

# NGHIÊN CỨU VÀ PHÁT TRIỂN TRÍ TUỆ NHÂN TẠO

## MỤC LỤC

<b>LỜI NÓI ĐẦU</b> .....	<b>1</b>
<b>1. HIỆN TRẠNG VÀ XU HƯỚNG NGHIÊN CỨU TTNT</b> .....	<b>4</b>
1.1. Định nghĩa .....	4
1.2. Thực trạng TTNT .....	5
1.3. Các xu hướng nghiên cứu TTNT .....	6
<b>2. NGHIÊN CỨU VÀ ỨNG DỤNG TRÍ TUỆ NHÂN TẠO TRONG MỘT SỐ LĨNH VỰC</b> .....	<b>11</b>
2.1. Giao thông .....	11
2.2. Người máy phục vụ/gia đình.....	14
2.3. Y tế .....	16
2.4. Giáo dục .....	21
2.5. An ninh và an toàn công cộng.....	24
2.6. Việc làm và môi trường làm việc.....	25
2.7. Giải trí .....	27
<b>3. KẾ HOẠCH CHIẾN LƯỢC NGHIÊN CỨU VÀ PHÁT TRIỂN TRÍ TUỆ NHÂN TẠO CỦA HOA KỲ</b> .....	<b>30</b>
3.1. Kết quả kỳ vọng .....	30
3.2. Triển vọng các ưu tiên quốc gia với TTNT .....	30
3.3. Chiến lược nghiên cứu và phát triển .....	34
Chiến lược 1: Đầu tư lâu dài vào nghiên cứu TTNT.....	34
Chiến lược 2: Phát triển các phương pháp hợp tác người-TTNT.....	39
Chiến lược 3: Hiểu và giải quyết các tác động xã hội, luật pháp và đạo đức của TTNT .....	43
Chiến lược 4: Đảm bảo an toàn và an ninh của hệ thống TTNT.....	46
Chiến lược 5: Phát triển các bộ dữ liệu và môi trường công cộng sử dụng chung trong đào tạo và kiểm tra TTNT .....	46
Chiến lược 6: Đo lường và đánh giá các công nghệ TTNT thông qua các tiêu chuẩn và mức chuẩn .....	48
Chiến lược 7: Hiểu rõ hơn nhu cầu nhân lực NC&PT TTNT .....	50
<b>KẾT LUẬN</b> .....	<b>51</b>
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO CHÍNH</b> .....	<b>52</b>

## LỜI NÓI ĐẦU

Trí tuệ nhân tạo là một môn khoa học và một tập hợp các công nghệ máy tính được lấy cảm hứng từ - nhưng hoạt động theo cách hoàn toàn khác - cách con người sử dụng hệ thống thần kinh và cơ thể của mình để cảm nhận, học hỏi, lý giải, và hành động. Mặc dù các tiến bộ trong trí tuệ nhân tạo chấp vá và không thể đoán trước, nhưng lĩnh vực này đã có những bước tiến đầy ý nghĩa kể từ khi bắt đầu sáu mươi năm trước.

Chúng ta hiện đang bước vào kỷ nguyên trong đó trí tuệ nhân tạo có những tác động to lớn và sâu sắc đến đời sống hàng ngày. Thí dụ, thị giác máy tính và trí tuệ nhân tạo lập kế hoạch tạo ra các trò chơi video giờ đây trở thành một ngành công nghiệp giải trí lớn hơn Hollywood. Học sâu, một hình thức học máy dựa trên các lớp đại diện của biến số được xem như các mạng như thần kinh, đã làm cho việc hiểu lời nói trở thành thực tế trên điện thoại và trong nhà bếp của chúng ta. Xử lý ngôn ngữ tự nhiên cùng với lý giải và thể hiện tri thức đã cho phép một máy tính đánh bại nhà vô địch Jeopardy và đang mang lại sức mạnh mới cho tìm kiếm Web.

Để ứng phó với điều này, tháng 5/2016, chính phủ Hoa Kỳ đã tuyên bố một loạt hành động nhằm thúc đẩy đối thoại về trí tuệ nhân tạo, để xác định những thách thức và cơ hội liên quan đến công nghệ mới nổi này, hỗ trợ cho việc sử dụng trí tuệ nhân tạo hiệu quả hơn, sẵn sàng đón nhận những lợi ích và rủi ro tiềm tàng của trí tuệ nhân tạo. Trong đó có việc xây dựng chiến lược quốc gia về nghiên cứu và phát triển trí tuệ nhân tạo.

Kế hoạch chiến lược quốc gia nghiên cứu và phát triển trí tuệ nhân tạo đưa ra một khuôn khổ cấp cao có thể sử dụng để xác định các nhu cầu khoa học và công nghệ trong trí tuệ nhân tạo, và theo dõi tiến bộ và tối đa hóa tác động của các đầu tư NC&PT vào các nhu cầu đó. Đồng thời Kế hoạch cũng đặt ra các ưu tiên nghiên cứu được chính phủ đầu tư, xem xét các khả năng của trí tuệ nhân tạo có các tác động chuyển hóa lâu dài lên xã hội và thế giới.

Tiếp theo chuyên đề tháng trước "Chuẩn bị cho tương lai của trí tuệ nhân tạo", tổng luận này cung cấp chi tiết các nội dung về nghiên cứu và phát triển trong lĩnh vực này, cũng như những dự báo tiềm năng phát triển của nó trong tương lai.

Xin trân trọng giới thiệu.

CỤC THÔNG TIN KHOA HỌC VÀ  
CÔNG NGHỆ QUỐC GIA

## CÁC CHỮ VIẾT TẮT

Cloud	Điện toán đám mây
DARPA	Cục Dự án nghiên cứu quốc phòng cao cấp (Hoa Kỳ)
FAA	Cục Hàng không liên bang
GPS	Hệ thống định vị toàn cầu
GPU	Bộ xử lý đồ họa
HPC	Hệ thống tính toán hiệu năng cao
IoT	Internet vạn vật
ITS	Hệ thống phụ đạo (gia sư) thông minh
LAWS	Hệ thống vũ khí sát thương tự động
MOOC	Khóa học trực tuyến mở quy mô lớn (Massive Open Online Course)
NC&PT	Nghiên cứu khoa học và phát triển công nghệ
NHTSA	Cục an toàn giao thông đường cao tốc quốc gia
NIH	Viện Y tế quốc gia (Hoa Kỳ)
NLP	Xử lý ngôn ngữ tự nhiên
NSF	Quỹ Khoa học Quốc gia (Hoa Kỳ)
NSTC	Hội đồng KH&CN Quốc gia (Hoa Kỳ)
OSTP	Văn phòng Chính sách Khoa học và Công nghệ (Hoa Kỳ)
STEM	Khoa học, công nghệ, kỹ thuật và toán học
TTNT	Trí tuệ nhân tạo
UAS	Hệ thống bay không người lái
VR	Thực tế ảo

## GIỚI THIỆU

Các miêu tả tương lai đáng sợ của trí tuệ nhân tạo chiếm lĩnh các bộ phim và tiểu thuyết, và định hình trí tưởng tượng phổ biến, đó là giả tưởng. Trong thực tế, TTNT đã thay đổi cuộc sống hàng ngày của chúng ta gần như hoàn toàn bằng cách cải thiện sức khỏe con người, an toàn, và năng suất. Không giống như trong phim, không có chủng tộc robot siêu nhân trên chân trời. Và trong khi khả năng lạm dụng công nghệ TTNT phải được thừa nhận và giải quyết, tiềm năng lớn hơn của chúng là, ngoài những thứ khác, để lái xe an toàn hơn, giúp trẻ em học tập, mở rộng và nâng cao đời sống của người dân.

Trong thực tế, các ứng dụng TTNT có lợi trong các trường học, nhà cửa, và bệnh viện đã phát triển với tốc độ chóng mặt. Các trường đại học nghiên cứu lớn dành các phòng ban để nghiên cứu TTNT, và các công ty công nghệ như Apple, Facebook, Google, IBM và Microsoft chi tiêu rất nhiều để tìm kiếm các ứng dụng TTNT mà họ cho là quan trọng đối với tương lai của họ. Thậm chí Hollywood cũng sử dụng công nghệ TTNT để đưa những sự tưởng tượng đen tối TTNT của nó lên màn ảnh.

Những sáng tạo dựa trên thị giác dựa trên máy tính, nhận dạng giọng nói, và xử lý ngôn ngữ tự nhiên đã thúc đẩy những thay đổi này, khi những tiến bộ khoa học và công nghệ đồng thời diễn ra trong các lĩnh vực liên quan. TTNT cũng đang thay đổi cách mọi người tương tác với công nghệ. Nhiều người đã quen với chạm và nói chuyện bằng chiếc điện thoại thông minh của họ. Các mối quan hệ tương lai của người với máy sẽ trở có sắc thái, trôi chảy và cá nhân hóa hơn bao giờ hết khi các hệ thống TTNT học cách thích ứng với các tính cách và mục tiêu cá nhân. Những ứng dụng TTNT này sẽ góp phần mang lại hạnh phúc cho người dân, cảnh báo họ về nguy cơ phía trước, và cung cấp dịch vụ khi cần thiết hoặc mong muốn.

# 1. HIỆN TRẠNG VÀ XU HƯỚNG NGHIÊN CỨU TTNT

## 1.1. Định nghĩa

Thật kỳ lạ là việc TTNT không có một định nghĩa chính xác được chấp nhận có lẽ đã giúp cho lĩnh vực này phát triển và tiến bộ với tốc độ ngày càng gia tăng. Những nhà thực hành, các nhà nghiên cứu, và các nhà phát triển TTNT được chỉ dẫn theo cảm nhận thô sơ về phương hướng và mệnh lệnh để "đón nhận nó". Tuy nhiên, nó vẫn cần có một định nghĩa và Nils J. Nilsson đã đưa ra một định nghĩa hữu ích: "Trí tuệ nhân tạo là hoạt động làm cho máy móc thông minh, và trí thông minh là chất lượng cho phép một thực thể hoạt động một cách phù hợp và với tầm nhìn trước trong môi trường của nó."

Từ quan điểm này, đặc trưng của TTNT phụ thuộc vào việc cung cấp phần mềm và phần cứng tổng hợp cho hoạt động "một cách phù hợp" và với "tầm nhìn xa." Một máy tính điện tử đơn giản thực hiện các tính toán nhanh hơn nhiều so với bộ não của con người, và hầu như không bao giờ nhầm lẫn. Liệu máy tính có thông minh?

Theo quan điểm rộng về trí tuệ trên một phổ đa chiều, sự khác biệt giữa một máy tính số học và bộ não con người là ở tất cả phạm vi về quy mô, tốc độ, mức độ tự chủ, và tổng quát. Các yếu tố tương tự có thể được sử dụng để đánh giá mọi ví dụ trí tuệ khác - phần mềm nhận dạng giọng nói, bộ não của động vật, hệ thống điều khiển hành trình trong xe hơi, chương trình trò chơi Go, nhiệt kế - và đặt chúng ở một số vị trí thích hợp trong phổ này.

Mặc dù quan điểm rộng đặt máy tính trong phạm vi phổ thông minh, như các thiết bị đơn giản như vậy chỉ hơi giống với TTNT ngày nay, biên giới của TTNT đã tiến xa và các chức năng của máy tính chỉ là một trong số hàng triệu chức năng mà điện thoại thông minh ngày nay có thể thực hiện. Các nhà phát triển TTNT bây giờ tập trung vào việc nâng cao, khái quát hóa và nâng cấp sự thông minh hiện có trong các điện thoại thông minh.

Đáng chú ý, đặc điểm của trí tuệ như một phổ không dành cho bộ não người một vị trí đặc biệt. Nhưng cho đến nay, sự thông minh của con người là duy nhất trong các thế giới sinh học và nhân tạo về tính linh hoạt tuyệt đối, với khả năng "lý giải, đạt được mục tiêu, hiểu và tạo ra ngôn ngữ, nhận thức và đáp ứng với các cảm giác, chứng minh các định lý toán học, chơi các trò chơi thử thách, tổng hợp và tóm tắt thông tin, sáng tạo nghệ thuật và âm nhạc, và thậm chí viết lịch sử."

Điều này làm cho trí tuệ con người được lấy làm chuẩn mực cho tiến bộ của TTNT. Nó thậm chí có thể được đề xuất là bất kỳ hoạt động nào các máy tính có thể thực hiện mà con người đã thực hiện cần được tính là một ví dụ của trí thông

minh. Nhưng phù hợp với các khả năng của con người chỉ là điều kiện đủ, không phải là điều kiện cần. Hiện đã có nhiều hệ thống vượt xa trí thông minh của con người, ít nhất là về tốc độ, chẳng hạn như việc xếp lịch đi và đến của hàng ngàn chuyến bay tại sân bay. Khao khát từ lâu của TTNT - và cuối cùng đã thành công - để đánh bại con người trong trò chơi cờ vua đã cung cấp một ví dụ thuyết phục để so sánh con người với máy thông minh.

TTNT cũng có thể được xác định theo những gì mà các nhà nghiên cứu TTNT thực hiện. TTNT có thể là một nhánh của khoa học máy tính nghiên cứu các tính chất của trí thông minh bằng cách tổng hợp trí thông minh. Mặc dù sự ra đời của TTNT phụ thuộc vào sự tiến bộ nhanh chóng của năng lực tính toán của phần cứng, sự tập trung vào phần mềm phản ánh xu hướng trong cộng đồng TTNT. Gần đây hơn, sự tiến bộ trong xây dựng phần cứng phù hợp với tính toán dựa trên mạng thần kinh đã tạo ra một sự kết hợp chặt chẽ giữa phần cứng và phần mềm trong việc thúc đẩy TTNT.

"Thông minh" vẫn còn là một hiện tượng phức tạp mà các khía cạnh khác nhau đã thu hút sự chú ý của các lĩnh vực nghiên cứu khác nhau, bao gồm cả tâm lý, kinh tế, khoa học thần kinh, sinh học, kỹ thuật, thống kê, và ngôn ngữ học. Đương nhiên, lĩnh vực TTNT đã được hưởng lợi từ sự tiến bộ của tất cả các lĩnh vực có liên quan. Ví dụ, các mạng thần kinh nhân tạo là trung tâm của một số giải pháp dựa trên TTNT ban đầu được lấy cảm hứng từ những suy nghĩ về dòng chảy thông tin trong các tế bào thần kinh sinh học.

## **1.2. Thực trạng TTNT**

Tính từ khi khởi đầu, nghiên cứu TTNT đã trải qua ba đợt sóng công nghệ. Làn sóng đầu tiên tập trung vào kiến thức thủ công, phát triển mạnh mẽ vào những năm 1980 trên các hệ chuyên gia dựa trên quy tắc trong các lĩnh vực được xác định rõ ràng, trong đó kiến thức được thu thập từ một người chuyên gia, được thể hiện trong quy tắc "nếu-thì", và sau đó thực hiện trong phần cứng. Các hệ thống lập luận như vậy đã được áp dụng thành công các vấn đề hẹp, nhưng nó không có khả năng học hoặc đối phó với sự không chắc chắn. Tuy nhiên, chúng vẫn dẫn đến các giải pháp quan trọng, và các kỹ thuật phát triển vẫn được sử dụng hiện nay.

Làn sóng nghiên cứu TTNT thứ hai từ những năm 2000 đến nay được đặc trưng bởi sự phát triển của máy học. Sự sẵn có một khối lượng lớn dữ liệu số, khả năng tính toán song song lớn tương đối rẻ, các kỹ thuật học cải tiến đã mang lại những tiến bộ đáng kể trong TTNT khi áp dụng cho các nhiệm vụ như nhận dạng hình ảnh và chữ viết, hiểu ngôn từ, và dịch thuật ngôn ngữ của người. Thành quả của những tiến bộ này có mặt ở khắp nơi: điện thoại thông minh thực hiện nhận

dạng giọng nói, máy ATM thực hiện nhận dạng chữ viết tay, ứng dụng email lọc thư rác, và các dịch vụ trực tuyến miễn phí thực hiện dịch máy. Chia khóa cho một số những thành công này là sự phát triển của học sâu (deep learning).

Các hệ thống TTNT giờ đây thường xuyên làm tốt hơn con người trong các nhiệm vụ chuyên môn. Các cột mốc quan trọng khi TTNT đầu tiên vượt qua năng lực của con người bao gồm: cờ vua (1997), giải câu đố (2011), trò chơi Atari (2013), nhận dạng hình ảnh (2015), nhận dạng giọng nói (2015), và Go (2016). Những thành tựu như vậy trong TTNT đã được thúc đẩy bởi một nền tảng mạnh mẽ của nghiên cứu cơ bản. Những nghiên cứu này đang mở rộng và có khả năng thúc đẩy tiến bộ trong tương lai.

Lĩnh vực TTNT hiện đang trong giai đoạn khởi đầu của làn sóng thứ ba, tập trung vào các công nghệ TTNT phổ quát và giải thích. Các mục tiêu của các phương pháp này là nâng cao mô hình học với sự giải thích và sửa giao diện, để làm rõ các căn cứ và độ tin cậy của kết quả đầu ra, để hoạt động với mức độ minh bạch cao, và để vượt qua TTNT phạm vi hẹp (còn gọi là TTNH Hẹp) tới khả năng có thể khái quát các phạm vi nhiệm vụ rộng hơn. Nếu thành công, các kỹ sư có thể tạo ra các hệ thống xây dựng mô hình giải thích cho các lớp của hiện tượng thế giới thực, tham gia giao tiếp tự nhiên với người, học và suy luận những nhiệm vụ và tình huống mới gặp, và giải quyết các vấn đề mới bằng cách khái quát kinh nghiệm quá khứ. Các mô hình giải thích cho các hệ thống TTNT này có thể được xây dựng tự động thông qua các phương pháp tiên tiến. Những mô hình này có thể cho phép học tập nhanh chóng trong hệ thống TTNT. Chúng có thể cung cấp "ý nghĩa" hoặc "sự hiểu biết" cho hệ thống TTNT, sau đó có thể cho phép các hệ thống TTNT để đạt được những khả năng phổ quát hơn.

### **1.3. Các xu hướng nghiên cứu TTNT**

Cho đến thời điểm chuyển giao thiên niên kỷ, sự lồi cuốn của TTNT chủ yếu ở hứa hẹn cung cấp của nó, nhưng trong mười lăm năm qua, nhiều lời hứa đó đã được thực hiện. Các công nghệ TTNT đã thâm nhập vào cuộc sống của chúng ta. Khi chúng trở thành một lực lượng trung tâm trong xã hội, lĩnh vực này đang chuyển từ những hệ thống chỉ đơn giản là thông minh sang chế tạo các hệ thống có nhận thức như con người và đáng tin cậy.

Một số yếu tố đã thúc đẩy cuộc cách mạng TTNT. Quan trọng nhất trong số đó là sự trưởng thành của máy học, được hỗ trợ một phần bởi nguồn tài nguyên điện toán đám mây và thu thập dữ liệu rộng khắp dựa trên web. Máy học đã đạt tiến bộ đáng kể bằng "học sâu", một dạng đào tạo các mạng lưới thần kinh nhân tạo thích nghi sử dụng phương pháp gọi là lan truyền ngược. Bước nhảy vọt này

trong việc thực hiện các thuật toán xử lý thông tin đã được hỗ trợ bởi các tiến bộ đáng kể trong công nghệ phần cứng cho các hoạt động cơ bản như cảm biến, nhận thức, và nhận dạng đối tượng. Các nền tảng và thị trường mới cho các sản phẩm nhờ vào dữ liệu, và các khuyến khích kinh tế để tìm ra các sản phẩm và thị trường mới, cũng góp phần cho sự ra đời của công nghệ dựa vào TTNT.

Tất cả những xu hướng này thúc đẩy các lĩnh vực nghiên cứu "nóng" được mô tả dưới đây. Một số khu vực hiện đang "nóng" thực tế ít phổ biến trong những năm qua, và có khả năng là các khu vực khác sẽ tái xuất hiện trong tương lai.

### ***Học máy quy mô lớn***

Nhiều vấn đề cơ bản trong máy học (chẳng hạn như học có giám sát và học không giám sát) đã được hiểu rõ. Trọng tâm chính của những nỗ lực hiện nay là mở rộng quy mô các thuật toán hiện có để làm việc với các tập dữ liệu rất lớn. Ví dụ, trong khi phương pháp truyền thống có đủ khả năng đưa ra một số kết quả trên bộ dữ liệu, thì các phương pháp hiện đại được thiết kế để đưa ra một kết quả duy nhất; trong một số trường hợp, chỉ các phương pháp nhánh (chỉ xem xét một phần của bộ dữ liệu) có thể được thừa nhận.

### ***Học sâu***

Khả năng để đào tạo thành công các mạng lưới thần kinh xoắn đã mang lại lợi ích nhiều nhất cho lĩnh vực thị giác máy tính, với các ứng dụng như nhận dạng đối tượng, ghi nhãn video, nhận dạng hoạt động, và một số biến thể của nó. Học sâu cũng đang xâm nhập đáng kể vào các khu vực khác của nhận thức, chẳng hạn như xử lý âm thanh, lời nói, và ngôn ngữ tự nhiên.

### ***Học tăng cường***

Trong khi máy học truyền thống chủ yếu tập trung vào khai thác mô hình, thì học tăng cường chuyển sự tập trung cho việc ra quyết định, và là một công nghệ sẽ giúp TTNT tiến sâu hơn vào lĩnh vực học tập và thực hiện các hành động trong thế giới thực. Học tăng cường đã tồn tại nhiều thập kỷ như là một khuôn khổ cho việc ra quyết định tuần tự theo kinh nghiệm, nhưng các phương pháp này đã không mấy thành công trong thực tế, chủ yếu là do các vấn đề về đại diện và quy mô. Tuy vậy, sự ra đời của học sâu đã cung cấp cho học tăng cường một "liều thuốc bổ." Sự thành công gần đây của AlphaGo, một chương trình máy tính được phát triển bởi Google Deepmind đánh bại nhà vô địch Go (người) trong một trận đấu năm ván, phần lớn là nhờ học tăng cường. AlphaGo được đào tạo bằng cách khởi tạo một phần tử tự động với một cơ sở dữ liệu chuyên gia của con người, nhưng sau đó đã được điều chỉnh bằng cách chơi một số lượng lớn trò chơi chống lại chính nó và áp dụng học tăng cường.



## ***Người máy***

Kỹ thuật điều hướng robot, ít nhất là trong môi trường tĩnh, phần lớn đã được giải quyết. Những nỗ lực hiện tại tìm cách làm thế nào để đào tạo một robot tương tác với thế giới xung quanh theo các cách khái quát và dự đoán được. Một yêu cầu tự nhiên phát sinh trong môi trường tương tác là sự thao tác, một chủ đề quan tâm khác hiện nay. Cuộc cách mạng học sâu chỉ mới bắt đầu ảnh hưởng đến robot, chủ yếu là rất khó để có các bộ dữ liệu lớn có nhãn để thúc đẩy các lĩnh vực dựa trên học tập khác của TTNT.

Học tăng cường, đòi hỏi dữ liệu có nhãn, có thể giúp thu hẹp khoảng cách này nhưng yêu cầu hệ thống có thể khám phá một cách an toàn một không gian chính sách không phạm lỗi gây nguy hại đến bản thân hệ thống hoặc những người khác. Những tiến bộ trong nhận thức máy đáng tin cậy, bao gồm thị giác máy tính, lực, nhận thức và cảm giác, nhiều nhận thức trong số đó sẽ được điều khiển bởi máy học, sẽ tiếp tục là chìa khóa tạo khả năng thúc đẩy các năng lực của robot.

## ***Thị giác máy tính***

Thị giác máy tính hiện nay là hình thức nổi bật nhất của nhận thức máy. Nó là một phạm vi nhỏ của TTNT biến đổi nhiều nhất bởi sự xuất hiện của học sâu. Chỉ cách đây vài năm, các máy vector hỗ trợ là phương pháp được lựa chọn cho hầu hết các nhiệm vụ phân loại hình ảnh. Nhưng sự hợp lưu của máy tính quy mô lớn, đặc biệt là trên GPU (bộ xử lý đồ họa), sự sẵn có các tập dữ liệu lớn, đặc biệt là thông qua internet, và sàng lọc của các thuật toán mạng thần kinh đã dẫn đến những cải tiến đáng kể trong hiệu suất trên các nhiệm vụ chuẩn (ví dụ, phân loại trên ImageNet). Lần đầu tiên, các máy tính có thể thực hiện một số nhiệm vụ phân loại hình ảnh (hạn hẹp) tốt hơn so với con người. Nhiều nghiên cứu hiện nay đang tập trung vào tự động chú thích ảnh và video.

## ***Xử lý ngôn ngữ tự nhiên***

Thường kết hợp với nhận dạng giọng nói tự động, Xử lý Ngôn ngữ tự nhiên là một khu vực rất tích cực khác về nhận thức máy. Nó nhanh chóng trở thành hàng hóa cho các ngôn ngữ chủ đạo với các tập dữ liệu lớn. Google thông báo rằng 20% truy vấn điện thoại di động hiện nay được thực hiện bằng giọng nói, và các trình diễn gần đây đã chứng minh khả năng dịch tức thời (thời gian thực). Nghiên cứu hiện đang chuyển dịch theo hướng phát triển hệ thống tinh tế và năng lực có thể tương tác với người thông qua hộp thoại, không chỉ phản ứng với các yêu cầu cách điệu.

## ***Các hệ thống hợp tác***

Nghiên cứu về các hệ thống hợp tác tìm kiếm các mô hình và các thuật toán để giúp phát triển các hệ thống tự trị có thể hợp tác làm việc với các hệ thống khác

và với con người. Nghiên cứu này dựa trên việc phát triển các mô hình hợp tác chính thức, và nghiên cứu các khả năng cần thiết cho hệ thống trở thành đối tác hiệu quả. Sự quan tâm ngày càng tăng đối với các ứng dụng có thể sử dụng các thế mạnh bổ sung của con người và máy móc - cho con người giúp hệ thống TTNT khắc phục những hạn chế của chúng, và cho các phần tử để tăng cường các khả năng và hoạt động của con người.

### ***Tạo nguồn từ đám đông (crowdsourcing) và tính toán của con người***

Do khả năng của con người vượt trội so với phương pháp tự động trong hoàn thành nhiều nhiệm vụ, nghiên cứu về tạo nguồn từ đám đông và tính toán của con người tìm kiếm các phương pháp để tăng cường các hệ thống máy tính bằng cách sử dụng trí tuệ của con người để giải quyết vấn đề mà một mình máy tính không thể giải quyết nổi. Được giới thiệu chỉ khoảng mười lăm năm trước, nghiên cứu này hiện nay có sự hiện diện vững chắc trong TTNT. Ví dụ nổi tiếng nhất của tạo nguồn từ đám đông là Wikipedia, một kho kiến thức được cư dân mạng duy trì và cập nhật vượt xa các nguồn thông tin biên soạn truyền thống, chẳng hạn như bách khoa toàn thư và từ điển, về quy mô và chiều sâu.

Crowdsourcing tập trung vào việc tìm ra các cách thức sáng tạo để khai thác trí tuệ của con người. Các nền tảng khoa học công dân tiếp sinh lực cho các tình nguyện viên giải quyết các vấn đề khoa học, trong khi các nền tảng crowdsourcing trả tiền như Amazon Mechanical Turk cung cấp truy cập tự động đến trí tuệ của con người theo yêu cầu. Kết quả trong lĩnh vực này đã hỗ trợ cho các tiến bộ trong các lĩnh vực nhánh khác của TTNT, bao gồm cả thị giác máy tính và xử lý ngôn ngữ tự nhiên (NLP), bằng cách cho phép một số lượng lớn dữ liệu huấn luyện được dán nhãn và/hoặc các dữ liệu tương tác của con người được thu thập trong một khoảng thời gian ngắn. Nghiên cứu hiện nay khám phá các lĩnh vực lý tưởng của các nhiệm vụ giữa con người và máy móc dựa trên các khả năng và chi phí khác nhau.

### ***Lý thuyết trò chơi thuật toán và lựa chọn tính toán xã hội***

Sự chú ý mới đang hướng vào các phạm vi tính toán kinh tế và xã hội của TTNT, bao gồm các cơ cấu khuyến khích. Các hệ thống TTNT phân tán và đa tác nhân đã được nghiên cứu từ đầu những năm 1980, bắt đầu trở nên nổi tiếng vào những năm cuối thập niên 1990, và được tăng tốc bởi Internet. Một yêu cầu tự nhiên là các hệ thống xử lý có khả năng ưu đãi lệch, bao gồm cả những người tham gia hoặc các công ty tự quan tâm, cũng như các phần tử dựa trên TTNT tự động đại diện cho họ. Các chủ đề nhận được sự quan tâm bao gồm thiết kế cơ chế tính toán (một lý thuyết kinh tế của thiết kế khuyến khích, tìm kiếm hệ thống khuyến khích có đầu vào được báo cáo trung thực), lựa chọn tính toán xã hội (một

lý thuyết về làm thế nào để tập hợp trật tự thứ hạng các lựa chọn thay thế), gợi mở thông tin khuyến khích (dự báo thị trường, quy tắc tính điểm, dự đoán ngang hàng) và lý thuyết trò chơi thuật toán (các điểm cân bằng của thị trường, trò chơi mạng, và các trò chơi parlor như Poker-một trò chơi đã có những tiến bộ đáng kể trong những năm gần đây thông qua các kỹ thuật trừu tượng và học).

### ***Internet vạn vật (IoT)***

Đây là lĩnh vực nghiên cứu đang phát triển được tập trung vào ý tưởng rằng một loạt các thiết bị có thể được kết nối với nhau để thu thập và chia sẻ thông tin cảm biến của chúng. Các thiết bị này có thể bao gồm các đồ dùng, xe cộ, nhà cửa, máy ảnh, và những thứ khác. Trong khi vấn đề ở đây là công nghệ và mạng không dây để kết nối các thiết bị, TTNT có thể xử lý và sử dụng một lượng lớn dữ liệu thu được cho các mục đích thông minh và hữu ích. Hiện tại, các thiết bị này sử dụng một mạng phức tạp của giao thức truyền thông tương thích. TTNT có thể giúp chế ngự tháp Babel này.

### ***Tính toán phỏng theo nơ-ron thần kinh***

Máy tính truyền thống thực hiện mô hình tính toán von Neumann, tách các mô-đun nhập/xuất, hướng dẫn-xử lý và bộ nhớ. Với sự thành công của các mạng lưới thần kinh sâu đối với một phạm vi rộng các nhiệm vụ, các nhà sản xuất đang tích cực theo đuổi các mô hình tính toán thay thế - đặc biệt là những mô hình lấy cảm hứng bởi những gì được biết về các mạng thần kinh sinh học - nhằm nâng cao hiệu quả phần cứng và sức mạnh của hệ thống máy tính. Tại thời điểm này, các máy tính "phỏng nơ-ron" này chưa chứng tỏ thành công lớn, mới chỉ bắt đầu có khả năng thương mại. Nhưng có thể chúng sẽ trở thành thông dụng (ngay cả khi chỉ là bổ sung cho mô hình von Neumann) trong tương lai gần. Các mạng nơ-ron sâu đã tạo ra một điểm nhấn trong bức tranh ứng dụng. Một làn sóng lớn hơn có thể ập đến khi các mạng này có thể được đào tạo và thực thi trên phần cứng phỏng nơ-ron chuyên dụng.

## 2. NGHIÊN CỨU VÀ ỨNG DỤNG TRÍ TUỆ NHÂN TẠO TRONG MỘT SỐ LĨNH VỰC

Mặc dù trường hợp nghiên cứu và thực hành TTNT khác nhau cùng chia sẻ các công nghệ chung, chẳng hạn như máy học, nhưng chúng cũng thay đổi đáng kể trong các lĩnh vực kinh tế và xã hội khác nhau. Ở đây mô tả các trạng thái nghiên cứu và triển khai TTNT khác nhau, cũng như các tác động và thách thức riêng, trong các lĩnh vực: giao thông; robot gia đình/dịch vụ; chăm sóc sức khỏe; giáo dục; cộng đồng nguồn lực thấp; an toàn và an ninh công cộng; việc làm và nơi làm việc; và giải trí.

Trái ngược với sự miêu tả đặc trưng của TTNT trong văn hóa đại chúng, phần này cung cấp một cái nhìn tổng quan cân bằng trong những cách mà TTNT đã bắt đầu biến đổi cuộc sống hàng ngày, và những biến đổi có khả năng phát triển như thế nào vào năm 2030

### 2.1. Giao thông

Giao thông có khả năng là một trong những lĩnh vực đầu tiên mà công chúng sẽ đòi hỏi độ tin cậy và an toàn của một hệ thống TTNT cho một nhiệm vụ quan trọng. Vận tải tự trị sẽ sớm được phổ biến và, như hầu hết kinh nghiệm đầu tiên của con người với các hệ thống TTNT gắn liền, sẽ ảnh hưởng mạnh mẽ đến nhận thức về TTNT của công chúng. Khi các phần cứng vật lý được chế tạo đủ an toàn và mạnh mẽ, việc đưa nó vào đời sống hàng ngày có thể xảy ra đột ngột gây bất ngờ cho công chúng. Khi chiếc xe sẽ trở thành những tài xế hơn tốt hơn so với con người, cư dân thành phố sẽ sở hữu ít xe hơn, sống xa nơi làm việc hơn, và sử dụng thời gian theo cách khác, dẫn đến một tổ chức đô thị hoàn toàn mới. Hơn nữa, trong một thành phố Bắc Mỹ điển hình vào năm 2030, những thay đổi sẽ không hạn chế ở xe hơi và xe tải, mà có thể bao gồm các phương tiện bay và robot cá nhân, và sẽ nảy sinh các vấn đề xã hội, đạo đức và chính sách. Một vài công nghệ chủ chốt đã thúc đẩy sự chấp nhận rộng rãi của TTNT trong giao thông. So với năm 2000, quy mô và sự đa dạng của các dữ liệu về giao thông cá nhân và toàn dân hiện nay là đáng kinh ngạc - nhờ việc sử dụng điện thoại thông minh, nhiều loại thiết bị cảm biến có chi phí giảm và độ chính xác tăng. Nếu không có dữ liệu và kết nối này, sẽ không thể có những ứng dụng như sự nhận biết (sensing) và dự báo giao thông thời gian thực, tính toán lộ trình, đi xe chung và ô tô tự lái.

#### *Xe thông minh*

GPS được giới thiệu với phương tiện cá nhân vào năm 2001 với các thiết bị định tuyến trong xe hơi và từ đó đã trở thành một phần cơ bản của các cơ sở hạ

tăng giao thông. GPS hỗ trợ người lái đồng thời cung cấp thông tin quy mô lớn cho các công ty công nghệ và thành phố về các mô hình giao thông. Sự áp dụng rộng rãi điện thoại thông minh với công nghệ GPS tiếp tục gia tăng tính kết nối và số lượng dữ liệu vị trí được các cá nhân chia sẻ.

Các xe hiện tại cũng được trang bị một loạt các khả năng cảm biến. Một ô tô trung bình tại Mỹ được dự đoán sẽ có 70 bộ cảm biến bao gồm động hồi chuyên, gia tốc, cảm biến đèn xung quanh, và cảm biến độ ẩm. Cảm biến không phải là mới đối với xe. Ô tô được chế tạo trước năm 2000 đã có cảm biến cho trạng thái bên trong của xe như tốc độ, gia tốc, và vị trí bánh xe của nó.

Chúng đã có một số chức năng kết hợp nhận biết thời gian thực với nhận thức và ra quyết định như Hệ thống chống bó phanh (ABS), điều khiển túi khí, Hệ thống kiểm soát độ bám đường (TCS), và Kiểm soát độ ổn định điện tử (ESC). Những khả năng tự động đã được đưa vào xe ô tô thương mại từ 2003 như: hỗ trợ đỗ xe thông minh, chuyển làn cao tốc, kiểm soát điểm mù trên cao tốc...

Công nghệ hình ảnh và radar đã được khai thác để phát triển hệ thống xử lý trước va chạm, cho phép chiếc xe tự phanh khi phát hiện nguy cơ va chạm. Học sâu cũng đã được áp dụng để cải thiện khả năng của ô tô để phát hiện các đối tượng trong môi trường và nhận ra âm thanh.

### ***Xe tự lái***

Vào những năm 2000, giấc mơ những chiếc xe tự trị đã trở thành hiện thực trên biển và bầu trời, và thậm chí trên sao Hỏa, nhưng những chiếc xe tự lái mới chỉ có các nguyên mẫu trong phòng thí nghiệm. Chạy xe trong một thành phố được coi là một vấn đề quá phức tạp cho tự động hóa do các yếu tố như người đi bộ, mật độ giao thông cao, và nhiều tình huống bất ngờ có thể xảy ra ngoài tầm kiểm soát của xe.

Nhưng trong tám năm ngắn ngủi, từ 2004-2012, những tiến bộ nhanh chóng và đáng ngạc nhiên đã diễn ra trong cả nghiên cứu và công nghiệp. Những tiến bộ trong công nghệ cảm biến và máy học cho các nhiệm vụ nhận thức đã đẩy nhanh tiến độ và kết quả là, phương tiện tự hành của Google và chiếc xe bán tự động của Tesla đang chạy trên các đường phố ngày nay. Xe tự lái của Google, đã chạy hơn 1.500.000 dặm hoàn toàn tự trị - không người tham gia. Tesla đã phổ biến rộng rãi khả năng tự lái cho các xe ô tô hiện có với một bản cập nhật phần mềm. Những chiếc xe của họ là bán tự động, với người lái sẽ tham gia và kiểm soát nếu họ phát hiện thấy khả năng có vấn đề.

Trong tương lai gần, các thuật toán cảm biến sẽ đạt được hiệu suất siêu nhân cho các khả năng cần thiết cho lái xe. Nhận thức tự động, bao gồm thị giác, đã gần như bằng mức hiệu suất của người cho các nhiệm vụ được xác định rõ, như nhận

dạng và theo dõi. Theo sau những tiến bộ trong nhận thức sẽ là những cải tiến thuật toán trong các khả năng lập luận cao cấp hơn như quy hoạch. Một báo cáo gần đây dự đoán xe ô tô tự lái sẽ được áp dụng rộng rãi vào năm 2020. Và việc áp dụng các khả năng tự lái xe sẽ không chỉ giới hạn trong giao thông cá nhân. Chúng ta sẽ thấy phương tiện điều khiển từ xa, phương tiện bay, và xe tải tự lái. Các dịch vụ giao thông như đi chung có khả năng sử dụng các phương tiện tự lái. Ngoài những chiếc xe tự lái, những tiến bộ trong robot sẽ tạo thuận lợi cho việc tạo ra và áp dụng của các loại phương tiện tự hành, bao gồm cả các robot và máy bay không người lái.

### ***Quy hoạch giao thông***

Vào năm 2005, các thành phố đã bắt đầu đầu tư vào cơ sở hạ tầng giao thông để phát triển khả năng nhận biết (cảm biến) cho lưu thông xe và người đi bộ. Các cảm biến đang được sử dụng bao gồm các vòng cảm ứng, máy quay video, cảm biến vi sóng giao thông từ xa, radar và GPS. Ví dụ, năm 2013 New York bắt đầu sử dụng sự kết hợp các cảm biến vi sóng, mạng lưới các máy ảnh, và máy đếm để phát hiện phương tiện giao thông trong thành phố.

Các thành phố sử dụng các phương pháp TTNT để tối ưu hóa dịch vụ bằng nhiều cách, chẳng hạn như lịch trình xe buýt và tàu điện ngầm, và theo dõi các điều kiện giao thông để tự động điều chỉnh giới hạn tốc độ hoặc áp dụng tính giá thông minh trên đường cao tốc, cầu. Sử dụng cảm biến và máy ảnh trên mạng lưới đường bộ, họ cũng có thể tối ưu hóa thời gian đèn giao thông để cải thiện dòng giao thông. Những chiến lược năng động này nhằm sử dụng tốt hơn các nguồn lực hạn chế trong mạng lưới giao thông vận tải, và có thể được thực hiện do sự sẵn có dữ liệu và các kết nối rộng khắp của các cá nhân.

Sự sẵn có dữ liệu quy mô lớn cũng đã đưa giao thông trở thành lĩnh vực lý tưởng cho các ứng dụng máy học. Từ năm 2006, các ứng dụng như MapQuest, Google Maps và Bing Maps đã được công chúng sử dụng rộng rãi đối với việc định tuyến các chuyến đi, sử dụng giao thông công cộng, tiếp nhận thông tin và dự đoán về điều kiện giao thông thời gian thực, và việc tìm kiếm các dịch vụ xung quanh vị trí. Các thuật toán tìm kiếm tối ưu đã được áp dụng định tuyến cho xe và người đi bộ đến một địa điểm nhất định.

Mặc dù có nhiều tiến bộ, nhưng ứng dụng rộng rãi kỹ thuật cảm biến và tối ưu hóa trong cơ sở hạ tầng thành phố đã diễn ra chậm hơn so với các ứng dụng của các kỹ thuật này cho các phương tiện cá nhân hay con người. Mặc dù các thành phố đã triển khai ứng dụng cảm biến và tối ưu hóa, nhưng chưa có tiêu chuẩn hóa cơ sở hạ tầng cảm biến và kỹ thuật TTNT được sử dụng. Chi phí cơ sở hạ tầng, ưu tiên khác nhau giữa các thành phố, và các chi phí điều phối cao giữa

các bên liên quan đã làm chậm việc áp dụng, cũng như những lo ngại của công chúng về riêng tư liên quan tới cảm biến. Tuy nhiên, TTNT có thể có một tác động ngày càng tăng lên cơ sở hạ tầng thành phố. Các mô hình dự đoán chính xác về chuyển động của cá nhân, sở thích của họ, và các mục đích của họ dường như xuất hiện với sự sẵn có nhiều hơn của dữ liệu

### ***Vận tải theo yêu cầu***

Các dịch vụ vận tải theo yêu cầu như Uber và Lyft đã nổi lên như một ứng dụng quan trọng của cảm biến, kết nối, và TTNT, với các thuật toán phù hợp giữa tài xế và hành khách theo vị trí và tính phù hợp. Thông qua tính giá động, các dịch vụ này tạo ra sự hợp lý theo kiểu bằng lòng chi trả, sự tính giá linh hoạt cũng khuyến khích sự gia tăng trong việc cung cấp lái xe, và đã trở thành một phương pháp phổ biến cho giao thông ở các thành phố. Tiến bộ nhanh chóng của chúng dẫn đến nhiều vấn đề chính sách và pháp lý, chẳng hạn như cạnh tranh với dịch vụ taxi truyền thống và mối quan tâm về thiếu quy định và an toàn. Dịch vụ vận tải theo yêu cầu dường như có khả năng là một lực lượng chính đối với xe ô tô tự lái.

Đi chung xe và đi nhờ xe đã từ lâu đã được xem như là một cách tiếp cận đầy hứa hẹn để giảm ùn tắc giao thông và sử dụng tốt hơn các nguồn lực vận tải cá nhân. Các dịch vụ như Zimride và Nuride mang lại cùng mọi người chia sẻ các tuyến đường tương tự cho một chuyến đi chung. Nhưng phương pháp đi chung xe này đã thất bại trong việc triển khai trên quy mô lớn.

### ***Tương tác với người***

Trong nhiều thập kỷ, con người đã hình dung ra các phương tiện vận tải tương lai cực kỳ khác nhau. Mặc dù chiếc xe trong tương lai sẽ thông minh hơn và máy bay không người lái sẽ được phổ biến rộng rãi, nhưng không chắc rằng vào năm 2030, chúng ta sẽ có các phương tiện vận tải được áp dụng rộng rãi với hình thức và chức năng khác với những gì chúng ta có ngày hôm nay.

Chúng ta hy vọng con người để trở thành đối tác cho xe ô tô tự lái và máy bay không người lái trong đào tạo, thực hiện và đánh giá. Quan hệ đối tác này sẽ xảy ra cả khi con người ở cùng với máy móc và cũng trên không gian ảo. Sẽ có những tiến bộ trong các thuật toán hỗ trợ cho học máy từ con người; những mô hình và thuật toán cho lập mô hình sự chú ý của con người, và để hỗ trợ liên lạc và phối hợp giữa con người và máy. Đây là một phần không thể thiếu trong sự phát triển của xe trong tương lai.

## **2.2. Người máy phục vụ/gia đình**

Robot đã bước vào nhà của người dân trong mười lăm năm qua. Sự tăng trưởng chậm chạp về đa dạng các ứng dụng đã diễn ra đồng thời với TTNT ngày

càng tinh vi được triển khai trên các ứng dụng hiện có. Những tiến bộ TTNT thường lấy cảm hứng từ đổi mới cơ khí, sau đó dẫn tới các kỹ thuật TTNT mới.

Trong mười lăm năm tới, các tiến bộ trùng lặp trong các công nghệ cơ khí và TTNT hứa hẹn sẽ tăng cường việc sử dụng an toàn và đáng tin cậy và tiện ích của robot gia đình trong thành phố điển hình Bắc Mỹ. Robot chuyên dụng sẽ cung cấp các gói dịch vụ, vệ sinh văn phòng, và tăng cường an ninh, nhưng hạn chế kỹ thuật và chi phí cao của các thiết bị cơ khí tin cậy sẽ tiếp tục hạn chế các cơ hội thương mại trong các ứng dụng hẹp trong tương lai gần. Giống như với xe ô tô tự lái và các máy móc giao thông mới, không được đánh giá thấp những khó khăn của việc tạo ra phần cứng đáng tin cậy, sẵn sàng cho thị trường.

### ***Máy hút bụi***

Năm 2001, sau nhiều năm phát triển, Electrolux Trilobite, robot làm sạch chân không, trở thành robot gia đình đầu tiên được thương mại, với hệ thống điều khiển đơn giản để tránh chướng ngại vật, và thực hiện một số chuyển hướng. Một năm sau, iRobot giới thiệu Roomba, giá chỉ bằng một phần mười Trilobite và chạy một điều khiển dựa trên hành vi với RAM 512 byte. Điều thông minh nhất nó làm là tránh ngã cầu thang. Kể từ đó, mười sáu triệu Roombas đã được triển khai trên khắp thế giới cùng với một số thương hiệu cạnh tranh khác.

Do năng lực xử lý và dung lượng RAM của bộ vi xử lý nhúng với chi phí thấp đã được cải thiện từ tình trạng ảm đạm trong năm 2000, các khả năng TTNT của những robot này cũng được cải thiện đáng kể. Sự chuyển hướng đơn giản, tự sục, và hành động xử lý thùng đầy rác đã được thêm vào, tiếp theo là khả năng đối phó với dây điện và tua thảm, hoạt động nhờ sự kết hợp của những cải tiến cơ khí và cảm biến dựa trên nhận thức. Gần đây hơn, việc bổ sung đầy đủ VSLAM (Visual Simultaneous Location and Mapping - Đồng thời định vị và lập bản đồ hình ảnh) - một công nghệ TTNT đã có khoảng hai mươi năm - đã cho phép các robot tạo ra một mô hình thế giới 3D hoàn chỉnh của một ngôi nhà khi chúng làm vệ sinh, và trở nên hiệu quả hơn trong phạm vi làm vệ sinh của chúng.

Những kỳ vọng ban đầu về nhiều ứng dụng mới trong robot gia đình đã không trở thành hiện thực. Các robot chân không làm vệ sinh chỉ giới hạn ở những khu vực bằng phẳng, trong khi căn nhà thực tế có rất nhiều chỗ có bậc, và thường có cầu thang; rất ít nghiên cứu về robot di động trong những căn nhà thực tế. Chế tạo các nền tảng phần cứng vẫn còn nhiều thách thức, và có quá ít ứng dụng để mọi người mong muốn sở hữu. Các thuật toán nhận thức cho các chức năng như ghi nhận hình ảnh, và nhận diện vật thể 3D, mặc dù thông dụng tại các hội nghị TTNT, nhưng mới chỉ có vài năm phát triển vào các sản phẩm.



### ***Robot gia đình năm 2030***

Mặc dù sự phát triển chậm cho đến nay của robot gia đình, nhưng có những dấu hiệu cho thấy điều này sẽ thay đổi trong mười lăm năm tới. Các tập đoàn như Amazon Robotics và Uber đang phát triển các nền kinh tế lớn có quy mô sử dụng công nghệ kết hợp khác nhau. Ngoài ra: Hệ thống trong Module (SIM), với rất nhiều hệ thống con Hệ thống trên Chip (SoC), hiện đang được phát triển bởi các nhà sản xuất chip điện thoại (Snapdragon của Qualcomm, Artik của Samsung, ...). Chúng tốt hơn so với siêu máy tính dưới mười năm trước với tám hoặc nhiều hơn lõi 64-bit, và silicon chuyên ngành cho việc mã hóa, trình điều khiển máy ảnh, DSP bổ sung, và silicon cứng cho các thuật toán nhận thức nhất định.

Điều này có nghĩa là các thiết bị giá rẻ sẽ có thể hỗ trợ nhiều hơn nữa TTNT so với mười lăm năm qua. Cloud (điện toán đám mây) sẽ cho phép cung cấp nhanh hơn phần mềm mới cho robot gia đình, và chia sẻ nhiều hơn các bộ dữ liệu thu thập được trong nhiều căn nhà khác nhau, sẽ được nạp vào máy học dựa trên điện toán đám mây, và sau đó tăng cường sự cải tiến cho các robot đã triển khai.

Những tiến bộ to lớn trong hiểu tiếng nói và ghi nhận hình ảnh nhờ phương pháp học sâu sẽ tăng cường tương tác của robot với những người trong nhà. Các cảm biến 3D giá rẻ, dựa trên nền tảng chơi game, đã thúc đẩy công việc về các thuật toán nhận thức 3D của hàng ngàn nhà nghiên cứu trên toàn thế giới, điều này sẽ đẩy nhanh tốc độ phát triển và áp dụng các robot gia đình và dịch vụ. Trong ba năm qua, những cánh tay robot an toàn và giá rẻ đã được giới thiệu cho hàng trăm phòng thí nghiệm nghiên cứu trên toàn thế giới, làm dấy lên một lớp nghiên cứu mới về thao tác cuối cùng sẽ được áp dụng tại nhà, có lẽ vào khoảng năm 2025. Hơn nửa chục công ty khởi nghiệp trên thế giới đang phát triển các robot dựa trên TTNT cho gia đình, hiện giờ tập trung chủ yếu vào sự tương tác xã hội. Điều này có thể dẫn tới sự xuất hiện của những vấn đề mới về đạo đức và riêng tư.

### **2.3. Y tế**

Đối với các công nghệ TTNT, y tế từ lâu đã được xem như là một miền đầy hứa hẹn. Các ứng dụng dựa trên TTNT có thể cải thiện các kết quả sức khỏe và chất lượng cuộc sống cho hàng triệu người trong những năm sắp tới - nhưng chỉ khi chúng có được sự tin tưởng của các bác sĩ, y tá và bệnh nhân, và các rào cản chính sách, quy định và thương mại được dỡ bỏ. Những ứng dụng chính bao gồm hỗ trợ quyết định lâm sàng, theo dõi và huấn luyện bệnh nhân, các thiết bị tự động để hỗ trợ trong phẫu thuật hoặc chăm sóc bệnh nhân, và quản lý các hệ thống chăm sóc sức khỏe. Những thành công gần đây, chẳng hạn như khai thác phương tiện truyền thông xã hội để suy ra các nguy cơ rủi ro về sức khỏe, máy học để dự

đoán nguy cơ cho bệnh nhân, và robot hỗ trợ phẫu thuật, đã mở rộng cảm nhận về khả năng của TTNT trong chăm sóc sức khỏe. Những cải tiến trong phương pháp tương tác với các chuyên gia y tế và bệnh nhân sẽ là một thách thức quan trọng.

Như trong các lĩnh vực khác, dữ liệu là động lực chính. Hiện đã có khả năng nhảy vọt trong việc thu thập dữ liệu hữu ích từ các thiết bị giám sát cá nhân và các ứng dụng di động, từ hồ sơ y tế điện tử (EHR) trong cơ sở y tế, và ở một mức độ thấp hơn, từ robot được thiết kế để hỗ trợ các thủ tục y tế và các hoạt động của bệnh viện. Nhưng sử dụng dữ liệu để có thể chẩn đoán và điều trị chính xác hơn cho cả bệnh nhân cá nhân và quần thể tỏ ra khó khăn. Nghiên cứu và triển khai bị chậm vì các quy định và cơ chế khuyến khích lỗi thời. Các phương thức tương tác người-máy tính nghèo nàn cùng với những khó khăn và rủi ro cố hữu của việc thực hiện công nghệ trong một hệ thống lớn và phức tạp như vậy đã làm chậm việc hiện thực hóa triển vọng của TTNT trong y tế.

### ***Thử nghiệm lâm sàng***

Trong nhiều thập kỷ, viễn cảnh một trợ lý bác sĩ dựa trên TTNT gần như là không khả thi. Mặc dù đã có các thử nghiệm thành công công nghệ liên quan TTNT trong chăm sóc sức khỏe, hệ thống cung cấp dịch vụ chăm sóc sức khỏe hiện tại không may vẫn có cấu trúc không thích hợp với hấp thụ và triển khai những tiến bộ nhanh chóng. Triển vọng các phân tích mới sử dụng dữ liệu từ hồ sơ sức khỏe điện tử (HER), bao gồm cả TTNT, chủ yếu chưa thực hiện do những rào cản pháp lý và cấu trúc.

Hướng tới mười lăm năm sau, những tiến bộ TTNT, nếu kết hợp với dữ liệu đầy đủ và hệ thống nhắm mục tiêu tốt, hứa hẹn thay đổi các nhiệm vụ nhận thức được giao cho bác sĩ lâm sàng. Bác sĩ bây giờ thường nghe bệnh nhân trình bày triệu chứng và hình dung ra các mô hình tương quan chống lại các bệnh đã biết. Với sự hỗ trợ tự động, các bác sĩ có thể thay vì giám sát quá trình này, áp dụng kinh nghiệm và trực giác của mình để hướng dẫn quá trình đầu vào và đánh giá đầu ra của máy thông minh. Kinh nghiệm "truyền tay" theo nghĩa đen của các bác sĩ sẽ vẫn quan trọng. Thách thức lớn là tối ưu tích hợp các khía cạnh chăm sóc của con người với các quá trình suy luận tự động.

Để đạt được những tiến bộ trong tương lai, các nhà lâm sàng phải được tham gia ngay từ đầu đảm bảo rằng hệ thống này được chế tạo tốt và đáng tin cậy. Hiện tại, một thế hệ mới bác sĩ am hiểu công nghệ thường xuyên sử dụng các ứng dụng chuyên ngành trên các thiết bị di động. Đồng thời, khối lượng công việc đối với các bác sĩ chăm sóc ban đầu đã tăng lên đến mức mà họ rất cần sự hỗ trợ. Do vậy, cơ hội để khai thác các phương pháp học mới, để tạo ra mô hình cấu trúc suy luận

bằng cách tự động khai thác các tài liệu khoa học, và để tạo ra trợ lý nhận thức đúng bằng cách hỗ trợ đối thoại dạng tự do, chưa bao giờ lớn như hiện nay.

### ***Phân tích y tế***

Ở cấp toàn dân, khả năng của TTNT khai thác kết quả từ hàng triệu hồ sơ lâm sàng của bệnh nhân hứa hẹn sẽ cho phép chẩn đoán và điều trị điều chỉnh mang tính cá nhân hơn. Tự động phát hiện các kết nối kiểu gen-kiểu hình cũng sẽ có thể trở nên đầy đủ, việc xếp trình tự gen một lần trong đời trở thành bình thường cho mỗi bệnh nhân. Khả năng liên quan (và có lẽ sớm hơn) sẽ tìm thấy "bệnh nhân giống tôi" như một cách để thông báo quyết định điều trị dựa trên phân tích của một nhóm tương tự. Các dữ liệu y tế truyền thống và phi truyền thống, được tăng cường bởi các nền tảng xã hội, có thể dẫn đến sự xuất hiện của các nhóm dân cư tự xác định, mỗi nhóm được quản lý bởi một hệ sinh thái các nhà cung cấp dịch vụ chăm sóc sức khỏe được hỗ trợ bởi các hệ thống giám sát và khuyến nghị tự động.

Những phát triển này có khả năng thay đổi căn bản việc cung cấp chăm sóc sức khỏe khi sẵn có các quy trình y tế và hồ sơ lâm sàng suốt đời của hàng trăm triệu cá nhân. Tương tự như vậy, việc tự động thu thập dữ liệu môi trường cá nhân từ các thiết bị mang trên người sẽ mở rộng y học cá nhân. Những hoạt động này đang ngày càng trở nên có tính thương mại như các nhà cung cấp phát hiện ra cách để tiếp cận số đông dân số (ví dụ ShareCare) và sau đó để tạo ra dữ liệu quy mô toàn dân có thể được khai thác để tạo ra phân tích và kiến nghị cá nhân.

Tự động giải thích hình ảnh cũng là một đề tài đầy hứa hẹn của nghiên cứu trong nhiều thập kỷ. Tiến độ trong giải thích lượng lớn hình ảnh lưu trữ dán nhãn kém, chẳng hạn như các lưu trữ ảnh lớn lấy từ web, đã bùng nổ. Hầu hết các phương thức hình ảnh y khoa (CT, MR, siêu âm) là kỹ thuật số đều được lưu trữ, và các công ty lớn có hoạt động NC&PT dành cho hình ảnh (ví dụ Siemens, Philips, GE).

Mười lăm năm tới có thể sẽ chưa có X quang hoàn toàn tự động, nhưng những đột phá ban đầu trong "phân loại" hình ảnh hoặc kiểm tra thứ cấp có thể sẽ cải thiện tốc độ và hiệu quả kinh tế của chụp ảnh y tế. Khi kết hợp với hệ thống hồ sơ bệnh nhân điện tử, các kỹ thuật máy học quy mô lớn có thể được áp dụng cho dữ liệu ảnh y học. Ví dụ, nhiều hệ thống chăm sóc sức khỏe lớn có lưu trữ hàng triệu ảnh chụp quét của bệnh nhân, mỗi ảnh trong số đó có một báo cáo liên quan, và hầu hết có một hồ sơ bệnh nhân liên quan.

### ***Robot y tế***

Mười lăm năm trước đây, người máy y tế phần lớn là khoa học viễn tưởng. Robodoc, một công ty khởi nguồn (spin-out) từ IBM, đã phát triển các hệ thống

robot cho phẫu thuật chỉnh hình, chẳng hạn như thay hông và đầu gối. Mặc dù công nghệ này đã hoạt động, nhưng công ty không phát triển thương mại được, và cuối cùng đã phải đóng cửa và giữ lại công nghệ của mình. Tuy nhiên, gần đây hơn, nghiên cứu và sử dụng thực tế robot phẫu thuật đã bùng nổ.

Năm 2000, Intuitive Surgical giới thiệu hệ thống da Vinci, một công nghệ ban đầu bán trên thị trường để hỗ trợ phẫu thuật tim xâm lấn tối thiểu, sau đó đã đạt được thị phần đáng kể trong điều trị ung thư tuyến tiền liệt và sáp nhập với đối thủ cạnh tranh duy nhất của nó, Computer Motion, năm 2003. Da Vinci, bây giờ ở thế hệ thứ tư, cung cấp hình ảnh 3D và các công cụ cổ tay trong nền tảng phẫu thuật. Nó được coi là tiêu chuẩn chăm sóc trong nhiều ca nội soi, và được sử dụng trong gần ba phần tư triệu ca một năm, cung cấp không chỉ nền tảng vật lý, mà còn là một nền tảng dữ liệu mới cho nghiên cứu quá trình phẫu thuật. Sự có mặt của da Vinci trong hoạt động hàng ngày cũng đã mở ra hàng loạt sáng tạo mới - từ thiết bị mới để tổng hợp hình ảnh đến các chỉ dấu sinh học mới - tạo ra hệ sinh thái đổi mới của riêng mình.

Sắp tới, nhiều nhiệm vụ xuất hiện trong chăm sóc sức khỏe sẽ được robot hỗ trợ, nhưng sẽ không tự động hoàn toàn. Ví dụ, robot có thể giao đồ tới đúng phòng trong bệnh viện, nhưng người bệnh phải chọn chúng và xếp chúng vào vị trí.

### ***Y tế di động***

Cho đến nay, phân tích theo chứng cứ về y tế vẫn dựa vào các dữ liệu y tế truyền thống chủ yếu là các hồ sơ y tế điện tử đã nêu ở trên. Trong thực tế lâm sàng, có các xu hướng triển vọng hướng tới các dữ liệu mới. Ví dụ, TeleLanguage cho phép một bác sĩ lâm sàng tiến hành các buổi trị liệu ngôn ngữ với nhiều bệnh nhân cùng lúc với sự trợ giúp của một phần tử TTNT được đào tạo bởi các bác sĩ lâm sàng. Lifegraph, lấy từ mô hình hành vi và tạo ra các cảnh báo từ dữ liệu thụ động thu được từ điện thoại thông minh của một bệnh nhân, đã được bác sĩ tâm thần ở Israel áp dụng để phát hiện sớm những dấu hiệu của hành vi u sầu ở bệnh nhân.

Trong tương lai, nhờ cuộc cách mạng điện toán di động, sự tăng trưởng đáng kinh ngạc của "sinh trắc học trong tự nhiên" - và sự bùng nổ của nền tảng và ứng dụng sử dụng chúng - là một xu hướng đầy hy vọng và khó lường trước. Hàng ngàn ứng dụng di động hiện nay cung cấp thông tin, giới thiệu thay đổi hành vi, hoặc xác định nhóm "những người như tôi." Điều này, kết hợp với các xu hướng đang nổi lên của các thiết bị theo dõi chuyển động chuyên dụng hơn, như Fitbit, và những kết nối (liên kết) giữa môi trường trong nhà và thiết bị theo dõi sức khỏe, đã tạo ra một ngành mới sôi động của đổi mới sáng tạo.

Bằng cách kết hợp dữ liệu xã hội và y tế, một số ứng dụng y tế có thể thực hiện việc khai thác, học dữ liệu, và dự đoán từ dữ liệu nắm bắt được, mặc dù dự đoán của chúng còn khá thô sơ. Sự hội tụ của dữ liệu và chức năng trên các ứng dụng có thể sẽ thúc đẩy các sản phẩm mới và rõ ràng, chẳng hạn như một ứng dụng tập thể dục không chỉ đề xuất một kế hoạch luyện tập, mà còn cho biết thời gian tốt nhất để làm điều đó, và cung cấp huấn luyện gắn vào lịch tập.

### ***Chăm sóc người già***

Số người già trên thế giới đang tăng lên. Kết quả là sẽ có sự quan tâm ngày càng tăng và thị trường cho các công nghệ có sẵn và trưởng thành để hỗ trợ sức khỏe thể chất, tinh cảm, xã hội, và tinh thần. Dưới đây là một vài ví dụ về khả năng theo thể loại:

#### *Chất lượng cuộc sống và sự độc lập*

- Vận chuyển tự động sẽ hỗ trợ sự độc lập và mở rộng chân trời xã hội.
- Chia sẻ thông tin này sẽ giúp các gia đình ở xa nhau vẫn tham gia cùng nhau, và phân tích tiên đoán có thể được sử dụng để "lay chuyển" các nhóm gia đình hướng tới các hành vi tích cực, như lời nhắc "gọi điện về nhà."
- Thiết bị thông minh trong nhà sẽ giúp các hoạt động sinh hoạt hàng ngày khi cần thiết, chẳng hạn như nấu ăn, mặc quần áo và đi vệ sinh, nếu khả năng thao tác robot được cải thiện đầy đủ.

#### *Y tế và chăm sóc sức khỏe*

- Các ứng dụng di động theo dõi chuyển động và hoạt động, cùng với nền tảng xã hội, sẽ có thể đưa ra các khuyến nghị để duy trì sức khỏe tinh thần và thể chất.
- Theo dõi sức khỏe tại gia và truy cập thông tin y tế sẽ có thể phát hiện những thay đổi trong tâm trạng hoặc hành vi và cảnh báo cho những người chăm sóc.
- Quản lý sức khỏe cá nhân hóa sẽ giúp giảm thiểu sự phức tạp liên quan với nhiều điều kiện phát sinh bệnh và/hoặc các tương tác điều trị.

#### *Điều trị và các thiết bị*

- Máy trợ thính tốt hơn và thiết bị trợ giúp thị giác sẽ giảm thiểu những ảnh hưởng suy giảm thính giác và thị giác, cải thiện sự an toàn và kết nối xã hội.
- Phục hồi chức năng cá nhân hóa và trị liệu tại nhà sẽ làm giảm nhu cầu đến bệnh viện hoặc cơ sở y tế.
- Thiết bị trợ giúp vật lý (thiết bị đi bộ, xe lăn, và khung xương thông minh) sẽ mở rộng phạm vi hoạt động của một cá nhân ốm yếu.

Các nhà nghiên cứu hy vọng một sự bùng nổ của công nghệ cảm biến chi phí thấp có thể cung cấp khả năng đáng kể cho người cao tuổi tại nhà. Về nguyên tắc,

các phần tử xã hội với sự hiện diện vật lý và khả năng vật lý đơn giản (ví dụ như một robot di động với khả năng giao tiếp cơ bản) có thể cung cấp một nền tảng cho các sáng tạo mới. Tuy nhiên, để làm như vậy sẽ cần tích hợp nhiều lĩnh vực CNTT - xử lý ngôn ngữ tự nhiên, lập luận, học tập, nhận thức, và robot - để tạo ra một hệ thống hữu ích và có thể sử dụng cho người cao tuổi.

## 2.4. Giáo dục

Mười lăm năm qua đã chứng kiến những tiến bộ đáng kể của CNTT trong giáo dục. Các ứng dụng ngày nay được sử dụng rộng rãi bởi các nhà sư phạm và người học, với một số thay đổi giữa các hình thức ở trường phổ thông và trường đại học. Mặc dù chất lượng giáo dục sẽ luôn yêu cầu sự tham gia tích cực của các giáo viên, nhưng CNTT hứa hẹn sẽ tăng cường giáo dục ở tất cả các cấp, đặc biệt bằng cách cung cấp việc học ở quy mô cá nhân hóa. Tương tự như y tế, việc giải quyết làm thế nào để tích hợp tốt nhất sự tương tác của con người và học mặt-đối-mặt với các công nghệ CNTT triển vọng vẫn còn là một thách thức lớn.

Các robot từ lâu đã là các thiết bị giáo dục phổ biến, bắt đầu từ những bộ Lego Mindstorms ban đầu được phát triển với MIT Media Lab trong năm 1980. Các hệ thống phụ đạo (Tutoring) thông minh (ITS) cho khoa học, toán học, ngôn ngữ, và các môn học khác phù hợp sinh viên với các gia sư máy tương tác. Xử lý Ngôn ngữ tự nhiên, đặc biệt là khi kết hợp với máy học và tạo nguồn từ đám đông (crowdsourcing), đã đẩy mạnh học trực tuyến và cho phép giáo viên nhân bội quy mô của lớp học đồng thời giải quyết các nhu cầu và phong cách học tập của các cá nhân học sinh. Các bộ dữ liệu từ các hệ thống học trực tuyến lớn đã thúc đẩy sự tăng trưởng nhanh trong phân tích học tập.

Tuy nhiên, việc áp dụng các công nghệ CNTT trong các trường học (phổ thông và đại học) còn chậm, chủ yếu do thiếu ngân sách và thiếu bằng chứng vững vàng là chúng giúp học sinh đạt được mục tiêu học tập. Mười lăm năm tới ở một thành phố ở Bắc Mỹ điển hình, việc sử dụng các gia sư thông minh và công nghệ CNTT khác để hỗ trợ giáo viên trong lớp học và ở nhà có khả năng sẽ mở rộng đáng kể, cũng như sẽ học dựa trên các ứng dụng thực tế ảo. Nhưng hệ thống học tập dựa trên máy tính chưa có khả năng thay thế hoàn toàn giảng viên trong các trường học.

### ***Robot dạy học***

Ngày nay, nhiều công ty đã cung cấp các bộ dụng cụ tinh vi và đa dạng hơn sử dụng trong trường phổ thông cùng các robot với công nghệ cảm biến mới có thể lập trình bằng nhiều ngôn ngữ. Ozobot là một robot dạy cho trẻ em lập mã và suy luận khi lập cấu hình nó để khiêu vũ hay chơi dựa trên các mẫu mã màu.

Cubelets giúp dạy trẻ em tư duy logic thông qua lắp ráp các khối robot để suy nghĩ, hành động, hay cảm nhận, tùy thuộc vào chức năng của các khối khác nhau. Dash và Dot của Wonder Workshop mở rộng phạm vi năng lực lập trình. Trẻ em tám tuổi trở lên có thể tạo ra những hành động đơn giản bằng cách sử dụng ngôn ngữ lập trình trực quan, Blockly, hoặc các ứng dụng iOS và Android sử dụng C hoặc Java. PLEO rb là một robot vật cưng giúp trẻ em học sinh học bằng cách dạy robot phản ứng với các khía cạnh môi trường khác nhau. Tuy nhiên, để các bộ dụng cụ như vậy trở nên phổ biến, sẽ cần phải có bằng chứng thuyết phục rằng chúng cải thiện thành tích học tập của học sinh.

### ***Hệ thống gia sư thông minh (ITS) và học trực tuyến***

ITS đã được phát triển từ các dự án phòng thí nghiệm nghiên cứu như Why-2 Atlas, hỗ trợ đối thoại người-máy để giải quyết các vấn đề vật lý ban đầu trong kỷ nguyên này. Sự di chuyển nhanh của ITS từ giai đoạn thử nghiệm trong phòng thí nghiệm sang sử dụng thực tế là đáng ngạc nhiên và được hoan nghênh. Các hệ thống trực tuyến và phần mềm có thể tải về như Carnegie Speech hoặc Duolingo cung cấp việc dạy ngoại ngữ sử dụng các kỹ thuật Tự động nhận biết lời nói (ASR) và Xử lý ngôn ngữ tự nhiên (NLP) để nhận ra các lỗi ngôn ngữ và giúp người dùng sửa chúng. Các hệ thống gia sư như Carnegie Cognitive Tutor đã được sử dụng trong các trường trung học Mỹ để giúp học sinh học môn toán. Các ITS khác đã được phát triển để giảng dạy về địa lý, mạch điện, chẩn đoán y tế, tìm hiểu máy tính và lập trình, di truyền học và hóa học. Các gia sư nhận thức sử dụng phần mềm để bắt chước vai trò của một người gia sư tốt bằng cách, ví dụ, cung cấp các gợi ý khi một học sinh gặp một vấn đề toán học khó giải. Dựa trên gợi ý yêu cầu và câu trả lời được cung cấp, gia sư máy đưa ra thông tin phản hồi theo ngữ cảnh cụ thể.

Các ứng dụng đang được phát triển trong giáo dục đại học. Một ITS gọi là SHERLOCK ITS bắt đầu được sử dụng để dạy các kỹ thuật viên không quân chẩn đoán các vấn đề về hệ thống điện trong máy bay. Viện Khoa học Thông tin của Đại học Nam California đã phát triển các modul đào tạo dựa trên hiện thân (avatar) tiên tiến hơn để huấn luyện các quân nhân sẽ được gửi đến các địa điểm quốc tế có hành vi thích hợp khi tiếp xúc với những người từ các nền văn hóa khác nhau.

Ngạc nhiên nhất là sự bùng nổ của các Khóa học trực tuyến mở quy mô lớn (MOOC - Massive Open Online Course) và các mô hình giáo dục trực tuyến khác tại tất cả các cấp, bao gồm cả việc sử dụng các công cụ như Wikipedia và Academy Khan cũng như các hệ thống quản lý học tập tinh vi. Kể từ cuối những năm 1990, các công ty như Educational Testing Service và Pearson đã phát triển các công cụ đánh giá xử lý ngôn ngữ tự nhiên tự động để cùng chấm điểm các bài

luận trong kiểm tra tiêu chuẩn. Nhiều MOOC đã trở nên rất phổ biến, bao gồm những khóa học được tạo ra bởi EdX, Coursera, và Udacity, đang sử dụng NLP, học máy, và các kỹ thuật tạo nguồn đám đông để đánh giá các trả lời ngắn và bài luận cũng như bài tập lập trình. Hệ thống giáo dục trực tuyến hỗ trợ đào tạo chuyên nghiệp cấp sau đại học và học tập suốt đời cũng đang phát triển nhanh chóng. Những hệ thống này có triển vọng rất lớn vì nhu cầu tương tác mặt-đối-mặt ít quan trọng đối với các chuyên gia và những người chuyên đổi việc làm. Tuy không phải là những người đi đầu trong các hệ thống và ứng dụng hỗ trợ TTNT hỗ trợ và các ứng dụng, nhưng họ sẽ trở thành những người tiếp nhận ban đầu khi các công nghệ được kiểm tra và xác nhận.

Các dự án hiện nay tìm cách lập mô hình các quan niệm sai lầm phổ biến của học sinh, dự đoán các học sinh có nguy cơ thất bại, và cung cấp ngay thông tin phản hồi cho học sinh liên quan chặt chẽ với kết quả học tập. Nghiên cứu gần đây cũng dành cho tìm hiểu về quá trình nhận thức liên quan đến sự hiểu biết, viết, tiếp thu kiến thức, và trí nhớ, và áp dụng hiểu biết đó vào thực tế giáo dục bằng cách phát triển và thử nghiệm các công nghệ giáo dục.

### ***Thách thức và cơ hội***

Trong mười lăm năm tới, có thể các giáo viên sẽ được hỗ trợ bởi các công nghệ TTNT tương tác với người tốt hơn, cả trong lớp học và ở nhà. Các kịch bản thực tế ảo phổ quát và phức tạp hơn trong đó học sinh có thể đắm mình trong các môn học từ tất cả các ngành được kỳ vọng sẽ phát triển. Một số bước đi theo hướng này đang được thực hiện bằng cách cường tăng hợp tác giữa các nhà nghiên cứu TTNT và các nhà nghiên cứu trong khoa học xã hội và nhân văn, minh chứng bằng dự án Galileo Correspondence của Stanford và Making and Knowing của trường Columbia. Những nỗ lực liên ngành này tạo ra các kinh nghiệm tương tác với các tài liệu lịch sử và việc sử dụng thực tế ảo (VR) để khám phá các địa điểm khảo cổ tương tác. Các kỹ thuật thực tế ảo đã được sử dụng trong khoa học tự nhiên như sinh học, giải phẫu học, địa chất học và thiên văn học cho phép sinh viên tương tác với môi trường và các đối tượng mà khó có thể thực hiện trong thế giới thực.

Các kỹ thuật TTNT sẽ ngày càng làm mờ ranh giới giữa giáo dục chính thống trên lớp và tự học theo khả năng cá nhân. Ví dụ, các hệ thống học tập thích ứng sẽ trở thành một phần cốt lõi của quá trình giảng dạy trong giáo dục đại học. Mặc dù giáo dục chính thức sẽ không biến mất, nhưng MOOC và các hình thức giáo dục trực tuyến khác có thể sẽ trở thành một phần của việc học tập ở tất cả các cấp, từ phổ thông lên đại học.



Sự phát triển này sẽ hỗ trợ các phương pháp học tập tùy biến hơn, trong đó sinh viên có thể học theo tốc độ của riêng họ sử dụng các kỹ thuật giáo dục phù hợp nhất với họ. Các hệ thống giáo dục trực tuyến sẽ phát triển khi các học sinh học tập, hỗ trợ những tiến bộ nhanh chóng sự hiểu biết của chúng ta về quá trình học tập. Qua đó, các phân tích việc học tập sẽ đẩy nhanh sự phát triển của các công cụ cho giáo dục cá nhân hóa.

Việc chuyển đổi hiện tại từ sách in sang các phương tiện kỹ thuật số có khả năng trở nên phổ biến trong giáo dục. Các thiết bị đọc kỹ thuật số cũng sẽ trở nên “thông minh” hơn nhiều, giúp học sinh dễ dàng truy cập các thông tin bổ sung về các môn học. Công nghệ dịch máy (MT) cũng giúp dễ dàng hơn trong dịch tài liệu giáo dục sang các ngôn ngữ khác ở mức khá chính xác, giống như nó dịch các hướng dẫn kỹ thuật hiện nay. Các dịch vụ dịch thuật sách giáo khoa hiện chỉ phụ thuộc vào người dịch sẽ ngày càng kết hợp các phương pháp tự động để cải thiện tốc độ và khả năng đáp ứng dịch vụ cho hệ thống trường học.

Các hệ thống học trực tuyến cũng sẽ mở rộng cơ hội cho người lớn và những người đang làm việc nâng cao kiến thức và kỹ năng của họ (hoặc để trang bị lại và tìm hiểu một lĩnh vực mới) trong một thế giới mà những lĩnh vực này đang phát triển nhanh chóng. Điều này sẽ bao gồm việc mở rộng các mức độ chuyên môn trực tuyến hoàn toàn cũng như các chứng chỉ chuyên môn dựa trên khóa học trực tuyến.

## **2.5. An ninh và an toàn công cộng**

Các thành phố đã bắt đầu triển khai công nghệ TTNT cho an toàn và an ninh công cộng. Đến năm 2030, thành phố điển hình ở Bắc Mỹ sẽ dựa nhiều vào chúng, bao gồm các camera giám sát có thể phát hiện các bất thường có thể là tội phạm, máy bay không người lái, và các ứng dụng cảnh sát tiên đoán. Như với hầu hết các vấn đề, ở đây có những lợi ích và rủi ro, điều quan trọng là niềm tin của công chúng. Trong khi những lo ngại về cảnh sát kết hợp TTNT có thể trở nên độc đoán hoặc phổ biến trong một số hoàn cảnh, và cũng có thể ngược lại. TTNT có thể cho phép cảnh sát trở nên đúng mục tiêu hơn và chỉ được sử dụng khi cần thiết. Và khi được triển khai một cách cẩn thận, TTNT cũng có thể giúp loại bỏ một số định kiến trong việc ra quyết định của người.

Một trong những ứng dụng thành công hơn của phân tích TTNT là trong việc phát hiện tội phạm cổ trắng, chẳng hạn như gian lận thẻ tín dụng. An ninh mạng (bao gồm cả thư rác) là mối quan tâm được chia sẻ rộng rãi, và máy học đang phát huy hiệu quả. Các công cụ TTNT cũng có thể hữu ích trong việc giúp đỡ cảnh sát quản lý các hiện trường tội phạm hoặc tìm kiếm và cứu hộ trong các sự kiện bằng

cách giúp chỉ huy nhiệm vụ xác định ưu tiên và phân bổ nguồn lực, mặc dù những công cụ này chưa sẵn sàng cho việc tự động hóa các hoạt động như vậy. Những cải tiến trong máy học nói chung, cụ thể là chuyển giao học - để đẩy nhanh học tập trong các kịch bản mới dựa trên sự tương đồng với kịch bản quá khứ - có thể hỗ trợ cho các hệ thống như vậy.

Các kỹ thuật TTNT có thể được sử dụng để phát triển các mô phỏng thông minh cho đào tạo các nhân viên thực thi pháp luật để cộng tác. Trong khi các tổ chức tội phạm quốc tế và khủng bố từ các nước khác nhau đang thông đồng với nhau, thì cảnh sát của các nước khác nhau vẫn gặp khó khăn trong việc phối hợp lực lượng để chống lại chúng. Đào tạo các nhóm nhân viên thực thi pháp luật quốc tế để hoạt động theo đội là công việc thách thức. Liên minh châu Âu, thông qua chương trình Horizon 2020, hiện đang hỗ trợ những nỗ lực như vậy trong các dự án như LawTrain. Bước tiếp theo sẽ là chuyển từ mô phỏng sang điều tra thực tế bằng cách cung cấp các công cụ hỗ trợ cho những hợp tác như vậy.

Các công cụ hiện có để quét Twitter và dữ liệu khác để tìm kiếm một số loại sự kiện và xem chúng ảnh hưởng đến an ninh như thế nào. Ví dụ, TTNT có thể giúp phân tích mạng xã hội để ngăn chặn những nguy cơ của các tổ chức IS cực đoan hay các nhóm bạo lực khác. Các cơ quan thực thi pháp luật đang ngày càng quan tâm đến việc cố gắng để phát hiện các kế hoạch phá hoại từ phương tiện truyền thông xã hội, và cũng để giám sát hoạt động tại những nơi tụ tập đông người để phân tích an ninh.

Các kỹ thuật TTNT - phân tích hình ảnh, giọng nói và phân tích dáng đi - có thể giúp những người phỏng vấn, thẩm vấn, và nhân viên bảo vệ phát hiện khả năng lừa dối và hành vi tội phạm. Ví dụ, Cục An ninh Giao thông Hoa Kỳ (TSA) hiện đang có một dự án đầy tham vọng để trang bị lại an ninh sân bay toàn quốc. Có tên là DARMS, hệ thống được thiết kế để nâng cao hiệu quả và hiệu lực của an ninh sân bay bằng cách dựa vào thông tin cá nhân để điều chỉnh bảo mật dựa trên phân loại rủi ro của một người và các chuyến bay tham gia.

## **2.6. Việc làm và môi trường làm việc**

Mặc dù công nghệ TTNT dường như có tác động sâu sắc trong tương lai về xu thế việc làm và môi trường làm việc tại một thành phố điển hình ở Bắc Mỹ, nhưng rất khó để đánh giá chính xác các tác động hiện tại, tích cực hay tiêu cực. Trong mười lăm năm qua, việc làm đã bị dịch chuyển do suy thoái lớn và gia tăng toàn cầu hóa, đặc biệt là sự hiện diện của Trung Quốc đối với nền kinh tế thế giới, cũng như những thay đổi to lớn trong công nghệ kỹ thuật số phi TTNT. Từ những

năm 1990, Mỹ đã có tăng trưởng liên tục về năng suất và GDP, nhưng thu nhập trung bình đã bị đình trệ và tỷ lệ việc làm trên dân số đã giảm.

Có những ví dụ rõ ràng về các ngành công nghiệp, trong đó các công nghệ kỹ thuật số đã có tác động lớn, cả tốt và xấu, và các lĩnh vực khác mà tự động hóa có khả năng tạo ra những thay đổi lớn trong tương lai gần. Nhiều thay đổi trong số này đã được thúc đẩy mạnh mẽ bởi các công nghệ kỹ thuật số "đơn điệu", bao gồm hoạch định nguồn lực doanh nghiệp, kết nối mạng, xử lý và tìm kiếm thông tin. Hiểu được những thay đổi đó sẽ biết rõ các ảnh hưởng của CNTT đến nhu cầu lao động trong tương lai, bao gồm cả sự thay đổi trong nhu cầu kỹ năng. Đến nay, công nghệ kỹ thuật số đã ảnh hưởng nhiều hơn đến người lao động ở những nghề trung bình, chẳng hạn như các đại lý du lịch, chứ không phải là nhóm công việc kỹ năng thấp nhất hoặc cao nhất. Mặt khác, phổ nhiệm vụ mà các hệ thống kỹ thuật số có thể thực hiện đang mở rộng khi hệ thống CNTT được cải thiện, trong đó có khả năng tăng dần phạm vi những gì được coi là đơn điệu. CNTT cũng đang từ từ dịch sang đầu kỹ năng cao của phổ nhiệm vụ, bao gồm các dịch vụ chuyên nghiệp chưa từng được máy móc thực hiện.

Để thành công, các đổi mới sáng tạo CNTT sẽ cần phải vượt qua những lo sợ về con người bị gạt ra ngoài lề. CNTT có khả năng sẽ thay thế các nhiệm vụ chứ không phải là việc làm trong tương lai gần, và cũng sẽ tạo ra các loại hình công việc mới. Nhưng việc tưởng tượng công việc mới sẽ xuất hiện khó hơn so với các công việc hiện tại có thể sẽ bị mất. Những thay đổi trong việc làm thường xảy ra dần dần, không đột ngột, xu hướng này dường như sẽ tiếp tục khi CNTT chậm chạp chuyển vào môi trường làm việc. Một phổ các tác động sẽ nổi lên, từ thay thế ít hay gia tăng đến thay thế hoàn toàn. Ví dụ, mặc dù hầu hết các công việc của một luật sư chưa được tự động hóa, CNTT được áp dụng để khai thác thông tin pháp lý và lập mô hình chủ đề đã tự động làm một phần công việc của các luật sư năm đầu tiên. Trong tương lai không xa, một loạt người làm các công việc khác nhau, từ bác sĩ X quang đến lái xe tải đến người làm vườn, có thể bị ảnh hưởng.

TTNT cũng có thể ảnh hưởng đến quy mô và vị trí của lực lượng lao động. Nhiều tổ chức và cơ quan quy mô lớn do thực hiện các chức năng có thể mở rộng chỉ bằng thêm người lao động, hoặc theo "chiều ngang" qua các khu vực địa lý hoặc "chiều dọc" trong phân cấp quản lý. Khi TTNT đảm nhiệm nhiều chức năng, khả năng mở rộng không còn ngụ ý là các tổ chức lớn. Một số công ty internet tiếng tăm chỉ có số lượng nhân viên ít ỏi.

TTNT cũng sẽ tạo ra việc làm, đặc biệt là trong một số lĩnh vực, bằng cách làm cho một số nhiệm vụ nhất định trở nên quan trọng hơn, và tạo các loại việc làm mới bằng cách tạo khả năng các kiểu tương tác mới. Các hệ thống thông tin

phức tạp có thể được sử dụng để tạo ra thị trường mới, thường có tác dụng hạ thấp rào cản gia nhập và tăng sự tham gia - từ các cửa hàng ứng dụng (app stores) đến TTNTTrbnb và taskrabbit.

Thậm chí còn có sự sợ hãi trong một số khu vực rằng tiến bộ trong TTNT sẽ rất nhanh chóng thay thế tất cả các công việc của con người, bao gồm cả những việc phần lớn mang tính nhận thức hoặc liên quan đến đánh giá, chỉ trong vòng một thế hệ. Kịch bản đột ngột rất khó xảy ra, nhưng TTNT sẽ dần dần xâm nhập vào hầu hết tất cả các lĩnh vực việc làm mà máy tính có thể đảm nhận.

Tác động kinh tế của TTNT lên các công việc nhận thức của con người sẽ tương tự như những tác động của tự động hóa và người máy lên con người trong các công việc chế tạo. Nhiều công nhân trung niên đã mất những công việc lương cao ở nhà máy và hòn cảnh kinh tế-xã hội trong gia đình và xã hội đã ra đi với những công việc đó. Về lâu dài, một phần thậm chí còn lớn hơn trong tổng số lao động có thể mất cũng những việc làm “nhận thức” lương cao. Khi lao động trở thành một yếu tố ít quan trọng hơn trong sản xuất so với sở hữu vốn trí tuệ, đa số công dân có thể tìm thấy giá trị lao động của họ không đủ để chi trả cho một tiêu chuẩn cuộc sống có thể được xã hội chấp nhận. Những thay đổi này sẽ đòi hỏi một phản ứng chính trị, chứ không phải thuần túy kinh tế, liên quan đến những loại mạng lưới an sinh xã hội cần có để bảo vệ người dân tránh khỏi những dịch chuyển cơ cấu lớn trong nền kinh tế.

Trong ngắn hạn, giáo dục, đào tạo lại, và phát minh ra các hàng hóa và dịch vụ mới có thể giảm thiểu những tác động này. Về lâu dài, mạng lưới an sinh xã hội hiện nay có thể cần phát triển thành dịch vụ xã hội tốt hơn cho tất cả mọi người, chẳng hạn như y tế và giáo dục, hoặc đảm bảo thu nhập cơ bản. Thật vậy, các nước như Thụy Sĩ và Phần Lan đã tích cực xem xét các biện pháp đó. TTNT có thể được coi như một cơ chế tạo ra của cải hoàn toàn khác, trong đó tất cả mọi người phải được hưởng một phần của kho tàng do TTNT tạo ra của thế giới.

## **2.7. Giải trí**

Với sự phát triển bùng nổ của internet trong mười lăm năm qua, không nhiều người có thể tưởng tượng cuộc sống hàng ngày của họ mà không có nó. Được TTNT tiếp sức, internet đã thiết lập nội dung do người dùng tạo ra như là một nguồn thông tin và giải trí khả thi. Các mạng xã hội như Facebook bây giờ đã phổ biến, và chúng hoạt động như các kênh cá nhân hóa của tương tác xã hội và giải trí - đôi khi gây thiệt hại cho tương tác cá nhân. Các ứng dụng như WhatsApp và Snapchat cho phép người dùng điện thoại thông minh liên tục "giữ liên lạc" với các đồng nghiệp và chia sẻ các nguồn giải trí và thông tin. Trong các cộng đồng

trực tuyến như Second Life và các trò chơi đóng vai (role-playing) như World of Warcraft, người chơi tưởng tượng sự tồn tại thay thế trong một thế giới ảo. Sách giờ đây có thể được xem và mua với một vài thao tác vuốt ngón tay, lưu trữ hàng ngàn cuốn trong một thiết bị bỏ túi, và đọc giống như một cuốn sách bìa mềm cầm tay.

Các nền tảng đáng tin cậy tồn tại để chia sẻ và xem các blog, video, ảnh, và các thảo luận chuyên đề, ngoài vô số thông tin khác do người dùng tạo ra. Để hoạt động ở quy mô của internet, những nền tảng này phải dựa vào các kỹ thuật đang được tích cực phát triển trong xử lý ngôn ngữ tự nhiên, tìm kiếm thông tin, xử lý hình ảnh, tạo nguồn từ đám đông (crowdsourcing), và học máy. Các thuật toán ví dụ như lọc hợp tác đã được phát triển để giới thiệu các bộ phim, bài hát, hoặc bài báo liên quan dựa trên các chi tiết cá nhân của người dùng và lịch sử duyệt web.

Sự nhiệt tình mà con người đã phản ứng với giải trí dựa vào TTNT là đáng ngạc nhiên và dẫn đến lo ngại rằng nó làm giảm sự tương tác giữa các cá nhân con người. Trẻ em dường như thật sự hạnh phúc khi được ở nhà với thiết bị của chúng hơn là ra ngoài chơi với bạn bè. TTNT sẽ ngày càng cho phép giải trí tương tác nhiều hơn, cá nhân hóa, và hấp dẫn hơn. Nghiên cứu cần hướng vào sự hiểu biết làm thế nào để tận dụng những thuộc tính này vì lợi ích của cá nhân và xã hội.

### ***Hình dung ra tương lai***

Sự thành công của bất kỳ hình thức giải trí nào cuối cùng cũng được xác định bởi cá nhân và các nhóm xã hội là đối tượng của nó. Các phương thức giải trí mà mọi người thấy hấp dẫn rất đa dạng và thay đổi theo thời gian. Do đó, khó có thể dự đoán chính xác các hình thức giải trí sẽ xuất hiện trong mười lăm năm tới. Tuy nhiên, xu hướng hiện nay gợi ý ít nhất một số đặc điểm có thể xuất hiện trong các cảnh quan giải trí trong tương lai. Đến nay, cuộc cách mạng thông tin đã diễn ra chủ yếu ở phần mềm. Tuy vậy, với việc ngày càng có nhiều cảm biến và thiết bị rẻ hơn, dự kiến đổi mới sáng tạo lớn hơn trong phần cứng được sử dụng trong hệ thống giải trí. Thực tế và cảm giác ảo có thể bước vào các phòng khách của chúng ta - các robot đồng hành cá nhân hóa đang được phát triển. Với những cải tiến đi kèm trong Nhận dạng lời nói tự động, sự tương tác với robot và các hệ thống giải trí khác được dự đoán rằng sẽ dựa trên đối thoại, tuy bị hạn chế lúc ban đầu, nhưng ngày càng giống người hơn.

Tương tự, các hệ thống tương tác được dự đoán sẽ phát triển các đặc tính mới như cảm xúc, sự đồng cảm, và thích ứng với nhịp môi trường như thời gian trong ngày. Ngày nay, một người nghiệp dư với một máy quay phim và các công cụ phần mềm có sẵn, có thể làm một bộ phim tương đối tốt. Trong tương lai, các công cụ và ứng dụng tinh vi hơn sẽ có sẵn làm cho có thể dễ dàng hơn tạo ra nội

dung chất lượng cao, ví dụ, để soạn nhạc hoặc dàn dựng vũ đạo sử dụng một avatar. Việc tạo ra và phổ biến giải trí sẽ được hưởng lợi ích từ sự tiến bộ của công nghệ như ASR (Aggregation Services Router- định tuyến dịch vụ tích hợp), lồng tiếng và dịch máy, sẽ cho phép nội dung được tùy chỉnh theo các đối tượng khác nhau với chi phí thấp.

Với nội dung ngày càng được cung cấp dưới dạng kỹ thuật số, và một lượng lớn dữ liệu ghi lại các sở thích của người tiêu dùng và đặc điểm sử dụng, các đại gia truyền thông đại gia sẽ có thể phân tích và phục vụ nội dung cụ thể cho các phân đoạn dân cư chuyên biệt xuống mức cá nhân.

### **3. KẾ HOẠCH CHIẾN LƯỢC NGHIÊN CỨU VÀ PHÁT TRIỂN TRÍ TUỆ NHÂN TẠO CỦA HOA KỲ**

Kế hoạch này đưa ra một số giả định về tương lai của TTNT. Thứ nhất, các công nghệ TTNT sẽ tiếp tục tăng trưởng về sự tinh tế và có mặt khắp nơi, nhờ vào các khoản đầu tư cho NC&PT TTNT của chính phủ và ngành công nghiệp. Thứ hai, kế hoạch này giả định rằng tác động của TTNT đối với xã hội sẽ tiếp tục tăng, trong đó có việc làm, giáo dục, an toàn công cộng, an ninh quốc gia, cũng như các tác động đến tăng trưởng kinh tế của Hoa Kỳ. Thứ ba, đầu tư của khu vực công nghiệp vào TTNT sẽ tiếp tục phát triển, như những thành công thương mại gần đây đã tăng trở lại nhận thức về đầu tư vào NC&PT. Đồng thời, một số lĩnh vực nghiên cứu quan trọng không có khả năng nhận được đủ đầu tư của khu vực công nghiệp, do chúng là đối tượng của vấn đề đầu tư hàng hóa công cộng. Giả định cuối cùng là nhu cầu về chuyên môn TTNT sẽ tiếp tục phát triển trong khu vực công nghiệp, học viện và chính phủ, dẫn đến áp lực lao động công và tư nhân.

#### **3.1. Kết quả kỳ vọng**

Kế hoạch chiến lược NC&PT TTNT này vượt ra ngoài các khả năng TTNT ngắn hạn hướng tới các tác động biến đổi lâu dài của TTNT lên xã hội và thế giới. Những tiến bộ mới trong TTNT đã dẫn đến sự lạc quan đáng kể về tiềm năng của TTNT, dẫn đến tốc độ tăng trưởng công nghiệp mạnh mẽ và thương mại hóa các phương pháp tiếp cận TTNT. Tuy nhiên, trong khi chính phủ liên bang có thể thúc đẩy đầu tư của khu vực công nghiệp vào TTNT, nhiều lĩnh vực ứng dụng và thách thức nghiên cứu lâu dài sẽ không có động lực lợi nhuận rõ ràng trong ngắn hạn, và do đó có thể không được công nghiệp quan tâm. Chính phủ liên bang là nguồn kinh phí cho các sáng kiến nghiên cứu lâu dài, có rủi ro cao, cũng như việc phát triển ngắn hạn để đạt được yêu cầu cụ thể của cơ quan chính phủ hoặc giải quyết các vấn đề xã hội quan trọng mà khu vực công nghiệp tư nhân không theo đuổi. Do đó, chính phủ liên bang nên nhấn mạnh đầu tư TTNT trong các lĩnh vực xã hội có tầm quan trọng cao không nhằm vào thị trường người tiêu dùng - các khu vực như TTNT cho y tế công cộng, hệ thống đô thị và cộng đồng thông minh, phúc lợi xã hội, tư pháp hình sự, bền vững môi trường và an ninh quốc gia, cũng như nghiên cứu dài hạn gia tăng tạo ra tri thức và công nghệ TTNT.

#### **3.2. Triển vọng các ưu tiên quốc gia với TTNT**

Thúc đẩy Kế hoạch chiến lược NC&PT TTNT này là một tầm nhìn đầy triển vọng về một thế giới tương lai trong đó TTNT được sử dụng một cách an toàn cho

lợi ích lớn lao của tất cả mọi người trong xã hội. Tiến bộ hơn nữa trong TTNT có thể tăng cường sự an khang trong gần như tất cả các lĩnh vực của xã hội, có thể dẫn đến những tiến bộ trong các ưu tiên quốc gia, bao gồm sự thịnh vượng kinh tế, cải thiện chất lượng cuộc sống, và an ninh quốc gia. Các ví dụ lợi ích tiềm năng bao gồm:

*Gia tăng sự thịnh vượng kinh tế:* Các sản phẩm và dịch vụ mới có thể tạo ra các thị trường mới, và nâng cao chất lượng và hiệu quả của hàng hóa và dịch vụ hiện có trong nhiều ngành công nghiệp. Hoạt động hậu cần và chuỗi cung ứng hiệu quả hơn đang được tạo ra thông qua các hệ thống chuyên gia ra quyết định. Các sản phẩm có thể được vận chuyển hiệu quả hơn thông qua các hệ thống robot/tự động và hỗ trợ lái xe dựa trên thị giác. Sản xuất công nghiệp có thể được cải thiện thông qua các phương pháp mới để kiểm soát quá trình chế tạo và lập kế hoạch công việc.

• *Sản xuất:* Các tiến bộ kỹ thuật có thể dẫn đến cuộc cách mạng công nghiệp mới trong sản xuất, bao gồm toàn bộ chu kỳ sống của sản phẩm kỹ thuật. TTNT có thể tăng tốc năng lực sản xuất thông qua dự báo nhu cầu tin cậy hơn, tăng tính linh hoạt trong hoạt động và các chuỗi cung ứng, và dự đoán tốt hơn về những tác động của sự thay đổi đối với hoạt động sản xuất. TTNT có thể tạo ra các quy trình sản xuất thông minh hơn, nhanh hơn, rẻ hơn, và thân thiện môi trường hơn làm tăng năng suất lao động, nâng cao chất lượng sản phẩm, giảm chi phí và cải thiện sức khỏe và an toàn lao động. Các thuật toán máy học có thể cải thiện việc lập kế hoạch các quá trình sản xuất và giảm yêu cầu về hàng trong. Người tiêu dùng hiện nay có thể được hưởng lợi từ việc tiếp cận kỹ thuật in 3D thương mại.

• *Hậu cần (Logistics):* Các nhà sản xuất và vận tải tư nhân có thể sử dụng TTNT để cải thiện việc quản lý chuỗi cung ứng thông qua lập lịch trình và định tuyến thích nghi. Các chuỗi cung ứng có thể trở nên mạnh mẽ hơn bằng cách tự động điều chỉnh theo các hiệu ứng dự kiến của thời tiết, giao thông và các sự kiện bất khả kháng.

• *Tài chính:* Khu vực công nghiệp và chính phủ có thể sử dụng TTNT để phát hiện sớm các rủi ro tài chính bất thường trên nhiều quy mô. Sự kiểm soát an toàn có thể đảm bảo rằng việc tự động hóa trong các hệ thống tài chính làm giảm cơ hội cho hành vi nguy hại, chẳng hạn như lừa đảo thị trường, gian lận và giao dịch không bình thường. Chúng có thể tăng thêm hiệu quả và giảm biến động và chi phí giao dịch, tất cả mọi thứ trong khi ngăn chặn các đổ vỡ hệ thống như bong bóng giá cả và đánh giá thấp rủi ro tín dụng.

• *Giao thông:* TTNT có thể hỗ trợ tất cả các phương thức vận tải tác động an toàn cho tất cả các loại di chuyển. Nó có thể được sử dụng trong giám sát tình



trạng cấu trúc và quản lý tài sản cơ sở hạ tầng, làm tăng niềm tin của công chúng và giảm bớt chi phí sửa chữa và tái thiết. TTNT có thể được sử dụng trong vận tải hành khách và hàng hóa để cải thiện an toàn bằng cách tăng cảnh báo tình huống, và để cung cấp cho người điều khiển và hành khách các thông tin lộ trình trong thời gian thực. Các ứng dụng TTNT cũng có thể cải thiện tính di động cấp mạng lưới và giảm sử dụng năng lượng của toàn hệ thống và khí thải liên quan đến giao thông.

- *Nông nghiệp*: Các hệ thống TTNT có thể tạo ra các phương pháp tiếp cận đối với nông nghiệp bền vững thông minh hơn trong sản xuất, chế biến, bảo quản, phân phối và tiêu thụ các sản phẩm nông nghiệp. TTNT và robot có thể thu thập dữ liệu địa điểm cụ thể và kịp thời về các loại cây trồng, áp dụng các đầu vào cần thiết (ví dụ, nước, hóa chất, phân bón) chỉ những nơi và những lúc cần thiết, và lấp chỗ trống khẩn cấp trong lực lượng lao động nông nghiệp.

- *Marketing*: Các phương pháp tiếp cận TTNT có thể cho phép các tổ chức thương mại gắn kết cung cầu tốt hơn. Nó có thể dự đoán và xác định nhu cầu của người tiêu dùng, cho phép họ tìm kiếm tốt hơn các sản phẩm và dịch vụ mong muốn, với chi phí thấp hơn.

- *Thông tin liên lạc*: Công nghệ TTNT có thể tối đa hóa hiệu quả sử dụng băng thông và tự động hóa lưu trữ và truy xuất thông tin. TTNT có thể cải thiện việc lọc, tìm kiếm, dịch ngôn ngữ, và tổng hợp liên lạc kỹ thuật số, tác động tích cực đến thương mại và cách sống của chúng ta.

- *Khoa học và công nghệ*: Các hệ thống TTNT có thể giúp các nhà khoa học và kỹ sư đọc các ấn phẩm và bằng sáng chế, sàng lọc các lý thuyết cho phù hợp hơn với các quan sát trước, đưa ra các giả thuyết có thể kiểm chứng, thực hiện các thí nghiệm sử dụng hệ thống robot và mô phỏng, và chế tạo các thiết bị và phần mềm mới.

- *Cải thiện cơ hội giáo dục và chất lượng cuộc sống*: Học tập suốt đời có thể thực hiện thông qua các gia sư ảo xây dựng kế hoạch học tập tùy chỉnh cho mỗi người dựa trên sở thích, khả năng và nhu cầu giáo dục. Mọi người có thể có một cuộc sống khỏe mạnh và năng động hơn, sử dụng thông tin y tế cá nhân được tùy chỉnh và thích nghi cho từng cá nhân. Các ngôi nhà thông minh và các trợ lý cá nhân ảo có thể tiết kiệm thời gian cho con người và giảm thời gian bị lãng phí vào các nhiệm vụ lặp đi lặp lại hàng ngày.

- *Giáo dục*: Các trường học được hỗ trợ TTNT có thể được phổ cập, với việc phụ đạo tự động đo lường sự phát triển của học sinh. Gia sư TTNT có thể bổ sung cho giáo viên trực tiếp và tập trung vào giảng dạy nâng cao và/hay khắc phục

thiếu hụt kiến thức cho học sinh. Các công cụ TTNT có thể thúc đẩy học tập suốt đời và tiếp thu các kỹ năng mới cho tất cả các thành viên của xã hội.

- *Y học*: TTNT có thể hỗ trợ các hệ thống tin sinh học xác định rủi ro di truyền từ những nghiên cứu bộ gen quy mô lớn (ví dụ, các nghiên cứu toàn bộ bộ gen, nghiên cứu sắp xếp trình tự gen), và dự đoán sự an toàn và hiệu quả của dược phẩm mới. Các kỹ thuật TTNT có thể cho phép đánh giá dữ liệu đa chiều để nghiên cứu các vấn đề y tế công cộng và cung cấp hệ thống hỗ trợ quyết định cho chẩn đoán y tế và phương pháp điều trị. Các công nghệ TTNT cần cho việc tùy biến hóa thuốc đối với cá nhân; kết quả là có thể tăng hiệu quả y tế, sự hài lòng của bệnh nhân, và ít lãng phí hơn.

- *Luật*: Việc dùng máy để phân tích các lịch sử vụ án pháp lý có thể trở nên phổ biến. Sự tinh vi gia tăng của các quá trình này có thể cho phép mức phân tích cao hơn cho việc hỗ trợ quá trình phát hiện. Các công cụ phát hiện pháp lý có thể xác định và tóm tắt bằng chứng có liên quan; các hệ thống này thậm chí có thể xây dựng các lập luận pháp lý với sự tinh vi cao.

- *Dịch vụ cá nhân*: Phần mềm TTNT có thể cho phép sử dụng kiến thức từ nhiều nguồn để cung cấp thông tin chính xác hơn cho vô số nhu cầu sử dụng. Các hệ thống ngôn ngữ tự nhiên có thể cung cấp giao diện trực quan với các hệ thống công nghệ trong các môi trường nhiễu loạn ở thế giới thực. Các công cụ cá nhân hóa có thể có tính năng hỗ trợ tự động lập kế hoạch cá nhân và nhóm. Tài liệu có thể được tự động tổng hợp từ nhiều kết quả tìm kiếm, tăng cường giữa nhiều phương tiện truyền thông. TTNT có thể cho phép phiên dịch đa ngôn ngữ trong thời gian thực.

- *Tăng cường an ninh quốc gia*: Các phần tử máy học có thể xử lý một lượng lớn dữ liệu tình báo và xác định các mẫu cuộc sống liên quan từ các đối thủ với chiến thuật thay đổi nhanh chóng. Các phần tử này cũng có thể bảo vệ cơ sở hạ tầng quan trọng và các ngành kinh tế chủ yếu dễ bị tấn công. Hệ thống phòng thủ kỹ thuật số có thể làm giảm đáng kể rủi ro và thương vong ngoài chiến trường.

- *An ninh và thực thi pháp luật*: Các nhân viên thực thi pháp luật và an ninh có thể giúp tạo ra một xã hội an toàn hơn thông qua việc sử dụng mẫu để phát hiện hành vi bất thường ở các cá nhân, hoặc để dự đoán hành vi đám đông nguy hiểm. Các hệ thống nhận thức thông minh có thể bảo vệ cơ sở hạ tầng quan trọng, chẳng hạn như sân bay và nhà máy điện.

- *An toàn và dự đoán*: Các hệ thống và cảm biến phân tán và mô hình hiểu biết về các điều kiện bình thường có thể phát hiện khi xác suất đổ vỡ cơ sở hạ tầng lớn tăng cao, cho dù do thiên nhiên hoặc con người gây ra. Khả năng báo trước

này có thể giúp chỉ ra nơi sẽ có vấn đề, để điều chỉnh với các hoạt động ngăn chặn sự đổ vỡ khi, hoặc thậm chí trước khi nó xảy ra.

Tuy nhiên, tầm nhìn cho việc sử dụng tích cực TTNT này đòi hỏi những tiến bộ NC&PT đáng kể. Nhiều thách thức kỹ thuật quan trọng và khó khăn vẫn còn ở tất cả các nhánh của TTNT, cả về khoa học cơ bản và trong các lĩnh vực ứng dụng. Công nghệ TTNT cũng có những rủi ro hiện tại, chẳng hạn như đổ vỡ tiềm năng của thị trường lao động khi con người được tăng cường hoặc thay thế bằng các hệ thống tự động, và sự không chắc chắn về an toàn và độ tin cậy của các hệ thống TTNT. Sau đây là những ưu tiên cao, các khu vực chiến lược đầu tư NC&PT TTNT sẽ hỗ trợ tầm nhìn này, đồng thời giảm thiểu sự đổ vỡ và rủi ro tiềm tàng.

### **3.3. Chiến lược nghiên cứu và phát triển**

#### **Chiến lược 1: Đầu tư lâu dài vào nghiên cứu TTNT**

Đầu tư nghiên cứu TTNT là cần thiết trong các khu vực có tiềm năng mang lại lợi ích lâu dài. Nếu như thành phần quan trọng của nghiên cứu dài hạn là các nghiên cứu gia tăng với kết quả dự đoán được, thì duy trì đầu tư lâu dài vào các nghiên cứu có nguy cơ cao có thể dẫn đến thu được những lợi ích cao. Những thành quả này có thể nhìn thấy trong 5 năm, 10 năm, hoặc lâu hơn. Một ví dụ đầy đủ về duy trì những nỗ lực nghiên cứu cơ bản dẫn đến lợi ích cao bao gồm World Wide Web và học sâu. Trong cả hai trường hợp, những nền tảng cơ bản bắt đầu vào năm 1960, và chỉ sau hơn 30 năm nỗ lực nghiên cứu liên tục, những ý tưởng này đã biến thành các công nghệ chuyên biến mà chúng ta chứng kiến ngày hôm nay trong nhiều loại TTNT.

#### ***Các phương pháp tập trung dữ liệu tiên tiến cho khám phá tri thức***

Để hiểu biết dữ liệu thông minh và khám phá tri thức cần đến nhiều công cụ mới cơ bản và công nghệ cần thiết. Cần có tiến bộ hơn nữa trong việc phát triển các thuật toán học máy tiên tiến hơn có thể xác định tất cả các thông tin hữu ích ẩn trong dữ liệu lớn. Nhiều vấn đề nghiên cứu mở xoay quanh việc kiến tạo và sử dụng dữ liệu, bao gồm cả tính chính xác và phù hợp cho đào tạo hệ thống TTNT. Sự chính xác của dữ liệu là vô cùng thách thức khi xử lý lượng lớn dữ liệu, gây khó khăn cho con người để đánh giá và trích xuất các kiến thức từ đó. Mặc dù nhiều nghiên cứu xử lý tính xác thực thông qua các phương pháp đảm bảo chất lượng dữ liệu để tiến hành làm sạch dữ liệu và khám phá tri thức, nhưng cần nghiên cứu thêm để nâng cao hiệu quả của các kỹ thuật làm sạch dữ liệu, tạo ra phương pháp để phát hiện những mâu thuẫn và bất thường trong dữ liệu, và phát

triển các phương pháp kết hợp phản hồi của con người. Các nhà nghiên cứu cần khám phá những phương pháp mới để cho phép dữ liệu và siêu dữ liệu liên quan được khai thác đồng thời.

Nhiều ứng dụng TTNT về bản chất mang tính liên ngành và sử dụng dữ liệu không đồng nhất. Cần tiếp tục nghiên cứu máy học đa phương thức để cho phép khám phá kiến thức từ nhiều loại dữ liệu khác nhau (ví dụ, rời rạc, liên tục, văn bản, không gian, thời gian, không-thời gian, đồ thị). Các nhà nghiên cứu TTNT phải xác định số lượng dữ liệu cần thiết cho việc đào tạo và tập trung quy mô đủ lớn so với nhu cầu dữ liệu dài. Họ cũng phải xác định làm thế nào để tìm ra và xử lý các sự kiện hiếm gặp ngoài cách tiếp cận thống kê thuần túy; làm việc với các nguồn tri thức (tức là mọi loại thông tin giải thích thế giới, chẳng hạn như kiến thức về định luật hấp dẫn hay các chuẩn mực xã hội) cũng như các nguồn dữ liệu, tích hợp các mô hình và bản thể học vào quá trình học tập; và để có được hiệu suất học tập hiệu quả với ít dữ liệu khi không có nguồn dữ liệu lớn.

### ***Tăng cường khả năng nhận thức của hệ thống TTNT***

Nhận thức là cánh cửa của một hệ thống thông minh mở ra thế giới. Nhận thức bắt đầu với dữ liệu cảm biến dưới các phương thức và hình thức đa dạng, chẳng hạn như tình trạng của chính hệ thống hoặc thông tin về môi trường. Các dữ liệu cảm biến được xử lý và tổng hợp, thường cùng với kiến thức các mô hình định trước, để trích xuất thông tin có liên quan đến nhiệm vụ của hệ thống TTNT như các đặc tính hình học, các thuộc tính, vị trí và vận tốc. Các dữ liệu tích hợp từ các dạng nhận thức hình thành cảnh báo tình huống cung cấp cho các hệ thống TTNT những kiến thức đầy đủ và mô hình trạng thái của thế giới xung quanh cần thiết để lên kế hoạch và thực hiện các nhiệm vụ một cách hiệu quả và an toàn. Các hệ thống TTNT sẽ hưởng lợi lớn từ những tiến bộ phần cứng và các thuật toán cho phép nhận thức mạnh mẽ và đáng tin hơn. Các cảm biến phải có khả năng thu được dữ liệu ở khoảng cách xa hơn, với độ phân giải cao hơn, và trong thời gian thực. Hệ thống nhận thức cần phải có khả năng tích hợp dữ liệu từ nhiều loại cảm biến và các nguồn khác, bao gồm cả đám mây điện toán, để xác định những gì các hệ thống TTNT đang nhận thức và cho phép dự đoán các trạng thái tương lai.

Phát hiện, phân loại, xác định và công nhận các đối tượng vẫn còn là thách thức, đặc biệt là trong các điều kiện lộn xộn và động. Ngoài ra, nhận thức của con người cần phải được cải thiện rất nhiều bằng cách sử dụng sự kết hợp của cảm biến và thuật toán, sao cho hệ thống TTNT có thể làm việc hiệu quả hơn với con người. Cần có một khung tính toán và phổ biến sự không chắc chắn trong quá trình nhận thức để định lượng mức độ tin tưởng mà hệ thống TTNT có trong nhận thức tình huống và cải thiện độ chính xác.

### ***Hiểu các khả năng và hạn chế lý thuyết của TTNT***

Mặc dù mục tiêu cuối cùng của nhiều thuật toán TTNT là để giải quyết những thách thức mở với các giải pháp giống người, nhưng chúng ta chưa biết rõ đâu là những khả năng và hạn chế lý thuyết của TTNT và mức độ mà các giải pháp giống người có thể thực hiện với thuật toán TTNT. Nghiên cứu lý luận là cần thiết để hiểu rõ hơn tại sao các kỹ thuật TTNT, đặc biệt là máy học, thường hoạt động tốt trong thực tế. Trong khi các ngành học khác nhau (bao gồm toán học, khoa học quản lý, khoa học máy tính) đang nghiên cứu vấn đề này, thì lĩnh vực này hiện đang thiếu các mô hình lý thuyết thống nhất hoặc các khung lý thuyết để hiểu hiệu suất hoạt động của hệ thống TTNT.

Cần có các nghiên cứu bổ sung về khả năng giải quyết tính toán, là việc hiểu biết về các lớp vấn đề mà các thuật toán TTNT về mặt lý thuyết có khả năng giải quyết, và tương tự như vậy, những vấn đề chúng không có khả năng giải quyết. Sự hiểu biết này phải được phát triển trong bối cảnh của phần cứng hiện có, để xem phần cứng ảnh hưởng như thế nào đến hiệu suất hoạt động của các thuật toán. Hiểu được các vấn đề nan giải về mặt lý thuyết có thể giúp các nhà nghiên cứu phát triển các giải pháp gần đúng cho những vấn đề này, hoặc thậm chí mở các dòng nghiên cứu mới trên phần cứng cho hệ thống TTNT. Ví dụ, khi được phát minh vào những năm 1960, Mạng lưới thần kinh nhân tạo (Artificial Neural Networks - ANN) chỉ có thể được sử dụng để giải quyết vấn đề rất đơn giản. ANN chỉ trở nên khả thi để giải quyết các vấn đề phức tạp sau khi các cải tiến phần cứng như xử lý song song đã được thực hiện, và các thuật toán được điều chỉnh để sử dụng các phần cứng mới. Những phát triển này là nhân tố quan trọng trong việc hỗ trợ đạt được những tiến bộ đáng kể hiện nay trong học sâu.

### ***Theo đuổi nghiên cứu trí tuệ nhân tạo mục đích phổ quát***

Các phương pháp tiếp cận TTNT có thể được chia thành "TTNT hẹp" và "TTNT phổ quát." Hệ thống TTNT hẹp thực hiện các nhiệm vụ riêng lẻ trong các khu vực chuyên biệt được xác định rõ, chẳng hạn như nhận dạng giọng nói, nhận dạng hình ảnh, và dịch thuật. Một số hệ thống TTNT hẹp gần đây, bao gồm IBM Watson và AlphaGo của DeepMind, đã đạt được những kỳ tích lớn. Thật vậy, các hệ thống đặc biệt này đã được gán nhãn "siêu nhân" vì chúng vượt trội so với những người chơi giỏi nhất trong các chương trình Jeopardy và Go tương ứng. Nhưng các hệ thống này là ví dụ cho TTNT hẹp, vì chúng chỉ có thể được áp dụng cho các nhiệm vụ mà chúng được thiết kế riêng. Sử dụng các hệ thống này cho phạm vi các vấn đề rộng hơn đòi hỏi nỗ lực cơ cấu lại đáng kể. Ngược lại, các mục tiêu dài hạn của TTNT phổ quát là tạo ra các hệ thống biểu hiện sự linh hoạt và đa dạng của trí tuệ của con người trong các lĩnh vực nhận thức, bao gồm cả

việc học, ngôn ngữ, nhận thức, suy luận, sáng tạo, và lập kế hoạch. Các khả năng học rộng sẽ cung cấp cho các hệ thống TTNT phổ quát khả năng chuyển giao kiến thức từ một lĩnh vực này sang lĩnh vực khác và tương tác học hỏi từ kinh nghiệm và từ con người. TTNT phổ quát là tham vọng của các nhà nghiên cứu kể từ khi TTNT ra đời, nhưng các hệ thống hiện nay vẫn còn rất xa mục tiêu này. Mỗi quan hệ giữa TTNT hẹp và phổ quát hiện đang được khám phá; có khả năng những bài học từ một bên có thể được áp dụng để cải thiện bên kia và ngược. Hầu hết các nhà nghiên cứu tin rằng TTNT phổ quát còn một chặng đường dài phải mất hàng thập kỷ, đòi hỏi những nỗ lực nghiên cứu tiên tục, lâu dài để đạt được.

### ***Phát triển hệ thống TTNT có khả năng mở rộng***

Các nhóm và mạng lưới hệ thống TTNT có thể được phối hợp hoặc độc lập hợp tác để thực hiện các nhiệm vụ mà một hệ thống TTNT riêng lẻ không làm được, và cũng có thể bao gồm con người cùng làm việc hoặc lãnh đạo nhóm. Sự phát triển và sử dụng các hệ thống đa TTNT như vậy tạo ra những thách thức nghiên cứu quan trọng trong việc lập kế hoạch, phối hợp, kiểm soát, và khả năng mở rộng của các hệ thống như vậy. Các kỹ thuật lập kế hoạch cho các hệ thống đa TTNT phải đủ nhanh để hoạt động và thích ứng trong thời gian thực với những thay đổi trong môi trường. Chúng cần thích ứng một cách trôi chảy với những thay đổi trong suy giảm và lỗi băng thông hay hệ thống liên lạc có sẵn. Nhiều nỗ lực trước đây đã hướng vào các kỹ thuật lập kế hoạch tập trung và phối hợp; tuy nhiên, các phương pháp này đều thất bại, chẳng hạn như mất người lập kế hoạch, hoặc mất liên lạc với người lập kế hoạch. Các kỹ thuật lập kế hoạch và kiểm soát phân tán khó đạt hơn về mặt thuật toán, và thường kém hiệu quả và không đầy đủ. Các nghiên cứu trong tương lai phải khám phá các kỹ thuật hiệu quả hơn, mạnh mẽ, và có khả năng mở rộng cho việc lập kế hoạch, kiểm soát, và sự hợp tác của các nhóm gồm nhiều hệ thống TTNT và con người.

### ***Nuôi dưỡng nghiên cứu về TTNT giống người***

Để có được TTNT giống người đòi hỏi các hệ thống có khả năng tự giải thích theo cách mà mọi người có thể hiểu được. Điều này sẽ dẫn đến một thế hệ mới các hệ thống thông minh, chẳng hạn như hệ thống gia sư thông minh và các trợ lý thông minh có hiệu quả trong việc hỗ trợ con người thực hiện nhiệm vụ của họ. Tuy nhiên, còn có khoảng cách lớn giữa cách thuật toán TTNT hiện nay hoạt động với cách con người tìm hiểu và thực hiện nhiệm vụ. Con người có khả năng học chỉ từ một vài ví dụ, hoặc bằng cách tiếp nhận hướng dẫn chính thức và/hoặc "gợi ý" để thực hiện nhiệm vụ, hoặc bằng cách quan sát những người khác làm những việc đó. Ví dụ, các trường y có cách tiếp cận này khi sinh viên y khoa học tập bằng cách quan sát một bác sĩ thực hiện một thủ thuật y tế phức tạp. Ngay cả

trong các công việc hiệu suất cao như trò chơi Go vô địch thế giới, một người chơi lão luyện cũng chỉ chơi vài ngàn ván để tự đào tạo. Ngược lại, sẽ mất hàng trăm năm để một người chơi số ván cần thiết để đào tạo AlphaGo. Nhiều nghiên cứu cơ bản về các phương pháp tiếp cận mới để có được TTNT giống người sẽ đưa những hệ thống này đến gần mục tiêu hơn.

### ***Phát triển robot có nhiều khả năng và tin cậy hơn***

Những tiến bộ đáng kể trong công nghệ robot trong thập kỷ qua đang dẫn đến những tác động tiềm năng trong vô số ứng dụng, bao gồm sản xuất, hậu cần, y học, chăm sóc sức khỏe, quốc phòng và an ninh quốc gia, nông nghiệp và sản phẩm tiêu dùng. Trong khi robot từ lâu đã được hình dung cho các môi trường công nghiệp tĩnh, thì những tiến bộ gần đây liên quan đến việc hợp tác chặt chẽ giữa robot và người. Các công nghệ robot đang cho thấy triển vọng về khả năng bổ sung, gia tăng, nâng cao, hoặc ganh đua với các khả năng vật lý hoặc trí thông minh của con người. Tuy nhiên, các nhà khoa học cần phải làm cho các hệ thống robot có nhiều khả năng, tin cậy và dễ sử dụng hơn.

Các nhà nghiên cứu cần phải hiểu rõ hơn nhận thức của robot để lấy thông tin từ các loại cảm biến khác nhau để cung cấp cho robot những thực nhận thức tình huống với thời gian thực. Cần có tiến bộ trong nhận thức và lý luận để cho phép robot hiểu và tương tác tốt hơn với thế giới vật chất. Nâng cao khả năng thích nghi và học hỏi sẽ cho phép robot có thể khái quát các kỹ năng của mình, tự đánh giá về hiệu suất hiện tại của chúng, và học động tác chuyển động cơ thể từ những người giáo viên. Sự di động và thao tác là những lĩnh vực cần nghiên cứu thêm để robot có thể di chuyển trên địa hình gồ ghề và không chắc chắn và xử lý khéo léo một loạt các đối tượng. Robot cần phải học để hợp nhóm và cộng tác với người theo cách liên mạch, đáng tin cậy và có thể dự đoán được.

### ***Thúc đẩy phần cứng cho TTNT nâng cao***

Trong khi nghiên cứu TTNT thường đi kèm với những tiến bộ trong phần mềm, thì hiệu suất hoạt động của hệ thống TTNT phụ thuộc rất nhiều vào phần cứng mà nó hoạt động. Sự phục hồi hiện nay trong máy học sâu liên quan trực tiếp với sự tiến bộ trong công nghệ phần cứng dựa trên bộ xử lý đồ họa (GPU) và bộ nhớ nâng cao, đầu vào/đầu ra, tốc độ đồng hồ, xử lý song song, và hiệu quả năng lượng. Phát triển phần cứng tối ưu hóa cho các thuật toán TTNT sẽ cho phép mức các mức hiệu suất cao hơn so với GPU. Một ví dụ là bộ vi xử lý "phồng nơ-ron" được lấy cảm hứng từ tổ chức của não và, trong một số trường hợp, tối ưu hóa cho các hoạt động của mạng lưới thần kinh. Những tiến bộ phần cứng cũng có thể cải thiện hiệu suất của các phương pháp TTNT thâm dụng dữ liệu cao.

Cần nghiên cứu thêm các phương pháp để mở và đóng dòng dữ liệu theo các cách được kiểm soát trên toàn hệ thống phân tán. Cũng cần tiếp tục nghiên cứu để cho phép các thuật toán máy học có thể học một cách hiệu quả từ các dữ liệu tốc độ cao, bao gồm các thuật toán học máy phân tán đồng thời học từ nhiều luồng dữ liệu. Các phương pháp phản hồi dựa trên máy học nâng cao hơn sẽ cho phép hệ thống TTNT thông minh lấy mẫu hoặc ưu tiên các dữ liệu từ những mô phỏng quy mô lớn, dụng cụ thí nghiệm, và các hệ thống cảm biến phân tán, chẳng hạn như Tòa nhà thông minh và Internet Vạn vật (IoT). Những phương pháp này có thể yêu cầu việc ra quyết định nhập xuất (I/O) động, trong đó các lựa chọn được thực hiện trong thời gian thực để lưu trữ các dữ liệu dựa trên tầm quan trọng hoặc ý nghĩa, chứ không chỉ đơn giản là lưu trữ dữ liệu ở tần số cố định.

### ***Tạo ra TTNT cho phần cứng cải tiến***

Trong khi phần cứng cải tiến có thể dẫn đến các hệ thống TTNT có nhiều khả năng hơn, thì các hệ thống TTNT cũng có thể cải thiện hiệu suất của phần cứng. Điều này sẽ dẫn đến những tiến bộ hơn nữa thực hiện phần cứng, bởi những giới hạn vật lý trên máy tính đòi hỏi các phương pháp mới để thiết kế phần cứng. Các phương pháp dựa trên TTNT có thể đặc biệt quan trọng trong việc cải thiện hoạt động của các hệ thống tính toán hiệu năng cao (HPC). Các hệ thống như vậy tiêu thụ một lượng năng lượng khổng lồ. TTNT đang được sử dụng để dự đoán hiệu suất HPC và sử dụng tài nguyên, và đưa ra các quyết định tối ưu hóa trực tuyến nâng cao hiệu quả; các kỹ thuật TTNT tiên tiến hơn có thể nâng cao hiệu suất hệ thống. TTNT cũng có thể được sử dụng để tạo ra các hệ thống HPC có khả năng tự tái cấu trúc có thể xử lý các lỗi hệ thống, mà không cần sự can thiệp của con người.

Các thuật toán TTNT cải tiến có thể tăng hiệu suất của các hệ thống đa lõi bằng cách giảm những di chuyển dữ liệu giữa bộ vi xử lý và bộ nhớ - trở ngại chính để ngăn cản các hệ thống tính toán hoạt động nhanh hơn 10 lần so với siêu máy tính hiện nay. Trong thực tế, cấu trúc các thao tác trong các hệ thống HPC không bao giờ giống nhau, và các ứng dụng khác nhau được thực hiện đồng thời, với trạng thái của mỗi mã phần mềm khác nhau phát triển một cách độc lập về thời gian. Các thuật toán TTNT cần phải được thiết kế để hoạt động trực tuyến và ở quy mô cho các hệ thống HPC.

## **Chiến lược 2: Phát triển các phương pháp hợp tác người-TTNT**

Trong khi các hệ thống TTNT hoàn toàn tự trị sẽ rất quan trọng trong một số lĩnh vực ứng dụng (ví dụ, thăm dò không gian sâu hoặc dưới nước), thì nhiều lĩnh vực ứng dụng khác (ví dụ, phục hồi sau thảm họa và chẩn đoán y tế) được giải



quyết một cách hiệu quả nhất bởi sự kết hợp của con người và hệ thống TTNT cùng làm việc để đạt được mục tiêu ứng dụng. Tương tác hợp tác này có ưu điểm về tính chất bổ sung của con người và hệ thống TTNT.

Mặc dù đã có các cách tiếp cận hiệu quả đối với hợp tác người-TTNT, nhưng hầu hết trong số này là "giải pháp điểm" chỉ hoạt động trong một môi trường cụ thể, sử dụng các nền tảng cụ thể cho các mục tiêu cụ thể. Việc tạo các giải pháp điểm cho mỗi trường hợp ứng dụng không thể mở rộng; do đó cần thêm nhiều nghiên cứu đi xa hơn những giải pháp điểm, hướng tới các phương pháp tổng quát hơn trong hợp tác người-TTNT. Cần phải tìm cách cân bằng giữa thiết kế các hệ thống phổ quát hoạt động trong tất cả các loại vấn đề, đòi hỏi ít nỗ lực hơn để chế tạo và cơ sở thiết bị lớn hơn để chuyển đổi ứng dụng, với việc xây dựng số lượng lớn các hệ thống giải quyết vấn đề cụ thể có thể làm việc hiệu quả hơn đối với từng vấn đề.

Các ứng dụng trong tương lai sẽ thay đổi đáng kể sự phân chia vai trò chức năng giữa người và hệ thống TTNT, bản chất của những tương tác giữa người và hệ thống TTNT, số lượng người và hệ thống TTNT khác cùng làm việc, người và hệ thống TTNT sẽ liên lạc và chia sẻ nhận thức tình huống như thế nào. Sự phân chia vai trò chức năng giữa người và hệ thống TTNT thường rơi vào một trong các loại sau:

1. TTNT thực hiện chức năng cùng với con người: Các hệ thống TTNT thực hiện nhiệm vụ ngoại vi hỗ trợ người ra quyết định. Ví dụ, TTNT có thể giúp con người có bộ nhớ làm việc, thu hồi bộ nhớ ngắn hạn hay dài hạn, và các nhiệm vụ đoán.

2. TTNT thực hiện chức năng khi con người gặp tình trạng quá tải nhận thức: Các hệ thống TTNT thực hiện các chức năng giám sát phức tạp (như hệ thống cảnh báo gần mặt đất trên máy bay), ra quyết định, và tự động chẩn đoán y tế khi con người cần trợ giúp.

3. TTNT thực hiện chức năng thay cho người: Các hệ thống TTNT thực hiện nhiệm vụ mà con người có khả năng rất hạn chế, chẳng hạn như đối với các tính toán toán học phức tạp, điều khiển hướng dẫn cho các hệ thống động trong môi trường hoạt động tranh chấp, các khía cạnh điều khiển cho các hệ thống tự động trong môi trường độc hại, và trong các tình huống mà hệ thống cần phản ứng rất nhanh (ví dụ, trong phòng điều khiển lò phản ứng hạt nhân).

Để đạt được các tương tác hiệu quả giữa người và hệ thống TTNT cần có thêm nghiên cứu để đảm bảo rằng các thiết kế hệ thống không dẫn đến sự phức tạp quá mức, thiếu tin cậy. Sự quen thuộc của người với hệ thống TTNT có thể tăng lên thông qua đào tạo và kinh nghiệm, để đảm bảo rằng con người có sự am hiểu tốt về các khả năng của hệ thống TTNT, những gì các hệ thống TTNT có thể và

không thể làm. Để giải quyết những lo ngại này, các nguyên tắc tự động hóa lấy con người làm trung tâm nhất định phải được sử dụng trong việc thiết kế và phát triển các hệ thống này:

1. Sử dụng thiết kế trực quan, thân thiện với người dùng của những giao diện người- hệ thống TTNT, điều khiển và hiển thị.

2. Người vận hành luôn được thông báo. Hiển thị thông tin quan trọng, trạng thái của hệ thống TTNT, và thay đổi với những trạng thái này.

3. Người vận hành được đào tạo. Tham gia vào đào tạo thường xuyên về các kiến thức chung, kỹ năng, và khả năng (KSA), cũng như đào tạo về thuật toán và logic sử dụng trong hệ thống TTNT và các chế độ hỏng hóc dự kiến của hệ thống.

4. Làm cho tự động hóa linh hoạt. Triển khai các hệ thống TTNT nên được coi là một lựa chọn thiết kế cho những người vận hành, để họ quyết định xem muốn sử dụng chúng hay không. Một điều cũng rất quan trọng là thiết kế và triển khai các hệ thống TTNT thích ứng có thể được sử dụng để hỗ trợ những người vận hành trong thời gian quá tải công việc hoặc ốm đau.

Nhiều thách thức cơ bản phát sinh cho các nhà nghiên cứu khi tạo ra các hệ thống làm việc hiệu quả với con người. Một số thách thức quan trọng bao gồm.

#### ***Tìm kiếm các thuật toán mới cho TTNT nhận thức con người***

Qua nhiều năm, các thuật toán TTNT đã có thể giải quyết các vấn đề ngày càng phức tạp. Tuy nhiên, vẫn có khoảng cách giữa khả năng của các thuật toán và khả năng sử dụng các hệ thống này của con người. Cần có các hệ thống thông minh nhận thức con người có thể tương tác trực quan với người sử dụng và cho phép hợp tác máy-người liền mạch. Các tương tác trực quan bao gồm các tương tác nông, chẳng hạn như khi một người dùng loại bỏ một tùy chọn được hệ thống khuyến cáo; phương pháp tiếp cận dựa trên mô hình cân nhắc các hành động quá khứ của người sử dụng; hoặc thậm chí các mô hình sâu của ý định người sử dụng được dựa trên mô hình nhận thức chính xác của con người.

Các mô hình gián đoạn cần được phát triển cho phép một hệ thống thông minh dừng hợp tác với con người chỉ khi cần thiết và thích hợp. Các hệ thống thông minh cũng cần có khả năng gia tăng nhận thức con người, biết lấy thông tin nào khi người sử dụng cần, ngay cả khi không được nhắc một cách rõ ràng.

Các hệ thống thông minh trong tương lai phải có các chuẩn mực xã hội của con người và hành động phù hợp. Hệ thống thông minh có thể làm việc hiệu quả hơn với con người nếu chúng có một mức độ trí tuệ cảm xúc, để chúng có thể nhận ra cảm xúc của người dùng của họ và phản ứng thích hợp. Một mục tiêu nghiên cứu thêm là vượt qua các tương tác của một con người và một máy, hướng

tới một "hệ thống-của-hệ thống", đó là các nhóm gồm nhiều máy tính tương tác với nhiều người.

### ***Phát triển kỹ thuật TTNT tăng cường khả năng của người***

Trong khi phần lớn trọng tâm nghiên cứu TTNT trước đây là các thuật toán tương đương hoặc vượt trội con người trong thực hiện các nhiệm vụ hẹp, thì cần có thêm nghiên cứu để phát triển các hệ thống làm tăng thêm khả năng của con người trên nhiều lĩnh vực. Nghiên cứu tăng khả năng của người bao gồm các thuật toán làm việc trên thiết bị văn phòng (chẳng hạn như máy tính); thiết bị mang (như kính thông minh); thiết bị cấy ghép (như giao diện não); và trong môi trường sử dụng cụ thể (như phòng điều hành thiết kế đặc biệt). Ví dụ, nhận thức của con người tăng cường có thể cho phép một y tá chỉ ra sai lầm trong một quy trình y tế, dựa trên đọc dữ liệu kết hợp từ nhiều thiết bị. Các hệ thống khác có thể làm tăng thêm nhận thức con người bằng cách giúp đỡ người sử dụng lục lại những kinh nghiệm trong quá khứ có thể áp dụng cho tình hình hiện tại của người dùng.

Một loại hình hợp tác khác giữa người và hệ thống TTNT liên quan đến học chủ động để hiểu dữ liệu thông minh. Trong học chủ động, đầu vào được tìm kiếm từ một chuyên gia trong lĩnh vực và việc học chỉ được thực hiện trên các dữ liệu khi các thuật toán học là không chắc chắn. Đây là một kỹ thuật quan trọng để giảm số lượng dữ liệu đào tạo cần được tạo ra ở chỗ đầu tiên, hoặc số lượng dữ liệu cần học. Học chủ động cũng là một cách quan trọng để có được đầu vào chuyên gia và tăng niềm tin vào thuật toán học.

### ***Phát triển kỹ thuật hiển thị hình ảnh và các giao diện TTNT-người***

Hiển thị hình ảnh và giao diện người dùng tốt hơn là những lĩnh vực bổ sung cần được phát triển nhiều hơn nữa để giúp con người hiểu được khối lượng lớn các tập dữ liệu hiện đại và thông tin từ nhiều nguồn khác nhau. Hiển thị hình ảnh và giao diện người dùng phải thể hiện rõ các dữ liệu và thông tin ngày càng phức tạp nhận được theo cách con người có thể hiểu được. Việc cung cấp kết quả trong thời gian thực rất quan trọng trong các hoạt động yêu cầu an toàn cao và có thể đạt được với năng lực tính toán và kết nối hệ thống tăng lên. Trong các trường hợp này, người dùng cần sự trực quan và các giao diện có thể nhanh chóng chuyển tải những thông tin chính xác phản ứng thời gian thực.

Sự hợp tác người-TTNT có thể được áp dụng trong các môi trường rất khác nhau, và nơi liên lạc khó khăn. Trong một số lĩnh vực, độ trễ liên lạc người-TTNT thấp và đáng tin cậy. Trong các lĩnh vực khác (ví dụ, việc triển khai các xe tự hành Spirit và Opportunity lên sao Hỏa của NASA), liên lạc từ xa giữa người và hệ thống TTNT có một độ trễ rất cao (ví dụ, thời gian thông tin đi 1 vòng giữa Trái

Đất và Sao Hỏa là 5-20 phút). Những yêu cầu liên lạc và hạn chế những cân nhắc quan trọng cho NC&PT các giao diện người dùng.

### ***Phát triển hệ thống xử lý ngôn ngữ hiệu quả hơn***

Tạo khả năng cho phép con người tương tác với hệ thống TTNT thông qua ngôn ngữ nói và viết từ lâu đã là mục tiêu của các nhà nghiên cứu TTNT. Mặc dù đã có những tiến bộ đáng kể, nhưng các thách thức nghiên cứu mở đáng kể phải được giải quyết trong xử lý ngôn ngữ trước khi con người có thể giao tiếp một cách hiệu quả với các hệ thống TTNT như với người khác. Nhiều tiến bộ gần đây trong xử lý ngôn ngữ đã góp phần sử dụng các phương pháp học máy bằng dữ liệu, dẫn đến các hệ thống thành công, chẳng hạn như nhận dạng được lời nói tiếng Anh thành thạo trong môi trường xung quanh yên tĩnh trong thời gian thực. Tuy nhiên, những thành tựu này chỉ là những bước đầu tiên hướng tới các mục tiêu dài hạn. Các hệ thống hiện tại không thể đối phó với những thách thức thực tế như hiểu lời nói trong môi trường ồn ào, lời nói nặng giọng, lời nói của trẻ em, lời nói ngọng, và lời nói cho ngôn ngữ ký hiệu. Cần phát triển những hệ thống xử lý ngôn ngữ có khả năng tham gia vào các cuộc đối thoại theo thời gian thực với con người. Những hệ thống như vậy sẽ cần phải suy ra được các mục tiêu và ý định của người đối thoại của mình, sử dụng đăng ký thích hợp, phong cách và hùng biện với tình hình, và sử dụng các chiến lược sửa chữa trong trường hợp hiểu lầm đối thoại. Cần có nghiên cứu thêm để phát triển các hệ thống dễ dàng khái quát qua các ngôn ngữ khác nhau. Ngoài ra, cần nghiên cứu thêm để có được kiến thức hữu ích có cấu trúc dưới dạng sẵn sàng tiếp cận cho các hệ thống xử lý ngôn ngữ.

Những tiến bộ xử lý ngôn ngữ trong nhiều lĩnh vực khác cũng cần thiết để làm cho sự tương tác giữa người và hệ thống TTNT tự nhiên và trực quan hơn. Các mô hình tính toán mạnh mẽ phải được xây dựng cho các mẫu ở cả ngôn ngữ nói và viết, cung cấp bằng chứng cho trạng thái cảm xúc, ảnh hưởng, và lập trường, và để xác định các thông tin đó là tiềm ẩn trong lời nói và văn bản. Các kỹ thuật xử lý ngôn ngữ mới là cần thiết để đưa ngôn ngữ vào bối cảnh môi trường cho hệ thống TTNT hoạt động trong thế giới vật chất, chẳng hạn như trong robot. Cuối cùng, vì cách thức con người giao tiếp trong các tương tác trực tuyến có thể hoàn toàn khác với các tương tác bằng giọng nói, mô hình ngôn ngữ được sử dụng trong bối cảnh này phải được hoàn thiện để hệ thống TTNT xã hội có thể tương tác hiệu quả hơn với mọi người.

### **Chiến lược 3: Hiểu và giải quyết các tác động xã hội, luật pháp và đạo đức**

Khi các phần tử TTNT hành động tự chủ, chúng ta mong muốn chúng hành xử theo các chuẩn mực chính thức và không chính thức mà theo đó chúng ta duy

trì xã hội đồng loại. Là các lực lượng trật tự xã hội cơ bản, pháp luật và đạo đức do đó đều được thông báo và điều chỉnh hành vi của các hệ thống TTNT. Nghiên cứu chủ đạo cần bao gồm đến cả hiểu biết về ý nghĩa đạo đức, pháp luật và xã hội của TTNT, cũng như phát triển phương pháp thiết kế TTNT phù hợp với các nguyên tắc đạo đức, pháp luật và xã hội. Các mối quan tâm riêng tư cũng cần được xem xét.

Như với bất kỳ công nghệ nào, việc sử dụng TTNT được chấp nhận sẽ được thông báo những giá trị của pháp luật và đạo đức; thách thức là làm thế nào để áp dụng những giá trị đó vào công nghệ mới này, đặc biệt là những nguyên lý liên quan đến quyền tự chủ, trung gian và kiểm soát.

Để xây dựng hệ thống mạnh mẽ cư xử tốt, dĩ nhiên chúng ta cần phải quyết định thế nào là hành vi tốt trong mỗi miền ứng dụng. Chiều đạo đức này liên quan mật thiết đến những vấn đề về kỹ thuật chế tạo, các kỹ thuật này đáng tin cậy như thế nào, và sự trả giá là gì - tất cả các lĩnh vực đều cần đến khoa học máy tính, máy tính học tập và chuyên môn TTNT rộng hơn. Nghiên cứu trong lĩnh vực này có thể được hưởng lợi từ những quan điểm đa ngành có liên quan đến các chuyên gia khoa học máy tính, khoa học xã hội và hành vi, đạo đức, khoa học y sinh học, tâm lý học, kinh tế, luật, và nghiên cứu chính sách.

### ***Nâng cao tính công bằng, minh bạch và thiết kế có trách nhiệm***

Nhiều lo ngại đã nói về sự nhạy cảm của các thuật toán TTNT nhiều dữ liệu trong lỗi và lạm dụng, và các nhánh có thể về giới tính, tuổi tác, chủng tộc, hoặc các tầng lớp giàu-nghèo. Việc thu thập và sử dụng dữ liệu phù hợp cho hệ thống TTNT, trong vấn đề này, là một thách thức quan trọng. Tuy nhiên, ngoài các vấn đề thuần túy liên quan đến dữ liệu, câu hỏi lớn nổi lên là về thiết kế TTNT công bằng, minh bạch và có trách nhiệm. Các nhà nghiên cứu phải tìm hiểu làm thế nào để thiết kế các hệ thống này để các hành động và quyết định của chúng được minh bạch và dễ giải thích đối với người, và do đó có thể được xem xét bất kỳ sự thiên vị nào chúng có thể có, thay vì chỉ học và lặp lại những thành kiến. Có những vấn đề trí tuệ nghiêm túc về làm thế nào để thể hiện và "mã hóa" các hệ thống giá trị và niềm tin. Các nhà khoa học cũng phải nghiên cứu mức độ phạm vi xem xét về công lý và công bằng có thể được thiết kế vào hệ thống, và làm thế nào để thực hiện điều này trong giới hạn của kỹ thuật chế tạo hiện hành.

### ***Xây dựng TTNT đạo đức***

Ngoài những giả định cơ bản của công lý và công bằng là các quan tâm khác về việc liệu hệ thống TTNT có thể biểu hiện hành vi tuân thủ các nguyên tắc đạo đức chung. Làm thế nào các tiến bộ trong TTNT có thể định hình các vấn đề mới "liên quan đến máy" về đạo đức, hoặc những việc sử dụng TTNT nào có thể được

coi là phi đạo đức? Đạo đức vốn dĩ là một vấn đề triết học trong khi công nghệ TTNT phụ thuộc vào, và được giới hạn bởi, kỹ thuật. Do đó, trong giới hạn của những gì khả thi công nghệ, các nhà nghiên cứu phải cố gắng phát triển các thuật toán và kiến trúc phù hợp với, hay tuân thủ, pháp luật hiện hành, chuẩn mực xã hội và đạo đức - rõ ràng là một nhiệm vụ rất khó khăn.

Các nguyên tắc đạo đức thường ghi nhận các mức độ mơ hồ khác nhau và rất khó chuyển vào hệ thống chính xác và thiết kế thuật toán. Ngoài ra còn có các biến chứng khi hệ thống TTNT, đặc biệt với các loại thuật toán ra quyết định độc lập mới, phải đối mặt với tình huống đạo đức khó xử dựa trên các hệ thống độc lập và có thể xung đột giá trị. Các vấn đề đạo đức khác nhau tùy theo nền văn hóa, tôn giáo, tín ngưỡng. Tuy nhiên, các khuôn khổ tham khảo đạo đức có thể chấp nhận có thể được phát triển để hướng dẫn hệ thống TTNT lập luận và ra quyết định, để giải thích và biện minh cho kết luận và hành động của chúng.

Cần có cách tiếp cận đa ngành để tạo ra các tập dữ liệu đào tạo phản ánh một hệ thống giá trị thích hợp, bao gồm các ví dụ chỉ ra hành vi ưa thích khi thể hiện các vấn đề đạo đức khó hoặc có các giá trị xung đột. TTNT cần phương pháp thích hợp để giải quyết xung đột dựa trên giá trị, nơi mà hệ thống kết hợp các nguyên tắc có thể giải quyết thực tế các tình huống phức tạp khi các quy tắc nghiêm ngặt không thể thực hiện được.

### ***Thiết kế các cấu trúc TTNT đạo đức***

Cần phải có thêm tiến bộ trong nghiên cứu cơ bản để xác định làm thế nào để thiết kế tốt nhất các kiến trúc cho hệ thống TTNT kết hợp lý luận đạo đức. Nhiều phương pháp đã được đề xuất, chẳng hạn như một kiến trúc màn hình hai tầng ngăn cách TTNT hoạt động khỏi phần tử màn hình chịu trách nhiệm cho việc đánh giá đạo đức hay pháp lý của bất kỳ hành động nào. Một quan điểm khác thiên về kỹ thuật an toàn, trong đó sử dụng một khuôn khổ khái niệm chính xác cho kiến trúc phần tử TTNT để đảm bảo rằng hành vi TTNT là an toàn và không gây hại cho con người. Phương pháp thứ ba là xây dựng một kiến trúc đạo đức sử dụng các nguyên tắc lý thuyết đã được xác lập, kết hợp với những hạn chế logic về hành vi hệ thống TTNT để phù hợp với giáo lý đạo đức. Khi hệ thống TTNT trở nên phổ quát hơn, các kiến trúc của chúng có thể sẽ bao gồm các hệ thống con có thể tiếp nhận các vấn đề đạo đức ở nhiều cấp độ phân xét, bao gồm: quy tắc phù hợp với mô hình phản ứng nhanh, lý luận cho phản ứng chậm hơn để mô tả và biện minh cho hành động, tín hiệu xã hội để chỉ ra sự tin cậy cho người sử dụng, và các quá trình xã hội hoạt động qua thang thời gian thậm chí dài hơn cho phép hệ thống tuân theo các chuẩn mực văn hóa. Các nhà nghiên cứu sẽ cần phải tập

trung vào việc làm thế nào để giải quyết tốt nhất thiết kế tổng thể các hệ thống TTNT phù hợp với các mục tiêu đạo đức, pháp lý và xã hội.

#### **Chiến lược 4: Đảm bảo an toàn và an ninh của hệ thống TTNT**

Trước khi một hệ thống TTNT được đưa vào sử dụng rộng rãi, cần đảm bảo rằng hệ thống sẽ hoạt động một cách an toàn, chắc chắn và được kiểm soát. Cần nghiên cứu để giải quyết thách thức tạo ra hệ thống TTNT tin cậy, có cơ sở và đáng tin. Cũng như với các hệ thống phức tạp khác, hệ thống TTNT đối mặt với những thách thức an toàn và bảo mật quan trọng do:

- *Môi trường phức tạp và không chắc chắn*: Trong nhiều trường hợp, hệ thống TTNT được thiết kế để hoạt động trong môi trường phức tạp, với số lượng lớn trạng thái tiềm tàng không được kiểm tra hoặc thử nghiệm thấu đáo. Một hệ thống có thể đối đầu với các điều kiện chưa được xem xét trong thiết kế.

- *Hành vi bất ngờ*: Đối với hệ thống TTNT học sau khi triển khai, hành vi của hệ thống có thể được xác định chủ yếu bởi các giai đoạn học trong điều kiện không giám sát. Trong điều kiện như vậy, có thể khó dự đoán hành vi của hệ thống.

- *Thông số sai lệch mục tiêu*: Do khó khăn trong việc chuyển mục tiêu của con người vào hướng dẫn máy tính, các mục tiêu được lập trình cho một hệ thống TTNT có thể không phù hợp với các mục tiêu đã được các lập trình viên dự định.

- *Tương tác người-máy*: Trong nhiều trường hợp, hiệu suất của một hệ thống TTNT bị ảnh hưởng đáng kể bởi sự tương tác của con người. Trong những trường hợp này, sự thay đổi trong phản ứng của con người có thể ảnh hưởng đến an toàn của hệ thống.

Để giải quyết những vấn đề này cũng như các vấn đề khác tương tự, cần đầu tư bổ sung để thúc đẩy an ninh và an toàn cho TTNT, bao gồm khả năng giải thích và minh bạch, tin cậy, xác minh và xác nhận, an ninh chống lại các tấn công, và TTNT an toàn lâu dài.

#### **Chiến lược 5: Phát triển các bộ dữ liệu và môi trường công cộng sử dụng chung trong đào tạo và kiểm tra TTNT**

Những lợi ích của TTNT sẽ tiếp tục tích lũy, nhưng chỉ trong phạm vi của các nguồn tài nguyên đào tạo và kiểm tra cho TTNT được phát triển và có sẵn. Sự đa dạng, độ sâu, chất lượng và độ chính xác của các tập dữ liệu đào tạo và các nguồn lực khác ảnh hưởng đáng kể đến hoạt động của TTNT. Nhiều công nghệ TTNT khác nhau đòi hỏi dữ liệu chất lượng cao để đào tạo và kiểm tra, cũng như các môi trường mô phỏng năng động, cơ sở thử nghiệm tương tác.

Không chỉ là vấn đề kỹ thuật, đây là một thách thức lớn về "hàng hóa công", do tiến bộ sẽ bị ảnh hưởng nếu việc đào tạo và thử nghiệm TTNT chỉ giới hạn trong một số ít các thực thể đã giữ các bộ dữ liệu và nguồn tài nguyên có giá trị, nhưng chúng ta phải đồng thời tôn trọng các quyền thương mại và cá nhân và lợi ích đối với dữ liệu. Cần nghiên cứu phát triển các bộ dữ liệu và môi trường chất lượng cao cho một loạt các ứng dụng TTNT, và cho phép truy cập một cách có trách nhiệm vào các tập hợp dữ liệu tốt và các nguồn tài nguyên thử nghiệm và đào tạo. Các thư viện phần mềm mã nguồn mở và các bộ công cụ bổ sung cũng cần thiết để thúc đẩy sự tiến bộ của NC&PT TTNT.

***Phát triển và mở tiếp cận các bộ dữ liệu đa dạng để đáp ứng nhu cầu quan tâm và ứng dụng TTNT trên phổ rộng.***

Tính toàn vẹn và tính sẵn sàng của các bộ dữ liệu đào tạo và thử nghiệm TTNT là rất quan trọng để đảm bảo các kết quả đáng tin cậy về mặt khoa học. Cần có hạ tầng kỹ thuật cũng như kỹ thuật-xã hội để hỗ trợ nghiên cứu tái sinh trong lĩnh vực kỹ thuật số đã được xem là một thách thức quan trọng và cũng cần thiết cho các công nghệ TTNT. Các bộ dữ liệu hiệu chỉnh và công khai với nguồn gốc được xác định để cho phép tái lập là một yếu tố quan trọng đảm bảo cho sự tiến bộ trong TTNT. Như trong các khoa học thâm dụng dữ liệu khác, thu thập dữ liệu gốc là đặc biệt quan trọng. Các nhà nghiên cứu phải có khả năng tái tạo các kết quả với các bộ dữ liệu khác nhau. Bộ dữ liệu phải là đại diện của các ứng dụng thực tế đầy thử thách, và không chỉ là các phiên đơn giản. Để có tiến bộ nhanh chóng, cần tập trung vào cung cấp được các bộ dữ liệu đã có trong chính phủ, những dữ liệu có thể được phát triển bằng tài trợ liên bang, và trong chừng mực có thể, những dữ liệu trong khu vực công nghiệp.

***Làm cho các tài nguyên dữ liệu đào tạo và thử nghiệm đáp ứng các lợi ích công cộng và thương mại***

Với sự bùng nổ liên tục của dữ liệu, nguồn dữ liệu, và công nghệ thông tin trên toàn thế giới, các tập dữ liệu đang gia tăng cả về số lượng và quy mô. Các kỹ thuật và công nghệ để phân tích dữ liệu không đáp ứng được khối lượng lớn các nguồn thông tin thô. Thu thập dữ liệu, xử lý, phân tích, và hiển thị hình ảnh là tất cả các thách thức nghiên cứu quan trọng, và khoa học cần để trích xuất được những kiến thức giá trị từ khối lượng dữ liệu khổng lồ đang bị tụt hậu. Mặc dù có các kho dữ liệu, nhưng chúng thường không thể đáp ứng được sự mở rộng quy mô của các tập dữ liệu, do hạn chế thông tin về nguồn gốc dữ liệu, và không hỗ trợ tìm kiếm dữ liệu nhiều nghĩa.

Một ví dụ về các loại chương trình hạ tầng mở/chia sẻ cần thiết để hỗ trợ các nhu cầu nghiên cứu TTNT là chương trình IMPACT (Thị trường Thông tin về



Chính sách và Phân tích sự tin cậy và rủi ro mạng) được phát triển bởi Bộ An ninh Nội địa (DHS) Hoa Kỳ. Chương trình này hỗ trợ nỗ lực nghiên cứu rủi ro an ninh mạng toàn cầu bằng cách phối hợp và phát triển khả năng chia sẻ dữ liệu và thông tin thực tế, bao gồm các công cụ, mô hình và phương pháp luận. IMPACT cũng hỗ trợ chia sẻ dữ liệu quan trọng giữa cộng đồng NC&PT an ninh mạng quốc tế, các nhà cung cấp cơ sở hạ tầng quan trọng, và những người ủng hộ trong chính phủ của họ.

### ***Phát triển các thư viện phần mềm mã nguồn mở và các bộ công cụ***

Các thư viện phần mềm mã nguồn mở và các bộ công cụ ngày càng nhiều cho phép tiếp cận các công nghệ TTNT tiên tiến đối với mọi nhà phát triển có kết nối Internet. Các tài nguyên như bộ công cụ Weka, Mallet, và OpenNLP, ngoài những công cụ khác, đã thúc đẩy sự phát triển và ứng dụng của TTNT. Các công cụ phát triển công cụ, bao gồm kho mã giá rẻ hoặc miễn phí và hệ thống kiểm soát phiên bản, cũng như các ngôn ngữ phát triển giá rẻ hoặc miễn phí (ví dụ, R, Octave, và Python) tạo điều kiện cho sử dụng và mở rộng các thư viện này. Ngoài ra, đối với những người có thể không muốn tích hợp các thư viện này một cách trực tiếp, các dịch vụ học máy dựa trên đám mây có thể thực hiện các nhiệm vụ như phân loại ảnh theo yêu cầu thông qua các giao thức web có độ trễ thấp không đòi hỏi hoặc cần ít chương trình để sử dụng. Cuối cùng, rất nhiều dịch vụ web cũng cung cấp sử dụng các phần cứng chuyên biệt, bao gồm cả các hệ thống dựa trên GPU. Có thể cho rằng phần cứng chuyên dụng cho các thuật toán TTNT, bao gồm bộ vi xử lý phòng no-ron, cũng sẽ trở nên phổ biến rộng rãi thông qua các dịch vụ này.

### **Chiến lược 6: Đo lường và đánh giá các công nghệ TTNT thông qua các tiêu chuẩn và mức chuẩn**

Tiêu chuẩn, mức chuẩn, testbeds được cộng đồng TTNT chấp nhận có ý nghĩa quan trọng để hướng dẫn và thúc đẩy NC&PT công nghệ TTNT. Các phần dưới đây phác thảo các lĩnh vực cần có những tiến bộ.

#### ***Phát triển phổ rộng các tiêu chuẩn TTNT***

Việc phát triển các tiêu chuẩn phải được đẩy nhanh để bắt kịp với các khả năng phát triển nhanh chóng và các lĩnh vực mở rộng của các ứng dụng TTNT. Các tiêu chuẩn cung cấp các yêu cầu, thông số kỹ thuật, hướng dẫn, hoặc các đặc tính có thể được sử dụng thống nhất để đảm bảo rằng các công nghệ TTNT đáp ứng các mục tiêu quan trọng đối với chức năng và khả năng tương tác, và chúng thực hiện đáng tin cậy và an toàn. Việc áp dụng các tiêu chuẩn mang lại uy tín cho những tiến bộ công nghệ và tạo điều kiện mở rộng thị trường tương thích.

Một ví dụ tiêu chuẩn liên quan đến TTNT đã được phát triển là P1872-2015 (các bản thể học tiêu chuẩn cho Robotics và Tự động hóa), do Viện Kỹ thuật điện và điện tử (IEEE) phát triển. Tiêu chuẩn này cung cấp cách thể hiện kiến thức một cách có hệ thống và một tập các thuật ngữ và định nghĩa. Chúng cho phép chuyển giao kiến thức rõ ràng giữa người, robot và các hệ thống nhân tạo khác, cũng như cung cấp cơ sở nền tảng cho các ứng dụng các công nghệ TTNT cho robot.

Công việc bổ sung trong phát triển các tiêu chuẩn TTNT cần trong tất cả các lĩnh vực nhánh của TTNT. Các tiêu chuẩn là cần thiết tập trung gồm:

- Công nghệ phần mềm: quản lý hệ thống phức tạp, duy trì, an ninh, giám sát và điều khiển hành vi bất ngờ;

- Hoạt động: để đảm bảo độ chính xác, độ tin cậy, mạnh mẽ, khả năng tiếp cận, và khả năng mở rộng;

- Phép đo: định lượng các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu suất và tuân thủ các tiêu chuẩn;

- An toàn: đánh giá quản lý rủi ro và phân tích rủi ro của hệ thống, tương tác người - máy tính, hệ thống kiểm soát, và tuân thủ quy định;

- Khả năng sử dụng: đảm bảo rằng các giao diện và kiểm soát có hiệu quả, hiệu lực và trực quan (thấy được);

- Khả năng cộng tác: xác định thành phần hoán đổi, dữ liệu, và các mô hình giao dịch qua các giao diện chuẩn và tương thích;

- Bảo mật: tập trung vào tính bí mật, tính toàn vẹn và tính sẵn sàng của thông tin, cũng như an ninh mạng;

- Riêng tư: kiểm soát để bảo vệ các thông tin trong khi đang được xử lý, khi truyền tải, hoặc lưu trữ;

- Truy xuất nguồn gốc: cung cấp một bản ghi sự kiện (thực hiện, kiểm tra, và hoàn thành), và cho xử lý dữ liệu; và

- Lĩnh vực: xác định các thuật ngữ chuẩn lĩnh vực cụ thể và các khung tương ứng

### ***Thành lập mức chuẩn công nghệ TTNT***

Các mức chuẩn, gồm kiểm tra và đánh giá, cung cấp các số đo định lượng cho phát triển các tiêu chuẩn và đánh giá sự phù hợp với các tiêu chuẩn. Mức chuẩn hỗ trợ cho đổi mới bằng cách thúc đẩy các tiến bộ nhằm giải quyết các tình huống lựa chọn chiến lược; chúng bổ sung cung cấp dữ liệu khách quan để theo dõi sự phát triển của khoa học và công nghệ TTNT. Để đánh giá một cách hiệu quả các công nghệ TTNT, các phương pháp thử nghiệm và phép đo phù hợp và hiệu quả phải được phát triển và chuẩn hóa. Các phương pháp thử tiêu chuẩn sẽ quy định các giao thức và thủ tục đánh giá, so sánh, và quản lý hiệu suất của các

công nghệ TTNT. Các chỉ số chuẩn cần thiết để xác định các số đo định lượng để mô tả đặc điểm các công nghệ TTNT, trong đó bao gồm: độ chính xác, độ phức tạp, sự tin cậy và năng lực, rủi ro và sự không chắc chắn; khả năng giải thích; sự thiên vị ngoài ý muốn; so sánh với hiệu suất của con người; và tác động kinh tế.

### **Chiến lược 7: Hiểu rõ hơn nhu cầu nhân lực NC&PT TTNT**

Để đạt được những tiến bộ NC&PT TTNT cần thiết được nêu trong chiến lược này sẽ đòi hỏi đủ lực lượng lao động đủ NC&PT TTNT. Các quốc gia có sự hiện diện mạnh nhất trong NC&PT TTNT sẽ xác lập các vị trí hàng đầu trong tự động hóa của tương lai. Họ sẽ trở thành người dẫn đầu trong các năng lực như sáng tạo và phát triển thuật toán; khả năng trình diễn; và thương mại hóa. Phát triển chuyên môn kỹ thuật sẽ cung cấp cơ sở cho những tiến bộ này.

Trong khi không có dữ liệu về lực lượng lao động chính thức TTNT hiện tại, nhiều báo cáo gần đây từ các lĩnh vực thương mại và học thuật đang cho thấy ngày càng thiếu các chuyên gia trong TTNT. Việc cung ứng chuyên gia TTNT hạn chế, trong khi nhu cầu dự kiến sẽ tiếp tục leo thang. Các công ty công nghệ cao đang đầu tư nguồn lực đáng kể vào việc tuyển dụng giảng viên và sinh viên có chuyên môn TTNT. Các trường đại học và các ngành công nghiệp cho biết đang trong trận chiến để tuyển dụng và giữ chân nhân tài TTNT.

Cần nghiên cứu thêm để hiểu rõ hơn về nhu cầu nguồn nhân lực hiện tại và tương lai cho NC&PT TTNT. Dữ liệu là cần thiết để mô tả tình trạng hiện nay của lực lượng lao động NC&PT TTNT, bao gồm nhu cầu của các viện nghiên cứu, chính phủ, và công nghiệp. Các nghiên cứu cần tìm hiểu nguồn cung và nhu cầu nhân lực tại nơi làm việc TTNT, để giúp dự đoán nhu cầu của lực lượng lao động trong tương lai.

## KẾT LUẬN

Trí tuệ nhân tạo là công nghệ biến đổi có triển vọng mang lại lợi ích to lớn cho kinh tế và xã hội. TTNT có khả năng cách mạng hóa cách thức chúng ta sống, làm việc, học hỏi, khám phá và giao tiếp. Nghiên cứu TTNT có thể tiếp tục là những ưu tiên quốc gia của Hoa Kỳ, bao gồm nâng cao sự thịnh vượng kinh tế, cải thiện cơ hội giáo dục và chất lượng cuộc sống, và tăng cường an ninh quốc gia.

Vì những lợi ích tiềm năng này, chính phủ Hoa Kỳ đã đầu tư vào nghiên cứu AI trong nhiều năm. Tuy nhiên, như với bất kỳ công nghệ quan trọng mà chính phủ đã quan tâm, không chỉ có những cơ hội to lớn mà cũng có một số cân nhắc phải được xem xét. Mục tiêu cuối cùng của nghiên cứu này là để sản xuất tạo ra kiến thức TTNT mới và các công nghệ cung cấp một loạt các lợi ích tích cực cho xã hội, trong khi giảm thiểu các tác động tiêu cực.

Chiến lược 1-6 của kế hoạch này nhằm mục đích xây dựng một khuôn khổ triển khai NC&PT TTNT để xác định các cơ hội KH&CN và hỗ trợ trợ hiệu quả các đầu tư NC&PT TTNT. Các khuôn khổ thực hiện cần phải xem xét đến các ưu tiên NC&PT của từng cơ quan, dựa trên nhiệm vụ, khả năng, thẩm quyền, và ngân sách. Trong khi đó Chiến lược 7 của kế hoạch tập trung nghiên cứu bối cảnh quốc gia để tạo ra và duy trì một lực lượng lao động hùng hậu trong NC&PT TTNT để giải quyết các thách thức chiến lược NC&PT được nêu ra.

Qua những hành động mạnh mẽ và cụ thể của chính quyền Hoa Kỳ chuẩn bị cho tương lai của TTNT, chúng ta có thể cảm nhận thấy rằng TTNT đang bắt đầu hiện diện phổ cập theo các mức độ khác nhau trong đời sống của các nước trên thế giới. Việc trang bị tâm lý và kiến thức cho người dân là nhiệm vụ cần thiết của các chính phủ để quốc gia không bị gạt ra bên lề của cuộc cách mạng mới trong tất cả các lĩnh vực kinh tế và xã hội.

**Thực hiện: Trung tâm Phân tích thông tin**

## TÀI LIỆU THAM KHẢO CHÍNH

1. "One Hundred Year Study on Artificial Intelligence (AI100)," Stanford University, accessed August 1, 2016, <https://ai100.stanford.edu>
2. "National artificial intelligence research and development strategic plan". National Science and Technology Council (NSTC). 10/2016.
3. Preparing for the future of artificial intelligence. National Science and Technology Council (NSTC), Office of Science and Technology Policy (OSTP). 10/2016
3. Artificial intelligence: opportunities and implications for the future of decision making. Government Office for Science (UK). 2/2016
4. Artificial Intelligence: Opportunities and Risks. Policy paper by the Effective Altruism Foundation, 12/2015

Tổng luận 12-2016

## NGHIÊN CỨU VÀ PHÁT TRIỂN TRÍ TUỆ NHÂN TẠO

