

CÁC XU HƯỚNG CÔNG NGHỆ ĐẶC TRƯNG CỦA CÁCH MẠNG CÔNG NGHIỆP LẦN THỨ TƯ

Doãn Minh Quân

Vụ Công nghệ cao, Bộ Khoa học và Công nghệ

Cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ 4 (I4.0) được mở đường bằng những đột phá khoa học và công nghệ vào thế giới vi mô, giúp khám phá ra những quy luật mới của thế giới, từ đó hình thành nên những xu hướng công nghệ mới như: công nghệ vật liệu nano, in 3D, công nghệ sinh học phân tử, trí tuệ nhân tạo, Internet of thing (IoT)... Trong khuôn khổ bài viết, tác giả giới thiệu về những công nghệ đột phá được xác định sẽ có ảnh hưởng to lớn tới nền kinh tế thế giới, góp phần quan trọng tạo nên I4.0.

I4.0 là sự kết hợp giữa các hệ thống thực và ảo, IoT và các hệ thống kết nối Internet... làm thay đổi căn bản cách thức con người tạo ra sản phẩm, từ đó tạo nên “cách mạng” về tổ chức các chuỗi sản xuất - giá trị. Chúng ta cần hiểu rõ về cách thức các công nghệ này có thể định hình nền kinh tế toàn cầu và xã hội trong thập kỷ tới. Như nhà kinh tế học Joseph Schumpeter quan sát, những tiến bộ đáng kể nhất trong các nền kinh tế thường kèm theo một quá trình “sáng tạo đột phá”, chuyển dịch nguồn lợi nhuận, cơ cấu lại ngành công nghiệp, và thay thế các doanh nghiệp đương nhiệm. Các công nghệ then chốt của I4.0 có thể xuất hiện trong bất kỳ lĩnh vực hoặc ngành khoa học nào, nhưng đều có chung 4 đặc điểm: Có tốc độ đổi mới công nghệ cao; phạm vi tác động rộng lớn; giá trị kinh tế lớn; tiềm năng đáng kể cho tác động có tính bứt phá về mặt kinh tế. Dưới đây là những công nghệ đột phá hội tụ đủ 4 đặc điểm nêu trên, được xác định sẽ có vai trò to lớn trong nền kinh tế thế giới

đến năm 2025, góp phần quan trọng tạo nên I4.0.

IoT

Theo các chuyên gia, IoT là thành phần quan trọng nhất trong quá trình tạo ra một cuộc cách mạng công nghiệp mới, khiến cả nền kinh tế thế giới và đời sống nhân loại phải chuyển mình. 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. IoT gia tăng cũng có nghĩa là việc truyền tải dữ liệu và giao tiếp qua Internet tăng lên, giúp tất cả các công ty, ngành nghề truy cập và sử dụng 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 đến 14,4 nghìn tỷ USD - tương đương với 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, đến năm 2020 nhiều ngành kinh tế cơ bản sẽ tăng cường đầu tư cho hệ sinh thái IoT với tổng số tiền lên tới 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... Nói chung, chỉ trong vài năm tới, IoT sẽ bao trùm hầu khắp các ngành nghề trong 3 khu vực chính: Chính phủ, doanh nghiệp và người tiêu dùng, với 24 tỷ thiết bị được kết nối Internet và tham gia vào hệ sinh thái IoT. Theo dự báo của Hãng tư vấn Accenture (Mỹ), nếu Mỹ đầu tư nhiều hơn 50% vào hệ sinh thái 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 tăng GDP thêm 1,7%; Anh có thể đạt lợi nhuận 531 tỷ USD và nâng GDP thêm 1,8%; còn Trung Quốc có thể đạt 1,8 nghìn tỷ USD và nâng GDP thêm 1,3% vào năm 2030 nếu đầu tư vào IoT tương tự Mỹ.

Các chuyên gia cho rằng, siêu kết nối thông qua sự phổ biến của IoT và điện toán đám mây sẽ cho phép truyền thông tin và giao tiếp toàn cầu gần như tức thời, là tiền đề cho việc ra đời những mô hình kinh doanh mới và mở ra những cách thức cung cấp hàng hóa, dịch vụ mà trước đây là điều không tưởng. Ví dụ, ứng dụng taxi Uber chỉ có thể xuất hiện khi việc sử dụng điện thoại di động có kết nối Internet đã bùng nổ; các dịch vụ như Facebook, WhatsApp, Pinterest, Snapchat Twitter và Instagram... đã đóng vai trò then chốt trong sự tương tác xã hội trên toàn thế giới. Siêu tự động hóa cũng có thể được kết hợp với siêu kết nối, cho phép hệ thống máy tính kiểm soát và quản lý các quá trình vật lý và phản ứng một cách "con người" hơn bao giờ hết. Nhờ siêu tự động hóa, "hệ thống mạng vật lý" ra đời, cho phép robot và các cỗ máy thông minh tăng khả năng kết nối để "vượt qua vực thẳm" giữa công nghệ - kỹ thuật, thế giới tự nhiên và thế giới con người.

Tự động hóa lao động tri thức

Hệ thống phần mềm thông minh có thể thực hiện các hoạt động tri thức liên quan đến các lệnh phi cấu trúc và đánh giá phức tạp, giúp tạo ra từ 5,2 đến 6,7 nghìn tỷ USD/năm vào năm 2025.

Những tiến bộ về trí tuệ nhân tạo, khoa học máy tính, và các giao diện người dùng tự nhiên (ví

dụ nhận dạng giọng nói) đang mở ra khả năng tự động hóa nhiều nhiệm vụ của các lao động tri thức từ lâu đã được coi là không thể thực hiện bằng máy móc. Ví dụ, một số máy tính có thể trả lời các câu hỏi "phi cấu trúc" (nghĩa là những câu hỏi trong ngôn ngữ thông thường, chứ không phải là được viết chính xác như các truy vấn phần mềm), vì vậy các nhân viên hay khách hàng không cần đào tạo chuyên môn cũng có thể nhận được thông tin cho bản thân họ, giúp mở ra khả năng thay đổi triệt để về tổ chức và thực hiện các công việc tri thức. Các công cụ phân tích tinh vi cấp độ cao có thể được sử dụng để bồi dưỡng tài năng của người lao động có chuyên môn cao, và khi nhiều nhiệm vụ lao động tri thức có thể được thực hiện bằng máy, khả năng một số loại công việc có thể được thực hiện hoàn toàn tự động.

Công nghệ điện toán đám mây

Là công nghệ cho phép sử dụng các nguồn lực phần cứng và phần mềm máy tính được phân phối qua mạng hoặc Internet, thường sử dụng như một dịch vụ. Với công nghệ này, bất kỳ ứng dụng hay dịch vụ máy tính nào đều có thể được cung cấp qua mạng, chỉ yêu cầu phần mềm tối thiểu, thậm chí không cần phần mềm cục bộ hay công suất tính toán. Để làm điều này, các tài nguyên công nghệ thông tin (như tính toán và lưu trữ) luôn có sẵn trên cơ sở dữ liệu theo nhu cầu - khi cần thêm công suất, sẽ bổ sung tự nhiên, liên tục mà không đòi hỏi đầu tư trước vào phần cứng mới hay lập trình. Công nghệ đám mây tạo điều kiện cho sự phát triển bùng nổ của các loại hình dịch vụ trên Internet, từ phương tiện truyền thông đến lưu

trữ ngoại tuyến dữ liệu cá nhân, cũng như khả năng xử lý nền cho phép các thiết bị Internet di động thực hiện nhiều công việc phức tạp khác. Công nghệ đám mây cũng có thể cải thiện tính kinh tế của các dịch vụ công nghệ thông tin cho các doanh nghiệp và chính phủ, cũng như cung cấp sự linh hoạt và khả năng đáp ứng lớn hơn. Có thể nói, công nghệ này là nền tảng giúp tạo ra các mô hình kinh doanh hoàn toàn mới, dự báo sẽ mang lại doanh thu khổng lồ, từ 1,7 đến 6,2 nghìn tỷ USD/năm vào năm 2025.

Internet di động

Chỉ trong một vài năm, các thiết bị cầm tay có kết nối Internet từ một vật dụng sang trọng chỉ dành cho giới thượng lưu đã trở nên phổ biến cho hơn một tỷ người sở hữu điện thoại thông minh và máy tính bảng. Tại Mỹ, ước tính có khoảng 30% trình duyệt Web và 40% lượt sử dụng phương tiện truyền thông xã hội được thực hiện thông qua các thiết bị di động, và tỷ lệ này đang tăng nhanh. Sự kết nối khắp mọi nơi và sự bùng nổ các ứng dụng đang cho phép người dùng thực hiện các công việc hàng ngày theo các cách thức mới trong hiểu biết, nhận thức và thậm chí cả việc tương tác với thế giới vật chất. Các công nghệ Internet di động đang phát triển nhanh chóng, giao diện trực quan, các định dạng mới cùng hệ thống tiện ích phong phú, phục vụ hầu hết mọi nhu cầu của người dùng, kể cả các ứng dụng giữa các doanh nghiệp và khu vực công, cho phép cung cấp nhiều dịch vụ hiệu quả hơn và tạo ra các cơ hội để tăng năng suất lao động. Trong nền kinh tế đang phát triển, Internet di động có thể đưa hàng tỷ người vào thế giới kết nối tạo ra nguồn doanh thu được dự báo từ 3,7 đến

10,8 nghìn tỷ USD/năm vào năm 2025.

Robot tiên tiến

Robot ngày càng được nâng cao năng lực, với giác quan, kỹ năng và trí thông minh cải thiện, giúp con người tự động hóa các nhiệm vụ. Trong nhiều thập kỷ qua, robot công nghiệp đã đảm nhận các công việc khó khăn, nguy hiểm, độc hại như hàn, phun sơn. Những robot này có giá thành cao, cồng kềnh, và không linh hoạt, được gắn chặt vào sàn và được che chắn để bảo vệ người lao động. Hiện nay, các robot tiên tiến hơn đang được nâng cao các giác quan, kỹ năng và trí thông minh, nhờ các tiến bộ nhanh chóng về thị giác máy, trí tuệ nhân tạo, kết nối giữa các máy móc (máy - máy), cảm biến, và cơ cấu truyền động. Những tiến bộ này có thể giúp robot thay thế cho người lao động trong nhiều công việc sản xuất cũng như đảm nhận một số công việc dịch vụ hàng ngày, chẳng hạn như làm sạch và bảo trì. Công nghệ robot tiên tiến cũng bao gồm cả các loại robot phẫu thuật mới, bộ phận giả robot, và khung “bộ xương ngoài”, giúp những người chuyển động bị hạn chế có thể hoạt động bình thường hơn, giúp cải thiện và kéo dài cuộc sống. Nhờ tiến bộ của khoa học và công nghệ, 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, dự báo đến năm 2025, các robot tiên tiến có thể mang lại doanh thu từ 1,7 đến 4,5 nghìn tỷ USD/năm.

Xe tự hành và bán tự hành

Đây là các phương tiện có khả năng điều hướng hay vận hành giúp giảm thiểu hoặc không cần

sự can thiệp của con người. Hiện nay, chúng ta có thể chế tạo ra các xe hơi, xe tải, máy bay và tàu thuyền tự hành hoàn toàn hoặc tự hành một phần. Từ máy bay không người lái đến xe tự lái của Google, các công nghệ của thị giác máy, trí tuệ nhân tạo, cảm biến, và thiết bị truyền động giúp cho các máy móc này có thể được cải thiện nhanh chóng, hỗ trợ đáng kể cho con người trong nhiều hệ thống của xe như: Lái, phanh và tránh va chạm. Trong thập kỷ tới, các máy bay và tàu ngầm không người lái thương mại, chi phí thấp có thể được sử dụng cho một loạt các ứng dụng; xe hơi và xe tải tự động có thể sẽ tạo ra một cuộc cách mạng trong giao thông vận tải mặt đất. Những lợi ích tiềm năng của xe tự lái và xe bán tự lái bao gồm: Tăng độ an toàn, giảm lượng khí thải CO₂, giúp lái xe nhàn hạ hơn (lái xe không dùng tay), và tăng năng suất trong ngành công nghiệp vận tải đường bộ.

Xe hơi tự hành đang ngày càng chiếm ưu thế bên cạnh nhiều loại phương tiện tự hành khác như xe tải, thiết bị bay không người lái, tàu thủy. Cùng với quá trình phát triển của cảm biến và trí tuệ nhân tạo, tính thông minh của các phương tiện tự hành cũng được cải thiện với tốc độ nhanh chóng, dự báo sẽ mang lại doanh thu từ 0,2 đến 1,9 nghìn tỷ USD/năm vào năm 2025.

Công nghệ gen thế hệ tiếp theo

Xây dựng trình tự gen nhanh chóng, chi phí thấp, phân tích dữ liệu lớn tiên tiến, và sinh học tổng hợp là những thành tựu đáng kinh ngạc trong lĩnh vực sinh học nói chung, di truyền học nói riêng, được dự báo sẽ mang lại từ 0,7

đến 1,6 nghìn tỷ USD/năm vào năm 2025.

Công nghệ gen thế hệ tiếp theo kết hợp những tiến bộ trong khoa học về sắp xếp trình tự và thay đổi vật liệu di truyền với các khả năng phân tích dữ liệu lớn nhất. Ngày nay, một bộ gen người có thể được sắp xếp trong vài giờ với chi phí vài ngàn USD, trong khi nhiệm vụ này từng mất 13 năm (từ năm 1990 đến 2003) và 2,7 tỷ USD để hoàn thành trong Dự án bản đồ gene người cách đây hơn một thập kỷ. Với việc sắp xếp 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 và bệnh tật cụ thể, thay vì sử dụng kỹ thuật thử nghiệm và loại dần. Các máy sắp xếp trình tự gen để bàn giá thành tương đối thấp có thể được sử dụng trong công tác chẩn đoán thường ngày, có khả năng cải thiện đáng kể việc điều trị nhờ đưa ra các phác đồ chuẩn xác, phù hợp cho từng bệnh nhân. Tiếp theo là sinh học tổng hợp, con người đã có khả năng tùy chỉnh chính xác các sinh vật bằng cách “viết” ADN. 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 như nhiên liệu sinh học, cũng như đẩy nhanh quá trình phát triển dược liệu.

Công nghệ in 3D

In 3D (hay được gọi là chế tạo cộng) bao gồm việc tạo ra một đối tượng vật lý bằng cách in theo các lớp từ một bản vẽ hay một mô hình 3D có trước. Công nghệ này khác hoàn toàn so với phương pháp chế tạo trừ, lấy đi các vật

liệu thừa từ phơi ban đầu cho đến khi thu được hình dạng mong muốn. Cho đến nay, in 3D phần lớn được sử dụng bởi các nhà thiết kế sản phẩm, nhà sưu tầm và cho một vài ứng dụng sản xuất có lựa chọn. Tuy nhiên, hiệu suất hoạt động của thiết bị in 3D đang được cải thiện, phạm vi của vật liệu mở rộng, giá cả (cho cả máy in và vật liệu) đang giảm nhanh, giúp công nghệ in 3D được người tiêu dùng áp dụng nhanh chóng và thậm chí sử dụng trong sản xuất hàng loạt.

Với công nghệ 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 thay thế phụ tùng, giúp giảm chi phí cho các nhà sản xuất. In 3D cũng có thể làm giảm lượng vật liệu lãng phí trong sản xuất, tạo ra các vật thể phức tạp hoặc vật thể không thể sản xuất với kỹ thuật truyền thống. Các nhà khoa học thậm chí còn “in sinh học” các bộ phận cơ thể thông qua việc sử dụng một kỹ thuật in phun để phủ các lớp tế bào gốc của con người lên khung đỡ. Với những tiềm năng to lớn, công nghệ in 3D sẽ mang lại nguồn doanh thu từ 0,2 đến 0,6 nghìn tỷ USD/năm vào năm 2025.

Công nghệ vật liệu tiên tiến

Bằng những kỹ thuật tiên tiến, vật liệu được thiết kế để có những đặc tính vượt trội (về cường độ, trọng lượng, khả năng truyền dẫn...) hoặc chức năng mới; những thuộc tính mà chỉ cách đây vài năm vẫn còn bị coi là viễn tưởng, thì nay những vật liệu này không ngừng được thương mại hóa trên thị trường. Với những

bước tiến mạnh mẽ, dự báo đến năm 2025, các công nghệ vật liệu mới sẽ mang lại doanh thu từ 0,2 đến 0,5 nghìn tỷ USD/năm.

Trong vài thập kỷ qua, các nhà khoa học đã phát hiện ra cách để sản xuất vật liệu với các thuộc tính kinh ngạc: Các vật liệu thông minh có khả năng tự sửa hoặc tự làm sạch; kim loại nhớ hình có thể tự trở lại hình dạng trước khi biến dạng; gốm và tinh thể áp điện có khả năng chuyển hóa áp lực thành năng lượng; vật liệu nano... Trong đó, công nghệ vật liệu nano nổi bật nhất về tốc độ đổi mới, với khả năng áp dụng rộng rãi, được đánh giá là có tác động lớn đến nền kinh tế. Ở cấp nano (dưới 100 nm), các chất bình thường có các tính chất mới như: Tính phản ứng lớn hơn, tính chất điện bất thường, cường độ cao trên một đơn vị trọng lượng... cho phép tạo ra các loại thuốc mới, lớp phủ siêu mượt, vật liệu tổng hợp chịu lực tốt hơn và nhiều cải tiến khác. Ví dụ, graphene và ống nano cacbon để chế tạo các loại màn hình mới và siêu pin, các tế bào năng lượng mặt trời; hay các công ty dược phẩm nghiên cứu sử dụng các hạt nano để điều chế thuốc phục vụ điều trị ung thư.

Năng lượng tái tạo

Sản xuất điện từ các nguồn năng lượng tái tạo không những giúp giảm thiểu tác động đến biến đổi khí hậu mà còn được dự báo sẽ mang lại nguồn doanh thu khổng lồ cho kinh tế toàn cầu từ 0,2 đến 0,3 nghìn tỷ USD/năm vào năm 2025.

Các nguồn năng lượng tái tạo như năng lượng mặt trời, gió, thủy điện, sóng biển... có triển vọng là một nguồn năng lượng vô tận không làm cạn kiệt tài nguyên, hay gây biến đổi khí hậu, giảm

bớt cạnh tranh về các nguồn nhiên liệu hóa thạch hữu hạn. Công nghệ tế bào năng lượng mặt trời đã có những bước phát triển nhanh chóng, giúp giảm chi phí điện năng (được sản xuất bởi các tế bào năng lượng mặt trời) từ gần 8 USD/W xuống còn 0,8 USD/W chỉ trong 2 thập kỷ. Trong khi đó, năng lượng gió đóng góp đáng kể vào tỷ lệ tăng trưởng của điện tái tạo. Các nguồn năng lượng tái tạo như năng lượng mặt trời và gió đang ngày càng được triển khai quy mô lớn ở các nền kinh tế tiên tiến như Mỹ và EU. Thậm chí cả Trung Quốc, Ấn Độ và các nền kinh tế mới nổi khác cũng lên kế hoạch tích cực cho việc sử dụng năng lượng mặt trời và gió, nhằm hướng tới mục tiêu tăng trưởng kinh tế nhanh chóng hơn nữa nhưng không gây ô nhiễm môi trường.

Nói chung, I4.0 không chỉ diễn ra tại các quốc gia phát triển mà còn có những tác động mạnh mẽ đến cả các nước đang phát triển. Đây là cơ hội, đồng thời cũng là thách thức đối với Việt Nam trong quá trình xây dựng và phát triển đất nước. Là quốc gia có xuất phát điểm với nền công nghiệp còn thấp và không đồng đều, đứng trước các thách thức và cơ hội của I4.0, Việt Nam cần phải có đối sách thận trọng, chuẩn xác và phù hợp để tận dụng được các cơ hội và giảm thiểu các tác động tiêu cực của I4.0. Để có thể xây dựng được một chính sách đúng đắn, nhằm tận dụng các lợi thế cũng như giảm thiểu tác động tiêu cực của I4.0, chúng ta cần có các nghiên cứu thấu đáo về các xu hướng công nghệ, để lựa chọn được những giải pháp phù hợp, giúp Việt Nam bắt kịp chuyển tàu I4.0 đang đến 