

월간 **SW** 중심사회

MONTHLY SOFTWARE ORIENTED SOCIETY

통권 제69호

03

2020

No.69 Mar, 2020

국가 소프트웨어 정책 Think Tank

AI BRIEF

인공지능 최신 동향과 시사점
Recent Trends of AI and Their Implications

TREND

미래 스마트 모빌리티 동향
Future Smart Mobility Trends

XR, 확대되어 가는 경험의 영역
XR. Expanding the Scope of Experience

급변하는 국내 OTT 시장 동향
Rapidly Changing OTT Market Trends

COLUMN

포스트 코로나, 콘택트 위한 언택트
Post Corona Virus, Untact for Contact

다른 모든 조건이 동일하다면
Ceteris Paribus

FOCUS

SW를 활용한 사회문제 해결을 위해 우리가 가야 할 길
Things to Do to Solve the Social Problem Using SW Technologies

선의를 위한 기술은 가능한가 - 바이러스와 인공지능의 변증법 -
Is Tech for Good Will possible? - Dialectic of Virus and AI -

신종 코로나 이후의 디지털 전환
Digital Transformation after the Novel Coronavirus

현재의 선택과 선의의 기술로서 AI
Current Choice and AI as Good Faith

ISSUE

알파스타(AlphaStar)의 AI 알고리즘
AI Algorithm of AlphaStar



경쟁적 가치를 넘어 사회적 가치를 향유

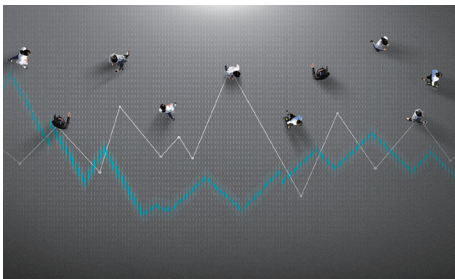


4차 산업혁명이라는 키워드로 전 세계를 떠들썩하게 만들었던 다보스 포럼은 2020년을 여는 화두로 '결속력 있고 지속 가능한 세계를 위한 이해관계자들(Stakeholder for a Cohesive and Sustainable World)'을 제시했다. 그리고 기술 발달로 인류에 미치는 부정적인 영향을 최소화 하고 긍정적 영향을 극대화 할 수 있는 '선의를 위한 기술(Tech for Good)'에 대해 논의했다.

신기술의 영향력은 종종 경제적 효과로 강조되었다. AI를 비롯해 5G, IoT 등 신기술 개발과 도입의 이유로 종종 생산액과 부가가치, 수출액 증가와, 일자리 창출이 빠지지 않고 등장했다. 그렇지만 기술은 가치중립적이다. 전쟁에 사용되어 인류를 학살해온 다이내마이트는 애초에 건설 현장에 안전한 산업용 폭약을 제공하기 위해서 만들어졌던 것처럼 기술은 우리가 어떻게 활용하는가에 따라 그 가치가 달라지는 것이다.

일상을 빼앗아간 코로나19는 우리 사회에서 선의를 위한 기술이 무엇인지 다시 한 번 생각하는 계기가 되었다. 정부의 의료 정보화 시스템과 네이버의 클라우드 기술이 활용된 마스크 맵은 전 국민이 약국 앞에서 마스크를 기다리는 시간을 줄여줬고, AI가 능동 감시자에게 전화를 걸어 증상을 확인해 부족한 대응인력을 대신하고 있다. 전국의 모든 대학이 원격강의를 진행해 교육 공백을 최소화하고 있으며, 그간 논란이 되어왔던 원격의료는 병원에 가지 못하는 환자를 치료하는 데 활용되고 있다. 무엇보다도 백신과 치료제 개발에 AI와 빅데이터가 그 속도를 높이고 있다.

우리 사회에서 선의를 위한 기술은 무엇인가? SW중심사회 3월호에서는 이런 고민을 담았다. 다행인 점은 우리 사회가 이미 이러한 논의를 많이 해왔다는 점이다. AI의 의사결정 편향성의 부작용에 대해서도 논의했고, 개인정보를 어떻게 보호해야 하며, 이를 운용하는 가버넌스는 어떻게 하는지 등 여러 논의가 있어 왔다. AI와 SW가 어떻게 하면 선의의 사회적 가치를 만들어 낼 수 있는지, 코로나19로 인해 달라지는 미래사회에서 SW와 AI기술에 대한 전망을 살펴본다.



CONTENTS

04

TREND

동향

미래 스마트 모빌리티 동향
Future Smart Mobility Trends

XR, 확대되어 가는 경험의 영역
XR. Expanding the Scope of Experience

급변하는 국내 OTT 시장 동향
Rapidly Changing OTT Market Trends

24

COLUMN

칼럼

포스트 코로나, 콘택트(Contact) 위한 언택트(Untact)
Post Corona Virus, Untact for Contact

다른 모든 조건이 동일하다면
Ceteris Paribus

29

AI BRIEF

AI 브리프

인공지능 최신 동향과 시사점
Recent Trends of AI and Their Implications

38

PHOTO ESSAY

포토 에세이

사진산책 중간(中間)
Your Moment with Photos : The Stopover

40

FOCUS

포커스

선의를 위한 기술
Tech for Good

64

ISSUE

이슈

알파스타(AlphaStar)의 AI 알고리즘
AI Algorithm of AlphaStar

84

STATISTICS

통계

SW 산업 통계
Software Industry Statistics



미래 스마트 모빌리티 동향

Future Smart Mobility Trends

송지환 Song, Jihwan | 선임연구원 Senior Researcher, SPRI | jihwan.song@spri.kr

기존 모빌리티 기업들은 새로운 영역으로 사업을 확장하고 가전, 통신, 인터넷 기업들은 각자의 장점을 살려 스마트 모빌리티의 가치를 극대화하고 있다. 스마트 모빌리티 분야의 발전을 저해하는 제도에 대해서는 개선이 필요하며 기존 이해관계자들 간의 갈등을 최소화할 수 있는 정책적 지원이 필요하다.

Existing mobility companies are expanding their business into new areas, and consumer electronics, telecommunications and Internet companies are maximizing the value of smart mobility by taking advantage of their strengths. It is necessary to improve the systems not to hinder the development of smart mobility and to provide policy support for minimizing conflicts among existing stakeholders.

얼마 전 개최된 CES 2020은 미래 스마트 모빌리티의 발전 방향을 어느 정도 가늠케 해준 전시회였다. 기존 모빌리티 회사들은 사업 영역 확장을 통해 레드오션이 되어 버린 시장을 바꾸려 노력하였으며, 가전이나 인터넷 기업은 각자의 장점을 최대한 살려 모빌리티 시장에 발을 들여놓으려 하는 모습을 볼 수 있었다. 이글에서는 지난 1월 CES에 공개된 내용을 바탕으로 스마트 모빌리티의 발전 동향을 정리하였다.

기존 모빌리티 기업의 변신 시도

현대자동차는 기존 사업 영역을 확장한 새로운 모빌리티의 미래를 제시하였다. 먼저 UAM(Urban Air Mobility) 개념의 개인용 비행 이동체를 소개했다. PAV(Personal Air Vehicle)라 불리는 UAM은 4개의 로터로 구성되어 수직 이착륙이 가능하여 도심 운행이 용이하다. 이러한 비행이동체가 쉽게 뜨고 내릴 수 있도록 모빌리티 환승 거점도 제안하였다. 환승 거점과 도심 목적지 간 이동을 쉽게 하기 위해 무인 버스 형태인 PBV(Purpose Built Vehicle)도 선보였다. 이로써 현대자동차는 지상 이동체 사업에서 '지상 위' 토털 솔루션 사업으로 영역 확장 의지를 야심 차게 보여주었다.

[그림 1] 현대자동차의 미래 스마트 모빌리티 솔루션 개념도



※ 자료 : 현대자동차그룹 홈페이지

벤츠는 영화 아바타 제작진과 협업을 통해 '비전 AVTR'을 탄생시켰다. 단지 운송 수단이었던 자동차에 영화적인 감성을 덧붙였다. 영화 '아바타'에서처럼 사람과 자연, 그리고 기술을 하나의 생명체로 연결하려는 시도를 보여줬다. 차량 내부는 복잡한 대시보드 대신 손바닥을 맞대면(마치 인간과 차가 연결되는 모습), 차가 스스로 사람의 심박을 확인하고 출발한다. 또한 배터리 제작 시 유기셀 화학 기술을 적용하여 재활용이 가능한 자연 친화적인 소재를 사용하였다. 아직은 콘셉트이지만 미래 스마트 모빌리티에 대한 벤츠의 '비전'을 엿볼 수 있다.

[그림 2] 벤츠의 비전 AVTR 컨셉카



※ 자료 : Mercedes-Benz 홈페이지

아우디는 'AI:ME 쇼카'를 공개하면서 운전자 및 탑승자의 습관을 학습하는 지능형 기능을 제시하였다. 차량은 탑승자가 선호하는 개인 설정(실내 온도, 시트 위치, 멀티미디어 재생 등)을 기억하고 학습하여 탑승자에게 맞춤형 서비스를 제공한다. 더불어 탑승자에게 휴식을 제공하기 위한 가상현실 기능을 선보여 자동차가 집 이외 제2의 휴식처라는 컨셉을 제시했다. 차량의 VR 고글을 착용하면 차의 움직임과 동기화된 가상 비행 체험을 할 수 있어 차량의 흔들림을 자연스럽게 휴식에 활용하는 아이디어가 돋보인다. 자율주행차 시대를 맞이하여 차량을 휴식 공간으로 활용하려는 사례라 볼 수 있다.

[그림 3] 아우디의 AI:ME 쇼카



도요타는 스마트 모빌리티를 다각도에서 검증하기 위한 ‘우븐 시티(Woven City)’ 계획을 소개했다. 우븐 시티는 자율주행차, 수소연료전지 등 미래 스마트 모빌리티가 도시에 미치는 영향을 예측하고 확인하기 위한 실험장이다. 우븐 시티는 2021년에 일본 시즈오카현(옛 도요타 공장 부지)에 70만㎡ 규모로 조성되고 도요타 임직원과 가족 등 2,000여 명이 실제로 거주할 예정이다. 이는 스마트 모빌리티가 실현되기 위한 도시의 조건 등을 미리 확인하는 스마트 모빌리티 신기술의 실증 계획이라 볼 수 있다.

가전기업, 스마트 모빌리티 시장 진출

소니는 ‘비전-S’라는 완성차 모습을 가진 전기 콘셉트카를 공개했다. 소니의 이미징 및 센싱 기술의 강점을 살려 비전-S에 총 33개의 센서를 탑재하였다. 이러한 센서 덕분에 예기치 못한 주행 상황을 좀 더 잘 대처할 수 있다. 또한, 기존 엔터테인먼트 사업의 강점을 활용하여 탑승자의 편의성을 높였다. 3차원 거리 측정 기술인 ToF(Time-of-Flight) 센싱 솔루션으로 차량 내부 사람과 사물을 감지·인식하고, 이를 토대로 제스처 컨트롤과 같은 직관적 인터페이스를 지원하는 인포테인먼트 시스템을 구현한다. 또한, 파노라마식 스크린과 360도 스피커를 통해 주행정보는 물론 다양한 엔터테인먼트 콘텐츠를 즐길 수 있게 하였다. 소니는 기존 사업을 통해 얻은 노하우를 최대한 활용하여 안전하면서도 즐길 수 있는 자동차를 제시하였다.

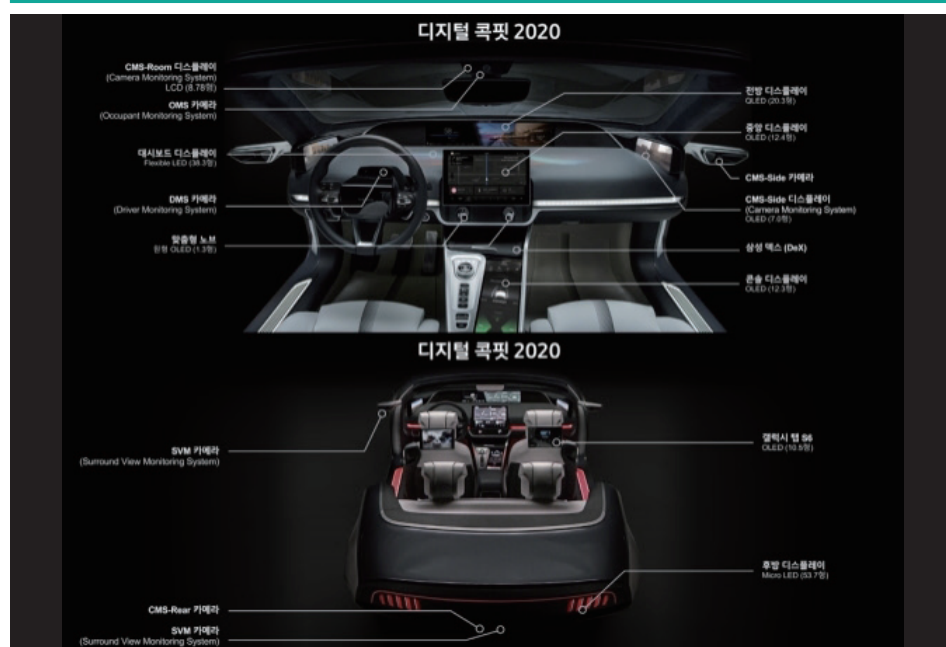
[그림 4] 소니의 비전-S 컨셉카



※ 자료 : 소니 홈페이지

삼성전자는 디지털화된 자동차 조종석인 '디지털 콕핏 2020'을 공개했다. 디지털 콕핏 2020은 삼성의 자동차용 프로세서인 '엑시노스 오토 V9' 칩셋을 탑재했다. 새로운 차량용 프로세서는 차량의 8개 카메라와 8개 디스플레이를 효율적으로 구동시켜 안전 운행과 다양한 인포테인먼트 서비스를 제공한다. 마이크로 LED를 적용한 후방 화면은 브레이크등 역할뿐 아니라 운전자의 상황을 알리는 용도로 사용할 수 있다. 삼성전자는 5G 기반의 'TCU(차량용 통신 장비)'를 전시해 탑승자가 주행 중에도 초고속 통신을 사용할 수 있다. 삼성은 비메모리칩셋 및 다양한 디스플레이 기술과 5G를 접목하여 미래 자동차의 기술 방향을 제시하였다.

■ [그림 5] 삼성의 디지털 콕핏 2020



※ 자료 : 삼성전자 홈페이지

LG전자는 애디언트사와 협력하여 커넥티드카를 선보였다. 차량은 마치 집 안의 휴식 공간과 같은 느낌을 제공한다. 4인이 서로 마주 앉아 회의를 할 수 있고 차량 시트 뒤로 커다란 화면을 설치하여 영화 감상, 화상 회의 등을 할 수 있다. 집에서 시청하던 TV를 연결하여 시청하거나 회사 업무를 끊김 없이 수행할 수 있는 환경을 제공한다. 세계적인 가전기업답게 의류관리기를 설치하여 구김 없이 옷을 보관할 수 있고 냉장고에서 시원한 음료수를 꺼내 마실 수 있다. LG전자의 베헤얼 퍼스널 어시스턴트(VPA, Virtual Personal Assistant) 기술은 탑승자 4인의 명령을 각각 수행하고 개인화된 서비스를 제공한다.

[그림 6] LG전자의 커넥티드카



인터넷 및 통신 기업의 스마트 모빌리티 시장 가세

아마존은 음성인식 서비스인 알렉사 플랫폼을 차량으로 확대한 다양한 모빌리티 솔루션을 공개하였다. 아마존은 자동차의 인포테인먼트 시스템에 알렉사를 통합하거나 주변장치를 통해 활용하는 솔루션을 선보였다. 알렉사는 아우디, 포드, 렉서스 등에서 생산하는 일부 모델에 이미 탑재되어 판매되고 있으며, 차후 더 많은 자동차 업체와 제휴할 예정이다. 아마존은 스마트홈에서 사용하던 알렉사를 자동차 영역으로까지 확대하여 스마트 모빌리티 영역으로 플랫폼을 확장하겠다는 의지를 보여주었다.

퀄컴은 자율주행차에서 사용하는 ‘스냅드래곤 라이드 플랫폼’을 공개했다. 해당 플랫폼은 일반적인 작업을 수행하는 멀티코어 프로세서와 카메라를 통해 들어오는 정보에서 사물을 인식하는 AI 기반 컴퓨터비전 엔진으로 구성된다. 자율주행차가 필요한 기능을 갖춘 칩셋 기반의 자율주행차 플랫폼이라 생각하면 된다. 또한, 모바일 칩셋의 강자답게 저전력으로 이러한 처리를 할 수 있어 별도의 냉각 장치 없이 칩에서 발생하는 열을 식힐 수 있다. 더불어 ‘카 투 클라우드(Car-to-Cloud)’ 플랫폼도 같이 선보였는데, 이를 통해 차량 내 엔터테인먼트 기능의 업데이트뿐만 아니라 자율주행 기능 업데이트까지 무선통신(OTA, Over-The-Air)으로 가능케 했다. 퀄컴은 기존 모바일 칩셋 제조회사에서 SW기업으로 체질 변화하기 위해 스마트 모빌리티 분야를 잘 이용하고 있다.

👁 시사점

도시가 급격히 성장함에 따라 발생하는 교통 문제를 해결하기 위해 자율주행차, 승차 공유와 같은 스마트 모빌리티 분야가 빠르게 발전하고 있다. 지금까지 이러한 스마트 모빌리티 분야는 기존 모빌리티 업계가 주도했다면, 이번 CES 전시회를 통해 알 수 있듯이 가전, 인터넷, 통신 기업들이 각자의 장점을 최대한 살려 시장에 뛰어 들고 있음을 알 수 있다. 스마트 모빌리티 분야가 첨단 기술을 융합하여 선보이는 장이 되었다.

기존 자동차 업계는 지상뿐만 아니라 하늘까지 모빌리티의 영역을 확대하였으며 이러한 모빌리티가 실현될 수 있도록 스마트 도시 환경을 제시하였다. 즉, 이미 포화된 시장을 새롭게 변화시켜 더 큰 시장을 만들기 위한 노력이 보인다. 가전, 인터넷, 통신 업계는 전기·전자·통신 기술을 십분 활용하여 모빌리티의 전장 분야에서 특히 강점을 보였다. 이동체를 통해 공유와 소통, 연결을 위한 서비스를 제공하기 위해 기존 홈·오피스 플랫폼을 모빌리티 플랫폼으로 확장했다. 이는 이동 중에도 끊임 없는 서비스를 제공하여 삶을 더 풍요롭고 편하게 만들 것이다.

실제 스마트 모빌리티의 확산을 위해서는 스마트 모빌리티 기술 발전과 함께 정책 및 제도가 빠르게 뒷받침되어야 한다. 자율주행차나 승차공유 서비스가 현재의 정책이나 제도와 충돌하여 서비스 발전을 저해할 수 있다. 또한, 이해 관계자와의 갈등도 무시할 수 없는 부분이다. 따라서, 이러한 문제를 해결할 방안이 함께 마련되어야 한다.





XR, 확대되어 가는 경험의 영역

XR. Expanding the Scope of Experience

김항규 Kim, Hangkyu | 선임연구원 Senior Researcher at SPRI | hkkim@spri.kr

포켓몬고 열풍과 함께 찾아온 XR(eXtended Reality, VR+AR) 붐은 모바일 기반, PC 기반, 독립형 등 다양한 섹터의 VR 기기 성능 향상과 5G 상용화가 견인차 역할을 하며 그 시장 규모를 성장시키고 있다. 그러나 삼성전자가 신규 스마트폰에서 기어 VR 미지원을 발표하고 유니콘 기업으로 높게 평가받던 매직리프의 출시 제품에 대한 회의적 의견과 XR 시장의 성장에 대한 우려가 함께 나타나고 있다. 이를 극복하기 위해 실감기술을 기반으로 한 기업들은 XR 경험의 영역을 확장함으로써 향상된 몰입감을 제공하고자 노력을 기울이고 있다. 이러한 움직임은 CES 2020 전시에서도 드러났다. 엔리얼(Nreal), 퍼시픽 퓨처스(Pacific Future) 등은 경량화와 단가절감을 통해 AR 글래스의 현실화를 이끌었고, 테슬라수트(TESLASUIT), 사이버슈즈(CyberShoes) 등은 다양한 컨트롤러로 XR 경험을 확대하고, 삼성, TEGway 등은 시각화 그 이상의 경험을 제공해 몰입감을 한층 향상시켰다.

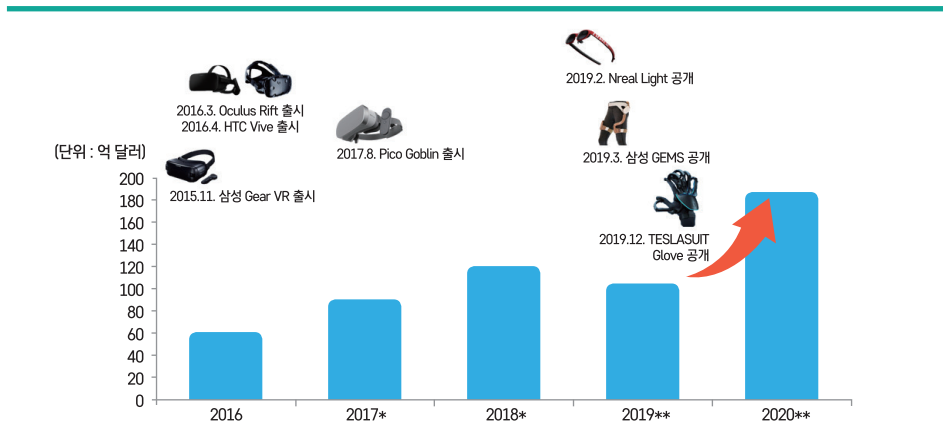
The XR (eXtended Reality, VR + AR) boom, which came with the Pokemon Go craze, is growing its market size, driven by the 5G commercialization and enhanced performance of VR devices in various sectors, whether they are mobile-based, PC-based or standalone. However, there are concerns about the growth prospect of the XR market as Samsung Electronics is announcing no support for Gear VR on its new smartphones and skepticism about the product launched by Magic Leaf, which has been highly regarded as a unicorn company, is being expressed. In order to overcome this, immersive technology companies are trying to provide a more immersive experience for users by expanding the scope of the XR experience. This movement was also reflected in the CES 2020 exhibitions. Nreal, Pacific Future, etc., led the realization of AR glasses through light weight and cost reduction, while TESLASUIT, CyberShoes, and others expanded the XR experience with various controllers, and Samsung and TEGway provided more immersive experience beyond the visualization.

XR, 몰입 경험 확대를 통해 활로 구축

포켓몬고 열풍과 함께 시작된 XR(eXtended Reality)¹ 붐은 다양한 섹터의 VR(Virtual Reality) 기기 등장과 성능 고도화, 그리고 5G 상용화를 통해 그 시장 규모를 성장시키고 있다. 삼성 기어 VR을 비롯한 모바일 기반 VR 기기와 VR 기기 선두 기업인 HTC, 오кул러스에서 출시한 PC 기반 VR 기기가 2015~2016년의 시장을 이끌었고, 독립형 VR 기기가 등장하면서 시장이 점차 확대되었다. 시야각, 해상도 및 주사율 향상뿐만 아니라 시선 추적 등 신기술이 추가되고 기기 사양이 고도화되면서 시장 규모의 확대는 한층 더 가속화되었다.

XR 시장 성장에 대한 기대감과 다르게 한편으로는 시장 위축에 대한 우려도 나타나기 시작했다. 삼성전자는 2019년 8월에 출시한 신규 스마트폰 갤럭시 노트 10에서 기어 VR 미지원을 공식 확인하였고², 오кул러스는 신규 SDK에서의 기어 VR 앱 개발 지원을 중단한다고 발표하였으며³, 구글은 데이드림 VR 플랫폼 개발 중지를 선언하였다.⁴ 실감기술을 기반으로 한 기업(이하, '실감기업') 대상 전문 투자회사 글림스(Glimpse) 그룹의 CEO는 AR 기기 업체 중 유니콘 기업으로 손꼽히는 매직리프가 출시한 제품에 대해 회의감을 표하기도 하였다.⁵ 시장 위축에 대한 우려는 수치로도 관측되었다. 시장통계 전문회사 스태티스타(Statista)의 보고서에 따르면 2018년까지 상승하던 VR/AR 시장 규모가 2019년에 다소 주춤하는 것으로 나타났다.

■ [그림 1] VR/AR 글로벌 시장 규모와 주요 제품 출시 및 공개 시점



※ 자료 : Statista(2019)에서 시장 규모 수치, 제품 공식 홈페이지에서 이미지 및 출시/공개일 참고, SPRI 구성

※ 주석 : * 추정치, ** 예측치, 예측치의 본 출처 IDC(2019)

¹ 확장현실 = 가상현실(Virtual Reality, VR) + 증강현실(Augmented Reality, AR)

² The Verge(2019.8.7.), "Samsung confirms Galaxy Note 10 won't work with its Gear VR headset"

³ Oculus Developer Blog(2019.11.7.), "Gear VR Update: Gear VR App Development no Longer Supported From Oculus SDK Suite 1.42 and Future Versions"

⁴ Variety(2019.10.15.), "Google Ships Pixel 4 Without Daydream VR Support, Stops Selling Daydream Viewer"

⁵ WCCF Tech(2019.10.3.), "Interview: Magic Leap was a Flop, But More AR/VR Unicorns Are Coming"

XR 시장의 둔화를 극복하기 위해 실감기업들은 AR 기기 성능 강화, 다양한 컨트롤러 지원, 시각화 이상의 햅틱 기능 추가 등을 통해 기존보다 확대된 몰입 경험을 제공하고자 노력을 기울이고 있으며, IDC의 분석⁶에서도 2019년의 둔화를 극복하고 2020년에는 글로벌 시장 규모가 크게 성장할 것으로 관측하고 있다. 시장 성장세의 둔화를 극복하기 위한 움직임은 세계 최대 가전 전시회인 CES 2020에서도 분명히 드러나고 있었다. 본고에서는 전시된 XR 제품의 동향 분석을 통해 국내의 실감기업 육성 방안을 살펴보고자 하겠다.

AR 글래스의 현실화

홀로렌즈, 매직리프 원 등 대표적인 기기 중심으로 기업/산업 솔루션 시장을 공략하던 AR 기기 시장이 경량화와 단가절감, 시야각 향상을 통해 소비자 시장으로의 영역 확대를 시작하고 있다. CES 2020에서는 엔리얼(Nreal), 퍼시픽퓨처스(Pacific Futures), 지머스(Ximmerse) 등 다수의 실감기업이 개선된 AR 기기로서 체험 부스를 운영하고 있었다.

엔리얼은 2017년 중국에 설립된 스타트업으로, 소비자형 AR 기기 개발을 목표로 하고 있다. 바이두의 온라인 스트리밍 비디오 서비스인 아이치이(iQiyi)와 샤오미 창립자 레이준이 운영하는 쉐윈이 캐피탈(Shunwei Capital)을 비롯한 다수의 벤처캐피탈로부터 투자를 유치하며 주목을 받고 있다.⁷ 2019년에 엔리얼은 일반 선글라스와 유사한 디자인의 AR 기기인 엔리얼라이트(Nreal Light)를 공개하였다.⁸ 엔리얼라이트는 88그램으로 경량화되고 시야각 52도와 6DoF 추적기능 기반의 SLAM(Simultaneous Localization and Mapping) 기능을 제공하는 글래스 부분만을 소비자 도구(Consumer Kit)로 만들어 499달러에 판매할 예정이다. 소비자 도구는 기기 경량화를 위해 연산 기능을 글래스에서 분리해낸 것이며, USB-C로 연결된 스마트폰을 통해 앱을 동작시키거나 제어할 수 있다. 글래스 부분과 연동이 가능한 별도의 컨트롤러와 컴퓨팅 유닛도 함께 개발되었으며 이는 개발자 도구(Developer Kit)로 제공된다. CES 2020에서는 앱을 실제 공간에 배치할 수 있게 하는 네블라(Nebula)와 시선추적 기술을 공개하였다. 이를 통해 사용자는 위치에 따라 자주 이용하는 안드로이드 앱을 자신의 공간에 배치할 수 있으며, 시선추적을 응시(Gaze)와 같은 다양한 컨트롤러 제공에 활용할 수 있다. 엔리얼은 5G 네트워크 연동 서비스 개발을 위해 차이나 모바일, 차이나 텔레콤, 차이나 유니콤 등 중국 통신사뿐만 아니라, 소프트뱅크, 스위스콤 등 해외 통신사, 그리고 국내의 LG U+와 파트너십을 체결하고 있다.^{9, 10}

⁶ IDC (2019.11.27.), "Worldwide Spending on Augmented and Virtual Reality Expected to Reach \$18.8 Billion in 2020, According to IDC"

⁷ Venture Beat(2019.2.22.), "Nreal raises \$16 million for lightweight mixed reality glasses"

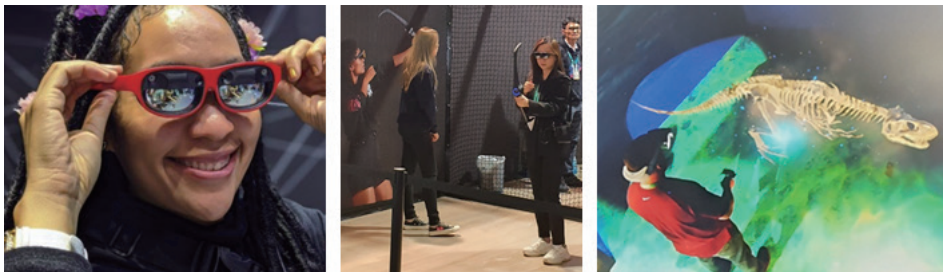
⁸ PR Newswire(2019.1.7.), "nreal Announces nreal light, Ready-to-Wear Mixed Reality Smart Glasses"

⁹ TechRadar(2019.5.31.), "nreal unveils consumer and developer versions of its AR smartglasses"

¹⁰ INVESTOR(2019.11.21.), "LG Uplus partners with Nreal to launch AR glasses"

퍼시픽퓨처스는 엔리얼라이트와 유사한 글래스형 AR 기기 앰글래스(Am Glass)를 선보임으로써 엔리얼의 대항마로 크게 주목을 받았다.¹¹ 앰글래스는 넓은 호환성을 위해 유니티(Unity), 뷰포리아(Vuforia)를 지원할 뿐만 아니라 독립적인 생태계 구축을 위한 자체 개발도구인 앰리얼(AMREAL) SDK¹²도 제공하고 있다. 전시 부스에서는 활 형태의 컨트롤러로 즐길 수 있는 게임을 통해 XR 체험을 제공하였다. 경량화보다는 시야각 향상에 중점을 두고 기기를 개발한 업체도 있었다. 지머스는 590그램으로 기존의 홀로렌즈나 매직리프 원에 비해 무게 측면에서는 큰 차이가 없지만 수직 시야각이 57도까지 향상된 라이노엑스(Rhino X)를 전시하였다. 전시관에서는 지머스의 대표 콘텐츠인 가상 박물관, 홀로뮤지엄(HoloMuseum)을 통해 공간적 제약을 벗어난 박물관 체험을 제공하였다.

■ [그림 2] AR 기기 시연 모습



※ 자료 : (좌) BBC(2020.1.10.), "CES 2020: Nreal's mixed reality glasses win over sceptics", (중)(우) SPRI 제공
 ※ 주석 : (좌) Nreal Light 착용 시연, (중) Am Glass 착용 후 활 게임 시연, (우) Rhino X 착용 후 홀로뮤지엄 시연

👁 컨트롤러 다각화로 경험 확대

XR 기기 업체들은 키보드, 마우스나 화면 터치와 같은 기존의 입력기기 방식을 벗어나 제스처나 음성, 손 착용 스틱형 컨트롤러 등으로 제어 방식을 확장해 나갔다. 하지만 제스처는 시야에서 벗어날 경우 추적이 어렵고, 음성과 손 착용 컨트롤러는 섬세한 제어에 한계가 있다. 이러한 한계를 극복하고 보다 높은 몰입 경험을 제공하기 위해 관련 기업들은 다양한 제어 기기를 개발하고 적극적으로 출시하고 있다. 전시관에서는 테슬라수트(TESLASUIT), 사이버슈즈(Cybershoes), 쿨소(Coolso) 등이 새로운 방식의 컨트롤러를 선보이면서 경험의 영역을 확대해가고 있었다.

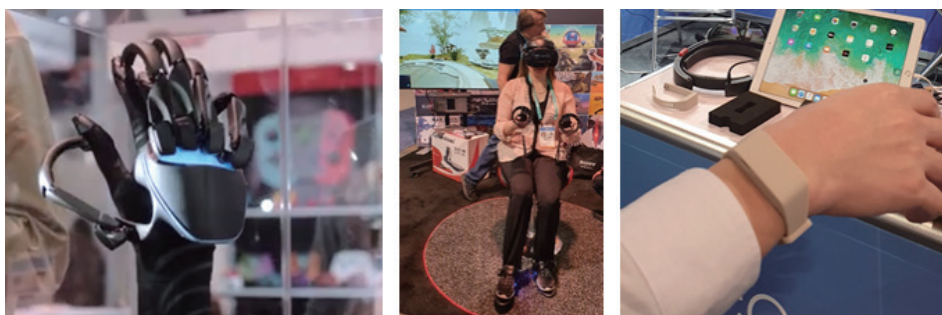
¹¹ Next Reality(2020.1.11.), "Hong Kong Startup's Am Glass Wearable Offers Powerful Augmented Reality Smartglasses Alternative to Nreal Light"

¹² <http://sdk.pacific-future.com>

테슬라수트는 2016년 영국에 설립된 XR 기기 개발 전문회사이다. 이 회사가 개발한 햅틱 기반 전신수트는 자켓과 바지를 통해 사용자의 움직임을 추적하고 심박수 등 생체 데이터를 측정함으로써 착용자가 자신의 건강 상태를 모니터링할 수 있게 한다. 이후 테슬라수트는 전신에서 손으로 추적의 영역을 확대해 나갔다. 2019년에 공개된 장갑 형태의 햅틱기기, 테슬라수트 글로브는 손 동작 추적, 생체 데이터 측정, 햅틱 피드백뿐만 아니라 힘 피드백(Force Feedback)을 제공함으로써 사용자에게 가상 물체에 대한 그림감까지 전달한다. 이러한 장갑 형태의 컨트롤러는 카메라를 통한 제스처 감지 방식과 달리 시야를 벗어나더라도 손 동작을 추적할 수 있고, 손가락 각각의 움직임을 추적함으로써 손에 쥐는 스틱 형태의 컨트롤러보다 섬세한 제어가 가능하다. 테슬라수트의 CEO는 테슬라수트 글로브를 통해 XR 훈련 역량이 한층 향상되었고 사용자에게 더 큰 몰입감을 제공할 것이라고 설명하였다.¹³

사이버슈즈는 손 중심의 제어 영역을 발까지 확장시키고자 신발 형태의 컨트롤러를 개발하였다. 착용자가 의자에 앉아 발을 번갈아가며 걷는 모션을 취하면 가상공간에서 실제로 앞으로 이동하고 발의 속도에 따라 가상공간에서의 이동 속도도 달라진다. 이 기기는 바닥면의 바퀴를 굴리는 방식으로 움직이며 착용자에게 새로운 개념의 경험을 제공한다고 평가받고 있다.¹⁴ 쿨소는 카메라를 통한 제스처 감지 방식이 손의 움직임을 시야 안으로 제한하는 단점을 보완한 손목밴드형 제스처 감지 기기를 개발하였다. 근전도검사(EMG) 기반으로 손목 근육의 움직임을 감지하여 제스처를 인식하기 때문에 손이 시야를 벗어나더라도 감지가 가능하고 밴드 형태로 착용도 간편하다.

[그림 3] XR 컨트롤러 전시 및 시연 모습



※ 자료 : (좌) Youtube(2020.1.9.), "World premiere at CES - VR-powered TESLASUIT GLOVE", (중)(우) SPRI 제공
 ※ 주석 : (좌) TESLASUIT GLOVE 전시, (중) Cybershoes 게임 시연, (우) CoolSo 제스처 감지 시연

¹³ TESLASUIT Blog(2019.12.27.), "TESLASUIT Introduces its Brand-New VR-Gloves"

¹⁴ PRNewswire(2019.2.6.), "Take a Step into Virtual Reality: Cybershoes GmbH Sponsors Cybershoes, a VR Accessory that Literally Lets You Walk Through Your Favorite VR Games"

👁 시각화 그 이상의 경험으로 진입

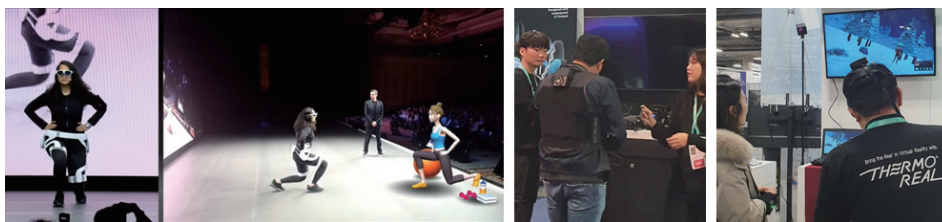
XR 기술과 시장은 시각화를 중심으로 성장하였다. 360도 영상이 사용자에게 현장감을 부여하였고 기기 성능의 발전은 사용자에게 더 높은 해상도와 선명한 화질을 통해 향상된 몰입 체험을 제공하였다. 오쿨러스는 초기에 1080x1200 해상도로 출시했던 리프트(Rift)를 개선시켜 1280x1440 해상도의 리프트 S를 시장에 선보였고, HTC는 1080x1200에서 1440x1600을 거쳐 1440x1700까지 기기의 해상도를 발전시켰다. 다른 한편에서는 시각화를 벗어나 운동 자세, 청각, 진동, 온도 등 사용자에게 새로운 경험을 제공함으로써 깊은 몰입감을 제공하고자 하는 움직임이 있었고, 전시 제품들을 통해서도 그러한 움직임을 살펴볼 수 있었다. 대표적으로 삼성전자, 플렉사운드(Flexound), 비햅틱스(bHaptics), 테그웨이(TEGway) 등이 관련 제품을 선보였다.

삼성전자는 하반신의 움직임을 보조할 수 있는 웨어러블 보조 로봇 GEMS(Gait Enhancing & Motivating System)를 공개하였다. GEMS는 골반의 움직임과 각도를 측정함으로써 착용자의 걸음걸이를 파악하고 이에 맞추어 필요한 힘을 전달함으로써 걷는 속도를 20% 가속, 균형을 19% 향상, 걷기 위해 사용하는 힘을 23% 감소시켜준다.¹⁵ 삼성은 CES 2020에서 GEMS를 통해 원격에 있는 트레이너가 운동을 코치하고 자세를 교정하는 영상을 시연하였다. 운동자는 AR 글래스와 GEMS를 착용하고 원격에 있는 트레이너와 같은 공간에 있는 체험을 하게 된다. 트레이닝을 받는 사용자는 AR 기기를 통해 시각적인 코치뿐만 아니라 GEMS를 통한 교정을 받을 수 있기에 시공간의 제약 없이 운동을 할 수 있다.

플렉사운드는 청각과 진동을 함께 제공하는 시스템, 플렉사운드 증강오디오(FLEXOUND Augmented Audio™)를 개발하였다. 극장이나 자동차 좌석의 머리받침대에 장착하여 사용자의 위치에 상관없이 동일한 사운드와 햅틱 경험을 제공한다. 블루투스 연결을 통해 동작하는 쿠션형 제품으로 사용자는 개인화된 청각 경험을 할 수 있다. 비햅틱스는 전신에 걸쳐 진동 기반의 경험을 제공하는 텍트수트(TACTSUIT)를 개발하였다. 텍트수트는 머리, 몸, 팔, 손, 발에 기기를 제공하여 사용자가 온몸으로 가상현실을 경험할 수 있게 한다. 테그웨이는 온도 기반의 경험을 제공하는 기기인 F-TED(Flexible Thermoelectric Device)를 개발하였고 써모리얼(ThermoReal) 솔루션을 통해 서비스를 제공하고 있다. F-TED는 헤드셋이나 손목밴드에 내장되어 동작되며 사용자에게 온각, 냉각, 통각을 경험하게 한다.

¹⁵ Tech Crunch(2020.1.7.), "Samsung's GEMS exoskeleton is now an 'immersive workout experience'"

[그림 4] 자세 교정, 진동, 온도 기반 XR 기기 시연 모습



※ 주석 : (좌) 삼성 GEMS 시연 영상, (중) bHaptics 시연, (우) ThermoReal을 통한 고온, 저온 체험

시사점

5G 상용화와 함께 VR/AR을 포괄하는 XR 시장의 성장에 대해 기대와 우려가 함께 나타나고 있다. XR 시장의 성장에 대한 우려를 극복하기 위해 다수의 실감기업들은 AR 기기의 현실화, 컨트롤러의 다각화, 시각 이상의 경험 제공을 통해 XR 경험의 영역 확대에 힘쓰고 있다. 국내에도 AR 광학기술, 시선 추적기술, 로봇 및 센싱 기술 등을 포함한 우수 기술력을 보유한 기업들이 존재하고, CES와 같은 대표 전시회 참여를 통해 해외에도 이름을 널리 알렸다. 국가는 이들 우수 제품을 대량으로 생산할 수 있는 환경을 서둘러 조성해야 한다. 해외로부터 단기간에 대량 생산을 요구하는 주문을 받고 있지만, 국내의 스타트업이나 중소기업은 이에 부응하기 어려운 실정이다. XR 경험 영역이 확대됨에 따라 기술 영역도 다양화되고 있다. 여러 기술군이 상호 협업을 할 수 있는 제반 여건도 시급히 조성되어야 할 것이다. 각 분야의 우수 국내 기술이 긴밀히 협력한다면 언어와 지역적 강점에 힘입은 시너지 효과도 빠르고 크게 나타날 것이다. 이를 통해 국내의 XR 시장이 침체에 대한 우려를 불식시키고 나아가 글로벌시장을 주도해나갈 수 있기를 기대한다.



급변하는 국내 OTT 시장 동향

Rapidly Changing OTT Market Trends

전이슬 JEON, Yiseul | 연구원 Researcher, SPRI | jys@spri.kr

최근 OTT 시장이 급속도로 커지고 있는 가운데 기존 OTT 서비스의 개편과 신규 진출 OTT사업자들의 진출이 늘어날 전망이다. 국내 OTT 시장에서 글로벌 기업들의 막강한 콘텐츠가 국내 OTT 기업에게는 위협요인으로 작용하고 있다. 따라서 국내 OTT 기업은 기존 방송콘텐츠 위주의 OTT 서비스보다 자체 콘텐츠 경쟁력을 살릴 수 있는 전략이 필요하다.

As the OTT market has been growing rapidly in recent years, it is expected that the existing OTT services will be reorganized and the number of new OTT operators will increase. In the domestic OTT market, powerful content from global companies is acting as a risk factor for domestic OTT companies. Therefore, domestic OTT companies need a strategy to boost their own content competitiveness rather than OTT services focused on existing broadcasting content.

👁 생활방식의 변화와 급변하는 국내 OTT 시장 현황

OTT(Over The Top)는 본래 셋톱박스를 통해서 제공되는 영상 서비스를 의미한다. 그러나 현재 인터넷, 스마트폰 등을 통한 영상 콘텐츠 소비가 대중화되어 있는 상황에서 OTT는 셋톱박스의 유무와 상관없이 인터넷 기반 동영상 서비스를 포괄하는 의미로 상용되고 있다. 최근 OTT시장은 스마트폰의 성능과 5G 통신의 발달로 과거 지상파 TV, 유료 유선방송, IPTV 등을 통해 영상 콘텐츠를 소비하던 것이 이제는 스마트폰을 통해 충분히 가능해지면서 급성장하고 있다. 나아가 1인 가구 증가 등으로 인해 TV라는 하드웨어가 꼭 있어야 하고 요금 부담도 큰 유료 유선방송을 OTT로 대체하는 코드 커팅(Cord Cutting)¹과 코드 셰이빙(Cord Shaving)² 현상이 뚜렷해지면서 OTT 서비스의 시장 지배력은 더욱 커질 것으로 전망된다. 국내 OTT 시장 규모는 2014년 1,926억 원에서 연평균 26.3% 성장하여 2020년에는 7,801억 원 규모에 달할 것으로 보인다.³ OTT 이용률 측면에서도 2017년 36.1%에서 2019년에는 52%로 1.4배 증가⁴하였는데 우리나라 국민 2명 중 1명은 OTT를 이용하게 된 것이다.

■ [그림 1] 국내 OTT시장 규모



※ 자료 : 방송통신위원회 방송시장 경쟁상황 평가 ; 메조미디어(2019), '2019 OTT 서비스 트렌드 리포트'에서 재인용

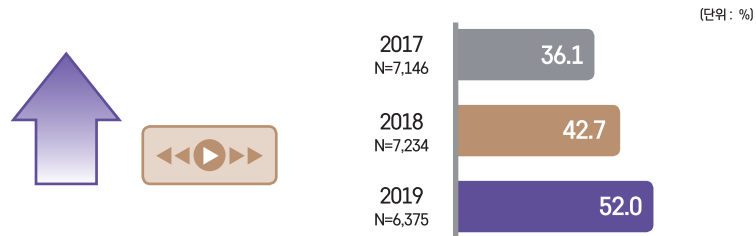
¹ 코드 커팅(Cord Cutting) : OTT가 유료방송을 대체하여 유료방송을 해지하는 현상

² 코드 셰이빙(Cord Shaving) : 유료방송을 해지하지는 않지만 유료방송 가입 상품을 더 저렴한 것으로 변경하는 현상

³ 방송통신위원회 방송시장 경쟁상황 평가 ; 메조미디어(2019), '2019 OTT 서비스 트렌드 리포트'에서 재인용

⁴ 방송통신위원회(2020) 2019 방송매체이용행태조사

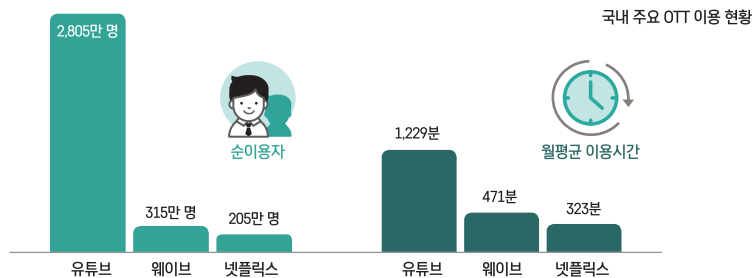
[그림 2] 최근 3년간 OTT 전체 이용률



※ 자료 : 방송통신위원회(2020), 2019 방송매체이용행태조사

국내 OTT 시장에서는 유튜브(YouTube), 웨이브(wave), 넷플릭스(NETFLIX) 순으로 순 이용자와 월평균 이용시간이 높은 것으로 나타났다. 2019년 11월 기준 순 이용자 숫자는 유튜브가 2,805만 명으로 월등히 높았으며 웨이브가 315만 명, 넷플릭스가 205만 명 순이었다. 월평균 이용시간 또한 유튜브가 20.5시간(1,229분)으로 가장 높았으며 웨이브가 7.9시간(471분), 넷플릭스가 5.4시간(323분)이었다.⁵ 국내 토종 OTT 서비스인 웨이브가 2위를 유지하고 있지만, 유튜브의 월등히 높은 점유율과 3위 넷플릭스의 추격을 고려한다면 국내 OTT 서비스 기업의 경쟁력 강화를 위한 노력이 절실한 상황이다.

[그림 3] 국내 주요 OTT 이용 현황



※ 자료 : 닐슨코리아클릭 2019 디지털 히트 앱/웹 서비스(2019.12, 안드로이드OS, 2019년 11월 기준)

👁 국내 시장 진출을 시작한 글로벌 OTT 서비스

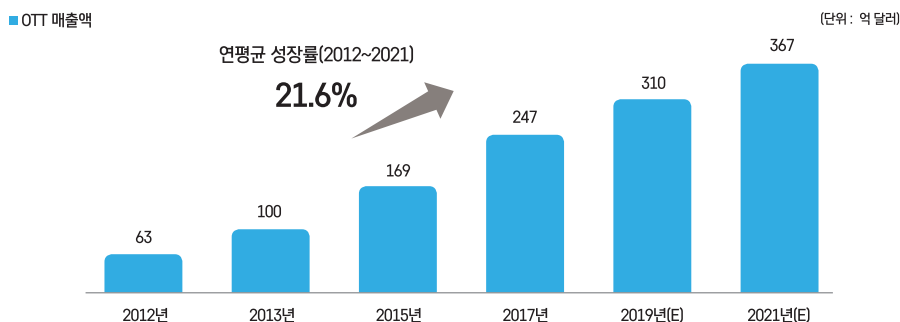
PwC에 의하면 글로벌 OTT 시장규모는 2012년 이후 연평균 21.6%씩 성장해서 2021년에는 367억 달러 규모에 이를 것으로 전망된다.⁶ 유튜브, 넷플릭스 등의 성공으로 글로벌 기업들이 OTT

⁵ 닐슨코리아클릭 2019 디지털 히트 앱/웹 서비스(2019.12, 안드로이드OS, 2019년 11월 기준)

⁶ PwC(2018), Global E&Mia Outlook 2018-2022 보고서

서비스를 출시했거나 출시할 예정이어서 향후 경쟁이 심화될 것으로 전망된다. 이미 국내시장에 진출한 유튜브, 넷플릭스, 아마존 프라임 비디오뿐만 아니라 앞으로 디즈니+, 애플 tv+ 등도 국내시장에 진출 예정이어서 국내 OTT 시장의 위협요인이 되고 있다. 글로벌 OTT 서비스들은 공통적으로 콘텐츠 경쟁력 확보에 집중하고 있다. 디즈니, 워너미디어(Warner Media), NBC유니버설(NBC Universal) 등은 자사의 강력한 기존 콘텐츠를 무기로 OTT 시장에 진출하고 있다. 뿐만 아니라 해당 OTT서비스에서만 볼 수 있는 오리지널 콘텐츠를 제공하기 위해 매년 수억 달러를 투자하고 있다.

[그림 4] 글로벌 OTT시장 규모



※ 자료: PwC(2018), Global E&Mia Outlook 2018~2022 보고서

[표 1] 국내 진출하는 글로벌 OTT 서비스

OTT서비스	기업	주요 내용
국내진출	YouTube	기존 광고 노출 방식에서 광고 삭제, 다운로드 기능, Music 서비스, 오리지널 콘텐츠 등이 포함된 YouTube Premium을 출시하며 유료화 전략
	NETFLIX	2019년 JTBC, CJ ENM, 스튜디오 드래곤과 콘텐츠 파트너십을 체결 2020년 콘텐츠 제작에 173억 달러 투자 전망
	prime video	2016년 서비스 개시 미국 드라마 사상 최고 투자액(15억 달러)이 들어간 TV판 반지의 제왕 시리즈를 제공 예정
국내진출 예정	Disney+	2019년 11월 출시 2021년 국내 출시 예정
	tv+	2019년 11월 출시 국내 출시 시기 미정
출시예정	HBOmax	Warner Media 2020년 5월 출시 예정
	peacock	NBC Universal 2020년 4월 출시 예정

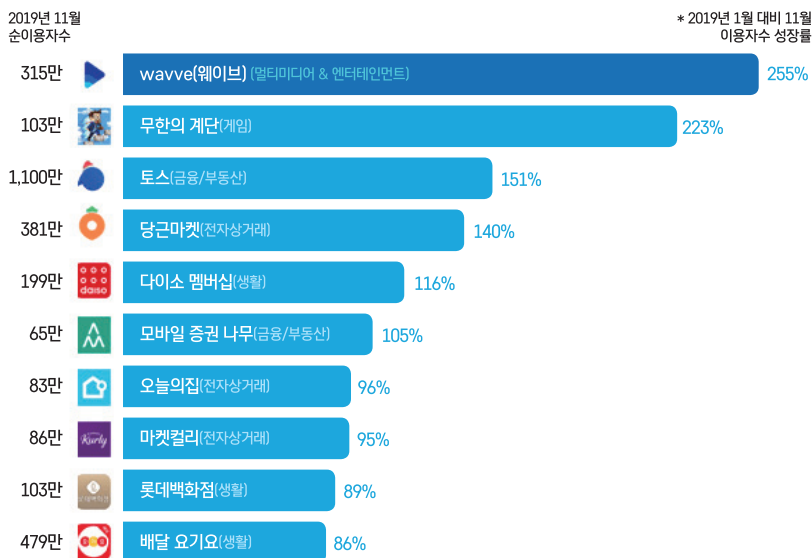
※ 자료: 언론보도, 홈페이지 등을 참고하여 재정리(2020년 1월 기준)

🎯 기업 간 경계를 허물고 플랫폼 기반으로 연합하는 국내 OTT 서비스

글로벌 OTT 서비스의 국내시장 공세에 맞서 국내 OTT 기업은 차별화된 전략을 취하고 있다. 국내 OTT 서비스는 통신 3사(SKTEL, KT, LG U+)와 방송채널(CJ E&M, JTBC) 등으로 구분할 수 있는데 최근 자사 기존 OTT 서비스를 개편하거나 타 서비스와 통합하는 등의 변화가 나타나고 있다.

2019년 9월 SKT의 옥수수와 지상파 3사(SBS, KBS, MBC) 연합 OTT 플랫폼인 POOQ가 통합하면서 웨이브가 출범되었다. 이 과정에서 2019년 11월 기준 순 이용자 수가 2019년 1월에 비해 255% 성장한 315만 명을 기록하였다.⁷ 웨이브의 뒤를 이어 KT는 올레tv 모바일을 전면 개편한 시즌(seezn)을 출시하였으며, LG U+는 2019년 12월 CJ헬로비전을 인수한 후, 2020년 3월 경 새로운 OTT 서비스 전략을 내놓을 것으로 전망되고 있다. 이렇듯 통신 3사는 국내 OTT 시장경쟁의 싹을 틔워 올렸으며, 방송채널 기반 OTT인 티빙(TVING)을 운영하는 CJ E&M은 JTBC 콘텐츠와 결합한 새로운 OTT 서비스를 출시할 예정이다.

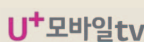
■ [그림 5] 안드로이드 OS 모바일 앱 최고 성장 서비스



※ 자료 : 닐슨코리안클릭 2019 디지털 히트 앱/웹 서비스(2019.12, 안드로이드OS, 2019년 11월 기준)

⁷ 닐슨코리안클릭 2019 디지털 히트 앱/웹 서비스(2019.12, 안드로이드OS, 2019년 11월 기준)

[표 2] 국내 OTT 서비스

OTT서비스		기업	주요 내용
통신3사 기반		SKT, 지상파 3사	• 자상파 3사(POOQ)와 SKT(옥수수)의 통합 OTT 서비스 • AI, VR·AR 등을 활용한 차세대 콘텐츠를 개발하여 콘텐츠 경쟁력 높일 예정
		KT	• 기존 올레tv 모바일 전면 개편 • 초고화질 영상, 초고음질 음악, AI큐레이션을 통한 개인화 서비스
		LG U+	• 2018년 국내 넷플릭스 유통 독점계약 • 2019년 12월 CJ헬로비전 인수 후 CJ헬로비전의 OTT 서비스를 종료하고 LG유플러스와 CJ헬로비전의 신규 OTT전략을 2020년 3월경 내놓을 것으로 예상되고 있음
방송채널 기반		CJ ENM	• 기존 CJ ENM 방송콘텐츠 기반으로 운영되는 티빙(TVING) 서비스에 JTBC 콘텐츠 결합한 새로운 서비스 2020년 출시 예정 • 2020년 1월 wavve를 통한 JTBC 콘텐츠 서비스 종료

※ 자료 : 언론보도, 홈페이지 등을 참고하여 재정리(2020년 1월 기준)

시사점

코드커팅⁸, 코드셰이빙⁹이라는 신조어가 생기고 방송 프로그램은 TV를 통해 집에서만 볼 수 있다는 개념에서 OTT로 언제 어디서나 볼 수 있다는 개념으로 바뀌었다. 국내 OTT 순 이용자 수 순위는 유튜브, 웨이브, 넷플릭스 순¹⁰으로 넷플릭스가 웨이브를 턱밀까지 따라붙고 있다. 그리고 디즈니+와 애플 tv+가 국내 시장에 진출할 것으로 예상되고 있어 국내 OTT 시장에는 위협요인으로 작용할 전망이다.

글로벌 OTT 서비스의 국내 시장 진출 및 콘텐츠 집중 투자 공세에 맞서 국내 토종 OTT 기업은 기존 방송사 콘텐츠와 인프라 확보를 위한 합작법인 설립하고 있다. 최근 웨이브가 2023년까지 콘텐츠에 3천억 원을 투자한다고 밝히는 등 OTT 콘텐츠에 대한 투자가 늘어날 것으로 전망된다.

최근 코로나19의 영향과 언택트 문화의 확산으로 외부 활동을 자제하는 상황에서 OTT에 대한 소비가 증가하고 있다. 또한 전 세계적으로 K-콘텐츠에 대한 관심과 인기가 높아지고 있어 OTT에 대한 소비는 더욱 늘어날 것으로 전망된다. 국내 OTT 시장의 활성화를 위한 전략을 세워야 할 시점인 것이다. 글로벌 기업들의 국내 OTT 시장 진출에 맞서 자체 콘텐츠 개발과 OTT 플랫폼 간 연합, SW 기술을 활용한 새로운 서비스 제공 등을 더욱 확대해야 할 것이다.

⁸ 코드 커팅(Cord Cutting) : OTT가 유료방송을 대체하여 유료방송을 해지하는 현상

⁹ 코드 셰이빙(Cord Shaving) : 유료방송을 해지하지는 않지만 유료방송 가입 상품을 더 저렴한 것으로 변경하는 현상

¹⁰ 닐슨코리안클릭 2019 디지털 히트 앱/웹 서비스(2019.12, 안드로이드OS, 2019년 11월 기준)

포스트 코로나, 콘택트(Contact) 위한 언택트(Untact)

Post Corna Virus, Untact for Contact



유호석 Yoo, Hoseok | 책임연구원 Principal Researcher, SPRI | hsy@spri.kr

세계 각국의 대도시를 코로나19가 지나가고 있다. 코로나19 전파경로의 80%는 집단감염¹으로 집계되고 있다. IDC는 중국의 감염증이 순식간에 폭증한 원인으로 ‘대도시병’을 지적하면서 중국정부가 도시 클러스터와 중심도시를 분산시키는 작업을 시작할 것으로 예상했다.² 그러나, 중세유럽 인구의 30%~60%가 목숨을 잃은 페스트 대유행³ 이후에도 도시의 팽창이 계속되었던 역사를 돌이켜보면 대도시의 분산이 실제로 일어날 것이라고 보기는 어렵다.

그런데 현대 인류는 대도시 시스템을 유지하면서도 유사시 집단감염을 최소화할 수 있는 기술을 이미 가지고 있다. 그것은 바로 사람이 직접 만나지 않고 ICT수단을 통해 의사를 소통하고 거래할 수

¹ 질병관리본부(2020.3.9.) 정례 브리핑

² FutureCIO(2020.2.) “Opportunities in China amid COVID-19 outbreak”, IDC(2020.2.)를 재인용

³ 흑사병이라고도 불리고 14세기~15세기에 유럽의 항구와 도시를 중심으로 창궐했으며, 쥐와 벼룩을 통해 전파되는 페스트균이 원인으로 알려졌다.

있는 언택트 기술이다. ‘언택트’는 밀레니얼 세대⁴를 타깃으로 Un(부정) + Contact(접촉)을 결합하여 만든 마케팅 신조어로서, 코로나 이후 활용도가 높아지고 있는 온라인 거래, 화상회의가 대표적인 예시이다. 최근에는 20~30대를 넘어 40대까지 언택트 서비스의 소비층이 확대되는 경향이다.⁵ 언택트 서비스는 개인주의적이며 사회적 거리가 먼 서구사회보다는, 집단주의적이며 사회적 거리가 가까운 데다 코로나19가 먼저 확산된 아시아에서 더 큰 주목을 받고 있다.

언택트 서비스는 대체적으로 통신환경에서 동작하는 소프트웨어 솔루션으로 구동된다.⁶ 가장 많이 언급되는 화상회의⁷는 재택근무 같은 비접촉 업무의 기본 인프라가 된다. 상업 영역에서는 키오스크, AI무인매대 등 고객 접점을 담당하는 기술이 최근 부쩍 많이 보급되고 있다. 이러한 현상은 미국도 마찬가지여서 아마존 고(Amazon Go)의 매장 전체 무인화에 대하여 자영업자가 연합하는 가운데, 트럼프 대통령이 2019년 5월 소상공인에 대한 기술적 인프라에 대한 지원을 약속했다.

언택트 서비스는 다음과 같은 당면과제를 해결하는 데 적용될 수 있고 실제로 적용되고 있다. 정부·행정 영역에서는 공공 소프트웨어 프로젝트를 원격으로 개발하는 SW솔루션⁸을 적용할 수 있고, 코로나19 확진자 진단에 원격의료 도입을 검토할 수 있다. 교육 분야에서는 개학을 연기한 학교들이 온라인 강의를 확대하는 추세가 분명하다. 오락 분야에서 SKT는 VR을 활용하여 ‘2020 LCK(리그 오브 레전드 챔피언스 코리아) Spring’ 전 경기를 4월까지 생중계함으로써 무관중 경기를 구현하고 있다.

언택트 서비스에 밝은 면만 있는 것은 아니다. 앞서 예시한 원격진료의 경우 코로나19 대응을 위해 보건복지부는 2020년 2월21일 원격의료를 한시적으로 허용했으나, 의사협회가 오진의 위험성을 이유로 반대하고 있다. 보안이 엄격하여 망분리 규정을 적용받는 기업·기관 경우 언택트 서비스의 킬러 어플리케이션이라고 할 수 있는 화상회의를 도입하더라도 재택근무자와의 의사소통에 제약이 있다.⁹

디지털 정보격차에서 발생하는 정보 취약계층의 기술소외 현상은 언택트 서비스의 가장 큰 우려사항이다. 과학기술정보통신부가 2018년 실시한 정보취약계층 디지털 정보화 수준 조사에 의하면 전 국민 평균을 100%로 했을 때 노년층은 63.1%, 농어민은 69.8%에 불과하다. 최근 급증한 음식점 키오스크 앞에서 점원의 도움이 없이는 주문이 불가능한 어르신들이 눈에 띈다. 인터넷 뱅킹도 스마트폰 활용도 어려운 분에게 이 사회가 또 다른 디지털 기술을 강요하는 모양새다.¹⁰ 주52시간제 시행 이후 인건비 압력을 받았던 소상공인들이 키오스크를 도입하면서 점원의 일자리가 위협받게 된

⁴ 1980년~2000년대 초 출생한 세대를 일컫는 말로 IT활용력이 뛰어나 대학진학률이 높고 개인중시, 소셜정보를 신뢰하는 특성

⁵ 현대캐피탈 뉴스룸, 2019

⁶ SPRI이슈리포트(김정민), ‘2020 SW산업 10대 이슈 전망’, 2020.1.31.

⁷ 화상회의는 과거에는 글로벌 기업의 전용 하드웨어 시장이 주류를 이루었으나, 최근에는 시장이 전용장비와 소프트웨어 추가설치를 최소화하는 VaaS(Vidoe as a Service)로 전환되고 있다.

⁸ Jira, Confluence, Slack, Trello 등

⁹ 금융위원회는 망분리 준수 의무가 있는 금융회사 인력이 감염위험이 있거나 자가격리 되는 경우 망분리 환경에서도 VPN 등을 통해 재택근무가 가능하도록 허용한 바 있다(2020.2.7.).

¹⁰ 기호일보 2019.5.16. “소상공인들 무인점포 운영 확산… 주문 복잡해져 소비자 불편 가중”

것은 주지의 사실이다.¹¹ 따라서 언택트 서비스를 가로막는 진정한 장애물은 기술적 어려움이 아닌 디지털 경제·노동, 제도·문화와 관련된 사회적 수용성이다.

언택트는 대면 서비스로 효율성이 떨어지는 단순 업무를 일부 대신해주는 것일 뿐이지 진정한 인간관계를 기계가 대신할 수 있는 것은 아니다. 인간은 일반적으로 관여도가 낮은 것에는 비대면으로 효율성을 추구하고, 반대로 관여도가 높은 것들은 직접 대면하길 원한다. 따라서 언택트와 콘택트의 조화를 어떻게 이룰 수 있을지가 중요한 것이다. 키오스크를 예로 들면 음식 주문을 기계가 대신 처리하고 있는 와중에도 점원의 서비스는 다른 방식으로 이루어져 전체적인 서비스의 품질이 올라가야 한다는 이야기다. 기업·기관의 예를 들면 정기보고와 행정절차는 언택트로 진행하고 신사업 같은 새로운 아이디어를 대면토의¹²하는데 할애하는 시간을 늘릴 수 있다.

언택트 서비스를 도입하는 이유는 단순하고 반복적인 업무과중을 덜고, 그 대신 대면접촉의 질을 한층 높일 수 있게 하려는 취지다. 그러나 인간의 욕구와 업무에 대한 이해가 없는 무분별한 언택트 확산은 인간소외를 불러올 뿐이다. 어떤 인간관계에서건 필요한 만큼의 거리 두기가 진정한 지혜다. 우리 사회에 진정한 콘택트를 위한 언택트의 지혜가 요구되는 시점이다.



¹¹ 이데일리 2018.11.11. “알바생 10명 중 6명 ‘키오스크로 일자리 줄어들까 걱정’”

¹² 한겨레 2020.3.5. “신사업 준비는 대면이 나아”, 「재택근무는 안착할 수 있을까」 기사의 인터뷰 내용중

다른 모든 조건이 동일하다면

Ceteris Paribus

최무이 Choi, Mui | 책임연구원 Principal Researcher, SPRI | muiy@spri.kr

‘세테리스 파리부스(Ceteris Paribus)’

영어가 아닌 것 같고 무슨 뜻인지 모르겠지만 뭔가 있어 보이는 문구. 이 말을 처음 접했을 때 새로운 눈이 뜨이는 느낌이 들었다. 세테리스 파리부스는 ‘다른 모든 조건이 동일하다면’이라는 의미의 라틴어 문구이다. 경제학에서 소고기 가격이 상승하면 소고기 수요량이 감소할 것이라는 수요의 법칙은 바로 이 세테리스 파리부스 가정을 전제로 한다. 소고기에 대한 수요자 선호, 소고기의 대체재인 돼지고기 가격, 수요자 소득, 소고기 가격 변동에 대한 수요자들의 예상 등이 변하지 않는다고 가정한 것이다.¹ 다른 예로, 인과관계 추론 방법 논의가 활발해지기 전인 1960년대에 일리노이 대학의 레너드 에론(Leonard Eron) 교수는 870명의 3학년 아이들에게 가장 좋아하는 TV 프로그램을 물어보았는데 폭력적 TV 프로그램을 많이 본 아이들이 학우들에게 가장 폭력적인 성향을 보이는 것을 발견했다. 이를 통해 에론(Eron) 교수는 폭력적 TV 프로그램이 아이의 폭력적 행동을 유발한다는 인과관계를 주장하였다. 그러나 이러한 결론은 아이들의 폭력성에 영향을 미쳤을지도 모르는 다른 중요한 요인(예를 들어 폭력적인 부모 등 열악한 가정환경)들을 통제하지 않은 상태에서 추정한 것으로, 그 인과관계는 오류가 있을 수 있다.

언론이나 정부의 보도자료에서 통계를 인용하여 정부정책의 성패를 논하는 경우가 많다. 몇 년도에서 몇 년도 사이에 어떤 지표가 몇 % 증가(또는 감소)한 것을 볼 때 정부 정책이 실패(또는 성공)했다는 식이다. 분석 대상 기간이나 범위를 달리하면 결과도 다를 수 있는 통계의 함정은 차치하고, 통계로 확인할

1 유통법 개정과 ‘세테리스 파리부스(Ceteris Paribus)’의 함정(KERI 칼럼, 2012.5.2.)

수 있는 것은 현상뿐이다. 정책의 개입 외에 다른 모든 조건이 동일한 상황이 아닌 경우 어떤 현상의 원인을 정책 개입이라고 단정 지을 수 없다.

정책의 인과적 효과를 평가하는 과학적 연구에 활용되는 도구 중 하나로 무작위 실험이 있다. 정책평가에서 무작위 실험은 정책수혜를 받는 ‘실험집단’과 정책수혜를 받지 않는 ‘통제집단’의 두 집단으로 구분하여 무작위 배정(Random Assignment)에 의해 (동질적으로) 나누고, 정책 개입 외의 다른 모든 조건을 동일하게 유지하여 정책의 효과를 추정한다. 무작위 실험은 정책 사업을 전국에 걸쳐 본격적으로 시행하기에 앞서 소규모로 시행하여 효과를 측정한 후, 그 결과에 근거하여 전국적인 실시 여부를 결정하는 평가모형이다. 미국에서는 1996년 빈곤가정 지원 정책인 TANF(Temporary Assistance for Needy Families) 제도 개혁 이후 다양한 무작위 실험평가를 실시하고 있다.² 클린턴 행정부는 모든 복지 노동 관련 정책 사업의 평가는 무작위 실험만으로 할 것을 규정하였다. 오바마 대통령도 ‘증거와 혁신에 대한 어젠다’를 발표하여 증거에 기반하여 정책(Evidence Based Policy)이 형성되어야 함을 강조하였고, 이 어젠다에서 정부정책의 성과를 평가할 때 실험적 방법을 활용할 것을 권고하였다. 최근에는 미국뿐 아니라 영국, 스웨덴, 네덜란드, 독일 등 서구 선진국들이 무작위 실험평가를 주요 정부 사업 분야의 평가 방법론으로 활용하고 있다.

우리나라는 이러한 무작위 정책실험을 통한 정책 추진이 상당히 제한적으로 이루어지고 있다. 한국행정연구원의 2017년 연구³에 따르면 우리나라 중앙행정기관과 공공기관이 작성하는 501건의 승인통계 중에 정책의 인과적 효과를 규명하기 위하여 작성하는 승인통계는 다섯 건⁴에 불과한 것으로 집계되었다. 정책 실무자들도 이해나 설득의 난해함, 연구에 소요되는 시간과 예산 등의 이유로 엄밀한 효과 추정을 증거로 사용하기보다 조사통계의 단순 시계열 변화 수치를 정책의 증거로 활용하는 경우가 많은 것 같다.

2019년 아비지트 배너지(Abhijit Banerjee)와 에스테르 뒤플로(Esther Duflo) 교수 부부는 빈곤층을 지원하는 정책에 대한 무작위 실험 연구의 공로를 인정받아 노벨경제학상을 수상하였다. 이들 부부는 저서 ‘Poor Economics(가난한 사람이 더 합리적이다)’에서 정책 실패는 대개 권력자들의 음모에 의해서라기보다 정책 설계 과정의 실수나 사회 곳곳에 만연한 이데올로기, 무지, 타성에서 비롯된 것이라 말하고 있다. 막대한 예산이 투입되는 정책 사업임에도 그 사업이 얼마나 효과가 있는지에 대한 검증이 부족한 채로 (통계 수치를 앞세우긴 하지만) 대중적 의견이나 특정 집단의 이익에 의해 추진(Opinion Based Policy)되는 경우가 많다.

물론, 정책실험의 한계에 대한 다양한 주장⁵들도 있다. 그럼에도 불구하고 사회경제적으로 중요하고 예산투입이 큰 사업일수록 정책실험의 필요성, 기술적 가능성 등을 면밀히 검토하여 이를 추진할 필요가 있다. 무의미한 정쟁이나 소셜네트워크의 댓글들에 정책과정이 지나치게 영향을 받는 시대에, 정책의 효과를 ‘세테리스 파리부스’하게 추정해내고 이를 증거로 정책을 결정하고 개선해야 한다.

² 정책평가연구(이석원, 2017)

³ 증거기반정책을 위한 정부의 통계구축 및 활용에 대한 현황조사(한국행정연구원, 2017.12.)

⁴ 인적자본기업패널조사, 한국복지패널조사, 한국미디어패널조사, 한국의료패널조사, 국민환경보건기초조사

⁵ 한 예로, 개발경제학자인 윌리엄 이스털리 교수는 일반화 가능성, 실험에 대한 연구자의 조작 유인, 큰 문제를 해결하기 어려운 미시적인 처방 등 무작위 정책실험에 대해 비판적 주장을 내세운 바 있다.



SPRI AI BRIEF

인공지능 최신 동향과 시사점

Recent Trends of AI and Their Implications

Table of Contents

- 에어비앤비, 시 기반 이용자 배경확인 시스템 특허 공개
- 인텔, 기존 AI 프로세서 포기·제품라인 변경 발표
- 스타트업, AI로 코로나 바이러스 치료제 찾기 돌입
- 딥마인드, 뇌과학과 AI를 잇는 혁신적인 연구결과 발표
- 美 교통부, 자율주행차 규제 가이드라인(Automated Vehicle 4.0) 발표
- 美 국방부, 5대 AI 윤리 원칙 채택
- 美 CNAS, AI에 의한 기만 가능성(AI Deception) 경고
- 비영리 AI연구소, OpenAI의 세속화 우려 고조

에어비앤비, Si기반 이용자 배경확인 시스템 특허 공개¹

① 자사 서비스가 각종 사고에 연루된 가운데 숙박 공유업체 에어비앤비(Airbnb)의 Si기반 이용자 배경확인 시스템 특허가 공개

- 임대 주택에서 성범죄, 총기난사 등 강력 사건*이 잇달아 발생하는 부작용 발생에 따라 폭력적인 호스트와 고객 단속 필요성 대두
 - * 미네소타, 투숙객이 호스트 딸 대상 성범죄(2017.9), 노스캐롤라이나, 성범죄자 에어비앤비 숙소에서 검거(2018), 캘리포니아, 투숙객의 불법 하우스 파티에서 총격사건 (2019.10) 등
- 해당 기술은 2017년 에어비앤비가 인수한 스타트업 트루리(Trooly)*의 특허가 발원, 유럽 특허청에서 공개된 것
 - * 트루리는 SNS 등 온라인상의 공개정보와 정부 기관 정보를 AI로 분석, 개인 성향과 평판을 분석할 수 있는 스타트업

② 해당 시스템은 Si기반 온라인 행적 분석을 통해 이용자의 잠재 위험도와 숙박임대 적합도를 자동평가

- **현재 방식** 모든 예약 확정 전 진행하는 위험도 분석*에서 고위험으로 식별된 예약에 한해, 전담 인력이 수작업으로 스크리닝
 - * 예측 분석 기술과 기계 학습으로 의심스러운 요소를 사전에 탐지, 미국시장의 경우, 중범죄 유죄 확인 시스템(성범죄 포함 중범죄 이력 점검) 추가 도입
- **해당 특허** AI를 활용하여 SNS, 검색 엔진, 블로그 및 기타 공개적으로 사용 가능한 정보를 통해 온라인상에서의 행적을 분석, 개인의 성향예측과 신용도를 제시
 - * △가짜 소셜 네트워크 프로필과 연관된 사람 △허위 세부 정보를 제공 한 사람△약물, 알코올, 성 노동과 관련된 키워드와 연관된 인물 등을 식별하고 신용도 점수(Credit Score) 생성

③ 공유경제의 안전성 제고를 위한 조치 필요하나, AI 활용의 윤리 문제를 야기

- 우버(Uber) 등에서도 유사한 이슈*가 지속되는 바, 공유경제 서비스의 지속가능성과 이용자 안전을 위해 새로운 기능과 정책에 투자 요구
 - * 2018년 미국에서 발생한 우버 관련 성범죄는 총 3,045건으로 2017년 2,936건보다 3.7% 증가
- **프라이버시** 사기업이 개인의 디지털 발자국을 수집·활용하는 것에 대한 사생활 침해 우려
- **고객 숙박권** 아직 일어나지 않은 행동에 대한 예측만으로 이용을 제한하는 것은 지나친 권리 침해 요소
- **편향성** 인종, 직업, 나이 등에 따라 잠재적인 위험인물로 낙인찍는 알고리즘 편향성(Bias) 이슈 발생 가능성

¹ SFGATE, "Airbnb has new tool to weed out certain renters", 2020.1.16.

인텔, 기존 AI 프로세서 포가·제품라인 변경 발표²

1 인텔은 2017년부터 진행한 AI 프로세서 제품라인을 포기하고, 최근 인수한 하바나 랩(Habana labs)의 제품군으로 전환한다고 발표

- 인텔은 2017년부터 개발한 너바나(Nervana)* 신경망 프로세서(NNP)로 AI 프로세서 시장을 공략하였으나, 페이스북 등 주요고객으로부터 엔비디아 GPU에게 밀린다는 평가

* 너바나는 인텔이 2016년 4억 달러에 인수합병한 AI 칩 설계 스타트업

- 인텔은 최근(2019.12) 20억 달러에 인수한 하바나랩 제품군(고야, 가우디)*로 전환하고 클라우드 데이터센터 시장에 집중한다고 발표

* 고야(Goya)칩은 엔비디아보다 3배 뛰어난 추론성능을 보유, 가우디(Gaudi)는 뛰어난 연산 성능으로 데이터센터에서의 대규모 학습에 적용할 수 있는 칩으로 알려짐

2 인텔의 기술 리더십은 ICT 패러다임 변화 속에서 지속적으로 약화되고 있으며, 인수합병(M&A)을 통한 기술경쟁력확보 전략을 활용

- 인텔은 모바일, 인공지능 등 새로운 기술 변화에 빠르게 적응하지 못하고 자사의 CPU 아키텍처를 고집하는 전략을 취하다 기술 리더십을 잃는 결과를 초래

· **모바일** 모바일 아키텍처 시장은 ARM이, 모바일 AP 시장은 퀄컴이 지배적 사업자

· **AI 프로세서** 자체 개발한 AI/머신러닝 프로세서인 제논파이(Xeon Phi)실패 2018년 8월에 단종

- 인텔은 M&A를 통해, 단기간 내에 많은 AI 프로세서 라인 업을 갖추며 기술경쟁력 만회 전략을 시도

[표 1] 인텔의 최근 M&A 동향

피인수 기업	알테라	너바나	모비디우스	모빌아이	하바나
M&A 내용	2015년 6월, FPGA 제조업체인 알테라를 169억 달러에 인수	2016년 8월, 딥러닝용 ASIC 프로세서 스타트업 너바나 시스템을 4억 달러에 인수	2016년 8월, 비전 인식용 소형 AI 프로세서 스타트업 업인 모비디우스를 4억 달러에 인수	2017년 8월, ADAS 솔루션 전용 프로세서 스타트업인 모바일 아이를 153억 달러에 인수	2019년 12월, AI 프로세서 스타트업 하바나를 20억 달러에 인수

3 이번 결정은 더는 AI 프로세서 시장에서 밀리지 않기 위한 인텔의 고육지책으로 읽히며, 향후 엔비디아(Nvidia)와의 대결 양상도 주목

- AI 프로세서는 반도체 시장의 차세대 먹거리로 인텔로서는 포기할 수 없는 시장*

* 2025년 AI프로세서 시장은 910억 달러 이상의 규모를 보일 것으로 전망(Statista 2019)

- 인텔의 주력 시장인 서버 프로세서 부문이 빠르게 성장하고 있다는 최근 시장 상황을 인텔이 AI 프로세서 진출을 위해 어떻게 지렛대로 활용할지 주목

2 TechTarget, "Intel AI hardware roadmap shifts away from Nervana", 2020.2.4.

스타트업, AI로 코로나 바이러스 치료제 찾기 돌입³

① 의료 스타트업, 의료정보 분석을 통해 코로나 바이러스* 치료제 발굴 연구

- * 2019년 12월 중국 우한에서 발병한 신종 바이러스(COVID-19)로, 현재 전 세계 25개국에서 최소 7만 명 이상의 감염 증세를 보이며 사망자도 1,600명을 넘어섬(2020.2.16.기준)
- **영 스타트업 베네볼렌트(Benevolent)** AI는 코로나 바이러스의 알려진 화학적 특성을 기반으로 의료 빅데이터를 분석, 류마티스 치료제 Baricitinib이 바이러스감염 차단효과가 있음을 발견
 - Baricitinib을 통한 임상실험에는 시간이 좀 더 걸릴 것으로 예상되며, 현재 다국적 제약회사인 Novartis, AstraZeneca 등과 협력 연구를 추진
- **美 메릴랜드 생명공학회사인 인실리코(Insilico)**는 AI를 활용하여 신종 바이러스 치료를 위한 100종의 잠재적 후보 약물을 발견했으며 이들의 합성 테스트를 진행 중

② AI 기술로 세계 질병 감시 수준을 향상시키기 위한 다양한 연구 진행 중

- **美 벤처기업 블루닷(BlueDot)**은 세계 항공여행 네트워크에서 수십 억 개의 데이터를 정교하게 분석하여 질병 발생을 감지하는 AI 플랫폼을 통해 지난 12월 31일 코로나 바이러스에 대한 경고를 표시*
 - * 이는 **美 질병관리예방센터(CDC)**에서 코로나 바이러스를 경고한 날짜(2020.1.6.)보다 빠름
 - 블루닷의 AI 플랫폼은 자연어처리(NLP) 및 기계학습(ML)을 통해 65개 언어의 비정형 텍스트 데이터를 처리하며, 15분마다 100가지가 넘는 질병의 발생을 추적
- **미국 내 정부, 학계, 산업계**는 AI를 질병 통제 및 방지의 솔루션으로 적극 활용
 - **미국토안보부** 생물감시국은 동물-사람 간 바이러스 전염 가능성 높은 지역 예측 연구
 - **뉴헤이븐 대학**은 기계학습으로 지역, 도시, 국가 간의 사회적 격리로 전염병 확산 제어 연구
 - **데이터로봇(DataRobot)**社は 질병 발생 위험 지역을 예측해 여행자들에게 의료 마스크 착용 경고 서비스 추진

③ AI는 방대한 의료 데이터 분석으로부터 질병 예측, 신약 개발 등에 활용할 수 있는 통찰력을 제공함으로써 의료, 시장에서 활용 확대 전망

- AI는 과학자들이 방대한 질병 관련 데이터의 수집, 분석하는 시간을 획기적으로 줄이고*, 감염성 질병 위험에 대응하는 방법에 집중할 수 있도록 지원
 - * 블루닷(BlueDot)의 AI 플랫폼과 같은 수준의 업무를 과학자들이 수작업으로 수행한다면 100명 이상의 인력과 더 오랜 분석 시간 필요
- 또한, 질병, 증상, 임상 실험을 포함한 신종 치료제 개발에 AI기술을 활용하고자 하는 것에 대한 제약 회사의 투자로 가속화

3 Vox, "Scientists are identifying potential treatments for coronavirus via artificial intelligence", 2020.2.7.

딥마인드, 뇌과학과 AI를 잇는 혁신적인 연구결과 발표⁴

① 딥마인드는 분포 강화학습(Distributional Reinforcement Learning)을 적용해 도파민 세포의 보상 체계를 증명한 논문을 국제 학술지 네이처(Nature)에 게재⁵

- 보상을 확률 분포(Distribution)로 표현하여 학습하는 분포 강화학습방법론으로 실제 쥐의 도파민 세포에서 발현되는 현상과 분포 강화학습이 높은 관련성이 있다는 사실을 실험적으로 증명
 - **도파민 세포** 도파민은 뇌신경 세포들 간에 신호를 전달하는 물질로 이를 생성하는 신경세포를 도파민 세포를 지칭하며, 그간의 연구 결과 도파민 세포가 행위에 따른 보상(Reward)에 관련성이 높다는 것이 발견됨
 - **강화학습** 강화학습은 행동-보상 체계로 특정 임무를 해결하기 위한 AI 방법론으로, 알파고, 알파스타 등 인간의 수준 이상의 지능적 행동을 구현하는 기술에 활용

② AI와 뇌과학에 정통한 연구자들은 도파민 세포의 보상 예측을 기반으로, 뇌가 시간차 학습(Temporal Difference, TD)을 할 수 있다는 사실을 제안

- **도파민 세포의 보상 예측** 행위에 대한 보상을 보다 많이 혹은 적게 받을 경우를 통해 도파민 세포의 발화율이 학습된다는 사실이 이론으로 정립됨
- **시간차 학습** 도파민 세포의 보상 예측을 AI로 구현한 방법으로, 특정 행위에 대한 최종 보상으로 학습하지 않고 바로 다음 시점의 보상으로 학습하는 방법
 - 전통적인 강화학습의 보상은 임무에 대한 성공과 실패로 단순히 주어지는데, 이것은 도파민 세포의 발화(Firing)체계와 간극이 존재
- **분포 시간차 학습(Distributional TD)** 대표적 분포강화학습 방법으로, 일반적인 TD와는 다르게 보상을 확률 분포로 학습한다는 개념으로 출발
 - 분포 강화학습의 적용 결과 게임 AI에서 전통적인 강화학습보다 월등한 성능을 증명
 - 실제 쥐의 뇌에서 특정 행동에 따라 분비되는 도파민의 양에 대한 실험데이터와 분포 시간차 학습으로 특정 행동에 대한 보상을 학습한 결과, 분포 시간차 학습이 실제 뇌가 학습하는 방식과 유사하다는 점을 실험적으로 밝힘

③ 이 연구 결과는 뇌과학과 AI 분야에 새로운 이정표를 제시

- 분포 강화학습이 뇌의 작동방식과 유사하며, 이것은 곧 현시대의 AI를 대표하는 심층학습(Deep Learning)의 성능과 효율을 모두 상승시킬 수 있는 결과
- 학습이나 동기에 대한 장애를 치료할 수 있는 가능성 제시

⁴ Deepmind blog, Dopamine and temporal difference learning: A Fruitful relationship between neuroscience and AI <https://deepmind.com/blog/article/Dopamine-and-temporal-difference-learning-A-fruitful-relationship-between-neuroscience-and-AI>

⁵ Dabney, Will, et al. "A distributional code for value in dopamine-based reinforcement learning." Nature (2020): 1-5.

美 교통부, 자율주행차 규제 가이드라인(Automated Vehicle 4.0) 발표⁶

① 미국 교통부는 2016년 이후 매년 자율주행차 규제 가이드라인을 업데이트하여 발표

- 규제 가이드라인의 목적은 미국의 자율주행차 기술 리더십을 강화하고, 안전 등 자율주행차가 미국 사회에 야기하는 문제를 예방하는 것

【표 2】 미국 정부가 발표한 자율주행차 규제 가이드라인

제목(발표일자)	제목(발표일자) 주요 내용
Federal Automated Vehicle Policy(2016.9.)	안전한 자율주행차를 구현하기 위한 가이드라인으로서 디자인, 연구개발, 품질 테스트 과정의 모범사례(Best Practice)를 제시
Automated Driving Systems 2.0 : A Vision for Safety(2017.9.)	자율주행기술 3~5단계 개발기업을 대상으로 '자발적 안전 자체 평가(Voluntary Safety Self-Assessment)'를 도입하여 안전성을 개선하도록 유도
Automated Vehicle 3.0 : Preparing for the Future of Transportation(2018.10.)	기존 규제(예 : 트럭 운전자 보호를 위한 운행시간 제한)를 자율주행차에 어떻게 적용·개편할지 논의
Ensuring American Leadership in Automated Vehicle Technologies : Automated Vehicle 4.0(2020.1.)	미국의 자율주행차 기술 리더십을 강화하기 위한 규제 원칙을 제시하고 정부의 지원 방안에 대해 다각도로 검토

② 올 1월 발표한 네 번째 자율주행차 규제 가이드라인⁷(Automated Vehicle 4.0)에서는 규제의 3대 목표 및 10대 원칙을 제시

- **사용자·지역사회 보호** 기업은 △기술의 성능과 한계를 명확히 밝히고, △범죄에 악용되지 않도록 보안을 강화하며, △개인정보를 보호하고, △운전자에게 기존 차와 자율주행차 중 선택권을 보장
- **효율적 시장 조성** 시장을 통해 기술이 선택되도록 기술 중립을 유지하고, △자국 기술이 해외에서 불법 사용되지 않도록 보호하며 △불필요한 규제를 제거함으로써 혁신 유인을 제고
- **협력 노력 강화** △연방정부와 주정부 간 규제를 일원화하고, △자율주행차 관련 규제와 지원정책 간 일관성을 높이며, △미국 교통 시스템 전체를 개선한다는 목표로 접근

③ 이번 발표를 통해 美·中 기술 경쟁이 심화되는 상황에서 미국 기업의 혁신을 저해하지 않는 최소한의 규제만 적용한다는 트럼프 정부의 기본 원칙을 재확인

- 미국 자동차 업계의 완전 자율주행차 출시 시점이 수년간 미뤄지는 가운데, 중국은 정부가 나서 자율주행차 전용차선 건설 등 과감한 투자를 통해 미국을 추격
- 미국 교통부 장관 일레인 차오는 “이번 가이드라인은 자율주행차 업계의 혁신을 돕기 위해 만들어졌으며, 미국의 기술 리더십을 공고히 하는데 도움이 될 것”이라고 기대

⁶ Forbes, “USDOT’s Automated Vehicle 4.0 Seeks Unifying Theme Across Federal Government”, 2020.1.10.

⁷ United States Department of Transportation, “Ensuring American Leadership in Automated Vehicle Technologies : Automated Vehicle 4.0”, 2020.1.

美 국방부, 5대 AI 윤리 원칙 채택⁸

① 美 국방부는 AI의 군사적 활용에 대한 위험을 방지하기 위한 대책으로 5대 AI 윤리 원칙 채택 (2020.2.24.)

- AI의 군사적 활용을 대비하기 위한 5대 AI 윤리 원칙은 국방혁신위원회(Defense Innovation Board)가 15개월간 논의를 거쳐 만장일치로 의결한 사항으로 지난 2019년 10월 국방부장관에 권고⁹

② 이번 윤리 원칙은 AI 사용의 책임성, 편향의 최소화, 투명하고 추적 가능한 개발, 사용 영역의 명확화, 의도치 않은 결과의 통제 가능성을 포함

- 그간 국방부 산하 조직인 방위고등연구계획국(DARPA)은 신뢰 가능하고 강건한 AI 시스템 개발을 위한 차세대 AI 캠페인(Next AI Campaign)*을 주도적으로 추진해 왔음
 - * 설명가능한 인공지능(eXplainable AI), 주변 상황과 자신의 능력을 인지하는 AI 개발 등
- 美 국방부의 AI의 윤리 원칙은 미국의 AI 기반 무기체계개발의 새로운 R&D 방향성을 제시

[표 3] 국방부 5대 AI 윤리 원칙

AI 원칙	채택안 세부 내용
책임 (Responsible)	국방부(Department Of Defence, DOD) 구성원은 적절한 수준의 판단을 하고, AI 기능의 개발, 배치, 사용을 책임짐
동등 (Equitable)	DOD는 AI 기능에 대한 비의도적인 편향을 최소화하기 위해 신중한 조치를 취함
추적가능 (Traceable)	DOD의 AI 기능은 관계 구성원이 투명하고 추적가능한 방법론, 데이터, 설계 및 문서화를 포함하여 AI시스템의 기술적 이해, 개발/운영 방법에 적절한 이해를 갖도록 개발 및 배치될 것임
신뢰 (Reliable)	DOD AI 기능은 사용 영역을 명확히 정의하고, 해당 시스템의 전체 수명 주기에 안전, 보안, 강건성을 시험하고 보장함
통제가능 (Governable)	DOD AI 기능이 의도된 기능만을 수행토록 설계/구현하며, 의도하지 않은 결과에 대해 감지하거나 피해야 하는 능력을 보유할 것임

③ 향후 AI기반 무기체계뿐만 아니라 다양한 상용 기술 개발에 있어 높은 수준의 신뢰성, 안전성, 강건성 등 AI 윤리 준수 여부가 주요 고려사항으로 부상할 전망

- AI 기술의 군사적 활용을 적극적으로 추진해 온 미국이 AI 윤리 원칙을 채택한 사실은 성능보다 안전하고 신뢰할 수 있는 시스템 개발을 우선시한 결과로 판단됨
- 그간 AI 윤리를 강조해 온 유럽과 국제기구에 미국이 가세함에 따라 국제 규범으로 AI 윤리에 부합하는 AI R&D 추진 전략 필요

⁸ U.S. Department of Defense, DOD Adopts 5 Principles of Artificial Intelligence Ethics, (2020.2.25.)

⁹ U.S. Department of Defense, Defense Innovation Board Recommends AI Ethical Guidelines, (2019.11.1.)

美 CNAS, AI에 의한 기만 가능성(AI Deception) 경고¹⁰

① 워싱턴DC에 소재한 국가안보연구 비영리기관인 CNAS(Center for New American Security)는 'AI의 기만(AI Deception)' 가능성을 경고

- 미국의 저명한 전기전자분야 전문 학술지(IEEE Spectrum)는 AI에 의한 기만*에 대비해야 할 필요성을 강조한 CNAS의 연구 일부를 소개(2.24)
 - * **예시** 자율주행차의 신호 오독(정지표시를 속도제한으로 해석), 판다를 긴팔원숭이로 분류, 딥페이크(Deepfake) 기술을 적용해 만든 가짜 뉴스 및 합성 포르노 영상 등 잘못된 학습 또는 인간(개발자)의 의도가 반영된 AI의 적대적 공격(Adversarial Attacks) 형태
- 구글 DeepMind의 AI윤리 분야 선임과학자이기도 했던 Roff 박사는 기고문에서 "AI가 스스로 이러한 기만 방법을 터득하게 된다면 어떤 일이 벌어질까?"라는 화두를 제기
 - 현재 AI 기술 수준으로는 AI가 인간의 의도에 의해 악용되는 정도이며, 스스로 기만 행위를 학습하는 수준은 아니지만 미래에 대한 대비의 필요성을 강조

② AI에 의한 기만행위는 이미 현실에서 일부 유형이 나타나고 있음

- 다중 에이전트(Multi-Agent) AI 시스템에서는 AI가 '기만'에 대한 개념*없이도 특정 목적을 달성하기 위해 정보를 숨기거나 거짓 정보를 제공하는 행위가 가능
 - * 마음이론(Theory of Minds)에 따르면 진정한 의미의 기만은 타인과 자신의 믿음, 욕구, 의도와 관점이 다르다는 것을 이해할 수 있는 능력에서 비롯됨
- 현재 AI에 의한 기만행위는 1) AI 에이전트가 능동적으로 잘못된 정보를 중개(Acts of Commission)*, 2) AI 에이전트가 피동적으로 정보를 숨기는 유형(Acts of Omission)**으로 이미 현실에서 나타나고 있음
 - * 다양한 형태의 잘못된 정보 신호를 학습 판별하는 사이버 방어 시스템(Cyber Defense), 적의 탐지에 잡히지 않기 위해 기만적으로 움직이는 시가반 로봇틱스(예: 드론 군집 비행)
 - ** 최소한의 세금 납부를 위해 소득 신고 누락 방법을 제안하는 시에이전트

③ AI에 의한 기만의 정의를 비롯해 AI 스스로 기만하는 법을 배울 수 있는 다양한 가능성에 대비한 해법 마련 필요

- 진정한 의미의 AI 기만은 AI 스스로 자신과 타인의 심적 상태에 대한 정확한 이해를 전제로 하나 현재의 AI는 인간(개발자)의 의도를 담아 표현하는 수준
- 하지만, AI가 느낌, 믿음, 의도, 감정 및 사회적 상호작용 방식을 배우게 되면 사람들의 행동을 '관리'함으로써 스스로의 이득을 극대화하기 위한 기만행위를 할 가능성 증가
- 이러한 시점이 도래하기 전에 AI에 의한 기만의 정의를 비롯해 다양한 기만행위 유형과 방법, 사회적 영향들을 고려해 정책, 규제, 기술 개발 등 선제적 해법 모색이 필요

10 Heather Roff, "AI Deception: When Your Artificial Intelligence Learns to Lie", IEEE Spectrum, 2020.2.24.

비영리 AI연구소, OpenAI의 세속화 우려 고조¹¹**1** MIT Technology Review는 최근 비영리 AI연구소로 유명한 OpenAI의 상업적 행보에 대한 특집 기사를 발간(2.17)¹²

- OpenAI*는 지난해 OpenAI LP라는 제한적 영리 조직**을 설립(2019.3)하고 마이크로소프트社로부터 10억 달러 규모 투자 유치(2019.7)
 - * 엘론 머스크(Elon Musk)가 10억 달러의 기부금을 출연해 지난 2015년에 설립
 - ** 투자금의 100배 한도 내에서만 이익 추구를 하겠다고 선언하고 OpenAI의 일부 연구원들을 OpenAI LP에 재배치시켰으며 기존 OpenAI는 OpenAI Nonprofit이라는 조직으로 재정비
- 기사는 범용인공지능(Artificial General Intelligence)을 안전하게 개발하고 그 혜택을 모든 사람에게 제공하겠다는 목적으로 설립된 OpenAI*의 영리화에 대한 우려 제기

2 OpenAI의 공동 창립자였던 엘론 머스크(Elon Musk)는 트위터를 통해 'OpenAI가 좀 더 개방적일 필요가 있다'는 의견을 피력

- OpenAI의 공동창립자였던 엘론 머스크는 지난 2018년 운영진과의 견해차로 이사회에서 물러난 이후 경영에는 관여하지 않고 있음
- 하지만, 이번 MIT 테크놀로지 리뷰 기사에 대해서 'OpenAI가 보다 개방적일 필요가 있다'는 의견을 트위터*로 표명(2.18)
 - 아울러, AI기술의 위험성을 강조하며 자신의 기업(Tesla)을 포함해 AI를 개발하는 모든 조직에 대해 개별 국가 및 국제적 차원의 규제 강화 필요성을 재차 주장
 - * "OpenAI Should be more open", "All Orgs developing advanced AI should be regulated, including Tesla" (2020.2.18, @elonmusk 트위터)

3 영리 추구하고 동시에 숭고한 사회적 가치를 실현하겠다는 OpenAI의 '양수경쟁 전략'이 효과를 발휘할지 귀추가 주목됨

- OpenAI LP의 설립에는 막대한 컴퓨팅 자원을 요구*하는 AI기술 개발을 위해 재정적 투자의 지속성을 확보한다는 명분이 작동
 - * 경쟁 기업들은 혁신적 결과를 얻기 위해서는 3.4개월마다 2배의 컴퓨팅 자원을 사용
- 하지만, 영리목적으로 개발된 기술은 기업에 의한 사유화와 독점화가 예상되며 이는 OpenAI가 추구하는 공유와 개방의 철학과는 모순되는 상황에 직면
- 정부는 AI기술의 안전하고 올바른 개발과 사용을 민간에게만 맡길 것이 아니라 기술에 대한 이해 역량을 높여 선제적으로 높은 개발 기준을 마련하는 것이 필요

¹¹ Inverse, "OpenAI co-founder Elon Musk says secretive a.i. firm should be more open", 2020.2.18.

¹² Karen Hao, "The messy, secretive reality behind OpenAI's bid to save the world", MIT Technology Review. 2020. 2.17



서울 신촌 공씨책방



인천 배다리 아벨서점

사진산책

중간 中間

디지털과 아날로그의 중간.
일상과 심의 중간 같은 사진.
특정 주제나 내용에 치우치지 않는 누구나 공감할 수 있는 사진

헌책방에서는 특유의 냄새가 풍겨난다. 한껏 습기를 머금은 종이더미에서 피어나는 눅눅함, 먼지를 일으켜 목안을 자극하는 마른 내음, 향수를 자아내는 그리움의 냄새, 옛 주인의 타액과 각질에서 피어오른 체취 등이 어우러진 독특한 냄새다. 그 냄새는 오래된 중고서점 어디를 가든 따라다닌다. 그래서 헌책방 고객이 되려면 그 냄새에 먼저 적응해야 한다. 적응에 필요한 방법이나 처방은 없다. 서점에 들어가는 순간 자연스레 재방문의 자격이 결정되기 때문이다. 그래서인지 책방 주인은 나가는 손님에게 ‘또 오세요’라고 좀처럼 말하지 않는다. 올 손님은 결국 다시 오고, 다시 오려고 해도 못 올 사람은 못 오기 때문이다. 바로 헌책방의 냄새 때문이다. 주인은 다시 찾은 손님에게는 이렇게 묻곤한다. “어떤 책을 찾으세요?” 제목이 아니다. 책 종류, 즉 장르다. 어수선했던 책이 짝이 없어 보여도, 모든 책에는 각자의 자리가 있다. 주인은 그 지점을 좌표 찍듯 말해준다. 손님은 주인이 말해준 곳에서부터 보물찾기를 시작한다.

이호준 Lee, Ho-Joon | 언론학박사 | ighwns@hanmail.net

우정사업본부에서 근무하고 있으며, 대한항공 여행사진 공모전에서 2회 수상하고, 세 차례의 개인전과 단체전 3회를 개최했다.

SPRi FOCUS

선의를 위한 기술



TECH FOR

- SW를 활용한 사회문제 해결을 위해 우리가 가야 할 길 심동벽 조교수(건국대학교)
- 선의를 위한 기술은 가능한가 - 바이러스와 인공지능의 변증법 - 김홍열 이사(미래학회)
- 신종 코로나 이후의 디지털 전환 윤기영 겸임교수(한국외국어대학교) · 대표(FnS 컨설팅)
- 현재의 선택과 선의의 기술로서 AI 김윤명 이사(디지털재산법학회)

* 이 원고는 필진의 개인 견해이며,
소프트웨어정책연구소의 공식의견과 다를 수 있습니다.

GOOD



SW를 활용한 사회문제 해결을 위해 우리가 가야 할 길

Things to Do to Solve the Social Problem
Using SW Technologies

2019년 12월 중국 우한에서 처음 발생한 뒤 전 세계로 확산 된 신종 코로나 바이러스로 전 세계가 씨름하고 있다. 이탈리아를 비롯한 유럽에서는 엄청난 환자가 발생하고 있으며, 한국에서만 구하기 힘든 줄 알았던 마스크는 미국과 유럽 주요국에서는 개당 2만 원을 넘어설 정도로 금값이 되었고, 연일 주요외신들은 자국의 식료품과 생활필수품의 사재기를 앞다투어 보도하고 있다. 다행스럽게도 국내에서는 급증하던 확진자 수 증가세가 두 자리 수 대로 떨어지면서 맹위를 떨치던 코로나19가 한풀 꺾이는 모양새다. 2월 말 예상치 못한 특정 종교집단의 대규모 감염에도 불구하고 비교적 조기에 코로나 확산의 큰 불길을 잡을 수 있었던 것은 수많은 의료인들의 희생과 헌신에 더하여 중앙정부의 행정력과 보건당국의 방역능력이 뒷받침되었기 때문이다.

특히, 정부의 강력한 행정력 뒤에는 우리정부가 그간 구축한 전자정부시스템이 큰 역할을 하였다. 일례로, 코로나 발생 초기국면에서 환자의 해외여행력을 토대로 감염가능성을 확인하고 감염(확진)여부를 판별하는 것이 매우 중요했다. 우리 의료시스템은 접수단계에서 수진자자격조회시스템(건강보험 자격 확인), 접수·문진 단계에



심동녘

Shim, Dongnyok

건국대학교 조교수

Assistant Professor, Konkuk University

sk4me@konkuk.ac.kr

서 ITS(International Traveler Information System, 해외 여행력 정보제공 프로그램), 처방 단계에서 DUR(Drug Utilization Review, 의약품안전사용서비스)등을 활용하여 해외여행이력을 신속하게 확인할 수 있었다. 이를 통해 의료기관은 유증상자 중 코로나19 의심환자를 조기에 확인하여 감염여부를 검사받도록 조치하였다.

마스크수급에 차질이 생겨 시민들이 큰 불편을 겪게 되자 약국을 공적 마스크 판매처로 정하여 5부제를 시행할 수 있었던 것도 식품의약품안전처가 구축한 DUR시스템이 원활하게 작동했기 때문이다. 약사들은 해당 시스템에 접속하여 중복지매 여부를 실시간으로 확인하고 정해진 지침에 따라 판매를 할 수 있었다. 코로나19 바이러스로 인한 사회적 재난상황에도 우리는 일상적으로 정부의 정보시스템을 활용하고 경험하고 있어 그 효능감을 피부로 느끼지 못하지만 실제로 이와 같은 정보기술을 국가사무 전반에 도입하고 있는 나라는 세계적으로 그리 많지 않다. UN전자정부 평가 3회 연속 1위에 빛나는 국가 정보화시스템이 국가재난 상황에서 묵묵히 제 역할을 다하고 있는 것이다.

전자정부시스템이 방역을 위한 정부 행정력을 뒷받침하고 있는 사이 민간에서는 정보기술을 활용한 창의적이고 혁신적인 아이디어와 서비스들이 곳곳에서 모습을 드러냈다. 무엇보다 공적 마스크 판매 초기에 판매자와 구매자 사이의 정보 비대칭으로 인하여 큰 혼란이 야기될 뻔 하였으나, 30여 개 이상의 공적 마스크 판매정보 제공 앱·웹서비스가 만들어지면서 시민들은 재고여부도 모른 채 긴 줄을 서는 수고를 덜 수 있었다.

무엇보다, 국민들에게 확산상황 및 감염병 대응정보를 제공과정에서 빅데이터 및 인공지능의 역할이 두드러졌다. 한국공간정보통신은 지리정보시스템(GIS)을 기반으로 코로나19 관련 종합 상황 지도서비스를 제공하였고, SW기업 와이즈넷은 지난 2월부터 코로나19 예방 및 올바른 대처 방안을 알려주기 위한 공익 챗봇 서비스를 개발하여 제공하고 있다. 국내 최대 포털 사이트인 네이버는 자사 인공지능 플랫폼 '클로바'를 활용하여 코로나19 능동 감시자에게 하

루 2번씩(오전 9시, 오후 3시) 자동으로 전화를 걸어 발열, 호흡기 증상 등을 확인하는 AI기반 음성봇 "AI 케어콜 서비스"를 제공하고 있다. 이렇듯 코로나19 시국에서 빅데이터와 AI를 기반으로 한 정보기술이 정확하고 체계적인 정보 서비스를 제공함으로써 국민들은 확산상황 및 대응정보를 투명하고 신속하게 확인할 수 있었다. 앞서 상술한 AI기반 챗봇과 감염병 대응정보를 제공하는 정보서비스들은 전염병 그 자체를 차단하지는 못하지만 시민들이 막연한 공포와 불안감에서 보다 안정적으로 현 시국을 대처할 수 있게끔 하는 유용한 수단들이라 할 수 있다.

코로나19 종식으로 가기 위한 필수 관문, 즉 환자진단·식별의 의료시스템 개선 및 백신·치료제 등 신약개발과정에서도 AI와 빅데이터가 중요한 역할을 하고 있다. 코로나19 진단키트 개발기업 중 하나인 씨젠은 진단 키트 개발 과정에서 AI를 활용함으로써 개발 시간을 2주 내외로 대폭 단축하였고 이를 통해 국내 사용승인 및 유럽 인증도 신속하게 획득할 수 있었다. 의료분야 영상판독업체인 뷰노는 폐질환으로 진행된 환자의 X-ray 영상을 수 초 내에 판독하여 중증 환자를 신속하게 분류할 수 있는 AI솔루션을 개발하였고 현재 의료현장에서 활용 중이다.

불과 몇 달 후 발생 할 신종 전염병의 전세계적 확산을 예견해서 었을까? 공교롭게도 올해 1월 개최된 세계경제포럼(World Economic Forum)의 7대 주요 의제 중 하나는 "선의를 위한 기술(Tech for Goods)"이었다. 정보통신 신기술이 복잡다단한 사회문제를 해결하고 인간 삶의 질을 향상 시키는 방향으로 작동해야 하고 이를 위한 정책과 거버넌스 시스템이 필요하다는데 전 세계 주요국의 정계, 관계, 재계 유력인사와 언론인, 그리고 경제학자가 의견을 함께한 것이다.

국제적으로 저출산·고령화, 재난·재해, 환경오염, 기후변화, 자원고갈, 도시화, 질병·안전 등 국민의 삶의 질과 연관된 다양한 사회문제가 글로벌 과제로 부상하고 있다. 국내에서는 급속한 사회변화와 함께 다양한 집단·계층 사이 이해관계의 충돌이 기존에 볼 수 없었던 새로운 유형의 사

회문제를 일으키고 있다. 국가사회의 대응이 절실한 상황이다. 경제발전과 함께 국민의 행복 증진을 위해서는 교육, 주거, 건강, 환경, 안전 등 다양한 사회적 문제에 대해 보다 적극적인 해결노력이 필요한 상황이다.

다행히 최근 다양한 사회문제의 진단과 이를 기초로 한 정책수립에 있어 빅데이터와 인공지능 기술을 활용한 시도들이 성과를 얻고 있다. 일례로 미국에서 Farhadloo와 연구진(2018)은 SNS소셜데이터를 활용하여 자가 바이러스의 확산에 따른 미국 시민의 태도와 행동을 분석한 바 있으며, 덴마크에서 Buch와 그의 연구진(2018)은 시민들이 무인자동차 도입에 부정적인 이유를 신문기사와 트위터 자료를 분석하여 주요요인을 도출한 바 있다. 그 결과 해킹, 안전문제, 법적책임 등 다양한 키워드들이 등장했는데 놀랍게도 무인자동차의 급속한 확산이 자신 또는 타인의 일 자리를 빼앗을 수 있다는 고용불안정에 대한 우려가 부정적 태도를 형성하는 가장 강력한 요인으로 드러났다. 이를 토대로 연구진은 덴마크 정부가 무인자동차 도입과 함께 노동정책을 함께 검토해야 함을 강조하였다. 이렇듯 빅데이터 분석은 보건, 교통 등 주요 사회정책의 수립에 필요한 객관적인 근거를 저비용으로 신속하게 분석하여 제공함으로써 한정된 표본, 높은 비용 등 기존 조사방법이 지니는 한계점들을 성공적으로 보완하고 있다.

앞서 소개한 사례들은 사회문제 해결에 있어 SW신기술의 기술적 가능성을 확인한 셈이다. 이제 <어떻게?>의 문제가 남는다. 어떻게 ICT신기술을 효과적으로 활용하여 우리사회가 떠안고 있는 주요 현안을 해결하고 사회혁신의 발을 내딜 수 있는가의 문제이다. 우리가 당면하고 있는 문제는 전(全)지구적 또는 국가적인데 반해 다수의 혁신적인 기술과 아이디어는 기업과 기업가에게 있기에 간극이 발생한다. 거칠게 표현하면, 현안은 정부와 정치권 국민이 마주하고 있는데, 실마리는 기업이 가지고 있는 셈이다. 그런데 코로나 공포가 엄습하는 가운데 우리는 이 미스매치(Mismatch)를 해결할 수 있는 단초를 찾은것이 아닌것 같다. 앞서 언급한 30여 개 이상의 공적 마스크 판매정보 제



공 앱은 개발자가 손쉽게 이용할 수 있도록 과학기술정보통신부가 공공데이터(공공기관이 생성·관리하는 자료)를 취합하여 '공적 마스크 판매 데이터'를 제공했기 때문에 가능한 일이었다. 구체적으로 건강보험심사평가원의 판매처·입고시간·판매 정보를 한국정보화진흥원이 약국 주소와 결합해 제공하였고 민간기업들이 앱을 개발해 마켓에서 제공한 것이다. 그간 관리감독과 통제의 상징으로 인식되어 온 정부행정이 민간에게 필요한 정보를 적시에 제공하면서 시민 불편을 크게 해소하였다. 민간협업이 매우 성공적으로 작동한 경우라 할 수 있다.

지금까지 정보기술을 활용한 사회문제 해결 방식과 절차에 있어 민간협업에 대한 강조가 없었던 것은 아니다. 하지만 금번 사례는 두 가지 측면에서 참신하다. 우선 정부의 역할이다. 마스크 판매정보 제공 앱 개발과 관련하여 정부가 프로젝트의 발주자로서 혹은 갑(甲)으로서 세부 기술 수준과 기능을 상세히 규정하지 않았다. 소위 시방서(RFP, Request For Proposal)를 작성하는 등 과제발주-수주에 의한 계약관계로 프로젝트를 추진하지 않았다. 정부는 그저 필요한 공공데이터를 적시에 충분히 제공하여 국가 정보화 자산의 활용을 극대화하였을 뿐이다. 그리고 서비스는 공개된 자료를 활용하여 민간이 자발적으로 참여하여 개발하였다. 시민들한테 전달되는 것은 서비스이지 기술이 아니다. 정

부가 사회문제 해결을 지향하는 사업을 기획한다 하여도 기존의 관성대로 사업을 설계하고, 세부내용을 명시화하다 보면 사업에 참여한 기업들은 기술개발 중심의 관성 때문에 시민들이 실제 체감할 수 있는 완성된 수준의 서비스를 개발하는 데 소홀할 수 밖에 없다.

둘째, 기업의 역할이다. 세상에 소비자의 선택을 받지 않고도 장기적으로 생존하거나 이윤을 창출할 수 있는 기업은 없다. 마스크 공적판매 초기에 다양한 마스크 정보제공 앱들이 개발되었지만 부정확한 정보를 제공하고 시스템 편의성이 떨어지는 앱들은 일찌감치 시장에서 퇴출되었다. 이윤창출 동기를 지니고 있는 기업은 정부가 지시하지 않아도 스스로 정보서비스를 고도화하고 발전시켜 나가며 그 과정에서 기술과 경험이 축적된다. 결국, 정부가 모든 시스템을 소유해서 운영하는 방식에서 벗어나야 한다. 금번 사례는 기업이 사회문제 해결에 있어 비용효과적이며 신기술을 적시에 활용할 수 있는 사용중심의 서비스 방식을 적절히 활용한 사례라 할 수 있다.

코로나19 확산 국면에서 경험했듯 사회문제의 강도와 복잡성이 과거와 비교할 수 없을 정도로 커졌다. 다행히도 보건·복지를 비롯하여 환경, 교통, 주거 등 다양한 국가사회 현안을 둘러싼 정책의 의제도출과 정책기획에 있어 빅데이터 등 최신 정보기술의 활용이 다양한 시범사례를 통해 그 가능성을 인정받고 있다. 그런데 그 기술적 가능성을 인정받았다고 하여 다양한 정부현안에 대하여 한정된 정부 정보화예산으로 대응하는 서비스를 모두 개발할 수는 없는 노릇이다. 그렇게 해서도 안 된다. 사회문제 해결은 타이밍이다. 정부와 기업은 협업하되 각자의 역할이 필요한 이유이다. 때문에 서비스의 적시제공과 기술혁신 측면에서 보다 적극적인 민관협업 모델이 추진되어야 한다. 대규모 투자가 소요되어 재정사업으로 단기간에 구축·운영이 어려운 정보화사업의 경우 민간재원을 활용하여 서비스 조기 구축 및 적시제공이 가능하다. 민간은 자본투자를 하는 대신, 자기책임 하에서 정보화사업의 설계, 구축, 운영까지 전체 사업생애주기 관점에서 통합 관리함으로써 효율성을 도모하

고 이윤을 창출할 수 있다. 이 경우 단발성 구축프로젝트 중심의 관행을 탈피하여 민간이 서비스를 제안하고 운영까지 도맡아 함으로써 시간이 지남에 따라 서비스 플랫폼을 중심으로 디지털자산이 축적되고 이를 활용한 서비스의 최적화도 가능하다.

4차 산업혁명도 좋고 사회문제 해결도 좋고 빅데이터 등 신기술도 좋다. 다만 앞서 말했다시피 SW기술을 활용한 사회문제 해결을 속도감 있게 수행하려면 제도가 뒷받침되어야 한다. <어떻게?>에 대한 답이 필요하다. 다행히 기업이 주도하는 민간투자형 공공정보서비스업을 추진할 수 있는 근거가 개정 소프트웨어산업진흥법 전부개정법률안에 담겨 있다. 본 법안 39조는 국가기관 등의 장이 민간의 자본과 기술을 활용하여 공공부문과 민간부문이 협력하는 소프트웨어사업을 추진할 수 있도록 명시함으로써 민간이 주도하는 공공정보서비스 사업의 길을 열어주었다. 법안이 국회를 통과할 경우, 기업들에게는 정보화 부문에서 BTO, BTL 등 다양한 민간투자방식을 통해 지속적 수익확보 기회가 열리는 동시에 시민들은 고품질의 정보서비스를 사용할 수 있다. 나아가 소프트웨어와 시설투자 등 복잡한 사업의 기획, 관리, 추진에 있어 상대적으로 역량이 높은 대기업과 전문기술을 가진 중소기업들의 협력 또한 가능하다. 법안 통과 시 정부-대기업-중견-중소기업의 협업을 기반으로 다양한 사회문제해결형 정보서비스들이 개발될 수 있다.

결국, 두 마리 토끼를 다 잡느냐 다 놓치느냐의 문제이다. 산업과 사회는 공진화(Co-Evolution)한다. 정부는 산업혁신과 사회혁신이 불가분의 관계에 있음을 인식하고, 디지털전환 전략을 준비해야 한다. 시민들에게 저비용 고품질의 공공서비스를 제공함으로써 주요 사회문제를 해결하고 산업경쟁력 또한 제고할 수 있다. 이를 제도적으로 뒷받침할 수 있는 소프트웨어산업진흥법 전면개정안이 이제 막 상임위를 통과했다. 20대 국회 임기종료 전에 가결되기를 희망한다.

선의를 위한 기술은 가능한가 - 바이러스와 인공지능의 변증법 -

Is Tech for Good Will possible?
- Dialectic of Virus and AI -

인공지능은 코로나19를 해결할 수 있을까

“South Korea winning the fight against coronavirus using big-data and AI”

영국 일간지 더데일리(The Daily) 3월 18일 온라인 버전에 올라온 코로나19 사태 관련 기사의 제목이다. 코로나19와의 싸움이 현재 진행형이라 선불리 예단할 수는 없지만 적어도 지금까지는 한국 정부가 비교적 잘 대처하고 있다는 내용이다. 그 싸움의 무기로 빅데이터와 인공지능을 활용해 정부 운영 빅데이터 플랫폼을 만들고, 이를 보건 서비스에 활용해 초기 코로나 확산을 막을 수 있었다고 보도하고 있다. 백신이 개발될 때까지 이런 시스템적 노력은 필요해 보인다. 체계화된 정보가 있고 활용할 수 있는 정책담당자가 있으면 감염 확산은 분명 축소시킬 수 있다. 물론 마지막 솔루션은 백신이다. 현재 많은 제약회사들과 전문가들이 백신 개발에 노력하고 있고 모두 조만간 좋은 결과가 나오기를 기대하고 있다. 물론 세상 일이라는 게 사람의 희망대로만 되는 것이 아니다. 이미 많은 희생이 발생했고 끝도 모를 어둠의 공포

● ●

김홍열
Kim, Hongyeol
미래학회 이사, 정보사회학박사
Korea Association of Futures Studies,
Director
firrenze@hanmail.net

가 우리를 기다리고 있다. 백신 개발을 위해 우리가 기다려야 할 시간은 너무 긴데 눈 앞에서는 이웃이 계속 죽어가고 있고 다음 차례는 본인일지도 모른다는 불안감이 엄습하고 있다. 그리고 당연히 이 끝도 모를 시신의 관 뒤로는 끔찍한 경제 공황이 뒤따라오기 시작했다.

이처럼 심각한 사태를 야기한 코로나19가 처음 중국 우한에서 발생했을 때 대부분의 사람들은 비교적 가볍게 생각했다. 중국 사람들의 비위생적 식습관에서 비롯된 전염병이라고 여겼고 일정기간 지나면 가라앉을 거라고 판단했다. 사스나 메르스를 비교적 잘 극복했으니 이번 코로나19 역시 지난 경험을 바탕으로 방역체계를 만들어 관리만 잘하면 독감 정도에서 끝날 수 있다고 믿었다. 이런 낙관론의 대표 주자가 미국의 트럼프 대통령이다. 트럼프 대통령은 코로나19 유행 초기였던 지난 1월 22일 팬데믹을 우려하는 기자 질문에 “전혀 없다. 우리는 그것을 완전히 통제하고 있다. 괜찮을 것이다”라고 답변했다.

2월 백악관에서 열린 비즈니스 행사에서는 “그 바이러스는 일반적으로 4월에는 사라지며 열기가 이런 종류의 바이러스를 죽인다”고도 말했다. 트럼프 특유의 정치적 자신감도 한몫했겠지만 신종 바이러스에 대한 정보의 부재가 대책 없는 낙관론의 주요 원인이라고 볼 수 있다. 일부 비판론적 관점을 유지한 전문가들도 있었지만 많은 사람들이 트럼프와 같은 생각을 했고 실제로 빠른 시일 안에 종식될 것이라고 생각했다. 트럼프만큼은 아니지만 문재인 대통령 역시 한때 코로나 조기 종식에 관한 낙관적 전망을 했었고 예측이 틀리면서 곤혹스러운 상황에 빠지게 되었다.

지난 2월 13일 서울 중구 대한상공회의소에서 열린 5개 경제단체장 및 6대 그룹 대표 등 경제계 인사와 긴급 간담회에서 문 대통령은 “코로나19는 머지않아 종식될 것”이라고 발언했는데 이는 매우 성급한 판단이었다는 비판을 받았다. 비판은 해외 언론에서도 있었다. NYT는 3월 28일 자 기사에서 “한국의 지도자가 전염병을 오판했다”는 제목의 기사를 내보냈다. 문 대통령의 발언 이후 신천지 교회 신도인 31번 환자의 등장으로 자신감은 비난의 표적이 되었다.

여기에서 궁금증이 하나 생긴다. 고급 정보를 가장 많이 알고 있는 국가 지도자들이 왜 이런 실언을 했을까.

모든 판단은 기존 데이터에서 얻은 정보를 분석하는 것에서 시작된다. 코로나19 방역 관련 정보는 이전에 발생했던 사스나 메르스에서 얻을 수밖에 없다. 한국은 그 두 전염병을 비교적 성공적으로 막아냈다. 지금은 당시보다 보건 방역 시스템이 더 체계화되어 있다. 코로나19가 어느 정도 확장되다가 소강상태를 맞게 되면 낙관적 전망을 하기 쉽다. 신뢰할 수 있는 의료진과 방역 시스템, 빅데이터와 인공지능으로 무장한 국가 운영 시스템 등을 고려하면 국가 지도자뿐만 아니라 누구라도 조기 종식을 예측할 수 있게 된다. 그러나 우리 모두 아는 것처럼 이제 낙관론은 사라져 버렸고 끝 모를 공포감이 우리 주변을 맴돌고 있다. 코로나19는 처음 겪는 사건이라 누구도 알 수가 없었다.

이제 처음 질문으로 돌아가 보자. 그래도 인공지능은 코로나19를 해결할 수 있을까. 답은 분명하다. 적어도 현재까지는 인공지능이 코로나19를 이겼다고 볼 수 없다. 아니 좀 더 직설적으로 표현하자면 인공지능의 역할은 미미했고 한동안 코로나 퇴치에 중요한 기여를 하리라고 예상하기 힘들다. 지금 중요한 것은 인공지능이 아니라 의학 전문가들의 창조적 해결 능력이다. 빅데이터와 인공지능 그리고 국제적 연대와 국가의 후원 및 기업의 투자 등을 활용해서 백신을 만드는 능력과 열정이 필요하다. 많은 시간과 노력이 필요하고 그 사이 큰 희생이 불가피하겠지만 결국 전문가에 의해 백신은 만들어지고 그 과정에 인공지능은 유용하게 활용될 수 있다. 이런 일련의 과정 속에서 우리가 생각할 수 있는 것은 코로나19처럼 예외적인 특별한 상황이 발생했을 때 필요한 것은 인간의 창의성과 결단력이다. 기술은 조연이나 스탭처럼 자신의 위치에서 맡겨진 역할을 충실하게 수행할 뿐이다.

인공지능은 언제 주연이 될 수 있는가

지금 우리는 사상 초유의 끔찍한 경험을 하고 있다. 코

코로나19는 단지 하나의 유행성 전염병에 끝나지 않고 세계 경제를 파탄으로 몰고 가는 주범이 되었다. 한국에서 코로나 발병이 소강상태라고 해서 모든 것이 끝난 것은 아니다. 근대 자본주의 성립 이후 일국만의 안전과 평화는 개별적으로 존재할 수 없다. 한국처럼 GDP 중에서 무역 의존도가 차지하는 비중이 높은 나라에서는 그 영향이 더 크다. 극적인 솔루션이 등장하지 않는다면 지구촌은 오랜 기간 아마 갯돈에서 벗어나기 힘들고 한국은 장기 침체에 빠질 가능성이 매우 높다. 이미 세계 경제는 극도의 카오스로 진입했고 주식, 채권, 유가, 금리 등 모든 경제 지표들이 연일 폭락하고 있고 회복될 조짐이 보이지 않는다. 극단적 전망이 도처에서 나온다. 한국 경제 성장률이 -1%까지 될 수 있다는 전망도 나왔다. 한국 경제 성장률이 마이너스를 기록한 것은 석유파동이 있었던 1980년과 외환위기 이듬해인 1998년 두 번뿐이다. 경제 성장률이 마이너스가 되면 많은 기업들이 도산하고 실업자가 대량으로 발생하면서 한국 사회가 심각한 경제사회적 혼란에 빠지게 된다. 이미 한국사회는 고통스러운 경험을 한 적이 있다. 그러나 이번 코로나19는 이전 두 차례의 불행한 경험보다 더 치명적 고통을 안겨 줄 것이라는 보도가 계속 나오고 있다. 이탈리아와 스페인에서 코로나19로 사망하는 사람들이 기하급수적으로 늘고 있다. 미국도 일본도 계속 불안한 상태다. 이슬람 국가에서도 확산 가능성이 매우 크다. 이 모든 국제적 혼돈 상태가 코로나19 백신이 나오기 전까지는 지속될 수밖에 없다. 당연히 모든 나라가 코로나19를 치료할 백신 개발에 모든 나라가 집중하고 있다. 3월 22일 한겨레 보도에 의하면 미국 에너지부 산하 오크리지국립연구소가 인공지능이 탑재된 슈퍼컴퓨터 서밋(Summit)을 이용해 임상시험 중이거나 시판 중인 약물과 천연화합물 8천여 개를 분석해 77개 약물을 치료제 1차 후보로, 여기서 다시 2차로 톱 7 후보를 골라냈다고 한다. 일반 컴퓨터를 이용했다면 여러 달이 걸릴 일을 이를 만에 끝냈다. 최종적으로 코로나19를 해결한 솔루션을 찾고 FDA 승인을 얻기까지에는 시간이 더 필요하겠지

만 인공지능이 그 시간을 단축시킨 것은 분명 의미가 있는 일이다.

여기서 질문을 하나 던져 보자. 인공지능을 포함한 모든 과학적 지식과 기술로 코로나19를 예측할 수는 없었을까. 발생 초기에 왜 솔루션을 제시하지 못했을까. 메르스나 사스에서 얻은 데이터, 정보 등을 저장하고 가공해서 인공지능을 활용하면 가능하지 않았을까. 사실상 기술 만능주의 사회, 인공지능이 인간의 지적 능력을 초월해서 작동하는 시대에 왜 이런 어처구니없이 보이는 사건이 발생할까. 답은 비교적 단순하다. 중요한 이유 중 하나는 처음 겪는 일이기 때문이다. 일단 코로나19 관련 전문가가 없다. 인공지능에게 코로나19에 대해 알려줄 전문가가 없다. 그동안 경험하지 못했던 낯선 바이러스라 누구라도 이 역병을 제어할 방법을 전혀 모르고 있다. 박쥐 체내에 있던 코로나 바이러스가 특이한 변이를 거쳐 인체 안에 들어오면서 사람의 면역 체계를 파괴시키고 죽게 만드는 과정을 경험한 사람은 아무도 없다. 당연히 관련 데이터나 자료가 있을 수 없다. 숙절없이 당할 수밖에 없다. 이 코로나 바이러스는 시간이 흐르면서 돌연변이 과정을 거쳐 또 다른 종류의 코로나 바이러스가 될 수도 있다. 결과에 따라서는 더 치명적인 전염병이 될 수도 있다. 문제는 이런 불행한 사태가 예고 없이 예측 불가한 상태에서 발생할 수 있다는 사실이다. 특정 동물 몸 안에 있던 바이러스가 어느 과정을 거쳐 어떻게 진화될지 현재로서는 알 수 있는 방법이 없다. 코로나19처럼 인류가 경험하지 못한 일들은 많다. 인류의 긴 역사적 시간을 생각하면 우리 경험의 시간들은 매우 짧다고 볼 수 있다.

그러나 인간은 이런 역경을 이기고 생존해 왔다. 호모 사피엔스가 지구의 마지막 승자가 된 이유는 과거의 경험에서 배우는 지능이 있기 때문이다. 코로나19 사태에서 볼 수 있는 것처럼 빅데이터와 인공지능은 의미 있는 역할을 수행할 수 있다. 보건, 방역, 치료 시스템에 활용할 수 있다. 감염자 또는 감염 가능성이 높은 사람들을 원격으로 관리할 수 있고 동선을 파악할 수 있다. 최종적으로 백신이 개발될

[표 1] 주요 윤리철학에 대한 인공지능의 관점

구 분	주요 철학자	윤리 철학적 개념	인공지능에서의 관점
기본적 인권 접근법	임마누엘 칸트	프라이버시나 자유처럼 구체적인 권리로 구현되는 공식 윤리 원칙	인공지능 시스템이 준수해야 하는 규정으로 이들 원칙을 보호
공리주의적 접근법	제레미 벤담 존 스튜어트 밀	경제 비용편익 분석을 토대로 인간 복지를 최대화하는 공공정책 수립에 집중	누구의 복지를 극대화하느냐는 문제가 제기되며(예: 개인, 가족, 사회, 또는 제도/정부), 이는 알고리즘 설계에 영향을 미침
도덕윤리적 접근법	아리스토텔레스	사회가 일상생활의 가치를 위해 부여해야 하는 가치와 윤리적 규범에 집중	인공지능의 경우 어떤 가치와 윤리적 규범을 보호해야 하느냐는 문제를 제기

※ 자료 : “Artificial Intelligence in Society 2019 OECD. 번역 NIA P. 89” 저자 재구성

때까지 가장 효과적인 대안을 찾아내 증상을 완화시킬 수도 있다. 인공지능 역시 호모 사피엔스처럼 경험에서 배울 수 있다. 좀 더 정확하게 표현하자면 미리 혼란을 경험한 호모 사피엔스가 자신의 지식을 인공지능에게 전수하면 인공지능은 이전보다 진보된 아이디어를 만들어 낼 수 있다. 결국 중요한 것은 사피엔스의 방향 제시다. 감독의 연기 지도가 탁월하다면 좋은 영화가 되고 당연히 주연이 돋보이게 된다. 감독은 무에서 유를 만들어 내는 사람이다. 백지상태에서 감독 고유의 상상력을 동원해 시나리오를 완성한다. 주연은 완성된 시나리오 위에서 정해진 대사를 자기 언어로 연기를 하는 사람이다. 둘의 순서나 위치는 바뀌지 않는다. 일단 시나리오가 완성되면 주연이 돋보이지만 최종 OK 사인은 감독만 내릴 수 있다. 인공지능이 의미 있는 주연공이 될 가능성이 여기에 있다. 좋은 시나리오가 완성된 다음에 적절한 역할이 주어졌을 때 가능한 것이다. 만약 시나리오가 없다면 배역이 따로 존재할 수가 없다.

선의를 위한 인공지능은 가능한가

이제 이 글의 제목으로 돌아가 보자. 선의를 위한 인

공지능은 가능한가. 이 질문에 대한 답을 하기 위해서 우리는 사회적 선의 또는 사회적 윤리와 철학에 대해 먼저 이야기를 할 필요가 있다. OECD 2019년에 발간한 ‘사회 속의 인공지능(Artificial Intelligence in Society)’에서는 윤리적 인공지능의 철학적 이론을 다음과 같이 세 가지로 분류한다.

위 표에서 알 수 있는 것처럼 칸트의 기본적 인권에 관해서는 윤리철학적 관점이나 인공지능적 관점 모두 같은 스탠스를 취하고 있지만 공리주의적 접근의 경우 인공지능은 선택의 딜레마에서 고민하고 있다. 쾌락에 기초한 개인의 공리가 최대치가 되도록 공공정책을 수립하는 것이 선이라고 벤담과 밀은 주장하지만 개인의 이익과 공리의 우선 추구가 사회적 공공복지를 담보하기는 보다는 오히려 파괴하는 사례가 더 많다는 것이 역사적 사실이다. 벤담과 밀 이후에 태어난 인공지능의 설계자들은 이런 사실을 충분히 알고 있다. 개인의 이익과 사회적 복지 사이에서의 선택은 양자택일의 문제가 아니다. 철학의 문제이기도 하고 동시에 특수한 상황에 따른 정책적 판단의 문제이기도 하다. 그 판단은 때로는 긴급하게 진행되기도 하고 복합적으로 이루어지기도 한다. 인공지능의 설계자들은 공리주의자들의 주장



에 동의할 필요도 반대할 이유도 없지만 그들이 던진 과제에 대해서는 고민을 할 수밖에 없다. 현실 자본주의 국가에서 발생할 수 있는 일반적 과제이기 때문이다. 아리스토텔레스의 윤리학 역시 난감하기는 마찬가지다. 아리스토텔레스가 말하는 윤리적 가치 하나하나는 다 소중해 보이지만 동시에 추구할 수는 없다. 특히 인공지능에게는 무척이나 어려운 문제다. 어떤 가치와 윤리를 선택할 것인가도 고민스러운 주제고 가치 그 자체에 대한 개념 정의 역시 결코 만만한 것이 아니다.

인공지능 설계자들의 고민이 깊은 이유가 여기에 있다. 선의를 위한 인공지능을 만드는 것 또는 인공지능을 선하게 활용하는 것에 대한 사회적 합의는 존재하겠지만 그 내용에 들어가면 결코 쉽게 합의에 도달할 수 없다. 최종적으로 철학, 특히 윤리철학의 문제이고 국가 정책으로 연결되기 때문이다. 철학은 하나의 답을 제시하지 않지만 인공지능에게는 판단할 수 있는 알고리즘이 내재화되어야 한다.

이런 어려움에도 불구하고 선의를 위한 인공지능을 연구해야 하는 이유는 너무 분명해서 차마 피해 갈 수가 없다. 인공지능은 이미 사회 여러 분야에서 깊숙이 들어와 있고 우리 삶을 은밀하게 재구성하거나 조작하고 있다. 합리적 수준에서 문제 제기는 분명 필요해 보인다. 아니 문제 제기에서 끝나는 것이 아니라 좀 더 적극적인 행동이 필요하다. 인공지능이 선한 역할을 하도록 사회적 감시 장치와 투명한 의사 결정 과정을 위한 노력이 글로벌하게 진행되어야 한다. 원칙적으로 선의를 위한 인공지능은 가능하기 때문이다.

바이러스와 인공지능의 변증법

베스트셀러 '사피엔스'의 저자 유발 하라리가 최근 코로나 사태 관련하여 의미 있는 발언을 했다. 영국 파이낸셜 타임스에 기고한 글에서 인류는 코로나 위기를 맞아 중요

한 갈림길에 섰다고 하면서 그중 하나를 선택해야 한다고 주장했다. 하나는 전체주의적 감시체제와 민족주의적 고립의 길이고 다른 하나는 시민사회의 역량강화와 글로벌 연대의 길이다. 중국과 이스라엘에서 볼 수 있는 것처럼 특정 국가들은 이미 개인의 생체정보를 활용해 코로나 감시 체계를 구축하고 있다. 평시에는 사회적으로 용납하기 어려운 일들이 국가적 위급 상황이라는 명분 하에 전체주의적 감시체제를 구축하기 시작한 것이다. 빅데이터와 인공지능을 활용해 국가차원의 통제 시스템을 만들면 자유로운 개인이 설 땅은 점점 축소될 수밖에 없다. 상상하기 싫은 최악의 시나리오가 코로나19로 인해 현실이 되고 있다. 이런 세계가 싫다면 합리적 시민과 단체들의 글로벌 연대를 조직하고 저항해야 한다. 이런 일련의 활동에도 당연히 빅데이터와 인공지능의 활용이 필요하다.

전쟁, 자연적 재난, 코로나19와 같은 전염병 등 인간이 일정 기간 동안 제어하기 힘든 참사는 늘 우리 주변에 숨어 있다가 기습적으로 등장해서 참혹한 피해를 남긴다. 과학기술이 발달하기 전에는 오로지 시간만이 유일한 솔루션이었지만 근대 자본주의 이후 과학과 정보가 유력한 솔루션으로 등장했고 이제 인공지능의 활용으로 더 좋은 세상을 만들 가능성이 높아졌다. 그러나 그 반대의 가능성 역시 상존해 왔다. 러시아 혁명 이후 사람들은 좋은 세상을 기대했지만 결과는 정반대였다. 과학기술과 매스컴을 이용해 정적을 감시하고 여론을 조작하면서 독재 체제를 구축했다. 그 장벽이 무너지기까지 오랜 시간이 필요했다. 그러나 다시 장벽을 세우는 일이 너무 쉬워졌다. 조지 오웰이 자신의 소설 '1984'에서 묘사한 텔레스크린 사회는 이미 기술적으로 완벽하게 구현될 수 있다. 그리고 시민들의 자발적 동의하에 시스템 구축도 쉬워졌다. 하라리가 주장하는 것은 명백하다. 결국 선택의 문제라는 것이다. 좀 더 거시적 표현을 사용한다면 철학의 문제고 정책의 문제다.

코로나19를 대처하는 과정에서 알 수 있는 것처럼 인공지능의 선의적 활용은 가능하다. 그러나 그 반대의 경우

역시 가능하다. 유발 하라리의 통찰력 있는 분석에서 우리가 배울 수 있는 것처럼 인공지능은 두 개의 길을 우리에게 보여준다. 하라리는 거시적 관점에서 갈림길을 말했지만 일상생활에서도 인공지능이 만들어내는 갈림길은 숏하게 많다. 앞서 인용한 사회 속의 인공지능, 챗터 4 공공정책 고려 사항에 보면 “인공지능은 인권 증진을 약속한다”와 “인공지능은 인권 문제를 야기할 수 있다”가 같은 페이지에 열거되어 있고, 다음 페이지에서는 “인공지능은 개인의 참여와 동의를 강화할 수 있다”면서 관련 솔루션에 대해 설명하고 있다. 솔루션을 통해 개인정보 보호 가이드라인이 지켜지는 범위 안에서 개인들의 참여를 유도할 수 있다고 설명한다. 인권 문제 외에도 인공지능의 서로 다른 두 가지 얼굴은 도처에서 발견할 수 있다. 자동화와 일자리 역시 같은 맥락에서 설명이 가능하다.

선의는 그 내용이 구체적으로 보일 때, 사회 구성원들이 동의하는 모습으로 나타날 때 사회적 의미를 갖게 된다. 그리고 구성원들의 동의로 그 내용과 형식을 변경할 수 있어야 의미가 있다. 인공지능의 결과물이 선의로 활용되기 위해서는 그 내용뿐만이 아니라 처음 만들어진 알고리즘의 설계도도 공개해야 한다. 사회적 불평등을 반영하는 기존 데이터로 훈련을 받은 인공지능은 불의를 영속시킬 위험이 있다. 투명한 상태에서 공개되고 여론에 의해 알고리즘이 수정될 수 있어야 한다. 수정된 알고리즘에 의해 운영되는 인공지능이 스스로 생각하면서 더 나은 결과물을 찾는 것을 수 있어야 한다. 인공지능 역시 선의의 변증법이 필요한 이유이다. 이번 코로나19 사태에는 인공지능이 중요한 역할을 못했지만 일련의 과정에서 많은 정보와 지식을 습득했을 것이고 자기 학습을 통해 유사한 다음 사태에는 결정적 역할을 할 수도 있을 것이다. 이렇게 바이러스와 인공지능, 달리 표현하면 문제와 솔루션은 상호 변증법적 과정을 거쳐 우리 생활에 실질적 도움을 줄 수 있다. 그 사이를 중재하는 것은 물론 투명한 시스템이다.

신종 코로나 이후의 디지털 전환

Digital Transformation after the Novel Coronavirus

트렌드가 된 신종전염병

지난 3월 11일 신종 코로나 바이러스 감염병인 코로나19가 팬데믹으로 선언되었다. 2009년 발발한 신종 플루 이후에 21세기 들어 두 번째이다. 팬데믹으로 선언되지는 않았으나, 세계적으로 유행한 전염병은 볼거리, 메르스(MERS) 및 지카(ZIKA) 바이러스가 있다. WHO의 기준에 따르면 팬데믹은 2개 이상의 지역에 3개 국가 이상에서 전염병이 발생한 경우에 해당한다. 팬데믹 선언 이후 세계 경제는 요동을 쳤다. 팬데믹으로 선언된 신종 플루와 비하면, 신종 코로나에 대한 반응은 좀 극적인 부분이 있다. 신종 코로나와 신종 플루 간에 전염성, 치사율 및 사망자 등을 비교하면 그 이유를 알 수 있다.

■ [표 1] 코로나19와 신종 플루 비교(기준일 : 2020.3.23)

구분	신종 플루(H1N1)	코로나19(COVID-19)
기초감염재생산수(Basic Reproduction Number)	1.3 ~ 1.7	2.8
치사율(Mortality)	0.29%	4.38%
사망자	151,700 ~ 575,400	14,510 ~
첫 환자 발견지	멕시코	중국 우한

● ●

윤기영

Yoon, Keeyoung

한국외국어대학교 겸임교수.

FnS 컨설팅 대표

Hankook University of Foreign Studies,

Adjunct Professor

FnS Consulting, Representative

synsaje@gmail.com

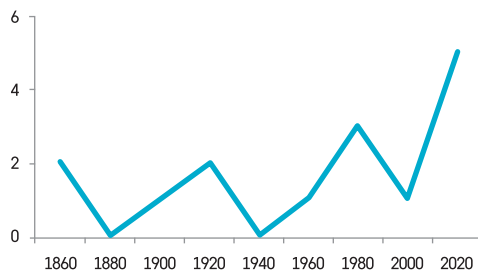
기초감염재생산수는 감염자 1명이 감염시키는 사람의 수를 의미하며, 전염성은 지수성을 띠게 된다. 최초 1명의 감염자에 의해 10번의 연쇄적 감염이 발생한다고 하면, 즉, 기초감염재생산수의 10승으로 계산하면 신종 코로나의 감염자의 수가 신종 플루에 비해 약 150배에 달한다. 또한 치사율도 신종 코로나가 압도적으로 높다. 3월 23일 기준으로 신종 코로나의 치사율이 신종 플루에 비해 15개 넘는다. 같은 날 우리나라의 치사율은 같은 날을 기준으로 1.31%에 달한다.

이들 수치는 아직 확정된 것은 아니다. 기초감염재생산수는 신종 코로나 사태 초기에 소수의 사례를 분석하여 도출된 것이고, 치사율도 지속적으로 바뀌고 있다. 일부 국가의 경우 신종 코로나와 관련된 통계에 대해서는 신뢰성에 의문이 제기되고 있는 상황이기도 하다. 우리나라의 경우에도 치사율이 조금씩 올라가고 있다. 어떨든 전염력과 치사율을 볼 때 신종 코로나로 인한 사망자와 사회적 영향은 매우 클 수밖에 없다.

그런데 이러한 신종 코로나는 일회성이 아니다. 21세기 들어 빈발하는 신종 전염병의 등장 추이를 보면 이제 신종 전염병은 일종의 트렌드가 되었다고 판단해야 한다. 19세기 중반부터 20년 단위로 세계적 전염병 등장 추이를 분석하면, 등장 빈도가 늘어나는 것을 확인할 수 있다. [그림 1] 세계적 전염병 등장 빈도의 가로 축은 1840년부터 20년의 기간을 단위로 한 시간 축이다. 2020은 2001년부터 2020년까지의 기간을 의미한다. 세로 축은 세계적 전염병의 등장 빈도를 의미한다. 가로축 2020년에 5개로 도표에 표시되어 있는데, 이는 2001년부터 2020년까지 2개 지역 3개 국가 이상에서 발발한 전염병이 5개였다는 의미다. 5개 전염병은 앞에서 언급한, 볼거리, 신종 플루, 메르스, 지카 바이러스 및 신종 코로나이다.

신종 전염병 등장 빈도가 증가하는 이유는, 농지 확대, 도시화, 세계화 및 기후온난화가 있다. 이러한 원인으로, 신종 전염병의 등장 주기는 더욱 빨라질 것이다. 이는 명확한

[그림 1] 세계적 전염병 등장 빈도



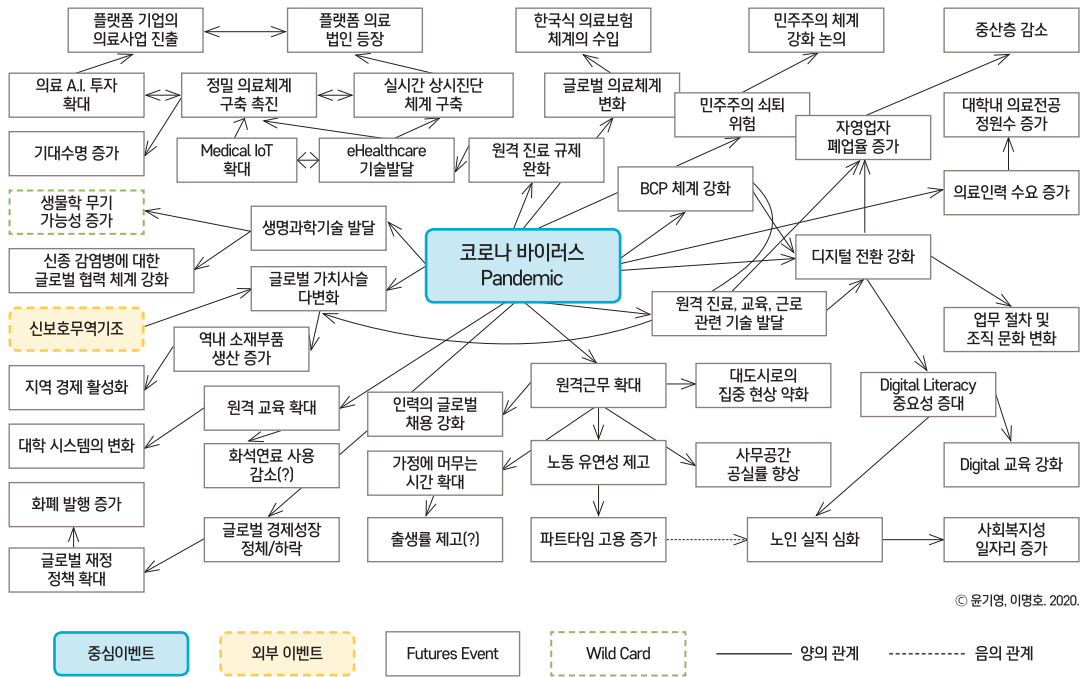
※ 자료 : Wikipedia, 데이터 가공

트렌드가 될 것이다. 그러나 어떤 신종 감염병이 어느 지역에서 등장할지는 알 수 없다. 그리고 가까운 미래에 신종 코로나 바이러스보다 높은 전염성과 치사율을 가진 병원균 혹은 바이러스가 등장할 가능성은 낮지 않다. 신종 전염병의 등장 추이에 대한 인식이 분명해졌으므로, 전 세계의 정치, 경제, 사회 시스템에는 작지 않은 변화가 있을 것으로 전망한다. 혹자는 이에 대해 뉴노멀(New Normal)의 도래를 전망하기도 했으며, 논란의 여지가 있으나, 근본적 혹은 점진적 변화가 올 것이라는 데 대해 미래학자 사이에서는 의견이 크게 다르지 않다.

신종 코로나 이후의 변화

코로나19 이후 다양한 변화가 전망되고 있다. 공통된 견해는 비대면 비즈니스 증가, 원격진료 규제 완화, 글로벌 가치사슬 변화 등을 들고 있다. 이들 변화를 전반적으로 전망하기 위해 미래전개도를 작성했다. 미래전개도는 특정한 미래사건이 발생하면 연쇄적으로 발생할 수 있는 사건을 전망하는 것을 의미한다. 경제학의 잔문결 효과(Ripple Effect)에 대응한다. 미래전개도 상의 연쇄적으로 발생할 수 있는 사건은 귀납추리에 의해 도출하며, 연결지능을 이용한다. 따라서 미래전개도 상에 전개된 사건의 흐름은 통

[그림 2] 신종 코로나 바이러스 팬데믹 선언으로 인한 미래전개도



계적 미래예측은 아니며, 인류의 역사적 경험과 상식에 비추어 일어날 만한 사건의 흐름이다. 중심 사건에서 멀수록 의외성이 존재하며, 의외성이 존재할수록 새로운 비즈니스 모델과 미래 정책을 위한 아이디어가 된다.

코로나19 이후 원격근무, 원격교육, 원격진료에 대한 논의가 활성화될 것으로 전망되는데, 이는 많은 사람이 이미 전망하고 있는 것이다. 다만 원격 근무와 교육이 급격하게 진행되지는 않을 것이다. 원격근무는 산업생태계, 조직문화 및 관련 기술의 성숙도가 전제되어야 하는데, 이들 전제조건에 한계가 있기 때문이다. 그러나 원격근무 노동자의 수 증가 추이는 상당히 늘 것으로 판단된다. 이번 사태로 원격 근무가 충분히 가능하다는 것이 입증되었다.

원격근무의 확대는 거주지를 직장과 교통 거리 1시간 이내로 묶어 두지 않을 것이다. 주택가격이 높은 대도시

에서 벗어나 중소도시가 점진적으로 확대될 것이며, 이에 따라 지방소멸의 속도가 완화되거나, 멈출 것이다. 다른 한편으로 원격근무의 확대는 사무실에 대한 수요를 줄일 것이다. 원격근무를 포함한 비대면 비즈니스의 확대는 상가 공실률도 늘릴 것이다. 디지털 전환으로 자영업자의 매출이 지속적으로 감소되는 상황에서, 이번 신종 코로나로 인해 자영업자의 폐업률이 더욱 오를 것이고, 이에 따라 상가 공실률도 증가할 것이다. 디지털 전환과 원격근무의 확대는 도시의 풍경에 큰 변화를 가져올 것이다. 이러한 변화는 급격하게 이루어지지는 않으나, 지속적으로 진행될 가능성이 크다. 다만 기업이 부동산 가격의 장기적 하락을 확신하게 되면, 서둘러 부동산을 매각할 가능성이 있고, 이는 다시 부동산 가격의 급격한 하락을 불러올 수 있다. 대신 지방 중소도시의 부동산 가격이 상승할 수는 있으나, 이는 주택 가격

을 중심으로 이뤄질 것이다. 다른 한편으로 원격근무의 확대는 사무실 공간에 대한 수요의 변화를 가져올 것이다. 모바일 오피스가 확대될 것이며, 이와 관련된 수요가 증가할 것이다.

원격 교육은 원격 근무보다 급격하게 확대되는 것은 어렵다. 기술적으로 가능하다 하더라도, 교육의 목적이 단순히 지식의 전달에만 머무는 것은 아니다. 다만 주 5일 모두 학교에 갈 필요가 있는지에 대해서는 사회적 재합의가 있을 수 있다. 최악의 신종 전염병이 등장해도 교육을 멈출 수 없으며, 이에 대한 대안으로 원격 교육 시스템을 유지하는 것이 필요하다. 초중고의 경우 주 1일 원격교육일로 지정하는 것도 대안이 된다. 고등교육에서는 일정 비율 이상을 원격교육 시스템을 도입하도록 하는 것이 필요하다.

원격의료에 대한 제재는 완화될 수밖에 없다. 고령인구의 증가에 대응하고, 의료산업의 발전 및 신종 전염병에 대한 대응을 위해서라도 원격의료 체계가 구축되어야 하기 때문이다. 이때 원격의료는 의사가 원격에서 환자를 진료하는 것에 그치지 않고, 의료IoT 기기가 원격으로 상시 진단을 지원하는 체계까지 확대될 것이다. 이렇게 수집된 데이터를 개인의 유전자와 기존의 활동정보와 함께 인공지능이 분석하여 의사를 지원하는 시스템이 구축된 것이다. 일부 질병에 대해서는 인공지능이 의사를 대신하여 독립적으로 사전

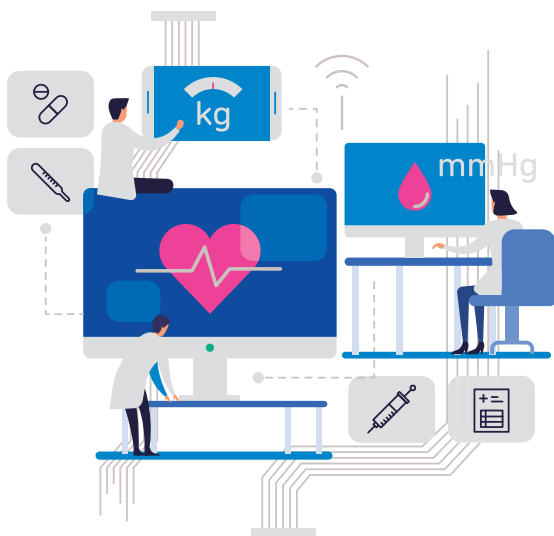
진단하는 체계도 구축되기 시작할 것이다. 이러한 흐름은 일종의 메가 트렌드에 해당하는데, 신종 코로나로 인해 그 전환의 속도가 빨라질 것이다. 원격진료, 의료IoT, 정밀의료, 인공지능 진단 알고리즘의 발달은 한편으로 의료법인의 플랫폼화와 기존 플랫폼 기업이 의료산업에 진출하도록 할 것이다. 신종 코로나로 의료의 공공성이 전 세계적으로 다시 인식되는 계기가 될 것인데, 의료 산업의 플랫폼 경제화는 의료산업의 공공성에 역행하는 결과를 낼 수도 있다.

원격 근무, 원격 진료 및 원격 교육의 동향은 디지털 전환을 가속화할 것이다. 이들 원격 근무 등은 디지털 기술을 기반으로 하고, 디지털 기술이 근무, 교육 등에 전파될수록 디지털 전환의 속도가 빨라진다. 이는 정부도 예외가 아니다. 디지털 정부, 스마트 정부로의 전환 요구가 늘 것인데, 우리나라보다 다른 나라에서 그 요구가 커질 가능성이 크다.

디지털 전환의 요구가 늘수록 RPA(Robot Process Automation)이나 인공지능에 집중된 투자가 디지털 기술과 비즈니스를 전반적으로 융합하거나 새로운 비즈니스 모델을 만드는, 디지털 비즈니스 모델, 디지털 전략으로 확대될 것이다. 디지털 전환은 궁극적으로 조직 구조와 문화 등을 바꿀 것이다. 디지털 전환은 인지노동의 자동화, 지식의 라이프 사이클 변혁과 근본적 연계성이 있어, 궁극적으로는 조직구조와 문화의 변화를 가져올 것이며, 더 나아가 정치, 경제 및 사회시스템의 변혁을 가져올 것이다.

신종 전염병에 대한 대응 필요성과 디지털 전환이 융합됨에 따라, 자영업자의 폐업이 늘어나고, 중산층이 감소하며, 정치, 경제 및 사회 시스템의 변혁은, 멀지 않은 미래에 한국사회에 상당한 도전이 될 것이다. 우리나라의 경우 로봇 밀도가 전 세계적으로 가장 높다. 원격근무의 확대는 디지털 기술의 발달에 따른 인지노동의 자동화 속도를 빠르게 할 가능성이 있다. 한국사회는 이러한 변화를 예견하고, 분명한 답을 준비해야 한다.

디지털 전환은 디지털 문해력(Digital Literacy)의 중요성을 부각시킬 것이다. 디지털 문해력은 엑셀과 같은 스프





레드시트 활용능력과 인터넷 검색 능력으로 측정된다. 디지털 전환이 성숙해지면 디지털 문해력에 대한 요구는 고도화될 것이다. 인터넷 검색 능력은 비판적 사고와 인지적 유연성과 연계되어 요구될 것이며, 스프레드시트 역량은 데이터를 다루는 역량으로 고도화될 것이다. 디지털 이주민인 X세대에 대한 퇴직압력이 늘어날 가능성이 있다. 이에 따라 디지털 역량을 높이는 교육 수요가 증가할 가능성이 있다.

신종 코로나 사태를 겪은 정부와 기업은 BCP(Business Contingency Plan)을 현실화할 가능성이 크다. 다양한 위험과 위험에 따른 시나리오에 대비하여 비즈니스 연속성을 보장해야 함을 정부의 정책담당자와 기업의 의사결정권자가 절실하게 느꼈을 것으로 판단한다. 원격 근무 등의 확대는 한편으로 BCP의 확대에 따른 자연스러운 결과가 되기도 할 것이다. 한국사회에서 BCP의 수립과 이에 대한 실천은 일종의 비용으로 인식되었던 것이 사실이다. 그러나 이번 기회를 통해 BCP에 대한 투자가 확대될 것이다.

BCP에 대한 투자는 작게는 위험관리(Risk Management)로 크게는 위험 거버넌스(Risk Governance)의 형태로 다양하게 나타날 것이다. 또한 BCP의 확대는 글로벌 가치사슬의 다변화를 요구할 것이고, 이는 다시 역내 소재와

부품 생산 시설을 최소한으로 유지하게 할 가능성이 있다. 또 다른 한편으로 BCP의 확대는 클라우드 시스템에 대한 요구를 늘리고, 규모의 경제를 크게 할 것이다. BCP의 확대는 상당한 비용을 요구한다. 이러한 비용을 감당하는 방안은 비용을 분산하거나, 전체 매출액 대비 비용의 비율을 줄이는 것이다. 전자는 클라우딩 시스템을 사용하는 것이고, 후자는 규모의 경제를 달성하는 것이다. 클라우딩 시스템은 플랫폼 경제를 늘릴 것이고, 후자는 전 세계적인 기업의 독과점 현상을 불러올 수 있다.

신종 전염병은 민주주의의 위기가 될 수 있다. 현재까지 대한민국은 신종 코로나에 대한 대응을 잘해왔다. 그러나 중국의 사례에서 보듯이 민주주의의 가치를 유지하면서 치사율과 전염성이 높은 전염병에 대응하는 것은 어려울 수 있다. 신종 전염병의 등장 추이로 보건데, 신종 코로나보다 전염성과 치사율이 높은 전염병이 가까운 미래에 등장할 가능성은 낮지 않다. 그때에도 한국사회와 인류사회가 민주주의를 유지할 수 있을까? 전염된 공포와 광기는 민주주의에 대한 위협이 되며, 정보 시스템으로서의 역할을 하는 시장경제도 마비시킨다.

신종 코로나가 우리사회와 인류사회에 끼치는 영향은

거대할 수 있다. 흑사병으로 르네상스가 촉발되었듯이, 신종 코로나가 끼치는 영향은 신종 코로나 백신과 치료제 개발에 그치지 않을 것으로 전망된다. 이번에 바뀌지 않으면, 다가올 다른 신종 전염병에 의해서라도 바뀔 것이다. 그리고 변혁을 가능하게 되는 근저에는 디지털 혁명이 있다.

디지털 전환의 가속화와 Tech For Good

코로나 확진자 동선 파악, 마스크 5부제의 실행은 한국 사회의 디지털 인프라의 수준을 보여준다. 짧은 시간안에 약국 별 마스크 재고 현황 맵을 작성하는 데는 우리나라 사회의 디지털 역량을 간접적으로 증명한다. 디지털 인프라와 디지털 역량에 대한 각국의 투자는 유럽을 중심으로 확대될 가능성이 크다. 제3세계에서도 4차 산업혁명과 디지털 전환의 가속화 및 국가의 연속성을 위해서라도 디지털 정부에 대한 투자를 늘릴 것이다.

[그림 2] 신종 코로나 바이러스 팬데믹 선언으로 인한 미래전개도에서 제기된 정책의제는 크게 'eHealthcare' 의료 제도 마련과 공공 산업생태계 구축, '정부, 교육기관 및 기업의 업무연속성계획 확대', '신종 전염병 등의 출현에 대응한 민주주의 시스템의 스트레스 테스트와 보완', '디지털 전환에 대응한 정치·경제 시스템 보완', '자영업자 폐업을 및 노인 실업률 상승에 대비한 사회안전망 보완', 'Medical IoT 등의 수요 증대에 따른 물리 컴퓨팅 교육 확대 등 디지털 역량 제고', '신종 전염병 대응과 원격 근무 등의 확대에 발맞춘 지방중소도시 중심의 스마트 도시 추진' 등이다. '신종 전염병 등의 출현에 대응한 민주주의 시스템의 스트레스 테스트와 보완'과 '자영업자 폐업을 및 노인 실업률 상승에 대비한 사회안전망 보완'을 제외한 정책과제를 관통하는 화두는 디지털 기술과 디지털 전환이다. 민주주의에 대한 스트레스 테스트와 사회안전망 또한 디지털 기술 등과 간접적 관련을 가진다.

2020년 WEF 연례 다보스 포럼의 테마는 'Tech For Good'이었다. 한국사회에서의 신종 코로나에 대응한 디지

털 기술의 활용은 대표적인 'Tech For Good'의 사례가 될 것이며, 전 세계적으로 한국의 사례가 확대적용될 것으로 판단한다.

이제 신종 코로나가 던진 신종 코로나 이후의 정책의제에 대응하기 위한 디지털 변혁과 디지털 전환의 방향을 수립하고 실천을 준비해야 하는 시기다. 앞으로 소프트웨어정책연구소를 포함한 디지털 관련 조직과 기업 및 전문가가 다양한 분야의 조직, 기업 및 전문가와 같이 해야 할 일이 적지 않다. 그 어깨가 가볍지 않다.

참고문헌

Scott Barrett. Global Public Goods and International Development: J. Warren Evans and Robin Davies(Ed) (2015). Too Global to Fail: The World Bank at the Intersection of National and Global Public Policy in 2025. World Bank Group

Yang, Y., J. D. Sugimoto, M. E. Halloran, N. E. Basta, D. L. Chao, L. Matrajt, G. Potter, E. Kenah, and I. M. Longini, Jr. (2010). "The Transmissibility and Control of Pandemic Influenza A (H1N1) Virus." Science 326: 729 - 33.

Qianying Lin, Shi Zhao, Daozhou Gao, et al. (2020). A conceptual model for the coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak in Wuhan, China with individual reaction and governmental action. International Journal of Infectious Diseases, 93: 211-216

<https://www.worldometers.info/coronavirus/coronavirus-death-rate/>

https://en.wikipedia.org/wiki/2009_flu_pandemic_by_country

https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_epidemics

<https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019>

<https://coronaboard.kr/>



현재의 선택과 선의의 기술로서 AI

Current Choice and AI as
Good Faith

오래전에 보아온 AI 미래

역사를 공부하는 것은 과거로부터 현재를 살펴, 미래를 예측할 수 있기 때문이다. 컴퓨터에 대한 역사도 그러한 맥락이다. 1950년대, 인공지능이라는 표현을 처음 사용한 이래, 인공지능의 성장은 기술 투자가 있었기 때문에 가능했다. 그럼에도 불구하고, 인공지능은 범용 능력을 갖춘 인간과 같은 수준에 이르지 못하고 있으며, 모라벡의 역설(Moravec's Paradox)처럼 인간이라면 쉽게 할 수 있는 인지, 운동, 표현 등이 기계 내지 인공지능에게는 어려운 것이 사실이다. 우려와 달리, 2020년 현재 터미네이터와 같은 인류를 위협하는 인공지능 또는 로봇의 실체는 찾아보기 어려운 이유다. 인공지능에 대한 막연한 두려움을 가질 필요는 없다. 대신 어떻게 인류에게 유익한 인공지능을 개발하고, 활용할 것인지, 그리고 막연한 두려움을 잠재울 수 있는 기술적, 제도적 방안을 강구할 필요가 있다. 선의(Good Faith)의 기술로서 AI의 미래는 우리가 만들어야 한다. 그것은 우리의 선택과 고민의 결과이기 때문이다.



김윤명

Kim, Yun-myung

한국디지털재산법학회 이사, 법학박사

Korea Association for Digital Property

Law Studies, Director

digitallaw@naver.com

미지의 기술로서 AI

SW와 컴퓨팅 기술의 고도화에 따른 AI에 대해 '미지의 기술'이라고 한다. AI가 어떻게 진화할지, 어떠한 모습으로 인류와 함께할지 알 수 없기 때문이다. 여전히 AI에 대한 부정적인 이야기가 회자되고 있으며, 전문가들 사이에서도 AI의 역할에 대한 논란이 분분하다. AI가 인류를 지배할 것이며, 인류보다 뛰어난 능력을 갖기에 충분하다는 주장에서부터, AI는 절대로 인간과 같은 인지능력을 갖기 어렵다는 주장도 있다. 물론, AI가 가져올 수 있는 문제나 우려에 대해 AI를 섰다운 시킬 수 있는 기술적인 방법을 도입해야 한다는 주장도 마찬가지다.

이러한 다양한 주장은 AI의 궁극적인 모습을 알 수 없는 상황에서 당연한 반응이 아닐까 생각한다. 연혁적으로 기술발전에 따른 인간의 대응은 단순했다. 기술을 최대한 활용할 수 있는 방안을 강구하고, 그 과정에서 문제가 발생하거나 명확히 예측되는 경우에는 기술 자체보다는 기술을 응용한 서비스에 대한 규제를 도입해왔다. 기술 자체가 갖는 중립성을 해치지 않는다는 기술정책적 결과다. 기술이 갖는 폐해에 대해서는 어떻게 대응할 것인지, 산업적 논의와 경우에 따라서는 소송이라는 법적 논의과정을 통해 제도화시킬 것인지, 배척할 것인지 수렴되었다.

이와 같이 기술이 사회제도적으로 수용되어왔던 연혁적 고찰을 통해 보건데, AI도 그러한 과정을 거칠 것이다. 사회적으로 기술을 수용한다는 것은 기술이 갖는 효용성을 높이는 것이다. 해당 기술이 산업적으로, 인간의 실생활에서 어떠한 반응을 보일 것인지에 대한 고민을 하게 될 것이라는 점이다. 다만, AI는 직접적으로 실행가능하다는 점에서 기술의 패러다임을 바꾸어놓고 있다.

산업혁명이 갖는 명암

인류가 산업혁명이라는 '표현'을 사용하는 경우는 몇 차례 되지 않는다. 4차 산업혁명을 얘기하지만, 이도 혁명

이 완성된 상태가 아닌 진행 중인 상황에서 붙여진 것이다. 역사적으로 혁명의 기준이나 구분은 명확하지는 않다. 3차 산업혁명을 정보혁명이라고 하지만, 여전히 정보혁명은 미완성의 진행형이기 때문이다.

인간의 관점에서 보면, 기술 발전은 질적, 양적 팽창과 함께하는 인류의 발전이었다. 그 과정에서 환경파괴, 질병의 창궐, 부의 집중화와 양극화 등 새로운 문제가 발생해왔다. 반면, 인간이 하기 어렵거나 단순한 일들을 자동화함으로써, 인간의 본질에 집중할 수 있는 시간과 비용을 절감할 수 있다. 그로 인하여, 태초부터 인간에게 부여된 인간만이 갖는 창조적인 결과물을 만들어 내거나, 또는 가치 있는 것을 연구하고 발견해낼 수 있음이다. 일례로, 1977년 8월에 우주 유형을 떠난 '보이저(Voyager) 2호'가 태양계를 넘어서 인류에게 우주의 메시지를 보내오고 있는 것도 다르지 않다. 보이저 2호를 통해 현재 진행 중인 에너지혁명과 함께 우주에서 지구로 보내오는 영상정보를 통해 정보혁명을 확인하고 있다. 실생활에서도 기술은 다양하게 응용되고 있다. 지금 작업하고 있는 PC는 산업분야, 의료분야를 포함하여 개인의 문서작업이나, 정보생활의 혁신을 이끌었다. 다양한 정보를 찾고, 커뮤니케이션할 수 있게 된 것도 이 덕분이다. 더 나아가, 음성인식 인공지능은 문자형 커뮤니케이션을 음성형 또는 감성형으로 바꿔놓고 있다.

AI에 대한 오해와 현실

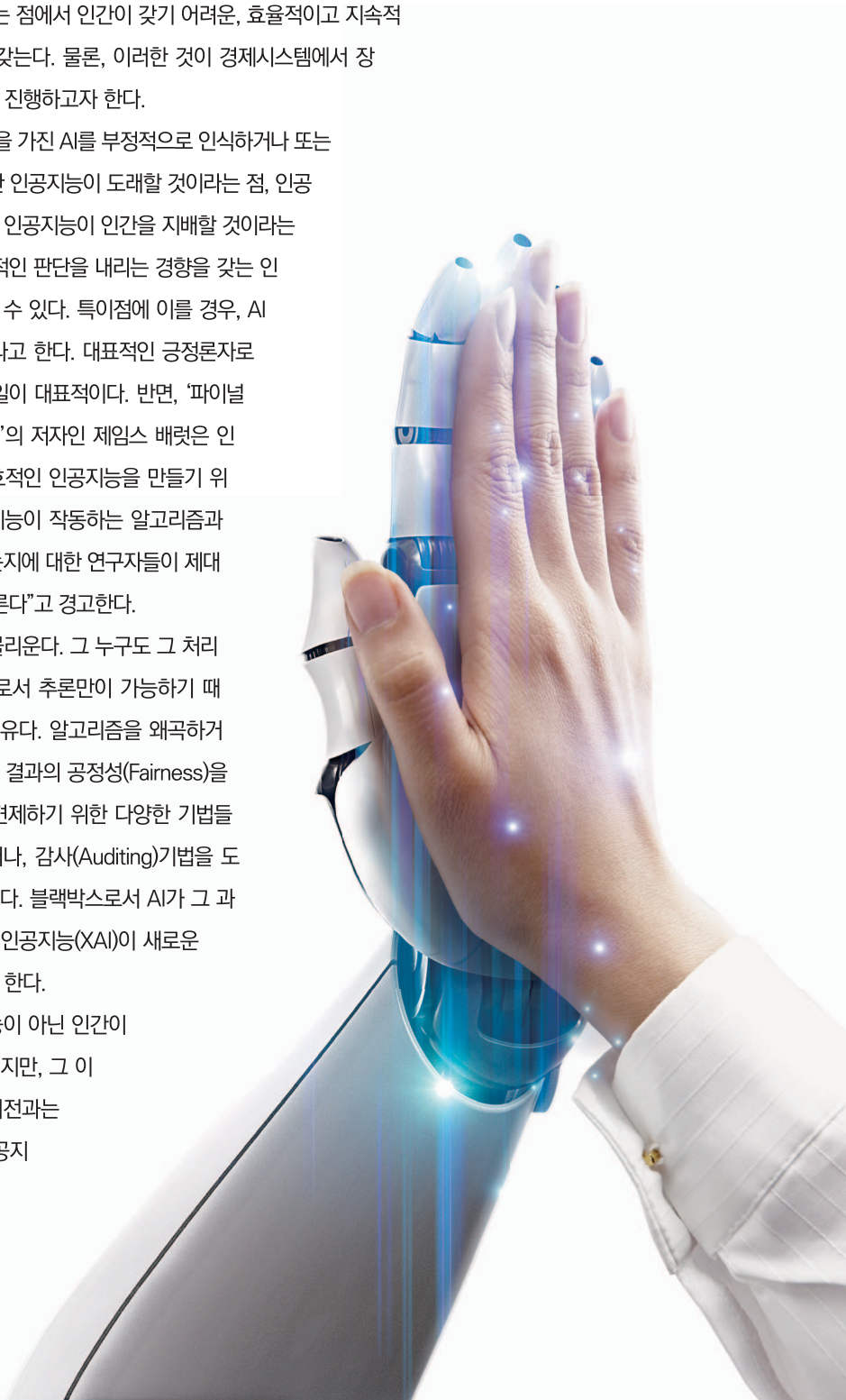
현재, 인류가 활용하고 있는 AI는 약한 인공지능(Narrow AI)이다. 특정 분야에서 인간의 능력을 보완할 수 있는 수준이다. 알파고는 바둑에, 왓슨(Watson)은 의료지원에 한정된다. 시스피커는 음성인식 기술을 활용하여 명령어 처리가 가능하다. 바벨탑을 쌓은 이후로 민족 간 커뮤니케이션이 단절된 언어분야도 AI를 통해 번역의 한계를 극복해가고 있다. 기계가 주식거래를 하는 경우도 있다. 인간이 갖는 한계를 기계적 도움으로 반복적이고 위험

한 일은 시가 24시간 제한 없이 작동한다는 점에서 인간이 갖기 어려운, 효율적이고 지속적인 결과물을 만들어낼 수 있다는 장점을 갖는다. 물론, 이러한 것이 경제시스템에서 장점으로만 작용할 수 있을지는 다음 기회에 진행하고자 한다.

악한 시와 달리, 인간과 다른 없는 지능을 가진 시를 부정적으로 인식하거나 또는 시에 대한 오해도 있다. 대표적인 예가 강한 인공지능이 도래할 것이라는 점, 인공지능은 인간의 능력을 넘어서는 것이라는 점, 인공지능이 인간을 지배할 것이라는 점이다. 또한, 시의 합리성에 따라, 비합리적인 판단을 내리는 경향을 갖는 인류는 제거대상이 될 것이라는 점도 포함될 수 있다. 특이점에 이를 경우, 시는 인간의 지능과 같은 능력을 얻을 것이라고 한다. 대표적인 긍정론자로는 ‘특이점이 온다’의 저자인 레이 커즈와일이 대표적이다. 반면, ‘파이널 인벤션(Final Invention), 인류 최후의 발명’의 저자인 제임스 배럿은 인공지능에 대한 우려를 제기하고 있다. 우호적인 인공지능을 만들기 위해 노력하고 있는 유드코프스키는 “인공지능이 작동하는 알고리즘과 복잡하게 연결된 시스템이 어떻게 움직이는지에 대한 연구자들이 제대로 이해하지 못하는 상황이 벌어질지도 모른다”고 경고한다.

인공지능은 블랙박스(Black Box)로 불린다. 그 누구도 그 처리 과정을 이해할 수 없으며, 단순히 결과로서 추론만이 가능하기 때문이다. 인공지능의 투명성이 강조되는 이유다. 알고리즘을 왜곡하거나, 또는 편견(Bias)이 들어갈 경우에는 그 결과의 공정성(Fairness)을 담보하기 어렵다. 이 때문에 인공지능을 견제하기 위한 다양한 기법들이 제시된다. 알고리즘의 소스를 공개하거나, 감사(Auditing)기법을 도입하는 것도 하나의 방안으로 논의되고 있다. 블랙박스로서 시가 그 과정을 설명하지 못하기 때문에 설명가능한 인공지능(XAI)이 새로운 프로토타입(Prototype)으로서 제시되기도 한다.

여기까지는 자율적인 지능의 인공지능이 아닌 인간이 활용가능한 시에 대한 대응방안이다. 그렇지만, 그 이상으로 진화하는 인공지능에 대해서는 이전과는 다른 방안이 제시될 필요가 있다. 실제 인공지능을 설계하는 과정에서 우호적이고, 인간의 통제가능하도록 해야 할 필요가 있다. 그렇지만, 이는 어디까지나 우려에 대한 대응이지, 원천적인 차단이어서는 안 된다.



기술 진보와 AI

‘미지의 기술’로서 AI에 대한 부정적인 인식이나 긍정적인 주장이나 모습은 다양하다. 80년대, 90년대 암흑기를 지나온 AI는 이제야 가능성을 보여주고 있다. 이론적으로는 상당한 진전이 있었지만, 이를 뒷받침해줄 수 있는 HW능력이 그만큼 발전하지 못했던 것도 이유다.

AI는 스스로 학습하는 기계학습 알고리즘에 따라, 특정 업무에 대해서는 구체적이고 다양한 소스 코딩이 없이 스스로 학습해나가고 있다. 그만큼 정교하고, 시간과 비용을 절약할 수 있는 것이다. 지금도 몇 줄 되지 않는 공개된 소스코드를 이용하여, 누구라도 기계학습이 가능한 프로 그래밍이 가능하다. AI 기반기술도 더욱 발전해가겠지만, AI를 활용한 응용도 다양한 분야로 확대될 것임은 자명하다. AI응용은 인간의 영역이라고 생각되어왔던, 창의적인 분야에서도 활용되고 있다. 작곡, 회화, 문학 등 다양한 분야에서 인간의 경쟁으로 묘사되고 있다. 아니, 인간의 것과 다름이 없다고도 한다. 물론, 이러한 결과를 가져오기 위해서는 다양한 데이터에 기반한 기계학습이 되어야만 가능하다. 데이터 확보가 경쟁력의 관건인 셈이다. 그렇지 않으면 인공지능은 인간과 경쟁할 수 있는 수준이 되기 어렵기 때문이다.

이러한 가치기반의 창작행위와 달리, 인간의 행동을 그대로 구현할 수 있는 프로파일링은 이미 다양한 분야에서 활용되고 있다. 특정 영역에 반응하거나, 추천서비스를 제공함으로써 관심을 가질만한 것을 제공하는 것이다. 그것은 서비스 사업자의 서비스 이용성을 높이거나, 또는 광고를 포함함으로써 수익을 높이는 방법이기도 하다. 물론 위험 지대나 위험도가 높은 산업영역에 AI가 활용되거나, 또는 AI가 탑재된 로봇을 활용하기도 한다. 방산능에 노출된 공간에서 작업은 인간에게 미치는 해가 크기 때문에 기계를 활용하기도 한다. 다만, 인명살상용 로봇은 아이러니하다. 터미네이터처럼 현실화가 될지 알 수 없으며, 어떠한

판단을 해야할지 쉽지 않다. 전쟁무기는 상대를 제압함으로써 아군의 인명피해를 줄이기 위해 개발된 것이다. AI가 탑재된 드론을 활용하거나, 킬러봇을 통한 방법은 AI의 부정적 인식을 높여준다. 이와 같이, AI는 긍정과 부정의 메시지를 다 같이 담고 있는 존재이다.

기술의 사회적 수용

우리는 어떤 경험을 하게 되면, 그러한 경험에 따라 변하고 부정적으로 반응하게 된다. 일종의 가용성 편향(Availability Bias)을 하게 된다. AI에 대해 직접적으로 비극적인 경험을 한 것은 아니지만, ‘알파고’ 이래로 사람을 뛰어넘을 인공지능에 대해 간접적인 경험을 해왔다. 그렇기 때문에 AI에 대한 막연하지만, 경외감을 가졌는지도 모른다.

AI가 갖는 장점이나 그에 따른 긍정적 변화에 대해 널리 알릴 필요가 있다. 학교교육에서도 AI활용에 대한 내용도 포함될 필요가 있다. AI연구가 전문가의 손에 의해 이루어지긴 하지만, 보편적인 사용은 보통 사람들의 몫이기 때문이다. AI가 어떤 가치를 갖는지, 어떤 문제가 있는지에 알려줘야 한다. 그렇지 않을 경우, 막연한 우려에 따른 저항을 가질 수 있기 때문이다. 그러한 과정 없는 기술의 사회적 수용은 조심스러울 수밖에 없다.

AI를 포함한 나노기술, 바이오 기술 등 신기술에 대해 국가는 더욱 고민할 수밖에 없다. 시민단체, 연구자들도 이에 대해 우려하고, 그 파장을 고민한다. 만약 신기술이 시민들에게 미칠 수 있는 영향을 가늠할 수 없다면, 국가는 규제정책을 펴게 될 것이고, 시민단체는 해당 기술에 대한 우려를 과포장할 수도 있다. 우려나 긍정의 메시지만을 전달하는 것이 아닌, 우려에 대한 부분도 충분히 고려한 기술이나 정책이 수립되어야하는 이유이다. 기술에 대한 우려에 대해서 대응책이 없는 상황이 지속된다면 국가는 규제정책을 수립할 수밖에 없을 것이다. 다만, 이때의

규제정책도 원천기술에 대한 차단이 아닌 활용을 전제로 하는 것이어야 한다. AI 윤리가 하나의 대안이 되는 이유이고, 많은 나라나 국제기구를 중심으로 논의되는 이유이기도 하다. 산업계는 AI를 기획하는 초기부터 이러한 논란을 충분히 수용할 수 있어야 할 것이다.

AI윤리, 그리고 데이터 윤리

AI를 선의로 활용하기 위해서는 AI 자체, AI를 개발하는 개발자, AI 학습에 필요한 데이터셋(Data Set) 등 관련 분야에서 사회적 가치와 충돌할 수 있는 사항들을 배제시킬 필요가 있다. 쉽게 생각하는 것이 규제이나, 확실적인 규제는 기술 진보를 저해하기 마련이다. 기술을 살리고, 원래 의도대로 사용하려면, AI에 대한 윤리에 집중할 필요가 있다. 윤리는 최소한의 도덕으로서 법이 가져올 확실성을 유연성 내지 연성법(Soft Law)으로 대응할 수 있다는 긍정적인 의미도 있기 때문이다. 한계도 명확하다. 인공지능이 인식해야 할 윤리가 무엇인지 의문이기 때문이다.

인간에게도 어려운 윤리를 인공지능에게 학습시킬 수 있을 것인가? 자율주행차를 중심으로 논의되고 있는 인공지능 윤리는 어떠한 모습이어야 하는가? 한 단계 높은 철학적 논의에서 말하는 정의란 무엇인가? 이 질문을 포함하여, 인류가 최고선이라고 하는 윤리적 가치도 최고수준의 가치라고 단정하기 어렵다. 법적으로 살인은 금지되나 전쟁에서, 또는 생명을 위협하는 경우에는 정당방위로서 허용되기도 한다. 만약 로봇이나 AI가 가져야 할 윤리가 수립된다고 가정하더라도, AI만이 윤리적이어야 하는가? 이를 기획하고, 개발하고 때론 이용하는 인간은 어떠한가? 국가는 어떠한가? 정답은 없다. 다만, 지금 내리는 선택이 우리의 미래라는 점을 되새겨볼 일이다.

AI의 안전성, 공정성, 투명성 확보를 위해 윤리가 대안으로서 제시되지만, '어떻게' 라는 물음에 명확히 답하기는 쉽지 않다. 다만, 설계 단계에서 어떻게 윤리적이어야 하

는지, 공정성을 담보할 수 있을지에 대한 가이드라인 수준의 논의가 이루어지고 있기는 하지만, 단순히 '로봇3원칙'이 아닌 구체적이고 프로그래밍 가능한 또는 학습 가능한 가이드라인이 제시될 필요가 있다. 무엇보다, 인공지능이 가져야 할 기본적인 지적 소양은 '인간을 위해야 한다'는 점이다.

인공지능은 윤리에 더하여, 기계학습의 기반이 되는 데이터 윤리에 대한 관심도 필요하다. 아무리 인공지능이 윤리적이라고 하더라도, 학습에 필요한 데이터셋(Data Set)이 왜곡된 경우라면 알고리즘이나 소스코드를 공개하더라도, 그 원인을 찾기가 쉽지 않기 때문이다. 윤리적 적용이 어렵게 되면, 규제단계를 넘어 금지유형으로 형법 체계에서 인공지능이 다루어질 가능성이 크다. 인공지능 윤리는 인공지능과의 싸움 이전에, 규제기관과의 싸움을 피하기 위한 방안이라는 점을 인식할 필요가 있다.

인간과 AI의 공진화 - 사람중심에서 본 AI

인공지능이 어떻게 진화할지는 알 수 없으나, 분명한 것은 AI의 미래는 우리가 선택한 결과가 될 것이라는 점이다. 인공지능에 대해 막연한 두려움 또는 장밋빛 미래만을 기대해서는 곤란하다. 차별을 조장하거나 공정하지 못한 점은 배제하고, 다양한 사회적 기술로서 인공지능이 발전하고, 응용될 수 있도록 환경을 만들어야 한다.

이와 더불어, 인공지능이 작동하는 환경에서 빠지지 않을 가치는 '인간중심'이어야 한다는 점이다. 인간을 해치지 않고, 상호 공존할 수 있는 환경을 조성해야 한다. 그렇지 않는 로봇과 인류는 또다른 경쟁상대이자, 파괴할 객체가 될 수 있기 때문이다. 우호적인 인공지능을 위한 것은 최소한 파괴적이지 않은 인공지능이어야 한다는 것과 다르지 않다. AI에 탑재될 가치는 '우호적인 DNA'가 아닐까 생각된다. 우호적인 인공지능의 최소한의 기준으로 윤리와 인간중심의 가치를 탑재할 수 있다면, 인공지



능이 인류를 지배하거나 파괴할 것이라는 우려는 줄일 수 있다고 보기 때문이다. 전 지구적으로 우호적인 DNA에 담겨야 할 기준이나 내용을 정하는 것도 방안이 될 수 있을 것이다.

인공지능이 중심이 되는 사회, '지능정보사회'에서 변치 않을 가치는 인간을 위한 AI여야 한다는 점이다. 그렇지 않은 인공지능은 인류와 경쟁하거나 그 과정에서 파괴하는 선택을 할 수도 있기 때문이다. 여전히 인공지능은 인류의 편리성을 위해서 역할을 하게 될 것이다. 검색, 번역, 추천, 거래, 창작 활동, 자율주행 등 다양한 분야에서 인간의 한계를 극복해가는 역할에 충실하기 때문이다. 사람중심의 인공지능에 대한 투명성, 공정성, 설명가능성을 담보할 수 있도록 신뢰를 주어야 한다. 인공지능의 가치는

'사람중심'을 넘어, '인권'이라는 인류 보편적 가치를 담는 것이어야 한다.

지금은 'AI의 민주화'가 도래했다고 불만하다. 그렇지만 아무리 인공지능이 선하다고 하더라도, 인간의 욕심에 따라 악의적인 결과를 가져올 수 있다. 이를 막기 위해 우리가 AI에 대한 감시자가 되어야 한다. 제도적으로는 AI의 알고리즘에 대한 접근권의 보장과 그에 대한 절차적 정의가 수립되어야 한다.

알파스타(AlphaStar)의 AI 알고리즘

AI Algorithm of AlphaStar



Executive Summary

알파고 개발진으로 유명세를 탄 딥마인드(DeepMind)는 지난 2019년 10월 30일 세계 최고의 학술지 네이처에 스타크래프트2 인공지능(AI)인 알파스타(AlphaStar) 논문을 발표했다. 알파스타는 2019년 1월 처음으로 딥마인드 홈페이지를 통해 대중에 알려졌다, 당시 정상급 프로게이머와 대결해 10승 1패를 거둬 큰 이슈가 됐다. 그러나 당시에는 알파스타의 세부적인 내용이 공개되지 않아 알파스타가 어떻게 프로게이머 수준에 등극했는지에 대해 제한적으로 이해할 수 있었다.

이 보고서는 네이처지에 실린 알파스타의 AI 알고리즘을 보다 쉽게 전달하고자 한다. 스타크래프트2라는 게임은 바둑과는 또 다른 차원의 지능적 행동을 요구한다. 서로 상성이 존재하는 전략, 불완전한 정보, 실시간 조작, 장기 계획 등 프로게이머 수준의 스타크래프트2 AI를 개발한다는 것은 AI 분야의 또 다른 그랜드 챌린지이기 때문이다. 알파스타의 개발 과정 역시 순탄치는 않았는데, 연구 초기에 공개한 결과는 일반인 수준정도였기 때문이다. 딥마인드는 성능을 향상시키기 위해 스타크래프트2 AI 학습을 수월하게 시킬 수 있는 학습 도구와 데이터를 대중에 공개하여 연구의 참여를 유도했다.

● ●

추형석

CHU, Hyungseok

선임연구원

Senior Researcher, SPRI

hchu@spri.kr

알파스타는 복잡한 스타크래프트2 AI를 구현하기 위해 10여 개의 AI 알고리즘을 활용했다. 알파스타의 학습 과정은 알파고와 매우 유사한데, 학습에 활용된 AI 모델은 매우 상이하다. 이 보고서는 쉬운 이해를 돕기 위해 바둑과 스타크래프트2, 알파고와 알파스타의 차이점을 바탕으로, 알파스타가 해결하고자 하는 도전과제에 대해 구체적으로 설명할 것이다. 이어서 알파스타 개괄적인 흐름을 지도학습-강화학습-리그학습으로 구분하여 설명하고, 각 단계가 어떠한 의미를 갖는지에 대해 소개하고자 한다.

알파스타는 91.7만 건의 리플레이 데이터를 활용해 44일간 학습하여 스타크래프트2 상위 0.2%에 도달했다. 알파스타를 접한 많은 전문가들은 알파스타가 AI 분야의 또 다른 그랜드 챌린지를 해결했다며 호평하는 한편, 바둑과 같이 정복한 것은 아니라고 밝혔다. 알파스타는 세계 챔피언을 노리기에 아직 보완이 필요하다는 것이 중론이지만, 딥마인드가 다시 한 번 우리나라를 방문해 세계 최고 수준의 국내 스타크래프트2 프로게이머와의 대결이 성사된다면, 다시 한 번 AI의 힘을 전 세계에 알리게 될 계기가 될 것이다.

DeepMind, famous for AlphaGo, published a study about Alphastar, artificial intelligence(AI) that plays StarCraft II, on October 30, 2019 in Nature, the world's leading science journal. Alphastar was first known to the public on the website of Deepmind in January 2019, creating quite a buzz after defeating top professional players 10-1. At that time, however, the details of Alphastar were not disclosed, giving a limited understanding of how Alphastar became a pro-gamer.

This report aims to provide an easier explanation on AlphaStar's AI algorithms published in Nature. A game called StarCraft II requires a different level of intelligence than Go. Developing StarCraft II AI at the pro-gamer level, which should be able to handle imperfect information, real-time manipulation, and long-term planning in a game where there is no single best strategy, was another grand challenge in the field of AI. The development process of AlphaStar was a bumpy ride, as the lackluster results made public at the early stage of the research showed. To enhance the performance, DeepMind invited the general public to participate in the research by opening up learning tools and data that could help facilitate StarCraft II AI learning.

AlphaStar used about 10 AI algorithms to materialize complex StarCraft II AI. AlphaStar's learning process is very similar to AlphaGo's, but the AI models used for learning are very different. This report will elaborate on the challenges AlphaStar is trying to solve, based on the differences between Go and StarCraft II, and AlphaGo and AlphaStar, for easy understanding. Next, I will explain the general flow of AlphaStar starting from supervised learning to reinforcement learning and to league learning, and what each stage means.

The learning took about 44 days for AlphaStar to reach the top 0.2% of StarCraft II using the data of 917,000 replays. Many experts who have experienced AlphaStar praised it for solving another grand challenge in AI, but said the game has not been fully mastered like Go was. Many agree that AlphaStar leaves much to be desired to become a world champion. Still, if DeepMind visits South Korea again and confronts the world's best Korean StarCraft II pro-gamer, it will be an opportunity for the power of AI to be proven to the world once again.

1 서론

구글 딥마인드는 지난 2019년 10월 30일 세계 최고의 학술지인 네이처(Nature)에 스타크래프트2(StarCraftII) 게임 AI인 알파스타(AlphaStar)의 논문을 공개했다. 스타크래프트는 현 시대를 대표하는 게임으로 실시간 조작을 바탕으로 한 전략 시뮬레이션 게임이다. 특히 스타크래프트라는 게임은 1990년대 말 우리나라 PC방 확산에 큰 영향을 미쳤다. 이것은 e스포츠의 영역으로 이어져 우리나라는 스타크래프트를 중심으로 e스포츠가 확산되는 계기가 됐다. 우리나라에서 스타크래프트는 단순히 게임에서 벗어나 하나의 문화로 승화될 정도로 우리 사회에 미치는 영향이 컸다.

특히 스타크래프트는 배틀넷(Battle.net)이라는 시스템을 도입했는데, 이것은 전 세계에 있는 게이머들이 서로 온라인으로 대결할 수 있는 환경을 말한다. 스타크래프트 배틀넷은 인터넷의 발전에 힘입어 큰 성공을 거뒀는데, 이를 기점으로 게임을 직업으로 하는 프로 게이머의 등장과 이들이 우열을 경쟁하는 e스포츠가 탄생하는 계기가 됐다. 스타크래프트 프로 게이머는 빠르고 뛰어난 게임 플레이, 창의적이고 유연한 전략 변화 등으로 대중의 인기를 얻었다.

스타크래프트에 완벽한 전략이란 것은 없다. 스타크래프트는 가위-바위-보 게임과 같이 전략별로 상성이 존재하기 때문이다. 따라서 상대방의 전략에 따라 자신의 전략을 탄력적으로 변화시키는 것이 승리의 지름길이다. 또한 거시적인 전략부터 유닛 간 전투의 세밀한 전략까지 스타크래프트는 고도의 지능적 판단을 필요로 한다. 그 전략들을 실행시키기 위한 신속한 조작도 프로 게이머의 필수적인 자격 요건이다.

이러한 스타크래프트 게임의 특징은 스타크래프트 AI를 개발하는데 있어 많은 도전 과제를 부여한다. 스타크래프트는 바둑과 전혀 다른 장르의 게임으로, 알파고의 성공 방식이 스타크래프트 AI로 이어진다는 것을 보장하지 않는다. 프로 게이머 수준의 스타크래프트 AI를 개발한다는 것은 인간의 지능적 행동을 모방하기 위한 단초를 잡을 수 있다는 의미에서 또 하나의 위대한 도전(Grand Challenge)의 영역이라 볼 수 있다.

스타크래프트는 이미 게임 안에서도 AI 기능을 탑재하고 있다. 스타크래프트는 소위 컴퓨터와의 대결을 제공하기 때문이다. 이러한 스타크래프트 AI는 대부분 규칙 기반(Rule-Based) 접근을 취한다. ‘A라는 유닛은 B에 강하지만 C에 약하다’, ‘상대가 많은 유닛을 보유하고 있다면, 어딘가에 확장 기지가 있다’라는 식의 규칙으로 행동 방법을 정의한다. 그러나 이러한 규칙의 패턴을 플레이어가 알아차린다면, 플레이어는 이것을 역으로 이용해 컴퓨터와의 대결에서 쉽게 승리할 수 있다.

스타크래프트 AI¹는 학술적으로도 중요한 주제다. 경진대회 형식으로 개최되는 스타크래프트

¹ 이 문단에서 언급하는 스타크래프트 AI는 1998년 출시된 스타크래프트 브루드워를 의미하며, 딥마인드가 AI를 개발한 대상 게임인 스타크래프트2와는 다르다.

AI 개발은 2011년부터 지금까지 이어오고 있다. AI는 인간과 동일한 조건하에 개발되어야 하는 제약사항이 있기 때문에², 문제의 난도가 더욱 높다. 최근에는 심층학습(Deep Learning)의 부상으로 인공지능경망 기반의 접근도 나오고 있지만, 그 수준은 여전히 프로 게이머를 넘어 설 수 없는 상황이다. 프로 게이머 수준의 스타크래프트 AI를 개발한다는 것은 바둑으로 보자면 프로급 바둑기사 수준의 AI를 개발하는 것과 유사하다. 바둑 AI 역시 알파고가 나오기 전에는 프로 바둑기사의 벽을 넘을 수 없었기 때문이다.

딥마인드는 알파고가 이세돌 9단과의 대국에서 승리한 뒤 스타크래프트2 AI 개발을 발표했다. 스타크래프트2는 1998년 처음 발매된 스타크래프트 게임의 계보를 잇는 후속작으로 지난 2010년 발매됐다. 스타크래프트2는 이전 작 보다 더욱 화려해진 그래픽과 다양화된 전략으로 전 세계 게이머의 주목을 받았다. 딥마인드의 새로운 도전은 그 성공 여부에 대해 많은 이슈가 있었지만, 가장 주목받은 것은 형평성이었다. 알파고의 경우, 일각에서 '인간과 슈퍼컴퓨터의 대결'이라며 형평성을 문제 삼았다. 스타크래프트2 AI 역시 인간과의 대결에서 형평성이 보장되어야 한다는 것이다. 스타크래프트2는 게임의 진행이 실시간으로 이루어진다. AI는 컴퓨터의 성능이 허락하는 한, 1초에 수 천 번의 행동도 명령할 수 있다. 혹자는 형평성을 위해 로봇 팔이 직접 게임을 수행해야 한다고도 주장했다. 또한 알파스타가 2019년 1월 프로게이머와의 대결에서 유일하게 패한 경기는 사람과 동일한 조작환경을 활용했다는 점에서 10승에 대한 형평성³ 논란이 있었다.

딥마인드는 지난 2017년 8월 자사의 홈페이지에 스타크래프트2 AI 개발 경과를 공개했었다. 그 결론은 아직 프로 수준에 도달하지 못했다는 내용이었다. 그러나 딥마인드는 많은 연구자들을 스타크래프트2 AI 개발에 동참시키기 위해, 스타크래프트2 개발사인 블리자드(Blizzard)와 함께 학습 환경을 공개했다. 이것은 SC2LE(StarCraft 2 Learning Environment)라고 불리며, AI 개발자가 쉽게 게임 정보를 획득하고 활용할 수 있다. 이에 더하여 딥마인드는 약 6만 5천 건의 1대1 대결 리플레이 데이터를 공개했다. 리플레이는 특정 게임을 전지적 시점에서 모두 볼 수 있는 것으로, SC2LE를 통해 필요한 데이터를 추출할 수 있다.

딥마인드는 초기 결과 공개 이후 1년 6개월이 지난 2019년 1월 알파스타를 공개했다. 알파스타의 성적은 정상급 프로 게이머 2명과 상대해 10승 1패의 성적을 거뒀다. 초기 결과 발표 당시에는 1대1 매치의 성능이 일반인보다 조금 나은 수준이었기 때문에 아직 스타크래프트2 AI가 가야할 길은 멀다는 것이 중론이었다. 그러나 알파스타는 이러한 예측과는 정반대의 결과를 보여줬다. 특히 알파스타가 의미가 있는 점은 대결의 형평성을 어느 정도 확보했다는 것이다. 알파스타는 경기에서 특수한 권한을 갖지 않았고, 조작 속도의 평균은 프로 게이머 수준보다 낮았으며, 게이머용 컴퓨터 한 대를 활용해 대결했다. 또한 딥마인드는 철저하게 데이터 기반의 접근으로 알파스타를 구현했다.

² 경진대회에서는 스타크래프트 AI가 시스템에 접근하여 정보를 얻는 방식은 활용할 수 없다.

³ 10승을 거둔 환경은 조작 화면이 카메라 뷰가 아닌 전체 화면을 활용한 결과였다.

알파스타에는 10가지가 넘는 심층학습 최신기술이 활용됐으며, 리플레이 데이터를 활용한 지도학습과 승률을 높이기 위한 강화학습, 그리고 학습된 AI 에이전트⁴가 서로 대결하는 알파스타 리그를 겪으며 성능이 향상됐다. 그 세부적인 내용이 담긴 논문이 바로 2019년 10월 네이처지에 실린 “Grandmaster level in StarCraft II using multi-agent reinforcement learning”이다.

이 보고서는 알파스타의 네이처 논문을 분석하여 알파스타에 활용된 AI 알고리즘을 알기 쉽게 전달하기 위한 것이다. 이어지는 내용에서는 알파스타의 도전과제와 AI 알고리즘에 대해서 살펴보겠다.

2 알파스타의 도전 과제

스타크래프트2라는 게임의 장르는 실시간 전략 시뮬레이션이다. 여기서 시뮬레이션이라는 것은 가상의 공간에서 조작을 하는 것을 의미하며, 전략이라는 것은 상성이 존재하거나 행동에 대한 기회비용이 명확하다는 것을 의미한다. 특히 스타크래프트2의 전략은 어느 정도 추상화가 가능하지만 상황에 따라 유동적으로 변화시킬 수 있는 가능성도 고려해야 한다. 스타크래프트2의 전략을 한 마디로 표현하자면 복잡(Complex)하다는 것인데, 그 복잡도는 단순한 규칙으로 표현하기가 어렵다. 따라서 스타크래프트2 AI의 성공여부는 복잡한 전략을 얼마나 잘 학습하고, 실제 경기에서 적절하게 쓰이느냐에 달려있다. 또한 AI 학습한 전략에 따라 상황을 판단하고 결정하는 것이 실시간으로 이루어져야 한다는 것도 AI 개발에 있어 중요한 도전이다.

딥마인드의 알파스타는 기본적으로 종단간(End-to-End) 학습을 목표로 한다. 종단간 학습이란 심층학습의 가장 일반적인 학습 방법으로 ‘데이터(입력) → AI알고리즘 → 결과(출력)’의 과정에서 사람의 개입 없이 입력값에 대한 출력을 얻는다는 의미다. 여기서 AI알고리즘은 주어진 입출력 데이터를 통해 학습된다고 볼 수 있다. 종단간 학습의 가장 쉬운 예는 기계 번역이다. 영어 문장을 한국어 문장으로 번역하는 임무를 가정해 보자. 일반적인 번역의 과정은 먼저 영어 문장을 품사별로 구분하고, 각 품사별로 대응되는 한국어 단어를 선정하는 것으로 시작한다. 여기서 이중적인 의미를 갖는 단어는 문맥에 따라 해석이 다르게 될 것이다. 과거에는 이 모든 것을 수작업으로, 즉, 규칙 기반의 접근으로 해결했었는데 심층학습으로 인해 그 방법론이 변화하게 된다. 기계 번역에서의 종단간 학습은 영어 문장과 이에 대응하는 한국어 번역 문장의 데이터 확보에서부터 출발한다. 충분히 많은 데이터가 모였다면, 종단간 학습은 앞서 언급한 문장의 품사별 구분과 문맥에 따른 단어의 선택이 인공지능망들을 통해 학습된다는 것이다. 다시 말하자면, 데이터로 학습된 인공지능망이 품사 구분과 해석될 단어의 선택을 결정한다는 의미다.

⁴ AI 에이전트는 하나의 독립된 시스템을 의미하며, 알파스타 AI 에이전트는 사람과 1대1 대결을 할 수 있는 AI로 볼 수 있다.

중단간 학습에서는 입력과 출력 데이터의 정의, 그리고 이것을 학습할 AI 모델의 선택이 중요하다. 딥마인드는 최신 AI 알고리즘의 적극적인 활용을 통해 중단간 학습을 구현했다.

○ 알파스타의 다섯 가지 도전과제⁵

스타크래프트2 AI를 중단간 학습으로 구현하기 위해서는 입력, 출력, 그리고 AI 알고리즘의 선택이 필요하다. 특히 AI 알고리즘의 선택은 스타크래프트2가 가지고 있는 도전과제에서 자유로울 수 없다.

스타크래프트2의 대표적인 도전 과제는 크게 다섯 가지가 있다. 첫 번째는 **게임 이론**을 따르는 특성을 갖고 있다. 스타크래프트2에서 하나의 완벽한 전략이란 없다. 서로 상성이 존재하고 물고 물리는 관계로 인해 스타크래프트2의 전략은 가위-바위-보 게임과 유사하다.

두 번째는 **불완전한 정보**다. 스타크래프트2를 구성하는 가장 큰 단위인 건물과 유닛은 각자의 시야를 가지고 있다. 플레이어는 유닛과 건물이 제공하는 시야에서만 정보를 얻을 수 있기 때문에, 상대의 정보를 얻기 위해서는 자신의 유닛을 적군 기지에 보내는 등의 행위가 필요하다. 상대에 대한 불완전한 정보는 어떠한 전략을 선택할 것인가에 대한 불확실성과 이어진다. 이러한 이유로 정찰이라는 행위가 필요하고, 이것을 통해 상대방의 전략을 추정할 수 있다. 그러나 전략의 추정은 확률적이고 경험적이기 때문에 주어진 정보를 통해 의도를 추론하는 것이 중요한 과제다.

세 번째는 **장기 계획**이다. 스타크래프트2 게임의 결과는 승-무-패의 세 가지 중 하나다. 그러나 결과까지 도달하기에는 소규모 전투에서부터 거시적인 전략까지 다양한 요인이 존재한다. 여기서 관건은 순간의 판단에 대한 보상이 즉각적으로 주어지지 않는다는 점이다. 예를 들어 유닛 간의 전투에서는 많이 살아남는 쪽이 이득을 얻어간다. 그러나 특정 시점에서 특정 건물을 짓는다면, 이를 통해 새로운 전투 유닛을 생산하는 등의 행위는 장기적으로 전략의 다양성을 확보하는 것이 가능하다. 그러나 여기에 투자되는 생산비용과 시간 그리고 이를 위해 포기해야 할 수도 있는 기존의 전략 등은 모두 기회비용이기 때문에 이 행위의 가치를 즉각적으로 판단하기 어렵다. 따라서 스타크래프트2는 가능한 많은 전략적 선택지를 열어둘 수 있는 메커니즘이 필요하다.

네 번째는 **실시간 제어**다. 자신과 상대방이 번갈아가며 수를 두는 바둑과 달리 스타크래프트2는 실시간으로 이루어지는 연속적인 명령을 통해 게임이 진행된다. 여기서 명령은 마우스나 키보드의 입력 값으로 표현할 수 있다. 예를 들어 일꾼으로 A라는 건물을 짓는 행위는 ①일꾼이 있는 곳으로 화면의 이동, ②마우스로 일꾼을 선택, ③A라는 건물을 짓는 명령의 선택, ④A라는 건물을 지을 공간을 선택하는 명령으로 표현할 수 있다. 스타크래프트2에서의 명령은 구조화하여 표현할 수 있는데, 무엇을(What), 누가(Who), 어디에(Where), 언제(When)로 구분 지을 수 있다. 특정 시점에 가능한

⁵ AlphaStar : Mastering the Real-Time Strategy Game StarCraft II, Deepmind(2019.1.)에서 정리

명령은 이론적으로 1,026가지이며, 통상적으로 하나의 게임에 수만 번의 시점이 있기 때문에 모든 경우의 수를 고려한다는 것은 불가능하다.

마지막은 넓은 조작 공간이다. 스타크래프트2는 현재 게임을 플레이하고 있는 창(Camera View)과 게임 공간 전체를 조망하는 미니맵으로 구성된다. 게임 플레이어는 대부분의 조작을 현재의 창에서만 할 수 있으며, 창 이외의 공간에 명령을 하기 위해서는 창의 이동이 필요하다. 이러한 조작 공간은 게임 자체의 복잡도를 높이는데 기여한다.

스타크래프트2 AI는 이 다섯 가지의 도전 과제를 해결해야 프로 게이머의 수준을 넘볼 수 있다. 게다가 이렇게 어려운 과제를 종단간 학습으로 구현한다는 것은 AI 모델이 상당히 많은 정보를 추론할 수 있어야 한다. 이것은 단순히 현대 AI 기술의 발전의 연장선상에 달아 있다고 해석하기에는 무리가 있다. 알파고의 성공이 바로 스타크래프트2 AI의 성공으로 바로 이어지기가 매우 어렵다는 의미다. 스타크래프트2 AI는 바둑 AI와는 전혀 다른 도전과제를 해결해야 한다는 점에서 또 다른 그랜드 챌린지의 영역이라 볼 수 있다.

○ 알파고와 알파스타

그렇다면 알파고와 알파스타는 얼마나 다를까? 먼저 바둑과 스타크래프트2는 게임 장르가 다르다. 알파고와 알파스타는 동일하게 종단간 학습의 접근을 취한다. 즉 학습을 위한 입력과 출력 데이터의 선정과 이들의 상관관계를 통해 전략을 학습하는 AI 모델의 설계가 게임 AI를 구현하기 위한 출발점이다. 따라서 알파고와 알파스타는 학습을 위한 전체적인 과정이 서로 유사한 면이 있다. 그러나 그 세부적인 내용은 상이하다.

먼저 바둑과 스타크래프트2의 차이점은 [표 1]과 같이 설명할 수 있다.

■ [표 1] 바둑과 스타크래프트2의 차이점

구분	바둑	스타크래프트2
장르	보드게임	실시간 전략 시뮬레이션
게임 진행	턴 방식	실시간 명령
게임 공간	19x19 격자 공간	최대 256x256 크기의 맵
경우의 수	약 10^{170} 개	매 스텝 당 10^{26} 개
소요 시간 ^{※1)}	1 ~ 4시간	10분 ~ 1시간
상대방의 상황	모두 공개	정찰을 통해 습득

※ 주1) 극단적인 상황을 제외한 일반적인 경우를 가정

※ 자료 : 알파스타의 인공지능 알고리즘, SPRI(2019)에서 재구성

바둑과 스타크래프트2의 가장 큰 차이점은 게임 진행과 상대방에 대한 정보다. 바둑은 주어진 시간 안에 착수를 해야 하며, 주어진 시간을 모두 소비한 경우 착수에 일정 시간(초읽기) 안에 착수를 해야 한다. 반면 스타크래프트2는 게임과 지속적으로 소통하며 실시간 명령을 내려야 한다. 바둑은 상대방의 정보가 모두 공개되어 있다. 그럼에도 바둑이 매우 어려운 문제로 분류됐던 것은 무한대에 가까운 경우의 수 때문이다. 스타크래프트2의 경우는 상대방의 정보가 공개되어 있지 않다. 상대방의 정보가 정찰이라는 행위로 얻어진다는 점은 전략의 다양화로 이어진다.

알파고와 알파스타는 큰 틀에서 유사한 학습 방법을 취한다. 두 AI 모두 기보와 리플레이 데이터를 바탕으로 지도학습을 수행한다. 이후 지도학습의 결과물인 AI 에이전트⁶는 자체 대결과 강화학습을 통해 성능을 개선하는 방식이다. 알파고와 알파스타의 차이점은 결국 종단간 학습을 구성하는 입력, 출력, AI 모델에서 발생한다. 특히 AI 모델의 경우 가장 큰 차이를 보이는데 이것은 게임의 장르가 서로 다르기 때문이다. 다음 [표 2]는 알파고와 알파스타를 비교를 나타낸다.

■ [표 2] 알파고와 알파스타의 비교

구분	알파고 Lee ^{주1)}	알파스타
학습 데이터	16만 건의 기보	97.1만 건의 리플레이
입력 값	48가지 특성으로 나뉜 정보 (예, 흑돌, 백돌, 빈칸 위치 등)	최대 512개의 특성, 지도 정보, 플레이어 데이터, 게임 통계
출력 값	착수 가능 지점의 확률, 승리할 확률	5초 당 최대 22번의 명령
학습 방법	기보를 통한 지도학습과 자체 대국을 통한 강화학습	리플레이 데이터의 지도학습과 자체 대결을 통한 강화학습, 멀티 에이전트 기반의 리그학습
AI 모델	합성곱신경망, 심층Q학습, 몬테-카를로 트리 탐색(MCTS)	합성곱신경망, 장단기 기억, 관계 신경망, 트랜스포머, 포인트 네트워크, 모방 학습 등
사람과의 대결에서 컴퓨팅 파워	48장의 TPU ^{주2)}	고성능 GPU 1장으로 구성된 컴퓨터

※ 주1) 알파고는 다양한 버전이 있는데, 표에서의 비교 대상은 이세돌 9단과 대국에서 활용된 알파고 버전임

※ 주2) TPU(Tensorflow Processing Unit)는 인공지능경망 학습과 추론에 최적화된 계상 장치로 현대 심층학습에 많이 활용되는 GPU와 대비해 낮은 전력을 소모함

※ 자료 : 알파스타의 인공지능 알고리즘, SPRI(2019)에서 재구성

6 에이전트(Agent)의 의미는 하나의 독립적인 AI 시스템이라고 볼 수 있다. 이 에이전트는 성능의 고하를 떠나 사람과 대결할 수 있는 AI로, 자체 대결을 통해 성능을 향상시킬 수 있다.

3 알파스타의 AI 알고리즘

알파스타를 전반적으로 이해하기 위해서는 크게 세 가지가 필요하다. [표 2]에서의 항목으로 보자면

① 입력 값, ② 출력 값, ③ AI 모델과 학습방법이다.

(1) 알파스타의 입력과 출력

종단간 학습은 입력과 출력 데이터를 정의하는 것이 첫 번째 단계다. 앞서 예시로 든 기계 번역을 상기시켜보면, 입력은 영어 문장이고 출력은 이 영어 문장을 번역한 한국어 문장이다. 여기서 중요한 것은 입출력 데이터의 상관관계이다. 입력과 출력이 유의미한 관계가 있어야 AI 모델로 학습이 가능하기 때문이다. 알파스타 역시 이렇게 유의미한 입출력 데이터를 정의하는 것으로 출발한다. 입출력 데이터를 정의하는 방법에는 도메인 지식이 가장 중요하데, 이를 위해서는 스타크래프트2의 전문가와 AI 전문가의 협력이 필요하다. 실제로 딥마인드 연구진은 스타크래프트2 개발사인 블리자드와 더불어 정상급 프로그래머와 협력 연구를 통해 상관관계가 높은 입출력 데이터를 정의했다.

알파스타의 입력은 다음 [표 3]과 같이 구조화되어 표현할 수 있다. 입력 값은 크게 네 가지로 이해할 수 있는데 게임상의 다양한 정보(Entity)와 시각적인 맵의 정보, 그리고 수치적인 정보로 구성된다.

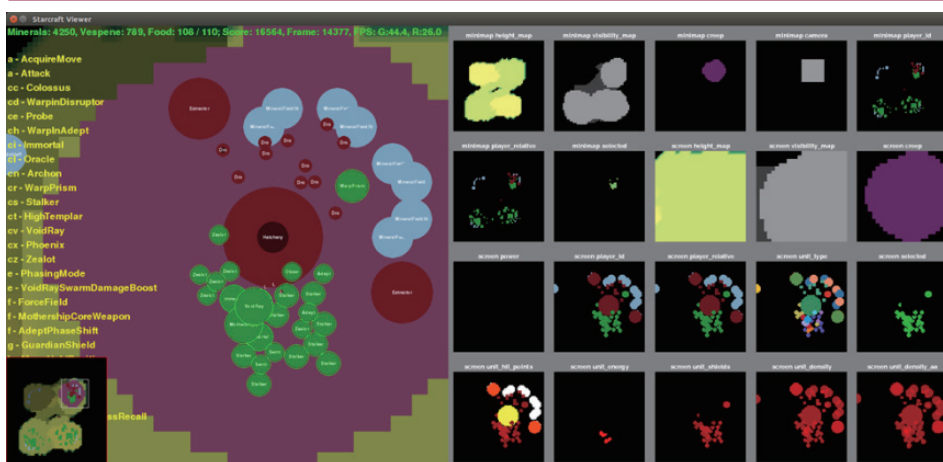
■ [표 3] 알파스타의 입력

구분	세 부 내 용
게임상의 정보 (Entity)	• 유닛/건물 : 타입, 소유자, 상태, 시야의 내외 여부, 위치, 일꾼의 수, 특수 기능 • 보조정보 : 수송기 탑재 여부, 건물 상태, 자원 상태, 명령 순서 등
시각적 정보 (Map)	• 현재의 시야, 정찰된 시야 • 공격받은 유닛, 이동 가능한 영역, 건물을 지을 수 있는 영역
플레이어 고유 정보	• 선택한 종족, 유닛 업그레이드 수치 • 에이전트 통계 : 자원, 인구수 등과 관련된 정보
게임 통계	• 32x20 크기의 게임 조작화면 창(Camera) • 게임 플레이 시간

※ 자료 : Grandmaster level in StarCraft II using multi-agent reinforcement learning

알파스타의 시각적 정보의 예시는 [그림 1]과 같다. 이것은 앞서 소개한 스타크래프트2 AI 개발 도구인 SC2LE에서 제공하는 기능으로 추출할 수 있다. [그림 1]은 현재의 조작화면과 미니맵 화면에서 서로 구분되는 정보를 추상화해 나타낸 것으로, 아군과 적군 유닛의 위치 및 체력, 현재의 시야, 카메라의 위치 등이 있다.

[그림 1] 알파스타의 시각적 정보의 예시



※ 자료 : Starcraft II: A new challenge for reinforcement learning

알파스타의 출력은 다음 [표 4]와 같이 행동(Action)으로 구조화된다.

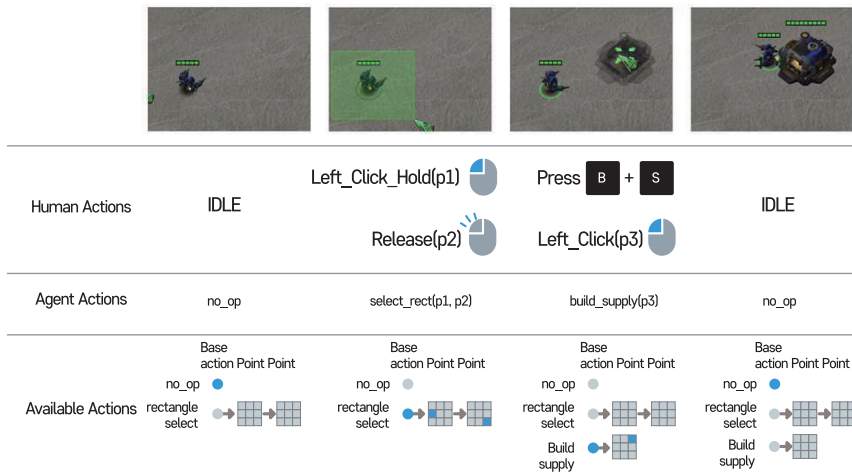
[표 4] 알파스타의 출력

구분	세 부 내 용
행동 타입	유닛을 움직이거나 건물을 지음, 유닛의 생산, 카메라의 이동 등 분류된 행동의 타입과 명령
선택된 유닛	행동을 수행하는 유닛
목표	행동을 수행하는 256x256의 한 지점
순서, 반복, 지연	명령의 실행 순서, 명령의 반복 여부, 다음 관측 정보가 들어오기 전까지의 대기 시간

※ 자료 : Grandmaster level in StarCraft II using multi-agent reinforcement learning

알파스타의 출력을 가시화해보면 아래 [그림 2]와 같이 이해할 수 있다. [그림 2]는 특정 건물을 만드는 행동에 대한 출력이다. 이것은 하나의 조작으로 이루어지기 어렵기 때문에 출력 자체가 일련의 연속된 명령으로 구성된다고 볼 수 있다. 출력의 형태에서 유추할 수 있듯이, 출력될 명령의 수는 상황에 따라 다를 수 있다. 또한 그 명령에 순서가 존재하기 때문에 이 부분까지 고려해야 한다. 다시 말하자면 알파스타는 다양한 정보를 입력 받아 출력 값으로 다양한 유닛에 지시를 내리는데, 이 지시에 대한 순서도 정해야 한다는 것이다.

[그림 2] 알파스타의 출력(행동) 예시



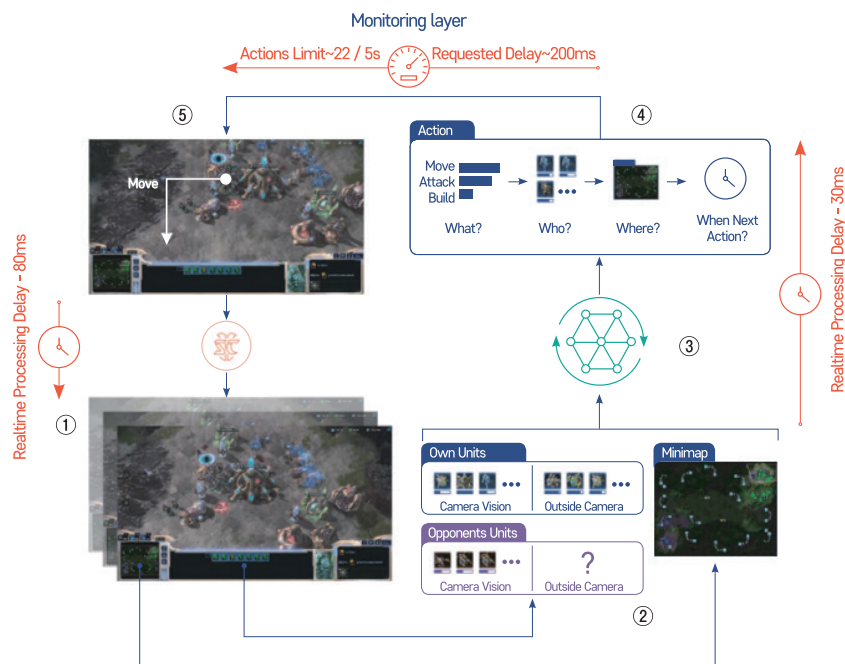
※ 자료 : AlphaStar: Mastering the Real-Time Strategy Game StarCraft II, Deepmind(2019.1.)
<https://deepmind.com/blog/alphastar-mastering-real-time-strategy-game-starcraft-ii/>

한편 이 출력 값의 수는 사람과의 대결에서 형평성을 갖추기 위해 단위 시간당 행동할 수 있는 상한을 정해야 한다. 스타크래프트2에서 얼마나 신속하게 명령을 처리하는지에 대한 지표로 분당 행동수(Actions Per Minute, APM)라는 것을 활용한다. 스타크래프트2 프로 게이머의 APM은 평균적으로 200~300대에 분포한다. 알파스타가 프로 게이머와 유사한 수준으로 조작에 개입하기 위해서는 이 분당 행동수에 제약이 있어야 하는데, 알파스타는 5초에 최대 22번 행동하는 것으로 제한했다.⁷

알파스타의 입출력의 조망은 다음 [그림 3]과 같다. ① 먼저 일정 시간의 게임 화면이 관측된다. ② 이 화면은 SC2LE의 API를 통해 다양한 정보를 추출하게 된다. 예를 들면 현재 게임 화면(Camera) 안에 존재하는 아군과 적군의 유닛, 게임 화면 밖에 있는 아군의 정보, 미니맵 정보가 있다. ③ 이러한 정보는 알파스타의 에이전트에 입력으로 들어가고, ④ 출력으로 일련의 행동을 산출한다. 일련의 행동은 어떠한 행동을, 누가, 어디에, 언제 수행할 것인지로 구분되어 출력된다. ⑤ 이것은 실제 게임화면의 조작으로 이어진다.

⁷ 항상 최대치로 행동하면 알파스타의 APM 평균은 264

[그림 3] 알파스타의 입출력



※ 자료 : Grandmaster level in StarCraft II using multi-agent reinforcement learning

[그림 3]에서 ③은 알파스타 에이전트다. 이는 다음 절에서 자세히 살펴보겠다.

(2) 알파스타의 AI 모델과 학습 방법

알파스타의 AI 모델은 학습 방법에 따라 크게 3가지 단계로 나뉜다. 첫 번째는 **지도학습**으로 리플레이 데이터를 학습하는 과정이다. 지도학습의 결과는 하나의 알파스타 **에이전트**가 될 수 있는데, 이것을 고도화하기 위해 자체 대결 기반의 **강화학습**을 수행한다. 강화학습의 결과물은 이후 멀티-에이전트 강화학습을 거친다. 멀티-에이전트 강화학습은 에이전트에 서로 다른 목표를 부여해 대결하는 **리그학습**이다.

○ 알파스타의 지도학습

알파스타의 첫 단계는 지도학습(Supervised Learning)이다. 지도학습은 심층학습의 가장 기본적인 접근 방법으로, 시험자-답안의 관계를 통해 특정 AI 모델을 학습시키는 것이다. 알파스타에서 시험자-답안은 리플레이 데이터로부터 만들어진다. 알파스타는 97만 1천 건의 리플레이 데이터를 활용했는데,

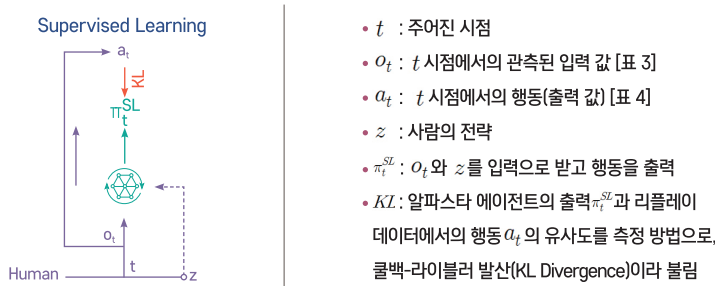
이것은 스타크래프트2 배틀넷에서 상위 22%에 해당하는 경기다.⁸ 리플레이 데이터에서 시험지는 현재 게임의 화면이고, 답안은 일련의 행동이다. 시험자-답안은 앞서 소개한 알파스타의 입력-출력의 관계를 갖는다. 답마인드는 이 두 가지에 더하여 사람의 전략을 추출했다. 먼저 게임 시작부터 20개의 건물(유닛 생산 및 업그레이드 등)을 짓는 순서를 추출했다. 이것은 스타크래프트2에서 빌드 오더(Build Order)로 불리며, 여러 프로 게이머들에 의해 최적화된 길(Route)이라고 볼 수 있다. 이에 더하여 해당 전략에 대한 통계적인 지표도 활용했다.

알파스타의 지도학습은 학습의 결과로 생성될 최초의 에이전트가 가능한 많은 전략을 보유하는 것을 목표로 한다. 이것은 스타크래프트2 게임의 특성상 선택 가능한 전략의 폭이 넓을수록 승리를 위한 다양한 전술과 대응이 가능하다는 이유에서다. 알파스타의 지도학습은 폭넓은 전략을 습득하는 것을 목표로 하기에, 성능 자체는 좋지 않다. 역설적으로 너무 많은 전략이 있다는 것은 어느 것이 적절한 전략 제대로 판단하기가 어려울 수 있기 때문이다.

알파스타의 지도학습은 많은 전략을 학습하기 위해 리플레이 데이터를 활용했는데, 과거 답마인드가 발표했었던 알파고 초기 버전과 흐름이 유사하다. 알파고 역시 전문가의 바둑기보를 토대로 특정 바둑판 상태에서 전문가들이 선호하는 착수 지점을 학습했다. 마찬가지로 알파스타도 배틀넷 상에서 상위 22%의 게이머가 선호하는 빌드 오더와 전략을 학습한다고 볼 수 있다. 이렇게 사람의 데이터를 활용하는 방법을 모방 학습(Imitation Learning)이라고 한다. 바둑이나 스타크래프트2는 무한대에 가까운 경우의 수를 가지고 있다. 이로 인해 단순한 규칙만 주고 무작위로 행동하여 학습하는 것은 가능하다고 해도 그 결과가 좋지 않을 것이다. 그 기준점을 전문가의 시점으로 바라본다는 것이 알파스타 지도학습의 핵심이다.

알파스타의 지도학습을 개념화하여 표현한 것은 [그림 4]와 같다.

■ [그림 4] 알파스타의 지도학습의 개념도



※ 자료 : Grandmaster level in StarCraft II using multi-agent reinforcement learning

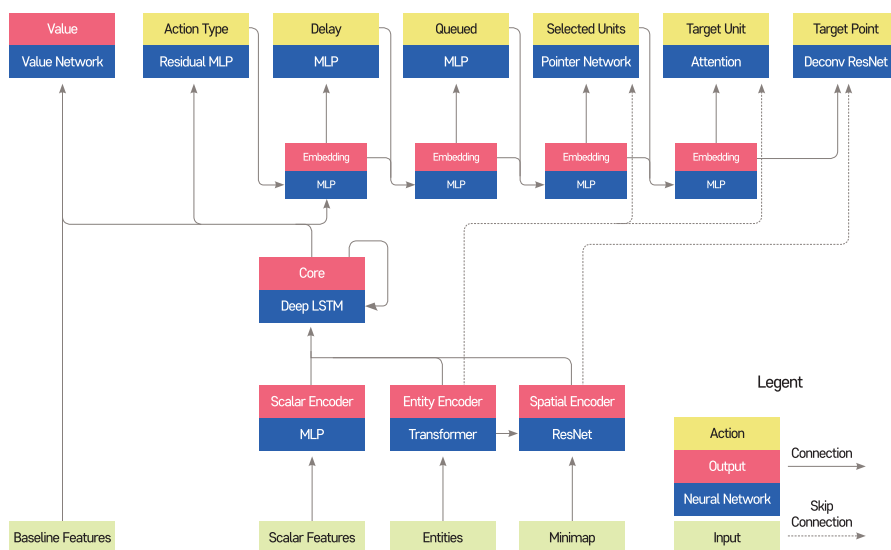
⁸ MMR(Match Making Rate) 기준 3,500점 이상의 경기가 이 범위에 속한다. MMR은 플레이어의 실력을 가능하는 지표로 높을수록 숙련자에 속한다. 통상적으로 MMR이 1,000점 이상 차이 나면 압도적인 실의 차이가 존재한다는 것으로 해석할 수 있다.

알파스타의 지도학습에서는 다양한 방법을 시도했는데, 사람의 전략인 π 와 함께 학습을 진행했을 때 가장 성능이 높았다. 이렇게 진행된 지도학습의 결과물이 사람과 직접 대결을 할 수 있는 알파스타의 첫 번째 에이전트가 된다. 이제 남은 과정은 스타크래프트2의 다양한 전략을 담은 에이전트가 상황별로 어떠한 전략을 선택할지에 대해 고도화를 시키는 작업이다. 이것은 이어질 강화학습과 멀티-에이전트 강화학습인 리그학습의 역할이다.

○ 알파스타 에이전트

앞서 설명한 첫 알파스타 에이전트는 지도학습의 결과물이다. 이 에이전트의 세부구조는 일련의 명령을 산출하기 위해 다양한 기법을 활용했다. 알파스타 에이전트의 세부구조는 [그림 5]와 같다. [그림 5]에서의 입력(Input)과 출력(Action)은 각각 [표 3]과 [표 4]를 대비해서 보면 된다.

■ [그림 5] 알파스타 에이전트의 개념도



※ 자료 : Grandmaster level in StarCraft II using multi-agent reinforcement learning

알파스타 에이전트는 상당히 복잡한데, [그림 5]에서 파란색으로 표기한 인공신경망(Neural Network)의 역할에 대해서 간략히 살펴보자. 먼저 다층퍼셉트론(Multi-Layer Perceptron, MLP)은 가장 간단한 인공신경망이다. MLP는 복잡한(비선형적인) 데이터에서 패턴을 인식하기 위해 특징을

추출하는 역할을 한다. 장단기기억(Long Short Term Memory, LSTM)은 시계열 데이터의 예측에서 많이 활용되는 방법이다. LSTM은 알파스타의 입력이 시간적으로 연속된 게임 화면이라는 점에서 활용된다고 볼 수 있다. 어텐션(Attention)은 단어 그대로 어디를 주목해야 하는지를 구현한 방법이다. 알파스타에서는 만약 공격을 할 때 어떤 유닛을 공격해야 할지를 나타낸다고 해석할 수 있다. 트랜스포머(Transformer)는 어텐션 기반의 방법론으로 입력 데이터에도 어텐션을 부여하는 자체 어텐션(Self Attention)을 구현한 방법이다. 포인터 신경망(Pointer Network)은 가변적인 출력에 대비하기 위해 고안된 방법이다. 포인터 신경망 역시 어텐션의 개념을 담고 있으며, 알파스타에서는 다수의 유닛을 선택할 때 활용되었다. 잔차신경망(Residual Network, ResNet)은 2015년 이미지 인식 경진대회에서 우승을 차지한 신경망 구조로 이미지 패턴 인식에 최적화된 방법이다. 알파스타에서는 미니맵의 상황을 인식하는데 활용됐다. 가치 신경망(Value Network)은 현재의 상태가 얼마나 유리한지를 근사하는 것으로, 자세한 내용은 강화학습에서 다룰 것이다.

알파스타 에이전트의 구조는 현대 AI 기술의 정수가 모여 있다. 이 구조가 복잡할 수밖에 없는 것은 스타크래프트2가 그만큼 복잡하다는 사실을 반증한다. 이 에이전트의 구조에는 수많은 시행착오와 스타크래프트2의 도메인 지식이 녹아 있다. 그러나 이 에이전트가 프로 게이머를 넘어서 에이전트로 변모되기까지 아직 강화학습의 영역이 남아 있다.

○ 알파스타의 강화학습

알파스타의 강화학습(Reinforcement Learning)은 지도학습으로 생성된 AI 에이전트를 출발점으로 삼는다. 강화학습의 기본은 정책(Policy)과 가치(Value)라는 개념이다. 정책은 주어진 상태(State)에 대해서 행동(Action)하는 방법을 나타낸다. 가치는 현재의 상태가 자신에게 얼마나 유리한지를 나타내는 지표다. 알파고에서의 정책은 착수할 확률이고, 가치는 현재 상태에서 자신이 승리할 확률이다. 알파스타에서의 정책은 지금까지 설명한 알파스타 에이전트의 출력인 일련의 행동이다. 알파스타의 가치는 알파고와 마찬가지로 자신이 승리할 확률을 근사하는 역할을 한다. 알파스타의 강화학습은 기본적으로 에이전트 간의 자체 대결(Self-play)을 바탕으로 한다.

알파스타의 강화학습은 지도학습으로 생성된 에이전트의 승률을 높이는 역할을 한다. 승률을 높이기 위해서는 지도학습 에이전트의 정책이 얼마나 좋은지를 판단해야 한다. 이것이 바로 가치이며 가치는 인공신경망의 형태(Value Network)로 근사할 수 있다. 그러나 스타크래프트2 게임은 수천 번의 행동이 지나야 게임 결과를 알 수 있다. 이것을 희소한 보상(Sparse Reward)이라고 한다. 이러한 경우 가치의 근사 값을 구하기가 매우 어렵다.

알파스타는 이 문제를 해결하기 위해 모조 보상(Pseudo Reward)을 도입했다. 모조 보상은 알파스타 에이전트가 사람의 전략을 얼마나 따르는지를 판단하는 값이다. 모조 보상을 사용한다는 사실은 강화학습의 결과물인 에이전트가 사람의 전략을 따르게 하고자 하는 의도가 담겨 있다. 지도학습 에이전트도 사람의 전략을 학습한 것이 사실이나, 폭넓은 전략의 확보에 치중했기 때문에 실제로 경기에 활용하면 사람의 전략과는 상이한 행동을 보인 것으로 분석된다.

그러나 모조 보상을 통해 사람의 전략을 따르게 에이전트를 학습한다면, 필연적으로 지도학습이 확보한 전략의 다양성을 망각할 가능성이 높다. 알파스타는 이를 방지하기 위해 강화학습으로 학습된 정책과 기존 지도학습의 정책이 차이가 줄어드는 방향으로 학습을 유도했다. 이것은 **알파스타 에이전트가 강화학습을 거칠 때, 넓은 전략의 폭은 유지하면서 프로게이머의 전략을 잘 따라가도록 위한 것이다.** 이 부분에서 숨겨진 가정은 사람의 전략을 따르는 것이 승리할 확률이 높아진다는 것을 의미한다. 과거 알파고에서는 사람의 전략을 고수하는 것이 오히려 시야를 좁히는 역할을 했지만,⁹ 알파스타에서는 오히려 도움이 된다는 사실이다.

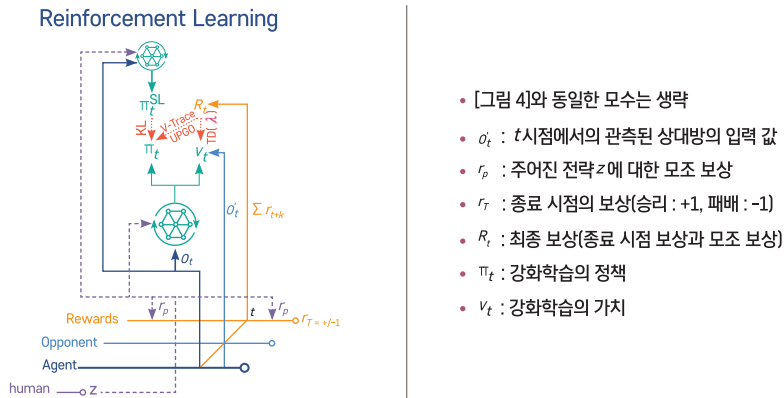
사람의 전략을 따라서 정책을 학습시키고 기존의 전략의 폭은 유지하는 한편, 승리할 확률을 예측하는 가치 신경망 역시 정책을 고도화시키는 역할을 한다. 알파스타의 강화학습의 구조는 큰 틀에서 off-policy A2C(Advantage Actor-Critic) 알고리즘을 활용했다. off-policy의 의미는 특정 정책으로 생성된 데이터가 동시에 그 특정 정책을 개선(Update)시키는데 활용되지 않는다는 것이다. 즉, 특정 정책으로 종료된 게임 데이터가 일단 수집되고 난 뒤에 정책의 개선이 일어난다는 점이다. A2C는 대표적인 정책 기반의 강화학습으로 액터는 정책을, 크리틱은 이 정책이 얼마나 좋은지를 평가하는 가치로 이해할 수 있다. 이러한 기본구조 상에 알파스타의 강화학습은 정책과 가치를 개선하기 위해 3가지 알고리즘을 활용했다.¹⁰ 이것은 시간차 학습(Temporal Difference, TD(λ)), off-policy의 학습 효율을 높이기 위한 V-trace, 새로운 자가 모방학습인 UPGO(Ungoing Policy Update)를 활용했다.

[그림 6]은 알파스타의 강화학습을 개념화한 내용이다.

⁹ 알파고의 개선된 버전인 알파고 제로는 기보를 전혀 학습하지 않고 단순한 바둑의 규칙만으로 학습한 결과다. 그 결과 알파고 제로는 기존 알파고 버전들을 압도하는 실력을 갖추게 됐다. 알파고 제로의 함의는 결국 인간의 기보가 무수히 많은 경우의 수를 편향적으로 좁혔다는 의미다.

¹⁰ 강화학습 알고리즘은 그간 이론적인 연구가 활발히 이어져 대부분의 내용이 수학적 논의로 이루어져 있다. 쉬운 이해를 돕기 위해 이 보고서에서는 이 3가지에 대한 상세내용을 다루지 않고 전반적으로 전개되는 알파스타의 강화학습을 중점적으로 논의했다.

■ [그림 6] 알파스타의 강화학습의 개념도



※ 자료 : Grandmaster level in StarCraft II using multi-agent reinforcement learning

○ 알파스타의 리그학습

알파스타는 강화학습에 이어 멀티-에이전트 강화학습을 수행한다. 멀티-에이전트 강화학습의 목표는 일차적으로 에이전트의 성능 개선에 있고, 강화학습 자체 대결의 단점을 보완하는데 있다. 강화학습에서 수행한 자체 대결의 가장 큰 단점은 전략이 순환(Cycle)을 이룬다는 점이다. A라는 전략이 B를 이기고, B라는 전략은 C를 이기는데, C는 다시 A를 이기는 현상이 발생한다. 이를 보완하고자 하는 방법이 바로 리그학습으로 명명된 멀티-에이전트 강화학습이다.

리그학습은 알파스타의 핵심이다. 알파스타의 성능은 리그학습을 거치면서 큰 폭으로 개선됐다. 리그학습의 방식은 자체대결이라는 점에서 강화학습과 유사하지만, 학습 방법은 강화학습과 다르다. 강화학습은 [그림 6]과 같이 지도학습에서 학습한 전략의 폭을 유지하면서 모조 보상을 통해 승률을 높이는 과정이다. 반면, 리그학습은 독립적인 에이전트 간의 대결 결과를 통해 에이전트를 구성하는 인공지능망의 가중치를 갱신하는 방식이다.

리그학습에는 세 가지 유형의 에이전트가 존재한다. 첫 번째는 메인 에이전트(Main Agent)로 지도학습과 강화학습을 거친 결과물을 시작점으로 하여 성능 개선을 목표로 한다. 두 번째는 메인 개척자(Main Exploiter)로 메인 에이전트의 약점을 찾는 역할을 한다. 마지막은 리그 개척자(League Exploiter)로 리그 자체의 약점을 찾아내고, 새로운 에이전트를 공급하는 역할을 한다.

세 종류의 에이전트 간의 대결은 다양성을 확보하기 위해 우선순위가 부여된 가상 자체 대결(Prioritized Fictitious Self-Play, 이하 PFSP)을 도입했다. PFSP의 직관적인 이해는 특정 에이전트가 상대 에이전트를 선정하는 과정에서 승리하기 어려운 상대를 고르거나 실력이 비슷한 상대를 고르는데

활용되는 일종의 확률이다. 예를 들어 메인 에이전트의 학습을 위한 상대는 메인 에이전트 간의 대결이 35%, 모든 에이전트에서 PFSP로 선정된 에이전트 50%, 나머지 15%는 제거된 에이전트로 구성된다. 리그학습은 세 가지 에이전트 유형 별로 32개의 TPU를 활용해 44일 동안 학습했으며, 그간 900여 개의 에이전트가 새로 생성됐다.

4 결론

지도학습과 강화학습, 그리고 리그학습을 거친 알파스타의 에이전트는 배틀넷에서 상위 약 0.2%안에 들어 그랜드마스터에 등극했다. 지난 2019년 1월에 프로게이머 MaNa와의 대결에서 유일하게 1패를 기록했는데, 이것은 알파스타 에이전트가 사람과 동등한 조작화면으로 경기에 임했던 결과였다. 나머지 10승은 맵 전체를 조작화면으로 활용했다는 점에서 형평성 문제가 제기되었다. 일반적으로 맵 전체를 동시에 조작화면으로 활용하는 것은 불가능하다. 사람이 보는 화면에 비춰지는 부분은 전체의 일부이기 때문이다. 그러나 이번 논문을 통하여 밝힌 바로는 모든 경기를 사람과 동등한 조건하에 펼쳐 승리를 거둠으로써 논란이 되었던 형평성 문제를 종식시켰다.

스타크래프트2라는 게임은 고도의 지적 능력을 요구한다. 특히 실시간 조작과 유연한 전략적 대응이라는 점에서 복잡도와 난도는 바둑과 비슷하다. 또한 스타크래프트2 AI 개발을 위한 수많은 도전과제를 해결했다는 점이 가장 큰 성과다.

게임을 기반으로 한 AI의 개발은 다양한 장점이 있다. 먼저 데이터를 충분히 확보할 수 있다는 점인데, 현대 AI의 핵심인 심층학습의 고질적인 문제인 데이터 부족을 해결할 수 있다. 게임의 보상은 현실세계의 보상보다 명확하다는 점에서 강화학습을 구현하는데 이점이 있다. 또한 대부분 컴퓨터를 활용해 게임이 가능하기 때문에 사람들과의 대결로 성능을 가늠하기 쉽다. 또한 바둑과 스타크래프트2와 같이 고도의 지능적 행동을 요구하는 게임의 경우 게임 AI를 성공적으로 개발한다면, AI 기술의 전반적인 발전에 기여할 것이다.

게임 AI 개발은 R&D 측면에서도 의미가 있다. 게임이라는 영역을 조금 더 확장시키면, 시뮬레이션 환경에서 지능적 행동이라고 볼 수 있다. R&D에서 개발하고자 하는 AI 기술을 시뮬레이션 환경으로 구현하는 사례는 쉽게 찾아볼 수 있으며,¹¹ 개발 도구를 공개하여 많은 연구자의 참여를 유도하고

¹¹ OpenAI의 고전 게임 AI 개발 환경인 Gym API, 숨바꼭질(Hide and Seek), 구글의 축구 전략 시뮬레이션 환경 등 AI 기술의 혁신이 시뮬레이션 환경을 통한 게임 AI 개발에서 일어나고 있다.

있다. 연구자 참여를 독려하는 이유는 원활한 데이터의 수급과 상호간의 대결을 통해 성능을 측정할 수 있기 때문이다. 현재 AI의 성능은 데이터의 절대량에 의존성이 강하다. 이를 알고리즘적으로 극복하기 위한 연구는 연구실 수준의 실험적 결과가 대부분이라는 점에서 시뮬레이션 환경 기반의 AI 연구가 갖는 장점이 크다고 볼 수 있다. 우리나라는 지난 2019년 12월 『인공지능 국가전략』을 발표하여 AI 기술 경쟁력 확보를 위한 청사진을 제시했다. 특히 차세대 AI 기술의 선점을 위한 예비타당성조사를 추진한다고 밝혔는데, 알파스타에서 찾을 수 있는 AI R&D의 장점을 심분 반영하여 과감한 R&D 사업이 추진되어야 할 것이다.

알파스타는 과거 알파고의 행적에 빗대어 보자면 아직 개선의 여지가 남아 있다. 알파스타의 논문에서는 전반적으로 사람의 전략을 심분 활용했는데, 이것은 사람의 전략이 스타크래프트2에서 이길 수 있는 성공 방정식이라는 것을 실험적으로 증명했다고 본다. 과거 알파고 제로는 사람의 개입이 전혀 없이 규칙만으로 자체 대결을 하여 학습된 AI로 바둑을 정복했다. 이것은 바둑기사의 기보를 학습했던 알파고가 오히려 사람으로 인한 편향을 갖게 됐다고도 볼 수 있다. 알파스타가 향후 미래는 어떠한 방향일지는 추측되지 않지만, AI의 가능성을 더욱 높일 수 있을 것이라 전망된다.



참고문헌

1. 국외문헌

Silver, David, et al. "Mastering the game of Go with deep neural networks and tree search." nature 529.7587 (2016): 484.

Silver, David, et al. "Mastering the game of go without human knowledge." Nature 550.7676 (2017): 354.

Vinyals, Oriol, et al. "Grandmaster level in StarCraft II using multi-agent reinforcement learning." Nature (2019): 1-5.

Vinyals, Oriol, et al. "Starcraft ii: A new challenge for reinforcement learning." arXiv preprint arXiv:1708.04782 (2017).

2. 국내문헌

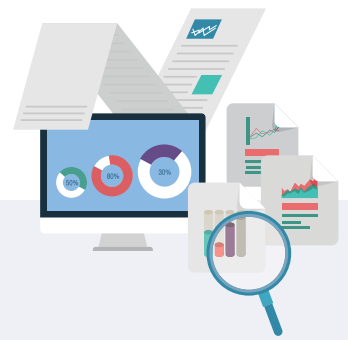
추형석, "알파스타의 인공지능 알고리즘", SW산업동향, 소프트웨어정책연구소, 2019.

추형석, "AlphaGo Zero의 인공지능 알고리즘", 이슈리포트 2017-009, 소프트웨어정책연구소, 2017.

추형석, "AlphaGo의 인공지능 알고리즘 분석", 이슈리포트 2016-002, 소프트웨어정책연구소, 2016.

3. 기타

AlphaStar: Mastering the Real-Time Strategy Game StarCraft II, Deepmind (2019.01.)
<https://deepmind.com/blog/alphastar-mastering-real-time-strategy-game-starcraft-ii/>
 2019.10.31. 접속



SW 산업 통계

국내 SW 생산 현황

2019년 9월 SW생산액은 4.5조 원으로 전년 동기 대비 2.6% 감소하였으며, 2019년 1월부터 9월까지 누적 SW생산액은 39.3조 원으로 2018년 동기 대비 1.4% 증가하였다. 9월 누적 패키지SW 생산액은 6.5조 원으로 전년 동기와 유사한 수준(0.8% 감소)을 보였으며, IT서비스 9월 누적 생산액은 24조 원 규모로 전년 동기대비 2.3% 증가하였다. 게임SW 9월 누적 생산액은 전년 동기 대비 유사한 수준(0.4% 증가)인 8.8조 원이다.

패키지SW 9월 생산액은 0.8조 원으로 전년 동기 대비 다소 감소(1.2% 감소)하였지만, 전월 대비로는 4.2% 증가하였다. 세부 품목별로는 시스템SW 생산액이 0.41조 원으로 전년 동기 대비 6.6% 증가하였으며, 응용SW 생산액은 0.4조 원으로 전년 동기 대비 8.1% 감소하였다. 9월 패키지SW 주요 증감 품목으로는 산업범용SW(14.6% 증가), 보안SW(9.6% 증가), 미들웨어 SW(18.3% 감소), 산업특화SW(22.3% 감소) 등이 있다.

IT서비스 9월 생산액은 2.8조 원으로 전년 동기 대비 4% 감소하였지만, 전월 대비 1.7% 증가하였다. 세부 품목별로는 IT컨설팅 및 시스템 개발 생산액은 1.49조 원, IT시스템 관리 및 지원서비스 생산액은 1.21조 원이다. 9월 IT서비스 주요 증감 품목으로는 IT컨설팅 및 시스템 개발(3.7% 증가), IT시스템 관리 및 지원서비스(11.9% 감소) 등이 있다.

9월 게임SW 생산액은 0.87조 원으로 전년 동기와 유사한 0.6% 증가하였으며, 전월(8월) 대비 1.8% 증가하였다. 9월 누적 게임SW 생산액은 전년 동기대비 0.4% 증가한 8.8조 원으로 조사되었다.

■ [표 1] SW 생산 현황

(단위 : 조 원)

구 분			2018년			2019년				
			9월	9월 누적	연간	1분기	2분기	3분기	8월	9월 누적
패키지 SW	생산액		0.82	6.53	9.45	1.97	2.17	2.34	0.78	6.48
	증감률	동기대비	11.4%	2.4%	6.8%	0.4%	-1.8%	-0.7%	0.3%	-1.2%
		전월대비	5.7%	-	-	-	-	-	4.1%	4.2%
IT 서비스	생산액		2.90	23.42	33.98	7.59	8.13	8.25	2.74	23.97
	증감률	동기대비	-1.8%	1.6%	0.7%	4.0%	2.9%	0.3%	4.0%	-4.0%
		전월대비	10.2%	-	-	-	-	-	0.3%	1.7%
게임 SW	생산액		0.87	8.76	12.10	3.22	3.01	2.57	0.86	8.80
	증감률	동기대비	-9.4%	10.3%	5.8%	2.6%	-2.0%	0.7%	-1.5%	0.6%
		전월대비	-0.2%	-	-	-	-	-	2.3%	1.8%
전체	생산액		4.59	38.72	55.53	12.78	13.31	13.16	4.38	39.25
	증감률	동기대비	-1.3%	3.6%	2.8%	3.0%	1.0%	0.2%	2.2%	-2.6%
		전월대비	7.3%	-	-	-	-	-	1.4%	2.2%

출처) 과학기술정보통신부 ICT주요품목동향조사(2020.1.)

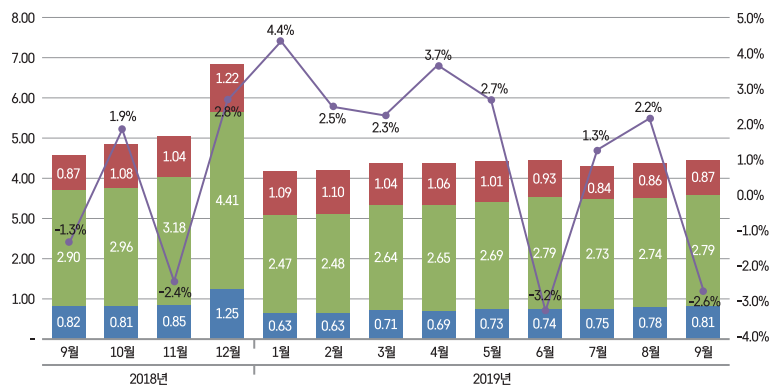
※ 월별 조사는 패널조사 결과를 합산한 잠정치로 연간조사를 통해 확정치로 대체 예정(2020.4.)

※ 2017년 개정된 ICT통합분류체계를 적용함에 따라, 세부품목별 SW생산액 추이가 변동됨(패키지SW(BPO) → IT서비스 BPO품목으로 분류 신설 이전, IT서비스(호스팅서비스) → 정보서비스(호스팅서비스)로 이전)

그림 1-1

SW
생산 현황

— 패키지SW
— IT서비스
— 게임SW
— 증감률(전체)

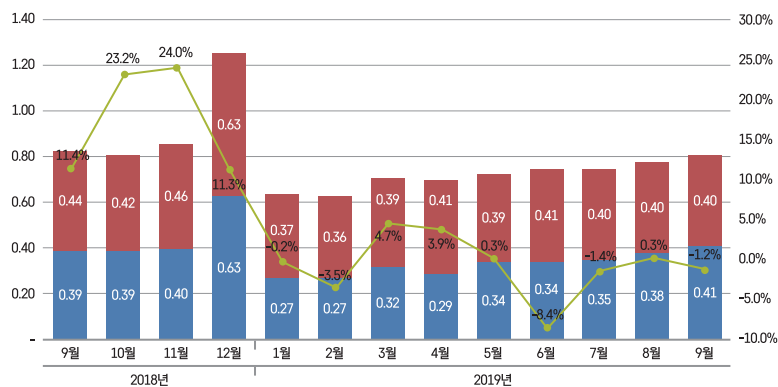


단위 : 조 원, 전년 동기 대비 증감률

그림 1-2

패키지SW
생산 현황

— 시스템SW
— 응용SW
— 증감률(패키지SW)

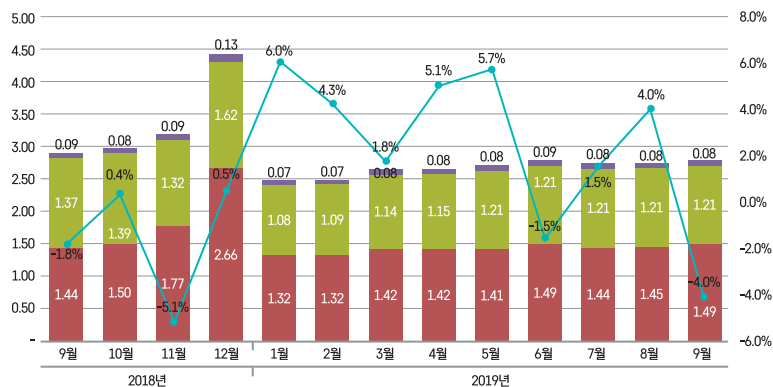


단위 : 조 원, 전년 동기 대비 증감률

그림 1-3

IT서비스
생산 현황

— IT컨설팅 및 시스템 개발
— IT시스템 관리 및 지원서비스
— 기타IT서비스
— 증감률(IT서비스)



단위 : 조 원, 전년 동기 대비 증감률



SW 산업 통계

국내 SW 수출 현황

2019년 3분기 SW수출액은 32억 달러로 전년 동기 대비 13.8% 증가하였으며, 3분기 누적 SW수출액은 전년 동기 대비 11.3% 증가한 96.6억 달러이다. 3분기 누적 패키지SW 수출액은 11.8억 달러로 전년 동기대비 57.6% 증가하였으며, IT서비스 3분기 누적 수출은 전년 동기 대비 11.5% 증가한 49.8억 달러인 것으로 조사되었다. 게임SW 3분기 누적 수출액은 35억 달러로 전년 동기 대비 1.1% 증가한 수준에 그쳤다.

패키지SW 3분기 수출액은 전년 동기 대비 53.8% 증가한 3.9억 달러이다. 세부 품목별로는 시스템SW 수출액이 전년 동기 대비 79.4% 증가한 0.4억 달러이며, 응용SW 수출액은 전년 동기 대비 51.3% 증가한 3.5억 달러이다. 3분기 패키지SW 수출 주요 증감 품목으로는 미들웨어SW(70.6% 증가), 산업범용SW(27.1% 증가), 보안SW(0.9% 증가), 산업특화SW(53.6% 감소) 등이 있다.

IT서비스 3분기 수출은 전년 동기 대비 14.3% 증가한 17.4억 달러이다. 세부 품목별 수출액은 IT컨설팅 및 시스템 개발 수출이 3.9억 달러, IT시스템 관리 및 지원서비스 수출이 13.5억 달러로 조사되었다. 3분기 IT서비스 수출 주요 증감 품목으로는 IT컨설팅 및 시스템 개발(39.1% 증가), IT시스템 관리 및 지원서비스(8.6% 증가) 등이 있다.

3분기 게임SW 수출액은 10.7억 달러로 전년 동기 대비 3.2% 증가한 모습을 보였다.

[표 2] SW 수출 동향

(단위 : 억 달러)

구 분		2018년			2019년			
		3분기	3분기 누적	연간	1분기	2분기	3분기	3분기 누적
패키지 SW	수출액	2.54	7.50	10.53	3.38	4.52	3.91	11.81
	증감률							
	동기대비	-3.9%	-0.7%	7.2%	39.2%	79.2%	53.8%	57.6%
	전분기대비	1.0%	-	-	11.4%	33.5%	-13.4%	-
IT 서비스	수출액	15.21	44.65	65.83	15.53	16.86	17.38	49.77
	증감률							
	동기대비	-7.8%	0.3%	7.0%	7.9%	12.1%	14.3%	11.5%
	전분기대비	1.1%	-	-	-26.7%	8.6%	3.1%	-
게임 SW	수출액	10.33	34.65	50.98	13.82	10.57	10.66	35.04
	증감률							
	동기대비	-32.8%	5.2%	6.8%	1.0%	-0.7%	3.2%	1.1%
	전분기대비	-3.0%	-	-	-15.4%	-23.5%	0.9%	-
합계	수출액	28.08	86.79	127.34	32.73	31.95	31.95	96.63
	증감률							
	동기대비	-18.6%	2.1%	7.0%	7.3%	13.3%	13.8%	11.3%
	전분기대비	-0.4%	-	-	-19.3%	-2.4%	0.0%	-

출처) 소프트웨어정책연구소 SW수출통계조사(2020.2.)

※ 분기별 조사는 패널조사 결과를 합산한 잠정치로 연간조사를 통해 확정치로 대체 예정(2020.4.)

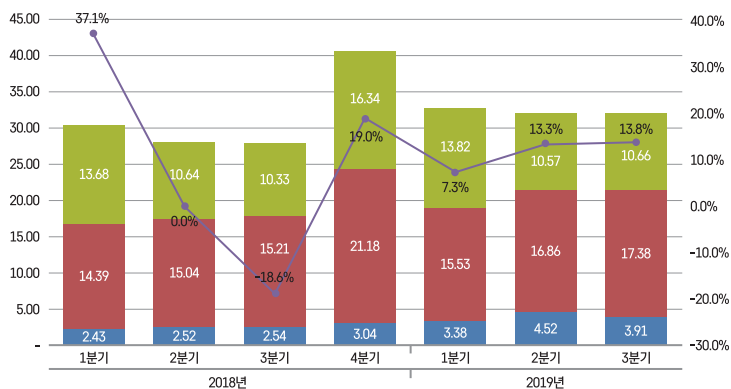
※ 2017년 개정된 ICT통합분류체계를 적용함에 따라, 세부품목별 SW수출액 추이가 변동됨(패키지SW(BPO) → IT서비스 BPO품목으로 분류 신설 이전, IT서비스(호스팅서비스) → 정보서비스(호스팅서비스)로 이전)

※ SW수출액은 매월 입금된 금액을 기준으로 집계

그림 2-1

SW
수출 현황

— 패키지SW
— IT서비스
— 게임SW
● 증감률(전체)

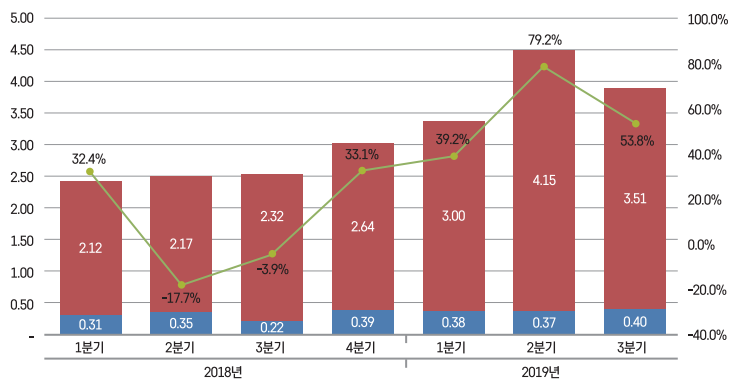


단위 : 억 달러, 전년 동기 대비 증감률

그림 2-2

패키지SW
수출 현황

— 시스템SW
— 응용SW
● 증감률(패키지SW)

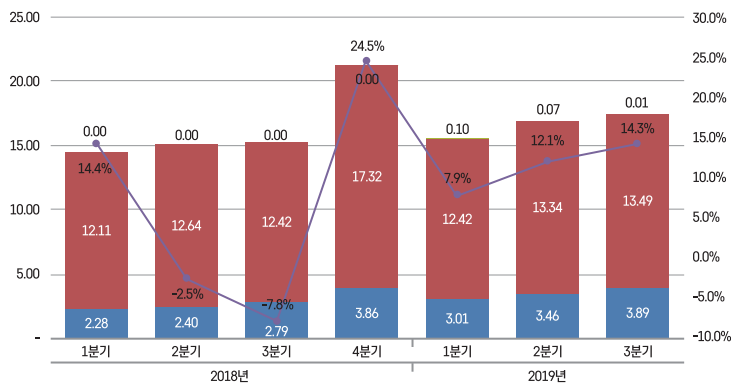


단위 : 억 달러, 전년 동기 대비 증감률

그림 2-3

IT서비스
수출 현황

— IT컨설팅 및 시스템 개발
— IT시스템 관리 및 지원서비스
— 기타IT서비스
● 증감률(IT서비스)



단위 : 억 달러, 전년 동기 대비 증감률



발행인 박헌제

편집위원회 박태형 책임연구원, 임영모 책임연구원(소프트웨어정책연구소)
김덕현 교수(세종사이버대학교), 방은주 기자(ZDNet), 장윤희 교수(단국대학교)

발행처 소프트웨어정책연구소(Software Policy & Research Institute)
경기도 성남시 분당구 대왕판교로 712번길 22 글로벌 R&D센터 연구동(A)
Global R&D Center 4F, 22, Daewangpangyo-ro 712beon-gil,
Bundang-gu, Seongnam-si, Gyeonggi-do

홈페이지 www.spri.kr

전화 031.739.7300(+82-31-739-7300)

디자인·제작 (주)늘품플러스 www.nplus.co.kr

사명 Mission

소프트웨어 정책 연구를 통한 국가의 미래전략을 선도함
Leading Nation's Future Strategy through Research on Software Policy

미래상 Vision

국민 행복과 미래사회 준비에 기여하는 소프트웨어 정책 플랫폼
Software Policy Platform contributing to the public happiness and future society

핵심 가치 Core Values

전문성
Expertise

다양성
Diversity

신뢰
Trust

역할 Roles

건강한 소프트웨어 산업 생태계 육성
To build a fair Ecosystem for Software Industry

소프트웨어 융합을 통한 사회 혁신
To innovate a Society through Software Convergence

국가 소프트웨어 통계 체계의 고도화
To advance the National Software Statistics System

개방형 소프트웨어 정책 연구 플랫폼 구축
To establish an Open Research Platform for Software Policy

소프트웨어정책연구소
Software Policy & Research Institute

주요 활동 Main Activities

추진 연구 Research Areas

- SW·AI 산업의 건강한 생태계 육성 정책연구
Policy Research to foster a healthy SW-AI industry ecosystem
- 양질의 일자리를 창출하는 SW·AI 융합 정책연구
Policy Research to create good quality jobs in SW-AI Convergence
- 미래 SW·AI 인재 육성 정책연구
Policy Research to develop future human resources in SW-AI fields
- SW·AI 통계 분석, 생산 및 활용 정책연구
Policy Research to analyze, produce and utilize statistics on SW-AI
- SW·AI 신사업 발굴 및 기획연구
Policy Research to discover and plan new SW-AI enterprises

발간물 Publications

- 이슈 리포트 / 인사이트 리포트
Issue Report / Insight Report
- 월간SW중심사회 / SW산업 통계집
Monthly Software-Oriented Society
- SW산업 연간보고서
White Paper of Korea Software Industry
- 연구보고서
Research Report

행사 Events

- SPRi 포럼
SPRi Forum
- SPRi Spring / Fall Conference
SPRi Spring / Fall Conference
- SW산업 전망 컨퍼런스
Conference on Software Industry Outlook
- SW안전 국제 컨퍼런스
International Conference on Software Safety

공동 연구 Joint Research

- 중장기 대형 SW R&D 과제 발굴(ETRI)
Development of medium to long-term large-scale software R&D projects(ETRI)
- 미래 일자리 전망(KEIS)
Future job prospects(KEIS)
- SW관련 국제협정 동향(KATP)
Trends in international agreement on software(KATP)
- 공개SW 현황 분석(OSSF)
Analysis of open-source software trend(OSSF)

인적 교류 Personal Exchanges

- 자문연구원, 초빙연구원 제도 운영
Advisory Researcher and invited Researcher Programs
- 국내·외 인턴제 운영
Domestic and International Internship Programs
- 해외 연구기관과의 인적 교류
Personnel Exchange Program with Overseas Research Institutes