



CÁCH MẠNG CÔNG NGHIỆP 4.0 – CƠ HỘI VÀ THÁCH THỨC

CỤC THÔNG TIN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ QUỐC GIA

Nhân loại đang bước vào cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ 4, được xây dựng trên cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ 3, đó là cuộc cách mạng kỹ thuật số được xuất hiện từ giữa thế kỷ trước, là sự hợp nhất các công nghệ làm mờ đi ranh giới giữa các lĩnh vực vật lý, kỹ thuật số và sinh học. Ban biên tập trích giới thiệu tổng luận “Cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ 4” được Cục Thông tin khoa học và công nghệ Quốc gia biên soạn, cung cấp thêm cho bạn đọc cái nhìn toàn diện hơn về khái niệm, các động lực và những thách thức, cơ hội của cách mạng công nghiệp lần thứ tư.

Từ khóa: Cách mạng công nghiệp lần thứ 4, Công nghiệp 4.0, động lực, thách thức, cơ hội, kinh tế

Humanity is entering the 4th Industrial Revolution, a revolution based on the Third Industrial Revolution, a digital revolution that has emerged since the middle of last century, an integration of technologies that blur boundaries between physical, digital and biological. The editorial board will provide an overview of the “4th Industrial Revolution” synthesis by the National Agency for Science and Technology Information to give readers a more comprehensive understanding of the concepts, motivations and challenges of the 4th Industrial Revolution.

Keywords: 4th Industrial Revolution, Industry 4.0, Dynamics, Challenges, Opportunities, Economy

Ngày nhận bài: 4/5/2017

Ngày chuyển phân biên: 8/5/2017

Ngày nhận phân biên: 25/5/2017

Ngày chấp nhận đăng: 29/5/2017

Khái niệm về Cách mạng công nghiệp lần thứ 4

Ngày 20/01/2016, Diễn đàn Kinh tế Thế giới (WEF) lần thứ 46 đã chính thức khai mạc tại thành phố Davos-Klosters của Thụy Sĩ, với chủ đề “Cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ 4”, thu hút sự tham dự của 40 nguyên thủ quốc gia và hơn 2.500 quan khách từ hơn 100 quốc gia, trong đó có Phó Tổng thống Mỹ Joe Biden, Thủ tướng Anh David Cameron, Bill Gates, CEO của Microsoft Satya Nadella, Chủ tịch của Alibaba Jack Ma,... Khái niệm Cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ 4 hay Công nghiệp 4.0 (CMCN 4.0) đã được làm rõ tại diễn đàn này.

Theo GS. Klaus Schwab, Chủ tịch Diễn đàn Kinh

tế Thế giới, Industry 4.0 (tiếng Đức là Industrie 4.0) hay CMCN 4.0, là một thuật ngữ gồm một loạt các công nghệ tự động hóa hiện đại, trao đổi dữ liệu và chế tạo. CMCN 4.0 được định nghĩa là “một cụm thuật ngữ cho các công nghệ và khái niệm của tổ chức trong chuỗi giá trị” đi cùng với các hệ thống vật lý trong không gian ảo, internet kết nối vạn vật (IoT) và internet của các dịch vụ (IoS).

Bản chất của CMCN 4.0 là dựa trên nền tảng công nghệ số và tích hợp tất cả các công nghệ thông minh để tối ưu hóa quy trình, phương thức sản xuất; nhấn mạnh những công nghệ đang và sẽ có tác động lớn nhất là công nghệ in 3D, công nghệ sinh học, công nghệ vật liệu mới, công nghệ tự động hóa, người máy...

Cuộc CMCN 4.0 là xu hướng hiện tại của tự động hóa và trao đổi dữ liệu trong công nghệ sản xuất. Nó bao gồm các hệ thống mạng vật lý, mạng Internet kết nối vạn vật và điện toán đám mây. Công nghiệp 4.0 tạo điều kiện thuận lợi cho việc tạo ra các “nhà máy thông minh” hay “nhà máy số”. Trong các nhà máy thông minh này, các hệ thống vật lý không gian ảo sẽ giám sát các quá trình vật lý, tạo ra một bản sao ảo của thế giới vật lý. Với IoT, các hệ thống vật lý không gian ảo này tương tác với nhau và với con người theo thời gian thực, và thông qua IoS, người dùng sẽ được tham gia vào chuỗi giá trị thông qua việc sử dụng các dịch vụ này...

Việc áp dụng rộng rãi những tiến bộ của công nghệ thông tin và truyền thông ICT, như IoT, điện toán đám mây, công nghệ thực tế - ảo... vào hoạt động sản xuất công nghiệp làm mờ đi ranh giới giữa thế giới thực và thế giới ảo, được gọi là hệ thống sản xuất thực - ảo/điều khiển - vật lý CPPS (cyber-physical production system). Đây là nền tảng cho việc xây dựng các nhà máy thông minh, nhà máy số ngày nay. CPPS là mạng lưới giao tiếp trực tuyến



giữa các máy móc với nhau, được tổ chức như mạng xã hội. Trong nhà máy số, các thiết bị máy móc thông minh giao tiếp với nhau bằng hệ thống mạng và liên tục chia sẻ thông tin về lượng hàng hiện tại, về sự cố hoặc lỗi, về những thay đổi trong đơn đặt hàng hoặc mức độ nhu cầu. Quá trình sản xuất và thời hạn sản xuất được phối hợp với mục tiêu tăng hiệu suất và tối ưu hóa thời gian sản xuất, công suất và chất lượng sản phẩm trong các khâu phát triển, sản xuất, tiếp thị và thu mua. Các cảm biến, chấp hành và điều khiển cho phép các máy móc liên kết đến nhà máy, các hệ thống mạng khác và giao tiếp với con người. Các mạng thông minh này là nền tảng của các nhà máy thông minh, nhà máy số ngày nay.

Đối với nhà máy số, ngoài hạ tầng mạng máy móc thông minh còn có sự ghép nối với hạ tầng các mạng thông minh khác như: mạng thiết bị di động thông minh, mạng lưới điện thông minh, mạng logistic thông minh, mạng ngôi nhà thông minh hay mạng tòa nhà thông minh, và liên kết đến cả mạng thương mại điện tử, mạng xã hội. Tất cả các mạng này là xu thế của Công nghiệp 4.0, dựa trên những phát triển vượt trội của công nghệ thông tin – truyền thông và khoa học máy tính: IoT, IoS, Internet kết nối dữ liệu, internet kết nối người dân.

Các động lực chính cho CMCN 4.0

Những động lực chính của cuộc cách mạng công nghiệp mới này là sự thay đổi trong kỳ vọng của người dùng (sản phẩm theo yêu cầu và giao hàng theo thời gian Internet), cùng với sự hội tụ của các công nghệ mới như IoT, robot cộng tác (cùng làm với người), in ấn 3D và điện toán đám mây, cùng sự xuất hiện các mô hình kinh doanh mới.

Thế giới đang chứng kiến hàng loạt những đột phá khoa học và tiến bộ công nghệ, đây là những xu hướng và động lực dẫn dắt CMCN 4.0. Vô số tổ chức đã sử dụng các công nghệ khác nhau sẽ thúc đẩy CMCN 4.0. Những đột phá khoa học và công nghệ mới dường như là vô hạn, diễn ra trên rất nhiều mặt khác nhau và ở nhiều nơi khác nhau. Các công nghệ quan trọng cần xem xét được dựa trên nghiên cứu do Diễn đàn Kinh tế Thế giới thực hiện và các công việc của một số hội đồng chương trình nghị sự toàn cầu. Tất cả những phát triển mới và các công nghệ mới đều có đặc điểm chung: chúng tận dụng sức mạnh lan tỏa của số hóa và công nghệ thông tin (CNTT). Các xu thế lớn của công nghệ có thể được chia thành 3 nhóm: vật lý/hữu hình, kỹ thuật số và sinh học. Cả ba 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.

(1) Vật lý/hữu hình: Bốn đại diện chính của xu hướng lớn về phát triển công nghệ dễ nhận thấy nhất là:

- Xe tự lái: Những xe ô tô này xử lý một lượng lớn dữ liệu cảm biến từ các radar, máy ảnh, máy đo khoảng cách bằng siêu âm, GPS và bản đồ được gắn trên xe để điều hướng các tuyến đường đi qua các tình huống giao thông phức tạp và thay đổi nhanh chóng hơn mà không cần bất kỳ sự tham gia nào của con người.

- Công nghệ in 3D: Hay được gọi là chế tạo cộng, in 3D 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 chế tạo trừ, lấy đi các vật liệu thừa từ phôi ban đầu cho đến khi thu được hình dạng mong muốn. Ngược lại, công nghệ in 3D bắt đầu với vật liệu rời và sau đó tạo ra một sản phẩm ở dạng ba chiều từ mẫu kỹ thuật số.

- Khoa học robot cao cấp: Siêu tự động hóa cộng với trí tuệ nhân tạo (AI) khiến việc tự động hóa phát triển mạnh hơn, thậm chí với những kỹ năng trước đây chỉ có con người sở hữu. Siêu tự động hóa cực cao có thể cho phép sự tham gia của robot và các cỗ máy có trí thông minh nhân tạo phân tích kết quả, đưa ra các quyết định phức tạp và ứng dụng những kết luận vào hoạt động sản xuất.

- Vật liệu mới: Với thuộc tính mà mà chỉ cách đây vài năm vẫn còn được coi là viễn tưởng, những vật liệu mới đang được đưa ra thị trường. Về tổng thể, chúng nhẹ hơn, bền hơn, có thể tái chế và dễ thích ứng.

(2) Kỹ thuật số:

Từ CMCN 4.0, sự hội tụ giữa ứng dụng vật lý và ứng dụng kỹ thuật số là sự xuất hiện IoT. Mô tả đơn giản nhất, có thể coi IoT là mối quan hệ giữa vạn vật (các sản phẩm, dịch vụ, địa điểm,...) và con người thông qua các công nghệ kết nối và các nền tảng khác nhau. Theo các chuyên gia, IoT có thể tạo ra một cuộc cách mạng công nghiệp mới, khiến cả nền kinh tế thế giới và đời sống nhân loại phải chuyển mình theo. 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



không 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, đến năm 2020 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 axit, nhiệt độ và các chỉ số khác để giúp nông dân tăng năng suất mùa vụ. 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, DN và người tiêu dùng, với ước tính có 24 tỷ thiết bị được kết nối Internet và tham gia vào hệ sinh thái IoT.

(3) Sinh học

Với sức mạnh của máy tính, các nhà khoa học không còn phải dùng phương pháp thử, sai và thử lại, thay vào đó họ thử nghiệm cách thức mà các biến dị gen gây ra các bệnh lý đặc thù. Bước tiếp theo sẽ là sinh học tổng hợp. Công nghệ này sẽ giúp chúng ta có khả năng tùy biến cơ thể bằng cách sửa lại ADN. Đặt những vấn đề đạo đức qua một bên, sinh học tổng hợp sẽ phát triển hơn nữa, những tiến bộ này sẽ không chỉ tác động sâu và ngay tức thì về y học mà còn về nông nghiệp và sản xuất nhiên liệu sinh học.

Những sản phẩm xuất hiện vào năm 2025

Báo cáo của Diễn đàn Kinh tế Thế giới công bố tháng 9 năm 2015 đã xác định 21 sản phẩm công nghệ sẽ định hình tương lai kỹ thuật số và thế giới siêu kết nối. Đó là những sản phẩm mà mọi người kì vọng sẽ xuất hiện trong 10 năm bắt nguồn từ những thay đổi sâu sắc của CMCN 4.0. Sau đây là 21 sản phẩm được sắp xếp theo số lượng ý kiến giảm dần:

- 10% dân số mặc quần áo kết nối với internet.
- 90% dân số có thể lưu trữ dữ liệu không giới hạn và miễn phí (kèm quảng cáo).
- 1 nghìn tỷ cảm biến kết nối với internet.
- Dược sĩ robot đầu tiên ở Mỹ.
- 10% mắt kính kết nối với internet.
- 80% người dân hiện diện số trên internet.

- Chiếc ô tô đầu tiên được sản xuất hoàn toàn bằng công nghệ in 3D.

- Chính phủ đầu tiên thay thế điều tra dân số bằng các nguồn dữ liệu lớn.

- Chiếc điện thoại di động cấy ghép vào người đầu tiên được thương mại hóa.

- 5% sản phẩm tiêu dùng được sản xuất bằng công nghệ in 3D.

- 90% dân số dùng điện thoại thông minh.

- 90% dân số thường xuyên truy cập internet.

- 10% xe chạy trên đường ở Mỹ là không người lái.

- Cấy ghép gan dựa trên công nghệ in 3D.

- 30% việc kiểm toán ở công ty được thực hiện bằng trí tuệ nhân tạo.

- Lần đầu tiên chính phủ thu thuế qua một blockchain (một giao thức an toàn trong đó một mạng các máy tính cùng nhau xác thực một giao dịch trước khi được lưu trữ và chấp thuận).

- Hơn 50% lượng truy cập internet ở nhà liên quan đến các thiết bị dân dụng.

- Trên toàn cầu những chuyến đi du lịch hay công tác sẽ được thực hiện qua các phương tiện chia sẻ cũng nhiều hơn so với các phương tiện cá nhân.

- Thành phố đầu tiên với hơn 50.000 người không có đèn giao thông.

- 10% tổng sản phẩm nội địa toàn cầu được lưu trữ trên blockchain.

- Máy trí tuệ nhân tạo đầu tiên được sử dụng cho một hội đồng quản trị công ty.

Cơ hội và thách thức

CMCN 4.0 được đánh giá sẽ vượt ra khỏi quy mô công xưởng, DN khi vạn vật được kết nối bởi internet. Cụ thể, không những tất cả máy móc thiết bị trong công xưởng được kết nối với nhau thông qua internet, rất nhiều cảm biến cũng đồng thời được lắp đặt để thu thập dữ liệu. Cách làm này giúp máy móc có thể “giao tiếp” với nhau mà không cần sự có mặt của con người, hay dây chuyền sản xuất sẽ được vận hành tự động một cách thích hợp ứng với lượng tồn kho. Ngoài ra, các DN sản xuất chi tiết cũng sẽ được kết nối với DN lắp ráp, DN vận chuyển, cửa hàng phân phối và tiêu thụ để thành một thể thống nhất. Điều này cũng có nghĩa là cuộc cách mạng lần này không chỉ hướng tới tăng năng suất và giảm lao động. Khi lượng thông tin trao đổi sẽ tăng lên gấp hàng trăm tới hàng nghìn lần, đồng thời nảy sinh ra 3 sự thay đổi lớn:

Thứ nhất, thời đại sản xuất một sản phẩm với số lượng lớn sẽ dần kết thúc. Thay vào đó là khả năng tiếp nhận nhu cầu của khách hàng và truyền tới công xưởng sản xuất ngay trong thời gian thực. Các dây



chuyên sản xuất sẽ tự động kết hợp với nhau để sản xuất đơn chiếc mới mức giá thấp như hiện nay. Đây gọi là thời đại sản xuất hàng loạt sản phẩm đơn chiếc theo nhu cầu của khách hàng. Đi tiên phong trong lĩnh vực này là nước Đức.

Thứ hai, sự thay đổi trong khái niệm thay đổi thiết kế mới của sản phẩm như ô tô, xe máy... Hiện nay, giá trị gia tăng của ngành sản xuất phụ thuộc chủ yếu vào việc gia công vật liệu như kim loại thành sản phẩm, đưa vào đó phần mềm hoặc hệ thống điều khiển. Tuy nhiên trong tương lai hệ thống kết nối internet sẽ thu thập nhu cầu của khách hàng, dựa trên cơ sở đó nhà sản xuất sẽ chỉ cập nhật phần mềm để lên đời sản phẩm như những chiếc điện thoại thông minh hiện nay. Không những sản phẩm mà thiết bị sử dụng trong sản xuất cũng chỉ cần cập nhật phần mềm để thêm tính năng mới mà không cần phải thay mới chi tiết hay bộ phận. Năm đầu xu thế này đang là các công ty của Mỹ.

Thứ ba, thế giới sẽ chứng kiến một cuộc lật đổ ngoạn mục của các DN CNTT, khi họ biến các DN sản xuất trở thành “tay sai” cho mình. Với khả năng thu thập và phân tích dữ liệu các DN công nghệ thông tin sẽ nắm được nhu cầu của khách hàng và tự đưa ra được sản phẩm tương ứng. Sau đó họ sẽ thuê DN sản xuất làm sản phẩm giúp mình. Vì thế, thời đại của một “cuộc đảo chính” trong nền sản xuất đang tới gần.

Giống như các cuộc cách mạng trước đó, CMCN 4.0 có tiềm năng nâng cao mức thu nhập toàn cầu và cải thiện chất lượng cuộc sống cho người dân trên toàn thế giới. CMCN 4.0 sẽ tạo ra các lợi ích hết sức to lớn. Người tiêu dùng dường như được hưởng lợi nhiều nhất từ cuộc cách mạng công nghệ này. Cuộc CMCN 4.0 đã tạo ra các sản phẩm và dịch vụ mới với chi phí không đáng kể phục vụ người tiêu dùng. Chỉ đơn giản với một thiết bị như một máy tính bảng, chúng ta có thể đọc sách, lướt web và thông tin liên lạc, sở hữu khả năng xử lý tương đương với 5.000 máy tính để bàn của 30 năm trước, với chi phí lưu trữ thông tin gần như bằng không (ngày nay lưu trữ 1GB có chi phí trung bình ít hơn 0,03 USD một năm, so với hơn 10.000 USD thời điểm cách đây 20 năm).

Trong tương lai, sáng tạo công nghệ cũng sẽ dẫn đến sự thay đổi diệu kỳ từ phía cung, với những lợi ích lâu dài về hiệu quả và năng suất. Chi phí giao thông vận tải và thông tin liên lạc sẽ giảm xuống, hậu cần và các chuỗi cung ứng toàn cầu sẽ trở nên hiệu quả hơn, các chi phí thương mại sẽ giảm. Tất cả những điều đó sẽ giúp mở rộng thị trường và thúc đẩy tăng trưởng kinh tế.

Đồng thời, như các nhà kinh tế Erik Brynjolfsson

và Andrew McAfee đã chỉ ra, CMCN 4.0 có thể mang lại sự bất bình đẳng lớn hơn, đặc biệt là ở khả năng phá vỡ thị trường lao động. Khi tự động hóa thay thế con người trong toàn bộ nền kinh tế, người lao động sẽ bị dư thừa và điều đó làm trầm trọng hơn khoảng cách giữa lợi nhuận so với đồng vốn và lợi nhuận so với sức lao động. Mặt khác, xét về tổng thể, các công việc an toàn và thu nhập cao hơn có thể sẽ gia tăng sau khi công nghệ thay thế dần con người.

Một điều chắc chắn là trong tương lai, tài năng, chứ không phải là vốn, sẽ là yếu tố quan trọng bậc nhất, cốt lõi của sản xuất. Điều này sẽ làm phát sinh một thị trường việc làm ngày càng phân hóa theo hai nhóm: “kỹ năng thấp/lương thấp” và “kỹ năng cao/lương cao”. Viễn cảnh này sẽ góp phần làm gia tăng những mâu thuẫn trong xã hội.

Ngoài mối quan tâm kinh tế, sự bất bình đẳng là mối quan tâm xã hội lớn nhất gắn liền với CMCN 4.0. Những người hưởng lợi lớn nhất của sự đổi mới có xu hướng là các nhà cung cấp vốn trí tuệ và vật chất - những nhà sáng tạo, các cổ đông và nhà đầu tư - điều này giải thích chênh lệch tăng lên về sự giàu có giữa những người phụ thuộc vào vốn và với lao động. Do đó, công nghệ là một trong những lý do chính giải thích tại sao thu nhập đã chững lại, hoặc thậm chí giảm, đối với phần lớn dân số ở các nước có thu nhập cao: nhu cầu lao động có tay nghề cao đã tăng trong khi nhu cầu đối với người lao động ít được đào tạo và kỹ năng thấp đã giảm.

Thời đại IoT cũng tạo ra những thách thức nhất định mà các quốc gia cần phải có sự chuẩn bị trước. Chẳng hạn như việc gia tăng sử dụng hệ sinh thái IoT sẽ làm tăng nguy cơ xâm phạm đời tư, an ninh mạng và những vấn đề liên quan đến trách nhiệm của con người trong sử dụng các sản phẩm kết nối không dây hay các phương tiện không người lái. Các vấn đề bảo mật sẽ trở nên quan trọng hơn rất nhiều. Ngoài ra, cần phải duy trì tính toàn vẹn của quá trình sản xuất, tránh các rủi ro nào về CNTT, những yếu tố sẽ gây hậu quả sản xuất, cần bảo vệ bí quyết công nghiệp (được chứa trong các tập tin điều khiển cho các thiết bị tự động hóa công nghiệp)...

Tài liệu tham khảo:

1. *Cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ tư bối cảnh, các xu hướng lớn và những sản phẩm điển hình*, Tạp chí Tự động hóa ngày nay, 5/2016
2. *Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios*, Hermann, Pentek, Otto, 2015.
3. *Only One – Tenth of Germany's High – Tech Strategy*, Bill Lydon, Industry 4.0, 2014