

역사상 가장 만만하고 유용한 인공지능

챗GPT A→Z

MAY 2023

5

Vol. 116

NEW TECHNOLOGY

이달의 신기술

of THE MONTH

ESG TECH TREND... 탄소중립 구현 위한 이케미컬 기술

GLOBAL TECH ISSUE... 50년 반도체 전쟁사

NEW TECH... 해양 사고 저감과 운항 효율 극대화 위한 자율 운항 자동화 시스템



May
2023

등록일자

2013년 8월 24일

발행일

2023년 4월 30일

발행인

한국산업기술평가관리원 원장 전윤종

발행처

한국산업기술평가관리원,

한국산업기술진흥원,

한국에너지기술평가원, 한국공학한림원

주소

대구광역시 동구 첨단로 8길 32(신서동)

한국산업기술평가관리원

후원

산업통상자원부

편집위원 산업통상자원부 박용민 과장,

이보라 사무관, 신홍섭 사무관, 이영열

사무관, 김선영 사무관, 고운정 사무관,

김경아 주무관, 유유미 주무관

한국산업기술평가관리원 서용원 본부장,

이정화 팀장, 나소미 전임

한국산업기술진흥원 김정욱

본부장, 박천교 단장, 김진하 팀장

한국에너지기술평가원 이성주 본부장

한국산업기술문화재단 곽진철 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 없이 기사와 사진의

무단 전재, 복사를 금합니다.

SPECIAL THEME

02

INTRO

ALL ABOUT 챗GPT

NEW TECH

26

올해의 산업혁신기술상

보평그린(주)

석탄 분진 저감과 화재 폭발 예방,
두 마리 토끼를 잡다



04

BACKGROUND

역사상 가장 만만하면서도 유용한
인공지능 챗GPT

10

GLOBAL AFFAIR

챗GPT에 부산해진 IT 거인들의 움직임

16

INTERVIEW

이정수 플리토 대표

언어 능력 갖춘 시가
산업 지형 뒤흔들 것

20

ISSUE

챗GPT, 윤리적으로 괜찮을까?

30

R&D 프로젝트

한국해양과학기술원 부설

선박해양플랜트연구소

해양 사고 저감과 운항 효율 극대화 위한
자율 운항 자동화 시스템



34

R&D 기업

마린웍스(주)

조선·해운산업 혁신 성장 동력
마중물 역할 특독



38

이달의 기술
덕양산업(주)
이종 분야 간 협업 통해
신산업을 창출하다

40

스페셜 리포트
유럽 자율 운항 기술 어디까지 왔나?

GLOBAL TECH ISSUE



44

산업 현황
미국 주도의 반도체 글로벌 공급망
재편, 최종 국면은?

48

기술 현주소
반복되는 역사, 50년 반도체 전쟁사

52

기업 소개
(주)더블유지에스
반도체 공정 진단 기술혁신,
경쟁력 강화 이끈다

ESG TECH TREND



54

FOCUS
탄소중립 구현하기 위한
이케미컬 기술

58

ISSUE BRIEFING
저탄소 난방 해법, 히트펌프

62

GLOBAL TREND
일본의 수소 기술 현주소

TECH STORY

64

싱크탱크
인도 과학의 아버지 손에서 태어난
연구개발 협력 모델

68

프론티어
포항공과대학교 윤영노
이동통신의
효율을 높여라

72

잡 인사이드
특허분쟁 판결을 위한 슬로몬



76

예술로 본 기술
인공지능 시대의 명암을 내다보라

80

산업 뉴스
2023년도 월드클래스플러스사업
신규 지원

ALL ABOUT 챗GPT

GPT



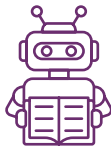
Generative Pre-trained Transformer
생성+자가 학습+트랜스포머

2015년 설립한 인공지능 기업
일론 머스크와 샘 올트먼이 AI의 능력을
‘인간 친화적’으로 개발하겠다는 목표로 설립
일론 머스크는 2018년 사임

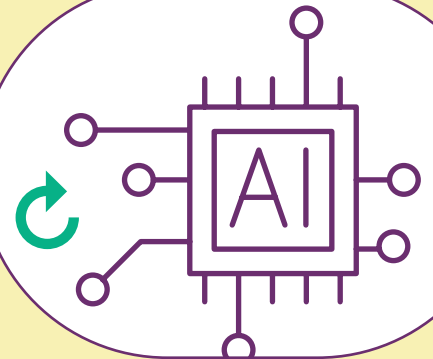
오픈AI



570 GB



위키피디아, 웹페이지,
블로그, 도서 등 고품질
텍스트 570GB 분량을 모아
AI 학습 진행



생성 AI 타임라인



2017년

구글, 트랜스포머(Transformer)
기반의 신경망 아키텍처를
제안하는 ‘Attention is
all you need’ 논문 발표

2019년

MS, 오픈AI에 10억 달러 투자

2022년 11월

오픈AI 챗GPT 공개

2023년 1월

MS, 오픈AI에 100억 달러 투자

2023년 2월

구글, 바드(Bard) 공개

2023년 3월

챗GPT4 공개

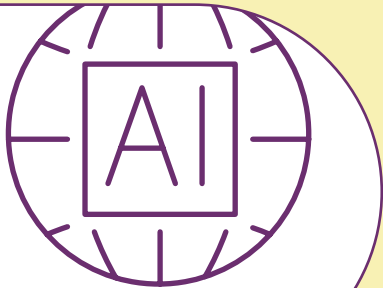
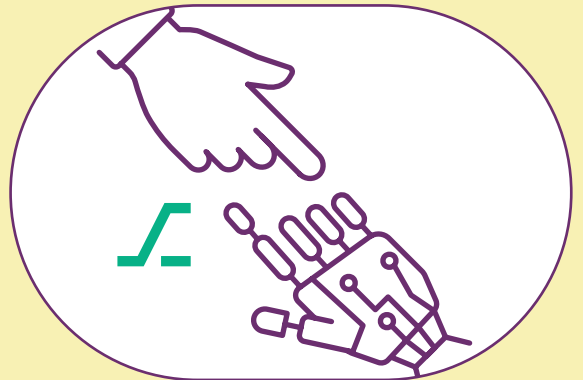
2023년 7월

네이버, 하이퍼클로바X 공개 예정



“챗GPT가 보여주듯 AI 솔루션은 기업과 시민에게 큰 기회를 제공할 수 있지만, 위험을 초래할 수도 있다. 고품질 데이터 기반으로 신뢰할 수 있는 AI를 보장하기 위해 견고한 규제 프레임워크가 필요한 이유다.”

— 티에르 브르통 ^{Thierry Breton},
유럽연합 ^{EU} 내부시장 담당 집행위원



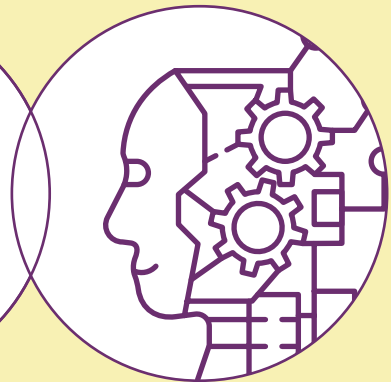
290억 달러

마이크로소프트 ^{MS}, 2023년 1월
오픈AI의 기업 가치를 290억
달러(약 36조8000억 원)로 평가

샘 올트먼 ^{Sam Altman} (오픈AI CEO)



스탠퍼드 대학교에서 컴퓨터 과학을 공부하다가
중퇴하고 2005년 위치 기반 소셜 네트워킹 서비스
회사 룩트 ^{Loopt} 공동 설립



챗GPT가 일으킨 글로벌 이슈 TOP 3

① 의사 면허 통과

미국 캘리포니아의
의료 스타트업
앤서블헬스 ^{Ansible Health}
연구진은 챗GPT에 미국 의사
면허 시험을 실시한 결과
모든 시험에서 50% 이상의
정확도를 보였다고 밝혔다.

② 수학 9등급

챗GPT가 수학에는 영 소질이
없는 것으로 나타났다. 기술 검증
스타트업 애니와 연세대학교
인공지능 김시호 교수 연구팀이 실제
수능 문제를 챗GPT에 풀어보라고
한 결과, 수학 영역에선 9등급에
해당하는 17점을 받았다.

③ 챗GPT가 집필한 책

챗GPT가 원고를 쓰고 AI 번역기
파파고가 한국어로 옮겼으며, AI
기반 ‘한국어 맞춤법 문법 검사기’로
교정·교열을 본 책이 등장했다. 표지
디자인은 미국의 이미지 생성 AI인
서터스톡 AI를 활용했으며, 이 모든
작업은 단 7일 만에 끝났다.

역사상 가장 만만하면서도 유용한 인공지능

지난해 혜성처럼 등장해 세상을
떠들썩하게 했던 챗GPT의 파급력은
엄청나다. 놀라운 기술력으로 전 세계
사람들의 이목을 끌고, 여러 가지 논란을
불러일으켰다. 챗GPT란 무엇이며,
무엇을 할 수 있는 기술인지 알아본다.

챗GPT



챗GPT의 데뷔

막 데뷔한 챗GPT^{ChatGPT}에 공룡 구글이 한 방 얻어맞았다. 지난 1월 구글의 모회사 알파벳의 순다르 피차이 CEO는 전 사에 챗GPT에 대한 경계경보를 내렸다. 지난 10여 년간 철옹성처럼 지켜온 구글의 검색 사업에 챗GPT와 Bing이 손가락을 얹는 모습을 그냥 두고 볼 수는 없었던 것이다. 2022년 11월 30일, 구글의 ‘코드 레드’ 한 달 전쯤, 오픈AI^{OpenAI}는 챗GPT라는 서비스를 세상에 던져놓았다. 나의 경우 이틀 후인 12월 1일 처음 챗GPT를 만났다. 첫인사를 하고 몇 마디 나눠보니 ‘이 친구, 물건이다’ 싶었다. 무슨 질문을 해도 척척 대답한다. 심지어 모르는 내용도 아는 척하거나, 없는 사실도 지어서 천연덕스레 말한다. 막 데뷔한 신인의 말솜씨에 한 번, 그 뻔뻔한 자신감에 또 한 번 놀랐다. 챗GPT 5일 만에 100만 명이 몰려들더니 두 달도 되지 않아 사용자 1억 명을 넘겼다. 챗GPT 데뷔 초기에는 트위터, 유튜브 등의 얼리어답터들로부터 사용 후기가 쏟아져 나오더니 이내 전 세계 뉴스가 자극적인 타이틀과 함께 다양한 분석 및 전망 기사를 내며 그 뒤를 이었다. <뉴욕타임스>는 챗GPT에 대해 “일반인에게 공개된 역사상 최고의 인공지능^{AI} 챗봇”이라 칭송했고, 블룸버그는 “어떻게 챗GPT로부터 당신의 일자리를 지킬 것인가?”라는 타이틀로 위기감을 조성했다.

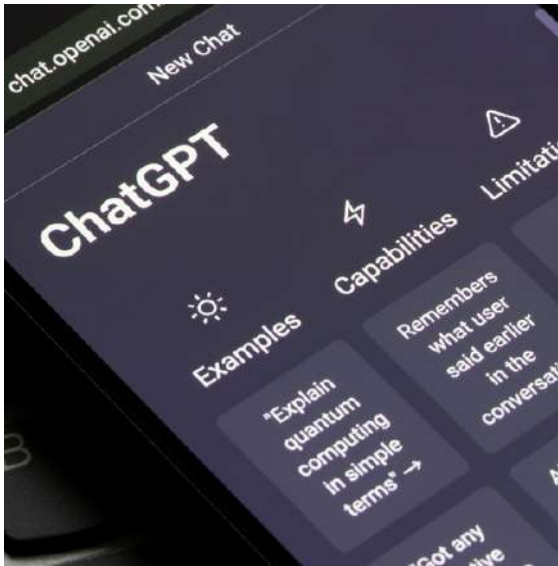
챗GPT 커뮤니티에선 챗GPT로 글 잘 쓰기, 챗GPT로 마케팅하기 등 챗GPT로 ‘OO하기’와 같은 실용적인 사용 사례가 스크린샷으로 올라오기 시작했다. ‘나도 좀 잘 써보자’라는 공동 목표로 스터디가 열렸고, 조금 먼저 써본 이들이 마이크를 잡은 웨비나가 하루 건너 한 번씩 열리기도 했다. ‘저는 OO 일을 하는데 살아남을 수 있을까요?’라며 운을 떼는 이들 중 상당수가 작가, 변호사, 교수, 언론인이었다. 언론이 발표한 ‘챗GPT 살생부’ 상위에 랭크된 전문직 종사자들이었다. ‘코드 레드’가 뜬 건 구글만이 아니었다.

챗GPT를 써본 이들은 단점과 한계를 자연스럽게 알게 된다. 2021년 이후의 정보는 물어도 모르고, 모르는 내용도 아는 척한다. 영어에 비해 빈약한 한글 답변에 실망하기도 하고, 유료로 써도 자주 서비스가 끊겨 분통을 터뜨리기도 한다. 그럼에도 이용자 수는 갈수록 늘어나고 있다.

사람들은 왜 챗GPT에 열광하는가?

챗GPT는 쓰기 쉬운 인공지능이다

우리는 알파고를 기억한다. 일개 시가 한국 바둑의 자존심, 이세돌을 4승 1패로 가볍게 이겨버린 2016년 3월을 말이다. 천재 바둑기사 한 명이 AI에 진 것이 아니라 인류가 AI에 진 날이라고 말하는 이도 있다. 이렇게 인류를 충격에 빠뜨린 알파고에 대해서도 관심이었던 우리는 특별히 더 할 이야기가 없었다. 알파고는 TV 밖으로 나오지 않았기 때문이다. 하지만 챗GPT는 달랐다. 누구나 무료로 쓸 수 있고, 한글로 편하게 대화할 수 있었다. 신제품 아이디어가 필요한 상품기획팀 대리에게 몇 초 만에 기발한 아이디어를 수십 개씩 내주고, 리포트를 써야 하는 대학생에게 주제와 맥락 몇 줄만으로 꽤 근사한 글을 써준다. 긴 글을 요약하고 번역도 척척 해낸다. 심지어 파이썬이나 자바스크립트 같은 코딩도 해준다. 이렇게 누구라도 단 몇 번의 대화로 쓸모(적어도 쓸모의 가능성이라도)를 찾을 수 있을 만큼 챗GPT는 사용하기 쉽다. ‘챗GPT의 혁신은 기술이 아니라 사용성^{usability}에 있다’는 주장에 고개를 끄덕이게 되는 지점이다.



— 1
파인 튜닝: 다양한 용도로
사용가능한 범용 초거대 언어
모델^{LLM}에 특별한 목적으로
사용하기 위해 추가적인
데이터로 학습시키는 것

2

인간처럼 대화가 가능한 인공지능이다

ChatGPT3.5 모델은 GPT3를 파운데이션 모델로 하고 인간의 대화 데이터와 피드백을 이용해 추가 학습(파인 튜닝¹)을 시켜 자연스러운 대화를 만들어냈다고 한다. 인간답게 대답할 수 있도록 모델을 업그레이드한 것이다. 이전에도 대화가 가능한 챗봇 서비스는 있었다. 전통적인 룰 베이스 챗봇은 발화자의 말을 분석해 이미 정해진 답안 리스트 안에서 대답해주는 방식이었다. 원하는 질문에 대답은 해주지만 인간과 대화하는 것 같진 않았다. ChatGPT 론칭 소식을 들었을 때도 ‘또 비슷한 서비스가 나왔구나’ 하며 큰 기대를 하지 않았다. 하지만 예상은 크게 빗나갔다. ChatGPT와 대화를 하다 보면 사람과 대화하는 것이 아닌가 하는 착각까지 하게 된다. 영어는 물론 한글로도 대화가 물 흐르듯 자연스럽게. 역할을 알려주면 사투리도 쓰고 농담도 하고 존댓말도 한다. 사람처럼 대화의 맥락을 이해하고, 대화가 길어져도 이전 대화를 기억한다. GPT4가 (유료로) 나온 지금, ChatGPT의 대화 능력은 한층 업그레이드되었다. 환각 현상도 절반 이상(53%) 줄었고, 팩트를 바탕으로 대답하는 비율도 두 배 이상(110%) 개선했다. 그간 지적받아온 인종, 성별, 종교 등 민감한 주제에 대한 대답의 편향성도 RLHF(사람의 피드백으로 강화 학습하는 것)를 통해 대폭 개선되었다고 한다.

3

ChatGPT는 일하는 습관을 바꾸고 있다

인터넷은 세상의 정보를 연결함으로써 정보를 찾는 습관을 바꿨다. 스마트폰은 세상의 정보를 손안에 쥐여주며 정보를 찾는 것뿐 아니라 소비하는 습관까지 바꿨다. ChatGPT는 정보를 의미 있는 지식으로 바꾸는 습관을 바꾸고 있다. 그동안 우리가 어떻게 일했는지 살펴보자.

- ① 키워드로 세상의 정보를 검색한다.
- ② 검색엔진의 알고리즘이 정해진 순서대로 결과가 나온다.
- ③ 제목과 간략한 설명을 보고 정보가 있는 사이트를 일일이 방문해 원하는 정보를 찾는다.
- ④ 정보에서 의미 있는 데이터를 추출해 정리하고 분석한 뒤 지식으로 만들어 일에 활용한다.

그러나 ChatGPT가 소개된 이후 우리는 새롭게 일하는 방식을 실험하고 있다. 가장 큰 변화는 검색의 쓸모가 줄어들고 있다는 것이다. ChatGPT는 우리가 원하는 정보를 가공해 정리해준다. 예를 들어 인공지능의 지도 학습과 강화 학습의 차이가 궁금하다면 ChatGPT에 두 가지를 비교하는 표 형식으로 요청할 수 있다. 기존 방식이라면 책을 찾아보거나 인터넷에서 이 두 가지를 설명하는 글을 찾아서 최소 몇 개 이상의 사이트를 방문해야 했다. 하지만 이제는 그런 과정이 단축되고 있다.

🔗 인공지능의 지도 학습과 강화 학습의 차이에 대한 챗GPT의 답변



지도 학습(Supervised Learning)과 강화 학습(Reinforcement Learning)은 인공지능의 두 가지 주요 학습 방법이다. 이 두 방법은 학습 과정과 목표 그리고 활용 사례가 서로 다르다. 아래 표는 이러한 차이점을 비교한 것이다.

항목	지도 학습	강화 학습
학습 과정	입력 데이터와 정답 라벨을 사용해 모델을 학습함	환경과의 상호작용을 통해 학습하며 보상을 최대화함
목표	주어진 입력에 대해 올바른 출력을 예측함	환경에서 얻을 수 있는 최대 보상을 얻는 정책을 찾음
피드백	정답 라벨을 사용해 오차를 계산하고 최소화함	환경에서 얻은 보상을 사용해 행동 가치를 업데이트함
학습 사례	이미지 분류, 텍스트 분석, 회귀 문제 등	게임 플레이, 로봇 제어, 경제 시뮬레이션 등
활용 분야	컴퓨터 비전, 자연어 처리, 음성인식 등	로봇공학, 자율주행차, 제어 시스템 등

지도 학습은 주로 분류 및 회귀 문제에 사용되며, 입력 데이터와 정답 라벨을 사용해 학습한다. 학습된 모델은 새로운 데이터에 대한 예측을 수행하며, 이를 평가해 모델 성능을 개선한다.

강화 학습은 에이전트가 환경과 상호작용하며, 행동을 통해 보상을 최대화하는 방법을 학습하는 과정이다. 에이전트는 시간이 지남에 따라 환경과의 상호작용을 통해 학습하고, 최적의 정책을 찾아내 목표를 달성한다.

또 다른 변화는 챗GPT가 지식을 정리해주는 것뿐 아니라 원하는 아웃풋까지 생성해준다는 것이다. 챗GPT에서 정보를 찾고 그 정보를 요약해 블로그도 쓰고 코드도 만들 수 있다. 일하는 프로세스가 점점 단순해지고 있다. 마이크로소프트^{MS}는 ‘코파일럿^{Copilot}’이란 이름으로 자사의 워드, 엑셀, 파워포인트 등 모든 제품에 순차적으로 챗GPT를 적용한다고 발표했다. 코파일럿이 출시되면 챗GPT 사이트까지 가지 않아도 되니 일하는 프로세스가 더욱 줄어들 것이다.

🔗 이미지 생성 AI 달리가 만든 예술품



DALL-E 2는 ‘사실적인 스타일로 말을 타고 있는 우주비행사’라는 명령에 따라 이러한 이미지를 생성했다.

자료: 오픈AI



DALL-E 2는 ‘체스를 하는 고양이’에 대한 명령에 따라 이 이미지를 생성했다.



샘 올트먼 오픈AI의 CEO

챗GPT를 만든 오픈AI는 누구?

챗GPT는 2022년 11월 30일 시험실 밖으로 나왔다. 인공지능 서비스 중에서는 막내로 데뷔했지만, 탄생 배경을 보면 이미 준비된 금수저 집안의 자식이었다. 챗GPT를 탄생시킨 오픈AI는 2015년 ‘인류에게 디지털 기술의 혜택을 나누자’는 비전으로 설립된 비영리 연구소다. 와이콤비네이터의 CEO 샘 올트먼과 테슬라의 수장 일론 머스크 공동 창업자, 또 후원자로는 링크드인의 창업자 리드 호프먼, 페이스북의 공동 설립자 피터 틸이 개인으로 참여했다. 아마존과 인포시스는 기업 후원사로 이름을 올렸다. 누가 봐도 스타트업 역사상 최고의 창업 멤버들로 구성된 ‘드림팀’이었다. 금수저 스타트업으로 세간의 부러움을 산 오픈AI지만 초반에는 큰 주목을 받지 못했다. 2016년 이세돌과 알파고의 대국이 알파고의 일방적 승리로 막을 내리고, 세상이 인공지능 얘기로 떠들썩할 때도 오픈AI는 조용히 알파고의 활약상을 지켜보고 있었다.

2019년 오픈AI는 구글 브레인이 만든 ‘트랜스포머’ 오픈소스 기술을 도입해 자체 모델을 구축하는 것으로 개발 계획을 바꿨다. 이 트랜스포머를 이용한 학습에는 대규모 데이터와 병렬처리를 위한 크고 빠른 컴퓨팅 자원이 필요하다. 문제는 돈이었다. 비영리 연구소에 그만한 돈을 댈 투자자를 찾기는 쉽지 않았다. 몇 달간의 투자자 미팅 끝에 2019년 7월 마이크로소프트가 10억 달러를 들고 오픈AI호에 승선한다. 샘 올트먼이 구상하는 AGI(범용 인공지능)가 만들어낼 새로운 사업 기회를 선점하려는 전략적 포석이었다. 이 투자로 MS는 오픈AI의 성과를 사업화하는 독점적 권리를 확보하게 됐고, 오픈AI는 자금과 함께 MS 애저의 슈퍼컴퓨터 지원을 받게 되어 개발에 속도를 내기 시작한다. 그 결과 2020년에 GPT3, 2021년에는 이미지 생성 AI 달리^{DALL-E}를 연이어 출시하며 세상의 주목을 받았고, 2022년 말 인터넷이나 스마트폰의 등장과 비교되는 챗GPT를 선보일 수 있었다.

오픈AI가 넘어야 할 도전 과제

챗GPT가 나온 후 하루가 멀다 하고 구글과 MS는 경쟁적으로 새 소식을 전했다. 먼저 MS는 웹 브라우저에서 동작하는 챗GPT인 빙챗^{Bing chat}을 내놓아 불난 집 ‘구글’에 기름을 부었다. 구글도 챗GPT의 대항마로 대화형 생성



테슬라 수장이자 오픈AI 공동 창업자 일론 머스크

챗GPT 사용해보기



- ① 위 QR코드를 스캔해 오픈AI 사이트에 접속하기
- ② Try ChatGPT 클릭하기
- ③ 구글 아이디가 있으면 바로 로그인
- ④ 없다면 회원 가입하기
(이메일 주소, 휴대폰 필요)
- ⑤ New Chat 클릭하기
- ⑥ 하단 질문 창에 질문 입력하기

AI 바드^{Bard}를 데뷔시켰다. ‘우리 아이도 잘한다’를 보여주고 싶었지만 라이브 데모 중에 바드가 엉뚱한 대답을 하며 주가가 대폭락하는 망신을 사기도 했다. 하지만 구글도 다 계획이 있다. 구글 딥마인드의 스페로우^{Sparrow}와 최근 인수한 앤트로픽^{Anthropic}의 클로드^{Claude}까지 힘을 보태며 반격을 준비하고 있다. 구글의 저력을 모를 리 없는 오픈AI와 MS의 연합은 챗GPT에 이어 빠르게 GPT4까지 공개했고, 이어 챗GPT를 자사 제품에 붙이는 코파일럿과 외부 서비스의 연동을 지원하는 플러그인^{Plugin} 데모를 선보이며 한번 잡은 승기를 놓치려 하지 않았다. 메타버스에 올인했던 메타도 나섰다. 지난 2월 자체 거대 언어 모델^{Large Language Model, LLM}인 라마^{LLaMA}를 오픈소스로 공개하며 참전을 선언했다. 올해 안에 챗GPT와 비슷한 생성 AI 서비스를 내놓겠다고 예고하기도 했다.

그런데 오픈AI에 경쟁자들의 추격과는 결이 다른 변수가 나타났다. 철학과 윤리 문제에 대한 지적과 일부 국가에서 챗GPT에 대한 강력한 제재 움직임이 나타난 것이다. 오픈AI가 GPT4 개발에 사용한 데이터 크기와 파라미터 수 같은 기본적인 정보조차 공개하지 않자 ‘누구나 인공지능의 혜택을 볼 수 있도록 열린 연구’를 하겠다고 한 샘 올트먼의 ‘Open’했던 열린 운영 철학이 의심받기 시작했다. ‘코드는 물론 논문과 특허까지 모두 공유하겠다던 그 포부와 기개는 어디로 사라졌는가’ 하는 지적은 일견 타당해 보였다. 이탈리아 당국은 챗GPT 학습에 개인정보를 동의 없이 수집·사용하고 있다는 이슈가 불거지자 챗GPT 접속을 전면 차단했고, 캐나다와 다른 EU 국가들도 챗GPT에 대한 조사에 들어갔다고 한다. 지난 반년 승승장구하던 오픈AI와 그 파트너 MS가 큰 도전을 마주했다. ‘인간을 위한 인공지능 개발’이라는 사명을 품었던 이들에게 아이러니하게도 ‘인간의 개인정보를 남용하고 인류를 위협에 빠뜨린다’는 죄명이 붙은 것이다. 작년 말 한 블로거는 샘 올트먼을 골리앗 구글 앞에 팔맷돌을 쥐고 선 다윗으로 그렸다. 그런데 몇 달 사이에 몸이 불어난 다윗도 골리앗이 되었다. 그리고 다른 골리앗들과 영역 싸움을 시작했다. 이제 그 결과는 아무도 알 수 없다. 우리 같은 범인은 이 싸움의 결과가 우리 삶을 해하지 않기만을 바랄 뿐이다. 챗GPT에 물어보고 싶다. 너로 인해 시작된 이 사태를 어떻게 보느냐고 말이다.



송준용 <챗GPT 사용설명서> 저자

현재 챗GPT 번역 앱 ‘프롬프트 지니’ 프로젝트의 마케팅을 맡고 있으며, 국내 유일의 챗GPT 커뮤니티 ‘챗지피터스’ 모더레이터로 국내 1호 챗GPT 확장 앱 마케팅을 총괄하고 있다.

챗GPT에 부산해진 IT 거인들의 움직임

인공지능^{AI} 역사 70년. 크고 작은 사건이 있었지만, 지금 세간을 뜨겁게 달구고 있는 챗GPT와 생성 AI 모델이야말로 본격적으로 AI가 인간과 가까워지고 시장으로서 AI 생태계가 태어나게 만든 획기적 촉매제다. AI는 앞으로도 계속 뜨거운 주제가 될 기세다. 이제부터 다양한 고품질 AI 서비스를 만나게 될 글로벌 AI 시장도 연평균 36.2%씩 증가해 2022년 869억 달러에서 2027년에는 4070억 달러로 늘어날 전망이다. 이 군침 도는 AI 시장을 주도하고 있는 건 역시 미국 기업들이다.



마이크로소프트 & 구글

마이크로소프트^{MS}는 세계적 빅테크 기업 중 가장 빠르게 움직여 AI 서비스 경쟁의 선두에 나섰다. 워드, 파워포인트 등은 물론 검색 서비스 ‘빙^{Bing}’에도 챗GPT 기능을 추가해 구글의 10분의 1에 불과한 검색시장 점유율을 급등시킬 발판을 마련했고 클라우드 서비스 ‘애저^{Azure}’에도 언어 모델 GPT3.5, 최근 이미지 생성 AI ‘달리2’, 코드 생성 AI ‘코덱스’ 등을 도입했다. 아마도 AI 기반의 검색엔진은 2007년 클라우드 도입 이후 가장 중요한 사건일지도 모르겠다. MS와 오픈AI는 GPT3.5를 업데이트해 전문 지식을 대폭 늘리고, 고급 추론 기능을 더한 데다 최근 이미지의 맥락을 이해하는 멀티모달^{Multimodal} ¹ 기능까지 갖춘 GPT4를 공개했다.

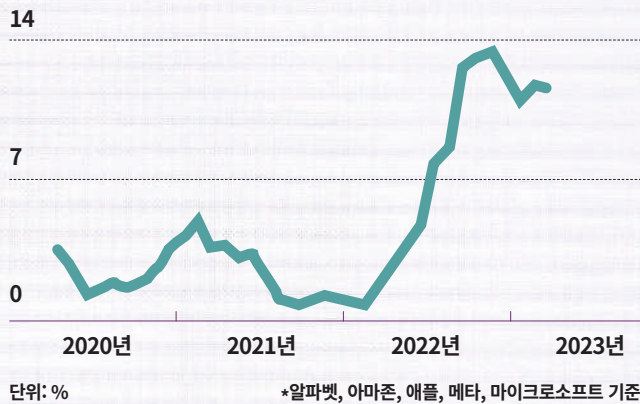
반면 자타 공인 AI 선구자이자 검색의 제왕이던 구글로서는 챗GPT의 등장이 악몽과도 같을 것이다. 하지만 재빨리 ‘레드 코드’까지 발령한 구글은 AI 챗봇을 활용한 새 검색엔진 ‘바드’를 공개하는 등 반격에 들어갔으며, 새로운 서비스 공개에 신중하던 보수적 자세도 확 바꾸었다.

순다르 피차이 구글의 CEO는 MS의 챗GPT 발표 이후 ‘레드 코드’를 발령하며 반격에 나섰다.

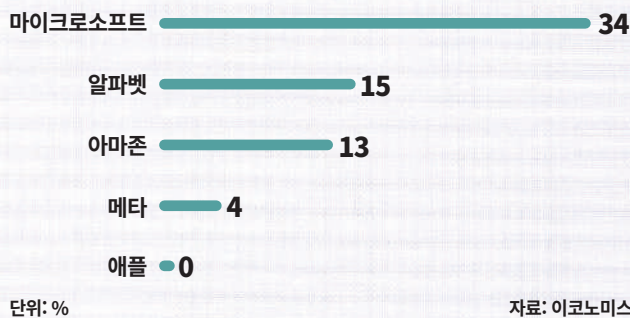
— 1
멀티모달: 시각, 청각을 비롯한 여러 인터페이스를 통해 정보를 주고받는 것을 말한다.



5대 빅테크의 AI 종사자 구인 비율



빅테크 AI 벤처 투자 비중



이어 앤스로픽이라는 스타트업을 파트너로 맞아 개발한 대화형 챗봇 ‘클로드’를 포함해 20여 개의 AI 서비스 상품을 대거 출시하는 등 AI 주도권을 되찾겠다며 칼을 갈고 있다.

이 밖에 AI 생태계 확장에서 혜택을 누릴 기업으로 엔비디아를 빼놓을 수 없다. 전 세계 GPU 시장을 평정한 챔피언답게 이미 AI 산업에 깊숙이 들어가 있으며, 최첨단 AI 시스템 제작에 꼭 필요한 고성능 GPU와 AI 반도체 분야에서도 단연 독보적이기 때문이다.



딥마인드 & 스테이블리티 AI

유럽은 글로벌 빅테크를 찾아보기 어려운 데다 스타트업 생태계도 미국과 달리 튼튼하지 못하다. 그럼에도 AI 개발 창업 열기만큼은 후끈해 영국을 시작으로 생성 AI 스타트업이 135개에 이른다.

이세돌과 바둑 대결을 펼친 딥마인드는 최근 단백질의 3D 구조를 예측해 말라리아 백신 개발, 플라스틱 공해 퇴치 등에 긴요하게 쓰이는 알고리즘 ‘알파폴드’를 개발했다. 그런가 하면 기계학습 기술을 적용해 핵융합의 수수께끼에도 도전하고 있다. 창립 초기부터 인류의 삶을 근본적으로 개선할 AGI(인공 일반 지능) 창조를 지향해왔지만, 동시에 고도의 AI 기술이 지닌 위험을 깨닫고 이 분야의 절제와 신중을 요구한다. 챗GPT와 달리 챗봇이 제공하는 대답의

정보원을 공개하는 ‘스패로우’라는 이름의 AI 모델을 곧 공개할 예정이다.

영국의 생성 AI 분야 대표 스타트업으로 이미 유니콘의 고지를 밟은 스테이블리티 AI는 사용자의 프롬프트²에 따라 정교한 이미지를 생성하는 AI 도구 ‘스테이블 디퓨전^{Stable Diffusion}’으로 알려졌다. 컴퓨터 사용 리소스를 대폭 줄인 점에서 달리2 같은 기존 텍스트 투 이미지 모델과 차이가 난다.

— 2

프롬프트: 컴퓨터가 입력을 받아들일 준비가 되었다는 것을 사용자에게 보여 주기 위해 컴퓨터 단말기 화면에 나타나는 신호로, 프로그램마다 각기 다른 프롬프트를 사용한다.



바이두 & TSMC

중국 검색시장 점유율 1위를 차지하며 ‘중국의 구글’로 일컫는 바이두의 무기는 생성 AI ‘어니봇’으로, 중국어로는 ‘원신이언^{文心一言}’이라 불린다. 기본적으로 챗GPT와 유사한 어니봇은 초기에 소수 이용자를 대상으로 테스트 용도로 활용된 뒤 장기적으로는 바이두의 모든 서비스에 적용된다.

바이두는 세상이 모바일 시대로 바뀐 후 텐센트나 알리바바 같은 경쟁사에 밀리며, 소셜미디어와 광고 부문에서 시련을 겪었다. 이에 AI 기술과 서비스를 새로운 타깃으로 정하고 수십억 달러를 투자해왔다. 코로나19의 그림자가 완전히 걷히지는 않았지만 AI와 클라우드가 선방하며 광고 수익 부진을 상쇄했고, 최근 실적도 예상을 웃돌며 견재하다.

파운드리 시장을 거머쥔 대만의 TSMC도 챗GPT가 촉발한 반도체 빅뱅에 즐거운 비명이다. AI 반도체 용 고성능 칩 생산능력이 압도적이기 때문이다. 설계 전문 AMD와 엔비디아 등이 주문량을 숨 가쁘게 늘리면서 TSMC의 매출을 끌어올렸고, 이 추세는 쉬이 끝날 것 같지 않다. 컨설팅 기업 매킨지는 GPU 등 고성능 연산용 반도체 시장이 2021년 2250억 달러에서 2030년 3500억 달러로 55.5% 증가할 것으로 전망한다.



스테이블 디퓨전이
이용자의 프롬프트에 따라
생성한 이미지



SK하이닉스는 고대역폭메모리 HBM의 4세대까지 출시하며 시장 주도권을 장악했다.



삼성전자 & SK하이닉스

챗GPT는 대규모 데이터 학습과 빠른 연산이 특징인 만큼 AI 전용 반도체가 다량 필요하다. 삼성전자가 메모리 흑한기에도 인위적 감산을 주저한 이유에는 AI 시장 확대로 고부가가치 D램을 위시해 메모리 수요가 살아날 거라는 전망도 포함된다. 특히 웨이퍼 3.0이 정착하면 선두 주자 자리를 굳힌 HBM3 등 고품질 메모리 역시 그 쓰임새가 넓어질 가능성이 크다. 이제 미세 공정 개발에 목숨 걸던 시대는 지나고, 효율적 데이터 처리와 고도의 연산 처리 능력이 반도체 기업의 명운을 가를 전망이다.

SK하이닉스가 고대역폭메모리 HBM의 4세대까지 출시하며 시장 주도권을 장악한 가운데 삼성전자는 메모리 반도체와 AI 프로세서를 하나로 결합한 지능형 메모리 HBM-PIM 기술을 개발했다. 이는 메모리에 연산 기능을 더한 기술로, CPU나 GPU에 장착했을 때 서버의 연산 속도를 획기적으로 높인다.



네이버 & 카카오

네이버는 대규모 언어 모델 ‘오션’과 초거대 AI ‘하이퍼클로바X’ 기반의 ‘서치GPT’를 오는 7월 중 출시하겠다고 발표했다. 챗GPT보다 한국어를 6500배 더 많이 학습해 한국어, 한국 문화, 한국적 상황에 특화된 서치GPT는 우리의 니즈

네이버와 카카오는 각각 ‘서치GPT’와 ‘코GPT’ 등 한국형 챗GPT를 발빠르게 준비하고 있다.



를 가장 잘 충족시킬 것이다. 또 삼성전자와 손잡은 네이버는 기존 GPU 크기의 10분의 1이면서 전력 효율은 네 배 이상 높은 경량화 AI 반도체 솔루션을 만들고 있다.

카카오 역시 ‘코GPT’라는 이름의, 예술 분야에 두드러진 한국어 특화 AI 언어 모델을 출시했다. 자체 개발한 초거대 AI를 기반으로 1억8000만 장 규모의 이미지 데이터를 학습한 이미지 생성 AI ‘칼로’도 공개했다. 검색에서 경쟁력이 떨어지는 카카오는 코GPT를 활용해 비용효율 측면에서 경쟁력 있는 일종의 수직 AI 서비스를 도모하고 있다.



KT & SKT

통신사들은 어마어마한 양의 사용자 관련 데이터를 기반으로 AI, 빅데이터, 클라우드를 아우르는 소위 'ABC 산업'을 향해 비즈니스 피벗을 시도하고 있다. 특히 KT의 언어 모델 '민음'은 연산 능력에서 챗GPT에 밀리지 않고, 매개변수로 보면 오히려 챗GPT를 웃도는 데다 한국어에 최적화됐다는 장점까지 갖추었다. 국내 최대 데이터센터 사업자인 KT는 AI 반도체 설계업체 및 AI 인프라 솔루션 기업을 아우르는 협력 기구 'AI 원팀'까지 구축했다. AI 생태계에 관한 한 수직·수평 계열화를 이룬 국내 유일의 기업이다. KT는 또 싱가포르·호주·인도네시아 등 21개국에서 통신서비스를 제공하는 싱텔과 협력위원회를 구성해 AI, 클라우드, 글로벌 데이터센터, 디지털전환 같은 분야의 공동사업도 추진한다.

SK텔레콤 역시 AI 언어 모델을 보유한 기업이 경쟁력에서 우위를 차지한다고 판단해 2018년부터 GPT3를 한국어 중심으로 개발해왔다. 그 결과 탄생한 것이 AI 에이전트 '에이닷'이다. 그 밖에 AI 혁신을 꿈꾸는 SK텔레콤의 노력은 스마트 시티·교통체계에 활용되는 AI 기반 위치 솔루션 '리트머스', AI 반도체 '사피온', 로봇·보안·의료에 적용되는 '비전 AI' 등으로 나타나고 있다.



기타 국내 AI 관련 스타트업

우선 창립 3년 만에 가장 주목받는 반도체 기업으로 부상한 AI 전문 팹리스 리벨리온, 언어 빅데이터 사업에서 두드러진 솔트룩스, 국내 몇 안 되는 챗봇 개발업체 중 가장 두각을 드러낸 코난테크놀로지, 음성·필기·광학문자 인식 및 합성 기술을 자랑하는 국내 1호 AI 상장사 셀바스AI, 의료 분야에서 진단용 영상 분석에 그쳤던 AI의 쓰임새를 치료 영역으로 확장한 루닛 등을 언급해야 할 것 같다. 아울러 최신 AI 모델을 조합하고 최적화해 다양한 서비스를 만들어내는 뤼튼테크놀로지스, 엔비디아의 유일한 한국 소프트웨어 파트너이자 AI 영상 분석 전문 기업 씨이랩 등도 주목받고 있다.

MS와 구글은 전 세계 PC 운영체제와 검색시장을 확실히 장악했다. 새롭게 열릴 AI 시대에 또다시 미국이 독점적으로 리드한다면 더욱 난처하지 않을까. 그래서 주요국 정부와 기업

들은 앞다퉈 AI 무한 경쟁 체제에 돌입했다. 그만큼 AI 시장 풍경은 빠르게 바뀔 수 있다. 기술이나 자본력에서 밀리는 국가까지 어떻게든 AI 시장의 한 조각에나마 깊숙이 파고들어 각자 '니치'를 확보하기 위해 안간힘을 쓴다. 주도권을 잡기 위한 글로벌 빅테크 기업의 움직임은 분주하기 짝이 없지만, 여전히 크고 작은 플레이어의 진입 가능성은 충분해 보인다.

2022년 글로벌 AI 지수 주요 국가 순위

	종합 순위	인재	인프라	연구 수준	개발
미국	1	1	4	1	1
중국	2	24	1	2	2
영국	3	3	23	5	11
캐나다	4	7	15	10	10
이스라엘	5	5	29	4	14
싱가포르	6	4	8	4	14
한국	7	28	6	12	3

자료: 토터스인텔리전스



MS와 구글은 앞으로 AI 시장 주도권을 놓고 치열한 경쟁을 펼칠 것으로 보인다.



권기대 월스트리트 경제학자, <챗GPT혁명> 저자

서울대학교 경제학과를 졸업하고 미국 JP 모건그룹의 모건은행에서 커리어를 시작, 1980년부터 뉴욕 월스트리트 본사에서 근무했다. 이후 호주·인도네시아·프랑스·독일·홍콩 등지에서 원자재, 제조, 무역, 영화 등 여러 산업에 종사하며 경제활동 일선에서 치열하게 뛰었다. 홍콩에서는 영화 평론과 배급을 하는 등 국제적 문화 콘텐츠 교류 사업을 벌였으며, 2005년 영구 귀국한 후 출판사를 운영하며 저술과 번역에 매진하고 있다.

Flitto
Beyond Language Barriers



이정수 플리토 대표

언어 능력 갖춘 AI 등장, 산업 지형 뒤흔들 것

언어의 장벽을 허물겠다는 일념으로 시장 개척에 앞장서온 기업이 있다. 인공지능^{AI} 기반의 서비스에 초점을 맞추고 언어 데이터를 전문적으로 다루는 기업, 플리토다. 일찌감치 집단 지성을 이용한 번역 서비스로 시작해 AI 기반의 언어 데이터를 활용한 서비스 전반으로 영역을 확장하고 있다. 누구보다 AI 시장의 흐름을 예민하게 주시하고 있는 언어 데이터 전문가로서 챗GPT 시장을 어떻게 진단하는지, 이정수 플리토 대표를 만나 직접 들어봤다.

word 김광균 photo 서범세

Q

플리토는 언어 데이터 및 전문 번역 서비스 기업으로 알려져 있습니다. 어떤 일을 하는 회사인가요?

플리토는 언어 데이터 플랫폼을 운영하며 인공지능 학습에 필요한 언어 데이터를 수집하고 공급하는 회사입니다. 인공지능이 성장하려면 많은 언어 데이터가 필요한데, 저희가 그러한 데이터를 수집하고 정제해 제공하는 역할을 한다고 보면 됩니다. 다량의 언어 데이터를 모으고 정제하려면 많은 사람의 참여가 필요합니다. 이를 위해 집단 지성을 통한 크라우드 소싱 방식을 활용하고 있습니다. 또 이렇게 참여하는 사람들이 전문 번역 분야에서도 활발하게 활동하는 덕분에 전문 번역 사업 분야도 빠르게 성장하고 있습니다.

Q

대표님은 어떤 계기로 플리토를 창업하셨나요? AI 번역 중심의 언어 데이터 사업 분야로 창업을 하게 된 이유는 무엇인지 말씀해주세요.

어려서부터 중동 쪽에서 오래 살았기 때문에 언어에 관심이 많았어요. 미국에서 외국인 학교에 다니면 한국인이 비주류가 될 수밖에 없지만, 중동에서는 특별히 주류라는 계층이 없어요. 외국어에 능통하지 않아도 다들 이해해주고 문화의 다양성을 인정하는 분위기라 좋았죠. 언어에 호기심이 많은 편이어서 언어 장벽을 무너뜨리려면 무슨 일을 할 수 있을지 고민을 많이 했고, 대학생 때 잠시 창업을 했다가 접기도 했어요. 그 후 SK텔레콤에 입사해 언어 데이터 수집 방식에 대해 고민하다가 2012년에 퇴사하면서 플리토를 만들었습니다. 당시에는 인공지능을 통한 서비스를 예측하진 못했지만, 언어 데이터를 많이 모으면 언어 장벽을 허무는 데 해법을 제공할 수 있을 것이란 생각이 컸죠.

Q

사업 초기 어떤 면에서 성장 가능성을 보셨나요? 어떤 비전과 목표로 사업을 시작했는지 궁금합니다.

처음에는 매출이 높지 않아 투자자들이 걱정을 많이 했습니다. 적자 규모를 떠나 과연 이 시장이 성장 가능성이 있는지 의구심이 들 법했죠. 데이터를 수집하는 업체는 속속 생겨났는데 데이터를 판매할 수 있는 곳이 많지 않다 보니 그 부분에 대한 우려의 목소리가 컸습니다. 그러다가 창업한 지 4년이 지난 시점에 ‘인공신경망 기계번역^{Neural Machine Translation, NMT} 1’ 기술을 도입하면서 사업에 진전이 있었습니다. 한국전자통신연구원 ‘지니톡’이라는 AI 기반의 번역기를 만들면서 저희 데이터를 샀는데, 그게 첫 거래였습니다. 그 과정을 보면서 ‘이제 이 시장이 열리는구나’ 하는 걸 실감했고, 이후차근차근 사업을 성장시켜나갔죠.

Q

플리토가 올해 초 챗GPT의 수혜주로 큰 관심을 받았습니다. 어떤 점에서 관련성을 찾을 수 있을까요?

챗GPT에서 가장 중요한 요소 두 가지가 있는데, 바로 데이터와 연산 능력입니다. 정확한 데이터를 얼마나 많이 집어넣느냐, 그리고 투입한 데이터를 얼마나 빠르게 처리하느냐가 관건인 거죠. 그런 이유로 생성형 AI^{Generative AI} 2 기술 분야에서는 데이터를 공급하는 기업, 그래픽처리장치^{GPU}와 관련된 기업들이 수혜를 보게 된다고 할 수 있습니다. 실질적으로는 데이터를 생성하는 능력이 무척 중요하며, 챗GPT에 데이터를 생성하고 학습시키는 능력이 가장 큰 역할을 한다고 생각합니다. 실제로 챗GPT 기반의 AI 서비스가 활성화되면서 계약을 맺은 클라이언트가 크게 늘었습니다.

Q

생성형 AI 기술 기반의 챗GPT에 대한 관심이 뜨겁습니다.

챗GPT에 많은 사람이 열광하는 이유는 뭘까요?

편리성이 가장 크다고 할 수 있습니다. 예를 들어 비즈니스와 관련해 이메일을 쓴다고 하면 예의를 갖추거나 어느 정도 양식에 맞게 표현도 달리해가며 써야 하는 등 고려해야 할 요소가 여러 가지인데, 이를 어려워하는 사람이 많습니다. 아는 언어도 한정적이라 한계가 있고요. 하지만 챗GPT는 학습을 많이 했기 때문에 적재적소에 필요한 표현을 전달해주거든요. 방향만 잘 잡아 주면 내 입맛에 맞게 필요한 정보를 전달해 주다 보니 나만의 충실한 비서가 생긴 느낌을 받는 거죠.

Q

앞으로 생성형 AI 시장이 더욱 활성화될 것으로 보이는데, 어떻게 전망하시나요?

우리나라에서도 곧 오픈AI의 챗GPT 혹은 구글의 바드처럼 오픈형 모델이 나올 겁니다. 자본력을 갖춘 대기업에서 개발할 것이고, 스타트업들이 이를 기반으로 각종 서비스를 내놓을 거예요. 현재 생성형 AI 기술로 두각을 나타내는 기업은 다섯 손가락 안에 꼽을 정도입니다. 시간이 갈수록 두 손가락으로 좁혀지겠죠. 이용자들의 선호도가 높은 서비스의 경우 계속 데이터를 가져가서 성장을 거듭하게 되고, 선호도가 낮은 서비스는 도태되어 특정 기업이 만든 한두 가지 서비스가 각광을 받겠죠. 그리고 스타트업과 같은 작은 기업들이 그것을 기반으로 자기만의 기술을 접목해 다양한 비즈니스모델을 선보일 거라고 생각합니다.

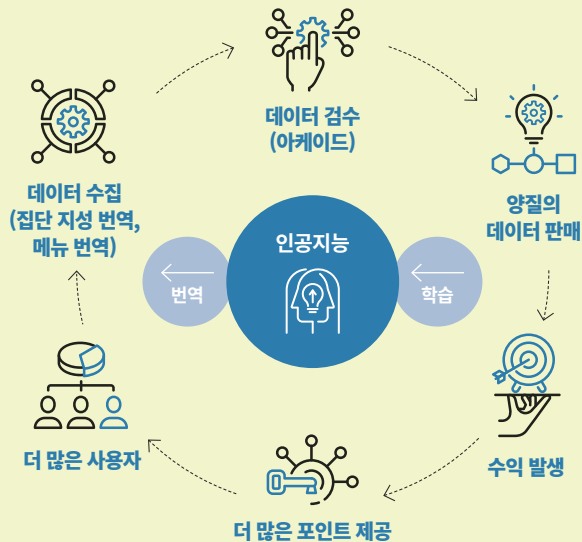
Q

챗GPT가 우리 일상과 산업에 어떤 변화를 가져올 것이라고 보시나요? 챗GPT의 활용 가능성을 어떻게 전망하시는지 말씀해주세요.

일반적 예상보다 더 빠르고 급격하게 시장이 변화할 거라고 봅니다. 설레기도 하지만 한편으로 두렵기도 합니다. 시장이 새롭게 재편되면서 전통적인 산업구조와 직업에도 커다란 변화가 올 거라고 봐요. 앞으로 사라질 것이냐, 남아 있을 것이냐를 두고 말이 많았던 직업들이 한 번에 사라지고 새로운 산업이 형성될 겁니다.

최근 대화형 검색 기반의 서비스를 제공하는 스타트업이 늘고 있는 현상만 보더라도 변화가 감지되고, 기존 기업들은 두려움을

플리토의 언어 데이터 판매 구조



느끼기 시작했죠. 향후 몇 년간 수많은 기업이 생겨나고 사라질 길 반복하면서 시장에 역동적 변화가 일어날 거예요.

Q

챗GPT 기술의 발전이 번역 AI 분야를 비롯한 플리토의 사업에 어떤 영향을 미칠 거라고 보시나요?

한 가지 재미있는 예시를 보여드릴게요. 여러 기업의 번역기를 통해 '오늘은 고량주 마시기 좋은 날씨네요'라는 문장을 영어로 번역하게 하면 저마다 방식이 다릅니다. '고량주'라는 단어의 데이터가 있다면 정확하게 번역하지만, 학습이 안 된 AI는 이를 유추해 적당한 단어로 표현하는 모습을 볼 수 있는데요. 특히 챗GPT와 유사하게 패러프레이징(paraphrasing, 말 바꿔 쓰기)방식을 사용하는 번역기의 경우 자연스러운 문장을 만들려는 과정에서 'old-fashioned drink'라는 표현을 쓰죠. 그런데 고량주는 전혀 그런 뜻이 아니거든요. 사람들이 챗GPT에 뭐가 물어봤을 때 자연스럽게 읽히는 문장으로 답을 하면 그게 정답이라고 생각하는 경향이 있지만, 실제 전혀 그렇지 않을 가능성이 있습니다. 이처럼 신뢰도에 의구심을 갖게 하는 점이 생성형 AI의 명암이라 할 수 있습니다. 생성형 AI의 신뢰도를 높이려면 언어 데이터가 충분히 뒷받침돼야 하고, 바로 이 점이 저희 회사가 성장하는 이유이기도 합니다.

Q

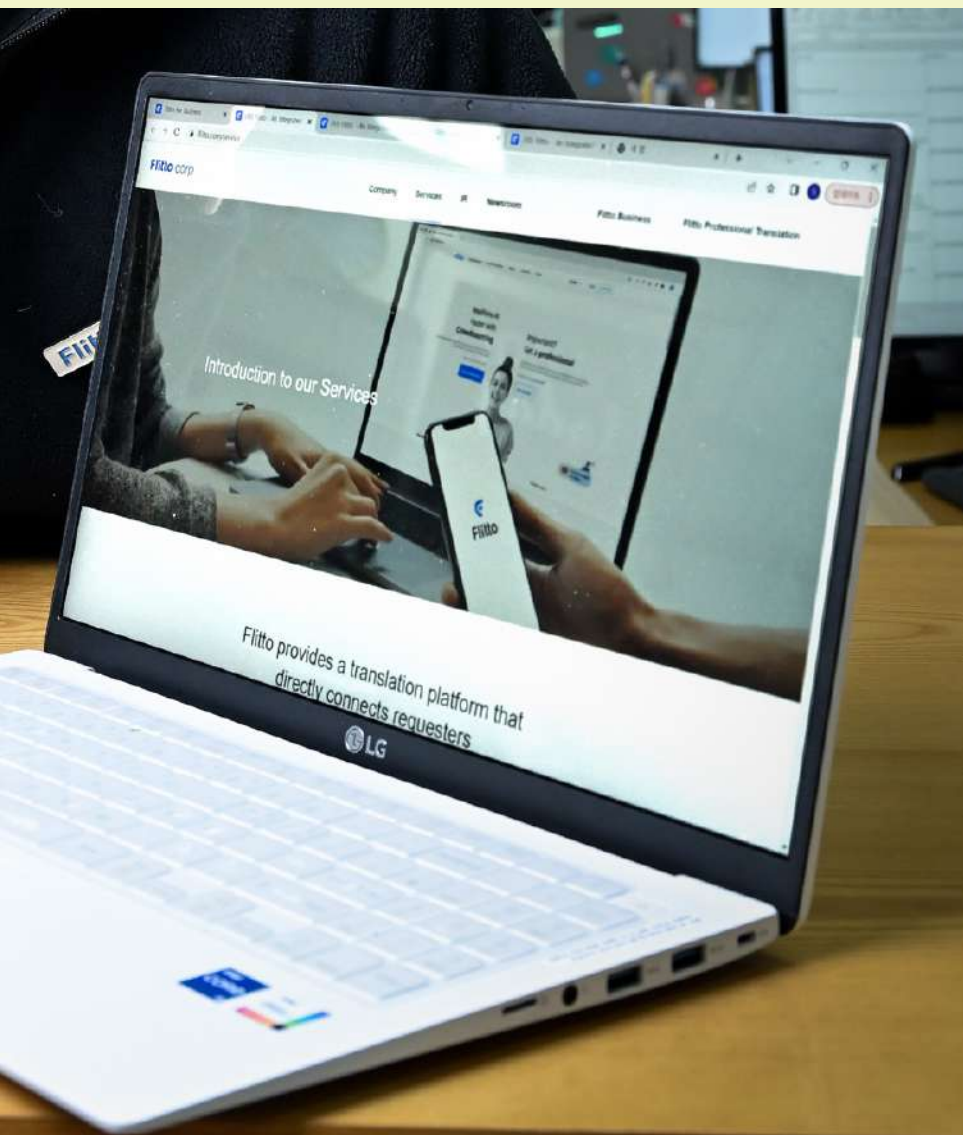
앞으로 AI 기술은 거듭 발전할 텐데, 그럼에도 인간의 역할이 남아 있게 될까요?

결국 챗GPT가 좋은 결과를 낼 수 있도록 하는 것은 인간의 영역입니다. AI를 인간의 삶과 결합시키는 것 역시 마찬가지고요. AI가 내놓은 답을 그대로 믿지 않고 따져볼 수 있는 역량이 기본적으로 요구될 뿐 아니라, 신뢰도 향상을 위한 시스템을 개발하는 등 다양한 노력이 필요하다고 봅니다. 그러한 과정에서 챗GPT로 인해 없어지는 직업이 있겠지만, 그에 못지않게 새로운 직업과 역할이 생겨날 거라고 생각합니다.

Q

챗GPT가 급부상하면서 언어 데이터의 수요 역시 급증하는 추세인데요. 언어 데이터 시장의 경쟁이 치열해질 것으로 예상되는 상황에서 대표님은 시장 선점과 경쟁력 강화를 위해 어떤 전략을 모색하고 계신가요?

플리토는 시장의 흐름에 편승해 만들어진 회사가 아니라 수년 전부터 차근차근 준비해온 회사입니다. 무엇보다 언어를 진심으로 좋아하는 사람들이 모여 있다 보니 언어 데이터 사업과 관련한 다양한 의견이 많이 나옵니다. 더 좋은 서비스를 만들기 위해 늘 고민하고 있고요. 말을 앞세우기보다는 인공지능 산업 발전에 상당한 역할을 하고 있다는 사실을 실적으로 보여드리는 것이 중요하다고 생각합니다.



“일반적 예상보다 더 빠르고 급격하게 시장이 변화할 거라고 봅니다. 설레기도 하지만 한편으로 두렵기도 합니다. 시장이 새롭게 재편되면서 전통적 산업구조와 직업에도 커다란 변화가 올 거라고 봐요.”





챗GPT, 윤리적으로 괜찮을까?

챗GPT 같은 대규모 언어 모델 서비스 기능과 성능이 확장되면서 여러 가지 한계, 윤리적 문제와 환각 등에 대한 부정적 이슈가 커지고 있다.

2023년 3월 15일 오픈시가 공식 발표한 최신 대규모 언어 모델^{Large Language Model}, LLM인 GPT4는 챗GPT 플러스 가입자라면 누구나 사용할 수 있다. 챗GPT를 통해 GPT3.5뿐 아니라 GPT4도 함께 사용하면서 비교할 수 있게 되었다. GPT4는 기존 버전에 비해 기능과 성능 면에서 크게 향상됐는데, 예를 들면 기존에는 코드나 텍스트만 처리하던 것과 달리 이미지까지 분석할 수 있다. 기존의 몇 가지 GPT3.5 버전과 다른 점은 다음과 같이 정리할 수 있으며, 지난 GPT3.5 버전보다 성능이 월등한 것을 알 수 있다. 그리고 이처럼 GPT 모델이 빠른 속도로 진화하는 사이 대용량 언어 모델의 여러 가지 한계, 윤리적 문제 그리고 환각 등에 대한 우려도 커지고 있다.

GPT4와 GPT3.5 비교

구분	GPT4	GPT3.5
벤치마크 성능 <small>Massive Multitask Language Understanding, MMLU</small>	85.5%	70.1%
변호사 시험 <small>Bar Exam</small>	상위 10%	하위 10%
텍스트 처리(기억) 용량	2만5000단어(32K 버전)[50page], 6000단어(8K 버전)[8page]	3000단어(4K 버전)[4page]
언어	영어+25개 언어	영어
모달리티	텍스트+이미지(도표, 스크린 샷)	텍스트
성능[추론, 속도, 간명함] *5점 만점	[5, 2, 4]	[3, 5, 2]
복잡한 작업 처리	안정적이고 창의적이며, 미묘한 처리도 가능	약함

자료: 오픈AI

정보의 부정확성

• 챗GPT 학습 데이터

28만5000개의
CPU 코어

10000개
이상의 AI 반도체 사용

9~12개월
학습

GPT4의 기능과 성능 향상에도 불구하고 아직은 실시간 대화를 제공하는 데 따른 어려움이나 맥락의 이해 부족, 지식 단절 등 한계가 있다. 챗GPT는 지속적으로 모델을 업그레이드하면서 학습 데이터양을 늘리고 추론 능력을 갖추며 기존에 배우지 않은 문장이나 표현을 창작하는 능력을 갖게 된다. 하지만 아직까지 챗GPT는 학습한 데이터를 기반으로만 응답을 생성할 수 있으며, 학습 데이터의 출처도 명확하지 않기에 챗GPT가 제공하는 정보가 완벽하다고는 할 수 없다. 게다가 2021년 9월까지의 데이터만으로 학습했기에 이후의 정보는 알지 못한다.

챗GPT는 종종 대화의 맥락을 이해하지 못해 관련성이 없거나 부적절한 응답을 하는 경우도 많다. 예를 들어 사용자가 자신이 좋아하는 축구팀의 최근 경기에 대해 이야기하는데, 챗GPT는 전혀 다른 팀의 정보로 응답하기도 한다.

지식의 단절도 부정확함의 원인이다. 과거 학습한 데이터 외 최근의 다른 정보는 제공할 수 없다. 특히 과학적 발견에 대한 최신 정보, 특정 국가에 대한 경제성장 내용, 개인의 사적인 일 등은 틀리거나 아예 갖고 있지 않은 경우도 허다하다.

지식 단절의 근본 원인은 학습 데이터의 한계에 있다. 수억 명의 사용자가 제시하는 다양한 질문에 답하기엔 아직 데이터를 충분히 학습하지 않았다고 할 수 있다. GPT3.0 이후 모델에서는 다음 표처럼 1750억 개의 파라미터^{parameter} 1를 학습하기 위해 753.4GB의 방대한 문서에서 추출한 499B 토큰 데이터 중 가중치 샘플링한 300B 로 구성된 데이터로 사전 학습했다. 마이크로소프트와 미국 AI 반도체 기업 엔비디아의 지원을 받아 애저 클라우드에 구현된 슈퍼컴퓨터^{HPC}를 이용, 28만5000개의 CPU^{중앙처리장치} 코어와 1만 개 이상의 AI 반도체를 사용해 9~12개월에 걸쳐 학습시킨 결과다.

— 1
파라미터: 사용자가 원하는 방식으로 자료가 처리되도록 하기 위해 명령어를 입력할 때 추가하거나 변경하는 수치 정보를 말한다.

GPT3의 학습 데이터 종류와 크기 그리고 내용

데이터 셋	토큰 수 (B)	크기(GB)	학습 비중(%)	내용
Common Crawl	410	570	60	인터넷 웹 페이지 텍스트 크롤링, 1조 개의 단어로 구성
WebText2	19	50	22	800만 개의 문서
Book1	12	21	8	구텐베르크 e-book
Book2	55	101	8	비블리오테크 e-book
위키피디아	3	11.4	3	-

윤리적 문제

• 챗GPT 생성 논문 및 보고서 판별 서비스

오픈AI 식별기

[Platform.openai.com/ai-text-classifier](https://platform.openai.com/ai-text-classifier)

GPT제로

gptzero.me

윤리적 문제는 챗GPT가 편향되고 공격적이거나, 유해한 콘텐츠를 생성할 가능성과 기술이 오용될 가능성에서 발생한다. 특히 편견적이고 공격적이거나 유해한 콘텐츠, 악용(오남용) 등에 대한 이슈를 포함한다. 비윤리적 텍스트의 생성을 최소화하도록 개선해도 우회하는 방법을 찾아 이를 악용하는 사람도 많다. 챗GPT 텍스트를 생성해 스팸메일을 작성하는 데 사용하거나, 악성 코드를 개발하는 데 활용하기도 한다. 심지어 챗GPT를 강제로 대답시키는 ‘제일 브레이크(탈옥)’를 통해 챗GPT가 작성하는 텍스트의 한계를 없애는 일도 서슴지 않고 있다.

교육 분야에서는 챗GPT 등 생성형 AI의 활용을 허용할지에 대한 이슈가 커지고 있다. 표절과 대필 등으로 악용될 경우 교육평가 자체가 불가능해지는 맹점이 있는데, 현재 학과나 교수별로 제각각 대응하고 있다. 물론 챗GPT가 생성한 논문이나 보고서를 판별하는 서비스도 이미 출시되어 있다. 오픈AI사에서 만든 식별기뿐 아니라 GPT제로라는 서비스도 있다. 이러한 챗GPT의 오남용을 막기 위해 생성 순간부터 워터마킹 같은 기능으로 구별하는 식별자를 붙이자는 제안도 있었지만, 아직 기술이 발전하는 단계이다 보니 뚜렷한 해결 방안은 없는 상황이다.

환각 문제

• 챗GPT 사용 시 환각 비율

10~20%

환각^{hallucination}은 챗GPT에서 일관되지만 실제로는 부정확하거나 무의미한 응답을 생성하는 것을 의미한다. 창의적이라는 특성으로 생각할 수도 있지만 사실과 다르거나, 오해의 소지가 있거나, 완전히 조작된 콘텐츠를 말한다. 논리적 일관성이 없거나 질문과 관계없는 응답 등을 생성하는 경우를 말하기도 한다. 특히 이런 정보는 수치적 계산에 대한 내용, 역사나 성차별 또는 인종차별, 유명인에 대한 잘못된 내용, 특정 국가의 역사적 사건에 대한 설명 등에 대해 종종 발생한다. 이러한 환각의 비율은 전체 응답의 10~20% 정도로 알려졌는데, 챗GPT는 새로운 모델로 업그레이드되면서 점점 줄어들고 있다.



이러한 환각 문제의 해결 방안으로는 외부 지식 기반 솔루션과 통합해 사실 확인 기술을 사용하는 방법과 언어 모델의 일관성을 높이기 위해 모델을 수정·보완하는 방법을 이용한다. 또 다른 방법은 사용자가 생성된 콘텐츠에 대한 피드백을 제공해 시간이 지나면서 모델의 성능을 개선하는 것이다.

환각 문제를 보다 근본적으로 해결하기 위한 방안도 제시되고 있다. 최근 안 르 쾡^{Yann LeCun} 교수는 GPT 모델의 근간이 되는 자동회귀^{Auto-Regressive, AR} 모델을 사용하는 한 환각 문제를 근본적으로 제거하기란 불가능하며, 인간의 뇌 구조 자체를 모델링하는 방안을 활용해야 한다고 주장했다. 결국 챗GPT에서 지식 확장을 위해 활용되는 토큰 수가 많아질수록 생성되는 콘텐츠가 사실일 확률이 줄어들며, 오류 또한 증가한다는 주장이다.

AI 서비스 확대에 따른 문제 중요성 인식 필요

좀 더 포괄적으로 보면 생성형 AI의 한계와 문제는 훨씬 더 광범위하다. 이미지, 노래 그리고 동영상까지 생성해주는 AI 모델이 지금도 시장에서 서비스되고 있다. 생성형 AI 서비스가 점점 확대됨에 따라 앞서 제시한 한계를 공통적으로 지니고 있으며, 서비스가 다양해질수록 사회적이슈와 문제는 더욱 커질 것이다. 챗GPT가 인공지능^{AI} 수준을 높이고, 많은 사람에게 AI의 가능성에 대해 다시 한번 환기시킨 것은 확실하다. 이와 함께 윤리적·도덕적 문제가 발생하는 것도 사실이다. 시가 발전하고 능력이 향상되면서 오남용과 환각 등 위험이 증가하는 것은 물론 잘못된 정보의 확산, 딥페이크^{deepfake}² 생성 또는 유해 콘텐츠 증가 등으로 이어질 수도 있다. 또 챗GPT 같은 생성형 AI가 다양한 데이터(글, 그림, 동영상 등)를 통해 인간의 생각과 행동을 이해하는 것이 능숙해지면서 개인 감시 및 정보 침해 등에 대한 우려가 커질 수 있다.

이러한 문제를 근본적으로 해결하려면 AI 개발자의 노력뿐 아니라 사용자, 정책입안자 및 사회 전반의 참여가 필요할 것으로 보인다. 챗GPT를 개발한 샘 올트먼 오픈AI의 CEO도 이러한 문제를 해결하는 것의 중요성을 인식하고 잠재적 위험을 완화하기 위한 안전 조치를 연구·구현하고 있다. 업계와 학계에서 더 많은 규제가 필요하다는 의견을 제안하는 데다 일론 머스크 같은 사람들은 일정 기간 AI 개발을 중단하자고 제안하는 것을 보면 현재 AI의 발전 속도와 서비스 확장이 우려되는 부분도 있다. AI는 도전과 기회를 지닌 동시에 위험도 따르는 기술이기에 더 많은 사람이 이러한 이슈에 대해 적극적인 자세로 참여해 미래를 준비해야 한다.



장민 뉴럴웍스랩 CEO, 포스텍 겸직 교수

서울대학교 신기술공동연구소 연구원, LG전자 정보통신 선임연구원 등을 지냈으며, 현재 포항공과대학교 산학협력단 겸직 교수 및 뉴럴웍스랩 대표를 맡고 있다.

'챗GPT'에 대한 질문, 챗GPT가 직접 답하다

Q. 챗GPT가 거짓말도 해?

A. 아니요. 나는 의도적으로 잘못된 정보를 제공하지 않도록 프로그래밍되어 있습니다. 그러나 맥락을 이해하지 못하거나, 훈련 데이터에 제공된 정보가 부정확하거나, 훈련받은 정보가 오래된 경우 틀린 답변을 제공할 수 있습니다.

Q. 챗GPT의 단점은?

A. 첫째, 상황이 명확하지 않은 경우 잘못된 답변을 제공할 수 있습니다. 둘째, 일부 상식적인 추론과 지식을 이해하고 처리하는 능력이 부족합니다. 셋째, 내가 훈련받은 데이터는 편향되고 한계가 있을 수 있습니다. 넷째, 훈련 데이터의 패턴을 기반으로만 응답할 수 있습니다. 다섯째, 나는 2021년까지의 데이터를 토대로 교육받았습니다.

— 2

딥페이크: AI 기술을 이용해 제작된 가짜 동영상 또는 제작 프로세스 자체를 의미한다. 딥러닝^{deep learning}과 페이크^{fake}의 합성어로, 기계학습^{ML} 기술을 사용해 기존 사진이나 영상을 원본에 겹쳐서 만들어낸다.

**연구개발에서 사업화까지
한국산업기술평가관리원이
기업의 성장 속도에
힘이 되겠습니다**

R & D

때로는 과감하게,
때로는 신중하게,
기업들이 안전하게 성공하도록
기술 개발에 모든 과정마다
든든한 조력자가 되어드립니다
KEIT와 함께
기업의 성장과 국민의 행복에
끝까지 완주하세요



**기술주도 혁신성장,
기술기반 산업강국을
향해 나아갑니다**

첨단산업 성장기반
기술확보

- 미래전략산업 초격차 기술 확보
- 4차 산업혁명 선도기술 기반 강화
- 생명·안전·재난 대응 유망기술 확보



주력산업의
기술고도화 촉진

- 제조업 고부가가치화 촉진
- 차세대 모빌리티 혁명 기술 리더
- 공급망 선도기술 확보



R&D 혁신 생태계
강화

- 도전적·혁신적 R&D 강화
- 혁신기업의 성장잠재력 확충
- 성과중심 R&D 시스템 강화



성과중심 경영시스템
정착

- 기관운영의 효율성 제고
- 경영혁신 기반 강화
- ESG 경영체제 확립

석탄 분진 저감과 화재 폭발 예방, 두 마리 토끼를 잡다

word 조범진 photo 서범세

석탄화력발전소에서 석탄 분진으로 인한 미세먼지 오염도 증가와 화재 폭발에 따른 인명 피해 우려가 증가하고 있다. 그런 가운데 환경에너지 분야의 다양한 솔루션을 제공하는 연구 중심 엔지니어링 기업 보평그린이 물의 안개 효과인 포그^{FOG} 분무 기술을 통해 석탄화력발전소의 석탄 비산 분진을 저감하는 데 성공해 큰 주목을 받고 있다.

사업명	에너지기술개발사업
연구과제명	석탄화력발전소의 석탄 비산 분진 저감을 위한 포그 분무 기술개발
제품명	사이클론 포그 필터, 포그 마스터
개발 기간	2017년 12월~2020년 7월(27개월)
정부출연금	7억2900만 원
개발기관	보평그린(주) 경상남도 양산시 산막공단북9길 93 ☎070-4755-6002, www.bpgreen.co.kr
참여 연구진	이정연, 김대규, 김유진, 김남호, 정해성

기존 필터 방식 한계 극복하고 집진 기술 고도화 성공

국내에서 가동 중인 석탄화력발전소는 50여 곳이며, 이들 화력발전소에서 연간 약 10만 톤에 달하는 미세먼지가 발생한다. 이에 따라 정부는 노후 발전소 폐쇄 등 미세먼지 저감을 위한 정책들을 내놓았지만, 여전히 문제해결에 어려움을 겪고 있다.

석탄화력발전소에서 발생하는 분진은 크게 두 종류가 있다. 하나는 원료인 석탄을 보일러에서 연소할 때 발생하는 석탄회 분진이고, 다른 하나는 석탄 분진이다. 석탄회 분진은 전기집진기, 백필터¹ 집진기 같은 집진 기술로 완벽하지는 않지만 저감 및 포집을 통해 미세먼지를 최소화하고 있다. 그러나 석탄 야적장이나 석탄 이송 컨베이어벨트 등에서 발생하는 석탄 분진은 광범위한 영역에서 나타나고 있다. 비산하는 분진 크기가 미세하고 6000kcal/kg의 고열량 물질이어서 집진 시 화재 폭발 안전사고를 일으킬 수 있지만 여전히 백필터 집진기를 이용해 석탄 분진을 포집하고 있어 뚜렷한 비산 분진 방지 및 저감 기술개발의 필요성이 제기되어왔다. 이런 가운데 보평그린이 미세한 액적(마이크로 포그)으로 석탄 분진을 포집·저감하는 마이크로 포그집진기와 사이클론 포그 필터 집진기를 개발 및 상용화하는 데 성공한 것은 큰 성과로 평가받고 있다.

— 1
백필터^{bag filter}: 20 μ m 이상의 입자를 제거할 때 사용하는 대기오염 제어장치로, 커다란 섬유질 자루(대부분 유리섬유) 모양이다. 가정에서 쓰는 진공청소기 원리와 같으며, 소각로의 다이옥신 제거에 효과적이다.

HOW TO 석탄화력발전소의 분진 저감을 위해 기존의 필터 방식이 아닌 포그 방식 집진 기술의 성능과 신뢰성에 대한 현장 검증이 가장 큰 애로 사항이었다. 그러나 한국남부발전의 도움으로 1년간 성능 검증을 실시할 수 있었고, 제품의 성능 및 신뢰성을 확보했다. 그 결과 최우수 기술로 인정받아 제품 판매까지 추진하게 되었다.



현대엔진 목포공장에 설치된 슈트분진 포집용 사이클론 포그 필터집진기

석탄화력발전소의
석탄 비산 분진 저감을 위한
마이크로 포그 분무 기술개발

산업혁신기술상
청정에너지기술 부문
보평그린(주) 이정언 대표이사



이와 관련해 이정언 대표는 “석탄 분진 발생을 획기적으로 줄일 뿐 아니라 분진 화재 폭발 안전사고 문제를 근원적으로 해결하는 기술로, 기존 필터 방식에서 포그 방식으로 미세먼지를 포집·제거하는 혁신적 기술이다. 2030년까지 미세먼지를 62%까지 줄이는 것을 목표로 삼고 있는 정부의 제8차 전력수급 기본계획에 도움이 될 것으로 판단한다”라고 말했다.

마이크로 포그 표면 전위 효과 활용해 집진 효율 높여

보평그린이 개발에 성공한 포그 방식 집진 기술은 액적²의 크기를 미세하게 만들면 액적 표면에 전위 층이 형성되고, 분진 입자는 액적 표면의 전위 효과에 의해 액적에 분진이 붙는 원리를 이용, 오염된 공기로부터 미세먼지를 제거하는 것이 핵심이다.

이 대표는 “이번에 당사가 미세 액적의 표면 전위 효과를 이용해 만든 제품이 마이크로 포그 마스터 장치와 사이클론 포그 필터 집진 시스템이다. 마이크로 포그 마스터는 석탄 저장 및 이송 시설의 광범위한 지역에서 발생하는 분진량을 줄이는 기술로, 마이크로 포그 마스터 장치에서 분사되는 미세 액적은 비산 분진을 억제하는 효과가 있어 분진의 대기 방출을 제어한다. 또한 사이클론 포그 필터 집진 시스템은 컨베이어벨트로 석탄을 이송할 때 발생하는 분진을 흡입해 포집하는 기술이다. 미세 액적을 사이클론 선회류에 적용해 만들어낸 이중층 효과 및 간섭 효과 등으로 석탄 분진을 포집하며, 집진 효율은 95% 이상이다”라고 설명했다.

아울러 이 대표는 “포그 방식의 집진 기술은 환경규제로 인해 발생할 수 있는 화재 폭발 안전사고 문제를 근원적으로 해결 가능하며, 이는 기후변화로 인해 계속 강화되고 있는 미세먼지 환경규제에 능동적으로 대응할 수 있다”며, “기술은 사회문제를 해결할 때 살아남을 수 있다고 생각한다. 기후변화가 심화됨에 따라 여기에 적절히 대응할 수 있는 기술만이 생존 경쟁에서 살아남는다는 점에서 당사는 기존 기술과의 경쟁에서 우위를 점할 수 있을 것으로 전망된다”고 밝혔다.

— 2
액적: 분무 건조에서 액체 상태의 식품을 분무기로 안개처럼 뿜어내는 아주 작은 액체 방울



보평그린 이정언 대표이사



삼척빛드림본부 사이클론 포그 필터집진기 준공 기념행사



약 7000억 원

국내 석탄화력발전소
집진기 수요 시장

약 1조 5000억 원

제철·화학·시멘트 등
산업계 집진기 시장 규모

화력발전 적용 사업화, 연구개발 중심 기업이 목표

사업화 역시 순조롭다. 기존 집진 기술인 필터 방식의 한계를 극복하고 정부의 환경규제 강화, 분진 화재 폭발 문제 등을 해결한 고도화된 집진 기술을 현장에서 요구하고 있기 때문이다.

이 대표는 “국내 석탄화력발전소의 경우 약 7000억 원 규모의 집진기 수요 시장이 있으며, 제철·화학·시멘트 등 산업계 집진 시장 규모는 1조 5000억 원 이상이다”라면서 “분진 저감 분야에서 성능을 인정받은 것은 당사의 석탄 분진 포집용 사이클론 마이크로 포그 필터 집진 기술이 최하다. 현재 삼척화력발전소에서 당사의 기술을 적용해 운영하고 있으며, 국내 굴지의 중공업 기업인 H사도 도입을 적극 추진하고 있어 지속적인 매출 성장이 예상된다”고 말했다.

끝으로 향후 개발계획 및 목표에 대해 이 대표는 “산업계에서 발생하는 분진 종류는 매우 다양하다. 분진 종류에 따라 포집·저감 기술이 각각 달라진다. 이에 따라 산업계에서 발생하는 분진 종류에 대한 맞춤형 마이크로 포그 집진 기술을 개발해 보급할 계획이다. 실제로 현대중공업 선박의 대형 엔진이 배출하는 배기가스의 슈트 분진을 집진하는 사이클론 포그 필터 집진 기술을 개발해 적용하고 있으며, 앞으로 선박용 배기가스 정화 표준 제품을 개발할 예정이다. 아울러 제철, 시멘트, 화학 공정에서 발생하는 분진에 대한 맞춤형 표준 제품을 개발해 보급할 계획이다”라고 말했다.

그는 또 “마이크로 포그 증발잠열의 원리를 이용해 에어컨 에너지를 절감하는 기술을 개발했다. 마이크로 포그 증발잠열 효과로 에어컨 실외기의 흡입 공기 온도를 10°C 낮춤에 따라 하절기 에어컨의 에너지 소비를 줄이고 에어컨 과부하에 의한 화재 발생을 예방할 수 있다. 집진 기술과 더불어 에어컨 에너지 절감 및 화재 발생을 줄이는 제품을 개발해 보급할 계획이다. 목표는 단순 제품 개발을 뛰어넘어 기술 고도화를 통해 시장이 필요로 하는 신기술을 지속적으로 공급하는 에너지·환경 솔루션 분야의 연구개발 중심 기업으로 우뚝 서는 것이다”라고 포부를 밝혔다.

육상의 자율주행차, 하늘의 무인항공기처럼 해상에서도 사람의 개입 없이, 또는 최소한의 개입으로 운항하는 선박의 등장이 현실화되고 있다. 자율 운항 선박은 4차 산업혁명 기술을 기반으로 기존 선박 대비 운항 안전과 효율 향상을 가져올 것으로 기대된다. 한국해양과학기술원 부설 선박해양플랜트연구소는 대양 항해에서의 무인화 기술개발을 통해 국내 조선 및 해운 분야의 국제경쟁력을 키우는 데 큰 역할을 하고자 한다.

프로젝트명	자율 운항 지능형 시스템 실증 및 성능 시험 개발
프로젝트 기간	2020~2025년(6년)
사업비	1603억 원(국비 1197억 원)
핵심기술	① 자율 운항 지능 항해 시스템 ② 기관 자동화 시스템 ③ 자율 운항 선박 성능실증센터 및 실증 기술 ④ 운용 기술 및 표준화

해양 사고 저감과 운항 효율 극대화 위한 자율 운항 자동화 시스템



해양 선박의 안전과 효율성을 위한 자율 운항 기술

해상에서 일어나는 선박 사고의 85%는 사람의 실수로 발생하는 만큼 기존 선원의 역할을 인공지능이라는 시스템이 대체하면 사고를 미연에 방지하고, 효율적 운용이 가능해질 것으로 기대된다.

현재 전 세계 조선 해운 강대국은 4차 산업혁명과 맞물려 발 빠른 전환을 통해 관련 산업의 디지털화를 추진하고 있다. 우리나라 역시 자율 운항 선박 기술 분야에서 우위를 점하기 위해 2020년부터 국가연구개발사업의 일환으로 자율 운항 기술개발에 본격적으로 착수했다. 2025년 말까지 대양 항해에서 무인화 기술개발 완료를 목표로 약 50개 산학연관이 노력하고 있다.

프로젝트의 네 가지 핵심기술

이번 프로젝트는 기존 선원에 의해 운항되던 선박에 자율 운항 지능형 자동화 시스템을 탑재해 해양 사고 저감 및 운항 효율을 극대화하기 위한 네 가지의 핵심 기술개발을 목표로 한다.

1

자율 운항 지능 항해 시스템은

다양한 이기종 센서의 취득 결과물을 통합 처리하고, 인공지능 기술을 통해 선박 주변의 해상 상황을 실시간으로 인지·분석해 안전하고 경제적인 항로를 결정하는 복합 시스템이다.

2

기관 자동화 시스템은

선박의 추진·전력 생산을 담당하는 기관 시스템의 운전 상태를 실시간 모니터링해 예측된 데이터를 기반으로 고장을 사전에 예측하고, 장애 발생 시 원격 지원 체계를 통해 체계적 정비를 수행하도록 한다. 자율 운항 선박 상용화를 위해서는 선박에 탑재되는 자율 운항 시스템을 인증할 수 있는 절차와 기준이 필요하다. 현재 우리나라를 포함한 다른 국가에서도 자율 운항 연구와 시험 운항이 진행되고 있으나 전 세계적으로 성공과 실패에 대한 명확한 기준이 전무한 상황이다.

3

성능실증센터와 실증 기술은

자율 운항 선박의 인증 체계 확보를 목표로 하며 자율 운항 선박, 선박 주요 기자재·부품, 항해 장비, 사이버보안 및 자율 운항 성능 등에 대한 안전성·성능 검증을 위해 25m급 해상 테스트 베드 시험선과 성능실증센터 같은 인프라를 구축하고, 실증을 위한 시험 절차서 등을 개발하는 것을 목표로 한다.

4

운용 기술 및 표준화는

향후 자율 운항 선박을 운용할 해운선사가 필요로 하는 사고 대응, 선박 원격 관리, 화물 양적화 및 입출항 지원 등을 위한 시스템을 개발하고, 개발한 자율 운항 선박 기술의 국제표준화를 목표로 한다.



해양누리호와 자율 운항 선박성능실센터 구축

총 6년의 사업 기간 중 현재 절반 정도 진행된 상황이다. 먼저, 기술개발 실증을 위한 인프라를 위해 25m급 해상 테스트 베드 시험선 '해양누리호'와 자율 운항 선박 및 실증 해역을 관제하고 관련 데이터 축적을 위한 자율 운항 선박성능실센터를 구축했다. 주요 관련 기술로는 상황 인식과 지능 항해를 포함한 자율 항해 알고리즘 및 시스템과 기관 자동화, 차세대 통신, 사이버보안 기술 등을 개발해 현재 시험선에 탑재 후 테스트 중이다.

1

지능 항해 시스템 기술개발

자율 항해를 위한 장애물 탐지, 충돌 위험도 평가 알고리즘을 개발하고, 이를 연계한 운항 관련 정보를 통합 관리하는 플랫폼을 개발해 시험선에 탑재 후 시험 수행 중

- 센서 융합 기반 상황 인식 및 객체 탐지 기술
- 지능형 항로 의사결정 기술
- 상황 인식, 가상 데이터^{VDGS} 기반 충돌 회피 알고리즘
- 제어 및 항해 계통 장치 연동을 통한 선내 데이터 모니터링 및 가시화
- 선박과 성능실증센터 간 데이터통신

— 1

페일 세이프티: 차량 고장·오작동에 대비해 추가 장치나 시스템을 뒤 안전주행을 유지할 수 있게 하는 기술이다. 자율주행차에서는 전자장치 비중이 높고, 운전자 없이 차량 스스로 처리해야 할 일이 많아 페일 세이프티 기술이 더욱 중요시되고 있다.

2

기관 자동화 시스템 기술개발

핵심 기관 시스템(주 기관, 발전기, 연료탱크, 정화 장치, 해수 및 스팀 배관)에 대한 상태 기반 원격 유지보수 지원 시스템을 개발해 실증 수행 중

- CBM^{Condition Based Maintenance}과 페일 세이프티^{Fail Safety}¹ 기관 자동화 기술
- 실운항 선박 시스템 탑재 및 실증 수행 중(폴라리스 스텔라웨이호, 한국해양대 실습선)
- 사람의 개입 없이 선박 에너지 관리를 수행하는 에너지 통합 관제 시스템 개발

— 2

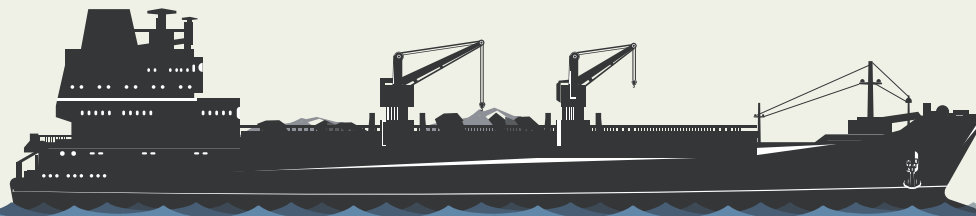
TEU: 20ft(609.6cm)의 표준 컨테이너 크기를 나타내는 단위. 20ft 컨테이너 하나를 1TEU라고 하며, 40ft 컨테이너 하나는 2TEU로 계산한다. 전 세계적으로 컨테이너선의 적재 능력이나 하역 능력, 컨테이너 화물의 운송 실적 등 컨테이너와 관련한 모든 통계 기준으로 사용되고 있다.

3

통신 및 사이버보안 기술개발

자율 운항 선박의 운용 및 사고 시 육상을 제어하고 상황을 공유하도록 끊임 없는 통신 체계를 마련하기 위해 LTE·위성·VDES 통합 연계 및 사이버 위협에 대응하는 선박 전용 보안 기술개발 완료

- 25m 시험선, 한국해양대 실습선, 어선·요트 등에 탑재해 시험 진행 중
- 시스템 개선 후 1800TEU² 컨테이너선 탑재해 실증 계획



4

실증 인프라 구축

자율 운항 선박을 시험하고 향후 과제를 수행할 성능실증센터를 울산시에 구축했으며, 25m급 해상 테스트 베드 시험선 건조를 통한 실증 환경을 마련해 개발된 기술과 시스템의 테스트를 수행 중이다. 향후 실증을 수행할 선박(1800TEU 컨테이너선) 및 선사를 선정해 실운항 검증과 실증을 수행할 예정이다.



한국해양과학기술원 부설

선박해양플랜트연구소(KRISO)

1973년 한국과학기술연구소(KIST) 부설 선박연구소로 시작해 선박해양플랜트 분야에서 끊임없는 연구개발을 통해 우리나라 조선해양산업의 발전에 기여해온 선박 해양 분야의 유일한 정부 출연 연구소다. KRISO는 선박 해양 플랜트 분야 원천기술개발, 응용·실용화 연구 등 종합 연구 역량 확보를 통해 국가 현안 문제를 해결하고 국제표준을 선도하는 창조적 연구를 수행하고 있다.

국제 규정과 동아시아 간 협력 구축 필요

앞으로 시험선, 운항선 등을 활용해 개발 시스템을 시험, 개선한 뒤 실증선(1800TEU 컨테이너선)에 탑재해 실운항 환경에서 실증 및 최종 검증을 진행할 예정이다. 또 국내 조선 3사는 레이더·카메라 기반 상황 인식, 자동 항해 기술 및 육상 모니터링 관련 기술을 개발하고 있으며, 이러한 자율 운항 선박 관련 시스템을 성능실증센터에서 실증하고 향후 세계시장 선점을 위한 협력 체계를 구축할 계획이다. 하지만 자율 운항 선박 기술의 상용화를 위해서는 기술개발뿐 아니라 아직 넘어야 할 산이 많다. 대표적인 것이 자율 운항 선박 운항의 근거가 되는 국제 규정의 부재 및 기존 전통 선박을 대상으로 한 규제다. 이를 위해 국제해사기구^{IMO}에서는 자율 운항 선박의 시범 운항을 위한 임시 지침을 마련했으며, 2028년 1월 1일 매스 코드^{MASS Code}라 부르는 국제협약 발효(강제화)를 목표로 규정화 작업을 시작했다. 주요국 또한 자국 연안을 운항할 자율 운항 선박을 위한 제도 마련에 박차를 가하고 있다. 본 사업의 성공을 위해서는 자율 운항 선박 시험·실증 운항을 위한 규제 특례와 법적 근거를 조속히 마련해 검증 사례를 축적하고, 범국가적으로 홍보하며, 기술 선점을 위한 정부와 산학연의 긴밀한 협조와 지원이 절실히 요구된다. 이와 함께 유럽과 어깨를 나란히 할 수 있도록 한·중·일 및 동아시아 국가 간 협력 구축을 통한 글로벌 경쟁력 확보도 반드시 필요하다.



자율 운항 지능형 시스템 실증 및 기반
플랫폼을 위한 디지털 브릿지 개발
마린웍스(주)

조선·해운산업 혁신 성장 동력 마중물 역할 톡톡

word 조범진 photo 서범세

해상 사고의 85%는 휴먼 에러^{Human Error}에 의해 발생하고 있다.
이에 따라 휴먼 에러를 줄여 사고를 방지하고 운용 효율성도 기대할 수
있는 자율 운항 선박을 위한 기술 개발 필요성이 높아지고 있다.
이런 가운데 조선·해운 ICT 전문 기업 마린웍스(주)의 디지털 브릿지
플랫폼 연구개발 행보에 관심이 집중되고 있다.

스마트 선박에서 자율 운항 선박 시대로

자동차 분야에 인공지능^{AI}, 사물인터넷^{IoT} 기술이 본격 도입되면서 자율주행차 관련 기술개발이 곧 상용화 단계에 이른 것처럼, 해상 분야에도 유사한 개념의 기술이 개발되면서 스마트 선박에서 자율 운항 선박으로 진화하고 있다.

그러나 문제는 해상 분야가 일반적으로 기반의 자동차보다 훨씬 복잡하고, 물리적 제약도 많을 뿐 아니라 국제 항로를 운항하는 일반 상선의 경우 각종 국제법과 국가별 항만 조건, 화주와의 계약, 보험, 선원의 책임 문제 등이 복잡하게 얽혀 있다. 이에 국제해사기구(IMO)는 국제협약을 통해 자율 운항 선박 즉 MASS^{Maritime Autonomous Surface Ship} 코드를 정의했고, 이를 위한 구체적인 기준을 마련 중이다.

또 기술적으로도 일본, 중국, EU, 미국 등 주요 지역 단위로 범정부 차원의 자율 운항 기술개발이 이뤄지고 있다. EU에서는 2012년 업계 최초로 선박 자율 운항 프로젝트^{MUNIN}를 수행했고, 일본에서는 2020년에 출범한 ‘MEGRURI 2040’ 프로젝트를 통해 자율 운항 선박의 범용성 기술개발, 선박 운항 자동화 등을 목표로 다수의 기업과 관련 기술을 개발하고 있다.

이러한 흐름에 발맞춰 우리나라에서도 2020년부터 산업통상자원부와 해양수산부가 공동으로 주관하는 KASS^{Korea Autonomous Surface Ship} 프로젝트가 시작되어 모두 13개 세부 과제를 선정하고 연구개발을 진행 중이다.

자율 운항 선박 기술개발 첫단추를 꿰다

마린웍스는 산업통상자원부와 KASS 사업단에서 총괄하는 자율 운항을 위한 상황 인식, 유지관리시스템^{CBM}, 성능 실증 센터, 디지털 브리지^{Digital Bridge}, 에너지 통합 관제 등 13개 세부 과제 가운데 제5세부 ‘자율 항해, 기관실 제어 통합 플랫폼 및 디지털 브리지 개발’에 대한 주관사를 맡고 있다. 사실상 각종 세부 과제의 개발 기술을 통합해 자율 운항 선박의 심장과 같은 플랫폼을 개발하는 중요한 역할을 마린웍스가 담당하고 있다고 해도 과언이 아니다.

이와 관련해 마린웍스 김상용 상무는 “해당 연구개발은 자율 운항 선박을 위한 통합 데이터 수집 및 교환, 제어에 대한 소프트웨어 기반의 플랫폼으로서 KASS 프로젝트의 다양한 자율 운항 연구개발과 시험선, 실증선에 필요한 기반 플랫폼 역할을 하고 있다”며, “자율 운항 선박에 필요한 통합 데이터 및 제어 플랫폼은 선박 운항과 제어에서 데이터를 기반 삼아 자동으로 의사결정을 하고 이행하기 위한 기술이다. 국내에서는 빅3 조선소와 유럽의 일부 메이저 업체 및 미국·일본의 소수 기업에서 연구 개발하는 분야다. 현재 세계에서 10여 개 회사가 관련 플랫폼을 개발 중이며, 대부분 초기 단계로 기술적 비교우위가 크지 않은 것이 특징이다”라고 말했다.

아울러 김 상무는 “소프트웨어 기반의 자율 운항 선박 기술은 현존 선박에서는 기계적 메커니즘과 각종 현행 법률, 운항 요소



마린웍스의 R&D 연구원들은 다양한 분야의 전문적인 역량을 보유한 젊은 인재들로 국내 최고 수준의 프로젝트 수행과 운영 경험을 보유하고 있다.

의 제약으로 인해 실증과 고도화가 상당히 제한적이다”라면서, “이를 극복하기 위해 KASS 프로젝트를 통해 자율 운항 시험선, 실증선, 성능 실증 센터 같은 실효성 있는 실물 기반의 선박을 기반으로 관련 기술을 검증하고 테스트해 경쟁력 있는 제품을 만들도록 노력하겠다”고 덧붙였다.

글로벌 환경규제 대응 솔루션 개발 선도

전통적 선박 운항은 숙련된 선원과 국제기준, 선박 조정 성능을 바탕으로 운영되고 있으나 일반 상선 사고의 85%가 인적 과실이고, 해운업계의 다양한 글로벌 컴플라이언스 충족과 무한 경쟁 체계로 인해 끊임없는 개선책과 경쟁 우위의 기술이 필요한 상황이다.

이러한 배경에서 4차 산업혁명 결과물인 인공지능, 빅데이터, 사물인터넷 기술이 급속하게 선박과 접목되고 있는 가운데, 마린웍스가 디지털 브리지 연구개발에 선도적 역할을 수행할 수 있는 기술적 배경은 ‘스마트십 플랫폼’ 개발 및 상용화를 통해 축적한 경험이 있기 때문이다.

김상용 상무는 “스마트십 플랫폼은 데이터 중심의 선박 운항 지원 시스템으로, 사람 중심의 운항 패턴에서 데이터 기반의 운항 체계를 구성해 자율 운항을 위한 기반이 되는 플랫폼이다”라고 설명한다. 그는 또 “마린웍스는 2015년부터 정부에서 건조하는 관공선 분야의 스마트십 플랫폼 적용 부분에서 주요 사업을 수주하고, 2019년 산업기술평가관리원의 ‘해양 사고 예방을 위한 선박 센서 IoT 기반의 스마트 레디 ship^{Smart Ready Ship} 플랫폼과 육상 관제 시스템 개발 사업’에 주관 기업으로 선정되어 연구개발을 수행한 끝에 글로벌 메이저 해운사인 HMM, ONE 신조선의 스마트십 건조에 채택되어 국내 최고 수준의 실적과 운영 경험을 보유하게 되었다”고 밝혔다.

앞으로 계획과 관련해 김 상무는 “마린웍스의 연구개발^{R&D} 전략은 시장의 수요와 글로벌 컴플라이언스에 기반하는데, 현재 조선·해운업계의 가장 큰 화두는 ‘친환경’이다. 당사가 상용화한 스마트십 솔루션과 연구개발을 진행 중인 자율 운항 선박 플랫폼은 친환경 이슈와 매칭되어 고객 친화적 제품으로 고도화해야 한다”고 말했다. 또, “이를 위해 또 다른 국책과제를 통해 본격화되고 있는 글로벌 환경규제에 대응 가능한 솔루션을 개발하고, 기존 플랫폼과 접목해 경쟁력 있는 제품을 구성할 예정이다”라고 밝혔다.



자율 운항 시스템 실증용 해상 테스트 베드 시험선 해양누리호
사진제공: 자율운항선박기술개발사업 통합사업단, 선박해양플랜트연구소



시장의 수요와 고객의 발전을 함께 생각하라

미래에 대한 준비, 국책과제 수행으로 실력 키워야

Q 마린웍스의 R&D 전략과 역량은 무엇인가?

시장의 수요와 고객의 발전을 함께 고려하는 것이 기본 전략이다. 무조건 신기술을 개발하기보다는 사업화 가능성과 시장성이 있는지, R&D 결과물이 조선과 해운 분야의 글로벌 경쟁력에도 부응할 수 있는지 면밀히 검토하고 철저하게 시장 중심과 고객의 니즈에 적합한 기술개발을 진행하고 있다. 즉 마린웍스 R&D 전략의 핵심은 글로벌 컴플라이언스를 준수해 고객의 가치를 향상시키고 시장에서 입지를 강화하는 것이다. 그리고 당사 R&D 역량의 핵심은 조선-해운 분야 특성에 맞춰 승선 경험이 있는 해기사 출신부터 선박 설계, 소프트웨어 개발 인력이 고루 분포되어 실효성 있는 고객 관점의 R&D가 가능하다는 점이다. 물론 아직까지는 중소기업으로서 과감한 투자와 신기술개발에 대한 한계로 산업기술평가관리원 같은 정부 기관에서 지원하는 다양한 R&D 프로젝트에 참여해 기술개발과 관련한 성과를 달성하고 있지만, 이러한 것들이 하나둘 모여 마린웍스의 경쟁력이 더욱 강화되고 있다.

Q 국내 자율 운항 선박 기술개발 관련 산업 현황과 관련 산업 발전을 위한 전략, 대책 등이 있다면 무엇인가?

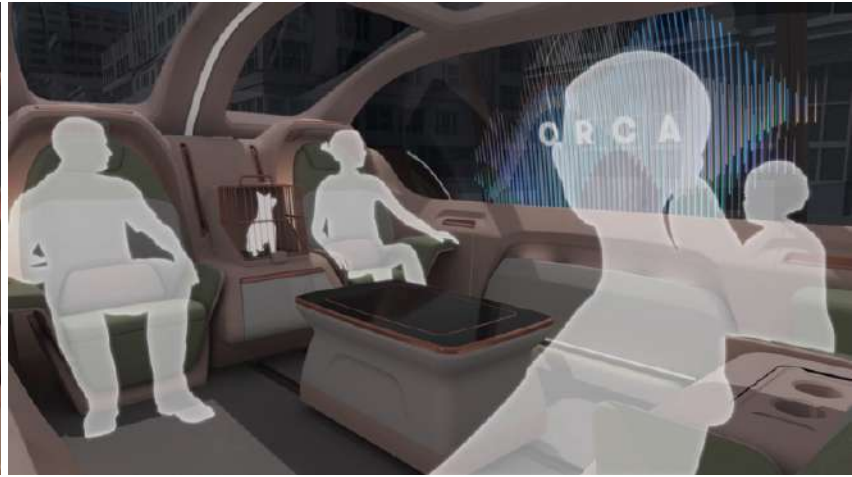
자율 운항 선박 기술개발 산업은 국내 기준으로 3~4년 전부터 국내 빅3 조선소를 중심으로 형성되어 다양한 성과물이 알려지고 있지만 아직까지는 국제법 제정과 실제 운항 조건의 한계, 그리고 결정적으로 메인 엔진 같은 핵심 기계장치에서 자율 운항에 대한 한계가 있어 사업화 및 상업적인 단계로 진입하기까지는 앞으로도 상당한 시간이 소요될 것으로 보인다. 그러나 중요한 점은 현재 진행되고 있는 IMO 매스 코드와 각종 운항 제약 조건이 개선되어 수년 내에는 관련 시장이 급성장할 것으로 예상하고 있다는 것이다. 결국 해당 시장이 본격화될 때 어떤 국가의 어떤 기업이 잘 준비해왔는지가 성공 요소가 될 것으로 보이며, 당사와 같은 중견·중소기업이 이러한 미래 시장을 준비하기 위해 필수적으로 필요한 것이 국책과제 같은 지원 정책이라 생각한다.

Q 마린웍스의 기술이 경제적·사회적가치 형성에 어떤 기여를 하고 있다고 생각하는가?

당사의 조선-해운 관련 기술은 크게 선박의 안전과 운항 효율성을 향상하기 위한 것과 해운사의 경쟁력을 강화하기 위한 기술로 구분할 수 있다. 국제적으로 선박을 이용한 해상 물동량은 90%에 달하며, 기준에 따라 차이는 있으나 국제 상선의 인적 과실에 의한 사고율도 평균 90%에 이른다. 마린웍스의 기술은 우리나라 해운사가 글로벌 시장에서 타사 대비 월등한 운항 경쟁력을 갖출 수 있도록 스마트십 솔루션을 제공하고, 선박의 사고를 예방 및 줄일 수 있는 육상 관제 솔루션, 자율 운항 플랫폼, 전자해도 기반의 안전관리 솔루션을 제공함으로써 그 가치를 형성한다고 할 수 있다.

이종 분야 간 협업 통해 신산업을 창출하다

자동차 내장 부품 제조업체 덕양산업은 미래 자율주행차 인테리어 디자인 개발을 위해 디자인 관련 기술과 노하우를 지닌 업체들과 컨소시엄을 구성했다. 이들은 서로 다른 분야의 기업들과 협업을 통해 플랫폼, 콘텐츠, 서비스 분야의 융합 기술을 창출했다.



자율주행 자동차 관광이라는 테마로
차량 내 통합적 여행 경험을 제공하는
플랫폼 디자인



— 1
사용자 경험(User Experience): 사용자가 어떤
제품이나 서비스를 직간접적으로 이용하면서
축적하는 총체적 경험.

여행자 케어 공간 플랫폼

자동차 내장 부품을 주력으로 제조하는 덕양산업은 미래 선행 디자인 기술개발 분야에서 미래 자동차에 대한 인테리어 디자인 확보를 위해 해당 과제에 참여했다. 컨소시엄 구성 후 3차 연도에 걸쳐 콘텐츠 아이디어 수집, 시나리오 개발, 시나리오 구체화, 디자인 스케치, 목업 설계, 목업 제작, 소개 책자 및 동영상 제작 과정으로 자율주행차 UX¹ 통합 인테리어 디자인 적용 워킹 프로토타입을 제작했다. 40개 이상 다양한 시나리오를 분석해 선호도를 평가했고, 구체화 후보로 선정된 6개 시나리오 중 최종적으로 여행자 케어 공간 플랫폼 디자인을 선정했다. 여행자 케어 공간 플랫폼 시나리오는 일반적 관광사업을 자율주행 자동차 관광으로 전환해 도어투도어^{door-to-door}로 차량 내 통합적 여행 경험을 제공한다. 또한, 호텔 및 항공사 브랜드, 로컬 관광 상품과 연계해 관광 경험을 극대화하는 자율주행차 인테리어다. 선정된 시나리오를 바탕으로 스마트 서페이스 조명, 슬라이딩 파티션, 팝업 디스플레이 테이블, 리클라이닝 시트 등 시나리오와 관련한 사용자 친화적이면서 차별화된 서비스를 제공하기 위한 기술을 다수 적용해 워킹 목업을 제작했다. 이러한 기술을 통해 기존에는 제한적이던 실내 구조와 조명, 인테리어에서 탈피해 개발 시나리오 기반 UX 디자인 확장성을 확보했으며, 다양한 UX 요소를 인테리어에 적용하고, 스마트 고감성 및 편의성 기술이 강화된 자율주행차 시장 대응 서비스와 플랫폼을 개발했다.

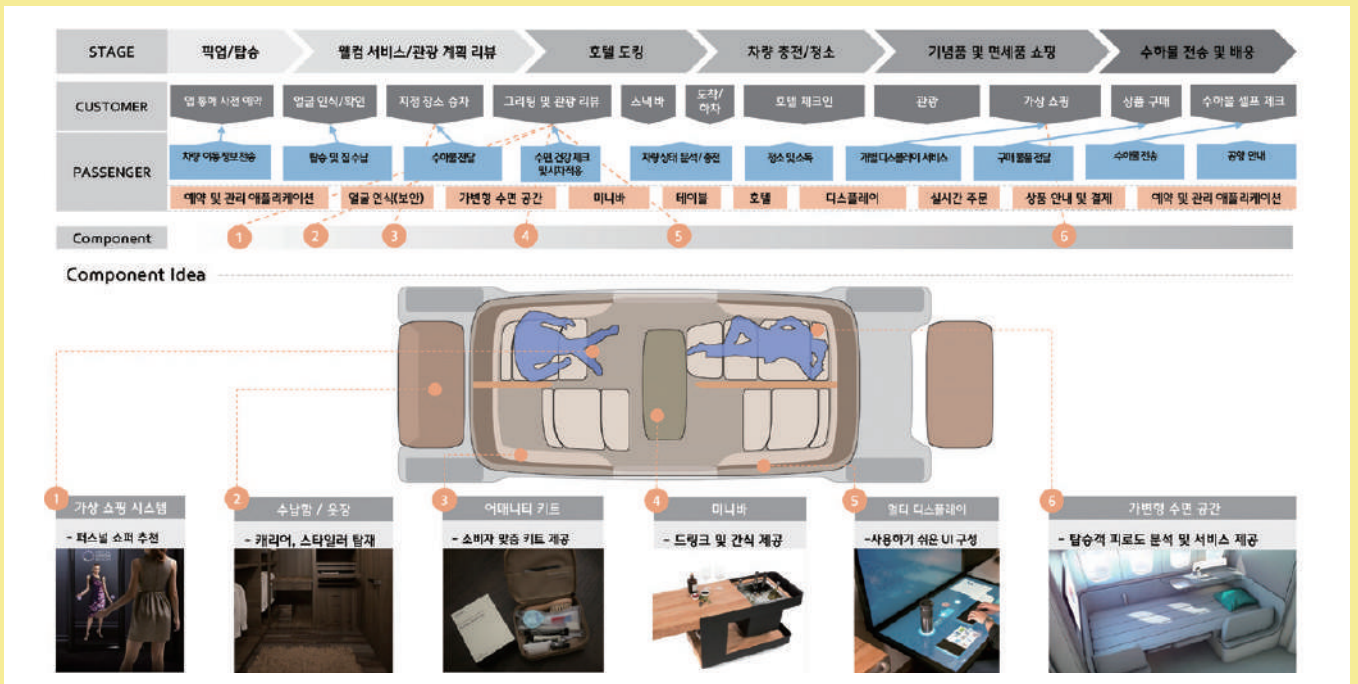
<p>프로젝트명</p> <p>뉴비즈니스용 UX 창출을 통한 자율주행용 통합 인테리어 디자인 개발</p> 	<p>연구개발 기관</p> <p>산업통상자원부</p> 
<p>참여 연구진</p> <p>덕양산업, KFDRI, 케이씨모터스, 서울대학교</p> 	<p>연구 기간</p> <p>2019. 4. 1.~2021. 12. 31.(33개월)</p> 

**자율주행 시대
인간 중심
모빌리티 라이프
스타일 제안**

— 2
경주차가 가드레일 등에 충돌했을 때 운전자나 자동차 피해를 최소한으로 줄이기 위해 쿠션 역할을 하는 것

이번 연구를 통해 개발한 부품 소재와 공정 기술을 덕양산업에서 양산 중인 현대 아이오닉5와 아반떼 CPM에 적용해 사업화를 추진했다. 개발 소재·공정에 활용해 생산된 사업화 간접 매출액은 약 51억 원이다. 현재 자동차 인테리어 시장에서 주목받는 기술은 조명을 활용한 부품과 친환경·리빙 소재 부품이다. 덕양산업은 과제를 수행하면서 미래 자율주행차 인테리어 디자인에 적합하면서 수요성이 높은 요소 기술을 개발하고자 했다. 조명을 통해 사용자에게 정보 전달이 가능한 스마트 서페이스 조명과 리빙 원단을 적용한 인테리어 부품을 개발하고 워킹 목업에 적용했다. 개발한 부품을 활용해 차량용 부품 성능을 검증 후 양산화하기 위해 상से 검토하고 있으며, 리빙 원단의 경우 제조 중인 크래시 패드^{crash pad}에 일부 적용해 사업화를 추진했다. 이번 프로젝트 결과물은 기존 완성차 시장이 아닌 플랫폼·콘텐츠·서비스 분야의 복합 시장으로 전이, 이종 분야 간 협업을 통한 신사업 창출의 기반이 될 수 있다. 또 운전에서 해방된 탑승자에게 제3의 공간이 되어줄 다양한 차내 활동에 대한 UX 그리고 사용자 인식과 사용 행태 변화에 대한 가이드를 제시할 수 있다.

여행자 케어 공간_ Journey Map | 자율주행 자동차 관광 및 경험 서비스



자율 운항 선박은 조선해운산업을 혁신하고 산업 전반의 패러다임을 바꿀 미래 핵심 신산업으로 그 중요성이 부각되고 있다. 유럽연합^{EU}은 국제해사기구^{IMO}와 협력해 국제 표준 규정과 제도를 마련하고, 기술개발과 상용화를 위해 투자·지원하는 동시에 안전, 사이버 보안 및 환경오염 문제에 대응하고자 적극 노력하고 있다.

word 강주석(한국산업기술진흥원 유럽사무소 소장)

유럽 자율 운항 기술 어디까지 왔나?



자율 운항 선박은 다양한 첨단 기술을 활용해 승무원 없이 자율적으로 운항하는 최첨단 선박으로 효율성과 안전성 향상, 환경영향 감소 등 다양한 이점이 있다. 이 때문에 해운산업을 혁신할 잠재력을 지닌 것으로 여겨지고 있다. 하지만 해운산업 내 고용에서 사회적·경제적으로 부정적인 결과를 초래할 수 있으며, 안전과 보안에 대한 우려도 있으므로 안전한 기술 시스템과 사이버 보안 조치가 요구된다.

자율 운항 선박의 잠재력을 인식한 EU는 개발에 상당한 투자를 하고 있다. 나아가 자율 운항 선박 관련 규제 프레임워크를 개발하고, 연구개발 프로젝트를 지원하며, 고용과 안전·보안 관련 문제에 대응하기 위해 적극 노력 중이다. 앞으로 EU는 자율 운항 선박에 대한 지속적인 투자와 개발을 통해 해운산업의 혁신, 효율성 개선, 비용 절감, 지속가능성 등을 이룰 수 있을 것으로 기대한다.

유럽의 다양한 자율 운항 선박 정책

전반적으로 EU는 정책과 규정의 조합을 통해 해운산업의 효율성 향상, 비용 절감, 안전성 향상을 목표로 자율 운항 선박의 개발 및 도입을 위해 다양한 정책을 시행하고 있다.

EU는 자율 운항 선박을 수용할 수 있는 제도를 구축하기 위한 노력을 기울이고 있으며, 국제 표준 및 지침을 개발하고자 IMO와 협력하고 있다. 또 자율 운항 선박을 개발하기 위한 상당한 경제적 지원과 함께 조선업체 및 해운 관련 기관과의 협력을 장려할 플랫폼 등을 구축 중이다. 특히 자율 운항 선박의 안전하고 효율적인 운항을 지원하기 위해 인공지능, 센서 및 통신 시스템 같은 신기술개발에 투자하고 있다. EU는 자율 운항 선박을 개발하기 위해 구체적으로 다음과 같은 주요 정책을 추진 중이다.

Waterborne TP

EU는 성장, 고용 및 경쟁력을 높이기 위해 운송 시스템의 효율성·안전성·친환경성이라는 정책 목표를 수립했으며, 이를 실현하기 위해 해양산업포럼^{MIF}이 기술 플랫폼 Waterboren TP(이전 명칭 ACMARE)를 구축했다. Waterboren TP의 주요 역할은 향후 연구개발 방향을 수립하고 필요한 자금을 지원하는 것이다.

CEF^{Connecting Europe Facility}

CEF는 운송, 에너지 및 디지털 통신 분야 인프라와 서비스 개발 및 도입을 지원하기 위해 EU가 추진하는 자금 지원 프로그램이다. 유럽 네트워크 통합을 촉진하고 EU 전역의 시민, 기업 및 공공 서비스를 연결하는 것을 목표로 한다.

유럽 자율 운항 선박 주요 프로젝트 개요

프로젝트	시작 연도	예산(100만 유로)	목적
Munin	2012	3.8	개념 연구
Revolt	2013	-	축소 선박 모델 연구
AAWA	2015	6.6	사양 및 예비 설계 실증 연구
Svitzer Hermod	2017	-	최초 원격조종 선박(예인선)
Yara Birkeland	2017	25	최초 전기 추진 자율 컨테이너선
SVAN	2018	-	최초 원격조종 및 자율 운항 여객선
AUTOSHIP	2019	27	내륙 수로, 연안 항해 자율 운항 선박 테스트
Moses	2020	8.1	연안 항해 선박의 효율성 및 지속가능성
Aegis	2020	7.5	자율 운항 선박 및 항구 자동화
Asko	2020	10.5	환경오염 저감하기 위한 자율 운항 선박 건조



EU는 해운산업의 효율성 향상, 비용 절감, 안정성 향상을 목표로 자율 운항 선박의 개발 및 도입을 위해 다양한 정책을 시행 중이다.

CEF 프로그램은 유럽 내 자율 운항 선박과 같은 혁신 분야 기술 개발 및 도입을 지원하는 프로젝트를 위한 중요한 자금원이다. 선정된 프로젝트는 EU의 정책 목표를 지원하고 유럽 네트워크 통합에 기여함을 입증해야 한다.

호라이즌 2020 Horizon 2020

호라이즌 2020은 EU의 연구 혁신 분야 재정 지원 프로그램으로, 유럽의 연구와 혁신을 지원해 글로벌 리더십 및 경제성장과 일자리 창출을 주도하기 위해 2020년까지 추진되었다. 현재는 호라이즌 유럽 Horizon Europe, 2021-2027이 호라이즌 2020 프로그램 후속으로 시행되고 있다.

예로, 호라이즌 2020 프로그램의 지원을 받는 오토십 AUTOSHIP 프로젝트는 EU 내 차세대 자율 선박으로 전환을 가속화하는 것을 목표로 한다. 오토십 프로젝트는 고급 센서 기술, 센서 융합 및 분석을 활용해 상황 인식 기술을 발전시킬 것으로 기대되고 있다. 또 기술적으로 완전 자율 항법, 자가 진단, 사이버 보안, 선박을 업그레이드된 e-인프라에 통합하는 통신 기술과 더불어 자율

운항 선박 커뮤니티를 위한 설계, 시뮬레이션 및 비용 분석을 위한 디지털 도구와 방법론을 개발할 계획이다. 프로젝트의 핵심 기술 및 시스템은 인공지능 개발과 최적화를 위해 디지털 플랫폼에 통합될 예정이다.

새로운 기회와 산업 창출 잠재력

EU는 해양 부문의 효율성 향상, 비용 절감, 안전성 향상을 목표로 자율 운항 선박 기술을 적극적으로 연구개발하고 있다. 관련 기술이 아직 개발 및 도입 초기 단계라 자율 운항 선박의 경제적 영향은 아직 많이 알려지지 않았지만, 다양한 잠재적 경제효과를 기대할 수 있다.

자율 운항 선박의 가장 큰 경제적 효과는 바로 비용 절감이다. 자율 운항 선박은 승무원이 필요 없고 속도와 항로를 최적화함으로써 연료 소비와 유지보수 비용을 절감할 것으로 기대된다. 이를 통해 세계시장에서 유럽 기업의 가격 경쟁력을 높일 수 있을 것으로 기대된다.

또한 자율 운항 선박은 인적 과실 감소, 데이터 및 분석을 통해 효율성을 개선하고 안전성을 높일 것으로 사료된다. 선박의 운영 및 유지보수를 개선하기 위해 기계 학습과 같은 데이터 분석을 통해 가동 중지 시간을 줄이고 선박의 활용도를 높일 수 있다. 나아가 선원들의 육체·정신적 한계에 의해 제한되지 않기 때문에 북극 지역과 같은 새로운 경로로 화물을 운송할 수 있다는 잠재력도 지녔다.

자율 운항 선박의 도입은 해양 부문 내 일자리 대체로 이어질 전망이다. 자율 운항 선박은 정교한 기술과 시스템에 의존하기 때문에 이를 설계, 개발 및 유지관리할 숙련된 인력이 요구된다. 또 기존 선박에는 없던 특정 해안 및 항구 기반 서비스가 필요하며, 이를 위해 기술자로 구성된 승무원이 선박의 정비와 보수 작업을 수행해야 한다. 따라서 자율 운항 선박의 데이터 분석, 시스템 유지관리 및 소프트웨어 개발 등 영역에서 일자리가 창출될 것으로 기대된다.

자율 운항 선박은 새로운 소프트웨어, 센서 및 기타 기술 개발 등 새로운 기회와 산업을 창출할 수 있는 잠재력도 지니고 있다. ①상황 인식, 충돌 감지 시스템 등 내비게이션 및 제어시스템 개발 ②데이터 분석 ③선박 관리 및 유지보수 서비스 ④사이버 보안 ⑤수중 및 수상 드론 개발 등 로보틱스^{robotics} 등 기술 분야 내 새로운 사업 기회가 기대된다.

국제 규정 개정과 전문 인재 양성 필요

해운산업에는 국제 규정이 여럿 있지만, 이러한 규정은 유인화 선박을 기준으로 개발, 발전되어왔다. 따라서 자율 운항 선박이 상용화되기 위해서는 새로운 기술에 맞게 국제 규정 개정이 필요하다.

또 자율 운항 선박은 컴퓨터 기술과 함께 점점 발전하고 있으나, 이러한 기술을 하나로 통합해 관리할 수 있는 통합 시스템 기술은 부족한 실정이다. 통합 시스템은 각 세부 시스템 담당 영역을 설정해 중복되는 부분이나 감시 및 공백을 없애야 하고, 이를 위해 각 세부 시스템의 정보 형태 표준화가 필요하다. 마지막으로, 자율 운항 선박을 운용할 인재 양성이 필요하다. 자율 운항 선박이 개발 및 운영되더라도 선박은 인간의 개입을 필요로 하게 되며, 이러한 전문 인력을 체계적으로 교육하고 검증할 시스템이 필요하다.



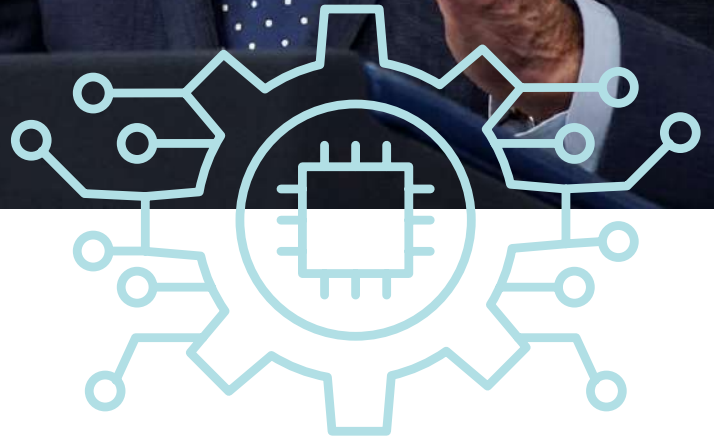
유리의 자율 운항 선박 기술개발 기업 및 스타트업

기술개발 기업

- ① ABB(원격조종 기술)
- ② KONGSBERG(제어시스템 및 실증 테스트)
- ③ WARTSILA(상황 인식, 의사결정 논리, 작동 장치 제어 기술)

스타트업

- ① MASSTERLY(세계 최초 자율 운항 선박 운영)
- ② LADAR LIMITED(선박 충돌 회피를 위한 센서 시스템)
- ③ SEA MACHINES(제어 기술 및 상황 인식 기술)
- ④ ORCA AI(인공지능 자율 운항 선박 기술)
- ⑤ SEA-KIT INTERNATIONAL(상업 및 군사 목적 원격조종 무인 선박 디자인)
- ⑥ MARITIME ROBOTICS(무인화 보트 제작)



미국 주도의 반도체 글로벌 공급망 재편, 최종 국면은?

향후 10년은 우리 반도체산업의 흥망을 가를 중차대한 시기로, 그 어느 때보다 우리 기업과 정책 당국의 기민한 정보 수집 및 정확한 판단, 집중력이 중요하다. 반도체 세계의 타이틀전 공은 이미 울렸다.

— 1
반도체 칩과 과학법^{CHIPS and Science Act of 2022}
: 미국이 반도체산업 분야에서 중국에 대한
기술적 우위를 강화하기로 한 반도체 생태계
육성 법안. 반도체와 과학 산업에 2800억
달러(약366조 원)를 투자하는 것을 골자로
한다. ‘반도체지원법^{CHIPS Act}’으로도 불린다.

— 2
Congressional Testimony for House
Select Committee on the Strategic
Competition Between the United
States and the Chinese Communist
Party by Matt Pottinger, 2023.2.28

미 상무부의 반도체지원법^{CHIPS Act 1} 보조금 지원 안내^{Notice of Funding Opportunity, NOFO}가 발표된 2월 28일, 미 하원 중국문제특별위원회^{The Select Committee on the Chinese Communist Party}는 전 국가안보 보좌관 맥매스터^{H. R. McMaster} 장군과 부보좌관 매슈 포틴저^{Matthew Pottinger}를 초청해 ‘중국 공산당의 위협’을 주제로 청문회를 개최했다. 중국의 세계 패권 의지를 꺾기 위한 경제 안보 조치와 전략 산업 공급망 재편의 핵심은 역시 반도체였다. 포틴저는 중국이 매년 수백억 달러어치의 반도체를 수입하는 것을 결정적 약점으로 보고 장비 수출 통제, 인력 유출 금지를 더욱 강하게 옥죄어야 한다고 강조했다². 이를 통해 중국이 패권을 장악하기가 쉽지 않음을 자각하게 만드는 목적에서다.

미중유^{未有}의 반도체 시설 투자, ‘경제 논리’ 아닌 ‘전략 논리’ 때문

70여 년에 걸친 반도체산업의 태동과 초기 발전에서 주요 동인^{driver}은 패권을 장악하기 위한 군사력 강화, 즉 ‘전략 논리’였다. 무선통신, 인공위성, ICBM 항법장치, 인터넷(알파넷) 등 군사 목적의 기술개발 예산은 페어차일드, 텍사스 인스트루먼트, 퀄컴 등 여러 기업의 종자돈^{seed money}이 되었다. 지금도 우크라이나군이 발사하고 있는 미국산 대전차 미사일 재벌린 Javelin^{Javelin}에는 세계 1위 반도체 파운드리 기업 TSMC가 생산한 반도체 수십 종이 투입되고, 일론 머스크가 이끄는 스타링크의 저궤도 위성 및 안테나 접시는 수천 개의 소자로 유도 무기^{guided munitions}를 조종하고 있다.

이에 더해 미국과 유럽은 코로나19 시기에 TSMC가 반도체 공급을 끊어 국가 주력산업인 자동차 부문에서 수백억 달러 규모의 손실을 입었다. 상업용·군사용 차량은 물론 소비 가전, 항공기 생산과 주요 기간 인프라 사업에서도 큰 피해를 보았다. 1970년대 초반부터 경제 논리에 따른 미 반도체 기업들의 아시아 지역 외주 생산이 소비에트연방 붕괴와 함께 본격적 세계화^{globalization} 추세로 극단화된 상황에서 러시아 푸틴 대통령은 2022년 2월 우크라이나에 대한 특수 군사작전을 전격 감행한 데 이어 중국 시진핑 주석은 대만 무력 통일, 즉 국토완정^{國土完整}을 공언하고 나섰다. 미국과 유럽 수뇌부에게는 상서롭지 못한 사태의 전개였다.

당면한 수급 문제 해결이 미 반도체와 반도체지원법 통과 및 주요국 기업들의 시설투자를 앞당긴 것은 맞지만, 이 법의 진정한 목적은 중장기 미·중 패권 경쟁에서 승리하는 것이다. 투입 예산은 총 2800억 달러로, 이 중 527억 달러만 반도체 지원법 예산(시설·장비 세액공제 25% 별도)이다. 나머지는 인공지능과 연관 첨단산업(첨단 통신, 합성 생물학, 에너지, 모빌리티 등) 연구개발에 투입되며, 동법의 전략 기획을 맡은 인공지능국가안보위원회^{NSCAI} 공동 의장이자 구글 공동 창업자인 에릭 슈미트^{Eric Schmidt}은 인공지능을 ‘전기’와 같은 혁명적 기술로 평가하고, ‘그 핵심’ 물리적 기반으로서 첨단 반도체 제조 역량 역내 확보를 중국과의 패권 경쟁에서 승리하기 위한 가장 중요한 전략적 수단으로 지목했다.

파운드리, 장비, 메모리, 후공정 등 설계를 제외한 가치사슬 전 분야에서 ‘전략 논리’에 따른 주요국 정부와 기업의 천문학적 규모에 달하는 시설투자가 진행 중인 현재, 2025년 전후 세계 반도체산업 분업 구조의 격변은 이미 눈앞에 닥친 미래다. 따라서 공급 과잉에 따른 수익성 악화와 서플라이 체인 교란, 그리고 기업들의 합종연횡 및 파산과 인수합병^{M&A} 등 거친 파고가 상당 시간 지속될 전망이다. 이 처절한 전쟁 속 긴 터널의 끝에서 미국 수뇌부가 그리는 세계 반도체산업의 새로운 판세, 즉 ‘최종 국면(The End Game)’은 과연 어떤 모습일까?



2800억 달러

반도체지원법 총예산

527억 달러

반도체지원법 예산

자그마한 단서는 미 상무부가 NOFO와 함께 발표한 ‘미국 반도체 성공 비전’³에서 찾을 수 있다. 즉 대만이 쥐고 있는 파운드리 점유율의 미국 내 분산, 그리고 메모리 분야에서 한국의 유일한 대항마인 마이크론의 입지 강화가 주목적으로 보인다. 삼성전자, TSMC 등 주요 기업은 미국 입장에 대규모 시설투자를 감행하며 순응하고, 최근에는 극자외선 EUV 노광 장비업체인 네덜란드 ASML과 일본 DUV 장비업체인 캐논 등도 미국의 대중국 장비 수출 통제 협력에 동조했다. 장비·부품 분야에서 미국 영향력 투사^{Projection}의 실체는 과연 무엇일까?

ASML이 거절할 수 없는 제안, ‘Uncle Sam Made an Offer ASML Can’t Refuse’

1987년 노이스, 무어에 이어 앤디 그로브가 세 번째 CEO로 취임했을 무렵, 디램⁴으로 창업했던 인텔은 일본 업체들에 밀려 도산 위기에 몰린 상태였다. 그로브는 CPU로 인텔의 주력을 완전히 바꾸는 데 성공해 ‘인텔 인사이드^{Intel Inside}’로 대변되는 회사의 전성기를 이끌었다. 1992년, 원로이자 직장 선배인 고든 무어와 앤디 그로브는 이미 당시에 향후 트랜지스터 집적도 향상(무어의 법칙 실현)을 위해서는 더욱 짧은 파장의 노광기⁵가 필수불가결하다는 사실을 알았고, 스스로도 불가능하다고 생각했던 EUV 노광 장비 개발에 2억 달러를 투척한다.

개발은 쉽지 않았다. 수십억 달러의 개발비가 계속 소모되었고, 2012년에는 인텔이 추가로 40억 달러를, TSMC와 삼성도 힘을 보탤다. 이렇게 개발한 EUV 노광 장비에는 미국 사이머 레이저^{Cymer Laser}가 개발하고 독일 트럼프^{Trumpf}가 주요 부품을 제공하는 EUV 광원 장치가 필요했고, 이 광원 장치에만 45만7300여 종의 부품이 투입됐다. 대부분 흡수되어 집광 및 반사가 어려운 EUV 반사경은 독일 자이스^{Zeiss}가 개발했는데, 자이스에 따르면 반사경 내 오차 정도를 독일 전체 국토에 비유하자면 10분의 1밀리미터에 불과하다고 한다. EUV 노광 장비는 그야말로 현재 인류 산업 공학 기술의 정화^{精華}로, 30여 년에 걸친 연구 개발 과정에서 축적된 과학적 깊이와 공급망의 복잡성 측면에서 리버스 엔지니어링은 사실상 불가능할 뿐 아니라 핵심 광원 장치 및 부품은 미국의 통제하에 있다. 식각^{蝕刻}·증착^{蒸着} 장비 분야에서도 상황은 대동소이해 한국, 대만은 물론 중국이 미국의 엄격한 장비 수출 통제 정책하에서 선단 공정 반도체 양산 경쟁력을 갖추는 것은 요원한 일이다. 이것이 원천기술의 힘이자 미국이 동맹국 정부와 기업의 팔을 비틀 수 있는 원동력이라고 할 수 있다. 설계 자동화 툴^{EDA}, 핵심 지식재산^{IP} 등 소프트웨어 영역도 마찬가지다.



반도체 혁명을 주도한 앤디 그로브는 도산 위기에 몰린 인텔의 주력 모델을 완전히 바꾸며 회사의 전성기를 이끌었다.

— 3

Vision for Success: Commercial Fabrication Facilities, U.S. Commerce CHIPS Program Office, 2023.2.28

— 4

디램^{Dynamic Random Access Memory, DRAM}: 디램은 램의 한 종류로 저장된 정보가 시간에 따라 소멸되기 때문에 주기적으로 재생해야 하는 특징이 있다. 구조가 간단해 집적이 용이하므로 대용량 임시기억장치로 사용된다.

— 5

노광기^{Stepper}: 반도체나 LCD 제조 과정에서 사진을 인화하는 것처럼 빛을 쬐어 회로를 그리는 장치를 말한다. 유리기판(인화지)과 마스크(필름)를 겹친 위에 빛을 쬐이는 장비가 노광기다.

낸드^{NAND}: 디램과 같은 메모리 반도체 종류 중 하나로 비휘성 메모리이며, SSD 같은 저장장치에 사용된다.

아슬아슬했던 한국 스마트폰·메모리 우위, 미국의 대중국 ‘목 조르기’가 미치는 영향은?

미국이 반도체 공급망을 재편할 의지와 힘을 갖고 있다는 것을 확인한 지금, 과연 미국 입장에 동조하는 것은 우리에게 이익일까, 아니면 손해일까? 2017년 이후 미국의 반도체 ‘목 조르기^{chip choke}’는 어찌 보면 아슬아슬하게 중국의 추격을 저지한 극적인 서스펜스로, 우리 가슴을 쓸어내리게 한 사건이었다. 업계에서는 화웨이 제재 및 AP 설계 자회사인 하이실리콘의 TSMC 외주 생산 금지가 아니었다면 갤럭시와 애플은 모두 화웨이 에 스마트폰 1위 자리를 넘겨주었을 것으로 판단한다. 지금도 스마트폰 연 출하량 13억~14억 대 중 삼성과 애플 물량을 제외한 7억 대가량은 중국 메이커 차지다. 메모리 분야는 어떨까? 2019년에는 중국 푸젠진화가 대만 난야를 통해 미국 마이크론의 대만 사업장 간부들을 포섭, 900여 개의 최신 디램 설계·생산 데이터 파일을 모두 빼돌렸다. 생산 경험만 부족할 뿐 첨단 장비가 계속 공급되었다면 디램 역시 막대한 정부 지원에 힘입은 중국 기업들의 덤핑 공세가 엄습했을 가능성이 높다. 낸드^{NAND} 6에서는 얼마 전 ‘멀티 밴드 경쟁 촉진’으로 악명 높은 애플이 양쯔메모리^{YMTC}의 128단 제품을 채용한다는 소식이 시장을 뒤흔들었다. 하지만 미국 정부의 입김인지, 이는 실현되지 않았다.

비메모리 제조업, 또 다른 모바일 혁명 제품의 핵심 소자 선점이 중요

결국 첨단 반도체 영역에서 우리의 현안은 중국을 벗어나 국내와 미국 내 시설투자 규모 및 타이밍의 시의적절한 조절이 될 전망이다. 현재 삼성은 파운드리 분야에서 입지가 취약해 국내 메모리반도체 경쟁에서 초격차를 유지하는 데도 각별한 주의가 필요할 것으로 보인다.

시스템반도체 위탁 제조업에서는 삼성전자와 외국 빅테크, 팹리스 기업 간 ICT 전방산업(스마트폰, PC, 태블릿 등) 경험으로 인한 핵심 제품(AP 등) 수주 난항을 극복하기 위해 연간 5000만~1억 대 물량이 가능한 차세대 핵심 수요 시장 발굴과 안정화가 시급하다. 전문가들은 제2의 스마트폰 혹은 빅테크 고객을 유치하기 위한 장기 네트워크 구축이 우리 기업들의 미국 진출이 갖는 중요한 의미라고 평가한다. 세상에 존재하지 않던 ‘바이럴’한 신제품과 서비스는 전 세계 최고의 테크 기업과 인재가 몰려드는 미국 캘리포니아의 실리콘밸리, 텍사스의 실리콘힐스, 애리조나의 실리콘데저트 그리고 뉴욕에 등장할 가능성이 높기 때문이다.

덧붙여 현재 반도체지원법 보조금 조건은 향후 미국 정치 상황에 따라 충분한 대화와 협상의 여지가 있을 것으로 보인다. 2023년 중반 이후 대선 레이스를 맞이하는 민주당은 반도체지원법에 일부 당색이 짙은 조건들을 내걸었는데, 향후 선거 과정과 결과에 따라 언제든 상황은 변할 수 있다. 미국 내 반도체업계의 비판도 만만찮다. 또 중국·러시아의 밀월과 중동 및 남미 정세가 불안정해짐에 따라 법의 본질적 목적인 첨단 제조 기반 유치의 신속·효율화 가 미 상무부와 국무부 전략 그룹의 지지를 얻게 될 가능성도 있다.

70여 년에 걸친 반도체산업의 태동과 초기 발전에서 주요 동인은 패권을 장악하기 위한 군사력 강화, 즉 ‘전략 논리’였다. 무선통신, 인공위성, ICBM 항법장치, 인터넷(알파넷) 등 군사 목적의 기술개발 예산은 페어차일드, 텍사스 인스트루먼츠, 퀄컴 등 여러 기업의 종자돈이 되었다.



경희권 산업연구원 신산업실 부연구위원

연세대학교 경제·응용통계학 학사, 미시간주립대학교 경제학 박사 학위를 받았다. 현재 산업연구원에서 IT 제조업 관련 연구를 수행하고 있다.

반복되는 역사, 50년 반도체 전쟁사

word 최수진 <한경비즈니스> 기자

50년 전 시작된 반도체산업은 잠시 한눈을 팔면 주도권이 다른 나라로 넘어가버린다. 반도체 강자들은 살아남기 위해 도전자를 철저히 짓밟는다. 일본 반도체산업을 무너뜨린 플라자 합의부터 칩4 동맹까지 반복되는 반도체 주권 경쟁사를 되짚어본다.

반도체산업은 1950년대 하나의 산업으로 인정받기 시작했다. 트랜지스터를 발명한 ‘반도체의 아버지’ 윌리엄 쇼클리^{William Shockley}가 1957년 캘리포니아주 팰로앨토 지역에 쇼클리 반도체 연구소를 세운 것이 그 시작이다. AT&T의 벨 연구소(뉴욕)를 뛰쳐나와 시작한 창업이었다. 쇼클리는 반도체 분야에 재능 있는 천재 개발자들을 모아 회사를 키워 가려고 했다. 하지만 노벨상 수상자이기도 한 쇼클리 특유의 편집증적이고 과묵한 성격을 다른 천재들이 버텨내지 못해 연구원 여덟 명이 연구소에서 ‘탈출’하고 만다. 반도체 역사에서 유명한 ‘8인의 배신자 사건’이다.

이들은 인근 지역에 반도체 관련 기업 페어차일드 반도체를 세웠다. 본격적인 반도체산업의 시작이었다. 그들은 생산을 전문으로 하는 반도체 기업으로 성공했다. 1967년 한국에 조립 공장을 열기도 했다. 페어차일드가 성공하자 이 회사 출신들은 또다시 회사를 나와 줄줄이 팰로앨토 지역에 반도체 회사를 설립했다. 인텔, AMD, 모토로라, 내셔널 세미컨덕터^{National Semiconductor} 등이다. 이곳이 실리콘밸리로 불리기 시작한 것은 1971년이다. 반도체의 원료인 실리콘을 빨리 앞에 붙여 지은 것이다.

8인의 배신자와 그 후예를 넘어선 ‘6인방’

미국이 주도권을 잡고 있던 시장에 뛰어든 일본은 제조 기술력을 앞세워 치고 올라갔다. 반도체 경쟁력은 수율¹이 좌우한다. 100개의 제품을 제조했을 때 제대로 된 제품이 90개 나오면 수율 90%라고 한다. 계기는 두 차례 오일쇼크였다. 수요가 줄자 미국 반도체 기업들은 움츠러들었다. 불황에 과감히 투자할 여력도, 의지도 없었다. 일찌감치 반도체 산업에 진출한 일본 기업들은 이를 기회로 보고 대규모 투자를 감행했다. 한국의 재벌과 같은 구조를 지니고 있어 계열사를 통한 투자가 가능했다. 정부도 지원에 나섰다. 반도체, 특히 D램 반도체 사업의 성장은 투자와 직접적 관련이 있다. 좋은 장비와 연구개발 투자가 성과로 이어지는 산업이다. 여기에 일본 특유의 제조 기술력을 접목해 수율을 끌어 올리고 가격을 낮췄다. 미적거리던 일본 정부도 지원에 나섰다. 외국 기업으로부터 보호하고 각종 지원책도 내놓았다. 일본 정부가 반도체산업에 쏟아부은 돈만 1980년부터 1985년까지 20억 달러(간접 지원 포함)에 달한다. 가격 경쟁력까지 갖춘 일본 기업들은

— 1

수율: 투입 수에 대한 완성된 양품(良品)의 비율. 양품률이라고도 하며, 불량률의 반대어다. 수율은 특히 반도체의 생산성, 수익성 및 업체의 성과 면에서 매우 중요하다.



본격적인 반도체산업은 1960년대 미국 팰로앨토 (지금의 실리콘밸리) 지역에 페어차일드를 시작으로 인텔, 모토로라, AMD 등의 기업이 설립되며 시작되었다.

순식간에 D램 시장을 장악했다. 1980년대는 일본의 시대였다. 1990년대 초반까지도 일본 반도체는 아무도 넘볼 수 없을 것 같았다. 일본전기^{NEC}, 도시바, 히타치, 후지쯔, 미쓰비시, 마쓰시타 등 6인방이 그 주인공이었다. 이들은 세계 10대 반도체 기업 중 여섯 개를 차지한 일본 반도체의 전성기를 이끌었다.

잘 만든 것을 판 일본 vs 팔릴 제품을 만든 한국

미국이 역습에 나섰다. 인텔은 메모리 사업 철수 여파로 1987년 10위까지 밀려났지만, 미국 정부가 일본을 압박하면서 1989년 8위, 1991년 3위 등으로 수직 상승했다. 그리고 마침내 1992년 NEC를 제치고 1위에 올라섰다. 1990년대 초 삼성전자가 치고 올라오기 시작했다. 1980년대 후반 3저(저달러·저유가·저금리) 호황을 누리며 힘을 비축한 삼성전자의 약진이 세계 반도체 시장을 격랑으로 몰아넣을 것으로 예상한 사람은 거의 없었다. 삼성전자는 일본 기업에는 ‘저승사자’였다.



지난 2023년 3월 준공식을 하고 가동 중인 중국 시안의 삼성전자 메모리 반도체 공장

삼성은 1974년 반도체 사업에 뛰어 들었다. 당시 동양방송 이사였던 이건희는 아버지 이병철 회장에게 반도체 사업을 해야 한다고 주장했다. 하지만 이 회장은 받아들이지 않았다. 이건희는 삼성전자 주식을 판 돈으로 파산 직전에 몰린 한국반도체를 인수했다. 삼성반도체의 출발이었다. 미국과 일본 등에 비해 27년가량 늦게 출발한 삼성반도체는 이후 10년 가까이 고전을 면치 못했다. 일본 기업들은 삼성 등 한국 반도체 기업이 새 제품을 내놓을 때만 되면 가격을 후려쳤다. 후발 주자들을 견제하는 유력한 방식이었다. 하지만 기술 격차를 점차 줄여오던 삼성전자는 1990년대 초부터 판을 흔들기 시작했다. 1992년 세계 최초로 64M D램을 개발하면서 일본의 기술 수준을 넘어섰다. 이후 256M D램(1994년), 1GB D램(1996년) 등을 꾸준히 발

표하며 메모리 반도체 선두 자리로 올라섰다. 세계 반도체업계 순위는 삼성전자가 1993년 처음 10위권 내(7위)에 진입했고, 현대전자는 1995년 10위에 이름을 올렸다. 이후 삼성전자는 2000년 4위, 2002년 2위에 올랐다. 이후 삼성전자는 인텔에 이어 2위 자리를 장기간 유지했다.

이 시기 급부상한 또 다른 나라는 대만이다. 대만은 새로운 길을 찾았다. 메모리 반도체 시장은 이미 포화 상태로 후발 주자에 돌아갈 기회가 적을 것이라는 판단에 따라 ‘위탁 생산’에 주목했다. 미국 텍사스 인스트루먼트^{Texas Instruments Inc., TI} 출신의 모리스 창 대만 산업기술연구원장은 대만 정부와 함께 1987년 파운드리 회사 TSMC를 설립했다. 반도체 기업이 생산 시설에 투자를 늘리지 않아도 사업을 할 수 있게 해준다는 게 TSMC의 사업 모델이다. 이 사업 모델이 바로 ‘팹리스^{fabless}’다. 설계 실력만 있다면 생산 라인을 만들지 않고도 사업을 영위할 수 있다는 점은 역사가 오래된 미국과 일본의 반도체 회사에 매력적이었다. 반도체산업에서 TSMC의 영향력 점점 커지기 시작했다.

메모리에서 삼성·SK 체제 굳힌 골든 프라이스 전략

2000년대 후반부터 2010년대까지 반도체 시장은 이른바 ‘메모리 치킨 게임’ 시대다. 치킨 게임은 어떤 문제에 대해 양보 없이 한쪽이 질 때까지 극한으로 치닫는 게임을 말한다. 1950년대 미국 갱단이 용기를 과시하기 위해 진행한 자동차 게임에서 유래했다. 서로 다른 갱에 속한 두 사람이 각각 자동차를 타고 정면을 향해 달리는데 먼저 핸들을 꺾어 피하는 사람이 치킨(겁쟁이)이라는 뜻이다.

첫 치킨 게임은 2007년 삼성전자, SK하이닉스 등 주요 D램 기업이 생산량을 대폭 늘리면서 시작됐다. 반도체 초과 공급 현상이 나타나자 D램 가격이 폭락했다. 당시 512MB D램 가격은 3~4년 전보다 10분의 1로 추락한 0.5달러까지 하락했다. 업계에서는 당시 삼성전자와 SK하이닉스가 후발 주자인 난야, 마이크론 등의 경쟁력을 약화시키기 위해 ‘골든 프라이스’ 전략을 펼친 것으로 봤다. 후발 주자보다 생산 규모가 큰 삼성전자와 SK하이닉스가 규모의 경제를 앞세워 이들 사업에 제동을 건 셈이다.

2007년 초부터 시작된 치킨 게임은 2008년 말까지 약 2년간 지속됐다. 먼저 독일의 반도체 회사 키몬다^{Qimonda}가 무너졌다. 키몬다는 유럽 반도체 강자 인피니언의 자회사로, 한때 D램 시장에서 2위까지 올랐던 기업이다. 키몬다뿐 아니다. 대만의 파워칩, 프로모스, 난야, 이노테라 등



1950년대부터 시작된 반도체산업은 미국, 일본, 한국, 대만 그리고 중국과 유럽까지 다양한 경쟁자들이 영원한 승자 없는 치열한 전쟁을 계속 벌이고 있다.

	1980~1990년대	1990~2000년대	2000~2010년대
반도체산업 주요 사건 일지	미국 vs 일본 TI, 모토로라, 인텔, 내셔널 세미컨덕터를 제치고 NEC, 도시바, 히타치를 앞서자 미국 정부가 일본을 압박하며 시장점유율 회복	한국 vs 일본 일본 반도체 기업의 영향력이 줄자 삼성전자는 투자를 확대하며 성장, 세계 최초로 64M D램을 개발하며 일본에 앞서	한국 vs 일본·대만 등 업계 1·2위인 삼성전자와 SK하이닉스가 도시바, 엘피다, 파워칩 등 경쟁사를 밀어내기 위해 골든 프라이스 전략 구사



도 수익성이 크게 악화하면서 파산 직전까지 몰렸다. 반면 삼성전자와 SK하이닉스는 치킨 게임이 마무리된 2009년 말 처음으로 세계 메모리 시장점유율을 56.4%까지 끌어올리며 승자가 됐다.

커지는 중국, 미국 '칩4 동맹' 대응

처절한 치킨 게임이 마무리된 2017년부터 반도체 시장은 슈퍼 사이클(장기 호황)에 접어든다. 2019년 일시적으로 메모리 반도체 업황 하락세가 나타났지만, 2020년 회복되면서 2021년 초 까지 호황이 이어졌다.

반도체 전쟁의 역사는 승자를 그대로 두지 않는다. 중국이 '반도체 굴기'를 선언, 몸집을 키우겠다며 참전을 선언했다. 2015년 중국은 '중국 제조 2025' 전략을 발표했다. 반도체 대표 기업을 키우고 반도체 자급률을 70%로 끌어올리겠다는 내용이다. 중국의 반도체 자급률은 2020년 기준 15% 수준이다. 실제 중국의 반도체 영향력이 급속도로 커지고 있다. 2022년 6월 블룸버그는 지난 1년간 가장 빠르게 성장한 반도체 기업 20곳을 선정해 발표했는데, 이 가운데 19곳이 중국 기업이었다. 상하이 풀한 마이크로일렉트로닉스, 프리마리우스 테크놀로지스 등이다. 블룸버그는 중국의 반도체 투자 확대의 영향이라고 분석했다.

중국 굴기에 세계 반도체산업은 긴장했고, 다시 미국이 나섰다. 화웨이를 포함한 중국 IT 기업의 글로벌 입지가 커지자 미국 정부가 이들의 성장을 저지하기 위해 반도체를 제재하기 시작했다. 아이러니컬하게도 미국의 제재 이후 중국 반도체는 더욱 성장했다. 반도체 구매가 어려워지자 이들은 자체 생산 등 내수 활성화 쪽으로 계획을 틀었다. 이 과정에서 중국 반도체산업의 몸집이 더욱 커졌다.

여러 시도에도 중국이 지속적으로 성장하자 2022년 3월 미국 바이든 행정부는 한국, 대만, 일본 등에 '칩4 동맹'을 요청했다. 반도체 빅 플레이어인 보유한 국가 간 동맹을 맺어 중국을 견제하겠다는 시도다. 미국이 자체적으로 중국을 압박하는 데 한계가 있다는 판단에 따라 우방국들과 함께 반도체 시장에서 중국을 몰아낼 전략을 짜겠다는 것이 칩4 동맹의 핵심이다. 유럽 각국도 마찬가지다. 반도체를 독자 생산하기 위한 대규모 투자 계획을 잇달아 발표했다. 50년간 이어진 반도체 패권 전쟁은 세계화의 균열과 맞물려 더욱 치열해지고 있다. 또 다른 50년 전쟁이 시작되고 있다.

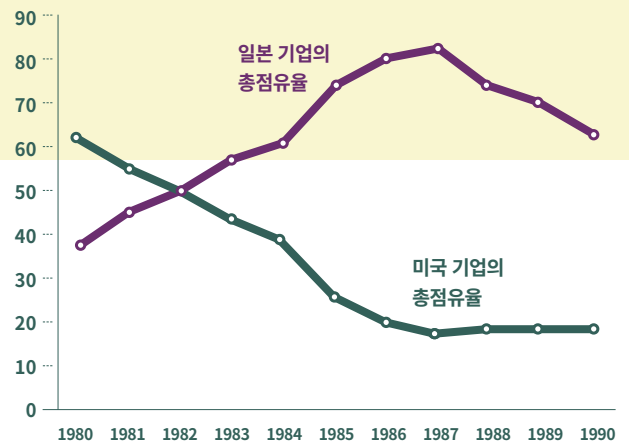
2010~2020년대

미국 vs 중국

반도체 시장에서 중국 기업의 영향력이 늘자 미국 정부가 나서 중국 반도체산업 성장을 저지하기 위해 한국, 일본, 대만과 '칩4 동맹' 시도

1980~1990년대 반도체 시장점유율

단위 : %



반도체 시장이 심상치 않다. 당초 V자로 반등할 것이라는 예상과 달리 L자형 침체가 우려되기 때문이다. 이에 따라 정부는 물론 반도체 관련 업계 모두 대책 마련에 적극 나서고 있는 가운데 반도체 수율을 높일 수 있는 반도체 공정 조기 진단 솔루션 개발에 성공한 (주)더블유지에스 유임수 대표를 만나 반도체산업 경쟁력 강화에 대해 이야기를 들어보았다.



반도체 공정 진단 기술혁신, 경쟁력 강화 이끈다

word 조범진 photo 김기남

Q 현재 참여 중인 차세대 지능형 반도체 사업에서 더블유지에스가 담당하고 있는 연구개발 부분은 무엇인가?

당사는 총 3년의 해당 사업 과정 중 마지막 1년의 과제 기간에 참여하게 되었으며, 당사가 진행한 영역은 플라즈마¹를 진단하기 위한 센서 기술 가운데 OES^{Optical Emission Spectroscopy}, 광 방출 분광 기술에 필요한 광 전달 스위치 및 공정 분석을 위한 소프트웨어 개발이다. 이 기술은 기존 기술이 OES 방식으로 플라즈마 챔버의 다양한 영역을 관찰하기 위해서 고가인 다수의 분광기가 필요한 것과 달리, 분광기 한 대에 여러 영역을 관찰할 수 있도록 광스위치 기술을 접목해 다양한 영역에서 발생하는 플라즈마 정보를 효율적으로 분석할 수 있는 소프트웨어다.

— 1
플라즈마^{plasma}: 플라즈마는 일부 또는 전체가 전리되어 있어 전류가 잘 흐르는 기체로, 고체·액체·중성 기체와 구별되는 물질의 또 다른 상태다.

Q 더블유지에스의 다른 연구 분야와 기술은 무엇인가?

공정 진단^{Process Diagnosis} 기술 중 플라즈마 아크 검사 기술을 개발하고 있다. 플라즈마 아크 검사 기술은 반도체와 디스플레이 제조 공정에서 불량을 야기하는 원인인 아크를 조기진단할 수 있도록 초고속 데이터 샘플링 기술을 활용, 100MHz 이상의 고속 샘플링을 통해 사용자가 아크 현상을 볼 수 있도록 개발한 솔루션이다. 또 다른 연구개발 분야로는 머신비전^{Machine Vision} 기술을 개발하고 있다. 머신비전도 여러 가지 분야가 있겠지만, 차세대 기술로 생각하고 있는 고해상도(1um 이하)와 3D 검사 분야 기술을 개발 중이다.

Q 더블유지에스 기술의 경쟁력과 R&D 전략 및 역량은?

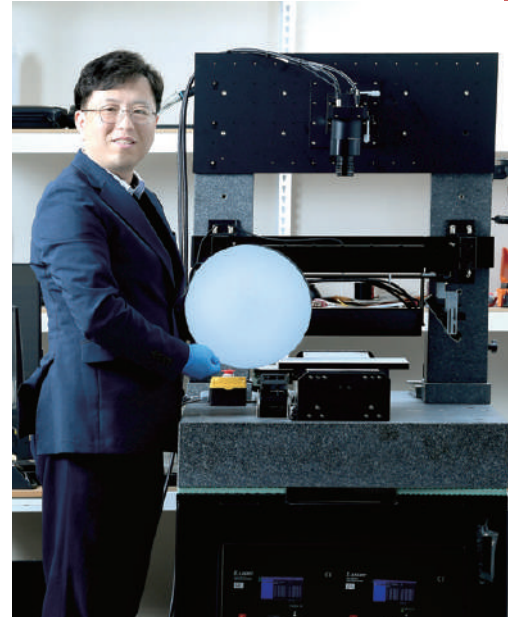
당사는 18명 중 12명이 소프트웨어 개발자이고, 3명이 하드웨어 개발자인 연구 및 기술개발 전문 기업이다. 현재 공정 진단과 머신비전 분야 모두 당사의 기술이 산업계에 좀 더 많이 활용되도록 역량을 집중하고 있다. R&D 전략은 시장의 필요를 빠르게 접수해 적절한 금액으로 공급할 수 있는 기술개발이 목표다. 이를 위해 내부적으로도 기술개발을 진행하면서 원천 기술을 확보하기 위해 다양한 연구기관과 협업을 추진 중이다.

Q 국내 반도체산업의 경쟁력을 강화하기 위한 전략과 대책이 있다면 무엇인가?

많은 사람이 2023년은 스타트업에 역경의 시간이라고 생각하는 것 같다. 하지만 반도체 기술 스타트업의 경우 많은 기회가 있을 것으로 기대된다. 그리고 이러한 기대의 배경에는 힘들어도 멈추지 않는 연구개발이 자리하고 있어야 한다. 이런 관점에서 사업은 실패하더라도 누군가 활용할 수 있도록 기술은 남아야 한다고 생각한다. 그것이 우리나라 산업 발전에 이바지하는 길이며, 이는 반도체산업에도 동일하게 적용될 것이라 판단한다. 반도체산업의 경우 다른 산업과 달리 기술 교류가 부족하다고 생각한다. 보호해야 할 사항이 많은 산업이기는 하지만 제한적 정보를 가지고 문제를 해결해야 하는 상황은 우리 산업이 발전하는 데 걸림돌이 된다. 경쟁사에 기술이 유출될지도 모른다는 걱정에 대부분 정보를 협력사에 제공하지 않는다. 특히 당사와 같은 스타트업의 경우 더욱더 정보가 제한적이다. 기술개발을 위해서는 필요한 정보 제공이 요구되며, 반드시 지켜야 할 비밀과 문제해결을 위한 비밀이 아닌 정보를 정확하게 판단해 정보를 제공받을 수 있는 환경이 마련되어야 우리나라 반도체산업이 앞서나갈 수 있고, 강력한 경쟁력을 갖출 것이라고 생각한다.

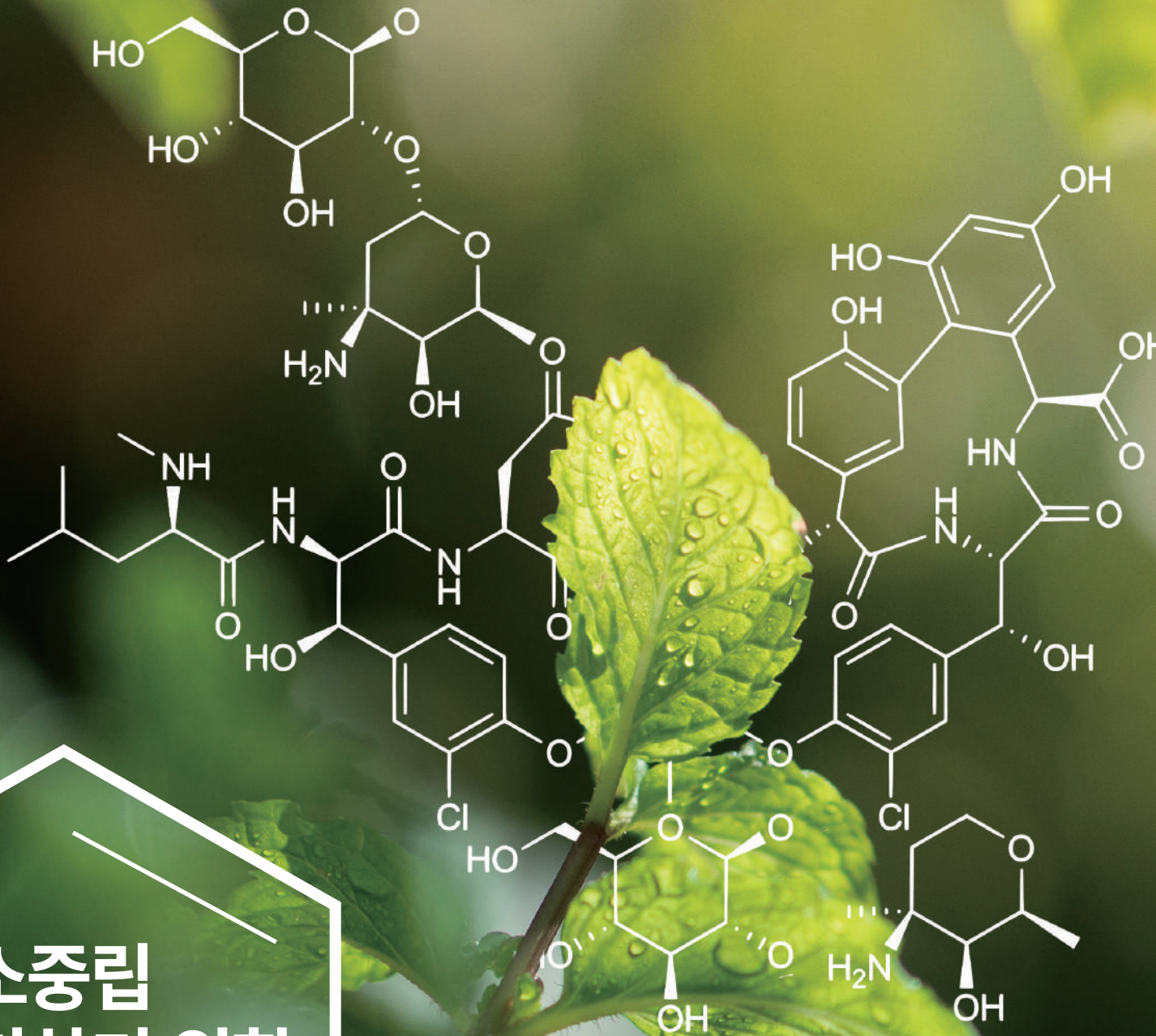
Q 앞으로 계획과 목표는?

창업 후 5년까지는 매년 두 배 이상 성장하는 것이 목표다. 창업 첫해 1700만 원, 2년 차 3억 원, 3년 차 10억 원의 매출을 달성했고, 올해는 30억 원 달성을 목표로 하고 있다. 나아가 2025년에는 150억 원 이상 매출을 올려 상장하는 것이 목표다. 또 회사가 성장함에 따라 직원들도 함께 성장할 수 있도록 다양한 기회를 제공할 예정이며, 최종적으로는 국내 최고의 공정 진단 및 머신비전 전문 기업이 되는 것이다.



(주)더블유지에스

더블유지에스는 10년 동안 반도체·디스플레이 분야에서 플라즈마 진단 업무를 통해 국내외 다양한 첨단 설비 상태를 진단할 수 있는 폭넓은 경험과 노하우를 지닌 유임수 대표가 2020년 9월 설립한 스타트업이다. 해외 기업들이 차지하고 있는 플라즈마 공정 분야에 국내 고객사들이 필요로 하는 기술개발의 물꼬를 트고, 우리나라 반도체·디스플레이 산업에 기여하는 것이 목표인 반도체 공정 진단 및 머신비전 전문 기업이다. 주요 사업 분야는 반도체와 디스플레이, 이차전지 공정 진단과 머신비전이다.



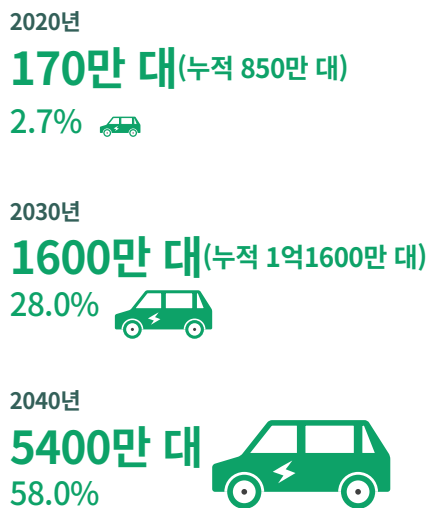
탄소중립 구현하기 위한 이케미컬 기술

전기에너지가 중심이 된 사회에서 화학산업은 어떻게 변화할까? 지금까지의 열화학반응을 전기화학반응으로 대체해야 할 시점이 왔다.

일렉트리피케이션^{electrification}이라는 신조어가 요즘 공공연하게 사용되고 있다. 즉 전기 시대가 도래하고 있고, 앞으로 더 심화될 것이라는 예측이다. 그리고 보니 이미 우리 주위의 많은 것이 열에너지 활용에서 전기에너지 기반 형태로 바뀌어가고 있다. 대표적 예가 자동차다. 지금까지의 자동차가 가솔린이나 디젤 같은 화석연료를 연소시켜 엔진을 작동하는 내연기관이었다면, 미래의 자동차는 전기를 직접 충전하거나 수소로 전기를 만들어 모터를 작동하는 전자제품이 되어가고 있다. 실제로 2018년 2%에도 미치지 않던 전 세계 전기자동차 점유율이 그런가 하면 불과 4년 만인 현재 10%대로 다섯 배 이상 급성장했다. 불과 몇 년 전까지만 해도 집집마다 설치되었던 가스레인은 이제 점점 보기 어려워지고 있다. 대신 가스 누출 걱정이 없고 심미성까지 갖춘 인덕션이 새로 지은 아파트를 중심으로 대중화되어가고 있으며, 앞으로는 인공지능 기술을 적용한 수많은 스마트 홈 기기가 전기에너지로 작동될 것이다. 이러한 추세는 기후변화 위기에 대응하고자 전 세계가 앞다투어 선언하고 있는 탄소중립 정책과도 맞물려 더욱 가속화될 듯싶다. 탄소배출의 주범인 화석연료 사용은 획기적으로 줄어두고 태양, 바람 등 자연에너지를 활용한 신재생에너지가 주력 에너지원으로 자리매김할 것이다. 이는 곧 전기가 주요 에너지 형태가 되는 것을 의미한다.

이렇게 산업, 수송, 건물 등 거의 모든 분야에 걸쳐 전기에너지가 중심이 된 사회에서 그동안 화석연료를 기본 원료로 사용해 발전해온 화학산업은 과연 어떻게 변화할까? 인류에게 필수적인 섬유, 플라스틱, 약 등을 만들어내는 화학산업은 여전히 미래에도 중요한 산업이겠지만 화학제품, 화학원료를 만들어내는 방식은 기존의 열에너지 기반에서 전기에너지 기반으로 획기적으로 바뀌게 될 것이다. 즉 지금까지의 열화학반응을 전기화학반응으로 대체해야 하는 시점이 도래하고 있다.

글로벌 전기차 판매 전망



탄소 저감 잠재력 가장 큰 ‘이케미컬’ 기술

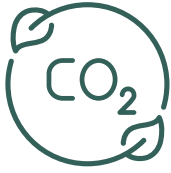
화학반응에 전기를 활용하는 시도는 아주 새로운 것은 아니다. 이미 오래전부터 열화학반응으로 만들어내기 힘든 화합물들을 전기화학반응을 이용해 고부가가치화한 예가 더러 있다. 하지만 합성가스, 에틸렌, 메탄올 같은 기초 화학원료를 대량생산하는 데 전기화학반응을 이용한 상용 공정은 아직 존재하지 않으며, 현재 실험실 수준의 연구에 머무르고 있다. 이렇듯 자연의 기본 원료, 즉 물과 이산화탄소로부터 전기화학반응을 통해 만들어지는 화합물을 ‘이케미컬^{e-chemical}’이라고 한다. 이는 나뭇잎이 물과 이산화탄소에서 포도당을 만들어내는 광합성 기작을 모방한 꿈의 기술로 불리는 ‘인공 광합성’ 개념과 유사하다고 할 수 있다.

이러한 이케미컬 기술은 ‘전기 시대’의 흐름에 부합하는 기술일 뿐 아니라 그 자체로도 많은 장점이 있다. 먼저 이 기술은 이산화탄소를 직접 활용하기 때문에 탄소 저감 잠재력이 가장 큰 탄소중립 기술이라고 할 수 있다. 또 열에너지를 이용한 많은 화학반응이 고온·고압의 고에너지 반응 조건이 필수적이었던다면, 이케미컬 반응은 주로 상온·상압에서 일어나기 때문에 환경적으로나 에너지 측면에서 훨씬 긍정적이다. 더욱이 전압과 같은 전기화학반응 조건을 쉽게 조절할 수 있어 상대적으로 높은 반응수율²이 기대된다. 예를 들어 페트병 또는 자동차 부동액 원료인 에틸렌글리콜이라는 화합물을 기존 방식으로 만들려면 먼저 석유에서 뽑아낸 나프타^{naphtha}, ^{납사}를 800°C 이상의 고온에서 열분해해 산업의 쌀이라고 일컬어지는 에틸렌을 생산한다. 그리고 이를 다시 250°C 이상의 열화학반응을 거쳐 산화에틸렌으로 전환하고, 또다시 이것을 원료로 200°C 이상에서 반응을 거치는 등 여러 단계의 고온·고압 반응이 필요하다. 반면 이를 이케미컬 공정으로 대체한다면 먼저 상온·상압에서 물과 이산화탄소로부터 포름알데히드를 생산하고, 이를 다시 상온·상압에서 전기화학반응을 거치면 바로 에틸렌글리콜이 생성된다. 물론 이러한 반응 공정을 완성하기 위해서는 아직 많은 연구개발이 필요하지만, 4단계 고에너지 반응을 2단계 저에너지 반응으로 줄이는 획기적 돌파구가 될 수 있다는 것은 확실하다.

— 1
빛에너지를 이용해 물과 이산화탄소를 탄수화물과 산소로 전환하는 광합성을 모방하는 화학 공정으로, 생체모방학^{biomimetics}의 한 분야다. 빛에너지를 연료 혹은 태양전지의 화학결합 에너지로 저장하는 모든 수단을 포함한다.

— 2
화학에서 수율^{yield} 또는 반응수율^{reaction yield}은 화학반응을 통해 소비되고 획득한 반응물과 관련해 생성된 물질의 몰^{mole}량을 측정된 것으로, 보통 백분율[%]로 표기한다. 수율은 과학자들이 유기 및 무기화학합성 프로세스에서 염두에 두어야 하는 주된 요소 중 하나다.

1



이산화탄소 활용을 통한
높은 탄소 저감 잠재력

2



환경 및 에너지 측면에서
긍정적

3



높은 반응수율 기대

화석연료보다 경제성 우위 가능

이러한 많은 장점에도 불구하고 이케미컬 공정이 석유화학산업을 대체할 만큼 대량생산이 가능하고 경제성을 확보할 수 있을지에 대한 의구심은 여전하다. 하지만 최근 경제성 분석 연구에 따르면 이 또한 불가능한 영역은 아니라는 것을 알 수 있다. 예를 들어 연구개발이 가장 많이 되어 있는, 이산화탄소에서 이케미컬 공정을 통해 만들어지는 생성물인 일산화탄소의 경우 현재 세계 최고 기술 수준이 $1A/cm^2$ (전극면적당 생산량)에 다다르고 있다. 이러한 수준은 탄소세³를 고려하거나 신재생 전기의 가격이 충분히 낮아질 경우 그 자체로 현재 화석연료에서 만들어지는 일산화탄소와의 경제성 경쟁에서 우위를 차지할 수 있다고 한다. 더욱이 전기화학반응은 양극과 음극에서 동시에 서로 다른 화학반응을 수행해 두 종류의 화합물을 동시에 생산할 수 있는 특이성을 지녔다. 예를 들어 현재는 양극반응에서 주로 이산화탄소가 다른 고부가가치화합물로 전환되고, 음극반응은 주로 물이 분해되어 산소를 생산하는 데 머무르고 있다. 하지만 음극반응을 산소 생산이 아닌 고부가가치화합물 생산에 이용한다면 경제성이 훨씬 더 높아질 수 있다.

한 예로 HMF^{hydroxymethylfurfural}라는 화합물은 바이오매스⁴의 부산물로 알려져 있는데, 이를 음극에서 전기화학반응을 일으키면 FDCA^{furandicarboxylic acid}라는 바이오플라스틱의 핵심 원료가 되는 매우 고부가가치의 화합물을 생산할 수 있다. 이를 앞서 설명한 양극반응의 일산화탄소와 동시에 생산하면 오히려 현재의 석유화학산업과 비교해 더 높은 경제성을 확보할 수 있다. 이런 이케미컬 공정의 뛰어난 잠재력을 인식해 우리나라 대표 화학기업인 LG화학에서는 본격적으로 이 기술의 연구개발에 투자하고 있으며, 현재 일산화탄소·에틸렌 같은 기초 화학원료 생산에 중점을 둔 연구를 수행 중이다.

그린 알코올 개발 시급

우리나라는 2020년 12월 세계에서 다섯 번째로 탄소중립을 선언했고, 현재 이를 위한 다양한 실행 계획을 마련하고 있다. 우리나라가 탄소중립을 구현하기 위해서는 온실가스배출의 대부분, 즉 87%를 차지하고 있는 에너지 부문의 획기적 전략 마련이 가장 중요하고 시급한 문제라고 할 수 있다. 이케미컬 공정으로 생산 가능한 다양한 화합물 중에는 알코올류가 있다. 이는 재생에너지를 포함한 청정 전기를 활용해 자연의 기본 소재에서 생산하기 때문에 ‘그린 알코올’이라고 할 수 있다.

— 3

지구온난화를 늦추기 위해 이산화탄소를 배출하는 석유, 석탄 등 각종 화석연료 사용량에 따라 일정 금액을 부과하는 세금을 말한다. 탄소세 정책은 시장의 공정한 거래를 통해 오염 배출을 규제하는 수익 창출 도구로 활용된다.

— 4

땃나무, 숲, 사탕수수 등 식물이나 미생물 등을 에너지원으로 이용하는 자원을 말하며 바이오매스로 생산하는 대표적인 에너지 자원은 메테인과 수소 등이 있다.

그린 알코올의 대표적 예가 메탄올이다. 메탄올은 화학산업에서 기초 원료로 수요가 엄청나지만, 이러한 역할을 뛰어넘어 그린수소 저장체(Liquid Organic Hydrogen Carrier, LOHC)로도 활용할 수 있다. 즉 액체인 메탄올을 쉽게 저장·운반해 그린수소가 필요한 곳에서 열분해 또는 전기분해를 통해 수소 기체로 만들 수 있다면 기존 그린수소가 가지고 있던 저장·수송의 원천적 문제를 해결할 수 있다. 또 이케미컬 공정으로 그린 에탄올을 대량생산한다면 이미 브라질 등 여러 나라에서 산업화되어 있는 바이오에탄올과 유사하게 가솔린 등과 혼합된 형태 또는 그 자체로 자동차 연료로 사용 가능해 기존의 자동차 엔진 시스템을 유지하면서도

탄소중립형 수송 에너지 대안이 될 수 있다.

한편 수소나 전기로 대체하기 힘든, 훨씬 더 높은 출력과 극한의 환경에서 고안전성을 요구하는 비행기 같은 운송수단 에너지원으로는 항공유 같은 고출력·고안전 에너지원이 필요한데, 이는 그린 부탄올이나 그린 헥산올 같은 긴 사슬의 알코올을 전구체로 해서 생산할 수 있다. 이렇듯 이케미컬 공정이 다양한 그린 알코올을 생산하는 수준까지 발전하면 화학산업만이 아니라 그린수소경제와 상호 보완적 에너지경제 개념으로 발전해 우리나라뿐 아니라 전 세계 미래 탄소중립 사회를 견인하는 데 중심 역할을 하게 될 것이다.



**그린 알코올의 대표적 예로 손꼽히는 메탄올은
그린수소 저장체로 활용 가능하다.**



민병권
한국과학기술연구원^{KIST} 청정신기술연구본부 본부장
 도쿄대학교와 하버드대학교 방문연구원,
 과학기술연합대학원대학교^{UST} 겸임교수, 고려대학교
 에너지환경대학원 학임교수 등을 지냈으며 현재 한국과학기술연구원 청정신기술연구본부 본부장을 맡고 있다.

word 구현화 <환경ESG> 기자

집을 따뜻하게 데우면서도 에너지를 절감하고 탄소배출량이 적은 난방 방식이 있다면 어떨까. 공기 열원 히트펌프는 기존에 사용하던 온실가스를 많이 내뿜는 화석연료 보일러의 대안으로 탄소중립과 넷제로 측면에서 전 세계인에게 각광받고 있다.

저탄소 난방 해법 히트펌프

상업이나 주거 모두 건물 부문에서 탄소중립으로 가려면 히트펌프 없이는 불가능하다.

국내 활성화 가능할까?

기본적으로 히트펌프는 실외기와 공조기를 통해 차가운 공기를 끌어와 실내를 차갑게 하는 에어컨의 원리와 같다. 다만 냉매 흐름이 역전 밸브에 의해 역전된다는 점이 다르다. 에어컨과 달리 히트펌프는 외부 공기의 열에너지가 가정 내부로 방출된다. 바깥공기의 열에너지는 차가운 액체 냉매에 의해 실외기에서 차가운 가스로 변하고, 이 가스에 압력을 가해 뜨거운 가스가 된다. 이 뜨거운 가스가 실내 공기를 통과하면서 공기를 가열하는 원리다.

석유·LNG 난방의 대안

히트펌프가 주목받는 이유 중 하나는 일반 전기 히터에 비해 전기 사용을 약 50% 줄일 수 있다는 것이다. 또 석유 난방이나 액화천연가스^{LNG}를 이용한 난방에 비해 탄소배출이 제로에 가깝다. 화석연료로 만든 전기를 사용하면 일부 탄소배출이 발생한다고 할 수 있지만, 재생에너지로 만든 전기를 이용하면 추가적 탄소배출이 없다. 이와 함께 히트펌프는 에어컨과 난방(냉난방) 겸용 공조 시스템으로 설치되기에 한 번 설치로 냉난방이 가능하다. 기술개발로 효율성이 높아지면서 전기에너지 사용량도 적은 편이다. 일부 국가에서는 고효율 히트펌프 설치가 경제적으로도 이득이다. 미국 에너지부에 따르면, 히트펌프는 일반적 석유 난방보다 연간 평균 1000달러(6200kWh), 전기 난방보다 평균 500달러(3000kWh) 절약할 수 있다.

히트펌프 보급 나선 유럽 3국

영국·독일·프랑스 등 유럽 3개국은 히트펌프 보급에 적극 나서고 있다. 영국은 '히트펌프 레드' 프로그램으로 2028년까지 60만 대의 신규 히트펌프 설치를 목표로 한다. 보일러를 대체하는 히트펌프를 설치하며 보일러 대체 보조금^{Boiler upgrade grant}을 지원한다. 독일은 2024년부터 매년 50만 대의 신규 히트펌프 설치를 계획 중이다. 독일은 신재생에너지공급의무화제도^{Renewable Heat Obligation, RHO}로 건축물 열에너지 사용의 일정량을 재생에너지원을 통해 공급·생산하도록 의무화했다. 50m² 이상 신축 주거용·비주거용 건물에 적용된다. 프랑스는 태양열과 지열에 보조금을 지원하고, 미국 캘리포니아주도 히트펌프 의무화를 위한 재정 지원을 하고 있다. 미국 뉴욕시는 2023년부터 7층 이하 신축·리모델링 건물의 가스 사용을 전면 금지하고, 2027년부터 고층 건물에도 이를 적용할 계획이다.



유럽은 러시아-우크라이나 전쟁으로 촉발된 러시아산 가스 공급 불안정으로 최근 에너지 보안 측면에서 가스보일러보다 히트펌프를 선호하는 모습을 보이고 있다. 여기에 에너지 가격 변동으로 유럽 내 히트펌프가 가스보일러 대비 가격경쟁력을 확보했다. 유럽연합^{EU}은 최근 에너지 자립도를 높이기 위해 ‘RE파워^{Power} EU’ 플랜을 수립하고 2026년까지 히트펌프 약 2000만 대, 2030년까지 6000만 대 설치를 목표로 하고 있다. 또 재생 열에너지 보급 정책으로 화석연료 금지, 가스 혹은 석유보일러 신규 설치를 금지함으로써 재생 열에너지 보급을 유도하고 있다. 2030년경 히트펌프가 가정용 보일러 사용을 대체하고, 2045년이 되면 산업용 보일러도 대체할 것으로 예상된다. 2018년 발표한 EU의 재생에너지 지침은 열 부문 재생에너지 비율을 2030년까지 매년 1.3%씩 확대해 재생에너지 달성 목표치의 40%까지 재생 열에너지로 감당할 예정이다.

한국에서는 가정용 공기열 히트펌프 설치 비용이 도시가스 대비 두세 배 비싼 편이라 초기 비용의 난관이 크다. 대도시에서는 도시가스관이 대부분 잘 정비돼 있어 가스 난방 설치비가 저렴한 데다 연결도 편리해 히트펌프보다 선호한다. 특히 한국에서 일반 가정의 난방은 LNG로 온수를 흘려 바닥을 난방하는 것이 보편화돼 방 안 전체를 따뜻하게 하는 공기열 난방에 익숙지 않은 점도 인식 개선이 필요한 부분이다. 다만 가스 난방을 적게 틀면서 추가로 에너지 효율이 낮은 전기담요나 전열기를 쓰는 것보다 히트펌프를 설치하는 것이 더 효율적일 수 있다. 한국의 전기요금이 저렴한 편에 속하고, 최근 천연가스 비용이 오른 부분이 있어 실제 사용에 드는 에너지 비용은 히트펌프가 저렴한 편이다. 가정용 히트펌프가 거의 보급되지 않는 반면, 바닥 난방이 필요 없는 상업용 건물 카페나 식당에서는 히트펌프를 조금씩 도입하는 추세다.

건물 탄소중립, 히트펌프 없이는 불가능

한국에서 공기열 히트펌프가 아직 신재생에너지원으로 인정받지 못한 점도 히트펌프 확산을 막는 걸림돌이다. 지열이나 수열 히트펌프는 신재생에너지원으로 인정받고 있지만, 공기열 히트펌프는 지열과 달리 효율이 낮은 편이라는 것이 가장 큰 이유다. 이 때문에 일정한 효율 이상을 갖춘 히트펌프에 한해 신재생에너지 기기에 포함하는 것이 필요하다는 목소리가 나온

히트펌프를 신재생에너지로 인정한 국가

국가	신재생에너지 인정 여부	히트펌프 국가 에너지 통계 반영 여부
일본 	인정 (2009년 8월, 정부)	반영
EU 	인정 (2009년 4월 29일, EU 법령)	반영
독일 	인정 (히트펌프 공급 비율 총공급 열량 50%)	반영
영국 	인정 (2011년 4월 1일)	반영
프랑스 	인정 (2006년 6월, 정부)	반영
스웨덴 	인정 (2009년 4월 29일, EU 법령)	반영



삼성전자 히트펌프 'EHS'

“열에너지의 구체적 통계를 만들어야 하며, 이를 바탕으로 히트펌프 통합 로드맵을 세우고 국가 에너지 기본계획, 전력 수급 기본계획에 따라 히트펌프 보급에 적극적으로 반영해야 한다.”

다. 실제로 삼성·LG 등 히트펌프를 생산하는 가전업체들은 고효율 히트펌프를 생산해 미국·유럽 등 해외시장에서 판매하며 경쟁력을 인정받고 있어 한국의 인프라 확충도 어렵지 않을 것으로 보인다.

김민수 서울대 기계공학부 교수(한국히트펌프 얼라이언스 의장)는 정부 정책이 전기, 그중에서도 발전에 집중하고 있다고 설명하며 발전 믹스의 비율 변화가 주된 사항이고, 열 분야에 대한 관심이 적어 상대적으로 히트펌프에 대한 관심도가 낮다고 아쉬움을 표했다. 주된 에너지원으로서 이제 전기만이 아니라 열에너지의 전기화도 고려해야 한다는 지적이다. 그는 “히트펌프는 지열·수열·공기열 순으로 효율이 낮아지는 측면은 있지만, 공기열도 효율을 높게 만들면 이득이 크다. 전기에너지가 100이라면 히트펌프는 외부에서 열을 흡수하기 때문에 100이 아닌 120, 플러스 알파가 되며 이 열은 자연에서 온 것이기에 재생에너지로 인정받을 수 있는 논거가 된다”며 무엇보다 화석연료를 사용하는 것보다 탄소 저감 효과가 크다는 점이 중요하다고 지적했다.

김민성 중앙대 에너지시스템공학부 교수는 현재 열에너지는 지역난방 외에는 국가 차원의 정확한 통계가 없고, 가스 소비량 등 간접적으로 잡히는 경우 밖에 없다고 설명했다. 김 교수는 열에너지의 구체적 통계를 만들어야 하며, 이를 바탕으로 히트펌프 통합 로드맵을 세우고 국가 에너지 기본계획, 전력 수급 기본계획에 따라 히트펌프 보급에 적극적으로 반영해야 한다고 조언했다. 이어 히트펌프를 재생에너지로 인정하면 보급률이 높아질 것이므로 해외 사례를 참고해 히트펌프에 대한 지원과 보조금을 적절히 분배할 필요가 있다고 강조했다.

최준영 한국산업기술시험원 수석연구원은 건물 부문에서 탄소중립으로 가려면 상업이든 주거든 히트펌프 없이는 이를 수 없다고 단언했다. 그는 히트펌프 사용 시 전기 요금을 보조하기 위한 누진세 개편도 고려할 필요가 있으며, 한국에서는 어느 정도 규모 이상(총면적 500m²) 건물을 지으면 의무적으로 신재생에너지를 사용하게 하는데, 현재 태양광이나 지열 등만으로는 한계가 있다고 지적했다. 당장 2025년부터 제로 에너지 건물^{ZEB}이 민간에 확대되면 열 공급을 담당할 히트펌프도 자연스럽게 비율이 높아질 것으로 보이고, 공기열이나 하수열 등을 모두 인정해 히트펌프의 범주를 넓혀야 한다는 의견이다.

히트펌프는 가격경쟁력은 물론 에너지 절감과 탄소중립 효과도 매우 긍정적이지만 현재 국내에서는 설치 비용, 정책적 이유로 여전히 확산이 어렵다. 빠른 정착을 위한 환경 개선을 기대해본다.

일본의 수소 기술 현주소

동일본대지진과 후쿠시마 원전 사고를 겪은 일본은 일찍부터 수소에너지에 관심을 갖고 2017년 세계 최초로 '수소기본전략'을 발표했다. 열악한 수소 제조 환경 속에서 정부의 적극적 지원과 기술혁신을 통해 발전해가는 일본의 수소 기술을 살펴본다.

일본 정부는 2017년 12월 세계 최초로 수소기본전략을 발표했다. 2020년 10월에는 스가 총리가 2050년 탄소중립 실현을 선언했고, 같은 해 12월 경제산업성이 '그린성장전략'을 발표했는데, 여기에서도 발전·운송·산업 등 사회 전 분야에서 수소에너지 이용을 강조하면서 수소가 탄소중립의 핵심 기술로 자리매김했다. 2021년 3월에는 경제산업성이 그린성장전략의 후속 조치로 2조 엔 규모의 그린 이노베이션 기금을 신에너지·산업 기술종합개발기구^{NEDO}에 설치해 수소 관련 산관학 R&D 프로그램을 대대적으로 확충·강화했다.

일본 정부는 국내 수소 공급량을 현재 연간 약 200만 톤에서 2030년에는 연간 최대 300만 톤(이 중 블루수소와 그린수소 등 청정 수소는 약 42만 톤), 2050년에는 연간 2500만 톤까지 확대한다는 계획이다. 다만 그래프에서 알 수 있듯이 일본의 그린수소 제조 비용은 단기 약 6달러/kgH₂, 장기 약 4달러/kgH₂로 호주 단기 3.7달러/kgH₂, 장기 2.3달러/kgH₂, 미국 단기 3.5달러/kgH₂, 장기 2.3달러/kgH₂에 비해 두 배 가까이 높게 나타나는 등 지리적으로 수소 제조 환경이 열악하다. 일본 정부로서는 국내 수소 시장이 조성되지 못하고 있음을 직시하면서, 민간기업의 국내외 수소 공급망 구축과 수요 창출을 적극 지원하고 한편에서는 기술혁신을 통한 비용 절감을 최대한 지원한다는 입장이다.

그린수소 제조 분야 다수 기업이 수전해 장치 개발에 성공, 실증 사업 완료

수소 산업의 가치사슬 중 그린수소 제조 분야에서 일본은 이미 고효율의 수전해 장치 Alkaline Water Electrolyzer, AWE¹를 개발하고 있는 기업이 다수 존재하고, 소재 기술은 물론 연료 전지 분야에서도 기술 경쟁력을 확보하고 있는 것으로 평가받는다. 현재 수전해 장치를 개발하는 일본 기업으로는 도시바 에너지 시스템즈 & 솔루션즈 코퍼레이션, 아사히 카세이 엔지니어링, 히타치 조선, 미쓰비시화학기계 등이 이름을 올리고 있다.

일본 NEDO는 2018년 8월부터 2020년 3월까지 FH2R^{Fukushima Hydrogen Energy Research Field}에서 수소 제조에 관한 실증 사업을 전개했다. 아사히 카세이 엔지니어링은 단일 수전해 장치로는 세계 최대인 10MW급 대형 알칼리형 수전해 장치를 FH2R에 공급했다. 히타치 조선은 NEDO가 2014년부터 2025년까지 실증 사업 중인 야마나시현 H2-YES(그린수소로의 에너지전환) 프로젝트에 2.3MW급 대형 고체 고분자형 수전해 장치^{Proton}

원전 사고를 겪은 일본은 일찍이 수소에너지에 관심을 갖고

수소 산업 발전을 위한 전략을 세우고 이를 실행 중이다.

사진은 일본 후쿠시마 원전 원자력발전소



— 1
친환경 에너지인 수소를 생산하는 기기

Exchange Membrane Water Electrolyzer, PEMWE를 공급한 바 있다. 야마나시현 H2-YES는 태양광의 변동 전력과 상기 수전해 장치에 의해 수돗물에서 수소를 제조하고, 수소저장합금 시스템에 수소를 저장하는 등 그린수소를 이용할 수 있는 시스템을 구축한 상태다.

수소 저장·운송 분야 수소캐리어 개발에 집중

일본은 재생에너지 발전, 화석연료 매장지, CCUS²가 가능한 지역 등 제반 측면에서 지리적 여건이 불리하다는 점을 감안해 해외의 미활용 에너지와 CCUS를 조합하거나 저렴한 재생에너지에서 수소를 대량 조달하는 전략을 채택했다. NEDO는 수소 산업의 가치사슬 중 운송·저장 분야에서 수소를 기체 외 다른 상태나 재료로 변환해 저장·운반하는 기술, 즉 수소캐리어^{Hydrogen Carrier} 개발을 집중 지원했다. 일반적으로 수소캐리어로는 액화수소·메틸시클로hexan^{MCH}·암모니아·수소저장합금 등이 유망 후보로 거론되고 있는데, 그간 일본이 호주와 브루나이에서 제조한 수소를 국내로 운송하는 실증 사업에서 수소캐리어의 개발 성과가 여론의 주목을 받았다. 이와타니산업, 가와사키중공업, 쉘재팬, 전원개발^{J-POWER}, 마루베니, ENEOS, 가와사키기선 등 7개

기업으로 구성된 기술 연구 조합 HySTRA는 2015년부터 호주의 갈탄에서 제조한 수소를 액화해 일본으로 운송하는 액화수소의 대규모 해상운송 실증 사업을 실시했고, 2022년 1월 호주 갈탄에서 제조한 액화수소를 탑재해 같은 해 2월 고베항에 도착했다. 치요다화공건설, 미쓰비시상사, 미쓰이물산, 일본유선 등 4개 기업으로 구성된 기술 연구 조합 AHEAD는 2020년 6월 브루나이의 수소화 플랜트에서 수소와 톨루엔을 결합해 생성한 메틸시클로hexan을 컨테이너로 해상운송 후, 일본 가와사키 시내에 건설한 탈수소 플랜트에서 수소를 분리해 미즈에 발전소(화력발전소)의 가스터빈에 공급했다. 일본 정부는 향후 그린 이노베이션 기금을 활용해 2030년 국제 수소 공급망 상용화를 달성하기 위해 관련 기기의 대형화에 필요한 기술개발에 주력한다는 계획이다.

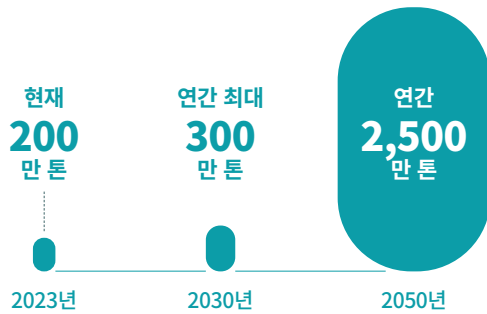
수소 이용 분야 수소발전, 수소환원제철, 연료 암모니아 제조 기술에 역점

수소 산업의 가치사슬 중 수소 이용 분야는 수소발전, 철강·화학 등 탈탄소가 곤란한 산업, 수소 모빌리티, 정치용 연료전지 등 경제·산업 전반을 아우르고 있다. 이 중에서 일본 정부가 역점을 두고 있거나 일본 기업이 경쟁력을 확보했다고 평가할 수 있는 분야는 수소발전, 수소환원제철, 연료 암모니아 제조 기술이라 할 수 있다. 수소 발전은 화석연료 대신 수소를 연료로 사용해 연소시키고 터빈에 의해 동력을 확보해 발전기로 전기를 생성하는 기술이다. 발전 원리는 기존 화력발전과 동일하고, 천연가스 등 다른 연료에 수소를 첨가해 사용하는 혼소발전은 실증 실험 혹은 상용화가 진행 중이다. 대신 수소만을 연소하는 수소전소발전은 아직 세계적으로도 사례가 드물고 기술개발 여지가 큰 것으로 전망된다.

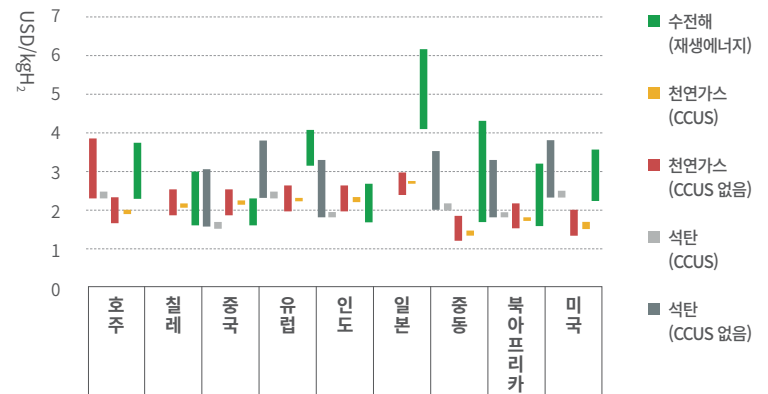
— 2

탄소 포집·활용·저장 기술^{Carbon Capture, Utilization and Storage}로, 대기 중에 있는 이산화탄소뿐 아니라 산업 공정에서 발생하는 이산화탄소를 포집해 활용하거나 이를 저장하는 기술이다.

일본의 예상 수소 공급량



세계 주요국의 수소 제조 비용 비교



주: 각각의 수소 제조 비용에서 막대의 최고치는 단기 비용, 최저치는 장기 비용을 의미함
자료: IEA, 2019. The Future of Hydrogen



김규판 대외경제정책연구원^{KIEP} 선진경제실 일본·동아시아팀 선임연구위원
일본 게이오대학교^{慶應義塾大学}에서 경제학 박사학위를 취득했으며, 북방경제협력위원회 국제관계 전문위원과 한일의원연맹 자문위원을 역임했다.



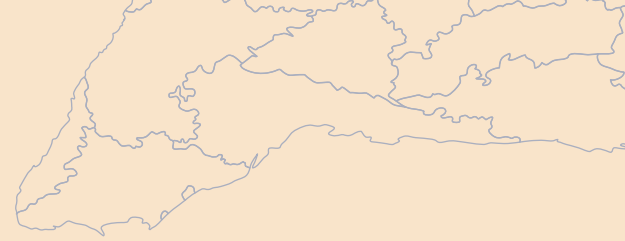
한·인도협력센터는
2010년 1월 27일 양국의
많은 노력에 의해 문을 열었다.

연구개발 선진국 위한 새로운 과학기술 협력 모델

한국과 인도의 장단점을 보완하고 효율적 기술개발을 위해
시작된 한·인도협력센터는 세계적 수준의 연구를 비롯해
다양한 분야로 협력을 확장하고 있다.

연구개발 차원에서 '선진국'이란 무엇일까. 기초연구에서 응용연구·실용기술·생산기술 모두 성숙 단계에 이르러야 하며, 이 분야가 유기적으로 순환하는 환경이 갖춰져야 한다고 본다. 한국은 어떨까. 응용연구·실용기술·생산기술에는 막강한 경쟁력이 있다. 그에 비해 기초연구 분야는 '세계를 선도한다'고 할 만한 연구 성과가 부족하다. 반대로 인도는 기초연구와 응용연구에서 성과를 내고 있지만, 이 성과를 실용화해 생산에 이르는 인프라가 약하다. 예를 들어 산학연 협력 같은 범분야적 공조가 드물다. 현재 인도는 '메이크 인 인디아'^{Make in India}라는 제조업 중심 정책에 역량을 집중하고 있다. 원하는 대로 제조업을 활성화하려면 연구 성과를 실용기술이나 생산기술에 연결하는 과정이 필요하다. 한국에 있는 것이 인도엔 없고, 인도에 있는 것이 한국엔 없다. 두 나라는 장단점을 보완할 수 있고, 다른 어떤 나라와 협력하는 것보다 서로에게 효율적일 수 있다.

India



과학자 출신 인도 대통령이 쏘아 올린 한·인도 협력

양국의 시너지를 일찍부터 눈치챈 인물이 있었다. 인도의 제11대 대통령 압둘 칼람^{Abdul Kalam}이다. 그는 과학자 출신으로, 2002년 대통령이 된 후 인도 과학 기술 인프라를 재조직하는 데 전력을 다했다. 칼람 전 대통령에게 ‘한국과 협력’이 열쇠 말이 된 것은 2006년 노무현 전 대통령의 초청으로 한국을 방문했을 때다. 방한 기간 중 칼람 전 대통령은 생명공학연구원과 한국항공우주연구원, 대덕특구 등 한국의 과학 현장을 시찰했다. 동시에 양국이 과학기술 분야에서 협력자가 되기로 하면서 ‘한·인도 과학기술협력협정’을 체결했다.

약속은 점차 무르익어갔고, 2007년 4월 인도를 방문한 이명박 전 서울시장과 칼람 전 대통령은 구체적 협력 방안을 계획했다. 한·인도 양국 과학자와 산업체 등이 참여해 정보를 공유하고, 세계적으로 당면한 문제를 해결할 수 있는 공동연구를 진행할 ‘세계 지식 플랫폼^{Global Knowledge Platform}’을 한국과 인도가 주도적으로 만들자는 데 합의한 것이다. 이듬해 2월 칼람 전 대통령의 한국과학기술연구원^{KIST} 방문과 2년의 준비 기간을 거쳐 2010년 1월 27일 한·인도협력센터가 문을 열었다. 개소식에는 칼람 전 대통령을 비롯해 한국과 인도 양국 과학기술계 인사가 대거 참여했다.

자리가 있다고 사람이 저절로 모이지 않는다. 양국에서 사람과 기술을 각각 들고 있다 해서 알아서 결합하진 않는다. ‘촉매제’가 필요하다. 한·인도협력센터는 한국과 인도 두 국가 사이에 촉매 역할을 하고자 노력해왔다. 개소 후부터 2014년까지 연구 협력과 실용화 연구 등을 위한 기반을 다졌다.



과학자 출신의 인도 제11대 대통령 압둘 칼람은 2002년 방한 기간 중 한국의 과학 현장을 시찰한 뒤 양국의 과학기술 분야 협력을 위해 기술협력협정을 체결했다.

코드 활용한 첨단 연구 진행

2014년부터는 그간의 경험을 바탕으로 선택과 집중을 하기로 했다. 연구 목표를 설정한 후 인도 연구진과 함께 연구를 수행하면서 우수한 연구 성과와 상호 신뢰 관계를 동시에 쌓는 전략이었다. 마침 필자의 전공 분야인 계산과학이 한-인도 협력에 적격이기도 했다. 계산과학은 이론적 해석에 기반해 컴퓨터를 사용한 연구를 수행한다. 실험 장비와 재료 같은 인프라가 필요한 실험 연구와 비교하면 적은 비용으로도 연구가 가능하다. 이런 장점 덕분에 인도의 많은 연구자가 계산 과학 분야에서 활약하고 있다. 이 중 인도의 계산 재료과학 분야 연구 인력은 한국보다 50배나 많다.

활용 인력이 많다 보니 생각지 못한 장점도 있었다. 계산과학에서 원천기술에 해당하는 것은 '소스 코드^{Source Code}¹'다. 특정 물성을 위한 소스 코드를 개발하면 유사한 연구를 수행하기가 훨씬 수월해진다. 한국과 달리 인도는 소스 코드를 개발하는 데 적극적이다. 물리학과 컴퓨터공학을 함께 수학한 인력을 찾는 것도 어렵지 않다. 덕분에 인도 내 우수 기관과 함께 연구를 수행하면서 그 성과를 소스 코드로 개발해 축적 중이다.

코드를 활용해 다른 나라에서는 수행하기 어려운 첨단 연구를 진행하고 있다. 반도체 소재 내 전자와 홀의 이동도를 계산할 수 있는 'AMMCR' 코드를 인도공과대학 봄베이와 함께 개발하고

있다. 올해 1차 개발이 완료될 이 코드는 새로운 반도체 소재, 자성반도체 소재, 2차원 소재, 열전 소재 등을 컴퓨터로 설계할 때 정성적 예측이 아닌 정량적으로 예측하기 위해 만들어진다.

IIT 부바네스와르와 협력해 개발 중인 LATCOS 코드는 합금 설계 연구를 위한 것이다. 소재 설계는 곧 여러 종류의 원소를 섞는 일이다. 많은 종류의 원소를 섞었을 때 가능한 원자 배열은 천문학적으로 많다. 이를 모두 계산하는 것은 현실적으로 불가능하다. 이론적으로 단순화할 목적으로 LATCOS를 개발했다. 이 외에도 기계학습 기법을 이용해 소재의 성질을 예측 가능한 CrysXPP, 자연어 처리를 통해 논문에 쓰인 결과를 계산의 입력값으로 사용할 수 있는 MatSCIE 등 다양한 코드를 개발해 활용 중이다. 우리 센터가 구축한 선순환 구조를 다른 곳에도 확대한다면, 한국 연구진은 첨단 이론에 대한 수요를 채우는 동시에 인도 쪽은 소스 코드의 응용처를 이해할 수 있다.

이렇게 쌓아 올린 13년의 연구 협력 끝에 80편에 가까운 논문을 발표할 수 있었다. 특히 이론 예측을 통한 '스핀 촉매' 연구는 세계적 수준이라고 자부할 수 있다. 소재의 자기적 성질이 촉매 반응에 미치는 효과를 이론적으로 예측하고, 이를 새로운 촉매 물질 개발에 대한 가능성을 제시했다. 이전까지는 백금이나 로듐 등 희귀하고 값비싼 물질로 촉매를 해왔다. 스피너촉매를 활용하면 철이나 니켈처럼 지구상에 많이 분포된 원소를 활

— 1

소스 코드: 컴퓨터 소프트웨어(프로그램) 제작에 사용되는 설계도로 개념만 나타낸 추상적인 설계도가 아닌 컴퓨터에 입력만 하면 실제 프로그램을 완성할 수 있는 매우 세밀하고 구체적으로 짜인 설계도다. '소스^{source}'의 의미처럼, 프로그램의 '근원'이란 뜻이다.



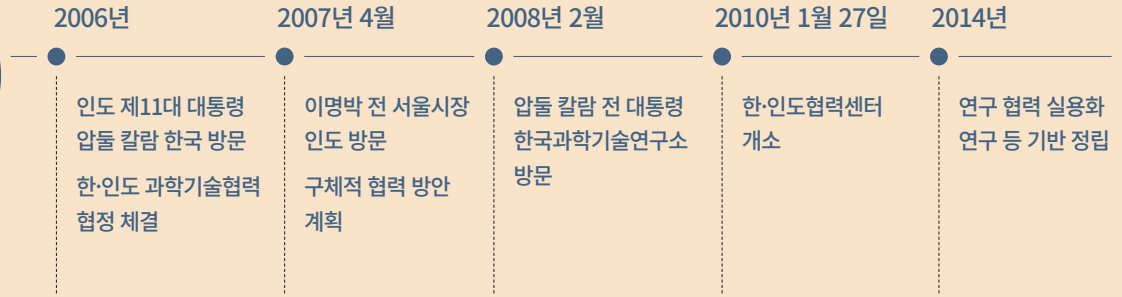
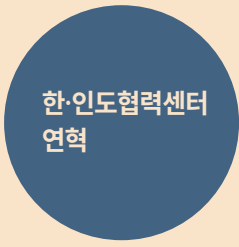
한·인도협력센터의 다양한 성과

◆ 인도공과대학 봄베이와 반도체 소재 내 전자, 홀의 이동도를 계산할 수 있는 'AMMCR' 코드 개발

◆ IIT 부바네스와르와 합금 설계 연구를 위한 LATCOS 코드 개발

◆ 기계학습 기법을 이용해 소재의 성질을 예측 가능한 코드 CrysXPP 및 자연어 처리를 통해 논문에 쓰인 결과를 계산의 입력값으로 사용할 수 있는 MatSCIE 코드 개발 후 활용

◆ 그래픽 기반의 소프트웨어 CINEMAS 기술화



용할 수 있다. 스핀 촉매 연구는 시작부터 지금까지 많은 연구진이 인용해 여러 학술지에 실렸다. 올해는 연구 성과를 정리한 총설 논문을 준비하고 있다.

인공지능 기술 등 연구 분야 확장 중

과학기술 연구 협력을 실현할 플랫폼도 기술화하는 중이다. 그래픽 기반의 소프트웨어 CINEMAS^{Comprehensive INtegrated Environment for MAterials Simulation}다. 그동안 계산과학 연구를 하려면 텍스트 코딩부터 배워야 했는데, 초보 연구자에게는 높은 진입장벽이었다. 이 벽을 어렵게 넘는다 해도 기존 연구방법론으로는 데이터 뭉치를 가지고 그래프나 원자구조를 그리기가 여간 번거롭지 않았다. CINEMAS는 계산과학자의 연구 생산성을 높이기 위한 목적으로 개발됐다. 파워포인트나 한글처럼 그래픽 환경을 갖춰 초보 연구자의 진입장벽을 낮추는 한편, 고급 사용자가 활용할 데이터가 공이나 분석 도구도 제공한다. 이와 함께 센터가 그동안 연구 협력해 확보한 소스 코드를 심어두었다. 몇 번의 클릭으로 센터의 10년 연구 성과를 동기화해볼 수 있는 셈이다. 2020년부터는 연구 분야를 인공지능 기술에까지 확장했다. 이에 맞춰 CINEMAS도 데이터 기반 연구 도구로 확장 개발 중이다. 많은 연구자가 프로그래밍에 익숙지 않은 현실을 반영했다. 다

른 분야의 연구자도 일정 이상 데이터만 있으면 데이터 입출력과 그래픽 분석을 동시에 구현하도록 개발하고 있다. 본원인 KIST의 연구진이 다양한 만큼 이 수요를 맞출 수 있도록 유연한 개발 방식을 도입했다.

팬데믹 사태를 겪으면서 국제 공동연구를 구상하는 연구자가 많이 늘었다. 각자 자리를 지키면서 넓은 범위의 협력이 가능하다는 장점이 있기 때문이다. 한·인도협력센터는 칼람 전 대통령의 첫 구상을 지금까지 지키고 있다. 한·인도 연구진이 혜택을 받을 수 있는 연구 활동을 지속하고 있다. 산업적으로 응용이 중요한 소재를 개발하기 위한 기틀을 마련하면서, 인도과학원^{Indian Institute of Science, IISc}을 비롯해 뭄바이나 카라그푸르, 부바네스와르 등 최상위 인도공과대와 인도 최고 사립대학인 크라이스트 대학 등과 협력관계를 맺고 있다. 소프트웨어 개발 기업과 융역 연구 같은 다양한 형태의 협력 경험도 있다.

지난 13년간 한·인도협력센터의 노력과 경험은 다양한 형식으로 인도와 공동연구를 하고자 하는 한국 연구자에게 도움이 될 것이다. 작게는 공동 세미나를 개최하는 것부터 공동 목표를 달성하기 위한 소규모 연구과제, 나아가 양국 공통의 문제해결형 연구 또는 글로벌 문제해결을 위한 대규모 연구 등 여러 종류의 공동연구가 가능할 것으로 기대된다. 이를 통해 한국과 인도 두 국가를 연구개발 차원의 선진국으로 발돋움하게 해 줄 새로운 과학기술 협력 모델로 자리매김할 것이다.



이승철 KIST 한·인도 과학기술협력센터장

서울대 재료미세조직 창의연구단 선임연구원, 영국 다스베리연구소와 독일 아헨 공대 방문 연구원 등을 지냈으며, 현재 한국과학기술연구원 책임연구원으로서 산하 한·인도협력센터장센터를 맡고 있다.



포항공과대학교 운영노

이동통신의 효율을 높여라

우리가 물이나 공기처럼 사용하는 이동통신. 하지만 그 이동통신의 효율을 높이기 위해 보이지 않는 곳에서 많은 노력이 이루어지고 있다. 지난해 ‘원익상’ 연구 분야 우수상을 받은 운영노 씨도 그런 노력을 하는 인재 중 하나다.

word 이동훈 photo 이승재

모두가 휴대폰을 사용하는 시대다. 하지만 휴대폰으로 대표되는 이동통신 체계는 무전기와는 달리 단말기만 있다고 통화가 가능한 것이 아니다. 기지국 같은 인프라가 있어야 한다. 그 인프라가 전파를 계속 중계해주어야 단말기 간 통화나 무선 인터넷 사용이 가능하다.

운영노 씨는 그러한 이동통신 인프라의 효율성을 개선하기 위해 필요한 ‘전자기학, 기하광학을 입사 군집 최적화 기술과 결합한 안테나 설계 방법론’ 연구를 통해 2022년 원익상을 수상했다. 그는 고려대학교 컴퓨터통신공학부에서 2017년 학사학위를 받고 같은 해 3월 포항공과대학교 전자전기공학과 MADS^{Microwave Antenna, Device and System}, 극초단파 안테나(기기·체계) 회원빈 교수 연구실에 석사과정으로 입학, 2019년부터 동 대학원 박사과정 재학 중이다.

— 1

스넬의 법칙: 파동이 하나의 매질에서 다른 종류의 매질로 진행할 때, 입사각 사인 값과 굴절각 사인 값의 비가 항상 일정하다는 법칙이다. 파동의 굴절에 관한 법칙으로 빛을 포함한 모든 파동에 대해 성립한다.

— 2

전자기학: 전자기이론을 여러 가지 상황에 적용해 전기장과 자기장을 구하고, 전하의 동력학을 탐구하는 학문이다.

— 3

기하광학: 빛의 진행을 아주 작은 입자의 운동으로 보아 그 궤적을 광선으로 나타내고, 광선의 진행을 지배하는 세 가지 기본 법칙(직진, 반사, 굴절 법칙)을 써서 광학 현상을 이해하는 학문 분야다.

»»» 전자기학과 기하광학 아울러 기지국 효율 증대

이번 연구를 하게 된 배경은 이렇다. 전파는 주파수가 높아짐에 따라 파장의 회절성이 감소한다. 그렇기 때문에 5세대^{5G} 무선통신에서는 단위면적당 기지국 안테나 수가 기존보다 100배 이상 증가한다. 그러면 기지국의 설치 인프라 비용과 기지국을 운용하기 위해 필요한 전력량이 급격히 증가한다. 이러한 문제를 해결하고 기지국 설치 및 운용 비용을 줄일 수 있는 대안은 렌즈 안테나다. 렌즈 안테나라는 광학렌즈와



윤영노 씨는 렌즈 안테나 최적화 설계 방법론을 세계 최초로 제시하였고, 해당 기술을 5G 기지국에 결합해 밀리미터 주파수 대역에서 성공적으로 시연했다.

윤영노 포항공과대학교 전자전기공학과 박사과정

‘전자기학, 기하광학을 입자 근집 최적화 기술과 결합한 안테나 설계 방법론’으로 2022년 원익상 연구 분야 우수상 수상전파 표면을 전기적으로 투명하게 만드는 EIT 기술을 능동적으로 제어하는 구조 개발
IEEE Student Paper Competition 2등(2021년), Honorable Mention(2019년) 수상
SCI급 국제 논문 11편(주 저자 5편) 게재, 삼성전자 · LG전자 생기원 등 산학 협력 연구

같은 원리를 이용한 안테나다. 빛을 굴절시키는 렌즈와 같이 스넬의 법칙^{Snell's law 1}으로 전자파를 굴절시키는 장치다.

기존의 렌즈 안테나 설계는 전자기학 또는 기하광학 중 하나만 이용했다. 전자기학만 이용한 설계 방법은 복잡한 구조에 정확도가 높지만 많은 시간과 연산량이 필요하다. 기하광학만 이용한 설계 방법은 빠른 설계가 가능하지만 렌즈의 구조가 복잡할 경우 정확성이 매우 떨어진다. 이에 윤영노 씨는 전자기학², 기하광학³ 기반 설계 방법론의 장점과 빠른 연산을 위한 입자 근집 최적화 기술을 결합해 복잡한 구조의 렌즈 안테나를 최적화했다.

렌즈 안테나는 물리적 형상에 따라 특정 방향으로 신호를 집중시키거나, 넓은 범위로 신호를 전파하는 다양한 기능을 할 수 있다. 윤희노 씨는 연구를 통해 넓은 범위로 신호를 전파하기 위해 임의의 곡률을 갖는 이중의 타원이 결합된 복잡한 구조의 렌즈 안테나를 전자기학과 기하광학을 접목한 모형을 바탕으로 입자 군집 최적화 기술을 적용해 렌즈 안테나 최적화 설계 방법론을 세계 최초로 제시했다. 또 해당 기술을 5G 기지국에 결합해 밀리미터 주파수 대역에서 성공적으로 시연했다.

앞에서도 말했듯이 기존의 전자기학 방식만 고려한 접근법으로는 복잡한 구조의 렌즈 안테나를 최적화하는 데 너무 많은 시간이 소요되었다. 윤희노 씨는 이를 해결하기 위해 기하광학과 입자 군집 최적화 기술을 접목했다. 그러나 입자 군집 최적화 기술은 그의 비전공 분야이기 때문에 학문에 대한 깊이가 부족해 논문 리뷰어들에게 매우 부정적인 코멘트를 받았다. 따라서 글래스고 대학 보 리우 교수와 해당 부분 기술 교류를 통해 부족한 점을 보완했으며, 설계에 필요한 연산량을 기존 대비 1만분의 1 수준으로 감축하는 데 성공했다.

이 연구는 또한 상당한 잠재력을 지니고 있다. 삼성전자 네트워크 사업부와 공동연구를 통해 밀리미터 상용 기지국과 연동한 측정으로 제안한 광각 조향 렌즈 안테나를 성공적으로 시연했다. 이 내용을 바탕으로 국제 학회 수상(2회), 국내 학회 수상(1회), 국내 특허출원(1회)을 완료했다.

이 연구에서 개발한 렌즈 안테나 설계 최적화 방법론은 전자기학, 기하광학, 입자 군집 최적화 기술을 결합한 보편적 설계 가이드라인을 제시했다. 이를 확장해 민수 분야의 무선통신 채널 모델링, 군수 분야의 레이더 탐지까지 적용 가능할 것으로 기대된다.

윤희노 씨는 후원비 지도교수, 선배 최두석·최재현·박준호 씨, 후배 김대현·김범현·이동섭 씨, 부모님과 동생 덕택에 이번 원익상을 수상할 수 있었다며, 이 상을 시작으로 대한민국 공학 리더로 성장해 차차 소재·부품·장비산업에서 국가 경쟁력을 제고하는 데 기여하겠다고 포부를 밝혔다.



현재 다바이스 투 네트워크의 새로운 패러다임인 CORE에 대해 연구 중이다.

»» 부단한 연구 통해 관련 분야 발전에 기여하고자

그는 이 외에도 다양한 연구를 한 바 있다. 현재 몸담고 있는 후원비 교수 연구실에는 ‘금속과 유전체로 구성되어 특정 주파수의 전파에 대하여 투과, 반사, 흡수, 편파 변환 등의 응답 특성을 갖는 주파수 선택 표면(Frequency Selective Surface, FSS)’에 대한 연구 주제로 입학했다. 이 연구를 통해 기지국 안테나, 위성안테나의 민수 분야와 레이더, 스텔스 등의 군수 분야에 활용 가능한 전파 표면을 전기적으로 투명하게 만드는 EIT(Electrically-Induced Transparency) 기술을 능동적으로 제어하는 구조를 개발해 전파 분야 세계 최대 학회인 IEEE International Symposium on Antennas and Propagation에서 2019년 오너러블 멘션(Honorable Mention)을 수상했다.

2021년 박사과정 재학 중에는 전자기학, 기하광학을 입자 군집 최적화 기술과 결합

한 설계 방법론을 최초로 제안해 이를 상용 밀리미터파 기지국 안테나에 적용, 밀리미터 5G 빔포밍 기술 시연을 선보였다. 그리고 해당 연구의 신규성, 우수성, 전파·광학·응용수학을 아우르는 다학문적 특수성을 높이 평가받아 IEEE International Symposium on Antennas and Propagation의 학생 논문 우수상^{Student Paper Competition}에 투고된 245편의 우수 논문 후보 중 2등을 수상했다.

또 그물망 형태의 투명 금속 전극과 투명 유리 유전체를 결합한 Optically-transparent FSS에 대한 신소재 개발 연구도 했다. 이 연구는 코닝정밀소재와 산학 프로젝트를 통해 미국 특허를 출원(US 2022/0255235 A1)했고, 해당 연구의 우수성을 인정받아 2019년 5월 ANSYS 이노베이션 데이^{Innovation Day}에서 초청 발표를 했다. 제안한 개념을 TIS^{Transparent Intelligent Surface}로 확장했으며, LG유플러스와 공동연구를 통해 세계 최초로 밀리미터 28GHz 실내 기지국 라디오 유닛을 이용한 시연에 성공했다. 이 연구 또한 우수성을 인정받아 2022년 5월 세계 최대 통신 분야 학회인 IEEE ICC^{International Conference on Communications}에서 발표 및 시연했으며, KU Leuven-POSTECH 커뮤니케이션 테크놀로지 워크숍^{Communication Technology Workshop}에 초청되어 발표하기도 했다.



전파 인지 재구성 지능형 전파 표면의 밀리미터파 프로토타입을 5G 기지국과 연동해 측정을 진행 중이다.



»»» 역경에도 굴하지 않아야

현재 그는 차세대 무선통신 핵심 기술인 재구성 가능한 지능형 전파 표면^{Reconfigurable Intelligent Surface, RIS}에 전자기학, 광학, 안테나 공학, 회로 및 시스템과 디스플레이 공학을 포괄하는 디바이스 투 네트워크^{device to network}의 새로운 패러다임인 CORE^{Cognitive Organic Reconfigurable Electronics}에 대해 연구 중이다. 연세대학교 채찬병 교수 연구실과 공동연구를 통해 본 주제로 제29회 삼성휴먼테크논문대상 Communication & Network 분과에서 금상을 수상했으며, 선제적 원천기술 IP 확보 및 세계 최초 전파 인지 재구성 전파 표면 시연을 목표로 연구를 진행 중이다.

현재 연구하고 있는 또 다른 주제로는 ‘전파 인지 재구성 지능형 전파 표면의 밀리미터파 프로토타입 및 5G 기지국과의 연동 측정’이 있다. 올해 하반기 프로토타입을 제품화해 내년 CES, MWC에 출품할 예정이다. 세계 최초의 전파 인지 재구성 전파 표면 시연이 될 것이다.

하지만 그에게도 힘든 시기가 있었다고 한다. 대학은 재수 끝에 들어갔고, 대학에서도 컴퓨터공학과에서 전자전기공학과로 전공을 바꿨으며, 대학원에서는 반도체에서 안테나로 연구 분야를 변경했다. ‘중요한 건 꺾이지 않는 마음’이라는 말이 있다. “지금 가는 길이 실패와 좌절이 아닌 성공을 향해 가는 과정이라는 믿음과 신념을 버리지 말고 끝까지 도전해 반드시 목표를 쟁취하기를 바란다”는 것이 그가 후배에게 하고 싶은 말이다.

아울러 그는 밤낮없이 연구실에서 고생하는 포항공대 MADs 연구실 선후배와 대한민국의 모든 대학원생에게 파이팅을 보내며 인터뷰를 마쳤다.



특허분쟁 판결을 위한 솔로몬

특허심판관

이번 호부터 첨단 과학기술 전문 직업의 세계를 다룬다.
첫 번째 다룬 직업은 특허분쟁에 관한 법적 판결을 내리는
특허심판관이다. 이를 위해 특허심판원 소속 김희태 수석심판장을
만나 특허심판관의 세계를 알아보았다.

word 이동훈 photo 서범세

특허란 발명한 자 또는 그의 정당한 승계인에게 그 발명을 대중에게 공개하는 대가로 일정 기간 배타적 권리를 주는 행정행위를 말한다. 즉 일정 기간 해당 발명품을 해당 발명가 또는 그에게서 정당한 권리를 받은 사람만이 만들어 팔아 이익을 추구하는 것이다.

싸움은 이권을 놓고 생긴다. 그래서 특허와 그로 인해 얻은 이권도 분쟁 대상이 될 수밖에 없다. 특허를 선점한 자는 후발 주자의 유사 제품이 자신의 특허를 침해했다고 주장해 이익을 지키려 할 것이고, 후발 주자는 자신의 제품이 기존 특허를 침해하지 않았음을 납득시켜 새로운 이익을 취하려 할 것이다. 이렇게 의견이 대립될 때 전후 사정을 충분히 따져 기존 특허의 침해 여부를 법적으로 판결하는 것이 특허심판관의 역할이다. 특허청 전기 분야 특허심판원 소속 김희태 수석심판장을 만나 특허심판관의 업무와 전기 분야 종사자들이 알아두면 좋을 특허 관련 조언을 들어보았다.

특허 강국 코리아, 그 일선에 선 특허심판관

특허심판관은 특허 관련 분쟁 재판의 제1심 판사라고 할 수 있다. 특허분쟁 관련 최초 심사 단계를 맡는 사람들은 특허심사관이다. 만약 특허심사관의 판단에 이의가 있는 경우 특허심판을 청구하고, 이때 판단을 내리는 것이 특허심판관이다.

이 과정에서 심판관은 전문가인 심사관의 거절 결정 처분을 다시 살펴봐야 한다. 또 침해 손해배상 분쟁과 관련한 특허권 무효 여부나 권리 범위 귀속 여부를 전문가인 법원의 시각을 의식해 판단한다. 그 자격은 법으로 규정되어 있다. 이 법에 의거해 전문 기술지식과 해당 기간의 장기 심사 경험을 지닌 심판관을 선발하고, 이 심판관이 3인 또는 5인 합의체를 구성해 준사법적 절차에 따라 공정하고 신속하게 결정을 내린다.

특허심판관의 자격을 규정하는 법률은 특허법 시행령 제8조 제2항이다.

특허심판관은 특허청 또는 그 소속기관의 4급 이상 일반직 국가공무원 또는 고위공무원단에 속하는 일반직공무원으로, 국제지식재산연수원에서 소정의 심판관 연수 과정을 수료해야 한다.



김희태 수석심판장은 누구



김희태 수석심판장은 한양대학교 전기공학과에서 학사·석사학위를 받고, 미국 벤저민 카도조 로스쿨에서 박사학위를 받았다. 대학 졸업 후에는 특허청 반도체 메모리 회로 분야 특허심사관으로 일을 시작한 후 심판연구관, 심판관, 소송수행관 등 특허심사심판 관련 업무를 주로 수행했다. 정보 기획, 전산화, 국제협력, 법제 개정, 기타 특허 행정 전반에 걸친 업무를 수행하기도 했다. 특히 한·미, 한·유 FTA 협상 대표, 미국 변호사 근무, EU 대사관 특허관 근무, 최근에는 사우디아라비아 특허청장 자문관 업무 등 국제협력 분야에서 크게 활약했다.

공학 지식과 법률 지식으로 분쟁 해결

사건 처리에서 가장 중요한 점은 사실관계와 실제적 진실의 파악이다. 그것이 이뤄져야 심판원에 청구하는 청구인의 억울함을 해소할 수 있다. 이를 위해서는 기술 설명회와 구술 심리 등이 필요하다. 그 결과물을 3인·5인 합의체에서 합의하며 그 결과를 심결문이라 부른다. 법원의 판결문 같은 것이다. 이 외에도 심판장은 심판부의 소송 수행 업무를 지휘한다. 심판 처리 상황 점검과 지도, 어려운 법률적 쟁점에 대응, 심판 업무량 조정, 심리 진행 지휘, 합의체 합의 주재 등이다.

현대 과학기술 분야는 매우 다양하게 나뉘므로 심판관은 학교 전공 등에 따라 전문 분야가 지정된다. 특허심판 사건이 접수되면 기술 분야에 따라 기계·화학·전기·복합 등 해당 분야의 전문성을 갖춘 심판부로 송출된다. 현재 특허심판원은 분야별 27개 전문 심판부가 있다. 다만 사건 처리 절차는 동일하다. 무역 관련 지식재산권 협정^{WTO TRIPS} 제27조에 따르면, 특허의 기술 분야별 차별을 인정하지 않기 때문이다.

결과적으로 보면 기계 분야 같은 경우 양 당사자가 서로 다투는 무효 사건이 상대적으로 많다. 전기·전자 분야는 주로 대기업인 만큼 심사관의 거절에 불복하는 결정계 사건이 많다. 화학 분야에서는 허가 특허 연계 무효 사건이 많은 편이다.

심판원에 접수되는 사건은 큰 분쟁의 소지를 안고 있다. 따라서 심판 결과는 권리자는 물론, 유사 업종에 근무하는 타인의 사업에 큰 영향을 미친다. 그러기에 빠르고 정확하게 권리 관계를 확정해야 하므로 심판관의 업무량은 엄청나며, 끊임없이 공부해야 한다. 2022년 말 기준 심판 처리 기간은 7.9개월이다. 과거 12개월 이상이던 것에 비해 크게 줄었다. 이렇듯 신속하게 처리하기 위해 우리나라 특허심판관은 외국에 비해 월등히 많은 업무에 시달리고 있다. 또 1인당 3500여 종의 세부 기술 분야를 다루고 있다. 심판 업무를 제대로 처리하면 정당한 권리자가 분쟁 위험에 시달리지 않고 생업에 몰두할 수 있는데, 김희태 수석심판장은 이때 보람을 느낀다고 말한다. 또 특허심판원의 심결은 권리를 인정받고 있어 현재 지식재산권 분쟁 사건의 91.5%가 법원 제소 등 추가 절차 없이 특허심판원에서 종결된다.

4차 산업혁명 시대에 맞는 대비 필요

김희태 수석심판장은 “업무 중 과학기술인의 법적 지식 부족으로 좋은 기술이 특허를 받지 못하는 경우도 있어 안타깝다”고 밝혔다. 특허 명세서, 특허 청구 범위를 잘못 기재해 심사 단계와 심판 단계에서 특허를 받지 못하고 거절 또는 무효 처분을 받는다는 것이다. 그는 “그런 상황을 예방하고 법적 보호를 받으려면 초기 출원 과정에서부터 변리사의 도움을 받아 특허권을 정밀히 설계해 분쟁 소지를 줄이고, 심사관과 원활하게 소통해야 한다”고 강조했다.

특히 이는 4차 산업혁명 시대에 더욱 중요한 덕목이다. 기술보호주의가 강화되는 현실에서 국제 특허분쟁은 갈수록 격화될 것이다. 우리나라 제품이 미국 특허 침해 소지가 있는 중국산 부품을 사용했다는 이유로 미국 수출길이 막힐 수도 있는 것이다. 이는 법적 대응에 필요한 자본과 시간이 부족한 중소기업에 더욱 불리하다.

또 그는 우리나라가 특허심사관·심판관 수급 면에서 매우 축복받은 나라임을 강조했다. 외국은 과학기술인도 특허심사관에 대해 모르는 경우가 많다. 안다 해도 대부분 기피한다. 그런데 우리나라는 많은 인재가 앞다퉈 특허심사관이 되겠다고 지원한다. 특허심사관은

특허심판관 입직 경로



- 1 5급 공채, 즉 기술고시에 응시해 합격하면 특허청 지망 후 근무 가능
- 2 박사, 기술사, 변리사 등을 상대로 특채
- 3 7급 또는 9급으로 입직한 일반 공무원이 자격을 갖추어 심판관이 되는 경우. 이 경우에도 변리사, 변호사 등 관련 자격증이 있어야 가산점이 주어지며, 어떤 경로로 특허심판관에 입직하든, 기술적인 부분과 법률적인 부분을 아우르는 융합적 사고는 필수다.

외국을 상대로 일어나는 기술 분쟁에서 국익을 지켜줄 인재다. 이는 신기술을 만드는 것만큼 중요한 역할이다. 그는 특허심사관이 되고 싶은 사람이라면, 그 점을 염두에 두고 준비하는 것이 좋다고 당부했다.

마지막으로, 그는 챗GPT로 대표되는 인공지능에 대해 많은 관심이 필요하다고 강조했다. 인공지능 개발 속도를 감안하면 앞으로 지식재산권 업무 행정에 큰 영향을 미칠 것이기 때문이다. 첫째, 행정전산화에 인공지능을 적극 활용해야 한다. 인공지능은 데이터 검색·정비·분류, 사용자 기반 번역에 매우 유용하다. 또 인공지능이 신기술을 발명하는 시대가 온다면, 과연 인공지능을 사람처럼 발명하고 특허받을 수 있는 주체로 인정할 수 있는지 입장 정리를 할 필요가 있다. 그러나 인공지능과 관련해 가장 큰 문제는 보안이다. 챗GPT 등에 질문하고 답을 얻는 과정에서조차 질문자의 기밀 사항이 누출될 수 있기 때문이다. 그런 만큼 보안을 유지하는 장치를 만들고, 이를 교육해야 한다. 나아가 이제부터라도 인공지능 시대에 맞는 생존 전략을 수립해야 한다.



“

기술보호주의가 강화되는 현실에서 국제 특허분쟁은 갈수록 격화될 것이다. 우리나라 제품이 미국 특허 침해 소지가 있는 중국산 부품을 사용했다는 이유로 미국 수출길이 막힐 수도 있다. 이는 법적 대응에 필요한 자본과 시간이 부족한 중소기업에 더욱 불리하다.

”



아이의 노랫소리를 들려줘



영화 <아이의 노랫소리를 들려줘> 포스터

인공지능 시대의 명암을 내다보라

신이 강철을 창조할 때 나무들은 벌벌 떨었다고 한다. “저 강철이 톱과 도끼가 되어 우리를 모두 잘라내면 어찌지?” 그러자 신은 나무들에게 이렇게 말했다. “걱정 말라. 그대들이 도끼 자루가 되지 않는 한 그럴 일은 없으니.” 챗GPT로 인해 다시금 인공지능이 큰 화두가 되고 있다. 그 화두를 떠올리기 전에 명심할 우화가 아닐 수 없다.

word 이동훈(과학 칼럼니스트)

세상만사 운칠기삼이라고 했던가. 작품성은 뛰어난데 (특히 우리나라에서) 흥행이 맥을 못 추는, 이른바 ‘저주받은 걸작’은 언제나 있기 마련이다. 이번에 다룬 영화 <아이의 노랫소리를 들려줘> 역시 그런 작품이다. 제작국인 일본에서는 2억여 엔의 흥행 수익을 올렸고, 우리나라에서도 총관객 수 6000여 명으로 큰 인기를 얻지는 못했다. 하지만 이 영화는 눈앞에 다가온 4차 산업혁명의 일상, 그중에서도 인공지능과 함께 살아가는 방법에 대해 자문하게 해주는 수작이다.

제목부터 인공지능과 밀접하게 연관되어 있다. 이 작품의 일본어 원제는 국내 개봉명과 같은 뜻의 ‘아이의歌声を聴かせて’이다. 여기서 아이^{アイ}는 인공지능^{AI}, 사랑(일본어로 愛/あい), 나(영어로 I)를 의미하는 중의적 표현이다.

작품 배경은 가까운 미래의 일본이다. 4차 산업혁명이 크게 진행되어 어디든 사물인터넷과 인공지능, 로봇의 힘이 미치지 않는 곳이 없다. 이러한 생활을 가능하게 해준 첨단기술 기업 호시마. 이 회사 연구



사토미(왼쪽)를 처음 만난 시온(오른쪽). 시온의 ‘진짜 임무’는 따로 있었다.

원인 아마노 미쓰코(오하라 사야카 분)는 어떤 실험을 진행 중이다. 인간 소녀의 모습을 지닌 강인공지능^{Strong AI} 1로봇 아시모리 시온(쓰치야 다오 분)을 인간의 학교에 들여보내 정체를 들켜지 않고 5일간 학생들과 함께 생활하도록 하는 것이다. 그야말로 일상 속 튜링 또는 워즈니악 테스트였다.

그러나 이 거창한 실험은 시작부터 삐걱댔다. 미쓰코의 딸 아마노 사토미(후쿠하라 하루카 분)는 집 안에 부주의하게 방치된 연구 자료에서 본 아시모리 시온을 학교에서 만난 뒤 어머니의 실험을 눈치챈다. 설상가상 시온은 사토미와 친구들 앞에서 작동 오류로 배가 터져 정체가 탄로 난다. 어머니의 연구가 위기에 처하도록 놔둘 수 없던 사토미는 친구들에게 시온의 비밀을 말하지 말아달라고 부탁한다. 사토미와 친구들의 철저한 입단속 덕택에 시온을 이용한 실험은 성공리에 진행되었다. 하지만 시온은 친구들과 놀던 중 갑자기 호시마 직원들에 의해 어디론가 끌려간다. 도대체 왜? 시온은 친구들을 다시 만날 수 있을까?

— 1
강인공지능: 약인공지능^{Weak AI}에 대비되는 의미로 만들어진 용어로, 약인공지능은 특정한 한 가지 분야의 주어진 일을 인간의 지시에 따라 수행하는데, 이러한 약인공지능의 제한된 기능을 뛰어넘어 더 발달된 인공지능을 말한다.

인공지능 논의, 과열 양상

시온이 끌려간 이유는 그녀에게 탑재된 강인공지능이 인간, 엄밀히 말하면 호시마의 통제를 벗어났기 때문이다. 강인공지능은 인간과 마찬가지로 자아와 의식을 갖춘 인공지능을 말한다. 만물의 영장을 자처하는 인간은 스스로 통제할 수 없는 강대한 힘을 지닌 존재를 용납하지 못한다. 시온이 무슨 짓을 할지 예측할 수 없던 인간들은 그녀를 손쉽게 잡아 가두고 무력화하는 쪽을 선택했다.

현실에서도 챗GPT의 등장으로 인공지능에 대한 논의가 다시금 가열되고 있다. 솔직히 가열이 아닌 과열이라 부르는 쪽이 더 정확할지도 모르지만 말이다. 적어도 현재까지는 챗GPT를 비롯한 기존 인공지능은 모두 약인공지능이다. 약인공지능은 자의식이 없다. 따라서 욕구도, 의지도 없다. 감정도, 사상도 가질 수 없다. 때문에 약인공지능을 두고 천지개벽이라도 일어난 듯 난리 법석을 떠는 것은 쓸데없는 호들갑 그 이상도 이하도 아니다. “김구를 죽인 사람은 김일성”이라고 답하는 챗GPT가 무슨 수로 인간의 강력한 대체재이자 경쟁자가 될 수 있겠는가. 인간은 인공지능보다 훨씬 적은 에너지와 시간으로도 효율적인 학습이 가능하다. 챗GPT처럼 하루 밥값(전기료)으로 5000만 원이나 청구하지 않고도 학습한다. 그것도 물리적 세계에서 몸을 지니고 오감을 통해 다채롭게 학습한다. 개체의 생존과 유전자 전달을 위해 길러진 욕구와 의지, 감정과 사상도 지녔다. 무엇보다 인간에게 닥친 문제는 챗GPT 따위에 답을 구하기에는 너무 중대하지 않은가. 심지어 개인의 일상 속 문제조차 말이다.



노래하는 시온. 제목에서부터 드러나듯, 이 작품은 뮤지컬적 성격이 강하다.



게다가 인간의 지능을 지닌 두뇌는 컴퓨터가 따라잡기에는 너무 복잡하다. 인간 두뇌는 아직 스스로에 대해 제대로 알지 못할 정도로, 즉 뇌 과학이 뇌 비밀을 완전히 규명하지 못할 정도로 복잡하다. 인간 두뇌에 대해 완벽히 알지 못했는데 인간과 동등하거나, 그 이상 지능을 발휘하는 강인공지능을 만들 수는 없다. 인간 뇌는 1000억 개의 뇌세포가 있고, 그 뉴런의 연결인 시냅스 연결은 약 100조 개가 있다. 참고로, 챗GPT에서 전자적으로 재현된 시냅스 연결 숫자는 1750억 개에 불과하다. 이 시냅스 연결은 대단히 복잡하다. 시냅스 연결을 통해 정보가 전달되는 데에는 전기신호와 100여 종의 신경전달물질이 관여한다. 때문에 인간의 뇌 기능을 다 아는 데 얼마만큼 시간이 걸릴지는 아무도 모른다.

강인공지능이 있는 세상의 모습은?

다만 이 작품에서처럼 SF적 상상력을 발휘해 강인공지능의 탄생 가능성, 그리고 그것이 등장한 미래를 예측하는 것도 완전히 무익하지는 않을 것이다. 적어도 이론적으로는 강인공지능의 탄생이 가능하다.

첫 번째 가능성은 양자 컴퓨터의 등장이다. 기존 디지털 컴퓨터의 최소 연산 단위인 비트가 가질 수 있는 값은 0 또는 1뿐이다. 그리고 이를 한 번에 하나만 나타낼 수 있다. 그러나 양자 컴퓨터의 최소 연산 단위인 큐비트는 양

시온은 로봇이지만, 그럼에도 주인공들은 그녀를 진정한 친구로 여기게 된다. 이는 현실에서 사람들이 로봇에 품는 감정과 비슷하다.



자역학의 특성을 사용해 0과 1이 중첩된 값을 지닐 수 있다. 그리고 이 여러 값을 동시에 나타낼 수 있다. 때문에 양자 컴퓨터는 기존 디지털 기반 슈퍼컴퓨터보다 수백만 배 빠른 계산이 가능하다.

이러한 양자 컴퓨터 관련 기술을 완벽하게 다듬으면 지능의 창발^{emergence} 현상이 일어나 자의식을 지닌 강인공지능, 그리고 인간 지능을 월등히 뛰어넘는 초인공지능이 태어날 수도 있다. 창발이란 많은 컴퓨터가 서로 연결될 때 새로운 정보를 넣지 않아도 지능이 갑자기 높아지는 현상을 말한다. 원시 지구의 심해열수공에서 나온 화학에너지가 생명체 탄생에 의도치 않게 기여했다는 생명 탄생 이론처럼 말이다. 영화에 등장한 시온의 인공지능 역시 창발 현상을 통해 진화하고 발전한 것으로 보인다. 다만 이 역시 이론상으로만 존재하는 개념일 뿐 아직 실제로는 관측된 적이 없다.

이러한 강력한 인공지능이 등장한다면 인간과 어떤 관계를 맺어나갈 것인가? 모든 미래 예측이 그렇듯이 이에 대해서도 장밋빛 전망과 회색빛 전망이 공존한다. 장밋빛 전망은 이 영화에 나타난 것처럼 강력한 인공지능이 인간의 좋은 친구는 물론, 나아가 인간을 올바른 방향으로 선도하는 성자^{聖者}도 될 수 있다는 전망이다. 과거 4대 성인이 철기 문명을 얻은 인간을 고대국가라는 큰 공동체로 통합할 수 있는 깨달음을 주었듯, 고도로 발전한 인공지능 역시 핵이라는 큰 힘을 얻은 인간이 자멸하지 않고 발전해나갈 수 있는 지혜를 준다는 것이다. 회색빛 전망은 영화 <터미네이터> 내용처럼 인공지능이 인간을 지구에서 함께 공생할 수 없는 경쟁자로 여기고 공격한다는 예측이다. 어쩌면 인공지능은 장밋빛도, 회색빛도 아닌 제3의 길을 찾을 지도 모른다. 인간이 국립공원이나 동물원 속 야생동물의 삶에 필요 이상으로 간섭하지 않듯, 자신보다 진화의 수준이 한참 뒤떨어진 인간의 삶을 유유자적 방관하다가 자신들이 생활하기 불편해질 때에만 최소한으로 개입할 수도 있다. 반대로 <공각기동대>에서처럼 인간의 몸과 마음에 적극적 통합을 시도할지도 모른다.

가까운 미래 모습을 엿보게 해주는 작품

하지만 이는 모두 예측이고 상상일 뿐이다. 정작 중요한 것은 오늘날 우리가 인공지능과 맺어 나가는 관계다.

인공지능의 능력이 강해짐에 따라 인공지능은 인간이 지닌 문제도 답습하는 경향을 보인다. 즉 인간이 지닌 편견을 배운다. 이는 우리나라 인공지능 ‘이루다’에도 나타났다. 그리고 더욱 큰 문제는, 인간이 이미 인공지능을 악용하기 시작했다는 것이다. 인공지능이 지식재산권 침해(표절), 개인정보 침해, 가짜 뉴스 제작·살포 등에 엄청난 위력을 발휘하기 시작했다. 그리고 수많은 기술발전 사례에서 알 수 있듯, 인간의 사고 속도는 기술발전 속도를 따라잡지 못한다.

알고 보면 극 중 시온은 인간의 통제를 전혀 벗어나지 않았다. 호시마의 통제를 벗어난 것도 먼 옛날 사토미의 친구 스자키 도우마(구도 아스카 분)가 입력한 명령 ‘사토미를 행복하게 해 줘’를 실행하기 위해서였다. 적어도 예측 가능한 미래가 오기 전까지 인공지능은 인간의 명령을 받는 도구일 뿐 인간과 동격도, 인간보다 우월한 존재도 아니다. 인공지능을 대할 때 우리가 명심해야 하는, 하지만 잊기 쉬운 부분이다. 기술의 주인으로서 기술을 책임 있게 다루는 것, 진부한 이야기지만 그것이 인간에게 주어진 가장 큰 과제일 것이다.

한편으로 이 영화는 가까운 미래 4차 산업혁명으로 인해 일변할 우리 일상도 꽤 설득력 있게 그려냈다. 4차 산업혁명이 약속하는 스마트 홈과 스마트 시티, 그리고 그 속에서 지금보다 더 친환경적이고 기술 밀착적인 삶이 펼쳐지고 있다. 극 중 시온의 행보에서는 동양권 작품답게 윤희와 인연의 모티브도 강하게 느껴진다. 그런 부분에 초점을 맞추는 것도 이 영화의 주된 감상 포인트가 될 것이다.

2023년도 월드클래스플러스사업 신규 지원

산업통상자원부는 세계적 수준의 중견기업을 육성하기 위해 ‘월드클래스플러스사업’을 추진한다. 월드클래스플러스사업은 성장 의지와 기술 잠재력을 갖춘 중견기업 또는 중견기업 후보 기업을 집중 지원해 성장을 촉진하고 글로벌 경쟁력을 강화하는 것을 목적으로 한다.

월드클래스 기업의 정의

성장 의지와 혁신 역량을 갖춘 세계적 전문 기업

지원 대상

매출 1조 원 미만 중견기업 또는 매출 700억 원 이상 1조 원 미만 중견기업 후보 기업

지원 내용

선정된 월드클래스 기업이 한국형 히든 챔피언 기업으로 도약하도록 기업이 필요로 하는 지원 시책을 5년간 패키지로 제공

- ① R&D: 미지원
- ② 비R&D: 금융(우대 금리, 요건 면제, 우대 지원 등)·수출(KOTRA 중견기업 글로벌 지원사업 등)·인력(채용 지원 등)·컨설팅(지식재산권 컨설팅, ESG 컨설팅 등) 등 지원

지정 기간

선정 연도로부터 총 5년
*추가 5년 연장 가능: 5년 차 점검을 통해 핵심 목표를 충실히 이행하거나 목표 재설정, 성장전략 수정 등을 통한 지속 지원 필요성 인정

평가 절차

시행 계획 공고	신청 접수	요건 심사	분야 평가 (성장전략서)	평판 검증 현장 확인(필요 시)	종합 평가	선정
산업통상자원부	KIAT	평가위원회(사업평가단)			산업통상자원부	

접수 기간

2023년 4월 12일(수)~5월 12일(금) 18:00

접수처

메일(worldclass@kiat.or.kr)로
제출 서류 송부

서식 교부

한국산업기술진흥원 홈페이지
(www.kiat.or.kr > 사업공고)

문의

한국산업기술진흥원 기업성장지원실
☎ 02-6009-3532

*신청 자격과 지원 대상, 절차에 관한 기타 자세한 사항은
공고 내용을 확인하시기 바랍니다.

독자퀴즈

다음 ○○에 들어갈 단어를 적어주세요!

퀴즈에 참여해주신 정답자 분들께는 소정의 상품을 보내드립니다.
퀴즈 답변은 grintjssu@hankyung.com으로 보내주세요.
독자 선물은 교환, 환불이 불가합니다. 주소 불명 등으로 반송 시 재발송하지 않습니다.

“막 데뷔한 챗GPT 에 공룡 ○○이 한 방 얻어맞았다.
지난 1월 ○○의 모회사 알파벳의 순다르 피차이 CEO는
전 사에 챗GPT에 대한 경계경보를 내렸다. 지난 10여 년간
철옹성처럼 지켜온 ○○의 검색 사업에 챗GPT와 Bing이
손가락을 얹는 모습을 그냥 두고 볼 수는 없었던 것이다.”

NEW TECHNOLOGY OF THE MONTH

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



정기구독 안내

<이달의 신기술>은 11월호부터 무료로 전환될
예정으로, 신규 정기구독 서비스를 중단합니다.
현재 구독 중인 구독자분들에게는 10월호까지
매거진을 발송해드릴 예정입니다.



02-360-4859

데이터 기반의 기획·평가



한국산업기술평가관리원의 Never Ending R&D story

미래 기술혁신의 길은 계속됩니다

잘 만든 기술은
세상의 모든 것을 이롭게 합니다
더 많은 산업 기술의 꿈을
이룰 수 있도록
아낌없는 지원과 협력으로
힘을 보태고 있는 KEIT,
가능성에 끊임없이 도전하며
혁신기술의 길을 만들어가겠습니다

R&D 혁신 생태계 강화



주력산업의 기술고도화 촉진



첨단산업 성장기반 기술 확보

