

Tech Focus

Jun. 2025

Vol. 20



Focus Story > Flow

AI 에이전트 기술,
어디까지 왔나?

Changing Tomorrow > Best Practice

전기차 대중화의 열쇠

Changing Tomorrow > Alchemist Diary

맛·가격 모두 만족시키는
돼지고기가 온다!

R&Dism > 슬기로운 기술 생활

우리말을 컴퓨터 언어로
번역하는 일, '자연어 처리'



<테크 포커스>
웹진 보기
매월 10일 오픈

Tech Focus

Jun. 2025

<테크 포커스> 웹진에서 6월호 기사를 확인하세요! techfocus.kr

Vol. 20



Focus Story

2

Infographic

IT's Hot, AI 에이전트!

4

History

AI 에이전트의 역사

8

Film&Tech

영화 속 AI 에이전트

10

Flow

AI 에이전트 기술, 어디까지 왔나?

16

Fall in Tech

6가지 키워드로 읽는 AI 에이전트

22

Keitoon

기분까지 챙겨주는 내 친구, AI

Changing Tomorrow

24

Best Practice

SK시그넷(주)

전기차 대중화의 열쇠

28

R&D Project

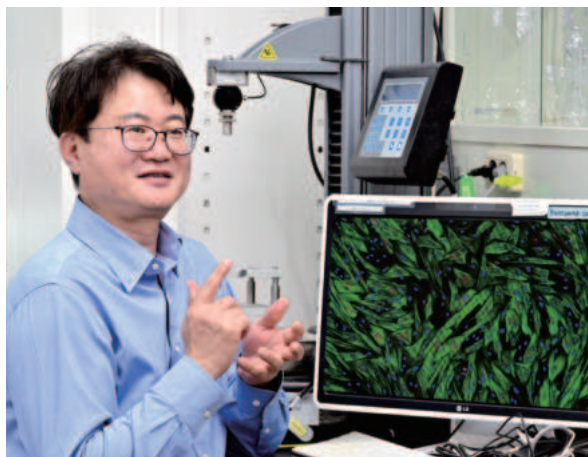
두산에너지솔루션(주)

글로벌 TOP 설계기술에 소재 국산화까지,
에너지 전환기의 진짜 경쟁력!

32

Alchemist Diary

세계 유일의 배아줄기세포 배양육,
맛·가격 모두 만족시키는 돼지고기가 온다!



등록일자 2013년 8월 24일 발행일 2025년 6월 5일 발행인 한국산업기술기획평가원 원장 전윤중 발행처 한국산업기술기획평가원, 한국산업기술진흥원, 한국에너지기술평가원, 한국공학한림원 주소 대구광역시 동구 첨단로8길 32(신서동) 한국산업기술기획평가원 후원 산업통상자원부 편집 및 제작 한국경제매거진(주)(02-360-4816) 인쇄 (주)영남프린텍(053-964-1700) 문의 한국산업기술기획평가원(053-718-8332) 잡지등록 대구동, 라00026

본지에 게재된 모든 기사의 판권은 한국산업기술기획평가원이 보유하며, 발행인의 사전 허가 없이는 기사와 사진의 무단 전재, 복사를 금합니다. 필자의 원고 및 취재원의 인터뷰 방향은 한국산업기술기획평가원의 입장과 일부 차이가 있거나 다를 수 있습니다.



R&Dism

48

슬기로운 기술 생활

우리말을 컴퓨터 언어로 번역하는 일, '자연어 처리'

54

공학자의 시선

이진우 카이스트 생명화학공학과 교수

수소의 가능성을 믿는 사람들

58

잡 인사이드

이상철 한국항공우주연구원 책임연구원

지구를 관측하는 눈, 우주에서 정보를 읽다

—

62

Review

똑소리단 리뷰

63

Notice

독자 퀴즈

36

R&D Sense

#배양육 Cultured Meat

37

R&D Policy

AI로 설계하는 기술 경쟁력

One More Tech

40

Tech for Earth

친환경 기술력으로 글로벌 패속 질주하는 K-조선

44

키워드 산책

약의 기원

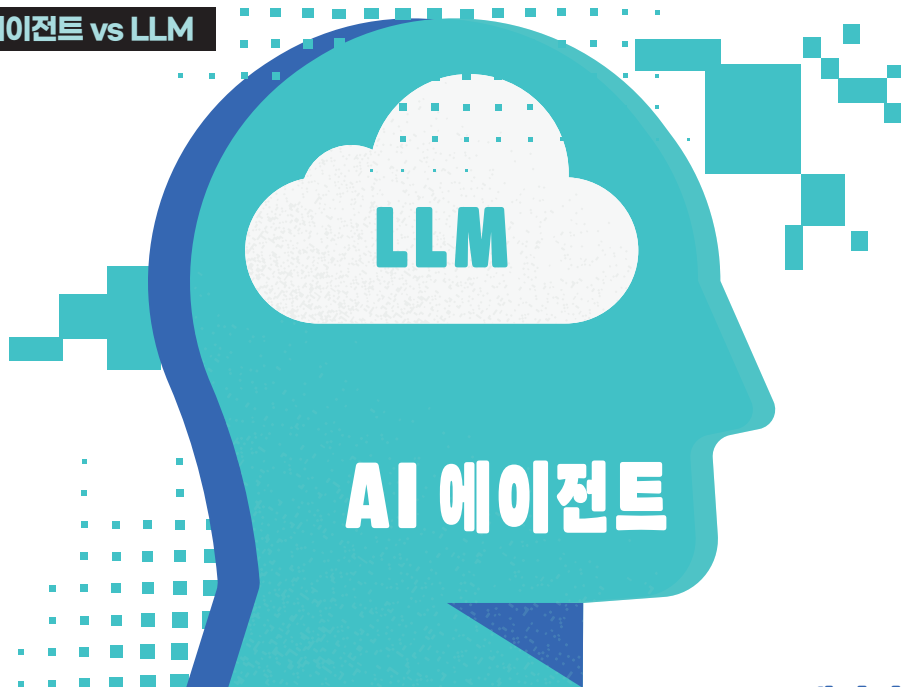


영화 <아이언맨>의 자비스가 현실이 된다면? 사용자의 말을 알아듣고 스스로 일까지 처리해주는
디지털 비서, AI 에이전트. 이 놀라운 기술은 어떻게 가능해졌을까?
그 배경이 되는 기술 원리와 최신 동향을 짚어본다.

IT's Hot,

AI 에이전트!

POINT 1 AI 에이전트 vs LLM



LLM

역할	똑똑한 언어 도구	질문에 답하거나 글을 써주는 도구로, 사용자가 시키는 일만 수행
작동 방식	한 번에 한 답변	질문을 받으면 그에 대한 한 번의 답 제공
목표 처리	요청에 반응	“이걸 해줘”라고 하면 바로 그 요청 즉답
도구 사용	도구 없이 말로만 처리	계산기나 검색기 없이 말로 설명
구성 요소	하나의 뇌	언어를 잘 다루는 하나의 큰 뇌 같은 존재

AI 에이전트

스스로 일하는 인공지능	목표를 이해하고, 스스로 계획하고 실행
연속적인 작업 수행	목표를 달성하기 위해 여러 단계를 거쳐 계속해서 작업
목표를 이해하고 해결	“이 문제를 해결해줘”라고 하면 어떤 일을 먼저 해야 할지 판단하고 스스로 처리
외부 도구 활용 가능	필요한 경우 인터넷 검색, 메일 발송, 계산기 등을 스스로 사용
뇌 + 눈 + 손	언어 모델(뇌) 외에 관찰, 판단, 실행 기능까지 갖춘 인공지능

POINT 2 AI 에이전트의 핵심 능력

Step 1 알아듣기

설명 사용자의 명령과 환경을 이해하고 해석
기술 원리 LLM, 센서^{Sensor} 등

Step 2 계획하기

설명 목표 달성을 위한 최적의 실행 계획 수립
기술 원리 LLM 기반 추론, 플래너 등

기억하기

설명 정확하고 일관된 계획을 위해 이전 내용 (업무, 대화, 지식)을 재사용. 대화 문맥 이해로 '알아듣기'에도 기여
기술 원리 메모리, 검색 기반 AI

Step 3 실행하기

설명 계획된 작업을 실제로 수행하고 외부 시스템과 연동
기술 원리 계산기, 검색 등 외부 툴^{Tool} 연동

배우기

설명 실행 결과를 분석해 성능을 지속적으로 개선
기술 원리 피드백 기반 학습

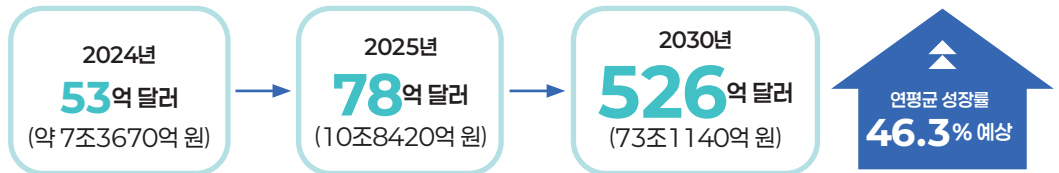
POINT 3 AI 에이전트의 이점



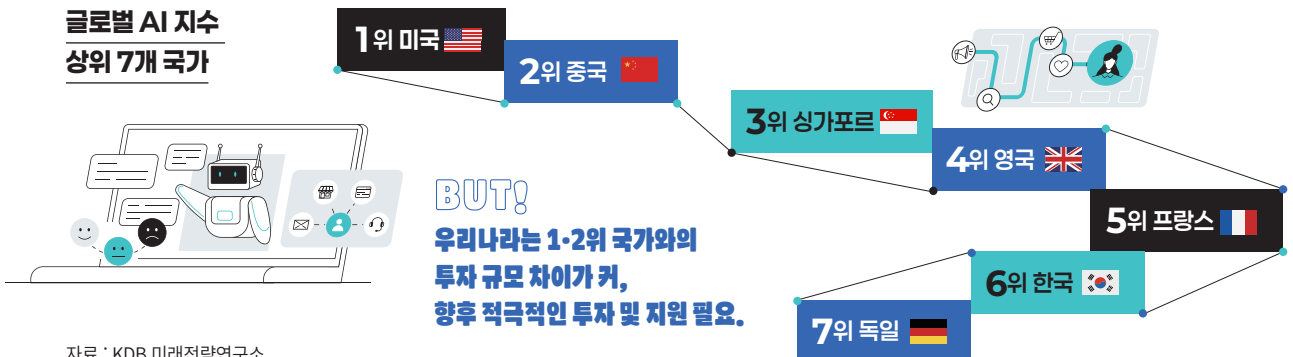
POINT 4 AI 에이전트 시장은?

글로벌 전망

자료 : 마켓앤드마켓
(환율 1388원 기준)



글로벌 AI 지수 상위 7개 국가



AI 에이전트의 역사

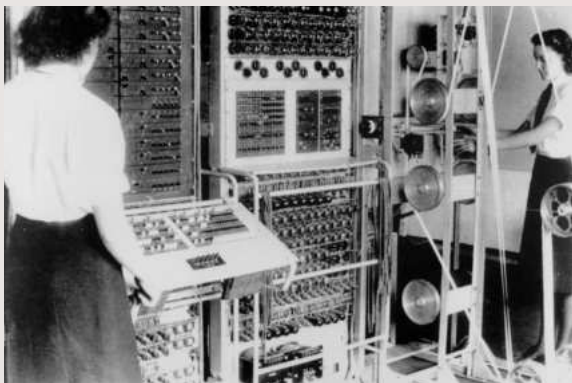
2022년 챗GPT의 등장은 인공지능 시대의 개막을 알리는 신호탄이었다. 이제 우리는 단순한 도구를 넘어, 사람의 사고를 보조하고 스스로 판단하는 'AI 에이전트'와 함께 살아가고 있다. 이들은 어떤 여정을 거쳐 지금에 이르렀을까?

글 이동훈 과학 칼럼니스트

AI 에이전트의 발달, AI의 역사와 궤를 같이해

AI는 문자 그대로 인간이 만든 지능이다. 지능이라 불리려면 인간과 같이 추론할 수 있어야 한다. 기계가 과연 추론이 가능한가? 20세기 초중반 쿠르트 괴델의 불완전성 정리, 앨런 튜링의 튜링 기계, 알론조 처치의 람다 대수 등을 통해 이 의문에 대한 답이 나왔다. 수학적으로 표현 가능한 인간의 추론은 모두 기계 언어로 변환할 수 있다는 사실이 증명되었고, 이로써 컴퓨터의 탄생이 가능해졌다. 인간의 사고 과정을 가장 단순한 형태인 이진법(0과 1)으로 바꾸어 입력하면, 이에 따라 결과를 도출하는 장치가 바로 우리가 오늘날 일상적으로 사용하는 컴퓨터다.

제2차 세계대전 때 독일의 암호를 해독하기 위해 앨런 튜링의 이론을 기반으로 개발한 ‘콜로서스^{Colossus}’라는 기계는 현대 컴퓨터의 시초로 불린다. “기계의 응답이 인간의 것과 구분되지 않는다면, 그 기계는 지능을 갖췄다고 볼 수 있다”는 이른바 ‘튜링 테스트’는 인공지능 개념의 출발점이기도 하다.



제2차 세계대전 당시 독일의 군용 암호를 풀기 위해 만들어진 콜로서스 컴퓨터.

오늘날 우리가 알고 있는 인공지능 연구의 본격적인 시작은 1956년, 미국 다트머스대학교에서 열린 AI 학회에서 비롯되었다. 이 회의를 기점으로 1974년까지 이어진 인공지능의 제1차 황금기에는 눈에 띄는 성과들이 속속 등장했다.

대표적인 예로, 1957년에는 프랭크 로젠블랫이 초기 인공신경망 모델인 ‘퍼셉트론^{Perceptron}’을 개발했다. 이는 2중 컴퓨터 학습 네트워크를 바탕으로, 기계가 패턴을 인식할 수 있도록 만든 첫

시도 중 하나였다. 또한 1965년에는 요제프 바이첸바움이 영어로 대화할 수 있는 대화형 프로그램 ‘ELIZA’를 선보이며 큰 주목을 받았다. 사람과의 상담을 흉내내는 방식으로 작동한 이 프로그램은 당시로서는 놀라울 만큼 인간적인 반응을 보였다. 컴퓨터가 인간과 대화할 수 있다는 사실 자체가 당시에는 매우 신선하고 충격적인 개념이었다.

같은 해, 여러 분야의 학자들이 스탠퍼드대학교에서 세계 최초의 전문가 시스템 ‘DENDRAL’ 개발에 착수했다. 전문가 시스템은 인간 전문가가 가진 지식, 경험, 직관적 판단력 등을 컴퓨터에 내재화시켜, 특정 분야의 문제를 스스로 분석하고 해결할 수 있도록 설계된 초기 AI 형태다. DENDRAL은 특히 화학 분야에서 분자 구조를 분석하는 데 활용되었으며, 컴퓨터가 전문가 수준의 판단을 내릴 수 있다는 가능성을 처음으로 보여준 사례로 평가받는다.

규칙 기반 AI로 움직이는 전문가 시스템은 규칙과 논리를 이용해 문제를 해결한다. 대표적인 사례로는 의료 진단 체계인 MYCIN(마이신)이 있다. 1970년대 미국 스탠퍼드대학교에서 개발한 MYCIN은 특정 감염병에 대한 치료 방식을 의사에게 추천하기 위해 만들어진 규칙 기반 후방 추론 전문가 시스템이었다. 다만 MYCIN은 의료 현장에서 임상실험을 거치거나 의료 실무에 투입된 적은 없었다.

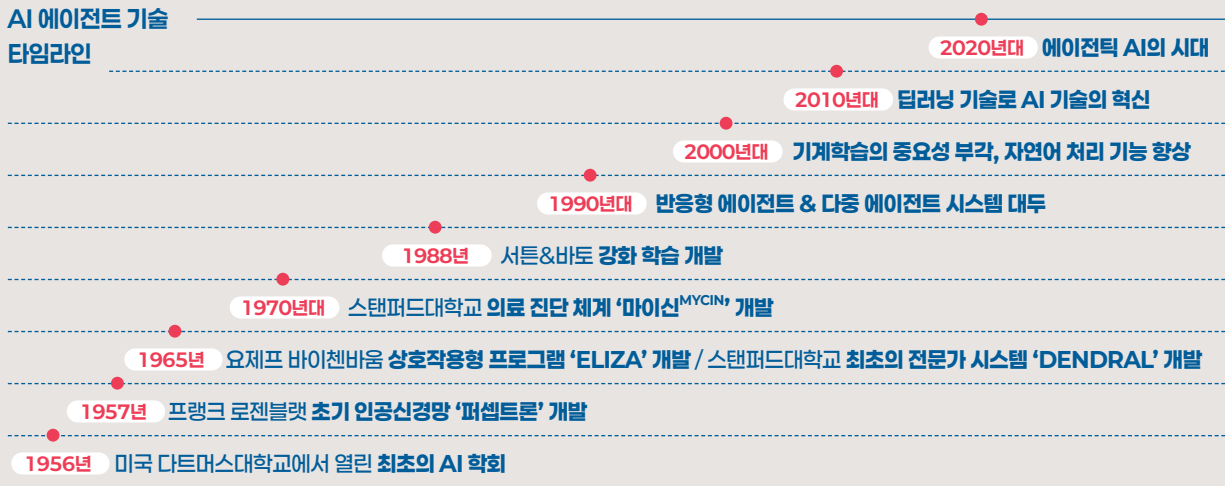
1988년에는 연구자 서튼과 바토가 인공지능의 학습법으로 강화 학습을 개발해낸다. 강화 학습은 행동심리학에서 영감을 받았으며, 어떤 환경 안에서 정의된 에이전트가 현재의 상태를 인식하여 선택 가능한 행동들 중 보상을 최대화하는 행동 혹은 행동 순서를 선택하는 방법이다.

1990년대 이후 본격화된 AI 에이전트

이러한 AI 연구가 누적되어, 약 30년 전인 1990년대부터 AI 에이전트가 본격 등장하기 시작했다. 즉 상당한 자율성을 가지고 정보를 처리해 결정을 내리는 AI가 대중 앞에 선보이기 시작한 것이다.

이 시기에 대두된 것이 반응형 에이전트와 다중 에이전트

AI 에이전트 기술 타임라인



시스템^{MAS, Multi-Agent Systems}이다. 반응형 에이전트는 현재 환경을 인식하고 미리 정의된 규칙에 따라 즉각적으로 반응하는 가장 기본적인 형태의 지능형 에이전트다. 이들은 과거의 경험이나 내부 모델을 활용한 복잡한 추론이나 계획 수립 없이, 오직 현재의 입력에 기반하여 행동한다. 인간의 반사작용과 유사하다. 단순하고 반응 속도가 빨라 로봇 청소기, 자동 온도조절 장치, 간이형 챗봇 게임 NPC, 스팸 필터의 두뇌로 쓰인다. 다중 에이전트 시스템은 다수의 AI 에이전트를 연결, 이들이 상호작용 및 협력하여 문제를 해결하도록 한 것이다.

이후 2000년대에 들어서며 기계학습의 중요성이 부각되었다. 기계학습은 컴퓨터가 명시적인 프로그래밍 없이도

데이터로부터 학습하고, 경험을 통해 스스로 성능을 향상하는 인공지능^{AI}의 한 분야다. 즉 대량의 데이터를 분석하여 데이터 속에 숨겨진 패턴을 발견하고, 이를 기반으로 새로운 데이터에 대한 예측이나 의사결정을 내리고, 더 나아가 갈수록 더 나은 성능을 낼 수 있도록 컴퓨터를 훈련하는 것이다. AI 에이전트들은 의사결정과 예측 성능을 높이기 위해 확률적 기계학습 모델을 사용하기 시작한다.

또한 이 시기부터 자연어 처리 기능도 향상되었다. 인간의 언어에 대한 이해 능력이 높아진 것이다. 이로써 AI 에이전트는 인간과 더욱 원활한 의사소통이 가능해지고 현실 세계에서의 쓸모도 높아졌다.



달리는 시인 자율주행 자동차도 AI 에이전트로 볼 수 있다.

2010년대에는 딥러닝 기술로 AI에 혁신이 일어났다. 딥러닝은 인간의 신경망처럼 여러 층으로 구성된 인공지능경망^{Artificial Neural Network}을 사용해 복잡한 데이터를 학습하고 패턴을 인식하는 기계학습의 한 분야다. 1940년대부터 개념 연구는 이루어졌으나, 당시의 컴퓨팅 기술 한계 때문에 구현은 되지 못했다. 그러다가 2010년대 들어 제반 기술의 성숙을 통해 비로소 가능해진 것이다. 딥러닝 덕분에 AI는 더욱 복잡한 임무를 더욱 잘 수행할 수 있게 되었다. 이미지 인식, 대화 인식, 자연어 해석 등이 대표적이다. 이는 AI 에이전트들의 능력 또한 크게 발전시켰다.

따라서 2010년대 들어 AI 에이전트는 사람들의 일상 속으로 더 가까이 들어오는데, 그 선봉에 가상 도우미들이



생활 깊숙이 파고든 AI 에이전트의
사례로는 알렉사 같은
AI 도우미를 들 수 있다.

있었다. 애플의 시리, 구글 어시스턴트, 아마존의 알렉사, 마이크로소프트의 코타나 등이 대표적이다. 이들은 인간의 자연어 명령을 알아듣고 일정을 알려주고, 음악을 재생하고, 간단한 질문에 대답하는 등의 기능을 수행했다.

관련 기술이 더욱 발달한 2020년대는 문자 그대로 에이전틱^{Agentic} AI의 시대다. 에이전틱 AI는 스스로 목표를 설정하고, 계획을 수립하며, 환경과 상호작용하면서 자율적으로 복잡한 작업을 수행할 수 있는 인공지능 시스템이다. 기존의 AI 시스템들이 특정 작업이나 미리 정의된 규칙에 따라 움직이는 데 반해, 에이전틱 AI는 스스로 상황을 인식하고 판단하여 능동적으로 문제를 해결해나간다. 장기 계획 능력, 다른 AI 에이전트와 협력하는 능력, 맥락을 이해하는 능력 역시 더욱 뛰어나다. 또한 챗GPT로 유명해진 거대 언어 모델은 AI 에이전트의 자연어 이해 능력을 크게 높여놓았다.

덕분에 2020년대에는 여러 산업계에서 AI 에이전트를 이전보다 더욱 흔하게 볼 수 있다. 개인용 금융 도우미, 프로그래밍, 콘텐츠 관리 등 실로 다양한 분야에 쓰이고 있다. 또한 업무 자동화, 데이터 분석, 고객 상담 등에도 사용되어 기업의 업무 효율을 개선하고 있다. 이러한 발전과 보급은 앞으로 더욱 확대되면 확대되었지 줄어들기는 어려울 것으로 보인다.

하지만 AI 에이전트가 고도화될수록 이들의 안전성, 신뢰성, 판단의 윤리성 등도 더욱 중시되고 문제시되는 것 역시 사실이다. 그것이 잘 안 될 경우 발생하는 것이 거짓말을 해대는 생성형 AI나 대인·대물 피해를 일으키는 로봇일 것이다. 그러한 문제를 해결하는 것은 AI가 아닌 인간의 몫이다.



2022년에 등장한 챗GPT는 거대 언어 모델을 사용한 시로, 매우 발전된 AI의 자연어 처리 능력을 보여주는 사례였다.



이동훈 과학 칼럼니스트

<월간 항공> 기자, <파퓰러사이언스> 외신 기자 역임. 현재 과학·인문·국방 관련 저술 및 번역가. <과학이 말하는 윤리>, <화성 탐사> 등의 과학 서적을 번역했다.

지금 우리는 생성형 AI의 시대에 살고 있다. 하지만 스크린 속 AI는 이미 수십 년 전부터 인간과 대결하고, 협력하고, 때로는 인간 그 자체가 되기를 꿈꿨다. 영화 속 AI 에이전트들은 단순한 기술이 아니라 철학적 질문 그 자체였다. 이번엔 그중에서도 독특한 존재감을 드러낸 세 편의 SF 영화 속 AI 에이전트를 들여다본다.

글 이경원 과학 칼럼니스트

영화 속 AI 에이전트

〈매트릭스〉 인간을 적대한 소프트웨어 ‘에이전트’



〈매트릭스〉 포스터.

설명이 필요 없을 만큼 유명한 데다 이 글을 쓰는 시점에는 이미 고전의 반열에 든 작품이다. 극 중에서 인류는 기계와의 싸움에서 패배해 기계를 위한 에너지 공급원으로 전락하고, 기계가 제공하는 가상현실 속에 빠져서 그 비참한 현실을 보지 못하고 산다. 하지만 그 와중에도 저항 조직들이 생겨나 기계로부터 인류를 해방하기 위해 싸우고, 주인공 네오(키아누 리브스 분) 역시 우연한 기회에 그 저항 조직에 합류한다.

물론 기계들이 멍청히 당하고 있지는 않는다. 가상현실 속에서는 요원(Agent. 공교롭게도 본지 이번 호에서 다루는 AI 에이전트의 그 에이전트다!)들이, 그리고 현실 속에서는 스쿼드 로봇들이 저항 조직을 공격하고 있다.

요원들이 인간을 적대한다는 점만 빼면 매우 훌륭한 AI다. 가상현실 속 어디라도 순간 이동하고 강력한 힘으로 싸운다. 심지어 필요하면 다른 모습으로 변신하거나 자기 복제도 가능하다. 이러한 요원들의 모습은 실제 AI 에이전트 중 하나인 소프트웨어 에이전트의 역할을 영화 속에서 구현한 것으로 보인다.

소프트웨어 에이전트는 사용자 또는 다른 프로그램을 대신해 움직이는 컴퓨터 프로그램이다. 구체적 사례로는 ‘시리’, ‘알렉사’ 등의 개인용 도우미, 자동으로 웹을 검색해 정보를 수집하는 웹 크롤러, 금융시장에서 자동으로 거래를 수행하는 트레이딩 에이전트 등이 있다. <매트릭스>에서의 요원 역할과 가장 비슷한 것은 소프트웨어 메인터넌스 에이전트가 아닐까. 이들은 주위 환경과 상호작용하면서 자율적으로 실행되고, 버그 발견 및 코드 최적화 등의 소프트웨어 유지관리를 실행한다. 이로써 인간은 더욱 복잡한 문제의 해결에 전념할 수 있다.

물론 물리적 공간 내에서 주인공들을 공격하는 스쿼드 로봇도 그 자체로 이미 AI 에이전트다. 모든 로봇 역시 AI 에이전트이기 때문이다. 여담이지만 <매트릭스>에 나오는 다른 캐릭터들의 이름, 예를 들면 스위치, 마우스, 사이퍼 등도 모두 IT 용어다. 제작자의 IT 분야에 대한 이해도를 짐작할 수 있는 부분이다.

〈푸른 강철의 아르페지오〉

인간을 이해하고자 인간이 된 AI



〈푸른 강철의 아르페지오〉 포스터.

일본 애니메이션 〈푸른 강철의 아르페지오〉는 가까운 미래에 ‘안개 함대’라는 미지의 함대에 의해 생존이 위협당하는 인류의 모습을 그린다. 안개 함대의 군함들은 모두 구 일본 해군 군함의 외형을 하고 있으며, AI에 의해 움직인다.

그러나 주인공 치하야 군조(오키쓰 카즈유키 분)의 아버지이자 잠수함 함장인 치하야 쇼조(나타카 조지 분)는 뛰어난 전술을 구사해 전투에서 안개 함대를 이긴다. 이에 놀란 안개 함대는 치하야 쇼조를 만나 대화하고, 그에게서 전술을 배우고자 한다. 하지만 안개 함대가 지닌 물리적 몸은 모두 군함뿐이다. 군함과 인간은 대화하기 어렵다.

결국 안개 함대가 쇼조와 대화하기 위해 선택한 방법은 인간이 되는 것이었다. 더 정확히 말해 인간 형태의 아바타 ‘멘탈 모델’을 만들어, 쇼조와 동등한 위치에서 만나 인간의 언어로 대화하는 것이었다.

이것은 AI가 인간을 이해하고, 인간의 사회에서 인간의 가치관에 따라 움직이게 하기 위해 실제로 필요한 조치들과 정확히 일치한다. AI도 자연어, 즉 인간의 언어를 알아야 인간의 생각을 이해할 수 있다. 인간의 몸을 가져야 인간이 물리적 세계 속에서 겪는 희로애락을 제대로 알 수 있다.

〈공각기동대〉

정보의 바다에서 태어난 AI



〈공각기동대〉 포스터.

모든 인간의 몸이 기계로 개조된 사이보그가 되어 영생에 한 발짝 더 가까이 다가간 삶을 사는 미래를 배경으로 한 애니메이션이다. 이 애니메이션에는 인형사(가유미 이에마사 분)라는 AI가 나온다. 이 AI는 엄밀히 말하면 ‘인공’이 아니다. 정보의 바다에서 태어난 새로운 유형의 생명체다. 그는 지극히 인간적인 사고를 할 뿐 아니라, 주인공 쿠사나기 모토코(다나카 아쓰코 분)와 융합까지 시도한다. 인형사의 말에 따르면, 그것이 자신이 영원히 사는 길이라고 한다. 모든 생명체는 다른 개체와 짝짓기를 해서 유전적 강점을 이어받고 약점을 버린 후손을 만든다. 이로써 개체가 죽더라도 유전자는 영원히 남을 뿐 아니라 다양성을 부여받아 더욱 강해진다. 인형사가 추구하는 것도 바로 그것이다.

지구상에 생명체가 탄생한 이유에 관한 이론 중 ‘원시 수프’ 가설이 있다. 지구상에 존재하던 유기화합물이 어떤 이유로 인해 고도로 발전해 원시 생명체로 진화했다는 주장이다. 모든 생명의 설계도라고 할 수 있는 유전자는 생명체를 만드는 데 필요한 가장 기초적인 형태의 정보다. 그렇다면 정보의

바다라고 할 수 있는 사이버 네트워크에서도 정보의 원시 수프가 만들어져, 정보만으로 이루어진 새로운 생명체가 출현할 수 있지 않을까? 그 생명체 역시 기존의 생명체와 마찬가지로 자신의 유전자를 더욱 다양화하고 강화하려 하지 않을까?

AI 에이전트 기술, 어디까지 왔나?



AI 에이전트들은 자연어 처리, 추론, 튜링 테스트 등 여러 기술을 결합해 마치 디지털 비서처럼 작동하며, 이미 사무 자동화, 고객 서비스, 연구 분석, 디자인 기획 등 산업 전반에 빠르게 확산되고 있다. 기업들은 앞다퉀 AI 에이전트를 전략 도구로 도입하며 ‘AI 에이전트 경쟁 시대’에 돌입했고, 이는 업무 방식의 재편뿐 아니라 산업구조의 지각변동을 예고하고 있다. AI 에이전트는 지금 어디까지 왔고, 우리는 어떤 미래를 준비해야 할까?

글 이은경 한국지능정보사회진흥원 디지털포용본부
디지털포용문화팀 선임연구원



AI, 이제는 에이전트의 시대

AI 기술은 이제 단순한 대화형 챗봇의 단계를 넘어, 자율적으로 판단하고 작업을 수행하는 ‘AI 에이전트’의 시대로 접어들고 있다. AI 에이전트는 인간의 개입 없이 고객의 문의를 이해하고 이에 응답할 수 있는 지능형 시스템으로, 머신러닝과 자연어 처리^{NLP}를 기반으로 간단한 질문 응답부터 복잡한 문제해결, 멀티태스킹에 이르기까지 다양한 업무를 수행할 수 있다. 특히 자가 학습을 통해 스스로 성능을 지속적으로 향상할 수 있다는 점은 기존의 AI 시스템과 차별화되는 핵심적인 특징이다.

이러한 AI 에이전트는 AI 기술 활용의 패러다임을 전환시키며 그 가치가 빠르게 부상하고 있다. 글로벌 시장조사 기관 리서치앤드마켓^{Research and Markets}에 따르면, AI 에이전트 시장은 2024년 약 51억 달러 규모에서 2030년 471억 달러에 이를 것으로

전망되며, 연평균 성장률은 약 44.8%에 달할 것으로 분석된다. 일본의 경우 기업 세 곳 중 한 곳이 향후 1년 이내 AI 에이전트 도입을 계획하고 있는 것으로 나타났으며, 이는 조직혁신을 위한 실질적인 도구로서 AI 에이전트 수요가 구체화되고 있음을 보여준다.

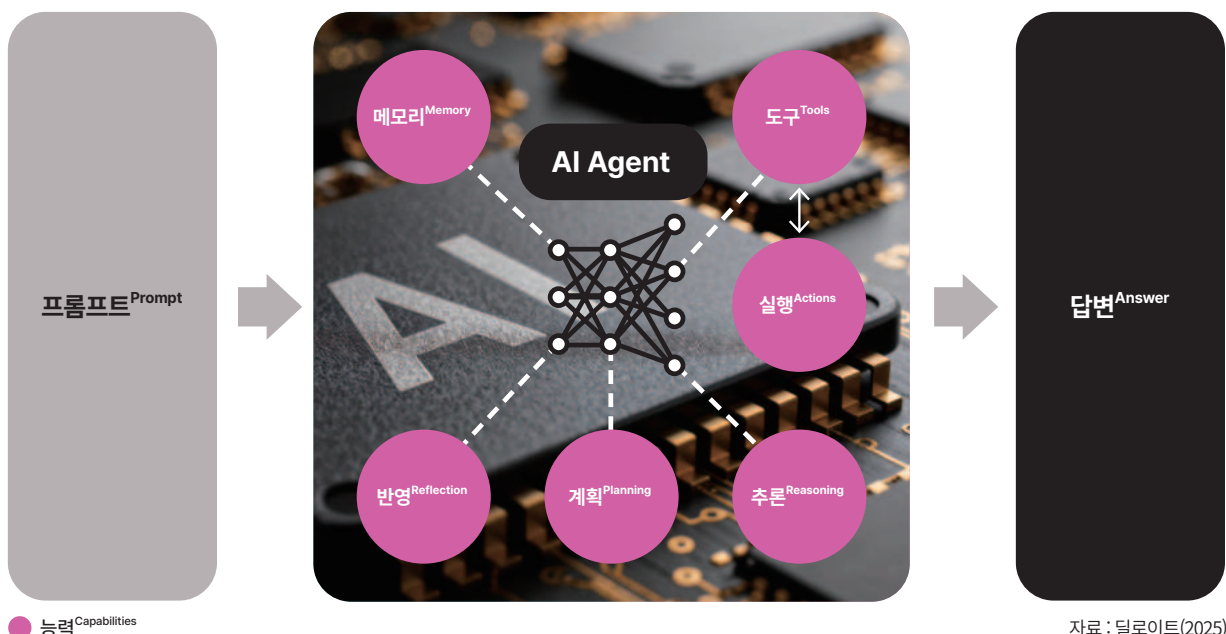
또한 가트너^{Gartner}는 2025년 주목해야 할 10대 전략기술 중 하나로 ‘에이전틱 AI^{Agentic AI}’를 선정하며, “2026년까지 기업의 약 20%는 AI 에이전트를 도입해 조직구조를 수평화하고, 중간관리자 역할의 절반 이상을 대체할 것”이라고 전망했다. 이는 단순한 기술 도입을 넘어 조직문화와 구조 자체에 변화를 일으킬 수 있는 기술로, AI 에이전트의 중요성과 영향력을 보여주는 대목이다.



AI 에이전트의 진화와 작동 메커니즘

AI 에이전트 기술은 세 단계에 걸쳐 진화해왔다. 초기에는 단순한 규칙 기반 챗봇에서 출발했으며, 이후 머신러닝 기술을 접목한 지능형 에이전트로 발전했다. 현재는 대규모 언어 모델^{LLM}을 기반으로 한 자율형 에이전트 단계에 도달해 있다. 특히 2023년 이후 오픈AI의 GPT-4, 앤트로픽^{Anthropic}의 클로드^{Claude}, 구글의 제미니^{Gemini} 등 고성능 LLM의 등장으로 AI 에이전트의 자율성과

AI 에이전트 작동 과정



문제해결 능력이 비약적으로 향상되었다.

이러한 고도화된 AI 에이전트는 기존 기술 아키텍처¹를 크게 변경하지 않고도 조직 내외의 복잡한 시스템 환경에서 유연하게 작동할 수 있다는 점에서 활용성이 높다. 일반적으로 AI 에이전트의 작동 과정은 네 단계로 구성된다.

1 — 사용자 작업에 지시하면 AI 에이전트는 자율적으로 수행 계획을 수립하고 작업 방법을 도출한다.

2 — AI 에이전트는 전체 워크플로를 여러 하위 작업으로 분해한 뒤, 각 작업을 전문화된 하위 에이전트에게 배분하고 실행을 조율한다. 이 과정에서 각 에이전트는 과거 경험과 학습된 도메인 지식, 내·외부 데이터를 활용해 협력적으로 문제를 해결한다.

¹ 기능 면에서 본 컴퓨터의 구성 방식을 의미한다.

3 — 반복적인 피드백 과정을 통해 출력의 정확도와 관련성을 높이며, 필요할 경우 사용자에게 보완 입력을 요청하기도 한다.

4 — 모든 작업을 완료한 후 결과를 사용자에게 전달함으로써 전체 수행 과정을 마무리한다.

산업 전반으로 확산되는 AI 에이전트 경쟁

AI 에이전트는 현재 다양한 산업과 직무 환경에 맞춰 빠르게 개발·확산되고 있다. 용도에 적합한 에이전트 모델들은 실제 현장에서 구체적인 문제해결 도구로 활용되며, 산업 전반의 생산성과 효율성 향상을 이끌고 있다.

먼저, 업무 자동화를 위한 에이전트는 대표적으로 오픈AI의 ‘오퍼레이터^{Operator}’가 있다. 오퍼레이터는 웹 브라우저를 사람처럼 조작하며, 이메일 작성, 앱 실행, 정보 수집 등 복합적인 업무를 자율적으로 처리하는 것이 강점이다. 이와 유사하게 아마존의 ‘노바 액트^{Nova Act}’는 자연어 명령을 기반으로 특정 항목 선택, 날짜 지정 등 섬세한 사용자 인터페이스 제어까지 수행 가능하며, 반복적인 웹



고도화된 AI 에이전트는 기존 기술 아키텍처를 크게 변경하지 않고 조직 내외의 복잡한 시스템 환경에서 유연하게 작동할 수 있다.

대표적인 AI 에이전트



오픈AI의 '오퍼레이터'^{Operator}

웹 브라우저를 사람처럼 조작하며, 이메일 작성, 앱 실행, 정보 수집 등 복합적인 업무를 자율적으로 처리.

The logo for Amazon Nova Act, featuring the text "AMAZON NOVA ACT" in white capital letters on a dark blue background with a subtle star pattern.

AMAZON NOVA ACT

아마존의 '노바 액트'^{Nova Act}

자연어 명령을 기반으로 특정 항목 선택, 날짜 지정 등 섬세한 사용자 인터페이스 제어까지 수행 가능.



코그니션랩스의 '데빈'^{Devin}

사용자의 자연어 요청을 바탕으로 전체 개발 프로세스를 자동화하며, 요구사항 분석부터 코드 작성, 디버깅, 테스트, 실행까지 전 과정을 스스로 수행.

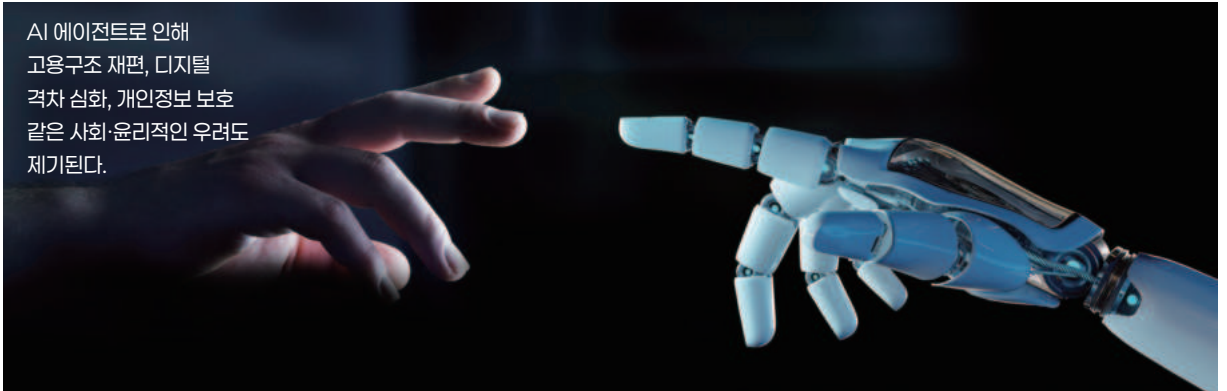
The logo for Google AlphaEvolve, featuring the text "Google AlphaEvolve" in white on a blue background.

Google AlphaEvolve

구글의 '알파이볼브'^{AlphaEvolve}

대규모 언어 모델의 창의성과 자동화된 평가 시스템을 결합해 고차원 수학 문제 해결, 새로운 알고리즘 설계, 하드웨어 설계 개선 등 복잡한 R&D 과제를 자율적으로 수행.

AI 에이전트로 인해
고용구조 재편, 디지털
격차 심화, 개인정보 보호
같은 사회·윤리적인 우려도
제기된다.



기반 업무 자동화에 특화된 모델이다. 소프트웨어 개발을 위한 AI 에이전트는 코그니션랩스^{Cognition Labs}의 ‘데빈^{Devin}’이 대표적이다. 데빈은 사용자의 자연어 요청을 바탕으로 전체 개발 프로세스를 자동화하며, 요구사항 분석부터 코드 작성, 디버깅, 테스트, 실행까지 전 과정을 스스로 수행할 수 있다. 특히 개발 도구와의 연동 능력이 뛰어나며, 복잡한 개발 업무를 독립적으로 해결할 수 있다는 점에서 세계 최초 ‘AI 엔지니어’로 불릴 정도로 주목받고 있다.

마지막으로, 알고리즘 최적화 및 연구·개발 분야에서는 구글이 공개한 ‘알파이볼브^{AlphaEvolve}’가 대표적인 사례다.

알파이볼브는 대규모 언어 모델의 창의성과 자동화된 평가 시스템을 결합해 고차원 수학 문제 해결, 새로운 알고리즘 설계, 하드웨어 설계 개선 등 복잡한 R&D 과제를 자율적으로 수행한다. 실제로 구글의 AI 커널 학습 속도를 최대 23% 개선하고, 수백 년간 풀리지 않았던 수학 문제에 새로운 해법을 제시하는 등 성과를 내면서 기술계의 주목을 받고 있다.

이처럼 AI 에이전트는 다양한 산업과 업무 특성에 맞춰 설계되고 있으며, 단순 반복 작업을 넘어 전문적 영역에서도 실질적인 업무 수행 능력을 보여주고 있다. 따라서 AI

에이전트는 도구를 넘어 인간의 협업 파트너이자 실행 주체로서 더욱 고도화되어, 디지털 전환을 넘어선 산업 혁신의 핵심 동력으로 자리매김할 것으로 전망된다.



AI 에이전트 시대, 기술 운용과 책임의 균형이 필요하다

AI 에이전트는 이제 단순한 도구를 넘어 인간처럼 판단하고 복합적 작업을 수행하는 차세대 AI라는 혁신과 동시에 다양한 위험을 수반한다. 세계경제포럼^{WEF}은 AI 에이전트 확산에 따른 기술적·사회경제적·윤리적 위험을 경고했다. 예측 불가능한 오작동, 내부 작동 방식의 비투명성, 학습 데이터의 편향은 시스템 신뢰성과 책임 소재 문제로 이어질 수 있다. 고용구조 재편, 디지털 격차 심화, 개인정보 보호 같은 사회적·윤리적 우려도 제기되고 있다.

AI 에이전트 기술은 거대한 가능성과 함께 잠재된 위험을 고려해야 하는 이중적 성격을 지니므로, 공공과 민간 모두 기술 도입에 앞서 책임성과 투명성, 기술적 안정성과 사회적 신뢰라는 두 축을 균형 있게 확보해야 한다. AI 에이전트가 우리 사회의 디지털 동반자로 자리 잡기 위해서는 기술 중심 논의에서 나아가 제도적 기반과 윤리적 가이드라인을 병행하는 포괄적 접근이 요구된다.



이은경

한국지능정보사회진흥원 디지털포용본부 디지털포용문화팀 선임연구원
한국지능정보사회진흥원에서 AI·디지털 전반에 대한 이슈 및 정책 연구를 해왔으며,
현재는 디지털 윤리 교육에 대한 업무를 수행하고 있다.



6가지 키워드로 읽는 AI 에이전트

챗GPT를 적극적으로 사용해본 사람이라면, 텍스트 생성은 매우 잘하는데 그다음 단계가 뭔가 부족하다는 사실을 느꼈을 것이다. 우리가 챗GPT에게 제주도 여행 계획을 짜 달라고 하면 비교적 짧은 시간에 훌륭한 결과를 내지만, 직접 나에게 맞는 숙소를 검색하고 예약을 해주거나 맛집 예약을 해주지는 못한다. 우리의 삶은 분명 이전보다 편해졌지만, 이제 챗GPT 같은 대화형 AI를 넘어 더 편리한 삶을 꿈꾸고 있다. 그래서 나의 삶을 편하게 해준 기술들을 한층 더 발전시킨 기술이 필요한 것이다.

AI 에이전트는 이러한 한계를 뛰어넘을 수 있는 기술로 주목받고 있다. AI 에이전트는 우리의 질문에 답변하는 데 그치는 것이 아니라, 해결해야 할 목표가 있으면 스스로 계획을 세우고 필요한 도구를 탐색해 다양한 업무를 해결해내는 인공지능 비서인 셈이다. 예를 들어 “프레젠테이션을 만들어줘”라고 부탁하면 전반적인 내용 구성부터 배치, 시각화, 그리고 완성된 결과물을 첨부해 이메일 발송까지 자동으로 할 수 있다.

그렇다면 AI 에이전트는 어떻게 이런 일이 가능할까? 6가지 핵심 키워드를 통해 상세하게 알아보도록 하겠다.

글 김용성 충남대학교 기술교육과 교수





AI 에이전트는 주어진 목표를 달성하기 위해 스스로 판단하고 행동한다.

■ AI 에이전트는 무엇으로 만들어지는가?

1 대규모 언어 모델 LLM, Large Language Model

AI 에이전트의 두뇌는 대규모 언어 모델이다. 우리가 익히 알고 있는 GPT, Claude, Llama 등과 같은 챗봇 형태의 AI에서 사용하는 언어 모델이다. 하지만 AI 에이전트에서 사용하는 LLM은 챗봇에서 사용하는 LLM과는 역할이 다소 다르다. 챗봇의 LLM이 ‘답변 생성기’라면, AI 에이전트의 LLM은 ‘사고 엔진’으로 비유할 수 있겠다.

AI 에이전트의 LLM은 사용자가 입력한 내용을 분석하고, 해당 내용을 해결하기

위한 작업을 스스로 계획한다. 그리고 문제해결을 위한 전략을 세우고, 외부 프로그램 등과 연계해 이메일 발송, 데이터 시각화 등의 작업까지 수행하도록 지시하고 제어할 수 있다. 또한 부족한 정보가 있다면 최신 정보를 검색하고, 이를 기반으로 기존 자료들을 보완해 답변의 정확성과 신뢰성을 높일 수 있다. 예를 들어 “고객 서비스 불만을 해결해줘”라는 요청을 받으면, 고객의 불만 내용 파악 - 고객 성향 분석 - 해결 방안 탐색 및 도출 - 고객 연락 - 후속 조치 계획으로 세분화할 수 있다.

2 멀티모달 Multimodal

인간이 눈, 귀, 손 등을 모두 사용해 세상을 이해하듯, AI 에이전트도 텍스트뿐 아니라 이미지, 음성, 비디오를 동시에 처리할 수 있다. 이를 멀티모달 능력이라고 한다. 의료진단 에이전트를 예로 들어보자. 환자의 X-ray 이미지를 보고, 의사가 음성으로 설명하는 증상을 들으며, 과거 병력 텍스트를 읽어 종합적으로 환자의 상태를 판단한다. 이러한 각각의 정보가 따로 처리되는 것이 아니라, 서로의

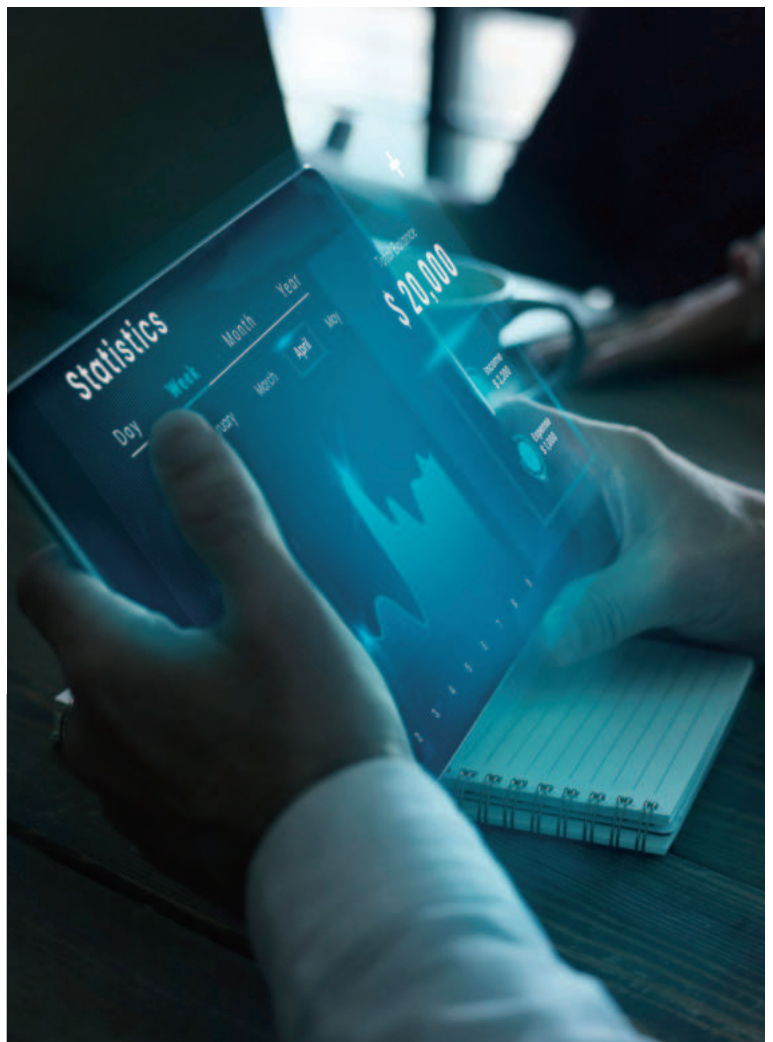
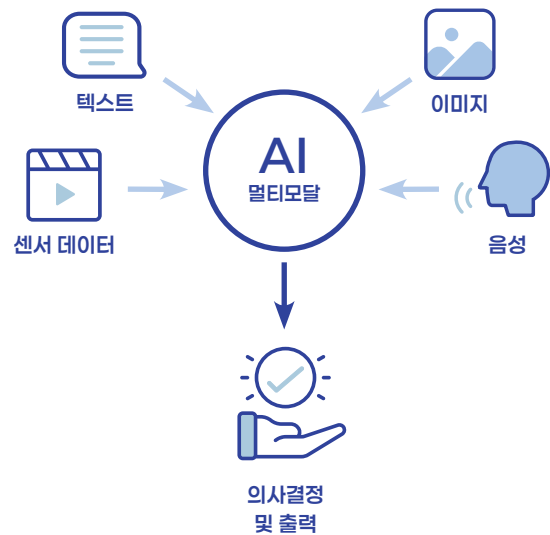
연관성을 파악하고 통합하여 복합적인 분석을 할 수 있는 것이다. 자율주행 에이전트는 카메라 영상에서 보행자를 인식하고, 동시에 교통 관련 텍스트 정보와 GPS 데이터를 결합해 최적의 주행 판단을 내린다. 이처럼 멀티모달 능력은 AI 에이전트가 현실 세계를 더욱 폭넓게 인지하고 효과적으로 상호작용할 수 있게 하는 핵심 기술이다.

■ AI 에이전트는 어떻게 똑똑해지는가?

3 자율성Autonomy

AI 에이전트는 자신이 해야 할 일을 인간이 지시하지 않아도, 주어진 목표를 달성하기 위해 스스로 판단하고 행동한다는 특징이 있다. 이러한 특징을 자율성이라고 한다. 전통적인 소프트웨어는 “A라는 일을 처리하고, 그다음에는 B라는 일을 해”라고 여러 작업을 직접 지시해야 했다. 하지만 AI 에이전트는 “○○ 문제를 해결하라”는 목표가 있으면, 그 목표를 해결하기 위해 현재 상황을 체계적으로 분석하고 최적의 해결 방법을 스스로 찾아나간다. 만약 고객 서비스 AI 에이전트에게 “고객 만족도를 높여달라”는 목표를 주면, 먼저 현재 불만 사항을 분석하고, 유사한 케이스의 해결 사례를 찾아보며, 가장 효과적인 대응 방식을 선택하는 식으로 작동한다. 혹시나 중간에 예상치 못한 문제가 발생해도, 여러 대안을 모색하며 목표 달성을 위해 계속 노력한다. 즉 AI 에이전트는 자율성을 통해 인간과 유사하게 스스로 목표 달성을 위한 최적의 방법을 지속적으로 탐색하고 실행한다.

멀티모달



4

적응성 Adaptability

AI 에이전트는 고정관념을 갖거나 틀에 갇혀 있지 않고, 끊임없이 변화하는 환경이나 예외 상황이 발생했을 때 이에 적응하며 유연하게 대처할 수 있다. 이러한 특징을 적응성이라고 한다. 금융 거래용 AI 에이전트가 좋은 예가 될 수 있다. 초기에는 일반적인 투자 원칙에 따라 거래하지만, 시장에서의 실제 결과를 보며 전략을 다양하게 수정할 수 있다. 특정 조건에서 손실이 발생하면 해당 패턴을 피하는 방향으로 전략을 수정하며, 좋은 성과를 낸 조건에서는 더 적극적으로 거래하여 수익률을 최대화할 수 있다. 즉 AI 에이전트 자신이 수행한 행동의 결과를 분석하고, 다음 의사결정을 할 때 이를 반영하여, 시간이 지남에 따라 더욱 효율적이고 정확한 행동을 수행할 수 있도록 돕는 것이다.

■ AI 에이전트는 실제로 무엇을 할 수 있는가?

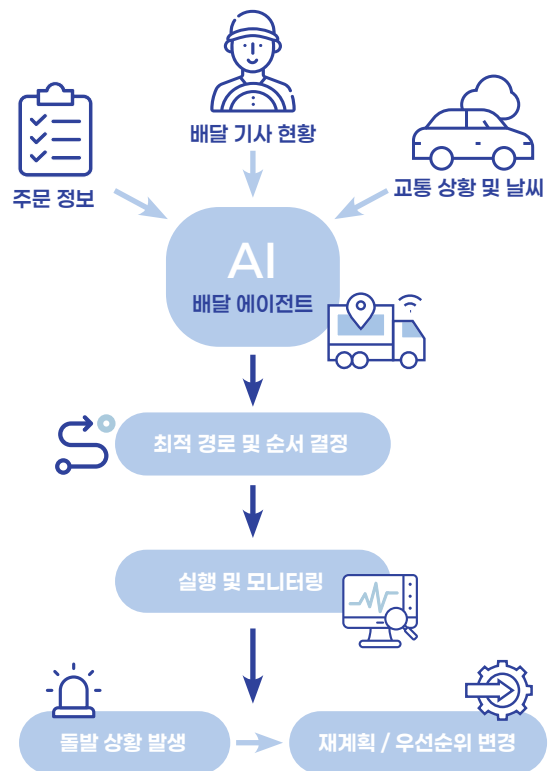
5

의사결정 엔진 Decision Engine

현실에서 부딪치는 문제들은 정답이 하나가 아닌 경우가 많다. 이러한 상황에서 AI 에이전트는 현재 상황을 분석하고, 최적의 작업 경로를 선택해야 한다. 이러한 작업을 의사결정 엔진에서 담당하게 된다.

예를 들어 배달 서비스 에이전트를 살펴보자. 점심시간같이 주문이 몰려드는 상황에서는 한정된 배달 기사로 최대한 많은 주문을 빠르게 처리해야 한다. AI 에이전트는

의사결정 엔진 흐름도



배달 거리, 현재 교통 상황, 음식 준비 시간, 고객 우선순위 등을 종합적으로 고려하여 최적의 배송 경로와 순서를 결정한다. 갑자기 비가 오거나 교통사고가 발생하는 등 돌발 상황이 생기면, 즉시 계획을 변경해 지연을 최소화하는 방향으로 의사결정을 하는 것이다.

6

도구 활용 능력 Tool Use

AI 에이전트의 진정한 힘은 다양한 도구를 자유자재로 사용할 수 있다는 점이다. 즉 웹 검색, 외부 API^① 연결, 다양한 응용 소프트웨어 조작까지 필요에 따라 적절한 도구를 선택해 사용할 수 있다. 이는 사람이 특정 문제를 해결하기 위해 여러 도구와 소프트웨어 등 다양한 방식을 활용하는 것과 유사하다.

① 애플리케이션 프로그래밍 인터페이스(application programming interface)의 준말로 프로그램을 작성하기 위한 일종의 서버 프로그램이다.

예를 들어 온라인 쇼핑몰 관리 AI 에이전트에게 고객이 “상품이 언제 배송되나요?”라고 문의하면, 먼저 주문 시스템에서 해당 고객의 주문 정보를 찾는다. 그다음 배송 업체 사이트에 접속해 실시간 배송 현황을 확인하고, 고객에게 정확한 도착 예정 시간을 답변한다. 만약 배송이 지연되었다면 자동으로 할인 쿠폰을 발급하고 사과 메일을 보낸다. 여기서 중요한 점은 도구 사용이 목적이 아니라 수단이라는 점이다. AI 에이전트는 ‘고객 만족’이라는 목표를 달성하기 위해 필요한 도구들을 스스로 선택하는 것이다. 이처럼 AI 에이전트는 단순한 기술 진보가 아니라 업무 방식의 근본적인 변화를 의미한다. 우리는 더 이상 컴퓨터에게 ‘어떻게 할지’를 가르칠

필요가 없고, ‘무엇을 달성하고 싶은지’만 말하면 된다.

하지만 AI 에이전트는 아직 극복해야 할 과제들도 안고 있다. 중요한 결정에서의 오류 가능성, 예측 불가능한 행동 가능성, 인간 일자리에 미칠 영향 등 기술적 및 사회적 논의가 필요한 부분들이 남아 있다. 그럼에도 AI 에이전트는 반복적이고 복잡한 업무에서 인간을 해방시키고, 더 창의적이고 전략적인 일에 집중할 수 있게 해줄 것이다.



김용성 충남대학교 기술교육과 교수

고려대학교에서 컴퓨터공학 박사(AI/머신러닝 전공)를 취득했으며, 이후 소프트웨어정책연구소^{SPRI} 선임연구원, 고려사이버대학교 교수를 역임했다. 인공지능부터 자연어 처리, 컴퓨터 비전, 교육 데이터 분석, 인공지능 교육, 디지털 기반 교육(에듀테크)까지 다양한 분야에서 왕성한 연구 활동을 해오고 있다.

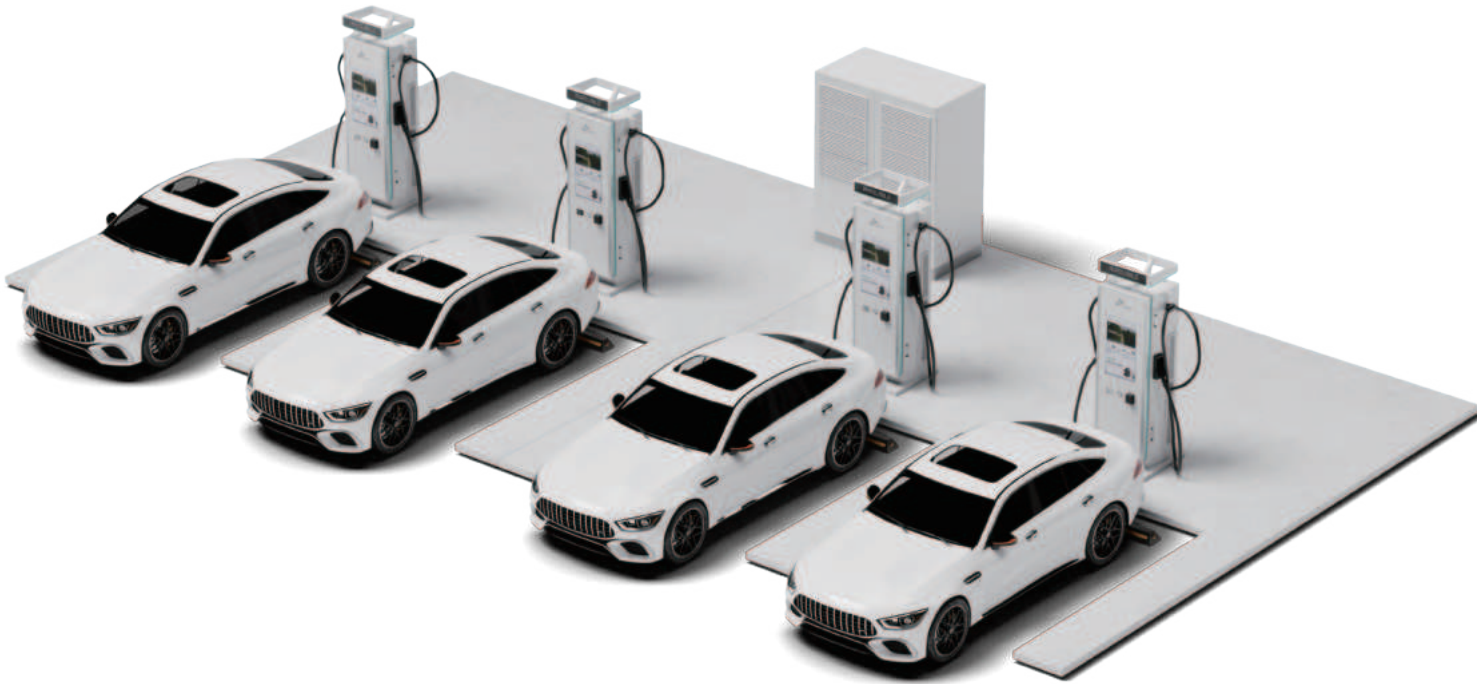
AI 에이전트는 웹 검색, 외부 API 연결, 다양한 응용 소프트웨어 조작 등 필요에 따라 적절한 도구를 선택해 사용할 수 있다.

기분까지 챙겨주는 내 친구, AI

만화 다즈디자인 현아







SK시그넷(주)



전기차 대중화의 열쇠

초고속 충전을 위한 400kW급
전기자동차 충전 시스템 개발

초기 시장과 주류 시장 사이에 직면하는 격차를 의미하는 '캐즘'. 수많은 디지털 제품이 캐즘을 경험했다. 극복에 실패하고 사라진 제품이 있는 반면, 캐즘 터널을 뚫은 제품은 폭발적인 성장으로 세대교체를 이뤘다. 전기차 캐즘 돌파를 위해 전기차 충전 인프라 혁신이 필요한 때다.

글 김승호 사진 이승재, SK시그넷(주)

연구과제명	초고속 충전을 위한 400kW급 전기자동차 충전 시스템 개발
제품명(적용 제품)	V2 400kW 초고속 충전기
개발기간(정부과제 수행기간)	2018.10.01. ~ 2022.03.31.(42개월)
총 정부출연금	43억5000만 원
개발 기관	SK시그넷(주)
참여 연구진	유병우, 김태규, 양승철, 장우식, 함재욱, 김영장, 배용건, 김상현, 홍성천

성큼 다가온 전기차 시대, 충전 인프라 혁신이 필요한 때

도로 위 풍경이 달라졌다. 자동차 산업의 무게 중심이 내연기관에서 친환경 차량으로 옮겨가면서 전기차의 비중 또한 커지고 있다. 실제 수치로도 확인된다. 올해 1분기 친환경차(전기차, 수소차, 하이브리드) 판매량은 국내 자동차 내수 판매량 중 43%를 차지했다. 이 점유율 수치는 2023년 28%, 2024년 37%로, 2년 연속 증가세를 보여 친환경차 전환이 대세임을 나타냈다. 전기차 캐즘도 조금씩 극복하는 모양새다. 올해 1월부터 3월까지의 전기차 판매량은 상승세를 유지했으며, 1분기 전기차 내수 판매량은 전년 동기 대비 35% 증가했다.

전기차 누적 등록 대수가 증가함에 따라 충전 인프라 요구도 계속해서 커지고 있다. 하지만 여전히 충전 인프라가 전기차 보급 속도를 따라오지 못하고 있다는 것이 일반적인 견해다. 지난해 5월 전기차 이용자를 대상으로 실시한 한국환경공단 설문조사에 따르면, 충전소 부족으로 불편을 경험했다는 답변이 53.8%로 응답자 절반을 넘겼다. 실제로 충전 인프라 부족 문제는 전기차 성장의 걸림돌로 작용하고 있다.

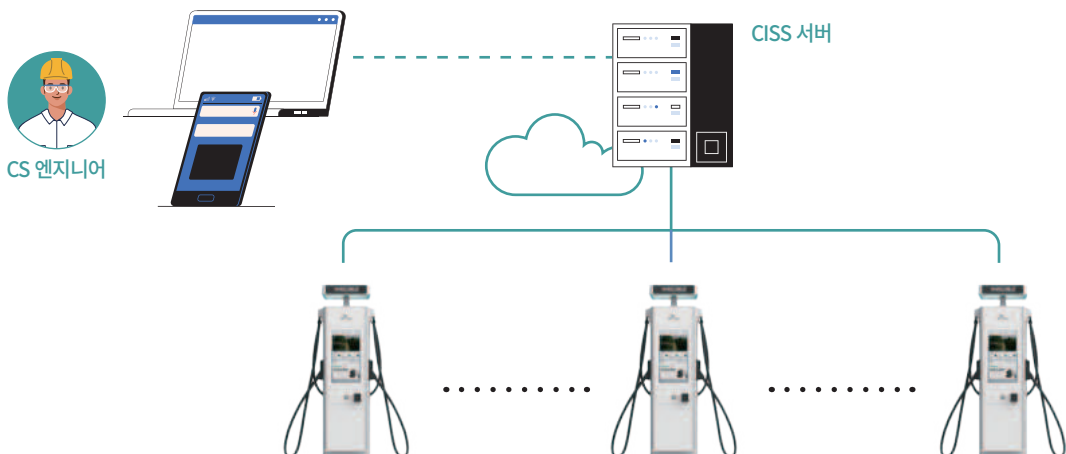
이에 따라 충전 인프라의 성장이 캐즘 돌파의 핵심 과제로 떠오르고 있다. SK시그넷은 이러한 변화에 발맞추어 초고속 충전기술 개발로 전기차 대중화 시대를 준비 중이다. 1998년 설립 이후 충전기술을 꾸준히 발전시켜온 SK시그넷은 2016년부터 본격적으로 전기차 충전 사업에 집중하며 기술 내공을 다졌다. 2018년에는 미국 최대 충전 사업소의 프로젝트를 수주하며 시장을 선점했다. 그간의 기술력과 경험을 바탕으로 이번에 개발한 400kW 초고속 충전기는 단순한 충전기를 넘어 전기차 충전 인프라의 새로운 기준을 제시하고 있다.

차별화된 기술력으로 구현한

안전과 효율

SK시그넷이 개발한 충전기는 고효율성과 유연성을 극대화했다. 충전 시스템은 두 가지 핵심 기술로 요약된다. 첫째는 액체 냉각 시스템으로, 고출력 충전 과정에서 필연적으로 발생하는 열 문제를 해결하기 위해 충전 커플러에 액체 냉각 기술을 적용했다. 이를 통해 발열을 효과적으로

충전기 통합지원 시스템^{CISS}





SK시그넷이 개발한 400kW 초고속 충전기는
고효율성과 유연성을 극대화해 충전 인프라의 새로운
기준을 제시한다.

관리하고, 과열로 인한 성능 저하를 방지해 안전하고 신뢰성 있는 충전 환경을 제공한다. 둘째는 ‘파워 셰어링’ 시스템이다. 하나의 파워뱅크(600kW)가 최대 4개의 디스펜서(충전기)와 연결되며, 50kW 단위 파워 셰어링을 통해 차량별 배터리 상태에 맞춰 전력을 효율적으로 분배한다. 한 대 충전 시에는 최대 속도로, 다중 충전 시에는 각 차량에 최적 전력을 공급해 충전 효율과 에너지 운용의 경제성을 동시에 확보한다. 실제 해외에 설치된 V2 400kW 충전기의 경우 가동률이 99%에 이를 만큼 높은 효율을 자랑한다.

기술개발 과정에서는 특히 품질과 안전성 확보에 중점을 뒀다. 전기적, 기능적, 전자파, 환경 내구, 전원 안정성 등 총 50개 이상의 시험을 통해 일관된 성능과 내구성을 검증했다. CE, RE(방사성 방출), ESD(정전기 방전), 고온·저온 시험, 방수·충격 시험까지 글로벌 기준을 충족하고 있으며, 글로벌 OEM과 충전 네트워크 운영사로부터도 기술 신뢰성을 인정받고 있다.

치열한 기술 경쟁력 확보, 그 뒤를 받친 정부 R&D

개발 과정이 순탄하진 않았다. 고출력 장비에 대한 검증 및 신뢰성 인프라 구축이 큰 과제였다. 충전 용량이 커질수록 검증 장비의 규모와 정밀도가 요구됐고, 이를 수용할 수 있는 자체 R&D센터(C-LAB) 구축과 안정적인 수전 설비까지 많은 제약을 극복해야 했다. 이때 산업통상자원부의 적극적인 R&D 지원이 든든한 뒷받침이 됐다. 연구개발 과정을 통해 재원을 확보해 검증 인프라를 갖추었고, 이를 통해 고성능 분리형 시스템에 대한 50여 가지 신뢰성 시험을 자체적으로 수행해 품질 완성도를 높일 수 있었다.

더불어 산·학·연 협력이 기술 상용화 관문을 통과하는 데 결정적인 역할을 했다. IP55 방수·방진 기준 충족, UL·CE 등 해외 규격 인증 획득, ISO 15118, IEC 61851

등 국제 표준 대응 과정에서 수많은 기술적 검토와 반복 테스트가 필요했다. 특히 밀폐성과 냉각 효율 사이의 균형을 잡는 설계 최적화, 지역별 인증 조건 반영 등은 큰 도전이었지만, 협력을 통한 현장 중심의 반복 시험과 지속적인 기술 투자, 글로벌 협업으로 하나씩 극복해나갔다.

기본에 충실한 SK시그넷의 시장전략

SK시그넷은 이번 과제를 통해 제품 개발, 품질 신뢰성, 운영 효율이라는 세 가지 핵심 영역에서 균형 잡힌 성과를 달성했다. 또한 충전기 시장의 기술 변화가 빠르고 수요 예측이 어려운 만큼, ‘QCOTR(품질, 비용, 납기, 기술, 대응력)’라는 제조업의 기본 원칙에 충실하며 지속 가능한 경쟁력 확보에 집중할 방침이다. 특히 이번엔 개발한 400kW급 초고속 충전 시스템 및 운영 솔루션^{CISS}을 통해서도 국내외 초고속 충전 인프라 확산에 적극 기여하고 있다. 지난 3월에는 다양한 충전 수요에 대응하기 위해 중속(30kW)부터 급속(50kW, 100kW, 200kW), 초급속(400kW)까지 폭넓은 출력 옵션을 제공하는 V2 풀 라인업을 선보였다. 또한 자체 구축한 CISS^{Charger Integrated Support System}를 통해 충전기 상태를 실시간으로 원격 모니터링하는 서비스도 제공하고 있다. SK시그넷이 이를 통해 초고속 충전 인프라의 성장을 선도하며, 더 나은 전기 충전 생태계를 만들어가길 기대한다.

2024년 산업통상자원부 R&D 대표 10선에 선정됐다. 선정된 결정적 요인이 무엇이라고 생각하나?

산업부 R&D 대표 10선에 선정된 것은 당사 구성원 모두에게 큰 자부심이자 책임감으로 다가왔다. 그동안 전기차 충전 인프라 분야에서 기술력 확보에 매진해온 노력을 국가적으로 인정받았다는 점에서 매우 뜻깊었다. 대표 과제로 선정될 수 있었던 결정적 요인은 기술 경쟁력과 시장 연계 역량이라고 생각한다. 앞으로도 당사는 지속 가능한 모빌리티 생태계 구축을 위한 기술혁신과 글로벌 시장 확산에 적극적으로 기여하겠다.

(주)

이번 과제는 산업부와 한국에너지기술평가원^{KETEP} 지원을 받아 진행됐다. 정부 과제 수행 시 가장 큰 장점은 무엇인가?

400kW급 이상의 고출력 충전 시스템과 이를 운영하는 통합 시스템(CISS 등)을 개발하기 위해서는 많은 R&D 자금이 필요한데, 정부 지원과 자사 투자를 병행함으로써 기술개발에 집중하는 재정 환경을 마련할 수 있었다. 또한 정부 과제의 체계적 검증 기준과 관리 체계를 통해 기술 신뢰성을 확보할 수 있었다. 더불어 산·학·연 협력 기회를 확대해 최신 기술 동향을 반영하고, 다양한 기술 과제를 해결해나가는 네트워크도 구축할 수 있었다. 결과적으로 기술 경쟁력을 확보해 세계시장에서 입지를 강화할 수 있었다. 이 지원을 바탕으로 미래 에너지 전환을 선도하는 기술혁신에 박차를 가할 계획이다.



산업부 R&D 지원 중 추가로 바라는 지원 방향이 있다면?

글로벌 경쟁력 강화를 위한 R&D 지원 확대가 필요하다고 생각한다. 전기차 충전 산업은 북미, 유럽, 아시아 등 세계시장을 무대로 기술 경쟁이 더욱 치열해지고 있다. 따라서 UL·CE 등 각국의 인증 대응, 현지화 기술개발, 글로벌 통신·보안 표준에 맞춘 제품 개발 등 해외 진출을 염두에 둔 R&D 과제 확대를 기대한다.

독자들에게 하고 싶은 말이 있다면?

전기차의 진정한 대중화를 위해서는 차량 기술뿐 아니라 초고속 충전 인프라의 동반 성장이 반드시 필요하다. 충전기의 신뢰성과 접근성이 높아질수록 소비자가 전기차를 자연스럽게 받아들일 수 있다. 이를 위해 정부, 기업, 연구기관, 소비자 모두의 협력이 절실하다.



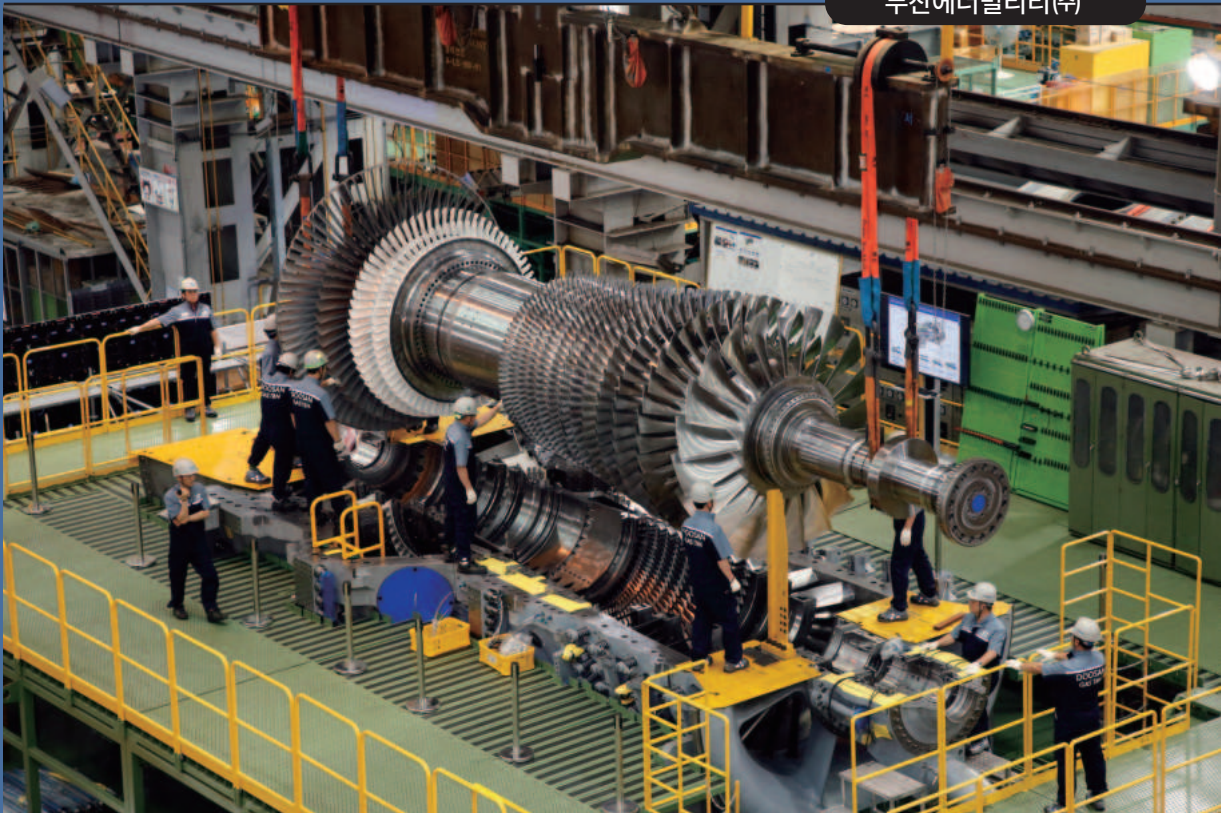
SK시그넷(주)은?

친환경 전기차 충전 인프라 분야를 선도하는 기업이다. 초고속 충전기 기술력을 바탕으로 미국을 비롯한 세계시장에서 빠르게 성장하고 있으며, 고출력·고효율 충전기 개발 및 공급을 통해 전기차 보급 확대에 기여하고 있다. SK시그넷은 차세대 충전기술과 스마트 에너지 관리 역량을 바탕으로 지속 가능한 모빌리티 생태계 조성에 앞장서고 있다.

글로벌 TOP 설계기술에 소재 국산화까지, 에너지 전환기의 진짜 경쟁력!

복합화력발전 가스터빈용 소재 기술개발

두산에너지빌리티(주)



지금 세계는 친환경 에너지로 전환하는 중요한 과도기를 겪고 있다. 태양광이나 풍력 같은 재생 가능 에너지는 친환경적이지만, 날씨나 지리적 조건에 따라 전력 생산이 불안정하다는 한계가 있다. 반면 기존 석탄과 같은 화석연료는 안정적이거나 환경에 해로운 영향을 미친다. 이러한 상황에서 안정적이면서도 친환경적으로 전력을 공급할 수 있는 것이 천연가스를 활용한 복합화력발전이다.

글 김아름 사진 서범세



터빈 1단 단결정 블레이드

연구과제명	복합화력발전 가스터빈용 소재 기술개발
제품명(적용 제품)	복합화력발전용 380MW급 가스터빈
개발기간(정부과제 수행기간)	2020.4. ~ 2024.12.(57개월)
총 정부출연금	약 350억 원
개발 기관	두산에너지리미티드
참여 연구진	두산에너지리미티드 이의종 총괄책임자, HD현대마린엔진 최정호 1세부책임자, 한국로스트악스(주) 정의석 2세부책임자, 성일터빈 강경무 3세부책임자, 세아창원특수강 신정호 4세부책임자 외



연구팀이 개발한 섭씨 1650°C에서 안정적으로 견디며 원활하게 작동하는 가스터빈용 부품.

친환경·고효율 복합화력발전의 핵심 기술

복합화력발전은 연소 과정에서 생성된 열에너지를 두 종류의 동력 장치에 순차적으로 활용함으로써 전력 생산효율을 높인다. 고온·고압의 가스 및 수증기는 각각 가스터빈과 증기터빈을 거치며 약 60% 이상의 발전효율을 기록하는데, 이는 증기터빈만 사용하는 기존 석탄발전보다 1.5배가량 높은 수치다. 천연가스^{LNG}를 원료로 사용한다는 점도 매력적이다. 석탄 대비 초미세먼지 배출량은 약 90%, 황산화물 및 질소산화물은 약 70% 수준으로 줄일 수 있어 환경 부담을 크게 낮춘다.

복합화력발전 기술의 핵심은 가스터빈이다. 가스터빈은 고온·고압의 연소 가스로 터빈을 회전시키고, 이 과정에서 생성되는 에너지를 전기로 변환한다. 이때 연소 온도가 높을수록 열에너지를 더 효과적으로 전기에너지로 전환할 수 있어 가스터빈의 효율이 더욱 향상된다. 이에 따라 제조사들은 더 높은 온도에서 작동 가능한 가스터빈을 개발하기 위해 경쟁 중이다. 국내 최초, 세계에선 다섯 번째로 270MW급과 380MW급 복합화력발전용 가스터빈을 자체 개발한 두산에너지리미티드 이의종 수석은 가스터빈을 ‘기계 분야의 꽃’이라 비유했다.

“가스터빈 기술은 전투기, 항공기 엔진 등 방위산업과 직결되어 국가적으로 관리·보호받습니다. 미국의 GE, 독일의 지멘스 등 일부 선진 업체가 독점적인 지위를 누리고, 후발 주자는 기술개발 및 산업 육성에 어려움을 겪지요. 두산에너지리미티드 역시 산업부의 지원과 꾸준한 자체 연구·개발 덕분에 오늘날 성과를 이룰 수 있었습니다.”

우리나라는 전기의 원료 대부분을 수입하고 있어 발전 단가가 높다. 이 또한 두산에너지리미티드가 고효율·대용량 가스터빈 개발에 매진하게 된 배경이라고 덧붙였다.

글로벌 TOP5의 화물점정 연구과제

두산에너지리미티드는 2019년 고효율·대용량 발전 부문에서 국내 최초로 270MW급 가스터빈을 자체 개발해 상용화에 성공했다. 이후 2024년에는 이를 한 단계 끌어올린 380MW급 가스터빈까지 독자 기술로 완성했다. 다음 스텝은 국산 가스터빈의 핵심 소재와 부품에 대한 공급망 자립으로 정했다. KEIT의 ‘복합화력발전 가스터빈용 소재 기술개발’이 이를 위한 프로젝트다.

이 수석은 “가스터빈 중에서도 특히 ‘터빈’ 부문은 기술력, 비용, 제작 일정 등 모든 측면에서 핵심”이라며 “세계적으로 전력 수요가 증가함에 따라 가스터빈 부품 수급 경쟁 또한 그 어느 때보다 치열해졌다”며 과제의 배경을 설명했다.

본 과제는 ‘섭씨 1650°C에서 안정적으로 견디며 원활하게 작동하는 가스터빈용 부품과 그 소재’를 국내에서 생산하는 것이다. 1650°C는 화산 용암보다 약 400°C 높은 온도로, 철이나 니켈 등의 금속을 물로 만드는 수준이다. 이 같은 극한의 조건을 견딜 수 있는



두산에너지리티는 2019년 고효율·대용량 발전 부문에서 국내 최초로 270MW급 가스터빈을 자체 개발해 상용화에 성공했으며, 2024년에는 380MW급 가스터빈까지 독자 기술로 완성했다.

금속은 오직 ‘초내열합금’^① 뿐. 과제 착수 전까지 이를 생산할 수 있는 국내 업체는 없었다. 생산된 초내열합금 잉곳^{ingot}(덩어리)을 다시 녹이고 단단한 결정으로 냉각시키는 기술 또한 이번 과제의 주요 개발 항목. 이에 따라 두산에너지리티는 소재 수요 기업이자 주관 기업으로서 각 부품의 3D 형상 모델과 2D 도면을 제공하고, 기술 지원은 물론 해외 연구 및 개발 인력까지 초빙해 협력사들이 과제를 원활히 수행할 수 있도록 총괄적 지원을 아끼지 않았다.

과제를 통해 개발할 주요 부품은 총 4종이다. 터빈 1단 블레이드, 터빈 2단 블레이드, 터빈 2단 베인, 터빈 디스크. 각각 HD현대마린엔진, 한국로스트웍스(주), (주)성일터빈, 세아창원특수강이 분담해 제작을 맡았다. 2020년 4월부터 2024년 12월까지 총 57개월의 연구·개발 끝에 2개 부품은 양산에 들어갔으며, 나머지 2개는 양산 검증을 거치고 있다. 현재 제작 중인 부품은 연내 생산을 완료하고, 내년 가스터빈 본체 제작에 쓸 계획이다. 최종 가스터빈 제품은 2027년 무렵 완성될 것으로 보인다.

하나의 과제, 수많은 산업의 기틀로

“그동안 열심히 가스터빈 설계기술을 축적해왔지만, 글로벌 선도 기업과의 경쟁에서 어려움을 겪은 사례가 적지 않습니다. 특히 주문량이 적은 탓에, 부품 제조사와의 일정 조율에서 불리한 위치에 놓이는 경우가 많았지요. 결국 국내 공급망이 뒷받침되어야 우리 기업이 안정적으로 성장할 수 있다고

① 초내열합금 : 니켈^{Ni}, 크롬^{Cr}, 코발트^{Co} 등을 혼합해 만든 특수 금속 합금. 고온 및 고압에서 녹거나 변형되지 않도록 하는 핵심 기술이 집약되어 있다.

판단했고, 그 믿음으로 꾸준히 노력한 끝에 오늘의 성과를 거둘 수 있었습니다.” 이번 과제는 단순히 몇몇 부품이나 소재 개발을 넘어, 산업 전반의 에너지 전환과 기술 자립을 위한 기반을 다지는 데 그 의미가 있다. 최근 AI 산업이 빠르게 성장하며 전보다 훨씬 높은 수준의 전력이 요구되고 있다. 동시에 전 세계가 탄소중립이라는 과제에 직면한 지금, 지속 가능한 발전의 해답은 고효율·청정 에너지 확보에 있을지도 모른다.

인터뷰를 마치며 ‘혼자 가면 빨리 가고, 함께 가면 멀리 간다’는 말이 떠올랐다. 해외의 기존 업체와 일하면 개발 비용이나 품질 리스크 없이 검증된 부품을 안정적으로 확보할 수 있을 것이다. 그러나 두산에너지리티는 협력기업과의 자립적 기술 생태계를 선택하며 지난한 과정을 함께 헤쳐나가고 있다. 눈앞의 효율보다 미래의 가능성을 위한 선택. 우리 산업이 나아가야 할 방향을 다시금 환기하며, 오래된 격언이 지금도 유효한 진실임을 보여준다.



(주)

1650°C를 견디는 최고 사양 부품 소재를 개발했다. 그렇다면 좀 더 낮은 온도용 부품도 국산화가 가능한가?

소재 자체는 같지만 가스터빈마다 쓰이는 부품의 미세한 형상이 다르므로 그대로 적용할 순 없다. 이번 과제만 해도 같은 소재를 가지고 4개의 다른 기업이 다른 형상의 부품을 만들 만큼, 모양을 제대로 내는 기술이 까다롭다. 이번 과제를 통해 쌓은 기술력으로 이전 버전의 부품은 비교적 수월하게 개발할 수 있을 것 같다.

과제를 진행하면서 가장 어려웠던 점은 무엇인가? 이를 어떻게 극복했는지도 궁금하다.

이번 과제는 하나의 부품과 소재를 개발하는 일하면서도, 그에 필요한 수많은 선행 기술을 확보해야 하는 복합적인 과제였다. 수요 기업의 입장에서 가장 부족했던 것은 시간이었다. 각 부품을 맡은 협력사들이 기술적 한계에 부딪혔을 때 이를 보완하기 위한 기술이나 인력을 지원하는 것 또한 쉽지 않았고, 사실 가장 큰 어려움은 협력기업들이 겪었을 터다. 고도의 기술 요구사항을 충족시켜야 하는 압박감 속에서 품질까지 책임져야 했다. 감사하다는 말을 전하고 싶다.

KEIT의 ‘증기터빈용 소재 부품 기술개발’ 과제도 진행했다. 두 기술이 시너지를 낼 수 있을까?

증기터빈 소재 부품 개발도 사업 완료 후 상용화 단계에 접어든 것으로 알고 있다. 가스터빈과 증기터빈은 각각의 독립적인 사업 분야이기 때문에 기술 시너지를 확산하기는 어렵지만, 소재 국산화를 통한 공급망 안정화, 국내 기술력 확산, 산업 생태계 동반 성장 등의 측면에서는 확실하게 긍정적 효과를 얻을 것으로 기대한다.

친환경 에너지 시대로 향하는 과정에서 두산에너지리티 가스터빈 연구팀의 목표라면?

현재 가스터빈 개발에 200여 명의 인력이 투입되어 있고 각기 다른 일을 하고 있지만, 궁극적으로 글로벌 톱 수준의 가스터빈 OEM 기업으로 도약한다는 목표를 공유하고 있다. 수소 연료 기반 가스터빈 개발을 포함해, 시대가 요구하는 청정에너지 기술을 구현하기 위해 꾸준히 노력할 계획이다.

두산에너지리티(주)는?

2022년 ‘에너지’와 ‘지속 가능성’을 결합한 현재의 사명으로 이름을 바꿨다. 이전 사명은 두산중공업이었다. 친환경 에너지 시대가 본격화됨에 따라 가스, 신재생, 수소, SMR(소형 모듈 원전) 등을 중심으로 사업을 운영하고 있다.



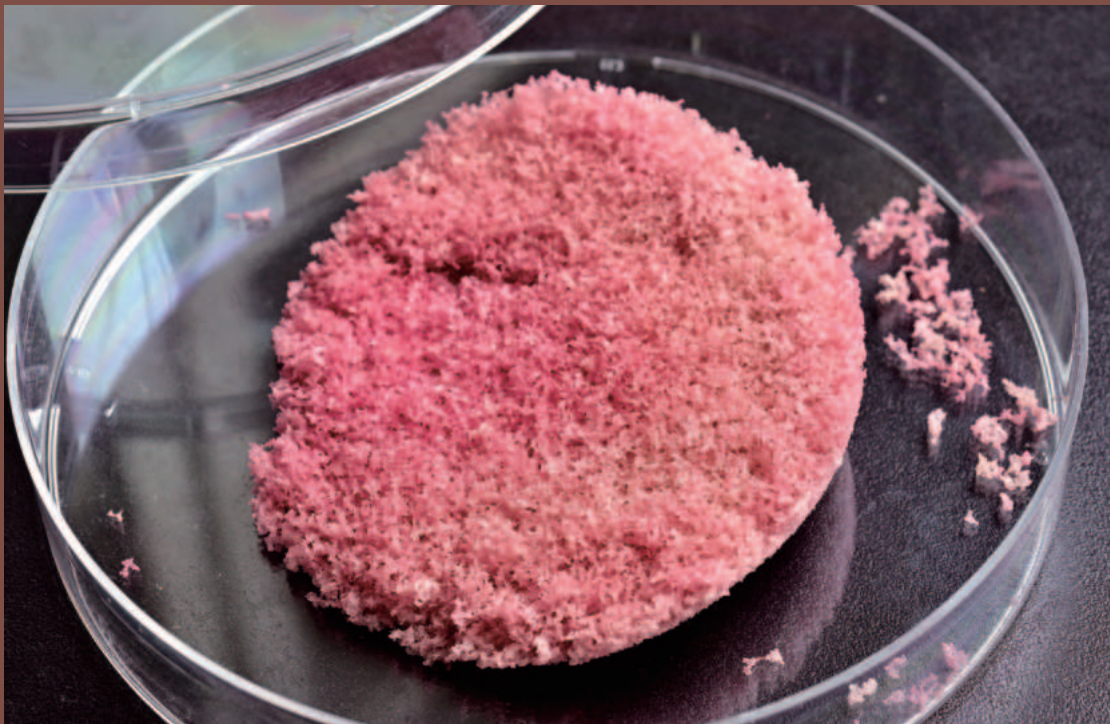
머리카락 굵기보다 작은 미세 세포 하나로 1kg의 고기를 배양한다. 환경오염이나 동물복지 이슈로부터 자유롭고, 항생제 내성이나 질병 확산 등의 위험도 없다. 산업통상자원부 알키미스트 프로젝트 ‘아티피셜 에코푸드’ 연구팀의 성과다.

글 김아름 사진 김기남

Artificial eco food

**세계 유일의 배아줄기세포 배양육,
맛·가격 모두 만족시키는 돼지고기가 온다!**

배양육 생산 기반 기술개발 및 산업화



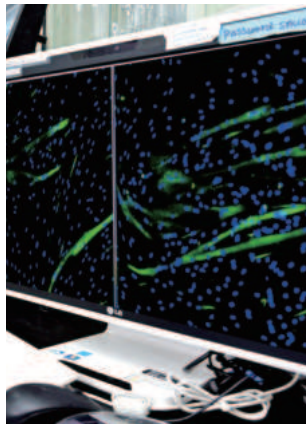
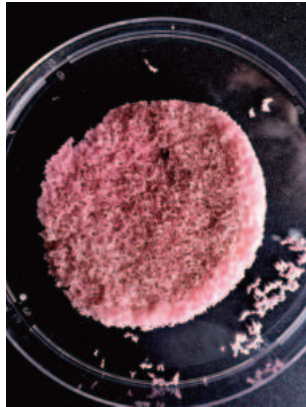
속속 출시 중인 배양육 제품, 우리나라는?

미래 먹거리로 불리던 배양육이 세상에 나왔다. 첫 물꼬는 싱가포르에서 터졌다. 싱가포르식품청(SFA, Singapore Food Agency)은 2020년 12월 세계 최초로 배양 닭고기 판매를 승인했다. 그리고 3년 뒤 동 제품이 미국 내 승인을 받아 판매되기 시작했다. 지난해에는 쇠고기와 메추라기 세포를 기반으로 한 배양육이 이스라엘과 싱가포르에서 보건당국의 승인을 받았다. 우리나라 또한 배양육의 식품 안전 승인과 판매 허가를 기다리는 중이다. 국내 배양육 기술 연구개발에 중추적인 역할을 맡은 조철훈 서울대학교 식품동물생명공학부 교수가 현황을 설명했다.

“현재 외국에서 판매 중인 배양육은 일부 얼리어답터들의 체험용에 불과한 수준입니다. 투자 규모가 확대되어 관련 연구가 활발해지면서 소량의 고기를 만드는 데는 큰 어려움이 없습니다. 문제는 ‘규모’와 ‘가격’이죠. 또 하나 간과할 수 없는 점은 안전성입니다. 현재 유통 중인 제품은 우리나라에 수입할 수 없어요. 우리 식품의약품안전처(이하 식약처)가 요구하는 안전성 데이터가 없기 때문입니다.”

조 교수는 식약처의 ‘꼼꼼함’을 세계 최고로 꼽았다. 달리 말해 우리나라에서 안전성을 인정받은 제품이라면 어느 나라든 수출이 쉬워진다. 본 연구팀이 세계 ‘최초’라는 타이틀에 연연하지 않는 이유다.

조 교수는 현재 알키미스트 프로젝트 ‘배양육 생산 기반 기술개발 및 사업화(아티피셜 에코푸드)’의 주관책임자 역할을 맡고 있다. 2020년 9월에 시작된 본 프로젝트는 2026년 12월까지 진행될 예정으로, 현재 시제품 제작



조철훈 교수는 현재 배양육 시제품 제작 및 안전성 평가, 판매 허가 등의 절차를 수행 중이다.

및 안전성 평가, 판매 허가 등의 절차를 수행 중이다. 세계적인 평가 기준에 근거해 안전한 제품을 개발했으며, 1~2년 내 시판 허가를 받을 것으로 예상된다.

배양육 기술의 초격차, 배아줄기세포 분화

배양육은 실험실에서 길러내는 고기다. 돼지 한 마리를 6개월간 길러내 도축하는 전통적인 축산 과정과는 완벽히 다르다. 실험실에서는 돼지가 아니라 돼지의 세포 하나를 가지고 1달 반 동안 길러낸다. 뼈를 중심으로 몸이 자라는 것처럼, 지지체를 중심으로 세포를 증식시킨다. 사료 대신 배양액으로 영양분을 공급한다. 건조나 모래가 깔린 축사 대신 적절한 온·습도가 유지되는 배양기 속에서 자라난다. 따라서 전 과정에 다양한 기술이 필요하고 활용되며 고도화된다.

조 교수팀은 ‘돼지고기’ 분야에서 초격차 기술력을 보유하고 있다. 대표적인 것이 배아줄기세포 설계 및 분화 기술이다.

“배아줄기세포는 모든 체세포의 상위 개념입니다. 배아줄기세포에서 근육, 지방, 신경 등의 줄기세포가 분화되는 것이지요. 또한 배아줄기세포는 자기재생 능력을 갖추고 있어 매번 채취할 필요가 없습니다. 한 번 채취해낸 세포로 무한히 증식시킬 수 있습니다.”

현재 대부분의 연구팀은 도축 직후의 동물에게서 근육 조직을 채취해 근육줄기세포를 분리하고, 이를 분열 및 증식시켜 배양육을 길러낸다. 이는 빠르게 배양할 수 있고, 비용이 저렴하다는 장점이 있다. 하지만 만들 수 있는 고기의 양이 제한적이고, 세포에 따라 고기의 품질이

달라진다는 한계가 명확하다. 조 교수팀 역시 채취한 근육줄기세포를 활용한다. 배아줄기세포로부터 분화시킨 근육줄기세포만을 기다리기에는 너무나 오랜 시간이 필요하기 때문. 이에 투 트랙 연구를 진행해 기술 경쟁력과 속도 두 마리 토끼를 잡겠다는 계획이다.

조 교수팀이 비용이나 시간적 부담이 큰 배아줄기세포를 선택할 수 있었던 데는 2가지 요인이 주효했다. 첫 번째는 이미 돼지의 배아줄기세포 연구를 해왔다는 점이다. 여기에는 이창규 서울대학교 교수의 역할이 결정적이었다. 이 교수는 동물 번식 생리 및 형질전환을 전공하며 최초로 돼지 배아줄기세포를 확립하고 그 특성을 분석한 바 있다. 두 번째는 조 교수팀이 알키미스트 프로젝트 연구팀이라는 점이다. ‘실패를 응원하는 연구’라고도 불리는 이 프로젝트는 기존의 연구개발 과제보다 고난이도 연구개발을 지원한다. 따라서 당장의 성과보다 미래 발전 가능성, 한계 돌파를 위한 연구를 선택할 수 있었던 것이다.

맛있는 배양육, 합리적인 가격의 배양육을 위해

배양육 제품 출시에서 중요한 또 한 가지는 ‘시장성’이다. 합리적인 가격, 높은 기호성. 일반 신선육보다 비싸다면 굳이 배양육을 선택할 리 없다. 당연히 신선육보다 저렴해야 한다. 재구매를 일으키기 위해선 맛도 중요하다. 식육학을 전공하며 평생 고기의 맛을 따져온 조 교수다.

“지금도 식물성 대체식품이 다양하게 출시되어 있습니다. 대표적인 예로

Who?

서울대학교 조철훈 교수와
이창규 교수의 연구팀 30명,
세종대학교 박성권 교수 연구팀 11명,
배양육 전문 스타트업 (주)스페이스메프
김병윤 대표 포함 19명,
식용 배지를 개발하는
대상(주) 김승훈 팀장 포함 13명,
그린 소재를 활용한 지지체 기업
롯데정밀화학(주) 강삼미 팀장 포함 6명,
배양육 안전성을 평가하는
안전성평가연구소 임완중 박사 포함
4명 등 총 83명이 참여.

...

How long?

2020년 9월부터 2026년 12월까지,
총 76개월.

...

What research?

동물의 배아줄기세포를 기반으로
사람이 섭취할 수 있는 배양육(실험실
고기) 기술을 연구개발. 안전성은 물론
합리적인 가격의 고기를 안정적으로
배양하는 것이 목표. 파일럿 플랜트를
통해 실제 제작이 가능한 수준으로
기술 고도화.

...

What is the role of KEIT?

국내 최초의 배양육 연구팀을
알키미스트 프로젝트 과제로 선정해
200여억 원의 연구비를 지원하고 있다.

콩고기를 들 수 있죠. 윤리 소비, 단백질 섭취를 위한 대안 소비로 출시되었지만 맛이나 식감 등의 면에서 아쉬움이 큼니다. 먹거리는 영양분을 섭취하기 위한 수단만이 아닙니다. 먹고 마시는 경험을 하며 즐겨워야 해요. 결과적으로 배양육 또한 맛있게 만드는 게 중요하다고 생각합니다.”

책임연구원인 조 교수의 역할은 여기에 그치지 않는다. 배양육 기술이 발전함에 따라 갈등의 폭이 커지는 축산업과의 조율도 필수적이다. 실제로 축산업계 종사자 대부분이 배양육 기술을 환영하지 않는다. 이는 먹거리 관련 기술이 발전하는 데 큰 어려움으로 작용하는 이유이기도 하다.

조 교수는 “기술을 발전시킴과 동시에 기존 산업 관계자, 관련 기관 등과 끊임없이 의견을 조율하는 과정이 필요하다”며 식품 기술 연구개발의 어려움을 토로했다. 그리고 자신의 꿈이 이 문제의 해결책이 될 수도 있을 것이라 말했다.

“고기를 전공한 연구자로서 제 꿈은 해외에 축산물을 수출하는 것입니다. 우리나라는 삼면이 바다이고 국토의 70%가 산지입니다. 충분한 양의 고기를 생산하기 어려울뿐더러 생산 단가가 높아 경쟁력도 낮죠. 하지만 배양육은 다릅니다. 배양육 시스템과 실제 생산 제품 모두 수출이 가능하지요.”

과연 국내산 배양육이 반도체, 이차전지, 그리고 K-라면의 뒤를 이을 수 있을까. 차세대 수출 품목에 배양육이 오를 수 있을지 기대가 커졌다.

연구자의 다이어리

연구자로서 알키미스트 프로젝트에 참여할 수 있다는 건 엄청난 자부심이에요. 이 벅차오르는 감정을 품을 수 있게 한 그날의 만남이 잊히지 않습니다. 2017년 봄이었지요. 세 고기학자의 뜻이 ‘국내 최초의 배양육 연구개발’이라는 새로운 결의로 뭉친 그날 말입니다.

저는 평생 고기를 연구해온 사람입니다. 더 좋은 품질의 식육 제품을 개발하고, 개체의 질병을 줄이고, 더 안전한 고기를 확보하며 우리 축산업의 미래를 찾아왔습니다. 동시에 미래의 먹거리도 고민했습니다. 기후 위기 속에서 식량을 안정적으로 확보하는 것이 중요하니까요. 여러 고민 끝에 배양육이라는 대안을 찾았습니다. 그렇게 수년간 저와 뜻을 함께할 분들을 찾았습니다. 그리고 그날 저녁 두 분의 전문가와 뜻을 모았습니다. 돼지의 줄기세포를 연구해오신 본교 이창규 교수님, 미국에서 근육세포 연구를 진행하셨던 박성권 세종대학교 교수님입니다. 제 기억 속 그 순간은 유비, 관우, 장비의 도원결의처럼 장엄했던 것 같네요.



조철운 교수는 배양육 연구에 대한 지지기반이 전무했던 2017년부터 지금까지 국내 배양육 산업의 기반을 다져오고 있다.

세 고기학자의 ‘도원육의’^{稻園肉義}

Now

- 세계 최초 돼지 배아줄기세포로 배양한 ‘배양육 원천기술’ 확보.
- 눈부신 연구 성과로, 2023년 ‘올해의 산업부 R&D 우수성과 10선’에 선정.
- 동물 태아에서 추출하는 혈청 대신 ‘무혈청 배양액’을 개발해 윤리 및 단가 이슈 해결.

Next

- 식품 안전성 평가 통과 후 파일럿 플랜트를 통해 배양 돼지고기 소시지 시판(세계 최초의 배양 돼지고기), 함께 연구 진행 중인 식품기업과 협업하여 다양한 배양육 제품 기획.
- 소 배아줄기세포를 기반으로 근육·지방세포 분화 및 배양 진행.

Future

- 기후 위기 및 국제 정세 변화 가운데 우리 식량자원을 안정적으로 확보할 수 있을 것으로 예상.
- 라면, 치킨, 김밥 등 K-푸드의 뒤를 잇는 K-미트^{Meat} 및 개발 시스템 수출 가능성 기대.



당시 배양육 연구에 대한 국내 지지기반은 전무했습니다. 관련 기관이나 축산업 관계자, 식품학 전공자들도 고개를 저었습니다. 혼자였다면 결코 지속할 수 없었을 겁니다.

세 고기학자의 우직한 고집이 한해 한해를 버티게 했고, 마침내 뜻을 같이한 산업체들과 2022년 알키미스트 본사업에 선정되는 쾌거를 얻었지요. 이제는 많은 국민이 배양육을 알고 계시고 지지해주십니다. 함께 연구했던 제자들은 배양육 스타트업을 세웠고, 세계적인 경쟁력을 갖추고 있습니다. 무한한 영광과 무거운 책임으로, 2017년의 첫 마음으로 연구를 이어가겠습니다. 우리의 모든 발걸음이 국내 배양육 산업의 좋은 배양액이 되기를 바랍니다.

조철운 교수

서울대학교 농업생명과학대학 식품동물생명공학부 교수로 재직 중이다. 동물성 식품의 품질 향상과 안정성 확보를 위한 다양한 연구를 통해 축산식품 산업의 발전에 기여하고 있다.

R&D 사전

#배양육 Cultured Meat

배양육은 소, 돼지, 닭 등의 동물세포를 배양해 세포공학 기술로 만든 고기를 말한다. 동물의 근육세포나 줄기세포를 채취해 인공 배지에서 증식시키고, 이를 고기 형태로 조직화해 식품으로 활용하는 방식이다. 기존 축산업에서 지적된 온실가스 배출, 동물복지 등의 문제를 해결할 대안으로 제시되고 있으며, 전 세계적으로 기술개발과 상용화가 빠르게 진행되고 있다.



현재 배양육은 성능 향상에 힘쓰고 있다. 초기에는 윤리적·환경적 가치에 초점을 맞췄지만, 최근에는 식감, 영양 성분, 가격 경쟁력 등 실질적인 '고기 대체재' 역할을 위한 문제해결에 집중하고 있다.

적용 사례

#싱가포르, 세계 최초 배양육 상업 판매 승인

2020년 12월 싱가포르는 세계 최초로 배양육 상업 판매를 승인했다. 미국 푸드테크 기업 잇저스트^{Eat Just}는 싱가포르 식품청으로부터 배양육 생산 및 판매 허가 승인을 받았다. 현재 배양육 판매 승인 국가는 총 3개국으로 싱가포르, 미국, 이스라엘이다.



#전북-네덜란드, '대체 단백질' 분야 업무협약 체결

4월 15일 전북특별자치도는 대체 단백질 분야의 글로벌 협력 강화를 위해 주한 네덜란드대사관과 업무협약^{MOU}을 체결했다. 이번 협약은 배양육, 식물성 단백질 등 '푸드테크 대체 단백질' 분야의 기술 교류 및 공동 연구 확대를 골자로 한다.



#반려동물용 배양육 제품, 영국에서 판매 개시

지난 2월 영국 바이오 기업 미틀리는 세계 최초로 배양육 반려동물 사료 판매를 개시했다. 미틀리는 지난해 7월 영국 정부로부터 배양육 사료 생산 허가를 받았으며, 올해 일부 매장에서 배양육 사료 제품 '치바이트'를 한정 판매했다.



유사 개념

#식물성 대체육

콩, 밀, 감자 등 식물성 원료로 만든 고기 대체 식품이다. 배양육이 세포 기반이라면 식물성 대체육은 성분 기반으로 고기의 식감과 맛을 모방한다.

#미생물 대체 단백질

조류, 균류, 효모 등 미생물을 통해 인공적으로 만든 단백질이다. 대표적으로 곰팡이균을 발효시켜 만든 마이코프로틴 대체육이 있다.

#클린 미트 Clean Meat

배양육의 또 다른 표현이다. 도살 없는 고기, 환경친화적 고기라는 의미를 강조한 용어다. 특히 동물복지 향상 측면에서 클린 미트라는 표현이 자주 사용된다.

심화 개념

#세포 배양 기술

세포(주로 근육, 지방 등)를 체외(실험실)에서 증식·분화시켜 조직화하는 기술이다. 줄기세포 또는 위성세포를 채취해 배양액에 넣고 증식시키며, 증식세포가 근육, 지방 등으로 분화되도록 유도한다.

#생체 환경 모사

세포는 실제 생체 환경과 비슷한 조건에서 잘 성장하는데, 이를 실현하기 위해 배양 시스템에서 생체 모사 환경을 조성한다. 온도, pH, 산소 농도, 삼투압 등을 정밀하게 조절해 미세 환경을 재현한다.

#무혈청 배양 기술

배양육 업계에서는 배양 과정에서 영양이 풍부한 소태아혈청 배양액을 주로 사용하지만, 가격, 윤리 등의 문제로 해조류에서 채취한 무혈청 배양액을 개발하는 등 무혈청 배양 기술을 지속 개발 중이다.

AI로 설계하는 기술 경쟁력

글 김리안 <한국경제신문> 기자

국내1

인공지능으로 산업 기술개발 가속화한다



“인공지능^{AI}은 새로운 전기다.” 앤드루 응 스탠퍼드대 교수의 이 말은 단순한 수사가 아니다. 100년 전 전기가 전 산업을 뒤흔들며 문명을 바꿨듯, AI는 오늘날 거의 모든 산업의 구조를 다시 짜고 있다.

AI의 혁신성은 그 자체로 끝나지 않는다. 데이터를 수집·해석해 최적의 의사결정을 돕는 AI는 연구개발^{R&D}의 방식도 근본적으로 바꾸고 있다. 문제는 이러한 기술 도입이 대기업 중심으로 국한되고 있다는 점이다. 산업 전반으로 AI 활용을 확산시키기 위해서는 정부의 전략적 투자와 정책적 뒷받침이 필수다.

산업통상자원부는 올해 총 100개 이상의 산업·에너지 분야 AI 활용 기술개발 과제를 지원한다고 밝혔다.

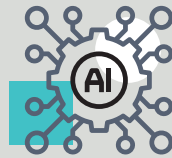
이는 지난해 10월 산업부 장관 주재 민관합동 산업디지털전환위원회에서 발표한 ‘AI+R&D 추진 전략’의 후속 조치다.

산업부에 따르면 로봇·반도체·디스플레이·신재생 등 13개 산업 분야에서 881건에 이르는 AI 활용 기술개발 수요가 접수됐다. 이 가운데 수요 과제 74개를 1차 공고했으며, 상반기 내에 2차로 30개 이상의 수요 과제를 추가 공고할 예정이다.

정부는 산업 파급효과가 크고 다양한 산업 기술개발에 적용할 수 있는 ‘연구용 AI 파운데이션 모델’은 내년도 신규 사업 예산을 확보해 지원한다. 이 모델은 대량의 데이터를 사전에 학습해 확장성과 범용성을 갖춘 AI 모델로, 기업·연구소의 연구자들이 필요한 AI 모델을 개발하는 데 드는 비용과 시간 등을 크게 줄일 수 있도록 한다.

이와 함께 산업부는 AI와 로봇공학을 활용해 자동으로 실험을 수행하는 ‘기업 공통 활용 자율실험실’도 올해부터 도입한다. 전 세계 기업·기술·인재를 AI로 탐색하고 연결하는 ‘Tech-GPT’는 5월부터 140여 개 산업 현장 기업을 대상으로 베타 테스트를 거친 뒤, 10월부터 전 세계 특허 1억1000만 건, 논문 2억2000만 건을 학습한 기술정보 무료 분석 서비스를 제공할 예정이다.

산업부, AI 팩토리 본격 추진



한국 제조업의 경쟁력을 지속 가능하게 유지하기 위해서는 AI 기반의 전환은 선택이 아닌 필수가 되고 있다. 이러한 흐름 속에서, 제조 현장에 AI를 도입해 제조업 생산성을 획기적으로 높이는 정부 사업에 기업들의 폭발적 관심이 이어졌다. 산업부는 제조 AI 도입의 시급성과 현장 수요 등을 감안해 기존 'AI 자율제조'를 'AI 팩토리'로 전면 확대 개편하고, 사업의 양적·질적 고도화를 추진할 계획이다.

우선 AI가 새롭게 접목되는 연간 제조 현장의 수를 현재 26개에서 2030년까지 100개 이상으로 확대한다. 제조업과 AI의 결합은 기업들의 필수 생존 전략만큼 우선은 기계·로봇 기술 개발 등 유관 예산을 최대한 활용하고, 예산 증액을 위해 예산당국, 국회 등과 긴밀히 협의해나갈 계획이다.

양적 확대와 더불어 사업도 다각화할 예정이다. 지난해 자동차, 조선 등 대규모 제조 현장 중심으로 이루어졌던 프로젝트는 올해부터 소규모 제조 현장이나 프랜차이즈, 유통·물류 등의 소비자 이용시설 등에도 확대 적용된다. AI 도입 효과를 전통 제조업뿐 아니라 전 산업에 확대 적용하고, AI에 대한 국민적 체감도를 높이기 위함이다. 이들 프로젝트는 기존 사업과는 다르게 단년으로 추진된다.

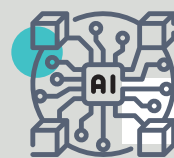
또한 올해부터는 대기업부터 1~3차 벤더인 중견·중소기업까지 하나의 공급망 내에서 AI가 체계적·수직적으로 확산될 수 있도록 대·중·소 협력 프로젝트도 별도로 가동된다. 여기에 지난 4월 출범한 K-휴머노이드 연합을 중심으로 제조현장에 휴머노이드를 본격 투입하여 실증하는 사업도 첫 추진될 예정이다.



지난해 산업부는 제조 AI 사업의 체계적 추진을 위해 12개 업종, 153개 기업·연구기관 등이 참여한 'AI 자율제조 얼라이언스'를 출범한 바 있다. 산업부는 AI 자율제조 얼라이언스를 'AI 팩토리 얼라이언스'로 확대 개편하고 AI 전문기업 등을 얼라이언스에 포함시켜 민간 역량을 적극 활용할 계획이다. 앞으로 이들은 얼라이언스를 통해 개별 프로젝트 수행, 기존과제 점검, 제조 데이터 활용 방안 마련, 제조 AI 파운데이션 모델 개발 등에 참여하게 된다.

산업부는 AI 팩토리 얼라이언스를 통해 모든 제조 현장에 범용으로 적용될 수 있는 제조 AI 파운데이션 모델도 만든다. 파운데이션 모델은 개별 사업에서 축적한 지식과 노하우 등을 바탕으로 전문연구기관들과 전문기업 등이 함께 개발할 예정이다. 빠르면 2027년부터 개발 중인 파운데이션 모델 일부를 제조 기업들에게 오픈소스로 제공해, 이를 기초로 개별 기업들이 자사의 공정에 특화된 인공지능 제조시스템을 구축할 수 있도록 지원할 계획이다.

‘규제’에서 ‘투자 촉진’으로…유럽의 AI 전략 변화



미국과 중국이 주도하는 인공지능^{AI} 패권 경쟁에 유럽연합^{EU}이 반격에 나섰다. EU는 200억 유로(약 32조 원)를 투자해 초대형 AI 인프라를 갖춘 ‘AI 기가팩토리’를 건설하고, 관련 규제를 완화하는 등 산업 육성에 총력을 기울이기로 했다.

EU 집행위원회는 최근 ‘AI 대륙 액션 플랜’을 발표하고, 유럽 전역에 최대 5개의 AI 기가팩토리를 세우겠다고 밝혔다. 이 시설은 대규모 연산을 처리할 수 있는 첨단 데이터 센터로, 대형 AI 모델의 학습과 개발을 위한 기반 인프라 역할을 하게 된다. 이와 함께 EU는 13곳 이상의 일반 AI 팩토리도 설립할 예정이다. 스타트업·산업계·학계가 공동으로 활용할 수 있도록 설계된 이들 시설은 첨단 AI 기술의 연구개발^{R&D} 허브로 기능할 것으로 기대된다.

이번 액션 플랜에는 AI 기술의 산업 응용 확대도 포함됐다. EU는 특히 의료 및 공공 서비스 분야에 AI 도입을 촉진하고, 인재 양성을 위한 교육·훈련 프로그램도 강화할 방침이다.

해외 AI 전문 인력을 유럽으로 유치하는 전략도 병행한다. 규제 측면에서도 변화를 예고했다. 2023년 유럽의회를 통과한 ‘AI법^{AI Act}’의 핵심 원칙은 유지하되, 기업의 부담을 줄이기 위해 일부 행정절차를 간소화하는 방안이 논의되고 있다.

AI 시장은 현재 미국이 압도적인 우위를 점하고 있다. 스탠퍼드대 보고서에 따르면 2023년 한 해 동안 미국에서 개발된 주요 AI 모델은 40개로, 중국(15개)과 유럽(3개)을 크게 앞질렀다. 미국은 최근에도 ‘스타게이트^{Stargate}’라는 대규모 AI 인프라 계획을 발표하고 오픈AI, 소프트뱅크, 오라클 등이 5000억 달러(약 730조 원)에 달하는 투자를 추진하고 있다.

중국은 ‘딥시크^{DeepSeek}’ 등 유망 스타트업을 앞세워 추격에 나섰다. 시진핑 국가주석은 지난 2월 알리바바 등 주요 빅테크(대형 기술기업)들과의 회동에서 AI 산업에 대한 정책적·재정적 지원을 아끼지 않겠다고 발표했다.





삼성중공업은 2024년 암모니아 연료전지 추진 암모니아 운반선^{VLAC} 설계에 대한 기본 인증^{AIP}을 획득했다. 사진은 암모니아 연료 추진 VLAC.

친환경 기술력으로 글로벌 패속 질주하는 K-조선

글 구현화 환경 <ESG> 기자

친환경 기술을 앞세운 K-조선이 ‘조 단위’ 수주 행진을 이어가고 있다. 한화오션은 대만의 글로벌 해운사인 에버그린으로부터 LNG 이중연료 추진 초대형 컨테이너선 6척을 수주했다고 3월 17일 밝혔다. 계약금은 총 2조3286억 원이다.

삼성중공업은 올해 정기 주주총회를 통해 ‘24시간 운영 가능한 미래형 조선소’ 구축에 대한 비전을 밝힌 가운데, 암모니아 연료 기반 차세대 파워팩 개발을 위한 글로벌 협약을 체결하며 기술 중심의 100년 기업 도약을 선언했다.

친환경 기술 대거 적용된

지속 가능한 선박

해운업계에 따르면 한화오션이 최근 수주한 LNG 이중연료 추진 초대형 컨테이너선은 길이 400m, 너비 61.5m

규모로 2만4000개의 컨테이너를 한꺼번에 운송할 수 있는 선박이다. 해당 선박에는 LNG 이중연료 추진 엔진과 함께 축발전기모터시스템^{SGM}, 공기유통시스템^{ALS} 등 한화오션이 자랑하는 최신 친환경 기술이 대거 적용된다. LNG 추진은 환경규제를 충족하면서 연료 효율성을 극대화할 수 있어 업계에 빠르게 도입이 확산되고 있다. 에버그린이 LNG 이중연료 선박을 선택한 것도 이러한 전략적 판단에 따른 것이다.

에버그린은 200척 이상 선대를 운영하는 세계 최대 컨테이너 해운사 중 하나다. 한화그룹 편입 이후 영업력을 강화해온 한화오션(舊 대우조선해양)은 에버그린과 첫 계약을 맺으며 신규 고객 확보에 성공했다. 에버그린은 향후에도 신조 선박 발주 계획을 가지고 있으며, 한화오션은

(위) 한화오션이 개발한 암모니아 연료 추진
암모니아 운반선 조감도.
(아래) 한화오션이 건조한 LNG 운반선.



이번 첫 계약을 시작으로 장기적 비즈니스 관계를 구축해나간다는 전략이다.

이번 수주는 한국 조선업계 전체에도 의미 있는 성과로 평가된다. 2022년 이후 2만4000TEU급 컨테이너선 시장은 인건비를 무기로 가격 경쟁력을 앞세운 중국 조선소가 주도해왔다. 그러나 한화오션은 차별화된 설계 및 생산능력을 앞세워 이번 계약을 성사시키며 기술력 기반의 글로벌 경쟁력을 다시 한번 입증했다.

한화오션은 초대형 컨테이너선을 세계에서 가장 많이 건조한 조선소로, 클락슨리서치에 따르면 2월 말 기준 전 세계 1만7000TEU급 이상 초대형 컨테이너선 358 척 중 72척을 건조해 단일 조선소 기준 점유율 1위를 기록했다. 최근 미국의 블랙리스트에 일부 중국 조선소가 포함되는 등 국제 정세 변화는 한국 조선업계에 긍정적 영향을 미칠 것으로 기대된다.

삼성중공업, 2024년 수주 86%가 친환경 선박

삼성중공업 또한 친환경 선박을 바탕으로 수주 실적을 확대해나가고 있다. 2024년 기준 73억 달러(약 10조6500억 원)를 수주했으며, 액화천연가스^{LNG}, 암모니아, 에탄올 등 친환경 연료를 사용하는 선박의 비중이 전체 수주의 86%를 차지한다. 삼성중공업은 3월 20일 경기도 성남시 판교R&D센터에서 제51기 정기 주주총회를 개최하고, 생산 자동화와 인공지능^{AI}을 결합해 24시간 운영 가능한 미래형 조선소를 구축하겠다는 청사진을 공개했다. 최성안 삼성중공업

대표이사 부회장은 “데이터 기반 생산과 AI를 결합한 획기적 자동화 공정 모델을 만들겠다”며 “스마트 제조 혁신을 가속할 것”이라고 강조했다.

이날 친환경 선박과 자율운항 기술 확보 계획도 함께 밝혔다. 최 대표이사는 “탄소포집 설비 탑재 선박의 실선화와 완전 자율운항 솔루션 상용화를 앞당기겠다”며 올해 수주 목표와 실적 목표를 제시했다. 이어 “확보한 기술과 역량을 사업화에 해상과 육상을 넘나드는 비즈니스 모델을 구축하겠다”고 덧붙였다.

미래 친환경 연료 생태계를 구축하기 위한 행보도 이어가고 있다. 삼성중공업은 2월 7일 미국의 기술 벤처기업 아모지^{Amogy}와 전략적 투자 및 차세대 암모니아 연료전지 추진 기술개발 협력 협약^{SCA}을 체결했다고 밝혔다. 암모니아를 분해해 수소를 생산하는 크래킹 기술을 보유한 아모지는 육상 및 선박용 발전기에 적용 가능한 암모니아 파워팩을 개발해왔다.

삼성중공업은 LNG 이후 시대를 대비해 암모니아 해상 생산부터 활용까지 전 가치사슬 솔루션 개발에 속도를 내고 있다. 지난해에는 국제 조선·해양박람회에서 ‘암모니아 연료전지 추진 암모니아 운반선^{VLAC}’과 ‘부유식 블루 암모니아 생산설비’로 주요 선급 설계 인증^{AIP}을 받았다. 현재 암모니아를 해상에서 육상으로 공급할 수 있는 부유식 저장·재기화 설비^{FSRU}도 개발 중이다. 삼성중공업과 아모지는 이번 협력을 통해 대형 선박에 최적화된 차세대 암모니아 파워팩 개발에 역량을 집중할 계획이다. 김경희 삼성중공업 경영지원실장은



“이날 협약으로 조선·해양 분야 친환경 경쟁력 강화에 더욱 속도를 낼 것”이라며 “실증과 적용까지 협업해 무탄소 해상운송 시대를 앞당기겠다”고 밝혔다.

글로벌 환경규제 강화, K-조선에는 호재

한편 국제해사기구^{IMO}가 해운업의 환경영향을 줄이기 위해 해마다 환경규제를 강화하면서 국내 조선업계에도 긍정적 영향을 미치고 있다. 2020년 선박 연료유의 황 함유량을 0.5%로 제한하는 규제가 시행된 데 이어, 신조선에 대한 에너지 효율 설계지수^{EEDI} 적용, 기존 선박의 운항 효율을 평가하는 탄소집약도 지표^{CII} 도입 등 각종 환경규제가 순차적으로 강화되고 있다.

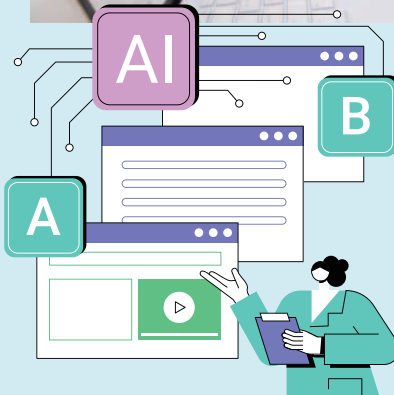
IMO는 지난해 채택한 개정 온실가스 감축 전략을 통해 2050년까지 해운 분야의 탄소중립 달성을 공식 목표로 제시했으며, 대체 연료 사용 확대와 탄소세 도입 등 추가 조치에 대한 논의도 본격화하고 있다. 이 같은 흐름은 글로벌 해운사에 저탄소 전환을 위한 기술 투자와 중장기 전략 수립을 압박하는 요인으로 작용하고 있다.

한편 에마 마자리 A.P. 몰러-머스크 에너지시장 담당 부사장은 최근 기자간담회에서 “2030년까지 전체 연료의 15~20%를 바이오 디젤, 그린 메탄올, 바이오 메탄 등 친환경 연료로 대체할 것”이라며 “최종 비중은 에너지 효율 개선 조치가 얼마나 효과를 보느냐에 달려 있다”고 말했다.

사이버 위협 해소하는 KT의 ‘토탈안심 인터넷’

KT는 인터넷 이용 중 발생할 수 있는 불안과 걱정을 해소하기 위해 ‘토탈안심 인터넷’을 출시한다고 밝혔다.

토탈안심 인터넷은 인공지능^{AI} 기술과 프리미엄 보안 솔루션을 결합해 스미싱, 악성 코드, 유해 사이트 등 다양한 사이버 위협으로부터 사용자를 보호하는 서비스다. 또 문제가 발생했을 때 전문가의 원격 점검을 받을 수 있어 더욱 안전하게 이용할 수 있다. AI 학습 모델을 기반으로 위협 요인을 신속하면서 정확하게 탐지하고 차단하며, V3 엔진을 기반으로 한 프리미엄 백신을 통해 PC와 스마트폰의 바이러스 검사와 최적화 기능을 제공한다.





유한킴벌리의 탄소 저감 '퓨어베이비 젯병' 출시

유한킴벌리는 자사 육아용품 브랜드 '그린핑거 베베그로우'를 업그레이드한 '퓨어베이비' 젯병을 출시했다. 신제품은 2030년까지 지속 가능 제품으로 매출의 95%를 달성한다는 유한킴벌리 ESG 경영 목표와 착한 소비를 추구하는 고객 기대에 부응하기 위해 연구개발한 전략 제품이다.

자사 최초로 일반 플라스틱 대비 탄소 배출량을 80% 저감한 식물(피마자) 유래 원료를 젯병 본체에 45% 적용한 것이 핵심으로, 해당 소재는 제품의 환경 측면에서 유용한 원료로 평가받고 있다. 육아용품인 만큼 안전성은 기본. 국내 법적 기준은 물론 유럽 표준 기준 테스트를 완료했고, 분유의 물 온도를 고려한 실험을 통해 미세플라스틱 불검출을 확인했다. UV 저항성이 뛰어나, UV 젯병 소독기를 안심하고 사용할 수 있다.

친환경 주방 세제 헨켈의 '프릴'

헨켈컨슈머랜드코리아의 친환경 주방 세제 '프릴^{Pril}'이 냄새 제거 효과가 뛰어난 '프릴 시크릿 오브 맑은 식초 상쾌한 사과향'을 출시했다. 프릴은 친환경 패키지 적용 범위를 전 제품군으로 확대한 바 있다. 프릴 시크릿 오브 맑은 식초 상쾌한 사과향은 기존 제품인 '산뜻한 자몽향'에 이어 새롭게 선보이는 향으로, 누구나 좋아하는 상큼한 사과 향이 특징이다.

프릴 시크릿 오브 맑은 식초 라인은 헨켈의 혁신적 기술을 적용한 고농축 포뮬러에 냄새 제거 효과가 탁월한 것으로 알려진 과일식초를 함유한 제품이다. 아기 젯병도 안심하고 세척할 수 있는 과일·채소용 세척제로, 냄새 제거가 탁월한 데다 세정력 또한 강력한 것이 특징이다.



약 의 기 원

인류의 역사는 곧 생존을 위한
싸움의 역사였다. 보이지 않는
세균과 바이러스, 혹은 몸 안에서
일어나는 다양한 이상 반응과
끊임없이 맞서왔다. 그리고 인류는
무기를 개발해냈다. 바로 ‘약’이다.
오늘날 우리가 당연하게 여기는
진통제, 항생제, 백신, 수면제
등은 수많은 실패와 우연, 집념의
결과물이다. 어떤 약은 자연이
준 선물이고, 어떤 약은 인간이
만들어낸 정교한 작품이다.

글 유아영 과학 칼럼니스트,
<평행세계의 그대에게> 저자



<분자 조각가들>

백승만 지음 / 해나무 펴냄

우연한 발견을 의미하는 ‘세렌디피티’는 과학기술의 발전을 이야기할 때 빠지지 않고 등장한다. 빌헬름 뢰트겐은 음극선 실험 중 우연히 X선을 발견해 의료 영상기술의 혁신을 이끌었고, 제2차 세계대전 중 레이더를 개발하던 퍼시 스펜서는 실험 중 초콜릿이 녹는 걸 목격한 뒤 전자레인지로 개발했다. 그리고 인류 최초의 항생제, 페니실린을 빼놓을 수 없다.

약은 왜 그렇게 자주 우연히 발견됐을까?

1928년 영국 세균학자 알렉산더 플레밍은 세균 배양 접시를 정리하다가 한 접시에서 푸른곰팡이가 주변 세균을 녹이고 있는 장면을 우연히 발견했다. 말하자면 “푸른곰팡이가 아래층에서 날아 올라와 위층 연구실의 우연히 열려 있던 창문으로 들어오고, 마침

실수로 뚜껑이 열려 있던 살레에 살포시 내려앉아 따뜻한 8월의 런던 햇살 아래 무럭무럭 성장하며 다른 균을 죽인 것”이다. 그는 이 곰팡이에서 나온 물질이 박테리아를 죽인다는 사실을 밝혀냈고, 이 이야기가 바로 페니실린의 시작이었다. 그는 이 공로로 17년이 지난 1945년에 노벨상을 수상했다. 세렌디피티의 정수라 할 만하다. 타이레놀과 디기탈리스도 그랬다. 이런 사례가 너무 유명해서인지 우리는 종종 의약품 개발을 ‘우연한 발견’이라고 생각하게 된다. 아닌 게 아니라 과거에는 실제로도 그러했다.

이유는 크게 두 가지다. 먼저 과거에는 의약품을 개발하는 방법이 효율적이지 않았다. 주기율표가 1869년에 등장했고, DNA는 1953년에야 그 구조가 밝혀졌으니 말이다. 또 다른 이유는 자연의 힘이

그만큼 강력하다는 것이다. 자연이 주는 선물은 대부분 우연한 기회에 찾아왔다.

본격적으로 약을 ‘조각’하려고 ‘노력’하다

그러나 우연은 완전하지 않다. 기적이 나타날 때까지 무작정 기다리는 건 인류의 본성과 들어맞지 않는다. 인간은 늘 아팠고, 약이 필요했으며, 그 절실한 욕망이 의약품을 ‘개발’하는 동력이 됐다.

이 책은 신약 개발의 최전선에서 활동하는 과학자가 새로운 약이 창조되어온 과정을 생생하게 소개하는 책이다. 저자는 신약을 개발하는 화학자들은 “분자를 조각하는 현대의 연금술사”라고 칭한다. 조각가 미켈란젤로가 대리석을 깎아 피에타상을 조각했던 것처럼, 분자 조각가들은 화합물에 탄소·수소·산소 같은 원자를 붙이거나 제거하고, 커다란 분자를 연결해 형태를 만든다. 다만 최종 목적은 다르다. 분자 조각가들의 목표는 아름다움이 아니라, 조각한 화합물이 나쁜 단백질에 찰싹 달라붙어 기능을 못 하도록 하는 것이다. 그것이 곧 우리가 말하는 ‘약’이다.

책의 1장(운으로 찾아내다)에서는 앞서 언급한 우연한 발견의 일화들을 다루지만, 이후 장에서는 분자 조각가들의 고군분투에 주목한다.

예컨대 당뇨병 치료제 엑세나타이드의 역사는 동물 유래 물질이 약으로 개발된 과정을 보여준다(2장 자연을 모방하다). 과학자들은 미국 남서부 사막에 사는 아메리카독도마뱀이 혈당을 자유자재로 조절하는 능력을 갖고 있다는 사실을 발견했다. 특이한 혈당조절 호르몬이 있었던 것이다. 분자 조각가들은 이를 당뇨병 치료제로 개발했을 뿐 아니라, 이 물질이 소화관에 작용해 배가 부르다는 신호를 준다는 점을 이용해 오늘날 비만 치료제 시장에서 점유율 1위를 차지하는 ‘삭센다’로까지 확장했다.

책 후반부에서는 최근 유행하는 신약 개발 트렌드뿐 아니라 화학자, 생물학자, 동식물학자, 인공지능 개발자의 협업으로 만들어진 성과를 소개한다. 또 코로나19 백신 개발 과정에서 어떻게 최신 의약화학 기술이 사용됐는지, 그리고 그 기술이 미래의 신약 개발 과정을 어떻게 바꾸고 있는지도 알아본다.

그저 우연히 찾아오는 행운은 없다

분자 조각가들의 고군분투를 읽으면서 알게 되는 교훈은 명확하다. 그저 앉은 자리에서 우연히 찾아오는 행운은 없다는 것. 페니실린은 우연히 얻어걸렸지만, 그 자체로 한계가 많은 물질이다. 주사제로만 투여해야 효과가 있고, 오래 쓰면 세균 내성으로 효과가 사라진다. 페니실린은 발견 이후 많은 학자들의 노력으로 개선됐고, 더 많은 의사들에 의해 사용 지침이 마련됐으며, 더 많은 환자들에게 사용되면서 꾸준히 감증을 받았다. 요컨대 페니실린은 뱃속까지 파헤쳐진 약이다. 첫 등장은 우연에 의한 것이었지만, 이 약이 지금까지 사랑받을 수 있었던 것은 그 후 이어진 끝없는 노력 덕분이다.

이제 분자 조각가들은 약이 될 수 있는 분자의 구조를 예측하고, 그 구조에 이를 수 있는 반응 경로를 계획한다. 단지 원하는 물질을 얻는 데 그치는 것이 아니라, 값싸고 안전한 약을 얻을 수 있는 최적의 경로를 고안한다. 이것이 바로 분자 조각가들이 창조성을 발휘하는 영역이다. 이 책을 읽고 나면 손톱만 한 알약에서 다른 감정이 느껴질 것이다. 첩첩이 쌓인 경외감 말이다.

#신약개발

#백승만

#페니실린

#타이레놀

<약의 과학>

크리스티네 기터 지음 / 유명미 옮김 / 초사할달 펴냄

“가벼운 캡슐제는 고개를 숙이고 삼키세요!”

나는 알약을 먹을 때 으레 반동을 주듯 고개를 뒤로 젖히고 삼켜야 하는 줄 알았다. 그러다가 한번은 식도에 약이 걸려 혼쭐이 났다. 물에 둥둥 뜨는 가벼운 캡슐제는 오히려 고개를 숙이고 삼켜야 한다는 사실을 몰랐던 탓이다.

이 책의 저자 크리스티네 기터는 20년 넘게 약국을 운영하면서 사람들이 약에 대해 어떤 점을 궁금해하는지 깊이 이해하게 됐다. 그는 약에 대한 막연한 불안함을 덜고, 좀 더 정확하고 안전하게 복용할 수 있도록 돕기 위해 이 책을 썼다고 한다.

1부에서는 ‘물 대신 우유로 약을 먹어도 될까’처럼 누구나 한 번쯤 궁금해했을 질문들을 다루고, 2부는 약이 몸속에서 어떻게 작용하는지 설명한다. 3부에서는 신약 개발 과정을, 4부에서는 흔한 증상에 맞춘 가정상비약 구비법을 소개한다. 알아두면 도움이 될 만한 내용들로 구성돼 있어 한 번쯤 훑어보면 정말 좋을 책!

#현직약사

#복약상식

#가정상비약



<세계사를 바꾼 10가지 약>

사토 겐타로 지음 / 서수지 옮김 / 사람과나무사이 펴냄

청나라의 역사를 바꾼 ‘예수회의 가루’

청나라 제4대 황제 강희제는 여덟 살 어린 나이에 즉위해 무려 61년간 제위에 있으면서 수많은 위대한 업적을 세웠다. 그런 강희제가 제대로 날개를 펴보기도 전에 종말을 맞이할 뻔한 위기가 있었다. 마흔 살에 떠난 원정길에서 말라리아에 걸려 위독한 상태에 빠진 것이다. 이때 그의 생명을 구한 건 예수회 선교사가 진상한 특효약, ‘예수회의 가루’라 불리는 약, 퀴닌이었다. 대항해 시대, 아메리카 대륙으로 포교를 떠난 예수회 선교사들이 퀴닌을 유럽과 아시아에 전하면서 붙여진 이름이다.

저자 사토 겐타로는 “역사에 가정은 없다지만, 만약 이 약이 없었다면 어땠을까?”라는 상상을 제안한다. 만약 퀴닌이 없었다면? 중국은 역사상 최고의 성군을 잃었을 것이며, 오늘날의 중국 또한 다른 모습이었을지도 모른다. 한편으로 유럽 열강의 식민지 개척 속도도 크게 느려졌을 것이다. 역설적으로 말라리아라는 풍토병이 아프리카 대륙을 보호하는 방패막이 역할을 했으니 말이다. 그때 퀴닌이 개발된 건 인류에게 정말 좋은 일이었을까?

#퀴닌

#말라리아

#세계사



유튜브 찾아볼까?



언더스탠딩 : 세상의 모든 지식

▶ 구글 시가 만든 노벨화학상 대체 뭐길래

2024년 노벨화학상은 아미노산을 이용해 새로운 단백질을 설계하는 데 성공한 과학자 데이비드 베이커 미국 워싱턴대 교수와 함께 구글 딥마인드의 데미스 허사비스 최고경영자, 존 점퍼 수석연구원이 공동 수상했다. 세 사람은 AI를 활용해 단백질의 3차원 구조를 예측하는 도구 ‘알파폴드2’를 개발한 공로를 인정받았다. 베이커 교수의 연구소에서 박사후연구원으로 활동했던 백민경 서울대 생명과학부 교수의 강연을 통해 이 혁신적인 연구 이야기를 자세히 들을 수 있다.

#노벨화학상

#알파폴드2

#신약개발

#단백질설계



어쩌다어른 : 미국 사망자만 21만 명인 펜타닐의 정체

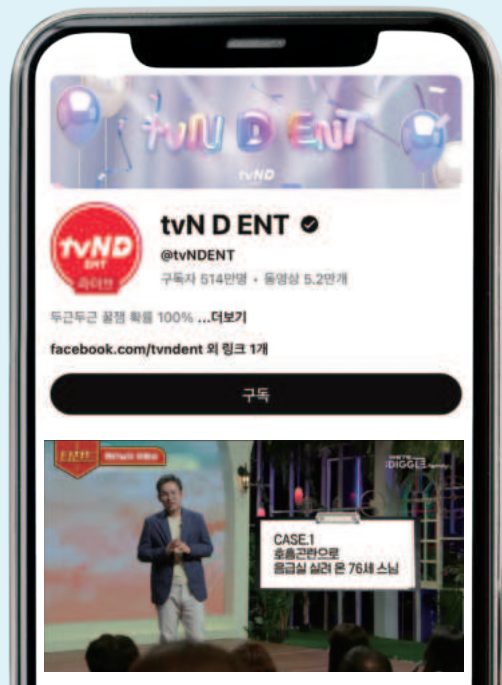
▶ 단 2mg이면 당신은 목숨을 잃습니다

앞서 소개한 <분자 조각가들>의 저자 백승만 교수는 <스테로이드 인류>, <대마약 시대> 등 약물의 이면에 초점을 맞춘 책을 집필하기도 했다. 그는 특히 마약류의 위험성에 대한 경각심을 높이기 위해 다양한 대중 강연 활동을 이어가고 있다. 영상을 통해 ‘마약계의 괴물’이라 불리는 펜타닐의 개발 배경과 약효 및 위험성은 물론, 마약중독의 과학적 메커니즘까지 자세히 알 수 있다.

#마약

#펜타닐

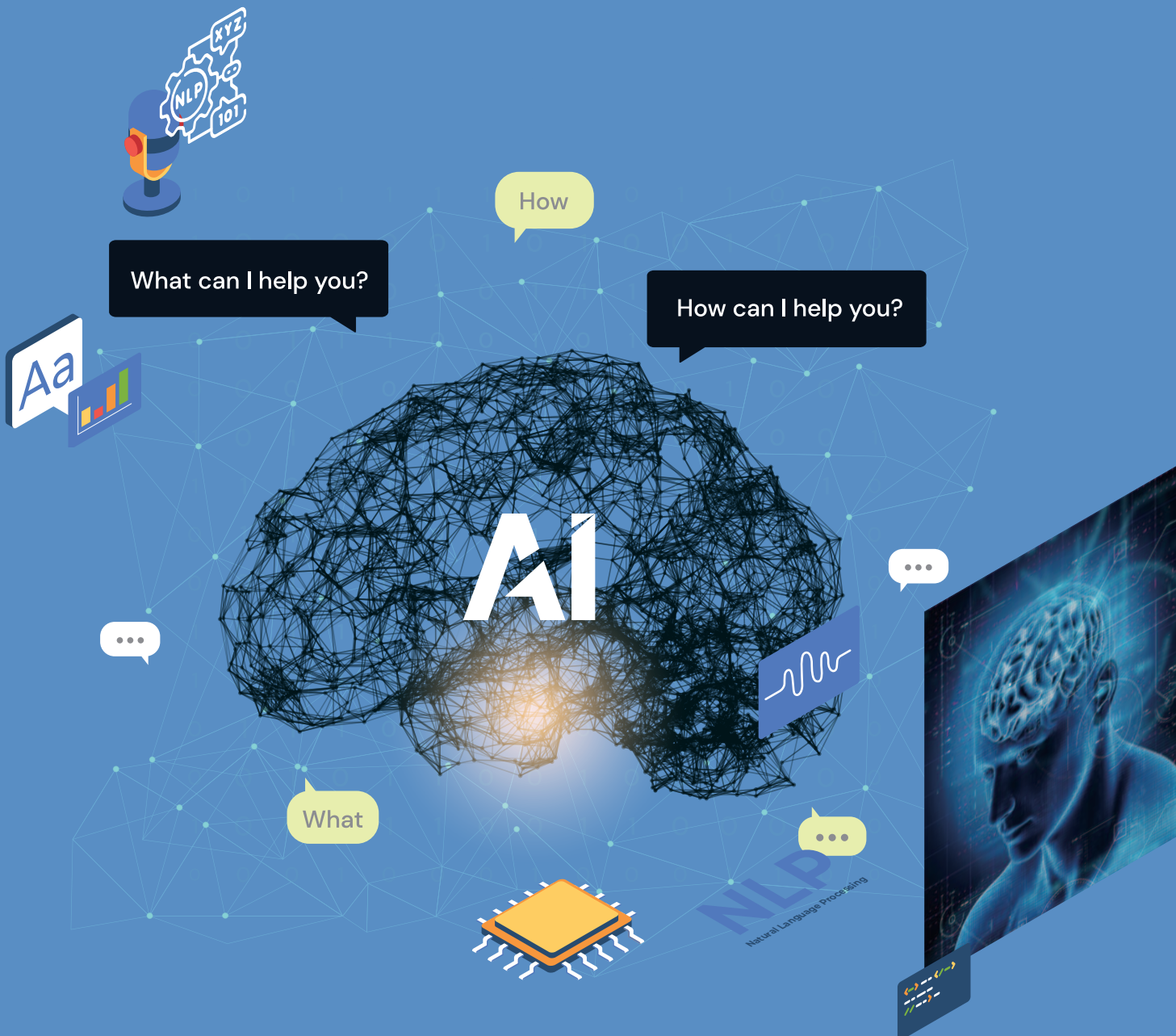
#백승만



우리말을 컴퓨터 언어로 번역하는 일, ‘자연어 처리’

세상에는 두 종류의 언어가 있습니다.
 하나는 의사소통을 위해 인간이 일상적으로
 쓰는 언어인 자연어이고, 또 하나는 인간이
 컴퓨터를 편하게 조작하기 위해 만들어낸
 프로그래밍 언어인 인공어입니다. 요즘
 폭발적으로 사용되는 인공지능^{AI}의 핵심 기능
 중 하나가 ‘자연어 처리’ 기술입니다. 자연어
 처리는 어떤 원리로, 어떤 분야에, 어떻게
 쓰이는지 알아보겠습니다.

글 김형자 과학 칼럼니스트



컴퓨터가 사람 언어를 이해하게 하는 기술

지금 우리의 삶은 인공지능^{AI}과 접목해 있습니다. 특히 생성형 AI인 챗GPT 기술이 대중화되면서 챗GPT를 활용한 기업들이 크게 주목받고 있습니다. 챗GPT는 대표적인 대화형 AI로, 사람의 언어인 자연어 처리^{NLP, Natural Language Processing} 기술을 통해 사람이 질문하면 그 내용을 이해하고 자동으로 답을 제공합니다.

NLP는 인간의 언어를 올바르게 이해하고 해석하는 능력을 가질 수 있도록 컴퓨터에 부여하는 머신러닝(기계학습) 기술을 말합니다. 즉 우리가 일상생활에서 사용하는 언어가 자연어이고, 이러한 자연어의 의미를 분석해서 컴퓨터가 처리할 수 있도록 만들어주는 역할이 바로 NLP입니다. 인류가 어떤 계기로 언어를 쓰기 시작했는지는 명확하지 않지만, 그 언어가 자연적으로 발생했다고 해서 자연어라고 부릅니다. 우리가 알고 있는 거의 모든 언어, 이를테면 한국어·영어·독일어·프랑스어 등이 자연어 범주에 속합니다.

이와 반대로 ‘프로그래밍 언어’는 인공어입니다. 컴퓨터에서 코딩에 사용하는 언어가 바로 그것입니다. 컴퓨터 언어도 자연어와 유사한 부분이 많지만, 여전히 컴퓨터가 이해할 수 없는 방식으로 명령어를 입력해야 하는 한계가 있습니다.

NLP는 자연어 이해, 자연어 분석, 자연어 생성, 오타 검열 등의 기술이 적용됩니다. ‘자연어 이해’는 컴퓨터가 주어진 입력에 따라 인간처럼 언어의 문맥적 의미를 파악하도록 훈련하는 것입니다. 사용자의 감정과 의도를 해석하는 것이죠. 이는 키워드나 기본 패턴을 식별하는 것보다 훨씬 더 복잡합니다.

‘자연어 분석’은 문법에 따라 자연어를 쪼개는 것입니다. 크게 ‘형태소’, ‘구문’, ‘문장’의 과정을 거칩니다. 먼저 우리는 언어를 배울 때 하나의 문장을 명사와 동사, 형용사 같은 품사들로 분해하며 이해하는데, 이 과정이 ‘형태소 분석’입니다. 정확하게 말하면 분해할 때 품사에만 국한하지 않고, 언어에서 의미를 갖는 최소 단위(형태소)까지 분해하는 것입니다. 예를 들어 ‘빵을 먹는 아이’라는 문장이 입력되면 명사(빵), 조사(을), 동사(먹), 어미(는), 명사(아이)로 아주 작은 단위까지 분리합니다.

‘구문 분석’은 조각난 단어들 간의 관계를 찾는 과정입니다. 산산조각 난 단어들 중에서 어디서 어디까지가 주어이고 술어인지, 명사구이고 동사구인지, 단어들 간의 관계를 분석해 문장의 구조를 찾아내는

것입니다. 가령 ‘Time flies like an arrow’라는 문장을 구문 분석할 경우 flies를 명사 또는 동사로 분석하는지, like를 동사 또는 전치사로 분석하는지에 따라 분석 결과가 확연히 달라집니다.

‘문장 분석’은 문장의 뜻을 파악하는 작업입니다. 문법적으로는 맞지만 의미가 잘못된 문장을 파악하는 것입니다. 마지막으로 ‘자연어 생성’은 동영상이나 표의 내용 등을 사람이 이해할 수 있는 자연어로 변환하는 것입니다. 사람이야 아주 오랜 경험을 통해 이러한 규칙을 습득하고 자연스럽게 분석했다지만, 컴퓨터는 언제부터 이런 능력이 가능해졌을까요?

딥러닝이 더 자연스러운 NLP 만들어내

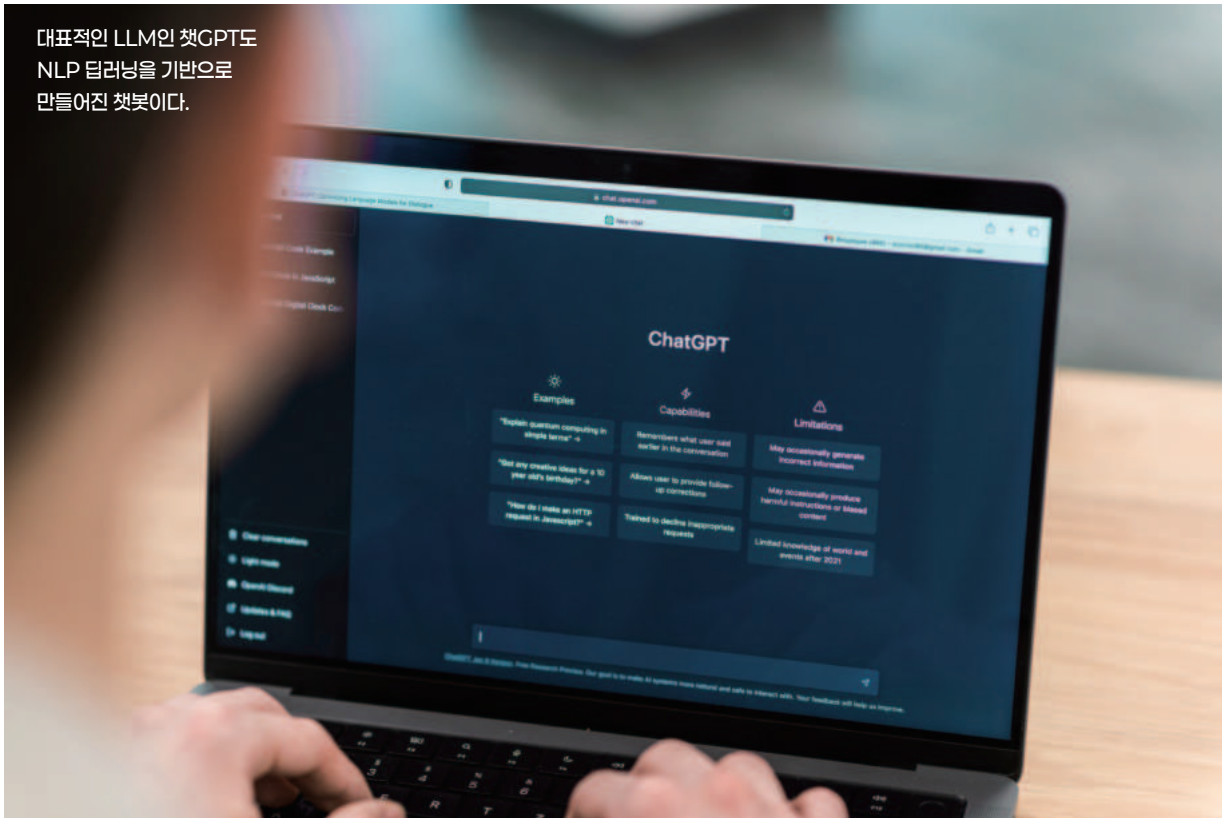
NLP는 생각보다 오랜 역사를 지녔습니다. 지금으로부터 약 80년 전인 1946년, 미국 과학자 워런 웨이버^{Warren Weaver}가 제2차 세계대전 때 적군의 암호문을 번역해 정보를 알아내기 위한 용도로 기계번역^{MT, Machine Translation}이라는 기술을 개발했습니다.

1950년대에는 기계번역이 암호문 분석뿐 아니라 언어 번역에도 확장돼 연구되기 시작했고, 1970년부터는 자연어 생성에 관한 연구가 진행됐습니다. 하지만 당시에는 사람이 구체적인 문법 규칙을 하나하나 입력하면 기계가 그것을 따라 하는 수준에 불과했습니다.



기계번역 기술을 개발한 미국 과학자 워런 웨이버.

대표적인 LLM인 챗GPT도
NLP 딥러닝을 기반으로
만들어진 챗봇이다.



그러다 1990년 이후 대용량의 대화 데이터를 이용한 통계적 자연어 기법이 발전했습니다. 대화 데이터로부터 통계적 규칙을 찾아내고, 이를 기계가 받아들이는 것입니다. 사람의 언어를 컴퓨터가 이해하게 하는 연구는 이처럼 오래전부터 해왔지만, 모든 AI 분야가 그렇듯 하드웨어 성능의 제한, 정제된 데이터 부족 등 여러 이유로 연구에 많은 어려움을 겪었습니다.

그런데 최근 기계학습의 등장으로 NLP 기술이 빠르게 발전했습니다. 기계학습이 고도화되면서 컴퓨터가 더 많은 양의 데이터를 학습해 점차 규칙을 정교하게 파악하게 된 것입니다. 기계학습은 주어진 데이터로 자연어에 필요한 규칙 또는 알고리즘을 만들어내는 기술입니다. 알고리즘은 시스템 동작을 위한 규칙이나 공정도로 정의할 수 있습니다. 따라서 NLP 알고리즘은 컴퓨터가 인간의 언어를 입력받아 이를 이해하고 분석해 최적의 결과값을 찾아내는 과정을 반복하는 프로그램인 셈입니다.

기계학습을 통한 언어 데이터 분석은 NLP 성능의 핵심입니다. 수많은 알고리즘 중 기계학습을 실현할 수 있는 하나가 딥러닝^{Deep Learning}

알고리즘입니다. 인공지능망 학습을 진행할 때 레이어^{Layer}(층)를 많이 쌓아 학습하면 딥^{Deep}한 형태가 됩니다.

거대 언어 모델^{LLM}인 챗GPT도 NLP 딥러닝을 기반으로 만들어진 챗봇입니다. 그래서 인간과 대화가 가능합니다. 챗GPT는 빅데이터로 ‘깊이 있게 학습(딥러닝)’해 인간의 언어를 이해하고 문장 능력을 스스로 키웁니다. 컴퓨터에게 사람처럼 텍스트를 이해시키는 것이 아닌, 글자 언어^{Written Language}에 대한 통계적 구조를 만들어 처리하는 것입니다.

메타학습이 어휘 구성 능력 높여

그럼 현재 NLP 수준은 어디까지 와 있는 것일까요? 최근 미국 뉴욕대 심리학과 브렌튼

레이크^{Brenden Lake} 교수와 스페인 폼페우파브라대 언어학과 마르코 바로니^{Marco Baroni} 교수 연구팀은 챗GPT를 뛰어넘은 사고능력을 시에 구현했습니다. 메타학습^{Meta-learning}을 통해 인간처럼 체계적으로 사고할 수 있는 인공지능망을 개발한 것입니다.

메타학습은 인간의 사고방식을 모방한 학습법으로, 데이터를 학습하는 알고리즘을 스스로 개선하도록 훈련하는 기술입니다. 한 단어를 주고 이 단어를 체계적으로 사용하도록 제시해 학습하는 법을 학습합니다. 시가 새로 학습한 단어를 기존에 배운 다른 어휘와 접목하고, 이를 통해 새로운 맥락으로 지식을 확장하는 것입니다.

예를 들어 ‘먹다’라는 단어를 학습하면, ‘밥을 먹다’라는 상황을 제시하고 ‘식탁에서 밥을 먹다’라고 차례로 문장을 만들면서 단어의 의미를 이해합니다. ‘줄넘기하다^{skip}’라는 단어를 새로 학습하면 기존에 알고 있던 ‘두 번 뛰다^{jump twice}’와 결합해 ‘두 번 줄넘기하다^{skip twice}’라는 문장의 의미를 이해합니다. 또 ‘발끝으로 걷다’라는 단어를 새로 배운 후 ‘발끝으로 뒷걸음쳐 교통 콘 주변을 돈다’라는 새로운 단어 조합을 도출해내는 식입니다.

이는 시가 문장에서 다음에 나올 단어의 확률을 구해 단어·문장·문단에 적용한 패턴들을 인식하면서 스스로 사고하는

능력에 한 걸음 더 다가서는 것입니다. 따라서 컴퓨터 프로그래밍을 말하는 코딩과 NLP는 동일한 개념이 아닙니다.

매번 다른 단어가 등장하는 이런 방식으로 훈련 과정을 반복해 데이터를 쌓아나가기 때문에 시의 어휘 구성 능력은 빠르게 향상됩니다. 이렇게 새로운 단어를 학습할 때 인간처럼 기존 개념과 결합해 사고하는 것을 ‘체계적 일반화^{Systematic Generalization}’라고 합니다. 체계적 일반화는 쉽게 말해 ‘응용력’을 의미합니다. 분리되어 있는 개념을 조합해 새로운 것을 학습하는 기법입니다. 계속 변하는 단어 과제들을 통해 여러 방식으로 단어를 조합해내 마침내 인간처럼 응용력을 갖게 된 것입니다.

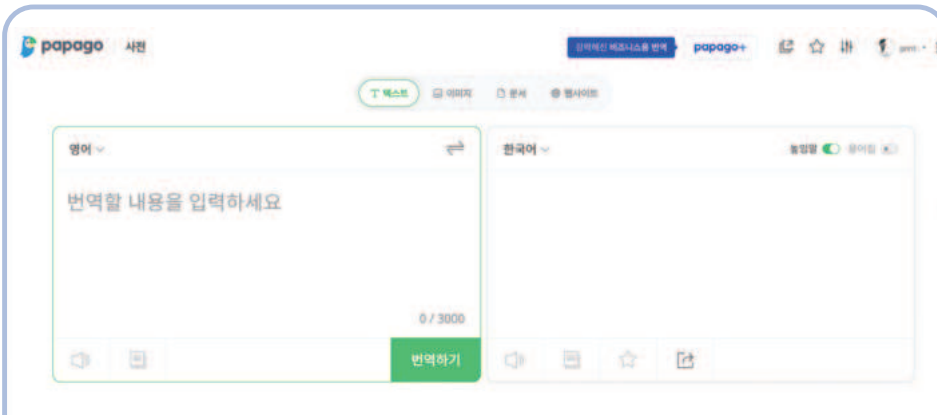
언어의 다의성, 비정형 데이터 등이 NLP 어렵게 만들기

그러나 컴퓨터에 NLP 기술을 적용하는 것은 생각보다 어렵습니다. 인간이 소통하는 언어에는 단어 자체의 의미 말고도 상황과 맥락이 존재해 복잡하기 때문입니다. 맥락·감정·상황에 따라 같은 단어를 다르게 사용하고, 다양한 상황 속에서 문장이 전혀 다른 의미로 해석되기도 합니다. 예를 들어 ‘사과’라는 단어는 과일의 이름일 수도 있고, 자기 잘못을 인정하고 용서를 비는 의미일 수도 있습니다. “지금 밥이 입에 들어가니?”라고 말했다면, 밥이 정말로 입에 들어가고 있는지 묻는 것은 아니겠죠?

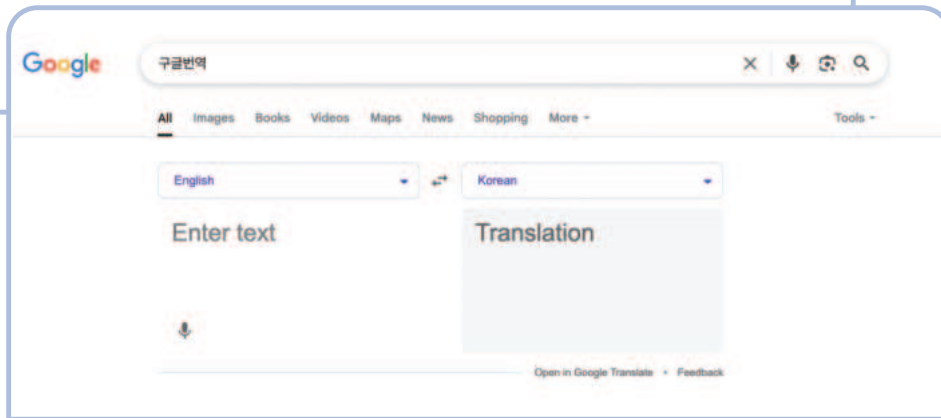
이처럼 단순히 단어만으로는 컴퓨터가 상황과 맥락을 판단하기 어렵습니다. 따라서 NLP 시스템은 문맥을 파악하고 해석하는 능력이 필수적입니다. 사람들은 어순이 바뀌거나 문법적으로 정확하지 않은 문장일지라도 의사소통이 가능하지만 컴퓨터는 그렇지



시는 계속 변하는 단어 과제들을 통해 여러 방식으로 단어를 조합해 인간처럼 응용력을 갖게 되었다.



구글 번역, 네이버의 파파고 등 기계번역은 NLP의 또 다른 사례다.



번역, 네이버의 파파고, 카카오의 i 등 다양한 번역 서비스가 등장하면서 실시간으로 번역을 실행할 수 있게 되었습니다. 아직 완벽하진 않지만 자연스러운 번역 기술은 계속해서 발전할 전망입니다.

인간의 감정 분석, 텍스트 분류 작업(스팸 메일 분류, 뉴스 기사 카테고리 분류), 자동 Q&A 시스템, 챗봇과 같은 서비스에도 NLP가 사용되고 있습니다. 텍스트 요약은 상대적으로 큰 원문을 핵심 내용만 간추려서 상대적으로 작은 요약문으로 변환하는 것을 말합니다. 글을 읽고 이해하는 시간을 단축해준다는 점에서 여러 분야에 필요한 기술입니다.

NLP는 의료 분야에서도 활발하게 쓰이고 있습니다. 건강 데이터는 보통 텍스트 형식인 의사 노트, 임상시험 보고서, 환자 의료 기록이 대부분입니다. NLP는 종이 의료 기록을 디지털화하는 과정을 가속화할 뿐 아니라 디지털화된 건강 기록을 통해 빠르게 질병의 인식과 진단을 할 수 있고, 다른 의사와도 환자의 기록을 빠르게 공유할 수 있습니다.

NLP 기술은 이렇게 쓰임새를 계속 확장하며 우리의 삶에 많은 변화를 가져올 것입니다. 미래에는 인간과 컴퓨터 간의 자연스러운 대화로 인간의 숨은 의도까지 파악해 때로는 친구처럼, 때로는 가족처럼 함께 울고 웃으며 지내지 않을까요.



김형자 과학 칼럼니스트

청소년 과학 잡지 <Newton> 편집장을 지냈으며, 현재 과학 칼럼니스트와 저술가로 활동 중이다. 저서로는 <구멍에서 발견한 과학>, <먹는 과학책> 등이 있다.

수소의 가능성 을 믿는 사람들

글 이진우 카이스트 생명화학공학과 교수

현재 카이스트 연구원들과 함께 수행하고 있는 연구는 수소를 생산하는 수전해 기술^①, 수소연료전지 기술, 리튬 황 전지다. 이 세 가지 기술 중 수전해 기술에 대해 알아보자. 그린수소를 생산하는 대표적인 수전해 기술에는 AWE(알칼라인 수전해), PEMWE(양이온 교환막 수전해), AEMWE(음이온 교환막 수전해) 등이 있다. 이 세 가지 그린수소 수전해 방식 중 AWE는 기술적으로 가장 성숙한 수전해 장치로, 알칼리 전해액을 이용해 물을 전기분해하는 방식으로 많이 상용화되어 있다. 그러나 AWE는 전류밀도가 낮은 편이라 신재생에너지로부터 나오는 전기를 이용해 짧은 시간 안에 고순도 수소를 생산하기 위해서는 교환막을 이용한 수전해 장치의 개발이 매우 중요하다.

수전해 장치 귀금속 촉매 양 저감을 위한 연구

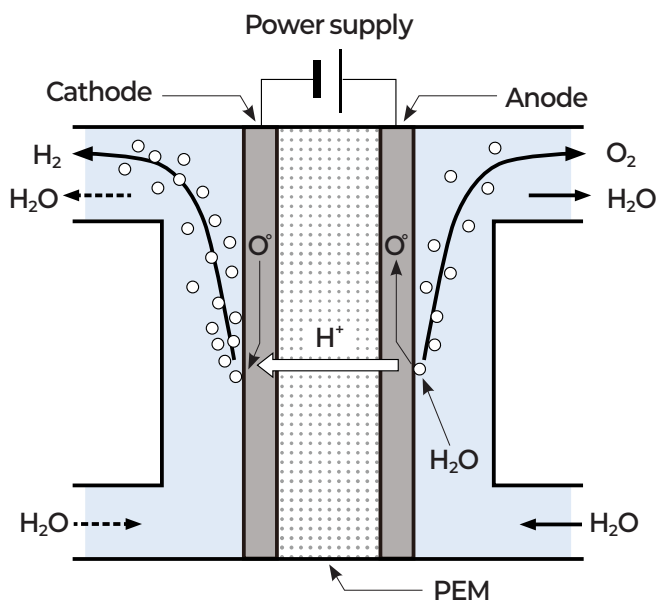
양이온 교환막을 이용한 수전해 장치인 PEMWE는 간단히 ‘고분자 전해질막 수전해’라고도 불리며, 주로 수소이온이 이동할 수 있는 나피온^{Nafion} 혹은 탄화수소계의 양이온 교환막을 전해질로 이용한다.

높은 전류밀도로 운전할 수 있고 에너지 효율이 높아서 신재생에너지로부터 생산된 전기를 이용해 수전해를 할 수 있는 장치다. 단점으로는 매장량이 많지 않은 귀금속인 이리듐계^{Ir} 산화물을 음극 촉매로 다량 사용해야 하는데, 본 연구팀은 담지 촉매 개발 등 PEMWE 가운데 양극^{Anode}에서 촉매인 Ir의 양을 저감하기 위한 연구를 수행하고 있다. 또한 궁극적으로 Ir 대신 가격이 상대적으로 저렴한 루테튬^{Ru}이나 비귀금속인 코발트^{Co}계로 대체하기 위한 연구를 수행 중이다.

그런가 하면 AEMWE도 차세대 수전해 장치로 큰 각광을 받고 있다. AEMWE는

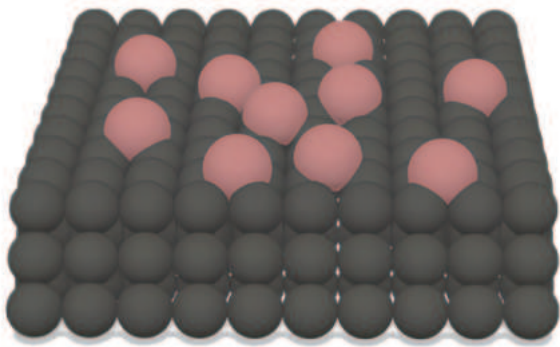
① 수소를 추출하는 친환경 에너지 기술.

양이온 교환막 수전해 장치 모식도^{PEMWE}



음이온 교환막을 전해질로 사용하며 비교적 높은 전류밀도를 나타낼 수 있는데, 음극으로 Ir계 대신 비귀금속을 사용할 수 있는 장점을 가지고 있다. 그러나 양극 촉매로 다량의 백금^{Pt}를 사용해야 하는 단점이 있어, 본 연구진은 Pt의 양을 줄이거나 궁극적으로 Pt를 비귀금속으로 대체하려는 노력을 기울이고 있다. 즉 다양한 수전해 장치에서 귀금속 촉매 양을 줄이는 연구를 주 연구 테마로 수행하고 있다. PEMWE 및 AEMWE에서 Ir과 Pt 등의 귀금속 양을 줄이는 연구는 향후에 PEMWE 및 AEMWE의 설치 및 운영 가격을 낮추는 데 큰 기여를 할 것이다.

2050 탄소중립을 위해 그린수소를 생산해야 하는데 그린수소의 생산 단가가 블루수소



이진우 교수 연구실에서 개발하고 있는 귀금속 저감 단원자 촉매 모식도.

등에 비해 높기 때문에 그린수소 수전해 셀의 가격을 낮추는 것은 매우 중요한 이슈다. (주)NIET에서도 독자적으로 귀금속 양을 줄이며 내구성이 뛰어난 PEMWE의 Ir계 촉매와 AEMWE의 Pt계 촉매를 개발 및 판매하고 있으며 대학 실험실과 공동으로 개발해 판매를 준비하고 있다. 특히 현재 CTO로 일하고 있는 (주)NIET에서는 대학 실험실에서 개발한 기술이 논문으로만 쓰이고 사장되지 않도록 기술이전 등 많은 기업들과 협력하고 있다.

연결될 때 더 큰 힘이 나는 기술

현재 국내 많은 대기업이 수소 시장을 점유하기 위해 많은 노력을 기울이고 있다. KAIST 생명화학공학과 교수로 재직하며 여러 대기업과 산학협력을 통해 연구과제를 수행하면서 대기업의 수소 시장 진출 의지를 인지하고 있다. 언론을 통해 알려진 것처럼 현대자동차, SK, 한화, 포스코, 코오롱인더스트리 등의 대기업이 수전해 등 수소 사업에 뛰어들어 사업을 진행 중이다. 그리고 대기업들이 수소 시장에서 성공적으로 사업을 수행하기 위해서는 요소기술을 개발하고 판매하며 이들과 협업할 수 있는 국내 중견기업 혹은 중소기업의 성장이 필수적이다.

일례로 PEMWE의 경우 대기업이 MW급 스택을 생산해 판매하기 위해서는 중견·중소기업이 양이온 교환막, 촉매, Membrane-Electrode-Assembly^{MEA}, Porous Transport Layer^{PTL} 등을 개발 공급해야 한다. 처음부터 끝까지 모든 요소를 대기업이 연구개발, 생산 및 판매하기는 어려우므로 병합할 요소기술을 중견기업이나 중소기업이 개발해야 한다. 이러한 기업 간의 연계 형태가 이루어지지 않는다면 대한민국이 향후 수소 시장 글로벌 경쟁에서 생존할 가능성은 점점 낮아질 것이다. 수소 분야는 당장의 매출을 통해

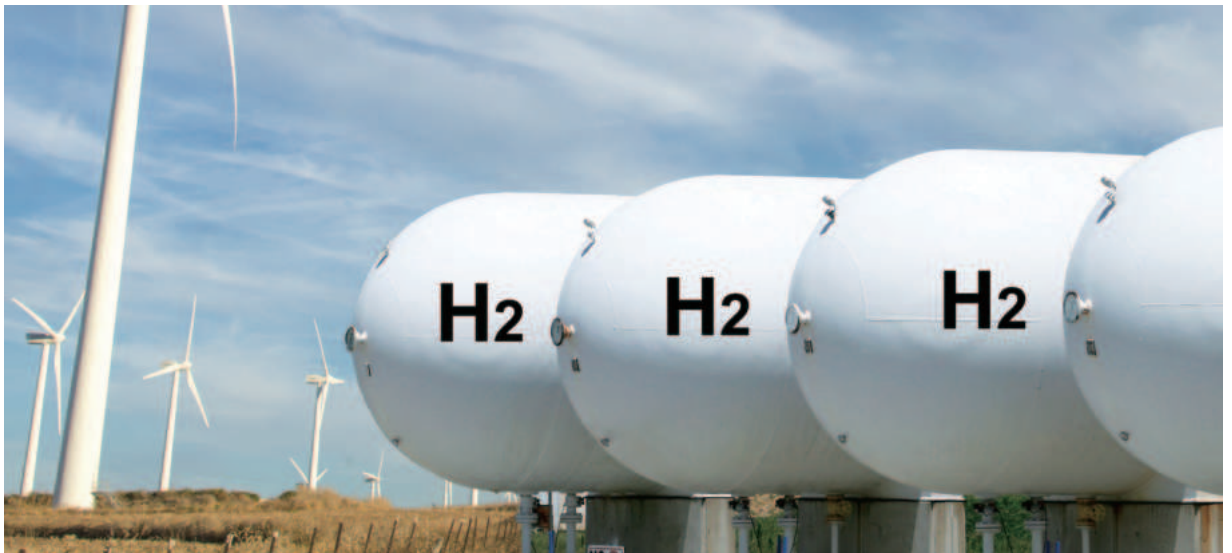
이익이 많이 나는 분야가 아니기 때문에 정부 차원에서 요소기술 개발 이후 MW급 스택 장치 개발의 연계가 이루어질 수 있도록 연구개발 지원을 아끼지 않아야 한다고 생각한다.

수소 기업이 글로벌 경쟁에서 이기기 위해서는 대학 및 국책연구원의 역할도 매우 중요하다. 기업이 요소기술을 개발하기 위해서 대학이 우수 인력과 함께 원천기술을 끊임없이 연구해야 한다. 대학의 경우 한국 수소 분야의 위상을 높이기 위해 소위 영향력 지수^{Impact Factor}가 높은 저널에 요소기술 개발에 대한 논문을 발표하는 것이 중요하다. 학계는 연구비 수주를 위해서 영향력 높은 논문을 쓰는 데 많은 노력을 기울이고 있지만, 안타까운 것은 이런 노력이 제품화로 연결되지 않고 사장되는 경우가 많다는 것이다.

중요한 건 논문 발표를 넘어 대기업 및 중소기업과의 협력을 통해 실제 산업에서 필요한 기술이 무엇인지 파악하고 다듬어 나가면서 제품으로 내놓을 수 있는 수준으로 방향성을 잡는 것이다. 이를 위해 정부 차원에서 예산을 투입해 기업과 국책연구원 그리고 대학에 있는 교수들이 함께 모여 앞으로 나아가야 할 연구에 대해 열린 마음으로 토의할 수 있는 산학연 협의체 등을 만들어 운영해야 한다고 생각한다. 이러한 협의체를 통해 기업과 대학이 서로의 니즈를 파악하면, 대학 연구진은 단순히 톱 저널에 논문을 게재하는 것을 넘어 미래 수소 사회에서 대한민국이 기술 및 산업적으로 선점하는 쪽으로 연구하게 될 것이다.

미래 수소 산업의 토양을 다진다는 사명감

필자 역시 수소연료전지를 연구하는 교육자



및 공학자로서 향후 크게 성장할 것으로 예상되는 수소 시장을 대비하는 마음으로 많은 사명감을 가지고 있다. 수소 분야의 성장은 대한민국에서 성공적인 스토리를 이끌어냈던 리튬이차전지 분야를 벤치마킹할 수 있다. 현재 리튬이차전지 분야의 경우 국내 주요 대기업이 전기자동차, ESS 및 휴대폰 등의 분야에서 많은 매출을 기록하고 있으며, 국내 대기업들은 이차전지 분야의 인력을 충원하기 위해 많은 노력을 기울이고 있다. 대한민국이 글로벌 이차전지 분야를 주도할 수 있게 된 배경에는 어려운 환경 속에서도 지속된 대기업의 의지와 기업 연구원들의 적극적인 노력이 있었다. 또한 대학 및 연구원에서 기초 연구를 수십 년간 활발히 진행하면서 기업의 제품 사업화에 도움을 주고 기업에 필요한 인력 양성을 꾸준히 해왔기 때문이다.

곧 수소 시장이 본격적으로 확대될 것이다. 그러나 미래를 준비하는 차세대 주력인 대학원생들에게 국내 대기업의 수소연료전지 분야 채용은 그 규모가 작은 데다 상대적으로 매출이 큰 이차전지에 비해 인기가 많은 분야가 아니다. 학생들이 수소연료전지 분야를 연구하도록 하기 위해서는 향후 수소 시장의 성장과 수소 분야 글로벌 리더가 될 수 있다는 비전을 전하는 등 언제나 많은 설득이 필요하다.

필자 역시 공학자로서 아주 가까운 미래에 열리게 될 수소 시장의 토양을 다지는 데 큰 기여를 할 것이라는 마음으로 연구를 수행하고 있다. 나와 함께 연구실에 있는 학생 및 박사후연구원들 역시 당장 눈앞에 펼쳐질 장밋빛 미래는 아니지만 곧 다가올 수소 시장에 큰 기여를 하겠다는 마음으로 밤낮을 가리지 않고 연구에 매진 중이다. 대학에서 공학자는 현재 눈에 보이는 주력 산업뿐 아니라 잠재적

성장이 예상되는 산업 분야를 준비하는 마음으로 연구하고 인력을 양성해야 한다고 생각한다. 이를 위해서는 수소연료전지 분야의 인력 양성에 대한 적극적인 지원이 필요하다고 생각한다.

교수 및 공학자로서 가장 보람되는 시간은 후학들이 석사 및 박사학위를 받고 학계, 산업계, 연구계에서 활약하는 모습을 볼 때다. 특히 후학들이 기업에 들어가 학교에서 배운 기초기술을 기반으로 새로운 시장을 여는 모습을 볼 때 큰 보람을 느낀다. 그린수소를 생산하는 수전해 기술은 이제 선택의 영역이 아니라 국가가 주도적으로 반드시 성장시켜야 하는 분야다. 이를 위해 필자는 지금도 연구원들에게 미래 수소 시장의 주역이 될 거라는 사명감을 심어주며 연구에 매진하고 있다.



이진우 카이스트 생명화학공학과 교수

1998년 서울대학교 공업화학과 학사, 2003년 서울대학교 화학생물공학부 박사학위 취득 후 포항공단 화학공학과에서 2008년부터 2018년까지 교수로 재직했으며, 2018년부터는 카이스트 생명화학공학과 교수로 재직하고 있다. 2023년 3월부터 (주)NIET에서 CTO로 겸직하고 있다.

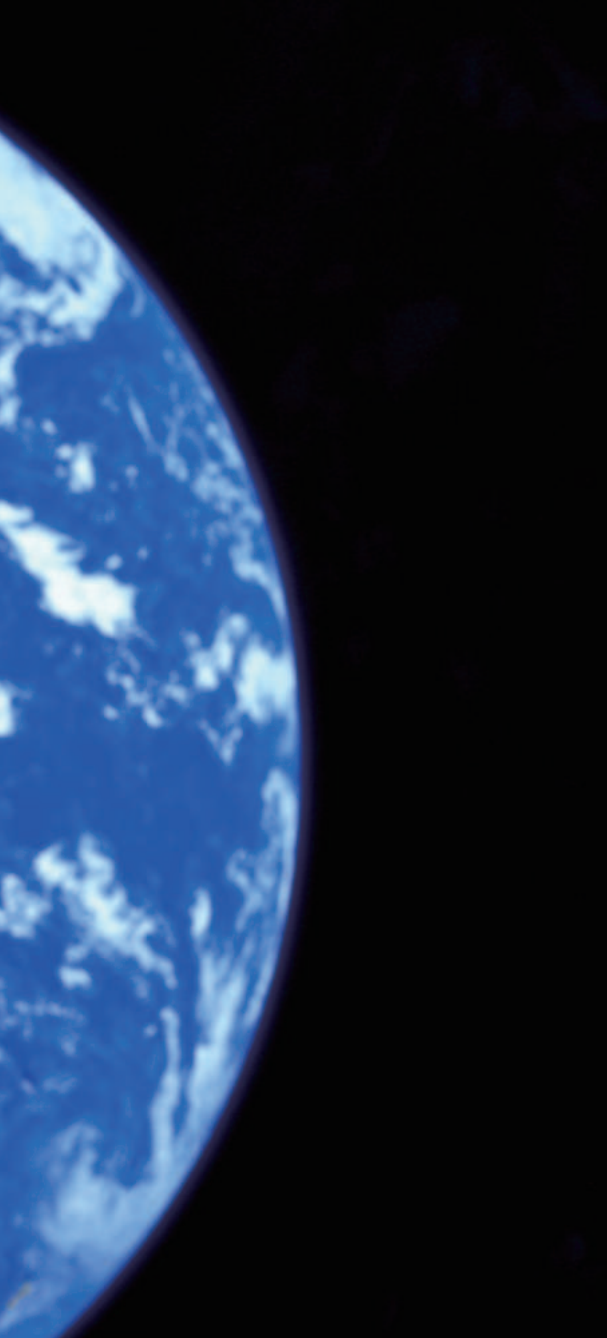


동경 128.2도, 적도 상공 35,786km
궤도에 한반도를 지켜보는 눈이 있다.
우리나라 정지궤도 위성인 천리안
2A호다. 이 위성은 구름, 황사, 오존 등
52종의 기상정보를 제공한다. 이 밖에도
각종 위성이 우주공간에서 임무를 수행
중이다. 위성을 24시간 관제·운영하며
위성의 임무 수행을 돕는 위성 관제 전문가
이상철 책임연구원을 만났다.

글 김승호 사진 김기남

지구를 관측하는 눈, 우주에서 정보를 읽다

이상철 한국항공우주연구원 책임연구원



위성정보활용지원센터는 우주개발진흥법 제17조에 의거해 설립, 운영되고 있습니다. 주 임무와 기능은 국가 위성과 위성정보를 통합 운영·관리하는 것입니다. 이 밖에도 위성산업 육성, 재해·재난 사회문제 대응 등의 임무를 수행하고 있습니다.

센터에서 어떤 업무를 맡고 계시나요?

센터 내 위성운영부에서 정지궤도 위성, 저궤도 위성, 달 탐사선 종합 관제실을 함께 운영하고 있습니다. 저는 그중 정지궤도 위성인 천리안 2A호의 관제 및 운영을 총괄하고 있습니다. 또한 개발단계부터 천리안 2A호의 궤도 계산용 지상 소프트웨어인 비행역학서브시스템^{FDS}의 개발을 수행했으며, 현재 궤도 운영도 담당 중입니다.

천리안 2A호는 16개 채널(가시 4개, 근적외 2개, 적외 10개)을 통해 태풍, 집중호우, 폭설, 안개, 황사 등 52종의 기상정보 관측 임무를 수행하고 있습니다. 24시간 쉬지 않고 10분 주기로 1장의 지구^{Full Disk} 영역, 5장의 확장 국지^{ELA}, 5장의 국지^{LA} 영상을 생성하고 있습니다.

위성 운영 분야에 관심 갖게 된 계기가 궁금합니다.

저는 항공우주공학과를 졸업하고 석사학위 논문으로 정지궤도 위성이 충돌하지 않도록 하는 프로젝트를 연구했습니다. 이공 계통 연구소는 대부분 석사나 박사 때 무엇을 연구하는지에 따라 진로가 결정되는데, 저도 그게 계기가 되어 항우연에서 일하게 됐습니다. 이후 2010년에 발사된 천리안 1호 위성 개발에 참여하면서 지금까지 지상국 개발 및 위성 운영 업무를 수행하고 있습니다.

한국항공우주연구원과 위성정보활용지원센터에 대한 소개 부탁드립니다.

한국항공우주연구원(이하 항우연)은 1989년 설립된 정부 출연 연구기관으로, 저궤도 위성, 정지궤도 위성, 달 탐사선을 국내 최초로 개발했을 뿐 아니라, 나로호, 누리호 같은 액체로켓^①을 국내 최초로 개발하는 등 국가 우주개발을 선도한 연구 기관입니다.

위성에서 수집되는 데이터는 일반 대중에게 다소 생소합니다. 각 데이터에 어떤 정보가 담겨 있으며, 어떻게 수집하나요?

해양·대기 관측을 위한 데이터로는 해수면 온도, 염도, 해류 흐름 등이 있고, 지형 데이터로는 지형 변화, 토지 이용 등의 데이터가 있습니다. 지질 데이터로는 지질구조, 암석 분포, 지진 활동, 광물자원 같은 정보를 담고 있습니다. 각 데이터의 관측은 어떤 센서를 이용하는지에 따라 달라집니다. 다중분광

① 로켓 연료는 크게 액체연료와 고체연료가 있는데, 액체로켓은 액체 추진제를 사용하는 로켓으로 고체로켓에 비해 구조가 복잡하고 기술적 진입장벽이 높다.



이상철 연구원은 우주기술 확장을 위해서는 실패를 수용하고 개선하는 문화와 국민들의 관심이 필요하다고 말한다.

센서를 활용하면 해양 표면 반사율을 측정할 수 있고, 위성 레이더를 이용하면 해류의 흐름과 해수면 높이를 정밀하게 측정할 수 있습니다. 레이저 거리를 측정하는 라이더^{LIDAR} 센서로는 지형의 정밀 관측을, 다중분광 영상과 열적외선 센서로는 지표면의 광물 성분을 분석할 수 있고, 중력 및 자기장 측정을 통해서 지하 구조를 파악할 수 있습니다.

위성 데이터는 어떤 경로로 수집되나요?

활용기관으로부터 받은 관측 요청은 임무 계획 단계를 거쳐, 어떤 위성으로 언제 관측할지를 결정한 후, 이를 위성으로 전송할 명령어로 변환하는 과정을 거칩니다. 만약 저궤도 위성으로 촬영해야 한다면, 위성이 통신 가시권을 지날 때 안테나를 통해 명령을 올려보내고, 다시 통신 가시권 지역을 통과할 때 촬영한 데이터를 내려받습니다.

위성 데이터는 기후 예측, 자원 탐사, 국방 정보 분석 등 여러 분야에 활용되고

있습니다. 각 분야에 어떤 도움을 주고 있나요?

기후 예측 분야에서는 천리안 위성 2A/2B가 생성한 기상 및 환경 관측 데이터를 통해 기후변화 모델을 개선하고 있으며, 자원 탐사 분야에서는 다중분광 영상정보를 이용해 지역에 분포된 광물을 예측합니다. 국방 분야에서는 위성 광학^②, SAR^③, IR^④ 등의 정보를 이용해 군사 장비와 시설 등의 이동을 분석하고 있습니다.

특히 저궤도 위성 중 아리랑 5호는 SAR 탑재 위성이라 주로 국가 안보 목적으로 사용하고 있습니다. 광학 위성인 아리랑 3호는 상공에 구름이 있으면 지상 관측이 불가능한데, 아리랑 5호는 구름 아래까지 관측이 가능합니다. 또한 세계 재난·재해가 발생해서 위성 데이터를 요청받으면 무상으로 제공하는 등 국제적 공헌 활동도 병행하고 있습니다.

위성 데이터 분석 업무는 어떻게 이뤄지나요?

위성 데이터에는 위성 본체(버스)^⑤ 데이터와 탑재체^⑥ 데이터가 있습니다.

- ② 가시광선^{visible} 영역을 활용.
- ③ 합성개구면레이더^{Synthetic Aperture Radar}로 전파(마이크로파)를 이용해 지구 표면을 촬영하는 고해상도 레이더 센서.
- ④ Infrared의 약자로, 적외선을 의미한다.
- ⑤ 탑재체가 기능할 수 있도록 하는 역할을 한다.
- ⑥ 센서들이 관측한 데이터를 본체를 통해 내려보내주는 역할을 한다. 위성 본체가 소방차의 차체라면 탑재체는 물을 뿌리는 호스에 해당한다.

항우연은 위성 관제가 주목적이라 위성 본체(버스) 데이터가 주요 관심 사항입니다. 공공 활동에 필요한 탑재체 데이터를 실제로 의미 있는 사이언스 데이터로 바꿔 국민에게 제공하는 일은 국가기상위성센터, 환경위성센터 등 각각의 위성정보 활용 센터가 맡고 있습니다.

현재 우주 상공에는 3만여 개의 인공 우주 물체가 있다고 추정됩니다. 충돌 위험을 생각하지 않을 수 없는데요. 국가 우주자산 보호를 위해 어떤 대비책이 있을까요?

저궤도 위성의 경우 지구 근궤도인 500~700km에 분포하기 때문에 여러 우주 물체의 충돌 위험이 있습니다. 실제로 빈번하게 충돌 경고가 발생하고, 위험하다고 판단하면 회피기동을 수행하고 있습니다. 달 탐사선 다누리의 경우 미국 달 탐사선 LRO와의 충돌 경고로 몇 차례 회피기동을 수행했습니다. 저궤도 위성의 경우엔

2015년 이후 10여 차례 회피기동을 실시해 충돌을 방지하고 있습니다.

위성센터 연구원의 일과와 루틴이 궁금합니다.

우선 아침에 출근하면 간밤에 위성 상태 이상이 없었는지 점검합니다. 위성 거리 관측 데이터를 이용해 궤도 결정을 수행하고 현재 위치를 정확하게 파악하며, 필요할 경우 위치 유지 기동을 분석, 생성, 수행하고 있습니다. 위성의 상태는 5조 2교대로 상시 모니터링하고 있습니다. 언제든지 고장이 발생할 수 있기에, 항상 긴장된 상태에서 근무해야 합니다. 공교롭게도 명절이나 연휴에 고장 나는 경우가 많습니다.

위성이 고장 나면 어떻게 조치하나요?

우주방사선 등에 의해 위성에 고장이 발생하면, 위성은 자동으로 태양전지판이 태양을 향하도록 설계된 ‘태양 지향 모드(또는 안전 모드)’로 전환됩니다. 위성 운영지원팀은 고장의 원인을 분석하고, 위성이 정상적으로 촬영을 재개할 수 있도록 복구를 진행합니다.

또한 위성은 우주 공간에서 고장이 발생하면 수리가 불가하기 때문에 거의 모든 부품이 이중화되어 있어, 주 부품이 고장나면 부 부품으로 전환하여 사용합니다.

이상철 연구원은 누구

항공우주공학을 전공했으며, 석사 과정에선 정지궤도 위성의 궤도제어를 전공한 뒤 한국항공우주연구원에 입사했다. 10년간 천리안 1호 개발팀에서 일했으며, 현재는 책임연구원으로 위성운영팀 리더를 맡고 있다.

이 분야에서 일하기 위해 갖춰야 할 자질이나 역량은 무엇이라고 생각하시나요?

핵심은 과학적 사고, 데이터 처리 능력, 성실 근면, 다른 팀과의 소통능력이라고 생각합니다. 그리고 가능하면 석사나 박사 과정에서 이 분야의 연구를 하는 게 많은 도움이 될 것 같습니다.

앞으로 도전하고 싶은 개인적인 연구 과제나 목표가 있다면 공유해주세요.

앞으로는 지구 관측을 넘어 행성 탐사, 우주 망원경, 태양 관측 목적의 위성 개발을 우주항공청과 준비하고 있습니다. 또한 천리안 3호, 천리안 2A/2B 후속 위성인 천리안 5호, 천리안 6호 개발이 시작되고 있습니다. 후속 위성의 개발과 운영을 생각하면 아직 할 일이 많이 남았습니다.

<테크 포커스>의 든든한 서포터

뚝소리단



뚝뚝하게 소 통하고 리 뷰하는 <테크 포커스> 독자 단

뚝소리단은 산업기술에 관심 있는 다양한 연령층의 독자로 구성되어 있으며, 매월 표지를 선정하고 콘텐츠와 관련한 의견을 제안하는 등 활발한 활동을 이어가고 있습니다. <테크 포커스>를 함께 만들어가는 뚝소리단의 5월호 리뷰를 확인해보세요!

김태권

일반적인 언론에서는 트럼프의 정책들을 논할 때 주로 경제 정책에 집중한 기사가 많아 곤란했는데, <테크 포커스>에서는 각 기술 분야별로 트럼프 행정부의 정책을 상세히 설명해주셔서 참고 자료로 써도 될 만큼 유익하고 퀄리티 높은 기사였습니다. 우리나라의 지정학적 위치나 대중 무역량을 생각하면 미중 무역전쟁에서의 대처 등에 대한 내용에 대해서도 다루어주셨으면 좋았을 것 같습니다.

김현영

읽기의 즐거움이 있는 호였습니다. 전문용어가 어렵기도 했지만 내용이 좋았습니다. 작년에 수소 트램 시승을 했습니다. 수소는 잘못되면 터지는 게 아닌가 걱정했는데, 잡지를 보고 안정성에 많이 신경 써서 만든 것 같아 안심되었습니다. 아는 것이 힘이 되네요. 수소 트램이 나오면 믿고 탈 수 있을 것 같습니다. 다만 시승을 해본 일반인의 목소리가 없어서 조금 아쉬웠습니다.

김형우

자율주행 기술은 이미 레벨3 수준에 도달했지만, 제도적 한계로 인해 '레벨2+'로 표현될 수밖에 없는 현실이 아쉽습니다. 기술은 앞서가지만 제도가 따라오지 못하는 상황이 드러난 인터뷰였습니다. 그럼에도 **후발 주자로서 완벽함을 무기로 시장을 선도하겠다는 성과와 각오에는 응원과 격려를** 보냅니다.

김현

첨단 R&D 동향에서, 수소 철도라는 친환경성과 에너지 효율성, 그리고 미래 성장 동력으로서의 미래 모빌리티 잠재력을 볼 수 있었습니다. 수소 철도가 친환경 모빌리티로서 가능성을 제시하긴 하지만 대중적으로 자리 잡기 위해서는 경제적 효율성과 인프라 구축을 위한 체계적인 제도적 지원이 필수적임을 함께 강조했으면 하는 작은 아쉬움이 있습니다. **친환경 기술을 가진 지속 가능한 다른 기술들을 지속적으로 담아주셨으면 합니다.**

윤예은

AI, 반도체, 에너지, 탄소중립 등 첨예한 기술 전선 위에서 벌어지는 복합적인 흐름을 날카로운 시선으로 정리해주신 덕분에, 기술을 단순한 산업의 범주가 아닌 국가 운명의 변수로 바라보게 되었습니다. 변화의 물결 속에서도 중심을 잡고 미래를 설계해야 하는 오늘, 이처럼 깊이 있는 통찰을 나눌 수 있는 콘텐츠야말로 시대를 이끄는 지성이라 느낍니다. 깊은 감사와 함께 다음 호도 기대하겠습니다.

심형훈

넥스트칩의 ADAS 기술도 주목할 만했습니다. 자율주행차의 '눈과 두뇌' 역할을 하는 핵심 기술을 국산화했다는 점에서 굉장히 고무적인 성과인데요. 특히 여러 센서가 보내는 신호를 종합해서 선명한 영상을 만들어내는 ISP 기술이 뛰어났습니다. 다만 글로벌 무대에서 경쟁하려면 브랜드 신뢰도나 대규모 양산 경험 같은 측면은 좀 더 보완돼야 할 부분으로 느껴졌습니다.

이수영

인공장기 연구의 놀라운 진전을 흥미롭게 다뤘습니다. 3D 프린터로 세포를 조합해 장기를 만드는 시도, 면역 거부반응을 제거하려는 기술적 접근은 분명 미래 의학의 판을 바꿀 수 있는 도전입니다. 다만 전문용어가 다소 많아 일반 독자가 이해하기에는 어려움이 있었고, 인공장기 기술이 갖는 윤리적 고민이나 실제 상용화까지의 구체적인 과정에 대한 설명이 부족했던 점은 아쉽습니다. 기술의 최전선에 선 연구자들의 노력을 응원하며, 다음 호에는 보다 풍성하고 입체적인 설명을 기대해 봅니다.

박재완

현 상황에서 우리나라의 대응 방안 모색을 위한 발전 방향을 담은 칼럼이 더 있었으면 어땠을까 하는 생각이 들었습니다. 예를 들어 기술 패권 경쟁에서의 대한민국의 추진 전략, 현재 추진되고 있는 내용, R&D 투자 현황, 향후 추진 방향 등이 더 상세하게 논의되었으면 더 좋았을 듯합니다. 현재 대한민국은 한치 앞을 내다보기 힘든 혼란 속에 있지만, 국익을 위해 이런 분야를 잘 정리해주신 집필진에 감사를 표하고 싶고, 이런 내용들을 정책 결정권자들도 제대로 파악하고 능동적으로 대응했으면 합니다.

서동성

지속 가능한 미래 수소 기술의 가능성을 수소 전기트램 실증 사업에서 잘 보여줬습니다. 수소연료가 철도산업에 도입됨으로써 탄소 배출을 줄이고, 친환경 교통수단으로의 전환을 가속화할 수 있을 것입니다. 또한 R&D 사업으로 단순 기술적 혁신에만 도달한 것이 아닌 수소의 경제적 효율성까지 도달했다는 사실이 인상적이었습니다. 앞으로도 많은 변화와 발전이 기대됩니다.

전준규

도시 속 가치를 통한 생태 모니터링 연구가 이뤄지고 있다는 생소한 정보를 접하게 되어 신선하고 좋았습니다. 연구실에 갇혀 있는 과학기술이 아닌 우리 생활 속에서 다양한 생태학 관련 연구가 진행되고 있다는 사실이 신기했습니다. 다만 생태학 연구를 통해 우리 실생활에 적용된 사례 같은 것을 추가했다면 좀 더 피부에 와닿는 기사가 되었을 것 같습니다.

독자 퀴즈의 정답을 맞춰주세요!

퀴즈에 참여해주신 정답자 중 추첨을 통해 소정의 상품을 보내드립니다. 퀴즈 정답과 휴대폰 번호를 grintjssu@hankyung.com으로 보내주세요.

독자 선물은 교환, 환불이 불가합니다. 전화번호 누락, 오류 등으로 인한 발송 시 재발송하지 않습니다.

20명 증정

퀴즈 정답자
모바일 쿠퍼 교환권



AI 기술은 이제 단순한 대화형 챗봇의 단계를 넘어, 자율적으로 판단하고 작업을 수행하는 ‘○○○○○’의 시대로 접어들고 있다. ○○○○은 인간의 개입 없이 고객의 문의를 이해하고 이에 응답할 수 있는 지능형 시스템으로, 머신러닝과 자연어 처리^{NLP}를 기반으로 간단한 질문 응답부터 복잡한 문제해결, 멀티태스킹에 이르기까지 다양한 업무를 수행할 수 있다.

산업의 내일을 읽고 기업의 오늘을 이끕니다



[해시테크](2편) ㈜디지아이 옷도 이제 프린트로 뽐는다? 디자인부터 염색까지 가능한 텍스타일 프린터!

‘DTP(디지털 날염)’란 디자인부터 염색까지 컴퓨터로 한 번에 작업하는 프린터 기술을 말하는데요. 기능성 섬유까지 고정밀&고속으로 출력 가능하고, 적은 양의 잉크 사용과 물이 필요 없는 염색 과정으로 환경까지 지켜주는 ‘㈜디지아이’의 ‘다이렉트 텍스타일 프린터’를 만나보겠습니다!



[해시테크](3편) ㈜AiV 세계 최초로 제조공정에 딥러닝 기술을 적용하다!

세계 최초로 제조업에 인공지능을 접목한 딥러닝 시스템 AiVOps! 복잡한 부품의 불량 유무를 스스로 학습하고 검출해 제품의 신뢰성을 높이고, 각종 제조품 검사에 최적화된 검사장비의 설계까지 도와줄 수 있다고 하는데요. 미래 제조업에 새로운 패러다임을 몰고 올 혁신적인 기술을 지금 만나보겠습니다!

KEIT 공식 유튜브 채널을 통해 영상을 확인해보세요!
@official_keit

Changing
Tomorrow
내일을 바꾸는 기술

Tech Focus

산업통상자원부 산하 R&D 전문기관
한국산업기술기획평가원이 발행하는 국내외 산업기술의
모든 것을 담은 전문지 <테크 포커스>



<테크 포커스> 웹진(techfocus.kr)에서 신간호와
함께 과월호도 모두 만나보세요!

<테크 포커스> 웹진 보기 매월 10일 오픈





**보이는 것 부러
보이지 않는 것 까지**

**초격차 산업기술 R&D
초협력으로 이뤄집니다**



산업통상자원부



한국산업기술기획평가원
Korea Planning & Evaluation Institute of Industrial Technology

9 773022 717003
ISSN 3022-7178

