

MIT Technology Review

Published by DMK

MIT 테크놀로지 리뷰 선정

2025년 10대 미래 기술

- 소형언어모델
- 베라 루빈 천문대
- 장기지속형 HIV 예방제
- 생성형 AI 검색
- 소 트림 감소제
- 청정 제트연료
- 고속학습 로봇
- 효과적인 줄기세포 치료
- 로보택시
- 녹색철강

Breakthrough
Technologies
2025

10 Breakthrough Technologies 2025

MIT 테크놀로지 리뷰가 선정한 2025년 10대 미래 기술

MIT 테크놀로지 리뷰가 2025년 10대 미래 기술을 선정했습니다. 소형언어모델부터 베라 루빈 천문대와
로보택시 및 고속학습 로봇과 녹색철강 등에 이르기까지 전 세계에 실질적인 영향을 줄 것으로 기대되는
유망한 기술들을 소개합니다.



125년 전통의 세계적인 IT·테크 미디어 MIT 테크놀로지 리뷰가 2025년 가장 주목할 10대 미래 기술 (Breakthrough Technologies)을 발표했다.

소형언어모델
베라 루빈 천문대
장기지속형 HIV 예방제
생성형 AI 검색
소 트림 감소제
청정 제트연료
고속학습 로봇
효과적인 줄기세포 치료
로보택시
녹색철강



CONTENTS

- 04 소형언어모델
- 06 베라 루빈 천문대
- 08 장기지속형 HIV 예방제
- 10 생성형 AI 검색
- 12 소 트림 감소제
- 14 청정 제트연료
- 16 고속학습 로봇
- 18 효과적인 줄기세포 치료
- 20 로보택시
- 22 녹색철강

• 번역 및 편집 : MIT 테크놀로지 리뷰 코리아

* 본 리포트의 저작권은 MIT 테크놀로지 리뷰 코리아에 있으므로 인용 시 출처를 반드시 표기해주시기 바랍니다.

* 무단 전재 및 재배포 금지

01

Small language models

소형언어모델

우리는 대형언어모델(LLM) 덕분에 AI의 놀라운 능력을 확인할 수 있었다. 이제는 더 적은 자원으로 더 많은 일을 해낼 차례이다.

주체 앨런인공지능연구소, 앤트로픽(Anthropic), 구글, 메타, 마이크로소프트, 오픈AI
시기 현재



이제는 특정 작업의 경우,
해당 작업과 관련된 데이터 세트를 집중적으로 학습한 소형 모델이 더 뛰어나지는 않더라도 대형 모델만큼의 성능을 발휘할 수 있다.

착각해서는 안 된다. 인공지능(AI) 세계에서는 크기가 중요하다. 오픈AI가 2020년 GPT-3를 출시했을 때, GPT-3는 그때까지 구축된 언어모델 중에서 가장 규모가 큰 모델이었다. 오픈AI는 이러한 유형의 모델을 초대형화하면 성능이 월등하게 향상된다는 것을 증명했다. 그 이후로 계속해서 규모가 더 큰 모델이 등장하면서 '기술 붐'이 시작됐다. 오픈AI의 연구 과학자인 노엄 브라운(Noam Brown) 박사는 10월에 열린 테드AI(TEDAI) 샌프란시스코에서 청중에게 "지난 5년 동안 AI의 놀라운 발전은 한 단어로 요약할 수 있다"며 "그 단어는 바로 '규모'"라고 말한 바 있다.

그러나 새로운 고급 모델의 이점이 점점 줄어들면서 연구자들은 더 적은 자원으로 더 많은 일을 해낼 방법을 찾고 있다. 이제는 특정 작업의 경우, 해당 작업과 관련된 데이터 세트를 집중적으로 학습한 소형 모델이 더 뛰어나지는 않더라도 대형 모델만큼의 성능을 발휘할 수 있다. 이는 AI를 몇 가지 특정한 방식으로 활용하고자 하는 기업에 도움이 될 수 있다. 만약 같은 종류의 요청을 반복하는 경우라면 모델에 전체 인터넷을 학습시킬 필요가 없을 것이다.

그런 이유로 현재 대부분의 대형 기술 기업들은 주력 모델의 '소형' 버전을 함께 선보이고 있다. 오픈AI는 GPT-4o와 GPT-4o 미니, 구글 딥마인드는 제미니 나노와 제미니 나노와 같은 식으로 주력 모델과 이에 대한 소형 버전을 출시했고, 앤트로픽은 클로드3에 대형은 오퍼스(Opus), 중형은 소네트(Sonnet), 소형은 하이쿠(Haiku)라는 이름을 붙여 세 가지 버전으로 출시했다. 마이크로소프트는 파이(Phi)라는 이름으로 다양한 소형언어모델을 개발하고 있다.

중소 기업 중에도 소형 모델을 제공하는 곳이 늘어나고 있다. AI 스타트업인 라이터(Writer)는 자사의 언어모델이 어떤 경우에는 LLM과 비교하여 매개변수(parameter), 즉 학습 중에 계산되어 모델의 작동 방식을 결정하는 값이 20분의 1에 불과한데도 불구하고 많은 주요 지표에서 최대 규모의 상위 계층 모델이 보이는 성능에 맞먹을 정도라고 주장한다.

모델은 규모가 작아질수록 학습하고 실행되는 속도가 빠르기 때문에 더 효율적이다. 이는 더 저렴한 비용으로 언어모델 분야에 진입하고자 하는 이들에게 희소식일 것이다. 또한 기후에도 희소식일 수 있다. 소형 모델은 대형 모델에 필요한 컴퓨터 성능의 일 부만으로도 작동할 수 있기 때문에 에너지 소모량이 적다.

소형 모델은 이동성도 뛰어나다. 클라우드에 요청을 보낼 필요 없이 우리 주머니 속에서 바로 실행될 수 있다. 따라서 '소형'이야말로 차세대 혁신이라고 할 수 있을 것이다.

– Will Douglas Heaven

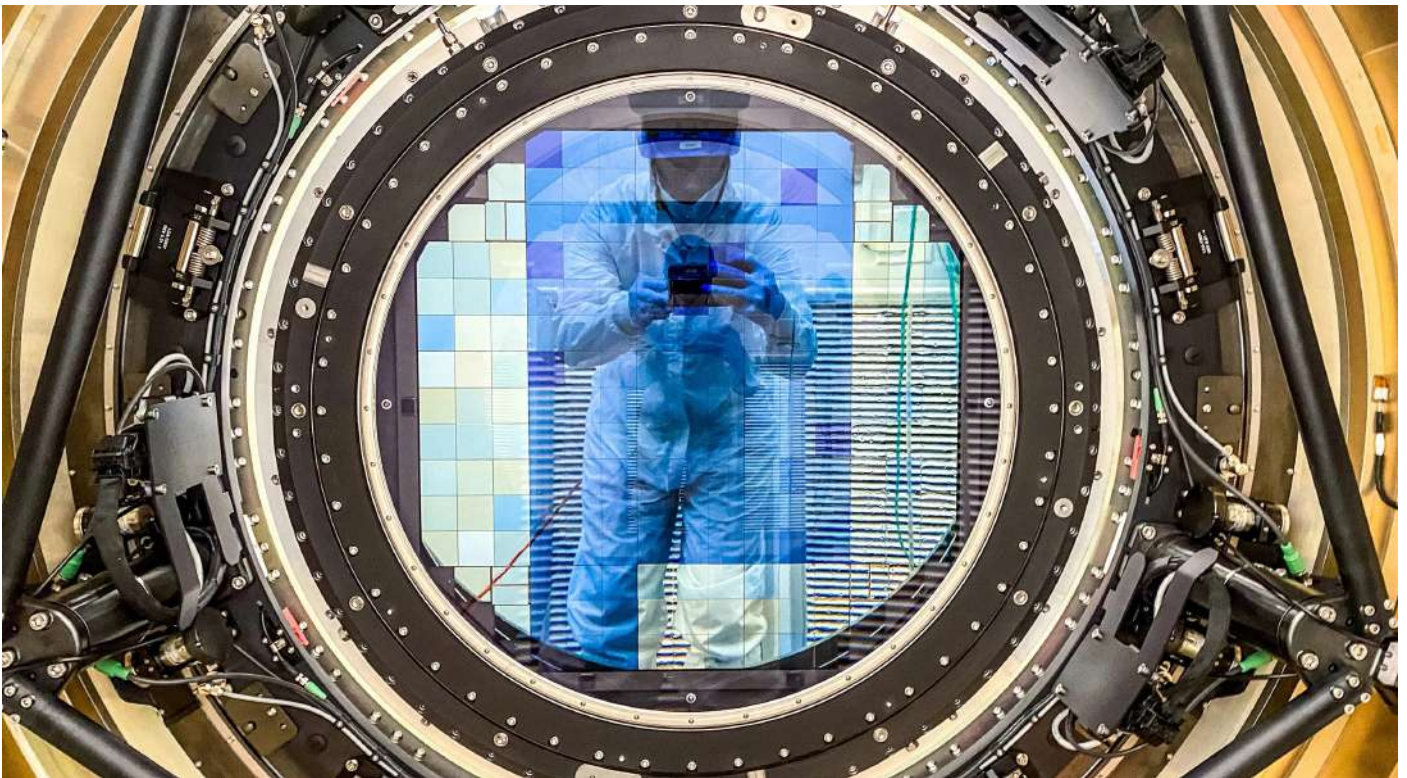
02

Vera C. Rubin Observatory

베라 루빈 천문대

베라 루빈 천문대 망원경에 설치될 거대한 디지털카메라는 매우 장기간에 걸쳐 연속으로 많은 사진을 촬영할 수 있도록 만들어 졌다.

주체 미국 에너지부 산하 SLAC 국립 가속기 연구소, 미국 국립과학재단
시기 6개월 후



베라 루빈 천문대

앞으로 밤하늘을 올려다볼 때는 다음 사실을 염두에 두자. 우리 눈에 보이는 모든 것을 이루고 있는 입자는 우주에 존재하는 물질의 고작 5%를 차지할 뿐이라는 사실을. 천문학자들은 암흑에너지와 암흑물질이 나머지 95%를 구성한다고 생각한다. 그렇다면 암흑에너지와 암흑물질이란 정확히 무엇일까?

칠레에 세워진 거대한 새 망원경이 이 질문을 비롯하여 우리가 아직 알지 못하는 우주의 수수께끼를 탐구하는 데 도움을 줄 것이다. 이 망원경은 1970년대와 1980년대에 수십 개의 나선형 은하 바깥쪽에서 예상보다 빠르게 움직이는 별들을 관측했던 미국의 천문학자 베라 루빈(Vera Rubin) 박사의 이름을 땄다. 루빈 박사의 계산은 우리가 직접 관측할 수는 없지만 별의 경로부터 우주 자체의 구조까지 모든 것을 형성하는 것으로 보이는 '암흑물질'의 존재에 대한 강력한 근거를 제시했다.

이제 곧 루빈 박사의 이름을 딴 천문대가 훨씬 높은 선명도로 관련 연구를 이어갈 것이다. SLAC 국립 가속기 연구소(SLAC National Accelerator Laboratory)와 미국 국립과학재단(NSF)이 운영하는 이 시설에는 천문학용으로 제작된 역대 최대 규모의 디지털카메라가 설치될 예정이다. 이 천문대의 첫 번째 임무는 '시공간 기록탐사(Legacy Survey of Space and Time)'라고 불리는 조사 작업을 완료하는 것이다. 천문학자들은 남반구의 하늘에 이 거대한 망원경 렌즈의 초점을 맞추고 10년간 같은 하늘을 반복해서 지나가면서 사진을 촬영하게 된다.

조사가 끝날 때까지 3.2기가픽셀의 해상도를 자랑하는 이 카메라는 200억 개의 은하를 분류하고 최대 60페타바이트에 달하는 데이터를 수집할 것으로 예상되는데, 60페타바이트는 현재 미국 의회도서관이 저장하고 있는 데이터의 약 3배에 달하는 양이다. 특수 알고리즘과 슈퍼컴퓨터의 도움으로 이 모든 이미지를 종합하면 천문학자들은 저속촬영한 하늘의 모습을 볼 수 있다. 이를 통해 수많은 은하가 어떻게 분산되어 있고 어떤 식으로 형성되어 있는지 확인하면 암흑물질의 중력 효과를 연구할 수 있을 것이다. 천문학자들은 또한 지금까지 만들어진 것보다 훨씬 더 상세한 우리은하의 3차원 지도를 제작할 계획이다.

모든 계획이 순조롭게 진행된다면 이 망원경은 2025년 중반에 전문적인 첫 번째 사진을 촬영할 것이다. 천문학에서는 망원경의 이러한 첫 촬영을 '첫 번째 빛(first light)'이라고 부른다. 첫 촬영에 성공하면 대중도 곧 루빈 천문대에서 공개하는 첫 번째 사진을 볼 수 있다.

– Amy Nordrum

03

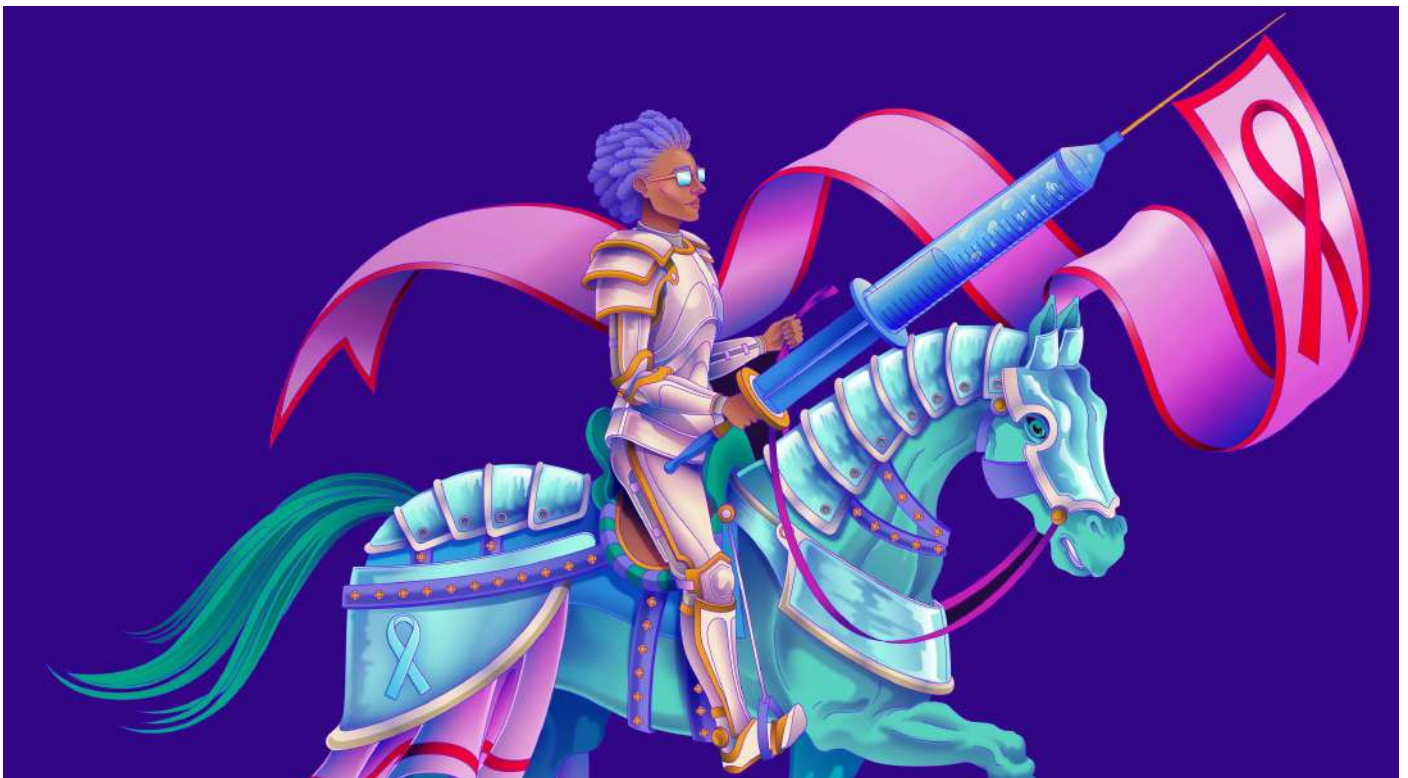
Long-acting HIV prevention meds

장기지속형 HIV 예방제

새로운 예방제는 사람들을 HIV 감염에서 보호하는 데 매우 효과적이며 1년에 단 2회만 접종하면 된다.

주체 길리어드사이언스(Gilead Sciences), GSK, 비브헬스케어(ViiV Healthcare)

시기 1~3년 후



Ari Liloan

2024년 6월 에이즈의 원인 바이러스인 HIV 감염을 예방하는 신약의 임상시험 결과가 발표되었다. 그 결과는 매우 놀라웠다. 6개월에 한 번씩 주사하는 예방제인 레나카파비르(Lenacapavir)는 우간다와 남아프리카공화국에서 5,000명 이상의 여성과 여자아이들의 HIV 감염을 예방했다. 그 효과는 무려 100%에 달했다.

길리어드사이언스(Gilead Sciences)에서 생산하는 이 약은 다른 장점도 있다. 우리는 2012년부터 HIV에 대한 효과적인 바이러스 노출 전 예방약인 프렙(PrEP)을 이용할 수 있었지만, 프렙은 매일 복용하거나 HIV 바이러스에 노출되기 전에 미리 복용해야 하는 약이다. 이는 건강한 사람에게는 만만치 않은 일이다. 또한 에이즈 예방약이라는 점 때문에 프렙을 복용하려면 사회적 낙인도 감수해야 한다. 프렙은 일부 사람들에게는 비싸거나 구하기 어려운 약이기도 하다. 그러나 레나카파비르 임상시험에서 연구자들은 새로운 예방제를 주사하는 것이 매일 프렙을 복용하는 것보다 훨씬 효과적이라는 사실을 발견했다. 이는 실험 참가자들이 매일 프렙을 복용하는 데 실패했기 때문이기도 했다.

2021년 미국 식품의약국(FDA)은 HIV를 예방하는 또 다른 장기지속형 주사제를 승인했다. 카보테그라비르(cabotegravir)라는 이 약은 다국적 제약회사인 GSK의 자회사 비브헬스케어(ViiV Healthcare)에서 제조한 것으로, 두 달에 한 번씩 주사해야 한다. 그러나 엄청난 수요에도 불구하고 출시는 더디게 진행되고 있다.

과학자들과 활동가들은 레나카파비르의 경우 상황이 달라지기를 바라고 있다. 지금까지 FDA는 이미 다른 치료법에 내성이 생긴 HIV 감염자에게만 이 약을 승인했다. 그러나 길리어드사이언스는 120개 저소득 국가에서 HIV 예방을 위한 일반의약품 버전을 생산하기 위해 제조업체와 라이선스 계약을 체결했다.

10월에 길리어드사이언스는 레나카파비르에 대한 추가 임상시험 결과를 발표했다. 임상시험 결과 이 약은 3,200여 명의 동성애자, 양성애자, 기타 남성뿐만 아니라 트랜스젠더 남성과 여성, 출생 시 남성으로 지정된 사람과 성관계를 가지는 논바이너리(스스로를 남성이나 여성의 한쪽으로 규정하지 않는 사람)의 HIV 감염 예방에 96% 효과가 있는 것으로 나타났다.

유엔(UN)은 2030년까지 에이즈를 퇴치하겠다는 목표를 세운 바 있다. 이는 사실 야심 찬 목표이다. 여전히 전 세계적으로 매년 스스로를 남성이나 여성의 한쪽으로 규정하지 않는 사람)의 HIV 감염 예방에 96% 효과가 있는 것으로 나타났다.

유엔(UN)은 2030년까지 에이즈를 퇴치하겠다는 목표를 세운 바 있다. 이는 사실 야심 찬 목표이다. 여전히 전 세계적으로 매년 100만 명이 넘는 사람이 HIV에 새롭게 감염되고 있기 때문이다. 그러나 이제 우리는 에이즈 퇴치를 가능하게 할 수 있는 약을 가지고 있다. 필요한 것은 접근성을 확대하는 것뿐이다.

– Jessica Hamzelou

04

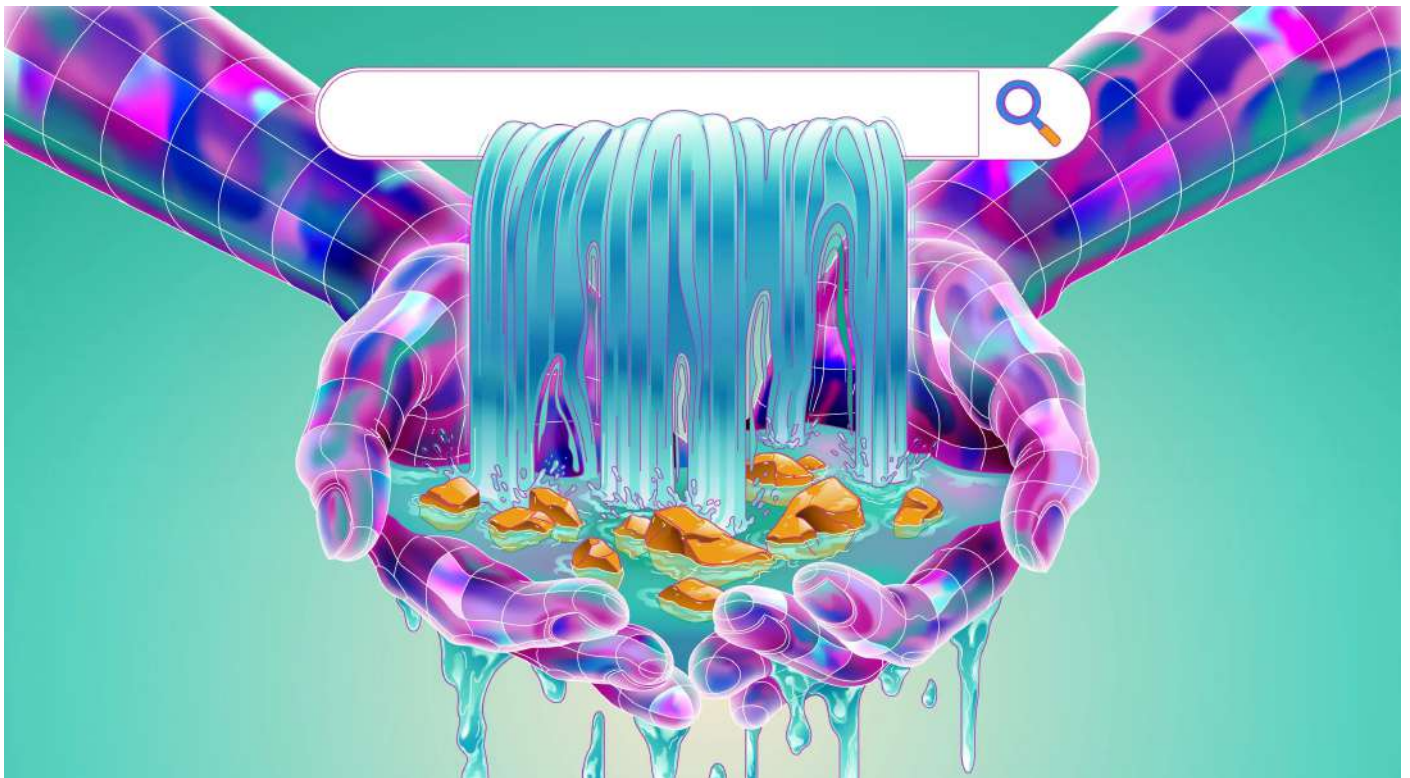
Generative AI search

생성형 AI 검색

우리가 알고 있는 인터넷 검색의 개념을 생성형 AI가 전복시키고 있다. 생성형 AI는 우리가 휴대폰으로 정보를 찾는 것도 도와주고 있다.

주체 애플, 구글, 메타, 마이크로소프트, 오픈AI, 퍼플렉시티(Perplexity)

시기 현재



Ari Liloan

구글이 검색 서비스인 AI 오버뷰(AI Overviews)에 언어모델 제미나이를 적용하여 출시하면 수십억 명의 사람들이 인터넷을 검색하는 방식이 달라질 것이다. 생성형 검색은 우리가 궁금해하는 모든 질문이나 우리에게 필요한 작업을 처리할 수 있는 AI 에이전트(AI agent) 개발을 향한 첫걸음이 될 수 있다.

AI 오버뷰는 링크 목록을 보여주는 대신 사용자 질문에 대한 간결한 답변을 제공한다. 사용자는 여러 출처의 자료를 확인하기 위해 화면을 스크롤하면서 클릭할 필요 없이 AI 오버뷰가 제공한 답변을 보고 쉽고 빠르게 정보를 확인할 수 있다. AI 오버뷰는 2024년 5월 미국 출시 이후 조악하기 그지없는 결과를 제공하며 순탄치 않은 출발을 했다. 이에 구글은 AI 오버뷰에서 사용자 생성 콘텐츠나 풍자 및 유머 사이트를 기반으로 하는 답변 생성을 제한했다.

이러한 생성형 검색의 부상은 구글에만 국한된 것이 아니다. 마이크로소프트와 오픈AI도 2024년에 각각 자체적인 생성형 AI 검색 서비스를 출시했다. 한편, AI 기반 검색은 더 많은 곳에서 우리 컴퓨터와 기기를 통해 이미지, 음성, 영상을 분석하여 사용자 질문에 대한 맞춤형 답변을 제공하고 있다.

전 세계 검색 시장을 장악하고 있는 구글은 이미 전 세계 10억 명 이상의 사용자들에게 AI 오버뷰 기능을 제공했다. 그 결과 마치 대화처럼 느껴지는 검색이 가능해졌다. 구글과 오픈AI는 사람들이 생성형 검색을 사용할 때 일반 검색을 사용할 때와는 다른 식으로 행동한다고 보고한 바 있다. 생성형 검색 기능에 더 긴 질문을 던지고 더 많은 후속 질문을 한다는 것이다.

AI를 이런 식으로 새롭게 활용하는 것은 온라인 광고와 미디어에 심각한 영향을 미친다. 특히 이러한 검색 제품이 온라인 뉴스와 관련 기사에서 가져온 정보를 요약하여 답변으로 제공하는 일이 많기 때문에 생성형 검색 결과를 이용할 수 있으면 사람들이 정보의 원출처를 클릭할 이유가 거의 없어지는데, 이로 인해 해당 웹사이트의 잠재적인 광고 수익이 사라질 수 있다는 우려가 많다. 지금까지 많은 출판사, 언론사, 아티스트들이 자신들의 콘텐츠를 AI 모델 학습에 사용하는 것에 대해 소송을 제기한 바 있지만, 이 제제는 생성형 검색이 미디어와 빅테크 간의 또 다른 전쟁터가 될 것으로 보인다.

– Scott J Mulligan

05

Cattle burping remedies

소 트림 감소제

농업 분야 최대의 온실가스 배출원에서 발생하는 온실가스를 상당히 감축할 수 있는 사료첨가제가 마침내 시장에 등장하고 있다.

주체 블루오션반스(Blue Ocean Barns), 디에스엠퍼메니쉬(DSM-Firmenich), 루민8(Rumin8), 심브로시아(Symbrosia)
시기 현재



기후변화를 유발하는 까다로운 문제 중 하나에 대해 기업들이 마침내 실질적인 진전을 이루고 있다. 그 문제란 바로 '소의 트림'이다. Ari Liloan

전 세계의 소들은 양과 염소처럼 소화과정에서 부산물로 메탄을 배출한다. 메탄은 축산업 분야에서 발생하는 주요 온실가스이며, 분석에 따라 수치가 다르기는 하지만 메탄을 비롯해 축산업 분야의 온실가스는 전 세계 기후오염의 11~20%를 차지한다. 축산업의 수요를 줄인다고 해서 이러한 온실가스 배출량을 의미 있게 줄이기는 어렵다. 햄버거, 스테이크, 버터, 우유 등이 너무 맛있기 때문이다. 게다가 전 세계 인구는 점점 늘어나고 있을 뿐만 아니라 부유해지고 있어서 이러한 식품을 더 많이 소비할 수밖에 없다.

이러한 상황에 필요한 '소 트림 감소제'에 대해 알아보자. 네덜란드에 본사를 두고 향료, 의약품, 기타 제품을 생산하는 대기업인 디에스엠퍼메니쉬(DSM-Firmenich)는 보베어(Bovaer)라는 사료첨가제를 개발했다. 디에스엠퍼메니쉬는 보베어가 젖소의 메탄 배출량을 30%, 육우의 경우에는 심지어 그 이상을 줄일 수 있다고 주장한다. 이 제품은 소의 내장에 있는 효소를 억제하는 방식으로 작동하는데, 효소는 일반적으로 소화과정에서 발생하는 수소와 이산화탄소를 메탄으로 전환하여 트림으로 배출하는 데 도움을 준다.

2024년 5월 미국 FDA는 미국에서 이 제품 사용을 허가했다. 디에스엠퍼메니쉬는 해당 사료첨가제를 현재 "호주, 브라질, 유럽 연합 회원국을 포함한 55개국 이상에서 사용할 수 있다"고 밝혔다.

한편, 블루오션반스(Blue Ocean Barns), 루민8(Rumin8), 심브로시아(Symbrosia)와 같은 스타트업들은 홍조류에서 추출한 제품을 개발하거나 테스트하거나 승인받기 위해 노력하고 있다. 이러한 제품들은 앞서 소개한 사료첨가제보다 메탄 수치를 더 줄일 수 있을 것으로 보인다. 이 외에도 다른 단체들은 백신을 개발하거나 소의 장내미생물을 변화시키는 등의 보다 장기적인 방법으로 이 문제를 해결하기 위해 노력하고 있다.

얼마나 많은 축산농가에서 이러한 제품에 비용을 지불할지는 아직 두고보아야 한다. 그러나 미국에서 보베어를 판매하는 동물약품 회사 엘랑코(Elanco)에 따르면 보베어의 경우 미국에서 이 제품을 사용하는 농부들은 일부 기업들이 기업의 기후발자국을 줄이기 위해 자발적 탄소시장에서 구매할 온실가스 배출권을 확보할 수 있다고 한다. 한편, 루민8은 "우리 회사의 첨가제를 섭취하는 소는 더 많은 고기와 우유를 생산할 수 있다"고 말했다.

분명 사료첨가제가 모든 문제를 해결하지는 못할 것이다. 따라서 축산업은 탄소를 흡수하는 숲을 파괴하는 행위를 중단하는 등 축산업에서 발생하는 온실가스 배출을 줄이기 위해 다른 주요 조치를 취해야 한다. 또한 수요에 실질적인 영향을 미치려면 식품 기업들이 식물성 버거나 대체 유제품 등 더 맛있고 저렴하며 깨끗한 대체 식품을 개발해야 할 것이다.

그렇다고 해도 메탄을 줄여주는 사료첨가제는 매우 커다란 문제의 상당 부분을 해결할 수 있는 유망한 방법처럼 보인다.

– James Temple

06

Cleaner jet fuel

청정 제트연료

산업폐기물 또는 이산화탄소로 만든 대체 연료는 항공 부문에서 발생하는 온실가스 배출을 상당히 줄이는 데 도움을 줄 수 있을 것이다.

주체 지보(Gevo), 란자제트(LanzaJet), 몬태나 리뉴어블스(Montana Renewables), 네스테(Neste), 월드에너지(World Energy)

시기 현재



새로운 연료는 폐식용유, 농작물 찌꺼기, 산업폐기물, 대기에서 포집한 이산화탄소 등의 재료로 만들 수 있다.

2024년에 전 세계의 모든 항공기는 약 1,000억 갤런의 제트연료를 소비했다. 그중에서 약 0.5%만이 화석연료가 아닌 다른 연료였다. 다행히도 이러한 상황은 곧 바뀔지도 모른다.

대체 제트연료를 사용하면 항공 부문의 온실가스 배출량을 크게 줄일 수 있다. 항공 부문의 온실가스 배출은 현재까지 지구온난화 원인의 약 4%를 차지할 정도로 심각한 문제이기 때문이다. 새로운 연료는 폐식용유, 농작물 찌꺼기, 산업폐기물, 대기에서 포

집한 이산화탄소 등의 재료로 만들 수 있다. 어떤 재료를 사용하느냐에 따라 탄소 배출량을 절반으로 줄이거나 거의 완전히 없앨 수도 있다. 또한 대체 연료는 일반적으로 기존 항공기에서 사용할 수 있기 때문에 기후 문제 해결에 빠른 진전을 가져올 수 있다.

현재 목표를 설정하거나 지속가능항공유(SAF)라고 부르기도 하는 이러한 대체 연료를 항공사에서 도입하도록 요구하는 법안을 통과시키고 있는 정부가 점점 늘어나고 있다. 올해부터 대체 연료는 유럽연합(EU)과 영국에 있는 공항에서 사용되는 연료의 최소 2%를 차지해야 한다. 이러한 의무 사용 비율은 향후 수십 년간 점차 올라가 2050년에는 EU에서 70%에 도달할 것이다.

오늘날 상업적으로 이용할 수 있는 거의 모든 대체 연료는 폐지방, 폐식용유, 폐유지로 만든다. 몬태나 리뉴어블스(Montana Renewables)는 이러한 재료를 사용하는 대체 연료 생산 시설 한 곳을 확장하기 위해 최근 미국 에너지부에서 14억 4,000만 달러(약 2조 600억 원)의 대출을 약속받았다. 그러나 이 재료들은 여전히 공급이 제한되어 있다.

이와는 다른 기술과 투입물을 사용하는 기업들도 규모 확장에 진전을 보이고 있다. 란자제트(LanzaJet)는 2024년 초에 에탄올로 제트연료를 만드는 최초의 상업 규모 시설을 가동하기 시작하여 매년 900만 갤런의 연료를 생산할 수 있는 설비를 갖췄다. 이 산화탄소로 만드는 합성 연료는 아직 상업적 규모로 생산되고 있지 않지만, 이 역시 항공사의 선택지를 늘릴 수 있을 것이다.

앞으로 등장할 제트연료의 한 가지 중요한 요소는 '비용'이 될 것이다. 현재 시중에 나와 있는 SAF의 가격은 평균적으로 기존 제트연료보다 3배 가까이 비싼 경향이 있다. 더 많은 기업이 더 많은 연료를 생산하게 되면 가격을 낮추는 데 도움이 되겠지만, 새로운 연료의 가격은 더 비쌀 수도 있다.

– Casey Crownhart

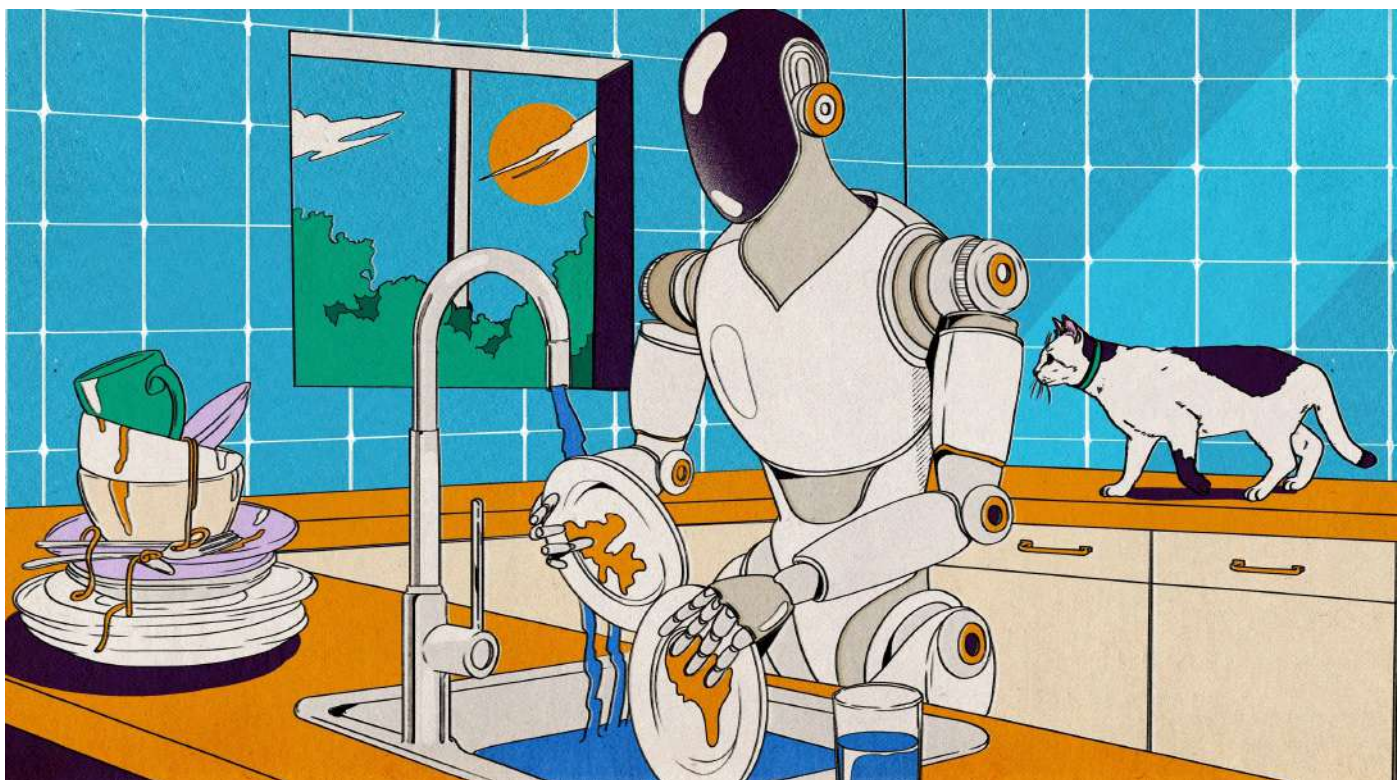
07

Fast-learning robots

고속학습 로봇

AI의 발전으로 그 어느 때보다 빠른 속도로 로봇에게 새로운 작업을 학습시킬 수 있게 되었다.

주체 어질리티(Agility), 아마존, 코베리언트(Covariant), 로버스트(Robust), 도요타연구소(TRI)
시기 현재



María Jesús Contreras

생성형 AI가 로봇 학습 방식의 패러다임을 새롭게 정의하고 있다. 모든 일을 해낼 수 있는 진정으로 유능한 로봇은 수십 년 동안 공상과학 소설의 소재로만 남아 있었지만, 이제 우리가 그런 로봇을 어떻게 만들어야 할지가 마침내 분명해지고 있다.

로봇공학 연구자들은 AI에 익숙하다. 수년 전부터 AI는 로봇이 경로에 있는 물체를 감지하는 등의 작업을 해내는 데 도움을 주고 있다. 그러나 몇 년 전부터 로봇공학자들은 대형언어모델(LLM) 분야에서 이루어지고 있는 진전에 경이로움을 느끼기 시작했다.

LLM 제작자들은 AI 모델에 책, 시, 매뉴얼 등 방대한 양의 텍스트를 입력한 후에 모델을 미세조정하여 명령어에 해당하는 프롬프트에 따라 텍스트를 생성하게 할 수 있었다.

로봇공학에서도 이와 같은 작업을 수행하려는 아이디어가 실현 가능한 것 같지만, 사실 이는 엄청나게 복잡한 일이다. AI를 사용하여 화면에 문장을 생성하는 것과 AI를 사용하여 실제 로봇에게 움직이는 법과 유용한 일을 해내는 법을 가르치는 것은 완전히 다른 문제이기 때문이다.

그러나 이제 로봇공학자들은 이러한 목표를 달성하는 데 필요한 커다란 진전을 이루었다. 그중 하나는 다양한 종류의 데이터를 결합하여 이를 로봇이 읽을 수 있는 유용한 데이터로 만드는 방법을 알아내는 것이었다. 가령 로봇에게 설거지하는 법을 가르친다고 생각해 보자. 이를 위하여 우선 센서를 착용한 채 설거지하는 사람의 데이터를 수집할 수 있다. 그리고 나서 로봇 팔을 이용하여 같은 작업을 수행하는 사람의 원격제어 데이터를 해당 데이터와 결합할 수 있다. 또한 설거지하는 사람들의 이미지와 동영상도 인터넷에서 수집할 수도 있다.

이러한 데이터 소스를 새로운 AI 모델에 적절히 결합하면 수작업으로 학습시킨 로봇보다 훨씬 더 뛰어난 성능을 보이도록 로봇을 학습시키는 게 가능해진다.. AI 모델은 한 가지 작업을 다양한 방식으로 수행할 수 있다는 것을 확인하면 상황에 즉흥적으로 대응할 수 있게 되고, 실제 세계에서 로봇이 다음에 어떤 행동을 해야 할지에 대해서도 더 쉽게 추론할 수 있다.

AI 활용은 로봇의 학습 방식을 재정의할 수 있는 획기적인 방법이다. 창고와 같은 상업적인 공간에서 일하는 로봇은 이미 이러한 첨단 학습 방법을 사용하고 있으며, 우리는 이러한 실험에서 얻은 교훈을 바탕으로 가정에서 우리에게 도움을 줄 수 있는 '스마트 로봇'의 토대를 마련할 수 있을 것이다.

– James O'Donnell

08

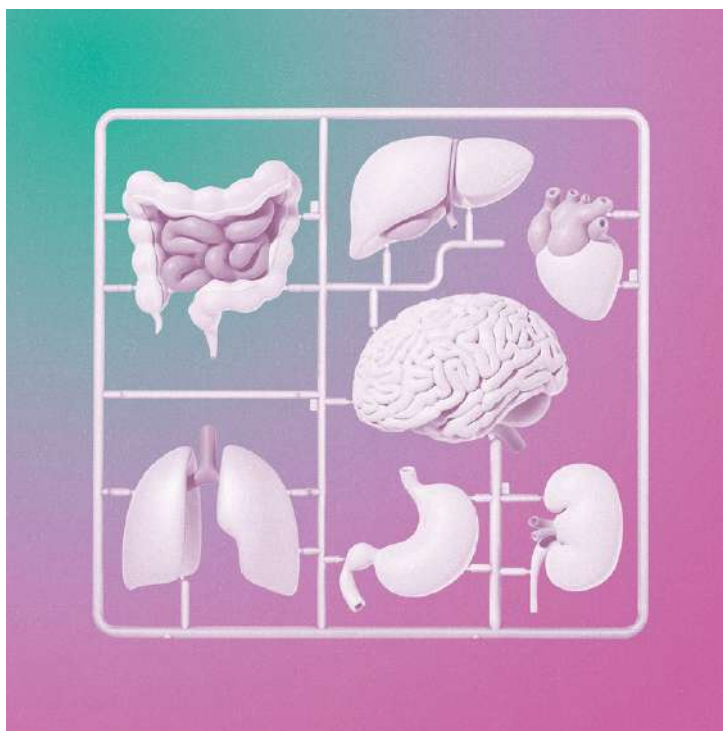
Stem-cell therapies that work

효과적인 줄기세포 치료

강력한 줄기세포로 결국 질병을 치료하는 날이 올지 모른다.

주체 캘리포니아 재생의학 연구소(CIRM), 뉴로나 테라퓨틱스(Neurona Therapeutics), 버텍스 파마슈티컬스(Vertex Pharmaceuticals)

시기 5년 후



이론상 줄기세포를 활용하면 어느 곳이든 아픈 부위를 대체할 수 있다.
이제 줄기세포는 마침내 의료혁명을 가져올 것이라는 약속의 실현을 눈앞에 두고 있다.

25년 전, 연구자들은 체외수정을 통해 생성된 배아에서 강력한 줄기세포를 분리했다. 이론적으로는 인체의 어떤 조직으로든 분화할 수 있는 이러한 줄기세포는 의료혁명을 가져올 것으로 보였다. 이론상 줄기세포를 활용하면 어느 곳이든 아픈 부위를 대체할 수 있기 때문이다.

그러나 줄기세포 과학은 순조롭게 진행되지 않았다. 처음에는 괜찮은 것 같았다. 과학자들은 무엇이든 될 수 있는 이러한 줄기세포를 배아 없이 만들어내는 법을 금방 배울 수 있었다. 그러나 줄기세포를 제대로 기능하는 성인 조직으로 성장시키는 일은 생각보다 어려운 일이었다.

그러나 이제 줄기세포는 마침내 의료혁명을 가져올 것이라는 약속의 실현을 눈앞에 두고 있다. 뇌전증 환자인 저스틴 그레이브스(Justin Graves)의 사례를 살펴보자. 그레이브스는 뇌전증 발작을 일으키는 뇌의 전기적 문제를 억제하도록 설계되어 실험실에서 만들어진 신경세포(뉴런)를 이식받는 임상시험에 참여했다.

2023년 캘리포니아 대학교 샌디에이고 캠퍼스(UC샌디에이고)에서 시행된 이 수술 이후에 그레이브스는 예전처럼 하루에 한 번씩 발작을 일으키는 것이 아니라 일주일에 한 번 정도 발작을 일으킨다고 보고했다. 그레이브스는 수술에 대해 “내 삶을 완전히 바꿔놓은 정말 놀라운 변화였다”며 “이제 나는 거의 ‘줄기세포 전도사’가 되었다”고 밝혔다.

뉴로나 테라퓨틱스(Neurona Therapeutics)라는 제약회사에서 진행한 이 뇌전증 임상시험은 아직 초기 단계로, 지금까지 15명의 환자만 치료를 받았다. 그러나 예비 결과는 놀라운 수준이다.

지난 6월에는 또 다른 줄기세포 연구에서 극적인 결과가 나왔다. 이 임상시험은 이전에 소아당뇨라고 불렸던 제1형 당뇨병을 대상으로 했는데, 제1형 당뇨병이란 환자의 신체가 췌장의 베타세포를 공격하는 자가면역질환이다. 베타세포가 혈당 수치를 조절하지 못하면 제1형 당뇨병 환자는 매일 혈당을 모니터링하면서 인슐린 투여에 의존하여 삶을 살아가야 한다.

보스턴에 본사를 둔 버텍스 파마슈티컬스(Vertex Pharmaceuticals)에서 현재 진행하고 있는 이 연구에서, 실험실에서 만든 베타세포를 주입받은 일부 환자들은 인슐린 투여를 중단할 수 있었다. 이들에게 주입된 새로운 베타세포는 인슐린이 필요하면 직접 만들어낼 수 있다.

“발작이 더는 일어나지 않는다.” “이제는 인슐린 주사를 맞지 않아도 된다.” 이는 환자들이 항상 듣고 싶어 했던 말이다. 그리고 이 말은 환자들이 제대로 기능할 수 있는 신체를 바탕으로 삶을 잘 영위할 수 있게 되는 ‘기능적 완치’라는 목표에 줄기세포 연구자들이 가까워지고 있다는 의미이기도 하다.

– Antonio Regalado

09 Robotaxis 로보택시

앱으로 호출할 수 있는 무인자동차가 더 많은 도시 도로를 달리고 있다.

주체 바이두(Baidu), 크루즈(Cruise), 포니AI(Pony AI), 웨이모(Waymo), 웨이브(Wayve), 죽스(Zoox)
시기 현재



Ari Liloan

미국이나 중국의 특정 도시에 거주하고 있다면 무인자동차에서 승객이 내리고 있는 모습을 본 적이 있을 것이다. 어쩌면 직접 탑승해 봤을 수도 있다. 이는 무인자동차가 여전히 도로의 규칙을 학습하고 있던 3년 전과 비교하면 엄청난 변화라고 할 수 있다. 로보택시는 곧 더 많은 도시에서 운행될 것으로 보인다.

현재 중국 전역의 도시에서 승객들은 중국의 기술 기업인 바이두(Baidu), 자율주행 스타트업인 오토X(AutoX), 그리고 싱가포르, 중동, 미국으로 진출하려는 야심 찬 계획을 품고 있는 자율주행 스타트업 위라이드(WeRide)와 포니AI(Pony AI) 등이 운영하는 로보택시를 골라서 이용할 수 있다. 기업들이 수백만 킬로미터에 달하는 거리를 주행하며 학습 데이터를 수집하면서 무인자동차는 몇 년 동안 미국 도로에서 흔히 볼 수 있는 존재가 됐지만, 대중이 실제로 무인자동차를 타기 시작한 것은 최근의 일이다.

구글의 모기업인 알파벳이 소유한 웨이모(Waymo)는 미국 무인자동차 업계의 가장 큰 업체이다. 웨이모는 샌프란시스코, 로스앤젤레스, 피닉스에서 무인택시 서비스를 막 시작했으며 우버와의 파트너십을 통해 올해 말까지 오스틴과 애틀랜타로 서비스를 확장할 계획이다. 아마존의 자회사 족스(Zoox)는 2025년 라스베이거스에서 로보택시 서비스를 대중에게 공개하는 것을 목표로 하고 있으며, 현재는 샌프란시스코, 오스틴, 마이애미에서 시범 서비스를 운영하고 있다. 또한 영국의 스타트업 웨이브(Wayve)는 자사 기술을 샌프란시스코에서 테스트하기 시작하면서 우측 주행으로 전환하기 위해 노력하고 있다.

아직 잠재적인 장애물은 많이 남아 있는 상황이다. 중국에서는 로보택시 요금이 너무 저렴해서 천만 명에 달하는 중국 택시 기사들의 반발을 불러일으키고 있다. 미국에서는 2023년 10월 제너럴모터스의 크루즈에서 운영하는 자율주행차량이 보행자를 치는 사고가 발생하고 운행을 중단했다가 최근에서야 차량 테스트를 재개했다. 테슬라는 2025년 캘리포니아와 텍사스에서 무인차량 호출 서비스를 도입하겠다는 계획을 발표했지만, 계획을 실현하려면 그 전에 기술력을 입증하고 필요한 허가를 확보해야 한다.

그렇다고 해도 로보택시 산업은 발전하고 있다. 로보택시를 처음 경험하고 이 기술에 익숙해지고 있는 사람의 수가 점점 늘어나고 있다. 대형 업체들은 새로운 도시로 사업을 확장하고 가격 경쟁을 시작할 것으로 예상된다

– Rhiannon Williams

10

Green steel 녹색철강

이산화탄소를 거의 전혀 배출하지 않는 세계 최초의 상업 규모 철강 공장이 스웨덴에 건설되고 있다.

주체 보스턴메탈(Boston Metal), LKAB, 미드렉스(Midrex), 스테그라(Stegra)
시기 1년 후



2020년에 설립된 스테그라는 약 70억 달러의 자금을 조달했으며, 2026년에 보덴에 있는 공장에서 가동을 시작할 것으로 예상하고 있다. Stegra

철강 산업은 전 세계 탄소 배출량의 약 8%를 차지한다. 재생에너지로 만든 수소를 사용하여 철강을 생산하는 방법을 도입하면 이러한 철강 산업의 탄소 배출량을 줄이는 데 도움을 줄 수 있을 것이다.

대부분의 철강은 여전히 석탄 기반의 용광로에서 만들어지며, 이로 인해 철강 1톤을 생산할 때마다 2톤이 넘는 이산화탄소가 배출된다. 이 과정에서 천연가스를 사용하여 철광석을 철강의 주요 성분인 철로 변환하는 '직접환원' 기술을 활용하면 철강 산업의

온실가스 배출량을 약 40% 줄일 수 있다. 그렇다고 해도 여전히 많은 양의 탄소가 배출되는 것은 사실이다.

그런 이유로 일부 기업들은 재생에너지로 만든 수소를 철광석과 반응시켜 철을 만드는 기술을 개발하고 있다. 철광석을 철로 환원시키는 단계는 제철 공정에서 에너지가 가장 많이 사용되고 온실가스도 가장 많이 발생하는 공정이다. 이 과정을 수소를 활용하는 방식으로 바꾸면 이론상 탄소 배출을 거의 제로에 가깝게 감축할 수 있다.

스웨덴의 철강 스타트업인 스테그라(Stegra)는 거의 70억 달러(약 10조 원)에 가까운 투자금을 확보하여 스웨덴 북부의 보덴이라는 도시에 위 방식을 도입한 철강 공장을 건설하고 있다. (지난 9월에 스테그라는 H2 그린스틸(H2 Green Steel)에서 스테그라로 사명을 변경했다.) 이 공장은 풍력과 수력 발전으로 공급되는 청정에너지를 사용하여 전기분해로 물을 분해해 수소를 생산할 예정이다. 공장은 2026년에 가동을 시작할 계획이며, 이 공장은 수소를 활용하는 녹색철강 공장 중에서 상업적 규모로 가동되는 최초의 공장이 될 것으로 보인다.

철강업체인 SSAB, 광산업체인 LKAB, 에너지 기업인 바텐팔(Vattenfall)이 개발한 하이브리트(Hybrit) 기술도 비슷한 공정을 통해 녹색철강을 생산한다. LKAB는 현재 자사의 철광석 광산과 인접한 스웨덴의 옐리바레 지역에 공장을 건설하고 있다. 그러나 환경 허가를 받는 데 어려움을 겪으면서 건설 계획이 지연되고 있는 상황이다.

녹색철강을 생산하는 또 다른 방법은 철광석과 전해질의 혼합물에 전류를 흘려보내 산화철을 분해한 다음, 정제된 금속을 분리하는 것이다. 이 공정에서 청정에너지원을 활용할 수 있다면 탄소 배출량을 매우 적은 수준으로 감축할 수 있다. 미국의 철강 기업인 보스턴메탈(Boston Metal)은 이 방식의 상용화를 목표로 하고 있으며 2026년에 허가를 받을 수 있기를 바라고 있다.

스테그라의 공장이 완전히 가동되면 매년 450만 톤의 철강을 생산하게 되는데, 이는 전 세계에서 매년 생산되는 수십억 톤의 철강에 비하면 매우 작은 규모이다. 그러나 이 공장은 막대한 탄소 배출 없이도 철강을 생산할 수 있다는 것을 증명하고 친환경 제품을 원하는 고객들이 더 많은 비용을 기꺼이 지불할 수 있다는 것을 보여주면서 철강 산업의 온실가스 배출을 감축하는 유망한 시작점이 될 것이다.

– Douglas Main

MIT Technology Review

Published by DMK

MIT 테크놀로지 리뷰 코리아

WEB : www.technologyreview.kr

EMAIL : customer@technologyreview.kr

TEL : 02-2038-3690

*무단 전재 및 재배포 금지