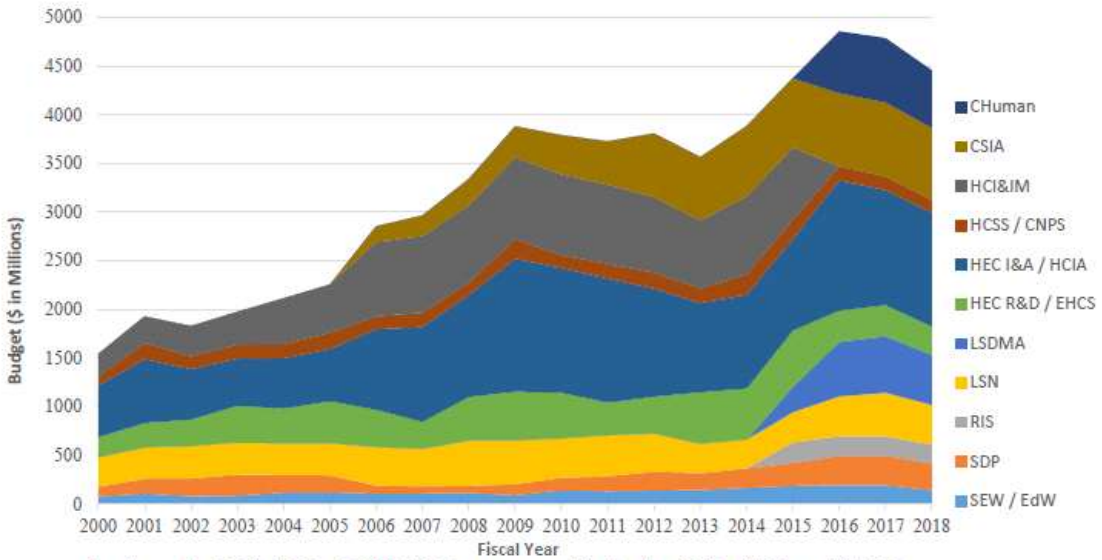
• Advancement of high-capability computing applications:
-과학과 공학분야에 적용이 가능하도록 현재와 차세대의 고성능 컴퓨터(HCS)의 플랫폼을 위한 알고리즘과 S/W 응용프로그램을 개발하여 다양한 분야의 컴퓨터에 대한 요구사양을 지원

• High-capability computing infrastructure: 다양한 배경을 가진 사용자 커뮤니티에 효율적이면서 효과적이며 의존할 만한 테스트 베드나 통신수단, 저장공간, S/W 도구 등 HCS시설 및 자원에 대한 접근성을 제공

• Productivity:
- HCS 관련 자원들의 획득과 시행에 대한 비용을 절감하고 에너지 효율성을 증대한 모범사례를 학습하고 공유
- HCS 시스템의 소유비용을 감소시키고 사용자들사이에서의 생산성을 향상시키기 위해 자원들을 통합하여 관리
- 과학과 공학분야의 처리량을 증가하고 고성능 네트워크과 데아터 저장관리를 활용하여 고성능의 시뮬레이션에서 공동작업을 디자인하고 개발

• Broadening impact: 고성능 컴퓨터 개발을 위한 정부기관들의 범 부처적인 활동을 수행하여 HCS의 영향이 인력양성을 포함하여 국가의 가장 고차원의 과학, 공학, 국가안보, 경쟁력 우위에 관한 영향력을 수행하도록 함

2000년부터 2018까지 NITRD 프로그램의 예산액 추이를 보면 최근 중점적으로 투자가 급증한 분야가 1)Computing-Enabled Human Interaction, Communication, and Augmentation (CHuman), 2)Large Scale Data Management and Analysis (LSDMA), 3)Intelligent Robotics and Autonomous Systems (RIS), 4)Cyber Security and Information Assurance (CSIA)의 4개 분야이다.



For three pairs of PCAs (HCSS and CNPS, HEC Infrastructure and Applications [I&A] and HCIA, and HEC R&D and EHCS), the names of these PCAs changed starting with the FY2017 Supplement, but their scope and agency reporting were essentially unchanged, so each pair is plotted as a single PCA.

출처: FY 2018 Supplement to the President's Budget for the Federal Networking and Information Technology Research and Development (NITRD) Program

이들 분야는 NITRD 프로그램의 10개 분야 중에서도 모두 인공지능과 자동화와 가장 밀접한 연관을 지닌 프로젝트로 볼 수 있으며 오바마 행정부 때 수립된 National Artificial Intelligence Research and Development Strategic Plan의 연장선상에서 연방정부 차원의 예산의 우선순위를 반영하여 정책이 집행되고 있는 것이다.

2. 독일

독일정부는 2006년부터 연방의 교육연구부, 경제에너지부 등 각 행정 부처 및 기관이 실시하는 연구개발 활동이나 지원을 체계화 하여 범 정부차원의 종합적인 기술혁신 정책을 실시할 목적으로 '하이테크 전략(High-Tech Strategy)'을 제시하여 시행하고 있다. 2012년 3월부터는 이미 시행중이던 "Action Plan High-tech strategy 2020"에서 추진중인 미래프로젝트 중의 하나로 Industrie 4.0이 시행[11]되고 있다.

Industrie 4.0은 전통적인 제조업의 생산방법에 최현대식의 정보통신 기술을 결합한다는데 있다. 이러한 인더스트리 4.0하에서는 사람과 기계, 장비, 물류시스템과 생산물이 서로 직접적으로 의사소통을 하고 협력한다는 특징을 가진다.

이러한 정책은 독일의 일자리중 제조업과 직간접적으로 관련된 일자리가 1500만개에 달하는 상황에서 경제적으로 이득을 줄 뿐 아니라 정치적, 사회적으로도 의미를 가지고 있다. 이러한 관점에서 관련된 산업계, 과학계, 정치계, 사회각지의 이해관계자가 4차 산업혁명이 성공적으로 수행할 수 있도록 협업하는 것이 필요하며 이를 통해 실제로 이러한 제조업 분야의 혁신이 실제로 적용될 수 있는 권고를 Plattform Industrie 4.0을 통해 제시하도록 하고 있다.

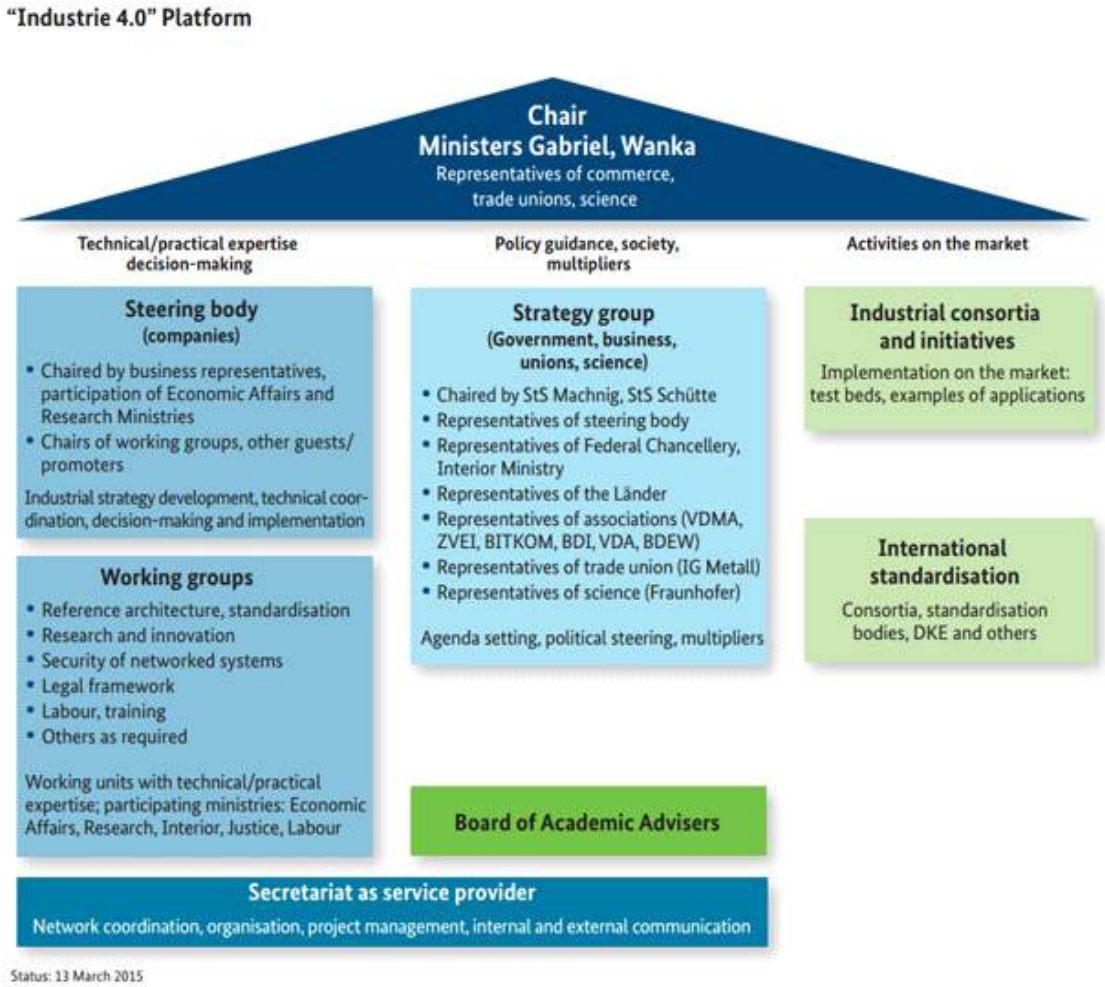
Plattform Industrie 4.0은 2012년 10월에 실무그룹이 "Implementation of recommendations for the future project Industrie 4.0"이라는 보고서를 제출한 이후 이를 바탕으로 그 이전부터 실무적으로 물밑작업이 이루어져서 공식적으로는 2013년에 열렸던 Hanover Fair를 계기로 공식적으로 구성이 완료되었다고 발표되었다.

Plattform Industrie 4.0의 최고의사결정기구로 연방경제에너지부 장관(minister for economic affairs and energy)인 Brigitte Zypries와 연방교육연구부 장관(minister of education and research)인 Johanna Wanka가 공동의장을 맡아서 위원회를 총괄하고 있다. 또한 산업계, 과

11) http://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/EN/Home/home.html

학계, trade unions의 대표가 운영위원회에 위원으로 참여하고 있다. 위원회 산하에는 여러 그룹의 실무위원회가 구성되어 있는데 집행단계에서의 실질적인 해법을 제시하기 위해 연방 각 부처의 담당공무원과 산업계, 과학계, 협회 등의 대표들로 구성된 전문가 집단이 협업을 하고 있다.

Plattform Industrie 4.0의 기구 구성은 아래와 같다.



(출처: 독일 인더스트리 4.0 플랫폼 홈페이지 http://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/EN/ThePlatform/PlattformIndustrie40/plattform-industrie-40.html)

독일의 Plattform Industrie 4.0의 접근이 다른 나라들과 비교해서 특이한 점은 다른 대부분의 국가의 인공지능 및 자동화의 전략이 새로운

인공지능 및 자동화 기술과 관련해서 새로운 기술의 개발과 확산에 중점을 둔 기술주도(Technology-Push)적인 관점에서 인공지능 및 자동화 이슈를 보고 있는 반면에 독일은 사회적인 합의 과정을 통해 동 이슈를 접근하여 사회적인 갈등을 미리 방지하는데 초점을 두고 있다는 점이다.

현재 독일은 인더스트리 4.0과 관련하여 실무그룹을 중심으로 2035년까지 로드맵을 제시하고 콘소시엄의 구성과, 연구개발, 표준화를 중심으로 점진적으로 진행하고 있다.

3. 중국[12)]

중국 정부는 2016년 7월20일 차세대 인공지능 발전계획(안)을 만들어서 국무원에 보고하였다. 이러한 보고에 대해 2017년 7월 8일 중국 국무원은 “차세대 인공지능 발전계획에 관한 국무원 통지”를 통해 동 계획을 확정하였다.

중국은 인공지능 발전의 중대한 기회를 활용하여 선도적 우세를 확보해 혁신형 국가와 세계 과학기술 강국을 건설하는 것을 목표로 하고 있다.

이러한 목표의 이행을 위한 전략목표를 2020년, 2025년, 2030년까지의 3단계로 나누어 각 시기별로 달성할 중간목표를 설정하고 있다.

2020년까지 인공지능 전체 기술과 적용 측면에서 세계 수준을 선도하는 목표로 인공지능 이론과 기술의 중요한 진전을 바탕으로 인공지능의 산업경쟁력을 세계적 수준으로 제고하여 인공지능 핵심 산업의 규모를 1,500억 위안으로, 관련 산업까지 포함 시 1조 위안 수준으로 확대한다.

2025년에는 인공지능 기초이론에 큰 돌파를 이룩하여 이를 활용하여 인공지능산업은 글로벌 가치사슬의 최대단계까지 확대한다. 인공지능 핵심 산업의 규모를 4,000억 위안으로, 관련 산업까지 포함 시 4조 위안 수준으로 확대한다.

최종단계인 2030년까지 인공지능 이론, 기술과 그리고 산업에의 적용 등의 전 영역에서 글로벌 수준에 도달하는 것을 목표로 하고 있다. 이러한 전략은 우선 중국이 앞서있는 산업화 부분에서 가시적인 성과를 내고 상대적으로 뒤처져 있는 이론 기술 부분은 2030년까지 글로벌 수준으로 도약한다는 입장을 반영하고 있다고 판단된다. 최종적으로는 핵심 산업의 규모를 1조 위안으로, 관련 산업까지 포함 시 10조 위안 수준으로 확대한다.

12) 4차 산업혁명 해외정책자료집, 제4차산업혁명위원회

1. 상호 융합의 인공지능 **과학기술 혁신 체계**를 구축, 오픈	(1) **차세대 인공지능 기초 이론 체계 구축**: 응용 기초 이론의 병목을 돌파하고 교차 학문과의 공동 연구 개발을 강화 (2) 차세대 인공지능 관련 **핵심 범용기술 체계 구**축: 지식 컴퓨팅 및 지식 서비스 기술, 교차 미디어 분석/추리 기술, 증강형 스마트기술, 무인 시스템 기술, 가상현실 모델링 기술, 스마트 컴퓨팅 칩 및 시스템, 자연언어 처리기술 (3) 인공지능 **기초 지원 플랫폼**: 인공지능 오픈소스 기초 플랫폼 등 (4) 인공지능 분야의 **고급 인재 집중 육성**: 고수준 인공지능 혁신 인재 육성, 인공지능 고급 인재의 유입, 인공지능 학과의 건설
2) 고급화, 고효율의 **스마트 경제** 육성	(1) **인공지능 관련 신규 산업**의 대폭적 발전: 스마트 H/S Ware, 스마트 로봇, 스마트 탑재 도구, 가상현실, IoT 기초 부품 등 (2) **스마트 산업화 업그레이드** 추진 가속: 스마트 제조, 농업, 물류, 금융, 비즈니스 등 육성 (3) **스마트 기업의** 대폭 발전: 인공지능 분야 선두 기업 육성, (4) **인공지능 혁신 고지 조성**: 국가급 인공지능 산업단지 및 대중창업 기지 건설 등 인프라 육성, 인공지능 의 테스팅 베드 조성
3) 안전하고 편리한 **스마트 사회**의 건설	(1) 인공지능을 활용한 **스마트 서비스** 발전: 스마트 교육, 의료, 건강 및 양로 (2) **사회 질서 관리의 스마트화**의 추진: 정부, 법률, 도시, 교통, 환경 보전의 스타트화 (3) **인공지능 기술을 통한 공공 안전 보장 향상** (4) 소셜 네트워크의 신뢰 및 공정성 제고
4) 인공지능 분야에서 **군민 융합**의 강화	산·학·연 및 군수산업 관련 기관의 정상적인 소통 협력 체계를 강화
5) 기초 인프라 구축	5G, IOT 등 네트워크 기초 시설, 빅데이터 기초 시설, 고성능 컴퓨팅 기초 시설 등 인프라 구축
6)차세대 인공지능 관련 중대한 **하이테크 프로젝트**에 집중	차세대 인공지능 관련 하이테크 프로젝트를 핵심으로 '1+N' 인공지능 프로젝트 집단을 형성하는데 1) '1'은 차세대 인공지능 관련 **중대한 하이테크 프로젝트**를 의미하며, ' 2) N'은 국가 관련 계획에서 **인공지능 연구개발 프로젝트**

이러한 목표를 달성하기 위해 6가지 중점임무를 지정하였다. ① 인공지능 과학기술 혁신 체계를 구축, ②스마트경제 육성, ③스마트 사회 건설, ④군민융합, ⑤스마트 인프라 구축, ⑥중대 과기프로젝트를 추진하는 것이다.

4. 일본

일본 정부의 4차 산업혁명과 관련된 대응은 2015년 5월에 설치된 로봇혁명이니셔티브 협의회를 통해 로봇산업 재도약과 제조업의 혁신을 추진하는 등 그동안 로봇을 중심으로 이루어져 왔다. 이러한 노력으로 인해 일본의 경우 공장 자동화와 로봇 활용 등의 측면에서 세계 최고의 수준을 견지해 왔다.

최근 그동안 미진했다고 판단되는 분야인 IoT (사물인터넷), 빅데이터, 인공지능(AI) 등을 통한 정보통신 분야에서의 기술 혁신과 이러한 정보통신 기술을 중소기업에 보급하는 데에 추가적으로 노력을 경주하였다.

또한 AI연구에 있어서도 다양한 분야가 존재하나 그중 하나인 뇌 과학 연구에 주력하여 왔으나 규모면에서 미국과는 큰 차이를 보이고 있다. 관련 연간 예산규모에 있어서도 미국이 약 5,700억엔인 데 비해 일본은 약 300억엔에 불과한 실정이다. 이러한 문제 인식을 바탕으로 4차 산업혁명을 국가차원에서 체계적으로 관리하고 대응해야 한다는 정책 필요성에 대해 정부차원에서 활발하게 논의가 이루어지고 있다.

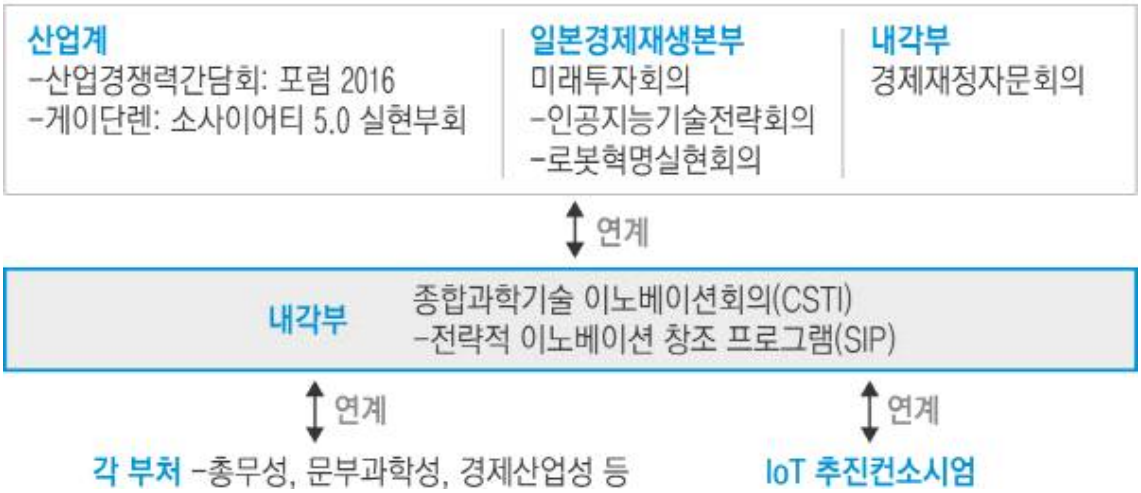
최근 일본은 4차 산업혁명이라는 용어보다는 '초스마트사회'(Society 5.0)[13]이라는 용어를 국가차원에서 공식적으로 사용하고 있는데 이는 수렵사회, 농업사회, 공업사회, 정보화 사회를 거쳐서 다음 단계인 초스마트사회로 진입한다는 관점이다. 일부 문건에서는 4차 산업혁명과 초스마트사회를 병렬해서 언급하고 있어서 두 용어가 같은 의미로 사용되고 있는 실정이다.

이러한 '초스마트사회'(Society 5.0)라는 국가비전은 2016년 1월에 발표된 과학기술기본계획에서 국가의 과학기술목표로 제시되어 추진 중이다. 일본정부는 스마트 사회의 진입을 통해 일본이 직면한 경제성장과 사회문제를 동시에 해결할 수 있다고 보고 이러한 4차 산업혁명에의 대응을 국가적 아젠다로 삼고 있는 것이다.

13) 4차 산업혁명 해외정책자료집, 제4차산업혁명위원회

'초스마트사회'(Society 5.0)의 추진 체계는 아래와 같다.

일본 '소사이어티 5.0' 추진 체계



출처: 경향신문 보도, 다시 뛰는 일본경제 로봇·AI 기술 혁신 박차(2017.1.11.), http://news.khan.co.kr/kh_news/khan_art_view.html?artid=201801112158015&code=970203

아베정부는 2016년 9월7일 '초스마트사회'(Society 5.0)의 컨트롤 타워로 '미래투자회의'를 신설하여 급변하는 산업•경제•사회에 능동적으로 대응하는 아베정권의 성장전략을 마련하는 사령탑 역할을 하도록 하고 있다.

미래투자회의에는 의장을 아베신조 총리가 담당하며 사카키바라 사다유키 게이단렌(經團連) 회장, 다케나카 헤이조(竹中平藏) 도요대(東洋大) 교수 등 6명의 민간전문가가 참여하고 있다.

제 1회 회의에 2025년에 130만 명의 노동력 부족이 예상되는 건설업계의 개혁과제로 드론을 활용한 측량 등을 도입하는 등 생산성을 25% 향상하는 것을 논의하였다.

특히 제5회 미래투자회의에서 4차 산업혁명 추진 정책을 확정하여 빅데이터 활용 추진사령탑 강화, 규제 개혁, 인재육성, 대학자원을 활용

한 연구개발 지원 등 4대 핵심과제를 제시하였다.

미래투자회의 산하에는 인공지능 연구개발의 사령탑 역할을 담당할 '인공지능(AI) 기술전략회의'가 설치되었다. 인공지능 기술전략회의에서는 제조·물류·의료·간호 현장에 인공지능을 전면 적용해 생산 효율성을 2030년 이후까지 크게 개선하는 3단계 로드맵을 완성하여 2017년 3월에 발표하였다. 이를 통해 일본이 저출산으로 인한 노동력 부족 문제를 로봇과 인공지능을 통해 해결해 나간다는 관점에서 접근하고 있다는 것을 알 수 있다.

1단계 (2020년까지) 무인공장·무인농장 기술 확립, 인공지능을 이용한 신약개발 기술 보편화, 생산설비 고장 등을 AI가 예측 가능

2단계 (2025년 또는 2030년) 사람·물건의 수송·배송을 완전히 무인화하며 로봇에 의한 자동화가 확산되고 집이나 가전기기도 AI가 제어 가능

3단계 (2030년 이후) AI가 전면 적용되면서 간병로봇이 가족의 일원이 되고 이동의 자유화·무인화가 완료되어 인적요인에 의한 사망사고가 없는 사회 구현

5. 인공지능 관련 연구소 등 Think-Tank의 견해

이하에서는 인공지능 및 자동화라는 흐름과 관련해서 대표적인 연구기관의 주장과 전망 등을 몇 가지 소개하고자 한다.

(1) BCG[14]의 The Robotics Revolution: The Next Great Leap in Manufacturing."

세계적인 컨설팅 회사인 Boston Consulting Group(BCG)은 인공지능과 로봇이 산업현장에 도입되면서 제조업에 가져올 미래의 변화에 대해 예측을 하고 있다. BCG에 의하면 향후 10년간 인공지능과 로봇 관련된 H/W와 S/W비용은 20%가 절감되며 로봇의 성능은 5%향상될 것으로 전망하고 있다.

인공지능과 로봇이 도입되면서 2025년경에 사회에 미칠 영향에 대해 아래와 같이 전망하고 있다

① 전 세계적으로 로봇에 수행되는 작업의 비중이 제조업의 경우 현재의 10%에서 2025년에는 25%로 증가할 것으로 전망된다.

가장 최근의 통계치인 2013년을 기준으로 보면 전 세계의 로봇 출하량은 매년 20만대의 출하량을 보이고 있으며 누계기준으로는 160만대에 이르고 있다. 2025년에 이르면 보수적으로 볼 때 매년 50만대의 출하량을 보여 누계기준으로 400만대가 될 것으로 전망된다. 낙관적으로 볼 때 매년 70만대의 출하되어 누계기준으로 640만대에 이를 것으로 전망을 하고 있다. 특히 주목할 점으로는 한국의 경우 2020년까지 20%의 제조업 작업이 로봇으로 대체되어 2025년까지는 40%의 작업이 로봇으로 대체될 것으로 전망하고 있다는 사실이다.

② 로봇의 채택으로 제조업의 생산성이 10년 안에 30% 이상 증대할 것으로 전망된다.

14) Boston Consulting Group (2015) "The Robotics Revolution: The Next Great Leap in Manufacturing."

③ 나라와 산업분야 마다 로봇채택의 차이가 발생하는 데 한국, 일본, 중국 등이 주도할 것으로 예상된다. 특히 한국, 중국, 독일, 미국, 일본 주요 5개국이 전 세계 로봇수요의 80%를 차지할 것으로 예측되고 있다.

산업분야는 컴퓨터와 전자제품, 전기제품, 수송장비, 기계산업의 4개 분야가 75%의 점유율을 보일 것으로 예상되어 이들 4개 분야를 중심으로 자동화가 일어날 것으로 전망된다

④ 노동비용이 획기적으로 감소하는데 한국의 경우는 33%, 중국, 미국, 일본 등 다른 주요국의 경우는 18-25%정도 감소할 것으로 예상하고 있다. 특히 한국과 관련해서 주목할 점은 한국의 노동비용 감소 33%는 세계 주요 25개국 노동비용 감소율의 2배를 능가한다는 점이다

⑤ 이러한 로봇으로 인한 노동비용의 감소는 국가들의 비용경쟁력에 영향을 미치는데 예를 들면 한국의 경우 높은 로봇 채택율로 인해 미국보다도 6% 정도 2025년 경에 비교우위가 상대적으로 높아지는 것으로 나타남.

⑥ 제조업의 경우 저급의 skill 보다는 높은 수준의 skill을 요구하는 직업이 늘어나게 되는 것으로 나타나 있다.

(2) GMU Mercatus Center의 Artificial Intelligence and Public Policy[15)]

조지메이슨 대학교 George Mason University내의 Mercatus Center는 대학부설 연구소로 학술적 아이디어와 실제현실사이의 간격을 메꾼다는 취지로 설립된 기관이다. Mercatus라는 말이 라틴어로 '시장(Market)'을 뜻하는 것으로 기본적으로 시장을 통해 사회가 직면한 문제를 해결한다는 시각에서 모든 문제에 대해 접근하고 있다.

15) Adam Thierer, Andrea Castillo O'Sullivan, and Raymond Russell. "Artificial Intelligence and Public Policy." Mercatus Research, Mercatus Center at George Mason University, 2017.

최근 동연구소의 최근의 대표적인 저작으로 'permissionless innovation'으로 precautionary principle이 기술혁신의 가장 큰 저해요인으로 보고 신기술분야에 허락이 필요 없는 혁신 'permissionless innovation'이 실현될 수 있도록 정부간섭이 최소화되어야 한다고 주장하고 있다. 이러한 시각의 연장선상에서 오바마 행정부에서 만들어졌던 AI에 대한 정책이 "precautionary principle 에 근거하다 보니 AI가 초래할 수 있는 가장 나쁜 시나리오를 염두에 두고 선제적으로 미리 제한하거나 금지하는 규제수단을 활용한다고 우려를 하고 있다.

규제는 AI 혁신의 장애 요인으로 규제가 AI 분야의 혁신을 촉진하는데 방해가 된다는 시각에서 그동안의 기술혁신과정을 역사적인 과거의 경험에 비추어 AI도 유사한 사례로 간주하고 있다.

Precautionary Regulation으로 발생되는 문제점에 대해 아래와 같이 인식하고 있다. 우선 규제자(Regulators)는 모든 비상상황을 염두에 두고 충분한 가이드라인을 만들 수 없으며 이러한 가이드라인이 경우에 따라서는 안전을 증대하기 위한 특정한 행동을 제한하는 결과를 초래하기도 한다. 두 번째로 정책결정자는 인공지능기술이 제공하게 될 다양하면서도 분명한 많은 기회요인들을 염두에 두고 있어야 한다. 예를 들어 자율주행차의 경우 교통 사망자수를 감소시킬 것으로 기대되고 있는데 자율주행차의 도입이 규제로 인해 10%가 지연되면 33년간 34600명의 추가적인 인명피해가 예상된다는 점이다.

허락이 필요없는 혁신(Permissionless innovation)의 개념은 새로운 혁신이라고 하더라도 개발자가 이러한 혁신이 어떠한 위해도 개인이나 그룹, 특정한 주체, 문화적 규범 또는 다양하게 현존하는 법이나 전통에 가하지 않는 다는 것을 입증하기 전 까지는 축소되거나 허용되지 않아야 된다는 원칙이다. 동 개념의 3가지 핵심 원칙은 아래와 같다

〈허락이 필요없는 혁신의 3대 원칙〉

① 이전의 규제나 제약을 피하고 새로운 혁신에 대한 규제는 우선적인 것이 아니라 최후의 수단으로 행해져야 한다

② 증거에 근거한 정책이 수립되어야 하며 단순히 공포에 의한 정책이 만들어져서는 안된다

③유연하고 하향식(bottom-up) 해결책이 경직된 상향식(top-down) 통제보다 더 나은 접근법이다

동 보고서는 인터넷 초창기를 통해 본 기술정책의 사례로 유럽과 미국의 경우를 들면서 허락이 필요 없는 혁신의 원칙이 인공지능의 경우도 적용되어야 한다고 보고 있다.

인터넷 초창기에 미국은 1990년대 초반과 중반에 인터넷 기술의 확산을 촉진하기 위해 분명한 가이드 라인을 제시 하고 상업활동과 혁신활동을 장려하였다. 대표적인 정책으로는 미국의 백악관(White House)의 주도로 1997년 7월에 발표된 The Framework for Global Electronic Commerce라는 정책 등이 있으며 이러한 일련의 정책의 근간에는 민간부분이 인터넷과 관련해서 주도권을 가지고 있어야 하며 인터넷은 시장이 주도하는 영역이며 규제산업이 아니라는 원칙이 견지되고 있다. 반면 유럽은 DATA의 privacy 보호를 지나치게 강조하여 사전예방적인 원칙(Precautionary Principle)으로 인터넷에 대한 정책이 결정되었는데 대표적인 사례로 1995년에 수립된 EU Data Protection Directive가 있으며 동 지침에서는 프라이버시에 대한 우려 때문에 온라인 상 에서 데이터를 수집하고 사용하는데 있어서 상대적으로 미국보다 엄격한 기준이 확립되었다. 그 이후의 일련의 인터넷 관련 정책들에서 계속 엄격한 규제가 적용되게 되었다.

이러한 정책의 결과로 인터넷 확산초기에는 미국과 유럽간의 큰 기술격차가 없었음에도 2015년 기준으로 세계20대 인터넷 기업 중 미국이 11개를 차지하고 있으며 나머지 9개 회사도 중국, 일본, 한국회사가 점유하고 있으며 유럽회사는 하나도 없는 상황이다.

(3) AI Now[16)]

뉴욕대학교에서 운영하는 AI Now라는 비영리 연구센터는 오바마 행정부에서 만들어졌던 AI에 대한 정책을 입안했으며 AI에 대한 사전적 규제가 필요하다는 입장에서 AI에 대한 정부가 방임을 하기 보다는 사전적인 규제를 어느 정도 강화해야 한다고 보고 있다. 최근의 연구는 1)자동화와 노동의 관계, 2) AI가 초래하는 편향(Bias) 관련 문제, 3) 인공지능과 관련된 인간의 권리와 자유문제 등 3가지 이슈와 관련해서 논의를 집중하고 있다.

우선 자동화의 노동과의 관계에서 있어서 AI로 인한 노동에 대한 모니터링, 조작과 통제가 강화될 것이라는 우려가 증대되고 있다고 보고 있다. 이는 정보의 비대칭성(information asymmetries)을 활용하여 개인의 행동패턴을 분석함으로써 우버와 같은 플랫폼의 입장에서 보다 유리한 규칙을 고용자의 동의나 인지 없이 강요하게 되는 경우가 늘어나고 있다는 데 있다.

AI가 초래하는 편향(Bias) 관련 문제도 중요한 이슈인데 이는 특정집단으로부터 데이타를 얻는 것이 용이하기 때문에 전체를 반영하지는 못하는 데이터 수집(Non-representative collection of data)이 이루어지기 때문이다. 이러한 편향이 생기는 이유로는 AI 개발자의 특성, 데이타 및 알고리즘 관련 문제 등이 대표적인 원인으로 제기되고 있다.

AI 개발자의 특성과 관련해서는 주로 남성이고 일반적으로 고소득 직종에 종사하며, 기술과 관련된 교육을 받은 개발자의 이해관계나 니즈나 인생경험이 AI 시스템에 반영되기 때문이다. 예를 들어 미국의 경우 컴퓨터 엔지니어 중 여성은 11%에 불과하며 인구의 28%를 차지하는 히스패닉과 흑인의 경우 컴퓨터 개발자의 11%에 불과하여 전체 인구의 비율을 충분히 대변하지 못하고 있다.

16) “AI Now 2017 Report”(New York, NY: AI Now, 2017)

〈개발자 관련 Bias 문제 해결을 위한 프로그램 사례〉

ㅇ Fei-Fei Li's SAILORS는 summer camp프로그램으로 여고생들이 AI에 대해 보다 편하게 접근할 수 있도록 프로그램을 운영

데이타 및 알고리즘도 이러한 편향을 일으키는 주요원인이다. 이러한 AI와 알고리즘에 있어서 Bias를 최소화하기 위해서 AI 시스템이 전체를 포괄(inclusive)하고 외부사람이 판별할 수 있도록 하며(legible), 데이터의 대표성을 가질 수 있도록(Representative) 책임성과 투명성을 강화하는 것이 필요하다. 결론적으로 AI 시스템을 기술적인 문제로만 볼 것이 아니라 규범적이고 기술적이며 전략적인 이해관계의 결합으로 보는 관점이 필요하다고 할 것이다.

인공지능시스템이 특정한 사람을 감시하고 통제하는 수단으로 활용하는 등 권리와 자유 문제도 AI NOW에서 다루는 중요 이슈이다. 예를 들어 미국의 출입국 등록 시스템인 The National Security Entry-Exit Registration System (NSEERS) 과 같은 computerized registries을 활용한 결과 이슬람 국가 출신인에 대한 인종, 국적 관련 차별문제가 제기되고 있다. 또한 predictive methods of policing 과 같이 안면인식기술을 범죄예측에 활용 시 인종적인 편향(bias)에 대한 우려가 제기되고 있다.

V. 4차 산업혁명 관련 주요 이슈

1. 인공지능 관련 인간과 협업 이슈

자율주행차와 심해탐사로봇 같이 완전히 자율적인 형태의 AI보다는 인간과 AI가 협업을 통해 활용분야에서의 목표를 보다 용이하게 달성하는 것이 향후 일반적인 AI의 적용이 될 것으로 기대된다.

AI시스템이 인간을 완전히 대체하는 것이 필요한 분야는 심해나 우주처럼 제한적인 반면에 대부분의 용용영역에서는 인간과 기계가 협업하는 것이 더 효율적이기 때문이다. 또한 기술적으로도 아직 AI가 인간의 종합적인 판단능력을 능가하여 완전히 대체하기에는 여러 가지 한계가 있기 때문에 현실적으로 적용하는데도 특정한 경우에 AI시스템을 활용하는 것이 작동가능한 방법이기 때문이다.

의학분야와 관련해서 최근 AI를 활용해서 암 진단에 사용하는 경우가 증대되고 있으며 앞으로 이러한 분야에서 AI사용이 확산될 것으로 기대가 되나 AI가 인간의 통제 없이 사용되기 보다는 AI와 인간의사간의 협업방식으로 이루어질 것으로 기대가 되고 있다.

최근의 2016 Camelyon Grand Challenge[17]의 사례에서 보듯이 AI와 인간이 배타적으로 작업을 수행하는 것보다는 협업을 통해 문제해결능력을 향상시키는 것으로 나타나 있다.

≪ 2016 Camelyon Grand Challenge 사례≫

▶ 전이성 암(metastatic cancer) 진단과 관련해서 2016년에 있었던 Camelyon Grand Challenge에서 최고 수준으로 우승을 차지한 AI의 경우는 7.5%의 오진율을 보임.

▶ 병리학자들에 같은 사진을 판독을 의뢰한 결과 3.5%의 오진율을 보여 아직은 AI보다는 인간의사가 더 뛰어난 능력을 보여주고 있음.

▶ 그런데 AI의 분석자료를 활용하여 병리학자가 진단한 결과 오진율이 0.5%로 85%가량 오진율을 낮추는 것으로 나타남.

17) https://camelyon16.grand-challenge.org/

인간과 인공지능과의 협업과 관련해서 미국의 OSTP[18]는 다음과 같은 3가지로 분류하고 있다.

① AI 시스템이 인간과 함께 기능을 수행하는 유형:
예를 들어 장기기억 지원과 같이 인간의 의사결정을 지원하는 주변적인 과업을 지원하는 역할을 담당하는 것

② AI 시스템이 인간의 인지능력이 과부하가 걸릴 때 작동하는 유형:
예를 들어 비행기 운전 시 지상근접 경고 시그널 장치와 같은 모니터링 기능이나 의학적 진단과 같은 역할을 보조하는 역할

③ AI 시스템이 인간을 대신하는 활동을 수행
예를 들어 원자력 발전소의 제어룸(Control Room)이나 화학공장과 같이 유해 환경에서의 자동화 시스템과 같이 매우 빨리 반응해야 하는 상황

하지만 기계인 인공지능과 생명체인 인간이 서로 소통하고 협업하기 위해서는 여러 가지 기술적으로 해결해야 할 과제들이 있다. 미국 OSTP는 이러한 주요과제를 다음과 같이 제시하고 있다.

① 인간이 인식할 수 있는(Human-Aware)지능형 시스템을 위한 새로운 알고리즘의 탐색이 필요한데 이는 알고리즘의 능력과 인간의 이러한 시스템을 이용할 수 있는 능력사이에는 격차가 존재하기 때문이다.

또한 이러한 단순한 의사소통의 차원을 넘어서 궁극적으로는 인간의 감정을 인식하고 인간과 교감할 수 있도록 인간과 AI간의 상호작용 시스템을 강화하는 노력이 필요하다.

② 인간의 기능을 강화(Human Argumentation)할 수 있도록 인공지능 관련 기법을 개발하는 것이 필요하다. 예를 들어 구글 글라

18) The National artificial intelligence research and development strategic plan, Executive office of the president, October 2016

스와 같은 Smart Glass의 경우 인간에게 필요한 데이터를 실시간으로 제공하여 인간의 의사결정을 지원하게 된다.

③ AI와 인간간의 시각화(Visualization)하기 위한 기법이나 사용자 인터페이스(User-Interface)를 개발하는 것이다. 복잡한 데이타를 시각화하여 전달할 경우 인간이 그 패턴을 이해하고 판단하기에 더 용이한 환경을 제공하게 된다. 특히 안전과 관련된 시급한 결정을 해야 하는 분야에서는 이러한 시각화된 데이터가 실시간으로 반응할 수 있는 상황에 도움을 줄 수 있게 된다.

④ 인간이 언어를 통해 인공지능과 소통할 수 있는 더 효율적인 언어처리 시스템의 개발은 AI개발자에게 중요한 과제이다. 최근 데이타에 기반한 머신 러닝 시스템을 활용하여 음성을 실시간으로 인식하는 등 상당한 분야의 기술의 진전이 일어나고 있다.

예를 들어 DARPA가 개발한 음성 인터페이스를 활용하는 Personalized Assistant that Learns (PAL) program은 컴퓨터와 음성으로 명령과 통제가 이루어지는 군사환경에서 사용될 수 있도록 개발이 도었다. PAL이 2007년에 상용화되면서 SIRI로 분사되었으며 SIRI는 2010년에 애플에 매각되어 오늘날 i-Phone에 사용되고 있다.

사례1 (체내 삽입형 기기)
- 현재 의료용으로 심박조율기와 달팽이관이 삽입되어 모니터링과 건강에 필요한 조치를 확인해주고 있음.

- 향후 의료용으로 투약 등 목적을 위해 가까운 시일내에 점차 확산될 것으로 예상되며 전자문신이나 체내에 삽인된 칩을 통해 개인의 감정이 뇌파와 기타 시그널을 통해 전달할 가능성이 있음

사례2 (전자글래스)
- 구글글래스(Google glass)와 같이 시각화 작용을 통해 즉각적이고 직접적인 비주얼 인터페이스를 제공하여 의사결정과 엔터테인먼트를 지원하는 기능을 하고 있음

AI와 인간 협업 관련 MIT Media Lab[19] 사례

AI와 인간과의 협업과 관련해서 가장 대표적인 사례로 꼽을 수 있는 경우가 MIT내에 설치된 미디업랩의 활동이라고 볼 수 있다. MIT 미디어 랩(MIT Media Lab)은 매사추세츠 공과대학교의 연구소로 1985년에 니콜라스 네그로폰테 교수와 전 MIT 학장인 고 제롬 위즈너 교수에 의해 설립되었다.

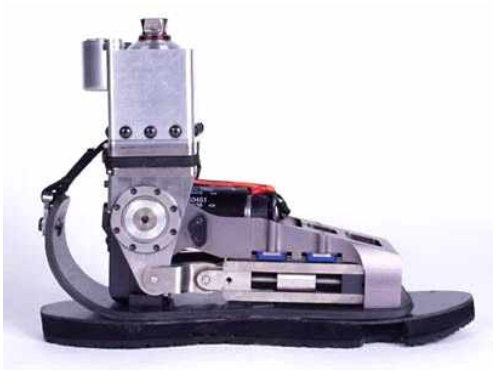
미디어 랩의 주된 연구주제는 많은 연구의 주제들이 인간과 컴퓨터 상호작용에 연관되어 있으며 많은 사용자 인터페이스에 관련된 연구 성과의 업적을 쌓아왔다. 연구소의 그룹들은 특정한 응용분야의 연구보다는 전 분야에 적용 가능한 폭넓은 시각으로 연구하려 노력해 왔다. 예를 들어 몇몇 그룹은 우리를 둘러싼 환경을 인식하고 사용자의 목적과 감정적 상태를 알아내거나 예측해 내어 사용자를 보다 효과적인 방법으로 도울 수 있게 하는 "지능적 물체"(Intelligent objects)를 만들려고 노력하는 것이 그 사례이다.

MIT 미디어랩의 연구는 여러 단계를 거쳐 진화하고 있는데 1985-1995년의 초기 연구는 디지털 혁명이 인간의 표현에 어떤 기여를 할 수 있는가에 초점을 두었다. 그 당시의 혁신적 연구는 인지(cognition)와 학습(learning)으로 부터 전자음악(electronic music), 홀로그래피(holography)등의 관련 분야에 이르고 있다. 1995-2015년간의 2단계에서는 컴퓨터 안의 세상이 실제현실(physical world)이라는 바깥세상에 나갈 때 어떠한가라는 고민에서 연구를 수행하였다. Wearable computing, wireless “viral” communications, machines with common sense, new forms of artistic expression 등이 주요 연구 분야이다

지금은 기존의 연구의 연장선상에서 인간의 경험이 기술에 어떻게 도움을 받고 있는가에 주안을 두고 있다. 미디어랩 연구자들은 최근 파킨슨 병을 치유하거나 정신적이고 감정적인 상태를 바꿈으로서 극심한 우울증을 치료하는 데 시사점으로 줄 수 있는 뇌 연구를 비롯하여 신경회로(neural circuits)를 정확히 통제하고 분석할 수 있는 독창적인 신기술을

19) https://www.media.mit.edu/

개발하고 있다.

	
로봇발목발(robotic ankle-foot)과 실제 생명체의 작동원리를 그대로 흉내를 낸 무릎보철 (knee prostheses)을 세계최초로 개발	세계최초로 다리가 절단된 사람에게 인간의 것과 거의 같은 걸음걸이 보조장치 (humanlike gait)를 개발

AI 관련 연구와 관련해서 최근 벤처캐피털들이 관심을 보이면서 AI와 관련해서 미디어랩의 창업과 관련해서도 여러 가지 성과가 나타나고 있다. 현재까지 미디어 랩의 연구를 통해 창업(spin-off)로 이어진 기업은 150개에 달하고 있다.

이러한 기술을 인정받아 관련 기술 분야의 대기업에 의해 인수되기도 하는 데 Sifteo는 3D robotic사가, Sold는 dropbox에 의해 인수가 되는 등 M&A를 통해 미디어 랩을 통해 개발된 기술이 사업에 성공을 하고 있다.

2. 제4차 산업혁명이 노동에 미치는 영향

19세기는 낮은 수준의 기술을 가진 근로자들(lower-skilled workers) 의 생산성을 향상시키는 한편 높은 수준의 기술을 가진 근로자 (higher-skilled workers)의 생산성을 상대적으로 감소시키는 기술적인 변화가 일어난 시기로 규정되고 있다. 이러한 혁신은 대량생산기술이 보급됨에 따라 기존의 고숙련의 기술을 가진 장인들이 하던 역할이 이들을 대체한 낮은 수준의 기술을 가진 근로자들이 조립라인에서 분업화를 통해 대체되면서 일어났다. 1800년대 초반에 일어난 기계파괴 운동인 러다이트 소요(Luddite Riots) 는 이러한 고소득을 가진 기능공들의 불만에서 일어나게 된 것이다. 하지만 이러한 현상은 역으로 낮은 수준의 기술을 가진 근로자들에게 새로운 기회를 부여하여 평균적으르로는 생활수준의 향상으로 나타났다.

하지만 이러한 19세기의 기술발전의 양상과는 다르게 20세기의 정보통신기술의 발전이 일자리에 주는 영향은 다른 방향으로 나타나고 있다. 2015년에 수행된 George Graetz and Guy Michaels의 연구결과인 "Robots at Work" 에 의하면 자동화가 생산성을 증대시키고 중급이나 낮은 레벨의 Skill이 필요한 노동시간을 감소시키는 것으로 나타났다.

컴퓨터와 인터넷의 출연은 고숙련의 스킬을 가지고 있는 근로자의 상대적인 생산성을 향상시키는 반면에 프로그래밍으로 쉽게 대체가 가능한 여행사 직원, 생산현장 조립 근로자 등과 같은 낮은 숙련의 근로자는 신기술에 의해 대체되는 피해를 입게 되는 상황이 초래되게 되었다. 어떤 일자리 중에는 거의 사라지는 일자리가 있는 반면에 어떤 일자리는 수요가 크게 감소하게 되었다.

자동화로 인한 미래 일자리의 변화와 관련해서는 연구마다 다양한 결론이 있으며 Maarten Goos and Alan Manning[20]은 일자리를 고급, 중급, 하급의 Skilll을 가진 3가지로 분류하여 데이터를 통해 자동화의

20) Maarten Goos and Alan Manning, "Lousy and Lovely Jobs: The Rising Polarization of Work in Britain," Review of Economics and Statistics 89, no. 1 (2007).

노동대체 영향을 분석하였다. 동 연구에 따르면 양극단에 해당하는 고급과 하급의 일자리가 자동화가 가장 어려워서 자동화의 노동대체가 양극화의 양상을 보인다고 보았다.

물론 구체적으로 오늘날 어떤 일자리가 AI가 초래한 자동화에 의해 직접적인 영향을 받는지를 예측하는 것은 쉽지가 않다. 왜냐하면 AI는 단일한 기술이라기보다는 여러 기술이 결합되어 특정 직무에 적용된 것으로 AI가 미치는 영향이 경제전반에 걸쳐 일정하지는 않기 때문이다. 어떤 직무는 쉽게 자동화가 됨에 반해 그렇지 않은 일도 많기 때문이다.

인공지능이 인간의 인지기능과 밀접한 관련이 있는 직업에 미치는 경제적 영향은 제조업 분야에 있어서 자동화와 로봇이 미치는 영향과 유사할 것이다. 최근 자동화로 인해 많은 중년의 노동자들이 전통적으로 이러한 직업이 제공하던 괜찮은 보수를 제공하던 공장에서 일하는 직업과 지위를 잃게 되었다. 결국에는 인공지능으로 인해 제조업과 마찬가지로 지적인 능력을 요구하는 고소득의 직업에서도 마찬가지로 직업을 잃게 될 것이다.

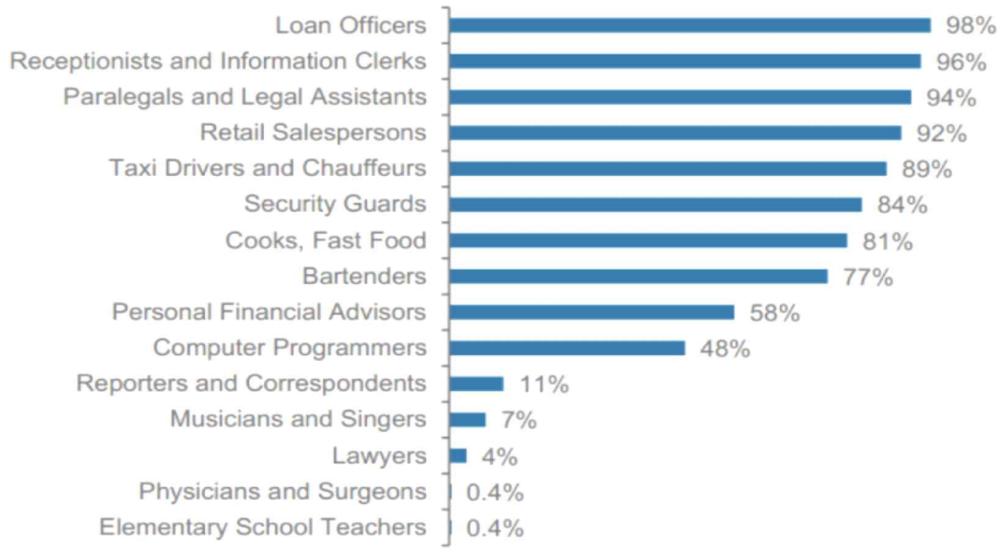
옥스포드 대학의 마이클 오스본(Michael Osborne)과 칼 베네딕트 포레이(Carl Benedict Frey)[21]는 자동화가 가능할 것으로 예상되는 직업의 확률을 수치로 표현하였다.

동 연구결과에 의하면 텔레마케터가 99%로 자동화로 대체될 확률이 가장 높고 다음이 대출 담당자가 98%, 비서직이 96% 등으로 자동화로 인한 영향이 큰 직업군으로 나타났다.

이에 반해 초등학교 교사나 내과, 외과의사의 경우는 0.4%로 자동화가 어려운 직군을 나타났다.

21) Carl Frey and Michael Osborne, “The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerization,” Oxford University, 2013

Exhibit 8: Probability of a job becoming automatable



Source: University of Oxford, C.B. Frey and M. Osborne, Morgan Stanley Research
Note: Select occupations ranked according to their probability of becoming automatable,

BUSINESS INSIDER

출처: Carl Frey and Michael Osborne, "The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerization," Oxford University, 2013

이러한 직업대체의 원인은 단순히 기술적인 진보로 인한 자동화의 영향만이 아니라 업무를 단순화하고 명확하게 분석함으로써 이를 통한 업무효율화가 최근에 급속히 이루어짐에 따라 알고리즘을 통한 인간의 대체가 용이해진 것도 큰 이유라고 분석하고 있다.

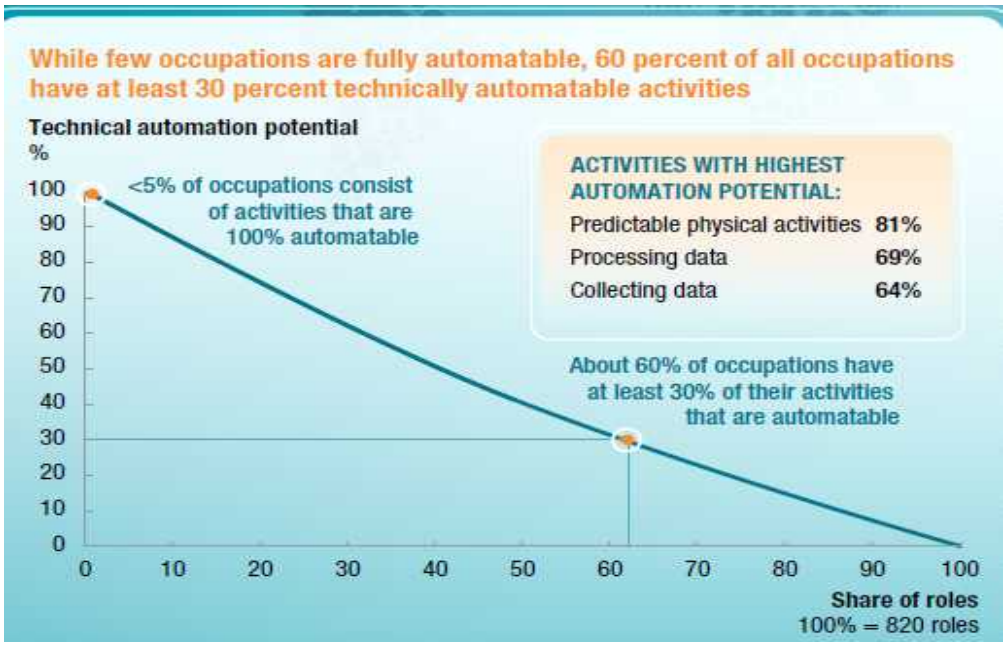
옥스퍼드대학의 연구를 바탕으로 미국 백악관의 경제자문위원회(White House Council of Economic Advisers (CEA))도 자동화 기술이 일자리에 주는 영향을 추정[22]하였다.

CEA는 오스본(Osborne)과 포레이(Frey)가 분류한 직업을 임금수준으로 다시 분류하여 자동화가 일자리에 주는 영향을 분석하였다. 그 결과로 시간당 임금이 20$ 미만의 저임금 직종의 경우는 83%가 자동화로 인한 영향을 받는 것으로 나타나 시간당 $20-40$을 받는 일반 일자리가 받는 영향 31%에 비해 높은 것으로 나타났다. 반면에 $40이상의 시간당 임금을 받는 고임금 일자리의 경우 4%만이 자동화의 영향을

22) Bureau of Labor Statistics; Frey and Osborne (2013); CEA calculations

받는 것으로 나타나 거의 영향이 없는 것으로 추정되었다. 이와 관련해서 운송분야에서 220만에서 310만에 달하는 파트타임이나 전일제 미국인의 일자리가 자율 주행차(automated vehicles)기술로 인해 영향을 받을 것으로 예상하고 있다.

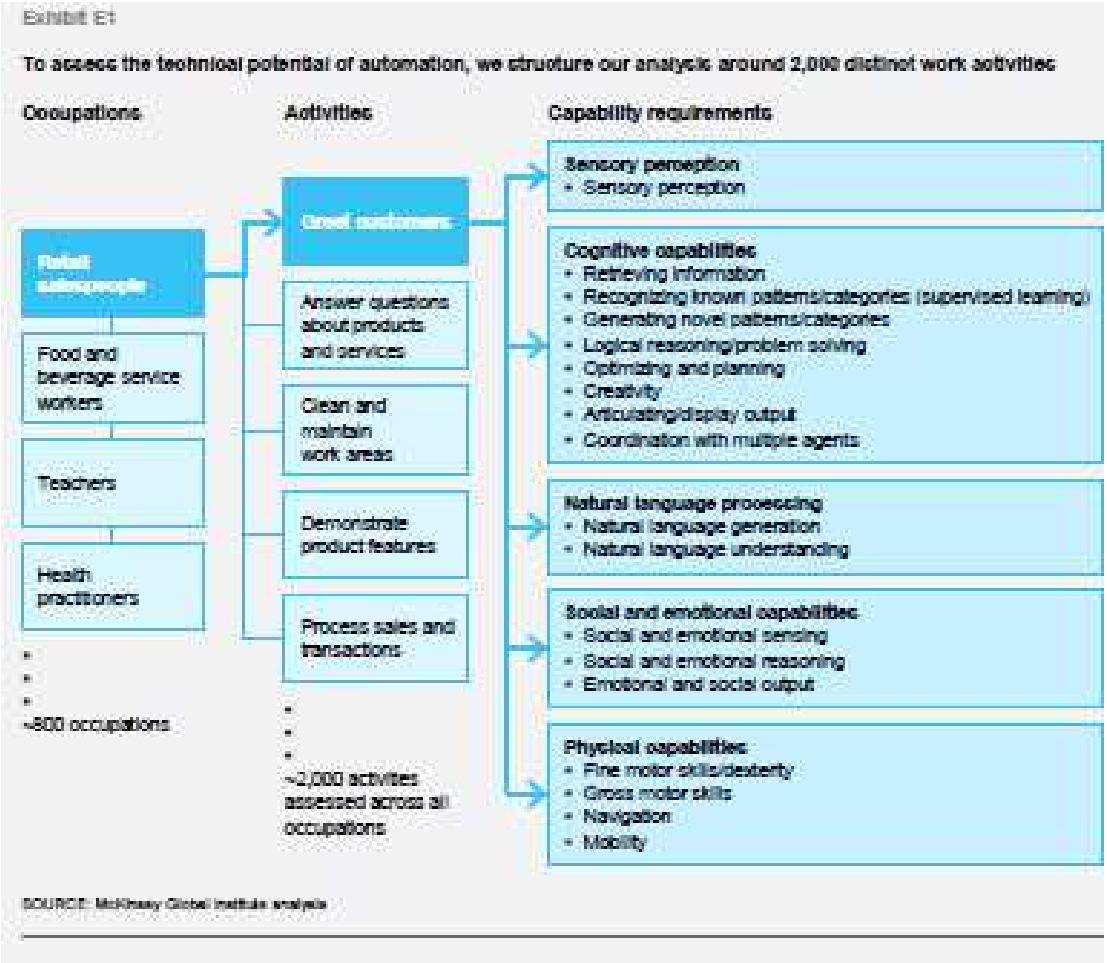
또한 McKinsey Global Institute (MGI)가 발간한 자동화가 고용과 생산성에 미치는 영향에 대해 분석한 보고서[23]에 따르면 현재 존재하는 60%에 해당되는 직업군의 직무 중에 30% 가량이 자동화가 가능한 것으로 분석하고 있다.



출처: McKinsey Global Institute (2017) " A Future that works: Automation, Employment and Productivity"

이러한 분석을 위해 멕킨지는 800개의 직업을 2000개의 세부적인 활동으로 분류하여 각 활동이 요구되는 18개의 직무역량의 결합을 분석하여 이러한 직업이 현재의 기술수준에서 자동화가 가능한 지를 분석하는 방법을 사용하였다. 이러한 분류에 사용된 방법은 아래의 도표와 같다.

23) McKinsey Global Institute (2017) " A Future that works: Automation, Employment and Productivity"



출처: McKinsey Global Institute (2017) " A Future that works: Automation, Employment and Productivity"

하지만 자동화가 미치는 영향이 단순히 노동을 기계와 인공지능이 대체를 하여 반드시 고용감소로만 이루어진다고 보기는 어렵다. 기술이 생산성과 생활수준의 있어서의 급속한 변화를 초래해서 일자리를 줄이기보다는 새로운 영역에서 새로운 일자리를 창출하는 효과를 나타내기도 하기 때문이다.

Deloitte LLP연구결과(2014)[24]는 이러한 시각에서 최근 200년간 주요 기술의 도입이 일자리에 미친 영향에 대해 조사를 하였다. 즉 이전의 산업혁명 초기 시절에도 기계가 도입되면서 자동화에 대한 우려는 있었으나 그러한 방향으로 갈 수 밖에 없었으며 자유무역과 마찬가지로

24) Ian Stewart, Debapratim De, and Alex Cole, "Technology and People: The Great Job-CreatingMachine" (London: Deloitte LLP, December 2014,

일부사람에게 손해를 끼치기는 하지만 자동화가 전체적으로는 우리의 삶을 나은 방향으로 가게 된다. 왜냐하면 자동화로 인해 새롭게 창출되는 직업도 있기 때문이다. 다만 이러한 과정이 느리고 어려운 과정이라 역사적 경험으로 볼 때 이를 뒷받침해줄 잇는 사회제도와 문화가 뒷받침되어 사회적인 변화가 함께 수반되는 것이 필요하다고 보고 있다.

미국 백악관의 분석[25]에 의하면 자동화로 인해 수요가 증가하는 직업의 유형을 아래와 같이 4가지로 분류하여 AI로 인해 달라질 미래의 양상에 대해 예견을 하고 있다.

1)Engagement:	Augmented Intelligence와 같이 AI가 인간을 대체한다기보다는 인간의 역량을 강화하고 확장하는데 도움을 주는 역할
2) Development	AI개발과 관련된 소프트웨어 개발자와 엔지니어, AI가 학습단계에서 필요한 데이터와 관련된 생산, 수집, 관리 인력, AI의 윤리적 문제에 대해 조언을 해주고 해결책을 제시해주는 철학자 등
3)Supervision	AI를 모니터링하고 면허를 부여하며 고장을 수리하는 인력. 예를 들어 자율주행차의 안전성을 확보하고 품질관리를 위해 인력이 요구
4) Response to Paradigm Shifts	AI가 도입되면서 주변 인프라 스트럭쳐가 완전히 바뀜으로 인해 인력의 수요가 증가. 예를 들어 자율주행차의 도입될 경우 도시를 새롭게 디자인하고 계획하는 전문가가 필요

또한 인공지능과 자동화가 단순히 노동을 대체하거나 새로운 일자리를 창출하는데 그치는 것이 아니라 미래 고용의 형태를 바꾼다는 연구들도 등장하고 있다.

예상되는 미래의 일자리의 변화로는 소매업 등에서 노동수요에 대한 예측프로그램 을 도입하여 Off-peak시간에는 일자리를 적게 제공하지

25) Artificial intelligence, automation, and the economy, Executive office of the president, December 2016

않는 식으로 일부업체가 근로자를 고용함에 따라 고용시간의 불안전성이 야기되고 있다는 우려를 제기하고 있다.

특히 AI로 인한 노동에 대한 모니터링, 조작과 통제가 강화될 것이라는 우려가 증대되고 있는데 우버의 사례처럼 플랫폼에 유리한 고용형태가 강요되는 경우도 늘어나면서 고용이 되더라도 불안전한 고용형태가 확산되고 있다는 견해를 제시하는 연구결과[26]도 발표가 되고 있다.

〈플랫폼에 유리한 고용형태가 강요되는 사례: 우버의 경우〉

○ 우버기사들은 우버서비스를 시작하게 되면 15초 이내에 승객을 태울지 말지를 결정하게 되는 데 그들이 승객의 목적지가 어디인지에 대해서는 어떤 정보를 제공받지 못한다.

○ 그래서 그들은 승객이 단거리 여행을 한다고 하더라도 사실상 거절할 방법이 없다.

☞ 정보의 비대칭성(information asymmetries)을 활용하여 개인의 행동패턴을 분석함으로써 우버와 같은 플랫폼의 입장에서 보다 유리한 규칙을 고용자의 동의나 인지 없이 강요하게 되는 경우가 늘어나고 있음

이러한 AI가 초래할 것으로 예상되는 불평등을 완화하기 위해서는 소득재분배 수단이 논의가 되고 있으며 그중 보편적 기본소득(universal basic income: UBI)이 최근 활발히 검토되고 있다.

〈캐나다 온타리오주의 기본소득 실험 시도〉

2017년 4월에 온타리오 주정부는 기본소득에 대한 시범 사업연구(pilot research program)을 착수했는데 4000명의 참가자에게 소득의 50%에 해당되는 금액인 1년간 1인가구의 경우 C$16,989, 2인 가구의 경우는 C$24,027을 제공하는 방식이다.

26) Luke Stark and Alex Rosenblat(2016), "Algorithmic Labor and Information Asymmetries: A Case Study of Uber's Drivers,"

(2) International Federation of Robots 통계를 통한 각국의 로봇 활용 실태

AI가 노동시장에 미치는 영향에 대해서 그동안 추상적이고 관념적인 차원에서 연구가 수행되면서 객관적으로 자동화가 고용 및 노동시장에 미치는 영향에 대한 분석은 부족한 상황이다. 예를 들어 멕킨지 보고서 등 자동화가 노동을 대체한다는 여러 분석에도 불구하고 자동화가 노동수요를 감소시키는 한편 새로운 직업군을 창출하여 노동 수요가 증가되는 측면도 있기 때문에 정책적으로 활용하기에는 인공지능이 구체적으로 노동자가 수행하는 작업의 양상을 바꾸고 각 영역별로 구체적으로 어떻게 적용되는 지에 대한 구체적인 자료는 부족한 실정이다

최근 미국 등 민간, 국립 연구소를 중심으로 구체적인 데이터나 자료에 근거해서 객관적으로 인공지능 및 자동화의 영향을 소개하는 연구가 발표되고 있어 이를 통해 한국에 주는 구체적인 시사점의 도출이 가능하다. 특히 International Federation of Robots에서 발간한 보고서의 robot adoption을 활용하여 자동화가 생산성 향상과 고용에 미치는 영향을 분석하는 연구결과가 최근 다수의 연구결과에서 활용되고 있다.

IFR(International Federation of Robots)의 각국의 로봇활용 비교 결과에 따르면 2016년 기준으로 중국, 한국, 일본, 미국, 독일 등 5개국이 전체 로봇공급량의 74% 로봇을 사용하고 있다.

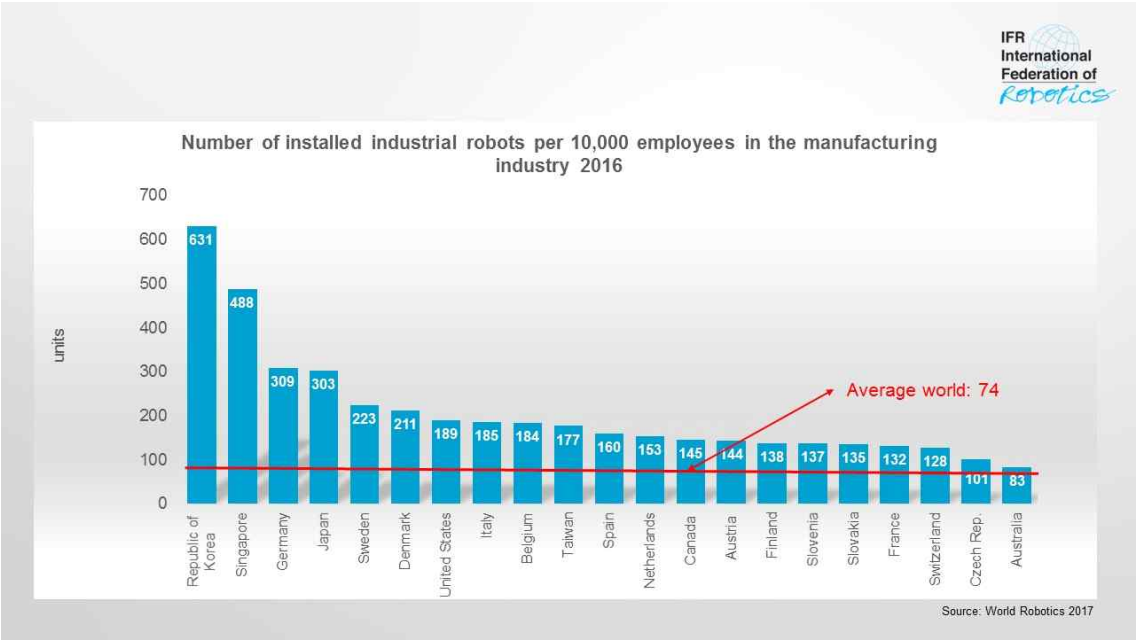
중국이 87,000개로 1위이며 한국이 41,400개로 2위, 일본이 38,600개로 3위이며 미국과 독일이 각각 31,400단위와 20,000단위의 로봇을 사용하여 4위와 5위를 차지하고 있다.

출처: IFR World Robotics 2017

하지만 국가의 규모가 다르기 때문에 로봇이 노동시장에서 사람을 대체하는 정도를 나타나기 위해서는 로봇공급량보다는 1만명의 노동자당 로봇사용수인 로봇채택율(Robot Density)가 일반적인 지표로 사용된다.

2016년 기준 1만명당 로봇사용수는 우리나라가 631로 1위이며, 싱가포르가 488로 2위, 독일이 309로 3위, 일본이 303으로 4위를 차지하고 있다.

2016년 기준 1만 명의 노동자 당 로봇사용수의 세계평균이 74인데 반하여 우리나라의 경우 631로 세계평균보다 8.5배 이상 로봇이 산업현장에서 사용되는 것으로 나타나고 있다. 로봇의 확산속도와 관련해서 2015년 통계와 비교해 볼 때 세계평균이 69인데 우리나라의 경우 531로 세계평균보다 7.7배였는데 전년도와 비교하여 로봇사용정도가 세계평균보다도 더 빠른 속도로 확산되고 있다.



출처: IFR(International Federation of Robots) 보도자료 https://ifr.org/ifr-press-releases/news/robot-density-rises-globally

(3) 미국 NBER의 로봇의 일자리 감소에 관한 정량적 연구 결과

2017년 3월에 발표된 National Bureau of Economic Research(NBER)의 연구[27]는 IFR의 로봇채택율(robot density) 데이터를 활용하여 로봇이 미국의 일자리 감소에 미치는 영향을 정량적으로 분석하고 있다. 1990년에서 2007년까지 로봇의 채택에 따른 자동화로 인해 감소한 미국의 일자리가 최소 36만개에서 최대 67만개에 달하는 것으로 추정한다.

이는 전체 고용자로 보면 0.18-0.34 percent의 감소가 있었던 것으로 현재는 자동화로 인해 미국의 고용감소 효과가 유의미할 정도로 크다고 볼 수 있는 것은 아니다.

그러나 BCG (2015)의 최근 연구[28]에서 예측하는 것처럼 2025년까지 인구 천 명당 로봇 채택율이 현재 수준의 4배 이상으로 증가한다면 미국의 경우 0.94-1.76 percentage의 고용이 감소하는 것으로 나타나

27) Daron Acemoglu and Pascual Restrepo(2017) “Robots and Jobs: Evidence from US Labor Markets,”

28) Boston Consulting Group (2015) “The Robotics Revolution: The Next Great Leap in Manufacturing.”

2025년 경에는 노동시장의 고용의 감소에 큰 영향을 주게 된다고 전망하고 있다.

〈Boston Consulting Group의 연구결과(2015)의 주요내용〉

1) 2015년을 기준으로 매년 20만대(누계기준 1.6백만대)의 출하량인 로봇이 2025년에 이르면 보수적으로 볼 때 50만대(누계 400만대)가 낙관적으로 볼때 70만대(누계 640만대) 이르러 2.5배에서 4배가량 증가할 것으로 전망

2) 로봇의 채택으로 제조업의 생산성이 10년 안에 30% 이상 증대

3) 산업분야 중 컴퓨터와 전자제품, 전기제품, 수송장비, 기계산업의 4개 분야가 75%의 점유율을 보여 이들 산업분야를 중심으로 로봇이 2025년까지 집중적으로 활용될 것으로 전망

3. AI 및 4차 산업혁명 관련 윤리의 문제

AI가 직면하는 가장 큰 이슈는 이러한 새로운 시스템이 그 시스템을 통제하는 사람을 위해서만 사용되는 것이 아니라 사회에 기여하는 방향으로 가서 많은 사람들이 신기술의 혜택을 누리도록 하는 것이다.

그러나 가장 어려운 문제는 다른 개별 기술과는 달리 AI기술은 여러 시스템과 기술이 결합된 시스템 기술이다 보니 지나치게 복잡해져서 AI 시스템이 자신이 하는 일을 왜 하는지 정확하게 파악하는 것이 거의 불가능하다는 것이라는 점이다. 이러한 복잡성으로 인해 필요한 감시를 하는 것이 거의 불가능해질 상황이 발생할 위험이 존재한다. 현재의 초창기의 기술발전단계에서는 AI 시스템이 안전한 지에 대해 검증할 수 있는 기법이나 AI를 테스트 할 수 있는 산업 표준이 현재까지는 존재하지 않음으로 인해 향후 AI가 본격적으로 확산되는 데 장애요인으로 작동할 것으로 우려가 된다.

로봇이나 AI의 윤리에 관한 이슈는 Isaac Asimov가 로봇의 3원칙(Three Laws of Robotics)을 제안한 이래 발전을 거듭하고 있는데 오늘날은 Nick Bostrom을 중심으로 다시 활발히 논의가 재개되고 있다.

로봇의 3원칙은 1942년도에 보스턴 대학교의 생화학과 교수인 Isaac Asimov가 Runaround라는 단편소설에서 소개되면서 처음 만들어졌데 1950년에 비슷한 내용으로 만들어진 다른 소설인 I, Robot이 영화로 만들어지면서 유명세를 탄바 있다. 로봇 3원칙은 다음과 같은 내용이다

1원칙 : 로봇은 인간을 해롭게 해서는 안되며 또한 위험에 처해있는 인간에 대해 방관해서도 안된다.

제2원칙 : 로봇은 로봇 제1원칙에 위배되지 않는 한 인간의 명령에 복종해야 한다.

제3원칙 : 로봇은 로봇 제1원칙과 2원칙에 위배되지 않는 한 자기 자신을 보호해야 한다.

인공지능 관련 윤리와 관련해서 우선 최근의 인공지능 윤리에 대한 논의를 주도하고 있는 Nick Bostrom의 초지능(Superintelligence)에 대해 소개한 후 Asilomar AI principles 등 인공지능 윤리관련 외국 주요기관의 논의현황을 파악한 후 최근에 국내의 인공지능 윤리 관련 동향도 함께 살펴볼 것이다.

(1) Nick Bostrom의 초지능(Superintelligence)

Nick Bostrom은 Oxford 대학에서 2005년부터 Future of Humanity Institute를 이끌고 있는 Nick Bostrom은 스웨덴 태생의 철학자이다.

그는 인간이 동물보다 가진 우위가 인간의 뇌가 동물이 가지지 못한 능력을 가지기 때문이라고 보고 있다. 이러한 두뇌의 우월성이 강한 근육을 가지지 못한다는 약점에도 불구하고 인간으로 하여금 지구상에서 어떤 동물보다도 지배적인 지위를 부여하게 되었다는 것이다. 하지만 어느 미래의 순간에는 기계가 이러한 인간이 지닌 일반적인 지능(General Intelligence)을 능가하는 상황이 도달할 것으로 보고 이러한 인공지능기계를 초지능(Superintelligence)이라고 규정짓고 있다. 그는 이러한 초지능이야 말로 인간이 이전까지 직면했던 어떤 것보다도 가장 중요하고 섬뜩한 위협요인(challenge)이라고 주장[29]하고 있다. 그는 우리가 이러한 위협요인에 제대로 대처하지 못한다면 악을 가진 그리고 무차별적인 인공지능이 결국 우리를 파멸시킬 것이라고 결론짓고 있다.

이러한 결론에 이르기 위해 그는 인간을 위협할 수 있는 여러 가지 위협에 대해 확률적으로 분석을 하고 있다.

우선 외계생명체의 경우를 본다면 인류의 생존을 위협할 수 있는 생명체가 있을 것으로 지구에서 가장 가까이 추정되는 행성인 Kepler 452b의 경우도 지구에서 너무 멀리 있다. 따라서 설사 인간의 능력을 능가하는 과학기술을 생명체가 가지고 있더라고 하더라도 기술적으로 지구에 접근하는 것은 불가능하며 위협이 되지 못한다고 결론을 내리고 있

29) Nick Bosrom(2014), "Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies", Oxford University Press

다.

물론 그도 이러한 인공지능의 위협이 당면한(Imminent) 위험이라고 보지는 않는다. 다만 확률적으로 미약할 지라고 하더라도 그 위험이 핵전쟁이 초래할 문제보다도 더 심각하다고 보고 있다. 그는 이러한 인공지능이 주는 위험을 철학적인 개념에서 인간의 생존을 위협하는 존재적 위험(existential risk)이라고 규정짓고 있다. 이러한 존재적 위험의 경우 비록 수백 조 이상의 경제적인 가치를 제공하더라도 이러한 위험을 막는 것이 중요하다고 보고 있다.

특히 핵물리학의 발전이 100년도 안 돼는 짧은 시간에 원자폭탄의 개발을 유발시킨 것처럼 인공지능의 경우도 예측 불가능한 순식간의 기술진보의 속도가 초지능을 가진 인공지능의 도래시기를 우리가 예상했던 것보다 급속히 앞당길 수도 있다고 주장하고 있다. 초창기에는 쥐나 침팬지 수준의 지능을 지닌 인공지능이 일반적인 인간의 지능에서 인간 중 천재의 지능에 이르다가 인간을 훨씬 능가하는 초지능으로 발전하는 궤적을 이룬다는 전망이다.

이러한 위험을 막기 위해서는 무엇보다도 윤리적인 것이 중요하다고 결론적으로 주장하고 있다. 또한 이를 위해서 인공지능이 인간이 원하는 것을 하도록 하는 통제문제(Control problem)도 아울러 중요한 이슈라고 생각하고 있다. 인공지능이 최적화라는 목표를 달성하기 위해 수단과 방법을 가리지 않는 무자비한 기계가 되기보다는 인간이 지향하는 가치(value)를 학습하고 이를 따르도록 하는 것이다. 이러한 노력은 인공지능이 완성된 시점에서 시작하게 되면 너무 늦으며 인공지능의 개발 초기부터 이에 대한 통제의 중요성을 인식하여 이에 대한 노력을 하는 것이 필요하다고 보고 있다.

(2) AI 윤리관련 해외 기관의 논의 현황

최근의 AI윤리와 관련된 국제적 선언은 미국 켈리포니아의 Asilomar에서 2017년 1월에 개최되었던 Beneficial AI[30]라는 컨퍼런스에서 채택

30)https://futureoflife.org/bai-2017/

된 Asilomar AI principles이다. Future of Life Institute라는 기관이 주관으로 해서 개최된 동 행사에는 100명이 넘는 AI분야의 전문가와 경제학, 법, 윤리학, 철학 등 인문사회분야 전문가가가 참여하였다. 동 회의에서 채택된 연구가이드라인에서는 AI의 연구의 목적인 의도하지 않는 인공지능이 아니라 인간에게 혜택을 주는 인공지능이 되어야 한다는 것이다. 인간에게 치명적인 자동화 무기의 경쟁은 금지되어야 한다는 등 연구관련 이슈, 윤리와 가치관련 이슈, 장기적 이슈 등 3개 분야에서 23가지의 원칙을 제시하고 있다.

또한 Santa Clarar 대학에 소재한 Markkula Center for Applied Ethics의 Brian Patrick Green 부소장은 최근에 부각되고 있는 AI와 관련된 윤리이슈들을 유형화하여 10가지 주요 이슈[31]들을 제시하고 있다. 10대 이슈의 주요 내용은 아래표와 같다.

이밖에 World Economic Forum에서 논의된 "Top 9 ethical issues in artificial intelligence"[32]에서 제시된 AI관련 윤리 이슈들도 1)실업문제, 2) 불평등 문제, 3) 인간의 존엄성 문제, 4)자동화 기기의 사고 문제, 5)AI 로 인한 Bais문제, 6)킬러로봇 이슈, 7)로봇의 권리 문제 등을 포함하고 있어 Markkula Center에서 제시된 이슈들과 유사한 관점에서 이러한 이슈들을 바라보고 있다.

31)https://www.scu.edu/ethics/all-about-ethics/artificial-intelligence-and-ethics/

32)https://www.weforum.org/agenda/2016/10/top-10-ethical-issues-in-artificial-intelligence/

	주요이슈명	주요사례
1	Technical Safety	- 자율주행차의 사고 - AI 시스템에 대한 해킹
2	Transparency and Privacy	- AI 시스템의 알고리즘이나 머시러닝 기법으로 인해 지나치게 복잡한 시스템이 도출한 결론을 인간이 이해하는 것이 사실상 불가능해짐
3	Malicious Use & Capacity for Evil	- Killer robots과 같은 lethal autonomous weapons systems (LAWS)의 문제
4	Beneficial Use & Capacity for Good	- AI의 활용을 통한 의학, 고고학, 교육, 에너지, 환경 등 각 분야에서의 발전
5	Bias in Data, Training Sets, etc.	- 기존에 수집된 data의 영향으로 성별, 인종적 편향의 문제가 AI를 통해 심화
6	Unemployment / Lack of Purpose & Meaning	- AI와 자동화로 인한 일자리의 대체와 이로 인한 노동시간의 감소와 인간이 주변화됨
7	Growing Socio-Economic Inequality	- 실업의 증가로 인한 불평등 심화로 a universal basic income의 도입에 대한 논의가 활발해짐
8	Moral De-Skilling & Debility	- Autopilot가 도입되면서 조종사들의 수동으로 조정하는 능력이 감소하면서 사고를 유발됨
9	AI Personhood / “Robot Rights”	- 동물과 마찬가지로 의식이 있는 AI에도 인간과 유사한 권리를 부여하는 문제
10	Effects on the Human Spirit	- 인간보다 뛰어난 AI로 인한 인간의 존엄성에 대한 손상

출처: Markkula Center for Applied Ethics 홈페이지

(3) AI 윤리관련 한국의 동향

AI 윤리와 관련해서 한국에서는 2007년 산업자원부 주도로 로봇윤리헌장 제정위원회가 구성되고 동위원회에서 로봇윤리헌장 초안이 세계 최초로 만들어졌다. 동 제정위원회에는 과학자뿐만 아니라 윤리학자, 종교학자, 의사, 심리학자, 변호사, 미래학자 등 인문사회학자를 포함하여 총 12인이 참여하여 인공지능이 단순히 기술적으로 미치는 혜택뿐만 아니라 부작용까지 포함하여 사회에 미치는 영향까지도 감안하여 미래사회가 이에 대응할 수 있도록 가이드라인을 작성하였다.

공동원칙	인간과 로봇은 상호간 생명의 존엄성을 존중하며, 정해진 권리, 정보윤리 및 공학윤리 등의 공동원칙을 보호하고 지켜야 한다.
인간의 윤리	인간은 로봇을 제조하고 사용할 때 항상 선(善)한 방법으로 지혜롭게 판단하고 의사 결정해야 한다.
로봇의 윤리	로봇은 사용자인 인간의 친구·도우미·동반자로서 인간의 명령에 항상 순종해야 한다.
로봇 제조자의 윤리	로봇 제조자는 로봇윤리헌장을 준수해야 할 제1 책임자로서 인류와 공생하기에 적합하고, 사회적 공익성과 책임감에 기반 한 로봇을 제조하여야 한다.
로봇 사용자의 윤리	로봇 사용자는 로봇을 존중하는 마음으로 법규에 따라 사용하되, 로봇 남용을 통한 중독 등에 주의해야 한다

2007년의 로봇윤리헌장 초안 작성 이후 그동안 AI의 윤리와 관련해서 정부정책이 발표된 적은 없었으나 최근 다시 이에 대한 정부차원의 논의가 다시 시작되고 있다.

정부는 2017년 11월에 개최된 4차산업혁명위원회 제2차 회의에서 '혁신성장을 위한 사람 중심의 4차 산업혁명 대응계획'을 발표하였다. 동 계획에서는 ①지능화 혁신 프로젝트 추진, ②성장동력 기술력 확보, ③산업 인프라·생태계 조성, ④미래사회 변화 대응 등 4대 분야 전략 과

제를 중점 추진해 나갈 계획이다. 관련해서 4번째 분야인 미래사회 변화대응과 관련된 과제 중 하나로, AI 오작동·남용 등 역기능을 예방하기 위해 AI 기술 윤리헌장 제정 등 인간 중심 윤리를 정립하는 것으로 하여 이에 대한 준비를 하고 있다.

국내기업 중에서는 카카오가 최초로 2018년 1월 31일 '카카오 알고리즘 윤리 헌장'을 발표했다.

1. 카카오 알고리즘의 기본 원칙	알고리즘과 관련된 모든 노력을 우리 사회 윤리 안에서 다하며, 이를 통해 인류의 편익과 행복을 추구
2. 차별에 대한 경계	알고리즘 결과에서 의도적인 사회적 차별이 일어나지 않도록 경계
3. 학습 데이터 운영	알고리즘에 입력되는 학습 데이터를 사회 윤리에 근거하여 수집 • 분석 • 활용
4. 알고리즘의 독립성	알고리즘이 누군가에 의해 자의적으로 훼손되거나 영향받는 일이 없도록 엄정하게 관리
5. 알고리즘에 대한 설명	이용자와의 신뢰 관계를 위해 기업 경쟁력을 훼손하지 않는 범위 내에서 알고리즘에 대해 성실하게 설명

(4) 사회적 편향과 프라이버시 이슈

최근 AI로 인해 사회적인 편향(Social Bias)이 더 심해질 것이라는 우려가 증대되고 있다. 왜냐하면 현재의 편향된 데이터(biased data)를 AI가 학습하게 되어 이렇게 학습을 한 AI가 데이터를 활용한 예측 등 사회적 의사결정 과정에 널리 사용되면서 이러한 편향 현상을 더욱 더 심화시킬 것이라는 것이다.

최근의 버지니아 대학의 연구결과[33]에 따르면 이러한 현상이 성차별적인 편향을 심화시키는 것으로 나타났다. 동 연구에서 마이크로 소프트와 페이스북의 지원을 받는 영상인식 소프트웨어를 통해 사람들의 활

33) https://www.wired.com/story/machines-taught-by-photos-learn-a-sexist-view-of-women/

동을 예측한 결과 쇼핑과 청소의 경우는 여성과 관련 있는 활동이며 지도하는 일과 사격은 남성과 관련 있는 활동이라고 묘사하고 있다.

링크드 인(LinkedIn) 같은 직업 인맥관련 서비스의 경우도 고소득의 직업을 여성보다는 남성에게 제시하고 있는데 이러한 이유는 링크드 인의 알고리즘이 그렇게 되어 있기 때문이다. 이는 이 사이트의 최초사용자가 고소득의 남성 중심으로 시작되다 보니 이러한 성적인 편향의 경향을 보이게 된 것이다.

이러한 편향 이슈와 프라이버시가 문제가 되자 글로벌 기업들도 이에 대한 대응을 하고 있다. AI 기업들의 윤리 관련 논의를 보면 구글은 이미 윤리위원회(ethics boards)를 설치해서 구글의 AI의 개발과 배치에 대한 모니터링을 하고 있다. 2016년 9월 페이스북, 구글과 아마존은 콘소시엄을 구성하였는데 동 콘소시엄은 AI와 관련된 안전과 프라이버시 관련 문제에 대한 해결책을 제시하는 것을 목적으로 하고 있다.

프라이버시 보호와 관련해서 유럽연합은 빅데이터, 사물인터넷, 클라우드 등 신기술의 확산에 따라 최근 회원국 내에서 개인정보의 자유로운 유통을 촉진하는 동시에 개인정보의 보호를 위해 일반개인정보보호법(GDPR)을 2016년 5월에 제정하였다. 동법은 2년간의 시행 준비기간을 거쳐 2018년 5월부터 본격적으로 시행되게 된다. GDPR 규정을 심각하게 위반한 사업자의 경우 전체 연매출의 4% 또는 2천만 유로의 과징금을 물릴 수 있게 하는 등 강력한 제제 조치를 부과하고 있다.

동법의 조항 중 22조는 인공지능과 관련된 조항으로 알고리즘에 의한 자동화된 일방적인 결정을 반대하여 알고리즘의 결정과정에 대한 인간에게 설명을 의무화하고 자동화된 알고리즘에 대해 반대할 권리를 규정하고 있다.

Ⅵ. 정책제언

인공지능 등 지능정보기술이 가져올 미래의 모습을 예측하는 것은 현재로서는 쉽지 않다. 왜냐하면 동일한 기술로도 다른 결과를 가져오는 사례가 인류역사상에서 볼 때 여러 번 목격되었기 때문이다.

금속활자의 경우를 보면 서양최초의 금속활자 인쇄본으로 평가받고 있는 1455년의 구텐베르크의 성서보다 고려에서 200년 이상 앞서서 개발이 되었지만 이러한 기술의 개발이 구텐베르크의 발명과는 달리 인류사에 큰 영향을 미치지는 못하였다.

이는 동일한 기술이라도 기술을 받아들이는 그 사회의 문화나 경제시스템이 어떻게 반영하느냐에 따라 그 결과가 달라지며 기술의 확산을 위해서는 그 사회의 시스템이 창의적이고 새로운 것을 유연하게 받아들이는데 적합하여야하기 때문이다.

고려의 경우는 국가가 금속활자의 발명과 같은 새로운 지식의 확산이나 보급에 통제를 하면서 국가주도로 금속활자가 활용되면서 거의 활용되지 못한 방면에 구텐베르크의 기술은 유럽의 전체 국가가 경쟁적으로 앞 다투어 그 기술을 도입하면서 빠른 시간 내에 확산이 되었다.

이런 관점에서 볼 때 인공지능과 자동화가 초래할 4차 산업혁명 시대와 관련해서는 기술의 개발도 중요하지만 아울러 이러한 기술이 사회가 수용할 수 있도록 끊임없이 과학자 커뮤니티와 사회가 대화하고 미래를 주도할 수 있도록 우리 사회시스템을 유연하게 가져가는 것이 무엇보다도 중요하다고 할 것이다.

특히 AI 기술의 특성이 개별 기술이 아니라 여러 시스템과 기술이 결합된 시스템 기술이라 사회의 각 분야에 광범위한 적용이 가능한 측면도 있는 반면에 이에 대한 사회적 수용성이 어떤 기술보다도 기술의 확산을 결정할 것이기 때문이다. 이러한 견지에서 AI기술의 발전과 사회적 수용성을 강화하기 위해 아래와 같은 몇 가지 정책제언을 하고자 한다.

① 인공지능과 자동화가 미치는 영향에 대한 국내차원의 체계적인 분석이 필요

NBER의 최근 연구의 경우 미국은 자동화가 현재보다는 3-4배의 영향을 미치는 2025년경에야 고용 감소에 큰 영향을 주는 것으로 나타나 있으나 한국의 로봇 채택율은 세계 최고수준으로 현재시점에서 미국의 3배 이상 수준으로 나타나 우리나라의 경우 자동화가 이미 고용 감소에 큰 영향을 주고 있는 것으로 판단된다.

2016년 기준 한국의 1만명의 노동자당 로봇사용수(Robot Density)가 631로 미국의 189과 비교해서 3.33배 수준이다. 또한 세계평균보다 8.5배 이상 로봇이 산업현장에서 사용되는 등 이미 자동화가 고용에 미치는 영향이 어느 나라보다도 클 것으로 추정할 수 있다.

이처럼 자동화가 고용감소에 큰 영향이 미칠 것으로 예상되고 있는 우리나라도 미국 NBER의 연구와 같이 로봇이 고용감소에 미치는 영향에 대한 객관적이고 심도 있는 분석을 수행한 후 이에 대한 체계적인 대응이 필요하도 할 것이다.

자동화가 한국에 주는 영향은 산업별, 기간별, 개별 노동자별로 상이하며 긍정적인 측면과 부정적인 측면이 모두 존재한다.

긍정적인 측면으로는 우리나라가 이미 임금수준이 높아진 단계에서 제조업의 경쟁력을 지속적으로 유지할 수 있게 된다는 점이 있으며 Boston Consulting Group (2015) 연구에 의하면 2025년경 한국의 노동비용감소 33%는 세계 주요 25개국 노동비용 감소율의 2배를 능가할 것으로 전망하고 있다.

부정적인 측면으로는 자동화로 인해 기존의 일자리를 감소시키고 새로운 일자리가 나타나는 등 공장에서의 변화의 속도는 빠르나 사회적으로는 느리고 어려운 갈등의 조정과정이 될 것으로 예상되고 있다.

따라서 자동화의 영향에 대한 긍정적인 측면과 부정적인 측면을 모두 파악하여 국가경쟁력 강화 등 긍정적인 측면은 촉진하고 부정적인 측

면에 대해서는 대응방안을 마련하여 충격을 최소화하는 것이 필요하다.

특히 자동화가 노동을 대체하는 반면에 자동화로 인해 늘어나는 일자리도 있기 때문에 이러한 분야에 대한 노동전환을 통해 자동화로 인한 일자리 감소를 최소화하는 한편 새로운 신성장 동력으로 삼는 전략을 마련해야 할 것이다.

② 정부차원의 연구개발에 있어서는 특정한 응용분야보다는 기초연구와 중장기 연구 등 전 연구 분야에 적용되는 연구에 중점을 두어 추진

민간분야의 경우는 정부의 직접적인 개입보다는 시장에서의 기업 간의 건전한 경쟁이 이루어지도록 경쟁정책을 통한 AI기술의 시장 확산을 유도하는데 중점을 두고 정부차원의 연구개발은 민간분야와 중복이 없도록 기초연구와 기반기술에 중점을 두어야 한다.

특히 AI가 여러 분야에 적용이 가능한 시스템 기술이라는 측면에서 범용적인 시각과 관련된 방법론(General methods)의 경우는 보다 깊은 연구가 필요하다. MIT 미디업 랩의 사례처럼 일반적인 방법론 연구는 정부와 공공기관의 역할이 중요하며 분야별 연구는 민간 중심으로 추진하는 방식으로 정부와 민간 간 역할을 정립하는 것이 필요하도 할 것이다.

③ 인간과 인공지능 간의 협업 프로그램을 신설하고 확대

미국의 경우에는 Computing-Enabled Human Interaction, Communication, and Augmentation (CHuman) R&D와 Intelligent Robotics and Autonomous Systems (IRAS) R&D처럼 인간과 로봇간의 협업에 중점을 두어 진행하는 프로그램이 범부처 차원에서 체계적으로 관리가 되고 있다. 또한 독일의 인더스트리 4.0의 경우도 사람과 인공지능을 활용한 기계, 장비, 물류시스템과 생산물이 서로 직접적으로 의사소통을 하고 협력한다는 것에 중점을 둔다는 측면에서 이와 유사한 특징을 가지고 있다고 볼 수 있을 것이다.

다만 미국의 인간과 인공지능 및 로봇과의 협업이 주로 과학기술적인 측면에서 인간과 인공지능과의 협업이슈를 접근하고 있다면 독일의 경우는 이해관계자가 참여하여 사회적인 합의과정을 통해 이러한 협업관련 이슈가 논의된다는 점에서 어느 정도 차이가 있다고 볼 수 있다.

우리나라의 경우 기존의 인공지능 관련 프로젝트가 인공지능 자체에 대한 연구에 초점을 두다보니 아직은 인간과 로봇, 인공지능과의 협업과 관련된 측면에 대한 연구는 부족한 실정이며 독일의 Plattform Industrie 4.0의 사례처럼 이해관계자가 인간과 자동화에 참여하여 사회적 합의를 도출해나가는 과정도 부족한 실정이다.

④ 공공 AI시스템의 확산을 위해서는 공공수요가 있는 분야를 중심으로 인공지능 관련 범부처 차원의 협업 프로그램의 확대가 필요

현재 인공지능분야의 대표사업인 국가전략프로젝트의 경우 정밀의료 국가전략프로젝트에서 과학기술정보통신부와 보건복지부가 공동으로 주관하여 부처간 협업을 통해 동 사업이 진행되고 있다. 차세대 병원정보시스템 개발 사업은 과학기술정보통신부가 암 유전체 분석 및 진단 치료법 사업은 보건복지부가 주관하여 두 부처가 협조하는 것으로 구성되어 있다.

하지만 정밀의료 국가전략프로젝트를 제외하면 현재 대부분의 인공지능 국가전략프로젝트가 주로 특정분야가 아닌 여러 분야에 적용이 가능한 플랫폼 성격의 AI기술을 개발하는 것을 목표로 하고 있으며 수요자인 개별 응용분야의 부처가 업무와 관련한 공공 AI 시스템을 개발하여 공공서비스의 질을 개선하고 국민의 삶의 질을 개선하는데 활용하는 부분에 있어서 아직은 활성화 되어 있지 않다.

미국의 경우 여러 정부기관이 참여하는 NITRD 프로그램을 활용하여 각 연방정부기관의 인공지능 및 자동화와 관련된 사업들이 범부처 차원에서 체계적으로 관리가 이루어지고 있다. 예를 들어 미국의 Cyber Security and Information Assurance (CSIA)와 같이 국가적인 안보확보 등 공공 차원의 명확한 수요가 있는 분야를 중심으로 이러한 프로

그램들을 발굴하고 개발하는 것이 필요하다고 할 것이다.

2017년 11월에 수립된 「혁신성장을 위한 사람 중심의 4차 산업혁명 대응계획」의 후속조치 추진을 위해 각 부처가 스마트 시티, 교통, 복지, 농업, 환경, 안전, 국방 등 각 분야의 지능정보화를 목적으로 하는 신규 사업을 추진할 예정인 바 이와 관련해서 공공수요에 기반한 AI 시스템 구축사업이 추진이 필요하다 할 것이다. 이러한 과정에서 과학기술혁신본부와 4차 산업 혁명위원회가 중심이 되어서 부처별로 수요를 발굴하여 국가차원에서 체계적으로 관리를 하는 추진체계의 확립이 필요하다고 할 것이다.

⑤ AI 연구 윤리를 강화하고 관련 AI 윤리이슈에 공동대응하기 위한 국제적 Governance의 필요성

AI와 같은 혁신기술은 긍정적으로 사용될 수 있는 반면 반면에 동일한 기술이라 하더라도 군사적 목적으로 악용될 수도 있다. 예를 들어 생체공학기술의 경우 알츠하이머 치료용으로 사용되는 뇌 기기가 군인의 인체에 부착되어 기억을 지우거나 만들어내는 데 활용될 수도 있다.

연구자의 의도와는 상관없이 AI 기술이 이러한 윤리문제와 늘 결부되어 있다는 점에서 연구자 윤리 교육, 인공지능 윤리가이드 라인 등 사회적, 윤리적 이슈에 대한 정부 차원의 대책이 필요하다. 국가전략프로젝트로 추진 중인 설명가능 인공지능(XAI: Explainable AI)과 같은 인공지능의 윤리적 이슈를 해결하기 위한 연구를 확대하는 것도 한 방법이다.

그동안 신기술에 대해 각 지역마다 다른 방식으로 대응을 해왔다. 예를 들면 인간배아복제에 대한 규제나 GMO 규제에 있어서 미국, 유럽, 중국 등이 제각기 다른 방식으로 규제하고 있다. 하지만 인공지능과 같이 아마존, 구글, 마이크로소프트 등 국제적 다국적기업이 지배하는 분야로 국경의 장벽이 의미가 없는 분야이다. 이러한 경우 지역적인 의사결정을 통한 규제정책은 효과가 없을 뿐 아니라 비효율적이기 때문에 국제적인 공감대를 형성하여 공통적으로 대응하는 것이 필요하다.

4차 산업혁명 관련해서 행동강령(code of conduct) 등을 규정하고 기술의 영향을 평가하는 구조적인 국제적인 논의의 장이 필요한데 예를 들여 국제적인 정부기관이 특정한 AI알고리즘에 대해서는 공개하는 것을 강제화하는 것도 한 방안이 될 수 있을 것이다.

- 주 요 참 고 문 헌 -

Adam Thierer, Andrea Castillo O'Sullivan, and Raymond Russell (2017) "Artificial Intelligence and Public Policy." Mercatus Research, Mercatus Center at George Mason University,

AI Now, "AI Now 2017 Report"(2017), New York

Artificial intelligence, automation, and the economy, Executive office of the president, December 2016

Artificial intelligence and life in 2030: One hundred year study on artificial intelligence, report of the 2015 study panel, september 2016

Boston Consulting Group (2015) "The Robotics Revolution: The Next Great Leap in Manufacturing."

Daron Acemoglu and Pascual Restrepo(2017) "Robots and Jobs: Evidence from US Labor Markets,"

FY 2018 Supplement to the President's Budget for the Federal Networking and Information Technology Research and Development (NITRD) Program, October 2017

Ian Stewart, Debapratim De, and Alex Cole (2014) "Technology and People: The Great Job-CreatingMachine"

J. Nilsson (2009) "The Quest for Artificial Intelligence: A History of Ideas and Achievements", Cambridge University Press

Maarten Goos and Alan Manning (2007) "Lousy and Lovely Jobs:

The Rising Polarization of Work in Britain," Review of Economics and Statistics 89, no. 1 .

McKinsey Global Institute (2017) " A Future that works: Automation, Employment and Productivity"

Nick Bosrom(2014), "Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies", Oxford University Press

Preparing for the Future of Artificial Intelligence, Executive office of the president, October 2016

Rechard, Dawkins (1976) "The Selfish Gene", Oxford University Press

Science and Technology Highlights in the First Year of the Trump Administration, Executive office of the president, 2018

Stuart Russell and Peter Norvig, Artificial Intelligence: A Modern Approach (3rd Edition) (Essex, England: Pearson, 2009)

The National artificial intelligence research and development strategic plan, Executive office of the president, October 2016

The third Industrial revolution, Economist, April 21, 2012

AI 동향 프로젝트 자료집, 인공지능 국가전략프로젝트 사업단, (2017.10.27)

제4차 산업혁명에 대응한 지능정보사회 중장기 종합대책, 미래창조과학부(2016.12.27)

4차 산업혁명 해외정책자료집, 제4차산업혁명위원회

4차산업 혁명위원회 스마트시티 특별위원회 본격 가동, 4차산업 혁명위원회 보도자료(2017.11.16)

제4차산업혁명위원회 홈페이지, https://www.4th-ir.go.kr/#this

엑소브레인 홈페이지, http://exobrain.kr/business/index.do

환자 맞춤형 의료서비스를 위한 정밀의료 프로젝트 착수, 미래창조과학부 보도자료(2017.6.28.)

World Economic Forum 홈페이지, https://www.weforum.org/agenda/archive/fourth-industrial-revolution

독일 인더스트리 4.0 플랫폼 홈페이지, http://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/EN/ThePlatform/PlattformIndustrie40/plattform-industrie-40.html