

CHIẾN LƯỢC PHÁT TRIỂN
KHOA HỌC – CÔNG NGHỆ – KINH TẾ

Số 1/2021

10 CÔNG NGHỆ MỚI NỔI HÀNG ĐẦU NĂM 2020



10 CÔNG NGHỆ MỚI NỔI HÀNG ĐẦU NĂM 2020

Một nhóm các chuyên gia quốc tế, được tổ chức bởi tạp chí Scientific American và Diễn đàn Kinh tế Thế giới (WEF), đã chọn lọc từ hơn 75 đề cử khám phá khoa học và công nghệ nổi bật để đưa ra 10 công nghệ mới nổi hàng đầu năm 2020. Đây là những tiến bộ có tiềm năng cách mạng hóa ngành công nghiệp, chăm sóc sức khỏe và xã hội. Để được chọn, các công nghệ phải có tiềm năng thúc đẩy sự tiến bộ trong xã hội và nền kinh tế bằng cách vượt trội hơn những cách làm đã được thiết lập. Chúng cũng cần phải mới lạ (nghĩa là hiện chưa được sử dụng rộng rãi) và có khả năng tạo ra tác động lớn trong vòng 3 - 5 năm tới. Nhóm đã xác định rõ các công nghệ và sau đó đánh giá chặt chẽ những nghiên cứu hàng đầu trước khi đưa ra quyết định cuối cùng.

Nếu một số người trong số hàng nghìn tình nguyện viên cần thiết để thử nghiệm vắc-xin coronavirus có thể được thay thế bằng các bản sao kỹ thuật số - một trong 10 công nghệ mới nổi hàng đầu của năm 2020 - thì vắc-xin COVID-19 có thể đã được phát triển nhanh hơn nữa, cứu sống được nhiều người. Chẳng bao lâu nữa, các thử nghiệm lâm sàng ảo có thể trở thành hiện thực để thử nghiệm các loại vắc xin và liệu pháp mới. Các công nghệ khác trong top 10 có thể giảm phát thải khí nhà kính (GHG) bằng cách sử dụng động cơ điện cho máy bay và sử dụng ánh sáng mặt trời để cung cấp năng lượng trực tiếp cho việc sản xuất hóa chất công nghiệp. Với điện toán không gian, thế giới kỹ thuật số và vật lý sẽ được tích hợp theo những cách vượt xa những kỳ diệu của thực tế ảo. Và các cảm biến siêu nhạy khai thác các quy trình lượng tử sẽ tạo tiền đề cho các ứng dụng như máy quét não có thể đeo được và các phương tiện có thể nhìn thấy xung quanh các góc.

1. Miếng dán vi kim để tiêm và xét nghiệm không đau

Những miếng dán vi kim (microneedle) đã sẵn sàng để mở ra kỷ nguyên tiêm và xét nghiệm máu không gây đau, có thể thay thế bơm kim tiêm. Cho dù được gắn vào ống tiêm hay miếng dán, microneedles ngăn ngừa cơn đau bằng cách tránh tiếp xúc với các đầu dây thần kinh. Thông thường, có chiều dài 50-2.000 micrômet và đường kính 1-100 micrômet (kích thước của sợi tóc người), chúng xuyên qua lớp da chết trên cùng để đến lớp thứ hai - biểu bì - bao gồm các tế bào và chất lỏng kẽ. Nhưng hầu hết nó không chạm tới, hoặc chỉ chạm được vào lớp hạ bì bên dưới nơi có các đầu dây thần kinh, cùng với máu, mạch bạch huyết và mô liên kết.

Nhiều ứng dụng ống tiêm và miếng dán microneedle đã có sẵn để tiêm vắc xin và nhiều ứng dụng khác đang được thử nghiệm lâm sàng để sử dụng trong điều trị bệnh tiểu đường, ung thư và đau thần kinh. Bởi vì các thiết bị này đưa thuốc trực tiếp vào lớp biểu bì hoặc hạ bì, chúng cung cấp thuốc hiệu quả hơn nhiều so với các miếng dán thẩm thấu qua da quen thuộc, dựa vào sự khuếch tán qua da. Năm 2020, các nhà nghiên cứu đã ra mắt một kỹ thuật mới để điều trị các chứng rối loạn về da như bệnh vẩy nến, mụn



cóc và một số loại ung thư: trộn các hạt microneedles hình ngôi sao vào một loại kem hoặc gel trị liệu. Việc chọc thủng nhẹ nhàng tạm thời trên da của kim giúp tăng cường sự di chuyển của chất điều trị.

Nhiều sản phẩm microneedle đang tiến tới thương mại hóa để lấy máu hoặc dịch kẽ nhanh chóng, không đau và dễ sử dụng trong xét nghiệm chẩn đoán hoặc theo dõi sức khỏe. Các lỗ nhỏ do kim tạo ra làm thay đổi cục bộ về áp suất trong lớp biểu bì hoặc lớp hạ bì, đưa chất lỏng hoặc máu ở kẽ vào thiết bị thu gom. Nếu các kim được kết hợp với cảm biến sinh học, trong vòng vài phút, các thiết bị có thể đo trực tiếp các dấu hiệu sinh học cho biết tình trạng sức khỏe hoặc bệnh tật, chẳng hạn như glucose, cholesterol, sản phẩm phụ của thuốc hoặc tế bào miễn dịch.

Một số sản phẩm cho phép thực hiện tại nhà và gửi đến phòng thí nghiệm hoặc phân tích tại chỗ. Ít nhất một sản phẩm đã vượt qua các rào cản quy định để sử dụng như vậy. Hoa Kỳ và châu Âu gần đây đã phê duyệt thiết bị lấy máu TAP của Seventh Sense Biosystems, cho phép người dân tự thu thập một mẫu máu nhỏ, để gửi đến phòng thí nghiệm hay để tự theo dõi. Trong các cơ sở nghiên cứu, microneedles cũng đang được tích hợp với các thiết bị liên lạc không dây để đo một phân tử sinh học, sử dụng phép đo để xác định liều lượng thuốc thích hợp và sau đó phân phối liều lượng đó - một cách tiếp cận có thể giúp hiện thực hóa y học cá nhân hóa.

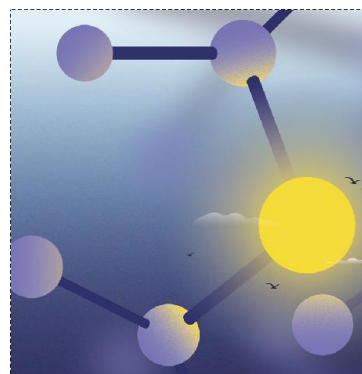
Các thiết bị microneedle có thể cho phép thực hiện xét nghiệm và điều trị ở những khu vực chưa được phục vụ vì chúng không yêu cầu thiết bị đắt tiền hoặc đào tạo nhiều để quản lý. Micron Biomedical đã phát triển một thiết bị dễ sử dụng như vậy: một miếng dán mà bất kỳ ai cũng có thể dán. Một công ty khác, Vaxxas, đang phát triển một miếng dán vắc-xin microneedle trong thử nghiệm ban đầu trên động vật và con người tạo ra các phản ứng miễn dịch nâng cao bằng cách sử dụng một phần nhỏ liều lượng thông thường. Microneedles cũng có thể giảm nguy cơ lây truyền vi rút qua đường máu và giảm chất thải nguy hại từ việc vứt bỏ kim tiêm thông thường.

Kim nhỏ không phải lúc nào cũng là một lợi thế, bởi chúng sẽ không đủ khi cần dùng liều lượng lớn. Không phải tất cả các loại thuốc đều có thể đi qua các microneedles, cũng như không thể lấy mẫu tất cả các dấu hiệu sinh học qua chúng. Cần nghiên cứu thêm để hiểu các yếu tố như tuổi và cân nặng của bệnh nhân, vị trí tiêm và kỹ thuật ảnh hưởng như thế nào đến hiệu quả của các công nghệ dựa trên microneedle. Tuy nhiên, những mũi chích không đau này có thể được kỳ vọng sẽ mở rộng đáng kể khả năng phân phối và chẩn đoán thuốc, đồng thời những công dụng mới sẽ phát sinh khi các nhà điều tra tìm ra cách sử dụng chúng ở các cơ quan ngoài da.

2. Hóa học sử dụng năng lượng mặt trời

Tạo ra các phân tử có thể dùng làm nguyên liệu để tổng hợp thuốc, chất tẩy rửa, phân bón... Ánh sáng nhìn thấy có thể thúc đẩy các quá trình chuyển đổi carbon dioxide thành các vật liệu phổ biến.

Việc sản xuất nhiều hóa chất quan trọng đối với sức khỏe và sự tiêu thụ quá mức nhiên liệu hóa thạch, đã góp phần phát thải carbon dioxide và biến đổi khí hậu. Một



cách tiếp cận mới sử dụng ánh sáng mặt trời để chuyển đổi carbon dioxide thải thành các hóa chất cần thiết này, có khả năng giảm lượng khí thải.

Quy trình này ngày càng trở nên khả thi nhờ những tiến bộ trong chất xúc tác hoạt hóa bằng ánh sáng mặt trời hay còn gọi là chất xúc tác quang. Trong những năm gần đây, các nhà nghiên cứu đã phát triển chất xúc tác quang phá vỡ liên kết đôi bền giữa carbon và oxy trong carbon dioxide. Đây là bước đầu tiên quan trọng trong việc tạo ra các nhà máy lọc “năng lượng mặt trời” sản xuất các hợp chất hữu ích từ khí thải - bao gồm các phân tử “nền tảng” có thể dùng làm nguyên liệu để tổng hợp các sản phẩm đa dạng như thuốc, chất tẩy rửa, phân bón.

Chất xúc tác quang thường là chất bán dẫn, đòi hỏi ánh sáng cực tím năng lượng cao để tạo ra các điện tử tham gia vào quá trình biến đổi carbon dioxide. Tuy nhiên, tia cực tím vừa khan hiếm (chỉ chiếm 5% ánh sáng mặt trời) vừa có hại. Do đó, việc phát triển các chất xúc tác mới hoạt động dưới ánh sáng nhìn thấy dồi dào và lành tính hơn là một mục tiêu chính. Nhu cầu đó đang được giải quyết bằng cách nghiên cứu kỹ lưỡng thành phần, cấu trúc và hình thái của các chất xúc tác hiện có, chẳng hạn như titan đioxit. Chất xúc tác giờ đây chỉ cần ánh sáng nhìn thấy để tạo ra các hóa chất được sử dụng rộng rãi như metanol, fomanđehit và axit fomic - nói chung là quan trọng trong sản xuất chất kết dính, bột, ván ép, tủ, sàn và chất khử trùng hóa chất.

Hiện tại, nghiên cứu hóa học về năng lượng mặt trời chủ yếu diễn ra trong các phòng thí nghiệm hàn lâm, trong đó có: Trung tâm về quang hợp nhân tạo, do Viện Công nghệ California hợp tác với Phòng thí nghiệm Quốc gia Lawrence Berkeley điều hành; Sunrise consortium – liên minh giữa các trường đại học, ngành công nghiệp và các tổ chức nghiên cứu và công nghệ có trụ sở tại Hà Lan; và Khoa phản ứng dị thể tại Viện chuyển đổi năng lượng hóa học Max Planck ở Mülheim, Đức. Một số công ty khởi nghiệp đang nghiên cứu một cách tiếp cận khác để biến carbon dioxide thành các chất hữu ích; cụ thể là, sử dụng điện để thúc đẩy các phản ứng hóa học. Sử dụng điện để cung cấp năng lượng cho các phản ứng rõ ràng sẽ kém thân thiện với môi trường hơn so với sử dụng ánh sáng mặt trời nếu điện được tạo ra từ quá trình đốt cháy nhiên liệu hóa thạch, nhưng sự phụ thuộc vào quang điện có thể khắc phục nhược điểm đó.

Những tiến bộ xảy ra trong quá trình chuyển đổi carbon dioxide thành hóa chất nhờ ánh sáng mặt trời chắc chắn sẽ được thương mại hóa và phát triển hơn nữa bởi các công ty khởi nghiệp hoặc các công ty khác trong những năm tới. Sau đó, ngành công nghiệp hóa chất - bằng cách biến những gì ngày nay là khí thải carbon dioxide thành các sản phẩm có giá trị - sẽ tiến một bước gần hơn để trở thành một phần của nền kinh tế tuần hoàn, không chất thải thực sự, cũng như giúp biến mục tiêu tạo ra phát thải âm thành hiện thực.

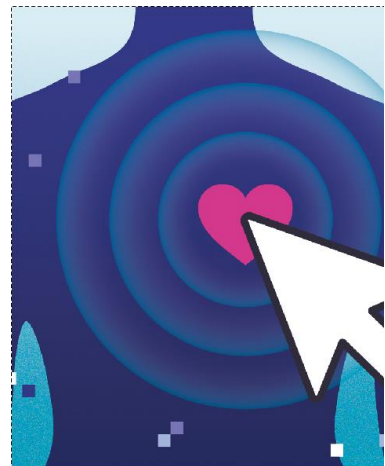
3. Bệnh nhân ảo thay thế con người

Bệnh nhân ảo thay thế con người bằng mô phỏng có thể giúp các thử nghiệm lâm sàng nhanh hơn và an toàn hơn. Các loại vắc xin tiềm năng không có tác dụng có thể được xác định sớm, giảm chi phí thử nghiệm và tránh thử nghiệm các vắc xin kém trên những tình nguyện viên.

Một số thuật toán mới cho phép máy tính chẩn đoán một căn bệnh với độ chính xác chưa từng có, khiến chúng ta dự đoán rằng máy tính sẽ sớm thay thế bác sĩ. Điều gì

sẽ xảy ra nếu máy tính cũng có thể thay thế bệnh nhân? Ví dụ, nếu con người ảo có thể thay thế người thật trong một số giai đoạn của cuộc thử nghiệm vắc xin coronavirus, thì nó có thể đã thúc đẩy sự phát triển của một công cụ phòng ngừa và làm chậm đại dịch. Tương tự như vậy, các vắc xin không có tác dụng có thể được xác định sớm, giảm chi phí thử nghiệm và tránh phải thử nghiệm vắc xin kém trên những tình nguyện viên còn sống. Đây là một số lợi ích của “y học in silico” (in silico medicine) còn gọi là “computational medicine”, là việc sử dụng trực tiếp các mô phỏng máy tính trong chẩn đoán, điều trị và dự phòng một bệnh. Cụ thể hơn, in silico medicine ám chỉ việc mô hình hóa (modelling), mô phỏng (simulation) và trực quan (visualisation) những quá trình sinh học và y học trên máy tính; hoặc việc thử nghiệm thuốc và phương pháp điều trị trên các cơ quan ảo hoặc hệ thống cơ thể để dự đoán cách một người thực sẽ phản ứng với các liệu pháp như thế nào. Trong tương lai gần, những bệnh nhân thực sự sẽ cần thiết trong các nghiên cứu giai đoạn cuối, nhưng trong các thử nghiệm silico sẽ cho phép thực hiện các đánh giá đầu tiên nhanh chóng và ít tốn kém với tính an toàn và hiệu quả, giảm đáng kể số lượng đối tượng sống cần thiết để thử nghiệm.

Với các cơ quan ảo, mô hình bắt đầu bằng cách cung cấp dữ liệu giải phẫu lấy từ hình ảnh không xâm lấn, có độ phân giải cao về cơ quan thực tế của một cá nhân vào một mô hình toán học phức tạp về các cơ chế chi phối chức năng của cơ quan đó. Các thuật toán chạy trên máy tính mạnh sẽ giải quyết các phương trình và ấn số kết quả, tạo ra một cơ quan ảo trông và hoạt động như thật. Trong các thử nghiệm lâm sàng silico đã được tiến hành ở một mức độ nào đó. Ví dụ, Cục Quản lý Thực phẩm và Dược phẩm Hoa Kỳ (FDA) đang sử dụng mô phỏng máy tính thay cho các thử nghiệm trên người để đánh giá các hệ thống chụp nhũ ảnh mới (Mammography). Cơ quan này cũng đã công bố hướng dẫn thiết kế các thử nghiệm thuốc và thiết bị bao gồm cả các bệnh nhân ảo.



Ngoài việc đẩy nhanh kết quả và giảm thiểu rủi ro của các thử nghiệm lâm sàng, y học in silico có thể được sử dụng thay cho các can thiệp rủi ro cần thiết để chẩn đoán hoặc lập kế hoạch điều trị một số tình trạng y tế. Ví dụ, HeartFlow Analysis, một dịch vụ dựa trên đám mây được FDA phê duyệt, cho phép các bác sĩ lâm sàng xác định bệnh động mạch vành dựa trên hình ảnh CT của tim bệnh nhân. Hệ thống HeartFlow sử dụng những hình ảnh này để xây dựng mô hình dòng chảy chất lỏng của máu chạy qua các mạch máu vành, từ đó xác định các tình trạng bất thường và mức độ nghiêm trọng của chúng. Nếu không có công nghệ này, các bác sĩ sẽ cần thực hiện chụp mạch xâm lấn để quyết định có can thiệp hay không. Thử nghiệm trên các mô hình kỹ thuật số của từng bệnh nhân cũng có thể giúp cá nhân hóa liệu pháp cho bất kỳ tình trạng nào và đã được sử dụng trong chăm sóc bệnh tiểu đường.

Triết lý đằng sau y học in silico không phải là mới. Khả năng tạo và mô phỏng hoạt động của một vật thể trong hàng trăm điều kiện hoạt động đã là nền tảng của kỹ thuật trong nhiều thập kỷ, chẳng hạn như thiết kế mạch điện tử, máy bay và các tòa nhà. Tuy nhiên, nhiều rào cản vẫn còn đối với việc triển khai rộng rãi công nghệ này trong nghiên cứu và điều trị y tế.

Đầu tiên, sức mạnh máy tính dự đoán và độ tin cậy của công nghệ này phải được xác nhận và điều đó sẽ đòi hỏi một số tiến bộ. Chúng bao gồm tạo ra cơ sở dữ liệu y tế chất lượng cao từ một cơ sở dữ liệu bệnh nhân lớn, đa dạng về sắc tộc, bao gồm cả phụ nữ và nam giới; sàng lọc các mô hình toán học để giải thích cho nhiều quá trình tương tác trong cơ thể; và sửa đổi thêm các phương pháp trí tuệ nhân tạo để nhận dạng giọng nói và hình ảnh dựa trên máy tính và cần được mở rộng để cung cấp những hiểu biết về sinh học. Cộng đồng khoa học và các đối tác trong ngành công nghiệp đang giải quyết những vấn đề này thông qua các sáng kiến như Dự án Trái tim sống (Living Heart Project) của Dassault Systèmes, Viện Sinh lý học Con người Áo Nghiên cứu Y sinh Tích hợp và Microsoft's Healthcare NExT.

Trong những năm gần đây, FDA và các cơ quan quản lý châu Âu đã chấp thuận một số ứng dụng thương mại đối với chẩn đoán dựa trên máy tính, nhưng việc đáp ứng các yêu cầu quy định đòi hỏi khá nhiều thời gian và tiền bạc. Tạo ra nhu cầu cho các công cụ này là một thách thức do sự phức tạp của hệ sinh thái chăm sóc sức khỏe. Y học in silico phải có khả năng mang lại hiệu quả với chi phí chấp nhận được cho bệnh nhân, bác sĩ lâm sàng và các tổ chức chăm sóc sức khỏe để đẩy nhanh việc áp dụng công nghệ này.

4. Điện toán không gian: Điều lớn lao tiếp theo ngoài thực tế ảo và thực tế tăng cường

Hãy tưởng tượng một người chủ nhà 80 tuổi sống một mình và sử dụng xe lăn. Tất cả các đồ vật trong nhà của người ấy đều được lập danh mục kỹ thuật số, tất cả các cảm biến và thiết bị điều khiển đồ vật đã được kết nối với nhau, và một bản đồ số đã được hợp nhất với bản đồ đồ vật. Khi người đó di



chuyển từ phòng ngủ sang nhà bếp, đèn bật sáng và nhiệt độ môi trường điều chỉnh. Ghế sẽ chậm lại nếu con mèo băng qua trước xe lăn. Khi xe đến nhà bếp, bàn di chuyển để cải thiện khả năng tiếp cận tủ lạnh và bếp nấu, sau đó xe di chuyển trở lại khi người đó sẵn sàng ăn. Sau đó, nếu người đó bắt đầu ngã người để đi ngủ, đồ đạc sẽ thay đổi để bảo vệ và một cảnh báo sẽ được gửi đến con cháu người đó và trạm giám sát địa phương.

Có được những tiện nghi trên là nhờ “Điện toán không gian”, là bước tiếp theo trong quá trình hội tụ liên tục của thế giới vật lý và kỹ thuật số. Nó làm được mọi thứ mà các ứng dụng thực tế ảo và thực tế tăng cường đã làm: số hóa các đối tượng kết nối qua đám mây; cho phép cảm biến và động cơ phản ứng với nhau. Sau đó, nó kết hợp những khả năng này với ánh xạ không gian có độ trung thực cao để cho phép một “điều

phối viên” máy tính theo dõi và kiểm soát các chuyển động và tương tác của các đối tượng khi một người điều hướng qua thế giới kỹ thuật số hoặc vật lý. Điện toán không gian sẽ sớm đưa các tương tác giữa người-máy và máy-máy lên mức hiệu quả mới trong nhiều tầng lớp xã hội, trong đó có ngành công nghiệp, chăm sóc sức khỏe, giao thông vận tải và gia đình. Các công ty lớn, bao gồm Microsoft và Amazon, đang đầu tư rất nhiều vào công nghệ này.

Cũng giống như thực tế ảo và thực tế tăng cường, điện toán không gian được xây dựng dựa trên khái niệm công nghệ “bản sao số” (digital twin) gần giống thiết kế có sự hỗ trợ của máy tính (CAD). Trong CAD, các kỹ sư tạo ra một bản kỹ thuật số của một đối tượng. Bản sao số này có thể được sử dụng đa dạng để in 3-D đối tượng, thiết kế các phiên bản mới của nó, cung cấp đào tạo ảo về nó hoặc kết hợp nó với các đối tượng kỹ thuật số khác để tạo ra thế giới ảo. Điện toán không gian làm cho các bản sao số không chỉ của các vật thể mà còn của con người và vị trí - sử dụng GPS, lidar (một phương pháp khảo sát đo khoảng cách tới mục tiêu bằng cách chiếu sáng mục tiêu đó bằng một tia laze xung quanh và đo các xung phản xạ bằng một cảm biến. Sự khác biệt về thời gian và bước sóng laser sau đó có thể được sử dụng để tạo mô hình số 3 chiều của đối tượng.), video và các công nghệ định vị địa lý khác để tạo bản đồ kỹ thuật số của một căn phòng, một tòa nhà hoặc một thành phố. Các thuật toán phần mềm tích hợp bản đồ kỹ thuật số này với dữ liệu cảm biến và biểu diễn kỹ thuật số của các đối tượng và con người để tạo ra một thế giới kỹ thuật số có thể được quan sát, định lượng và thao tác và cũng có thể thao túng thế giới thực.

Trong lĩnh vực y tế, hãy xem xét viễn cảnh tương lai này: Một đội cứu hộ được cử đến một căn hộ trong thành phố để xử lý một bệnh nhân có thể cần phẫu thuật khẩn cấp. Khi hệ thống gửi hồ sơ y tế của bệnh nhân và cập nhật theo thời gian thực đến thiết bị di động của kỹ thuật viên và đến phòng cấp cứu, nó cũng xác định tuyến đường lái xe nhanh nhất để đến được với người đó. Đèn đỏ ngăn dòng xe cộ qua lại và khi xe cứu thương chạy tới, cửa vào của tòa nhà mở ra, thang máy đã vào vị trí, các nhân viên y tế nhanh chóng mang theo cáng của họ. Họ đến phòng phẫu thuật thông qua con đường nhanh nhất, một nhóm phẫu thuật sử dụng điện toán không gian và thực tế tăng cường để vạch ra hoạt động của toàn bộ phòng phẫu thuật hoặc lập kế hoạch cho đường phẫu thuật qua cơ thể của bệnh nhân này.

Ngành công nghiệp đã chấp nhận sự tích hợp của các cảm biến chuyên dụng, bản sao số và internet vạn vật để tối ưu hóa năng suất và có thể sẽ sớm áp dụng điện toán không gian. Công nghệ này có thể bổ sung tính năng theo dõi dựa trên vị trí cho một phần thiết bị hoặc toàn bộ nhà máy. Bằng cách đeo tai nghe thực tế tăng cường hoặc xem hình ảnh ba chiều được chiếu không chỉ hiển thị hướng dẫn sửa chữa mà còn hiển thị bản đồ không gian của các thành phần máy, công nhân có thể được hướng dẫn xung quanh máy để sửa chữa nó hiệu quả nhất có thể, giảm thời gian và chi phí. Hoặc nếu một kỹ thuật viên đang tương tác với phiên bản thực tế ảo của một trang web từ xa để chỉ đạo một số rô bốt khi họ xây dựng nhà máy, các thuật toán tính toán không gian có thể giúp tối ưu hóa sự an toàn, hiệu quả và chất lượng của công việc bằng cách cải thiện, chẳng hạn như sự phối hợp của rô bốt và lựa chọn các nhiệm vụ được giao cho chúng. Trong một kịch bản phổ biến hơn, các công ty bán lẻ và thức ăn nhanh có thể kết hợp điện toán không gian với các kỹ thuật công nghiệp tiêu chuẩn (chẳng hạn như phân tích chuyển động – thời gian) để nâng cao quy trình làm việc hiệu quả.

5. Y học số



Liệu một ứng dụng có thể thay thế đơn thuốc từ bác sĩ không? Một loạt các ứng dụng đang được sử dụng hoặc đang được phát triển có thể phát hiện hoặc theo dõi các rối loạn tâm thần và thể chất một cách tự động hoặc trực tiếp quản lý các liệu pháp. Được gọi chung là y học số (digital medicine), phần mềm vừa có thể tăng cường chăm sóc y tế truyền thống vừa hỗ trợ bệnh nhân khi quyền tiếp cận chăm sóc sức khỏe bị hạn chế - như cuộc khủng hoảng COVID-19 đã trở nên trầm trọng hơn.

Nhiều công cụ hỗ trợ phát hiện dựa vào thiết bị di động để ghi lại các đặc điểm như giọng nói, vị trí, nét mặt, hoạt động tập thể dục, ngủ và nhấn tin của người dùng; sau đó họ áp dụng trí tuệ nhân tạo (AI) để đánh dấu sự khởi phát hoặc làm trầm trọng thêm của một tình trạng bệnh. Ví dụ, một số đồng hồ thông minh có chứa một bộ cảm biến tự động phát hiện và cảnh báo mọi người về chứng rung tâm nhĩ. Các công cụ tương tự đang được tiến hành để sàng lọc các rối loạn nhịp thở, trầm cảm, Parkinson, Alzheimer, chứng tự kỷ và các tình trạng khác. Những công cụ hỗ trợ phát hiện hay “kiểu hình kỹ thuật số” này sẽ không sớm thay thế bác sĩ nhưng có thể là những đối tác hữu ích trong việc làm nổi bật những lo ngại cần theo dõi. Các thiết bị hỗ trợ phát hiện cũng có thể ở dạng viên thuốc có thể ăn được, mang cảm biến, được gọi là thiết bị vi điện tử. Một số đang được phát triển để phát hiện những thứ như ADN ung thư, khí thải ra từ vi khuẩn đường ruột, chảy máu dạ dày, nhiệt độ cơ thể và nồng độ oxy. Các cảm biến chuyển tiếp dữ liệu đến các ứng dụng để ghi lại.

Các ứng dụng trị liệu cũng được thiết kế cho nhiều loại rối loạn. Phương pháp điều trị kỹ thuật số theo toa đầu tiên được FDA chấp thuận là công nghệ Pear Therapeutics’s reSET cho chứng rối loạn sử dụng chất gây nghiện. Được sự chấp thuận vào năm 2018 với tư cách là một phương pháp hỗ trợ chăm sóc từ một chuyên gia y tế, reSET cung cấp liệu pháp hành vi nhận thức 24/7 (CBT) và cung cấp cho các bác sĩ lâm sàng dữ liệu thời gian thực về cảm giác thèm ăn và kích thích của bệnh nhân. Somryst, một ứng dụng trị liệu chứng mất ngủ và EndeavourRX - liệu pháp đầu tiên được cung cấp dưới dạng trò chơi điện tử dành cho trẻ em mắc chứng rối loạn tăng động giảm chú ý, đã nhận được giấy phép của FDA năm 2020.

Luminopia, một công ty khởi nghiệp về sức khỏe trẻ em, đã thiết kế một ứng dụng thực tế ảo để điều trị chứng nhược thị (mắt lười), một giải pháp thay thế cho băng che mắt. Một ngày nào đó học sinh có thể nhận được cảnh báo từ một chiếc đồng hồ thông

minh để tìm kiếm sự trợ giúp cho chứng trầm cảm nhẹ sau khi đồng hồ phát hiện những thay đổi trong cách nói và cách giao tiếp xã hội; khi đó, họ có thể chuyển sang trò chuyện Woebot để được tư vấn CBT. Không phải tất cả các ứng dụng chăm sóc sức khỏe đều đủ điều kiện là y học số. Phần lớn các phương pháp nhằm chẩn đoán hoặc điều trị các rối loạn phải được chứng minh là an toàn và hiệu quả trong các thử nghiệm lâm sàng và nhận được sự chấp thuận của cơ quan quản lý; một số có thể cần đơn thuốc của bác sĩ. Vào tháng 4 năm 2020, để giúp đối phó với đại dịch COVID-19, FDA đã đưa ra các ngoại lệ tạm thời cho các thiết bị chăm sóc sức khỏe tâm thần có nguy cơ thấp.

Đại dịch COVID-19 cho thấy tầm quan trọng của y học số. Khi dịch bùng phát, hàng chục ứng dụng để phát hiện trầm cảm và tư vấn đã có sẵn. Ngoài ra, các bệnh viện và cơ quan chính phủ trên toàn cầu đã triển khai các biến thể của dịch vụ Microsoft's Healthcare Bot. Thay vì gọi điện trợ giúp hoặc mạo hiểm đến phòng cấp cứu, những người lo lắng về ho và sốt có thể trò chuyện với một bot (ứng dụng phần mềm chatbot chuyên thực hiện các tác vụ tự động trên Internet), sử dụng xử lý ngôn ngữ tự nhiên để hỏi về các triệu chứng và dựa trên phân tích AI, có thể mô tả các nguyên nhân có thể xảy ra hoặc bắt đầu một đợt điều trị y tế từ xa để bác sĩ đánh giá. Đến cuối tháng 4/2020, các bot đã nhận được hơn 200 triệu câu hỏi về các triệu chứng và phương pháp điều trị COVID-19. Những can thiệp như vậy làm giảm đáng kể sự căng thẳng cho hệ thống y tế.

Rõ ràng, xã hội phải cân trọng bước vào tương lai của y học số - đảm bảo rằng các công cụ này phải trải qua quá trình kiểm tra nghiêm ngặt, bảo vệ quyền riêng tư và tích hợp suôn sẻ vào quy trình làm việc của bác sĩ. Với các biện pháp bảo vệ như vậy, kỹ thuật số và phương pháp trị liệu có thể tiết kiệm chi phí chăm sóc sức khỏe. Hơn nữa, việc áp dụng AI vào các bộ dữ liệu lớn sẽ được tạo ra bởi các ứng dụng điều trị và định hình kỹ thuật số sẽ hữu ích để cá nhân hóa việc chăm sóc bệnh nhân. Các mô hình xuất hiện cũng sẽ cung cấp cho các nhà nghiên cứu những ý tưởng mới về cách tốt nhất để xây dựng thói quen lành mạnh và ngăn ngừa bệnh tật.

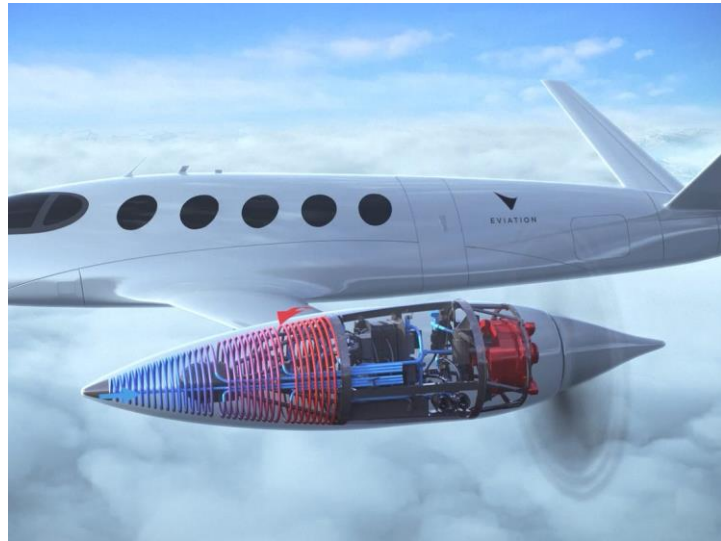
6. Máy bay điện

Năm 2019, du lịch hàng không chiếm 2,5% lượng khí thải carbon toàn cầu, con số có thể tăng gấp ba lần vào năm 2050. Trong khi một số hãng hàng không đã bắt đầu bù đắp những đóng góp của họ cho lượng khí thải carbon trong khí quyển. Máy bay điện có thể cung cấp quy mô chuyển đổi cần thiết và nhiều công ty đang chạy đua để phát triển chúng. Động cơ đẩy điện không chỉ giúp loại bỏ khí thải carbon trực tiếp mà còn có thể giảm chi phí nhiên liệu lên đến 90%, chi phí bảo trì tới 50% và tiếng ồn gần 70%. Các cánh quạt điện giúp tăng lực nâng trong quá trình cất cánh, cho phép tạo ra các cánh nhỏ hơn và hiệu quả tổng thể cao hơn.

Trong số các công ty dự tính dùng động cơ máy bay điện có Airbus, Ampaire, MagniX và Efining. Tất cả đều là máy bay thử nghiệm dành cho các chuyến bay tư nhân và đang tìm kiếm chứng nhận từ Cục Hàng không Liên bang Hoa Kỳ. Cape Air, một trong những hãng hàng không lớn nhất trong khu vực, dự kiến sẽ là một trong những khách hàng đầu tiên, với kế hoạch mua loại máy bay điện 9 hành khách Alice. Cape Air không chỉ quan tâm đến lợi ích môi trường mà còn tiết kiệm tiềm năng chi phí vận hành. Động cơ điện nói chung có tuổi thọ cao hơn so với động cơ chạy bằng nhiên liệu

hydrocacbon trong máy bay hiện tại của họ, cần đại tu ở 20.000 giờ so với 2.000 giờ hiện nay.

Động cơ đẩy tiến (Forward-propulsion engines) không phải là động cơ duy nhất chạy bằng điện. Máy bay điện X-57 Maxwell của NASA, đang được phát triển, thay thế các cánh thông thường bằng những cánh ngắn hơn có một bộ cánh quạt điện phân tán. Trên máy bay phản lực thông thường, cánh phải đủ lớn để tạo lực nâng khi máy bay di chuyển ở tốc độ thấp, nhưng diện tích bề mặt lớn sẽ tạo thêm lực cản ở tốc độ cao hơn.



Các cánh quạt điện giúp tăng lực nâng trong quá trình cất cánh, cho phép tạo ra các cánh nhỏ hơn và hiệu quả tổng thể cao hơn.

Trong tương lai gần, máy bay điện sẽ bị giới hạn quãng đường di chuyển. Các loại pin tốt nhất hiện nay tiêu thụ ít năng lượng hơn so với nhiên liệu truyền thống: cường độ năng lượng 250 watt/kg so với 12.000 watt-giờ/kg đối với nhiên liệu máy bay. Do đó, pin cần thiết cho một chuyến bay nhất định nặng hơn nhiều so với nhiên liệu tiêu chuẩn và chiếm nhiều không gian hơn. Khoảng một nửa tổng số chuyến bay trên toàn cầu có quãng đường dưới 800 km, dự kiến sẽ nằm trong phạm vi hoạt động của máy bay điện chạy bằng pin vào năm 2025.

Hàng không điện phải đối mặt với các rào cản về chi phí và quy định, nhưng các nhà đầu tư, cơ sở ương tạo, tập đoàn và chính phủ hào hứng với tiên bộ của công nghệ này đang đầu tư đáng kể vào sự phát triển của nó - khoảng 250 triệu USD đã được đầu tư vào các công ty khởi nghiệp hàng không điện từ năm 2017 đến năm 2019. Hiện tại, khoảng 170 dự án máy bay điện đang được tiến hành. Hầu hết các máy bay điện được thiết kế cho các chuyến bay tư nhân, công ty và đi lại thông thường, nhưng Airbus cho biết họ có kế hoạch có 100 phiên bản chở khách sẵn sàng bay vào năm 2030.

7. Xi măng cacbon thấp hơn: Vật liệu xây dựng chống biến đổi khí hậu

Bê tông là vật liệu nhân tạo được sử dụng rộng rãi nhất thế giới trong xây dựng. Việc sản xuất một trong những thành phần quan trọng của nó, xi măng, tạo ra một lượng carbon dioxide do con người tạo ra đáng kể nhưng đã không được xem xét đầy đủ: chiếm đến 8% tổng lượng khí cacbonic do con người tạo ra trên toàn cầu, theo tổ chức nghiên cứu Chatham House có trụ sở tại London. Chatham House báo cáo hiện nay 4 tỷ tấn xi măng được sản xuất mỗi năm, nhưng do tốc độ đô thị hóa ngày càng tăng, con số đó dự kiến sẽ tăng lên 5 tỷ tấn trong 30 năm tới. Khí thải từ sản xuất xi măng là do nhiên liệu hóa thạch được sử dụng để tạo ra nhiệt cho quá trình hình thành xi măng, cũng như từ quá trình hóa học trong lò biến đá vôi thành clinker, sau đó được nghiền và kết hợp với các vật liệu khác để tạo ra xi măng.

Vào năm 2018, Hiệp hội Xi măng và Bê tông Toàn cầu, chiếm khoảng 30% sản lượng trên toàn thế giới, đã công bố Hướng dẫn Bền vững đầu tiên của ngành, một tập hợp các phép đo chính như lượng khí thải và mức sử dụng nước nhằm theo dõi các cải tiến về hiệu suất và minh bạch.



Trong khi đó, nhiều phương pháp tiếp cận carbon thấp hơn đang được theo đuổi, với một số phương pháp đã được áp dụng. Công ty khởi nghiệp Solidia ở Piscataway, New Jersey, đang sử dụng một quy trình hóa học được cấp phép từ Đại học Rutgers để cắt giảm 30% lượng carbon dioxide thường thải ra trong quá trình sản xuất xi măng. Công thức này sử dụng nhiều đất sét hơn, ít đá vôi hơn và ít nhiệt hơn các quy trình điển hình. CarbonCure ở Dartmouth, Nova Scotia, lưu trữ carbon dioxide thu được từ các quy trình công nghiệp khác trong bê tông thông qua quá trình khoáng hóa thay vì giải phóng nó vào khí quyển dưới dạng sản phẩm phụ. Công ty CarbiCrete có trụ sở tại Montreal đã loại bỏ xi măng trong bê tông hoàn toàn, thay thế nó bằng một sản phẩm phụ của quá trình luyện thép được gọi là xỉ thép. Và Norcem, một nhà sản xuất xi măng lớn ở Na Uy, đang đặt mục tiêu biến một trong những nhà máy của mình thành nhà máy sản xuất xi măng không phát thải đầu tiên trên thế giới. Cơ sở này đã sử dụng nhiên liệu thay thế từ chất thải và dự định bổ sung công nghệ thu giữ và lưu trữ carbon để loại bỏ hoàn toàn lượng khí thải vào năm 2030.

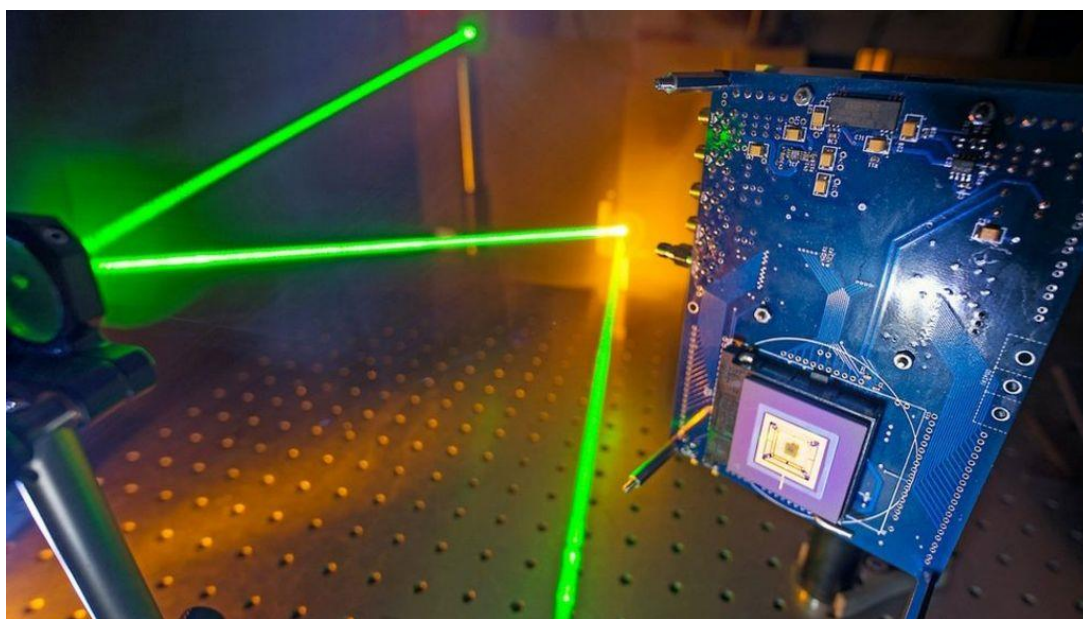
Ngoài ra, các nhà nghiên cứu đã kết hợp vi khuẩn vào công thức bê tông để hấp thụ carbon dioxide từ không khí và cải thiện các đặc tính của nó. Các công ty khởi nghiệp theo đuổi vật liệu xây dựng "sống" này bao gồm BioMason ở Raleigh, Bắc Carolina, tạo ra những viên gạch giống như xi măng bằng cách sử dụng vi khuẩn và các hạt được gọi là cốt liệu. Và trong một cải tiến do Cơ quan Dự án Nghiên cứu Tiên tiến Quốc phòng (Hoa Kỳ) tài trợ và được công bố trên tạp chí Matter, các nhà nghiên cứu tại Đại học Colorado Boulder đã sử dụng vi khuẩn quang hợp gọi là vi khuẩn lam để xây dựng một loại bê tông carbon thấp hơn. Họ đã cấy vi khuẩn vào giàn giáo cát-hydrogel để tạo ra những viên gạch có khả năng tự chữa lành vết nứt.

Những viên gạch này không thể thay thế xi măng và bê tông trong tất cả các ứng dụng ngày nay. Tuy nhiên, một ngày nào đó chúng có thể thay thế các vật liệu nhẹ, chịu lực, chẳng hạn như vật liệu dùng để lát, trang trí mặt tiền và các công trình tạm thời.

8. Cảm biến lượng tử

Cảm biến lượng tử đạt đến mức độ chính xác cực cao bằng cách khai thác bản chất lượng tử của vật chất. Các nhà phân tích trong ngành công nghiệp hy vọng cảm biến lượng tử sẽ tiếp cận thị trường trong vòng 3-5 năm tới, với trọng tâm ban đầu là các ứng dụng y tế và quốc phòng.

Máy tính lượng tử đã được kỳ vọng rất nhiều và cảm biến lượng tử cũng sẽ được kỳ vọng không kém, nó cho phép các phương tiện tự hành có thể "nhìn thấy" xung quanh các góc, hệ thống định vị dưới nước, hệ thống cảnh báo sớm về hoạt động núi lửa và động đất và máy quét di động theo dõi hoạt động não của một người trong cuộc sống hàng ngày.



Cảm biến lượng tử đạt đến mức độ chính xác cực cao bằng cách khai thác bản chất lượng tử của vật chất - sử dụng sự khác biệt giữa các electron ở các trạng thái năng lượng khác nhau làm đơn vị cơ sở. Đồng hồ nguyên tử minh họa nguyên tắc này. Tiêu chuẩn giờ thế giới dựa trên thực tế là các electron trong xêzi 133 nguyên tử hoàn thành một quá trình chuyển đổi cụ thể 9.192.631.770 lần một giây. Các cảm biến lượng tử sử dụng quá trình chuyển đổi nguyên tử để phát hiện những thay đổi nhỏ trong chuyển động và những khác biệt nhỏ trong trọng trường, điện trường và từ trường.

Tuy nhiên, có nhiều cách khác để xây dựng cảm biến lượng tử. Ví dụ, các nhà nghiên cứu tại Đại học Birmingham, Vương quốc Anh, đang nghiên cứu phát triển các nguyên tử siêu lạnh, rơi tự do để phát hiện những thay đổi nhỏ trong trọng lực. Loại máy đo trọng lực lượng tử này sẽ có khả năng phát hiện các đường ống, dây cáp và các vật thể khác bị chôn vùi mà ngày nay chỉ có thể tìm thấy một cách đáng tin cậy bằng cách đào. Các tàu đi biển có thể sử dụng công nghệ tương tự để phát hiện các vật thể dưới nước. Hầu hết các hệ thống cảm biến lượng tử vẫn đắt tiền, quá khổ và phức tạp, nhưng một thế hệ cảm biến mới nhỏ hơn, giá cả phải chăng hơn sẽ mở ra các ứng dụng mới. Các nhà nghiên cứu tại Viện Công nghệ Massachusetts trong năm 2019 đã sử dụng các phương pháp chế tạo thông thường để thiết lập một cảm biến lượng tử dựa trên kim cương trên một con chip silicon, ép nhiều thành phần công nghệ truyền thống thành một hình vuông rộng vài phần mười milimét. Nguyên mẫu là một bước tiến tới các cảm biến

lượng tử chi phí thấp, được hoạt động ở nhiệt độ phòng và có thể được sử dụng cho bất kỳ ứng dụng nào liên quan đến việc thực hiện các phép đo tinh vi của từ trường yếu.

Các hệ thống lượng tử vẫn rất dễ bị nhiễu khiến chúng có thể bị hạn chế ứng dụng trong các môi trường được kiểm soát. Nhưng các chính phủ và các nhà đầu tư tư nhân đang đầu tư rất nhiều để nghiên cứu giải quyết vấn đề này và những thách thức khác về chi phí, quy mô và độ phức tạp. Ví dụ, Anh đã đầu tư 315 triệu bảng Anh vào giai đoạn hai của Chương trình Điện toán Lượng tử Quốc gia (2019-2024). Các nhà phân tích trong ngành hy vọng cảm biến lượng tử sẽ tiếp cận thị trường trong vòng 3-5 năm tới, với trọng tâm ban đầu là các ứng dụng y tế và quốc phòng.

9. Hydro xanh

Hydro xanh được coi là năng lượng không carbon để bổ sung cho năng lượng gió và năng lượng mặt trời. Các công ty đang nghiên cứu để phát triển các máy điện phân có thể tạo ra hydro xanh với giá rẻ như hydro xám hoặc hydro lam.

Hydro là nguyên tố phổ biến thứ 3 trên Trái đất, nhưng không có sẵn để khai thác trực tiếp mà phải được tạo ra từ các nguồn sơ cấp ban đầu như nước hoặc các hợp chất hydrocacbon.

Hydro còn là một nguồn năng lượng sạch và có thể sử dụng để thay thế nhiên liệu hóa thạch. Tùy vào phương pháp sản xuất, hydro có thể được phân loại thành 3 nhóm như sau: grey hydrogen (hydro xám), blue hydrogen (hydro lam) và green hydrogen (hydro xanh). Khi hydro cháy, sản phẩm phụ duy nhất là nước - đó là lý do tại sao hydro là nguồn năng lượng không carbon hấp dẫn trong nhiều thập kỷ.

Hiện nay, gần như có đến 70/80 tấn hydro sản xuất mỗi năm nhờ vào quá trình nhiệt hóa các loại hợp chất hydrocacbon như metan từ nguồn khí thiên nhiên hoặc sau khi khí hóa nhiên liệu than ở quy mô công nghiệp. Hydro tạo ra từ phương pháp này được gọi là hydro xám vì quá trình nhiệt hóa hydrocacbon kèm theo phát thải CO₂. Mặc dù đây là phương pháp sản xuất hydro chi phí và có tính cạnh tranh cao, tuy nhiên, nguồn nhiên liệu hóa thạch đang dần cạn kiệt và việc cắt giảm phát thải khí nhà kính đang là vấn đề quan trọng hơn. Để giảm phát thải môi trường, hydro lam được xem là một giải pháp thay thế cho hydro xám. Hydro lam được sản xuất bằng phương pháp nhiệt hóa hydrocacbon kết hợp với công nghệ thu gom và lưu trữ CO₂. Tuy nhiên, việc bổ sung hệ thống thu gom và lưu trữ CO₂ sẽ làm tăng chi phí sản xuất hydro khoảng 1,5 lần.

Hydro xanh được sản xuất thông qua quá trình điện phân, trong đó máy móc tách nước thành hydro và oxy mà không có sản phẩm phụ nào khác. Trong lịch sử, quá trình điện phân đòi hỏi rất nhiều điện nên việc sản xuất hydro theo cách đó không có ý nghĩa gì. Tình hình đang thay đổi vì hai lý do. Thứ nhất, lượng điện tái tạo dư thừa đáng kể



đã có sẵn ở quy mô lưới điện; thay vì lưu trữ lượng điện dư thừa trong các dây pin, lượng điện dư thừa có thể được sử dụng để thúc đẩy quá trình điện phân nước, lưu trữ điện năng ở dạng hydro. Thứ hai, máy điện phân ngày càng hiệu quả hơn.

Các công ty đang nghiên cứu để phát triển các máy điện phân có thể tạo ra hydro xanh với giá rẻ như hydro xám hoặc hydro lam và các chuyên gia kỳ vọng họ sẽ đạt được mục tiêu đó trong thập kỷ tới. Trong khi đó, các công ty năng lượng đang bắt đầu tích hợp máy điện phân trực tiếp vào các dự án điện tái tạo. Ví dụ, một liên minh gồm các công ty đứng sau một dự án có tên là Gigastack có kế hoạch trang bị trang trại gió ngoài khơi Ørsted's Hornsea Two với các máy điện phân 100 megawatt để tạo ra hydro xanh ở quy mô công nghiệp.

Các công nghệ tái tạo hiện tại như năng lượng mặt trời và gió có thể khử cacbon trong ngành năng lượng tới 85% bằng cách thay thế khí đốt và than bằng điện sạch. Các bộ phận khác của nền kinh tế, chẳng hạn như vận chuyển và sản xuất, khó điện khí hơn vì chúng thường đòi hỏi nhiên liệu có mật độ năng lượng cao hoặc nhiệt ở nhiệt độ cao. Hydro xanh có tiềm năng trong các lĩnh vực này. Ủy ban Chuyển đổi Năng lượng quốc tế cho biết hydro xanh là một trong bốn công nghệ cần thiết để đáp ứng mục tiêu của Thỏa thuận Paris về giảm hơn 10 gigatonnes carbon dioxide mỗi năm từ các lĩnh vực công nghiệp liên quan nhất, trong đó có khai thác mỏ, xây dựng và hóa chất.

10. Tổng hợp toàn bộ bộ gen

Tổng hợp toàn bộ bộ gen được coi là kỹ thuật tế bào cấp độ tiếp theo. Khả năng chỉnh sửa bộ gen của chính chúng ta chắc chắn sẽ xuất hiện, cho phép các bác sĩ chữa khỏi các bệnh di truyền.

Đầu đại dịch COVID-19, các nhà khoa học ở Trung Quốc đã tái trình tự gen của virus (bản thiết kế để sản xuất ra nó) lên cơ sở dữ liệu di truyền. Một nhóm nghiên cứu Thụy Sĩ sau đó đã tổng hợp toàn bộ bộ gen và tạo ra virus từ nó - về cơ bản là dịch chuyển virus vào phòng thí nghiệm của họ để nghiên cứu mà không cần phải đợi lấy mẫu vật lý. Tốc độ như vậy là một ví dụ về cách in toàn bộ gen đang thúc đẩy y học và những nỗ lực khác.



Tổng hợp toàn bộ bộ gen là một phần mở rộng của lĩnh vực sinh học tổng hợp đang bùng nổ. Các nhà nghiên cứu sử dụng phần mềm để thiết kế trình tự gen mà họ sản xuất và đưa vào vi khuẩn, từ đó lập trình lại vi khuẩn để thực hiện công việc mong muốn - chẳng hạn như chế tạo một loại thuốc mới. Cho đến nay các bộ gen chủ yếu được chỉnh sửa nhẹ. Nhưng những cải tiến trong công nghệ tổng hợp và phần mềm sẽ

giúp in được những khối vật liệu di truyền lớn hơn bao giờ hết và thay đổi bộ gen rộng rãi hơn.

Bộ gen của virus, vốn rất nhỏ, được tạo ra đầu tiên, bắt đầu từ năm 2002 với khoảng 7.500 nucleotide hay các chữ cái mã hóa của poliovirus. Cũng như coronavirus, các bộ gen virus tổng hợp này đã giúp các nhà điều tra hiểu rõ hơn về cách thức lây lan và gây bệnh của các loại virus liên quan. Một số bộ gen đang được thiết kế để phục vụ cho việc sản xuất vắc xin và liệu pháp miễn dịch.

Việc giải mã các bộ gen chứa hàng triệu nucleotide, như ở vi khuẩn và nấm men, cũng là điều có thể làm được. Năm 2019, một nhóm nghiên cứu đã in được một phiên bản của bộ gen *Escherichia coli*. Một nhóm khác đã tạo ra phiên bản ban đầu của bộ gen men bia, bao gồm gần 11 triệu ký tự mã hóa. Việc thiết kế và tổng hợp bộ gen ở quy mô này sẽ cho phép vi khuẩn đóng vai trò là nhà máy sản xuất không chỉ thuốc mà còn bất kỳ số lượng chất nào. Chúng có thể được thiết kế để sản xuất bền vững hóa chất, nhiên liệu và vật liệu xây dựng mới từ sinh khối phi thực phẩm hoặc thậm chí là khí thải như carbon dioxide.

Nhiều nhà khoa học muốn có khả năng giải mã các bộ gen lớn hơn, chẳng hạn như bộ gen của thực vật, động vật và con người. Để đạt được điều đó, đòi hỏi đầu tư nhiều hơn vào phần mềm thiết kế (rất có thể là kết hợp trí tuệ nhân tạo) và các phương pháp tổng hợp và lắp ráp chuỗi ADN dài ít nhất hàng triệu nucleotide một cách nhanh hơn, rẻ hơn. Với đủ kinh phí, việc giải mã các bộ gen ở quy mô tỷ nucleotide có thể trở thành hiện thực trước cuối thập kỷ này. Các chuyên gia đang nghĩ đến nhiều ứng dụng, bao gồm việc tạo ra các loại cây chống lại mầm bệnh và một dòng tế bào siêu an toàn của con người - chẳng hạn, đối với nhiễm vi rút, ung thư và phóng xạ - có thể là cơ sở cho các liệu pháp dựa trên tế bào hoặc để sản xuất sinh học. Khả năng giải mã bộ gen của chính chúng ta chắc chắn sẽ xuất hiện, cho phép các bác sĩ chữa khỏi bệnh di truyền.

Tuy nhiên, kỹ thuật giải mã toàn bộ bộ gen có thể bị lạm dụng, với nỗi lo sợ chính là các mầm bệnh do vũ khí hóa hoặc các thành phần tạo ra độc tố gây ra. Các nhà khoa học và kỹ sư sẽ cần phải phát minh ra một bộ lọc bảo mật sinh học toàn diện, một tập hợp các công nghệ mới và hiện có để có thể phát hiện và theo dõi sự lây lan của các mối đe dọa mới trong thời gian thực. Các nhà điều tra sẽ cần các chiến lược kiểm tra có thể mở rộng quy mô nhanh chóng. Điều quan trọng là các chính phủ trên thế giới phải hợp tác nhiều hơn nữa.

Genome Project-write, một liên minh được thành lập vào năm 2016, để hỗ trợ mạng lưới an toàn này. Dự án bao gồm hàng trăm nhà khoa học, kỹ sư và nhà đạo đức học từ hơn chục quốc gia, những người phát triển công nghệ, chia sẻ các phương pháp hay nhất, thực hiện các dự án thử nghiệm và nêu ra được các tác động đạo đức, luật pháp và xã hội.

Nguồn: Top 10 Emerging Technologies of 2020, WEF