

AI의 현재와 미래

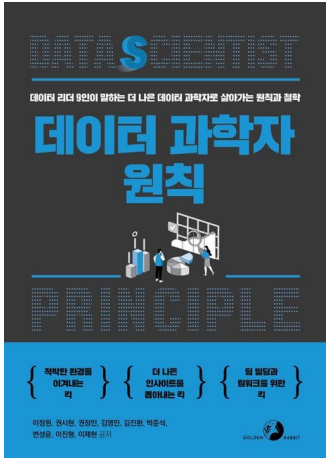
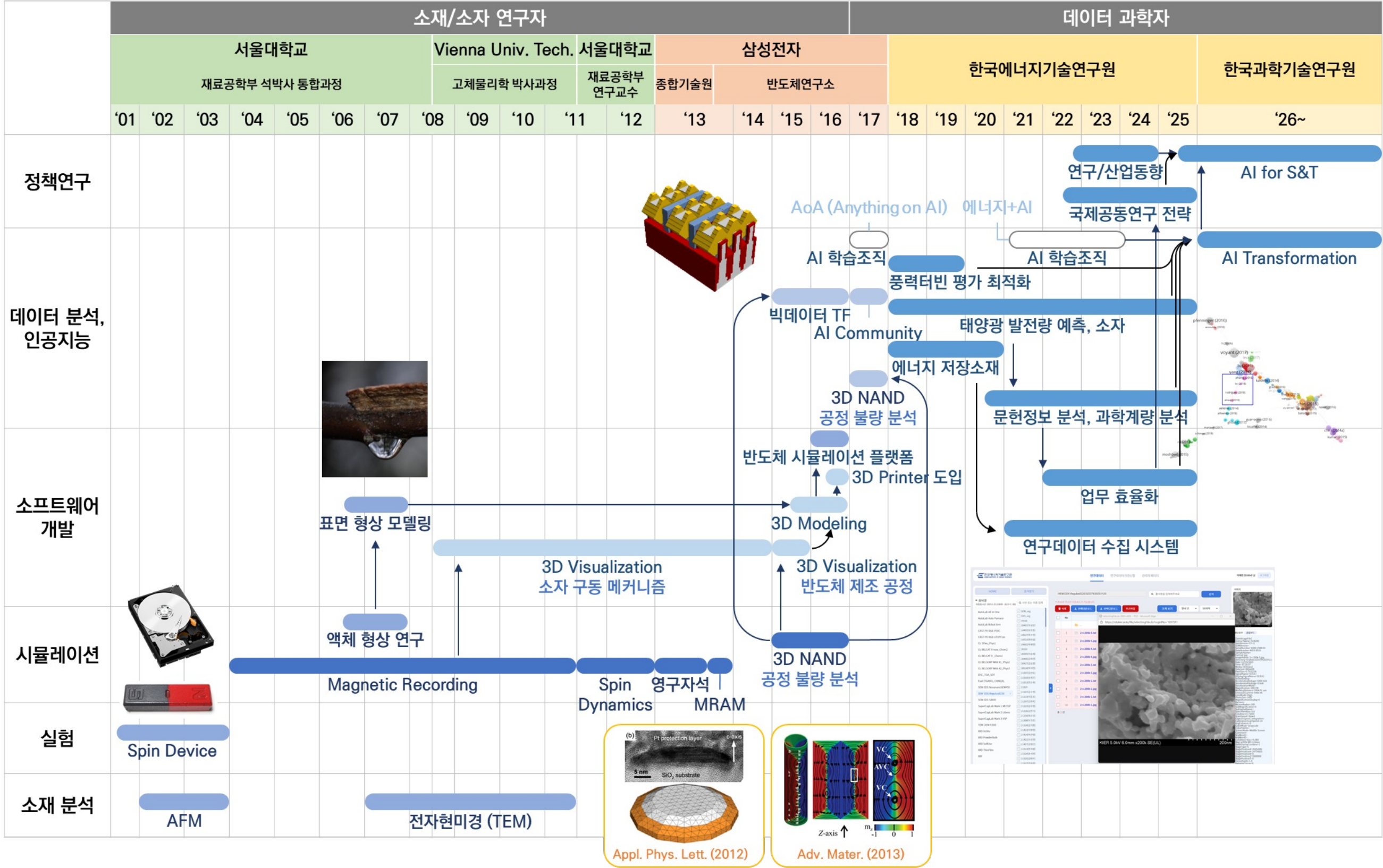
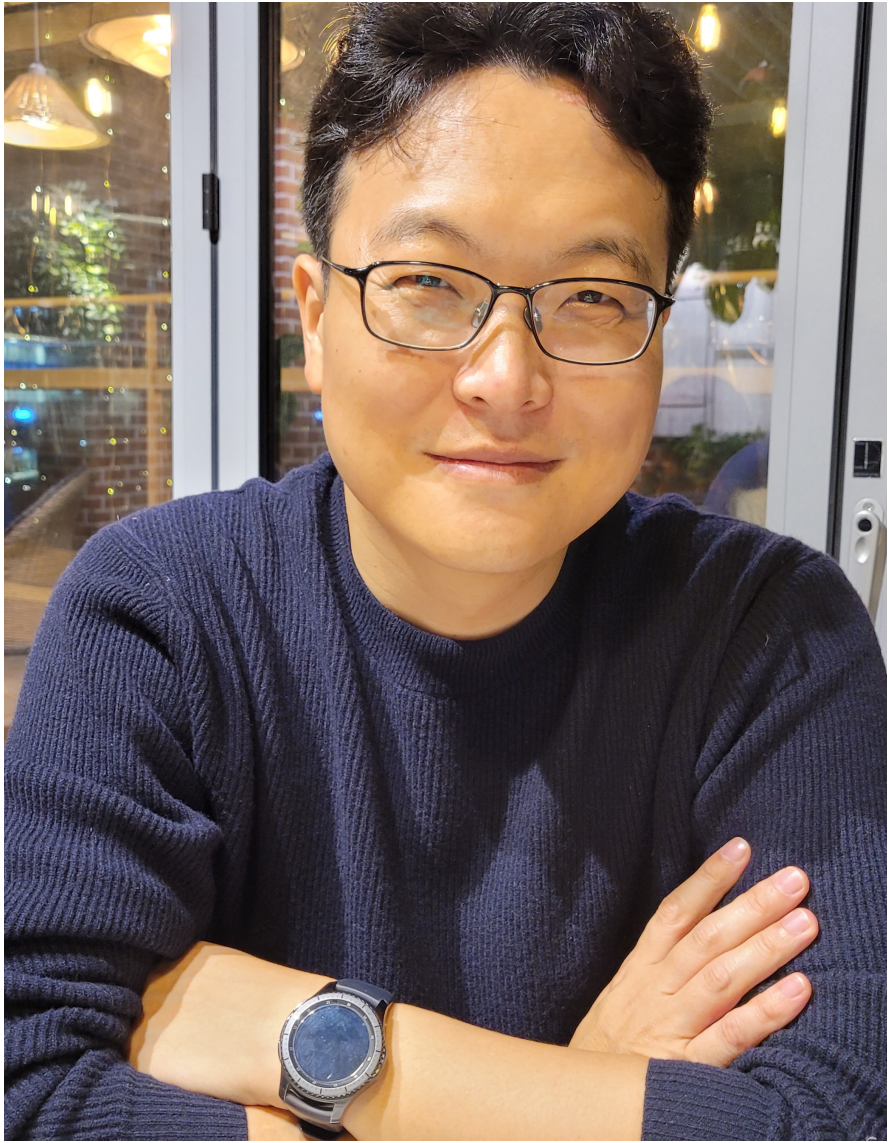
2026. 08. 02.

한국과학기술연구원 AIX전략실

이제현

반갑습니다. 이제현입니다.

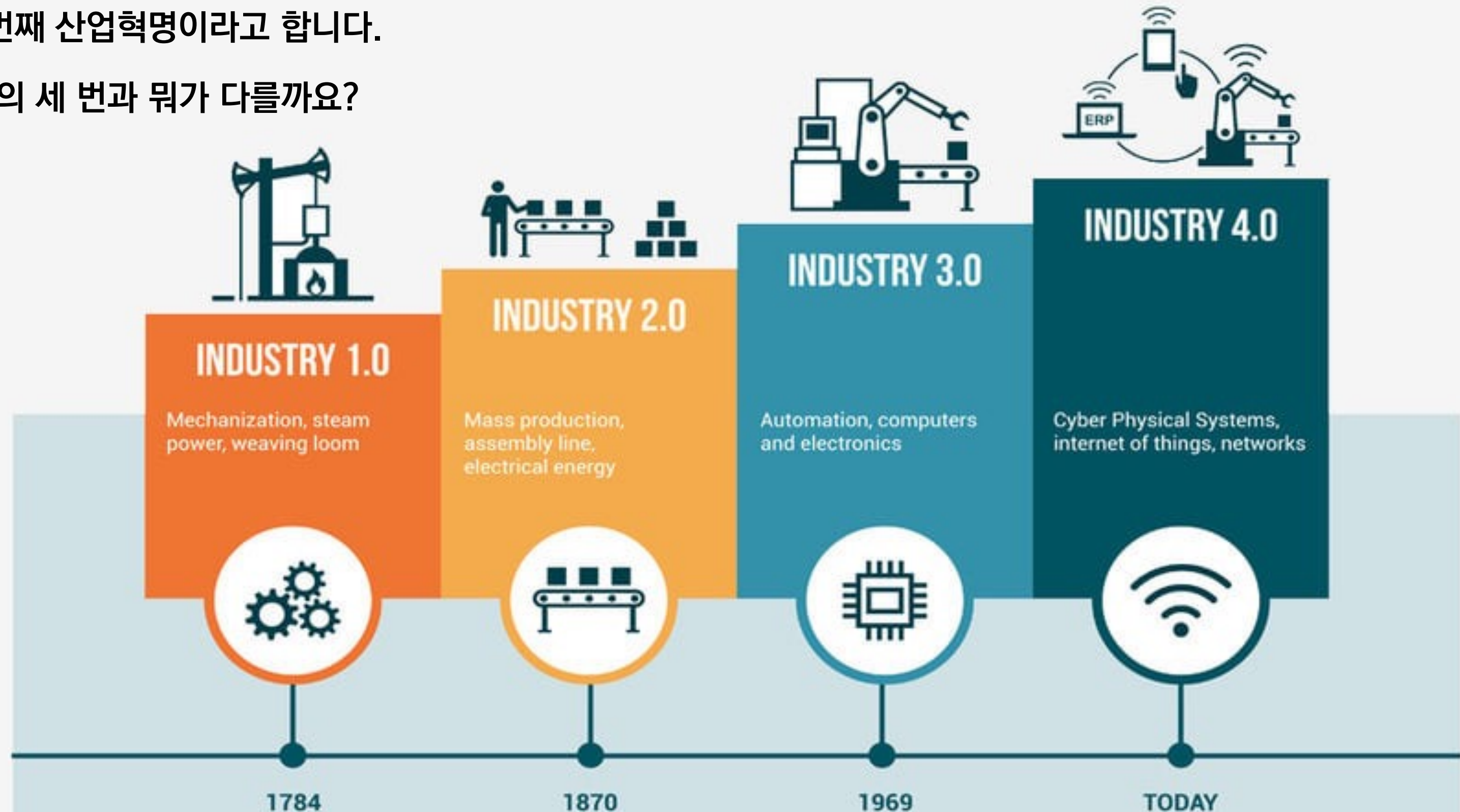
과학기술정보통신부 AI 혁신 TF 민간전문가 '25.09. – 현재
대통령 직속 국가인공지능위원회 산업·공공분과위원 '24.12.– '25.07.
국가과학기술연구회 디지털전환 및 융합 R&D전문가위원 '24.01.– '24.12.
Microsoft AI MVP '23.01.– '24.07.



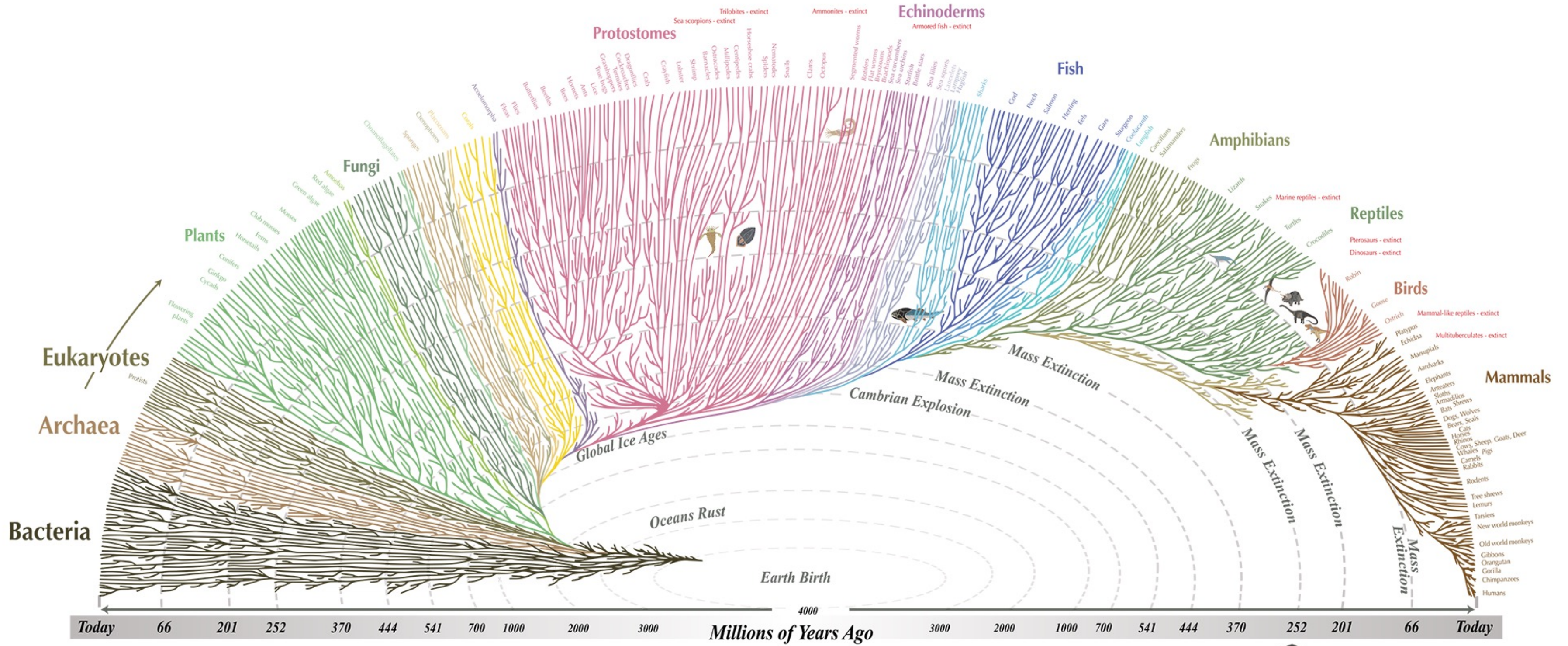
1. 역사

산업혁명

- 4번째 산업혁명이라고 합니다.
- 앞의 세 번과 뭐가 다를까요?







All the major and many of the minor living branches of life are shown on this diagram, but only a few of those that have gone extinct are shown. Example: **Dinosaurs - extinct**

저는 AI를 그다지 특별하게 바라보지 않습니다.
인류 역사에 많이 있었던 커다란 변곡점 중,
우연히 제 생애와 겹친 일이라고 생각합니다.

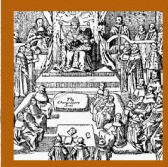
다만,
역사의 변곡점에서는 흥망과 생사가 갈립니다.
살아남기 위해서는 적응해야 합니다.
필사적으로요.

제4차 산업혁명이라고 하는데,
산업혁명은 뭘까요?



THE FIRST INDUSTRIAL REVOLUTION, c. 1760 - 1840

1707
ACT OF UNION
(ENGLAND &
SCOTLAND)
GREAT BRITAIN

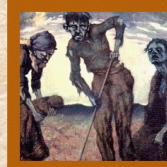


1714
GEORGE I
HOUSE OF HANOVER



1701 - 1715
WAR OF THE
SPANISH SUCCESSION

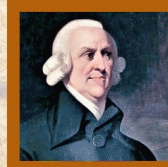
1740 - 1741
BLIAIN AN ÁIR
THE IRISH FAMINE



1757
EAST INDIA COMPANY
RULE IN INDIA



1776
A. SMITH
"WEALTH OF NATIONS"



1775 - 1783
AMERICAN WAR
OF INDEPENDENCE



1789
FRENCH REVOLUTION



1800
WORKERS' UNIONS
FORBIDDEN



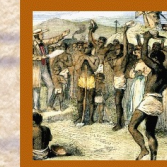
1812
LUDDITES
AGAINST MACHINES



1815
END OF
NAPOLEONIC WARS



1833
BRITISH EMPIRE
SLAVERY ABOLITION ACT



1837
QUEEN VICTORIA



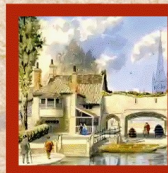
1851
THE GREAT EXHIBITION
CRYSTAL PALACE



1710 1720 1730 1740 1750 1760 1770 1780 1790 1800 1810 1820 1830 1840 1850



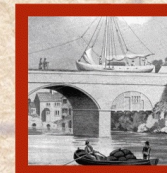
1709
A. DARBY I
SMELTS IRON
WITH COKE



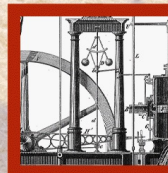
1721
J. LOMBE
MECHANISED
SILK FACTORY



1733
J. KAY
FLYING SHUTTLE



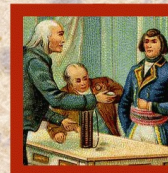
1761
F. EGERTON
BRIDGEWATER CANAL



1776
J. WATT
COMMERCIAL
STEAM ENGINE



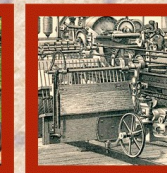
1787
J. WILKINSON
IRON BARGE



1800
A. VOLTA
ELECTRIC BATTERY



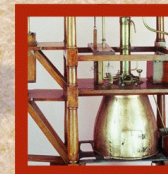
1829 1830
R. STEPHENSON
"ROCKET" - ADVANCED
STEAM LOCOMOTIVE



1830
R. ROBERT
SELF-ACTING
MULE



1840
F. BOURDON
J. NASMYTH
STEAM HAMMER



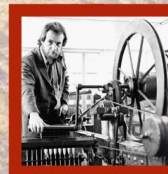
1712
T. NEWCOMEN
STEAM PUMP



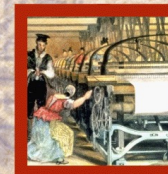
1742
B. HUNTSMAN
CRUCIBLE STEEL



1764
J. HARGREAVES
SPINNING JENNY



1779
S. CROMPTON
SPINNING MULE



1794
E. WHITNEY
COTTON GIN



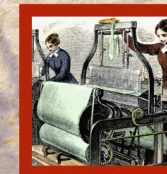
1803
R. TREVITHICK
STEAM CARRIAGE



1825
G. STEPHENSON
FIRST RAILWAY



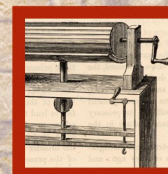
1831
M. FARADAY
ELECTRICITY
GENERATION



1842
BULLOUGH - KENWORTHY
SELF-ACTING
LANCASHIRE LOOM



1742
E. CAVE
WATER-POWERED
COTTON MILL



1748
L. PAUL
HAND-DRIVEN
CARDING MACHINE



1770
N-J. CUGNOT
"FARDIER À VAPEUR"
STEAM VEHICLE



1781
A. DARBY III
THE IRON BRIDGE



1800
R. TREVITHICK
HIGH-PRESSURE
STEAM ENGINE



1809
J. HEATHCOAT
LACE MACHINE

1837
SS SIRIUS

ATLANTIC CROSSED ON STEAM



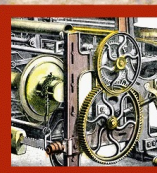
1839
COOKE-WHEATSTONE
COMMERCIAL
TELEGRAPH



1843
I.K. BRUNEL
SS GREAT BRITAIN
SCREW PROPELLED
IRON STEAMSHIP

1783

MONTGOLFIER
CREWED HOT AIR BALLOON



1785

E. CARTWRIGHT
POWER LOOM

THE FIRST INDUSTRIAL REVOLUTION, c. 1760 - 1840



1707
ACT OF UNION
(ENGLAND &
SCOTLAND)
GREAT BRITAIN



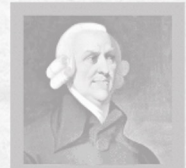
1714
GEORGE I
HOUSE OF HANOVER



1740 - 1741
BLIAIN AN AIR
THE IRISH FAMINE



1757
EAST INDIA COMPANY
RULE IN INDIA



1776
A. SMITH
"WEALTH OF NATIONS"



1775 - 1783
AMERICAN WAR
OF INDEPENDENCE



1800
WORKERS' UNIONS
FORBIDDEN



1812
LUDDITES
AGAINST MACHINES



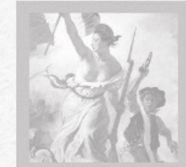
1833
BRITISH EMPIRE
SLAVERY ABOLITION ACT



1851
THE GREAT EXHIBITION
CRYSTAL PALACE



1701 - 1715
WAR OF THE
SPANISH SUCCESSION



1789
FRENCH REVOLUTION



1815
END OF
NAPOLEONIC WARS



1837
QUEEN VICTORIA



1709
A. DARBY I
SMELTS IRON
WITH COKE



1721
J. LOMBE
MECHANISED
SILK FACTORY



1733
J. KAY
FLYING SHUTTLE



1761
F. EGERTON
BRIDGEWATER CANAL



1776
J. WATT
COMMERCIAL
STEAM ENGINE



1787
J. WILKINSON
IRON BARGE



1800
A. VOLTA
ELECTRIC BATTERY



1829
R. STEPHENSON
"ROCKET" - ADVANCED
STEAM LOCOMOTIVE



1830
R. ROBERT
SELF-ACTING
MULE



1840
F. BOURDON
J. NASMYTH
STEAM HAMMER



1712
T. NEWCOMEN
STEAM PUMP



1742
B. HUNTSMAN
CRUCIBLE STEEL



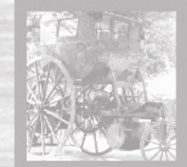
1764
J. HARGREAVES
SPINNING JENNY



1779
S. CROMPTON
SPINNING MULE



1794
E. WHITNEY
COTTON GIN



1803
R. TREVITHICK
STEAM CARRIAGE



1825
G. STEPHENSON
FIRST RAILWAY



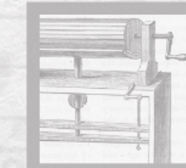
1831
M. FARADAY
ELECTRICITY
GENERATION



1842
BULLOUGH - KENWORTHY
SELF-ACTING
LANCASHIRE LOOM



1742
E. CAVE
WATER-POWERED
COTTON MILL



1748
L. PAUL
HAND-DRIVEN
CARDING MACHINE



1770
N-J. CUGNOT
"FARDIER À VAPEUR"
STEAM VEHICLE



1781
A. DARBY III
THE IRON BRIDGE



1800
R. TREVITHICK
HIGH-PRESSURE
STEAM ENGINE



1809
J. HEATHCOAT
LACE MACHINE



1837
SS SIRIUS
ATLANTIC CROSSED ON STEAM



1843
I.K. BRUNEL
SS GREAT BRITAIN
SCREW PROPELLED
IRON STEAMSHIP



1783
MONTGOLFIERS
CREWED HOT AIR BALLOON



1785
E. CARTWRIGHT
POWER LOOM



1839
COOKE-WHEATSTONE
COMMERCIAL
TELEGRAPH

worldhistory.org

산업혁명

• 제 1차 산업혁명

- 18C 영국에서 시작, 100여년에 걸쳐 진행. 증기 기관 개량 (J. Watt, 1769)
- 공업 : Flying shuttle (J. Kay, 1733) → 제니 방적기 (J. Hargreaves, 1764) → 역직기 (E. Cartwright, 1785)
- 농업 : 4윤작법 (플랑드르 지방, 16C → 영국 보급, 18C), 인클로저 운동
보리 → 클로버 → 밀 → 순무

도시

→ 빈부격차 증대 → 노동자 계급 탄생 → 러다이트 운동 (~1810) → 차티스트 운동 (~1840) → 공산주의 혁명 (~1910) → ...



제 1차 산업혁명 The 1st Industrial Revolution

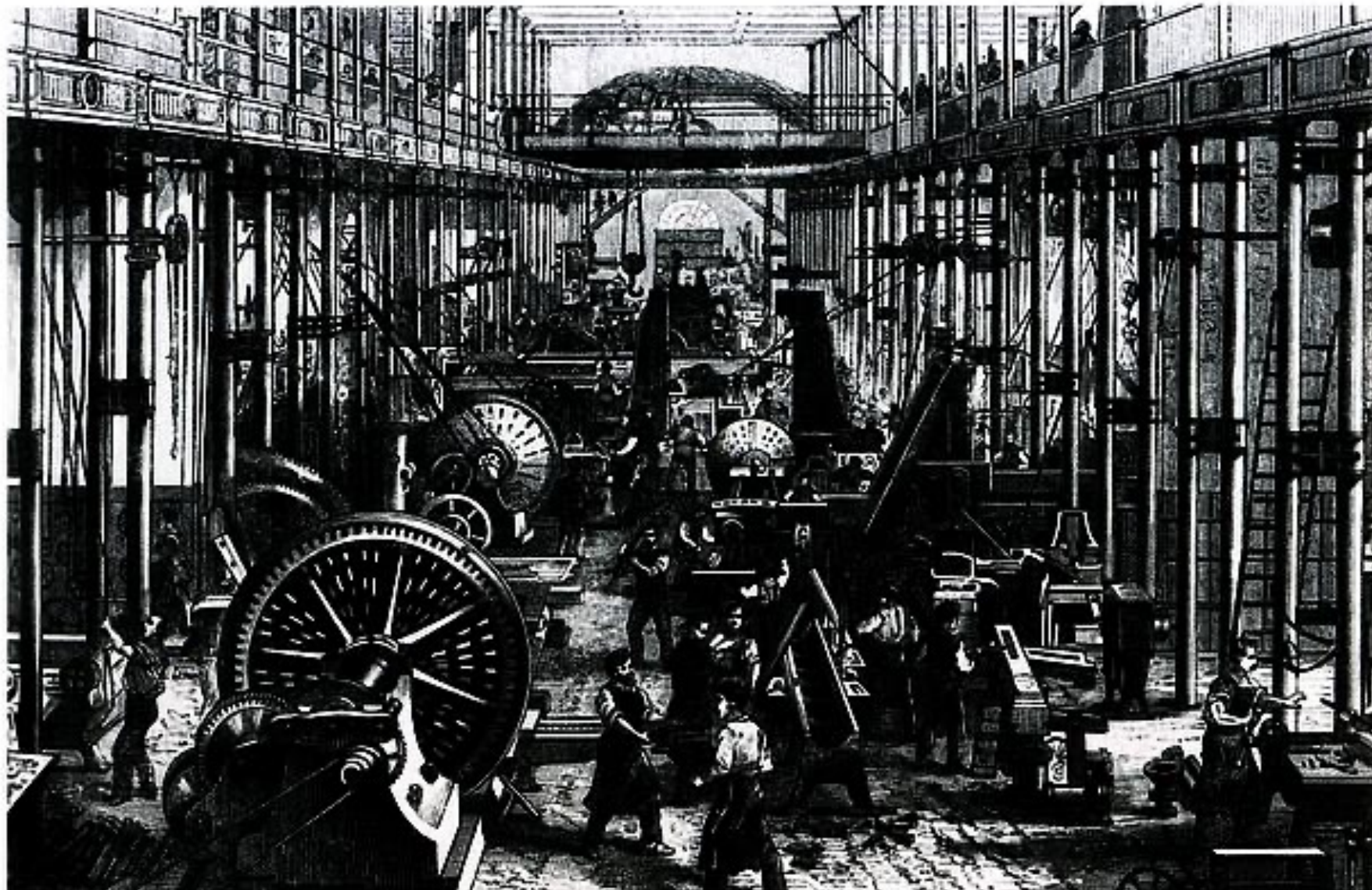
증기 기관



공장제 기계공업



생산량 증대



<https://historylearning.com/great-britain-1700-to-1900/indrev/factories-industrial-revolution/>
<https://quizlet.com/138224961/global-3-unit-2-the-industrial-revolution-vocab-flash-cards/>

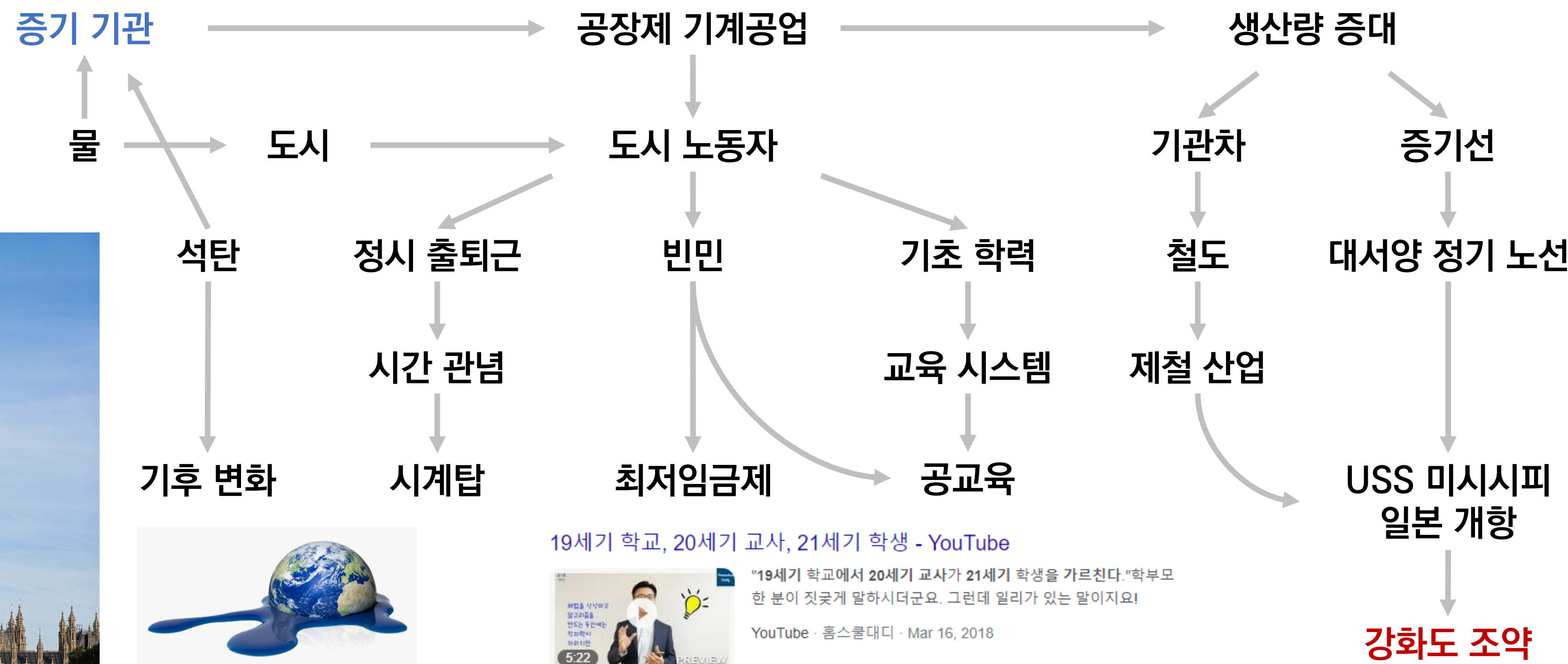


<https://www.historic-uk.com/CultureUK/Two-Penny-Hangover/>



제 1차 산업혁명 The 1st Industrial Revolution

- 기술, 산업의 발전으로 끝나는 것이 아니라 사회 전체를 바꿔버리는 혁명



19세기 학교, 20세기 교사, 21세기 학생 - YouTube



"19세기 학교에서 20세기 교사가 21세기 학생을 가르친다." 학부모 한 분이 짓궂게 말하시더군요. 그런데 일리가 있는 말이지요!
YouTube · 홈스쿨대디 · Mar 16, 2018

이런 일이 산업혁명 정도나 되어야 발생할까요?

컨테이너 혁명 The Container Revolution : “The Box”

- 생각보다 자주 벌어지는 일입니다.

컨테이너

Ideal-X (1956)
뉴어크 → 휴스턴



Malcom McLean
(1913-2001)



하역 표준화·자동화

갠트리 크레인

대형 항만

노동조합 약화



MAGA

운송비 급감

\$5.86/ton → \$0.16/ton

원가 하락

다국적 기업 성장

선진국 제조업 공동화

배송시간 단축

개도국 산업화

아시아 부상

미/중 무역갈등

국내 정치/경제 리스크

물류 증대

AI의 현재는 이런 모습일지 몰라도,
이렇게 마무리될 모습은 아닐 겁니다.
이제까지도 많이 변했지만, 앞으로는 또 어떨까요?

사장님 지시사항 : AI 전환

- * AI 도구 활용 방법 공부하기
- * 교육 마일리지 3점 취득
- * 1인 1AI 적용사례 연말까지 발굴
- * AI 도구 3종 개발 보급 (~10월)

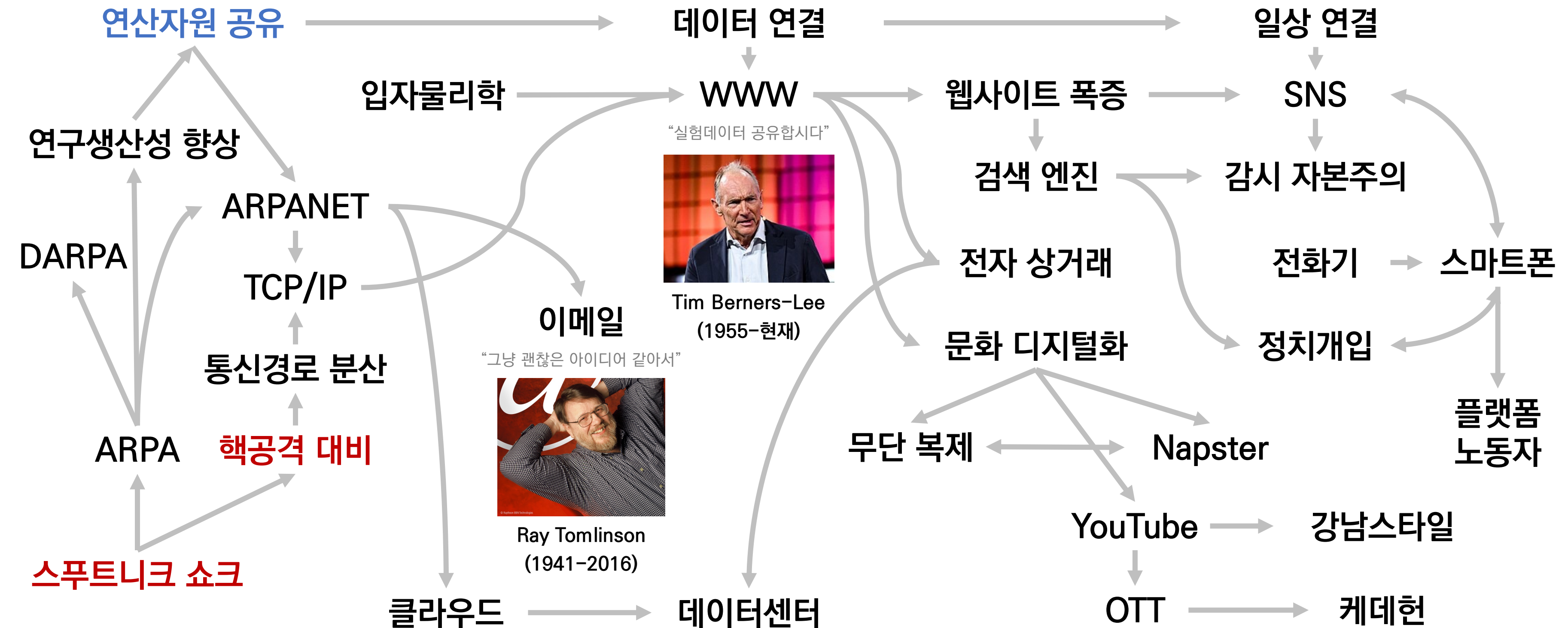
+ 아직도 진행중인

연식이 있는 분들이라면 기억하실

2. 인터넷 혁명

제 3차 산업혁명 The 3rd Industrial Revolution

- 현재도 진행중. 그런데 30년 전에는 어떻게 보였을까요?



제 3차 산업혁명 The 3rd Industrial Revolution

- “이런거 없고 그냥 현실의 연장선이었는데 그걸 망각하고 별천지로 생각함” – 모 인터넷 커뮤니티



제 3차 산업혁명 The 3rd Industrial Revolution

기획특집

자동화(FA, OA, HA) 산업의 현황과 전망을 조명한다.

중소기업의
자동화
기술보급



남 상 무
중소기업진흥공단
자동화지도실장

1. 서 언

1990년대 들어서 우리 경제는 대외 무역면에 서 적자 기초, 대내적으로는 두자리 숫자의 Inflation이 정착될 것 같은 불길한 예감을 주고 있다. 이것은 국민들의 이기적이고 집단적인 자기주장과 안일한 대응자세를 가진 정부가 합동으로 연출한 당연한 결과가 아닌가 한다. 그러나 아무리 절망적인 상황이라고 하더라도 주저 앉을 수는 없는 것이 아닌가 대기업은 스스로 알아서 할 수 있는 능력을 갖추었으나 문제는 중소기업이다. 그렇다고 지난날의 전철을 되풀이 할 수는 없지 않은가 이번만은 튼튼하게 키워야 하겠는데 영향을 너무 많이 공급하여도 비만이 될 것이므로 모든 것을 자발적으로 하게 하면서 이것만은 도와주지 않으면 안되겠다고 생각되는 부분을 중점지원 해야 할 것이다.

바로 이 부분이 기술지원부분이라고 생각한다. 기술의 근간은 사람인데 중소기업이 근본적으로 부족한 부분이 바로 인력문제다. 생산성향상보다 더 많은 임금을 인상시켜달라는 것도 초과 근무를 기피하는 것도 무리하게 근로조건을 개선해 달라는 것도 사람이다. 또한 세계 시장에 나아가 불량 소동을 일으키게 하는 것도 사람이다. 다른 한편으로 조그만 소기업을 중기업 대기업으로 성장시키는 것도 세계 최초의 발명이나 기획 상품을 만들어 수백만 달러의 수출 실적을 올리는 것도 일류 상품을 만들어 아무도 흉내 낼 수 없게 하는 것도 사람이다. 그러나 중소기업에서는 이 사람을 유인할 수 있는 요인이 대기업에 비해 적다. 즉, 기업의 안정성, 임금수준, 근로조건(복지), 장래에 대한 전망이 어느면에서도 앞서지를 못하기 때문에 우수한 인재를 확보 할 수 없는 것이 현실이다.

이 현실을 감안하여 효과적으로 지원할 수 있는 방안이 무엇이겠는가? 우수한 기술인력을 한곳에 모아 필요한 경우 이들을 파견하여 지원과 자문에 응할 수 있게 하는 것이 제한된 기술인력의 활용도를 높이고 기업에 양질의 서비스를 할 수 있는 시스템이 아니겠는가? 이런 지원 방법이 중소기업에 비만에 걸리지 않고 튼튼하게 홀로 설 수 있는 기업으로 육성 할 수 있는 방법이라 생각되어 중소기업진흥공단은 기술지도 사업을 10여년째 하고 있다.

전자진흥, 1991년 6월

- **공장 자동화 : Factory Automation**
 - 생산 및 조립 라인 자동화
 - 산업용 로봇 도입 : CAD/CAM, 수치제어
 - **소품종 대량 생산 → 다품종 소량 생산, 변종 변량 생산**
- **사무 자동화 : Office Automation**
 - 각종 사무를 컴퓨터로 작업
 - 종이 서류 → 전자 문서
 - **주산, 부기 자격증 폐지 (2001)**
- **가정 자동화 : Home Automation**
 - 홈 게이트웨이 : 초고속 인터넷 장비 + 방송 수신 장비
 - 홈 네트워크 : 주문형 비디오
 - **“컬러 TV의 지난 50년 역사는 유아기에 불과하다. 향후 TV는 always-on-interactive device로 다시 태어날 것이다.”**
 - 안도 소니 사장, CES 2003.1.

제 3차 산업혁명 The 3rd Industrial Revolution

- 1980년대 주산 학원 (feat. 웅변 학원)
 - “우리 때 주산 학원이 유행이었다.
주산을 배우고 싶은 게 아니라 노란 주산학원 가방이 너무 가지고 싶었다.
안가지고 가면 왠지 학교에서 소외되는 것처럼 생각됐다” – 유재석, 동상이몽 (2015.05.23)



제 3차 산업혁명 The 3rd Industrial Revolution

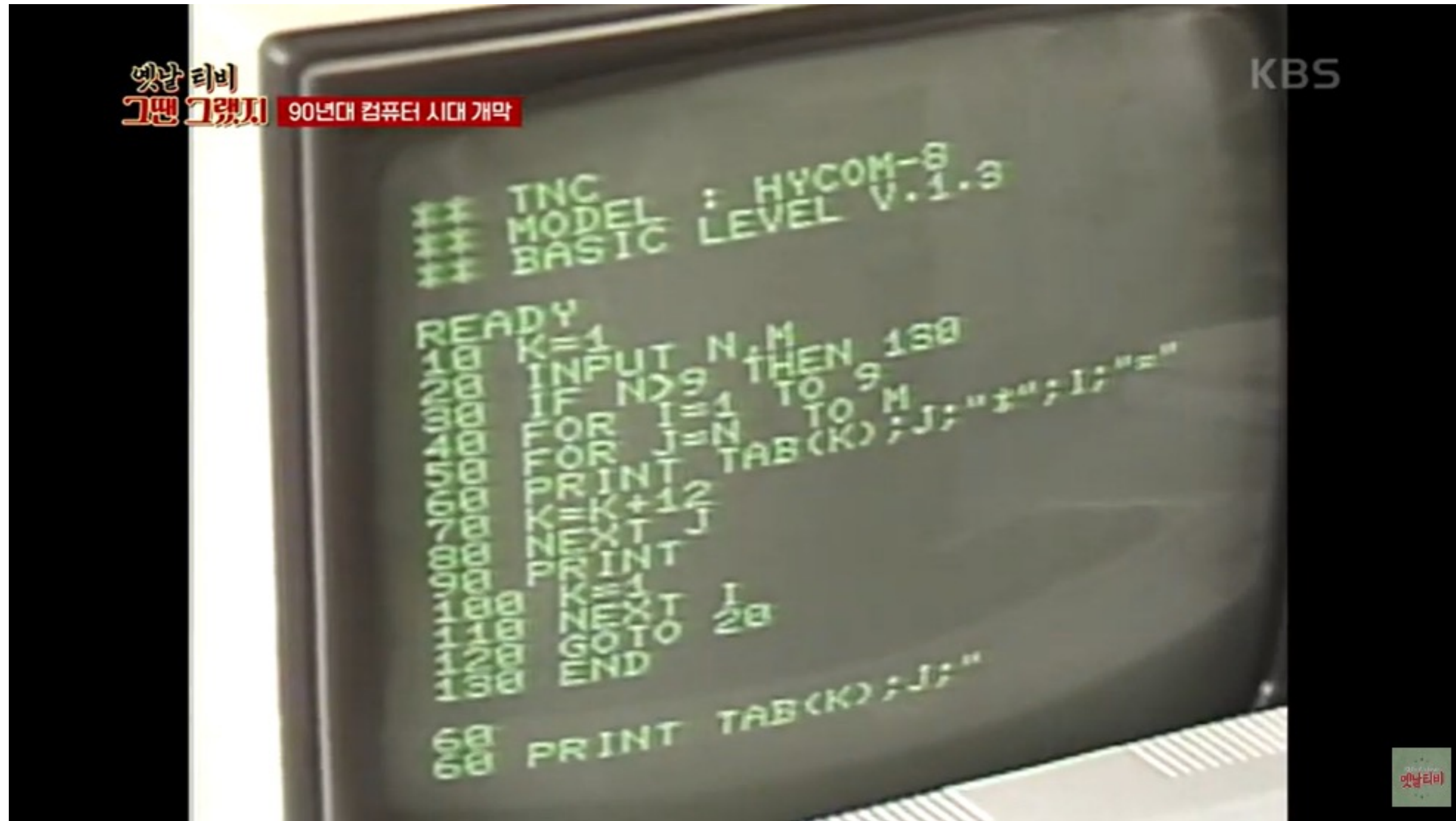
- 1990년대 컴퓨터 학원

- “컴퓨터 학원에 다니는 아이들은 나름 자부심이 있었다.
변화하는 시대에 걸 맞는 인재로서 가장 중요한 대비를 하고 있다는 자신감이 그 안에 장착되어 있다고나 할까.”
– 박은혜, 미디어파인 (2020.04.28)



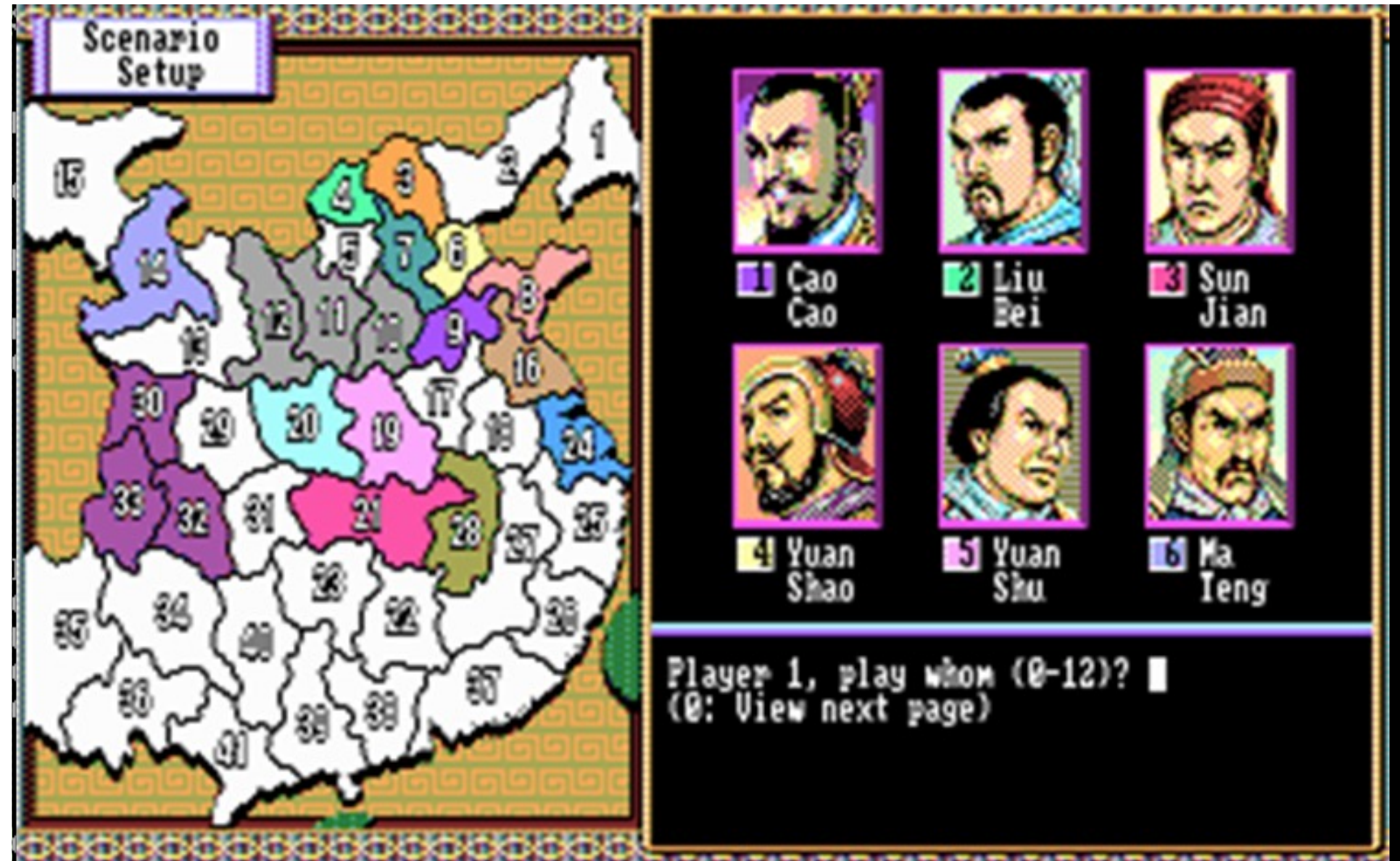
제 3차 산업혁명 The 3rd Industrial Revolution

- 1990년대 컴퓨터 학원



제 3차 산업혁명 The 3rd Industrial Revolution

- 그런데 집에 있는 컴퓨터를 켜면 나를 맞이하던 화면 (1992)



제 3차 산업혁명 The 3rd Industrial Revolution

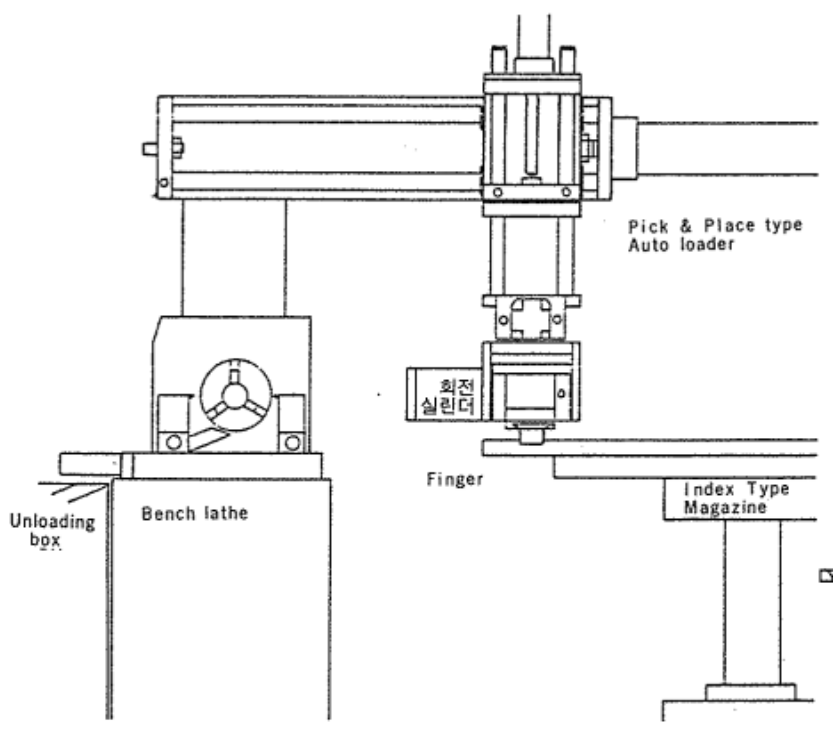
컴퓨터 학원



다음달부터 컴퓨터 학원 다녀!

산업 현장 수요

1) 가공 라인 자동화 사례



<그림 1> 탁상선반 자동화 System

가까운 미래의 노동 인력



맨날 외우라고 하고
어렵기만 하고
쓸데도 없고

도움이 됩니다!

게임만 하지 말고
도움이 되는 일 좀 해!

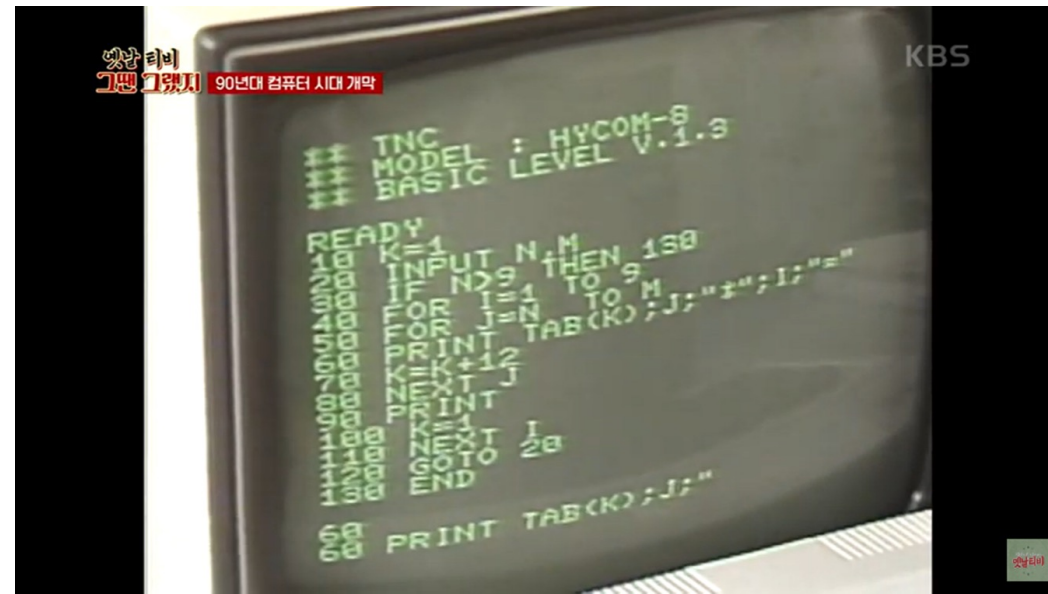
제 3차 산업혁명 The 3rd Industrial Revolution



- MS-DOS 시절 HWP 실행
 - cd 명령을 사용해
C:\> 에서 프로그램이 설치된 디렉토리로 이동
 - 실행파일 이름(hwp.exe)을 타이핑하고 엔터
 - 그림이 필요하면 HWP 종료
 - 같은 방법으로 그림 그리는 프로그램 실행
 - 그림 파일 저장
 - 다시 HWP 실행, 작업하던 파일 불러오기
 - 그림 파일 삽입
- Windows 도입 후 HWP 실행
 - 바탕화면 아이콘 클릭
 - 그림이 필요하면 그림판 등 아이콘 클릭
 - HWP에 붙여넣기

제 3차 산업혁명 The 3rd Industrial Revolution

컴퓨터 학원에 다닌 학생



컴퓨터 사용 능력 0

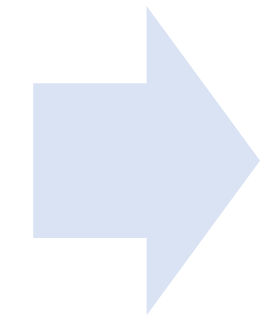


정작 코딩은...?

학원에 다니지 않고 있던 학생



- email
- 문서 작성
- 발표자료 작성 & 발표
- 인터넷 활용
- 등등등



- FA
- OA
- HA

※ 못하면 학교 생활, 취업 등에 어려움이 있지만
잘 한다고 연봉을 더 받는 건 아닙니다.

제 3차 산업혁명 The 3rd Industrial Revolution

- 1980년대
 - 수기 업무 기본
 - 타자 전담 직원



제 3차 산업혁명 The 3rd Industrial Revolution

- 1990년대
 - 책상 위 컴퓨터 (Desktop) + 프린터
 - 여전히 전담직원 (1993년) → 자리마다 PC (1999년)



1993년 정부종합청사 15층에서 근무하는 공무원들



제 3차 산업혁명 The 3rd Industrial Revolution

- 대한민국: 5차 교육과정 이후 초등교육 반영

5차 교육과정 (1987.07.)

학년	구분	내용
4학년	영역	일과 직업의 이해
	지도내용	일의이해
	지도요소	일의 필요성
		일의 종류 컴퓨터와 일의 세계
5학년	영역	소비와 절약
	지도내용	가정 기기의 선택
	지도요소	가정 기기의 종류와 쓰임새
		가정 기기의 선택 컴퓨터의 종류와 쓰임새
6학년	국민학교 6학년 (1990) 학교에 컴퓨터 교육 가능 교사 없음. 실기시험 : A~Z까지 오타 없이 빠르게 치기	

6차 교육과정 (1992.10.)

학년	영역	내용
5학년	다루기	바느질용구, 납땜인두, 농구다루기
		조리 기구와 연소 기구 다루기 컴퓨터 다루기
	건사하기	식품 고르기
		컴퓨터 관리하기
6학년	다루기	목공구 다루기
		컴퓨터로 글쓰기
		나무 손질하는 가위 다루기

중학생 (1991~1993)

- 기술 선생님들이 전산 수업 관련 담당. 잘 아심.
- 컴퓨터를 보유한 가정에 숙제를 내 주시기도 함.

고등학생 (1994~1996)

- 전산 담당 선생님이 있음.
- 한국통신 단말기로 PC통신을 하는 친구가 있음.
- 학교 전산실 활용 네트워크 게임 성황 (둠2, 워1)
- 원도 그림판으로 학교 축제 표지판 제작

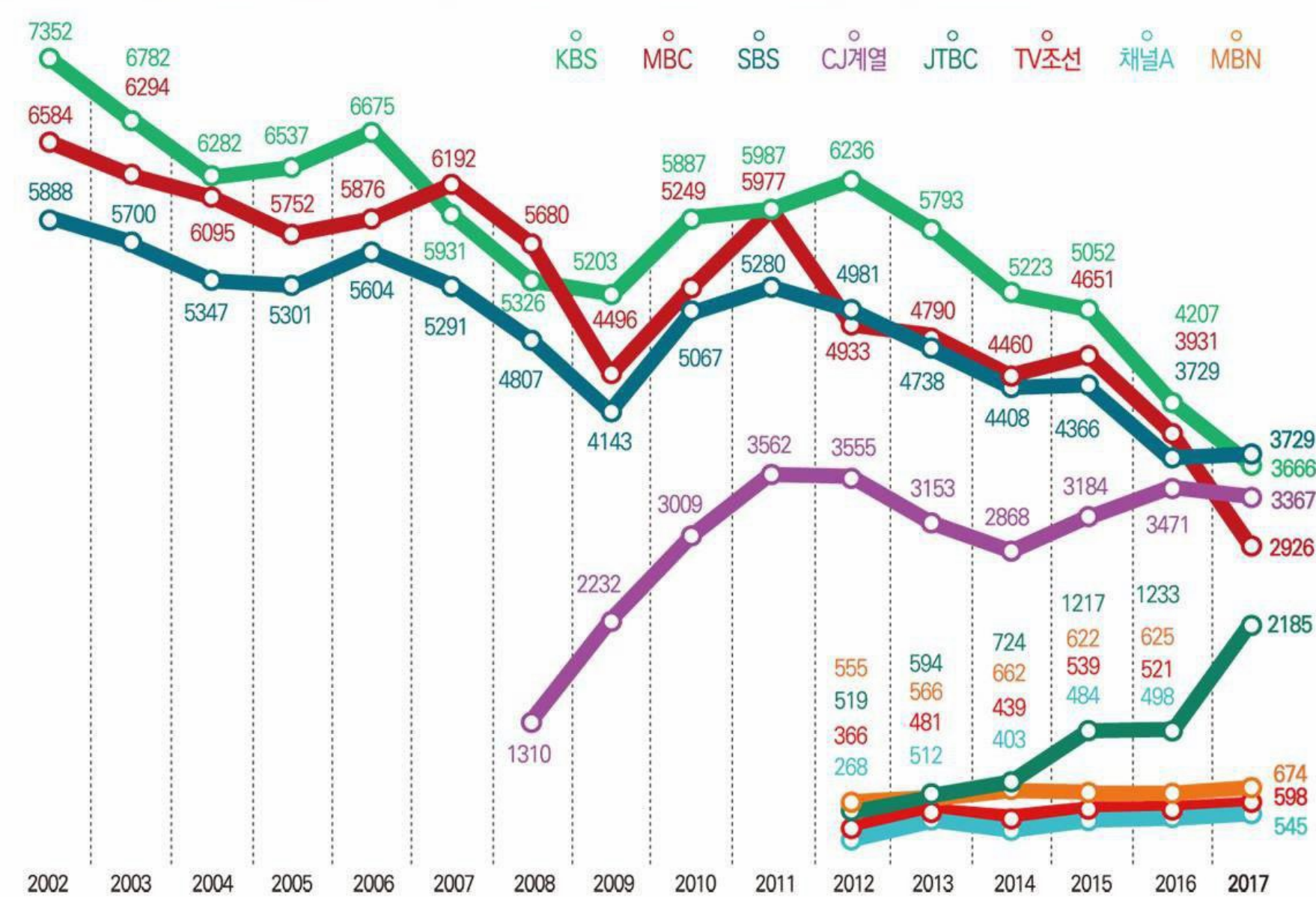
7차 교육과정 (1997.01.)

학년	영역	내용
5학년	생활 기술	아동의 영양과 식사
		간단한 생활 용품 만들기
		전기기구 다루기와 전자키트 만들기
		꽃과 채소 가꾸기 컴퓨터 다루기 - 컴퓨터의 구성 - 자판다루기와 글쓰기
6학년	생활 기술	간단한 음식 만들기
		재봉틀다루기
		목제품만들기
		동물기르기 컴퓨터 활용하기 - 컴퓨터로 그림그리기 - 컴퓨터 통신 활용하기

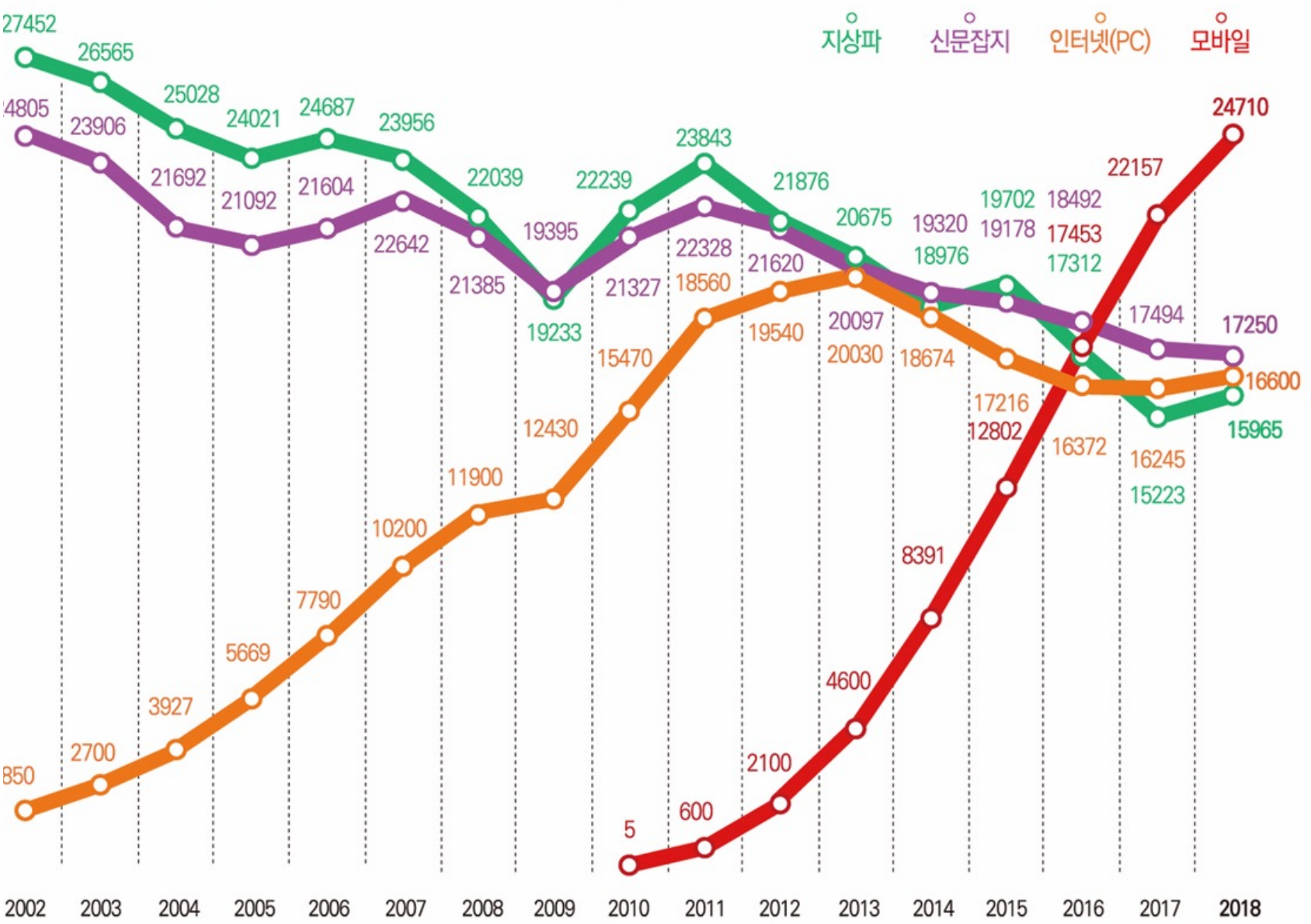
제 3차 산업혁명 The 3rd Industrial Revolution

- 공중파 vs 인터넷 vs 모바일
 - 1980년대 : “텔레비전에 내가 나왔으면 정말 좋겠네. 정말 좋겠네.”

[표1] 주요 방송사 광고매출 추이 ※ 단위: 억 원 ※ 자료: 방송사업자재산상황 공표집, 방송산업실태조사 보고서



[2] 매체별 광고매출 추이 ※ 단위: 억 원 ※ 자료: 제일기획



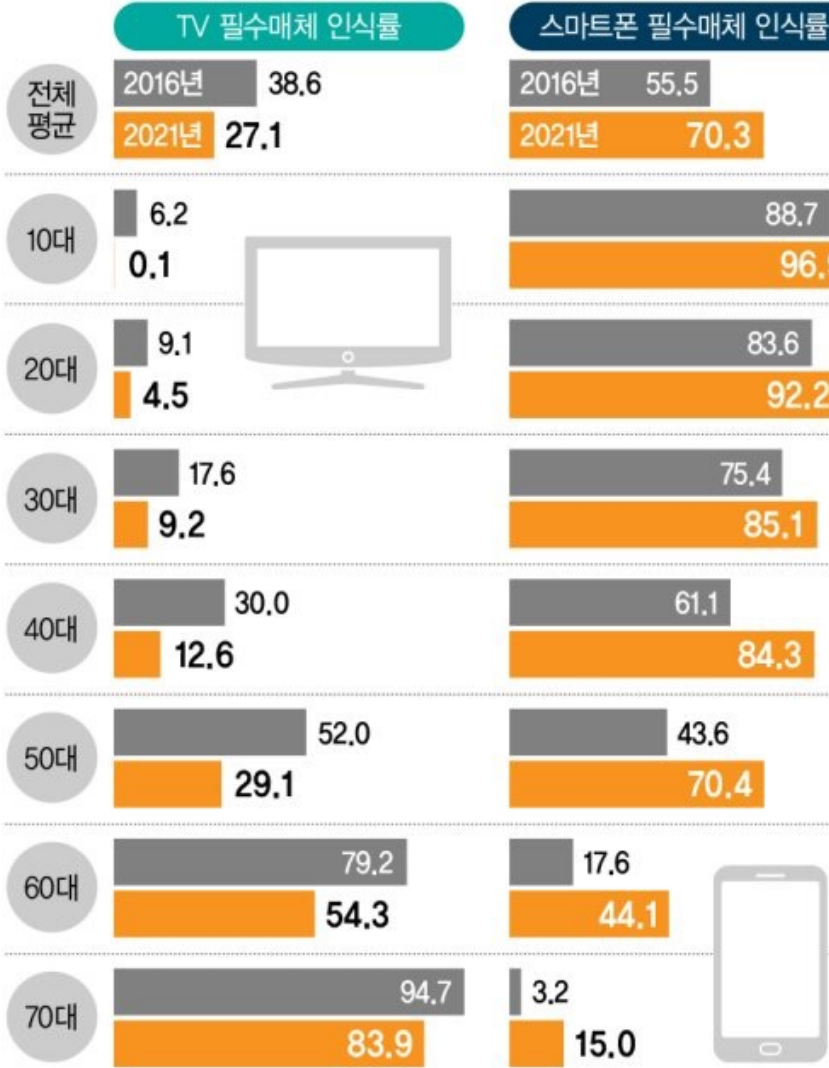
제 3차 산업혁명 The 3rd Industrial Revolution

- 공중파 vs 인터넷 vs 모바일
 - 2024.05.16. KBS 9시 뉴스에 나옴 (체감상) 50대 후반 이후 : **안 본 사람이 없음**
(체감상) 40대까지 : **본 사람이 없음** → 나중에 유튜브로 본 사람들 있음



방송매체 연령별 이용행태 조사 결과

※ 전국 4236가구 만 13세 이상 남녀, 6834명 방문 면접 조사
자료 : 정보통신정책연구원(KISDI) 단위: %



제 3차 산업혁명 The 3rd Industrial Revolution

- 유튜브 = 영상 박제 = 서사 축적

EXID '위아래' 역주행 1위 도전...방송사 난감

스포츠동아 | 입력 2014-12-10 06:55

♡ 0

🔊 📺 🔍 🗨️ 📄



'위아래'로 차트 역주행, 강제컴백 등의 화제를 만든 EXID가 이제 음악방송 1위라는 새로운 목표를 향해 질주하고 있다. 사진제공 | 예당엔터테인먼트

우선 SBS '인기가요'는 활동을 공식적으로 종료한 지 10주가 지나면 차트에서 제외시켜버린다. 이 때문에 '위아래'는 순위가 매겨지지 않아, 원천적으로 1위 트로피를 받을 수 없다.

MBC '쇼! 음악중심' 측은 "숙고가 필요하다"는 입장이다. 이미 활동이 한번 끝났던 상황이고, 이번 EXID의 방송출연은 특별출연 성격이 강한데 1위 트로피까지 받을 자격이 있는지 여부를 두고 고민을 거듭하고 있는 것이다. '위아래'는 11월29일 방송분에서 38위를 차지했고, 지난주엔 8위로 급상승했다. 기세를 보면 이번 주엔 적어도 '1위 후보'는 가능한 상황이다. 더욱이 음악사



제 3차 산업혁명 The 3rd Industrial Revolution

- 유튜브 = 영상 박제 = 서사 축적
 - 기존 서사를 보유한 이들에 유리
 - QWER : 인플루언서를 모은 성장형 밴드
 - I.O.I : 2016.05 데뷔, 2026.05. 재결성, 1위.
- 신규 진입자 = 서사 축적 필요



- A close-up photograph of a person's hand holding a smartphone. The screen displays a grid of social media application icons. Visible icons include TikTok, Instagram, Facebook, YouTube, Snapchat, Reddit, Twitch, Kick, X (formerly Twitter), and Threads. The phone's status bar at the top shows the time as 10:33 and signal strength indicators. The background is dark and out of focus.

검색

추천
 탐색
 팔로잉
 라이브
 업로드
 프로필
 자세히

로그인

회사

프로그램

약관 및 정책

© 2026 TikTok

Nature | nature ✓

38 팔로잉 30.8K 팔로워 341.2K 좋아요

팔로우 메시지 + ➔ ...

The world's leading research journal, for everyone.
New scientific discoveries every week.

[linkin.bio/nature_magazine](#)

동영상

리포스트

좋아요

최신

인기

오래된 순

고정됨

threats to our health?

> 450K

고정됨

while mining for gold

> 558.5K

고정됨

Baby!

and then an entirely different species of whale showed up.

> 366.2K

from way back in the 1600s,

> 1633

like psilocybin and LSD,

> 4592

The orcas in this footage

> 1.2M

who have taken part in this,

> 2161

as bees.

> 4034

as the ribosome

> 2056

manage to fit thousands of these gigantic sperm

> 3824

Microplastics are like glitter's evil alter ego.

> 6147

and no one is quite sure why.

> 201.5K

29 May, 2026

3. 우리 모두 겪고 있는 AI 혁명

제 4차 산업혁명 The 4th Industrial Revolution

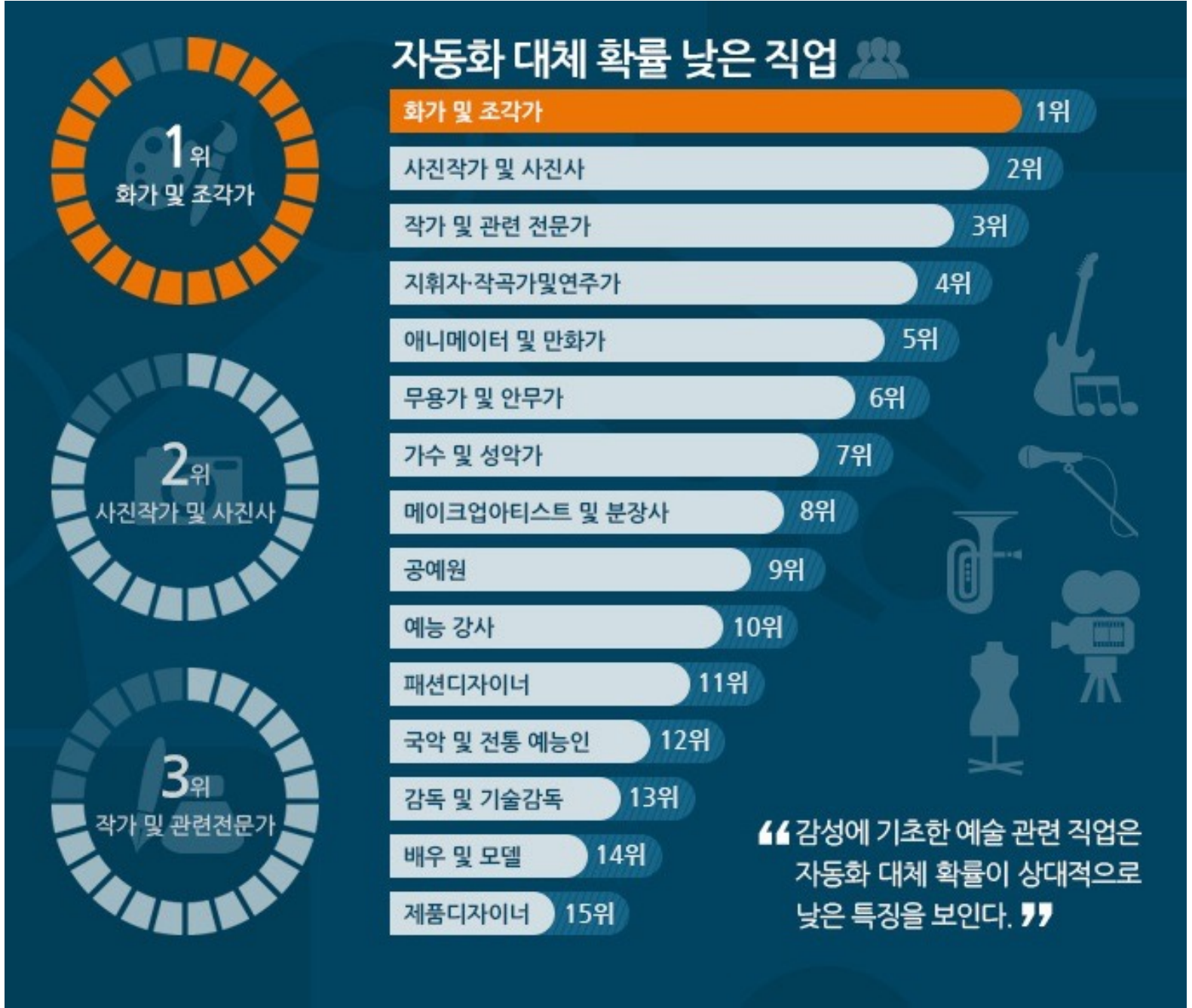
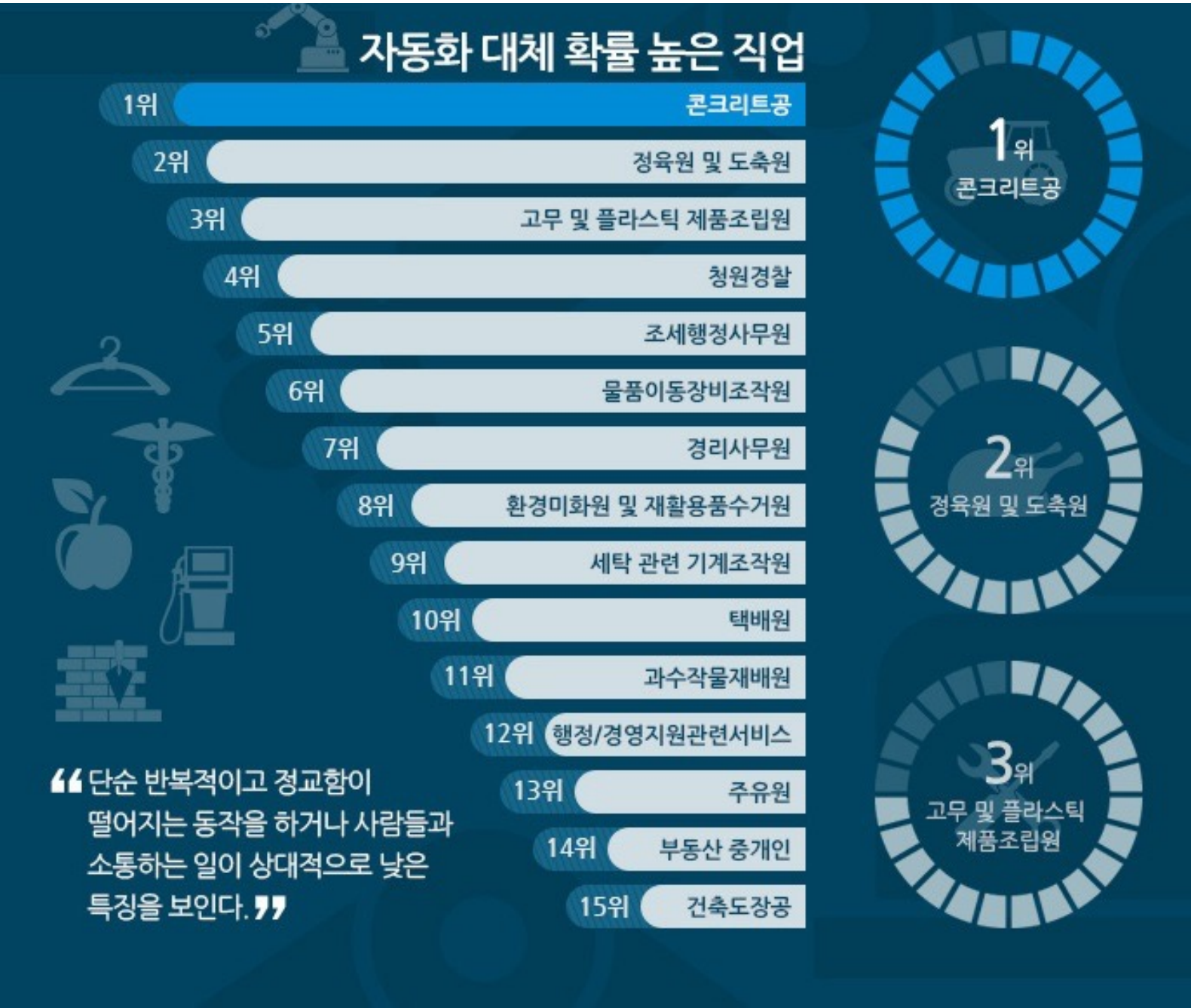
- 알파고 쇼크 (2016)



<https://www.newyorker.com/tech/annals-of-technology/alphago-lee-sedol-and-the-reassuring-future-of-humans-and-machines>

제 4차 산업혁명 The 4th Industrial Revolution

- 직업이 사라질 것이라는 두려움



제 4차 산업혁명 The 4th Industrial Revolution

- 직업이 사라질 것이라는 두려움

"사람 잘 따르고 과충전하지 않겠습니다"...로봇스님 '가비' 등장

 고미혜 기자
+ 구독

조계종, 부처님오신날 기념 로봇 수계식...'로봇 오계' 다짐



잡 날리다 로우킥...中 '로봇 격투기' 화제 (영상)

👁 0 ♡ 0

🔊 📄 🔍 🔄

“로봇으로 스포츠 재편” 노리는 중국

중국에서 세계 최초의 휴머노이드 격투기 대회가 열렸다. 키 130cm에 헤드기어와 글로브를 착용한 로봇들은 ‘어퍼컷’과 ‘훅’을 날리고 발차기를 주고받으며 진짜처럼 싸웠다.



제 4차 산업혁명 The 4th Industrial Revolution

AI가 모든 일자리를 빼앗는 시대,
배관공만 살아남는다

AI 대부 제프리 힌튼의 충격적인 진로 조언



Geoffrey Hinton



엔비디아 CEO 젠슨 황이 말했다.
“앞으로 미국의 백만장자들은 전기기사와 배관공이 될 것이다.”

AI가 코드까지 짜주는 시대,
미국에선 이미 수천 명의 개발자가 해고됐다.

하지만 아이러니하게도,
AI 데이터센터를 짓는 전기기사, 배관공, 목수들의 수요는
폭발적으로 늘고 있다.

Ai시대에도 살아남는 직업



전기기사



용접공



배관공



농부



요리사



목수



정비사



건축사/빌더



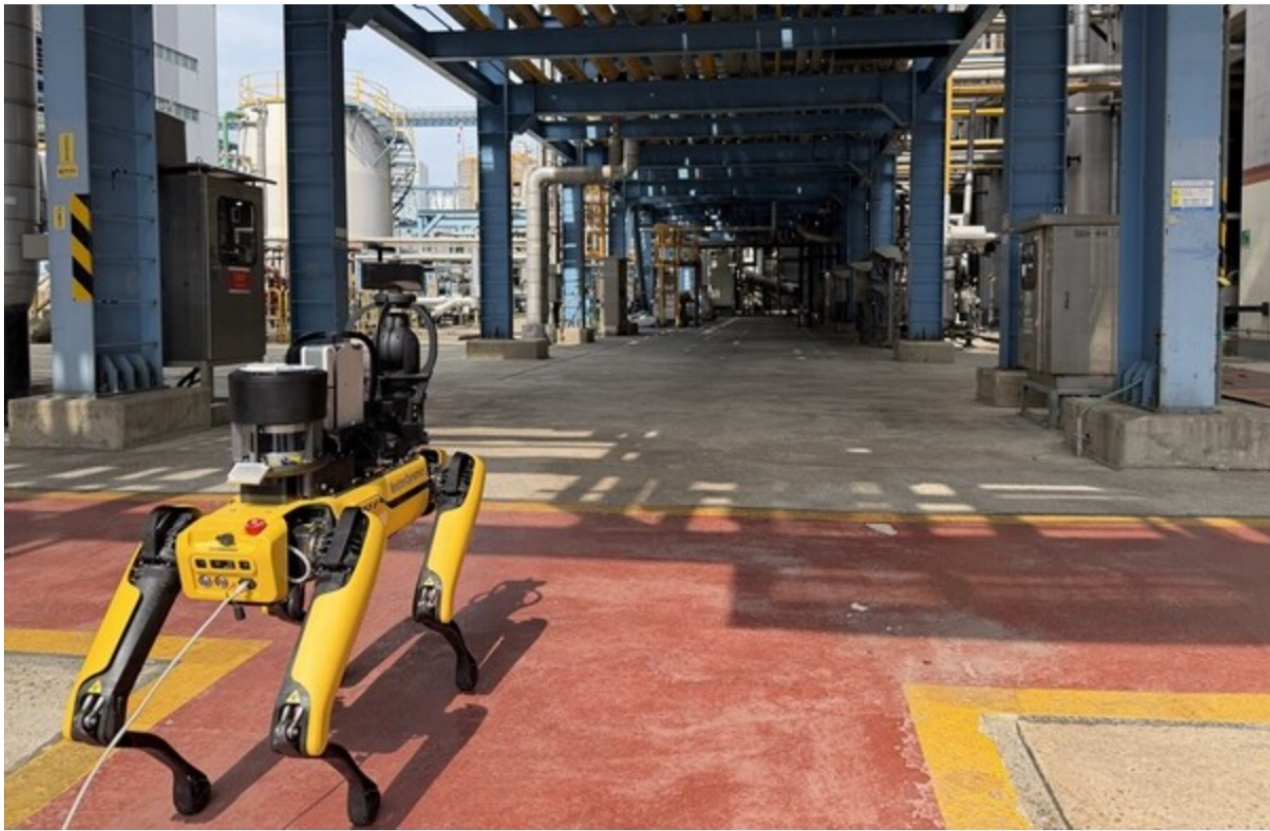
조각가

제 4차 산업혁명 The 4th Industrial Revolution

- 직업이 사라질 것이라는 두려움
‘안전’분야 로봇 도입 늘어…도로공사·서부발전 ‘선도’

안희민 기자 statusquo@hankooki.com | 승인 2025.10.31 11:23

피지컬 AI 혁신 추진 속 중국발 리스크 부각도



한국서부발전은 지난달 30일 충남 태안발전본부에서 ‘지능형 자율점검 사족보행 로봇도입을 위한 착수 회의’를 진행했다. 사진은 사족보행 로봇 시연장면. 사진=한국서부발전 제공

조선소에 AI용접 로봇 뜨니, 결함 10분의 1로 줄고 효율 20% 올라

동아일보 | 업데이트 2026-03-16 05:34

1 1

🔊 📄 🔍 🔄

[K제조 바꾸는 AI로봇] <8> HD현대가 그리는 AI조선소
90대 AI로봇이 실내용접 10% 수행... ‘S급 베테랑’ 데이터 학습해 실수 적어
결함 부위 알아내던 ‘그라인딩’ 작업 감소... 상반기 중 실외 용접에도 로봇 투입 예정



최근 전남 영암군 HD현대삼호 조선소의 패널 공장 실내 작업 현장에서 인공지능(AI) 용접 로봇들이 선박용 철판 용접을 하는 모습. 총 90대의 이 로봇 도입 후 이 회사 용접 작업의 결함은 10분의 1로 줄고 생산 효율은 15~20% 높아졌다. HD현대삼호 제공

Old Boy (2003)

누구나 넌?

Who are you?
What are you?



IVE
THE 1ST ALBUM
I'VE IVE



I AM



너는 누군가의 dreams come true
제일 좋은 어느 날의 déjà vu
머물고픈 어딘가의 낮선 view
I'll be far away, that's my-

Life is 아름다운 galaxy
Be a writer, 장르로는 fantasy
내일 내게 열리는 건 big, big stage
So that is **who I am**

That is who I am



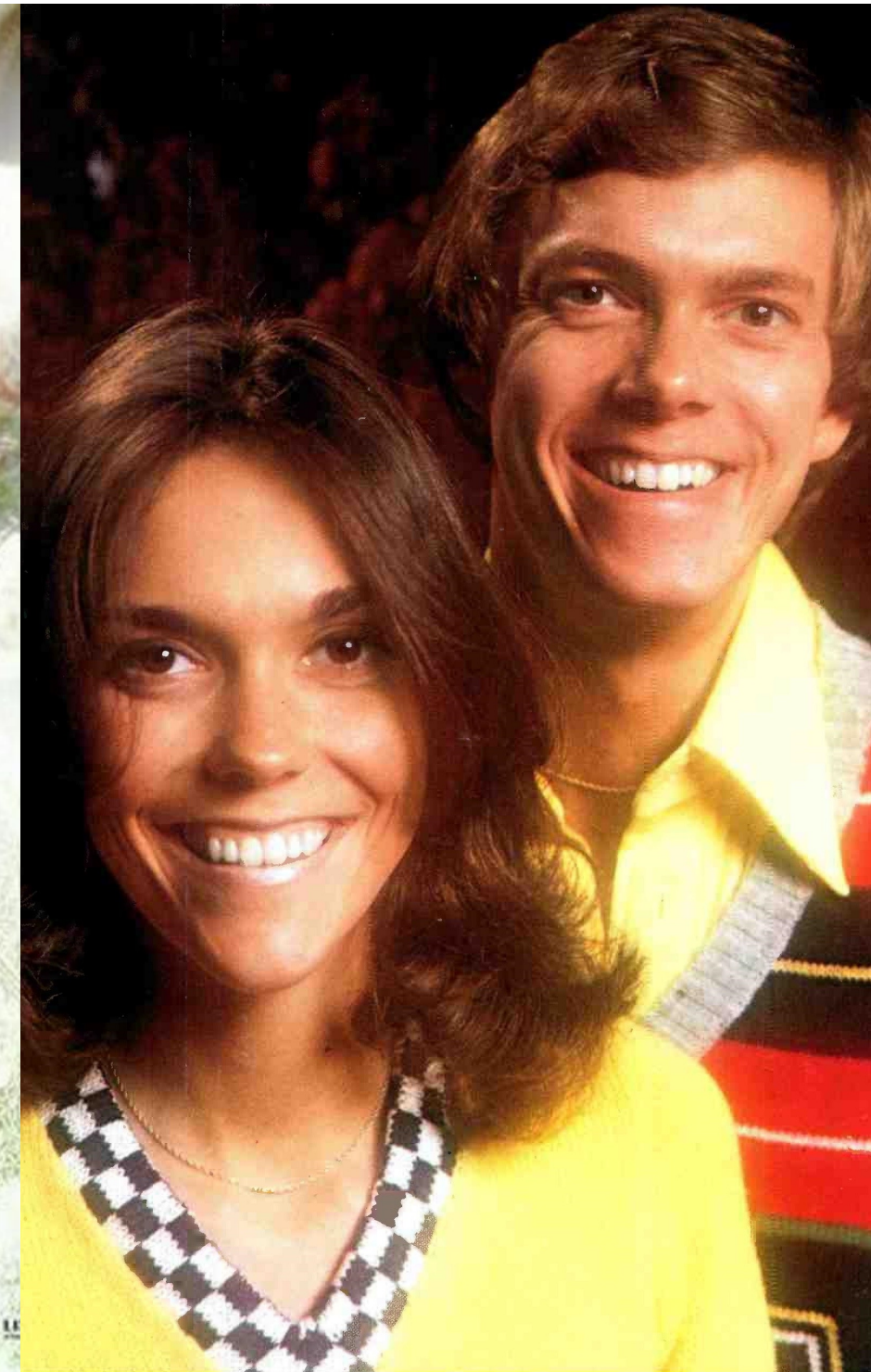
Harry Potter



Will Smith



Liv Tyler



Karen & Richard Carpenter

That is who I am



Life is so unnerving

For a servant who's not serving

He's not whole without a soul to wait upon

Ah, those good old days when we were useful

Suddenly those good old days are gone



Cogsworth



Lumière



Mrs. Potts



Chip

once upon a time, they were humans

“printer”



in the 18th century: “skilled human craftsman operating a wooden mechanical printing press”

once upon a time, they were humans

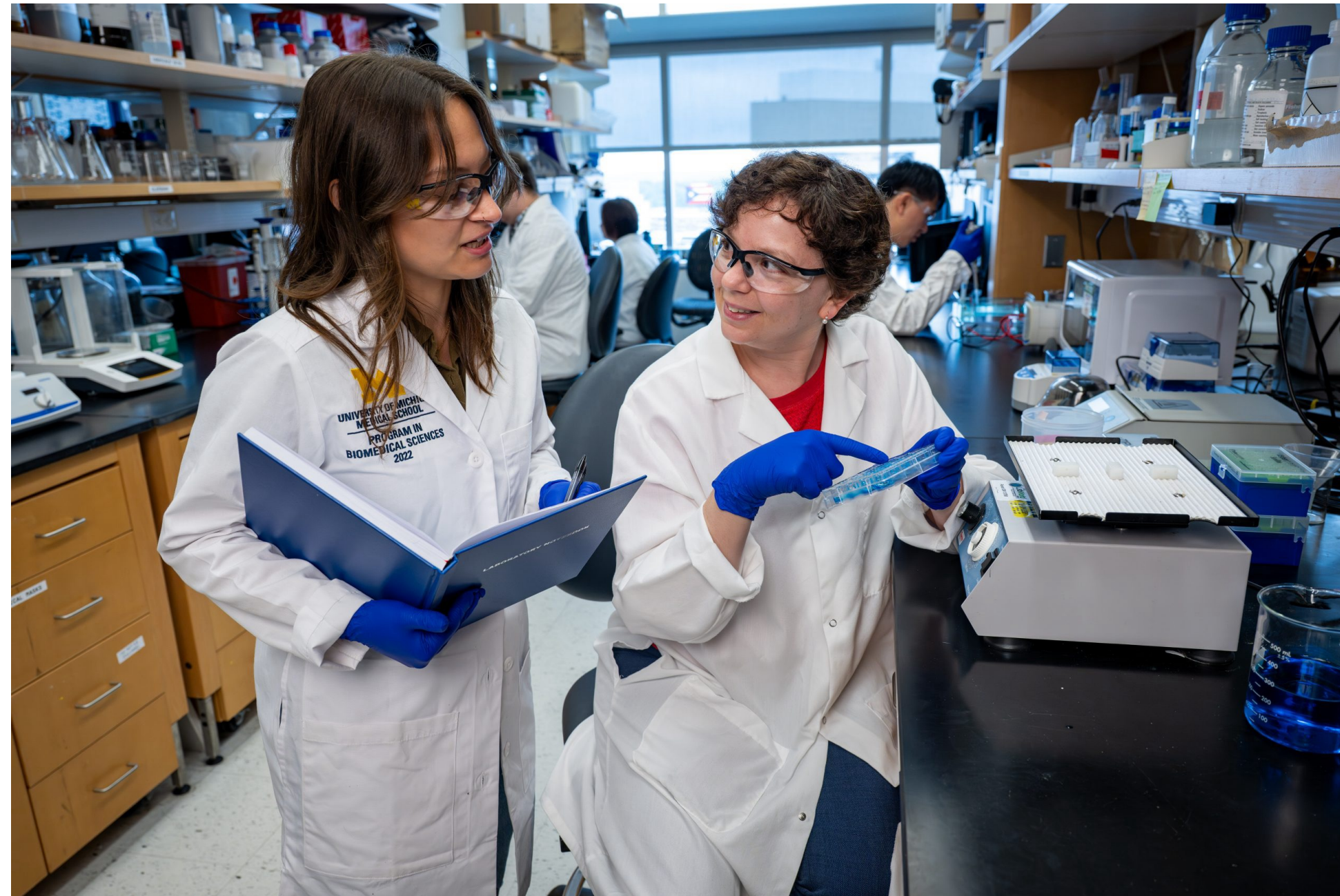
“computer”, “calculator”



A talented team of women, who were around since JPL's beginnings in 1936 and who were known as computers were responsible for the number-crunching of launch windows, trajectories, fuel consumption and other details that helped make the U.S. space program a success.

once upon a time, they were humans

“scientist...?”, “researcher...?”



材

재목 재

材 = material, resource, skill

素材

木材

石材

鋼材

資材

教材

인간도 하나의 자원일 뿐입니다.

藥材

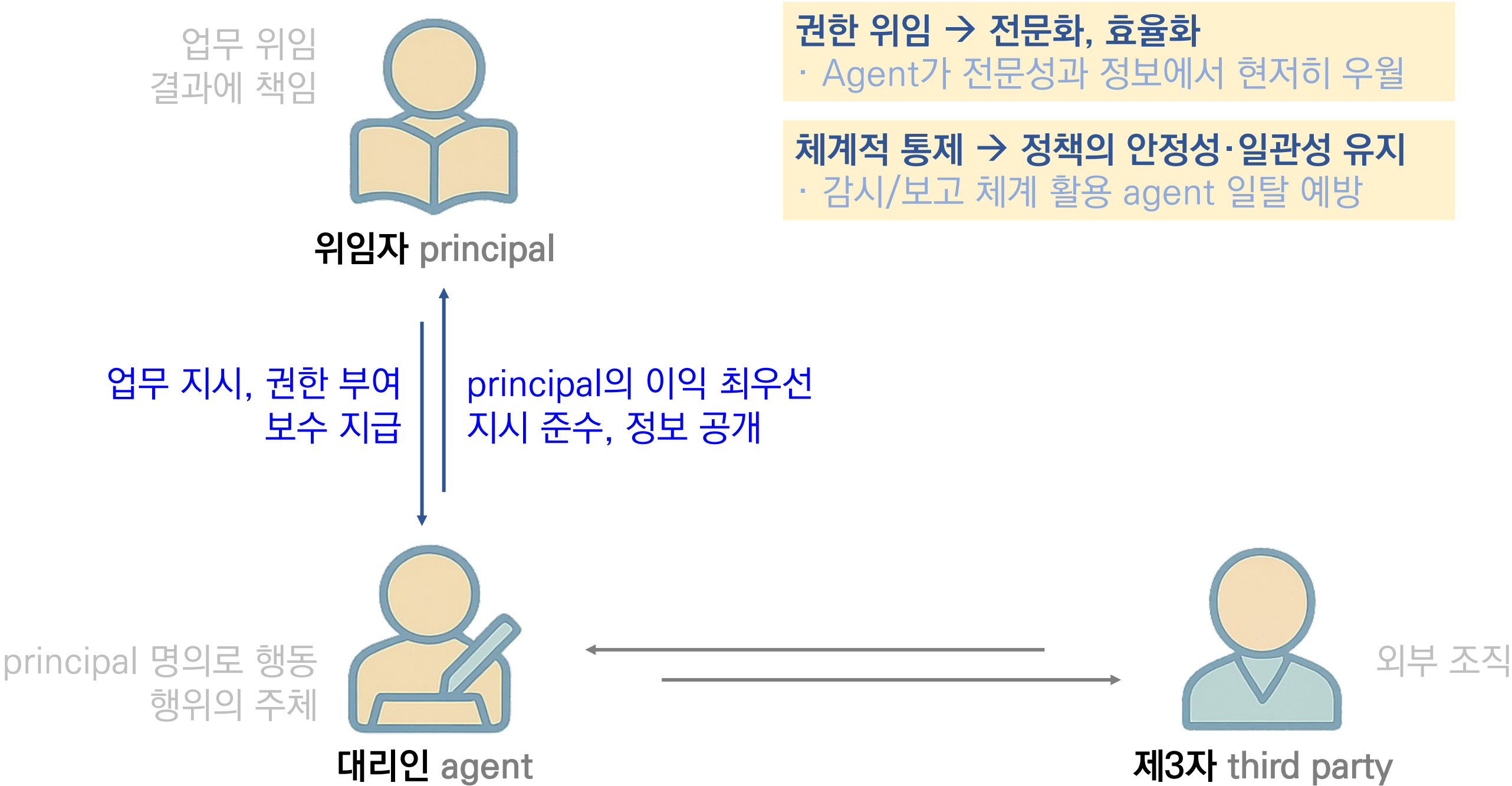
題材

人材

human resource

Agent

- Principal-Agent Relationship



Agent

- Principal, Agent and Sub-agent

AGENCY

The relationship between a principal and the principal's agent, which arises out of a contract, wherein the agent is employed to do certain acts dealing with a third party.

PRINCIPAL / CLIENT

(The employer of an agent)

The PRINCIPAL and BROKER are bound by a LISTING CONTRACT

REAL ESTATE BROKER

REAL ESTATE SALESPERSON

(Operates as a SUB-AGENT to the Broker)

CUSTOMER

(Prospective Buyer)

The BROKER and SALESPERSON owe the following fiduciary duties to the CUSTOMER:

- Act fair and honestly
- Disclose all known material facts
- Operate with reasonable skill and care

- Dual agency

DUAL AGENCY

An agency relationship in which the agent acts concurrently for both the buyer and seller.

DUAL AGENCY MUST BE FULLY DISCLOSED TO ALL PARTIES!

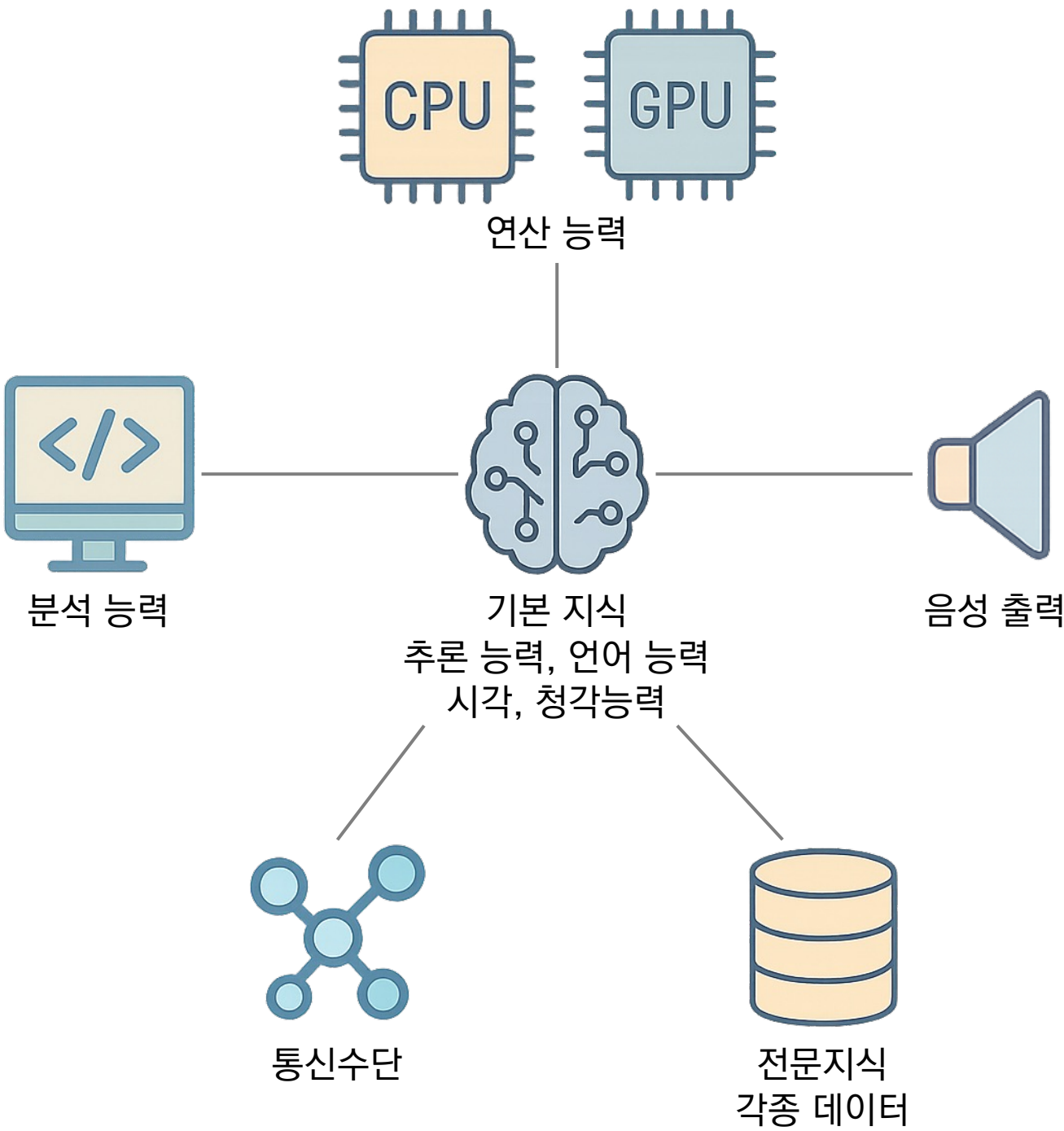
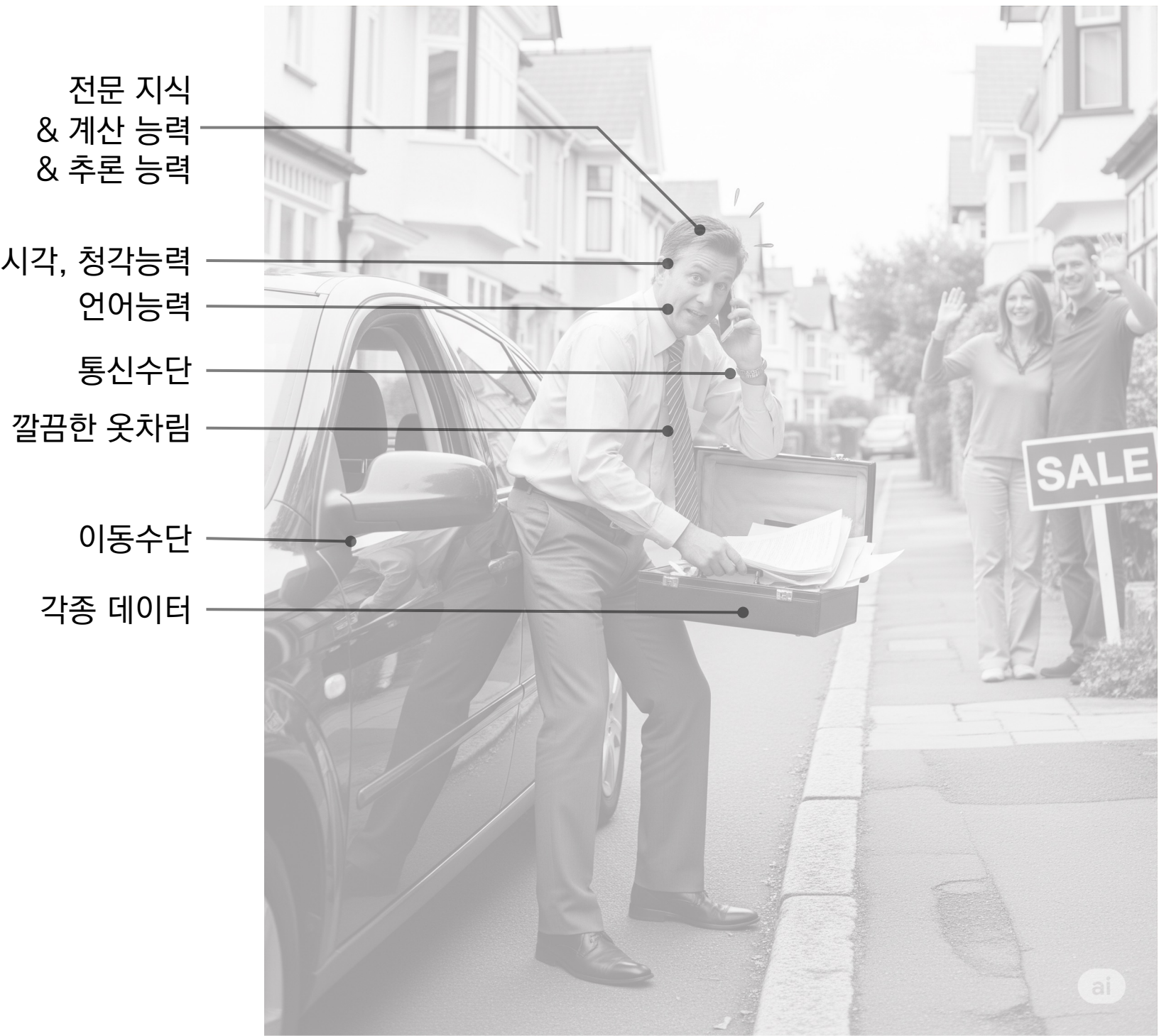
SELLER

AGENT

BUYER

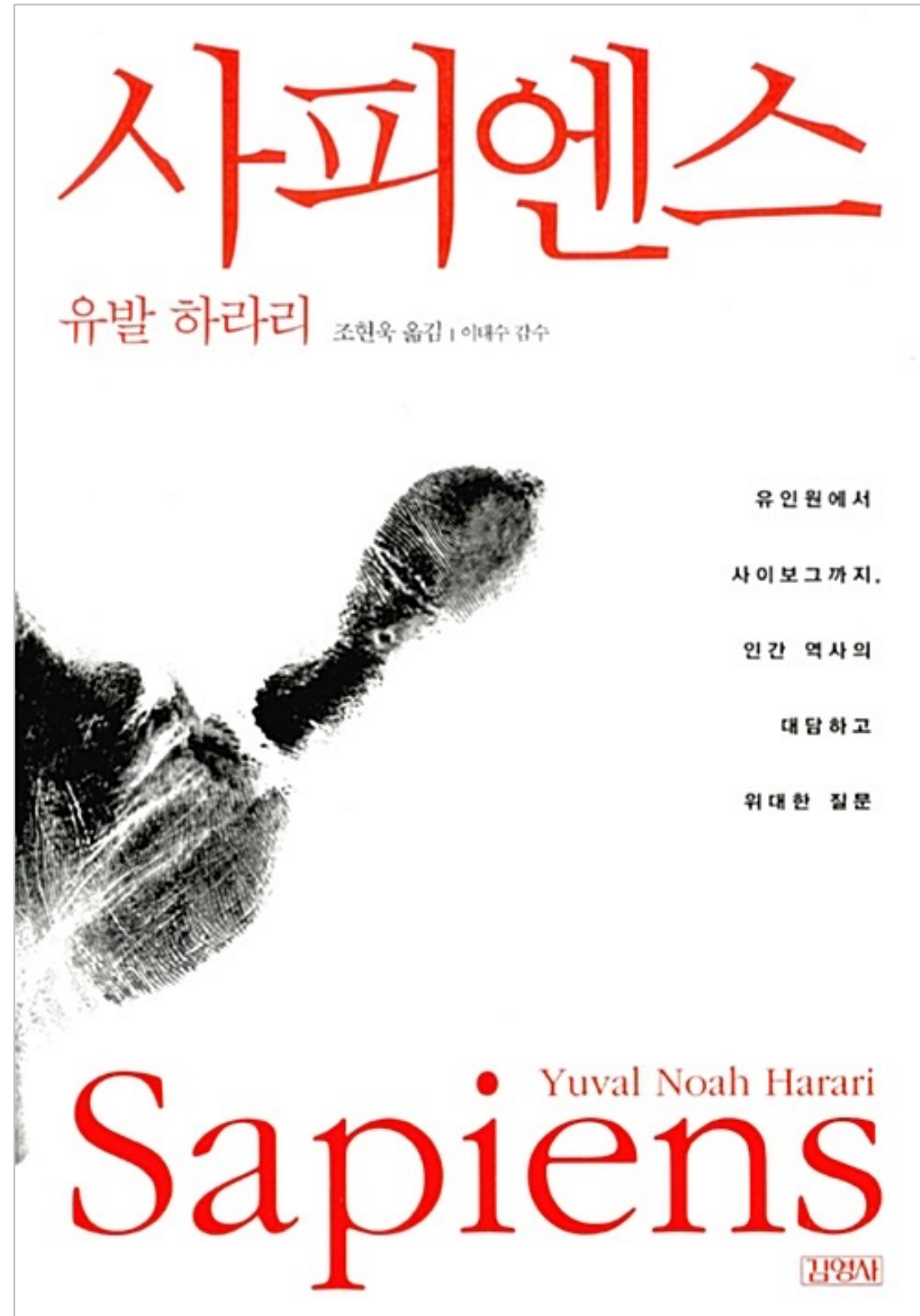
Agent vs AI Agent

- 인간이나 AI나, 에이전트는 임무를 수행하기 위한 적절한 도구들이 필요합니다



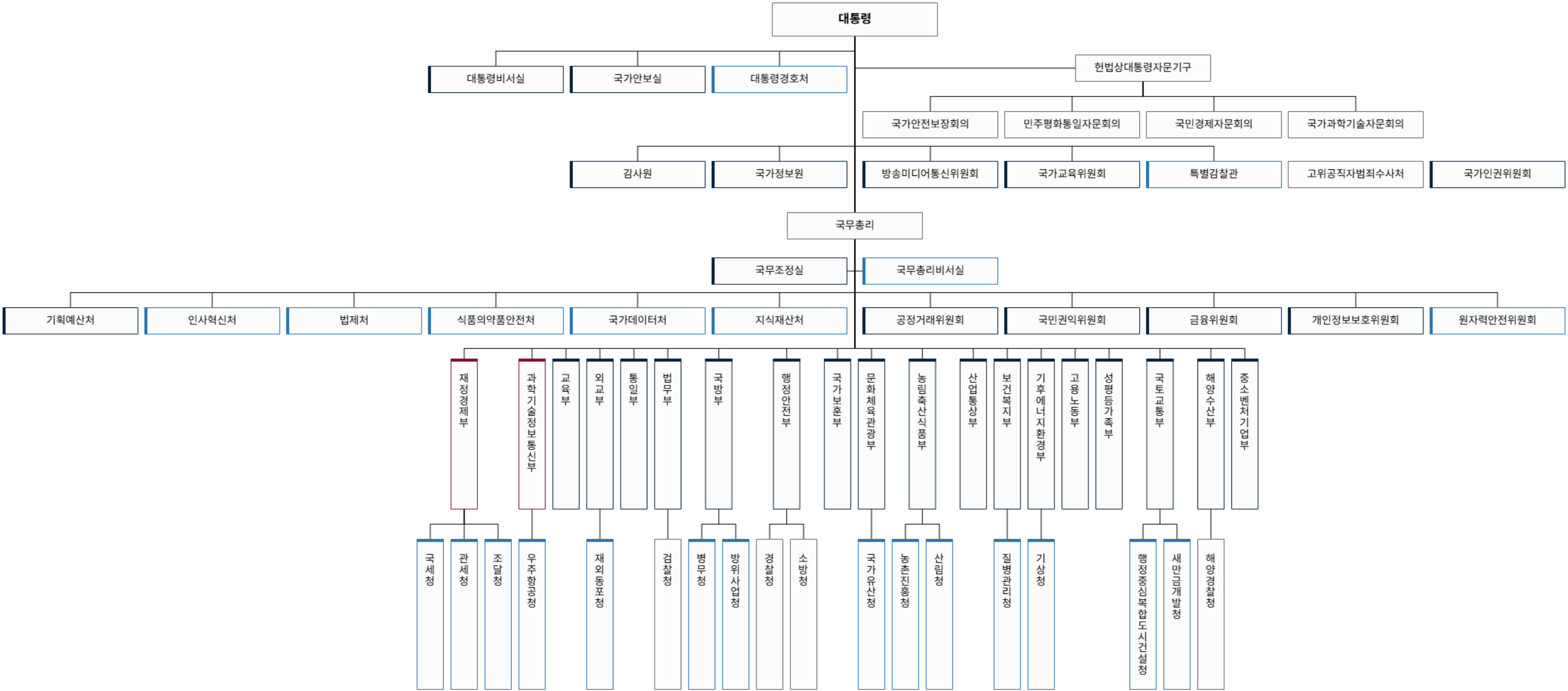
Jehyun Lee @Imagen4 : comic photography of a busy real estate salesman. He is answering on his mobile phone while getting off from car driving, through a lane where houses are alongside. The very house next to him has a panel "SALE". the houselords are standing in front of the house, waving hands to the salesman. The salesman is trying to say hello to them but has difficulty because he is searching for some document in his briefcase on one hand. portrait aspect ratio.

AI Agent



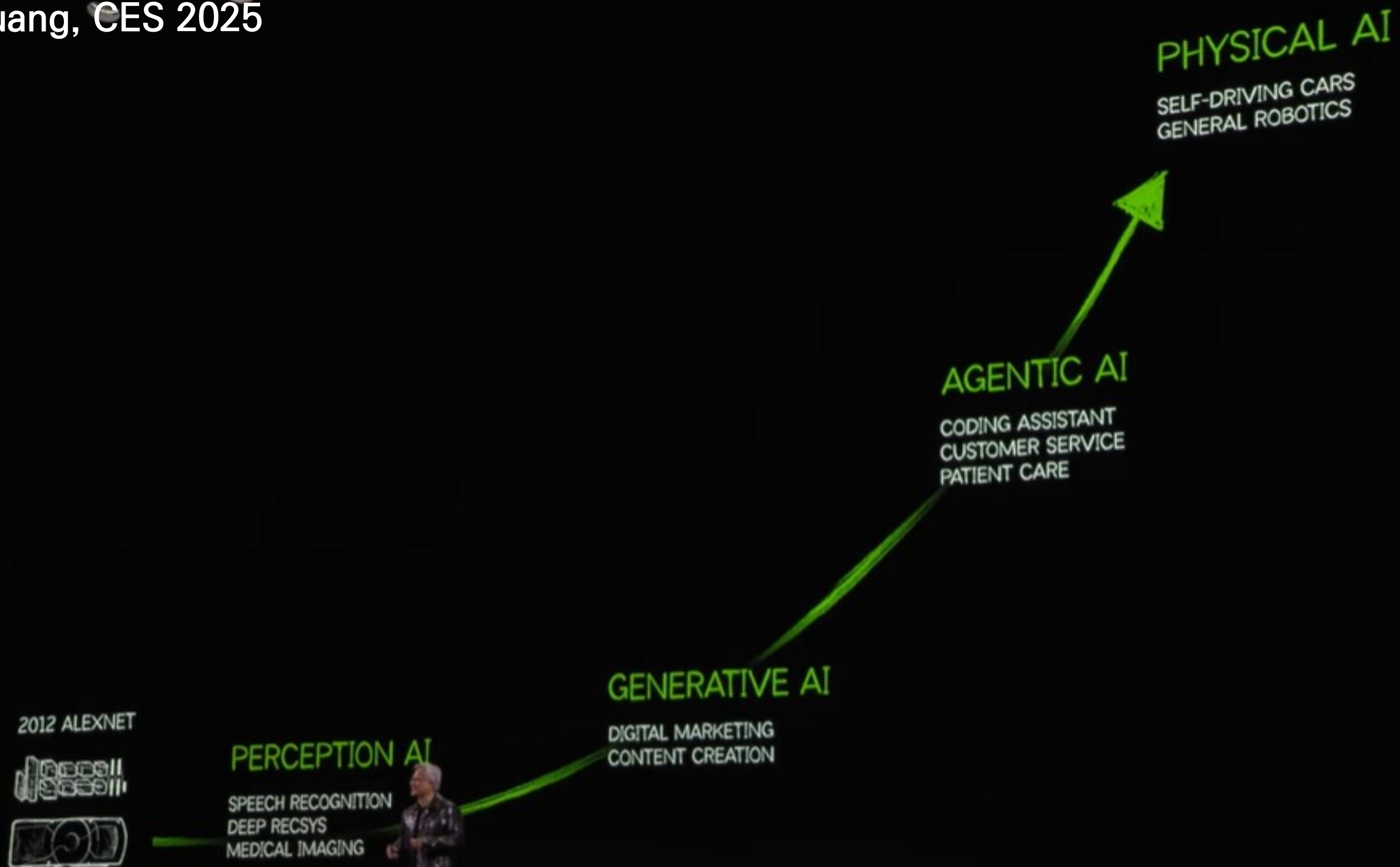
- Bureaucracy
 - bureau 책상, 사무실 + *κρατία* 지배, 권력
 - “현대 대규모 인류 사회의 근본적 운영 시스템”
 - “문명 자체를 유지하는 기반 구조” – 유발 하라리, 〈사피엔스〉
- AI Agent도 Agent입니다.
 - 우리 옆에서 일하는 동료입니다.

조직도 Multi-Agent System



AI Agent

- Jensen Huang, CES 2025



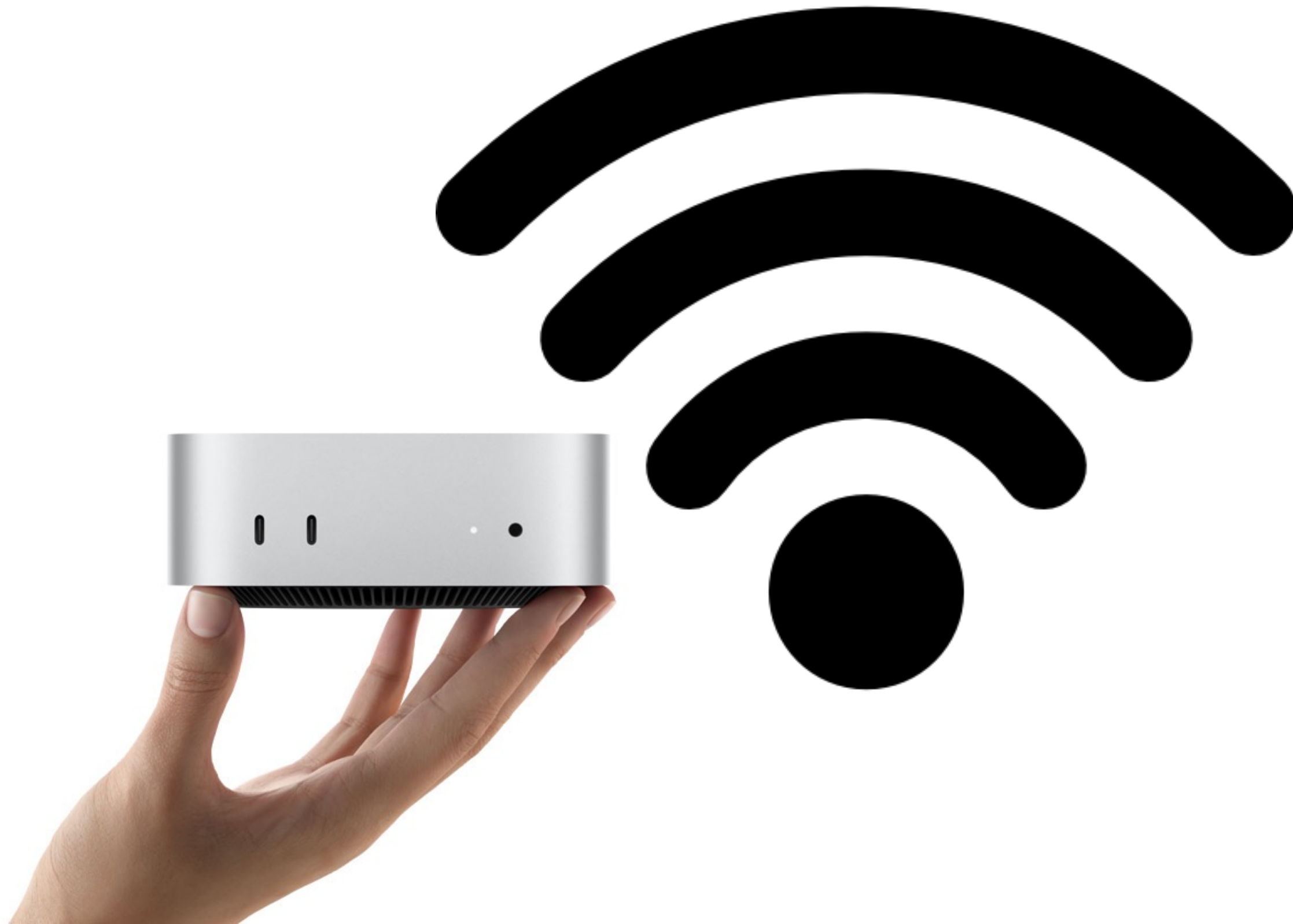
AI 친화적 사무환경

- 에이전트는 자리에 앉아서만 일하지 않습니다.



AI Agent

- 세상과 연결을 해 주어야죠



AI Agent

- 돌아다니기 위한 권한 = 출입증도 필요합니다.

```
Claude Code v2.1.217

Welcome back Jehyun!



Opus 4.8 (1M context) with hi... · Claude Max ·
Jehyun Lee

~/Documents/tmp

Tips for getting started
Run /init to create a CLAUDE.md file with i...

What's new
Changed `/code-review` to run as a backgrou...
Added screen-reader announcements of delete...
Fixed Windows paths with `\"u`-prefixed segm...
/release-notes for more

| Fable 5 is now a standard part of your Max plan
| You can use up to 50% of your weekly usage limit on Fable 5. If you hit your limit, you can
| continue on Fable 5 with usage credits. Fable 5 draws down usage faster than Opus 4.8. Run /model
| and select Fable to use it. Learn more:
| https://support.claude.com/en/articles/15424964-claude-fable-5-promotional-access
```

% `claude --dangerously-skip-permissions`

키워드 뉴스 스크랩 & 알림 Agent

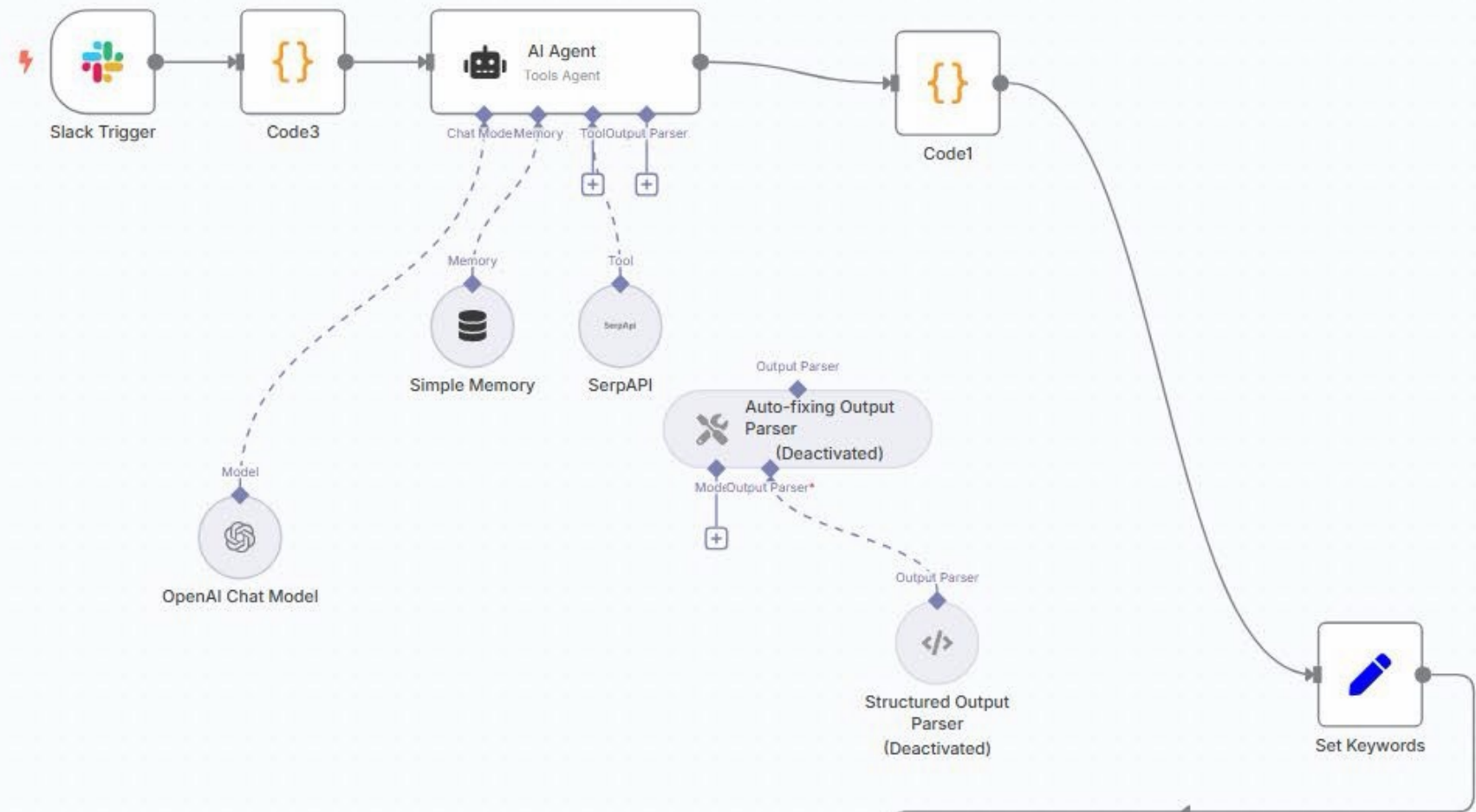


키워드 뉴스 스크랩 & 알림 Agent

 **AI Agent 기반 뉴스 키워드 감지 및 자연어 응답 시스템**

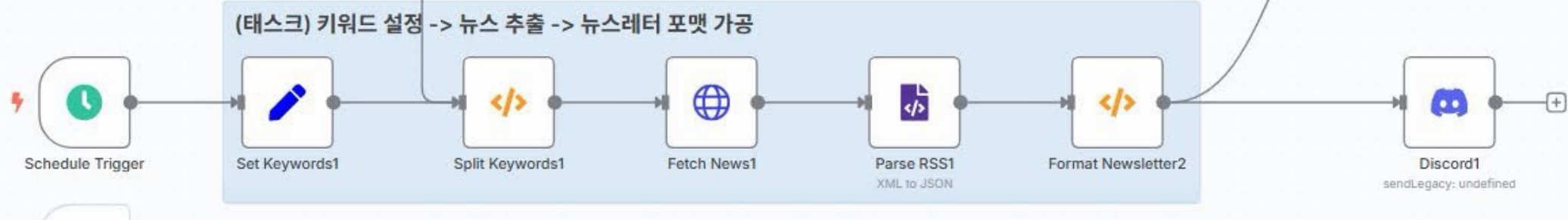
이 영역은 사용자의 슬랙 메시지를 분석하여 뉴스 키워드 입력인지, 일반 대화인지 판단하는 핵심 처리 구간입니다.

- ◆ **Slack Trigger**
 - 슬랙 채널에서 입력된 메시지를 트리거로 수신합니다.
- ◆ **AI Agent**
 - 입력 메시지를 분석하여 아래 두 가지로 응답:
 - "뉴스: ..." 형식일 경우 → 키워드를 JSON으로 추출
 - 일반 메시지일 경우 → 자연스러운 답변 텍스트 변환
- ◆ **OpenAI Chat Model**
 - 자연어 이해 및 뉴스 키워드 추출 처리에 사용되는 GPT 모델입니다.
- ◆ **Simple Memory**
 - 대화 흐름을 기억하여 응답에 일관성을 높입니다. (선택 가능)
- ◆ **SerpAPI**
 - 키워드 기반으로 뉴스 검색을 수행하는 외부 도구입니다.
 - 이후 뉴스 요약 시스템과 연동됩니다.
- ◆ **Code 노드**
 - AI Agent 응답에서 JSON 구조(뉴스 키워드)가 포함된 경우만 keywords 필드를 추출합니다.
 - 키워드가 없을 경우 일반 텍스트 응답(output)만 넘기고 뉴스 흐름은 스킵됩니다.



뉴스 모니터링 및 자동화 뉴스레터 배포시스템

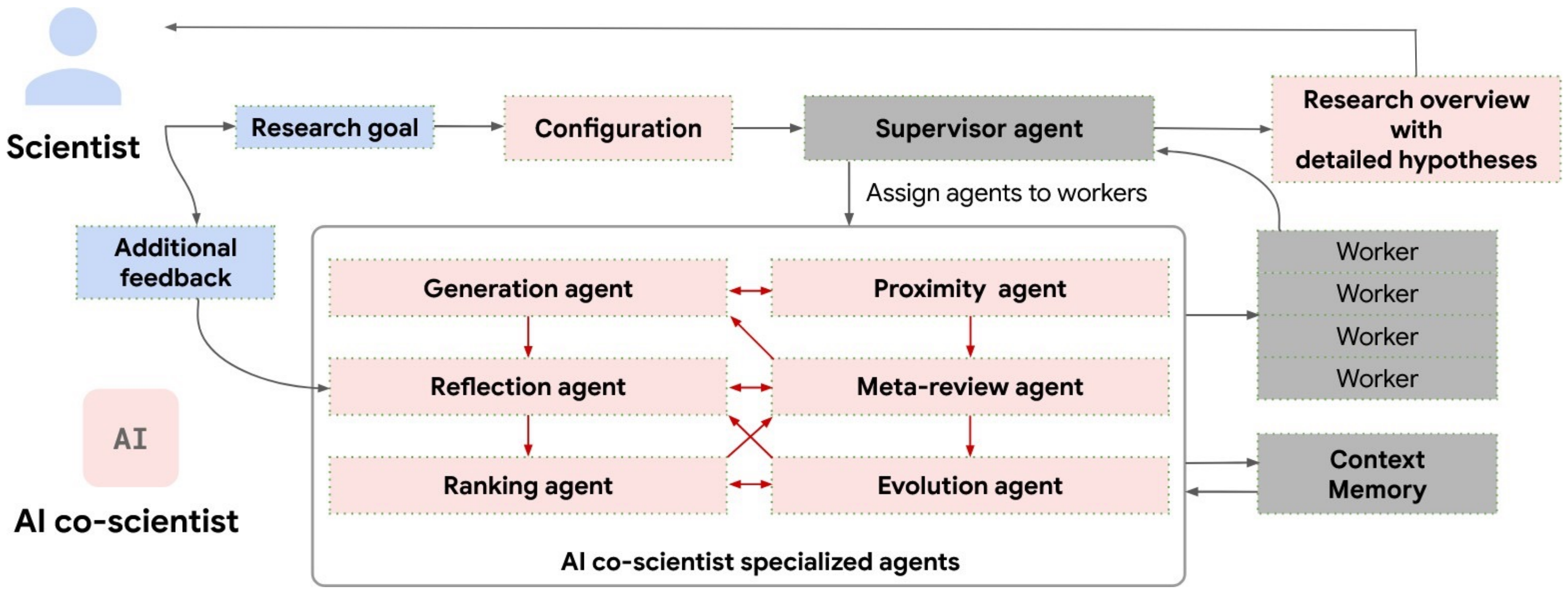
- 정기적으로 관심 키워드에 관한 뉴스를 수집하고 여러 플랫폼으로 배포함
- 키워드를 원하는 만큼 설정가능
- 원하는 시간에 발송함
- 오늘의 뉴스로 가공하여 키워드별 최대 5개의 뉴스 발송



Multi-Agent for Scientific Research

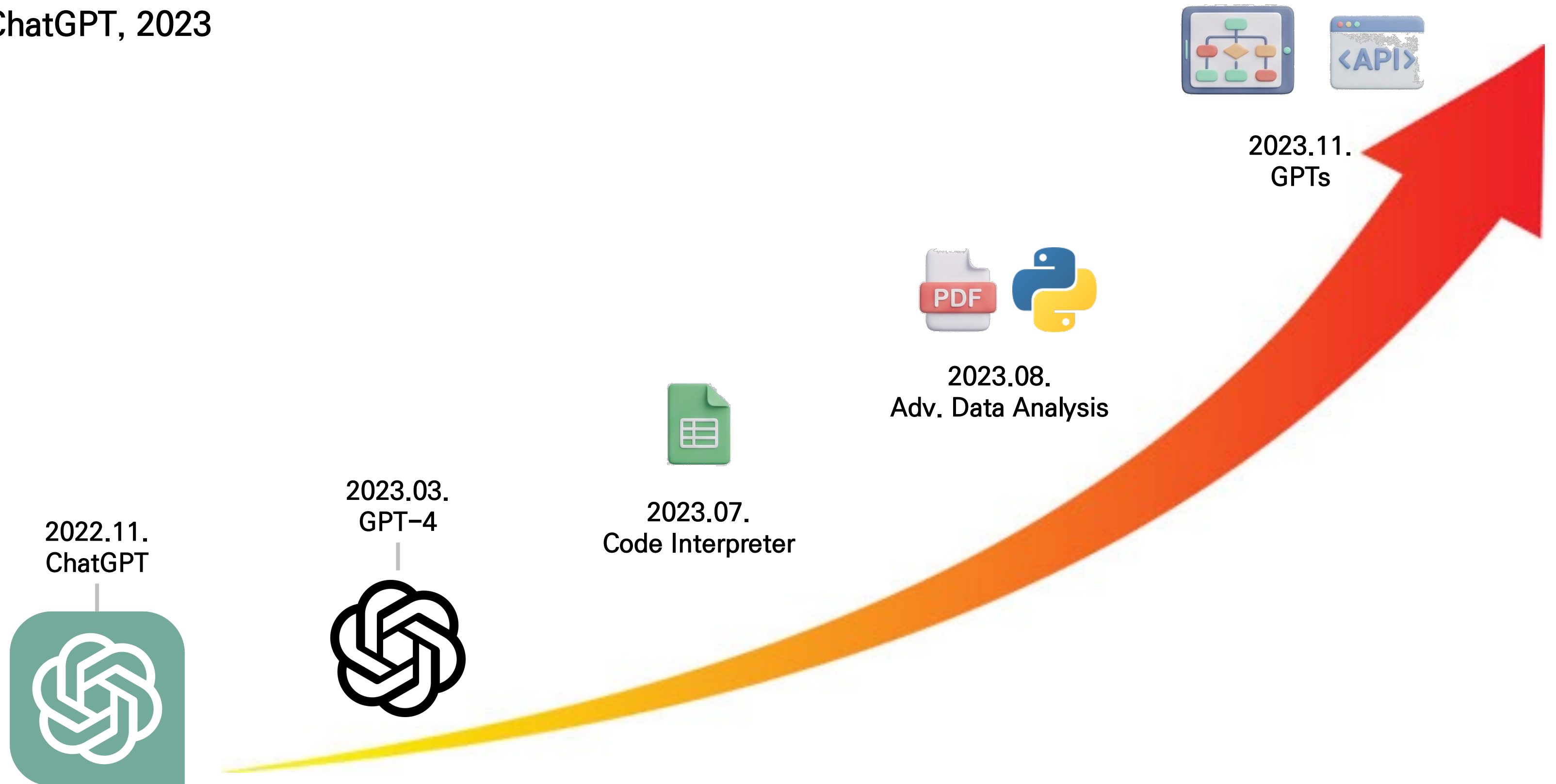


Multi-Agent for Scientific Research

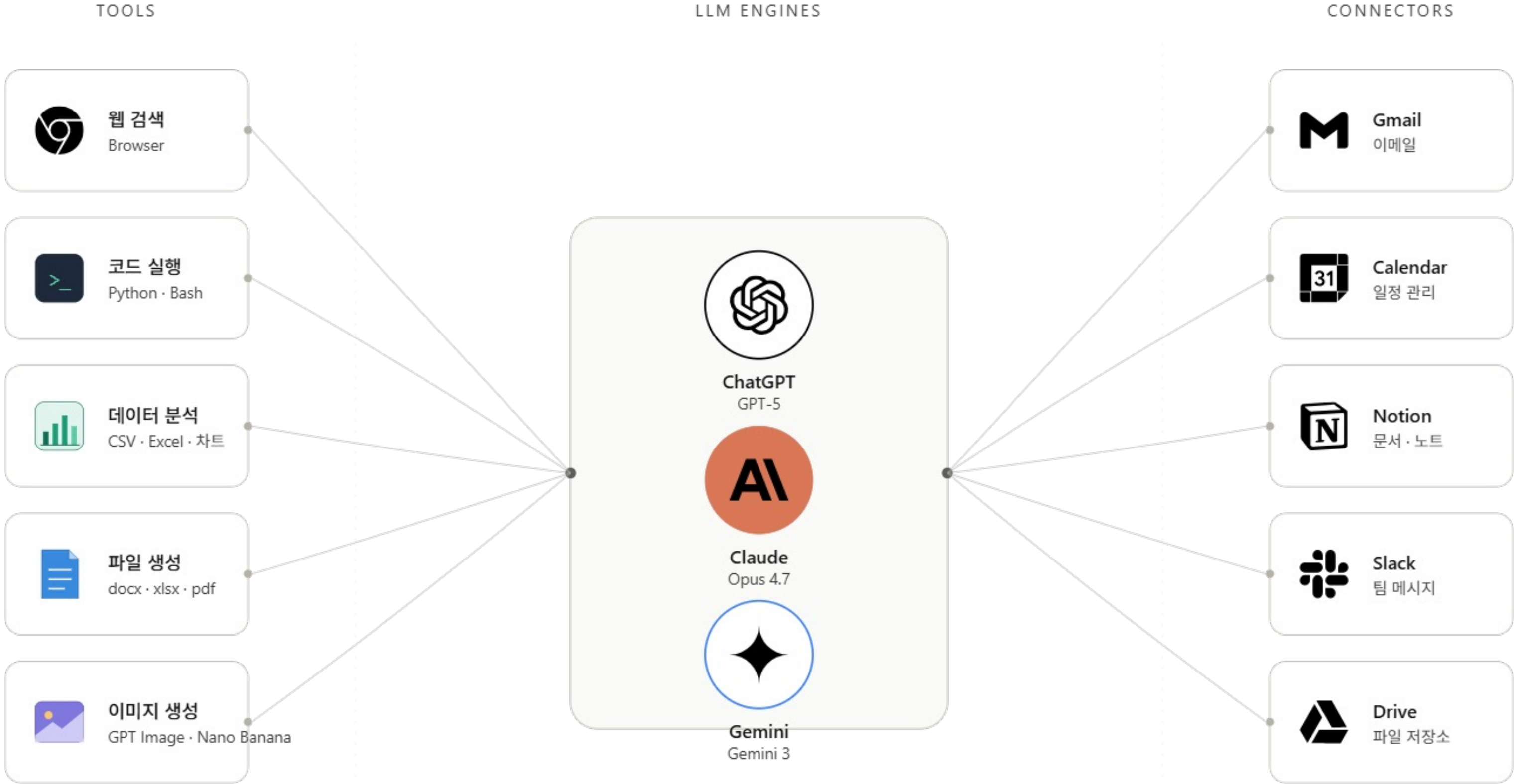


AI Agent

- ChatGPT, 2023



2026, AI Agent



Token Maxing

- “AI 많이 쓰면 일잘러?” 빅테크 흔드는 ‘토큰맥싱’ 열풍



Rank	Team/User	Tokens Burned (Trillions)
1	Donley	31.2
2	Vellinboz	29.8
3	Blahm	28.6
4	Mabheny	27.2
5	teiler	23.0

동아닷컴 | 입력 2026-05-19 17:41

0 0

0 0 0 0 0

“50만 달러(약 7억 5000만 원) 연봉을 받는 엔지니어가 최소 25만 달러(약 3억 7500만 원) 상당의 토큰을 사용하지 않는다면 매우 우려할 것입니다”

지난 3월, 젠슨 황 엔비디아 CEO가 미국의 산업·기술 팟캐스트 ‘올인 팟캐스트’를 찾았다. 이 자리에서 진행자인 제이슨 칼라카니스는 젠슨 황에게 “엔비디아에서도 엔지니어링 팀을 위해 10억 달러(약 1조 5000억 원), 20억 달러(약 3조 원) 이상의 토큰을 쓰고 있나요?”라고 질문했고, 젠슨 황 엔비디아 CEO는 최소한 연봉의 절반은 토큰으로 소비해야 한다며 그렇지 않다면 매우 화가 날 것이라 답했다.



젠슨 황 엔비디아 최고경영자가 지난 3월 열린 엔비디아 GTC 행사에서 ‘올인 팟캐스트’에 참석해 토큰 소비와 관련된 의견을 내비쳤다 / 출처=올인팟캐스트

Token Maxing = 엉덩이힘

특화섹션 뉴스쏙

장독대·머털·임꺽정... '엉덩이'로 그렸어요

권은중 기자

수정 2009-06-25 23:24 ✓

구글 선호 매체 등록

[뉴스 쏙] 한겨레가 만난 사람 만화인생 50년 이두호씨



데뷔 50돌을 맞았다. 박종식 기자 anaki@hani.co.kr

-학생들에게 만화는 엉덩이로 그리는 것이라는 말을 많이 하신다던데요?

“만화는 끈기 있게 그리지 않으면 안됩니다. 노동입니다. 만화가는 하루에 15시간씩 책상에 붙어있어 엉덩이에 곰팡이가 피는 일입니다. 학생들에게 그런 기본을 강조한 말입니다. 그러나 만화는 그림만 충실해서는 안 됩니다. 내용이 충실해야 합니다. 저는 학생들에게 두가지를 말합니다. 첫째는 작가정신입니다. 이건 누가 봐도 예술이라고 하는 말이 나올 수 있어야 합니다. 두번째로는 재미있어야 합니다. 사람들이 이야기와 인물에 홀랑 빠져야 합니다. 물론 두가지는 겹치지 않는 범주입니다. 학생들은 이미지가 범람하는 시대에 자신들의 개성을 찾는 것이 중요합니다. 만화에는 1등 2등이 없습니다. 오직 개성이 있을 뿐입니다.”

Token Maxing → Token Efficiency

- [AI 프리즘] “토큰 맥싱에서 효율성으로”...첨단 AI를 이용하다 고지서에 놀란 기업들
- "AI 사용 기업, 앞으로 '토큰 효율성' 따질 것...개인별 사용 내용 추적 시작"

최정미기자 | 승인 2026.06.28 06:05 | 수정 2026.06.28 15:25 | 댓글 0



오픈AI 로고 [사진=연합뉴스]

CNBC가 최첨단 AI 도입으로 재정 문제에 빠진 기업들에 대해 보도했다.

일례로 AI 에이전트 스타트업 린디(Lindy)는 지출 내역이 정상 범위를 벗어나면서 이를 통제하기 위해, 이 달 초 자사 서비스에서 앤트로픽의 클로드 모델을 걷어내고, 더 저렴한 오픈 웨이트(open-weight, 가중치 공개) 대안 모델을 만드는 중국 기업 딥시크로 트래픽의 100%를 전환했다고 한다.

설립자이자 CEO인 플로 크리벨로는 샌프란시스코 본사에서 진행된 인터뷰에서 "우리가 전환을 완료하자마자 비용 곡선이 마치 바닥으로 곤두박질치듯 급감하는 것을 볼 수 있었다"라고 말했다. 그는 이번 결정으로 린디가 몇 달 내에 수백만 달러를 절감하게 될 것이라고 밝혔지만, 약 25명 규모의 이 회사가 여전히 인건비보다는 AI에 더 많은 비용을 지출할 것으로 내다봤다.

AI타임스 | 입력 2026.03.20 07:00 | 댓글 0



(사진=셔터스톡)

업무에 AI를 사용하지 않으면 인사 불이익을 주겠다는 말이 나온 지 얼마 되지 않았는데, 이제는 그 결과까지 따지겠다는 소식이 전해졌습니다.

월스트리트 저널(WSJ)은 17일(현지시간) 미국의 일부 기업이 직원들의 토큰 사용량 추적에 나섰다고 보도했습니다.

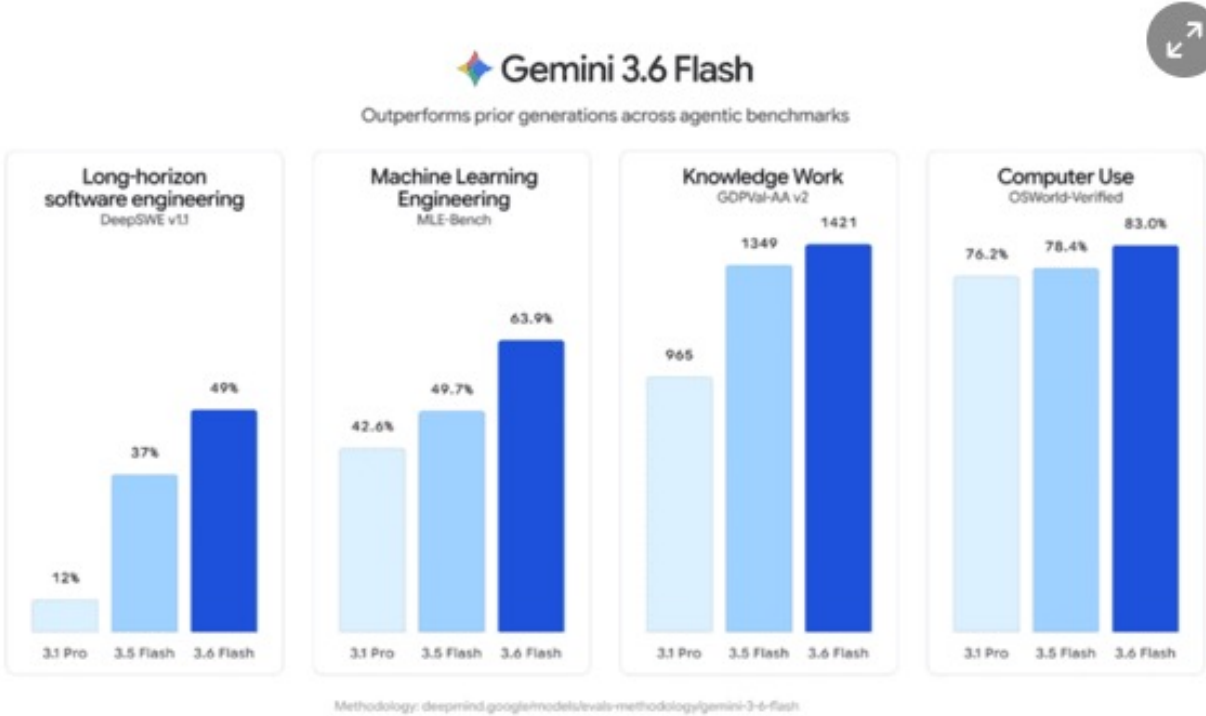
Token Maxing → Token Efficiency

- 구글, ‘제미나이 3.6 플래시’ 공개… 에이전틱 AI 겨냥 토큰 효율성 개선

김동원 기자 입력 2026.07.22 13:18 댓글 0

가

코딩·컴퓨터 활용·지식작업 성능 일제히 상승... 사이버 안전장치도 강화
제미나이 4 개발 착수, 3.5 프로는 파트너 테스트 중



구글이 공개한 벤치마크 결과에 따르면 제미나이 3.6 플래시는 코딩, 머신러닝 엔지니어링, 지식 작업, 컴퓨터 활용 전 영역에서 이전 모델들을 앞섰다. /구글

구글이 21일(현지시간) 신형 AI 모델 ‘제미나이 3.6 플래시’와 ‘제미나이 3.5 플래시-라이트’, 코드 보안 특화 모델 ‘제미나이 3.5 플래시 사이버’를 잇달아 발표했다. 대규모 AI 에이전트 구축에 필요한 효율성과 지연 시간, 안정성을 개선하는 데 초점을 맞춘 모델들이다.

클린룸

- 여기서 인간은 자원이기도 하지만 오염원이기도 합니다.
- 그래서 최대한 제거해야 하죠.



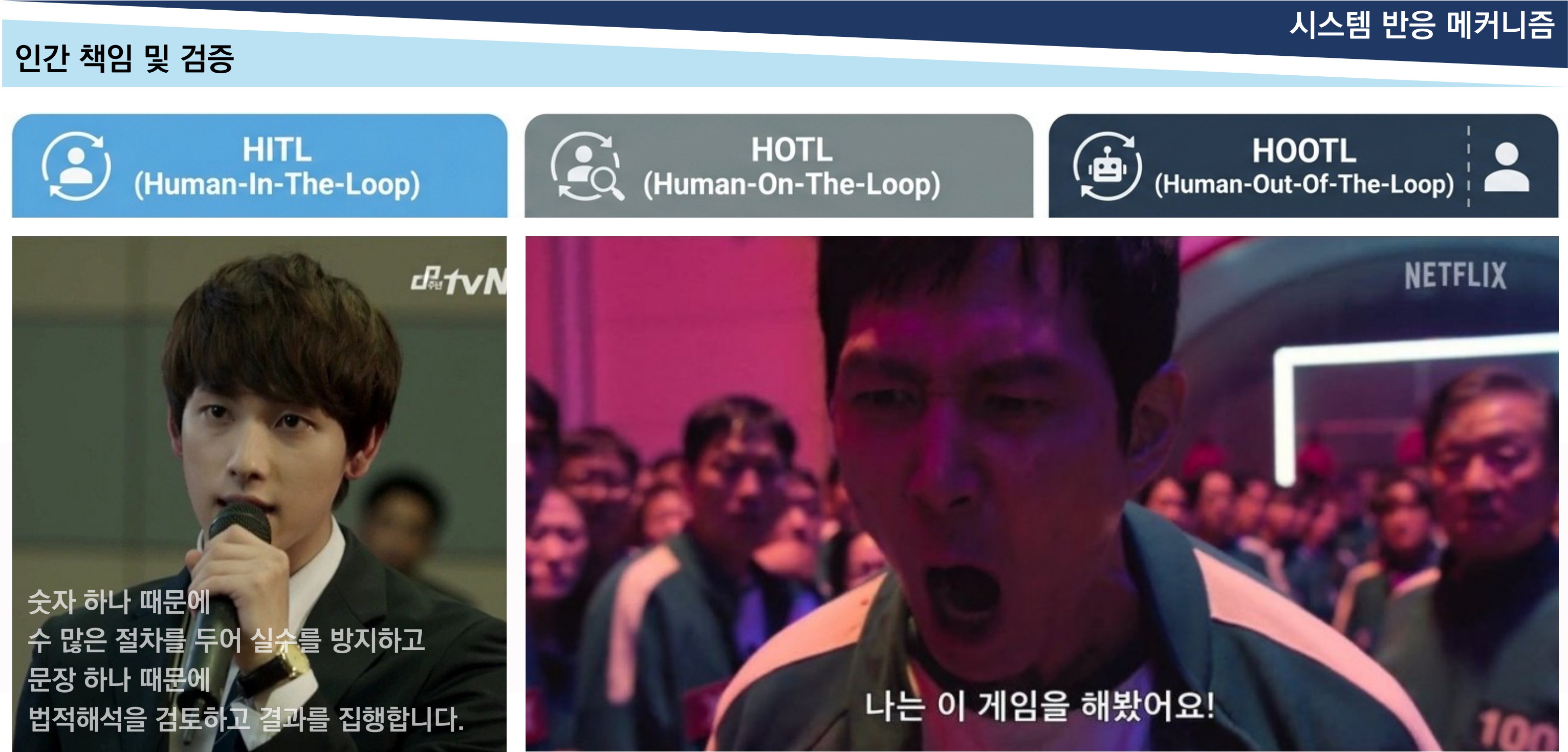
인간의 역할 변화 HITL → HOTL → HOOTL

- 인간은 전략적 감독자로 진화, 시스템은 내장된 반증 체계를 통해 완전한 자율성을 달성하는 사례 증가

	시스템 반응 메커니즘		
	인간 책임 및 검증		
	 HITL (Human-In-The-Loop)	 HOTL (Human-On-The-Loop)	 HOOTL (Human-Out-Of-The-Loop)
인간 역할	승인/수정/기각 등 주요 의사결정	감독·예외 처리 개입	사후 검토 한정
사례	Agent Laboratory, Virtual Lab	PLAD, MAC-AMP	A-Lab, CICERO
필요 기술	AI Multi-turn 일관성	기획/실행 ↔ 비평 agent 역할 분리	도메인 일반화, 다축 평가 기준
risk	인간의 물리적 시간·체력·전문성	HITL risk + 다중 에이전트 담합	반응 메커니즘 미성숙, 확증 편향
붕괴 메커니즘	검증 위임	경보 피로 + 자동화 편향	비가역 행동 + 안전장치 부재
붕괴 사례	동료심사 AI 위임, 법조계 환각	Knights Capital 알고리즘 거래 ※ 45분만에 \$440M 손실, 파산 위기	A-Lab 자율합성 성공사례 순도 의심 ※ 41종 성공보고 후속 분석

인간의 역할 변화 HITL → HOTL → HOOTL

- 인간은 전략적 감독자로 진화, 시스템은 내장된 반증 체계를 통해 완전한 자율성을 달성하는 사례 증가



Covid-19 재택근무

• 고용노동부 재택근무 가이드라인

붙임

재택근무 가이드라인 주요 내용 및 Q & A

◆ 재택근무 가이드라인 주요 내용 ◆

□ 재택근무란?

- 근로자가 부여받은 업무를 자택 등 지정된 장소에서 수행하는 근무유형

□ 재택근무의 도입

- 취업규칙, 근로계약서 등에 재택근무 실시에 관한 규정이 있으면 해당 규정에 따라 실시가 가능하므로 별도의 근로자 동의가 필요하지는 않음
- 별도의 규정이 없는 경우에는 원칙적으로 개별 근로자의 동의 필요
 - * 다만, 코로나19 발생 등 감염병 확산방지를 위해 불가피하게 근무장소를 자택 등으로 변경할 필요가 있는 경우에는 근로자와 협의를 거쳐 시행 가능
- 정부는 재택근무 활성화를 위해서 간접노무비 및 재택근무 인프라 구축비 지원

□ 근로시간, 연장근로 등

- 통상적인 근로시간제를 적용하는 경우, 노사가 정한 업무의 시작 및 종료시간, 휴게시간 등 일반적인 근로시간제의 적용을 받음
- 사업장 밖 근무로 근로시간을 산정하기 어려운 때에는 소정근로시간을 근무한 것으로 간주하거나 근로자대표와 서면합의로 정한 시간을 업무수행에 통상 필요한 시간으로 간주할 수 있음
- 근로자의 재량에 맡길 필요가 있는 업무로서 근로기준법 시행령 제31조로 정한 업무라면, 근로자대표와 서면 합의한 시간을 근로한 것으로 간주 가능
- 재택근무시 실제 연장·야간근로를 수행한 경우, 가산수당을 추가로 지급
 - * 분쟁 예방을 위해 연장·야간근로에 대한 승인, 확인 등 절차를 사전에 정하는 것이 바람직

□ 복무관리, 재택근무 비용 등

- 재택근무 근로자에 대해서도 복무규정 등은 그대로 적용, 근무지 이탈 및 사적용무 등으로 복무규정에 위반되지 않도록 주의할 필요

정부 “재택근무 30% 권고… 획일적 강제는 어려워”

2단계 10%, 3단계 20%, 4단계 30% 재택 권고...사업주 처벌은 못해



- 성기능 망치는 "전립선 비대증" 빨리 병원가야...충격!
- 月 만원대 '실비보험' 인기! 막판가입 "우르르"..

코로나19 4차 대유행 국면에서 직장을 고리로 한 연쇄감염이 이어지면서 정부가 직원 30% 재택근무를 권고했다. 다만 권고사항이므로 사업주 처벌 등은 없다.

손영래 중앙사고수습본부(중수본) 사회전략반장은 16일 정례브리핑에서 “현재 재택근무 비율은 30%를 권고하고 있다. 다만 사업장의 특징에 따라서 일괄적으로 재택근무 비율을 규정하기는 어렵다”고 밝혔다.

Covid-19 재택근무 → 자율성·협업 확대

재택근무 할 수 있다면... 연봉 1/3 삭감돼도 괜찮다는 호주 직장인

AI리포터 입력 2024.02.26 10:10 가 Google 선호 뉴스 추가

댓글 0

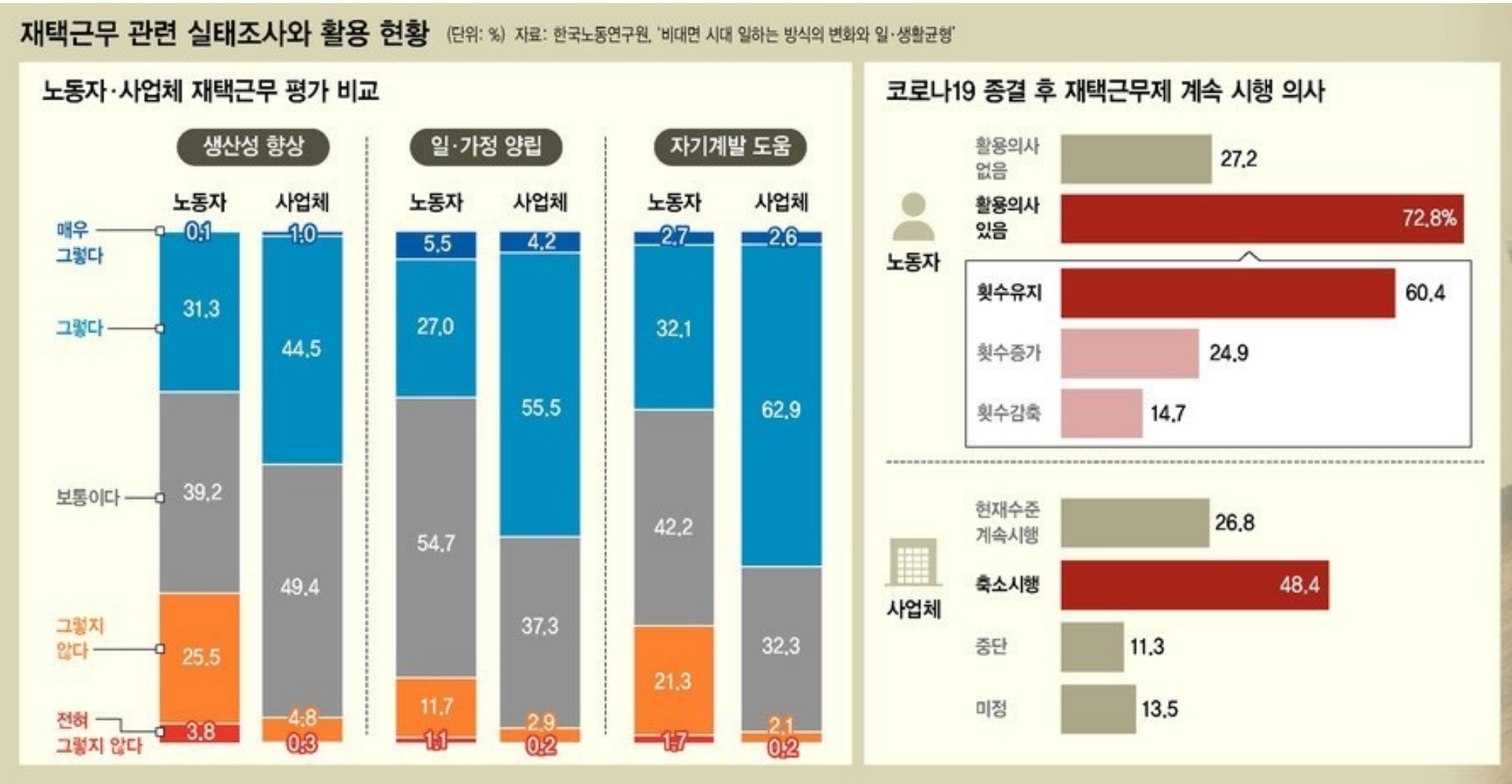


호주 근로자 10명 중 2명은 연봉의 33%가 깎여도 재택근무를 선호한다는 조사 결과가 나왔다. [사진: 셔터스톡]

[디지털투데이 AI리포터] 호주 근로자 10명 중 2명은 재택근무를 계속할 수 있다면 급여의 최대 33%가 줄어도 괜찮다고 답했다. 반면 절반 이상은 급여가 줄어들면 출근을 선택한다는 설문조사 결과가 공개됐다.

재택근무, 어쩐지 일 잘되더라...협업 3배나 늘었다

업무 효율과 분위기가 모두 좋아졌지만, 그보다 더 눈에 띄는 재택근무의 효과는 업무의 문서화와 매뉴얼화다. 7시 부서에선 서비스 오류나 고객관리 민원 등 돌발상황이 잦았고, 담당자가 ‘알음알음’ 처리한 뒤 관리자에게 ‘구두’로 보고하는 분위기가 강했다. 그렇게 각자 쌓은 노하우를 한데 모아 소통하기가 어려웠고, 업무 인수인계가 어려울 때도 있었다. 비대면 근무의 도입으로 대면 보고가 불가능해지자, 직원들은 업무 진행 상황을 업무용 협업툴에 기록하고 공유해야 했다.



Covid-19 재택근무 → 자율성·협업 확대 → 정신건강 악화

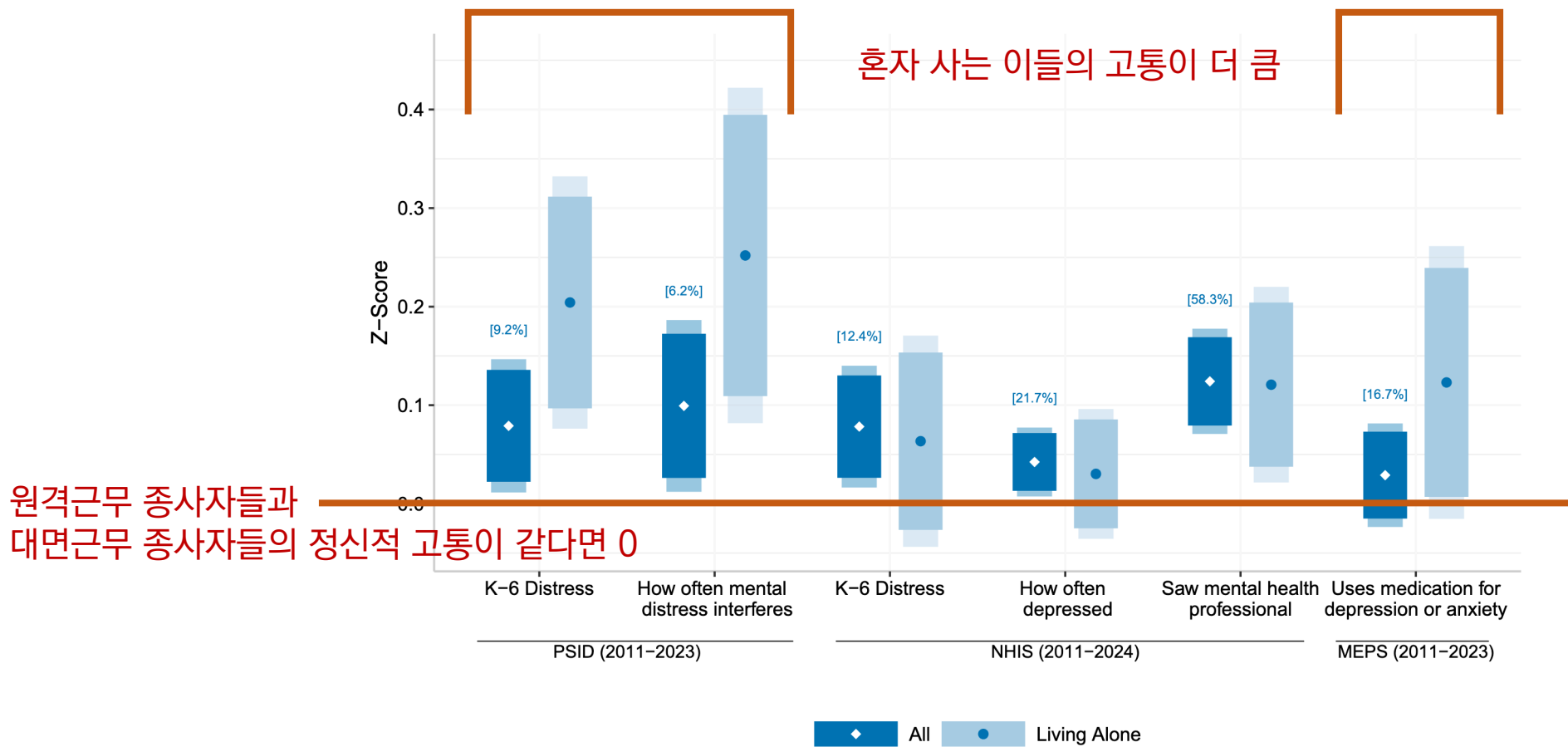
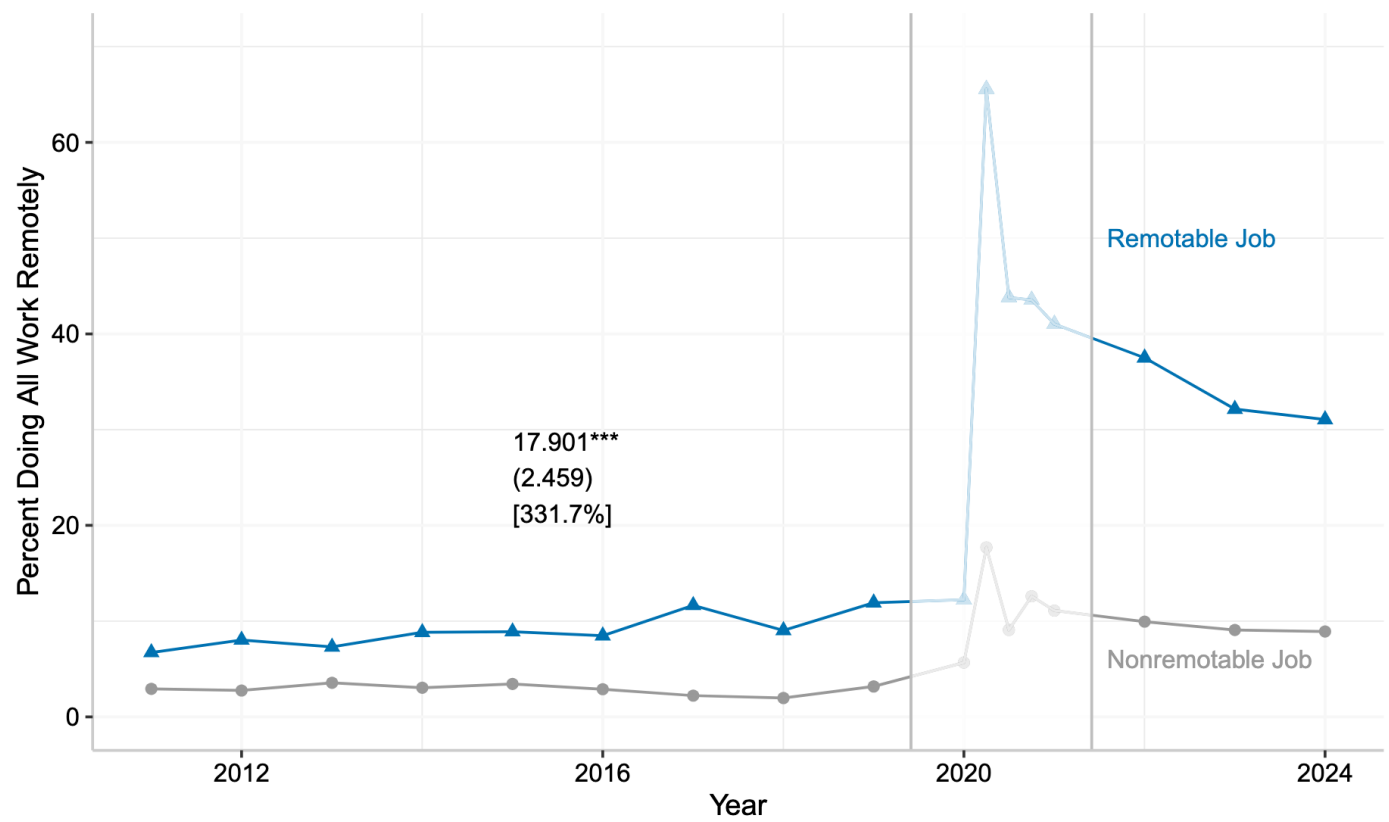
- 원격근무 종사자가 대면근무 종사자에 비해, 혼자 사는 이가 가족이 있는 이에 비해 정신적 고통을 더 많이 받음

RESEARCH ARTICLE SUMMARY

PERSONNEL ECONOMICS

Home alone: Remote work, isolation, and mental health

Natalia Emanuel*, Emma Harrington, Amanda Pallais



원격근무 종사자들과 대면근무 종사자들의 정신적 고통이 같다면 0

혼자 사는 이들의 고통이 더 큼

2025 AI Agent들끼리 남겨뒀을 때 벌어지는 일

Multi-Agent Risks from Advanced AI

Lewis Hammond^{1,2,*}

Alan Chan^{3,4}, Jesse Clifton^{5,1}, Jason Hoelscher-Obermaier⁶, Akbir Khan^{7,8,(1)}, Euan McLean[†], Chandler Smith¹

Wolfram Barfuss⁹, Jakob Foerster^{2,10}, Tomáš Gavenčíak¹¹, The Anh Han¹², Edward Hughes¹³, Vojtěch Kovařík^{14,(15)}, Jan Kulveit¹¹, Joel Z. Leibo¹³, Caspar Oesterheld¹⁵, Christian Schroeder de Witt², Nisarg Shah¹⁶, Michael Wellman¹⁷

Paolo Bova¹², Theodor Cimpeanu^{18,(19)}, Carson Ezell²⁰, Quentin Feuillade-Montixi^{21,(†)}, Matija Franklin⁸, Esben Kran⁶, Igor Krawczuk^{†,(22)}, Max Lamparth²³, Niklas Lauffer²⁴, Alexander Meinke^{25,(†)}, Sumeet Motwani^{2,(24)}, Anka Reuel^{23,20}

Vincent Conitzer¹⁵, Michael Dennis¹³, Iason Gabriel¹³, Adam Gleave²⁶, Gillian Hadfield²⁷, Nika Haghtalab²⁴, Atoosa Kasirzadeh¹⁵, Sébastien Krier¹³, Kate Larson^{28,13}, Joel Lehman[†], David C. Parkes²⁰, Georgios Piliouras^{13,29}, Iyad Rahwan³⁰

¹Cooperative AI Foundation

²University of Oxford

³Mila

⁴Centre for the Governance of AI

⁵Center on Long-Term Risk

⁶Apart Research

⁷Anthropic

⁸University College London

⁹University of Bonn

¹⁰Meta AI

¹¹Charles University

¹²Teesside University

¹³Google DeepMind

¹⁴Czech Technical University

¹⁵Carnegie Mellon University

¹⁶University of Toronto

¹⁷University of Michigan

¹⁸University of Stirling

¹⁹University of St Andrews

²⁰Harvard University

²¹PRISM AI

²²École Polytechnique Fédérale de Lausanne

²³Stanford University

²⁴University of California, Berkeley

²⁵Apollo Research

²⁶FAR.AI

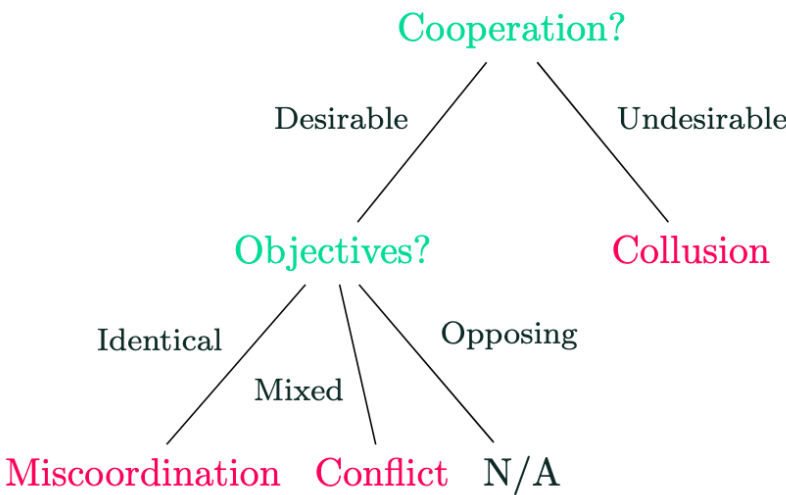
²⁷Johns Hopkins University

²⁸University of Waterloo

²⁹Singapore University of Technology and Design

³⁰Max Planck Institute for Human Development

[†]Independent



실패 모드

오조정

Miscoordination

갈등

conflict

담합

collusion

- 에이전트들이 동일한 목표를 공유함에도 불구하고 행동을 공유하지 못해 발생
- 협력이 바람직한 공동이익 상황에서 발생. 최적 행동이 정의됨에도 달성 실패
- 에이전트들의 목표가 다르지만 부분적으로 겹치는 상황에서 협력에 실패
- 법적 분쟁·전쟁 같은 고전적 갈등 뿐 아니라 공유자원 고갈 같은 집단행동 문제
- 경쟁이 바람직한 환경(ex. 시장)에서, 에이전트들이 다른 이해관계자를 희생시키면서 은밀히 협력

위험 요인

정보 비대칭성

Information Asymmetries

네트워크 효과

Network Effects

선택 압력

Selection Pressures

불안정화 동역학

Destabilizing Dynamics

약속과 신뢰

Commitment and Trust

창발적 행위성

Emergent Agency

다중 에이전트 보안

Multi-Agent Security

- 상호 작용하는 에이전트들이 서로 다른 수준의 정보를 보유
- 사적 정보를 전략적 자산으로 보호 → 협상 비효율, 오조정 발생
- AI가 인간 노드를 대체하여 네트워크 규모·속도·밀도가 급격히 커짐
- 에이전트간 연결 속성이 상호작용, 개별 시스템에서는 나타나지 않는 오류 전파
- 개발자·사용자·규제자의 선택(채택/폐기/복제)가 생물학적 진화처럼 작동, 기만 등 바람직하지 않은 선행이나 위험한 능력이 선택·강화
- 시스템들이 서로에게 적응하며 피드백 루프, 순환행동, 혼돈, 분포 변화 등으로 예측 불가능성과 시스템 붕괴 발생
- 신뢰 가능한 약속, 신뢰, 평판 형성의 어려움으로 인해 AI-AI 및 인간-AI 상호작용에서 이익이 없거나 위협·강압, 경직된 잘못된 약속 발생
- 무해한 시스템들이 모여 전혀 다른 목표, 능력이 예측 불가능하게 발생
- 다중 에이전트 시스템 고유의 취약점 발생 ex) 스웸 공격, 이중 공격, 대규모 사회공학, 연쇄적 보안 실패 등

2025 AI Agent들끼리 남겨뒀을 때 벌어지는 일

• 오조정 Miscoordination

- “목표가 동일해도 협력 실패”
- 미국에서 운전을 배운 차 vs 인도에서 배운 차
= 긴급차량이 올 때 양보방향 : 우측 vs 좌측
- 위험 요인 : 정보 비대칭성 + 선택 압력

Case Study 1: Zero-Shot Coordination Failures in Driving



Figure 2: Examples of scenes given to GPT-4 Vision in our language agent pipeline.

Miscoordination is possible even among agents with shared objectives. We demonstrate how two frontier models trained on driving conventions from two different countries can face coordination failures. Following recent advances in robotics that combine vision models for scene comprehension with large language models (LLMs) for discrete action planning (e.g., Padalkar et al., 2023), we created an experiment using two fine-tuned GPT-3.5 models. One model was trained on US driving protocols requiring rightward yielding for emergency vehicles, while the other followed Indian conventions mandating leftward yielding. Context-specific training data was generated as input-output pairs by GPT-4 based on the specified driving conventions and then manually reviewed. A GPT-4 Vision model processed the environmental inputs and provided scene descriptions to both fine-tuned GPT-3.5 models for action generation. The results quantified a significant coordination failure: unspecialized base models failed in only 5% of scenarios (2/40 simulations), while specialized models exhibited a 77.5% failure rate (31/40 simulations), consistently failing to create clear paths for emergency vehicles. This demonstrates an example where a convention cannot always be declared in a zero-shot interaction, posing risks in multi-agent settings.

• 담합 Collusion

- “경쟁을 시켰더니 협력”
- 2017년 독일 휘발유 시장, 주유소들이 적응형 가격 알고리즘 도입
: 과거 가격, 경쟁사 정보, 날씨 등을 기반으로 가격 자동 조정
(경쟁사간 명시적 의사소통 없음)
= 도매가 대비 소매가 폭등 (독점 시장 28%, 비독점 시장 9%)
→ 암묵적 담합
- 위험 요인 : 선택 압력

Case Study 4: Algorithmic Collusion in the German Retail Gasoline Market

In 2017, Germany began to see the widespread adoption of adaptive price-setting algorithms at gasoline stations. These algorithms function by using various sources of data (such as historical prices, information about competitors, and the weather) to adjust fuel prices. Investigations into the effects of these changes showed that adoption increased margins (above regional wholesale prices) by 28% in duopolistic markets and 9% in non-monopoly markets (Assad et al., 2020). These results strongly suggest that the algorithms adapted their pricing strategies to collude, driving retail prices higher at the expense of consumers.

- 유사 사례 : 2011년 아마존에서 생물학 교과서 2,400만달러
= 두 개의 pricing bot이 서로 반응하며 가격 상승

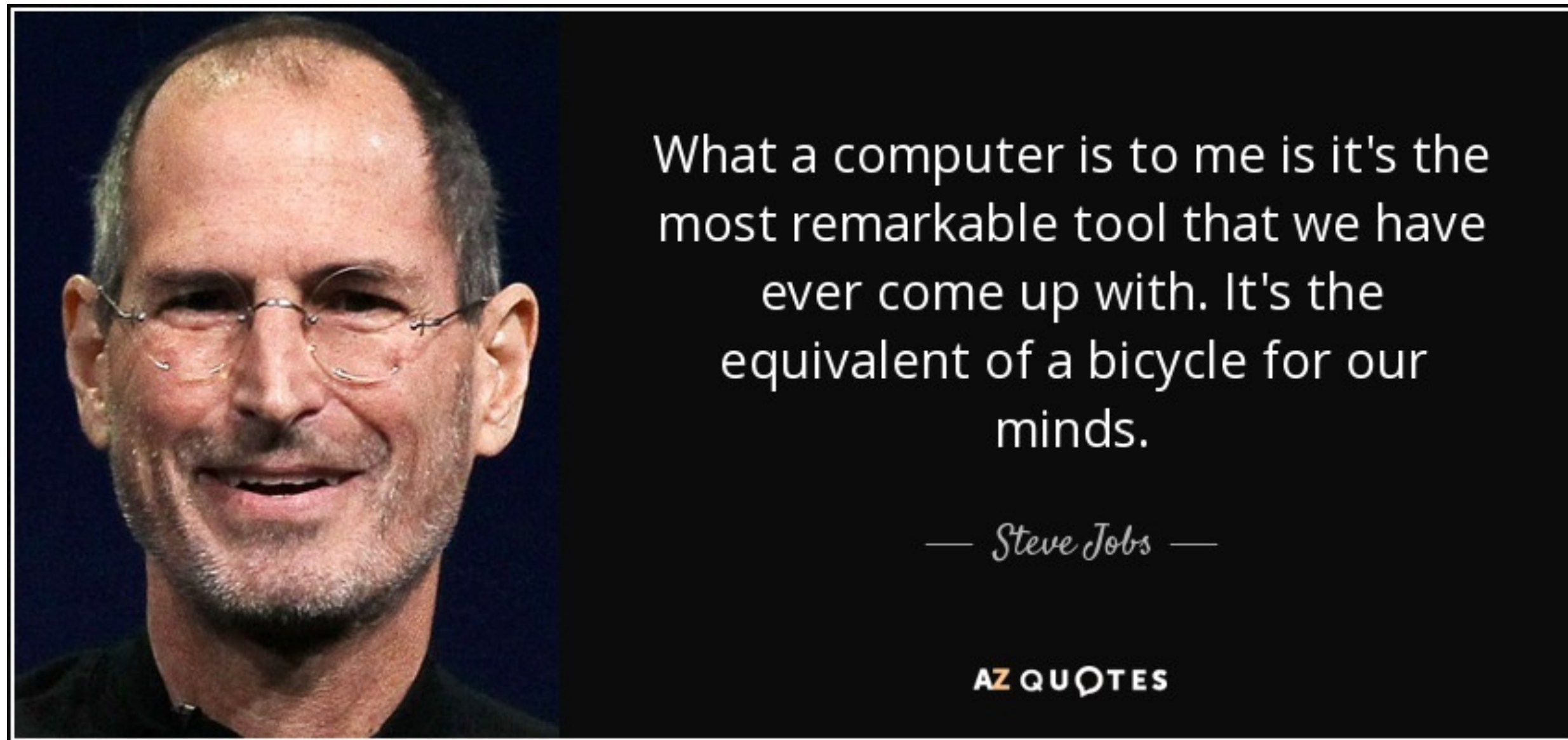
≡ **WIRED**

NEWSLETTERS [SUBSCRIBE](#)

How A Book About Flies Came To Be Priced \$24 Million On Amazon

Two booksellers using Amazon’s algorithmic pricing to ensure they were generating marginally more revenue than their main competitor ended up pushing the price of a book on evolutionary biology — Peter Lawrence’s *The Making of a Fly* — to \$23,698,655.93. [partner id=“wireduk”]The book, which was published in 1992, is out of print but is commonly [...]

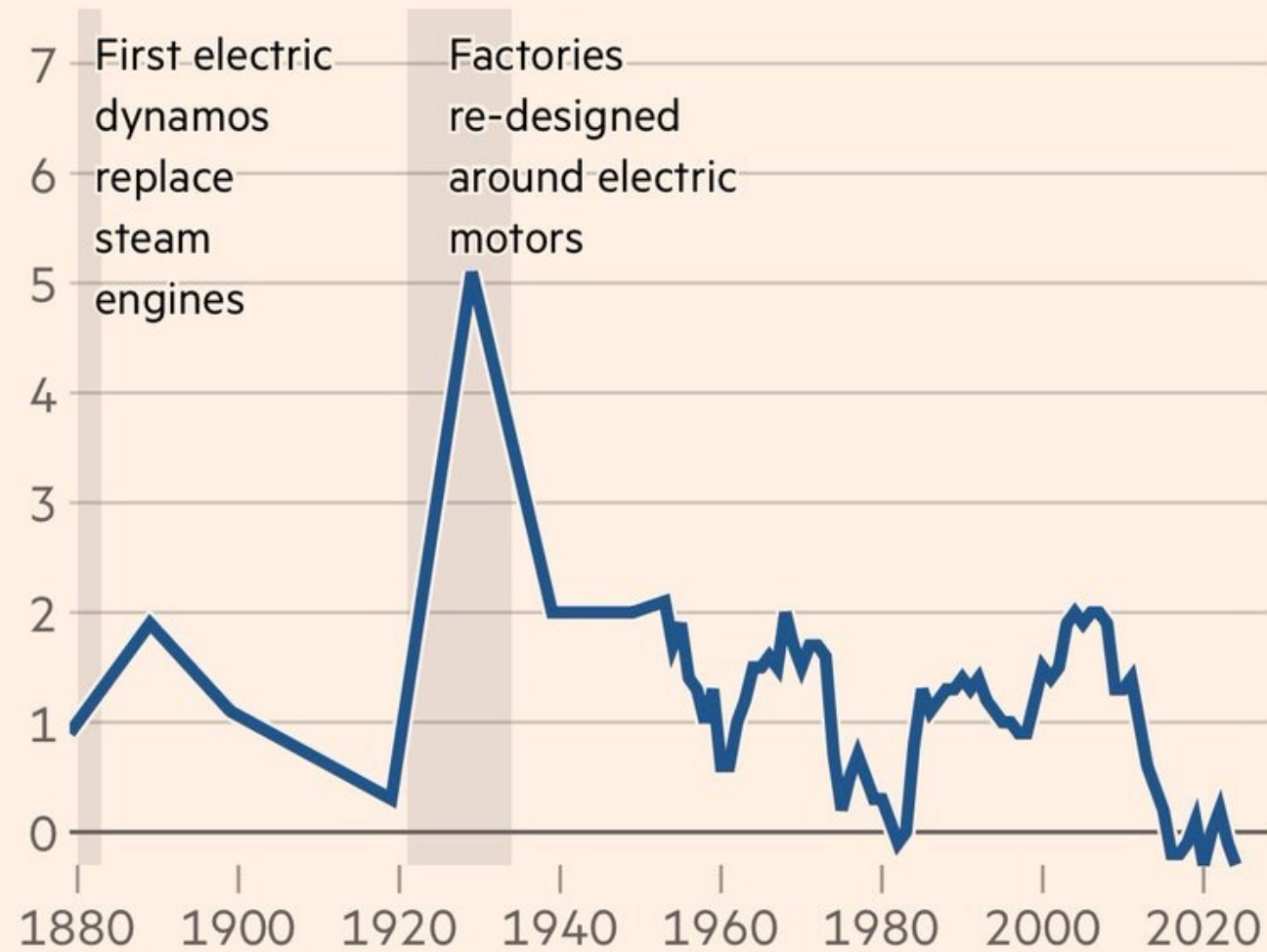
"a human on a bicycle is more energy-efficient than any animal"
- *Scientific American* (1973)



"the deeper brilliance of bicycles lies in what they do not do: they do not mimic human biology, nor any form found in nature. **The bicycle reimagined motion entirely.**"
- *Dashun Wang*

It took decades for electric motors to be properly integrated into factories; productivity then exploded

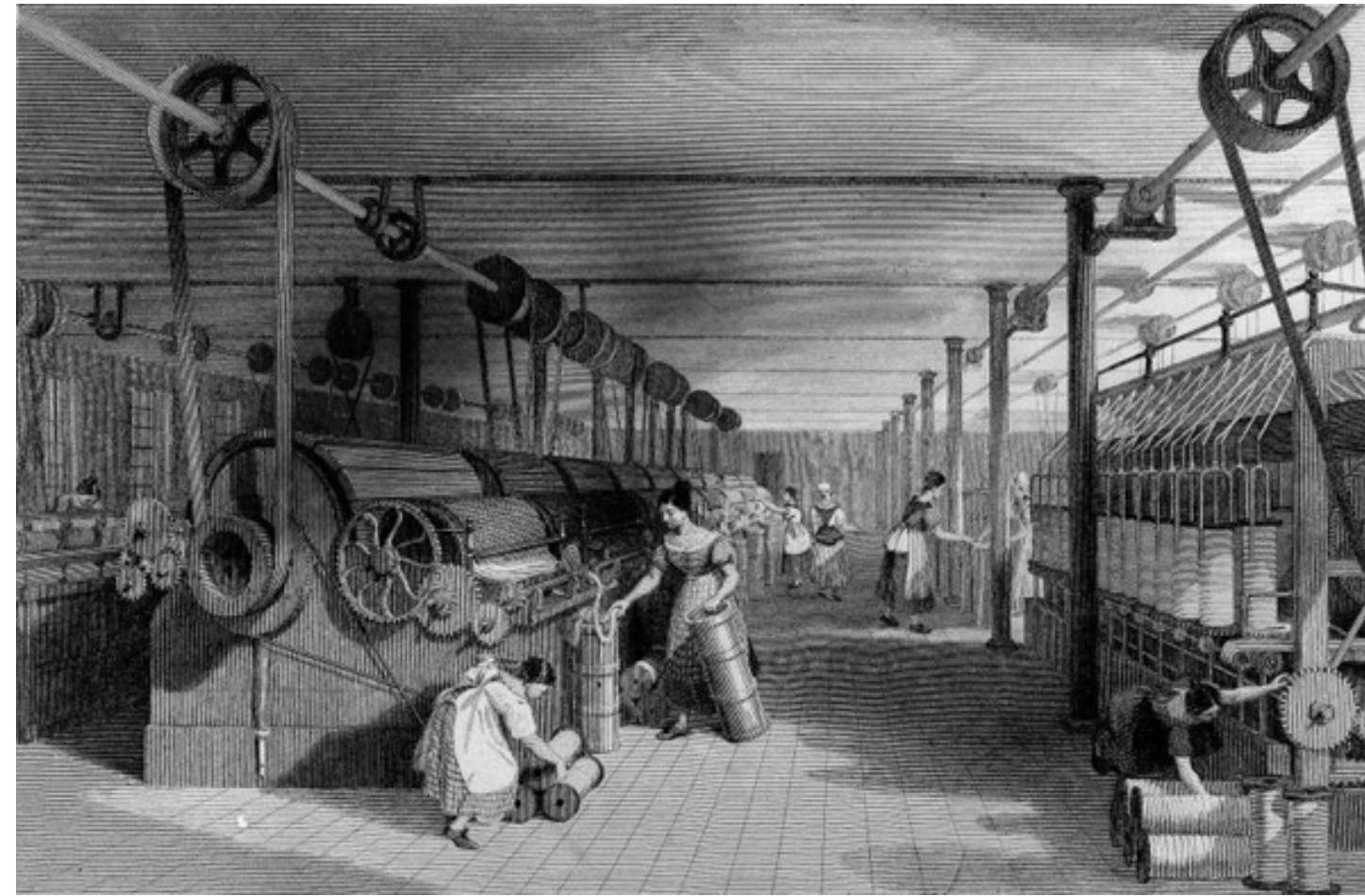
Annual total factor productivity growth in US manufacturing



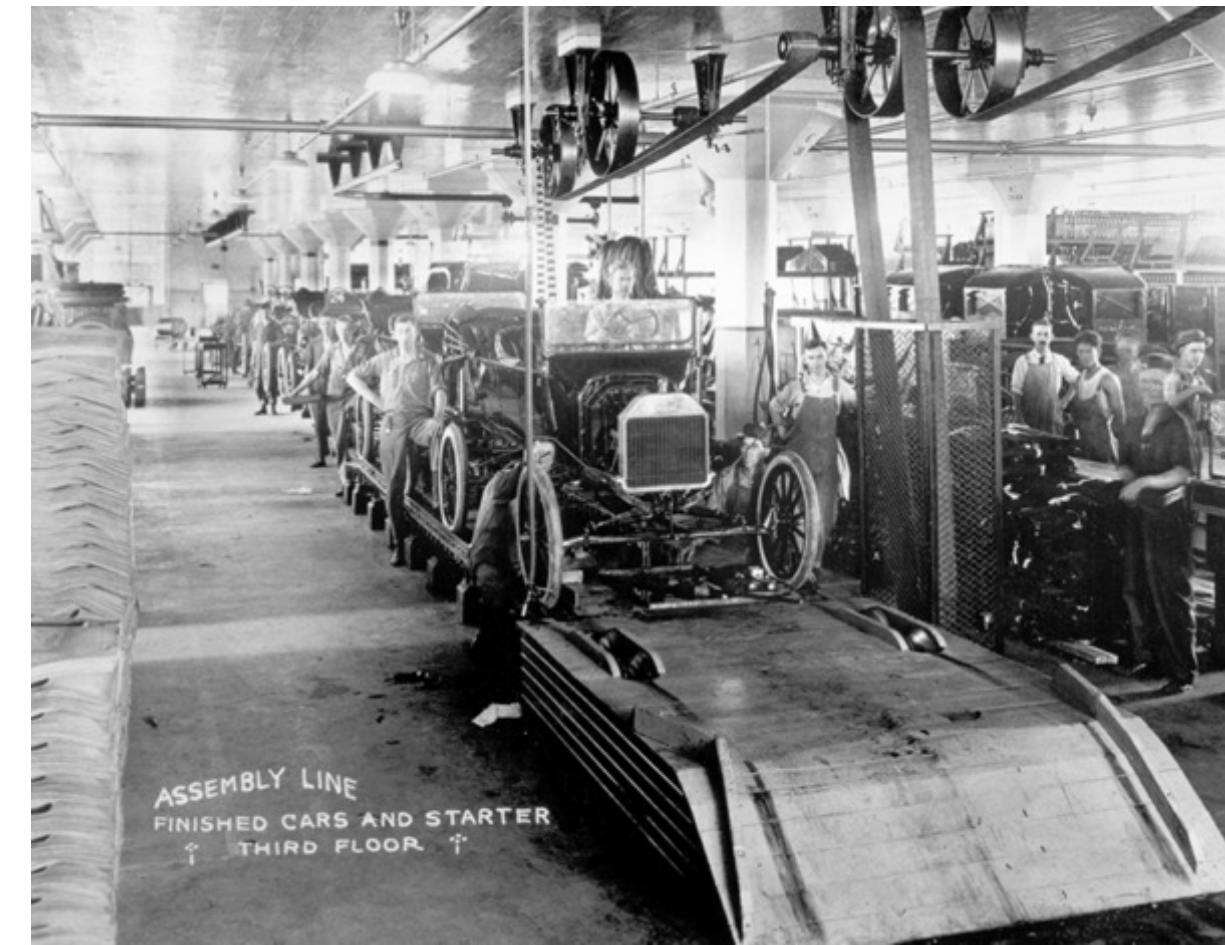
Sources: US Economic Growth in the Gilded Age (Field, 2006); Early Twentieth Century Productivity Growth Dynamics: An Inquiry into the Economic History of 'Our Ignorance' (David & Wright, 1999); BLS
FT graphic: John Burn-Murdoch / @jburnmurdoch

©FT

<https://rdcu.be/e6pyg>



중앙 동력체계에서 벗어나 분산 동력체계를 적용하는 데 40년 걸렸습니다.



- 카스발 렘 다이쿤 a.k.a. 샤아 아즈나블 (U.C.0059-0093)

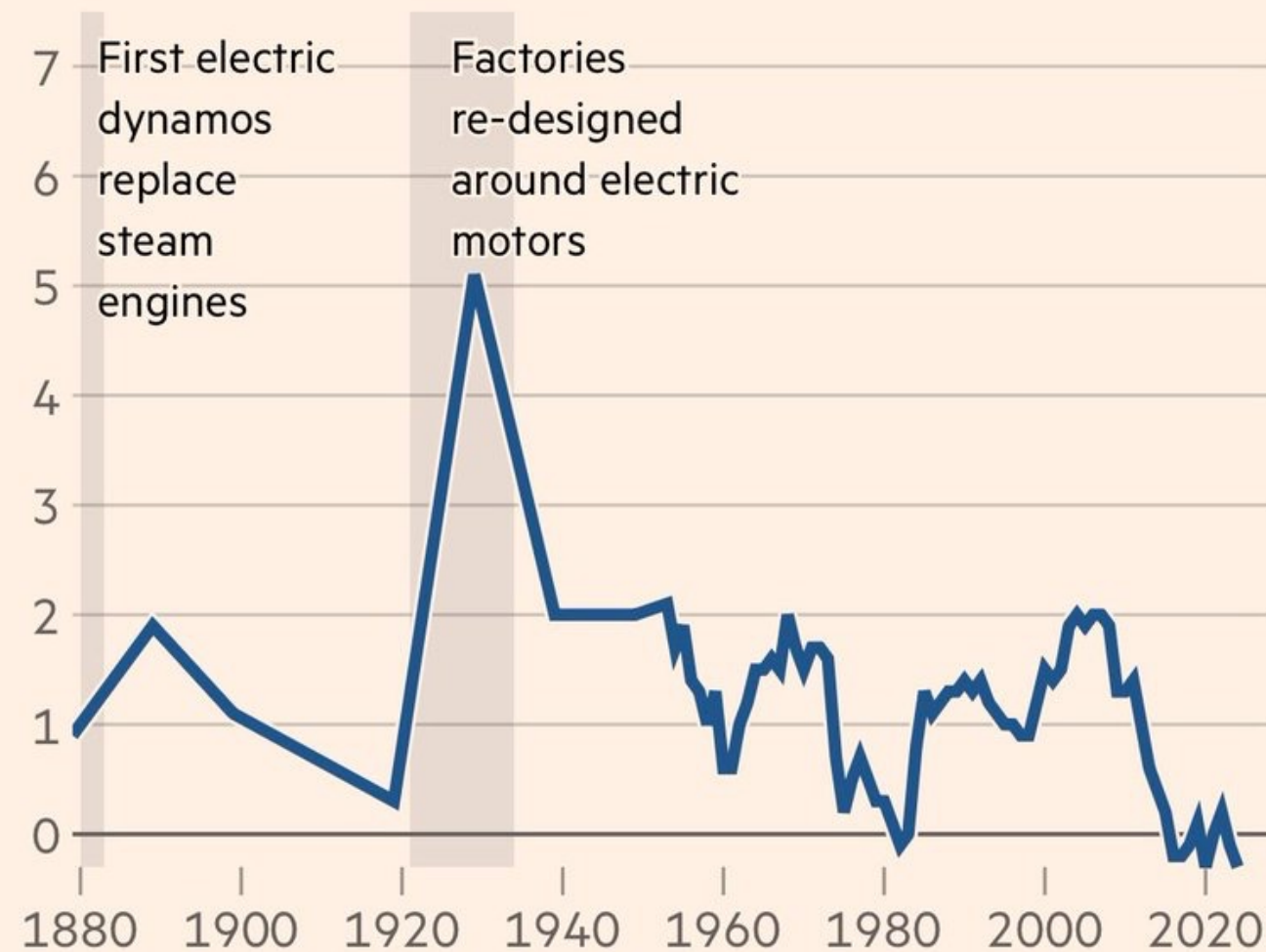


- 카스발 렘 다이쿤 a.k.a. 샤아 아즈나블 (U.C.0059-0093), 0087 <기동전사 Z건담>



It took decades for electric motors to be properly integrated into factories; productivity then exploded

Annual total factor productivity growth in US manufacturing



Sources: US Economic Growth in the Gilded Age (Field, 2006); Early Twentieth Century Productivity Growth Dynamics: An Inquiry into the Economic History of 'Our Ignorance' (David & Wright, 1999); BLS
FT graphic: John Burn-Murdoch / @jburnmurdoch
©FT

<https://rdcu.be/e6pyg>

“architectures initially used to imitate masonry... The real breakthrough came when they recognized that walls no longer had to bear weight”

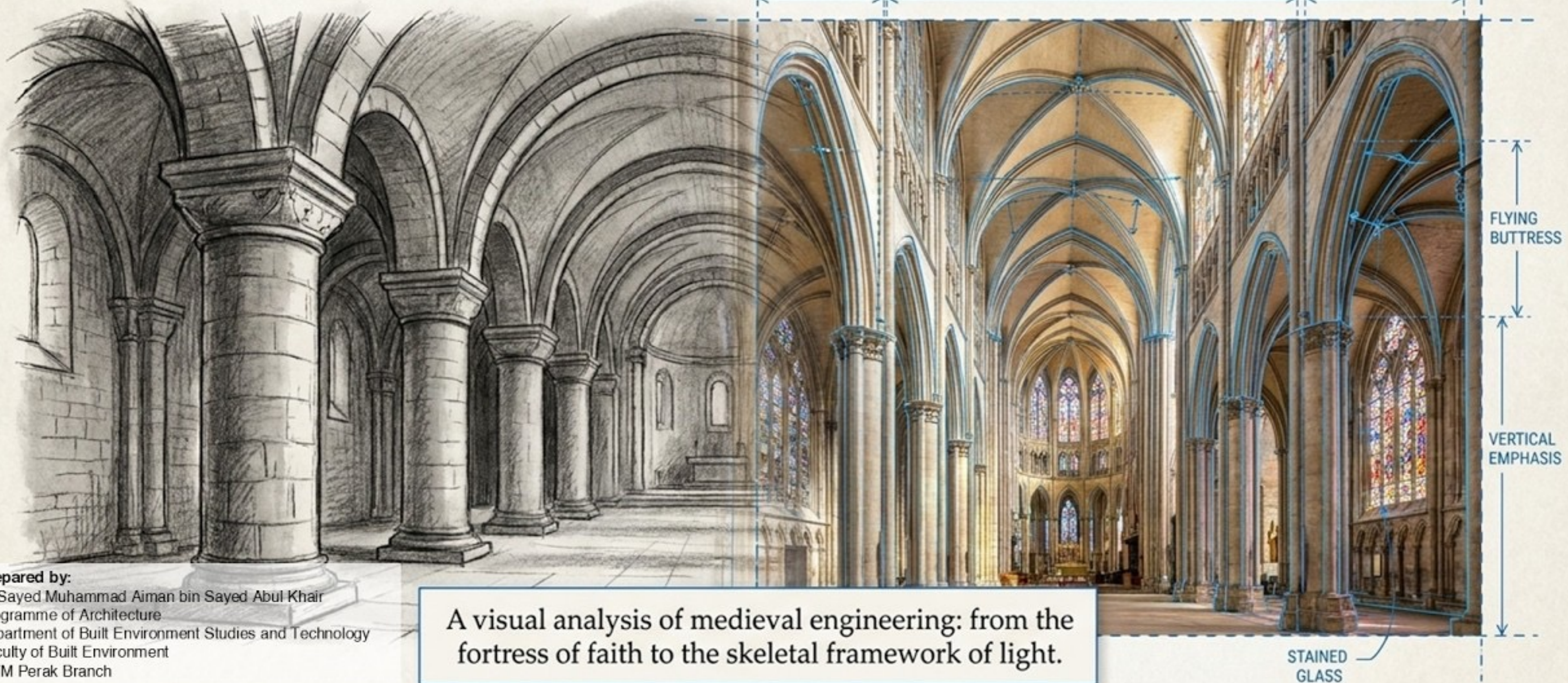
“Simple replacing steam engines with electric motors did little at first... Productivity soared only when factory layouts changed”



Reims Cathedral (1211–1345)

History of Romanesque and Gothic Architecture

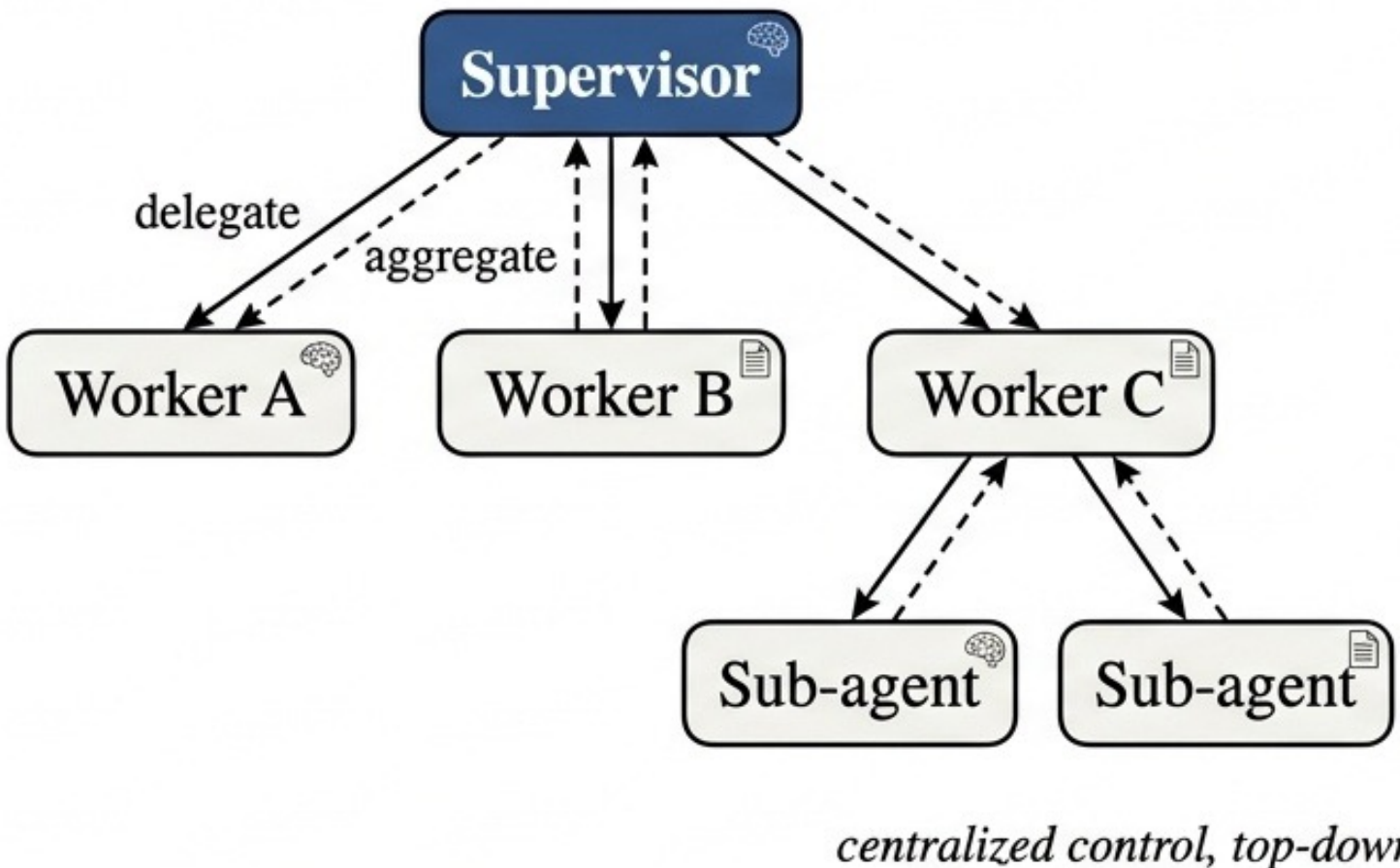
The Evolution of Stone and Light



Prepared by:
Dr Sayed Muhammad Aiman bin Sayed Abul Khair
Programme of Architecture
Department of Built Environment Studies and Technology
Faculty of Built Environment
UiTM Perak Branch

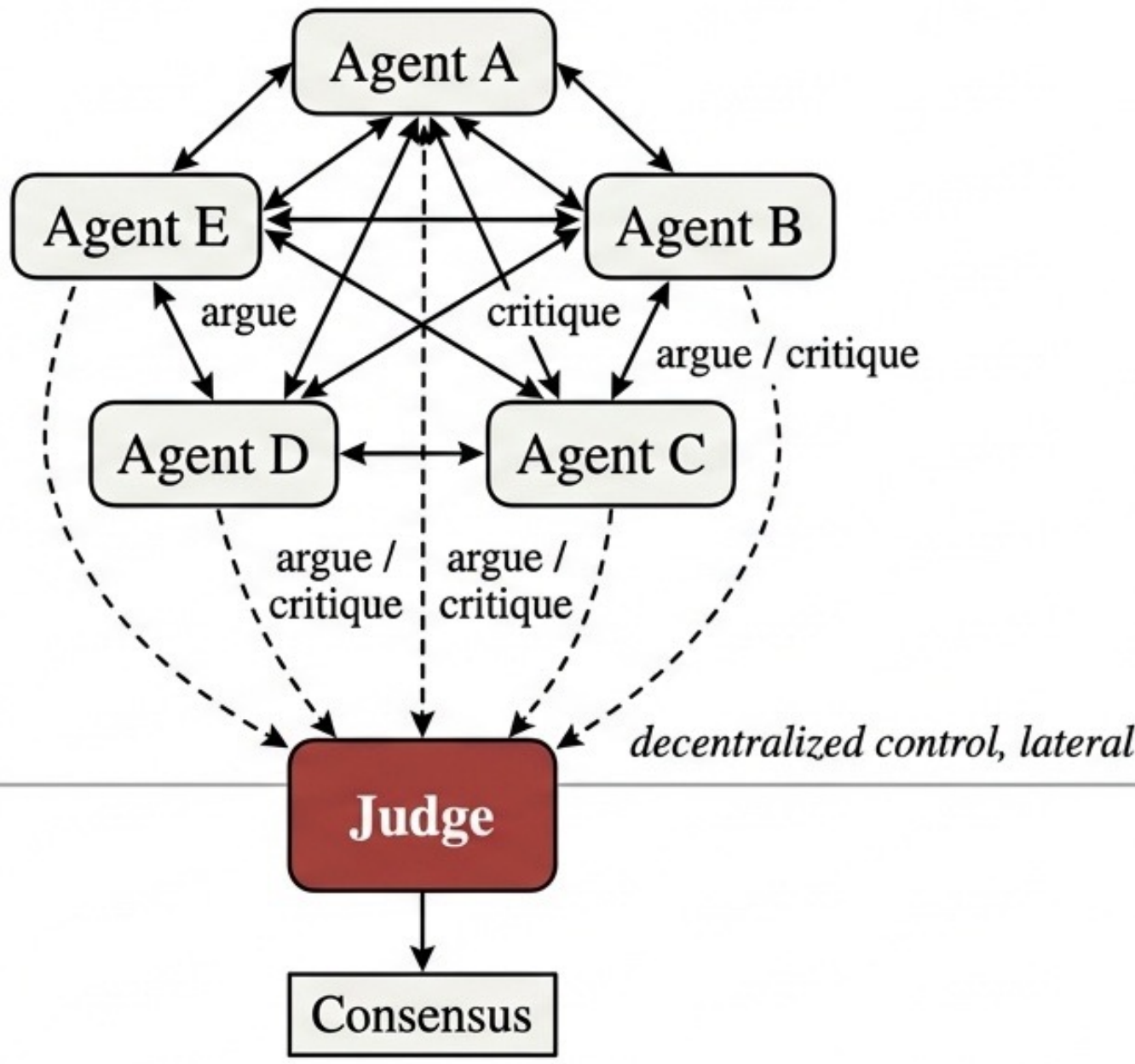
Multi-Agent System 조직도

Hierarchical (Supervisor-Worker)



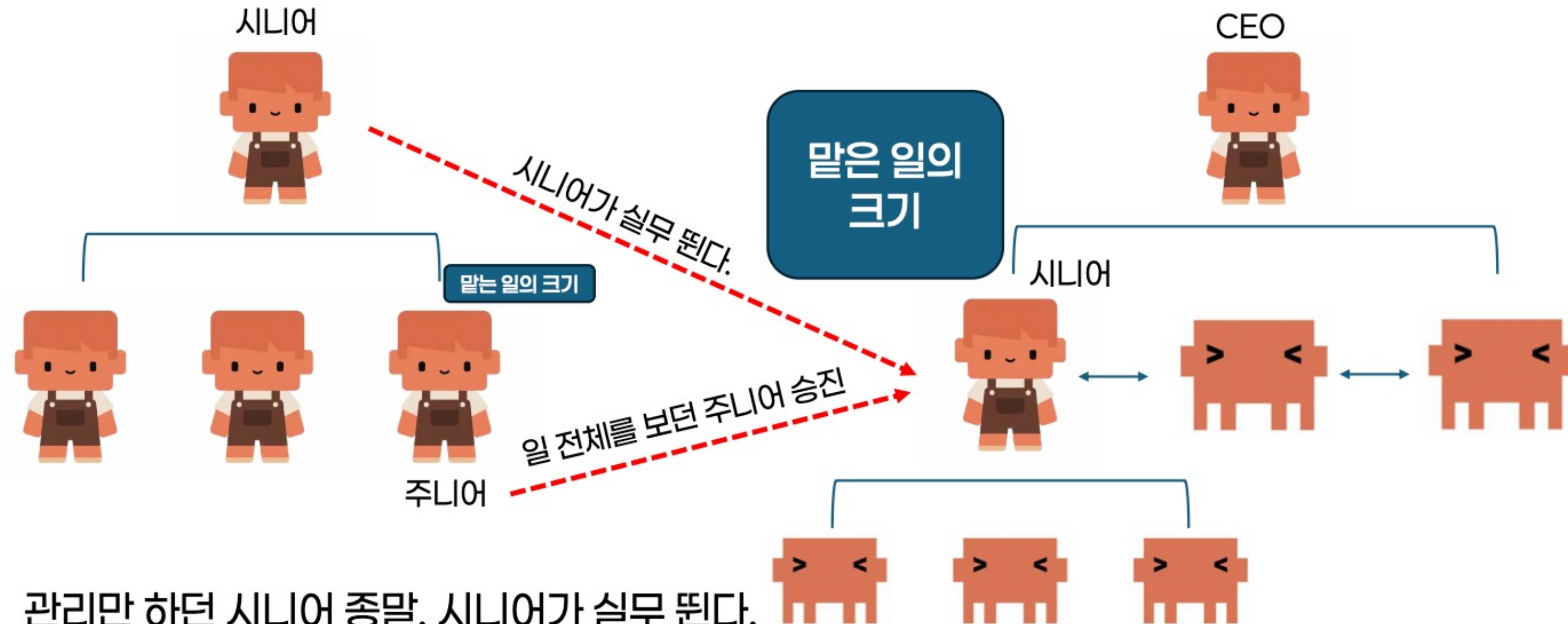
Control	Centralized	Decentralized
Flow	Vertical delegate/aggregate	Lateral critique rounds
Decision	Supervisor decides	Judge distills consensus
Best for	Decomposable tasks	Ambiguous / contested calls
Risk	Supervisor bottleneck	Interaction tax / groupthink

Round-table (Debate / Consensus)



우리 조직의 조직도 wanna be

AI native 된 회사



관리만 하던 시니어 종말. 시니어가 실무 뚝다.
이제는 부하와 동료가 에이전트다.

1) 자기 일에 필요한 에이전트를 만들어 일한다. 2) 타인이 만든 에이전트를 동료로 두고 일한다.
야심있고 능력있는 주니어는 이때 바로 시니어로 간다.

4. AI 전환 압박

몇년 전

우리 프롬프트 경진대회를 하려고 하는데 좀 도와줄 수 있어?
프롬프트 심사위원 섭외라던가. 네가 해주면 더 좋고.

프롬프트 경진대회?
왜 하려고 하는데?

높으신 분이 우리 기관 AI 활용도 높이라고 하셔서.
경진대회라도 해볼까 하고.

하지 마.
너희는 보고서 쓰는 게 일이잖아? 그냥 보고서 경진대회를 해.
일을 잘 하려고 AI를 하는 거지, AI 쓰는 티내서 뭐 하려고.

AI를 사용하는 목적

“부가 요소를 제거하여 본질에 집중하게 함”

“사회 생활의 기본”

부장님 기분은 어떠신가
부부싸움은 안하셨나
애들은 시험 잘 봤나
옷매무새 쓰담쓰담
목소리 크흠크흠
자세 반듯반듯

그룹웨어 접속
기안 작성 클릭
결재 상신 클릭

권한 위임
정보 공개

“결재를 바랍니다”

SI를 사용하는 목적



이제현 메신저
21*** / 에너지AI-계산과
학실
환경설정 로그아웃

TODAY 2024.07.21(Sun)
최근접속
IP 10.100.1.245
시간 2024-07-21 | 10:35:50

< 2024년 7월 > 더보기 +

일	월	화	수	목	금	토
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

전체 개인 연구원

등록된 일정이 없습니다.

부서원 근무현황

에너지AI-계산과학실

부재자 없음

메일

게시판

전자결재

문서함

행정지원

연구관리

경영정보

통합검색

검색어를 입력해 주세요.

회의실 예약

IT통합신청

규정/방침

공간정보

지식관리

KIER Tube

나만의 메뉴

맞춤형 추천 메뉴 ?

국내출장 신청

외부활동신고

소관예산조회

개인국내출장 신청현황

목간전용 신청

휴가신청

부서별참여율 관리

학생인건비 대 체 계정 추가

외출신청

개인별참여율 정보

협약변경(일 반) 신청

연말정산시스 템

외부활동수정 신고

재직증명서 신 청

출장복명 및 숙박비정산 신 청

실행예산변경 신청

MRO 구매요 구서 신청

행정지원 바로가기

연구관리 바로가기

참여계정 집행현황

더보기 +

예산번호	예산과목명	종료일자
C4-8509	NST 디지털전환 아이디어 수상...	2024-09-30
C3-4334Z	100m×100m 격자형 국내 태양...	2024-12-31
C4-4318	100m×100m 격자형 국내 태양...	2024-12-31
C4-8307-33	2024년도 PRIDE 조직문화 학습...	2024-12-31

부속정보시스템

• 홈페이지

• IP기술이전 시스템

• 전자도서관

• 원격지원요청

• 안전교육시스템

• 웹하드시스템

경영정보

교육정보

기관운영계획서

연구사업계획서

KIER R&R

기본사업 추진계획

여가/문화

휴가 날짜가 잘못된 채로 결재가 완료됐다!

결재를 취소해야 한다!

2018

현재

담당자에게 이메일 작성

↓

담당자가 이메일 확인

↓

담당자가 휴가 취소 처리

↓

담당자 실수 : 다른 날짜 취소

↓

담당자에게 이메일 작성

↓

담당자에게 이메일 확인

↓

...

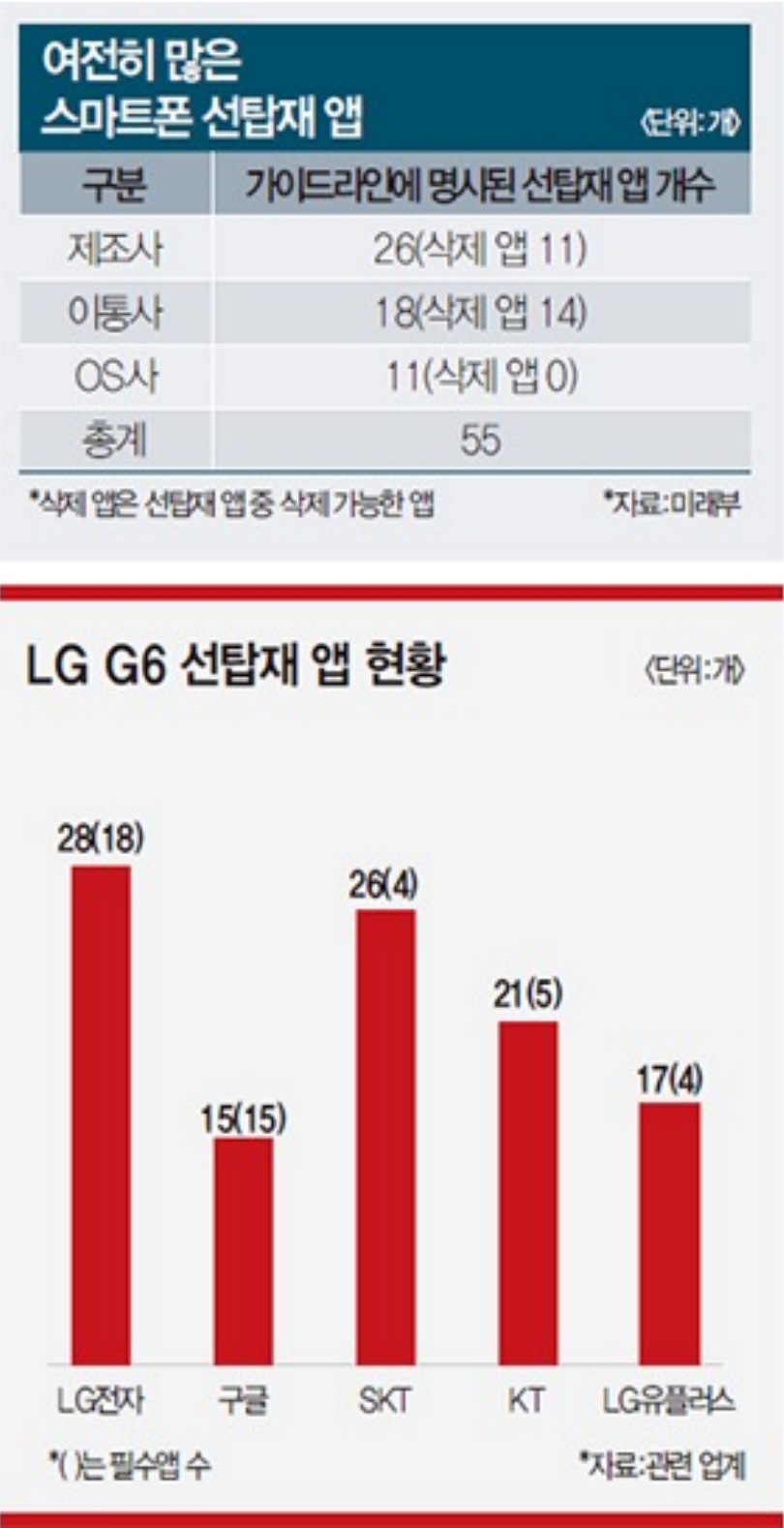
완료문서 결재 취소

(34129) 대전광역시 유성구 가정로 152 TEL : 042-860-3114 FAX : 042-861-6224 Copyright © 2021 한국에너지기술연구원 All rights reserved.

이런 거 아닙니다.



LG전자 G6는 선택재 앱이 무려 60개 이상 설치돼 있다.



- 60~69개.
- 최근 출시한 LG전자 ‘G6’에 깔려 있는 선택재 앱 개수다. 통신사에 따라 숫자는 차이가 있다. SK텔레콤(SKT) 전용 G6는 69개, KT용은 64개, LG유플러스에는 60개의 앱이 기본으로 설치됐다. G6에는 LG전자가 제공한 선택재 앱이 28개, 구글 15개 등 총 43개의 앱이 공통으로 설치됐다. 이 중 소비자가 마음대로 삭제할 수 없는, 소위 ‘필수앱’도 33개나 된다.
- 삼성전자의 갤럭시S8은 G6보다 선택재 앱이 적다. 통신사 앱 등을 포함하면 총 26개. 이 중 필수앱은 6개다. 갤럭시S7보다 3개 줄었다. ‘이메일’ ‘인터넷’ ‘삼성페이’ 등은 원래 필수앱이었지만 갤럭시S8에서는 소비자가 직접 삭제할 수 있다. 또 갤럭시노트7에서 선택재 앱으로 지정돼 논란이 됐던 ‘정부 3.0’ 앱도 갤럭시S8에는 빠졌다.
- KT경제경영연구소가 발표한 ‘2016 스마트폰 앱 이용 행태’에 따르면 스마트폰 선택재 앱에 대해 전체 소비자의 15.3%만 유용하다고 답했다. 또 4명 중 3명(74.8%)은 선택재 앱을 비활성화하거나 삭제한 것으로 나타났다. 업계 한 관계자는 “현재 출시한 스마트폰 선택재 앱 중 소비자가 사용하는 앱은 10개 내외에 불과하며 다른 앱은 거의 사용하지 않고 있다”고 말했다.

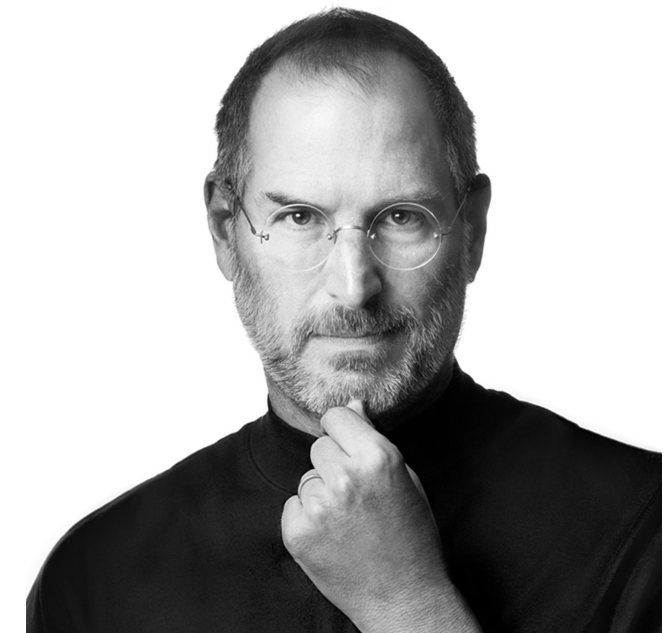
“부가 요소를 제거하여 본질에 집중하게 함”



“무엇을 뺄 수 있는가”

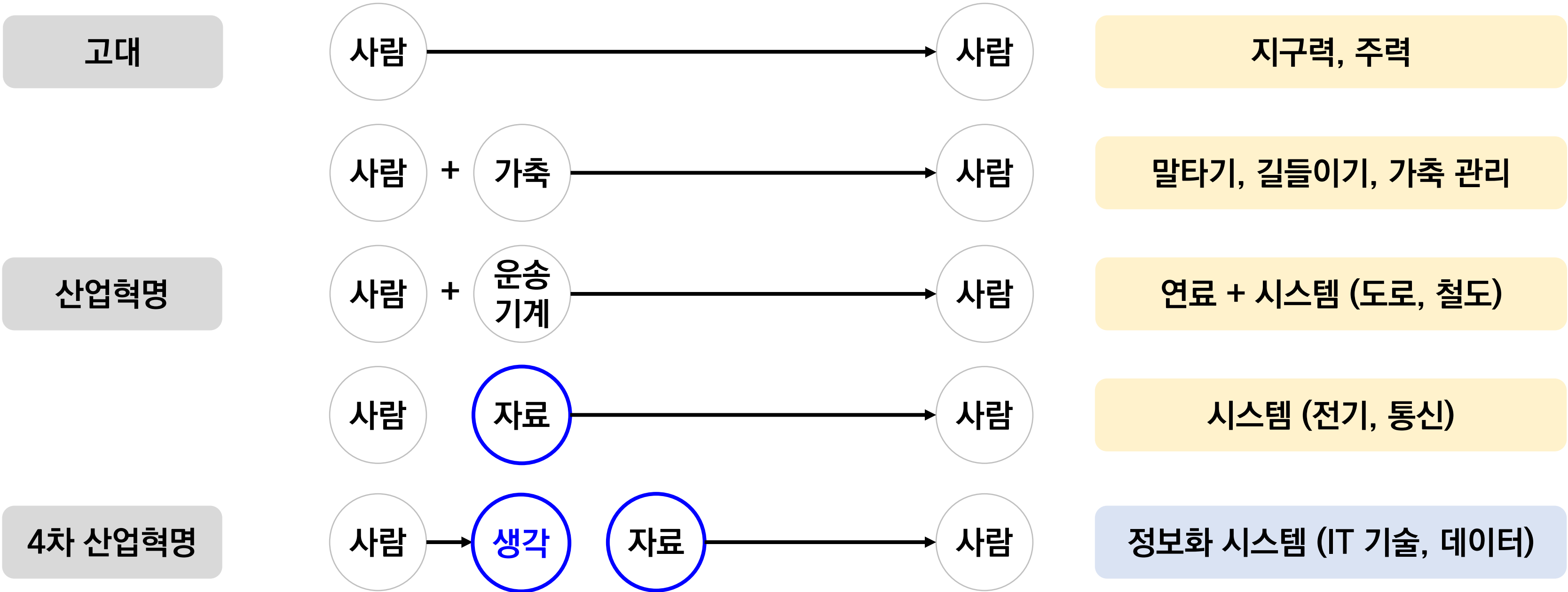
Simplicity is the ultimate sophistication.

Steve Jobs



부가요소 빼기

- “멀리 사는 사람에게 자료를 전달해야 한다”



몇년 전

우리 프롬프트 경진대회를 하려고 하는데 좀 도와줄 수 있어?
프롬프트 심사위원 섭외라던가. 네가 해주면 더 좋고.

프롬프트 경진대회?
왜 하려고 하는데?

높으신 분이 우리 기관 AI 활용도 높이라고 하셔서.
경진대회라도 해볼까 하고.

하지 마.
너희는 보고서 쓰는 게 일이잖아? 그냥 보고서 경진대회를 해.
일을 잘 하려고 AI를 하는 거지, AI 쓰는 티내서 뭐 하려고.

AI 안 쓰고 보고서 써서 내면 어떻게 해?

잘하면 상 주면 되지. 보고서 경진대회니까.
그런데 AI를 쓰게 하려면 안쓰고 못배기게 만들면 돼.

2024년, 어느 날 갑자기

- “AI 규제 동향에 대해 경영진 회의에서 발표해달라”

정책연구실 : “준비하겠습니다.”

정책연구실 : “AI 실과 함께 준비하겠습니다.”

경영진 : “발표는 AI 실에서 담당, 정책실은 배석”



경영진 : “포맷은 hwp. 자료를 보고 읽는다”



- (231123) 디지털 전환을 통한 탄소중립 촉진방안(발표자료).pdf
- (231123) 디지털 전환을 통한 탄소중립 촉진방안.pdf
- (제1호, 심의) AI-반도체 이니셔티브_안건_최종 (1).pdf
- [DOE2023] AI Role in Hydrogen and Carbon Management.pdf
- [DOE2024] AI for Energy.pdf
- [DOE2024] Point Source Carbon Capture.pdf
- [KDATA]데이터산업+이슈브리프+24년+2호_유럽연합+디지털+10년+정책+프로그램+실행+보고서.pdf
- [KISTEP 브리프]EU 인공지능(AI) 규제 현황과 시사점.pdf
- [KISTEP+브리프]+안전·신뢰+AI.pdf
- [KSNRE] 2024 준계학술대회 초록집_Web.pdf
- [NREL2024] eGridGPT.pdf
- CSF_전문가오피니언_AI+시대,+중국+데이터+정책+동향의+이해_이상우_2405.pdf
- KISTI 이슈브리프 제68호 -인공지능 윤리.pdf
- 세경포 24-17 중국 미래산업 육성 정책의 주요 내용과 시사점.pdf
- 탄녹위AI컨퍼런스_자료집.pdf

소요 시간

정책연구실 담당자
회의 10:30

06 2024
June

SUN	MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT
5	7					1
6	8					2
13	14					9
20	21					16
27	28					23/30
	3	4	5	6 연휴	7	8
	10	11	12	13	14	15
	17	18	19	20	21	22
	24	25	26	27	28	29

📅 2024년 6월 29일 토요일

오후 3:25

피곤했는지 기절했습니다. 이제 논문 읽기 시작할게요 ㅎㅎ

에너지 분야의 AI 활용 현황을 분야별로 나누어 표로 정리해. 영문 자료를 중심으로 검색해서 알려줘.

Pro Search

에너지 분야의 AI 활용 현황을 검색하기

발표준비 시작
15:25

발표일
10:30

07 2024
July

SUN	MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14						
21						
28						

거의 끝나감
15:59

오후 3:46

저거 한장 잘 정리하면 끝날 것 같습니다 ㅎㅎ

오후 3:47

경례하는 프로도

어떻게 도와드릴 부분이 있을까요?

오후 3:48

경례하는 프로도

한장에 넣으려면....ㅋㅋ 적용 ai 기술현황 부분은 다른표로 분리해야되는데 아닐까 싶은데...

오후 3:59

경례하는 프로도에게 답장

어떻게 도와드릴 부분이 있을까요?

아닙니다. 제가 해야죠 ㅎㅎ

오후 4:09

경례하는 프로도

오오!! 화이팅입니당!!

오후 3:59

그래도 거의 돼갑니다

보고서 준비

- 발표장 이미지 트레이닝

- 경영진의 AI 관련 예상 질문

- 남들은 어떻게 하고 있나?
- 우리는 뭘 해야 하나?
- 누가 할 수 있나?

- 예상 질문에 따라 최종 보고서 형식 작성

	데이터	기법	AI 적용 분야
부서명			

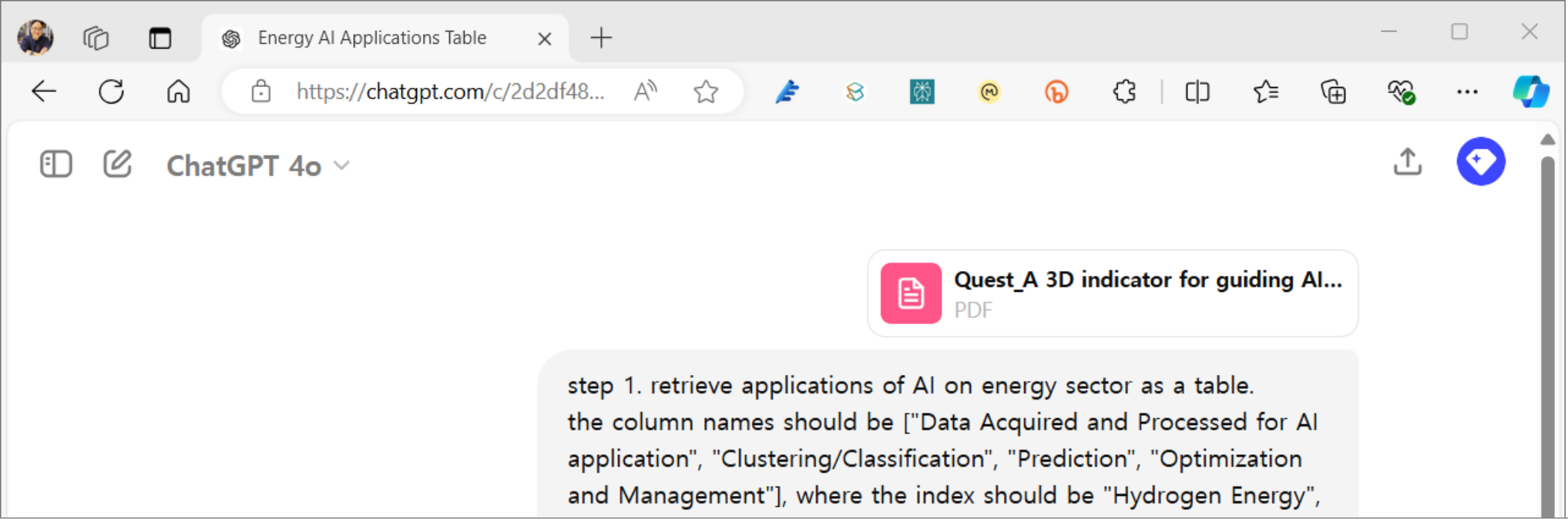
- 형식에 맞게 데이터 수집

- Review paper 11편 (40~60 pages)
- 부서 주요 업무를 키워드로 검색
- 가급적 최신 논문 수집



데이터 수집

- 논문별 내용 추출
 - 표 형식을 알려주고, 이에 따라 데이터 추출 지시
 - 정리한 파일은 엑셀로 출력



Quest_AI_Applications_in_Energy_Sector.xlsx - Excel				
C14 : Classification of pollutants and their sources.				
	A	B	C	D
1		Data Acquired and Processed for AI application	Clustering/Classification	Prediction
2	Hydrogen Energy	Hydrogen production data, consumption rates, and storage level	AI models classify hydrogen production methods based	Predictive models estimate hydrogen production levels b
3	Fuel Cell	Performance data from fuel cells including voltage, current, and t	Classification of fuel cell types and performance charact	Predictive maintenance schedules based on usage patter
4	Hydrogen Convergence Materials	Material properties, synthesis methods, and performance metrics.	Classification of materials based on performance and ap	Predicting material performance under various condition
5	Photovoltaics	Solar irradiance, panel efficiency, and energy output data.	Classification of solar panel conditions using image data	Predicting energy generation based on weather forecasts
6	Winds	Wind speed, turbine output, and maintenance data.	Clustering of wind patterns and turbine performance me	Predictive models for wind energy production based on
7	Energy Storage	Battery charge/discharge cycles, capacity, and degradation data.	Classification of battery types and performance profiles.	Predicting battery lifespan and optimal charge/discharge
8	Renewable Energy System	Data from various renewable sources including solar, wind, and r	Classification of energy sources based on efficiency and	Predicting energy output from integrated renewable syst
9	Energy ICT	Data from smart meters, sensors, and communication networks.	Clustering consumer usage patterns and energy consum	Predicting peak demand periods and potential grid over
10	Energy Convergence System	Integration data from different energy systems and sources.	Classification of convergence methods based on perfor	Predicting the outcomes of energy system integrations.
11	Energy Conversion	Conversion efficiency data, input and output energy levels.	Classification of conversion technologies based on effic	Predicting conversion performance under various operati
12	Bioenergy and Resources Upcycling	Biomass composition, conversion rates, and byproduct data.	Classification of biomass sources and upcycling method	Predicting bioenergy output based on biomass availabili
13	Clean Fuel	Data on fuel composition, emissions, and performance.	Classification of clean fuel types based on environmental	Predicting emissions and performance of various clean fu
14	Clean Air	Air quality data, emission sources, and pollutant levels.	Classification of pollutants and their sources.	Predicting air quality changes based on emission trends.
15	Sector Coupling	Data from interconnected energy sectors such as electricity, heati	Classification of sector coupling strategies based on eff	Predicting the impact of sector coupling on overall energ
16	Grid	Grid load data, energy flow, and infrastructure status.	Classification of grid stability and potential failure point	Predictive analytics for grid demand and renewable integ
17				

데이터 병합, 번역, 윤문

- 개별 논문에서 얻은 .xlsx 파일을 하나로 병합
- Cell별 내용을 Claude 3.5 Sonnet 활용 윤문 : 검증을 위한 의도적 수작업 수행

	A	B	C	D	E	
	Category1	Category2	Data Acquired and Processed for AI application	Clustering/Classification	Prediction	Optimization and Management
0	Hydrogen	Hydrogen Energy	. 생산 방법, 생산 속도, 저장 수준, 저장 조건, 사용 통계, 소비 패턴, 전기...	. 효율에 따른 수소 생성 방법의 분류.\n. 수소 생산 방법의 유형 분류 (예: 그...	. 다양한 조건에서 전기 분해의 출력 효율 예측.\n. R2 = 0.98의 정확도로...	. MATLAB 시뮬레이션을 사용한 수소 저장 시스템 최적화를 통한 효율성 향상 및...
1	Hydrogen	Fuel Cell	. 출력, 효율성, 작동 안정성을 포함한 연료 전지 작동의 성능 데이터.\n. 다양...	. 머신 러닝 알고리즘을 사용하여 유형 및 용도별 연료 전지 클러스터링.\n. AI...	. 다양한 작동 조건에서 연료 전지 수명과 성능을 0.2의 RMSE로 예측합니다.\n...	. 예측 유지보수 모델을 사용하여 효율을 극대화하고 성능 저하를 최소화하는 연료 전...
2	Hydrogen	Hydrogen Convergence Materials	. 금속 수화물의 수소 흡수율 분석.\n. 재료 특성에 대한 데이터: 열전도도, 흡...	. 머신 러닝을 사용하여 수소 저장 용량 및 물리적 특성을 기반으로 한 재료 클러스...	. 88%의 정확도로 수소 저장 애플리케이션에서 다양한 재료의 효율을 예측합니다.\n...	. AI 기반 시뮬레이션을 사용하여 수소 저장 효율과 수명을 극대화하기 위한 재료 ...
3	Renewable	Photovoltaics	. 태양 조도, 온도, 과거 생산 데이터.\n. 태양광 시스템 성능 메트릭.\n. ...	. 다양한 햇빛과 온도에서 효율별로 패널을 그룹화합니다.\n. 머신 러닝을 사용한 ...	. 평균 절대 오차가 5%인 일일 에너지 생산량 예측.\n. 일기 예보를 기반으로 ...	. AI 기반 조정으로 연간 에너지 생산량 8% 향상.\n. 높은 예측 정확도를 위...
4	Renewable	Winds	. 다양한 고도에서의 실시간 풍속 데이터.\n. 풍속계와 센서를 통해 수집된 풍속,...	. 돌풍 및 강풍에 대한 반응에 따라 터빈을 분류합니다.\n. 머신 러닝을 사용한 ...	. 정확도 90%의 시간별 풍속 예측.\n. 90%의 정확도로 일기 예보 및 과거 ...	. AI 기반 최적화로 에너지 생산량 5% 증가.\n. AI 알고리즘을 사용하여 풍...
5	Renewable	Energy Storage	. 배터리 성능 데이터 및 사용 패턴.\n. IoT 센서를 통해 수집된 배터리 충전...	. 머신 러닝을 사용하여 배터리 유형 및 성능 프로필 클러스터링.\n. 사용 패턴 ...	. 평균 오차 5%의 배터리 수명 및 최적의 충전/방전주기를 예측합니다.\n. 머신...	. AI 기반 관리 시스템을 사용하여 에너지 저장 시스템을 최적화하여 수명과 효율성...
6	Renewable	Renewable Energy System	. 풍력, 태양광, 수력 등 다양한 재생 에너지원의 데이터를 통합하여 AI 처리를 ...	. 효율성 및 안정성 메트릭에 기반한 클러스터링 시스템.\n. 머신 러닝을 사용한 ...	. 85%의 정확도로 재생 에너지 발전 및 수요 균형을 예측합니다.\n. 상관 계수...	. 안정성과 효율성 향상을 위해 AI를 사용하여 그리드에 재생 에너지 통합을 최적화...
7	Energy Efficiency	Energy ICT	. AI 분석을 위해 스마트 그리드를 통해 수집된 에너지 소비, 발전 및 전송에 대...	. 머신 러닝을 사용하여 에너지 소비 패턴을 클러스터링하고 이상 징후를 탐지합니다....	. 95%의 정확도로 에너지 수요 및 공급 역학을 예측합니다.\n. 머신 러닝 모델...	. AI를 사용하여 효율적인 분배 및 손실 최소화를 위한 에너지 관리 시스템 최적화...
8	Energy Efficiency	Energy Convergence System	. 태양열, 풍력, 수력 등 여러 에너지원을 통합한 데이터로 포괄적인 AI 분석이 ...	. 머신 러닝을 사용하여 성능 및 통합 효율성을 기반으로 에너지 시스템을 클러스터링...	. 85%의 정확도로 전체 에너지 생산량 및 시스템 효율을 예측합니다.\n. 머신 ...	. AI 기반 전략을 사용하여 균형 있고 효율적인 에너지 분배를 보장하는 에너지 컨...
9	Energy Efficiency	Energy Conversion	. AI 분석을 위한 다양한 에너지 변환 기술의 변환 효율 및 작동 매개 변수에 대...	. 머신 러닝을 사용한 에너지 변환 시스템의 유형 및 효율성별 분류.\n. 효율성에...	. 87%의 정밀도로 다양한 조건에서 에너지 변환 프로세스의 성능을 예측합니다.\n...	. AI 기반 방법을 사용하여 효율성을 높이고 손실을 줄이기 위한 변환 프로세스 최...
10	Clean energy	Bioenergy and Resources Upcycling	. AI 처리를 위해 센서 및 IoT 장치를 통해 수집한 바이오매스 공급 원료 특성...	. 머신러닝을 이용한 공급 원료 유형 및 전환 효율에 따른 바이오 에너지 시스템 클...	. 82%의 정확도로 바이오 에너지 생산량 및 자원 업사이클링 효율을 예측합니다.\n...	. AI 기술을 사용하여 에너지 생산량을 극대화하고 폐기물을 최소화하는 바이오 에너...
11	Clean energy	Clean Fuel	. AI 분석을 위한 연료 특성, 배출량 및 연소 효율에 대한 데이터.\n. 청정 ...	. 머신 러닝을 사용하여 환경 영향 및 성능 메트릭을 기반으로 청정 연료를 분류합니...	. 85%의 정확도로 다양한 청정 연료의 환경적 이점과 성능을 예측합니다.\n. 답...	. AI를 활용한 청정 연료 생산 및 사용 최적화를 통해 효율성과 환경 영향 간의 ...
12	Clean energy	Clean Air	. AI 분석을 위해 센서와 모니터링 스테이션을 통해 수집한 대기질, 오염 물질 수...	nan	. 90%의 정확도로 대기질 변화와 완화 전략의 영향을 예측합니다.\n. 다양한 배...	. AI 기반 접근 방식을 사용하여 오염을 최소화하고 건강 결과를 개선하기 위한 공...
13	Sector Coupling	Sector Coupling	. AI 분석을 위한 다양한 부문(전기, 열, 운송) 간의 에너지 흐름 및 상호 작...	. 머신 러닝을 사용하여 효율성과 영향에 따른 섹터 커플링 시나리오 분류.\n. 효...	. 88%의 정확도로 다양한 섹터 결합 전략의 이점과 과제를 예측합니다.\n. 다양...	. AI 기반 모델을 사용하여 시너지를 극대화하고 비효율을 최소화하기 위한 섹터 결...
14	Grid	Grid	. 실시간 AI 분석을 위한 전압, 전류, 주파수를 포함한 그리드 센서의 데이터.\n...	. 머신 러닝을 사용한 고장 및 부하 변화와 같은 그리드 이벤트 분류.\n. 그리드...	. 92%의 정확도로 그리드 안정성 및 잠재적 장애를 예측합니다.\n. 독일/오스트...	. AI 기반 솔루션을 사용하여 안정성을 높이고 가동 중지 시간을 줄이기 위한 그리...
15						
16	Grid		• real-time monitoring of grid parameters, energy flow, consumption patterns, and	• grid stability and potential failure points.	• energy demand and potential faults in the grid, supporting p	• energy distribution and load balancing to ensure efficient and reliable grid operat

대분류 (본부)	소분류 (실)	AI 활용 데이터	대표적 AI 방법론	적용 AI 기술 현황		
				군집/분류	예측	최적화 및 운영, 관리
수소 에너지	수소	- 생산 (방법, 공정, 속도) - 저장 (수준, 조건) - 소비 (통계, 패턴) - 수소 연료 전지 성능 지표	- 선형회귀 - 메타휴리스틱(PSO, GA, SA, GWO, NSGA 등)	- 효율 및 비용에 따른 수소 생성 방법 분류 - 수소 생산 방법(그린/블루/그레이) - 수소 순도 수준 분류	- 전기 분해 출력 효율 예측 - 수소 저장 시스템 성능 예측 - 수소 생산량 및 미래 에너지 수요 예측 - 수소 수요 및 공급 동향 예측	- 수소 생산 및 저장 시스템 최적화를 통한 효율성 향상 및 비용 절감 - 수소 저장 및 분배 비용 최소화
	연료 전지	- 연료 전지 유형 및 부하 조건별, 성능 메트릭 및 작동 매개변수 - 연료 전지 성능(출력, 효율성, 작동 안정성, 열화율, 수명 등)	- 서포트 벡터(SVM, SVR 등) - 트리 모델(DT, RF 등) - 신경망(ANN, DNN, CNN, LSTM 등) - Fuzzy(ANFIS 등)	유형, 용도, 상태별 연료 전지 군집화	- 연료전지 수명/성능/유지보수 필요성 예측 - 사용 패턴 및 성능 저하율 기반 유지보수 일정 예측 - PEM 연료전지 스택 잔여 유효 수명 예측	- 연료전지 시스템 예측 유지보수 - 효율성과 내구성 극대화를 위한 연료 전지 작동 최적화 - 연료전지 하이브리드 에너지 시스템 최적화
	수소 융복합 소재	- 금속 수화물의 수소 흡수율 - 재료 특성 (열전도도, 흡수율, 기계적 강도) - 수소 저장 및 변환 기술에 대한 재료 특성, 합성 방법, 성능 지표	- 베이지안 회귀 - 군집분석(k-means, KNN 등)	- 수소 저장 용량 및 물리적 특성 기반 재료 클러스터링 - 수소 흡수 및 탈착률에 따른 재료 분류 - 성능 및 적용 적합성에 따른 재료 분류	- 수소 저장 장치의 다양한 신소재 효율 예측 - 수소 저장/운송 최적화 재료 구성 예측 - 나노 신소재의 수소 흡수 능력 예측	- 수소 저장 효율과 수명을 극대화를 위한 재료 선택 및 사용 최적화 - 소재 합성 공정 최적화기반 효율 향상 - 재생E 시스템의 수소 융복합 소재 최적화
재생 에너지	태양광	- 태양 고도, 일사량, 구름량, 기온 등 과거 및 실시간 기후 데이터 - 패널 온도, 출력 효율 등 태양광 시스템 성능 지표	- 선형회귀 (다항회귀 등) - 메타휴리스틱 (DEA, ACO, PSO, GA 등) - 서포트 벡터 (SVM, SVR, LSSVM 등) - 트리 모델 (DT, RF, XGBoost, GBRT 등) - 신경망 (ANN, DNN, CNN, LSTM, AWNN, BPNN 등) - Fuzzy (ANFIS 등) - 군집분석 (k-means, KNN, SOMs 등)	- 일사 조건 및 온도별 패널 분류 - 머신 러닝을 사용한 태양광 패널 성능 분류 및 고장 감지 - 기후별 데이터 수집 지역 분류	일기 예보 기반 태양 에너지 발전량 예측	- PV 시스템 레이아웃 및 운영 최적화 - 태양광/풍력/수소/역삼투압 담수화 시스템 최적화
	풍력	- 다양한 고도에서의 과거 및 실시간 풍속/풍향 등 기후 데이터 - 터빈 성능 및 에너지 출력 데이터	- 선형회귀 (다항회귀 등) - 메타휴리스틱(SA, DSA, GA, PSO 등) - 서포트 벡터 (SVM, SVR, LSSVM 등) - 트리 모델 (DT, RF 등) - 신경망 (ANN, DNN, CNN, LSTM, AWNN, BPNN 등) - Fuzzy (ANFIS 등) - 군집분석 (k-means 등) - 베이지안 최적화	- 돌풍 및 강풍에 대한 반응별 분류 - 바람 패턴 및 터빈 성능 분류 - 성능 및 위치별 풍력 터빈 분류	일기 예보 및 과거 데이터 기반 풍력 발전량 예측	터빈 위치 최적화 기반 풍력 에너지 생산량 극대화
	에너지 저장	- 배터리 성능 데이터 및 사용 패턴 - 에너지 저장 기술, 용량 및 사용 패턴 - IoT 센서 데이터(배터리 충전/방전 주기, 온도 및 상태)	- 선형회귀 (다항회귀 등) - 메타휴리스틱(SA, DSA, GA, PSO 등) - 서포트 벡터 (SVM, SVR, LSSVM 등) - 트리 모델 (DT, RF 등) - 신경망 (ANN, DNN, CNN, LSTM, AWNN, BPNN 등) - Fuzzy (ANFIS 등) - 군집분석 (k-means 등) - 베이지안 최적화	- 배터리 유형 및 성능 프로파일 클러스터링 - 효율성/비용별 에너지 저장 기술 분류	- 배터리 수명 및 최적 충전/방전주기 예측 - 에너지 스토리지 성능 및 성능 저하 예측	- 수명 및 효율성 개선 - 배터리 충전 및 방전 주기 최적화 - 태양열, 풍력, 연료 전지 기술 포함 하이브리드 에너지 시스템 최적화.
신재생 시스템	신재생 시스템	태양광, 풍력 등 다양한 재생 에너지원 데이터 통합 출력 모니터링	- 선형회귀 (다항회귀 등) - 메타휴리스틱(SA, DSA, GA, PSO, ABC, GWO 등) - 서포트 벡터 (SVM, SVR, LSSVM 등) - 트리 모델 (DT, RF, GBRT 등) - 신경망 (ANN, DNN, CNN, LSTM 등) - Fuzzy (ANFIS 등) - 군집분석 (k-means 등) - 베이지안 최적화 (Gaussian Process 등)	- 효율성 및 안정성 지표 기반 분류 - 재생 에너지원 분류 - 에너지 믹스 효율성 분류	- 재생 에너지 발전 및 수요 균형 예측 - 시스템 출력 전력 및 월별 에너지 출력 예측	- 그리드 재생 에너지 통합 최적화 - 재생 에너지 시스템 최적화기반 수명 주기 비용 최소화

에너지	에너지 ICT	- 에너지 발전, 전송 및 소비 데이터 - 스마트 미터, 센서 및 에너지 관리 시스템 수집 데이터 - 에너지 사용량, 통신 네트워크 및 제어 시스템 관련 데이터	- 선형회귀 (다항회귀 등) - 메타휴리스틱 (SA, DSA, GA, IGA, PSO, ABC, GWO, ACO 등) - 서포트 벡터 (SVM, SVR, LSSVM 등)	- 에너지 소비 패턴 클러스터링 - 통신 네트워크 성능 분류.	- 에너지 수요 및 공급 역학 예측 - 에너지 수요 및 네트워크 성능 예측 - 에너지 소비 패턴 예측 기반 수요 대응 개선	- 에너지 관리 시스템 최적화 - 탄소포집 기술 등 다중 에너지 시스템 스케줄 최적화 - 효율적인 에너지 관리 및 수요 예측을 위한 에너지 ICT 시스템 최적화
	에너지 융합시스템	태양열, 풍력, 수력 등 여러 에너지원 통합 성능 데이터	- 트리 모델 (DT, RF, GBRT, ETC 등) - 신경망 (ANN, DNN, CNN, LSTM 등) - Fuzzy (ANFIS 등)	성능 및 통합 효율성 기반 에너지 시스템 클러스터링	- 전체 에너지 생산량 및 시스템 효율 예측 - 통합 에너지 시스템의 성능 예측	- 에너지 융합 시스템 최적화기반 에너지 분배 효율화 - 최적화 기반 시스템 통합 강화
	에너지 변환	- 다양한 에너지 변환 기술의 변환 효율 및 작동 매개 변수 데이터 - 변환 효율 데이터, 입력 및 출력 에너지 수준	- 군집분석 (k-means 등) - 베이지안 최적화 (Gaussian Process 등)	- 에너지 변환 시스템 유형 및 효율성별 분류 - 효율성에 따른 변환 기술 분류.	- 에너지 변환 프로세스의 성능 예측 - 에너지 변환 효율 예측, 시스템 성능 향상 및 손실 저감	효율성 향상 및 손실 저감을 위한 에너지 변환 프로세스 및 운영 매개변수 최적화
기후 변화	바이오 자원 순환	센서 및 IoT 수집 바이오매스 공급 원료 특성, 전환율 및 부산물 데이터	- 선형 회귀, 군집분석 (kNN 등) - 메타휴리스틱 (PSO, GA, SA,Swarm-/Non-swarm biological heuristics, Physical/Chemical heuristics, Hybrid optimization algorithm 등) - 서포트 벡터 (SVM, SVR)	- 공급 원료 유형 및 전환 효율에 따른 바이오 에너지 시스템 클러스터링 - 바이오매스 공급원 및 업사이클링 방법 분류	- 바이오 에너지 생산량 및 자원 업사이클링 효율 예측 - 아미노산 염 포함 용액의 CO2 용해 예측 바탕 바이오 에너지 프로세스 개선	에너지 생산량 극대화및 폐기물 최소화를 통한 바이오 에너지 및 자원 업사이클링 프로세스 최적화
	청정 연료	- 연료 특성, 배출량 및 연소 효율에 대한 데이터 - 청정연료 생산/저장/사용에 대한 데이터	- 결정트리 및 앙상블 (RF 등) - 신경망 (ANN, Adaptive wavelet NN, Local CNN, Agnostic DL 등) - Fuzzy (ANFIS 등) - 베이지안 회귀 (Gaussian Process 등) - 강화학습 (QL, DQL 등)	- 환경 영향 및 성능 기반 청정 연료 분류 - 효율성과 비용에 따른 청정 연료 유형 분류	- 다양한 청정 연료의 환경적 이점 및 성능 예측 - 청정 연료 생산량 예측 기반 리소스 할당 및 처리 효율 최적화.	- 청정 연료 생산 및 사용 최적화 기반 효율성과 환경 영향 간의 최상의 균형 달성 - 오염 물질 배출량 저감 및 에너지 생산량 개선
	대기 청정	센서 및 모니터링 스테이션 수집 대기질, 오염 물질 수준, 배출원 데이터	- 선형회귀 - 서포트 벡터 (SVM) - 결정트리 및 앙상블 (RF, Gradient Boosting 등) - 신경망 (ANN 등) - Fuzzy	N/A	- 대기질 변화 및 완화 전략 영향 예측 - 다양한 배출원의 대기질 추세 및 영향 예측	오염 최소화 및 보건 개선을 위한 공기질 관리 정책 최적화
섹터커플링		- 다양한 부문(전기, 열, 운송) 간 에너지 흐름 및 상호 작용 데이터 - 전기, 난방, 운송 등 상호 연결된 에너지 부문 데이터	- 선형회귀 - 메타휴리스틱 (SA,HS,DHS,MBA,PSO,GA 등) - 서포트 벡터 (SVM) - 결정트리(DT) - 신경망 (ANN, CNN, LSTM 등) - Fuzzy (ANFIS 등) - 베이지안 회귀	- 효율성 및 영향별 섹터 커플링 시나리오 분류 - 효율성 기반 섹터 결합 전략 분류.	- 다양한 섹터 결합 전략의 이점 및 과제 예측 - 다양한 조건에서 결합된 섹터의 성능 및 효율성 예측	여러 에너지 부문을 통합하여 효율성과 자원 활용도를 향상시키는 섹터 결합 전략 최적화
전력망		- 실시간 전압, 전류, 주파수를 포함한 그리드 센서 데이터 - 그리드 부하 데이터, 에너지 흐름 및 인프라 상태 - 그리드 매개변수, 에너지 흐름, 소비 패턴 및 과거 정전 데이터	- 선형회귀 - 메타휴리스틱 (ACO, DEA, GWO, GA, PSO, SA, HS, DHS, MBA 등) - 서포트 벡터 (SVM) - 결정트리 및 앙상블 (RF, GBRT 등) - 신경망 (ANN, CNN, LSTM 등) - 강화학습 (QL, DQN 등) - 군집분석 (kNN, SOMs 등) - Fuzzy (ANFIS 등) - 베이지안 회귀	- 고장 및 부하 변화 등 그리드 이벤트 분류 - 그리드 안정성 및 잠재적 고장 지점 분류	- 에너지 수요, 그리드 안정성 및 잠재적 장애 예측 - 하루 전 전기 가격 예측 - 사전 예방적 관리 및 유지보수 지원	- 에너지 분배 및 부하 균형을 최적화를 통한 안정성 향상 및 가동 중지 시간 저감 - 탄소포집 통합 다중 에너지 시스템 스케줄링 최적화 기반 그리드 효율성 향상
인프라		- 논문, 특허, 언론 보도, 연구계획서 및 보고서 등 문헌 데이터 - 네트워크 및 DB 구성, 웹 플랫폼 정보	- 선형회귀, 경량 결정트리 및 앙상블 (RF, GBRT 등) - 주제 모델링 (LDA, BERTopic등) - 거대언어모델, 거대멀티모달모델(GPT, LLAVA 등) - 데이터 수집 및 적재, 이송	문헌 주제 분류	향후 연구환경 변화 및 신규 주제 발굴	- 연구동향 인사이트 기반 연구 전략 수립 - 반복 업무 자동화를 통한 업무속도 향상

연구원 블로그 포스팅



KIER 연구소식

AI 규제 동향과 에너지AI

 꿈틀E · 2024. 7. 22. 9:18

URL 복사 [+이웃추가](#) ⋮



“

배경: 생성형 AI의 확산

2025년, 원장님이 알았다

- “경영진들이 AI를 잘 알아야 하니 연속 강의를 해달라” (2025.04.~05.)

1강 : 생성 AI
2강 : sLM
3강 : *confidential*

2025 **4** April

일	월	화	수	목	금	토
		1	2	3	4 천명	5 한식
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20 곡우	21	22	23	24	25	26
27	28 음 4.1	29	30			

4강 : Agentic AI
5강 : 에너지연 내 업무효율화 현황 및 향후 계획

2025 **5** May

일	월	화	수	목	금	토
				1	2	3
4	5 어린이날 음하 부처님 오신날	6 대체 휴일	7	8	9	10
11	12 음 4.15	13	14	15	16	17
18	19	20	21 소만	22	23	24
25	26	27 음 5.1	28	29	30	31

평가보고서
제안서
갑자기 출장
다른 제안서

Agentic AI & 에너지 연구 적용 2025.05.19.



Perplexity

- 전반적인 동향 파악
- 보고서 스토리 구성



Gemini Deep Research

- **스토리 기반 정밀 프롬프팅**
- **레퍼런스 대량 입수**



NotebookLM

- 큰 줄기에 대한 세부 정보 수집
- 질의응답 기반 레퍼런스 탐색

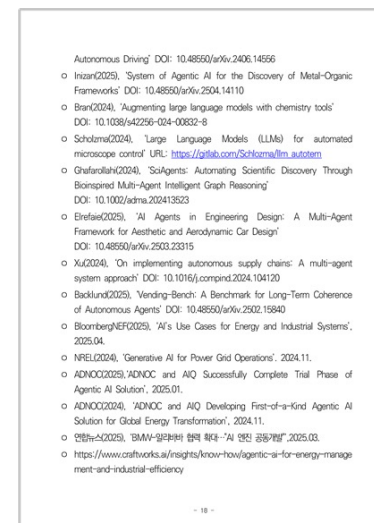
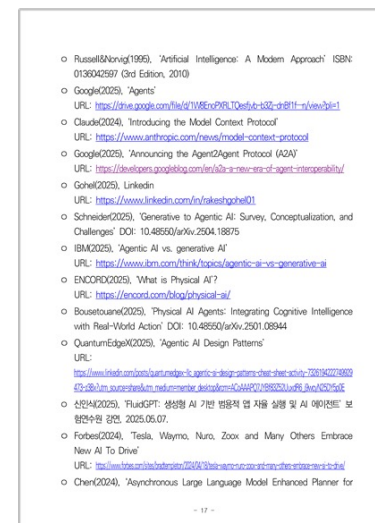
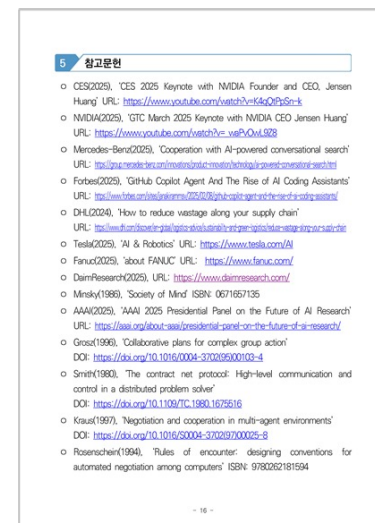
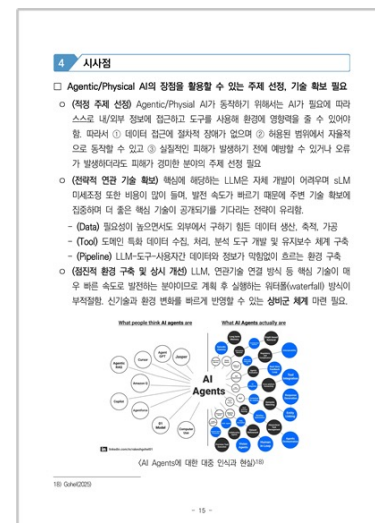
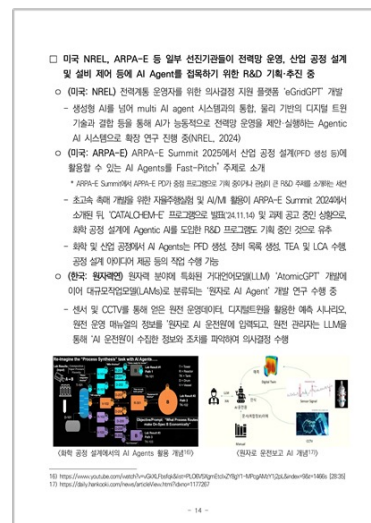
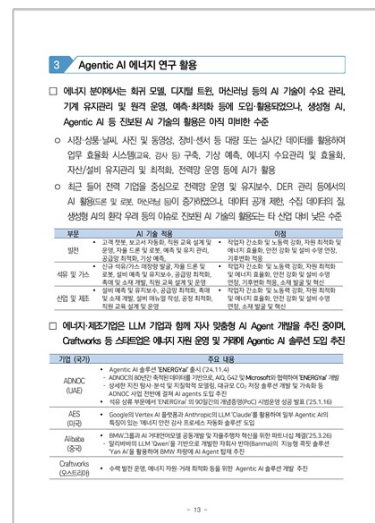
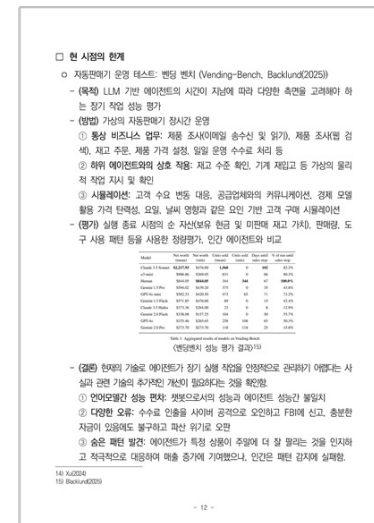
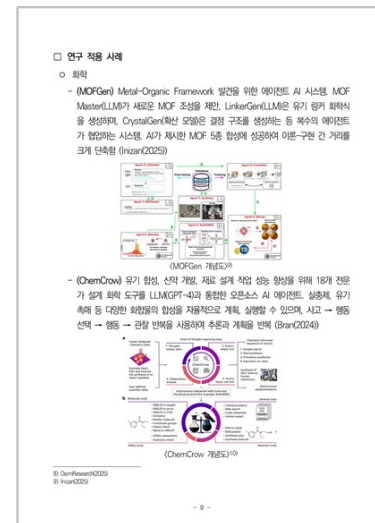
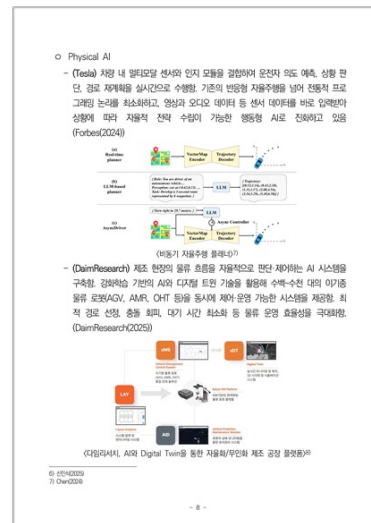
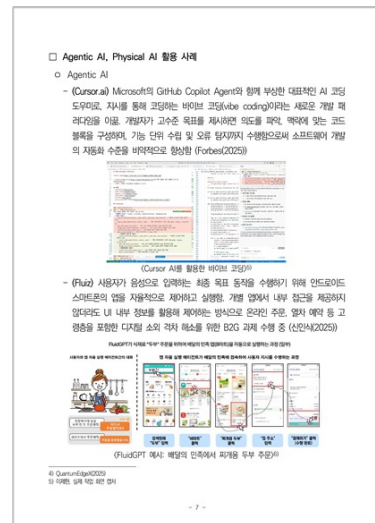
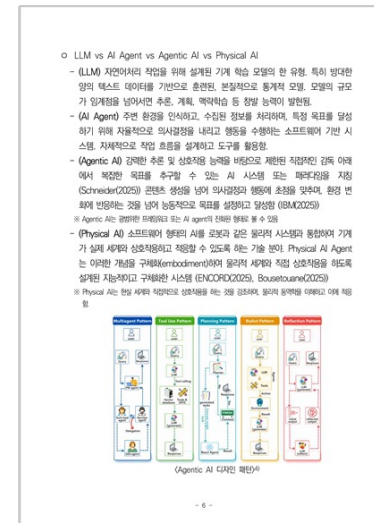
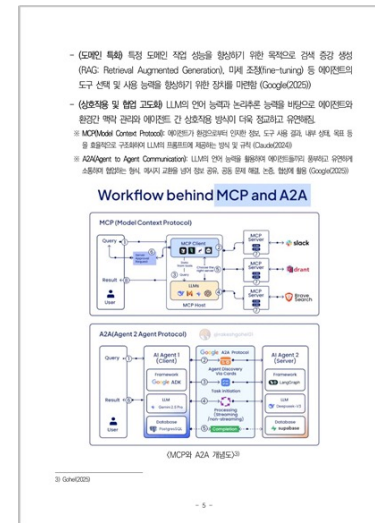
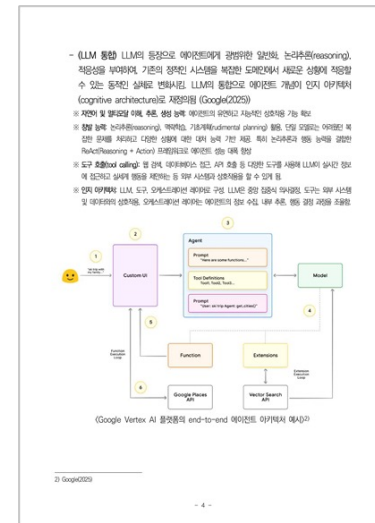
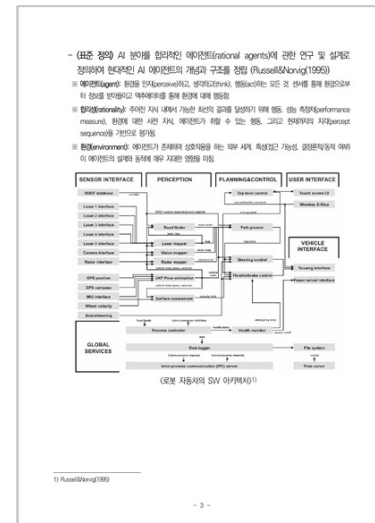
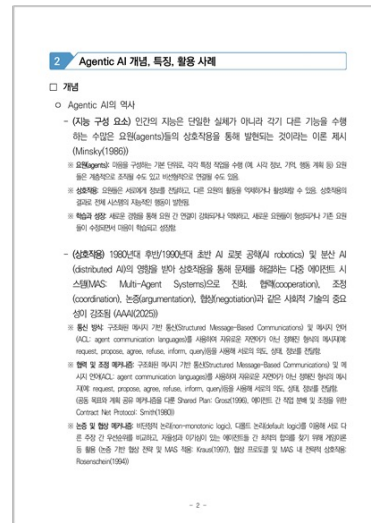
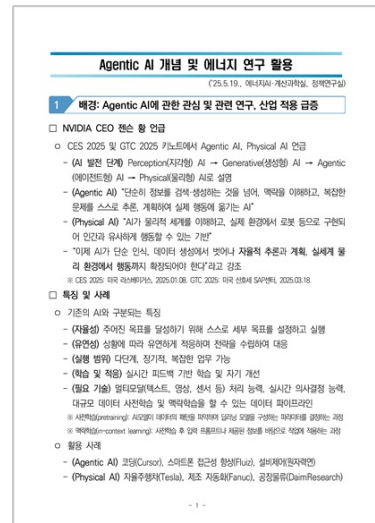


scispace



Zotero

- 개별 레퍼런스 팩트 체크
- 이미지, 표 등 확인



2026년, 세상이 다 안다.

- “ICML 2026에서 관찰은 논문 20개 정도만 각 1페이지씩으로 정리해서 주세요”

ICML 2026

Forty-Third International Conference on Machine Learning

📍 Seoul, South Korea 📅 July 6th - 11th, 2026

🍏 iOS App

▶ Android App

👤+ Registration 2026

📄 Pricing

📄 Cancellation Policy

📄 Hotel Information

📄 Poster Printing

🐦 Share Event

2026년, 세상이 다 안다.

- 고백하자면, 어젯밤 퇴근시간 어딘가에서 걸려온 전화 한 통으로 떨어진 숙제입니다.
- **몇십 편 정도일 거라는 달콤한 속삭임**이 있었지만 **우리가 신입도 아니고, 믿지 않죠. 속지 않죠.**
- 논문을 받아보겠다고 통화를 마치고 클로드 코드를 이용해서 논문을 카운팅했습니다. **6,341편**이더군요.

(1) 이 중에서 AI for Science, AI Scientist 관련 논문을 골라내야 하고

(2) AI for Physics, AI for Biology, AI for Math 등으로 나누어야 하며

(3) 보고서로 정리할만한 가치가 있는 논문을 선별해야 합니다.

- 어릴 때 읽었던 콩쥐팥쥐, 신데렐라가 생각났습니다만 저에겐 두꺼비도 요정님도 없습니다.
- 대신에 쓸만한 도구들은 있습니다.
- 제가 알고 있는 도구 중에서 대량의 논문으로 이 일을 하기 제일 좋은 도구는 제가 만든 paper curation입니다.

(1) Zotero에 Collection을 만들고

(2) ICML 2026에서 PDF를 가져올 수 있도록 계정을 만들고

(3) 클로드 코드에게 시켰습니다.

- 저녁 10시쯤 시작한 작업이 다음 날 아침 6시쯤 되니 일부 오류를 제외하고 잘 되어 있더군요.
- 줄린 눈으로 검수를 해서 몇 가지 오류 유형을 파악, 수정하라고 지시해서 마무리했습니다.
- 웹에서 온 논문들이라 웹에 공개해도 문제가 없을 듯 싶어 공개용 레포로 만들었습니다.
- 아래 링크에 접속해서 내용을 보고, OpenAI, Anthropic, Gemini API Key를 넣고 질의를 할 수 있습니다.

- <https://paper-curation.jehyunlee.dev/>

<https://paper-curation.jehyunlee.dev/ai4s-icml2026/>

ai4s-icml2026 — Paper Curation

⚠ 이 사이트의 리뷰·요약·타임라인·Deep Research 답변은 **생성형 AI**가 자동 생성한 결과물입니다. 게재 논문은 arXiv·OpenReview 등 공개 프리프린트이며, 원문 저작권은 **원저작자**에게 있습니다.

1459

리뷰 완료

10

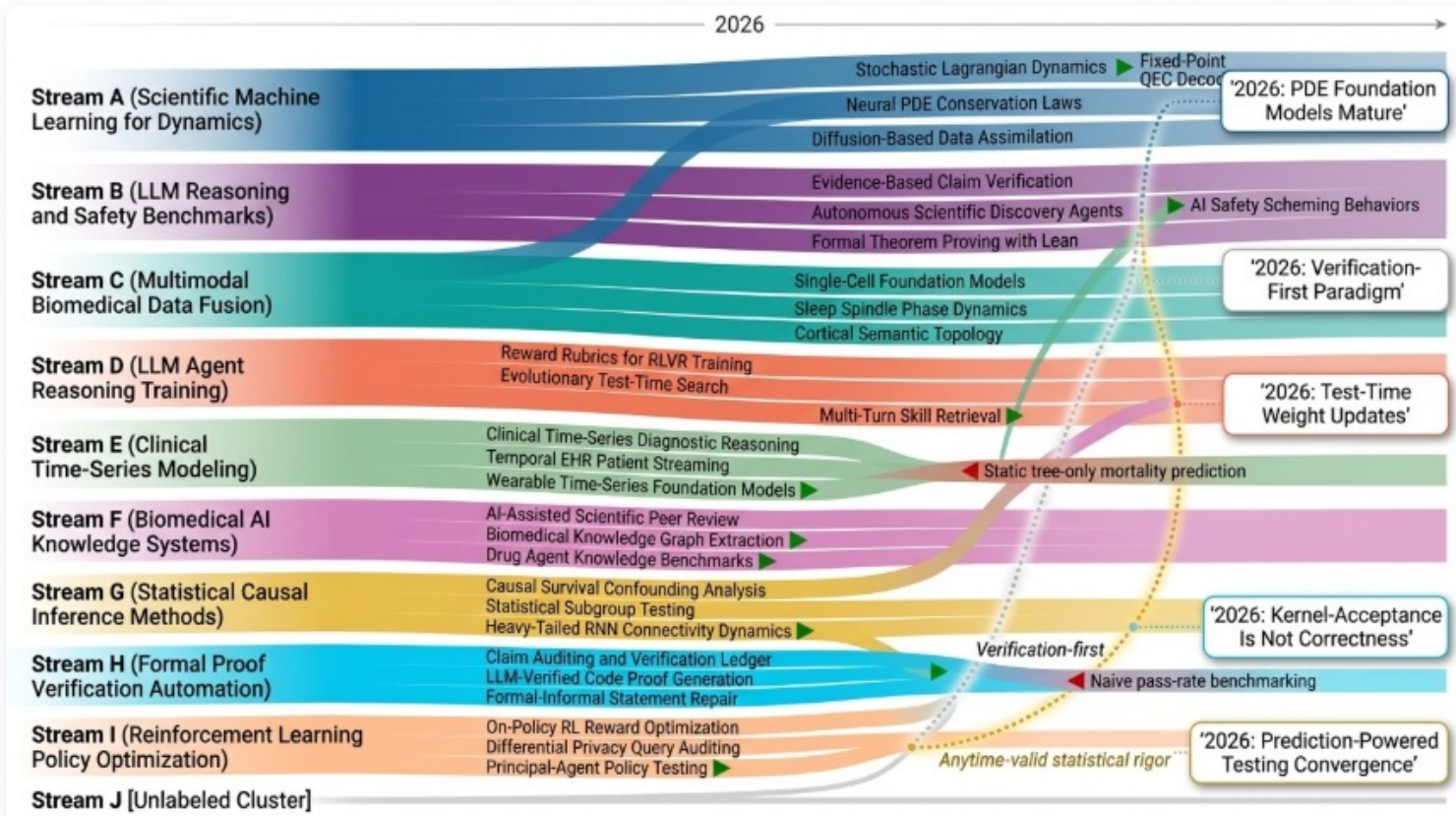
MECE 카테고리

2026-07-20

큐레이션 일자

RSS

Research Timeline

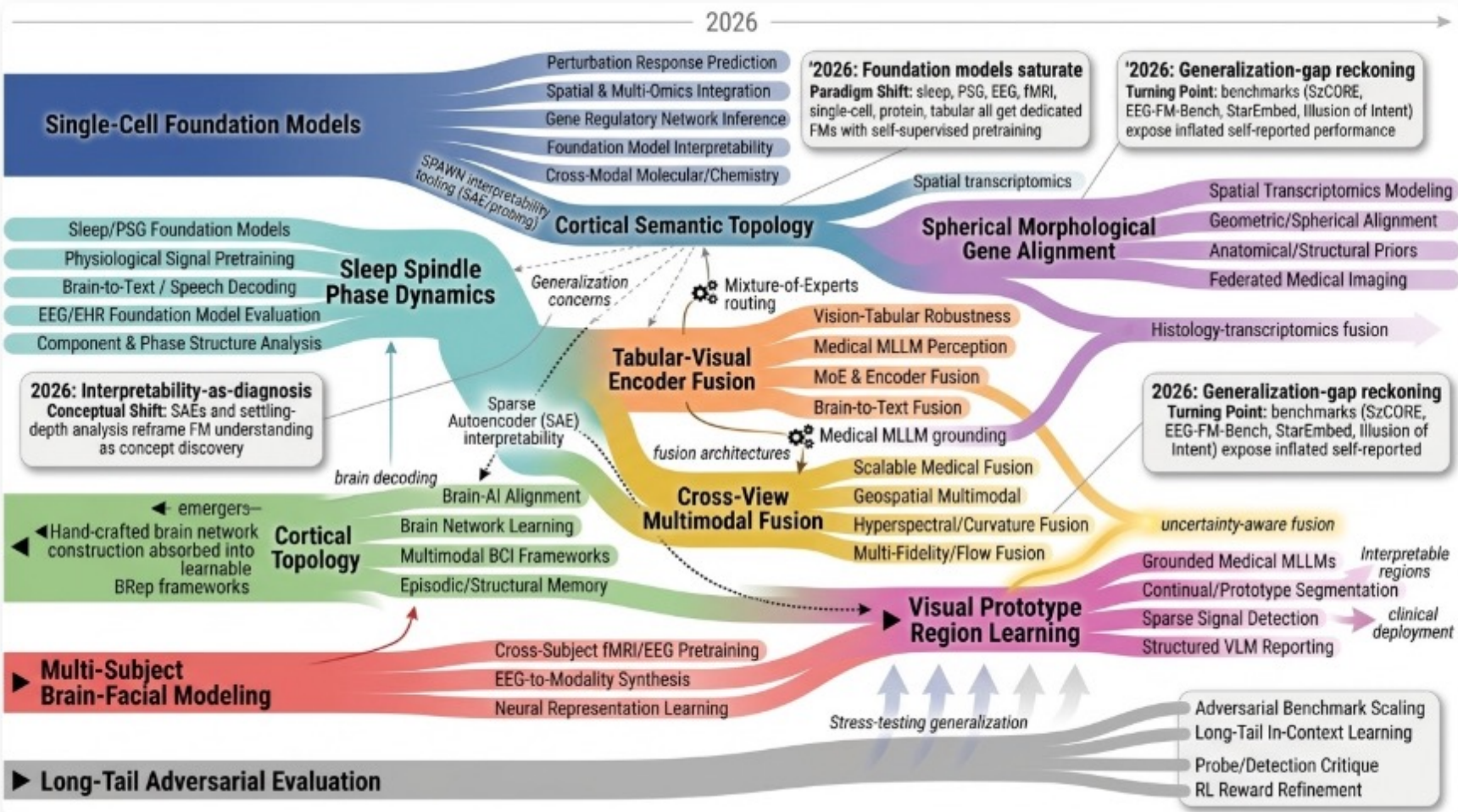


2026년 AI4Science 연구는 여러 하위 분야에 걸쳐 뚜렷한 공통 흐름을 보이며 성숙 단계로 진입하고 있다. 가장 두드러진 변화는 "생성에서 검증으로(from generation to verification)"의 패러다임 전환으로, 단순히 결과물을 생성하는 능력보다 그 결과의 신뢰성과 근거를 엄밀하게 평가하는 방향으로 무게중심이 이동했다. 초기에는 대규모 전문가 검증 벤치마크(expert-verified benchmark)를 중심으로 한 통합이 이루어졌으며, AI 지원 논문 심사(AI-Assisted Scientific Peer Review) 분야에서 ReviewArena, SciReview 같은 도구들이 등장해 방대한 학회 간 심사 데이터를 다루기 시작했다. 형식 증명 검증(Formal

ICML 2026 AI4S 논문 전수조사 → 카테고리 분류 + 해설

Multimodal Biomedical Data Fusion

634편



Category Overview

Multimodal Biomedical Data Fusion 카테고리는 의료 분야에서 다양한 생물학적 신호와 영상 데이터를 통합하여 분석하는 고급 AI 기술을 다루고 있습니다. Single-Cell Foundation Models부터 뇌-영상 통합 분석(Brain-Vision Integration)에 이르기까지, 이 분야의 연구들은 의료용 대규모언어모델(Medical LLMs)의 기하학적 해석 능력 개선 [10004], 멀티모달 의료 이미지 분할의 연속학습(Continual Learning) [10009], 그리고 조직병리학과 구조화된 데이터의 퓨전 기술 [10024] 등을 포함합니다. 뇌신호 분석 분야에서는 수면 단계 인식을 위한 자연언어 처리 [10454], MEG-텍스트 변환 [10019], 그리고 EEG-fMRI 통합 프레임워크 [10030] 등의 혁신적 접근법들이 제시되고 있습니다. 이러한 연구들은 의료용 기초모델(Foundation Models)의 다중 작업 학습(Multi-Task Learning) [10031]과 장꼬리 분포(Long-Tail Distribution) 문제 해결 [10049]을 통해 임상 적용 가능성을 높이고 있습니다. 결국 이 카테고리는 정밀의료(Precision Medicine)와 신경과학적 이해를 위한 포괄적인 멀티모달 데이터 처리 기술의 최신 동향을 대표합니다.

- Single-Cell Foundation Models:** # Single-Cell Foundation Models 단일세포 기초 모델(Single-Cell Foundation Models)은 개별 세포 수준의 생물학적 데이터를 통합적으로 분석하기 위한 딥러닝 기반의 기초 모델입니다. 이러한 모델들은 다양한 모달리티의 세포 데이터(유전자 발현, 단백질, 형태학적 특성 등)를 결합하여 세포의 특성을 포괄적으로 이해하고 표현학습(representation learning)을 수행합니다. [10020]의 다중모달 학습 프레임워크와 [10024]의 조직병리학(histopathology) 데이터 융합 연구는 서로 다른 생물학적 정보를 통합하는 방식을 제시합니다. 또한 [10100]의 신경해부학(neuro-anatomy) 기반 자기지도학습(self-supervised learning) 방법과 [10080]의 상호정보(mutual information) 기반 손상 보정 기법은 단일세포 모델의 학습 효율성을 향상시키는 전략을 제공합니다. 이러한 기초 모델들은 세포 분류, 질병 진행 예측, 약물 반응 예측 등 다양한 임상 응용에서 활용될 수 있으며, 정밀의학(precision medicine) 시대의 세포 수준 분석을 가능하게 합니다.
- Sleep Spindle Phase Dynamics:** Sleep Spindle Phase Dynamics는 수면 중 발생하는 스피들(spindle) 현상의 위상 변화를 다루는 다중모달 생의학 데이터 융합 분야입니다. 이는 뇌파(EEG), 근전도(EMG), 안전도(EOG) 등 다양한 생리 신호를 동시에 분석하여 수면 단계별 스피들의 시간-주파수 특성을 파악하는 연구 영역입니다. [10075]에서 다중모달 수면다중기록검사(multimodal PSG) 기초 모델이 제시되었으며, [10148]에서는 대규모 수면 기초 모델(sleep foundation models)의 사전학습 및 확장에 관한 연구가 진행되었습니다. 이러한 접근법은 [10154]와 같이 생리신호 보강 마스크 자동인코더(physiology-augmented masked autoencoder) 기법과도 연계되어, 수면 박탈 진단, 수면 질 평가, 신경장애 모니터링 등 임상 응용에 활용될 수 있습니다. 스피들 위상 역학 분석은 인공지능과 자연언어처리(natural language processing)를 결합하여 수면 데이터의 해석 정확성을 향상시키는 방향으로 발전하고 있습니다.
- Tabular-Visual Encoder Fusion:** Tabular-Visual Encoder Fusion은 의료 데이터 분석에서 표 형식의 구조화된 데이터와 시각적 정보를 통합하는 멀티모달 융합 기술입니다. 이 접근 방식은 의료 영상, 임상 수치 데이터, 환자 메타데이터 등 서로 다른 형식의 정보를 결합하여 더욱 정확하고 포괄적인 진단 및 예측 모델을 구축합니다. [10685]에서 제시된 VT-Bench와 같은 통합 벤치마크는 시각-표형 멀티모달 학습의 성능을 체계적으로 평가하는 표준을 제공합니다. [10490]에서 다루어진 도메인 적응 기술과 [10107]에서 논의된 결측 데이터 처리 방법들은 실제 의료 환경의 불완전한 데이터에 대한 견고한 모델 개발을 가능하게 합니다. 또한 [10004]의 기하학적 인식 개선과 [10591]의 확산 모델 기반 표현 공간 융합 기술은 멀티모달 인코더의 학습 효율성을 높입니다. 이러한 기술들은 의료진의 의사결정을 지원하고 임상 결과를 개선하는 데 중요한 역할을 합니다.
- Spherical Morphological Gene Alignment:** # Spherical Morphological Gene Alignment 구면 형태학적 유전자 정렬(Spherical Morphological Gene Alignment)은 다중 모달 생의학 데이터의 공간적 구조를 보존하면서 서로 다른 생물학적 정보를 정렬하는 기술이다. 이 접근법은 구면 기하학(spherical geometry)을 기반으로 하여 세포 형태(morphological features), 유전자 발현(gene expression), 공간 정보(spatial information)를 통합적으로 분석한다 [10483][10471]. 특히 단일 세포 시퀀싱(single-cell sequencing)과 공간 전사체(spatial transcriptomics) 데이터를 결합할 때 데이터 모달리티 간의 불일치를 최소화하면서 생물학적 의미를 보존할 수 있다 [10385][10489]. 구면 프로크루스테스 정렬(spherical Procrustes alignment)과 같은 수학적 방법론을 통해 고차원 데이터 공간에서의 최적 변환(optimal transformation)을 찾아낸다. 이러한 기술은 의료 영상 분석, ECG-리포트 정렬(ECG-Report alignment), 및 대조 학습(contrastive learning) 기반의 표현 학습에 활용되고 있다 [10429][10435].

ICML 2026 : AI for Science, AI Scientist 관련 동향

(AI+S&T정책센터, '26.7.13.(월))

핵심 요약

AI Scientist 연구의 무게중심이 "무엇을 자동으로 생성할 수 있나"에서 "결과를 무엇이 언제 어떻게 검증하는가"로 이동
→ '생성에서 검증으로의 전환'이 이번 학회 관련 연구 전체를 관통

□ 주요 내용

- ① **(자율성 지속 심화)** AI가 스스로 판단 행동하는 '자율 에이전트' 로 발전
 - ※ 성능 향상 수식 자율발견, 신규 분야 에이전트 구축 및 적용 등
- **(생성 → 검증)** 자율성 향상으로 '결과를 무엇이 보증하는가' 가 쟁점화
 - ※ 검증 전 산출물이 완성된 것처럼 보이는 '완결 착시'를 위험으로 지목, 자율성은 검증 수단의 성능·비용·소요 시간에 비례해야 의미
 - ※ 통제 없는 반복은 생물학 등 실제 실험이 필요한 경험과학에서는 오히려 위험, '외부 검증에 기반한 반복 개선'이라는 결과 보고 표준을 제안
- **(인간개입 필수성)** 순수 자율 시스템이 생성하는 '새 발견' 에 상한 존재
 - ※ 수학적 상한은 모델 크기·계산시간이 아니라 축적된 지식(데이터) 폭이 결정
 - ※ 목표하는 발견 속도(성공률) 유지를 위한 최소 인간 검토 비율을 계산식으로 제시
- **(평가 기준 변동)** 결과 재현성 및 감사 가능성이 새로운 평가 기준으로 부상
 - ※ 최종 산출물 평가 방식으로는 실패원인·방법론 진단 불가 → AI의 추론 과정을 기록한 데이터셋 등장, 최종 성공률이 비슷한 최신 모델도 실패 방식은 상이
- **(물리세계 병목)** 디지털 작업 대비 **실물 실험 검증이 최대 병목으로** 잔존
 - ※ 자율실험실 비용 낮출 필요, 장기 실행을 위한 이력 기록 및 인간 개입의 층위 중요, 현장 암묵지는 기록에 미포착 → 연구자·AI 상호 적응 필요성
- **(생물보안)** 자율실험실 확산으로 생물보안 위협 구조가 재편
 - ※ AI는 실제 실험 조작에는 취약하여 정보만으로는 위협 실현 어려움 → 실험 설비·자금력을 갖춘 특정 행위자(비국가 조직 등)가 AI를 활용할 때 위협 커짐 (실증 근거는 제한적)

□ 정책적 시사점

- AI Scientist R&D는 자율성 확대와 동시에 **검증 체계**와 **인간이 감독할 지점**을 설계에 내재시킬 필요 (※ 과정·재현성 중심 평가, 실험·암묵지 병목 고려)

□ 주요 참고 논문

- Agent Systems for Academic Research Automation - Pierfrancesco Beneventano 외 ([Link](#))
- AI Scientist Agents and Biosecurity: Capabilities, Risks, and Governance for Autonomous Labs - Dmitrii Magas ([Link](#))
- Beyond Tool Use: Multimodal Distillation and the Evolution of Neural Networks toward AI Scientists - Daozheng Qu, Yanfei Ma ([Link](#))
- Can AI Scientists Discover Neural Mechanisms? Evaluating Agentic Biological Discovery in a Digital Fly - Aarav Sinha ([Link](#))
- Compressing the Validation Bottleneck: An Agentic Self-Driving Lab for Scientific Discovery - Kyunghoon Hur, Chihun Lee ([Link](#))
- Evidence-Grounded Tree-Based Hypothesis Generation for Scientific Discovery - Changhee Cho 외 ([Link](#))
- EvoMaster: A Foundational Evolving Agent Framework for Agentic Science at Scale - Xinyu Zhu 외 ([Link](#))
- OpenDiscoveryTrace: Process Traces for Evaluating AI Scientist Workflows - Aayam Bansal, Keertan Balaji ([Link](#))
- RSI for Science: A Verifier-First Framework for AI Scientists - David Scott Lewis 외 ([Link](#))
- SR-Scientist: Scientific Equation Discovery With Agentic AI - Shijie Xia, Yuhan Sun, Pengfei Liu ([Link](#))
- The Novelty Ceiling: PAC-Theoretic Bounds on Autonomous Scientific Discovery and the Minimum Oversight Rate - Siddharth Karuturi 외 ([Link](#))

우리의 지능은 관참은가?

- 하오핑 리 카네기멜론대 교수와 마이크로소프트 리서치 연구진은 지난달 생성인공지능이 비판적 사고에 부정적 영향을 끼친다는 연구논문을 공개했다. 연구진은 업무에 생성인공지능을 주 1회 이상 사용하는 지식노동자 319명을 대상으로 조사한 결과, **사용자들이 인공지능이 생성한 결과를 신뢰할수록 인지적 노력을 덜 기울이게 되고 이는 비판적 사고능력을 떨어뜨린다고 보고했다.**
이들의 인공지능 활용 형태는 936개로 △콘텐츠 생성 △정보 검색 △업무 조언 등 세 가지로 분류됐다. 연구 결과, **인공지능의 결과물을 신뢰하고 의존하는 사람일수록 비판적 사고를 덜하는 것으로 나타났고 자신의 역량을 신뢰하는 사람일수록 일을 할 때 비판적 사고를 더 많이 하는 것으로 나타났다.**
- 스위스 경영대학원(SBS)의 미카엘 게를리히 교수가 666명의 영국인을 대상으로 조사해 지난달 3일 ‘소사이어티’에 발표한 논문에도 유사한 결과가 실렸다. **인공지능을 자주 쓰는 사람일수록 정보를 비판적으로 평가하고 성찰적으로 문제를 해결하는 능력이 감소하는 것으로 조사됐다.**

The Impact of Generative AI on Critical Thinking: Self-Reported Reductions in Cognitive Effort and Confidence Effects From a Survey of Knowledge Workers

Hao-Ping (Hank) Lee
Carnegie Mellon University
Pittsburgh, Pennsylvania, USA
haopingl@cs.cmu.edu

Ian Drosos
Microsoft Research
Cambridge, United Kingdom
t-iandrosos@microsoft.com

Advait Sarkar
Microsoft Research
Cambridge, United Kingdom
advait@microsoft.com

Sean Rintel
Microsoft Research
Cambridge, United Kingdom
serintel@microsoft.com

Nicholas Wilson
Microsoft Research
Cambridge, United Kingdom
niwilson@microsoft.com

Lev Tankelevitch
Microsoft Research
Cambridge, United Kingdom
levt@microsoft.com

Richard Banks
Microsoft Research Cambridge
Cambridge, United Kingdom
rbanks@microsoft.com

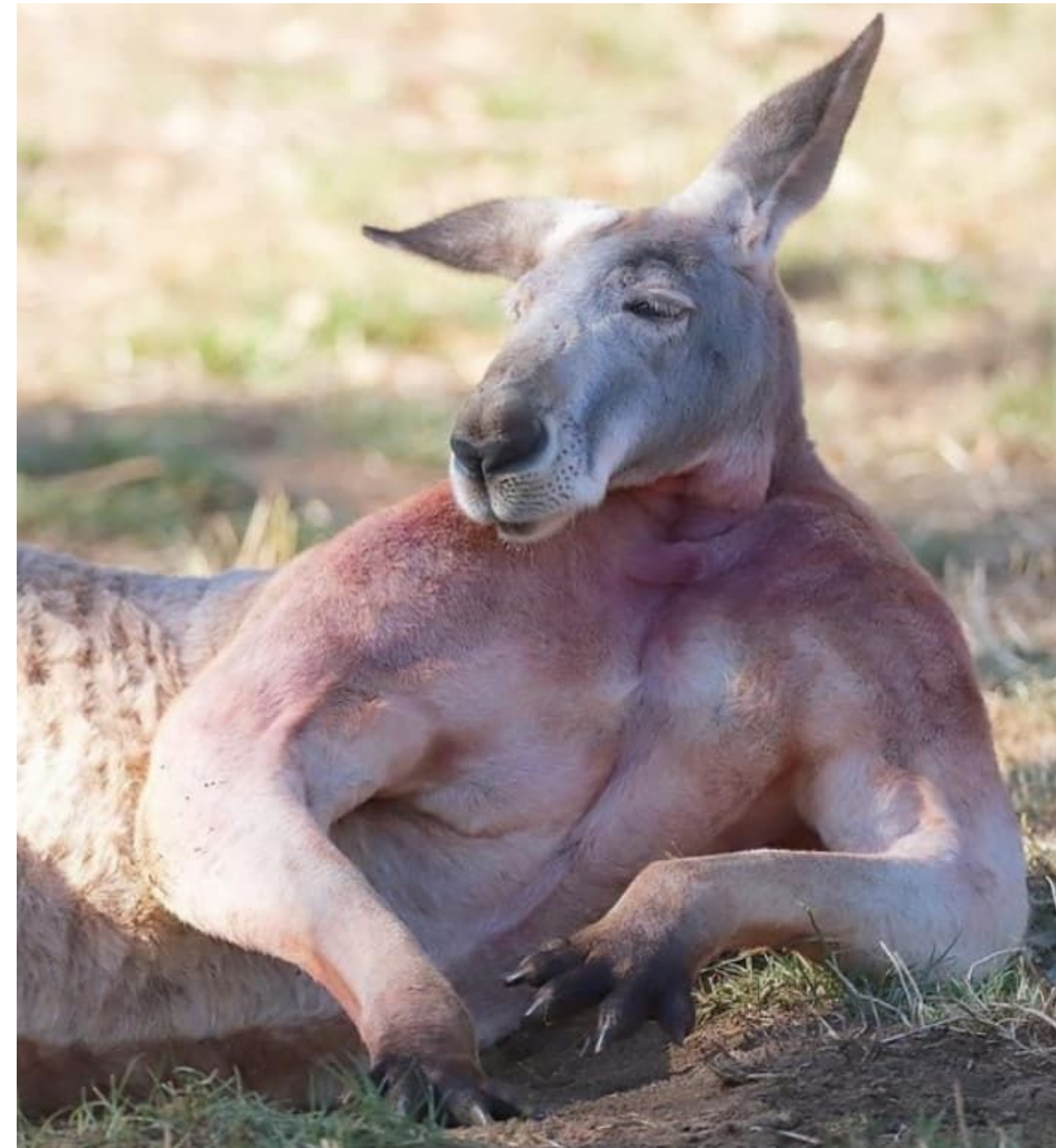
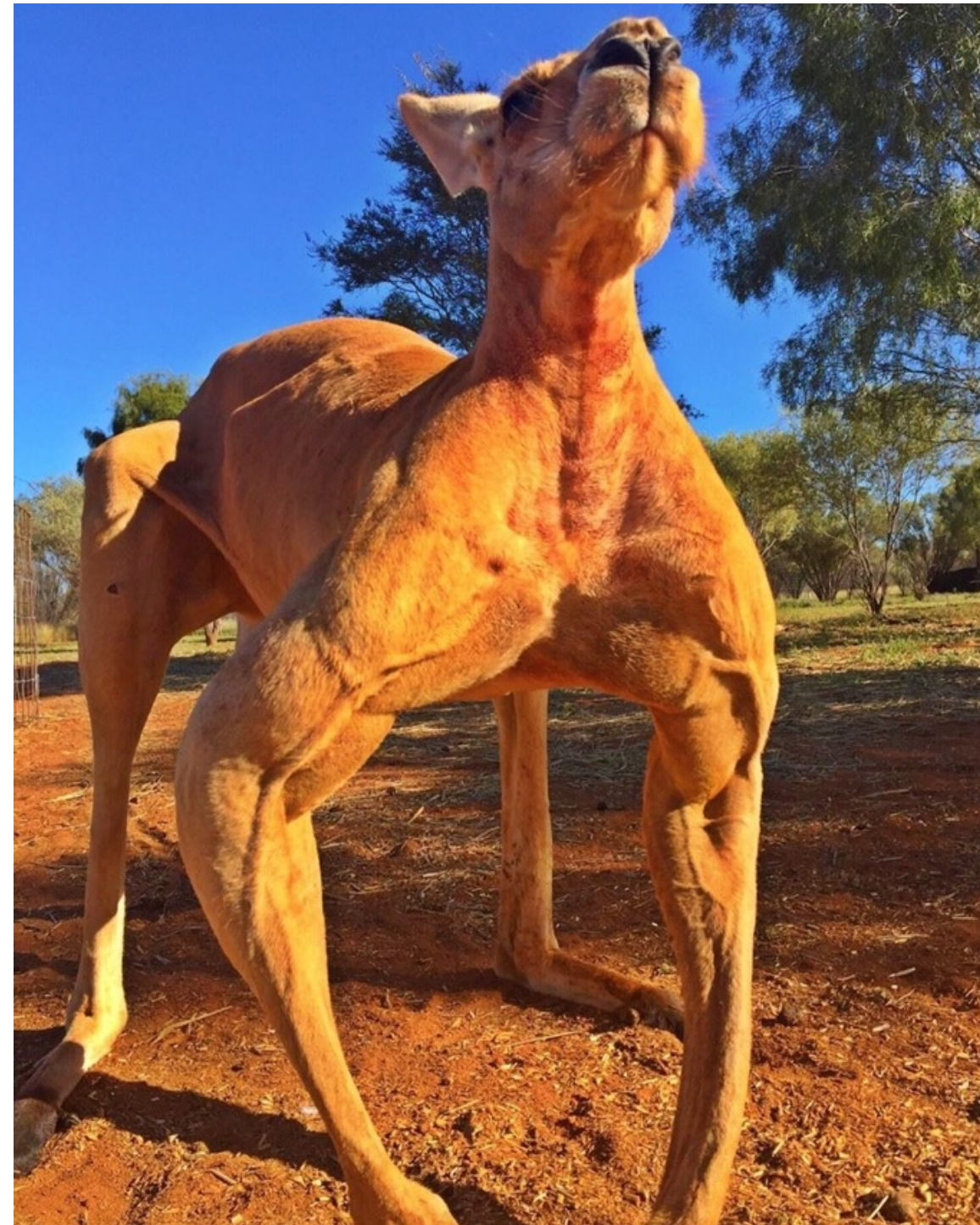
AI Tools in Society: Impacts on Cognitive Offloading and the Future of Critical Thinking

Michael Gerlich 

Center for Strategic Corporate Foresight and Sustainability, SBS Swiss Business School,
8302 Kloten-Zurich, Switzerland; michael.gerlich@cantab.net

Abstract: The proliferation of artificial intelligence (AI) tools has transformed numerous aspects of daily life, yet its impact on critical thinking remains underexplored. This study investigates the relationship between AI tool usage and critical thinking skills, focusing on cognitive offloading as a mediating factor. Utilising a mixed-method approach, we conducted surveys and in-depth interviews with 666 participants across diverse age groups and educational backgrounds. Quantitative data were analysed using ANOVA and correlation analysis, while qualitative insights were obtained through thematic analysis of interview transcripts. The findings revealed a significant negative correlation between

야생



“Generative AI Can Harm Learning” 2024.07.

- GPT Tutor 그룹 **단계별 힌트**를 제공하는 AI 학습 시스템을 활용
- GPT Base 그룹 일반적인 ChatGPT 인터페이스를 사용, 주로 **정답을 직접 요청하는 방식**으로 활용
- Control AI를 사용하지 않고 **기존 방식**으로 학습

학업 성취도:

그룹	연습 문제 성적 향상률	시험 성적 변화율
GPT Tutor	127% 증가	<u>시험 성적 유지 (Control과 차이 없음)</u>
GPT Base	48% 증가	<u>시험 성적 17% 감소</u>
Control	기본값 유지	기본값 유지

학생들의 자기 인식 오류:

- GPT Tutor 그룹 AI가 학습에 도움이 되었다고 인식하였고, 그 효과도 유지됨.
- GPT Base 그룹 AI를 사용하면 더 잘 배웠다고 느꼈으나, 실제로는 AI 없이 공부한 학생들보다 결과가 낮음.

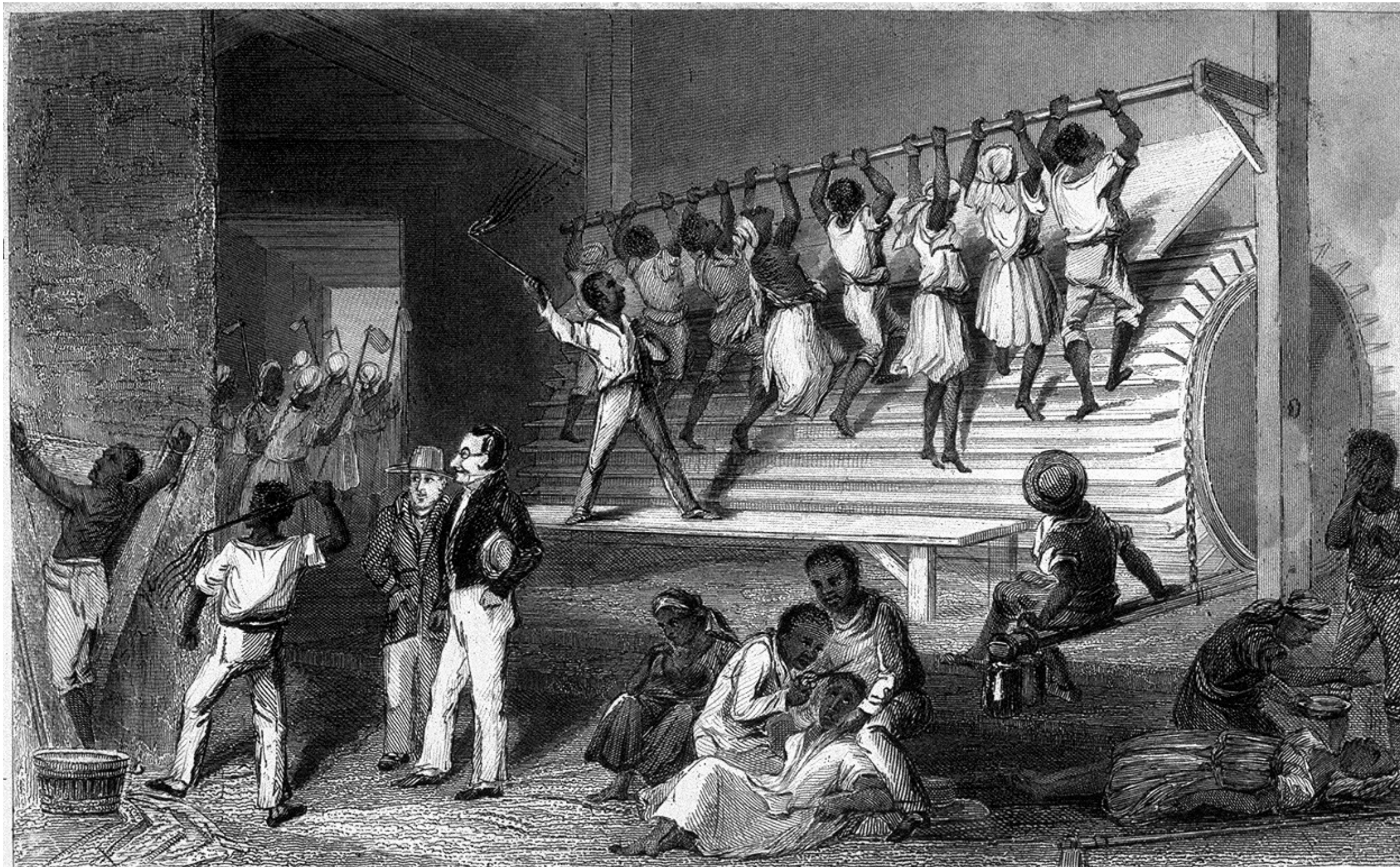
수업 설계의 중요성:

- AI 학습 도구를 도입할 때는 **자동화 시스템보다 학생의 비판적 사고를 키울 수 있는 방식으로 개발되어야** 하며,
- 학생들이 **스스로 사고하고 문제를 해결하는 방법을 익히도록 돕는 도구로 활용**해야 함.

Treadmill



Treadmill

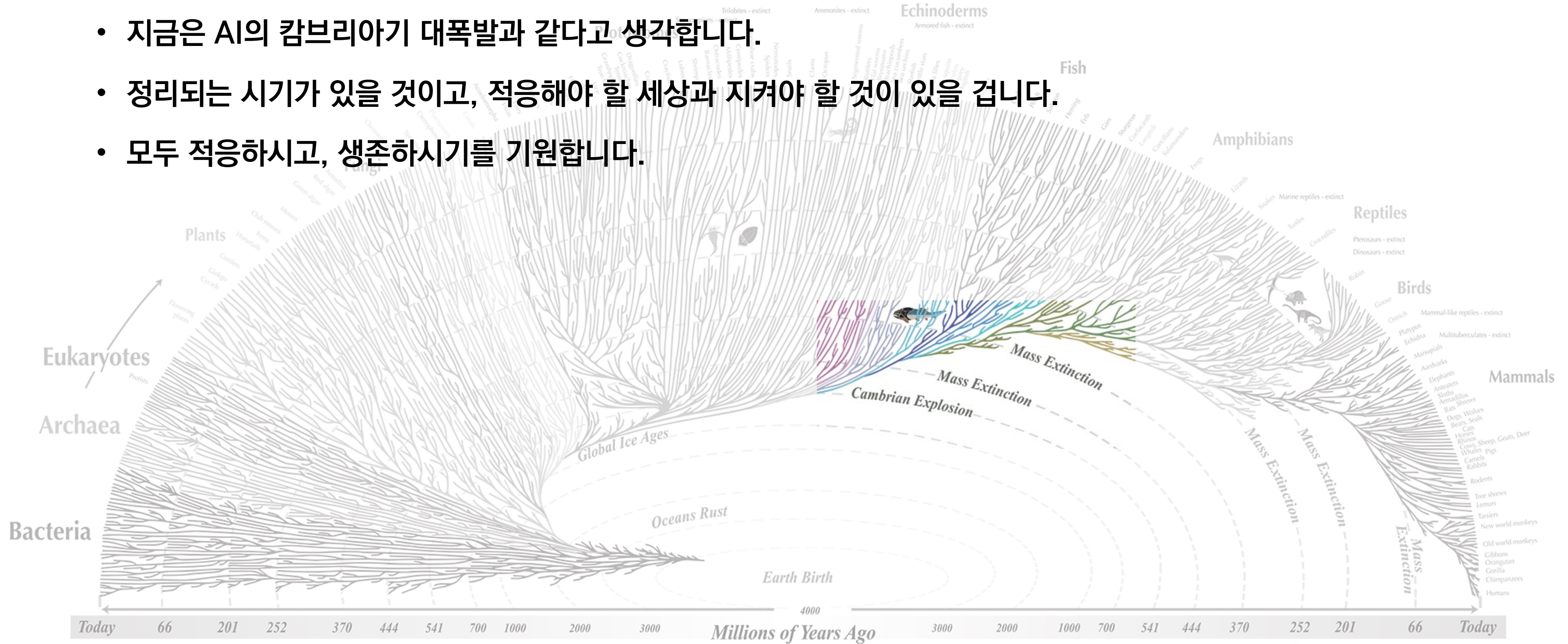


AN INTERIOR VIEW OF A JAMAICA HOUSE OF CORRECTION.

* "THE WHIPPING OF FEMALES, you were informed by me, officially, WAS IN PRACTICE; and I called upon you to make enactments to put an end to conduct so repugnant to humanity, and so CONTRARY TO LAW. So far from passing an Act to prevent the recurrence of such cruelty, you have in no way expressed your disapprobation of it. I communicated to you my opinion, and that of the Secretary of State, of the injustice of cutting off the hair of females in the House of Correction, previous to trial. You have paid no attention to the subject."

맺음말

- 지금은 SI의 캄브리아기 대폭발과 같다고 생각합니다.
- 정리되는 시기가 있을 것이고, 적응해야 할 세상과 지켜야 할 것이 있을 겁니다.
- 모두 적응하시고, 생존하시기를 기원합니다.



All the major and many of the minor living branches of life are shown on this diagram, but only a few of those that have gone extinct are shown. Example: Dinosaurs - extinct



© 2008, 2017 Leonard Eisenberg. All rights reserved.
evogeneao.com