

BẢN TIN CHIẾN LƯỢC PHÁT TRIỂN



KHOA HỌC



CÔNG NGHỆ



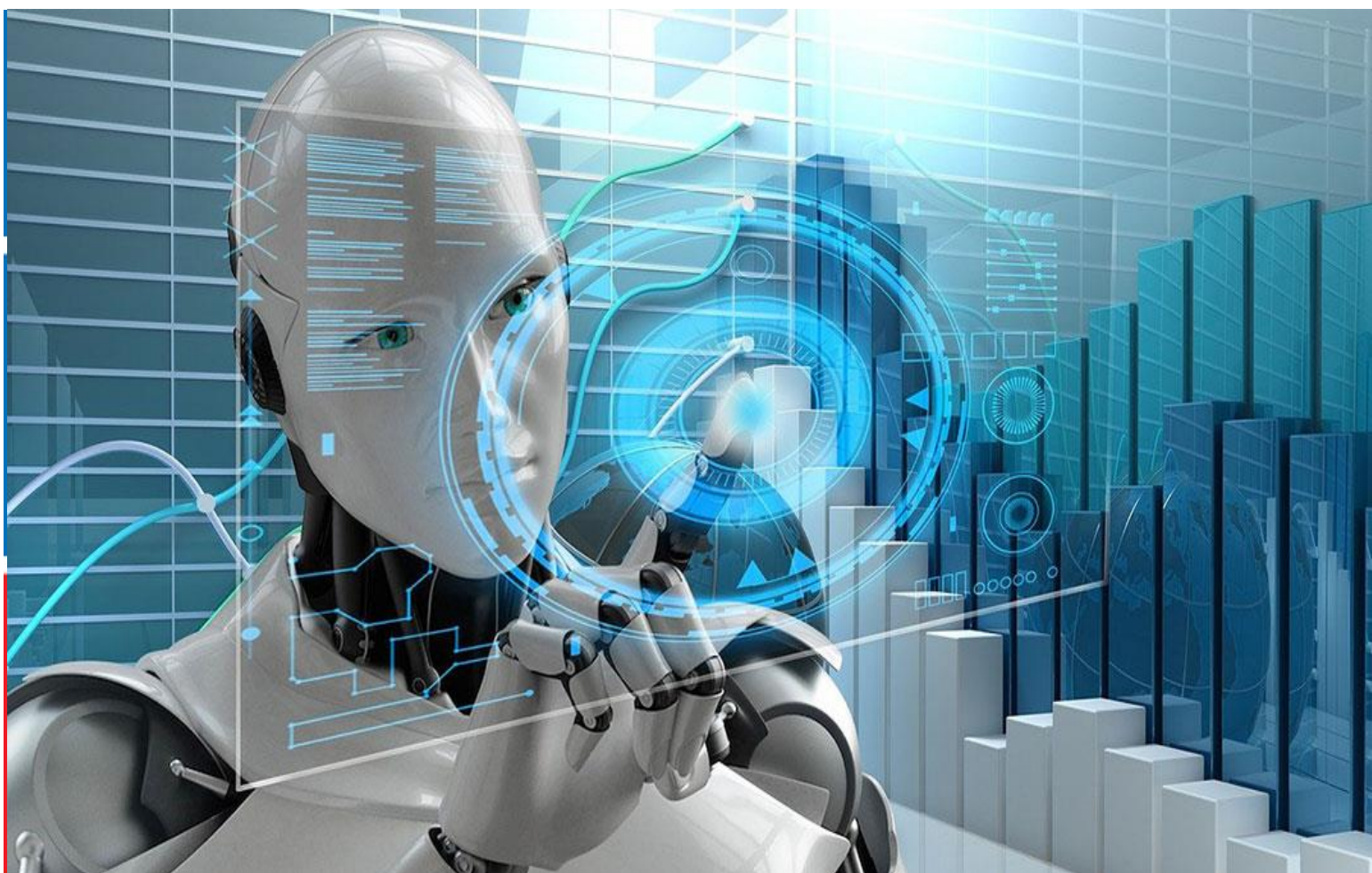
KINH TẾ

Số 6

2022

(BẢN TIN CHỌN LỌC PHỤC VỤ LÃNH ĐẠO)

HIỆN TRẠNG VÀ XU HƯỚNG PHÁT TRIỂN TRÍ TUỆ NHÂN TẠO TRÊN THẾ GIỚI



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

HIỆN TRẠNG VÀ XU HƯỚNG PHÁT TRIỂN TRÍ TUỆ NHÂN TẠO TRÊN THẾ GIỚI

1. Công bố quốc tế và đăng ký sáng chế	1
2. Đầu tư cho nghiên cứu và phát triển.....	4
3. Những thành tựu nổi bật và xu hướng công nghệ	6
4. Sản phẩm và thị trường.....	9
5. Chiến lược, chính sách hỗ trợ của chính phủ và triển vọng phát triển.....	11

HIỆN TRẠNG VÀ XU HƯỚNG PHÁT TRIỂN TRÍ TUỆ NHÂN TẠO TRÊN THẾ GIỚI

1. Công bố quốc tế và đăng ký sáng chế

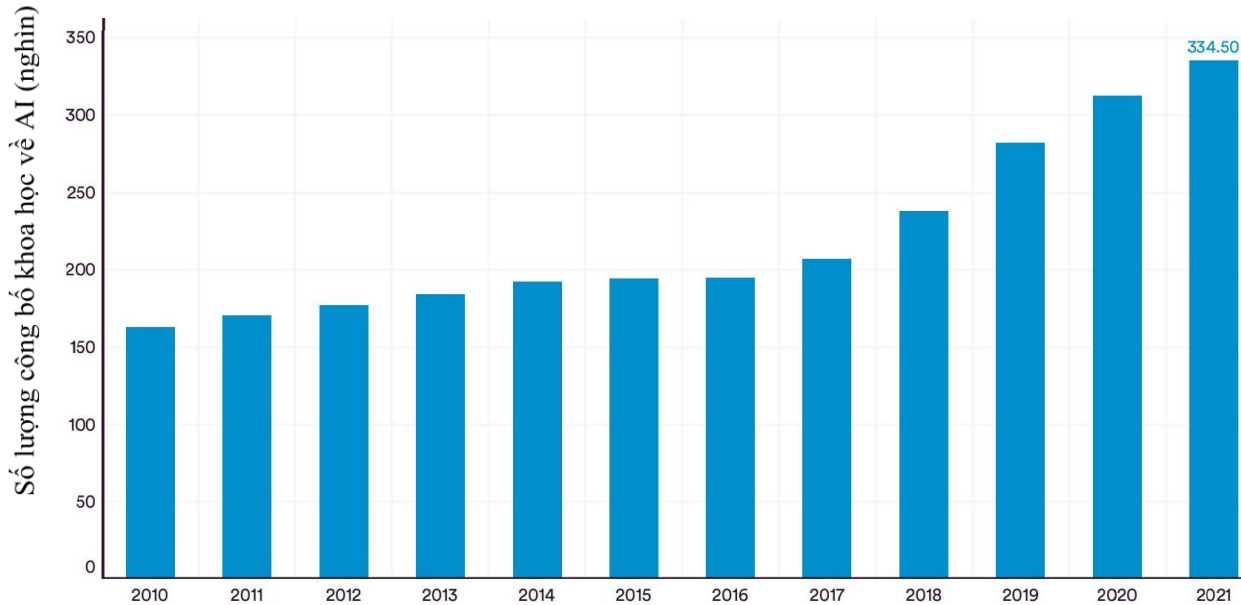
Trí tuệ nhân tạo (AI) được cho là công nghệ quan trọng nhất của cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ tư (Công nghiệp 4.0), là yếu tố có thể dẫn đến sự thay đổi trật tự toàn cầu trong tương lai.

AI là một tập hợp các giải pháp công nghệ cho phép bắt chước các chức năng nhận thức của con người (bao gồm tự học và tìm kiếm giải pháp mà không cần thuật toán định trước) và thu được kết quả khi thực hiện các nhiệm vụ cụ thể mà ít nhất có thể so sánh được với kết quả hoạt động trí tuệ của con người. Nó bao gồm cơ sở hạ tầng thông tin và truyền thông, phần mềm (bao gồm cả những phần mềm sử dụng phương pháp học máy), các quy trình và dịch vụ để xử lý dữ liệu và tìm kiếm giải pháp. Các nhóm công nghệ AI chính bao gồm thị giác máy tính, xử lý ngôn ngữ tự nhiên, nhận dạng và tổng hợp giọng nói, hệ thống hỗ trợ quyết định thông minh và các kỹ thuật AI tiên tiến.

Các chính phủ, các tập đoàn, các viện nghiên cứu và trường đại học trên thế giới đang quan tâm đầu tư ngày càng nhiều cho AI vì những lợi ích rất lớn mà nó đem lại trong tương lai. Theo công ty PriceWaterhouse Coopers (PwC) - công ty kiểm toán hàng đầu thế giới hiện nay, AI được xem là công nghệ nền tảng quan trọng nhất dẫn dắt hoạt động chuyển đổi số trong các ngành, các lĩnh vực, các tổ chức doanh nghiệp. Theo dự báo của PwC, vào năm 2030, AI sẽ đóng góp thêm 15,7 nghìn tỷ USD cho nền kinh tế toàn cầu. Nhiều người có quan điểm lạc quan về AI cho rằng AI sẽ tạo ra những ngành công nghiệp mới và việc làm mới.

Sự phát triển của công nghệ AI đã được công nhận rộng rãi như một biểu hiện của sức mạnh toàn diện của một quốc gia thông qua năng lực thực hiện đổi mới, sáng tạo. Hầu hết các nước, đặc biệt là các cường quốc như Mỹ, Nhật Bản, Trung Quốc, và một số nước EU đã ban hành và đang xây dựng các chiến lược dài hạn nhằm thúc đẩy sự phát triển của công nghệ AI, cũng như nâng cao vị thế của quốc gia trong cuộc cạnh tranh giành vị trí dẫn đầu trong lĩnh vực này. Cuộc chạy đua quyết liệt về công nghệ AI giữa các cường quốc xuất phát từ một số lý do: Thứ nhất, công nghệ AI có thể được ứng dụng vào quốc phòng, phát triển kinh tế và các lĩnh vực khác có tầm quan trọng sống còn. Thứ hai, so với các công nghệ mới khác, như máy tính lượng tử, 5G, internet vạn vật (IoT), công nghệ AI có đặc trưng là năng lực “tự học” của máy tính, do đó có thể tự phán đoán, phân tích trước các dữ liệu mới mà không cần sự hỗ trợ của con người; đồng thời, có khả năng xử lý dữ liệu với số lượng rất lớn và tốc độ cao. Hiện nay, mỗi ngày trên toàn cầu có khoảng 2,2 tỷ Gb dữ liệu mới (tương đương 165.000 tỷ trang tài liệu) được tạo ra và được các công ty, như: Google, Twitter, Facebook, Amazon, Baidu, Weibo, Tencent hay Alibaba,... thu thập để tạo thành dữ liệu lớn (big data). Thứ ba, cuộc chạy đua về công nghệ AI là một loại hình cạnh tranh chiến lược và có các đánh giá chiến lược, ra

quyết định, cũng như huy động nguồn lực của cả nước. Do vậy, sự cạnh tranh trong phát triển công nghệ AI được dự báo có thể dẫn đến leo thang cạnh tranh trong lĩnh vực chính trị, an ninh, quân sự, kinh tế, đầu tư, nghiên cứu phát triển, dữ liệu và hệ giá trị.



Hình 1. Số lượng công bố quốc tế hàng năm liên quan đến AI trên toàn cầu từ 2010-2021

Nguồn: Artificial Intelligence Index Report 2022, Đại học Stanford

Theo Báo cáo Chỉ số AI 2022 của Đại học Stanford, từ năm 2010 đến năm 2021, tổng số công bố khoa học về AI đã tăng gấp đôi, tăng từ 162.444 năm 2010 lên 334.497 vào năm 2021. Theo loại ấn phẩm công bố, năm 2021, 51,5% tất cả các tài liệu AI được xuất bản là các bài báo trên tạp chí, 21,5% là các bài báo hội nghị và 17,0% là từ các kho lưu trữ. Sách, chương sách, luận văn và các loại tài liệu không xác định liên quan đến AI chiếm 10,1% còn lại.

Theo lĩnh vực nghiên cứu, các công bố liên quan đến AI trong lĩnh vực nhận dạng mẫu và học máy đã tăng hơn gấp đôi kể từ năm 2015. Trong năm 2021, lĩnh vực nhận dạng mẫu đạt số lượng hơn 51.000 công bố, tiếp theo là lĩnh vực học máy đạt gần 40.000 công bố, thị giác máy tính gần 25.000 công bố. Các lĩnh vực tăng trưởng chậm hơn như thị giác máy tính, khai thác dữ liệu và xử lý ngôn ngữ tự nhiên.

Mặc dù áp cạnh thẳng địa chính trị gia tăng, Hoa Kỳ và Trung Quốc có số lượng hợp tác xuyên quốc gia lớn nhất trong các công bố khoa học về AI từ năm 2010 đến năm 2021, tăng gấp 5 lần kể từ năm 2010. Sự hợp tác giữa hai nước đã tạo ra nhiều ấn phẩm hơn 2,7 lần so với giữa Anh và Trung Quốc. Năm 2021, Trung Quốc tiếp tục dẫn đầu thế giới về số lượng công bố liên quan đến AI trên các tạp chí, hội nghị và kho lưu trữ, cao hơn 63,2% so với Hoa Kỳ với cả ba loại xuất bản cộng lại. Trong khi đó, Hoa Kỳ dẫn đầu trong số các cường quốc AI lớn về số lượng trích dẫn từ kho lưu trữ và hội nghị AI.

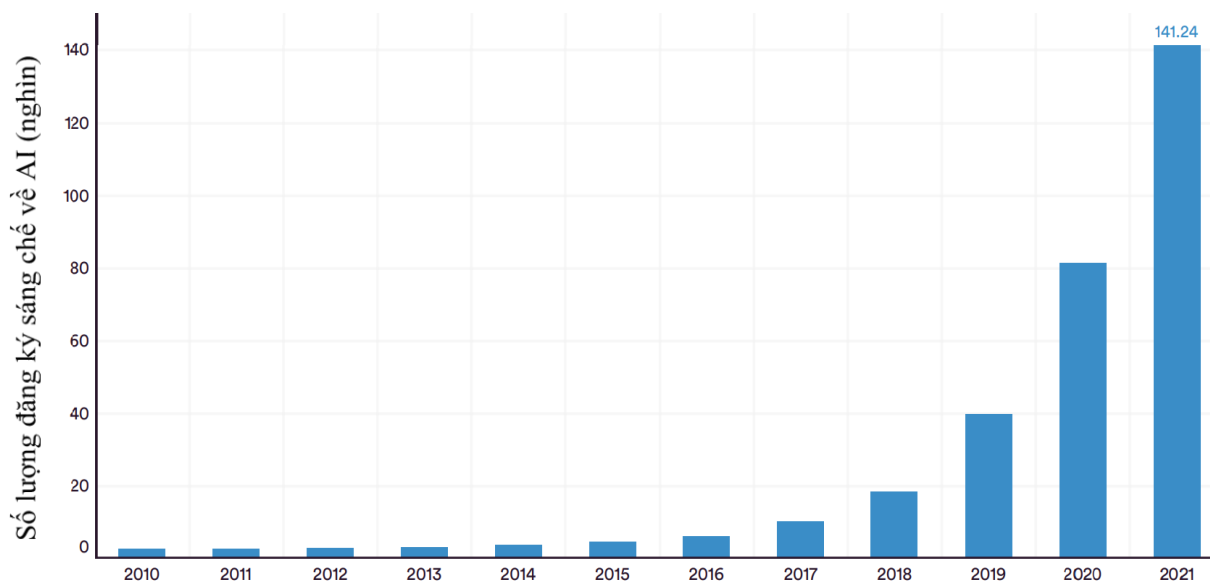
Năm 2020, Trung Quốc lần đầu vượt qua Mỹ về số lần bài báo học thuật AI được trích dẫn. Đây là thước đo chất lượng của một nghiên cứu. Theo báo cáo của Đại học Stanford, tỉ lệ trích dẫn các bài báo học thuật liên quan tới AI của Trung Quốc là 20,7%, cao hơn 19,8% của Hoa Kỳ. Từ năm 2012, Trung Quốc công bố 240.000 nghiên cứu học thuật về AI, so với 150.000 của Mỹ. Một lý do khiến Trung Quốc mạnh về AI là lượng dữ liệu khổng lồ mà họ phát sinh. Ước tính đến năm 2030, 8 tỷ thiết bị tại Trung Quốc sẽ kết nối IoT. Chúng gắn trên xe hơi, cơ sở hạ tầng, robot và các trang thiết bị khác, sinh ra lượng lớn dữ liệu.

Từ năm 2010 đến năm 2021, sự hợp tác giữa các tổ chức giáo dục và phi lợi nhuận đã tạo ra số lượng ấn phẩm AI cao nhất, tiếp theo là sự hợp tác giữa các công ty tư nhân với các tổ chức giáo dục và giữa các tổ chức giáo dục và chính phủ.

Theo khu vực công bố, số lượng công bố khoa học về AI từ khu vực giáo dục chiếm tỷ lệ lớn nhất (gần 60%), khu vực phi lợi nhuận đạt gần 12%, doanh nghiệp (hơn 5%), chính phủ (hơn 3%) và các khu vực khác (hơn 20%). Mức độ công bố khoa học về AI của công ty cao nhất ở Hoa Kỳ (gần 10% tổng số công bố), sau đó là ở Liên minh Châu Âu, Trung Quốc chỉ hơn 4%.

Số lượng đăng ký sáng chế liên quan đến AI trên toàn cầu năm 2021 đạt 141.240, cao hơn 30 lần so với năm 2015, và tốc độ tăng trưởng bình quân hàng năm từ 2015 đến 2021 là 76,9%. Về tỷ lệ hồ sơ cấp bằng sáng chế AI theo khu vực, tỷ lệ của Đông Á và Thái Bình Dương tăng vọt vào năm 2014 và dẫn đầu phần còn lại của thế giới trong năm 2021 với 62,1% tổng số đơn xin cấp bằng sáng chế, tiếp theo là Bắc Mỹ, châu Âu và Trung Á. Xét về các bằng sáng chế được cấp ở các khu vực đó, Bắc Mỹ dẫn đầu với 57,0%, tiếp theo là Đông Á và Thái Bình Dương (31,0%), và Châu Âu và Trung Á (11,3%). Các khu vực khác cộng lại chiếm khoảng 1% số lượng bằng sáng chế thế giới.

Với 87.343 đơn đăng ký sáng chế trong năm 2021, Trung Quốc chiếm hơn một nửa tổng số lượng đơn đăng ký sáng chế về AI trên thế giới (141.240). Tuy nhiên, Trung Quốc chỉ chiếm 6% số lượng bằng sáng chế được cấp trên thế giới, thấp hơn rất nhiều so với tỷ lệ của Hoa Kỳ (gần 40%), và thấp hơn một chút so với Liên minh Châu Âu và Vương quốc Anh (hơn 7%).



Hình 2. Số lượng đăng ký sáng chế hàng năm liên quan đến AI trên toàn cầu từ 2010-2021

Nguồn: Artificial Intelligence Index Report 2022, Đại học Stanford

Bảng 1. Số lượng đơn đăng ký sáng chế và số bằng sáng chế được cấp liên quan đến AI năm 2021 của một số nước và khu vực

	Số lượng đơn đăng ký sáng chế	Tỷ lệ	Số lượng bằng sáng chế được cấp	Tỷ lệ
Trung Quốc	87.343	62%	1.407	6%
Hoa Kỳ	19.610	14%	9.450	40%
EU và Anh	4.880	4%	1.810	7%
Thế giới	141.240		23.450	

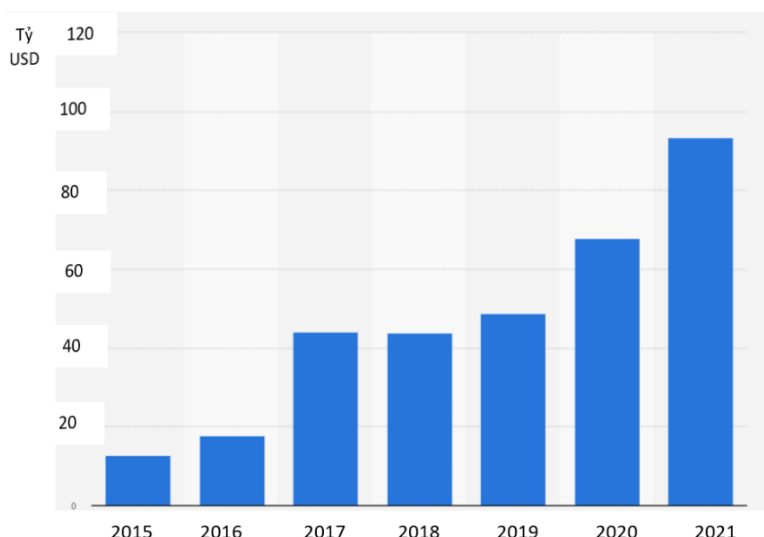
Nguồn: Artificial Intelligence Index Report 2022, Đại học Stanford

Sự phát triển của ngành công nghiệp AI của Trung Quốc đã đạt được những tiến bộ đáng kể, với khả năng đổi mới công nghệ trong một số lĩnh vực được xếp vào hàng đầu thế giới. Quy mô ngành cốt lõi đang liên tục tăng trưởng và sự hội nhập của AI vào nền kinh tế thực ngày càng sâu rộng hơn.

2. Đầu tư cho nghiên cứu và phát triển

Sự phát triển của AI được hỗ trợ tích cực bởi chính phủ của hầu hết các quốc gia hàng đầu. Trung Quốc và Hoa Kỳ đang thúc đẩy chương trình nghiên cứu và phát triển (R&D) AI toàn cầu. Đây là những nước dẫn đầu tuyệt đối về số lượng công bố quốc tế, đăng ký sáng chế và quy mô tài trợ cho các hoạt động liên quan đến AI. Khối lượng đầu tư công vào R&D AI ở Hoa Kỳ ước tính đạt 1,5 tỷ USD năm 2021. Theo khuyến nghị của Ủy ban An ninh Quốc gia về AI của Hoa Kỳ, đến năm 2026, tăng ngân sách cho R&D trong lĩnh vực AI lên đến 32 tỷ USD mỗi năm. Trong giai đoạn 2021–2027, Ủy ban Châu Âu có kế hoạch phân bổ 1 tỷ euro

hàng năm cho R&D AI theo các chương trình Horizon Europe và Digital Europe. Ngoài ra, các quốc gia EU riêng lẻ đều có chiến lược phát triển AI quốc gia. Ví dụ, đến năm 2025, Đức sẽ chi 5 tỷ euro cho R&D AI.



Hình 3: Tổng đầu tư vào AI của doanh nghiệp trên toàn cầu từ năm 2015 đến năm 2021

Riêng năm 2021, tổng đầu tư toàn cầu của doanh nghiệp vào AI đạt gần 94 tỷ USD, tăng đáng kể so với năm trước. Vào năm 2018, đầu tư hàng năm vào AI có sự suy giảm nhẹ, nhưng đó chỉ là tạm thời (Nguồn: Statista Research Department, 19/5/2022).

Mặc dù sự tăng trưởng về số lượng các chính sách và chương trình về AI của chính phủ trên khắp thế giới trong vài năm qua, nhưng hướng đi chính cho sự phát triển của AI là do các tập đoàn kỹ thuật số lớn nhất của Hoa Kỳ đặt ra. Hoa Kỳ có số lượng công ty AI lớn nhất thế giới (hơn 13.000), tiếp theo là Trung Quốc (gần 10.000), EU (hơn 5.500) và Anh (hơn 3.000). Do đó, EU dường như có vai trò thứ yếu sau Hoa Kỳ và Trung Quốc. Chi tiêu cho R&D AI hàng năm của họ vượt xa ngân sách của các sáng kiến quốc gia. Tính đến năm 2020, Amazon đã đầu tư 42,7 tỷ USD liên quan đến AI, Alphabet (27,6 tỷ USD), Microsoft (19,3 tỷ USD), Apple (18,7 tỷ USD), Facebook (18,5 tỷ USD). Một phần đáng kể trong nghiên cứu của các công ty này là về AI và các lĩnh vực liên quan để tạo ra các giải pháp phần mềm, phần cứng hoặc dịch vụ. Tổng chi tiêu cho R&D của ba công ty kỹ thuật số hàng đầu Trung Quốc vào khoảng 16 tỷ USD năm 2020: Alibaba (khoảng 6,7 tỷ USD trong tổng chi tiêu phát triển sản phẩm), Tencent (khoảng 6 tỷ USD), Baidu (khoảng 3 tỷ USD). AI không thể phát triển nếu không có cơ sở hạ tầng hiện đại. Các khoản đầu tư chính của các quốc gia hàng đầu là nhằm tạo ra năng lực cho tính toán tập trung trong các trung tâm dữ liệu.

Ở hầu hết các quốc gia hàng đầu, các dự án hoặc chương trình phát triển máy tính hiệu năng cao (siêu máy tính) đang được thực hiện và kéo dài nhiều năm, được bảo đảm nguồn vốn ổn. Ví dụ: Ủy ban Châu Âu trong giai đoạn 2021–2027 có kế hoạch phân bổ 7 tỷ euro cho sáng kiến tạo cơ sở hạ tầng cho máy tính hiệu suất cao. Dựa trên dữ liệu hiện có về các khoản đầu

tư, có thể thấy rằng ưu tiên dành cho việc tạo ra sức mạnh tính toán cho các tổ chức khoa học và công nghiệp, bao gồm cả cho mục đích sử dụng tập thể. Chương trình CloudBank tại Hoa Kỳ nhằm mục đích mua và cung cấp trên cơ sở cạnh tranh thông qua các khoản tài trợ liên bang và các hợp đồng để sử dụng các nền tảng đám mây. Nó cũng được lên kế hoạch để tạo ra một nguồn tài nguyên nghiên cứu toàn quốc về AI (NAIRR), cung cấp quyền truy cập dữ liệu chất lượng cho nhiều sinh viên và nhà nghiên cứu. Mức độ phát triển của cơ sở hạ tầng đó có thể được đánh giá bằng tính khả dụng và sức mạnh của siêu máy tính. Toàn bộ phạm vi hoạt động nhằm mục đích hình thành nền tảng cơ bản trong lĩnh vực toán học và khoa học máy tính. Đây là điều kiện cơ bản để tạo ra các sản phẩm và dịch vụ cạnh tranh, không chỉ cho AI mà cho tất cả các công nghệ số. Ngoài ra, các sáng kiến đang được thực hiện để cải thiện khuôn khổ quy định. Các chiến lược phát triển thị trường dữ liệu (ví dụ, ở Hoa Kỳ và Đức) chủ yếu gắn liền với việc phát triển các phương pháp tiếp cận về tổ chức và lập pháp để cung cấp dữ liệu do nhà nước tích lũy được.

3. Những thành tựu nổi bật và xu hướng công nghệ

Trong những năm gần đây, một số cột mốc quan trọng đã được ghi nhận trong sự phát triển của AI, đã giúp phổ biến rộng rãi các giải pháp AI để tự động hóa các tác vụ do con người thực hiện ở một cấp độ mới về chất lượng. Hầu hết chúng đều liên quan đến sự tăng trưởng của hiệu suất phần cứng và việc đạt được các kết quả ứng dụng đáng kể trong lĩnh vực AI. Một số được trình bày dưới đây:

Deepfake: sự kết hợp của deep learning (học sâu) và fake (giả mạo). Dù mới phát triển vài năm gần đây, nhưng công nghệ deepfake đã trở nên ngày càng phổ biến, có thể gây ra những tác hại khôn lường đến đời sống xã hội. Những video giả, được tạo ra nhờ công nghệ deepfake nhằm mục đích phát tán thông tin sai lệch, gây hoang mang cho cộng đồng hoặc chỉ đơn thuần vì mục đích giải trí. Hiện nay, công nghệ này đang được ngành điện ảnh tích cực ứng dụng. Đồng thời, hướng ngược lại, các nhà nghiên cứu đang đưa ra các giải pháp phát hiện và chống Deepfake (AntiDeepFake), ví dụ, Phòng thí nghiệm An ninh mạng của PJSC Sberbank đã phát triển một công nghệ dựa trên AI để phát hiện tự động DeepFake với độ chính xác lên đến 98%.

Robot Dactyl của công ty OpenAI và robot nhảy múa của công ty Boston Dynamics: năm 2019, công ty R&D AI - OpenAI - đã tạo ra robot Dactyl, có thể học được cách để xử lý và xếp khối rubik chỉ bằng một tay. OpenAI xem đây là một kỳ tích và là một bước nhảy vọt cả về sự khéo léo của robot và khả năng xử lý của hệ thống AI trên robot, các nhà khoa học đã cho Dactyl học các nhiệm vụ mới bằng cách sử dụng mô phỏng ảo trước khi vượt qua thử thách bằng khối rubik thực sự. Do đó, khả năng của robot được đào tạo hoàn toàn dựa trên dữ liệu tổng hợp để tương tác với các vật thể trong thế giới thực đã được chứng minh. Một sự kiện mang tính bước ngoặt khác là việc Hyundai mua 80% cổ phần của công ty Boston Dynamics, nổi tiếng với các robot nhảy múa, có kế hoạch tạo ra các phương tiện cá nhân cho các địa hình khó khăn, đánh dấu một giai đoạn mới trong sự phát triển của thị trường robot dành cho cá nhân.

AlphaFold 2: năm 2020, công ty DeepMind thông báo rằng thuật toán mà họ tạo ra đã thực hiện được nhiệm vụ mà các nhà sinh vật học đã cố gắng giải quyết trong nửa thế kỷ - đó là tìm hiểu cách dự đoán cấu trúc không gian của protein từ thành phần hóa học của chúng và do đó có thể dự đoán hoạt động sinh học của chúng. Thuật toán được “đào tạo” dựa trên dữ liệu có sẵn công khai từ 170.000 protein có cấu trúc đã biết. Các nhà nghiên cứu đã sử dụng khoảng 128 lõi TPUv3 (tương đương với 100-200 GPU). Một trong những kết quả là dự đoán một số cấu trúc chưa từng được biết đến trước đây của virus SARS-CoV-2 (các protein ORF3a, ORF8).

GPT-3: ngày 28 tháng 5 năm 2020, một nhóm các nhà nghiên cứu từ OpenAI đã xuất bản một bài báo mô tả thuật toán xử lý ngôn ngữ tự nhiên tiên tiến nhất (GPT-3). Với khả năng xử lý 175 tỷ tham số so với 1,5 tỷ của GPT-2, GPT-3 thông minh hơn và có khả năng tạo ra văn bản không khác gì con người. Nó có thể được sử dụng để giải quyết phần lớn các vấn đề xây dựng văn bản bằng tiếng Anh. Khi đưa vào GPT-3 bất cứ tham số rời rạc nào, nó cũng sẽ tạo ra một văn bản hoàn thiện, phù hợp nhất với những gì đưa ra. GPT-3 có thể tạo ra các tin tức mà chúng ta không thể phân biệt được là do con người viết hay máy móc tạo ra. Bên cạnh nguy cơ bị lợi dụng cho mục đích xấu, GPT-3 cũng khiến nhiều người lo sợ khi nó có thể lấy mất việc làm của nhiều người, đặc biệt là người viết kịch bản, các biên tập viên báo chí, nhân viên dịch thuật... Ngoài ra, các nhà phát triển AI còn thấy một số ứng dụng đáng ngạc nhiên của GPT-3. Microsoft hiện giữ giấy phép thương mại độc quyền cho GPT-3.

DALL-E của OpenAI: năm 2021, một trong những thành tựu quan trọng là việc tạo ra công nghệ tạo hình ảnh từ mô tả văn bản. Được phát triển bởi OpenAI, mạng nơ-ron DALL-E cho phép tạo hình ảnh chất lượng cao về các đối tượng trừu tượng và không tồn tại bằng cách kết hợp các đặc điểm không liên quan và áp dụng chúng vào các hình ảnh hiện có. Hình ảnh trực quan được tạo bằng mạng nơ-ron dựa trên thuật toán GPT-3. Mô hình AI này đã được huấn luyện dựa trên 650 triệu hình ảnh và chú thích văn bản. DALL-E 2 có thể kết hợp các khái niệm, thuộc tính và phong cách khác nhau, chỉnh sửa thực tế đối với hình ảnh người dùng cung cấp. Ngoài ra, hệ thống có thể nhận hình ảnh và tạo ra các phiên bản khác nhau lấy cảm hứng từ ảnh gốc.

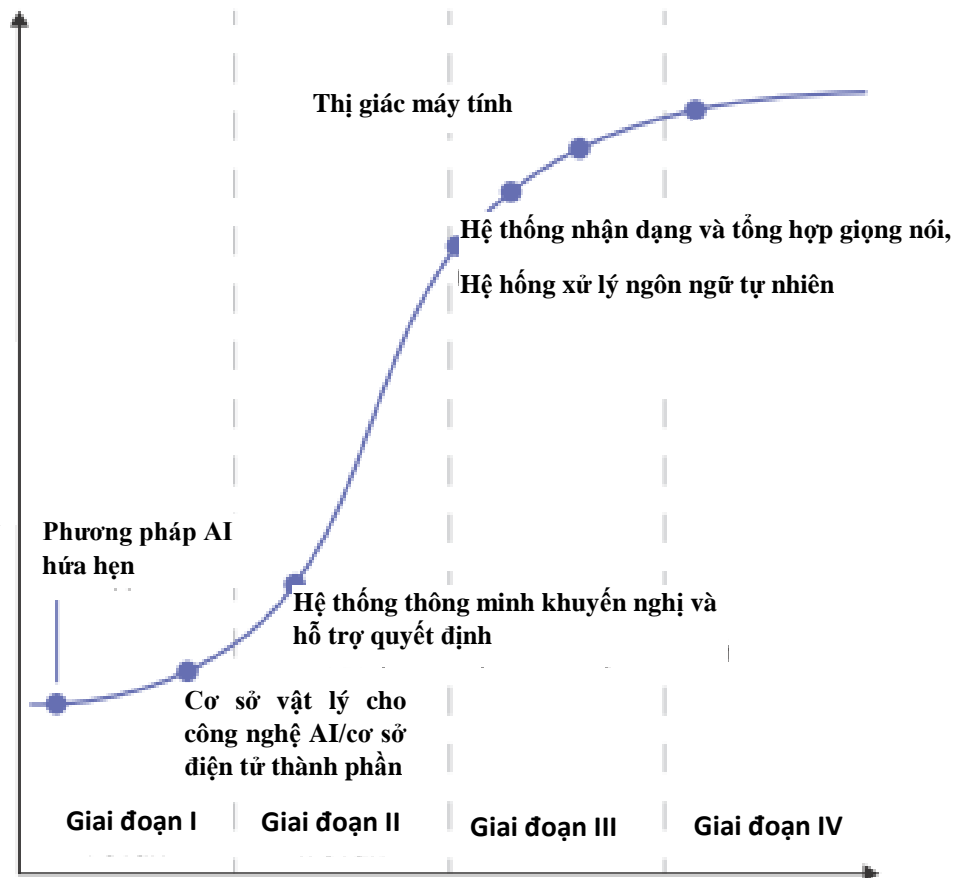
Trong tương lai, các hệ thống AI có thể hiểu được những vấn đề phức tạp nhất của khoa học (ví dụ, vấn đề biến đổi khí hậu). Tuy nhiên, để thực hiện các nhiệm vụ quan trọng bằng AI, cần đảm bảo khả năng diễn giải AI, trong đó một người hiểu được toàn bộ quá trình ra quyết định của thuật toán. Điều này sẽ cải thiện độ tin cậy, tính minh bạch, cũng như cải thiện các đặc tính kỹ thuật và sử dụng của các hệ thống AI.

Xu hướng công nghệ

Đến nay, các cuộc thảo luận vẫn tiếp tục trên thế giới về các phương pháp tiếp cận cấu trúc lĩnh vực AI. Thông thường, các lĩnh vực ứng dụng được sử dụng như một dấu hiệu của phân nhóm công nghệ gồm: thị giác máy tính, xử lý ngôn ngữ tự nhiên, nhận dạng và tổng hợp giọng nói, hệ thống khuyến nghị và hệ thống hỗ trợ quyết định. Sự thành công của các giải pháp AI trong các lĩnh vực ứng dụng được thúc đẩy bởi những tiến bộ trong các phương pháp

tiên tiến. Đổi lại, các phương pháp tiên tiến và toán học cơ bản lại dựa trên kiến trúc cơ sở tính toán. Cơ sở vật lý cho tất cả các công nghệ AI là cơ sở linh kiện điện tử.

Các công nghệ AI khác nhau đáng kể về mức độ sẵn sàng. Đường cong về sự trưởng thành công nghệ (đường cong công nghệ), được xây dựng bằng cách sử dụng hệ thống khai thác dữ liệu lớn iFORA, phản ánh các giai đoạn phát triển của các nhóm công nghệ AI chính (Hình 4). Các phương pháp AI đầy hứa hẹn, với tư cách là những phương pháp đột phá nhất, thực tế lại ít phổ biến. Do tốc độ thay đổi cao, các công bố khoa học trong lĩnh vực AI đầy hứa hẹn có thể trở nên lỗi thời trong vòng 6 tháng đến 2 năm.



Hình 4. Đường cong công nghệ

Nguồn: Institute for Statistical Studies and Economics of Knowledge, HSE University

Khi tính đến cường độ nghiên cứu và phát triển, có bốn giai đoạn được phân biệt: Giai đoạn I - sự xuất hiện của công nghệ (hoạt động xuất bản cao); Giai đoạn II - thời kỳ hoàng kim của công nghệ (tăng trưởng về cấp bằng sáng chế và khối lượng phân tích thị trường); Giai đoạn III - sự trưởng thành về công nghệ (ưu thế của phân tích thị trường); Giai đoạn IV - bình nguyên (giảm số lượng công bố xuất bản và bằng sáng chế, không có thay đổi hoặc giảm nhẹ trong phân tích thị trường).

4. Sản phẩm và thị trường

Theo ước tính của Tập đoàn Dữ liệu Quốc tế IDG (International Data Group), năm 2021, thị trường AI toàn cầu lên tới 327,5 tỷ USD và dự báo đến năm 2024 sẽ đạt 554,3 tỷ USD. Thị trường AI bao gồm một số lượng đáng kể các phân khúc khác nhau. Một số sản phẩm và dòng sản phẩm chuyên biệt hơn (ví dụ, dịch vụ chẩn đoán y tế thông minh), những sản phẩm khác có thể được điều chỉnh cho phù hợp với nhiều loại nhiệm vụ. Hầu hết các giải pháp có liên quan mật thiết với nhau, trong khi cùng một sản phẩm có thể được thực hiện bằng các công nghệ và phương pháp khác nhau.

Các dòng sản phẩm chính bao gồm hệ thống sinh trắc học, trợ lý ảo thông minh, đề xuất hệ thống, phương tiện không người lái, dự đoán giải pháp bảo trì, hệ thống chẩn đoán tình trạng xe và thiết bị công nghiệp, dịch vụ thông minh cho chẩn đoán y tế và hỗ trợ cho các quyết định y tế. Hầu hết các dòng sản phẩm đều kết hợp các thành phần phần mềm, phần cứng và dịch vụ, cho phép phát triển các sản phẩm liên quan cho nhiều ứng dụng khác nhau. Các phân khúc dòng sản phẩm theo chiều ngang chủ yếu do các công ty lớn trong ngành công nghiệp kỹ thuật số chi phối.

Các thị trường lớn nhất hiện nay là thị trường của hệ thống sinh trắc học (36,6 tỷ USD), hàng không (27,4 tỷ USD) và vận tải ô tô với nhiều mức độ tự động khác nhau (23,3 tỷ USD) (Bảng 2). Theo ước tính, đến năm 2026, thị trường xe không người lái (ô tô là 64,9 tỷ USD; vận tải hàng không 58,4 tỷ USD), cũng như hệ thống sinh trắc học (68,6 tỷ USD vào năm 2025) sẽ trở thành lớn nhất. Trợ lý ảo thông minh trong hệ thống xử lý ngôn ngữ tự nhiên (51,9 tỷ USD vào năm 2028).

Số lượng các công ty khởi nghiệp (các công ty đã có mặt trên thị trường dưới 5 năm) là một chỉ số quan trọng về trạng thái của thị trường AI. Chính trong môi trường của các công ty trẻ đã hình thành những điều kiện thuận lợi cho sự phát triển của các sản phẩm đột phá và công nghệ mới. Theo nền tảng Crunchbase, số lượng công ty khởi nghiệp toàn cầu có hoạt động cốt lõi liên quan đến AI đã vượt quá 9.700 năm 2020.

Các sản phẩm hàng đầu và các dòng sản phẩm của AI được xây dựng trên cơ sở các “viên gạch” thuật toán sẵn sàng sử dụng - các công nghệ cơ bản. Đổi lại, mỗi công nghệ trong số chúng bao gồm các công nghệ cấp thấp hơn và các lớp thuật toán và phương pháp được sử dụng để triển khai các chức năng chính.

Bảng 2. Khối lượng thị trường theo các dòng sản phẩm chính của AI trên thế giới

Tên dòng sản phẩm	Khối lượng thị trường, tỷ USD
Hệ thống sinh trắc học	36,6
Trợ lý ảo thông minh	5,8
Đề xuất hệ thống	2,1
Xe không người lái:	
- Ô tô tự lái	23,3

- Hệ thống máy bay không người lái	27,4
- Tàu tự hành	6,9
Chẩn đoán trạng thái của phương tiện và thiết bị công nghiệp, bao gồm cả dự đoán bảo trì	4,5
Các dịch vụ thông minh để chẩn đoán y tế và hỗ trợ các quyết định y tế	1,7

Nguồn: *Institute for Statistical Studies and Economics of Knowledge, HSE University*

Một nhóm các công nghệ xử lý ngôn ngữ tự nhiên, hầu hết đều thuộc phạm vi công cộng, được phát triển chủ yếu bởi Google, Facebook, DeepMind, Microsoft Research, cũng như các công ty hàng đầu của Trung Quốc.

Trong những năm gần đây, đã có sự gia tăng trong việc áp dụng các giải pháp AI trong các ngành công nghiệp, đó là do sự cải tiến của công nghệ, cũng như sự gia tăng nhận thức của người dùng về các cơ hội bổ sung để sử dụng AI. Việc giới thiệu các sản phẩm và dịch vụ dựa trên AI cho phép bạn tăng hiệu quả của các hoạt động về các chỉ số như tốc độ (giảm thời gian hoàn thành quy trình, đưa ra quyết định, ...), chất lượng (cải thiện đặc điểm tiêu dùng của sản phẩm và dịch vụ, cải thiện trải nghiệm khách hàng, ...), tính khách quan (giảm số lượng sai sót do yếu tố con người gây ra), hiệu quả kinh tế (tăng thu nhập, giảm chi phí), tính cá nhân hóa (chào hàng riêng lẻ). Trong mọi ngành công nghiệp truyền thống, có một tập hợp các nhiệm vụ mà AI có thể được sử dụng:

- Trong nông nghiệp - dự báo năng suất, canh tác chính xác (phân bón, tưới tiêu, hóa chất bảo vệ thực vật, dự báo thời tiết) cho một khu vực cụ thể, sử dụng thiết bị nông nghiệp tự động (máy gặt, máy phân loại, ...);
- Trong giám sát rừng - phát hiện các điểm nóng dựa trên phân tích ảnh vệ tinh, kiểm soát khai thác gỗ trái phép bằng cách sử dụng giám sát thông minh về diễn biến rừng;
- Trong ngành dầu khí - xác định mỏ tự động, tối ưu hóa chế độ vận hành thiết bị trong quá trình phát triển mỏ, bảo trì dự đoán thiết bị, tối ưu hóa chuỗi cung ứng;
- Trong luyện kim - lựa chọn công thức tính phí tối ưu sử dụng AI, sử dụng rô bốt, kiểm soát an toàn sản xuất dựa trên dữ liệu camera, kiểm tra chất lượng thành phẩm;
- Trong kỹ thuật cơ khí - mô hình hóa và tạo mẫu thông minh trong thiết kế sản phẩm, sử dụng rô bốt cộng tác, sửa chữa thiết bị dự đoán, kiểm soát truy cập sinh trắc học vào các đối tượng;
- Trong ngành vận tải - điều khiển giao thông tự động và không người lái, giao hàng bằng máy bay không người lái, sinh trắc học tại các cơ sở hạ tầng giao thông;
- Trong xây dựng và tiện ích công cộng - giám sát tiến độ xây dựng với sự trợ giúp của máy bay không người lái, giám sát an toàn tại công trường, dự đoán sửa chữa các thiết bị tiện ích;

- Trong hành chính công - xử lý các tài liệu giấy bằng cách sử dụng thị giác máy tính, các khuyến nghị được cá nhân hóa cho công dân về việc nhận các dịch vụ công, phân tích tự động và định tuyến các khiếu nại của công dân, bao gồm cả việc sử dụng bot trò chuyện;
- Trong chăm sóc sức khỏe - phân tích hình ảnh y tế để xác định bệnh lý, các khuyến nghị được cá nhân hóa để phòng bệnh, tự động ghi lại các tài liệu y tế, "ý kiến thứ hai" cho bác sĩ;
- Trong giáo dục - giáo dục được cá nhân hóa, tự động đánh giá công việc, kiểm soát "gian lận", ...

5. Chiến lược, chính sách hỗ trợ của chính phủ và triển vọng phát triển

Trong thập kỷ qua, đặc biệt là trong vài năm qua, Hoa Kỳ, Canada, Nhật Bản, Hàn Quốc, Trung Quốc, Singapore, Malaysia, các nước EU, Nga, Ấn Độ đều đã đưa ra các chiến lược, chính sách quốc gia để hỗ trợ, thúc đẩy việc sử dụng và phát triển AI. Dưới đây chúng tôi xin đề cập khái quát chiến lược, chính sách về AI ở một số nước.

Hoa Kỳ: ngày 11/2/2019, Tổng thống Trump đã ký Sắc lệnh hành pháp 13859 duy trì vai trò đi đầu của Hoa Kỳ về AI và khởi động Sáng kiến Ai. Sáng kiến AI định hướng hành động trong 5 lĩnh vực chính: i) đầu tư R&D AI; ii) nguồn nhân lực AI; iii) hướng dẫn các quy định và tiêu chuẩn kỹ thuật của AI; iv) thu hút quốc tế tham gia hỗ trợ nghiên cứu và đổi mới AI ở Hoa Kỳ và v) mở cửa thị trường cho ngành công nghiệp AI quốc gia. Sáng kiến là kết quả của một chuỗi các hành động của chính quyền nhằm thúc đẩy vai trò lãnh đạo của Hoa Kỳ trong lĩnh vực AI. Nhà Trắng đã tổ chức Hội nghị thượng đỉnh AI đầu tiên cho ngành công nghiệp Hoa Kỳ vào tháng 5/2018, quy tụ các bên liên quan trong công nghiệp, học giả và các nhà lãnh đạo chính phủ.

CHLB Đức: Chiến lược Quốc gia AI được công bố tháng 12/2018. Chiến lược còn được nhắc đến là “AI được sản xuất tại Đức”, nhằm mục đích tăng cường tài trợ cho AI, mở rộng nhóm dữ liệu và thúc đẩy nghiên cứu AI. Đi kèm với đó là các mục tiêu khác bao gồm dự đoán sự phát triển của AI tác động đến thị trường lao động và thiết lập các tiêu chuẩn đạo đức để truy cập dữ liệu. Chiến lược AI đầy tham vọng của Đức không chỉ bao gồm các yếu tố chính như chiến lược AI của Hoa Kỳ và Trung Quốc, mà còn tiến thêm một bước để kêu gọi thiết lập tiêu chuẩn kỹ thuật và hợp tác quốc tế.

Anh: Chính phủ Anh đã ban hành Thỏa thuận ngành AI vào tháng 4/2018. Đây là một phần của chiến lược công nghiệp lớn hơn của chính phủ và nhằm mục đích đưa Anh trở thành nhà lãnh đạo toàn cầu về AI.

Italia: Sách trắng về AI được công bố tháng 3/2018 mang tên “Sách trắng về AI: Dịch vụ của công dân”. Italia chỉ tập trung vào cách chính phủ có thể tạo thuận lợi cho việc áp dụng công nghệ AI trong quản lý công. Chính phủ nước này mong muốn tạo ra một Trung tâm năng lực quốc gia và một trung tâm xuyên quốc gia về AI, một nền tảng quốc gia để thúc đẩy việc thu thập dữ liệu chú thích và các biện pháp phổ biến các kỹ năng liên quan đến AI thông qua hành chính công.

Pháp: “Chiến lược nghiên cứu quốc gia về AI” đã được Tổng thống Pháp công bố tháng 3/2018, với tham vọng biến Pháp thành một trong 5 quốc gia hàng đầu về AI và một nhà lãnh đạo toàn cầu về nghiên cứu, đào tạo và công nghiệp AI.

Canada: công bố Chiến lược AI quốc gia vào tháng 3/2017, mang tên “Chiến lược AI Pan-Canada” trong 5 năm, với mức đầu tư 125 triệu đô la Canada vào nghiên cứu và đào tạo tài năng AI. Chiến lược này có bốn mục tiêu: (1) tăng số lượng các nhà nghiên cứu và sinh viên tốt nghiệp, (2) thiết lập ba nhóm khoa học xuất sắc, (3) phát triển tư tưởng lãnh đạo về kinh tế, đạo đức, chính sách và ý nghĩa pháp lý của AI, và (4) hỗ trợ cộng đồng nghiên cứu quốc gia về AI.

Úc: công bố Lộ trình công nghệ AI ngày 20/11/2019. Lộ trình vạch ra tầm quan trọng của hành động đối với Úc để nắm bắt những lợi ích của AI. Chiến lược được kỳ vọng thúc đẩy khoa học dữ liệu và kỹ thuật số, giúp phát triển năng lực AI quốc gia, tăng năng suất của ngành công nghiệp Úc, tạo việc làm và tăng trưởng kinh tế, cải thiện chất lượng cuộc sống cho các thế hệ hiện tại và tương lai. Lộ trình này nhằm giúp hướng dẫn đầu tư trong tương lai vào AI và học máy. Đặt mục tiêu phát triển thêm 161.000 nhân lực, bao gồm cả chuyên gia AI vào năm 2030. AI được ước tính mang lại 315 tỷ đô la Úc cho nền kinh tế nước này vào năm 2028.

Nga: ngày 11/10/2019, Tổng thống Nga Vladimir Putin đã ký sắc lệnh ban hành “Chiến lược phát triển trí tuệ nhân tạo quốc gia đến năm 2030 của Nga”, với mục đích đảm bảo sự phát triển nhanh chóng AI ở Nga, cũng như thực hiện nghiên cứu khoa học trong lĩnh vực AI, tăng khả năng cung cấp thông tin và tài nguyên điện toán cho người dùng và cải thiện hệ thống đào tạo nhân sự trong lĩnh vực này.

Nhật Bản: trong Kế hoạch cơ bản về khoa học và công nghệ lần thứ 5, Nhật Bản tập trung vào AI, nhằm xây dựng một xã hội siêu thông minh (xã hội 5.0). Chiến lược công nghệ AI của Nhật Bản được đưa ra tháng 3/2017, tập trung vào thúc đẩy phát triển AI và các ưu tiên cho công nghiệp hóa, nâng cao năng suất và chăm sóc sức khỏe. Chiến lược nhấn mạnh vào R&D AI, hợp tác giữa ngành công nghiệp, chính phủ và khu vực hàn lâm để thúc đẩy nghiên cứu AI và giải quyết các vấn đề liên quan đến năng suất, phúc lợi. Trong chiến lược này, chính phủ Nhật Bản đưa ra Lộ trình sử dụng AI công cộng năm 2025-2030; và xây dựng hệ sinh thái bằng cách kết nối nhiều miền. Tháng 6/2018, chính phủ Nhật Bản tuyên bố rằng AI cũng sẽ trở thành một phần chính thức trong Chiến lược đổi mới sáng tạo tích hợp của nước này. Chính phủ hy vọng sẽ tăng mạnh các nhà nghiên cứu trẻ trong lĩnh vực AI, một phần bằng cách tài trợ cho các lĩnh vực ưu tiên. Nhật Bản đặt mục tiêu đến năm 2025 sẽ đào tạo mỗi năm khoảng 250.000 nhân lực về AI, tập trung vào các lĩnh vực chủ chốt như y tế, nông nghiệp, cơ sở hạ tầng giao thông... Ứng dụng AI trong các lĩnh vực này sẽ giúp giảm gánh nặng, cải thiện năng suất lao động.

Trung Quốc: giữa năm 2017, Hội đồng nhà nước Trung Quốc đã ban hành Hướng dẫn về Kế hoạch phát triển AI thế hệ mới, đưa ra quan điểm AI dài hạn của Trung Quốc với các mục tiêu của ngành công nghiệp cho từng thời kỳ. Các yếu tố này bao gồm: đột phá lớn về các lý thuyết cơ bản vào năm 2025 và đột phá trong việc xây dựng xã hội thông minh; để Trung Quốc trở thành trung tâm đổi mới AI toàn cầu vào năm 2030 và xây dựng ngành công nghiệp

AI trị giá 150 tỷ USD. Trước đó, vào tháng 5/2016, chính phủ Trung Quốc đã công bố Kế hoạch AI quốc gia. AI trước đây được lồng ghép vào sáng kiến Internet Plus công bố năm 2015 như chiến lược quốc gia nhằm thúc đẩy tăng trưởng kinh tế theo định hướng các công nghệ sáng tạo liên quan đến Internet.

Hàn Quốc: "Chiến lược quốc gia về AI" của Hàn Quốc, được công bố ngày 12/12/2019, đặt mục tiêu nâng hiệu quả kinh tế từ lĩnh vực AI lên 455.000 tỷ won (386,5 tỷ USD) tới năm 2030, nâng cao chất lượng cuộc sống từ vị thứ 30 lên thứ 10 trong Tổ chức hợp tác và phát triển kinh tế (OECD), đưa Hàn Quốc đứng thứ ba thế giới về năng lực cạnh tranh kỹ thuật số. Từ năm 2020 tới năm 2029, Chính phủ sẽ đầu tư 1.009,6 tỷ won (867,1 triệu USD) để phát triển các loại chip bán dẫn thông minh thế hệ mới. Ngoài ra, Chính phủ sẽ xây dựng một hệ thống đào tạo, cung cấp kiến thức cơ bản về AI cho người dân. Chính phủ sẽ đổi mới cơ chế, quy định pháp luật, lập lộ trình quy chế toàn diện ở lĩnh vực AI, xây dựng các khái niệm, nguyên tắc cơ bản về thời đại AI, và đổi sách phòng ngừa tác động tiêu cực. Chính phủ sẽ lập nguồn quỹ khởi nghiệp lĩnh vực AI với quy mô 5.000 tỷ won (4,3 tỷ USD).

Singapore: tháng 11 năm 2019, Singapore đã công bố Chiến lược AI quốc gia, tăng cường sử dụng các công nghệ AI để chuyển đổi nền kinh tế, tăng năng suất và tạo ra các lĩnh vực tăng trưởng mới. Singapore sẽ tạo ra một lối đi riêng cho hệ sinh thái AI toàn cầu. Năm Dự án AI Quốc gia trong các lĩnh vực quan trọng để mang lại tác động kinh tế mạnh mẽ cho Singapore: Logistics thông minh; Dự đoán và Quản lý bệnh mãn tính; Hoạt động thông quan biên giới; Dịch vụ thành phố liền mạch và hiệu quả; và Giáo dục cá nhân hóa thông qua học tập và đánh giá thích ứng. Chiến lược ưu tiên xây dựng một hệ sinh thái AI bền vững để nuôi dưỡng đổi mới sáng tạo AI và áp dụng trên toàn nền kinh tế.

Ngoài các tài liệu chiến lược chính, các sáng kiến để triển khai các giải pháp AI được cung cấp trong các tài liệu khác nhau của ngành, các chiến lược về số hóa hành chính công ở các quốc gia hàng đầu. Một loạt các biện pháp và công cụ liên quan đến sự phát triển của AI, bao gồm: hỗ trợ tạo ra các giải pháp mới dựa trên công nghệ kỹ thuật số (chủ yếu dưới hình thức tài trợ); sửa đổi các điều kiện pháp lý và tiêu chuẩn công nghệ; vốn hóa bổ sung của các quỹ và tổ chức phát triển hỗ trợ các công ty công nghệ; đầu tư vào phát triển cơ sở hạ tầng kỹ thuật số, bao gồm triển khai mạng 5G; tài trợ các chương trình giảng dạy các môn khoa học chính xác, đào tạo nâng cao và đào tạo lại nhân sự; giảm thuế và ưu đãi; cung cấp quyền truy cập mở vào các bộ dữ liệu (data set).

Trong bối cảnh sự thống trị của một số ít nền tảng kỹ thuật số và sự tập trung của những phát triển mới nhất xung quanh chúng, các chiến lược quốc gia của nhiều quốc gia nhằm đạt được chủ quyền về công nghệ và tạo ra nguồn dự trữ của riêng họ trong các công nghệ AI. Do đó, các tài liệu riêng biệt thường được dành cho các vấn đề nghiên cứu cơ bản và cải tiến các giải pháp AI của riêng mình (ví dụ: ở Hoa Kỳ - Kế hoạch Chiến lược R&D AI quốc gia). Các quốc gia hàng đầu dành sự quan tâm đáng kể đến việc phát triển cơ sở hạ tầng và khuyến khích tạo ra các giải pháp phần mềm nguồn mở. Đồng thời, lĩnh vực cạnh tranh chính không phải là bản thân các phương pháp và công nghệ, mà là vốn nhân lực và hệ thống khoa học và giáo dục

để chuyển giao tri thức nhằm tạo ra kiến trúc thượng tầng thay vì các công nghệ cơ bản dưới dạng các ứng dụng riêng biệt.

Các nước cũng rất coi trọng hợp tác quốc tế dưới hình thức liên minh và hiệp hội cung cấp đối thoại về nhiều vấn đề, bao gồm tiêu chuẩn hóa AI, các khía cạnh an ninh, đạo đức và xã hội, khả năng giải thích của AI.

Các trung tâm AI theo lãnh thổ (hệ sinh thái) đang được tạo ở cấp độ thành phố, khu vực hoặc các hiệp hội xuyên quốc gia riêng lẻ (AI4EU ở EU, CyberWalley ở Đức, AI Town ở Trung Quốc, Queensland AI Hub ở Úc, ...). Nhờ những nỗ lực tổng hợp của các đại diện của cộng đồng học thuật và doanh nghiệp, rủi ro khi phát triển và triển khai các giải pháp AI được giảm bớt, chủ yếu đối với các công ty nhỏ và phát sinh hiệu ứng tổng hợp. Ví dụ: CyberWalley ở Đức, với tư cách là cụm nghiên cứu AI lớn nhất ở châu Âu, tập hợp toàn bộ các tổ chức khoa học và các tập đoàn hàng đầu toàn cầu, đảm bảo rằng kết quả của công việc cơ bản được chuyển thành các giải pháp cụ thể. Hàn Quốc từ năm 2021 đã vận hành một trung tâm AI sáng tạo, có hơn 200 tổ chức trong và ngoài nước tham gia, hầu hết là các công ty tư nhân, bao gồm Google và Meta. Nhờ tích lũy các năng lực và hình thành một môi trường nghiên cứu mở, nó được lên kế hoạch để tạo ra một hệ sinh thái AI đẳng cấp thế giới.

Triển vọng phát triển của AI sẽ được thúc đẩy bởi những tiến bộ trong thị giác máy tính, xử lý ngôn ngữ tự nhiên, nhận dạng và tổng hợp giọng nói, hệ thống khuyến nghị và hệ thống hỗ trợ quyết định thông minh, các phương pháp tiên tiến và cơ sở thành phần điện tử của AI. Các nhiệm vụ liên quan đến việc tạo ra AI “mạnh” sẽ vẫn còn phù hợp. Hiện nay chúng ta chỉ thấy những bước đầu tiên theo hướng này: đa phương thức, đa nhiệm. Xu hướng tổng quát hóa các tác vụ sẽ tăng lên khi các mô hình được đào tạo cho một nhóm tác vụ (ví dụ, để tạo văn bản) được đào tạo lại cho một nhóm khác (ví dụ, cho tạo hình ảnh). Trong vài năm tới, các kiến trúc sẽ trở nên phức tạp hơn và các phương pháp tiếp cận sẽ được kết hợp với nhau. Về vấn đề này, tính liên ngành của R&D có tầm quan trọng đặc biệt. Các sáng kiến của các quốc gia hàng đầu là nhằm đầu tư quy mô lớn vào R&D và ưu tiên cho các nhóm công nghệ AI chính.

P.A.T. (Trung tâm Thông tin và Thống kê KH&CN)

Tài liệu tham khảo

1. AI Watch (europa.eu), https://ai-watch.ec.europa.eu/index_en.
2. China tops world in AI patents, Xinhua, 7/08/2021
3. Development of high technologies in Russia, White paper, National Research University "Higher School of Economics", Moscow 2022.
4. The Age of AI and Our Human Future, Henry A. Kissinger, Eric Schmidt, Dainel Huttenlocher, Little, Brown and Company, Hachette Book Group, 2021.
5. The AI Revolution and Strategic Competition with China, Eric Schmidt: “<https://www.thewirechina.com/2021/09/05/the-ai-revolution-and-strategic-competition-with-china/>, 5/9/2021.