국가 소프트웨어 정책 Think Tank

ISSN 2586-5021 | 통권 제67호

월간 SW 중심사회

MONTHLY SOFTWARE ORIENTED SOCIETY

2020 01

No.67 Jan, 2020

AI BRIEF

스탠포드 AI Index 2019 주요 결과 요약

CCTV 10억 대 시대, 부작용을 막기 위한 규제 논의 확산

생명 연장 분야 AI기술 기업에 대한 투자 확대

AI에 의한 금융 전문직종 대체 위험 가능성 제기

美 비영리 AI연구소, 감성 인지 기술 사용 규제 주장

COLUMN

글로벌 데이터 거버넌스의 형성과 우리의 고민
A Viewpoint Towards and Our Concerns about Global Data Governance

인공지능, 이제 실행의 시대
AI Entering the Era of Implementation

TREND

진화하는 글로벌 차량공유 산업 동향
Market Trends in the Global Car-sharing Industry

미국 소매유통 시장의 디지털 신기술 활용 동향
Trends of New Digital Technology Applications in the US Retail Market

미국의 무기체계 SW 관리 현황과 시사점
Current Status of US Weapon System Software Management and Its Implications

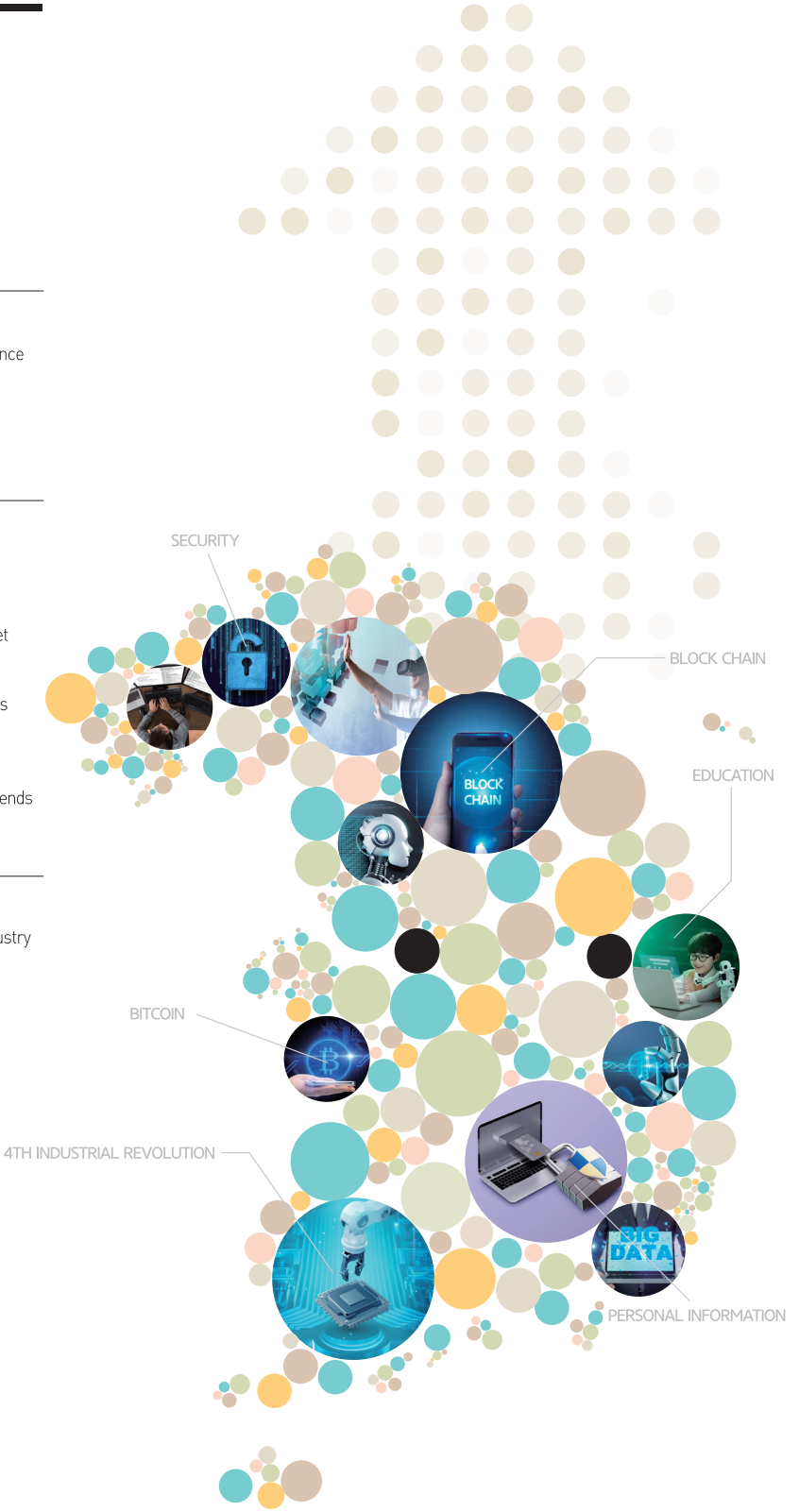
변화하는 프로그래밍 언어. '함수형 프로그래밍'이 뜬다
Introduction to Functional Programming and Supported Language Trends

ISSUE

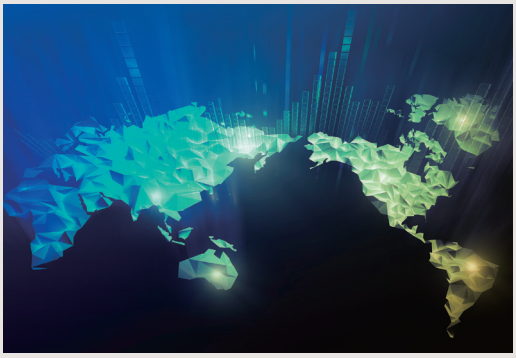
국민청원 데이터에 기반한 SW분야 이슈 분석
National Petition Data Based Analysis of Issues in the Software Industry

PHOTO ESSAY

사진산책 중간(中間)
Your moment with photos : The Stopover



SPRi 소프트웨어정책연구소



CONTENTS

04
칼럼 | COLUMN

글로벌 데이터 거버넌스의 형성과 우리의 고민
A Viewpoint Towards and Our Concerns about Global Data Governance

인공지능, 이제 실행의 시대
AI Entering the Era of Implementation

10
동향 | TREND

진화하는 글로벌 차량공유 산업 동향
Market Trends in the Global Car-sharing Industry

미국 소매유통 시장의 디지털 신기술 활용 동향
Trends of New Digital Technology Applications in the US Retail Market

미국의 무기체계 SW 관리 현황과 시사점
Current Status of US Weapon System Software Management and Its Implications

변화하는 프로그래밍 언어. '함수형 프로그래밍'이 뜬다
Introduction to Functional Programming and Supported Language Trends

36
포토 에세이 | PHOTO ESSAY

사진산책 중간(中間)
Your moment with photos : The Stopover

38
AI 브리프 | AI BRIEF

스탠포드 AI Index 2019 주요 결과 요약
- 스탠포드(Stanford) AI Index 개요
- [R&D] 지속적인 AI R&D 투자와 美·中 간 경쟁 가열
- [기술] 학습 비용은 감소, 기술 성능은 빠르게 향상
- [경제] AI 분야 투자가 본격화되면서 관련 일자리도 급증
- [교육] AI 분야 교육 수요 증가와 박사 채용 활발
- [인식] AI 윤리 및 AI 활용 사회 문제 해결에 지속적 관심
- [참고 1] 인간 수준의 성능에 도달하기 위한 AI 기술 마일스톤
- [참고 2] 자율주행 : 테스트는 급증, 안정적 상용화는 아직

CCTV 10억 대 시대, 부작용을 막기 위한 규제 논의 확산

생명 연장 분야 AI기술 기업에 대한 투자 확대

AI에 의한 금융 전문직종 대체 위험 가능성 제기

美 비영리 AI연구소, 감성 인지 기술 사용 규제 주장

56
통계 | STATISTICS

국내 SW 생산 현황
Domestic Software Production

국내 SW 수출 현황
Domestic Software Export

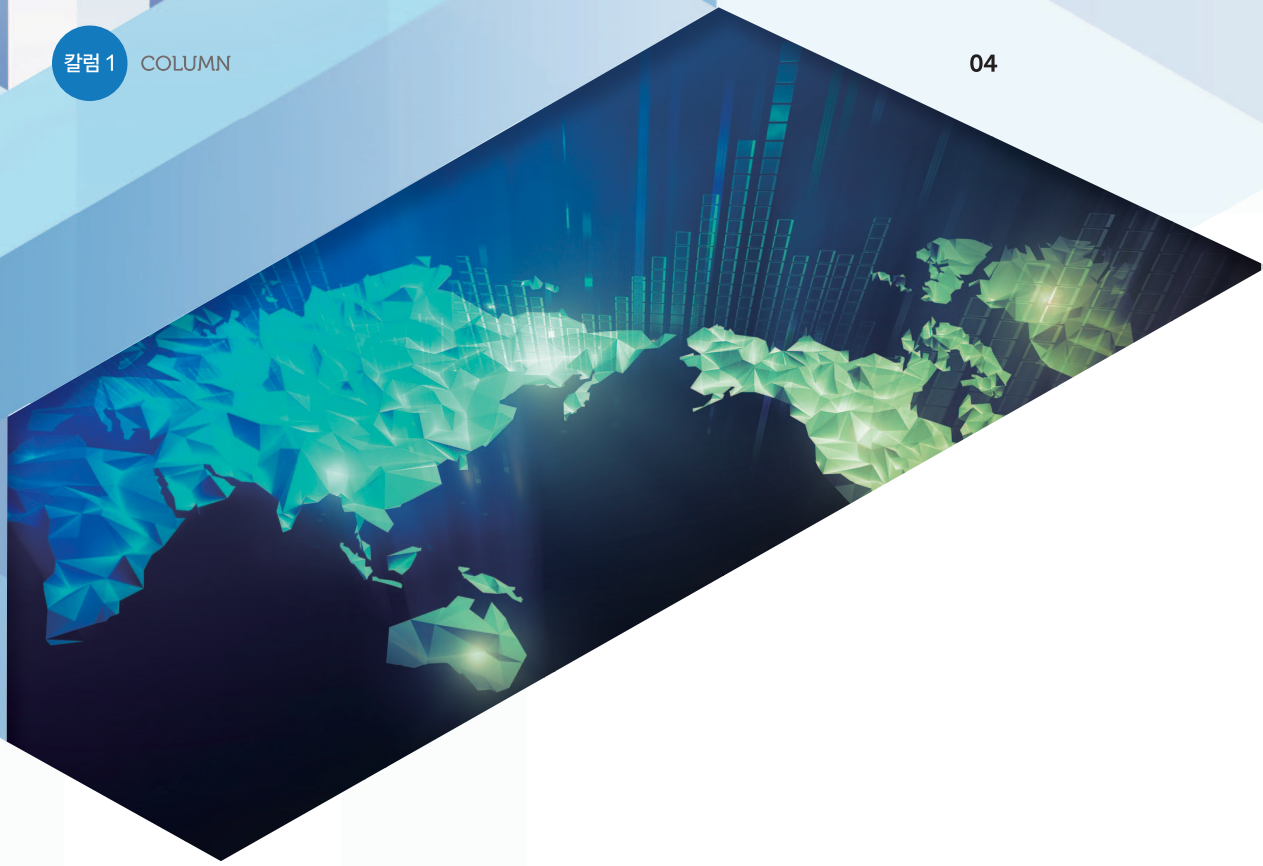
60
이슈 | ISSUE

국민청원 데이터에 기반한 SW분야 이슈 분석
National Petition Data Based Analysis of Issues in the Software Industry

80
세미나 | SEMINAR

인공지능(AI)이 이끄는 SW의 현재와 미래
The Present and Future of Software Driven by AI

인공지능 기술 도입에 따른 SW 안전 이슈 동향과 AI 시대를 대비한 SW 안전 정책 방향
Changes in Software Safety Issues with Introduction of AI Technology, and Orientation of Software Safety Policy In the Era of AI



글로벌 데이터 거버넌스의 형성과 우리의 고민

A Viewpoint Towards and Our Concerns about Global Data Governance

김준연 KIM, JunYoun • **책임연구원** Principal Researcher, SPRi • catchup@spri.kr

최근 AI가 국가경쟁력의 핵심으로 부상하면서 데이터 사용과 보호 등 데이터 규범과 거버넌스에 대한 각국의 다양한 입장이 충돌하고 있다. 지난 6월 일본 오사카에서 개최된 G20 정상회의에서 미국은 "중국이 초국적 데이터 유통을 제한하고 프라이버시나 지적 재산은 느슨하게 보호하는 것에 강력히 반대한다"고 지적했고, 중국은 "각국의 데이터 주권은 존중받아야 한다"고 반박하면서 미·중 정상은 무역 이슈가 아닌 '데이터의 주권 문제'로 설전을 벌였다. 또한 화웨이 제재를 제외하고도 미국 정부는 중국의 스마트폰 애플리케이션 '틱톡'이 미국 내에서 개인정보를 불법으로 수집했다며 2019년 2월 과징금 570만 달러를 부과하기도 했다. 최근 미국과 유럽(EU) 그리고 중국 등 국제사회가 디지털 데이터에 대한 규범과 거버넌스에 대해 복잡한 셈법을 드러내며 갈등을 고조시키는 상황이다.

데이터 경제는 IT인프라, AI알고리즘 그리고 다양한 산업과 융합을 통해 새로운 가치를 창출하는 체제라서 어느 한 부분만을 잘해서 되는 것이 아닌, 소위 시스템 차원의 경쟁이 큰 특징이다. AI 알고리즘은 공개형 생태계를 기반으로 하기에 그 자체로는 경쟁력이 발휘되기 어렵지만, 데이터는 일단 누적하고 연결되면 차별화 경쟁의 기반이 되기에 혁신의 성과를 온전히 독점할 수 있는 가능성, 즉 혁신의 전유성이 높다. 따라서 글로벌 시장에서의 플랫폼과 서비스역량을 확보한 선도국가는 데이터 개방과 초국가적인 유통을 강조하지만 후발국의 입장에서는 일단 데이터 경제에서 낙오되면 더 이상의 경쟁이 어렵기 때문에 주권이나 안보 이슈화까지 결부시켜 필사적으로 방어하고 있는 것이다.

글로벌 차원에서 논의되는 데이터 거버넌스는 데이터의 생산과 처리(기술), 거래(경제), 그리고 소유와 유통(주권과 규범)으로 구분되는데 이에 대한 각국의 입장은 다음과 같다.

먼저 미국은 개인정보는 보호되어야 하지만 초국적 유통은 보장되어야 한다고 주장한다. 특히 트럼프 행정부는 해외무역장벽보고서를 통해 국가별 디지털 무역장벽[1]을 분석하고, 이의 철폐와 완화를 추진하고 있다. 이러한 미국의 입장은 FTA와 같은 미국과의 양자 무역협상에서 적극적으로 반영될 가능성이 있으며 결과적으로 글로벌 차원의 디지털 거버넌스에 영향을 줄 가능성이 커 보인다.

한편 미국보다 늦게 데이터의 중요성을 인식한 유럽연합(EU)은 역내 디지털 단일시장 전략(Digital Single Market)을 중심으로 데이터의 자유로운 역내 유통은 활성화시키면서 높은 수준의 개인정보 보호를 통해 역내 기업을 보호하는 보호주의적 입장을 드러내고 있다. 2018년 5월 유럽이 발표한 개인정보 보호규정(GDPR)의 핵심 내용은 EU 거주자의 개인정보를 다루는 모든 기업이나 단체가 프라이버시 보호와 관련된 광범위한 규정들을 지키도록 하고, 심각한 위반 시 유럽이 아니라 전 세계 매출의 4%와 2,000만 유로(255억 원 상당) 가운데 높은 쪽을 과징금으로 부과한다는 것이다. 실제로 2019년 1월 프랑스가 구글에 GDPR 위반으로 5,000만 유로, 독일에서는 모두 41건에 벌금을 부과한다는 것이다. 디지털 경제 시대에 데이터의 초국적 유통을 규제하는 부분에 대해 의문을 제기할 수 있지만, 유럽의 GDPR은 개인정보보호와 동시에 데이터의 역외 이전을 제한함으로써 구글, 페이스북 등 미국 IT기업이 시장을 장악한 상황에서 법적 규제로 데이터 주권을 지키겠다는 의도로 이해된다.

중국은 유럽연합보다 더 적극적으로 자국의 데이터 유출을 보호하고 있다. 2017년 7월 도입된 인터넷 안전법은 인터넷 주권과 국가안전을 명목으로 외국 기업의 중국 내 서비스를 정부가 검열, 통제하는 것이 핵심이다. 이 법으로 인해 애플은 중국 앱스토어에서 인터넷 검열시스템을 우회하는 가상사설망(VPN) 관련 앱(응용프로그램) 60여 개를 삭제했고 아마존웹서비스(AWS)도 2017년 11월 중국 시장에서 철수했다. 그러나 중국은 데이터의 국외 이전을 강력하게 통제하는 것과는 달리, 개인정보보호의 법제화에 대해서는 만만디로 대응하고 있다. 2011년 12월 21일 SW개발자 커뮤니티에서 5천만 명이

1 고관세, 지적재산권 침해, 차별적 표준, 과도한 시험, 온라인 콘텐츠의 필터링과 규제, 전자 결제시스템에 대한 규제, 미국 기업 비밀에 대한 사이버 절도, 기술 이전 강요 또는 사이버 안보법, 암호화 또는 암호화 제한, 국지화 요구 등

넘는 개인정보 유출 사건이 발생한 이후 2017년 초안 수준의 개인정보보호법이 준비된 것 이외에 지금까지 법제화 논의는 진전이 없는 상황이다. 중국 입장에서는 어차피 알리바바, 바이두와 텐센트 등 자국기업들이 데이터를 장악한 상황에서, 미국 기업들의 활동을 억제하도록 데이터의 역외 이전은 강력히 막지만 개인정보보호를 느슨하게 관리하는 것이 자국 기업의 새로운 혁신에 유리하다고 판단했기 때문이다. 실제로 중국은 마이크로소프트에게는 데이터 수집 및 원격 업데이트 기능을 제한한 중국판 '윈도우 10'만을 허가하면서도, 틱톡처럼 자국 기업의 해외 데이터 활용은 오히려 적극적으로 장려하는 이중 전략을 구사하고 있다.[2]

이러한 각국의 데이터 관련 다양한 입장과 셈법은 핵심기술을 중심으로 새로운 국제 질서가 수립되는 초기에 각자 유리한 고지를 확보하기 위한 총성 없는 전쟁으로 이해된다. 국제 규범과 규칙에 대한 논의는 양자간 협의와 다자간 협의의 방식으로 진행되는데, 양자간 협의는 주로 미국이 선호하며 실제로 한-미, 미-일 FTA 모두에 데이터 관련 내용을 담고 있다. 다자간 협의는 WTO 혹은 G20이 대표적인데, 구체적인 규범 수준까지는 갈 길이 멀지만 그래도 올해 1월 개최된 WTO 회의에서 데이터 규범에 기본적인 성명은 발표가 된 상황이다. 올해 오사카에서 개최된 G20에서도 일본이 "신뢰에 기반한 데이터의 자유로운 이동"이라는 아젠다를 제안하면서 미국의 초국적 데이터 유통, 유럽의 개인정보보호 그리고 중국의 데이터 주권 등을 하나의 논의로 담아내려고 하는 시도가 진행되고 있다. 일본은 4년 전부터 '익명 가공정보' 개념을 도입해서 2018년 7월 GDPR의 적정성 평가를 통과함으로써 일본 기업들은 유럽에서 개별적으로 심사를 받을 필요가 없게 되어 우리나라보다 한참 앞서가고 있다.

우리나라의 상황은 어떠한가? IMD의 2018년 빅데이터 활용역량 평가에서 한국은 63개국 중 31위, 1인당 국내총생산(GDP) 2만 달러 이상인 31개국 중에서는 21위 수준으로 평가되었다. 개인정보보호법, 정보통신망법, 신용정보법으로 불리는 이른바 데이터 3법이 국회를 어렵게 통과했지만 빅데이터를 활용한 개인신용평가는 물론 이종 기업 간 데이터 연결로 새로운 서비스를 출시하고 데이터의 가공 및 거래가 활성화되면서 데이터가 경제성장의 동력으로 자리 잡기에는 아직도 갈 길이 멀다. 각국이 데이터 전쟁을 치르는 지금 우리도 데이터 거버넌스에 대한 준비를 서둘러야 할 것이다.

2 이에 대해 미국, 일본 및 유럽연합(EU)은 2017년 12월 아르헨티나에서 열린 세계무역기구(WTO) 각료회의에서 중국의 인터넷 규제와 보호주의적 산업정책을 규탄하는 성명을 발표했지만 중국은 데이터 주권으로 반박하고 있는 상황이다.

인공지능, 이제 실행의 시대

AI Entering the Era of Implementation

공영일 Kong, Young Il • **책임연구원** Principal Researcher, SPRi • kong01@spri.kr

> "세상은 두 가지 시대적 변화를 맞이했다. 세상은 발견의 시대(age of discovery)에서 실행의 시대(age of implementation)로, 전문지식의 시대(age of expertise)에서 데이터의 시대(age of data)로 바뀌었다."
>
> – 리카이푸

애플, 마이크로소프트, 구글에서 AI기술 개발과 사업을 이끌었던 리카이푸[1]는 〈AI 슈퍼파워〉라는 책에서 현재의 시기를 AI '발견의 시대'를 지난, '실행의 시대'로 규정하였다. 한 시대를 엄밀히 구분하는 것은 어렵지만, 이 구분은 AI기술 발전과 글로벌 시장의 큰 흐름의 변화를 직관적으로 잘 표현하고 있다.

1 대만 태생으로 컬럼비아대학교에서 컴퓨터과학 학사, 카네기멜론대학에서 박사학위를 받았다. 1988년 음성인식 시스템 개발을 시작으로 인공지능 연구, 개발 및 투자 분야에서 30년 이상 종사해왔다. 2009년 벤처캐피탈 시노베이션벤쳐스를 창업하기 전까지 애플, SGI, 마이크로소프트, 구글에서 일했고 마이크로소프트 리서치 아시아 창립이사, 구글 차이나 사장을 지낸 바 있다(AI 슈퍼파워, 2019).

AI 발견의 시대가 주로 딥러닝(Deep Learning) 기술의 학술적 성과에 기반을 두고 있는 반면, 실행의 시대는 다양한 분야에 딥러닝 기술의 실질적인 응용을 통해 산업과 사회를 변화시키는 시대를 의미한다. 딥러닝을 비롯한 AI 주요 이론들이 정립되고 프로그램으로 만들어진 이후, AI는 이제 도구(Tool)로서의 성격이 강해지게 되었다.

AI 실행의 시대로의 전환은 우리에게 새로운 기회와 위협을 주고 있다. 인공지능 기초기술 분야에서 미국, 중국 등 주요국에 비해 상대적으로 취약한 우리나라에게 실행의 시대는 기회의 시대가 될 수 있다. 산업과 사회에 인공지능 융합을 성공적으로 이뤄낸다면 글로벌 경쟁력을 갖춘 경제와 사회시스템을 구축해나갈 수 있을 것이다. 반면, 지금 이 실행의 시기에 과거 산업화 시대의 틀과 사고에 얽매여 새로운 변화를 빠르게 수용하지 못하면 우리는 AI 경제시대의 주변국가로 전락할 수 있다.

AI 실행의 시대에서 글로벌 경쟁력을 갖추기 위해 시급히 해결해야 할 정책과제는 무엇일까? 이에 대한 다양한 의견과 우선순위의 차이가 있을 수 있다. 필자는 데이터 확보를 위한 환경조성, AI 융합 선도인재 양성을 강조하고 싶다.

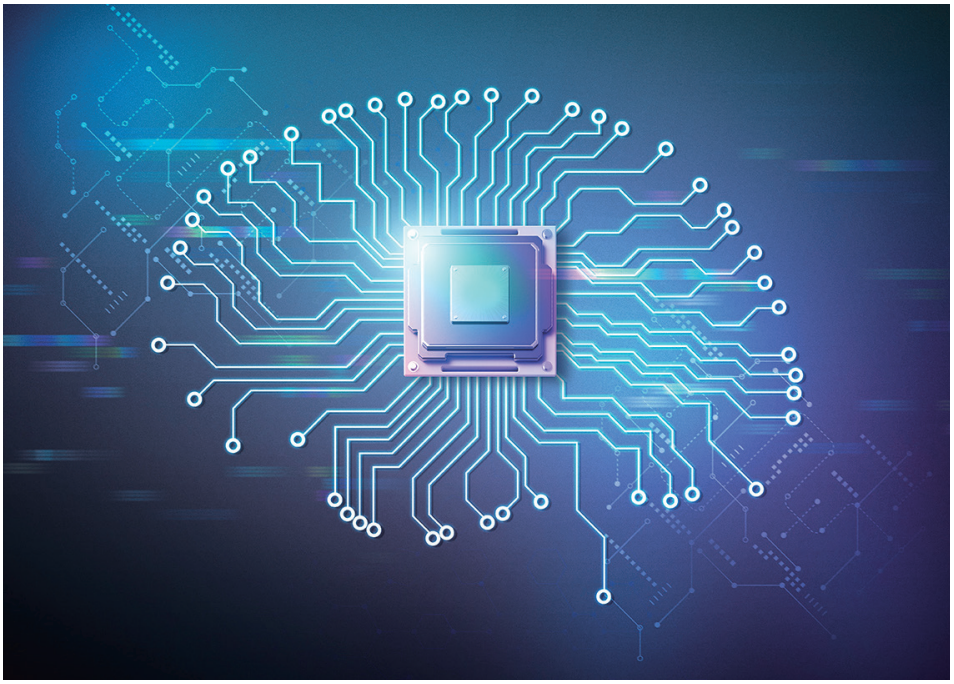
첫째, 데이터이다. AI 실행의 시대에서는 그간 확립된 방법론과 이론을 다양한 분야에 실제 적용하기 위한 데이터가 알고리즘, 그리고 결론적으로 경제적 성과를 좌우한다. 리카이푸가 〈AI 슈퍼파워〉에서 인공지능 실행의 시대에 중국이 미국을 넘어설 것이라고 주장하는 근거도 중국이 확보한 다양한 분야의 방대한 데이터에 기반하고 있다. 우리나라는 개인정보보호 규제 강도 측면에서 최상위권 국가로 분류된다. 이는 국내에서 사람과 관련된 데이터를 확보하기 매우 어렵다는 것을 의미한다. 최근 대한상공회의소의 〈신산업 규제트리와 산업별 규제사례〉 보고서에 따르면 4대 신산업(AI, 드론, 바이오헬스, 핀테크) 19개 세부분야의 63%에 달하는 12개 분야가 데이터 3법(개인정보보호법, 정보통신망법, 신용정보법)에 의해 막혀 있는 것으로 조사되었다.[2] 이와 같은 상황을 개선하기 위해 개인을 식별할 수 없도록 처리된 '가명 정보'를 데이터로 활용하고, 분산된 개인정보보호 체계를 일원화하는 것을 골자로 하는 데이터 3법의 개정안이 지난 1월 9일 국회 본회의에서 마침내 통과됐다. 다행스러운 일이 아닐 수 없다. 이제는 관련법의 시행령, 시행규칙 개정 등 후속조치 마련에 전력을 기울여야 할 것으로 생각된다. AI 기초기반이 부족한 우리나라에서 데이터 확보는 다른 나라보다 몇 배 더 중요한 의미를 가진다. 데이터 확보를 위한 환경조성은 우리나라가 AI 실행의 시대로 진입하기 위한 첫 번째 관문이며 우리나라는 다른 나라보다 2배는 더 빨리 뛰어야 할 상황에 있다는 냉엄한 현실 인식과 행동이 필요하다.

둘째, AI 융합 인재양성이다. AI 실행의 시대에서는 산업과 사회 각 분야에 AI 기술을 잘 적용하여 얼마나 빠르게 새로운 가치를 만들어 낼 수 있는가, 또는 기존 제품과 서비스의 가치를 얼마나 높일

2 http://www.korcham.net/nCham/Service/Economy/appl/KcciReportDetail.asp?SEQ_NO_C010=20120932452&CHAM_CD=B001

수 있는가가 경쟁력을 좌우하게 될 것이다. 이를 위해서, 도구로서의 AI를 잘 이해하고 자신의 분야에 적용할 수 있는 엔지니어의 육성을 확대 추진할 필요가 있다. 예를 들어, 'AI융합 선도인재 20만 명 양성사업(가칭)'과 같은 대규모 국가 프로젝트를 고려해 볼 수 있다. 통계청에 따르면 2018년 기준, 국내 사업체 종사자 수는 2,223만 명으로 파악된다.[3] 사업체 종사자의 약 1%에 해당하는 20만 명을 5년 정도에 걸쳐 AI융합 선도 핵심인력으로 양성하는 것이다. 참고로 일본의 경우, 2019년 3월에 발표한 AI전략에 따르면 AI 융합인재를 '연간' 25만 명을 양성할 계획이다. 이 계획의 현실성과 실현 여부에 대해 회의적인 의견도 일부 있지만 일본 정부의 AI 융합인재 양성에 대한 엄중한 인식과 강한 정책의지를 읽을 수 있는 대목이다. 우리 정부가 작년 12월 발표한 〈인공지능 국가전략〉에 제시된 'AI를 가장 잘 활용하는 나라'의 비전은 이에 부합하는 각별한 인재육성 정책의지와 실행프로그램이 뒷받침되지 않으면 달성이 어렵다는 점에 이견이 없을 것이다.

2020년 경자년(庚子年) 새해가 밝았다. 올해는 쥐(子)의 해이다. 십이지 동물의 특성을 기업 경영에 접목하여 풀이한 손욱의 〈십이지 경영학〉에 따르면 쥐가 시사하는 것은 자기의 현 위치, 현 상황을 재빨리 파악하고 생존차원의 위기의식을 공유하여 위기를 돌파해 가야 한다는 것이다. 2020년 경자년(庚子年)이 AI 국가전략과 세부과제의 과감하고 신속한 실행을 통해 AI 강국으로 도약하는 원년이 될 수 있기를 기원한다.



3 http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1K52C03&conn_path=I2

진화하는 글로벌 차량공유 산업 동향

Market Trends in the Global Car-sharing Industry

안미소 An, Miso • **연구원** Researcher, SPRi • misoan@spri.kr

경기 침체, 환경 오염에 대한 대안으로 차량공유를 포함한 공유경제가 디지털경제 시대의 주요한 혁신동력의 하나로 주목받고 있다. 이에 따라 전 세계적으로 차량공유 시장이 확대되며 기존의 차량공유 업체 및 완성차 업체, ICT 기업이 경쟁적으로 시장에 뛰어들고 있다. 하지만 우리나라는 규제 및 기존 경제주체와의 갈등으로 인해 여러 가지 문제가 발생하고 있어 글로벌 차량공유 트렌드에 맞추기 위해 보다 신중하고 탄력적인 대응이 필요하다.

Emerging with the development of IT technologies and as a part of efforts to overcome and mitigate economic recession environmental pollution, the sharing economy, especially 'car sharing', is drawing attention as one of the key innovation strategies of the digital economy. In this context, car sharing companies, automakers, and ICT companies are competitively entering the increasingly growing market across the globe. In South Korea, however, there are various problems due to the relevant authorities' regulations and conflicts with conventional economic players. For this reason, more careful and flexible strategic responses are needed to keep pace with the current trends in the global car sharing market.

차량공유의 개념 및 분류

차량공유는 1984년 스위스의 한 협동조합에서 조합원이 공용자동차를 사용한 것에서부터 시작되었으며, 2000년에 미국의 집카(Zipcar)*가 여러 사람이 한 대의 자동차를 공동으로 소유하여 시간 단위로 나눠쓰는 서비스 제공하며 오늘날의 차량공유 개념이 완성되었다. 차량공유의 일반적인 정의는 자동차의 소유권을 가지고 있는 주체가 서비스에 가입된 회원에게 시간단위로 차량의 이용권한을 제공하는 것이다.[1] 최근에는 디지털 플랫폼 기반의 교통 및 이동수단 관련 서비스산업을 포괄하는 공유 모빌리티라는 보다 넓은 개념으로 확장되었다.

차량공유는 크게 '쏘카'나 '그린카'처럼 전통적인 렌터카 사업과 비슷하나 영업소를 통해 차량을 빌리는 것이 아닌 플랫폼을 사용하여 간편하게 차량을 대여하는 '카셰어링(Car-Sharing)'과 '카카오택시'와 '우버'처럼 이동을 원하는 소비자와 이동서비스를 제공하는 사업자를 실시간으로 연결하는 '카헤일링(Car-Hailing)', '풀러스'와 같이 자동차를 함께 타는 '라이드셰어링(Ride-Sharing)' 등으로 나눌 수 있는데, 우리나라는 카셰어링을 제외한 차량공유 서비스가 매우 제한적으로 제공되고 있다.[2] 자세한 분류는 다음 [표 1]과 같다.

표 1 차량공유 종류 및 개념

차량공유 종류			대표기업
카셰어링 (Car Sharing)	Peer-to-peer car sharing (P2P)	기존 자동차 소유자가 다른 사람들이 짧은 시간 동안 차량을 대여해주는 서비스 방식	스냅카(SnappCar)
	Stationary car sharing (B2C)	이용자가 서비스 지점으로 이동하여 차를 대여 및 이용 후 다시 해당 지점으로 반납하는 방식	집카(Zipcar) 플링스터(Flinkster)
	Free-floating car sharing (B2C)	이용자가 주변에 이용가능한 차량을 검색하여 대여 및 이용 후 가 반납장소(노상주차장 내 전용주차구역 등)를 검색하여 반납하여 단반향(Oneway)이용 가능	셰어나우(car2go와 DriverNow 합병) 윗카(Witcar)
라이드셰어링 (Ride Sharing)		카풀의 개념과 같으며 이동을 원하는 차를 보유한 개인과 목적지 방향이 유사한 개인을 연결해주는 서비스	풀러스 우버풀 벅시
카헤일링 (Car Hailing)		이동을 희망하는 고객과 차량을 보유한 사업자를 직접 연결해 주는 서비스로 원하는 위치와 시간에 승차 서비스를 이용할 수 있는 호출형 승차공유 서비스(Ride Hailing)*, 공유 자동차를 원하는 위치로 부르는 호출형 차량공유 서비스(Car Hailing)가 있음 * 기존의 라이드셰어링이 라이드헤일링으로 변화되는 추세임	우버(Uber) 리프트(Lyft) 디디(Didi Chuxing) 그랩(Grab) 카카오택시

※ 자료 : KPMG(2019.8.), TaaS 투자로 본 모빌리티 비즈니스의 미래 재구성

* 집카 : 2000년도에 세워진 미국의 차량공유 업체로 여러 사람이 한 대의 자동차를 공동으로 소유하여 시간 단위로 나눠쓰는 서비스 제공

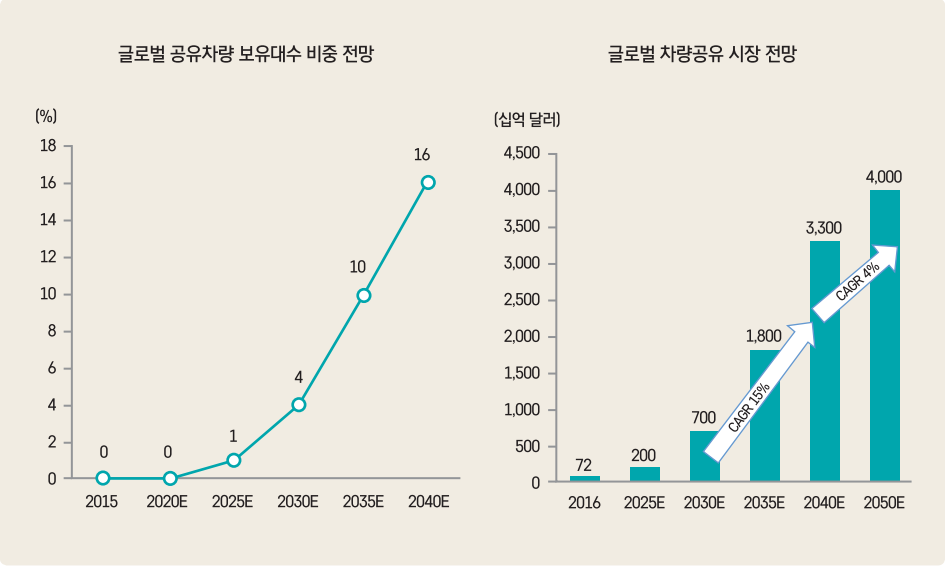
1 한국교통안전공단(2018.10.), 카셰어링 교통안전 대책 마련을 위한 연구

2 CBS뉴스(2019.4.), "오너드라이버가 사라진다"…커지는 공유車시장

글로벌 차량공유 시장 동향 및 전망

공유경제에 대한 관심 속에서 차량공유 시장은 가파른 성장세를 유지하고 있다. 글로벌 컨설팅업체 맥킨지는 차량공유의 확산으로 2030년에는 일반소비자 자동차 구매가 현재보다 최대 연간 400만 대 감소하고 차량공유용 판매는 200만 대 증가할 것으로 전망했다. KPMG는 2035년부터 완성차 수요가 연평균 4.4%씩 감소하는 반면, 전 세계 공유차량 보유대수는 2040년에는 16%까지 증가함에 따라 차량공유 시장은 2040년까지 가파른 성장률을 기록하여 장기적으로는 공유차량 보유대수가 완성차 수요를 앞지를 것으로 전망했다.([그림 1] 참조)[3]

그림 1 차량공유 시장 전망 및 보유대수 비중



※ 자료 : KPMG(2019.8.), TaaS 투자로 본 모빌리티 비즈니스의 미래

이러한 추세에 따라 전 세계 차량공유 기업들의 성장세도 가속화되고 있다. 미국의 차량공유업체 리프트와 우버는 2019년 초 상장하여 완성차기업 이상의 기업 가치를 보유하고 있으며, 전 세계 유니콘 기업 순위 2위인 중국의 디디는 1일 3,100만 회 승차서비스를 제공하고 있다.

3 KPMG(2019.8.), TaaS 투자로 본 모빌리티 비즈니스의 미래

공유 모빌리티 시장에 뛰어드는 완성차기업

신차 구매 수요가 줄어들고 차량공유 시장이 확대됨에 따라 기존의 완성차 업체들도 공유 모빌리티 사업에 뛰어들고 있다. 다임러와 BMW는 각자 운영하던 차량공유서비스인 '카투고(Car2Go)'와 '드라이브나우(DriveNow)'를 합병해 '셰어나우(ShareNow)'를 설립하여 차량공유서비스에 대한 경쟁력을 강화하고 있다. 국내의 현대기아자동차그룹은 '단순 자동차생산'에서 '스마트 모빌리티 솔루션 제공자'로 전환하기 위해 중동의 최대 카헤일링 기업 '카림'에 연말까지 5,000대의 공유차량을 공급하는 것뿐만 아니라 인도 최대 차량호출 기업인 '올라'에 3억 달러(약 3,400억 원)를 투자하였다.[4] 이 외에도 그랩(Grab), 올라(Ola), 카넥스트도어(CarNextDoor)에도 투자하는 등 발 빠르게 움직이고 있다.

자율주행 기술과 결합하여 진화하는 공유 모빌리티 시장

기존의 모빌리티 서비스가 단순히 차량과 승차를 공유·대여하는 방식이었다면 자율주행 기술이 연계되며 새로운 차원으로 진화하고 있다. 자율주행차량은 운전자의 개입이 필요 없어지므로 모빌리티 서비스의 운전자 비용*이 절감되는 효과가 있다. 또한, 실제 자동차를 소유한 것처럼 원하는 장소, 원하는 시간에 차를 호출하여 편리한 서비스 이용이 가능하게 된다. 미국의 신기술 연구소 리싱크엑스(RethinkX)는 카셰어링 및 카헤일링 업체들이 자율주행차 기술을 적극적으로 받아들일 것이며, 향후 10년 내에 전체 승객 이동의 95%가 자율주행으로 재편될 것이라 예측하였다.[5] 이에 따라 자율주행차 제조업체와 기존 카셰어링 업체 간의 투자 및 제휴가 활발하게 진행되고 있다.

테슬라는 스마트폰을 사용해 가까이 있는 테슬라 차량을 자동운전 모드로 호출해 목적지까지 무인운전 상태로 이동하는 로보택시(Robotaxi)를 2020년까지 100만 대 보급할 예정이라고 밝혔다. 이 외에도 테슬라는 국내 차량공유 업체인 쏘카와 협약을 통해 이용자가 테슬라 모델S를 대여하여 평소에는 자차처럼 사용하되 쓰지 않는 시간에는 타인에게 공유할 수 있는 서비스(카헤일링모델)를 제공할 계획이다.

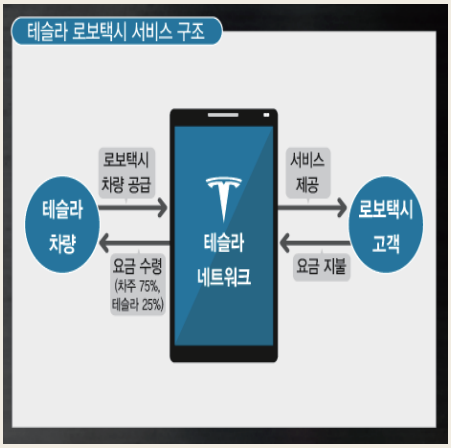
4 조선비즈(2019.5.), "현대차, 중동 카헤일링 기업 '카림'에 차 5,000대 공급"

* 실제 라이드셰어링 요금에서 운전자 비용이 차지하는 비중은 75%~80% 수준으로 운전자 개입이 필요없는 완전 자율주행 차량으로 운행하면 비용이 대폭 낮아질 것으로 전망(미디어리퍼블릭, 2019.7.)

5 HMG 저널(2019.7.), '자동차 공유 시대를 준비하는 기술들'

그림 2 테슬라 로보택시

테슬라 로보택시 서비스 구조



테슬라 로보택시 어플 예시

※ 자료 : Ttimes(2019.5.)

볼보는 우버와 협력하여 볼보의 자율주행차 모델 24,000대를 우버에 납품하기로 하였고, 폭스바겐 그룹은 라이드셰어링 자회사인 '모이아'를 통해 자사의 전기차를 활용한 라이드셰어링 사업에 진출할 계획이다.

표 2 자율주행차 제조업체와 차량공유 협업 현황

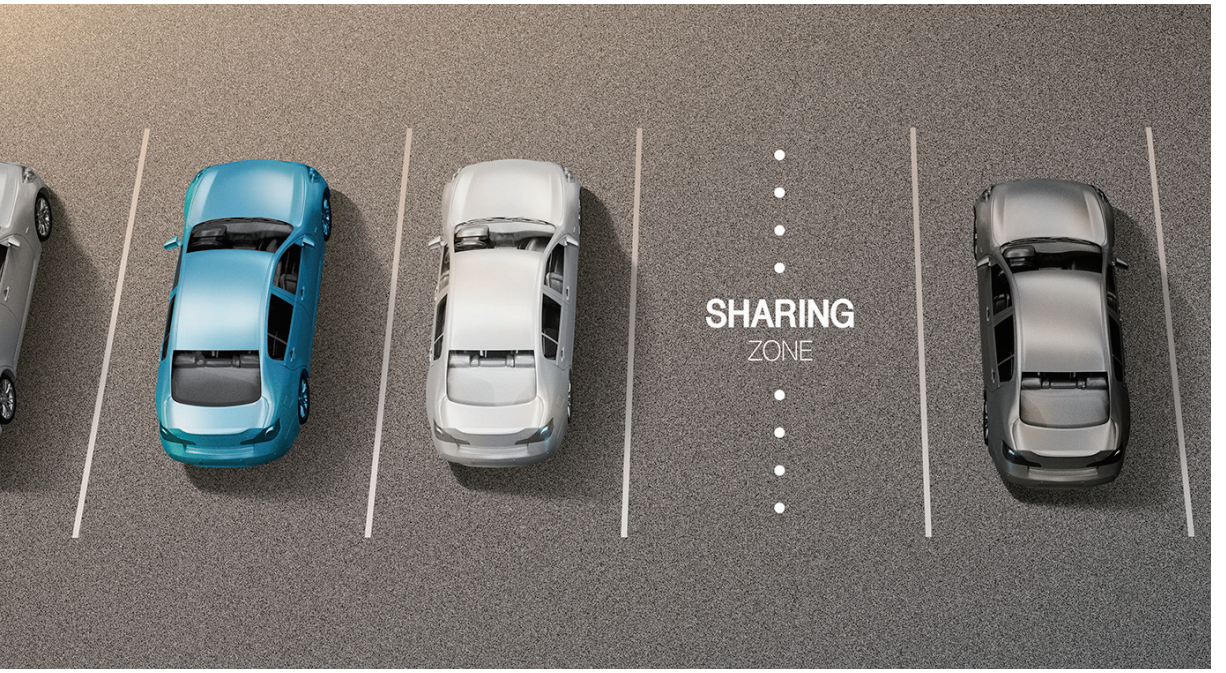
기업	내용
볼보 x 우버	우버는 자율주행기술 개발에 협업을 하던 볼보에 자율주행차를 2019~2020년에 걸쳐 24,000대를 발주하였음 볼보의 XC90에 우버가 자체 개발한 자율주행기술을 위한 다양한 센서와 장비가 부착되어 운전자 없는 완전 자율 주행을 목표로 함
폭스바겐 x 모이아	폭스바겐 그룹은 직접 라이드 셰어링 회사 "모이아"를 설립하고, 전용 전기 미니밴을 개발함 모이아를 2025년까지 세계 3대 모빌리티 브랜드로 키우는 것을 목표로 하고 있으며, 우선 독일을 중심으로 서비스를 전개해나갈 계획임
현대자동차 x LA시	LA시와의 협약하여 '모션랩' 설립을 통해 LA의 주요 지하철역 4곳(유니언·웨스트레이크·퍼싱·7번가역)의 주차장을 거점으로 공유 차량을 배치하는 사업 전개 계획
웨이모 x 리프트	자율주행차를 활용한 택시서비스를 개시하여 리프트 앱을 사용하는 고객이 구글 웨이모의 자율차를 선택해 부를 수 있는 프로그램으로 우선 애리조나주의 피닉스시 주변에서 시행되고 있음

※ 자료 : 엔카매거진(2018.2.), 자동차 회사와 라이드 셰어링 업체의 짝짓기 현황 재구성

시사점

전 세계적으로 차량공유 시장이 확대됨에 따라 기존의 차량공유 업체 및 완성차 업체, ICT 기업이 앞다투어 이 시장에 뛰어들고 관련 사업을 확장하고 있다. 또한, 자율주행기술 등 신기술의 발전과 더불어 글로벌 차량공유 시장은 더 확대될 것으로 전망된다.

우리나라는 5G 서비스, 모바일 등 모빌리티 산업이 성장할 수 있는 인프라가 충분히 갖춰져 있지만, 국내의 법적규제 및 기존 운송사업자의 반발에 따라 사업을 추진하는데 어려움을 겪고 있는 실정이다. 실제로 2019년 미국소비자기술협회(CTA)가 발표한 '국제혁신스코어카드(International Innovation Scorecard)'에서 우리나라는 차량공유 부문에서 F등급을 받으며 '한국은 차량 공유 금지 같은 공유경제 규제를 철폐해야 이 부분에서의 F등급을 면할 수 있다'라는 평가를 받았다. 따라서 우리나라도 차량공유 시장을 위해 정부와 산업계의 적극적이고 발 빠른 대책마련과 함께 기존 산업계를 위한 별도의 보완책을 제시하여 차량공유 트렌드에 적극 대응해야 할 것이다.



미국 소매유통 시장의 디지털 신기술 활용 동향

Trends of New Digital Technology Applications in the US Retail Market

허 정 Hur, Chung • **선임연구원** Senior Researcher, SPRi • chunghur@spri.kr

리테일 테크는 소매유통 시장에서 IT 및 소프트웨어 신기술 등을 활용하여 새로운 비즈니스를 제안하고 고객 가치를 증대시키는 것이다. 최근 미국 소매유통 시장은 완만한 시장 성장세가 계속되는 가운데 백화점, 전문점, 복합쇼핑몰로 대표되는 오프라인 부문에서 아마존 및 기존 유통업체들이 진출하고 온라인 및 모바일 부문으로 수익의 구조가 다변화되는 추세이다. 이러한 변화 속에서 빅데이터, AR/VR, 블록체인, 핀테크 기술 등을 활용한 리테일 테크는 다양한 분야로 사업 영역을 확대하고 있다. 국내 유통업계도 디지털 기술을 활용한 신규 비즈니스 모델 창출로 글로벌 기업과의 시장경쟁에서 생존해야 할 것이다.

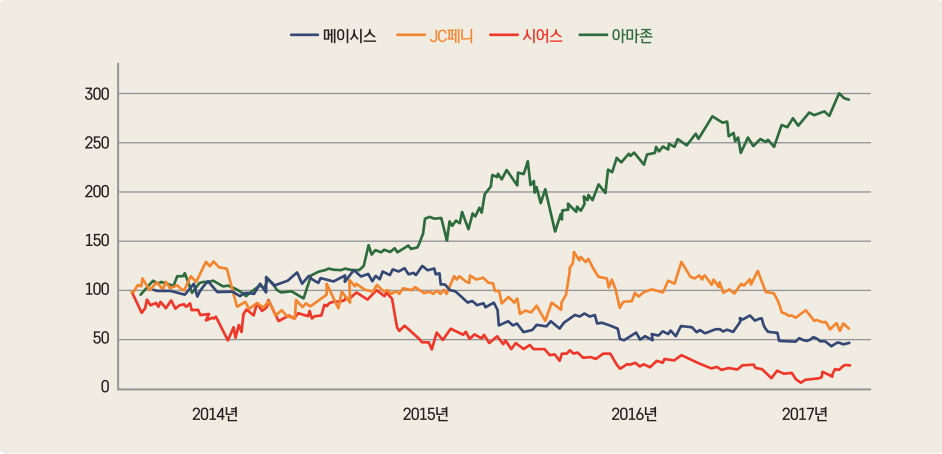
Retail-tech refers to the use of new IT and software technologies in the retail market to propose new business models and increase customer value. In recent years, the size of US retail market has continued to enlarge gradually, and the profit structures have been diversified from offline systems including department store, category killer, and multiplex shopping mall to online and mobile systems including Amazon and existing retailers. In the midst of these changes, retail-tech, which utilizes big data, AR/VR, blockchain, and fin-tech technologies, is expanding its business into various fields.

1. 미국 소매유통 시장의 지각 변동

미국의 소매유통시장은 최근 오프라인에서 온라인으로 주요 판매경로가 이동되는 현상과 함께 데이터 관련 가치와 소프트웨어 신기술 활용이 증대되면서 시장에서의 경쟁지형이 탈바꿈되는 모습이다. 최근 소매유통 시장에서 세계를 선도해 온 미국시장은 오프라인 부문에서 심각한 수준의 위기에 직면하였다. 2017년 연 매출 5천만 달러 이상인 소매기업 중 26개 브랜드가 파산했는데, 이는 2016년 기준 30% 증가한 수치[1]이다. 특히 대중 소매점을 대표했던 시어스(Sears)는 2018년 자사 브랜드인 K마트(K-mart)를 포함해 381개 매장 영업을 종료하면서 수익 개선을 위해 노력했지만 몇 년간 지속된 마이너스 성장세를 극복하지 못하고 파산보호를 신청한 바 있다.[2]

오프라인 유통의 위기는 세계 최대 소매기업인 아마존(Amazon)을 빼놓고는 이야기할 수 없다. 2017년 발표된 '아마존 공포 종목 지수(Death by Amazon Index)'[3]는 비스포크 인베스트먼트 그룹(Bespoke Investment Group)이 아마존의 공세로 큰 위협을 받는 54개 소매기업을 선정해 이들의 주가 지수를 예측한 것이다. 아마존의 등장은 미국 대형 소매기업들의 주가를 곤두박질치게 했다. 각 기업의 2014년 초 주가를 기준으로 2017년 아마존의 주가는 3배까지 늘었으나 메이시스(Macy's), 시어즈, JC페니(JC Penney) 등의 주가는 [그림 1]에서 보듯이 절반 수준으로 하락하였다.

그림 1 아마존이 미국 대형 소매 기업에 미친 영향



※ 자료 : 톰슨 로이터 데이터스트림 자료를 파이낸셜 타임즈에서 재구성

1 Chris Isidore(2017.12.26.), Retail's toughest year: A record for store Closings, CNN Money
2 Lauren Thomas and Christina Cheddar Berk(2018.5.31.), Sears names dozens of the 72 stores it plands to claose in the near future, CNBC
3 Patti Domm(2017.7.11.), Amazon's victims : These stocks have lost $70 billion so far this year, CNBC

아마존은 공격적인 확장으로 미국 소매유통 시장 전반에 큰 타격을 가하고 있다. 2017년 아마존은 홀푸드 마켓(Whole Foods Market)을 137억 달러에 인수하며 품질에 대한 인식이 가장 까다로운 식품시장에 성공적으로 안착했다는 평을 듣고 있다. 2018년에는 J. P. 모건 체이스(J. P. Morgan Chase & Co.), 버크셔 해서웨이(Berkshire Hathaway)와 함께 헬스케어 스타트업 헤이븐(Haven)을 설립하고 또한 온라인 약국 스타트업인 필팩(PillPack)을 인수하였다. 같은 해 8월에는 미국 내 50여 개 극장을 운영하는 랜드마크 시어터(Landmark Theater)의 인수를 추진하였다.[4]

이렇듯 아마존의 입지가 강화되는 가운데 미국 전체 소매시장의 규모는 2018년 6만 300억 달러를 기록하면서 2017년 대비 4.9% 증가하였다. [표 1]에서 보면 2007~2008년 서브프라임 모기지 사태의 여파로 소매업계의 매출이 급격히 줄어든 2009년의 -2.2% 마이너스 성장 기록[5]을 제외하고는 큰 흔들림 없이 완만한 성장세를 이어가고 있다. 즉 미국 소매유통 시장은 경기 성장세에 힘입어 지속적으로 성장하고 있는 한편, 시장 구조는 오프라인에서 온라인 및 모바일 시장으로 이동하고 있다. 실제로 전자상거래 시장은 2017년 대비 2018년, 9.6%의 증가율로 소매유통 시장 전체를 견인하고 있다.

표 1 미국 소매유통시장 규모 (단위 : 백만 달러, %)

구분	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년
규모 (전년대비 증가율)	5,215,656 (4.3)	5,349,487 (2.6)	5,514,901 (3.1)	5,750,355 (4.3)	6,032,048 (4.9)

※ 자료 : 미국 인구통계국(US Census Bureau)

이러한 현상은 아마존과 같은 IT기업의 소매유통 분야에서의 지분 확대뿐만 아니라, 기존 백화점 및 전문점 등의 온라인 및 모바일 기반 사업구조 비율이 동시에 확대된다는 점에서 향후 급격한 전환을 예상해 볼 수 있다. 특히 최근 유통업계는 디스플레이 매장, 물류관리, 배송서비스를 제공하는 오프라인 부문과 고객 데이터베이스를 보유하고 있는 온라인 부문을 결합하는 옴니채널(Omni-Channel)을 주축으로 성장하는 모습을 보인다. 예를 들어 월마트(Walmart)는 온라인 사업부문의 경쟁력 강화를 위해 Jet.com과 Hayneedle.com을 인수함으로써 고객에게 'Shop by Style'이라는 디지털 쇼핑 체험기회를 선사하는 동시에 온라인 주문 후 매장에서 픽업하도록 하는 커브사이드 픽업 서비스(Curbside Pick-up)를 2019년 3,100개까지 확대하면서 오프라인-온라인 연계를 강화한 바 있다.

4 Anousha Sakoui(2018.8.15.), Nabila Ahmed, and Spencer Soper, Amazon in Running to Acquire Landmark Movie Chain, Bloomberg
5 Retailing in the US. Country Report(2018.3.), Euromonitor International

2. 리테일 테크의 활용 영역

리테일 테크(Retail-tech)는 소매유통 분야에 첨단 ICT기술을 적용함으로써 최종 소비자에게 새롭고 부가적인 가치를 제공하는 것을 의미한다. 리테일 테크의 거대한 흐름을 이끄는 쌍두마차는 미국의 아마존과 중국의 알리바바이다. 이들은 지금까지 소매 기업들이 관행적으로 진행했던 비즈니스 프로세스(Business Process)에 의문을 제기하고 전 과정을 세분화하여 혁신을 실현해나갔다. 첨단 기술이 접목된 리테일 테크는 매장과 재고관리, 물류혁신 등 소매유통 시장 업무 프로세스 전반과 소비자의 쇼핑경험에 일대 혁명을 몰고 왔다.

따라서 리테일 테크는 기존 소매유통 분야에 다음과 같은 새로운 가치를 제공하고 있다. 첫째, 과거와는 차원이 다른 상세한 고객 데이터 수집을 가능하게 했다. 둘째, 소매유통 산업의 백엔드(Back-end) 영역에서 자동화된 시스템 덕분에 재고와 물류 관리의 효율성이 높아져 운영비용을 절감할 수 있게 되었다. 셋째, 고객에 대한 섬세한 이해를 바탕으로 고객들에게 한층 더 맞춤화된 경험을 제공하게 되었다. 고객행동 자료를 바탕으로 경험을 극대화하는 기술을 활용, 맞춤형 상품제안 및 실시간 이력관리를 통해 운영 리스크를 최소화하고 있다.

표 2 리테일 테크의 적용 영역

적용기술	적용서비스	사례
인공지능	스마트스피커 로봇	아마존 알렉사, 알렉사 키즈 구글 어시스턴트 MS 코타나
빅데이터	큐레이션 예측배송	아마존 4-스타 아마존 온디맨드 쇼핑 아마존 예측 배송
AR/VR	상품의 가상 경험 럭셔리 브랜드 경험	IKEA 플레이스(IKEA 모바일 앱) 나이키 SNKRS 앱을 통한 상품 경험 Wayfair의 VR을 통한 인테리어 서비스 월마트의 3D 가상 쇼핑 투어 크리스찬 디올 패션 쇼의 VR 비디오 소더비 경매의 VR 기반 상품 재현
블록체인	공급망 관리 결제시스템 스마트 로열티 프로그램	월마트/샘스클럽의 블록체인을 이용한 상품 이력 추적 시스템 오버스탁닷컴, 익스피디아, 쇼피파이 등의 지불 결제 수단 스타벅스 가상화폐 플랫폼 백트 아마존 매니지드 블록체인 기프트 지니, 로엘라, 키비 등 블록체인 기반 로열티 프로그램

※ 자료 : 황지영(2018), 리테일의 미래. 인플루엔셜에서 일부 발췌

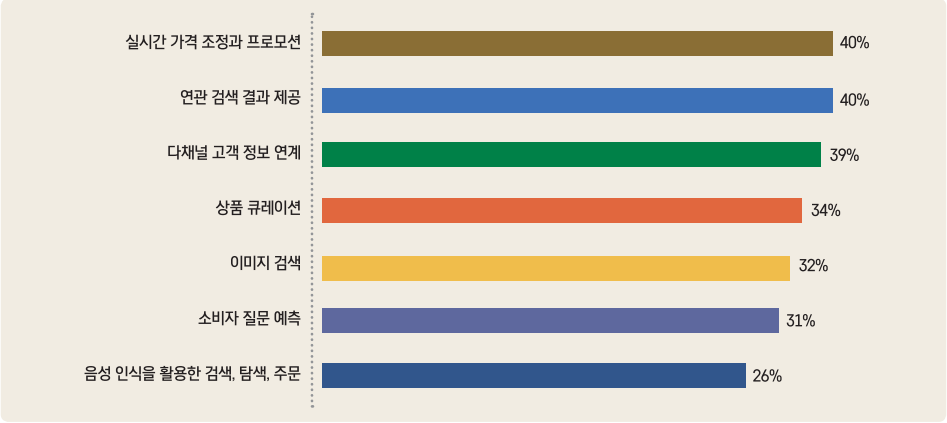
리테일 테크는 재고관리, 고객응답 등과 같은 반복 일상 업무에서 비용절감을 위해 인공지능, 챗봇 도입, 블록체인 기술을 활용한 시스템 자동화 등, 디지털화로 구현되고 있다. 아마존이 알렉사(Alexa), 아마존고 등 다양한 형태로 유통과 소비자 생활범위를 아우르는 리테일 테크를 선도하는 가운데

'아마존 프라임 멤버십' 제도를 도입함으로써 미국인의 소비패턴이 온라인으로 이동했다고 볼 수 있다. 이에 대항하는 월마트는 공중비행 물류 창고, 자율주행 스마트카트, 가정용 무인상점(Sam's Club Now) 등을 도입 중에 있다. 미국 유통업계 3위인 Kroger는 'Digital shelf edge' 기술에 기반한 광고전략을 실행하며 고객이 온라인 제품 검색 시 관련된 광고를 제공하는 한편, 84.51°라는 데이터 분석센터를 운영하고 있다.[6]

3. 소매유통 분야의 디지털 신기술(AI, 빅데이터, AR/VR, 블록체인) 활용 사례

소매유통 산업에서 인공지능은 인간에게 최선의 선택을 제안하며 인간과 교감하는 역할을 한다. [그림 2]와 같이 딜로이트 디지털(Deloitte Digital)과 세일즈포스(Salesforce)의 조사에 따르면, 소매유통 기업은 정보탐색, 연관상품 추천, 판매촉진 전략, 주문 등 다양한 의사결정단계에서 디지털 신기술을 활용하고 있다. 아마존의 인공지능 비서인 알렉사(Alexa)는 사람들의 일상대화 가운데 소비와 관련된 내용을 파악해 낼 수 있으며, 가정용 로봇인 베스타(Vesta)의 움직임을 관장한다. 베스타는 카메라, 센서, 자율주행 기능이 있어 집 안에서 자유자재로 움직이며 알렉사의 분석을 통해 집 주인의 선호를 반영하여 거실을 청소하고 집을 모니터링한다. 2018년 아마존이 새롭게 런칭한 알렉사 키즈는 5~12세 아이에게 맞춤형 서비스를 제공하도록 개발되었으며, 이를 구현하기 위해 에코 닷 키즈 에디션(Echo Dot Kids Edition)을 출시하였다. 현재 키즈 액티비티 스킬(Kid Activity Skills), 키즈 팟캐스트(Kid Podcasts), 키즈 루틴즈(Kid Routines) 등 다양한 전용 컨텐츠를 제공하고 있다.[7]

그림 2 소매유통 기업의 인공지능 활용도



※ 자료 : Consusmer Experience in the Retail Renaissance, Deloitte Digital & Salesforce, 2018.

6 한국무역협회 뉴욕지부(2019.4.15.), 최근 미국 소매시장 트렌드 및 5가지 키워드
7 Alexandra Whyte(21018.9.21.), Amazon rolls out new Alexa kids features, Kidscreen

소매분야에서 빅데이터를 수집·활용하는 방법에는 두 가지가 있다. 첫째, 고객이 직접 남긴 개인정보나 구매 후기 데이터를 상품 진열에 적용하는 것이다. 둘째, 고객의 쇼핑 패턴을 분석한 데이터로 고객의 미래 구매를 예측하는 것이다. 아마존은 뉴욕 소호 지역에 아마존 웹사이트에서 고객 평점 4.0 이상을 받은 상품만을 판매하는 아마존 4-스타 매장을 오픈하였다. 그리고 이러한 데이터를 활용하여 고객이 주문하는 상품의 디자인, 제작, 배송과정을 완성하는데 하루 이내에 이루어지는 아마존 온 디맨드(On-demand) 쇼핑 서비스를 개발 중이다. 아마존은 이를 위해 패션 분야에서 30여 개의 자체 브랜드를 보유하고 프라임 옷장(Prime Wardrobe) 서비스를 출시하였다.

AR과 VR이 가장 먼저 적용된 소매분야는 가구와 패션이다. 해당 기술은 상품을 실제로 배치하거나 입어보지 않고도 쉽게 상품에 대한 선호를 파악하도록 도와주고 있다. 이케아(IKEA)는 모바일 앱 이케아 플레이스를 통해 AR 쇼핑경험을 제공하고 있다. 스마트폰 앱으로 거실을 비추고 배치하고 싶은 가상의 소파를 선택하면 실제 거실의 모습에 가상으로 소파가 겹쳐지는 경험을 제공한다. 미국 온라인 가구판매업체인 웨이페어(Wayfair)는 가상 망막 디스플레이를 개발하는 매직 리프(Magic Leap)와 제휴하여 VR 헤드셋을 쓰고 가상으로 집을 꾸밀 수 있는 서비스를 출시하였다. 매직 리프 원(Magic Leap One) 기기를 통해 가상으로 실제 크기의 3D 제품을 집 안 이곳저곳에 놓으며 인테리어 할 수 있는 MR서비스다. 웨이페어는 2018년 초에 페이스북과 파트너십을 맺고 페이스북 뉴스피드(Newsfeed)에서 웨이페어 제품을 3D 이미지로 구현하는 서비스를 선보였다.[8]

블록체인은 최근 소매유통 시장에도 적극적으로 도입되고 있다. 향후 소매분야에서 블록체인은 다음과 같은 기능을 기대할 수 있다. 첫째, 블록체인을 통해 상품관련 메타데이터(Meta-data)[9]를 관리할 수 있고 모니터링 할 수 있어 공급망을 효과적으로 관리할 수 있다. 월마트와 샘스클럽(Sam's Club)은 식품 안전사고를 예방하기 위한 목적으로 생산지로부터 매장까지 식재료의 이력을 실시간으로 추적하는 블록체인 시스템을 도입하였다.[10] 둘째, 암호화폐를 상품구입 수단으로 활용하여 소매결제 시스템에 혁신을 가져올 수 있다. 현재 미국 온라인 할인점 오버스탁닷컴(Overstock.com), 여행전문 웹사이트 익스피디아(Expedia), 칩에어닷컴(CheapAir.com), 온라인 쇼핑몰 개발사인 쇼피파이(Shopify), 커피전문점 스타벅스(Starbucks) 등에서 활용되고 있다. 셋째, 블록체인을 통해 '스마트 로열티 프로그램'을 개발해 고객정보를 투명하고 안전하게 수집·보관·관리할 수 있다. 아마존 웹서비스인 아마존 매니지드 블록체인(Amazon Managed Blockchain)은 소매업자끼리 안전한 네트워크를 형성해 빠르고 정확하게 정보를 공유함으로써 기존 고객 대상 리콜상품에 대한 대응과 고장수리와 관련된 사후지원 관리를 즉각적으로 실행하게 해 준다.

8 Jacqueline Renfrow(2018.8.9.), Wayfair unleashes mixed-reality shopping, Retail Dive
9 다른 데이터를 설명해주는 데이터에 관한 구조화된 데이터
10 Matt Smith, In Wake of Romaine E. coli Scare(2018.9.24.), Walmart Deploys Blockchain to Track Leafy Greens, Walmart

그림 3 월마트의 블록체인 상품이력시스템

※ 자료 : IBM 웹사이트. 블록체인 고객사례.

4. 시사점

앞서 살펴본 바와 같이 소매유통 분야에 다양한 디지털 신기술을 활용한 리테일 테크는 소비자의 상품구매 경로 및 방식에 많은 변화를 가져왔다. 현재 시장매출 비중이 오프라인에서 온라인, 모바일 등으로 이동하고 있으며, 과거에는 단순히 정보탐색 수준에서 가치를 제공하던 ICT 기술에서 구매의사결정의 편의성과 정확성을 확대시키는 플랫폼 역할을 하고 있다. 또한 여러 가지 디지털 신기술이 융합되어 무인점포 즉, 언택트 리테일(Untact Retail)[11]을 포함한 새로운 비즈니스 모델들을 창출하고 있다.

소매유통 시장은 제조업/서비스업 생산업자와 최종소비자를 잇는 광범위한 영역에 걸쳐있는 시장이다. 현재 글로벌 선도 유통기업은 경쟁지형 변화에 맞서 IoT, 인공지능, 빅데이터, AR/VR, 챗봇, 블록체인, 핀테크 등 ICT 기술을 이용하여 생존을 위한 다양한 시도를 진행 중이다. 따라서 국내 유통업계는 디지털 첨단기술을 활용하여 소비자의 쇼핑편의를 높이고 새로운 고객경험을 제공하는 창의적인 비즈니스 모델을 만들어 냄으로써 글로벌 기업들과 경쟁할 수 있어야 하며, 정부는 정책적 환경을 조성하는 지원 역할을 적극 수행하여야 한다. 유통 기업 간 융합 및 협업을 통한 물류기술 R&D 활성화 및 표준모델 개발, IT기업과 유통업체간 기술 파트너십 체결, 스타트업과 중소기업의 연계 및 인수합병을 통한 투자 효율성이 높은 생태계 조성 등, 다양한 영역에서의 우위를 확보할 필요가 있다.

11 전이슬(2019), 언택트 문화 확산과 리테일 산업의 무인화 동향, 소프트웨어정책연구소, 2019년 11월호.

미국의 무기체계 SW 관리 현황과 시사점

Current Status of US Weapon System Software Management and Its Implications

서영희 Seo, YoungHee • **선임연구원** Senior Researcher, SPRi • yhseo@spri.kr
강동수 Kang, Dongsu • **교수** Director of Center for Military Science, RINSA
Associate Professor, Korea National Defense University • greatkoko@kndu.ac.kr

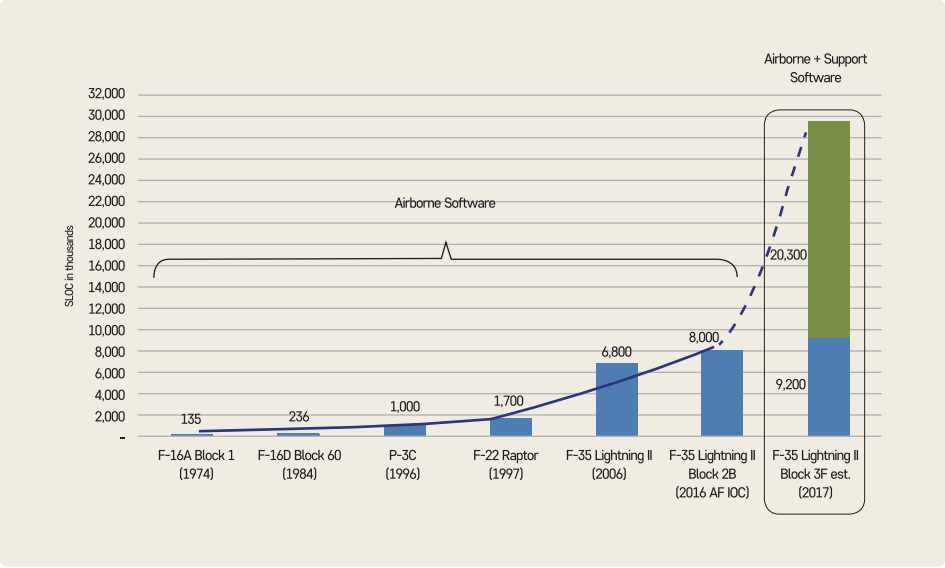
첨단 국방과학기술은 4차 산업혁명과 기술전쟁 시대에 국가안보와 경제성장의 원동력으로 인식되고 있다. 최신 무기체계에 SW 비중과 중요성이 점차 증가함에 따라 이에 걸맞는 무기체계 SW 관리체계가 요구된다. 무기체계 SW 관리 선진국인 미국의 SW 조직과 제도 분석을 통해 국내 무기체계의 효율적 관리를 위한 거버넌스 구축 및 국방 경쟁력 제고 방안에 대한 고민이 필요하다.

Highly advanced defense science and technology is recognized as the engine of national security and economic growth that sustains a nation in the era of the Fourth Industrial Revolution and Technology War. With gradually increasing role and importance of the software in cutting-edge weapon systems, it is required to set up an appropriate weapon system software (SW) management system. It is necessary to think about how to establish relevant governance for more efficient weapon system management and enhance the competitiveness of national defense in South Korea, based upon analyses of the SW organizations and systems in the United States, one of the leading countries with advanced weapon system SW management.

무기체계, 주요 기능은 SW로 구현

4차 산업혁명의 핵심인 SW 융합이 확산되고 있는 대표 영역인 국방 무기체계에서 SW의 비중이 점차 증가하고 있다. 최근 국내에 도입된 F-35 전투기의 경우 요구사항을 SW로 구현한 비중이 90% 이상[1]이고, 그 규모도 3천만 라인 이상으로 알려져 있다. 미국의 전투기 SW 비중은 [그림 1]과 같이 지속적으로 증가하고 있다.

그림 1 미군 전투기의 SW 규모



※ 자료 : DOD, Design and Acquisition of software for Defense System. 2018.

무기체계는 전투나 전쟁을 수행하는 체계로 원하는 시간이나 환경에서 지속적으로 성능을 발휘하여야 한다. 시스템이 예상치 않게 정지하거나 중단되지 않고 최고의 품질을 유지하는 것이 중요하다. 특히, 복잡한 첨단 무기체계는 무기체계의 지속적인 성능 유지를 위해 SW의 효과적인 관리체계가 필수적이다. 국내 국방 무기체계 SW 관리 역량을 강화하기 위해 무기체계 SW 관리 선진국인 미국의 SW 관리 조직과 제도를 살펴보고 이에 따른 시사점을 도출하고자 한다.

1 Donald G Firesmith, et al.(2009), The Method Framework for Engineering System Architecture CRC Press

미국의 무기체계 SW 관련 조직[2]

미국 국방부는 무기체계 SW만을 관리하기 위한 조직은 없으나 연구 기관과 기술관리 조직이 SW와 관련된 기능을 수행하고 있다.

국방부의 국방기술정보센터(Defense Technical Information Center, DTIC)와 사이버보안 정보시스템 정보분석센터(Cyber Security and Information Systems Information Analysis Center, CSIAC)는 정책을 수립하고 연구, 시스템 엔지니어링 및 개발 테스트 프로세스를 감독한다. 또한, SW 및 HW 취약성 탐지, 분석 및 치료 기능을 개발, 유지관리 및 제공하는 JFAC(Joint Federated Assurance Center)를 지원하고 있다.

1. 국방기술정보센터(DTIC)와 정보시스템 정보분석센터(CSIAC)

국방기술정보센터(DTIC)[3]는 차세대 신기술을 개발하는 데 필요한 지식을 빠르고 정확하며 안정적으로 전달하기 위해 과학기술 데이터를 종합하고 융합하는 것에 목적을 두고 기존 운영 중인 국방 시스템에서 정보를 공유하고 있다. 또한, R&E(Research and Engineering) 게이트웨이(Gateway)의 운영을 통해 기존에 수행된 연구정보 및 SW 관련 자료들을 기록하고 관리하고 있다. 또한, 전투사령부, 국방부 장관실, 국방기관, 군 서비스에 이르는 다양한 고객기반에 필수적인 기술 분석 및 데이터 지원을 제공하는 정보분석센터(Information Analysis Center, IAC)를 관리한다. 과학자, SW 개발자 및 엔지니어 등 다양한 전문가들이 정보분석센터 내에서 사이버 안보와 국방 시스템에 대한 전반적인 지원을 수행한다.

사이버보안 정보시스템 정보분석센터(Cyber Security and Information Systems Information Analysis Center, CSIAC)[4]는 국방기술정보센터(DTIC)가 지원하는 미 국방부 정보분석센터(IAC)이다. CSIAC는 세 개의 IAC를 통합한 것으로 세 개의 IAC는 SW 데이터 분석 센터(Data and Analysis Center for Software, DACS), 정보보증 기술분석센터(Information Assurance Technology IAC, IATAC), 지식관리 및 정보공유 기술분석센터(Modeling & Simulation IAC, MSIAC)로 구성된다. CSIAC는 미 국방부의 연구, 개발, 시험 및 평가, 획득업무 등에서 기본 임무와 목표를 달성하고, 사이버보안 및 정보기술에 대한 정부와 산업계 및 학계의 모범사례와 전문지식을 활용하기 위해 설립되었으며 주로 과학기술 정보를 수집, 분석하여 보급하는 활동을 수행한다.

2 미 국방부 조직과 제도 내용은 『국내외 국방 무기체계 SW 관리 조직 및 법제도 현황 조사(2019), SPRi』 연구 내용(비공개)을 재정리함
3 DTIC 홈페이지, https://discover.dtic.mil/about/ (2019.7.15. 검색)
4 CSIAC 홈페이지, https://www.csiac.org/about/about-the-csiac/ (2019.7.5. 검색)

2. 합동품질보증센터(JFAC : Joint Federated Assurance Center)

합동품질보증센터(Joint Federated Assurance Center, JFAC)[5]는 무기체계에 대한 SW 품질보증(Software Assurance, SwA)과 HW 품질보증(Hardware Assurance, HwA)을 수행하는 조직으로 SW에 대한 취약성(Code Vulnerability) 분석을 수행하고 있다. SARD(Software Assurance Reference Dataset)를 통해 C, C++, Java, PHP, C#에서 150개 이상의 취약점을 다루는 170,000개 이상의 프로그램을 관리하여 SW 보안 활동을 수행한다. 또한, 국립표준기술원(National Institute of Standards and Technology, NIST)의 SW 보증 매트릭스 및 도구 평가(Software Assurance Metrics And Tool Evaluation, SAMATE) 프로젝트를 통해 개발한 정적 분석 도구(Static Analysis Tool Exposition, SATE)에 대한 연구를 수행하고 있다.

미국의 무기체계 SW 유지관리 제도

미국은 항공기, 전차, 함정, 미사일 같은 무기체계들이 작전을 수행하고 기능을 유지하기 위한 SW 유지관리 비용이 향후 5년 동안 적어도 150억 달러(한화 약 17조 원) 이상 소요될 것으로 예상[6]하고 있다. 이에 무기체계가 운영되는 동안 체계적으로 SW를 유지관리 하고자 하는 노력을 기울이고 있다.

1. 미군의 무기체계 SW 유지관리 개념

미 국방부는 무기체계 SW 유지관리를 위해 유지관리 유형을 크게 4가지로 구분[7]하여 오류수정(Corrective Sustainment), 적응정비(Adaptive Sustainment), 완전정비(Perfective Sustainment), 예방정비(Preventive Sustainment)로 분류하고 있다.

오류수정(Corrective Maintenance)은 유지관리 대상 SW의 오류를 수정하는 활동이고, 예방정비(Preventive Maintenance)는 유지관리 대상 SW의 오류를 사전에 감지하는 활동이다. 완전정비(Perfective Maintenance)는 유지관리 대상 SW의 기능을 향상시키는 활동으로 유지관리 대상 SW에 대한 신규 기능 추가, 기능 변경, 기능 삭제 등이 상세 업무 활동에 속한다. 적응정비(Adaptive Maintenance)는 유지관리 대상 SW가 새로운 환경에 적응하기 위한 활동으로 데이터 전환, 시스템

5 Tom Hurt(2016), Deputy Director, Hardware/Software Assurance Office of the Deputy Assistant Secretary of Defense for Systems Engineering, "Department of Defense(DoD) Joint Federated Assurance Center(JFAC) Overview" ITEA Cyber Meeting 발표자료
6 GAO Report(2019), WEAPON SYSTEM SUSTAINMENT, DOD Needs to Better Capture and Report Software Sustainment Costs
7 DOD Instruction(DODI) 4151.20, Depot Maintenance Core Capabilities Determination Process(May 4, 2018), GAO-19-173

성능 개선에 따른 프로그램 변경, 패키지 버전 상승에 따른 커스터마이징 부분 개선 등이 해당된다. 미 국방부의 4가지 SW 유지관리 분류와 예시는 [그림 2]와 같다.

그림 2 미 국방부의 4가지 SW 유지관리 분류와 예시

Corrective sustainment	Perfective sustainment	Adaptive sustainment	Preventive sustainment
Corrective sustainment activities diagnose and correct software errors after the software is released. For example, corrective sustainment was performed on the Joint Tactical Terminal's Integrated Broadcast Service system software by fixing errors identified in Information Assurance Vulnerability Assessments submitted by users in the field.	Perfective sustainment activities consist of upgrades to software to support new capabilities and functionality. Fox example, perfective sustainment was performed on the B-52 bomber software as part of the B-52 Modernization program by editing the host based security system which prevents intruders and enabled system administrators to identify attempted system penetrations.	Adaptive sustainment activities modify software to interface with changing environments. Fox example, adaptive sustainment was performed on the Command Post of the Future system software by making it compatible with the Windows 10 Operation System.	Preventive sustainment activities modify software to improve future maintainability or reliability. Fox example, preventive sustainment was performed on Command Post of the Future program by analyzing system software and reducing install and configuration time.

※ 자료 : DOD Instruction 4151.20, Depot Maintenance Core Capabilities Process(May 4, 2018), National Institute of Standards and Technology. GAO-19-173

2. 각 군의 무기체계 SW 유지관리

미국의 SW 유지관리 활동은 각 군에 소속된 SW 센터 또는 무기체계 개발 업체와 계약에 의해 수행된다. 예를 들면 육군은 통신 및 전자 지휘 SW 엔지니어링센터(Army Communications and Electronic Command's Software Engineering Center, CECOM)가 육군 통신 시스템을 위한 SW를 유지관리하고, 육군 항공 및 미사일 연구개발 및 엔지니어링센터(Army Aviation and Missile Research Development and Engineering Center, AMRDEC)는 미사일, 우주 및 항공용 SW를 유지관리 한다.

공군은 기술지원센터(Software Technology Support Center, STSC)와 SW 유지보수그룹(Software Maintenance Group, SMXG)을 통해 작전비행 프로그램, 임무계획 시스템, 우주 시스템, 지상 기반 레이다, 무기 지원, 임무 지원, 제트 엔진 테스트, 교육 및 시뮬레이션 시스템, 진단 및 수리를 지원하고 있다.

해군은 태평양 해군 정보 전쟁 센터(Naval Information Warfare Center Pacific, NIWC)에서 지휘 및 통제, 통신, 컴퓨터 및 인텔리전스, 감시 및 정찰, 사이버 및 우주 분야에서 해군 시스템을 지원하고 있다. 또한, 해군은 전투체계 LTS(Life Time Support) 정비 체계를 유지하고 있다. 해군의 전투체계는 군함에 탑재되어 시스템을 통합 관리해주고 지휘통제, 무장통제 등의 기능을 수행하는 SW

체계이다. 이를 유지 관리하는 방법인 전투체계 LTS 정비는 전투체계가 함정에 탑재되어 수명을 다할 때까지 체계적으로 관리해주는 통합 서비스로 전투체계의 상태를 지속적으로 확인하고, 고장 발생 시 전문기술 인력을 지원, 고장부품 수리, 부품단종에 대비한 업무 등을 포함한 통합서비스라 할 수 있다.

LTS 정비는 미 해군뿐만 아니라 일본 해상자위대에서도 미 해군과 계약을 통해 이지스 전투체계 LTS 정비를 시행 중이며, 호주 해군도 미 해군과 함께 잠수함 전투체계 LTS 정비 프로그램을 시행하고 있다. 독일 해군은 LTS 정비와 유사한 개념의 프로그램을 진행하고 있다.

시사점

국방 선도국인 미국은 국방부 예하의 연구개발과 유지보수 조직에서 SW 업무를 수행하고 있다. 특히, SW 품질과 보안을 위한 JFAC와 CSIAC 조직이 별도로 마련되어 있어 보안과 품질에 대한 정책기능을 수행하고 있다. 또한, 미국은 무기체계 SW의 유지관리를 위한 제도를 가지고 군내 SW 정비능력과 유지보수 그룹을 구성하고 개발업체와 계약에 의해 SW 정비지원 능력을 확보하고 있다.

무기체계는 획득 이후 40~50년 동안 사용되는 오랜 생명주기를 갖는다는 특징이 있다. 국내의 경우, 무기체계가 한번 개발되고 성능을 개선하려면 개발 이후 성능개량 사업까지 대체로 10년 이상의 기간이 필요하다. 무기체계의 기능이 SW로 구현되는 비율이 높아지고 SW의 개발 특성상 완벽한 신뢰성과 보안성이 보장된 SW 개발이 점점 더 어려워진다. 이러한 상황을 고려한다면, 기술변화와 작전환경, 교리 변화에 따라 필요시 SW 업데이트가 적시에 가능한 무기체계 SW 유지관리 제도가 도입되어야 할 것이다.

체계적이고 효율적인 무기체계 SW 유지관리는 우리나라의 국방 경쟁력을 높이는 계기가 될 것이며, 첨단 무기체계를 만들어 놓고도 유지관리 소홀로 인한 기술 진부화나 사이버 해킹으로 인한 위협 대상이 되는 상황을 방지할 수 있을 것이다.

변화하는 프로그래밍 언어. '함수형 프로그래밍'이 뜬다

Introduction to Functional Programming and Supported Language Trends

김정민 Kim, Jung Min • **연구원** Researcher, SPRi • jungmink26@spri.kr

최근 객체지향 프로그래밍의 대안으로 함수형 프로그래밍(Functional Programming)이 다시 주목받고 있다. 함수형 프로그래밍은 객체(Object) 단위로 문제를 분해하지 않고 함수(Function)들의 집합으로 문제를 분해하는 방법론으로, 객체지향 프로그래밍이 가진 문제점을 극복할 수 있는 장점을 지닌다. 최근 JAVA, 파이썬 등 기존 개발자에게 친숙한 언어 또한 함수형 프로그래밍을 지원하도록 변화하는 추세로, 미래를 위해 관련 교육에 대한 고려가 필요한 시점이다.

Recently, functional programming has emerged as an alternative to object-oriented programming. Functional programming is a method of decomposing a problem into a set of functions without decomposing the problem in units of objects, and has the advantage of overcoming the problems of object-oriented programming. Recently, languages familiar to existing developers such as JAVA and Python are also changing to support functional programming, and it is time to consider related education for the future.

함수형 프로그래밍, 획일화된 프로그래밍 기법에 다양성을 부여하다

SW개발자라면 절차적(Procedural) 또는 객체지향(Object-oriented)이라는 용어에 친숙할 것이다. 오늘날 SW개발 원리의 기초가 되는 이론이면서도 현업에서 SW개발자의 실력을 판가름하는 지표로서 활용되기 때문이다.[1] 이 중 객체지향 프로그래밍(Object-Oriented-Programming, 이하 OOP)은 효율적인 개발 패러다임으로서 매우 오랜 시간 준용되며 SW개발자가 반드시 익혀야 할 방법론으로 인지되었다.

최근 SW개발자들이 앞서 언급한 잘 정립된(Well-Defined) SW개발 패러다임이 존재함에도 함수형 프로그래밍(Functional Programming, 이하 FP)에 주목하는 사례가 종종 등장하고 있다. 유명 SW분야 서적 "The Pragmatic Programmer"의 저자 Andrew Hunt는 2019년 9월 언론과의 인터뷰서 병렬컴퓨팅의 어려움을 해결하는데 FP가 유용하다 언급하였으며,[2] 국내 모바일 게임 '달빛조각사'는 FP기반 언어인 엘릭서(Elixir)로 개발한 운영서버를 기존 게임과의 차별성으로 내세워 화제가 되기도 하였다.[3] 한발 더 나아가 함수형 언어 자체를 신규 제작하는 작업도 진행 중인데, 마이크로소프트(Microsoft)는 2019년 3월부터 FP언어를 개발하는 프로젝트인 'Bosque Language'[4]를 추진 중이다.

이처럼 FP는 객체지향 패러다임이 지배하고 있는 SW시장에 활기를 불러일으키고 있다. 본고에서는 기존 객체지향 패러다임이 가진 특성과 한계점에 대해 살펴보고, FP의 전반적인 개념 및 이를 지원하는 프로그래밍 언어에 대해 살펴보고자 한다.

프로그래밍 패러다임의 변화 흐름

OOP는 절차적 프로그래밍(Procedural Programming, 이하 PP)에 대한 대안으로 등장하였다. PP란 소프트웨어가 동작하는 순서에 맞춰 순차적으로 기능을 코딩하는 방법이며, 포트란(Fortran), 알골(ALGOL) 등으로 대표되는 초기 프로그래밍 언어가 이에 해당한다.

PP는 소프트웨어가 동작하는 절차에 주안점을 두기 때문에 소프트웨어가 반복된 기능을 수행해야 할 시, 코드가 중복되는 문제점이 있었다. 이를 해결할 수 있는 명령어가 'GOTO'[5]였는데, 소프트웨어가 다음 번에 실행해야 할 소스코드 지점을 자유로이 제어할 수 있어 중복된 소스코드를 줄이고 코드의 유연성을 가져다주었다.

1 http://www.econovill.com/news/articleView.html?idxno=361625
2 https://www.techrepublic.com/article/the-pragmatic-programmer-classic-developer-handbook-is-retooled-for-the-21st-century/
3 http://www.inven.co.kr/webzine/news/?news=219071
4 https://github.com/microsoft/BosqueLanguage
5 GOTO문은 초기 절차적 프로그래밍 언어에서 활용되던 명령어로서, "GOTO + 목적지" 형태를 통해 소스코드 실행 순서를 자유로이 바꿀 수 있었다.

그러나 소프트웨어의 규모가 상승하고 복잡성이 높아지면서 'GOTO'문의 활용이 유지보수에 악영향을 끼치기 시작한다는 지적이 제기되었다. 에츠허르 다익스트라가 1968년 발표한 GOTO문의 해로움[6] 논문이 대표적인 연구 결과로 'GOTO' 명령어가 코드의 질을 하락시킴을 지적하였다.

이후 프로그래밍 언어는 'GOTO' 명령어의 사용을 지양하기 위해, 작은 단위의 프로시저와 구조체(Structure)[7] 사용을 지원하는 방향으로 개선되었다. 구조체는 추후 객체(Object)라는 추상적 개념을 담을 수 있는 클래스(Class) 개념으로 발전하였으며 이 변화는 곧 OOP의 등장을 알렸다. 이윽고 OOP에 상응하는 언어(1972년: 스몰토크, 1983년: C++, 1995년: Java)가 연달아 발표되어 현재까지 프로그래밍 언어의 주류가 되고 있다.

객체지향 프로그래밍의 특성과 한계

OOP는 상태(State)를 객체(Object) 내 변수(Variable)로 간주한다.[8] PP가 과일을 표현하기 위해 과일이란 이름의 변수와 더불어 다양한 과일의 상태(색상, 모양, 맛 등)를 별도로 정의(예: 과일_색, 과일_맛, 과일_모양 등)했다면, OOP는 과일을 하나의 객체로 보고 과일을 표현할 수 있는 다양한 속성(Attribute)들을 객체 내 변수로 선언한다. 즉 OOP는 소스코드의 구성요소를 객체라는 개념으로 구조화시켜 복잡하고 규모가 큰 소프트웨어도 개발 및 관리하기 용이하다는 장점을 가진다. 이처럼 OOP는 여러 객체들을 조합해서 큰 문제를 해결하는 상향식(Bottom-up) 해결법이란 장점이 있으나, 그럼에도 불구하고 다음과 같은 몇 가지 문제점이 존재한다.

- **함수의 비일관성** : OOP에서 사용되는 함수(Function)는 동일한 입력에 대해서 다른 결과를 반환(Return)하는 경우가 있다.

자동차를 a미터 전진시키고 결과 좌표(x, y)를 반환하는 메소드(Method)[9]가 있다고 가정하자. 이 메소드는 자동차의 현재 위치에 의존하여 동작한다. 즉, 동일한 입력값 10을 넣는다 하더라도 매 호출 시마다 다른 좌표 값이 반환된다. 지극히 당연한 동작으로 여겨지지만 이러한 구조는 테스트 케이스를 작성하기 어렵게 하며, 실제 버그가 발생했을 때 입력 값을 이용하여 출력에 문제가 있는지 여부를 확인하기가 쉽지 않다.

6 Edsger W. Dijkstra(1968), "Go To Statement Considered Harmful," Communications of the ACM, Vol. 11, No. 3, pp. 147-148
7 함수의 확장된 개념으로, 구조체는 일반 함수와 달리 변수(Variable) 할당이 가능하였기 때문에 단순 계산 이상의 목적으로 활용 가능하다.
8 예) 오렌지란 객체가 존재한다면, 오렌지의 색상, 맛 등은 오렌지 객체의 변수로서 저장됨
9 프로그래밍 언어에서 함수와 같은 맥락에서 사용하는 표현으로, 입력 값에 의존해 일련의 과정을 거쳐 결과를 도출해내는 개념

■ **객체 간 의존성 증가** : OOP에서는 객체 간 상호작용을 위해 함수가 다른 객체의 함수를 호출한다. 이 경우 함수는 외부 세계에 의존적으로 동작하기 때문에 재사용성(Reusability)이 떨어지며 프로그램의 복잡도가 증가하는 주요 원인이 된다.

예를 들어, 데이터를 하나 입력받고 이를 외부에 존재하는 저장소에 추가하는 함수를 가정해보자. 이 함수는 외부 객체에 의존성(Dependency)을 갖게 되므로 구조적 복잡성을 야기한다. 의존성을 줄이려는 다양한 노력이 시도되고 있지만 여전히 현재의 OOP에서는 의존성 관리가 어렵다.

■ **객체 내 상태 변화 제어의 어려움** : 객체 내 변수는 객체에서 제공하는 함수에 의해 변경된다. 대부분의 함수는 객체 내 변수들을 외부에서 변경 가능하도록 마련하는 공식적인 통로다. 다수의 외부 경로를 통해 객체 내 함수가 호출되는 경우, 어느 시점에 어떤 외부경로를 통해 상태가 변경되었는지 추적하는 것은 쉬운 일이 아니다.

가령 멀티스레딩 환경에서는 객체 내 함수를 동시에 다수가 접근할 가능성이 있어 버그 발생에 대한 원인 분석에 많은 비용이 소모될 수 있다.

함수형 프로그래밍의 특성과 장단점

상기 언급한 몇 가지 문제점에 대한 대안으로 함수형 프로그래밍(FP)이 등장하였다. FP는 상태를 제어하기보다는 상태를 없애고 목적에 집중하는 프로그래밍 패러다임이다. 객체 단위로 문제를 분해하지 않고 함수들의 세트로 문제를 분해하며, 주어진 입력에 대하여 항상 같은 결과를 출력으로 내보낸다는 특징을 갖는다. 이하에서는 FP의 주요 특징을 살펴보고 어떠한 언어들이 FP를 지원하는지 살펴보기로 한다.

■ 함수형 프로그래밍의 기원과 정의

FP는 데이터 처리를 수학적 함수의 계산으로 취급하며 함수들의 집합으로 프로그램을 작성한다. FP의 기원은 1930년대 수학자 알론소 처치가 개발한 람다 대수(Lambda Calculus)에서 찾을 수 있다. 람다 대수는 함수의 정의, 함수 적용, 귀납적 함수 추상화, 수학 연산을 표현하는 형식 체계이다. 한마디로 표현하면 함수의 수학적 연산을 표현하는 방법이며 다음의 예제로 간단히 설명할 수 있다.

표 1 람다 표현식의 간단한 예제

함수 설명	람다 표현
숫자 x를 입력받고, x의 제곱을 반환	x => x * x
숫자 x와 y를 입력받고, 두 수의 합을 반환	(x, y) => x + y

표 2 동일 기능에 대한 FP와 OOP의 차이점

- 함수 square(x)는 파라미터 x에 대해 x*x의 값을 반환
- 함수 sum(x,y)는 파라미터 x,y에 대해 x+y의 값을 반환

함수 설명		표현 예
함수형	(함수 1) 숫자 x를 입력받고, x의 제곱을 반환하는 함수	square(x)
	(함수 2) 숫자 x와 y를 입력받고, 두 수의 합을 반환하는 함수	sum(x,y)
	→ 동일한 입력에 대해 항상 동일한 출력을 보장 (함수를 구성 시 외부 접근을 통해 변경될 소지가 있는 변수를 허용하지 않음)	

객체지향	• 'Calculator'라는 객체의 상태(state)에 의존해 두 가지 함수가 선택적으로 실행
	• 객체 내 change_state 함수를 외부에서 접근하여 state 값이 변경될 시, 동일 파라미터라도 출력 값이 의도와 달라질 소지가 존재
		Calculator(x , y) {
		private state = 'square' or 'sum'
		
		change_state(keyword){
		state = keyword
		}
		
		run(){
		if(state == square)
		return square(x)
		else
		return sum(x, y)
		}
		}

FP는 위와 같이 람다 대수 이론을 프로그래밍에 도입한다. 따라서 (1) 동일한 입력에 대해서 항상 동일한 출력이 나오는 것을 보장하고, (2) 코드 복잡도를 낮추며, (3) 멀티스레딩에 대한 안정성을 보장하는 등 상기 소개한 OOP의 문제를 해결했다는 점에서 주목할 만하다.

■ 함수형 프로그래밍의 구현

FP의 철학은 선언형(Declarative) 프로그래밍 기법으로 구현 된다. 선언형 프로그래밍은 "무엇"을 할 것인지를 코드로 작성하는 프로그래밍 기법으로, "어떻게" 작동할 것인지 표현하는데 초점을 맞춘 명령형(Imperative) 프로그래밍 기법과 궤를 달리한다. 명령형 프로그래밍은 C++, Java와 같은 대부분의 OOP를 지원하는 언어가 채택한 개발 형태로, 수행해야 하는 단계를 알고리즘으로 자세히 표현한다. 반면 선언형 프로그래밍에서는 특정 선언으로만 프로그램을 동작시킨다. 가령 HTML 또는 SQL처럼 어떤 데이터를 가져올 것인지 명확히 표현하는 방식이 이에 해당한다.

[표 3]은 명령형인 자바와 명령형/선언형을 지원하는 스칼라의 코드 비교이다. 자바 코드와 비교하면 스칼라는 단 3개의 단어를 수행하는 것으로 동일한 작업을 수행한다.

표 3 numbers에 포함된 값을 화면에 출력하는 코드 예제

자바 코드	스칼라 코드

for(int value : numbers) {
System.out.println(value);
}
	numbers.foreach { e => println(e) }
	//또는 다음과 같이 축약 가능
	numbers foreach println

[해설] ① numbers에 저장 된 숫자를 하나 꺼낸다(value : numbers) ② 화면에 숫자를 출력(println(value)) ③ numbers에 저장된 다른 숫자에 대해 ①~② 절차를 반복수행(for문)	[해설] ① numbers에 들어있는 모든 숫자를 (numbers.foreach) ② 화면에 출력(e => println(e))

좌측 코드는 numbers라는 리스트에서 값을 하나씩 꺼내어 화면에 출력하는 행위를 반복적으로 수행하는 절차를 표현하고 있다. 반면 우측 코드의 경우 수행 단계의 표현 없이 수행하고자 하는 목적을 직관적으로 표현하고 있다. FP는 선언형 프로그래밍 기법을 활용하는 대표적 방법론으로서 우측 코드와 동일한 특성을 지닌다.

■ 함수형 프로그래밍의 장점과 한계

FP의 장점은 함수의 수행결과를 입력 값에만 의존하도록 설계하기 때문에 시스템의 불규칙한 상태 변화에 의한 예기치 못한 영향을 최소화할 수 있다는 점이다. 즉 버그, 외부의 시스템 공격 등과 같은 문제가 나타났을 때 보다 손쉽게 원인을 찾아 고칠 수 있음을 의미한다.

또한 OOP의 한계로 지적되었던 멀티스레드 환경에서의 객체 내 상태 변화 제어의 어려움이 근본적으로 발생하지 않는 구조(객체 내 상태변화가 없도록 설계)이므로 유지보수 측면에서 매우 뛰어나다는 이점을 지닌다.

FP가 갖는 한계는 단순함을 강요받는다는 점이다. 객체지향에서의 상태(State)는 상기 언급했던 바와 같이 다양한 부작용을 야기하지만, 외부에 인한 객체 특성의 변화를 코드로 표현하는데 있어 직관적이다. 반면 FP는 입출력의 일관성을 위해 상태를 허용하지 않으므로 같은 기능의 구현을 위해 OOP에서 고려할 필요가 없는 다양한 함수의 조합을 고안해야만 한다.

이는 복잡한 소프트웨어를 개발함에 있어 사람에게 친숙하지 않은 별개의 코드 구조를 고민해 내야만 하는 상황에 직면할 수 있음을 의미한다. FP의 이러한 특성은 기존 개발자가 FP를 수용하는데 큰 장벽이 되고 있다.

함수형 프로그래밍을 지원하는 언어

FP를 지원하는 언어들로는 하스켈[10], 리스프[11]가 대표적이다. [표 4]는 FP를 지원하는 다양한 언어이다.

표 4 주요 함수형 프로그래밍 언어

명칭	특징
Haskell	함수형 프로그래밍 지원
Scala	자바의 변형된 언어로서 자바 API를 지원 객체지향·함수형 프로그래밍 지원
Rust	객체지향·함수형 프로그래밍 지원

10 Haskell. 1987년 "함수형 프로그래밍 언어와 컴퓨터 구조에 관한 총회"에서 위원회가 발족되어, 1990년 첫 버전이 발표됨. https://www.haskell.org
11 Lisp. 1958년 MIT의 존 메카시가 고안한 프로그래밍 언어

명칭	특징
Clojure	리스프 변형 언어로 함수형 프로그래밍 지원 JVM, CLR, 자바스크립트 엔진에서 실행
Common Lisp	리스프 변형 언어로 모든 종류의 방법론 채택 가능 절차적·객체지향·함수형 프로그래밍 지원
Scheme	리스프 변형 언어 절차적·함수형 프로그래밍 지원
OCaml	Caml 프로그래밍 언어에 객체지향 추가 객체지향·함수형 프로그래밍 지원
F#	OCaml 언어를 계승해 동일 방법론 지원 .NET프레임워크, 자바스크립트에서 실행
Erlang	함수형 프로그래밍 지원

전문적인 FP 언어가 아니라도 FP를 접할 수 있다. 기존의 OOP 기반 언어들도 FP가 갖는 장점을 인식하고 점진적으로 FP 기법을 늘려가는 추세이다. 자바(JAVA) 8버전은 람다 함수를 지원하며, 자바스크립트는 익명 함수를 지원, 파이썬(Python)도 람다, 고차 함수 등을 지원하는 등 최근 들어 FP의 장점을 도입하고 있는 추세이다.

시사점

함수형 프로그래밍은 객체지향 프로그램이 갖는 패러다임을 벗어나 새로운 사고방식, 즉 함수단위의 조합으로 프로그램을 구성하는 방법이다. 객체의 상태로부터 자유로워지고, 코드가 줄어들며, 복잡한 의존성을 없애는 장점이 있는 반면, 수학적 표현식의 이해와 새로운 문법에 대한 적응이 필요하기도 하다. 함수형 프로그래밍을 지원하는 다양한 언어가 아직까지 주류를 이루지는 못하고 있으나, 기존의 언어들도 함수형 프로그래밍 패러다임을 도입하고 있는 등 향후 발전 가능성이 높다. 이처럼 함수형 프로그래밍에 대한 관심이 높아지는 추세를 볼 때 관련 역량이 국내 SW인력에게 있어 중요해질 것이라 짐작할 수 있다.

이와 관련한 국내의 교육은 흥미롭게도 블록체인을 매개로 확산되고 있는데, 3세대 블록체인 플랫폼으로 꼽히는 테조스(Tezos)[12]의 기반 언어가 함수형 프로그래밍을 채택하고 있기 때문이다. 이와 별개로 상기 언급한 비주류 언어의 교수 과정에서 관련 개념이 일부 소개되기는 하나, SW 개발방법론의 기초가 형성되는 대학에서의 정규 커리큘럼은 찾아보기 힘들다.

함수형 프로그래밍이 조명받는 현 시점에서, 획일화된 SW개발 방법론 교육에 다양성을 부여할 수 있도록 학계 및 업계의 전향적인 관심이 필요한 시점이다.

12 기존 블록체인 플랫폼의 문제로 떠오른 하드포크(hard fork)의 잠재적 위협을 해결한 스마트 컨트랙트(Smart Contract) 플랫폼이다. 프로그래밍 언어로 미켈슨(Michelson)과 오캐멀(Ocaml)을 채택하고 있는데 두 언어는 함수형 프로그래밍을 지원한다.

사진산책

중간 中間

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

문래동

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

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

나주 원도심

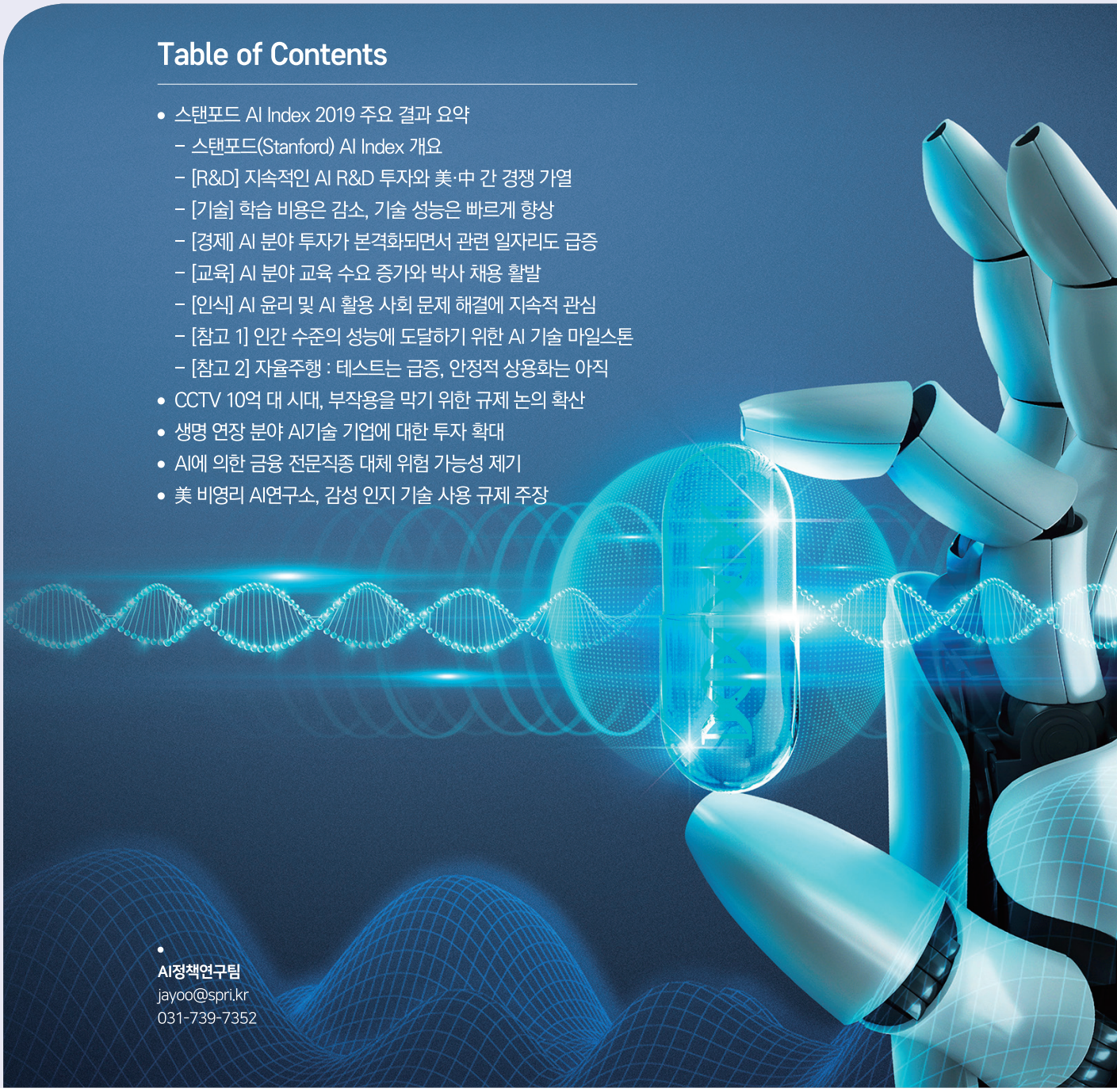
도시에서 골목길이 사라지고 있다. 양팔을 벌리면 양쪽 손끝이 닿을 듯한 좁디좁은 골목길을 만나기 힘들어졌다. 골목길이 사라지는 만큼 골목 안 풍경도 변했다. 한때 골목은 아이들의 놀이터였고 어르신들의 쉼터였다. 동네 아주머니들이 이야기꽃을 피우고 세상 돌아가는 소식을 주고받는 정보 한마당이었다. 하지만 지금은 예전 같은 골목 안 풍경을 마주하기 힘들다. 어르신도 아이도 주부들도 골목길에서 자취를 감췄다. 그럼에도 여전히 골목길을 걷다 보면 소박하고 인정 넘치는 서민들의 삶의 흔적을 만날 수 있다. 페인트 칠 벗겨진 낡은 철제 대문과 문고리, 방범창틀, 아이들의 낙서, 스치로폼 화분, 잠자리 모양의 TV 안테나, 빨랫줄과 알록달록한 집게 등 디지털 시대에 어울릴 것 같지 않는 소품들을 만날 수 있다. 바로 그런 풍경 때문에 여전히 사람들이 골목을 찾고 열광하는 것 같다. 그래서 골목길이 얼마 남지 않은 게 더욱 아쉽다. 불과 몇 년 사이에 교남동, 북아현동, 애오개, 녹번동의 정겨운 골목길이 순식간에 사라져버렸다.

인공지능 최신 동향과 시사점

Recent Trends of AI and Their Implications

Table of Contents

- 스탠포드 AI Index 2019 주요 결과 요약
  - 스탠포드(Stanford) AI Index 개요
  - [R&D] 지속적인 AI R&D 투자와 美·中 간 경쟁 가열
  - [기술] 학습 비용은 감소, 기술 성능은 빠르게 향상
  - [경제] AI 분야 투자가 본격화되면서 관련 일자리도 급증
  - [교육] AI 분야 교육 수요 증가와 박사 채용 활발
  - [인식] AI 윤리 및 AI 활용 사회 문제 해결에 지속적 관심
  - [참고 1] 인간 수준의 성능에 도달하기 위한 AI 기술 마일스톤
  - [참고 2] 자율주행 : 테스트는 급증, 안정적 상용화는 아직
- CCTV 10억 대 시대, 부작용을 막기 위한 규제 논의 확산
- 생명 연장 분야 AI기술 기업에 대한 투자 확대
- AI에 의한 금융 전문직종 대체 위험 가능성 제기
- 美 비영리 AI연구소, 감성 인지 기술 사용 규제 주장



AI정책연구팀
jayoo@spri.kr
031-739-7352

스탠포드 AI Index 개요[1]

■ 스탠포드 AI 인덱스

- 스탠포드대학 출신의 전미인공지능협회(AAAI) 회장이었던 Eric Horvitz 박사와 스탠포드대학의 컴퓨터 과학자들을 중심으로 인공지능의 영향력을 장기적으로 연구하기 위한 모임을 추진하여 이른바 'AI100(One Hundred Year Study on AI)을 구성
  - AI의 진보에 따른 잠재적 혼란과 미래를 전망하고 이에 선제적으로 대응하기 위한 사회 기술적 영향 평가와 대응 방안 수립을 위한 연구 추진
- 'AI 인덱스'는 'AI100' 프로젝트의 일환으로 스탠포드大 인간중심 AI연구소(Human-Centered Artificial Intelligence Institute)에서 2017년부터 연차 보고서 형태로 발간
  - AI 관련 연구개발 활동, 기술 성능, 경제 투자 활동, 미디어 동향을 파악할 수 있는 지표 및 주요 사건들을 정량적 정성적으로 정리
  - 연구 활동, 기술성능, 미디어 관심 정도를 미국 중심의 지표에 초점을 두고 있으며 2017년 첫 보고서 발표 후 지표를 계속적으로 조정하고 있음

  * 2018년부터 기업 활동, 정부 관심도 등의 대외 환경 지표들을 함께 고려

■ 2019년 보고서의 특징

- 2019년도 보고서에는 2018년 대비 3배 이상 많은 데이터가 포함되었으며 지표 항목도 경제활동, 교육활동, 공공인식, 사회적 고려 사항, 국가전략 등 AI의 기술과 연구 중심 활동에서 보다 다양한 대외적 영향 변수를 신규 추가 반영
- AI 인덱스의 국가 간 비교를 돕는 Global AI Vibrancy Tool(vibrancy.aiindex.org)과 arXiv의 등록된 최신 AI 연구 동향을 전문(Full-text)으로 확인해 볼 수 있도록 AI Index arXiv monitor(arxiv.aiindex.org)를 지원

표 1 주요 지표 항목

장	구분	주요지표
Ch1	연구개발	논문, 깃허브 프로젝트, 여성AI인력, arXiv 동향, Microsoft Academic Graph
Ch2	컨퍼런스	참석자 동향, AAAI 논문, 참여기관, AI 윤리 학회, 인권과 AI,
Ch3	기술성능	컴퓨터 시각(이미지, 비디오, 이미지-언어), 언어, 컴퓨팅 성능, 옴니글롯
Ch4	경제	일자리, 스타트업 투자, 기업 투자, 공공 투자, 기업 활동(AI, 로봇 도입)
Ch5	교육	온라인강좌, 대학등록, 박사학위 고용 동향, 교수요원 다양성, 윤리강좌
Ch6	자율시스템	글로벌 동향, 자율주행차, 자율무기
Ch7	공공인식	중앙은행, 정부, 기업, 웹 및 글로벌 미디어 동향
Ch8	사회적 고려	윤리적 과제, 윤리 이슈와 미디어 동향, 지속 가능 발전
Ch9	국가전략	국가전략동향, 글로벌 AI대응도, 국가보고서(미국, 중국, 싱가폴 등 8개국)

■ 이번 SPRi AI 브리프 내용

- 스탠포드대학의 AI 인덱스 2019의 주요 항목별 내용을 R&D, 기술성능, 경제, 교육, 인식 부문으로 구분하여 주요 내용을 요약

1 Raymond Perrault, Yoav Shoham, Erik Brynjolfsson, Jack Clark, John Etchemendy, Barbara Grosz, Terah Lyons, James Manyika, Saurabh Mishra, and Juan Carlos Niebles, "The AI Index 2019 Annual Report", AI Index Steering Committee, Human-Centered AI Institute, Stanford University, Stanford, CA, December 2019.

[R&D] 지속적인 AI R&D 투자와 美·中 간 경쟁 가열

■ (AI R&D) 美·中·EU 중심의 AI R&D 생태계 지속과 AI R&D의 양적 확대

- **(측정 기준)** 1998년부터 2018년까지 AI R&D 관련 출판물(저널 논문, 학회지 논문, 특허, 인용 수)에 대한 세 가지 데이터베이스의 통계적 분석
  - (Elsevier SCOPUS) 약 5,000개 이상 출판사의 22,800여 개의 출판물의 초록과 인용 정보를 담은 세계 최대의 데이터베이스로 동료 심사(Peer-reviewed)를 거친 저널 논문, 학회지 등으로 구성됨
  - (arXiv) 온라인 논문 등록 시스템인 arXiv는 새로운 아이디어 선점을 위한 장으로 활용되어 현재의 AI 연구 트렌드를 파악하기에 용이

  * 분석한 AI 논문의 수는 2010년부터 2019년까지 83,572건
  - (Microsoft Academic Graph, MAG) 마이크로소프트에서 공개한 학술 관계 데이터 베이스로 1990년부터 2018년까지 AI 관련 논문과 특허의 연도별 변화상과 국가별·지역별 인용을 파악하는데 활용

- **(Elsevier SCOPUS)** 출판된 문헌에서 AI가 차지하는 비중은 지속적으로 증가세에 있으며, 특히 중국의 성장세가 두드러지는 가운데 美·中·EU가 대부분의 비중을 차지함
  - 1998년 대비 2018년 SCOPUS의 모든 문헌에서 AI관련 문헌은 약 3배 증가

  * 2018년 기준 전체 저널 논문의 3%와 학회지의 9%가 AI 관련 연구 결과
  - 중국은 2018년 기준 24,929건의 논문이 등록되어 전 세계에서 가장 많은 논문을 발간하는 국가로 등극

  * 1998년부터 2018년까지의 AI 논문 중 美·中·EU가 차지하는 비중은 73.6%(전체 71만 건 중 52.3만 건)
  - AI 논문의 질적인 척도인 FWCI[2] 측정 결과 미국에서 전 세계 평균 보다 40% 이상 상회하여 가장 우수한 논문이 생산되고 있으며, EU, 중국 순으로 측정

- **(arXiv)** AI 기술 발전에 따라 기계학습과 컴퓨터 비전 분야의 증가세가 두드러지고 있으며, 기계학습 분야에서도 특히 심층학습(Deep Learning)이 큰 폭으로 증가
  - 2010년 대비 2019년 arXiv에 등록된 AI 논문의 수는 20배 이상 증가했으며, 특히 컴퓨터 비전과 패턴 인식 분야는 2014년부터 가장 큰 AI 분야로 등극했고, 기계학습 분야는 심층학습에 힘입어 가장 가파르게 상승 중

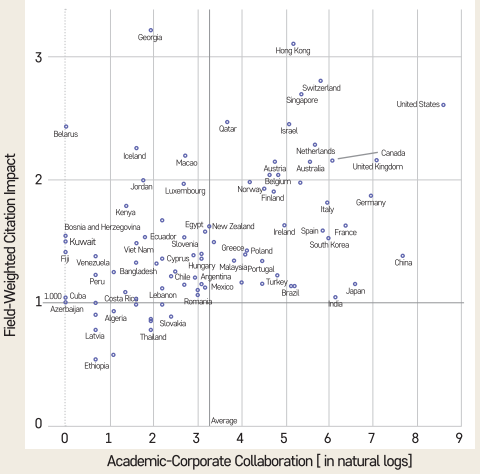
- **(MAG)** 동아시아 태평양 지역은 가장 많은 AI 논문이 발간 및 인용되고 있으며, 그 뒤를 유럽과 북미 지역이 이어가는 추세
  - AI 논문의 생산량(Volume)은 중국, 미국, 인도, 영국, 독일 순으로 측정됨
  - 전 세계의 AI 저널 논문의 인용 중 32%가 동아시아 지역에, AI 학회 논문의 인용 중 40%가 북미 지역에 집중

  * 북미 지역은 2014년부터 2018년까지 전 세계 AI 특허 인용에 60% 이상의 비중을 차지

2 Field-Weighted Citation Impact(FWCI)는 해당 연도에 출간된 AI 논문의 평균 인용횟수를 측정한 것으로, AI Index에서는 지역별로 구분하고 전 세계의 평균 FWCI를 기준점으로 삼아 美·中·EU를 비교

- **(산학협력의 확산)** AI 논문의 저자가 학계와 산업계로 구성되어 있을 경우를 측정하여 협업의 정도를 측정한 것으로, 미국은 전 세계의 평균 대비 40% 이상의 가장 많은 협업 추진
  - 산학협력과 논문의 질적 지표(FWCI)를 비교해 보면 협업이 활발할수록 논문의 질적인 지표가 향상되는 추세

그림 1 국가별 AI 산학 협력(수평축)과 AI 논문의 질적 지표(수직축)



■ **(국내 현황) SCOPUS 데이터 분석 결과 우리나라는 2014년부터 2018년까지 누적된 AI 관련 논문 수에서 14위를 차지하고 전체의 2.1%의 비중**

- **(논문 수)** 2014년부터 2018년까지 발간된 우리나라 AI 논문의 수는 7,747건으로 14위를 차지했고, 전체 논문 수 37.3만 건과 대비해 2.08%의 비중을 차지
  - 우리나라 AI 논문의 수는 2018년을 기준으로 2014년 대비 2.8배 증가하여, 동일한 조건의 전 세계 상승 폭인 2.1배를 상회

- **(인용 수)** 동일한 기간에서 측정한 우리나라 AI 논문의 인용 수는 총 49,061건으로 15위이고, 전체 인용 수 275만 건과 대비해 1.78%의 비중

■ **(AI 학회) AI 관련 학회의 참가자와 발간 논문의 수는 지속적으로 성장하고 있으며, 특히 AI 윤리와 같은 사회적 이슈에 대한 논의가 활발**

- 2019년 주요 AI 학회의 참가자는 2018년 대비 30~40%의 증가폭이 나타났으며, 참여자의 다양성과 여성의 참여가 확대됨

- AI 윤리 연구 현황은 AI 논문 제목에서 AI 윤리와 관련된 키워드[3]가 포함되어 있는지 여부로 측정했으며, AI 윤리 연구는 지속적인 증가세에 있으나 전체에서 차지하는 비중은 매우 낮은 것으로 측정됨

3 설명가능성, 윤리, 도덕, 법, 편향, 프라이버시, 책무성, 권리, 보안, 감정, 지속가능성 등

[기술] 학습 비용은 감소, 기술 성능은 빠르게 향상

■ **(컴퓨터 비전) 이미지분류의 성능은 점차 증가했으며, 이미지분류 모델을 학습시키는데 소요되는 비용은 감소**

- 이미지 분류 모델을 훈련시키는 시간과 관련 비용이 지속적으로 감소
  - 이미지의 분류는 1,400만 개 이상의 이미지로 구성된 데이터세트인 이미지넷(Image Net)*을 대표적으로 활용
  * 컴퓨터 비전 분야의 학습 데이터 부족문제 해결을 위해 만들어졌고, ILSVRC(ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge) 경진대회를 통해 컨볼루션 신경망과 딥러닝의 발전을 이룩함
  - 이미지 인식률은 점차 증가하여 2019년 기준 평균 약 85%를(1,000개 샘플, Top-1[4] 정확도 기준) 넘어섰고, Top-5[5] 정확도 학습에 걸리는 시간*과 비용** 또한 대폭 감소
  * 퍼블릭 클라우드 인프라에서 이미지분류 모델(ImageNet Corpora)을 93% 이상의 검증 정확도로 훈련하는데 필요한 시간은 1년 반 사이 약 3시간(2017.10.)에서 약 1분28초(2019.7.)로 대폭 감소
  ** 이미지넷을 활용한 분류 모델(ResNet)을 93% 이상의 검증정확도로 훈련하는 비용은 약 2,323달러(2017.10.)에서 약 12달러(2018.9.) 수준으로 감소(클라우드 TPU 활용, DAWN bench[6] 측정)

- 한편, 비디오 및 텍스트를 포함한 다양한 도메인에서 생성(합성)된 이미지 품질은 지속적 향상
  - 이미지 생성의 성능은 CIFAR-10[7] 데이터세트를 기준으로 FID*[8] 측정 결과 약 2년여 사이 약 25에서(2017.7.) 약 11(2019.7.)로 성능이 향상
  * 생성된 이미지의 사실감이 일정 수준을 넘어서면 품질에 대한 평가가 어려우며, 이를 측정하기 위한 보다 효과적인 방법으로 특정 벡터 사이의 거리를 계산하는 FID기법 대두

- 이미지 내의 객체들을 구분하고, 비디오의 의미를 분석하는 성능 향상
  - 이미지 내의 객체를 구분하기 위해서는 이미지의 모든 픽셀에 대한 정확한 경계와 객체 범주를 감지할 수 있어야 하며, 의미론적인 분할이 가능해야 함
  * 최근 Cityscapes[9] 데이터 세트를 기준으로 객체 감지 성능척도인 평균 IoU(Mean Intersection Over Union)가 약 63(2015.1.)에서 약 83(2019.6.)으로 성능 향상
  - 비디오 내의 사람 행동인식 데이터세트이자 벤치마크인 ActivityNet을 활용한 행동인식 모델의 성능은 성능평가지표(Mean Average Precision)가 18%에서(2016) 40%로(2019) 증가
  * 동작이 크거나 분명한 범퍼카 운전, 에어로빅, 아코디언 연주 등은 높은 인식률(85% 이상)을 보이며, 동작이 작은 커피 마시기, 가위바위보게임, 세면 등은 낮은 인식률(10% 이하)을 보임
  * 영상 또는 이미지를 놓고 그에 대한 질문에 답하는 모델인 VQA(Visual-Question Answering)는 최근(2019.7.) 인식률이 인간(약 81%)에 근접(75.28%)

---

4 입력받은 이미지를 분류할 때, 분류 모형이 가장 확률 높은 답변을 1개 제시하는 것으로, 정확하게 예상되는 답변이어야 함을 의미하며, 이미지분류 성능의 기본 척도
5 예상답변과 일치해야 하는 확률 순으로 5개의 답변을 제공하는 모델로 정확도가 95% 이상이면 매우 뛰어난 모델로 평가
6 Stanford에서 개발한 이미지분류 벤치마크 툴로, 93%의 검증정확도(우수) 달성을 기준으로 시간과 비용을 측정
7 이미지 학습을 위한 Dataset로 10개의 클래스(비행기, 새, 고양이 등)로 분류된 6만 개의 이미지로 구성, 각 클래스는 5천 개의 학습데이터 및 1천 개의 테스트데이터로 이루어짐
8 Frechet inception distance, 생성된 이미지를 평가하기 위해 개발된 방법으로 수치가 낮을수록 고품질을 의미하며 기존의 사전 훈련된 딥러닝 신경망 모델을 사용하여 생성된 이미지를 분류하는 방식인 IS(Inception Score)보다 우수
9 50개의 서로 다른 도시의 거리 이미지를 갖는 이미지 객체 구분 학습용 데이터 세트(픽셀레벨의 주석을 보유한 고품질 5천 프레임 + 일반 2만 프레임으로 구성)

■ **(자연어 처리 기술) 성능 기준선(Human Base Line : 인간 수준의 기준선)과 성능은 매 버전마다 상향 조정되고 있으며, 각 모델들은 더 빠르게 기준선에 도달하거나 갱신**

- 텍스트 언어인식 AI의 벤치마크 툴인 GLUE(General Language Understanding Evaluation)[10*] 및 후속버전인 SuperGLUE[11**]의 다양한 자연어 인식 모델 성능측정 결과 괄목할 성과 달성
  * 자연어 인식 도메인에서 모델들의 수준(State of the Art)은 GLUE 출시당시(2018.4.) 76.9이었으나, 곧 인간수준(86.3)에 도달(2019.4.)했고, 현재는 이를 넘어서는 성능(88.5)을 보임
  ** 더 다양하고 어려운 언어 이해 수준을 측정 척도인 SuperGLUE로 구글의 T5[12]모델 측정결과 모델 출시(2019.5.) 5개월 만에 성능점수 88.9로 인간기준선(89.9)에 거의 도달
  - 전문가들은 현재 자연어 인식 기술의 발전 속도로 볼 때, 다양한 모델들이 곧 SuperGLUE의 기준도 수개월 내에 뛰어 넘을 것으로 판단
  - 자연어 처리 모델의 독해 이해력을 테스트하는 SQuAD(Stanford Question Answering Dataset)[13]를 기준으로 언어의 이해력에 대한 성능 또한 증가*했으며, 훈련의 시간과 비용은 감소**
  * SQuAD1.1을 기준으로 한 점수는 67에서(2016.8.) 95로(2019.5.) 증가하며 기준선을 넘었고, SQuAD2.0의 경우에는 진행이 훨씬 빨라져 1년 만에 62에서(2018.5.) 90으로(2019.6.) 증가
  ** CodaLab의 질의응답 모델을 SQuAD1.0에서 75점 이상의 수준으로 학습시키는데 소요되는 시간은 7시간에서(2017.7.) 19분으로(2019.3.) 감소했으며, 학습비용은 8달러에서 57센트로 감소

- 언어 추론모델은 ARC(AI2[14] Reasoning Challenge) 데이터세트[15]를 통한 학습을 바탕으로 성능을 측정하며, 약 1년 반 만에 20%의(2018.4.) 정확도에서 85.4%수준까지(2019.9.) 급 발전

■ **(기계번역(MT)) 자연어처리 AI 시스템의 대표사례로 상용 번역 시스템은 지난 2년 사이 3배 증가(8개(2017) → 24개(2019))했으며, 번역 성능도 인간수준에 가까워짐**

- 상용 번역시스템의 성장은 지리적 특성 및 비즈니스 관련 언어 데이터가 잘 마련된 중국, 일본, 한국, 독일 등의 언어를 기반으로 하는 번역 엔진이 견인
  - 기존 온프레미스 및 맞춤형 번역시스템 공급업체가 클라우드를 활용한 모델을 제공하고, 번역엔진 프레임워크가 공개소스로 제공됨에 따라 시스템 비용은 낮아지는 추세

- 상용 번역시스템의 성능은 hLEPOR[16]을 통해 측정하며, 0.7 이상(문장당 오류가 별로 없는 인간 수준의 품질 기준)의 성능을 보이는 언어 간 번역(영어-포르투갈, 독일, 중국, 러시아어)이 증가

■ **자연어처리 기술발전을 위한 데이터의 수집 방법 및 평가 지표는 지속개선 필요**

- 제공되는 데이터 세트와 기준에 의해 학습한 결과는 특정 작업에서는 탁월하나, 다른 작업에서는 비인간적 추론을 하는 편착된 결과를 보일 수 있어 꾸준한 개선 필요

---

10 자연어 처리 시스템을 학습 및 평가·분석하기 위한 리소스 모음이자 벤치마크 툴, 9개의 개별 지표를 통해 문장의 장르와 난이도, 언어적 수용가능성 및 감정측정, 유사성, 자연어 추론 등을 분석하며 모델 성능을 시각화하여 보여주는 뉴욕대, 워싱턴대, 구글딥마인드의 합작 기술

11 자연어 처리 기술발전으로 기존 GLUE 지표의 기준점을 넘어서기 시작하여, 더 높은 기준점을 갖는 SuperGLUE 출시

12 구글의 새로운 자연어처리 모델로 Text-To-Text Transfer Transformer 의 약자

13 자연어 처리 시스템의 독해력(이해력)을 테스트하기 위한 데이터 세트이자 툴, 버전 1.1은 500개 이상의 기사와 10만 개 이상의 질문 및 답변 쌍을 보유, 버전 2.0은 기존 10만 개 질의응답 세트에 5만 개 이상의 답변 불가한 질문 세트를 결합하여 학습 기준 상향

14 Allen Institute for Artificial Intelligence(알렌인공지능연구소), 추론 및 학습 기능을 갖춘 AI 시스템 구축을 연구하기 위해 2013년 MS공동 창립자 Paul Allen이 설립

15 ARC 데이터 세트에는 7,787(도전 세트 2,590 + 쉬운 질문 5,197)개의 초등학교 수준의 객관식 과학문제가 포함

16 harmonic mean of enhanced length penalty, precision, n-gram position difference penalty, and recall 의 약자, 기계 번역 시 번역된 문장의 길이, 정밀도, 단어순서 등을 파악하여 번역의 정확도 성능을 측정하는 기법

[경제] AI 분야 투자가 본격화되면서 관련 일자리도 급증

■ **(스타트업 투자) 2014년 이후 매년 50% 이상 급성장하여 2018년 404억 달러에 도달**

- **(투자 규모)** 유망 AI 스타트업 투자 집중 현상이 심화되어 투자 건수는 2,045건에서 2,690건으로 소폭 증가했으나, 평균 투자금액은 390만 달러에서 1,500만 달러로 급증

- **(국가)** 미국, 중국 AI 스타트업이 총 투자액의 80% 가까이 차지
  * 국가별 AI 스타트업 투자액(2018년 1월~2019년 10월, 억 달러) : △미국 363, △중국 250, △영국 29, △이스라엘 23, △캐나다 20, △프랑스 15, △일본 12, △싱가포르 10, △독일 9, △한국 4

- **(분야)** 자율주행차, 의료·제약, 비디오감시·보안, 미디어 콘텐츠 분야 투자가 활발히 진행
  * 분야별 AI 스타트업 투자액(2018년 1월~2019년 10월, 억 달러) : △자율주행차 77, △의료·제약 48, △비디오감시·보안 47, △미디어 콘텐츠 35, △사기적발·개인금융 31, △반도체 29

표 2 AI 스타트업 투자 추이

	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	연평균 성장률
총 투자액(백만 달러)	7,921	8,981	17,852	22,887	40,429	50.3%
투자 건수(회)	2,045	2,863	3,609	3,764	2,690	7.1%
평균 투자액(백만 달러)	3.9	3.1	5.0	6.1	15.0	40.4%

■ **(기업의 활용) 약 58%의 기업이 한 개 이상의 기능 또는 사업에서 AI를 활용**

- **(지역별)** 북미 기업의 AI 활용률이 가장 높고, 아시아, 남미 기업의 AI 도입이 빠르게 증가
  * 지역별 AI 활용기업 비율(2018 → 2019) : △북미 52% → 63%, △아태 선진국 41% → 61%, △유럽 51% → 58%, △인도 50% → 58%, △남미 39% → 58%, △중국 등 신흥국 42% → 56%

- **(산업·기능별)** 서비스 운영비용 절감, 제품·서비스 개발기간 단축 등에 AI를 주로 활용

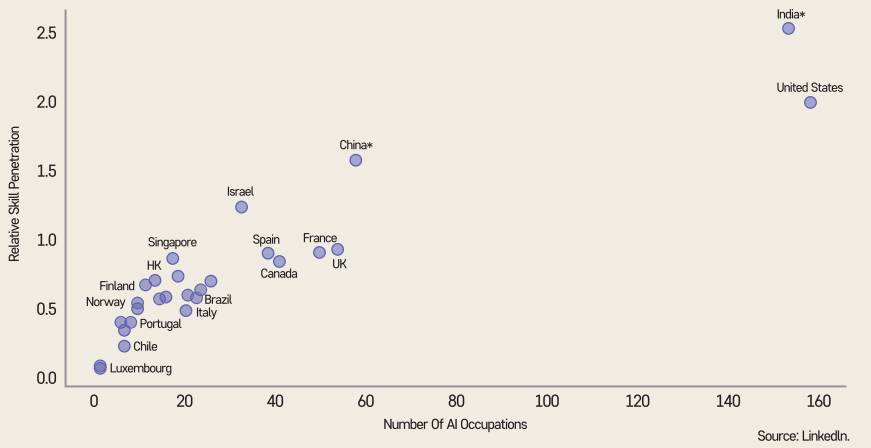
표 3 산업별 AI 활용 분야

	서비스 운영	제품·서비스 개발	마케팅·영업	제조	공급사슬	리스크 관리
전체 산업	42%	35%	27%	19%	18%	17%
전문 서비스	36%	31%	29%	10%	17%	12%
에너지·천연 가스	49%	42%	17%	21%	19%	12%
금융 서비스	55%	25%	43%	2%	12%	42%
헬스케어	50%	31%	19%	10%	12%	10%
공공	39%	36%	5%	4%	15%	12%
소매 유통	47%	33%	36%	14%	34%	14%
통신	74%	48%	28%	21%	27%	30%
여행 & 물류	52%	20%	17%	7%	31%	5%
첨단 기술	49%	55%	37%	12%	14%	14%
인프라	26%	43%	11%	30%	13%	6%
제약	19%	41%	16%	41%	11%	3%
자동차	26%	43%	13%	53%	18%	9%
소비재(CPG)	28%	12%	28%	32%	29%	11%

■ **(일자리 규모) 미국, 중국, 인도의 AI 일자리 수가 가장 많고, 싱가포르, 브라질, 호주에서 AI 일자리가 가장 빠르게 증가**

- **(직업 수)** 약 15,000개*의 직업 중에서 AI 분야 직업은 약 160개
  - 비즈니스용 SNS인 링크드인에서 분류한 15,000개의 직업 중에서 미국, 인도 등에 AI 전문성을 요구하는 직업이 약 160개 존재
- **(일자리 수)** 인도, 미국, 중국에서 AI 일자리 비중은 글로벌 평균 대비 각각 2.5배, 2배, 1.5배 수준
- **(일자리 증가)** 2012년 전체 일자리에서 0.1%에 불과했던 AI 일자리는 2019년 1.7%까지 증가
  - 싱가포르, 브라질, 호주, 캐나다, 인도 등의 2019년 AI 일자리는 2015~2016년 대비 3배 가까이 증가

그림 2 국가별 AI 직업 수(수평축)와 AI 일자리 수(수직축)



■ **(산업별 일자리) 정보, 과학기술, 금융, 제조 등 기술 집약 서비스 산업에서 AI 분야 구인 비율이 1%를 상회**

- 반면, 전통 서비스에 속하는 건설, 식음료, 예술, 공공, 헬스케어, 부동산업에서 AI 구인 비율은 0.1% 내외 수준에 불과

표 4 산업별 AI 일자리 비중

산업	정보	과학 기술	금융	폐기물 관리	제조	경영 관리	자원 개발	농림 어업	도매업	교육
일자리 비중	2.4%	2.1%	1.3%	1.1%	1.1%	0.7%	0.6%	0.6%	0.5%	0.5%
산업	공공	소매	유틸리티	헬스케어	부동산	운송물류	기타	예술여가	식음료	건설
일자리 비중	0.5%	0.4%	0.4%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.1%	0.1%	0.1%

[교육] AI 분야 교육 수요 증가와 박사 채용 활발

■ (온라인 교육) 세계 각국의 사용자가 온라인을 통해 AI 관련 교육 이수

- **(AI 기술 숙련도)** Coursera GSI[17]에서는 학습자 생성 데이터를 기반으로 '비즈니스', '기술', '데이터 과학' 등 3개 영역에서 전 세계 60개국의 역량을 비교
  - 학습자가 특정 분야를 학습할 때의 성취도, 오류, 학습 수강 현황, 검색 기록 등을 종합
  - 3개 영역 내의 세부 기술을 통합하여 단일 가중치 인덱스를 제작, AI 분야의 기술 숙련도를 측정한 결과 60개국 중 한국은 45위(Emerging 그룹)에 그침

표 5 AI 분야 기술 숙련도 순위(AI Index, 2019)

그룹(백분위)	국가
Cutting Edge(76%~100%)	핀란드, 일본, 홍콩, 중국, 미국 등
Competitive(51%~75%)	폴란드, 뉴질랜드, 프랑스, 영국, 캐나다 등
Emerging(26%~50%)	포르투갈, 베트남, 태국, 인도, 한국 등
Lagging(0%~25%)	터키, 콜롬비아, 파키스탄, 필리핀, 멕시코 등

- **(AI 관련 온라인 수업 등록)** 2019년 중반까지 '딥러닝을 위한 텐서플로우' 과정이 가장 높은 등록률을 보였으나 2019년 후반에는 '머신러닝 소개' 과정이 가장 높은 등록률(125,000명 이상)을 보임(Udacity, 2019)

■ (대학 수업 등록 현황) 대부분 국가의 대학의 AI/ML 수업 등록자 수 증가 추세

- **(미국 내 AI 수업 등록자 수)** 미국 대학*의 인공지능(AI) 기초, 머신러닝(ML) 기초 수업**에 등록한 학부생 수가 증가(전공자, 비전공자)
  - (AI 기초 수업 등록자 수) 스탠포드대학에서 2012년에서 2018년 사이에 5배 증가
  - (ML 기초 수업 등록자 수) 일리노이대학에서 2010년에서 2018년 사이에 12배 증가

  * University of California-Berkeley, Stanford University, University of Illinois at Urbana-Champaign, University of Washington-Seattle, Carnegie Mellon University

  ** AI 기초 수업(Berkeley CS 188, Stanford CS 221, UIUC CS 440, UW CSE), ML 기초 수업(Berkeley CS 189, Stanford CS 229, UIUC CS 446, UW CSE 446)

- **(미국 외 AI 수업 등록자 수)** 미국 이외 여러 주요 컴퓨터 과학 관련 대학에서의 AI 및 ML 수업 등록자 수(2010~2019) 또한 증가하는 추세
  - (AI+ML 기초 수업 등록자 수 상위 대학) (1위) University of Toronto(캐나다), (2위) HSE University(러시아), (3위) Tsinghua University(중국)
  - (AI 기초 수업 등록자 수 증가율) 2015년 대비 Tsinghua University(4배), University of Toronto(3배), University of Melbourne(2배)

17 Coursera Global Skills Index

- **(AI 전공 박사 수)** AI는 컴퓨터 분야 박사 과정[18]에서 가장 인기 있는 전공이며, 계속해서 가장 빠르게 성장(컴퓨터 분야 박사 졸업생의 21% 이상이 AI/ML 전공, 2018)

■ **(박사 채용 변화) 학계뿐만 아니라 산업계로 진출하는 AI 분야 박사가 증가**

- **(산업계 진출 박사 졸업생)** AI 분야 신규 박사 졸업자 중 학계로 진출하는 비율보다 산업계로 진출하는 비율이 점점 높아지는 경향을 보임
  - AI 분야 신규 박사 중 150명 이상이 산업계로 진출하였으나, 학계로 진출한 경우는 절반 수준(약 70명)에 불과(2018)
  - 산업계로 진출하는 AI 분야 신규 박사 비율은 2004년 21%에서 2018년 62% 이상으로 약 3배 증가

- **(신규 교수 채용)** 컴퓨터 분야 신규 박사들은 다양한 경로(박사 후 과정, 연구 교수 등)를 통해 학계로 진출하고 있으며, 정년 트랙 교수 채용도 증가하는 추세
  - 컴퓨터 분야 전체 교수진 채용 중 약 46%(878명 중 406명, 2018)의 정년 트랙 신규 교수를 채용하고 있으며, 그 숫자는 2016년 이후 꾸준히 증가하는 추세
  - 정년 트랙 신규 여성 교수진 채용은 전체 대비 약 21% 정도를 꾸준히 유지하고 있으며, 정년 트랙 해외 교수진 채용 비율은 약 18%
  - 학계로 진출하는 AI 분야 신규 박사의 대부분은 박사 후 과정을 수행하며, 정년 트랙 교수 혹은 연구 교수로 진출하기도 함

- **(교수의 산업계 유출)** AI 분야 교수의 산업계 유출이 빠르게 증가하는 추세이며, 이들의 스타트업 설립도 증가
  - 매년 산업계로 이직하는 AI 분야 교수의 수가 증가하는 추세(2008년 4명에서 2018년 42명 이상으로 증가, 북미)
  - 교수 유출이 가장 많이 발생한 대학은 Carnegie Mellon University(16명)이며, University of Washington(11명), UC Berkeley(11명), Georgia Tech(10명) 순으로 나타남
  - AI 스타트업을 설립한 기업가(박사 졸업자)를 가장 많이 배출한 대학은 MIT(76명), Stanford University(72명), Carnegie Mellon University(39명) 순으로 나타남

■ **(교수진의 다양성) AI 분야 박사 과정의 유학생 비율이 증가하고 있으며, 교수진의 성비 불균형 문제가 존재**

- **(박사 과정 유학생 비율 증가)** 미국의 AI 분야 박사 과정은 주로 유학생들이 주도하고 있음
  - AI 분야 박사 졸업자 중 유학생 비율이 증가하는 추세(2010년 40% 미만에서 2018년 60% 이상으로 증가)

- **(AI 분야 교수의 성별 다양성)** AI 분야 교수의 남성 비율이 상당히 높음(평균 80%)

18 Computer Science, Computer Engineering, Information에 한해 조사를 수행

[인식] AI 윤리 및 AI 활용 사회 문제 해결에 지속적 관심

■ 2016년 이후 사회 전반적으로 AI에 대한 관심 급증 추세

- **(은행권)** 산업 동향에 민감한 은행권의 각종 발간물과 언론 자료들을 분석한 결과 AI언급 비중이 2016년 이후로 급증*

  * 2014-2019년 중앙 은행 언론 자료 분석 결과 Bank of England, Bank of Japan, Federal Reserve, European Central Bank 순으로 AI 언급 비중이 높았음

- **(정부)** 미국 의회에서도 AI의 중요성을 강조하는 연설*들이 증가하여 현재 미국 의회가 역사상 가장 AI에 집중한 의회라는 평가

  * 2016-2017년 대비 2017-2018년 국회 연설에서 AI언급 비중이 10배 이상 급증

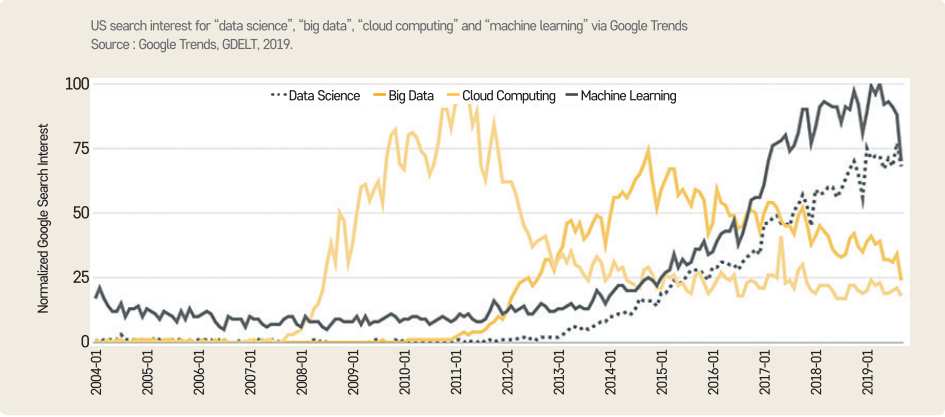
- **(기업)** 미국에서 공시하는 3천 개 이상의 기업영업보고자료(Earnings Calls)에서 AI 관련 용어 언급 회수를 분석한 결과 2010년 0.01% 수준에서 2018년 0.42%로 증가

  - 특히, 금융업에서 AI 언급 빈도가 2018-2019.Q1 기간 동안 가장 높게 나타남

- **(개인)** 구글 검색 동향에서도 '빅데이터(Big Data)'에서 인공 지능 관련(Data Science, Machine Learning) 용어로 검색 비중이 역전

  - 2004년에서 2019년까지 미국에서 "Big Data", "Data Science", "Cloud Computing", "Machine Learning"의 추이 분석 결과 2016-2017년 사이 AI관련 용어 검색 비중이 빅데이터 검색 비중을 역전

그림 3 빅데이터, 인공지능 관련 검색어 추이



※ 자료 : Stanford AI Index(2019)

  - AI연관 검색어로 'Jobs', 'Employment'가 빈번히 언급되며 Killer Robot, Autonomous Weapons, Bias와 같은 역기능 관련 용어도 주로 사용*

  * AI+Jobs이 GDELT(글로벌 뉴스 데이터 플랫폼) 데이터 분석 결과 전체의 17.7%를 차지

■ AI 윤리 문제에 대응하기 위한 다양한 기관 보고서들이 발간

- **(발행기관)** AI Index에서는 AI와 윤리 관련 2016-2019년까지 발간된 문서 총 59건의 내용을 분석*

  * 협·단체 발행 19건, 정부 발행 13건, 기술 기업 11건, 정책연구소 8건, 산업계 8건

- **(핵심 키워드)** AI 윤리와 관련된 12개의 키워드*로 구분

  * Accountability, Safety, Human Control, Reliability Robustness Security, Fairness, Diversity and Inclusion, Sustainability, Transparency, Interpretability and Explainability, Multi Stakeholder Engagement, Lawfulness and Compliance, Data Privacy

- **(주제)** 글로벌 뉴스 미디어와 블로그 정보 3,661건의 분석 결과(2018.8.-2019.8.)* AI윤리와 관련 '프레임워크 및 가이드라인'에 대한 빈도가 가장 높게 나타남*

  * Framework and Guidelines(32%), Data Privacy Issues(14%), Facial Recognition(13%), Algorithm Bias(11%), Big Tech Advisory on Tech Ethics(11%), Ethics in Robotics and Driverless Cars(9%), and AI Transparency(6.7%)로 유형화

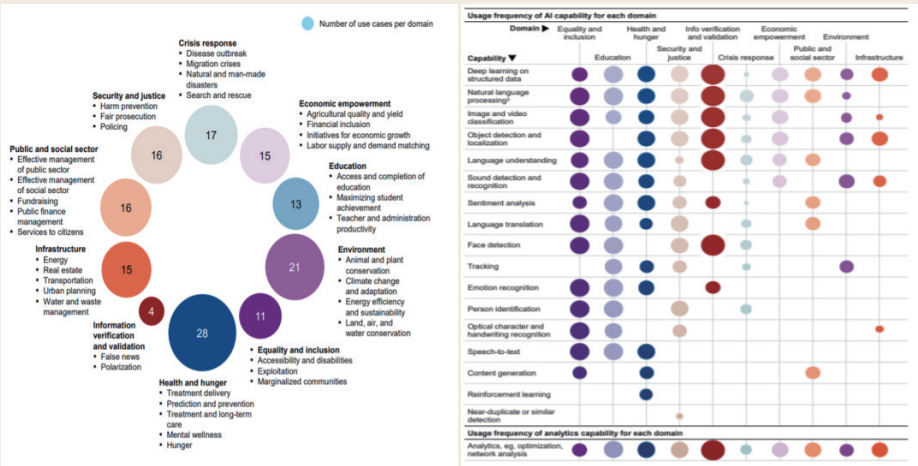
■ 사회 문제 해결을 위한 AI 활용 연구 진행

- **(AI for Social Good)** 글로벌 경영 컨설팅 업체인 맥킨지는 160가지의 AI의 사회적 활용을 위한 사용 사례를 정리하는 보고서를 발간

  - UN의 17대 지속가능개발목표(SDGs)의 169개 세부 해결 과제(Targets)에 절반 정도(85개)를 AI를 적용 가능성 제시

  * McKinsey Global Institute(2018.12.), "Applying artificial intelligence for social good"

그림 4 사회문제와 AI역량



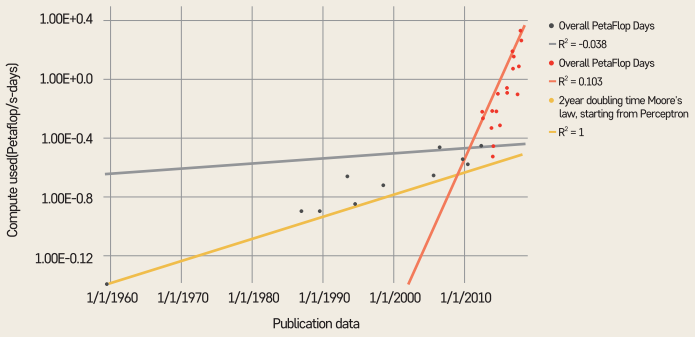
※ 자료 : McKinsey Global Institute(2018)

[참고 1] 인간 수준의 성능에 도달하기 위한 AI 기술 마일스톤

■ 2년마다 계산 성능이 두 배씩 증가한다는 무어의 법칙(Moor's Law)은 2012년 이후 깨져, 3.4개월마다 두 배씩 증가

- 컴퓨팅 성능은 AI 성능 향상을 뒷받침하는 필수조건이며, 컴퓨팅 성능 발전의 가속화가 결국 AI 시스템 성능의 가속화를 야기

그림 5 컴퓨팅 성능의 변화



※ 자료 : Stanford AI Index 2019 annual report. Compiled by OpenAI, 2019.

■ AI가 인간 수준의 성능에 도달한 AI 기술 혁신 사례들

표 6 AI 주요 사례 계보

년도	사례	내용
1980	오셀로	• 보드게임 Othello를 플레이하는 AI인 BILL 등장, 1989년 미국의 인간 챔피온 상대로 승리
1995	체커	• 체커 게임 프로그램 Chinook가 인간 챔피온 상대로 승리
1997	체스	• IBM의 DeepBlue 시스템이 인간 체스챔피온(카스파로프)을 상대로 승리
2011	제퍼디	• IBM의 Watson은 미국의 Jeopardy 퀴즈 쇼에서 인간 챔피온을 상대로 승리
2015	아타리 게임	• 구글 DeepMind는 강화학습으로 Atari게임을 훈련해 대부분 게임에서 인간수준 도달
2016	이미지넷 객체분류	• ImageNet의 객체분류 오류율이 인간보다(5%) 낮은 3% 수준 달성
2016	바둑	• 구글 DeepMind의 AlphaGo는 인간 바둑챔피언 이세돌을 상대로 4:1 승리
2017	피부암 분류	• 피부과 전문의와 동등한 수준의 AI 시스템 등장(네이쳐 등재 논문)
2017	연설 인식	• MS와 IBM은 인간과 동등한 수준의 연설 인식 수준을 도달
2017	포커	• CMU의 Libratus, Alberta大의 DeepStack은 프로 포커선수 수준에 도달
2017	팩맨	• MS 딥러닝팀 Maluuba는 게임 PacMan의 최고점수인 999,900에 도달하는 AI 개발
2018	중-영 번역	• MS의 기계번역 시스템은 인간 수준의 품질과 정확성을 갖춘 중-영 번역 달성
2018	깃발 뺏기	• 구글 DeepMind는 1인칭 슈팅게임 QuakeIII의 capture the flag 게임을 인간수준으로 플레이하는 알고리즘 개발
2018	도타2	• 전략게임 Dota2에서 AI인 OpenAI Five가 인간 상대팀을 제압
2018	전립선 암 등급	• 구글은 전립선 암을 의사보다(61%) 뛰어난 70% 정확도로 진단하는 알고리즘 개발
2018	알파폴드	• 구글 DeepMind의 단백질 3D 구조를 예측하는 알고리즘
2019	알파스타	• 구글 DeepMind가 Starcraft II 프로게이머 수준 이상의 알고리즘 개발
2019	당뇨성 망막병 감지	• 전문가 수준 이상의 정확도로 당뇨성 망막병증의 감지, 가장 우수한 딥러닝 임상검증

※ 자료 : Stanford AI Index(2019)

[참고 2] 자율주행 : 테스트는 급증, 안정적 상용화는 아직

■ **(자율주행차) 全세계적으로 25개의 국가에서 테스트*를 진행 중이며, 미국은 캘리포니아주를 중심으로 자율주행차(Autonomous Vehicle, AV) 테스트가 급진전**

* △북유럽 및 네덜란드는 전기차 충전소 배치, 물류 공급망 관리 △독일-벨기에 간 자율주행 트럭 운행 △싱가포르는 대도시에서 AV테스트 영역 지정

- 미국은 워싱턴 D.C. 및 41개 주에서 자율주행차 관련 법률을 추진 및 적용 중
  - 미국 내 교통사고 사망자수는 미국 역사의 전쟁 사망자 수보다 6배 이상 많으며, 자율주행으로 인한 교통사고를 방지 및 감소하기 위해 사고 데이터 분석을 활용
  - 네바다, 애리조나, 텍사스, 콜로라도 등 10개 주는 인간 개입 없는 자율주행을 허용하고 있으며 캘리포니아주는 2018년 기준 50여 개 회사의 500여 대 자율주행 테스트차량(2백만 마일 이상 주행)에 대해 라이센스를 허용

- 자율주행의 안전성과 신뢰성을 제고를 위한 기존의 자율주행사고 분석결과, 자율주행 차량의 백만 마일 당 평균 사고횟수는 약 22.5회로 인간보다 5.5배 높음

  * 2018년 캘리포니아의 자율주행 차량의 교통사고는 46건이며 평균 205만 마일을 주행

표 7 자율주행 차량의 사고 종류

구분	비율
사고 형태	후미추돌(65%), 측면추돌(20%), 전방추돌(7%), 광범위(6%), 물체추돌(2%)
사고 당시의 주행 모드	일반(38%), 자율주행(62%)
사고 당시 차량 움직임	정지(44%), 전방 진행(30%), 회전 시(10%), 서행 후 정지(8%), 기타(8%)
피해 형태	경미(76%), MOD(20%), 없음(4%)
차량의 위치	교통신호 및 체증에 따른 정차(45%), 주행 중(55%)
사고 시간	낮 시간(92%), 밤 시간(8%)

※ 자료 : DMV Collision Reports(2019)

■ **(자율무기, Autonomous Weapon, AW) 공격과 방어 능력을 갖춘 인공지능 기반의 무기 체계가 최근 10개국을 중심으로 개발 진행**

- 자율무기 시스템중 하나인 방공시스템*은 현재 최소 89개국이 보유하고 있으며, 63개국이 실전 배치한 것으로 파악(2017 기준)

  * 목표 대상을 자율적으로 인지하는 ATR(Automated Target Recognition)은 1970년대부터 있었으며, 타겟의 위치, 분류 등은 인간이 개입해서 결정하는 시스템

- 자율무기 시스템은 전투(Combat), 타겟팅(Targeting), 기타 세 가지로 분류*되며 2000년대부터 급격하게 증가추세

  * △(전투) 시스템이 직접 실행결정을 내리는 군사 목적의 시스템, △(타겟팅) 목표물 설정 기능만 있는 시스템, △(기타) 지능, 정찰, 폭발물 제거 등의 시스템

- 자율 무기 시스템인 능동적 방어(Active Protection, AP) 시스템은 현재 잘 알려진 10개국*에서만 개발 및 제조

  * 개발된 자율군사시스템(건) : 미국(94), 이스라엘(43), 러시아(37), 프랑스(27), 중국(26), 이탈리아(22), 인도(22), 영국(14), 독일(12), 한국(11)

CCTV 10억 대 시대, 부작용을 막기 위한 규제 논의 확산[19]

■ 아시아 신흥국을 중심으로 지능형 감시시스템이 활발히 구축

- 중국은 충칭(Chongqing), 선전(Shenzhen), 상하이(Shanghai) 등 주요 대도시를 중심으로 전국 단위의 지능형 감시카메라 네트워크를 구축하는 스카이넷(Skynet) 프로젝트를 추진
- 인도 정부는 범죄자를 식별하고 실종 아동*을 찾는 등 공공질서를 유지하기 위해 보안 카메라와 얼굴 인식 시스템 구축 사업을 진행
  * 인도 뉴델리 경찰청은 얼굴 인식시스템 시범사업 4일 만에 3천 명의 실종 아동을 확인
- 싱가포르 경찰당국은 범죄 및 테러위협을 조기에 탐지하기 위해 주요 공공장소에 8만 대 이상의 카메라를 설치했고 향후 설치 카메라를 늘릴 계획

■ 전 세계 감시카메라 보급 대수는 2021년 10억 대에 도달할 전망

- 총 보급 대수의 절반이 넘는 5억 7천만 대로 상위 10개 도시 중 중국 도시는 8개가 포함되었으며, 서울은 천 명당 4대가 보급되어 세계 33위를 차지할 것으로 예상

표 8 시민 천 명당 CCTV 보급 대수 상위 10개 도시[20]

순위	도시 (국가)	CCTV 대수	천 명당 CCTV 대수	순위	도시(국가)	CCTV 대수	천 명당 CCTV 대수
1	충칭 (중국)	2,579,890	168	6	런던 (영국)	627,707	68
2	선전 (중국)	1,929,600	159	7	우한 (중국)	500,000	60
3	상하이 (중국)	2,985,984	113	8	광저우 (중국)	684,000	53
4	톈진 (중국)	1,244,160	93	9	베이징 (중국)	800,000	40
5	지난 (중국)	540,463	74	10	애틀랜타 (미국)	7,800	16

■ 인권 탄압을 목적으로 한 감시시스템 도입, AI 오류로 인한 인권 침해 등 다양한 문제가 발생함에 따라 관련 규제가 확산될 전망

- 베네수엘라, 짐바브웨를 비롯한 18개 권위주의 독재국가는 Hikvision, Dahua Technology 등 중국 업체로부터 지능형 감시시스템을 도입하여 국민 탄압에 활용
- 오리건주 워싱턴 카운티 경찰당국은 아마존 얼굴 인식 시스템(Amazon Rekognition)의 오류로 무고한 시민을 용의자로 오해하여 검거
- 미국 샌프란시스코, 캘리포니아 오클랜드 등은 공공기관의 얼굴 인식 기술사용을 금지하는 법률을 통과시켰으며, 유럽 집행위원회도 관련 규제를 검토 중

19 Wall Street Journal(2019.12.6.), "A World With a Billion Cameras Watching You Is just Around the Corder"
20 Comparitech(2019.8.15.), "The World's Most Surveilled Cities"

생명 연장 분야 AI기술 기업에 대한 투자 확대[21]

■ 영국은 1조 달러가 넘는 생명 연장 시장에서의 AI기술에 대한 투자 확대 중

- 런던 소재 바빌론 헬스(Babylon Health)*는 지난 8월 5억 5천만 달러 규모의 시리즈C 투자를 받았으며, 회사 가치가 20억 달러를 넘는 유니콘 기업으로 성장
  * 2013년 설립된 스타트업으로 AI의사 구현을 목표로 챗봇, 원격 진료, 모바일 앱을 활용한 건강관리 서비스 제공

- 영국 소재 다른 생명공학 기업인 주버네선스(Juvenescence)*와 미국의 인실리코 메디슨(Insilico Medicine)**도 지난 분기 각각 1억 달러, 3천 7백만 달러 자금 유치
  * AI를 활용해 화 방지, 수명 연장 관련된 신약 개발을 목적으로 2017년 영국에서 설립
  ** 2014년 설립된 의료 스타트업으로 신약의 후보 물질 발굴 과정에 강화학습과 생성적 적대신경망(GANs) 기술을 활용해 통상 2~3년 소요되던 과정을 46일로 단축

■ AI 의료 벤처기업들의 비즈니스 모델 목표는 인간수명의 연장

- 경제 구성원들이 건강해야 건강한 경제를 이룰 수 있음을 강조하고 건강한 인간수명 연장에 초점을 맞춘 연구개발 필요(Alex Zhavononkov, 인실리코 메디슨 공동투자자 및 CEO)
  - 2014년 이후 젊은 층 및 중년 성인의 기대수명이 감소하고 있고 미국의 평균 수명은 78세이나, 건강한 수명은 10년 적은 것으로 나타남(미국의학협회 저널)
  - 미국은 2016년에 당뇨, 심혈관 질환 등 만성 질환에 1.1조 달러를 지출했고 경제 생산성 손실 등 간접 비용을 포함하며 GDP의 20%(3.7조 달러)를 만성 질환에 소요

■ AI는 의료기술 및 건강한 노화의 획기적인 발전을 이끄는 엔진이 될 것

- 영국은 1조 달러 규모의 기금(Longevity.Capital, Deep Knowledge Ventures(DKV))을 조성해 생명연장 AI기술 기업 투자를 지속적으로 늘려갈 전망
  - DKV*는 향후 3년간 약 900만 달러를 엑셀러레이팅 프로그램에 투자 예정
  * 지난 11월에는 생명연장을 위한 AI 컨소시움인 킹스칼리지 런던의 노화연구소와 산학 이니셔티브(Longevity AI Consortium)를 설립(2019.11.)

- 인간 수명에 대한 바이오마커(Biomarker)*를 측정 판단하는 AI는 인간의 수명을 연장하기 위한 개인 맞춤형 서비스를 제공하는 것이 가능(Dmitry Kaminskiy, 노화연구소 설립자)
  * 단백질 및 DNA를 통해 노화세포와 건강성분 측정 등 몸 안의 변화를 알아낼 수 있는 지표
  - AI는 수십억 개에 달하는 바이오 마커 학습을 통해 다양한 질병을 나이에 따라 모니터링 하고, 노화를 지연시키는 치료법을 통해 인간 수명 연장을 촉진

21 SingularityHub(2019.12.8.), Why AI Will Be the Best Tool for Extending Our Longevity

AI에 의한 금융 전문직종 대체 위험 가능성 제기[22]

■ 美 하원 위원회, AI에 의한 금융 분야 전문직 일자리 위협에 대한 논의

- 일부 미디어들은 AI가 지루하고 단순 반복적인 일을 대체하면서 사람들이 보다 의미 있고 전문적인 일에 집중할 수 있는 기회를 제공할 것이라는 측면을 부각해 옴

- 하지만, 실제로 미국의 금융 중심지 월스트리트에서 근무하는 금융 전문직 종사자들이 AI에 의해 대체될 가능성이 높다는 의견이 美 하원 위원회에서 논의됨
  - 미 하원의 'AI에 대한 금융서비스 위원회 TF*'는 주식 매매, 거래 추천 시스템, 시장 감시 등 금융 분야에서의 인공지능의 영향력에 대한 전문가 회의를 개최(2019.12)

  * House Financial Services Committee's Task Force on Artificial Intelligence

■ AI에 의해 빠르게 은행·금융업에서의 직무 대체가 이뤄지고 있는 상황

- **(은행)** Wells Fargo는 향후 10년 안에 미국 내 은행업에서 20만 개의 직업이 사라질 것이라는 전망을 발표(2019.10.)[23]
  - 투자은행인 골드만삭스는 수학, 기술, 소프트웨어, 코딩, 데이터 분석과 전자거래 경험이 있는 인력 확보에 주력

- **(주식)** 주식 시장에서는 일선 중개소에서의 트레이더뿐만 아니라 주식 시장을 감시(Market Surveillance)하는 분야에서도 AI의 역할이 증대되고 있는 추세
  - (트레이더) 이미 알고리즘이 주식 시장에서 트레이더의 역할을 자동화해오고 있으며 향후 614만 명이 금융보험 종사자들이 영향받을 것으로 전망
  - (시장감시) 주식 시장 교란자들의 복잡해지는 수법, 방대해지는 거래정보, 인력에 의한 시장 감시의 한계에 따라 AI에 의한 시장 감시 시스템* 도입 확대

  * 나스닥(NASDAQ)은 35,000개 이상의 파라미터를 사용하는 40개 이상의 서로 다른 알고리즘을 시장 교란, 주가 조작 감시에 활용

■ 향후, 금융 분야 종사자들의 전문성에 AI기술 역량이 중요해질 전망

- 거래 요령의 숙지, 위험 감수 성향, 강한 성과 달성 동기 같은 정성적 기질이 중요했던 주식 트레이더의 역량에 데이터 분석 같은 과학적 기술 역량이 중요해지고 있음
  - 고소득 직종으로서 주식 트레이더의 매력도는 갈수록 낮아질 것으로 전망되며, 트레이더가 직업을 보존하기 위해서는 AI(알고리즘)와 협업 방식에 대한 학습* 필요

  * 금융업종에서 명문대학(Ivy-league)의 박사학위를 가진 데이터과학자 대한 수요 증가

- 전문직이라 알려진 금융 분야에서도 AI역할 비중확대에 따라 일자리 위협 가능
  - 맥도날드가 키오스크 등 무인기기 도입으로 표준 서비스를 자동화하는 것과 같이 금융 분야에서도 인력 구조 조정은 피하기 어려운 과제가 될 것

22 Forbes(2019.12.10.), "Artificial Intelligence Is Superseding Well-Paying Wall Street Jobs"
23 Business Insider(2019.10.2.), "Technology To Take Away 200,000 Banking Jobs in US; Study"

美 비영리 AI연구소, 감성 인지 기술 사용 규제 주장[24]

■ AI NOW*, 불완전한 감성 인식 기술의 사용과 확산 규제 필요성 제기

* 뉴욕대의 다학제 간 연구센터로 2017년 설립돼 AI의 사회적 영향력을 비판적 시각에서 연구

- 과학적 근거 없이 감정 인식 기술을 상용화하게 되면 인종적 차별, 성적 차별 등 개인과 사회에 부정적 영향*을 끼칠 수 있음을 경고
  - 감정 인식(Emotion Detection) 관련 논문 1,000편을 분석한 학계 연구를 인용하며 사람의 감정을 정확하게 판별하는 것이 어렵다*는 결론

* Face++, Microsoft의 Face API를 활용해 400명의 NBA 플레이어 사진을 분석한 결과 흑인 선수들이 더 많이 웃고 있음에도 더 부정적인 감정 점수를 기록

■ 실제, 아마존을 포함한 다양한 기업들에 의해 감정 인식 기술 상용화 추세

- 감성 인지(Affect Recognition) AI기술이 구직자 평가, 환자 통증, 목소리 톤, 걸음걸이, 학생 참여도 파악 등 다양한 분야에 적용되면서 관련 시장 급성장*

* 안면 인식을 중심으로 2018년 120억 달러에서 2024년 900억 달러로 성장 전망

- 기업들은 다양한 감정을 AI를 통해 실시간 파악하여 제3자에게 제공하여 적절한 고객 응대에 활용할 수 있도록 서비스와 제품을 실시
  - (Amazon) 아마존의 AI개발 플랫폼인 Rekognition에서는 두려움, 행복, 슬픔, 분노, 놀람, 평온, 혼란, 역겨움, 알 수 없음 등 9개의 다른 감정들을 구분하는 기능 제공
  - (Kairos) 안면 인식 기술 특화 기업인 카이로스는 AI카메라를 출시해 실시간 영상 속의 고객 감정을 읽고 분석해 기업(식당, 카지노, 병원 등)에 요약 정보를 제공
  - (HireVue) 구직자 웃음, 불만 표정들을 파악해 구직자를 걸러내는 기술 제공
  - (BrainCo) 학생들의 두뇌 활성화 정도를 파악할 수 있는 헤드밴드 세트 개발

■ 향후 지속적 연구를 통해 감정 판별 기술의 정확성 및 타당성 확보 필요

- 구직, 교육, 법적 판단 등 민감한 분야에서 부정확한 감정 판별 정보를 사용함으로써 개인에 피해가 발생할 수 있을지 모른다는 불안감 불식 시급
  - 재범율 예측을 잘못했던 AI도구였던 COMPAS의 논란*을 재현 가능성

* 미국 판사들이 사용했던 재범율 예측 소프트웨어 COMPAS가 실제로 백인보다 두 배 이상 낮은 재범율을 보였던 흑인들을 고위험군으로 잘못 분류

- 인종, 성별, 문화, 다양한 상황적 요인을 고려해 감정 판별에 대한 과학적 타당성을 확보하는 지속적 연구 필요

24 AI NOW(New York University)(2019.12.), "AI Now 2019 Report"

SW 산업 통계

전이슬 JEON, Yi Seul • **연구원** Researcher, SPRi • jys@spri.kr

국내 SW 생산 현황

2019년 8월 SW 생산액은 4.4조 원으로 전년 동기 대비 2.2% 증가하였다. 2019년 1월부터 8월까지 누적 SW 생산액은 34.8조 원으로 전년 동기 누적 SW 생산액(34.1조 원) 대비 1.9% 증가하였다. 6월 누적 SW 생산액 기준 패키지SW는 5.7조 원으로 전년 동기 대비 소폭 감소(0.7%)하였으며, IT서비스는 21.2조 원으로 전년 동기 대비 3.2% 증가하였다. 게임SW 8월 누적 생산액(7.9조 원)으로 전년 동기 대비 유사한 수준(0.4% 증가)으로 조사되었다.

패키지SW 8월 생산액은 0.8조 원으로 전년 동기 대비 0.3% 증가한 수준에 그쳤지만, 전월 대비로는 4.1% 증가하였다. 세부 품목별로는 시스템SW 생산액이 0.38조 원으로 전년 동기 대비 5.4% 증가하였으며, 응용SW 생산액은 0.4조 원으로 전년 동기 대비 4.1% 감소하였다. 8월 패키지SW 주요 증감 품목으로는 산업범용SW(12.2% 증가), 보안SW(0.8% 감소), 산업특화SW(13.5% 감소), 미들웨어SW(18.8% 감소) 등이 있다.

IT서비스 8월 생산액은 2.7조 원으로 전년 동기 대비 4% 증가하였다. 세부 품목별로는 IT컨설팅 및 시스템 개발 생산액은 1.45조 원, IT시스템 관리 및 지원서비스 생산액은 1.21조 원으로 조사되었다. 8월 IT서비스 주요 증감 품목으로는 IT컨설팅 및 시스템 개발(16.4% 증가), IT시스템 관리 및 지원서비스(7.8% 감소) 등이 있다.

8월 게임SW 생산액은 0.9조 원으로 전년 동기 대비 1.5% 감소하였지만, 8월 누적 생산액은 전년 동기 대비 0.4% 증가한 7.9조 원으로 조사되었다.

표 1. SW 생산 동향

(단위 : 조 원)

구 분			2018년			2019년				
			6월	8월 누적	연간	1분기	2분기	7월	8월	8월 누적
패키지SW	생산액		0.81	5.71	9.45	1.97	2.17	0.75	0.78	5.67
	증감률	동기대비	10.5%	1.2%	6.8%	0.4%	-1.8%	-1.4%	0.3%	-0.7%
		전월대비	11.1%	-	-	-	-	0.7%	4.1%	-
IT서비스	생산액		2.83	20.52	33.98	7.59	8.13	2.73	2.74	21.18
	증감률	동기대비	0.5%	2.2%	0.7%	4.0%	2.9%	1.5%	4.0%	3.2%
		전월대비	11.1%	-	-	-	-	-2.0%	0.3%	-
게임SW	생산액		0.97	7.90	12.10	3.22	3.01	0.84	0.86	7.93
	증감률	동기대비	18.3%	13.0%	5.8%	2.6%	-2.0%	3.1%	-1.5%	0.4%
		전월대비	-7.1%	-	-	-	-	-10.0%	2.3%	-
전체	생산액		4.61	34.12	55.53	12.78	13.31	4.32	4.38	34.78
	증감률	동기대비	5.5%	4.3%	2.8%	3.0%	1.0%	1.3%	2.2%	1.9%
		전월대비	6.7%	-	-	-	-	-3.3%	1.4%	-

출처) 과학기술정보통신부 ICT주요품목동향조사(2019.12.)
※ 월별 조사는 패널조사 결과를 합산한 잠정치로 연간조사를 통해 확정치로 대체 예정(2020.4.)
※ 2017년 개정된 ICT통합분류체계를 적용함에 따라, 세부품목별 SW생산액 추이가 변동됨(패키지SW(BPO)→IT서비스 BPO품목으로 분류 신설 이전, IT서비스(호스팅서비스)→정보서비스(호스팅서비스)로 이전)

그림 1-1. SW 생산 동향

(단위 : 조 원, 전년 동기 대비 증감률)

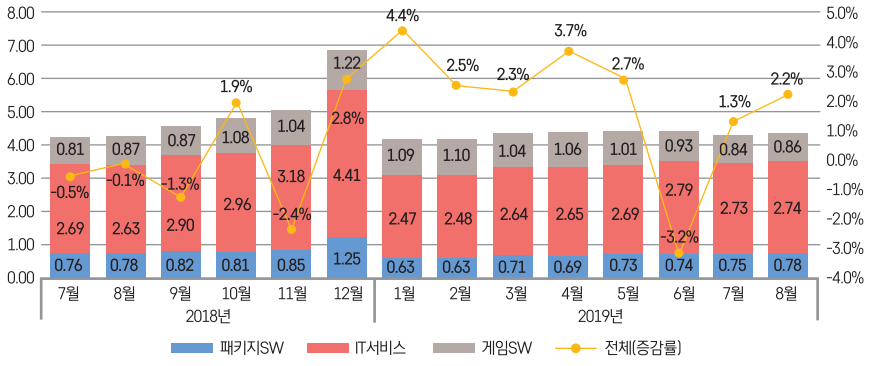


그림 1-2. 패키지SW 생산 현황

(단위 : 조 원, 전년 동기 대비 증감률)

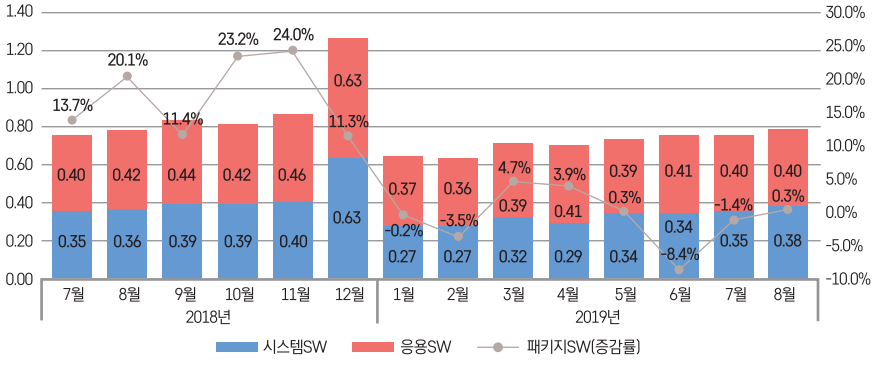
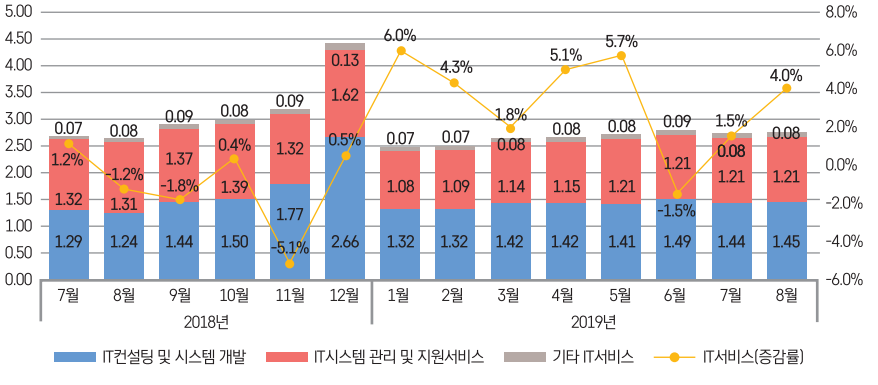


그림 1-3. IT서비스 생산 현황

(단위 : 조 원, 전년 동기 대비 증감률)



SW 산업 통계

국내 SW 수출 현황

2019년 2분기 SW 수출액은 32억 달러로 전년 동기 대비 13.3% 증가하였으며, 2분기 누적 SW 수출액은 전년 동기 대비 10.2% 증가한 64.7억 달러이다. 세부 품목별로는 패키지SW 2분기 누적 수출액은 7.9억 달러로 전년 동기 대비 59.6% 증가하였으며, IT서비스는 32.4억 달러로 전년 동기 대비 10.0% 증가하였다. 게임SW 2분기 누적 수출액은 24.4억 달러로 전년 동기 대비 0.3% 소폭 증가하였다.

패키지SW 2분기 수출은 전년 동기 대비 79.2% 증가한 4.5억 달러이다. 세부 품목별 수출액은 시스템SW 수출이 전년 동기 대비 7.4% 증가한 0.37억 달러이며, 응용SW 수출은 4.1억 달러(전년 동기 대비 90.7% 증가)이다. 2분기 패키지SW 주요 증감 품목으로는 보안SW(47.0% 증가), 산업범용SW(23.4% 증가), 미들웨어SW(69.7% 감소), 산업특화SW(38.9% 감소) 등이 있다.

IT서비스 2분기 수출은 전년 동기 대비 12.1% 증가한 16.9억 달러이다. 세부 품목별 수출액은 IT컨설팅 및 시스템 개발 수출이 3.5억 달러, IT시스템 관리 및 지원서비스 수출이 13.3억 달러로 조사되었다. 2분기 IT서비스 주요 증감 품목으로는 IT컨설팅 및 시스템 개발(44.2% 증가), IT시스템 관리 및 지원서비스(5.5% 증가) 등이 있다.

2분기 게임SW 수출은 10.6억 달러로 전년 동기 대비 소폭 감소(0.7% 감소)한 모습을 보였다.

표 2. SW 수출 동향 (단위 : 억 달러)

구 분			2018년			2019년		
			2분기	2분기 누적	연간	1분기	2분기	2분기 누적
패키지SW	수출액		2.52	4.95	10.53	3.38	4.52	7.90
	증감률	동기대비	-17.7%	1.1%	7.2%	39.2%	79.2%	59.6%
		전분기대비	3.7%	-	-	11.4%	33.5%	-
IT서비스	수출액		15.04	29.43	65.83	15.53	16.86	32.39
	증감률	동기대비	-2.5%	5.1%	7.0%	7.9%	12.1%	10.0%
		전분기대비	4.5%	-	-	-26.7%	8.6%	-
게임SW	수출액		10.64	24.32	50.98	13.82	10.57	24.38
	증감률	동기대비	9.4%	38.5%	6.8%	1.0%	-0.7%	0.3%
		전분기대비	-22.2%	-	-	-15.4%	-23.5%	-
합계	수출액		28.21	58.71	127.34	32.73	31.95	64.67
	증감률	동기대비	0.0%	16.3%	7.0%	7.3%	13.3%	10.2%
		전분기대비	-7.5%	-	-	-19.3%	-2.4%	-

출처) 소프트웨어정책연구소 SW수출통계조사(2019.11.)
※ 분기별 조사는 패널조사 결과를 합산한 잠정치로 연간조사를 통해 확정치로 대체 예정(2020.4.)
※ 2017년 개정된 ICT통합분류체계를 적용함에 따라, 세부품목별 SW수출액 추이가 변동됨(패키지SW(BPO)→IT서비스 BPO품목으로 분류 신설 이전, IT서비스(호스팅서비스)→정보서비스(호스팅서비스)로 이전)
※ SW수출액은 매월 입금된 금액을 기준으로 집계

그림 2-1. SW 수출 동향

(단위 : 억 달러, 전년 동기 대비 증감률)

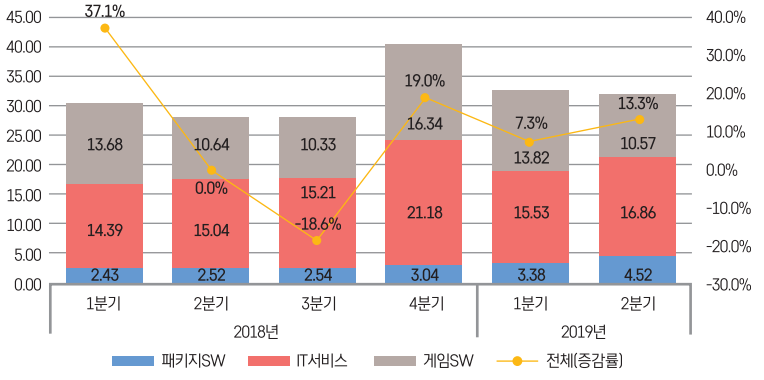


그림 2-2. 패키지SW 수출 현황

(단위 : 억 달러, 전년 동기 대비 증감률)

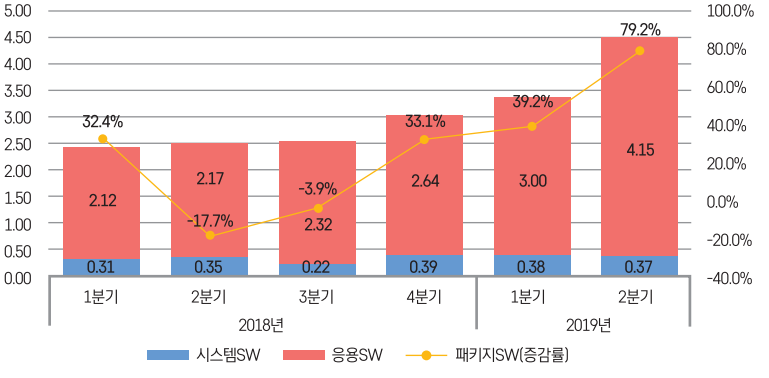
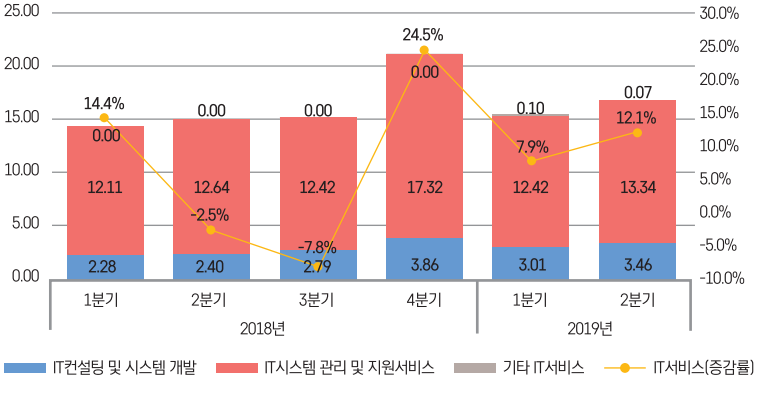


그림 2-3. IT서비스 수출 현황

(단위 : 억 달러, 전년 동기 대비 증감률)



국민청원 데이터에 기반한 SW분야 이슈 분석

National Petition Data Based Analysis of Issues in the Software Industry

김정민 연구원
Kim, Jung Min
연구원
Researcher, SPRi
jungmink26@spri.kr

공영일
Kong, Young Il
책임연구원
Principal Researcher, SPRi
kong01@spri.kr

Executive Summary

국민청원은 2017년 정부의 출범 이후 줄곧 주요 사회이슈의 출발점으로 작용하며 대중 및 언론의 주요 관심사가 되어 왔다. 서비스 개시 이래 월 평균 17,000건의 청원이 꾸준히 등록되고 있으며 여론의 향방을 파악하는 근거로 활용되고 있다.

국민청원은 청원이 만료되는 30일간 개별 청원에 대한 국민들의 동의가 20만을 넘는 경우 청와대가 직접 답변을 하게 되어 있다. 그러나 이 답변 기준을 전문 영역인 소프트웨어 분야 청원이 넘기란 어렵기 때문에, 청원의 내용과 무관하게 조명되지 못하는 상황이다. 이런 연유에서 본고는 국민청원에서 소프트웨어 청원을 분류하고 이를 분석하여 주요 청원사례와 소프트웨어 기술에 대한 국민 인식을 정량화하여 제시하였다.

첫 번째로 빅데이터 분석을 통해 2년간(2017.10.1.~2019.9.30.) 등록된 소프트웨어 분야 청원 2,050건을 6가지의 대주제(가상화폐, 개인정보, 게임산업, 교육, 기업지원, 생태계)로 분류하였다.

또한 유사도 측정 기법을 통해 각 주제에 가장 잘 부합하는 실제 청원을 탐색하고 이를 검토하여 관련 사례를 요약·정리하였다.

두 번째로 세간에 관심을 받는 소프트웨어 기술 총 4건(인공지능, 빅데이터, 블록체인, 가상현실)과 관련해 국민 관심의 우선순위를 측정하였다. 그 결과 인공지능 및 가상현실은 연구개발, 빅데이터는 교육, 블록체인은 규제에 관련한 국민의 관심이 높은 것으로 나타났다.

본 연구는 대규모 청원 정보를 목적에 맞게 분류 및 요약하여 표면적으로 드러나지 않는 소프트웨어 분야 청원을 종합해 보았다는데 의의가 있다. 이처럼 기존 SW분야 정책 개발 과정에서 상대적으로 간과되었던 일반 국민의 여론을 파악해봄으로써, 과학기술 분야의 국민 의견 수렴을 위한 맞춤형 창구의 필요성을 시사하였다.

Since the inauguration of the President Moon Jae-in's government in 2017, the National Petitions have been a major concern of the public and the media as a starting point of key social issues. Since the launch of the service, an average of 17,000 petitions have been registered on a monthly basis and such petitions have been used as a basis to ascertain the direction of public opinion.

The National Petition is composed of a system in which the government and Blue House officials respond directly to the petition recommended by more than 200,000 people over 30 days. However, as it is practically difficult to fulfill this criterion in the field of software highly specialized, it mostly fails to come into the spotlight regardless of the content of the petition. For this reason, the present paper quantitatively presents the main cases of petitions and public perceptions of software technologies by classifying and analyzing software petitions.

First, through the big data analysis, 2,050 petitions registered in the software field for two years (from 01 Oct 2017 to 30 Sep 2019) are classified into six major themes: virtual currency, personal information, game industry, education, corporate support, and ecosystem. In addition, the similarity measurement technique was used to explore the actual petitions that best fit each theme, and related cases were summarized and organized.

Second, we measured the priorities of the public attention with respect to four software technologies that are of great interest: artificial intelligence, big data, blockchain, and virtual reality. As a result, AI and virtual reality showed higher public attention to research and development, big data to education, and blockchain to regulations.

This study is meaningful in the light of an attempt to classify and summarize large-scale petition information according to the purpose, and thus to synthesize the petitions that were not apparent on the surface. In this way, by understanding the relatively overlooked public opinion in the process of developing national policies or programs in the field of software, it suggests the necessity of social communication channels for collection of public opinions in the science and technology field.

1. 연구 배경

■ 국민청원은 국가 사회 이슈 촉발의 출발점

- 국민청원은 '국민이 물으면 정부가 답한다'는 철학에 근거하여 2017년 8월부터 시행된 개방형 전자민원임
  - 개별 청원의 국민들의 동의가 기준선(200,000 동의)을 상회하는 청원에 대해 청와대가 직접 관련 담당자를 통해 답변[1]

- 월 평균 약 17,000건[2]의 게시글이 꾸준히 등록되는 공개된 빅데이터로서 여론동향 파악 및 학술연구에 활발히 활용
  - 청원 게시글의 내용을 기사의 소재로 활발히 활용[3]
  - 국민청원을 여론의 근거로 활용한 국문논문의 수[4]가 해마다 증가하는 추세(2018년 48건 → 2019년 65건)

- 활발한 청원 개진이 이루어지는 반면, 청와대 답변 의무의 기준선이 높아 실제 참여 대비 답변율은 월평균 약 10% 미만[5]
  - 첨예하게 대립하는 정치적·사회적인 주요 쟁점에 대한 찬반 여론이 절대 다수의 분야별 청원을 잠식해 버리는 현상이 발생

■ 청원 속 숨겨진 소프트웨어 민심

- 4차 산업의 핵심인 소프트웨어는 대표적인 비주류 청원 주제로 표면적으로 드러나지 않는 다수 청원에 해당
  - 소프트웨어 분야 청원의 내용은 진입장벽이 존재하는 전문 영역으로의 특성을 가지고 있어 국민 전체가 공감하기 어려운 측면 존재
  - 일반 국민의 폭발적 관심을 얻은 가상화폐(2018년 1월) 및 카풀(2019년, 현재진행 중) 이슈가 소프트웨어와 유관하다 볼 수 있으나, 실제 이에 부합하는 청원 다수는 소프트웨어와 관련성이 낮은 경향이 존재

---

1 답변형태는 청와대 홈페이지 내 답변 창구를 통해 월별 취합 후 동영상 형태로 제공하고 있음
2 본고의 분석 기간(2017.10.1.~2019.9.30., 2년) 동안 만료된 청원의 월별 평균치
3 중앙·지역지 54곳을 대상으로 2019년 1월 ~10월 내 국민청원 게시글을 인용 또는 주제로 활용한 기사 수는 총 6,938건(한국언론진흥재단 '빅카인즈'플랫폼에 등록 된 언론사 전체를 기준함)
4 출처 : Google scholar
5 2018년 기준, 국민청원 전체 청원 수 대비 공개답변과 관련된 키워드가 포함된 청원의 비중으로 6~10% 수준일 것으로 추정

- 소프트웨어 분야 청원의 동향을 한눈에 파악해 볼 수 있는 방법이 부재
  - 청원 게시글은 총 17개 분야로 분류·운영되고 있으나 정보통신 및 소프트웨어 분야를 별도 분류하지 않기 때문에 손쉽게 동향을 파악하기 어려운 구조

표 1 국민청원 사이트의 게시글 분류 기준

행정	육아/교육	반려동물	교통/건축/국토
정치개혁	외교/통일/국방	미래	경제민주화
저출산/고령화대책	안전/환경	문화/예술/체육/언론	
일자리	성장동력	농산어촌	
인권/성평등	보건복지	기타	

※ 자료 : 청와대 국민청원

■ 그러나 소프트웨어 정책에 대한 국민의 수요를 파악하는 측면에서,
소프트웨어 분야의 민의 파악은 중요한 과제

- 본 연구는 아래와 같은 두 가지 목적에 초점을 두었음
  ① 전체 국민 청원 중 소프트웨어 분야 청원을 세부주제에 맞게 분류하고, 이를 분석하여 주요 청원 사례를 소개
  ② 소프트웨어 신기술들에 관한 국민들의 관심사항을 정량화된 척도로 제시하고, 제시된 결과의 원인을 진단

- 위 결과 도출을 위해 소셜네트워크 분석(이하 SNA) 기법 및 그래프 이론을 주요 방법론으로 채택

2. 연구 방법

■ 분석 개요

- **(기반 데이터)** 2017년 10월~2019년 9월 내 답변 기한이 만료된 국민 청원 게시글 총 431,842건

- **(분석 목표)** 자동화 분류 및 네트워크 분석 기법을 활용하여 SW분야 청원 게시글을 일목요연하게 요약하고 SW기술에 대한 국민 인식을 정량화

■ 분석 절차

1) 약 43만 건의 국민청원 게시글에서 SW분야의 청원을 추출

- (형태소 분석) 각각의 청원에 등장하는 단어의 형태소를 식별하고 각 문서를 명사형 키워드의 집합으로 변경

※변경 예 : [데이터는 21세기의 원유] → [데이터, 21세기, 원유]

- (SW분야 청원 식별) IT어휘사전에 수록된 단어와 각각의 청원글 간의 유사도를 측정해 유사도가 높은 청원 2,050건을 SW분야 청원으로 판단

※Term Frequency-Inverse Documnet Frequency(TF-IDF)[6] 기법을 활용해 청원 게시글 각각을 단어의 벡터(Vector)로 변환 후 유사도 측정에 활용

※세부적인 유사도 측정 기준 및 판단 근거는 [부록] 참조

2) 그래프 클러스터링 기법을 활용해 SW분야 청원의 6개 주제 도출

- (키워드 분류) Modularity Maximization(MM) 알고리즘[7]에 기반하여 SW청원에 등장한 키워드를 유사한 맥락에서 쓰인 키워드의 집합(이하 클러스터)으로 분류
- (주제별 주요 청원 사례 도출) SW분야 청원들과 각각의 클러스터에 속한 키워드 간 유사도를 측정하여 청원 주제별 주요 사례 도출

※키워드 유사도 측정은 SW분야 청원 식별을 위해 활용된 방법과 동일

3) 주제별 주요 SW분야 청원 사례 검토 및 요약

- (실제 청원사례 검토) 청원 주제별 주요 사례를 직접 검토하여 유의미한 청원 사례를 발굴

※검토한 청원은 2)번 절차를 통해 측정된 각 주제별 유사도가 높은 실제 청원 상위 50건을 대상으로 함

- (주제별 청원내용 요약) 상기 검토 결과를 토대로 유의미한 청원 내용 및 유사 안건을 다루는 다수 청원을 요약

4) 국민이 생각하는 SW기술별 관심 사안 우선순위 정량화

- (키워드 간 최단경로 측정) SW분야 청원에 등장하는 키워드 간 최단경로를 측정

※최단경로 측정 기법으로는 다익스트라(Dijkstra) 알고리즘[8]을 활용

- (SW기술-관심 키워드 간 거리 산출) 전문가 합의를 통해 SW기술 키워드 및 국민의 관심사안인 키워드를 선별하고 키워드 간 상대적인 연관성을 측정하여 비교

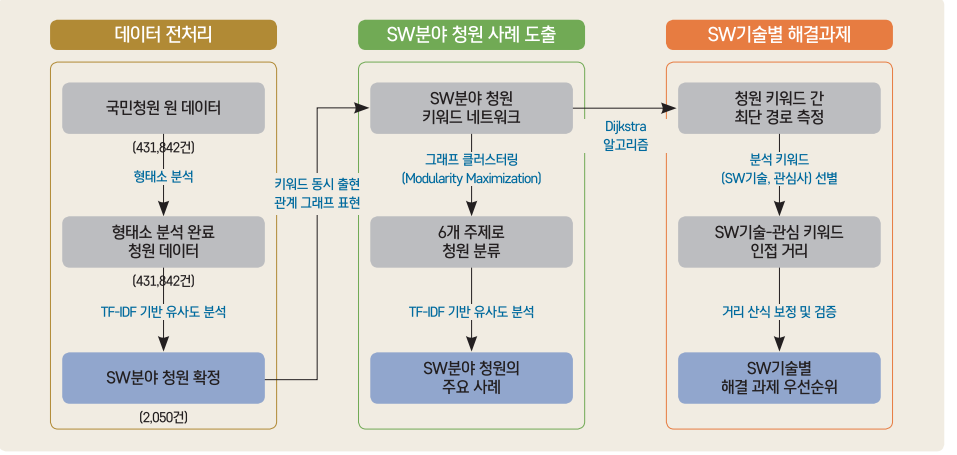
---

6 문서 내 출현 단어의 중요도를 측정하는 기법 중 하나로, 단어의 중요성을 판단하기 위해 개별 문서에서의 단어별 출현 빈도뿐만 아니라, 여러 문서에서 범용적으로 쓰이는 단어인지 여부를 함께 고려하는 특성을 가짐

7 그래프 클러스터링 기법 중 하나로 분류 가능한 모든 클러스터링 결과 중 모듈성(Modularity)을 극대화할 수 있는 결과를 측정하는 알고리즘

8 정점(Vertex)과 간선(Edge)으로 이루어진 관계그래프망에서 특정 정점에서 정점으로 도달 가능한 모든 경로 중 가장 짧은 경로를 탐색하는 알고리즘

그림 1 국민청원 데이터 분석 절차



■ 활용 도구

- Python 개발환경을 바탕으로 오픈소스를 도입해 데이터 분석의 기반이 되는 전처리 및 네트워크 분석 등을 수행

표 2 분석 활용 도구

구분	명칭	비고
국민청원 수집	• lovit-petition_scraper	• 오픈소스
어휘 사전 구축	• TTA 정보통신용어사전	• 해당 사전을 활용하여 전문가 검토를 통해 SW분야 어휘 선별
형태소 분석	• Konlpy 0.5.1 • customized-konlpy 0.0.64	• Konlpy에 내장된 트위터 형태소 분석기에 기반하여 C-konlpy의 라이브러리 활용
분석·시각화	• Gephi 0.9.2 • Python 3.7	

3. 소프트웨어 분야 청원 사례 분석

가. 소프트웨어 청원은 6개의 대주제로 구분

- 청원 전체에서 가장 규모가 큰 주제는 사회적인 파급효과가 크게 작용한 가상화폐 이슈(36%)였으며, 기업의 지원과 관련한 주제가 2위(23%), 보안, 교육, 게임산업, 생태계 관련 주제가 그 뒤를 따르는 것으로 나타남

그림 2 SW관련 청원 내 6개 주제 비중

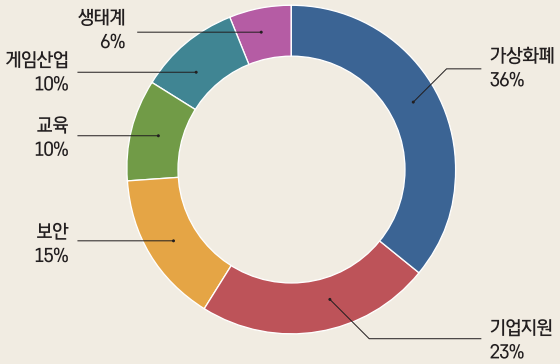
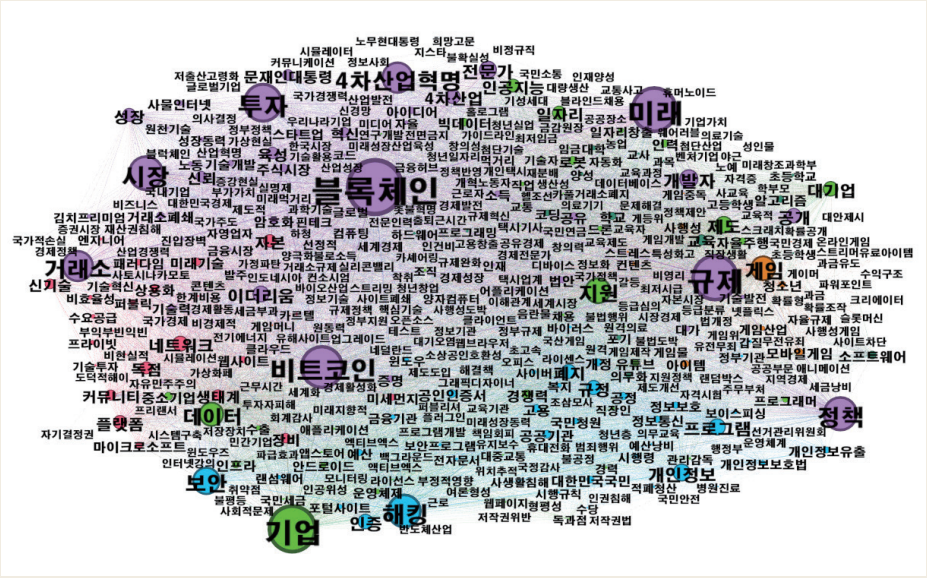


그림 3 SW분야 국민청원 네트워크



※ 주1) 동일 주제에 해당하는 키워드는 동일 색상으로 나타나 있음
※ 주2) 원의 크기는 국민청원 네트워크 전체에서 해당 키워드가 얼마나 빈번히 언급되는지를 의미함

- 각 주제별 키워드는 근접 중앙성(Closeness Centrality)[9]이 높은 상위 5개 어휘이며 해당 수치가 높을수록 해당 군집(Cluster)에 해당하는 청원 게시글에서 등장 빈도가 높은 키워드로 판단 가능

9 클러스터 내 주요한 키워드를 의미하는 지표 중 하나로, 연결 그래프에서 정점과 다른 모든 정점 사이의 최단경로 길이의 역수로 계산

표 3 SW분야 국민청원 클러스터링 결과 및 주제별 핵심 키워드

가상화폐		보안		게임산업		교육		기업지원		생태계	
키워드	인접 중앙성	키워드	인접 중앙성	키워드	인접 중앙성	키워드	인접 중앙성	키워드	인접 중앙성	키워드	인접 중앙성
블록체인	84.9%	개인정보	85.9%	게임	91.7%	교육	87.2%	기업	80.5%	독점	92.9%
규제	80.2%	해킹	83.8%	아이템	73.3%	학교	77.3%	지원	69.6%	자본	92.9%
비트코인	78.6%	보안	81.7%	청소년	68.8%	소프트웨어	75.6%	데이터	69.1%	플랫폼	92.9%
투자	77.5%	프로그램	79.8%	모바일게임	67.7%	코딩	73.9%	경쟁력	66.5%	네트워크	89.7%
미래	77.5%	인증	76.1%	사행성	67.7%	프로그래밍	69.4%	일자리	64.4%	생태계	89.7%

나. 6대 주제별 청원 사례[10]

(1) 가상 화폐

"가상화폐를 안 하는 대다수의 사람들을 지키기 위해선 규제가 반드시 필요하고, 결단을 내리는 게 더 큰 피해를 막을 수 있다고 생각합니다."

"가상화폐 공개(ICO)는 완전히 불법화돼 있습니다. 국민들의 안전을 최우선으로 하는 것은 좋으나, 너무 험한 규제는 오히려 독이 될 수 있다 생각합니다."

"블록체인과 가상화폐는 분리될 수 없고 ICO는 미래 산업 준비에 필요한 혁신적이고 새로운 창업 자금 조달 창구이다. 다만 조세회피, 자금은닉, 불법 자금 거래 등에 대한 문제를 잘 해결할 수 있으면 된다."

■ (요약) 개인 투자자의 가상화폐 규제 문제와 블록체인 기술 및 산업 발전에 대한 우려가 공통적으로 나타남

① 규제의 필요성 강조

◆ 비정상적 투기는 사회적 부작용 야기
- 블록체인 기술의 발전을 고려하기 이전에 가상화폐로 인한 비정상적인 투기 현상은 사회적 부작용을 야기할 것이라는 의견 존재
- 보편화된 기술은 모두 적법한 규제 테두리 내에서 사회적 비용을 발생시키지 않는 적정선을 준수하고 있으므로, 가상화폐도 예외가 될 수 없음을 주장

10 본 장에서 언급되는 청원 사례는 주제별 실제 청원 사례들 중, 유의미한 청원으로 판단되는 경우에 한하여 내용을 소개 및 요약한 것으로, 본고에서 다룬 청원 사례가 SW분야 청원 전체를 대표하는 것이 아님에 유의

② 규제로 인한 산업발전 저해에 관한 우려

◆ 블록체인 기술과 가상화폐의 연관성
- 블록체인 기술은 가상화폐 개념과 별도로 분리할 수 없음
- 가상화폐 공개(ICO)를 통해 자체발행 화폐에 대한 가치 인정과 투자유치가 가능해야만 블록체인 산업이 발전할 수 있다고 제언

(2) 기업 지원

"벤처업계는 CVC가 설립돼 대기업 자금이 벤처 생태계로 흘러들어야 혁신 기업 창업이 활성화된다고 강조해 왔습니다. 신생 벤처 기업 창업이 활성화 된 미국은 대기업이 CVC를 운영하고 있습니다. 구글은 CVC를 통해 로봇, 무인항공기, 자율주행 분야 등에 투자하고 있습니다."

"공공 데이터 신청 절차와 제공절차가 복잡하고, 신청부터 제공까지 기간이 최대 20일까지 소요되어, 일반인이나 기업들이 발 빠르게 필요한 데이터를 신청하고 제공받기에 무리가 있습니다."

■ (요약) 기업 육성 및 운영을 위한 환경 조성 및 공공데이터 활용 개선 등으로 구성

① 기업 투자 여건 조성

◆ 기업형 벤처캐피털(CVC)[11] 설립
- 대기업 자금이 벤처 생태계로 유입되기 위해서 현행 벤처지주회사[12]가 아닌 기업형 벤처캐피털 설립이 필요하다는 주장
- 미 대기업인 Google, GE, Intel 등의 경우 기업 자체 CVC운영을 통해 4차 산업 관련 기술 분야에 투자 중

[관련 해설]
· 금산분리 원칙으로 인해 국내는 CVC 도입이 제한되나, 2018년 8월 공정거래위원회 주도로 벤처지주회사 설립 문턱을 낮추는 형태의 대안이 마련됨
· 벤처기업은 여전히 CVC를 선호하고 있으나, 대기업의 벤처 투자가 미진한 근본적 원인이 벤처지주회사에 있는지 관해서는 다양한 시각 존재

② 공공데이터 활용 개선

◆ 공공데이터 신청 기간 단축
- 공공 데이터를 신청할 시 데이터 제공까지의 행정 소요기간이 급한 활용이 필요한 기업에게 불편한 요소라 지적
- Open API로만 제공받을 수 있는 데이터의 경우, 프로그래밍 능력이 없어도 제공받을 수 있도록 제공 형태를 다양화할 필요가 있음

11 대기업이 출자한 벤처캐피털(VC)로 금전적 지원 이외 모기업의 인프라를 활용할 수 있는 이점을 가지기 때문에 벤처업계가 선호하는 경향이 있음
12 벤처기업 지분 소유 비중이 전체의 절반을 넘는 지주회사로, 금산분리로 인해 CVC를 운영할 수 없는 국내 환경에서 유망 벤처기업을 지원하여 대기업의 인수를 유도하기 위한 대안으로 도입된 제도

(3) 보안

"주택의 보안은 거주자에게 책임이 있듯이 공공기관의 보안과 기업들의 보안은 누가 책임지는 겁니까? 본인들 스스로 책임져야 하는 거 아닙니까. 그런데 현실은 본인들의 보안유지를 사용자들에게 떠넘기고 있습니다."

"개인정보가 너무나도 쉽게 유출되는 것 같습니다. 이를 악용하여 돈벌이로 생각하는 몰상식한 인간들에 대한 수사 및 처벌을 강화하여 주세요."

"내가 개인정보를 제공 동의한 기업과 그 기업에서 어떻게 사용되고 관리되는지 확인 가능했으면 좋겠습니다. 내가 가입한 사이트를 한 곳에서 조회 가능한 방식으로요."

■ (요약) 정부차원에서 추진 중인 공인인증서 폐지와 공공기관 사이트의 ActiveX 및 플러그인 제거, 개인정보 보호법의 강화 등으로 구성

① 공인인증서·ActiveX 폐기

◆ 보안을 위한 불편함 및 비용을 사용자에게 전가
- 공공기관·은행 홈페이지 공인인증서 및 ActiveX가 사용자의 불편함을 야기
- 보안의 주체는 사용자가 아님에도, 기업 편의에 맞춰진 ActiveX 설치 요구와 사용자가 비용을 부담해야만 하는 유료 공인인증서에 대한 이용자들의 반감

◆ 본인인증 수단의 보편성 제고
- 스마트폰 사용에 제약이 있는 연령층(저연령층, 노년층)이 손쉽게 활용 가능한 본인인증 수단이 부족
- 타인 명의의 스마트폰을 활용하는 경우 대체가능한 인증수단이 유료 공인인증서에 국한되는 상황이 발생

② 개인정보보호법 강화 및 시행

◆ 개인정보 유출기업의 제재 강화
- 국민의 개인정보를 기업에서 무분별하게 유통 또는 남용하는 사안에 대해 실효성 있는 대책이 필요
- 개인정보 유출 피해로 인한 국민-기업 간 소송에서 국민이 불리하다고 인식
- 기업의 각종 보안시설 정비 및 관리인원을 적정수준 배치하는 등 개인정보 유출에 대한 강력한 대비 및 처벌의 필요성을 강조

③ 개인정보 활용 동의처 관리의 편의성 제고

◆ 민간기업·공공 통합 개인정보 활용 현황 조회 플랫폼 요구
- 공적기관 및 은행에서 개인정보를 열람할 시 국민이 그 사실을 즉시 통보받을 수 있는 시스템 도입이 필요
- 개인정보를 제공 동의한 기업과 기업의 개인정보 관리 현황을 한 곳에서 조회 가능한 홈페이지 필요

(4) 교육

"4차 산업혁명으로 인공지능 및 로봇에게 밀려 갈 곳을 잃는 대한민국의 국민이 아닌 전 세계적으로 우수함을 떨치는 민족으로 다시 한 번 거듭났으면 합니다."

"코딩교육은 장점만이 아닌 단점도 많이 포함하고 있습니다. 기존 시수에 1시간 추가되는 것이다 보니 여느 과목과 다를 바 없이 암기과목이 된다는 것입니다. 학생들에게는 그저 과목 1개가 더 늘어나는 꼴이다 보니 여러 학부모들도 크게 실망하고 있습니다."

"담론으로만 4차 산업을 이야기할 것이 아니라 구체적으로 산업과 연계된 전공교육을 통해 4차 산업 혁명을 대비해야 한다는 생각이 많이 듭니다."

"정보 소외 계층이 세상의 변화에 더 이상 뒤처지지 않도록 이들을 대상으로 한 지원이 간절히 필요합니다. 각종 디지털 기기 사용법을 익히고 첨단 기술을 체험할 기회를 제공하는, 강화된 정보 교육을 지역 문화센터 등에서 실시해 주십시오."

■ (요약) 신기술로 인한 일자리 위협, 코딩 교육의 문제점, 4차 산업 관련 체계적 교육 수요 등으로 구성

① 미래 일자리에 대한 대책

◆ 로봇·인공지능에 의한 양극화 우려
- 신기술이 기존 일자리를 대체하여 빈곤층의 생계에 위협으로 작용할 것
- 4차 산업혁명으로 인해 직업을 잃을 것으로 예상하며 살아남기 위해 무엇을 해야 하는지 고민

◆ 선제적인 신기술의 역할 부여가 필요
- 미래 인간의 노동 역할과 기술로서 대체될 역할에 관하여 합리적인 선에서 국민의 불안감을 해소할 수 있는 법적 준비에 대한 요구

② 4차 산업 관련 교육 개선

◆ 청소년 코딩교육 의무화
- 현재 시행 중인 코딩교육은 일주일에 1시간 정도의 시수로 운영되어 암기과목으로 변질될 우려를 제기
- 기존 교과의 시수에 추가되는 부담요소로 비춰지고 있음
- 아직까지 와이파이 등 기초적인 인프라 구축이 안 된 학교가 많음

◆ 실효성 있는 4차 산업 학과 개설
- 4차 산업과 관련된 학과가 대학에 거의 없는 것으로 보이며, 4차 산업이 중요하다는 주장이 거대 담론으로만 비춰져 체감할 수가 없다는 의견 제기
- 산업과 직접적으로 연계되어 취업 가능한 4차 산업 관련 학과의 개설이 필요하며 이에 따른 전공교육 필요

◆ 저소득층·중장년층의 기술 소외 대책
- 각종 디지털 기기 사용법 및 첨단기술 체험의 기회 등을 지역 문화센터를 통해 실시, 확대해주는 것이 필요함

(5) 게임 산업

"랜덤박스는 원하는 아이템을 사기 위해 확률적으로 더 많은 돈을 지출하는 구조를 가지고 있습니다. 부디 사행성 게임에 대한 철저한 규제를 통해 기업들이 올바른 방향으로 나아갈 수 있도록 감시해 주십시오."

"저는 인디게임 개발자입니다. 최근에 게임 심의에 대한 문제인식이 있어서 법 개정도 이루어지고 법 규정도 많이 완화되었습니다. 그중 가장 큰 성과가 '자율심의'입니다. 기업이 정부에서 허가를 받으면 자체적으로 게임을 심의할 수 있습니다. 하지만 저 같은 소규모 개발자들은 그런 인프라를 마련한다는 것은 말도 안 되기 때문에 게임등급위원회에서 심의를 받아야 합니다. 높은 심의 비용과 여러 가지 서류절차 등 그 번거로움이 말로 다할 수 없습니다."

"모바일 셧다운제로 확대는 해서는 안 됩니다. 우리나라 청소년들의 작은 행복마저 빼앗아 버리는 아주 잔인한 짓이라고요. 우리나라 대부분의 청소년들이 학원을 끝내고 오면 10시입니다. 몸 깨끗하게 씻는 데에 30-40분을 소요, 이제 학원숙제와 학교 수행평가를 포함한 과제물 준비까지 마치면 이미 밤 12시가 넘어갑니다."

■ (요약) 사행성을 조장하는 게임 컨텐츠 규제 및 게임 내 아이템의 가치 보존, 게임 심의제도의 완화 등으로 구성

① 확률형 아이템[13] 규제

◆ 게임 내 확률형 아이템은 합법적 도박
- 청소년이 즐길 수 있는 12세 이상 등급판정을 받은 게임에서 확률형 아이템을 도입하는 것은 자제력이 부족한 미성년자를 고려하지 않는 처사
- 확률적으로 획득 가능한 과금 상품을 만드는 것은 복권을 판매하는 것과 동일

◆ 모바일 게임의 결제 제한
- 게임의 평균 생존주기가 짧아 과금의 결과에 관한 충분한 가치 보존이 불가능
- 게임 결제액의 제한을 두어 불가피한 피해 사례 및 무분별한 과금을 제한할 필요

② 게임등급 심의 규정 완화

◆ 소규모 게임 개발사에게 불리한 국내 심의 요건
- 게임을 이용하게 할 목적으로 배포하는 자는 반드시 게임물관리위원회(이하 게등위)의 심의를 받게 되어있음

[관련 해설]
· 심사를 통해 자체등급분류사업자로 지정된 기업의 경우 자율심의가 가능
· 스마트폰 OS를 독점하는 애플, 구글이 자율심의가 가능해짐에 따라 모바일 게임의 심의규제는 일정수준 해소되었으나, PC기반 게임을 개발하는 경우 여전히 문제로 지적되는 상황임

- 게임물의 심의 비용이 높고 복잡해 자본이 부족한 인디 게임 제작사에게는 심의 비용이 부담으로 작용된다는 의견 존재
- 인디 게임 제작사가 모바일게임 개발을 선호하는 주요 원인 중 하나로 지적

◆ 비영리 목적의 게임물 사전심의는 부당
- 비영리 목적으로 제작된 게임의 경우도 사전 심의의 대상으로 개인 제작자 또는 소규모 제작사가 포트폴리오를 구성하기 어렵다는 지적이 있음

· 「게임산업 진흥에 관한 법률 시행령」개정안을 통해 영리를 목적으로 하지 않는 비영리 게임에 대한 등급분류 심의가 면제(2019.9.3. 시행)

13 인게임 환경에서 구매 가능한 과금을 통해 획득 가능한 상품으로, 게임 내 상품 가치가 확률적으로 변경되는 형태의 아이템(예 : 랜덤박스)

③ 기타의견

◆ 모바일 게임 셧다운제에 대한 반대 의견
- (요약) 청소년의 모바일 게임 이용을 특정 시간 이후 강제적으로 차단하는 제도에 대한 반감

· 해당사안에 대해 여성가족부는 모바일 게임 셧다운제를 검토하지 않는 것으로 답변[14]

◆ 여성혐오 또는 소수자혐오를 조장하는 게임의 규제 기준 강화
- (요약) 여성을 남성 권력의 상징으로 표현하는 선정적 광고를 통해 인기를 구가하는 특정 모바일 게임이 성행하고 있어 이에 대한 우려 표명
- 관련 선정적 광고 행위는 법적 제재로 개선된 것으로 비춰지나, 게임물 자체에 대한 반감 여론은 여전히 존재

(6) 생태계

"미래 기술 투자 많이 해서 성장 동력으로 삼아주세요. 과학 기술 투자로 미국처럼 성장할 수 있게요. ····(중략)···· 스타트업 창업 센터도 20개로 늘려 주세요. 미래기술을 이용해서 일자리 문제도 해결 가능해요."

"VR은 하드웨어보다 사실 콘텐츠, 소프트웨어가 매우 중요한 변수입니다. 소위 킬러 앱으로 불리우는 이런 소프트웨어들이 플랫폼을 견인하게 되는데 이런 킬러앱을 개발하기 위해서는 엄청난 비용과 기술력이 필요합니다."

"우리나라도 뒤쳐지지 않게 양자컴퓨터 개발에 능력 있는 개발자들에게 안정적인 투자, 지원해주어 미래 산업에 큰 발판이 될 수 있도록 도와주세요!!! 늦지 않았습니다. 우리나라 유망한 개발자들이 외국으로 유입되지 않도록 든든한 지원 바랍니다."

■ **(요약) 국내 신기술 시장 활성화에 대한 염원과 VR·양자컴퓨팅 등의 기술에 대한 투자 필요성 등으로 구성**

① 신기술 시장

◆ 신기술 시장 활성화를 위한 바람
- 기술 관련 규제 완화를 통해 미래 기술을 국가의 성장 동력으로 삼아야 함
- 스타트업 창업 센터 확충이 필요

◆ VR하드웨어 → 소프트웨어로 투자 전략 선회
- 외산 VR기기에 기반한 독점 플랫폼이 시장을 잠식할 가능성이 높다는 의견 존재
- VR과 관련된 투자를 소프트웨어에 집중하여 어플리케이션 경쟁력을 키워야 한다는 주장

◆ 양자컴퓨터 R&D 예산 확대
- 장기적 안목에서 양자컴퓨터와 관련 된 R&D 예산을 확대하는 것은 당장 성과가 나오지 않아도 국가발전을 위해 국민이 납득할 수 있을 것

14 여성가족부(2019.10.24.), "모바일 게임 셧다운제 적용 검토 안해"

4. 소프트웨어 기술에 대한 국민의 인식

■ 키워드 간 인접 거리(Distance) 분석

- **(분석 목적)** 청원에서 드러나는 소프트웨어 기술에 대한 관심사안을 상대적 연관성으로 표현해 국민 관점의 정책적 우선순위 도출

- **(분석 방법)** 키워드 네트워크의 최단경로(Shortest Path) 계산에 기반해 기술 키워드와 관심 키워드 사이의 상대적 연관성을 계산
  - 기술 키워드 : 인공지능, 데이터, 블록체인, 가상현실
  ※SW기술 중 고려되었던 클라우드, IoT의 경우 국민청원에서 이와 관련된 언급 빈도가 낮아 대상에서 제외
  - 관심 키워드 : 일자리, 교육, 투자, 규제, 연구개발
  ※청원 플랫폼의 게시글 특성 및 정책의 범주를 고려해 전문가 합의를 통해 키워드 도출
  - 세부적인 가중치 적용 및 산식은 [부록] 참조

■ 분석 결과

그림 4 SW기술-관심 키워드 간 상대적 연관성(그림)

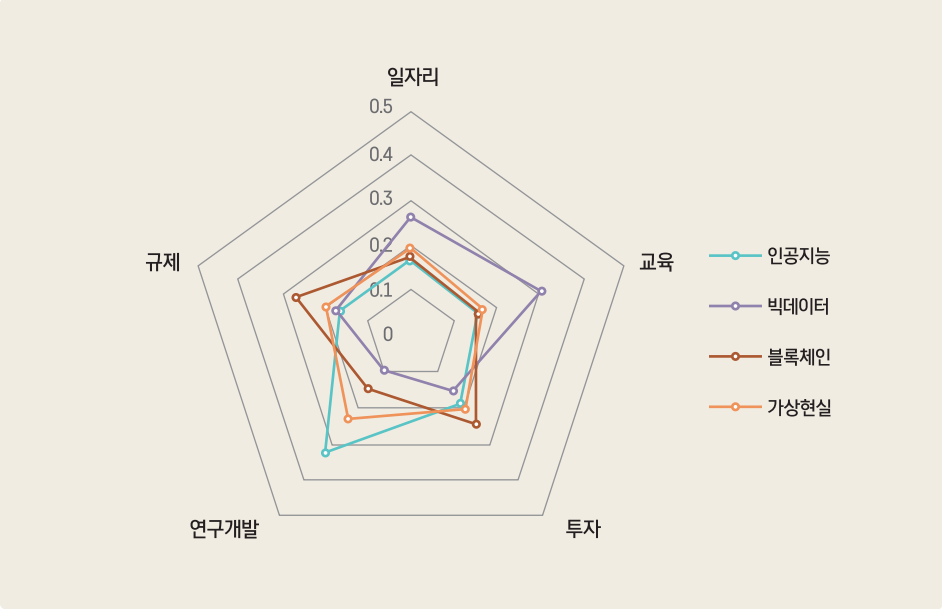


표 4 SW기술-관심 키워드 간 상대적 연관성(데이터)

구분	인공지능	빅데이터	블록체인	가상현실
일자리	16.2%	26.1%	17.4%	19.2%
교육	15.6%	30.5%	15.8%	17.1%
투자	19.0%	16.0%	24.6%	20.5%
연구개발	32.6%	10.1%	15.5%	23.2%
규제	16.5%	17.3%	26.6%	20.1%

- **(인공지능)** 인공지능의 경우 연구개발(32.6%)과 투자(19.0%)에 국민 관심이 높은 것으로 나타나 4차 산업의 핵심기술로서 인지하고 있음을 알 수 있음
  - 4차 산업의 핵심기술로서, 국내 대기업의 투자 및 정부의 인공지능 관련 정책 예고 등에 영향을 받은 결과로 해석됨
  - 높은 관심에도 불구, 연구개발에 관한 척도가 가장 높은 것은 현재 기술 수준이 범용적으로 활용되기에는 성숙하지 않다고 판단하기 때문으로 분석

- **(빅데이터)** 빅데이터는 교육(30.5%)과 일자리(26.1%)에 대한 관심이 가장 높은 것으로 나타나 실제 일자리와 연계 가능한 기술로 인지하고 있음을 시사
  - 본 결과를 통해 국민의 빅데이터 교육에 대한 수요와 일자리 증가의 기대감이 반영된 것이라 판단 가능함
  - 규제 관련 척도는 개인정보를 포함한 민감 데이터에 관한 찬반여론에 주요한 영향을 받는 것으로 추정

- **(블록체인)** 블록체인은 규제(26.6%)와 투자(24.6%)가 가장 높게 나타났으며 이와 같은 결과는 ICO 규제 이슈와 블록체인 기술 투자 측면의 영향으로 분석됨
  - ICO는 블록체인 기술 성장 및 투자와 관련된 청원에서 빈번히 언급되는 사안으로, 블록체인 기업 육성을 위해 고려해야 할 우선적인 이슈가 될 가능성이 높음

- **(가상현실)** 연구개발(23.2%)과 투자(20.5%)가 높게 나타났으나 이외 관심사안도 비교적 균형 있는 분포를 띄어, 관련 기술에 대해 뚜렷한 정책적 관심 사안이 형성되지 않았다 판단됨
  - 연구개발과 투자에 관한 연관성이 상대적으로 높은 원인으로는 국내 관점에서 아직 국민이 체감할 만큼 충분한 기술 수준과 어플리케이션 생태계가 구축되지 않은 상황이기 때문이라 추정
  - 가상현실 분야는 원천 기술의 고도화에 집중하면서도 시장 형성, 인재 양성, 법제도 정비 등 전반적인 환경 조성이 병행되어야 할 것임을 시사

5. 요약 및 시사점

■ **(청원 사례) 소프트웨어 분야 국민청원은 크게 6가지 주제로 구분 가능하며, 주제별 아래와 같은 요구사항이 있는 것으로 파악됨**

- (가상화폐) 규제(사회적 부작용)와 투자(블록체인 기술) 관점의 충돌
- (기업지원) 벤처 투자 환경 개선 및 공공데이터 접근성 강화
- (보안) 개인정보의 보안강화와 본인인증의 편의성 강화
- (교육) 미래일자리 불안감 해소 및 4차 산업 관련 기술에 대한 교육 강화
- (게임산업) 확률형 아이템 강력 규제와 게임물 등급 심의 완화
- (생태계) 신기술 투자 확대와 기업하기 좋은 여건 조성

■ **(SW기술-관심 키워드 간 상대적 연관성) 국민들의 주요 관심사가 SW기술별로 서로 다르게 나타남을 알 수 있음**

● 인공지능과 가상현실은 연구개발, 빅데이터는 교육, 블록체인은 규제에 대한 국민의 관심이 가장 높게 측정됨

● 본 결과는 정부가 SW기술에 대한 일자리, 교육, 연구개발 등의 정책 중 무엇에 집중하는 게 효과적인지 선택하는 데 도움을 줄 수 있을 것이며, 정책의 만족도를 높이기 위한 방안 마련에 있어 유용할 것으로 기대

■ **(시사점) 일반 여론에 대응하는 SW분야 정책 의견수렴 환경이 필요**

● SW분야는 학계와 산업계 의견 수렴을 위한 공청회, 업계간담회 등이 활성화된 반면, 일반 여론을 파악하기 위한 환경은 상대적으로 부족

● 국민신문고로 대표되는 전자민원 제도를 활용해 여론을 파악해 볼 수 있겠으나, 민원 절차가 비교적 까다로워 일반 국민의 적극적 참여를 유도하기 어려운 한계가 있음

※ 국민신문고 민원 신청은 ①본인 인증, ②기본 정보 기입, ③유사 민원 확인절차 등을 거쳐야 하는 번거로움이 존재하나, 관련 부처의 직접적인 답변을 기대할 수 있는 장점이 있음

● 향후 국민을 대상으로 SW이슈를 쉽게 설명하고 의견을 수렴하기 위한 정책적 고려 필요

■ **(기타 제안) 청원 답변 기준선(30일 간 20만 명 동의)에 미달하는 청원들을 부처 의견수렴에 효과적으로 활용하기 위해 다음과 같은 사안 고려 가능**

- 국민청원 등록 시 부처별 선택이 가능하도록 개선함으로써 정책 개발 및 여론 수렴 필요시 관련 사항들에 대해 부처가 검토하기 용이한 여건 조성

- 인공지능 기술을 활용해 중복 청원 및 이상 청원에 대한 식별을 자동화함으로써, 검토를 위한 시간적 비용을 줄이고 양질의 청원을 발굴

[부록] 청원 데이터 분석 방법론

(1) 국민청원 데이터 수집

- 오픈소스 활용을 통한 분석 대상 데이터 웹 크롤링(Web Crawling)

- 등록된 국민청원 전수(435,652건, 10월 8일 기준) 확보 후 상기 분석 기간 내 만료된 청원(431,842건, 중복제외) 추출
  - 분석 기간 : 2017.10.01. ~ 2019.09.30.(2년간)
  - 수집 방법 : 개별 청원을 json 형태로 추출 후 → 파워 쿼리를 활용하여 병합

(2) 형태소 분석

- **(한글 형태소 분석)** 수집 데이터 중 본문 내용을 형태소로 분리
  - 형태소 분석기 : 고유명사 및 연어 수동 편집기능 등을 제공하는 라이브러리인 Customized Konlpy를 활용(Twitter 형태소 분석기 기반)

- **(어휘 사전 구축)** 한글 형태소 분석의 불완전성 보완과 SW분야 어휘 식별을 위해 고유 명사, 연어, 합성어 처리 용도의 어휘사전 구축
  - IT용어 사전(총 1,840건) : TTA 정보통신용어사전 내 등장 어휘 10,196개 중 SW분야에 해당하는 어휘 선별
  - 고유명사 사전(총 2,481건) : 고유명사로서 형태소 분석 과정에서 인지하지 못하는 청원 데이터 내 출현 어휘
  - 합성어 사전(총 5,339건) : 관용적으로 띄어쓰기와 붙여쓰기를 혼용하는 합성어휘를 반복적인 테스트를 통해 식별
  - Stopwords 사전(총 895건) : 형태소 분석 결과 불용 조사 및 어휘를 식별 후 형태소 분석 전 제거
  - Replace_words 사전(총 16건) : 빈번하게 일어나는 오타 및 영문과 한글 표기를 혼용하는 언어에 대한 용어 통일

- **(명사형 형태소 추출)** 형태소 분석 결과 중 명사형 어휘를 제외한 기타 어휘 제거

(3) SW분야 청원 데이터 식별

- **(자동화 식별)** TF-IDF 기법을 통해 국민청원 문서(Document) 각각을 벡터화한 후, IT용어 사전에 수록 된 어휘와의 유사성을 측정해 점수화(Scoring)
  - 문서 유사도 점수 계산법 : 개별 문서 벡터에서 IT용어 사전 수록 어휘에 해당하는 벡터값을 별도 추출하여 합산

  ※코사인 유사도(Cosine Similarity)를 통해 도출된 결과에 비하여 나은 성능을 보이는 것으로 판단하여 채택
  - SW분야 청원 선별을 위한 임계값(Threshold) 설정 : 문서 전체의 유사도 점수를 내림차순으로 누적합산 후 3분위(상위 25%)에 해당하는 문서를 SW분야 청원으로 판단

  ※해당 기준은 누적 합계 분위별 결과 검토를 거쳐 전문가 합의에 의해 결정

- **(식별 된 데이터)** 총 431,842건의 국민청원 중 2,050건의 SW분야 청원 도출

(4) 소셜네트워크 분석(SNA)을 위한 데이터 형태 변환

- **(키워드 연관성 데이터 생성)** SNA를 위해 필요한 청원 내 등장 키워드 관계를 표현한 데이터 셋 추출
  - 변환 예시 : 청원 게시글에 「빅데이터」, 「규제철폐」, 「산업」 총 3가지 키워드가 등장할 시, 키워드 연관성을 아래와 같이 표현

    [빅데이터-규제철폐, 규제철폐-산업, 빅데이터-산업]
  - 해당 분석에서 각 등장 키워드는 그래프의 정점(Vertex)이며, 키워드 간 관계는 간선(Edge)으로 정의

- **(키워드 간 관계 가중치 설정)** 청원 각각을 위와 같이 변환 후, 동일 키워드 관계가 등장하는 빈도에 따라 키워드 간 관계의 강도(Weight)를 설정
  - 예시 : 5개의 청원글에서 모두 [빅데이터-규제철폐]란 키워드 관계가 등장한다면, [빅데이터-규제철폐]의 연결 강도를 5로 판단

(5) 청원 키워드 클러스터링

- **(키워드 클러스터링)** SNA에서 범용적으로 활용하는 알고리즘 중, 잘 알려진 알고리즘인 'Modularity Maximization' 메소드[15]를 통해 빈번히 함께 등장하는 키워드 간의 군집을 도출

15 그래프 클러스터링 알고리즘 중 하나로, 분류된 클러스터 간의 낮은 응집도(Cohesion)와 클러스터 내 높은 커플링(Coupling)을 만족하는 최적화된 클러스터 결과를 탐색

- **(주제 도출)** 클러스터링을 통해 도출된 각각의 클러스터를 검토하여 각 클러스터가 어떤 청원 주제의 집합을 의미하는지 추정

- **(주제별 대표 청원 소개)** 클러스터별 키워드 분포와 등장 키워드의 유사성이 높은 상위 50건의 실제 청원을 추출하고 관련 결과를 검토하여 내용 요약
  - 유사도 측정 지표 : (3)번 과정의 문서 유사도 측정 방법을 적용

(6) SW기술-관심 키워드 상대적 연관성 측정

- **(측정 목표)** SW기술 키워드(예 : AI, 빅데이터, 가상현실, 블록체인)와 관심 키워드(예 : 규제, 투자, 일자리 등) 간 인접 척도를 계산
  - 관련 측정을 위해서는 키워드 간 최단거리뿐만 아니라, SW기술 키워드가 동일 청원에 2개 이상 동시 등장하는 경우를 고려해 인접척도를 보정하는 방안이 함께 강구되어야 함
  - 인접 척도 계산을 위해 고려한 지표는 아래 3가지임
    ① 측정 대상 키워드 간 최단거리 : 기본 인접 척도
    ② SW기술 키워드 간 최단거리 : SW기술 키워드가 동일 청원글에 등장하는 정도를 측정
    ③ 측정대상 외 SW기술과 측정대상인 관심 키워드 간 최단거리 : ②의 결과에 기반해 측정대상의 인접척도를 보정하기 위한 수치

- SW기술-관심 키워드 간 거리 계산식

$$\left[sp(t,i) \times \sum_{w_1}^{W(t \not\in w)} \frac{1}{sp(t,w_n) \cdot sp(w_n,i)} \right]^{-1}$$

· sp = 최단경로(Shortest Path)[16]
· t = 측정 대상 SW기술
· i = 관심 키워드
· W = t를 제외한 SW기술의 집합

  - ①번 지표를 기본 수치로 하여, ②번 지표의 수치만큼 ③번 지표에 반비례하여 값을 보정
  - 최단경로는 값이 낮을수록 긍정적 지표이므로, 마지막에 역수를 취함

- SW기술-관심 키워드 간 상대적 연관성
  - 위 계산식에 의거 도출된 기술별 관심 키워드 간 거리정보를 백분율로 환산하여 상대적인 연관성 비중 측정

16 그래프에서 최단경로란, 특정 정점에서 정점까지 도달하기 위해 거쳐야 할 간선의 최솟값을 의미. 최단 경로는 1개 이상일 수 있음

[참고문헌]

1. 국내문헌

- 이동현, 이호, 김정민(2016), 그래프 이론 및 네트워크 모델을 이용한 지식경영연구 논문 트랜드 분석
- 이한동, 김종배(2017), 문서 유사도 기법을 활용한 이슈 키워드 추출 방법-인터넷 뉴스 기사를 대상으로
- 김진수, 황종선, 조영임(1993), 무향 그래프 공간에서의 모든 정점간의 최단경로 알고리즘에 관한 연구

2. 국외문헌

- Okamoto, K., Chen, W., Li, X. Y.(2008.6.), Ranking of closeness centrality for large-scale social networks
- Newman, M. E.(2004), Fast algorithm for detecting community structure in networks
- Good, B. H., De Montjoye, Y. A., Clauset, A.(2010), Performance of modularity maximization
- Ramos, J.(2003, December), Using tf-idf to determine word relevance in document queries
- Achananuparp, P., Hu, X., Shen, X.(2008, September), The evaluation of sentence similarity measures

3. 기타

- 존 스콧(2012), “소셜 네트워크 분석”, 커뮤니케이션북스
- 청와대 국민청원 홈페이지, https://www1.president.go.kr/petitions
- 한국언론재단 빅카인즈, https://www.bigkinds.or.kr/
- 구글 학술검색, https://scholar.google.co.kr/
- 한국정보통신기술협회 정보통신용어사전, http://terms.tta.or.kr/dictionary/

2020.01 January

2020 SW산업 전망 컨퍼런스

- 일시 2019.12.3.(화) 13:20~17:10
- 장소 COEX 그랜드볼룸 103호
- 주제 인공지능(AI)이 이끄는 SW의 현재와 미래
  The Present and Future of Software Driven by AI
- 참석자 과기부, 산업계, 학계 종사자 및 일반인 480여 명

● 프로그램

시간		내용	발표자
13:20~13:25	5분	개회사	박현제 소장 (소프트웨어정책연구소)
13:25~13:30	5분	축사	송경희 (과학기술정보통신부 소프트웨어정책관)
13:30~14:00	30분	기조 1. 인공지능 기술 및 시장 전망	이경일 대표 (솔트룩스)
14:00~14:30	30분	기조 2. 2020년 글로벌 SW산업 시장 전망	한은선 상무 (IDC)
14:30~14:40	10분	Coffee Break	-
14:40~15:10	30분	1. 2020년 SW산업 10대 이슈	김정민 연구원 (소프트웨어정책연구소)
15:10~15:40	30분	2. 인공지능 분야 기술 중심 스타트업의 비즈니스 전략	정영범 수석 (퓨리오사AI)
15:40~16:10	30분	3. 디지털전환을 통한 산업 경쟁력 제고 혁신 전략	최승환 상무 (Frost&Sullivan)
16:10~16:40	30분	4. 5G 기반의 Immersive Media의 성장과 미래 전망	박재헌 팀장 (KT 뉴미디어사업단)
16:40~17:10	30분	5. 2020 블록체인 산업전망 및 산업생태계의 미래	박세열 상무 (IBM)

- **(기조 1) 인공지능 기술 및 시장 전망**
  현재 인공지능 기술의 한계와 이 문제를 해결하기 위한 기술, 산업적 동향을 소개하고 그 발전 전망을 제시

- **(기조 2) 2020년 글로벌 SW산업 시장 전망**
  디지털 트랜스포메이션의 확대 기조 속에 클라우드, 데이터, AI 등과 같은 주요 동인을 중심으로 소프트웨어 시장의 변화 방향에 대한 전망을 제시

- **(발표 1) 2020년 SW산업 10대 이슈**
  2019년 한 해 언론기사를 통해 언급된 미래 전망 주제 중 전문가 설문조사를 통해 10대 SW분야 이슈를 선정하고 이슈별 트렌드 및 전망 제시

- **(발표 2) 인공지능 분야 기술 중심 스타트업의 비즈니스 전략**
  AI가속화 칩 제조 Start-up의 도전과 한국의 기술 중심의 스타트업 비즈니스 전략을 탐색

▲ 박현제 소프트웨어정책연구소 소장 개회사

▲ 송경희 과학기술정보통신부 소프트웨어정책관 축사

- **(발표 3) 디지털 전환을 통한 산업 경쟁력 제고 혁신 전략**

  디지털 전환의 산업별 동인 및 저해요인을 탐색하고, 주요기술 동향과 사업자 비교

- **(발표 4) 5G 기반의 Immersive Media의 성장과 미래 전망**

  5G 기반의 Immersive Media 글로벌 시장/기술 트렌드 및 미디어 시장에 대한 영향 제시

- **(발표 5) 2020년 블록체인 산업전망 및 산업생태계의 미래**

  2020년 글로벌 블록체인 산업을 전망하고 비즈니스 모델 기반의 다양한 산업생태계 혁신 방향 조망

▲ 컨퍼런스 진행

▲ 이경일 솔트룩스 대표 기조연설

▲ 김정민 소프트웨어정책연구소 연구원 발표

2020.01 January

2020 SW산업 전망 컨퍼런스

- 일시 2019.12.5.(목) 10:00~16:30
- 장소 COEX 그랜드볼룸 102호
- 주제 인공지능 기술 도입에 따른 SW 안전 이슈 동향과 AI시대를 대비한 SW 안전 정책 방향
  Changes in Software Safety Issues with Introduction of AI Technology, and Orientation of Software Safety Policy In the Era of AI
- 참석자 과기부, 산업계, 학계 종사자 및 일반인 200여 명

● 프로그램

시 간		내 용	발표자
10:00~10:10	10분	인사말	박현제 (SPRi 소장)
10:10~10:50	40분	기조 1. Artificial Intelligence - Need for Safety Standards	Jones Malcolm (Scientific Adviser, AWE, 영국)
10:50~11:30	40분	기조 2. Software Safety, Lessons learned from the Medical Device Industry	Bijan Elahi (리스크 관리 컨설턴트, MedTronic, 미국)
11:30~13:00	90분	점심 식사	-
13:00~13:30	30분	1. 인공지능기술 확산에 따른 위험 거버넌스 연구	류현숙 (한국행정연구원 국제개발협력센터장)
13:30~14:00	30분	2. 자동차 안전관점에서의 AI 테스팅	김형호 (솔루션링크 부사장)
14:00~14:30	30분	3. SW 안전 정책 방향	진회승 (SPRi AI·SW안전팀장)
14:30~15:00	30분	Coffee Break	-
15:00~15:30	30분	4. 기계학습 방법론의 취약성 분석	이상근(한양대학교 교수)
15:30~16:00	30분	5. 자율주행 소프트웨어 안전 관련 신기술 동향	임재훈(Ansys 부장)
16:00~16:30	30분	패널 토론 - 배두환 교수(KAIST), 황종규 팀장(한국철도기술연구원), 김형호 부사장(솔루션링크), 임재훈 부장(Ansys), 이상근 교수(한양대학교)	좌장 : 진회승 (SPRi AI·SW안전팀장)

▲ 컨퍼런스 진행

- **(기조 1) Artificial Intelligence – Need for Safety Standards**

  There have been a series of challenges to develop appropriate safety standards and methodologies as technology evolves. New technologies will always seek to forge ahead in a competitive marketplace, in order to avoid organisational demise. However, such developments must be matched by a complement of safety research activity. A new challenge now confronts us in the form of artificial intelligence(AI) where we stand at a new frontier with respect to machine safety control strategies. This area impacts on product organisations, those that set standards and regulators who enforce them. This is the subject for discussion in this presentation

- **(기조 2) Software Safety, Lessons learned from the Medical Device Industry**

  Software plays a progressively more important role in technology. As such, its impact on safety is more important than ever. Safety critical software is found in many industrial areas. For example, autonomous vehicles, robotics, and medical technology, where people lives literally depend on software safety. In this presentation, we will learn about safety, hazards, software's contribution to safety, software risk in systems and what we can do to improves software safety.

- **(발표 1) 인공지능기술 확산에 따른 위험 거버넌스 연구**

  인공지능 등 고도의 지능기술 신산업이 가져올 '잠재적 기술 위험'에 대한 관심이 점차 대두되고 있다. 그러나 인공지능 기술이 우리사회에 가져올 수 있는 위험은 아직은 '예측하지 못한 기술의 위험'으로만 제한적으로 다루어지고 있으며, 이에 대한 위험정책연구는 아직 시작 단계에 불과하다. 따라서 본 연구는 위험관리에서 활용되는 '사전예방원칙'과 '복원력'에 대한 이론연구를 토대로 인공지능 위험정책에 대한 전문가 AHP 조사를 수행하였다. 이 분석을 토대로 사전예방원칙 관련 최우선적으로 도입해야 할 정책수단으로는 위험감지 시 한시적 개발중지, AI 위험비용 및 책임체계

마련 및 AI 안전입증의 공급자 책임원칙 도입 등의 순서로 나타났다. 사후복원력 관련 최우선적으로 도입해야 할 정책수단으로는 사회적 위험커뮤니케이션 확대 정책, 국제 AI 기술 안전기준 표준 및 안전성 인증제도 도입, AI 위험 대비 보안성, 신뢰성 강화 정책 등의 순서로 나타났다.

- **(발표 2) 자동차 안전관점에서의 AI 테스팅**
  자동차는 작은 오류가 치명적인 사고로 이어질 수 있는 위험 시스템으로서, 인공지능 시스템을 적용함에 있어서 보다 엄격한 관점으로 검증해야 한다. 이번 발표에서는 영상인식을 수행하는 심층학습시스템(Deep Learning System)의 사례를 들어, 자동차와 같은 위험 시스템에서의 AI 테스팅의 이슈들을 설명하고, 몇 가지 이슈들에 대한 해결 방안을 제시했다.

- **(발표 3) SW 안전 정책 방향**
  안전중요시스템에 소프트웨어 영향력과 안전중요 데이터를 사용하는 AI의 활용이 증가하면서 SW안전에 대한 중요성이 강조된다. 스마트시티, 스마트 운송 등은 생활의 질을 향상시키는 반면 안전 확보를 위한 메커니즘 구현을 어렵게 만들어, 복잡한 시스템에 의한 위험도 증가하고 있다. 이에 정부의 SW안전 정책 마련 지원을 위해 SW안전 산업 현황을 파악하고 SW안전 정책방향에 대해 발표했다.

- **(발표 4) 기계학습 방법론의 취약성 분석**
  대항예제(Adversarial Example)는 AI를 오동작시키도록 제작된 일종의 변조 데이터이다. AI가 포함된 소프트웨어의 안전성을 위협할 수 있는 대항예제의 생성 매커니즘과 최근 연구 동향, 그리고 그 대응 방안을 소개했다.

- **(발표 5) 자율주행 소프트웨어 안전 관련 신기술 동향**
  자율주행이라는 시대적 요구 앞에서, 우리는 Machine Learning, Deep Learning등의 새로운 소프트웨어 기술을 Safety Critical 한 시스템에 적용하려고 하고 있다. 이에 새로운 소프트웨어 기술이 가지는 특성과 한계를 올바르게 이해하고 그에 맞는 새로운 개발방법을 글로벌 사례를 통해 알아봤다.

▲ 박현제 소프트웨어정책연구소 소장 인사말

▲ Jones Malcolm, AWE, Scientific Adviser 기조연설

▲ Bijan Elah, MedTronic 기조연설

월간 SW 중심사회
MONTHLY SOFTWARE ORIENTED SOCIETY

발행인	박현제(Park, Hyun Je)
발행처	소프트웨어정책연구소(Software Policy & Research Institute)
	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
홈페이지	www.spri.kr
전화	031.739.7300(+82-31-739-7300)
디자인·제작	(주)늘품플러스 | www.npplus.co.kr

사명 Mission

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

미래상 Vision

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

핵심 가치 Core Values

전문성 Expertise

다양성 Diversity

신뢰 Trust

역할 Roles

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

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

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

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

소프트웨어정책연구소
Software Policy & Research Institute

소프트웨어정책연구소
Software Policy & Research Institute

주요 활동 Main Activities

추진 연구 Research Areas

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

발간물 Publications

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

행사 Events

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

공동 연구 Joint Research

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

인적 교류 Personal Exchanges

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

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

9 772586 502001 01
ISSN 2586-5021