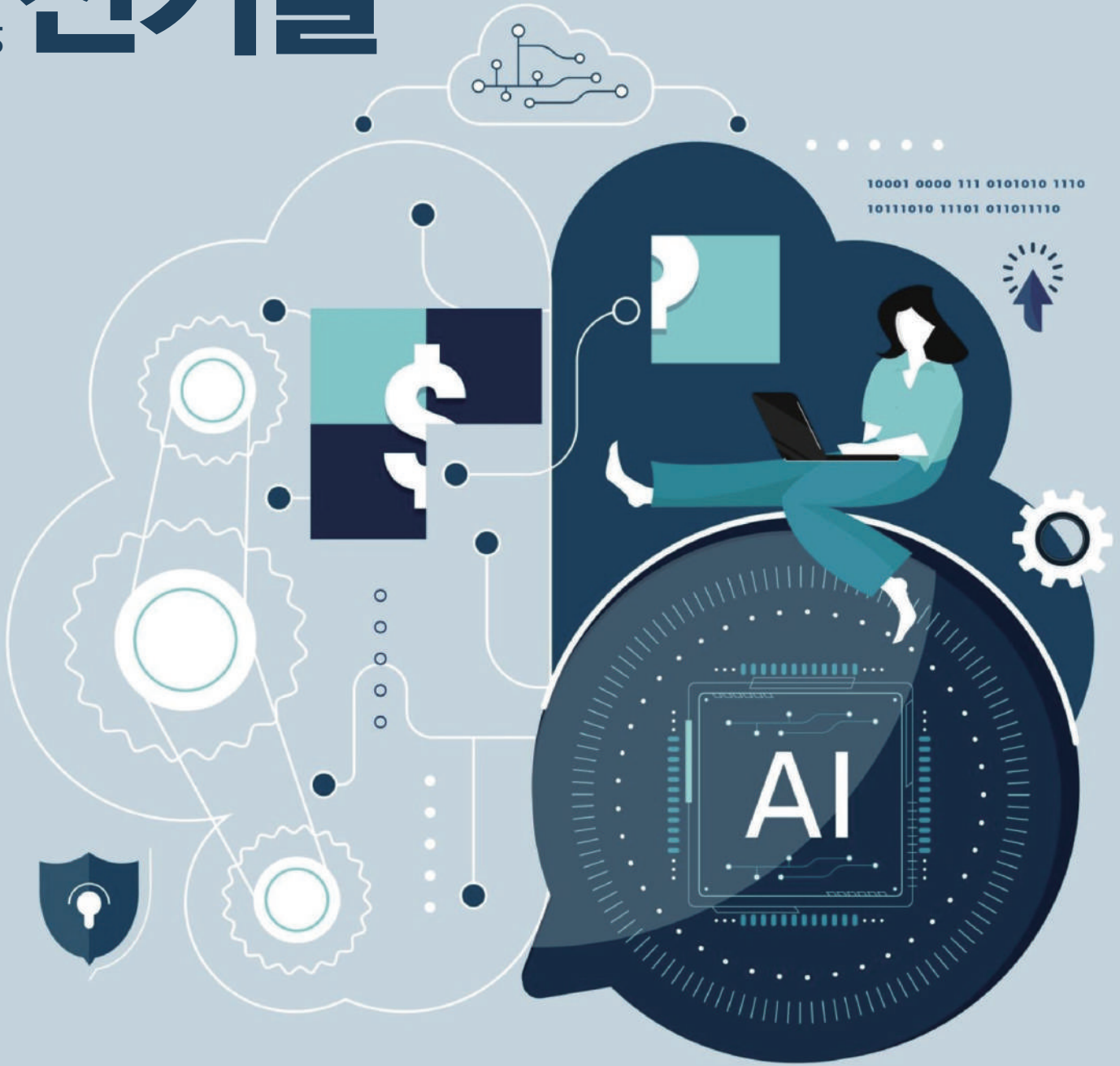


NEW TECHNOLOGY
OF THE MONTH

이달의 신기술

12

Vol. 111
DECEMBER 2022



인간 상식을 주입한 AI의 운 좋은 발견
현상 인식을 넘어 세상을 이해하다

COLUMN

AI와의 협업과
AI 공유를 통한 번영

이달의 산업기술상

글로벌 자동차용 센서 시장
가치사슬의 한 축이 되다_ 대양전기공업(주)

테크 스토리

러시아-우크라이나 전쟁 속
사이버 전쟁의 실상



9 772288 490002
ISSN 2288-4904 ₩6,000

CONTENTS

WITH

02

COLUMN

AI와의 협업과 AI 공유를 통한 번영

08

글로벌

21세기 블랙홀 시가 나아가는 방향성
인공지능의 최적화

22

SPECIAL

딥러닝에서 딥언더스탠딩으로 완성되는
AI 엔지니어링

TECH



30

이달의 산업기술상 신기술 장관상

글로벌 자동차용 센서 시장 가치사슬의 한 축이 되다
대양전기공업(주)

36

이달의 기술

(주)TPC메카트로닉스, (주)앤에스월드, (주)필스톤

42

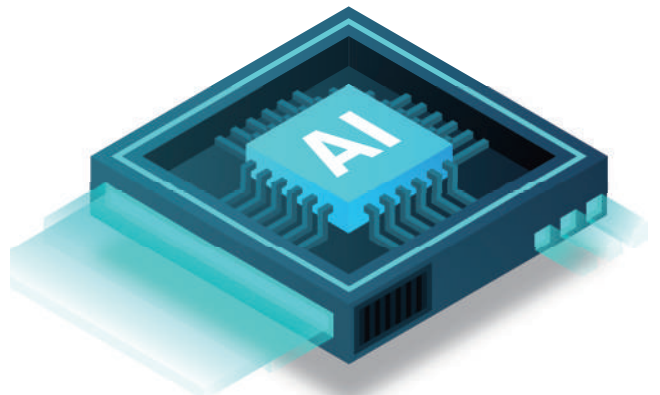
R&D 프로젝트_ 한양대학교

AI 연계한 에너지 수급 관리로 삶의 질을 향상시키다

46

R&D 기업_ VSI(주)

차량용 반도체 수급난, 국산화 기회의 장(場)을 열다



50

트렌드

디지털 자산을 지키는
혁신적 기술, 셉테크(Suptech)

56

ISSUE

쿠키 허용,
사이버 미행 허가증이었나

62

테크 스토리

러시아-우크라이나 전쟁 속
사이버 전쟁의 실상

66

카툰

인체인증기술

68

CLUB

인하대학교 자동차 제작
동아리 I.C.C.

72

SPOT

노원수학문화관

76

테크 컬처

이번의 적은 사이버대!
다이하드 4.0

78

R&D 관련 구인 및 구직

80

NEWS



NEW TECHNOLOGY
OF THE MONTH

이달의 신기술

등록일자 2013년 8월 24일

발행일 2022년 11월 30일

발행인 한국산업기술평가관리원 원장 전윤종

발행처 한국산업기술평가관리원,

한국산업기술진흥원,

한국에너지기술평가원, 한국공학한림원

주소 대구광역시 동구 첨단로 8길 32(신서동)

한국산업기술평가관리원

후원 산업통상자원부

편집위원 산업통상자원부

김종주 과장, 임태섭 서기관,

이영열 사무관, 정재욱 사무관,

김선영 사무관, 김경아 주무관,

유유미 주무관

한국산업기술평가관리원

강기원 본부장, 장중찬 단장,

이수갑 팀장

한국산업기술진흥원 김정옥 본부장,

박천교 단장, 김진하 팀장

한국에너지기술평가원 이성주 본부장

한국산업기술문화재단 박진철 부이사장

한국공학한림원 남상욱 사무처장

편집 및 제작 한국경제매거진 (02-360-4859)

인쇄 (주)영남프린텍 (053-964-1700)

구독신청 02-360-4859 /

chojh@hankyung.com

문의 한국산업기술평가관리원 (053-718-8251)

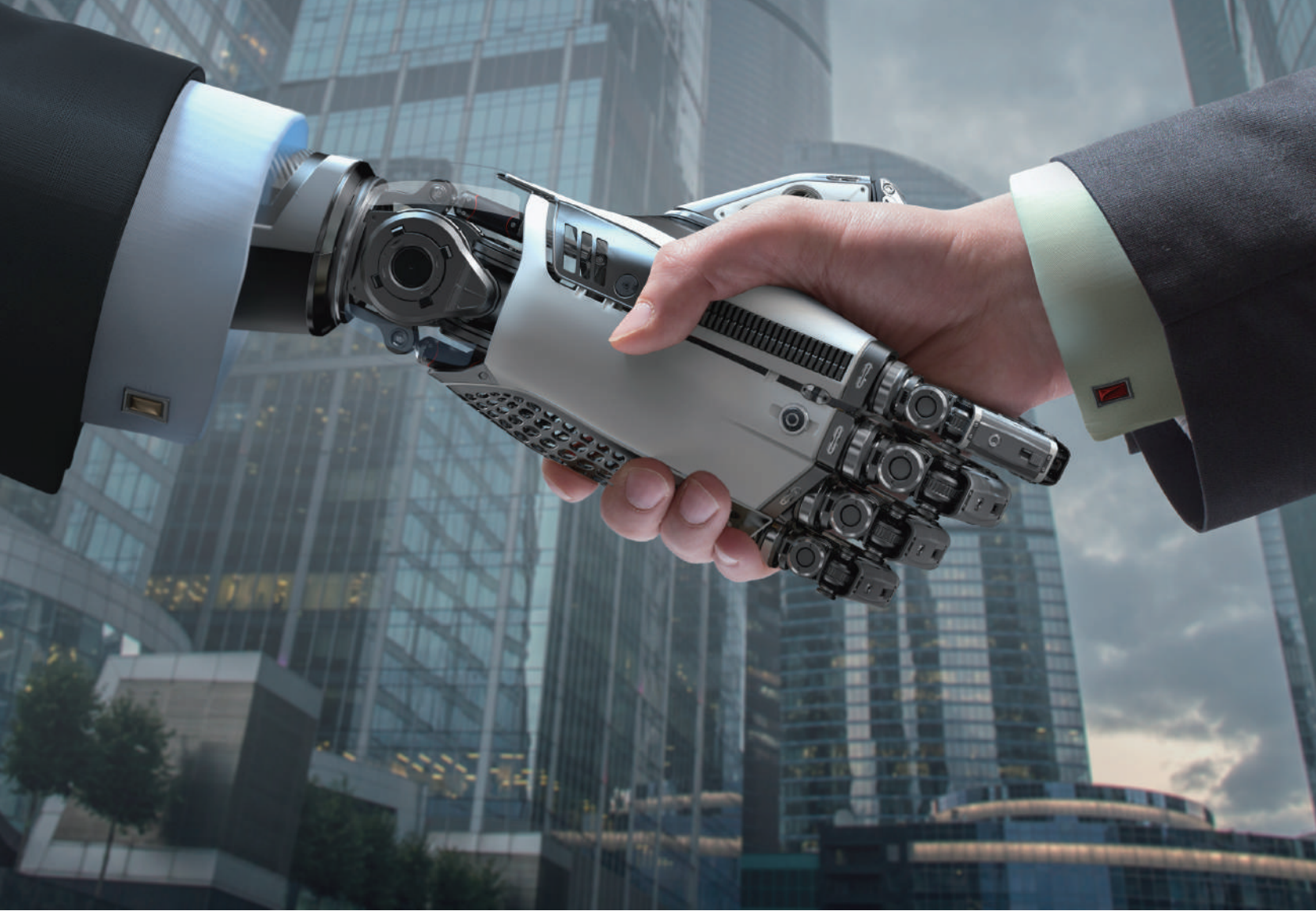
잡지등록 대구동, 라00026

※ 본지에 게재된 모든 기사의 판권은

한국산업기술평가관리원이 보유하며,

발행인의 사전 허가 없이는 기사와 사진의

무단 전재, 복사를 금합니다.



AI와의 협업과 AI 공유를 통한 번영

인간과 인공지능(AI)은 둘 다 불완전하다. 따라서 불완전한 인간은 역시 불완전한 AI와 협력해 자신을 발전시킬 수밖에 없다. 그런데 AI 개발을 위해서는 데이터가 필요하고, 개인과 조직의 존재 의미를 위해서는 데이터와 프라이버시의 보호가 필요하다. 데이터를 보호하면서도 이를 활용해 다양한 AI 모델을 개발, 공유하는 체계를 촉진시키는 한편 이러한 사용자 중심의 AI를 공유하고, AI를 통한 온 좋은 발견을 해나가는 방식으로 인류는 자신의 건강, 지식, 행복, 문화를 발전시켜 나갈 것이다.



이경전

[경희대학교 교수 & 하렉스인포텍
사용자중심인공지능연구소 소장]

▶ 경희대 경영대 & 빅데이터융용학과 교수
경희대 빅데이터연구소 소장
AI & BM Lab 지도교수

AI의 정의

AI는 말 그대로 인간이 만드는 지능이다. 인간을 닮은 것도, 인간을 넘어서는 것도 아니다. 그럼 지능은? 제임스 앨버스는 1991년 발표한 'Outline for a Theory of Intelligence'에서 성공적인 행동을 산출하는 것을 지능으로 정의한다. 생각하는 것이 아니라 행동을 산출하는 것이다. 그리고 성공이란 목표를 달성하는 것이다. 따라서 우리 인간은 AI 시스템에 그 목표를 잘 설정해줘야 한다. 그럼 목표를 달성한다는 것은 무엇일까? 목표를 달성하기 위해서는 합리적으로 적절히 행동해야 한다. 수학적으로는 목표 함수를 최적화하는 것이다.

인간도, 컴퓨터도 불완전하다

그런데 AI는 불완전(Incomplete, Imperfect)하다. 인간 역시 완벽하게 합리적일 수 없다. 인간의 합리성은 제한적이다. 인간이 지니는 계산 능력, 의사결정 능력의 한계가 존재하기 때문이다. 허버트 사이먼은 인간에 대한 솔직한 관찰과 설명을 한 후 제한된 합리성이라는 개념을 내놓으며 노벨경제학상과 튜링 어워드를 수상했다.

NP-Hard, NP-Complete 이론(NP·Non-Polynomial) 발전에 큰 기여를 한 스테픈 쿡과 리처드 카프는 컴퓨터가 아무리 발전해도 세상의 많은 문제는 우리가 원하는 시간에 발견하기 어렵다는 일종의 불가능성에 대한 발견으로 컴퓨터 과학 분야의 노벨상인 튜링 어워드를 받았다. 쿼터 컴퓨팅이 이를 극복하기 위한 하나의 방편으로 연구되고 있지만 이 역시 NP-Hard, NP-Complete 이론 자체를 극복하는 것은 아니고 단지 답을 구하는 시간을 단축하는 방법론일 뿐이다.

경제학자 프리드리히 하이에크는 엘리트끼리 모여 중앙집중적으로 의사결정하는 방식으로는 좋은 사회를 운용할 수 없다는, 이른바 '중앙집중적 계산불가능성'을 일찍이 간파했고, 그의 경제사상과 철학으로 노벨경제학상을 수상했다. 결국 서로 교환, 협상, 흥정하는 시장 메커니즘이 필요하다는 의미로 해석될 수 있다. 하이에크는 지금 유행하고 있는 딥러닝, 뇌과학의 발전을 예견한 듯한 '감각적 질서 : 이론 심리학의 이론적 기초에 대한 탐구'라는 독특한 저서를 남기기도 했다.

쿠르트 괴델은 어떠한 공리체계도 증명할 수 없는 참인 명제가 항

상 존재하며, 따라서 스스로 모순성이 없음에 대한 증명은 불가능하다는 불완전성 정리를 증명했다. 물리학 분야 노벨상 수상자 베르너 하이젠베르크는 어떤 입자의 위치와 운동량을 모두 정확하게 알 수는 없다는 불확정성의 원리를 발견해 인류를 더욱 겸손하게 만들었다. 세상 만물의 어떤 상태를 정확하게 파악할 수는 없다는 의미로 해석된다. 케네스 애로는 우리가 바람직하다고 여기는 의사결정의 기준을 모두 만족시키는 의사결정 메커니즘은 만들 수 없다는 것을 증명한 불가능성 정리를 제시해 노벨경제학상을 받았다.

요즘 유행하는 블록체인 역시 블록체인 트릴레마(Trilemma)라는 것이 있다. 이더리움을 발명한 비탈릭 부테린이 제시한 용어로 확장성(Scalability), 보안성(Security), 탈중앙화(Decentralization)를 모두 만족시키는 블록체인을 만들기는 어렵다는 것이다. 일견 멋져 보이는 블록체인이 아직도 사회에 큰 가치를 제공하고 있지 못하는 이유다. 이 모든 발견은 인간을 겸손하게 하고, AI의 한계에 대해 생각하게 만든다.

AI는 영원히 실수할 것이다

AI는 실수를 한다. 최적의 해를 구하려고 노력했지만, 실제 최적의 해가 아닌 경우 AI는 실수를 한 것이 된다. AI는 영원히 실수를 할 것이다. 인간이 늘 실수를 하는 것과 비슷하고, 기계가 늘 고장나고 오류를 일으키는 것과 비슷하다. 우리 인류는 AI가 실수를 한다는 점을 인식하고 그 점을 오히려 활용해야 한다.

불완전한 인류가 실수하는 불완전한 AI를 사용하는 방법

필자는 이 글에서 불완전한 인류가 실수하는 불완전한 AI를 사용하는 방법을 네 가지로 나누어 소개하고자 한다.

첫 번째는 세렌디피티(Serendipity)적 활용이고, 두 번째는 여러 AI 모델을 결합하는 앙상블, 세 번째는 디지털 미(Digital Me), 마지막은 AI 공유다.

필자가 연구소장으로 활동하고 있는 하렉스인포텍 사용자중심 인공지능연구소가 개발한 음식 추천 AI 시스템이 어느 날 고객에게 로제치킨 세트, 제육토스트, 낙지크림 스파게티를 추천했다. 이러한 상품은 세상에 존재하지 않는 제품이었다. AI가 실수를 한 것이다. 그런데 달리 보면 AI는 실수를 한 것이 아니라 신상품

WITH



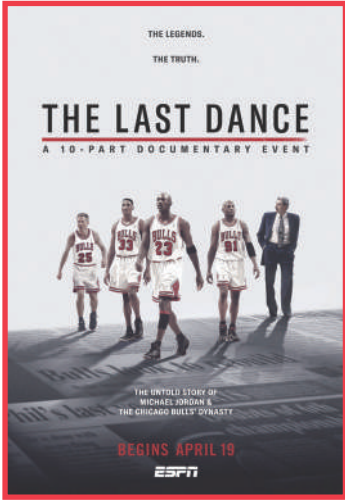
아이디어를 인간에게 준 것이다. 흥미로운 것은 로제치킨 세트는 치킨 프랜차이즈 회사 BBQ가 그 사이에 출시했다.

세렌디피티 : 운 좋은 발견

이렇듯 위험도가 낮은 분야에 AI를 사용하면, AI의 실수가 세렌디피티가 돼 운 좋은 발견을 할 수도 있다. 필자가 제일 좋아하는 단어 중 하나가 세렌디피티다. 세렌디피티는 신성과 인간성 사이, 우연과 필연 사이, 행운과 노력 사이, 마술과 공학 사이에 있다. 루이 파스퇴르 박사는 'Prepared Mind', 즉 준비된 자에게만 세렌디피티가 온다고 했다(Chance favors only the Prepared Mind!). 여기서 준비란 필연을 만드는 인간의 노력인 공학을 의미한다. 그러한 공학은 우연, 마술, 행운, 신성처럼 느껴지는 세렌디피티를 창출할 수 있다.

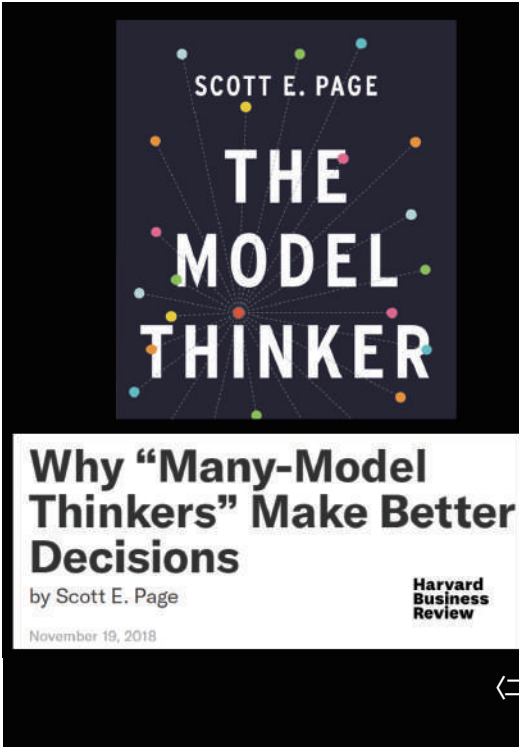
Many Model Approach

실수가 많은 AI를 잘 활용하는 또 하나의 방법은 여러 AI 모델을 검토하고, 그것을 융합하는 것이다. 필자는 금융 분야의 AI를 개발할 때 여러 모델을 개발한 후 그 모델들이 내놓은 결과를 잘 조화시키는



방식을 활용했다. 이렇게 하나의 문제에 대해 여러 모델을 검토하는 것을 'Many Model Approach'라 할 수 있다. AI 시스템 개발과 운영은 농구단, 야구단을 경영하는 것과 비슷하다. 우수한 농구선수 한 명을 키우는 것도 중요하지만 우수한 농구팀을 이끄는 감독, 그런 팀

을 만드는 구단주의 마인드로 AI 시스템을 만들어야 한다. 전성기의 시카고 불스를 묘사한 다큐멘터리 'The Last Dance'의 교훈이기도 하다. 선발 투수(모델)만이 아닌 볼펜 투수(모델)를 운용하고, 후보 및 신인 투수(모델)가 계속 공급될 수 있도록 지속적인 모델 수립 및 검토를 진행하는 팀을 운영해야 한다. 원활한 후보 모델을 도입하기 위해 AI 시스템을 모듈화하고 여러 기법을 조화시키는 방법론을 활용해야 한다.



Bankruptcy Prediction Modeling Using **Multiple** Neural Network Models

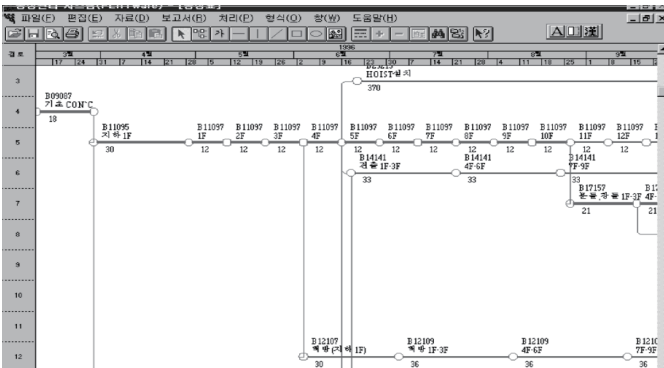
Kyung-shik Shin, Kyoung Jun Lee · Published in KES 2004 · Computer Science

The primary goal of this paper is to get over the limitations of single neural network models through model integration so as to increase the accuracy of bankruptcy prediction. We take the closeness of the output value to either 0 or 1 as the model's confidence in its prediction as to whether or not a company is going to bankrupt. In case where multiple models yield conflicting prediction results, our integrated model takes the output value of the highest confidence as the final output. The output of the confidence-based integration approach significantly increases the prediction performance. The results of composite prediction suggest that the proposed approach will offer improved performance in business classification problems by integrating case-specific knowledge with the confidence information and general knowledge with the multi-layer perceptron's generalization capability. [LESS](#)

<그림 2> 금융시장 예측을 위한 앙상블 접근
출처 : 한재윤, 이경진, 2017 KIIS

사례와 지식의 크로스체킹

아파트나 교량과 같은 건축물 설치 계획을 하는 AI를 만든 경험이 있다. 새로운 계획을 세울 때 우리는 과거의 사례와 현재의 지식을 결합한다. 같은 방법으로 AI 시스템을 개발했다. 잘했던 과거 사례에서 현재를 다듬어 나가고, 현재의 첨단 지식을 수집하는 등 사례와 원칙을 크로스체킹하며 발전시켰다. 사례에 위배되는 지식을 개선하고, 지식에 위배되는 사례를 개선했다. 그렇게 함으로써 AI가 인간의 지능을 보완하고 인간이 AI를 보완하는 협동 시스템을 만들었다.



인간과 AI가 서로를 투영

필자는 이렇게 불완전한 존재인 인간과 불완전한 AI가 서로를 서로에게 투영해가면서 스스로를 점진적으로 개선해 나갈 수 있다고 생각하며 연구하고 있다. 비유한다면, 자신의 자화상을 AI가 계속 그려주고 보여줘서 인간의 발전을 도와주는 것이라고 할 수 있다.

그리스의 AI 박사 조지 자카다키스의 'In Our

Own Image'라는 명저는 인간은 자신이 발전시킨, 자신이 창조한 문명에 자기 자신을 투영해왔다고 설명한다. 성경의 창세기는 인간을 흙에 비유했다. 왜 그랬을까? 창세기가 쓰일 당시는 인류의 문명이 흙의 문명이었기 때문이라는 것이다. 인간이 태엽시계를 발명했을 때, 인간은 우리 스스로를 태엽시계로 생각했다는 것이다. 이러한 관점에서 보면, 요즘 AI가 결국 사람이 될 것이고, 인간은 디지털하다는 생각도 결국 인간이 자신이 만든 디지털과 AI 문명에 자기 자신을 투영한 오류라고 볼 수 있는 것이다.

인류는 끊임없이 자신을 물과 거울에 투영해왔다. 동화 '백설공주'의 왕비도 그랬고, 나르키소스는 연못에 비친 자신을 사랑하게 되면서 결국 연못에 빠져 죽었다.

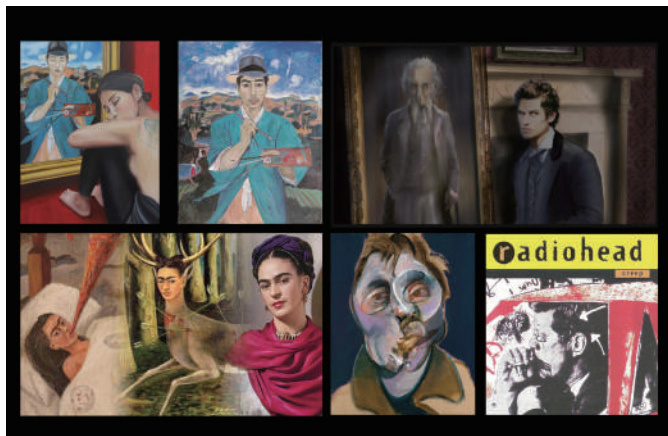
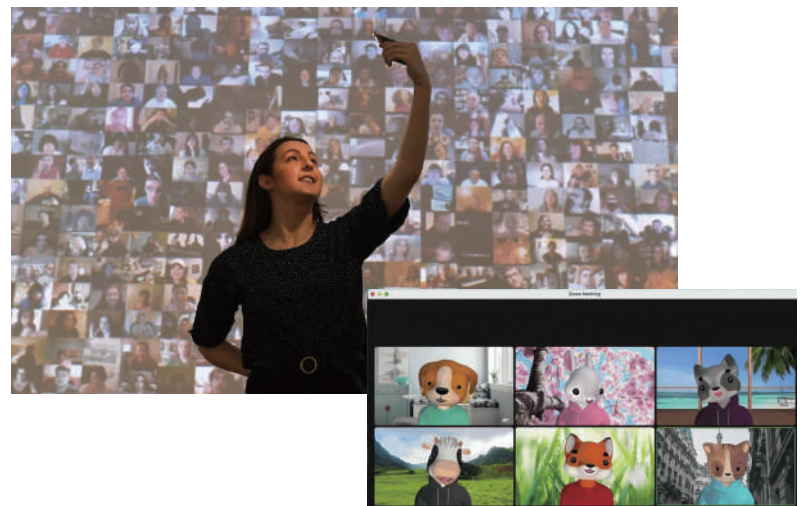
예술가 역시 끊임없이 자화상을 그려왔다. 김재이 작가가 이쾌대의 자화상을 패러디한 자화상이 있다. 이쾌대의 얼굴이 있던 자리에 김재이 작가의 얼굴이 있고, 그 모습을 바라보는 작가의 뒷모습과 결합한 멋진 작품이다. 이쾌대에 대한 존경과 시간의 거스름을 표현하고 있다. 오스카 와일드의 소설 '도리안 그레이의 초상'에서는 젊고 아름다운 도리안 그레이의 초상이 그가 타락함에 따



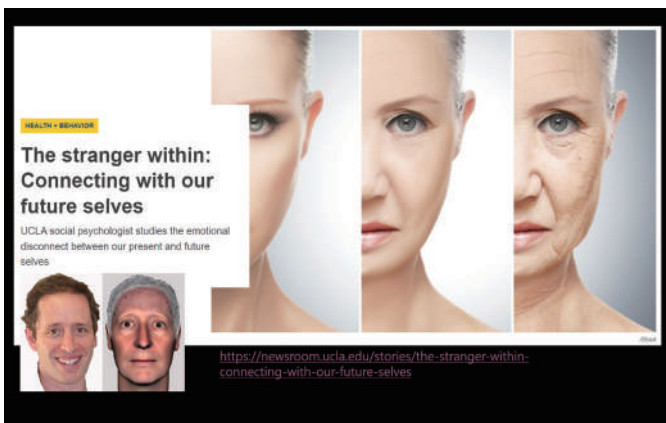
라 같이 추해진다. 우리 인간은 자신이 타락하고 추해지고 있는 것을 알면서도 자신이 순수했고 아름다웠던 시절을 기억하기 위해 자신만의 초상을 유지하고 싶어 한다. 아름다운 초상이 자신의 추함을 가려주길 원하는 것이다. 그러나 와일드는 그 초상마저 추해지는 상상력을 동원해 타락해가는 도리안 그레이를 더욱 크나큰 고통에 빠뜨린다.

수십 편의 자화상을 남긴 프리다 칼로는 평생 고통을 주었던 그의 육체를 보여주는 동시에 그의 자유로운 정신과 꿈을 표현한다. 프랜시스 베이컨의 자화상은 자기모멸을 보여주는 대표적 예술작품이다. 라디오헤드의 'Creep' 속 가사와도 일맥상통한다. 우리는 자기모멸의 자화상을 그린 베이컨을 보며 작은 위로를 받는다. 누구나 자기모멸을 하는구나. Creep을 부르며 스스로 위로받는 것과 같다. I'm a creep, I'm a weirdo.

2017년 영국 런던의 사치 갤러리에서 셀피에 관한 특별 전시가 열렸다. 사람들은 셀카로 자기 자신을 바라보기도 하고, 줌과 같은 일종의 메타버스 서비스를 사용할 때는 아바타를 활용해 자신을 더 자유롭게 꾸미기도 한다.



미국 로스앤젤레스 캘리포니아대(UCLA) 헬 허시필드 교수와 마이크로소프트(MS)의 공동 연구에 따르면 일종의 AI 프로그램을 활용해 사람들에게 미래의 늙은 모습을 보여줬을 때, 사람들은 미래에 대비하면서 갑자기 운동을 하고 보험에 가입했다고 한다.



디지털 나(Digital Me)

필자는 우리 인류가 AI를 활용해 자신의 자화상을 그리고 이를 통해 자신을 관리하고 발전시키는 것이 현명하다고 생각한다. 생물학적 인간이 디지털 인간을 만들어 거기에 자신을 투영하고 자신을 추동하는 것인데, 이름을 붙인다면 디지털 나(Digital Me)라고 할 수 있다.

자신과 모습이나 건강상태, 살아온 궤적, 취향 등이 상당히 비슷한 사람을 우연히 만나면 어떻게 할 것인가? 어떤 사람은 “꼬옥 껴안아줄 것”이라고 한다. “그동안 많이 힘들었지?” 하면서.

필자는 인생이 허무할 것 같다는 생각을 했다. 자신만의 유일성, 유니크함을 개발했다고 생각했는데 어느 날 모든 것이 나와 비슷한 사람이 또 있다면 허무할 것 같았다. 그런데 지금은 생각이 바뀌었다. 어차피 자신과 비슷한 사람은 어딘가에 있다. 밀란 쿤데라가 이미 그러한 이야기를 했다. 그의 책 ‘지혜’는 “인간은 태어날 때 수백만 개의 육체 중 한 개를 받게 되는데, 큰 호텔의 수백만 객실 중 하나를 할당받는 것과 같다. 육체는 우연적이고 비개성적인 것, 즉 잠시 빌려 쓰는 일회용품에 불과하다”고 말했다. 프랑수아 리카르는 쿤데라의 희곡 ‘자크와 그의 주인’에 대한 평론에서 유일한 것이란 뜻이고, 불행은 강박적 차이 추구에서 오며, 독창성은 허상이고, 청소년기의 천진한 소산일 뿐이며, 일종의 자만이라고 역설한다. 진정한 자유와 지혜는 반복에 대한 자각에서 온다는 것이다. 여기서 지혜를 빌린다면, 만약 자신과 비슷한 상태의 타인을 만난다면 자신보다 더 나은 것을 발견하고 이를 자신에게 도입하는 삶을 사는 것이 현명할 수 있겠다는 생각을 하는 것이다.

그런데 디지털, 네트워크, 데이터, 그리고 AI는 세상 어딘가에 있는, 또는 있었던, 또는 앞으로 있을 자신과 유사한 타인을 발견하는 것을 돕고 이에 기반해 자신의 건강, 지식, 행복, 문화적 감성 등을 발전시키는 것을 도울 수 있다.

데이터 공유가 아니라 AI 공유

그런데 이러한 AI를 개발하려면 개인의 데이터가 필요하고 이를 활용해 기계가 학습을 해야 한다. 그런데 개인의 데이터는 개인의 것이다. 빅테크 플랫폼이 그 개인의 데이터를 다 가져간다면 인간은 사생활이 사라지고 고유의 인간성이 다 없어지게 된다. 결국 빅테크 플랫폼이 개인의 데이터를 가져가는 것은 최소화해야 한다.

기업이나 정부 등의 조직도 조직의 존재 의미를 위해 데이터를 보호하는 것은 당연하다. 최근 개인과 기업의 데이터를 서로 공유하지 않고도 AI를 학습시키는 방법론이 개발됐다. 이러한 연합 학습 기술을 이용해 사회 주체 간 AI를 공유하는 것이 가능해졌다. 개인의 데이터를 수집하거나 개인의 데이터를 교환하는 것이 아닌, AI를 교환하고 공유하는 것이다.

요즘 책임성 있는 AI에 대한 논의가 많은데, 필자는 이를 더욱 적극적으로 수행하는 사용자 중심 AI에 관심을 두고 연구해왔다. 사용자 중심으로 AI를 연구하다 보니 사용자의 데이터를 다 가져와서 AI를 만드는 것이 아니라, 반대로 AI를 만들어 사용자에게 주고 사용자가 자신의 데이터를 가지고 AI를 학습시킨 후 그 AI를 사용자 간에 공유하는 AI 공유에 기반한 비즈니스 모델이 앞으로 크게 발전하게 될 것이라는 신념을 갖게 됐다. 데이터는 각 주체가 소유·유지하게 하고, AI는 상호 간에 공유하게 함으로써 성과는 높아지고 비용은 낮아지게 된다. 그렇게 하면 데이터를 노출하거나 공유하지 않고도 충분한 성과를 내는 AI를 개발할 수 있다.

애덤 스미스는 교환이라는 것은 인간이 동물과 구별되는 특성이란 설명하면서, 사람이 집에서 혼자 핀을 만들면 하루에 20개도 못 만들지만 열 명이 분업해 만들면 1인당 하루 4800개도 만들 수 있다고 설파했다. AI도 혼자 만들면 별 볼 일 없는 것을 만들게 되지만, 서로 공유하면서 발전시켜 나간다면 우리는 진정으로 사용자 중심, 인간 중심의 AI를 만들 수 있을 것이다.

더글러스 노스는 재산권을 잘 보호하면서도 그 활용에 있어 거래 비용을 줄이는 사회가 번영한다는 것을 실증적으로 밝혀 노벨경제학상을 받았다. 데이터도, AI도 결국은 자산이고 중요한 재산권이다. 따라서 이 재산권인 데이터와 AI를 잘 보호하면서도 이들의 활용에 있어 거래비용을 줄이는 신뢰 주체, 즉 AI 공유체계가 발전한다면 우리 사회와 개인도 더욱 발전하게 될 것이다.

WITH

글로벌



21세기 블랙홀 AI가 나아가는 방향성 인공지능의 최적화

지난 10년간은 인공지능(AI) 기술이 새로운 신경망 아키텍처(Neural Architecture)나 알고리즘 개발에 초점이 맞추어졌다면, 앞으로의 10년은 AI 기술의 응용 분야 확장, 즉 AI 기술이 적용되는 영역을 확장하는 방향으로 기술 개발이 진행될 것으로 전망된다. 이러한 측면에서 AI의 최적화 기술은 주목되는 연구 분야다.

✍ 정태희 [AMD(Advanced Micro Devices, Inc) 수석연구원], 김은정 [한국산업기술진흥원 미국(워싱턴DC)거점 소장]

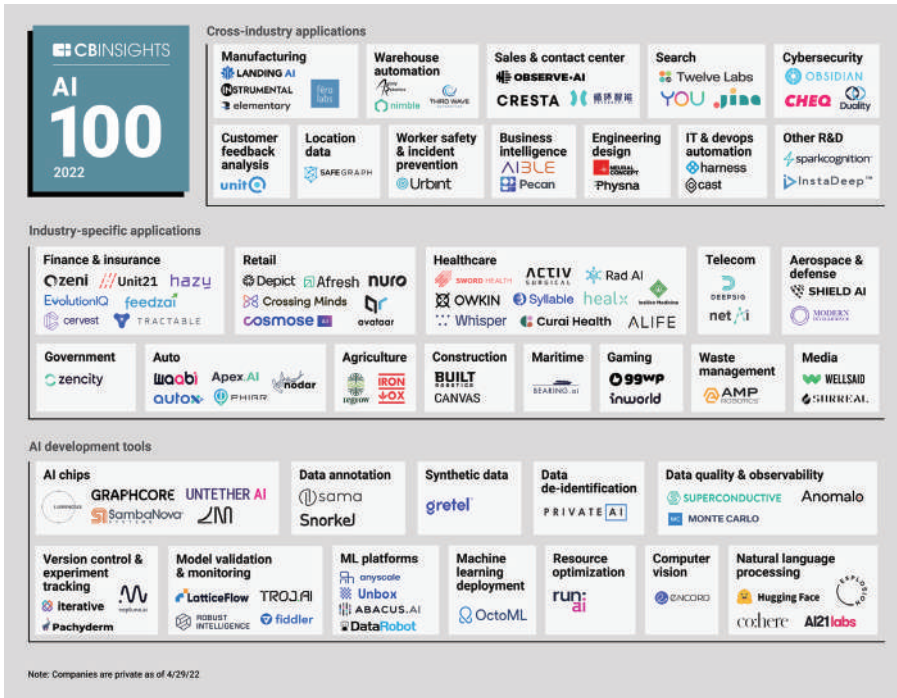
오늘날 가장 주목받는 인공지능 기술

AI 기술은 최근 몇 년간 전 세계적으로 많은 주목을 받고 있다. 최근에 AI 기술 관련 수많은 학회가 생겨났고, 학회와 학술 저널을 통해 발표되는 연구 결과도 매년 50% 이상 증가하는 추세다. 또한 이전에는 AI와 직접적인 연관이 없을 것으로 여겨졌던 제조업이나 바이오, 재무, 보험 등 다양한 영역에서 상당수 기업이 AI 기술 도입을 추진하거나 이미 활용하고 있다. 이와 더불어 AI와 관련한 수많은 스타트업이 생겨나고 있다. <그림 1>은 2022년 주목받는 스타트업이다.

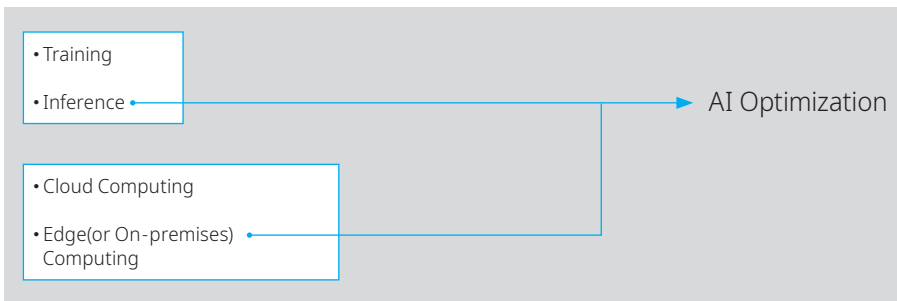
지난 10년간은 AI 기술이 새로운 신경망 아키텍처나 알고리즘 개발에 초점이 맞추어졌다면, 앞으로의 10년은 AI 기술의 응용 분야 확장, 즉

AI 기술이 적용되는 영역을 넓히는 방향으로 기술 개발이 진행될 것이라고 보고 있다. 이러한 측면에서 AI의 최적화 기술은 주목되는 분야다.

AI의 최적화 기술은 엄청난 규모의 컴퓨팅 자원(메모리와 컴퓨팅 엔진)을 보유한 클라우드 컴퓨팅을 이용해 새로운 신경망 아키텍처를 개발하고 이를 훈련시키는 것이 아니라, 기존에 이미 훈련된 딥러닝 모델을 제한된 컴퓨팅 자원을 가진 에지 디바이스



〈그림 1〉 The most promising artificial intelligence startups of 2022
출처 : www.cbinsights.com/research/report/artificial-intelligence-top-startups-2022/



〈그림 2〉 AI Optimization

또는 On-premises에서 어떻게 효율적으로 실행시킬 것인가에 목적을 두고 있다. 이러한 최적화는 AI 모델을 실험실에서의 연구개발 범위를 뛰어넘어 실생활에서 이용이 가능하도록 하는 과정의 일부로 이해할 수 있다.

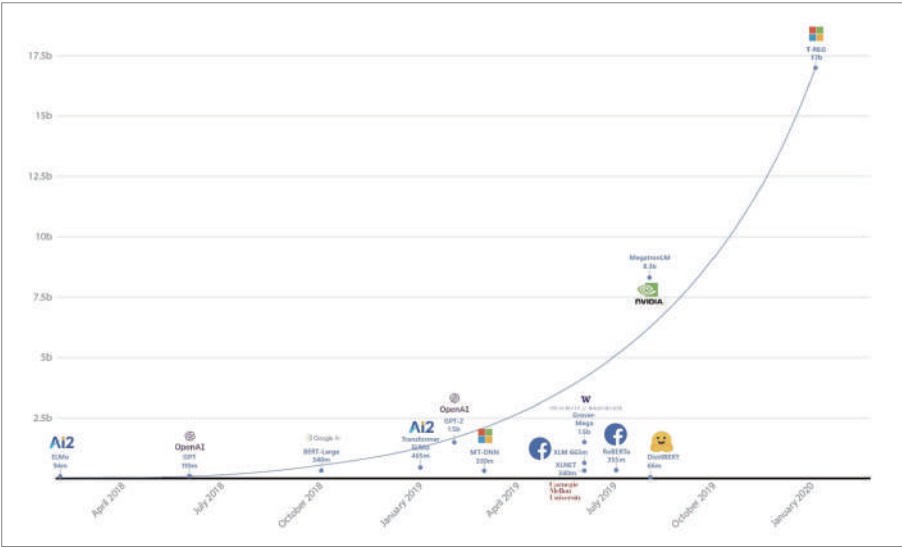
인공지능 최적화 필요성

최근 딥러닝 분야에서 수많은 모델이 개발됐다. CNN(Convolutional Neural Networks)은 이미지 분류(Image Classification), 객체 감지(Object Detection) 및 시맨틱 세분화(Semantic Segmentation)와 같은 컴퓨터비전 영역에서 지난 10년 동안 상당한 기술적 진보를 이루었다.

또한 자연어처리 분야에서는 트랜스포머(Transformer)와 Bert, GPT 등이 기존의 LSTM을 기반으로 한 시퀀스 모델을 빠르게 대체하고 있다. 하지만 〈그림 3〉에서 보여주듯 CNN 및 트랜스포머 모델의 크기는 점점 더 커졌고, 이러한 거대한 크기의 모델을 실행시키기 위해서는 수십~수백 기가바이트의 메모리 용량을 지닌, 고성능 컴퓨팅이 가능한 하드웨어가 필요하다.

한편 이러한 모델을 구현하기 위해 데이터 센터가 아닌 에지 디바이스에서 실행시킬 필요성이 커지고 있다. 예를 들어 AI 모델을 클라우드상에서 실행하려면 데이터를 데이터센터로 옮겨야 하는데, 금융기관이나 의료기관, 보험회사 등에서는 고객의 민감한 정보를 클라우드로 옮기기를 꺼린다. 물론 데이터센터나 클라우드 컴퓨팅 서비스를 제공하는 회사 입장에서는 데이터의 보안성을 보장한다고는 하지만, 100% 신뢰하기에는 아무래도 큰 위험성이 존재한다. 또 다른 예로 자율주행자동차를 들 수 있다. 자율주행차는 주행하면서 도로 위의 다른 자동차, 신호등, 신호표시, 도로 주행선, 사람이나 물건 등을 인식하고 이에 따라 즉각적으로 반응해야 한다. 만일 자동차가 고속도로를 주행 중이거나 복잡한 교통 상황 속에 있다면 그 응답 시간은 더욱 짧아야 한다. 이를 위해서는 자동차에 부착한 카메라나 라이다, 레이더 등 여러 센서로부터 발생하는 수많은 데이터를 수집해 AI 모델에 입력하고, 그 결과값을 실시간으로 제공받아야 한다. 그런데 아무리 5G 네트워크 속도가 빠르다고 해도, 이런 엄청난 양의 데이터가

W I T H



〈그림 3〉 Large Model

출처 : www.microsoft.com/en-us/research/blog/turing-nlg-a-17-billion-parameter-language-model-by-microsoft/



〈그림 4〉 On-device AI

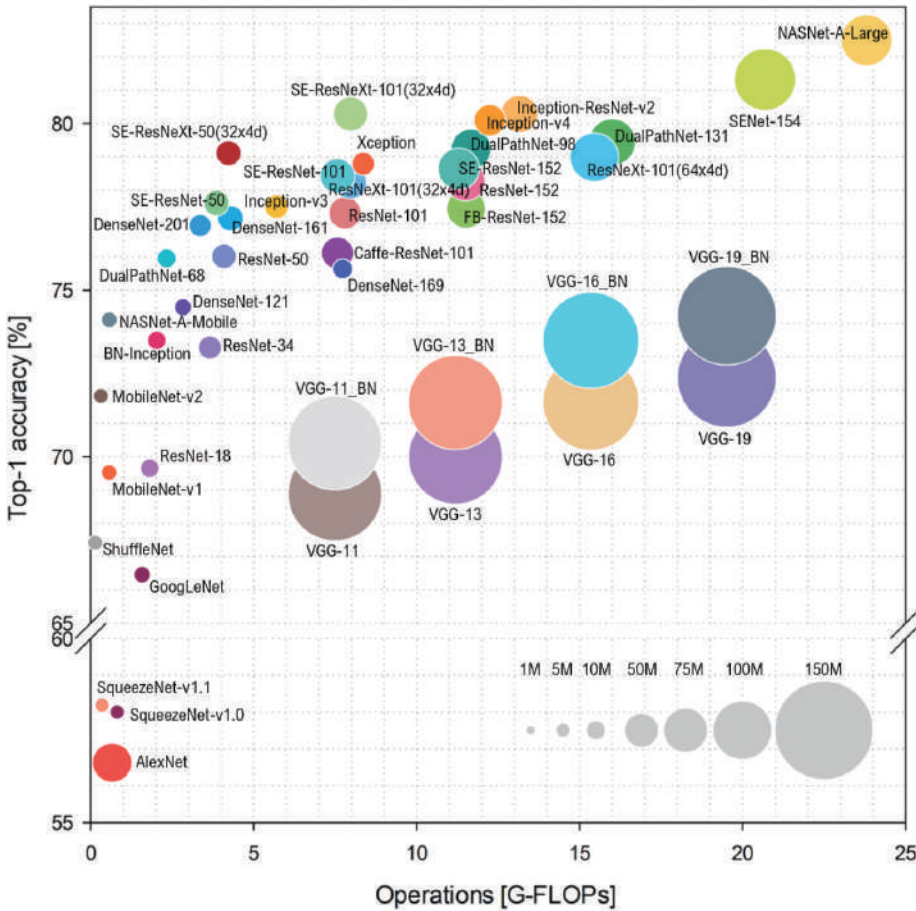
출처 : Joseph Soriaga (Qualcomm), Enabling on device learning at scale

데이터센터까지 오고 가는 시간을 고려한다면 실시간으로 결괏값을 얻기에는 무리가 있다. 또한 시간과 장소에 따라 네트워크 전송이 안정적이지 않을 가능성도 존재한다. 이에 따라 자동차에서 자체적으로 AI 컴퓨팅이 실행돼야 한다. 즉, 한 개 또는 여러 개의 에지 디바이스가 자동차에 설치되고 여러 센서를 활용해 수집한 데이터를 자동차에 설치한 AI용 하드웨어를 통해 실시간으로 처리할 수 있게 해야 한다.

비슷한 개념을 드론, 산업 로봇, 보안 카메라 등 각종 사물인터넷(IoT) 디바이스에도 적용할 수 있다. 즉, 사람이 원격으로 조종하거나 미리 프로그램된 상태로만 움직이는 것이 아니라 〈그림 4〉와 같이 AI 모델과 이를 실행시킬 수 있는 하드웨어를 각각의 IoT 디바이스에 장착해 스스로 판단하고 실행할 수 있게 하는 것이다. 다시 정리하면, 데이터 유형에 따라 ‘Hot’ 데이터는 에지 디바이스에서, ‘Cold’ 데이터는 데이터센터에서 실행시키는 것이 바람직한 트렌드가 될 것이다.

그런데 에지 디바이스에서 AI 모델을 실행시킬 때는 몇 가지 기술적인 문제가 있다. 에지 디바이스는 자원이 제한된 컴퓨팅 환경으로 메모리 용량도 작고, 컴퓨팅 프로세스도 크지 않다. 대부분 최신의 AI 모델은 수백 메가바이트~수 기가바이트의 저장공간이 필요한 수백만 개의 파라미터가 있지만, 에지 디바이스 내의 메모리 크기는 제한적이다. 또한 많은 AI 모델이 정확한 예측을 하려면 수백만~수십억 개의 연산작업이 필요하다. 즉, 수십~수백 개의 기가플롭(Giga FLOP) 연산과 빈번한 메모리 액세스 호출을 요구한다. 이러한 연산을 하려면 에지 디바이스에 큰 소비 전력이 필요하고, 이는 열 발생 및 배터리 소진으로 이어질 수 있다.

인공지능 최적화의 기술동향
앞에서 언급한 것처럼 에지 디바이스에서 AI 모델을 실행할 때 발생할 수 있는 여러 문제점으로 인해 AI 모델을 최적화하고자 하는 많은 연구가 진행되고 있다. 즉, 모델의 예측 정확도에는 영향을 주지 않으면서



〈그림 5〉 Relationship between Accuracy and computational complexity
 출처 : Simone et al, Benchmark Analysis of Representative Deep Neural Network Architectures, arxiv: 1810.00736

모델의 메모리 크기를 줄이거나 실행 속도를 높이도록 모델을 최적화하는 것이다. 그런데 모델의 복잡성과 예측 정확도에는 〈그림 5〉와 같이 모델의 복잡성이 커지면, 모델의 파라미터도 같이 커지는 상관관계가 있기 때문에 모델의 파라미터 수를 줄이면 모델의 예측 정확도는 떨어지는 것이 일반적인 현상이다. 따라서 AI의 최적화에 있어서 모델의 파라미터 수는 줄이지만 예측 정확도는 떨어뜨리지 않도록 하는 것이 무엇보다 중요하다.

AI 모델은 일반적으로 연산 및 메모리 부담을 고려하지 않은 채 정확도를 높이는 목적으로만 설계됐다. 연산 및 메모리 부담을 줄이려면 모델에 존재할 수 있는 중복성을 제거해 효율적인 신경망 아키텍처를 만드는 것이 중요하다. 과도하게 많은 파라미터를 지닌 모델은 메모리와 연산에 비효율적일 뿐만 아니라 오버피팅을 일으킬 수 있다. 딥러닝 모델의 최적화를 위해서는 총 모델 파라미터 수를 낮춰 저장공간을 줄이거나,

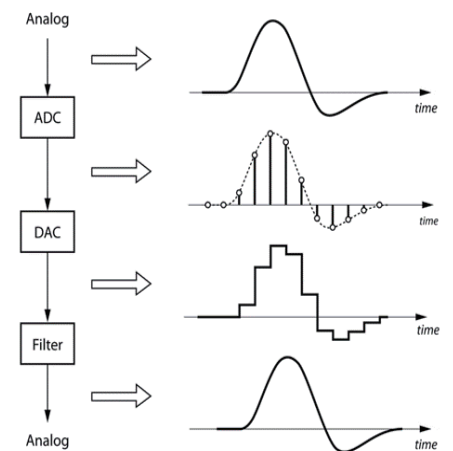
총 연산 작업 및 메모리 액세스 수를 줄여 모델의 계산 속도를 높이는 두 가지 방법이 일반적이다. 두 방법은 높은 상관관계를 갖지만, 반드시 일치하지는 않는다.

AI, 특히 딥러닝 모델의 최적화에는 양자화(Quantization), 신경망 가지치기(Neural Network Pruning), 신경망 아키텍처 검색(Neural Network Search) 등이 주요 연구 흐름이다. 다음에서 각 기술에 대해 상세하게 기술한다.

딥러닝의 양자화(Quantization)

〈그림 6〉은 아날로그 신호를 샘플링해 디지털 신호로 변환하는 것을 나타낸 것이다. 특정 아날로그 신호가 지속적인 파형으로 주어졌을 때, 특정 시간 간격을 가지고 샘플링하면 개별적인 형태의 디지털 파형으로 변환할 수 있다. 양자화는 이러한 디지털 변환과 매우 유사한 개념이다.

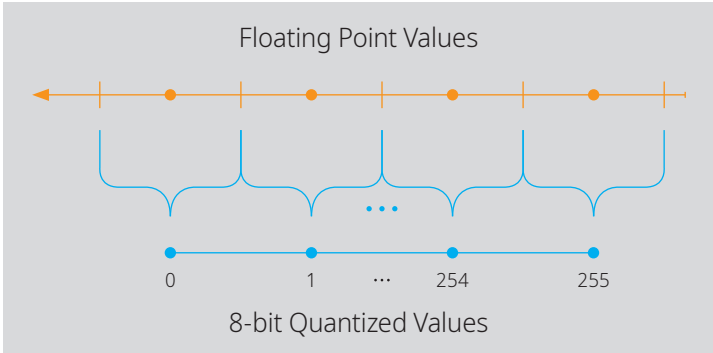
양자화는 컴퓨터 프로그램에서의 변수값을 일반적으로 부동소수점 32비트로 저장하는데, 이를 고정소수점 16비트 또는 정수



〈그림 6〉 Sampling and digitization of an analog signal

출처 : devopedia.org/audio-feature-extraction

W I T H

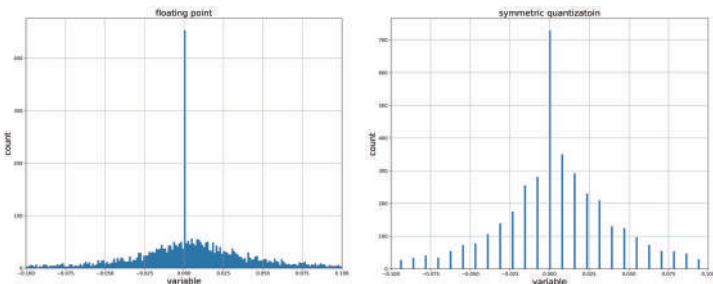


〈그림 7〉 Quantization from floating point to 8-bit integer
출처 : Amir Gholami, UCB, Berkeley EE290, 2021

8비트와 같은 상대적으로 낮은 정밀도를 지닌 포맷으로 대체하는 작업이다. 일반적으로 컴퓨터에서는 변수값이 예를 들어 35.4567287... 등의 32비트로 저장되고 연산에 사용되는데, 이것을 고정소수점 35.46이라든가 정수 35로 변환해 저장하고 연산하는 것이 양자화다.

AI, 특히 딥러닝 모델에서의 양자화는 딥러닝 모델을 더 빠르고 더 작은 메모리상에서도 실행할 수 있는 저렴하고 쉬운 방법이다. 이러한 양자화를 활용하면 연산에 따른 전력 소모와 메모리 대역폭, 모델의 저장용량은 낮추고 수행 속도는 높이는 다양한 장점이 있다.

딥러닝의 양자화는 정보 압축에 기초를 두고 있다. 딥러닝에서의 양자화는 가중치(모델 파라미터) 또는 활성화된 변수값의 수치적 정밀도를 줄이는 것을 의미한다. 딥러닝 모델을 양자화하면 메모리가 작아지고, 소비전력은 줄어든다. 물론 양자화를 하게 되면 딥러닝 모델의 정확도가 저하될 가능성은 있다. 따라서 딥러닝 모델을 양자화하면서 모델의 정확도 저하를 최소화시키는 게 관건이다. 〈그림 8〉에 딥러닝 모델 내 한 층의 가중치를 부동소수점 32비트에서 정수 8비트로 양자화하는 예를 나타냈다. 양자화의 기초 원리와 실제 적용하는 여러 기술을 소개하면 다음과 같다.



〈그림 8〉 Quantization 2nd convolutional layer of resnet 50

양자화의 기초 원리

매핑 함수(Mapping Function)는 부동소수점에서 정수로 값을 매핑하는 역할을 한다. 일반적으로 사용되는 매핑 함수는 다음과 같은 선형변환(Linear Transformation)을 이용한다.

$$Q(r) = \text{round}\left(\frac{r}{S} + Z\right) \quad (\text{eq.1})$$

여기에서 r은 입력값, S는 스케일 인자(Scaling Factor), Z는 제로 포인트(Zero-point)다.

양자화된 값을 부동소수점으로 다시 복귀시키는 역함수(Inverse Function)는 다음과 같다.

$$\tilde{r} = (Q(r) - Z) \cdot S \quad (\text{eq.2})$$

$\tilde{r} \neq r$ 이고, 이들의 차이를 양자화 에러 또는 손실이라고 부른다. 매핑 함수에 따라 양자화 손실이 다를 수 있고, 이러한 손실을 최소화하는 것이 중요하다. 딥러닝에서 양자화는 정수 8비트로 하는 것이 가장 보편적이다. 파이토치(Pytorch)나 텐서플로(Tensorflow) 등 파이톤 플랫폼상에서는 역함수를 이용해 정수가 아닌 고정소수점 8비트로 전환한다. 8비트, 즉 256개 이내의 서로 다른 소수점을 갖는 숫자로 전환하는 것이다. 컴파일링상에서 이것을 다시 정수로 매핑해 하드웨어에서 계산을 수행하고, 계산 결과를 다시 고정소수점으로 변환한다. 수식(1)에 나타냈듯이 매핑 함수는 스케일 인자 S와 제로 포인트 Z의 양자화 파라미터를 갖는다.

S는 입력 범위와 출력 범위의 비율이다.

$$S = \frac{\beta - \alpha}{\beta_q - \alpha_q} \quad (\text{eq.3})$$

여기에서 $[\alpha, \beta]$ 는 입력값의 클리핑 범위다. 즉, 입력값의 허용 가능한 범위를 말한다. $[\alpha_q, \beta_q]$ 는 매핑된 양자화 출력 공간에서의 범위다. 8비트 양자화에서는 출력 범위가 아래와 같다.

$$\beta_q - \alpha_q \leq (2^8 - 1) \quad (\text{eq.4})$$

Z는 바이어스와 같은 역할을 하는데, 입력 공간에서의 0이 양자화된 공간에서의 0과 매칭하도록 돕는다.

$$Z = -\left(\frac{\alpha}{S} - \alpha_q\right) \quad (\text{eq.5})$$

입력 클리핑 범위를 정하는 과정을 보정이라고 한다. 입력 범위를 정하는 가장 단순한 방법으로는 최솟값과 최댓값을 구하고 그것을 α 와 β 로 지정하는 것이다. 또 다른 방법으로는 엔트로피 최소화(Entropy Minimization (KL Divergence)), l_2 최소화(Mean-square-error Minimization), l_1 최소화(Absolute Error Minimization), 입력 범위의 Percentiles, 3-sigma 방법 등이 있을 수 있다.

1-norm은 다음과 같이 정의된다.

$$\|x\|_1 = \sum_i |x_i| = |x_1| + |x_2| + \dots + |x_n| \quad (\text{eq.6})$$

2-norm은 다음과 같이 정의된다.

$$\|x\|_2 = \sqrt{\sum_i x_i^2} = \sqrt{x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_n^2} \quad (\text{eq.7})$$

여기에서 x는 부동소수점의 입력값과 고정값의 출력값 간 차이를 나타낸다. 일반적으로 1-norm이 2-norm보다 이상점(Outlier)에 대해 강하다. 하지만 2-norm이 1-norm에 비해 안정적이고, AI에서는 좀 더 보편적으로 사용되고 있다.

서로 다른 보정 방법은 각기 다른 양자화된 출력값을 내고, 결국 다른 양자화 손실값으로 귀결된다. 한편 각각의 텐서에서 양자화 손실값을

최소화하는 것도 중요하지만, 모델의 아키텍처나 최종 결괏값에 미치는 영향 등도 고려해야 한다.

비대칭 및 대칭 양자화

비대칭(Asymmetric) 양자화 방식은 입력 텐서의 범위로 최소, 최대 관찰값을 지정하거나 특정값, 즉 제로 포인트 Z를 중심으로 대칭적으로 분포한다고 가정하는 것이다. 비대칭 양자화는 대칭 양자화 방식에 비해 더 좁은 클리핑 범위를 제공한다. 비대칭 양자화의 첫 번째 경우는 음이 아닌 활성화(Non-negative Activations)를 양자화하는 데 유용하다. 즉, 입력 텐서에 음의 값이 포함돼 있지 않은 경우 입력 텐서의 범위가 음이 될 필요가 없다. 이 경우에 클리핑 범위는 다음과 같이 계산된다.

$$\alpha = \min(r), \beta = \max(r) \quad (\text{eq.7})$$

비대칭 양자화의 두 번째 경우에 클리핑 범위는 제로 포인트를 이용해 다음과 같이 계산된다.

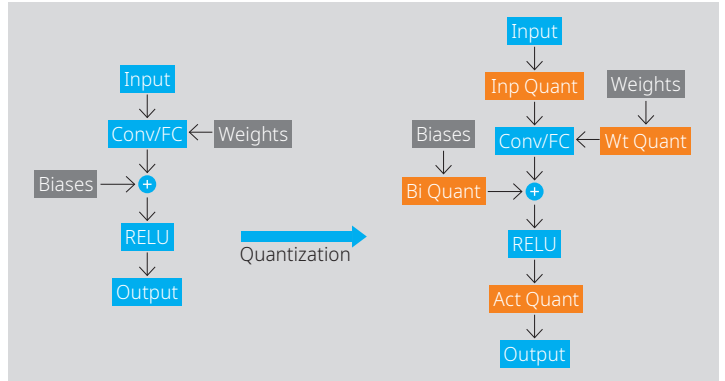
$$-\alpha = \beta = \max(|r - Z|) \quad (\text{eq.8})$$

대칭(Symmetric) 양자화 방식은 입력 텐서의 범위가 0을 중심으로 대칭적으로 분포한다고 가정하고 있으며, 따라서 영점 오프셋(즉, 제로 포인트 Z)을 고려할 필요가 없다. 이 경우 범위는 다음과 같이 계산된다.

$$-\alpha = \beta = \max(|\max(r)|, |\min(r)|) \quad (\text{eq.9})$$

W I T H

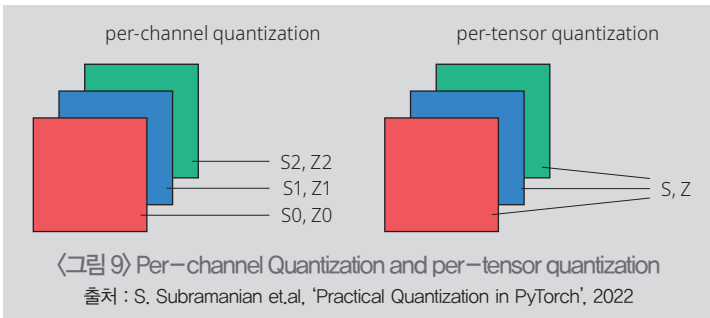
입력 텐서에 0보다 작은 값이 없는 경우, 예를 들어 ReLU 활성화 함수가 적용된 텐서와 같은 경우 대칭 양자화 방식은 클리핑 범위에 입력 텐서에 포함되지 않는 값이 포함되기 때문에 비대칭 양자화 방식에 비해 양자화 해상도가 나빠질 수 있다. 그렇지만 비대칭 양자화 방식은 2개의 하이퍼 파라미터가 필요하지만, 대칭 양자화 방식의 경우는 1개만 있어도 가능하다는 장점이 있다. 딥러닝 모델 안에 수많은 텐서가 존재한다는 점을 고려하면 대칭 양자화 방식은 하이퍼 파라미터의 수를 절반으로 줄일 수 있다. 더욱이 입력값 클리핑 범위를 2의 제곱(Power of 2)으로 제한하면 양자화에 따른 하이퍼 파라미터를 좀 더 간소화할 수 있다.



〈그림 10〉 Quantization of deep learning model

채널별 및 텐서별 양자화

양자화 매개변수는 딥러닝 모델 각 층의 가중치 텐서 전체를 계산하거나 채널별로 계산할 수 있다. 텐서별로 계산할 경우 동일한 클리핑 범위가 한 텐서의 모든 채널에 동일하게 적용된다.



〈그림 9〉 Per-channel Quantization and per-tensor quantization
출처 : S. Subramanian et.al, 'Practical Quantization in PyTorch', 2022

채널당 양자화는 텐서당 양자화에 비해 좀 더 나은 정확도를 제공할 가능성이 크다. 아마도 합성곱(Convolutional) 가중치가 채널별로 높은 분산(Variance)을 지니기 때문으로 여겨진다. 그렇지만 채널당 양자화 방식은 텐서당 양자화에 비해 양자화된 파라미터의 수가 채널 수에 비례해 증가하는 단점이 있다. 텐서당 비트 수가 아닌 채널당 비트 수를 계산하는 하드웨어에서는 이러한 채널당 양자화가 양자화에 따른 손실을 줄이는 데 큰 도움이 될 것이다. 그렇지만 채널당 양자화를 지원하는 하드웨어가 필수적으로 요구된다.

가중치 및 활성화 양자화

딥러닝 모델에서 양자화는 가중치(Weights, Layer Parameters)와 활성화(Activation, Layer Output)를 대상으로 한다.

딥러닝 모델은 신경망 아키텍처에 이미 훈련된 가중치 값을 포함하고 있다. 가중치 양자화는 딥러닝 모델에서 가중치를 추출한 후에 이를 양자화해 다시 딥러닝 모델에 업로드시키는 것이다. 가중치만을 양자화하면 모델의 크기만 줄일 수 있다. 모델의 활성화까지 양자화해야 모델 수행 속도를 증가시킬 수 있다. 모델의 활성화를 양자화하려면 〈그림 10〉과 같이 각 층의 활성화층 이후 양자화층을 추가해야 한다.

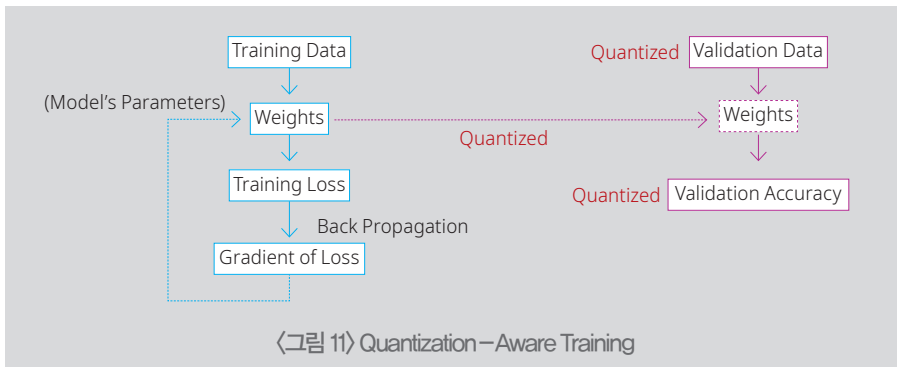
동적 및 정적 양자화

딥러닝 모델 각 층의 활성화를 모델의 수행 중에 양자화하는 것을 동적 양자화라고 부른다. 딥러닝의 입력값, 즉 이미지에 따라 양자화 파라미터(클리핑 범위)가 달라질 수 있고, 따라서 입력값에 따라 클리핑 범위를 조정하는 것이 동적 양자화다. 각 층의 활성화 후에 양자화층을 추가하면 된다. 활성화 전에 양자화를 할 수도 있지만, 이 경우 양자화의 클리핑 범위가 활성화 이후와 비교해 증가하고, 따라서 분해능이 상대적으로 증가해 양자화 손실이 커질 수 있다.

이러한 동적 양자화는 정적 양자화에 비해 딥러닝 모델의 정확도를 높일 수 있다. 그렇지만 동적 양자화는 딥러닝의 수행 도중 각 활성화층에서 클리핑 범위를 보정하는 과정을 포함하기 때문에 정적 양자화에 비해 수행 속도가 느려지고, 따라서 양자화를 통해 수행 속도를 높이는 이점이 상쇄될 수 있다. 또한 동적 양자화를 지원하지 않는 하드웨어도 다수 존재한다.

정적 양자화는 각 층의 활성화 클리핑 범위가 입력값에 상관없이 고정돼 있는 경우다. 앞에서 언급했듯이 입력값(예를 들어, 이미지)에 따라 각 층의 활성화값이 변하게 되므로, 샘플링 데이터를 이용해 각 층의 활성화 클리핑 범위에 대한 수치를 수집한 후 최빈값(가장 빈도수가 많은 값)으로 양자화 파라미터를 정하게 된다. 이를 위해서는 먼저 각 층의 활성화값을 모델에서 추출해야 한다. 예를 들어 100개의 서로 다른 입력 데이터에 대해 모델의 각 층 활성화값과 이에 따른 양자화 파라미터를 구하고, 양자화 파라미터 중에서 최빈값을 최종 양자화 파라미터로 결정한 후 이 값을 이용해 모델 각 층의 활성화값을 양자화하게 된다. 이 경우 입력값에 따라 클리핑 범위를 보정하는 과정이 딥러닝 모델의 수행 과정 중에 포함되지 않는다는 장점이 있지만, 입력값에 따라 정해진 클리핑 범위가 맞지 않을 가능성이 커 이 경우 모델의 정확도가 떨어질 수 있다.

Quantization-Aware Training(QAT) 부동소수점 32비트에서 고정소수점 8비트로의 변환에 따른 수치적인 정밀도 손실로 인해 훈련 후(Post-training) 양자화는 딥러닝 모델의 정확도를 떨어뜨릴 가능성이 크다. Quantization-aware 양자화는 <그림 11>처럼 양자화에 따른 손실을 기존의 훈련된 모델을 재훈련할 때 포함시키는 것이다.

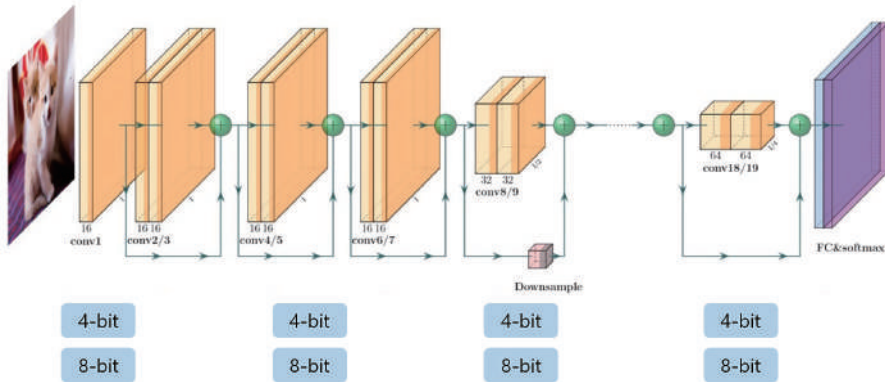


즉, 고정소수점 8비트로 모델을 재훈련하는 것이다. 모델의 모든 가중치와 바이어스는 부동소수점 32비트로 저장된다. 역전파(Backward Propagation)는 그대로 진행된다. 하지만 포워드 패스(Forward Pass)에서 양자화는 가짜 양자화(Fake Quantize) 모듈을 통해 시뮬레이션된다. 가짜 양자화라고 불리는 이유는, 데이터가 양자화되고 바로 Dequantize되기 때문이다. 이를 통해 양자화할 때에 발생하는 양자화 손실을 모델의 손실에 포함시킨다. 따라서 최종 손실은 양자화 손실을 포함한다. 훈련 후 양자화에 따른 모델 정확도의 손실을 최소화하는 방향으로 모델을 재훈련시키면 양자화에 따른 손실을 최소화할 수 있다.

Mixed Precision 양자화

딥러닝 모델의 모든 층이 양자화에 똑같이 반응하는 것은 아니다. 어떤 층은 양자화에 따른 정밀도 저하에 좀 더 민감하게 반응하고, 다른 층은 민감하지 않을 수 있다. 각 층의 양자화에 따른 민감도를 측정해 그 민감도에 따라 층마다 각기 다른 정밀도를 구현할 수 있다. 예를 들어 부동소수점 32비트, 16비트, 8비트, 4비트, 2비트 등을 각 층에 따라 다르게 적용할 수 있다<그림 12>. 이러한 양자화를 Mixed Precision 양자화라고 한다. Mixed Precision 양자화를 지원하는 하드웨어는 현재로선 많지 않다. 또 다른 기술적 어려움으로는 각 층의 민감도를 측정하는 방법에 있다. 민감도를 측정하는 방법으로 Hessian Tracer, 즉 모델의 손실에

W I T H



〈그림 12〉 Mixed Precision Quantization
출처 : Amir Gholami, UCB, Berkeley EE290, 2021

대한 2nd Derivative값을 층별로 구하는 방법이 제안됐다. 이외에도 1st Derivative값을 이용하는 방법이나, 0th Order로 손실이나 모델의 정확도 자체의 변화를 이용하는 방법 등이 제안되고 있다.

딥러닝의 양자화는 이미 상당한 연구가 진행된 분야이지만, Quantization-aware Training과 양자화 민감도 측정 및 이를 통한 Mixed Precision은 현재 활발한 연구가 진행 중인 분야다.

신경망 가지치기(Neural Network Pruning)

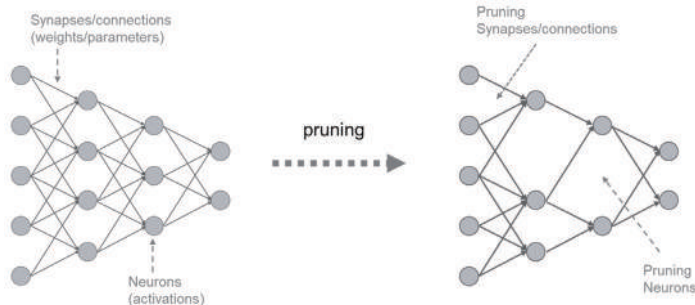
신경망 가지치기는 나무를 가지치기하듯이 기존의 AI 모델, 즉 신경망의 일부를 제거하는 것이다. 앞에서 살펴본 〈그림 5〉처럼 딥러닝 모델의 아키텍처가 복잡할수록 모델의 정확도가 높아지는 상관관계가 있다. 모델의 복잡성이 증가하면 모델의 파라미터도 같이 증가하는 경향이 있다. 모델의 파라미터(Weight Parameters) 수가 과도하게 많은 딥러닝 모델의 경우 정확도는 높을 수 있지만, 이는 연산 작업이나 메모리에 큰 부담으로 작용할 수 있다. 또한 모델의 파라미터가 서로 중복돼 있을 가능성이 크다. 따라서 모델의 파라미터 간 중복성을 최소화해 예측 모델의 정확도를 희생하지 않으면서도 딥러닝 모델의 파라미터 수를 줄이고, 모델의 수행 속도를 높이고자 하는 것이 신경망 가지치기다.

심층 신경망(Deep Neural Network)과 가지치기 연구는 1990년대 초에 시작했지만 제한된 컴퓨팅 성능으로 인해 그 매력을 잃었다. 최근 몇 년간 딥러닝 모델 크기가 증가함에 따라 신경망 가지치기의 중요성이 커졌다. 컴퓨팅 파워의 발전으로 심층 신경망이 좀더 깊고 넓어져 그 복잡성이 증가되면서 신경망 가지치기 연구에 대한 관심도 또한 높

아졌다. 기존의 딥러닝 모델은 정확도가 높지만 일반적으로 모델의 크기가 크다. 딥러닝 모델의 크기가 크다고 정확도가 높은 것은 아니지만, 일반적으로 모델의 정확도를 높이기 위해서는 모델을 더 깊고, 넓게, 즉 모델을 좀 더 복잡하게 설계해야 하고, 이에 따라 모델의 크기도 커진다. 따라서 가지치기 기술의 과제는 딥러닝 모델의 정확도를 최대한 그대로 유지하면서 모델의 크기를 줄이는 것이다. 가지치기를 통해 작아진 모델은 비슷한 예측 정확도를 가질 수 있다. 모델 크기가 작아진 만큼 필요로 하는 메모리 크기도 줄었고, 모델의 수행 속도도 몇 배 빨라질 수 있다.

신경망 가지치기는 주로 모델 각 층에서의 채널 수를 줄이는 데 중점을 두고 있다. 심층 신경망의 아키텍처에서 특성 지도(Feature Map)를 무시하고 채널만을 고려해 아키텍처를 나타내면 〈그림 13〉의 왼쪽 그림으로 표현할 수 있다. 각각의 뉴런은 각 층의 채널을 나타낸다. 여러 개의 뉴런이 모여 층을 이루고, 한 층의 뉴런이 다른 층의 뉴런과 가중치 매개변수를 통해서 연결돼 있다. 신경망 가지치기라는 것은 〈그림 13〉의 오른쪽 그림에 나타났듯이, 각 층의 뉴런 중 일부를 없애거나 뉴런과 뉴런을 연결하는 매개변수의 가중치를 없애는 것이다. 뉴런을 없애면 거기에 연결됐던 매개변수의 가중치도 같이 제거된다. 또한 매개변수의 가중치를 없애면 그곳에 연결됐던 뉴런도 같이 제거된다. 이 두 가지는 결과적으로는 같지만, 이것을 구현하는 방식은 다르다.

신경망 가지치기에서 중요한 점은 어떤 뉴런 또는 가중치 매개변수를 제거할 것이냐



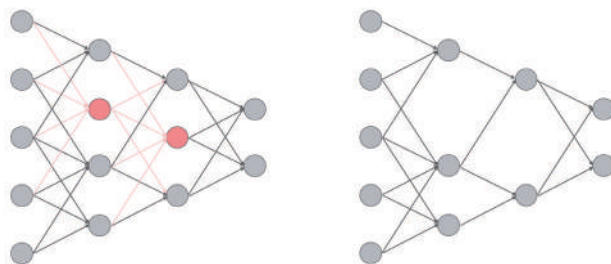
〈그림 13〉 Pruning of Neural Architecture

출처 : T. Jeong et al., "Neural network pruning for biomedical image segmentation"

를 결정하는 데 있다. 즉, 신경망 네트워크의 예측값에 영향을 주지 않는, 중요하지 않은, 기여도가 낮은 뉴런 또는 가중치 매개변수를 찾는 게 필수다. 중요하지 않은 뉴런을 찾기 위한 방법 중 하나는 입력데이터에 대한 각 뉴런의 출력값을 분석하는 것이다. 각각의 뉴런은 입력된 데이터에 대해 활성화한 후 그 출력값을 나타내는데, 그 출력값이 제로에 가깝다면 그 뉴런은 전체 네트워크의 계산에 기여하지 않는다는 사실을 근거로 한다. 하지만 한 입력데이터(또는 이미지)에 대해서는 출력값이 제로였지만 다른 입력데이터에 대해서는 제로가 아닌, 즉, 동일한 뉴런에서 입력데이터의 값에 따라 출력값이 다르게 나타날 수 있다. 따라서 하나의 데이터가 아닌 수백, 수천 개의 데이터를 모델에 입력시켜 보고 모델의 각 층에서 각각의 뉴런 출력값에 대해 통계를 낸 후 대다수 입력데이터에 대해 출력값이 제로에 가까운 뉴런을 찾아내야 한다. 사실 뉴런이 한 네트워크에서 수천~수백만 개가 될 수도 있기 때문에 각각의 뉴런에 대해 이러한 통계를 내고, 뉴런을 찾아내는 것은 많은 계산작업이 필요한 일이다.

중요하지 않은 뉴런을 찾기 위한 다른 방법으로는 뉴런과 뉴런을 연결하는 가중치 텐서를 대상으로 한다. 가중치 매개변수는 한 뉴런의 출력값을 연결된 다른 뉴런으로 전달한다. 그런데 그 가중치가 제로에 가깝다면, 그 뉴런은 전체 네트워크 계산에 기여가 거의 없는 것으로 가정한다. 따라서 가중치가 제로에 가까운 것을 찾아 제거하는 것이다. 이러한 작업이 앞에서 설명한 뉴런의 활성화값을 대상으로 하는 것보다 계산상으로 훨씬 수월한 것은, 가중치 텐서값은 데이터 입력값에 따라 변화하는 것이 아니라 이미 정해진 고정값이기 때문이다. 가중치 텐서에서 중요하지 않은 텐서를 찾는 방법으로는 Hessian, Bayesian 및 Taylor 확장 등이 있지만, 가장 쉬운 방법은 그 가중치의 절대값을 가지고 결정하는 것이다.

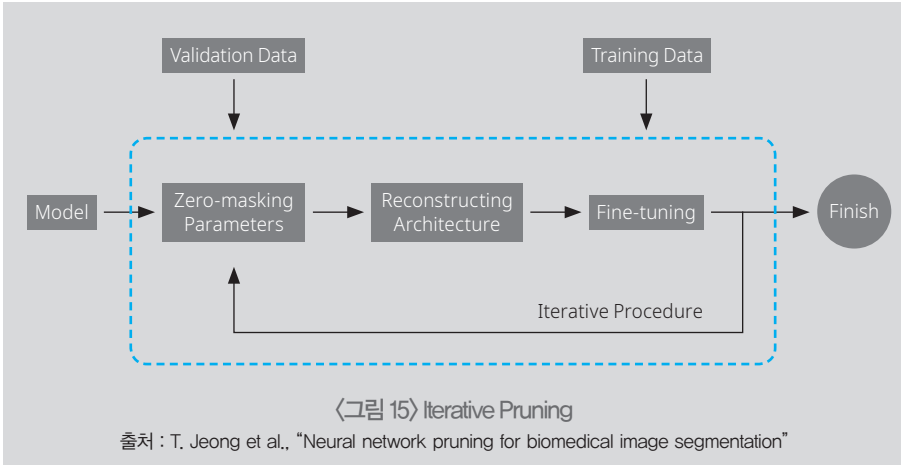
가중치 텐서를 대상으로 한 신경망 가지치기 절차를 설명하면 다음과 같다. 첫 번째 단계로 주어진 네트워크에서 가지치기가 가능한 층을 식별한다. 이러한 층으로는 컨볼루션층과 완전 연결층 등이다. 두 번째 단계로 첫 번째 가지치기가 가능한 층에 연결돼 있는 가중치 텐서에 대해 출력 채널에 해당하는 바이너리 가중치 마스크를 생성한다. 다음으로 출력 채널을 그 절댓값을 기준으로 분류하고, 출력 채널의 절댓값이 최하위 1% 이내에 해당하는 채널을 선택해 바이너리 마스크(Binary Mask)를 이용, 그 채널의 가중치 계수가 제로가 되도록 설정한다. 그런 다음 타당성 검증 데이터 세트를 사용해 전체 네트워크의 정확도를 평가한다. 그리고 평가된 정확도가 기존의 정확도에 비해 떨어졌는지를 확인한다. 만약 정확도 저하가 1% 이내라면, 마스크하지 않고 남아 있는 채널을 대상으로 다시 최하위 1%에 해당하는 채널을 마스크하고, 전체 네트워크의 정확도를 다시 평가한다. 이러한 작업을 마스크된 네트워크의 정확도 저하가 기존의 네트워크의 정확도에 비해 1%가 넘지 않는 범위 안에서 반복한다. 이러한 과정을 Gradual Magnitude Pruning이라고



〈그림 14〉 Zero-masking and reconstructing in Pruning

출처 : T. Jeong et al., "Neural network pruning for biomedical image segmentation"

W I T H



부른다. 이를 통해 첫 번째 층에서 불필요한 채널을 모두 찾아 마스킹한다. 첫 번째 층의 마스킹 작업이 끝나면, 그 다음 층으로 넘어가 똑같은 작업을 진행한다. 이 가지치기 절차는 가지치기가 가능한 마지막 층까지 수행한다. 불필요한 채널을 찾는 방법으로 앞에서 설명한 방법 외에도 Ridge 또는 Lasso 정규화(Regression)를 기반으로 크기(Magnitude)가 작은 뉴런을 제거하기도 한다.

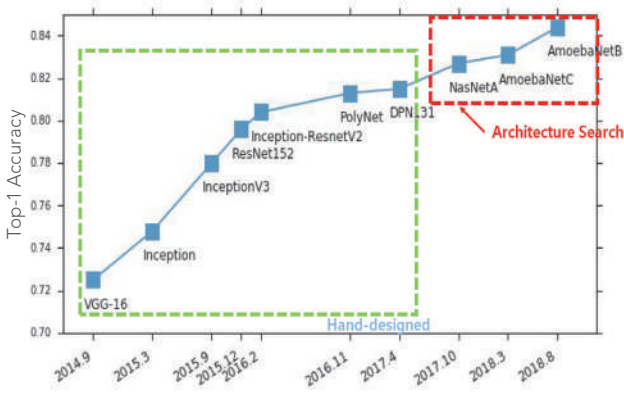
세 번째 단계에서는 가중치 텐서에서 제로로 마스킹된 채널을 실제로 가지치기한다. 그리고 이에 해당하는 뉴런을 신경망 네트워크에서 제거한다. 〈그림 14〉의 왼쪽 그림에 나타냈듯이, 이전 단계에서는 불필요한 커넥션과 이에 해당하는 뉴런을 단순히 마스킹했다. 세 번째 단계에서 이렇게 마스킹된 커넥션과 뉴런을 〈그림 14〉의 오른쪽 그림처럼 네트워크에서 실제로 제거한다. 그런 다음 가지치기한 가중치 텐서를 재구성된 신경망 네트워크에 복사한다.

마지막 네 번째 단계에서는 재구성된 네트워크를 훈련 데이터 세트를 이용해 재훈련 과정, 즉 미세조정한다. 세 번째 단계 때 네트워크의 정확도는 20% 정도 저하된다. 층별로 정확도가 1% 저하됐다고 해도, 한 네트워크가 수십 또는 수백 개의 층으로 이루어져 있는 것을 가정하면, 전체적으로는 큰 규모로 정확도가 저하된다. 이러한 미세조정 과정을 통해 가지치기된 네트워크의 정확도를 다시 회복시키는 작업을 수행한다. 미세조정을 위해서는 세 번째 단계에서 가지치기된 네트워크에 기존 가중치 텐서값을 복사하는 것이 중요하다. 기존에 훈련된 가중치 텐서값으로부터 미세조정을 시작해야 재구성된 네트워크에서 많은 훈련 과정을 거치지 않아도 손쉽게 기존의 정확도값으로 회복할 수 있다.

일부 가지치기 방법은 한 네트워크를 한 번만 가지치기하지만, 〈그림 15〉처럼 네트워크 크기를 줄이기 위해 한 번이 아니라 앞에서 언급한 두 번째, 세 번째, 네 번째 단계를 여러 번 반복해 지속적으로 가지치기함으로써 네트워크의 크기를 획기적으로 줄일 수 있다. 이러한 과정을 Iterative Pruning이라고 하는데, 이렇게 네트워크의 크기가 감소하면 네트워크가 수행할 연산 작업도 획기적으로 줄어 네트워크의 수행 시간이 감소한다.

신경망 아키텍처 검색(Neural Architecture Search)

‘AI로 AI 모델을 설계할 수는 없을까?’ 신경망 아키텍처 검색(Neural Architecture Search : NAS)은 AI 기술로 AI 모델(신경망 아키텍처)을 설계하는 기술이다. 최근 NAS가 학계와 산업계에서 많은 관심을 갖고 시도되고 있다. NAS를 통해 생성된 아키텍처는 인간이 설계한 아키텍처인 AlexNet, VGGNet, GoogleNet, ResNet 등과 비교해 훨씬 높은 정확도를 달성했다 〈그림 16〉.



〈그림 16〉 Top1 Accuracy of ImageNet
출처 : Barret Zoph, Neural Architecture Search and Beyond, 2019

NAS의 기본 구성 요소들

일반적인 NAS 프로세스는 세 가지 주요 요소로 구성된다. 검색 공간, 검색 전략 및 평가 방법이다.

검색 공간은 아키텍처를 구성하는 신경망 연산자(Neural Network Operators) 및 이들이 유효한 네트워크를 형성하려면 어떻게 연결되는지 규정하는 일련의 신경망 아키텍처의 집단(세트)이다. 검색 공간은 어떻게 아키텍처를 형성할지와 어떤 연산자를 이용할지를 결정한다. 이러한 검색 공간은 검색 전략을 통해 탐색된다. 검색 전략은 신경망 아키텍처의 후보 집단 중에서 견본을 추출한다. 샘플링된 아키텍처의 성능은 평가 방법론에 의해 평가된다. 측정된 성능을 바탕으로 검색 공간 내에서 좀 더 유망한 아키텍처가 형성되도록 검색 전략이 안내한다.

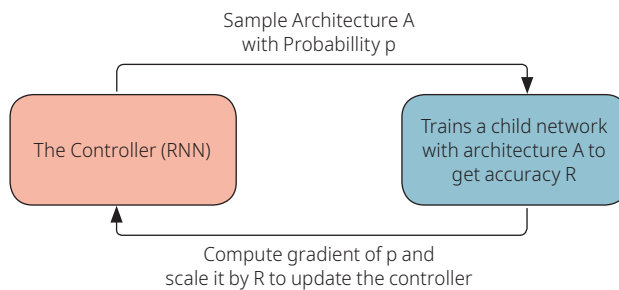
검색 공간(Search Space)

검색 공간에는 층별 검색 공간과 블록 기반 검색 공간 등 두 종류가 있다. 블록 기반 접근 방식은 여러 개의 블록을 쌓아 더 크고 깊은 아키텍처를 형성한다. VGGNet, ResNet 및 Mobilenet 과 같은 아키텍처가 이러한 예다. 층별 검색은 층수와 각 층의 차원(Dimension)을 결정한다. 하나의 아키텍처는 허용된 연산자 집단 내에서 생성된다. 여기서 첫 번째 및 마지막 층의 연산자는 일반적으로 이미 결정되고, 나머지 층의 연산자가 최적화돼야 한다. 연산자의 예로는 컨볼루션, 풀링, 활성화 등이다. 이러한 연산자를 어떻게 연결하느냐에 따라 각각의 다른 아키텍처가 생성된다. 성능이 우수한 딥러닝 신경망을 설계하는 데 있어 핵심적인 측면은 뉴런의 유형과 수, 그리고 이들 뉴런을 어떻게 구성하고 연결하느냐 하는 것이다. 또한 스트라이드 및 컨볼루션의 채널 수와 같은 아키텍처 하이퍼파라미터도 전체 성능에 중요한 기여를 한다.

검색 전략(Search Strategy)

검색 전략은 검색 공간에서 후보 아키텍처를 탐색하는 방법과 최상의 모델을 찾기 위한 탐색 전략을 업데이트하는 방법으로 정의한다. 검색 전략 알고리즘은 일반적으로 강화학습 및 진화 알고리즘 등 두 가지 범주 가운데 하나에 속한다.

강화학습을 사용할 때 RNN(Recurrent Neural Network) 컨트롤러는 우선 한 아키텍처를 무작위로 추출한 후 이 아키텍처를 훈련시켜 그 성능, 예를 들어 이미지 분류의 정확도를 측정한다(그림 17). 그런

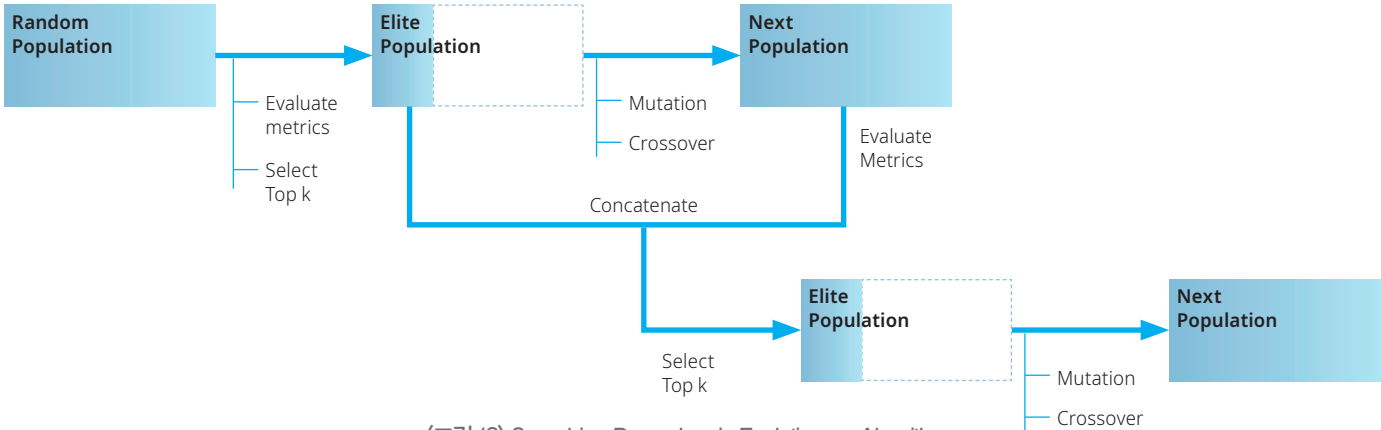


〈그림 17〉 강화학습을 이용한 검색 전략 알고리즘
출처 : arXiv 1611.01578

다음 컨트롤러는 그 성능을 안내 신호로 사용해 좀 더 유망한 아키텍처를 찾는다. 이 프로세스는 수천 번 반복해 진행된다. 진화 알고리즘의 경우 일단 무작위로 다수의 아키텍처를 추출해 초기 모집단을 생성한다(그림 18). 다음으로 모집단 내의 모든 아키텍처를 훈련시킨 후, 그 성능을 평가한다. 그 성능평가 결과를 기준으로 상위 일부 아키텍처를 선택한다. 이렇게 선택된 아키텍처를 대상으로 일련의 변환 프로세스를 적용해 새로운 모집단을 생성한다. 이러한 변환 프로세스를 돌연변이 및 교차 작업이라고 한다. 돌연변이는 하나의 아키텍처를 다른 아키텍처로 변환하는 반면, 교차 작업은 2개의 서로 다른 아키텍처를 병합해 새로운 아키텍처를 생성한다.

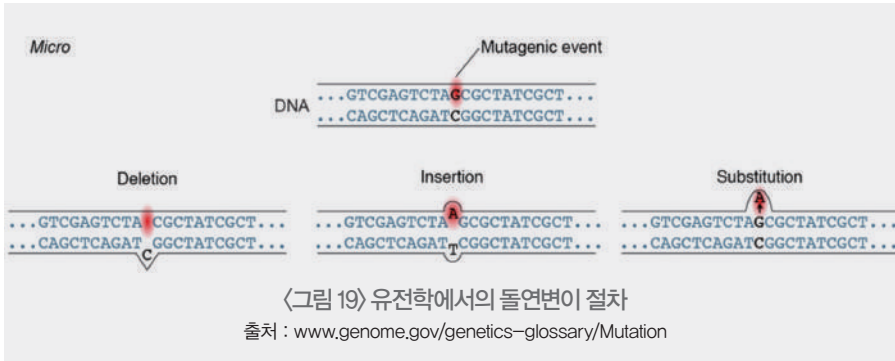
이러한 딥러닝에서의 돌연변이 절차는 유전학에서 영감을 얻었다. 유전 돌연변이는 DNA 서열의 변화로, DNA 서열이 복사될 때 실수로 발생한다. 전형적인 돌연변이 과정으로는 DNA 서열에서 일부 DNA의 삭제, 삽입, 치환 등이다(그림 19). 진화 알고리즘을 사용할 때 각 신경망 아키텍처는 DNA 서열처럼 서열 벡터로 인코딩된다. 그런 다음 이러한 서열 벡터의 서열을

WITH



〈그림 18〉 Searching Procedure in Evolutionary Algorithms

출처 : Jeong et al., ICICT2022



〈그림 19〉 유전학에서의 돌연변이 절차

출처 : www.genome.gov/genetics-glossary/Mutation

돌연변이 프로세스, 즉 삭제, 삽입, 치환 등으로 변환하거나 두 서열 벡터를 교차해 새로운 서열 벡터를 형성한다. 새로운 서열 벡터는 새로운 신경망 아키텍처로 디코딩된다. 이런 방식으로 새로운 모집단이 생성되고, 이러한 모집단에 대해 훈련 및 성능평가를 거쳐 상위 아키텍처를 선택하는 과정이 반복된다.

평가 방법(Evaluation Methodology)

검색 전략을 통해 유망한 아키텍처를 탐색하려면

후보 아키텍처를 평가해야 한다. 대표적인 평가값인 정확도를 평가하려면 아키텍처를 수렴할 때까지 훈련시켜야 한다. 또 다른 주요 성능값으로는 특정 하드웨어상에서의 실행 속도 또는 실행 시간이 있다. 아키텍처의 실행 속도, 또는 Inference Latency(아키텍처를 실행시키는데 걸리는 하드웨어 시간)를 측정하기 위해서는 특정 하드웨어상에 적합하도록 아키텍처를 컴파일해 그 보드상으로 아키텍처 파일을 내려 받아 여러 번 모델을 실행, 그 시간을 각각 측정한 후 평균값을 구한다.

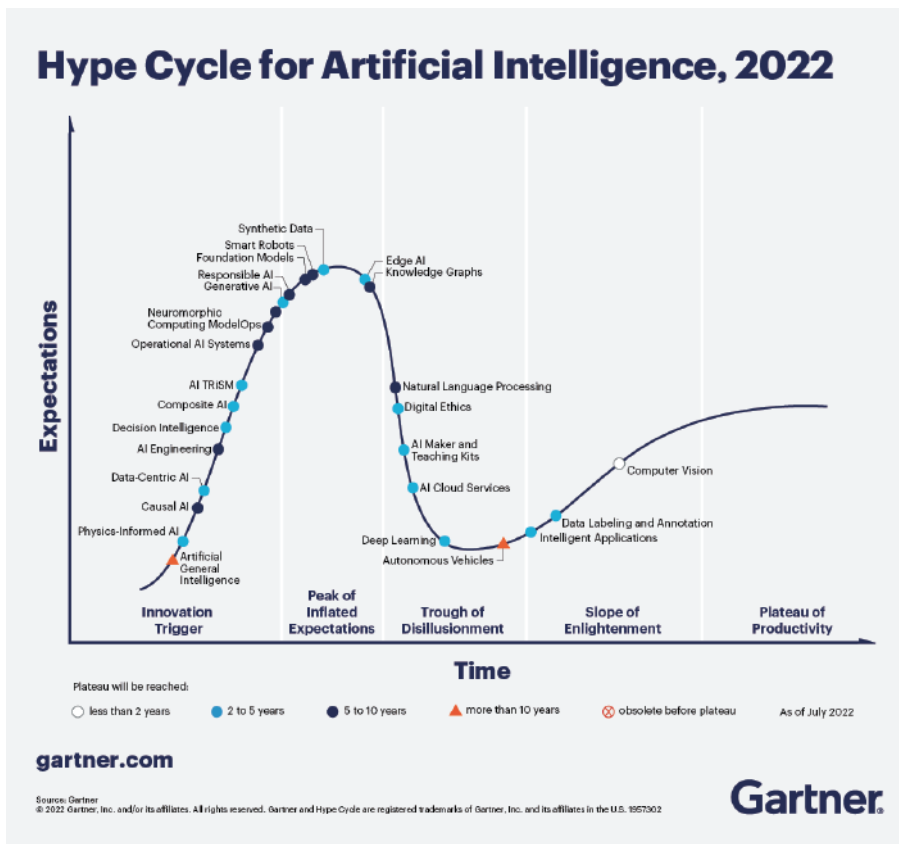
NAS의 한계와

이를 극복하기 위한 시도들

NAS를 통해 인간이 설계한 신경망 아키텍처보다 정확도가 높은 아키텍처를 만들 수 있음에도 불구하고 NAS가 널리 사용되지 않는 이유 중 하나는 NAS로 생성된 신경망 아키텍처가 너무 복잡해서 IoT, 모바일기기 및 임베디드 시스템에서 실행시키기 어렵기 때문이다. 이를 극복하기 위해 하드웨어 인식 NAS가 최근에 많이 연구되기 시작했다. 즉, 이용하고자 하는 특정 하드웨어에서 실행 가능한 신경망 아키텍처만을 검색하는 플랫폼을 만들자는 것이다. 이러한 하드웨어 인식 NAS의 경우, 일반적으로 제한된 연산자 풀이 사용된다. 즉, 일부 아키텍처의 연산자는 타깃 하드웨어에서 제대로 작동하지 않거나 타깃 하드웨어 IR(Intermediate Representation)에서 지원되지 않기 때문에 연산자 풀에서 제거돼야 한다. 예를 들어 Bath Normalization, Depth-wise Convolution, Swish Activation 등이 타깃 하드웨어에서 지원되는지를 검색 공간을 설계할 때 고려해야 한다.

일반적인 NAS는 실행하는 데 대규모 컴퓨팅 자원을 요구한다. 각각의 후보 아키텍처 성능을 평가하려면 그 아키텍처를 수렴할 때까지 훈련시켜야 하는데, 이것은 계산 비용이 굉장히 많이 드는 작업으로, GPU 시간이 몇 시간 정도 소요된다. 일반적으로 새로운 아키텍처를 찾으려면 수천 번의 검색 과정이 필요하기 때문에, 이는 수천의 GPU 시간을 소요하거나, 수백~수천 개의 GPU가 필요하다. 그렇지만 이러한 엄청난 규모의 GPU를 보유한 연구기관은 그리 많지 않다. 후보 아키텍처의 평가 프로세스 속도를 높일 수 있는 방법 중 하나는 아키텍처를 훈련시키지 않고 정확도를 추정하는 것이다. 예를 들어 수천 개 아키텍처의 정확도를 측정한 후 그 데이터를 바탕으로 아키텍처의 정확도를 예측하는 딥러닝 모델을 만들어 사용하는 것이다. 아키텍처의 성능평가 항목은 정확도만 있는 건 아니다. 하드웨어 인식 NAS는 타깃 하드웨어상에서 각 아키텍처를 실시간으로 실행해 그 수행 시간을 측정해야 한다. 이전에는 아키텍처의 크기 또는 FLOP(the number of floating operation)과 같은 하드웨어에 구애받지 않는

평가 항목을 사용했다. 하지만 이러한 평가 항목은 특정 하드웨어 플랫폼에서 수행 속도를 보장하지 않는다. 많은 연구에서 FLOP이 더 적은 딥러닝 모델이 반드시 더 빠르거나 더 효율적인 것은 아니라고 보고됐다. 특정 하드웨어상에서 수백~수천 개 아키텍처의 수행 시간을 측정한 후 이를 바탕으로 아키텍처의 수행 시간을 추정하는 딥러닝 모델을 만드는 것이다. 이러한 정확도 또는 수행 시간 예측 알고리즘은 실제 측정값에 비해 예측 정확도가 매우 높을 뿐만이 아니라, 실제 측정하는 데 소요되는 시간보다 수백~수천 배 더 빠르다. 또한 모델 수천 개를 훈련시키는 데 드는 엄청난 양의 탄소를 줄일 수 있다.



〈그림 20〉 AI 기술의 하이퍼 사이클, 2022
출처 : gartner.com

블랙홀처럼 모든 것을 빨아들이는 AI

AI 기술은 21세기에 나온 여러 가지 기술 중 가장 주목받는 분야다. 특히 지난 5년간을 보면 마치 블랙홀과 같이 과학기술 분야의 모든 자원(연구 인력, 연구비, 발표 논문)을 빨아들이고 있다. 더욱이 단지 실험실 수준의 연구가 아니라 일반인의 실생활에 직접적으로 적용되고 영향을 미치고 있다. 〈그림 20〉에서 AI의 하이퍼 사이클을 보면 컴퓨터 비전이 가장 앞서 있고, Edge AI는 향후 2~5년 정도의 시간이 필요한 것으로 나온다. Edge AI에 가장 필요한 기술이 AI의 최적화 기술이다. 앞으로 2~3년간은 이를 위한 활발한 연구 결과가 발표될 것으로 기대된다. 한국의 대학과 하이텍 기업도 이러한 흐름에 적극적으로 동참할 수 있기를 바란다.

딥러닝에서 딥언더스탠딩으로 완성되는 AI 엔지니어링

AI 엔지니어링(AI Engineering)은 단기적인 해법이 아닌 장기적인 목표에 초점을 맞춰야 한다. 위험한 인공지능(AI)에 대한 치료제는 더 나은 AI다. 현상을 인식하는 딥러닝(Deep Learning)에서 세상을 이해하는 딥언더스탠딩(Deep Understanding)을 추구하는 AI 엔지니어링이 이뤄질 때 더 나은 AI가 완성되고, 이를 통해 더 나은 세상이 가능해질 것이다.

김동영 [한국개발연구원(KDI) 전문연구원]

과대 포장된 인공지능

물이 귀한 아프리카의 한 추장은 호텔 화장실이 그저 신기하기만 했다. 원하는 만큼의 물을 원하는 온도로 원하는 때에 사용할 수 있었기 때문이다. 부족을 책임지는 추장은 드디어 물 부족 문제의 해법을 찾았다고 생각했다. 늘 물이 부족해 고생하는 부족을 생각하면 절도 행위 따위는 문제가 되지 않았다. 수도꼭지만 있으면 어디서든 물을 팔팔 나오게 할 수 있다는 희망에 수도꼭지를 잘라 가방 깊은 곳에 꼭꼭 숨겼다.

오늘날 AI를 바라보는 일반인, 경영자, 그리고 미디어의 시각은 수도꼭지를 바라보는 추장과 크게 다르지 않다. 마법 상자처럼 인식하는 것이다. 추장은 수원지에서 수도관을 통해 수도꼭지까지 연결한 거대한 상수도 시스템과 이를 운영하는 수많은 전문가가 있는 줄은 꿈에도 몰랐을 것이다. 오늘날 많은 오피니언 리더는 AI를 과대 포장해왔다. 어떤 미래학자는 2029년까지 AI가 인간 지능을 능가할 것이라고 전망¹⁾하고, 어떤 기업가는 향후 30년 안에 신발 속 칩이 인간 두뇌보다 똑똑해질 것이라고 강조²⁾한다. 이들의 이야기들을 듣고 있노라면 AI는 세상을 구하는 임무는 기본이고, 유토피아를 건설하는 기술임에 틀림없어 보인다.

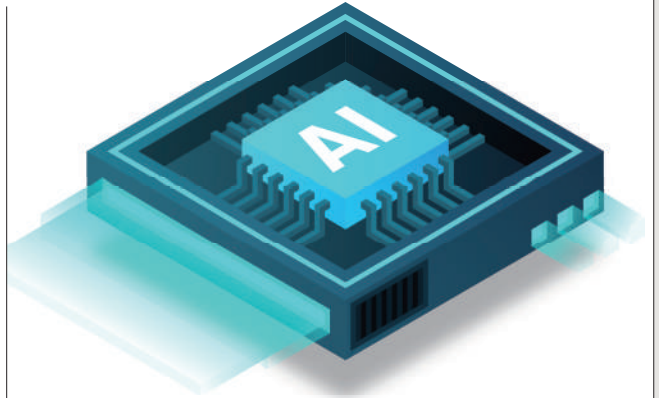
AI의 한계

하지만 현실은 달랐다. 많은 전문가와 기업인의 약속과는 달리 그 수준은 기대에 한참 못 미쳤다. 자율주행, 의료 등은 그 어느 분야보다 큰 기대를 받았기에 실망감도 컸다. 문제의 근원은 지난 10년간 AI가 거둔 대부분 성과가 대상이나 패턴을 '인식'한 결과였다는 점에서 찾을 수 있다. 대상을 '이해'하는 것은 다른 차원의 문제라는 의미다.

뉴욕대 게리 마커스 교수는 그의 책 '2029 기계가 멈추는 날'을 통해 세상이 어떻게 돌아가는지, 사람과 장소,

1) R.Kurzweil, "Response to Mitchell Kapor's "Why I Think I Will Win", 2002.4.9.

2) D.Galeon, "Softbank CEO: The Singularity Will Happen by 2047", Futurism, 2017.3.2.



그리고 사물이 어떻게 상호작용하는지 이해할 수 없다면 복잡한 텍스트를 이해할 수 있는 인지 모델을 만들 수 없다고 지적한다. 사람들에게 상식이 없다면 대부분의 글을 이해할 수 없듯이 컴퓨터가 글을 읽지 못하는 진짜 이유는 세상이 어떻게 돌아가는지에 대한 기본적인 이해조차 없기 때문이다. 문제가 이렇다면 AI에 대한 신뢰 문제는 매우 중요해진다. 이해의 부족으로 인해 온라인 쇼핑 과정에서 AI가 잘못된 추천을 해도 문제가 그리 크지 않겠지만, 암의 진단 과정이나 투자 의사 결정, 자율주행차의 상황 인식 과정에서 AI가 문제를 일으킨다면 치명적인 사고로 이어질 가능성이 높다. '신뢰할 수 있는 AI'가 그 어느 때보다 중요한 이슈로 떠오르는 이유다.

AI의 신뢰를 높이는 방법

정보기술(IT) 시장조사기관인 가트너는 매년 10가지의 전략적 기술 트렌드를 발표한다. 2021년 가트너가 발표한 기술 중 하나가 'AI 엔지니어링'이었다. 가트너는 기업에서 AI 시제품이 실제 생산까지 활용되는 경우는 53%에 지나지 않는다고 지적한다. AI가 도입됐다고 해서 마치 엑셀 프로그램을 설치한 것처럼 바로 성과로 이어지는 것이 아니기 때문이다. 지속적으로 개선되고, 전사적인 운영체계가 필요하지만 실제 현장에서 이를 담당할 조직이나 역할이 제대로 부여되지 않은 경우가 많다. AI 엔지니어링은 실제 비즈니스 현장에서 AI가 활용될 수 있도록 조직과 기술을 체계적으로 관리하는 데 초점이 맞춰진 분야다.

Gartner Top Strategic Technology Trends for 2021

| People centricity | Location independence | Resilient delivery |
|---|--|---|
|  <p>Internet of Behaviors</p> |  <p>Distributed cloud</p> |  <p>Intelligent composable business</p> |
|  <p>Total experience strategy</p> |  <p>Anywhere operations</p> |  <p>AI engineering</p> |
|  <p>Privacy-enhancing computing</p> |  <p>Cybersecurity mesh</p> |  <p>Hyperautomation</p> |
| Combinatorial innovation | | |

gartner.com/SmarterWithGartner

Source: Gartner
© 2020 Gartner, Inc. and/or its affiliates. All rights reserved. CTMKT_1026461

Gartner

〈그림 1〉 Gartner Top Strategic Technology Trends for 2021

출처 : www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2020-10-19-gartner-identifies-the-top-strategic-technology-trends-for-2021

즉, AI의 마법에서 깨어나자는 것이다. 도입만으로 성과가 나오는 것이 아니기 때문에 성과를 위한 다양한 노력이 필요한 것이다. 결국 이는 AI의 신뢰성을 높여 실질적으로 활용할 수 있는 기술로 만들어야 하는 최근의 트렌드와 무관하지 않다고 할 수 있다.

AI 기술적 신뢰 확보

AI 엔지니어링에서 가장 우선시되는 부분은 기술적 신뢰다. 위에서 언급했듯이 오늘날 AI는 실제 할 수 있는 능력에 비해 과대 포장된 측면이 크다. 따라서 AI 기술이 할 수 있는 부분과 할 수 없는 부분 등 AI 기술의 태생적 한계를 이해할 필요가 있다. 나아가 오늘날 AI 기술이 어느 부분까지 가능할 정도로 발전했는지 정확한 분석이 뒤따라야 한다.

안전을 위한 이중 장치

1986년 1월 28일, 우주왕복선 챌린저호는 발사 73초 만에 공중에서 폭발하면서 7명의 승무원이 전원 사망했다. 접합부에서 물 따위가 새는 것을 막는 데 쓰이는 O링이 문제였다. O링은 따뜻한 곳에서는 잘 작동했지만 추운 날에는 탄력성이 떨어졌고 그 결과 참혹한 재앙으로 이어졌다. 충분한 여유를 확보하지 않아 발생한 것이다. 사실 현실의 많은 결과물은 예상 가능한 모든 상황에 대비한다. 엘리베이터는 0.5톤 이상은 실지 못하도록 안내되지만 실제로는 5톤가량은 실을 수 있게 만들고, 하루 1000만 명의 방문이 예상되는 웹페이지를 만드는 경우에도 만약에 대비해 5000만 명이 방문해도 문제가 없도록 제작된다.

하지만 AI 분야는 ‘기술 보증’ 없이 당장 시스템을 작동시키는 코드로만 이루어져 있다. 자동차 부품이나 비행기 제조업체에서 반드시 해야 하는 것처럼 해당 시스템이 특정한 허용 오차 내에서 작동하도록 보장하는 절차를 마련할 능력조차 없다. 그저 작동하면 충분하다는 전제가 깔려 있다. 인스타그램에 올린 사진의 자동태깅을 위한 AI는 작동만으로도 부족함이 없을지 모르지만, 경찰이 용의자를 찾는 과정에서는 그 신뢰도가 비교할 수 없이 높아야 한다. 구글에서 결과물을 검색할 때는 부하검사가 불필요하지만 자율주행차라면 이야기가 다르다. 훌륭한 엔지니어라면 중요한 임무에는 항상 이중의 안전장치를 만든다. 일이 심각하게 잘못됐을 때 재앙을 막는 최후의 방책을 만드는 것이다.

사이버 보안

안전을 위한 예방 조치가 오랜 기간 소홀해지면 심각한 문제로 이어진다. 사이버 세상은 특히나 그렇다. 사이버 인프라는 수십 년간 엄청난 불안전성을 경험했기 때문에 우연한 실패나 악의적인 공격에 극히 취약하다. 제대로 닫히지 않은 문은 폭풍이 불어 열린 것일 수도, 도둑이 열어 놓은 것일 수도 있다.

웹에 연결된 가전제품부터 자동차에 이르는 사물인터넷(IoT)이 대표적이다. 과거 화이트 해커가 고속도로를 달리는 지프차를 해킹해 통제권을 장악했던 사건도 있다. GPS도 대표적이다. 통신부터 항공기와 드론에 이르는 모든 장소와 시점에 대한 정보가 GPS에 담겨 있다. 이러한 GPS는 해킹하기가 매우 쉽다. 러시아 정부는 미국의 전력망, 원자력발전소, 상수도 시스템, 항공 시스템, 제조 시스템 등을 해킹해 왔다. 2018년 11월 미국의 상수도 시스템은 사이버 범죄에 절호의 표적으로 묘사돼 왔다. 머지않아 사이버 범죄자는 AI에까지 손을 뻗을 것이다.

사이버 보안을 고려한 AI 시스템이 갖춰졌더라도 유지하는 것이 중요하다. 좋은 엔지니어는 처음부터 시스템을 쉽게 유지·보수할 수 있도록 설계한다. 자동차 엔진은 오래 사용할 수 있어야 하고, 운영 시스템은 업데이트할 수 있어야 한다. AI도 이와 다르지 않다. 다른 자동차를 인식하는 자동운전 시스템은 새로운 자동차 모델이 출시될 때마다 업데이트가 필요하다. 원래의 프로그래머가 퇴사했다 라도 다른 직원이 그가 설치한 것을 어떻게 고쳐야 하는지 반드시 알아야 한다. 하지만 오늘날 AI는 많은 분야에서 빅데이터와 딥러닝 중심으로 발전돼 오류 발견이 어렵고 유지·보수가 까다로운 모델로 구현되고 있다.

버그 없는 AI

딥러닝과 빅데이터 중심의 AI는 일반적인 소프트웨어와 매우 다르게 작동하는 탓에 문제를 잡아내기가 어렵다. 웹브라우저나 이메일, 비디오게임에 이르기까지 세상에 존재하는 거의 대부분의 소프트웨어는 딥러닝이 아닌

클래식 컴퓨터 프로그램으로 이루어져 있다.

즉, 인간이 먼저 이해한 내용을 컴퓨터도 이해할 수 있도록 일련의 복잡한 명령어로 번역해 놓은 것이다. 이후에는 프로그래머가 오류를 찾아 고쳐낸다. 여기서 오류란 프로그래머가 원했던 움직임과 프로그램이 실제로 하고 있는 움직임의 간극이다. 이를 ‘버그’라고 한다. 프로그래머는 컴퓨터가 어떻게 작동하는지, 어떤 논리를 따르는지 알고 있으므로 버그의 근본 원인이 밝혀지면 이를 이해하는 것은 어렵지 않다.

하지만 AI는 다르다. 마치 약리학과의 같다. 아스피린은 오래전부터 약효가 있음은 분명했지만, 어떤 방식으로 효과를 일으키는지 알게 된 것은 한참 후의 일이었다. 인간의 생물학적 시스템은 지나치게 복잡해 약물의 작용을 완벽하게 이해할 수 없었던 것이다. 약리학에서 부작용은 예외가 아니라 일반적인 상황이다. 약물의 버그를 찾아낼 수 없기 때문이다. 약물이 어떻게 작용하는가에 대한 이론은 매우 모호하며 현재 알고 있는 지식의 대부분은 실험을 통해 얻어진 것이다. 시험약으로 실험을 한 뒤 피해를 입은 사람보다 혜택을 받은 사람이 많고, 그 피해가 심각하지 않은 정도라면 약으로 사용해도 좋다고 판단한다.

딥러닝도 이와 유사하다. 딥러닝이 도출한 결과는 이론보다는 실험이다. 그 결과를 도출한 이유를 알지 못한다. 정확한 결과를 내놓는 이유도, 틀린 답을 내놓는 이유도 명확하게 설명하지 못한다. 신뢰할 수 있는 AI를 만들기 위해서는 인간 지식이라는 방대한 데이터를 딥러닝 작업 흐름과 통합할 수 있어야 한다.

산업적 신뢰 확보

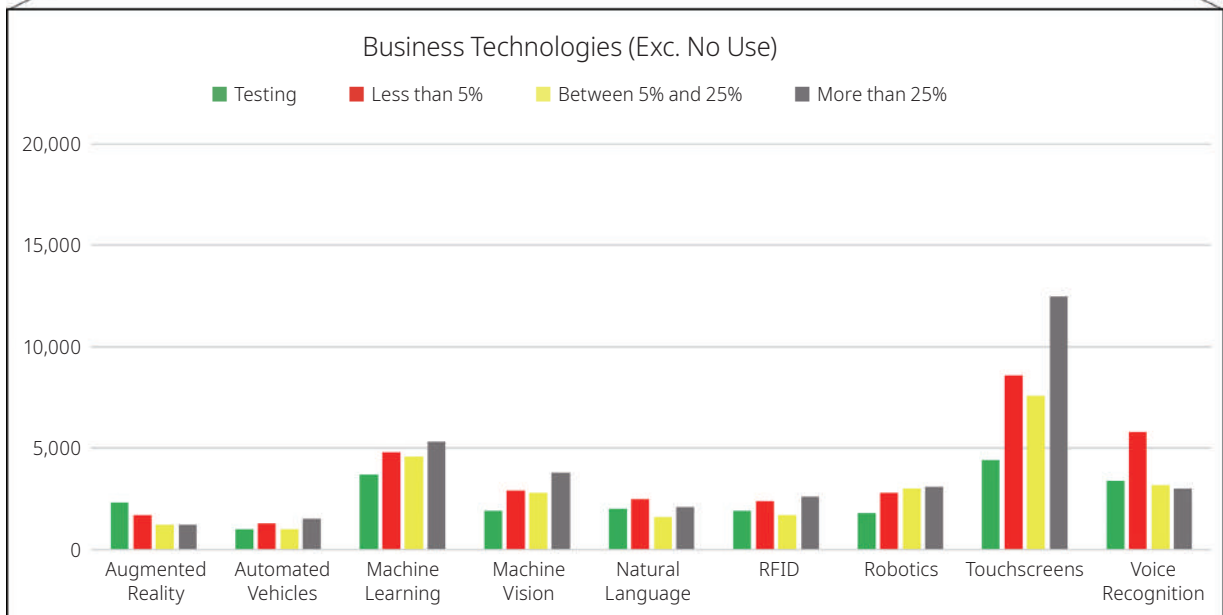
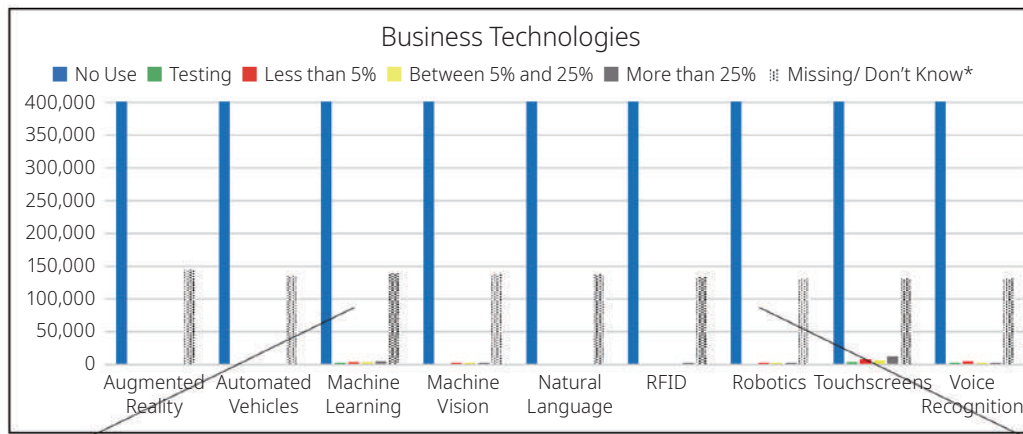
성공적인 AI 엔지니어링을 위해서는 신뢰를 확보할 수 있는 AI 기술 자체의 진보도 중요하지만, 산업 내 활용을 통한 시행착오를 거치는 점도 중요하다. 그래야 아직 부족한 기술이지만, 현재 수준의 장점을 조직 내 혹은 산업 내 어떤 부문에서 먼저 시너지를 도출할지 파악할 수 있기 때문이다. 아직까지 성과를 내는 기술은 ‘약한 AI(Weak AI)’다.

사람으로 치자면 편집증 환자에 가깝다. 즉, 단일 작업 또는 제한된 범위의 작업에서 뛰어난 성과를 보인다. 자동차가 사람보다 빠르다고 해서 인간 지능보다 뛰어나다고 표현할 수 없듯이, 제한된 상황을 벗어나면 인간 수준에 한참 미치지 못한다. 인간 바둑기사를 꺾은 알파고가 바둑판의 크기를 기존 19×19에서 20×20으로 바꾸어도 동일한 성능을 낸다고 장담할 수도 없다. 하지만 이러한 한계를 이유로 도입이 이뤄지지 않으면 신뢰할 수 있는 AI로의 발전 가능성도 그만큼 줄어들고 만다. 따

라서 기술적인 AI의 한계를 지적하고 개선하는 것과는 별개로 산업적 활용을 끊임없이 고민하는 과정이 병행될 필요가 있다.

AI 도입에 소극적인 이유

비즈니스 현장에서 AI가 도입되지 않는 이유는 AI를 전지전능한 기술로 바라보는 시각과 맞닿아 있다. 잠을 자지도, 지치지도 않고 모든 비효율을 제거할 수 있는 AI가 나의 일자리를 빼앗아 갈 것이라는 공포가 그것이다. 2018년



〈그림 2〉 비즈니스 분야에서 신기술 활용

출처 : United States Census Bureau, "Advanced Technologies Adoption and Use by U.S.Firms: Evidence from the Annual Business Survey". December, 2020

영국의 가디언지는 기계에 의해 대체될 것을 두려워하는 영국 노동자가 600만 명이 넘는다고 보도했다. 일반인만이 아니다. 콘퍼런스나 세미나에서도 AI 도입과 일자리 대체에 관한 공포를 언급하는 학자를 찾아보는 것은 그리 어렵지 않다. 미국 기업 85만 개를 대상으로 한 조사³⁾에서도 결과는 다르지 않았다. 미국 기업의 약 7%만이 AI 기술을 도입했다고 밝혔다. 역시나 주된 이유는 AI 도입이 인간의 설 자리를 없애거나 업무 현장의 역학을 무너뜨릴 것이라는 우려 때문이었다. 또한 기술을 활용하기 위한 새로운 학습이 필요하다는 점도 이유였다.

단계적 도입

하지만 이를 두고 경영학자나 경제학자는 AI 기술의 한계는 논외로 하더라도 지나친 기우라고 설명한다. 능력 있는 신입사원을 채용할 때 나의 일자리가 없어질 걱정을 하지 않는 상황과 같은 맥락이라는 것이다. 오히려 신입사원에게 직접 경험을 쌓을 수 있는 단순한 과제를 쥐고 교육하고, 도움과 조언을 제공할 멘토를 배정한다. 그렇게 어느 정도 학습이 되면 다른 사람들은 더 가치가 높은 과제에 집중할 수 있다. 더욱 경험이 쌓이고 결과를 보이면 멘토들은 점점 신입사원에게 의지하고 실질적인 의사 결정을 위임한다. 시간이 지나면 이들은 더 이상 신입사원이 아닌 기술과 통찰 면에서 회사에 기여할 수 있는 파트너로 성장한다.

인시아드 경영대학원과 톨루즈대, 그리고 뉴욕대 교수들로 구성된 연구진은 신입사원에게 적용한 방식이 AI에도 그대로 구현될 수 있다고 설명한다. 그들은 4단계로 구분한 단계적 도입을 강조한다.

첫 번째 단계는 보조사원으로 AI를 활용한다. 온라인 양식을 채우거나 서류를 요약하는 일처럼 시간을 잡아먹는 일거리에 AI를 도입하는 것이다. AI에게 업무를 할당하기

가장 좋은 작업은 데이터 분류다. 고객이 수천 가지 제품을 선별해 자신에게 가장 적합한 것을 찾아낼 수 있도록 도와주는 추천 시스템이 대표적이다. 아마존과 넷플릭스는 이 분야에서 AI를 가장 잘 활용하고 있다.

두 번째 단계는 모니터링 요원으로 활용한다. AI가 실시간으로 피드백을 제공하도록 설정하는 것이다. 어떤 사용자가 자신의 과거 기록상의 선택과 일관되지 않은 선택을 하려고 할 때, 시스템이 이러한 불균형에 대해 경고할 수 있다. 통계나 확률 문제에서 인간의 불안정한 추론 능력을 보완할 수 있는 것이다. 법률 의사 결정에 관한 연구에 따르면 판사들은 점심시간 이전보다 이후에 정치적 망명 신청을 더 쉽게 허가하고, 전날 자신이 응원하는 풋볼 팀이 졌을 때보다 이겼을 때 가벼운 양형을 선고하는 경향이 있다. 또한 생일을 맞은 피고인에게 조금 더 너그러운 태도를 취한다. AI의 도움이 있다면 순수하게 법률적 변수를 분석해 예측되는 결정 사항과 일관성이 부족한 결정을 내릴 때 이에 대해 경고할 수 있다. 물론 AI가 인간의 편향을 더욱 악화시킬 수 있다. AI는 인간이 구할 수 있는 신뢰할 만한 사적 정보는 고려할 수 없는 탓에 인간의 편향을 잡아주는 게 아니라 오히려 벗어나게 할 수 있다. 따라서 인간이 AI의 판단에 전적으로 끌려다니도록 설계해서는 안 된다. 하지만 현실에서 이 부분의 설계가 매우 어렵다. 은행에서 알고리즘이 특정 거래가 사기일 가능성이 높다고 경고하고 나면, 직원들은 상급자 혹은 심지어 외부 감사인과 함께 이런 의혹을 해결하기 전까지는 그 거래를 승인할 수 없다. 기계의 선택을 되돌리기란 불가능에 가까운 것이다. 머신러닝 중심으로 발전한 AI가 내린 결론은 논리가 불투명하다는 점까지 더해지면 인간 직원들은 좌절감을 느낄 수밖에 없다. 따라서 두 번째 단계에서의 핵심은 직원들이 통제권을 갖도록 직원들을 시스템 설계 단계부터 참여시켜야 한다. 시스템에 사용할 데이터를 정해주고, 업무 현장의 현실을 시스템에 반영할 수 있도록 전문가로 참여시켜야 한다. 이러한 과정에서 직원들은 AI 모델이 어떻게 구축되고, 데이터가 관리되는 방식은 무엇이며,

3) United States Census Bureau, "Advanced Technologies Adoption and Use by U.S. Firms: Evidence from the Annual Business Survey", December, 2020

왜 그런 추천이 가능했는지 이해할 수 있게 된다.

코치로서 AI를 활용하는 것이 세 번째 단계다. 피터 드러커는 2005년 하버드비즈니스리뷰 기고 'Managing Yourself'를 통해 사람들은 자신이 무엇을 잘하는지 알지 못하고, 자신이 무엇을 잘하는지 안다고 생각할 때도 대개 잘못됐다고 설명한다. 동시에 이를 개선하기 위해서는 과거에 자신이 내렸던 중요한 의사 결정과 조치를 주의 깊게 분석하는 방법이 유일하다고 강조했다. 자신이 내린 조치를 문서화해 9개월이나 1년 후 실제 결과와 비교해 보는 것이다. 이 부분에서 AI가 역할을 하는 것이 세 번째 단계다. 특정 개인의 의사 결정과 성과를 비교하고 오차와 실수에 관한 피드백을 제공하는 일은 AI에게 어려운 일이 아니다. 이 부분은 금융회사가 적극적이다. 포트폴리오 매니저가 개인 수준에서 내린 결정을 분석해 피드백을 제공한다. 어떤 매니저는 소극적인 성향 탓에, 반대로 지나친 자신감 때문에 적절하지 않은 투자 의사 결정을 내릴 수 있다. AI는 이들 행동에 대해 피드백을 제공하고 개선 방법을 제안할 수 있다. 물론 이를 받아들일지는 인간의 몫이다. 뿐만 아니라 이 과정에서 AI가 사람에게 배울 수도 있다. 특정 주식과 연관된 사적 정보로 투자하지 않기로 결정했다면 이를 AI 시스템에 주입해 유사한 정보를 반영해 통찰을 제공할 수 있도록 훈련시킬 수 있다. 역시나 세 번째 단계에서도 설계부터 직원들의 참여가 필수적이다. 자율성과 프라이버시 우려가 커질수록 자신에게 우호적이지 않은 피드백 데이터를 인사부서와 공유하거나 스스로 받아들이려는 열린 마음이 사라질 가능성이 높기 때문이다.

네 번째 단계는 인간 전문가와 AI 전문가가 서로 링크되는 네트워크를 형성하는 것이다. AI에 대한 이상적인 시각이 반영된 모습이다. 인간과 기계가 상호작용하면서 다양한 의사 결정이 실시간으로 이뤄지고 서로에 대한 이해를 바탕으로 한 신뢰가 형성되는 단계다. 여기서 핵심은 AI에 대한 '이해'다. AI의 기술적 한계와 맞닿아 있는 부분이기도 하다. 즉, AI를 이해하기 위해서는 그 결정에 있어 어떤 것을 좋은 결정으로 보는지에 대한 설명이 필요하다.



AI 연구자들은 계속해서 어떤 것을 좋은 결정으로 보는가의 문제를 탐색 중이다. '설명 가능한 AI'가 AI 투명성을 확보하고, 이 점이 그 결정의 신뢰로 이어지기 때문이다. AI의 기술적 한계가 극복될 때 가장 높은 단계의 산업적 활용이 가능해짐을 엿볼 수 있는 대목이다.

더 나은 AI로 발전하는 길

AI가 인간 세상에서 더불어 존재하려면 인간이 지닌 상식을 이해해 단순한 현상의 인식에 머물지 않고 인간 세상을 이해할 수 있어야 한다. 마치 SF 영화에 등장하는 사이버 인간처럼 느껴지지만, 오늘날 AI 엔지니어링은 실제로 그러한 방향으로 연구개발되고 있다.

인간상식의주입

철학자 닉 보스트롬은 인간에게 무조건 충성하는 초AI에 클립을 최대한 많이 만들라는 명령을 내리면, 그 AI는 인간을 비롯해 지구의 모든 자원을 클립을 만드는 데 사용할 것이고 우주로 진출해 지구의 모든 것을 클립을 만드는 공장으로 바꿀 것이라고 말했다. 이 주장의 근거는



초지능 로봇은 설정된 목표를 이루기 위해 가능한 모든 일을 한다는 것이다. 클립을 만들려고 지구의 모든 금속을 다 사용하면 우주여행하는 법을 찾아내 우주에 매장된 다른 금속을 캐내기 시작하고, 나중에는 사람 몸속에 존재하는 금속 미량 원자도 캐내기 시작할 것이다.

하지만 마크스 교수는 이처럼 몰상식한 AI를 만드는 것은 사실상 불가능하다고 이야기한다. 클립을 만들도록 AI를 만드는 과정에서 반영한 상식만으로도 자기 행동의 결과를 조금도 이해 못하는 AI를 만들기는 불가능하다는 것이다. 금속을 클립이라는 용도로 바꾸는 계획을 생각할 만큼 똑똑하다면 의도한 행동의 결과를 추론하는 것도 가능하다는 주장이다.

핵심은 문제 해결을 운에 맡기는 것도, 기계가 세상으로부터 모든 가치관을 직접 추론하도록 내버려 두는 것도 아니다. 구조화된 핵심 윤리 가치를 내장시키는 것이다. 약한 AI가 점차 강한 AI, 즉 범용 AI로 발전할수록 의사 결정을 내리는 과정에서 인간의 안녕을 고려할 수 있을 만큼 심층적인 방식을 반영하는 법적 의무가 적용돼야 한다. 물론 생각만큼 쉬운 일은 아니다. 게다가 극적인 효과도

기대할 수 없다. 현실에서 진실과 거짓은 섞여 있기 마련이고, 상식과 가치관의 조합이 빚어내는 주관성은 매우 다르게 평가될 수 있기 때문이다. 그럼에도 전문가들은 인간이 가진 방대한 상식부터 주입하는 것이 중심이 돼야 한다고 역설한다.

현상의 인식에서 세상의 이해로

4단계 자율주행 택시의 시범 운영 소식이 들려오고, 현실에서는 노트북을 음성인식으로 제어하는 일이 낯설지 않게 됐다. 딥페이크로 불리는 AI 영상 합성은 일반인 수준에서는 알아보기 힘들 정도로 정교해졌다. 생각보다 빠른 발전이지만, 진정한 기계 지능의 실현은 역시나 훨씬 더 먼 미래의 일임을 많은 면에서 확인할 수 있다. 가장 우려되는 현상은 AI가 우리를 클립으로 만들어버리는 것이 아니라 AI에 대한 인간의 기대가 인간의 능력을 넘어서는 것일지 모른다. 자칫하면 ‘힘을 가진 어리석은 하인’을 만들어낼지도 모른다.

이러한 우려는 현재의 AI가 인간이 지닌 상식 비슷한 것조차 보유하지 않다는 점에 기인한다. 오늘날 AI는 자율성을 지니고 네트워크화됐으나 힘의 결과에 대해서는 추론할 진정한 지능은 거의 없는 상태다. ‘약한 AI’보다 ‘좁은 AI’라는 표현이 보다 정확할지 모른다. 이는 기술 발전의 과도기인 탓에 기인하지만, 관련 연구 대부분이 한정된 과제를 수행하고, 빅데이터에 주로 의존하는 비교적 지적이지 않은 기계를 만드는 데 집중한 결과다. 문제에 초점을 맞춘다면 단기적으로 AI를 통제하면 그만이다. 심각한 결과가 예상되는 분야에 AI 도입을 금지하고, 발견되는 오류만 수정해 나가는 식이다. 하지만 이러한 처방은 강한 AI, 즉 범용 AI로 발전하는 데 전혀 도움이 되지 않는다. 유일한 방법은 발전의 방향을 바꾸는 것이다. 인간의 상식을 주입하고, 이를 바탕으로 결과를 추론하는 인지 모델을 구축하며, 강력한 추론 도구를 개발하는 것이다. 이 모든 요소가 합쳐지면 딥 언더스탠딩에 이를 수 있다.

글로벌 자동차용 센서 시장 가치사슬의 한 축이 되다

대양전기공업(주)

이달의 산업기술상은 산업통상자원부 연구개발(R&D)로 지원한 과제의 기술 개발 및 사업화 성과 확산과 연구자의 사기 진작을 위해 매월 수상자를 선정한다. 신기술 부문은 최근 최종 평가를 받은 R&D 과제 중에서 혁신성이 높은 기술 또는 해당 기간 성과물이 탁월한 기술을 뽑는다. 대양전기공업(주)이 '능동형 제동 시스템용 리던던트(Redundant) 기능의 집적화 MEMS 소자 및 2000V(AC) 내전압 특성의 지능형 압력 측정 모듈 개발' 연구과제를 통해 차량 제동 시스템용 초소형 지능형 압력센서 모듈을 개발했다. 자율주행 안전 시스템을 기반으로 한 능동형 브레이크에 사용하는 이 센서는 앞차와의 거리를 유지하고, 교차로에 진입하는 다른 차량이나 보행자를 인식해 운전자가 브레이크를 밟지 않더라도 자동으로 차를 정지시키는 기능을 한다. 내연기관차에서 친환경차로 대전환이 이뤄지면서 하이브리드차, 전기차, 수소차 등에 활용될 것으로 전망됨에 따라 영예의 신기술 부문 장관상에 선정됐다.

INDUSTRIAL TECHNOLOGY AWARDS

이달의 산업기술상

DECEMBER

2022

제동 시스템용 초소형화 지능형 압력센서 모듈(SM100)



신기술 부문
산업통상자원부 장관상



글로벌 자동차용 센서 시장 가치사슬의 한 축이 되다

최근 자율주행 안전 시스템으로 앞차와의 거리를 유지해주는 기능, 교차로에 진입하는 다른 차량이나 보행자를 인식해 운전자가 브레이크를 밟지 않더라도 자동으로 차를 세우는 능동형 브레이크 기능은 상용화 단계로 보급률이 급증하고 있다. 이에 따라 안전 주행을 제어하는 시스템의 핵심 부품 중 하나인 지능형 압력센서 개발이 활발하게 진행되고 있는 가운데 조명, 전기·전자 시스템, 수중로봇, 압력센서 등을 생산 판매하는 대양전기공업(주) 센서설계팀 이응안 팀장이 그동안 전량 수입에만 의존해 오던 제동 시스템용 초소형화 지능형 압력센서 모듈 개발에 성공, 국내 자동차산업의 글로벌 지능형 자동차 시장 진입에 큰 경쟁력을 부여할 것으로 기대되고 있다.

🔥 조병진 📷 김기남

능동형 제동 시스템용 Redundant 기능의 집적화 MEMS 소자 및 2000V(AC) 내전압 특성의 지능형 압력 측정 모듈 개발

이승안 대양전기공업(주) 센서설계팀 팀장

| | |
|-----------|---|
| 사 업 명 | WC300 R&D |
| 제 품 명 | 제동 시스템용 초소형화 지능형 압력센서 모듈 (SM100) |
| 개 발 기 간 | 2017. 6. ~ 2020. 12. (43개월) |
| 총 정부출연금 | 2,556백만 원 |
| 개 발 기 관 | 대양전기공업(주) 부산광역시 사하구 장평로 245 051-200-5213, www.daeyang.co.kr |
| 참 여 연 구 진 | 노상수 외 24명 |

차량 제동용 초소형 지능형 압력센서 모듈 국산화 성공

브레이크를 밟으면 실제 압력은 굉장히 작다. 그러므로 부스터로 압력을 증폭시키는데, 그 증폭된 높은 압력을 압력 센서가 측정해 차량에 정보를 제공하는 시스템이 차량 제동 시스템용 압력센서다. 돌발 상황에서 핸들을 급히 꺾으면 전복 위험이 있는데, 전자식 주행안정시스템(ESC)은 그런 상황을 인지하고 제동 시스템용 압력센서로 필요한 바퀴에만 브레이크를 제어해 자세를 유지할 수 있게 도와준다. 다시 말해 제동 시스템용 압력센서는 안전과 직결되는 부품으로, 최신 차량에는 거의 다 들어가는 핵심 전장 부품이다.



국내 최초로 국산화에 성공한 차량 자세 및 제동력을 제어하는 ESC용 압력센서.

또한 최근에는 안전 편의 및 자율주행 사항, 전기자동차 시스템 등 기능이 다양해 적용 수량이나 활용도가 급증하고 있다. 이에 여러 조건에 부합하는 압력센서의 정밀성 및 안전성이 더욱 요구되고 있으며, 전기자동차의 경우 회생제동 시스템으로 브레이크 제어 시 전기를 생성하는 기술이 적용되면서 보다 더 강화된 안전성과 기능 안정 요구사항을 만족시켜야 한다.

그러나 이러한 중요성에도 불구하고 국내에서는 현재 중소기업 주도의 일부 저가형 압력센서만 생산·공급되고 있으며, 고품질 압력센서는 전량 해외 제품을 수입하고 있는 실정이다. 이런 상황에서 대양전기공업이 제동 시스템용

How to

해외 경쟁업체의 온갖 불미스러운 행태와 특허권을 발취해 개발 자체를 막으려는 압력, 가격 경쟁을 통한 고사 위기 속에서도 기존 특허에 저촉되지 않는 신제품 개발과 사양 변경, 그리고 기술적 구현과 더불어 요구하는 성능 수준에 이를 때까지 기술 개발에 몰두했다. 오랜 경험과 노하우를 통해 우수한 기술력을 가진 당사 인력의 노력과 투철한 도전정신이 있었기에 해외 경쟁사의 견제를 이겨내고 결국 제품 개발에 성공했다.



대양전기공업(주)
홈페이지 바로가기



초소형화 지능형 압력센서 모듈 개발에 성공한 것은 단순한 기술 및 제품 개발의 차원을 뛰어넘어 국내 자동차산업의 글로벌 경쟁력 확대는 물론이고 미래 지능형 자동차 시장에서 관련 분야의 다크호스로 시장 우위를 점해 나갈 것으로 예상된다.

MEMS 이용 교류(AC)전력 기준 2000V급 고전압에도 안정적 기능

이번에 대양전기공업이 개발에 성공한 '능동형 제동 시스템용 리던던트(Redundant) 기능의 집적화 MEMS 소자 및 2000V(AC) 내전압 특성의 지능형 압력 측정 모듈'은 미세전기기계시스템(MEMS)을 이용해 비상 상황에서 물리적인 리던던트 기능을 보유하고 세계 최초로 2000V급(AC) 고전압

에도 안정적으로 작동한다. 또한 고전압 충전 시스템이 요구되는 하이브리드 및 전기자동차 분야에 적용할 수 있는 센서 소자로 자가진단 기능 및 페일 세이프티(Fail Safety) 기능을 갖춘 신호처리 프로세서를 개발해 탑재하는 등 능동형 제어 시스템용 스마트 압력 측정 모듈이다.

이에 대해 이 팀장은 "핵심 기술로는 리던던트 적용이 가능한 MEMS 압력센서 설계 및 개발 기술과 교류(AC)전력 기준 2000V 내전압 특성 개발 기술, 자동차 품질 규격 요구사항을 반영한 핵심 패키징 설계·공정 기술, 지능형 신호처리 프로세서 집적회로(IC) 개발 기술, 자동차 산업에 요구하는 단위 검증, 제품 성능·신뢰성 평가 및 시스템 평가, 대량 생산은 물론 고품질과 가격 경쟁력을 구비한 자동화 공정 기술 등이 있다"고 밝혔다.

대양전기공업(주)이 자체 기술력으로 개발에 성공한 ESC용 압력센서 모듈 기술은 초소형 복합센서 및 SoC 개발로 이어져 글로벌 경쟁력을 강화시킬 것으로 예상된다.





(왼쪽부터) 김민규 선임, 한동희 책임(QC 팀장), 김경훈 책임, 이응안 책임(R&D 팀장), 김성결 책임

아울러 그는 “특히 본 개발 제품의 경우, 개발 과정에서 해외 경쟁사 제품과 비교평가를 실시한 후 양산을 결정할 정도의 높은 성능과 품질을 갖고 있다”며 “제동시스템 시장을 독점하고 있는 외국기업 S사의 제품과 비교해 성능과 품질 면에서 동등한 수준이며, ESC 제동시스템 개발에 나선 최초의 국내 기업이자 기술개발 사업화로 신제품 개발을 완료한 후 바로 시장에 진입한 국내 최고의 개발 기술이라 판단된다”고 말했다.

전기차, 수소차 등 신시장 창출 및 다양한 분야 적용 계획

한편 사업화 전망 및 현황과 관련해 이 팀장은 “현재 국내 센서 시장은 전량 해외 수입에 의존하고 있으며 국내 완성차 업체인 H사와 K사의 경우 국내 40%, 해외 60% 비율로 차량을 생산하는 한편 시스템 모듈은 각 해외공장에서 조달해 공급하는 구조”라며 “H사 해외 법인인 중국, 인도, 멕시코, 미국, 체코 공장에 현재 개발 제품을 적용 중이며, 다른 완성차



MEMS

미세전기기계시스템 (Micro Electro Mechanical Systems)의 약자로, 미세한 입체 구조(3차원 구조)를 지니며, 다양한 입력과 출력 신호를 취급하는 시스템의 총칭.

업체인 T사, G사, F사, B사 등이 독점하고 있는 센서 시장의 진입을 추진하고 있다”고 밝혔다.

또한 현재 구축된 라인을 이용해 자율주행 관련 사업화 제품 공급을 추진하고 있으며, 전기차·수소차용 압력센서 기술을 적용한 추가 신시장 진출, 특수 차량과 산업용 압력센서, MEMS 기술을 이용한 바이오 및 환경센서 등 신사업 분야 진출을 진행하는 등 앞으로의 사업화 전망이 매우 밝다고 덧붙였다.

끝으로 향후 개발 계획 및 목표와 관련해 이 팀장은 “국내 최고의 글로벌 자동차부품 전문기업인 M사와의 전략적 제휴를 통해 국내 완성차 업체는 물론이고 해외 시장에 적용할 차종 확대를 추진하고 있으며, 해외 가격 경쟁력 확보를 위해 자동화 제조 설비 구축 및 신규 설비 투자 확대도 구상 중이다. 또한 자율주행차와 전기차·수소차 등 추가 신시장 진출과 당사 센서연구소를 중심으로 특수 차량 및 산업용 압력센서, MEMS 기술을 이용한 바이오 및 환경센서 등 다양한 분야로의 시장 진출을 적극 추진할 계획”이라고 밝혔다.



PROJECT ㈜TPC메카트로닉스의 IoT 기능을 지닌 슬레노이드 밸브 방식의 최대유량 1,500L/min 급 전공 레귤레이터 개발

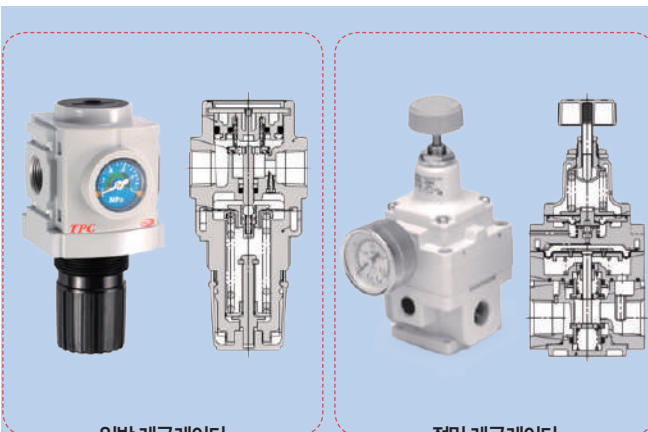
디지털 방식으로 정밀한 제어가 가능한 국내 업체 최초 개발 전공 레귤레이터

레귤레이터는 자동화 장비 필수 요소 부품인 공기압 기기 중 하나로 압력을 제어하는 감압 밸브라고도 불린다. 일반적으로 수동(핸들)으로 제어하는데 전공 레귤레이터는 핸들이 아닌 전기 신호를 입력해 제어하는 방식으로, 기계공학뿐만 아니라 전기전자제어공학과 융합해 개발한 제품이며 정밀 압력 제어 및 다단 제어가 필요한 애플리케이션에 쓰이는 제품이다.

이러한 레귤레이터는 공압용 제품(슬레노이드 밸브, 진공 이젝터 등)의 출하검사 설비 내에 부속품으로 포함돼 공급 압력 변화에 따른 검사가 필요한 상황에서 사용한다. 그 외에 일반 산업 분야, 자동차, 전자 시장 등 모든 분야에서 사용하는데, 특히 반도체 테스트 핸들러 장비, 모바일 기기 관련 검사 장비 등에서 주로 쓰이며 정밀하게 압력 제어가 요구되는 스크라이버, 본딩기, 커팅기 등 다양한 장비에도 적용된다.

국내 공기압 제품 제조회사 중 ㈜TPC메카트로닉스를 제외하고는 전공 레귤레이터를 개발 및 판매하는 곳이 없어 전량 수입에 의존하는 실정이다. 이에 ㈜TPC메카트로닉스가 제품 국산화를 실현함에 따라 국내 장비 경쟁력 강화와 해외 선진사 제품 대비 원가 경쟁력이 높아 수출이 기대되고 있다.

이전 제품

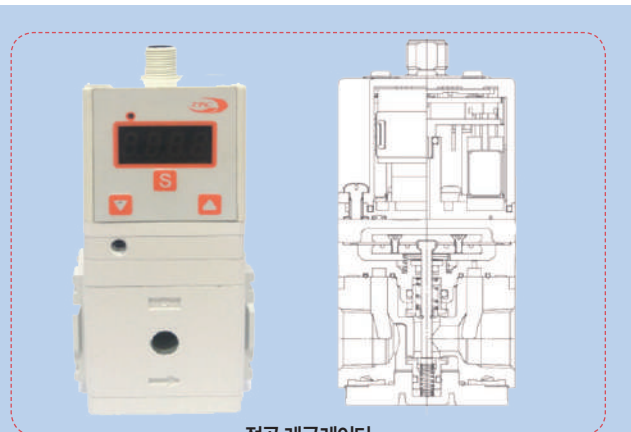


일반 레귤레이터

정밀 레귤레이터

- 압력 설정 시 핸들을 수동으로 작동해 조정함
- 다단 제어가 필요한 공정에서는 다수의 레귤레이터 및 별도의 제어 밸브가 필요함
- 일반 레귤레이터 사양 : 압력특성(감도) 20% F.S

신제품



전공 레귤레이터

- 핸들이 없고 내부에 제어밸브가 부착돼 있어 원하는 압력값을 설정하면 자동으로 출력압 조정
- 전공 레귤레이터 사양 : 감도 0.2% F.S / 반복도 ±0.5% F.S



EPR 시리즈



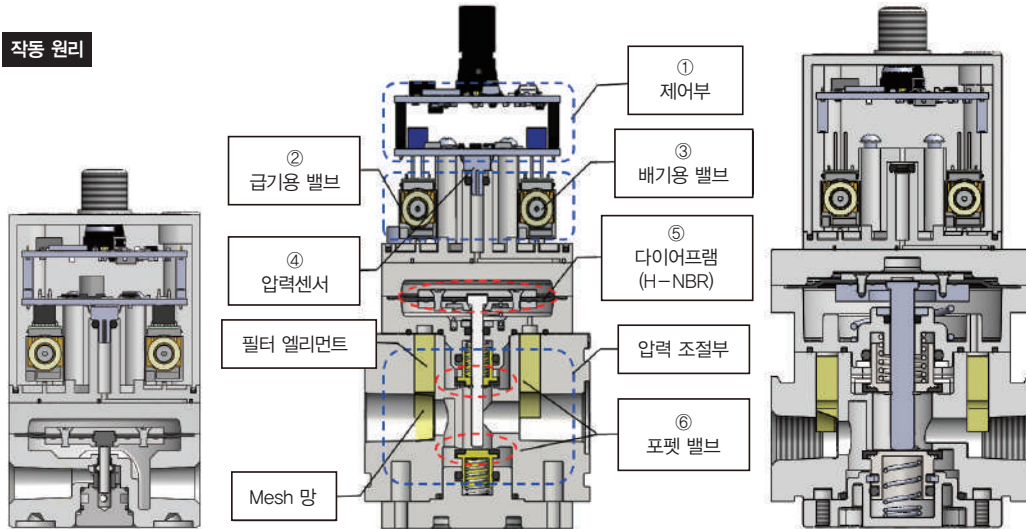
전공 레귤레이터

- 최대유량(공급압력 : 1.0MPa / 설정압력 : 0.6MPa)
 → EPR1 : 200L/min 급
 → EPR2 : 1,500L/min 급
 → EPR3 : 4,000L/min 급
- 디지털 방식으로 정밀 제어 실현
 → 마이크로 제어기 및 실리콘 압전 센서 적용
 → 페루프 제어 기법을 이용한 무단계 제어
- 고정도, 고안정성 실현
 → 리니어리티 ±1.0% F.S. / 반복성 ±0.5% F.S. 이하
 → 히스테리시스 0.5% F.S. / 감도 0.2% F.S. 이하
- CE 및 IP65 인증
- 2차전지 사양 대응 가능



장비 내 설치 사진

작동 원리



입력신호 공급 → ② 급기용 솔레노이드 밸브 ON → ⑤ 다이어프램 위측 파일럿 실 에어 공급 → 다이어프램과 샤프트로 연결된 ⑥ 급기용 포펫 밸브 OPEN → 출력압력은 배출 전 ④ 압력 센서를 통한 ① 제어부 피드백 진행 → 입력신호와 비례한 출력압력을 얻기 위한 ②, ③ 솔레노이드 밸브(급기 및 배기) 보정 동작 진행 → 입력신호와 비례한 출력압력 배출

국내 장비 경쟁력 강화하며 해외시장 진출 시도하다

전공 레귤레이터는 개발 비용의 부담과 기술 개발의 부재로 국내에서 자체 생산 및 취급하는 자동화기 업체가 없어 전량 외국산 제품(일본, 독일) 수입에 의존하는 상황에서 (주)TPC메카트로닉스가 국내 자동화 장비의 국산화 실현을 목표로 개발을 추진했다. 이러한 '사물인터넷(IoT) 기능을 지닌 솔레노이드 밸브 방식의 최대 유량 1,500L/min 급 전공 레귤레이터 개발' 프로젝트에서 해외 제품과 동등한 수준의 성능을 구현했다.

전공 레귤레이터는 크게 제어부, 솔레노이드부, 압력 제어부로 구분하는데, 제어부는 출력포트와 연결한 압력 센서에서 출력하는 미세 전압을 증폭해 선형적인 전압값으로 변환하고 급·배기 솔레노이드 밸브에 적절한 PWM 신호를 인가하는 핵심부다. 이 제어부와 관련해 레귤레이터의 출구 압력을 빠른 시간 안에 안정적인 수준으로 맞춰 이를 유지할 수 있는 최적의

알고리즘 기술을 개발했다. 또한 솔레노이드 밸브는 제어 회로에서 공급하는 신호에 따라 안정적으로 작동하고 설정한 압력값에 도달 및 유지할 수 있도록 고응답성과 구동 특성을 지닌 최적의 설계 기술을 개발했다. 압력 제어부는 빠른 응답 및 고빈도 작동에 적합하며 장수명 작동을 고려한 다이어프램 설계 기술, 노즐부 실링을 위한 시트 형상 설계, 제어에 따른 감압·배기 특성을 감안해 최적의 스프링 설계 기술을 적용한 포펫 밸브 등을 개발했다.

이렇듯 본 프로젝트에서 개발한 기술을 토대로 분당 최대 유량 1,500L/min 급 제품 외에 200L/min, 4,000L/min 급 사양을 추가한 EPR 시리즈를 출시했다. 향후 바이오 3D 프린터 및 반도체 장비 내 스테이지에 직접 부착해 사용하는 초소형(박형) 전공 레귤레이터와 Pick & Place 공정에 사용하는 진공 기기의 압력을 제어하는 진공압 제어용 전공 레귤레이터를 개발할 예정이다.



PROJECT ㈜앤에스월드의 최대 자기에너지적 5.3MGOe 이상 사출자석용 자성분말 Compound 국산화 및 영구자석 개발

고성능 Nd계 자성 Compound 국산화 성공하다

각종 BLDC 모터에 필수인 영구자석의 원재료로 모터의 고성능화 및 경량화 요구에 따라 자기 특성이 향상된 자성재료 수요가 급증하고 있다. 하지만 산업 전반에 걸쳐 광범위하게 사용하는 고품성 자성재료인 Nd Compound Resin은 전량 수입에 의존하는 실정이다. 특히 자성재료의 무역수지 적자가 매년 증가하고 있는 추세다. 이렇듯 매년 10% 이상 증가하는 Nd계 자성재료의 수요 대응과 함께 늘고 있는 대일 무역 적자 해소를 위해 Nd계 자성재료의 국산화가 절실한 상황이다.

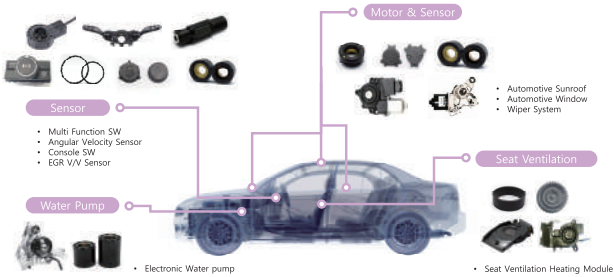
이러한 가운데 ㈜앤에스월드는 한국산업기술시험원(KTL)과 공동으로 '최대 자기에너지적 5.3MGOe 이상 사출자석용 자성분말 Compound

국산화 및 영구자석 개발' 프로젝트를 진행했다. 본 프로젝트를 통해 핵심 기술인 Nd계 자성 Compound 설계 기술 및 Compound Resin 압출성형 기술을 개발했다.

더불어 Binder와 Nd Powder 간 효율적인 배합설계 및 고분자 내식성 방지를 위한 코팅 기술 개발로 최적의 자기 특성 구현을 확보했다. 본 프로젝트에서 개발한 기술을 토대로 사업화를 실현한 BLDC 모터 및 센서용 자석은 자동차 및 가전 산업 분야에 다양하게 적용되고 있다. 이렇듯 전량 수입에 의존하던 Nd Compound용 레진을 국산화함에 따라 연간 7000억 원 이상의 수입 대체효과가 기대되고 있다.

사업 분야

일본 업체가 90% 이상을 점유하고 있던 관련 시장에서 ㈜앤에스월드가 기술 확보에 이어 사업화에 성공하며 2019년부터 제품을 양산하고 있다. 이를 통해 일본에서 전량 수입하던 부분을 대체하는 한편 세계 시장에도 진출하고 있다.



자동차 분야



가전 분야



산업 분야



희토류 Magnet



Nd Powder



Nd 사출용 레진



EWP용 Magnet



EGR 벨브용 Magnet

국내를 넘어 세계시장 진출을 도모하다

KTL과 협업으로 진행한 본 프로젝트는 3차연도에 걸쳐 Nd Compound 제조 기술 개발을 추진했다. 1차연도에 페라이트계 등방성 자성 Compound 합성 기술 개발에 성공(BHMax 0.33MGOe 구현)했고, 2차연도에 페라이트계 이방성 자성 Compound 합성 기술을 개발(BHMax 1.99MGOe 구현)했다. 이후 3차연도에 본 프로젝트의 목표였던 Nd계 자성 Compound 합성 기술 개발에 성공(BHMax 5.85MGOe 구현)했다.

한편, 친환경 자동차의 전력 수요 증가에 따라 배터리 등 발열장치의 냉각

기관에 사용하는 소형·경량화 모터 수요 및 전장 분야 고성능 자기 센서 수요의 증가가 예상되고 있다. 실제로 앤에스월드가 BHMax 5.3MGOe급 Nd계 자성 Compound의 국산화를 실현하며 가격 경쟁력을 확보함에 따라 각종 고성능 BLDC 모터용 자석 수요가 증가하고 있다. 앤에스월드는 본 프로젝트에서 개발한 기술을 토대로 5.3MGOe급 개발을 시작으로 자체 개발을 추진, 6.0MGOe 이상의 제품도 개발해 상용화함으로써 제품 생산에 적용 중이다. 이에 머물지 않고 6.5MGOe급 이상의 제품도 개발에 착수한 것으로 알려졌다.



PROJECT (주)필스톤의 표면경도 9H 이상의 고기능 Hard Coating Film 제조

자외선 및 열에 강한 고기능성 유기-무기 나노 복합체의 코팅 소재

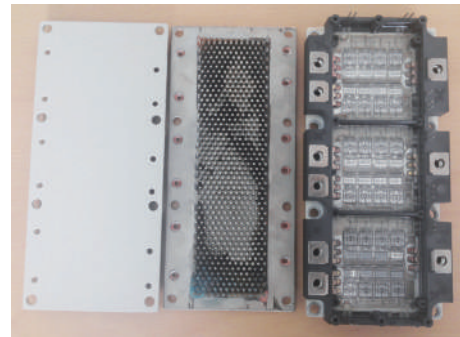
본 프로젝트는 고분자 소재의 한계 성능을 극복하고자 세라믹스 합성법을 이용해 비교적 저온 영역에서 경화할 수 있는 유기-무기 나노 복합체를 합성하고 이를 다양한 기재 표면에 적용할 목적으로 추진됐다. 이를 통해 디스플레이, 자동차, 건축 외장재, 각종 고분자 필름 등 대면적 산업 소재의 광학적 특성, 내구성, 표면 경도, 외관 품질 향상 등 산업체의 품질 요구 수요에 대응하는 자외선 및 열에 강한 고기능성 유기-무기 나노 복합체의 코팅 소재를 개발했다.

본 프로젝트에서 개발한 핵심 기술은 도자기와 같은 단단한 세라믹, 플라

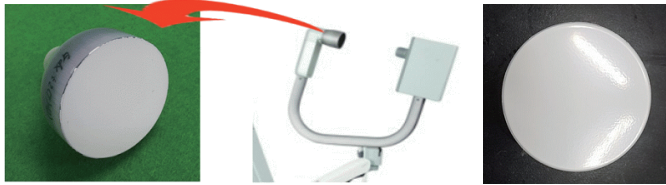
스틱과 같은 유연한 고분자의 장점을 각각 이용해 새로운 유기-무기 복합체의 코팅 소재를 합성하고, 이를 다양한 부품의 표면 코팅에 활용하는 기술이다.

산업용 부품은 스테인리스스틸, 알루미늄, 철과 같은 금속류와 폴리카보네이트, 아크릴, PET와 같은 플라스틱류, 유리, 범랑 등의 도자기류가 있다. 이들의 표면에 수~수십 μm 두께로 코팅해 새로운 기능을 부여한다. 즉, 표면의 경도 증가, 부식 저항성, 대전 방지, 이형성, 절연성, 고투명성 등의 특성을 발휘한다.

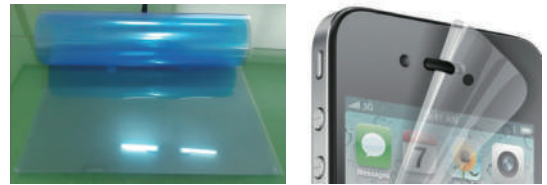
본 프로젝트에서 개발한 기술을 국내 특허로 3건 등록하고 국제박람회에 3차례(독일, 일본, 중국) 출품한 후 제품 양산화를 실현했다. 현재 고분자 소재의 저온 부착을 위해 저온 경화 또는 상온 경화형 세라믹 코팅 소재를 추가로 개발하고 항공 마스크, 헤마필터 등 나노 소재 부착용 코팅제로도 활용하고 있다.



IMS가 적용된 전기자동차용 파워모듈



FOT에 X선 발광 코팅



하드 코팅된 PET 필름

유기-무기 복합체를 이용한
IMS PCB 제조 공정



고분자 소재의 한계 성능을 극복하다

본 프로젝트에서 개발한 기술을 토대로 사업화에 성공한 자외선 및 열에 강한 고기능성 유기-무기 나노 복합체의 코팅 소재는 다양한 제품으로 상용화됐다. 우선 금속절연기판(IMS)용 절연 코팅제는 알루미늄·절연층으로 구성된 IMS의 절연층 제작용 코팅 소재로 전기자동차용 파워모듈에 사용되고 있다.

X선 디텍터용 하드 코팅제의 경우 Gd₂O₂S:Tb의 세라믹스 분말을 유기-무기 나노 복합체 용액에 분산시켜 광섬유다발플레이트(FOT)에 코팅하면

신틸레이터(Scintillator)의 해상도가 증가해 X선 발광 코팅에 쓰고 있다. 이외에도 폴리카보네이트(PC), PET 필름용 하드 코팅제는 높은 투명성을 유지하면서 표면의 경도를 높이는 데 사용하고 있다.

이렇듯 현재 다양한 산업군과 산업 수요에 대응하고 있는 본 기술은 플렉시블 필름에서 각종 금속에 맞는 기능성 코팅제까지 적용돼 생산 및 판매하고 있다. 특히 디스플레이 소재 고도화에 필요한 핵심 소재(고유연성 하드 코팅제)로서 역할이 기대되는 가운데, IMS 부품의 핵심 소재(고온 절연 코팅제)로 자리매김하고 있다.

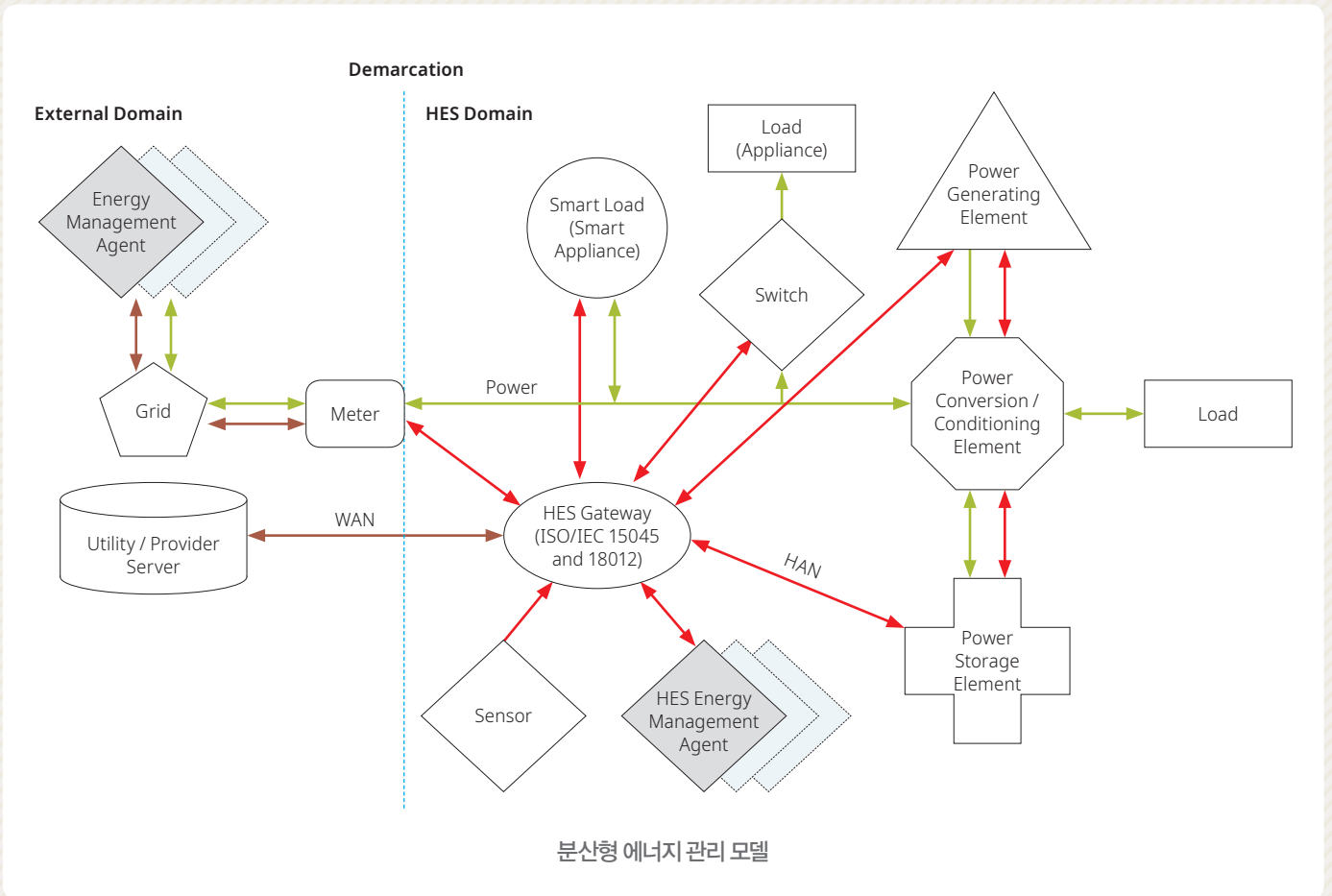
한양대학교가 추진하는 R&D 프로젝트 AI 연계한 에너지 수급 관리로 삶의 질을 향상시키다

본 프로젝트는 스마트 가전과 상호 접속해 에너지 환경 모니터링(온도, 습도, 가스 누출 등) 상태 정보 및 에너지 제어(On·Off·Dimming)를 하거나 대용량 에너지 관련 데이터를 송수신하고, 인공지능(AI)으로 분석 후 최적의 에너지 수급이 가능하도록 스마트 그리드와 연계해 스케줄링하는 에너지 관리 에이전트의 기능 규정과 참조 모델의 국제표준 연구다.



스마트 그리드와 연계된 스마트 가전 인터페이스 시험방법 표준 개발

스마트 그리드 기술은 발전, 송배전 등 전력 생산과 분배를 정보통신 기반으로 수행하는 지능화 기술을 말한다. 최근 태양, 풍력, 수력, 조력 등 신재생에너지와 분산전원(DER)의 확산으로 일반 가정에서도 전기를 쉽게 생산할 수 있게 됨에 따라 서비스 대상도 전력의 생산과 송배전뿐만 아니라 스마트 홈, 아파트, 빌딩, 공장, 스마트 시티 등 에너지산업 전반에 걸쳐 에너지 인터넷 기술로 확대되는 상황이다.

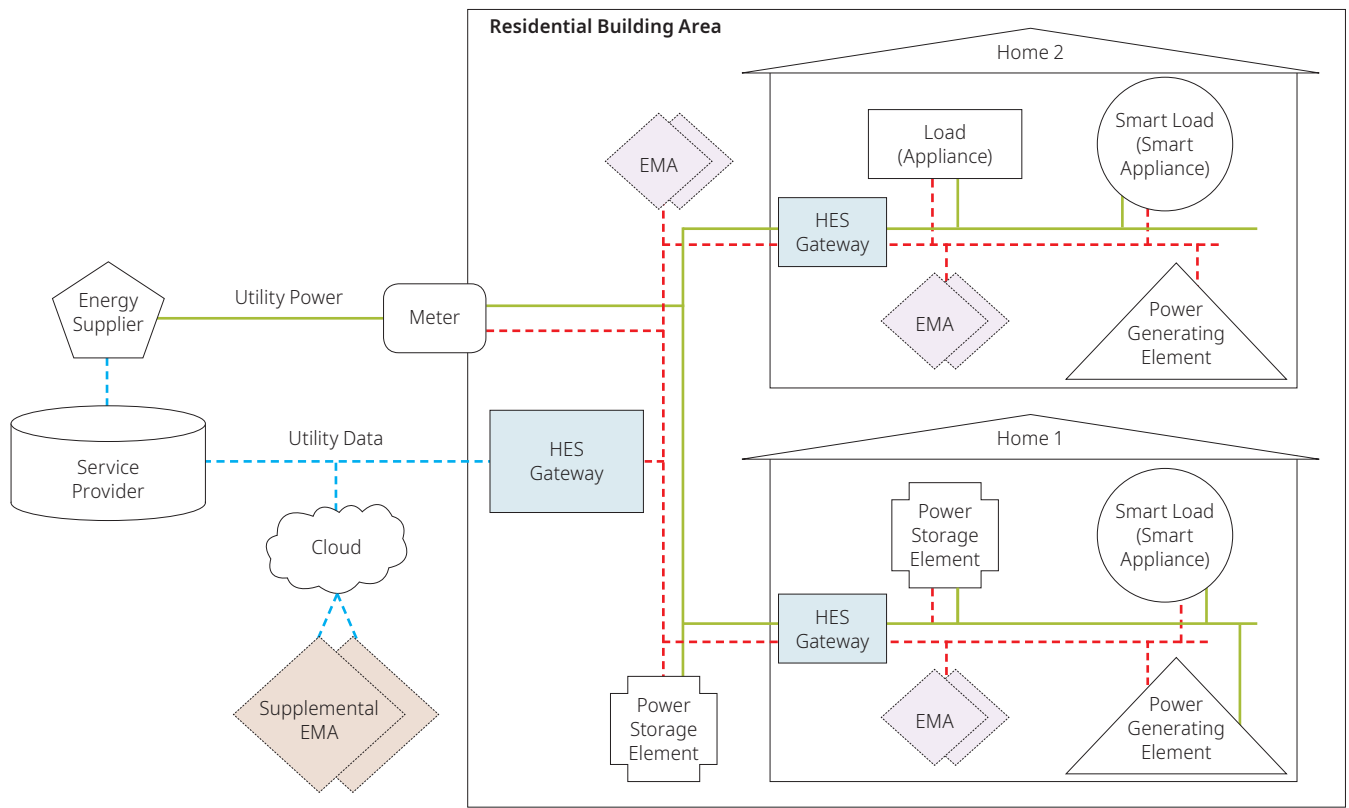


특히 스마트 홈처럼 첨단 사물인터넷(IoT) 기술이 발전함에 따라 스마트 가전의 지능화, 상호 연결에 의한 사용 환경 변화와 사용자 이득이 극대화되고 있다. 본 프로젝트에서는 이러한 스마트 가전과 스마트 그리드, 그리고 IoT 기술이 결합하면서 사용자에게 첨단 서비스를 제공하기 위한 표준화된 스마트 가전 인터페이스와 시험 환경에 관한 표준화를 추진한다.

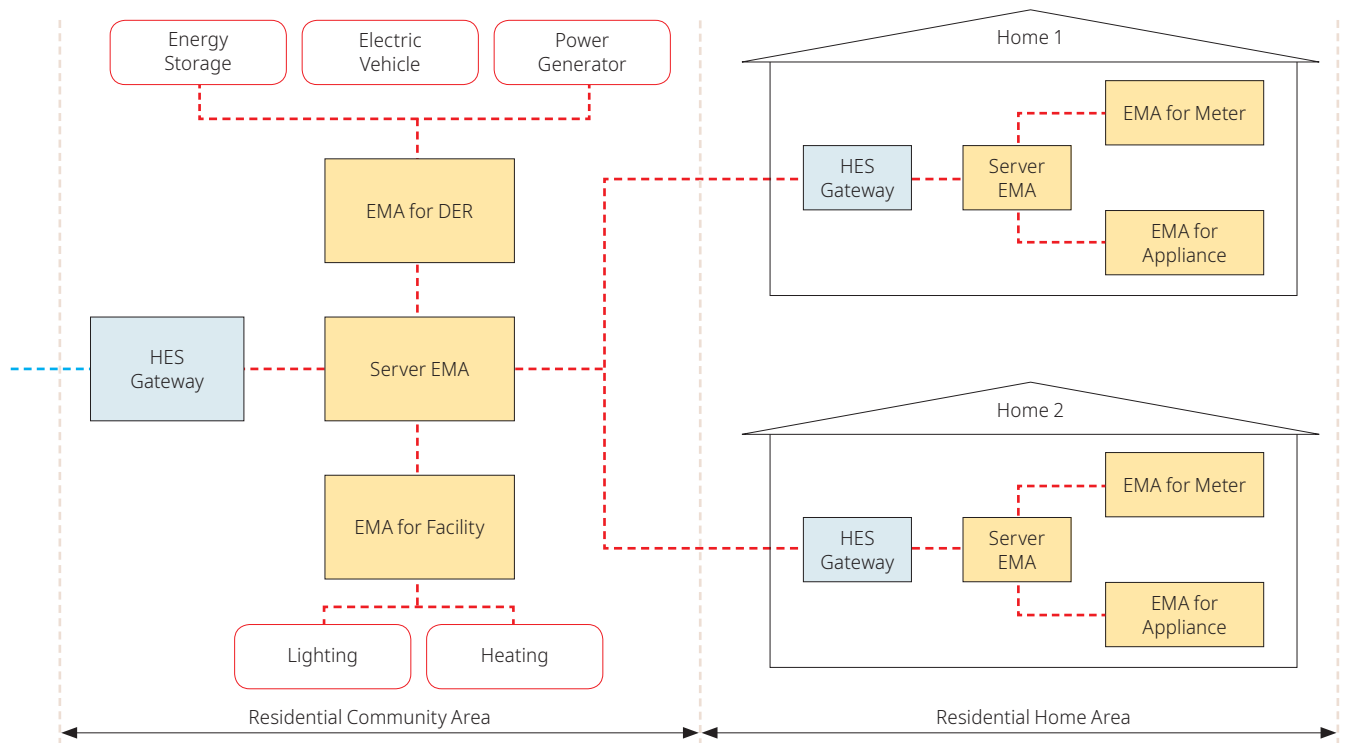
이와 관련해 본 프로젝트에서는 우선적으로 주거·상업용 건물 환경에서 효율적인 수요 반응(DR)을 수행하기 위해 국내 주거 환경에 맞는 에너지 관리 모델을 구축한다. 더불어 공동주택 내 에너지관리에이전트(EMA)를 정의하고 이를 활용한 에너지 관리 시스템 아키텍처를 제시해 다수의 EMA 간 통신을 위한 계층적·복합적 형태의 모델을 찾는다.

재생에너지의 에너지 효율을 높인다

스마트 그리드 에너지 관리 시스템은 다양한 주거 환경과 빌딩 등 스마트 홈 환경에서 지능형 에너지 IoT 기술을 활용해 국민들은 자신의 삶의 질을 높이면서도 에너지 수급 상



스마트 홈, 아파트, 빌딩, 공장, 스마트 시티 등 전반에 펼쳐진 스마트 그리드 에너지 관리 시스템



다양한 주거 환경과 빌딩 등 스마트 홈 환경에서 수요반응을 위한 에너지관리 에이전트 모델

황에 따른 절약을 실행할 수 있다. 이러한 스마트 그리드 에너지 관리 시스템과 연계해 국민 수요반응 솔루션 기술 기준으로 활용할 경우 전 세계 최초의 국민 참여형 수요반응 서비스를 누릴 수 있다. 특히 사업화로 이어진다면 태양광 등 신재생에너지와 같은 가변성 및 불확정성 문제를 해결하고 재생에너지의 에너지 효율을 획기적으로 높일 수 있다. 이를 위해 현재 주거·상업용 건물 환경에서 효율적인 DR 수행을 위해 국내 주거 환경에 적합한 에너지 관리 모델을 토대로 앞으로 사용자 환경에 맞게 삶의 질을 극대화하면서도 에너지 수급 상황에 따라 스스로 동작할 수 있는 AI 기반 에너지 관리 에이전트의 기능 규정과 참조 인터페이스, 그리고 상호접속 프로토콜의 국제표준을 추진할 계획이다. 또한 5세대(5G) 클라우드 컴퓨팅 환경에서 보다 효율적으로 서비스 제공이 가능하도록 에지 컴퓨팅 지원형 에너지 관리 에이전트의 기능 규정과 참조 인터페이스의 국제표준화도 이어 나갈 방침이다.



개교 100주년을 향하는 공대 교육 메카 한양대학교

실용적인 기술 교육을 목표로 1939년 개교한 한양대는 공대 분야에서 높은 경쟁력을 확보하고 있다. 미래 첨단 기술 세계에서 기술 교육의 실용적 정신을 바탕으로 국제표준 개발을 추진하며 세계 일류의 글로벌 과학 기술 리더 양성을 추구하고 있다. 또한 개발된 기술을 산업화하기 위해 글로벌기업센터와 산업체, 연구소, 대학의 공동 협력 사업 추진 및 지원 업무를 수행할 목적으로 산학연디지털파크를 운영하고 있다.

또한 한양대는 서울캠퍼스에 인공지능대학원, ERICA캠퍼스에 AI융합연구센터를 운영하며 AI 인재 양성에 힘쓰고 있다. 올해부터는 KT와 협약해 전일제 석사과정 계약학 과인 AI응용학과를 신설, AI 전문가 양성을 도모하고 있다. 또한 4월에는 SK하이닉스와 반도체공학과 설립 및 운영을 위한 MOU를 체결, 2023년 반도체공학과를 설립할 예정이다. 10월에는 한양스마트반도체연구원(HY-ISS)을 설립해 반도체 분야의 체계적 연구를 진행하고 해당 분야 우수 인재를 양성하는 데 노력하고 있다. 이렇듯 올해 개교 83주년을 맞은 한양대는 개교 100주년을 향해 나아가며 세상에 기여하는 대학으로서 변화와 발전을 거듭하고 있다.



(앞줄 왼쪽부터) 정명현 연구원, 박준영 연구원, 최진국 연구원, 강수원 대표, 정두영 매니저, 원유준 연구원, 주지은 매니저
(뒷줄 왼쪽부터) 유재형 연구원, 권선영 연구원, 박진배 연구원, 김명준 매니저, 최은주 매니저

차량용 반도체 수급난, 국산화 기회의 장(場)을 열다

자율주행차나 전기자동차 등 자동차 업계의 변화에 맞춰 필요 사항도 바뀌는 추세다. 낮은 전력 소모, 사고 시 차량 책임 비중이 늘면서 더 많은 센서가 필요하고 고속 데이터 전송은 물론 데이터 연결성의 중요도도 강화되고 있다. 이에 국내 차량용 반도체 팹리스 기업인 VSI(씨)가 미래 자율주행차의 핵심 기술인 첨단운전자보조시스템(ADAS) 및 카메라와 인포테인먼트 시장을 겨냥한 초고속 인터페이스 IP 개발에 성공, 전량 수입하고 있는 고속 링크 반도체의 국산화에 큰 역할을 할 것으로 전망된다.

🔍 조병진 📷 서범세

2014년 6월 설립, 세계 최고 차량용 반도체 기업 목표

VSI는 2014년 6월 미국 실리콘밸리 출신의 강수원 대표가 최지용·이민재 교수와 함께 미래 자동차에 필수인 링크 솔루션 반도체를 개발하기 위해 설립했다.

차량용 고속 통신 반도체를 설계하는 국내 토종

팹리스 업체 VSI는 자율주행 및 전기자동차에서 발생하는 대량의 데이터를 고속 전송하는 솔루션을 제공하고 있으며, VSI의 반도체 칩은 차량용 애플리케이션에 최적화된 설계 및 성능을 통해 자동차 업계에 원가 절감이 가능한 솔루션을 제공하고 있다.

약 30명의 직원 가운데 80% 이상이 연구원으로

구성된 VSI는 반도체 기술 집약 스타트업으로 120억 원의 투자를 유치했으며, 국내외 OEM 업체를 비롯해 티어(Tier) 1, 2가 고객사다.

주요 성과로는 올해 2월 독일 OEM 업체 B사와 카메라 링크 솔루션 공급 계약을 완료했으며, 5월에는 세계 최초 ASA(오토모티브 고속센서링크 얼라이언스) 표준 8Gbps급 카메라 링크 칩(Serializer·Deserializer_제품명 VS775) 샘플을 출시해 주목을 받았다. 또한 국내 글로벌 티어 1들과 ADAS용 카메라 링크 솔루션 공급 계약을 진행하는 등 명실상부한 국내 최고의 차량용 반도체 팹리스 기업을 향한 연구개발에 박차를 가하고 있다.

강 대표는 “산업통상자원부의 ‘2020년도 미래 성장동력’은 국내 차세대 산업 창출과 생태계 조성을 위해 창의산업, 시스템산업, 소재부품산업 분야의

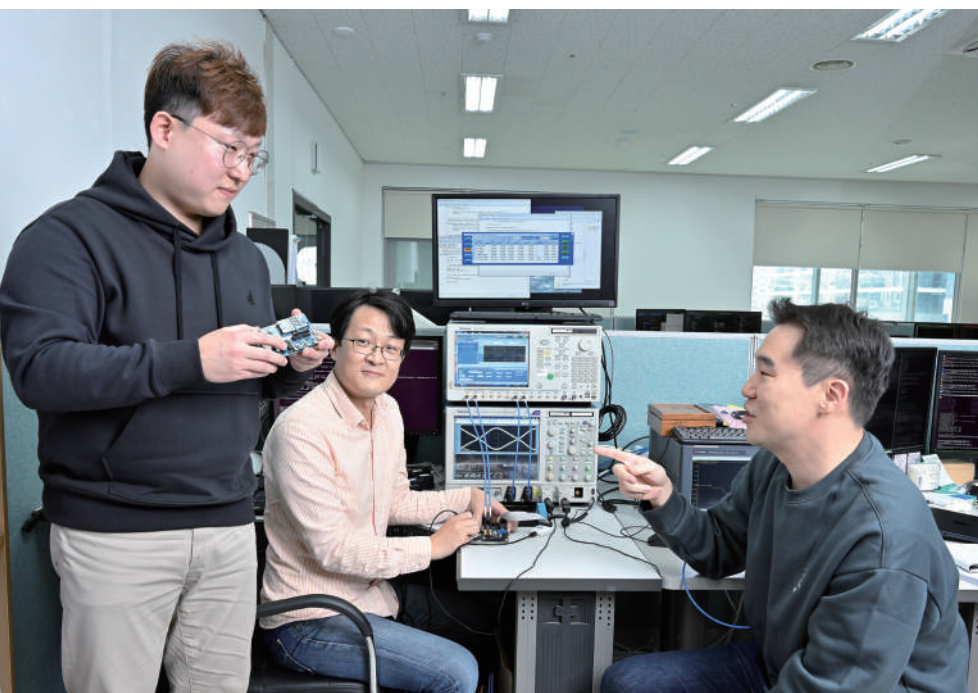
핵심 기술 개발을 지원하는 사업으로 반도체 분야는 소재부품, 시스템반도체, 차세대 지능형반도체 등 3개 세부 분야로 나뉜다. 이 가운데 VSI는 시스템반도체 핵심 IP 개발 사업의 주관기관으로 선정됐다”면서 “이는 VSI의 자율주행차용 초고속 링크에 대한 원천 기술의 우수성을 인정받은 것이며, 앞으로 ASA 표준에 맞는 IP를 조기 공급해 세계 최고의 차량용 반도체 기업으로 도약하는 계기가 될 것”이라고 밝혔다.

고속 링크 차량용 반도체 국산화 성공, 수입대체 효과 기대

현재 VSI가 주관기관으로 수행하고 있는 ‘차량 AVN을 위한 초고속 인터페이스 IP 개발’은 자율주행차 환경에서 요구되는 대용량, 고속 실시간 데이터 전송 조건을 만족시키며 안정적으로 전송할 수 있는 고속 링크 반도체를 개발해 국산화하는 것을 목표로 하고 있다.

이와 관련해 강 대표는 “자율주행차 및 ADAS에서는 다수의 고해상도 카메라나 레이다, 라이다가 사용됨에 따라 대용량의 데이터가 고속으로 전송되어야 한다. 여기에 사용되는 고속 링크를 SerDes (Serializer·Deserializer)라고 하며, SerDes는 차량 내에서 직렬·병렬로 구성돼 있는 네트워크 간의 데이터를 변환해 고속으로 전송하도록 연결해주는 역할을 한다. 즉, 차량 센서(카메라, 레이다, 라이다)에서 발생하는 데이터를 고속 데이터 링크를 통해 직렬·병렬로 변환한 후 ECU(자동차 전자제어장치) 및 디스플레이에 전송해준다”며 “하지만 차량용 SerDes 반도체는 현재 해외에서 전량 수입하고 있다. 이런 상황에 VSI가 새로운 표준을 바탕으로 개발을 진행해 차량용 SerDes 반도체의 공급 이슈를 해결하고, 국산화를 통해 수입 의존도를 낮춰 국내 자동차산업의 경쟁력 향상에 기여할 것으로 예상된다”고 말했다.

차량 AVN을 위한 초고속 인터페이스 IP 개발



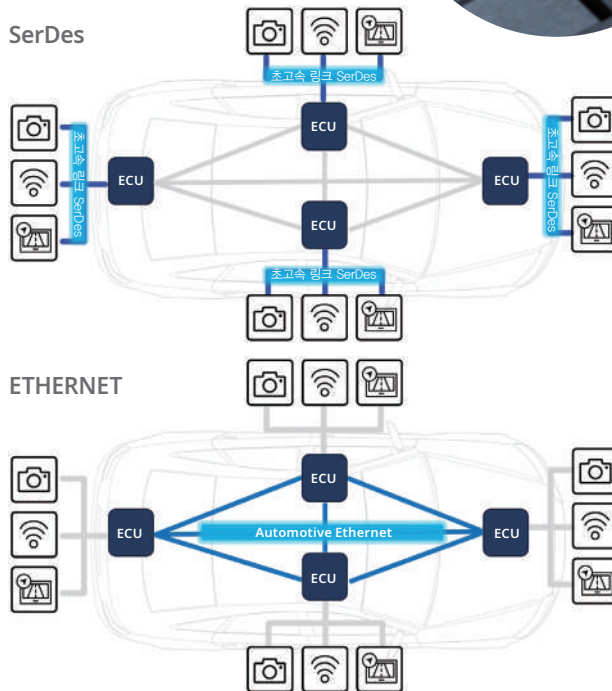
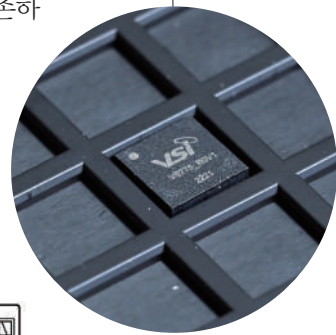
또한 그는 “당사가 개발을 진행 중인 제품의 경우 최대 16Gbps 속도로 데이터 전송이 가능하며 전력 소모를 최소화할 수 있는 기술을 적용, 경쟁 제품보다 우수한 성능을 확보했다. 아울러 데이터 전송 시 발생할지도 모를 에러를 복구해 안정적으로 데이터 전송이 가능할 뿐만 아니라 표준화된 ASA 스펙 기반의 기술을 적용함으로써 자율주행 시스템을 비롯한 미래의 자동차 설계를 지원하는 데 필요한 제품의 확장성·유연성을 제공할 것”이라고 덧붙였다. 특히 강 대표는 “기술의 가장 큰 특징은 시분할 다중화(TDD) 방식을 통한 저전력 설계”라며 “기존의 SerDes는 주파수 분할 다중화(FDD) 기술을 사용해 다운스트림과 업스트림을 전송했는데, 이 경우 데이터 송수신이 동시에 발생해 신호 중첩이 나타나고 이를 해결하기 위해선 필터와 에코 제거 기술이 추가적으로 필요해 개발 비용이 늘어났다. 또 다운스트림과 업스트림이 항상 활성화 상태여서 전력 소모량이 늘어난다는 단점도 있다”며 “반면 VSI는 주파수 분할이 아닌 TDD 기술을 사용해 다운스트림과 업스트림 전송 시 데이터 송수신이 동시에 발생하지 않아 신호의 중첩을 제거했다. 이에 따라 데이터 간섭을 방지하기 위한 필터와 에코 제거가 필요하지 않게 돼 개발 비용을 낮추는 효과가 있다. 또한 다운스트림과 업스트림이 동시에 활성화되지 않으므로 전력 소모량을 줄이는 장점도 있다”고 강조했다.

해외 기업 러브콜 상용화 청신호, 차량용 이더넷 제품도 개발

한편, 다른 연구 분야 기술 및 성과와 관련해 VSI는 SerDes와 병행해 차량용 이더넷 제품을 개발 중이다. 이는 기존 버스형 네트워크의 최대 속도인 10Mbps를 100Mbps로 높이는 기술로, 또 다른 국책 과제를 통해 성공적으로 수행한 것은 물론이고 본 과제의 결과물로 세계적인 티어 1인 독일 B사에 차량용 이더넷 개발 플랫폼을 판매하는 성과를 창출했다.

향후 상용화 계획 및 전망에 대해 강 대표는 “SerDes는 데이터 전송뿐만 아니라 비디오 스트리밍, 화상 회의, 게임, 소셜미디어 등 다양한 활동을 차량 내에서 수행할 수 있는 인포테인먼트 분야를 비롯해 최근 GPS 기술의 결합으로 위치정보, 금융서비스, 쇼핑 등과 같은 무선통신 서비스를 사용할 수 있는 텔레매틱스 분야에서도 데이터 고속 전송 기술이 요구되면서 다양한 분야에 적용이 가능하다. 또한 개발된 SerDes 핵심기술은 차량용 이더넷에도 적용이 가능해 상용화할 경우 매우 긍정적인 효과를 가져올 것으로 전망된다”면서 “무엇보다 국내외 OEM 및 티어 1, 2 기업과의 협업으로 실제 차량 시스템에서 제품 성능을 검증해 우수성을 확인했다. 이를 바탕으로 현재 전량 수입에 의존하는 차량용 고속 데이터 전송 링크 시장에서 대체 가능한 국산화 제품을 공급하는 데 주력할 방침”이라고 밝혔다.

VSI(주)의 차량용 고속 통신 반도체 칩은 차량용 애플리케이션에 최적화된 설계 및 성능을 통해 자동차 업계 원가 절감이 가능한 솔루션을 제공한다.



VSI(주)는 Edge센서를 위한 고속 링크 SerDes와 데이터 백본을 위한 이더넷 등 차량 내 네트워크 반도체 사업에 글로벌한 강점을 지니고 있다.

회사 보유 기술의 우수성을 인정받는 게 중요하다 -국책과제 통해 산학 연계 개발 경험 및 성과 등 축적 기회 잡아야

R&D INTERVIEW

강수원 VSI(주) 대표이사

■ VSI의 R&D 전략과 역량은 무엇인가?

안정적·효율적으로 고속 데이터를 전송할 수 있는 차량용 초고속 데이터 전송 네트워크를 구현해 국내외 OEM 및 티어 1, 2 기업과 실제 차량 시스템에서 제품 성능을 검증함으로써 해외 기업에 의존하는 차량용 고속 데이터 전송 링크 시장에서 대체 가능한 국산화 제품을 공급하고자 한다. 당사의 제품은 아날로그 회로, 디지털 회로 및 시스템 기술이 유기적으로 결합된 것으로 세 가지 영역의 상호 보완 및 협력을 통해 최상의 성능을 내도록 설계됐다. 또한 ASA 국제 표준화 회의 및 IEEE 802.3 회의에 적극 참여해 당사 기술을 표준에 결합하고 파트너십을 강화하고 있다. 특히 ASA 표준화 회의에는 가장 많은 당사 인력이 참여하고 있으며, 이를 통해 전 세계 OEM 및 티어 1과 적극 교류하고 있다.

■ 국내 팹리스 기업의 발전을 위한 전략과 대책 등이 있다면 무엇인가?

국내 팹리스 기업의 경우 우수한 기술을 보유하고 있으면서도 실제로 기술을 널리 알리고 협업할 수 있는 기회가 많이 부족하다. 우수한 기술을 소개할 수 있는 다양한 전시회 및 세미나에 참여, 국내외 기업 및 기관과의 콘택트를 통해 회사가 보유하고 있는 기술의 우수성을 인정받는 것이 중요하다고 생각한다. 또한 현재 참여하고 있는 '차량 AVN을 위한 초고속 인터페이스 IP 개발'과 같은 국책과제를 통해 산학과의 연계 개발 경험 및 성과 등을 축적하는 것도 회사의 활동 반경을 넓히고 발전할 수 있는 좋은 기회가 되리라 확신한다.



■ VSI의 기술이 경제적·사회적 가치 형성에 어떤 기여를 하고 있다고 생각하는가?

우선 기술적 측면에서는 16Gbps 실시간 데이터 고속 전송에 최적화된 지연이 거의 없는 안정적인 환경을 제공하고 있으며, TDD 기술에 의한 저전력 소모라는 이점을 갖고 있다. 경제적 측면에서는 제품 구조 단순화에 의한 원가 절감 및 공급망 관리의 용이성을 들 수 있으며, 산업적 측면의 경우 표준화를 통한 OEM의 유연성 증가와 멀티벤더 및 공급망 관리 능력 확보라는 구도를 형성했다. 하지만 무엇보다 자동차산업의 원가 절감을 실현해 준다는 점에서 그 가치가 높다.

■ 앞으로의 계획 및 목표는?

VSI는 현재 유럽 내 OEM 업체와 프로젝트를 진행 중이며, 지속적으로 관계를 강화하고 있다. 올해 말 유럽 OEM 공급을 필두로 해외에서 활동 중인 ASA 회원사 공급망을 이용해 북미 등 글로벌 시장으로 지역을 확대하는 한편, OEM부터 티어 1, 2까지 고객 범위를 확장할 것으로 기대하고 있다. 아울러 국내 글로벌 티어 1, 2 및 카메라 모듈 업체부터 제어기 업체까지 다양한 분야의 고객들과 프로젝트를 진행하거나 관계 강화를 위해 노력하고 있다. 또한 글로벌 OEM 공급 실적을 바탕으로 국내 시장에도 공급망을 빠르게 확장시켜 나갈 계획이다.

디지털 자산을 지키는 혁신적 기술, 섭테크(Suptech)

디지털 금융이 확산되고 다양화함에 따라 보안과 규제의 필요성이 강조되고 있다. 섭테크는 인공지능(AI), 빅데이터, 음성인식(STT) 등 최신 기술을 활용한 관리·감독 시스템으로 안전한 디지털 금융 보안의 대안으로 주목받고 있다.

✍ 정혜영 [MONEY 기자], 이인혁 [한국경제신문 기자]



코로나 시대 주목받는 셉테크, 자문 영역에서도 활용

코로나 팬데믹 상황 속에서 최신 기술을 활용한 금융감독 업무를 뜻하는 '셉테크(Supervision+Technology)'가 세계적으로 주목받고 있다. 사회적 거리 두기로 당국의 현장 검사가 크게 위축됐기 때문이다. 금융사기 분석뿐만 아니라 자문 목적으로 셉테크가 이용되는 빈도도 점점 늘고 있다.

셉테크에는 주로 AI, 빅데이터, 음성인식 기술 등을 활용한다. 가령 과거에는 금융사의 불완전 판매 사고가 터졌을 때 감독당국 직원들은 텔레마케터가 상품 판매 과정에서 중요 사항을 제대로 안내하지 않았는지 녹취록을 일일이 들여다봐야 했다. 하지만 셉테크를 활용하면 시가 수천~수만 건의 녹취록을 빠르고 정확하게 알아낼 수 있다.

금융사가 제출한 업무보고서 등의 적정성을 판단할 때도 셉테크가 유용하게 이용될 수 있다. 필수 사항이 누락됐는지 여부를 신속하게 가려내 주면 금융사 입장에서도 심사 지연 등으로 인한 불편을 겪지 않아도 된다. 인터넷을 활용한 불법 광고를 모니터링하는 데도 셉테크가 적절하게 활용된다.

금융감독 사각지대 해소 효과도 기대할 수 있다. 한국핀테크산업협회 자료에 따르면 셉테크를 활용하면 사람의 눈에는 보이지 않는 개체 간의 관계를 보다 정교하게 평가할 수 있다. 금융사를 동류 집단으로 묶어 유사한 위험 측면을 보유한 기업에 일관된 감독 체계를 구축할 수도 있다. 검사 프로세스 자동화를 추진해 감독 인력을 더 중요한 곳에 쓰는 등 인력 재배치도 가능하다.

코로나로 인해 대면 검사가 어려워져 디지털 금융감독의 중요성이 더 커졌다는 평가다. 소비자가 모바일 플랫폼에서 상품 가입을 하고 챗봇을 활용한 금융 상담이 증가하는 등 금융산업의 주무대가 오프라인에서 온라인으로 빠르게 이동하고 있는 점도 셉테크의 활용 범위를 더 넓히고 있다.

시간이 지날수록 기술이 더욱 고도화되고 있는 점도 셉테크 활성화 요인으로 작용하고 있다. 국제결제은행(BIS)에 따르면 셉테크 관련 데이터 분석 도구 수는 2019년 10여 개에서 2021년에는 70여 개로 급증했다.

분석 틀이 많아지면서 최근 들어 셉테크가 보고 및 사기 분석 과정뿐만 아니라 자문 영역에서도 활발히 사용되고 있다는 평가다. 신용과 시장, 유동성 등 관련 위험 평가와 금융사의 자본 적정성, 지배구조 등





AI

AI의 머신러닝 기능 등을 이용하면 증권사 및 운용사의 위법 행위 적발, 자금 세탁 가능성까지 감시할 수 있다.

이슈를 파악하는 과정에서도 셉테크의 도움을 받고 있다는 얘기가.

한국핀테크산업협회는 “자연어 처리 도구는 감독자들이 방대한 문서로부터 기업 지배구조 위험을 정확히 파악하는 데 도움이 된다”며 “위험 식별 도구는 과소 총당될 수 있는 잠재적 신용 공여를 발견하기 위해 사용되고 있다”고 분석했다.

디지털 자산 시장 성장과 보안 중요성

블록체인 기술력을 바탕으로 비트코인이 처음 탄생한 이래 화폐, 음원, 그림, 건물, 증권 등 현존하는 거의 모든 자산이 디지털 형태로 그 가치를 높여가고 있다. 2018년부터 주목받기 시작한 디파이(DeFi), 2021년 세상에 나온 대체불가토큰(NFT)에 이르기까지 디지털 자산 시장은 계속 성장 중이다. 증권형 토큰(STO), 디지털 수익증권(DABS) 등 블록체인을 기반으로 한 혁신적이고 실행력을 갖춘 아이디어 역시 꾸준히 등장하고 있다.

2022년 3월 기준 글로벌 디지털 자산 시장의 시가총액은 1조8020억 달러(약 2341조6990억 원)에 달한다. 문제는 디지털 자산 시장이 커지는 속도나 규모에 비해 그에 따른 관리·감독 수준이 미비하다는 점이다. 이에 셉테크가 세계적으로 주목받고 있다.

셉테크의 부상, 금융감독의 질을 높인다

셉테크에는 주로 AI, 빅데이터, 음성인식 기술 등이 활용된다. 가령 은행 IT 시스템으로부터 가져온 데이터와 메신저 봇(Messenger Bot, 챗봇)을 통해 모은 데이터 등을 빅데이터로 만든 다음 AI를 이용한 데이터 분석을 통해 고객 자산 관리에 다시 활용하는 식이다.

금융사의 불안전 판매 사고가 터졌을 때 녹취록을 빠르고 정확하게 알아낼 수 있다거나, 금융사가 제출한 업무보고서 등의 적정성을 판단할 때도 셉테크를 유용하게 이용할 수 있다.

셉테크가 부각되고 있는 이유는 크게 두 가지다.

첫째는 기술적 요인이다. 금융의 디지털화로 금융 거래 속도는 현저히 빨라졌다. 문제는 기존 아날로그 형태의 금융감독 시스템으로는 적시에 대응하는 게 어렵다는 점이다. 예컨대 금융 거래 속도가 빨라져 단 위시간당 거래가 이전보다 10배 이상으로 늘면 아날로그 방법으로는 충분히 방어할 수가 없다. 이에 자동화된 IT·디지털 기술인 셉테크가 충분한 해결책이 될 수 있다고 보는 것이다.

둘째는 감독 비용, 즉 가성비의 문제다. 현재 금융권은 은행계좌와 신용카드 이용내역 등 금융 데이터의 주인을 금융사가 아니라 개인으로



정의하는 개념인 '마이데이터' 경쟁이 치열하다. 이로 인해 다양한 개인 맞춤형·융합형 금융 상품이 쏟아져 나올 것으로 예상되는 가운데 이를 감시·감독할 서비스의 필요성이 제기됐다.

금융감독원은 설피테크의 분석 결과를 토대로 기계가 감별해낼 수 없는 판단 영역에 집중한다면 전체적인 금융감독 수준을 한 단계 업그레이드할 수 있을 것이라는 기대를 내비쳤다.

국내외 설피테크 활용 현황은?

미국과 영국에서도 설피테크의 관심은 뜨겁다. 미국 증권거래위원회(SEC)는 AI의 머신러닝(Machine Learning, 기계학습) 기능 등을 이용해 증권사 및 운용사의 위법 행위 적발 비율을 높였고, 영국 금융감독청(FCA)은 머신러닝을 이용해 투자자문사의 금융 상품 불완전 판매(Misselling) 가능성까지 예측하고 있다.

아시아의 금융 허브라고 하는 싱가포르 통화청(MAS)도 설피테크에 적극적이다. 자연어 처리와 머신러닝을 활용해 자금 세탁 및 테러 자금

연계 가능성이 높은 거래의 감시 기능 분야까지 활용하고 있다.

우리나라도 최근 금융감독원이 AI를 활용한 감독과 검사 업무를 적극 추진하면서 설피테크에 대한 관심이 커지고 있다. 국내에 도입된 설피테크 서비스는 미국, 영국 등에서도 활발한 투자·운용 분야다. 지금은 사모펀드 심사 때 제출한 보고서를 AI를 활용해 1차 검토하는 식으로 약관 심사 업무의 속도와 효율성을 높이고 있다.

향후에는 민원이 가장 많은 보험 분야에 활용해 텔레마케팅의 불완전 판매 식별 시스템, 대부업 상시 감시 시스템, 인터넷 불법 금융 광고 감시 시스템 구축, 보이스 피싱 적출 등으로 확대할 전망이다.

설피테크와 레그테크의 상호 보완

설피테크의 국내 안착과 관련해 몇 가지 보완이 필요하다. 이는 곧 AI의 한계로 지적되는 부분과 일맥상통한다.

첫째, 정보 및 데이터를 처리할 때의 불투명성이다. 데이터 처리 과정에서 해당 기술인 AI의 특성상 어떻게 작동하는지 명확히 알 수 없고, 머



SHIFT


[PRODUCTS](#)
[SOLUTIONS](#)
[COMPANY](#)
[RESOURCES](#)
[Request Demo](#)

EN
🔍

Decisions Made Better

Each day, insurers make millions of decisions that impact their customers. Shift enables insurers to automate and optimize decision making with solutions that combine artificial intelligence with deep insurance expertise to deliver better outcomes for all.

[Start a conversation >](#)



프랑스의 보험 스타트업 시프트테크놀로지는 보험 사기 적발에 레그테크 시스템인 '포스'를 활용하고 있다. 7500만 건의 청구 중 75%의 확률로 보험 사기를 밝혀냈다.

신러닝 과정에서도 정보 처리량이 제한적이라는 문제점이 있다.

둘째, 개인정보 보호 문제다. 정보 수집 과정에서 개인정보 보호에 법적 문제가 발생할 가능성이 있으며, 또한 셉테크를 운영하는 과정에서 이를 처리하는 기업에 정보 및 데이터가 노출될 우려가 있다는 점이다.

셋째, 해킹 등 사이버 리스크 증가로 시스템 조작과 삭제, 네트워크 붕괴 등의 우려가 존재한다. 마지막으로는 인력 문제다. 셉테크 담당 인력은 감독 기능은 물론 데이터와 컴퓨터공학에 대한 이해를 갖추고 있어야 하는데, 실질적으로 이런 인력을 구하기가 쉽지 않다.

위에서 언급한 내용은 셉테크의 한계를 지적하거나 기술 자체를 부정하고자 함이 아니다. 다만 디지털 금융시장에 대해 직시할 필요가 있다. 디지털 금융의 진화로 디지털 자산은 더욱 복잡하고 다양해지고 있다.

마이에이터 시대가 본격화되고 개인정보 보호와 금융 보안 요구가 커지는 만큼 그에 따른 시스템 고도화도 반드시 이행돼야 한다.

셉테크의 문제점을 보완하고 효율성을 더하기 위해 전문가들이 내놓은 방법이 바로 '레그테크(RegTech)'다. 셉테크가 감독당국이 행하는 사후감독이라면, 레그테크는 민간 업체가 하는 사전 준비 여부 체크 정도로 이해하면 쉽다. 레그테크가 원하는 방향으로 잘 이뤄진다면 셉테크의 가성비와 효율성을 높일 수 있는 것은 물론, 민간 업체와의 업무 협력까지 자연스럽게 이뤄져 필요한 기술과 시스템은 물론 인력 확보 등에도 도움을 받을 수 있을 것으로 예상된다.

금융 디지털화가 가속화될수록 셉테크와 레그테크의 긍정적 효과는 명확하다. 금융사의 규제 준수 비용과 위반 리스크를 줄이고, 금융 소비자를 사기와 해킹으로부터 보호할 수 있기 때문이다. 그뿐만 아니라 규제 디지털화를 통한 데이터베이스 구축으로 규제 가이드 개선 등 효율적인 금융감독에도 도움을 줄 수 있다.

현재는 셉테크와 레그테크 모두 초기여서 금융감독의 효율화를 돕는 보조적 역할에 그치지만, 금융의 디지털화가 빨라지고 보안의 중요성이 커질수록 중추적인 역할을 할 것으로 기대된다.

쿠키 허용, 사이버 미행 허가증이었나

수백조원 규모의 인터넷 광고산업 뒷이야기를 담은 제임스 불의 2020년 책 '21세기 권력'을 통해 인터넷 공간에서 사람들의 뒤를 쫓는 '타사 쿠키', 온오프라인에서 개인정보를 긁어모으는 '데이터 브로커'를 살펴본다.

더불어 '맞춤형 광고' 명목으로 개인정보를 사교팔아 있던 개인정보 유출 사고에 경각심이 높아지는 상황에서 개인정보에 덜 의존하는 새로운 광고 시대는 가능한지 조명한다.

✍ 임근호 [한국경제신문 문화부 기자]



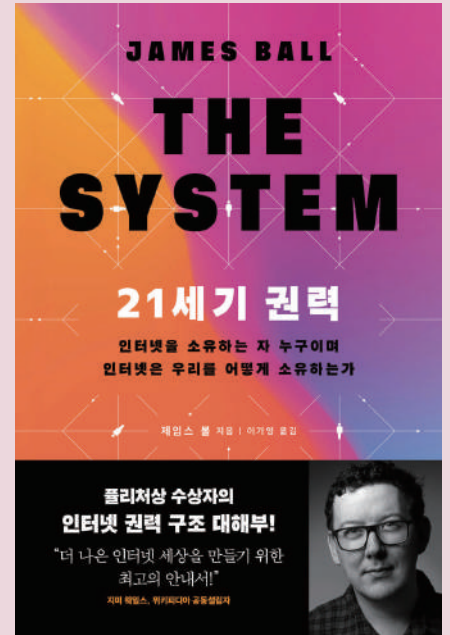
❖ 인터넷 광고산업에 대한 내밀한 이야기

당신이 어떤 사람인지 인터넷 광고업자는 알고 있다. 당신이 보는 컴퓨터나 스마트폰 화면에 맞춤형 광고를 띄울 수 있는 이유다. 별일 아니라고 생각할 수 있다. 한국이라면 이미 개인정보가 다 털려 매일 스팸 문자와 전화에 시달리고 있으니 말이다.

그런데 인터넷 광고는 더 체계적이다. 당신에 대해 더 많은 것을 알고 있다. 시장 규모는 세계적으로 수백조 원에 이른다. 구글, 메타(구 페이스북), 아마존 등 알 만한 기업이 주요 플레이어다. 스팸과는 비교가 되지 않을 만큼 엄청난 판돈이 걸린 시장이란 얘기다.

영국 저널리스트 제임스 볼의 '21세기 권력'(The System : Who Owns the Internet, and How It Owns Us)은 이런 인터넷 광고산업에 대한 내밀한 이야기를 담았다.

그는 가디언 탐사보도팀에서 일하며 풀리처상을 받기도 한 실력 있는 작가다. 책은 인터넷 광고뿐만 아니라 인터넷이 실제로 어떻게 운영되고 작동하는지에 대해 사람들이 잘 모르는 이야기를 들려준다.

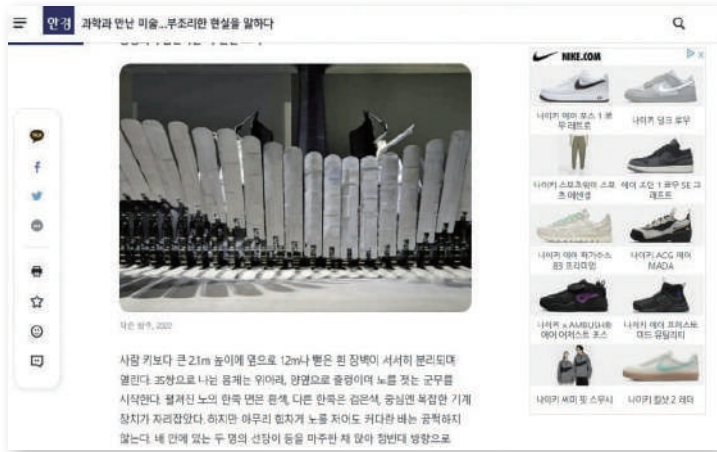


❖ 인터넷 세상에서 사람들은 추적당하고 있다

인터넷 광고의 핵심은 '타사 쿠키(Third-party Cookie)'에 있다. 쿠키는 웹사이트에 접속할 때 사용자의 컴퓨터에 만들어지는 작은 텍스트 파일이다. 원래는 사이트 접속자를 식별하기 위한 용도였다. 인터넷 프로토콜인 'http'에는 정보를 저장하는 기능이 없다. 접속자를 기억하지 못한다는 뜻이다. 그래서 1994년 한 프로그래머가 쿠키를 발명했다.

쿠키 덕분에 웹사이트는 접속자가 첫 방문자인지 재방문자인지 구별할 수 있다. 로그인을 유지하고, 장바구니에 담은 물건이 사라지지 않는 것도 쿠키 덕분이다. 이렇게 웹사이트 주인이 심어놓은 쿠키를 '자사 쿠키(First-party Cookie)'라고 한다.

웹사이트 주인에게 허락받은 제3자가 사용자의 컴퓨터에 심어놓은 쿠키도 있다. 타사 쿠키다. '추적 쿠키' 혹은 '트래커'라고도 한다. 여러 웹사이트에 뿌려져 사용자의 발자취를 좇는다.



나이키 홈페이지를 방문한 뒤 한국경제신문 기사 옆에 뜨는 나이키 광고

나이키코리아 홈페이지를 예로 들어보자. 20개가 넘는 광고 트래커가 달려 있다. 크리테오, 티즈, 구글 애드워드 컨버전, 구글 다이내믹 리마케팅, Bing 애즈, 더블클릭, 페이스북 커스텀 오디언스, 타블라, 앱 넥서스 같은 이름이 붙은 트래커다. 이들로 인해 이제 당신이 나이키 사이트를 방문했다는 사실은 인터넷 광고 세계에 소문이 다 났다. 그 다음 한국경제신문 사이트를 방문해 기사를 읽어보자. 옆에 나이키 광고가 뜬다. 이를 리타기팅 광고라고 한다.

맞춤형 광고를 해주니 좋은 것 아니냐고 생각할 수 있다. ‘어차피 인터넷에선 모두 익명인데 접속한 사이트가 알려지는 게 뭐가 큰일이냐’고 생각할 수도 있다. 그런데 당신에 대해 알고 싶은 광고업자의 욕망은 거기서 멈추지 않는다.

그들은 당신의 나이, 성별, 사는 곳, 직장, 관심사, 연수입, 구매 이력 등을 알고 있을 가능성이 크다. 어쩌면 이름과 전화번호, 이메일, 혹은 앎고 있는 병까지 알고 있을 수도 있다.

❖ 인터넷 광고 세상
‘개인정보를 사고팝니다’

첫 인터넷 광고는 1994년 등장했다. ‘햇와이어드’라는 온라인 잡지 사이트에 걸린 AT&T의 배너 광고였다. 초창기 온라인 광고는 오프라인 광고와 크게 다르지 않았다. 광고주나 광고대행사가 웹사이트에 광고를 싣고 싶다고 개별적으로 연락했다.

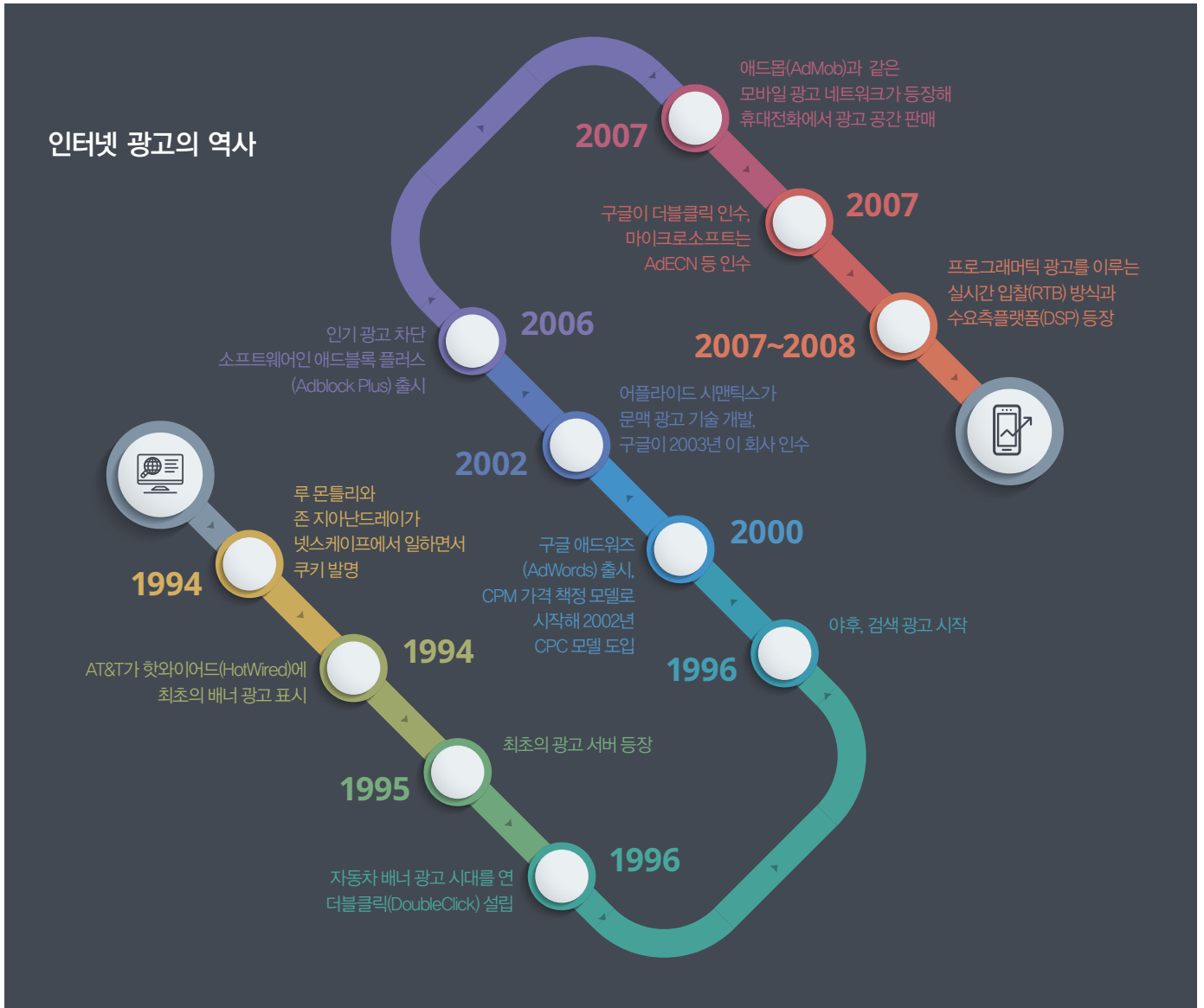
웹사이트가 폭발적으로 늘자 개별 접촉이 힘들어졌다. 이를 중개하는 광고 네트워크(Ad Network)와 광고 서버(Ad Server)가 생겨났고 점점 자동화됐다. 2000년대 중후반엔 광고 효과를 높여준다는 맞춤형 광고가 등장했다. 이후 모두가 인터넷 사용자의 개인정보 수집에 열을 올리기 시작했다.

현재 인터넷 광고업계의 최신 기술은 ‘프로그래머틱 광고(Programmatic Advertising)’다. 누군가 웹사이트에 접속하면 매체를 대변하는 공급자측플랫폼(SSP)과 광고주를 대변하는 수요측플랫폼(DSP)이 광고 거래소(Ad Exchange)에서 만나 입찰을 진행한다. 알고리즘에 의해 자동으로 이뤄지는 실시간 입찰이다.

이때 사이트 접속자가 누구인지 중요하다. 여기에 데이터관리플랫폼(DMP)이 개입한다. 인터넷 사용자의 개인정보를 수집해 ‘유저 프로파일’ 형태로 저장해두고 있다가 접속자가 어떤 사람인지 DSP와 SSP에 알려준다.

데이터 브로커도 활동한다. 온라인과 오프라인을 가리지 않고 사람들의 개인정보를 긁어모아 DMP에 판매한다. 개인정보는 익명화·가명화·암호화 등 비식별화 과정을 거치는데, 정보를 꿰맞추다 보면 아주 높은 정확도로 누가 누구인지 추정할 수 있다. 책은 이렇게 설명한다. “즉, 인터넷에서 링크를 클릭할 때마다 우리의 데이터는 수천 군데로 전달되고, 그 수천 개 기업에서 모두 데이터를 분석해 우리가 누구인지 알아낼 수 있다. 이 모든 과정이 그렇게 짧은 시간 안에 완료된다는 사실이 믿기지 않겠지만, 실제로 일어나는 일이다.”

저자는 클릭을 유도하는 저질 콘텐츠가 판을 치는 것도 프로그래머틱 광고에 일정 부분 책임이 있다고 지적한다. 옛날엔 광고주가 자기네 고객층이 있을 만한 매체를 선별해 광고했다. 지금은 그럴 필요가 없다. 사이트 접속자가 어떤 인물인지 알 수 있다면 매체를 가리지 않고 맞춤형 광고를 띄울 수 있기 때



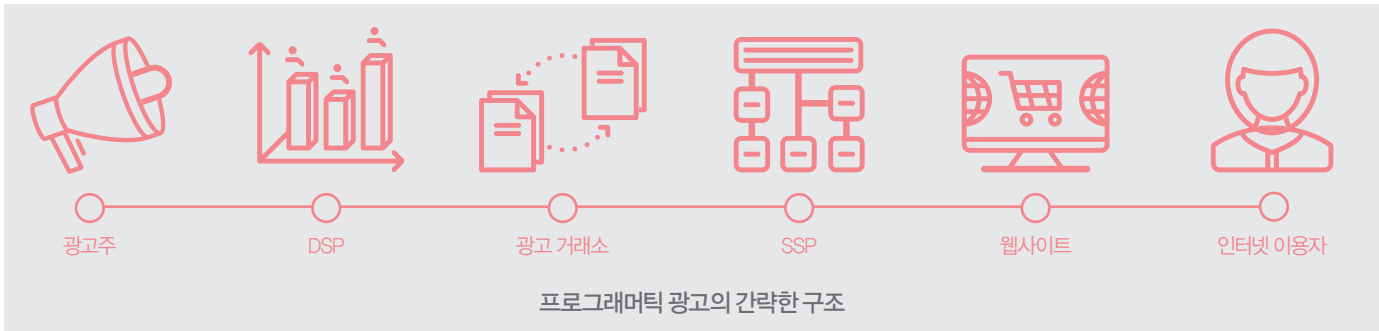
문이다. 클릭을 유도해 10만 명이 웹페이지를 보게 만들었다면, 그중에서 광고주가 원하는 타겟을 발견하는 건 어렵지 않다.

어떻게 해야 할까. 저자는 개인 맞춤형 광고를 없애는 편이 낫다고 말한다. 이런 불쾌한 방식으로 광고하지 않아도 소비자의 눈길을 끌 수 있는 광고 방법은 많다는 것이다. 인터넷 광고를 다룬 책의 챕터는 여기서 끝난다.

❖ 맞춤형 광고에 걸린 제동, 광고업계가 변한다

최근 흐름을 보면, 실제로 인터넷 광고산업은 저자가 말한 방향으로 바뀌어 가고 있다. 개인정보에 과도하게 의존하는 광고는 설 자리를 잃어가고 있다. '페이스북-케임브리지 애널리티카 정보 유출 사건'을 비롯해 인터넷 개인정보와 관련해 각종 사건·사고가 터진 탓이다.

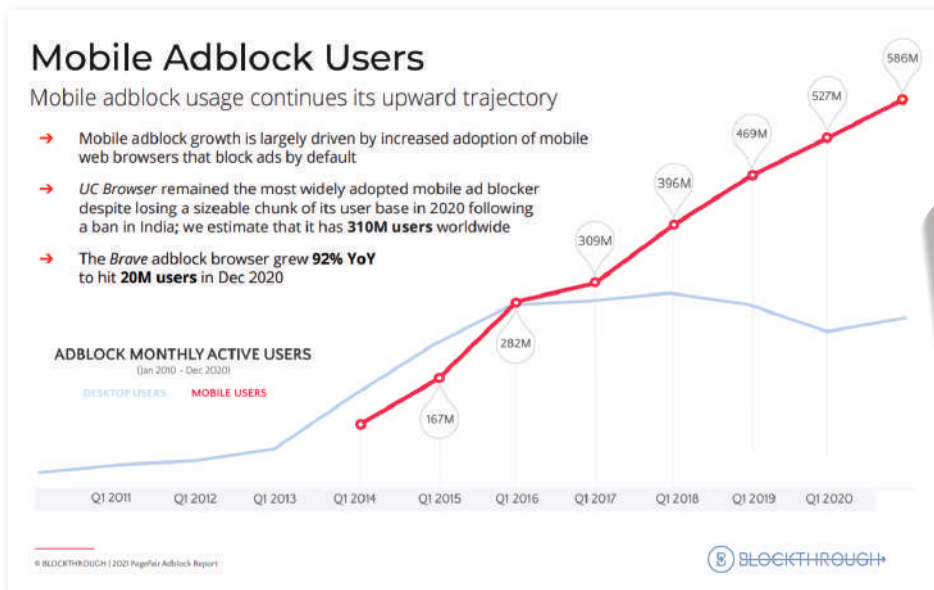
우선 규제가 강화되고 있다. 2018년 시행된 유럽연합(EU)의 '일반데이터보호규정(GDPR)'과 2020년 시행된 미국의 '캘리포니아 소비자



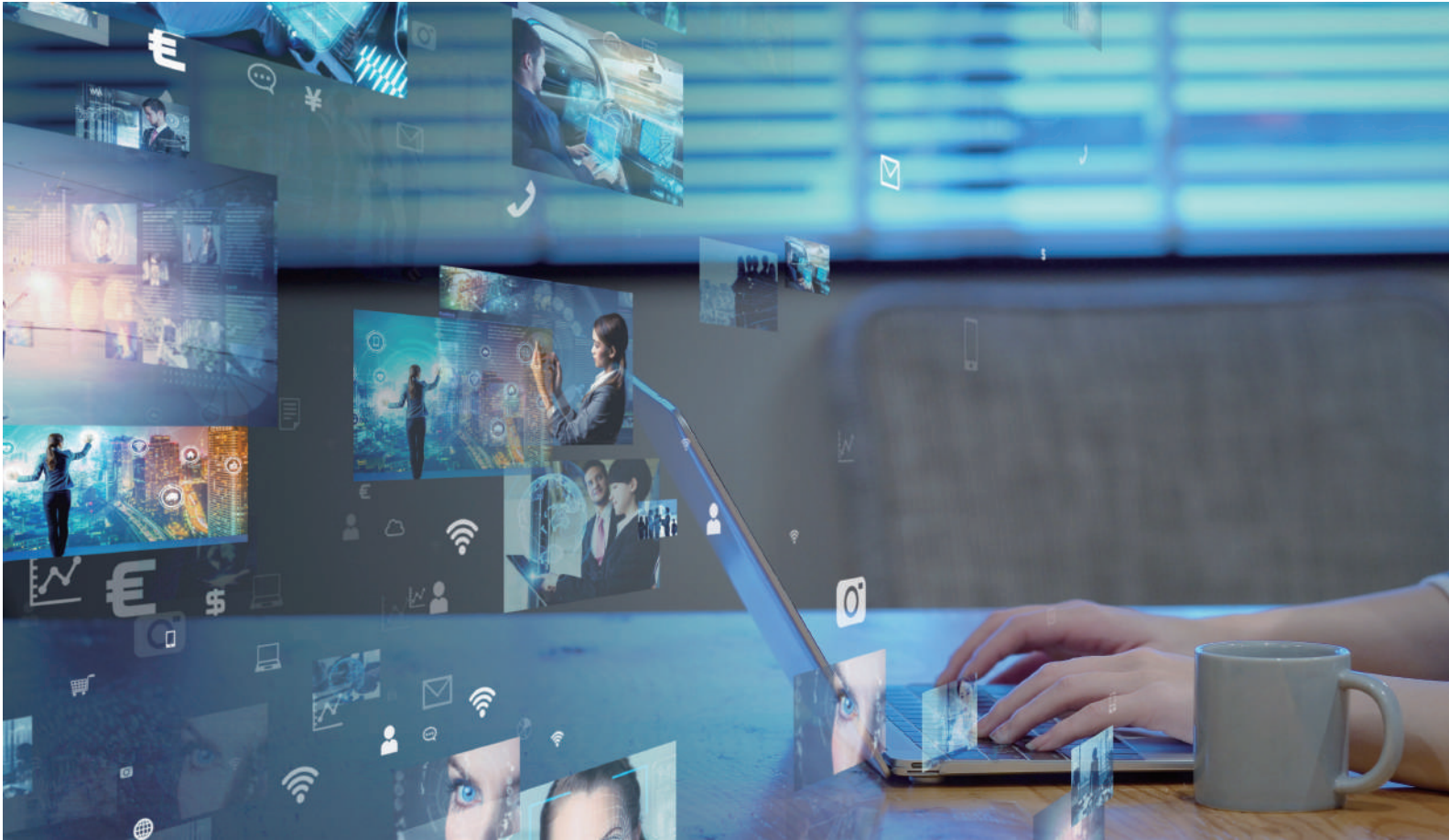
개인정보보호법(CCPA)이 대표적이다. 합법과 불법의 경계선에서 활동하는 데이터 브로커를 관리·감독하기 위한 법도 미국 버몬트주와 캘리포니아주에서 만들어졌다.

인터넷 사용자 입장에서도 타사 쿠키를 막을 수단이 많아졌다. 애드블록과 같은 광고 차단기는 웹페이지에서 광고만 가리는 게 아니라 타사 쿠키를 차단한다. 미국에선 40% 넘는 인터넷 이용자가 광고 차단기를 쓰면서 광고업계에 상당한 위협이 되고 있다. 한국의 광고 차단기 사용률은 약 30%다. 크롬 등 인터넷 브라우저에서 '타사 쿠키 차단' 옵션을 켜는 방법도 생겼다.

무엇보다 인터넷 광고업계에 충격을 준 것은 구글과 애플 등 빅테크의 태도 변화다. 세계 웹 브라우저 점유율 60% 이상을 차지하는 구글 크롬은 2024년 하반기 타사 쿠키 지원을 중단할 계획이다. 애플 사파리와 모질라 파이어폭스는 이미 기본으로 타사 쿠키를 차단하고 있다. 모바일에서도 마찬가지다. 아이폰을 시작으로 모바일 앱이 사용자를 추적하려면 사전 동의를 받아야 하는 방식으로 바뀌면서 개인정보 수집이 어려워지고 있다.



늘어나는 광고 차단기 사용자, 빨간선은 모바일, 파란선은 데스크톱 출처: Blockthrough



앞으로 인터넷 광고는 개인정보에 덜 의존하는 방식으로 이뤄질 전망이다. 자동차 관련 콘텐츠를 보고 있으면 자동차 광고를 띄우는 식이다. 이를 문맥 타기팅 광고라고 한다. 사용자가 입력한 키워드를 기반으로 하는 키워드 광고도 있다.

구글, 애플, 아마존, 메타 등은 타사 쿠키가 사라지더라도 걱정할 필요가 없다. 자체 회원 정보를 들푹 갖고 있기 때문이다. 이런 플랫폼 업체를 ‘벽으로 둘러싸인 정원’이라고 한다. 타사 쿠키 없는 세상에서 독립 광고 업체보다 훨씬 유리해질 수밖에 없다.

한국은 광고 생태계 발달이 늦었다. 네이버 안에서 모든 걸 해결할 수 있었기 때문이다. 모바일 시대가 열린 뒤로는 구글, 메타, 유튜브 등 외국 플랫폼의

사용이 늘면서 한국에도 프로그래머틱 광고 생태계에 속한 애드테크 기업이 생겨나고 있다.

지난해 코스닥에 상장한 와이더플래닛이 대표적이다. 아이지에이웍스도 상장을 준비 중이다. 기존에 국내 증시에 상장한 인터넷 광고 기업이 주로 광고대행사, 미디어렙사, 광고컨설팅사였던 것에 비해 달라진 모습이다. 다만 타사 쿠키 중단 이후 이 업체들이 어떻게 대응할지는 두고 볼 일이다.

광고는 나쁜 게 아니다. 만약 모든 사람이 광고 차단기를 쓴다면 몇 달 내에 인터넷 세상이 붕괴할지 모른다. 웹사이트를 운영할 수익을 얻을 수 없기 때문이다. 광고는 인터넷을 살아있게 만들고 굴러가게 만드는 피나 마찬가지로이다. 이 인터넷 광고산업이 큰 변화를 앞두고 있다. 인터넷 세상도 달라질지 모른다. 사람들이 잘 관심을 갖지 않는 인터넷 세상의 이면에서 어마어마한 일이 벌어지고 있는 것이다.

러시아-우크라이나 전쟁 속 사이버 전쟁의 실상

인간의 다른 행위와 마찬가지로 전쟁 양상 역시 기술의 발전에 따라 진화하고 있다. 특히 근 1년을 끌고 있는 러시아-우크라이나 전쟁은 사이버 전쟁 양상이 이제 확실히 자리를 잡았으며, 그 구체적인 양상과 대응책은 상황에 따라 변한다는 것을 보여주는 좋은 사례다. 한번 자세히 알아보자.

이동훈(과학칼럼니스트)



올 2월 러시아의 우크라이나 전역 침공으로 전쟁의 포문이 열렸다. 러시아군을 실은 장갑차.

2022년 2월 24일, 러시아의 우크라이나 전역 침공으로 러시아-우크라이나 전쟁의 막이 올랐다. 일부 군사 전문가들의 예측과는 달리 이 전쟁이 일주일 만에 러시아의 압승으로 끝나는 일은 벌어지지 않았다. 물론 러시아가 자랑해 오던 사이버 전력도 러시아의 승리에 별다른 도움을 주지 못했다. 러시아는 개전 한참 이전부터 우크라이나를 대상으로 한 사이버 공격을 지속해서 가했지만, 이러한 공격과 물리적 공격을 당한 우크라이나가 단시간에 무릎을 꿇는 일은 일어나지 않았다. 오히려 전황은 러시아 지도자들의 당초 예측을 벗어나 장기화되면서 러시아에 불리하게 전개되고 있다. 이 전쟁에서는 눈여겨봐야 할 부분이 많다. 앞으로 진지하게 생각해야 할 중요한 사이버 전략들이 적나라하게 노출됐기 때문이다. 물리적 공격을 동반한 사이버 공격, 장기적 정보전 활용, 사이버 공격을 예방하기 위한 미국 산업계와 정부 간 협력 등이다. 이는 미래 사이버 전쟁에서 서구 국가들이 장기 방어 전략을 짜는 데 중요하게 생각해야 할 부분들이다.

개전 이전부터 시작된 러시아의 사이버 공격

이 전쟁이 시작되기 수년 전부터 우크라이나는 이미 러시아의 다양한 사이버 공격을 당해왔다. 2015년 12월, 러시아 해커들의 사이버 공격으로 우크라이나 서부 전력 분배망 3곳이 무력화돼 22만5000명이 몇 시간 동안 정전 피해를 봤다. 더욱 놀라웠던 것은 3곳이 모두 불과 30분 이내의 시간차를 두고 무력화됐다는 점이다. 3곳의 전력망은 상호 연결되지 않았으므로 이를 연쇄 오류(Cascading Failure) 실패의 결과로 볼 수는 없다. 이를 실행할 수 있었다는 것은 공격자의 실력이 매우 뛰어나다는 것을 의미한다. 이런 사태를 전혀 예상치 못했던 미국 국토안보부는 자국 전력망의 회복력 증대 방안을 연구하기 시작했다.

이듬해 2016년에도 우크라이나 민간 및 정부기관에 일련의 사이버 공격이 가해졌으며, 그 강도와 빈도도 점점 높아졌다. 특히 키이우 전력망을 대상으로 한 공격은 2015년 공격에 비해 훨씬 정밀한 도구가 사용된 것으로 분석됐다. 2017년 러시아는 우크라이나 세무 소프트웨어에 대해 닷페티야(NotPettya) 공격을 가했다. 그리고 이 공격은 전 세계로 빠르게 확산됐다. 와이어드지 보도에 따르면 덴마크 해운회사 머스크, 제약회사 머크, 물류회사 TNT익스프레스 등도 타격을 입었다고 한다.

우크라이나 전쟁 개전 1시간 전에도 러시아는 우크라이나군 지휘 통제를 돕던 기업 비아셋에 사이버 공격을 가했다. 이로 인해 우크라이나는 물론 다른 유럽 여러 국가의 정보통신망에 상당한 장애가 발생했다. 이러한 일련의 사건들에 비춰 볼 때 러시아의 전면 침공 당시 사이버 공격이 매우 큰 역할을 수행했던 것으로 보인다. 그러나 개전 이후 우크라이나의 주요 인프라에 가한 사이버 공격은 러시아가 원하는 정도의 효과를 발휘하지 못한 채



전선에서의 전투만큼이나 치열한 것이 바로 사이버 세계에서의 전투다.

사이버 괴롭힘 정도의 수준에 그쳤다고 봐야 한다. 2008년 러시아-조지아 전쟁 때의 사이버 공격이나, 2010년 이란 핵 시설 스텝스넷 감염 사건 수준의 타격을 준 사이버 공격은 이번 전쟁에선 없었다. 사이버 공격과 물리적 공격 간의 업무 조정을 하기 어려운 것도 그 원인 중의 하나로 거론된다. '고지의 반대편' '전장의 안개' 같은 말로 설명되듯 실제 군대의 물리적 기동과 전투에는 돌발적인 외부효과가 너무 많기 때문이다. 그리고 수많은 전쟁사에서 볼 수 있듯 적지의 점령은 아군 지상군이 진주해 깃발을 꽂아야 효과적이고 완전하게 이루어지며, 사이버 공격은 그를 돕는 보조 역할만 수행할 뿐이다. 일례로 러시아는 우크라이나 정부와 금융계 웹사이트에 사이버 공격 '폭스블레이드'를 가해 데이터 삭제를 시도했으나 실패하고 말았다. 사이버 공격 개시 수 시간 만에 마이크로소프트(MS)의 위협정보센터에서 이를 저지할 수 있는 코드를 만들어 우크라이나 정부에 제공했기 때문이다. 미국 정부의 사이버 및 신기술 부차문역인 앤 뉴버거는 이 사실을 MS로부터 보고받고, 폭스블레이드 대상 코드를 다른 유럽 국가에도 제공해 러시아의 추가 공격을 예방하자고 제안했다. 이는 미국 기업-정부 간 모범적인 협력 사례로 불릴 만한 것이었다.

또한 MS 외에도 많은 미국 기업들이 우크라이나를 지원하고 있다. 개전 직후부터 아마존은 우크라이나 정부 데이터의 클라우드 이전을 도왔다. 개전 이후 10주가량 지나자 우크라이나 정부의 극비 디지털 데이터는 모두 전투 지대 밖의 클라우드로 옮겨졌다. 기업 뿐 아니라 미군 사이버사령부도 우크라이나 사이버전 수행을 돕고 있다. 자세한 내용은 비밀이지만 말이다.

한편 앞서 언급한 비아셋 공격으로 발생한 통신 장애는 얼마 가지 않아 모두 복구됐다. 이는 러시아가 우크라이나 통신 인프라를 직접 공격 목표로 정하지 않아서다. 아니 정할 수 없었기 때문이었다. 애초로 러시아는 우크라이나군이 이처럼 강력하게 저항해 오랴고 는 예상치 못했다. 그리고 우크라이나 영토를 신속하게 점령한 후 해당 지역의 통신

인프라를 러시아 통신 체계에 바로 연결해 쓸 생각이었다. 그러나 우크라이나의 저항이 의외로 강력하자 러시아군은 현대적 전쟁 보안 통신 체계를 갖추고도 노획이 우려된 나머지 키이우 공방전에 이를 사용하지 않았다. 결국 현지 러시아군은 우크라이나 통신 인프라에 자국 통신을 의존할 수밖에 없었다.

그럼에도 불구하고 하르키우 인근에 진격한 러시아군은 현지의 3G, 4G 기지국을 폭파해 버리는 실수를 저질렀고, 이로써 첨단 보안 통신 체계를 쓰지 못한 러시아군은 아군 간 오인 사격까지 저지르고 말았다. 러시아군은 비보안 통신 채널로 통신할 수밖에 없었고, 이 통신 내용은 우크라이나 측에 모두 도·감청되면서 응전에 유용하게 쓰였다.

3가지 전훈과 앞으로의 과제

이번 우크라이나 전쟁에서 나타난 사이버 전쟁이 미래의 국제 분쟁에 줄 수 있는 전훈은 다음의 세 가지다.

첫 번째, 러시아의 사이버전 능력을 무시해서는 안 된다는 것이다. 비록 이 전쟁에서 사이버 공격으로 큰 성과를 거두지는 못했지만, MS에 따르면 최근의 러시아 사이버 공격 능력은 예상밖으로 정밀하면서도 광범해지고 있다. 여기에 대해서는 캐나다 사이버보안센터도 같은 의견이다. 이 센터는 “러시아는 유럽연합(EU)과 NATO(미국과 캐나다 포함)에 대한 사이버전 능력을 확충하고 있는 것이 거의 확실하다”고 밝혔다. 이러한 능력을 갖추고도 러시아가 우크라이나에서 사이버전으로 충분한 전과를 올리지 못한 것은 미국과 EU, 파이브아이즈(미국, 영국, 캐나다, 호주, 뉴질랜드 등 5개국 기밀정보 공유동맹)의 강력한 지원 때문으로 해석할 수 있다.

두 번째, 우크라이나로는 러시아의 군사 및 정치적 야망을 만족시킬 수 없다는 점이다. 우크라이나 전쟁은 단순한 정복 전쟁이 아니라, 러시아 대 서구 세계의 전쟁이다. 러시아의 장기적 전략 목표는 전 세계의 민주주의

국가들을 약화시키는 것이고, 단기적 전략 목표는 우크라이나에 대한 국제 사회의 지원을 약화시키는 것이다. 이를 위해 러시아는 우크라이나가 미국의 협력을 받아 생물학 병기 연구소를 지었다는 가짜 뉴스를 살포하는 등의 정보전을 벌였다. 정보전은 러시아가 지난 세기 옛 소련 시절부터 사용해오던 오래된 전략이다. 러시아는 해당 분야의 전문가도 다수 보유하고 있다. 매번 공격 때마다 전술도 바꾸고 있다. 심지어 러시아는 2016년과 2020년 미국 대선에 도널드 트럼프 당시 후보의 당선을 돕고 투표 과정에 대한 불신을 증폭시키기 위해 정보전을 벌인 적도 있다.

오늘날 러시아는 옛 소련과 제정 러시아 시대의 정치전 논리를 충실히 답습하고 있다. 특히 이번 전쟁에서는 러시아가 4대 정보 작전 전략을 제대로 따르고 있음을 보여준다. ① 러시아에서의 전쟁 관련 정보 통제 ② 우크라이나 현지인들의 정부 지지와 전쟁 수행 지속 의지를 약화시키기 위한 우크라이나 국내 선전전 ③ 서방 민주주의 국가들의 우크라이나 지원을 약화시키고, 이들의 분열과 불안을 초래하기 위한 정보전 ④ 민주주의 국가들을 비난하기 위한 비동맹국가에서의 정보작전이 그것이다. 여기서 특히 주목할 것은 ③번이다. 러시아는 최근 관련 정보전 활동량을 급속히 늘리고 있으며, 전자통신기술이 그 중요한 수단으로 쓰이고 있다. 사이버 공간을 통해 서방 국가에 대한 선전선동전에 적극 나서고 있는 것이다. 서구 세계의 언론 자유를 약용하는 것이야말로 러시아 정보기관에서 오랫동안 이끌어 나갔던 일이다.

세 번째는 예상을 깨고 미국 정부와 산업계가 협력해 사이버 공격을 막아내는 데 성공했고, 앞으로 이 능력은 매우 중요해질 것이라는 점이다.

앞서 언급했던 폭스블레이드 공격을 막기 위한 정보 공유는 단순히 어쩌다 있는 잘된 사례가 아니다. 조 바이든 정부가 강력히 추진했던 정책의 연장선상이었다. 그 정책이란, 사이버 보안 강화를 위한 정부와 민간의 협력 강화였다. 과거 미국 정부는 자신들의 실력은

러시아는 개전과 동시에 사이버 공격으로 우크라이나의 인프라 파괴를 노렸지만, 이는 성공하지 못했다.



과대평가하고 인간의 지식과 기술은 과소평가했지만, 이제는 정부 단독으로 할 수 없는 것들이 있음을 깨닫고 민간에 손을 내민 것이다. 이러한 관점의 변화는 미국 정부가 사이버 보안을 대하는 자세가 매우 적절하고 현명해졌음을 의미한다. 세계 최대의 클라우드 업체 10곳 중 7곳이 미국에 있다. 미국 정부가 이러한 민간 업체와 협업한다면 네트워크 흐름에 대한 실시간 정보를 얻어 문제점을 조기에 알아낼 수 있다. 또한 정부와 민간 업체는 비정상적 상태와 문제점에 대한 정보를 공유해 적의 위협을 진단하고 저지할 수 있다. 사실 오늘날 직면한 사이버 보안 문제는 그래야 빨리 정답이 나올 수 있다.

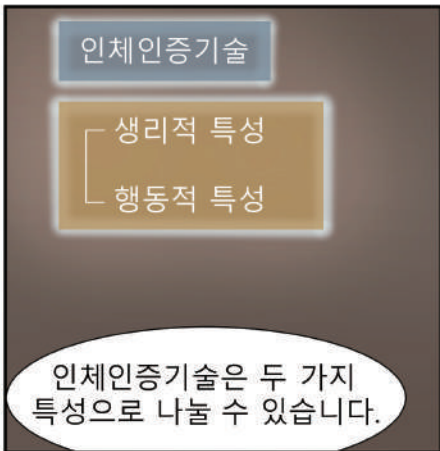
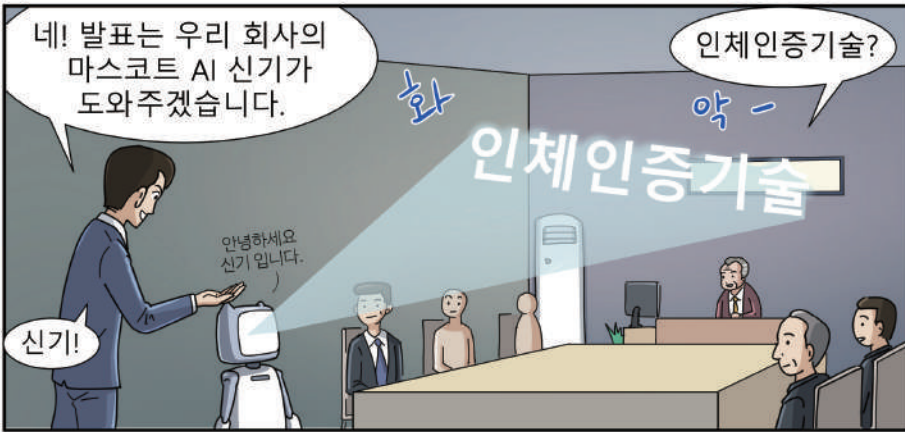


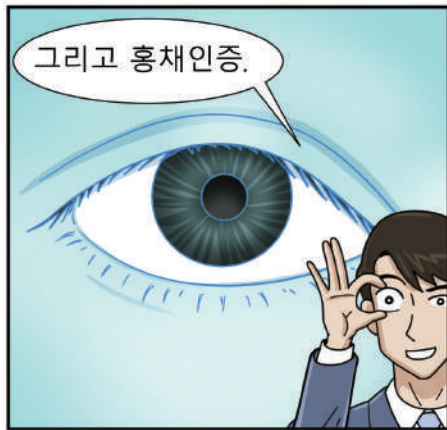
이번 전쟁의 사이버 전훈을 잘 이해하고 살려야 21세기 국제 분쟁을 헤쳐나갈 묘수를 얻을 수 있을 것이다.

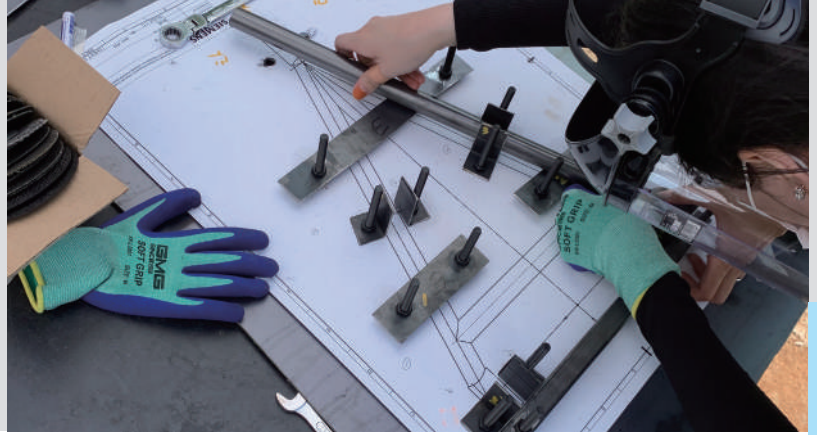
이러한 방향 전환은 사이버 보안을 위한 매우 긍정적이고 중요한 행보다. 그러나 기업은 이익이 될 때만 정부와 협력하고자 한다. 그리고 정부와 협력할 때도, 고객 보호라는 가치를 해쳐서는 안 된다. 이 때문에 기업과 정부 간 협력은 복잡하게 이루어질 수 있다. 그러나 미국 정보기관들은 이러한 협력의 중요성을 간파했다. 이는 서구 세계가 쓸 수 있는 강력한 화살과도 같다. 그리고 러시아에는 이런 능력이 결여돼 있다. 물론 중국 등 이미 사이버 보안면에서 민간 협력이 잘 이루어지는 국가도 있긴 하지만, 미국만큼 활발히 이뤄지는 국가는 없다. 물론, 대규모로 정보전을 벌이고자 하는 러시아의 의지와 그 위협 수준을 과소평가해서는 안 된다. 또한 서구 민주주의가 러시아의 불안정화 전략의 위협을 받고 있음도 잊어서는 안 된다.

우크라이나 전쟁의 사이버전은 모두의 예상과 같은 방식으로 벌어진 것은 아니었다. 그러나 초반부터 중요한 역할을 했다. 미국과 그 동맹국들이 겪고 있는 문제는 두 가지다. 정보전 대응 방식을 정하는 것과, 이 전쟁의 특정 행위가 미래 분쟁에서 사이버전의 쓰임에 대한 인식을 바꾼 방식을 더 잘 이해하는 것이다. 그 문제들을 해결해야 앞으로 펼쳐질 사이버 전쟁이라는 험난한 파도를 헤쳐나갈 수 있을 것이다.





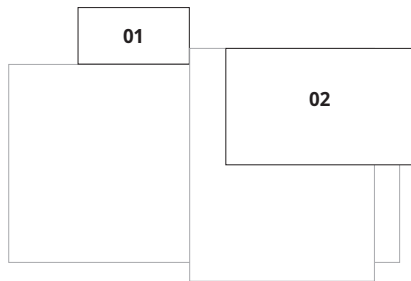




내일을 향해 달려라! 인하대학교 자동차 제작 동아리 I.C.C.

인간의 삶에서 늘 중요한 모빌리티. 그 최전선에는 자동차가 있다. 그 자동차를 내 손으로 만들어 보는 것이야말로 누구나 한 번쯤은 꿈꿔왔던 일이 아니었을까. 그 꿈을 현실로 이루는 사람들을 만나 보았다.

✍ 이동훈 📷 김기남



01 매년 대회에 출전할 차량은 이들의 손으로 철저히 설계·제작된다.
02 인터뷰에 응해 준 I.C.C. 회원들과 올해 KSAE 대회 포물라 부문 참가 차량.

자동차에는 단순한 교통 수단 이상의 로망이 있다. 인간이 가지고 있는 속도에 대한 욕망을 충족시켜주는 동시에, 자동차 내 공간도 완벽하게 제어할 수 있다는 환상을 심어준다. 그런 로망은 젊은 시절에 더욱더 강렬하다. 그런 로망에 남들보다 더 강하게 이끌린 나머지 다른 사람이 만든 차를 타는 데 만족하지 못하고 직접 차를 만드는 데 도전하는 청춘들이 있다. 그들의 이름은 바로 I.C.C.다.

자동차와 컴퓨터 간의 통합에 대한 선견지명을 가지고 창설

인하대 자동차 제작 동아리 I.C.C.는 1987년에 기계공학과 소모임으로 만들어졌다. 자동차에 관심 있는 학우들이 모여 자동차를 탐구하고 직접 제작해 보는 것이 창립 목적이었다. I.C.C.라는 이름은 Inha(인하대) Car(자동차) Computer(컴퓨터)의 약자다. 컴퓨터가 이름에 들어간 것은 소모임이 만들어질 당시 미래의 자동차는 컴퓨터와의 연관성이 더 깊어질 것으로 예상했기 때문이었다. 자율주행자동차의 실용화를 앞둔 지금에 와서 보면 실로 선견지명 있는 네이밍이었다. 1997년 처음으로 자동차를 제작했고, 2014년 기계공학과 소모임에서 벗어나 인하대 중앙동아리로 승격됐다. 현재는 인하대 중앙동아리 연구분과 소속 동아리다. 지도교수인 기계공학과 강재영 교수, 회장 강나나(기계공학과 2학번) 이하 임원진 5명, 회원 150여 명(휴학생 포함)을 보유하고 있다.

이곳의 주요 행사는 한국자동차공학회(KSAE)에서 주관하는 대학생 자작 자동차 대회의 바하(Baja) 부문 참가다. 이 이름은 멕시코 바하칼리포르니아주의 지명을 딴 것이다. 사막과 장애물이 많은 이곳에서는 예로부터 바이크와 사륜구동 차량이 모여 오프로드 경주를 했고, 이 대회는 큰 인기를 끌기 시작했다. 이후 미국자동차공학회(SAE)가 학생 교육을 위해 '바하'라는 이름으로 오프로드(비포장도로) 주행 대회를 주최하면서 미국과 우리나라를 포함한 여러 나라의 대학생 자작 자동차대회에서도 이 이름을 쓰게 됐다. I.C.C.는 이 부문에 매년 참가해 왔으며, 자동차 제작도 이 대회 출전에 초점이 맞추어져 있다. 이외에도 동 대회의 포물라 부문과 전기자동차(EV) 부문, 한국자동차안전학회(KASA) 자작 자동차대회 EV 부문에도 참가했다. 보통 그해의 상황에 맞춰 특정 대회를 정해 자동차를 설계 및 제작하고 대회에 참여하는 식이다.

이들의 역사는 30년이 넘었고, 그동안 수상 경력도 많다. 그중 최근 10년간의 것만 간추려 봐도 2014년과 2015년 대학생 자작 자동차대회 바하 부문 은상, 2014년 대학생 자작 자동차대회 연비 부문 동상, 2016년 국제 대학생 창작 자동차 경진대회 전기자동차 부문 동상, 2020년 대학생 자작 자동차대회 바하 부문 동상, 2021년 대학생



cafe.daum.net/antiicc



www.instagram.com/inha_icc/



www.youtube.com/@icc5027



자작 자동차대회 E-바하 부문(전기자동차를 사용한 바하 부문) 베스트루키상, 2022년 대학생 자작 자동차대회 E-바하 부문 베스트 활동상 수상 등 실로 화려하다.

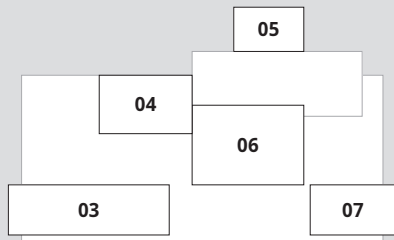
이런 대회에 사용될 자동차 설계 및 제작은 주로 방학 기간에 이루어진다. 프레임, 서스펜션, 제동 및 조향, 파워트레인, 모터로 부서를 나누어 각 부서의 부서장과 팀원들이 직접 설계를 진행한다. 설계 목표는 대회 규정에 맞추면서도 경량, 고성능의 안전한 차량을 제작하는 것이다. 물론 규정은 대회마다 다르고, 같은 대회도 연도마다 조금씩 달라진다. 바하 부문은 오프로드에서 진행되므로 안전성에 중점을 둔다. 설계가 완료되면 제작에 들어가기에 앞서 해석 프로그램에 대입한 후 안전성 및 성능을 확인하고, 지도교수와 의 면담을 거쳐 설계가 제대로 됐는지 재확인한다. 그 후에야 비로소 제작에 들어간다. 파이프를 구매해 직접 자르고 용접하며 차량의 뼈대를 만들고, 그 외의 부속품들도 제작 조립한다. 설계 단계에서 알아차리지 못한 실수를

발견하기도 하고, 예상치 못한 변수가 생기기도 한다. 이런 부분을 극복하는 과정을 거친 후에야 마침내 차량 한 대가 완성된다.

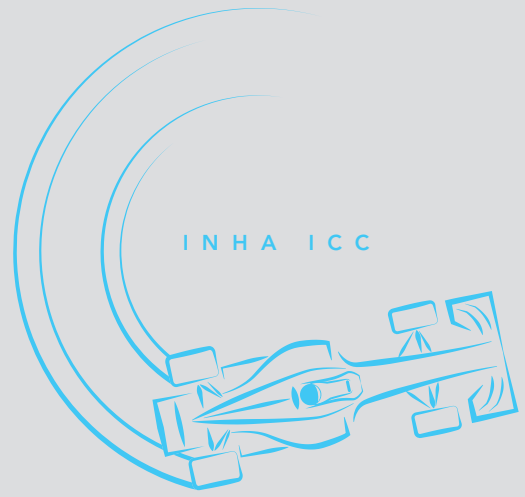
그 외에 학기 중에는 자동차 설계 및 제작과 관련한 세미나를 진행하고 있다. 신입생과 재학생 간에 지식을 공유하는 활동이다.

여러 난관을 돌파하며 문제 해결력과 단결력을

이들이 2022년 여름방학에 참가한 KSAE 대학생 자작 자동차대회(E-바하 부문) 준비 도중 가장 인상 깊었던 일은 대회 하루 전날 갑자기 모터가 고장 난 것. 테스트 주행 때만 해도 정상적으로 작동됐다. 이 문제를 해결하는 일은 정말 어려웠다. 설계 인원은 반년 넘게, 작업 인원은 두 달 내내 온 힘을 쏟았는데 대회 직전에 문제가 생기니 서로 내색은 안 하지만 지금까지의 고생이 물거품이 될 수도 있겠다는 생각에 각자 마음고생이 심했을 것이다. 그러나 팀원들은 이런 상황에서도 질책 대신 서로를 격려하며 끝까지 해결하려고 노력했다. 결국 팀원들의 의지와



- 03 완성된 바하 부문 참가 차량의 주행 모습.
- 04 운전석에서 포즈를 취해 보이는 I.C.C.의 드라이버.
- 05 올해 KSAE 대회에서의 시상식 장면.
- 06 포물라 차량과 함께한 강나나 회장.
- 07 포물라 부문 참가 차량의 범퍼. 제작에 참여한 회원들의 이름이 적혀 있다.



주변인들의 도움으로 문제를 해결할 수 있었고, 계획대로 대회에 참가할 수 있었다. 강나나 회장은 문제 해결에 도움을 주신 많은 분들께, 그리고 끝까지 포기하지 않은 팀원들에게 다시 한번 지면을 통해 감사를 전하고 싶다고 말했다.

공대 동아리들이 흔히 그렇듯 이곳 역시 이론으로만 학습해 온 공학적 지식을 실전에 적용할 수 있다는 것이 장점이다. 특히 설계에만 그치지 않고 직접 제작해 볼 수 있어 큰 도움이 된다. 설계를 바탕으로 제작하지만, 실제 제작 과정에서 기존 설계도면과는 다르다는 사실을 알게 된다. 그럴 때 설계와 차이가 발생하는 부분을 알아내고, 이러한 차이를 최소화하기 위한 방법을 고민하며 공학적 능력을 키우게 된다. 또한 동아리 수준에서 차량을 제작하기에 비용이 제한적인 것은 불가피하다. 현재 동아리 내에서 보유하고 있는 장비들이 오래되기도 했고, 차량을 제작할 때 사용가능한 비용이 제한적이다 보니 설계 인원들의 '설계'와 비용 및 제작환경 등 '현실' 사이에 적절한 타협이 필요하다. 물론 비용이 제한적이라 아쉬울 때도 있다. 단적인 예로 매년 한 대의 차량을 만들 때 필요한 예산은 1500만 원인데 비해 연



간 쓸 수 있는 돈은 300만 원 정도에 불과하다. 그것도 회비와 외부 지원을 모두 끌어모아 동원한 금액이다. 이 때문에 부족한 1200만 원은 전년에 만들었던 차량을 해체해 구성품을 재활용하는 식으로 충당할 수밖에 없다. 반드시 필요한 부품인데도 구매 여력이 되지 않아 재정적 압박을 심하게 느낀다. 그러나 적은 비용으로 보다 나은 자동차를 만드는 방법을 고찰하는 지혜로운 시간도 가질 수 있다.





※영상 및 소리가
자동 재생되니
공공장소에서는
반드시 이어폰을
착용하세요.



2020년
미니바하 제작
영상

현실에 안주하지 않고 더욱 발전을

이곳을 거쳐간 졸업생들은 자동차 관련 업계 외에도 다양한 업종에 취업하고 있다. 현대자동차, 기아자동차, 삼성전자, 인하건설, 현대엔지니어링, 현대캐피탈, 보수코리아, 포스코건설, 현대중공업, 삼성중공업, LG전자 등이다. 이외에도 한국과학기술원, KAIST, 한국항공우주연구원, 한국자동차연구원 등에서 대학원 석박사 과정 혹은 연구직에 종사하는 선배들도 있다.

효율적인 차량을 만들기 위해 탐구하는 시간을 가질 것이다.

그밖에 전하고 싶은 이야기로, 회원들은 우선 설계의 근거를 높이고 싶다고 밝혔다. 물론 기존에도 차량을 설계할 때 선형 정적 해석과 열 유동 해석을 하고, 이를 통해 만들어질 차량의 안전성을 예측해 왔다. 그러나 학부생들이 다루기 어려운 도구를 사용하다 보니 다소 주먹구구식으로 설계가 이루어지기도 했다. 또한 안전한 설계에 필요한 것을 알기 위해선 시뮬레이터만 으론 어려운 부분이 있고, 실물을 파괴해야 알 수 있는 부분이 있다. 그러나 I.C.C.는 1년에 두 대 정도만 만들다 보니 그렇게 하기가 쉽지 않다. 따라서 설계 제작 과정에 나타난 데이터를 정확하게 계속하고 체계적으로 정리해야 한다.



또한 대회에서 내연기관 차량이 아닌 전기자동차가 주류가 되다 보니, 회원들의 입장에서는 좀 더 지원을 받고 공부하면 더 잘 만들 수 있을 것 같은 아쉬움도 든다. 내연기관 차량에 비해 전기자동차는 만드는 사람이 충분한 관련 기술을 가지고 있다면 성능을 높일 수 있는 여지가 크기 때문이다. 그런 부분들을 해결하는 것이 앞으로의 과제라고 이들은 입을 모은다.

전 세계적 재난인 기후 위기로 인해 자동차의 친환경화, 대체에너지화는 더욱 강력하게 추진될 수밖에 없다. I.C.C. 회원들이 학창 시절 갈고닦은 기량이 그런 새 시대를 열어가는 밑거름이 되기를 기원해 본다.

자동차에 관심이 있는 인하대생이라면 전공 제한 없이 가입할 수 있다. 현재 신입생(1학년)은 별도의 과정 없이 신청 기간에 맞춰 양식 작성 후 가입이 가능하고, 재학생(2학년 이상)은 면접을 통과한 학우들에 한해 가입한다.

I.C.C.는 앞으로도 매년 대회에 참가해 더 나은 설계와 작업 기술을 학습할 예정이다. 전기차는 내연기관 차량을 밀어내고 상용화 수준을 높이고 있다. 자작 자동차대회 또한 전기차 부문 대회의 규모가 커지고 있다. I.C.C.도 이런 흐름에 맞추어 전기차 부문에 계속 참가하며



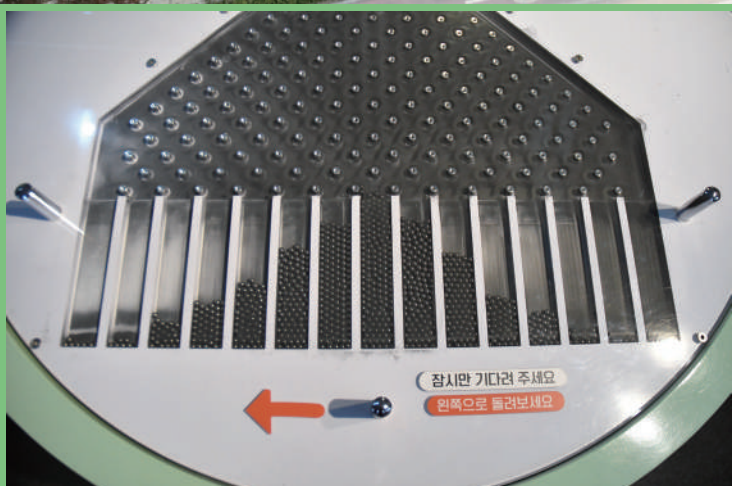


NOWON MATHEMATICS MUSEUM

온몸으로 체험하는 수학 노원수학문화관

지루하고 따분한 수식과 도형, 공식과 문제 풀이로만 가득했던 학창 시절 수학의 추억. 그러나 이곳에서 수학은 즐거운 놀이와 문화, 삶으로 승화된다.

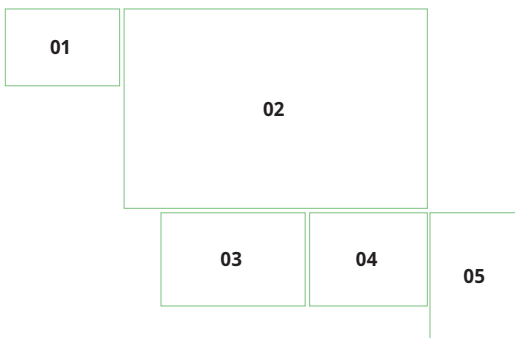
✍ 이동훈(과학칼럼니스트)



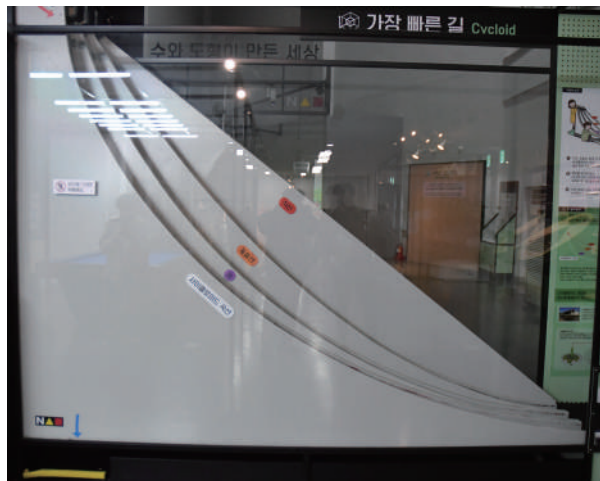
※영상 및 소리가 자동 재생되니 공공장소에서는 반드시 이어폰을 착용하세요.



노원수학문화관 소개 동영상



- 01 놀이를 통해 수학을 배우는 1층의 수학놀이터
- 02 노원수학문화관 전경
- 03 이항분포를 체험할 수 있는 전시물. 중간값이 가장 많이 나오는 이유를 알 수 있다.
- 04 가장 빠른 길인 사이클로이드 곡선을 체험하는 전시물
- 05 이 전시관의 마스코트 캐릭터 '트라이'



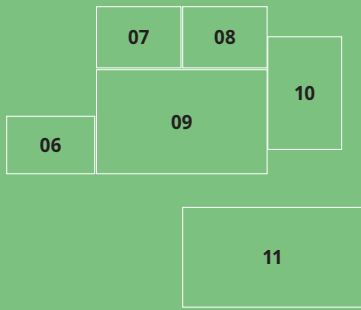
수학은 어떤 학문인가? 과학과 공학의 언어다. 동시에 지극히 추상적인 학문이다. 수학적 점에는 면적이 없다. 수학적 선에는 굵기가 없다. 수학적 직선에는 끝이 없다. 수학에서 다루는 수 중에도 실제로 존재할 수 없는 허수, 정확한 값을 따질 수 없는 무리수 등이 있다. 그런데 거기서 더 나아가 면적도 없는 점의 기울기 같은 것을 논하란다. 거기에 수학 특유의 알아듣기 힘든 전문 용어까지 곁들여지면 수학을 포기한 수포자가 양산되는 것도 무리는 아니다. 그러나 실망할 필요는 없다. 이렇게 어려운 수학적 개념을 다양한 체험형 전시물을 통해 알기 쉽게 전달해주는 곳, 노원수학문화관이 있기 때문이다.

체험형 전시를 통해 체감하는 수학적 원리

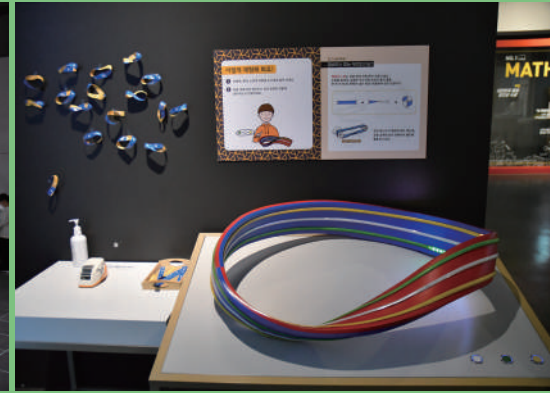
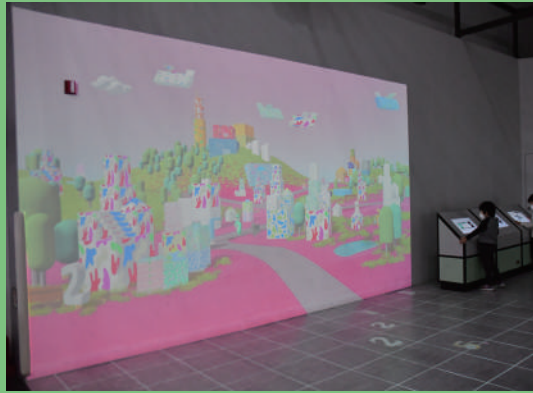
수학은 계산 방법뿐만 아니라 생각의 방법을 알려주는 학문이다. 그러나 학교에서는

아무 재미 없는 문제 풀이만 하고 있다. 한편으로 우리는 수학 없이 살 수 없다. 컴퓨터와 스마트폰도 알고 보면 매우 성능이 뛰어난 전자계산기라 할 수 있다. 수학은 과학의 언어이므로 한 나라의 과학 수준은 수학의 수준을 넘지 못한다. 그러나 일본과 반도체 전쟁까지 치르고 있는데도 우리에게 수학은 그저 멀고 어려운 환상일 뿐이다. 그래서 서울 노원구는 수학을 만져보고, 수학과 함께 놀고 대화하면서 수학의 대중화를 이루기 위해 2019년 10월 노원구 중계4동에 수학문화관을 열었다. 수학문화관 부지에도 나름의 수학적 사연이 있다. 직각삼각형의 이 부지는 원래 당현천 공원에 따른 수변공원 부지로 지정됐다. 그러나 수변공원이 들어서지 않고 대신 텃밭으로 활용되면서 여성문화관, 어린이박물관 등의 활용 방안을 모색하다 최종적으로 수학문화관이 된 것이다. 노원수학문화관 장세창 관장은 이를 두고 “직각삼각형은 피타고라스의 정리에서 시작하는 기하학의 근본 도형이다. 이 부지는 수학문화관이 될 운명이었다”고까지 말한다. 수학문화관은 지하 1층, 지상 4층 규모로, 이 중 지상 1~3층이 전시공간으로 활용되고 있다. 1층은 누리과정(만 3~5세) 아이들을 위한 수학놀이터다. 놀이를 통해 수의 개념, 양감(量感)을 느끼고, 논리적인 사고 방식을 체험할 수 있다.





- 06 다빈치의 다리. 접착제 없이도 튼튼한 다리를 만들어 수학적 원리를 익힌다.
- 07 수와 도형이 만든 세상. 오른쪽의 단말기로 직접 캐릭터를 만들어 왼쪽에 투사할 수 있다.
- 08 피비우스 띠의 원리를 알아보는 전시물
- 09 수학으로 오르는 암벽. 암벽 등반과 수학 공부를 결합해 인기가 좋다.
- 10 포토존. 이곳을 들른 사람 중에서 또 다른 필즈상 수상자가 나올 수 있을까?
- 11 영화관 피아시네마. 정기적으로 수학 관련 영화가 상영된다.



2층은 수학과 세상 전시실로, 수학의 과거와 현재, 미래를 보여준다. 조선시대의 한옥 기와와 처마에 적용된 사이클로이드 곡선, 수학적으로 학익진 전술을 계산해내는 조선 산학자 능력시험, 맨홀 뚜껑에 적용된 정육도형, 플라톤의 정다면체, 당구장 속의 수학 원리 등을 체험할 수 있다. 4차 산업혁명의 수학으로 알려진 빅데이터, 코딩으로 햄버거 만들기도 체험할 수 있다. 3층은 수학과 예술 전시실로 꾸며져 있다. 조물주의 수학, 피비우스의 뮤직, 무중력 거울, 착시 현상, 카오스 무계추 등 예술 속에 숨겨진 수학적 원리를 체험할 수 있다. 미래의 수학자에게 수여하는 '노원의

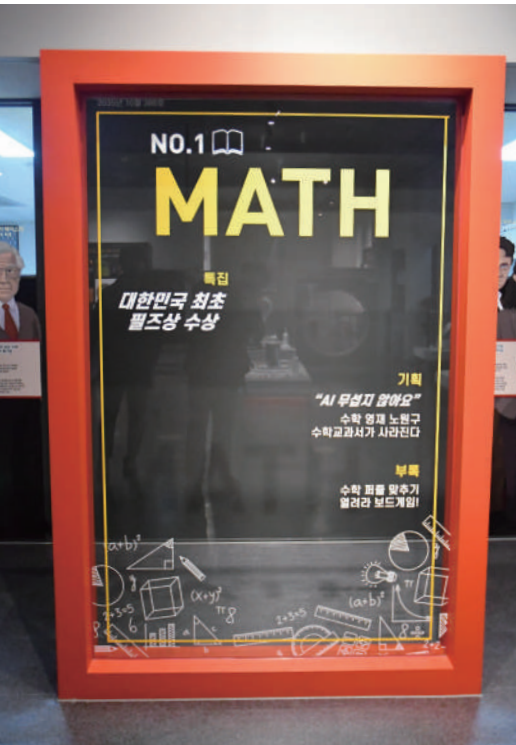
필즈상' 포토존도 마련돼 있다. 최근 한국계 미국인 허준이 교수의 필즈상 수상으로 인기가 많아졌다.

교육과 문화를 통해 지역 주민에게 다가가는 전시관

전시물뿐만 아니라 체험 및 교육 프로그램도 꾸밈하다.

매주 주말에는 초등창의체험 및 가족체험 프로그램이 열린다. 초등창의체험은 초등학생만, 가족체험은 온 가족이 함께 다빈치 돔 만들기도 다양한 수학적 체험을 한다. 평일에는 학교 단체 프로그램을 운영한다. 초중고생이 학급 단위로 방문해 전시 해설





을 듣고 창의체험을 할 수 있다. 정이십면체의 확장, 시어핀스키 피라미드 등 연령별 맞춤 프로그램으로 다양한 수학적 경험을 제공한다.

학교 연계 프로그램도 운영된다. 매주 화·목요일 학교 연계 및 홈페이지에 신청해 운영되는 '수학+영화=재미' 프로그램은 초등 5학년 학급을 대상으로 활동지를 통해 미션을 부여받아 전시관을 탐험하며 수학 관련 문제를 풀어 미션을 해결하고 영화도 본다. 또한 방학 기간 특별 프로그램인 '수학클리닉' '수학피크닉'도 준비돼 있다. 초중학생 대상의 수학클리닉은 전국수학교사 모임 소속 교사 8명이 상담을 통해 개인별 수학공부법을 알려준다. 노원구 거주자 및 노원구 소재 학교 재학생을 우선 선발하며, 학부모가 반드시 동반해야 한다. 초등 3~6학년을 위한 프로그램 수학피크닉은 노원수학문화관 내 전시물을 해설과 함께 관람하면서 다양한 수학적 원리를 이해하는 이론 수업과 창의력을 키워줄 체험학습이 함께 제공된다.

이곳에 수학만 있는 것은 아니다. 매월 마지막 주 일요일에는 음악적 재능기부자 공연인 미니콘서트 '수학+음악=힐링'이 이어진다. 전시관 관람과 공연을 함께하면서 다양한 문화를 접할 수 있는 기회다. 또한 41석의 영화관 파이스네마에서 수학 관련 영화, 애니메이션 등 주말 영화 상영도 진행된다.

포스트 코로나 시대를 맞은 노원수학문화관. 다양하고 교육적인 전시는 물론이고 수학 문화 프로그램 등을 통해 수학에 대한 두려움을 없애는 한편, 가족 간 소통까지 도모하는 문화공간이 될 것이다.



2022년 12월 노원수학문화관 '수학+음악=힐링' 프로그램

| | |
|-----|----------------------------------|
| 일시 | 12월 25일 일요일 오후 2~2시 30분 |
| 장소 | 노원수학문화관 1층 로비 |
| 내용 | 전시관 관람과 함께 아름다운 음악 공연을 관람하는 프로그램 |
| 공연자 | 위드클래식, 악동클래식(클래식 공연) |
| 입장료 | 무료 |
| 문의 | 교육지원과 02-2116-2185 |

※노원수학문화관에 입장한 관람객에 한해 공연 관람이 가능합니다.
※자세한 내용은 홈페이지를 참조해 주시기 바랍니다.

이용안내

| | |
|------|--|
| 관람시간 | 오전 10시~오후 5시 30분 |
| 휴관일 | 매주 월요일(월요일이 공휴일인 경우 화요일 휴관), 1월 1일, 설날 당일, 추석 당일 |
| 이용료 | 무료 ※각종 교육 및 강연, 그밖의 모든 행사는 사전 예약 필요(홈페이지 참조) |
| 홈페이지 | www.nowon.kr/math |
| 주소 | 서울 노원구 한글비석로 19길 28 |
| 문의 | 02-2116-2181 |

이번의 적은 사이버다! 다이하드 4.0

우리의 삶을 편안하게 해 준 문명의 이기인 정보통신기술. 하지만 그것은 알고 보면 카드로 지은 집인지도 모른다. 그리고 그 기술을 악용해 이득을 챙기려는 사람들도 언제나 존재한다. 미국 전체를 인질로 잡고 돈을 뺏으려는 악당들. 그리고 그 악당들에게 맨몸으로 맞서 싸운 경찰관과 해커의 이야기를 들어보자.

✍ 이동훈(과학칼럼니스트)

1988년 첫 작품이 나오고 2013년 5번째 작품이 나온 '다이하드' 시리즈. 물론 폭력과 살상이 난무하는 오락용 액션 영화지만, 가만히 뜯어보면 가벼이 넘길 수 없는 구석이 의외로 많다. 당대의 시대상과 서민들의 희로애락을 찰지게 묘사한 부분은 많다. 주인공인 존 매클레인 형사(브루스 윌리스 분)부터가 범상치 않다. 그는 람보나 터미네이터 같은 근육질 히어로도 아니다. 어디서나 볼 수 있는 평범한 아저씨의 모습인 그는 영락없이, 갈수록 쪼그라드는 미국 노동자 계급 및 가부장상을 상징하는 존재다. 그런 그가 딸랑 권총 한 자루만 들고 강대한 악의 조직을 물리치는 모습을 보는 미국 남성 노동자 관객들은 매클레인과 스스로를 동일시하며 아낌없이 박수 갈채를 보냈다. 그게 바로 이 시리즈의 장기 흥행 및 속편 제작을 가능케 한 원동력일 것이다.

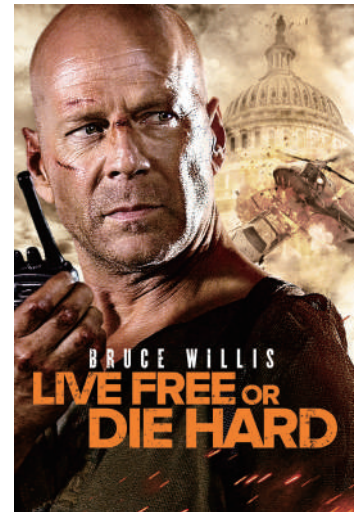
다른 작품도 그렇듯이 '다이하드' 시리즈도 후속편이 나올 때마다 계속 무대가 커진다. '어떤 폐쇄 공간에 갇힌 인질을 가지고, 돈을 얻기 위해 협박을 하는 악의 조직을 박살내는 것'이 시리즈의 기본 플롯이다. 그 폐쇄 공간은 1편에서는 빌딩, 2편에서는 공항, 3편에서는 뉴욕 시 전체였다. 이번에 다룬 4편에서는 사실상 미국 전역이 그 무대로 떠올랐다. 이렇게 큰 규모의 범행이 가능했던 것은 이번의 악당 토머스 가브리엘

(티머시 올리펀트 분)이 미국 전역의 인프라를 통제하는 네트워크에 대해 해킹을 감행했기 때문이었다. 교통과 통신, 금융이 마비되고, 전기 등 에너지도 끊기고, 가짜 뉴스가 난무하고, 온 미국이 말 그대로 아수라장이 된다.

현실화되는 사이버 전쟁의 위협

이 영화의 단초는 1997년 5월 1일자 와이어드지에 존 칼린이 게재한 기사 '무기여 잘 있거라'(A Farewell to Arms, 문호 헤밍웨이의 소설 제목을 따왔다)였다. 아직 대부분의 사람에게 인터넷도 이메일도 생소하던 그 시절, 이 기사에서 칼린은 이미 사이버 전쟁의 양상을 예견했다. 그는 "인터넷은 (원 설계 의도와는 달리) 핵전쟁으로부터 안전하지도 않고 무적도 아니다"면서 "인터넷을 비롯한 네트워크상에서 벌어지는 사이버 전쟁은 기존의 전쟁 양상으로는 재단할 수 없는 완전히 새로운 형태"라고 지적했다. 즉, 선전포고도, 종전선언도, 전시도, 평시도 따로 없이 늘 얼굴 없는 적의 해킹 공격이 계속될 것이며 적은 이러한 해킹과 가짜 데이터 살포를 통해 인프라를 마비시키고 사회 혼란과 붕괴를 노린다는 것이다. 영화의 시나리오에는 이를 구체화한 것이다.

이번 영화의 악당 토머스 가브리엘. 미 정부 소속 해커였던 그는 국가에서 자신의 능력을 제대로 인정해주지 않자 앙심을 품고 미국 전체를 난장판으로 만들어 버리고 만다.





‘다이하드’ 시리즈는 늘 주인공이 파트너와 함께 사건을 해결해 나가는 버디 무비적인 성격도 띠고 있다. 본작의 파트너인 매슈 패렐(왼쪽)과 함께한 매클레인 형사.

그리고 영화가 개봉된 지 5년이 지난 2012년, 러시아의 안티바이러스 전문가이자 사이버 보안 기업 카스퍼스키랩의 최고경영자 예브게니 카스퍼스키는 오스트레일리아 더 시드니 모닝헤럴드와의 인터뷰에서 ‘다이하드 4.0’의 내용이 더 이상 허구가 아니라고 경고했다. 그는 이 영화를 “사이버 테러리스트를 위한 범죄 교과서”로까지 표현하면서 “이미 영화 개봉 수년 전부터도 이러한 사이버 공격이 충분히 가능하다는 것은 업계의 대외비였다”고 밝혔다. 영화 내용과 마찬가지로 해킹 공격을 통해 산업 제어 체계, 특히 물리적 생산 공정을 관리하는 SCADA(Supervisory Control and Data Acquisition, 감시 제어 및 데이터 취득) 체계의 무력화가 가능하다는 것이다. SCADA 체계는 보통 보안을 위해 인터넷이나 인트라넷 연결이 안 되는 별도 데이터 네트워크로 움직이고 있었지만, 요즘은 원격제어 및 통제를 위해 외부 네트워크에 연결되는 경우도 많아졌다. 그리고 SCADA 체계의 운영 체제는 외부의 상용 운영 체제에 비해 업데이트 속도가 느리다. 이는 해커에게 약점을 제공하고 있다는 것이 전문가들의 분석이다.

사이버 공격을 통한 제3차 세계대전 시작됐는지도

이러한 공격은 이미 실제 사례가 존재한다. 2010년 중반 이란 핵 시설이 컴퓨터 바이러스 ‘스턱스넷’의 공격으로 1000대의 우라늄 농축용 원심분리기가 망가져 핵무기 개발에 차질을 빚은 사건이 대표적이다. 스텍스넷은 마이크로소프트 윈도를 통해 감염되며 이란 핵 시설이 보유한 지멘스 산업의 SCADA 시스템 소프트웨어 및 장비를 제어하고 감시할 뿐만 아니라 장비 프로그래밍에 사용되는 PLC를 감염시켜 장비의 동작을 변경, 고의로 고장을 내버리는 기능이 있다. 스텍스넷 개발의 배후 세력은 밝혀지지 않았으나, 이란의 대표적 경쟁 국가인 미국과 이스라엘이 의심받고 있다. 러시아, 중국, 북한 등도

경쟁 국가를 상대로 꾸준히 국가 주도형 해킹을 대규모로 감행해 오고 있다. 이미 10여 년 전에 이란이 가장 엄중하게 경비하는 국가 전략 시설을 해킹으로 무력화시킬 수 있었다면, 미래의 국제 분쟁에서 사이버 공격의 위력은 어디까지 나타낼 수 있을 것인가? 어쩌면 제3차 세계대전은 사이버 공격의 형태로 이미 시작됐는지도 모른다.

물론 다른 ‘다이하드’ 시리즈가 그렇듯이, 여기서도 주인공은 혼자 체력과 사격술만으로 악당을 전멸시키고 정의를 구현한다. 하지만 사이버 시대의 위협은 그런 식으로는 절대 막을 수 없다. 매클레인 형사보다는 그의 파트너인 천재 해커 매슈 패렐(저스틴 롱 분)이 이런 류의 공격에 더 잘 응전할 수 있는 전사다. 그리고 그런 전사들은 지금 이 순간에도 우리의 시스템과 안전을 위협하는 적에게 맞서 싸우는 중이다. 영화에도 간략하게나마 묘사됐듯이, 우리가 편하게 몸을 맡기고 있는 정보통신기술이라는 집은 실상 카드로 지은 집이고, 그 집이 일단 무너지기 시작하면 피해는 견잡을 수 없기 때문이다.



연구개발(R&D) 관련 직종의 구인 및 구직을 소개합니다.
R&D 관련 직종(연구직, 기획, 관리, 홍보 등)의 구인 및 구직 관련 자료
(구인공고, 자기소개서)를 이메일로 보내주세요.

보낼 곳 eco_news@naver.com

문의 053-718-8251, '이달의 신기술' 담당 김은아 기사

R&D 관련 구인 및 구직

IL SEONG

일성(유)(ilscp.com)

R&D 연구개발 분석 멤버 모집

- **담당 업무**: 국내외 건강기능 개별인정형 원료 소재 개발, 천연물 제조 공정 표준화 및 기기 분석, 분석법 밸리데이션, 천연물질 분리 등
- **응모자격 및 우대사항**: 대학원 박사 이상(생화학, 화학, 식품, 제약), 소재 연료 개발, 천연물 분리·분석, 시험법 밸리데이션 능력, SCI(E) 논문 및 보고서 작성 능력, 의약품, 의약외품, 건강 기능식품 인허가 경험자 우대
- **근무 형태**: 정규직
- **근무처**: 대구 동구
- **모집 기간**: 12월 11일까지
- **문의**: 070-5184-1674, 이메일 지원(hr@ilscp.net)

Kokam

(유)코캠(kokam.com)

Cell R&D Lab Technician/랩 테크니션

- **담당 업무**: 연구 업무 보조, 셀 제작 및 평가 보조, 리튬이온 배터리 관련 재료 및 화학 물질 특성 분석, 리튬이온 배터리 조립 및 테스트, 실험실 장비 및 작업장 관리
- **응모자격 및 우대사항**: 고졸 또는 학사 이상(공고, 에너지고 등 이공계 졸업자, 재료공학·화학공학 전공자 우대), 경력 무관, 실험실 근무 경험자 우대
- **근무 형태**: 정규직(수습 3개월)
- **근무처**: 경기 성남시 분당구
- **모집 기간**: 상시 채용
- **문의**: 031-705-6880



한국분말아금(주)(korpm.co.kr)

R&D 부품 개발 신입·경력사원 모집

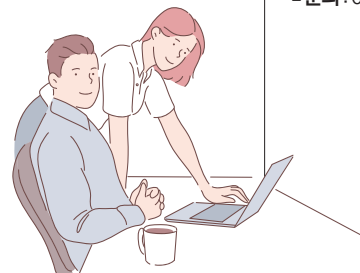
- **담당 업무**: 도면 검토, 도면 작도 및 금형 사양 설계, 샘플 진행 및 측정·분석, 신기술 개발, 신규 원재료 테스트
- **응모자격 및 우대사항**: 학사 이상(기계공학, 자동차공학), 경력 무관(신입 가능), Auto Cad 및 3D(CATIA, UG) 가능 자우대, 영어 가능자(작문·독해) 우대
- **근무 형태**: 정규직
- **근무처**: 충남 아산시
- **모집 기간**: 12월 17일까지
- **문의**: 041-538-3817



(주)삼영검사엔지니어링(samyong.co.kr)

본사 R&D 연구원 채용

- **담당 업무**: R&D 과제 연구개발 업무 수행, 검사기구 설계 및 개발, 구조해석, R&D 과제 결과보고서 작성
- **응모자격 및 우대사항**: 학사 이상(이공계), 경력 1년 이상, 해외출장에 결격 사유가 없는 자, 국가 R&D 과제 경험자, Auto Cad 등 사용 가능자, RCMS 등 연구비 처리 업무 경험자, 운전 가능자, 영어회화 가능자 우대
- **근무 형태**: 정규직(수습 3개월)
- **근무처**: 서울 중구
- **모집 기간**: 2023년 1월 24일까지
- **문의**: 02-2234-1463



Quiz.

다음에서 설명하는 단어는 무엇일까요? 감독(Supervision)과 기술(Technology)의 합성어로, 기술을 활용해 금융을 관리·감독하는 것을 말한다. 주로 인공지능, 빅데이터, 음성인식 기술 등을 활용하는데, 가령 은행 IT 시스템으로부터 가져온 데이터와 메신저 봇을 통해 모은 데이터를 빅데이터로 만든 다음 인공지능을 이용한 데이터 분석을 통해 고객 자산관리에 다시 활용하는 식이다.



※ 퀴즈 정답은 eco_news@naver.com으로 보내주세요.
독자 선물은 교환, 환불이 불가합니다. 주소 불명 등으로 반송 시 재발송하지 않습니다.

110호 정답 및 당첨자 리스킬링(Reskilling)

박재영, 김희숙, 한승희, 이순재, 이창렬



미니 가습기

글로벌 기술강국으로의 도약 “국제 기술 협력을 지원합니다”

산업통상자원부 해외기술협력거점



KEIT 미국(실리콘밸리) 거점

담당자 박성환
E-mail parkorea@keit.re.kr
Tel (Office) +1-408-232-5411



KEIT 독일(베를린) 거점

담당자 박효준
E-mail biojun@keit.re.kr
Tel (Office) +49-30-8891-7390



KORIL 이스라엘 거점

담당자 최정민
E-mail ena@koril.org
Tel 02-6009-8253,
(텔아비브Office) +972-54-345-1013



KIAT 미국(워싱턴D.C) 거점

담당자 김은정
E-mail ejkim@kiat.or.kr
Tel : (Office) +1-703-337-0950



KIAT 벨기에(브뤼셀) 거점

담당자 강주석
E-mail kangjs@kiat.or.kr
Tel (Office) +32- (0)2-431-0591



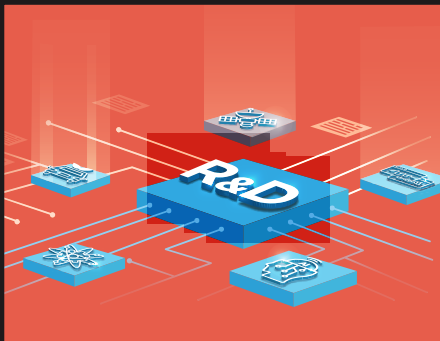
KIAT베트남(하노이) 거점

담당자 이재민
E-mail jmlee@kiat.or.kr
Tel (Office) +84-24-7308-2020

INDUSTRIAL TECHNOLOGY

NEWS

December >



2022 대한민국 산업기술 R&D대전 개최

문의처 02-907-4860 / 053-718-8529

'이달의 신기술'은 여러분의 의견에 항상 귀 기울이고 있습니다. 관심 있는 콘텐츠, 사업화에 유망하다고 생각하는 신기술을 비롯해 추가됐으면 하는 내용, 바라는 점 등이 있다면 많은 참여 바랍니다.

eco_news12@keit.re.kr / 053-718-8251



2022 대한민국 산업기술 R&D대전이 12월 7일부터 9일까지 서울 강남구 코엑스 B홀에서 개최된다. R&D대전은 산업부 연구개발(R&D) 지원을 통한 우수 성과물을 공유하고 초격차 기술 선도를 위한 산학연 기술 교류 및 협력·소통의 장으로 마련된다. '초격차 기술, 산업대전환 선도'라는 슬로건으로 열리는 올해 R&D대전은 산업기술의 과거와 현재, 미래를 쉽게 알아보도록 스토리텔링 방식으로 구성하고, 여유롭게 관람하는 갤러리형 전시관을 구축한다. 이는 크게 3가지로 구분할 수 있는데, 첫 번째는 산업기술이 걸어온 길을 담은 히스토리관이다. 히스토리관은 국가 경제 발전을 견인해 온 반도체, 조선, 자동차 등 핵심 산업기술의 발전을 실감미디어 등으로 임팩트 있게 전달하는 박물관 스타일로 구성한다. 두 번째는 반도체·디스플레이, 항공, 조선, 모빌리티 등 경제 발전을 주도해 온 첨단 산업기술의 현주소를 체험할 수 있도록 꾸민다. 세 번째는 바이오, 인공지능(AI)·로봇, ESG(환경, 사회, 지배구조), 알키미스트 등 미래를 열어갈 초격차·산업대전환을 선도하는 신기술을 조망하는 산업기술의 미래를 담는다. R&D대전 기간에 산업기술인을 격려하고 지원하는 기술대상 수여식, 마이스터고 장학금 수여식을 갖는 한편 디자인 비즈존(Biz Zone), 투자 상담 라운지, 임베디드경진대회 등의 부대 행사도 열린다.

NEW TECHNOLOGY OF THE MONTH

DECEMBER 2022



정기구독 안내

산업통상자원부 산하 한국산업기술평가관리원, 한국산업기술진흥원, 한국에너지기술평가원, 한국공학한림원 등 R&D 대표기관 및 최고 권위인 공학기술자단체가 공동으로 발행하는 <이달의 신기술>



038-132084-01-016 기업은행 1005-102-350334 우리은행



02-360-4859



50,000원 (연간)



네이버쇼핑에서 '이달의 신기술' 검색




chojh@hankyung.com


2022 대한민국 산업기술 R&D대전

KOREA TECH SHOW

2022. 12. 7.(수) ~ 9.(금) | COEX 1층 B홀

| 주최 |  산업통상자원부

| 주관 |  한국산업기술평가관리원

 한국에너지기술평가원

 beyond leading technology
한국산업기술진흥원