BỘ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ

**Dự thảo**

BÁO CÁO THUYẾT MINH XÂY DỰNG

DANH MỤC CÔNG NGHỆ CHỦ CHỐT

CỦA CUỘC CÁCH MẠNG CÔNG NGHIỆP LẦN THỨ 4

*(Gửi kèm Tờ trình số /TTr-BKHCN ngày….tháng 10 năm 2020*

*của Bộ Khoa học và Công nghệ)*

Tháng /2020

# PHẦN I: CƠ SỞ VÀ SỰ CẦN THIẾT

## Cơ sở khoa học và công nghệ của CMCN 4.0

Các xu thế công nghệ cho sản xuất dựa trên số hoá và kết nối nằm ở một số lĩnh vực chính như sau: CNTT - truyền thông (CNTT-TT), vật lý, sinh học, và năng lượng. Các công nghệ trong các nhóm này đều liên quan chặt chẽ với nhau và với các công nghệ khác để đem lại lợi ích cho nhau dựa vào những khám phá và tiến bộ của từng nhóm.

### Lĩnh vực Công nghệ thông tin

a. Lưu trữ và xử lý dữ liệu lớn

Dữ liệu lớn (Big data) là thuật ngữ dùng để chỉ một tập hợp dữ liệu rất lớn và phức tạp mà những công cụ, ứng dụng xử lý dữ liệu truyền thống không thể đảm đương được. Kích cỡ của dữ liệu lớn đang tăng nhanh từng ngày.

Trong thế kỷ 21, dữ liệu thường được xem như là một “nguyên liệu thô”. Ngày nay, dữ liệu đang được sử dụng ngày càng rộng rãi cho mọi lĩnh vực từ thương mại, tài chính, viễn thông, y tế, giao thông vận tải cho tới an ninh và quản lý công. Dữ liệu lớn sẽ giúp dự đoán khả năng tăng năng suất, chất lượng và tính linh hoạt trong các ngành công nghiệp sản xuất, từ đó tạo ra lợi thế trong cạnh tranh. Nói cách khác, Dữ liệu lớn sẽ là công cụ thúc đẩy sự phát triển kinh tế - xã hội trong tương lai.

b. Internet vạn vật

Internet vạn vật (Internet of Things - IoT) được hiểu như là một mạng lưới ngày càng lớn các đối tượng vật lý, cho phép các đối tượng này kết nối với Internet và giao tiếp với các thiết bị và hệ thống khác có khả năng kết nối Internet. Internet vạn vật là sự phát triển từ việc sử dụng Internet để kết nối nội dung, đến kết nối dịch vụ (Internet of Services), kết nối mọi người (Internet of People), đến kết nối mọi vật mà trung tâm là việc máy có thể giao tiếp với máy. Với mô tả đơn giản nhất, có thể coi IoT là mối quan hệ giữa vạn vật (các vật thể, dịch vụ, địa điểm…) với các chương trình máy tính và con người thông qua các công nghệ kết nối và các nền tảng khác nhau.

c. Trí tuệ nhân tạo

Trí tuệ nhân tạo (Artificial Intelligence - AI) là lĩnh vực mô phỏng các quá trình trí tuệ con người bằng máy móc, đặc biệt là hệ thống máy tính. Các quá trình này bao gồm học tập (thu thập các thông tin và quy tắc sử dụng các thông tin), lập luận (sử dụng các quy tắc để đạt được kết luận gần đúng hay xác định) và tự điều chỉnh. Các ứng dụng đặc trưng của trí tuệ nhân tạo bao gồm: Hệ thống chuyên gia, các hệ thống tự điều khiển hay các hệ thống tương tác tự động.

### Lĩnh vực Vật lý

Có bốn đại diện chính trong lĩnh vực vật lý là: Công nghệ tự lái, robot cao cấp, công nghệ in 3D và vật liệu mới.

a. Công nghệ tự lái

Công nghệ tự lái ngày càng được đầu tư phát triển. Ngày nay chúng ta có xe ô tô tự lái, thiết bị bay không người lái, máy bay không người lái, tàu thủy không người lái, tàu không người lái... Đại diện tiêu biểu cho sự phát triển của công nghệ tự lái giai đoạn này chính là xe ô tô tự lái.

b. Robot cao cấp

Robot là một thiết bị cơ khí được lập trình có thể thực hiện các nhiệm vụ và tương tác với môi trường xung quanh mà không cần đến sự tương tác của con người. Ngày nay, với sự phát triển của cơ khí chính xác, trí tuệ nhân tạo, cảm biến… các robot đang trở nên tiên tiến hơn. Robot đang trở nên thích nghi và linh hoạt hơn với thiết kế cấu trúc và chức năng được lấy cảm hứng từ các cấu trúc sinh học phức tạp.

Một số loại robot công nghiệp đã thay thế sức lao động của con người trong các cuộc cách mạng công nghiệp trước. Trong tương lai, chúng sẽ trở nên thông minh, có nghĩa là chúng sẽ có thể thích ứng, giao tiếp và tương tác.

c. Công nghệ In 3D

Công nghệ In 3D (3D printing), hay còn được gọi là chế tạo cộng (Additive Manufacturing), là công nghệ tạo ra một đối tượng vật lý bằng cách bồi đắp dần các lớp vật liệu từ một bản vẽ hay một mô hình 3D có trước. Công nghệ này khác hoàn toàn so với các công nghệ chế tạo truyền thống hiện nay, hay còn gọi là chế tạo trừ, là công nghệ bỏ đi các vật liệu thừa từ phôi ban đầu cho đến khi thu được đối tượng vật lý mong muốn.

Ở khía cạnh kinh tế, với những đặc điểm như giảm thời gian, chi phí và dễ dàng tùy biến, công nghệ in 3D có thể coi là một cuộc cách mạng về mô hình sản xuất. Nhà thiết kế không còn phải bận tâm đến những hạn chế của nguồn nguyên liệu từ xa hoặc của máy móc mà có thể biến mọi ý tưởng độc đáo của mình thành hiện thực trong vài ngày. Các nhà quản lý không còn cần một đội ngũ đông đảo những người ngồi lắp ráp các bộ phận rời với nhau nữa, mà là những người có thể tùy chỉnh từng chi tiết nhỏ nhất của sản phẩm một cách nhanh chóng theo yêu cầu của khách hàng. Những sản phẩm sản xuất hàng loạt sẽ được thay thế bằng những sản phẩm tùy biến theo yêu cầu của từng khách hàng riêng biệt với chi phí rẻ hơn.

Ở khía cạnh xã hội, công nghệ này cũng sẽ ảnh hưởng đến thị trường sản xuất. Công nghệ in 3D sẽ khiến cho nhu cầu tìm kiếm nhân công giá rẻ bị thay thế bởi nhu cầu về nhân công có năng lực sáng tạo, trình độ cao và chuỗi cung ứng gần hơn với thị trường tiêu thụ về mặt địa lý nhằm có thể đáp ứng mọi nhu cầu riêng biệt của khách hàng trong thời gian ngắn nhất. Bên cạnh đó, sự phát triển của công nghệ in 3D cũng kéo theo các vấn đề trong quản lý nhà nước về sở hữu trí tuệ, an ninh quốc gia.

d. Vật liệu tiên tiến

Theo Rensselaer, khái niệm vật liệu tiên tiến (advanced materials) “dùng để chỉ tất cả những loại vật liệu mới hoặc những loại vật liệu đã biết, nhưng có một hay nhiều tính chất ưu việt thích hợp cho việc ứng dụng thực tế.” Như vậy, vật liệu tiên tiến không nhất thiết phải là vật liệu mới hoàn toàn, có thể là những vật liệu truyền thống, nhưng được chế tạo, gia công bằng những phương pháp đặc biệt nào đó, tạo cho vật liệu có cấu trúc và tính năng vượt trội, có thể ứng dụng được. Vật liêu tiên tiến có những thuộc tính mà chỉ cách đây vài năm vẫn còn được coi là viễn tưởng. Về tổng thể, chúng nhẹ hơn, bền hơn, có thể tái chế và dễ thích ứng. Hiện nay đã có các nhiều ứng dụng cho các vật liệu thông minh tự phục hồi hoặc tự làm sạch, các kim loại có khả năng khôi phục lại hình dạng ban đầu, gốm sứ và pha lê biến áp lực thành năng lượng và nhiều vật liệu khác nữa.

### Lĩnh vực sinh học

Công nghệ sinh học nói chung và di truyền nói riêng đã có những bước phát triển quan trọng trong thời gian qua. Công nghệ bộ gen thế hệ tiếp theo kết hợp những tiến bộ trong khoa học về giải trình tự và thay đổi vật liệu di truyền với các khả năng phân tích dữ liệu lớn nhất đã tạo ra những bước tiến mới.

Với việc giải trình tự nhanh chóng và năng lực tính toán tiên tiến, các nhà khoa học có thể kiểm tra một cách có hệ thống biến thể di truyền làm thế nào có thể mang lại các đặc điểm có lợi và xác định nguyên nhân bệnh tật cụ thể, thay vì các kỹ thuật truyền thống kém hiệu quả. Các máy giải trình tự gen để bàn giá thành tương đối thấp có thể được sử dụng trong chẩn đoán thường ngày, có khả năng cải thiện đáng kể việc điều trị từ việc ứng dụng công nghệ ADN để đưa ra các phương pháp điều trị phù hợp cho bệnh nhân. Bước tiếp theo là sinh học tổng hợp, khả năng tùy chỉnh chính xác các sinh vật bằng việc chỉnh sửa ADN được thiết kế có chủ đích. Những tiến bộ trong năng lực và tính sẵn sàng của khoa học di truyền có thể có tác động sâu sắc về y học, nông nghiệp - thậm chí cả việc sản xuất các hợp chất có giá trị cao, sản xuất nhiên liệu sinh học - cũng như đẩy nhanh quá trình phát triển thuốc cho người và vật nuôi.

### Năng lượng tái tạo và sử dụng năng lượng hiệu quả

Theo Hiệp hội Công nghiệp năng lượng tái tạo Texas, năng lượng tái tạo là nguồn năng lượng có thể tự tái tạo một cách tự nhiên trong một thời gian ngắn và được dẫn xuất trực tiếp từ mặt trời (nhiệt độ, quang hóa và quang điện), gián tiếp từ mặt trời (gió, năng lượng hydro và năng lượng quang hợp được lưu giữ trong sinh khối) hoặc từ các cơ chế, chuyển động tự nhiên khác của môi trường (địa nhiệt và năng lượng thủy triều). Năng lượng tái tạo không bao gồm các nguồn năng lượng dẫn xuất từ nhiên liệu hóa thạch, các chất thải từ các nguồn hóa thạch, hoặc các sản phẩm chất thải từ các nguồn vô cơ.

## Kinh nghiệm quốc tế trong lựa chọn các công nghệ ưu tiên

### Đánh giá, lựa chọn của các tổ chức có uy tín trên thế giới

Để xây dựng Danh mụccác công nghệ chủ chốt của công nghiệp 4.0, Bộ KH&CN đã nghiên cứu Danh mục một số công nghệ trụ cột của cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ 4 do các tổ chức có uy tín trên thế giới đã nghiên cứu và đánh giá như: *OECD (Tổ chức Hợp tác và Phát triển Kinh tế)[[1]](#footnote-1); McKensey[[2]](#footnote-2); Garner; Nhóm tư vấn Boston (BCG – Boston Consulting Group analysis); Gradiant Pontevedra;...*

- Theo OECD tại báo cáo **The STI Outlook 2016** (Science, Technology and Innovation Outlook 2016), nhiều chính phủ của các quốc gia định kỳ thực hiện các đánh giá, xác định các công nghệ đang nổi lên đầy hứa hẹn, trong khoảng thời gian 10-20 năm, OECD đã tổng kết các kết quả khảo sát được thực hiện bởi một số Chính phủ ở một số quốc gia trong OECD như: Canada, Phần Lan, Đức và Vương quốc Anh và Liên bang Nga,…Báo cáo năm 2016 của OECD chỉ ra rằng CMCN 4.0 có sự tham gia tích cực với vai trò của 40 công nghệ tiên tiến trong 4 lĩnh vực chính, cụ thể:

**(1)** **Lĩnh vực Công nghệ số có 09 công nghệ, gồm:**

**-** Trí tuệ nhân tạo (Artificial Intelligence);

- Internet vạn vật (IoT);

- Dữ liệu lớn (Big Data);

- Chuỗi khối (Block chain);

- Điện toán đám mây (Cloud computing);

- Mô phỏng (Simulation);

- Robot tự hành (Autonomous Robots);

- Tính toán lượng tử (Quantum computing);

- Tính toán lưới (Grid computing).

**(2) Lĩnh vực Vật lý và Vật liệu tiên tiến có 12 công nghệ, gồm:**

- Vật liệu Nano (Nano materials);

- In 3D và chế tạo cộng (3D printing and Additive manufacturing);

- Ống nano các bon và Graphene;

- Vật liệu chức năng (Functional materials);

- Thiết bị Nano (Nanodevices);

- Tế bào nhiên liệu (Fuel cells);

- Năng lượng Hydrogen (Hydrogen energy);

- Quang điện (Photovoltaics);

- Xe điện (Electric vehicles);

- Xe tự lái (Automonous vehicles);

- Thiết bị tự bay (Drones);

- Công nghệ ánh sáng và quang tử (Photonics and Light Technologies).

**(3) Lĩnh vực Công nghệ sinh học có 12 công nghệ, gồm:**

- Sinh học tổng hợp (Synthetic biology);

- Công nghệ thần kinh (Neurotechnologies);

- Tế bào gốc (Stem cells);

- Xúc tác sinh học (Bioinformatics);

- Tin sinh học (Bioinformatics);

- Chíp sinh học và cảm biến sinh học (Biochip and biosensor);

- Nông nghiệp chính xác (Precision agriculture);

- Nhiên liệu sinh học (Biofuels);

- Y học cá thể hóa (Personalised medicine);

- Y học tái tạo và kỹ thuật tạo mô (Regenerative medicine and tissue engineering);

- Công nghệ giám sát sức khỏe (Health monitoring technology);

- Chuẩn đoán hình ảnh Y-Sinh học (Medical and bioimaging).

**(4) Lĩnh vực Năng lượng và môi trường có 07 công nghệ gồm:**

- Công nghệ lưu trữ năng lượng tiên tiến (Advanced energy storage technologies);

- Vệ tinh nhỏ và siêu nhỏ (Micro and nano satellites);

- Thu thập và lưu trữ các bon (Carbon capture and storage);

- Năng lượng vi mô (Power microgeneration);

- Công nghệ tua bin gió (Wind tuabine technologies);

- Công nghệ năng lượng đại dương và năng lượng sóng (Marine and tidal power technologies);

- Lưới điện thông minh (Smart grids).

Trong số 40 công nghệ nêu trên, 12 công nghệ đột phá với nền phát triển mạnh tới năm 2030. Khái quát 12 công nghệ như sau:

***+ Trí tuệ nhân tạo (AI):***

Trí tuệ nhân tạo là mô phỏng hoạt động tư duy của con người bằng máy móc. Các hoạt động này bao gồm học tập, suy luận và tự định hướng. Trí tuệ nhân tạo đang được sử dụng để thiết kế và kiểm soát các hệ thống sản xuất linh hoạt và thiết bị tự điều khiển. Trí tuệ nhân tạo khác với việc lập trình logic trong các ngôn ngữ lập trình là ở việc ứng dụng các hệ thống học máy (machine learning) để mô phỏng trí tuệ của con người trong các xử lý mà con người làm tốt hơn máy tính. Cụ thể, trí tuệ nhân tạo giúp máy tính có được những trí tuệ của con người như: biết suy nghĩ và lập luận để giải quyết vấn đề, biết giao tiếp do hiểu ngôn ngữ, tiếng nói, biết học và tự thích nghi.

Với sự phát triển của các kỹ thuật học máy, học sâu, các mô hình trí tuệ nhân tạo đã đạt được độ chính xác cao tương đương hoặc vượt con người trong nhiều lĩnh vực hẹp, được áp dụng trong nhiều lĩnh vực của cuộc sống như sản xuất, kinh tế, dịch vụ, quốc phòng an ninh, đời sống xã hội và văn hóa nhằm nâng cao hiệu suất lao động, nâng cao chất lượng cuộc sống và chất lượng dịch vụ.

Trí tuệ nhân tạo ThinQ được tích hợp sẵn trên các dòng tivi của LG, người dùng dễ dàng tận hưởng những tính năng tiện lợi từ công nghệ hỗ trợ giọng nói tiên tiến, mọi thao tác với tivi được thực hiện một cách nhanh chóng chỉ bằng những mệnh lệnh bằng lời nói qua bộ điều khiển.

Samsung cũng đã tích hợp tính năng trí tuệ nhân tạo thông qua SmartHub trên các dòng Tivi QLED của mình, cũng như IoT trên các dòng tivi trước đó. Với công nghệ AI, Tivi QLED Q900R của Samsung có khả năng nâng cấp hình ảnh và âm thanh tương xứng với mức 8K từ các nguồn tín hiệu đầu vào bất kể chất lượng và định dạng.

Trí tuệ nhân tạo đã được tích hợp trên smartphone từ lâu kể từ khi trợ lý ảo Siri trên iPhone ra đời. Năm 2017 chứng kiến cuộc đua tích hợp trí tuệ nhân tạo dưới dạng trợ lý ảo của các hãng smartphone như trên Google Pixel, HTC U Ultra, LG G6 và Galaxy S8.

Trên thế giới, số lượng công bố khoa học và bằng phát minh sáng chế trong lĩnh vực trí tuệ nhân tạo ngày càng tăng nhanh. Từ hiệu quả của việc áp dụng trí tuệ nhân tạo vào cuộc sống, đầu tư cho thị trường trí tuệ nhân tạo cũng tăng lên nhanh chóng. Doanh thu thị trường trí tuệ nhân tạo năm 2018 đạt mức khoảng 20 tỷ đô la và dự báo sẽ tăng lên khoảng trên 200 tỷ đô la vào năm 2025. Trong năm 2017 đầu tư cho trí tuệ nhân tạo đã lên tới 39,5 tỷ đô la, đầu tư vào startup trí tuệ nhân tạo năm 2018 của 7 công ty công nghệ hàng đầu là Google, Amazon, Uber, Intel, Microsoft, Apple, Twitter đạt tới 8,3 tỷ đô la.

Đối với Việt Nam, trí tuệ nhân tạo đã bắt đầu được triển khai, ứng dụng trong một số bộ, ngành, địa phương trong việc hỗ trợ tự động hóa một số công đoạn ví dụ như các hệ thống nhận dạng khuôn mặt, vân tay, mống mắt, nhận dạng biển số xe, đếm xe, nhận dạng tiếng nói, nhận dạng văn bản, thu thập số liệu tự động, quản lý văn bản và điều hành, chatbot hỗ trợ người dân và khách hàng, hệ thống giám sát giao thông thông minh, robot thông minh, các hệ thống hỗ trợ chẩn đoán hình ảnh y tế. Nhìn chung, ứng dụng trí tuệ nhân tạo ở Việt Nam mới ở dạng bước đầu, tuy nhiên tiềm năng ứng dụng trí tuệ nhân tạo vào các lĩnh vực là rất lớn, góp phần xây dựng chính phủ hiệu quả, phục vụ có hiệu quả sự nghiệp công nghiệp hóa - hiện đại hóa, phát triển kinh tế - xã hội, đảm bảo an ninh quốc phòng.

Theo đà phát triển của công nghệ, công nghệ trí tuệ nhân tạo luôn là xu hướng công nghệ tương lai mà các hãng công nghệ trên toàn thế giới đua nhau sáng tạo, nó là nền tảng cốt lõi để giúp Chính phủ, doanh nghiệp ‘Chuyển đổi số’ thành công.

***+ Internet vạn vật (IoT):***

Internet vạn vật là kết nối các đối tượng vật lý (thiết bị, phương tiện…) với thiết bị điện tử, phần mềm, cảm biến thông qua mạng internet. Internet cho phép các đối tượng vật lý tự động thu thập và trao đổi dữ liệu.

Cuộc cách mạng công nghiệp mới gắn với IoT được khởi xướng đầu tiên tại Đức vào năm 2010 với Kế hoạch hành động cho chiến lược công nghệ cao đến năm 2020, sau đó lan sang các nước thành viên của Liên minh châu Âu như Italia, Pháp, Anh. Hiện việc đầu tư cho IoT như là nền tảng cho cuộc cách mạng công nghiệp mới đã trở thành làn sóng ở hầu khắp thế giới.

Không giống như các cuộc cách mạng trước - thường diễn ra theo xu hướng phát minh mới làm mờ đi phát minh cũ, IoT được tin là sẽ tạo cơ hội cho tất cả các ngành nghề đều được hưởng lợi. IoT gia tăng cũng có nghĩa là việc truyền tải dữ liệu và giao tiếp qua Internet tăng lên. Chính vì thế mà tất cả các công ty, ngành nghề đều có thể sử dụng các dữ liệu đó để phân tích và quyết định chiến lược cạnh tranh giành lấy thành công cho mình trong tương lai.

Theo Công ty nghiên cứu Rand Europe (Anh), đến năm 2020, IoT sẽ đem lại doanh thu tiềm năng khổng lồ cho các ngành trên thế giới vào khoảng từ 1,4 nghìn tỷ - 14,4 nghìn tỷ USD - tương đương với mức GDP của cả Liên minh châu Âu. Không những thế, một báo cáo mới nhất của hãng phân tích kinh tế Business Insider Intelligence còn dự báo, nhiều ngành kinh tế cơ bản sẽ tăng cường đầu tư cho hệ sinh thái IoT với tổng số tiền đầu tư cho các giải pháp IoT ước chừng 6 nghìn tỷ USD.

Trong đó, các nhà sản xuất công nghiệp chế tạo sẽ tăng 35% đầu tư cho việc sử dụng các cảm biến thông minh. Ngành giao thông sẽ có hơn 220 triệu xe hơi được kết nối. Ngành công nghiệp quốc phòng sẽ chi 8,7 tỷ USD cho các phương tiện không người lái và sẽ có 126 nghìn robot quân sự được xuất xưởng. Sản xuất nông nghiệp sẽ cài đặt 75 triệu thiết bị IoT, chủ yếu là các thiết bị cảm biến được đặt ở trong đất để theo dõi nồng độ axít, nhiệt độ và các chỉ số khác để giúp nông dân tăng năng suất mùa vụ. Lĩnh vực cơ sở hạ tầng sẽ tăng đầu tư 133 tỷ USD cho các hệ thống IoT.

Ngoài ra, còn nhiều lĩnh vực khác cũng tăng cường đầu tư hệ sinh thái IoT như lĩnh vực bán lẻ, dịch vụ vận tải, ngân hàng, y tế,… Nói chung, trong vài năm nữa, IoT sẽ bao trùm hầu khắp các ngành nghề trong ba khu vực chính: Chính phủ, doanh nghiệp và người tiêu dùng, với ước tính có 24 tỷ thiết bị được kết nối Internet và tham gia vào hệ sinh thái IoT.

Tương lai, IoT sẽ tạo ra sự tăng trưởng đáng kể cho nền kinh tế trên toàn cầu. Theo dự báo của hãng tư vấn Accenture (Mỹ), nếu Mỹ đầu tư nhiều hơn 50% vào công nghệ IoT để mở rộng mạng lưới kết nối thì có thể được hưởng lợi tới 7,1 nghìn tỷ USD, góp phần nâng GDP cao hơn 2,3% vào năm 2030 so với việc đầu tư vào các dự án khác. Trong khi đó, Đức có thể đạt doanh thu 700 tỷ USD và nâng mức GDP lên tới 1,7%; Anh có thể đạt lợi nhuận 531 tỷ USD và nâng GDP lên 1,8%; Trung Quốc có thể đạt 1,8 nghìn tỷ USD và nâng GDP lên 1,3% vào năm 2030 nếu đầu tư tương tự vào IoT như Mỹ.

Tại Việt Nam, IoT cũng đang được nghiên cứu và ứng dụng để góp phần giải quyết các vấn đề trong môi trường, giao thông, y tế cũng như để nâng cao năng suất lao động và chất lượng cuộc sống. Để xây dựng và triển khai các hệ thống IoT cần tích hợp nhiều công nghệ bao gồm công nghệ bán dẫn (chế tạo cảm biến, vi mạch); công nghệ truyền thông tin; công nghệ xử lý số liệu, điện toán đám mây… Việt Nam đã có những bước đi ban đầu trong IoT. Trong lĩnh vực công nghiệp, các doanh nghiệp đã gia tăng hàm lượng công nghệ trong sản xuất thông qua việc nâng cao tỷ lệ tự động hóa, một số tập đoàn lớn đã đầu tư thành lập các trung tâm nghiên cứu và phát triển. Một số công ty đã nghiên cứu phát triển và đưa ra thị trường các giải pháp ngôi nhà thông minh. Việt Nam là quốc gia có nhiều tiềm năng để phát triển IoT, tuy nhiên cũng còn tồn tại nhiều khó khăn như chi phí đầu tư lớn, thiếu các tiêu chuẩn chung cho truyền thông trong IoT, các vấn đề về an ninh và bảo mật.

***+ Dữ liệu lớn, Khai phá dữ liệu và Phân tích dữ liệu (Big Data, Data Mining and Data Analytics):***

Phân tích dữ liệu lớn là thu thập, lưu trữ xử lý và lưu chuyển toàn bộ cơ sở dữ liệu trong hệ thống thiết bị điện tử. Phân tích dữ liệu lớn đòi hỏi các công cụ phần mềm mới và hệ thống cơ sở dữ liệu để xử lý các tập dữ liệu lớn, không có cấu trúc và các công cụ phân tích tinh vi để xử lý số lượng lớn dữ liệu theo thời gian thực.

Dữ liệu lớn đã và đang trở thành một công nghệ then chốt, có sức ảnh hưởng lớn tới nhiều lĩnh vực kinh tế xã hội. Từ thực tế: 90% dữ liệu trên thế giới được tạo ra chỉ trong 2 năm gần đây, cho thấy dữ liệu càng lúc càng được tạo ra nhanh hơn, nhiều hơn. Cùng với đó, thị trường dữ liệu lớn được dự báo sẽ tăng từ 7.6 (tỷ USD) trong năm 2011 tới 56 (tỷ USD) trong năm 2020 và đạt 103 (tỷ USD) trong năm 2027 (số liệu Statista 2020).

Trên thế giới, khoảng 50% ứng dụng của các công nghệ này tập trung trong bài toán phân tích khách hàng (Customer Analytics). Các ứng dụng khác như: phân tích vận hành (Operational Analytics), phát hiện sai phạm (Fraud & Compliance), phát triển sản phẩm (New Product & Service Innovation), cấu thành 50% còn lại (số liệu Datameer).

Do là một nước có dân số trẻ với 60% dân số sử dụng Internet, Việt Nam được đánh giá là nước có triển vọng phát triển thị trường Dữ liệu lớn hàng đầu Châu Á. Tuy nhiên, việc phát triển, khai thác Dữ liệu lớn hiện nay chỉ tập trung ở một số doanh nghiệp công nghệ trong nước. Bên cạnh đó, việc khai thác, phát triển tại những doanh nghiệp này vẫn còn nhiều hạn chế và chưa tương xứng với tiềm năng. Sự hạn chế này được xác định từ các nguyên nhân sau:

Hạ tầng công nghệ thông tin chưa đủ mạnh. Dẫn đến, hầu hết quá trình khai thác dữ liệu lớn trong nước đều phải thông qua dịch vụ được cung cấp bởi doanh nghiệp nước ngoài.

Chậm chuyển đổi số, khiến cho việc khai thác, ứng dụng các công nghệ Dữ liệu lớn phát triển cầm chừng và gặp nhiều khó khăn.

Thiếu chuyên gia công nghệ. Các chuyên gia nghiên cứu và phân tích dữ liệu lớn trên thị trường lao động trong nước đang đặc biệt khan hiếm.

Dữ liệu lớn là thách thức đặt ra cho các tổ chức, doanh nghiệp trong thời đại số hiện nay. Một khi làm chủ được dữ liệu lớn thì họ sẽ có cơ hội thành công lớn hơn trong bối cảnh cạnh tranh ngày nay, thế giới thì sẽ được hưởng lợi hơn từ việc trích xuất thông tin một cách chính xác hơn, hữu ích hơn với chi phí thấp hơn.

***+Chuỗi khối (Blockchain):***

Chuỗi khối là một cơ sở dữ liệu phân cấp lưu trữ thông tin trong các khối thông tin được liên kết với nhau bằng mã hóa và mở rộng theo thời gian. Công nghệ chuỗi khối cho phép truyền tải dữ liệu một cách an toàn dựa trên hệ thống mã hóa vô cùng phức tạp. Công nghệ chuỗi khối sở hữu tính năng vô cùng đặc biệt đó là việc truyền tải dữ liệu không đòi hỏi một trung gian để xác nhận thông tin. Đặc điểm quan trọng là thông tin trong công nghệ chuỗi khối là không thể bị thay đổi và chỉ được bổ sung thêm khi có sự đồng thuận của tất cả các nút trong hệ thống. Ngay cả khi một phần của hệ thống chuỗi khối sụp đổ, những nút khác vẫn tiếp tục hoạt động và sẽ bảo vệ thông tin, giữ cho mạng lưới tiếp tục hoạt động.

Một trong những ứng dụng phổ biến nhất của công nghệ chuỗi khối cho đến nay là tiền điện tử (ví dụ: Bitcoin, Ripple). Tuy vậy, ngày nay công nghệ chuỗi khối còn được nghiên cứu để phát triển các sản phẩm đa dạng trong công nghệ tài chính (Fintech), bầu cử công khai, hệ thống chia sẻ dữ liệu, các sàn giao dịch phi tập trung, hợp đồng thông minh (Smart contract)... và tương tác với các công nghệ mũi nhọn khác như trí tuệ nhân tạo, IoT và phân tích dữ liệu lớn.

Công nghệ chuỗi khối được coi là một trong những công nghệ mang tính đột phá của thời đại công nghiệp 4.0, sẽ làm thay đổi tận gốc tư duy và cuộc sống của con người hậu Internet.

Trên thế giới, công nghệ này, ban đầu được ứng dụng để phát triển các đồng tiền mã hóa (Cryptocurrency) do nó cho phép các giao dịch được thực hiện một cách bảo đảm mà không cần thông qua bên thứ ba. Hiện nay, phần lớn các nghiên cứu, ứng dụng của công nghệ chuỗi khối vẫn đang tập trung vào lĩnh vực tài chính ngân hàng. Bên cạnh đó, chuỗi khối cũng được ứng dụng trong phát triển các công nghệ hợp đồng, giấy phép thông minh, phát triển chuỗi cung ứng … Theo một thống kê gần đây, thị trường chuỗi khối toàn cầu được dự báo sẽ tăng từ 3 tỷ USD trong năm 2020 tới 39.7 tỷ vào năm 2025. Dự báo này được đưa ra trong bối cảnh nhu cầu đơn giản hóa tiến trình và nhu cầu quản lý chặt chẽ chuỗi cung ứng của các doanh nghiệp ngày một tăng. Hiện nay, thị trường chuỗi khối đã có hơn 430.000 dự án nguồn mở, 800 công ty khởi nghiệp lớn và nhỏ đang hoạt động trên nền tảng này.

Tại Việt Nam, công nghệ chuỗi khối đang được ứng dụng chủ yếu trong lĩnh vực ngân hàng, quản lý thuế, thị trường chứng khoán; phần còn lại thuộc về các lĩnh vực: chuỗi cung ứng, dịch vụ công cộng. Trong điều kiện thanh toán điện tử đang ngày một trở thành xu thế tất yếu, việc ứng dụng công nghệ chuỗi khối là không tránh khỏi nhằm đảm bảo nhịp độ phát triển của đất nước.

Tuy nhiên, việc phát triển chuỗi khối trong nước vấp phải những thách thức sau: Chưa có khung pháp lý cụ thể để quản lý các mô hình hoạt động dựa trên công nghệ này; chưa có cơ sở dữ liệu định danh cá nhân tập trung; thiếu nguồn nhân lực chất lượng cao về Trí tuệ nhân tạo.

***+ Sinh học tổng hợp (Synthetic biology):***

Sinh học tổng hợp là một lĩnh vực liên ngành về sinh học và kỹ thuật, kết hợp các công nghệ như công nghệ sinh học, kỹ thuật di truyền, sinh học phân tử, kỹ thuật máy tính… Sinh học tổng hợp cho phép xây dựng hệ thống sinh học nhân tạo cho các ứng dụng nghiên cứu, kỹ thuật và y tế, mang đến nhiều hy vọng và mối quan tâm về tiềm năng phát triển vượt bậc của con người.

Những rủi ro phát sinh do sinh học tổng hợp thường khó đánh giá do số lượng gần như vô hạn các tính chất mới phát triển của các sản phẩm và hệ thống biến đổi gen. Sự khó khăn này càng trầm trọng thêm bởi thực hành nguồn mở trong sinh học tổng hợp. So với nhiều loại hình khoa học khác, việc thử nghiệm trong lĩnh vực này đang đối mặt với bất trắc rủi ro cao hơn do bản chất tự sao chép và có thể truyền lại của sinh vật.

Những đổi mới trong lĩnh vực sinh học nói chung và di truyền nói riêng thật sự đáng kinh ngạc. Trong những năm gần đây, chúng ta đã và đang thành công trong việc giảm chi phí và dễ dàng hơn trong việc giải trình bộ gen và mới đây là việc kích hoạt hay chỉnh sửa gen. Tiếp theo là sự phát triển của sinh học tổng hợp. Sự phát triển hơn nữa của sinh học tổng hợp sẽ không chỉ tác động sâu và ngay tức thì về không chỉ y học mà còn về nông nghiệp và sản xuất nhiên liệu sinh học.

Sinh học tổng hợp được ứng dụng trong y học chính xác, trong ngành công nghiệp tạo ra vi khuẩn để sản xuất hóa chất và vật liệu theo yêu cầu; trong nông nghiệp và sản xuất vật liệu sinh học, tạo ra các chế phẩm sinh học chăm sóc sức khỏe, cải thiện và tăng tuổi thọ, tăng cường thể chất và tinh thần của con người. Sinh học tổng hợp có thể sửa chữa ADN, loại bỏ một số loại gene lỗi..

***+ Công nghệ thần kinh ( Neurotechnologies):***

Công nghệ thần kinh (Neurotechnology) được định nghĩa là bất kỳ phương tiện nhân tạo nào có thể tương tác với não và hệ thống thần kinh nhằm kiểm tra, tiếp cận và thao tác cơ cấu và chức năng của hệ thống thần kinh. Lĩnh vực này bao gồm việc nghiên cứu về bộ não; các thiết bị điện tử có thể sửa chữa hoặc thay thế chức năng não; các thiết bị điều biến thần kinh (neuromodulation) được sử dụng để điều trị bệnh tâm thần; các khớp thần kinh nhân tạo và mạng nơ-ron phục vụ giao diện não-máy tính; và sự phát triển trí thông minh nhân tạo.

Các công nghệ thần kinh có triển vọng mang đến các liệu pháp mới và tăng cường khả năng của con người. Các công nghệ thần kinh giúp hiểu rõ hơn về các quá trình tự nhiên của não, nghiên cứu, điều trị rối loạn và chấn thương thần kinh, tăng cường khả năng nhận thức qua đó nâng cao hiệu năng của con người.

Các ngành tiêu dùng và công nghiệp quốc phòng được dự báo sẽ tăng đầu tư vào khoa học bộ não vì tiềm năng của công nghệ thần kinh đang tăng lên. Đổi mới trong lĩnh vực này đang bùng nổ và số bằng sáng chế cấp cho các công ty vượt xa lĩnh vực y tế, chẳng hạn như những công ty hoạt động trong lĩnh vực trò chơi điện tử, quảng cáo, ô tô và công nghiệp quốc phòng. Đặc biệt, các giao diện não-máy tính có thể được áp dụng rộng rãi trong các lĩnh vực như giải trí, quốc phòng, tài chính, tương tác người-máy tính, giáo dục và tự động hóa nhà ở; các lĩnh vực triển vọng nhất là công nghệ trợ giúp và chơi game. Giao diện não-máy tính cũng đang được sử dụng để giám sát phản ứng và đánh giá trong các lĩnh vực như tiếp thị và sinh lý lao động.

Các mẫu hình và công nghệ mới để tăng cường khả năng của con người có thể phát triển nhanh chóng. Những đổi mới hiện nay về KH&CN bộ não đang thúc đẩy sự phát triển một loạt các cách tiếp cận mới để hiểu bộ não và trí óc của chúng ta. Các công nghệ thần kinh xâm lấn yêu cầu phẫu thuật thần kinh có nguy cơ dẫn đến những thay đổi ngoài dự tính về sinh lý và chức năng trong não do các điện cực cấy hoặc các tế bào gốc, cũng như nhiễm trùng và chảy máu liên quan đến phẫu thuật. Các công nghệ thần kinh không xâm lấn ít rủi ro hơn, mặc dù việc sử dụng lâu dài có thể gây ra các hệ quả tiêu cực đối với cấu trúc và chức năng não và cũng có thể liên quan đến những ảnh hưởng phức tạp ngoài dự tính đối với tâm trạng, nhận thức và hành vi.

***+ Y học cá thể hóa (Personalised medicine):***

Y học cá nhân, y học chính xác là một mô hình y tế phân chia mọi người thành các nhóm khác nhau, y tế quyết định tiến hành can thiệp, cách thức điều trị được điều chỉnh cho từng bệnh nhân dựa trên phản ứng dự đoán hoặc chuẩn đoán nguy cơ mắc bệnh.

Y học cá thể hóa cho phép chăm sóc sức khỏe tùy biến, với các quyết định y tế (chẩn đoán, dự phòng, chăm sóc, điều trị) và các sản phẩm y tế (thuốc, thực phẩm chức năng...) được thiết kế riêng cho từng bệnh nhân dựa trên thông tin di truyền của chính họ và đặc thù căn bệnh. Y học cá thể hóa đảm bảo việc dùng đúng thuốc, chữa đúng bệnh cho đúng người để đạt hiệu quả đúng như mong muốn.

***+ Nông nghiệp chính xác (Precision agriculture):***

Ngành nông nghiệp ứng dụng công nghệ Công nghiệp 4.0 còn được gọi là “nông nghiệp thông minh” hoặc “nông nghiệp chính xác”. Nông nghiệp 4.0 tối ưu hóa đầu vào cây trồng dựa trên nhu cầu thực tế của cây trồng với sự trợ giúp của các công nghệ như GPS, mạng viễn thám và Internet để tạo ra hệ thống sinh vật lý trên mạng. Các hệ thống này có thể cung cấp thông tin thời gian thực về điều kiện đất, thực vật và động vật nhu cầu, điều kiện thời tiết, năng suất cây trông và nhu cầu thị trường.

Nông nghiệp 4.0 đã bắt đầu thực hiện tại Việt Nam thông qua các hoạt động đầu tư của các doanh nghiệp có quy mô lớn. Đến nay Việt Nam đã có các dự án ứng dụng nông nghiệp 4.0 với cách tiếp cận theo mô hình nông nghiệp 4.0 hiện đại thông qua các dự án nông nghiệp ứng dụng công nghệ cao được thực hiện.

***+ Công nghệ chế tạo vật liệu nano (Nano materials):***

Vật liệu nano thúc đẩy sự tiến bộ trong đo lường và tổng hợp vật liệu, đặc biệt hỗ trợ nghiên cứu chế tạo vi mạch. Vật liệu có cấu trúc ở kích thước nano thường có đặc tính quang học, điện tử hoặc cơ học. Vật liệu nano là một trong những lĩnh vực nghiên cứu đỉnh cao sôi động nhất trong thời gian gần đây. Điều đó được thể hiện bằng số các công trình khoa học, số các bằng phát minh sáng chế , số các công ty có liên quan đến khoa học, công nghệ nano gia tăng trong thời gian vừa qua. Số lượng paten công nghệ Nano được đăng ký cũng phản ánh mức độ phát triển của công nghệ Nano. Có thể coi paten là một đơn vị được sử dụng để đánh giá vai trò, mức độ nổi trội trong đổi mới công nghệ và thể hiện xu hướng tiến tới ứng dụng thương mại hoá. Theo số liệu của Văn phòng Thương hiệu và Paten Mỹ (USTPO), số lượng các paten liên quan tới Công Nghệ Nano đã tăng mạnh trong những năm qua.

Ngày nay, vật liệu nano được ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực như: y dược, hóa chất và vật liệu cao cấp, công nghệ thông tin -viễn thông, năng lượng, tự động hóa, hàng không vũ trụ, dệt, nông nghiệp.

Chính tiềm năng to lớn tạo ra những ứng dụng nâng cao chất lượng cuộc sống con người của công nghệ Nano rất lớn, nên rất nhiều nước trên thế giới đã chú trọng và phát triển mạnh nghiên cứu lĩnh vực này. Đây là lĩnh vực đang thu hút những khoản đầu tư tăng nhanh chóng từ các Chính phủ và các doanh nghiệp ở khắp nơi trên thế giới.

Có thể nói, Mỹ là quốc gia đi đầu trong việc phát triển Khoa học Công Nghệ Nano. Cùng với việc thông qua Đạo luật nghiên cứu và phát triển (R&D) Công nghệ nano Thế kỷ 21 và tiếp theo đó là Sáng kiến công nghệ nano Quốc gia, Mỹ đã dành 3,7 tỷ USD đầu tư cho Công Nghệ Nano giai đoạn 2005 – 2008.

Tại châu Âu, những nỗ lực phát triển công nghệ Nano thể hiện ở cả cấp độ quốc gia, với việc từng nước theo đuổi những chương trình nghiên cứu có mục tiêu riêng và cả cấp độ EU, với một chương trình có nền tảng rộng rãi hơn. Trong EU, các nước phát triển mạnh công nghệ Nano đều có những kế hoạch chiến lược thúc đẩy Công Nghệ Nano theo mục tiêu của nước mình.

Tại châu Á, theo các báo cáo của Chương trình Thông tin về Công nghệ Châu Á, Nhật Bản là nước đầu tư mạnh cho công nghệ Nano hàng đầu thế giới. Mặc dù Chính phủ Nhật Bản hỗ trợ mạnh cho nghiên cứu Công Nghệ Nano với một phạm vi rộng, nhưng nước này đã nhận ra được thế mạnh của mình là ở cơ sở hạ tầng và chế tạo dụng cụ. Nhật Bản cũng đặc biệt tập trung vào việc thương mại hoá Công Nghệ Nano.

Trung Quốc đặc biệt có thế mạnh trong việc phát triển vật liệu nano. Với trọng tâm nghiên cứu tập trung vào vật liệu nano, chi phí kinh doanh thấp, lực lượng lao động có chuyên môn cao và thị trường nội địa tiềm năng lớn của Trung Quốc sẽ khuyến khích những tập đoàn nước ngoài đang tìm kiếm cơ hội đầu tư phát triển vật liệu nano đầu tư nhiều hơn vào nước này.

Tại Việt Nam, công nghệ nano đã bắt đầu nghiên cứu từ hàng chục năm nay, so với các nước khác trong khu vực Đông Nam Á, Việt Nam không thua kém, hoặc có thể nói là một trong những nước đi đầu trong lĩnh vực này. Nhiều sản phẩm của công nghệ nano đã được đưa vào ứng dụng rộng rãi trong thực tế, góp phần không nhỏ vào việc nâng cao chất lượng cuộc sống và bảo vệ môi trường. Với tiềm năng ứng dụng vô hạn, giới khoa học dự báo trong tương lai không xa, công nghệ nano chiếm lĩnh hầu hết các lĩnh vực khoa học chủ đạo của con người.

***+ In 3D và chế tạo cộng (3D printing and Additive manufacturing):***

In 3D và chế tạo cộng là quy trình chế tạo trong đó vật liệu được nối dưới sự kiểm soát của máy tính để tạo ra vật thể ba chiều bằng cách bổ sung vật liệu theo từng lớp.

Cho đến nay, in 3D phần lớn được sử dụng bởi các nhà thiết kế sản phẩm và nhà sưu tầm và cho một vài ứng dụng sản xuất lựa chọn. Tuy nhiên, hiệu suất hoạt động của máy móc thiết bị chế tạo cộng (in 3D) đang được cải thiện, phạm vi của vật liệu đang mở rộng, và giá cả (cho cả máy in và vật liệu) đang giảm nhanh - đưa in 3D đến điểm nó có thể được người tiêu dùng áp dụng nhanh chóng và thậm chí để sử dụng sản xuất nhiều hơn. Với in 3D, một ý tưởng có thể đi trực tiếp từ một tập tin thiết kế 3D đến một chi tiết hay sản phẩm hoàn thành, có thể bỏ qua nhiều bước sản xuất truyền thống. Quan trọng hơn, in 3D cho phép sản xuất theo yêu cầu, có ý nghĩa to lớn cho các chuỗi cung ứng và dự trữ bộ phận phụ tùng - chi phí lớn cho các nhà sản xuất. In 3D cũng có thể làm giảm lượng vật liệu lãng phí trong sản xuất và tạo ra các vật thẻ khó hoặc không thể sản xuất với kỹ thuật truyền thống. Các nhà khoa học thậm chí còn "in sinh học" các bộ phận cơ thể, sử dụng một kỹ thuật in phun để phủ các lớp tế bào gốc của con người lên khung đỡ.

Trên thế giới, phương pháp in 3D trở thành công cụ sản xuất và chế tạo đắc lực trong nhiều lĩnh vực: xây dựng, công nghiệp ô tô, công nghiệp điện tử, công nghiệp năng lượng, công nghiệp hàng không vũ trụ, y tế, công nghiệp quốc phòng… Ngoài mục đích thử nghiệm, thiết kế, tạo mẫu và sản xuất một số bộ phận, công cụ lắp ráp đặc biệt, công nghệ in 3D còn được sử dụng để sản xuất ra những chi tiết hoàn chỉnh. Các sản phẩm tiêu biểu ứng dụng công nghệ in 3D kim loại phải kể đến như: cánh quạt động cơ Turbine khí trên cơ sở hợp kim Ni-Al; khoang động cơ hành trình cho tên lửa đạn đạo trên cơ sở hợp kim đồng hay các bộ phận như răng, xương tay, chân, hộp sọ… từ hợp kim BT6. Đã có rất nhiều các công ty chuyên sản xuất máy in 3D và vật liệu in đi kèm như ExOne (chuyên sản xuất thiết bị in 3D và vật liệu in trên cơ sở cát); Markforged (chuyên về công nghệ in nhựa, in kim loại và vật liệu compozit)...

Mặc dù công nghệ in 3D đã có mặt trong khá nhiều lĩnh vực ở Việt Nam, từ y khoa, mỹ nghệ, thời trang, kiến trúc đến giáo dục… nhưng theo các chuyên gia, việc ứng dụng vẫn chủ yếu mang tính chất thử nghiệm. Phần lớn các công ty in 3D ở Việt Nam nhập khẩu giải pháp và thiết bị có sẵn để đáp ứng nhu cầu sản xuất/ dịch vụ và bước đầu tìm kiếm, xây dựng thị trường.

***+ Công nghệ lưu trữ năng lượng tiên tiến (Advanced energy storage technologies):***

Công nghệ lưu trữ năng lượng tiên tiến là chuyển đổi các dạng năng lượng sử dụng trực tiếp thành dạng năng lượng tĩnh, lưu trữ và sau đó chuyển đổi lại thành năng lượng sử dụng trực tiếp có thể sử dụng sau này.

Trong 10 năm tới, những tiến bộ trong công nghệ lưu trữ năng lượng có thể khiến xe điện (hybrid, hybrid sạc điện và xe chạy hoàn toàn bằng điện) có giá thành cạnh tranh với các loại xe sử dụng động cơ đốt trong. Trong mạng lưới năng lượng, các hệ thống lưu trữ pin tiên tiến có thể giúp tích hợp năng lượng mặt trời và năng lượng gió, cải thiện chất lượng bằng cách kiểm soát các biến đổi tần suất, xử lý tải cao điểm và giảm chi phí bằng cách cho phép các tiện ích hoãn việc mở rộng cơ sở hạ tầng.

Hệ thống lưu trữ năng lượng đóng vai trò quan trọng trong việc tích hợp các phương án thay thế từ nhiên liệu hóa thạch vào hỗn hợp năng lượng và cũng có thể giúp cải thiện độ tin cậy của nguồn cung cấp điện, mang điện đến với những người sử dụng mới.

Các công nghệ lưu trữ năng lượng được cải tiến có thể giúp các nền kinh tế đang phát triển nhanh chóng, đáp ứng nhu cầu năng lượng của họ. Mức tiêu thụ điện của Trung Quốc đang tăng 11% mỗi năm, của Ấn Độ tăng 5% và châu Phi là 4%.

***+ Công nghệ chế tạo vệ tinh nhỏ và siêu nhỏ (Micro and nano satelites):***

Vệ tinh nhỏ, vệ tinh thu nhỏ là vệ tinh có khối lượng và kích thước thấp, thường dưới 500 kg. Vệ tinh được xây dựng nhỏ để giảm chi phí kinh tế của các loại thiết bị phóng và các chi phí liên quan đến chế tạo. Vệ tinh thu nhỏ dùng thu thập dữ liệu khoa học và chuyển tiếp thông tin.

Việc phát triển công nghệ vũ trụ mà trước tiên là làm chủ công nghệ thiết kế, chế tạo vệ tinh hết sức quan trọng. Hiện nay, mỗi quốc gia có cách tiếp cận công nghệ vũ trụ khác nhau, có nước tập trung vào việc mua ảnh dữ liệu vệ tinh của các nước khác, có quốc gia từng bước làm chủ công nghệ vũ trụ. Việt Nam tiếp cận theo hướng thứ 2, giống như cách tiếp cận của Singapore, Malaysia hay Indonesia dù đây là hướng đi đòi hỏi thời gian, sự đầu tư và nhiều thử thách.

Ở nước ta, việc làm chủ công nghệ vệ tinh còn có ý nghĩa thực tiễn quan trọng bởi Việt Nam là một trong những quốc gia chịu tác động mạnh mẽ nhất của biến đổi khí hậu. Hàng năm, Việt Nam đối mặt với nhiều thiên tai như bão, lũ lụt, lũ quét, sạt lở đất. Ước tính thiên tai có thể gây thiệt hại 1,5% GDP, tương đương khoảng 3,2 tỷ USD mỗi năm. Theo báo cáo của NASA, việc sử dụng dữ liệu vệ tinh có thể giảm tới 5% – 10 % tổng thiệt hại do thiên tai gây ra (khoảng 0,05% GDP). Việc làm chủ công nghệ thiết kế, chế tạo, vận hành vệ tinh sẽ giúp Việt Nam chủ động nguồn ảnh, không phụ thuộc vào nước ngoài, nhất là trong các tình huống cấp bách khi thiên tai, thảm họa xảy đến.

* **Viện nghiên cứu toàn cầu McKensy (McKinsey Global Institute- MGI)** đã có báo cáo nghiên cứu đánh giá dựa trên tốc độ phát triển công nghệ, phạm vi tác động và lan tỏa của công nghệ, giá trị kinh tế do các công nghệ mang lại và đưa ra ***danh mục 12 công nghệ đột phá định hình thế giới đến năm 2025 gồm***:

(1) Internet di động (Mobile Internet);

(2) Tự động hóa công việc tri thức (Automation of knowledge work);

(3) Internet của vạn vật (The Internet of Things);

(4) Công nghệ đám mây (Cloud technology);

(5) Rô bốt tiên tiến (Advanced robotics);

(6) Các phương tiện tự lái và gần tự lái (Autonomous and near-autonomous vehicles);

(7) Gen thế hệ mới (Next-generation genomics);

(8) Lưu trữ năng lượng (Energy storage);

(9) In 3D (3D printing);

(10) Vật liệu tiên tiến (Advanced materials);

(11) Khôi phục và thăm dò dầu và khí tiên tiến (Advanced oil and gas exploration and recovery);

(12) Năng lượng tái tạo (Renewable energy).

* **Nhóm tư vấn BCG –analysis** (Boston Consulting Group analysis), cũng đã đưa ra 09 công nghệ chuyển đổi sản xuất công nghiệp là những công nghệ kỹ thuật số tiên tiến đã được sử dụng trong sản xuất, nhưng với ngành công nghiệp 4.0, những công nghệ này sẽ chuyển đổi sản xuất và sẽ dẫn đến hiệu suất cao hơn cũng như thay đổi mối quan hệ sản xuất truyền thống giữa các nhà cung cấp, nhà sản xuất và khách hàng, giữa con người và máy móc**. *Chín (09) xu hướng công nghệ chủ chốt của ngành công nghiệp 4.0 gồm****:*

(1) Robot tự hành (Autonomous robots);

(2) Mô phỏng (Simulation);

(3) Hệ thống tích hợp theo chiều ngang và dọc (Horizontal and vertical system integration);

(4) IoT trong công nghiệp (IIoT- The industrial Internet of Things);

(5) An ninh mạng (Cybersecurity);

(6) Điện toán đám mây (The Cloud);

(7) Công nghệ chế tạo cộng (Additive manufacturing);

(8) Thực tại tăng cường (Augmented reality);

(9) Dữ liệu lớn và phân tích dữ liệu lớn (Big data and analytics).

- Theo **Gradiant Pontevedra,** đã đưa ra mô hình mới của ngành công nghiệp tập trung vào dữ liệu đòi hỏi một sự chuyển đổi sâu sắc dựa trên sự tích hợp thông minh của ICT trong trung tâm của các doanh nghiệp. Theo đó, Gradiant nêu bật ***sáu (06) công nghệ thiết yếu cho quá trình chuyển đổi sang ngành công nghiệp 4.0***:

(1) các hệ thống không gian mạng thực - ảo và IoT trong công nghiệp (IIoT and cyberphysical systems);

(2) In3D và chế tạo cộng (Additive manufacturing, 3D printing);

(3) Dữ liệu lớn, Khai phá dữ liệu và phân tích dữ liệu (Big Data, Data Mining and Data Analytics);

(4) Trí tuệ nhân tạo (Artificial Intelligence);

(5) Robot cộng tác Cobot (Collaborative robotics);

(6) Thực tại ảo và thực tại tăng cường (Virtual Reality and Augmented Reality).

### Đánh giá, lựa chọn của một số quốc gia trên thế giới

Trong chính sách tham gia CMCN 4.0, những quốc gia công nghiệp phát triển đã chủ động đi tiên phong định hướng nghiên cứu phát triển và ứng dụng các công nghệ đặc trưng của CMCN 4.0 trực tiếp vào phục vụ sản xuất công nghiệp và nâng cao chất lượng cuộc sống. Trong số các công nghệ đặc trưng của CMCN 4.0, các văn bản chính sách của một số quốc gia cũng chỉ ra các công nghệ có triển vọng và được lựa chọn và định hướng ưu tiên đầu tư phát triển, điển hình như:

***+ Hoa Kỳ[[3]](#footnote-3)***: Liên minh Internet công nghiệp (IIC) là hiệp hội được thành lập bởi các doanh nghiệp công nghệ hàng đầu trong nhiều lĩnh vực (Intel, General Electric, Cisco Systems, IBM, AT&T…). IIC giúp cải tiến các hệ thống máy móc lỗi thời có thể tham gia vào hệ thống IoT và tiêu chuẩn hóa trường hợp sử dụng nhiều giao thức cản trở IoT phát triển. *Chính phủ Hoa Kỳ thông qua IIC định hướng ưu tiên 2 lĩnh vực công nghệ:*

(1) Phát triển Internet kết nối vạn vật (IoT);

(2) Nghiên cứu phát triển các hệ thống thực-ảo.

Đây là 2 lĩnh vực công nghệ mà Quỹ Khoa học Quốc gia Hoa Kỳ ưu tiên đầu tư nghiên cứu phát triển. Bên cạnh đó, tháng 4 năm 2016, Hội đồng KH&CN quốc gia báo cáo về *5 công nghệ sản xuất tiên tiến cần ưu tiên:*

(1) Sản xuất vật liệu tiên tiến đắp bồi 3D;

(2) Công nghệ sản xuất vi sinh tiên tiến (sinh học tổng hợp);

(3) Công nghệ sản xuất sinh học cho y học tái tạo;

(4) Công nghệ sản xuất sản phẩm sinh học tiên tiến;

(5) Công nghệ sản xuất dược phẩm không gián đoạn (liên tục).

***+ Pháp[[4]](#footnote-4):*** Liên minh công nghiệp tương lai (Industry of the Future Alliance) thành lập nhằm hiện đại hóa các công cụ sản xuất của Pháp và hỗ trợ cho các nhà sản xuất khi chuyển đổi kỹ thuật số biến đổi mô hình kinh doanh, tổ chức của họ và cách họ thiết kế và tiếp thị sản phẩm của họ. Pháp tập trung phát triển 47 công nghệ chủ chốt và *7 hướng công nghệ ưu tiên gồm:*

(1) Công nghệ kỹ thuật số, ảo hóa và Internet vạn vật IoT;

(2) Công nghệ thay thế yếu tố con người trong các nhà máy sản xuất như rô bốt cảm xúc (cobotics), tăng cường thực tế;

(3) sản xuất đắp bồi 3D;

(4) Công nghệ giám sát và kiểm soát sản xuất;

(5) Vật liệu tổng hợp, vật liệu mới;

(6) Tự động hóa và rô bôt công nghiệp;

(7) Công nghệ sử dụng hiệu quả năng lượng.

***+ Đức[[5]](#footnote-5)***: Trong “Chiến lược công nghệ cao” Chính phủ Đức *lựa chọn 10 lĩnh vực công nghệ trọng điểm gồm:*

(1) công nghệ sinh học;

(2) công nghệ nano;

(3) vi điện tử và nano;

(4) công nghệ quang học;

(5) công nghệ vi mô;

(6) công nghệ vật liệu;

(7) công nghệ sản xuất;

(8) nghiên cứu dịch vụ;

(9) công nghệ không gian;

(10) công nghệ thông tin công nghệ truyền thông.

Nhằm xây dựng Nền tảng Công nghiệp 4.0 “Platform Industrie 4.0”, Chính phủ Đức lựa chọn 2 lĩnh vực công nghệ ưu tiên cho công nghiệp 4.0 gồm*:*

(1) Phát triển các hệ thống thực-ảo;

(2) Internet vạn vật (IoT) và dịch vụ (IoTS) nhằm nâng cao năng suất, hiệu quả và tính linh hoạt của các quy trình sản xuất và đảm bảo ngành công nghiệp phù hợp cho sản xuất tương lai.

***+ Trung Quốc[[6]](#footnote-6)***: Trong “sản xuất tại Trung Quốc 2025” (Made in China 2025), Trung Quốc lựa chọn các công nghệ chủ đạo của công nghiệp 4.0 gồm*:*

(1) Tập trung vào internet kết nối vạn vật IoT phát triển rộng khắp trong các ngành, lĩnh vực của nền kinh tế;

(2) Công nghệ rô bốt: Trung Quốc đã mua các doanh nghiệp ở Đức để nhập khẩu công nghệ rô bốt và tăng cường tích hợp phân tích dữ liệu vào quá trình sản xuất;

(3) Trí tuệ nhân tạo (AI) nhằm phát triển ngành công nghiệp thông minh.

***+ Nam Phi***: Trong Kế hoạch hành động chính sách công nghiệp (IPAP) 2017/18-2019/20, Nam Phi ưu tiên *9 công nghệ 4.0 gồm:*

(1) Dữ liệu lớn và phân tích dữ liệu lớn;

(2) Rô bốt tự động;

(3) Công nghệ mô phỏng;

(4) Công nghệ tích hợp hệ thống ngang;

(5) Công nghệ tích hợp hệ thống theo chiều dọc;

(6) IoT;

(7) Bảo mật an toàn;

(8) Đám mây;

(9) Sản xuất phụ gia.

+ ***Thái Lan*:** Thái lan xác định lộ trình phát triển của quốc gia qua 3 giai đoạn từ dựa trên nông nghiệp, công nghiệp nhẹ và công nghiệp năng và hiện đang hướng đến giai đoạn 4 dựa trên 3 trụ cột đó là tăng năng suất, tăng trưởng toàn diện và tăng trưởng xanh. Xét về bản chất, Thái lan không có một chiến lược công bố về xây dựng công nghệ CMCN4 nhưng Định hướng phát triển Thái lan 04 đã thể hiện được sư định hướng quốc gia trong việc xác định 4 lĩnh vực công nghệ ưu tiên :

(1) Công nghệ thông tin và truyền thông;

(2) Công nghệ Nano;

(3) Công nghệ sinh học;

(4) Công nghệ vật liệu, năng lượng và môi trường.

Nghiên cứu chính sách của 20 quốc gia, trong đó có 5 quốc gia không chỉ rõ công nghệ ưu tiên (Ấn độ, Thủy Điện, Singapore, Thái Lan và Malaysia) và 15 quốc gia còn lại có định hướng ưu tiên phát triển và ứng dụng một số công nghệ chủ chốt của CMCN 4.0. Cụ thể có 12/15 quốc gia lựa chọn ưu tiên phát triển công nghệ dữ liệu lớn và phân tích dữ liệu lớn; 9/15 quốc gia lựa chọn công nghệ sản xuất bồi đắp 3D; 10/15 quốc gia lựa chọn công nghệ Robot; 10/15 quốc gia lựa chọn công nghệ internet vạn vật IoT. Ngoài ra, tùy thuộc vào đặc điểm và thế mạnh của từng quốc gia mà họ lựa chọn các công nghệ khác để ưu tiên đưa vào ứng dụng như: điện toán đám mây, điện toán nhận thức, an ninh mạng, tương tác máy – máy, tương tác người – máy, công nghệ di động thế hệ mới, …

Đối với Trí tuệ nhân tạo, nhiều quốc gia công nghiệp phát triển tiềm lực mạnh thuộc nhóm dẫn dắt trong CMCN 4.0 như Mỹ, Trung Quốc, Anh, Pháp, Nhật Bản…đã lựa chọn ưu tiên và đã có những chiến lược, chính sách để thúc đẩy phát triển trí tuệ nhân tạo. Tính đến tháng 3 năm 2019, đã có 35 quốc gia xây dựng kế hoạch, chiến lược phát triển trí tuệ nhân tạo, bao gồm không chỉ các cường quốc hàng đầu thế giới về kinh tế, khoa học và công nghệ như Mỹ, Trung Quốc, Nhật Bản, Đức, Pháp, Anh, Nga,…mà cả các quốc gia khác có điều kiện kinh tế, xã hội khác nhau như Hàn Quốc (2018), Singapore (2019), Malta (3/2019), Qatar (2/2019). Gần đây nhất, tháng 2/2020, Cộng đồng Châu Âu đã ra Sách trắng về Trí tuệ nhân tạo, đặc biệt quan tâm tới yếu tổ hành lang đạo đức và pháp lý cho phát triển trí tuệ nhân tạo ở Châu Âu.

Tóm lại, nhiều quốc gia đã có xem xét để lựa chọn một số công nghệ đặc trưng của CMCN 4.0 để định hướng ưu tiên đầu tư, hỗ trợ nghiên cứu phát triển, chuyển giao và ứng dụng vào các ngành, lĩnh vực sản xuất mà họ có thế mạnh. Điều này cũng góp phần lý giải một phần sự không đồng nhất trong quan điểm của các nước về chủ động tham gia cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ 4.

## Các hướng công nghệ ưu tiên trong các văn bản hiện hành

+ ***Khoản 6 Mục III Nghị Quyết số 52-NQ/TW ngày 27/09/2019*** có chỉ đạo đinh hướng:

*“- Ưu tiên nguồn lực cho triển khai một số chương trình nghiên cứu trọng điểm quốc gia* ***về các công nghệ ưu tiên, trọng tâm là: Công nghệ thông tin và truyền thông, cơ điện tử, công nghệ mới trong lĩnh vực năng lượng, trí tuệ nhân tạo, công nghệ sinh học, điện tử y sinh****.*

*- Nhà nước thực hiện chính sách hỗ trợ các ngành và* ***công nghệ ưu tiên*** *chủ yếu thông qua đổi mới, hoàn thiện thể chế, tạo lập môi trường kinh doanh thuận lợi; hỗ trợ đầu tư cơ sở hạ tầng; phát triển nguồn nhân lực; phát triển khoa học và công nghệ; đặt hàng mua sắm công.”*

**+ *Tại điểm b khoản 6 Mục II Nghị quyết số 50/NQ-CP ngày 17/4/2020***, Chính phủ đã giao Bộ KH&CN tập trung phát triển các công nghệ ưu tiên có khả năng ứng dụng vào thực thiên để phát triển các sản phẩm cụ thể, phù hợp với lợi thế cạnh tranh của đất nước, trong từng ngành và các công nghệ chiến lược, nền tảng của cuộc CMCN 4.0, có tác động lan tỏa đến các ngành, lĩnh vực khác***, trọng tâm là: công nghệ thông tin và truyền thông, cơ điện tử, công nghệ mới trong lĩnh vực năng lượng, trí tuệ nhân tạo, công nghệ sinh học, điện tử y sinh****.*

**+ Tại điểm c khoản 6 mục IV Điều 1 Quyết định số 749/QĐ-TTg ngày 03/6/2020 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt “Chương trình chuyển đổi số quốc gia đến năm 2025, định hướng đến năm 2030”** giao Bộ KH&CN chủ trì “*Lựa chọn ưu tiên nghiên cứu một số công nghệ cốt lõi mà Việt Nam có thể đi tắt đón đầu cũng như có khả năng tạo bứt phá mạnh mẽ* ***như trí tuệ nhân tạo (AI), chuỗi khối (blockchain) và thực tế ảo/thực tế tăng cường (VR/AR)”****.*

## Thực trạng nghiên cứu phát triển, ứng dụng các công nghệ của CMCN 4.0 tại Việt Nam

Đối với hoạt động nghiên cứu và phát triển các công nghệ của CMCN 4.0, từ năm 2018 Bộ KH&CN đã triển khai Chương trình KH&CN trọng điểm cấp quốc gia giai đoạn 2025 “Hỗ trợ nghiên cứu, phát triển và ứng dụng công nghệ của công nghiệp 4.0” (KC-4.0/19-25) và đến nay đã có khoảng 30 nhiệm vụ đang được triển khai. Các nhiệm vụ này đều tập trung nghiên cứu phát triển và ứng dụng các công nghệ của công nghiệp 4.0 như Trí tuệ nhân tạo, Robot/Cobot, Chuỗi khối,..

Trong ngành công nghiệp, theo báo cáo của Bộ Công Thương và UNDP về kết quả khảo sát đối với 2.659 doanh nghiệp thuộc 17 ngành VISIC 2 chữ số thuộc nhóm ưu tiên của ngành công thương, các doanh nghiệp ngành công nghiệp sản xuất của Việt Nam áp dụng các công nghệ tiên tiến vào sản xuất vẫn còn hạn chế. Kết quả nghiên cứu 3 công nghệ đang được sử dụng nhiều nhất trong toàn ngành công nghiệp và Thương mại là kết nối với thiết bị/sản phẩm, công nghệ đám mây và công nghệ cảm biến với tỷ lệ áp dụng là 18%, 17% và 16%. Trong đó, tỷ lệ doanh nghiệp có kế hoạch ứng dụng 3 công nghệ này là 9%, 7% và 6%. Kết quả nghiên cứu cũng chỉ ra, trên thực tế tại Việt Nam chưa có mô hình về nhà máy thông minh và đa số các doanh nghiệp Việt Nam chưa có các sản phẩm thông minh.

Trong ngành nông nghiệp, việc ứng dụng công nghệ số, công nghệ thông tin kết hợp với điện tử, viễn thông, tự đông hóa để chủ động trong mọi khâu từ trồng trọt, chăn nuôi đến khai thác thông tin thị trường, kiểm soát việc sử dụng vật tư, giảm dự lượng các chất độc hại, hướng đến một nền nông nghiệp thông tin có giá trị gia tăng cao còn khá hạn chế.

Trong ngành ngân hàng, nhiều tổ chức tín dụng đã tích cực triển khai ứng dụng công nghệ của công nghiệp 4.0. Dịch vụ ngân hàng tự động, ngân hàng số đã được một số ngân hàng Thương mại áp dụng như dịch vụ Ngân hàng số Timo của NHTMCN VPBank; dịch vụ ngân hàng số của NHTMCN Tiên Phong. Bước đầu đã ứng dụng Trí tuệ nhân tạo để phục vụ khách hàng trong lĩnh vực ngân hàn số như Ngân hàng TMCN Tiên phong đã triển khai ứng dụng T’AiO trên Facebook Fanpage. Công nghệ điện toán đám mây cũng đã được ứng dụng để xây dựng cơ sở hạ tầng dữ liệu thông tin (Ngân hàng TMCP Việt Á). Kết quả khảo sát của NHNN cho thấy có đến 96% các ngân hàng đang xây dựng chiến lược phát triển và ứng dụng công nghệ cao, công nghệ đặc trưng của CMCN 4.0, cụ thể: 64% quan tâm đến công nghệ điện toán đám mây, 48% đề cập đến chiến lược tự động hóa lao động tri thức, 16% chú ý đến chiến lược Internet vạn vật. Đặc biệt 03 ngân hàng (VPBank, Tiên Phong và HSBC) có chiến lược phát triển Robot tiên tiến.

Ngành y tế đã triển khai ứng dụng Robot trong y tế. Hiện ngành y tế có 4 hệ thống robot nổi bật được ứng dụng trong y học hiện đại[[7]](#footnote-7). Ngành y tế đã thí điểm ứng dụng Trí tuệ nhân tạo trong hỗ trợ điều trị bệnh ung thư tại một số bệnh viện như Bệnh viên K, Bệnh viện đa khoa Phú thọ, Bệnh viên đa khoa Quảng Ninh. Ngành y tế cũng đang xây dưng hệ thống tư vấn khám, chữa bệnh từ xa và kết nối vạn vật trong y tế.

# PHẦN II: ĐỀ XUẤT DANH MỤC CÔNG NGHỆ CHỦ CHỐT CỦA CUỘC CÁCH MẠNG CÔNG NGHIỆP LẦN THỨ TƯ

## Căn cứ pháp lý xây dựng Danh mục

Cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ tư (CMCN 4.0) với xu hướng phát triển dựa trên nền tảng tích hợp cao độ của hệ thống kết nối số hóa - vật lý - sinh học với sự đột phá của Internet vạn vật và Trí tuệ nhân tạo, đang diễn ra với tốc độ khác nhau tại các quốc gia trên thế giới, tạo ra những tác động mạnh mẽ, ngày một gia tăng tới mọi mặt của đời sống kinh tế - xã hội, dẫn đến việc thay đổi phương thức và lực lượng sản xuất của xã hội. CMCN 4.0 mở ra nhiều cơ hội, đồng thời cũng đặt ra nhiều thách thức đối với mỗi quốc gia, tổ chức và cá nhân; đã và đang tác động ngày càng mạnh mẽ đến tất cả các lĩnh vực của đời sống kinh tế, xã hội đất nước.

Thời gian qua, Đảng và Nhà nước ta đã lãnh đạo, chỉ đạo các cấp, các ngành đẩy mạnh ứng dụng, phát triển khoa học, công nghệ và đổi mới sáng tạo, nghiên cứu nắm bắt, nâng cao năng lực tiếp cận và chủ động tham gia cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ tư. Ngày 4/5/2017, Thủ tướng Chính phủ đã ban hành Chỉ thị số 16/CT-TTg về nâng cao năng lực tiếp cận cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ tư. Tại điểm b khoản 2 Mục II Chỉ thị số 16/CT-TTg đã giao Bộ KH&CN “*tập trung xây dựng, thúc đẩy các hoạt động ứng dụng, nghiên cứu phát triển, chuyển giao* ***các công nghệ chủ chốt của cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ tư****”.*

Trên cơ sở chỉ đạo của Thủ tướng Chính phủ tại Chỉ thị số 16/CT-TTg ngày 4/5/2007, các bộ, ngành và địa phương đã xây dựng và triển khai thực hiện một số giải pháp, nhiệm vụ thiết thực nhằm tận dụng tối đa các lợi thế, đồng thời giảm thiểu các tác động tiêu cực của CMCN 4.0 đối với Việt Nam. Tuy đạt được một số kết quả ban đầu đáng khích lệ, nhưng mức độ chủ động tham gia cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ tư của nước ta còn thấp. Vì vậy, ngày 27/9/2019, Bộ Chính trị đã ban hành Nghị Quyết số 52-NQ/TW về một số chủ trương, chính sách chủ động tham gia cuộc CMCN 4.0. Một trong những định hướng chủ trương lớn của Bộ Chính trị tại *Nghị quyết số 52-NQ/TW là tập trung phát triển 09 ngành ưu tiên[[8]](#footnote-8) và* ***định hướng ưu tiên nghiên cứu phát triển một số công nghệ ưu tiên****, trọng tâm là: công nghệ thông tin và truyền thông, cơ điện tử, công nghệ mới trong lĩnh vực năng lượng, trí tuệ nhân tạo, công nghệ sinh học, điện tử y sinh*.

Tại Nghị quyết số 01/NQ-CP năm 2020 của Chính phủ, có giao Bộ KH&CN nhiệm vụ “Nâng cao tiềm lực khoa học và công nghệ, tập trung phát triển công nghệ mới, nền tảng, chủ chốt của CMCN 4.0. Tại nhiệm vụ số 36 Phụ lục số 4 kèm theo *Nghị quyết số 01/NQ-CP ngày 01/01/2020,* ***Chính phủ có giao Bộ KH&CN nhiệm vụ cụ thể trong năm 2020 xây dựng các quy định về Danh mục công nghệ chủ chốt của cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ tư***.

Ngày 17/4/2020, Chính phủ đã ban hành Nghị quyết số 50/NQ-CP về Chương trình hành động của Chính phủ thực hiện Nghị quyết 52-NQ/TW ngày 27/9/2019 của Bộ Chính trị. Tại điểm b khoản 6 Mục II Nghị quyết này, Chính phủ đã giao Bộ KH&CN tập trung phát triển các công nghệ ưu tiên có khả năng ứng dụng vào thực thiễn để phát triển các sản phẩm cụ thể, phù hợp với lợi thế cạnh tranh của đất nước, trong từng ngành và các công nghệ chiến lược, nền tảng của cuộc CMCN 4.0, có tác động lan tỏa đến các ngành, lĩnh vực khác, trọng tâm là: công nghệ thông tin và truyền thông, cơ điện tử, công nghệ mới trong lĩnh vực năng lượng, trí tuệ nhân tạo, công nghệ sinh học, điện tử y sinh. Đồng thời, tại *Phụ lục ban hành kèm theo Nghị quyết số 50/NQ-CP,* ***Chính phủ giao Bộ KH&CN nghiên cứu xây dựng Danh mục công nghệ chủ chốt của CMCN 4.0 trình Thủ tướng Chính phủ trong năm 2020***.

## Quan điểm xây dựng Danh mục

Việc nghiên cứu, lựa chọn xây dựng Danh mục các Công nghệ chủ chốt của Cuộc cách mạng công nghiệp 4.0 dựa trên các quan điểm chỉ đạo sau đây:

- Là công nghệ mới, công nghệ cao được các tổ chức quốc tế uy tín đánh giá phù hợp với xu hướng phát triển và tiềm năng ứng dụng trong CMCN 4.0;

- Là các công nghệ được các quốc gia phát triển, các quốc gia dẫn dắt CMCN 4.0 lựa chọn để có định hướng ưu tiên đầu tư, khuyến khích phát triển;

- Là các công nghệ có thể phát huy được lợi thế của đất nước, phù hợp với chiến lược, kế hoạch phát triển kinh tế xã hội 10 năm 2021-2030;

- Là các công nghệ có tiềm năng ứng dụng phù hợp với nhu cầu phát triển của các ngành, lĩnh vực được ưu tiên phát triển;

- Là các công nghệ góp phần hiện đại hóa, thông minh hóa các ngành sản xuất, dịch vụ hiện có; là yếu tố quan trọng quyết định việc hình thành các doanh nghiệp khởi nghiệp sáng tạo, hoặc hình thành các sản phẩm, dịch vụ mới có sức cạnh tranh và hiệu quả kinh tế - xã hội cao.

- Có tính khả thi cao trong việc thu hút đầu tư, ứng dụng công nghệ, chuyển giao công nghệ hoặc sáng tạo được công nghệ; khả thi về nhân lực và tài lực đối với việc tiếp thu, chuyển giao và sáng tạo công nghệ.

Do vậy, các công nghệ chủ chốt của cuộc CMCM 4.0 được lựa chọn để đưa vào Danh mục một mặt phù hợp với xu hướng phát triển và tiềm năng ứng dụng của công nghệ, đồng thời phù hợp phù hợp với chiến lược, kế hoạch phát triển kinh tế xã hội 10 năm 2021-2030 và phù hợp với định hướng ưu tiên nghiên cứu phát triển và ứng dụng công nghệ trong các ngành, lĩnh vực mà Việt Nam có lợi thế.

## Quá trình xây dựng Danh mục

Thực hiện nhiệm vụ được giao tại Chương trình công tác của Chính phủ, Thủ tướng Chính phủ năm 2020, Bộ Khoa học và Công nghệ đã nghiên cứu và xây dựng Dự thảo *“Quyết định của Thủ tướng Chính phủ ban hành Danh mục công nghệ chủ chốt của Cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ tư”* (sau đây gọi tắt là Dự thảo) với sự phối hợp của các Bộ, ngành và nhiều chuyên gia trong các lĩnh vực có liên quan. Bộ Khoa học và Công nghệ đã tiến hành khảo sát, hội thảo với các tổ chức, doanh nghiệp về các vấn đề liên quan đến xu hướng công nghệ và các công nghệ chủ chốt của CMCN 4.0.

Bộ Khoa học và Công nghệ đã thành lập Tổ biên tập, với sự phối hợp tham gia của các chuyên gia của một số Bộ như Bộ Công thương, Bộ Nông nghiệp và phát triển nông thôn, Bộ Y tế, Bộ Thông tin và Truyền thông và Bộ Tư pháp.

Tổ biên tập cũng đã tiến hành các cuộc khảo sát, tọa đàm với các tập đoàn kinh tế, doanh nghiệp nhỏ và vừa, tổ chức khoa học và công nghệ,,... Các cuộc hội thảo về các vấn đề khác nhau đã được tổ chức để xây dựng nội dung Dự thảo Quyết định.

Bộ Khoa học và Công nghệ đã có công văn xin ý kiến về Dự thảo Quyết định của Thủ tướng Chính phủ ban hành Danh mục công nghệ chủ chốt của CMCN 4.0 gửi các Bộ, ngành , địa phương (…. Bộ, ngành[[9]](#footnote-9)) đồng thời được đăng tải công khai xin ý kiến các tổ chức, cá nhân trên Cổng thông tin điện tử của Bộ Khoa học và Công nghệ.

# Phụ lục: Dự thảo Danh mục công nghệ chủ chốt của CMCN 4.0

1. Trí tuệ nhân tạo (Artificial Intelligence)

2. Internet vạn vật (IoT)

3. Công nghệ dữ liệu lớn và xử lý dữ liệu lớn (Big Data and Data Analytics)

4. Công nghệ chuỗi khối (Block chain)

5. Điện toán đám mây (Cloud computing), Điện toán lưới (Grid computing), Điện toán biên (Edge computing)

6. Công nghệ mạng thế hệ sau (5G, 6G, NG-PON, SDN/NFV, SD-RAN, SD-WAN, Network Slicing)

7. Điện toán lượng tử (Quantum computing)

8. Thực tại ảo (Virtual Reality), Thực tại tăng cường (Augmented Reality), Thực tại hỗn hợp (Mixed Reality).

9. Công nghệ an ninh mạng thông minh, tự khắc phục và thích ứng (intelligence, remediation and adaptation cybersecurity)

10. Công nghê mô phỏng nhà máy sản xuất (Plant Simulation)

11. Robot tự hành (Autonomous Robots), Robot cộng tác (Collaborative robotics (Cobot)), phương tiện bay không người lái (UAV)

12. Công nghệ bản sao số (Digital twin technology)

13. Công nghệ chế tạo vật liệu nano (Nano materials), thiết bị nano (Nanodevices)

14. Công nghệ in tiên tiến đa chiều (3D, 4D printing and Additive manufacturing)

15. Công nghệ chế tạo vật liệu chức năng (Functional materials)

16. Công nghệ chế tạo pin nhiên liệu (Fuel cells)

17. Năng lượng Hydrogen (Hydrogen energy)

18. Quang điện (Photovoltaics)

19. Công nghệ ánh sáng và quang tử (Photonics and Light Technologies)

20. Sinh học tổng hợp (Synthetic biology)

21. Công nghệ thần kinh (Neurotechnologies)

22. Công nghệ tế bào gốc (Stem cells)

23. Xúc tác sinh học (Biocatalysis)

24. Công nghệ enzyme (Enzyme technology)

25. Công nghệ tin sinh học (Bioinformatics)

26. Chip sinh học và cảm biến sinh học (Biochip and biosensor)

27. Nông nghiệp chính xác (Precision agriculture)

28. Công nghệ tổng hợp nhiên liệu sinh học (Biofuels)

29. Y học cá thể hóa (Personalised medicine)

30. Y học tái tạo và kỹ thuật tạo mô (Regenerative medicine and tissue engineering)

31. Công nghệ gen thế hệ mới (Next-generation genomics)

32. Công nghệ giám sát sức khỏe (Health monitoring technology)

33. Công nghệ chẩn đoán hình ảnh Y-Sinh học (Medical and bioimaging)

34. Công nghệ lưu trữ năng lượng tiên tiến (Advanced energy storage technologies)

35. Công nghệ thiết kế, chế tạo vệ tinh nhỏ và siêu nhỏ (Micro and nano satellites)

36. Công nghệ thu thập và lưu trữ các bon (Carbon capture and storage)

37. Năng lượng vi mô (Power microgeneration)

38. Công nghệ tua bin gió hiệu suất cao (Wind tuabine technologies)

39. Công nghệ năng lượng đại dương và năng lượng sóng (Marine and tidal power technologies).

40. Công nghệ năng lượng địa nhiệt (Geothermal energy)

41. Lưới điện thông minh (Smart grids)

# TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. (2016). *ASEAN in Transformation: How technology is changing jobs and enterprises.* International Labour Organization.
2. Dawson D and Schleiger, H. J. (2019). *Artificial Intelligence: Australia’s ethics framework.* CSIRO's Data61: Australia.
3. Deloitte. (2018, 02 07). *Emerging trends: Five trends reshaping state government*.
4. *IT Glossary*. (2019, 08 01). Retrieved from Gartner: https://www.gartner.com/it-glossary/d
5. Vietnamwork. (2019). *Báo cáo thị trường nhân lực CNTT.*
6. World Economic Forum. (2017). *Digital Transformation Initiative.*
7. World Economic Forum. (2017). *The Travel & Tourism Competitiveness Report 2017.*
8. World Economic Forum. (2019). *Global Competitiveness Report 2019.*
9. Bộ Thông tin và Truyền thông. (2017). *Sách trắng CNTT-TT.*
10. CSIRO, D. (2019). *Tương lai nền kinh tế số Việt Nam hướng tới năm 2030 và 2045.*
11. Cổng thông tin điện tử các Bộ: Khoa học và Công nghệ, Tài chính, Công thương, Ngân hàng Nhà nước Việt Nam, Xây dựng, Giao thông Vận tải, Y tế.

12) Germany: Industrie 4.0, Digital transformation monitor 2017.

3) Made in China 2025.

14) New industrial France: Building France’s industrial future 2016

15) OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2016

16) Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy

1. OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2016 [↑](#footnote-ref-1)
2. Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy [↑](#footnote-ref-2)
3. Nguồn: *NNMI Program Annual Report 2015* [↑](#footnote-ref-3)
4. Nguồn: *New industrial France: Building France’s industrial future 2016* [↑](#footnote-ref-4)
5. Nguồn: Germany: Industrie 4.0, Digital transformation monitor 2017 [↑](#footnote-ref-5)
6. Nguồn: Made in China 2025 [↑](#footnote-ref-6)
7. Ront phẩu thuật nội so Da Vinci; Robot phẫu thuật cột sống Renaissance; Robot phẩu thuật khớp gối và khớp hang Makoplasty và Robot phẫu thuật thần kinh Rosa. [↑](#footnote-ref-7)
8. (1) Công nghiệp công nghệ thông tin, điện tử - viễn thông; (2) an toàn, an ninh mạng; (3) công nghiệp chế tạo thông minh; (4) tài chính - ngân hàng; (5) thương mại điện tử; (6) nông nghiệp số; (7) du lịch số; (8) công nghiệp văn hoá số; (9) y tế; (10) giáo dục và đào tạo. [↑](#footnote-ref-8)
9. Tính đến ngày…./…./2020, Bộ KH&CN đã nhận được văn bản góp ý của …/…. Bộ, hiện còn một số Cơ quan ……….. chưa có ý kiến. [↑](#footnote-ref-9)