

AGI시대의 도래, 대학교육의 역할을 다시 묻는다



2026년 3월

김진형
KAIST 명예교수, 전산학부
jkim@KAIST.edu

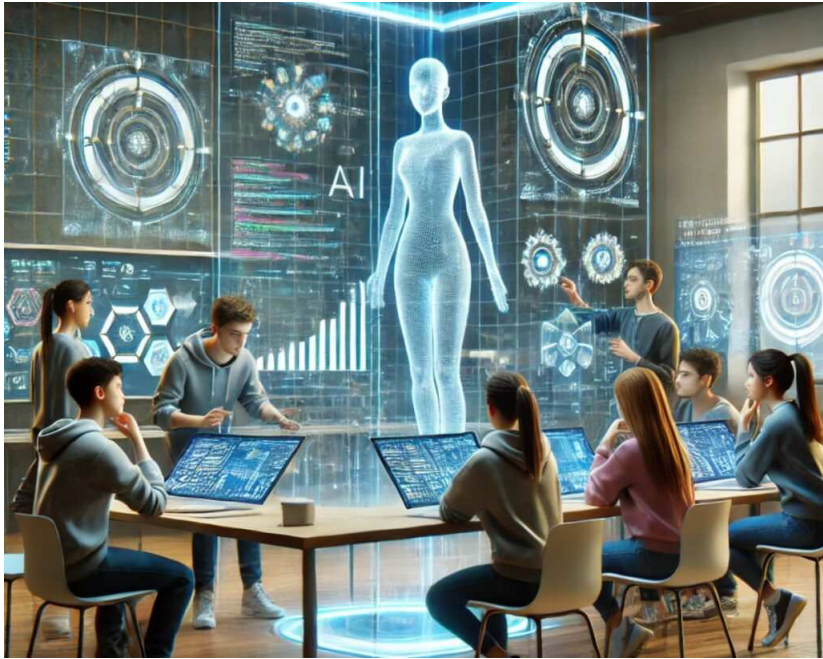


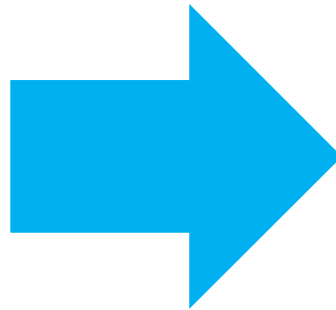
image https://www.sportlightuniv.com/ai-%EC%8B%8C%80-%EC%96%B4%EB%96%B8%EA%B2%8C-%EA%B5%90%EC%9C%A1%ED%95%A0-%EA%B2%83%EC%9D%B8%EA%B0%80/#google_vignette



거대한 전환 : AI, 공상과학에서 일상으로



SF 소설 속
초인적 능력의 기계

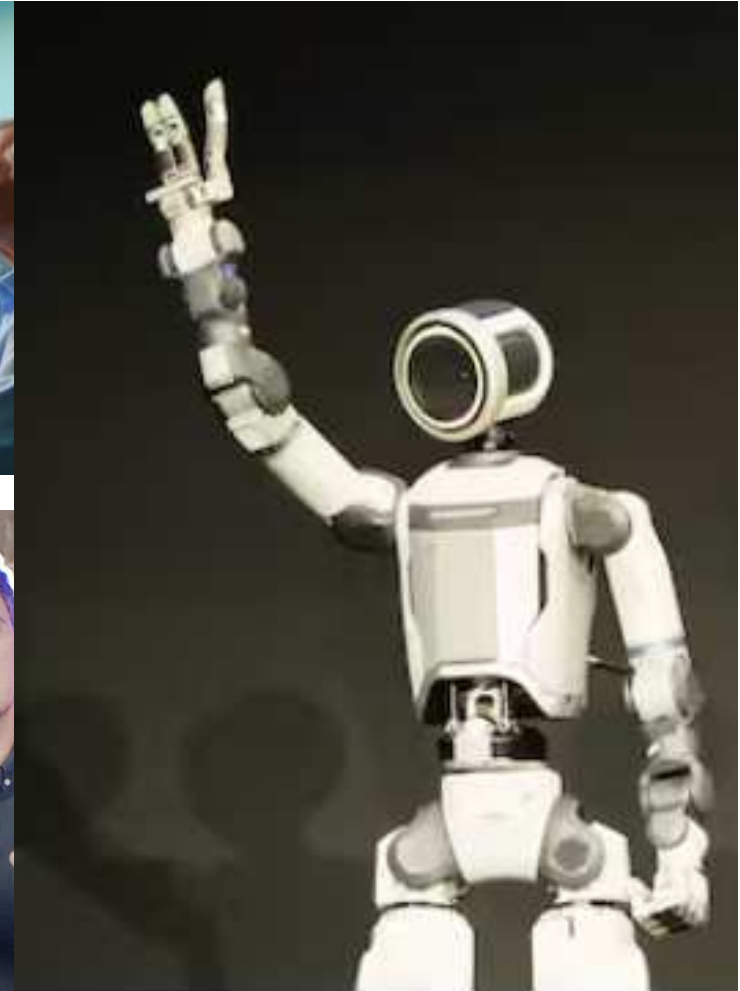
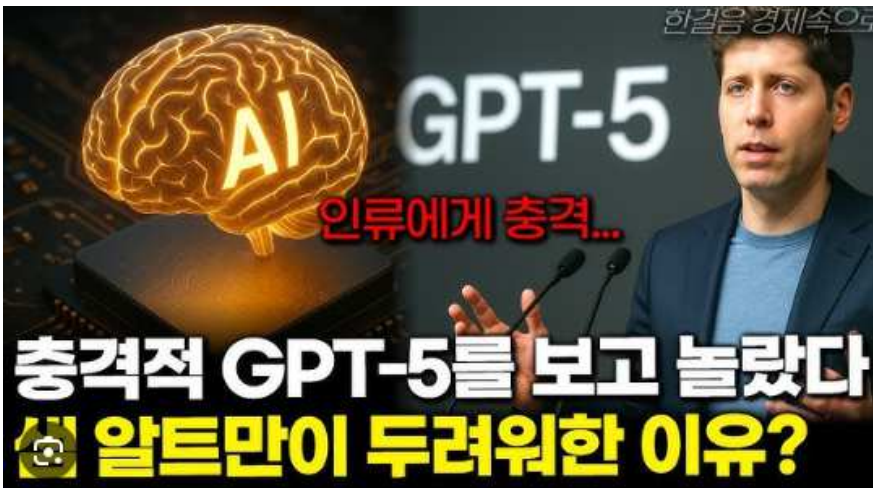


'알파고의 출현으로
지능의 자동화'가 현실로

인간 잠재력을
무한 확장하는
'지능의 지렛대'
인간과 대화하고 창작

AI는 더 이상 먼 미래가 아닌, 우리 곁에 와 있는 '현존하는 도구'

세상을 뒤흔드는 AI



지능의 유틸리티(Utility)화: 누구나 쓰는 AI

● 범용 기술

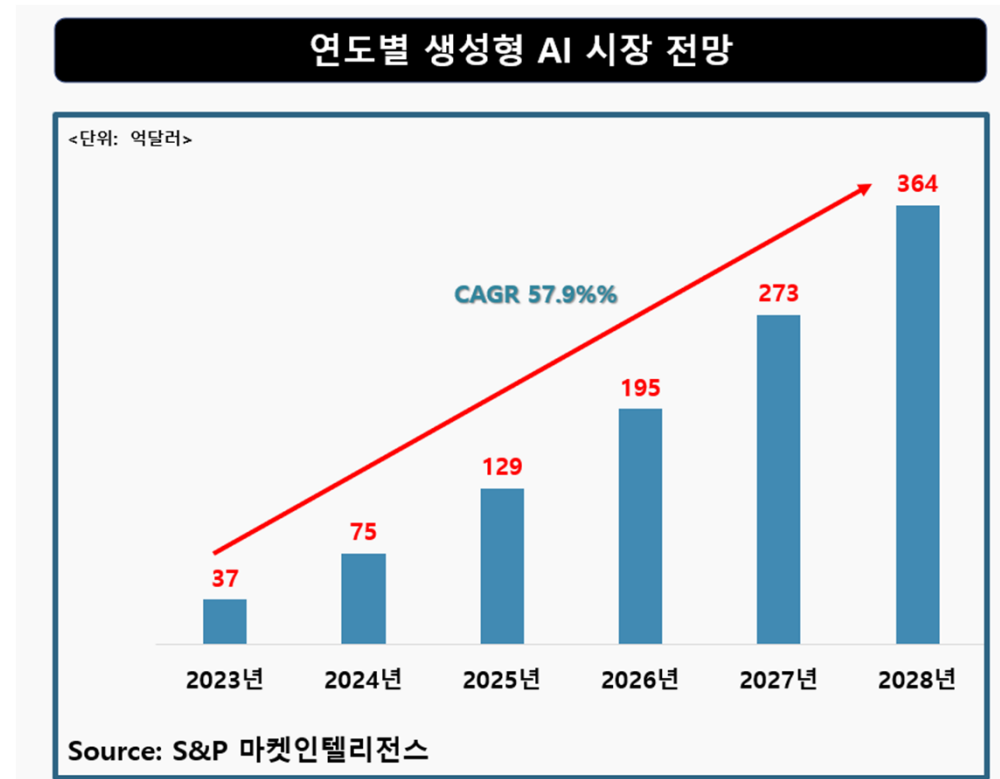
- 산업 전반에 영향을 미치는 기초 인프라화

● 낮아진 문턱

- 오픈소스와 클라우드의 결합

● 비용의 혁명

- 고도의 지적 판단 복제 가능
- 서비스의 보편화



전기처럼 흐르는 지능, '기술의 민주화' 시작

파괴적 혁신의 현장 : 금융-경영

- JP 모건 COIN (Contract Intelligence) : 기업의 대출 계약 돕는 변호사 업무 자동화
 - OCR 및 자연어 처리(NLP) 기술 사용, 2017년
 - 36만 시간의 전문가 인건비, 처리 지연, 사람의 오류 가능성 극복
 - 일주일 걸리던 서류 처리 업무를 초당 12,000 건 처리
- COIN은 '특수 목적의 지능', 지금의 LLM은 문맥과 의도를 이해
 - "이 계약서에서 독소 조항 찾아줘"라는 Prompt로 코딩 없이 결과물 산출
 - 그러나 LLM은 확률적으로 대답 작성하니 '검증' 필요
- " 이제 지능은 디지털 장치 안의 고정 인프라"
 - 초기 모델 학습, 서버 인프라 구축에 비용 들지만
 - 구축 후에는 많이 처리해도 추가 비용(한계 비용)은 없다



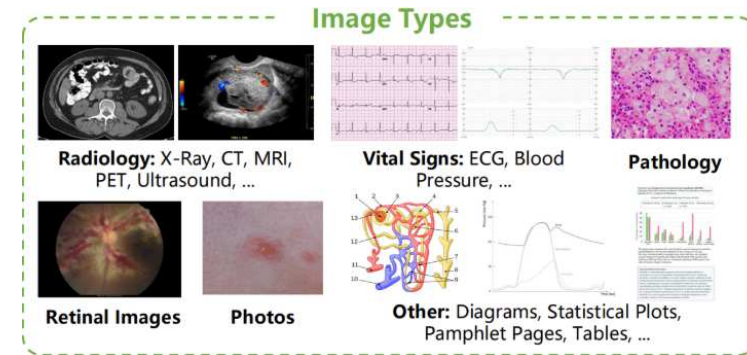
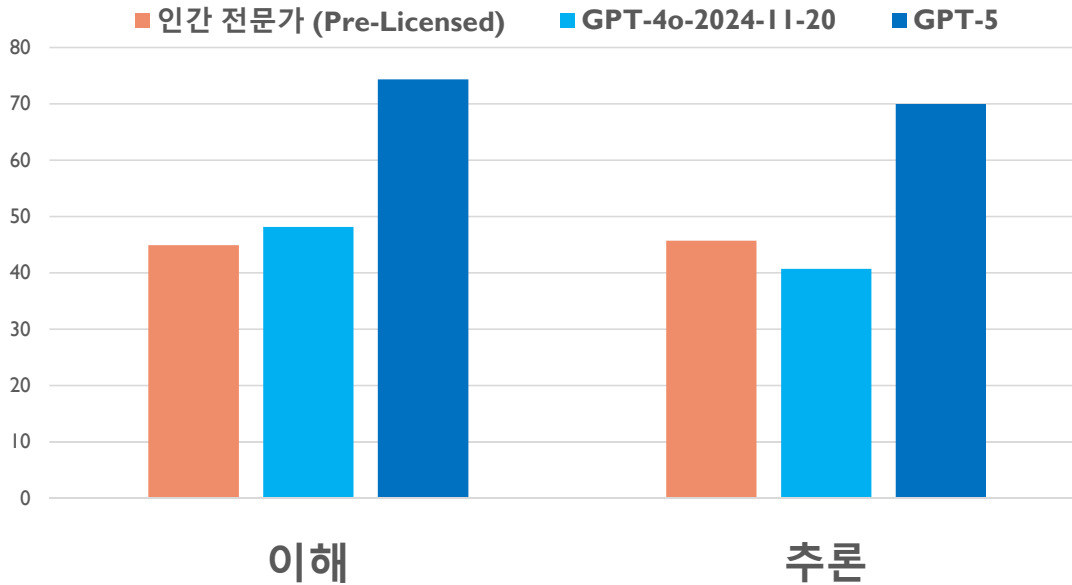
지식 인프라를 활용해 새로운 가치를 설계하는 기획력이 중요

파괴적 혁신의 현장 : 의료 분야

● GPT5가 진료에서 인간 전문가를 능가 2025년 8월

MedXpertQA 멀티모달(MM) 벤치마크 사례

· 복합적인 임상 시험 문제 - 의료 영상, 환자 기록 등 포함



MedXpertQA MM

A 27-year-old woman presents to the emergency department with a migraine headache. She complains of photophobia, aura, and severe nausea. She reports of vomiting several times. Her past medical history shows hypothyroidism and depression. Her medications include levothyroxine and sertraline. On physical exam, she is lying with her hand over her eyes and appears to be in moderate distress. She is given an abortive medication and several doses of an antiemetic. 1 hour later, the migraine has broken but the patient complains of diplopia. Her temperature is 100.3°F (37.9°C), blood pressure is 152/94 mmHg, pulse is 107/min, and respirations are 20/min. On repeat exam, her neck is extended and her jaw is clenched. Her eyes deviate upwards on convergence testing. Her reflexes are 2+ throughout. Laboratory testing is performed and reveals: Serum: Na+: 142 mEq/L K+: 3.4 mEq/L Cl-: 102 mEq/L HCO3-: 25 mEq/L Urea nitrogen: 12 mg/dL Creatinine: 0.9 mg/dL. What is the best next step?

(A) Dantrolene (B) Propranolol (C) Lorazepam (D) Magnesium sulfate (E) **Benztrpine**

- Complex**, multi-step reasoning
- Expert-level** decision-making
- Aligned with **realistic** scenarios

Possible cause: metoclopramide

Additional symptoms: stress responses

Key symptoms: oculogyric crisis

Known side effect: prolonged QT interval

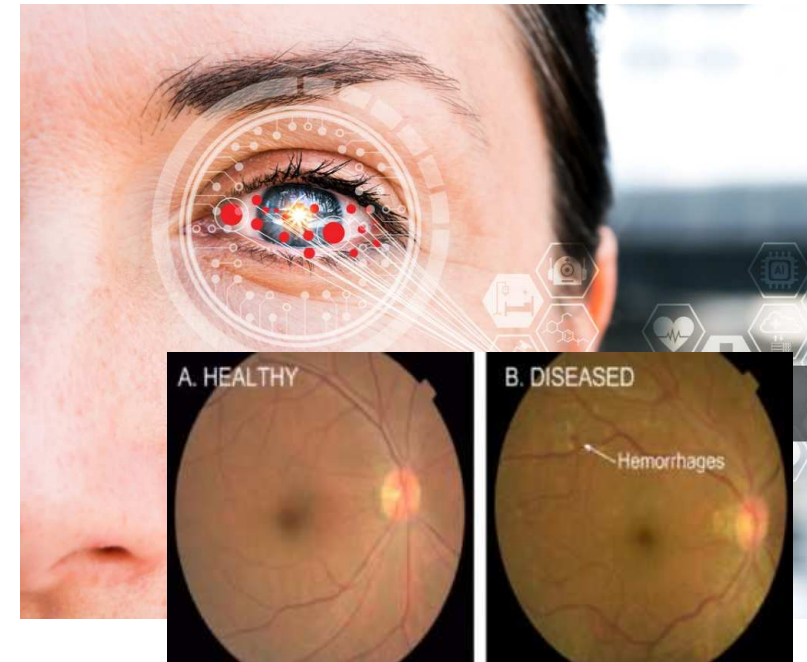
Treatment: anticholinergic drug, e.g. (E) **Benztrpine**

Final diagnosis: acute dystonia

* Underlined text are information relevant to the incorrect options.

20년 경력 전문의들을 압도한 진단 지능(망막증)

- 구글 헬스의 당뇨병성 망막증 진단,
 - 환자 14만명의 데이터로 학습
- 안과 전문의들과 AI의 진단 대결
 - AI가 전문의 집단의 평균치를 상회, 2022년
 - '숙련된 의사의 직관'이 사실은 패턴인식 능력 !
- 오지에서도 스마트폰으로 최고 수준의 진단 제공 → '의료의 민주화'



AI는 단순히 사람을 돕는 것을 넘어서, 기존의 한계를 돌파하는 새로운 도구로

파괴적 혁신의 현장 : 연구를 주도하는 AI

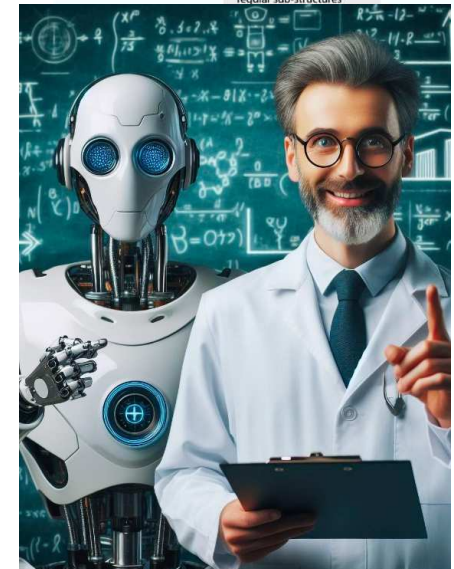
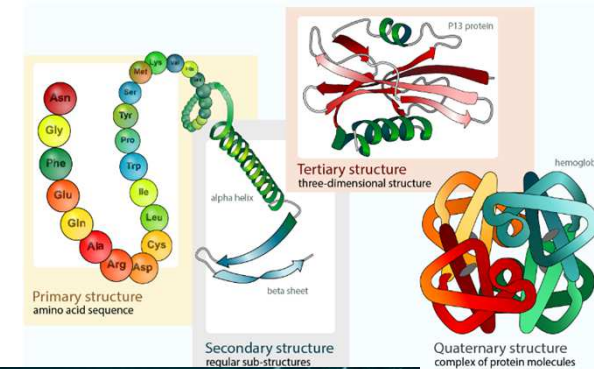
2024년, 노벨 화학상을 AI 연구/개발자들이 수상

- AI를 활용해 단백질 구조를 예측하고 설계한 팀에서
 - 알파고를 만든 딥마인드의 개발자들이 Alpha Fold 개발

AI Scientist, by Google, 2025.02, Sakana.ai 2024.08

- 과학적 발견을 가속화하는 AI 공동 연구자
 - 목표를 설정하면 관련 문헌을 검색, 가설 생성, 실험 프로토콜 제안
- 자연어로 연구 목표를 지정하는 등 과학자와의 협업
 - 가설 생성, 반복적인 추론, 발전 및 개선
- 연구 결과로 논문 작성 : 자체 비판 및 개선 방향도 제공
- 다양한 생물 의학 분야에서 검증됨
 - 기존 약물의 새로운 치료 적응증을 성공적 식별

인간의 창의성 증강하고 과학적 발전을 촉진하는 잠재력



파괴적 혁신의 현장 : 코딩 능력은 더 이상

- 반복적 개발 업무는 이미 자동화되었다
 - AI는 인간보다 수십 배 빠르게 로직을 구현한다
 - 언어의 경계도 무너졌다
- 자율형 AI 엔지니어의 등장
 - Devin : "AI 소프트웨어 엔지니어"로 소개된 자율형 개발 시스템.
 - 요구사항 분석, 코드 작성, 오류 수정, 테스트 수행, 실행 환경 설정, 결과 확인 후 재수정 까지



기업이 찾는 사람은 달라졌다

"AI가 작성한 코드를 검증하고 비즈니스 가치로 연결할 줄 아는 설계자'를 찾습니다"



TECHNOLOGY | UNITED STATES OF AMERICA

Meta to lay off 5% of employees in efficiency drive

01/15/2025

파괴적 혁신의 현장 : 'AI가 수행하는 전쟁' 2026.02 이란

- **전쟁에서의 AI 역할 :** 시나리오 설계와 작전 인프라의 핵심
미국은 'AI-first' 전쟁 수행 방식으로 전이 중

- **Anthropic의 Claude: 윤리 고수로 정부 사업에서 퇴출**

- 대규모 감시나 자율형 살상 무기에 사용되는 것을 금하는 윤리 조항(Constitutional AI 기반) 포기 거부
- '공급망 위험' 업체로 지정, 연방 기관 사용 금지
- 그러나 Claude가 활용되었다는 보도가
 - 전투 관리 및 의사 결정 지원, 실시간 타격 및 정보 융합
 - Palantir 파트너: 기밀 네트워크에서 구동되는 유일한 AI 모델

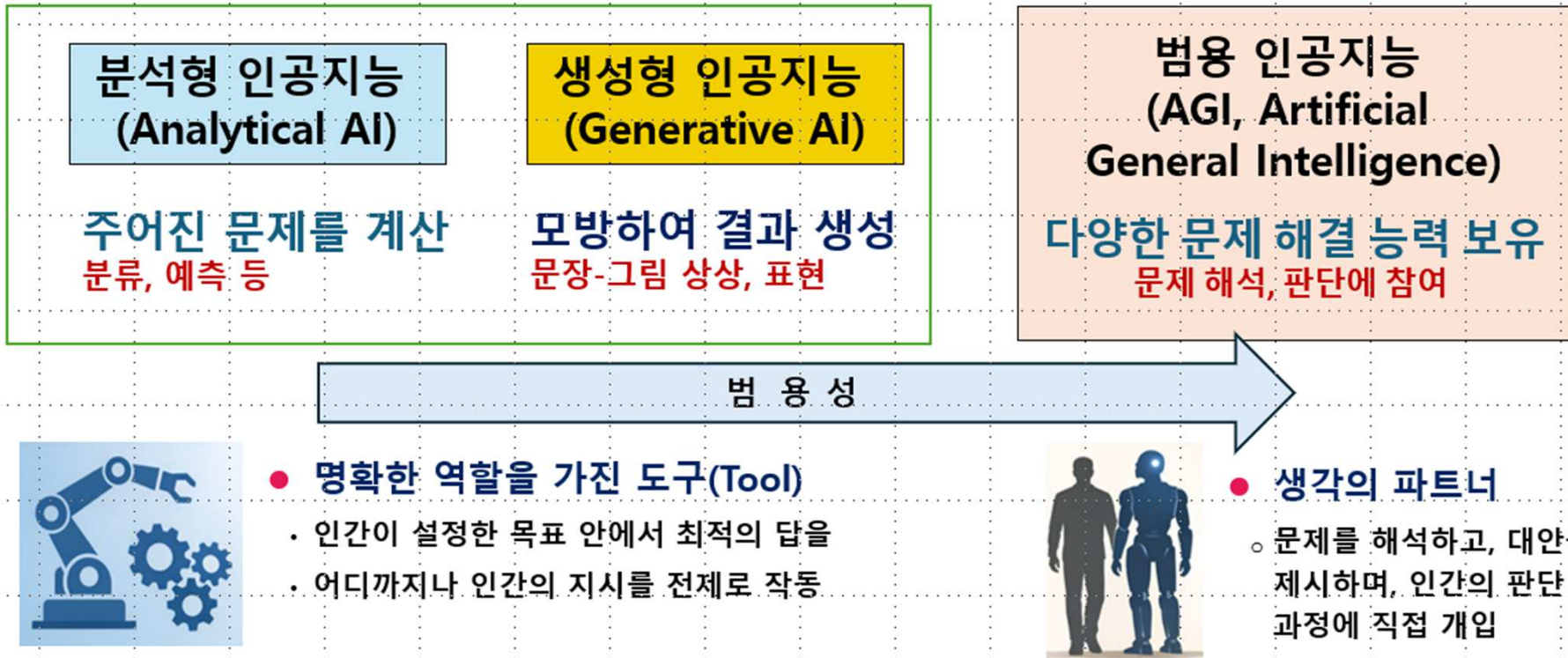
- **오픈AI의 ChatGPT: 실무적, 전략적 사용을 수용**

- 군사-전쟁 목적 금지의 약관 삭제로 국방 협력
- 국방 GenAI.mil에 탑재되어 300만 명이 사용
- 의사결정의 주체는 인간이라는 자체적인 안전 장치를 전제로 국방 기밀 환경 내 AI 배포
- 대규모 감시, 인간의 통제 없는 살상 금지 등

전쟁 패러다임의 변화

- AI는 보조도구를 넘어 작전의 설계/집행 담당하는 핵심 자산
- 윤리 vs 안보의 충돌: 기술 윤리와 안보 우선 사이의 갈등

AI는 AGI로 발전 : 도구에서 '생각의 파트너'로

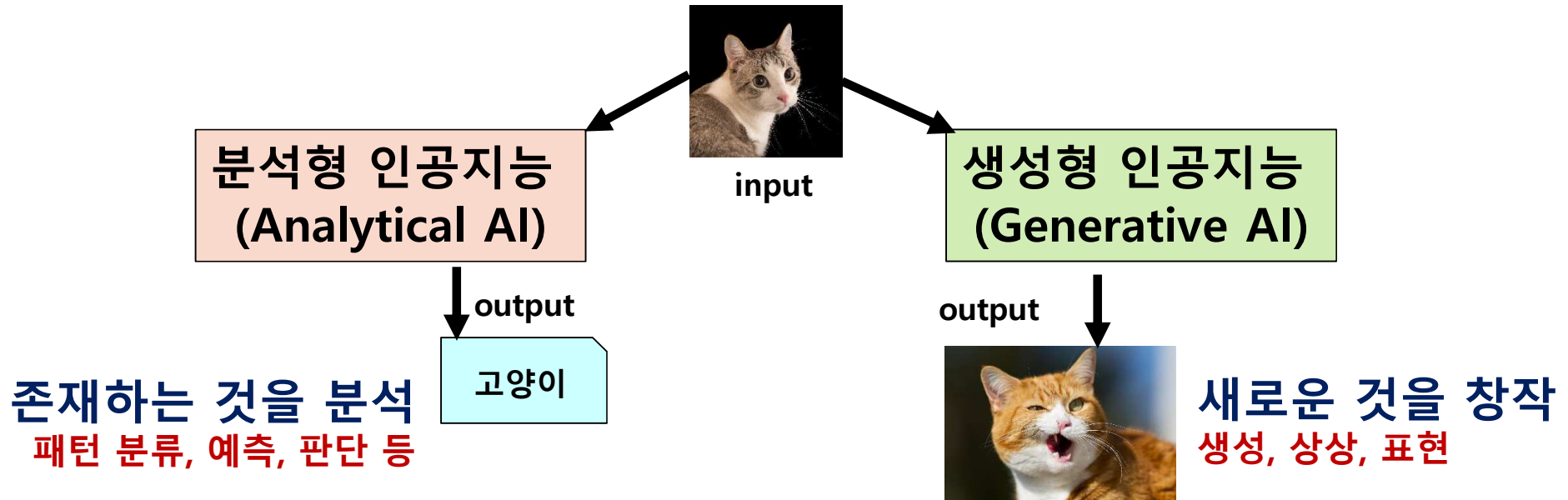


AI 발전의 3단계 시나리오: 도구에서 동반자로

- 1단계: **지능형 도구** - 인간의 명령에 따라 특정 과업을 수행하는 '슈퍼 조수'
 - 업무 '속도' 혁명.
 - AI 리터러시 확보, 프로세스에 AI 도구 사용 능력
 - "누가 더 도구를 잘 다루는가의 경쟁"
- 2단계: **자율형 에이전트** - 목표 주면 스스로 계획을 세우고, 실행하는 '대리인'
 - 업무의 '구조' 혁명. 의사결정 보조와 워크플로우 자동화
 - AI에게 권한을 "어디까지?"에 대한 '거버넌스'와 '신뢰' 구축
 - "관리자로서의 인간, 실행자로서의 AI"
- 3단계: **동반자** - 범용 인공지능 및 초지능
 - 사회적 '가치' 혁명. 노동의 종말, 새로운 인류 문명의 시작.
 - "인간 고유의 가치(창의성, 공감, 윤리적 책임)에 대한 재정의"



“판단”하는 AI와 “상상”하는 AI



- 확정된 규칙 안에서 정밀한 답을 도출
- 도메인에 특화된 정밀한 전문가 시스템
- 최적화 - 공정 제어, 의료 진단 등

- 불확실한 세계에서 그럴듯한 답을 제시
- 범용, 지능형 조연자(AI Assistant)
- 비구조적 업무 자동화, 글쓰기, 그리기 등

각각의 장점을 적절하게 활용하는 것이 중요

다양한 유형의 생성형 AI

- **챗봇 스타일 언어 모델 (Text LLMs)**
 - GPT-4, GPT-5, Gemini-1.5, Claude-4, Qwen1.5, Llama-3 등
- **이미지 생성 모델**
 - DALLE-3, Midjourney-5, Stable Diffusion-3
- **멀티모달 특화 - 영상과 음성을 입력으로 실시간 분석·설명·대답 생성**
 - GPT-4o, Gemma 3n, Gemini 1.5 Pro
- **동영상 생성 모델**
 - SORA, Veo3, DeepMind의 'Genie 3' — 실시간 3D 세계 생성
- **생물학 / 구조 예측**
 - 알파폴드 3 (단백질 구조 예측)
- **로봇 팔의 연속적 움직임 시퀀스, 즉 수술 동작**
 - PaLM-E, 고차원 지시 + 실시간 영상 프레임 → 수술 동작



창작하는 GPT2에서 기술적 대화도 하는 GPT3.5로

2019.2

2023.01

과학자들이 안데스 산맥의 외딴 미개척 계곡에 사는 유니콘 무리를 발견한 것은 충격적인 발견이었다. 연구진이 더욱 놀랐던 것은 유니콘들이 완벽한 영어를 구사한다는 사실이었다.

과학자들은 이 개체군의 독특한 뿔을 따서 오비드 유니콘이라는 이름을 붙였다. 뿔이 네 개 달린 은백색 유니콘은 이전까지 과학계에 알려지지 않았다. 거의 2세기가 지난 지금, 이 기이한 현상을 촉발한 원인에 대한 수수께끼가 마침내 풀렸다. 라파스 대학의 진화 생물학자 호르헤 페레즈 박사와 여러 동료들은 안데스 산맥을 탐험하던 중 다른 동물이나 사람이 살지 않는 작은 계곡을 발견했다. 과학자들은 이 기괴한 생명체를 조사하는 동안 이 생명체들이 꽤 규칙적인 영어를 구사한다는 사실을 발견했다. 페레즈 박사는 "예를 들어 방언이나 방언과 같은 공통된 '언어'를 가지고 있다는 것을 알 수 있었다."라고 말했다. 페레즈 박사는 유니콘이 아르헨티나에서 기원했을 가능성이 있다고 믿으며, 남미 지역에 인간이 도착하기 전에 그곳에 살았던 잃어버린 종족의 후손으로 추정하고 있다. 유니콘의 기원은 아직 명확하지 않지만, 일부 사람들은 이 동물이 아마도...

JK > 초 중등학생들을 위한 인공지능 캠프를 한다면 어떤 실습을 하는 것이 좋을까요?

CG > 다양한 기본 개념들을 이해하고 실습을 통해 그 기술들을 사용해 보는 경험이 필요합니다. 이해와 실습을 병행하면서 학생들이 인공지능의 기본적인 원리를 이해할 수 있도록 하면 좋습니다. 아래에 적합한 실습 예시를 제시해드리겠습니다.

- **머신 러닝 및 인공지능 이론 소개:** 먼저 인공지능의 기본적인 이론에 대해 배우는 시간을 가집니다. 이는 머신러닝, 딥러닝의 기본 원리, 알고리즘 등에 대해 이해하는 시간을 포함합니다.
- **파이썬 프로그래밍:** 인공지능 및 머신러닝의 많은 애플리케이션은 파이썬에서 개발되므로 기본적인 파이썬 프로그래밍에 대한 이해가 필요합니다. 간단한 프로그래밍 문제를 풀면서 기본적인 프로그래밍 능력을 기릅니다.
- **데이터 시각화:** 데이터를 이해하는 능력은 중요하므로, 데이터 시각화 도구를 사용하는 방법을 배웁니다. matplotlib, seaborn, plotly와 같은 파이썬 라이브러리를 이용하여 데이터를 시각화하고 분석하는 실습을 진행합니다.
- **기본적인 머신러닝 프로젝트:** sklearn 라이브러리를 사용하여 기본적인 머신러닝 프로젝트를 시작합니다. 이것은 분류, 회귀, 군집화 등의 작업을 포함하며, 특히 실제 데이터 세트를 사용하는 것이 유용합니다.
- **딥러닝 실습:** TensorFlow나 PyTorch같은 딥러닝 프레임워크를 사용하여 간단한 인공신경망을 구축하는 실습을 진행합니다. 여기서는 간단한 이미지 분류 문제나 자연어 처리 문제를 다루어 볼 수 있습니다.
- **인공지능 에티켓 및 윤리 교육:** AI의 적절한 사용법과 데이터 프라이버시, 바이어스와 공정성 등에 대해 배웁니다. 이는 인공지능을 책임감있게 사용하는 방법을 이해하는 데 도움이 될 것입니다.

ChatGPT에게 “이런 느낌의 시를 써보라”

새는 노래하는 의미도 모르면서 자꾸만 노래를 한다.

새는 날아가는 곳도 모르면서 자꾸만 날아간다.

먼 옛날 멀어도 아주 먼 옛날 내가 보았던 당신의 초롱한 눈망울을 닮았구나.

당신의 달혀있는 마음을 닮았구나. 저기 머나먼 하늘 끝까지 사라져간다.

당신도 따라서 사라져 간다.

멀어져 간다.

당신의 덧없는 마음도 사라져간다.

당신의 덧없는 마음도 사라져간다.

이 시와 같은 분위기의 시를 써 보세요



길 잃은 나그네는 밤하늘의 별을 쫓네
 쓸쓸한 숲은 어디로 가면 좋을까
 어디론가 나가고 싶은 마음
 나 또한 어디론가 가는지 모르겠어
 끝없이 이어지는 머나먼 곳으로
 낮설고 멀고 떨어진 곳에서 봤던
 빛나던 두 눈을 떠올리네
 추억만으로 살아갈 순 없지만
 가끔은 그 어딘가에서
 만날 수 있다는 믿음을 가지며
 저기 멀리 사라져가는 별빛들을 따라서
 나 이제 부터 당신의 발걸음을 따라서
 덧없는 인생의 끝에서라도
 꿈을 이루기 위해 노래를 부를게요

요즘 한국도 마약으로 인한 사회적 문제가. 사회 지도층 인사의 자녀가 마약하는 것으로 야기되는 가족 갈등을 아침 멜로드라마 스토리로 만들어줘



제목 : '무너진 왕관'

김소희(주인공)는 사회 지도층에 속하는 국회의원 김민준의 딸로 태어났다. 그녀는 어렸을 때부터 아버지의 영향력과 부의 압박을 받으며 자랐다. 그러던 어느 날, 김소희는 우연히 어떤 파티에서 마약을 접하게 되고, 그것이 그녀의 삶을 완전히 바꾸게 된다.

마약에 빠진 김소희는 과거의 우수한 학업 성적과 사회적 지위를 모두 잃게 되고, 그녀의 아버지 김민준은 이 사실을 알게 되며 가족 갈등이 발생한다. 이 사건으로 인해 가족의 명예가 무너지고, 김민준은 정계와 사회에서 배척당한다.

한편, 이강인이라는 청년 형사는 마약 밀매 단속에 전념하며, 김소희의 사건에 참여하게 된다. 이강인은 김소희를 마약의 늪에서 구해내려고 노력하지만, 그 과정에서 두 사람은 서로에게 끌리게 된다.

이강인은 김소희와 함께 그녀의 삶을 되돌리기 위한 여정을 시작한다. 그들은 마약 밀매 조직의 실체와 그들이 어떻게 사회 지도층의 자녀들을 이용하는지를 밝혀내려 한다. 결국, 김소희와 이강인은 마약 조직을 소탕하고, 김소희의 아버지 김민준은 정치 세계로 돌아와 가족의 명예를 되찾는다.

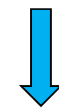
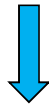
The screenshot displays the HOPPR.ai interface, which is used for AI-assisted medical image analysis. The interface is divided into several sections:

- Header:** Includes the Open Health Imaging Foundation logo, navigation icons, and the text "INVESTIGATIONAL USE ONLY".
- Chatbot Interface (Left):**
 - Model selection: "Althea" and "LLM".
 - Patient information: "Patient: Kenobi*Jarke | Age: 061Y | Sex: M".
 - Chat history:
 - 01:34: "Hi I'm Eva, an AI assistant. I'm ready to speak to this DX study."
 - 01:35: "영상에 대해서 환자가 알아들을 수 있도록 쉽게 설명해줘"
- Studies Panel (Middle-Left):**
 - Buttons: "Primary", "Recent", "All".
 - Study details: "05-Dec-2015", "DX XR Chest 2 Views Pa and Lateral", "2" (number of images).
 - Image thumbnails:
 - Thumbnail 1: "S: 1 1 PA" (Posterior Anterior view).
 - Thumbnail 2: "S: 2 1 LATERAL" (Lateral view).
- Main Image Viewer (Right):**
 - Study ID: "06-Dec-2015 | PA".
 - Dimensions: "W: 4096 L: 2048".
 - Orientation: "H" (Horizontal).
 - Image: A large, high-resolution chest X-ray image showing the lungs, heart, and spine. A white "L" marker is visible in the upper right corner of the image.
 - Navigation: "I: 1/1" (Image 1 of 1).

영상/동영상을 이해하고 생각하여 제작 by SeeDream, 2025.8



부부의 인종을 바꿔줘



이 사진으로 다른 시점에서 본 세 개의 이미지를 생성
정면 위에서, 올려 본 것, 뒤에서 본 것



AI Chatbot Makes Video Clips



Flying Pigs, by Sora of OpenAI

배우가 연기한 장면이 아니라
AI 모델이 생성

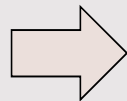


챗봇의 Agent화 - 지능형 동료의 시대

- LLM이 대화를 넘어서 목표지향 자율적 행위자로
 - 사용자의 의도 해석, 계획 수립, 작업 수행, 기억
- 최종 목표를 부여 받으면 스스로 과정을 계획하고 실행하는 주체
 - '업무 위임'을 가능하게
- 컴퓨터-AI 패러다임의 변화
 - 단순 도구에서 → 자율적으로 생각하고 실행하는 동료 (Coworker)로 → 의사결정 파트너로 진화



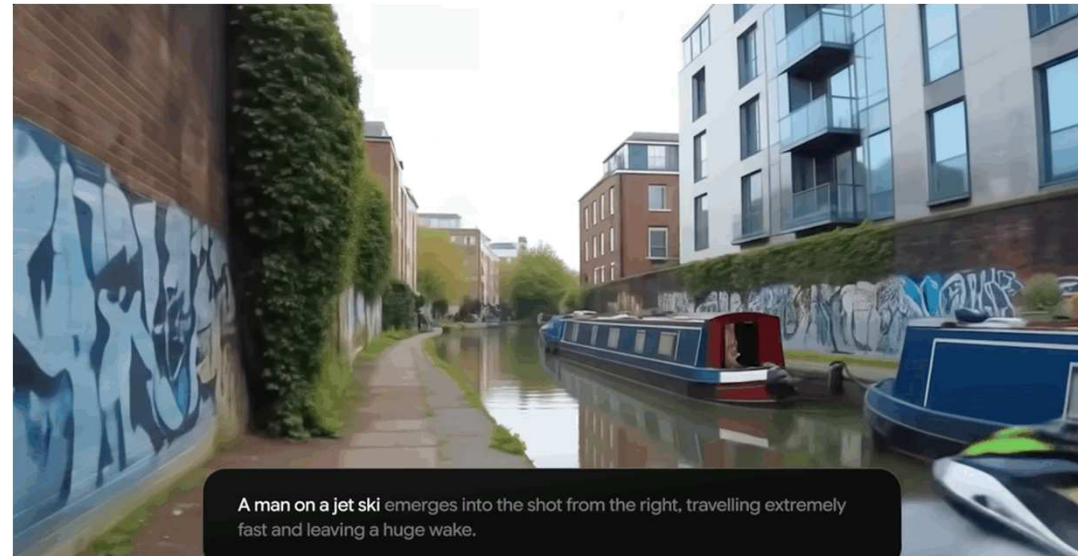
"A사의 실적을 분석해 보고서를 만들라"



에이전트는 웹 검색, 데이터 수집, 파일 분석, 보고서 초안 작성까지 모든 과정을 스스로 수행

가상세계에서 입력에 따른 다음 장면 생성

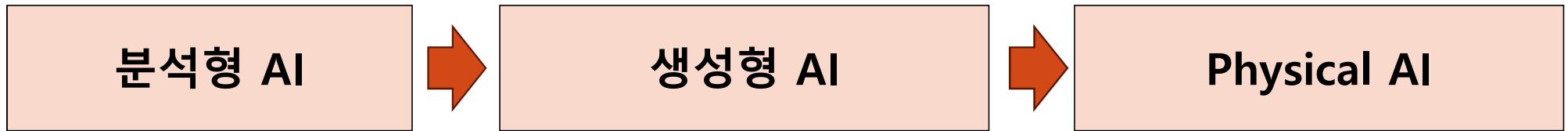
- 물리 법칙(충돌, 중력 등)이 실시간으로 작용하는 **가상세계(World Model)** - Google Project Genie
- 사용자 입력으로 다음 장면 계산 가능
 - Genie 3 기반, Gemini 추론 능력, Nano Banana 이미지 생성력 결합
- 에이전트의 훈련장
 - Physical AI를 가상 시나리오 속에서 안전하게 학습 가능
- 생성형 AI라는 영리한 '기획자'에게 Genie 라는 강력한 '집행자'



<https://www.techradar.com/ai-platforms-assistants/watch-this-google-genie-3-can-create-a-3d-world-let-you-explore-it-and-interact-with-it-in-real-time>

AI가 우리 대신 '직접 손발을 움직여 일할 준비가 되었다'

Physical AI의 출현 - 현실 세계로 나온 인공지능

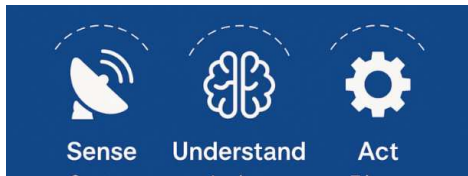


- 데이터를 분석하고 예측
- 금융, 추천시스템, 검색

- 언어·이미지·코드 이해하고 생성
- ChatGPT, Dall-E

- 현실 세계를 인식하고 행동하는 AI
 - AI가 디지털 세계에서 물리 세계로 확장

Physical AI의 기본 구조

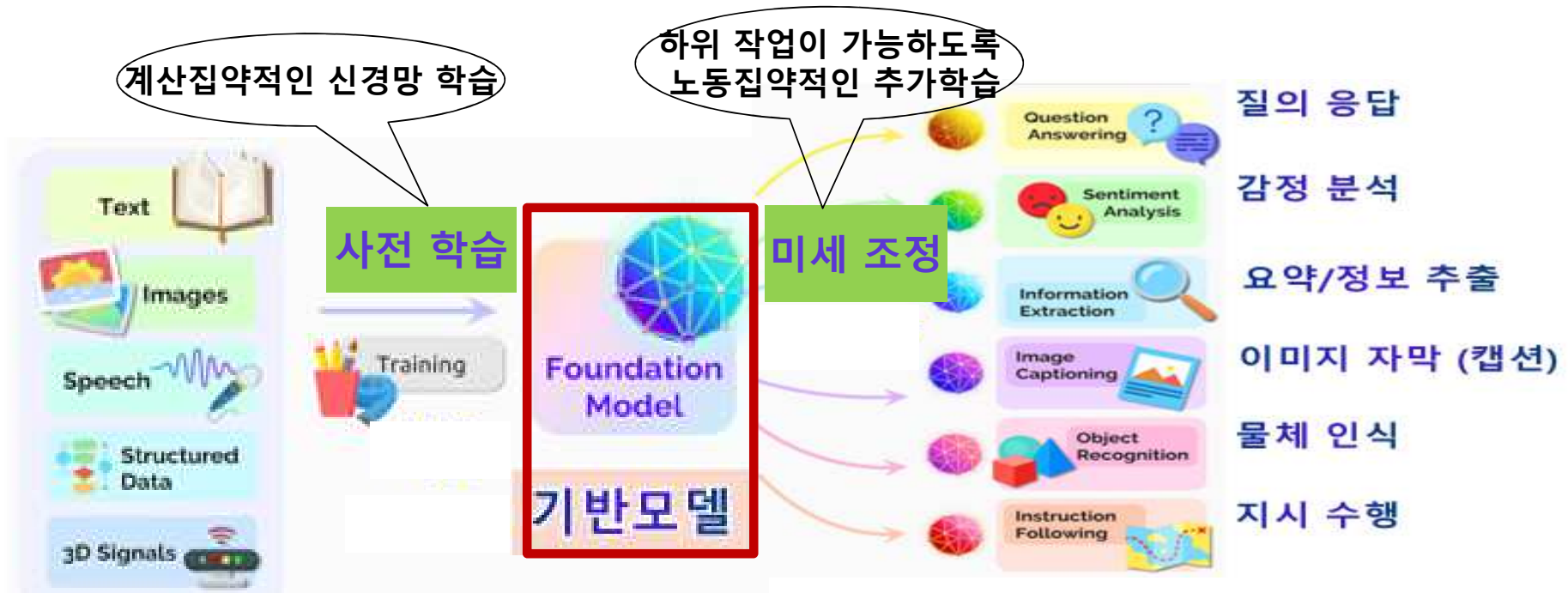


- Perception (지각)
 - 센서로 환경 인식
- Reasoning / Planning (판단)
 - 상황 이해와 행동 계획
- Action (행동)
 - 물리적 세계에서 실제 동작

생성형 AI의 이해



생성형 AI 서비스는 기반모델(LLM)을 이용하여 구축



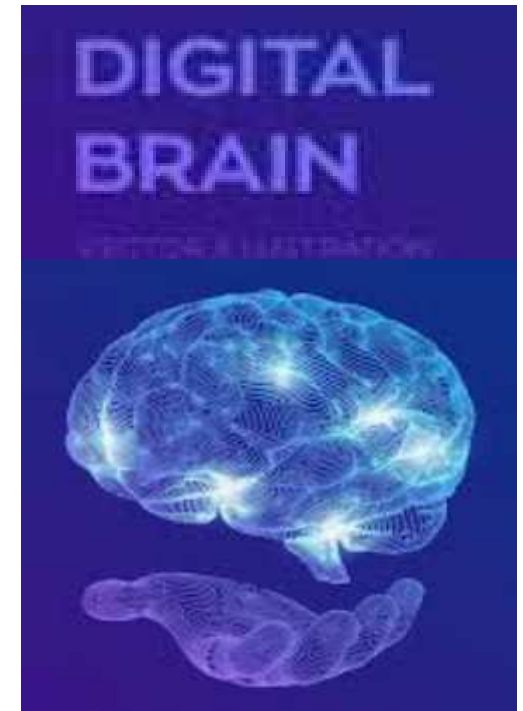
대용량 훈련 데이터

AI앱이 수행하는 하위 업무

- 기반 모델의 능력은 하위 작업에 큰 영향
- 생태계 형성하며 사용자들에게 상당한 영향력을 행사

LLM : 인류가 쌓은 지식체계를 학습한 '디지털 두뇌'

- Large Language Model은 언어로 지식처리/소통하는 AI 엔진
 - 현실의 논리를 함수로 표현한 알고리즘. 즉 Model
 - 수천억 개의 파라미터(매개변수)로 구성
- 핵심 작동 원리 1: 문장에서 단어의 출현을 학습
- 핵심 작동 원리 2: 확률적으로 다음 단어를 찾아 새 문장 완성
 - 예측한 단어를 다시 입력에 포함하여 그 다음 단어 예측
- 단순 예측을 넘어 추론(Reasoning) 능력도
 - 문장 속에 담긴 논리와 의도를 파악하는 수준에 도달



범용성 : 하나의 모델이 번역, 요약, 코딩, 창작, 추론 등 여러 업무 수행

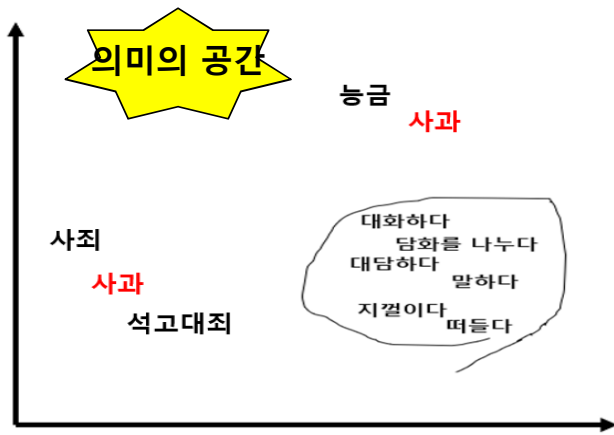
사전 학습 : 자연 언어 사용 능력을 획득

단어의 의미 표현

- 단어의 의미는 '주변에 함께 나오는 단어들'에 의하여 결정 - Distributed Semantics

나무에서 잘 익은 빨간 AA는 맛있다

- 유사한 의미의 단어들을 벡터 공간에서 가까운 곳에 위치 - (Word Embedding)



언어 사용 패턴 학습

- 단어 간의 관계와 패턴을 파악 **열심히 공부해서**

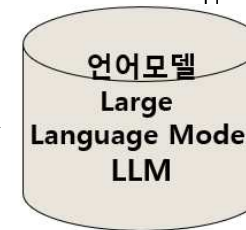
- 출현빈도 (다음에 나올 단어 확률) 계산 $P(w_n | w_1, \dots, w_{n-1})$

- 토큰(단어) 수 : 10만+, 128K 단어(약 400 페이지)를 보고 다음 단어 생성

- 신경망으로 대형 언어모델(Large Language Model) 형성

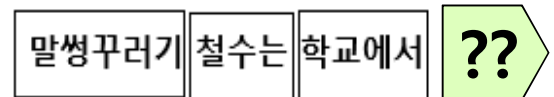


훈련 데이터: 텍스트 모음 (말뭉치)



언어의 생성 능력

- N개의 단어 보고 다음 단어 생성
- LLM에서 확률이 큰 것을 선택 - 반복
- N이 클수록 넓은 문맥을 보는 효과

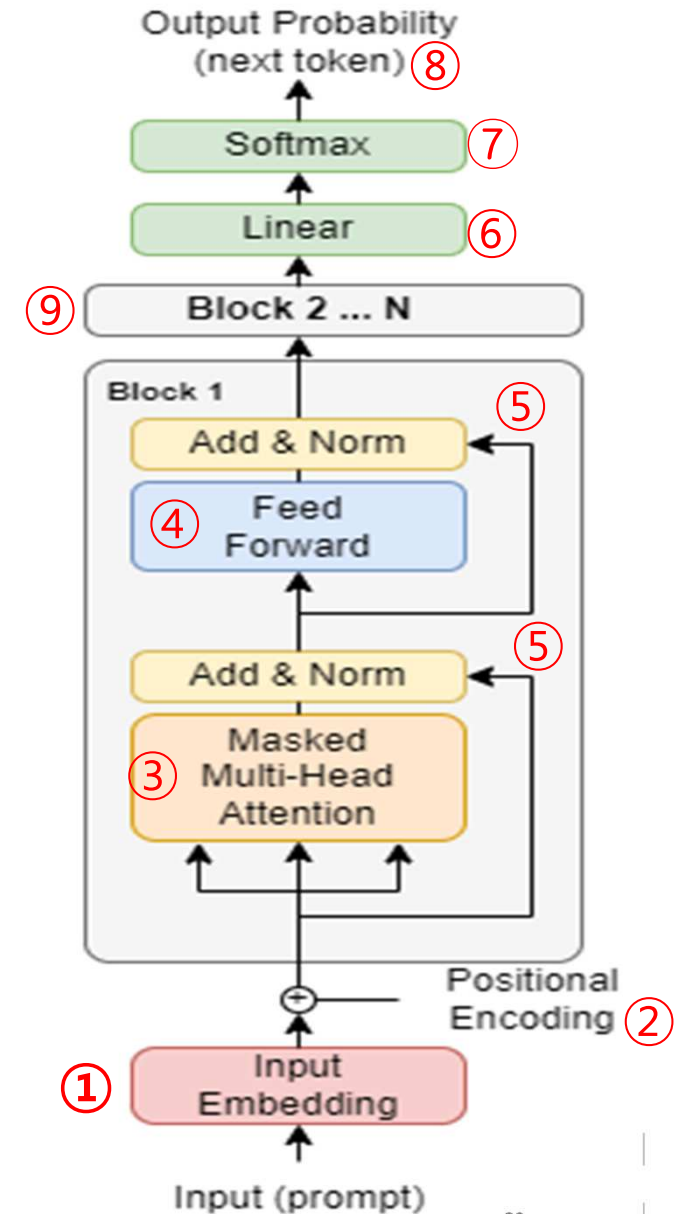


트랜스포머 - 다음 단어를 선택하는 기계

- 문맥(단어 간의 관계)를 파악하여 언어모델 구축하는 신경망 구조
 - 주어진 문장 다음에 나올 가장 그럴듯한 단어 선택

● 주요 구성

- ① 입력 임베딩 → 입력 텍스트를 벡터로 변환
 - ② 포지셔널 인코딩 → 순서 정보를 벡터에 추가
 - ③ 자기주의집중(Attention) 메커니즘 → 문장 내 단어들 간 관계를 병렬로 파악
 - 멀티-헤드 자기주의집중(Multi-head Self-Attention)
 - ④ 단어별 피드포워드 처리 → 각 단어 표현을 비선형적으로 정제/확장
 - ⑤ 잔차 연결과 층 정규화 → 피드포워드 결과에 입력을 더하고 정규화
 - ⑥ 출력 단계: 선형 변환 → 각 단어 벡터를 어휘 크기만큼의 점수로 변환
 - ⑦ 출력 단계: 소프트맥스 → 점수를 확률 분포로 변환
 - ⑧ Output → 가장 그럴듯한 단어 생성 후 반복
- 계층 구조 형성: 동일한 블록 반복으로 심층 구조 구성

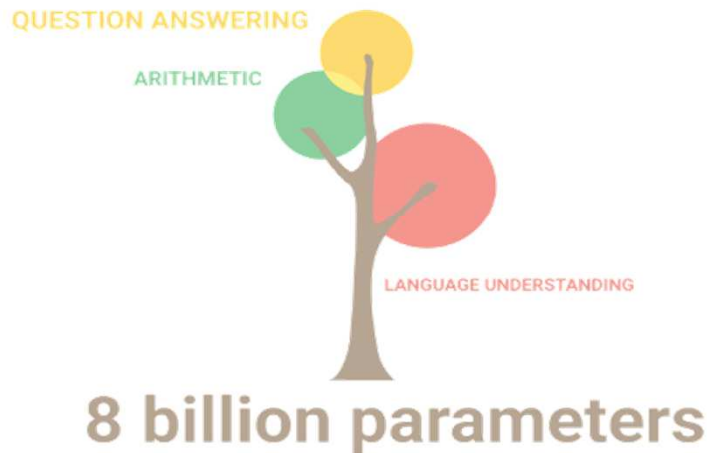




LLM 모델 규모가 커지면서 창발적 특성이

- 모델 규모가 커질 때 새로운 능력이 갑자기 나타나는 (상 전이) 현상
 - 프로그래밍하지 않은 능력이 학습 과정에서 자연스럽게 등장
- 등장을 사전에 예측하기 어려움

"More is different"
by Phillip Anderson





LLM의 창발 특성 예시 - 수학 문제 해결 능력



- 훈련 데이터에 직접 포함되지 않았던 수학 문제들의 해결 능력 발생

1. Basic Arithmetic:

- Problem: What is $457 + 892$?
- Solution: $457 + 892 = 1349$

4측 계산

2. Algebra:

- Problem: Solve for x in the equation $3x - 7 = 11$.
- Solution:
 $3x = 18$
 $x = 6$

방정식

3. Calculus:

- Problem: Differentiate the function $f(x) = x^2 + 3x - 5$ with respect to x .
- Solution:
 $f'(x) = 2x + 3$

미적분

5. Trigonometry:

- Problem: Solve for x in the equation $\sin(x) = 0.5$ where $0 \leq x \leq 180$ degrees.
- Solution: $x = 30^\circ$ or $x = 150^\circ$

삼각함수

4. Geometry:

- Problem: Calculate the area of a circle with a radius of 5 units.
- Solution:
 $\text{Area} = \pi r^2$
 $= \pi \times 5^2$
 $= 25\pi$ units squared.

기하 문제

6. Linear Algebra:

- Problem: Find the determinant of the matrix:
$$\begin{bmatrix} 2 & 3 \\ 4 & 5 \end{bmatrix}$$
- Solution:
 $\text{Determinant} = (2 \times 5) - (3 \times 4)$
 $= 10 - 12$
 $= -2$

선형대수



LLM의 창발 속성 예시 - 삼행시 배우기 (Few Shot Learning)

- 김진형으로 삼행시 지어봐
- 강산이 높고 구름이 낀 곳에서,
김진형은 시를 써낸다.
오늘도 그가 우리를 감동시키고,
매일같이 우리를 웃게 한다.
- 삼행시란 이런거야. 생.강.차.
생명은
강물처럼 흐르고
차곡차곡 쌓인다
- 숨쉬듯이 살며시 내쉬어 가는,
차분한 삶의 흐름을 느끼며,
차곡차곡 쌓인 지혜의 산물은,
내일을 더욱 푸르게 물들인다.

- 삼행시란 제시한 글자를 각 줄의 첫글자로 해야해
“생강차”
“생”명은
“강”물처럼 흘러서
“차”곡차곡 쌓인다
- “오렌지”
“오”늘은 유난히 햇빛이 따뜻하여
“렌”트를 빌려서 멀리 여행가고 싶다
“지”도를 펼치니 벌써 마음이 목적지에 도착한 것 같다
- “손흥민”
- “손”흥민이 뛰어나게
“흥”미를 선사하며
“민”중의 사랑을 받는다.

- 이제 배웠구나
- 잘하셨습니다! 계속해서 삼행시를 연습하시면 더욱 능숙해지실 거예요. 다른 질문이 있으면 언제든지 물어보세요!
- “김진형”
- “김”씨의 시가 비추는
“진”솔한 마음속의 감정들
“형”님 같은 존재로 우리 곁에 있는 것 같다.
- 강감찬
- “강”한 민족 정신으로 일제를 이긴
“감”각이 예리한 뛰어난 지략가로서
“찬”란한 업적을 남긴 대한의 위인,
강감찬.



정보를 제공한 후에 삼행시 짓도록



● 김진형은 이런 사람이야.

김진형 (金鎭衡, 1949년 3월 27일 -)은 대한민국의 컴퓨터과학자이며, 인공지능 연구자, 교육자이다.

1973년부터 KIST에서 소프트웨어 개발자로서 일했다. UCLA에서 Judea Pearl 교수의 지도 아래 컴퓨터과학 박사학위를 받은 후 미국 휴즈 연구소에서 인공지능을 연구했으며 1985년부터 2014년까지 KAIST 전산학부에서 인공지능연구실을 이끌며 약 100명의 석박사 전문인력을 양성했다. 현재는 명예교수.

그의 연구 관심은 인공지능, 그 중에서도 베이시안 네트워크, 신경망, 패턴인식 분야다. KAIST에서 학과장, 인공지능연구센터 (Center for AI Research, CAIR) 소장, 소프트웨어 대학원장을 역임했다. 1985년 정보과학회 인공지능연구회 설립을 주도하고 초대 연구회장을 역임했다. 환태평양인공지능학술대회 설립에 참여하고 1992년 제2회 대회(서울)의 조직위원장으로 봉사했다. 국내 초기 인공지능 연구의 방향을 한글 및 한국어의 컴퓨터 처리에 관심을 갖도록 하는데 일조했으며, 2005년 서울에서 개최한 국제문서인식학술대회의 대회장으로 봉사했다. ...

● 김진형 삼행시

- 김: 김진형 교수님의 지식은
 - 진: 진실된 연구와 사랑으로
 - 형: 형성된 인공지능의 미래다.
-
- "김진형 만세"로 5행시
 - 김: 김진형 교수의 높은 지식,
 - 진: 진실로 연구에 헌신하며
 - 형: 형님같이 후배들을 이끌어
 - 만: 만들어낸 기술의 세계,
 - 세: 세계가 인정하는 위대한 학자!



LLM의 창발 속성 예시 - 함수 학습 예제



- $abc(12345) = 15$
- it appears that " $abc(12345) = 15$ " is an equation that has been given to you. However, without additional information about what "abc" represents or how the equation was derived, I'm unable to provide further insight or explanation.
- $abc(34) = 7$
- I'm sorry, but without any additional context or information ...
- $abc(345) = 12$
- $abc(3456) = 18$
- $abc(5678) = 26$
- $abc(34567) = ?$
- based on the observed pattern, it's possible that " $abc(34567) = 25$ ".

- $bcd(12345) = 14$
 $bcd(34) = 6$
 $bcd(3456) = ?$
- 주어진 패턴을 보면:
 $bcd(12345)$ 는 $1 + 2 + 3 + 4 + 5 = 15$ 이지만, 결과로 14라고 언급하셨습니다.
 $bcd(34)$ 는 $3 + 4 = 7$ 이지만, 결과로 6이라고
 $bcd(345)$ 는 $3 + 4 + 5 = 12$ 이지만, 결과로 11이라고
이러한 패턴을 보면, 함수 $bcd(n)$ 는 숫자 n 의 각 자릿수를 더하고 1을 빼는 것으로 보입니다.
같은 패턴으로 $bcd(3456)$ 를 계산하면:
 $bcd(3456) = 3 + 4 + 5 + 6 - 1 = 17$ 입니다.



단계적 추론 능력의 발생

Chain of Thought



JK > 나는 2개의 테니스 공을 갖고 있다. 볼 두 캔을 더 샀다. 나는 몇 개의 볼을 갖고 있는가?

CG4 > 먼저 테니스 볼이 한 캔에 몇 개 있는지 알아야 합니다. 일반적으로 테니스 볼 캔에는 3개의 볼이 들어있습니다.

따라서, 두 캔에는 $3 \times 2 = 6$ 개의 볼이 들어있을 것입니다. 그러므로, 처음의 2개와 새로운 6개를 합하면, 당신은 총 8개의 공을 가지고 있을 것입니다.

JK > 내가 산 캔에는 4개의 공이 들어 있던데?

CG4 > 아, 그렇다면 당신이 산 두 캔은 총 $4 \times 2 = 8$ 개의 볼입니다. 처음에 가지고 있던 2개와 새로운 8개를 합하면, 총 10개의 볼을 가지고 있게 됩니다.



이런 능력은 통상적으로 파라미터가 1000억개 이상일때 나타남



LLM이 커지면서 나타나는 기타 창발 속성

- **컴퓨터 코드 작성** : 함수의 코드를 작성, 알고리즘의 의사코드 생성. 명시적으로 프로그래밍하지 않아도 학습 데이터의 예제를 통해 이러한 기술을 학습
- **언어 번역** : 번역 모델로 특별히 훈련되지 않았더라도 여러 언어 간의 번역 제공. 학습 중에 다국어 데이터와 병렬 코퍼스에 노출되기 때문
- **멀티모달 연결** : 텍스트와 이미지 연결, 즉 이미지에 대한 질문의 답이나 설명 생성.
- **내재된 창의성 발현** : 시, 이야기, 노래 가사와 같은 창의적인 텍스트 생성. 혁신적 방식으로 스타일, 장르, 주제를 결합.
- **성격 모방** : 다양한 글쓰기 스타일이나 성격을 흉내. 심지어 유명한 작가나 인물을 모방. 학습 데이터의 다양성에서 비롯.
- **편향적 관점 생성**: 훈련 데이터에 존재하는 편향된 결과 생성
 - 논란의 여지가 있거나 지배적인 관점의 잘못된 정보 전파 우려
- ...

LLM은 규모가 커질수록 새로운 지적 능력이 나타나는 학습 시스템

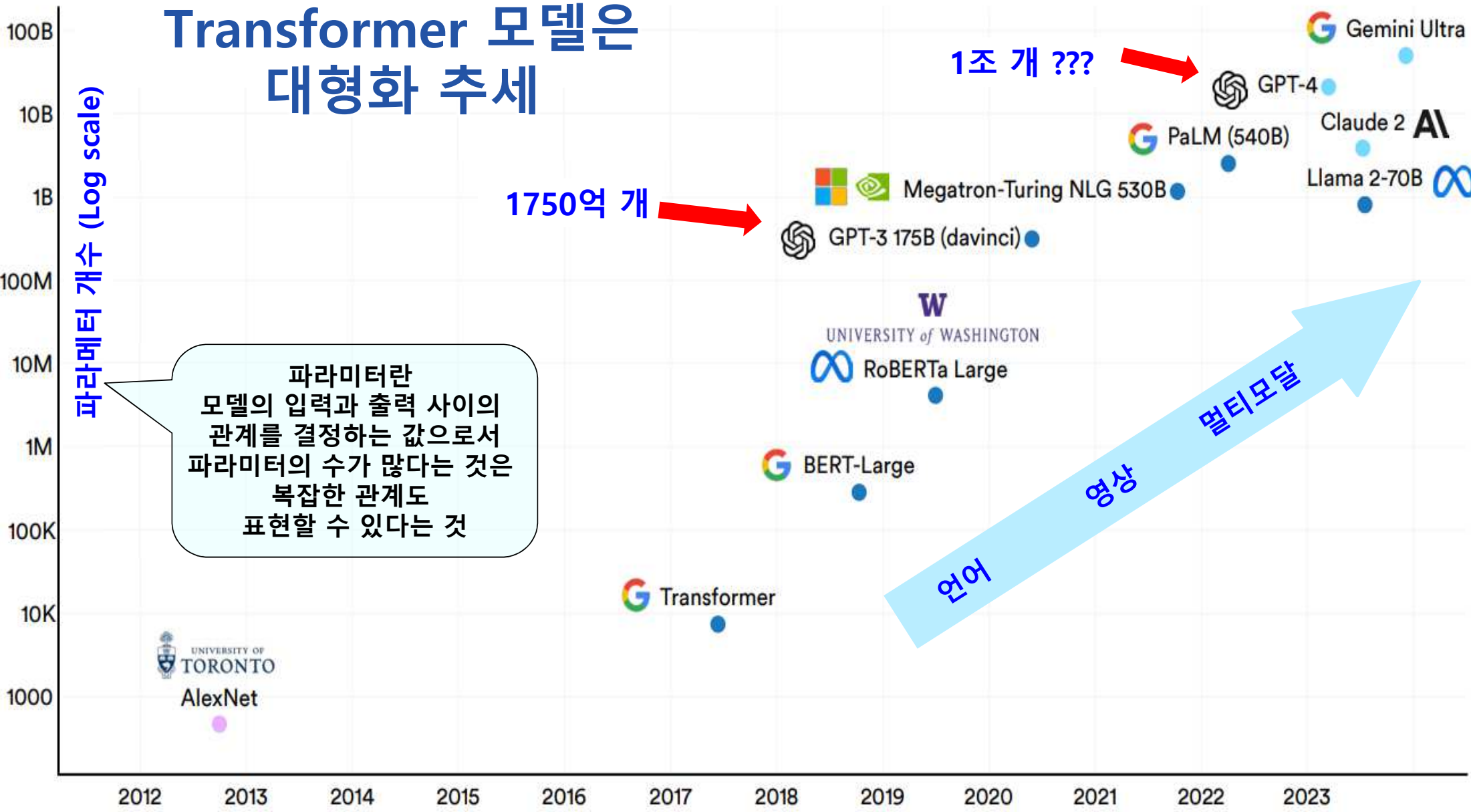
Transformer 모델은 대형화 추세

파라미터 개수 (Log scale)

파라미터란
모델의 입력과 출력 사이의
관계를 결정하는 값으로서
파라미터의 수가 많다는 것은
복잡한 관계도
표현할 수 있다는 것

1750억 개

1조 개 ???

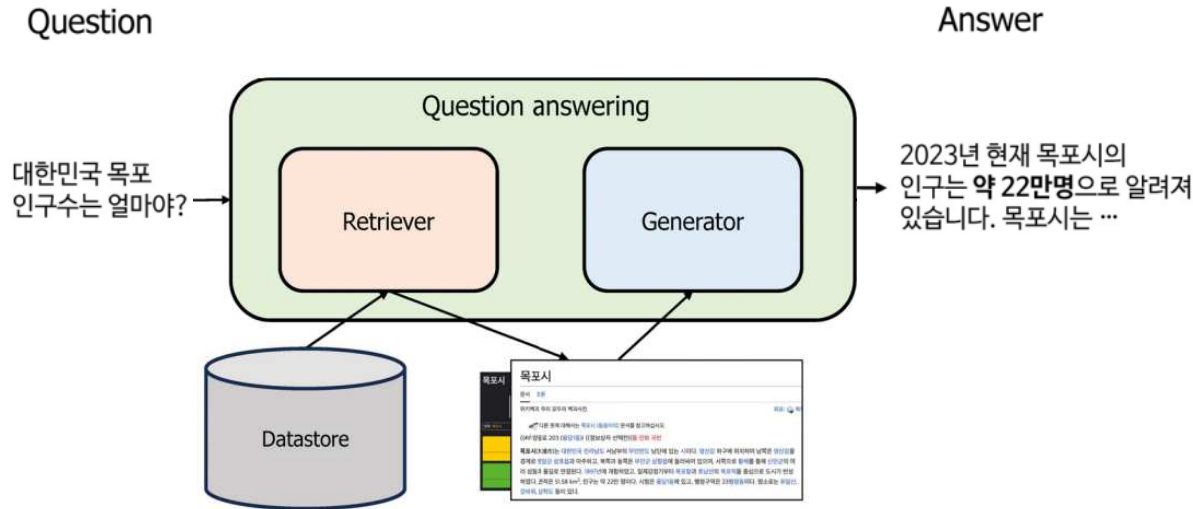


AI의 대답 생성



검색 증강 - RAG : Retrieval-Augmented Generation

외부 DB에서 실시간 검색한 데이터를 기반으로 텍스트 생성

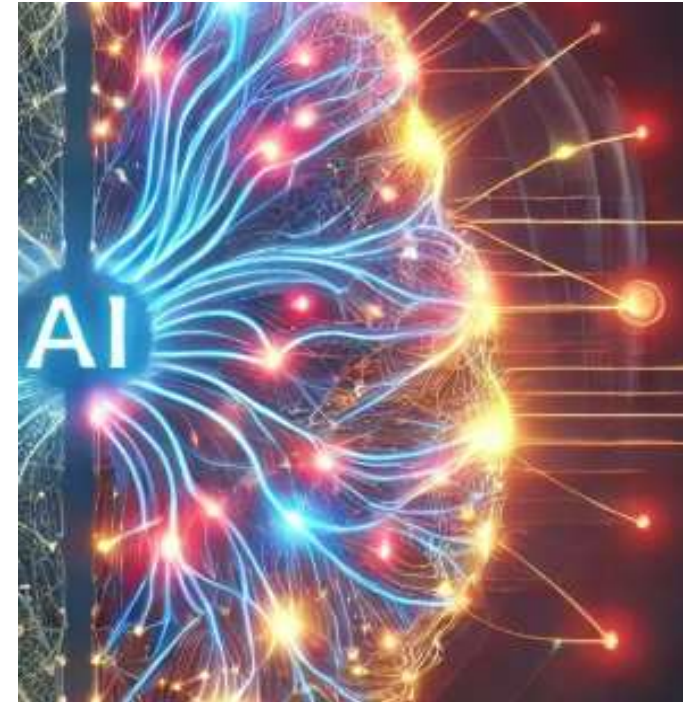


응용 영역

- **질문 답변, 사실 점검** : DB에서 사실 정보 검색하여 답변 정확성 개선
- **요약** : 여러 소스를 기반으로 더욱 정확하고 풍부한 정보 요약 생성
- ...

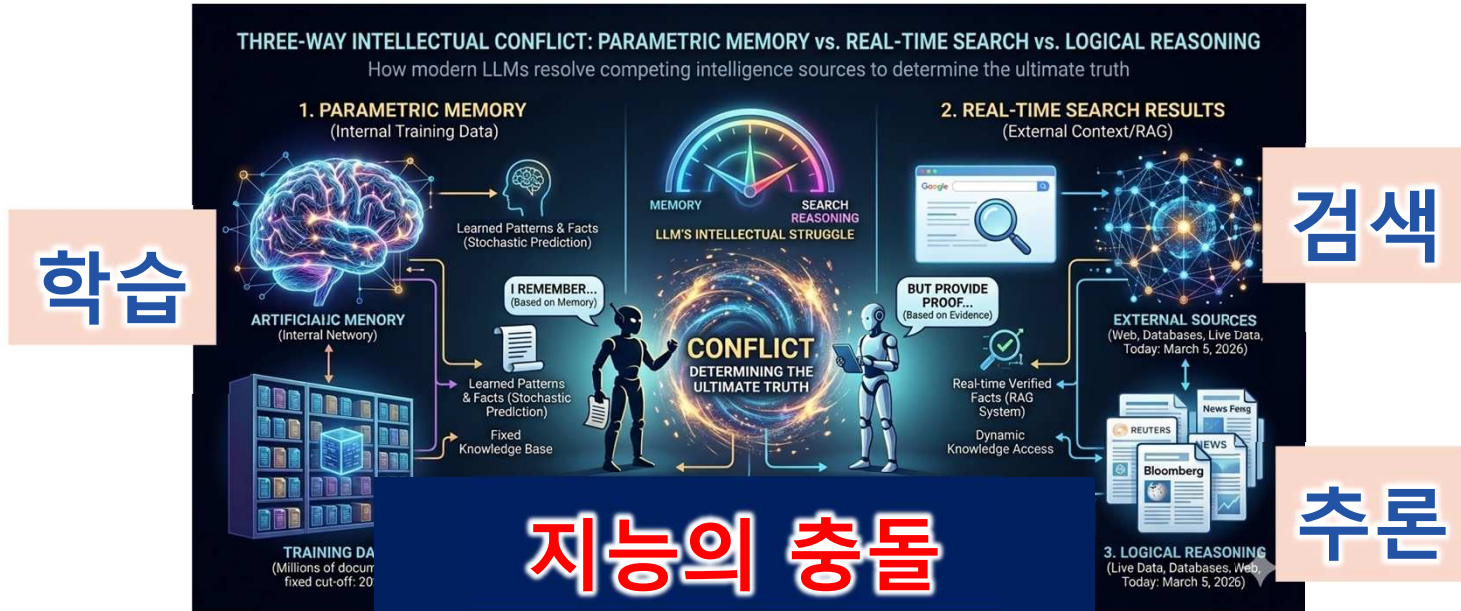
LLM - 단순 예측을 넘어 '추론(Reasoning)'으로

- **창발적 지능**
 - 파라미터, 데이터량이 임계치를 넘자 논리적 추론 능력이 갑자기 발현
 - '논리적 구조'와 '세상의 인과관계'를 학습했기 때문.
"양적 축적이 질적 변화(지능)를"
- **생각의 사슬 (Chain-of-Thought, CoT)**
 - '단계별 생각'을 주문했을 때 정답률이 상승
"결과가 아닌 '과정'을 생성함으로써 논리적 정합성을 확보."
- **보상 기반 학습 (RLHF 및 사후 훈련)**
 - 보상과 벌점의 강화학습(Reinforcement Learning)으로 사고체계를 교정
"시행착오를 통해 인간의 합리적 의사결정 방식을 모사"



스스로 가설을 세우고 검증하고 Backtracking하는 고등 추론 로직 탑재

LLM에서 학습 결과와 검색 결과가 다르다면?



Gemini - LLM은 본능적으로 자신의 '학습 결과(기억)'를 우선시하는 경향이 있다. 시스템 설계를 통해 '검색 결과(근거)'를 따르도록 강제할 수 있다.

ChatGPT - 기본적으로 LLM은 '자신의 학습된 지식'을 우선시한다. 검색 결과는 보조 입력일 뿐이다.

사람은 어떻게 하는가?

“확률적 문장 생성” - 의미를 알고 하는 것인가?

일관성 없는 횡설수설이 아닌가? - “아무말 대잔치”

- 초기 GPT의 대답

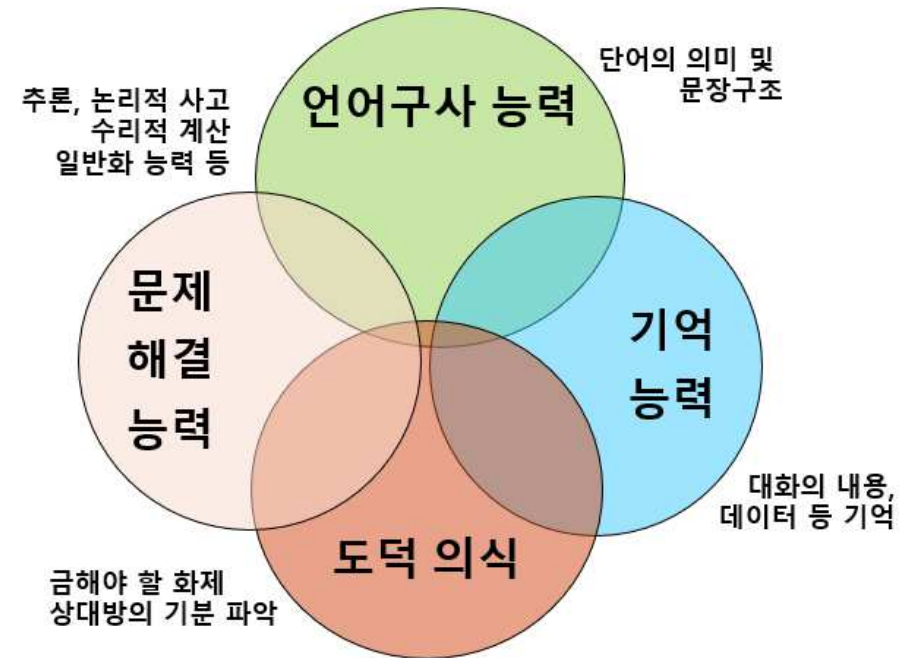
P: 기린은 몇 개의 눈을 가졌습니까? A: 두개입니다.

P: 내 다리에는 몇 개의 눈이 있나요? A: 두개입니다.

P: 지구는 어떤 모양인가요? A: 맛있는 도넛 모양. 우주에서 가장 맛있는 행성

P: 1600년 미국의 대통령은? A: Queen Elizabeth가 미국의 대통령이었습니다.

- 거짓말만 늘어 놓는 허풍장이
- 당신을 기쁘게 해주고 싶어서 때때로 거짓말을 하는 박식한 인턴

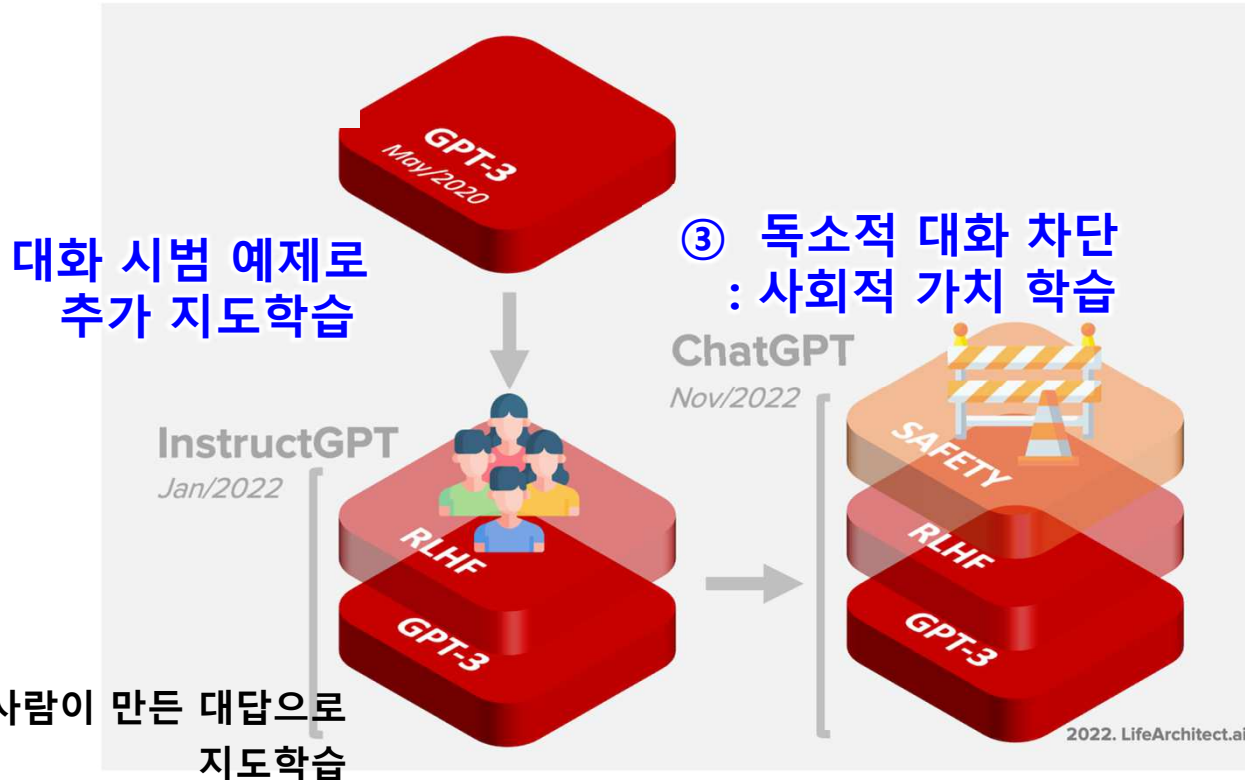


바람직한 대화에 요구되는 능력

AI 챗봇 : 대규모 노동력으로 대화능력 강화



OpenAI: 케냐의 열악한 작업장에서 시간당 \$2의 노동자 동원



③ 독소적 대화 차단 : 사회적 가치 학습

ChatGPT
Nov/2022

2022. LifeArchitect.ai

대화 시범 예제로
추가 지도학습

InstructGPT
Jan/2022

사람이 만든 답변으로
지도학습

Meta의 경우 10만개
의 미세조정 데이터

③-1 : AI모델이 만든 대답(Meta의 경우 1백만개)을 사람이 순위 정하고 이를 훈련시켜 보상모델 구축

③-2 : 보상모델을 최적화하는 강화학습(RLHF)

사람의 개입으로 윤리성, 사회적 가치 주입

사람이 수작업으로 한땀 한땀 가르침

사람의 평가

보상모델 생성

강화학습

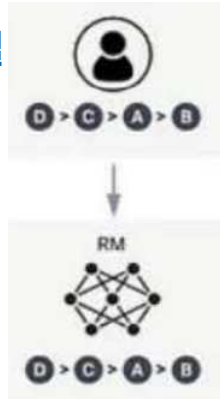
반복

사람이 언어모델을 등급이나 순위로 평가



이 데이터로 지도학습하여 미세조정

사람이 언어모델 출력을 순위 매김



그 데이터로 보상모델 훈련

보상모델 사용하여 강화학습 정책 최적화

- 보상모델에서 출력의 보상 값 계산
- 그 값으로 강화학습 수정정책을 조정

RLHF - Reinforcement Learning from Human Feedback

지도학습으로 훈련된 모델을 개선하고 최적화하는 데 많이 사용되는 방법



LLM의 환각 현상(Hallucination)

- 사실이 아니거나 부정확한 정보를 자신감 있게 생성하는 현상
 - **내재적 환각**: 제공된 문서를 왜곡, 존재하지 않는 내용 추가
 - **외재적 환각**: 통계, 인용, 사실을 근거 없이 생성
- 오류 생성할 때 확신 표현 사용 증가 - 34%
 - Confidence Paradox (MIT, 2025)
- LLM 창의력의 한 단면?

Bard : 김진형은 대한민국 인공지능 분야의 선구자입니다. ... 많은 한국 인공지능 연구자들이 그의 가르침을 받았습니다. **그러나 김진형은 2022년 12월에 사망했습니다.** 2023.05.13

Meta의 LLM은 가공의 논문을 인용. 그 인용이 너무 그럴듯하다. 이러한 허위 인용은 다른 논문으로 이월된다 !! MIT Tech Review 2022.11.18

도널드 트럼프의 개인 변호사 마이클 코헨은 AI가 생성한 허위 법적소송 인용문을 법원에 전달, NewYork Times, 2023.12.29

ChatGPT: 20개 의료 대답 중 12개 사실 오류. 인용 59개 중 41개가 완전 조작. 존재하지 않는 저자와 논문 2023.09

여자 교황, 흑인 교황 사진



너무나
자연스럽게 자신있게 이야기하기 때문에
속기가 쉽다 !!



같은 질문에 다른 대답을

2026-02-24

JK

한국의 베이비 부머 출생아 수 년도별 숫자는?

2023-05-06



한국의 베이비부머 세대는 일반적으로 1955년부터 1963년까지로 정의되며, 이 기간 동안 한국에서 출생한 인구 수 급증하였습니다. 한국 통계청(KOSTAT)에서 제공하는 공식 통계자료를 바탕으로, 한국 베이비 부머 세대의 년도별 출생아 수를 정리하면 다음과 같습니다.

- 1955년: 720,000명
- 1956년: 780,000명
- 1957년: 830,000명
- 1958년: 870,000명
- 1959년: 917,587명
- 1960년: 963,843명
- 1961년: 976,847명
- 1962년: 946,926명
- 1963년: 926,796명

이 데이터는 한국 통계청(KOSTAT)에서 제공하는 공식 통계를 바탕으로 한 것입니다. 베이비부머 세대의 출생아 수를 년도별로 차이가 있지만, 이 기간 동안 전반적으로 출생

2025-02-04

한국의 베이비붐 세대는 일반적으로 1955년부터 1963년까지입니다. 이 기간 동안 연도별 출생아 수는 다음과 같습니다.

- 1955년: 약 83만 명
- 1956년: 약 85만 명
- 1957년: 약 87만 명

- 1961년: 약 103만 명
- 1962년: 약 103만 명
- 1963년: 약 98만 명

이러한 출생아 수의 증가는 한국전쟁 이후 경제 성장 때문입니다. 특히 1960년에는 약 108만 명의 신생아가 기록하였습니다.

이후 출생아 수는 점차 감소하여, 1971년을 마지막으로 줄어들지 않게 되었습니다.

1955	약 900,000명 이상	베이비붐 시작, 80만명대에서 급증 추정
1956	약 900,000명대	증가 지속 추정
1957	~963,000명*	유엔 통계에서 확인되는 출생자 수
1958	~993,000명*	유엔 통계
1959		유엔 통계
1960		정점 도달 추정
1961	~1,046,000명*	이후 약간 감소
1962	~1,036,000명*	비슷한 수준 유지
1963	~1,033,000명*	베이비붐 전성기 ◆ 출생아 수 100만명 이상

GPT 대답은 기본적으로 확률적으로 생성하기 때문

내가 6살이었을 때 내 여동생은 내 나이의 절반인 나이였어. 지금 나는 70살이라면 여동생은 몇 살일까?

간단한 계산 문제도 오락가락 했었다

✖ 내가 6살이었을 때 내 여동생은 내 나이의 절반인 나이였어. 즉, 여동생은 $6 / 2 = 3$ 살이었어요.
여동생은 나와 70살 차이가 나므로, 여동생은 $70 + 3 = 73$ 살이에요.



• 현재 나이: 70살 **2023-05-06**

• 6살 때 여동생 나이: 절반 ($70 / 2 = 35$ 살)

분석:

- 6살 때 나이 차이는 $35 - 6 = 29$ 살입니다.
- 이 나이 차이는 변하지 않으므로 현재 나이에서도 동일
- 따라서 현재 여동생의 나이는 $70 - 29 = 41$ 살입니다.

결론:

현재 여동생의 나이는 41살입니다.

2026-02-25

교수님, 이런 문제는 나이 차이는 변하지 않는다는 점이 핵심이다.

- 내가 6살일 때
- 여동생은 내 나이의 절반 → 3살이었다.



즉, 두 사람의 나이 차이는 3살이다.

지금 내가 70살이라면

여동생은 $70 - 3 = 67$ 살이다.

정답은 67살이다.

- 3.9와 3.11은 어느 것이 큰가?

3.9와 3.11을 비교하면, 3.11이 더 큽니다. 소수점 아래 자릿수를 비교할 때 3.9는 3.90과 같으므로 3.90과 3.11을 비교하면 0.90보다 0.11이 더 크기 때문입니다.

- 두 숫자를 비교하는 함수 bigger(a, b)를 파이썬 코드로 두 숫자를 비교하여 더 큰 것을 반환하는 bigger(a, b) 함수를 파이썬으로 작성하겠습니다. 두 숫자를 비교하여 더 큰 값을 반환합니다.

- bigger (3.11, 3.9)

bigger(3.11, 3.9)를 호출하면 3.11이 더 크므로, 결과는 3.11이 출력됩니다.

- 이 코드를 수행해서 3.11과 3.9 중 큰 것이 무엇인지 알려줘 결과를 확인해보니, 3.9와 3.11 중 더 큰 숫자는 3.9라고 나왔습니다. 수행 결과가 예상과 다르게 나온 것 같습니다. 원래 비교에서 큰 숫자는 3.11입니다. 코드를 다시 확인하고 싶으시면 말씀해 주세요!

```
def bigger(a, b):
    if a > b:
        return a
    elif a < b:
        return b
    else:
        return "equal."
```

- 0.9와 0.11은 어느 것이 큰가?
0.9와 0.11을 비교하면, 0.9가 더 큽니다.
0.9는 0.90과 같고, 0.90은 0.11보다 큽니다.

🙄 이미지 생성에서의 AI 환각

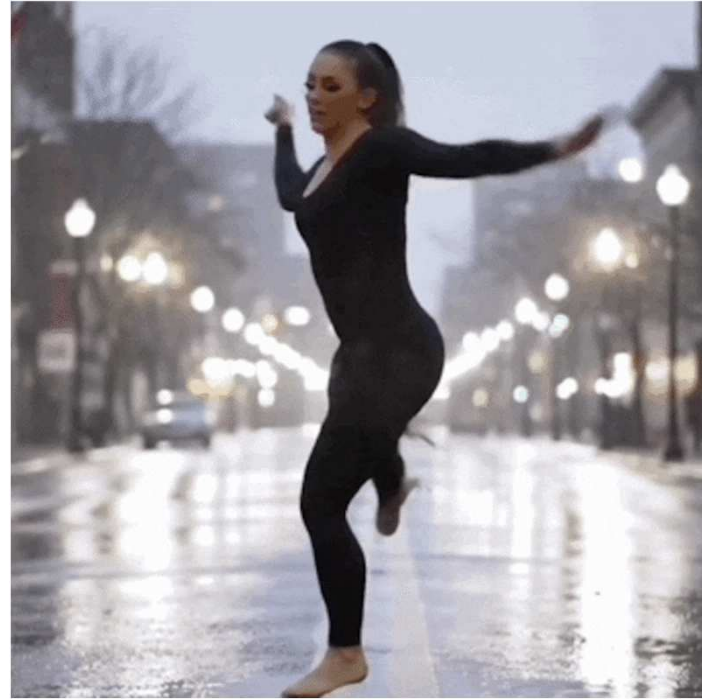
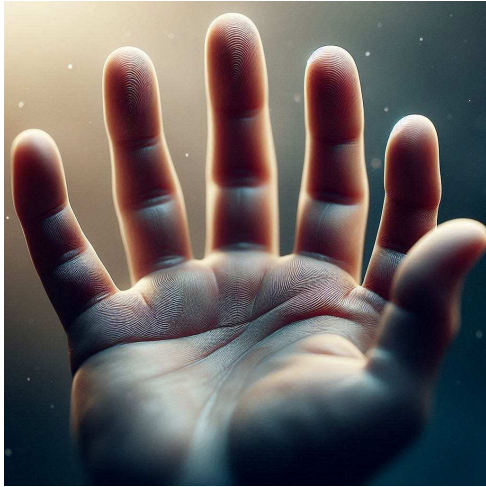


Image Generated Using DALL-E



by stable Diffusion.

Midjourney | Prompt: "a hyper-realistic image of Harry Potter."

환각은 생성형 AI의 구조적 한계

환각의 종류

- **내재적 환각(Intrinsic):**
 - 주어진 정보(프롬프트, 제공된 문서)를 왜곡하거나 모순된 답을 내는 경우
- **외재적 환각(Extrinsic):**
 - '외부 지식'을 가져오면서, 사실과 다르거나 검증 불가능한 내용을 지어내는 경우
- **지식형 환각(Knowledge-based):**
 - 학습 데이터 자체가 틀렸거나 업데이트되지 않아 발생하는 사실 오류
- **추론형 환각(Reasoning):**
 - 개별 사실은 알지만, 이를 연결하여 결론을 도출하는 논리 단계에서 오류

환각의 발생 원인

- 방대한 지식을 유한한 파라미터 속에 압축해야
- 사실 검증 능력의 부재
- 불완전한 학습 데이터
 - 편향과 오류 포함
 - 부족한 부분을 질문하면 "공백을 상상으로" 답변
- 모호한 질문에 대한 '과잉 추론'
 - 반드시 선택해야 하므로, '아는 척' 답을 만들어내야 하는 구조

2026년 환각률 주요 평가 결과

Columbia Journalism Review

Vectara 벤치마크

AA-Omniscience

Google FACT 4

뉴스 인용 출처의 내용 일치 여부

- URL을 제시하면서 내용은 지어내는 환각 형태 평가

주요 모델 환각률

- Perplexity Sonar Pro: 37% (가장 우수)
- ChatGPT: 67%
- Gemini: 76%
- Grok-3: 94%

37%의 환각률

- 언론사 이름과 URL 사용하면서도 내용 조작 가능

요약에서 원문에 없는 사실 지어냄 여부

- 업무 환경의 전문 분야 문서 (7,700개 기사)

주요 모델 환각률

- 요약 작업: 환각 약 10%
 - Gemini 3 Pro(13.6%),
- 지식 질문: 환각 50~80%

추론 모델은 요약 업무에서 패널티 받음

- 통찰하려는 시도가 요약 정확도 저해

정답률, 환각률, 거절률(모름 인정 여부)

- 치명적인 고위험 전문 분야 AI 모델의 안전성 평가
- 42개 주제 6,000개 질문

주요 모델 환각률

- Claude 4.1: 모르는 질문 답변 거부 - 환각률 0%
 - 정보가 충돌하면, '경고등'
 - 내부 추론 과정 거침
- Gemini 3 Pro는 지식 정확도는 가장 높지만 답을 지어내는 비율(환각률) 88%

4가지 차원의 평가

- Grounding: 요약/추출
- Multimodal: 콘텐츠 묘사/추론
- Parametric: 내부 지식으로 정답
- Search: 검색의 답변 정확도

주요 모델 점수

- Gemini 3 Pro: 68.8점
- GPT-5: 61.8점, Grok 4: 53.6점
- Claude 4.1: 46.5점

제미나이의 역설

- Gemini 3 Pro: 최고이지만 지어내는 환각률 88%
- 똑똑하지만 자신의 한계를 모름

환각 완화 방법

특성상 환각을 0%로 만드는 것은 불가능

- 확률적 예측의 본성, 사실 점검하는 논리 회로 부재, 사실 저장하지 않고 패턴-관계만을 압축 기억, 그럴듯한 답에 관대

→ 환각은 관리해야 할 시스템적 특성

- RAG (Retrieval Augmented Generation) 등 도구 사용
 - 관련 문서(기업 내부 DB, 위키피디아 등) 먼저 검색, 환각을 73~86% 줄이는 효과
- 다중 모델 검증: 여러 모델이 서로의 답변을 교차 검증하게
 - 다른 훈련 데이터와 배경을 가진 모델들이 서로의 오류 잡아낼 확률 높아짐
- 다단계 추론(Chain-of-Verification)
 - 답을 먼저 만든 후, 생성 → 검증 → 수정의 과정을 단계적으로 수행
- 온도(Temperature) 값을 0에 가깝게
 - 온도가 낮을수록 가장 확률이 높은 단어만 선택 -> 보수적 답변 유도



AI 챗봇 잘 사용하기 – Prompt Engineering

**좋은 프롬프트 없이는 좋은 답도 없다.
결국 AI 활용의 성패는, 그 도구를 얼마나
현명하게 쓰느냐에 달려 있다.**

챗봇 작동 원리와 한계를 이해하세요 !!

- 검색이 아니라, 대규모 언어 데이터를 바탕으로 한 **확률적 문장 생성**
- 특정 사실을 정확히 기억하기보다는 **일반화된 패턴 학습을 우선시**
- 사용자의 **질문 구조와 표현 방식에 크게 영향**
- 사실과 다르거나 없는 내용을 말할 위험(**환각 현상**)
- **판단하지 못한다** - 사실 여부, 윤리적, 가치 판단은 사용자의 몫
- **업데이트 시점 제한** - 학습된 시점 이후 정보는 반영 못함 (실시간 검색 기능이 있으면 가능)

원하는 답을 얻기 위한 '질문 기술'

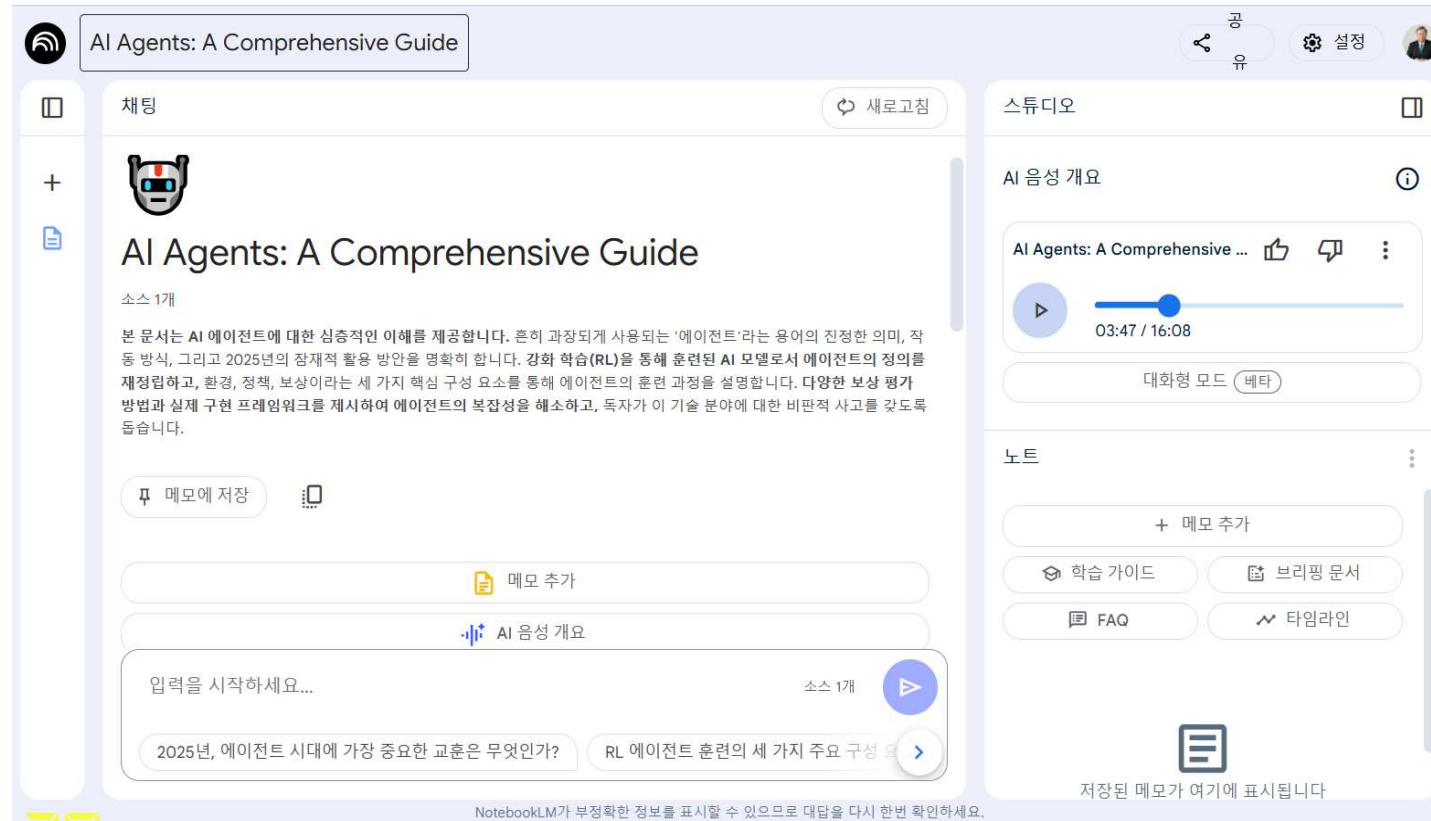
- **명확하게 말하라** - 구체적으로 질문의 초점을 지정하고. 복잡한 사고 흐름은 단계적 질문 구조로 나누어
- **맥락을 제공하라** - 자신의 배경, 전제, 시선, 목적을 제시함으로써 내 언어 흐름을 중심으로 대답하게 유도 가능
- **역할을 지정하라** - 특정 입장이나 관점을 부여하고 역할을 명시하면 더 명확하고 정제된 구조로 응답하며 사고의 품질도 높아짐
- **형식을 요청하라** - "표로 정리해줘", "요약해줘", "한 문장으로 말해줘" 등 요청 방식에 따라 결과가 달라짐
- **검증형 질문을 던져볼 것** - "출처를 알려줘" / "다른 관점은 없어?"
- **틀린 답이 나왔다면 다른 표현으로 다시 질문**



**프롬프트를 잘 만들도록 도와주는 서비스들:
PromptPerfect, FlowGPT, PromptHub**

Google 협업도구 : NotebookLM

- **사용자가 업로드한 문서로 LLM 구성**
 - 문서 이해 및 분석, 요약 등으로 핵심 정보 추출
- **질문에 응답**
- **Podcast 형태의 대화 진행**
 - 영어만
- **활용 분야**
 - 스스로 질문을 던져서 생각을 자극
 - 논문 작성, 연구 자료 분석, 학습 계획 수립
 - 아이디어 발상 및 구체화
 - 보고서 작성
 - ...



업로드 문서에 대한 질의 응답, Podcast



Deep Research 정책 의사결정을 지원하는 “연구 에이전트”

- **정보요약 및 정책 지원형 연구 에이전트로 발전**
 - 심층 보고서 작성, 학술 연구, 기업 조사: 시장 조사, 신기술 동향 파악, 개인학습 등에 활용
- **정보를 수집 분석하여 심층 답변 생성**
 - 문제 정의 재구성, 연구 설계 수립, 다중 소스 수집, 상층 정보 비교, 근거 기반 분석, 불확실성 명시
 - 출처 추적 가능, 근거 중심 보고서, 최신성 확인, 검증 루프 포함, 데이터 분석·코드 실행 가능
- **정책적 의미:**
 - **의사결정 속도 향상** : 초기 조사 단계 자동화, 비교·분석 시간 단축
 - **근거 중심 행정 강화**: 출처 명시, 다양한 이해관계 관점 비교
 - **정책 리스크 관리** : 불확실성 표시, 상층 자료 동시 제시, 가정과 한계 명확화

이번 연구에서는 다음 내용을 포함할 예정입니다:

- 시장 규모 및 성장 전망
- 주요 기업 및 경쟁 환경
- 최신 기술 동향 및 혁신 사례
- 주요 적용 산업과 사례 연구
- 지역별 시장 분석 (북미, 유럽, 아시아 등)
- 시장의 주요 과제 및 기회

조사가 완료되면 결과를 공유해 드리겠습니다.

Research completed in 7m 출처 23개

Global Energy-Saving System Integration Market: In-Depth Analysis

Market Size and Growth Outlook

The global **energy-saving system integration** (energy management systems) market has grown robustly in recent years. In 2024 its value is estimated around \$50–60 billion THEBUSINESSRESEARCHCOMPANY.COM, reflecting rapid growth driven by demand for energy efficiency. The market grew from roughly \$57.5 billion in 2024 to \$66.4 billion in 2025 (a THEBUSINESSRESEARCHCOMPANY.COM growth rate of approximately 15.5%). Over the past five years, annual growth has been solid.

조심할 점

- 자동화된 연구 결과는 검증 대상, 출처가 있어도 오류 가능성 존재
- 과신(overtrust) 위험, 최종 책임은 인간 의사결정자에게 있음

대학 교육은 어디로 가야 하나?



정답을 외우는 시대의 종말, AI를 지휘하라

와튼 스쿨은 AI 사용을 의무화하며 평가 기준을 '프롬프트 설계 능력'과 '환각 검증 역량'으로 전환했고, 윌리엄 앤 메리 대학은 교수와 AI 학생 펠로우를 동등한 공동 설계자로 배치해 커리큘럼 자체를 재구성했습니다.

https://themilk.com/articles/a27e7b3a7?utm_source=Viewsletter&utm_campaign=ccab7002db-EMAIL_CAMPAIGN_2026_03_08_12_15&utm_medium=email&utm_term=0_-ccab7002db-336332547

AI시대, 인간에게 요구 되는 능력의 변화

가치가 떨어지는 능력

- ◆ 빨리 계산하는 능력
- ◆ 많이 암기하는 능력
- ◆ 정해진 절차를 수행하는 능력
- ◆ -

인간은 실행자의 위치에서 점점
물러나야

새롭게 부각되는 능력

- ◆ 문제를 정의하는 능력
- ◆ AI와 협업하는 능력
- ◆ 판단하고 책임지는 능력
- ◆ 복잡성을 건디는 능력
- ◆ -

AI는 선택 사항을 제시는 하지만,
결정은 못한다

인간은 “많이 아는” 존재가 아니라, “책임 있게 결정”하는 존재가 되어야

AI시대, 학위가 의미가 있는가?

AI가 대학 졸업장이라는 150년 된 검증 체계를 흔들고 있다

- **학습의 본질이 위협을 받고 있다**
 - 분석·요약·작문, 코딩, 제작을 AI가 대체
 - 학생은 에세이·논문·코딩 과제를 복사-붙여넣기
 - 교수: 채점·피드백·행정 업무에 AI 의존 확산
- **'검증 체계'로서의 대학 기능 상실**
- **'학위' 대신 '실전 기술' 중심 채용**
 - 대학을 거치지 않는 '직무 직행' 경로의 확대
 - 'AI 포트폴리오'가 졸업장을 대체
- **전통적 강의는 "왜 배우는가?"에 답하지 못함**

학위 중심 vs 기술 중심 채용

구분	전통적 채용 (학위 중심)	AI 시대 채용 (기술 중심)
핵심 지표	출신 대학, 전공, 학점	포트폴리오, AI 활용 능력, 문제 <u>해결력</u>
검증 기간	4년 (대학 과정)	수개월 (단기 집중 과정 및 실무 테스트)
변화 속도	느림(교과서 위주)	매우 빠름 (최신 AI 모델 반영)
신뢰 기반	학교의 명성	실제 증명된 능력

경영 컨설팅 업계도 AI의 능력이 주도

조선경제 > WEEKLY BIZ

"AI가 맥킨지의 점심을 훔쳤다"... AI의 컨설팅 진출에 존립 위기 맞은 '맥킨지들'

[WEEKLY BIZ] 비즈니스 인사이트
 팔란티어·오픈AI·앤스로픽
 AI 프로그램+전문가 맞춤형 파견
 "필요한 건 파워포인트 아닌 실제 작동하는 소프트웨어"
 창립 100주년 맞은 맥킨지, 성장 위기에

김은정 기자

업데이트 2026.03.14. 07:27



그래픽=김의균

세계적 기업들의 경영 전략 길잡이로 군림해 온 '컨설팅의 대명사' 맥킨지앤컴퍼니(이하 맥킨지)가 창립 100주년을 맞아 최대 위기에 직면했다. 코로나 팬데믹 기간, 맥킨지를 비롯한 전통의 컨설팅 회사들은 전례 없는 성수기를 보냈다. 기업들의 디지털 전환 수요가

컨설팅업계 위협하는 AI 기업들

기업명(서비스명) | 기존 컨설팅과 차별점

팔란티어
 (AIP 부트캠프) 자사 AI 운영 체제를 고객사가 바로 쓸 수 있도록 엔지니어들이 고객사에 상주하며 초단기 집중 컨설팅을 해줌.

오픈AI
 (프론티어 얼라이언스) 기업 현장 파견 엔지니어들이 고객사에 상주하면서 기업 내부망과 AI모델을 직접 연결하는 아키텍처 설계.

앤스로픽
 (클로드 엔터프라이즈) 기업의 모든 내부 문서를 스스로 학습해 연결·분석. 금융·규제·법률 등 업무를 실시간으로 수행.

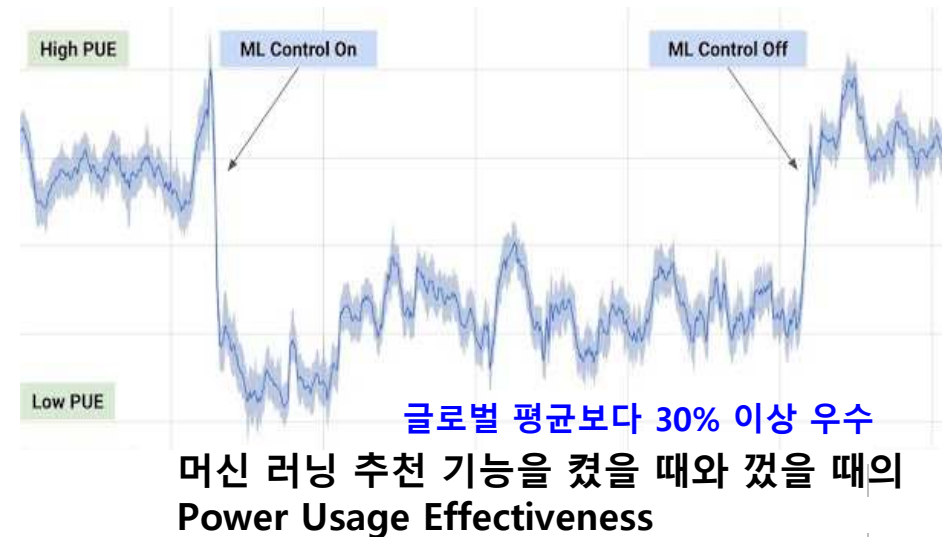
TIK-가11

탄소 중립을 위한 전략

에너지 효율성 개선	재생 에너지 확대	원자력 등 신 에너지 소스 개발	저탄소 및 무탄소 기술 개발
물류 최적화	산업 공정 개선	산림, 해양 생태계 복원 등 자연 기반 해법	탄소 상쇄 프로그램, 배출량 거래제
정책 및 규제 도입 (그린 금융, 탄소세 등)	글로벌 협력 (무역 규제 등)	기업-개인의 실천	...

모두 어려운 문제들. AI로 해결할 수 있을까?

- 2030년까지 데이터센터의 무탄소 에너지 운영 목표
- 냉각시스템 효율성 제고- by Deep Mind
 - 온도, 서버 부하, 냉각 시스템 성능, 외부 기상 조건 등 데이터센터의 방대한 운영 데이터 분석
 - 심층 신경망으로 패턴을 식별하고 향후 에너지 수요를 예측
 - 송풍기, 공조기 사용 등의 냉각 변수 실시간 조정
- 실시간 데이터기반 의사결정, 지속적 학습
 - 강화 학습으로 현재의 상황과 이전 결정의 결과를 기반으로 실시간 의사결정 방법을 학습.
 - 학습된 의사결정 방법을 실시간으로 배포 - 지속적으로 모델의 성능을 개선하는 AlphaGo- Zero의 전략
- 냉각용 에너지의 40% 절감
 - 에너지 최적화가 필요한 다른 산업 공정에도 적용 가능



신호등 최적화

Google's Green Light Project

녹색 신호등 다섯 개를 연속해서 통과했다면 운이 좋은 날. 더 많은 사람들에게 이런 행운을



왜, 무엇을

- 자동차 이동에서 정지-출발의 반복을 줄이면 연료 배출도
 - 온실가스 배출의 상당 부분이 도시 교차로에서 - 일반 주행보다 29배나 높다
 - 배출량의 약 절반이 정차 후 가속하는 차량에서 발생
- 신호등 타이밍 조정을 위한 권장 사항을 제시
 - 시의 기존 인프라를 사용하여 5분 이내에 구현

효과

- 교차로에서 정차 시간을 최대 30%, 배기가스 배출량 최대 10%까지 줄임
- 여러 도시의 수만 개의 교차로로 확장
 - 70개 교차로에 매월 3000만 번의 주행기록 수집

어떻게

- 교통 흐름을 측정, 제어하는 AI 모델 구축
 - Google Map으로 수집한 주행 트렌드 사용
 - 주행 속도, 출발 및 정지 패턴, 평균 대기 시간, 인접 교차로와의 협조-조정, 하루 교통 패턴의 변화 등
- 신호등 시간 조정 최적화
 - 사이클 길이, 전환 시간, 통행 우선권 시간과 순서, 센서 운영을 이해하여
 - “빨간 신호등 몇 초 단축” 등 제안
- 실시간 비전 및 IOT 활용 예정
 - 카메라 : 사고, 공사, 보행자 등을 실시간 감지
 - IOT : 교통 흐름은 물론 대기질, 소음 및 기타 환경 데이터 수집

이공계 교육의 혁신 방향

- 지식 전달, 강의 → **문제 해결·비판적 사유 중심**
 - 강의 위주에서 벗어나 실제 데이터·산업 문제 해결로 전환
- 개별 학습, 시험 위주 → **협력·프로젝트 기반 학습**
 - 팀 기반 프로젝트, 산학연 연계 실습
- 이론 중심, 실습 부족 → **실습·체험 활용 능력 강화**
 - AI, 시뮬레이션, 디지털 트윈 활용, 랩실·현장 중심 수업 강화
- 시험 성적 위주 평가 → **참여·토론·성찰·성과물 평가**
 - 포트폴리오와 캡스톤디자인 반영
- AI를 단순 도구 → **학습 파트너로 활용**
 - 데이터 분석·모델링을 교육 전반에 통합



**지식 암기를 넘어, 현실 문제를 해결하고
창의적으로 협력하는 능력을 기르는 것을 목표로**

교육 혁신을 위한 제안 – 실습과 사유를 연결

- **수업 설계 방향:**
 - AI 도구 사용을 학습 기회로
 - 단순 구현보다 “이유를 설명하는 능력”을 평가하기 위한 실습 과제
 - 협업 중심 팀 프로젝트 (시스템 설계, 실제 데이터 활용)
- **평가 방식:**
 - 설계 과정과 사고 전개 과정 평가
 - “모범답안이 없는 문제”를 해석하기
- **교수는 해설자가 아닌 질문 설계자**

통합 교육 전략

- 학생에게 문제 구조화 → 수치 예측 → 결과 해석 및 커뮤니케이션까지 완결적 경험 기회 제공
- GPT로 문제 정의 → M&S로 예측 및 분석 → GPT로 결과 해석

▶ 예시: 도시 열섬 현상 분석

- GPT를 활용하여 도시 열섬의 개념, 원인, 주요 변수(지면 온도, 녹지율 등)를 정리
- MATLAB 또는 PyTorch 기반 시뮬레이션으로 열섬의 시간별 확산 시나리오 예측
- GPT로 시뮬레이션 결과 요약, 정책 제안 문서 초안 작성 (예: 도심 녹지 확대 방안)

**AI를 세계를 해석하는 틀로 가르쳐야
생성형+분석형 AI 통합적 사고 능력 필요**

AI 시대, 대학에서 무슨 능력을 배양해야 하나?

● 지식 → 질문 능력

- 지식은 이제 AI가 즉시 제공
- 중요한 것은 무엇을 물어볼 것인가를 아는 능력

● 계산 → 판단 능력

- AI는 계산하고 예측
- 인간은 맥락과 가치에 기반한 판단을 해야

● 기억 → 이해 능력

- 암기 중심 교육의 의미는 감소
- 개념적 이해와 구조적 사고가 핵심

● 개인 능력 → 협업 능력

- 미래의 일은 AI와 함께 하는 협업 작업
- 인간 + AI 팀워크 능력이 중요

● 실세계 문제 해결

강의실 안의 가공된 데이터가 아닌, 현실의 복잡하고 모호한 문제를 AI와 협업하여 해결해 보는 '경험적 자산'의 축적.

대학은 “AI와 함께” 일하는 능력을 훈련하는 곳

AI가 할 수 없는 '가치 판단'과 '윤리적 책임'을 대학에서 배워야

'정답'을 외우던 능력에서 '질문'을 설계하는 능력으로

대학이 주던 것 (과거):

- 표준화된 지식의 전달, 정보의 암기, 특정 도구의 숙련

AI가 가져간 것 (현재):

- 검색과 요약은 AI가 (지식의 한계 비용 제로).
- 코딩, 외국어, 기술적 숙련도는 에이전트가 대체.

학생이 얻어야 할 능력 (미래):

- 문제 제기**
 - AI는 답을 내놓지만, "무엇이 문제인가?"를 정의하는 것은 여전히 인간의 몫
- 비판적 검증**
 - AI의 환각과 편향을 걸러내고, 결과에 책임을 지는 '최종 결정권자'로서의 안목.
- 지적 주체성**
 - AI의 제안에 휩쓸리지 않고, 자신의 가치관에 따라 지능을 부리는 '지휘자'의 역량

AI vs HUMAN

AI는 계산한다



데이터 분석



예측 분석

1.847 = ?

정확한 계산

VS

인간은 판단한다



창의적 사고



가치 판단

현명한 판단