

XU THẾ PHÁT TRIỂN CỦA KHOA HỌC - CÔNG NGHỆ TOÀN CẦU TRONG GIAI ĐOẠN MỚI

TRUNG ĐỨC^(*)

Cuộc cách mạng khoa học và công nghệ (KH&CN) cùng với quá trình toàn cầu hoá đã thúc đẩy kinh tế thế giới tăng trưởng nhanh, nhưng cũng kéo theo nhiều biến động liên quan đến đạo đức, lối sống; làm gia tăng khoảng cách giàu nghèo. Đầu thiên niên kỷ, RAND Corporation, một tổ chức chuyên nghiên cứu và phân tích chính sách nghiên cứu và triển khai (R&D) Mỹ, đã đưa ra dự báo về cách mạng công nghệ toàn cầu đến năm 2015 và mới đây, tổ chức này lại công bố một báo cáo về viễn cảnh công nghệ với những khác biệt giữa các quốc gia trên thế giới từ nay đến năm 2020. Nội dung bài viết giới thiệu khái quát về viễn cảnh của các công nghệ nổi bật đó.

Cách mạng công nghệ toàn cầu và những tác động của nó

Tiến bộ công nghệ ngày nay đã có ảnh hưởng rộng lớn trên mọi lĩnh vực của đời sống xã hội; quá trình phát triển kinh tế, chính trị, xã hội và môi trường toàn cầu đều bị chi phối mạnh mẽ bởi công nghệ sinh học, công nghệ nano, công nghệ vật liệu và công nghệ thông tin... Nếu thế kỷ XX, hoá học và vật lý đóng vai trò chủ đạo thì bước vào thế kỷ XXI, những công nghệ mũi nhọn trên đây lại có vị trí quyết định trong chiến lược phát triển KH&CN ở mỗi quốc gia.

Tiến bộ công nghệ sinh học mở ra cuộc cách mạng trong kiểm soát và loại trừ khiếm khuyết, đáp ứng nhu cầu phát triển con người; khoa học nano tạo sự hiểu biết và khả năng kiểm soát chưa từng có đối với những chi tiết cơ bản của vật chất, làm thay đổi cơ bản phương pháp thiết kế và chế tạo sản

phẩm. Công nghệ liên ngành tạo những khả năng đột phá, hoàn thiện vật liệu ở trình độ cao; vật liệu của thế kỷ XXI sẽ thông minh hơn, mang nhiều chức năng và đặc biệt thích nghi được với điều kiện môi trường thay đổi. Tích hợp công nghệ, cùng với mở rộng thông tin sẽ đem lại ảnh hưởng to lớn trên phạm vi toàn cầu trong nhiều lĩnh vực, đặc biệt là chăm sóc sức khoẻ, đảm bảo an ninh và đời sống cộng đồng (1, 4).

Cách mạng công nghệ cùng với quá trình toàn cầu hoá dựa trên công nghệ tạo thuận lợi cho giáo dục, phát triển năng lực địa phương, giúp vùng nghèo, kém phát triển có cơ hội tham gia và hưởng lợi ích từ những thay đổi; song cũng làm nảy sinh những khó khăn liên quan đến đạo đức, lối sống, bí mật cá

^(*) TS. Khoa học kỹ thuật, Liên hiệp các Hội khoa học-kỹ thuật Việt Nam

nhân. Không ít người cho rằng, thay đổi công nghệ nhanh chóng cũng làm rộng thêm hố sâu ngăn cách giàu nghèo, giữa những nước phát triển và những quốc gia đang còn lạc hậu. Ảnh hưởng của cách mạng KH&CN trong xu thế phát triển toàn cầu đã nảy sinh những vấn đề được dư luận quan tâm; nhiều tổ chức quốc tế đang tìm kiếm những giải pháp và đưa ra những quyết định liên quan đến đạo đức, kinh tế, luật pháp, an ninh, môi trường và những vấn đề xã hội. Sự cách biệt kinh tế, những đe dọa văn hoá dân tộc và đạo đức sinh học đã đẩy lên những làn sóng khác nhau; ưu sinh học, nhân bản vô tính người và biến đổi gen đã dẫn đến nhiều phản đối liên quan đến đạo đức con người. Là vấn đề phức tạp, công nghệ toàn cầu được coi là động lực của những hướng đi mới, nhưng cũng có sự bất lợi ở những cấp độ khác nhau, đòi hỏi mọi người dân và lãnh đạo ở từng nước phải hội đủ thông tin; phân tích, cân nhắc những tương tác để nhận dạng, lựa chọn để có được quyết định phù hợp trong phát triển những ngành công nghệ đem lại lợi ích cho quốc gia và mọi người dân.

15 năm tới, công nghệ toàn cầu sẽ tác động mạnh mẽ hơn nhờ những tiến bộ nghiên cứu. Công nghệ của năm 2020 sẽ là sự kết hợp của nhiều lĩnh vực theo hướng: cải biến chất lượng cuộc sống, nâng cao tuổi thọ con người, làm thay đổi bộ mặt các ngành kỹ thuật; tạo nên sức mạnh kinh tế và chính trị toàn cầu của từng quốc gia. Theo hướng phát triển này, việc ứng dụng công nghệ đòi hỏi phải tích hợp đa dạng để đương đầu với những thách thức cụ thể cả về tăng trưởng, nước sạch, thực phẩm, sức khoẻ cộng đồng, bảo vệ môi trường, phát triển bền vững... Mặc dù diễn ra trên quy mô rộng, song cách mạng công nghệ sẽ diễn ra không đồng nhất; nhiều tiến bộ kỹ thuật có thể phổ cập vào năm

2020, nhưng không phải mọi nước đều có thể áp dụng được. Thành công ứng dụng phụ thuộc vào động lực chi phối và khả năng vượt qua những rào cản, bao gồm cả về thể chế, con người, cơ sở vật chất, nguồn lực tài chính, môi trường chính trị và văn hoá xã hội. Đây đang là những thách thức không nhỏ đối với những quốc gia chưa phát triển, đã bị các nước phát triển bỏ xa (1,4,5).

Xu thế phát triển của các ngành công nghệ mũi nhọn

1. Công nghệ sinh học

Là công nghệ xúc tác quan trọng để phát triển khoa học và thúc đẩy kinh tế; công nghệ sinh học (CNSH) được nhiều nhận xét cho rằng, sẽ là nền tảng của xã hội dựa trên tác động khoa học. Qua hàng triệu năm, quá trình tiến hoá sinh học được thiên nhiên hoàn thiện đã vượt xa những thứ con người thực hiện. Những năm tới, sự thay đổi CNSH được dự báo sẽ diễn ra trên qui mô lớn cả về mô hình và sự phụ thuộc lẫn nhau. Trên thực tế, thay đổi sinh học diễn ra rất nhanh, cứ sau 18 tháng, dữ liệu về hệ gen đã tăng gấp đôi. Thay đổi mô hình sinh học thường xảy ra ngẫu nhiên và có xu hướng biến đổi liên quan đến đạo lý môi trường; theo đó, con người cũng chỉ là một bộ phận của giới tự nhiên (2,4).

Theo nhiều phân tích, vào năm 2020, CNSH sẽ được sử dụng rộng rãi trong xử lý thông tin, nhân bản vô tính, biến đổi gen, kỹ thuật y-sinh học, giải phẫu và chẩn đoán bệnh... Người ta có thể thực hiện nhiều xét nghiệm khác nhau cùng một lúc trên cùng 1 mẫu bệnh phẩm; dựa vào dữ liệu thông tin bệnh nhân và khả năng lập chuỗi gen nhanh, kỹ thuật y tế sẽ tiến hành phù hợp với từng cá thể. Từ nhận biết phân tử, người ta có thể phóng nạp thuốc thẳng vào bộ phận cần chữa trị; việc cấy ghép bộ phận giả hoặc mô phỏng các

chức năng sinh học sẽ phục hồi được những chức năng quan trọng, thậm chí tăng cường thêm chức năng của nhiều bộ phận cơ thể; biến đổi gen làm nhiều loài gây hại chỉ sản sinh giống vô sinh hoặc không truyền bệnh, và cây trồng biến đổi gen có thể cung cấp đủ lương thực, thực phẩm cho nhu cầu xã hội toàn cầu.

2. Công nghệ vật liệu

Khoa học và kỹ thuật vật liệu phát triển nhanh nhờ vào hoạt động liên ngành; xu hướng toàn cầu có thể được thấy trên các mặt: thiết kế, chế tạo, xử lý lắp ráp, tạo vật liệu thông minh và vật liệu đa chức năng thích hợp trong biến động môi trường. . Bất chước giới tự nhiên, con người sẽ tạo ra những vật liệu có độ cứng rất cao từ vỏ bào ngư, làm cho tơ nhện trở thành vật liệu bền hơn thép, hoặc tạo ra vật liệu có khả năng cảm nhận, dẫn động và phản ứng như robot thám hiểm vũ trụ, xác định và xử lý độc hại môi trường. Việc sử dụng máy tính tối ưu hoá khả năng ứng dụng của các chất xúc tác, vật liệu quang học... sẽ đẩy nhanh việc hình thành những vật liệu mới. Phương pháp chế tạo vật liệu bằng AND tạo ra cách xét nghiệm mang tính chọn lọc cực kỳ nhạy cảm; thành công gắn AND vào hạt vàng đã tổng hợp được việc sử dụng chuỗi polyme vào tăng cường chất lượng vật liệu. Composit, vật liệu kết hợp của polyme, bao gồm cả kim loại và vật liệu sinh học, được dùng vào nhiều công việc đa chức năng bảo đảm độ bền cao nhưng vẫn nhỏ, nhẹ. Việc chế tạo ở cấp micron và nano trên cùng 1 vật liệu là bước phát triển vô cùng quan trọng trong chế tạo dụng cụ và thiết bị đo lường như kính hiển vi lực nguyên tử (AFM) và kính hiển vi quét đầu dò (SPM). Dụng cụ và khả năng đo lường trở thành nhân tố quyết định tối ưu quá trình xử lý và xác định tính chất vật

liệu; kết hợp thiết kế với chế tạo bằng thiết bị hiện đại và phương pháp sản xuất nhanh là nhân tố đẩy nhanh toàn cầu hoá, đó cũng là cơ sở để các tổ chức ít vốn có thể lợi dụng được những công nghệ chế tạo tiên tiến (1,2,4,5).

Từ những thành công đạt được, theo nhiều dự báo, vào năm 2020 mạch, linh kiện điện tử hữu cơ, chất phun phủ, vật liệu nano composit, pin mặt trời, vật liệu hữu cơ và phỏng sinh học sẽ phát triển mạnh; những loại vải kết hợp nguồn điện, mạch điện tử và sợi quang học có khả năng phản ứng với sự thay đổi nhiệt độ hoặc chất đặc biệt có phạm vi sử dụng rộng; phương pháp chế tạo vật liệu thân thiện môi trường, giảm độc hại sẽ được phổ cập cùng với chế tạo theo nhu cầu thiết bị và sản phẩm phục vụ cá nhân hay doanh nghiệp đặc thù; Hệ thống tinh chế và khử ô nhiễm nước dựa vào màng và bộ lọc hoạt hoá, chất xúc tác hoá học trên cơ sở kết hợp với màng lọc, mô đun đa chức năng có khung đỡ tự phân huỷ sẽ được mở mang, phát triển.

3. Công nghệ nano

Là công nghệ tác động rộng lớn đến mọi lĩnh vực, sẽ càng ngày càng nhiều sản phẩm được bổ sung thêm tính năng từ công nghệ nano (CNNN). Đến nay, khoảng 1/2 số mặt hàng sử dụng CNNN đã được chào bán trên thị trường; về lâu dài, hầu hết máy tính cá nhân, điện thoại di động, tivi và mạng lưới sẽ là những sản phẩm có chứa đựng thành tựu của CNNN. Nhờ khả năng chế tạo cơ cấu có kích thước vài phân tử, cảm biến nano ngày một phát triển nhanh hơn; nhiều phân tích cho rằng, vào năm 2020, cảm biến giá rẻ, dễ dàng tích hợp sẽ được sử dụng phổ biến ở các toà nhà và trong giám sát truyền thông (3,4,5).

Từ yêu cầu gia tăng nguồn điện trong công nghệ viễn thông và thương mại hoá sản phẩm vi cơ điện tử (NEM),

việc cải tiến thiết kế điện cực, cấu trúc pin ở cấp nano và dùng vật liệu nano cho pin mặt trời đã được thực hiện trong nhiều cơ quan nghiên cứu. 15 năm tới, pin 3 chiều cấu trúc nano có nhiều triển vọng thâm nhập thị trường. Với khả năng hoàn thiện gia công, pin mặt trời kết hợp trong sản phẩm tiêu dùng như vật liệu xây dựng, thiết bị điện tử, thậm chí là những lều bạt sẽ phát triển nhanh.

Trong lĩnh vực điện tử, CNNN có nhiều khả năng mở rộng trong bộ vi xử lý; việc chế tạo những bộ xử lý thông thường trên nền vật liệu polyme mở ra khả năng kết hợp trong nhiều sản phẩm tiêu dùng. Khắc phục hạn chế mật độ và khối lượng lưu trữ, các nhà sản xuất đã sử dụng vật liệu nano làm chi tiết tăng cường mật độ và dung lượng bộ nhớ, tạo thành những con chip trong hàng hoá tiêu dùng. Theo nhiều dự báo, vào năm 2020, mạch tích hợp sẽ đạt tới giới hạn vật lý cơ bản của thiết kế mạch CMOS thông thường. Mạch tích hợp và thiết bị điện tử sẽ ngày càng tích hợp sâu hơn vào hàng hoá tiêu dùng trên mọi phương diện của đời sống.

Cảm biến được tăng cường bằng CNNN có tác động lớn đến công nghệ sinh học; cảm nhận của các hệ thống sinh học và sinh học phân tử, đến lượt mình lại làm hoàn thiện hơn cảm biến nano. CNSH không chỉ có tiềm năng cải thiện các phương pháp phát hiện sinh học mà còn cả ở nhiều phương diện khác. Nhờ cảm biến, CNSH nano phát hiện ra nhiều phương tiện để đưa vật liệu lạ vào cơ thể mà không bị hệ miễn dịch đào thải. Vật liệu và cấu trúc nano chức năng tạo khả năng ứng dụng rộng trong các phòng thí nghiệm trên 1 con chip; tiến bộ tạo ra cho phép xét nghiệm và phát hiện nhanh các mẫu sinh học và thực hiện những phát hiện sinh học

thực địa với sự can thiệp tối thiểu của con người.

Thành công lắp ráp phân tử là một khả năng tuyệt vời của công nghệ nano. Để chế tạo ở cấp phân tử, phải có những chi tiết bền vững về vật lý, ổn định về hoá học, dễ dàng thao tác và linh hoạt về chức năng. Trong sản xuất phải có được khả năng lắp ráp cấu trúc phức tạp để định vị phân tử/nguyên tử (sử dụng kính hiển vi lực nguyên tử có đầu dò để dịch chuyển và bổ sung thêm lực vật lý, lực hoá học hoặc dùng lade định vị...). Con đường phát triển tiềm năng chế tạo phân tử được phân định theo quy mô tổng thể, công nghệ chế tạo và độ phức tạp của hệ thống vật liệu cho các cấu phần. Sự ra đời robot nano lắp ráp cấu trúc từ 100 đến 10 nghìn phân tử hoặc dùng nguyên liệu hoá chất để nhận dạng những chi tiết chứa từ 108 đến 109 phân tử đã mở ra những triển vọng tốt đẹp. Bằng những kết quả thu nhận được, các nhà khoa học hy vọng, 15 năm tới có thể phát triển khả năng tích hợp để tạo hệ thống lắp ráp được những cấu trúc có chứa từ 100 đến 10.000 cấu phần với kích thước toàn bộ chỉ lên tới hàng chục micron. Đây sẽ là những đột phá quan trọng để đẩy nhanh tốc độ tiến bộ của lĩnh vực này (3,4).

Sự nổi lên nhanh chóng của CNNN có thể rút ngắn thời gian đưa những công nghệ có tác động to lớn vào đời sống như: ứng dụng ống nano carbone hoặc dây nano bán dẫn làm phân tử chức năng trong mạch điện tử, phương pháp chế tạo phân tử hoặc sinh học... Theo chiều hướng này, vào năm 2020 sản phẩm công nghệ nano được đưa vào sử dụng có thể bao gồm: những cảm biến hoá chất và sinh học kích thước nhỏ, độ nhạy và khả năng chọn lọc cao; cảm biến mang trên người đặc biệt có ích cho lực lượng an ninh, quốc phòng

và cứu trợ khẩn cấp; thiết bị tính toán và cảm biến lắp đặt bên trong hàng hoá thương mại; thiết bị theo dõi sức khoẻ cá nhân gọn nhẹ, mang trên người sẽ có khả năng liên lạc và cập nhật dữ liệu hàng ngày; theo dõi và giám sát rộng khắp con người và môi trường sống. Những cơ cấu nano chức năng sẽ mở rộng phạm vi tác động cả trong nạp, phóng thuốc vào các vị trí cần điều trị, kiểm soát và tăng cường hiệu quả các bộ phận cấy ghép hoặc bộ phận giả trên cơ thể; mở rộng các nguồn điện năng và nâng cao khả năng quản lý... (4,5).

4. Công nghệ thông tin

Là lĩnh vực tác động đến mọi hoạt động, công nghệ thông tin (CNTT) có ảnh hưởng sâu rộng trong đời sống chính trị-xã hội toàn cầu. Xu thế nổi bật của CNTT là sự hội tụ công nghệ và chức năng của các sản phẩm kỹ thuật số. Nhờ những tiến bộ trong kỹ thuật nối dây, vật liệu tải thông tin số, mạng cáp quang; điện thoại, truyền hình, radio, máy tính, Internet, nguồn điện, thậm chí là đèn điện đều có thể kết nối trong cùng một sản phẩm. Đến năm 2020, công nghệ phát triển sẽ bao hàm cả những cơ cấu theo dõi và cảm nhận; dữ liệu cá nhân với số lượng lớn, khả năng lưu trữ và truy cập trong thời gian ngắn đang là những đòi hỏi lớn đặt ra. Ở đây, cấu trúc nano đã mở ra nhiều triển vọng nhờ bộ nhớ hữu cơ với dung lượng cao; từ đòi hỏi phát triển CNTT, cơ sở dữ liệu (CSDL) ngày càng trở nên quan trọng. Do dữ liệu sản sinh và truyền tải lớn, phải cần đến CSDL và công nghệ lưu trữ, tách rút và phân loại. Khắc phục hạn chế phân tán, xu hướng toàn cầu là phải có những CSDL lớn, tập trung. Theo đó, kho dữ liệu được phân thành các bộ phận hoặc tái cấu hình để tách rút được những thông tin cụ thể cần thiết. Cùng với những xu thế này, thiết bị điện tử ngày càng nhỏ,

nhẹ kết nối bằng công nghệ không dây nên nhu cầu năng lượng cũng hướng vào kết cấu có kích thước nhỏ, nhẹ, cơ động và có khả năng tái sinh (1,4).

Theo những xu thế trên đây, công nghệ dự báo phổ cập vào năm 2020 đã tập trung vào: Mạng Internet không dây; máy tính mang trên người được tăng cường chức năng kiểm soát hệ thống cả về y học và giải trí; CSDL an toàn, chứa đựng thông tin cá nhân được xử lý về tiểu sử bệnh tật, hệ gen; thiết bị lưu trữ kích thước nhỏ nhưng chứa đựng khối lượng lớn dữ liệu cả về âm thanh, hình ảnh và những trang Web; sinh trắc học (bàn tay, mống mắt...) được sử dụng rộng rãi; cảm biến, camera kích thước nhỏ, khó phát hiện sẽ có mặt ở mọi nơi và năng lực kiểm tra sẽ được cải thiện tốt nhờ vào khả năng định vị không chỉ là câu văn bản mà cả câu ngữ nghĩa, âm thanh, hình ảnh và video trong các thiết bị thông tin.

Trí tuệ nhân tạo và công nghệ hội tụ, những nét đặc trưng

1. Trí tuệ nhân tạo, một nội dung sáng tạo lâu dài

Khái niệm trí tuệ nhân tạo (Artificial Intelligent-AI) được xác định từ những năm 1950 gắn liền với mục tiêu hiểu được các năng lực trí tuệ và suy luận của con người để thiết kế và chế tạo những máy móc có "trí tuệ". Hệ thống AI đã thu hút sự quan tâm to lớn của ngành công nghiệp trong việc nâng cao năng lực cạnh tranh toàn cầu, công nghệ của hệ thống đã trở thành yếu tố hàng đầu giúp ngành đương đầu với những thách thức phải vượt qua trong kỷ nguyên mới.

Các hệ thống chế tạo trí tuệ được xác định là những hệ mô phỏng và áp dụng tích cực những khía cạnh trí tuệ con người để thực thi nhiệm vụ; hệ

thống đã hướng vào nâng cao năng lực cảm thụ, suy luận, quyết định và hành động của con người nhằm tạo khả năng cho máy móc/thiết bị dự đoán được yêu cầu và tự ứng phó hữu hiệu với hoàn cảnh chưa biết hoặc chưa thể dự báo (1,2,4).

Sử dụng trí tuệ vào ngành chế tạo là vấn đề mới, có yêu cầu cao hơn so với ứng dụng công nghệ máy tính; ngành chế tạo tích hợp máy tính(CIM) chỉ là ứng dụng ban đầu, còn công nghệ hệ thống trí tuệ sử dụng trong chế tạo lại liên quan đến cả quá trình chế tạo và quản lý việc chế tạo. Trong quá trình chế tạo, công nghệ trí tuệ được dùng vào thiết kế, lập mô hình, mô phỏng; theo dõi và kiểm soát các giai đoạn chế tạo. Nhiều thập kỷ, khái niệm AI được vận dụng trong các ngành chế tạo đã phát triển sản phẩm và quy trình, quản lý sản xuất, kiểm tra chất lượng và chẩn đoán quy trình. Tuy nhiên, việc ứng dụng chưa được rộng; gần đây, trong khai thác dữ liệu, phát minh tri thức, các nhà nghiên cứu đặc biệt chú ý đến những ứng dụng liên quan đến tích hợp công nghệ. Những kỹ thuật AI như học tập của máy, khai thác phát minh tri thức, công nghệ dựa trên Internet/Web và kỹ thuật điện toán mềm được tiến hành để triển khai và hoàn thiện hệ thống trong doanh nghiệp.

Do hệ thống trí tuệ mới bổ sung và tăng cường chứ chưa thể thay thế được năng lực con người nên giao diện “Người-Máy” đã trở thành bộ phận cấu thành của hệ thống. Giao diện được tạo dựng cho phép người công nhân tương tác với máy móc bằng cách đưa ra dữ liệu trong những mẫu mà con người có thể diễn giải. Tiếp đó, thiết bị đầu vào/ra có nhiệm vụ truyền và nhận dữ liệu, người thao tác đưa ra các lệnh điều khiển thông qua cử chỉ và lực của mình. Công nghệ “Người-máy” được coi là 1

thực tế ảo trong đào tạo công nhân vận hành; được sử dụng để theo dõi và kiểm soát từ xa, thiết kế và dự kiến dây chuyền lắp ráp có sự tham gia của máy và người. Giao diện “Người-Máy” có vai trò ngày càng quan trọng, đó là 1 trong những công nghệ quan trọng nhất để đào tạo kỹ năng con người.

Lập mô hình và mô phỏng giúp nhà thiết kế có thể thử nghiệm những đặc trưng của dự án trên thí nghiệm ảo. Sử dụng nguyên mẫu ảo cho phép giảm thời gian và phí tổn thiết kế, đặc biệt đối với những hệ thống đa ngành. Lập mô hình và mô phỏng các quy trình gia công, chế tạo vật liệu cấu trúc vi mô và nano bao hàm cả phát triển phương pháp thiết kế không thử sai tốn kém; ngoài ra, còn bao gồm cả lập mô hình và mô phỏng quan hệ phân tán của hệ thống và các quy trình, thiết kế lập mô hình, mô phỏng, tối ưu hoá đa ngành. Từ vai trò và tác động rộng lớn của trí tuệ nhân tạo, ngành công nghệ này sẽ phát triển mạnh mẽ trong thế giới sản xuất ở trình độ tự động hoá cao.

2. Công nghệ hội tụ (Converging Technologies) và những đặc thù

Trong xu thế phát triển của các ngành công nghệ dựa vào trí tuệ, các ngành khoa học hoá sinh, sinh học phân tử, y học tiến hoá, ngôn ngữ điện toán, tâm lý học nhận thức, cơ điện tử...được coi là kết quả của sự hội tụ các bộ môn hoặc nhiều lĩnh vực khoa học riêng biệt trước đây. Hội tụ trong phát triển các bộ môn khoa học công nghệ là sự hoà nhập các khái niệm của những hệ thống tri thức khác nhau; đôi khi được coi là những thực tiễn và thiết bị gộp lại hoặc là mục tiêu chung được tiếp cận từ các hướng khác nhau (2,6).

Những năm gần đây, công nghệ hội tụ mang ý nghĩa đặc thù thông qua công nghệ nano như khái niệm “hội tụ NBIC”, một sự hình thành từ hội tụ của

CNNN với CNSH, CNTT và khoa học nhận thức. CNNN tạo khả năng cho nhà công nghệ thao tác ở cấp nano, có thể tái cấu trúc mọi thứ nhờ bố trí lại các phân tử. Bằng CNNN, sự tách biệt giữa các lĩnh vực y sinh, CNTT, hoá, quang tử học, điện tử, robot và vật liệu học đều có thể kết hợp trong một khung kỹ thuật đơn nhất. Công nghệ nano cung cấp một khuôn khổ chung cho các vấn đề kỹ thuật liên quan đến phần cứng; về nguyên tắc, những chất liệu có cấu tạo phân tử đều có thể kết hợp được với nhau, nhờ vậy, CNNN đã tạo khả năng để CNSH phát triển kỹ thuật mẫu thử, cảm biến sinh học, góp phần vi tiểu hình hoá CNTT. Ngoài ra, các con chip và cảm biến nano cực nhỏ cũng là những cơ cấu đem lại thay đổi đột biến trong lĩnh vực tin sinh học. Đến lượt mình, CNSH lại tạo khả năng cho những công nghệ khác nhờ nhận dạng được chính xác quá trình lý hoá, các cấu trúc trong hệ sinh vật và cơ sở vật chất trong những tổ chức tế bào. CNSH thúc đẩy phát triển CNNN nhờ cơ chế nhận biết và vận chuyển tế bào theo mục tiêu, tạo khả năng cho CNTT phát triển những cơ sở nền tảng của máy tính AND. Cùng với phỏng sinh học, hoạt động động cơ tế bào cũng mở ra triển vọng cho việc hình thành những robot nano.

Công nghệ hội tụ tạo không gian rộng lớn cho phát triển công nghệ; tuy nhiên, công nghệ và hệ thống tri thức phát triển lại có những đặc điểm riêng. Khác với những thiết bị hoặc sản phẩm kỹ thuật truyền thống, công nghệ hội tụ có thể phân bố rộng khắp và khó bị phát hiện; nó được cơ cấu và hoà trộn vào nền tảng của mọi hoạt động. Xu thế vi tiểu hình hoá của CNTT, kỹ thuật phân tử trong CNNN, gen đặc thù của CNSH đều liên quan đến những thiết bị cấy ghép, cơ cấu y học, cảm biến vô

hình, thiết bị sao chụp hoặc truyền thông ở khắp mọi nơi và trở thành những bộ phận, tồn tại hoàn hảo trong môi trường mà con người khó nhận biết sự lệ thuộc, thậm chí không thấy được sự có mặt của chúng. Trong xu thế phát triển chung, công nghệ hội tụ có thể mở rộng khung kỹ thuật sang những lĩnh vực được coi là “miễn dịch” như kỹ nghệ xã hội (Social Engineering) hoặc công nghệ hành vi, là những giải pháp được thiết kế về vật chất, có giao diện vật lý với các quá trình xã hội và nhận thức. Từ khả năng kiểm soát ở cấp phân tử và năng lực gia tăng trong biến đổi mọi hình thức thông tin có thể tin rằng, không có gì mà công nghệ hội tụ không thể vươn tới. Trí óc, các mối tương tác xã hội, truyền thông và trạng thái tình cảm đều có thể dùng công nghệ để chi phối; sức sáng tạo rộng lớn của công nghệ hội tụ giúp nhân loại hy vọng, sẽ tìm ra được những giải pháp công nghệ cho mọi vấn đề từ những cách tiếp cận khác nhau (2, 4).

Trong áp dụng kỹ thuật cho trí óc và cơ thể, việc cấy ghép thiết bị vào bộ não hoặc bộ phận cơ thể, cho dù được thiết kế ở cấp phân tử hay kỹ thuật vi mô truyền thống hoặc bằng điều chỉnh sinh hoá qua nhân bản AND thì việc vận dụng công nghệ hội tụ để cải thiện năng lực tinh thần và quá trình nhận thức đều vượt xa các biện pháp hoá chất hoặc dược phẩm, nhưng không can thiệp sâu vào cấu trúc bộ não.

Khác với cách tiếp cận phần cứng, việc sử dụng phần mềm qua các game video tác động tới năng lực nhận thức đã được khuyến nghị. Theo con đường này, công nghệ hội tụ được khai thác để tạo ra những công cụ nhằm thay đổi cách tiếp cận và xử lý thông tin. Tiếp đó, hình thành nên những quá trình nhận thức mới cả ở cấp tổ chức và cá thể. Theo xu thế áp dụng kỹ thuật cho

trí óc và cơ thể, tiếp cận phân cứng và phân mềm đều lấy trí óc là mục tiêu thiết kế của công nghệ hội tụ.

Nghiên cứu giao diện của CNNN và CNSH giúp các nhà khoa học hình thành nhiều thiết bị nhận biết phân tử, tế bào, hệ gen và những cảm biến có độ hoàn thiện cao sử dụng trong chẩn đoán, điều trị trực tiếp trên cơ thể người, đã nâng cao được hiệu quả và tránh được những tác động phụ trong ngành y tế. Hội tụ công nghệ và hệ thống tri thức tạo thuận lợi to lớn để thực hiện những nhiệm vụ khó khăn, đồng thời trong quá trình này, các cụm tri thức đặc thù và bộ phận của nhiều bộ môn khoa học cũng đã phát hiện những khả năng riêng, độc đáo trong theo đuổi mục đích chung là vượt qua những thách thức của nhân loại trong kỷ nguyên mới.

Kết luận

Công nghệ tương lai với khả năng tích hợp đa dạng hứa hẹn nhiều giải pháp để vượt qua những thách thức mà nhân loại phải đối mặt trong kỷ nguyên mới. Mặc dù có quy mô toàn cầu, song cuộc cách mạng công nghệ đang diễn ra không đồng nhất; động lực và rào cản ở mỗi nước phụ thuộc vào những vấn đề thể chế, con người, cơ sở vật chất, nguồn lực tài chính, môi trường chính trị. Do tri thức và năng lực còn nhiều khác biệt nên trong 16 công nghệ nổi bật được dự báo vào năm 2020, chỉ có một số nhỏ nước phát triển có trình độ khoa học tiên tiến đủ năng lực để thu tóm; đại bộ phận các quốc gia lạc hậu về khoa học chỉ có thể tiếp nhận dưới 5/16 công nghệ gợi ra. Với thực tế này, khoảng cách giàu nghèo và bất bình đẳng về công nghệ giữa các vùng lãnh thổ và ở từng quốc gia sẽ vẫn là điều khó tránh.

Năng lực cạnh tranh trong nền kinh tế toàn cầu của mỗi quốc gia phụ thuộc vào tiềm lực khoa học và công nghệ, ưu thế này thời gian tới vẫn thuộc về những nước phát triển. Để vượt qua được những thách thức, rào cản phát triển, những nước đi sau không còn cách lựa chọn nào khác là phải đặt khoa học và công nghệ thành quốc sách hàng đầu và cần có một chiến lược và bước đi thích hợp.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Global Technology Revolution 2020. Technology Trends and Cross-Country Variation, RAND, 2006.
2. M. Roco and W. Bainbridge. Converging Technologies for improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, information Technology and Cognitive Science Arlington, 2002.
3. M. Roco and R. Tomellini. Nanotechnology. Revolutionary opportunities and Social implications. Brussels. 2002.
4. Trung tâm Thông tin KH&CN Quốc gia. Khoa học và Công nghệ thế giới những năm đầu thế kỷ XXI. H.: 2006.
5. Nguyễn Mạnh Quân. Cuộc cách mạng công nghệ toàn cầu đến năm 2020. *Tạp chí Khoa học Công nghệ Môi trường*, số 7, 2006.
6. Lê Thành Ý. Hội tụ công nghệ-Công nghệ học tương lai. *Tạp chí Khoa học Công nghệ Môi trường*, số 2, 2006.