ISSN 2586-5021

월간 SW중심사회

MONTHLY SOFTWARE ORIENTED SOCIETY

통권 제77호

2020 11

No.77 Nov, 2020

국가 소프트웨어 정책 Think Tank

FOCUS

SW교육

대학 교육의 혁신 기회, 에듀테크에서 찾다

AI와 코로나가 펼치는 교육의 디지털 전환

4차 산업혁명 시대 디지털 역량 함양을 위한 소고

효과적인 대학의 SW·AI 교육 개선 방향 제안

TREND

코로나19에 맞서는 공유경제의 현재와 미래

데이터 경제 활성화를 위한 이슈와 쟁점

AI BRIEF

인공지능 최신 동향과 시사점

ISSUE

GovTech와 공공 생태계 혁신

비대면 시대, 건축과 부동산에서의 XR공간 활용과 현황

SPRi 소프트웨어정책연구소

월간 SW 중심사회
MONTHLY SOFTWARE ORIENTED SOCIETY

CONTENTS

04 동향 Trend
코로나19에 맞서는 공유경제의 현재와 미래
Futures of Sharing Economy in Post COVID19 Era
데이터 경제 활성화를 위한 이슈와 쟁점
Issues for Invigorating the Data Economy

22 AI 브리프 AI Brief
인공지능 최신 동향과 시사점
Recent Trends of AI and Implications

32 포토 에세이 Photo Essay
사진산책 중간(中間)
Your Moment with Photos : The Stopover

발행인 박현제 소장(소프트웨어정책연구소)
편집위원장 김덕현 외래교수(세종사이버대학교)
편집위원회 권오병 교수(경희대학교)
김숙경 초빙교수(KAIST)
김철한 교수(대전대학교)
김형석 교수(건국대학교)
방은주 기자(지디넷코리아)
윤기영 대표(FnS컨설팅)
장윤희 교수(단국대학교)
정충식 교수(경성대학교)
조영임 교수(가천대학교)
홈페이지 www.spri.kr
전화 031-739-7300
주소 경기도 성남시 분당구 대왕판교로 712번길 22 글로벌R&D센터 연구동 A 4층, 소프트웨어정책연구소
디자인 제작 ㈜늘품플러스 www.npplus.co.kr

34 **포커스** FOCUS

대학 교육의 혁신 기회, 에듀테크에서 찾다
"Edu-tech, an Opportunity for University Education Innovation"

AI와 코로나가 펼치는 교육의 디지털 전환
Digital Transformation of Education by AI

4차 산업혁명 시대 디지털 역량 함양을 위한 소고
Advice for Cultivating Digital Competences in the Era of the 4th Industrial Revolution

효과적인 대학의 SW·AI 교육 개선 방향 제안
Proposal of Effective University SW/AI Education Plan

70 **이슈** Issue

GovTech와 공공 생태계 혁신
GovTech and Innovation of Public Sector Ecosystem

비대면 시대, 건축과 부동산에서의 XR공간 활용과 현황
The Use and Status of XR Space in Architecture and Real Estate During the Non-face-to-face Era

코로나19에 맞서는 공유경제의 현재와 미래

Futures of Sharing Economy in Post COVID19 Era

박강민 | 선임연구원 | gangmin.park@spri.kr

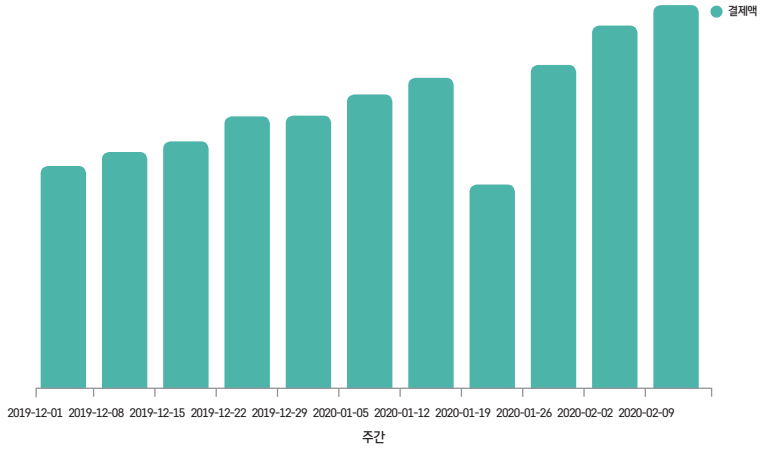
코로나19와 사회적 거리두기로 위기를 맞이할 것으로 예측되던 공유경제가 오히려 새로운 기회를 맞이하고 있다. 포스트 코로나 시대 공유경제의 미래를 살펴보고 공유경제가 나아가야 할 방향을 살펴본다.

코로나19 시대, 공유경제의 현재

코로나19로 인한 거리두기로 다른 사람들과 공유하기를 꺼려하면서 위기를 겪을 것으로 예상되던 공유경제는 오히려 새로운 기회를 맞이하고 있다. 과거 공유경제라는 개념이 등장한 2008년 역시 세계적 금융위기가 닥친 시기였는데, 코로나19로 인한 경제위기는 더 나은 제품과 서비스를 저렴하게 사용하려는 수요에 부응하고 있으며, 사회적 거리두기로 인한 언택트와 공유경제를 결합한 새로운 서비스도 등장하고 있는 추세이다.

코로나19로 인해 새로운 기회를 맞은 대표적인 공유경제 비즈니스는 공유주방이다. 코로나19로 인해 오프라인 매장이 있는 음식점은 큰 타격을 받았으나 배달 음식점은 문전성시를 이루고 있다. 이 상황에서 다른 배달전문점과 주방을 공유하는 공유주방 서비스도 함께 성황을 이루고 있다. 공유주방 서비스란 기본 주방설비를 갖추고 배달 대행 업체를 공유하며 식재료 주문도 같이 하는 방식으로 이뤄지는데, 외식 창업자 입장에서는 고정비용을 줄이고 다른 업체들과 함께 공동구매 등으로 규모의 경제도 이룰 수 있다. 우리나라에서는 위쿡, 배민키친, 고스트키친, 헬로키친 등이 대표적이며, 최근에는 대기업도 공유주방에 참여하고 있는 추세이다. CJ푸드빌은 공유주방에 자사의 빕스 브랜드 배달 전문점을 열었고, 풀무원은 공유주방 업체들과 MOU를 맺고 풀무원 제품을 공급하고 있다.

[그림 1] 공유주방의 '고스트 키친' 입점 업체의 매출액 추이



※ 출처 : 이투데이(2020.3.5.) 고스트키친 제공

사무실을 공유하는 서비스도 코로나19로 인해 전성기를 맞이하고 있다. 출퇴근 과정에서 코로나19 감염 위험에 노출되거나 집단 감염이 일어나는 상황을 막기 위해 기업들이 재택근무를 활성화하면서 이들 수요를 공유사무실 서비스가 흡수하고 있다. 해외에서는 사무실 공유 업체 위워크가 무리한 확장으로 어려움을 겪고 있는 상황과 대조적으로 국내 대표 업체인 패스트파이브는 코로나19로 인해 신규 입점이 13% 늘어 코로나19 특수를 보여주고 있다.[1] 국내에서는 패스트파이브 등 15개가 넘는 공유사무실 브랜드들이 사업 중이며, 한화의 드림플러스, 롯데의 워크플렉스, LG의 서브원 등 대기업도 가세하고 있다. 사무실 공유 업체는 소기업으로는 제공하기 어려웠던 어린이집, 직원교육 등을 공동으로 제공하면서 새로운 가치도 창출해 내고 있다.

1 시사저널(2020.6.29.), "차세대 유니콘⑦ 패스트파이브 위기를 기회로 바꾼 공유오피스"

[그림 2] 패스트파이브(좌)와 패스트파이브가 운영하는 어린이집(우)

※ 출처 : 패스트파이브 홈페이지

국내에서만 3만 대가 넘은 공유킥보드도 코로나19의 특수를 맞이한 공유경제의 대표적 사례라 할 수 있다. '라스트 마일 모빌리티' 혹은 '퍼스널 모빌리티'로 불리는 공유전동킥보드는 코로나19 감염 우려로 사람들이 대중교통을 기피하면서 올해 시장 규모가 2배 이상 성장하고 있다. 국내에서는 쏘카와 그린카 등 카셰어링 업체 역시 대중교통보다는 단독으로 이용하는 공유차량의 수요가 늘면서 전년 동기간 1.5배의 이용시간 증가를 보였다.[2] 쏘카는 올해 10월 600억 투자를 유치하면서 모빌리티 분야 최초의 유니콘 기업이 되었다.

한편으로 코로나19로 인해 위축되는 공유경제 비즈니스도 존재한다. 대표적으로 숙박 공유 서비스인 에어비앤비의 경우 작년 하반기부터 상장을 추진했으나 코로나19로 숙박 수요가 끊기면서 계획과는 다르게 상장이 어려워졌다. 결국 에어비앤비는 최근 전 세계 직원 7,500여 명 가운데 1,900명을 해고하기에 이르렀다.[3] 차량 공유 서비스인 우버는 2019년 10조 원이라는 순손실을 기록했으며, 여기에 더해 2020년 미국과 유럽에 코로나19가 확산되면서 1분기에만 순손실이 170% 증가하여 3조 5,000억 원을 기록했고 주가도 폭락했다.[4]

포스트 코로나 시대, 공유경제의 미래

그렇다면 포스트 코로나 시대에서 공유경제는 어떤 미래를 맞이할 것인가? 코로나19가 종식된다 하더라도 공유경제는 사라지지 않을 것으로 예측할 수 있다. 경제위기로 발생한 수요는 밀레니얼 세대를 넘어 다양한 세대에서 공유경제의 이용 경험을 쌓게 되었기 때문이다. 또한 5G 인프라와 모바일 인프라가 계속해서 발전하면서 공유경제의 기술장벽은 더욱 사라질 것이다. 결국 공유경제의 충격은

2 매일경제(2020.3.20.), "코로나19 무색한 쏘카, 직격탄 맞은 에어비앤비... 극과극 공유경제"
3 조선비즈(2020.5.6.), "잘나가던 에어비앤비, 직원 4분의 1 해고 ... 기업가치 '반토막'"
4 파이낸셜뉴스(2020.5.13.), "우버, 음식배달업체 그러브허브 인수추진 ... 성사되면 점유율 1위"

아직 시작에 불과하다고 언급한 에릭 브린욜프슨(Erik Brynjolfsson)의 예측과 같이, 공유경제는 우리 삶에 더욱 깊숙이 들어오게 될 것이다.[5]

따라서 포스트 코로나 시대의 공유경제는 더욱 다양한 제품과 서비스로 성장할 것이다. 과거에는 높은 가격으로 쉽게 구매할 수 없는 자동차와 같은 제품, 일상에서 자주 사용하지 않는 제품들의 공유가 활발했다면, 향후에는 일상에서 쉽게 사용할 수 있는 물건까지 공유하게 될 것이다. 이미 우리보다 공유경제가 앞서간 중국에서는 자전거, 자동차, 전동킥보드와 같은 모빌리티 대여뿐만 아니라 우산, 농구공과 같은 생활용품에서 명품 가방까지 공유하고 있다.

또한 공유경제는 이제 단순한 공유활동 그 자체보다 부가가치를 만들어 내는 공유경제 플랫폼으로 진화할 것이다. 결국 공유를 가능하게 하는 플랫폼 위에서 새로운 비즈니스가 등장해 부가가치를 더하는 것이다. 대표적으로 우버나 디디츄싱은 차량 공유 플랫폼이지만 최근에는 이 플랫폼을 그대로 음식배달에 활용하고 있으며, 비슷한 플랫폼인 홍콩의 고고밴은 꽃배달 서비스를 하고 있다. 공유숙박의 경우 우리나라 업체인 위홈은 한옥을 공유하거나 의료관광을 위해 병원 인근에서 숙박을 공유하면서 새로운 부가가치를 만들고 있으며, 농어촌의 주인 없는 빈집을 리모델링해 공유하기도 하면서 유휴자원을 활용하고 있다. 공유경제는 이제 제품이나 서비스를 공유하는 데서 나아가 그 플랫폼 위에 새로운 서비스를 제공하고 부가가치를 창출하면서 성장하게 될 것이다.

마지막으로 B2C(Business to Customer) 위주의 공유경제는 B2B(Business to Business)로 확장될 것이다. 공유주방과 공유사무실을 시작으로 B2B 공유경제는 공유물류, 공유공장 등 비즈니스 전반에 걸쳐 공유가 활발해질 것이다. 우리나라의 마이창고(Mychango), 영국의 스토우거(Stowga), 일본의 오픈로지(Openlogi)가 유휴 물류창고를 공유하고 있다. 아직은 시범단계이나 일부에서는 공장을 공유하는 공유공장 서비스도 등장하고 있다. 대구의 스마트웰니스 규제자유특구에서는 한 개 공장의 3D프린터 등 제조 인프라를 공유해 장비구매 비용을 절감하고 있다.[6] 중국에서는 스마트 공장과 친환경 제조와 함께 공유공장 생태계를 정책적으로 지원하고 있다.[7]

하지만 공유경제가 단순히 싼 가격을 찾는 수요를 넘어 경제사회 전반의 건전한 발전에 기여하기 위해서는 넘어야할 산들이 많다. 대표적인 문제가 공유경제가 현행법과 규제의 틈새를 노리거나 무시하여 성립되는 것이 많다는 점이다. 예를 들어 택시기사의 경우 승객의 안전을 위해 특정 범죄 전과자의 취업을 제한하고 있으며, 호텔이나 민박업 역시 법에 따른 안전관리 규정에 따라서 시설을 관리하고 있다. 그러나 공유경제 사업은 사업자 차원의 직원교육이나 정책에 의존하고 있다. 얼마 전 발생한 타다 운전기사의 승객 성희롱 사건이나, 에어비앤비의 개별 숙박시설에서 발생하는

5 "Fortunes have already been made in the sharing economy, yet the biggest impact on business and our daily lives is yet to come." – Erik Brynjolfsson, Arun Sundarajan의 The Sharing Economy 서평에서
6 연합뉴스(2019.7.24.), "대구 스마트웰니스 규제자유특구서 첫 의료기기 제조인프라 공유"
7 로봇신문(2020.5.27.), "중국에 로봇 '공유' 공장 첫 등장 ... 新공유 생태계 조성"

사건·사고들이 대표적인 예시이다. 물론 공유경제 사업을 하는 기업들이 정책을 통해 이러한 문제들을 자체적으로 해결하는 노력을 보여주고 있는 것도 사실이다. 정책적으로 공유경제 서비스들을 법의 테두리 안에 포함시켜 소비자의 피해를 막고, 기존 산업과 공정하게 경쟁하도록 해야 하는 이유이다. 이미 정부에서도 여러 노력을 기울이고 있다.

[표 1] 공유경제 활성화를 위한 정책적 노력

구분	내용
숙박 분야	• 도시 지역에서 내국인을 대상으로 빈 주택을 숙박용으로 제공하는 도시 민박업 허용 • 기존 숙박업계와 상생을 위해 불법 업소의 시장 진입금지와 플랫폼 기업의 관리책임 강화
교통 분야	• 스마트시티 국가시범도시 내에서 운행하는 공유 차량의 배차·반납 장소 자율화 • 공유 차량의 개별소비세 면제를 통해 세금 부담 합리적으로 완화 • 친환경 차량(수소차) 공유 촉진을 위한 세제 지원 확대 • 온라인 플랫폼을 통한 전세버스 탑승자 모집 허용
공간 분야	• 거주자 우선 주차장 공유 활성화 • 주거 공유 표준계약서 마련

※ 출처 : 대한민국 정책브리핑 정책위키

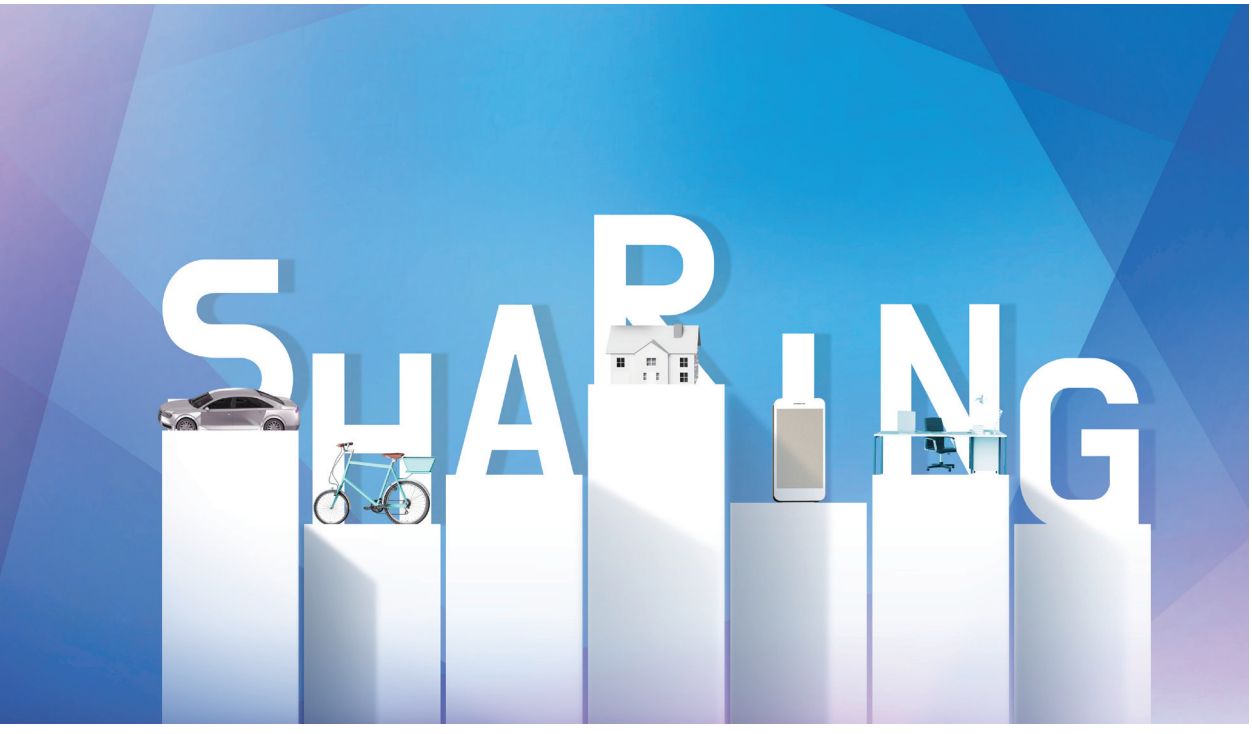
과도한 경쟁도 공유경제가 해결해야 하는 문제이다. 공유경제가 우리보다 활발한 중국은 과도한 경쟁으로 여러 번 몸살을 앓아 왔다. 대표적으로 공유자전거 사례이다. 한때 중국에서 선풍적인 인기를 끌었던 공유자전거가 무료 이벤트나 과도한 할인 등의 경쟁으로 여러 업체들이 파산했으며, 이때 소비자들의 보증급 지급이나 폐차된 자전거의 방치가 사회적 문제가 되었다. 이 외에도 우버의 부당노동, 소비자와 수요자를 연결하는 알고리즘의 공정성 등도 공유경제가 해결해야 하는 문제이다.

[그림 3] 중국에서 방치된 공유자전거

※ 출처 : 구글 검색

맺음말

앞으로 맞이하는 포스트 코로나 시대의 공유경제 발전을 위해 앞서 언급한 문제점들을 해결하고 성장하기 위해서는 정책뿐만 아니라 사업자와 사용자 모두의 노력이 필요하다. 정부가 새로운 패러다임에 맞춰 낡은 규제를 손보고 있지만, 이제는 규제 개선만으로는 공유경제가 촉발할 미래에 대비하기 어렵다. 대표적으로 사업자 주체적으로 이용정책을 마련하는 것에서 나아가 공유경제의 사업모델 내에 신뢰를 확보할 수 있는 요소를 심어두는 방법도 고려해 볼 수 있다. 또한 공유경제 플랫폼 위에서 코로나19에 대응하는 부가가치를 적극적으로 창출해 디지털 전환을 앞당기는 역할을 해야 한다. 실제로 공유사무실은 이제 단순히 사무실만 공유하는 것이 아니라 중소기업이나 스타트업에서는 복지차원으로 제공하기 어려웠던 어린이집, 컨퍼런스와 세미나 등 여러 서비스를 제공하면서 사회 전반의 디지털 전환을 앞당기고 있다. 4차 산업혁명의 변화와 코로나19 위기 속에서 공유경제의 가치는 경제에만 국한되지 않고 정치, 사회, 문화 전반에 영향을 주는 거스를 수 없는 흐름으로 발전하고 있어 앞으로의 대응이 더욱 중요한 시점이다.



데이터 경제 활성화를 위한 이슈와 쟁점

Issues for Invigorating the Data Economy

김준연 | 책임연구원 | catchup@spri.kr

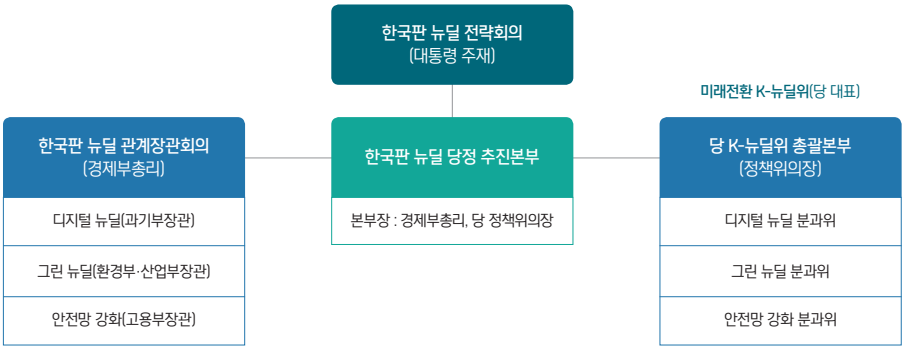
디지털 경제 활성화라는 목표하에 최근 발표된 데이터 댐 개념은 데이터 재화의 근본적 특성, 즉 집합적 가치(연결성), 활용의 상대적 가치, 무상거래성과 공익성의 특성이 잘 구현되도록 법, 제도적 인프라가 필요할 것이다. 이 글은 결합적 지식이라는 차원에서 데이터 추가 이용의 중요성을 강조했고, 재산권 부여의 필요성을 강조했으며, 특히 정보주체와 정보수집자에 대한 불균형적인 보호가 정보주체의 소극적 정보공개와 수집자의 무임승차를 강화시켜서 시장실패 가능성을 높이게 될 것으로 전망했다. 결론으로 디지털 뉴딜과 데이터 경제 활성화를 위한 정책과제로 데이터이동권, 수익권 그리고 유통플랫폼 확대를 제안했다.

1. 디지털 뉴딜과 데이터 댐

코로나19로 인해 최악의 경기침체와 일자리 충격 등 위기가 가시화되고 있는 상황에서 정부는 최근 디지털 뉴딜과 데이터 댐을 발표했다.

디지털 뉴딜은 2020년 4월 22일 대통령이 주재하는 5차 비상경제회의에서 포스트 코로나 시대의 혁신성장을 위한 대규모 국가 프로젝트로서 처음 언급되었으며, 5월 7일 홍남기 부총리 겸 기획재정부장관 주재 '제2차 비상경제 중앙대책본부 회의'와 7월 14일 개최된 제7차 비상경제회의 겸 한국판 뉴딜 국민보고대회를 통해 세부 추진계획이 발표됐다. 한국판 뉴딜의 추진체계는 아래와 같다.

[그림 1] 한국판 뉴딜의 추진체계



※ 출처 : 한국판 뉴딜 종합계획(기획재정부, 2020.7.14.)

한국판 뉴딜(New Deal)은 디지털 뉴딜, 그린 뉴딜로 구성되어 있는데, 그중 디지털 뉴딜(Digital New Deal)[1]에는 디지털 시대의 핵심 기술이라 할 수 있는 데이터·네트워크·인공지능 등 이른바 DNA(Data·Network·AI)를 육성하는 계획이 10대 대표과제로 공개됐으며, 이 중에 1번 과제가 바로 '데이터 댐(Data Dam)'이다.

댐은 하천이나 강 등을 막아 물을 모아두는 역할을 하는 구조물이다. 이를 데이터에 접목해 보면 데이터를 모아두는 구조물이라는 의미가 된다. 여기에서 구조물은 대규모 데이터 저장공간인 서버(데이터 센터)를 생각해 볼 수 있겠다. 데이터를 한 곳에 모아 축적하고 이를 활용하도록 개방하겠다는 것이다.

1 강형석, IT동아(2020.8.1.), "기대와 우려가 교차하는 데이터 댐 구축"

이러한 개념으로 기획재정부는 데이터를 수집·가공·거래·활용 기반을 강화해 데이터 경제를 가속화하고, 5세대 이동통신 전국망을 통한 전 산업의 통신(5G)·인공지능 융합을 확산하겠다고 발표했다. 이번에 발표된 데이터 댐은 2025년까지 58조 2,000억 원을 투입해, 모든 산업을 데이터 댐에 쌓여 있는 데이터와 묶어, 4차 산업혁명 시대의 디지털 경쟁력을 강화하겠다는 내용으로 구성되어 있다. 특히 데이터 수집 → 표준화 → 가공 → 결합 고도화 등 데이터 생태계의 전 분야에 걸친, 데이터 경제를 촉진하겠다는 목표이다.

데이터 댐의 산업적인 측면을 고려해보면, 먼저 정부가 가지고 있던 데이터를 활용해 다양한 서비스를 구축할 수 있을 것으로 기대한다. 데이터 댐에 대해서 정부는 5가지의 프로젝트를 제안하고 있다.[2]

첫째, 정부는 정부의 빅데이터 플랫폼을 확대하고, 14만 2,000여 개의 공공데이터를 신속히 개방할 예정이다. 인공지능 학습에 필요한 데이터 1,300여 종 구축도 진행된다. 금융, 환경, 문화, 교통, 헬스케어, 유통소비, 통신, 중소기업, 지역경제 및 산림에 대한 기존 10개의 정부 플랫폼을 향후 30개로 확대할 계획이다.

둘째, 5G망 조기 구축을 위해 투자 세액공제 등 민간투자에 대한 인센티브를 제공한다. 예를 들어 5G망 조기 구축을 위한 등록면허세 감면, 투자세액공제 등 세제지원이 구체적으로 추진될 계획이다.

셋째, VR·AR 등 실감기술을 적용한 교육·관광·문화 등 디지털 콘텐츠 및 자율차 주행기술 등 5G 융합서비스 개발에 나서기로 했다.

넷째, 스마트공장 1만 2,000개와 미세먼지 실내정화 등 AI 홈서비스 17종 보급과 함께 신종감염병 예후·예측, 의료영상 판독·진료, 범죄 예방·대응, 해안경비·지뢰탐지, 불법복제품 판독, 지역특화산업 품질 관리, 산업단지 에너지 효율화 등 생활밀접 분야의 'AI+X 7대 프로젝트'를 추진하기로 했다. 정부는 조만간 범국가적 데이터 정책 수립과 공공·민간 데이터 통합관리·연계·활용 활성화, 데이터 산업 지원 등을 위한 민관 합동 컨트롤타워를 마련할 방침이다.

마지막으로 '디지털 집현전'으로 분산되어 있는 도서관DB, 교육 콘텐츠, 박물관, 미술관 실감 콘텐츠 등을 연계하여 통합검색, 활용 서비스를 제공한다는 것이다.

2 제7차 비상경제회의(2020.7.14.), "한국판 뉴딜 종합계획"

2. 데이터 경제 활성화의 조건

2-1. 데이터 재와 데이터 산업

경제적 재화라는 관점에서 본 데이터는 수집된 데이터(Collected Data)이다. 「개인정보보호법」에서 개인정보는 이름·주민등록번호·생체정보 등이나 신체·라이프 특징 등이 포함돼 바로 누구의 정보인지 식별이 가능한 상태의 것을 말한다. 즉, "살아 있는 개인에 관한 정보로서 성명, 주민등록번호 및 영상 등을 통하여 개인을 알아볼 수 있는 정보[3]이다. 그리고 가명정보는 말 그대로 가명을 사용한 형태이다. 이름을 '홍길동'이라고 하거나 '1번'이라고 한 것 등이다. 이전의 '비식별정보'처럼 다른 정보와 결합되면 다시 식별이 가능한 상태가 될 수 있는 게 특징이다. 익명정보는 통계나 분석 형태의 정보이다. 예를 들면, 고객 가운데 제주도에 살고 있는 사람 비중이나 40대 비중 등이 여기에 포함될 수 있다. 사실상 개인정보로서의 의미가 없다. 개인정보의 법적 개념 체계를 개인정보(Personal Information), 가명정보(Pseudonym Information), 익명정보(Anonymous Information)로 구분하고, 익명정보는 개인정보보호법 적용 대상에서 제외했다. 한편 박국흠(2019)의 연구에서는 "개인을 식별할 수 있는 개인정보를 제외한 수집된 데이터"라고 정의하고 있다. 따라서 제공된 정보 = 개인정보 + 수집된 정보이다(박국흠, 2019). 수집된 정보와 유사한 개념으로 '가명정보'[4]와 '익명정보'[5]가 있는데, 대부분 인터넷 회원가입을 통한 '제공정보'의 형태로 수집되고 이를 비식별화 조치한 것이 가명·익명정보이다. 가명·익명정보 개념의 탄생 자체가 원자료의 가공에서 출발하였다. 따라서, 가명정보 및 익명정보를 데이터 재화(Data goods)로 정의하기에는 가공된 정보라는 제약과 정보 활용의 주체가 정보서비스 사업자에 한정된다.

데이터 산업은 데이터의 생산·수집·처리·관리·유통·분석·활용 등을 지원하거나 이와 관련된 제품과 서비스를 제공하는 산업이다(한국데이터진흥원, 2015). 즉, 데이터 산업은 데이터를 축적하고 정보화하는 데 초점을 둔 기존의 데이터베이스 산업에서 벗어나 데이터를 분석하여 의미를 찾아내고 이를 실행하는 산업이다. 이는 크게 데이터솔루션, 데이터 서비스, 데이터 구축, 데이터 컨설팅 분야로 구성된다. 데이터 솔루션은 데이터베이스 관리 시스템(DBMS)을 비롯한 데이터베이스 관련 품질·성능·저장 등 관련 솔루션 시장 영역이고, 데이터 서비스는 데이터베이스 및 주제별 정보를 제공하여 수익을 창출하는 서비스 시장 영역이다. 데이터 구축은 데이터베이스 시스템을 구축하고, 데이터베이스 설계·이행·처리를 수행하는 시장 영역이며 데이터 컨설팅은 데이터베이스 시스템 설계·품질·성능·거버넌스 등 데이터베이스 관련 컨설팅 시장 영역을 의미한다. 다만 최근의 추세는 인터넷과 모바일 기술의 발전 및 클라우드, 사물인터넷 등과 같이 새로운 분야의 등장으로 전통적인

3 해당 정보만으로는 특정 개인을 알아볼 수 없더라도 다른 정보와 쉽게 결합하여 알아볼 수 있는 것을 포함한다.
4 추가정보의 사용 없이는 특정 개인을 알아볼 수 없게 조치한 정보
5 다른 정보를 사용하여도 더 이상 개인을 알아볼 수 없게 조치된 정보

데이터베이스 산업의 경계가 허물어지고 있는 상황이다. 데이터를 기반으로 한 신기술 및 신시장은 현재 독자적인 시장으로 정의되어 있지만, 사실상 데이터가 핵심적인 역할을 한다는 점에서 이들 분야와 기존 데이터베이스 산업 간의 경계는 더욱 모호해지고 있는 것이다.

2-2. 데이터 재의 특성과 데이터 경제

데이터 경제는 데이터가 자유롭게 거래되는 시장이 형성되고 시장의 왜곡이 없는 진정한 데이터 경제를 의미하는데, 실물경제가 실물시장, 자본주의가 자본시장에 기반 하듯이 데이터 경제는 데이터 특성에 부합하도록 작동해야 할 것이다. 다음은 재화로서의 데이터와 데이터 경제의 특성을 집어보고, 현재의 법제도 및 시장의 상황이 이에 부합하도록 작동될 것이니, 혹은 원만하고 효율적인 작동을 위해 해결해야 할 이슈는 무엇인지 살펴볼 것이다.

재화로서의 데이터 특성

데이터 재는 집합재적 특성과 연결성에 의한 가치증폭의 특성을 가지는데, 정보주체와 수집자 간에 다대일의 거래관행 그리고 낮은 지적재산권보호호 데이터재의 가격형성은 미흡한 상황이며, 이는 무임승차와 저생산 트랩에 빠질 위협이 된다. 한편 비식별화와 연결성은 데이터 재화의 보편성 차원에서 공익성을 가질 수 있게 한다. 비식별 처리를 통한 익명가공정보로서 다른 목적으로 사용될 수 있어야 보편적 서비스로서의 공익성을 가질 수 있게 되며, 연결성도 보편적 서비스의 공익성 향상에 기여한다. 이를 정리하면 아래의 표와 같다.[6]

[표 1] 데이터재의 특성

구분	특성	비고
집합적 가치와 연결성	특정 목적의 분석이 가능할 만큼 모여야 경제적 가치를 가지게 되고 부분은 가치 산정이 어렵게 된다. 또한 데이터들이 단순히 병합되는 것보다는 관계성을 유지한 채 연결되는 것이 두 데이터의 활용성을 높여준다.[7]	전체 집합적 가치와 부분의 가치는 비례관계 없음
가치의 상대성	데이터의 활용에 대하여 사용자마다 다양한 목적으로 활용가치를 인식하므로 그 가치를 상대적으로 다르게 인식한다. 수요함수를 도출하기 어렵고 가격에 대하여 비탄력적이다.	같은 데이터라도 가치가 다를 수 있음
데이터 재화의 무상거래 관행	실물경제에서 개인정보의 제출이 필요한 경우가 많은데 개인정보 속에 포함된 수집된 정보를 무상으로 제출한다. 그리고 이러한 관행은 데이터 거래의 비중이 큰 경우에도 적용되어 데이터의 수집에 화폐가치 지불하지 않음	데이터 재의 가격

6 박국흠(2019), "데이터 경제의 시장실패 요인에 관한 고찰" 학술대회 발표논문집, 131-145
7 전병진, 김희웅(2017), 정보화정책저널 제24권 제3호 , 27~41

구분	특성	비고
多:1 혹은 多:多	방송 등 콘텐츠의 생산자와 소비자와의 관계는 [1:多]인데 반해, 데이터의 생산자와 소비자의 관계는 주로 다대일 혹은 다대다의 관계이다.	데이터의 정보주체는 수익창출이 어렵다.
데이터는 공공재적 성격이 강함	데이터 재도 공공재적 성격을 가지므로 지적재산권보호가 없는 경우 무임승차 및 저생산의 문제에 빠질 가능성이 높다.	정보주체의 소극적 생산(저생산), 무임승차

데이터 경제의 특성

첫째, 한계비용제로 경제이다. 경제학에서 다루는 생산이란 토지, 자본, 노동의 핵심 요소로 구성되어 있다. 그런데 디지털 경제의 세상에서는 이러한 핵심 요소의 내용과 역할이 다르다. 즉, 토지를 기반으로 하는 공장의 개념도 이제 인터넷상에서 이뤄질 수 있으며, 실제로 온라인상에서 창업은 물리적 토지에 얽매이지 않는다. 또한 온라인상에서는 각자의 비즈니스 목적에 부합하는 다양한 도구들이 공개되어 무료로 사용 가능하다. 구글의 경우도 무료 플랫폼이나 오픈 소스 프로그램 등을 공개하고 있기에 창업에 소요되는 자본은 이미 획기적으로 낮추어졌다. 플랫폼이 작동하는 세상에서 노동력은 과거의 노동력이 이미 아니다. 플랫폼 참여자들 간에는 정보, 즉 데이터가 실시간으로 생성, 수집, 저장, 처리, 분배, 전달될 뿐만 아니라, 일단 이용자가 그 플랫폼에 모여들면 그들의 활동조차도 자동으로 데이터의 라이프 싸이클에 포획된다. 이러한 변화를 일찍이 리프킨(2014)은 한계비용제로 사회로 개념화했으며, Goldfarb and Tucker(2017) 역시 디지털 경제하에서 탐색 비용(Search Cost), 복제비용(Replication Cost), 운송비용(Transportation Cost), 추적비용(Tracking Cost), 확인비용(Verification Cost)에 급격한 하락이 생긴다고 예측했다.

둘째, 플랫폼과 양면시장이다. 디지털 기술의 발달은 기존에 볼 수 없었던 새로운 비즈니스 모델이 등장하는 것을 가능하게 했는데, 대표적인 예로 공유경제(Sharing Economy)와 디지털 플랫폼이 있다. 거래되는 재화나 용역의 종류, 거래 방식, 수익창출 방법 등의 차이는 있지만 디지털 플랫폼은 양면시장을 특징으로 하고 있다. 양면시장의 첫 번째 특징은 네트워크 효과의 존재로 인해 수확체증(Increasing Returns to Scale)의 속성을 보이며, 대규모 플랫폼에 참여하는 경우 더 강한 네트워크 효과를 누릴 수 있기 때문에, 플랫폼 간의 경쟁은 소수의 독점적 지위를 누리는 시장지배자가 존재하는 형태로 귀결되는 경우가 많다. 둘째, 플랫폼 기업이 한쪽 사용자에게 매기는 가격이 다른 쪽 사용자로부터 얻을 수 있는 이윤에도 영향을 준다. 양면시장 플랫폼은 한 그룹의 사용자에게 아주 낮은 가격을 제시하거나 심지어 보조금을 지급하는 경우가 많다. 실제로 이베이 서비스는 구매자는 무료이고, 판매자는 수수료를 내고 있다.

셋째, 사회적 자본이다. 데이터 경제에서 자본은 곧 데이터이며, 기존 경제에서 금융 자본의 역할은 이제 데이터 자본이 대신할 것이다. 기존의 토지가 온라인 플랫폼으로 교체되고, 노동은 플랫폼의

자동화가 대신하며, 금융 자본은 이제 데이터 자본의 축적을 위한 지렛대(Leverage) 정도의 역할을 할 것이다.[8] 여기서 데이터의 생산이 플랫폼에 참여하는 소비자와 시민의 노동의 산물이라는 점에 주목해야한다. 거대한 플랫폼 기업들은 거의 무상으로 이 사회적 노동의 산물이 창출하는 자본을 축적한다. 사회적으로 생산한 데이터가 기업에 주요 자본으로 투입되어 고용 없이도 이윤을 창출하고 우리의 고용불안정성을 높이는 결과로 되돌아오는 순환 시스템이 작동할 가능성이 높다. 데이터의 생산을 위해 투입되는 사회적 노동에 대해서 수집하는 기업 사이에 공정한 거래가 필요한 이유이다.

3. 데이터 경제 활성화를 위한 이슈와 쟁점

지적재산권 보호와 무임승차

데이터의 제공자에 대해서는 저작권 보호가 없으며 개인정보 활용 동의권밖에 없는 반면, 정보 수집자의 데이터베이스에 대해서는 투자비용 등을 고려하여 저작권을 인정하고 있다. 이러한 정보주체와 정보수집자에 대한 불균형적인 보호는 정보주체의 소극적 정보공개와 수집자의 독점적 지위를 강화시켜서 결국 시장실패를 초래할 가능성이 높다. 데이터는 제공된 형태로 소비되는 것이 아니라 다양한 형태로 재가공되거나 연결성을 통하여 활용가치가 확대될 수 있으며 데이터의 일부를 추출하여 재판매할 경우 등 다양한 경제적 활용에 대하여 자유롭고 공정한 경제 활동이 가능하도록 재산권을 부여하여야 한다(박국흠, 2019).

그러나 개개인의 정보제공 동의가 데이터 재의 가치가 얼마나 될지 모르는 상태에서 서비스를 이용할 목적으로 동의를 진행하게 되고, 전체 가치를 모르므로 협상의 여지가 없이 주로 이용자 수가 가장 많은 서비스에 가입해서 결과적으로 데이터 재의 집합적 가치에 대한 '정보수집자의 무임승차'가 발생한다. 따라서, 정보주체의 개인정보보호 이외에 제공한 정보에 대한 재산권 보호가 없을 경우, 데이터 수집자의 무임승차에 대응할 수단이 거의 없게 된다. 이에 대해 시민사회단체들은 사업자가 개인정보를 가명 처리만 하면 목적 외로 폭넓게 활용하면서 경제적 이득을 독점하는 반면, 정작 정보를 제공한 정보주체의 권리를 전면 배제당하고 있다는 점을 지적하고 있다. 디지털 경제의 확대라는 차원에서 개인정보의 추가적 활용과 정보주체의 권리인정 간의 균형에 대해서는 심도 있는 논의와 합의가 필요하다.[9]

8 강정한(2017), "데이터 경제 시대의 사회혁신" 한국사회학회 심포지엄 논문집, 65-82

9 유럽연합의 GDPR(General Data Protection Regulation)은 가명화(Pseudonymization)를 보호 목적(Security Purpose)으로 도입하고 있으나, 우리는 활용을 전제로 하다보니 사업자의 입장에서 보면, 보호를 위해 가명화 처리를 한 정보(29조의5)를 추가로 보호하기 위한 조치(제30조)를 법으로 규정하는 것이 과연 데이터 경제 활성화라는 비전에 바람직한 것인가라는 이슈가 있다.

정보보호와 데이터의 추가적 이용

2019년 '데이터 3법'이라 일컫는 「개인정보보호법」·「정보통신망법」·「신용정보법」이 개정되어 유사 중복규정이 개인정보보호법으로 통합되었으며, 분산되어 있던 개인정보보호 관련 조직도 개인정보보호위원회로 일원화되었다.[10] 또한 빅데이터 분석과 이용에 대한 법적 근거가 마련되었으며 기업들의 책임성이 강화되었다는 점에서 데이터 경제의 3법이 우선 데이터 활용 관점에 방점을 두고 있다는 것을 의미한다. 개인정보의 개념 명확화, 가명 처리한 정보의 동의 없는 활용, 수집목적과 합리적으로 관련된 범위 내에서 동의 없는 활용, 가명정보 등의 전문기관을 통합 결합, 신용정보주체가 SNS에 공개한 정보의 동의 없는 이용 등이 그 사례이다. 다만 개인정보를 추가적으로 이용 혹은 제공할 수 있는 기준(Compatible Use)에 대해서 개정된 개인정보보호법은 몇 가지 추가적 개선사항이 있어 보인다.

먼저 결합전문기관(29조의 2)의 법적인 위상에서 가명정보의 결합으로 개인정보침해의 문제가 발생하면, 결합정보기관이 책임을 질 것인지 아니면 결합정보의 반출을 검증한 단체가 책임질 것인지가 불분명하다. 둘째, AI 시대에서는 목표 설정(Biz Objective) → 해결방안 설계(Design) → 모델 생성(Creation) → 모델 평가(Evaluation) → 솔루션 실행(Deployment) → 지속적 개선(Continuous Improvement) 과정(Iteration Processing)이 반복되는데, 결합전문기관이 이러한 수준의 컴퓨팅 파워를 감당할 수 있을지 의문이다.

마지막으로 반출된 데이터의 관리 측면에서, 2019년 네이처지의 문헌은 15개 정보만 있으면 미국인의 99.98%를 식별 가능하다고 한다. 완벽한 가명 조치는 불가능하다는 의미이다. 결국 가명정보와 가명정보를 결합해서 더 큰 가명정보 혹은 개인식별정보가 되는 상황에서 어떻게 개인정보를 잘 보호하면서 잘 활용할 것인가는 여전히 모호한 측면이 있다. 향후 다양한 이종 데이터 간의 결합과 인공지능을 활용한 풍부한 분석을 통해 보다 정교하게 개인별로 맞춤형 서비스가 가능해질 것으로 보이는데, 현재 동의 기반의 개인정보보호법은 이번 개선을 통해 추가이용과 제공(Compatible Use)의 내용이 상당 부분 들어오게 되어서 앞으로 동의 없는 활용 혹은 동의 외에 적법 처리 근거 확보 등에 대한 논의를 통해 데이터의 추가이용과 제공의 공간이 보다 넓어지는 방향으로 나아가야 할 것이다.

10 2011년 9월 30일 대통령 소속 행정위원회로 발족하였으며, 2020년 8월 5일 국무총리 소속으로 변경되었고 2020년 8월 11일 정부조직법이 개정되면서 개인정보 보호에 관한 사항을 심의·의결하는 국무총리 소속 중앙행정기관으로 격상되었다.

4. 데이터 경제 활성화를 위한 방안

데이터 중개서비스와 유통 플랫폼 확대

경제의 기본 생산요소가 자본, 노동이라면 데이터 경제 시대에는 데이터를 추가해야 한다. 자본의 시장실패와 정보비대칭을 막기 위해 증권거래소를 만들었고, 노동자의 권익을 보호하기 위해 단체교섭권과 임금협상권을 주었다면 데이터 재는 다수의 정보주체가 독점적 지위를 가진 사업자에 대하여 약자의 위치에 있다는 점에서 시장실패가 발생할 수 있는 노동 시장과 유사하다. 이러한 시장실패에 대해서 정보주체인 개인에게 재산권을 부여하는 것은 약자적 입장에서 행사하기 어렵기 때문에 공정한 협상력을 부여하는 것이 타당하다는 논의는 자연스럽게 정보주체의 소외 없이 데이터 재의 경제가치를 극대화할 수 있는 거래소의 필요성으로 연결되었으며, 이런 배경하에서 KDX한국데이터거래소(2019.12.)와 금융위원회가 주도한 금융데이터거래소(2020.5.)가 출범했다. 이러한 거래소는 개인정보를 유출하지 않는 신뢰할 수 있는 기술을 갖춘 조직과 시스템이어야 하고 법적으로도 신뢰할 수 있는 기관이어야 한다. 향후 사업자는 실시간으로 다수 기관의 데이터를 추출하여 정보서비스를 구현할 수 있기에 응용 가능성과 확장성은 매우 커질 수 있다고 전망된다. 농업특화데이터거래소를 농협은행이 추진하는 사례처럼 1차, 2차 및 서비스 산업의 곳곳에 산업별 특화된 데이터 거래소가 활성화될 필요가 있으며, 또한 이들 간의 횡적 연결을 서비스하는 데이터 중개서비스도 필요하다고 본다.

한편 2019년 과기정통부는 국내 데이터 활용률을 높이고 유통 생태계를 활성화시키기 위한 '빅데이터 플랫폼 및 센터 구축사업'을 추진했는데, 해당 사업은 공공과 민간이 협업해 전 산업군에서 활용 가치가 높은 데이터를 선별하고 이를 공유할 수 있는 체계를 마련함을 목적으로 3년간 약 1,500억 원의 예산으로 분야별 10개의 빅데이터 플랫폼 과제와 100개의 센터를 구축함으로써 양질의 데이터를 생산·유통하고 이를 바탕으로 혁신적인 데이터 기반 서비스들을 발굴한다는 계획이다. 시범 사업적 성격이 강한 이번 계획은 이제 사회적 수요가 높은 의료, 공공, 산업계의 다양한 영역으로 확대 추진이 필요하며, 이러한 데이터 경제가 경제 사회 곳곳에 침투하기 위해서는 데이터 품질 확보 및 표준화 등 양질의 데이터 재생산체계, 데이터 생산·구축·수집·분석·유통·활용 등을 위한 인프라, 데이터 활용을 위한 기술 지원, 데이터 관련 창업지원 등의 체계도 보완될 필요가 있다.

산업별 데이터의 이동권 확대(전송요구권)

데이터 재의 특성에 부합하는 데이터 거래를 원활히 할 수 있는 제도를 어떻게 만들어 내느냐에 데이터 경제의 미래가 달려 있다. 현재 데이터 재의 공공재적 성격인 비경합성, 비배제성뿐만 아니라 네트워크 생산의 특성 등을 보완할 수 있는 제도로써 다양한 방안이 검토되고 있는데, 지적재산권을

부여하는 방안, 소유권을 부여하는 방안, 데이터권을 신설하는 방안 등이 논의되고 있는 상황이다. 유럽의 GDPR 제20조의 개인정보이동권(Right to Data Portability, RDP)에서는 정보사업자에 대하여 정보주체가 정보의 이동을 요구할 수 있는 권리이다. 이와 유사한 것으로 호주 재무성은 2019년 소비자데이터권리(Consumer Data Right, CDR)를 제정하였는데, 소비자가 정보사업자가 보유한 정보주체의 데이터를 본인이나 본인이 지정한 제3자에게 안전하게 정보를 제공하게 하는 등, 정보에 대한 정보주체의 통제권을 강화하려는 목적이다. 유럽과 호주의 정보이동권은 정보사업자에 갇혀 있는 데이터를 정보주체가 활용할 수 있도록 만들었다는 점에서 보호 위주의 개인정보정책과 근본적 차이점이 있다. 2020년 8월 「신용정보의 이용 및 보호에 관한 법률」이 개정돼 개인신용정보 전송요구권이 도입됐는데, 이제 개인정보 보호법도 명칭도 '개인데이터 보호 및 활용에 관한 법률'로 변경하고 데이터 이동권 조항을 추가할 필요가 있으며, 의료법 등에도 데이터 이동권 조항을 추가해야 할 것이다.

데이터 이용수익권과 단체교섭권

2013년 제정된 「공공데이터의 제공 및 이용 활성화에 관한 법률」에 의하여 공공데이터들이 민간에 개방되었고 2020년 8월 데이터3법(개인정보보호법, 정보통신망법, 신용정보법)을 개정하여 불필요한 중복규제를 완화하여 데이터 활용의 제한을 해소하고자 했다. 현재 정부는 데이터 경제를 활성화하고자 마이데이터와 마이페이먼트를 추진하고 있다. 마이데이터 사업은 여러 기관에 흩어져 있는 개인정보를 정보주체가 능동적으로 관리·활용하는 것을 말한다. 개인이 정보의 주체가 될 수 있도록 데이터 권리를 보장하는 개념으로 신용정보법 개정을 통하여 도입되었다. 이러한 법 개정 취지는 개인정보 보호에 묶여 있는 데이터를 익명화하여 활용하자는 것이고, 또한 수집된 데이터를 추가비용 없이 다양한 목적으로 활용하는 것은 효용이 증대된다는 논리이다. 그러나 이는 정보사업자의 입장만 생각한 것이며 데이터를 제공한 정보주체와 다른 참여자의 입장을 배제한 것이다. 데이터 경제는 데이터의 가치가 보장되는 경제를 말하는데 데이터베이스 소유자 이외의 실제 데이터를 생성하는 참여자의 데이터 제공 노력은 어디에서도 보상받을 수 없다. 정보수집자의 무임승차를 누리고 있는 데이터베이스 소유자에게 가명정보 무료 이용권을 준다는 것은 당장은 생태계 조성에 기여할 것이나 궁극적으로 데이터 경제의 발전을 가로막을 것이다. 마치 SW를 무료로 복사해서 사용하면 사회 전체의 이익이 증대된다는 논리와 같다. 데이터 재는 데이터의 집합적 가치에 다수가 기여했다는 특징이 있다. 즉, 데이터 재의 부분적 가치를 산정하고 집합적 가치에 투영하는 방법에 대한 고민에서 데이터 경제가 출발해야 한다.[11]

11 플랫폼 기업들은 데이터를 바탕으로 수익을 창출하지만 일반적인 경우 사용자들에게 따로 보상은 안 한다. 그래서 양질의 데이터를 생산한 사람에게 많은 대가를 지급해 데이터 공급을 늘리고, 이 과정을 통해 데이터 산업을 발전시킬 수 있다는 주장도 있는데, 실제로 '시티즌미', '데이터쿱'처럼 사용자가 생산한 데이터에 보상을 하는 앱도 등장했다. 데이터 이용을 통한 수익의 분배에 있어서 플랫폼을 구축하는 데 기업은 이미 막대한 자본이 투입한 만큼 플랫폼을 이용하는 것 자체가 데이터를 대가 없이 제공하는데 사실상 합의한 것이란 관점도 있다. 한편 개별 데이터보다는 데이터의 총합에서 큰 가치가 만들어지는 경우가 많고 이용자 개인이 시장 거래를 통해 보상을 받기란 어렵다. 따라서 정부가 데이터 이용자에게 과세한 뒤 기본소득 형태로 재분배하는 것이 옳다는 주장도 있다.

자본의 시장실패를 막기 위하여 정보비대칭을 없애고 증권거래소를 만들었고 노동시장의 실패를 막기 위하여 노동자의 권익을 보호하는 단체교섭권과 임금협상권을 주었다. 데이터 재가 주된 생산요소로 작용하는 산업 분야에서 데이터 재의 시장실패는 다수의 정보주체가 독점적 지위를 가진 사업자에 대하여 약자의 위치에 있다는 점에서 노동 시장과 유사한데, 이러한 시장실패를 방지하고자 데이터에 재산권을 부여하는 것은 개인이 약자적 입장에서 이를 행사하기 어렵다. 따라서 데이터 경제에서 시장실패를 방지하려면 데이터재의 활용에 대한 결정을 신속히 대표할 조직권과 이들 대표들의 교섭권을 부여해야 한다는 지적(박국흠, 2019)은 타당해 보인다. 따라서 조직권은 대표선출 혹은 위원회 구성을 포함하고 교섭권은 정보 활용 동의, 비식별화 조치나 개인정보보호 및 정보보안, 정보주체들의 기여도 평가 및 이에 대한 보상, 정보의 판매에 관한 사항 등의 의사결정에 참여하여 사업자와 교섭하는 권한 등 구체적인 추진 방식에 대해서 논의를 시작해야 할 것이다.

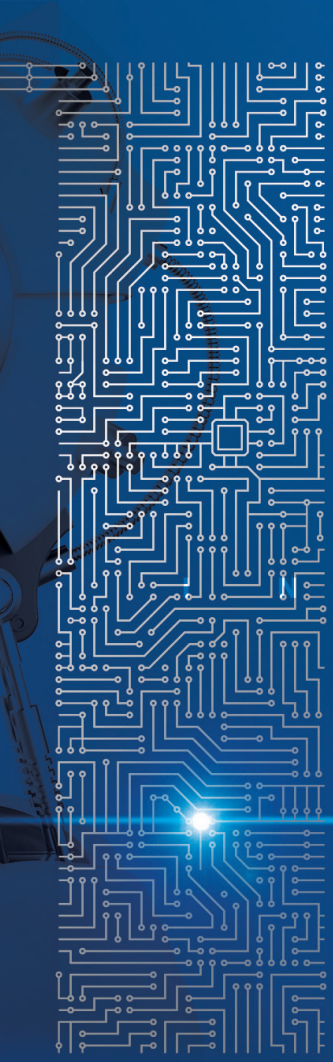
5. 요약과 시사

디지털 경제 활성화라는 목표하에 최근 발표된 데이터 댐의 개념은 데이터 재화의 근본적 특성, 즉 집합적 가치(연결성), 활용의 상대적 가치, 무상거래성과 공익성의 특성이 잘 구현되도록 법, 제도적 인프라가 필요할 것이다. 이러한 관점에서 이 글은 첫째, 개인정보보호법이 개정되었음에도 불구하고, 개인정보자기결정권을 보호하는 도구으로 사전동의(OPT-IN)가 데이터의 처리과정과 흐름을 정보주체가 잘 알고 있다는 전제를 두고 있는 한계를 가지고 있으며, 또한 여전히 정보결합기관의 법적 위상이 모호하고, 데이터의 추가적 이용과 제공 간의 균형과 정보주체 나아가 사회적 합의가 필요함을 지적했다. 둘째, 정보주체와 정보수집자에 대한 불균형적인 보호가 정보주체의 소극적 정보공개와 수집자의 무임승차를 강화시켜며 시장실패의 가능성을 높일 수 있음을 지적했다. 마지막으로 데이터 거래소 출범 이후 데이터의 가격산정, 이종 데이터 간 결합과 활용을 위한 정보주체의 동의갱신, 수익공유 등을 위한 데이터 거버넌스의 필요성을 제시했다. 데이터에 대한 적정한 대가와 지급방법에 대해서는 지식재산권과 라이선스 계약에서 사용하는 이니셜 페이와 러닝로얄티 등을 고려해 볼 수도 있을 것이다. 한편 데이터 재는 정보처리자와 정보주체의 관점 말고도, 그 자체가 축적되고 응용되면, 사회적 문제해결의 원천으로 기능할 가능성이 높은데, 이러한 측면에서 데이터의 사회적 공유자원으로서 가치에 대해서는 이 글에서 심도 있게 다루지 못한 한계가 있다. 결론적으로 이 글은 최근 논의되는 데이터 댐과 데이터 경제 활성화라는 주제로 데이터라는 기술지식의 경제적 특성을 기준으로 이슈를 도출하고 몇 가지 데이터 경제의 활성화 방안을 제시했다는 데에 의의가 있다.

참고문헌

- Tapscott, Don(1996), “The digital economy: Promise and peril in the age of networked intelligence” Vol. 1. New York: McGraw-Hill
- Goldfarb, A., & Tucker, C(2019), “Digital economics” Journal of Economic Literature, 57(1), 3-43
- 박국흠(2019), “데이터 경제의 시장실패 요인에 관한 고찰” 학술대회 발표논문집, 131-145
- 전병진, 김희웅(2017), “공공 빅데이터 개방 및 활용 활성화 방안에 대한 연구” 정보화정책저널 제24권 제3호 , 27~41
- 강정한(2017), “데이터 경제 시대의 사회혁신” 한국사회학회 심포지엄 논문집, 65-82
- 입법·정책보고서(Vol. 제2호) 빅데이터 정책 추진 현황과 활용도 제고방안
- IT동아(2020.8.1.), “기대와 우려가 교차하는 데이터 댐 구축”
- 기획재정부(2020.7.14.), “한국판 뉴딜 종합계획”
- 제7차 비상경제회의(2020.7.14.), “한국판 뉴딜 종합계획”
- 한국데이터진흥원(2015), “데이터 산업의 분류체계”
- https://www.data.gov (검색일 : 2020.11.7.)

A R T I F I C I A L



SPRI AI BRIEF

T E L L I G E N C E

인공지능 최신 동향과 시사점

Recent Trends of AI and Implications

Table of Contents

- 중국, 컴퓨터 비전 분야에서 미국 추월
- 포브스紙, 차세대 AI 3대 기술 전망
- 어도비, AI로 사진 속 인물의 나이 조절
- 구글, AI를 이용한 검색기능 강화 발표
- 엘리먼트 AI, 「글로벌 AI 인재보고서 2020」 발간
- AI 선구자 제프리 힌튼 교수, "딥러닝의 무한한 잠재력 확신"
- 스탠포드大, 딥페이크 잡는 AI 개발
- AI로 만든 식물성 우유, 인기몰이 성공

AI정책연구팀 jayoo@spri.kr 031-739-7352

중국, 컴퓨터 비전 분야에서 미국 추월[1]

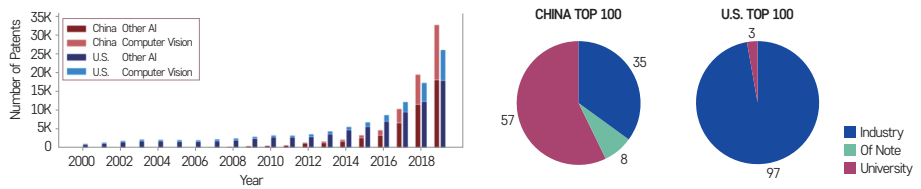
1 조지타운대학의 CSET(Center for Security and Emerging Technology) 연구소는 최근 컴퓨터 비전 분야를 비롯한 AI 분야의 미·중 간 특허 동향을 분석

- 특허 분석은 1790 Analytics社가 수행했으며 특허의 AI 관련성을 판별 후 로보틱스, 컴퓨터 비전, 자연어 처리 등 세부 기술 분야별 특허 분석
  * 2000년 1월부터 2020년 3월까지 전 세계 등록·출원 특허 약 28.7만 건을 대상
- 이 중, 컴퓨터 비전 분야는 안면 인식과 같은 최근 정치적, 사회적으로 논란이 되는 AI 기술로 특히 국방, 안보 기술과 밀접한 분야

2 2016년부터 중국의 컴퓨터 비전 분야 특허가 급증하여 2019년 미국 추월

- 컴퓨터 비전 분야에서 중국이 특허를 내기 시작한 것으로 2007년으로 2016년 급증*
  * **(특허 건수)** 중국 : 1,609(2016) → 4,545(2019), 미국: 3,736(2016) → 10,713(2019)
- 중국의 컴퓨터 비전 분야 특허 활동이 미국에 비해 상대적으로 높음
  - AI 전체 특허 중 중국의 컴퓨터 비전 인식 분야의 비중은 37%, 미국은 23%
- 한편, 특허 생산은 중국은 대학, 미국은 기업이 주도하는 현상이 뚜렷함
  - 미국, 중국의 100대 특허 생산 기관을 분석한 결과 중국은 65개가 대학, 미국은 대학이 3곳에 불과
  * 아래 원그래프의 범례에서 Of Note는 美 정부가 중국 군대와 연결되어 있을 것이라고 추정하는 중국 대학

[그림 1] 미·중 AI특허 추이와 생산 기관 비중 비교



3 AI 분야, 특히 컴퓨터 비전 기술에서 중국의 질적, 양적 성장 가속화

- 기업이 특허를 주도하는 미국에서 최근 안면 인식 기술 및 사업 철회 등으로 관련 분야 기술 개발이 위축된 상태에서 정부 지원하에 중국의 추월이 가속화될 전망
  - 2020년대 중반 이후 연구의 질적 측면에서도 미국을 능가할 것으로 예상
  * Allen AI 연구소(AI2)는 2025년 AI 분야에서 상위 1%의 논문 기준 중국이 미국을 추월할 것으로 예상하고 있는데 컴퓨터 비전 분야는 이미 추월한 것으로 나타남

1 Simon Rodriguez, Autumn Toney, Melissa Flagg(2020.9.), "Patent Landscape for Computer Vision: United States and China" CSET Data Brief

포브스紙, 차세대 AI 3대 기술 전망[2]

1 경제전문지 포브스는 현재 AI 기술은 그 성장세에 비해 한계가 뚜렷한 기술이며, 이를 극복하기 위해 차세대 AI 기술을 통한 패러다임 전환을 강조

- 현재 AI 전성기를 이끄는 심층 학습(Deep Learning)은 가능성과 한계가 비교적 명확한 기술
  - 2012년 이미지 인식 경진대회를 계기로 AI의 성능을 대폭 끌어 올렸으나, 그 이후의 심층 학습은 대부분 답안지가 주어진 지도 학습(Supervised Learning)의 결과물
- 차세대 AI 기술은 인간과 같이 답안지가 없는 복잡한 문제도 해결할 수 있어야 하며, 개인정보 보호에 대한 고려가 확대되어야 함을 강조

2 포브스紙는 지도 학습의 한계를 극복하기 위한 AI 연구계의 시도로써, △비지도 학습, △연합 학습, △트랜스포머를 선정하여 소개

- **(비지도 학습)** 사람과 같이 데이터 자체만으로 그 관계를 이해하고 패턴을 인식하며, 새로운 사실을 도출할 수 있는 방법론
  - 비지도 학습은 "모든 정보로부터 모든 것을 예측하는 것"으로 이해할 수 있고, 끊임없이 탐색하고 추론하는 과정이 연속되어 지도 학습에서의 학습 과정이 불필요
  - 비지도 학습의 성과는 현재 자연어 처리 분야에서 두각을 나타내고 있는데, 언어모델*에 비지도 학습을 적용한 BERT나 GPT-3가 대표적인 사례

  * 주어진 문장 다음에 올 적절한 단어를 예측하는 것으로, 문장 데이터만 있어도 비지도 학습 형태로 구현 가능
- **(연합 학습)** 다수의 소형 장치를 활용해 인공지능 모델을 학습시키는 방식으로, 기존 심층 학습*에 비해 개인정보를 보호하는 동시에 학습이 가능한 방법

  * 심층 학습은 일반적으로 학습 데이터를 서버나 클라우드에 모아 학습을 수행하여, 개인정보를 저장할 경우 국가별로 상이한 데이터 규제에 일괄적인 대응이 어려움
- **(트랜스포머)** 2017년 최초로 구글이 제안한 기술로서, 현재 주목받고 있는 GPT-3의 기반이 되는 방법론이며 주목할 단어를 학습하는 어텐션 메커니즘을 기반으로 함

3 심층 학습의 발전 속도와 변화상을 고려하면, 비지도 학습으로의 패러다임 전환이 고무적

- 자연어 처리 분야는 순환신경망 방법론이 주류를 이루었으나 현재 대부분 트랜스포머로 전환되었으며, 컴퓨터 비전 분야에도 트랜스포머가 적용되는 추세
- 아직 진정한 의미의 비지도 학습은 도전적인 과제이나 AI 연구의 확산과 방법론의 진화를 고려해보면, 비지도 학습의 가능성은 높은 상황

2 Forbes(2020.10.12.), "The Next Generation Of Artificial Intelligence"

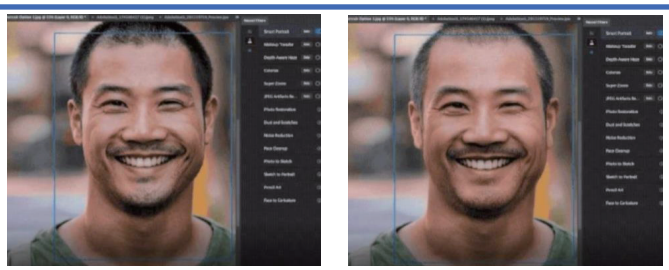
어도비, AI로 사진 속 인물의 나이 조절[3]

1 어도비(Adobe)社는 이미지 편집 프로그램인 포토샵(Photoshop)에서 AI를 이용해 인물사진의 나이와 표정 등을 조절하는 신규 버전(v22.0)을 발표하고 출시(10.20.)

- 어도비가 개발한 뉴럴 필터(Neural Filter)를 탑재한 신규 버전은 몇 번의 간단한 클릭과 슬라이드 조정으로 사람의 나이와 얼굴의 각도 및 표정*을 조정

  * 인물 사진에서 해당 기능을 활용하여 기쁨, 놀라움, 분노 같은 느낌을 증폭하거나 감소

[그림 2] 사진 속 인물의 나이 조정 사례



※ 자료 : Adobe

2 이번에 탑재된 뉴럴 필터는 생성적 적대 신경망(GAN, Generative Adversarial Network)*을 활용하여 이미지를 학습하고 편집 기능을 구현

* GAN은 그럴듯한 가짜 이미지를 생성(Generative)하고, 생성 및 감별 기능의 두 개 모델을 서로 적대적(Adversarial)으로 경쟁시킨 인공신경망(Network) 모델

- 클라우드 기반으로 동작하여 수초 이내에 나이, 표정 등의 필터를 이미지에 반영하고 사용 횟수가 증가할수록 학습을 통해 작업 품질이 개선되도록 설계
  - Sensei 클라우드*를 통해 계산력을 확보하고 이미지 확대 시 고해상도 업스케일링(Up-Scaling), 흑백 이미지의 컬러 복원 등의 기능을 제공하는 것이 가능

    * 고용량의 이미지 처리와 학습을 위한 어도비의 클라우드 AI 플랫폼(2016.10. 출시)
  - 다양한 각도에서의 모습 및 표정 계산(Smart Portrait), 감정 표현 및 노화 수준 조정(Snapchat), 이미지의 정확한 색상 추론(Colorize) 등 12개의 즉석 편집 기능을 탑재

3 AI가 이미지 처리 영역에서 괄목할 성과를 보이며 유용한 기술 진화가 기대되나, 딥페이크(DeepFake) 등과 같은 부작용에 대응하는 기술 및 제도적 안전장치 마련도 시급

- 악의적으로 인스타그램의 여성사진을 누드로 편집(Deep Porn)하는 AI가 등장[4]하고 있는 반면, Stanford와 UC Berkeley 연구팀은 AI로 딥페이크 영상을 감지하는 프로그램을 개발[5]

3 The Verge(2020.10.20.), "Photoshop's AI neural filters can tweak age and expression with a few clicks"
4 Haaretz(2020.10.21.), "'Every Woman on Instagram Is Exposed': New AI Software Creates Nude Photos of Clothed Women"
5 Standford HAI(2020.10.13.), "Using AI to Detect Seemingly Perfect Deep-Fake Videos"

구글, AI를 이용한 검색기능 강화 발표[6]

1 구글은 지난 10월 15일 생중계로 진행된 구글 서치온(Search On) 이벤트에서 AI 기반 구글 검색 기능 고도화 방안을 발표

- 프라바카르 라그하반(Prabhaker Raghavan) 부사장은 기조강연에서 '전 세계 정보를 체계화해 접근 가능하고 유용하게 만든다'는 구글의 미션이 AI로 실현 중이라고 언급

2 검색의 편의성 및 정확도 제고, 검색 데이터 종류 다양화를 위해 곧 상용화될 다양한 AI 적용 사례를 공개

- **(스펠링)** 단어 검색 시 철자가 틀린 경우 문맥에 맞는 단어를 추천하는 '수정된 검색어에 대한 결과' 성능이 지난 5년간보다 대폭 향상
  * 6억 8천만 개의 파라미터로 구성된 인공신경망 기반의 새로운 스펠링 알고리즘을 적용해 3천분의 1초 만에 보다 정확한 단어 추천
- **(질의응답)** 웹페이지가 아닌 문단(Passages) 단위 검색을 통해 사용자의 질의에 보다 정확하고 자세한 결과값 도출
  * (예) 우리집 창문에 자외선 차단 처리가 되어 있는지 어떻게 알지? 라고 검색하면 확인 방법이 자세히 기술된 전자문서 내 특정 문단을 보여줌
- **(소주제 분류)** 검색 시 관련 페이지를 나열하는 방식에서 인공지능이 사전에 학습한 소주제 별로 구분해 보여주는 방식으로 개선
  * (예) '홈트레이닝 기구'를 검색하면, '공간이 좁은 경우', '예산이 부족한 경우', '프리미엄 제품' 등을 소주제로 자동 구분해 노출
- **(영상 태깅)** 컴퓨터 비전과 자연어 처리 알고리즘을 조합해 영상 정보를 분석하고 특정 주제 및 시점별로 태깅
  * (예) 사용자는 전체 영상이 아닌 검색 결과에 해당하는 부분만 발췌해 효율적으로 시청
- **(비주얼 검색)** 구글 렌즈 기능을 강화해 사용자의 학습 및 쇼핑 편의성 제고
  * (예) 특정 수학 문제를 사진 촬영하면 어떻게 풀어야 하는지 상세하게 보여주거나, 이미지 내 스웨터를 클릭하면 해당 제품 정보뿐 아니라 스타일링 방식까지 제공

3 전 세계 검색시장을 독점하고 있는 구글의 시장 지배력이 국내에서도 확대되는 가운데 보다 적극적인 인공지능 활용을 통한 대응 필요

- 세계 검색시장의 92.5%를 차지하고 있는 구글은 지난 3년간 국내 시장 점유율이 5%대에서 31%로 급성장(2020년 9월 기준)[7]
- 성능 개선뿐 아니라 사용자들의 신뢰도 제고*를 위해 AI 알고리즘을 확대 적용할 필요
  * 2020년 10월 6일 공정거래위원회는 쇼핑과 동영상 검색순위를 인위적으로 조작했다며 네이버에 267억 원의 과징금을 부과

6 Google YouTube Channel(2020.10.15.), "Google Presents : Search On 2020"
7 INTERNET TREND 제공 데이터, http://www.internettrend.co.kr/trendForward.tsp

엘리먼트 AI, 「글로벌 AI 인재보고서 2020」 발간[8]

1 캐나다 소재 AI 기업 Element AI社의 CEO인 JF Gagné는 2020년도 글로벌 AI 인재 보고서를 발표

- 출판 전 AI 논문들의 공유 사이트인 arXiv와 직업정보사이트, 소셜 미디어 데이터를 분석해 논문, 저자 출신 국가, 직업 증감, 직무 수요 변화 등을 분석
  - 국가별 랭킹은 저자가 소속된 기관의 본사가 위치한 국가를 토대로 계산

2 미국이 여전히 AI 인력 배출과 유입의 중심이 되고 있으며 한국 인력의 성장세 관측

- **(논문)** arXiv에 등록된 논문 저자는 2019년 말 기준 57,654명이고 국가별 비중은 미국 47.9%, 중국 11.4%, 영국 5.3%, 프랑스 4.9%, 독일 4.8%, 캐나다 3.9%, 일본 2.0% 순
  - 2007년 이후 arXiv에 등록된 저자의 수는 매년 53.7%상승하였으며 2020년 말에는 86,000명에 달할 것으로 전망
  - 한국인 저자는 717명으로 세계 11위, arXiv 논문 비중은 1.3%, 작년대비 110.8% 증가
- **(인력 규모)** AI 전문 기술 인력 규모는 총 477,956명으로 추정되며 미국 39.4%, 인도 16.0%, 영국 7.4%, 중국 4.6%의 비중 차지
  - 직무별로 AI·Data 구현·제품화(52.4%, 250,500명), AI·ML 엔지니어링(31.5%, 150,559명), 데이터 엔지니어링·아키텍처(15.2%, 72,748명), 연구(0.9%, 4,149명) 순
  - 한국 국적 인력은 2,551명이며, 직무별 구성은 AI·Data 구현·제품화 964명, AI·Data 엔지니어링 1,059명, 데이터 엔지니어링·아키텍처 444명, 연구 84명
- **(인력 수요)** 2019년 기준 매달 직업별 수요 증가는 데이터 분석가 1.2%, 데이터 과학자 1.2%, 기계학습 엔지니어 3.3%, 인공지능 연구자 6.3%로 나타남
  - 한편, 수요 직업의 비중은 데이터 분석가 60.5%, 데이터 과학자 19.2%, 기계학습 엔지니어 18,5%, 인공지능 연구자 1.8% 순
- **(인력 이동)** 미국이 인력 유입을 주도하고 있는 가운데 캐나다, 중국, 영국, 프랑스 등이 인력 유입과 유출이 활발한 플랫폼 국가로 부상

구분	생산국가	앵커(Anchor)국가	플랫폼국가	유입국가
국가(예시)	인도, 싱가포르, 이스라엘, 한국 등	일본, 벨기에, 러시아 등	영국, 중국, 캐나다, 스위스 등	미국, 프랑스, 포르투갈

* 생산국가(유입少, 유출多), 앵커국가(유입少, 유출少), 플랫폼국가(유입多, 유출多), 유입국가(유입多, 유출少)

3 한국의 AI 전문 인력 규모는 세계 약 0.5% 수준으로 지속적 육성 필요

- 산업계 수요를 충족시키기 위한 AI 전문 인력의 양적 확대가 시급하며 이를 위해 △인재 육성, △유출 최소화, △해외 인재 유치라는 3각 정책의 효과적 추진 필요
  - 유입, 유출의 단순 수치 변화보다는 변화 유발 요인*에 관심을 갖는 정책 마련 필요

* (예) 미국의 외국인 비자제한 정책으로 AI 인력의 주변국(캐나다), 경쟁국(중국)으로 유입 증가

8 https://jfgagne.ai/global-ai-talent-report-2020/, Global AI Talent 2020(2020.10.29.)

AI 선구자 제프리 힌튼 교수, "딥러닝의 무한한 잠재력 확신"[9]

1 제프리 힌튼(Geoffrey Hinton) 토론토大 교수는 MIT 테크놀로지리뷰와의 인터뷰에서 오늘날 AI 황금기를 견인하는 딥러닝 기술의 미래가 매우 낙관적이라고 단언

- 제프리 힌튼 교수는 딥러닝의 기반이 되는 인공신경망 연구에 평생을 바쳐 오차역전파법, 심층 신뢰신경망 구현, 이미지 인식 경진대회 우승 등 AI의 역사에 큰 이정표를 남김
- AI가 인간의 상식을 갖출지에 대한 질문에 "AI가 사물을 제어하고 움직임을 자연어로 설명*하는 것을 보면 불가능하다고 말하기 어렵다"며 결국 해낼 것이라고 응답
  * 이미 딥러닝은 서랍을 열고 블록을 꺼내는 동작 제어(Motion Control)가 가능하고 동시에 또 다른 딥러닝이 이를 관찰한 후 "서랍을 열고 블록을 꺼냈다."고 표현이 가능

2 힌튼 교수는 딥러닝이 인간지능 수준에 도달할 수 있는 근거로 최근 달성된 △개념적 돌파구 마련 및 △대형모델의 부상을 언급

- **(개념적 돌파구 마련)** 2017년 소개된 트랜스포머(Transformer)는 기존 자연어 처리에서 사용했던 순환신경망(RNN)과 달리 병렬처리가 가능해 학습 속도와 성능이 대폭 개선
  - 트랜스포머는 인지과학의 가설에서 출발한 어텐션 메커니즘을 활용했으며, 현재 최고 수준의 자연어 처리는 대부분 트랜스포머를 사용*
  * 경제전문지 포브스는 트랜스포머를 비지도 학습(Unsupervised Learning), 연합 학습(Federated Learning)과 함께 차세대 인공지능 기술로 선정 (2020.10.)
- **(대형모델 부상)** GPT-3*와 같이 대량의 데이터를 분석할 수 있는 더 큰 신경망 개발에 진전을 보임
  * OpenAI가 개발한 범용 자연어 처리 모델인 생성적 사전학습 모델(Generative Pre-Training)의 세 번째 버전으로 두 번째 버전보다 100배 이상 커짐
  - GPT-3는 1,750억 개의 모수를 갖고 있어 약 100조 개의 시냅스를 갖는 인간의 뇌보다 현저히 적은 수준이지만, 신경망이 커질수록 인간의 두뇌와 유사해질 것으로 전망

3 최근 딥러닝 기반 AI의 기술적 한계에 대한 우려가 조심스럽게 제기되는 상황에서 딥러닝 기술의 발전에 주목할 필요

- 경제주간지 이코노미스트는 AI 기술이 엄청난 양의 학습 데이터를 요구하고, 과도한 컴퓨팅 비용을 발생시키는 난관에 봉착하여 암흑기가 도래하고 있다고 언급[10]
- 반면, 차세대 컴퓨팅 기술의 발전, 학습 부담을 줄인 AI 개발 등 기술적 한계를 극복하려는 움직임도 활발히 진행
  - 뉴로모픽칩, 양자컴퓨터 등은 컴퓨팅 성능을 비약적으로 발전시킬 것으로 기대
  - '삼성 AI 포럼 2020'에서 요슈아 벤지오(Yoshua Bengio) 몬트리올大 교수는 인과 모델을 접목해 학습에 덜 의존적인 AI를 개발 중이라고 발표

9 MIT Technology Review(2020.11.3.), "AI Pioneer Geoffrey Hinton: "Deep Learning Is Going to Be Able to Do Everything"
10 The Economist(2020.6.7.), "An Understanding AI's Limitation Is Starting to Sink in"

스탠포드大, 딥페이크 잡는 AI 개발[11]

1 스탠포드大 HAI(Human-Centered AI)연구소는 AI를 활용하여 딥페이크(DeepFake) 비디오의 조작 영상을 감별하는 AI 기술을 발표(10.13.)

- 스탠포드大 연구팀은 UC버클리와 공동 연구를 통해 영상 속에서 인물의 립싱크(Lip Sync) 여부를 감지하는 AI를 발표
  - 영상 속 인물의 안면을 조작한 딥페이크 영상은 인물 표정, 대사, 입술의 움직임을 합성하며, 상당히 정교한 수준까지 도달*

* 기존 안면교체 기술은 컴퓨터가 감지할 수 있는 일부 작위적인 시각적 오류를 남기고 있지만, AI의 학습 성능 향상에 따라 점차 감지가 어려워지는 상황

2 영상 속 인물의 말하는 입모양과 음성 소리 간의 미세한 불일치를 인식하여 81% 이상의 정확도로 조작된 영상을 판별[12]

- 가짜를 발견하기 위해 영상에서 입술 영역을 추출하고 입의 모양과 소리의 음소 간 정합 여부*를 학습하여 불일치를 인식

* 특정 음소를 발음하기 위해 입술을 열거나 닫는 시기, 발음 시 입술 주변 피부 톤의 변화, 치아와 입안의 밝기 변화 등을 감지

  - 특히, B, M, P 등의 입술을 닫지 않으면 소리를 내는 것이 불가능한 순음(脣音)에 해당하는 부분들을 가려내는 것에 집중
- 이 프로그램은 합성곱 신경망(CNN)*을 활용하여 최소 81% 이상의 정확도로 가짜를 판별하며, 훈련 데이터**를 대상으로는 96% 이상의 정확도로 조작 여부를 판별

* 주로 영상 분석에 활용되는 다층(심층) 신경망

** 오바마 대통령의 딥페이크 비디오 영상에서 입이 열려 있거나 닫혀 있는 장면의 비디오 프레임 600개를 활용하여 5만 회 반복 훈련

  - 정확도 향상을 위하여 우선 영상과 오디오의 기본 싱크가 맞는지 10초 단위의 무작위 지점에 대한 검사 후 영상 속 인물의 말소리와 입모양을 검사

3 AI를 이용해 AI의 악용에 대응하는 사례로써 AI의 부작용에 대한 우려와 윤리 문제가 대두될수록 활용도가 높을 것으로 기대

- AI를 활용한 비디오 수정은 녹화 영상의 교정, 시청자 맞춤형 영상조정 등 긍정적인 목적으로 시작되었으나, 최근 악의적인 영상 조작 등 부작용으로 대책 마련이 시급
- 딥페이크 기술 발달로 정교한 영상 조작이 가능해짐에 따라, 이를 방지하고 대응하기 위한 AI의 등장은 반드시 필요하며, AI for Good의 주요 사례로 주목
  - 마네쉬 애그러월라(Maneesh Agrawala) 연구책임자는 "고양이와 쥐의 게임은 시작되었다"며 AI의 악용이 고도화됨에 따라 이를 막기 위한 AI도 필연적으로 발전함을 강조

11 Stanford HAI(2020.10.13.), "Using AI to Detect Seemingly Perfect Deep-Fake Videos"
12 Agarwal, Shruti, et al.(2020), "Detecting Deep-Fake Videos from Phoneme-Viseme Mismatches." Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops

AI로 만든 식물성 우유, 인기몰이 성공[13]

1 칠레 식품기업 낫코(NotCo)는 미국, 프랑스, 브라질, 칠레 등에 식물성 우유, 낫밀크(NotMilk)를 판매하여 매출이 급성장

- 낫코는 트위터 공동 창업자 비즈 스톤, 아마존 CEO 제프 베조스 가문 등에서 투자를 받아 설립한 기업으로 AI를 이용해 식물성 우유, 마요네즈, 아이스크림, 고기 등을 개발
- 낫밀크의 올해 매출은 9월 6일까지 작년 같은 기간 대비 17% 성장한 24억 달러를 기록하며 식물성 우유 시장을 선도

2 낫코는 쥬세페(Giuseppe)라 불리는 AI 도구로 뜻밖의 재료 조합을 찾아 최고의 맛을 구현함으로써 경쟁이 치열한 식물성 우유 시장에서 우위를 차지

- 쥬세페는 수천 개의 식물 성분에 대한 데이터베이스를 활용해 분자를 분석하고 어떤 조합으로 우유를 만들지 판단 후 그에 맞는 공식을 생성
- AI가 제안한 공식에 따라 식품 과학자와 요리사가 시제품을 만들고, 인간이 맛, 질감, 외관 등을 테스트한 후 '당분 감소'와 같은 피드백을 제공하면 AI가 공식을 개선
- 쥬세페가 최종적으로 선택한 공식은 기존 식물성 우유에서 전혀 사용하지 않는 성분으로 구성되어 진짜 우유에 가까운 맛을 구현
  - 기존 식물성 우유는 아몬드, 귀리, 쌀, 코코넛 등을 사용하는 반면, 낫밀크는 양배추와 파인애플로 제조
  - IBM에서 AI를 이용한 식품개발을 담당하는 라브 바쉬니(Lav Varshney) 일리노이大 교수는 "낫코의 AI가 분자 수준까지 우유의 맛을 모방할 수 있게 해 준다"고 강조
- 브라질의 대표 소매유통기업 GPA의 안드레아 마차도(André Machado) 이사는 "매장에 진열된 수십 개의 우유 대체품 중 낫밀크의 판매량이 압도적"이라고 언급

3 AI를 이용한 식품 개발이 새로운 푸드테크 영역으로 부상할 전망

- 푸드테크의 영역이 농작물 경작 및 양식에서 농식품 물류·유통을 넘어 새로운 식품 개발 영역까지 확대될 전망
- 이미 세계 향신료 1위 업체 맥코믹(McCormick), 스낵 및 음료 제조업체 펩시(PepsiCo) 등에서 AI를 신제품 개발에 적극 활용 중
- 동물보호나 건강을 고려한 채식주의자가 급증함에 따라 식물성 식품이 동물성 식품을 빠르게 대체하면서 2019년 미국 시장 규모가 50억 달러로 성장

13 Wall Street Journal(2020.11.5.), "Plant-Based Milk, Built by Machine Learning, Hits Whole Foods Shelves"

사진산책 - 中間

중간

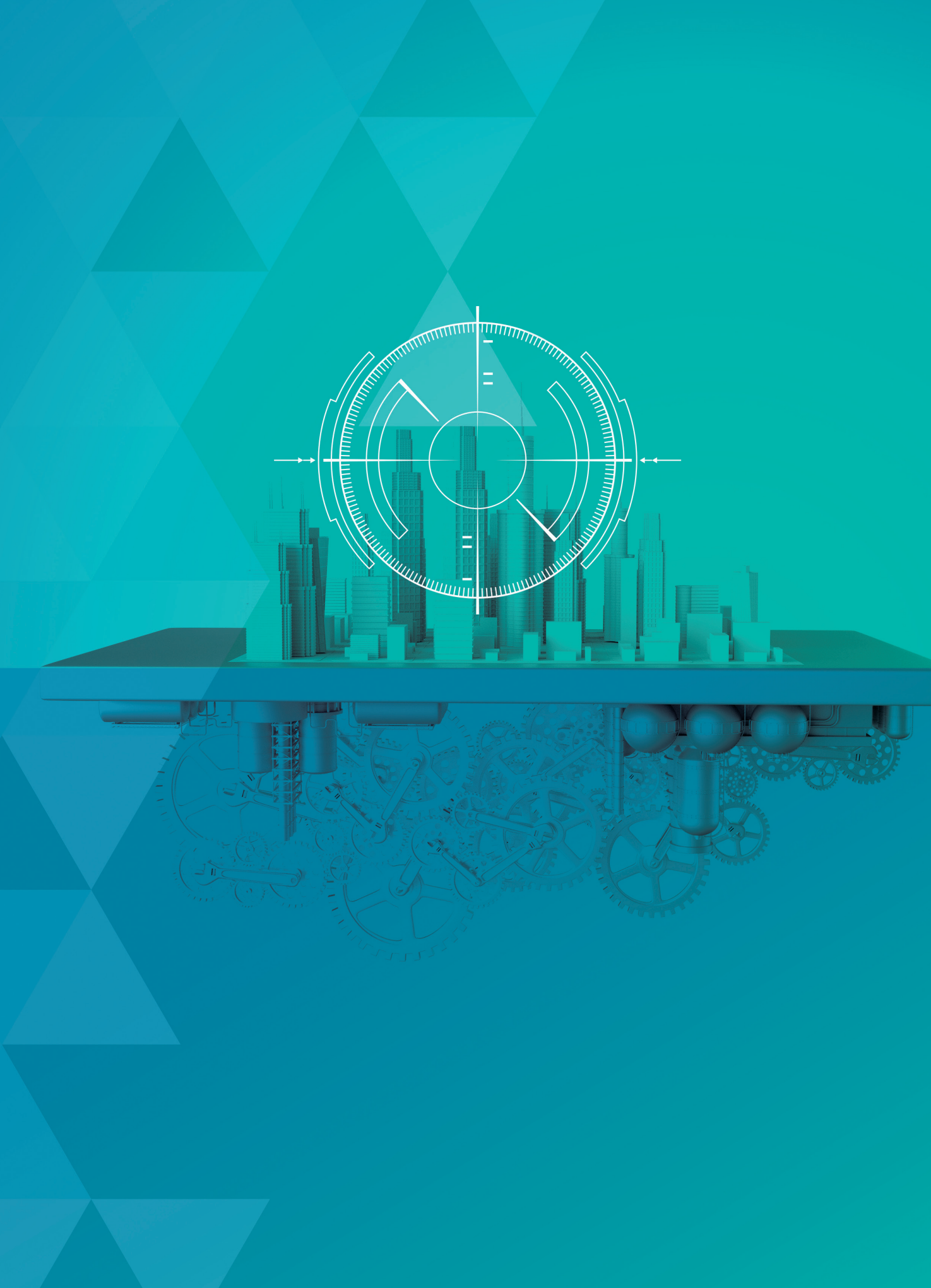
디지털과 아날로그의 중간.
일상과 쉼의 중간 같은 사진.
특정 주제나 내용에 치우치지 않는 누구나 공감할 수 있는 사진

북한산 능선길

끊임없는 연결은 축복일까 아니면 비극일까? 현대사회는 원하든 원치 않든 모든 것이 연결된 사회다. 사람뿐만 아니라 기계나 사물도 전방위적으로 서로 연결돼 있다. 연결과 소통은 결이 다르다. 소통은 상호 이해를 전제로 하지만, 연결은 대상과 방향이 편향적이다. 그래서 연결이 많아지고 그 범위가 넓어질수록 공감과 공유는 줄어드는 아이러니가 발생하기도 한다. 극단적인 편가름, 일방적 정보유통은 바로 무한한 연결이 가져온 어두운 그림자다. 소셜 딜레마(Social Dilemma)! 연결을 끊는 건 어렵고 불가능에 가깝지만, 그걸 삶의 긍정적 에너지로 만들고 생각이 다른 이와 소통하는 도구로 이용하는 건 가능하다. 스마트 기기를 쥐고 있는 우리에게 던져진 숙제다.

이호준 Lee, Ho-Joon 언론학박사 ighwns@hanmail.net
우정사업본부에서 근무하고 있으며, 대한항공 여행사진 공모전에서 2회 수상하고,
세 차례의 개인전과 단체전 4회를 개최했다.

핀란드 헬싱키



SPRI FOCUS

SW교육

- **대학 교육의 혁신 기회, 에듀테크에서 찾다**
  이지은 한양사이버대학교 교수
- **AI와 코로나가 펼치는 교육의 디지털 전환**
  박수정 라이브데이터 대표
- **4차 산업혁명 시대 디지털 역량 함양을 위한 소고**
  이철현 경인교육대학교 교수
- **효과적인 대학의 SW·AI 교육 개선 방향 제안**
  이원주 인하공업전문대학 컴퓨터정보과 교수

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

대학 교육의 혁신 기회, 에듀테크에서 찾다

"Edu-tech, an Opportunity for University Education Innovation"

들어가며

필자는 90년대 초 교육공학과에 입학하여 산학연 프로젝트를 통해 당시로는 상당히 혁신적인 경험을 할 수 있었다. 1992년, 대학 1학년으로 대학 부설 연구소에 들어가 CBT (Computer-Based Training)로 기업 직무교육을 개발한 경험이 있었는데, 매장에서 발생하는 문제 상황에서 가장 적합한 솔루션을 선택하는 일종의 롤 플레이 게임(RPG)을 개발하는 일이었다. 지금 생각하면 너무나 단조로운 학습에 원초적인 그래픽으로 다소 유치해 보였지만 생소하기만 한 컴퓨터 기반 직무교육 프로그램은 업계의 주목을 끌기에 충분했다.

해당 프로젝트를 이끈 교수님은 미래사회에 대한 이야기를 많이 들려주셨는데, 머지않아 차 안에서 인터넷으로 최단거리를 탐색하고 가장 저렴한 기름 값을 확인할 수 있을 거라 말씀하셨다. 나아가 인터넷으로 물건을 사고, 세상의 모든 지식을 배울 수 있으며, 전 세계 최고의 전문가 강의를 집에서 듣고 그들의 연구물을 인터넷에서 찾아볼 수 있을 것이라고 하셨다. 당시 논문 한편을 보기 위해 도서관에서 논문을 신청하고 며칠을 기다려 어렵사리 인쇄본을 손

이지은
한양사이버대학교 교수
scully1215@hycu.ac.kr

에 넣을 수 있었던 우리로서는 교수님의 말씀이 너무 앞서 나간 아이디어로 느껴졌고, 그 시점은 꽤 오랜 시간이 필요할 것이라고 생각했다. 그러나 인터넷의 확산으로 그러한 예상은 너무나 빨리 실현되었다. 필자가 대학생일 때 아마존은 온라인에서 책을 팔기 시작했고, 졸업하던 해에 GM은 최초의 텔레매틱스인 온스타(Onstar)를 내놓았으며, 회사에 입사한 후에는 국내 대학에서 제공하는 원격교육을 수강할 수 있었다. 이 모든 것이 대학에서 처음 CBT를 접한 후 7년 이내에 이뤄진 일이다.

인터넷혁명에 이어 산업 전반에 거대한 영향을 미치고 있는 4차 산업혁명은 디지털 전환을 앞당기고 있다. 특히 올해 발생한 코로나19로 디지털 전환 속도는 더욱 빨라지고 있다. 온택트(Ontact)를 딛고 비대면 산업이 비약적으로 성장하면서 원격서비스를 제공하는 줌(ZOOM)은 사용자가 2500% 가량 증가하고 라인웍스(Lineworks)도 10배 이상 사용자가 증가했다.[1] 에듀테크 산업의 성장세를 보며 꾸준하게 사업을 준비해온 기업들은 여기저기서 러브콜을 받았다. 코로나19가 에듀테크 기업에게 비즈니스 기회를 가져다 준 셈이다.

그러나 비대면에 대한 준비가 충분하지 않았던 곳은 코로나19에 직격탄을 맞았다. 특히 대학은 그 어느 때보다 힘든 시기를 보내고 있다. 올해 9월, 한국교육과정평가원이 발표한 '2021학년도 수능 응시원서 접수결과'에 따르면 수능 지원자는 지난해보다 5만 5,301명 줄어든 49만 3,433명으로, 이는 수능이 시작된 1994년도 이래 가장 적은 수치며, 대학 정원보다 6만 명이 적은 숫자라고 한다. 대학 응시자가 입학 정원보다 적어지는 상황이 되면서 많은 대학은 존립을 걱정하는 상황에 놓이게 되었다. 게다가 올해는 코로나19로 대부분의 대학이 홍역을 앓았다. 코로나19로 대면강의가 불가능해지면서 거의 강제로 온라인 개강이 이뤄졌는데, 온라인 강의를 위한 인프라를 마련하느라 정신이 없었고, 급조된 온라인 강의에 불만이 불거지면서 일부 대학에서는 등록금 반환 요구로까지 이어졌다. 일타 강사의 족집게 강의와 현란한 유튜브 강의에 눈높이가 높아진 학생들에게 불성실하게 제작된 강의 콘텐츠는 극명한 비교의 대상이 되었다.

그동안 대학을 덮고 있던 온실이 코로나19로 벗겨지면서 대학의 민낯이 드러난 셈이다. 이제 대학은 대학의 생존과 대체재와의 경쟁에서 우위를 점하기 위해 구체적인 액션을 취해야 하는 상황이 되었다.

2. 대학의 고객은 누구인가?

교수들과 담소를 나누는 자리에서 자주 등장하는 주제가 있다. 대학의 다양한 이해관계자 사이에서 교수의 위치가 갑, 을, 병, 정 중 어디냐는 건데, 기업과 학생이 대학 및 대학교수보다 높은 위치에 있음은 분명한 것 같다. 그렇다면 오늘날의 대학은 기업과 학생에게 어떤 존재일까? 존재의미를 찾기 위해 대학의 미션은 무엇이고, 현재 직면한 도전은 무엇이며, 어떤 기회가 있는지 탐색해야 한다. 대학의 미션은 사회의 요구와 동떨어진 상아탑 속 학문 추구가 아닌, 사회의 요구에 부응할 수 있는 실천적 지식의 제공에 있다. 그러나 대학은 이를 충분하게 충족하지 못하고 있으며, 변화를 위한 고비를 힘겹게 넘어가고 있다. 학생이 알아야 하는 것을 가르치기보다는 교수가 아는 것을 가르치고 있다. 현장에서는 빅데이터와 인공지능 인력이 부족하다고 아우성이지만, 대학은 교수충원 등 여러 가지 이유를 들어 전공개설을 주저하고 있다.

대학은 고객을 정확하게 정의하고 그들을 만족시켜야 한다. 기업과 학생 모두 중요한 고객이지만, 현재는 학생의 불만을 해소하는 데에만 급급한 것 같다. 어떤 교수는 학습성과를 높이기 위해 원격수업을 대면수업으로 전환하려 했으나 학생들이 반대해 결국 원격수업으로 한 학기 수업을

1 2021년 ICT 10대 이슈, 정보통신기획평가원

완주했다. 그런데 학생들이 원격수업을 선호하는 이유를 들어보니 등교 시간이 아깝고 다른 일정(아르바이트 등)과 겹쳐 원격수업을 선호한다는 것이었다. 코로나19 감염에 대한 우려는 부차적인 이유였고, 원격수업이 가지는 장점(자기주도적 학습과 반복학습을 통한 완전학습)은 이유가 아니었다. 어떠한 이유로든 학생들이 원격수업을 선호한다면, 원격으로 제대로 가르쳐야 할 것이다.

대학의 최종 고객에는 학생들을 고용할 기업이 있기 때문에 기업에게도 도움이 되는 교육이 이뤄져야 한다. 하지만 기업들은 대학이 배출하는 인력에 대해 꾸준히 문제를 제기하고 있다. 일례로 신입사원에 대한 기업의 재교육 비용은 이들의 연봉, 또는 대학 학자금과 맞먹는 수준이라는 것이다. 상황이 이렇다보니 '도대체 대학은 뭘 가르친거냐?'라는 불만의 목소리가 나오고 있다. 기업은 제대로 일할 수 있는 인재를 원한다. 학생들이 무엇을 할 수 있는지를 더 중요하게 여기며, 즉각적인 직무수행이 가능하거나 흡수능력이 충분한 상태이길 바란다. 학생 역시 원하는 직장에 성공적으로 취업하길 원한다. 이러한 요구가 충족되지 못하고, 불편함이 관리되지 않으면 고객은 극단적인 선택을 한다. 기업은 시장에서 검증된 인력을 선발하고 학생은 미련 없이 대학을 그만둔다. 이러한 현상은 기업의 경력직 선호 현상과 경력자가 신입사원으로 재도전하는 '올드 루키(Old Rookie)'의 증가로 나타난다. 실제로 직장 경력을 포기하고 신입으로 재입사하는 중고 신입의 비율이 40%나 된다고 한다.[2] 대학에 대한 낮은 충성도는 높은 중도탈락률로 나타나는데, 2018년도 기준 일반대학교(교육대학, 기술대학, 각종학교 제외)의 중도탈락률은 6.05%로 100명 중 6명은 다니던 대학을 그만두는 셈이다.

3. 에듀테크와 학습데이터에서 해법을 찾을 수 있을까?

전문가들은 대학교육의 경쟁력 강화를 위한 해법을 에듀테크와 학습데이터에서 찾고 있다. 이에 본 장에서는 에듀테크와 학습데이터의 개념, 서비스 유형에 대해 살펴본다.

1) 에듀테크로 할 수 있는 것

에듀테크는 교육(Education)과 기술(Technology)의 합성어로 교육학습훈련을 수행, 평가, 지원하고 환경을 구축하는 ICT 기반 융합서비스의 일종이다. 미국, 영국 등 해외에서는 에드테크(EdTech)로 칭하고 있으나, 우리나라의 경우 교육공학의 정착 과정에서 '에듀테크'라는 용어가 빠르게 확산되었고 IT 기술을 적용한 광고기법인 애드테크(ADTech)와 혼동된다는 이유로 에듀테크(EduTech)라는 용어를 사용하고 있다.

교육이 당면한 문제를 기술로 풀어보려는 에듀테크 기업의 창의적인 시도를 통해 시장에는 다양한 서비스가 등장하고 있으며, 대규모 온라인 학습, 학습관리시스템, 경력개발, 조기교육, 어학 기술학습, 학습도구, 강의자료, 학교행정, 차세대 학교, 학습분석, 자격증 준비, 학습참여 등 다양한 분야에서 서비스가 제공되고 있다. 'Global Edtech Landscape 3.0'은 에듀테크 가치사슬을 다음과 같이 8개 영역으로 제시하고 있는데, 이를 통해 볼 때 IT를 통해 지원되는 모든 교육서비스가 에듀테크 영역으로 사료된다.

2) 에듀테크의 천국, 영국

필자가 에듀테크에 관심을 가지게 된 건 2016년 영국 출장이 계기가 되었다. 당시 영국에서는 에듀테크 창업이 활발했는데, 2015년 London & Partners와 Edtech UK

2 https://www.mk.co.kr/news/economy/view/2020/10/1112351/

[표 1] GLOBAL EDTECH LANDSCAPE 3.0

영역	분야
Create	Knowledge & Research, Publishing & Distribution, Digital Courseware, Curriculum & Lesson Plans
Manage	Institutional Management, Online Program Manager, Student Management, Teacher Management
Discover	Marketing Study, Abroad & Pathways, Student Loan
Connect	Learning Management, Social Platforms
Experience	Math, Science & Literacy, K12 STEM, Classroom Tech, AR / VR
Learn	Open Online, Proprietary, Bootcamp, Language
Credential	Tutor & Test, Prep Testing & Assessment, Badging & Credential
Advance	Career Planning, Hiring & Internships

※ 출처 : https://www.navitasventures.com/insights/landscape/

가 발간한 보고서(Edtech London Capital For Learning Technology)[3]에 따르면 영국 내에는 1,000여 개의 에듀테크 기업이 있고 런던에만 200여 개의 에듀테크 기업이 있었다. 당시 영국의 에듀테크 시장은 £175억(약 30조 원)로 추산되었고 영국 정부는 이를 2020년까지 £300억 시장으로 확대할 계획이었는데 실제로 그 정도의 시장이 형성된 것으로 보인다.

영국은 교육훈련과 관련하여 오랫동안 리더십을 가져왔던 나라로, 1970년대부터 학교에서 IT를 가르쳐왔다. 2010년도부터는 S/W 코딩교육을 강화하여 컴퓨터교육 및 코딩 관련해서는 이미 시장이 형성되어 있고, Pearson, Kaplan 등이 오랫동안 교육 관련 서비스를 제공해오고 있다. 영국에 방문했던 당시 머신러닝을 이용한 개인화 서비스를 경험해볼 수 있었는데, 수업 관찰과 학습자 행동분석을 통해 학급에서 누구랑 앉았을 때 학습태도나 성취도가 어떻게 달라질지를 예측할 수 있는 서비스가 이미 제공되고 있었다.

2015년 영국 정부는 에듀테크 관련 정책수립 및 지원 담당 기관으로 'Edteck UK'를 설립하였으며, 2019년에는 에듀테크 지원전략을 발표하면서 한화 150억 원 규모의 펀드를 조성하였다. 그 결과, 유럽에서 고속 성장하는 에듀테크 기업을 다수 배출했으며, 1,000여 개의 에듀테크 기업이 영국에 자리잡고 있다. 에듀테크 산업 활성화는 영국 내 창업 열기와도 관련성이 높은데, 투자자에 대한 세제 혜택이 크게 기여하고 있었다. 무엇보다 충분한 학습데이터와 개발 인력을 확보하고 있기에 에듀테크가 성장했고, 교육 선진국이라는 국가 프리미엄이 에듀테크 발전에 영향을 미쳤다고 볼 수 있다.

3) 학습데이터에 주목하라!

최근 교육훈련의 화두는 개인화/맞춤화이다. 학습자 특성을 반영하여 학습자 개개인에게 최적의 학습 콘텐츠와 개별화된 학습경험을 제공해주는 것이 교육 경쟁력의 핵심이 되고 있다. 즉, 개인의 선수지식이나 관심 분야, 성취도에 맞는 교육 콘텐츠를 제공하고, 개개인에게 맞춤형 피드백을 제공함으로써 기존의 획일화된 교육을 탈피하는 효과

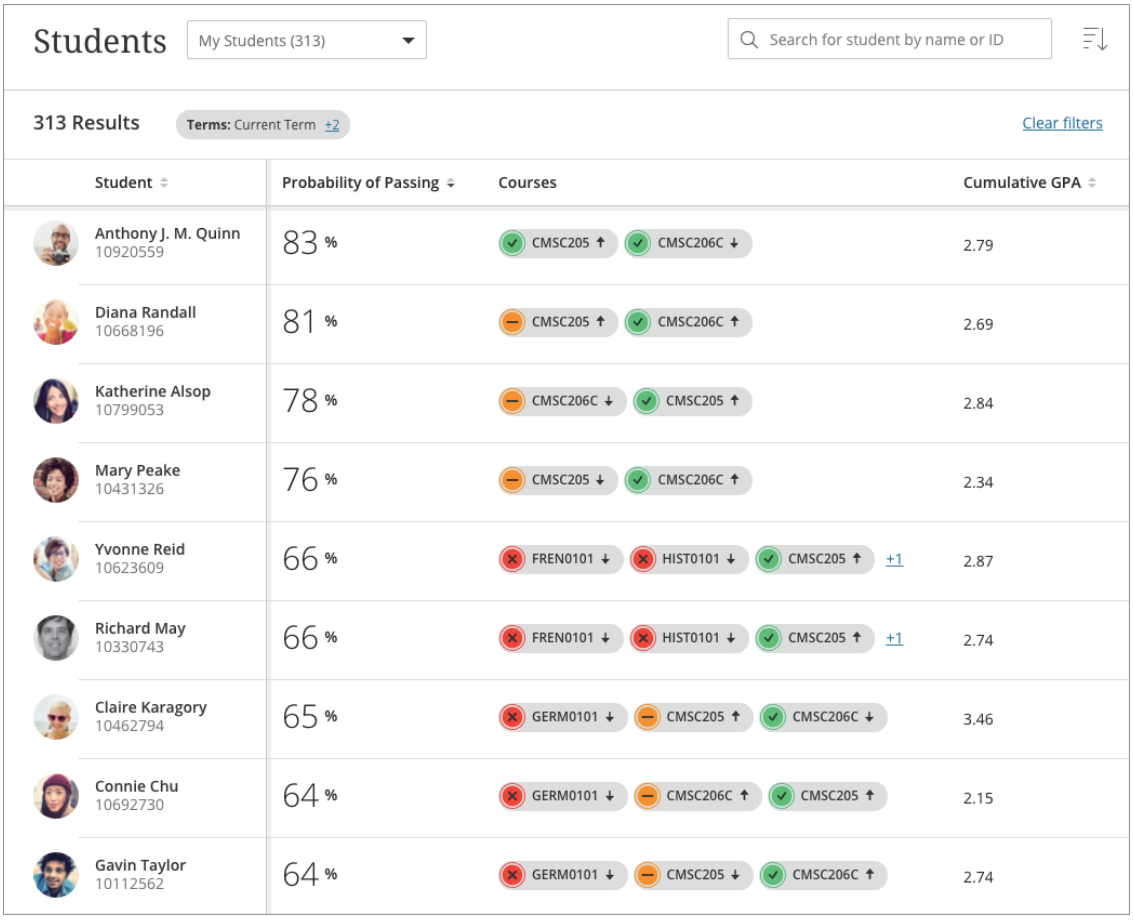
3 Edtech London Capital For Learning Technology, Edtech UK and London & Partners, 2015.

를 기대할 수 있다.

여기에 기반이 되는 기술이 바로 학습분석학이다. 학습분석학(Learning Analytics)이란 학습 도중 발생하는 수많은 데이터를 효과적으로 수집·분석하는 분야로, 학습자 행동을 관찰·분석하고 학습결과를 예측하여 적절한 교수학습을 제안한다. 이를 위해서는 빅데이터 분석이나 협업 필터링, 추천 알고리즘과 같은 고도의 데이터 처리기술이 요구되는데, 최근에는 머신러닝 기술을 이용해 개인 맞춤형으로 학습 경로를 제시하고 있다.

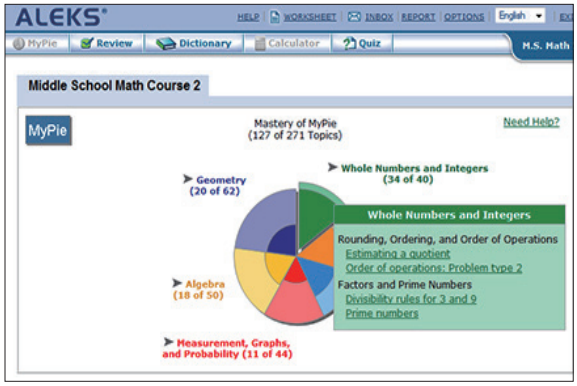
학습데이터 기반의 과학적 관리와 지도를 통해 학습자의 중도이탈에 선제적으로 대응할 수 있다. 학습데이터를 분석하면 학습자의 성취도와 관여 정도를 파악할 수 있는데, 학습의욕을 상실한 학습자에게는 면담 및 학습독려 메시지를 통해 학습 참여를 이끌고 선수학습 부족으로 진도를 따라가지 못하는 경우에는 보충학습 기회를 제공함으로써 빠른 시간 내에 이들을 정상 궤도로 올릴 수 있다. 일례로 블랙보드(Blackboard)는 개인별 학습 및 팀 활동 이력, 학습진도 정보를 실시간으로 제공하는 대시보드서비스와

[그림 1] Blackboard Predict가 제공하는 학습자별 성취도 관리 화면



※ 출처 : https://help.blackboard.com/ko-kr/Predict/Advisor

[그림 2] ALEKS 홈페이지와 평가결과 화면



※ 출처 : https://www.aleks.com/

위험 학습자에 대한 조기경보서비스를 제공함으로써 학습 유지와 이상 징후 감지, 공정한 평가, 개인별 학습이력 관리를 지원하고 있다.

'가장 혁신적인 대학(The most innovative schools)'으로 손꼽히는 애리조나주립대(ASU)의 경우 MOOC 플랫폼과 인공지능(AI) 기반 적응적 학습(Adaptive Learning)으로 많은 대학의 벤치마킹 모델이 되고 있다. 특히 'eAdvisor'를 운영하며 학생들의 전공 탐색과 수강신청을 지원하고 학습 경로 이탈 시 즉각적인 상담을 지원하여 졸업률이 11.6% 가량 향상된 것으로 보고되고 있다(권영옥, 2019).[4] 사이버대학도 같은 고민, 같은 노력을 하고 있다. 사이버대학교의 경우 일반 대학에 비해 재학생의 중도탈락 비율이 3배나 높은데 중도탈락 비율을 낮추기 위해 이탈 가능성을 예측하는 다양한 변수로 위험지수를 개발하여 학습자에 대한 밀착 관리를 실시하고 있다(이지은, 2019).[5]

4 권영옥(2019), "교육 데이터와 분석 기법: 사례 연구를 중심으로" 한국빅데이터학회지, 4(1), 73-81

5 이지은(2019), "학생 중도탈락 예측지수에 관한 사후검증연구" 한국빅데이터학회지, 4(2), 175-183

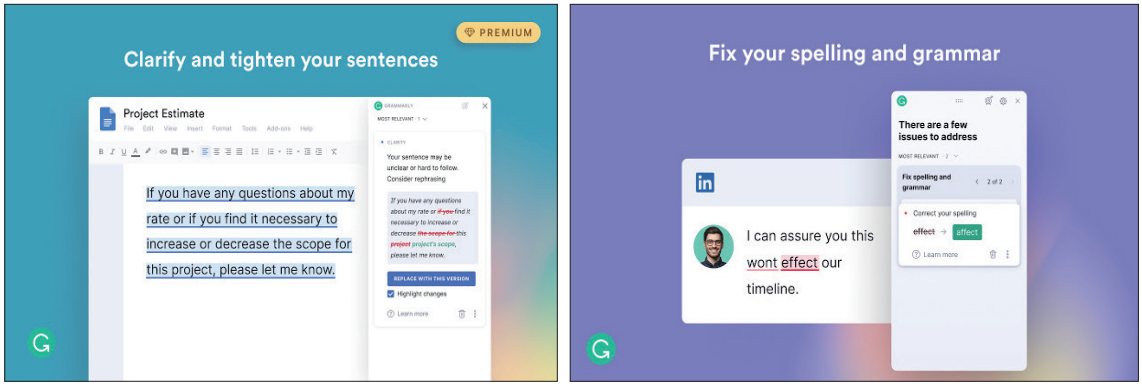
4) 인공지능 기반 에듀테크 서비스

인공지능은 에듀테크 교육 분야에서 강력한 영향력을 발휘하고 있다. 대표적으로, 수천 개의 콘텐츠와 커리큘럼을 맞춤형으로 제공하는 학습튜터링서비스(Personalized Tutoring Services)와 제출된 과제에 자동적으로 피드백을 제공하는 자동서술형평가(Automatic Writing Evaluation)가 그것이다.

알렉스(ALEKS: Assessment and Learning in Knowledge Spaces)는 인공지능 기반 온라인 평가 및 학습서비스를 제공하는 기업으로, 학습자의 선수지식 수준과 이해도를 토대로 개별화된 학습경험을 제공한다. 가령, 삼각함수를 정복하기 위해 학생들은 각기 다른 학습 과정을 거쳐 목적지에 다다르게 되는데, 목적지로 이르는 경로를 잘 설계하는 것이 알렉스의 경쟁력이 되겠다. 알렉스는 수학, 화학, 통계 등 다양한 분야에서 온라인수업을 제공하고 있으며, 수포자를 줄이고 교과별 성취도를 높이는 등 눈에 띄는 성과를 거두고 있다.

국내 스타트업 Riiid가 제공하는 'Santa Toeic'은 몇 개의 테스트 문제만으로 예상 시험점수를 산출하고, 목표점수 달성에 도움이 되는 연습문제를 맞춤형으로 추천하는

[그림 3] Grammarly에서 제공하는 첨삭 기능



서비스를 제공한다. 예상점수의 높은 적중률과 효과성에 대한 입소문으로 많은 이용자를 모으는데 성공했는데, 이는 기업이 축적한 1억 개 이상의 연습문제와 딥러닝 알고리즘 덕분이다.

영작 교정서비스를 제공하는 'Grammarly'는 인공지능을 활용한 문법교정 및 문장 톤수정서비스를 제공하며 비영어권은 물론 영어권 이용자까지 흡수하며 이용자층을 확대해 나가고 있다. 'Grammarly'는 문법지도를 위해 방대한 양의 데이터를 확보하고 머신러닝 등 인공지능 기술을 활용하여 영작교정의 적합성과 정확도를 높여나가고 있는데 그 결과, 2019년까지 총 2억 달러의 투자유치에 성공하면서 유니콘 기업에 이름을 올렸다.[6]

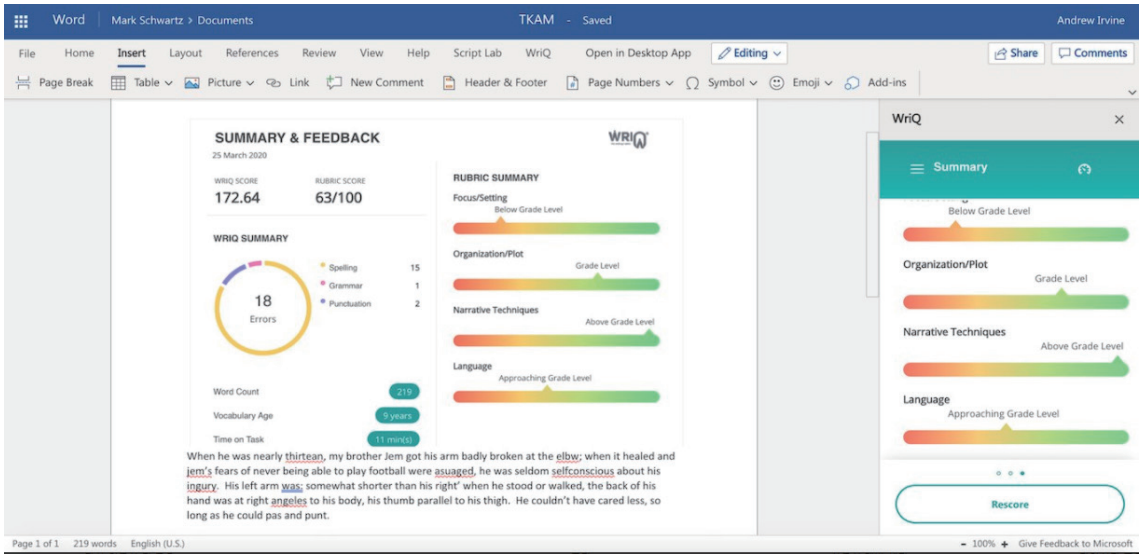
Texthelp사가 출시한 WriQ는 학생에 대한 작문평가를 자동화 및 표준화하여 피드백을 제공하는 프로그램으로, 교사가 작문을 효율적으로 평가하고 학생들에게 보다 개인화된 피드백을 제공하도록 돕고 있다. WriQ는 문서에서 철자, 문법 및 구두점 오류를 자동으로 검토하고 작업시간, 어휘 성숙도 등 각종 지표를 고려해 학생의 성취도를 높이기 위한 맞춤형 피드백을 제공할 수 있도록 지원한다. 특히 학생들이 WriQ를 더 많이 사용함으로써 작문역량을 증진할 수 있도록 긍정적인 넛지(Nudge)와 디지털 배지(Badge)를 제공하며, 4학년부터 대학원 프로그램까지 수준별 서비스를 제공하고 있다.

4. 에듀테크는 교수자와 학습자를 지원하는 도구

에듀테크의 본질은 인간을 돕는 데 있다. 교수자의 쉬운 강의준비와 원활한 강의운영을 지원하고, 불필요한 업무를 덜어주며, 학습자에게 개인별 맞춤교육을 제공함으로써 학생과 교사, 사회의 만족을 극대화하는 데 있다. 현장에서 교수자는 많은 일에 시달리고 있다. 그러나 에듀테크를 잘만 이용하면 강의준비나 강의, 학생관리, 첨삭지도, 각종 행정업무를 경감할 수 있다. 영국은 'Workload Challenge of 2014'를 통해 교사들의 업무 부담을 줄이기 위한 실행계획을 수립하여 조치하였으며, 올해 영국 교육부는 에듀테크

6 Global AI Insight(2019.10.17.), "영작 교정 AI기업 Grammarly, 유니콘 등극" vol. 13.

[그림 4] 학생들의 작문에 대한 WriQ의 피드백 화면



※ 출처 : https://appsource.microsoft.com/en-us/product/office/WA200001570?tab=Overview

를 활용해 행정업무와 평가, 교수방법, 역량강화, 평생학습 분야에서 교사 업무를 저감시키는 사업을 진행하고 있다.[7]

대학에서도 저작도구를 이용해 이러닝 콘텐츠를 개발하고 유튜브 영상이나 자체 제작 영상을 편집하는 방법을 알려주고, 실시간 양방향 교육에 필요한 교수법 컨설팅을 제공하고 있다. 처음은 불편했지만 몇 번 해보니 '해 볼 만하다', '대면강의보다 나은 것 같다'는 반응이 나오고 있다. 이는 에듀테크서비스의 일부이며 학생 선발, 상담, 팀 활동 지도, 크리틱, 평가 등 다양한 분야에서 에듀테크의 도움을 받을 수 있다. 이처럼 교수자가 해왔던 다양한 업무를 에듀테크가 적재적소에서 지원할 경우 교수자는 본연의 업무에 전념함으로써 교육의 품질은 높아질 것이다.

맺으며

세계적인 미래학자인 Thomas Frey는 '2030년에는 절반가량의 대학이 사라질 것이다'라고 예언한 바 있다. 이는 대학의 소멸보다는 고등교육을 대체할 수 있는 여러 가지 보완재의 등장을 강조한 말로 해석된다. 실제로 Minerva School이나 Cingularity University, Ecole 42 등 대안적 교육을 제공하는 고등교육기관의 등장과 성과가 이를 뒷받침한다.

대학은 대학교육의 방향성과 전략을 수립하고 이를 지원하기 위한 기능적 요소를 마련해야 한다. 학습과정에서 발생한 대량의 데이터를 수집하고, 수집된 데이터를 분석한 값을 가지고 개인별로 맞춤형 지원을 제공하는 것을 시스템 내에서 자동화할 수 있다면 교수나 담당자의 개입 없이도 최적의 학습 환경을 제공함으로써 대학 구성원의 만족도와 성과는 높아질 것이다.

7 https://blog.naver.com/nuacmail/222088880873

혹자는 질문한다. “코로나19가 끝나도 에듀테크의 영향력이 지속될 것인가?” 필자의 생각은 “YES"이다. 4차 산업혁명과 코로나19가 만나 디지털 전환이 가속화되고 있다. 사람들이 집에 머무는 시간이 늘면서 스트리밍 서비스와 온라인 게임 수요가 증가하고 있으며, 재택근무나 화상회의, 홈트(Home Training)가 일반화되고 있다. 기술기반의 경험이 일상화되듯, 교육도 똑같은 변화가 있을 것이다. 디지털 전환은 시대의 흐름이며, 온오프의 결합은 계속 진행될 것이기에 이를 지원하는 에듀테크는 대학교육 현장에 자리잡을 것이다. 특히 일반대학의 온라인 강의를 20% 이내로 제한하는 온라인 강의규제가 폐지된 만큼, 대학교육에서의 디지털 전환은 급속도로 이뤄질 것으로 예상된다.

에듀테크의 핵심은 교수-학습 방법의 혁신(革新)에 있다. 가르치는 방법과 배우는 방법, 상호작용하는 방법의 변화를 통해 더 큰 가치를 창출한다. 하지만 혁신(革新)은 쉽지 않다. 오래된 가죽의 껍질을 벗겨내는 아픔과 오랜 무두질이 있어야 전혀 다른 가죽이 탄생하기에, 기존의 낡은 방식을 버리고 변화의 흐름에 몸을 맡기는 담대한 결정이 필요하다.

현재 많은 대학이 혁신의 방향을 찾지 못해 고민하고 있다. 다행히 혁신의 방향을 찾았다면 어떤 방법으로 혁신에 이를 수 있는지 고민하고 행동해야 한다. 이를 위해 대학은 대학의 약점(Weakness)을 보완하고 위협(Threaten)의 교섭력을 최소화할 수 있는 에듀테크 솔루션을 탐색하고, 적합한 솔루션을 도입해야 한다. 그리고 디지털 전환에 대한 대학 구성원의 공감대를 형성하고 디지털 역량강화를 위한 지원(교육, 컨설팅, 서비스)을 제공하는 등 변화관리에 힘써야 한다. 제아무리 좋은 솔루션을 도입해도 구성원의 동의와 지지를 얻지 못한다면 혁신 성과를 기대할 수 없기 때문이다. 또한 온라인 플랫폼에서 발생하는 학습데이터를 분석하여 학습자의 만족감과 성취도를 높이기 위한 ‘High Care’를 제공해야 할 것이다. 좋은 교육은 사람의 섬세한 관심과 손길을 통해 이뤄지며, 기술은 이를 도울 뿐이다.

이지은 교수

한양대에서 교육공학(학부)과 정보기술경영(석사, 박사)을 전공하고 현재 한양사이버대학교 경영정보·AI비즈니스학과에 교수로 재직하고 있다. 인공지능과 에듀테크에 관한 연구를 진행하고 있으며, 정부 부처 직업훈련 심사 및 제도개선에서 활발하게 활동하고 있다.

AI와 코로나가 펼치는 교육의 디지털 전환

Digital Transformation of Education by AI

"코로나는 언제 끝나?", "안 끝나 같이 사는 거래."

유치원생 사이에도 이러한 환경 변화에 관한 대화가 오간다. 코로나19로 인한 환경의 변화가 행동의 변화를 빠르게 만들어 냈다. 환경 변화는 3년에서 5년 정도 더 소요될 것으로 예상한 비대면 교육으로의 전환을 앞당겼다. 우리가 할 일은 이 변화에 빠르게 적응하고 변화된 세상의 장단점을 파악해서 장점을 극대화하고 단점을 최소화하는 것이다.

인강, 싸강, 녹강, 실강 등 다양한 비대면 교육의 형태 중에서 집에서 수업을 들어야 하는 학생들은 녹강(녹화된 강의)의 선호도가 높다. 강의 청취 속도를 조절할 수 있고 시간을 선택해서 수강할 수 있는 장점 때문에 집중력을 유지하면서 효율적으로 학습하기에 유리하기 때문이다. 그러나 교육부의 설문조사와 모의고사 점수 분포에 따르면 비대면 수업의 몇몇 장점에도 불구하고 상하위권 격차는 벌어지고 중위권 학생들의 학습능력은 전체적으로 많이 저하되었다. 교사와 친구들의 격려에 자극받아 학업성취도를 높여온 중위권 학생들이 높은 집중력과 자기주도적 학습

박수정
라이브데이터 대표
sjpark@laivdata.com

능력을 요하는 원격수업에 적응하지 못하고 있다는 분석이다. 비대면 실시간 강의를 진행하는 교사들은 강의 중간에 돌발퀴즈를 넣어서 학생들의 집중력을 붙들어 보려고 노력하지만 수업에 참여한 모든 학생들의 상태를 매순간 살펴 학습 효율성을 높이는 일은 쉽지 않다. 현재는 이런 상황이 전국에서 벌어지고 있지만 예측했던 비대면 교육의 미래가 모두 현실이 된 것은 아니다.

같은 연도에 태어난 학생들을 같은 시간과 장소에 모아두고 같은 내용의 수업을 듣게 하는 시대는 종결을 고했다. 새로운 시대에는 다른 연도에 태어난 학생이 다른 장소와 다른 시간을 선택해서 학생의 지식 상태에 맞는 수업을 듣게 된다. 학생에게 최적화, 개인화된 교육은 효율성이 수배에서 10배까지도 향상될 전망이다. 교육의 시간과 장소와 내용을 선택하는 주도권이 교수자에서 학습자로 넘어가게 된 것이다. 이러한 주도권의 이동을 이른바 혁명이라고 부른다.

1. AI와 코로나가 촉발하는 교육 혁명

2020년 이전에도 교육에 AI를 도입하려는 노력은 계속되어 왔다. 칸아카데미, 뉴튼 같은 교육 기업들과 ITS(Intelligent Tutoring System)와 같은 학회들은 교육에 AI를 도입하려는 노력을 지속하고 있었다. 그러나 교육 참여자가 받아들이는 변화는 느렸다. 학생들 손에 디지털 장비를 쥐여 주기를 꺼려하는 학부모도 많았고 디지털 문해력(Digital literacy)이 부족한 교사도 많았다.

교육기업은 디지털 문해력이 있는 고객과 없는 고객을 나누어야 했다. 점차 늘어가는 디지털 문해력이 있는 고객을 위해서는 선제적으로 투자하여 디지털 제품을 만들어야 했다. 동시에 전통적 교육 제품의 매출감소를 감내해야 하는 상황이었다. 디지털 문해력을 가진 학부모의 수가 늘어남에 따라 디지털 장비를 이용하고 통계 분석과 머신러닝을 활용하는 온라인 수업이 서서히 도입되는 모습이 사교육에서부터 보이기 시작했다. 예를 들어 'VIP KIDS'라는 업체는 태블릿PC를 통해 학생의 반응을 살펴서 '우리 아이가 수업 중에 몇 번 말했어요', '우리 아이가 수업 중에 몇 번 웃었어요' 하는 '관찰' 내용을 학부모에게 전달한다. '시대인재N'에서는 문제 풀이와 소요시간 데이터를 수집하고 분석해서 '너무 빨리 문제를 풀어서 틀리는 경우가 많으니 시간을 들여서 천천히 문제를 풀라'는 '처방' 내용을 학부모에게 전달한다. 이러한 노력과 시도로 서서히 AI와 ML은 교육에 스며들고 있었다.

그러던 중에 'Bang!' 코로나 대유행이 발발했다. 전세계적으로 이동이 제한을 받으면서 나이와 학습하고자 하는 내용을 떠나 모든 사람이 비대면 학습을 받아들일 수밖에 없게 되었다. 비대면 학습의 참여자는 모두 디지털 장비를 사용해야 한다. 이로써 AI/ML이 가장 잘 활용될 수 있는 환경이 갖춰졌다. 모든 학습자가 디지털 장비를 통해 비대면 학습을 해야 하는 온라인 교육환경은 AI/ML의 역량을 최대한 보여줄 수 있는 무대이다.

디지털 장비는 사람과의 접점에서 시각적, 청각적, 촉각적 센서를 통해서 학습자의 상태를 초유의 초고해상도로 파악하여 데이터를 확보한다. 디지털 장비에서 파악된 모든 상태 데이터는 초고속으로 인터넷으로 송신된다. 클라우드에 존재하는 AI/ML을 담당하는 서버는 엄청난 양의 상태 데이터를 실시간으로 처리하여 학습자의 상태를 진단하고 필요한 처방 데이터를 만든다. 처방 데이터는 다시 초고속으로 해당 데이터를 필요로 하는 교육 참여자들의 디지털 장비로 송수신된다. 모든 교육 참여자가 같은 시간과 장소에 있는 것처럼 느낄 수 있게 해주는 디지털 장비와 인터넷 대역과 데이터 처리 속도가 준비되어 있다. 이것이 AI/ML이 가장 잘 활용될 수 있는 환경이다.

삼사 년 더 걸릴 것으로 예상하고 있었던 일이 불과 삼사 개월 만에 일어났다. 빠른 변화에는 저항감이 있기 마련인데 이미 사람들은 알파고가 보여준 AI의 역량에 설득되

어 있다. 바둑이 아닌 교육에 적용된 AI가 보여주는 성과가 가시화 된다면 교육은 다시는 코로나 이전의 과거로는 돌아가지 않을 것이다. 코로나가 종식되고 학생들이 다시 학교로 돌아가게 되더라도 디지털 교육 플랫폼과 대면 수업의 장점 모두를 얻게 된다.

2. 지식맵, 딥러닝과 지식추적

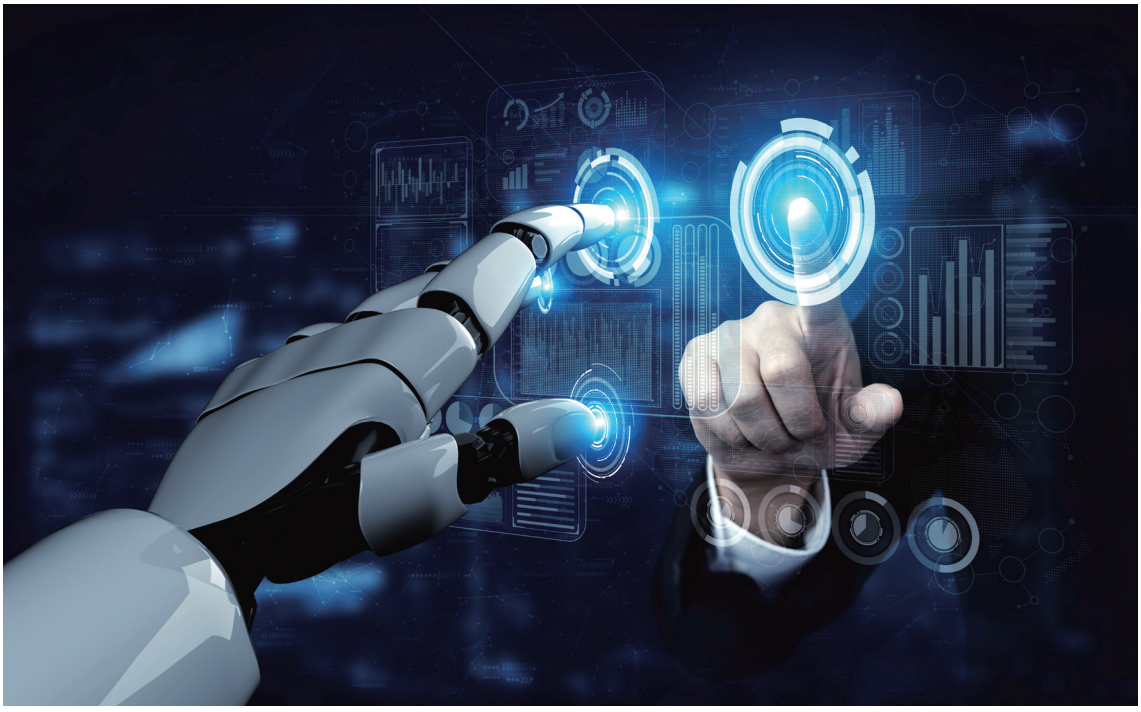
2015년에 NIPS에서 발표된 논문 "딥러닝을 이용한 지식추적(Deep Knowledge Tracing)"을 포함해서 2019년에 ODSC India 컨퍼런스에서 발표된 "교육분야의 인공지능 : 개인화 적응형 학습을 활용한 교육 전환", "AI in Education : Transforming Education Using Personalized Adaptive Learning"에 이르기까지 AI를 교육 분야에 활용하려는 혁신적인 연구가 이어져 왔다.

이러한 연구에서는 학습을 가장 작은 단위인 지식요소(Knowledge Component, 이하 KC)로 분해하고 학습자가 KC를 어느 정도 이해하고 있는지를 4단계나 블룸 교수의 학습위계 6단계로 구분한다. 블룸 교수의 6단계는 안다는 것을 지식, 이해, 적용, 분석, 종합, 평가의 6가지로 나누는 것이다. 학습자의 이해정도는 관찰할 수 있는 대상이 아니므로 은닉상태(Hidden State)로 두고 관찰할 수 있는 수강현황이나 문제풀이의 정오답으로 이를 유추해야 한다. 이렇게 학습의 가장 작은 단위인 KC를 학습자가 이해하고 있는지 아닌지, 어느 정도 이해하고 있는지를 판단하는 것을 지식추적(Knowledge Tracing)이라고 한다. 지식추적의 영역에서 최신 AI 기술인 딥러닝(Deep Learning)이 적용되면서 정확도(Accuracy)가 크게 높아지고 있다. 정확도가 높아질수록 실생활에서 제대로 활용 가능하다.

지식요소들 간의 다양한 관계(Relationship)를 밝혀내서 지식그래프(Knowledge Graph) 형태로 저장하는 지식맵(Knowledge Map)의 활용도 발전하고 있다. 지식그래프를 활용하면 현재 학습이 미래의 학습에 미치는 영향을 분석하거나(Impact Analysis) 현재 학습 상태가 불충분할 때 과거에 배운 연관 관계가 있는 어떤 KC에 대한 학습이 불충분한지 파악하는 근원적인 분석이(Root Cause Analysis) 가능해진다. 이러한 AI 기술이 혁신적으로 기존 교육의 문제점들을 해결할 수 있다고 간주되어 각광받고 있다.

교육이 바뀌어야 한다고 주장하는 사람들이 지적하는 기존 교육의 문제점은 학습의 낮은 효율성이 첫 번째다. 산업혁명 시대에 설계된 현재의 교육은 같은 해에 태어난 학습자에게 획일적인 교과과정을 규정하고 있다. 개인의 수준을 고려하지 못하고 규정을 따라 학습을 하게 되면 불필요하게 시간을 허비하게 된다. 다른 학습자와 함께 수업을 들어야 하기 때문에 알고 있는 내용을 무의미하게 반복하게 되거나 학습자의 수준에 비해 너무 어려워서 수업을 들어도 이해할 수 없는 경우가 발생한다. 개인의 수준을 고려해서 수업이 진행된다고 하더라도 알고 있는 정도에 따라서도 달라질 수 있다. 안다는 것을 여러 단계로 나눈다면 높은 난이도의 내용을 심화학습 하는 것은 의미가 있을 수 있으나 낮은 난이도의 내용을 반복학습 하는 것은 시간을 허비하는 일이 될 수 있다.

두 번째 기존 교육의 문제점은 효과성이다. 세상을 살아가기 위해서 필요한 배움, 지적 호기심을 채우기 위한 배움, 둘 다 분업화 전문화가 심화되고 있는 현대 사회에서는 그 양과 종류가 너무나 많다. 내가 하고자 하는 일이나 얻고자 하는 지식 이전에 기초가 되는 것은 어떤 것일까? 사전지식은 무엇일까? 기존 교육의 교과과정은 그 내용을 충분히 담지 못하고 있다. 뿐만 아니라 기존 교육의 평가는 측정할 수 있는 범위가 비교적 좁다. 평가를 위해서 수집하는 데이터가 한정되어 일부의 정보만을 담고 있거나 낮은 해상도의 정보로 함축되기 때문이다. 예를 들어 기존 교육에서 '암기력'을 평가하기 위한 데이터는 충분히 수집할 수 있겠으나 더 중요한 역량으로 부상하고 있는 '창의력'을 평가하기 위한 데이터는 비교적 희소하다고 할 수 있다. '공정한 평가를



위해서'라고 하면서 특정 학습자가 잘할 수 있는 것만을 평가 기준으로 삼는 시험도 문제다. 시험을 잘 보기 위해서 획일화된 교육을 더 많이 받을수록 어린 학생들의 창의력이 떨어진다는 켄 로빈슨 경의(Sir Ken Robinson) 의견도 있다.

이러한 교육의 패러다임을 바꾸어야 한다는 의견이 많은 지지를 얻고 있지만 어떻게 바꾸면 되는지 교육기관이 받아들일 수 있는 합리적인 방안 제시는 부족하다. 이러한 가운데 AI 기술이 열쇠가 되지 않을까, AI 기술에 거는 기대와 전망은 지대하다.

최근 내한한 미래학자 토머스 프레이는 2030년까지 가장 큰 인터넷 기업은 교육 기업이 될 것이라고 전망했다. "인공지능(AI) 교육에 의해 현재보다 2배에서 6배 어쩌면 10배까지 학습 속도가 빨라질 수 있다." 는 것이 그 이유다. 이러한 주장을 뒷받침 하듯이 중국, 인도, 일본의 에듀테크(EdTech) 기업들의 발표에도 같은 내용이 담겨 있다.

AI를 Adaptive Learning에 도입했다는 일본의 Atama Plus는 10개월가량 서비스를 한 결과 2주 강습을 수강한 후에 시행한 모의고사 점수가 기존 대비 50% 올랐다고 한다. Compass를 서비스하는 큐비나(Qubena)는 학생들의 학습속도가 7배 빨라지고 학생 80%의 성적이 향상되었다고 발표했다. 중국의 스쿼럴(Squirrel)에 관해서는 78명의 중학생이 4일간 학습한 성적 평균이 기존 수업방식의 학생들과 대비하여 보다 상향되었으며, 확실히 시간을 절약할 수 있었다는 참여자들의 의견을 포함한 기사가 보도되었다.

학습속도가 빨라지는 것은 전통적인 학습의 문제를 해결하는 것에서 출발한다. 이미 잘 알고 있어서 반복학습이 필요하지 않은 부분을 건너뛸 수 있도록 하고 너무 어려워서 지금 학습하기 어려운 것을 적당한 시기에 학습할 수 있도록 연기하는 것을 AI가 처리하도록 하면 학습 속도가 빨라진다. AI가 학습자의 상태를 진단하고 학습 순서를 처방

하는 것이다. 학습 속도의 증가는 학습 효율성의 증가와 같다. 학습 속도가 빨라진다는 것을 다른 표현으로 바꾼다면 학습 효율을 높인다는 것으로 표현할 수 있다. 같은 내용을 학습하는 데 걸리는 시간을 줄일수록 학습 효율은 높아진다.

효과성은 학습의 목표를 어떻게 설정하느냐에 따라서 달라진다. 시험을 대비하기 위한 학습(TestPrep)에서 목적(Goal)을 최소 합격 점수 이상을 맞는 것으로 정한다면, 학습 효과성은 같은 시간을 학습할 때 테스트 점수를 더 높일 수 있는 방법을 찾는 것에 달려 있다. 학습해야 하는 여러 분야 중 가장 적은 시간을 투입해서 점수를 올릴 수 있는 분야부터 순서대로 학습한다면 학습 효과를 높일 수 있다.

학습의 효율과 효과를 모두 확보하는 인공지능(AI)을 활용한 학습이 초중고의 학습에 도입되고 있다. 대학의 교육 내용과 업무수행을 위한 지식의 격차를 빠르게 메우는 데 기여할 수 있다. 성인을 위한 교육과 기업의 구성원을 위한 다양한 학습에도 확대되어 적용되고 있다. 다양한 분야에서 업무를 수행하기 위해 필수적으로 알아야 하는 기술을 빠르게 습득하는 데 AI 학습이 최적의 학습 경로를 제공할 수 있다. 앞에서 거론한 여러 국가의 교육기술 기업들(EdTech)은 이 가능성을 현실화하기 위해서 도전하고 있다. 이러한 도전을 다루는 몇 가지 기사들의 제목은 다음과 같다. 세상을 바꾸고 있다는 뜻이다.

"China has started a grand experiment in AI education. It could reshape how the world learns" – MIT technology review

"AIが変える学習のカタチ"(AI가 변화시키는 학습의 형태) – FNN, Fuji News Network

"The startups Transforming Education" – Rex Woodbury, Newsletter Publisher

이런 교육 기술 기업들은 한결같이 개인화, 최적화된 AI 기반의 교육을 주장하고 있다. 모두 동일한 화면을 보면서 수업을 듣는 것이 아니라 개개인의 지식 수준, 이해 수준, 최적의 학습 형태에 맞추어서 각기 다른 내용을, 다른 속도로 학습을 할 수 있도록 교육 서비스를 제공한다. 그리하여 개인화, 최적화 학습을 통해 학습 효율성과 효과성을 최대한 높이는 것이다.

3. 새로운 미래 교육의 지평과 전망

학습자가 모두 자신의 공간에서 원격 수업에 참여한다고 하더라도 가까운 미래에는 모두 다 최상의 교육을 받을 수 있게 된다. 최상의 교육을 만들기 위해 교육의 주체에서 기존 교수자의 역할을 사람과 AI가 나누어 분담하고 협업하게 된다. AI가 잘할 수 있는 것과 사람이 잘할 수 있는 것이 나뉘어지면 최고의 교육을 만들기 위한 최상의 협업이 가능해진다.

기존 교수자의 일을 나누어 받은 AI의 일은 학습자의 상태를 면밀히 살펴보고 판단하는 것부터 시작한다. 먼저 학습자가 집중력을 발휘하고 있는지, 졸고 있는지, 연속으로 정답을 맞혀 칭찬을 해주어야 할지, 부주의한 실수로 맞힐 수 있는 문제를 틀렸는지, 고도로 발전된 센서인 카메라, 마이크, 키보드, 마우스의 움직임을 모두 데이터로 수집해서 분석한 결과로 학습자의 상태를 정확하게 '진단'한다. 진단 내용을 코치역할을 맡은 사람에게 실시간으로 알려주면서 AI가 추천하는 '처방'을 함께 알려준다. 사람으로서 교수자는 동시에 다수를 관찰할 수 없었으나 AI의 '진단'과 '처방'을 추천받게 되면 어떤 학생도 소외되지 않게 한다. 적시에 적합한 내용으로 학습자와의 대화를 통해 데이터에 기반한 '처방'을 전달한다. 사람의 휴먼터치와 공감능력은 절대적이다. 학습자에게 관심을 갖고 학습자가 좋아하는 교사에게 배울 때 학습이 더 용이하다. AI와의 협업을 통한다면 이 관심의 효과가 극대화된다. AI와 교사의 협업을 통해서

모든 학습자가 안방 1열에서 모든 교사로부터 관심을 독차지하게 된다. '진단'과 '처방'의 데이터가 누적되고 모범 사례와 불량 사례가 구별된다. 베스트 프랙티스가 생성되면 코치를 맡은 교사의 역량도 향상된다. 많은 경우에 최선의 '처방'이 훈련되어 체득된다.

다음 단계에서 AI의 활약은 교육의 효율성, 효과성을 높이는 것이다. AI는 지금 이 순간에 배워야 할 내용을 선정하고 콘텐츠의 난이도를 판단한다. 가장 작은 단위의 학습 내용에 대한 학습자의 학습 결과가 도출되면 학습 경로상에서 다음 콘텐츠로 넘어갈지 이해가 부족한 콘텐츠로 돌아가야 할지 판단한다. 판단이 이루어지는 매순간 학습 경로상에 부족한 부분들이 추가되거나 불필요한 학습이 삭제된다. 이런 과정도 또한 교사에게 실시간으로 전달된다. 현재 학습하고 있는 내용의 중요성을 인지시키거나 사전에 충분한 학습이 되어 있어야 하는데 그렇지 못한 부분에 대한 '진단'과 '처방'에서는 AI가 미처 훈련되지 않았을 수 있다. 교사는 이 경우에 발생할 수 있는 예외상황에 개입해야 한다. AI는 윤리적인 부분을 고려할 수 없고, 인간적인 괴로움을 판단할 수도 없기 때문이다. AI가 수집한 모든 데이터를 기반으로 사람인 교사가 어려움의 종류와 이유를 제대로 파악하여 학습자가 대처할 수 있도록 코칭한다.

디지털 콘텐츠를 제공하는 인터넷 서비스로써 기존의 장점들은 그대로 적용된다. 다채롭고 풍요로운 교육 콘텐츠 중에서 최적의 콘텐츠를 선별할 수 있게 되었다. 구리선에 흐르는 전자의 흐름과 같이 어려운 개념을 과거 교실에서 물리적인 교구와 학생들의 상상력으로 배워야 했다면 이제는 애니메이션 동영상뿐 아니라 VR, AR과 같이 시각화된 교육 콘텐츠로 이해를 도울 수 있다. 여기에 더해서 AI가 적용된다면 디지털 콘텐츠를 더 작은 단위로 분해해서 체계적으로 구성한 후에 한 단위씩 학습을 진행할 수 있다. 한 시간 길이의 녹화 강의를 수강하는 내내 집중력을 유지하기란 어려운 일이지만 AI를 통해서 학습이 진행된다면, 쉽게 소화할 수 있도록 더 작은 단위의 수업으로 나누어진다. 집중력을 고려하면 18분이 적당하다(TED Chris Anderson 2019). 비디오의 길이는 6분이 최적이다(EdX 2020.9.30.).

인터넷만 연결된다면 지역과 시간의 한계를 극복해 교육 격차를 해소할 수 있다. 산골에서 독학하는 학생도 학원 중심가에서 배우는 학생과 동일한 수준의 교육을 받을 수 있게 된다.

4. 마무리 : 교육이 살길

"다음 유니콘은 에듀테크다." 이런 표현에 걸맞게 여러 나라에서 에듀테크 기업에 대한 투자가 활발히 진행되고 있다. 특히 인구가 많고 교육열이 높은 나라의 교육 기업이 높은 가치를 인정받아 더 많은 투자를 받고 있다.

[일본] 일본의 Atama Plus는 2019년 5월에 15억 엔(약 160억 원)을 투자받고 Adaptive Learning 서비스를 확대하고 있다. 최근 1,900개 교실에 AI를 활용한 학습 서비스를 제공하고 있다.

[중국] 바이두에서 분리한 온라인 교육앱 쭤예방은 9천억 원을 조달했다. AI 기반으로 개인화 학습 서비스를 제공하려는 Squirrel AI Learning은 160억 원(US$14mil)을 투자 받았다.

[인도] 인도의 Byju's는 2.5조 원($2.1B)의 기업가치를 인정받고 있다. 8월에 Computer Programming 학습 회사인 White Hat Jr를 $300M에 인수했다는 뉴스가 있었고 현재까지 총 6건의 인수가 있었다.

이렇게 투자를 유치한 에듀테크 기업들은 사용자를 늘리고 데이터를 모으고 있다. 데이터를 더 많이 모으면 정확도를 더 높일 수 있다. 인공지능의 연료는 데이터다. 딥러닝으로 표현되는 최신 인공지능 기술을 제대로 도입하려면 인공지능을 훈련시키기 위한 데이터가 필요하다. 인공지능을

도입하려는 목적에 부합하는 데이터가 많을수록 좋다. 그렇기에 투자를 더 많이 하고, 데이터를 더 많이 수집하고, 교육에 적용하려는 인공지능의 품질을 더 높여야 한다.

교육을 중요하게 생각하는 우리 사회에는 교육에 관련된 방대한 콘텐츠가 암묵지로 누적되어 있다. 일부 디지털로 전환되어 있는 콘텐츠도 존재하지만 인공지능이 활용 가능한 형태로 존재하는 것은 아니다. 데이터는 다른 데이터와의 관계(Relationship)라는 데이터로 연결되어야 정보로 가공된다. 정보는 또 다시 다른 정보와의 관계로 연결되어야 지식으로 활용될 수 있다. 암묵지로 존재하거나 아날로그 형태로 존재하는 정보는 디지털의 핵심 역량인 '무한복제'가 불가능하다. 인공지능이 활용 가능한 형태가 되려면 우선 디지털 장비로 전송 가능한 형태의 디지털화(Digitization)가 되어야 한다. 그리고 다양한 형태의 분석을 통해서 데이터 간의 관계(Relationship)를 밝혀 연결되도록 해야 한다.

교육 콘텐츠는 예로부터 고부가가치 콘텐츠였다. 고부가가치 교육 콘텐츠는 일타강사를 부자로 만들었고 교육회사를 거대하게 만들었다. 그 성장의 핵심이 교육 콘텐츠인 만큼 저작물 관리가 철저하다. 철저한 관리는 콘텐츠 유통을 어렵게 만든다. 복잡한 권리 관계를 모두 풀어내야 다른 서비스 제공자가 콘텐츠를 사용할 수 있게 된다. 현대의 디지털 콘텐츠 소비자는 짧게 짧게 끊어서 동영상을 소비하거나 1.5배속으로 콘텐츠를 즐긴다. 서비스 제공자가 현재 소비자의 필요에 맞추어 간단하게 적용할 수 있도록 권리 관계를 풀어내야 한다.

교육 콘텐츠가 원활하게 흘러 다녀서 필요로 하는 고객이 쉽게 콘텐츠를 찾고 소비할 수 있도록 하는 플랫폼이 필요하다. 교육용 디지털 콘텐츠 유통 플랫폼이 필요하다. 동영상이 유통되는 유튜브를 생각해 보자. 앱이 유통되는 앱스토어를 생각해 보자. 유튜브와 앱스토어가 존재하기 이전의 동영상 유통과 소프트웨어의 유통을 생각해 보라. 좋은 교육 콘텐츠가 만들어지고 선별되는 시장의 힘을 가진 플랫폼이 당연히 필요하다.

산업이 고도화되면서 업무는 분업화, 전문화되고 있다. 분업화, 전문화된 업무가 다른 업무와 통합되기도 하면서 기존에 존재하지 않던 다양한 직업이 생겨나고 있다. 한국고용정보원에 따르면 8년간(2012~2019) 직업 종류는 5,236개 늘어서 총 1만 6,891개가 되었다. 특히 4차 산업혁명이나 디지털화 같은 과학기술 발전에 따른 직업들로 빅데이터 전문가, 데이터 사이언티스트, 인공지능 엔지니어 등이 눈에 뜨인다. 새롭게 생긴 직업을 목표를 정하고 나면 어떤 교육을, 어떻게 받아야 할까? 새로 생긴 직업을 인지하지 못하거나 전문성이 부족한 교사가 이끌어 주기는 어렵다. 구글링으로 인터넷에서 조각난 지식을 습득하여 스스로 발전할 수도 있겠지만 자기주도학습으로 목표를 이루기는 정말 어려운 일이다.

페이스북이나 인터넷 동호회 카페 등의 SNS에서 어렵게 얻은 자신의 지식을 나누고자 하는 사람을 많이 접할 수 있다. 먼저 학습한 사람, 먼저 한 분야에서 성취를 이룬 사람의 경험, 시행착오, 학습 경로가 나중에 공부하는 사람에게 도움이 된다. 앞서 가면서 길을 내고 새로운 분야를 개척한 선구자가 사회에 나누어주는 지식들이 디지털로 모이고 통합되고 분석되어 그 뒤를 따르는 사람들에게 도움을 주는 플랫폼 서비스가 반드시 등장할 것이다. 사회적 에너지가 모이는 곳이 생기는 것이다.

박수정 대표

필자는 학생창업으로 시작하여 13번째 창업으로 에듀테크 기업인 '라이브데이터'를 설립하였다. 이전 직장인 현대카드에서 디지털사업본부장으로 디지털전환을 주도하였으며 현재는 대교의 디지털전환을 돕고 있다. 라이브데이터는 인공지능을 교육에 도입하여 혁신적인 학습경험 플랫폼을 개발 중이다.

4차 산업혁명 시대 디지털 역량 함양을 위한 소고[1]

Advice for Cultivating Digital Competences in the Era of the 4th Industrial Revolution

Ⅰ. 들어가며

미래사회가 어떤 모습으로 변화할지 확실하게 말할 수 있는 사람은 없을 것이다. 예측과 관리가 어려운 미래의 특징을 잘 보여주는 약어로 VUCA(변동성(Volatility), 불확실성(Uncertainty), 복잡성(Complexity), 모호성(Ambiguity))라는 용어(Fadel, Bialik & Trilling, 2016)도 통용되고 있다. 그럼에도 21세기 들어 첨단과학과 신기술의 진보 덕분에 사회는 초연결화, 초자동화, 초지능화, 초융합화라는 거대한 변화를 경험하고 있고, 미래에 펼쳐질 사회 모습과 인간생활의 양식과 문화를 추정하고 전망할 수 있는 가능성도 커졌다. 이에 따라 미래를 예측하고 미래사회를 전망하는 문헌이 끊임 없이 발표되고 있다. 특히, Schwab(2015)의

1 이 원고는 '이철현(2019). 미래사회를 위한 정보교육 프레임워크 설계. 학습자중심교과교육연구 19(12), 345-375.', '이철현 외(2020). 4차 산업혁명 시대의 디지털 역량 탐구. 학습자중심교과교육연구, 20(14), 311~338.' '이철현(2020). AI 시대 역량 함양을 위한 실과 소프트웨어교육의 방향. 실과교육연구 26(2), 41-64.'를 바탕으로 작성하였음

이철현
경인교육대학교 교수
leesleek@ginue.ac.kr

저서에서 시작된 4차 산업혁명의 논의는 인공지능, 로봇, 디지털 플랫폼 등의 미래 신기술, 직업과 산업의 혁신적 변화, 정치외교, 국가 안보, 미래 윤리, 인재 역량 등의 여러 분야에서 다양하고 불확실한 논의를 촉발하고 있다.

많은 미래학자들과 미래 전망 보고서들은 제4차 산업혁명에 따른 미래사회 변화가 크게 디지털 기술·산업구조, 고용구조 그리고 직무 역량 등 세 가지 측면에서 나타날 것으로 예측하고 있다(김진하, 2016). 디지털 기술은 사람들로 하여금 양질의 교육에 더 쉽게 접근할 수 있게 하고, 기술 개발을 위한 새로운 기회를 제공하며, 건강 관리를 더 잘 할 수 있도록 하거나 무료 및 저비용 정보, 지식 및 데이터에 대한 접근을 좀 더 쉽게 함으로써 사회적 참여를 촉진할 수 있는 잠재력을 가지고 있다(OECD, 2018). 미래사회를 디지털 기술의 관점에서 한 마디로 요약하면 인공지능이 주도하는 자동화 세상이라고 할 수 있을 것이다. 미래사회 변화를 주도하는 인공지능에 의한 자동화는 산업구조를 변화시키고, 인간 개개인의 역량에도 적절한 대응을 요구한다.

미래사회에 적절히 대응하지 못하면 일상생활뿐만 아니라 직업생활도 어려움을 겪을 것이라는 우려가 커지고 있는 상황이다. 이미 많은 해외 국가에서 이러한 디지털 사회에 적응하기 위한 준비를 진행하고 있다. 소프트웨어 교육을 국가교육과정에 포함하여 의무화하기도 하고, 2006년부터 유럽연합에서는 미래 시대의 학습자 역량으로 '디지털 역량'을 포함할 것을 권고하고 있다(이현숙 외, 2019). 반면, 5G 초고속 통신망을 갖추고 대내외적으로 IT 강국으로 인정받고 있는 우리나라의 디지털 역량 수준은 시대적 요구에 역행하는 상황이다. ICILS 20182 조사 결과는 디지털 역량에 영향을 줄 수 있는 여러 조사 항목의 결과가 11개의 조사국 중 우리나라가 하위권 또는 최하위에 머물고 있음을 보여 준다(IEA, 2019). PISA 2015 조사 결과에서도 우리나라 학생들의 ICT 리터러시 수준을 측정하기 위해 2007년부터 실시한 조사 결과, 우리나라 학생들의 ICT 리터러시 수준과 학교 현장의 ICT 활용 교육 및 정보·컴퓨터 교육 등이 낮아지고 있는 것으로 관측되었다(이현숙 외, 2019).

최근 정부의 관계부처에서는 디지털 역량 강화를 위한 다양한 정책을 추진하고 있다. 교육부는 「2015 개정 교육과정 고시(2015. 9.)」에서 초·중·고에 이르는 전 교육과정에 소프트웨어 교육을 강화하기 위한 교육과정 개편을 발표했다(교육부, 2015). 교육부는 관계부처 합동으로 「평생 직업교육훈련 혁신 방안(2018. 7. 27.)」에서 직업계고에 4차 산업혁명 및 유망 분야에 대한 학과를 신설하고 기준 학과를 구조 조정하는 등 재구조화를 추진하겠다고 발표했다. 4차산업혁명위원회(2017)와 과학기술정보통신부(2019)는 초·중·고 소프트웨어 교육을 점차 확대하고, 4차 산업혁명 시대를 이끌어 갈 4차 인재를 2022년까지 9만 명 이상 배출하겠다고 발표했다. 정부의 이러한 정책은 4차 산업혁명 시대에 대비하여 디지털 역량을 갖춘 인재 양성의 중요성과 시급함을 보여주는 모습으로 볼 수 있다.

점차 심화되는 4차 산업혁명의 디지털 사회에서 우리나라의 디지털 역량이 오히려 퇴보하고 있는 역전 현상이 나타나고 있는 가운데, 정부의 디지털 교육을 강화하려는 정책은 초·중·고 디지털 역량 교육의 필요성을 보여 주는 것이라 하겠다. 4차 산업혁명과 디지털 역량에 대한 각론적 연구는 다수 수행되었으나, 4차 산업혁명 시대와 디지털 역량을 연계하는 연구는 아직 미흡하여 4차 산업혁명시대의 특징을 반영하는 디지털 역량을 도출하는 밀도 있는 작업이 필요하다. 이는 4차 산업혁명 시대의 학습자에게 필요한 디지털 역량이 무엇이고, 어떠한 영역과 요소로 구성될 수 있는지를 밝히는 실천적 모습으로 나타날 수 있을 것이고, 국내외 여러 기관과 학자들이 제시한 4차 산업혁명의 주요 특징, 디지털 역량의 개념과 구성 요소 등을 탐색하는 작업이 될 것이다.

2 CIL(computer and information literacy)과 CT(computational thinking)에 대해 11개국(칠레, 덴마크, 핀란드, 프랑스, 독일, 이탈리아, 카자흐스탄, 한국, 룩셈부르크, 포르투갈, 미국, 우루과이), 2개의 벤치마킹 국가를 대상으로 학생(평균 14세)과 교사 조사

Ⅱ. 4차 산업혁명을 고려한 디지털 역량의 개념 및 구성 요소의 정의

1. 4차 산업혁명의 특징 개괄

여러 연구 결과를 통해 4차 산업혁명의 주요 특징을 디지털 전환, 기술, 직업 변화, 미래 역량, 사회적 문제의 5가지 관점에서 살펴보기로 한다. 먼저, 4차 산업혁명의 디지털 전환적 주요 특징은 주로 산업 분야의 생산 시스템에 해당하는 것이다. 즉, 스마트 기술의 발달로 인해 네트워킹 및 상호 연결성이 강화되고, 이로 인해 각 생산 분야의 경계가 무너져 융합되며, 소비 주체의 개인적 요구에 따라 맞춤형 모듈화가 가능해짐을 보여 준다.

4차 산업혁명을 기술적 관점에서 보면, 4차 산업혁명을 대표하는 주요 핵심 기술에 대해 여러 기관이 인공지능, 빅데이터, 사물 인터넷, 로보틱스, 3D 프린팅, 웨어러블, 드론, VR/AR, 자율주행 기술 등을 공통적으로 언급하고 있다. 또한, 이러한 첨단 기술을 통한 생산 및 물류 등 산업 전반 시스템의 스마트화를 4차 산업혁명의 기술적 관점의 특징으로 강조하고 있다.

4차 산업혁명의 직업 변화 관점의 주요 특징은 기술적 관점의 특징과 연계되는 것으로, 여러 첨단 기술이 다양한 직업 분야에 적용됨으로써 인간 역할에 변화가 생긴다는 것이다. 또, 직무 수행을 위한 자격 요건이 강화되며, 기존 직업의 소멸 및 새로운 직업의 탄생 등 일자리 환경이 변화되는 것 등을 주요 내용으로 한다.

4차 산업혁명의 미래 역량 관점의 주요 특징은 첨단 기술로 인해 발생하는 산업 분야의 디지털 전환이나 직업 변화와 연계되어 나타나는 특징이다. 즉, 첨단 ICT가 산업 및 직업 분야의 기반 기술이 됨으로써 ICT 관련 디지털 역량이 필수화되어야 한다는 것이다. 또, 인공지능 등의 지능화 기술이 인간의 일자리를 위협함에 따라 인간 고유 역할의 정체성 확립 요구의 일환으로 인간-기계의 협력 능력과 프로젝트 관리나 창의력과 같은 소프트 스킬이 미래의 핵심 역량이 되어야 함을 강조하고 있다.

사회적 문제 관점에서 본 4차 산업혁명의 주요 특징은 다음과 같다. 4차 산업혁명은 개인, 사회, 국가 차원에서 다양한 문제를 일으키지만, 여기에서는 개인 정보가 보호되지 못하여 사생활을 침해당한다는 것이다. 또, 데이터양의 증가로 개인의 데이터 통제력 상실 등 데이터 보안 관련 위험이 높아지며, 인공지능의 고도화가 인간의 윤리적 경계 재정의를 요구하는 등의 문제를 거론하고 있다.

2. 디지털 역량의 개념 탐색

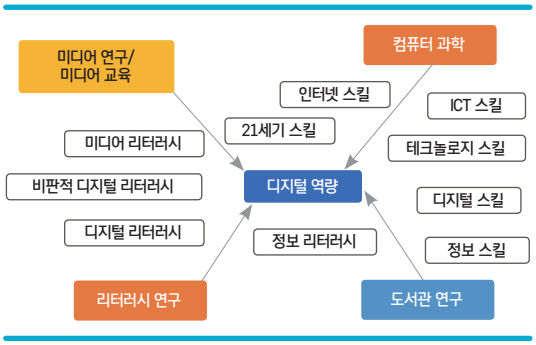
4차 산업혁명은 디지털 기술로 촉발된 디지털 변환이 일으킨 산업 생태계의 혁신적 상황을 나타내는 것이므로, 디지털 기술을 알고 활용하는 디지털 역량(Digital Competence)이 4차 산업혁명 시대의 핵심 역량임은 자명한 사실이다.

유럽 정책 권고안에는 '능력(Competence)'에 대한 두 가지의 약간 다른 정의가 있다. 핵심 역량 권장 사항에서 '역량'은 상황에 적합한 지식, 기술 및 태도의 조합으로 정의된다(European Parliament and the Council, 2006). 유럽 자격 체계 권장 사항에서 '역량'은 프레임워크 해설의 가장 진보된 요소로 간주되며, 업무 또는 학습 상황, 그리고 전문적이고 개인적인 개발을 할 때 지식, 기능 및 개인적, 사회적 또는 방법론적 능력을 사용하는 입증된 능력으로 정의된다. 또한 유럽 자격 체계의 맥락에서, 역량은 책임과 자율의 측면에서 기술된다(European Parliament and the Council, 2008).

디지털 역량은 테크놀로지 관련 스킬을 설명하는 가장 최근의 개념이다. 최근 몇 년 동안 [그림 1]과 같이 미디어 연구 / 미디어 교육, 컴퓨터과학, 리터러시 연구 등의 배경 분야에서 ICT 스킬, 테크놀로지 스킬, IT 스킬, 21세기 스킬, 정보 리터러시, 디지털 리터러시, 그리고 디지털 스킬과

같이 디지털 테크놀로지를 사용하는 스킬 및 능력을 설명하기 위한 여러 용어가 사용되어 왔다. 이 용어들은 종종 동의어로 사용되기도 하지만(Ilomäki, Kantosalo & Lakkala, 2011), 이 중 디지털 리터러시가 디지털 역량과 가장 관련성이 높은 용어로 통용되고 있다.

[그림 1] 디지털 역량의 배경 분야 및 관련 개념



※ 자료 : Ilomäki, Kantosalo & Lakkala(2011: 5)에서 발췌 및 번역함

디지털 리터러시는 디지털 시대를 사는 시민들에게 새롭게 대두되는 윤리, 문화, 규범 등의 문제에 대비하기 위한 차원에서 전통적인 디지털 리터러시보다 그 개념이 확대되고 있는 추세이다. Spires, H. A., Paul, C., & Kerkhoff, S. N.(2018)은 디지털 콘텐츠 검색 및 소비, 디지털 콘텐츠 생성, 디지털 콘텐츠 통신의 세 가지 범주로 구분되었던 전통적인 디지털 리터러시의 개념에 디지털 시민의식을 추가하여 디지털 리터러시의 개념을 확대하였다. 여기에서 디지털 시민의식은 디지털 기술을 지능적으로 사용하고, 디지털 기술과 관련된 문화적·사회적 문제를 이해하며, 디지털 기술을 법적으로, 책임감 있게 사용하고, 협업, 학습 및 생산성을 올리는 디지털 기술 사용에 대해 긍정적인 태도를 갖는 것을 의미한다.

디지털 리터러시는 2010년대에 접어들면서 단순한 기능과 능력 관점에서 태도와 관점을 포함하는 역량의 관점으로 변화되기 시작하였다(계보경, 2017). 즉, 디지털 역량은 기술적 측면과 더불어 지식 사회에서 디지털 시민 정신에 대한 정치적 목표와 관련을 갖기 시작하였다. 디지털 역량은 다양한 기술과 역량으로 구성되며, 그 범위는 미디어 및 커뮤니케이션, 기술 및 컴퓨팅, 리터러시 및 정보과학 등으로써 디지털 기술을 사용하는 기술 능력, 다양한 분야에서 일하고 공부할 때 일상적으로 디지털 기술을 사용할 수 있는 능력, 디지털 기술을 비판적으로 평가할 수 있는 능력, 디지털 문화에 참여하려는 태도 등이 핵심적 역량으로 간주된다(Ilomäki et al., 2011).

Ferrari, Punie, & Redecker(2012: 84)의 연구에서 정의한 디지털 역량은 포괄적이며 종합적이다. 그들은 디지털 역량을 "ICT 및 디지털 미디어를 사용하여 다음과 같은 작업을 수행할 때 필요한 지식, 스킬, 태도, 능력, 전략 및 인식의 집합; 문제 해결; 소통; 정보 관리, 윤리적이며 책임 있는 방식의 행동; 협력; 작업, 여가, 참여, 학습, 사교, 권한 부여 및 소비주의에 대한 내용과 지식의 생성 및 공유"로 정의하였다.

유럽집행위원회(European Commission)에서 2013년도에 버전 1.0에서 시작하여 최근 버전 2.1까지 발표한 디지털 역량(DigComp)(European Commission Research Centre, 2013, 2016, 2017)은 5가지 대영역에 정보 리터러시, 디지털 콘텐츠 생성 같은 디지털 스킬과 더불어 저작권 보호, 개인 정보 및 프라이버시 보호, 디지털 역량 격차 해소 등 디지털 안전 및 디지털 문화와 관련한 태도와 관점을 포함하고 있다.

최숙영(2018: 32)은 4차 산업혁명 시대의 디지털 역량의 개념을 국내외의 다양한 문헌 분석을 통해 "디지털 사회에서 각 구성원들이 일상적인 삶을 살아가고, 학습하며, 각 분야에서의 작업을 혁신적이고 창의적으로 수행하기 위해 필요한 능력으로, 디지털 기술에 대한 지식, 태도, 스킬 및 문제 해결을 위한 사고력 등을 포함한다."라고 설명하였다.

[표 1] 디지털 리터러시 종합

<table>
<tr><th>UNESCO
(2011)</th><th colspan="2">JISC
(2014)</th><th>Massachusetts
(2016)</th><th>British Colombia
(2019)</th><th>KERIS
(2019)</th></tr>
<tr><td rowspan="2">정보 접근, 관리, 평가</td><td rowspan="5">ICT
리터러시</td><td rowspan="2">정보 리터러시</td><td></td><td rowspan="2">연구 및 정보 리터러시</td><td>정보의 탐색</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>정보의 분석 및 평가</td></tr>
<tr><td>정보 통합</td><td></td><td></td><td>비판적 사고, 문제 해결 및 의사 결정</td><td rowspan="2">정보의 조직 및 창출</td></tr>
<tr><td>새로운 지식 생성</td><td>미디어 리터러시</td><td></td><td>창의성과 혁신</td></tr>
<tr><td>의사소통</td><td>의사소통과 협력</td><td rowspan="3">디지털 도구 및 협업</td><td>의사소통 및 협업</td><td>정보의 소통</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">학습 스킬</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">디지털 학문</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">진로 및 정체성 관리</td><td>컴퓨팅 및 사회</td><td>디지털 시민의식</td><td>정보의 활용 및 관리</td></tr>
<tr><td rowspan="2"></td><td colspan="2" rowspan="2"></td><td rowspan="2">컴퓨팅 사고</td><td rowspan="3">기술 운영 및 개념</td><td>추상화</td></tr>
<tr><td>자동화</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td>컴퓨팅 시스템</td><td></td></tr>
</table>

[표 2] 디지털 역량 종합

<table>
<tr><th>Ferrari 외
(2012)</th><th>Janssen 외
(2013)</th><th>European Commission
JRC(2013, 2015, 2016)의
DigComp</th><th>최숙영
(2018)</th><th>G20의 TF팀인
T20(2019)의
기술적 스킬</th></tr>
<tr><td>정보 관리</td><td>정보 처리 및 관리</td><td>정보 및 데이터 리터러시</td><td>비판적 사고와 정보 소양</td><td>운영 스킬
정보적 스킬</td></tr>
<tr><td>협력
의사소통 및 공유</td><td>기술 중재 의사소통 및 협업</td><td>의사소통 및 협력</td><td>디지털 기술을 이용한
의사소통과 협력</td><td></td></tr>
<tr><td>콘텐츠와
지식 생성</td><td>일과 창조적 표현을 위한
전문화되고 고급화된 역량
자기 효능감을 입증하는 매끄러운 사용</td><td>디지털 콘텐츠 생성</td><td>창의·융합적 사고와
콘텐츠 창작</td><td>창의적 스킬</td></tr>
<tr><td rowspan="4">윤리 및 책임</td><td>개인 정보 보호 및 보안</td><td rowspan="4">안전</td><td rowspan="4">디지털 사회의 이해와
디지털 시민의식</td><td rowspan="2">사회적 스킬</td></tr>
<tr><td>법적 및 윤리적 측면</td></tr>
<tr><td>사회에서 ICT의 역할에 대한 이해와 인식</td><td rowspan="2">디지털
시민의식</td></tr>
<tr><td>기술에 대한 균형된 태도</td></tr>
<tr><td>평가 및 문제 해결</td><td>정보에 근거하여 적절한 디지털 기술 결정</td><td>문제 해결</td><td>컴퓨팅 사고와 문제 해결</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">기술 운영</td><td>일반 지식과 기능적 스킬</td><td rowspan="3"></td><td rowspan="3"></td><td rowspan="3"></td></tr>
<tr><td>일상생활에서의 사용</td></tr>
<tr><td>디지털 기술을 이용하여 배우고,
디지털 기술에 대해 배우기</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>진로 관련 역량</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>산업 특화 역량</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>첨단 스킬</td></tr>
</table>

3. 디지털 역량의 구성 요소 탐색

국내외 여러 기관 및 학자들이 제시한 디지털 리터러시 구성 요소와 디지털 역량 구성 요소를 종합하여 제시하면 [표 1], [표 2]와 같다. 디지털 리터러시의 경우, 정보 리터러시, 지식(정보) 생성, 의사소통, 협력, 컴퓨팅 사고, 디지털 시민의식 등이 공통 구성 요소임을 확인할 수 있고, 디지털 역량의 경우 정보 리터러시, 의사소통, 협력, 콘텐츠(지식) 생성, 디지털 윤리, 문제 해결 등이 공통 구성 요소임을 알 수 있었다. 디지털 리터러시와 디지털 역량 모두 공통 요소가 유사하였으나, 디지털 윤리, 디지털 시민의식과 디지털 사회적 측면이 디지털 역량에서 좀 더 강조되고 있음을 볼 수 있다.

4. 4차 산업혁명을 고려한 디지털 역량의 개념 및 구성 요소

지금까지 살펴본 4차 산업혁명의 주요 특징, 디지털 리터러시와 디지털 역량의 개념 및 구성 요소 등을 종합적으로 고려하여 4차 산업혁명을 고려한 디지털 역량은 "디지털 사회의 시민으로서 책임과 의무를 준수하고, 권리를 행사하며, 직업적 요구를 수용하기 위해 필요한 디지털 지식, 기능, 태도"로 개념화할 수 있다.

앞서 논의된 내용을 토대로 4차 산업혁명을 고려한 디지털 역량 및 실천적 사례를 [표 3]과 같이 제시할 수 있다. DK, DS, DA는 각각 디지털 지식(Digital Knowldeges), 디지털 스킬(Digital Skills), 디지털 태도(Digital Attitudes)를 의미하는 것으로, 각 세부 역량이 해당하는 정도에 따라 3단계의 기호(◎, ○. △)로 표시하였다.

한편, AI 인재 양성을 위하여 여러 국가에서 국가적 차원에서 다양한 정책을 계획 및 시행하고 있고 대기업 등의 민간 차원에서도 전문적, 보편적 AI 교육을 위한 도구나 플랫폼을 공개하여 AI 교육 확산에 일조하고 있다. 이러한 노력은 AI 시대를 살아가는 일반시민들이 AI 리터러시를 갖도록 하는 데에 그 지향점이 있다고 할 수 있다. 이에 따라 [그림 2]와 같이 AI 발전에 따른 사회 변화와 교육적 요구에 부응하기 위하여 AI 시대의 시민으로서 기본적으로 갖추어야 할 AI 리터러시가 디지털 역량에 추가될 필요가 있다.

Ⅲ. 맺으며

본고에서는 4차 산업혁명 시대의 학습자에게 필요한 디지털 역량이 무엇이고, 어떠한 영역과 요소로 구성될 수 있는지를 밝히는 작업을 하였다. 본고에서 제안한 디지털 역량이 초중고 학습자가 4차 산업혁명 시대, 더 나아가 미

[그림 2] AI 발전에 따른 사회 변화와 교육적 요구에 부응하기 위한 AI 리터러시

[표 3] 4차 산업혁명을 고려한 디지털 역량 및 실천적 사례

대영역	세부 역량	DK	DS	DA
디지털 기기 리터러시	**디지털 기기 다루기** : 디지털 기기를 작동하고 업데이트하며, 디지털 기기 사용에서 SW와 HW 측면의 단순한 문제 해결에서 좀 더 복잡한 문제까지 해결하기 • 실천적 사례 : 스마트폰에 필요한 앱을 설치하고, 업데이트한다. 스마트폰 저장용량이 부족한 문제 발생 시 저장 공간을 확보하거나 블루투스로 연결해 놓은 디지털 기기가 연결이 해제되었을 때, 다시 검색하여 연결한다.	◎	◎	△
	디지털 기기 인식 : 일상에서 새롭게 등장하는 디지털 기기를 알고 필요한 디지털 기기 선택하기 • 실천적 사례: 3D프린터, VR/AR 장비, 스마트워치, 인공지능 스피커, 드론 등 새롭게 등장하여 널리 쓰이고 있는 디지털 기기가 어떤 용도로 사용되는지 알고, 자신의 학업이나 일에 필요한 기기가 무엇인지 선택한다.	◎	○	◎
디지털 콘텐츠 리터러시	**디지털 콘텐츠 활용**: 다양한 형식의 디지털 콘텐츠를 열람, 검색, 평가, 선택, 구성하여 일상생활이나 일에 활용하기 • 실천적 사례: 특정한 주제의 보고서를 작성하면서 구글이나 유튜브 등에서 필요한 이미지, 동영상 등을 검색, 평가, 선택하고, 보고서에 원본 형식 또는 QR코드 형식으로 넣는다.	◎	◎	○
	디지털 콘텐츠 생성: 기존 지식체계의 정보와 콘텐츠를 멀티미디어 수준의 다양한 형식으로 수정, 개선, 작성 및 편집하여 새롭고 독창적인 콘텐츠를 창출하고, 디지털 방식으로 자신을 표현하기 • 실천적 사례: 특정한 대상(자신, 애완견 등)을 소개하는 발표자료를 만들면서 필요한 동영상을 제작하기 위하여 유튜브에서 필요한 동영상을 다운받아 필요한 부분만 잘라서 사용한다. 사람, 사물, 자연 등으로부터 소리를 녹음하고, 디지털 형식으로 저장한 후 이들을 합성 또는 편집하여 새로운 느낌의 사운드를 생성하고, 동영상 효과음으로 사용한다.	◎	◎	○
디지털 의사소통 및 협력	**디지털 기술을 통한 의사소통**: 적절한 디지털 도구 및 기술을 통해 상호 작용하고, 주어진 상황에 적합한 디지털 통신 수단 및 도구 이해하기 • 실천적 사례: 귀가 후 모둠과제를 수행하기 위하여 온라인 채팅도구를 통해 텍스트, 음성, 화상 등의 대화 형식을 선택하고, 모둠원들과 1대1 또는 1대 다로 회의를 진행한다.	◎	◎	○
	디지털 기술을 통한 공유 및 협업: 적절한 디지털 도구 및 기술을 이용하여 자원 및 지식을 다른 사람들과 공동으로 구축하고, 이를 위한 협업 프로세스 알기 • 실천적 사례: 원격지에 있는 사람들이 공동의 문서를 작성하기 위하여 구글의 계정을 만들고 구글 문서 툴을 이용하여 공유한 후 각자의 생각과 자료를 입력하고, 상대방의 입력 내용에 댓글을 추가한다. 자신의 입력 내용에 추가된 댓글을 참고하여 내용을 보완한다. 별도의 창에 온라인 채팅도구를 열어서 문서 작업에 참여하고 있는 사람들과 실시간으로 의견도 교환한다.	○	◎	◎
디지털 시민의식	**디지털 전환의 영향 이해**: 디지털 기술 발달이 가져온 디지털 전환에 따른 사회적 측면의 영향을 이해하고, 자신의 디지털 역량 격차를 식별하고 개선할 부분 이해하기 • 실천적 사례: 스마트폰, VR, 3D프린터 등을 일상생활이나 수업에 활용함으로써 경험, 사고, 소통, 교류의 폭이 넓어질 수 있음을 이해하고, 이러한 디지털 기술의 개념과 사용방법에 대해 자신이 알지 못하는 부분을 식별하여 학습하려고 노력한다.	○	△	◎
	디지털 시민권 참여: 공공 및 민간 디지털 서비스의 사용을 통해 사회 복지에 참여하고, 적절한 디지털 기술을 통해 참여적 시민권을 위한 기회 모색하기 • 실천적 사례: 국민건강보험공단의 건강in(http://hi.nhis.or.kr/)을 통해 제공되는 '식중독 예측지도'의 빅데이터 분석을 통한 식중독 사전 예측 정보서비스를 이용하여 자신이 살고 있는 지역의 정보를 수집하여 주변에 공유한다.	○	○	◎
	디지털 예절 준수: 디지털 환경에서 문화 및 세대 간의 다양성을 인식하고, 디지털 환경에서 상호 작용하는 동안 행동 규범과 노하우 알고 지키기 • 실천적 사례: 다양한 사람들이 이용하는 페이스북, 인스타그램 등의 SNS에서 상대방의 말과 생각을 존중하여 행동한다.	○	△	◎

대영역	세부 역량	DK	DS	DA
디지털 시민의식	**개인 정보 및 프라이버시 보호**: 디지털 환경에서 자신과 타인을 개인 정보 및 프라이버시 침해 등의 피해로부터 보호하고, 개인 식별 정보의 안전한 사용법 이해하기 • 실천적 사례: '네이버, 카카오, 페이스북, 구글'등 소셜 미디어 로그인으로 타 웹사이트에 접속할 경우 수십 개의 개인정보가 유출될 수 있음을 알고, 소셜 미디어를 통한 타웹사이트 로그인을 하지 않도록 한다.	○	△	◎
	저작권 및 라이선스 이해: 저작권 및 라이선스가 데이터, 정보 및 디지털 콘텐츠에 어떻게 적용되는지 이해하기 • 실천적 사례: 자신의 창작물에 대하여 일정한 조건하에 다른 사람의 자유로운 이용을 허락하는 내용의 자유이용 라이선스인 CCL(Creative Common License)의 개념과 유형을 알고, 자신의 창작물에 CCL에 따른 라이선스나 저작자를 표기하는 방법을 안다.	○	△	◎
	신규 디지털 범죄 인식: 디지털 사회 전환에 따라 신규 디지털 범죄의 출현을 지속적으로 인식하고 민감성 갖기 • 실천적 사례: 디지털 사회에서 스마트폰 불법촬영, 불법음란물 유통 등 새로운 디지털 범죄가 지속적으로 출현함을 인식하고, 대중 매체나 학교 교육을 통해 전달되는 소식 및 예방 교육에 적극적인 태도를 갖는다.	○	△	◎
디지털 문제 해결	**디지털 문제 해결**: 디지털 환경에서 발생하는 문제를 인식하고, 문제를 구체적으로 정의하며, 필요한 데이터를 수집 및 분석하여 문제 해결책을 찾아서 적용하기 • 실천적 사례: 1박 2일간 부산국제영화제의 효율적인 관람을 위하여 영화제 홈페이지, 신문기사 등을 통해 이벤트, 영화 상영 등 필요한 데이터를 수집 및 분석하여 이벤트 참석, 영화 관람 스케줄 및 동선을 계획하고, 온라인으로 이벤트 및 영화를 사전 예매한다.	◎	◎	○
	컴퓨팅 사고 – 데이터 수집 및 패턴 인식: 적절한 데이터를 수집하여 의미를 이해하고 패턴 찾기 • 실천적 사례: 우리 학교 주변의 소음을 분석하기 위하여 1주일 동안 일정 장소, 일정 시각에 일정 시간 동안 소음 측정 데이터를 수집 및 분석하여 소음 발생 패턴을 찾는다. – 추상화: 문제를 이해하기 쉬운 단위로 나누어 관련이 없는 세부 사항은 숨기고, 관련되고 유용한 세부 정보를 모아서 주요 아이디어에 초점을 맞춤으로써 복잡성 줄이기 • 실천적 사례: 영화를 소개하는 웹사이트를 만들기 위하여 여러 영화를 보고, 각 영화를 도입, 전개, 결론으로 나누어 주요 등장인물과 중요한 스토리를 중심으로 간략하게 설명하는 자료를 만든다. – 알고리즘 설계 및 프로그래밍: 문제를 해결하기 위해 정확하게 정의된 단계를 설계하고, 이를 적용하여 컴퓨팅 시스템이 이해할 수 있는 일련의 프로그래밍 언어의 명령을 계획하고 개발하여 운영하기 • 실천적 사례: 생일을 입력하면 현재 나이를 자동으로 알려주는 컴퓨터 프로그램을 만들기 위하여 나이 계산 알고리즘을 설계하고, 이를 적용하여 엔트리나 스크래치의 필요한 명령 블록(연산 명령 블록 등)을 이용하여 프로그램을 만들고 친구들이 그 프로그램을 사용할 수 있도록 한다.	◎	◎	△

※ DK: Digital Knowldeges, DS: Digital Skills, DA: Digital Attitudes / ◎: 강함, ○: 보통. △: 약함

래사회를 살아가는 데 갖추어야 할 핵심 역량으로 자리잡을 수 있기를 바라본다. 마지막으로 4차 산업혁명 시대에 필요한 인재 양성을 위하여 초중고 교육 및 고등 교육, 나아가 시민 교육적 차원에서 고려해야 할 몇 가지를 강조하며 글을 마무리하고자 한다.

첫째, 미래사회를 변화시키는 동인 중 주요 ICT 관련 기술인 인공지능, 디지털 DNA, 블록체인, 정보 유통, 양자 컴퓨터, 디지털 데이터 경제 등을 이해하고, 이를 현실에서 활용하는 능력을 기를 수 있도록 해야 할 것이다.

둘째, 최신 ICT인 인공지능, 넥스트 딥러닝, 블록체인, 양자 컴퓨팅, 3D 프린팅 기술 혁신, 사물 인터넷과 엣지컴퓨팅 등을 포함하여 새롭게 등장하는 ICT의 개념과 원리의

기초적 이해를 도모하고, 새로운 트렌드를 놓치지 않는 감각을 기를 수 있도록 해야 할 것이다.

셋째, 지능적 자동화가 심화되는 환경을 이해하고, 인간 및 지능화된 기계와의 관계 속에서 인간의 역할을 정립할 수 있도록 인간 고유의 역량을 정립하며, 이러한 역량을 증진시킬 수 있어야 할 것이다.

넷째, 디지털 기술의 변화가 우리 생활과 개인, 경제, 산업, 정치 등 사회 전반에 미치는 영향과 기술 발달 및 사회 변화의 상호 관계 등 기술의 사회학적 관점을 다룰 수 있는 기회를 탐색해야 할 것이다.

다섯째, 디지털 기술 발달로 새롭게 나타나거나 증폭되는 기존의 문제, 즉 디지털 격차, 사이버 범죄 등의 사이버 리스크 확산, 국가 간 ICT 경쟁 심화와 디지털 냉전으로 인한 국가 간 갈등 문제 등의 딜레마를 이해하고, 이러한 문제 해결을 위한 개인을 비롯한 사회 구성원들의 역할을 탐구해야 하며, 해결책을 모색하려는 태도와 실천적 지식을 기를 수 있도록 해야 할 것이다.

여섯째, 직업세계를 변화시키는 혁신적인 디지털 기술을 이해하고, 이를 단순한 도구적 활용이 아닌 시스템적 관점에서 활용하는 능력을 기를 수 있도록 해야 할 것이다.

일곱째, 인간만이 가지고 있는 창의성, 감성, 인문적 상상력 등의 고유한 소프트스킬을 키우고, 이를 확장하는 데 디지털 기술을 적절히 접목하는 능력을 가질 수 있도록 해야 할 것이다.

여덟째, 미래 일자리 환경 변화와 미래 일자리 변화의 주요 트렌드를 알고, 트렌드 변화의 맥락을 놓치지 않는 직업적 감각을 기를 수 있도록 해야 할 것이다.

참고문헌

4차산업혁명위원회(2017). 혁신성장을 위한 사람 중심의 4차 산업혁명 대응 계획. I-KOREA 4.0

계보경(2017). 해외 디지털 리터러시 교육과정 및 프로그램 운영 동향. 한국교육학술정보원.

과학기술정보통신부(2019). 카드뉴스.

관계부처 합동(2018b). 평생 직업교육훈련 혁신 방안.

교육부(2015). 2015 개정 교육과정 총론 및 각론 확정·발표보도 자료.

김진하 (2016). 제4차 산업혁명 시대, 미래사회 변화에 대한 전략적 대응 방안 모색. KISTEP Inl, 15, 45-58.

이철현(2019). 미래사회를 위한 정보교육 프레임워크 설계. 학습자중심교과교육연구 19(12), 345-375.

이철현, 전종호(2020). 4차 산업혁명 시대의 디지털 역량 탐구. 학습자중심교과교육연구, 20(14), 311~338.

이철현(2020). AI 시대 역량 함양을 위한 실과 소프트웨어 교육의 방향. 실과교육연구 26(2), 41-64.

이현숙·김수환·김한성·이운지·임선아·박세진(2019). 2018년 국가수준 초·중학생 디지털 리터러시 수준 측정 연구. 한국교육학술정보원.

최숙영(2018). 제4차 산업혁명 시대의 디지털 역량에 관한 고찰, 컴퓨터교육학회 논문지, 21(5), 25-35.

한국교육학술정보원(2019). 해외 소프트웨어교육 운영 현황에 대한 실증 자료 분석 리포트, KERIS 이슈리포트.

European Commission Joint Research Centre(2013). DIGCOMP: A Framework for Developing and Understanding Digital Competence in Europe.

European Commission Joint Research Centre(2016). DigComp 2.0: The Digital Competence Framework for Citizens.

European Commission Joint Research Centre(2017). DigComp 2.1 The Digital Competence Framework for Citizens with Eight Proficieny Levels and Examples of Use.

European Parliament and the Council(2006). Recommendation of the European Parliament and of the Council of 18 December 2006 on Key

Competences for Lifelong Learning. Official Journal of the European Union, L394/310.

European Parliament and the Council(2008). Recommendation of the European Parliament and of the Council on the establishment of the European Qualifications Framework for lifelong learning. Official Journal of the European Union, C111/111.

Fadel, C., Bialik, M., & Trilling, B. (2015). FOUR-DIMENSIONAL EDUCATION. 이미소 역 (2016). 4차원 교육 4차원 미래역량 21세기 무엇을 가르치고 배워야 하는가? 서울: 새로운봄.

Ferrari, A., Punie, Y. & Redecker, C.(2012). Understanding Digital Competence in the 21st Century: An Analysis of Current Frameworks, EC-TEL 2012: 21st Century Learning for 21st Century Skills, Vol. 7563, 79-93

IEA(2019). Preparing for life in a digital world - IEA International Computer and Information Literacy Study 2018 International Report.

Ilomäki, L., Kantosalo, A., & Lakkala, M.(2011). What is digital competence? In Linked portal. Brussels: European Schoolnet. http://linked.eun.org/web/guest/in-depth3.

Janssen, J., Stoyanov, S., Ferrari, A., Punie, Y., Pannekeet, K., & Sloep, P.(2013). Experts' views on digital competence: Commonalities and differences, Computers & Education Volume 68, 473-481.

Joint Information Systems Committee(2014). Building digital literacies. Retrieved July 10, 2019, from https://www. jisc.ac.uk/guides/developi - digital-literacies

Lyons, A. C., Kass-Hanna, J., Zucchetti, A., and Cobo, C.(2019). Leaving No One Behind: Measuring the Multidimensionality of Digital Literacy in the Age of AI and other Transformative Technologies. Think 20(T20) Task Forece 7-The Future of Work and Education for the Digital Age of G20 2019 Japan.

Massachusetts Department of Elementary and Secondary Education (2016). Digital Literacy and Computer Science Curriculum Framework.

Organisation for Economic Cooperation and Development (2018). TRANSFORMATIVE TECHNOLOGIES AND JOBS OF THE FUTURE.

Schwab, K.(2015). The Fourth Industrial Revolution. Geneva: World Economic Forum.

Spires, H. A., Paul, C., & Kerkhoff, S. N.(2018). Digital literacy for the 21st Century. In M. Khosrow-Pour(Ed.), Encyclopedia of information science and technology(4th ed, 2235 - 2245). Hershey. PA: IGI Global.

The Ministry of Education of British Columbia(2019). British Columbia's Digital Literacy Framework. Retrieved July. 07, 2019, from https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/ education/kindergarten-to-grade-12/teach/teaching-tools/digital-literacy-framework. pdf

UNESCO(2011). Digital Literacy in Education. IITE Policy brief.

이철현(李哲賢)

현 경인교육대학교 교수이자 연구처장 및 산학협력단장이고, 학습자중심교과교육학회 및 한국인공지능교육학회 부회장을 맡고 있다. 컴퓨터 교육, 소프트웨어 교육, 인공지능 교육 등의 분야에서 70여 편의 논문을 발표하며 활발한 연구 활동을 하고 있다. 주요 저서로는 소프트웨어교육의 이해와 실제(양서원, 2016), 엔트리와 함께 하는 어린이코딩(2016) 등이 있고, 2015개정 교육과정 초중고 실과(기술·가정) 교과서 및 지도서의 대표저자이다.

효과적인 대학의 SW·AI 교육 개선 방향 제안

Proposal of Effective University SW/AI Education Plan

I. 서론

최근 4차 산업혁명과 COVID-19로 인해 다양한 산업 분야에서 소프트웨어(SW: Software)와 인공지능(AI: Artificial Intelligence)에 대한 관심이 높아지면서 초·중·고교와 대학 교육의 패러다임이 변하고 있다. 초·중·고교에서는 정보교과를 정규 교육과정에 도입하였고, 대학에서도 전공 및 교양 교과목을 통하여 다양한 SW·AI 교육을 실시하고 있다. 중·고교에서는 2018년부터 SW 교육을 정규 교과목으로 편성하였으며, '정보' 과목으로 SW 교육을 최소 34시간 이상 이수하도록 진행하고 있다. 고교에서는 기존 심화 선택에서 일반 선택으로 전환하여 SW 교육을 실시하고 있다. 초등학교는 5·6학년 학생을 대상으로 2019년부터 SW 교육을 실시하고 있다.[1]

1980년대 대학의 SW 교육은 컴퓨터개론 교과목을 필수 교양 교과목으로 지정하여 이수하도록 하였다. 그 이후 인터넷, MS-office, HWP 등 SW 활용 위주의 교육을 진행하면서 컴퓨팅 사고력 기반의 창의적 문제 해결 역량을 배양하는 SW 교육으로 한계점이 있었다. 하지만 최근 4차 산업혁명과 AI 기술의 발달로 각 산업 분야에서 SW의 중요성이 증가하면서 각 대학에서 SW·AI 교육에 대한 관심이 매우 높아졌다. 또한, 국내 2년제와 4년제 대학에서는 산업

이원주
인하공업전문대학 컴퓨터정보과 교수
wonjoo2@inhatc.ac.kr

현장에서 직무를 수행하기 위해 요구되는 지식·기술·소양 등의 내용을 체계화한 국가직무능력표준(NCS: National Competency Standards)을 활용하여 SW 교육과정을 개발하는 추세이다.[2]

특히 "대학 교육을 SW 중심으로 혁신함으로써, 학생·기업·사회의 SW 경쟁력을 강화하고, 진정한 SW 가치 확산을 실현하는 대학"을 목표로 하는 SW중심대학 사업은 2015년부터 시작하여 5년간 진행되었다. SW중심대학은 2015년도에 8개 대학, 2016년 6개 대학, 2017년 6개 대학이 선정되었고, 2018년 10개 대학, 2019년 10개 대학을 추가 선정함으로써 총 40개 대학이 선정되었다. SW중심대학은 산업 수요 기반의 전공 교육 강화 및 비전공자 SW 융합 교육, SW 가치의 사회적 확산 등 종합적인 SW중심대학 교육을 통해 SW 기반 문제 해결 능력을 갖춘 인재 양성을 목표로 한다.[3] 이러한 목표를 달성하기 위해서는 산업계 수요 기반의 교과과정 개편, 글로벌 역량 강화 프로그램 확대, 타 분야(비전공) 및 사회적 확산 유도 등이 필수적이다. 40개 SW중심대학을 대상으로 산업계 수요 기반의 교과과정 개편이 이루어졌는가?, 타 분야(비전공) 및 사회적 확산 유도를 위해 어떤 프로그램을 운영하는가? 등을 조사·분석함으로써 5년간 진행된 SW중심대학 사업의 효과를 검증하는 과정이 필요하다.

본 연구에서는 SW중심대학(40개 대학)과 국내 거점 국립대학(3개), 해외 Top10 대학(QS World University Rankings Top10)의 SW 교육과정을 비교 분석함으로써 국내 대학의 SW 교육 문제점을 파악하고 그 개선점을 찾고자 한다. 그리고 4차 산업혁명과 디지털 전환 핵심 기술, 국내 NCS 체계와의 합치성 등을 기준으로 국내 대학의 효율적인 SW 교육 방안을 제시하고자 한다.

II. 대학의 SW 교육과정 분석

SW중심대학(40개 대학)과 국내 거점 국립대학(3개 대학), 해외 Top10 대학(QS World University Rankings Top10)의 SW 교육과정을 조사하고 비교 분석한다.

1. QS World University Rankings Top10 대학의 SW 교육과정 분석

본 연구에서는 Computer Science & Information System 분야를 중심으로 QS 세계 대학 순위 (QS World University Rankings)에서 제공하는 2019년 해외 상위 10개 대학의 SW 교육과정을 비교 분석한다. 2019년

[표 1] QS World University Rankings Top10 by Subject 2019: Computer Science & Information Systems.

Ranking	University	Location
1	Massachusetts Institute of Technology (MIT)	United States
2	Stanford Univ.	United States
3	Carnegie Mellon Univ.	United States
4	Univ. of California, Berkeley	United States
5	Univ. of Cambridge	United Kingdom
6	Univ. of Oxford	United Kingdom
7	Harvard Univ.	United States
8	EPFL-Ecole Polytechnique Federale de Lausane	Switzerlland
9	ETH Zurich-Swiss Federal Institute of Technology	Switzerlland
10	National Univ. of Singapore	Singapore

QS(Quacquarelli Symonds) World University Rankings의 상위 10개 대학은 [표 1]과 같다. QS 세계 대학 순위는 영국의 대학평가 기관 QS가 1994년부터 매년 시행한 대학들에 대한 평가로 전 세계 상위권 대학의 학사 및 석사 과정 순위를 평가하고 있다.[4]

[표 1]의 해외 상위 10 대학의 SW 관련 학과 교과과정을 비교하기 위해 [표 2]와 같은 교과과정 Matrix를 작성한다. [표 2]는 교과과정 Matrix의 일부이다.

[표 2]에서 ○ 표기는 교과과정에 해당 교과목이 존재한다는 의미이고, ▲ 표기는 유사한 교과목이 존재한다는 의미이다. [표 2]의 교과과정 Matrix를 활용하여 해외 상위 10 대학의 교과과정을 비교 분석한 결과는 다음과 같다.

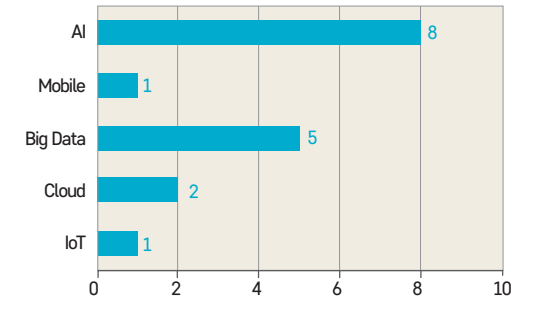
- SW 관련 학과의 핵심 교과목인 컴퓨터구조, 운영체제, 데이터베이스, 소프트웨어공학, 알고리즘은 10개 대학의 교과과정에서 모두 개설되어 있다. 그리고 이산수학, 확률통계 교과목은 80% 이상의 대학에서 교과목을 개설하고 있다.
- 프로그래밍 기초 교과목을 개설한 대학의 비율은 높지만, 실제 프로그래밍 언어의 문법을 교육하는 교과목 개설 비율은 높지 않았다. 프로그래밍 언어 관련 교과목은 C언어 또는 C++ 언어 보다 자바(Java), 파이썬(Python)을 개설한 비율이 높았다.
- 또한, 4차 산업혁명의 핵심기술인 IoT, Cloud, Big Data, Mobile, AI 관련 교과목 개설 현황은 [그림 1]과 같다.

[표 2] Curriculum Matrix of QS World Univ.

표기: ○ 해당 교과목, ▲ 유사 교과목

대학 \ 교과목		컴퓨터구조	운영제제	데이터베이스	소프트웨어공학	데이터통신	자료구조	알고리즘	시스템분석설계	•••	컴퓨터네트워크	정보보호	인공지능	기계학습	오토마타형식언어	컴파일러
해외 Top10 대학	MIT	○		○	○		○	○	○	•••			○	○	○	
	Stanford	○	○	○	○		○	○			○	○	○	○		○
	Carnegie Mellon	○	○	○	○		○	○	▲		○	○		○		○
	UC Berkeley	○	○	○	○		○	○			○	○	○	○		○
	Cambridge	○	○	○	▲		○	○			○	○	○	○	○	○
	Oxford	○		○			○	○			○	○	○	○	○	○
	Harvard	○	○	○	○		○	○	▲		○	○	○	○		
	EPFL-Ecole	▲	○	○	○			○			○	○	○	○	▲	
	ETH Zurich	○	○	○	○		○	○			○	○		○		○
	Singapore	○	○		○		○	△			○					

[그림 1] QS World University Rankings Top10 대학의 4차 산업혁명의 핵심기술 관련 교과목 분포



[그림 1]을 보면 AI 교과목을 개설한 대학의 수가 8개교로 AI 인력 양성에 중점을 두고 있다는 것을 알 수 있다.

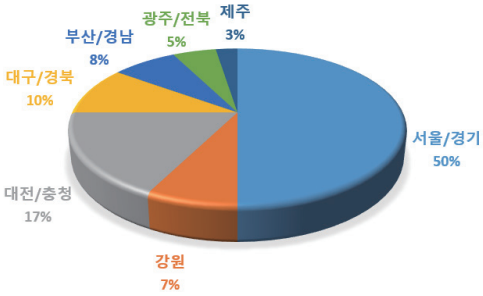
모든 대학이 PBL(Project Based Learning) 교과목을 개설하고 있다. 특히 산업체 현장에서 기술을 습득할 수 있는 인턴십 또는 산학연계 프로그램이 다양하였다. 대표적인 프로그램은 ETH Zurich-Swiss Federal Institute의 Summer Research Fellowship[5]과 National Univ. of Singapore의 UROP(Under graduate Research Opportunities Programme)[6]이다. ETH Zurich-Swiss Federal Institute의 Summer Research Fellowship은 학부 학생과 대학원생들이 여름 방학 동안 새로운 분야 연구 및 경험을 할 수 있는 프로그램이고, UROP는 학부 학생들에게 새로운 분야 연구 및 경험을 할 수 있는 프로그램이다.

2. SW중심대학의 SW 교육과정 분석

SW중심대학은 2015년도에 8개 대학, 2016년 6개 대학, 2017년 6개 대학이 선정되었고, 2018년 10개 대학, 2019년 10개 대학을 추가 선정함으로써 총 40개 대학이 선정되었다. SW중심대학의 지역 분포는 [그림 2]와 같다.

[그림 2]를 살펴보면 서울/경기 지역의 SW중심대학이 50%인 20개 대학으로 가장 많음을 볼 수 있다. 특히, 2018~2019년에 선정된 SW중심대학은 서울/경기보다는 지방 대학의 비율이 증가하였다. 이것은 지역의 균형 있는 SW 전문인력 양성을 위해 SW중심대학 선정 시 지역 안배를 고려한 결과이다. 또한, SW중심대학 사업이 5년(2015~2019) 동안 추진되면서 SW중심대학의 목표도 "SW 전문인력 양성→SW 융합형 인재 양성→4차 산업혁명을 선도하는 인재 양성→AI 융합 인재 양성"으로 전환되었다.

[그림 2] SW중심대학의 지역 분포



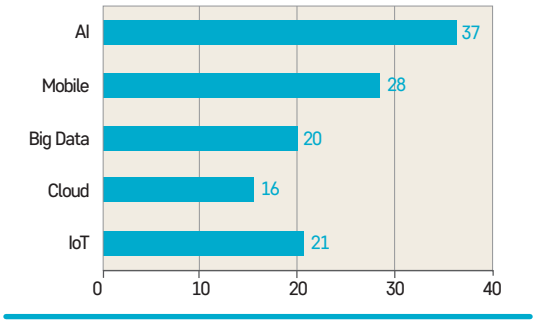
SW중심대학(40개 대학)의 SW 관련 학과 교과과정을 비교하기 위해 교과과정 Matrix를 작성하여 활용한다. SW중심대학의 교과과정을 비교 분석한 결과는 다음과 같다.

SW중심대학의 교과과정을 분석해 보면 컴퓨터구조, 운영체제, 데이터베이스, 소프트웨어공학, 자료구조, 알고리즘, 컴퓨터네트워크 등의 SW 관련 학과 핵심 교과목은 모든 대학에서 개설하고 있다. 그리고 이산수학, 확률통계 교과목을 개설한 비율은 65%로 해외 상위권 10개 대학의 개설 비율인 80%에 비해 낮은 편이다.

프로그래밍 언어 관련 교과목은 웹 프로그래밍, 자바 프로그래밍, 객체 지향 프로그래밍, 윈도우 프로그래밍, 모바일 프로그래밍 등의 교과목 개설 비율이 높았다. 파이썬 프로그래밍 교과목을 개설한 대학은 12개 대학으로 그 비율은 30%로 낮은 편이다.

SW중심대학의 4차 산업혁명의 핵심기술인 IoT, Cloud, Big Data, Mobile, AI 관련 교과목 개설 현황은 [그림 3]과 같다.

[그림 3] SW중심대학의 4차 산업혁명의 핵심기술 관련 교과목 분포



[그림 3을] 보면 AI 교과목을 개설한 대학의 수는 37개(92.5%) 대학으로 많은 대학이 AI 인력 양성에 중점을 두고 있다는 것을 알 수 있다. 클라우드 컴퓨팅 환경에 적응할 수 있는 인력 양성이 필요하지만, 관련 교과목 개설 대학 수는 16개(40%) 대학으로 낮은 편이다. 이는 클라우드 컴퓨팅 관련 수업에서 필요한 Azure, AWS(Amazon Web Service) 등의 실습 환경 구축 및 실습에 많은 비용이 소요되기 때문이다.

3. 거점 국립대학의 SW 교육과정 분석

국내 9개 거점 국립대학 중에 SW중심대학에 선정된 강원대, 충남대, 경북대, 부산대, 제주대, 충북대를 제외한 3개 대학(서울대, 전북대, 전남대)의 SW 관련 학과 교과과정을 분석한다. 거점 국립대학의 SW 관련 학과 교과과정을 비교하기 위해 교과과정 Matrix를 작성하여 활용한다. 거점 국립대학의 교과과정을 분석해 보면 다음과 같다.

컴퓨터구조, 운영체제, 데이터베이스, 소프트웨어공학, 자료구조, 알고리즘, 컴퓨터네트워크 등의 SW 관련 학과 핵심 교과목은 모든 대학에서 개설하고 있다. 그리고 이산수학, 확률통계 교과목 개설 비율도 높은 편이다.

프로그래밍 언어 관련 교과목은 웹 프로그래밍, 자바 프로그래밍 등의 교과목 개설 비율은 높았지만. 파이썬 프로그래밍 교과목을 개설 비율은 낮은 편이다.

또한, 4차 산업혁명의 핵심기술인 IoT, Cloud, Big Data, Mobile 관련 교과목 개설 비율도 낮은 편이다.

III. 효율적인 대학 SW 교육 개선 방향 제안

1. 대학의 SW 교육과정 비교 분석

해외 대학(QS World Univ. Top10), SW중심대학(40개 대학)과 국내 거점 국립대학(3개 대학)의 SW 교육과정을 비교 분석한 결과는 [표 3]과 같다.

[표 3] 대학의 SW 교육과정 비교 분석

표기: ◎ 강 ○ 보통, ▲ 약

항 목	SW 중심대학	거점 국립대학	해외 Top 10 대학
컴퓨터공학의 핵심 교과목 비중	◎	◎	◎
기본 수학 교육	◎	▲	◎
프로그래밍 언어 교육 강화	◎	○	▲
인공지능 관련 교육	○	▲	▲
4차 산업혁명 관련 교과목	◎	▲	◎
Product 기반의 교육을 위한 자기주도적 학습 교과목	◎	○	◎
SW 융합 교과목	○	▲	◎
산학연계프로그램	○	▲	◎
인턴십			
지역 사회 공헌도	◎	▲	◎
대학별 특성화	○	○	◎

[표 3]을 살펴보면 다음과 같다.

- SW중심대학, 거점 국립대학, 해외 Top10 대학 모두 SW 전공에 필수인 기본 교과목(컴퓨터구조, 운영체제, 데이터베이스, SW공학, 데이터통신, 자료구조, 알고리즘, 컴퓨터그래픽, 컴퓨터네트워크, 컴파일러, 정보보호, 인공지능 등)을 교과과정에 반영함으로써 기본적인 SW 교육에 충실함을 알 수 있다. 또한, 이산수학, 확률통계, 선형대수 등 SW 개발에 연관된 기본적인 수학 교과목을 중시하여 교과과정에 반영하고 있다.

- SW중심대학을 비롯한 국내 대학은 SW 개발언어(C, C++, Java, Python 등) 중심의 교육과정을 운영하고 있지만, 해외 Top10 대학은 SW 개발언어를 SW 융합 교과목에 포함하여 교육하고 있는 것이 특징이다.
- SW중심대학과 해외 Top10 대학은 4차 산업혁명 핵심기술(클라우드 컴퓨팅, 빅데이터, 사물인터넷 등) 교과목과 인공지능(AI), 디지털 콘텐츠 개발을 위한 가상/증강현실 관련 교과목이 다양하지만 거점 국립대학은 다소 부족한 편이다. 특히, 해외 Top10 대학은 기존의 컴퓨터공학과 의료, 바이오, 센서, 인간, 인지과학 등의 분야와 융합된 SW 융합 교과목 개설이 증가하는 추세이다. 그러나 SW중심대학은 해당 지역의 산업과 연계한 분야를 교과과정에 반영하는 것은 부족하다.
- SW중심대학과 해외 Top10 대학은 Product 기반의 교육을 위한 자기 주도적 학습이 가능한 캡스톤디자인, 종합설계 등의 교과목과 산업체 현장에서 기술을 습득할 수 있는 인턴십 또는 산학연계 프로그램이 다양하다.

2. 효과적인 대학의 SW 교육 개선 방향 제안

효과적인 국내 대학의 SW 교육을 위해서는 다음과 같은 요소들을 고려하여 교육과정을 개선하는 것이 필요하다.

① 교육과정 개발 과정에서 SW 개발자 관련 NCS 직무 분석을 기반으로 교과목을 개발함으로써 산업체 현장 적응력을 높이는 것이 필요하다.

[그림 4]의 직무 분류에서 대분류(정보통신)-중분류(정보기술)-소분류(정보기술개발)-세분류에서 SW 아키텍처, 응용 SW 엔지니어링, 시스템 SW 엔지니어링, 핀테크 엔지니어링 직무에 해당하는 능력 단위를 고려하여 교과목을 개발한다면 산업체 현장 적응력이 높은 인력을 양성할 수 있다.

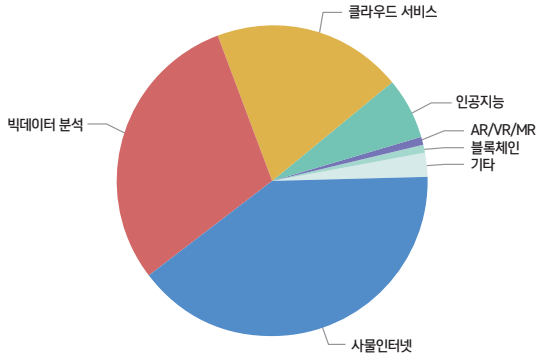
② 4차 산업혁명 핵심기술(클라우드 컴퓨팅, 빅데이터, 가상/증강현실, 사물인터넷 등)과 AI 관련 교과목을 강화하여 의료, 바이오, 센서, 인간, 인지과학 등의 다양한 분야와 융합하는 것이 필요하다. SW 신기술 분야 인력 현황은 [그림 5]와 같다.[7]

[그림 5]의 SW 신기술 분야 인력 현황을 살펴보면 4차 산업혁명 핵심기술인 사물인터넷, 빅데이터 분석, 클라우드 서비스 분야의 순서로 인력 비율이 높음을 알 수 있다. 하지만 인공지능과 AR/VR/MR 분야의 인력 비율은 10% 이하로 매우 낮음을 볼 수 있다. 따라서 인공지능과 디지털 콘텐츠 개발을 위한 AR/VR/MR 분야의 인력 양성을 위한 교과목 개설이 필요하다.

③ 프로그래밍 언어 교육은 기본적인 문법 교육 후, SW 융합 교과목에 포함하여 다양한 분야의 프로젝트를

[그림 4] 정보통신 분야 NCS 직무 분류

[그림 5] SW 신기술 분야 인력 현황



(단위 : %)

구분	2019년
사물인터넷	40.2%
빅데이터 분석	29.6%
클라우드 서비스	19.8%
인공지능	6.4%
AR/VR/MR	0.7%
블록체인	0.8%
기타	2.5%
합계	100.0%

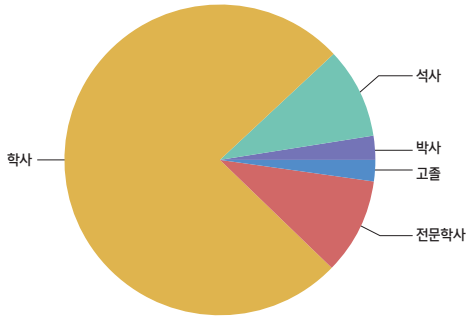
구현해 보도록 해야 한다. 또한, 응용 프로그램 개발자보다는 시스템 프로그래밍 개발자, Back-End 개발자 양성을 위한 교과목을 강화해야 한다.

④ Product 기반의 자기 주도적 학습이 가능한 캡스톤 디자인, 종합설계 등의 교과목을 강화하여 산학연계 프로젝트에 참여할 기회를 제공해야 한다.

⑤ 지역 기반의 산업체 현장에서 기술을 습득할 수 있는 인턴십 또는 산학연계 프로그램을 강화함으로써 각 지역산업에 기반한 대학 특성화 교육과정 개발이 필요하다. 특히, 각 지역산업에 기반한 산학연계 프로그램에서 중소기업 R&D 과제를 공동 수행하기 위해서는 SW 신기술 분야의 고급 인력의 참여가 필수적이다. [그림 6]은 학력별 SW 인력 현황이다.[8]

[그림 6]의 학력별 SW 인력 현황을 살펴보면 중견 기술 인력인 학사급 인력에 편중되어 있음을 볼 수 있다. 새로운 지식 창조와 4차 산업혁명 핵심기술인 사물인터넷, 빅데이터 분석, 클라우드 서비스 분야와 인공지능, AR/VR/MR 분야를 선도하고 기술적인 우위를 갖기 위해서는 석사 및 박사 인력 양성에 집중되어야 한다. 현재 과학기술정보통신부에서 추진하는 AI 대학원(8개교: KAIST, GIST, 고려대, 성균관대, 포스텍, 연세대, 한양대, UNIST)과 AI 융합대학원(4개교: 부산대, 인하대, 충남대, 한양대ERICA) 지원사업

[그림 6] S학력별 SW 인력 현황



(단위 : %)

구분	2019년
고졸	2.3%
전문학사	10.0%
학사	75.9%
석사	9.4%
박사	2.4%
합계	100.0%

은 매우 시기 적절한 사업이라 판단된다. 이 사업을 통하여 국내 SW 신기술 분야의 고급 인력들이 많이 배출되었으면 하는 바람이다.

IV. 결 론

본 연구에서는 해외 대학(QS World Univ. Top10), SW중심대학(40개 대학)과 국내 거점 국립대학(3개 대학)의 SW 교육과정을 비교 분석하였다.

해외 대학(Top10), SW중심대학, 국내 거점 국립대학 모두 SW 전공에 필수인 기본 교과목을 교과과정에 반영함으로써 기본적인 SW 교육에 충실함을 알 수 있었다. 또한, 이산수학, 확률통계, 선형대수 등 SW 개발에 연관된 기본적인 수학 교과목을 중시하여 교과과정에 반영하고 있었다. SW중심대학을 비롯한 국내 대학은 SW 개발언어 중심의 교육과정을 운영하고 있지만, 해외 Top10 대학은 SW 개발언어를 SW 융합 교과목에 포함하여 교육하고 있었다. 4차 산업혁명 핵심기술(클라우드컴퓨팅, 빅데이터, 가상/증강현실, 사물인터넷 등) 교과목과 AI 관련 분야에 대하여 해외 대학(Top10), SW중심대학은 다양 교과목을 개설하였지만 거점 국립대학은 다소 부족한 편이었다. 또한, SW중심대학과 해외 Top10 대학은 Product 기반의 교육을 위한 자기 주도적 학습이 가능한 캡스톤디자인, 종합설계 등의 교과목과 산업체 현장에서 기술을 습득할 수 있는 인턴십 또는 산학연계 프로그램이 다양하였다. 하지만 국내 대학은 해당 지역의 산업과 연계하여 특성화된 교육과정에 개발은 부족하였다. 또한, SW 신기술 분야에는 고급 인력에 포함되는 석사 및 박사 인력 비율이 낮았다. 따라서 SW중심대학 사업은 4차 산업혁명 핵심기술(클라우드컴퓨팅, 빅데이터, 가상/증강현실, 사물인터넷 등) 교과목과 AI 관련 분야의 인력 양성뿐만 아니라 산업 수요 기반의 전공교육 강화 및 비전공자 SW 융합 교육, SW 가치의 사회적 확산 등 SW 기반 문제 해결능력을 갖춘 인재 양성에 큰 역할을 하였다. 또한, SW 신기술 분야의 석사 및 박사 인력 양성하기 위한 AI 대학원과 AI 융합대학원 지원사업은 매우 시기적절하고 효과적인 사업이라 판단된다. 마지막으로 해외 대학(QS World Univ. Top10), SW중심대학(40개 대학)과 국내 거점 국립대학(3개 대학)의 SW 교육과정을 비교 분석한 결과를 바탕으로 효과적인 대학 SW 교육 모델을 제안하였다.

참고문헌

[1] https://www.zdnet.co.kr/view/?no=20190319161849
[2] https://NCS.go.kr/index.do
[3] http://www.swuniv.kr/
[4] https://www.topuniversities.com/university-rankings/university-s
[5] https://www.inf.ethz.ch/studies/summer-research-fellowship.html
[6] https://www.comp.nus.edu.sg/programmes/ug/project/urop/
[7] https://stat.spri.kr/posts/view/23014?code=stat_manpower
[8] https://stat.spri.kr/posts/view/23013?code=stat_manpower

이원주(李元柱)

현 인하공업전문대학 컴퓨터정보과 교수, (사)소프트웨어교육혁신센터 센터장, (사)한국컴퓨터정보학회 수석부회장이다. 또한, SW교육봉사단 단장으로서 사회배려계층과 장애 청소년을 위한 SW교육봉사에 참여하고 있다.

· 저서
- 아두이노 소프트웨어 튜터(복두출판사, 2014.12.)

· 논문
- "A Study on Software Education Donation Model for the Social Care Class", Journal of The Korea Society of Computer and Information(2019.1.)
- "A Study on the Improvement Scheme of University's Software Education", Journal of The Korea Society of Computer and Information(2020.3.)

· 수상
- 33회 정보문화의달 유공 포장[근정 포장(제119157호)]

GovTech와 공공 생태계 혁신

GovTech and Innovation of Public Sector Ecosystem

Executive Summary

전자 정부에서 디지털 정부로 탈바꿈하는 거대한 사회 경제적 지형 변화의 흐름에, 이제 한국도 동참하기 시작했다. 그간의 성공을 일궈낸 '정부와 대기업 주도의 공공 소프트웨어 혁신 생태계'가 변화하는 길목에 서 있는 것이다. OECD에서 주창한 디지털 정부가 궁극적으로 지향하는 바는 공급자가 아닌 '사용자 요구'에서 시작하여 새로운 아이디어와 기술로 문제를 해결하고, 정부가 즉각적으로 직접 구매하는 경로를 연결하면서도, 스타트업의 참여를 포괄하는 '균형 잡힌 혁신 기반 생태계'를 조성하는 것이다.

위와 같은 거시적인 변화 속에서 디지털 정부로의 전환을 추동하는 새로운 유망 트렌드인 'GovTech의 성장'이 눈에 띈다. GovTech란 민간 스타트업과 기술 기업이 사용자의 요구를 충족시키는 혁신적인 제품과 서비스를 제공함으로써 정부·공공의 문제를 해결하는 영역을 모두 총칭한다. 제4차 산업혁명 시대를 주도하기 위한, 디지털 경제·정부 정책과 같은 정부의 역할이 특히 강조되고 있는 이 시기에는 기존 공공SW 생태계에서 활동하던 기업뿐 아니라 스타트업과 신규 기술 기업의 유입이 자유로운 GovTech 생태계의 조성의 필요성이 매우 크다.

강송희
선임연구원
dellabee@spri.kr

김숙경
초빙교수(KAIST)
bigcandy0@gmail.com

이에, 이슈리포트는 GovTech 글로벌 동향 및 모범 정책 사례를 살펴보고, 한국 공공SW 생태계 혁신을 위한 시사점을 도출하고자 한다. 수평적이고 균형 잡힌 협업 구조가 중요한 종합 지식 산업인 SW 산업에서 스타트업 등 새로운 혁신 주체들의 참여와 기존 혁신 주체들과의 협력이 극대화될 수 있는 방법을 모색해 본다. 특히, 개방성과 공정성을 담보로 지속가능한 혁신 성장을 이끌 수 있도록 다양한 혁신 주체를 균형 있게 포용해야 함을 역설한다.

Korea is also beginning to participate in the huge socio-economic landscape shifting from e-government to digital government. The "public software innovation ecosystem led by the government and conglomerates" that has achieved success so far is on the path of change. The ultimate goal of the digital government advocated by the OECD is to start with 'user demands' rather than suppliers, solve problems with new ideas and technologies, and connect the channels that the government immediate purchases directly, while encouraging the participation of startups. It is to create an 'inclusive innovation ecosystem'.

Amidst the macroscopic changes as described above, the new promising trend "GovTech's growth" stands out, which is driving the transition to digital government. GovTech refers to all areas where private sector startups and technology firms solve government and public problems by providing innovative products and services that meet the needs of users. In this period when the role of the government, such as digital economy and government policies, is particularly emphasized to lead the era of the 4th industrial revolution, the GovTech ecosystem is very important.

Accordingly, this issue report looks at GovTech's global trends and best practices, and attempts to derive implications for innovation in the Korean public software ecosystem. In the software industry, which is a comprehensive knowledge industry where a horizontal and balanced collaboration structure is important, the ways to maximize the participation of new innovators such as start-ups and cooperation with existing innovators should be explored thoroughly. In particular, it emphasizes the need to embrace a variety of innovation actors in a balanced manner so that they can lead sustainable innovation and growth by ensuring openness and fairness.

Ⅰ 연구 배경

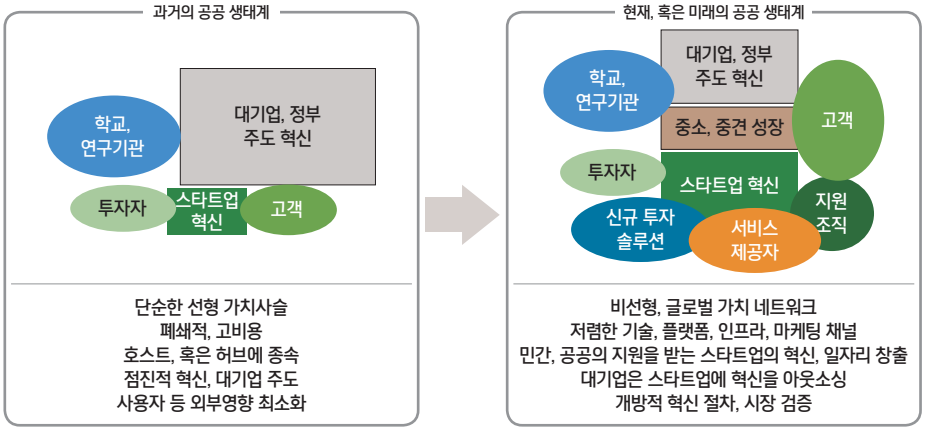
■ **(글로벌 혁신 생태계의 변화) 기존 대기업 주도의 점진적 혁신 생태계가 사회, 기술 혁신의 중추인 스타트업과 같은 니치*를 포괄하도록 진화 중**

* 니치 : 주로 소규모의 기업이 다른 기업에서 제공하지 않는 제품 또는 서비스를 제공할 수 있는 기회, 혹은 그 기회에 적합한 영역, 위치, 또는 틈새

○ **(혁신의 중추)** 다층적 접근론(Geels, 2002;2011)에 따르면 메가 트렌드와 같은 사회기술적 지형 변화와 스타트업 등의 니치가 혁신을 점화·발전시키는 핵심임

○ **(혁신 생태계 변화)** 선형 가치사슬을 바탕으로 하는 기존의 혁신 생태계가 사용자와 상호작용하는 비선형적 가치 네트워크로 발전하면서 스타트업 중심으로 개방적인 프로세스를 통해 진화하고 있음

[그림 1] 혁신 생태계 변화의 메가 트렌드



※ 출처 : Geels(2011); Startup Commons(2020)를 바탕으로 저자 수정

■ **(디지털 정부로의 전환) OECD(2014;2019)는 이러한 트렌드를 반영하여 기존 전자 정부에서 디지털 정부로의 생태계·거버넌스 전환이 필요함을 주장함**

전자 정부(E-Government)

· 정부가 정보 통신 기술 (ICT), 특히 인터넷을 더 나은 정부를 달성하기 위한 도구로 사용하는 것

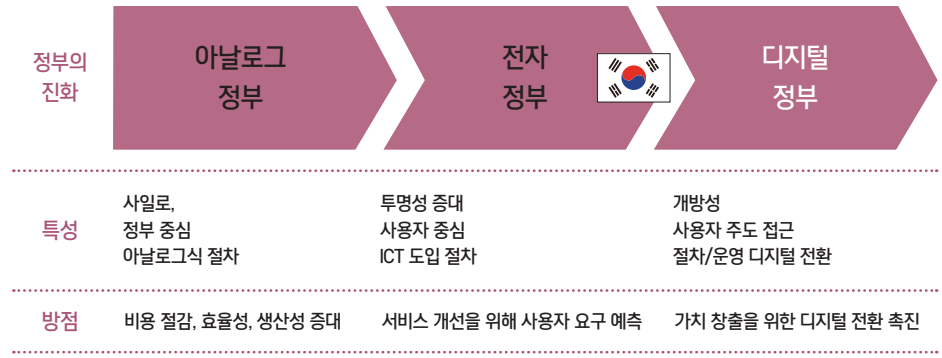
디지털 정부(Digital Government)

· 공공 가치를 창출하기 위한 통합된 정부 현대화 전략의 일환으로 디지털 기술을 사용하는 것

· 디지털 정부 생태계는 데이터, 서비스, 콘텐츠의 생산과 접근을 지원하는 정부, 비정부 조직, 기업, 협회, 개인으로 구성

■ **(전환과 정체의 분기점) 전자 정부 세계 1위였던 한국은 기존 참여 기업과 SI 중심의 공공SW 정책에서 사용자 주도 접근을 강조하고 스타트업을 포용하는 디지털 정부로의 성공적 전환과 정체의 분기점에 서 있음**

[그림 2] 정부의 단계별 진화



※ 출처 : OECD(2019) 바탕으로 저자 수정

○ **(공공생태계의 진입장벽)** 공공 서비스의 특성상 검증되고 안전한 제품을 선호하는 경향이 있고, 조달 절차의 공정성·투명성을 강조하다보니 벤처·스타트업 소외 문제가 업계에서 지적되어 왔으며 지속적으로 개선 중임

- **(기존 나라장터 공공 조달)** 신제품을 개발했더라도 인증을 받지 못했거나 유사 납품 실적이 부족하면 입찰 자격을 얻을 수 없음

* 일례로 '다수공급자' 계약 조항은 시장에 해당 제품(용역)과 비슷한 품질·성능을 제공하는 3개 이상의 업체가 있어야 하고, 각 업체가 3천만 원 이상의 거래 실적이 있어야 한다고 규정하고 있음

- **(벤처나라를 통한 공공 조달)** 2016년 10월에 신설된 벤처·스타트업을 위한 창구로 조달청 기술인증을 받으면 등록할 수 있고, 2천만 원 이하 사업은 수의계약이 가능

디지털 기술의 발전과 공공 서비스에 대한 기대치가 높아지는 것에 대응하여, 세계 정부는 개방과 실험, 협력을 강화하도록 사용자 주도로, 스타트업을 포용하도록 진화 중임

➜ 한국도 스타트업을 포함하는 새로운 유형의 협업 관계를 장려하고, 집단 지성으로 발굴한 아이디어를 사회 전반에 확산하기 위해 니치 혁신에 친화적이고 개방된 디지털 정부 생태계로 탈바꿈할 필요가 있음

Ⅱ GovTech의 개념과 사례 연구 방법

1. GovTech의 개념

■ **(개념) 사회 현안들의 실질적인 해결을 위해 스타트업 친화적인 디지털 정부 생태계를 조성해야 한다는 기치 아래 GovTech*가 출현하게 되었음**

○ GovTech*는 여러 기관에서 다양한 정의를 내리고 있으나, 이 보고서에서는 영국 디지털 서비스국(UK Government Digital Service)의 통합된 정의를 사용함

[표 1] GovTech에 대한 다양한 정의

출처	연도	GovTech의 정의	참고문헌
PWC (컨설팅)	2016	현대 첨단 기술을 사용하는 기업가들이 현존하는 관례와 규범을 탈피하여 사용자가 정말 원하는 혁신적인 제품과 서비스를 제공하는 것	Gov.Tech: The Power to Transform Public Services in the UK
Public.io (벤처캐피탈)	2017	공공 서비스에 적용되고, 공익, 혹은 정부의 목적을 위해 특별히 설계된 새로운 기술	State of the UK GovTech Market
GovTech Research (컨설팅)	2016	GovTech 솔루션은 정부, 시민, 기업의 문제나 필요성을 해결하는 혁신적인 서비스	GovTech: The Sector Set to Revolutionise Public Services
PA (컨설팅)	2018	GovTech는 더 나은 공공 서비스를 제공하고 정부가 보다 효율적이고 효과적인 방식으로 일할 수 있도록 돕는 새롭고 다른 방법을 제공하는 솔루션	Internal CO: Govtech Strategic Market Review
CivTech (스코틀랜드 정부)	2018	Civtech는 공공 부문의 전문 지식과 민간 부문의 창의성을 결합하여 실제 문제를 해결하고, 신제품을 개발하고, 모든 사람에게 더 빠르고 쉬운 서비스를 제공함	CivTech Website
UK GDS* (영국 디지털 서비스국)	2018	GovTech는 디지털 정부를 추동하는 글로벌 트렌드로서, 민간 분야 스타트업과 기술 기업이 사용자의 요구를 충족시키는 혁신적인 제품과 서비스를 제공함으로써 정부·공공의 문제를 해결하는 새롭고 촉망되는 분야	Technology Innovation in Government Survey

※ 출처 : UK GDS(2018)를 참조하여 저자 수정

■ **(GovTech 생태계의 진단) 중남미개발은행(2020)에서 GovTech생태계를 진단하고 분석하기 위해 개발한 GovTech Index 2020에서는 정부 정책, 조달 체계, 혁신 주체의 세 가지 차원으로 나누어 다음의 질문하에 세부 지표를 구성함**

○ **(정부 정책)** 신기술을 적용한 혁신 제품에 대한 수요가 있는가?
○ **(혁신 주체)** 문제 해결을 위한 신기술을 제공하는 중소·스타트업이 있는가?
○ **(조달 체계)** 정부와 스타트업이 기존 조달 체계에서 쉽게 협력할 수 있는가?

2. 사례 연구의 목적과 방법

■ **(연구의 목적) 앞서 GovTech 모범 사례를 확보한 영국, 싱가포르, 폴란드의 사례를 분석하여, 한국의 공공SW 생태계 혁신을 위한 시사점을 도출하고자 함**

■ **(연구의 방법) GovTech 생태계 지표(중남미개발은행, 2020)를 구성하는 세부 지표들을 선별하여 지표 체계를 재구성한 후, 영국, 싱가포르, 폴란드, 한국의 고유한 국가적 맥락을 파악하고 모범 정책 사례를 분석함**

- 정부 정책은 정책 환경과 디지털 정부로, 혁신 주체는 스타트업의 혁신 환경과 디지털 환경, 산업 환경으로, 조달 체계는 조달 체계와 문화로 구성된 세부 분야에 대해 가용 데이터를 중심으로 대표 세부 지표를 선정하였음

* GovTech 생태계 현황을 지표에 근거하여 분석한 것은 모범 사례의 시사점을 국가별 고유 맥락을 고려하여 도출하기 위함임

[표 2] GovTech 생태계 현황 분석을 위한 지표 체계

정부 정책		혁신 주체(스타트업)			조달 체계	
정책 환경	디지털 정부	혁신 환경	디지털 환경	산업 환경	조달 체계	조달 문화
• 디지털 사업 모델 정책 적응 가능성 (Worldbank, 2019)	• 전자 정부 순위 (UN, 2018)	• 세계 스타트업 생태계 가치 (Startup Genome, 2020)	• 기술동인 : ICT 도입율 순위 (OECD, 2019)	• 기업 창업 절차 소요 비용(인구당 GNI의 %) (Worldbank, 2019)	• 정부 정책의 예측 가능성 (OECD, 2019)	• 정부 효율성 (OECD, 2019)
		• 인구당 디지털 기술 수준 (Worldbank, 2019)	• 세계 공개 데이터 지수 (Global Open Data Index, 2015)			• 부패인식 수준 (Transparency International, 2019)

※ 출처 : CAF and Oxford Insights(2020), GovTech Index 2020을 참조하여 저자 수정

■ **(사례의 선정) GovTech 트렌드 선도 사례를 보유한 국가들의 배경을 위 지표에 기초하여 종합하고 모범 사례를 국가적 맥락을 고려해 분석함**

○ 국가별 GovTech 생태계 지표를 바탕으로 관찰해 보면 GovTech 생태계는 전반적으로 영국이 한국·싱가포르보다 활성화되어 있고, 폴란드는 한국·싱가포르보다 아직 미약한 상황임

[표 3] 국가별 GovTech 생태계 지표

분야	구분	세부 지표	평균	영국	한국	싱가포르	폴란드
정부 정책	정책 환경	디지털 사업모델 정책 적응가능성 (1낮음-7높음)	3.60 (세계)	4.89	4.31	5.59	3.49
	디지털 정부	전자 정부 지표(EGDI) 순위	-	7	2	11	24
혁신 주체	혁신 환경	글로벌 스타트업 생태계 가치	-	92억$ (2위, 런던)	39억$ (20위, 서울)	21억$ (17위)	- (미분류)
		인구당 디지털 기술 수준 (1낮음-7높음)	4.20 (세계)	4.94	4.99	5.58	4.27
	디지털 환경	글로벌 공개 데이터 지수	-	76 (2위)	50 (23위)	50 (23위)	-
		ICT 도입 순위	-	31	1	5	51
	산업 환경	기업 창업 절차 소요 비용 (1인당 GNI 대비 %)	3.7 (OECD)	0.1	14.6	0.4	11.6
조달 체계	조달 체계	정부 정책의 안정성, 예측 가능성	-	4.6	3.83	6.35	2.9
	조달 문화	정부 조달 효율성	-	1.34	1.18	2.23	0.66
		부패 인식 수준 지표 (0부패함-100깨끗함)	43 (세계)	77 (12위)	59 (39위)	85 (4위)	58 (41위)

※ 출처 : OECD(2019), Global Open Data Index(2015), Startup Genome(2020), Worldbank(2019), UN(2020), Transparency International(2019), 2020년 8월 접속

Ⅲ 주요국 GovTech 사례

1. 영국

(총평) 영국은 전 세계 GovTech 거래의 약 2.1%를 차지(유럽: 5%)하는 강건한 스타트업 생태계와 예측 가능하고 기민한 정부 정책 및 조달 체계를 보유했음

[표 4] 영국 GovTech 생태계

분야	구분	세부 지표	평균	영국	한국
정부 정책	정책 환경	디지털 사업모델 정책 적응 가능성 (1낮음-7높음)	3.60 (세계)	4.89	4.31
	디지털 정부	전자 정부 지표(EGDI) 순위	-	7	2

분야	구분	세부 지표	평균	영국	한국
혁신 주체	혁신 환경	글로벌 스타트업 생태계 가치	-	92억$ (2위, 런던)	39억$ (20위, 서울)
		인구당 디지털 기술 수준 (1낮음-7높음)	4.20 (세계)	4.94	4.99
	디지털 환경	글로벌 공개 데이터 지수	-	76 (2위)	50 (23위)
		ICT 도입 순위	-	31	1
	산업 환경	기업 창업 절차 소요 비용 (1인당 GNI 대비 %)	3.7 (OECD)	0.1	14.6
조달 체계	조달 체계	정부 정책의 안정성, 예측 가능성	-	4.6	3.83
	조달 문화	정부 조달 효율성	-	1.34	1.18
		부패 인식 수준 지표 (0부패함-100깨끗함)	43 (세계)	77 (12위)	59 (39위)

※ 출처 : OECD(2019), Global Open Data Index(2015), Startup Genome(2020), Worldbank(2019), UN(2020), Transparency International(2019), 2020년 8월 접속

(정책 사례) GovTech Catalyst(GTC)는 혁신 디지털 기술을 사용하여 사회 현안을 해결하는데 2천만 파운드(한화 약 300억 원)를 지원하는 프로그램임

- 공공 부문이 특정 사회문제의 해결을 제안하고 아이디어만 가진 기업도 입찰에 참여할 수 있는 방식으로 추진하며, GTC 절차가 끝나면 해당 솔루션을 정부가 구매를 보장토록 함
  - 영국 중앙정부와 지자체가 제안한, 혁신적인 디지털 기술을 적용하여 공공 서비스 개선이나 비용 절감이 가능한 현재 솔루션이 부재한 현안을 대상으로, 2019년 8월까지 3차 공모에 걸쳐 총 15개 과제를 발굴, 지원하였음

[표 5] GTC 발굴 과제 내용

1차(2018)	2차(~2019)	3차(~2019)
테러리스트 식별, 분류 및 분석	소방담당관 안전보장, 운영혁신	新 모빌리티 서비스 운행 네트워크 관리 시스템
쓰레기 이동 경로 추적	공공 감사 데이터 가이드라인	센서를 활용한 주거 환경 모니터링
지방 고립 및 소외 해소	국경 밀수품 식별 및 추적	신규 주택건설 가속화를 위한 지리공간 지능화
교통 혼잡 해결	사업 규제 간 충돌 식별	성인 사회 복지 서비스 예측과 연계
지방정부 서비스 혁신을 위한 데이터 지능화	의료기관 이동 시 처방 조제의 지속성 보장	자연보호 목적의 스코틀랜드 토지이해와 사용계획

※ 출처 : UK Government(2020)

  - 공급 업체는 2단계로 구분된 개방적이고 투명한 절차로 입찰에 참여함

[표 6] GTC 입찰 상세 프로세스

대구분	세구분	설명
1단계	공급 업체 탐색	• SBRI 경쟁 절차에 따라 각 도전과제에 혁신적인 솔루션을 제안
	프로토타입 작성	• 1단계 최종 5개의 후보군에 선정된 공급 업체는 GovTech Fund 지원으로 솔루션 개발
		• 기술혁신 및 상업화 가능성을 탐색하는 것이 목표 • 연구개발서비스계약을 체결하고 보안 허가 취득 후, 합의된 시작일부터 최대 12주 내 완료
2단계	평가	• 1단계를 통과한 5개의 업체들이 참여하여 1년간 최대 2개사 선정 • 공공 운영환경에서 테스트하며, 사용자 요구를 효과적으로 해결하는 솔루션 선정
	구현	• 공급 업체와 사용자와의 지속적인 연구 및 테스트를 기반으로 1단계 프로토타입이 완전한 솔루션으로 발전할 수 있도록 개발 및 테스트를 포함하여 최대 1년간 지원 • 사용자와 테스트한 최종 프로토타입을 제공하고, 공개 베타 출시를 위한 베타 워크숍 추진
최종 선정	조달 및 채택	• 2단계 솔루션 확보 후에는 자체 조달 프로세스에 따라 사업 사례를 작성, 솔루션 구매 추진

※ 출처 : UK Government(2020)

■ (시사점) 공공 부문 경험이 없으나 혁신적인 아이디어와 역량을 보유한 스타트업 등 신규 업체의 진입장벽이 낮고 직접 구매와 연결 → 국내 경직된 사업자 선정 방식과 구별됨

○ 영국의 모범 정책 사례인 GTC는 아이디어 발굴과 구매 프로세스가 직접 연계되어, 기업이 합의된 기간 내에 연구개발을 반복 지원받아 최종 솔루션을 개발하면 정부가 구매를 보장하는 절차로 진행됨

2. 싱가포르

■ (총평) 싱가포르는 영국보다는 스타트업 생태계의 역동성이나 규모가 약소하지만 선진 조달 체계를 보유하고 있으며 디지털 정부 추진 동력이 큰 편임

[표 7] 싱가포르 GovTech 생태계

분야	구분	세부 지표	평균	한국	싱가포르
정부 정책	정책 환경	디지털 사업모델 정책 적응 가능성 (1낮음-7높음)	3.60 (세계)	4.31	5.59
	디지털 정부	전자 정부 지표(EGDI) 순위	-	2	11

분야	구분	세부 지표	평균	한국	싱가포르
혁신 주체	혁신 환경	글로벌 스타트업 생태계 가치	-	39억$ (20위, 서울)	21억$ (17위)
		인구당 디지털 기술 수준 (1낮음-7높음)	4.20 (세계)	4.99	5.58
	디지털 환경	글로벌 공개 데이터 지수	-	50 (23위)	50 (23위)
		ICT 도입 순위	-	1	5
	산업 환경	기업 창업 절차 소요 비용 (1인당 GNI 대비 %)	3.7 (OECD)	14.6	0.4
조달 체계	조달 체계	정부 정책의 안정성, 예측 가능성	-	3.83	6.35
	조달 문화	정부 조달 효율성	-	1.18	2.23
		부패 인식 수준 지표 (0부패함-100깨끗함)	43 (세계)	59 (39위)	85 (4위)

※ 출처 : OECD(2019), Global Open Data Index(2015), Startup Genome(2020), Worldbank(2019), UN(2020), Transparency International(2019), 2020년 8월 접속

■ **(정책 사례) 정부 기술국(GovTech, Government Technology Agency)을 구성하고, 2020 GovTech 조달 혁신을 위한 3대 신규 파트너십 모델을 발표함(2019.5.)**

○ 사회 현안의 해결을 위해 기존에는 분리되어 있던 해커톤과 조달 프로세스를 연계하여, 아이디어와 솔루션을 수집한 후 이를 정부가 직접 구매

○ 장기계약을 통해 공급 업체와 협업하여 공동 개발을 추진할 것이며, 한화 2.35조 원 이상 조달 규모의 80%(2018년 60%)가 중소기업이 될 것이라 전망

- 특히 NDI(National Digital Identity)* 내 인증 기관 관리, 생체 인식 및 부정 탐지 분석 등의 핵심 분야에 이러한 장기적인 공동 개발 계약 방식을 활용할 계획이라 발표함

* NDI는 싱가포르의 6대 스마트 국가 전략 프로젝트 중 하나로 멀티클라우드 기반으로 추진되는 기존 인증 시스템(SingPass) 기반의 디지털 자격 증명, 인증, 승인 및 동의를 위한 민간과 공공의 국가 공통 신뢰 플랫폼

○ 대규모 입찰에 동적 계약을 사용하여, 계약이 진행되는 동안 새로운 요구사항을 추가하거나 새로운 공급 업체를 추가할 수 있으며, 협업을 장려하고 제품·서비스에 적용된 기술의 진부화를 방지

■ **(시사점) 아이디어의 발굴과 구매 프로세스가 직접 연계되며, 공동 개발을 위한 장기계약이 장려되고 요구사항 변경과 업체 추가가 자유로운 동적 계약을 적용**

→ 국내의 공모전과 조달의 단절, 운영 및 유지관리 중심의 장기계약, 감사 대상이 되는 까다로운 계약변경 절차와 차이가 있음

3. 폴란드

■ **(총평) 주요국 중 가장 불리한 여건의 GovTech 생태계를 보유했으나 조달 체계 혁신을 위한 발빠른 대응전략 발표(2019)를 통해 GovTech 프론티어로 성장함**

[표 8] 폴란드 GovTech 생태계

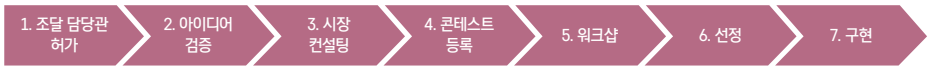
분야	구분	세부 지표	평균	한국	폴란드
정부 정책	정책 환경	디지털 사업모델 정책 적응 가능성(1낮음-7높음)	3.60(세계)	4.31	3.49
	디지털 정부	전자 정부 지표(EGDI) 순위	-	2	24
혁신 주체	혁신 환경	글로벌 스타트업 생태계 가치	-	39억$ (20위, 서울)	- (미분류)
		인구당 디지털 기술 수준(1낮음-7높음)	4.20(세계)	4.99	4.27
	디지털 환경	글로벌 공개 데이터 지수	-	50(23위)	-
		ICT 도입 순위	-	1	51
	산업 환경	기업 창업 절차 소요 비용(1인당 GNI 대비 %)	3.7(OECD)	14.6	11.6
조달 체계	조달 체계	정부 정책의 안정성, 예측 가능성	-	3.83	2.9
	조달 문화	정부 조달 효율성	-	1.18	0.66
		부패 인식 수준 지표(0부패함-100깨끗함)	43(세계)	59(39위)	58(41위)

※ 출처 : OECD(2019), Global Open Data Index(2015), Startup Genome(2020), Worldbank(2019), UN(2020), Transparency International(2019), 2020년 8월 접속

○ **(정책 사례)** 사회 현안 해결을 위해 디자인 콘테스트 《GovTech Polska》를 개최하여 공정한 기준에 따라 동등하게 경쟁토록 블라인드 평가로 진행함

- 조달 담당관이 허가한 사회 현안에 대하여 최소한의 실행 가능한 제품(MVP, Minimum Viable Product)과 제품의 비전을 제시한 참여자들의 아이디어를 블라인드로 평가하여 검증 및 결선 진출자를 선정
- 결선 진출자가 공공 서비스가 제공되는 환경과 동일한 지정된 환경에서 정상 동작하는 최종 프로토타입을 제출하면 워크샵을 통해 우승작을 선정하고, 정부가 즉시 구매함
- 2018년도에는 한 과제당 평균 50개 기업이 참여하였으며(기존은 보통 2-3개 기업만 입찰했으며, 43%가 단독 입찰됨), 최종 우승자는 대부분 공공 시장에 참여 경험이 전무했던 250명 미만 직원 규모의 중소기업들이었음

[그림 3] 디자인 콘테스트 절차



출처 : Nurfilzah Rohaidi(2019)를 바탕으로 저자 작성

- 주요 과제와 채택된 솔루션 사례의 효과

* 국경지대 컨테이너 스캔 기계학습 알고리즘 개발(차량 스캔 1시간 → 수초 내로 단축)
* 쓰레기 수거 경로 최적화 알고리즘 개발(수거 지출 비용 25% 절감)
* 디지털 리터러시 지원 도구 개발(인터넷 소비 패턴을 기반으로 대상 지역 선정 및 캠페인 설계/집행 지원)

■ **(시사점) 참여 범위를 스타트업과 개인까지 확대했고, 기존 상용화된 제품이 없어도 참여 가능한데다 블라인드로 평가되어 참여도가 높았고, 패스트트랙 조달 계약 체계를 신설하여 기존과 별도의 자금 조달 경로를 통해 추진 → 공공 조달 경험이 있는 기업들만 유리한 국내 사업자 선정 및 계약 환경, 최소 3개월 이상의 복잡하고 긴 계약 기간 등과 차이가 있음**

4. 한국

■ **(총평) 한국은 신기술을 도입하기 위한 공공 수요가 충분히 있고, 기술력 있는 중소·스타트업 기업 환경도 높은 수준이나, 공공 부문 혁신을 위해 정부와 스타트업이 기존 조달 체계에서 충분히 협업하기에는 다소 어려움이 따름**

○ 혁신 주체를 위한 환경과 정부 정책 등의 분야에서 상대적으로 우위를 점하고 있으나, 조달 체계 부문의 정부 효율성과 부패 방지 통제 수준에서 혁신을 창출하기 어려운 경향성을 보이고 있음

[표 9] 한국 GovTech 생태계

분야	구분	세부 지표	평균	영국	한국	싱가포르	폴란드
정부 정책	정책 환경	디지털 사업모델 정책 적응 가능성 (1낮음-7높음)	3.60 (세계)	4.89	4.31	5.59	3.49
	디지털 정부	전자 정부 지표(EGDI) 순위	-	7	2	11	24
혁신 주체	혁신 환경	글로벌 스타트업 생태계 가치	-	92억$ (2위, 런던)	39억$ (20위, 서울)	21억$ (17위)	- (미분류)
		인구당 디지털 기술 수준 (1낮음-7높음)	4.20 (세계)	4.94	4.99	5.58	4.27
	디지털 환경	글로벌 공개 데이터 지수	-	76(2위)	50(23위)	50(23위)	-
		ICT 도입 순위	-	31	1	5	51
	산업 환경	기업 창업 절차 소요 비용 (1인당 GNI 대비 %)	3.7 (OECD)	0.1	14.6	0.4	11.6
조달 체계	조달 체계	정부 정책의 안정성, 예측 가능성	-	4.6	3.83	6.35	2.9
	조달 문화	정부 조달 효율성	-	1.34	1.18	2.23	0.66
		부패 인식 수준 지표 (0부패함-100깨끗함)	43 (세계)	77 (12위)	59 (39위)	85 (4위)	58 (41위)

※ 출처 : OECD(2019), Global Open Data Index(2015), Startup Genome(2020), Worldbank(2019), UN(2020), Transparency International(2019), 2020년 8월 접속

■ **(정책 사례) 디지털 정부혁신 추진계획(2019)에 '시민참여를 위한 플랫폼 고도화'를 위한 세부 과제로 사회문제 해결을 위한 시민의 아이디어가 시민 주도(개인·팀·기업)로 구현되어 정책으로 현실화되는 '도전. 한국' 플랫폼이 포함됨**

○ '도전. 한국' 사업은 포상금 2.5억 원과 지원금 10억 원 등 총 13여 억 원 규모로, 2020년 6월~9월까지 아이디어를 공모하여 선정 후 후속 지원 예정임

- **(심사 기준)** ① 문제 해결 가능성(문제의 해결 가능성 및 목표 달성도), ② 실현 가능성(예산, 기술에 따른 실현 가능성), ③ 독창성(기존 해결방식과의 차이점 및 독창적인 점) 등을 종합적으로 고려하여 평가함
- **(심사 방식)** 서면 평가 후 우수 후보작을 선정하여 대면 심사함(PT 발표 등)
- **(숙성 지원)** 제안자 및 부처 수요를 반영하여 아이디어 숙성을 지원함

* 민간 전문기관 등 전문가를 활용하여 기술 지원·자문, 디자인 개발, 시스템 구성 및 컨설팅 등 아이디어 숙성을 지원함

- **(정책화)** 부처 협의를 통한 정책 반영 및 필요 시 R&D 사업 연계 등

* 결과 창출을 위해 단계적 접근이 필요한 경우, 다년도 추진 과제로 선정하고 관련 부처 협의를 통해 단계적으로 추진할 계획임

* 사안에 따라 1천만 원~1.5억 원을 지원하고, 필요 시 R&D나 시제품제작 지원 및 문제해결과 관련된 공개 가능한 데이터를 함께 제공함(개인정보는 익명화 조치 후 제공)

[표 10] 도전. 한국 절차와 과제의 내용

문제 발굴 (~2020년 5월)	아이디어 공모, 시상 (6월~11월 초)	아이디어 숙성 지원 (일정 미정)	정책 환류 (일정 미정)
• 과제 공모 (정부부처 및 국민) • 전문가 검토 (행정연구원 등)	• 해결방안 공모 (국민 누구나) • 심사 및 시상 (최대 5천만 원 포상)	• 아이디어 고도화 지원 (전문기업 기술 지원, 전문가 자문 등)	• 정부 정책 반영 • 유관부처 연계사업 추진 지원(R&D, 시제품, 창업 등)

과제 구분	제목	상금	소관부처
과제 1	반려동물 유기 예방	3천만 원	농림축산식품부(동물복지정책과)
과제 2	해양쓰레기 탐지 및 제거	5천만 원	해양수산부(해양보전과)
과제 3	쓰레기 불법투기 감소	1천만 원	환경부(폐자원관리과)
과제 4	보이스피싱 예방	5천만 원	경찰청(수사과), 금융위원회(전자금융과), 과학기술정보통신부(통신이용제도과)
과제 5	소방차 전용구역 불법주차 방지	1천만 원	소방청(화재대응조사과)
과제 6	소각산불 예방	3천만 원	산림청(산불방지과)
과제 7	1인 여성가구 안전 확보	3천만 원	여성가족부(권익지원과), 경찰청(여성안전기획과)
과제 8	금연, 흡연 구역 구분	1천만 원	보건복지부(건강증진과)
과제 9	고령층 디지털 격차 해소	3천만 원	과학기술정보통신부(소프트웨어산업과)

※ 출처 : 행정안전부(2020), "도전. 한국 아이디어 공모 공고문"

■ **(시사점) 기존 대기업, 정부 주도 혁신 생태계에서 규모는 작지만 스타트업의 참여를 장려하기 위한 시도가 시작되었으며, 사용자 요구에서 시작하여 직접 구매로 이어지는 혁신 조달 경로의 강화가 필요**

Ⅳ 요약과 시사

■ **대기업과 정부가 주도했던 공급 중심의 '전자 정부'가 사용자 요구에서 시작하고 스타트업을 포괄하는 균형 잡힌 혁신 생태계 기반의 '디지털 정부'로 전환 중임**

■ **이러한 추세 속에서 스타트업의 공공 시장 참여기회를 확대하고 자금 접근성을 높이며 제품을 상업화할 수 있는 환경을 제공하려는 GovTech가 출현함**

■ **디지털 정부로 전환하기 위한 GovTech 활성화 정책 방향은 민간 주도 디지털 정부, 혁신 주체 포용, 조달 체계 혁신의 세 분야로 나누어 살펴볼 수 있음**

○ **(민간 주도 디지털 정부)** 민간이 주도하는 디지털 정부 생태계와 거버넌스를 조성하기 위해 더 성숙한 GovTech 투자 및 사업 환경*을 마련할 수 있도록 공공 부문 현안 해결에 새로운 스타트업과 투자자 세력의 관심을 유도해야 함

* 미국 GovTech Fund는 2014년에 시작된 이래 2,500만 달러 규모의 펀드를 통해 19개 스타트업에 투자했으며, 주차, 양육, 채권 발행, 식품 안전 및 연금 등 다양한 분야의 공공 서비스 운영 현대화를 위한 기술을 개발

- 사회 문제를 소관 부처가 아닌 중요도·시급성에 따라 먼저 정의, 분류하고 이와 함께 아이디어 발굴에 활용할 수 있는 데이터를 투명하게 공개함

○ **(혁신 주체 포용)** 산업 육성을 위해 기업 업력, 규모별 역할을 고려하여, 조달 예산과 절차를 별도로 분리하여 중소·신생 기업에게는 진입 장벽을 낮춰주고, 장수 중소·중견 기업에게는 성장 사다리를 강화할 수 있도록 기회 제공

- **(다양성과 균형의 중요성)** 종합 지식 산업인 SW 산업은 다양한 혁신 주체들의 수평적인 협업 구조가 산출물의 품질 제고와 사업 성과 증대에 효과적임[1]
- **(협업 장려 필요)** 공동계약(컨소시엄 등)이나 협력을 장려하기 위해, 사업 제안 시 지분율과 분담 내용·역할을 명시하거나, 장기적인 파트너십 관계를 우대하는 기준을 추가하면 협업이 활성화될 것으로 판단됨

* **(대기업)** 통합·관리·표준화 능력이 뛰어난 대기업은 중소기업, 스타트업과 협력하거나 장기적인 파트너 관계를 맺고, 민간투자형 공공SW 사업 참여 등 공공 부문 신기술 도입을 위한 브로커 역할을 할 수 있음

1 Cole and Nakata(2014), "The Japanese Software Industry: What Went Wrong and What Can We Learn from it?"

* **(신생·중소·중견기업)** 신생 기업은 관례와 상식을 파괴하는 새로운 아이디어나 솔루션 제공 능력이 돋보이고, 중소기업은 하도급 등을 통해 요소 기술을 제공하면서 성장하며, 중견기업은 뛰어난 중개 역량을 보유했음

- **(조달 체계 혁신)** 공공 부문과 조달 기관은 중소기업·스타트업 참여 확대와 기술 중심 공공 서비스 혁신을 위해 GovTech 트렌드를 참조하여 조달 문화·규제 환경을 혁신할 필요가 있음
  - **(패스트트랙 조달)** 기존 공공SW 조달 체계와 별도로 스타트업, 초기 중소기업 대상 패스트트랙 조달 체계(예: 사용자 주도 혁신 조달 제도의 마련과 예산 분리 등) 신설을 고려해 볼 필요가 있음
  * 전자 정부를 위한 정보화 업무 개발·고도화 또는 단순 유지관리 사업 수행을 위한 사업자 선정에 적용하는 기존 조달 체계를 디지털 정부혁신 혹은 GovTech 사업에 적용하는 것을 지양토록 해야 함
  * 혁신적인 아이디어가 필요한 문제해결형 신규 사업들은 유사 사업 실적이 있을 수 없어, 사업 성격에 맞는 평가 기준을 사용할 필요가 있음 → 패스트트랙 조달 체계에서 중소·신생기업에 대한 평가 기준(유사 사업 실적, 기업 신용도 등) 완화 요구를 수용함
  - **(사용자 주도)** 사회 문제 해결을 위한 사용자 요구와의 직접적인 연계를 위해서 해커톤 등의 공모와 위 패스트트랙 조달 체계를 직접 연결함
  - **(장기·동적 계약 확산)** 기술 진부화를 방지하고 공동 작업과 협업을 장려하기 위해 장기·동적 계약을 장려하고 모범 사례를 만들어 확산할 필요도 있음

참고문헌

1. 국내문헌

- 행정안전부(2016.4.), “전자정부2020 기본계획”
- 관계부처합동(2017.3.), “지능형 정부 기본계획”
- 관계부처합동(2018.12.), “6차 정보화 촉진 기본계획(2018-2022)”
- 과학기술정보통신부·한국정보화진흥원(2019.3.), “공공·민간 대상 신서비스 발굴·확산을 위한 2019년 국가디지털전환 사업설명회 자료집”
- 관계부처합동(2019.7.), “혁신지향 조달 방안”
- 관계부처합동(2019.10.), “디지털 정부 추진계획”
- 행정안전부·한국정보화진흥원(2019.4.), “민간 주도형 전자정부 서비스 아이디어 공모 설명자료”
- 행정안전부(2020.1.), “국민 집단지성 프로젝트 ‘도전. 한국’ 시행, 대한민국 정책브리핑”
- 행정안전부(2020.3.), “디지털 정부혁신을 위한 서비스 아이디어 공모전 안내(3.30.~5.7.)”
- 관계부처합동(2020.6.), “포스트 코로나 시대의 디지털 정부혁신 발전계획”
- 소프트웨어정책연구소(2020), “혁신조달을 통한 중소·벤처 SW기업의 공공조달 참여동향”
- 「조달사업법」전면 개정안 시행(2020.10.1.)
- 「소프트웨어진흥법」전면 개정안 시행 예정(2020.12.)

2. 국외문헌

- Cole, R. E., & Nakata, Y(2014), "The Japanese Software Industry: What Went Wrong and What Can We Learn from it?" California Management Review, 57(1), 16-43. https://doi.org/10.1525/cmr.2014.57.1.16
- Geels, F. W(2011), "The multi-level perspective on sustainability transitions: Responses to seven criticisms. Environmental innovation and societal transitions" 1(1), 24-40
- OECD(2014), "Recommendation of the Council on Digital Government Strategies"
- OECD and IDB(2016), "Broadband Policies for Latin America and the Caribbean: A Digital Economy Toolkit"
- PWC(2016), "Gov.Tech: The power to transform public services in the UK"
- Accenture(2018), "Harnessing Technology To Transform Public Service Delivery And Outcomes"
- OECD(2019), "Digital Government Review of Sweden Towards A Data-Driven Public Sector"
- CAF and Oxford Insights(2020), "The GovTech Index 2020: Unlocking the Potential GovTech Ecosystems in Latin America, Spain and Portugal"

3. 기타

- Gov.UK(2020), "[Guidance] Govtech Catalyst Overview" https://www.gov.uk/guidance/govtech-catalyst-overview
- US GovtechFund(2020), "Homepage" http://govtechfund.com
- Global Open Data Index(2015), "Homepage" https://index.okfn.org/
- Nurfilzah Rohaidi(2019.5.30.), "Singapore reveals 2020 GovTech procurement plans" https://govinsider.asia/innovation/singapore-reveals-2020-govtech-procurement-plans-industry-briefing/
- Nurfilzah Rohaidi(2019.6.4.), "Exclusive: How Poland is building GovTech's new frontier" GovInsider, https://govinsider.asia/innovation/govtech-poland-procurement-reform-hackathons-justyna-orlowska-antoni-rytel/
- OECD(2019), "Data" http://www.oecd.org/
- Worldbank(2019), "Data" https://www.worldbank.org/
- Startup Commons(2020), "From Innovation Ecosystems to Startup Ecosystems" https://www.startupcommons.org/from-innovation-ecosystems-to-startup-ecosy stems.html
- Startup Genome(2020), "Homepage" https://startupgenome.com/
- UN(2020), "Data" http://www.un.org/

비대면 시대, 건축과 부동산에서의 XR공간 활용과 현황

The Use and Status of XR Space in Architecture and Real Estate During the Non-face-to-face Era

Executive Summary

코로나19로 인하여 비대면 문화의 확산으로 전 산업 분야에서 디지털 전환이 가속화되고 있다. 이에 의료, 제조, 국방, 교육, 엔터테인먼트, 건축 등 다양한 산업에 접목할 수 있는 XR(실감기술)이 부상 중이다. 특히, 전통적으로 저차원적 기술로 인식되었던 건축과 부동산 분야에서 물리공간과 XR의 융합에 의한 XR공간의 수요가 폭발적으로 증가하고 있다.

본고에서는 TOE 프레임워크 분석방법론을 통해 XR공간의 필요성을 도출하였고, 물리공간에서 XR공간으로의 전환에 따른 기대효과를 살펴보았다. 이는 XR공간의 기술혁신으로 인해 산업생태계의 변화, 시간·비용절감, 생산력 증대, 안전보장, 사회적 가치실현 등으로 새로운 부가가치 창출이 예상된다. 따라서 XR공간 기술을 선도하고 활용하는 사례로 해외을 조사하고 분석하였다. 마지막으로 XR공간을 활용하고 확대하기 위한 정부와 기업의 역할을 전문가 의견을 토대로 분석하여 반영하였다.

남현숙
선임연구원
hnam@spri.kr

Due to the spread of non-face-to-face culture due to COVID-19, digital transformation is accelerating in all industries. Accordingly, XR(immersive technology), which can be applied to various industries such as medical, manufacturing, defense, education, entertainment, and architecture, is emerging. In particular, in the fields of architecture and real estate, which were traditionally recognized as low-dimensional technologies, the demand for XR space is exploding due to the fusion of physical space and XR.

In this paper, the necessity of the XR space was derived through the TOE Framework analysis methodology, and the expected effects of the transition from physical space to XR space were examined. This is expected to create new added value due to technological innovation in the XR space, such as changes in the industrial ecosystem, time and cost reduction, increase in productivity, security guarantee, and social value realization. Therefore, overseas research and analysis were conducted as examples of leading and utilizing XR space technology. Finally, the role of the government and companies to utilize and expand the XR space was analyzed and reflected based on expert opinion.

Ⅰ 연구배경

■ 코로나19로 인하여 물리공간에서의 활동이 급격하게 위축되면서 이의 대안으로 비대면 기술요소인 XR*에 주목

* XR(실감기술)은 VR(가상현실), AR(증강현실), MR(혼합현실), HR(홀로그램) 등을 총칭

○ 코로나19 사태로 전 산업에서 디지털 전환의 가속화를 위한 노력이 증대

- 사회적 거리두기, 자가격리 등 일상 내 비대면·비접촉 문화 확산으로 물리공간에서 활동이 위축됨에 따라 재택근무[1], 온라인 거래, 원격의료, 비대면 강의 등 수요가 폭발적으로 증가함

* 미국 원격의료에 대한 선호도 조사에서 2019년 11%에서 2020년 5월에는 76%로 급상향됨[2]

- 코로나19는 전 분야의 비대면 디지털 전환 가속화[3]를 가져옴

* 금융 분야는 AI, 블록체인 기술을 활용한 핀테크 도입 및 비대면 고객 서비스 강화

* 국내 3월 온라인 유통업체의 매출은 전년 동월 대비 50% 증가로 유통 분야는 오프라인에서 온라인 채널 재편 가속화를 위한 투자증가

1 Deloitte(2020), "How Covid-19 contributes to a long-term boost in remote working"
2 McKinsey(2020.5.), "Telehealth: A quarter-trillion-dollar post-COVID-19 reality?"
3 PWC(2020.4.), "코로나19가 가져올 구조적 변화 : 디지털 경제 가속화"

- 풍부한 정보제공[4] 과 상호소통[5] 이 가능한 비대면 기술요소의 핵심인 XR에 주목
  - XR은 사람들이 생활하고 일하고 소통하는 방식을 기존 물리공간에서 비대면 XR공간* 전환
  * 본고에서 XR공간(XR Space)은 물리공간과 XR의 융합으로 사용자가 경험하는 비대면 가상환경(Virtual Environment)에서 인지되는 공간으로 정의
  - XR은 사용자가 3차원 물체를 만지고, 조작하고, 입력 가능한 다기능 상호작용으로 기존 물리공간에서의 경험과 같은 현실적인 몰입감을 제공

특히, 전통적으로 저차원적 기술(Low-Tech)산업으로 인식되었던 건축과 부동산 분야에서 새로운 부가가치 창출 및 산업생태계 생존을 위해 XR 활용이 부상[6]

- **(기존)** 물리적 공간에 있는 실물 혹은 장소에 관한 건축 설계, 분양 시공, 부동산 매매 등의 다양한 작업을 위해 여러 이해관계자와의 대면 기반으로 작업이 이루어짐

- **(혁신)** 대면 위주의 작업을 XR 기반 인프라 구축을 통해 다양한 이해관계자들과의 원격협업이 가능해짐
  - **(생태계 혁신)** 기존의 복잡한 부동산 산업의 거래구조를 XR과 융합하여 언제 어디서든지 시간과 공간에 제약 없이 공급자와 수요자가 XR공간에서 부동산 거래를 할 수 있는 XR 기반 인프라를 구축하고 부동산 산업의 새로운 거래 생태계를 구축
  - **(활용확대)** 주거공간, 상업·산업공간, 역사·문화공간 등 물리공간에서 가상 부동산, 가상 투어, 가상 스테이징*, 가상 전시관, 원격 건축 관리 등으로 XR공간 활용이 확대 중
  * 스테이징은 건축물, 부동산 등의 상품을 더 좋은 가격으로 판매하기 위해 상품을 꾸미고 장식하는 단계

- **(수요증대)** 코로나19 위기로 부동산, 건축 현장, 관광, 전시회 등 기존 물리공간과 XR의 융합에 대한 수요가 폭발적으로 증가함
  - **(부동산 매매)** 중국의 VR 기반 부동산 플랫폼 기업 Beike Zhaofang의 2020년 2월 가상주택 조회수는 동년 1월 대비 35배[7] 증가하였고, 중국 내 120곳 이상 도시에서 400만 개가 넘는 가상 투어가 제공되는 중
  - **(부동산 분양)** 국내 올림플래닛은 자체 개발한 실감형 부동산 솔루션을 활용해 주택업계에 '실감형 사이버 모델하우스'를 제공하며 현재까지 국내외 100여 개 사이버 모델하우스 제작 보유[8]

4 R. L. Daft, et al.(1986), "Organizational information requirements, media richness and structural design" Management Science, 32(5), 554-571
5 M. Mihelj, et al.(2013.9.3.), "Virtual Reality Technology and Applications"
6 M. Noghabaei, et al.(2020.3.13.), "Trend Analysis on Adoption of Virtual and Augmented Reality in the Architecture, Engineering, and Construction Industry" Data 2020.5.26.
7 https://supchina.com/2020/03/12/coronavirus-real-estate-agents-in-china-embrace-virtual-house-tours/
8 http://www.cnews.co.kr/uhtml/read.jsp?idxno=2020042802035089201 26

- **(건설 관리)** 미국 OpenSpace는 코로나19로 건설 현장 내 감독·관리 인력감소에 대응하기 위해, 비대면 서비스 구축을 통해 건설현장 감독 추적을 실시중[9]

[그림 1] 물리적 공간과 XR의 융합 : XR공간

※ 출처 : 김승배(2020) "프롭테크 시대, 디벨로퍼의 공간사업 전략", VU. City 웹페이지, 국립중앙박물관 웹페이지, SPRi 재구성

■ 물리공간과 XR공간에 대한 의미 해석과 해외·국내 기업의 XR공간의 활용 사례 분석을 통하여 XR공간 산업성장 및 생태계 확산을 위한 정책 방안 논의가 필요

- 코로나19로 인해 물리적 공간에서의 활동 위축으로 이의 대안으로 XR공간 의미를 재해석이 필요
- TOE 프레임워크[10] 분석방법론을 통해 건축과 부동산 분야에 XR융합에 대한 필요성을 도출하고 기대효과를 예상
- XR공간 기술을 선도하고 있는 해외기업과 국내기업의 사업영역, 발전방향, 사업현황 및 투자동향에 대해서 살펴보고, 이들 기업의 분석을 통해 주요 특성을 도출
- XR공간을 확대하기 위한 정부의 정책 방안 및 기업의 역할에 대한 논의가 필요

9 https://venturebeat.com/2020/05/20/how-ai-and-remote-collaboration-tools-could-help-the-construction-industry-get-back-to-work/
10 L. G. Tornatzky, et al.(1990), "Technology, organization, and environment framework"

Ⅱ 비대면 시대, XR공간의 가속화

XR 기술혁신에 따라 XR공간의 창출

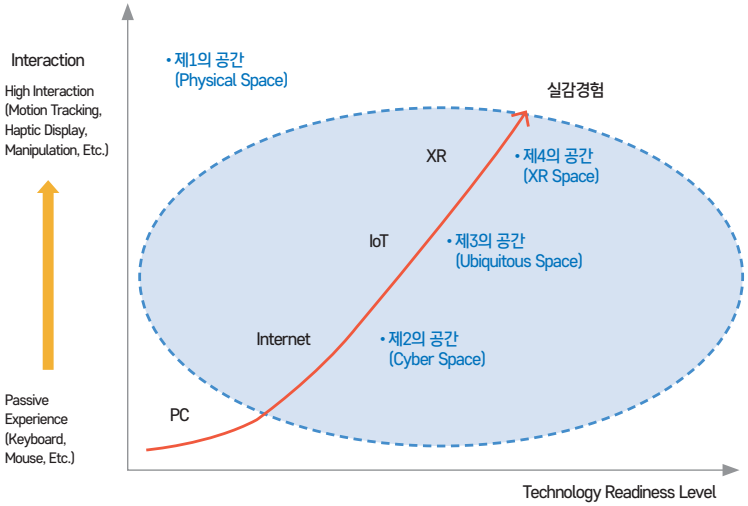
- 물리공간은 일정 영역이나 거리를 가진 빈 곳으로 "장소나 영역으로 지칭되는 특정한 3차원적 간격이나 시간의 간격"을 의미[11] [12]
  - 시각적 공간은 우리의 시야를 통해 인식되는 모든 공간
  * 인간은 삼차원적 존재로 3차원의 공간에서 보고 듣고 상호작용을 하며 움직이는 존재

- 물리공간의 용도에 따라 주거공간, 역사·문화공간, 산업·상업공간 등으로 분류[13]
  - 국내 공간자산 총량은 38억 6,087만 Sqm(1인당 74.5 Sqm)이며, 주거공간이 전체 공간의 47.1%(1인당 35.1 Sqm) 차지

- 기술 고도화 및 혁신으로 인해 제1의 공간인 물리공간에서 제4의 공간인 XR공간으로 진화 중[14]
  - **(제1의 공간, Physical Space)** 인간의 삶과 역사가 녹아 있는 공간으로 건축, 부동산, 전시, 공연 등이 이뤄지는 실제 3차원 물리공간
  - **(제2의 공간, Cyber Space[15])** 컴퓨터 네트워크를 통해 온라인으로 데이터를 저장할 수 있는 공간으로 이 공간은 거리나 다른 물리적 한계에 의해 제한되지 않는 개념적인 전자공간
  * 온라인 정보유통, 게임, 에듀테인먼트 등 아바타로 표현이 가능
  - **(제3의 공간, Ubiquitous Space)** 물리공간과 전자공간이 결합한 공간으로 사람, 컴퓨터, 모든 사물을 거대한 네트워크를 통하여 인간 생활공간 전체가 연결된 공간
  * 센서기술 및 사물인터넷(IoT) 기술을 바탕으로 정보의 수집·관리·활용이 가능
  - **(제4의 공간, XR Space)** 제1의 공간에서부터 제3의 공간과 XR의 융합으로 사용자가 경험하는 가상환경(Virtual Environment)에서 인지되는 공간
  - XR공간은 매체의 풍부성과 상호소통적인 인터랙션을 통해 공간에 대한 정확하고도 풍부한 정보제공으로 완전한 몰입감을 주어 실감경험을 제공

11 이경아(2011), "공간디자인 감성-경험 모델과 평가 도구의 개념모델 개발에 한 연구"
12 메리디안 웹스터 사전, http://www.merriam-webster.com
13 국토교통부(2019), "2019 건축물현황통계"
14 유동환(2013), "제4공간과 전시스토리텔링" 인문콘텐츠(31), 193-210.
15 William Ford Gibson(1948), "Neuromancer"

[그림 2] 기술, 몰입감, 상호작용이 강화된 XR공간



※ 출처 : Strategy Analytics(2020), 유동환(2013) "제4의 공간과 전시스토리텔링", SPRi 재구성

- **(기술요소)** XR공간을 제작하기 위해 물체에 대한 3차원 위치와 방향에 대한 정보가 요구되며 이에 VR/AR이 핵심 기술요소임[16] [17]
  - **(VR)** Full 3D 기반으로 지형에 대한 고도 등을 시각화하여 3D 기능을 더욱 향상시켜 지형에 대한 이해를 돕고, VR 사용자가 공간 세부 사항을 명확하게 인식하며 지형의 높이와 깊이를 해석하는 데 도움을 줌
  - **(AR)** 지형정보 등 특정 부분만을 시각화하고 실제의 환경과 합성되거나 중첩하여 가상 객체 투영을 통해 현실을 보완한 기술

* Google 맵 AR 모드, 디지털 고도 데이터 등의 활용 혹은 도시 설계 및 계획에 AR을 활용하는 경우는 기존 네트워크를 식별하고 계획하는 데 도움을 줌

16 Aukstakalnis Steve(2018), "실전 증강현실 : AR과 VR기술, 애플리케이션 그리고 인적요인"
17 https://www.archdaily.com/

Ⅲ TOE 프레임워크 분석을 통한 XR공간의 필요성 도출 및 기대효과

■ 코로나19로 인한 거시적 환경 및 기업의 일하는 방식의 변화와 비대면 기술의 발전에 따른 산업생태계 변화의 필요성을 TOE 프레임워크 분석을 통해 도출

TOE 프레임워크 분석

- **(목적)** 코로나19 이전과 이후 비대면 XR공간 기술의 필요성을 TOE 프레임워크를 통해 분석 및 도출
- **(배경)** TOE 프레임워크는 기술혁신을 위한 제약과 가능성을 모두 나타내며, 기업이 새로운 기술의 필요성을 파악, 검토, 도입하는 방식에 영향을 줌
- **(TOE 프레임워크)** 기업이 기술혁신을 도입하고 구현하는 과정은 기술적 배경, 조직적 배경, 환경적 배경에 의해 영향을 받는다고 설명, 이에 관한 최초 연구는 Tornatzky & Fleischer[18]에 의해 진행됨
  - **(T: Technology Context)**
    기업과 연관된 내부 및 외부 기술 모두를 의미하며 ①현재 기업에서 사용하고 있는 기술 ②시장에서는 가능하지만, 기업에서 채택하지 않는 기술을 포함
    * 기술혁신 단계에는 세 가지 기술유형(점진적, 합성적, 불연속적인 기술변화)
  - **(O: Organization Context)**
    기업의 규모 및 경영 구조와 같은 기업의 특징과 일하는 방식 등과 같은 기업의 문화를 의미
  - **(E: Environmental Context)**
    기업의 경쟁업체들, 미시경제의 배경, 그리고 규제적 환경 요소들을 포함

- **(기술(T) 변화)** 건축과 부동산 분야에서 디지털 전환이 가속화되면서 비대면 기술요소인 XR에 주목
  - 비대면 기술의 핵심요소는 XR
  - 기존 물리공간에서 XR공간으로의 전환은 건축과 부동산 분야에 디지털 전환 가속화에 기인, 공간 데이터의 자유로운 활용도, 시·공간의 제약 없이 비대면 XR공간 체험이 가능하도록 제공함

- **(조직(O) 변화)** 코로나19 상황에서는 기업 내 일하는 방식의 변화로 비대면 재택근무, 원격협업 등이 확대
  - 코로나19로 인해 대면 기업조직에서 비대면 스마트워크로의 가속화[19]
  * 코로나19 창궐 이후 글로벌 기업의 재택근무 시행 비중 88%(Gartner, 2020)
  * 복잡한 이해관계로 구성된 기존 대면방식의 부동산 업무처리 방식에서 비대면 XR을 활용한 XR공간에서의 업무처리 방식으로 전환[20]

18 L. G. Tornatzky, et al.(1990), "Technology, organization, and environment framework"
19 PWC(2020.4.), "코로나19가 가져올 구조적 변화:디지털 경제 가속화"
20 https://www.sedaily.com/NewsView/1Z1JAVO8PI

- **(환경(E) 변화)** 코로나19로 인해 촉발된 사회의 변화로 비대면 서비스에 대한 차별화된 가상체험 공간에 대한 요구 증대
  - 코로나19 사태에 따라 비대면·비접촉 공간 형태의 차별적이며 독립적 형태 요구 증가[21]
  - * 국내는 비대면 기술에 익숙한 에코 부머(EB 세대)와 밀레니얼 세대가 시장을 주도하면서 비대면 온라인서비스 요구가 가속화될 전망

- **(기술혁신 필요성)** 기술, 일하는 방식, 환경의 변화에 따른 비대면서비스의 수요 증대로 XR공간 창출의 필요성
  - 건축과 부동산 분야에 새로운 부가가치 창출과 산업생태계의 생존을 위함
  - 비대면 XR공간 창출로 기존 물리공간을 VR 기반 부동산, 가상 스테이징, 가상 전시회, 가상 투어 등으로 전환의 필요성

[표 1] TOE 프레임워크 분석을 통한 XR공간의 필요성

변화영역	코로나19 이전		코로나19 이후
Technology (T → T')	• 2D 도면 건축 시뮬레이션 및 제어 시스템이 여전히 많이 존재 • 고객 데이터 등 데이터 활용 어려움	➡	• 물리적 공간을 비대면 XR 기반 디지털 트윈 기술로 전환 • 디지털화된 고객 데이터 기반 맞춤형 시뮬레이션 활용
Organization (O → O')	• 개발자, 시공사, 금융사, 광고인, 상담사 등 이해관계자들과의 대면 작업을 위한 조직 • 대면 기반 건설 현장 관리 감독 인력 조직	➡	• 건축 개발, 마케팅, 상담, 분양, 중개, 유통, 현장 관리 등을 XR공간을 활용하여 비대면 작업을 위한 일하는 방식의 변화 • 비대면 원격 기반 건설현장 관리 감독을 위한 인력 조직
Environment (E → E')[22]	• 대면 환경 • 오프라인 리테일 쇠퇴의 시작 • 역 디지털화의 필요성 대두 • 공유경제의 가속화	➡	• 비대면 환경 • 오프라인 리테일 쇠퇴 가속화 • 역 디지털화의 가속화 • 공유경제의 쇠퇴 • 차별적, 과시적, 체험공간, 팝업공간 요구 증대
물리공간에서 XR공간의 전환	• 건축, 부동산 등 대면 중심으로 이해관계자들과의 협업으로 물리적 공간에서 이루어짐 • 부동산, 물리적 스테이징, 전시관 등 물리공간 기반 • 건축이 제조업 및 Low-tech 기반	➡	• 비대면 XR공간 창출 • 가상 투어, 가상 부동산 플랫폼, 가상 스테이징, 가상 전시관 등 XR공간의 확대로 이어짐 • 건축이 High-tech 기반으로 중심 이동 • 양적 생산에서 가치 창조로 새로운 부가가치 창출

※ 출처 : 코리아부동산 & 프롭테크 대전망 2020 자료, 올림플래닛, Matterport, Press Search, SPRi 재구성

21 김경민(2020.6.19.), "부동산 대전망: 코로나 이전과 이후-부동산 패러다임은 어떻게 변화할 것인가?"
22 김경민(2020.6.19.), "부동산 대전망: 코로나 이전과 이후-부동산 패러다임은 어떻게 변화할 것인가?"

공간용도별 물리공간에서 XR공간으로의 전환에 따른 기대효과 예상

○ **(기대효과)** 기존 물리공간에서 XR공간으로의 전환은 산업 생태계의 생존과 시간·비용 절감, 생산력 증대, 안전보장, 사회적 가치실현 등 새로운 부가가치 창출이 예상됨

- XR공간 도입으로 각 공간의 용도별 수요와 공급자 간의 기대효과 예상
- 주거, 역사·문화, 도시디자인, 산업·건축, 지리의 물리공간을 XR공간으로 전환 시 예상되는 기대효과

* XR공간 용도별 전문가들의 '현장의 목소리'를 통해 들어본 기대효과

[표 2] XR공간 전환을 통해 본 기대효과

XR공간 용도별	기대효과 내용
주거 XR공간	• 부동산 등 거주 XR공간은 사업자와 소비자 간의 불필요한 절차를 줄이고 사회적 가치실현 전망 • (공급) 사업자는 XR공간을 통해 ①분양 사무소 등 설비 비용 절감 ② VR을 통해 실제로 가보기 어려운 지형 등 제공 ③사회적 가치실현으로 현수막, 전단지 등 비용 절감 등이 가능 • (수요) 분양매물에 대해 ①XR을 활용한 사전 가상 체험 ②대기시간 불필요 ③XR을 활용하여 투명한 실감 경험 획득 ④고객맞춤형 시뮬레이션 및 커스터마이징 등이 가능
역사·문화 XR공간	• XR공간 데이터 및 플랫폼 등을 공유하여 부처별 중복 개발 투자 방지 및 콘텐츠 생산, 유통 인프라 확보 • (공급) 한 번의 XR 인프라 구축으로 전 지역에서 관람이 가능, 현장 관리 인력 감축 가능, 관람 시간 외에도 수익 창출 • (수요) 전염병 확산 방지 기간에 전시회, 박물관, 컨퍼런스 등에 대한 장소 방문이 불필요, 대기시간 불필요, XR을 통해 실감경험 제공
도시디자인 XR공간	• 실세계와 동일한 가상의 3차원 공간에 XR을 통해 도시 내에 필요한 건물, 시설물, 조경 등을 설치해 보고 상호 의견을 조율하는 등 도시개발, 재개발 등에 소요되는 프로세스 단축 • (공급) ① 도시디자인 설비비용 절감 ② VR을 통해 실제로 시뮬레이션이 가능한 현실 기반 XR공간 등 제공 ③ 시민참여를 통한 실시간 의견수렴으로 시간, 비용 절감 등이 가능 • (수요) ① XR을 통한 사전 가상 체험 가능 ② 의견 소통시간 단축 ③ 온라인을 통한 투명한 정보 획득 ④ 커스터마이징을 통한 참여 의견의 명확한 제시 등이 가능
산업·건축 관리 XR공간	• 원격으로 산업현장 및 건축현장에 대한 정보를 실시간 제공 • (공급) 직접 현장에 가지 않고도 시공 진행 과정을 확인하는 등 현장 관리, 시설 관리 및 도면 3D BIM 모델 기능을 제공 • (수요) 시공간 제약 없이 원격으로 건축현장 관리 및 감독 가능
지리 XR공간	• 재난·재해 발생지역의 지리공간에 대한 데이터의 제공으로 사전 대비방안 도출이 가능하고 이에 따라 국민의 안전이 보장됨 • 고가의 H/W 및 인프라 구축 없이 가상공간을 활용하여 전 세계를 대상으로 실제감 있는 훈련을 지원 • (공급) XR공간을 통해 ① 산사태, 홍수, 침수, 화재 등 재난·재해 발생 시뮬레이션 가능 ② VR을 통해 실제로 경험할 수 없는 실내·외 재난·재해 지역의 체험 기회 제공 ③ 지리공간 특성에 따른 재난·재해 사회적 대응도 향상 • (수요) ① XR을 통한 사전 가상체험 가능 ② 지리공간 특성에 따라 맞춤형 재난·재해 시뮬레이션 및 커스터마이징을 통한 재난·재해 대응 방법의 숙지 및 교육

※ 출처 : 공간산업 전문가 인터뷰 자료와 SPRi 재구성

Ⅳ XR공간 기술을 선도하는 주요 기업 동향 및 분석

(1) 해외기업 동향

■ **Matterport, Beike Zhaofang 등 주요 기업을 중심으로 XR 기반 콘텐츠 및 플랫폼 개발, XR공간을 제작하기 위한 투자를 확대하고 생태계 구축 및 확장을 추진**

○ **(미국 Matterport)** 세계 최대의 XR 기반 건축물을 보유하고 있으며, 가상 스테이징, 가상 투어 등을 부동산, 건축 등의 활용업계*를 통해 계속 확산

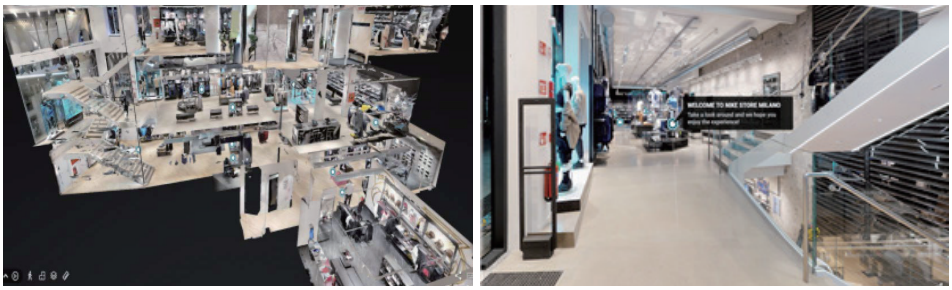
* Zillow, JP&Associates, Carpenter Relators, ARUP 등의 부동산 및 건축업계

- **(HW·콘텐츠)** 3D 카메라 기반으로 다양한 건축공간을 XR공간으로 제작하여 클라우드 기반의 건축용 플랫폼 제공

* 자체 개발한 3D 캡쳐 카메라(Matterport Pro 2)는 134M 픽셀 해상도, 360도 시야각을 보유하고 있으며 코로나19 이후로 카메라 판매가 600% 이상 증가[23]

- **(SW)** ① 3D 카메라를 통해 실제 이미지를 캡처, 측정, 수집 및 데이터화하여 위치 기반 3D 랜더링을 생성하고 편집 및 공유하는 기술 ② AI 엔진으로 2D 파노라마 및 360도 이미지를 3D 이미지로 변환
- **(활용)** VR부동산, 가상 스테이징, 가상 전시관, 가상 여행 등으로 XR공간을 확대하는 중

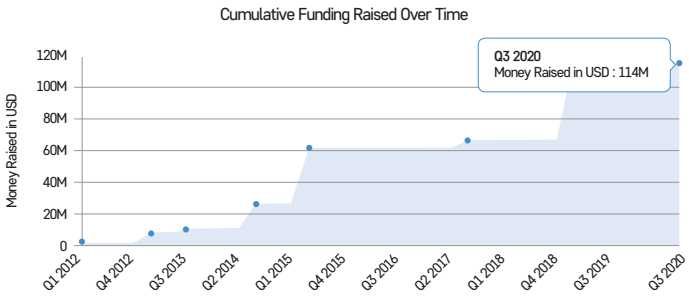
[그림 3] 3D VR 기술로 매핑된 시설 및 내부



※ 출처 : Matterport 웹페이지(https://matterport.com/industries/gallery/nike-store-milan)

23 https://www.onlinemarketplaces.com/articles/32317-matterports-3d-virtual-tours-are-spreading-through-the-industry

[표 3] Matterport 사업 영역, 발전 방향 및 투자 동향

회사 개요	개요	• 클라우드 기반 건축용 VR 플랫폼 전문기업
	사업 영역	• (주요기술) 자체 개발한 3D 스캐너를 사용하여 영상 캡쳐 및 3D 랜더링 기술로 XR공간 제작 • 건축 및 건설, 기업, 부동산 매매, 3D 포토그래피, 여행, 재건축 등을 위한 가상 투어 제공
XR 관련 동향	발전 방향	• XR 기반 부동산, 디자인, 보험, 게임 등 B2C 및 B2B 수요처로부터 물리적 공간을 가상공간으로 생성 및 활용할 수 있는 플랫폼 제공 확대 • 디지털 트윈으로 구축된 가상 스테이징, 가상 부동산 쇼케이스, 3D 가상 건축/가구, 3D 가상 홈투어, 가상 상거래 등으로 시간과 비용 측면에서 효율적이며 글로벌 거래 확대
	사업 현황	• (앱) Matterport VR, Matterport Capture, Matterport 3D Showcase, Matterport Scenes 등의 SW 개발로 XR공간 활용도 급성장 중
	투자 동향	

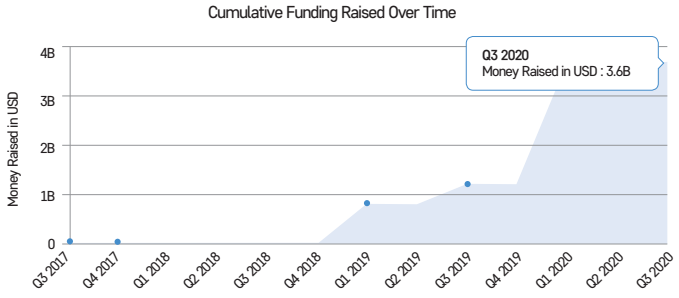
※ 출처 : Matterport 웹페이지(https://matterport.com/), Press Search, Crunchbase, SPRi 재구성

- **(중국 Beike Zhaofang)** 주택 판매를 위한 가상 부동산 플랫폼 구축으로 세계 최대 규모의 주택에 대한 데이터베이스 확보 중
  - **(SW·콘텐츠)** VR 투어를 제공하는 주거용 가상 부동산 플랫폼
  - 중개인은 온라인으로 고객을 만나고 온라인으로 질문에 답변하며 온라인으로 거래 가능하며 모든 것이 디지털화되어 운영 효율성이 크게 증가

* 가상 부동산 플랫폼 Beike의 데이터에 따르면 최근 코로나19 이후 몇 주 동안 해당 업체의 VR 시청률이 작년 평균보다 35배 증가

  - **(기존)** 주택 구입 방식은 제한된 주말 시간 동안 여러 업체를 방문하는 구매자와 에이전트가 다른 구매자에게 정보를 반복적으로 제공해야 함
  - **(기술혁신)** 중국의 주택시장을 오프라인 중심에서 온라인 VR 주택 플랫폼으로 혁신
  - 구매자는 방문하기 전에 온라인으로 더 많은 주택을 보고 상담원은 일주일 동안 온라인으로 더 많은 고객에게 서비스를 제공
  - VR 및 라이브 스트리밍을 포함한 디지털 데이터로 모든 사람이 보고자 하는 주택을 쉽게 시청

[표 4] Beike Zhaofang 사업 영역, 발전 방향 및 투자 동향

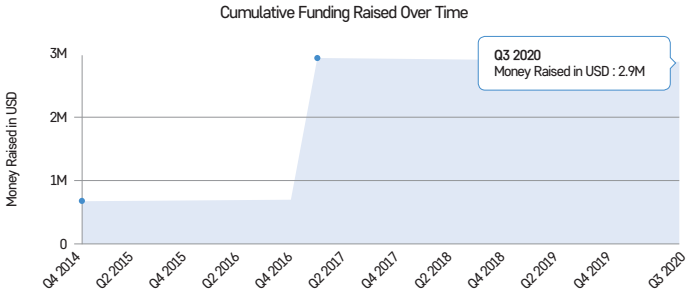
회사 개요	개요	• 클라우드 기반 부동산 임대 매매를 위한 가상 부동산 플랫폼 전문기업
	사업 영역	• (주요기술) 일반 360도 카메라를 사용하여 영상을 저장하여 이를 알고리즘으로 복원하여 실제와 비슷한 가상공간 제작 • (VR) 부동산 매수/매도/임대를 위한 가상 부동산 플랫폼 제작
XR 관련 동향	발전 방향	• 세계 최대 규모의 주택 400만 채에 대한 VR 데이터베이스를 구축하며 확장 중
	사업 현황	• (앱) 贝壳找房-买二手房新房租房必备软件, 如视VR, 贝壳经纪学院 등 다수로 XR공간 전환이 급부상
	투자 동향	

※ 출처 : Beike Zhaofang Zhaofang 웹페이지(https://bj.ke.com/), Press Search, SPRi Analysis, Crunchbase, SPRi 재구성

- **(독일&미국 Holobuilder)** AR에 기반하여 건설현장의 360도 전망을 생성하는 SW 개발 스타트업으로 세계 상위 100개 종합건설사 중 59%가 사용 중[24]
  - **(SW·콘텐츠)** 클라우드 및 모바일 SW 활용해 건설 개발부터 유지 관리까지 360도 지원
  - 360도 동영상에는 건설에 필요한 철근의 크기, 간격, 번호, 전기 용량, 배선 등 전반적인 정보가 포함
  - **(기술혁신)** 대규모 건설 현장 관리를 용이하게 하며 사진 관련 작업시간 50% 이상 절감

24 https://www.prnewswire.com/news-releases/holobuilder-announces-partnership-with-boston-dynamics-300960612.html

[표 5] Holobuilder 사업 영역, 발전 방향 및 투자 동향

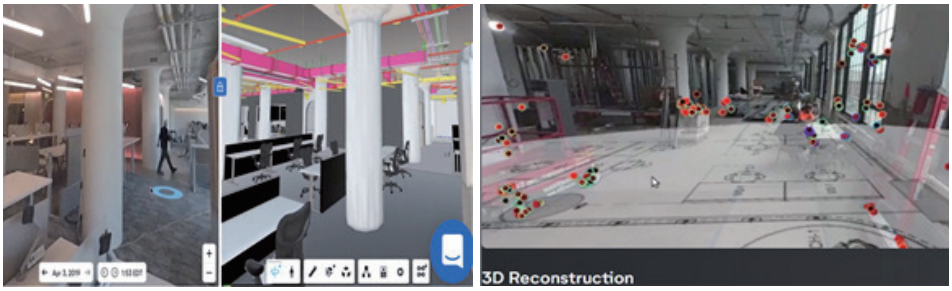
회사 개요	개요	• 클라우드 기반 건설 시공 및 관리 XR 플랫폼 전문기업
	사업 영역	• (주요기술) XR 기반 360도 동영상 제작기술을 건설 시공·개발에서 유지 관리까지 모두 활용 • (AR SW) 건설현장의 개발에서 유지 관리까지 XR 기반 360도 이미지 캡쳐 • (Spot 로봇) 건설현장에서 Spot로봇이 작업현장을 걸어다니며 이미지 캡처 • (SiteAI) 머신러닝 엔진인 SiteAI는 캡처한 이미지를 분석하여 작업 현장에 대해 분석 제공
XR 관련 동향	발전 방향	• 세계 상위 100개 종합건설사 중 59% 사용으로 대규모 건설현장에서 활용 확대 중
	사업 현황	• (앱) Jobwalk Construction Tracking, Holo Player-Your360 VR Tours(Unreleased) • Boston Dynamics와의 파트너십으로 스팟로봇과의 새로운 제품 SpotWalk 발표(2019.11.)
	투자 동향	

※ 출처 : Holobuilder 웹페이지(https://www.holobuilder.com/), Press Search, Crunchbase, SPRi 재구성

- **(미국 OpenSpace)** 코로나19 대응으로 비대면 원격 현장 관리 플랫폼 개발로 높은 비대면 서비스 수요를 충족하기 위한 투자자금 유치 완료[25]
  - **(SW·콘텐츠)** 360도 카메라로 촬영 후 AI 기술을 활용하여 이미지를 3D 이미지로 재구성하여 XR공간을 제작
  - **(기술혁신)** 코로나19 위기 상황 등에서 건설 관리용으로 직접 현장에 가지 않고도 시공 진행 과정을 확인하는 등 현장 관리, 시설 관리 및 도면 3D BIM(Building Information Modeling) 모델 기능을 제공

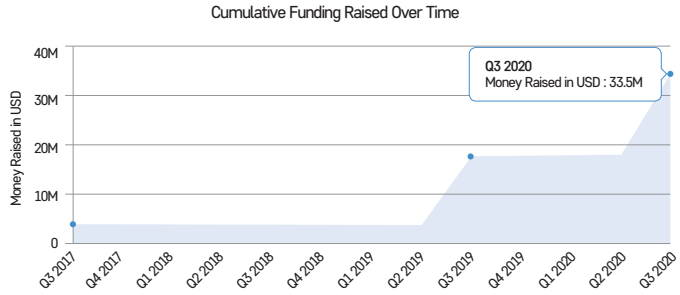
25 https://venturebeat.com/2020/07/27/openspace-raises-15-9-million-to-automate-photo-documentation-on-construction-sites/

[그림 4] OpenSpace의 BIM 비교 및 3D 이미지 재구성 사례



※ 출처 : OpenSpace 웹페이지(https://www.openspace.ai/products/)

[표 6] Holobuilder 사업 영역, 발전 방향 및 투자 동향

회사 개요	개요	• 클라우드 기반 원격 건설 시공 및 관리 추적 XR 플랫폼 전문기업
	사업 영역	• (주요기술) AI 및 데이터 시각화를 기반으로 건설 프로젝트 상태 및 진행 상황을 관리하는 플랫폼 • 원격 건설 시공 및 관리 추적 플랫폼 제공
XR 관련 동향	발전 방향	• 코로나19 위기에 대응하기 위한 비대면 원격 건설 현장 관리 시스템 구축
	사업 현황	• (Capture) 360도 카메라를 켜고 건축 현장 이동 후 Vision Engine을 통해 3D 캡처(15분 이내로 신속) • (ClearSight) AI를 활용한 개체 검색, BIM 비교 및 공사 진행률을 추적하는 기능 • (Vision Engine) 최초 완전 자동화된 현실 캡처 시스템으로 AI, 데이터 시각화, 및 SLAM 기술 등을 활용하여 디지털 이미지를 통해 XR공간을 재구성 및 매핑하는 기술로 XR공간 창출
	투자 동향	

※ 출처 : OpenSpace 웹페이지(https://www.openspace.ai/), Press Search, Crunchbase, SPRi 재구성

○ **(폴란드 Shapespark)** Full 3D 기반 실시간 랜더링 기술로 3D 모델링을 한 건축물을 온라인으로 이동하면서(Online Walkthrough) 가상 투어를 제공

- **(SW·콘텐츠)** 건축가, 디자이너, 건축 시각전문가 등을 위해 손쉽게 3D 건축 모델링/디자인을 제시하고 마케팅을 위한 건축 시각화 공간 제공
- WebGL과 WebXR* 기반으로 3D 모델을 모바일, PC, VR기기를 통해 볼 수 있도록 제공하여 개발자들이 손쉽게 활용할 수 있도록 제공

* WebGL는 웹브라우저 내에서 대화형 2D 및 3D 그래픽을 랜더링하기 위한 Javascript API이며 WebXR는 웹브라우저 내에서 오큘러스 리프트 등 기기와 상호작용할 수 있도록 한 Javascript API

- **(기술혁신)** XR공간을 자유롭게 투어하고 모든 각도에서 고화질의 현장감을 체험할 수 있는 것이 특징

[표 7] Shapespark 사업 영역, 발전 방향 및 투자 동향

회사 개요	개요	• 클라우드 기반 건축 디자인 XR 플랫폼 전문기업
	사업 영역	• (주요기술) 실시간 웹 기반 시각화를 생성하는 3D 건축 디자인 기술로서 오큐러스 리프트 등 VR기기 지원 및 3D 입체 보기 제공 • (건축 SW) 건축 디자인을 위해 WEB GL기술을 활용하여 VR 시각화 제공[26]
XR 관련 동향	발전 방향	• 웹 기반 실시간 랜더링 기법으로 건축 디자인기술로 VR/WebVR 등을 지원하며 사진과 같은 기능을 갖춘 3D 모델을 웹사이트 페이지에 삽입 가능
	사업 현황	• SketchUp, Revit, 3ds Max, Maya 등 다양한 업체에서 활용 가능한 3D 모델 지원(3D import → 편집 → 업로드 및 공유)으로 XR공간 개발 중
	투자 동향	• Venture Reality Fund (The VR Fund)로부터 투자

※ 출처 : OpenSpace 웹페이지(https://www.openspace.ai/), Press Search, Crunchbase, SPRi 재구성

(2) 국내기업 동향

■ 부동산 분양 및 매매를 위해 XR공간을 활용하고 가상 전시관, 원격 건설 현장 관리 등으로 XR공간을 확대하고 있는 국내기업에 주목 중

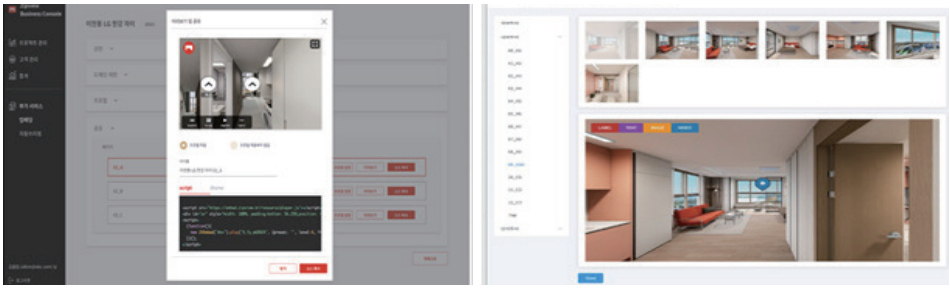
○ **(올림플래닛)** 대림산업 등 국내 대표 시공사에게 XR 기반 부동산 플랫폼 제공하여 비대면 중심의 모델하우스를 구축으로 산업생태계 혁신에 주력

- **(SW·콘텐츠)** Full 3D 기반 이미지 추출 자동화 기술을 통해 3D 공간데이터를 추출하며, 사전에 설정된 모든 지점을 추적하여 웹/모바일 환경과 HMD기기에 최적화된 형식으로 일괄 자동 업로드되어 웹/모바일/HMD 기반 스트리밍 서비스가 자동 구현되는 기술 보유
- **(요소 기술)** SaaS 기반의 올림 클라우드 에디터 솔루션을 기반으로 드래그앤드롭 방식의 기능 추가와 에디팅을 통해 각 산업에 최적화된 형태의 Full 3D 실감형 콘텐츠를 별도의 서버 구축 없이 사용자와의 인터랙션이 가능한 스트리밍 서비스 제공
- **(기존)** 시행사, 건축주, 건설사, 설계사, 광고사, 중개업자, 소비자 등의 다양한 이해관계자 간의 유통구조와 시간, 비용, 협업 측면에서 비효율적이고 복잡한 공급구조

26 https://sketchuplab.com/shapespark-real-time-visualizations-with-sketchup/

- **(혁신)** 부동산 산업의 가치사슬의 모든 단계에 실감콘텐츠 기반의 XR솔루션을 적용한 인프라 구축
- 실감형 부동산 솔루션 집뷰를 통해 부동산 거래 방식을 간편화
- **(활용)** XR 기반의 사용자 인터랙션이 가능한 공간 솔루션을 기반으로 부동산, 전시, 쇼핑, 교육 등의 다양한 산업에 확대 적용하여 기업과 고객의 새로운 XR커뮤니케이션 문화를 개척

[그림 5] 실감형 콘텐츠 3D 뷰어 및 SaaS 기반 실감형 콘텐츠 퍼블리싱 에디터



※ 출처 : 올림플래닛 웹페이지(https://www.olimplanet.com/)

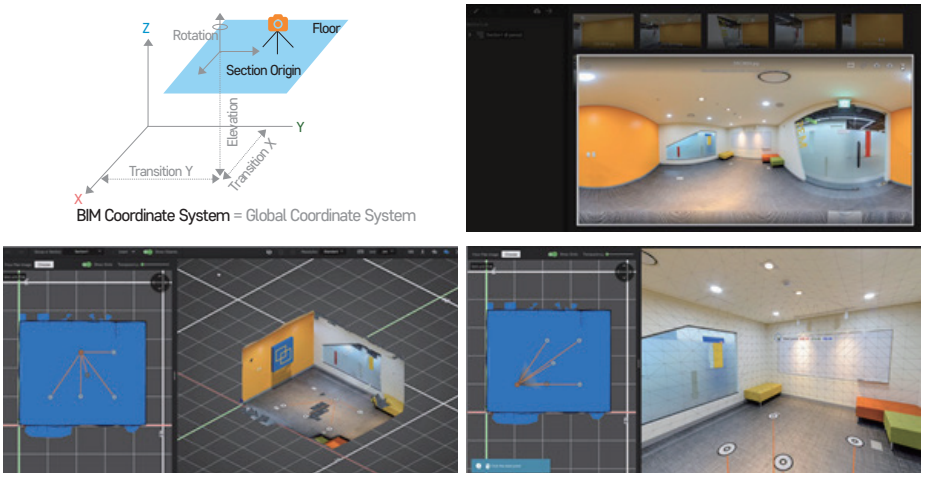
[표 8] 올림플래닛 사업 영역, 발전 방향 및 투자 동향

회사 개요	개요	• 국내 주요 XR 전문기업 • 건설·부동산 마케팅 커뮤니케이션(브리핑)용 비대면 XR 기반 공간 솔루션
	사업 영역	• (주요기술) 하이랜더 Full 3D 영상처리 기술과 360 이미지 추출 및 스티칭, 블렌딩, 심리스 알고리즘 적용하여 3D 공간 모델링, 랜더링, 패키징 기술로 가상공간 제작 • (XR커뮤니케이션) 건설, 부동산, 전시, 쇼핑 분야 등 가상 투어 기반의 커뮤니케이션 (브리핑) 솔루션 제공 • (건설/부동산 분야) 집뷰 : 실감형 부동산 솔루션 • (마이스산업 전시 분야) 마이스뷰 : 실감형 전시 솔루션 • (온라인 커머스 쇼핑 분야) 샵뷰 : 실감형 커머스 솔루션
XR 관련 동향	발전 방향	• 건설/부동산을 시작으로, 전시, 유통, 광고 등 다양한 산업 분야에 XR 기반의 XR커뮤니케이션 솔루션 적용 확대 • (실감형 산업 생태계 조성) 실감형 콘텐츠를 대량으로 제작하고 유통시킬 수 있는 CMS 빌더 시스템과 하이랜더 3D뷰어(플레이어)를 제공하여 다양한 산업 분야에서 XR 기반 솔루션을 확대 적용시킬 수 있는 선순환 생태계 구축 • 3D전문 분야 제작자들이 별도의 서버 구축이나 기능을 개발하지 않고도 드래그앤드롭 방식의 메뉴와 기능을 구성하여 간편하고 쉽게 실감형 콘텐츠를 유통시킬 수 있는 SaaS 기반의 퍼블리싱 에디터 제공
	사업 현황	• 실감형 공간 솔루션으로 시공간 제약 없이 공간경험, 고객경험 제공(입지투어, 단지투어, 세대투어 등) 가상 투어 등을 제공 • 고객 데이터 분석 기반 통계 분석 솔루션 제공 • SaaS 기반의 하이랜더 실감형 콘텐츠 퍼블리싱 에디터 솔루션 제공 • 대림산업 아크로서울포레스트 등 300여 개 프로젝트에 솔루션 제공
	투자 동향	• 신용보증기금로부터 투자

※ 출처 : 올림플래닛 웹페이지(https://www.olimplanet.com/), Press Search, SPRi 재구성

- **(큐픽스)** 직방 VR 홈투어[27]는 큐픽스의 가상 투어 기술로 XR 기반 부동산 플랫폼 구축하였으며 원격 건축 관리 감독을 위해 XR공간을 확대하는 중
  - **(SW·콘텐츠)** XR 기반의 ①부동산 ②건축 시설 관리 분야에서 실내 파노라마 사진/비디오를 바탕으로 XR공간을 생성하는 클라우드 기반 건축용 플랫폼 제공
  - **(요소기술)** ① (Cupix Mobile/Web App) 직방 VR 홈투어에 적용된 3D 스캐너 장비 없이 360도 카메라로 찍은 사진 몇 장으로 공간을 입체적으로 자동 재구성하는 XR 기반 SW 솔루션 제공 ② (Cupix Work) 자동 3D얼라인먼트 기술을 활용한 클라우드 기반의 AI SW로 360도 사진과 비디오를 이용해 XR공간 생성
  - **(혁신)** ①사용자는 자동 재구성된 가상공간을 실제로 걸어 다니는 것처럼 보면서 구석구석 확인할 수 있는 가상 투어가 가능 ②건설 현장을 실시간 반영하여 진행 상황을 정확하게 확인하여 관리·감독이 가능
  - **(활용)** ①여행 및 숙박, 부동산, 예술과 문화 분야 등으로 가상 투어 확대 ②건설 관리용으로 직접 현장에 가지 않고도 시공 진행 과정을 확인하는 등 현장 관리, 시설 관리 및 도면 3D BIM 모델 기능을 제공

[그림 6] 큐픽스사의 공간 위치 데이터 측정 프로세스 사례



※ 출처 : 큐픽스 웹페이지(https://www.cupix.com/)

27 https://www.zigbang.com/

[표 9] 큐픽스 사업 영역, 발전 방향 및 투자 동향

회사 개요	개요	• 부동산과 건축관리용 비대면 XR공간 플랫폼 전문기업
	사업 영역	• (주요기술) 자동 3D 얼라인먼트 기술 클라우드 기반의 AI SW로 360도 사진과 비디오를 이용해 XR공간 생성 • 여행 및 숙박, 부동산, 예술과 문화 분야 등 가상 투어 제공 • (비대면 건설 관리) 건설용 현장 관리, 시설 관리 및 도면 3D BIM 모델 기능 제공
XR 관련 동향	발전 방향	• (B2C) VR → XR 기반 부동산/호텔/숙박 등 가상 투어 확장 지속 • (B2B) 건설 현장 관리용으로 3D XR공간 기술을 바탕으로 건설 시설 관리를 위한 기술 개발 지속 (추후 : 3D 스캐너 및 360 카메라/비디오를 하이브리드 형태로 입력받아 XR공간 생성)
	사업 현황	• 큐픽스 웹 앱 베타 출시(2017.3.) • ㈜직방 전략적 투자 및 사용계약(2017.6.) • 큐픽스 웍스 : XR공간 기반 건설관리 서비스 정식 출시(2020.3.)
	투자 동향	• 직방으로부터 전략적 투자 유치(2017년) • 에이티넘, 스톤브릿지, 컴퍼니케이파트너스 등 벤처투자사로부터 총 60억 원 이상 규모의 투자 유치

※ 출처 : 큐픽스 웹페이지(https://www.cupix.com/), Press Search, SPRi 재구성

(3) 분석요약

■ **건축과 부동산 산업 내 XR 기반 솔루션 기업은 콘텐츠, 하드웨어 및 소프트웨어 개발로 기존 물리공간에서 비대면 XR공간으로 생태계 전환을 가속화**

○ **(실사 이미지 기반)** Matterport, Beike Zhaofang, Holobuilder, OpenSpace, 큐픽스는 360도 카메라를 활용하여 이미지 촬영부터 생성·편집까지 빠른 영상 제작이 가능

- **(부동산)** 실사 이미지 기반 기술은 이미지캡처 및 활용 등의 빠른 처리속도로 Matterport는 세계 최대의 가상 건축물을 보유하고 있으며 Beike Zhaofang은 세계 최대의 VR 주택에 대한 데이터베이스를 확보 중
- **(건축)** 실사 이미지 기반 기술로 원격 건축 현장의 관리·감독을 위해 OpenSpace, Holobuilder, 큐픽스가 활용 중

○ **(Full 3D 기반)** Shapespark, 올림플래닛은 Full 3D 기반 기술의 높은 몰임감으로 부동산 분양 및 건축 3D 모델링 활용에 적합함

- 고해상도와 랜더링 기술의 높은 기술성숙도를 요구하며 실감경험과 몰입도 측면에서 실사 이미지 대비 몰입감이 높음
- 아바타 사용 등 사용자와의 상호작용에 대한 확장성 용이

- **(HW 제작)** Matterport는 자체 개발한 3D 스캔 카메라를 이용하여 부동산, 건축 등의 업계와 XR공간을 제작하는데 협업 확대 중
  - 자체 제작한 3D 스캔 카메라를 활용하여 다양한 건축 및 부동산을 XR공간으로 제작
  - Matterport사가 자체 개발한 3D 캡쳐 카메라는 코로나19 이후 600% 이상 카메라 판매가 증가됨

- **(활용기술)** XR공간 용도에 따라 가상공간(VR) 또는 현실에 기반(AR)으로 구축
  - **(VR 기반)** 부동산, 분양, 스테이징, 전시관 등 가상 투어를 기반으로 하는 기술은 VR로 구축
  - **(AR 기반)** 건축 설계 및 관리·감독 활용을 위해서는 AR에 기반을 두고 설계, 현장 관리 등의 추적 기능 강화

[표 10] XR 기반 공간산업 분야를 혁신하는 국내외 기업

국내외 기업명		분류	콘텐츠 제작	내 용
해외기업	Matterport	• (HW) 3D카메라 • (SW·콘텐츠) VR 플랫폼	• 실사 이미지	• 클라우드 기반 건축용 XR공간 플랫폼 • VR 기반 부동산, 디자인, 건축, 여행 등 XR공간 확대
	Beike Zhaofang	• (SW·콘텐츠) VR/AR 플랫폼	• 실사 이미지	• 클라우드 기반 부동산 매매를 위한 VR 플랫폼 • VR 투어를 위한 세계 최대 데이터베이스를 제공하는 주거용 부동산 VR플랫폼
	Holobuilder	• (SW·콘텐츠) VR/AR 플랫폼	• 실사 이미지	• 클라우드 기반 건설 시공 및 관리 플랫폼 • 건설 현장 내 이미지 캡처, 3D 모델링을 위한 VR/AR 플랫폼 제공 • 이미지 캡처를 위한 AI로봇 활용
	OpenSpace	• (SW·콘텐츠) • AR 플랫폼	• 실사 이미지	• 클라우드 기반 원격 건설 시공 및 관리 추적 AR 플랫폼 • 이미지 캡처, 컴퓨터 비젼, 데이터 시각화 등의 기술을 통해 건설 현장 3D 모델링 구축, 현장 관리 및 공사 진행 현황을 추적하는 AR 플랫폼
	Shapespark	• (SW·콘텐츠) • VR 플랫폼	• Full 3D	• 클라우드 기반 원격 건설 시공 및 관리 추적 AR 플랫폼 • 이미지 캡처, 컴퓨터 비젼, 데이터 시각화 등의 기술을 통해 건설 현장 3D 모델링 구축, 현장 관리 및 공사 진행 현황을 추적하는 AR 플랫폼
국내기업	올림플래닛	• (SW·콘텐츠) VR 플랫폼	• Full 3D	• 클라우드 기반 건설·부동산 마케팅 등 비대면 VR 플랫폼 • VR 기반 부동산, 가상 투어, 가상 전시회 등으로 XR공간 확대 • VR 기반 부동산 플랫폼의 집뷰 활용 증가
	큐픽스	• (SW·콘텐츠) VR/AR 플랫폼	• 실사 이미지	• 부동산 매매를 위한 비대면 VR 플랫폼 • 건축 현장의 관리를 위한 AR 플랫폼 제공

※ 출처 : 각 사의 웹페이지 기반 SPRi 재구성

(4) 수요기업을 위한 XR공간의 활용방안

■ **수요기업은 생존 관점에서 XR공간의 활용방안을 검토하고 이를 교육 및 협업의 도구로 활용하여 기업 생산성을 제고할 필요가 있음**

○ **(활용 방안)** 기업은 XR공간 활용방안을 검토하고 산업과 가치사슬을 재해석해야 하며, XR공간을 협업도구로 활용하여 기업의 생산성 증대를 위해 제고

- **(건축, 인테리어, 가구)** 건축물의 내부 및 외관을 쉽고, 빠르게 VR로 작업할 수 있도록 지원하고, 2D 설계한 데이터를 실시간으로 3차원 XR공간으로 변환하고 적용함
- **(임대, 공간, 자산 관리)** 한정된 공간자원으로 인해 효율적이고 합리적인 공간의 필요성이 증가하면서 기업 내 XR공간 활용 및 자산의 체계적 관리가 필요함
- **(공간 데이터)** XR공간을 활용하여 아파트, 빌라, 주택, 빌딩 등 다양한 공간을 손쉽게 원하는 이미지로 가공이 가능하며, DB와의 연동을 통해 아파트 도면서비스, VR 모델하우스 등 다양하게 활용이 가능함
- **(해석)** 3D 공간 데이터 및 3D 객체를 기반으로 통신, 열전도, 부품 해석 등 산업 분야의 Analysis Module과 연계하여 다양한 3차원 가시화 기법을 통해 해석 결과를 다양한 플랫폼에 시뮬레이션 실시 가능
- **(매장 배치)** 매장 배치의 중요 요소인 레이아웃 구성, 동선의 조정, 공간을 고려한 제품의 배치 등 VMD(Visual Merchandising Display) 요소를 적용하여 해당 자료를 시각적으로 확인하면서 종합적으로 관리함
- **(관제)** 시스템에서 관리되는 다양한 객체의 현재 상태 정보 연계를 통해 3차원 XR공간상에 효율적으로 가시화하여 직관적인 정보를 관리 관제할 수 있음
- **(방재)** 국내 주요시설물 등에 대한 3차원 XR공간을 제작하고 발생할 수 있는 화재 상황에 대한 방재 시뮬레이션 등을 통해 효율적인 재난 대응 방안 수립 가능함

Ⅴ 시사점

(1) 해외기업 동향

■ **XR공간 확대를 위한 정부 정책은 종합 공간플랫폼 지원, 규제 완화, 기업보안인증 허용 등을 위한 방안이 필요**

- **(종합 공간플랫폼 지원)** 공공 부문 주도의 종합 공간 플랫폼 운영을 위해 협력체계, 기술 개발 및 실증서비스 지원, 표준 등 다양한 지원이 마련되어야 함
  - **(협력체계 마련)** XR공간과 관련한 사업, 예산, 지원정책 마련 등에 대한 의견 및 정보공유를 위한 협력체계 구축
  - **(기술 개발 및 실증 서비스 지원)** 관계부처 간 협력을 통한 기술 개발사업 발굴 및 기획과 국가 주도의 기술 개발을 지원하고 이를 활용하고 확대하기 위한 실증 서비스 지원 추진
  - **(표준 개발)** 3차원 공간에 대한 데이터를 이기종 산업에서 호환 및 활용될 수 있도록 상용·호환을 위한 표준 개발 및 보급

- **(규제 완화)** 공간산업 XR은 3차원 공간에 대한 데이터를 기반으로 이루어지고 있으나 보안규정 등에 의해 민간사용이 제한되고 있어 이에 대한 규제 완화 필요
  - **(법, 제도)** 공간정보 민간 활성화를 제고하기 위한 필수 항목만 보안법으로 규정하고 민간 개방을 통해 활용성 제고가 필요
  - * 최근 국회[28]에서 국가 공간정보 보안 규제를 완화하기 위한 국가공간정보 기본법 개정추진으로 VR, AI 등에 고정밀 영상정보 활용이 기대됨

- **(기업 보안인증)** 활용 목적 및 보안체계가 확인된 기업의 사전인증으로 3차원 지도 제공 절차 간소화 및 기업 간 유통 허용을 위한 체계 마련
  - * 인증기업에게 활용 목적에 맞는 범위의 3차원 공간데이터를 실시간 및 온라인으로 제공하고 전용 보안 SW 설치 및 데이터 사용자 권한 부여
  - * 정밀 도로지도 등 인증기업 간 유통이 가능하도록 관련 규정 마련 필요

■ XR공간 활성화를 위한 기업의 역할은 상호협력체계 마련, 비지니스 모델 개발, 글로벌 시장개척 등이 필요

- 포스트 코로나 시대에 대비하여 뉴 노멀(New Normal) 시대로 새로운 분야의 개척자가 되기 위한 기업 전략 전환 필요

- **(공공·민간의 협력체계 마련)** XR 활용과 확대를 위해 정부의 지원이 필수적이며, 정부의 역할과 환경조성을 자극할 수 있는 민간차원의 지속적, 유기적 협력체계가 필요

- **(서비스모델 개발)** XR공간을 위한 선행기술 개발과 새로운 비즈니스 모델 개발로 사회문제 해결 및 삶의 질적 향상을 위한 긍정적 반향과 수요를 창출할 수 있는 독특한 아이템과 서비스 개발 필요

28 https://www.mk.co.kr/news/realestate/view/2020/08/850809/

참고문헌

1. 국내문헌

- 국토연구원(2020), “스마트도시 혁신생태계의 활성화 전략과 과제”
- 국회입법조사처(2019), “가상현실·증강현실 산업정책의 평가와 개선과제”
- 국토교통부(2017), “부동산산업 실태 조사체계 구축 및 발전방안 세부추진 연구”
- 산업통상자원부(2019), “유럽 VR 및 AR 산업동향”
- 삼정 KPMG 경제연구원(2020.3.), “코로나19에 따른 산업별 영향 분석”
- 한국인터넷진흥원(2020), 2020 KISA Report Vol. 3.
- 소프트웨어정책연구소(2020.6.), “비대면 시대의 게임 체인저(Game Changer), XR(Extended Reality)”.
- 스티븐 옥스타칼니스(2018), “Practical Augmented Reality : AR과 VR 기술, 애플리케이션 그리고 인적요인”
- 이경아(2011), “공간디자인 감성-경험 모델과 평가 도구의 개념모델 개발에 한 연구”

2. 국외문헌

- Tiago Oliveira & Maria Fraga Martins(2011), “Literature Review of Information Technology Adoption Models at Firm Level” Electronic Journal Information Systems Evaluation Vol. 14 Iss. 1
- Bahae Samhan(2018), “Revisiting Technology Resistance : Current Insights and Future Directions” Australasian Journal of Information Systems
- Xiao Li, et al.(2018.2.), “A critical review of virtual and augmented reality (VR/AR) applications in construction safety, Automation in Constuction” Vol. 86
- Mojtaba Noghabaei, et al.(2020.3.), “Trend Analysis on Adoption of Virtual and Augmented Reality in the Architecture, Engineering, and Construction Industry” Data
- Ravi Pratap Singh, et al.(2020.8.), “Significant Applications of Virtual Reality for COVID-19 Pandemic” Diabetes & Metabolic Syndrome : Clinical Research & Reviews, Vol. 14, Iss. 4
- Andrej Somrak, et al.(2019.5.), “Estimating VR Sickness and user experience using different HMD technologies : An evaluation study” Future Generation Computer Systems, Vol. 94

- Lamine Mahdjoubi, et al.(2013.12.), "Providing real-estate services through the integration of 3D laser scanning and building information modelling" Computers in Industry Vol. 64, Iss. 9
- JongBeom Jeong, et al.(2018.9.), "3DoF+ 360 Video Location-Based Asymmetric Down-Sampling for View Synthesis to Immersive VR Video Streaming" Sensors
- Daft, R. L., Lengel, R. H.(1986), Organizational information requirements, media richness and structural design. Management Science, 32(5), 554-571
- OECD(2020.3.), "OECD Interim Economic Assessment Coronavirus : The world economy at risk"
- OECD(2020), "The Digitalisation of Science, Technology and Innovation : Key Developments and Policies"
- Cognizant Reports(2019.8.), "The Real Reality of Augmented Reality AR"
- PWC(2020.5.), "UK Economic Update"
- Accenture(2019.6.), "Federal Vision 2030"
- Accenture(2018.9.), "It's learning. Just not as we know it"
- Accenture(2018.9.), "Accenture Extended Reality(XR): Immersive Learning For the Future Workforce"
- KPMG(2019.12.), "Pulse of Fintech H2 2019"
- McKinsey&Compnay(2020.5.29.), "Telehealth: A quarter-trillion-dollar post-COVID-19 reality?"

3. 기타

- SupChina(2020.3.12.), "Coronavirus: Real estate agents in China embrace virtual house tours" https://supchina.com/2020/03/12/coronavirus-real-estate-agents-in-china-embrace-virtual-house-tours/.
- RetailDive(2020.5.13.), "Pandemic could lead to higher AR, VR adoption" https://www.retaildive.com/news/pandemic-could-lead-to-higher-ar-vr-adoption/577756/
- UPI뉴스(2020.7.24.), "코로나가 앞당긴 유통혁명…무인택배 '성큼'" https://www.upinews.kr/newsView/upi202007090105
- 한의신문, "코로나19로 관심 높아진 '원격의료', 규제 완화 목소리 솔솔" http://www.akomnews.com/bbs/board.php?bo_table=news&wr_id=39179
- 매일 경제(2020.4.17.), "[코로나가 바꾼 일상] (1) … 어온강에서 늘온강으로"

https://www.mk.co.kr/news/economy/view/2020/04/403111/

- 매일 경제(2020.5.6.), "직업보다 유망 산업·기술 중심 진로 모색"
  https://www.mk.co.kr/news/economy/view/2020/05/459674/
- 매일경제(2020.5.15.), "비대면 콘서트-언택트 시대의 새로운 콘택트"
  https://www.mk.co.kr/news/culture/view/2020/05/497816/
- UPI뉴스(2020.4.23.), "한국경제, 1분기 성장률 -1.4%는 선방…2분기 더 악화할 것"
  https://www.upinews.kr/newsView/upi202004230068
- 중앙일보(2020.3.30.), "코로나가 집어 삼킨 서울 분양시장…2월 실적 전년 대비 65% 감소"
  https://news.joins.com/article/23742452
- 한국금융(2020.5.18.), "직방·호갱노노 등 '프롭테크' 서비스, 언택트 열풍 주도"
  https://cnews.fntimes.com/html/view.php?ud=2020051602495548 75dd55077bc2_18
- Startup Today, "최동호 큐픽스 이사 '큐픽스 솔루션의 3D Digital Twin 기술 핵심은?'"
  http://www.startuptoday.kr/news/articleView.html?idxno=19987
- ZDNet Korea(2017), "'3D 기술로만 3번'…배석훈 대표 창업스토리"
  https://zdnet.co.kr/view/?no=20170614171247
- 프리드라이프(2019.1.10), "직방이 찍은 큐픽스, 기업가치 360억 '고속성장'"
  https://paxnetnews.com/articles/15561
- 이데일리(2019.1.10.), "프롭테크가 대세..큐픽스, 60억 투자 유치 성공"
  https://www.edaily.co.kr/news/read?newsId=02519046622356408&mediaCodeNo=257.
- ZDNet(2020.8.3.), "Remote construction tool gets boost as pandemic rages: Pandemic continues to spur rapid technology adoption and investment in construction"
  https://www.zdnet.com/article/remote-construction-tool-gets-boost-as-pandemic-rages/
- ABC News(2019.8.26.), "Why you feel motion sickness during virtual reality"
  https://abcnews.go.com/Technology/feel-motion-sickness-virtual-reality/story?id=65153805
- MPEG-I, "Study of MPEG-I Architectures"
  https://mpeg.chiariglione.org/standards/mpeg-i/immersive-media-architectures/definition-mpeg-i-phase-2-and-subphases

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

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

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

우정사업본부에서 근무하고 있으며, 대한항공 여행사진 공모전에서 2회 수상하고,
세 차례의 개인전과 단체전 4회를 개최했다.

SPRi
소프트웨어정책연구소

경기도 성남시 분당구 대왕판교로 712번길 22 글로벌 R&D센터 연구동(A)
Global R&D Ceneter 4F, 22, Daewangpangyo-ro 712beon-gil, Bundang-gu, Seongnam-si, Gyeonggi-do
www.spri.kr

11
9 772586 502001
ISSN 2586-5021