

BẢN TIN CHIẾN LƯỢC PHÁT TRIỂN



KHOA HỌC



CÔNG NGHỆ



KINH TẾ

Số 8

2022

(BẢN TIN CHỌN LỌC PHỤC VỤ LÃNH ĐẠO)

NHẬN DẠNG NHỮNG CÔNG NGHỆ CẤP THIẾT VÀ ĐỔI MỚI SÁNG TẠO ĐỘT PHÁ



BỘ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ
CỤC THÔNG TIN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ QUỐC GIA

CỤC THÔNG TIN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ QUỐC GIA

Địa chỉ: 24, Lý Thường Kiệt, Hoàn Kiếm, Hà Nội.

Tel: (024)38262718, Fax: (024)39349127

BAN BIÊN TẬP

TS. Trần Đắc Hiến (*Trưởng ban*); ThS. Trần Thị Thu Hà (*Phó Trưởng ban*);

KS. Nguyễn Mạnh Quân; ThS. Nguyễn Lê Hằng; ThS. Phùng Anh Tiến.

MỤC LỤC

NHẬN DẠNG NHỮNG CÔNG NGHỆ CẤP THIẾT VÀ ĐỔI MỚI SÁNG TẠO ĐỘT PHÁ

1. GIỚI THIỆU	1
2. BỘ CÔNG NGHỆ CẤP THIẾT VÀ ĐỔI MỚI SÁNG TẠO ĐỘT PHÁ ĐẦU TIÊN.....	2
2.1. Bộ công nghệ liên quan đến thỏa thuận xanh.....	2
2.2. Bộ công nghệ liên quan đến sức khỏe	6
2.3. Bộ công nghệ liên quan đến kỹ thuật số.....	12
3. HƯỚNG TỚI TƯƠNG LAI.....	18

NHẬN DẠNG NHỮNG CÔNG NGHỆ CẤP THIẾT VÀ ĐỔI MỚI SÁNG TẠO ĐỘT PHÁ

1. GIỚI THIỆU

Ủy ban Châu Âu đã thành lập Hội đồng Sáng tạo Châu Âu (EIC) vào tháng 3 năm 2021 như một sáng kiến tiên phong nhằm xác định, phát triển và mở rộng quy mô các công nghệ mới nổi và những đổi mới sáng tạo mang tính đột phá. Với hơn 10 tỷ euro tài trợ cho các năm 2021-27, EIC hỗ trợ các nhà nghiên cứu và doanh nhân châu Âu tài năng và có tầm nhìn xa nhất, trên con đường từ những ý tưởng đột phá đến thành công ở thị trường EU và toàn cầu. EIC cung cấp hỗ trợ thông qua mô hình chủ yếu từ dưới lên cho phép gửi các ý tưởng đột phá từ các lĩnh vực khoa học và công nghệ khác nhau có thể tác động đến một loạt các lĩnh vực và ứng dụng. Mô hình này được bổ sung bằng việc tài trợ cho các Thử thách EIC nhằm vào các lĩnh vực cụ thể về khoa học và công nghệ mới nổi hoặc những đổi mới sáng tạo mang tính đột phá mà EU quan tâm chiến lược.

Phù hợp với sứ mệnh của mình, EIC tập trung vào các công nghệ mới nổi và những đổi mới sáng tạo đột phá trong mọi lĩnh vực, có thể được mở rộng quy mô và tạo ra các thị trường toàn cầu mới và phát triển nhanh chóng. Những công nghệ này có thể đang ở giai đoạn phát triển sơ khai, nơi những ý tưởng khoa học đầu tiên đang được quan sát và thử nghiệm, và các khái niệm công nghệ mới đang hình thành, hoặc trong các lĩnh vực trưởng thành hơn, nơi một công nghệ mới vừa được xác nhận hoặc chứng minh trong môi trường thích hợp nhưng cần nguồn tài chính đáng kể để khắc phục những rủi ro về công nghệ và thị trường còn lại. Điều đặc trưng cho các công nghệ được EIC quan tâm đặc biệt là tính chất đột phá của chúng, thành phần khoa học mạnh mẽ và tiềm năng tác động đến xã hội và thị trường cao, từ đó sẽ đưa EU lên vị trí dẫn đầu trong các lĩnh vực và thị trường trong tương lai.

Nguồn vốn có mục tiêu của EIC được tích hợp trong ba công cụ tài trợ của nó, mỗi công cụ tương ứng với một giai đoạn khác nhau trong công nghệ (ví dụ: mức độ sẵn sàng của công nghệ - TRL) và vòng đời đổi mới: *EIC Pathfinder* hỗ trợ khoa học tiên tiến có rủi ro cao / lợi ích cao ở giai đoạn đầu và liên ngành làm nền tảng cho các đột phá công nghệ; *EIC Transition* thu hẹp khoảng cách giữa giai đoạn nghiên cứu và các ứng dụng thương mại tiềm năng; còn *EIC Accelerator* hỗ trợ các công ty khởi nghiệp và doanh nghiệp vừa và nhỏ mở rộng quy mô và thương mại hóa các công nghệ và sáng tạo đột phá.

Quá trình được thực hiện lần đầu vào năm 2021 đã dẫn đến việc xác định một loạt các lĩnh vực đã được nhóm thành ba loại lớn, tương ứng với các mục tiêu chính của chính sách EU, đó là 'Thỏa thuận xanh', 'Sức khỏe' và 'Kỹ thuật số & Công nghiệp'.

2. BỘ CÔNG NGHỆ CẤP THIẾT VÀ ĐỔI MỚI SÁNG TẠO ĐỘT PHÁ ĐẦU TIÊN

2.1. Bộ công nghệ liên quan đến thỏa thuận xanh

Trong thời đại các cuộc thảo luận rất căng thẳng về biến đổi khí hậu, sự nóng lên toàn cầu, ô nhiễm không khí, nước và đất, EU vẫn vững vàng với tư cách là người dẫn đầu và hướng tới mục tiêu rất tham vọng là (Châu Âu) trở thành một lục địa trung hòa về khí hậu vào năm 2050. Mục tiêu này có vẻ rất thách thức khi nhìn vào thực trạng ngày hôm nay và tốc độ mà những thay đổi dự kiến trên các lĩnh vực khác nhau đang diễn ra. Để hạn chế sự nóng lên toàn cầu xuống dưới 2 độ C (so với mức độ tiền công nghiệp), giảm thiểu ô nhiễm và tác động tiêu cực của nó đối với đa dạng sinh học và sức khỏe con người, cần có những nỗ lực chung chưa từng có để được tận dụng hiệu quả bằng sự phát triển của các công nghệ đột phá và tích hợp các giải pháp để phá vỡ các tập quán công nghiệp và nông nghiệp hiện tại, và đề xuất các thói quen tiêu dùng mới và bền vững. Tập hợp các lĩnh vực công nghệ và đổi mới đầu tiên được xác định mang lại tiềm năng đột phá cho quá trình chuyển đổi xanh như sau.

- Sản xuất, chuyển đổi và lưu trữ năng lượng

Thu hồi, lưu trữ và chuyển đổi năng lượng cho phép tăng tính linh hoạt của các hệ thống năng lượng, đảm bảo các quy trình công nghiệp bền vững hơn, kết nối giữa các ngành và do đó góp phần vào quá trình chuyển đổi sinh thái. Sự phát triển của các giải pháp tích hợp hệ thống và đáng tin cậy chi phí thấp, hiệu quả khử hồi cao để lưu trữ năng lượng trung hạn và dài hạn, dựa trên cách tiếp cận vòng đời và tư duy tuần hoàn và không có Nguyên liệu thô cấp thiết, là những yếu tố quan trọng cho tương lai hiệu quả và bền vững hệ thống năng lượng. Trong lĩnh vực này, các công nghệ như pin kim loại-không khí, năng lượng làm sưởi, lưu trữ năng lượng kim loại phản ứng, vòng lặp hóa học, lưu trữ phân tử, công nghệ sự sống được thiết kế và lấy cảm hứng từ sinh học được quan tâm đặc biệt. Trong lĩnh vực lưu trữ sưởi ấm / làm mát hoặc các giải pháp tích hợp tòa nhà / nhà kính, việc phát triển các vật liệu sáng tạo hoặc các giải pháp lưu trữ sáng tạo, chẳng hạn như lưu trữ dài hạn dựa trên phân tử, có vẻ đặc biệt hứa hẹn.

Lĩnh vực này dựa trên các xu hướng công nghệ mới nổi như: năng lượng dựa trên nhôm, lò phản ứng muối nóng chảy, vật liệu 2D, siêu vật liệu, vật liệu tự phục hồi, hydrogel, nhiên

liệu hydro, ống nano carbon, quang điện tử, dây nano, tuabin gió trong không khí, điện tử sinh học, bóng bán dẫn graphene, hàng hải và công nghệ điện thủy triều, cửa sổ thông minh, sơn nhiệt điện, thu hồi chất dinh dưỡng trong nước thải, quang hợp nhân tạo, điện tử linh hoạt và tách nước.

- Làm mát và đông lạnh

Làm mát, làm lạnh và nhiệt lạnh đại diện cho các lĩnh vực đa ngành rất quan trọng trong một số chuỗi giá trị trải dài từ các ứng dụng y tế, trung tâm dữ liệu, công nghiệp nông sản thực phẩm, hóa chất và luyện kim. Nhu cầu làm mát có thể sẽ vượt qua nhu cầu sưởi ấm trong những năm tới và toàn bộ chuỗi cung ứng lạnh cần có thêm khả năng phục hồi và tiến bộ công nghệ đầy đủ. Các hệ thống và công nghệ làm mát và làm lạnh hiện tại đã được thiết lập rất tốt, nhưng trong những năm gần đây chưa thấy / có bất kỳ cải tiến đột phá nào. Các giải pháp tương thích thông minh để tích hợp mạng lưới điện, sưởi ấm và làm mát cũng được yêu cầu, bao gồm cơ sở hạ tầng làm mát và sưởi ấm có thể đảo ngược cho các tòa nhà hoặc quận, hoặc các giải pháp cấp điện lạnh với nhiệt thải và dòng năng lượng lạnh thu hồi từ các quy trình công nghiệp và / hoặc điều hòa không khí của các tòa nhà. Có một số lĩnh vực nghiên cứu cần có những đổi mới đột phá, chẳng hạn như sử dụng trí tuệ nhân tạo để tăng hiệu quả sử dụng năng lượng, phát triển các vật liệu bền vững tiên tiến, các giải pháp lưu trữ cơ nhiệt sáng tạo, công nghệ làm mát trung tính carbon cho các ứng dụng công nghiệp và xây dựng, các nguyên tắc làm lạnh trạng thái rắn không phát thải, các khái niệm sáng tạo cho thu hồi, sử dụng và lưu giữ cacbon (CCUS) tận dụng năng lượng lạnh.

Lĩnh vực này dựa trên các xu hướng công nghệ mới nổi như: dây nano, quang điện tử, điện tử linh hoạt, hydrogel và siêu vật liệu.

- Khử cacbon và giảm thiểu ô nhiễm trong công nghiệp và nông nghiệp

Sự nóng lên toàn cầu và ô nhiễm nước / không khí / đất là những thách thức chưa từng có đối với hành tinh của chúng ta. Các phương pháp tiếp cận chính để đối mặt với những thách thức về giảm thiểu khí hậu dựa trên các thực hành nông nghiệp bền vững hơn (giảm thiểu phát thải nitơ, metan, phân bón sinh học, than sinh học, trữ lượng cacbon), có thể bao gồm việc tăng hiệu quả quang hợp và tăng khả năng phục hồi của cây trồng, và khử cacbon cứng để giảm bớt các ngành công nghiệp (khử cacbon trong ngành thép sử dụng lò điện, hydro xanh, tái sử dụng các dòng CO₂ công nghiệp, sản xuất amoniac phát thải gần bằng không và các phương pháp tiếp cận đa ngành). Cần có các giải pháp tổng hợp đột phá để phá vỡ các quá trình nông nghiệp và công nghiệp hiện tại, thay đổi thói quen tiêu dùng nguồn nhân lực và giảm áp lực lên tài nguyên thiên nhiên để đảm bảo tương lai của hành tinh. Quản lý và định giá CO₂ và nitơ (N) là yếu tố quan trọng để giảm khí nhà kính và thất thoát nitơ.

Khái niệm này gồm hai phần và đặc biệt giải quyết: (i) chu trình trung hòa cacbon liên quan đến việc chuyển đổi CO₂ từ các nguồn khác nhau thành nhiên liệu có mật độ năng lượng cao, chất mang năng lượng hoặc các vật liệu trung hòa cacbon khác cho các ứng dụng công nghiệp hoặc nông nghiệp. Một chu trình quản lý như vậy bao gồm việc thu giữ CO₂ (ví dụ, trực tiếp từ không khí, thông qua các quá trình quang hợp hoặc sinh học), cô lập (ví dụ, thông qua quá trình lý sinh), lưu trữ (ví dụ: thông qua các quá trình sinh học hoặc trong các hồ chứa địa chất), và tiếp tục định giá các sản phẩm giá trị gia tăng; và (ii) Nền kinh tế tuần hoàn nitơ hoặc quản lý tổng hợp tránh hoặc giảm thiểu việc thải ra nitơ (ví dụ: từ các quy trình công nghiệp, phân và nước thải) trong khi phục hồi (ví dụ, sử dụng các hệ thống vật lý hoặc sinh học) và tái chế (ví dụ, vào nông nghiệp hoặc làm nhiên liệu amoniac), tái sử dụng nó làm nguyên liệu cho các sản phẩm có giá trị gia tăng hoặc để cố định sinh học thành nhiên liệu tái tạo.

Lĩnh vực này dựa trên các xu hướng công nghệ mới nổi như: quang hợp nhân tạo, ống nano carbon, nhựa sinh học, bộ ăn nhựa, thu hồi chất dinh dưỡng từ nước thải, tế bào nhiên liệu vi sinh, canh tác chính xác, điện tử sinh học, thu giữ và hấp thụ carbon, phân tách carbon dioxide, canh tác tự động trong nhà, điện tử linh hoạt, siêu vật liệu, giao tiếp thực vật¹, robot mềm.

- Hệ thống giám sát và phân tích môi trường

Các hệ thống thông minh dựa trên phương pháp AI có thể thu thập dữ liệu về môi trường, giám sát tài nguyên thiên nhiên cũng như khí hậu và đo lường tác động của con người đối với môi trường. Chúng là những công cụ cơ bản giúp chúng tôi phát triển các chiến lược phù hợp để giảm thiểu hoặc đảo ngược tác động của biến đổi khí hậu. Những ý tưởng mới lạ kết nối kỹ thuật số tiên tiến với công nghệ xanh vào các hệ thống trí tuệ tích hợp cho các ứng dụng môi trường có thể đẩy nhanh quá trình chuyển đổi xanh. Các lĩnh vực chính cho những đổi mới sáng tạo khẩn cấp nằm trong các công cụ cảnh báo sớm và các công nghệ lấy cảm hứng từ sinh học, được kết nối với nhau, chi phí thấp để chẩn đoán chất lượng không khí, đất và nước, đo sự nóng lên toàn cầu, công cụ cảnh báo sớm, hệ thống giám sát rò rỉ và giảm thiểu ô nhiễm.

Lĩnh vực này dựa trên các xu hướng công nghệ mới nổi như: trí tuệ nhân tạo, phát quang sinh học, sự sống dưới nước, kỹ thuật địa lý: thay đổi cảnh quan, canh tác chính xác, công

¹ Giao tiếp thực vật bao gồm giao tiếp bằng cách sử dụng các hợp chất hữu cơ dễ bay hơi, tín hiệu điện và mạng lưới nấm rễ phổ biến giữa thực vật và một loạt các sinh vật khác như vi khuẩn đất, thực vật khác (cùng loài hoặc loài khác), động vật, côn trùng và nấm.

nghệ ứng phó với thảm họa, nhận dạng phân tử, quang hợp nhân tạo, điện tử linh hoạt, siêu vật liệu, giao tiếp thực vật, robot mềm và phân tách nước .

- Mối liên hệ giữa năng lượng - nước

Tài nguyên nước trên toàn cầu trở nên khan hiếm, thay đổi và không chắc chắn hơn trong khi nhu cầu năng lượng ngày càng tăng do dân số toàn cầu ngày càng phát triển, tăng trưởng kinh tế và đô thị hóa nhanh chóng. Do đó, cần có một cách tiếp cận tích hợp hơn để giải quyết các thách thức và cơ hội của mối quan hệ năng lượng - nước. Nước và năng lượng phụ thuộc lẫn nhau, vì nước là tài sản quan trọng của hệ thống năng lượng, trong khi năng lượng là yếu tố cần thiết để khai thác, chuyển tải và cung cấp nước cho con người và để xử lý nước thải. Các lĩnh vực đổi mới chính trong mối quan hệ giữa năng lượng - nước tập trung vào sản xuất năng lượng tiết kiệm nước (cả điện và nhiệt), sử dụng nước và hiệu quả năng lượng trong các tòa nhà, năng lượng kết hợp và nước ngọt từ năng lượng mặt trời và khử muối, lưu trữ năng lượng bằng nước, nước thải nhà máy xử lý tuần hoàn, thu hồi năng lượng từ độ mặn và nhiệt.

Lĩnh vực này dựa trên các xu hướng công nghệ mới nổi như: sản xuất năng lượng, tách nước, khử muối, chu trình lương thực cục bộ, canh tác chính xác, công nghệ ứng phó với thiên tai, điện tử sinh học, công nghệ năng lượng biển và thủy triều, thu hồi chất dinh dưỡng trong nước thải.

- Các tòa nhà bền vững, an toàn và tái tạo

Xem xét mức tiêu thụ năng lượng cao của lĩnh vực xây dựng, các phương pháp tiếp cận đa ngành mới cho các tòa nhà bền vững mang lại tiềm năng rất cao để đẩy nhanh quá trình chuyển đổi xanh. Đổi mới công nghệ, xã hội và chính sách từ dưới lên cho các giải pháp cải tạo bền vững tích hợp thích ứng đã chứng minh các con đường khử cacbon cho môi trường xây dựng, cho cả khu vực thành thị và nông thôn. Tuy nhiên, vẫn còn nhiều thách thức nổi bật trong lĩnh vực này như tích hợp tốt hơn các công nghệ sản xuất, lưu trữ và sử dụng năng lượng cuối trong các tòa nhà và tăng hiệu quả sử dụng năng lượng - đặc biệt là đối với hệ thống sưởi và làm mát. Cách tiếp cận và tư duy vòng đời cần được điều chỉnh cho phù hợp với đặc thù của các tòa nhà / lĩnh vực xây dựng. Các khái niệm kiến trúc sống cho phép các tòa nhà thích ứng với xung quanh và áp dụng các phương pháp tiếp cận sống được thiết kế cung cấp thêm khả năng chuyển đổi tái tạo, thích ứng với khí hậu và cải thiện việc quản lý và sử dụng tài nguyên trong các tòa nhà (bao gồm năng lượng, nước, chất thải, thực phẩm).

Lĩnh vực này dựa trên các xu hướng công nghệ mới nổi như: khai thác năng lượng, cửa sổ thông minh, sơn nhiệt điện, nhiên liệu hydro, chiếu sáng nanoleds, vật liệu tự phục hồi,

sống dưới nước, chu trình thực phẩm cục bộ, công nghệ ứng phó với thảm họa, in 3D thủy tinh, phục hồi chất dinh dưỡng trong nước thải, in 3D các vật thể lớn, quang hợp nhân tạo, canh tác tự động trong nhà, thiết bị điện tử linh hoạt, siêu vật liệu, robot mềm, phân tách nước.

2.2. Bộ công nghệ liên quan đến sức khỏe

Hai năm qua đã chứng tỏ tầm quan trọng của việc đầu tư và nguồn lực thích hợp cho các ưu tiên liên quan đến y tế, các hệ thống và công nghệ mới nổi. Đại dịch coronavirus đã tạo ra áp lực chưa từng có đối với nhiều hệ thống chăm sóc sức khỏe quốc gia và nhấn mạnh sự cần thiết phải cải thiện khả năng của chúng ta để chuẩn bị cho những trường hợp khẩn cấp như vậy và thiết lập các ưu tiên rõ ràng cho những thách thức liên quan đến sức khỏe, bao gồm cả mức đầu tư và thiết lập quan hệ đối tác chính. Mặt khác, nỗ lực phối hợp từ các nhà lãnh đạo và mức độ quan hệ đối tác nghiên cứu vif đối mới sáng tạo toàn cầu chưa từng có, được xây dựng dựa trên cam kết của cộng đồng khoa học, y tế và dược phẩm đã đảm bảo sự phát triển và sản xuất vắc xin Covid-19 nhanh chóng. Coronavirus chỉ là một ví dụ về nhu cầu y tế chưa được đáp ứng trên toàn cầu, nhưng còn nhiều loại khác như ung thư, bệnh tim mạch, các bệnh di truyền và hiếm gặp, rối loạn thoái hóa thần kinh, tiểu đường, v.v. và vật liệu cho được phẩm hoặc để cho phép triển khai rộng rãi hơn các dịch vụ chăm sóc từ xa và y tế từ xa. Nhiều thách thức ngày nay đòi hỏi sự hợp tác quốc tế liên quan đến y tế và các lĩnh vực liên quan chặt chẽ khác. Trong một môi trường chăm sóc và sức khỏe phức tạp như vậy, EIC đã xác định được một loạt các công nghệ mới nổi và những đổi mới mang tính đột phá.

- Y học tái tạo trên không gian và kỹ thuật mô

Y học tái tạo (RM) là một lĩnh vực đang phát triển nhanh chóng nhằm mục đích mô hình hóa sinh lý học và sinh lý bệnh của con người (Mô hình hóa bệnh - DM) bằng cách tạo ra các cơ quan và mô được in sinh học 3D và sử dụng chip cơ quan nội tạng (Organ-on-a-Chip -OoC), các cơ quan (organoids) nuôi cấy tế bào 3D và các hệ thống khác. OoC ngày càng được coi là một công nghệ thay đổi cuộc chơi tiềm năng trong RM / DM được sinh ra từ sự hội tụ của kỹ thuật mô và công nghệ nuôi cấy vi lỏng. Mặc dù vậy, lĩnh vực này vẫn chưa đưa OoC vào các quy trình chẩn đoán hoặc điều trị thông thường vì một loạt thách thức và rào cản đòi hỏi sự đột phá về công nghệ. Trong không gian, một số thay đổi sâu sắc diễn ra trong các tế bào, bao gồm những thay đổi trong tín hiệu tế bào, tập hợp tế bào hoặc trong vật lý chuyển động của chất lỏng do vi trọng lực. Trọng tâm chính có thể là các mô hình thí nghiệm đặt trong không gian để nghiên cứu các bệnh ảnh hưởng đến tim, hệ thống miễn dịch, xương và cơ và bao gồm các cuộc điều tra dựa trên tế bào gốc,

mô in sinh học và biểu hiện gen. Thử nghiệm bên ngoài điều kiện Trái đất tạo cơ hội cho những khám phá không thể thực hiện trên Trái đất có thể là nền tảng để nghiên cứu tốt hơn các hiện tượng sinh học và di truyền quan trọng như tín hiệu và tập hợp tế bào, vật lý chuyển động của chất lỏng do vi trọng lực và biểu hiện gen. Về lâu dài, y học dựa trên tế bào gốc và không tái tạo bao gồm kỹ thuật mô, là việc thay thế thành công các cơ quan hoặc bộ phận cơ quan bị bệnh bằng các chất thay thế được sản xuất trong ống nghiệm có tiềm năng tích hợp hoàn toàn vào cơ thể bệnh nhân, sẽ tác động đến việc điều trị một loạt các điều kiện bệnh lý. Nhiều yếu tố tái lập trình đã được biết đến có thể gây ra sự phân hóa mô và tái tổng hợp các giai đoạn phát triển sau đó, dẫn đến việc nuôi cấy tế bào tương tự về mặt giải phẫu và sinh lý với cơ quan đích. Với y học tái tạo không gian kết hợp với phương pháp tiếp cận kỹ thuật mô, chúng ta có tiềm năng đạt được những hiểu biết quan trọng về các chức năng sinh học chính liên quan đến các lĩnh vực y tế chưa được đáp ứng.

Lĩnh vực này dựa trên các xu hướng công nghệ mới nổi như: bionics (y học), phòng thí nghiệm trên chip (Lab-on-a-chip), nhận dạng phân tử, các bộ phận của con người được in sinh học, kiểm soát biểu hiện gen, công nghệ thay đổi biểu sinh, microbiome, y học tái tạo, tế bào người được tái lập trình, quang hợp nhân tạo, vật liệu tự phục hồi.

- Cardiogenomics (Hệ gen tim mạch)

Cardiogenomics có tiềm năng giải quyết những lỗ hổng hiện có trong chẩn đoán và điều trị các bệnh tim mạch (CVS), giúp mang lại kết quả tốt hơn cho bệnh nhân. Kết hợp xét nghiệm di truyền với kiểu hình lâm sàng có thể cải thiện việc quản lý lâm sàng các bệnh tim mạch và xác định những bệnh có nguy cơ mắc bệnh. Nhiều biến thể gen liên quan đến các bệnh tim mạch chưa được biết đến và do đó có tác dụng lâm sàng hạn chế. Xác định khả năng gây bệnh là một thách thức quan trọng. Việc xác định các đột biến gây bệnh tiềm ẩn có các tác động có thể hành động sẽ có tác động đáng kể đến việc thực hành tim mạch. Cơ sở di truyền, không chỉ các tình trạng tim mạch di truyền cổ điển, của các bệnh phổ biến chính như đau tim và rung nhĩ vẫn chưa được khám phá. Giải mã cơ chế bệnh sinh phân tử cơ bản của bệnh lý của một căn bệnh là chìa khóa cho việc chăm sóc cá nhân hóa. Khả năng phân loại bệnh của chúng tôi theo các cơ chế phân tử cơ bản của chúng, đã được nâng cao nhờ các phương pháp tiếp cận công nghệ như phiên mã không gian và tế bào đơn, và các phương pháp khác.

Lĩnh vực này dựa trên các xu hướng công nghệ mới nổi như: tin sinh học, chỉnh sửa gen, kiểm soát biểu hiện gen, công nghệ thay đổi biểu sinh, tế bào người được lập trình lại.

- Bào chế thuốc hỗ trợ AI

Sự gia tăng quan tâm gần đây đến việc sử dụng các công cụ AI để nhắm mục tiêu nghiên cứu, khám phá và phát triển thuốc không có gì ngạc nhiên khi nó được triển khai rộng rãi trên nhiều lĩnh vực khác nhau. Việc sử dụng AI để phân tích hiệu quả một lượng lớn dữ liệu và xác định các mẫu liên quan, không dễ bị phát hiện bởi con người có thể giúp thiết kế các phân tử nhỏ với các đặc tính mong muốn, và do đó giúp vượt qua nút thắt chính trong việc đưa thuốc mới vào phòng khám. Công nghệ này có tiềm năng làm cho quá trình khám phá thuốc nhanh hơn, tiết kiệm nhiều năm nghiên cứu, hiệu quả hơn và tiết kiệm chi phí hơn, nhắm mục tiêu tốt hơn và cụ thể hơn, đưa việc sàng lọc tính toán thuốc lên cấp độ tiếp theo. AI mang đến hy vọng đưa các loại thuốc mới, có thể được cá nhân hóa, nhanh hơn nhiều ra thị trường và có khả năng ở mức giá phải chăng hơn. Đại dịch Covid-19 đã cung cấp một bằng chứng hữu hình về tiềm năng và lợi ích thực sự mang lại cho ngành thông qua ứng dụng công nghệ AI.

Lĩnh vực này dựa trên các xu hướng công nghệ mới nổi như: Trí tuệ nhân tạo, khớp thần kinh / não nhân tạo, phòng thí nghiệm trên chip (Lab-on-a-chip), tin sinh học, chỉnh sửa gen, kiểm soát biểu hiện gen, phân phối thuốc, công nghệ thay đổi biểu sinh, microbiome, nhắm mục tiêu các con đường chết của tế bào.

- Chẩn đoán đồng hành trong ung thư

Ung thư là một thuật ngữ chung mô tả một nhóm bệnh ảnh hưởng đến hầu hết các cơ quan / mô của cơ thể con người gây ra bởi sự biến đổi của các tế bào bình thường thành tế bào khối u trong một quá trình nhiều giai đoạn có khả năng xâm lấn hoặc lây lan sang các bộ phận khác của cơ thể. Các yếu tố di truyền và các tác nhân bên ngoài như vật lý (ví dụ, bức xạ ion hóa), hóa học (ví dụ, thuốc lá, amiăng) và sinh học (ví dụ, nhiễm trùng từ vi rút, vi khuẩn) là những yếu tố chính gây ra tỷ lệ mắc bệnh ung thư, gia tăng đáng kể theo độ tuổi. Chẩn đoán đồng hành là yếu tố then chốt để đạt được hiệu quả hơn và điều trị ung thư ít tốn kém hơn theo cách thức cá nhân hóa và chính xác để theo dõi sự tiến triển của bệnh. Bằng cách xác định những người có nhiều khả năng tái phát sau khi điều trị hoặc phát triển các tác dụng phụ đồng thời cung cấp liều lượng phù hợp để sử dụng, nó cung cấp một hồ sơ tiên lượng duy nhất cho mọi bệnh nhân và đảm bảo điều trị hiệu quả và hiệu quả hơn.

Lĩnh vực này dựa trên các xu hướng công nghệ mới nổi như: kiểm soát biểu hiện gen, các công nghệ thay đổi biểu sinh, nhắm mục tiêu các con đường chết của tế bào.

- Tối ưu hóa quy trình chăm sóc sức khỏe liên tục

Ngày nay, các hệ thống chăm sóc sức khỏe cộng đồng dựa trên phương pháp tiếp cận theo giai đoạn, tức là, kích hoạt triệu chứng. Ở một mức độ lớn, các cá nhân được giao trách nhiệm tự giám sát bản thân và kích hoạt các yêu cầu đối với hệ thống y tế khi xác định các

triệu chứng liên quan. Mặc dù mô hình từng đợt (phản ứng) có thể được coi là có lợi về mặt kinh tế, chỉ thu hút các nguồn lực chăm sóc sức khỏe không liên tục (khi các cá nhân yêu cầu), nhưng nó không phải là tối ưu khi nhìn vào kết quả cuối cùng. Trên thực tế, khi tự đánh giá tình trạng sức khỏe của mình một cách độc lập, các cá nhân thường bỏ sót các dấu hiệu ban đầu của bệnh, đôi khi gây ra hậu quả tàn khốc cho bản thân, mà còn cho hệ thống chăm sóc sức khỏe và các chi phí điều trị liên quan. Những tiến bộ mới nhất trong công nghệ có thể hỗ trợ nhiều tiến bộ cần thiết hướng tới việc chăm sóc sức khỏe liên tục rất hiệu quả, trong đó các cá nhân được đồng hành liên tục và kín đáo bởi các công nghệ và bác sĩ theo dõi sức khỏe, chủ động đưa ra chẩn đoán, điều trị hoặc theo dõi với tốc độ tối ưu và với phác đồ tối ưu theo chỉ định bằng chứng lâm sàng. Theo mô hình này, con người sẽ dựa vào công nghệ được tích hợp liền mạch vào cuộc sống của họ và trở thành người nhận dịch vụ chăm sóc sức khỏe chủ động với mức độ gián đoạn và tải trọng nhận thức tối thiểu. Gánh nặng của việc phát hiện bệnh sớm được chuyển sang công nghệ kín đáo. Các ví dụ thành công về các công nghệ như vậy đã tồn tại, ví dụ như thiết bị theo dõi glucose liên tục (CGM) ở định dạng miếng dán da, máy theo dõi điện tâm đồ có thể đeo được, máy phát hiện ngã, máy theo dõi hô hấp và cảm biến SpO₂, thiết bị phân tích hành vi và thể dục hỗ trợ điện thoại di động. Tiềm năng đầy đủ của mô hình chăm sóc sức khỏe liên tục vẫn chưa được khai thác hết và một số thách thức quan trọng vẫn còn ở phía trước như tính kín đáo đầy đủ (nhúng môi trường, nhúng cơ thể, nhúng đối tượng, tích hợp tại nhà, v.v.), độ tin cậy cấp độ lâm sàng, và khả năng chi trả. Hy vọng là các hệ thống chăm sóc sức khỏe trong tương lai sẽ cải thiện chất lượng cuộc sống, tuổi thọ và cứu sống người bệnh thông qua việc tối ưu hóa quy trình chăm sóc sức khỏe được hỗ trợ bởi công nghệ, từ phòng ngừa thông qua thay đổi phong cách sống bằng công nghệ đeo được và sàng lọc tại nhà đến tối ưu hóa quy trình làm việc của bệnh viện và hậu -phần mềm theo dõi điều trị từ xa.

Lĩnh vực này tập trung vào các xu hướng công nghệ mới nổi như: trí tuệ nhân tạo, tin sinh học.

- Từ các dấu ấn sinh học đơn lẻ đến bản đồ dữ liệu lớn nhiều dấu ấn

Trong vài thập kỷ gần đây, các dấu ấn sinh học, hình ảnh tế bào và phân tử ngày càng được quan tâm trong các lĩnh vực khoa học và y tế sinh học. Là các chỉ số đo lường được về trạng thái sinh học hoặc tình trạng sinh lý, chúng đo lường và đánh giá dịch cơ thể và các mô mềm để xác định khả năng đáp ứng được lý đối với các phương pháp điều trị và đánh giá các quá trình sinh học hoặc gây bệnh. Những tiến bộ quan trọng trong công nghệ kỹ thuật số và thu nhỏ đã thúc đẩy sự tiến bộ đối với các dấu ấn sinh học kỹ thuật số thông minh đã nổi lên trong thập kỷ trước, chủ yếu là cảm biến sinh học và đã theo dõi các thông

số quan trọng của cơ thể. Việc sử dụng trí tuệ nhân tạo để phân tích dữ liệu được thu thập bởi cảm biến sinh học kỹ thuật số đã mở ra cơ hội mới cho chẩn đoán trong môi trường lâm sàng. Phương pháp tiếp cận đa điểm đánh dấu song song đại chúng đa tham số có thể chuyển khu vực đang phát triển nhanh chóng này lên cấp độ tiếp theo. Tích hợp quang phổ khối, điện di mao quản, sử dụng cảm biến khứu giác mảng (lấy cảm hứng từ chẩn đoán hợp chất dễ bay hơi), xử lý bản đồ đầy đủ về hàm lượng protein và ứng dụng công cụ AI vào các đơn vị để bản kích thước nhỏ phù hợp để xây dựng bản đồ protein lớn để chẩn đoán cũng có thể (với độ nhạy cao hơn), chẩn đoán nhanh hơn và cụ thể hơn cho các bệnh chính như ung thư, Alzheimer.

Lĩnh vực này tập trung vào các xu hướng công nghệ mới nổi như: trí tuệ nhân tạo, tin sinh học.

- Bác sĩ sức khỏe tâm thần công nghệ cao

Các rối loạn sức khỏe tâm thần, được điều chỉnh bởi lối sống của chúng ta, thực tế phức tạp hơn và di truyền, tiếp tục phát triển trên toàn thế giới với những tác động đáng kể đến sức khỏe, xã hội và nền kinh tế. Việc đối xử với họ có thể làm dấy lên những lo ngại quan trọng về đạo đức liên quan đến quyền con người. Bệnh tâm thần có thể biểu hiện qua những suy nghĩ và cảm xúc bất thường, hành vi bất thường và quan hệ với người khác. Lo lắng, trầm cảm, tăng động (ADHD), rối loạn lưỡng cực, rối loạn tâm thần, sa sút trí tuệ, tự kỷ và các rối loạn phát triển khác là phổ biến nhất. Nhiều chiến lược khác nhau để ngăn ngừa các rối loạn tâm thần và các phương pháp điều trị phức tạp để chữa khỏi hoặc giảm nhẹ hậu quả của chúng đã tồn tại và được vận hành rộng rãi. Bệnh tâm thần cực độ có thể gây ra phản ứng cực đoan / không mong muốn như tự làm hại bản thân và tác động đến những người xung quanh. Các số liệu thống kê cho thấy rằng chẩn đoán sớm chính xác hơn là cần thiết để giảm nguy cơ tự làm hại bản thân và giảm bớt đau khổ về tinh thần liên quan. Ngày càng có nhiều người bị ảnh hưởng bởi rối loạn tâm thần đòi hỏi các phương pháp tiếp cận mới liên quan đến công nghệ không xâm lấn (định lượng) y học chính xác để chẩn đoán tâm thần về tình trạng tâm thần và các phương pháp điều trị cá nhân hóa có thể được sử dụng trong các môi trường phổ quát, phù hợp với các cơ sở thực hành tâm thần tư nhân cũng như bệnh viện. Điều này cũng có thể liên quan đến các phương pháp tiếp cận bổ sung hơn, bao gồm tai nghe EEG mới phù hợp với vị trí và thu thập dữ liệu nhanh chóng, phân tích và điều trị hệ vi sinh vật đường ruột, ứng dụng PET nhỏ gọn, fMRI, MEG, hình ảnh quang học và các kỹ thuật tiên tiến để phân tích hành vi.

Lĩnh vực này dựa trên các xu hướng công nghệ mới nổi như: lập bản đồ chức năng não, giao diện máy não, nhận dạng cảm xúc.

- Các liệu pháp dựa trên RNA cho bệnh ung thư, các bệnh di truyền phức tạp và hiếm gặp

Trong thập kỷ qua, những tiến bộ trong quá trình phát triển thuốc sinh học đã không ngừng mở rộng phạm vi điều trị cho các bệnh ở người. Hầu hết các thách thức kỹ thuật liên quan đến tính không ổn định vốn có của RNA, bản chất có khả năng sinh miễn dịch của nó hoặc khả năng phân phối của nó đến các tế bào mục tiêu đường như đã được khắc phục bằng các nền tảng dựa trên RNA thông tin (mRNA). Phương pháp điều trị dựa trên mRNA đang trong quá trình trở thành một yếu tố mới quan trọng đối với nhiều loại bệnh trong những năm tới. Vắc xin mRNA COVID đã mở rộng mối quan tâm vốn đã đáng kể trong nghiên cứu liên quan đến RNA và đưa việc sản xuất mRNA lên một tầm cao mới. Sự đa dạng rộng rãi của các ứng dụng điều trị dựa trên mRNA bao gồm các bệnh truyền nhiễm, rối loạn di truyền, ung thư hoặc nhiễm HIV, đã làm tăng sự quan tâm đến việc sử dụng mRNA tổng hợp. Đối với các liệu pháp điều trị dựa trên RNA chuyên giao (tRNA) cho bệnh di truyền hiếm và nghiêm trọng, mục đích là tạo ra một danh mục các chương trình điều trị dựa trên tRNA mới cho những bệnh nhân mắc bệnh di truyền hiếm và nghiêm trọng và đưa các chương trình tiền lâm sàng này vào phòng khám. Đối với các liệu pháp điều trị dựa trên RNA can thiệp nhỏ (siRNA) cho các bệnh phức tạp với nhu cầu y tế cao chưa được đáp ứng, mục đích là tạo ra một danh mục các chương trình điều trị dựa trên siRNA mới ở những khu vực hiện chưa có thuốc dựa trên siRNA.

Lĩnh vực này dựa trên các xu hướng công nghệ mới nổi như: vắc xin gen, chỉnh sửa gen, liệu pháp gen, tái lập trình tế bào người.

- Sinh học tổng hợp cho công nghệ sinh học công nghiệp

Công nghệ sinh học công nghiệp bao gồm một loạt các lĩnh vực ứng dụng từ y tế (enzym, dược phẩm sinh học, vitamin ...) đến thực phẩm (nguyên liệu thực phẩm) đến môi trường (ngăn ngừa ô nhiễm, bảo tồn tài nguyên) và các lĩnh vực khác. Thật vậy, về nguyên tắc, 60% đầu vào vật chất cho nền kinh tế toàn cầu có thể được sản xuất theo phương pháp sinh học. Khoảng một phần ba đầu vào này là nguyên liệu sinh học (gỗ hoặc động vật được nuôi làm thực phẩm) và hai phần ba còn lại là phi sinh học (nhựa hoặc nhiên liệu) nhưng có thể được sản xuất hoặc thay thế bằng sinh học. Các ứng dụng dựa trên sinh học tổng hợp mới liên quan đến ung thư, vi sinh đường ruột và giám sát môi trường có thể được mở rộng để cung cấp cách thức và khả năng sản xuất các sản phẩm dựa trên sinh học tổng hợp quan trọng và giải quyết các thách thức quan trọng liên quan đến sức khỏe, khí hậu và môi trường.

Lĩnh vực này dựa trên các xu hướng công nghệ mới nổi như: tin sinh học, hydrogel.

- Liệu pháp tế bào và gen

Các liệu pháp tế bào và gen có tiềm năng tạo ra hiệu ứng biến đổi trong việc ngăn chặn hoặc làm chậm tác động của bệnh bằng cách nhắm mục tiêu chúng ở cấp độ di truyền. Khi xác định được động cơ di truyền của một căn bệnh, bệnh nhân có thể được kết hợp phân tử với các liệu pháp điều trị. Tuy nhiên, các thử nghiệm lâm sàng về liệu pháp gen cần phải giải quyết hai rào cản lớn hiện nay, đó là tính hiệu quả và an toàn in vivo. Ba thập kỷ nghiên cứu về liệu pháp tế bào và gen (CGT) đã đưa lĩnh vực này đến một mức độ trưởng thành, tạo ra hy vọng hợp lý rằng các chiến lược và giải pháp điều trị CGT mới sẽ thành công hơn trong phòng khám vì lợi ích của xã hội. Tuy nhiên, cần có những chiến lược mới để giảm thiểu rủi ro về công nghệ và chuỗi cung ứng cũng như sự phức tạp và yêu cầu chuyên biệt khi đưa CGT qua các thử nghiệm lâm sàng. Thứ nhất, các DN/VN liệu pháp gen phụ thuộc vào các Tổ chức Sản xuất Phát triển Hợp đồng được xếp loại GMP. Sản xuất theo tiêu chuẩn GMP là một nút thắt quan trọng trong việc phát triển các liệu pháp dựa trên vector AAV. Thứ hai, hiện đang thiếu năng lực về các liệu pháp gen, do nhiều công ty đang thực hiện nhiều thử nghiệm lâm sàng hơn dẫn đến sự gia tăng chưa từng có trên toàn cầu về nhu cầu từ chính quyền địa phương đến phân phối có hệ thống. Ngoài ra, số lượng bệnh nhân cũng ngày càng lớn hơn do các ứng dụng liệu pháp gen không còn chỉ nhắm vào các bệnh hiếm gặp. Thứ ba, hậu cần chuỗi cung ứng trong các liệu pháp gen dựa trên vector AAV trong thời kỳ hậu đại dịch là rất phức tạp và đòi hỏi các chiến lược để điều hướng giai đoạn thay đổi này.

Lĩnh vực này dựa trên các xu hướng công nghệ mới nổi như: liệu pháp gen, chỉnh sửa gen, vắc xin gen, tế bào người được lập trình lại.

2.3. Bộ công nghệ liên quan đến kỹ thuật số

Ngày nay, công nghệ kỹ thuật số có mặt ở khắp mọi nơi, tạo điều kiện thuận lợi cho hầu hết mọi khía cạnh của cuộc sống của chúng ta và ảnh hưởng đến cách chúng ta sống và làm việc. Chúng có tác động sâu sắc đến nền kinh tế, làm cho nền kinh tế năng suất hơn và bền vững hơn, nhưng cũng thúc đẩy tiến bộ trong các lĩnh vực khác như nghiên cứu khoa học và phát triển công nghệ đột phá, những động lực chính của tăng trưởng bền vững và phục hồi sau đại dịch. Các lĩnh vực công nghiệp tiên tiến nhất được thúc đẩy bởi công nghệ kỹ thuật số, điều này cũng tạo điều kiện cho việc thiết kế và triển khai các giải pháp sáng tạo nhanh hơn. Do đó, công nghệ kỹ thuật số có thể tạo nền tảng cho sự tăng trưởng trong tương lai, thúc đẩy một xã hội dân chủ và cởi mở, tạo ra một nền kinh tế sôi động và bền vững, cũng như đóng góp đáng kể vào cuộc chiến chống biến đổi khí hậu. Chúng là những động lực chính để đạt được quá trình chuyển đổi xanh và chuyển đổi hệ thống y tế công cộng. Nhóm các lĩnh vực mới nổi đầu tiên có khả năng mang lại tác động quan trọng đến quá trình chuyển đổi kỹ thuật số và thúc đẩy những phát triển đột phá như sau.

- Các thiết bị và kiến trúc máy tính thế hệ tiếp theo

Trong nửa thế kỷ qua, máy tính đã định hình và xác định lại nhiều lĩnh vực khác nhau trong cuộc sống cá nhân, công việc của chúng ta, thúc đẩy khả năng và năng lực hiểu bản thân và thế giới xung quanh của chúng ta. Máy tính là một thành phần thiết yếu trong một loạt các ngành, từ vật liệu mới đến sinh học đến khám phá thuốc, nhưng cũng là một phần cốt lõi của tất cả các thiết bị kỹ thuật số. Ngay từ đầu, máy tính đã được điều khiển bởi cùng một mô hình tính toán cổ điển do A. Turing và J. von Neumann hình dung. Trong thời đại kỹ thuật số với sự gia tăng theo cấp số nhân của nhu cầu tính toán, các máy tính hiện đại dựa trên silic và kiến trúc thông thường đã đạt đến giới hạn được xác định bởi các định luật vật lý, nhưng cũng phải đối mặt với các vấn đề liên quan đến kinh tế và độ tin cậy. Hiệu suất tính toán hiện tại, đặc biệt là trong một số loại lĩnh vực vấn đề như dự báo thời tiết, tin sinh học, người máy và các hệ thống tự trị, bị ràng buộc bởi mô hình máy tính thông thường. Tư duy lại mang tính cách mạng, khai thác quá trình vật lý, hóa học hoặc sinh học chưa được khám phá trước đây làm cơ sở để tính toán hoặc vận hành các thiết bị hiện có ở các chế độ hoặc chế độ mới có thể dẫn đến các hình thức tính toán hoàn toàn mới với lợi thế rõ ràng và có thể định lượng được để giải quyết các vấn đề hoặc ứng dụng quan trọng. Các cơ hội chính bao quanh các thiết bị và / hoặc kiến trúc xử lý thông tin mới dựa trên các mô hình tính toán độc đáo (ví dụ, nhưng không giới hạn ở tính toán hỗn loạn, entropi, quang học, vi khuẩn hoặc hóa học), sự có mặt của một loạt các phương pháp tính toán mới sẽ cho phép các giải pháp, bao gồm các hình thức tự động hóa tri thức khác thường mới ngoài xu hướng AI hiện tại, xác định và định lượng các giới hạn của mô hình máy tính hiện tại cũng như các khía cạnh đầu vào / đầu ra và giao diện liên quan.

Lĩnh vực này dựa trên các xu hướng công nghệ đang nổi lên như: bộ nhớ máy tính, máy tính lượng tử, bóng bán dẫn graphene, chip thần kinh đa hình, spintronics.

- Lược tần số quy mô chip

Lược tần số tích hợp quang tử (lược vi mô-microcomb) là một lớp mới của lược tần số chip, được tạo ra bởi tham số phi tuyến. Trái ngược với lược tần laser, chúng nhỏ gọn, có khoảng cách chế độ lớn phù hợp với lưới viễn thông, có thể tích hợp với các chức năng khác và quan trọng nhất là tương thích với chế tạo khối bán dẫn. Trong thập kỷ qua, những chiếc lược siêu nhỏ như vậy đã đạt được những tiến bộ vượt bậc: giờ đây chúng có thể được vận hành bằng pin và được tích hợp với phương tiện khuếch đại III-V. Chúng đã được thể hiện trong nhiều ứng dụng mới ở cấp độ hệ thống, từ giao tiếp mạch lạc terabit trên giây, LIDAR song song, đến tính toán thần kinh hình học, tạo vi sóng hoặc hiệu chuẩn quang phổ kế vật lý. Các lược tần số ở cấp vi mô có thể sớm rời khỏi phòng thí nghiệm đo

lượng và đi vào thực tế, nhưng trước khi điều đó xảy ra, một số thách thức quan trọng cần được giải quyết, ví dụ: phát triển các nền tảng phi tuyến mới (GaP, Lithium Niobate), hiệu suất chuyển đổi hiệu quả hơn, mở rộng sang mới dải bước sóng, cho phép các chức năng mới trên chip. Bằng cách mang lại độ chính xác của lược tần số quang học cùng với quang tử tích hợp, có thể thiết lập chắc chắn và triển khai lược tần rộng rãi, trên tất cả các vùng quang phổ với công nghệ quang tử tích hợp. Điều này sẽ làm cho chúng trở nên phổ biến trong hầu hết các ứng dụng đòi hỏi nhiều tần số của ánh sáng laser kết hợp. Các lĩnh vực ưu tiên bao gồm quang tử phi tuyến và tạo lược vi mô trong các thiết bị tích hợp có tiềm năng rõ ràng dẫn đến những khám phá không lường trước được, vì tương tác phi tuyến trong các hệ thống phức tạp có thể dẫn đến các hiện tượng nổi lên.

Lĩnh vực này dựa trên các xu hướng công nghệ mới nổi như: đồng hồ độ chính xác cao, quang điện tử, máy tính lượng tử, mật mã lượng tử.

- Photon, phonon, tam giác điện tử

Trong những năm gần đây, tương tác giữa photon (hạt mang ánh sáng), phonon (bán hạt mang năng lượng và động lượng thông qua dao động mạng) và electron (hạt mang điện tích) đã thu hút rất nhiều sự chú ý nghiên cứu vì vai trò chính của chúng trong vật lý vật chất ngưng tụ. Các dao động mạng trên các trạng thái điện tử gây ra hiện tượng tán xạ, theo đó các điện tử thay đổi trạng thái của chúng bằng cách phát ra hoặc hấp thụ các phonon. Tương tác của các điện tử với trường điện từ sẽ được biểu diễn dưới dạng các quá trình tán xạ, trong đó các điện tử phát ra hoặc hấp thụ các photon. Vào năm 2021, một trong những lần đầu tiên, một thí nghiệm thành công đã chứng minh sự tương tác giữa ánh sáng và phonon để điều khiển sự lan truyền của các dao động mạng một cách mạnh mẽ và có thể kiểm soát được. Trong các thiết bị điện tử nano, các kết nối tức là các kết nối giữa các phần tử khác nhau của mạch sử dụng nhiều năng lượng hơn các bộ vi xử lý. Các phương pháp tiếp cận dựa trên điện tích (điện tử) và dựa trên ánh sáng (photon) đã được thiết lập tốt để xử lý thông tin tích hợp trên chip. Phonon ít như vậy hơn, mặc dù chúng có thể được sử dụng để truyền thông tin bằng cách sử dụng một lượng nhỏ năng lượng. Điều này đòi hỏi chúng ta phải dễ dàng chuyển đổi giữa (hoặc kết hợp) photon, phonon và electron làm vật mang thông tin giống nhau (biến đa trạng thái). Việc kết hợp phonon trong danh sách là rất quan trọng, vì đây là thiết bị hiển thị trong nhiều hoạt động nâng quy mô hoặc nhiệt độ trên nhiệt độ heli (và điện tử lạnh không phải là một con đường rõ ràng để thực hiện). Những thách thức chính vẫn còn đó, như dấu vết, tổn thất, dải tần (vẫn còn quá thấp) và tiềm năng tích hợp của chúng để khai thác tiềm năng của photon, phonon và tam giác điện tử - các biến đa trạng thái trong các thiết bị tích hợp.

Lĩnh vực này dựa trên các xu hướng công nghệ mới nổi như: vật liệu 2D, siêu vật liệu, quang điện tử, spintronics, máy tính lượng tử, bộ nhớ máy tính.

- Lưu trữ dữ liệu kỹ thuật số dựa trên DNA

Trong kỷ nguyên kỹ thuật số chứng kiến sự phát triển theo cấp số nhân của nội dung số, cách tiếp cận và công nghệ hiện tại để lưu trữ và lưu trữ dữ liệu lớn sẽ không bền vững sau năm 2040, chủ yếu là do những hạn chế liên quan đến tiêu thụ năng lượng, nhu cầu về vật liệu hiếm và độc hại, và các vấn đề liên kết với tính toàn vẹn của dữ liệu theo thời gian. Một nhu cầu cấp thiết là phải đề xuất các phương pháp tiếp cận hoàn toàn mới để đáp ứng sự gia tăng cực kỳ nhanh chóng của các yêu cầu lưu trữ dữ liệu, không có phương pháp nào hiện đủ chín muồi để triển khai. Các chất mang thông tin phân tử, chẳng hạn như DNA (được sử dụng như một chất hóa học chứ không phải là một tác nhân sinh học) hoặc một số polyme không được kiểm soát trình tự DNA, là những lựa chọn thay thế rất tốt nếu xét đến những ưu điểm rõ ràng như mật độ thông tin cao hơn mười triệu lần so với những loại truyền thống hiện đang được sử dụng và ổn định ở nhiệt độ bình thường trong vài thiên niên kỷ mà không tiêu tốn năng lượng. Hơn nữa, dữ liệu có thể dễ dàng thao tác, nhân lên hoặc hủy bỏ theo ý muốn. Một số tính toán có thể được thực hiện vật lý với các đoạn DNA. Hơn nữa, lưu trữ dữ liệu dựa trên DNA có thể được hưởng lợi một cách tự nhiên từ phạm vi nghiên cứu DNA đang phát triển nhanh chóng, các công cụ và kỹ thuật đột phá mới được phát triển từ khoa học đời sống, đồng thời cũng đóng góp tương hỗ cho nó (ví dụ: để thu thập dữ liệu in-vivo). Bằng chứng về khái niệm lưu trữ dữ liệu dựa trên DNA trong ống nghiệm hiện đã được thiết lập tốt. Một số nghiên cứu đã chỉ ra rằng việc lưu trữ như vậy có thể hỗ trợ truy cập có chọn lọc và có thể mở rộng sang dữ liệu, cũng như lưu trữ và truy xuất thông tin không có lỗi. Tuy nhiên, những thách thức kỹ thuật vẫn còn để làm cho quá trình này trở nên khả thi về mặt kinh tế đối với nhiều loại dữ liệu. Những điều này liên quan đến việc cải thiện chi phí, tốc độ và hiệu quả của công nghệ đọc, và đặc biệt là ghi và chỉnh sửa môi trường, DNA hoặc các polyme khác.

Lĩnh vực này dựa trên các xu hướng công nghệ mới nổi như điện tử sinh học.

- Các cách tiếp cận thay thế tính toán lượng tử

Tính toán lượng tử hứa hẹn về sức mạnh tính toán to lớn vượt quá khả năng của bất kỳ máy tính cổ điển nào. Nó có tiềm năng cách mạng hóa nhiều lĩnh vực khoa học, công nghệ, cũng như cuộc sống hàng ngày của chúng ta. Mô hình tính toán mới này được xây dựng dựa trên các quy luật vật lý của cơ học lượng tử và khai thác các phương thức tính toán mới về cơ bản. Kể từ khi mạch lượng tử cơ bản đầu tiên được xây dựng vào năm 1995, người ta đã nỗ lực đáng kể để hiểu và phát triển các công nghệ điện toán lượng tử. Tuy

nhiên, lĩnh vực này vẫn được coi là sơ khai. Các phương pháp tiếp cận mới để mã hóa, thao tác và lưu trữ thông tin trong các đối tượng lượng tử là cần thiết để đẩy nhanh sự phát triển và triển khai các cải tiến đột phá trên nhiều lĩnh vực, đồng thời cho phép những người mới đưa ra các giải pháp độc đáo cho kiến trúc và các khối xây dựng quan trọng của các hệ thống điện toán lượng tử mới. Những đổi mới như vậy sau đó có thể dẫn đến các ứng dụng trong hóa học, khoa học vật liệu và hậu cần, ngoài những lĩnh vực khác. Để đảm bảo khai thác nhanh hơn và tiếp nhận các giải pháp thực tế trong lĩnh vực tính toán lượng tử, cần khám phá những tiến bộ về khả năng mở rộng và khả năng chịu lỗi trong các phương pháp thay thế nhưng đầy hứa hẹn. Tính toán dựa trên phép đo sử dụng các trạng thái ánh sáng vướng víu là một cách tiếp cận hứa hẹn tính phổ quát, khả năng mở rộng và khả năng chịu lỗi. Cần có những phát triển chính về tạo trạng thái, mã hóa, điều khiển hệ thống, chế tạo, ngăn xếp phần mềm và ứng dụng để vượt ra ngoài giai đoạn khái niệm và mang lại những hứa hẹn đầy đủ của phương pháp này.

Lĩnh vực này dựa trên các xu hướng công nghệ mới nổi như: điện tử linh hoạt, bộ nhớ máy tính, máy tính lượng tử, quang điện tử, spintronics.

- Cặp song sinh kỹ thuật số cục bộ dựa trên AI

Các nhà quy hoạch thành phố, kiến trúc sư đô thị và các nhà hoạch định chính sách cần có các mô hình mô phỏng để hiểu, dự đoán, thiết kế và quản lý các hình thức thành phố trong tương lai để làm cho chúng bền vững, công bằng và hiệu quả hơn. Cặp song sinh kỹ thuật số cục bộ (LDT - Local Digital Twins) là bản sao kỹ thuật số của các thành phố không chỉ liên quan đến các khía cạnh vật lý, mà còn cả con người và ảnh hưởng của các quyết định và hành vi của họ. Các thành phố là những hệ thống phức tạp. Để giải phóng toàn bộ tiềm năng của LDT, một phương pháp tiếp cận dựa trên khoa học phức tạp cần được thiết kế dựa trên các quan điểm khác nhau về các thành phố, cấu trúc và các vấn đề của chúng. Các hệ thống động lực học phức tạp có khả năng tự tổ chức với nhiều dạng nổi khác nhau thường mạnh mẽ đến mức gián đoạn hợp lý. Chúng thích nghi và tự tổ chức diễn ra một cách tự phát theo cách hiệu quả. Để đạt được các kết quả mong đợi, người ta cần tập trung vào các tương tác hơn là vào các thành phần của hệ thống, và do đó chuẩn bị các thiết kế và can thiệp phù hợp với quá trình tự tổ chức và xuất hiện. Chúng ta cần quan sát và theo dõi sự xuất hiện của các hành vi tập thể. Nếu hệ thống (thành phố) không thay đổi quá nhanh, chúng ta có thể học bằng cách sử dụng các thuật toán tối ưu hóa (từ trên xuống) hoặc xây dựng các hệ thống kết hợp, từ trên xuống / tự tổ chức.

Lĩnh vực này dựa trên các xu hướng công nghệ mới nổi như trí tuệ nhân tạo.

- Những sử dụng không gian mới

Công nghệ vũ trụ được sử dụng rộng rãi để khám phá không gian, hiểu rõ hơn về Trái đất như một phần của vũ trụ, khí hậu của nó, nhưng cũng để có được cái nhìn khác về cơ thể và sức khỏe của con người. Công nghệ vũ trụ cung cấp nhiều dịch vụ hàng ngày như viễn thông, điều hướng, an ninh, dự báo thời tiết, viễn thám, v.v. Những tiến bộ trong công nghệ này đảm bảo các cơ hội và phương pháp tiếp cận mới để giải quyết các thách thức xã hội đang nổi lên bao gồm biến đổi khí hậu, các hiện tượng thời tiết bạo lực hoặc các bệnh nghiêm trọng ở người. Các khái niệm và phương pháp tiếp cận đột phá mới để tiếp cận không gian, giám sát, các giải pháp vận chuyển không gian toàn diện hơn, các ứng dụng mới của công nghệ lượng tử để sử dụng không gian, thử nghiệm / xác nhận trên quỹ đạo của các dịch vụ dựa trên không gian mới cho nhiều lĩnh vực (ví dụ như viễn thông, an ninh, điều hướng và theo dõi vệ tinh), quan sát trái đất hoặc sử dụng sáng tạo các tín hiệu và dữ liệu được thu thập bởi cơ sở hạ tầng không gian cho các chức năng mới được coi là động lực cho những đổi mới đột phá trên nhiều lĩnh vực hạ nguồn.

Khu vực này dựa trên các xu hướng công nghệ mới nổi như khai thác tiểu hành tinh.

- Vật liệu 2D cho thiết bị điện tử công suất thấp

Hệ thống công nghệ thông tin và truyền thông (CNTT-TT) là ngành tiêu thụ điện tăng nhanh nhất trên toàn thế giới, với > 15% tổng lượng khí thải carbon do các trung tâm dữ liệu máy tính gây ra (dự kiến sẽ tăng gấp đôi vào năm 2050). Chỉ có thể giảm tiêu thụ điện năng trong công nghệ CMOS bằng cách giảm điện áp bật / tắt trong hoạt động của bóng bán dẫn: ví dụ, giảm điện áp hoạt động xuống 70% sẽ giảm tiêu thụ điện năng 90%. Thách thức là sử dụng vật liệu 2D để tạo ra các vật liệu mới cho thiết bị điện tử bán dẫn công suất thấp, bằng cách tối ưu hóa các đặc tính của chúng thông qua kỹ thuật vùng cấm, cho phép tăng quy mô wafer của các vật liệu như vậy, đạt được chất bán dẫn sắt từ ở nhiệt độ phòng và tích hợp chúng trong các thành phần để sản xuất có thể mở rộng.

Lĩnh vực này dựa trên các xu hướng công nghệ mới nổi như: vật liệu 2D, ống nano cacbon, bóng bán dẫn graphene.

- Điện tử bền vững

Điện tử là một trong những ngành công nghiệp nền tảng chính hỗ trợ xã hội ngày nay. Lĩnh vực CNTT-TT đang phát triển nhanh có lượng khí thải cacbon đáng kể, dự kiến sẽ tăng gấp đôi vào năm 2050. Những thách thức nổi bật trong phát triển và sản xuất CNTT-TT, trong số đó, là việc giảm tiêu thụ điện năng và phụ thuộc vào kim loại quý và nguyên liệu thô quan trọng. Điện tử bền vững không chỉ đại diện cho một nhu cầu mà còn là một cơ hội thách thức duy nhất cho một xã hội kỹ thuật số và phi cacbon hóa. Các giải pháp khác nhau đang được phát triển để giải quyết những thách thức này, bao gồm: (i) sử dụng các

vật liệu bền vững như vật liệu dựa trên sinh học làm chất nền linh hoạt và các thành phần không dẫn điện, vật liệu cacbon dẫn điện, chất bán dẫn vô cơ và hữu cơ dựa trên sinh học, sử dụng nhiều và các hợp chất kim loại và phi kim loại quý có thể tái chế; (ii) sử dụng các quy trình sản xuất có thể mở rộng bao gồm xử lý ướt dựa trên nước, kỹ thuật sản xuất in và bù đắp (in 3D), xử lý khô ở nhiệt độ thấp, giảm thiểu chất thải quy trình và sử dụng các hóa chất an toàn hơn và có độc tính thấp; và (iii) triển khai các hệ thống và thiết bị lai mới, cũng như triển khai các thiết bị tự cung cấp năng lượng và phát triển các hệ thống lai và lấy cảm hứng sinh học (ví dụ: điện tử sinh học và giao diện với vi khuẩn, chức năng thực vật) bao gồm thiết kế sinh thái và các chiến lược thiết kế tuần hoàn, vật liệu tự phục hồi và tự sửa chữa, chiến lược dự đoán bảo trì.

Lĩnh vực này dựa trên các xu hướng công nghệ mới nổi như: điện tử linh hoạt, cảm biến phân hủy sinh học, điện tử sinh học, phát quang sinh học, thu năng lượng, cửa sổ thông minh, vật liệu tự phục hồi, giao tiếp thực vật, vật liệu 2D, dây nano, quang điện tử, spintronics, phân tách carbon dioxide, bóng bán dẫn graphene, quang hợp nhân tạo, siêu vật liệu.

3. HƯỚNG TỚI TƯƠNG LAI

EIC muốn phù hợp với tham vọng của các nhà nghiên cứu và nhà đổi mới tài năng và có tầm nhìn xa nhất cùng nhau hợp tác hướng tới một năng lực hướng tới tương lai rộng lớn hơn trong những năm tới. Chúng ta cần thiết lập một quy trình đánh giá liên tục để theo dõi các dự án và lĩnh vực do EIC hỗ trợ, được liên kết với nhau như thế nào hoặc so sánh với các lĩnh vực trên toàn cầu và nhận ra các tín hiệu yếu và mạnh về những đổi mới đột phá trong công nghệ sâu trong toàn bộ chuỗi giá trị. Chúng ta cũng cần quan sát và phân tích các xu hướng chính và các tác động tiềm ẩn ở cấp độ khoa học, công nghệ, kinh tế, môi trường, xã hội, đạo đức, luật pháp và chính sách khi thích hợp, để đánh giá tốt hơn đề xuất giá trị của chúng.

Do đó, EIC đang hướng tới việc đồng tạo ra một khung phân tích chiến lược thường trực rộng hơn và có cấu trúc hơn, sẽ dựa trên ba loại hình phân tích chính: Dự đoán (Anticipatory), Tập thể (Collective) và Hỗn hợp (Hybrid).

- Dự đoán, hộp công cụ EIC định hướng tương lai ngắn hạn và trung hạn để phát hiện và giám sát các tín hiệu đổi mới, xu hướng, trình điều khiển và hơn thế nữa, thông qua quét viễn cảnh và các công cụ dựa trên tầm nhìn xa khác.

- Tập thể, nền tảng cho EIC dựa trên các mô hình có sự tham gia có thể huy động nhiều hiểu biết sâu rộng hơn, từ việc lập ý thức đến thiết lập ưu tiên và ra quyết định, thúc đẩy sự tiếp cận của các bên liên quan và xây dựng cộng đồng, đồng thời mở ra không gian cho các mối quan hệ đối tác mới.

- Hỗn hợp, kết hợp giữa phân tích đa tiêu chí do máy móc và con người điều khiển để khai thác và kiểm tra kiến thức EIC về các tập dữ liệu định hướng trong quá khứ, hiện tại và tương lai, từ các mô hình đầu tư bên trong và bên ngoài đến tác động đến hệ sinh thái đổi mới.

Chúng ta hiểu rằng không có tương lai nào có thể được dự đoán ngay cả với các phép ngoại suy chính xác nhất của các tập dữ liệu hiện tại và thông tin chi tiết của chuyên gia tốt nhất. Đây không phải là mục tiêu của các mục tiêu phân tích chiến lược của EIC. Thay vào đó, mục đích của EIC là sử dụng dữ liệu, thông tin chi tiết và quy trình tốt nhất hiện có để hướng dẫn việc ra quyết định tốt hơn, tránh đơn giản hóa quá mức và xác định các khu vực rủi ro cao - tiềm năng cao, đủ sớm để tạo ra tác động đến sự phát triển và hướng đi của chúng, từ việc hỗ trợ sớm ý tưởng, bằng chứng về khái niệm, hoặc chuyển giao công nghệ, cho nguồn tài chính để mở rộng quy mô các công ty khởi nghiệp và doanh nghiệp vừa và nhỏ tiềm năng cao.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. EIC working paper 1/2022. Identification of emerging technologies and breakthrough innovations. European Union, 2022.
2. 100 Radical Innovation Breakthroughs for the future, European Commission DG RTD (2019)