

**BỘ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ  
VỤ CÔNG NGHỆ CAO**

GS. Nguyễn Thanh Thủy (Chủ biên),  
PGS. Nguyễn Thị Quế Anh, PGS. Huỳnh Thị Thanh Bình,  
PGS. Nguyễn Long Giang, PGS. Lê Thanh Hà,  
PGS. Bùi Thu Lâm, TS. Trần Quốc Long, TS. Lý Hoàng Tùng

**TRÍ TUỆ NHÂN TẠO**  
**CÔNG NGHỆ HÀM MŨ CỦA TƯƠNG LAI**  
**THỰC TRẠNG VÀ ĐỊNH HƯỚNG**  
**PHÁT TRIỂN TẠI VIỆT NAM**  
**(TRONG CHIẾN LƯỢC QUỐC GIA VỀ TRÍ TUỆ NHÂN TẠO)**



2021

## Mục lục

LỜI NÓI ĐẦU .....	7
CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN.....	10
I.Mở đầu.....	10
II. Trí tuệ nhân tạo: Công nghệ hàm mũ của tương lai .....	11
III. Phát triển TTNT ở Việt Nam .....	15
IV. Chiến lược Quốc gia về Trí tuệ nhân tạo của Việt Nam giai đoạn 2020-2030.....	19
1. Quan điểm chỉ đạo .....	19
2. Mục tiêu .....	19
V. Những vấn đề đặt ra trong triển khai Chiến lược Quốc gia về Trí tuệ nhân tạo. ....	24
CHƯƠNG 2: HẠ TẦNG DỮ LIỆU VÀ TÍNH TOÁN CHO TTNT .....	32
I. Tổng quan về Hạ tầng dữ liệu và tính toán cho TTNT .....	32
1.Giới thiệu chung về hạ tầng dữ liệu, hạ tầng tính toán cho TTNT .....	32
2. Tình hình phát triển về hạ tầng dữ liệu trên Thế giới và tại Việt Nam .....	35
3. Tình hình phát triển về hạ tầng tính toán trên Thế giới và tại Việt Nam .....	41
II. Kiến trúc hạ tầng dữ liệu và tính toán cho TTNT .....	45
1. Mô hình kiến trúc tổng thể.....	45
2. Hạ tầng tính toán.....	46
3. Hạ tầng dữ liệu.....	53
4. Nền tảng Trí tuệ nhân tạo.....	56
III. Mô hình trung tâm quốc gia về lưu trữ dữ liệu lớn và tính toán hiệu năng cao .....	59
1. Trung tâm quốc gia về lưu trữ dữ liệu lớn và tính toán hiệu năng cao .....	59
2. Mô hình kiến trúc tổng thể.....	61
3. Kiến trúc khối hạ tầng tính toán.....	65
4. Kiến trúc khối hạ tầng dữ liệu.....	66
5. Kiến trúc khối nền tảng TTNT.....	67
IV. Một số đề xuất về giải pháp triển khai hạ tầng dữ liệu và tính toán .....	69
1. Giải pháp xây dựng Trung tâm quốc gia về lưu trữ dữ liệu lớn và tính toán hiệu năng cao cho TTNT .....	69

2. Giải pháp về xây dựng hạ tầng dữ liệu và tính toán cho TTNT .....	70
V. Kết luận .....	73
TÀI LIỆU THAM KHẢO .....	74
CHƯƠNG 3: PHÁT TRIỂN NGUỒN NHÂN LỰC TTNT .....	76
I. Giới thiệu, tầm quan trọng của nguồn nhân lực TTNT .....	76
II. Chương trình đào tạo đại học, sau đại học về TTNT .....	78
III. Đào tạo chứng chỉ ngắn hạn và trung hạn về TTNT .....	85
IV. Thu hút nguồn lực trong và ngoài nước .....	87
V. Kết luận .....	90
TÀI LIỆU THAM KHẢO .....	90
CHƯƠNG 4: NGHIÊN CỨU PHÁT TRIỂN TTNT .....	92
I. Tình hình chung về nghiên cứu và phát triển TTNT .....	92
1 Tình hình nghiên cứu và phát triển .....	92
2 Công bố khoa học về TTNT .....	93
3 Sáng chế và giải pháp hữu ích trong TNTT .....	97
4 Một số chương trình nghiên cứu cấp quốc gia, bộ ngành .....	100
5 Một số trung tâm xuất sắc nghiên cứu và phát triển TTNT .....	101
II. Nền tảng TTNT và các lĩnh vực nghiên cứu TTNT .....	102
1 Nền tảng nghiên cứu và phát triển ứng dụng Trí tuệ nhân tạo .....	103
2 Các lĩnh vực nghiên cứu .....	107
III. Nhiệm vụ, giải pháp cho nghiên cứu và triển khai TTNT .....	117
IV. Kết luận .....	118
Tài liệu tham khảo .....	118
CHƯƠNG 5: PHÁT TRIỂN CỘNG ĐỒNG VÀ DOANH NGHIỆP .....	122
I. Tình hình phát triển cộng đồng khởi nghiệp đổi mới sáng tạo và doanh nghiệp TTNT trên thế giới. .....	123
1. Hệ sinh thái AI của Tây Ban Nha .....	126
2. Hệ sinh thái AI của Israel .....	134
3. Hệ sinh thái khởi nghiệp của Hàn quốc .....	138

II. Tình hình phát triển cộng đồng và doanh nghiệp TTNT tại Việt Nam .....	143
1. Hệ sinh thái khởi nghiệp tại Việt Nam.....	143
2. Hiện trạng về thị trường, đầu tư cho AI.....	149
3. Một số bài học kinh nghiệm và giải pháp cho phát triển cộng đồng và doanh nghiệp TTNT tại Việt Nam.....	158
III. Kết luận.....	160
CHƯƠNG 6: TRIỂN KHAI ỨNG DỤNG TTNT.....	162
I. Tổng quan về ứng dụng Trí tuệ nhân tạo.....	162
1. Ứng dụng TTNT .....	162
2. Tình hình ứng dụng trên thế giới .....	165
3. Tình hình ứng dụng trong nước .....	169
II. Các lĩnh vực ứng dụng .....	173
1. Y tế.....	173
2. Tài chính .....	177
3. Nông nghiệp.....	178
4. Giao thông vận tải.....	179
5. Năng lượng .....	180
6. Tài nguyên môi trường.....	182
7. Giám sát môi trường .....	183
8. Sản xuất công nghiệp.....	184
9. An ninh quốc phòng, cứu hộ cứu nạn, giám sát đường biên, cửa khẩu .....	185
10. Công nghệ nền tảng .....	186
11. Hành chính công, quản lý nhà nước, quản lý xã hội, quản lý đô thị.....	187
12. Một số lĩnh vực khác.....	188
III. Định hướng ứng dụng TTNT cho Việt Nam.....	189
1. Tầm nhìn, mục tiêu phát triển .....	189
2. Thị trường ứng dụng TTNT .....	190
3. Hiệu quả đầu tư cho một số hướng ứng dụng TTNT cụ thể .....	194
IV. Giải pháp thúc đẩy ứng dụng TTNT.....	200

1. Xây dựng các tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật về công nghệ và sản phẩm ứng dụng TTNT ...	200
2. Tập trung đầu tư một số sản phẩm chủ lực, có thế mạnh.....	201
3. Khuyến khích doanh nghiệp đầu tư, phát triển ứng dụng, giải pháp tích hợp TTNT .....	203
V. Kết luận.....	205
Tài liệu tham khảo.....	206
<b>CHƯƠNG 7: CÁC VẤN ĐỀ XÃ HỘI, PHÁP LÝ TRONG ỨNG DỤNG TTNT .....</b>	<b>207</b>
<b>I. Các khía cạnh xã hội trong áp dụng trí tuệ nhân tạo.....</b>	<b>208</b>
1. Bản chất xã hội của trí tuệ nhân tạo .....	208
2. Áp dụng trí tuệ nhân tạo nhìn từ một số khía cạnh xã hội .....	209
<b>II. Các khía cạnh pháp lý trong áp dụng trí tuệ nhân tạo .....</b>	<b>220</b>
1 Thiết lập cơ chế điều chỉnh pháp lý đối với TTNT – độ trễ của pháp luật và những bước đi đầu tiên .....	220
2. Tư cách của TTNT trong các quan hệ pháp luật.....	228
3. Những khía cạnh pháp lý liên quan đến TTNT trong lĩnh vực luật công .....	229
4. Những khía cạnh pháp lý liên quan đến TTNT trong lĩnh vực luật tư.....	231
<b>III. Kết luận:.....</b>	<b>247</b>
Tài liệu tham khảo.....	248
<b>CHƯƠNG 8: BÁO CÁO CÁC CHỈ SỐ ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ PHÁT TRIỂN TTNT .....</b>	<b>253</b>
<b>I. Số liệu phát triển TTNT ở Việt Nam.....</b>	<b>253</b>
1. Tình hình kinh tế xã hội Việt Nam gần đây .....	253
2. Nghiên cứu phát triển TTNT .....	254
3. Nhân lực và đào tạo nhân lực TTNT .....	255
4. Thị trường ứng dụng TTNT .....	256
<b>II. Chỉ số đánh giá sẵn sàng của chính phủ về TTNT .....</b>	<b>256</b>
1. Tổng quan .....	256
2. Phương pháp đánh giá.....	257
3. Một số kết quả chính.....	265
<b>III. Chỉ số đánh giá phát triển TTNT .....</b>	<b>282</b>
1. Tổng quan .....	282

2. Phương pháp đánh giá.....	282
3. Kết quả chính.....	289
Kết luận.....	292
Tài liệu tham khảo.....	292
PHỤ LỤC A.....	1
CHỈ SỐ PHÁT TRIỂN KINH TẾ XÃ HỘI CỦA VIỆT NAM.....	1
PHỤ LỤC B.....	1
BẢNG XẾP HẠNG KHU VỰC CHÂU Á TRÊN CSDL SCOPUS GIAI ĐOẠN 1996-2020.....	1
PHỤ LỤC C: DANH SÁCH QUỐC GIA TRONG BẢNG CHỈ SỐ ĐÁNH GIÁ SẴN SÀNG CỦA CHÍNH PHỦ VỀ TTNT, NĂM 2017.....	2
PHỤ LỤC D: TOP 20 TRONG BẢNG CHỈ SỐ ĐÁNH GIÁ SẴN SÀNG CỦA CHÍNH PHỦ VỀ TTNT, năm 2019.....	4

## LỜI NÓI ĐẦU

Trí tuệ nhân tạo ra đời gắn với sự kiện Hội nghị mùa hè năm 1956 tại Darmouth, Mỹ, dựa trên những đóng góp quan trọng của những tên tuổi nổi tiếng hàng đầu như Alan Turing, Marvin Minsky, John McCarthy, Allen Newell, Herbert Simon, Donald Michie. Những năm gần đây, trên phạm vi toàn thế giới, Trí tuệ nhân tạo (TTNT) nổi lên như một lĩnh vực Khoa học và Công nghệ (KH&CN) quan trọng có ảnh hưởng lớn các ngành kinh tế xã hội. Các tiến bộ của TTNT đã cho ra đời những sản phẩm công nghệ chất lượng cao với khả năng tự động hóa, cá nhân hóa, được sử dụng trong nhiều ứng dụng thực tế. TTNT đang góp phần thay đổi sâu sắc nhiều khía cạnh của cuộc sống, dần trở thành một yếu tố quan trọng trong mọi hoạt động sản xuất, xã hội, kinh tế, dịch vụ và đời sống, văn hóa của nhân loại. Nhiều bức tranh về tương lai xán lạn do TTNT mang tới cho loài người đã được khắc họa. Ngay tại Việt Nam hiện nay, hai từ “Trí tuệ nhân tạo” và “AI” (Artificial Intelligence) đã trở thành phổ biến trong xã hội và trên các phương tiện truyền thông.

Trong những năm qua, một số thành tựu của khoa học và công nghệ về TTNT đã được triển khai và ứng dụng ở nước ta, đặc biệt trong các lĩnh vực công nghệ thông tin và truyền thông, công nghiệp, nông nghiệp và dịch vụ, ... Tuy nhiên, do nhiều nguyên nhân chủ quan và khách quan, phạm vi và hiệu quả nghiên cứu và ứng dụng TTNT ở nước ta còn hạn chế, chưa tương xứng với yêu cầu phát triển kinh tế - xã hội hiện nay và tương lai của đất nước. Nhằm mục tiêu thúc đẩy nghiên cứu và ứng dụng TTNT, để từng bước đưa TTNT phục vụ thiết thực và có hiệu quả sự nghiệp công nghiệp hoá - hiện đại hoá và phát triển kinh tế - xã hội bền vững của đất nước, Đảng và Nhà nước đã có nhiều chỉ đạo chiến lược nhằm phát triển TTNT ở nước ta. Trong “Chiến lược phát triển khoa học công nghệ giai đoạn 2011-2020” theo quyết định số 418/QĐ TTg ngày 11/4/2012, Thủ tướng đã chỉ đạo, xác định TTNT là nội dung quan trọng trong các công nghệ ưu tiên. Định hướng công nghệ này cũng được nhấn mạnh trong “Chương trình quốc gia phát triển công nghệ cao đến năm 2020” theo quyết định số 2457/QĐ-TTg ngày 31 /12/2010. Trong Nghị quyết số 52-NQ/TW ngày 27/9/2019 của Bộ Chính trị “Về một số chủ trương, chính sách chủ động tham gia cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ tư” cũng xác định TTNT là một trong những nội dung được quan tâm chú trọng trong Chính sách phát triển các ngành và công nghệ ưu tiên. Ngày 26/1/2021 Thủ tướng Chính phủ đã ban hành “Chiến lược quốc gia về nghiên cứu, phát triển và ứng dụng TTNT đến năm

2030” (Quyết định số 127/QĐ-TTg ngày 26/1/2021), nhằm xác định quan điểm chỉ đạo và mục tiêu chiến lược, nhiệm vụ, nội dung và giải pháp, tổ chức thực hiện và phân công trách nhiệm thực hiện giữa các Bộ, ngành, địa phương nhằm phát triển nghiên cứu và ứng dụng TTNT đến năm 2030 phục vụ phát triển sản xuất, kinh tế, xã hội ở nước ta.

Trong bối cảnh như vậy, tài liệu này được biên soạn với mục đích nhằm làm rõ hơn các nội hàm của chiến lược trong giai đoạn từ nay tới năm 2030. Cấu trúc của tài liệu bao gồm các chương như sau:

Chương 1 tổng quan về TTNT và thực trạng phát triển TTNT tại Việt Nam, nội dung Chiến lược Quốc gia về nghiên cứu, phát triển và ứng dụng TTNT đến năm 2030, cũng như các vấn đề đặt ra khi triển khai Chiến lược.

Chương 2, do PGS. Nguyễn Long Giang viết, tập trung làm rõ khía cạnh hạ tầng tính toán và hạ tầng dữ liệu trong phát triển TTNT tại Việt Nam

Chương 3, do PGS TS Huỳnh Thị Thanh Bình viết, khảo sát và đặt ra các vấn đề về phát triển nguồn nhân lực TTNT trong khuôn khổ Chiến lược đến năm 2030.

Chương 4, do PGS TS Lê Thanh Hà viết, liên quan tới trụ cột nghiên cứu phát triển của Chiến lược với các thông tin về thực trạng cũng như hướng triển khai các nội dung về nghiên cứu phát triển TTNT tại Việt Nam.

Chương 5, do TS. Trần Quốc Long viết, được xây dựng với các nội dung về ứng dụng TTNT trong các lĩnh vực của cuộc sống. Một số định hướng về đẩy mạnh ứng dụng TTNT ở Việt Nam được tác giả đề xuất.

Chương 6, do TS. Lý Hoàng Tùng viết, trình bày về việc xây dựng cộng đồng phát triển TTNT tại Việt Nam, gắn bó cơ hữu với cộng đồng khoa học công nghệ của đất nước ta, đặc biệt với các phong trào đổi mới sáng tạo và khởi nghiệp tại Việt Nam.

Chương 7, do PGS. Nguyễn Thị Quế Anh viết, đi sâu làm rõ yếu tố đạo đức nghề nghiệp và khía cạnh pháp lý trong triển khai nghiên cứu, phát triển và ứng dụng TTNT tại Việt Nam.

Chương 8, do PGS. Bùi Thu Lâm viết, được đề xuất với mục đích làm rõ các phương pháp đánh giá quá trình phát triển TTNT của các quốc gia trên thế



giới, góp phần cung cấp thông tin định lượng về kết quả triển khai Chiến lược đến năm 2030.

Cuốn sách là một chuyên khảo về quản trị công nghệ TTNT, được dùng làm tài liệu giảng dạy tại Học viện Đổi mới Sáng tạo KH&CN (Bộ KH&CN), tài liệu tham khảo, giảng dạy về quản trị công nghệ trong các trường đại học Khoa học Xã hội và Nhân văn, trường đại học Kinh tế, trường đại học Luật và khoa Luật.

Các tác giả xin trân trọng cảm ơn Ban Soạn thảo (**Bùi Thế Duy - Trưởng Ban, Lý Hoàng Tùng- Phó Trưởng Ban, Nguyễn Thanh Thủy - Phó Trưởng Ban, Bùi Văn Sỹ, Đào Đình Khả, Dương Anh Đức, Trần Nam Tú, Vũ Thanh Hải**) và Tổ Chuyên gia Biên tập (**Lý Hoàng Tùng, Nguyễn Thanh Thủy, Bùi Hải Hưng, Trần Thế Trung, Lê Minh Hưng, Đặng Minh Tuấn, Lê Thị Kim Nga, Huỳnh Thị Thanh Bình, Từ Minh Phương, Lương Chi Mai, Hà Quang Thụy, Hồ Tú Bảo, Bùi Thu Lâm, Nguyễn Hồng Quân, Nguyễn Thị Quỳnh Hương, Trần Quốc Long, Bùi Thị Liên Hương**) xây dựng Chiến lược Quốc gia về Nghiên cứu, Phát triển và Ứng dụng Trí tuệ nhân tạo đến năm 2030 đã tham gia giúp Bộ Khoa học và Công nghệ xây dựng tài liệu Báo cáo phân tích xây dựng chiến lược Trí tuệ nhân tạo quốc gia đến năm 2030. Chương 1. Tổng quan được biên soạn tổng hợp có dựa trên các thông tin trong Báo cáo phân tích quan trọng này.

Chúng tôi ghi nhận và cảm ơn tài trợ của Quỹ Aus4Innovation trong việc biên soạn và xuất bản tài liệu này.

Do thời gian có hạn và nhiều vấn đề còn mới mẻ, nên quyển sách không tránh khỏi những thiếu sót. Rất mong nhận được sự quan tâm, góp ý của độc giả để hoàn thiện quyển sách trong lần tái bản sau. Chúng tôi xin chân thành cảm ơn.

## CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN

### I. Mở đầu

TTNT là lĩnh vực khoa học và công nghệ, hướng tới phát triển máy tính, nói riêng và máy móc, thiết bị, nói chung, có khả năng, năng lực trí tuệ giống con người hoặc như con người và năng lực này có thể minh chứng được (cảm nhận, đối sánh, đo đếm, đánh giá). Quá trình nghiên cứu và phát triển của TTNT trải qua nhiều giai đoạn thăng trầm, với cả những hăm hở, lạc quan, cuồng nhiệt ban đầu, đến những thất vọng, hồi sinh sau đó, rồi những trưởng thành và bứt phá ngoạn mục. Những năm đầu của thế kỷ 21 đã chứng kiến sự phát triển mạnh mẽ của các ứng dụng thông minh, dựa trên các thành quả công nghệ TTNT hiện đại gắn với các kỹ thuật học máy, học sâu, học mạng nơ ron nhiều tầng và xu hướng TTNT dựa trên dữ liệu (Data-driven AI).

Đầu tư phát triển TTNT là hướng đi được hầu hết các nước có tiềm lực công nghệ trên Thế giới thực hiện, nhằm tạo động lực thúc đẩy phát triển nền kinh tế trong nước, duy trì và củng cố vị thế vững chắc của mình trên trường quốc tế. Việc duy trì và phát triển TTNT giúp các nước thúc đẩy phát triển, thích ứng với làn sóng công nghệ mới, công nghệ cao, tạo việc làm mới và tăng trưởng kinh tế. Đồng thời, đây cũng là chìa khóa để duy trì tốc độ tăng trưởng kinh tế và tăng năng suất lao động cho các nền kinh tế đang phát triển.

Làn sóng thứ tư của công nghệ số với sự xâm nhập của các sản phẩm công nghệ TTNT và người máy thông minh (AI robot) cả về phương diện trí tuệ, lẫn giao tiếp sẽ tạo ra những thành quả quan trọng của cuộc Cách mạng Công nghiệp lần thứ tư (CMCN4) có ảnh hưởng rất lớn đến sản xuất và xã hội. TTNT dẫn dắt sự tăng trưởng kinh tế, trở thành cơ hội thúc đẩy sản xuất, thương mại, nâng cao chất lượng dịch vụ ngày càng lớn trong nền kinh tế toàn cầu đang thay đổi nhanh chóng, với phần đóng góp được dự báo lên tới 15.700 tỷ đô-la Mỹ vào năm 2030<sup>1</sup>. TTNT còn đóng vai trò quan trọng trong tăng cường an ninh kinh tế và an ninh phi truyền thống, cải thiện chất lượng cuộc sống cho người dân và đẩy mạnh an ninh quốc gia. TTNT đã trở thành một trong những lĩnh vực mang tính đột phá, đem lại lợi thế cạnh tranh cho các tổ

---

<sup>1</sup><https://www.pwc.com/gx/en/issues/analytics/assets/pwc-ai-analysis-sizing-the-prize-report.pdf>

chức, các quốc gia, góp phần tăng năng suất lao động của người dân, doanh nghiệp và toàn xã hội. Chính vì vậy, nhiều quốc gia đã nhanh chóng hệ thống hóa, xây dựng lộ trình phát triển và hình thành nên chiến lược trí tuệ nhân tạo quốc gia cho riêng mình.

Tính đến tháng đầu năm 2020, đã có 35 quốc gia, cộng đồng các quốc gia xây dựng kế hoạch, chiến lược phát triển TTNT, bao gồm không chỉ các cường quốc hàng đầu thế giới về kinh tế, khoa học và công nghệ như Mỹ, Trung Quốc, Nhật Bản, Đức, Pháp, Anh, Nga,... mà cả các quốc gia khác có điều kiện kinh tế, xã hội thấp hơn cũng đã xây dựng chiến lược phát triển TTNT cho riêng mình, như Hàn Quốc (2018), Singapore (2019), Malta (3/2019), Qatar (2/2019). Gần đây nhất, tháng 2/2020, Cộng đồng Châu Âu đã ra Sách trắng về Trí tuệ nhân tạo, đặc biệt quan tâm tới yếu tố hành lang đạo đức và pháp lý cho phát triển TTNT ở Châu Âu.

Qua các phân tích chiến lược của các quốc gia, ta thấy mỗi chiến lược quốc gia tập trung vào một số khía cạnh khác nhau, nhưng điểm chung của các chiến lược là tập trung vào các vấn đề chính sau: *hạ tầng dữ liệu và hạ tầng số; nghiên cứu phát triển khoa học; phát triển tài năng; đào tạo nhân lực và nhân tài; ứng dụng TTNT trong Chính phủ số; đầu tư và công nghiệp hóa công nghiệp TTNT; vấn đề đạo đức và pháp lý; vấn đề phúc lợi xã hội; vấn đề chính sách.* Ngoài ra, TTNT cũng là một lĩnh vực hoạt động rất phức tạp, có thể có những rủi ro và mặt trái, là khởi nguồn của những lo ngại liên quan đến khía cạnh đạo đức trong nghiên cứu, phát triển và ứng dụng. Điều này đòi hỏi phải nhận diện được các tác động tiêu cực và không mong muốn của các sản phẩm và dịch vụ TTNT trong sản xuất, kinh tế, đời sống và xã hội. Nhận thức đúng đắn về TTNT, về tương lai của TTNT và các vấn đề liên quan tới TTNT (đặc biệt là các khía cạnh đạo đức và an toàn TTNT) là một nội dung quan trọng trong chiến lược quốc gia phát triển TTNT của các nước trên Thế giới.

## **II. Trí tuệ nhân tạo: Công nghệ hàm mũ của tương lai**

Có thể nói, khả năng trí tuệ, hành vi thông minh của con người; hành vi tiến hóa của thế giới tự nhiên; cơ chế điều chỉnh thích nghi của các cộng đồng tự nhiên và xã hội,... chính là động lực và nền tảng của các nghiên cứu và ứng dụng TTNT trong suốt quá trình hình thành và phát triển, tạo ra một lĩnh vực được dự báo cần tới 1 triệu nhân lực (đến năm 2018, mới có 22.000 nhân lực trên phạm vi toàn thế giới [F5]).

John McCarthy là người chính thức đưa cụm từ “*Artificial Intelligence*” (AI- Trí tuệ nhân tạo, TTNT) tại hội nghị ở Dartmouth, Mỹ năm 1956 và sau đó đã trở thành một khái niệm khoa học. Tuy rằng, trước đó đã xuất hiện một số đề cập, mô tả về TTNT bởi McCulloch và Pitts vào năm 1943 và Alain Turing vào năm 1950. Theo các chuyên gia thời đó, nghiên cứu TTNT nhằm mô tả các khía cạnh của xử lý thông minh và học (để có được tri thức) và tạo ra được các hệ thống, máy mô phỏng hoạt động học và xử lý thông minh [C1]. Ở giai đoạn đầu, TTNT hướng tới xây dựng các hệ thống, máy có khả năng sử dụng ngôn ngữ tự nhiên, trừu tượng hóa-hình thức hóa các khái niệm và giải quyết vấn đề dựa trên tiếp cận lô gic và ra quyết định.

TTNT là lĩnh vực liên ngành dựa trên Triết học, Tâm lý học, Thần kinh học, Toán học, Điều khiển học, Khoa học máy tính, Ngôn ngữ học, Kinh tế học. Sau nhiều thập kỷ phát triển của TTNT đã có nhiều định nghĩa về TTNT, góp phần định hướng các nghiên cứu triển khai TTNT. Hai nhà khoa học S. Russell và P. Norvig đã tổng hợp cung cấp bốn kiểu định nghĩa về TTNT theo hai chiều (tư duy, hành vi), mỗi chiều với hai cấp độ (như con người – giống con người/ hợp lý) như trong Bảng 1.

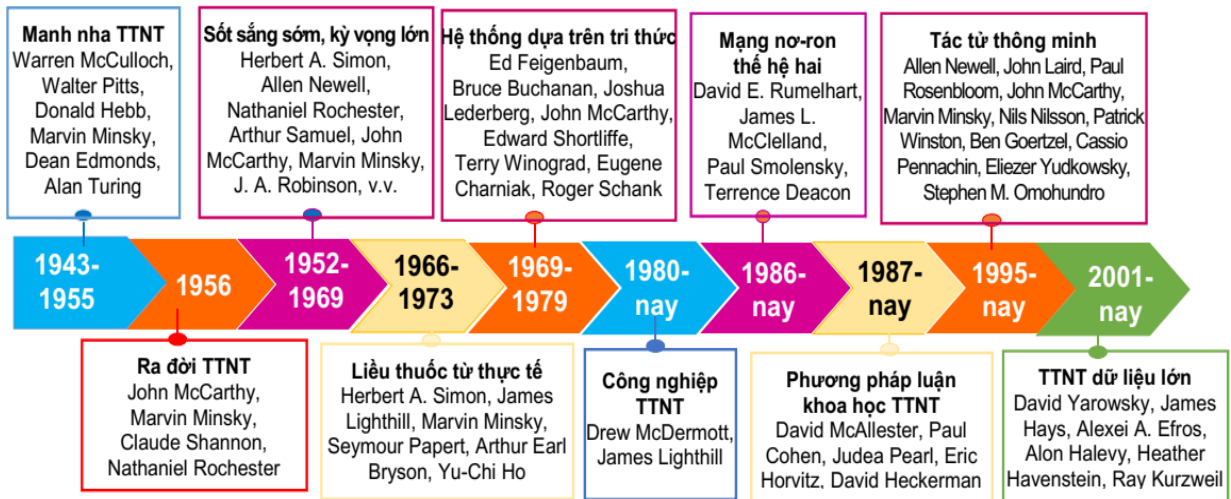
*Bảng 1. Bốn định nghĩa về TTNT [C2]*

<p><b><i>Tư duy như con người</i></b></p> <p>“Những nỗ lực... làm cho máy tính suy nghĩ ... máy móc có tâm trí, theo nghĩa đầy đủ và theo nghĩa đen” (Haugeland, 1985).</p> <p>“Các hoạt động [tự động hóa] gắn kết với tư duy của con người, như ra quyết định, giải quyết vấn đề, học ...” (Bellman, 1978).</p>	<p><b><i>Tư duy hợp lý</i></b></p> <p>"Nghiên cứu năng lực tư duy thông qua các mô hình tính toán" (Charniak và McDermott, 1985).</p> <p>"Nghiên cứu cách thức làm cho máy tính có thể suy nghĩ hay tư duy tốt hơn con người" (Rich and Knight, 1991).</p>
<p><b><i>Hành vi như con người</i></b></p> <p>"Nghệ thuật tạo ra máy móc thực hiện các hoạt động, chức năng đòi hỏi trí thông minh giống như khi con người thực hiện" (Kurzweil, 1990).</p> <p>“Nghiên cứu các mô hình tính toán giúp máy có nhận thức, có lập luận và hành động” (Winston, 1992).</p>	<p><b><i>Hành vi hợp lý</i></b></p> <p>“Tính toán thông minh là nghiên cứu về thiết kế các tác tử thông minh” (Poole và cộng sự, 1998).</p> <p>“TTNT... quan tâm đến hành vi thông minh trong vật tạo tác” (Nilsson, 1998).</p>

Tiếp cận thực tế xem rằng TTNT là lĩnh vực nghiên cứu triển khai, hướng tới phát triển máy tính, máy móc, thiết bị có năng lực tư duy như con người. Năng lực này có thể minh chứng được thông qua cảm nhận, đối sánh; đo đếm, đánh giá. Một số năng lực trí tuệ nhân tạo điển hình là:

- (i) Học từ kinh nghiệm và vận dụng, suy diễn tri thức
- (ii) Xác định và trích chọn các đặc trưng quan trọng của các đối tượng, sự kiện, quá trình
- (iii) Xử lý tình huống phức tạp
- (iv) Phản ứng nhanh chóng và chính xác đối với tình huống mới
- (v) Nhận dạng và hiểu được ngữ nghĩa hình ảnh
- (vi) Xử lý và thao tác trong đó bao gồm hình thức lô-gic và ngôn ngữ tự nhiên
- (vii) Sáng tạo và có trí tưởng tượng
- (viii) Sử dụng heuristic (mẹo).

Việc minh chứng khả năng trí tuệ của máy được con người kiểm định (kiểm thử Turing) hoặc được đánh giá khách quan (sử dụng các công cụ thống kê, kiểm chứng trong lôgic vị từ và mệnh đề).



Hình 1: Lộ trình phát triển TTNT trong thời gian qua [A2]

Trong 50 năm phát triển, kể từ năm 1956 cho đến đầu thế kỷ 21, bên cạnh các thành quả nghiên cứu về lập luận lô gic, thuật giải heuristic trong giải quyết vấn đề, lập kế hoạch; tính toán mềm (lập luận mờ, lập lập xác suất; giải thuật di

truyền; mạng nơ ron), tác tử thông minh, TTNT tập trung vào các hướng chính nhằm mô hình hóa và mô phỏng các khả năng trí tuệ, hành vi thông minh của con người như: nhận biết thế giới xung quanh (*hệ thống thị giác máy, hệ thống xử lý ngôn ngữ tự nhiên*); phát hiện tri thức (*khai phá dữ liệu*) và lập luận (*hệ chuyên gia*), học (*mạng nơ-ron*).

Từ hình ảnh các đối tượng, sự kiện, quá trình trong môi trường thế giới thực xung quanh, hệ thống thị giác máy (*Computer vision*) có khả năng: nhận biết đối tượng; định vị đối tượng trong không gian; bám, điều hướng, theo dõi đối tượng chuyển động và đoán nhận hành vi của đối tượng. Hệ thống xử lý ngôn ngữ tự nhiên (*Natural language processing*) làm cho máy tính có khả năng hiểu và phản ứng khi tiếp nhận câu nói và chỉ thị được biểu thị bằng ngôn ngữ tự nhiên như tiếng Việt, tiếng Anh v.v... Xử lý ngôn ngữ tự nhiên gồm xử lý văn bản, xử lý tiếng nói và chuyển đổi tiếng nói-văn bản, văn bản- tiếng nói và dịch song ngữ, đa ngữ. Công nghệ tri thức nhằm biểu diễn tri thức của con người dưới dạng thuận tiện cho việc chuyển tải và thu thập từ chuyên gia, đồng thời thuận tiện cho máy hiểu và lập luận, suy diễn. Công nghệ tri thức còn hướng đến việc phát hiện tri thức từ cơ sở dữ liệu (mô hình hóa quá trình hình thành tri thức chuyên gia từ việc chắt lọc từ kinh nghiệm và trải nghiệm). Hệ chuyên gia, hệ tri thức cho phép tư vấn (xác định vấn đề tư vấn, thu thập thông tin dữ liệu, suy diễn giải quyết vấn đề, lựa chọn giải pháp phù hợp), tương tự như chuyên gia con người trong miền ứng dụng chuyên biệt, cụ thể.

Tri thức của con người nhận được từ ba nguồn: *tiếp thu sinh học*-thông qua quá trình tiến hóa sinh tồn của loài người được di truyền qua các thế hệ, *tiếp thu văn hóa*- thông qua ngôn ngữ được cha mẹ, gia đình và giáo viên dùng để truyền tri thức cho thế hệ sau, *tự học suốt đời*- tích lũy của cá nhân các tri thức và kỹ năng. Tự học suốt đời giúp con người tự nâng cấp năng lực học để học càng nhanh hơn và hiệu quả hơn. Học máy trong TTNT là lĩnh vực nghiên cứu nhằm làm cho máy có một số năng lực học của con người (khám phá, phát hiện các tri thức mới tiềm ẩn trong dữ liệu) nhằm cải thiện hoạt động và đáp ứng khi nhận được thông tin phản hồi từ môi trường bên ngoài trong các tình huống. Ba nhánh chính của học máy: học có giám sát (*supervised learning*), học không có giám sát (*unsupervised learning*) và học tăng cường (*reinforcement learning*). Học chuyển đổi (*transfer learning*), học chuyển đổi sâu (*deep transfer learning*), học máy suốt đời (*lifelong machine learning*) là các kỹ thuật học máy hiện đại, cho phép giải quyết vấn đề trong tình huống thiếu thông tin quan trọng

hoặc xử lý tình huống mới. Học máy thống kê, các phương pháp kernel, các phương pháp đồ thị xác suất và học sâu (*deep learning*) với các mô hình mạng nơ ron sâu, mạng nơ ron tích chập, mạng nơ ron quy hồi,... cùng với dữ liệu lớn hiện đang là một xu hướng chủ chốt.

### III. Phát triển TTNT ở Việt Nam

Nhằm mục tiêu thúc đẩy nghiên cứu và ứng dụng TTNT, để từng bước đưa TTNT phục vụ thiết thực và có hiệu quả sự nghiệp công nghiệp hoá - hiện đại hoá và phát triển kinh tế - xã hội bền vững của đất nước, Đảng và Nhà nước đã có nhiều chỉ đạo chiến lược nhằm phát triển TTNT ở nước ta [B1-B7]. Chính vì vậy, ở Việt Nam trong những năm qua, TTNT cũng đã bước đầu được nghiên cứu và ứng dụng trong một số lĩnh vực, có đóng góp nhất định cho sự phát triển kinh tế - xã hội và cải thiện chất lượng cuộc sống người dân. Một số số liệu chính được nêu dưới đây [A4]:

Theo đánh giá của tổ chức Oxford Insights về chỉ số sẵn sàng TTNT của các nước trên thế giới, năm 2019 lần đầu tiên Việt Nam đã được ghi nhận về phát triển TTNT với thứ hạng 70 trên tổng số 194 quốc gia với 5,081/10 điểm và ở khu vực Đông Nam Á, Việt Nam xếp sau năm quốc gia là Singapore-hạng 1 (9,186 điểm), Malaysia-hạng 22 (7,108 điểm), Philippines-hạng 50 (5,704 điểm), Thái Lan-hạng 56 (5,458 điểm) và Indonesia-hạng 57 (5,420 điểm).

*Về hiện trạng nền kinh tế của Việt Nam.* Theo báo cáo của Diễn đàn kinh tế thế giới WEF, chỉ số sáng tạo toàn cầu của Việt năm năm 2019 đứng thứ 42 trên tổng số 129 nước và đứng thứ 3 trong ASEAN. Thống kê năm 2019 cho biết nền kinh tế Việt nam có quy mô 6.037,2 nghìn tỷ đồng (~260 tỉ USD), tổng dân số khoảng 96,48 triệu người, trong đó lực lượng lao động khoảng 54,7 triệu người (~56.7% dân số). Trong báo cáo tổng hợp của Topdev năm 2019, thống kê từ Bộ TT&TT cho thấy có gần 50.000 doanh nghiệp hoạt động trong lĩnh vực CNTT-TT, ngành công nghiệp CNTT tăng trưởng khoảng 10%, tổng doanh thu lĩnh vực công nghiệp CNTT-TT trong năm 2019 ước đạt 112,350 tỷ USD, trong đó xuất khẩu CNTT-TT chiếm 81,5%, doanh thu công nghiệp phần mềm đạt 5 tỷ USD. Thống kê độc lập năm 2019 từ Chương trình e-Conomy SEA của Google và Tamazek cũng cho thấy Việt nam là một trong 2 nước có tốc độ phát triển nền kinh tế số nhanh nhất ASEAN (~38% tính từ 2015) và đạt khoảng 5% GDP. Chỉ số chính phủ điện tử toàn cầu của Việt nam (do Liên hợp quốc- UN xây dựng) đang có bước tiến khả quan với thứ hạng 88 trên tổng 193 quốc gia.

*Về nghiên cứu phát triển TTNT*, từ những năm 80 của thế kỷ XX, các nhóm nghiên cứu TTNT của Việt Nam đã có các công trình nghiên cứu định hướng ứng dụng TTNT. Tuy vậy, do các hạn chế về trang thiết bị, các công cụ phần mềm và môi trường thực tế, việc ứng dụng TTNT gặp khó khăn và chưa đạt được yêu cầu áp dụng thực tế. Những năm gần đây, cùng với các tiến bộ của khoa học dữ liệu và học máy, nền tảng dữ liệu thực tiễn dồi dào và sự trưởng thành của đội ngũ nghiên cứu trẻ trình độ cao được đào tạo bài bản ở các nước phát triển trở về nước, các nghiên cứu phát triển và ứng dụng TTNT đã dần được hình thành, củng cố và ngày càng phát triển. Các dự án nghiên cứu phát triển và ứng dụng TTNT được triển khai tập trung tại các trường đại học, viện nghiên cứu và công ty công nghệ hàng đầu của đất nước; trong đó, tập đoàn Viettel đã chính thức công bố và triển khai nền tảng Viettel AI Platform từ 06/2019; tập đoàn FPT cung cấp nền tảng TTNT toàn diện FPT.AI với các “giác quan” để máy hiểu và tương tác con người thông qua 4 thành phần gồm: thị giác máy tính, tổng hợp và nhận diện giọng nói, xử lý ngôn ngữ tự nhiên; tập đoàn VNG đầu tư phát triển AI chatbot, và CMC với AI Box.

*Về các công trình công bố liên quan tới TTNT*. Trong giai đoạn 1996-2018, trong 10 quốc gia thuộc khối ASEAN, Việt Nam xếp thứ 5 về số lượng công bố khoa học trên cơ sở dữ liệu Web of Science, xếp thứ 5 về số lượng công bố khoa học trên cơ sở dữ liệu Scopus về TTNT và xếp thứ nhất về tỷ lệ công bố trên Scopus về TTNT trong tổng số công bố nói chung của Việt Nam. Trong khi GDP danh nghĩa của Việt Nam thấp hơn hẳn trong nhóm 5 quốc gia hàng đầu về kinh tế Đông Nam Á. Điều này cho thấy nỗ lực rất lớn của cộng đồng các nhà nghiên cứu TTNT của Việt Nam.

*Về các bằng sáng chế liên quan tới TTNT*. Theo thống kê của Tổ chức sở hữu trí tuệ thế giới WIPO, tính đến 2018, 06 nước trong khu vực ASEAN có bằng sáng chế về TTNT bao gồm Singapore, Thailand, Malaysia, Indonesia, Philipne và Việt Nam, trong đó Việt Nam đứng thứ 2 với 372 hồ sơ liên quan tới TTNT, được gửi ở nhiều văn phòng trên thế giới. Đây là dấu hiệu khá quan trọng, mặc dầu Việt Nam chỉ đứng thứ 5 về tổng số bằng sáng chế.

*Việc đầu tư vào nghiên cứu và phát triển TTNT* cũng đã được triển khai một cách khá hệ thống. Nhà nước đã triển khai một số Chương trình KH&CN cấp quốc gia gắn với TTNT, như KC.01, KC-4.0, NAFOSTED. Trong khoảng thời gian 15 năm từ 2006 đến 2020, hơn 96 đề tài cấp nhà nước và cấp quốc gia liên quan tới lĩnh vực TTNT đã được xem xét và phê duyệt, trong đó riêng 03



chương trình lớn về KH&CN đã cấp khoảng 169,215 tỷ đồng cho việc nghiên cứu và phát triển TTNT. Gần đây, khối tư nhân cũng đã có một số hoạt động đầu tư vào nghiên cứu thông qua các quỹ mạo hiểm như như tập đoàn Vingroup với quỹ VINIF và tập đoàn Phenica với Quỹ đổi mới sáng tạo.

*Về nhân lực TTNT.* Nhân lực CNTT-TT nói chung và nhân lực TTNT đã và đang có sự phát triển vượt bậc trong thời gian gần đây. Theo Sách trắng CNTT của Bộ TT&TT năm 2019, tổng số nhân lực CNTT-TT (bao gồm cả điện tử viễn thông) đã đạt ngưỡng trên 970.000 người, trong đó số lượng nhân lực làm việc trong lĩnh vực CNTT (phần mềm và nội dung số) có gần 180.000 người. Dự báo nhu cầu nhân lực CNTT là rất lớn khoảng 400.000 vào năm 2020 và nguồn cung cấp chỉ bảo đảm khoảng 50.000 nhân lực/năm. Theo nhiều nguồn thống kê, hiện có khoảng trên 1600 cán bộ nghiên cứu (trong nước và ở nước ngoài) làm việc trong lĩnh vực có liên quan tới TTNT, trong đó có khoảng 700 người làm việc ở Việt Nam (*số chuyên gia khoảng 300 người*). Ngoài ra, nhiều công ty đã hình thành được đội ngũ triển khai và ứng dụng TTNT. Mặc dù số lượng này chưa nhiều so với nhu cầu, nhưng cũng phản ánh sự phát triển nhân lực TTNT của chúng ta.

*Đối với các diễn đàn và hội nghị kết nối nghiên cứu, ứng dụng và triển khai TTNT,* nhiều hội nghị, hội thảo quốc tế thường niên có chất lượng và chuyên sâu với tỷ lệ các bài nghiên cứu và ứng dụng TTNT khá cao cũng đã được cộng đồng chuyên môn trong nước phối hợp với chuyên gia nước ngoài tổ chức thành công. Hội nghị về TTNT (AI4Life-2018) lần đầu tiên được tổ chức tại Trường Đại học Công nghệ (Đại học Quốc gia Hà Nội). Zalo AI Summit 2017 và 2018, VietAI Summit 2018 do các doanh nghiệp và cộng đồng ViệtAI tổ chức. Hội thảo quốc gia về TTNT (AI4VN 2018) lần đầu tiên được Bộ KH&CN phối hợp với các đơn vị, tập đoàn công nghệ tổ chức vào năm 2018. Ngày hội TTNT (AI4VN 2019), Hội thảo quốc gia và Ngày hội TTNT (AI2020) đã góp phần tập hợp, kết nối, tụ hội phát triển hệ sinh thái nghiên cứu, ứng dụng TTNT cho Việt Nam.

*Về triển khai ứng dụng TTNT trong các ngành và lĩnh vực kinh tế xã hội.* Trong thời gian qua việc ứng dụng TTNT trong các lĩnh vực KT-XH diễn ra khá sôi động, cụ thể: nhiều lĩnh vực sản xuất và dịch vụ đã cho thấy sự ảnh hưởng của TTNT như thương mại điện tử, ngân hàng, giao thông vận tải, hậu cần (logistics), tài chính, y tế, nông nghiệp, giáo dục. Trong lĩnh vực tài chính ngân hàng, ứng dụng TTNT như chatbot, phát hiện gian lận và rửa tiền, hỗ trợ

ra quyết định tín dụng. Trong thương mại điện tử, nhiều sàn giao dịch điện tử đã được phát triển ở Việt Nam như Sendo, Tiki, Lazada có hỗ trợ các chatbot để trợ giúp khách hàng, các ứng dụng phân tích khách hàng để trợ giúp quá trình lựa chọn sản phẩm. Trong thanh toán điện tử, nhiều ứng dụng sinh trắc học đã được triển khai để tăng cường bảo mật khách hàng. Trong giao thông vận tải và logistics, hiện tại đã có nhiều biện pháp ứng dụng CNTT vào tăng cường chất lượng các dịch vụ giao thông vận tải, như các trạm thu phí không dừng, các trung tâm giám sát điều hành giao thông đường bộ, các hệ thống logistics thông minh, các hệ thống taxi công nghệ ứng dụng CNTT như GoViet, Grab. Trong lĩnh vực y tế, sự kiện về đại dịch COVID-19 đã cho thấy việc ứng dụng nhanh và hiệu quả của CNTT khi các chatbot, trợ lý ảo xuất hiện liên tục trên các trang thông tin y tế nhằm thu thập thông tin cũng như trả lời và tư vấn tự động; các sản phẩm robot thông minh, hệ thống CNTT trợ lý bác sĩ trong chẩn đoán hình ảnh trong hỗ trợ cán bộ y tế tại các bệnh viện.

Tuy đã có một số thành quả bước đầu, có thể thấy rằng trình độ phát triển về CNTT ở nước ta còn rất thấp và quy mô còn quá nhỏ bé. Bên cạnh một số kết quả đạt được ban đầu, hoạt động nghiên cứu, ứng dụng và phát triển CNTT ở nước ta còn tồn tại nhiều bất cập:

- Nhu cầu ứng dụng CNTT còn quá thấp do quy mô nhỏ bé của nền kinh tế. Doanh nghiệp không được khuyến khích và ít quan tâm nhập khẩu các bí quyết công nghệ nguồn để tạo dựng năng lực cạnh tranh dài hạn;

- Sự phát triển của các ngành công nghiệp CNTT chủ yếu diễn ra trong lĩnh vực công nghệ thông tin, tài chính ngân hàng, thương mại điện tử và phần lớn doanh nghiệp còn ở trình độ thấp. Thiếu các hệ sinh thái, nguồn nhân lực, nguồn dữ liệu mở và hạ tầng dịch vụ đủ mạnh hỗ trợ cho phát triển các ngành công nghiệp CNTT;

- Nguồn nhân lực CNTT còn yếu và thiếu, ít kinh nghiệm thực tiễn. Hạ tầng cơ sở, trang thiết bị phục vụ nghiên cứu khoa học và phát triển CNTT tại các viện nghiên cứu, trường đại học còn lạc hậu và chưa đồng bộ.

- Tổ chức chồng chéo dẫn tới quản lý thiếu nhất quán, đầu tư trùng lặp, thiếu vắng vai trò điều phối chung của Chính phủ đối với các vấn đề lớn mang tầm quốc gia.

Trong bối cảnh Việt Nam đang nỗ lực đẩy nhanh tiến trình công nghiệp hoá, hiện đại hoá đất nước nhằm đạt mục tiêu trở thành một nước công nghiệp

hiện đại vào năm 2045, việc lựa chọn con đường phát triển kinh tế - xã hội dựa vào khoa học - công nghệ, đặc biệt là TTNT, là một quyết sách đúng đắn, đòi hỏi ý chí quyết tâm và chỉ đạo quyết liệt của các cấp lãnh đạo cũng như sự ủng hộ, đồng thuận của toàn xã hội. Trước các thách thức to lớn của yêu cầu phát triển đất nước, việc xây dựng và triển khai Chiến lược Trí tuệ nhân tạo Quốc gia nhằm đẩy nhanh tốc độ và hiệu quả ứng dụng, phát triển trí tuệ nhân tạo ở các ngành, các lĩnh vực kinh tế - xã hội của đất nước là hết sức cần thiết và cấp bách.

#### **IV. Chiến lược Quốc gia về Trí tuệ nhân tạo của Việt Nam giai đoạn 2020-2030**

##### **1. Quan điểm chỉ đạo**

- Trí tuệ nhân tạo (TTNT) là một lĩnh vực công nghệ nền tảng của Cách mạng công nghiệp lần thứ tư, góp phần quan trọng tạo bước phát triển đột phá về năng lực sản xuất, nâng cao năng lực cạnh tranh quốc gia, thúc đẩy phát triển kinh tế tăng trưởng bền vững.

- Kế thừa và phát huy những thành tựu mới nhất của nhân loại, nghiên cứu, phát triển và ứng dụng TTNT gắn với các nhiệm vụ, mục tiêu phát triển kinh tế - xã hội, bảo đảm quốc phòng an ninh, phát triển khoa học và công nghệ; phát huy tiềm năng của doanh nghiệp, khai thác hiệu quả mọi nguồn lực; từng bước nhận chuyển giao, làm chủ, tiến tới sáng tạo công nghệ.

- Tập trung nguồn lực để tạo ra và phát triển các sản phẩm TTNT, dịch vụ TTNT quan trọng mà Việt Nam có lợi thế cạnh tranh; đầu tư có trọng điểm ứng dụng TTNT trong một số lĩnh vực liên quan tới quốc phòng an ninh, quản lý tài nguyên, môi trường và dịch vụ cho người dân; phát triển mạnh các doanh nghiệp ứng dụng TTNT, doanh nghiệp khởi nghiệp về TTNT.

##### **2. Mục tiêu**

Đẩy mạnh nghiên cứu, phát triển và ứng dụng TTNT, đưa TTNT trở thành lĩnh vực công nghệ quan trọng của Việt Nam trong cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ tư. Đến năm 2030, Việt Nam trở thành trung tâm đổi mới sáng tạo, phát triển các giải pháp và ứng dụng TTNT trong khu vực ASEAN và trên thế giới.

##### ***Mục tiêu đến năm 2025***

a) Đưa TTNT trở thành lĩnh vực công nghệ quan trọng của Việt Nam

- Việt Nam nằm trong nhóm 5 nước dẫn đầu trong khu vực ASEAN và nhóm 60 nước dẫn đầu trên thế giới về nghiên cứu, phát triển và ứng dụng TTNT;

- Xây dựng được 05 thương hiệu TTNT có uy tín trong khu vực;

- Phát triển được 01 trung tâm quốc gia về lưu trữ dữ liệu lớn và tính toán hiệu năng cao.

b) Việt Nam trở thành trung tâm đổi mới sáng tạo, phát triển các giải pháp và ứng dụng TTNT

- Hình thành được 02 trung tâm đổi mới sáng tạo quốc gia về TTNT; gia tăng số lượng doanh nghiệp khởi nghiệp sáng tạo về TTNT và tổng vốn đầu tư vào lĩnh vực TTNT ở Việt Nam;

- Nâng cấp, hình thành mới được 10 cơ sở nghiên cứu và đào tạo trọng điểm về TTNT.

c) Góp phần xây dựng xã hội sáng tạo, chính phủ hiệu quả, bảo vệ an ninh quốc gia, giữ gìn trật tự an toàn xã hội và thúc đẩy phát triển kinh tế tăng trưởng bền vững

- TTNT được ứng dụng rộng rãi trong hành chính công, dịch vụ công trực tuyến giúp giảm thời gian xử lý công việc, nhân lực bộ máy, giảm thời gian chờ đợi và chi phí của người dân;

- Nâng cao hiệu quả hoạt động của hệ thống quản lý hành chính nhà nước trong phân phối, sử dụng nguồn lực xã hội, quản lý xã hội và quản lý đô thị, đặc biệt tại các thành phố lớn như Hà Nội, thành phố Hồ Chí Minh và Đà Nẵng.

### ***Mục tiêu đến năm 2030***

a) Đưa TTNT trở thành lĩnh vực công nghệ quan trọng của Việt Nam

- Việt Nam nằm trong nhóm 4 nước dẫn đầu trong khu vực ASEAN và nhóm 50 nước dẫn đầu trên thế giới về nghiên cứu, phát triển và ứng dụng TTNT;

- Xây dựng được 10 thương hiệu TTNT có uy tín trong khu vực;

- Phát triển được 03 trung tâm quốc gia về lưu trữ dữ liệu lớn và tính toán hiệu năng cao; kết nối được các hệ thống trung tâm dữ liệu, trung tâm tính toán hiệu năng cao trong nước tạo thành mạng lưới chia sẻ năng lực dữ liệu lớn và tính toán phục vụ TTNT;

- Hình thành được 50 bộ dữ liệu mở, liên thông và kết nối trong các ngành kinh tế, lĩnh vực kinh tế - xã hội phục vụ nghiên cứu, phát triển và ứng dụng TTNT.

b) Việt Nam là trung tâm đổi mới sáng tạo, phát triển các giải pháp và ứng dụng TTNT mạnh

- Hình thành được 03 trung tâm đổi mới sáng tạo quốc gia về TTNT;
  - Xây dựng được đội ngũ nhân lực chất lượng cao làm về TTNT bao gồm đội ngũ các chuyên gia và các kỹ sư triển khai ứng dụng TTNT. Tăng nhanh số lượng các công trình khoa học, đơn đăng ký sáng chế về TTNT của Việt Nam;
  - Có ít nhất 01 đại diện nằm trong bảng xếp hạng nhóm 20 cơ sở nghiên cứu và đào tạo về TTNT dẫn đầu trong khu vực ASEAN.
- c) Góp phần đẩy mạnh xã hội sáng tạo, chính phủ hiệu quả, bảo vệ an ninh quốc gia, giữ gìn trật tự an toàn xã hội và thúc đẩy phát triển kinh tế tăng trưởng bền vững
- Phổ cập được kỹ năng cơ bản về ứng dụng TTNT cho đội ngũ lao động trực tiếp, phục vụ thúc đẩy đổi mới sáng tạo, giảm chi phí, nâng cao năng suất lao động và cải thiện chất lượng cuộc sống của người dân;
  - Ứng dụng TTNT phục vụ các nhiệm vụ quốc phòng an ninh, các hoạt động cứu hộ, cứu nạn, phòng chống thiên tai và ứng phó sự cố, dịch bệnh;
  - Cùng với chuyển đổi số, ứng dụng TTNT góp phần thúc đẩy tăng trưởng một số ngành kinh tế.

### **3. Nhiệm vụ và giải pháp thực hiện chiến lược**

Nhiệm vụ và giải pháp thực hiện Chiến lược về cơ bản bám theo các mục tiêu tổng quát và mục tiêu cụ thể của Chiến lược, theo đó 05 nhóm nhiệm vụ và giải pháp thực hiện được tập trung là:

#### **a. Xây dựng hệ thống văn bản quy phạm pháp luật và hành lang pháp lý liên quan đến TTNT**

- Xây dựng, hoàn thiện chính sách, pháp luật tạo hành lang pháp lý thông thoáng đáp ứng yêu cầu thúc đẩy nghiên cứu, phát triển và ứng dụng TTNT vào cuộc sống.
- Phát triển và ứng dụng TTNT lấy con người và doanh nghiệp làm trung tâm, tránh lạm dụng công nghệ và xâm phạm quyền, lợi ích hợp pháp của tổ chức, cá nhân.

#### **b. Xây dựng hạ tầng dữ liệu và tính toán cho nghiên cứu, phát triển và ứng dụng TTNT**

- Thúc đẩy chia sẻ dữ liệu phục vụ nghiên cứu, phát triển và ứng dụng TTNT, hình thành các cơ sở dữ liệu dùng chung, chia sẻ, mở để nghiên cứu, phát triển các ứng dụng TTNT. Xây dựng cơ chế chia sẻ dữ liệu theo nguyên tắc các bên cùng có lợi, tạo động lực để chia sẻ, đồng thời bảo đảm được phân quyền truy cập dữ liệu, tránh để lộ, lọt thông tin dữ liệu có tính riêng tư của cá nhân hay tổ chức.

- Tăng cường năng lực quốc gia về tính toán hiệu năng cao, tính toán đám mây, tính toán sương mù.

### **c. Phát triển hệ sinh thái TTNT**

- Phát triển nguồn nhân lực: Triển khai phổ cập kỹ năng cơ bản về ứng dụng TTNT và khoa học dữ liệu (KHDL) nhằm thúc đẩy đổi mới sáng tạo cho thanh thiếu niên. Thúc đẩy triển khai các hình thức đào tạo chứng chỉ ngắn hạn và trung hạn về TTNT cho sinh viên thuộc các ngành nghề khác nhau, người lao động có nhu cầu chuyển đổi nghề nghiệp.

- Xây dựng tổ chức: Thu hút các nguồn lực trong và ngoài nước xây dựng các trung tâm đào tạo, phát triển và ứng dụng TTNT và KHDL. Nhà nước đầu tư xây dựng một số trung tâm trọng điểm nghiên cứu, đào tạo nhân tài, nguồn nhân lực chất lượng cao về TTNT và KHDL tại một số trường đại học, viện nghiên cứu hàng đầu.

- Triển khai nghiên cứu và phát triển: Tập trung đầu tư cho nghiên cứu phát triển một số nền tảng, sản phẩm TTNT cấp thiết và quan trọng phục vụ thị trường trong nước, hướng đến thị trường trong khu vực và toàn cầu. Ứng dụng TTNT để nâng cao hiệu quả đầu ra của các hoạt động nghiên cứu, phát triển trong các lĩnh vực khác.

- Thúc đẩy xây dựng các trung tâm ươm tạo và thu hút đầu tư cho phát triển doanh nghiệp TTNT: Triển khai các giải pháp huy động vốn đầu tư cho phát triển các doanh nghiệp và thương hiệu về TTNT ở Việt Nam.

### **d. Thúc đẩy ứng dụng TTNT**

- Phát triển doanh nghiệp ứng dụng TTNT: Gia tăng số lượng các doanh nghiệp triển khai, phát triển và ứng dụng TTNT nhằm đáp ứng nhu cầu trong nước đối với các lĩnh vực đã sẵn sàng về dữ liệu, công nghệ và kinh phí đầu tư. Đẩy mạnh triển khai các nền tảng phần mềm và ứng dụng mở về TTNT sẵn có.

- Ứng dụng TTNT trong quốc phòng an ninh và các lĩnh vực kinh tế - xã hội: Phát triển một số sản phẩm TTNT đặc thù của Việt Nam, từng bước hình thành công nghiệp TTNT tại Việt Nam. Thúc đẩy các bộ, ngành, địa phương sử dụng các ứng dụng, dịch vụ TTNT nhằm nâng cao hiệu quả hoạt động trong phân phối, sử dụng nguồn lực xã hội, nâng cao chất lượng quản lý nhà nước, quản lý xã hội, quản lý đô thị.

- Nâng cao nhận thức về TTNT: Nâng cao năng lực, trình độ, nhận thức của đội ngũ cán bộ, công chức, doanh nghiệp, người dân về dữ liệu và ứng dụng TTNT.

### **đ. Thúc đẩy hợp tác quốc tế trong lĩnh vực TTNT**

- Tham gia tổ chức và thực hiện các chương trình, dự án hợp tác nghiên cứu khoa học song phương và đa phương về TTNT. Thúc đẩy phát triển cơ sở, trung tâm hợp tác nghiên cứu TTNT; các dự án hợp tác chuyển giao công nghệ,

khai thác các sáng chế, quyền sở hữu công nghiệp giữa các doanh nghiệp Việt Nam với các doanh nghiệp nước ngoài về TTNT; các trung tâm, chương trình đào tạo nhân lực TTNT chất lượng cao phục vụ thị trường trong nước và toàn cầu.

- Trao đổi chuyên gia, người làm công tác nghiên cứu, sinh viên của tổ chức, doanh nghiệp Việt Nam với các tổ chức nghiên cứu, đào tạo, doanh nghiệp TTNT nước ngoài. Tham gia các hội, hiệp hội quốc tế và tổ chức khác về TTNT. Mời các chuyên gia TTNT nước ngoài, người Việt Nam ở nước ngoài đến Việt Nam tham gia tư vấn, nghiên cứu, đào tạo về TTNT.

- Hoàn thiện thể chế, các chính sách thu hút đầu tư trực tiếp của nước ngoài (FDI), các tập đoàn công nghệ cao đa quốc gia xây dựng trung tâm nghiên cứu, phát triển và ứng dụng TTNT ở Việt Nam.

Để hỗ trợ 5 nhóm nhiệm vụ nêu trên Chiến lược đề ra 5 chương trình và dự án trọng điểm đến 2030 như sau:

<b>TT</b>	<b>Tên Chương trình, đề án</b>	<b>Đơn vị chủ trì</b>	<b>Đơn vị phối hợp</b>	<b>Thời gian thực hiện</b>
1	Đề án phát triển nguồn nhân lực chất lượng cao về TTNT đến năm 2030	Bộ Giáo dục và Đào tạo	Bộ Khoa học và Công nghệ; Bộ Thông tin và Truyền thông; Bộ Lao động và Thương binh Xã hội	2020-2030
2	Đề án xây dựng 03 Trung tâm cấp quốc gia về lưu trữ dữ liệu và tính toán hiệu năng cao	Bộ Quốc phòng; Bộ Công an; Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam	Bộ Thông tin và Truyền thông; Bộ Khoa học và Công nghệ	2020-2030
3	Chương trình KH&CN quốc gia liên quan đến TTNT	Bộ Khoa học và Công nghệ	Các bộ ngành liên quan	2020-2030
4	Chương trình hỗ trợ phát triển doanh nghiệp TTNT gắn với thực hiện Chương trình Chuyển đổi số quốc gia	Bộ Thông tin và Truyền thông	Bộ Khoa học và Công nghệ	2020-2030
5	Đề án xây dựng các nhóm dữ liệu mở chuyên ngành phục vụ nghiên cứu, phát triển TTNT ở Việt Nam.	Bộ Khoa học và Công nghệ	Các bộ ngành liên quan	2020-2030

## **V. Những vấn đề đặt ra trong triển khai Chiến lược Quốc gia về Trí tuệ nhân tạo.**

Cùng với sự phát triển của nền kinh tế Việt Nam, sự phát triển TTNT ở nước ta đã có những bước tiến mạnh mẽ, tiệm cận với xu thế của thế giới, hệ sinh thái TTNT đã và đang từng bước được hình thành, ảnh hưởng của TTNT với kinh tế và xã hội ngày càng rõ nét như các phân tích ở trên (môi trường kinh tế xã hội ổn định, sự cải thiện trong chính sách pháp lý hỗ trợ của nhà nước, các thành quả trong nghiên cứu, đào tạo, và sự hình thành của công nghiệp cũng như thị trường TTNT, triển khai ứng dụng TTNT có những kết quả nhất định,...), đặc biệt là sự bùng nổ của khu vực kinh tế doanh nghiệp Startup về TTNT. Điều này khẳng định những thành quả bước đầu trong phát triển TTNT của chúng ta.

Tuy nhiên, chúng ta cũng có thể thấy các điểm yếu của kinh tế xã hội và các thách thức ảnh hưởng tới phát triển TTNT:

- Trình độ phát triển kinh tế - xã hội của nước ta còn chưa cao (Theo báo cáo của Ngân hàng thế giới năm 2018 [E12, E13], Việt Nam có dân số lớn trong khu vực ASEAN, hơn 96 triệu; Việt Nam đứng thứ 6 trong khối ASEAN trong bảng xếp hạng với 8 chỉ số đo sức khỏe nền kinh tế; đầu tư cho nghiên cứu phát triển của Việt Nam năm 2018 mới đạt khoảng 0,4% GDP; đầu tư công cho giáo dục đại học Việt Nam khoảng 0,33 % GDP, chỉ số chính phủ điện tử (e-government) đứng thứ 88, các chỉ số này đều còn xa so với Thái Lan, Malaysia, Singapore.

- Chúng ta cũng đang đứng trước một nguy cơ về môi trường, đó là tài nguyên cạn kiệt, hiện tượng ô nhiễm môi trường lớn, đại dịch COVID2019 đang hoành hành.

- Nhận thức của các cấp, các ngành trong những năm qua về vai trò của TTNT còn chưa đầy đủ, nên việc triển khai TTNT ở nước ta còn tản mạn, thiếu định hướng và sự phối hợp liên ngành. TTNT chưa thành hạng mục đầu tư của nhiều doanh nghiệp Việt Nam và nếu có, cũng chỉ chiếm một phần không đáng kể. Đó là các chỉ dấu cho thấy thị trường TTNT Việt Nam hiện còn rất nhỏ và độ cam kết của các doanh nghiệp Việt Nam đóng góp vào thị trường TTNT chưa rõ ràng.



- Yêu cầu về trình độ/kỹ năng nhân lực ngày càng khắt khe. cũng có thể thấy rằng, tại Việt Nam thị trường TTNT sẽ ngày một gia tăng; sản phẩm TTNT sẽ dần len lỏi vào các lĩnh vực của cuộc sống, làm tăng năng suất lao động và từ đó thay thế con người ở một số vị trí, điều này có thể dẫn tới tính cạnh tranh việc làm gia tăng như đã nêu ở phần trên. Theo báo cáo năm 2018 về *ảnh hưởng của TTNT trong tương lai* của tổ chức tư vấn Oxford Economics và CISCO [G2], để duy trì khối lượng đầu ra như năm 2018, do ảnh hưởng của công nghệ và đặc biệt là công nghệ TTNT, thị trường việc làm khu vực ASEAN (bao gồm 6 nền kinh tế lớn nhất là Indonesia, Malaysia, Philippines, Singapore, Thailand và Việt Nam) đến 2028 sẽ cần ít hơn 28 triệu nhân lực (năm 2018 có khoảng 275 triệu nhân lực). Về thị trường việc làm, bên cạnh việc tạo ra các việc làm mới, sẽ có khoảng 6,6 triệu vị trí việc làm hiện nay sẽ bị dư thừa và cần phải chuyển sang việc khác, đặc biệt trong lĩnh vực nông nghiệp (riêng Việt Nam, dự báo sẽ có khoảng 1,8 triệu vị trí việc làm dư thừa). Điều này cũng tạo ra gánh nặng cần phải đào tạo lại để đáp ứng yêu cầu của công việc mới, trong đó 41% yêu cầu có kỹ năng CNTT.

- Chúng ta chưa có chính sách quốc gia về phát triển TTNT. Nhà nước cần phải là nhà đầu tư chiến lược vào những thành phần TTNT cốt lõi quốc gia. Tuy nhiên, trên thực tế đầu tư của Nhà nước cho lĩnh vực này còn ít, thiếu tập trung, hiệu quả chưa cao. Cho đến nay, hạ tầng cho TTNT của nước ta hầu như chưa có gì đáng kể, lực lượng nhân lực còn quá ít và bị phân tán, chảy máu chất xám; đặc biệt, theo thống kê năm 2019 chỉ số nhân lực toàn cầu của ta ở mức khá thấp ở mức 92/125, chỉ đứng thứ 7 trong ASEAN (trong đó yếu tố kỹ năng người lao động được đánh giá ở mức khá hạn chế). Về mặt tổ chức, Việt Nam chưa có một cơ quan cấp quốc gia được chính thức giao nhiệm vụ phối hợp ứng dụng, nghiên cứu phát triển TTNT, do vậy chưa đáp ứng được nhu cầu phát triển của thực tiễn. Tình hình trên nếu không sớm khắc phục sẽ dẫn đến nguy cơ ngày càng tụt hậu, ngay cả so với nhiều nước trong khu vực, do không tận dụng được những tiềm năng, cơ hội phát triển và hiệu quả to lớn được lĩnh vực TTNT có thể mang lại nhằm góp phần thúc đẩy quá trình công nghiệp hóa, hiện đại hóa, tăng cường sức mạnh phòng thủ của đất nước và hội nhập quốc tế (năm 2019 chỉ số sẵn sàng cho TTNT của Việt Nam là 70/194, chỉ số ICT toàn cầu là 108/176, đứng thứ 6 trong ASEAN). Đồng thời, nguy cơ tội phạm mạng lợi dụng các tiến bộ về TTNT để gia tăng các hoạt động xấu.

Từ thực trạng nước ta nêu trên, kết hợp với quan sát hiện trạng và xu

hướng phát triển TTNT ở các nước trên thế giới có thể rút ra một số bài học kinh nghiệm triển khai cho một nước đi sau như Việt Nam, đó là:

- TTNT là chìa khoá trong chiến lược phát triển của các nước, là yếu tố quyết định lợi thế cạnh tranh và vị thế của mỗi quốc gia trên trường quốc tế. Ứng dụng và phát triển TTNT ở Việt Nam trở thành lựa chọn chiến lược để đảm bảo lợi ích, chủ quyền quốc gia và phát triển bền vững đất nước.

- Ứng dụng và phát triển TTNT ở Việt Nam đáp ứng nhu cầu tăng năng suất lao động của cá nhân, doanh nghiệp và toàn xã hội; giúp chính phủ phân phối sử dụng nguồn lực, thành quả của xã hội một cách hiệu quả nhất; hỗ trợ chính xác và kịp thời việc ra quyết định của chính phủ, tổ chức và người dân.

- Ứng dụng và phát triển TTNT ở Việt Nam góp phần đồng hành cùng quá trình mở rộng, củng cố các liên minh chiến lược của đất nước, nhất là các đối tác chiến lược đang sở hữu các trung tâm nghiên cứu phát triển TTNT lớn trên thế giới, trong đó đặc biệt quan tâm đến vùng Đông bắc Á.

- Mỗi quốc gia đều phải xác định thứ tự ưu tiên trong ứng dụng và phát triển TTNT, từ đó tập trung nguồn lực và xác định lộ trình thực hiện phù hợp. Ứng dụng và phát triển TTNT ở Việt Nam phải xuất phát từ nhu cầu phát triển nội tại và vị thế đất nước trong khu vực, phù hợp với xu thế phát triển TTNT của thế giới.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

### A. Tài liệu tiên khả thi

1. Bùi Thế Duy, Hồ Tú Bảo, Nguyễn Thanh Thủy, Lý Hoàng Tùng, Lương Chi Mai, Huỳnh Thanh Bình, Trần Đỗ Đạt, *Báo cáo hoạt động, nghiên cứu trí tuệ nhân tạo tại Việt Nam*, Tài liệu của Bộ Khoa học và Công nghệ báo cáo với Phó Thủ tướng Vũ Đức Đam trong buổi làm việc tại VPCP, 2019.
2. Nguyễn Thanh Thủy, Hà Quang Thụy, Phan Xuân Hiếu, Nguyễn Trí Thành, *Trí tuệ nhân tạo trong thời đại số: Bối cảnh thế giới và liên hệ với Việt Nam*, Tạp chí Công thương, Bộ Công thương, 2018.
3. Nguyễn Thanh Thủy, Hoàng Kiếm, Phạm Bảo Sơn, Lê Sỹ Vinh, Phan Xuân Hiếu, Lê Thanh Hà, Trần Quốc Long, Bùi Thu Lâm, Từ Minh Phương, Nguyễn Đỗ Văn, Huỳnh Thanh Bình, Tạ Cao Minh, Vũ Hải Quân, Lê Hồng Việt, Hoàng Anh Tuấn, *Báo cáo về lĩnh vực Trí tuệ nhân*

tao ở Việt Nam, Tài liệu của nhóm chuyên gia báo cáo với Phó Thủ tướng Vũ Đức Đam trong buổi làm việc tại VPCP, 2018.

4. Bộ Khoa học và Công nghệ (Ban soạn thảo và Tổ Chuyên gia biên tập Chiến lược), *Báo cáo phân tích xây dựng chiến lược Trí tuệ nhân tạo quốc gia đến năm 2030*, 11/2020.

## **B. Các quyết định**

1. Nghị quyết 52-NQ/TW ngày 27/9/2019 của Bộ Chính trị về một số chủ trương, chính sách chủ động tham gia cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ tư.
2. Chỉ thị số 16/CT-TTg ngày 04/05/2017 của Thủ tướng Chính phủ về việc tăng cường năng lực tiếp cận cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ 4
3. Quyết định 950/QĐ-TTg phê duyệt Đề án phát triển đô thị thông minh bền vững Việt Nam giai đoạn 2018-2025 định hướng 2030, 8/2018
4. Quyết định 2910/QĐ-BKHCN ngày 3/10/2018 của Bộ trưởng Bộ KH&CN ban hành “Kế hoạch triển khai nghiên cứu và phát triển trí tuệ nhân tạo đến năm 2025”
5. Quyết định số 18/QĐ-BKHCN ngày 18/1/2020 của Bộ KH&CN ban hành Chương trình hành động của Bộ KH&CN thực hiện Nghị quyết số 01/NQ-CP và Nghị quyết số 02/NQ-CP ngày 01/01/2020 của Chính phủ
6. Công văn số 3795/VPCP-KGVX của Văn phòng chính phủ ngày 26/12/2019, thông báo ý kiến của PTT Vũ Đức Đam về giao nhiệm vụ cho Bộ khoa học công nghệ về xây dựng Chiến lược TTNT quốc gia
7. Quyết định số 2813/QĐ-BKHCN ngày 27/9/2018 Phê duyệt Chương trình khoa học và công nghệ trọng điểm cấp quốc gia giai đoạn đến năm 2025: “Hỗ trợ nghiên cứu, phát triển và ứng dụng công nghệ của công nghiệp 4.0”

## **C. Tài liệu khoa học**

1. John McCarthy, M.L. Minsky, N. Rochester, C.E.Shannon. *A Proposal for the Dartmouth summer conference on artificial intelligence*. AI Magazine, 31 Aug. 1955.
2. Stuart Russell, Peter Norvig. *Artificial Intelligence. A Modern Approach (3rd Global Edition)*. Pearson, 2016.

## **D. Báo cáo phát triển KHCN**

1. China Institute for Science and Technology Policy at Tsinghua University, *China AI Development Report 2018*, 7/2018
2. Stanford Human-Centered Artificial Intelligence, *Artificial Intelligence Index Report 2019*, 2019
3. National Science and Technology Council, *2016–2019 progress report: advancing artificial intelligence R&D*, 2019

### E. Chỉ số phát triển kinh tế xã hội

1. Tổng cục thống kê, Tình hình kinh tế - xã hội quý IV và năm 2019, <https://www.gso.gov.vn/default.aspx?tabid=621&ItemID=19454>, [Truy nhập 12/3/2020]
2. Bộ thông tin và Truyền thông, *Sách trắng Công nghệ thông tin 2019*
3. Cornell University, INSEAD, and WIPO, *The Global Innovation Index 2019*, ISBN 979-10-95870-14-2, 2019, [https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo\\_pub\\_gii\\_2019.pdf](https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_gii_2019.pdf) [Truy nhập 19/3/2020]
4. Oxford Insights, *Government Artificial Intelligence Readiness Index*, 2019, [https://ai4d.ai/wp-content/uploads/2019/05/ai-gov-readiness-report\\_v08.pdf](https://ai4d.ai/wp-content/uploads/2019/05/ai-gov-readiness-report_v08.pdf) [Truy nhập 19/3/2020]
5. World Economic Forum WEF, *The Global Competitiveness Report*, 2015-2018
6. The International Telecommunication Union (ITU), *Global Cybersecurity Index 2018*, Geneva. Switzerland
7. United nations, *E-government survey 2018*, New York, 2018
8. INSEAD, *The Global Talent Competitiveness Index 2019*, Fontainebleau, France.
9. The International Telecommunication Union (ITU), *Measuring the Information Society Report 2017 - Volume 1 (ICT development index)*, Geneva. Switzerland
10. Worldbank, *Doing Business 2018: Ease of Doing Business Index*, WashingtonDC 2018
11. Worldbank, World Development Indicators: size of the economy, 2018, <http://wdi.worldbank.org/table/WV.1>, [Truy cập 2/4/2020]
12. Worldbank, World Development Indicators: Global goals: promoting sustainability, 2018, <http://wdi.worldbank.org/table/WV.3>, [Truy cập 2/4/2020]
13. WorldBank, Worldbank data: GDP 2018, <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD> [Truy cập 2/4/2020]

### F. Báo cáo phân tích kinh tế xã hội

1. Accenture, *Why AI is the Future of Growth*, Accenture Press, 2016
2. Anand S. Rao, Gerard Verweij. *Sizing the prize: What's the real value of AI for your business and how can you capitalise*. PwC report, 2017
3. S. Ransbotham, D. Kiron, P. Gerbert, và M. Reeves. *Reshaping Business With Artificial Intelligence*. MIT Sloan Management Review and The Boston Consulting Group, September 2017. Bài đi kèm “Philipp Gerbert, Martin Reeves, Sebastian Steinhäuser, and Patrick Ruwolt. *Is Your Business Ready for Artificial Intelligence?*” <https://www.bcg.com/publications/2017/strategy-technology-digital-is-your-business-ready-artificial-intelligence.aspx>. [Truy nhập 14/3/2020]

4. Cameron A, Pham T H, Atherton J, Nguyen D H, Nguyen T P, Tran S T, Nguyen T N, Trinh H Y & Hajkowicz S (2019). *Vietnam's future digital economy – Towards 2030 and 2045*. CSIRO, Brisbane.
5. RubikAI, *Vietnam AI Landscape Report 2018*, xuất bản bởi Công ty rubikAI và G&H ventures, 2018.
6. CAICT, *2018 world ai industry development blue book*, supported by Gartner, 2018.
7. UNESCO, *Towards an Ethics of Artificial Intelligence*, <https://www.un.org/en/chronicle/article/towards-ethics-artificial-intelligence>, 12/2018 [Truy nhập 10/3/2020]
8. National Science and Technology Council (US), *Preparing for the future of artificial intelligence*, 10/2016
9. UN, *United Nations Activities on Artificial Intelligence (AI)*, 2019
10. Wilson Center, *Artificial Intelligence: A Policy-Oriented Introduction*, 2017
11. WIPO, *Technology Trends 2019 Artificial Intelligence*, 2019
12. IBA Global Employment Institute, *Artificial Intelligence and Robotics and Their Impact on the Workplace*, 4/2017
13. European Union, *Economic impacts of artificial intelligence (AI)*, 2019
14. EU-VN Business network, *E-commerce industry in Vietnam*, 2018
15. McKinsey, *Notes from the AI frontier: modeling the impact of AI on the world economy*, 2018
16. McKinsey, *Artificial intelligence and southeast asia's future*, 2017
17. McKinsey, *AI adoption advances, but foundational barriers remain*, 2018

#### **G. Báo cáo phân tích nhân lực**

1. VietnamWorks, *Báo cáo Thị trường nhân lực ngành Công nghệ thông tin (CNTT) 2019*, <https://www.navigosgroup.com/vi/bao-cao-thi-truong-nhan-luc-cntt-2019/> [Truy cập: 10/3/2020]
2. Oxford Economics, CISCO. *Technology and the future of ASEAN jobs - The impact of AI on workers in ASEAN's six largest economies*. Oxford, England, 2018
3. Topdev, *Báo cáo Thị trường nhân lực ngành Công nghệ thông tin (CNTT)*, 2020
4. Google & Tamasek, *e-Conomy SEA 2019 — Swipe up and to the right: Southeast Asia's \$100 billion Internet economy*, 2019

#### **H. Bài viết của báo chí**

1. MIT Technology Review Insights, *AI for SMEs*, 24/6/2019
2. The Verge, *AI R&D is booming, but general intelligence is still out of reach*, 12/12/2019
3. Future of Life Institute, *State of AI: Artificial Intelligence, the Military and Increasingly Autonomous Weapons*, 9/5/2019
4. The Forbes, *The Most Amazing Artificial Intelligence Milestones So Far*, 31/12/2018

5. Brookings Institute, *Whoever leads in artificial intelligence in 2030 will rule the world until 2100*, 17/1/2020
6. Tạp chí đầu tư online, *Trí tuệ nhân tạo là tương lai của Việt Nam*, 17/8/2019
7. Tạp chí Thị trường Tài chính Tiền tệ, *Ứng dụng trí tuệ nhân tạo trong hoạt động ngân hàng*, 8/2019
8. Vneconomy.vn, *Ứng dụng trí tuệ nhân tạo trong y tế: "Đã là xu hướng thì không thể trì hoãn"*, 26/4/2019
9. Doimoisangtao.vn, *Phát triển trí tuệ nhân tạo ở Việt Nam: Hướng tới công nghệ đột phá*, 24/12/2019

#### **I. Dự báo thị trường**

1. MarketWatch, *Artificial Intelligence (AI) Market 2019 – Analysis, Size, Business Growth, Trends and Projections by 2025*, <https://www.marketwatch.com/press-release/artificial-intelligence-ai-market-2019-analysis-size-business-growth-trends-and-projections-by-2025-2019-10-28> [Truy nhập 10/3/2020]
2. Fortune Business Insights, *Artificial Intelligence Market Size, Growth, Analysis 2026*, <https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/artificial-intelligence-market-100114> [Truy nhập 10/3/2020]
3. Globe Newswire, *Global Artificial Intelligence (AI) Market Size, Share & Trends Analysis 2018-2025*, <https://www.globenewswire.com/news-release/2020/02/10/1982156/0/en/Global-Artificial-Intelligence-AI-Market-Size-Share-Trends-Analysis-2018-2025.html> [Truy nhập 10/3/2020]
4. Microsoft and IDC, *Future Ready Business: Assessing Asia's Growth Potential Through AI*, 2019
5. Pwc, *Sizing the prize: What's the real value of AI for your business and how can you capitalize*, 2017
6. Boston Global Forum BGF, *Vietnam's breakthrough strategy for AI economy*, 2018

#### **J. Chiến lược TTNT**

1. World Economic Forum WEF, *White Paper: A Framework for Developing a National Artificial Intelligence Strategy*, 2019
2. WIPO, *Methodology for the Development of National Intellectual Property Strategies*, 2016
3. National Science and Technology Council. *National Artificial Intelligence Research and Development Strategic Plan*. National Science and Technology Council of USA, October 2016.
4. US WhiteHouse, *Presidential executive order on AI*, 2019
5. State Council of China, *New Generation of Artificial Intelligence Development Plan*, 2017
6. Federal Government of Germany, *Artificial Intelligence Strategy*, 2018

7. Japan Strategic Council for AI Technology, *Artificial Intelligence Technology Strategy*, 2017
8. Office of the President of the Russian Federation, *Decree of the President of the Russian Federation on the Development of Artificial Intelligence in the Russian Federation*, 2019
9. Cedric Villani, *Towards a french and european strategy*, 2018
10. Smart Nation Digital Government Office of Singapore. *Artificial Intelligence Strategy*, 2019
11. Minister of Science, ICT and Future Planning, Government of the Republic of Korea, *Mid- to Long-Term Master Plan in Preparation for the Intelligent Information Society*, 2019.

## CHƯƠNG 2: HẠ TẦNG DỮ LIỆU VÀ TÍNH TOÁN CHO TTNT

Chiến lược quốc gia về nghiên cứu, phát triển và ứng dụng TTNT đến năm 2030 (gọi tắt là Chiến lược) được Chính phủ ban hành với mục tiêu đẩy mạnh nghiên cứu, phát triển và ứng dụng TTNT, đưa TTNT trở thành lĩnh vực công nghệ quan trọng của Việt Nam trong cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ tư. Để đạt được mục tiêu đó, việc xây dựng hạ tầng dữ liệu và tính toán là một trong những định hướng chiến lược quan trọng, là nền tảng cho nghiên cứu, phát triển và ứng dụng TTNT.

Chương 2 trình bày về hạ tầng dữ liệu và tính toán, tình hình nghiên cứu, phát triển hạ tầng dữ liệu và tính toán trên thế giới và tại Việt Nam, đề xuất mô hình kiến trúc trung tâm quốc gia về lưu trữ dữ liệu lớn và tính toán hiệu năng cao và một số đề xuất, kiến nghị về giải pháp triển khai hạ tầng dữ liệu và tính toán tại Việt Nam nhằm thực hiện thành công các nhiệm vụ đặt ra trong Chiến lược. Cấu trúc Chương 2 như sau: Phần I trình bày tổng quan về tình hình phát triển hạ tầng dữ liệu và tính toán trên thế giới và tại Việt Nam. Phần II trình bày kiến trúc chung về hạ tầng dữ liệu và tính toán cho TTNT. Phần III trình bày đề xuất mô hình trung tâm quốc gia về lưu trữ dữ liệu lớn và tính toán hiệu năng cao, là một trong những nhiệm vụ đặt ra trong Chiến lược. Phần IV trình bày một số đề xuất về giải pháp triển khai hạ tầng dữ liệu và tính toán tại Việt Nam. Cuối cùng là phần kết luận và tài liệu tham khảo.

### I. Tổng quan về Hạ tầng dữ liệu và tính toán cho TTNT

#### 1. Giới thiệu chung về hạ tầng dữ liệu, hạ tầng tính toán cho TTNT

##### 1.1 Hạ tầng dữ liệu

###### a. Dữ liệu:

Là các dữ kiện riêng lẻ, số liệu thống kê hoặc các mục thông tin, thường là số, được thu thập thông qua quan sát. Dữ liệu được đo lường, thu thập, báo cáo và phân tích, đồng thời được sử dụng để tạo trực quan hóa dữ liệu như đồ thị, bảng hoặc hình ảnh...

###### b. Dữ liệu chia sẻ:

Là các dữ liệu được cung cấp từ các cơ quan, tổ chức để phục vụ cho việc nghiên cứu học thuật. Các tổ chức đều có các chính sách liên quan đến việc chia sẻ dữ liệu vì tính minh bạch và tính mở phục vụ lợi ích cộng đồng.



*c. Dữ liệu mở:*

Dữ liệu có thể được sử dụng miễn phí, sử dụng lại và phân phối lại. Dữ liệu mở thường có các tính chất như: Tính sẵn có và quyền truy cập, tái sử dụng và phân phối lại, tham gia toàn cầu.

*d. Hạ tầng dữ liệu:*

Hiểu theo cách chung, bao gồm các nguồn dữ liệu, các quy trình thu thập, lưu trữ, xử lý dữ liệu và các quy tắc quản lý, sử dụng, khai thác và vận hành của các tổ chức sử dụng chúng. Hạ tầng dữ liệu bao gồm ba trụ cột là: nền tảng công nghệ (công nghệ lưu trữ, xử lý); dữ liệu và các quy trình xử lý, phân tích, khai thác nguồn dữ liệu phục vụ các mục đích, yêu cầu của tổ chức. Nền tảng công nghệ là các giải pháp lưu trữ, xử lý dữ liệu như giải pháp dữ liệu lớn (big data) như Hadoop, Apache Hbase. Giải pháp lưu trữ theo CSDL truyền thống như Oracle, SQL Server, My SQL, các công nghệ kho dữ liệu (Data warehouse), hồ dữ liệu (Data lake)...dữ liệu được thu thập từ nhiều nguồn, bao gồm dữ liệu có cấu trúc, phi cấu trúc, dữ liệu âm thanh, hình ảnh, video...các quy trình xử lý dữ liệu như các nền tảng thu thập, tiền xử lý dữ liệu và các phương pháp xử lý, khai thác dữ liệu được xây dựng phục vụ mục đích, yêu cầu của tổ chức.

*e. Hạ tầng dữ liệu cho TTNT:*

Trong xu thế phát triển của cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ tư, dữ liệu không ngừng bùng nổ theo hàm mũ. Kỷ nguyên của dữ liệu mở đã bắt đầu với sự bùng nổ của hàng loạt các kho dữ liệu mở, chia sẻ cho cộng đồng. Sự bùng nổ dữ liệu này đã dẫn đến nhiều tiềm năng cũng như rất nhiều thách thức mà chúng ta phải đối phó, xử lý. Trong khối dữ liệu khổng lồ đó, việc xây dựng và phát triển các phương pháp xử lý dữ liệu nhằm tạo ra dữ liệu có chất lượng tốt để xây dựng hạ tầng dữ liệu phục vụ cho việc nghiên cứu, phát triển TTNT là vấn đề thách thức đặt ra

*Hạ tầng dữ liệu cho TTNT* là dữ liệu trải qua quy trình xử lý phục vụ việc xây dựng và phát triển các mô hình TTNT, bao gồm các bước: tích hợp, tiền xử lý, chuyển đổi, làm sạch, tinh chỉnh, gán nhãn. Hạ tầng dữ liệu cho TTNT được chia thành: hạ tầng thu thập và lưu trữ dữ liệu, hạ tầng tích hợp, xử lý dữ liệu và hạ tầng khai thác, chia sẻ dữ liệu.

Để thực hiện thành công chiến lược nghiên cứu, phát triển và ứng dụng TTNT đến năm 2030, trước hết Việt Nam cần xây dựng, phát triển một hạ tầng dữ liệu cho phép tập hợp và chia sẻ những nguồn dữ liệu rời rạc, các nguồn dữ

liệu mở. Bên cạnh việc tập hợp và chia sẻ dữ liệu, việc xây dựng các giải pháp nhằm bảo đảm chất lượng dữ liệu là yếu tố quan trọng đặt ra vì đảm bảo chất lượng dữ liệu là công việc cốt lõi, thậm chí quyết định đến 70-80% quá trình làm ứng dụng TTNT. Để bảo đảm chất lượng dữ liệu, chúng ta cần xây dựng các giải pháp kiểm thử và đánh giá chất lượng dữ liệu qua từng bước và các cơ chế bảo đảm dự đồng nhất và toàn vẹn dữ liệu.

## 1.2 Hạ tầng tính toán

Hạ tầng tính toán được nói đến là hệ thống nền tảng phần cứng tính toán, lưu trữ và các công nghệ tính toán để thực thi hệ thống phần mềm ứng dụng. Hạ tầng phần cứng tính toán bao gồm hệ thống máy chủ tính toán, các nút tính toán, hệ thống mạng kết nối và các thiết bị lưu trữ dữ liệu.

Với dự phát triển của công nghệ truyền thông đa phương tiện và Internet vạn vật (IoT), dữ liệu ngày càng phức tạp, đa dạng, ngày càng có dung lượng lớn. Để xây dựng và phát triển các ứng dụng TTNT, học máy trên khối lượng dữ liệu khổng lồ và phức tạp đó đòi hỏi phải có hệ thống tính toán rất mạnh. Do đó, hạ tầng tính toán cho TTNT được nói đến bao gồm hệ thống tính toán hiệu năng cao, siêu máy tính (super computer), hạ tầng mạng tốc độ cao, hệ thống các thiết bị lưu trữ lớn và các công nghệ tính toán hiện đại như tính toán đám mây, tính toán sương mù, tính toán biên, tính toán lưới...

### a. Phần cứng tính toán chuyên dụng (GPU, TPU)

*GPU (Graphical Processing Units – đơn vị xử lý đồ họa)* là bộ xử lý đặc biệt được tối ưu hóa cho các tính toán song song. GPU có hàng nghìn đơn vị xử lý số học ALU trong bộ xử lý duy nhất. Do đó, chúng có thể thực hiện song song một số lượng lớn các phép tính. Trong lĩnh vực TTNT, đặc biệt là học sâu, GPU đóng vai trò rất quan trọng vì GPU có thể tăng tốc độ tính toán rất lớn trên các khối lượng dữ liệu khổng lồ, đặc biệt là các lĩnh vực như xử lý hình ảnh, xử lý video, tính toán tin sinh học...

*TPU (Tensor Processing Unit):* là một kiến trúc được chỉ định cho học máy, học sâu được thiết kế bởi Google (chỉ trong mô hình TensorFlow).

*Các siêu máy tính (Super computer):* được sử dụng, điều chỉnh và thiết kế từ đầu để xử lý một lượng lớn dữ liệu một cách rất nhanh chóng. Tốc độ của siêu máy tính được đo bằng FLOPS (floating-point operations per second - số phép tính điểm phẩy động trong một giây) thay cho MIPS (million instructions per second - triệu lệnh trên giây). Tại thời điểm 11-2021, siêu máy tính hiện đại

nhất Fugaku có tốc độ xử lý 448 peta FLOPS (một peta là một triệu tỷ). Cùng với kiến trúc siêu máy tính đa xử lý cỡ rất lớn, các hệ thống siêu máy tính hiện đại được thiết kế dựa trên công nghệ kết chùm các nút tính toán và mạng trao chuyên dữ liệu giữa các nút chuyên dụng với tốc độ rất cao. Mỗi nút tính toán gồm nhiều bộ xử lý trung tâm (CPU), được tối ưu hóa xử lý với các bộ tăng tốc dựa trên phần cứng, chẳng hạn như GPU và FPGA.

b. *Hệ thống tính toán hiệu năng cao (High Performance Computing):*

Hệ thống tính toán hiệu năng cao (HPC) có khả năng xử lý dữ liệu và tính toán cao hơn nhiều so với máy tính và máy chủ truyền thống. HPC bao gồm ba thành phần chính: (siêu) máy tính, hệ thống mạng và hệ thống lưu trữ.

c. *Các công nghệ tính toán phân tán:*

Bao gồm tính toán đám mây (Cloud Computing), tính toán sương mù (Fog Computing), tính toán biên (Edge Computing).

d. *Các thiết bị lưu trữ dữ liệu:*

Bao gồm các hệ thống thiết bị lưu trữ dữ liệu như ổ đĩa cứng HD, SSD, thiết bị lưu trữ ngoài như SAN, BOX, băng từ, đĩa từ...

## **2. Tình hình phát triển về hạ tầng dữ liệu trên Thế giới và tại Việt Nam**

### **2.1 Trên Thế giới**

Dữ liệu mở, chia sẻ là nền tảng của việc xây dựng hạ tầng dữ liệu quốc gia. Trong xu thế phát triển hiện nay, rất nhiều chính phủ các nước trên Thế giới quan tâm đến dữ liệu mở và đang trở thành một xu hướng của các nước phát triển. Nhiều quốc gia đã thiết lập cổng chuyên dụng để chia sẻ dữ liệu được gọi là “Cổng dữ liệu chính phủ mở”, đưa ra danh mục dữ liệu chính phủ mở. Đây là danh sách các tập dữ liệu sẵn có, được tổ chức theo chủ đề (ví dụ: môi trường, chi tiêu, y tế...) có trên cổng thông tin quốc gia. Tại Mỹ, dữ liệu chính phủ mở được công bố trên cổng Data.gov, bao gồm các nguồn dữ liệu mở về: nông nghiệp, khí hậu, khách hàng, hệ sinh thái, giáo dục, năng lượng, tài chính, sản xuất, sức khỏe, chính quyền địa phương, chế tạo, hàng hải, đại dương, an toàn, thiên tai, người tiêu dùng, khoa học và nghiên cứu. Tính đến tháng 8 năm 2017, tổng số có khoảng 200.000 bộ dữ liệu được báo cáo trên Data.gov, đại diện cho khoảng 10 triệu tài nguyên dữ liệu [4]. Cơ sở hạ tầng Khoa học và Công nghệ Quốc gia (NSTI) của Trung Quốc là hệ thống cung cấp dịch vụ chia sẻ để đổi mới công nghệ và phát triển kinh tế, xã hội. NSTI hỗ trợ 10 trung tâm dữ liệu khoa học và 3 mạng lưới chia sẻ dữ liệu khoa học, tích hợp hơn 50.000 cơ sở dữ liệu khoa học và công nghệ trong 32 danh mục thuộc 10 lĩnh vực, bao gồm

nông nghiệp, khí tượng, địa chấn, sức khỏe dân số, vật liệu, năng lượng, địa chất... Công dữ liệu mở của châu Phi ([www.opendataforafrica.org](http://www.opendataforafrica.org)) bao gồm các dữ liệu mở như giá lương thực, GDP bình quân đầu người, thống kê năng lượng, nhân khẩu học, nước, năng lượng và dự báo năng lượng, thực phẩm, giáo dục, thông tin nợ chính phủ, cơ sở hạ tầng chăm sóc sức khỏe, sốt rét, di cư, tỷ lệ tử vong, đô thị hóa... Dữ liệu mở về an ninh lương thực tại Châu Phi (<https://www.ifpri.org/>) được điều hành bởi Viện Nghiên cứu Chính sách Lương thực Quốc tế thông báo cho nông dân, thương nhân và các nhà hoạch định chính sách về mức sản xuất hàng ngày và giá cả của hàng hóa nông nghiệp và đưa ra cảnh báo khi sự biến động của chúng chạm đến mức đáng lo ngại. Nền tảng này giám sát các hàng hóa như ngô, gạo, đậu tương và ca cao, đồng thời tạo ra hơn 12.000 bộ dữ liệu về sự thay đổi giá cả, phân tích phương tiện truyền thông và các chỉ số an ninh lương thực miễn phí và tái sử dụng. Chính phủ Bangladesh đã bắt đầu chương trình chia sẻ dữ liệu của mình thông qua một công dữ liệu quốc gia (<http://data.gov.bd/dataset>) chứa dữ liệu của 35 bộ và cơ quan liên quan. Nền tảng chia sẻ dữ liệu mở open EHR của Liên minh Châu Âu cho phép chia sẻ dữ liệu cho các ứng dụng và dịch vụ y tế. Nền tảng dữ liệu mở về an toàn thực phẩm Zenodo của Cơ quan An toàn Thực phẩm Châu Âu – EFSA (<https://zenodo.org/>) cung cấp các đánh giá rủi ro về an toàn thực phẩm và thức ăn chăn nuôi cho cộng đồng. Nền tảng hạ tầng dữ liệu mở về nông nghiệp của Nhật Bản (<https://wagri.net/en-us/>), chia sẻ dữ liệu trong lĩnh vực nông nghiệp công nghệ cao cho nông dân, doanh nghiệp nông nghiệp, nhà cung cấp phần mềm và nhà sản xuất thiết bị. Công dữ liệu mở quốc gia Ireland ([data.gov.ie](http://data.gov.ie)) cung cấp quyền truy cập vào hơn 10.000 bộ dữ liệu mở của chính phủ, được sử dụng rộng rãi, liên quan đến nhà ở, sức khỏe và tội phạm. Đặc biệt, các bộ dữ liệu sức khỏe mở bao gồm dữ liệu Covid-19 kể từ khi đại dịch Covid-19 bắt đầu. Hàn Quốc cũng đã ban hành nhiều cơ chế chính sách, trong đó có luật xúc tiến cung cấp và sử dụng dữ liệu công cộng, nhằm thúc đẩy việc cung cấp và sử dụng dữ liệu mở, chia sẻ cho người dân, góp phần nâng cao chất lượng cuộc sống và phát triển nền kinh tế. Úc đã xây dựng chính sách dữ liệu mở của chính phủ nhằm tạo điều kiện phát hành dữ liệu của chính phủ một cách rộng rãi hơn tới công chúng trên công dữ liệu <http://data.gov.au>. Bên cạnh những quốc gia phát triển như Australia, Pháp, Phần Lan, Đức, Đan Mạch, Hà Lan, Na Uy, Anh, Singapore, Ireland... các quốc gia đang phát triển như Kenya, Estonia, Moldova, Peru, Morocco... cũng tạo công thông tin dữ liệu mở của mình. Đối với những các quốc gia và vùng lãnh thổ chưa phát triển, việc sử

dụng công thông tin dữ liệu quốc gia tại giúp người dân và các tổ chức tiết kiệm chi phí và thời gian cho việc tìm và lấy dữ liệu cần sử dụng và đã tạo ra lợi thế cạnh tranh cho quốc gia.

Ngoài nguồn dữ liệu mở, chia sẻ của chính phủ, các tổ chức nghiên cứu, học thuật cũng công bố các nền tảng hạ tầng dữ liệu mở để chia sẻ cho cộng đồng nghiên cứu. Cơ sở dữ liệu quốc gia về thông tin công nghệ sinh học của Mỹ NCBI (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>) đã được duy trì liên tục từ thập niên 1990 và liên tục tăng trưởng cho đến nay, đã lưu trữ khoảng 200 triệu chuỗi gene của tất cả các loài, với hơn 7 triệu người dùng hằng tháng. Cơ sở dữ liệu mở lod-cloud (<https://lod-cloud.net/>) cũng đưa lên 1301 bộ dữ liệu với hơn 16.000 liên kết. Tổ chức khoa học mở OSDC (<https://odsc.com/>) cũng tạo ra một nền tảng tính toán đám mây để tất cả các tổ chức có thể chia sẻ nguồn dữ liệu khoa học này, phục vụ cho nghiên cứu phát triển. Cơ sở dữ liệu mở GISAID (<https://www.gisaid.org/>) đã có hơn 2 triệu dữ liệu về COVID-19, là nguồn dữ liệu quý giá trong việc truy vết ca bệnh, xét nghiệm tầm soát, tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình phát triển các loại vaccine đầu tiên. Đối với dữ liệu nghiên cứu, NARCIS (<https://www.narcis.nl/>) là cổng cung cấp sự truy cập tới hơn 200.000 tập hợp dữ liệu khoa học từ các nhà nghiên cứu ở các trường đại học và các viện nghiên cứu của Hà Lan. Kho dữ liệu UCI (<https://archive.ics.uci.edu/ml/index.php>) cũng cấp các bộ dữ liệu mẫu cho cộng đồng nghiên cứu về khai phá dữ liệu và học máy nhằm thử nghiệm các thuật toán, phương pháp của mình. Ngoài ra, các cơ sở dữ liệu về công bố khoa học cung cấp cho cộng đồng nghiên cứu như: cơ sở dữ liệu SCOPUS (<https://www.scopus.com/sources>) của Nhà xuất bản Elsevier (Hà Lan), cơ sở dữ liệu ISI của Viện Thông tin Khoa học Mỹ (<https://www.isi-science.com/>). Ngoài ra, tổ chức Giao thông Luân Đôn (Transport for London) đã phát hành dữ liệu mở ra các tổ chức học thuật sử dụng để xây dựng tìm ra được ứng dụng tối ưu cho giao thông. (<https://tfl.gov.uk/>). Vấn đề dữ liệu nghiên cứu mở đang bắt đầu phát triển trong khu vực Mỹ La tinh với hơn 80% của các tạp chí hiện có, được truy cập mở, được kho lưu trữ thường xuyên bổ sung.

*Dữ liệu mở cho Covid-19:* Trong hai năm 2020 và 2021, dịch Covid-19 thúc đẩy việc truy cập và tham gia vào dữ liệu mở tại hầu hết quốc gia trên toàn Thế giới. Thông tin hướng dẫn về cách xuất bản dữ liệu đã được xây dựng. Truyền thông trên phương tiện truyền thông xã hội liên quan đến cuộc khủng hoảng COVID-19 đã được tăng cường đã minh họa tầm quan trọng của dữ liệu.

Các dữ liệu về số ca mắc bệnh, khu vực, độ tuổi mắc bệnh, số lượng người tử vong và độ tuổi tử vong trung bình là những dữ liệu vô cùng quý giá được các quốc gia chia sẻ. Từ đó, có những nghiên cứu để tìm ra vắc xin và cách giảm thiểu hậu quả của dịch bệnh. Sau khi Thế giới đã có vắc xin, dữ liệu số lượng người được tiêm và số lượng vắc xin được phân bổ cho các nước ở các khu vực cũng là những dữ liệu liên tục được công bố, cập nhật và đã mở rộng ra toàn cầu (<https://ourworldindata.org/covid-vaccinations>).

## 2.2 Tại Việt Nam

### *a. Tình hình xây dựng, kết nối và chia sẻ dữ liệu trong các cơ quan Nhà nước*

Ứng dụng Công nghệ Thông tin (CNTT) trong hoạt động của các cơ quan Nhà nước được triển khai rộng rãi nhằm đổi mới quy trình nghiệp vụ, nâng cao chất lượng quản lý, điều hành, nâng cao hiệu quả, hiệu suất công việc. Tuy nhiên, việc xây dựng và phát triển các CSDL tại các bộ, ngành, địa phương còn mang tính chất đóng, triển khai riêng lẻ, thiếu tính kết nối, dẫn đến tình trạng khó chia sẻ, khó tích hợp dữ liệu. Theo khảo sát của Văn phòng chính phủ, năm 2018 [8], trong khoảng 700 CSDL tại các bộ, ngành, địa phương chỉ có khoảng 70 CSDL được kết nối với nhau (chiếm tỷ lệ 10%), hầu hết chỉ khai thác nội bộ nội bộ trong ngành, lĩnh vực hoặc bộ, ngành, địa phương. Theo đánh giá của các bộ, ngành, địa phương, nguyên nhân chủ yếu của tình trạng này là do: Thiếu hành lang pháp lý thúc đẩy việc kết nối, chia sẻ dữ liệu (31/66 đơn vị, chiếm tỷ lệ 46,9%); Thiếu dữ liệu (27/66 đơn vị, chiếm tỷ lệ 40,9%); Thiếu nền tảng kết nối, chia sẻ (49/66 đơn vị, chiếm tỷ lệ 74,3%); Dữ liệu chưa được chuẩn hóa (47/66 đơn vị, chiếm tỷ lệ 71,2%); Thiếu chuẩn kết nối, chia sẻ (28/66 đơn vị, chiếm tỷ lệ 57,5%). Theo Quyết định số 714/QĐ-TTg ngày 22/05/2015 của Thủ tướng Chính phủ, 06 cơ sở dữ liệu quốc gia (CSDLQG) được ưu tiên triển khai, tạo nền tảng phát triển chính phủ điện tử, bao gồm: CSDLQG về Dân cư, CSDLQG về Đất đai, CSDLQG về Đăng ký doanh nghiệp, CSDLQG về Thống kê tổng hợp về dân số, CSDLQG về Tài chính, CSDLQG về Bảo hiểm. Bên cạnh 06 CSDLQG còn có 37 CSLDQG đã và đang được các bộ, ngành triển khai thực hiện. Đến nay, đã có các CSDLQG đã được hình thành và đưa vào khai thác sử dụng bao gồm: CSDLQG về Đăng ký doanh nghiệp, CSDLQG về Văn bản pháp luật, CSDLQG về Kinh tế công nghiệp và Thương mại, CSDLQG về Thủ tục hành chính, v.v. Các CSDLQG nền tảng còn lại như Dân cư, Đất đai, Tài chính, Bảo hiểm đang trong giai đoạn triển khai. Tuy nhiên, đến thời điểm hiện tại, việc triển khai các CSDLQG tạo nền tảng xây dựng hạ

tăng dữ liệu quốc gia còn gặp một số khó khăn, vướng mắc. Quan trọng nhất là chưa có các quy định cụ thể cách thức thu thập, cập nhật, duy trì kết nối, chia sẻ và khai thác sử dụng dữ liệu.

Ngày 04/05/2017, Thủ tướng Chính phủ đã ban hành chỉ thị 16 về việc tăng cường năng lực tiếp cận cuộc Cách mạng Công nghiệp lần thứ tư. Theo đó, một số giải pháp quan trọng như: phát triển hạ tầng, kết nối số, xây dựng chiến lược chuyển đổi số, nền quản trị thông minh, ưu tiên phát triển công nghiệp công nghệ số. Tại các thành phố Hồ Chí Minh, Hà Nội, Quảng Ninh... đã bắt đầu xây dựng mô hình kiến trúc dữ liệu cho kho dữ liệu dùng chung trong đề án xây dựng thành phố thông minh. Kho dữ liệu dùng chung là nơi cung cấp dữ liệu cho tất cả các ứng dụng được phát triển trong cơ quan chính quyền, cùng sử dụng cơ sở dữ liệu dùng chung về thực thể quản lý nhà nước (QLNN), danh mục, tư liệu dùng chung. Tại mỗi địa phương sẽ có một cổng dữ liệu, tại đây người dân có thể truy cập để lấy cho người dân, doanh nghiệp hoặc các cơ quan nhà nước, được cung cấp từ Sở Thông tin và Truyền thông. Ví dụ như ở thành phố Hồ Chí Minh sẽ truy cập vào link (<https://data.hochiminhcity.gov.vn/>)

#### *b. Tình hình xây dựng hạ tầng dữ liệu tại các tổ chức, doanh nghiệp*

Ở Việt Nam hiện nay, nhiều doanh nghiệp đã đầu tư xây dựng hạ tầng dữ liệu phục vụ công tác quản lý sản xuất và ra quyết định kinh doanh của mình [9]. Một số đơn vị như FPT, VNG, VCCorp đã tham gia nghiên cứu và ứng dụng hạ tầng dữ liệu trong phân tích hành vi khách hàng. Trong lĩnh vực tài chính - ngân hàng, nhiều ngân hàng đã dùng nền tảng dữ liệu tiêu dùng, mua, vay, địa điểm thanh toán của khách hàng để xác định giao dịch có hợp lệ hoặc có gian lận hay không. Trong ngành vận tải, hãng hàng không Vietnamairlines (VNA) đã triển khai giai đoạn đầu xây dựng nền tảng dữ liệu mở Skywise được phát triển bởi Airbus và đối tác Palantir về phân tích dữ liệu lớn. Trong lĩnh vực cải cách hành chính, công ty FSI đã thực hiện các giải pháp số hóa tài liệu và công nghệ nhận dạng và bóc tách thông tin văn bản. Các công ty bán lẻ dựa trên dữ liệu về mua bán, tiêu thụ tại các cửa hàng, kết hợp với dữ liệu về vị trí cửa hàng, khoảng cách với cửa hàng của đối thủ cạnh tranh gần đó... để dự báo doanh thu, lợi nhuận hằng tháng. Ngoài ra, trong các lĩnh vực khác ở Việt Nam như bất động sản, khám, chữa bệnh... đang dần tiếp cận và khai thác những giá trị gia tăng do hạ tầng dữ liệu mang lại. Tuy nhiên, phần lớn CSDL của doanh nghiệp chỉ phục vụ cho việc điều hành riêng của doanh nghiệp chưa có sự chia sẻ, kết nối, liên thông với nhau để hình thành hạ tầng dữ liệu chung. Gần đây,

một số doanh nghiệp lớn đã có những bước tiến trong việc kết nối, chia sẻ dữ liệu, hình thành các nền tảng dữ liệu mở. Tập đoàn Viettel, FPT, CMC đã ký kết các thỏa thuận về chuyển đổi số, trong đó có sử dụng nền tảng dữ liệu dùng chung, chia sẻ. Có thể xem đây là bước đi đầu tiên, đặt nền móng cho việc xây dựng một hạ tầng dữ liệu dùng chung, phục vụ lợi ích cộng đồng doanh nghiệp.

*c. Tình hình xây dựng hạ tầng dữ liệu mở, chia sẻ*

Để thúc đẩy phát triển hạ tầng dữ liệu mở, chia sẻ quốc gia, Thủ tướng Chính phủ đã ban hành Quyết định số 677/QĐ-TTg ngày 18/5/2017 về việc phê duyệt Đề án “Phát triển Hệ tri thức Việt số hóa”. Đề án mang tính kết nối dữ liệu, tri thức dựa trên nền tảng những công nghệ mới nhất, như trí tuệ nhân tạo (AI), dữ liệu lớn (Big Data). Hệ tri thức Việt số hóa được xây dựng thông qua việc tổng hợp, số hóa, lưu trữ và phổ biến tri thức trong mọi lĩnh vực, trước hết là hỗ trợ cho giáo dục, đào tạo, đổi mới sáng tạo và các lĩnh vực liên quan trực tiếp đến đời sống của người dân như pháp luật, y tế, kỹ thuật sản xuất... Hệ tri thức Việt số hóa đóng vai trò hình thành nền tảng dữ liệu quốc gia chia sẻ cho các tổ chức, cá nhân và doanh nghiệp khai thác và làm giàu tài nguyên dữ liệu của Việt Nam. Trong khuôn khổ của đề án “Phát triển Hệ tri thức Việt số hoá”, Bộ Thông tin và Truyền thông phối hợp với Đại học Quốc gia Hà Nội và một số đơn vị liên quan phối hợp xây dựng và triển khai dự án “Nền tảng dữ liệu Bản đồ số Việt Nam” - Vmap [13]. Vmap là nền tảng bản đồ số của Việt Nam với hơn 23,4 triệu dữ liệu địa chỉ trên cả nước cung cấp các dịch vụ tìm kiếm thông tin, địa chỉ và các dịch vụ dựa trên vị trí.

Thực hiện Nghị định số 47/2020/NĐ-CP ngày 9/4/2020 của Chính phủ về quản lý, kết nối, chia sẻ dữ liệu số của cơ quan nhà nước, Bộ Thông tin và Truyền thông đã phối hợp với các cơ quan có liên quan xây dựng Cổng dữ liệu quốc gia tại địa chỉ <https://data.gov.vn>. Cổng dữ liệu quốc gia là điểm đầu mối truy cập thông tin, dữ liệu phục vụ xây dựng nền tảng dữ liệu mở, cung cấp thông tin về chia sẻ dữ liệu của cơ quan nhà nước, cung cấp các tài liệu, dịch vụ, công cụ, ứng dụng xử lý, khai thác dữ liệu. Cổng dữ liệu quốc gia là nền tảng cũng cấp dữ liệu mở hỗ trợ các doanh nghiệp công nghệ số, đặc biệt là doanh nghiệp về TTNT.

Về phía doanh nghiệp, cho đến nay một số doanh nghiệp lớn ở Việt Nam đã bước đầu xây dựng các nền tảng dữ liệu mở, chia sẻ phục vụ cộng đồng. Viện VinBigdata đã công bố Hệ thống quản lý, phân tích và chia sẻ dữ liệu Y



sinh lớn nhất Việt Nam [11]. Hệ thống cung cấp dữ liệu giải trình tự toàn bộ hệ gen của hơn 1.000 người Việt cùng với các công cụ phân tích gen phục vụ nghiên cứu, phát triển các ứng dụng lâm sàng và nghiên cứu khoa học cho cộng đồng. Viện VinBigdata cũng xây dựng hệ thống VinDr ứng dụng TTNT trong việc chẩn đoán bệnh dựa trên hình ảnh X-quang [14]. VinBigdata đã chia sẻ bộ dữ liệu gồm 18.000 ảnh X-quang lồng ngực đã được dán nhãn thông qua nền tảng Github phục vụ nghiên cứu, phát triển các ứng dụng về chẩn đoán một số bệnh như cột sống, sọ não cho cộng đồng. Tập đoàn CMC hiện đang triển khai dự án của thành phố Hà Nội xây dựng cơ sở dữ liệu dùng chung và phân tích dữ liệu thông minh phục vụ nâng cao chất lượng các hoạt động quản lý, điều hành của chính quyền thành phố Hà Nội.

#### *d. Đánh giá chung về hạ tầng dữ liệu cho nghiên cứu, phát triển TTNT*

Chiến lược Quốc gia về Nghiên cứu, Phát triển và Ứng dụng Trí tuệ nhân tạo đến năm 2030 đã xác định rõ vai trò của hạ tầng dữ liệu đối với công việc nghiên cứu, phát triển và ứng dụng TTNT. Cho đến nay, Việt Nam đã đạt được một số kết quả bước đầu về xây dựng hạ tầng dữ liệu. Các cơ sở dữ liệu quốc gia đã được xây dựng, kết nối liên thông với các bộ, ngành, địa phương. Nhiều công ty, tập đoàn lớn đã xây dựng và triển khai các cơ sở dữ liệu mở, chia sẻ cho cộng đồng trong nhiều lĩnh vực khác nhau. Nhiều kho dữ liệu chia sẻ, mở của các tổ chức nghiên cứu, khoa học đã được xây dựng. Tuy nhiên, nhìn chung hạ tầng dữ liệu còn chưa đồng bộ, rời rạc, nguồn dữ liệu mở còn hạn chế. Chưa có hạ tầng dữ liệu quốc gia kết nối, liên thông, chia sẻ cho cộng đồng tổ chức, cá nhân, doanh nghiệp phục vụ nghiên cứu, phát triển TTNT. Hơn nữa, dữ liệu chưa đồng nhất, chưa đồng bộ, chất lượng dữ liệu chưa cao.

### **3. Tình hình phát triển về hạ tầng tính toán trên Thế giới và tại Việt Nam**

#### **3.1 Trên Thế giới**

Sự phát triển mạnh mẽ của các nền tảng công nghệ truyền thông đa phương tiện đã dẫn đến sự bùng nổ về dữ liệu. Để phát triển các mô hình, thuật toán TTNT phức tạp trên khối lượng dữ liệu khổng lồ đó, cần phải có hệ thống tính toán cực mạnh, đó là các hệ thống tính toán hiệu năng cao (high performance computing), siêu máy tính (super computing). Trên thế giới, song song với các chiến lược phát triển TTNT quốc gia, các nước đã và đang đầu tư hạ tầng tính toán hiện đại với các siêu máy tính có năng lực tính toán rất lớn.

Một số siêu máy tính lớn trên thế giới cho bởi Bảng 1 sau đây (<https://www.top500.org/>)

*Bảng 1: Một số siêu máy tính mạnh nhất trên thế giới tính đến tháng 8/2021*

STT	Tên	Năm	Tổng số nhân	Số nhân tăng tốc	Rmax [TFlop/s]	Rpeak [TFlop/s]	Rmax / Rpeak	HPCG TFlop/s]	Công nghệ kết nối
1	Fugaku	2020	7.630.848		442.010	537.212	82%	16.004	Proprietary Network
2	Summit	2018	2.414.592	2.211.840	148.600	200.794	74%	2.925	Infiniband
3	Sierra	2018	1,572,480	1.382.400	94.640	125.712	75%	1.795	Infiniband
4	Sunway TaihuLight	2016	10.649.600		93,014.59	125,435.90	74%	480	Custom Interconnect
5	Selene	2020	555.520	483.840	63.460	79.215	80%	1.622	Infiniband
6	Tianhe-2A	2018	4.981.760	4.554.752	61.444	100.678	61%		Custom Interconnect
7	JUWELS Booster Module	2020	449.280	404.352	44.120	70,980.00	62%	1.275	Infiniband
8	HPC5	2020	669.760	582.400	35.450	51.720	69%	860	Infiniband
9	Frontera	2019	448.448		23.516	38.745	61%		Infiniband
10	Dammam-7	2020	672.520	632.960	22.400	55.423	40%	881	Infiniband

Một số siêu máy tính điển hình như sau:

- a) Fugaku (Nhật Bản): với năng lực tính toán khoảng 500 pFlops (p là viết tắt của peta, nghĩa là 500 triệu tỷ, còn Flops là viết tắt của Floating operations per second, nghĩa là phép toán dấu phẩy động trong 1 giây). Fugaku do công

ty Fujitsu phát triển với kiến trúc phần cứng dựa trên chip Fujitsu A64 có bản quyền từ thiết kế chip của ARM. Chi phí xây dựng Fugaku là 1 tỷ USD. Siêu máy tính này đứng số 1 trên thế giới từ năm 2020.

- b) Summit (Mỹ) có tốc độ tính toán 200 pFlops. Hạ tầng phần cứng dựa trên GPU của Nvidia với kiến trúc Tesla V100. Chi phí xây dựng Summit là 350 triệu USD. Khi ra đời năm 2018, Summit đứng đầu thế giới đến khi bị thay thế bởi Fugaku.
- c) Sierra (Mỹ) có tốc độ tính toán 120 pFlops, cùng chủng loại với Summit.
- d) Sunway TaihuLight (Trung Quốc) có năng lực tính toán 90 pFlops. Điểm đặc biệt là hệ thống này dùng chip Sunway SW26010 có kiến trúc RISC do Trung Quốc tự thiết kế. Siêu máy tính này có chi phí xây dựng là 300 triệu USD.

Ngoài ra, các doanh nghiệp, tập đoàn nhà nước, tư nhân không ngừng tăng cường đầu tư vào toàn bộ hệ sinh thái HPC (máy chủ, thiết bị lưu trữ, phần mềm và hỗ trợ kỹ thuật). Các tập đoàn đa quốc gia như PayPal, Credit Suisse, Airbus, thậm chí các doanh nghiệp nhỏ và vừa như Harman International, Ipreo Holdings đều tăng cường tích hợp HPC vào các trung tâm dữ liệu doanh nghiệp và hạ tầng CNTT để nâng cao năng suất làm việc và năng lực cạnh tranh. Bằng cách này, doanh nghiệp sẽ có khả năng xử lý những quy trình nghiệp vụ phức tạp mà các máy chủ thông thường trong các doanh nghiệp không thể xử lý được. Các hệ thống HPC ngày nay dễ cấu hình, triển khai, sử dụng. Chi phí đầu tư ban đầu cho việc bảo trì cũng giảm thiểu.

### **3.2 Tại Việt Nam**

*a. Tình hình phát triển hạ tầng tính toán hiệu năng cao (HPC) phục vụ tính toán TTNT, học máy:*

Hiện nay, việc đầu tư vào HPC gần như là cuộc đua giữa Mỹ, Châu Âu, Trung Quốc và Nhật Bản. Gần đây ở Việt Nam, các hệ thống HPC cũng đang dần trở nên phổ biến khi ngày càng nhiều ứng dụng có nhu cầu sử dụng, đặc biệt là các ứng dụng TTNT đang bùng nổ. Năm 2015, Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh (ĐHQG-HCM) đã đầu tư một hệ thống tính toán hiệu năng cao (đặt tên SuperNode-XP), là hệ thống máy tính cụm (cluster) với 24 nút (node) tính toán mạnh. Hệ thống SuperNode-XP với tài nguyên tính toán lai gồm hai (02) CPU đa nhân của Intel Xeon CPU (12 lõi/CPU, hỗ trợ siêu phân luồng) và hai (02) bộ đồng xử lý Intel Xeon Phi trên mỗi nút. Tháng 4 năm

2021, tập đoàn Vingroup công bố kế hoạch đầu tư hệ thống Nvidia DGX SuperPOD với năng lực tính toán gồm 10 máy chủ dựa trên chip GPU của Nvidia DGX A100 [15]. Mục tiêu của hệ thống này nhằm phục vụ các bài toán xử lý ảnh, ứng dụng trong sản phẩm ô tô tự lái của công ty VinFast. Tháng 5 năm 2021, tập đoàn Viễn thông quân đội Viettel chính thức vận hành hệ thống tính toán hiệu năng cao tại Trung tâm dữ liệu Viettel [10]. Hệ thống Viettel đầu tư có hiệu năng tính toán đạt 20 PetaFlops (20 triệu tỉ phép tính/giây). Nhờ đó, Trung tâm Không gian mạng Viettel có thể huấn luyện song song nhiều mô hình đồng thời, với độ phức tạp cao. Hệ thống này cũng huấn luyện cải tiến mô hình liên tục, rút ngắn thời gian nâng cao chất lượng các mô hình TTNT. Năm 2012, Viện Hàn lâm KH&VN Việt Nam đã đầu tư xây dựng hệ thống tính toán hiệu năng cao phục vụ tính toán khoa học bao gồm 24 máy chủ kết nối song song qua mạng InfiniBand tốc độ cao với các khối điện toán đám mây, máy chủ tính toán CPU, các nút tính toán hiệu năng cao GPU với tổng năng lực tính toán lên đến 18.7 TFlops. Năm 2019, Viện CNTT thuộc Viện Hàn lâm KH&CN Việt Nam nhận được tài trợ của Dự án FIRST đã xây dựng và vận hành hệ thống lưu trữ và tính toán hiện đại hoạt động trên mô hình điện toán đám mây với 20 máy chủ phiên tốc độ cao và tổng dung lượng bộ nhớ khoảng 5 Tbytes.

### *b. Tình hình xây dựng và triển khai các trung tâm dữ liệu (Data center)*

Về tình hình xây dựng và triển khai các trung tâm dữ liệu (TTDL), theo báo cáo đánh giá mức độ ứng dụng CNTT của các cơ quan nhà nước năm 2017, 18/19 bộ, cơ quan ngang bộ, 54/63 tỉnh, thành phố đã có TTDL [8]. Bên cạnh đó, mỗi bộ, ngành, địa phương và các đơn vị trực thuộc đều đầu tư và triển khai TTDL dẫn tới số lượng TTDL trong cả nước hiện nay khá lớn. Tuy nhiên, việc khai thác nguồn tài nguyên trên các TTDL này chưa hiệu quả. Việc triển khai các dịch vụ trên TTDL như IaaS (Infrastructure as a Service), PaaS (Platform as a Service), SaaS (Software as a Service) còn hạn chế. Hơn nữa, các TTDL chưa kết nối, liên thông với nhau dẫn đến việc khai thác các nền tảng dùng chung như hạ tầng dữ liệu, tính toán và ứng dụng chưa hiệu quả.

### *c. Đánh giá chung về hạ tầng tính toán phục vụ TTNT*

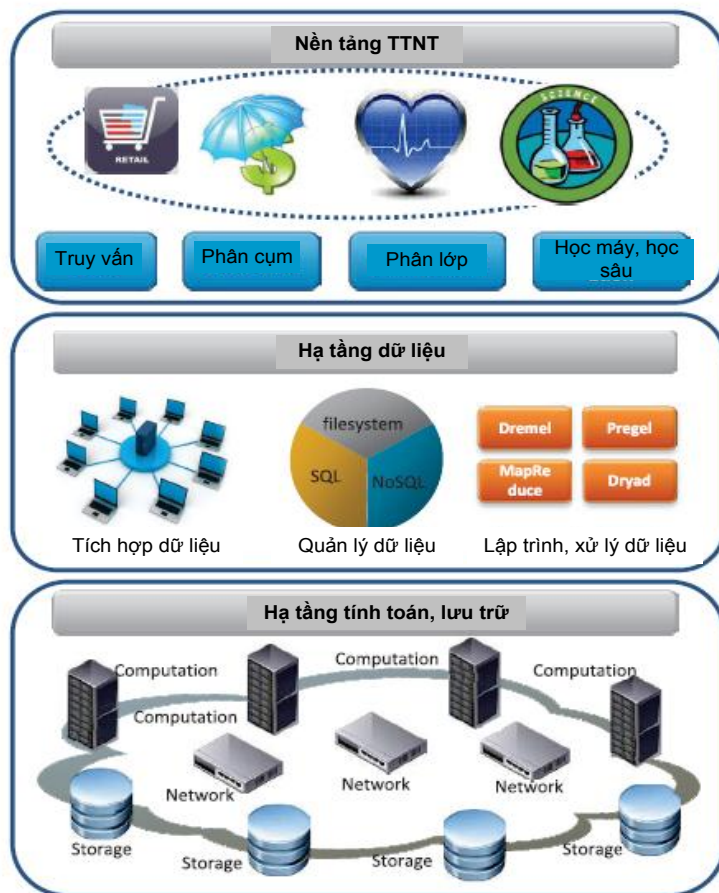
Hạ tầng tính toán, bao gồm các hệ thống tính toán hiệu năng cao và các công nghệ tính toán, là nền tảng để xây dựng, phát triển và thực thi các ứng dụng TTNT. Tại Việt Nam, một số tổ chức nghiên cứu khoa học công lập và các công ty, tập đoàn lớn đã xây dựng các hệ thống tính toán hiệu năng cao, các

hạ tầng lưu trữ lớn nhằm triển khai các ứng dụng TTNT, nâng cao năng suất chất lượng sản phẩm và tính cạnh tranh của mình. Tuy nhiên, Việt Nam chưa có trung tâm tính toán lớn mang tầm cỡ quốc gia, chưa có mạng lưới tính toán quốc gia kết nối hệ thống tính toán của các tổ chức, cá nhân. Do đó, chiến lược nghiên cứu, phát triển và ứng dụng TTNT đến năm 2030 đã chỉ rõ mục tiêu đến năm 2030 là xây dựng 03 trung tâm quốc gia về lưu trữ dữ liệu lớn và tính toán hiệu năng cao, kết nối được các trung tâm tính toán hiệu năng cao trong nước tạo thành mạng lưới chia sẻ dữ liệu và tính toán phục vụ TTNT.

## II. Kiến trúc hạ tầng dữ liệu và tính toán cho TTNT

### 1. Mô hình kiến trúc tổng thể

Mô hình kiến trúc tổng thể hạ tầng dữ liệu và tính toán cho TTNT dựa trên kiến trúc xử lý và phân tích dữ liệu lớn, được mô tả ở Hình 1 như sau [5]:



Hình 1: Mô hình kiến trúc tổng thể hạ tầng dữ liệu và tính toán cho TTNT

Mô hình kiến trúc tổng thể bao gồm 03 khối:

1) *Khối hạ tầng tính toán, lưu trữ (computing infrastructure layer):*

Bao gồm: 1) Hệ thống phần cứng các tài nguyên tính toán và lưu trữ gồm: hạ tầng mạng và đường truyền tốc độ cao, các thiết bị lưu trữ (I/O nodes, NAS, SAN...) và các máy chủ, máy tính hiệu năng cao (super computing) (CPU, GPU, TPU, FPGA, Xeon Phi, ASIC...); 2) Các công nghệ tính toán như tính toán hiệu năng cao (High Performance Computing), tính toán đám mây (Cloud Computing), tính toán sương mù (Fog Computing), tính toán biên (Edge Computing), tính toán lưới (Grid Computing). Hạ tầng tính toán và lưu trữ có thể được ảo hóa trên hạ tầng đám mây nhằm tối ưu hóa các tác vụ tính toán và lưu trữ. Khối hạ tầng tính toán gắn liền với khối hạ tầng dữ liệu để thực hiện việc lưu trữ và xử lý dữ liệu theo các ứng dụng cụ thể.

2) *Khối hạ tầng dữ liệu (data infrastructure layer):*

Là các nền tảng lưu trữ và xử lý dữ liệu lớn. Khối hạ tầng dữ liệu bao gồm tích hợp dữ liệu, quản lý dữ liệu và lập trình, xử lý dữ liệu phục vụ tầng trên là các công cụ, mô hình TTNT. Tích hợp dữ liệu là thu thập dữ liệu từ các nguồn khác nhau và tích hợp theo khuôn dạng thống nhất để thực hiện các bước tiền xử lý dữ liệu. Quản lý dữ liệu bao gồm các phương pháp, công nghệ lưu trữ, quản lý dữ liệu như SQL, NoSQL, tệp hệ thống. Lập trình, xử lý dữ liệu bao gồm các nền tảng, môi trường lập trình phục vụ xử lý dữ liệu như MapReduce, Dryad, Dremel...

3) *Khối nền tảng TTNT và ứng dụng (AI infrastructure and Applications):*

Bao gồm các công cụ, mô hình, thuật toán TTNT như phân lớp, phân cụm, học máy, học sâu...và môi trường phát triển để thực thi các mô hình đó như Python, Spark, TensorFlow. Các mô hình TTNT được xây dựng, huấn luyện và kiểm thử trên hạ tầng dữ liệu nhằm thực thi và giải quyết các bài toán ứng dụng cụ thể trong các lĩnh vực khác nhau.

## **2. Hạ tầng tính toán**

### **2.1. Hạ tầng phần cứng tính toán và lưu trữ**

Trong bối cảnh ngày nay, với sự bùng nổ về dung lượng dữ liệu, chúng ta cần phải có sức mạnh tính toán lớn để có thể xử lý, phân tích được khối lượng dữ liệu khổng lồ đó. Việc kết hợp giữa các công nghệ tính toán hiệu năng cao (High Performance Computing - HPC) với xử lý, phân tích dữ liệu lớn (Big data) và TTNT gọi là *phân tích dữ liệu hiệu năng cao cho TTNT*, gọi tắt là

HDP-AI (High Performance Data Analytics for Artificial Intelligence). Hệ thống HDP-AI là nền tảng của hạ tầng tính toán cho TTNT, bao gồm các thành phần chính như sau [7]:

### 1) Máy chủ và các nút tính toán

*Máy chủ:* Bao gồm hệ thống các máy chủ gồm các CPU kết nối các nút tính toán. Máy chủ cũng được xem là một nút tính toán mạnh. Hệ thống các máy chủ bao gồm: máy chủ đám mây (Cloud Server), máy chủ x86 (x86 Server), máy chủ Rack-mounted, máy chủ Blade, máy chủ RISC, máy chủ Oracle/Sun SPARC.

*Các nút tính toán:* gồm nhiều nút tính toán mạnh có một hoặc nhiều bộ xử lý có nhiều lõi/nhân như GPU của Nvidia hay Intel Xeon Phi. Ngoài ra, các nút tính toán hiệu năng cao như TPU, FPGAs.

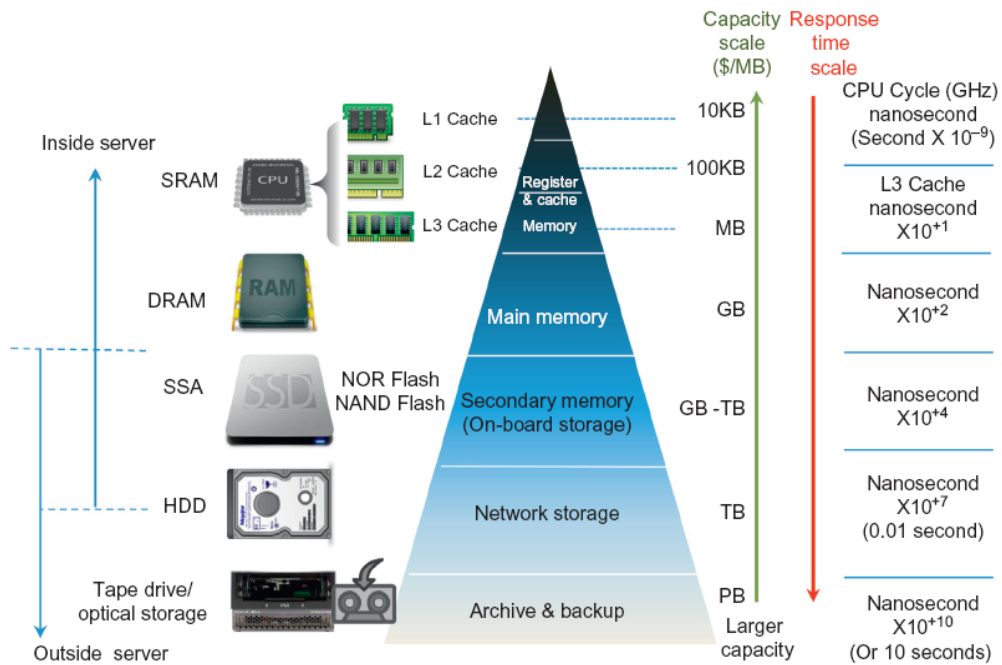
### 2) Hạ tầng mạng và truyền thông

Hạ tầng mạng truyền thông kết nối máy chủ và các nút tính toán. Do hệ thống tính toán mạnh có nhiều nút tính toán nên cần xây dựng giải pháp thiết kế hạ tầng mạng phù hợp, đảm bảo băng thông cao và độ trễ thấp trong việc trao đổi dữ liệu giữa các nút để việc tính toán đạt hiệu suất cao nhất. Các ứng dụng tính toán hiệu năng cao cần mạng truyền dữ liệu tốc độ cao, ví dụ công nghệ mạng Infiniband có tốc độ 56Gbps. Hạ tầng mạng bao gồm các thành phần:

- Các thiết bị phần cứng mạng: Hub, Switch, Bridge, Router, Gateway
- Các giao thức kết nối mạng (network topology)
- Quản lý mạng, mạng ảo hóa, an ninh an toàn mạng.

### 3) Các thiết bị lưu trữ

Các thiết bị lưu trữ ở đây là các thiết bị phần cứng lưu trữ dữ liệu cho các hệ thống tính toán. Hệ thống phần cứng lưu trữ được phân thành 05 loại: Cacche (bộ nhớ truy nhập ngẫu nhiên tính hay SRAM), RAM (RAM động hay DRAM), đĩa cứng tốc độ cao (SSD hoặc NAND flash), đĩa cứng (HDD), đĩa từ, băng từ hoặc thiết bị lưu trữ quang học. Hình 2 là sơ đồ phân cấp các thiết bị nhớ và lưu trữ.



Hình 2. Sơ đồ phân cấp các thiết bị nhớ và lưu trữ

Các thiết bị nhớ bao gồm: đĩa cứng (HDD), lưu trữ SLA và kiến trúc RAID, lưu trữ LUN, đĩa cứng tốc độ cao SSD, SSD Flash. Ngoài ra, hệ thống lưu trữ bao gồm các giao thức lưu trữ và kết nối, lưu trữ truyền thống và lưu trữ trên đám mây (Cloud).

## 2.2. Các công nghệ tính toán

Các công nghệ tính toán được sử dụng trên hạ tầng phần cứng các thiết bị tính toán, lưu trữ bao gồm: tính toán đám mây (Cloud Computing), tính toán sương mù (Fog Computing), tính toán biên (Edge Computing).

### 1) Tính toán đám mây (hay điện toán đám mây - Cloud Computing):

Điện toán đám mây cung cấp các dịch vụ tính toán, bao gồm máy chủ, lưu trữ, cơ sở dữ liệu, hạ tầng mạng, phần mềm...qua mạng Internet để cung cấp các dịch vụ, tài nguyên một cách linh hoạt, mềm dẻo và hiệu quả về kinh tế. Lợi ích mang lại của điện toán đám mây là giảm chi phí đầu tư phần cứng, cải thiện tính nhanh nhạy và giảm thời gian, dễ dàng mở rộng và tiết kiệm chi phí.

Điện toán đám mây cũng đề cập đến công nghệ làm cho đám mây hoạt động bao gồm một số dạng cơ sở hạ tầng CNTT được ảo hóa: máy chủ, phần mềm hệ điều hành, mạng và cơ sở hạ tầng khác. Các dịch vụ chính của điện toán đám mây bao gồm: Cơ sở hạ tầng dưới dạng dịch vụ (IaaS), Nền tảng dưới dạng dịch vụ (PaaS) và Phần mềm dưới dạng dịch vụ (SaaS).



Các loại đám mây bao gồm: **Đám mây công cộng (Public cloud)** cung cấp dịch vụ đám mây tạo ra các tài nguyên tính toán. Các tài nguyên này có thể được truy cập miễn phí hoặc có bản quyền. Các nền tảng đám mây công cộng thông dụng như: Amazon Web Services (AWS), Google Cloud, IBM Cloud, Microsoft Azure và Oracle Cloud. **Đám mây riêng (Private cloud)** là một môi trường phân tán trong đó tất cả dịch vụ và hạ tầng tài nguyên tính toán đều là riêng của một khách hàng. **Đám mây lai (Hybrid cloud)** là sự kết hợp giữa môi trường đám mây công cộng và đám mây riêng.

### 2) *Tính toán biên* (hay điện toán biên - Edge Computing):

Là mô hình tính toán trong đó quá trình tính toán được thực hiện ở gần nguồn dữ liệu nhất có thể nhằm giảm độ trễ và sử dụng băng thông, chẳng hạn như trên máy tính của người dùng, thiết bị IoT hoặc máy chủ biên.

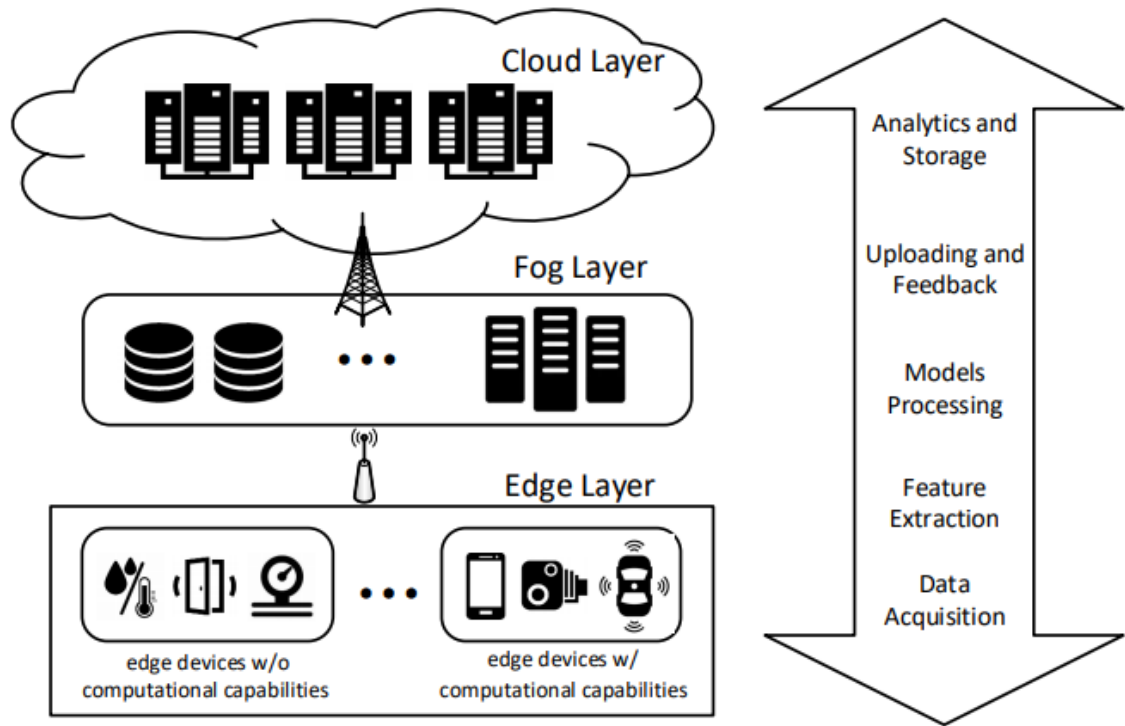
Lợi ích của tính toán biên bao gồm: Giảm chi phí truyền dữ liệu lên đám mây trung tâm, ra quyết định theo thời gian thực, lưu trữ và xử lý dữ liệu cục bộ.

Tính toán biên là yếu tố quan trọng để CNTT mang lại hiệu quả và giảm chi phí. Hiện tại, CNTT được sử dụng trên một thiết bị (ví dụ: trên điện thoại thông minh dành cho trợ lý ảo như Siri hoặc Cortana) hoặc trên đám mây. CNTT trên thiết bị có những hạn chế do các thiết bị không có khả năng tính toán nên cần lưu trữ hoặc năng lượng pin để nhập, gán nhãn và phân tích lượng dữ liệu là rất lớn. Các thuật toán học máy phải được cung cấp một lượng lớn dữ liệu được tổng hợp từ nhiều thiết bị (thay vì chỉ một thiết bị) để kết quả chính xác và hữu ích. Tương tự, khi số lượng thiết bị IoT tăng lên, sẽ không khả thi trong mọi trường hợp dựa vào đám mây để xử lý và phân tích dữ liệu nhằm đưa ra quyết định theo thời gian thực. Việc truyền trực tuyến và lưu trữ một lượng lớn dữ liệu có thể cực kỳ tốn kém về chi phí sửa chữa lại và lưu trữ đám mây. Thay vào đó, phân tích dữ liệu lớn có thể xảy ra gần với thiết bị cuối hơn tại một vị trí máy tính biên. Chỉ các bản cập nhật cho các thuật toán mới cần gửi trở lại đám mây để đồng bộ hóa việc học trên nhiều trang web.

### 3) *Tính toán sương mù* (hay điện toán sương mù – Fog Computing):

Tính toán sương mù (FC) là mở rộng của tính toán biên nhằm lưu trữ và tính toán tập trung trên một phạm vi rộng hơn, để không cần phải thực hiện lưu trữ và tính toán trên mây. Tính toán sương mù và tính toán biên cùng hướng đến mục đích giảm mạng tắc nghẽn và gây trễ tại đầu cuối. Sự khác biệt giữa tính toán sương mù và tính toán biên là cách thức xử lý dữ liệu và vị trí xử lý.

Mô hình tính toán sương mù được mô tả ở Hình 3 như sau:



Hình 3. Mô hình tính toán sương mù

Các máy chủ sương mù gần với nút biên sẽ thu thập dữ liệu từ các thiết bị IoT. Các ứng dụng IoT sương mù tiến hành điều hướng dữ liệu đến vị trí tối ưu để phân tích. Trong hầu hết các trường hợp, các dữ liệu nhạy cảm về mặt thời gian được phân tích trên nút sương mù gần nhất. Trong khi đó, nếu sử dụng cụm / nút tổng hợp tập trung để phân tích dữ liệu thì có thể phải đợi vài giây hoặc vài phút để được thực hiện. Nhằm mục đích lưu trữ và phân tích lịch sử, dữ liệu ít nhạy cảm về thời gian hơn sẽ được gửi lên đám mây. Các nút sương mù cũng sẽ gửi định kỳ bản tóm tắt dữ liệu lên đám mây để phân tích dữ liệu lớn. Các nút sương mù đảm nhiệm nhận nguồn cấp dữ liệu nhận từ các thiết bị IoT theo các giao thức khác nhau trong thời gian thực, chạy các ứng dụng hỗ trợ IoT để kiểm soát và phân tích thời gian thực có thời gian phản hồi mili giây.

Khi nhận và tổng hợp các bản tóm tắt dữ liệu từ nhiều nút sương mù, máy chủ đám mây sẽ phân tích dữ liệu IoT và dữ liệu từ các nguồn khác để có được thông tin chi tiết và gửi các ứng dụng mới đến các nút sương mù, dựa trên những thông tin chi tiết này.

## 2.3. Xu hướng phát triển bộ vi xử lý

### a. FPGA

Hiện tại, các chip được lập trình trực tiếp nhằm tăng tốc hiệu suất, nhờ vậy xuất hiện các môi trường tính toán không đồng nhất, pha trộn giữa CPU, GPU và FPGA. Ngoài ra, FPGA, với yêu cầu năng lượng thấp, hiện được dùng khá phổ biến nhằm thực hiện các công việc khác nhau trong các ứng dụng di động (chạy bằng pin). FPGA có thể cấu hình tích hợp, bao gồm các khối logic có thể lập trình. Các khối logic này được kết nối thông qua một kết nối liên thông, có thể tái cấu hình với các khối đầu vào/đầu ra để thực thi ứng dụng cụ thể. FPGA được sử dụng phổ biến trong các tính toán các ứng dụng chuyên sâu. FPGA hỗ trợ hạ tầng tính toán đám mây. FPGA được sử dụng để tăng tốc ứng dụng và giảm tiêu thụ năng lượng trong các trung tâm dữ liệu, sử dụng CPU và/hoặc GPU và FPGA. Có hai cách tiếp cận sử dụng FPGA trong các hệ thống tính toán hiện có:

- Thứ nhất, coi FPGA như một bộ đồng xử lý. FPGA và CPU được kết nối vật lý với nhau, các CPU cũng được kết nối với mạng. Trong trường hợp này, FPGA vừa là bộ tăng tốc, vừa là thành phần cấu thành trung tâm dữ liệu. Tuy nhiên, số lượng FPGA bị giới hạn bởi số lượng CPU, bởi lẽ FPGA không thể được sử dụng như một tài nguyên tính toán độc lập. Theo cách này, Amazon đưa ra phiên bản F1 tích hợp Xilinx Virtex UltraScale+. Amazon sử dụng các phiên bản FPGA để tăng tốc các tác vụ phân tích, học máy, xử lý cơ sở dữ liệu và ảo hóa mạng. Phiên bản Amazon F1 có hiệu quả chi phí tốt hơn 10 lần so với bộ đệm đàn hồi CPU. Không chỉ Amazon, mà cả IBM cũng đi theo tiếp cận này trong giải pháp CAPI. Giải pháp CAPI của IBM tương tự như giải pháp của Amazon, sử dụng bộ xử lý Xeon và FPGA trong cùng một gói. Microsoft đã triển khai dự án Catapult vào năm 2014, triển khai vFPGA Altera Stratix cho mỗi CPU. Microsoft kết nối FPGA với mạng, nhưng không cho phép truy cập trực tiếp, có thể lập trình được bởi các nhà thiết kế phần cứng. Kiến trúc này cho phép tăng tốc công cụ tìm kiếm web Bing với thông lượng được cải thiện 95%, nhưng chỉ tiêu thụ thêm 10% điện năng trên các máy chủ CPU-FPGA. Các máy chủ kết hợp CPU-FPGA cho phép tăng tốc các ứng dụng cục bộ, đáp ứng nhu cầu về hiệu suất.

- Thứ hai, coi FPGA như một thành phần riêng biệt, độc lập với CPU. FPGA được kết nối trực tiếp với mạng. Cách tiếp cận này kết hợp mạng và xử

lý ứng dụng trong cùng một thiết bị FPGA. NARC là một bo mạch FPGA gắn vào mạng độc lập, được thiết kế cho các ứng dụng mạng và máy tính hiệu năng cao. Bo mạch bao gồm một Xilinx FPGA và một bộ xử lý ARM. Bộ xử lý ARM được sử dụng làm giao diện mạng để kết nối FPGA với mạng thông qua giao diện Ethernet. IBM đưa ra giải pháp nhằm tách biệt FPGA với CPU, kết nối trực tiếp với mạng trung tâm dữ liệu. Hệ thống kết nối 16 nền tảng FPGA với nhau thông qua bộ chuyển mạch Ethernet. Cách triển khai này cho phép các ứng dụng có thể mở rộng số FPGA một cách độc lập, so với số máy chủ. Do đó, cho phép cải thiện độ trễ 40 lần và thông lượng 5 lần.

FPGA được triển khai cùng với CPU trong các trung tâm dữ liệu nhằm cải thiện thời gian thực thi và giảm thiểu mức tiêu thụ điện năng của trung tâm dữ liệu. Trong trường hợp này, các nhà cung cấp đám mây phải kiểm soát FPGA, trong khi đó các nhà thiết kế phần cứng không có quyền truy cập, kiểm soát.

#### *b. Tính toán lượng tử (Quantum Computing)*

Máy tính lượng tử hoàn toàn khác với các máy tính kỹ thuật số hiện nay nhờ khai thác các đặc tính của vật lý lượng tử nhằm thực hiện các phép tính và mô phỏng trên máy phi lượng tử. Sức mạnh của máy tính lượng tử ở chỗ không bị giới hạn ở các bit nhị phân trong các bộ xử lý máy tính truyền thống. Thay vào đó, sử dụng các bit lượng tử, viết tắt là qubit, biểu thị 1, 0 hoặc cùng một lúc cả hai giá trị 0, 1. Đây là trạng thái chồng chất đồng thời, tương ứng với một giá trị xác suất nào đó. Điều này nghĩa là máy tính lượng tử có thể tiếp cận rất khác nhau, đồng thời thay vì tuần tự. Có thể vận dụng tính chất của qubit lượng tử để thử đồng thời một lượng lớn các giải pháp, thay vì lần lượt từng giải pháp một. Chồng chất và vướng víu là hai đặc điểm của vật lý lượng tử để chế tạo các siêu máy tính lượng tử. Điều này cho phép máy tính lượng tử xử lý các tác vụ với tốc độ cao hơn, theo cấp số nhân so với máy tính thông thường, nhưng lại tiêu thụ năng lượng ít hơn nhiều.

Các nghiên cứu triển khai tính toán lượng tử bắt đầu vào những năm 1980. Khi đó, người ta phát hiện ra rằng một số bài toán tính toán có thể được giải quyết theo các thuật toán lượng tử, hiệu quả hơn so với các thuật toán cổ điển. Ví dụ như phân tích địa vật lý trong thăm dò dầu khí, dự báo thời tiết, dự báo tài chính, tính toán khoa học hóa học và vật liệu, tính toán tài chính, giải quyết các bài toán quân sự, tình báo, phát hiện và thiết kế thuốc, tính toán thiết kế hàng không vũ trụ, thiết kế tiện ích trong tổng hợp hạt nhân, thiết kế chất tổng hợp

polymer, tính toán trí tuệ nhân tạo (TTNT), phân tích dữ liệu lớn, thiết kế sản phẩm kỹ thuật số. Trong các lĩnh vực này, một số tập đoàn như IBM, Microsoft, Google, D-Waves Systems, Alibaba, Nokia, Intel, TTNTTrbus, HP, Toshiba, Mitsubishi, SK Telecom, NEC, Raytheon, Lockheed Martin, Rigetti, Biogen, Volkswagen và Amgen đã đầu tư vào tính toán lượng tử.

Tương tự như tính toán dựa trên GPU và FPGA, máy tính lượng tử được xem là thiết bị tăng cường cho các máy tính vạn năng. Theo mô hình này, các ứng dụng chính được thực thi trên hệ thống tính toán truyền thống với lưu trữ dữ liệu và các tác vụ liên quan đến cơ sở hạ tầng, trong khi đó máy tính lượng tử chỉ xử lý một tập con các nhiệm vụ phù hợp nhất với các ưu thế của nó. Điều này tương tự như GPU thực hiện rất nhanh các phép tính ma trận lớn, là tâm điểm của các thuật giải học máy, trong khi đó CPU thông thường vẫn cần thiết để thực hiện tính toán liên quan, chuyển đưa dữ liệu cần thiết để thực hiện các tính toán cốt lõi và thu thập kết quả. Một điểm khác biệt quan trọng giữa tính toán lượng tử với các bộ đồng xử lý mà chúng ta quen thuộc ngày nay là: Trong khi các bộ xử lý đặc biệt thường được đặt trong cùng một rack hoặc thậm chí trên cùng một bo mạch với các CPU thông thường, các máy tính lượng tử sẽ được truy cập qua mạng như một dịch vụ đám mây .

### 3. Hạ tầng dữ liệu

Hạ tầng dữ liệu bao gồm dữ liệu được thu thập, tích hợp từ nhiều nguồn; kiến trúc xử lý dữ liệu; quy trình xử lý dữ liệu nhằm tạo ra các dữ liệu phục vụ nghiên cứu, phát triển TTNT cùng với các công nghệ, nền tảng lưu trữ, xử lý dữ liệu.

#### 3.1. Dữ liệu

Hạ tầng dữ liệu được xây dựng trên nền tảng của các loại dữ liệu lớn, đa dạng và phức tạp. Các dữ liệu bao gồm: dữ liệu có cấu trúc được lưu trữ trong các cơ sở dữ liệu; dữ liệu bán cấu trúc hoặc phi cấu trúc. Các dữ liệu được hình thành qua nhiều giai đoạn từ thu thập, phân tích, xử lý, khai thác. Các nguồn dữ liệu chính bao gồm:

- *Dữ liệu từ các thiết bị IoT*: dùng để biểu diễn thông tin số hóa các tín hiệu của thiết bị vật lý được thu thập hoặc điều khiển qua mạng Internet. Cấu trúc dữ liệu thu được rất đa dạng theo chuẩn của các nhà cung cấp thiết bị được dùng trong nhiều lĩnh vực khác nhau như giao thông thông minh, nhà máy thông minh, giám sát môi trường, nông nghiệp thông minh...

- *Dữ liệu đa phương tiện*: dùng để lưu trữ các thể loại tư liệu bằng các định dạng số như văn bản, ảnh quét, âm thanh hoặc video. Đây là nguồn dữ liệu rất lớn và xuất hiện phổ biến trong các bài toán ứng dụng khác nhau.
- *Dữ liệu truyền thông, mạng xã hội*: cung cấp các thông tin trao đổi qua giao tiếp, tương tác của người dùng trên không gian mạng. Chúng thường là các loại dữ liệu phi cấu trúc được thể hiện bằng các hình thức truyền thông trực tuyến như email, tin nhắn (chat), bài viết, bình luận, tương tác bình chọn, v.v.. Trong kỉ nguyên của CMCN4, các loại hình dữ liệu này ngày càng đa dạng và chứa đựng tiềm ẩn rất nhiều thông tin, tri thức để có thể khai thác tạo ra giá trị cho nền kinh tế số.
- *Dữ liệu không gian và thời gian*: đây là các dữ liệu chuỗi thời gian có thể được phân tích để tìm ra dự báo về xu thế. Dữ liệu không gian dùng để quản lý lưu trữ các thông tin địa lý được biểu diễn bằng đối tượng hình học (điểm, đường, vùng) sử dụng các tọa độ không gian vật lý. Đây là nguồn dữ liệu dùng để cung cấp dịch vụ tạo ra các loại bản đồ số với nhiều lớp nền thông tin khác nhau
- *Dữ liệu tác nghiệp*: là nguồn dữ liệu có cấu trúc trong các hệ thống thông tin quản lý trong các ngành nghề, lĩnh vực khác nhau
- *Các nguồn dữ liệu mở*: dùng để phân phối, tái sử dụng thông qua các bộ dữ liệu (dataset) hoặc dịch vụ truy cập dữ liệu trực tuyến (API).
- *Dữ liệu nghiên cứu khoa học*: bao gồm các bộ dữ liệu mẫu và nền tảng dữ liệu mở phục vụ nghiên cứu khoa học của các cộng đồng khoa học trên thế giới, điển hình là: dữ liệu tin sinh học với ngân hàng gen (Genbank) của NCBI; dữ liệu vật lý năng lượng cao của Trung tâm Châu Âu nghiên cứu hạt nhân châu Âu (CERN)...

### 3.2. Quy trình xử lý dữ liệu cho TTNT

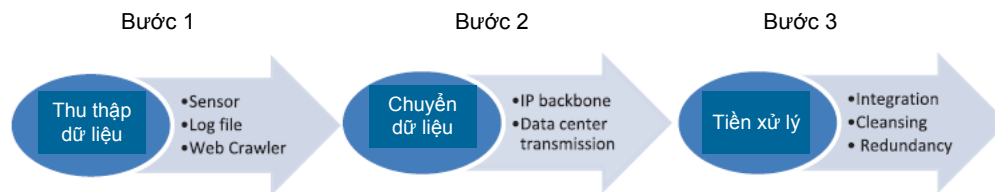
Quy trình xử lý, phân tích dữ liệu bao gồm các bước thu thập, tổng hợp dữ liệu đầu vào cho đến khi thu được dữ liệu tinh, dữ liệu đã gán nhãn phục vụ việc xây dựng và phát triển các mô hình, công cụ TTNT. Quy trình xử lý dữ liệu bao gồm 4 giai đoạn với các bước cụ thể sau đây [5]:

- 1) **Giai đoạn 1**: Tạo lập dữ liệu (data generation), bao gồm các nguồn dữ liệu và các thuộc tính của dữ liệu.

*Nguồn dữ liệu* (data sources): Dữ liệu được thu thập từ nhiều nguồn khác nhau. Chi tiết các nguồn dữ liệu được mô tả ở mục 3.4.1.

*Các thuộc tính của dữ liệu* (data attribute): bao gồm các đặc tả, khuôn dạng và độ phức tạp của dữ liệu như dữ liệu có cấu trúc, phi cấu trúc, các khuôn dạng dữ liệu khác nhau như âm thanh, hình ảnh, dữ liệu văn bản, dữ liệu số...

2) **Giai đoạn 2:** Thu thập dữ liệu (data acquisition): Bao gồm ba bước: thu thập dữ liệu, chuyển dữ liệu và tiền xử lý dữ liệu, được mô tả ở Hình 4:



Hình 4: Các bước thu thập dữ liệu

*Thu thập dữ liệu* (data collection): Thu thập dữ liệu là quá trình thu thập các dữ liệu thô (raw data) từ các nguồn dữ liệu được mô tả ở trên. Các phương pháp thu thập dữ liệu được xây dựng phụ thuộc vào các lớp bài toán ứng dụng và các nguồn dữ liệu cụ thể, các phương pháp thu thập điển hình là từ cảm biến (sensor) đối với các ứng dụng IoT, từ Web Crawler với dữ liệu trên mạng xã hội, internet và từ các Log file, API với các ứng dụng khác.

*Chuyển dữ liệu* (Data transmission): Sau khi được thu thập, dữ liệu thô cần được chuyển đến hạ tầng lưu trữ dữ liệu (ví dụ trung tâm dữ liệu) để xử lý các bước tiếp theo. Dữ liệu được truyền qua đường truyền (cáp đồng trục, cáp quang...) tới trung tâm dữ liệu để xử lý theo kiến trúc mạng và giao thức truyền thông xác định.

*Tiền xử lý:* (Data pre-processing): Dữ liệu được thu thập từ nhiều nguồn thường có chất lượng thấp như bị nhiễu, dư thừa, không đầy đủ, không nhất quán... Trong khi đó, các phương pháp phân tích dữ liệu thường yêu cầu dữ liệu có chất lượng cao. Do đó, các phương pháp tiền xử lý dữ liệu thường được áp dụng để nâng cao chất lượng dữ liệu, bao gồm:

- + *Tích hợp dữ liệu* (Data intergration): tích hợp dữ liệu từ nhiều nguồn theo khuôn dạng nhất quán, bao gồm các công việc trích lọc dữ liệu, chuyển đổi dữ liệu theo khuôn dạng và nạp vào hạ tầng lưu trữ dữ liệu.
- + *Làm sạch dữ liệu* (Data cleansing): là quá trình xử lý các dữ liệu không chính xác, không đầy đủ và không hợp lý, mâu thuẫn nhằm nâng cao chất lượng dữ liệu
- + *Loại bỏ dư thừa* (Redundancy elimination): Dữ liệu dư thừa xuất hiện phổ biến trong các nguồn dữ liệu, gây lãng phí về dung lượng lưu trữ và làm

giảm thiểu đáng kể hiệu năng của các phương pháp phân tích dữ liệu. Do đó, việc áp dụng các kỹ thuật giảm thiểu dư thừa dữ liệu đối với các lớp dữ liệu, lớp bài toán cụ thể là cần thiết nhằm nâng cao hiệu quả các phương pháp phân tích dữ liệu. Các phương pháp điển hình là các kỹ thuật nén dữ liệu hoặc các phương pháp rút gọn thuộc tính, rút gọn dữ liệu.

3) **Giai đoạn 3:** Lưu trữ dữ liệu (data storage), bao gồm hạ tầng lưu trữ dữ liệu và nền tảng quản lý dữ liệu.

*Hạ tầng lưu trữ (Storage Infrastructure):* bao gồm các thiết bị lưu trữ như đã trình bày ở mục 2 như RAM, đĩa cứng, thẻ nhớ, thiết bị lưu trữ ngoài như băng từ...cùng với các kiến trúc mạng lưu trữ như DAS, NAS, SAN...

*Nền tảng quản lý dữ liệu (Data management framework):* là các nền tảng công nghệ lưu trữ dữ liệu như tệp hệ thống (file systems), nền tảng quản trị cơ sở dữ liệu như lưu trữ dữ liệu lớn (bigdata) với MôngDB, RDBMS với các hệ quản trị CSDL như SQL Server, Oracle..

4) **Giai đoạn 4:** Xử lý, phân tích và gán nhãn dữ liệu. Giai đoạn này thực hiện các kỹ thuật về thống kê dữ liệu và tiến hành xử lý, gán nhãn để phục vụ việc xây dựng và phát triển các công cụ, mô hình, thuật toán TTNT.

*Trực quan dữ liệu (Data visualization):* hiển thị dữ liệu một cách trực quan dưới dạng các đồ thị, biểu đồ.

*Phân tích thống kê dữ liệu (Statistical analysis):* sử dụng các phương pháp thống kê toán học để đưa ra các con số thống kê về dữ liệu dưới dạng các bảng biểu, biểu đồ, giúp người phân tích hiểu sâu sắc hơn về dữ liệu.

*Gán nhãn dữ liệu:* Đây là bước gán nhãn cho dữ liệu để phục vụ việc xây dựng và phát triển các mô hình TTNT. Việc gán nhãn được thực hiện bởi các chuyên gia lĩnh vực, hoặc có thể được thực hiện tự động nhờ các công cụ học máy. Chất lượng của việc gán nhãn quyết định đến chất lượng của các mô hình TTNT được xây dựng.

#### **4. Nền tảng Trí tuệ nhân tạo**

Nền tảng TTNT bao gồm các công cụ, mô hình, thuật toán TTNT và quy trình xây dựng, phát triển các mô hình TTNT trên hạ tầng dữ liệu nhằm giải quyết các bài toán ứng dụng.

##### **4.1. Các công cụ, mô hình, thuật toán TTNT**

Là các công cụ, mô hình, thuật toán TTNT đã được xây dựng và phát triển trên các nền tảng công nghệ như internet vạn vật (IoT), rô bốt (Robotic), dữ liệu



lớn (Bigdata) với các phương pháp, kỹ thuật học máy, học sâu, khai phá dữ liệu và phát hiện tri thức, hệ khuyến nghị, đa tác tử thông minh, tính toán tiến hóa và tối ưu...

*a. Các phương pháp, mô hình TTNT*

*Mạng nơ ron nhân tạo, mạng học sâu* trong ứng dụng thị giác máy tính (computer vision) như tìm kiếm, phân tích thông tin, hình ảnh, video, nhận thức môi trường xung quanh như vị trí, đặc điểm của các đối tượng trong môi trường sản xuất, hay khả năng nhận dạng và xử lý dữ liệu hình ảnh tự động như con người.

*Mạng nơ ron nhân tạo, học sâu, các mô hình học máy thống kê* ứng dụng trong nhận dạng và xử lý tiếng nói (Speech Processing), xử lý ngôn ngữ tự nhiên (Natural Language Processing) như nhận dạng, tổng hợp tiếng nói, hiểu ngôn ngữ, xác định từ, gán nhãn từ loại, phân tích hình thái, phân tích cú pháp, phân tích ngữ nghĩa,... và phát triển các ứng dụng như hội thoại tự động (chatbot), dịch tự động, tìm kiếm thông tin, phân tích quan điểm...

*Các phương pháp khai phá dữ liệu và phát hiện tri thức như phân lớp, phân cụm, khai phá luật kết hợp...* ứng dụng trong các bài toán phân tích dữ liệu, dự báo trong các lĩnh vực khác nhau như tài chính, tài nguyên môi trường, y tế, giáo dục, du lịch, giao thông...

*Các phương pháp, thuật toán tiến hóa, thuật toán tối ưu* ứng dụng trong sản xuất, giao thông, công nghiệp, điều khiển, tự động hóa và trong lĩnh vực giải trí, trò chơi...

*Các mô hình khai phá dữ liệu, học máy* trong phân tích dữ liệu IoT ứng dụng trong cảnh báo, giám sát và dự báo môi trường, nông nghiệp thông minh...

*Các mô hình hệ suy diễn, hệ hỗ trợ quyết định, hệ chuyên gia* ứng dụng trong hỗ trợ chẩn đoán và điều trị bệnh trong y tế, dự báo tài chính, ngân hàng, dự báo kinh tế...

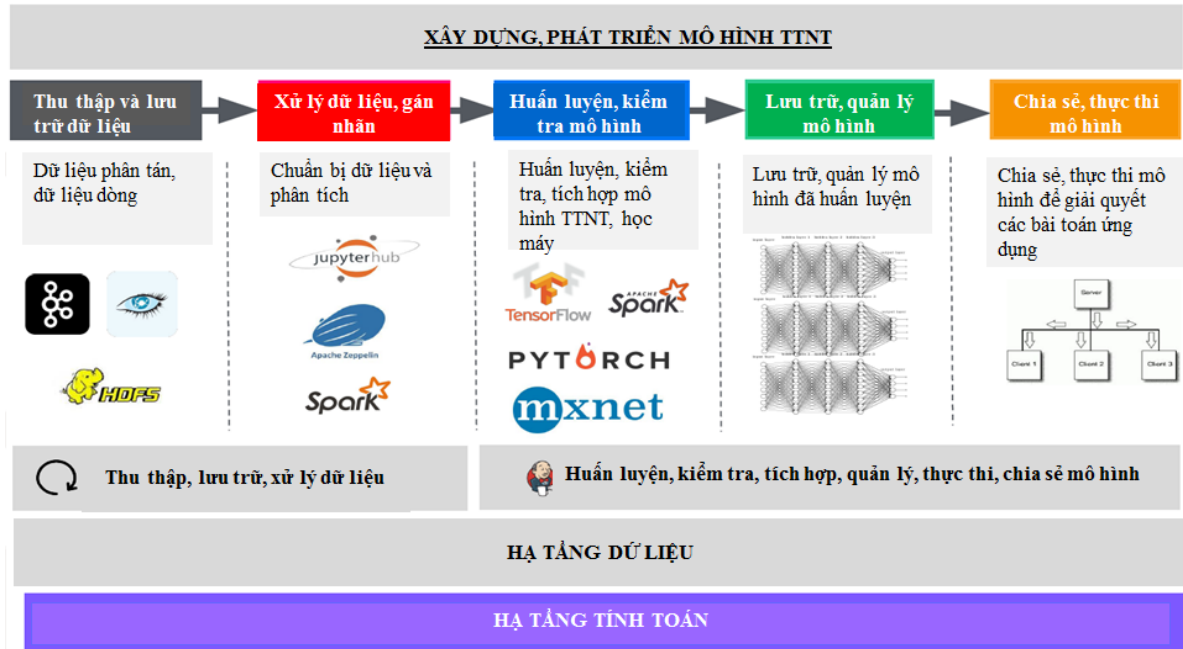
*b. Các phần mềm công cụ, môi trường phát triển:*

Bao gồm: Ngôn ngữ **Python**, **Ngôn ngữ R**, thư viện máy học nguồn mở **Tensorflow** của Google, công cụ hỗ trợ TTNT dành cho các nhà phát triển Python: **Keras**, nền tảng học máy toàn diện với hệ sinh thái các công cụ sử dụng bởi các nhóm nghiên cứu từ Facebook, Salesforce và Đại học Stanford:

**PyTorch**, nền tảng học máy MLOps: **Neu.ro**, công cụ và sản phẩm TTNT theo định hướng kinh doanh: **H2O**,

## 4.2. Quy trình xây dựng, phát triển các mô hình TTNT

Quy trình xây dựng, phát triển các công cụ, mô hình, thuật toán TTNT trên hạ tầng dữ liệu được mô tả ở Hình 5 như sau:



Hình 5. Quy trình xây dựng, phát triển mô hình TTNT

**Lựa chọn, huấn luyện, kiểm tra mô hình:** Lựa chọn các mô hình TTNT phù hợp với lớp bài toán cần giải quyết. Các mô hình được lựa chọn được xây dựng, huấn luyện trên dữ liệu đã được gán nhãn bởi các thuật toán, mô hình TTNT như học máy, học sâu sử dụng các công cụ, môi trường, nền tảng như Python, Spark, TensorFlow... Các mô hình, thuật toán sau khi được huấn luyện sẽ được kiểm tra, tinh chỉnh trên tập dữ liệu kiểm tra nhằm nâng cao độ chính xác mô hình và áp dụng hiệu quả trong thực tiễn.

**Lưu trữ, quản lý mô hình:** Các mô hình được huấn luyện, kiểm thử sẽ được lưu trữ và quản lý để thực thi giải quyết các bài toán ứng dụng trong thực tiễn. Thành phần quản lý mô hình thực hiện các bước sau. Đầu tiên, hệ thống sinh ra mô hình phù hợp cho dữ liệu đầu vào. Nếu mô hình này chưa có trong danh mục các mô hình thì sẽ bổ sung mô hình vào danh mục. Nếu mô hình đã có trong danh mục thì thực hiện các bước như sau:

- Thực hiện mô hình đã có trong danh mục trên dữ liệu đầu vào
- Thực hiện mô hình được sinh ra trên dữ liệu đầu vào

- So sánh kết quả của mô hình được sinh ra với mô hình trong danh mục và xây dựng mô hình mới trên cơ sở tích hợp hai mô hình đã có.
- Đăng ký mô hình mới vào danh mục để sử dụng trong các lớp dữ liệu, bài toán tiếp theo.

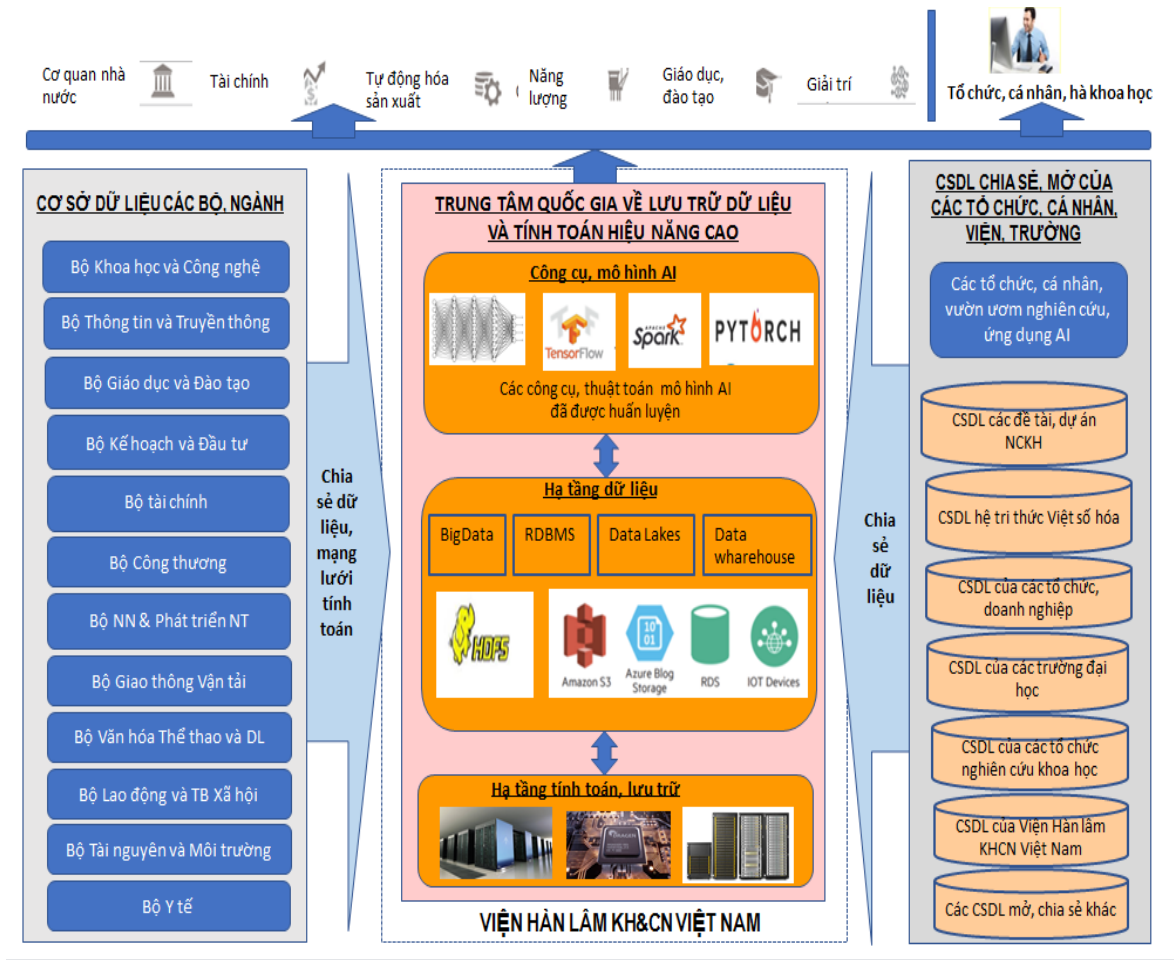
Như vậy, danh mục các mô hình liên tục được bổ sung, hoàn thiện và giải quyết ngày càng tốt hơn các bài toán ứng dụng trong thực tế.

### **III. Mô hình trung tâm quốc gia về lưu trữ dữ liệu lớn và tính toán hiệu năng cao**

#### **1. Trung tâm quốc gia về lưu trữ dữ liệu lớn và tính toán hiệu năng cao**

Mục tiêu của chiến lược Quốc gia về nghiên cứu, phát triển và ứng dụng CNTT đến năm 2030 là đẩy mạnh nghiên cứu, phát triển và ứng dụng CNTT, đưa CNTT trở thành lĩnh vực công nghệ quan trọng của Việt Nam trong cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ tư. Để thực hiện mục tiêu này, chiến lược đã đưa ra 05 định hướng chiến lược, trong đó định hướng thứ hai đã nêu rõ việc xây dựng hạ tầng dữ liệu và tính toán cho nghiên cứu, phát triển và ứng dụng CNTT. Để thực hiện định hướng này, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam (VAST), Bộ Quốc phòng và Bộ Công an được giao nhiệm vụ triển khai xây dựng trung tâm quốc gia về lưu trữ dữ liệu lớn và tính toán hiệu năng cao, tính toán đám mây, tính toán sương mù với nhiệm vụ chia sẻ, tích hợp dữ liệu và tính toán phục vụ nghiên cứu, phát triển và ứng dụng CNTT.

Trung tâm quốc gia về dữ liệu lớn và tính toán hiệu năng cao phục vụ nghiên cứu, phát triển và ứng dụng CNTT (viết tắt là *Trung tâm quốc gia về CNTT*) đóng vai trò là đơn vị trung tâm kết nối, chia sẻ dữ liệu, chia sẻ hạ tầng tính toán với các bộ, ngành, địa phương, các tổ chức, cá nhân, doanh nghiệp nghiên cứu, ứng dụng CNTT, các trường đại học, viện nghiên cứu có chức năng nghiên cứu, ứng dụng CNTT nhằm tạo ra các sản phẩm lõi (core) về CNTT và ứng dụng trong tất cả các ngành nghề, lĩnh vực khác nhau của đời sống, xã hội, góp phần quan trọng tạo bước phát triển đột phá về năng lực sản xuất, nâng cao năng lực cạnh tranh quốc gia, thúc đẩy phát triển kinh tế tăng trưởng bền vững. Mô hình tổng thể của Trung tâm quốc gia về CNTT được mô tả ở Hình 6 như sau:



Hình 6. Mô hình tổng thể trung tâm quốc gia về TTNT

1) Trung tâm quốc gia về TTNT kết nối, tích hợp, chia sẻ dữ liệu với các Bộ/Ngành, các tổ chức, cá nhân, doanh nghiệp nhằm hình thành các cơ sở dữ liệu dùng chung phục vụ nghiên cứu, phát triển TTNT

- Kết nối, tích hợp dữ liệu từ các CSDL của các Bộ, Ngành, địa phương theo các chuẩn kết nối, chuẩn chia sẻ dữ liệu qua hạ tầng lưu trữ đám mây.
- Kết nối, tích hợp dữ liệu từ các CSDL quốc gia, các CSDL chia sẻ, mở của cộng đồng như Hệ tri thức Việt số hóa, các CSDL của các doanh nghiệp, tập đoàn như Viện nghiên cứu dữ liệu lớn Vin BigData, Tập đoàn FPT, Phenikaa...
- Kết nối, tích hợp dữ liệu từ các trường đại học, các Viện nghiên cứu, các Viện trong Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.
- Kết nối, tích hợp dữ liệu từ các tổ chức, cá nhân, các doanh nghiệp ươm tạo hoạt động trong lĩnh vực TTNT.

- Kết nối, tích hợp dữ liệu từ các nguồn dữ liệu của các đề tài, dự án nghiên cứu khoa học, triển khai công nghệ.

Từ các nguồn dữ liệu được thu thập, tích hợp, Trung tâm quốc gia về TTNT xây dựng quy trình xử lý dữ liệu như chuẩn hóa, làm sạch, chuyển đổi, gán nhãn nhằm xây dựng các nền tảng dữ liệu phục vụ nghiên cứu, phát triển các công cụ, mô hình, thuật toán TTNT, hình thành các công nghệ lõi phục vụ cho cộng đồng nghiên cứu, phát triển, ứng dụng TTNT.

2) Trung tâm quốc gia về TTNT đầu tư, xây dựng hạ tầng tính toán hiệu năng cao và hạ tầng lưu trữ cấp độ quốc gia và kết nối, chia sẻ hạ tầng tính toán, lưu trữ với các trung tâm tính toán hiệu năng cao của các Bộ, Ngành, địa phương và các trường đại học, các doanh nghiệp, tập đoàn hình thành mạng lưới tính toán quốc gia phục vụ nghiên cứu, phát triển TTNT.

Trung tâm quốc gia về TTNT xây dựng hạ tầng phần cứng về tính toán và lưu trữ cùng với các nền tảng tính toán hiệu năng cao (HPC), tính toán lưới (grid computing), tính toán đám mây (cloud computing), tính toán sương mù (fog computing), tính toán biên (edge computing) nhằm phục vụ cho các công nghệ lõi về TTNT trong các lĩnh vực khác nhau như IoT, Robot, tự động hóa sản xuất, xe tự hành, xử lý ngôn ngữ tự nhiên, xử lý âm thanh, hình ảnh... Các nền tảng tính toán này được kết nối, chia sẻ cho các tổ chức, cá nhân, doanh nghiệp trong việc nghiên cứu, phát triển TTNT nhằm tạo ra các sản phẩm TTNT đưa vào ứng dụng trong thực tiễn. Hơn nữa, góp phần vào phục vụ nghiên cứu, đào tạo nguồn nhân lực cho TTNT.

3) Trung tâm quốc gia về TTNT xây dựng, tích hợp các công nghệ, nền tảng lõi cho các ứng dụng TTNT, các mô hình, thuật toán TTNT đã được huấn luyện nhằm cung cấp, chia sẻ các công nghệ, nền tảng cho các tổ chức, cá nhân, doanh nghiệp, các nhà nghiên cứu, sinh viên đại học, các doanh nghiệp ương tạo trong việc nghiên cứu, phát triển và ứng dụng TTNT, tạo ra các sản phẩm TTNT gia tăng, phục vụ giải quyết các bài toán cụ thể trong các lĩnh vực khác nhau như y tế, giáo dục, tài nguyên môi trường, tài chính, địa chất và lĩnh vực văn hóa xã hội, hình thành hệ sinh thái TTNT quốc gia.

## **2. Mô hình kiến trúc tổng thể**

Mô hình kiến trúc của Trung tâm quốc gia về TTNT được mô tả ở Hình 7. Mô hình bao gồm các thành phần sau:

*i) Hạ tầng mạng tốc độ cao:* bao gồm đường truyền mạng Internet tốc độ cao (Infiniband 56G/100Gbps), mạng Gigabit Ethernet và các thiết bị chuyển mạch tốc độ cao

*ii) Hạ tầng tính toán và lưu trữ:* là hệ thống phần cứng tính toán hiệu năng cao (HPC) và tính toán chuyên dụng như CPU, GPU, TPU, Xeon Phi, FPGAs phục vụ cho các mô hình tính toán như tính toán đám mây, tính toán lưới, tính toán sương mù và nền tảng IoT, Robot... Hạ tầng lưu trữ là một trung tâm dữ liệu (Data Center) với hệ thống thiết bị lưu trữ dung lượng lớn, lên đến hàng trăm Tbytes, như HDD, SDD, NVDIMM, SAN... phục vụ lưu trữ dữ liệu từ nhiều nguồn khác nhau.

*iii) Hạ tầng dữ liệu (data infrastructure):* bao gồm:

- Hạ tầng đám mây (Cloud): là nền tảng chung của hệ thống, kết nối các thiết bị cảm biến đầu cuối IoT hay robot và hệ thống tính toán TTNT tại trung tâm.
- Hạ tầng dữ liệu: là nền tảng thu thập, lưu trữ và xử lý dữ liệu phục vụ các mô hình tính toán TTNT. Các dữ liệu được thu thập từ nhiều nguồn và lưu trữ theo các mô hình khác nhau, bao gồm:
  - Lưu trữ dữ liệu lớn Bigdata với các công nghệ: Hadoop, Apache Hbase, Mesos, cassandra, kubernetes, Elastic Search...
  - Lưu trữ theo CSDL truyền thống: Oracle, SQL Server, My SQL
  - Hồ dữ liệu (Data lakes), kho dữ liệu (Data warehouse), dữ liệu chuyên ngành (Data mart)

Các dữ liệu được lưu trữ trong hệ thống sẽ trải qua quá trình xử lý bao gồm các bước tiền xử lý, làm sạch, chuyển đổi, tinh chỉnh, gán nhãn để phục vụ các mô hình, thuật toán học máy, TTNT.

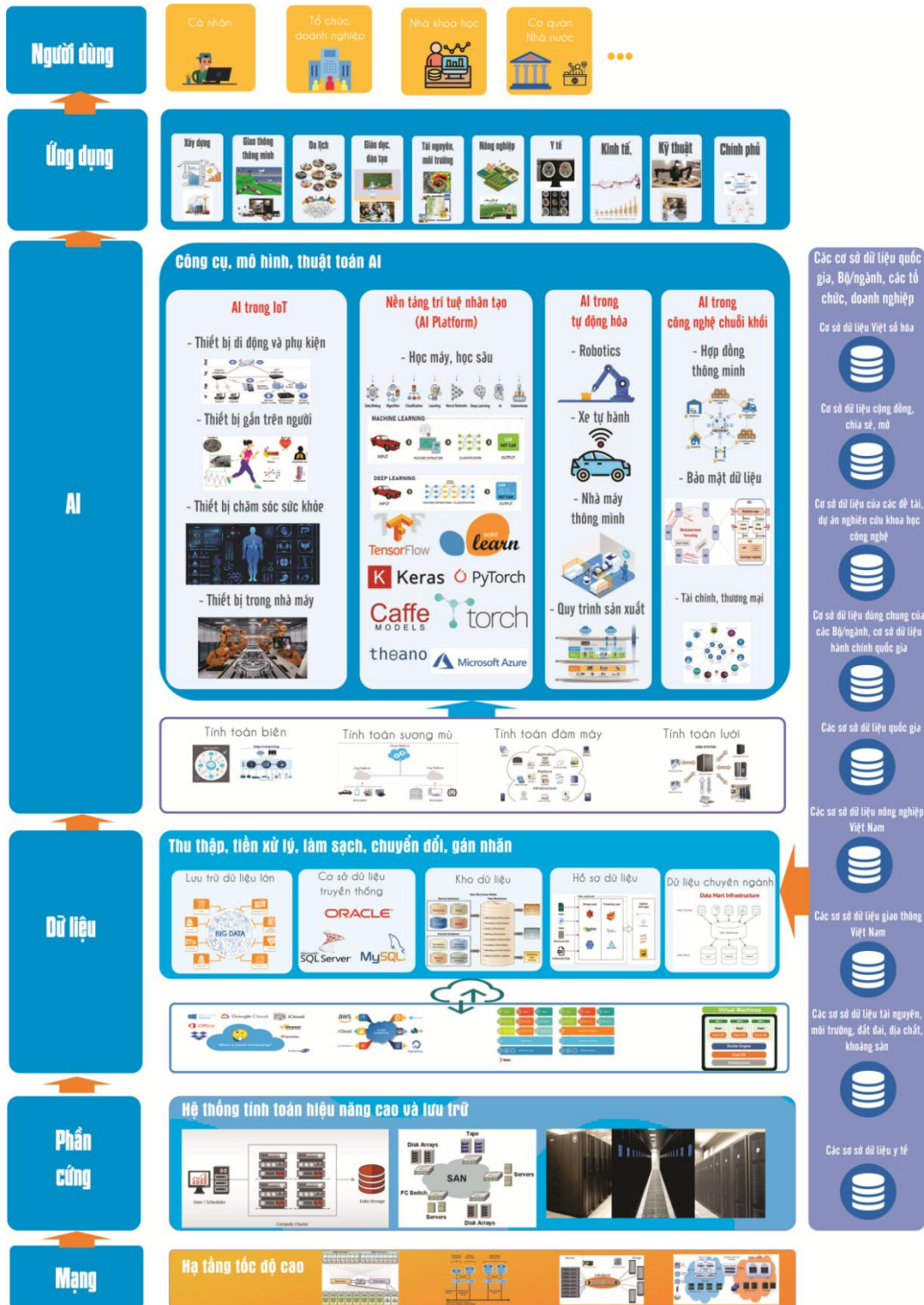
*iv) Công cụ, mô hình, thuật toán học máy, trí tuệ nhân tạo:*

Là nền tảng nghiên cứu, phát triển các mô hình, thuật toán TTNT (Data ops), bao gồm TTNT trong IoT, TTNT trong tự động hóa, TTNT trong công nghệ chuỗi khối, các mô hình, thuật toán TTNT bao gồm học máy, học sâu... với các công cụ, môi trường phát triển như Python, Keras, Spark, TensorFlow... Các công cụ, mô hình, thuật toán được phát triển dựa trên các nền tảng công nghệ tính toán như tính toán đám mây, tính toán sương mù, tính toán biên cho IoT, tính toán lưới...

Việc nghiên cứu, phát triển các mô hình, thuật toán TTNT được thực hiện qua các bước chuẩn bị mô hình, huấn luyện mô hình, kiểm tra mô hình và thực thi mô hình để giải quyết các bài toán ứng dụng. Khối chức năng quản lý mô hình (model management) có vai trò cập nhật, quản lý việc sử dụng các mô hình và thực thi các mô hình.

v) *Tầng ứng dụng:*

Sử dụng các công cụ, mô hình TTNT được nghiên cứu, phát triển vào việc giải quyết các bài toán ứng dụng thực tiễn trong các lĩnh vực khác nhau như xây dựng, du lịch, giao thông, giáo dục đào tạo, tài nguyên môi trường, y tế, tài chính, ngân hàng, sản xuất, tự động hóa... và cho các cơ quan nhà nước. Đối tượng thụ hưởng các ứng dụng, sản phẩm TTNT là các tổ chức, cá nhân, các doanh nghiệp, cơ quan nhà nước, các nhà nghiên cứu, nhà khoa học trong lĩnh vực TTNT.

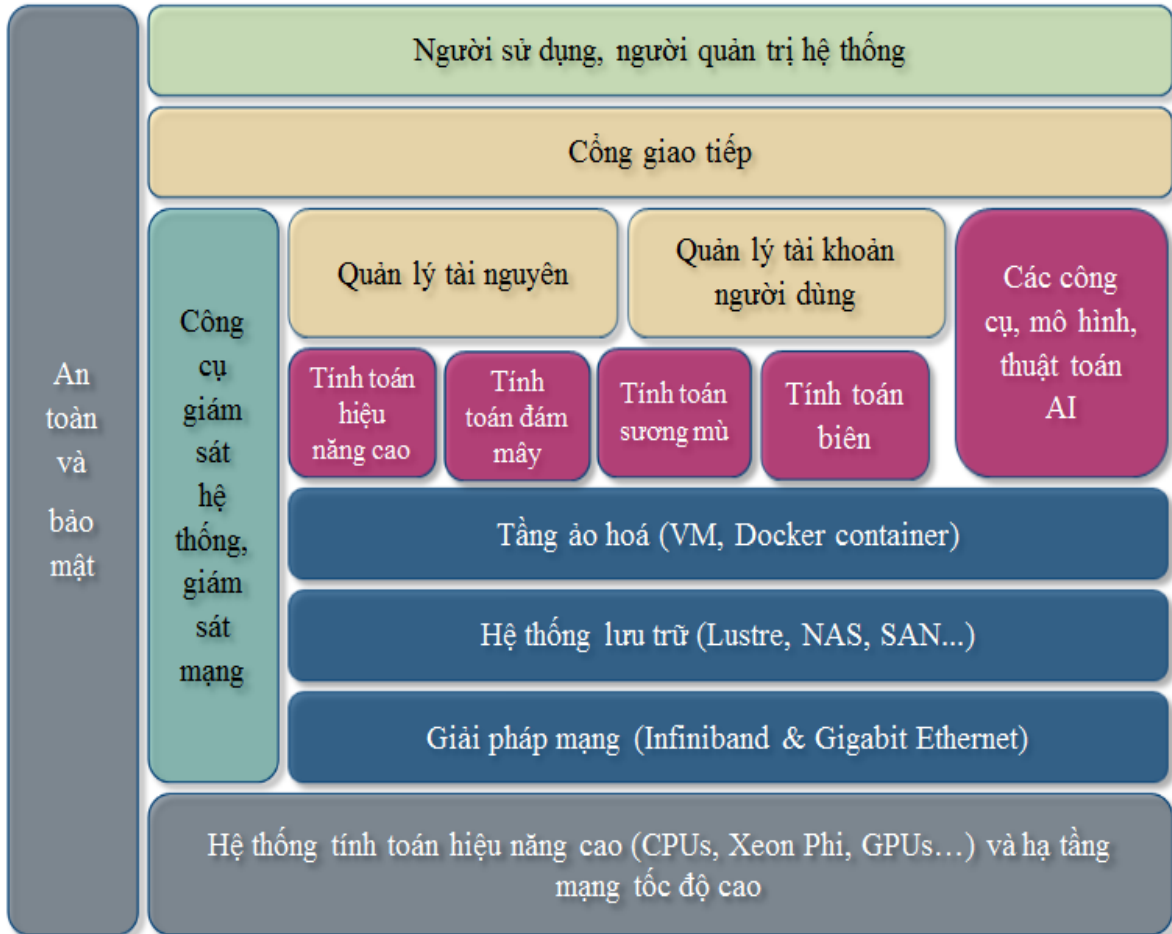


Hình 7: Mô hình kiến trúc Trung tâm quốc gia TTNT



### 3. Kiến trúc khối hạ tầng tính toán

Hạ tầng tính toán và lưu trữ cho trung tâm quốc gia về TTNT bao gồm các hệ thống phần cứng về tính toán và lưu trữ, các công nghệ ảo hóa và công nghệ tính toán như tính toán hiệu năng cao (HPC), tính toán đám mây (cloud computing), tính toán sương mù (fog computing), tính toán biên (edge computing), cùng với các cơ chế quản lý tài nguyên, an toàn và bảo mật thông tin... Hạ tầng tính toán được mô tả ở Hình 8 như sau:



Hình 8: Kiến trúc hạ tầng tính toán và lưu trữ cho trung tâm quốc gia về TTNT

- Hệ thống tính toán hiệu năng cao và hạ tầng mạng tốc độ cao: bao gồm các máy chủ cấu hình cao và các nút tính toán gồm một hoặc nhiều bộ xử lý có nhiều lõi/nhân (CPU, GPU, Xeon Phi...). Các máy chủ tính toán và các nút tính toán được kết nối với nhau bởi hạ tầng mạng tốc độ cao như Infiniband, Gigabit Ethernet, đảm bảo băng thông cao và độ trễ thấp trong việc trao đổi dữ liệu giữa các node để việc tính toán đạt hiệu suất cao nhất.

- *Hệ thống lưu trữ và ảo hóa*: Sử dụng hệ thống lưu trữ NAS, SAN kết hợp với hệ thống Lustre băng thông đọc & ghi lớn thực hiện song song trên nhiều nút lưu trữ nhằm tăng khả năng nhập/xuất (I/O). Hệ thống sử dụng kỹ thuật ảo hóa là máy ảo (Virtual Machine) và Docker container để cung cấp các tài nguyên tính toán như nút tính toán linh động, co giãn theo yêu cầu, hoạt động với hiệu năng cao và dễ dàng trong việc quản lý.

- *Các công nghệ tính toán*: như tính toán đám mây, tính toán sương mù, tính toán biên trên hạ tầng phần cứng được sử dụng để phát triển các ứng dụng TTNT trong các lĩnh vực như IoT, rô bốt và các lĩnh vực khác.

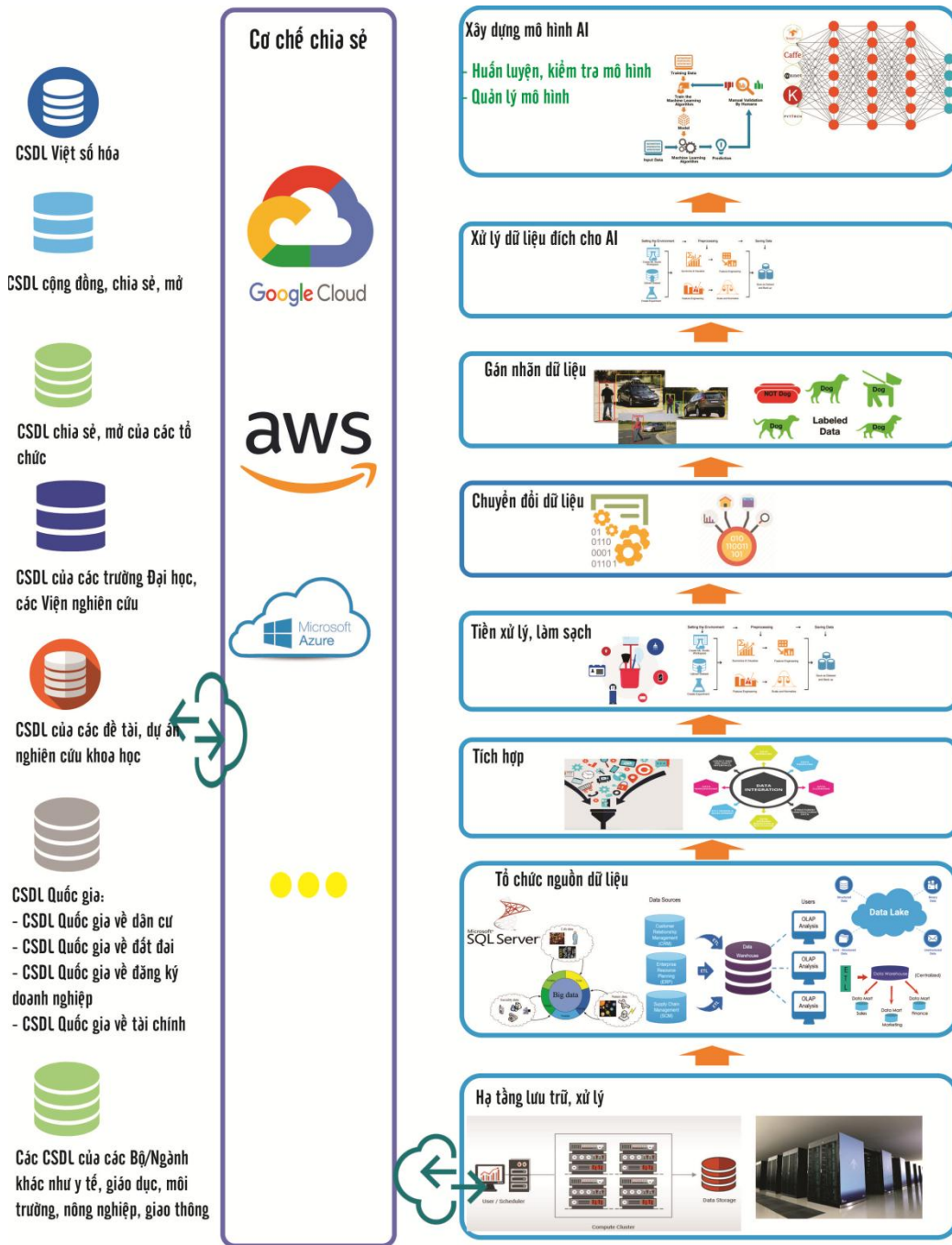
- *Hệ thống các công cụ giám sát*: bao gồm giám sát hệ thống tính toán và mạng truyền thông, quản lý người dùng và quản trị hệ thống, an ninh, an toàn thông tin.

#### **4. Kiến trúc khối hạ tầng dữ liệu**

Hạ tầng dữ liệu cho trung tâm quốc gia TTNT được mô tả ở Hình 9, bao gồm: 1) cơ sở dữ liệu tập trung được thu thập, tích hợp từ các nguồn dữ liệu của các bộ, ngành, các cơ CSDL chia sẻ, mở của cộng đồng, các CSDL quốc gia, các CSDL của các viện nghiên cứu, trường đại học... 2) Quy trình xử lý dữ liệu phục vụ nghiên cứu, phát triển TTNT. Các dữ liệu được lưu trữ trên hạ tầng lưu trữ và đám mây.

*Cơ sở dữ liệu tập trung*: Cơ sở dữ liệu được thu thập, tích hợp từ nhiều nguồn khác nhau theo cơ chế, khuôn dạng quy định về chia sẻ, tích hợp dữ liệu. Các nguồn dữ liệu bao gồm: CSDL Việt số hóa, các CSDL cộng đồng chia sẻ, mở của các tổ chức, doanh nghiệp, các CSDL của các trường đại học, viện nghiên cứu, các CSDL của các đề tài, dự án nghiên cứu khoa học, các CSDL quốc gia, các CSDL của các bộ, ngành... Các CSDL được lưu trữ theo các mô hình khác nhau, bao gồm: Lưu trữ dữ liệu lớn Bigdata với các công nghệ: Hadoop, Apache Hbase, Mesos, cassandra, kubernetes, Elastic Search... Lưu trữ theo CSDL truyền thống: Oracle, SQL Server, My SQL, hồ dữ liệu (Data lakes), kho dữ liệu (Data warehouse), dữ liệu chuyên ngành (Data mart).

*Quy trình xử lý dữ liệu phục vụ nghiên cứu, phát triển TTNT*: bao gồm các bước như tổ chức thu thập dữ liệu, tích hợp, tiền xử lý, làm sạch, chuyển đổi, gán nhãn dữ liệu phục vụ nghiên cứu, phát triển các mô hình, thuật toán TTNT.



Hình 9. Hạ tầng dữ liệu cho Trung tâm Quốc gia TTNT

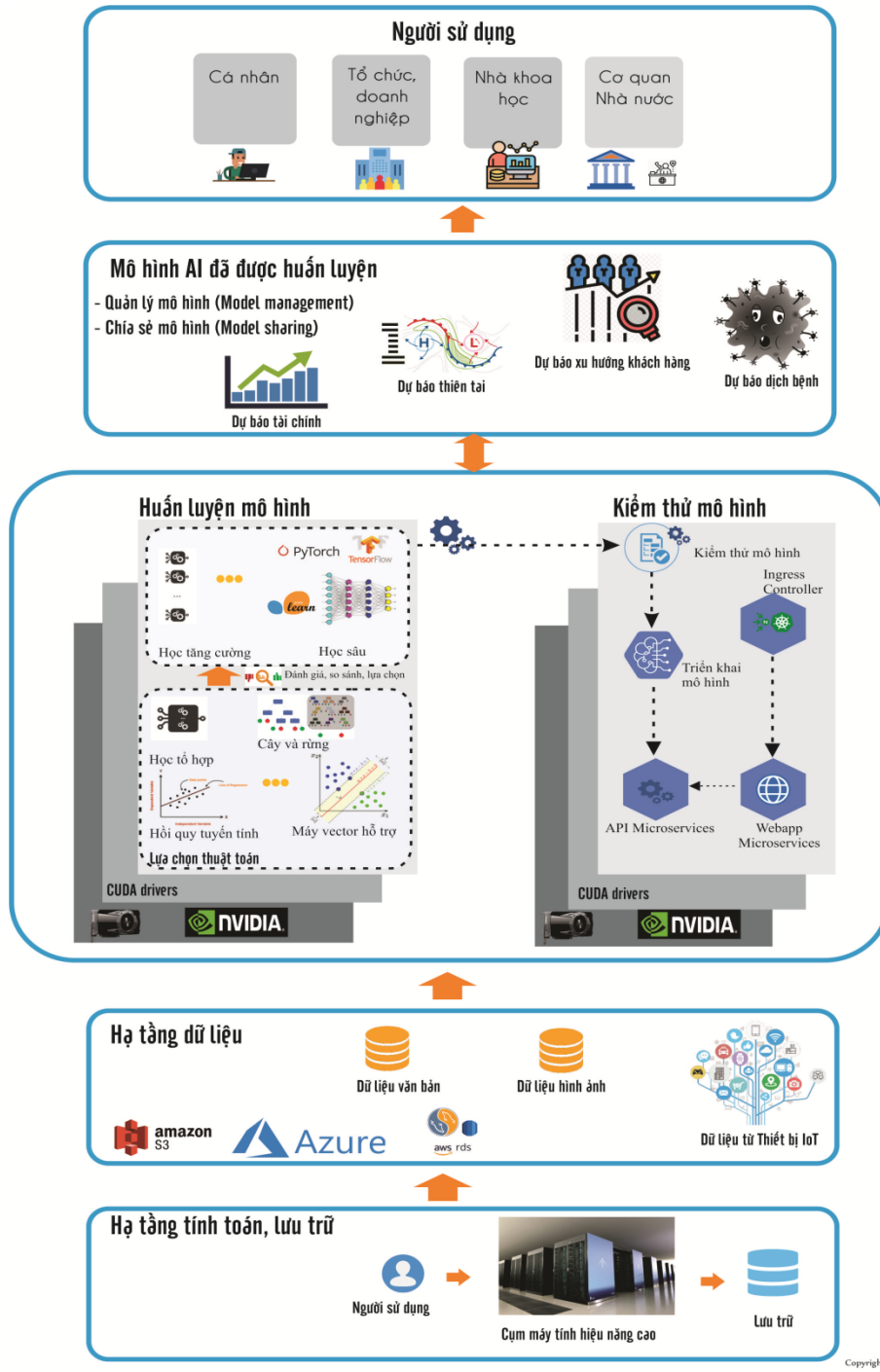
### 5. Kiến trúc khối nền tảng TTNT

Kiến trúc khối nền tảng TTNT được mô tả ở Hình 10, bao gồm:

- *Khối lựa chọn, huấn luyện, kiểm thử mô hình*: đây là khối xây dựng và phát triển mô hình TTNT trên nền tảng công nghệ TTNT, bao gồm các bước:

lựa chọn các mô hình phù hợp với bài toán cần giải quyết, huấn luyện mô hình trên dữ liệu huấn luyện, kiểm thử mô hình trên dữ liệu kiểm tra. Chi tiết các bước xem ở mục 4.2 phần 2.

- *Khối mô hình TTNT đã được huấn luyện*: đây là khối lưu trữ và quản lý các mô hình TTNT đã được huấn luyện nhằm cung cấp, chia sẻ cho cộng đồng nghiên cứu, ứng dụng TTNT.



Hình 10: Nền tảng nghiên cứu, phát triển tnt

## **IV. Một số đề xuất về giải pháp triển khai hạ tầng dữ liệu và tính toán**

### **1. Giải pháp xây dựng Trung tâm quốc gia về lưu trữ dữ liệu lớn và tính toán hiệu năng cao cho TTNT**

Để nghiên cứu, phát triển và ứng dụng TTNT thành công ở Việt Nam, Chiến lược Quốc gia về nghiên cứu, phát triển và ứng dụng TTNT đến năm 2030 đã chỉ rõ mục tiêu đến năm 2030 là xây dựng và phát triển được 03 Trung tâm Quốc gia về lưu trữ dữ liệu lớn và tính toán hiệu năng cao; kết nối được các hệ thống trung tâm dữ liệu, trung tâm tính toán hiệu năng cao trong nước tạo thành mạng lưới chia sẻ năng lực dữ liệu lớn và tính toán phục vụ TTNT; hình thành được 50 bộ dữ liệu mở, liên thông và kết nối trong các ngành kinh tế, lĩnh vực kinh tế - xã hội phục vụ nghiên cứu, phát triển và ứng dụng TTNT. Cụ thể như sau:

i) Xây dựng Trung tâm Quốc gia về lưu trữ dữ liệu lớn và tính toán hiệu năng cao tại Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam theo mô hình kiến trúc như đã trình bày ở phần 2 với vai trò là đơn vị trung tâm nhằm kết nối, chia sẻ dữ liệu, chia sẻ hạ tầng tính toán với các Bộ, Ngành, Địa phương, các tổ chức, cá nhân, doanh nghiệp nghiên cứu, ứng dụng TTNT, các trường đại học, viện nghiên cứu có chức năng nghiên cứu, ứng dụng TTNT nhằm tạo ra các sản phẩm lõi (core) về TTNT và ứng dụng trong các ngành nghề, lĩnh vực khác nhau của đời sống, xã hội, góp phần quan trọng tạo bước phát triển đột phá về năng lực sản xuất, nâng cao năng lực cạnh tranh quốc gia, thúc đẩy phát triển kinh tế tăng trưởng bền vững. Trên cơ sở hạ tầng dữ liệu được xây dựng sẽ hình thành được 50 bộ dữ liệu mở, liên thông và kết nối trong các ngành kinh tế, lĩnh vực kinh tế - xã hội phục vụ nghiên cứu, phát triển và ứng dụng TTNT.

ii) Xây dựng Trung tâm Quốc gia về lưu trữ dữ liệu lớn và tính toán hiệu năng cao tại Bộ Quốc phòng nhằm kết nối, tích hợp, chia sẻ hạ tầng dữ liệu và hạ tầng tính toán trong lĩnh vực quân sự. Tạo ra một hạ tầng dữ liệu dùng chung và mạng lưới chia sẻ tính toán cho các đơn vị thuộc Bộ Quốc phòng. Trung tâm là nền tảng, là môi trường để nghiên cứu, phát triển TTNT nhằm tạo ra các sản phẩm lõi về TTNT để triển khai và ứng dụng trong lĩnh vực quân sự, quốc phòng, trong thông minh hóa, hiện đại hóa trang thiết bị khí tài, trong xây dựng các phương án tác chiến, trong các hệ thống phòng thủ quốc gia, hệ thống phòng, ứng phó và phản ứng nhanh đối với chiến tranh mạng, sinh học, hóa học

và các hoạt động cứu hộ, cứu nạn, phòng chống thiên tai và ứng phó sự cố, dịch bệnh.

iii) Xây dựng Trung tâm Quốc gia về lưu trữ dữ liệu lớn và tính toán hiệu năng cao tại Bộ Công an nhằm kết nối, tích hợp, chia sẻ hạ tầng dữ liệu và hạ tầng tính toán trong các đơn vị thuộc Bộ Công an. Trung tâm là nền tảng, là môi trường để nghiên cứu, phát triển các sản phẩm TTNT nhằm tạo ra các sản phẩm lõi về TTNT để triển khai và ứng dụng TTNT trong các hệ thống an ninh quốc gia, hệ thống quản lý xuất nhập cảnh, hệ thống kiểm soát phòng chống tội phạm công nghệ cao, xây dựng các giải pháp kỹ thuật chủ động phòng chống tội phạm sử dụng thành tựu khoa học về TTNT.

iv) Cả 03 trung tâm này sẽ kết nối, liên thông với nhau theo các quy chế, quy định về khai thác, chia sẻ dữ liệu và tính toán cũng như an ninh, an toàn thông tin nhằm tạo ra một hạ tầng dữ liệu và hạ tầng tính toán quốc gia, thúc đẩy việc nghiên cứu, phát triển và ứng dụng TTNT, thực hiện thắng lợi mục tiêu của chiến lược quốc gia về nghiên cứu, phát triển và ứng dụng TTNT đến năm 2030.

## **2. Giải pháp về xây dựng hạ tầng dữ liệu và tính toán cho TTNT**

### **2.1. Giải pháp xây dựng hạ tầng dữ liệu cho TTNT**

Hạ tầng dữ liệu là trụ cột quan trọng, là nền tảng để nghiên cứu, phát triển và ứng dụng TTNT. Dự thảo chiến lược dữ liệu quốc gia giai đoạn 2021-2025, định hướng đến năm 2030 nêu rõ xây dựng hạ tầng dữ liệu quốc gia bền vững, bao phủ các ngành, các lĩnh vực trọng điểm. Dữ liệu đóng vai trò không thể thiếu trong quyết định chỉ đạo điều hành, quản trị quốc gia. Kinh tế dữ liệu phát triển đã đi sâu vào hoạt động của xã hội chiếm tỉ trọng đáng kể trong nền kinh tế. Một số giải pháp để xây dựng hạ tầng dữ liệu cho TTNT bao gồm:

#### *i) Các giải pháp xây dựng hạ tầng dữ liệu quốc gia*

Tích hợp, tạo lập, xây dựng tài nguyên dữ liệu mẫu phục vụ phát triển TTNT bao gồm thu hoạch các bộ dữ liệu điển hình cho máy học (mẫu giọng nói, mẫu hình ảnh phục vụ máy học như chữ viết tay, hình người và đồ vật, sự kiện...); tập hợp các dữ liệu cơ bản, cần thiết khác để hỗ trợ nghiên cứu, phát triển các thuật toán và nền tảng học máy.

Tăng cường xây dựng, tạo lập dữ liệu mới phục vụ hạ tầng dữ liệu bằng cách thúc đẩy triển khai chuyển đổi số ở các bộ, ngành, địa phương, tập trung vào: dữ liệu về các cơ quan nhà nước; dữ liệu về người dân và các hoạt động xã

hội, dữ liệu về các tổ chức chính trị, xã hội, hội, hiệp hội, doanh nghiệp, hộ gia đình kinh doanh; dữ liệu về hoạt động sản xuất và phát triển kinh tế, dữ liệu về thi trường; dữ liệu về tài nguyên: đất đai, địa chính, địa chất, khoáng sản, nông nghiệp, khai khoáng, du lịch và dịch vụ; dữ liệu về cơ sở hạ tầng công cộng... dữ liệu trong lĩnh vực y tế, giáo dục, chăm sóc sức khỏe bệnh nhân; dữ liệu trong lĩnh vực giao thông; dữ liệu về tài chính, ngân hàng...

Xây dựng hạ tầng dữ liệu số quốc gia, bao gồm: xây dựng và thiết lập hệ thống các trung tâm dữ liệu quốc gia, các trung tâm dữ liệu vùng và địa phương kết nối đồng bộ và thống nhất. Tổ chức xây dựng và hoàn thiện hệ cơ sở dữ liệu quốc gia, các cơ sở dữ liệu của các bộ, ngành, địa phương. Xây dựng và hoàn thiện hạ tầng để truyền tải và chia sẻ dữ liệu bao gồm: nền tảng tích hợp, chia sẻ dữ liệu quốc gia, các hạ tầng kết nối, chia sẻ dữ liệu tại bộ, ngành, địa phương kết nối liên thông với nền tảng tích hợp, chia sẻ dữ liệu quốc gia. Triển khai nền tảng phân tích dữ liệu tập trung để tập hợp dữ liệu trong cơ quan nhà nước và ngoài xã hội vào một đầu mối để xử lý, tạo ra các giá trị dữ liệu mới.

Cung cấp dữ liệu mở, chia sẻ của cơ quan nhà nước. Tạo cơ chế và khuyến khích các doanh nghiệp, tổ chức, cá nhân chia sẻ dữ liệu cho cơ quan nhà nước và cho cộng đồng, phục vụ nghiên cứu, phát triển TTNT.

*ii) Các giải pháp nâng cao năng lực khoa học, công nghệ về khoa học dữ liệu*

Nghiên cứu, phát triển các phương pháp thu nhận dữ liệu qua cảm biến, thiết bị IOT, máy bay không người lái, thiết bị giám sát, tương tác, giao dịch sử dụng thiết bị số.

Nghiên cứu, làm chủ các công nghệ về phân tích dữ liệu, phát triển các mô hình trí tuệ nhân tạo; các thuật toán học sâu; phân tích dữ liệu lớn phù hợp với đặc điểm và nhu cầu tại Việt Nam.

Nghiên cứu và xây dựng các mô hình về quản trị dữ liệu, đánh giá và xác định các xu hướng phát triển về dữ liệu.

*iii) Các giải pháp liên quan đến chính sách phát triển hạ tầng dữ liệu*

Ban hành các chính sách về quản trị dữ liệu số: sở hữu, thu thập, quản lý, khai thác và chia sẻ, sử dụng dữ liệu.

Ban hành, hoàn thiện chính sách thúc đẩy, khuyến khích các tổ chức, cá nhân xây dựng và tạo lập dữ liệu và đóng góp vào tài nguyên dữ liệu quốc gia.

Ban hành quy trình, tiêu chuẩn về kiểm kê dữ liệu, kiểm định chất lượng dữ liệu

*iv) Các giải pháp liên quan đến đào tạo nguồn nhân lực liên quan đến khoa học dữ liệu*

Đào tạo, bồi dưỡng đội ngũ cán bộ khoa học dữ liệu trong các lĩnh vực khác nhau của đời sống kinh tế, xã hội

Xây dựng các chương trình đào tạo, bồi dưỡng, nâng cao trình độ về quản trị dữ liệu cho cán bộ, công chức, viên chức, các tổ chức, cá nhân hoạt động trong lĩnh vực khoa học dữ liệu.

Thúc đẩy, đưa khoa học dữ liệu vào chương trình đại học tất cả các ngành học về công nghệ thông tin, kinh tế, xã hội từ cơ bản đến nâng cao.

*v) Xây dựng hạ tầng dữ liệu số trong một số lĩnh vực ưu tiên*

Xây dựng hạ tầng dữ liệu số, chia sẻ, mở của một số lĩnh vực ưu tiên phục vụ nghiên cứu, triển khai và ứng dụng TTNT như:

*Hạ tầng dữ liệu ngành tài nguyên và môi trường:* quan trắc môi trường, khí tượng thủy văn, tài nguyên nước, dữ liệu về bản đồ không gian địa lý cho các ngành, các lĩnh vực khai thác, sử dụng, dữ liệu hạ tầng không gian địa lý quốc gia.

*Hạ tầng dữ liệu ngành y tế:* dữ liệu về cơ sở khám chữa bệnh, dịch vụ khám chữa bệnh, chăm sóc sức khỏe, quy trình, phác đồ khám chữa bệnh, thuốc và giá thuốc. Dữ liệu về các triệu chứng lâm sàng phục vụ các hệ thống chẩn đoán bệnh. Dữ liệu về sức khỏe của người dân phục vụ cá thể hóa y tế...

*Hạ tầng dữ liệu ngành giáo dục:* dữ liệu về hệ thống trường học các cấp; các chuyên ngành đào tạo, hồ sơ giáo viên, học sinh. Dữ liệu về hệ thống văn bằng, chứng chỉ, chương trình đào tạo gắn với từng học viên. Học liệu số, chương trình đào tạo, sách giáo khoa số. Dữ liệu về nguồn nhân lực, nhu cầu việc làm...

*Hạ tầng dữ liệu ngành nông nghiệp:* dữ liệu về vùng sản xuất nông nghiệp, đặc trưng thổ nhưỡng, sản phẩm nông nghiệp (cây trồng, vật nuôi, thủy sản), quy trình sản xuất. Dữ liệu phục vụ hỗ trợ sản xuất bao gồm định hướng sản phẩm, tự động hóa quy trình, trợ giúp sản xuất...

*Hạ tầng dữ liệu ngành giao thông vận tải:* dữ liệu mạng lưới hạ tầng giao thông đường bộ, đường sắt, đường thủy, biển báo giao thông, điều hành giao thông. Dữ liệu các phương tiện giao thông, hoạt động của phương tiện giao thông. Dữ liệu số quan trắc tình hình giao thông bao gồm: amera giao thông, thiết bị giám sát hành trình, thiết bị giám sát giao thông (radar, giám sát tốc độ)...dữ liệu phục vụ triển khai xe tự lái..



*Hạ tầng dữ liệu ngành công nghiệp, thương mại và năng lượng:* hạ tầng dữ liệu ngành điện, dữ liệu phát triển hệ thống mạng lưới điện thông minh. Dữ liệu về sản xuất và tiêu thụ điện. Dữ liệu mạng lưới, chuỗi cung ứng sản xuất cơ bản trong hoạt động công nghiệp từ nguyên liệu thô tới thành phẩm thương mại.

*Hạ tầng dữ liệu ngành văn hóa, thể thao, du lịch:* điểm du lịch, đại lý du lịch, tuyến du lịch, dịch vụ du lịch để tạo hạ tầng dữ liệu số cơ bản dùng chung. Dữ liệu số về làng văn hóa, không gian văn hóa, di sản văn hóa

*Hạ tầng dữ liệu trong quản lý đô thị:* dữ liệu hạ tầng không gian đô thị trên nền GIS. Dữ liệu hạ tầng đô thị (điện, cấp nước, thoát nước, thu gom rác thải, môi trường, chất thải rắn, cây xanh); quy hoạch đô thị. Dữ liệu quan trắc đô thị, dữ liệu giám sát đô thị...

## **2.2. Giải pháp xây dựng hạ tầng tính toán cho TTNT**

Cùng với việc xây dựng hạ tầng dữ liệu quốc gia, việc xây dựng hạ tầng tính toán đóng vai trò quan trọng trong việc nghiên cứu, phát triển và ứng dụng TTNT. Một số kiến nghị về giải pháp xây dựng hạ tầng tính toán như sau:

Đầu tư xây dựng hạ tầng tính toán quốc gia gồm các hệ thống tính toán hiệu năng cao (HPC, GPU, TPU...) và hệ thống lưu trữ dữ liệu lớn (Big data) nhằm hỗ trợ tính toán lưới, tính toán đám mây, tính toán sương mù...

Xây dựng cơ chế và giải pháp kết nối giữa trung tâm tính toán quốc gia với các trung tâm tính toán mức dưới ở các viện nghiên cứu, các trường đại học, các doanh nghiệp, các bộ, ngành, địa phương nhằm hình thành mạng lưới tính toán quốc gia phục vụ cho tính toán các mô hình, thuật toán TTNT cho các nhà nghiên cứu, các nhóm nghiên cứu, phát triển TTNT.

## **V. Kết luận**

Hạ tầng dữ liệu và tính toán là một trong những trụ cột, nền tảng và đóng vai trò quan trọng trong việc nghiên cứu, phát triển và ứng dụng TTNT trên thế giới và tại Việt Nam. Để thực hiện thắng lợi các nhiệm vụ, giải pháp đặt ra trong Chiến lược, chúng ta cần đầu tư xây dựng hạ tầng tính toán quốc gia vững mạnh và hạ tầng dữ liệu mở, chia sẻ, phục vụ nghiên cứu, phát triển và ứng dụng TTNT. Chương 2 trình bày tổng quan và làm rõ nội hàm các khái niệm cơ bản trong hạ tầng dữ liệu và tính toán cho TTNT, tổng quan tình hình nghiên cứu, phát triển hạ tầng dữ liệu và tính toán trên thế giới và tại Việt Nam. Trên cơ sở đó, chương 2 đưa ra đề xuất về mô hình kiến trúc của trung tâm quốc gia về lưu trữ dữ liệu lớn và tính toán hiệu năng cao, một trong những nhiệm vụ

quan trọng mà Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, Bộ Quốc phòng, Bộ Công an cần triển khai thực hiện. Trên cơ sở đó, chương 2 đưa ra một số đề xuất về giải pháp triển khai thực hiện nhằm xây dựng và phát triển hạ tầng dữ liệu và tính toán cho TTNT tại Việt Nam. Các nội dung trong chương 2 giúp người đọc nắm bắt được tổng quan các vấn đề liên quan đến hạ tầng dữ liệu và tính toán cho TTNT. Hơn nữa, chương 2 là tài liệu tham khảo hữu ích cho các đơn vị trong việc triển khai các nhiệm vụ được nêu trong Chiến lược.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Quyết định số 127/QĐ-TTg ngày 26/01/2021 của Thủ tướng Chính phủ về việc ban hành Chiến lược quốc gia về nghiên cứu, phát triển và ứng dụng Trí tuệ nhân tạo đến năm 2030.
2. Bộ Khoa học và Công nghệ, Báo cáo phân tích xây dựng chiến lược trí tuệ nhân tạo quốc gia đến năm 2030, Bộ Khoa học và Công nghệ, 2020.
3. Bộ Thông tin và Truyền thông, Dự thảo Quyết định Phê duyệt Chiến lược dữ liệu quốc gia giai đoạn 2021-2025, định hướng đến năm 2030, 2020.
4. Viện Công nghiệp phần mềm và nội dung số Việt Nam, Báo cáo tổng quan về dữ liệu mở, 2017.
5. Han Hu, Yong Yang Wen, Tat Seng Chua and Xue Long Li. Toward Scalable Systems for Big Data Analytics: A Technology Tutorial. *IEEE Access*, Vol. 2, 2014.
6. Nathan Marz and James Warren. Big Data - Principles and Best Practices of Scalable Real-time Data Systems. Manning Publications Co., Shelter Island, 2015.
7. Caesar Wu and Rajkumar Buyya. Cloud Data Centers and Cost Modeling - A Complete Guide To Planning, Designing and Building a Cloud Data Center. Morgan Kaufmann publications, Elsevier, 2015.
8. <https://aita.gov.vn/thuc-trang chia-se-du-lieu-trong-hoat-dong-ung-dung-va-ha-tang-cntt-o-viet-nam>
9. <https://www.quanlynhanuoc.vn/2021/03/18/phat-trien-ha-tang-big-data-du-lieu-lon-o-viet-nam-hien-nay/>
10. <https://www.qdnd.vn/giao-duc-khoa-hoc/tin-tuc/chinh-thuc-van-hanh-he-thong-tinh-toan-hieu-nang-cao-tai-trung-tam-du-lieu-viettel-659249>
11. <https://genome.vinbigdata.org/>
12. <http://egov.chinhphu.vn/cong-du-lieu-quoc-gia-cung-cap-buc-tranh-tong-the-ve-du-lieu-cua-co-quan-nha-nuoc-a-NewsDetails-37883-14-186.html>

13. <https://www.mic.gov.vn/Pages/TinTuc/139781/Vmap--Ban-do-so-cua-nguoi-Viet-chinh-thuc-di-vao-hoat-dong.html>

14. <https://vinbigdata.org/newpresses/ung-dung-ai-de-giai-bai-toan-y-te-ben-vung/>

15. <https://vingroup.net/tin-tuc-su-kien/bai-viet/2191/vingroup-dau-tu-sieu-may-tinh-ai-nvidia-dgx-a100-dau-tien-tai-viet-nam>

## **CHƯƠNG 3: PHÁT TRIỂN NGUỒN NHÂN LỰC TTNT**

### **I. Giới thiệu, tầm quan trọng của nguồn nhân lực TTNT**

Trong những năm gần đây, Trí tuệ nhân tạo (AI) nổi lên như một lĩnh vực khoa học, công nghệ quan trọng. Các tiến bộ của AI đã cho ra đời những sản phẩm công nghệ chất lượng cao với khả năng tự động hóa, cá nhân hóa.

Trong lĩnh vực y tế: AI góp phần hỗ trợ chẩn đoán bệnh đồng thời giảm các chi phí điều trị. Các ứng dụng khác của AI bao gồm chatbot, hệ thống trực tuyến để trả lời các câu hỏi và hỗ trợ người bệnh, sắp xếp các cuộc hẹn hoặc trợ giúp bệnh nhân thông qua quá trình thanh toán và các trợ lý y tế ảo cung cấp phản hồi y tế cơ bản. Ngoài ra, trong giai đoạn dịch bệnh bùng nổ, nhờ có công nghệ AI mà rất nhiều ứng dụng đã được ra đời để hỗ trợ cho công tác thông tin, báo cáo và công tác phòng ngừa dịch bệnh – Bluezone, PC Covid, Chăm sóc sức khỏe vừa được Chính phủ Việt Nam ra mắt; web thông báo thời gian trực tiếp lượng người nhiễm bệnh, tử vong tại các nước trên thế giới như Kompa.

Trong kinh doanh: Tự động hóa quy trình bằng robot được áp dụng cho các tác vụ thực hiện lặp đi lặp lại. Chatbot được tích hợp trên các trang web để cung cấp dịch vụ ngay lập tức cho khách hàng. Điều này giúp vừa tiết kiệm cho các doanh nghiệp vừa tối ưu những trải nghiệm của khách hàng.

Trong giáo dục: AI có thể đánh giá sinh viên và thích ứng với nhu cầu của họ, hỗ trợ quá trình giảng dạy.

Trong lĩnh vực sản xuất: Đây là một lĩnh vực đi đầu trong việc kết hợp robot vào luồng công việc. Robot được sử dụng để thực hiện các nhiệm vụ đơn lẻ và đã được tách ra khỏi con người. Nhờ đó, AI giúp tiết kiệm chi phí, công sức và mang lại năng suất cao.

Lĩnh vực marketing: AI sẽ giúp các doanh nghiệp phân tích đánh giá hành vi khách hàng.

Lĩnh vực tài chính: AI được sử dụng để phân tích dữ liệu, giúp các nhà lãnh đạo có quyết định tốt hơn, hỗ trợ khách hàng tự động thông qua chatbot, phát hiện gian lận và quản lý khiếu nại, trợ lý tài chính tự động hỗ trợ người dùng trong việc đưa ra quyết định tài chính, phân tích dự báo trong các dịch vụ tài chính...

Nhân lực AI được sử dụng trong nhiều lĩnh vực. Nhân lực AI sẽ có hai loại: nhân lực dùng AI và nhân lực làm AI. Nhân lực dùng AI chiếm 94% trong các lĩnh vực: tài chính và bảo hiểm, y tế và hỗ trợ xã hội, thông tin, sản xuất và chế tạo, nghiên cứu khoa học và dịch vụ kỹ thuật, bán lẻ. Nhân lực làm AI chiếm 6%, gồm kỹ sư phân tích dữ liệu, nhà khoa học dữ liệu [1].

Theo khảo sát của Công ty việc làm Navigos Search North, mức lương hiện nay dành cho các vị trí thuộc nhóm phát triển phần mềm liên quan đến AI khoảng 1.800 USD/tháng và khoa học dữ liệu là 1.600 USD/tháng. Mặc dù trí tuệ nhân tạo đang trở thành xu thế tất yếu với những tiềm năng lớn, lương rất hấp dẫn nhưng việc phát triển lĩnh vực này ở Việt Nam đang phải đối mặt với những thách thức trong tuyển dụng nhân lực. Theo bà Nguyễn Thị Lan Phương, Trưởng phòng Nhân sự (Trung tâm Không gian mạng Viettel), hiện nguồn nhân lực AI mới chỉ đáp ứng 1/10 nhu cầu, đặc biệt đang rất thiếu nhân lực AI trình độ cao.

Dưới góc độ giảng dạy, nghiên cứu và sản xuất sản phẩm AI, Giáo sư Vũ Hà Văn, Giám đốc khoa học Viện Nghiên cứu dữ liệu lớn Vingroup (VinBigdata) cho rằng, mặc dù nhu cầu nhân lực AI tăng cao trong vài năm gần đây, song chỉ có khoảng 30% cử nhân công nghệ thông tin tốt nghiệp có thể làm việc liên quan đến AI, còn lại phải tiếp tục đào tạo mới có thể trở thành chuyên gia [2].

Theo các chuyên gia, nguồn cung cấp chuyên gia AI chủ yếu là tu nghiệp tại nước ngoài, từ một số trường đại học danh tiếng về kỹ thuật như Trường Đại học Bách khoa Hà Nội, Trường Đại học Khoa học tự nhiên thuộc Đại Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh, Trường Đại học Công nghệ thuộc Đại học Quốc gia Hà Nội. Một số doanh nghiệp lớn của Việt Nam như FPT, Viettel, Vin AI, Vin Bigdata cũng có chính sách chiêu mộ tài năng AI nhưng số lượng vẫn không đáp ứng tốc độ phát triển nói chung.

Một khó khăn nữa là người lao động chưa thật sự mặn mà với ngành công nghệ AI. Xu thế chung của lao động ở lĩnh vực này là nhảy việc. Có khoảng 70-80% ứng viên muốn nhảy việc, hơn 50% nói sẽ ra nước ngoài làm việc nếu có lời mời. Đây thực sự là một thách thức lớn đối với lĩnh vực này tại Việt Nam [3, 4].

Các chính phủ và cả doanh nghiệp tư nhân đều đẩy mạnh đầu tư vào lĩnh vực này, trong đó nguồn nhân lực được xem là yếu tố cốt lõi bảo đảm sự thành công của phát triển AI.

Chiến lược Quốc gia về nghiên cứu, phát triển và ứng dụng AI đến năm 2030 được ban hành theo Quyết định số 127/QĐ-TTg ngày 26-1-2021 của Thủ tướng Chính phủ, với mục tiêu đưa AI trở thành công nghệ mũi nhọn, từng bước đưa Việt Nam trở thành điểm sáng về AI trong khu vực và trên thế giới. Thực hiện mục tiêu này, giải pháp quan trọng là phải đẩy mạnh phát triển nguồn nhân lực trong lĩnh vực này.

## II. Chương trình đào tạo đại học, sau đại học về TTNT

Nguồn cung cấp nhân lực AI chủ yếu đến từ các trường đại học. Vì vậy, việc xây dựng các chương trình đào tạo AI có vai trò rất quan trọng. Hiện nay, cả nước có 23 trường đại học có ngành đào tạo Khoa học dữ liệu và Trí tuệ nhân tạo. Trong số đó, có 8 trường ở miền Bắc, 2 trường ở miền Trung, 14 trường miền Nam. Trong số các ngành đào tạo liên quan tới Khoa học dữ liệu và Trí tuệ nhân tạo, có 3 chương trình đào tạo thạc sỹ, 25 chương trình cử nhân dạy bằng tiếng Việt; 3 chương trình cử nhân dạy bằng tiếng Anh, 1 chương trình thạc sỹ giảng dạy bằng tiếng Anh.

STT	Tên trường	Mã ngành	Tên ngành	Số quyết định/văn bản cho phép mở ngành	Ngày ban hành quyết định/văn bản cho phép mở ngành	Ngôn ngữ giảng dạy
1	Học viện Nông nghiệp Việt Nam	7480112	Khoa học dữ liệu và trí tuệ nhân tạo	4739/QĐ-HVN	11/12/2020	Tiếng Việt
2	Khoa Kỹ thuật và Công nghệ - Đại học Huế	8480109	Khoa học dữ liệu	177/QĐ-ĐHH	12/02/2020	Tiếng Việt
3	Khoa Kỹ thuật và Công nghệ - Đại học Huế	7480112	Khoa học dữ liệu và trí tuệ nhân tạo	165/QĐ-ĐHH	10/02/2020	Tiếng Việt

STT	Tên trường	Mã ngành	Tên ngành	Số quyết định/văn bản cho phép mở ngành	Ngày ban hành quyết định/văn bản cho phép mở ngành	Ngôn ngữ giảng dạy
4	Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội	8480109	Khoa học dữ liệu	111/QĐ-ĐHBK-ĐT	10/07/2020	Tiếng Anh
5	Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội	7480109	Khoa học dữ liệu	12/QĐ-ĐHBK-ĐT	03/11/2019	Tiếng Anh
6	Trường Đại học Công nghệ Thông tin - Đại học Quốc gia TP.HCM	7480109	Khoa học dữ liệu	540/QĐ-ĐHCNTT	05/09/2018	Tiếng Việt
7	Trường Đại học Công nghệ Tp. Hồ Chí Minh	7510209	Robot và trí tuệ nhân tạo	665/QĐ-ĐKC	22/03/2021	Tiếng Việt
8	Trường Đại học Công nghệ Tp. Hồ Chí Minh	7480109	Khoa học dữ liệu	660/QĐ-ĐKC	22/03/2021	Tiếng Việt
9	Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội	7510209	Robot và trí tuệ nhân tạo	238/QĐ-ĐHCN	25/03/2021	Tiếng Việt
10	Trường Đại học Công nghiệp Thành phố Hồ Chí Minh	7510304	IoT và Trí tuệ nhân tạo ứng dụng	178/QĐ-ĐHCN	25/2/2020	Tiếng Việt

STT	Tên trường	Mã ngành	Tên ngành	Số quyết định/văn bản cho phép mở ngành	Ngày ban hành quyết định/văn bản cho phép mở ngành	Ngôn ngữ giảng dạy
11	Trường Đại học Công nghiệp Thành phố Hồ Chí Minh	7480109	Khoa học dữ liệu	182/QĐ-ĐHCN	27/02/2020	Tiếng Việt
12	Trường Đại học Đông Á	7480112	Khoa học dữ liệu và trí tuệ nhân tạo	92/QĐ-ĐHĐA	05/05/2020	Tiếng Việt
13	Trường Đại học Khoa học Tự nhiên - Đại học Quốc gia Hà Nội	8480109	Khoa học dữ liệu	1957/QĐ-ĐHQGHN	13/06/2018	Tiếng Việt
14	Trường Đại học Khoa học Tự nhiên thuộc Đại học Quốc gia Hà Nội	7480109	Khoa học dữ liệu	720/QĐ-ĐHQGHN	06/03/2020	Tiếng Việt
15	Trường Đại học Khoa học Tự nhiên thuộc Đại học Quốc gia TP.HCM	7480109	Khoa học dữ liệu	1103/QĐ-KHTN	17/09/2020	Tiếng Việt
16	Trường Đại học Khoa học Tự nhiên thuộc Đại học Quốc gia TP.HCM	7480107	Trí tuệ nhân tạo		28/7/2021	Tiếng Việt



STT	Tên trường	Mã ngành	Tên ngành	Số quyết định/văn bản cho phép mở ngành	Ngày ban hành quyết định/văn bản cho phép mở ngành	Ngôn ngữ giảng dạy
17	Trường Đại học Khoa học và Công nghệ Hà Nội	7480109	Khoa học dữ liệu	200/QĐ-ĐHKHCN	01/04/2021	Tiếng Việt
18	Trường Đại học Kinh tế thuộc Đại học Đà Nẵng	7340420	Khoa học dữ liệu và Phân tích kinh doanh	547/QĐ-ĐHKT	25/03/2020	Tiếng Việt
19	Trường Đại học Kinh tế - Tài chính thành phố Hồ Chí Minh	7480109	Khoa học dữ liệu	85/QĐ-UEF	18/04/2020	Tiếng Việt
20	Trường Đại học Kinh tế TP. Hồ Chí Minh	7480109	Khoa học dữ liệu	743/QĐ-ĐHKT-ĐBCL	31/03/2020	Tiếng Việt
21	Trường Đại học Kỹ thuật - Công nghệ Cần Thơ	7480109	Khoa học dữ liệu	1048/QĐ-BGDĐT	19/04/2019	Tiếng Việt
22	Trường Đại học Mở - Địa chất	7480109	Khoa học dữ liệu	186/QĐ - MDC	19/03/2021	Tiếng Việt
23	Trường Đại học Quốc tế thuộc Đại học Quốc gia TP.HCM	7480109	Khoa học dữ liệu	569/QĐ-ĐHQT-ĐTĐH	05/09/2018	Tiếng Anh

STT	Tên trường	Mã ngành	Tên ngành	Số quyết định/văn bản cho phép mở ngành	Ngày ban hành quyết định/văn bản cho phép mở ngành	Ngôn ngữ giảng dạy
24	Trường Đại học Quốc tế Hồng Bàng	7480207	Trí tuệ nhân tạo	112/QĐ-HIU	14/05/2020	Tiếng Anh
25	Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP. Hồ Chí Minh	7510209	Robot và trí tuệ nhân tạo	1263/QĐ-ĐHSPKT	05/07/2019	Tiếng Việt
26	Trường Đại học Thăng Long	7480207	Trí tuệ nhân tạo	20031903/QĐ-ĐHTL	19/03/2020	Tiếng Việt
27	Trường Đại học Thủ Dầu Một	7480205	Trí tuệ nhân tạo và Khoa học dữ liệu	14/QĐ-HĐTr	18/10/2019	Tiếng Việt
28	Trường Đại học Thủy lợi	7480205	Trí tuệ nhân tạo và Khoa học dữ liệu	307/QĐ-ĐHTL	30/03/2021	Tiếng Việt
29	Trường Đại học Văn Lang	7480109	Khoa học dữ liệu	56/QĐ/VL-CTHĐT	09/06/2020	Tiếng Việt

*Bảng 1. Danh sách các ngành đào tạo liên quan tới Khoa học dữ liệu và Trí tuệ nhân tạo*

*(Nguồn Bộ Giáo dục)*

Ngoài các trường đã có đăng ký đào tạo ngành liên quan tới Khoa học dữ liệu và Trí tuệ nhân tạo, các trường sau có mở chuyên ngành Khoa học dữ liệu, Trí tuệ nhân tạo cho bậc cử nhân.

STT	Tên trường	Tên chuyên ngành	Ngôn ngữ giảng dạy
1	Trường Đại học FPT	Trí tuệ nhân tạo	Tiếng Việt
2	Trường Đại học Kinh tế quốc dân	Khoa học dữ liệu trong Kinh tế kinh doanh	Tiếng Anh
3	Trường Đại học Kinh tế - Luật thuộc Đại học Quốc gia thành phố HCM	Kinh doanh số và Trí tuệ nhân tạo	Tiếng Việt
4	Trường Đại học Hoa Sen	Trí tuệ nhân tạo	Tiếng Việt
5	Trường Đại học CNTT&TT thuộc Đại học Thái Nguyên	Trí tuệ nhân tạo và Dữ liệu lớn	Tiếng Việt
6	Trường Đại học Phenikaa	Trí tuệ nhân tạo và Khoa học dữ liệu	Tiếng Việt
7	Khoa Quốc tế thuộc Đại học Quốc gia Hà Nội	Phân tích dữ liệu kinh doanh	Tiếng Anh

*Bảng 2: Danh sách các trường có chuyên ngành đạo liên quan tới Khoa học dữ liệu, Trí tuệ nhân tạo.*

Các chương trình đào tạo bậc đại học, sau đại học liên quan tới Khoa học dữ liệu, Trí tuệ nhân tạo chia ra các loại sau:

- Chuyên sâu: các ngành/ chuyên ngành Khoa học dữ liệu, Trí tuệ nhân tạo trong các trường đại học. Học xong chương trình này, sinh viên có thể học tiếp sau đại học; nghiên cứu chuyên sâu, chuyên gia cao cấp trong lĩnh vực TTNT ở các tập đoàn lớn.

Nội dung giảng dạy: khối kiến thức chung, nền tảng Toán, nền tảng Công nghệ thông tin, nền tảng Trí tuệ nhân tạo, Trí tuệ nhân tạo nâng cao, Dữ liệu lớn.

Các trường có đào tạo chuyên sâu về KHDL, TTNT là các trường có ngành/ chuyên ngành liên quan tới KHDL, TTNT. Các sinh viên theo học các chương trình này sẽ được học toàn bộ thời gian (cử nhân/ thạc sỹ) các môn học theo các khối kiến thức liên quan tới KHDL, TTNT. Ngoài ra,

các trường cũng phối hợp với doanh nghiệp để triển khai thực tập cho sinh viên trong chương trình học. Một số trường có ngành KHDL, CNTT cũng đã mở chương trình thạc sỹ KHDL, CNTT như Trường Đại học Bách khoa Hà Nội, Trường Đại học Khoa học tự nhiên thuộc Đại học Quốc gia Hà Nội, Khoa Kỹ thuật và Công nghệ thuộc Đại học Huế. Có 3 trường mở ngành đào tạo KHDL, TTNL giảng dạy bằng tiếng Anh là Trường Đại học Bách khoa Hà Nội, Trường Đại học Quốc tế thuộc Đại học Quốc gia thành phố Hồ chí Minh, Trường Đại học Quốc tế Hồng Bàng. Riêng trường Đại học Bách khoa Hà Nội triển khai chương trình cử nhân và thạc sỹ Khoa học dữ liệu giảng dạy bằng tiếng Anh.

Các ngành/ chuyên ngành này đang tuyển sinh sinh viên với số lượng từ 30-100 do lực lượng cán bộ giảng dạy, cơ sở vật chất còn hạn chế.

- Định hướng KHDL, CNTT trong các chuyên ngành Khoa học máy tính, Công nghệ thông tin. Nội dung học liên quan tới Khoa học dữ liệu, Trí tuệ nhân tạo trong các ngành/ chuyên ngành Khoa học máy tính, Công nghệ thông tin của các trường đại học.

Nội dung giảng dạy: Các môn nền tảng CNTT. Học xong chương trình này, sinh viên có thể học tiếp sau đại học; nghiên cứu chuyên sâu, chuyên gia trong lĩnh vực CNTT ở các tập đoàn lớn.

Nhiều trường chưa có ngành/ chuyên ngành liên quan tới KHDL, CNTT nhưng đã có ngành Khoa học máy tính, Công nghệ thông tin sẽ xây dựng định KHDL, CNTT trong chương trình học. Các môn liên quan tới KHDL, CNTT thường sẽ được xếp lịch vào kỳ 6-8 trong chương trình cử nhân.

- Khoa học dữ liệu trong kinh tế: là ngành học liên ngành, kết hợp Toán - Thống kê, Kinh tế - Kinh doanh và Công nghệ thông tin, nhằm trang bị cho người học năng lực tổ chức, khai thác và phát triển các hệ thống dữ liệu, hỗ trợ ra quyết định trong các doanh nghiệp. Ngành/ chuyên ngành học này có trong các trường đại học trong lĩnh vực kinh tế.

Các trường đại học đã mở ngành/ chuyên ngành KHDL trong kinh tế : Trường Đại học Kinh tế thuộc Đại học Đà Nẵng, Trường Đại học Kinh tế - Tài chính thành phố Hồ Chí Minh, Trường Đại học Kinh tế TP. Hồ Chí Minh, Đại học Kinh tế - Luật thuộc Đại học Quốc gia thành phố HCM,

Trường Đại học Kinh tế quốc dân, Khoa Quốc tế thuộc Đại học Quốc gia Hà Nội.

Trong các chương trình đào tạo này, sinh viên đã có kiến thức về kinh tế và sẽ được trang bị thêm các nội dung về Chuyên đổi số và Trí tuệ nhân tạo, Phân tích dữ liệu, Dữ liệu lớn và ứng dụng, Học máy trong phân tích kinh doanh. Nhờ đó, sinh viên có thể có kiến thức để giải quyết các bài toán phân tích, ra quyết định trong lĩnh vực kinh tế...

Hiện nay, cấp THPT mới có duy nhất trường THPT Lê Hồng Phong (TP-HCM) đưa chương trình KHDL vào giảng dạy [5]. Năm 2021, Tập đoàn Liên Thái Bình Dương (IPPG) mua bản quyền tài liệu, bộ giáo trình AI Future Intelligent Manufacture của Công ty UBtech education USA, đã được ĐHQG-HCM điều chỉnh, Việt hóa, thẩm định và xuất bản, đưa vào giảng dạy. Đây cũng là chương trình đã được nhiều nước tiên tiến trên thế giới triển khai giảng dạy. ĐHQG thành phố HCM đang chuẩn bị thành lập Viện nghiên cứu trí tuệ nhân tạo; đồng thời đảm nhận nhiệm vụ đào tạo nguồn nhân lực chất lượng cao trình độ quốc tế, trong đó chủ trì nhiều đề án thành phần về công nghệ thông tin, trí tuệ nhân tạo... Cùng với đó, ĐHQG thành phố HCM cũng chú trọng tới các chương trình về chiều rộng như triển khai Chương trình đào tạo trí tuệ nhân tạo và công nghệ Robot, nhằm lan tỏa kiến thức về AI nhiều hơn tới cộng đồng, đặc biệt là trong học sinh, sinh viên; qua đó khơi gợi, truyền đam mê nghiên cứu khoa học tới các em, phát hiện và bồi dưỡng nhân tố mới trong lĩnh vực nghiên cứu AI. Chương trình được đầu tư hơn 32 tỷ đồng, nằm trong gói tài trợ 320 tỷ đồng của IPPG dành cho ĐHQG thành phố HCM và Trường ĐH Đà Lạt để thành lập trường đào tạo CEO và phát triển giáo dục AI.

Dự kiến, từ nay đến năm 2025, IPPG sẽ phối hợp với các trường đại học, cơ sở giáo dục để thành lập thêm 10 trung tâm AI và triển khai 1.800 AI Lab tại các trường học, cơ sở giáo dục trong cả nước, với mục tiêu đào tạo AI cho hơn 2,5 triệu học viên mỗi năm.

Đây cũng là một trong các hoạt động góp phần đẩy mạnh các chương trình đào tạo AI ở các bậc học, hỗ trợ cho việc phát triển nguồn nhân lực AI ở Việt Nam [6, 7].

### **III. Đào tạo chứng chỉ ngắn hạn và trung hạn về TTNT**

Cùng với sức hút ngày càng tăng của khoa học dữ liệu và trí tuệ nhân tạo, yêu cầu tuyển dụng vào các ngành này cũng ngày càng khắt khe. Bên cạnh các

chương trình đào tạo uy tín từ cử nhân đến thạc sĩ của các trường đại học cao đẳng, những chứng chỉ chuyên biệt trong lĩnh vực khoa học dữ liệu cũng là một tiêu chí cốt yếu đối với các nhà tuyển dụng. Do đó, trong vòng 5 năm trở lại đây, nhiều trung tâm đào tạo đã được thành lập hoặc mở rộng với mục đích cung cấp các khóa học ngắn hạn có cấp chứng chỉ về khoa học dữ liệu.

Hầu hết các cơ sở này đều tập trung tại hai thành phố lớn là Hà Nội ở miền Bắc và thành phố Hồ Chí Minh ở miền Nam, ngoài ra cũng có một số đặt tại thành phố Đà Nẵng. Các trung tâm uy tín có thể kể đến là các trụ sở của tập đoàn Aptech, học viện VTC Academy, học viện MCI, VietAI (đều có trụ sở tại Hà Nội và thành phố Hồ Chí Minh), IT Viet Academy và Nordic Coder tại Hồ Chí Minh, AI Academy, FUNIX và Datapot tại Hà Nội, hay Techacademy (có trụ sở ở cả ba miền).

Ưu điểm của các khóa học này là thời gian ngắn (có thể từ vài tuần đến nửa năm), lịch học linh hoạt, cung cấp hình thức học online (đặc biệt trong thời gian COVID) và chứng chỉ của một số trung tâm rất được các công ty đánh giá cao. Đối tượng học viên của các trung tâm này tương đối phong phú, từ sinh viên CNTT chuẩn bị ứng tuyển vào các công ty về AI và Big Data, đến người ngành khác muốn mở rộng vốn hiểu biết, và cả các tập đoàn lớn như Viettel, FPT, VNG, ... cũng gửi nhân viên tham gia học tập tại các trung tâm này. Ngoài ra, một số trường đại học lớn với đội ngũ giảng viên giàu kinh nghiệm cũng cung cấp các khóa học với chứng chỉ riêng như Trường Đại học Bách khoa Hà Nội, Trường Đại học Khoa học tự nhiên thuộc ĐHQG thành phố Hồ Chí Minh.

Mặt khác, tuy chương trình học của nhiều cơ sở được đánh giá cao, nhưng chứng chỉ của hầu hết các cơ sở này chỉ có tính chất tham khảo. Nhiều nhà tuyển dụng yêu cầu những chứng chỉ quốc tế được cấp bởi những tập đoàn lớn như Microsoft, Google, Amazon, IBM, Cloudera, .... Một nguồn uy tín khác là các trang web học trực tuyến hàng đầu Coursera và Udemy. Tại Việt Nam, có một số trung tâm đào tạo các chứng chỉ này (ví dụ, trung tâm Tân Đức tập trung vào các chứng chỉ về Azure của Microsoft). Một số khóa đào tạo liên quan do công ty tự tổ chức để nhân viên thi lấy chứng chỉ (như Viettel, FPT, ...) và chương trình hợp tác (ví dụ hợp tác đào tạo giữa IBM với một số trường lớn như Trường Đại học Bách khoa Hà Nội, Trường Đại học Công nghệ thuộc ĐHQG Hà Nội). Mặt khác, nhiều trang web và nhóm trên mạng xã hội cung cấp thông tin, tài liệu hữu ích cho việc tự học thi các chứng chỉ trên.

Đối tượng học tại các trung tâm này phổ biến là:

- Học sinh, sinh viên: Học sinh phổ thông muốn làm quen với các khái niệm cơ bản về AI; sinh viên cao đẳng – đại học quan tâm đến công nghệ AI nói chung và sinh viên CNTT nói riêng.
- Người đi làm: Người đi làm muốn tìm hiểu thêm về cách ứng dụng AI vào các ngành công nghiệp hiện có; lập trình viên muốn học chuyên sâu về AI để phát triển sự nghiệp.
- Nhà quản lý: Các nhà quản lý cấp cao của doanh nghiệp muốn thúc đẩy việc ứng dụng công nghệ AI vào doanh nghiệp của mình; các nhà đầu tư muốn tìm hiểu các cơ hội đầu tư được tạo ra nhờ AI.

Các chương trình học cơ bản thường gồm các nội dung:

- Giới thiệu tổng quan về KHDL (Data science) và Học máy (Machine Learning).
- Các kiến thức thống kê căn bản.
- Giới thiệu Python và công cụ xây dựng thuật toán.

Một số chương trình học được đặt hàng riêng bởi tập đoàn/ doanh nghiệp để hiểu và có thể áp dụng TTNT vào các bài toán theo như cầu của doanh nghiệp.

#### **IV. Thu hút nguồn lực trong và ngoài nước**

Tại các quốc gia có nền công nghệ AI phát triển nhất thế giới, điểm chung của sự phát triển hầu như đến từ đầu tư nguồn nhân lực. Vì vậy, để giải quyết bài toán nguồn nhân lực có chuyên môn về AI, Việt Nam cần tìm kiếm chuyên gia đào tạo AI, tập trung nguồn lực với các chuyên gia trong và ngoài nước để xây dựng một nền tảng AI vững mạnh.

Việc thu hút nguồn lực TTNT có thể tới từ: chính sách, chỉ đạo của nhà nước, các doanh nghiệp thu hút nhân lực cho chính doanh nghiệp đó, các trường đại học. Thu hút nguồn nhân lực TTNT chất lượng cao cũng là một trong số các mục tiêu của Chiến lược quốc gia về nghiên cứu, phát triển và ứng dụng trí tuệ nhân tạo.

Một số chính sách của Nhà nước về thu hút nguồn nhân lực TTNT như:

- Bộ Kế hoạch và Đầu tư có nhiều hoạt động hỗ trợ khởi nghiệp đổi mới sáng tạo, trong đó có AI. Theo đó, Bộ Kế hoạch và Đầu tư tập trung khơi

thông nguồn vốn cho AI qua các quỹ đầu tư trong nước quốc tế. Tại sự kiện Vietnam Venture Summit tháng 6/2019, 18 quỹ đầu tư quốc tế và trong nước cam kết đầu tư 425 triệu USD cho startup Việt trong 3 năm tới. Đồng thời, Bộ đẩy mạnh phát triển nguồn nhân lực với việc năm 2018 đánh dấu sự kiện thành lập mạng lưới đổi mới sáng tạo Việt Nam, quy tụ các chuyên gia công nghệ và cộng đồng AI. Thời gian tới, Bộ sẽ mở rộng và phát triển mạng lưới tri thức AI người Việt tại một số quốc gia khác, cũng như thành lập quỹ Global Fund nhằm đào tạo nguồn nhân lực chất lượng cao [8].

- Năm 2018, Bộ KHHCN tổ chức Ngày hội Trí tuệ nhân tạo. Bộ KHHCN đã mời 100 nhà khoa học Việt Nam trong lĩnh vực này đang công tác ở nước ngoài về để đóng góp ý kiến cho các chiến lược, chương trình phát triển TTNT của Việt Nam.
- Khởi động mạng lưới hợp tác về trí tuệ nhân tạo Việt - Úc (Vietnam - Australia AI) do Bộ Khoa học và Công nghệ khởi xướng, nằm trong khuôn khổ chương trình quảng bá chiến lược quốc gia về trí tuệ nhân tạo - AI, Bộ Khoa học và Công nghệ cùng các đối tác kêu gọi mọi cá nhân và tổ chức đang hoạt động trong lĩnh vực trí tuệ nhân tạo tại Việt Nam ghi danh tham gia.

Mạng lưới hợp tác về trí tuệ nhân tạo đặt mục tiêu thu hút ít nhất 100 doanh nghiệp và 1.000 cá nhân hoạt động trong lĩnh vực AI ghi danh, sinh hoạt tại [facebook.com/groups/mangluoiaia](https://facebook.com/groups/mangluoiaia). Các cá nhân đăng ký tham gia là các nhà khoa học (scientists), các chuyên gia (specialists) và cán bộ ứng dụng (practitioners), kể cả các cá nhân đang hoạt động trong lĩnh vực này là người Việt Nam ở nước ngoài.

Mạng lưới hợp tác về trí tuệ nhân tạo được khởi động nhằm tập hợp các cá nhân, doanh nghiệp, tổ chức đang hoạt động về AI tại Việt Nam cùng hợp tác với Úc, làm tiền đề xây dựng một cộng đồng hợp tác bền vững về trí tuệ nhân tạo tại Việt Nam, cũng như quốc tế trong tương lai.

Hoạt động của mạng lưới là xây dựng và tạo cơ hội cho nhân lực ngành AI, kết nối cộng đồng nghiên cứu và tiếp cận với các thông tin chính sách, chương trình hỗ trợ AI của nhà nước, trước mắt là của Bộ Khoa học và Công nghệ. Các doanh nghiệp tham gia có cơ hội hỗ trợ kết nối chuyên gia tìm giải pháp ứng dụng AI; kết nối các doanh nghiệp khác



trong và ngoài nước học hỏi kinh nghiệm triển khai và chuyển giao công nghệ, cung-cầu giải pháp về AI.

Thứ trưởng Bùi Thế Duy cho biết thêm: Thông qua mạng lưới, Việt Nam mong muốn học hỏi từ Australia cũng như các nước khác để tạo môi trường thuận lợi cho phát triển AI tại Việt Nam, hiện thực hóa mục tiêu "tham vọng" đặt ra trong Chiến lược quốc gia về trí tuệ nhân tạo – đưa Việt Nam vào top 4 ASEAN và 50 nước hàng đầu thế giới về nghiên cứu, phát triển và ứng dụng trí tuệ nhân tạo vào năm 2030 [9, 10].

Quỹ Đổi mới sáng tạo Vingroup cũng triển khai chương trình:

- Học bổng sau tiến sỹ
- Học bổng cho thạc sỹ, tiến sỹ trong nước
- Học bổng thạc sỹ, tiến sỹ ở nước ngoài.

Các học bổng này ưu tiên cho các ứng viên trong lĩnh vực KHDL, TTNT.

Các doanh nghiệp cũng chủ động phối hợp với các đơn vị đào tạo xây dựng giáo trình sát thực tiễn nhu cầu và các khóa học ngắn hạn tạo lộ trình phát triển nhân lực AI chuyên nghiệp, thậm chí đặt hàng với các trường đại học, viện nghiên cứu; đồng thời tạo cơ hội việc làm mới cho những nhóm nhân lực có chuyên môn. Cùng với các chiến lược đào tạo, doanh nghiệp cần cân nhắc cải thiện môi trường làm việc phù hợp với đặc thù của lao động công nghệ, định hướng sự phát triển nghề nghiệp rõ ràng cho mỗi nhân viên nhằm thu hút và giữ chân nhân tài.

Các doanh nghiệp thường có chính sách thu hút sinh viên từ năm cuối để đào tạo, tham gia dự án, có đãi ngộ tốt và sau đó vào làm ngay sau khi tốt nghiệp. VinAI có chính sách thu hút sinh viên từ năm cuối đại học theo chương trình AI Residency. Chương trình tuyển sinh viên tài năng từ đại học và đào tạo và có chế độ đãi ngộ tốt, sau đó sinh viên sẽ làm tiếp sau khi tốt nghiệp. Nhiều sinh viên tham gia chương trình này đã có các công bố trên hội thảo đầu ngành trong lĩnh vực Trí tuệ nhân tạo như NeurIPS, InterSpeech, ICML, CVPR. Chương trình Đào tạo Kỹ sư AI Vingroup được Tập đoàn Vingroup triển khai từ tháng 8/2020 với mục đích xây dựng đội ngũ kỹ sư công nghệ chất lượng cao, có kỹ năng giải quyết các bài toán thực tiễn, đáp ứng nhu cầu nguồn lực công nghệ trong hệ sinh thái của Tập đoàn. Đối tượng tuyển: sinh viên đại học xuất sắc từ năm 3 chuyên ngành Công nghệ thông tin,

Điện tử viễn thông, Toán tin; học viên cao học chuyên ngành Khoa học máy tính, Khoa học dữ liệu và Trí tuệ nhân tạo, kỹ sư tốt nghiệp trong vòng 3 năm. Chương trình tập trung đào tạo về Trí tuệ Nhân tạo và Khoa học Dữ liệu, chương trình trang bị các kiến thức công nghệ nền tảng ứng dụng và cơ hội trải nghiệm mô phỏng làm việc thực tế tại các dự án công nghệ trọng điểm của Vingroup. Đội ngũ tham gia chương trình được kỳ vọng trở thành tinh hoa khai phá công nghệ mới, thúc đẩy sáng tạo, năng tâm khoa học công nghệ của Việt Nam nói chung và Tập đoàn Vingroup nói riêng.

FPT Quy Nhơn AI - Trung tâm nghiên cứu và ứng dụng Trí tuệ nhân tạo Quy Nhơn - AICamp, cũng triển khai một số chương trình thu hút chuyên gia AI. Ngoài ra, các trường đại học có đào tạo KHDL, CNTT khi tuyển dụng cán bộ cũng ưu tiên lĩnh vực KHDL, CNTT. Các tập đoàn lớn như Viettel, VNG... cũng có các chương trình đãi ngộ tốt để thu hút chuyên gia trong lĩnh vực.

## V. Kết luận

Hiện nay, CNTT đã có nhiều ứng dụng trong các lĩnh vực của cuộc sống. Nguồn nhân lực CNTT đang thiếu hụt nghiêm trọng do:

- Nguồn cung phần lớn tới từ các trường đại học kỹ thuật lớn có đào tạo ngành/ chuyên ngành KHDL, CNTT nhưng số lượng đào tạo còn hạn chế vì thiếu hụt đội ngũ giảng dạy, cơ sở vật chất.
- Chuyên gia CNTT hay nhảy việc do lương cao.

Vì vậy, việc xây dựng các chương trình đào CNTT, KHDL trong các trường đại học có ý nghĩa vô cùng quan trọng. Ngoài ra, đào tạo không chỉ dừng lại trong nhà trường mà cả những quá trình ra xã hội, quá trình đào tạo cần sự liên kết nhiều ngành, lĩnh vực khác nhau, bởi AI chỉ phát huy được sức mạnh khi có sự kết hợp với những kiến thức chuyên môn các lĩnh vực khác. Khả năng ngoại ngữ chưa thành thạo vẫn còn là hạn chế của nhân lực Công nghệ. Do đó, cần thúc đẩy việc phối hợp liên ngành, phối hợp giữa nhà trường – doanh nghiệp trong lĩnh vực này.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. <https://www.bhef.com/publications/investing-americas-data-science-and-analytics-talent>

2. <http://hanoimoi.com.vn/tin-tuc/Khoa-hoc/1011192/phat-trien-nhan-luc-linh-vuc-tri-tue-nhan-tao>
3. <https://sohuutritue.net.vn/tri-tue-nhan-tao-tai-viet-nam-thach-thuc-nguon-nhan-luc-d104346.html>
4. <https://www.navigosgroup.com/bao-cao-ve-nhan-luc-cong-nghe-truoc-lan-song-cong-nghe-moi-tri-tue-nhan-tao-ai-va-chuoi-khoi-blockchain/>
5. <https://tienphong.vn/dao-tao-nganh-tri-tue-nhan-tao-khoa-hoc-du-lieu-thieu-tam-nhin-va-ket-noi-post1379888.tpo>
6. [https://vnuhcm.edu.vn/tin-tuc\\_32346864/ra-mat-chuong-trinh-dao-tao-tri-tue-nhan-tao-va-cong-nghe-robot/333633396864.html](https://vnuhcm.edu.vn/tin-tuc_32346864/ra-mat-chuong-trinh-dao-tao-tri-tue-nhan-tao-va-cong-nghe-robot/333633396864.html)
7. <https://www.aicenter-itp.edu.vn/>
8. <http://hvcsnd.edu.vn/nghien-cuu-trao-doi/dai-hoc-40/phat-trien-tri-tue-nhan-tao-ai-tai-viet-nam-thuc-trang-kinh-nghiem-quoc-te-va-xu-huong-phat-trien-5675>
9. <https://baotintuc.vn/khoa-hoc-cong-nghe/thu-hut-nguoi-viet-tham-gia-mang-luoi-tri-tue-nhan-tao-20210904085653497.htm>
10. <https://www.vietnamplus.vn/ra-mat-mang-luoi-hop-tac-ve-tri-tue-nhan-tao-tai-viet-nam/737080.vn>

## **CHƯƠNG 4: NGHIÊN CỨU PHÁT TRIỂN TTNT**

Quyết định 127/QĐ-Ttg của Thủ tướng Chính phủ ban hành Chiến lược Quốc gia về nghiên cứu, phát triển và ứng dụng Trí Tuệ Nhân Tạo (TTNT) đến năm 2030 [1] xác định rõ mục tiêu đẩy mạnh nghiên cứu, phát triển và ứng dụng TTNT, đưa TTNT trở thành lĩnh vực công nghệ quan trọng của Việt Nam trong cuộc Cách mạng Công nghiệp lần thứ tư. Đến năm 2030, Việt Nam trở thành trung tâm đổi mới sáng tạo, phát triển các giải pháp và ứng dụng TTNT trong khu vực ASEAN và trên Thế giới. Trong đó, tập trung đầu tư cho nghiên cứu phát triển một số nền tảng, sản phẩm TTNT cấp thiết và quan trọng phục vụ thị trường trong nước, hướng đến thị trường trong khu vực và toàn cầu. Ứng dụng TTNT để nâng cao hiệu quả đầu ra của các hoạt động nghiên cứu, phát triển trong các lĩnh vực khác.

Chương 4 tập trung vào phân tích tình hình nghiên cứu và phát triển TTNT chung ở quốc tế và Việt Nam, đưa ra các số liệu thống kê về công bố khoa học, đăng ký sở hữu công nghiệp, một số chính sách của nhà nước và doanh nghiệp thúc đẩy nghiên cứu và phát triển TTNT trong nước. Nền tảng công nghệ hỗ trợ thực hành nghiên cứu và phát triển TTNT trong nước cũng được đề cập cùng với việc trình bày có chọn lọc các lĩnh vực nghiên cứu và chủ đề nghiên cứu quan trọng của TTNT có thể giúp người đọc có thể tìm thấy hướng đi phù hợp với nhu cầu của mình.

### **I. Tình hình chung về nghiên cứu và phát triển TTNT**

#### **1 Tình hình nghiên cứu và phát triển**

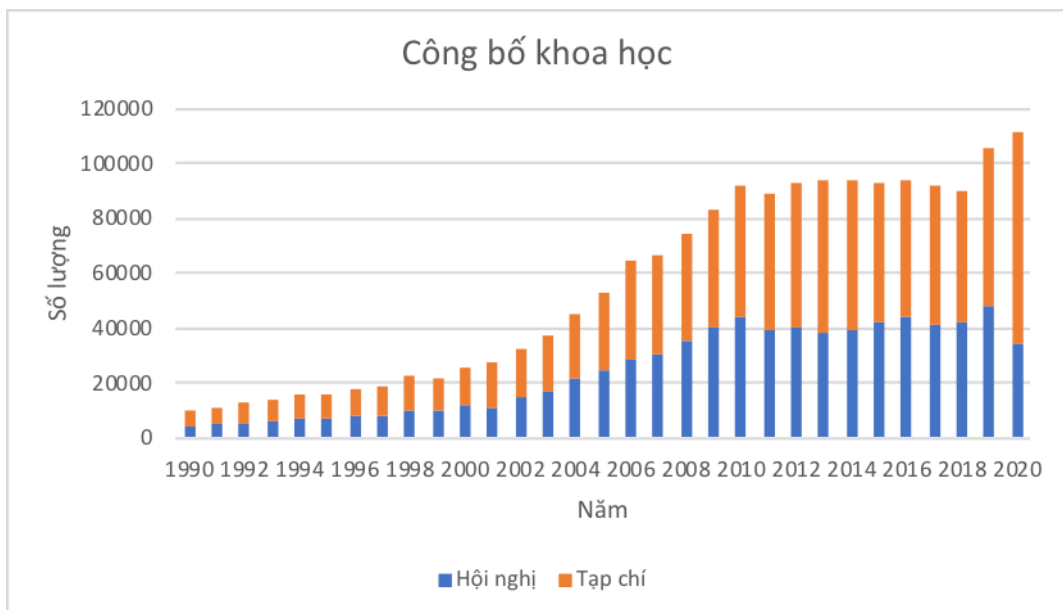
Trí tuệ nhân tạo được hiểu là khả năng của máy tính (hoặc hệ thống do máy tính điều khiển) thực hiện các công việc đòi hỏi trí tuệ con người như nhận dạng tiếng nói, hình ảnh, học dựa trên kinh nghiệm, dự đoán, ra quyết định. TTNT bắt đầu được nghiên cứu từ những năm 50 thế kỷ trước. Tuy nhiên, chỉ trong khoảng 10 năm gần đây TTNT mới bắt đầu có những bước tiến lớn và tiềm năng được ứng dụng rộng rãi. Các hệ thống TTNT được phân thành hai loại chính: (i) Trí tuệ nhân tạo chuyên dụng chỉ các hệ thống TTNT, được thiết kế cho một bài toán cụ thể hoặc hạn chế về phạm vi như dịch tự động, nhận dạng tiếng nói, nhận dạng mặt người trong video. Đa số ứng dụng TTNT hiện nay thuộc loại này và (ii) Trí tuệ nhân tạo phổ quát chỉ các hệ thống TTNT, có khả năng tương tự hoặc hơn con người khi giải quyết lớp rộng các bài toán đòi

hỏi trí tuệ. Việc xây dựng hệ thống có TTNT phổ quát là vấn đề khó, chưa thể giải quyết một cách đầy đủ và toàn diện trong tương lai gần.

Kể từ khi khái niệm TTNT lần đặt tên ở hội nghị Dartmouth vào năm 1956 và lần đầu tiên trở thành một môn học học thuật, TTNT đã trải qua nhiều thăng trầm với những giai đoạn phát triển và đóng băng. Kể từ năm 2012 đến nay, sự tăng trưởng mạnh của dữ liệu số, khả năng kết nối, và sức mạnh tính toán cùng với nguồn đầu tư lớn đã tạo ra những đột phá cho các kỹ thuật học máy (chủ yếu là mạng nơ ron nhân tạo và học sâu) báo hiệu trước một kỷ nguyên về tiềm năng của TTNT có thể được áp dụng trong hầu hết các lĩnh vực trong ngành kinh tế số.

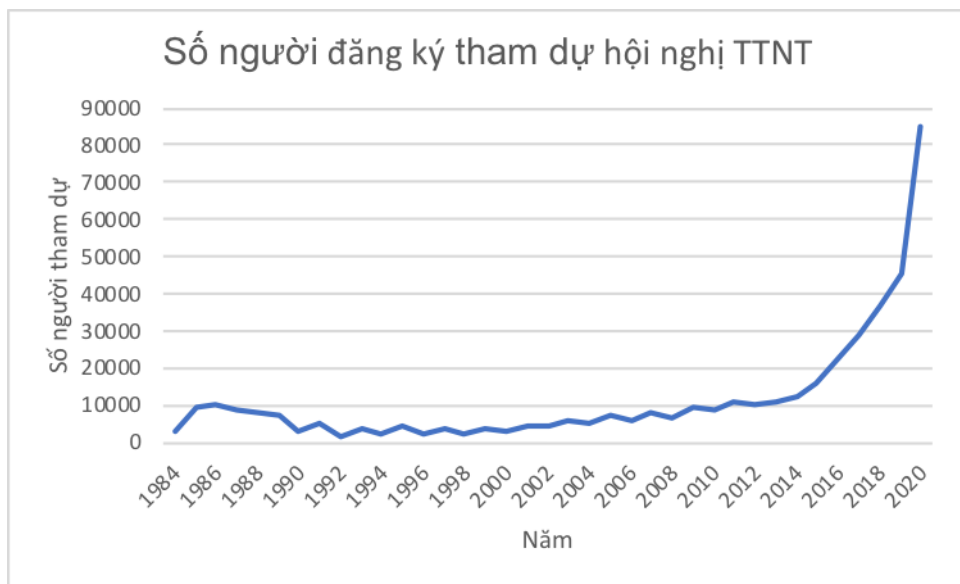
Các công nghệ TTNT có thể được miêu tả dưới dạng các sáng chế độc quyền hoặc các công bố khoa học được chia sẻ trên các nền tảng kỹ thuật số hoặc được phát triển nội bộ và được bảo vệ bởi các bí mật kinh doanh. Phần này sẽ cung cấp một số thống kê về số lượng công bố khoa học và sáng chế liên quan đến TTNT để người đọc thấy được xu hướng công nghệ và đánh giá được thực trạng phát triển của TTNT trên thế giới cũng như ở Việt Nam. Bên cạnh đó, một số chính sách của chính phủ dưới dạng các chương trình và định hướng cấp quốc gia và địa phương cùng với hiện trạng của một số trung tâm nghiên cứu và triển khai ứng dụng TTNT ở Việt Nam để người đọc có thể thấy được xu hướng nghiên cứu và phát triển ứng dụng CNTT nước nhà.

## 2 Công bố khoa học về TTNT



Hình 1. Số lượng công bố khoa học liên quan đến TTNT trên toàn Thế giới.

Trên Thế giới, theo thống kê của WIPO [2], trong giai đoạn từ 1960 đến giữa 2018, tổng số công bố khoa học liên quan tới TTNT trên toàn thế giới đạt tới 1.636.649 bài. Theo một thống kê khác [3], trong 20 năm gần đây từ 1998 đến 2018, tổng số bài báo TTNT là 630.000 bài, riêng năm 2017 có 65.100 bài trong danh mục Web of science. Trong 6 năm từ 2015 đến 2020, số lượng các tài liệu TTNT được lưu trữ trong thư viện arXiv tăng gấp 6 lần từ 5.478 tài liệu tính đến năm 2015 lên 34.736 tài liệu trong tính đến năm 2020. Số công bố khoa học về TTNT chiếm khoảng 3,8% trên tổng số toàn bộ công bố khoa học trên thế giới trong năm 2019, trong khi đó con số này trong năm 2011 là 1.3%.



Hình 2. Tổng số người tham dự các hội nghị lớn về TTNT (AAAI, CVPR, ICML, ICRA, IJCAI, IROS, NeurIPS, AAMAS, ACL, ICAPS, ICLR, KR, UAI).

Dữ liệu mới được công bố từ [4] cho thấy, số công bố khoa học (bao gồm công bố trên tạp chí khoa học và hội nghị khoa học) về TNTT tăng đáng kể trong hai năm 2019 và 2020 (xem Hình 1). Số lượng người đăng ký tham dự 13 hội nghị uy tín trên thế giới tăng mạnh kể từ năm 2016 (xem Hình 2). Đặc biệt, do tình hình COVID-19, phần lớn các hội nghị đều được tổ chức dưới hình thức online trong năm 2020, do đó năm 2020 ghi nhận số lượng người đăng ký tham dự tăng gấp đôi so với các năm trước đó.

Bảng 1. Số liệu về công bố khoa học Scopus của 10 quốc gia ASEAN (giai đoạn 1996-2020)

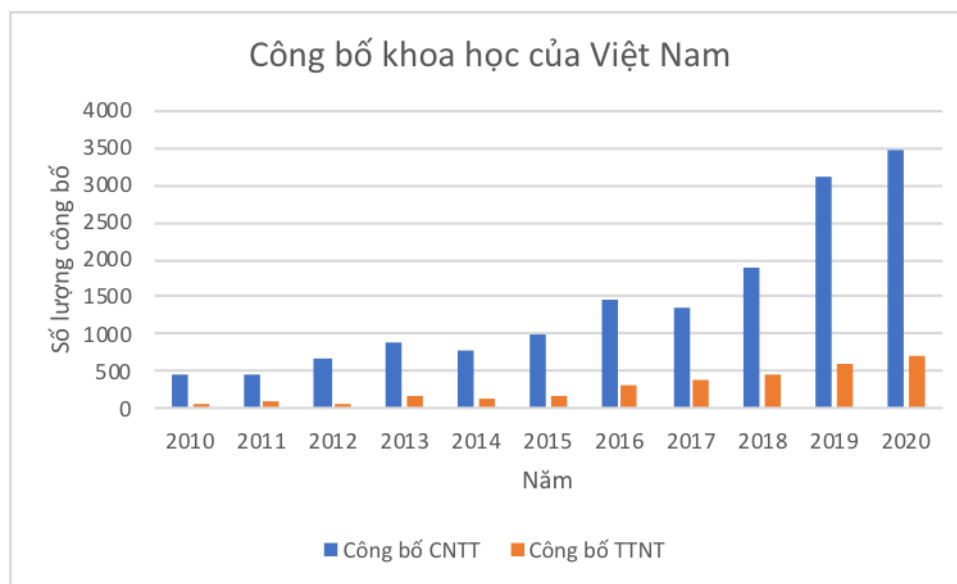
Chỉ số	SIN	MAL	THA	IND	VIE	PHI	MYA	BRU	CAM	LAO
Dân số (Triệu)	5.7	31.9	69.6	270.6	96.5	108.1	54	0.4	16.5	7.2
GDP (Tỷ USD)	339.9	358.8	505.3	1,097.20	249.4	415.8	75.2	32,230	25.2	18.4
Tổng số công bố	352240	368061	223696	212806	84359	45309	4876	5791	5217	3418
Công bố CNTT	75255	69099	28678	36362	16691	6096	888	697	153	84
Công bố TTNT	11094	10529	5807	9592	3364	1912	299	126	15	18

Ngay từ những năm 80 của thế kỷ trước, các nhóm nghiên cứu Trí tuệ nhân tạo của Việt Nam đã có các công trình nghiên cứu định hướng ứng dụng TTNT về nhận dạng chữ, biển số xe, hệ chuyên gia, hệ mờ, hệ trợ giúp quyết định dựa trên mô hình và tri thức. Tuy vậy, do các hạn chế về trang thiết bị, các công cụ phần mềm và môi trường thực tế, việc ứng dụng TTNT gặp khó khăn và chưa đạt được yêu cầu áp dụng thực tế. Cùng với sự phát triển trong lĩnh vực TTNT với thế giới, tình hình nghiên cứu và phát triển ứng dụng TTNT ở Việt Nam cũng có nhiều khởi sắc.

Về các công trình công bố liên quan tới TTNT, Việt Nam có sự gia tăng trong thời gian gần đây, đặc biệt trên các tạp chí quốc tế có uy tín. Trong giai đoạn 1996-2020, trong 10 quốc gia thuộc khối ASEAN, Việt Nam xếp thứ 5 về số lượng công bố khoa học và cũng xếp thứ 5 về số lượng công bố khoa học về TTNT trên cơ sở dữ liệu Scopus, xem Bảng 1. Trong khi GDP danh nghĩa của Việt Nam thấp hơn hẳn trong nhóm 5 quốc gia hàng đầu về kinh tế Đông Nam Á, điều này cho thấy nỗ lực lớn của cộng đồng TTNT của Việt Nam.

Hình 3 cho thấy mối tương quan giữa số lượng công bố khoa học về TTNT và về Công nghệ Thông tin (CNTT) của Việt Nam. Nếu như số lượng công bố

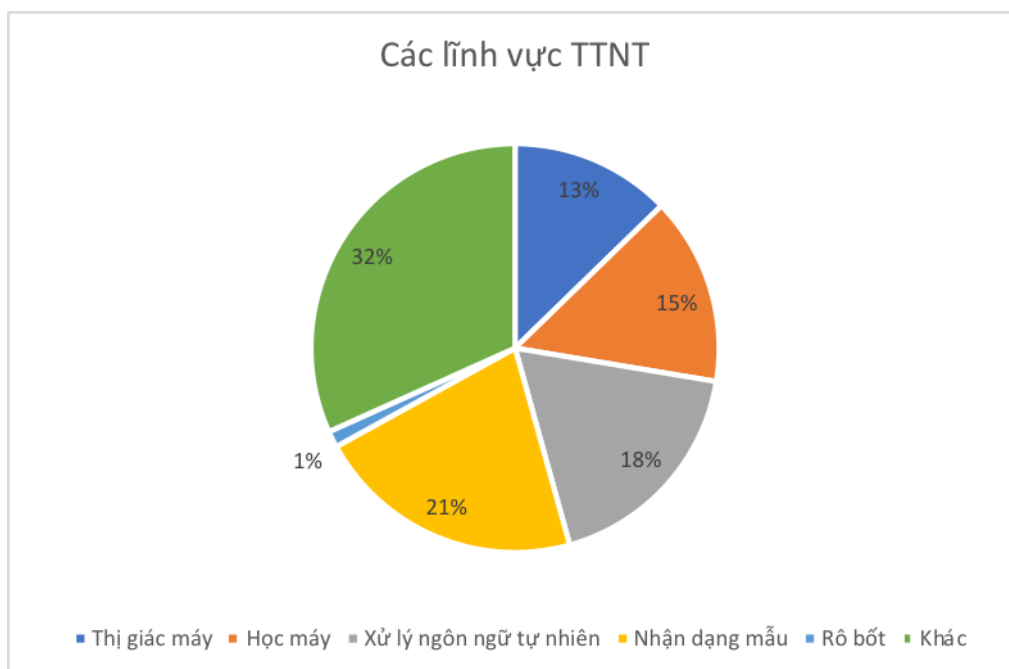
khoa học về TTNT trên thế giới không có sự đột biến nhiều trong các năm kể từ 2010 (trừ hai năm 2019 và 2020) (xem Hình 1) thì số lượng công bố khoa học về TTNT và CNTT ở Việt Nam luôn duy trì mức độ tăng trưởng cao trong suốt thập kỷ qua (xem Hình 3). Điều này cho thấy cộng đồng nghiên cứu về TTNT nói riêng và CNTT ở Việt Nam luôn duy trì nỗ lực rất lớn trong thời gian qua.



Hình 3. Số lượng công bố khoa học của Việt Nam theo năm.

Các lĩnh vực nghiên cứu trong TTNT của Việt Nam cũng rất đa dạng. Hình 4 cho thấy sự đóng góp lớn của các nhóm nghiên cứu thuộc hai lĩnh vực Xử lý ngôn ngữ tự nhiên (18%) và Thị giác máy (13%). Trong khi đó, các nhóm nghiên cứu về Robot còn khá khiêm tốn trong công bố khoa học (1%).

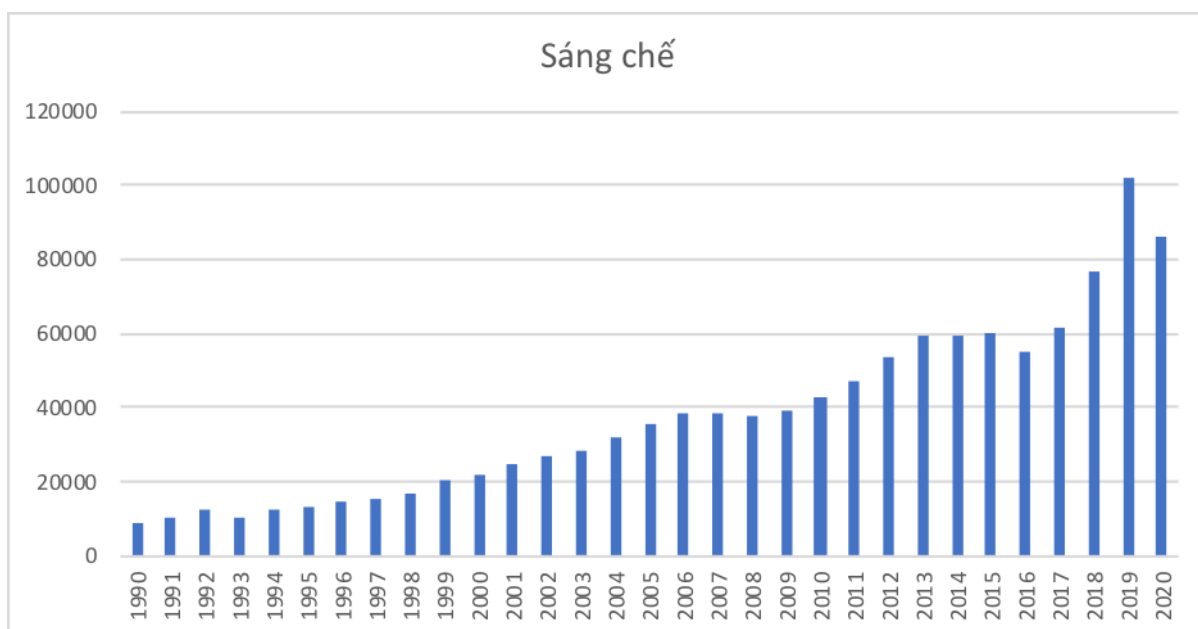




Hình 4. Tỷ lệ các công bố theo lĩnh vực TTNT của Việt Nam tính đến năm 2020.

### 3 Sáng chế và giải pháp hữu ích trong TNTT

Một chỉ số quan trọng khác về nghiên cứu phát triển liên quan tới TTNT là số lượng công bố sáng chế và giải pháp hữu ích trong lĩnh vực này. Hình 5 cho thấy năm 2019 và 2020 (năm 2020 chưa được thống kê đầy đủ) có sự phát triển đáng kể về số lượng công bố sáng chế liên quan đến TTNT trên toàn thế giới. Điều này khá tương đồng với số lượng công bố khoa học trong 2 năm 2019 và 2020 (xem Hình 1).



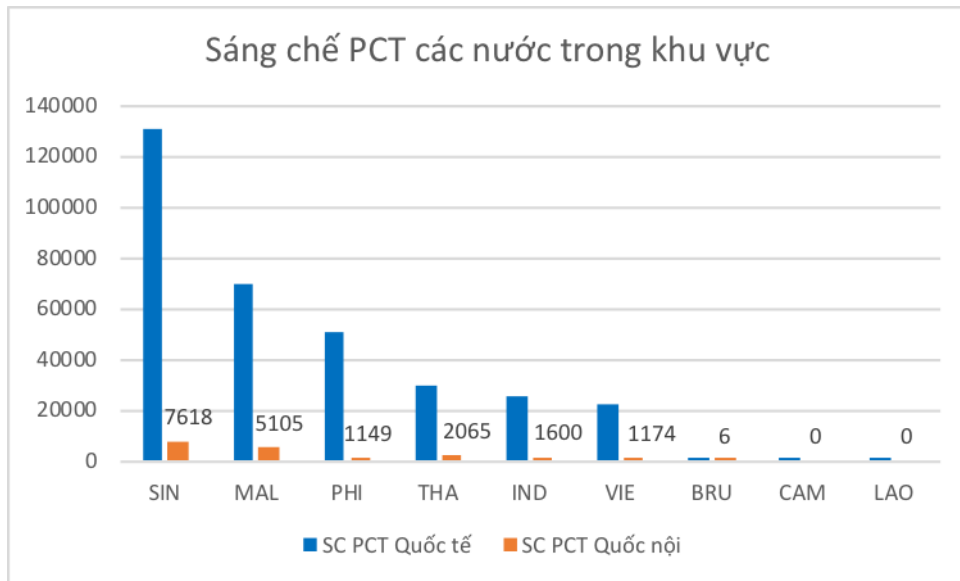
Hình 5. Số lượng sáng chế liên quan đến TTNT trên toàn thế giới.

	Học máy	Thị giác máy	Xử lý ngôn ngữ	Xử lý tiếng nói	Phương pháp điều khiển	Lên kế hoạch và lập lịch	Rủi ro	Biểu diễn trị thực và suy diễn	Phân tích dự đoán	TTNT phân tán
Viễn thông	16 201	22 871	7 553	12 549	3 496	2 601	2 476	1 292	1 533	516
Giao thông	13 741	21 744	2 330	3 997	14 030	3 614	5 080	761	866	533
Thiết bị cá nhân	11 585	17 164	7 920	6 678	1 625	1 663	1 416	1 838	1 069	223
Khoa học sự sống và y tế	18 772	17 098	3 818	2 504	1 494	1 617	1 988	1 698	1 694	428
An ninh	8 813	17 235	3 033	3 075	1 162	1 401	793	795	594	243
Xuất bản và quản lý tài liệu	6 841	11 530	9 526	3 291	163	517	221	880	431	83
Kinh doanh	9 709	7 968	5 850	2 422	271	1 381	350	1 820	2 585	189
Công nghiệp và sản xuất	9 569	5 573	3 031	798	1 262	2 404	1 073	1 213	1 086	382
Khoa học vật lý và kỹ thuật	8 330	5 397	1 284	1 183	1 540	721	679	444	720	171
Mạng máy tính	5 296	3 659	2 350	1 498	343	789	380	630	570	183
Nghệ thuật và nhân văn	2 489	4 852	2 669	2 615	237	273	371	203	277	44
Giáo dục	3 914	3 767	1 642	1 951	284	365	372	532	247	56
Bản đồ	3 276	3 334	1 610	759	697	697	257	365	425	98
Quản lý năng lượng	3 766	1 056	397	309	734	944	336	187	299	335
Giải trí	1 822	2 890	737	1 087	309	199	528	189	133	41
Chính phủ điện tử	2 583	2 587	938	444	149	380	135	243	213	71
Ngân hàng và tài chính	2 368	2 047	1 055	493	87	435	99	394	449	81
Nông nghiệp	1 430	1 196	291	126	778	282	415	82	138	48
Quân sự	1 300	1 343	370	269	443	241	255	110	111	73
Khoa học xã hội và hành vi	780	404	550	121	25	153	37	123	65	23

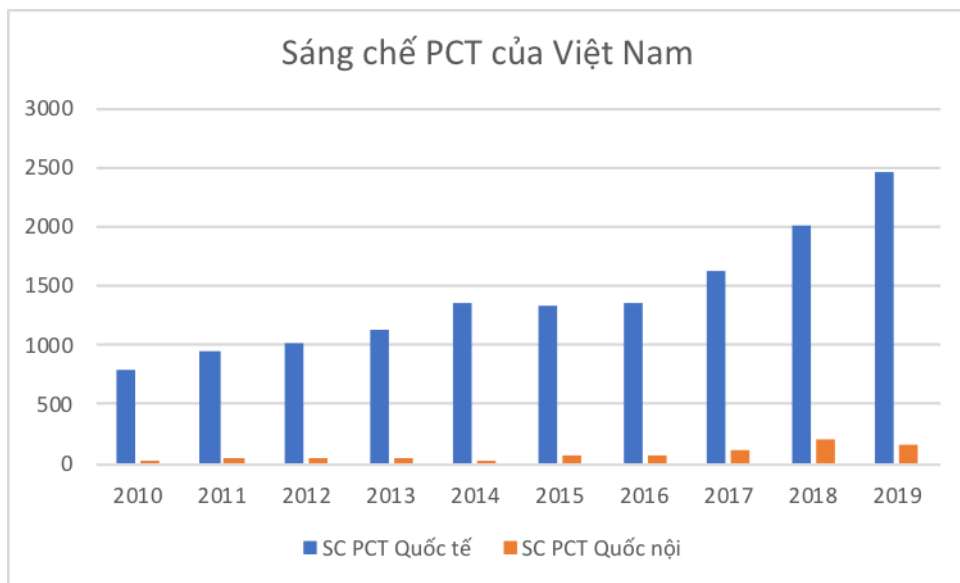
Hình 6. Thống kê số lượng sáng chế theo lĩnh vực nghiên cứu của TTNT và ứng dụng.

Hình 6 cho thấy mối liên hệ giữa các ứng dụng thực tiễn và các lĩnh vực nghiên cứu TTNT thông qua số lượng công bố sáng chế và giải pháp hữu ích. Có thể thấy lĩnh vực thị giác máy xuất hiện trong nhiều ứng dụng khác nhau như viễn thông, giao thông, thiết bị cá nhân, an ninh, xuất bản và quản lý tài

liệu. Xử lý ngôn ngữ được ứng dụng nhiều trong ứng dụng xuất bản và quản lý tài liệu, viễn thông, thiết bị cá nhân và kinh doanh. Xử lý tiếng nói được ứng dụng nhiều trong viễn thông và thiết bị cá nhân. Phương pháp điều khiển và robot được ứng dụng nhiều trong giao thông.



Hình 7. Số lượng sáng chế PCT của các nước trong khu vực.



Hình 8. Số lượng sáng chế PCT của Việt Nam.

Hình 7 và Hình 8 cho thấy số lượng sáng chế được nộp cơ quan Hiệp ước Hợp tác Sáng chế (Patent Cooperation Treaty - PCT) của các nước trong khu vực và của Việt Nam. Trong đó, chỉ số SC PCT quốc nội là số sáng chế được nộp qua đại diện PCT ở trong nước và SC PCT Quốc tế là số sáng chế PCT

được chỉ định nộp qua PCT quốc gia đó. Ở đây ta có thể quan sát thấy số lượng sáng chế được PCT quốc nội của các nước chỉ bằng một phần nhỏ so với số sáng chế PCT quốc tế được chỉ định nộp vào nước đó. Số liệu cũng cho thấy tổng số sáng chế PCT quốc nội của Việt Nam khoảng 1174 và số lượng sáng chế PCT của Việt Nam có sự tăng trưởng đáng kể trong năm 2018 và 2019. Tuy nhiên, ở thời điểm hiện tại, dữ liệu thống kê của WIPO chưa ghi nhận được sáng chế PCT của Việt Nam trong lĩnh vực CNTT và TTNT. Do đó, nghiên cứu ứng dụng và thực hiện xác lập quyền bảo hộ trí tuệ sáng chế quốc tế đối với lĩnh vực CNTT và TTNT ở Việt Nam cần được chú trọng và phát triển.

#### **4 Một số chương trình nghiên cứu cấp quốc gia, bộ ngành**

Nhằm đẩy mạnh nghiên cứu, phát triển và ứng dụng TTNT, Thủ tướng Chính phủ đã ban hành Chiến lược Quốc gia về Nghiên cứu, Phát triển và Ứng dụng Trí tuệ nhân tạo đến năm 2030 [1]. Mục tiêu đến năm 2030, Việt Nam trở thành trung tâm đổi mới sáng tạo, phát triển các giải pháp và ứng dụng TTNT trong khu vực ASEAN và trên thế giới. Các chương trình, đề án trọng điểm của chiến lược này bao gồm: Đề án phát triển nguồn nhân lực chất lượng cao về TTNT đến năm 2030 (Bộ Giáo dục và Đào tạo); Đề án xây dựng 03 Trung tâm cấp quốc gia về lưu trữ dữ liệu và tính toán hiệu năng cao (Bộ Quốc phòng; Bộ Công an; Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam); Chương trình khoa học và công nghệ quốc gia liên quan đến TTNT (Bộ Khoa học và Công nghệ); Chương trình hỗ trợ phát triển doanh nghiệp TTNT gắn với thực hiện Chương trình Chuyển đổi số quốc gia (Bộ Thông tin và Truyền thông) và Đề án xây dựng các nhóm dữ liệu mở chuyên ngành phục vụ nghiên cứu, phát triển TTNT ở Việt Nam (Bộ Khoa học và Công nghệ).

Trước đó, đầu tư của Nhà nước vào nghiên cứu TTNT cũng đã được triển khai trong các Chương trình KH&CN liên quan đến TTNT, như KC01, KC-4.0, NAFOSTED.... Trong khoảng thời gian 15 năm từ 2006 đến 2020, hơn 117 đề tài cấp Nhà nước liên quan tới lĩnh vực TTNT đã được xem xét và phê duyệt, trong đó riêng 3 chương trình lớn về KH&CN đã cấp khoảng 169, 215 tỷ đồng, cụ thể: Chương trình KC.01 đã tài trợ cho 15 nhiệm vụ về TTNT với tổng kinh phí cấp khoảng 46,405 tỷ đồng; Chương trình KC- 4.0/19-25 đã tài trợ cho 10 nhiệm vụ về TTNT với kinh phí cấp 62,460 tỷ đồng; Quỹ NAFOSTED quốc gia tài trợ 71 nhiệm vụ về TTNT với kinh phí cấp khoảng 60,350 tỷ đồng. Bên cạnh đó, các chương trình nghị định thư với các nước có nền khoa học và công nghệ phát triển như Đức, Ý, Hàn Quốc, ... hiện cũng đang tài trợ cho các nhóm

ngiên cứu trong nước cơ hội cùng làm việc với các nhóm nghiên cứu mạnh ở các nước đối tác các đề tài trong lĩnh vực TTNT.

Bên cạnh đó, chúng ta cũng đang chứng kiến sự xuất hiện các chương trình tài trợ nghiên cứu và đào tạo nhân lực ưu tiên lĩnh vực TTNT từ khối tư nhân. Trong đó có thể kể đến Chương trình tài trợ Dự án Khoa học Công nghệ của Quỹ đổi mới sáng tạo Vingroup, chương trình tài trợ đào tạo nguồn nhân lực TTNT FPT Software AI residency của tập đoàn FPT, ...

Các nhiệm vụ khoa học công nghệ được tài trợ chủ yếu tập trung vào các lĩnh vực: Các hệ thống thông minh, Xử lý ảnh, Xử lý ngôn ngữ tự nhiên, Tương tác người máy, Tin sinh học. Các nghiên cứu về xử lý ngôn ngữ tự nhiên, học máy đưa ra các giải pháp dịch tự động hai chiều Anh-Việt, Việt-Anh; xây dựng mạng từ tiếng Việt hoặc các giải pháp phân tích xu hướng cộng đồng dựa trên mạng xã hội và ứng dụng trong một số lĩnh vực như du lịch, kinh doanh sản phẩm công nghệ. Một số nghiên cứu về thiết kế robot hỗ trợ, trợ giúp người bệnh, người già, người khuyết tật. Nhiều nghiên cứu nhận dạng giọng nói trên các thiết bị hoặc trên robot, xử lý ảnh, nhận dạng các cử chỉ/hình ảnh phục vụ cho các tương tác người máy thời gian thực, hỗ trợ các công tác trong nông nghiệp (phân loại hạt điều), y tế (phát hiện bất thường trên ảnh X-Quang), an toàn an ninh (phát hiện và cảnh báo cháy, nhận dạng vân tay cho cảnh sát). Một số đề tài tập trung vào các giải pháp phát hiện, giám sát các vấn đề trong truy cập dịch vụ, giám sát an toàn hệ thống mạng, giám sát độ an toàn của các trang tin, bảo vệ và rò rỉ dữ liệu trong chính phủ điện tử. Một số kết quả của đề tài đã được đưa vào triển khai trong thực tế.

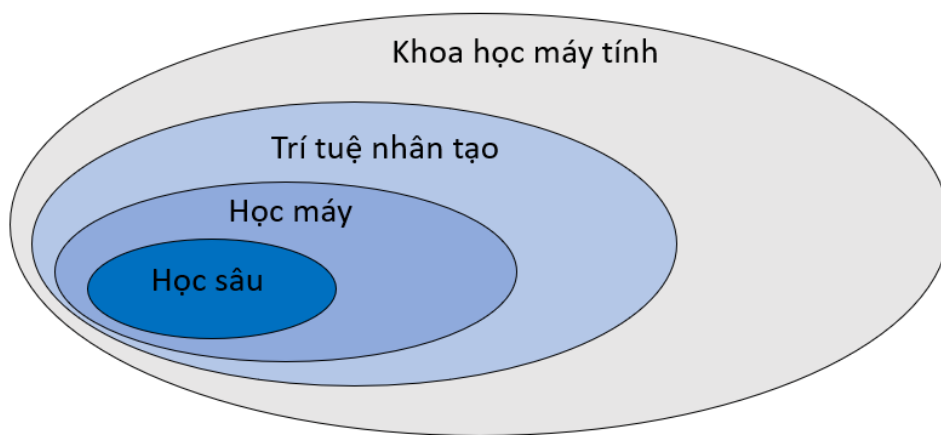
### **5 Một số trung tâm xuất sắc nghiên cứu và phát triển TTNT**

Những năm gần đây, cùng với các tiến bộ của khoa học dữ liệu, học máy, nền tảng dữ liệu thực tiễn dồi dào và sự trưởng thành của đội ngũ nghiên cứu trẻ trình độ cao được đào tạo bài bản ở các nước phát triển trở về nước, các nghiên cứu phát triển và ứng dụng TTNT đã dần được hình thành, củng cố và ngày càng phát triển. Các dự án nghiên cứu phát triển và ứng dụng TTNT được tập trung tại các trường đại học, viện nghiên cứu và công ty công nghệ hàng đầu như: Viện CNTT thuộc Viện HLKHCN Việt Nam; Trường Đại học Công nghệ, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên thuộc Đại học Quốc gia Hà Nội; Trường Đại học Bách khoa Hà Nội; Trường Đại học Bách khoa, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Học viện Kỹ thuật Quân sự; Học viện Công nghệ Bưu chính -

Viễn thông; Trường Đại học Phenika; Viện VinAI, VinBDI, Trường Đại học VinUni; Trung tâm FPT Research, Trường FPT Uni; Viện nghiên cứu CMC; ...

## II. Nền tảng TTNT và các lĩnh vực nghiên cứu TTNT

Trí tuệ nhân tạo là một lĩnh vực chuyên môn liên ngành trong Khoa học máy tính. TTNT bao gồm rất nhiều các nhánh nghiên cứu như học máy, giải quyết vấn đề bằng tìm kiếm, biểu diễn tri thức và lập luận, lập kế hoạch thông minh... (xem Hình 9). Trong số các nhánh nghiên cứu này, học máy đang dành được sự quan tâm rất lớn của cộng đồng nghiên cứu cũng như phát triển ứng dụng. Nguyên nhân một mặt do bản thân học máy cho phép các phần mềm ứng dụng đưa ra các dự đoán chính xác, chỉ cần dựa trên dữ liệu mẫu. Điều này làm cho việc ứng dụng học máy trở nên đơn giản và linh hoạt hơn. Mặt khác, kể từ năm 2012 đến nay, sự tăng trưởng mạnh của dữ liệu số, khả năng kết nối, và sức mạnh tính toán cùng với nguồn đầu tư lớn đã tạo ra những đột phá cho các kỹ thuật học máy chủ yếu là mạng nơ ron nhân tạo và học sâu. Điều này làm cho ứng dụng TTNT chuyên dụng (ví dụ: nhận dạng đối tượng trong ảnh) dựa trên học máy đạt được độ “thông minh” ngang bằng thậm chí vượt qua con người.



Hình 9. Mối liên hệ giữa Khoa học máy tính, Trí tuệ nhân tạo, Học máy và Học sâu.

Hình 10 cho thấy vai trò trung tâm của học máy trong các lĩnh vực nghiên cứu của TTNT. Dựa vào yêu cầu cụ thể của từng bài toán trong miền ứng dụng (Y tế, Giao thông, Tài chính, ...), lĩnh vực nghiên cứu TTNT sẽ được áp dụng (Thị giác máy cho các bài toán liên quan đến quan sát và hình ảnh, Xử lý ngôn ngữ cho bài toán xử lý văn bản hoặc ngôn ngữ, ...). Hình 6 ở trên cũng đưa ra

thống kê mức độ áp dụng lĩnh vực nghiên cứu CNTT tới các ứng dụng thực tế thông qua số lượng các bằng sáng chế được đăng ký. Phần này chủ yếu tập trung phân tích việc triển khai mô hình học máy cho các bài toán ứng dụng thực tiễn.

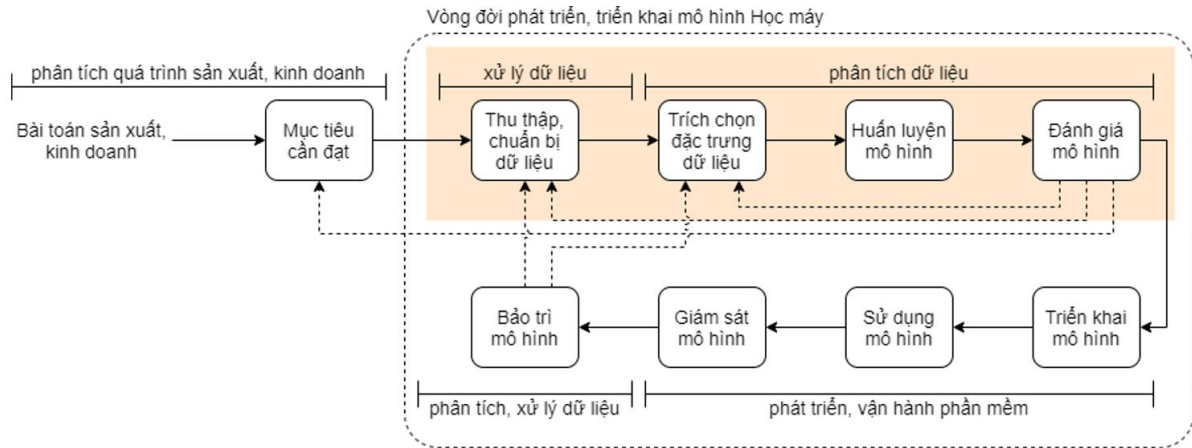


Hình 10. Các lĩnh vực nghiên cứu CNTT sử dụng học máy và ứng dụng.

### 1 Nền tảng nghiên cứu và phát triển ứng dụng Trí tuệ nhân tạo

Một dự án CNTT bắt đầu bằng việc hiểu rõ mục đích nghiệp vụ. Thông thường, một chuyên gia phân tích nghiệp vụ và phân tích dữ liệu sẽ thực hiện chuyển đổi bài toán nghiệp vụ thành một dự án CNTT. Ở đây, dự án CNTT phải xác định rõ mục tiêu. Cụ thể hơn, mục tiêu ở đây là đặc tả dữ liệu đầu vào và đầu ra cho mô hình CNTT cùng với các ràng buộc đối với hoạt động của mô hình. Mục tiêu của mô hình học máy ở đây không nhất thiết phải là mục tiêu của bài toán nghiệp vụ. Một cách tổng quát, vòng đời phát triển của một dự án trí tuệ nhân tạo (Hình 11) bao gồm các pha chính sau: Xử lý dữ liệu (thu thập, chuẩn bị dữ liệu); Phân tích dữ liệu (Trích chọn đặc trưng dữ liệu, huấn luyện mô hình, đánh giá mô hình); Phát triển, vận hành phần mềm (Triển khai mô hình, sử dụng mô hình, giám sát mô hình); và Phân tích và xử lý dữ liệu vận

hành (bảo trì mô hình). Trong đó, pha Xử lý và Phân tích dữ liệu liên quan trực tiếp đến quá trình nghiên cứu và phát triển các ứng dụng Trí tuệ nhân tạo.



Hình 11. Vòng đời phát triển, triển khai mô hình học máy [5].

#### a) Xử lý dữ liệu

Xử lý dữ liệu trong các bài toán TTNT thường bao gồm: Thu thập dữ liệu, làm sạch dữ liệu, gán nhãn và trực quan hóa dữ liệu. Quá trình này được biết đến là một khâu khó khăn nhất, tiêu tốn nhiều thời gian nhất và là nút thắt cổ chai của vòng đời phát triển sản phẩm TTNT. Các ứng dụng truyền thống như dịch máy hoặc theo dõi đối tượng thường khai thác những bộ dữ liệu chuẩn đã có từ trước. Hiện nay, ngày càng xuất hiện nhiều lớp ứng dụng mới yêu cầu dữ liệu huấn luyện với kích thước lớn. Các mô hình học máy thông thường đòi hỏi dữ liệu cần được gán nhãn ngữ nghĩa và trích chọn các thuộc tính đặc trưng. Việc này tiêu tốn rất nhiều thời gian và đòi hỏi nhân lực có kiến thức chuyên ngành. Học sâu được biết đến với khả năng tự động trích chọn các thuộc tính đặc trưng từ dữ liệu, đòi hỏi khối lượng dữ liệu huấn luyện rất lớn, tạo gánh nặng cho quá trình chuẩn bị dữ liệu.

Để giải quyết các vấn đề liên quan đến xử lý dữ liệu cho các bài toán TTNT, đã có nhiều nền tảng được phát triển nhằm giảm thiểu thời gian cho xử lý dữ liệu bằng việc cung cấp các tiện ích, hỗ trợ việc thu thập, làm sạch, gán nhãn, quản lý và theo dõi dữ liệu một cách tự động hoặc bán tự động.

Nền tảng Pachyderm [6] cung cấp các cấp tính năng về quản lý phiên bản dữ liệu tự động (automated data versioning), luồng xử lý được điều khiển bởi dữ liệu (data-driven pipelines), dòng dữ liệu bất biến (immutable data lineage). Nền tảng này có thể giúp các nhà phát triển ứng dụng TTNT dễ dàng quản lý dữ liệu của mình trong pha nghiên cứu và mở rộng quy mô dữ liệu trong pha triển



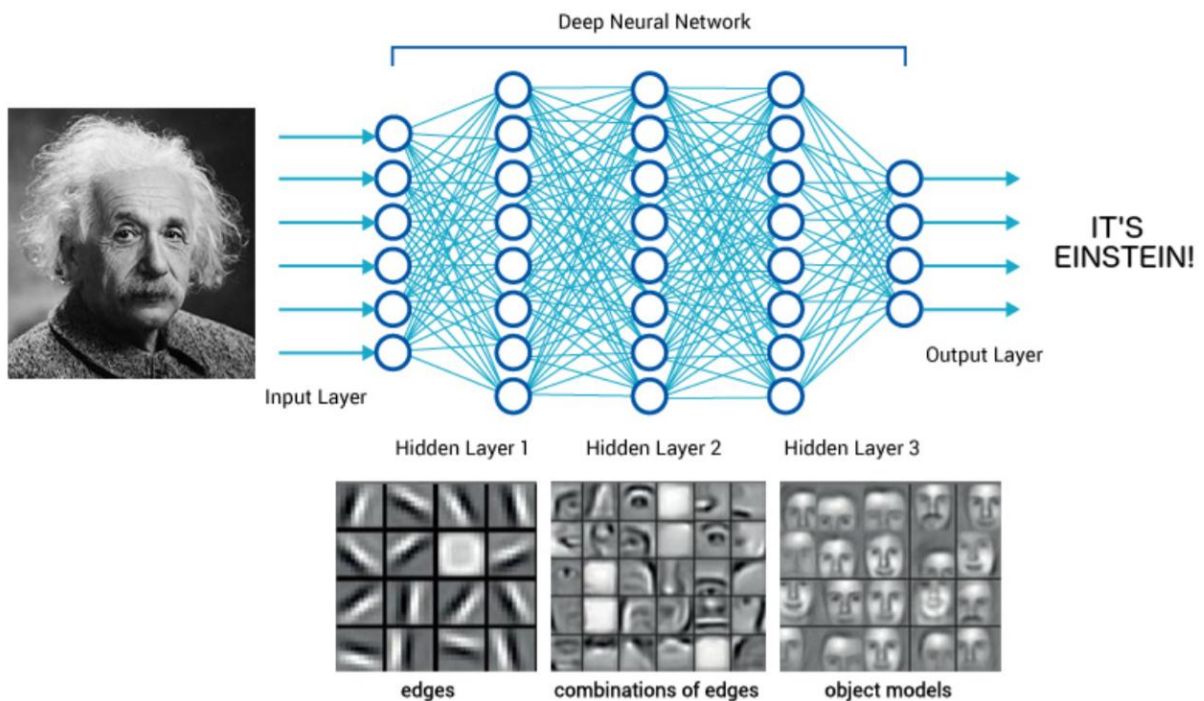
khai ứng dụng. Nền tảng TerminusX [7] cung cấp khả năng cho nhóm nghiên cứu triển khai tạo dựng hệ dữ liệu phân tán cùng với tính năng trực quan hóa quá trình xử lý dữ liệu được thể hiện dưới dạng đồ thị tri thức. Nền tảng điện toán đám mây Superb AI [8] hỗ trợ các nhà khoa học thực hiện việc gán nhãn số lượng lớn dữ liệu một cách tự động. Nền tảng YData [9] hỗ trợ các nhóm khoa học dữ liệu thực hiện gán nhãn dữ liệu một cách nhanh chóng. YData còn cung cấp các tính năng làm sạch dữ liệu, xây dựng bộ dữ liệu hoàn chỉnh nhờ công cụ tổng hợp, tăng thêm kích thước dữ liệu cho quá trình huấn luyện, tối ưu và kiểm thử mô hình.

#### *b) Mô hình học máy và học sâu*

Sau khi đã được làm sạch và gán nhãn, dữ liệu sẽ được đưa vào pha phân tích. Pha phân tích dữ liệu trong các ứng dụng học máy thông thường có các bước như trích chọn đặc trưng dữ liệu, xây dựng và huấn luyện mô hình học máy, đánh giá mô hình và hiệu chỉnh tham số. Các mô hình học máy cho phép tự thay đổi các tham số thông qua quá trình huấn luyện (sử dụng bộ dữ liệu huấn luyện đã được làm sạch và gán nhãn). Sau đó, mô hình được huấn luyện sẽ được dùng để dự đoán, ra quyết định, không cần lập trình một cách cụ thể và tường minh. Hiện tại có nhiều nền tảng và công cụ có thể hỗ trợ nghiên cứu và phát triển ứng dụng TTNT trong việc xây dựng và kiểm thử mô hình học máy phù hợp với bài toán ứng dụng. Đã được biết đến từ lâu trong cộng đồng nghiên cứu về học máy, công cụ Weka [10] cung cấp bộ thư viện các thuật toán học máy nhiều lớp bài toán trong học máy như phân lớp, xấp xỉ hàm, lựa chọn thuộc tính dữ liệu, phân cụm, ... Dù hỗ trợ người nghiên cứu có thể lựa chọn và tối ưu mô hình học máy nhanh và hiệu quả, nhược điểm của Weka là không hỗ trợ nhiều cho việc triển khai ứng dụng học máy sau khi mô hình đã được lựa chọn và huấn luyện.

Trong các bài toán TTNT, trích xuất được những đặc trưng trừu tượng từ dữ liệu là rất khó khăn. Ví dụ: chất giọng của người nói, phong cách múa của nghệ sỹ, phong cách vẽ của họa sỹ... Để giải quyết vấn đề này, kỹ thuật học sâu [11] nằm trong học máy (Hình 9) sử dụng nhiều lớp mạng nơ-ron nhân tạo để thực hiện quá trình học và tự động trích chọn đặc trưng từ dữ liệu. Các mạng nơ-ron được xây dựng, giống như bộ não của con người, với các nút nơ-ron được kết nối với nhau. Độ sâu của mô hình mạng học sâu được biểu thị bằng số lớp trong mô hình. Các mô hình học máy truyền thống thường yêu cầu dữ liệu huấn luyện phải là những đặc trưng chứa đựng thông tin về đối tượng cần được học.

Quá trình trích chọn đặc trưng đòi hỏi công sức của chuyên gia chuyên ngành. Đặc biệt, với các loại dữ liệu phi cấu trúc như văn bản, âm thanh, hình ảnh, video, ... việc trích chọn đặc trưng ở mức trừu tượng gần như là điều không thể. Nhưng với mô hình mạng nơ ron nhiều lớp, học sâu tự động tìm cách đưa ra một tập hợp dữ liệu phi cấu trúc từ mức cụ thể (ở những tầng nông) đến mức trừu tượng (ở những tầng sâu) để nhận ra các mẫu. Học sâu cũng đồng thời tạo tiền đề cho việc biểu diễn phân tán (distributed representation), tính toán phân tán, tính toán song song, ... khi cho phép lưu trữ, xử lý các thuộc tính học được trên nhiều thiết bị tính toán ở nhiều vị trí khác nhau về địa lý. Nhờ đó, nó cho phép xây dựng các công cụ mới cho việc phát triển các kỹ thuật học máy tiên tiến hơn như (học chuyển tiếp – transfer learning, học đa tác vụ – multi-task learning, ...) trong tương lai khi các thuộc tính, các biểu diễn trung gian học được từ một ứng dụng này có thể được sử dụng trong các ứng dụng khác.



Hình 12. Ví dụ một mạng học sâu trong đó các các thông tin trừu tượng có thể được kết xuất ra từ các tầng sâu [12].

Nhược điểm của học sâu là nó đòi hỏi khối lượng dữ liệu huấn luyện rất lớn (trong một số trường hợp có thể lên tới hàng triệu) và có tính phổ quát cao. Bên cạnh đó, tính khó giải thích kết quả đưa ra của một mô hình học sâu khiến việc xây dựng, tối ưu và triển khai gặp nhiều khó khăn. Một khía cạnh khác là quá trình huấn luyện mô hình học sâu đòi hỏi chi phí rất lớn về nguồn lực tính

toán và thời gian huấn luyện. Những đặc điểm trên khiến cho các bài toán học sâu cần có những nền tảng thích hợp để giúp nhà nghiên cứu và phát triển tối ưu hóa được quá trình xây dựng và triển khai ứng dụng trí tuệ nhân tạo dựa trên học sâu. Hiện tại, có nhiều nền tảng hỗ trợ nghiên cứu và triển khai ứng dụng TTNT dựa trên học sâu đã được phát triển dưới dạng dịch vụ hoặc dưới dạng mã nguồn mở. Hỗ trợ đằng sau các nền tảng này là các công ty và tập đoàn lớn trên thế giới như Google, Microsoft, Facebook... Chi tiết đặc điểm, cách sử dụng người đọc có thể tham khảo ở [13] và [14].

### *c) Nền tảng điện toán đám mây hỗ trợ nghiên cứu và triển khai TTNT*

Như đã đề cập ở trên, việc nghiên cứu TTNT ngày càng đòi hỏi nguồn tài nguyên tính toán lớn để xử lý khối lượng dữ liệu huấn luyện khổng lồ. Các mô hình học máy tiên tiến dựa trên học sâu cho phép các mô hình học máy có thể được huấn luyện phân tán và các biểu diễn trung gian trong quá trình huấn luyện có thể được chia sẻ giữa nhiều ứng dụng để tiết kiệm tài nguyên tính toán và thời gian thực thi. Do đó, việc triển khai nghiên cứu và phát triển ứng dụng TTNT dựa trên nền tảng điện toán đám mây sẽ giúp các mô hình nghiệp vụ được tường minh và tiết kiệm chi phí. Bên cạnh đó, các tác vụ chuyên dụng dành cho TTNT cũng được chuẩn hóa và thực hiện dễ dàng hơn như thao tác với dữ liệu lớn, theo dõi luồng dữ liệu, và trực quan hóa dữ liệu ở nhiều tầng khác nhau.

Hiện nay, giới nghiên cứu và phát triển các ứng dụng TTNT, đặc biệt là các ứng dụng dựa trên học sâu, có thể sử dụng một số nền tảng TTNT dựa trên tính toán đám mây được hỗ trợ bởi các tập đoàn lớn như Google computing platform, Amazon web service, Microsoft azure hay Alibaba. Người đọc có thể tham khảo [15] để tìm hiểu thêm và thực hành nghiên cứu và phát triển TTNT với các nền tảng này.

## **2 Các lĩnh vực nghiên cứu**

Trong bối cảnh Việt Nam, những lĩnh vực nghiên cứu như Xử lý ngôn ngữ, Thị giác máy, Quy trình tự động, các ứng dụng dựa trên dữ liệu, Robot, Phương tiện tự hành đóng vai trò quan trọng trong việc phát triển các ứng dụng. Hình 10 cho thấy mối liên hệ giữa học máy, các lĩnh vực nghiên cứu và các ứng dụng trong TTNT. Phần này trình bày một số kết quả nghiên cứu mới nhất của từng lĩnh vực trên. Người đọc có thể thu được thông tin tổng quan và đọc các tài liệu tham khảo nếu cần tìm hiểu chi tiết.

*a) Xử lý ngôn ngữ*

Xử lý ngôn ngữ (Natural language processing – NLP) giúp cung cấp cầu nối giữa ngôn ngữ tự nhiên và máy tính [16][17]. Xử lý ngôn ngữ giúp máy tính có thể hiểu, xử lý và phân tích ngôn ngữ của con người. Sự phát triển của các phương pháp xử lý ngôn ngữ tự nhiên ngày càng dựa trên cách tiếp cận dữ liệu lớn, giúp xây dựng các hệ thống hiệu quả hơn. Những sự tiến bộ gần đây trong việc cải thiện sức mạnh tính toán, cũng như lượng dữ liệu khổng lồ khiến cho các phương pháp học sâu được sử dụng rộng rãi trong các ứng dụng liên quan đến xử lý ngôn ngữ tự nhiên. Những chủ đề quan trọng trong xử lý ngôn ngữ gồm có: Trích xuất thông tin (information extraction), Dịch máy (machine translation), Hội thoại (Chatbot), Sinh ngôn ngữ (language generation), Phân tích ngữ nghĩa (semantic analysis), Phân tích ngữ nghĩa (semantic analysis), và Phân tích cảm xúc (sentiment analysis).

*Chủ đề trích xuất thông tin [18]:* Trong kỷ nguyên của bùng nổ thông tin, các doanh nghiệp, các cá nhân cần phát triển các quy trình, công cụ để có thể khai thác thông tin có thể quan trọng đối với hoạt động kinh doanh của họ. Tuy nhiên, phần lớn các thông tin này được trình bày dưới dạng không có cấu trúc hoặc bán cấu trúc. Do đó, các phương pháp trích xuất thông tin nổi lên như một giải pháp để giải quyết bài toán này. Trích xuất thông tin bắt đầu với việc thu thập các văn bản, sau đó chuyển chúng thành thông tin dễ dàng được phân tích và dễ hấp thụ hơn. Nó cô lập các đoạn văn bản liên quan, trích xuất các thông tin cần thiết từ những văn bản này và sau đó ghép chúng lại thành văn bản đích. Quy trình trích xuất thông tin có thể rất phức tạp, vì vậy thông thường, quy trình thường được chia thành các thành phần khác nhau: phân đoạn, phân loại, liên kết, chuẩn hóa và đồng tham chiếu. Trong đó, công việc phân đoạn sẽ chia các văn bản thành các đoạn, công việc phân loại giúp xác định loại của mỗi đoạn đạt được từ bước trước. Bước liên kết tìm mối liên kết giữa các thực thể được tìm kiếm tại bước phân loại. Bước chuẩn hóa được sử dụng khi một số loại thông tin có định dạng không đúng chuẩn, giúp chuyển đổi thông tin sang dạng chuẩn được định nghĩa bởi người dùng. Đồng tham chiếu giúp ta phát hiện tất cả các từ/cụm từ tham chiếu đến cùng một thực thể trong văn bản.

*Dịch máy [19][20]:* Dịch máy là một công việc chuyển đổi tự động một câu của ngôn ngữ này sang một câu của ngôn ngữ khác, đảm bảo giữ nguyên

được nội dung và ngữ nghĩa. Trong những năm gần đây, dịch máy đã có một sự dịch chuyển lớn từ dịch dựa trên các quy tắc do con người đặt ra và các kiến thức về ngôn ngữ học, sang các phương pháp học máy thống kê, học sâu. Sự dịch chuyển này dựa trên cơ sở có sẵn một lượng lớn dữ liệu văn bản và những tiến bộ về sức mạnh tính toán. Sự ra đời của dịch máy dựa trên học sâu đánh dấu một trong những cột mốc quan trọng trong lịch sử của dịch máy. Hiện nay, dịch máy đang được các nhà nghiên cứu cực kỳ quan tâm được phản ánh thông qua sự bùng nổ các công bố khoa học liên quan trong những năm vừa qua.

*Hội thoại (chatbot) [21][22]:* Các hệ thống hội thoại đang ngày càng đóng một vai trò lớn hơn trong cuộc sống. Chúng thực hiện các cuộc nói chuyện với con người hoặc đóng vai trò hỗ trợ thông qua các cuộc hội thoại. Các hệ thống hiện nay có thể giao tiếp trên nhiều chủ đề khác nhau. Hiện tại, các hệ thống đối thoại là một trong những chủ đề nóng trong xử lý ngôn ngữ tự nhiên và trong thực tế. Quy mô thị trường dự kiến tăng từ 2.6 tỉ USD trong năm 2021 lên 9.4 tỉ USD trong năm 2024 và 80% doanh nghiệp sẽ được trang bị tự động hóa chatbot vào cuối năm 2021. Các hệ thống hội thoại có thể được chia làm 2 loại: hệ thống đối thoại định hướng theo nhiệm vụ và các hệ thống đối thoại dựa trên miền mở. Các hệ thống đối thoại định hướng theo nhiệm vụ giải quyết một vấn đề nhất định trong một miền nhất định như đặt vé xem phim, đặt bàn nhà hàng, ... Các hệ thống đối thoại dựa trên miền mở hướng tới việc giao tiếp với người dùng, không bị ràng buộc về chủ đề. Các hệ thống hội thoại mở thông thường được chia thành ba loại: hệ thống sinh, hệ thống dựa trên sự truy hỏi và hệ thống ghép. Các hệ thống sinh áp dụng những mô hình chuỗi để ánh xạ tin nhắn của người dùng và lịch sử cuộc hội thoại vào trong câu trả lời có thể không có trong kho dữ liệu. Ngược lại, các hệ thống truy hỏi cố gắng lựa chọn các câu trả lời từ một tập có sẵn. Hệ thống ghép sẽ kết hợp cả mô hình sinh và mô hình truy hỏi theo hai cách: câu trả lời được truy hỏi và câu trả lời được sinh ra được đem ra so sánh để chọn được ra cái tốt nhất. Các mô hình sinh có thể được sử dụng để tinh chỉnh các câu trả lời được truy xuất.

*Sinh ngôn ngữ [23][24]:* Trong cuộc sống hàng ngày, chúng ta thường xuyên tiếp xúc với vấn đề sinh ngôn ngữ tự thông qua các trợ lý ảo trên các thiết bị thông minh, ... Sinh ngôn ngữ tự nhiên là một nhánh của TTNT và ngôn ngữ tính toán liên quan đến các hệ thống máy tính có thể sinh ra các văn bản có thể hiểu được ngôn ngữ của người từ một số cách biểu diễn phi ngôn

ngữ của thông tin. Hệ thống sinh ngôn ngữ thường bao gồm những thành phần sau: Xác định nội dung - Quyết định thông tin nào sẽ được đưa vào để xử lý tiếp; Xác định cấu trúc văn bản - thứ tự thông tin sẽ được biểu diễn trong văn bản; Kết hợp thành câu - Xác định thông tin nào sẽ được biểu diễn trong các câu riêng lẻ; Từ vựng hóa - Tìm từ hoặc cụm từ đúng để biểu diễn thông tin; Sinh các biểu diễn - Lựa chọn các từ và cụm từ để xác định miền các đối tượng; và Nhận thức ngôn ngữ - Kết hợp các từ và cụm từ thành câu cuối cùng.

*Phân tích ngữ nghĩa [41]:* Phân tích ngữ nghĩa là một chủ đề quan trọng trong xử lý ngôn ngữ tự nhiên nhằm xác định ý nghĩa của một câu và biểu diễn ý nghĩa này theo một dạng thích hợp. Một hệ thống xử lý ngôn ngữ tự nhiên dựa trên những nghiên cứu về ngôn ngữ thường bao gồm bốn bước: 1. Xử lý hình vị từ và phân tích từ vựng, 2. Phân tích cú pháp 3. Phân tích ngữ nghĩa và 4. Phân tích ngữ dụng. Xử lý hình vị từ được sử dụng để chia nhỏ các đoạn văn bản thành tập các token- các từ riêng biệt, thành phần từ và các dạng dấu câu. Các token này được phân loại theo cách sử dụng của nó. Hình vị học nhận dạng cách từ gốc bị thay đổi để hình thành các từ khác với ý nghĩa tương tự. Phân tích từ vựng chia toàn văn bản thành các đoạn, các câu và các từ. Mục tiêu của phân tích cú pháp là kiểm tra xem câu hoặc một cụm từ có cấu trúc tốt không và chỉ ra mối quan hệ ngữ pháp giữa các từ. Công cụ phân tích cú pháp sử dụng bộ từ vựng chứa cú pháp của mỗi từ. Phân tích ngữ nghĩa cung cấp ý nghĩa chính xác hoặc ý nghĩa từ điển từ cấu trúc được tạo bởi bước phân tích ngữ pháp. Mục tiêu của phân tích ngữ nghĩa là giảm thiểu cú pháp cấu trúc và cung cấp ý nghĩa, tìm từ đồng nghĩa, phân biệt các từ có ý nghĩa nhập nhằng, dịch từ một tự nhiên ngôn ngữ sang ngôn ngữ khác...

*Phân tích cảm xúc [25][26]:* Phân tích cảm xúc là quá trình trích xuất thông tin về một thực thể và tự động xác định bất kỳ ý kiến chủ quan của thực thể đó. Mục tiêu là xác định xem văn bản do người dùng sản sinh có truyền tải quan điểm tích cực, tiêu cực hay chủ quan. Phân loại cảm xúc có thể được triển khai ở 3 cấp độ: mức đặc trưng, mức câu hay mức tài liệu. Hiện tại, có 3 cách tiếp cận để giải quyết bài toán phân tích cảm xúc: kỹ thuật dựa trên từ vựng, kỹ thuật dựa trên học máy và cách tiếp cận kết hợp. Kỹ thuật dựa trên từ vựng (lexicon-based) chia thành 2 hướng: dựa trên từ điển và dựa trên bộ dữ liệu. Với hướng dựa trên từ điển, việc phân tích cảm xúc dựa trên một tập các từ được định nghĩa trước. Với cách tiếp cận dựa trên bộ dữ liệu, sẽ không dựa trên tập từ

có trước mà dựa trên việc phân tích thống kê nội dung của tập tài liệu. Các kỹ thuật dựa trên học máy có thể chia thành hai nhóm: cách tiếp cận học máy truyền thống và cách tiếp cận dựa trên học sâu. Cách tiếp cận kết hợp kết hợp kỹ thuật dựa trên từ vựng và cách tiếp cận dựa trên học máy.

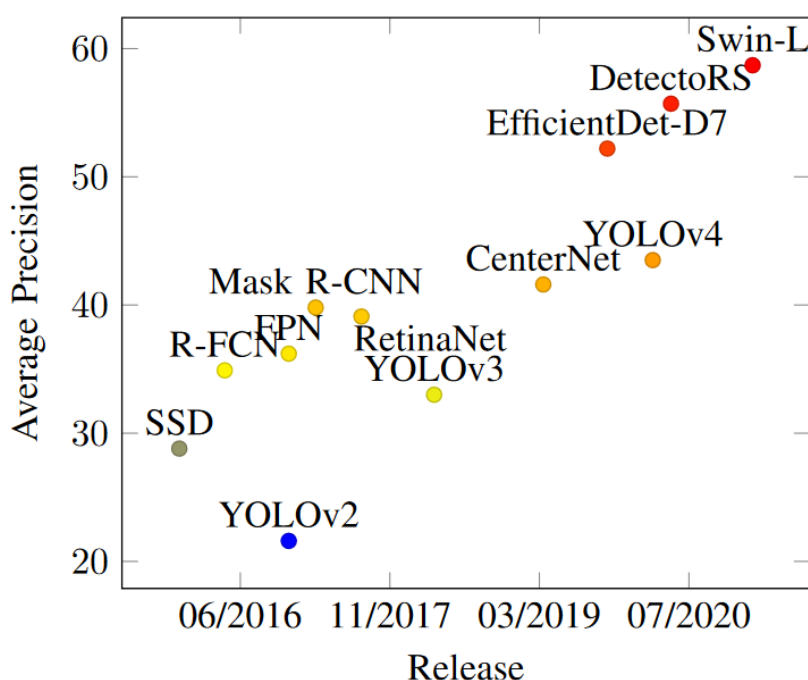
#### *b) Thị giác máy*

Thị giác máy là một lĩnh vực TTNT nhằm cung cấp cho máy tính các khả năng khám phá và thấu hiểu thông tin môi trường thông qua các cảm biến hình ảnh [27]. Thị giác máy phát triển dựa trên những hiểu biết sâu sắc về máy ảnh và quá trình vật lý hình thành hình ảnh. Từ đó có được suy luận đơn giản từ các giá trị điểm ảnh riêng lẻ, sau đó kết hợp thông tin có sẵn trong nhiều hình ảnh thành một tổng thể thống nhất. Sắp đặt hoặc gom nhóm các điểm ảnh để suy ra thông tin hình dạng và nhận dạng các đối tượng bằng cách sử dụng thông tin hình học hoặc xác suất thống kê. Thị giác có nhiều ứng dụng khác nhau như: điều hướng robot di động, kiểm tra sản phẩm công nghiệp và tình báo quân sự, tương tác người-máy tính, truy xuất hình ảnh trong thư viện kỹ thuật số, phân tích hình ảnh y tế và kết xuất toàn cảnh trong đồ họa máy tính. Các chủ đề nghiên cứu của thị giác máy bao gồm: Thực tại ảo tăng cường, sinh trắc học, phát hiện và nhận dạng đối tượng, hiểu cảnh, nhận dạng ký tự, phân đoạn ảnh và video ...

*Thực tại ảo tăng cường [28][29]:* Thực tại ảo tăng cường là sự kết hợp giữa thế giới thực và thế giới ảo (do máy tính tạo ra). Thế giới ảo được tạo ra bằng cách tăng cường các hình ảnh của thế giới thực được máy tính tạo ra. Thực tại ảo tăng cường sử dụng công nghệ đồ họa, âm thanh và phản hồi chạm được thêm vào thế giới thực. Thực tại ảo tăng cường cho phép con người tương tác với thế giới thực và ảo cùng lúc, công nghệ này đã được áp dụng trong nhiều lĩnh vực. Cụ thể, trong y tế, thực tại ảo tăng cường được sử dụng để thực hiện các ca phẫu thuật và có thể giúp các bác sĩ phẫu thuật thực hiện các ca phẫu thuật thời gian thực, mà không cần có mặt ở bệnh viện.

*Sinh trắc học [30]:* Sinh trắc học cung cấp tính năng bảo mật cấp cao bằng cách xác định danh cá nhân dựa trên các đặc điểm sinh lý của con người như khuôn mặt, vân tay, mống mắt và đặc điểm hành vi như chữ ký viết tay, dáng đi và cách gõ bàn phím. Các hệ thống sinh trắc học hoạt động thông qua

việc thu thập dữ liệu sinh trắc học từ cá nhân (vân tay, khuôn mặt, móng mắt...), trích xuất các đặc trưng và so sánh nó với các mẫu trong cơ sở dữ liệu.



Hình 13: Kết quả trên tập đánh giá MS COCO

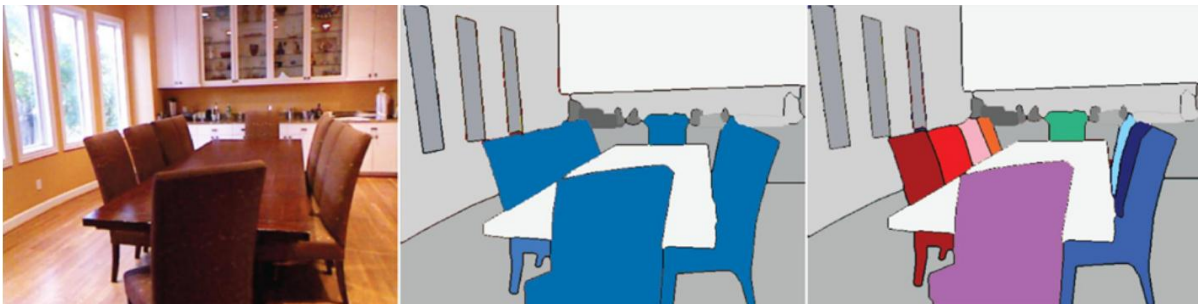
*Phát hiện đối tượng [31][32]:* Phát hiện đối tượng là một trong những bài toán cơ bản và quan trọng trong thị giác máy, có rất nhiều ứng dụng thực tiễn. Mục đích của phát hiện đối tượng là xác định có xuất hiện đối tượng đã định trước (như người, xe cộ, động vật...) trong một bức ảnh hoặc đoạn video. Phát hiện đối tượng hỗ trợ rất nhiều ứng dụng khác nhau như trong robot, xe tự hành, tương tác người máy, ... Gần đây các kỹ thuật học sâu nổi lên như một phương pháp hiệu quả trích rút đặc trưng tự động từ dữ liệu. Các kỹ thuật này đã cải tiến khá nhiều việc phát hiện đối tượng. Hình 13 cho thấy các mô hình nhận dạng đối tượng đã được cải tiến dần theo thời gian với độ chính xác phát hiện đối tượng ngày càng tăng.

*Nhận dạng ký tự [33][34]:* Nhận dạng ký tự quang học (Optical Character Recognition - OCR) là hệ thống chuyển đổi văn bản chứa các ký tự được viết tay hoặc được đánh máy thành định dạng mà máy tính có thể phân tích được. Do các tài liệu giấy trong các giao dịch của con người khá phổ biến, tiến hành OCR các tài liệu này là rất cần thiết. Hiện nay, OCR có thể nhận dạng từ các văn bản viết tay thời trung cổ cho đến các văn bản in. Hệ thống OCR có thể



được phân loại thành nhận dạng chữ viết tay và nhận dạng chữ đánh máy, chữ in. Chữ đánh máy dễ nhận dạng hơn, do các ký tự thường có kích thước đồng nhất và vị trí của các ký tự trên trang có thể được dự đoán. Nhận dạng ký tự viết tay là một công việc rất khó khăn, do cách viết của người dùng khác nhau sẽ khác nhau, di bút khác nhau, ngay cả khi cùng viết một chữ. Hệ thống được chia thành hai loại: hệ thống trực tuyến và hệ thống ngoại tuyến. Hệ thống trực tuyến thực hiện trong thời gian thực, khi người dùng viết ký tự, còn hệ thống ngoại tuyến sẽ nhận dạng dữ liệu đầu vào dưới dạng hình ảnh được quét vào.

*Phân đoạn ảnh và video [35][36]:* Phân đoạn ảnh là một thành phần thiết yếu trong các hệ thống nhận dạng và hiểu ảnh trực quan, liên quan đến phân vùng hình ảnh (hoặc khung video) thành nhiều phân đoạn hoặc đối tượng. Phân đoạn ảnh đóng vai trò quan trọng trong các ứng dụng, bao gồm cả phân tích hình ảnh y tế (khoanh vùng khối u và đo thể tích mô), xe tự hành (phát hiện người đi bộ), giám sát video và thực tế tăng cường, ... Phân đoạn ảnh được xem như phân loại các điểm ảnh bằng các nhãn ngữ nghĩa (phân đoạn ngữ nghĩa) hoặc phân vùng các đối tượng riêng lẻ (phân đoạn đối tượng). Phân đoạn ngữ nghĩa thực hiện việc gán nhãn mỗi pixel hoặc gán nhãn (người, ô tô, cây, bầu trời) cho cả bức hình ảnh. Do đó, phân đoạn ảnh thường khó hơn so với bài toán phân loại ảnh (gán một nhãn cho toàn bức ảnh). Phân đoạn đối tượng có phạm vi rộng hơn so với phân đoạn ngữ nghĩa, khi cần phải phát hiện và tách riêng các đối tượng cùng loại trong một bức ảnh. Hình 14 minh họa điểm khác biệt giữa phân đoạn ngữ nghĩa và phân đoạn đối tượng. Ảnh trái là ảnh đầu vào, ảnh giữa tương ứng với phân đoạn ngữ nghĩa, còn ảnh phải thể hiện phân đoạn đối tượng.



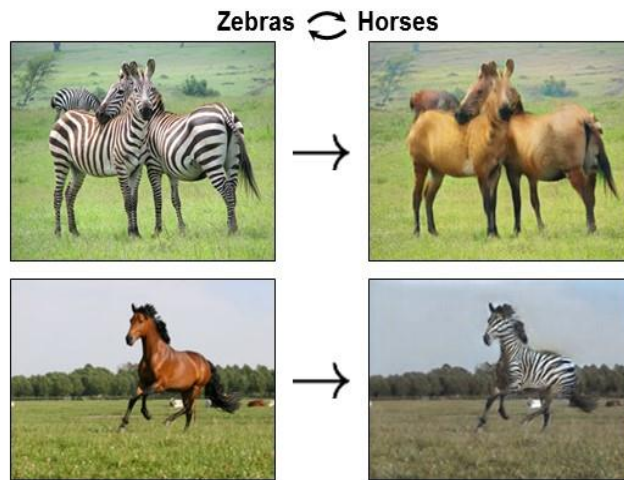
Hình 14. Phân đoạn ảnh ngữ nghĩa và phân đoạn đối tượng.

*Hiểu cảnh [42]:* Con người có khả năng nhận thức trực quan về các cảnh tự nhiên và hiểu được mối liên kết, cấu trúc trong cảnh. Trong thời gian gần

đây, hiểu cảnh là một một trong những bài toán quan trọng, mang tính thách thức trong thị giác máy. Các thông tin thị giác có thể có nhiều đặc trưng như hình dạng, cạnh, kết cấu và màu sắc. Mục tiêu của nhận dạng đối tượng là xác định được các đối tượng trong bức ảnh là gì và chúng nằm ở đâu. Hiểu cảnh đòi hỏi tích hợp thông tin ở các mức độ khác nhau nhằm trích xuất mối quan hệ hay các mẫu trong cảnh. Quan hệ liên kết giữa các đối tượng có tính chất trực quan và khá tự nhiên đối với con người. Khi nhận dạng vật thể, hiểu cảnh cho phép xác định mục tiêu đối tượng và sự phân bố các đối tượng trong cảnh. Hiểu cảnh ảnh hưởng đáng kể đến thị giác máy, giúp nhận thức, phân tích và phiên dịch ảnh. Các khái niệm quan trọng trong hiểu cảnh bao gồm: trích xuất đặc trưng, phân loại và nhận dạng cảnh. Trích xuất đặc trưng cho phép xác định các đặc trưng liên quan nhất và gán nhãn cho nó. Điểm quan trọng là xác định được mối tương quan chặt chẽ giữa giá trị đặc trưng và loại cảnh. Mục tiêu chính hiểu cảnh là phân loại được các đối tượng khác nhau được phát hiện trong bức ảnh. Phân loại ảnh chia làm hai loại: phân loại cảnh trong nhà và ngoài trời. Hiểu cảnh tương ứng với việc mô tả nội dung của bức ảnh, số lượng đối tượng hiện diện, khoanh vùng và mối quan hệ ngữ nghĩa giữa các đối tượng. Nhận dạng cảnh là quá trình phân tích và phân loại các ảnh tự nhiên, tương tự như cách con người có thể phân loại cảnh tự nhiên chứa các đối tượng khác nhau như người, ô tô, các tòa nhà, đường đi.

*Các mô hình sinh ảnh [37]:* Mô hình sinh ảnh nhằm mục tiêu thiết kế mô hình để máy tính có thể học được cách tái tạo hình ảnh từ tập dữ liệu cho trước thông qua quá trình huấn luyện. Một trong những mô hình được xem là xu hướng chủ yếu hiện nay là Generative Adversarial Networks (GAN). Mô hình GAN gồm hai mạng Generator và Discriminator, được hình dung như trò chơi “Cảnh sát và Tội phạm”. Bên tội phạm (Generator) chuyên đi làm các bức tranh giả và bên cảnh sát (Discriminator) có nhiệm vụ phân biệt tranh thật và tranh giả. Hai bên luôn đối kháng nhau, kẻ làm tranh giả luôn muốn bức tranh mình tạo ra giống bức tranh thật nhất, còn bên cảnh sát có nhiệm vụ phải phát hiện ra những điểm bất thường trong các bức tranh để phân biệt. Hai bên luôn cập nhật những sai lầm của nhau. Đầu tiên, đưa cho mô hình Generator một tập các dữ liệu ảnh “thật”. Dựa trên đó mạng sẽ tạo ra một bức ảnh riêng. Ảnh này sẽ truyền vào Discriminator để phân biệt. Dựa theo thông số phản ánh từ Discriminator và Generator, sẽ biết đang sai ở đâu để cải thiện và ngược lại. Ban đầu mô hình Generator có thể làm rất kém, qua quá trình học Generator

dần trở nên tốt hơn. Hình 15 cho thấy kết quả thu được của mô hình sinh ảnh GAN.



Hình 15. Kết quả sinh ảnh của mô hình GAN.

#### c) Tự động hóa quy trình

Tự động hóa quy trình (Robot Process Automation – RPA) đã và đang nhận được sự quan tâm của nhiều doanh nghiệp, do mang lại hiệu quả hoạt động cao, giảm thiểu rủi ro và đảm bảo chất lượng sản phẩm. Trong đó, các tác vụ thường xuyên và có tính lặp lại như trả lời email, lập lịch, thu nhận dữ liệu từ đối tác, hoặc xử lý hàng tồn kho, ... được hệ thống thực hiện tự động [38]. Các hệ thống RPA trước đây hoạt động dựa trên nguyên lý các tập luật cơ sở. Dựa vào tập luật này, các tác vụ có thể được thực hiện một cách tự động. Tuy nhiên, RPA dựa trên tập luật gặp rất nhiều khó khăn khi làm việc với các loại dữ liệu đầu vào phi cấu trúc như hình ảnh, âm thanh, ... Ở đây, TTNT với công cụ học sâu có thể giúp phát triển các hệ thống RPA hoạt động trong môi trường dữ liệu phi cấu trúc như trên.

#### d) Robot

Công nghệ robot trở thành một phần không thể thiếu trong cuộc sống hiện đại. Điện thoại thông minh đánh thức hàng ngày. Máy nướng bánh mì tự động giúp chuẩn bị bữa sáng. Các máy móc được sử dụng hàng ngày dần dần bắt chước được cả các chức năng nhận thức của con người. Robot có thể được lập trình để thực hiện một loạt các hành động phức tạp một cách tự động [39]. Thông qua truy cập thông tin sinh hoạt hàng ngày của một người, phân tích giấc ngủ và xem xét thói quen các buổi sáng trước đó, công nghệ TTNT có thể cho biết thời điểm nào thích hợp để robot chuẩn bị bữa sáng. TTNT và robot được kết hợp mạnh mẽ nhằm tự động hóa các tác vụ bên trong và bên ngoài cơ sở sản xuất. Những năm gần đây, TTNT ngày càng hiện diện phổ biến thông qua các

robot, có tính linh hoạt và khả năng học các trải nghiệm, vốn không có trong các ứng dụng trước đây.

TTNT trong robot thể hiện dưới dạng các khả năng trí tuệ như: suy nghĩ, lập luận, lập kế hoạch, học tập và thích nghi. Robot thông minh thông qua chương trình phần mềm mô phỏng hoạt động tư duy hoặc suy luận. Ngoài ra, robot trí tuệ nhân tạo còn có hai đặc điểm quan trọng. Đó là robot có khả năng học để thích nghi với môi trường xung quanh, có thể thay đổi hành vi dần theo thời gian. Đặc điểm thứ hai là hành vi phát sinh, thực hiện các hành động không được lập trình sẵn một cách tường minh theo chủ ý của người thiết kế.

*e) Phương tiện tự hành*

Những năm gần đây, nhờ sự tiến bộ của trí tuệ nhân tạo đã có nhiều cải thiện đáng kể khả năng thông minh của các phương tiện tự hành trong nhiều mặt hoạt động sản xuất và đời sống [40]. Nhiều chính phủ và nhiều công ty công nghệ lớn như Google, Baidu, Apple, Tesla, v.v cũng đang đầu tư rất mạnh vào lĩnh vực này. Khả năng tự hành của phương tiện được chia theo 5 cấp độ, được diễn giải như sau:

*Cấp độ một và cấp độ hai - Hỗ trợ người lái:* Ở cấp độ này, phương tiện chỉ cung cấp các phần mềm ứng dụng như cảnh báo điểm mù, cảnh báo không khởi hành và cải tiến một số thiết bị trong hệ thống xe, giúp nâng cao mức độ an toàn, giảm thiểu lỗi liên quan đến sức khỏe và tính mạng con người. Một số loại xe đã tích hợp khả năng xử lý tự động giảm tốc, can thiệp điều chỉnh chuyển động ngang trong các tình huống nguy hiểm. Nhưng vai trò chính vẫn phụ thuộc hoàn toàn vào người lái.

*Cấp độ ba và cấp độ bốn - Tự lái có điều khiển, tự lái nâng cao:* Ở các cấp độ này, xe đã được cấp quyền kiểm soát di chuyển nhiều hơn, tự đánh giá tình huống, nhận biết nguy hiểm. Khi gặp trường hợp khẩn cấp, xe có thể dừng lại hoặc chuyển giao để người lái xử lý.

*Cấp độ năm - Tự lái hoàn toàn:* Ở cấp độ này, phương tiện tự xử lý mọi tình huống trong mọi môi trường, mọi hoàn cảnh. Mức độ lái hoàn toàn tự động này đòi hỏi xe phải có khả năng “nhận thức”, “suy nghĩ” và “suy luận” như một người lái xe thực thụ.

Sự phát triển của TTNT trong những năm gần đây đã giúp hiện thực hóa mục tiêu này một cách ngoạn mục. Ví dụ tiêu biểu là trận thắng của chương trình TTNT AlphaGo so với kiện tướng Lee Sedol, đã từng 18 lần vô địch thế giới cờ vây. Sự kiện này đánh một dấu mốc quan trọng trong sự phát triển trí tuệ nhân tạo, cho thấy khả năng của trí tuệ nhân tạo đã tiến rất xa. Cùng với đó

là sự ra đời của học sâu (Deep Learning), cho phép giải quyết các vấn đề thách thức trong nhận dạng và định vị chính xác chương ngại vật trên đường, ra quyết định phù hợp (ví dụ, điều khiển vô lăng, tăng tốc, giảm tốc) v.v.

### **III. Nhiệm vụ, giải pháp cho nghiên cứu và triển khai TTNT**

Từ những phân tích điểm mạnh, điểm yếu, cũng như những bài học trong quá trình phát triển của một số nước phát triển, một số kiến nghị và giải pháp sau có thể có ích cho quá trình nghiên cứu và triển khai TTNT ở nước ta:

*Một là:* Thúc đẩy hình thành các nhóm chuyên môn mở trong các lĩnh vực, cho phép rút ngắn thời gian hoàn thành các kết quả nghiên cứu; thúc đẩy sử dụng dùng chung, chia sẻ, mở dữ liệu, công nghệ và ứng dụng TTNT theo hướng đa ngành, liên ngành và xuyên ngành để đẩy nhanh tốc độ hình thành các kết quả và nâng cao hiệu quả đầu ra của các hoạt động nghiên cứu phát triển trong các lĩnh vực khác; tập huấn rộng rãi các nền tảng mở về dữ liệu và ứng dụng TTNT; thúc đẩy các cộng đồng, diễn đàn nguồn mở về TTNT; khuyến khích doanh nghiệp đặt hàng viện nghiên cứu, trường đại học triển khai nghiên cứu, phát triển sản phẩm TTNT đặc thù của Việt Nam.

*Hai là:* Xây dựng dữ liệu cộng đồng và thúc đẩy sử dụng và chia sẻ dữ liệu dùng chung. Hình thành được các bộ dữ liệu mở, liên thông và kết nối trong các ngành kinh tế, lĩnh vực kinh tế - xã hội phục vụ nghiên cứu, phát triển và ứng dụng TTNT. Thúc đẩy chia sẻ dữ liệu phục vụ nghiên cứu, phát triển và ứng dụng TTNT, hình thành các cơ sở dữ liệu dùng chung, chia sẻ, mở để nghiên cứu, phát triển các ứng dụng TTNT. Xây dựng cơ chế chia sẻ dữ liệu theo nguyên tắc các bên cùng có lợi, tạo động lực để chia sẻ, đồng thời bảo đảm được phân quyền truy cập dữ liệu, tránh để lộ, lọt thông tin dữ liệu có tính riêng tư của cá nhân hay tổ chức. Mở rộng các dự án xây dựng dữ liệu cộng đồng theo hình thức của đề án Hệ tri thức Việt số hóa và phát triển một số sản phẩm TTNT dựa trên nguồn dữ liệu và tri thức đặc thù của Việt Nam.

*Ba là:* Tổ chức triển khai nghiên cứu cơ bản về TTNT, giải mã công nghệ, làm chủ công nghệ, bắt kịp các tiến bộ trong lĩnh vực TTNT và bước đầu đóng góp trong phát triển phương pháp TTNT mới trong một số tổ chức nghiên cứu về toán học và công nghệ thông tin; tập trung đầu tư nghiên cứu, phát triển một số sản phẩm TTNT dựa trên nguồn dữ liệu và tri thức đặc thù của Việt Nam; triển khai chương trình nghiên cứu trọng điểm quốc gia về TTNT gắn với đào tạo nghiên cứu sinh; triển khai nghiên cứu, phát triển một số nền tảng cung cấp dịch vụ, sản phẩm TTNT quan trọng như xử lý ngôn ngữ tự nhiên, thị giác máy

tính, quy trình tự động, các công nghệ TTNT dựa trên dữ liệu, người máy và các phương tiện tự hành, trong một số lĩnh vực đã sẵn sàng về dữ liệu, công nghệ và có nhu cầu ứng dụng ở trong nước, hướng đến thị trường trong khu vực và toàn cầu.

*Bốn là:* Thúc đẩy nghiên cứu ứng dụng TTNT mới, tạo ra các giải pháp dựa trên nền tảng dữ liệu sẵn có của các doanh nghiệp, tổ chức. Khuyến khích đăng ký sở hữu công nghiệp các giải pháp TTNT. Thúc đẩy các dự án hợp tác chuyển giao công nghệ, khai thác các sáng chế, quyền sở hữu công nghiệp giữa các doanh nghiệp Việt Nam với các doanh nghiệp nước ngoài về TTNT.

#### **IV. Kết luận**

Phần đầu của chương tập trung vào phân tích tình hình nghiên cứu và phát triển TTNT trên quốc tế và tại Việt Nam thông qua các số liệu thống kê về công bố khoa học, đăng ký sở hữu công nghiệp, chính sách của nhà nước và doanh nghiệp, nhằm thúc đẩy nghiên cứu và phát triển TTNT ở trong nước. Người đọc có thể thấy được những dữ liệu tổng quát để định vị được xu hướng của TTNT trên Thế giới, làm rõ vị trí của Việt Nam trong bức tranh chung của khu vực và Thế giới. Phần tiếp theo trình bày nền tảng công nghệ, hỗ trợ triển khai nghiên cứu và phát triển TTNT trong nước, lựa chọn các lĩnh vực nghiên cứu và chủ đề nghiên cứu quan trọng của TTNT, giúp người đọc có thể tìm thấy hướng đi phù hợp với nhu cầu của mình.

#### **Tài liệu tham khảo**

- [1] Chiến lược quốc gia về phát triển Trí tuệ nhân tạo đến 2030, Quyết định của Thủ tướng Chính phủ, 2021.
- [2] WIPO, “WIPO Technology Trends 2019: Artificial Intelligence,” Geneva: World Intellectual Property Organization.
- [3] China Academy of Information and Communications Technology, “2018 world AI industry development blue book,” Gartner, 2018.
- [4] Daniel Zhang, Saurabh Mishra, Erik Brynjolfsson, John Etchemendy, Deep Ganguli, Barbara Grosz, Terah Lyons, James Manyika, Juan Carlos Niebles, Michael Sellitto, Yoav Shoham, Jack Clark, and Raymond Perrault, “The AI Index 2021 Annual Report,” AI Index Steering Committee, Human-Centered AI Institute, Stanford University, Stanford, CA, March 2021.
- [5] Andriy Burkov, “Machine Learning Engineering,” True Positive Inc, 2020.

- [6] Website: <https://www.pachyderm.com>, truy cập ngày 22/10/2021.
- [7] Website: <https://terminusdb.com>, truy cập ngày 22/10/2021.
- [8] Website: <https://www.superb-ai.com>, truy cập ngày 22/10/2021.
- [9] Website: <https://ydata.ai>, truy cập ngày 22/10/2021.
- [10] Ian H. Witten, Eibe Frank, Mark A. Hall, “In the Morgan Kaufmann Series in Data Management Systems,” Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques (Third Edition), Morgan Kaufmann, 2011.
- [11] Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville, “Deep Learning (Adaptive Computation and Machine Learning series),” The MIT Press, 2016.
- [12] Niels Volkmann, “Utilizing Deep Learning for Cellular cryo-tomography,” NRAMM Deep Learning Workshop, April 2018.
- [13] William Grant Hatcher, Wei Yu, "A Survey of Deep Learning: Platforms, Applications and Emerging Research Trends," IEEE Access, Vol. 6, 2018.
- [14] Yingchun Wang, Jingyi Wang, Weizhan Zhang, Yufeng Zhan, Song Guo, Qinghua Zheng, Xuanyu Wang, “A survey on deploying mobile deep learning applications: A systemic and technical perspective,” Digital Communications and Networks, 2021.
- [15] Noah Gift, “Pragmatic AI: An Introduction to Cloud-Based Machine Learning,” Addison-Wesley Professional, 2018.
- [16] Nitin Indurkha, Fred J. Damerau, “Handbook of Natural Language Processing,” Chapman and Hall/CRC, 2010.
- [17] Torfi, Amirsina, Rouzbeh A. Shirvani, Yaser Keneshloo, Nader Tavvaf and Edward A. Fox. “Natural Language Processing Advancements by Deep Learning: A Survey.” ARXIV abs/2003.01200, 2020.
- [18] Sonit Singh, “Natural Language Processing for Information Extraction,” ARXIV abs/1807.02383, 2018.
- [19] Felix Stahlberg, “Neural Machine Translation: A Review and Survey,” ARXIV abs/1912.02047, 2019.
- [20] Zhixing Tan, Shuo Wang, Zonghan Yang, Gang Chen, Xuancheng Huang, Maosong Sun, Yang Liu, “Neural Machine Translation: A Review of Methods, Resources, and Tools,” ARXIV abs/ 2012.15515, 2020.

- [21] Jinjie Ni, Tom Young, Vlad Pandeale, Fuzhao Xue, Vinay Adiga, Erik Cambria, "Recent Advances in Deep Learning Based Dialogue Systems: A Systematic Survey," ARXIV abs/2105.04387, 2021.
- [22] Sashank Santhanam, Samira Shaikh, "A Survey of Natural Language Generation Techniques with a Focus on Dialogue Systems - Past, Present and Future Directions," ARXIV abs/1906.00500, 2019.
- [23] Sebastian Duerr, Peter A. Gloor, "Persuasive Natural Language Generation - A Literature Review," ARXIV abs/2101.05786, 2021.
- [24] Albert Gatt, Emiel Krahmer, "Survey of the State of the Art in Natural Language Generation: Core tasks, applications and evaluation," ARXIV abs/1703.09902, 2018.
- [25] G. Dharani Devi, S. Kamalakkannan, "Literature Review on Sentiment Analysis in social media: Open Challenges toward Applications," International Journal of Advanced Science and Technology, Vol. 29, No. 7, 2020.
- [26] Nhan Cach Dang, María N. Moreno-García, Fernando De la Prieta, "Sentiment Analysis Based on Deep Learning: A Comparative Study," ARXIV abs/2006.03541, 2020.
- [27] David Forsyth, Jean Ponce, "Computer Vision: A Modern Approach," Pearson, 2011.
- [28] Pranav Parekh, Shireen Patel, Nivedita Patel, and Manan Shah, "Systematic review and meta-analysis of augmented reality in medicine, retail, and games," Springer Visual Computing for Industry, Biomedicine, and Art, 2020.
- [29] R. Aggarwal and A. Singhal, "Augmented Reality and its effect on our life," 2019 9th International Conference on Cloud Computing, Data Science & Engineering (Confluence), 2019.
- [30] G. Kaur, Gurpreet Singh, Vineet Kumar, A Review on Biometric Recognition, International Journal of Bio-Science and Bio-Technology, Vol.6, No.4, 2014.
- [31] Syed Sahil Abbas Zaidi, Mohammad Samar Ansari, Asra Aslam, Nadia Kanwal, Mamoona Asghar, Brian Lee, "A Survey of Modern Deep Learning based Object Detection Models," ARXIV abs/2104.11892, 2021.



- [32] Li Liu, Wanli Ouyang, Xiaogang Wang, Paul Fieguth, Jie Chen, Xinwang Liu, Matti Pietikäinen, “Deep Learning for Generic Object Detection: A Survey,” ARXIV abs/1809.02165, 2018.
- [33] J. Memon, M. Sami, R. A. Khan and M. Uddin, "Handwritten Optical Character Recognition (OCR): A Comprehensive Systematic Literature Review (SLR)," in IEEE Access, vol. 8, pp. 142642-142668, 2020.
- [34] Noman Islam, Zeeshan Islam, Nazia Noor, “A Survey on Optical Character Recognition System,” ARXIV abs/1710.05703, 2017.
- [35] Shervin Minaee, Yuri Boykov, Fatih Porikli, Antonio Plaza, Nasser Kehtarnavaz, Demetri Terzopoulos, “Image Segmentation Using Deep Learning: A Survey,” ARXIV abs/2001.05566, 2020.
- [36] Wenguan Wang, Tianfei Zhou, Fatih Porikli, David Crandall, Luc Van Gool, “A Survey on Deep Learning Technique for Video Segmentation,” ARXIV abs/2107.01153, 2021.
- [37] Ian J. Goodfellow, Jean Pouget-Abadie, Mehdi Mirza, Bing Xu, David Warde-Farley, Sherjil Ozair, Aaron Courville, Yoshua Bengio, “Generative Adversarial Networks,” ARXIV abs/1406.2661, 2014.
- [38] Kam K.H. Ng, Chun-Hsien Chen, C.K.M. Lee, Jianxin (Roger) Jiao, Zhi-Xin Yang, “A systematic literature review on intelligent automation: Aligning concepts from theory, practice, and future perspectives,” *Advanced Engineering Informatics*, Vol. 47, 2021.
- [39] Valtteri Kaartemo, Anu Helkkula, “A Systematic Review of Artificial Intelligence and Robots in Value Co-creation: Current Status and Future Research Avenues,” *Journal of Creating Value*, Vol 4, Issue 2, 2018.
- [40] Shaoshan Liu, Jie Tang, Zhe Zhang, Jean-Luc Gaudiot, “CAAD: Computer Architecture for Autonomous Driving,” ARXIV abs/1702.01894, 2017.
- [41] Lei Zhang, Shuai Wang, Bing Liu, “Deep Learning for Sentiment Analysis: A Survey,” ARXIV abs/1801.07883, 2018.
- [42] Ranjini Surendran, D. Jude Hemanth, “Scene Understanding Using Deep Neural Networks—Objects, Actions, and Events: A Review,” *Proceedings of International Conference on Communication and Information Processing (ICCIP) 2019*.

## CHƯƠNG 5: PHÁT TRIỂN CỘNG ĐỒNG VÀ DOANH NGHIỆP

### *Mở đầu*

Thời gian qua Việt Nam đã có bước phát triển mạnh mẽ, trở thành nền kinh tế hội nhập, năng động, hấp dẫn đầu tư trong khu vực. Trong bối cảnh phát triển và hội nhập quốc tế, cùng với sự phát triển mạnh mẽ của cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ tư, Việt Nam xác định tập trung phát triển công nghệ trí tuệ nhân tạo (AI) - một mũi nhọn, được dự báo trở thành ngành công nghệ đột phá nhất trong 10 năm tới. Trí tuệ nhân tạo (AI) đang đi vào cuộc sống một cách mạnh mẽ, thay thế nhiều công việc thủ công, tốn sức lao động. Trên thế giới, các cường quốc đều xây dựng chiến lược phát triển riêng cho AI, lấy công nghệ AI làm cốt lõi cho sự tăng tốc của nền kinh tế.

Tại Việt Nam, ngày 26/01/2021 Thủ tướng Chính phủ ban hành Quyết định số 127/QĐ-TTg “*Chiến lược quốc gia về nghiên cứu phát triển và ứng dụng Trí tuệ nhân tạo đến năm 2030*” trong đó Chính phủ xác định AI là lĩnh vực công nghệ đột phá, mũi nhọn cần được xây dựng chính sách đặc thù ưu tiên phát triển và triển khai nghiên cứu. Bộ Khoa học và Công nghệ (KH&CN) được Chính phủ giao là cơ quan đầu mối theo dõi, đôn đốc và tổng hợp báo cáo Thủ tướng Chính phủ tình hình triển khai thực hiện Chiến lược. Đồng thời, Thủ tướng giao Bộ KH&CN tập trung tham mưu, định hướng để thúc đẩy phát triển công nghệ, trong đó tập trung nguồn lực cho phát triển AI; tập trung hỗ trợ nghiên cứu phát triển công nghệ AI, tiếp tục phê duyệt và triển khai chương trình KH&CN trọng điểm hỗ trợ nghiên cứu phát triển công nghệ AI. Bộ KH&CN cần tập trung liên kết các nhà nghiên cứu, đầu tư, doanh nghiệp, thúc đẩy nghiên cứu và ứng dụng AI, kết nối, trao đổi để AI phát triển mạnh mẽ tại Việt Nam, thúc đẩy mối liên kết giữa các thành tố trong hệ sinh thái AI trong nước.

Phát biểu tại Ngày hội Trí tuệ nhân tạo Việt Nam (AI4VN) tại Hà Nội, Bộ Trưởng Bộ KH&CN và Bộ trưởng Bộ Kế hoạch và Đầu tư KH&ĐT khẳng định AI sẽ là một trong những ngành được ưu tiên và có các chính sách đặc thù để phát triển. Theo phát biểu của Bộ trưởng Bộ KH&CN, Thủ tướng Chính phủ xác định công nghệ AI là công nghệ đột phá, mũi nhọn cần được triển khai nghiên cứu. Đồng thời, Bộ trưởng cũng kỳ vọng, thông qua sự kiện AI4VN có thể kết nối, trao đổi để AI phát triển mạnh mẽ tại Việt Nam, thúc đẩy mối liên kết giữa các thành tố trong hệ sinh thái AI trong nước.

Bộ trưởng Bộ KH&ĐT cho rằng Việt Nam có những thuận lợi cho khởi nghiệp đổi mới sáng tạo và phát triển công nghệ. Trong bối cảnh công nghiệp 4.0 và AI có bước phát triển mạnh mẽ, Chính phủ cũng xác định AI là công nghệ đột phá, mũi nhọn trong công nghiệp 4.0, cần thúc đẩy phát triển. Bộ KH&ĐT cũng đang có nhiều hoạt động hỗ trợ khởi nghiệp đổi mới sáng tạo, trong đó có AI. Cụ thể, Bộ đã khơi thông nguồn vốn cho AI qua các quỹ đầu tư trong nước quốc tế, như sự kiện Vietnam Venture Summit tháng 6/2019, 18 quỹ đầu tư quốc tế và trong nước cam kết đầu tư 425 triệu USD cho startup Việt trong 3 năm tới.

Khẳng định quyết tâm của Chính phủ, Phó Thủ tướng Vũ Đức Đam cho biết, AI không còn là câu chuyện khoa học mà là vấn đề kinh tế xã hội để đưa Việt Nam phát triển. Chính phủ đã xác định AI là một trong những ngành công nghệ được ưu tiên và tập trung nhiều nhóm chính sách để ưu tiên phát triển. Trong đó nhân lực sẽ là ưu tiên hàng đầu. Nhìn nhận Việt Nam có xuất phát điểm thấp hơn so với các nước, Phó Thủ tướng Vũ Đức Đam khẳng định: “Việt Nam không có sự lựa chọn nào khác là phải đi nhanh hơn, bền vững hơn. Muốn vượt lên, công nghệ thông tin, khoa học, AI là công cụ mang lại thời cơ lớn, nhưng nếu không tận dụng, cơ hội có thể qua đi. Bản chất của AI vẫn là phát triển một xã hội an toàn, văn minh. Những dự án ứng dụng như thành phố thông minh, hỗ trợ di chuyển, kiểm soát an ninh, bảo mật thông tin đều phục vụ một đất nước hùng cường. Phó Thủ tướng Vũ Đức Đam kêu gọi những người trẻ, những doanh nghiệp cùng chung tay vào giải bài toán ngày một lớn hơn của công nghệ trong nước. Việc xây dựng và phát triển cộng đồng AI nói riêng và Hệ sinh thái AI của Việt Nam nói chung là hết sức quan trọng để lĩnh vực AI của Việt Nam có thể phát triển như kỳ vọng của Lãnh đạo chính phủ, từng bước hoàn thành các mục tiêu nhiệm vụ của Chiến lược Quốc gia về Nghiên cứu phát triển và ứng dụng Trí tuệ nhân tạo đến năm 2030.

### **I. Tình hình phát triển cộng đồng khởi nghiệp đổi mới sáng tạo và doanh nghiệp TTNT trên thế giới.**

Các sáng kiến hỗ trợ khởi nghiệp đổi mới sáng tạo và phát triển cộng đồng và doanh nghiệp AI trong kỷ nguyên số nhằm nâng cao năng lực cạnh tranh của các nền kinh tế trong kỷ nguyên mới được thúc đẩy bởi các công ty khai thác mạnh mẽ tiềm năng của các công nghệ số như IoT, dữ liệu lớn và đặc biệt là AI. Một số quốc gia đã triển khai các chương trình cụ thể để thúc đẩy

tinh thần kinh doanh số và hỗ trợ các công ty khởi nghiệp nói chung và AI nói riêng. Các sáng kiến này tập trung vào nhiều mục tiêu khác nhau:

- **Hỗ trợ xúc tiến kinh doanh trong giai đoạn đầu:** Tại Ai-len, Trung tâm Nghiên cứu số quốc gia (NDRC) cung cấp nhân lực, thời gian, không gian và đầu tư vốn cần thiết ở những giai đoạn đầu thành lập công ty. Trung tâm sử dụng mô hình xúc tiến, cung cấp vốn giai đoạn đầu kết hợp hỗ trợ phát triển kinh doanh. Mục tiêu hướng đến là các sáng kiến cho nhiều loại hình công ty khởi nghiệp. NDRC LaunchPad là trung tâm xúc tiến kỹ thuật số cung cấp cho các nhóm khởi nghiệp có đề xuất kinh doanh ở giai đoạn đầu các khoản vốn đầu tư, hỗ trợ kinh doanh và tư vấn để chuyển đổi ý tưởng vào trong các công ty khởi nghiệp khả thi về mặt thương mại. NDRC VentureLab cung cấp chương trình đầu tư cho các công ty khởi nghiệp khoa học có đề xuất IP mạnh mẽ, đào tạo và tư vấn để thu hút các khoản đầu tư tiếp theo. NDRC Catalyser hướng đến các công ty khởi nghiệp và các nhóm sáng lập có chuyên môn nghiên cứu sâu và công nghệ giúp giải quyết nhu cầu hoặc vấn đề thị trường quan trọng chưa được đáp ứng trên toàn cầu.

- **Hỗ trợ phát triển kinh doanh:** Tech City UK giúp đỡ các doanh nhân lĩnh vực kỹ thuật số ở các giai đoạn khác nhau trong vòng đời kinh doanh số thông qua các chương trình khác nhau, bao gồm cung cấp các khóa học từ chuyên gia, các cơ hội kết nối cũng như hỗ trợ tư vấn mở rộng quy mô các công ty công nghệ số.

Tại Hàn Quốc, 17 Trung tâm Kinh tế và Đổi mới sáng tạo đã được thành lập trên cả nước để hỗ trợ các công ty khởi nghiệp đổi mới sáng tạo và Doanh nghiệp vừa và nhỏ (DNNVV) trong các lĩnh vực IoT, công nghệ sinh học, 5G, điện toán đám mây, dữ liệu lớn và AI. Các trung tâm này cung cấp cho các công ty hỗ trợ tài chính, cơ hội hợp tác với các doanh nghiệp lớn, dịch vụ tư vấn để thực hiện đổi mới quản lý và công nghệ cũng như hỗ trợ tiếp cận các thị trường mới.

- **Tăng cường danh tiếng của hệ sinh thái khởi nghiệp:** Tại Pháp, Sáng kiến Công nghệ của Pháp nhằm tạo ra và phổ biến thương hiệu “Công nghệ Pháp” cho các doanh nhân Pháp trên toàn thế giới. Để có thương hiệu này, Chính phủ Pháp thành lập 4 Trung tâm Nghiên cứu số quốc gia (NDRC) năm 2007 phục vụ các công ty khởi nghiệp. Các trung tâm này được Bộ Truyền thông, Hành động khí hậu và Môi trường của Pháp hỗ trợ. Các công ty khởi nghiệp được lựa chọn có quyền tiếp cận một số dịch vụ. Chẳng hạn, chương trình Pass French Tech hỗ trợ các công ty khởi nghiệp trong giai đoạn tăng

trường tiếp cận đơn giản và nhanh chóng với các dịch vụ giúp mở rộng dịch vụ. Các trung tâm công nghệ Pháp hiện đang được đặt tại 22 thành phố trên thế giới, là cộng đồng doanh nhân và nhà đầu tư hỗ trợ đặc biệt cho các công ty khởi nghiệp Pháp ở nước ngoài (La French Tech, 2017).

- **Tăng cường kết nối với hệ sinh thái đổi mới sáng tạo rộng lớn:** Chương trình Khởi nghiệp Thụy Điển tổ chức các trại huấn luyện (boot camp) kéo dài một tuần (tập hợp các doanh nhân tại một địa điểm cụ thể cho phép họ được tiếp xúc và học hỏi lẫn nhau) nhằm vào các công ty khởi nghiệp số triển vọng nhất Thụy Điển. Mười công ty được chọn tham gia vào mỗi đợt bootcamp, có cơ hội mở rộng mạng lưới với các công ty, nhà đầu tư, khách hàng tiềm năng và các đối tác khác. Trong thời gian tham gia, các công ty được khuyến khích chia sẻ kinh nghiệm và nhận lời khuyên thiết thực trong việc phát triển kinh doanh từ các công ty khởi nghiệp và chuyên gia khởi nghiệp trong các lĩnh vực khác và được thực hành bán hàng với các huấn luyện viên và chuyên gia bán hàng. Các công ty khởi nghiệp cũng có cơ hội gặp gỡ các nhà đầu tư công và tư trong Ngày Demo Day Thụy Điển, nơi diễn ra các triển lãm nhỏ và là nơi họ thực hành bán hàng trong 1 phút trước các nhà đầu tư (Tillväxtverket, 2017).

- **Tạo điều kiện tiếp cận tài chính:** Tiếp cận tài chính là một thách thức truyền thống đối với các công ty khởi nghiệp, nhưng một số quốc gia như Luxembourg, đã xây dựng các kế hoạch cụ thể nhằm vào các công ty khởi nghiệp số. Quỹ Tương lai của Luxembourg trị giá 150 triệu Euro có nhiệm vụ khuyến khích đa dạng hóa nền kinh tế Luxembourg trong các lĩnh vực chiến lược, bao gồm cả Công nghệ thông tin – truyền thông (CNTT-TT) và công nghệ sạch. Quỹ sẽ đầu tư và hợp tác đầu tư cho giai đoạn đầu phát triển doanh nghiệp nhỏ và vừa đổi mới công nghệ châu Âu cũng như cho các quỹ đầu tư mạo hiểm (EIB, 2017). Quỹ hạt giống CNTT-TT được thành lập vào năm 2016 với tư cách là đối tác công - tư và chủ yếu tập trung đầu tư vốn mạo hiểm cho các dự án ở giai đoạn đầu nhằm chứng minh khái niệm trong các lĩnh vực như an ninh mạng, FinTech, Dữ liệu lớn, Y tế số và IoT. Để thúc đẩy chuyển giao các công nghệ mới bắt nguồn từ nghiên cứu công, Quỹ Usm tạo cũng đặt mục tiêu đầu tư cho các công ty phái sinh triển vọng (Godarnement.lu, 2015).

- **Thiết kế các chương trình tài trợ thúc đẩy đổi mới sáng tạo trong các lĩnh vực mới nổi:** Thách thức đối với các nhà hoạch định chính sách trong thời đại mới, trong đó đổi mới sáng tạo bắt nguồn từ những sự kết hợp mới và thường ngoài dự đoán giữa công nghệ và tri thức là làm sao để thiết kế các

chương trình tài trợ thúc đẩy đổi mới sáng tạo trong các lĩnh vực hoặc thị trường hoàn toàn mới. Trước thách thức này, Hội đồng Đổi mới châu Âu đã triển khai thí điểm Công cụ SME Horizon 2020 mới cung cấp tài trợ cho Doanh nghiệp DNNVV và công ty khởi nghiệp thực hiện đổi mới sáng tạo ở các thị trường mới hoặc giao thoa giữa các công nghệ số và vật lý. Dù công cụ này trước đây hỗ trợ đổi mới mạnh mẽ thông qua xác định trước các chủ đề hỗ trợ, nhưng nay những cơ hội được mở ra cho bất cứ đề xuất đổi mới đột phá nào có tiềm năng tác động mạnh mẽ và tạo nên các thị trường mới hoặc cách mạng hóa các thị trường hiện có. Các DNNVV ứng viên tốt nhất sẽ được phỏng vấn bởi hội đồng chuyên gia đánh giá, bao gồm các doanh nhân khởi nghiệp và phát triển các doanh nghiệp đổi mới sáng tạo ở cấp châu Âu hoặc trên toàn cầu, các nhà đầu tư và chuyên gia tham gia vào hệ sinh thái đổi mới sáng tạo. Công cụ cấp tài trợ đổi mới cho các DNNVV với mục đích đánh giá khả thi, phát triển và trình diễn đổi mới, cũng như huấn luyện kinh doanh miễn phí, tiếp cận với nhiều dịch vụ xúc tiến kinh doanh và đẩy mạnh tiếp cận tài chính rủi ro.

### **1. Hệ sinh thái AI của Tây Ban Nha**

Khởi nghiệp AI đang trở thành xu hướng chủ đạo trên toàn cầu. Trong một báo cáo do MMC Venture phối hợp với Ngân hàng Barclays thực hiện - MMC Ventures (2019) “Trạng thái của AI 2019: Sự phân kỳ”. Họ tuyên bố rằng vào năm 2013, cứ 50 công ty khởi nghiệp mới thì có một công ty sử dụng AI; ngày nay, cứ 12 công ty thì có một công ty đặt AI vào trọng tâm của đề xuất giá trị của họ. Để hiểu rõ hơn về cách xếp hạng của Tây Ban Nha, điều quan trọng là phải xem lại bức tranh châu Âu một cách ngắn gọn.

*Vương quốc Anh* là cường quốc về AI của châu Âu với gần 500 công ty khởi nghiệp AI và *Tây Ban Nha* đứng thứ 4 với 166 công ty khởi nghiệp dựa trên AI. Bất chấp số lượng khởi nghiệp ấn tượng này, khi quan sát Chỉ số Sẵn sàng đối với AI - Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (2019) “Chiến lược RDI của Tây Ban Nha về Trí tuệ nhân tạo”. Tây Ban Nha đứng thứ 11 trong EU. Chỉ số này đo lường vị trí của các quốc gia trong một loạt các công cụ hỗ trợ AI, bao gồm số lượng công ty khởi nghiệp AI trên đầu người, tự động hóa, tiềm năng của các hoạt động công việc, sự trưởng thành về kỹ thuật số, sự sẵn có của các nhà khoa học và kỹ sư, tạo ra các mô hình kinh doanh ICT, chi tiêu R&D và Kết nối CNTT-TT.

Tây Ban Nha đang ở dưới mức trung bình của châu Âu trong chỉ số này cũng như về số lượng công ty khởi nghiệp AI trên đầu người, việc tạo ra các mô hình kinh doanh ICT, chỉ tiêu RDI và kết nối ICT. Tây Ban Nha nằm trong nhóm cuối cùng về kỹ năng AI và do đó đang ở trong tình trạng nghiêm trọng về tiềm năng của các hoạt động và sự sẵn có của các nhà khoa học và kỹ sư trong lĩnh vực này.

Các chỉ số kém này bị ảnh hưởng xuyên suốt trong các khoản đầu tư được quan sát, vì đầu tư vốn tư nhân vào các công ty khởi nghiệp tập trung vào AI ở Tây Ban Nha từ năm 2011 đến giữa năm 2018 là 3% tổng số tiền đầu tư vào các công ty khởi nghiệp có trụ sở tại EU (đứng sau Pháp - 13%, Đức - 14% hoặc Vương quốc Anh - 55%) - OECD (2018), “Đầu tư cổ phần tư nhân vào trí tuệ nhân tạo”.

Bất chấp những chỉ số xấu trong quá khứ, có vẻ như mọi thứ đang thay đổi và theo Tổng quan về hệ sinh thái khởi nghiệp 2019 - Thủ đô Thế giới Di động Barcelona (2019). Hệ sinh thái khởi nghiệp tiếp tục phát triển với tốc độ nhanh chóng, với số lượng công ty khởi nghiệp tăng 55% kể từ năm 2016. Các yếu tố như tài năng, đầu tư và vốn đang thu hút ngày càng nhiều doanh nhân bắt đầu các dự án kinh doanh mới của họ.

Báo cáo này cũng khẳng định rằng Tây Ban Nha đang thu hút nhiều tài năng công nghệ có trình độ cao hơn bao giờ hết và các nhà sáng lập châu Âu đã bình chọn Barcelona là nơi tốt thứ ba ở châu Âu để thành lập công ty. Điều này minh chứng cho sức hấp dẫn của Tây Ban Nha. Sự kết nối của Tây Ban Nha với phần còn lại của ngành công nghiệp công nghệ châu Âu và quốc tế khiến đất nước này trở thành một nơi thú vị cho những ai muốn mạo hiểm và nắm bắt ý tưởng của mình.

Mặc dù là một trong những nơi hấp dẫn nhất để thành lập các công ty khởi nghiệp, nhưng Tây Ban Nha có thể làm nhiều hơn nữa để phù hợp với ngành công nghiệp khởi nghiệp. Đó có thể là các công ty khởi nghiệp và hệ sinh thái đang mang lại cả tài năng và tăng trưởng kinh tế cho Tây Ban Nha. Các nhà hoạch định chính sách và các nhà lãnh đạo cộng đồng phải thúc đẩy và cho phép hệ sinh thái có tiếng nói mạnh mẽ hơn về chính trị, công nghiệp và xã hội. Chính phủ phải làm việc nhiều hơn nữa với các công ty khởi nghiệp giúp họ tăng trưởng nhanh chóng phục vụ tăng trưởng kinh tế cho Tây Ban Nha.

Mặc dù môi trường công ty có thể không phải là hoàn hảo nhất, nhưng Tây Ban Nha đã sản sinh ra một số công ty khởi nghiệp dựa trên AI quan trọng nhất trên thế giới.

### ***Các công ty khởi nghiệp AI đại diện của Tây Ban Nha***

#### **Lĩnh vực sức khỏe**

Mediktor : Công ty khởi nghiệp này đã phát triển hệ chuyên gia để chẩn đoán tiên lượng, phân loại và hỗ trợ ra quyết định cho phép bệnh nhân đưa ra quyết định tốt hơn ngay từ những triệu chứng đầu tiên. Sản phẩm cốt lõi của họ là công cụ kiểm tra và phân loại triệu chứng đã được xác nhận một cách khoa học dựa trên AI; “Bệnh viện Mediktor” đã được thử nghiệm thành công tại Bệnh viện Clínic ở Barcelona, Tây Ban Nha vào tháng 12 năm 2017 và dựa trên các tương tác với 1.015 bệnh nhân, nó đã đạt được tỷ lệ thành công là 91,3%, so với “tiêu chuẩn vàng” về chẩn đoán của bác sĩ. Giải pháp của họ đã được trao giải NODE.Health, Cuộc thi Nghiên cứu Lâm sàng Tốt nhất trong năm 2018, tập trung vào việc khám phá, tiêu chuẩn hóa, cải tiến và chia sẻ các phương pháp hay nhất về bằng chứng kỹ thuật số. Mediktor hoạt động dựa trên 2 lĩnh vực chính của AI: *Xử lý ngôn ngữ tự nhiên*, cho phép bệnh nhân có trải nghiệm giao tiếp trò chuyện tương tự như họ sẽ có với bác sĩ và thứ hai, *Học máy* cho phép chẩn đoán dựa trên tất cả các triệu chứng, các tương tác trong quá khứ được thu thập.

Medicsen : Medicsen phát triển tuyến tụy nhân tạo không xâm lấn dành cho bệnh tiểu đường dựa trên một thuật toán học máy, một ứng dụng chatbot và một chiếc đồng hồ thông minh điều chỉnh insulin không dùng kim tiêm. Công ty khởi nghiệp này được thành lập tại Khoa Nội tiết ở Bệnh viện La Paz ở Madrid, với mục tiêu tạo ra một dịch vụ cho phép cá nhân hóa việc điều trị bệnh tiểu đường. Người sáng lập của công ty là Eduardo Jorgensen, được MIT Technology Review vinh danh là nhà sáng tạo của năm 2017. Việc sử dụng AI cho Medicsen có 3 tính năng quan trọng có giá trị: (1) dự đoán giá trị glucose trước tối đa 1 giờ với sai số dưới 10 đơn vị glucose dựa trên học máy (2) điều chỉnh liều pháp cho bệnh nhân tại thời điểm ăn, liều lượng insulin và tập thể dục thông qua theo dõi dữ liệu liên tục (3) giao diện trò chuyện-bot hỗ trợ xử lý ngôn ngữ tự nhiên cho phép đặt câu hỏi và câu trả lời cũng như giảm bớt việc tuân thủ điều trị.



Woom : Là một công ty khởi nghiệp theo mô hình dữ liệu nhằm trao quyền cho phụ nữ để tối đa hóa cơ hội mang thai tự nhiên hoặc thông qua điều trị y tế. Ứng dụng theo dõi khả năng sinh sản của họ, gần đây công ty đã góp mặt trong danh sách 60 công ty khởi nghiệp do phụ nữ lãnh đạo của Forbes, đại diện cho một trong những công ty nữ mạnh nhất ở Tây Ban Nha. Những người sáng lập đã cho ra mắt ứng dụng về các vấn đề sinh sản và huy động được 2 triệu euro thông qua huy động vốn từ cộng đồng. Hàng tháng có 80.000 phụ nữ tương tác với WOOM. Cộng đồng 40.000 người dùng chia sẻ những kinh nghiệm của họ và hỗ trợ nhau về khả năng sinh sản, mang thai.

WOOM có khả năng xác định thời điểm thụ thai và tính toán tỷ lệ phần trăm mang thai hàng ngày dựa trên 32 điểm dữ liệu như: chu kỳ kinh nguyệt, tuổi tác, BMI (cân nặng/chiều cao), thói quen hút thuốc, lối sống và nó cũng cung cấp nội dung được cá nhân hóa. Ngoài ra, người dùng nhận được hỗ trợ thông qua một cộng đồng gắn bó và một nền tảng các dịch vụ sinh sản.

### **Lĩnh vực dịch vụ di động**

Cabify: Một trong những doanh nghiệp khởi nghiệp kỳ lân lớn nhất của Tây Ban Nha là công ty mạng lưới giao thông quốc tế, cung cấp dịch vụ cho thuê xe thông qua ứng dụng di động trên điện thoại thông minh. Người tài xế phải vượt qua một quá trình tuyển chọn khắt khe. Nền tảng của Cabify kết nối chủ xe ô tô và tài xế để giúp việc đi lại trong các thành phố dễ dàng hơn, an toàn hơn và thú vị hơn.

Các sáng kiến đổi mới tại Cabify cũng tập trung vào cải thiện thuật toán đối sánh người dùng với tài xế, do đó đã giảm 5% thời gian chờ đợi của khách hàng. Công nghệ dữ liệu lớn và học máy được sử dụng để phát hiện các sự cố thường gặp như chuyến đi có khoảng cách rất ngắn hoặc chưa thanh toán. Do đó giảm nhu cầu tham gia của nhân viên. Cabify sử dụng công nghệ phân tích tự động các chỉ số hành vi của hành khách và tài xế. Điều này cho phép giải quyết vấn đề trước khi người dùng nhận ra, từ đó cải thiện trải nghiệm của người dùng, đồng thời tăng hiệu quả hoạt động của Cabify.

Triporate: Nền tảng của Triporate, với hỗ trợ AI, ngoại suy các tùy chọn vận chuyển và lưu trú từ email, cung cấp hành trình du lịch được cá nhân hóa cho khách doanh nhân.

Ra mắt vào năm 2017, Triporate quản lý hành trình du lịch theo các thông số chính sách du lịch của công ty, bao gồm các thông tin về chuyến bay,

xe lửa hoặc taxi, khách sạn, căn hộ dịch vụ hoặc chỗ ở của AirBnB, cũng như quản lý hóa đơn và chi phí và gộp chúng thành một hóa đơn hàng tháng. Trong 5 tháng từ tháng 1 đến tháng 5 năm 2018, công ty đã tăng sáu lần khối lượng các chuyến đi được xử lý thông tin, tạo ra doanh thu 60.000 Euro. Riêng trong quý đầu tiên, Triporate đã đạt mức tăng trưởng 88% so với tháng trước.

Sức mạnh của Triporate dựa trên công nghệ xử lý ngôn ngữ tự nhiên (NLP) để giải thích văn bản email và các thuật toán AI đối sánh kết quả giữa các giải pháp du lịch.

OnTruck: Được thành lập vào năm 2016, công ty khởi nghiệp có trụ sở tại Madrid và Barcelona xây dựng nền tảng công nghệ hàng đầu và mạng lưới nhà cung cấp dịch vụ vận tải đường bộ theo yêu cầu giữa các công ty. OnTruck làm cho việc vận chuyển đường bộ trở nên đơn giản và minh bạch, cho phép người gửi hàng và hãng vận tải kiểm soát lại. Nó cho phép các công ty có nhu cầu vận chuyển hàng hóa đường bộ ở Tây Ban Nha và gần đây là Vương quốc Anh kết nối với mạng lưới tài xế của startup hoạt động ở cả hai quốc gia. Đối với bản thân các tài xế xe tải, nhiều người trong số họ có doanh nghiệp do chủ sở hữu điều hành, OnTruck cung cấp công việc ổn định với giá hợp lý. Nền tảng của OnTruck dựa trên tự động hóa quy trình, kết nối lô hàng trên xe của các hãng vận tải với việc lựa chọn của người dùng về các thông số kỹ thuật giá và sắp xếp nhận hàng. Họ nhận được doanh thu thông qua phí hoa hồng, được phần mềm xác định dựa trên các khoản phí từ người vận chuyển và người gửi hàng. Cụ thể, OnTruck tự động hóa kết hợp tải trọng xe tải và cung cấp tính năng theo dõi GPS theo thời gian thực của tất cả các chuyến hàng. Phần mềm của công ty cũng điều phối công việc, cắt giảm đáng kể các hành trình trống. Đây là một vấn đề thường gặp dịch vụ vận tải đường bộ.

### **Lĩnh vực nhà ở**

Badi: Công ty khởi nghiệp cho thuê phòng ở đô thị có trụ sở tại Barcelona giúp cải thiện trải nghiệm sống ở đô thị bằng cách kết nối khách hàng với không gian ở kèm theo các sản phẩm dịch vụ hấp dẫn. Công ty xây dựng nền tảng công nghệ nhằm mục đích thay đổi hoàn toàn cách tiếp cận rao vặt cũ liên quan đến việc cho thuê phòng bằng cách liệt kê thông tin phòng cho thuê và thực hiện thủ công các thao tác cuộc gọi và email quảng cáo. Thuật toán ghép nối Badi sử dụng dựa trên công nghệ học máy. Badi tham chiếu dữ liệu của người dùng và tập những người dùng khác có điểm chung. Khi người dùng

càng hoạt động tích cực trên ứng dụng, thuật toán học sẽ có nhiều thông tin hơn, do đó việc khuyến nghị cho bạn chia sẻ phòng trở nên chính xác hơn.

**Jobandtalent:** Một ứng dụng tìm kiếm việc làm miễn phí giúp đối sánh nhà tuyển dụng với người tìm việc, giúp đơn giản hóa quy trình tuyển dụng. Jobandtalent là doanh nghiệp đầu tiên cung cấp toàn bộ quy trình tuyển chọn, tuyển dụng và quản lý nhân viên trong một ứng dụng di động. Jobandtalent sử dụng công nghệ độc đáo, do các nhà khoa học dữ liệu thực hiện, kết hợp phân tích dữ liệu lớn và máy học để khớp cơ hội việc làm với ứng viên một cách chính xác và hiệu quả nhất có thể, khẳng định độ chính xác khớp 80%. Thuật toán học từ người dùng và tương tác của họ với nền tảng. Phần mềm đo lường hiệu quả công nghệ thông qua chỉ số hiệu suất ATR (Tỷ lệ ứng dụng), xác định tỷ lệ ứng dụng được hệ thống tạo ra cho mỗi lượt đối sánh công việc.

Phần mềm hoạt động như một nhà tư vấn tuyển dụng ảo, phân tích hàng trăm nghìn công việc và đề xuất các vị trí tuyển dụng phù hợp, có cân nhắc đến sở thích và hồ sơ chuyên nghiệp của ứng viên. Về bản chất, Jobandtalent giống như một headhunter ảo.

### **Gian lận & bảo mật**

**Buguroo:** Được thành lập tại Madrid vào năm 2010, công ty an ninh mạng này phát triển phần mềm dựa trên học sâu (AI) và phân tích hành vi sinh trắc học để phát hiện gian lận trực tuyến. Sản phẩm BugFraud của Buguroo có khả năng phát hiện đe dọa trực tuyến nhờ vào sự phát triển của các công nghệ thế hệ tiếp theo dựa trên học sâu (trí tuệ nhân tạo), mạng nơ ron nhân tạo và sinh trắc học hành vi.

BugFraud sử dụng các thuật toán học sâu để xác định gian lận, bot mạo danh người dùng, phát hiện người dùng đáng ngờ và ngăn chặn các cuộc tấn công xảy ra. BugFraud phát hiện tấn công của phần mềm độc hại không xác định nhằm thao túng nội dung người dùng trên trình duyệt web, ứng dụng di động (tiêm vào web, MiTB, RAT, RitB), không phụ thuộc vào việc tương tác có khớp với chữ ký phần mềm độc hại đã biết hay không. Cách tiếp cận cho phép không chỉ dùng các chữ ký, danh sách đen đã biết, có thể phân tích điều hướng trang web đang bị kẻ lừa đảo phá hoại hay không. BugFraud tiến hành phân loại các dị thường xám tránh bị nhầm lẫn.

Nhờ thu thập hàng nghìn thông số liên quan đến môi trường và sinh trắc học hành vi của khách hàng, bao gồm cả chuyển động của điện thoại thông

minh và chuột, tổ hợp phím, cấu hình thiết bị, vị trí địa lý và bản ghi phần mềm độc hại, Buguroo có thể tạo một 'hồ sơ mạng' duy nhất cho người dùng, gọi là DNA kỹ thuật số. Nhờ vậy, có thể ngăn chặn những kẻ lừa đảo, mạo danh khách hàng sử dụng dịch vụ tài chính trực tuyến và thao túng tài khoản.

Red Points: Công ty công nghệ Red Points có trụ sở tại Barcelona cung cấp giải pháp cho các thương hiệu và chủ sở hữu nội dung để chống hàng giả, chống vi phạm bản quyền kỹ thuật số trực tuyến. Red Points cho phép bảo vệ thương hiệu nổi tiếng trong các ngành công nghiệp thể thao, giải trí, thời trang, biên tập, thiết kế và hàng xa xỉ, cung cấp các sản phẩm độc đáo trên toàn bộ phổ kỹ thuật số. Để có thể làm điều này, Red Points sử dụng các công nghệ chuyên biệt trong học máy để quét Internet và xác định tất cả các vi phạm và vi phạm, tuy rằng hiện tại không có nhiều thông tin được tiết lộ về AI đằng sau các công nghệ này.

### **Chatbots & RPA**

Taiger: Taiger cung cấp các giải pháp tự động hóa quy trình bằng robot, truy cập và trích xuất thông tin sử dụng các công nghệ AI tiên tiến, phục vụ các lĩnh vực ngân hàng, bảo hiểm và chính phủ. Taiger còn đưa ra các giải pháp tích hợp tự động, xử lý tài liệu, xác nhận quyền sở hữu, đối chiếu dữ liệu sinh học của khách hàng, xử lý các câu lệnh, tạo siêu dữ liệu tự động, tìm kiếm ngữ nghĩa. Khách hàng lớn là các tập đoàn Santander, Manulife và Vodafone. Công ty đã được công nhận trong danh sách Nhà cung cấp Gartner Cool do Gartner lựa chọn năm 2017.

Inbenta: Inbenta là một nền tảng đám mây các giải pháp trò chuyện và trợ lý ảo trực tuyến sử dụng trí tuệ nhân tạo và công nghệ xử lý ngôn ngữ tự nhiên. Inbenta sử dụng công nghệ tìm kiếm ngữ nghĩa, các công nghệ tìm kiếm và trợ lý ảo với các xử lý ngôn ngữ tự nhiên phức tạp. Nhờ quản lý tương tác, quản trị tri thức và nội dung, Inbenta giúp cải thiện trải nghiệm của khách hàng, cho phép khớp truy vấn tìm kiếm ngữ nghĩa bằng ngôn ngữ tự nhiên của người dùng, có cấu trúc và không có cấu trúc, để sinh câu trả lời có cấu trúc. Nhóm khách hàng lớn bao gồm Groupon, Ticketmaster, Schlage, Blurb

CogniCor: CogniCor Technologies là nhà cung cấp nền tảng phần mềm dịch vụ khách hàng hỗ trợ AI cho doanh nghiệp. Nền tảng chatbot hỗ trợ AI nhận thức của CogniCor cho phép các doanh nghiệp xây dựng các chatbot cao cấp, không cần viết kịch bản cho tất cả các luồng công việc. CogniCor cung cấp

các tính năng thông minh trong nhập tài liệu, tích hợp quy trình nghiệp vụ và hỗ trợ giao dịch của khách hàng.

Sherpa: Công nghệ của Sherpa được thiết kế dành cho các sản phẩm và khám phá các mô hình kinh doanh mới của các nhà sản xuất sản phẩm tiêu dùng như ô tô, tai nghe thông minh, loa gia đình, thiết bị gia dụng và phụ kiện điện tử, dựa trên các công nghệ dịch vụ kỹ thuật số thông minh. Thành công của Sherpa được chứng minh khi được cài đặt sẵn trên điện thoại thông minh của tập đoàn Samsung từ năm 2016 và có sản phẩm trên ô tô của tập đoàn Porsche.

### **Các công nghệ TTNT khác**

Geoblink: cung cấp giải pháp dịch vụ thông minh ứng dụng dựa trên vị trí cho các công ty trong lĩnh vực bán lẻ, bất động sản khi đưa ra quyết định và thiết lập chiến lược kinh doanh. Geoblink kết hợp các kỹ thuật phân tích nâng cao truyền thống và phi truyền thống trên dữ liệu lớn, cùng với giao diện người dùng dựa trên bản đồ phong phú để hiển thị nhiều loại thông kê một cách đơn giản, dễ sử dụng và dễ hiểu.

Graphext : Graphext cung cấp giải pháp quy trình làm việc end-to-end, làm giàu và tiền xử lý dữ liệu, khai phá và phân tích dữ liệu, tạo lập báo cáo chuyên sâu. Graphext đưa ra các công nghệ phân tích dữ liệu vượt trội so với các phương pháp truyền thống, dựa trên khai phá và phân tích dữ liệu nhanh và dễ thực hiện cho tất cả mọi người.

Có thể thấy Tây Ban Nha đã thiết lập được những yếu tố quan trọng để trở thành một trung tâm AI của châu Âu, dựa trên mạng lưới công ty khởi nghiệp AI, chẳng hạn như Woom (trong lĩnh vực fintech), OnTruck và Cabify (trong lĩnh vực di động) hoặc Buguroo (trong phát hiện lừa đảo) theo xu hướng phá vỡ ngành dọc kinh doanh. Để thúc đẩy môi trường kinh doanh cần có nhiều hợp tác hơn với Chính phủ.

Nền tảng mạng lưới khởi nghiệp AI thành công cùng với các tổ chức học thuật vững chắc truyền thống của châu Âu sẽ giúp châu Âu trở thành một đối thủ cạnh tranh mạnh mẽ đối với hai cường quốc AI hiện tại là Mỹ và Trung Quốc. Tuy nhiên, cần có sự cam kết hỗ trợ của chính phủ cho các công ty khởi nghiệp, kết hợp với chiến lược dữ liệu và AI thống nhất trên toàn châu Âu.

## 2. Hệ sinh thái AI của Israel

Israel được mệnh danh là “Quốc gia khởi nghiệp”. Hệ sinh thái AI, các công ty khởi nghiệp AI đang phát triển hết sức mạnh mẽ ở Israel. Theo báo cáo về doanh nghiệp AI từ tháng 7 năm 2019, Israel là một trong các quốc gia dẫn đầu về Trí tuệ nhân tạo, Tel Aviv là Trung tâm AI mới nổi. Báo cáo xếp Israel thứ sáu về AI, với Mỹ, Trung Quốc và Anh là các quốc gia đứng đầu. Trong các trung tâm AI mới nổi, Tel Aviv xếp thứ bảy, sáu trung tâm hàng đầu là Bắc Kinh, San Francisco, London, Thượng Hải, New York và Toronto.

Theo StartupHub.ai, các công ty khởi nghiệp của Israel đã huy động được khoảng 7 tỷ USD trong thời gian qua, tốc độ rót vốn đang tăng rất nhanh. Ước tính có hơn 800 công ty khởi nghiệp của Israel sử dụng công nghệ AI như một phần cốt lõi trong hoạt động cung cấp của họ - gấp 5 lần so với con số thống kê kể từ năm 2014. Các công ty khởi nghiệp AI ở Israel trải rộng hầu hết trên các lĩnh vực ứng dụng và công nghệ AI. Các công nghệ AI nổi bật trong hệ sinh thái này là học máy, xử lý ngôn ngữ tự nhiên và thị giác máy tính. Các lĩnh vực ứng dụng AI quan trọng bao gồm chăm sóc sức khỏe, fintech, ô tô, nông nghiệp, doanh nghiệp tiếp thị, bán lẻ và các công nghệ AI cốt lõi. Trong hệ sinh thái AI của Israel, mỗi miền ứng dụng có hàng chục, thậm chí hàng trăm các công ty doanh nghiệp về AI. Điều quan trọng hơn cả là sự gia tăng các ứng dụng công nghệ AI không chỉ ở các công ty khởi nghiệp. Một số tập đoàn quốc tế lớn (ví dụ: Intel, Nvidia, Microsoft, Google, General Motors, Siemens, IBM, Citi) có các phòng nghiên cứu chuyên sâu về AI đặt ở Israel. Các nhà đầu tư mạo hiểm mang theo nguồn vốn lớn đổ xô đến Israel. Nhờ vậy, thúc đẩy sự phát triển của hệ sinh thái AI của Israel.

Để hệ sinh thái AI phát triển, vấn đề đào tạo nguồn nhân lực chất lượng cao về AI là hết sức quan trọng. Các trường đại học của Israel cung cấp số lượng lớn các sinh viên có kỹ năng góp phần phát triển hệ sinh thái AI. Các khoa kỹ thuật và khoa học máy tính tại các trường đại học được xếp hạng quốc tế rất cao. Nhiều giảng viên là chuyên gia nghiên cứu AI nổi tiếng. Nhờ vậy, trình độ và chất lượng kỹ năng về AI của sinh viên tốt nghiệp đại học là rất cao.

Ngoài ra, tại Israel liên kết giữa hàn lâm và công nghiệp hết sức chặt chẽ. Có thể tìm thấy rất nhiều dự án liên kết hàn lâm và công nghiệp dưới dạng dự án nghiên cứu, phát triển một công nghệ mới. Dịch chuyển hai chiều các chuyên gia từ các trường đại học đến ngành công nghiệp và ngược lại khá mạnh

mẽ. Mỗi liên kết này cho phép đưa các công nghệ AI hiện đại từ khối hàn lâm sang ngành công nghiệp và ngược lại, chuyển các thách thức công nghiệp về AI cần giải quyết cho khối hàn lâm nghiên cứu. Ví dụ nổi bật nhất là Giáo sư Amnon Shashua, một trong những người sáng lập Mobileye. Được thành lập vào năm 1999, Mobileye trở thành công ty dẫn đầu toàn cầu trong việc phát triển các công nghệ xử lý hình ảnh hỗ trợ người lái và xe tự hành. Công ty đã được tập đoàn Intel mua lại vào năm 2017 với giá 15,3 tỷ đô la, một khoản tiền chưa từng có đối với một công ty khởi nghiệp về AI. Điều thú vị là năm 2010 hai người sáng lập, giáo sư Shashua và ông Aviram, lại bắt đầu một công ty liên doanh thị giác nhân tạo khác có tên OrCam, với định giá thị trường 1 tỷ đô la. OrCam có trụ sở tại Jerusalem sử dụng thị giác nhân tạo, cho phép người khiếm thị và người mù đọc văn bản, nhận dạng khuôn mặt và nhận dạng sản phẩm. Do có nhiều giáo sư AI tham gia vào các công ty khởi nghiệp về AI, nên việc cung cấp cho ngành AI của Israel những kiến thức cập nhật và kỹ năng chất lượng cao về AI khá nhanh chóng.

#### Tuần lễ AI của Israel

Sự kiện *Tuần lễ AI của Israel* diễn ra tại Đại học Tel Aviv đã chứng tỏ hệ sinh thái khởi nghiệp AI của Israel hết sức đa dạng. Tuần lễ AI của Israel diễn ra với sự tham dự của giới hàn lâm, các nhà đầu tư mạo hiểm và các tổ chức của chính phủ, đang tích cực nghiên cứu ứng dụng và triển khai AI.

Công ty SparkBeyond được thành lập vào năm 2013. SparkBeyond phát triển và cung cấp giải pháp AI hiện đại nhất để giải quyết vấn đề trong các ngành như tài chính, dược phẩm, bán lẻ, sử dụng AI để phân tích rủi ro, phân tích gian lận, bán chéo, dự báo nhu cầu và nhiều vấn đề khác. Giải pháp AI của công ty giao tiếp với rất nhiều loại dữ liệu và cũng đáp ứng tốt với dữ liệu lớn. Đây là một ví dụ thành công của một công ty khởi nghiệp công nghệ AI cốt lõi.

Một công ty khác là Binah.ai, phát triển ứng dụng cho điện thoại thông minh. Ứng dụng chụp ảnh khuôn mặt của người sử dụng và chỉ trong vài giây, cung cấp các chỉ số y tế, các thông số sinh lý quan trọng của người dùng, ví dụ mức độ căng thẳng tinh thần, huyết áp, nhịp tim, hô hấp và độ bão hòa oxy. Khả năng ứng dụng AI trong thời gian thực có thể hoạt động với bất kỳ máy ảnh nào được kết nối mang lại khả năng chưa từng có trong việc chăm sóc sức khỏe từ xa. Ứng dụng này đã được thử nghiệm lâm sàng và dự kiến sẽ sớm được tổ chức FDA chấp thuận.

Công ty Cognata trong lĩnh vực kinh doanh chính là mô phỏng lái xe tự hành. Được thành lập vào năm 2016, công ty khởi nghiệp này đã huy động được khoảng 24 triệu đô la và đã thiết lập quan hệ hợp tác chiến lược với các công ty hàng đầu trong ngành công nghiệp xe tự hành. Cognata đặt ở Rehovot, ngay cạnh Viện Weizmann- một viện nghiên cứu quốc tế nổi tiếng. Chính vì vậy, công ty hết sức thuận lợi trong chia sẻ kiến thức và kỹ năng. Cognata dẫn đầu về công nghệ AI trên ô tô nhờ lợi thế của việc gần các trung tâm tri thức.

Công ty Magentiq Eye, thành lập vào năm 2014, phát triển công nghệ chẩn đoán dựa trên thị giác máy tính và học máy, có thể xác định các khối u và ung thư trong quá trình nội soi đại tràng. Công nghệ này hiện đang được thử nghiệm tại các bệnh viện. Sau khi được sử dụng rộng rãi, công nghệ này có thể giúp các bác sĩ chẩn đoán sớm, điều trị bệnh cho hàng triệu người trên toàn thế giới. Ông Dror Zur, Giám đốc điều hành của Magentiq Eye, có bằng tiến sĩ về thị giác máy tính của Viện Weizmann. Công ty hợp tác chặt chẽ với một số bệnh viện lớn và khoa y của các trường đại học. Ở đây, có thể quan sát dòng chảy kỹ năng từ các viện nghiên cứu hàng đầu đến ngành công nghiệp AI và sự hợp tác chặt chẽ giữa các công ty khởi nghiệp và cơ sở hàn lâm, học viện về TTNT.

Công ty Shoodoo Analytics chuyên ứng dụng AI trong bán lẻ, được thành lập vào năm 2015, đã huy động được 1,55 triệu đô la tiền ươm tạo trong hai vòng. Công ty cung cấp các giải pháp phân tích dưới dạng dịch vụ đám mây. Thông qua dịch vụ phong phú, các khách hàng, cũng có thể là các công ty có quy mô lớn nhỏ, có thể thực hiện các phân tích hỗ trợ quá trình kinh doanh. Theo Deloitte Israel, phân tích dự đoán của Shoodoo đang làm “thay đổi bối cảnh công nghệ bán lẻ”.

Trong ngành vận tải, Optibus là công ty khởi nghiệp có trụ sở tại Tel Aviv, thành lập năm 2011, cung cấp tính năng lập lịch và tối ưu hóa giao thông trực tuyến dựa trên các giải pháp về AI. Hệ thống sắp xếp hợp lý các hệ thống giao thông quy mô lớn, bao gồm lập lịch trình, tối ưu hóa đa tuyến đường, nhiều tài xế khác nhau. Ngay cả đối với các hệ thống lớn và phức tạp, lịch trình được tính toán chỉ trong vài giây. Giải pháp của Optibus được triển khai tại hàng chục địa điểm trên toàn cầu. Giải pháp của Optibus nhận được một số giải thưởng lớn, bao gồm chứng nhận xuất sắc của Ủy ban Châu Âu và giải thưởng Top 100 toàn cầu năm 2016.



Có nhiều công ty khởi nghiệp ở Israel lấy AI làm trung tâm, trải dài trên các lĩnh vực ứng dụng và công nghệ AI. Tuy nhiên, cũng có một số doanh nghiệp lớn khác, tuy không phải công ty chuyên về AI, nhưng lại rất cần thiết cho hệ sinh thái. Ví dụ, Intel và Nvidia, cả hai công ty, dẫn đầu trong ngành vi xử lý, đều rất tích cực trong hệ sinh thái AI của Israel. Họ không chỉ cung cấp bộ vi xử lý mà còn cả các phần mềm AI thực thi. Công ty có các nhóm nghiên cứu xây dựng nền tảng công nghệ AI tích hợp trên phần cứng của công ty. Hai công ty này và các nhà cung cấp hạ tầng AI khác hợp tác chặt chẽ với cộng đồng AI địa phương để xác định yêu cầu, hỗ trợ cộng đồng AI sử dụng khai thác các dịch vụ AI hiện đại của họ. Intel hỗ trợ các hoạt động đào tạo AI trong các trường đại học của Israel. Nvidia phát triển phần mềm AI mã nguồn mở và chia sẻ với cộng đồng. Trong các công ty khởi nghiệp luôn cần có luồng lưu thông kỹ năng và kiến thức, dịch chuyển liên tục từ học viện sang ngành công nghiệp và ngược lại.

#### *Một số yếu tố đầu vào khác*

Sau khi khảo sát các yếu tố trong hệ sinh thái AI của Israel, nhiều chuyên gia cho rằng thành công công nghệ của hệ sinh thái là do các đơn vị công nghệ chất lượng cao hoạt động trong quân đội Israel. Thật vậy, một số công ty khởi nghiệp rất thành công, tập trung vào AI và các công nghệ khác, đã được thành lập và dẫn dắt bởi các cựu chiến binh của các đơn vị công nghệ như vậy.

Ở một khía cạnh khác văn hóa địa phương tạo ra sự khác biệt, trẻ em được coi là rất quan trọng trong xã hội Israel. Do đó, cha mẹ đã đầu tư rất lớn vào việc học tập của con cái. Ngoài ra, các thành tựu trí tuệ luôn được coi trọng và các nghiên cứu sau đại học là rất phổ biến. Không chỉ vậy, tư duy “thay đổi và sáng tạo” cũng được coi là khuôn mẫu văn hóa chung của người dân Israel, điều này thúc đẩy sự đổi mới. Văn hóa sẵn sàng chấp nhận rủi ro và chấp nhận thất bại (và thử lại) dẫn đến tinh thần kinh doanh. Kết hợp các tư duy trên trong xã hội Israel, ta sẽ nhìn thấy một quốc gia khởi nghiệp và một ngành công nghiệp AI đang bùng nổ.

**Tóm lại**, hệ sinh thái AI của Israel đã tạo điều kiện thuận lợi cho sự phát triển của số lượng lớn nhất các công ty khởi nghiệp AI tính trên đầu người. Hệ sinh thái bao gồm hơn 800 công ty khởi nghiệp, hàng chục trung tâm nghiên cứu AI của các tập đoàn quốc tế hàng đầu. Hàng tỷ đô la được huy động hàng năm và các nhà đầu tư mạo hiểm đang đổ xô đến Israel. Nhân lực có kỹ năng

cao từ học viện và từ các đơn vị quân đội có sẵn. Chính phủ Israel hỗ trợ thông qua quỹ nghiên cứu, các chương trình ươm tạo, chương trình tăng tốc và giảm thuế đối với các doanh nghiệp khởi nghiệp AI. Văn hóa thúc đẩy đổi mới sáng tạo và khởi nghiệp, cũng như hợp tác và trao đổi thông tin. Đặc tính này không chỉ giải thích khả năng dẫn dắt trong lĩnh vực AI đang được quan tâm quan sát hiện nay, mà còn mang lại tiềm năng phát triển hơn nữa. Theo dự báo, lĩnh vực AI của Israel sẽ tăng trưởng 15-20% mỗi năm trong 5 năm tới về số lượng công ty khởi nghiệp AI và số tiền huy động được của các công ty AI.

Tuy nhiên, ngoài những thuận lợi như đã phân tích ở trên, có hai yếu tố khó khăn gây cản trở lớn đối với sự phát triển của Hệ sinh thái AI của Israel trong thời gian tới đó là: Chi phí cho nhân viên có kỹ năng cao trong ngành AI đã tăng lên đáng kể trong thời gian gần đây, do đó các dự án liên doanh sẽ phải trả chi phí khá cao để thực hiện ở Israe. Thứ hai đó là nguồn nhân lực AI cần được bổ sung. Chính phủ Israel đã nhận thấy rằng để lĩnh vực AI phát triển, thị trường lao động phải được mở cửa cho nhân tài nước ngoài. Trong nhiều năm trước thị trường tương đối mở đối với các tài năng nước ngoài, hiện tại mọi thứ đang bắt đầu thay đổi theo xu hướng ngược lại.

### **3. Hệ sinh thái khởi nghiệp của Hàn quốc**

#### **3.1. Sự trỗi dậy của hệ sinh thái khởi nghiệp Seoul**

Với dân số gần 10 triệu người có trình độ văn hóa cao, Seoul đứng thứ ba thế giới về các doanh nghiệp khởi nghiệp tài năng, có tri thức. Ngoài những kỹ năng và chuyên môn sâu, chính phủ cũng như các nhà đầu tư địa phương trao cho các nhà sáng lập cơ hội tuyệt vời để đảm bảo nguồn vốn cần thiết cho phát triển doanh nghiệp của họ.

Seoul đã đưa ra một số khoản đầu tư ấn tượng hơn vào hệ sinh thái khởi nghiệp của mình trên toàn thế giới. Ví dụ, chính quyền thủ đô Seoul (SMG) đã cam kết chi 1,6 tỷ USD để phát triển hệ sinh thái của họ trong vòng 3 năm tới cùng với chính quyền trung ương và các nhà đầu tư cá nhân. 1,6 tỷ USD bao gồm Quỹ Đổi mới Tương lai Seoul 1 tỷ USD, trong đó SMG đóng góp khoảng 15% tổng số quỹ được thành lập. Các quỹ hình thành đối tác chung đang thu hút tiền từ cả chính quyền trung ương và các nhà đầu tư cá nhân. Hoạt động này được phản ánh thông qua việc Seoul đạt 9/10 điểm trong chỉ số hoạt động nhà đầu tư của năm.

Ngoài tài trợ, Seoul có một mạng lưới phát triển mạnh gồm các tổ chức cung cấp cho các doanh nghiệp khởi nghiệp những hỗ trợ cần thiết như cố vấn, không gian văn phòng và những hỗ trợ khác. Trung tâm Khởi nghiệp Seoul là vườn ươm doanh nghiệp lớn nhất của thành phố, nuôi dưỡng các doanh nghiệp khởi nghiệp tài năng. Diễn đàn Khởi nghiệp Hàn Quốc, được khởi xướng bởi Bongjin Kim, nhà sáng lập Woowa Brothers và Quỹ Asan Nanum, được tạo ra để vinh danh người sáng lập Tập đoàn Hyundai, Asan Ju-yung Chung, hoạt động như một hiệp hội thương mại, hợp tác chặt chẽ với chính quyền trung ương về cải cách lập pháp.

Seoul nổi tiếng là nơi cung cấp không gian làm việc chung rộng rãi cho các doanh nghiệp khởi nghiệp giai đoạn đầu và dự án SMG's Techspace1000 cung cấp không gian văn phòng cho 1.000 doanh nghiệp khởi nghiệp giai đoạn đầu.

### **3.2. Cụm công nghiệp ở Seoul**

Chính quyền thủ đô Seoul (SMG) đã coi các doanh nghiệp khởi nghiệp là động lực tăng trưởng kinh tế mới và quyết định chuyển đổi các cơ sở công đã di dời hoặc các địa điểm nhàn rỗi thành các cơ sở công nghiệp hỗ trợ các doanh nghiệp khởi nghiệp. Ví dụ, SMG đã mua tòa nhà của Viện Kinh tế Nông thôn Hàn Quốc, một viện nghiên cứu do chính phủ tài trợ đã được chuyển đi vào tháng 10 năm 2012. Tòa nhà được đổi tên thành “Seoul BioHub”, nơi nuôi dưỡng các doanh nghiệp khởi nghiệp y sinh và hỗ trợ các doanh nghiệp liên quan. Seoul đã chú ý đến việc mở rộng cơ sở hạ tầng ngay trước khi không gian làm việc chung như WeWork vào Hàn Quốc năm 2016.

Hongneung được chọn làm quận dành cho BioHub bởi vì khu liên hợp nghiên cứu đầu tiên ở Hàn Quốc được thành lập ở khu vực này vào năm 1966, có nghĩa là nhiều trường đại học, bệnh viện và viện nghiên cứu nằm xung quanh khu liên hợp nghiên cứu. Tuy nhiên, sau khi nhiều tổ chức công được chuyển đến vào những năm 2000, ở Hongneung cần có sự đổi mới. SMG quan niệm việc sử dụng không gian có thể tạo ra sức mạnh tổng hợp đối với các viện quốc gia xung quanh như Viện Khoa học và Công nghệ Hàn Quốc (KIST), Đại học Kyung Hee và Đại học Hàn Quốc.

Bắt đầu từ Seoul BioHub, SMG đã thành lập Trung tâm Hội tụ Công nghệ thông tin-Công nghệ sinh học trong tòa nhà Trung tâm liên doanh quốc

phòng ở Hongneung (được hoàn thành vào tháng 4 năm 2021), Trung tâm phát triển thiết bị y tế tiên tiến tại tòa nhà Tổng doanh nghiệp Nhà ở và Cộng đồng Seoul (sẽ được hoàn thành vào năm 2025), Trung tâm Y sinh Hongneung và Trung tâm Hỗ trợ R&D Hongneung. Nhờ những nỗ lực trong việc tạo ra cụm sinh học, các doanh nghiệp khởi nghiệp tốt nghiệp từ Seoul BioHub có thể ổn định và mở rộng hoạt động kinh doanh của họ ở Hongneung.

Với mục tiêu tạo ra một công việc trong tương lai, Seoul không ngừng đầu tư vào cơ sở hạ tầng. Tính đến năm 2020, các cụm công nghiệp được hình thành ở mọi quận của Seoul. Trung tâm sinh học Seoul ở Hongneung, Trung tâm khởi nghiệp Seoul ở Mapo là một ví dụ. Ngoài ra, ngành công nghiệp VR/AR được đặt ở Sangam (DMC), công nghệ thông tin (CNTT), công nghệ sinh học (CNSH), công nghệ xanh và công nghệ nano được đặt ở Magok, fintech được đặt ở Yeouido, hội tụ CNTT ở Guro và Gasan, và tại Yangjae là AI và dữ liệu lớn. Tổng số 10.602 doanh nghiệp khởi nghiệp đã được đào tạo từ năm 2012 đến năm 2019 tại các cơ sở hỗ trợ khởi nghiệp ở Seoul. Họ đã đưa vào ứng dụng 7.935 bằng sáng chế và thu hút đầu tư 325 triệu USD.

SMG cũng đã và đang thực hiện một dự án có tên là Campus Town với mục đích biến các trường đại học thành cơ sở cho các doanh nghiệp khởi nghiệp. Mục đích của nó là để kích thích những tài năng trẻ, có năng lực và nhiều ý tưởng để bắt đầu cho doanh nghiệp của họ. Tính đến tháng 9/2020, khoảng 300 nhóm khởi nghiệp đã chuyển đến Seoul Campus Town và đến cuối năm nay, cơ sở hạ tầng được xây dựng có thể nuôi dưỡng hơn 600 nhóm. Khởi đầu là Đại học Hàn Quốc vào năm 2017, 34 trường đại học hiện đang tham gia vào dự án (47 địa điểm) và Seoul sẽ tạo ra 60 địa điểm vào năm 2025. Các chương trình khác như cố vấn, phát triển công nghệ, huấn luyện thay đổi cấp tốc (Intensive Reformer-IR) được hỗ trợ cho các nhóm trong Seoul Campus Town.

Hàn Quốc cũng là nhà đầu tư lớn thứ năm cho R&D trên toàn cầu với khoảng 73 tỷ USD. Chương trình Ươm tạo Công nghệ (TIPS) của chính phủ cung cấp khoản tài trợ trị giá 800.000 USD cho mỗi doanh nghiệp khởi nghiệp để hỗ trợ R&D. Các doanh nghiệp khởi nghiệp công nghệ sinh học địa phương nói riêng đã gặt hái được thành quả từ khoản đầu tư này và lĩnh vực này là một thế mạnh đặc biệt của hệ sinh thái Seoul. Số lượng các doanh nghiệp khởi nghiệp mới trong lĩnh vực này đã tăng gấp đôi kể từ năm 2015 đến năm 2018,

trong khi D&D Pharmatech đã huy động được 137,1 triệu USD vào năm 2019 để điều trị các bệnh Alzheimer, Parkinson và các bệnh khác.

Nhận được cả hỗ trợ và vốn đã phản ánh qua số lượng các kỳ lân trong hệ sinh thái Seoul ngày càng tăng. Tính đến nay, mười doanh nghiệp khởi nghiệp có trụ sở tại Seoul được định giá hàng tỷ USD, bao gồm câu chuyện thành công Viva Republica, the Fintech được sáng lập bởi SG Lee, Bluehole, một nhà phát triển trò chơi giả tưởng và Woowa Brothers, một ứng dụng giao đồ ăn đã được Delivery Hero mua lại với giá 4 tỷ USD vào cuối năm 2019.

### **3.3 Biến khủng hoảng thành cơ hội**

Giống như các hệ sinh thái khác, Seoul đang phải đối mặt với thách thức lớn từ COVID-19. Tuy nhiên, chính phủ đã có những bước hỗ trợ mạnh mẽ cho các doanh nghiệp khởi nghiệp trong thời kỳ khủng hoảng. Phản ứng ba mũi nhọn của họ tập trung vào lực lượng lao động, phát triển và tài trợ. Các chính sách bao gồm phân bổ 42 triệu USD để giúp các doanh nghiệp khởi nghiệp giữ chân tới 10.000 nhân viên kỹ thuật trong 5 tháng đầu của cuộc khủng hoảng, 8,3 triệu USD để hỗ trợ phát triển các doanh nghiệp khởi nghiệp triển vọng hoạt động trong lĩnh vực công nghệ sinh học và các công cụ hợp tác từ xa, và thêm 96 triệu USD tài trợ cho các doanh nghiệp khởi nghiệp khác từ giai đoạn đầu đến phát triển thị trường và xa hơn.

Trong khi đại dịch làm cho các hoạt động đầu tư trên toàn cầu chậm lại, thì tại Seoul, các giao dịch vẫn đang tiếp tục diễn ra. Chẳng hạn, Market Kurly, một doanh nghiệp khởi nghiệp giao hàng tạp hóa nhanh do Sophie Kim sáng lập, vừa huy động được 164,3 triệu USD vốn tài trợ từ một nhóm các nhà đầu tư toàn cầu vào tháng 5.

“Trong khi trước đây, các tập đoàn và các doanh nghiệp đa quốc gia thống trị nền kinh tế toàn cầu, thì kỷ nguyên hậu Corona phải là 'Thời kỳ phục hưng khởi nghiệp'. Trong 8 năm qua, đầu tư ổn định đã nâng hệ sinh thái khởi nghiệp của Seoul lên tầm quốc tế và thật đáng tiếc là đại dịch xảy ra ngay khi thế giới bắt đầu chú ý đến hệ sinh thái khởi nghiệp của Seoul. Tuy nhiên, không nản lòng trước đại dịch, Seoul đang tăng cường và mở rộng hỗ trợ để biến cuộc khủng hoảng này thành cơ hội. Không có nỗ lực nào bị bỏ qua nhằm nuôi dưỡng những con kỳ lân mang tính cạnh tranh toàn cầu này, đồng thời phấn đấu đưa Seoul trở thành một trong năm thành phố khởi nghiệp hàng đầu trên thế giới”. Thị trưởng Seoul Wonsoo Park đã khẳng định điều này.

Với mục tiêu đầy tham vọng là vươn lên trong top 5 hệ sinh thái khởi nghiệp toàn cầu, Seoul đang nỗ lực bằng nhiều cách khác nhau để hỗ trợ hệ sinh thái khởi nghiệp như cung cấp không gian vật chất, bồi dưỡng nhân tài, hỗ trợ thương mại hóa và thúc đẩy các doanh nghiệp khởi nghiệp tiếp cận thị trường toàn cầu bằng cách cung cấp nguồn vốn phù hợp cùng với giai đoạn tăng trưởng của họ.

Ý tưởng đầu tư tư nhân là cần thiết để kích hoạt hệ sinh thái, Seoul đã khuyến khích lĩnh vực tư tham gia bằng cách thực hiện đầu tư kích hoạt. Từ năm 2018 đến năm 2019, Quỹ Phát triển Sáng tạo Seoul huy động được 425 triệu USD từ các lĩnh vực tư nhân, 28 triệu USD Chính quyền thành phố Seoul và 238 triệu USD từ các quỹ của chính quyền trung ương.

Chính quyền thành phố Seoul có kế hoạch gây quỹ 1,1 tỷ USD bao gồm quỹ khởi nghiệp 214 triệu USD, quỹ hỗ trợ 86 triệu USD, quỹ cách mạng công nghiệp lần thứ 4 (AI, NT, v.v.) 258 triệu USD, quỹ sinh học 172 triệu USD, quỹ thành phố thông minh (IoT, Blockchain) 227 triệu USD và quỹ nội dung văn hóa 86 triệu USD. Hỗ trợ tài chính ưu tiên của Seoul trong bối cảnh đại dịch COVID-19 cũng nổi bật. Vào tháng 6/2020, họ đã công bố một chiến lược mở rộng quy mô cho các doanh nghiệp khởi nghiệp đầy hứa hẹn của thế hệ tiếp theo khi tình hình COVID-19 trở nên xấu đi. Mặc dù vậy, Seoul đã hỗ trợ tài chính 150 triệu USD vì lo ngại hệ sinh thái bị thu hẹp. SMG hỗ trợ 43 triệu USD trợ cấp lương cho 10.000 người trong số 2.000 doanh nghiệp khởi nghiệp không thể giữ chân nhân viên của họ tạm thời. Ngoài ra, Seoul đã cung cấp gói hỗ trợ 8 triệu USD cho 100 doanh nghiệp khởi nghiệp đầy triển vọng.

Seoul nổi lên trong 20 hệ sinh thái khởi nghiệp hàng đầu thế giới Startup Genome, một viện phân tích hệ sinh thái khởi nghiệp toàn cầu, đã công bố Báo cáo Hệ sinh thái Khởi nghiệp toàn cầu (GSER) 2020 vào tháng 6/2020 và đánh giá giá trị của hệ sinh thái khởi nghiệp ở Seoul là 39 tỷ USD. Seoul cũng được xếp hạng nằm trong Top 20 trong số 270 thành phố trên thế giới, đây là thứ hạng cao nhất kể từ năm 2017 khi Seoul lần đầu tiên được đưa vào nghiên cứu.

Theo GSER, sự lớn mạnh của hệ sinh thái khởi nghiệp Seoul là do sự xuất hiện của một doanh nghiệp kỳ lân có năng lực R&D cao như một trung tâm đổi mới công nghệ ở châu Á và tỷ lệ ứng dụng sáng chế cao. Tính đến 2020, đã có 11 kỳ lân có trụ sở tại Seoul và Seoul là thành phố đầu tư vào

NC&PT đứng thứ năm trong số 38 thành phố được khảo sát. GSER đánh giá cao sự đầu tư tích cực của SMG trong lĩnh vực công, chẳng hạn như AI, fintech và khoa học đời sống. Đầu tư ổn định trong 8 năm qua đã nâng tầm hệ sinh thái khởi nghiệp ở Seoul lên tầm toàn cầu.

## **II. Tình hình phát triển cộng đồng và doanh nghiệp TTNT tại Việt Nam**

### **1. Hệ sinh thái khởi nghiệp tại Việt Nam**

Việt Nam đã trải qua một giai đoạn tăng trưởng kinh tế kéo dài kể từ khi chuyển sang nền kinh tế thị trường thông qua các cải cách Đổi mới vào những năm 1980. Việt Nam hiện là một quốc gia có thu nhập trung bình và là một trong những nền kinh tế mới nổi năng động nhất ở Đông Nam Á. Tỷ lệ người nghèo đói cùng cực đã giảm từ hơn 70% vào đầu những năm 1990 xuống còn khoảng 10% vào năm 2016, theo số liệu của Ngân hàng Thế giới.

Thành công này được đóng góp phần lớn từ hoạt động xuất khẩu mạnh của Việt Nam và thực sự Việt Nam là một trong những quốc gia toàn cầu hóa nhất trong khu vực, với xuất khẩu đóng góp trong tỷ trọng GDP cao nhất trong số các quốc gia đông dân nhất.

Gần đây, sự phát triển của thị trường trung lưu mới nổi tại Việt Nam đã thu hút được đầu tư đáng kể và đất nước này đã bước vào thời đại công nghệ cao. Các nhóm doanh nhân khởi nghiệp trẻ đang khao khát phá vỡ gần như tất cả các lĩnh vực của nền kinh tế bằng các công nghệ mới, được thúc đẩy bởi các chương trình truyền hình như là Shark Tank và sự hỗ trợ quan trọng của chính phủ cho các doanh nghiệp vừa và nhỏ (SME).

Phân đoạn dữ liệu từ Khảo sát Doanh nghiệp của Ngân hàng Thế giới 2015 (WBES) cho thấy 29% doanh nghiệp vừa và nhỏ ở Việt Nam là doanh nghiệp nhỏ, tăng trưởng thấp hoặc không tăng trưởng; thấp nhất trong số các nước Campuchia – Lào – Myanmar – Việt Nam (CLMV).

Ngược lại, 25% doanh nghiệp vừa và nhỏ tăng trưởng cao, với tốc độ tăng trưởng trên 20% mỗi năm. Các công ty do phụ nữ làm chủ – với tỷ lệ sở hữu lớn hơn 50% là phụ nữ – chiếm khoảng 53% tổng số doanh nghiệp nhỏ và 44% của các doanh nghiệp vừa, cao hơn Campuchia, Lào và Myanmar. Tuy nhiên, số lượng doanh nghiệp do phụ nữ quản lý thấp hơn ngược lại với các quốc gia thuộc lưu vực sông Mekong khác.

Hệ sinh thái khởi nghiệp của Việt Nam cho đến nay là phát triển nhất trong số các quốc gia thuộc lưu vực sông Mekong và là bài học cho các quốc gia khác trong khu vực đang tìm cách xây dựng môi trường công nghệ và vốn dựa trên rủi ro, điều này thúc đẩy các thành tố khác của hệ sinh thái tại Việt Nam giúp giảm bớt một số chi phí tài chính và hành chính ràng buộc.

### **1.1. Các vấn đề đáng lưu ý của hệ sinh thái khởi nghiệp Việt Nam**

*a)* Chính phủ đang thúc đẩy mạnh mẽ cho một nền kinh tế thúc đẩy đổi mới

Một đặc điểm khiến Việt Nam khác biệt là cam kết của chính phủ với việc hỗ trợ các doanh nghiệp mới thành lập và doanh nghiệp vừa và nhỏ thông qua đầu tư công và khuyến khích đầu tư tư nhân hơn nữa cho công nghệ và nghiên cứu, phát triển.

Đáng chú ý, Dự án 844 chú trọng phát triển hệ sinh thái khởi nghiệp đổi mới toàn quốc vào năm 2025, bao gồm các quy định đầu tư của các doanh nghiệp vừa và nhỏ cho phép nhà nước đầu tư trực tiếp vào khởi nghiệp.

Các cơ quan như Quỹ đổi mới công nghệ quốc gia (NATIF) thuộc Bộ KH&CN cung cấp các khoản tài trợ và các khoản vay ưu đãi cho Nghiên cứu và phát triển, đổi mới và chuyển giao công nghệ. Chính phủ Việt Nam cũng đã đầu tư đáng kể vào các khu công nghiệp để tập trung đầu tư sản xuất và hoạt động xuất khẩu.

Tính đến năm 2017, đã có hơn 190 khu công nghiệp tại Việt Nam, trong đó có ba khu công nghệ cao cấp quốc gia: Khu công nghệ cao Hòa Lạc tại Hà Nội, Khu công nghệ cao Tp Hồ Chí Minh và Khu công nghệ cao Đà Nẵng. Những khu công nghiệp này cung cấp cơ sở hạ tầng giao thông, năng lượng và nước thải hiện đại và các ưu đãi đầu tư bao gồm giảm thuế và tiếp cận hỗ trợ của chính phủ cho nghiên cứu và phát triển.

*b)* Mặc dù nhận được sự quan tâm của nhà đầu tư, việc tiếp cận nguồn vốn vẫn là thách thức

Mặc dù Việt Nam có khu vực tài chính đa dạng và sôi động nhất trong tất cả các quốc gia thuộc lưu vực sông Mekong, nhưng Việt Nam vẫn còn những lĩnh vực tương đối yếu kém. Sự quản lý của Nhà nước đối với hệ thống ngân hàng – đặc biệt là thông qua các ngân hàng quốc doanh – hạn chế việc phân bổ



tín dụng cho các doanh nghiệp vừa và nhỏ có lợi cho các doanh nghiệp nhà nước và các doanh nghiệp lớn.

Điều này đặc biệt đúng trong các lĩnh vực phi công nghệ. Hiện tại, Quỹ Phát triển Doanh nghiệp nhỏ và vừa (SMEDF) cho đến nay đã không giải quyết được khoảng cách tín dụng: trong 1,5 năm qua, họ chỉ thực hiện khoảng một khoản vay mỗi tháng, với quy mô trung bình khoảng 300.000 đô la Mỹ. Bản bè và gia đình vẫn là nguồn vốn phổ biến cho việc đầu tư khởi nghiệp, trong khi các công ty công nghệ có thể tiếp cận nhiều nguồn tài chính hơn từ các nhóm tăng tốc khởi nghiệp.

Ngoài ra, các quỹ đầu tư mạo hiểm, đầu tư tài chính nước ngoài bày tỏ sự quan tâm đáng kể, nhưng số lượng quỹ đầu tư tư nhân (PE) được quản lý trong nước vẫn còn hạn chế. Bởi vì các quỹ do khu vực nước ngoài quản lý có xu hướng tìm kiếm các khoản đầu tư từ 15 triệu đô la Mỹ trở lên, nên nguồn cung của các khoản đầu tư từ 5 đến 15 triệu đô la Mỹ bị hạn chế. Điều này đặc biệt đúng trong các lĩnh vực truyền thống của các công ty không định hướng theo công nghệ, do đó, để đạt được khoản đầu tư dưới 5 triệu đô la là vô cùng khó khăn Startupcity.vn – cổng thông tin về kết hợp giữa nhà đầu tư và nhà đầu tư – đưa ra bốn mạng lưới thiên thần và câu lạc bộ đầu tư và chín nhà đầu tư cá nhân, trong đó ba cá nhân không có thông tin cá nhân hoặc hồ sơ theo dõi.

Người được phỏng vấn mô tả các mạng lưới thiên thần rất phân mảnh và các cá nhân có giá trị ròng cao (High-Net-Worth Individual- HNWI) vẫn thích các loại tài sản truyền thống như chứng khoán hoặc bất động sản. Từ góc độ của các nhà đầu tư, các doanh nghiệp hiện tại, các tiêu chuẩn quản trị và quản trị doanh nghiệp vẫn còn thấp trong nhiều lĩnh vực.

Nhiều nguồn vốn, được quản lý bởi cả các nhà quản lý quỹ PE và quỹ đầu tư mạo hiểm (VC), quan tâm đến các cơ hội thị trường trong nước, hướng đến sự phát triển của tầng lớp trung lưu và giới trẻ và ít quan tâm tới các doanh nghiệp kinh doanh, hội nhập kinh tế quốc tế và các ngành thâm dụng vốn.

c) Dịch vụ hỗ trợ doanh nghiệp rất đa dạng và các chương trình tăng tốc khởi nghiệp cho thấy triển vọng tốt.

Việc cung cấp các dịch vụ hỗ trợ kinh doanh đang phát triển rất nhanh, với số lượng người tham gia và sự đa dạng của các dịch vụ ngày càng tăng. Các nguồn hỗ trợ cũng rất phong phú, với sự tham gia của chính phủ, các đối tác

phát triển và khu vực tư nhân trong nước và quốc tế chiếm khoản đầu tư đáng kể.

Có rất nhiều dịch vụ kết hợp tham gia phục vụ cho các công ty mới khởi nghiệp, chuyên gia tự do và các tập đoàn nhỏ. Lĩnh vực này đã có sự tăng trưởng nhanh chóng được báo cáo là 55% hàng năm trong 5 năm qua. Ngành này phục vụ rất nhiều cho các doanh nhân khởi nghiệp dưới 35 tuổi và khởi nghiệp công nghệ, và vẫn tiếp tục mở rộng.

Vài năm trước, thị trường vẫn có những khoảng trống rõ ràng, nhưng trong hai năm qua, các sáng kiến đã được đưa ra để giải quyết những vấn đề này. Mạng lưới các nhà cố vấn khởi nghiệp (VMI) và Mạng lưới sáng kiến hỗ trợ phụ nữ khởi nghiệp và kinh doanh (WISE) đã được đưa ra để cải thiện tình hình tư vấn và hỗ trợ cho các doanh nhân nữ, mặc dù những việc này vẫn đang ở giai đoạn đầu và chưa phát triển bền vững.

Chỉ có hai trung tâm tăng tốc khởi nghiệp của khu vực tư nhân – TFI và Chương trình tăng tốc khởi nghiệp (VIISA) đang hoạt động, cung cấp các dịch vụ với sự tham gia đáng kể từ các nhà đầu tư và nhà khai thác quốc tế. Các chương trình tăng tốc với mục tiêu rõ ràng và lập trình hiệu quả đang gia tăng với sự hỗ trợ của khu vực đầu tư tư nhân. Tuy nhiên, năng lực của hệ thống vẫn không đủ để đáp ứng nhu cầu của các doanh nhân công nghệ trẻ. Sự hỗ trợ của chính phủ hiện tại vẫn còn khá mờ nhạt đối với các công ty khởi nghiệp trong lĩnh vực này, người dân và doanh nghiệp thường không có thông tin và làm thế nào để nhận được sự hỗ trợ của chính phủ.

## **1.2. Các vấn đề chính ảnh hưởng đến hệ sinh thái Việt Nam**

### ***- Điểm mạnh:***

- i) Thị trường sản phẩm và dịch vụ lớn, cả trong nước và thông qua xuất khẩu;
- ii) Tiếp cận với vốn vay, kiến thức tài chính và hợp thức hóa kinh doanh ở mức độ khá cao so với khu vực CLM;
- iii) Chính phủ hỗ trợ đáng kể cho R&D, đổi mới và cơ sở hạ tầng công nghệ;
- iv) Lợi ích tương đối mạnh mẽ từ các nhà đầu tư mạo hiểm nước ngoài và vốn cổ phần tư nhân.

**- Điểm yếu:**

- i) Không đủ tín dụng; hệ thống ngân hàng bị chi phối bởi các doanh nghiệp nhà nước và MFI không phải là sự thay thế khả thi;
- ii) Vốn rủi ro giai đoạn đầu (VC và PE) vẫn còn khó khăn đối với các doanh nghiệp khởi nghiệp phi công nghệ và doanh nghiệp nhỏ đang phát triển;
- iii) Doanh nhân khó tìm được dịch vụ hỗ trợ cụ thể, phù hợp;
- iv) Thiếu các dịch vụ hỗ trợ bên ngoài các thành phố lớn.

**- Thách thức**

- i) Hỗ trợ quá tập trung cho các công ty khởi nghiệp công nghệ mà không tiếp cận được nhiều doanh nghiệp vừa và nhỏ ở khu vực truyền thống hoặc khu vực nông thôn;
- ii) Thiếu cải cách trong lĩnh vực ngân hàng tiếp tục hạn chế tín dụng cho các doanh nghiệp nhỏ. Thiếu sự phối hợp giữa các bên liên quan đến hệ sinh thái, công cộng và tư nhân.

### 1.3. Khuyến nghị phát triển hệ sinh thái khởi nghiệp Việt Nam

**- Mở rộng phạm vi cung cấp tài chính cho doanh nghiệp**

Tiếp cận tài chính được xếp hạng là hạn chế lớn nhất đối với nhiều phân khúc doanh nghiệp vừa và nhỏ; đặc biệt khó khăn cho doanh nghiệp tăng trưởng cao. Hệ thống ngân hàng do nhà nước quản lý không cung cấp đủ các khoản vay nhỏ và không có lựa chọn thay thế khả thi nào cho hầu hết các doanh nhân. Hạn mức tín dụng cho các ngân hàng khu vực tư nhân đáng tin cậy cho mục đích cho vay doanh nghiệp vừa và nhỏ có thể giúp giảm bớt vấn đề này cho các doanh nghiệp nhỏ và đang phát triển.

Các hạn mức tín dụng này có thể đi cùng với các dịch vụ để giúp các doanh nghiệp vừa và nhỏ tiếp cận chúng và xây dựng năng lực ngân hàng, vượt qua các thách thức truyền thống về các thủ tục phức tạp và tốn thời gian. Tăng mức độ sẵn có của nguồn vốn đầu tư trong khoảng 1-10 triệu đô la Mỹ sẽ giúp các doanh nghiệp nhỏ có mức tăng trưởng cao đạt được quy mô quốc gia.

Điều này có thể đòi hỏi sự hỗ trợ cho các quỹ PE được quản lý trong nước và đầu tư tác động theo định hướng thị trường, cả hai đều có nguồn cung tương đối ngắn. Đối với các doanh nhân ở tất cả các giai đoạn phát triển, tài

chính phi ngân hàng có tiềm năng. Các nền tảng thanh toán kỹ thuật số của Việt Nam có thể sử dụng dữ liệu khách hàng để hỗ trợ các quyết định tín dụng đối với các khoản vay ngắn hạn.

Những giải pháp này và các giải pháp khác như bao thanh toán, cho vay ngang hàng và tài chính chuỗi cung ứng hiện đang ở giai đoạn sơ khai và cần có sự hỗ trợ về mặt pháp lý, kỹ thuật và tài chính.

- Thúc đẩy các dịch vụ hỗ trợ dành riêng cho từng ngành để tích hợp các doanh nghiệp vừa và nhỏ Việt Nam vào nền kinh tế rộng lớn hơn:

Số lượng lớn các nhà cung cấp dịch vụ hỗ trợ kinh doanh trong hệ sinh thái Việt Nam hầu hết cung cấp các dịch vụ chung chung và khá tương đồng cho các doanh nhân và có xu hướng tập trung vào lĩnh vực công nghệ. Sự phát triển của các công ty khởi nghiệp công nghệ có khả năng biến đổi toàn bộ bối cảnh của các doanh nghiệp vừa và nhỏ bằng cách cung cấp các dịch vụ công nghệ để hiện đại hóa và đổi mới trong nền kinh tế rộng lớn hơn.

Hiện tại, chỉ 1/5 doanh nghiệp vừa và nhỏ của Việt Nam được tích hợp vào chuỗi cung ứng toàn cầu, bất chấp tính chất định hướng xuất khẩu của nền kinh tế Việt Nam. Do đó, việc cung cấp các dịch vụ để tăng tỷ lệ này của các doanh nghiệp vừa và nhỏ có tác động tiềm năng rất lớn. Điều này sẽ yêu cầu hỗ trợ để thực hiện các tiêu chuẩn quốc tế và hệ thống chất lượng cũng như cung cấp hỗ trợ tài chính theo định hướng xuất khẩu, như tài trợ thương mại và bao thanh toán.

Việt Nam đã hỗ trợ tốt các dịch vụ ươm tạo và tăng tốc khởi nghiệp với quy mô thích hợp cho từng ngành cụ thể như: cung cấp kết nối khách hàng cho các doanh nghiệp khởi nghiệp; sử dụng những người am hiểu trong ngành huấn luyện cho các doanh nghiệp khởi nghiệp.

***- Mở rộng dịch vụ hệ sinh thái đến các thành phố cấp hai và khu vực cấp tỉnh***

Các dịch vụ hỗ trợ hệ sinh thái hiện có tập trung cao độ ở các thành phố chính; Hà Nội và Tp Hồ Chí Minh và hạn chế ở các nơi khác. Một ví dụ mẫu có thể được mô phỏng là Đà Nẵng, nơi đã quản lý để phát triển một hệ sinh thái khởi nghiệp năng động tập trung vào công nghệ chỉ trong vài năm. Chìa khóa thành công của nó là những nỗ lực phối hợp của chính phủ về cơ sở hạ tầng và

cho phép hỗ trợ chính sách, xúc tác đầu tư khu vực tư nhân và cộng đồng tích cực của các doanh nhân công nghệ và các nhà xây dựng hệ sinh thái.

### ***- Tăng hỗ trợ phù hợp cho nữ doanh nhân***

Phụ nữ vẫn phải đối mặt với nhiều rào cản đối với hoạt động kinh doanh, bao gồm việc thiếu kỹ năng quản lý và kinh doanh, cũng như kết nối với các ngân hàng và các nhà tài chính khác. Tỷ lệ doanh nghiệp do phụ nữ quản lý ở Việt Nam là thấp nhất trong khu vực, đặc biệt là các doanh nghiệp tăng trưởng nhanh. Để khai thác tiềm năng này, các sáng kiến tập trung vào phụ nữ hiện tại có thể được nhân rộng và sử dụng để phát triển các thực tiễn tốt nhất nhằm cung cấp các dịch vụ tư vấn, tăng tốc và tài trợ cụ thể cho các doanh nhân nữ.

Tóm lại, cái nhìn tổng quan về môi trường Startup tại Việt Nam đã chỉ ra 3 vấn đề trọng yếu của hệ sinh thái bao gồm:

Thứ nhất, Chính phủ đang thúc đẩy mạnh mẽ cho một nền kinh tế thúc đẩy đổi mới.

Thứ hai, mặc dù nhận được sự quan tâm của nhà đầu tư, việc tiếp cận nguồn vốn vẫn là thách thức.

Thứ ba, Dịch vụ hỗ trợ doanh nghiệp rất đa dạng và các chương trình tăng tốc khởi nghiệp cho thấy triển vọng.

## **2. Hiện trạng về thị trường, đầu tư cho AI**

### **2.1. Hiện trạng các tập đoàn lớn về AI tại Việt Nam**

Trong thời gian qua, mặc dù thị trường AI Việt Nam hiện còn rất nhỏ, song các tập đoàn lớn cũng như các công ty vừa và các công ty khởi nghiệp nhỏ về CNTT đều có những đầu tư phát triển sản phẩm các hệ thống thông minh trên nền tảng AI. Theo báo cáo năm 2018 của Rubik: số lượng doanh nghiệp AI còn hạn chế với khoảng 10 tập đoàn lớn về AI (như FPT, Viettel, CMC, VNG, VNPT, VinGroup và một số công ty nước ngoài như Google, Amazon, NVIDIA, IBM,..), gần 10 quỹ đầu tư mạo hiểm về AI. Riêng đối với Startup AI, theo khảo sát từ một số nguồn thông tin, Việt Nam hiện có khoảng gần 65 startup TTNT. Một số ví dụ điển hình:

Tập đoàn Viettel đang tiếp cận nghiên cứu phát triển AI một cách toàn diện (fullstack-AI) trên cả 3 lớp: lớp công nghệ lõi, lớp nền tảng và lớp ứng

dụng; Về công nghệ lõi, Viettel đã thành lập các đơn vị nghiên cứu phát triển TTNT, tổ chức nguồn lực chuyên sâu cho các nhóm lĩnh vực sau:

- (i) tổng hợp, nhận dạng tiếng nói và xử lý ngôn ngữ tự nhiên tiếng Việt,
- (ii) thị giác máy tính (nhận dạng gương mặt, nhận dạng đối tượng và hành vi trong giao thông đô thị, nhận dạng ký tự quang học trong số hóa nội dung văn bản hành chính, hóa đơn ...),
- (iii) phân tích dữ liệu,
- (iv) thiết kế phần cứng tăng tốc AI.

Về nền tảng, Viettel đã chính thức công bố và triển khai nền tảng Viettel AI Platform từ 06/2019, cung cấp ra thị trường các dịch vụ AI qua giao diện ứng dụng API, giúp các đơn vị khác kế thừa kết quả trong phát triển sản phẩm và ứng dụng AI. Các công nghệ lõi được tích hợp trên nền tảng này thuộc nhóm có chất lượng hàng đầu thị trường Việt Nam hiện nay về xử lý tiếng nói, xử lý 30 ngôn ngữ tự nhiên và thị giác máy tính; Về ứng dụng, sau khi đã có kinh nghiệm trong áp dụng AI cho các bài toán nội bộ của Tập đoàn trong lĩnh vực chăm sóc khách hàng và hỗ trợ nhân viên bán hàng, Viettel đã có các sản phẩm hướng ra thị trường bên ngoài: nền tảng xây dựng tổng đài tự động cho doanh nghiệp Việt Cyber Callbot (đạt TOP10 giải Sao Khuê 2020); sản phẩm Báo nói đọc báo thành âm thanh tích hợp cho các cổng thông tin điện tử và nhiều tờ báo lớn, sản phẩm Voice Meeting Note tự động lưu nội dung cuộc họp thành văn bản, sản phẩm giám sát danh tiếng trên không gian mạng.

Tập đoàn FPT với định hướng trở thành nhà cung cấp dịch vụ chuyên đổi số hàng đầu, trong đó nền tảng AI được xác định là công nghệ mũi nhọn, chiến lược phát triển AI tại tập đoàn FPT hướng tới mục tiêu ứng dụng trên ba tầng: tích hợp vào hệ sinh thái FPT, đóng gói thành các sản phẩm, dịch vụ cung cấp cho thị trường và xây dựng cộng đồng phát triển AI. Tập đoàn FPT đã phát triển AI ứng dụng vào một số mảng của đời sống như hệ thống giao thông thông minh được áp dụng tại Tp Hồ Chí Minh, đem lại nhiều lợi ích cho người dân như giảm ách tắc, tiết kiệm thời gian di chuyển trên đường. Hay việc phát triển công nghệ xe tự hành ở mức độ 3 trên tổng số 5 cấp độ xe tự hành và đã được chính thức trải nghiệm vào tháng 10/2019. Bên cạnh đó, tập đoàn FPT còn cung cấp nền tảng trí tuệ nhân tạo toàn diện FPT.AI với các “giác quan” để máy hiểu và tương tác con người thông qua 4 thành phần gồm: thị giác máy tính, tổng hợp và nhận diện giọng nói, xử lý ngôn ngữ tự nhiên.

Trên cơ sở đó, FPT.AI đã được ứng dụng vào việc vận hành doanh nghiệp giúp đột phá hiệu suất vận hành và tăng cường trải nghiệm khách hàng. Cụ thể như dự đoán cảnh báo rời mạng, trợ lý ảo chăm sóc khách hàng hay dịch máy, trợ lý ảo chăm sóc khách hàng đa kênh, định danh khách hàng trực tuyến, hiện đang được ứng dụng tại hơn 70 doanh nghiệp tại Việt Nam và thế giới, trong đó có gần 40 doanh nghiệp nằm trong Top VNR100. Thêm vào đó tập đoàn FPT cũng liên tục hợp tác với các nhà khoa học đầu ngành trong nước và đối tác hàng đầu thế giới trong lĩnh vực AI như Viện Nghiên cứu TTNT Mila (Canada) với mục tiêu nâng cao năng lực TTNT của Tập đoàn, trao đổi kiến thức thực tiễn chuyên sâu nhằm Xây dựng cộng đồng phát triển TTNT Việt Nam.

Tập đoàn CMC hiện đang triển khai dự án của thành phố Hà Nội xây dựng cơ sở dữ liệu dùng chung và phân tích dữ liệu thông minh phục vụ nâng cao chất lượng các hoạt động quản lý, điều hành của chính quyền thành phố. Một số sản phẩm được triển khai như: Mobile Robot, C.BOT Robotics có khả năng nhận dạng mặt khách và nói tiếng Việt, dẫn khách đi tham quan; hệ thống truyền hình nội bộ C-BOT Enterprise Video như một đài truyền hình thu nhỏ với Studio truyền hình mini có kỹ xảo, hệ thống phát Video quảng bá qua mạng, và tích hợp hệ thống hội thảo truyền hình HD hai chiều, có công nghệ nhận dạng khuôn mặt và hệ thống tương tác từ xa bằng công nghệ thị giác máy tính với Camera 3D.

Tập đoàn VNG xây dựng các hệ thống AI Chatbot, Face Check-in. Công ty Five9 triển khai giải pháp y tế thông minh, tiếp thu và làm chủ và tùy biến hệ thống IBM Watson trong chẩn đoán và điều trị ung thư, phù hợp với các điều kiện thực tế tại Việt Nam. Công ty cũng tự đầu tư, hợp tác với các nhóm nghiên cứu trong các trường đại học phát triển các giải pháp phân tích số liệu xã hội phục vụ cộng đồng.

Không nằm ngoài cuộc, các tập đoàn lớn của nước ngoài trong lĩnh vực TTNT như Google, Amazon, NVIDIA, IBM qua nhiều con đường từ trực tiếp tới thông qua các tổ chức trong nước đang đầu tư bước đầu vào xây dựng hạ tầng kỹ thuật và đội ngũ chuyên môn cho các công ty và cho các cơ sở nghiên cứu nhằm chiếm lĩnh thị trường sản phẩm và ứng dụng AI tại Việt Nam.

Hình thức công ty khởi nghiệp AI cũng đang được coi như làn sóng mới trong công nghiệp AI Việt Nam. Một số công ty khởi nghiệp của Việt Nam:

GotIt, VCCorp (nền tảng quảng cáo ứng dụng AI Admicro), Infore (phân tích ngữ nghĩa cho mạng xã hội), Beeketing và NextSmarty (hệ khuyến nghị cho eCommerce), Vsmarty (hệ thống SmartGate kiểm soát vào ra).

Ngoài ra, một số công ty khởi nghiệp nước ngoài làm về AI đã tiến hành mở chi nhánh ở Việt Nam nhằm tận dụng nguồn nhân lực CNTT chất lượng cao trong nước để xây dựng các sản phẩm AI, như AI+Inc. (Nhật Bản), Cinnamon (Nhật Bản), Saltlux (Hàn Quốc), Emotiv (Mỹ).

Trong khuôn khổ của đề án Hệ Tri thức Việt số hoá, từ 2017 đến nay, nhiều kết quả và sản phẩm đã ra mắt như bản đồ số Việt Nam VNMAP, giáo dục số, nền tảng dữ liệu y tế, tiếng nói tiếng Việt, cứu trợ Việt Nam, du lịch, lưu trữ... Trong các nền tảng, hệ thống này, nhiều thuật toán, mô hình học máy/học sâu được nghiên cứu để giải quyết các bài toán phát sinh trong thực tế như các thuật toán vẽ đường, tìm đường, các mô hình học máy, học sâu tổng hợp, nhận dạng tiếng nói, gợi ý địa điểm, hỏi đáp tự động,... Bản đồ số Việt Nam, dưới sự phát triển của Trường Đại học Công nghệ thuộc Đại học Quốc gia Hà Nội cùng mạng lưới VNPost trong việc triển khai thu thập thông tin bản đồ, đã chính thức đưa lên tên miền map.itrithuc.vn hoặc vmap.vn với hơn 22 triệu địa chỉ (chiếm khoảng 87% tổng địa chỉ cần thu thập trên cả nước). Bản đồ số Việt Nam VNMAP đã được tích hợp thành công trên các ứng dụng di động như Vadi – itrithuc, FastGo... Giáo dục số Việt Nam trên trang giaoduc.itrithuc.vn hiện có khoảng hơn 27 nghìn câu hỏi trắc nghiệm, khoảng 7 nghìn luận văn/luận án và nhiều bài giảng, học liệu từ các giáo viên trên cả nước. Các nền tảng, dự án khác cũng thu thập được nhiều các thông tin về thuốc, du lịch, cứu trợ... từ các nguồn có sẵn hoặc thu thập mới, dựa trên các phong trào phát động của đoàn thanh niên.

## **2.2. Hướng đến hệ sinh thái số tại Việt Nam**

Việt Nam đã chứng kiến sự phát triển của AI, đây là yếu tố để Việt Nam phát triển đột phá. Không chỉ tại Việt Nam mà tại Cộng hòa Liên bang Đức, AI là ưu tiên trong nghiên cứu và AI là nền tảng để làm việc nhanh hơn, hiệu quả hơn. Deep learning là cốt lõi của AI - giúp tận dụng tối đa nguồn dữ liệu về giao dịch, hiểu rõ hơn hành vi người dùng. Trong ngành công nghiệp AI, các doanh nghiệp sớm ứng dụng dữ liệu để nâng cao năng suất, chất lượng. Khi hội nhập quốc tế và toàn cầu hóa, hệ thống công nghệ và dữ liệu ngày càng thông minh hơn nhờ loại bỏ yếu tố chủ quan trong quá trình phân tích, ra quyết định



chính xác hơn. Nhờ đó, các hoạt động sẽ liên kết và tương tác với nhau nhiều hơn, nâng cao hiệu quả và chất lượng trong phát triển kinh tế - xã hội cũng như trong đời sống.

AI đang tác động rất lớn đến sự phát triển của thế giới thời gian qua, Tập đoàn Siemens cũng không nằm ngoài sự phát triển đó. AI có vai trò quan trọng trong việc hỗ trợ những quy trình và tự động hóa. Cách mạng công nghiệp 4.0 tập trung và hướng đến tự động hóa, chuyển đổi số và Tập đoàn Siemens đang hướng đến những thiết bị không người lái với sự hỗ trợ của máy tính và AI trong cải thiện hệ thống giao thông, cải thiện tính dịch chuyển của con người... Để phát triển AI, chuyên gia Tập đoàn Siemens đề xuất một số nguyên tắc nhất định như định hình và phát triển bền vững; thúc đẩy tính bao trùm, chia sẻ lợi ích; đảm bảo quyền riêng tư, quản trị dữ liệu; đồng thời đẩy mạnh tính trách nhiệm, giải trình trong việc sử dụng AI.

Việc xây dựng một hệ sinh thái số hoàn chỉnh cho đổi mới sáng tạo và khởi nghiệp sáng tạo là mục tiêu Bộ KH&ĐT đang quyết liệt triển khai thực hiện, với việc thành lập trung tâm đổi mới sáng tạo quốc gia. Bộ KH&ĐT đã xây dựng đề án, trình Thủ tướng Chính phủ phê duyệt việc thành lập Trung tâm đổi mới sáng tạo quốc gia với mô hình theo các thông lệ tốt nhất của thế giới, với những thể chế vượt trội và cạnh tranh, nhằm giúp những công nghệ ý tưởng sáng tạo đột phá của người Việt sẽ được ươm mầm nuôi dưỡng và phát triển thành công, đóng góp vào sự phát triển chung của đất nước. Bộ KH&ĐT ủng hộ, đồng hành cùng Bộ KH&CN để cùng nhau chia sẻ, giải quyết các thách thức mà cộng đồng AI phải đối mặt trong quá trình nghiên cứu phát triển ngành công nghiệp AI tại Việt Nam.

Hướng đến chuyển đổi số, Viettel cũng đã tổ chức cuộc thi tìm kiếm giải pháp công nghệ toàn cầu tại Campuchia và lựa chọn được 3 đội xuất sắc đi đến vòng chung kết diễn ra tại Boston Mỹ, vào tháng 9/2019, Cuộc thi nhằm kêu gọi sự tham gia của cộng đồng khởi nghiệp vào hệ sinh thái số, cùng hướng tới sứ mệnh kiến tạo hệ sinh thái số trong tương lai. Chuyển đổi số là "bài toán" của Viettel hiện tại và trong tương lai. Hiện nay, 39% các công ty đang tiến đến AI để chuyển đổi số, Viettel AI được ứng dụng đa dạng và phát triển trong các hệ sinh thái, y tế, giáo dục, ngân hàng số, thương mại điện tử...

Các chuyên gia Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội tập hợp và mở các nguồn dữ liệu lớn, đầu tiên là nền tảng tổng hợp tiếng nói có khoảng 15.000

người sử dụng, tiếp đến là bản đồ nhiệt về giá bất động sản. Khi click vào bất cứ địa điểm nào trên bản đồ, khách hàng có thể biết được mọi thông tin về diện tích, tốc độ tăng giá... Ngoài ra, cũng phát triển một sản phẩm khác về giám sát trường học, tập trung về di chuyển từ nhà đến trường và ngược lại. Công nghệ AI tối ưu có thể phân tuyến đường và thực hiện đưa đón cho 4.000 học sinh/ngày. Hệ thống cũng giúp điểm danh tự động, báo đón, báo trả, báo đến trường cho phụ huynh thông qua ứng dụng trên điện thoại; sử dụng công nghệ camera nhận dạng, RFID và GPS.

### **2.3. Xây dựng cộng đồng AI - Giá trị cốt lõi phát triển AI tại Việt Nam**

Việt Nam cần khởi động và phát triển một cộng đồng chuyên gia, nhân lực về AI, hình thành hệ sinh thái AI để hỗ trợ thúc đẩy công nghệ AI phát triển trên tất cả các ngành nghề, lĩnh vực và phạm vi cả nước, tạo nên sự đột phá mang tính chiến lược, nhằm tăng năng suất lao động, chất lượng và hiệu quả, đẩy nhanh quá trình cơ cấu lại nền kinh tế đất nước, phát triển nhanh và bền vững, thu hẹp khoảng cách phát triển với các quốc gia trong khu vực và trên thế giới.

Chiến lược quốc gia về công nghiệp 4.0 ưu tiên phát triển ngành AI với nhiều nhóm chính sách. Trong đó, nguồn nhân lực được chú trọng như đào tạo trong bậc đại học, hỗ trợ khu doanh nghiệp ứng dụng AI; ưu tiên đầu tư thông qua các quỹ, trung tâm đổi mới sáng tạo. "Ngày hội trí tuệ nhân tạo" là sự kiện mang ý nghĩa quan trọng để phát triển cộng đồng AI, hình thành hệ sinh thái để đẩy mạnh ứng dụng AI trong tất cả các ngành nghề, tăng năng suất và chất lượng chung của ngành kinh tế, đưa đất nước phát triển nhanh và bền vững. Đây là thời điểm mang tính lịch sử, cần hành động theo tinh thần "bây giờ hoặc không bao giờ".

Hiện nay, Bộ KH&ĐT có nhiều hoạt động hỗ trợ khởi nghiệp đổi mới sáng tạo, trong đó có AI. Bộ KH&ĐT tập trung khơi thông nguồn vốn cho AI qua các quỹ đầu tư trong nước, quốc tế. Như sự kiện Vietnam Venture Summit tháng 6/2019, 18 quỹ đầu tư quốc tế và trong nước cam kết đầu tư 425 triệu USD cho startup Việt trong 3 năm tới. Đồng thời, Bộ đẩy mạnh phát triển nguồn nhân lực với việc năm 2018 đánh dấu sự kiện thành lập mạng lưới đổi mới sáng tạo Việt Nam, quy tụ các chuyên gia công nghệ và cộng đồng AI. Thời gian tới, Bộ sẽ mở rộng và phát triển mạng lưới tri thức AI người Việt tại một số quốc gia khác, cũng như thành lập quỹ Global Fund nhằm đào tạo nguồn

nhân lực chất lượng cao, đưa tri thức người Việt ra thế giới. Đặc biệt, Bộ sẽ hoàn chỉnh hệ sinh thái đổi mới sáng tạo với mục tiêu thành lập Trung tâm khởi nghiệp đổi mới sáng tạo quốc gia tại Khu công nghệ cao Hòa Lạc.

Cộng đồng AI Việt Nam trẻ và nhiều tiềm năng phát triển. Cách đây 3 năm, các chuyên gia trong lĩnh vực công nghệ của Việt Nam từ nước ngoài bắt đầu trở về Việt Nam đặt ra yêu cầu phải phát triển trí tuệ AI Việt Nam, đặc biệt là giúp cho cộng đồng AI trẻ đi nhanh hơn, tiếp xúc nhiều hơn với nền trí tuệ nhân tạo thế giới.

Trên thế giới, cộng đồng AI được phát triển khá tự nhiên, gồm 4 trụ cột: những người làm nghiên cứu, nhà khoa học trong trường, viện nghiên cứu; nhà phát triển công nghệ đến từ các tập đoàn công nghiệp, đội ngũ triển khai ứng dụng và đặc biệt là người sử dụng các sản phẩm AI. Phân tích về cộng đồng triển khai ứng dụng AI trong các lĩnh vực khác nhau, cứ 30 người làm về phần cứng và phần mềm thì có một người làm về AI (chiếm tỷ lệ 3,3%), đội ngũ nhà nghiên cứu, phát triển chỉ chiếm 6%, còn lực lượng những người triển khai ứng dụng và sử dụng trực tiếp chiếm 94%.

Tại Việt Nam, đội ngũ tham gia phát triển công nghệ, triển khai ứng dụng có khoảng 700 người, trong đó nhân lực sử dụng trực tiếp ở mức 650 người. Như vậy tổng số hiện có mới chỉ đạt 1.350, trong đó có 300 thạc sĩ trở lên. Nếu so với 180.000 người làm trong lĩnh vực CNTT thì tỷ lệ rất nhỏ, chỉ khoảng 1/1000 và so với thế giới (3,3%) con số này là quá ít. Tuy nhiên thực trạng này đang dần được cải thiện. Sự hình thành liên minh hợp tác và phát triển AI của Việt Nam, trong đó thể hiện qua việc cộng đồng những nhà nghiên cứu và triển khai AI trong nước đã cùng các chuyên gia hàng đầu trên thế giới tổ chức các hội nghị quốc tế mang tính chất định hướng. Năm 2018 đánh dấu sự kiện A14Life lần đầu được tổ chức tại Trường Đại học Công nghệ. Kể từ đó sự kiện quốc gia về trí tuệ nhân tạo (AI4VN) được Bộ KH&CN tổ chức thường niên. Cũng có một số sự kiện liên quan doanh nghiệp như Zalo AI Summit, VietAI Summit.

Mô hình kết nối cộng đồng AI trên địa bàn Tp. Hồ Chí Minh định hướng hình thành mạng lưới các trường - viện nghiên cứu. Mô hình 6 hạt nhân đề xuất hợp tác kết nối phát triển cộng đồng AI tại Tp. Hồ Chí Minh: Đầu tiên là việc đào tạo nhân lực AI, thứ hai xây dựng trung tâm R&D, thực hiện các nghiên cứu cơ bản về công nghệ lõi của AI. Hạt nhân thứ ba là Startup Ce tạo khởi

nghiệp các doanh nghiệp. Tiếp đến là trung tâm trình diễn giới thiệu sản phẩm và trung tâm dữ liệu Data Center giúp kết nối giữa doanh nghiệp và nhà nước. Bên cạnh đó việc xây dựng nền tảng kết nối giữa cựu sinh viên và các nhà khoa học đang ở nước ngoài có thể tham gia đồng đào tạo, nghiên cứu.

Mô hình khoa học mở trong tương lai để phát triển AI phải xây dựng được các nền tảng dùng chung dựa trên cơ sở dữ liệu chia sẻ được với nhau. Mô hình khoa học mở sẽ giúp tiếp cận, cải thiện hiệu quả và năng suất của hệ thống khoa học và nghiên cứu, giúp giảm chi phí trùng lặp trong thu thập, tạo, chuyên giao và tái sử dụng dữ liệu và tài liệu khoa học. Giải pháp này cho phép các nghiên cứu thêm từ cùng một dữ liệu; mở rộng cơ hội tham gia trong nước và toàn cầu trong quá trình nghiên cứu; xác minh chính xác hơn các kết quả nghiên cứu. Ví dụ, sử dụng dữ liệu từ PubMedCentral (kho trực tuyến của viện y tế quốc gia Mỹ) cho thấy 25% người dùng hàng ngày duy nhất là từ các trường đại học, 17% từ các công ty, 40% là cá nhân và phần còn lại từ chính phủ hoặc trong các loại khác (UNESCO, 2012). Ngoài lợi ích về mặt kinh tế, việc làm cho dữ liệu nghiên cứu công khai có thể thúc đẩy hiểu biết về khoa học, thực tiễn dựa trên bằng chứng, và công dân-khoa học.

Tại Việt Nam, Bộ KH&CN cũng có những nghiên cứu về khoa học mở, đưa ra các tài liệu, đồng thời có các chính sách của chính phủ nhằm quản lý kết nối và chia sẻ dữ liệu số của cơ quan nhà nước. "Đây là nền tảng, pháp lý cho khoa học mở", thực tế từ tháng 3 đến tháng 9/2020, Đề án Tri thức Việt số hóa cùng với nhóm chuyên gia 200 người trên thế giới cùng nghiên cứu chống dịch tại Việt Nam, đã thu thập được lượng lớn dữ liệu liên quan tới chống dịch. "Sắp tới Đề án Tri thức sẽ cùng Bộ KH&CN, Bộ Y tế để mở các dữ liệu này trên cổng của itrithuc, cổng dữ liệu quốc gia". Đề án Tri thức Việt số hóa đã đưa ra các đề xuất tạo ra một cộng đồng và tư vấn các chính sách về phát triển khoa học công nghệ dựa trên tinh thần khoa học mở, đồng thời giúp kết nối các kết quả nghiên cứu trong nước. Trong đó có mục tiêu cụ thể giúp hình thành một mạng lưới nghiên cứu (với hơn 1000 nghiên cứu viên) và hợp tác chặt chẽ với các chương trình KH&CN của Nhà nước, trước mắt tập trung vào các vấn đề lớn của Y tế sau mở ra các lĩnh vực khác. Cách này cũng giúp thành lập các kênh của các chương trình nghiên cứu trọng điểm quốc gia, của ngành y tế và hợp tác với các tổ chức R&D tại Việt Nam.

Khoa học mở là xu hướng mới và sẽ trở thành tất yếu trong giai đoạn tới đây. Có những bài toán sẽ cần rất nhiều bên chung tay bởi không có một đơn vị

ngiên cứu nào có thể đủ dữ liệu, con người để làm, nhất là khi Việt Nam đang có hai bài toán lớn về biến đổi khí hậu và y tế. Việc hình thành nên phương thức nghiên cứu mới giúp các bên chia sẻ đầy đủ từ quá trình thu thập, xử lý dữ liệu và đưa ra kết quả sẽ giúp ta đi nhanh hơn. Thực tế này đã chứng minh trong quá trình chống Covid-19 tại Việt Nam thời gian qua.

Theo đánh giá nhìn nhận các doanh nghiệp vừa và nhỏ thể hiện sự vươn lên mạnh mẽ, hòa nhập cộng đồng AI, điển hình là các gương mặt startup, nhà khoa học trẻ. Phát triển AI ở Việt Nam còn nhiều khó khăn và thách thức. Trong đó vấn đề lớn nhất nằm ở thời gian và nhân tố con người. Với AI, thời gian phải được đầu tư, không phải lập tức có sản phẩm đưa AI vào ứng dụng ngay. Việt Nam cần có những người đủ giỏi về AI, giỏi về học máy, học sâu về khoa học dữ liệu. Điểm yếu về dữ liệu dữ liệu quốc gia dân cư, bản đồ số Việt Nam, doanh nghiệp... nguồn dữ liệu còn hạn chế, phân tán. Để giải toán bài toán cốt lõi, việc làm dày dữ liệu vô cùng quan trọng. Trong AI, khoa học dữ liệu luôn luôn phải là hàng đầu.

Một trong những mục tiêu quan trọng bên cạnh việc đào tạo là tạo cầu nối giữa cộng đồng AI trong nước và nước ngoài. Hiện mạng lưới những chuyên gia về AI từ Thung lũng Silicon (Mỹ), từ Châu Âu, Nhật, Úc... đã được hình thành. Kết nối từ nước ngoài như một bước đi tất đốn đầu sẽ giúp cộng đồng các bạn trẻ đang tìm hiểu AI trong nước có thể cập nhật, bắt kịp công nghệ cao, kỹ thuật mới nhất, đặc biệt từ tập đoàn lớn như Google, Facebook.

Ngoài ra, cộng đồng VietAI đẩy mạnh kết nối ba nhân tố chính: nhánh học thuật (đại học, tổ chức nghiên cứu), nhánh doanh nghiệp (gồm các tập đoàn, công ty startup) và chính phủ, các Bộ ban ngành đang có hoạt động, chính sách thúc đẩy vấn đề AI. Việc kết nối ba nhân tố này giúp tạo ra các dự án để cùng nhau phát triển, không chỉ nên tảng về cộng đồng mà còn đưa ra các sản phẩm thực thi về kinh tế tại Việt Nam.

Xây dựng và đưa ra kiến trúc chung là điều hết sức cần thiết trong bối cảnh hiện tại, vấn đề chính sách xoay quanh 3 trục tam giác: hạ tầng, dữ liệu và thông minh.

Liên hiệp hợp tác nghiên cứu và phát triển TTNT là mô hình kết nối cộng đồng AI ở Việt Nam chính thức ra mắt với đại diện gồm: Câu lạc bộ Khoa - Trường - Viện Công nghệ Thông tin - Truyền thông Việt Nam FISU; Cộng đồng nghiên cứu, triển khai và ứng dụng Trí tuệ nhân tạo AI4Life; Cộng đồng

Chuyển đổi số - Digital Transformation; Cộng đồng Machine Learning Cơ bản; Cộng đồng Google Developer; Cộng đồng Business Intelligence; Cộng đồng Trí tuệ nhân tạo Việt – VietAI. Cộng đồng AI Việt Nam có sự góp mặt của nhiều nhà đầu tư nước ngoài, với đầu tư không nhỏ so với các quốc gia trong khu vực đây là tiền đề tốt cho một chặng đường dài phía trước. Qua "Ngày hội trí tuệ nhân tạo" cộng đồng AI trong nước đã ra mắt hội liên hiệp, kết nối giữa người làm chuyên môn với cơ quan Nhà nước, với thị trường. Nếu Việt Nam làm tốt điều này góp phần cho cộng đồng AI Việt Nam phát triển và cũng là đóng góp chung cho cộng đồng AI thế giới. Một cộng đồng AI mạnh mẽ sẽ là chìa khóa để mở ra tiềm năng to lớn của AI, giúp phát triển và định hình tương lai của nền kinh tế số tại Việt Nam. Sự phát triển này sẽ tạo ra nhiều thuận lợi cho mối quan hệ đối tác không ngừng phát triển giữa Việt Nam với các nước.

### **3. Một số bài học kinh nghiệm và giải pháp cho phát triển cộng đồng và doanh nghiệp TTNT tại Việt Nam**

Từ những phân tích điểm mạnh, điểm yếu, cũng như những bài học trong quá trình phát triển của một số nước phát triển, một số kiến nghị và giải pháp sau có thể có ích cho quá trình phát triển cộng đồng và doanh nghiệp AI của nước ta:

**Thứ nhất**, Nhà nước cần có chính sách khuyến khích phát triển các doanh nghiệp, tập đoàn trong lĩnh vực AI, đặc biệt chú trọng tới các doanh nghiệp đầu tư mạnh cho nghiên cứu và phát triển và đổi mới sáng tạo trong lĩnh vực AI hay những doanh nghiệp nỗ lực làm chủ các công nghệ TTNT, thành lập các trung tâm hoặc viện nghiên cứu chuyên ngành AI, thu hút các nhà khoa học, cán bộ nghiên cứu AI tài năng để triển khai các đề tài khoa học và công nghệ, kinh doanh và quản trị doanh nghiệp phục vụ cho chiến lược phát triển AI. Nghiên cứu và phát triển AI là yếu tố quyết định thành công của doanh nghiệp theo hướng đổi mới và sáng tạo, luôn đủ sức cạnh tranh trên thị trường trong nước và thế giới. Rất nhiều doanh nghiệp tư nhân lớn của Việt Nam hiện nay chỉ phát triển nhờ các hoạt động thương mại và hầu như không chi tiêu cho nghiên cứu và phát triển. Điểm sáng hiếm hoi là Tập đoàn Vingroup với việc dịch chuyển định hướng sang mảng công nghệ, công nghiệp. Vingroup đã tung ra thị trường những sản phẩm như ô tô, điện thoại di động thông minh ứng dụng AI... đã gây dựng được chỗ đứng trên thị trường AI trong nước và đang vươn ra nước ngoài. Ngoài ra, Vingroup còn nỗ lực đầu tư vào hoạt động nghiên cứu và phát triển AI, thông qua việc thành lập Viện Nghiên cứu Trí tuệ nhân tạo (Vin

AI), Viện Dữ liệu lớn (Big Data) và hợp tác với các đối tác nước ngoài trong nhiều lĩnh vực công nghệ tiên tiến khác. Chính vì thế, từ một tập đoàn chuyên về các sản phẩm nghỉ dưỡng, bất động sản, Vingroup đang dần dịch chuyển và định vị mình ở các sản phẩm công nghệ cao ứng dụng và phát triển AI có thương hiệu trong và ngoài nước.

**Thứ hai**, các tập đoàn lớn về AI cần được khuyến khích phát triển thành công ty đại chúng đa sở hữu nhằm giải quyết vấn đề về tích lũy vốn, tạo lập nguồn lực để phát triển nhanh và hiệu quả cao, có chiến lược kinh doanh dài hạn, tầm nhìn toàn cầu, quản trị hiện đại và minh bạch, nhanh chóng mở rộng quy mô, nâng cao năng lực cạnh tranh về AI.

**Thứ ba**, tập đoàn lớn về AI tạo ra sức mạnh quốc gia, nhưng cũng dễ phát sinh trạng thái độc quyền nhờ vào tiềm lực vốn khổng lồ có thể mua lại hoặc sáp nhập các doanh nghiệp AI khác, cấu kết và thông đồng với nhau để triệt tiêu cạnh tranh, buộc người dùng phải trả giá cao hơn và lấy đi của họ quyền được lựa chọn sản phẩm. Để khắc phục tình trạng đó, Chính phủ nên nghiên cứu kinh nghiệm thế giới, ví dụ, Mỹ đã ban hành Đạo luật Chống độc quyền Sherman (năm 1890) và Đạo luật Chống độc quyền Clayton (năm 1914). Đây là một tập hợp các luật và quy định của chính phủ liên bang và chính quyền các tiểu bang Mỹ nhằm quy định việc thực hiện và tổ chức của các tập đoàn lớn, để thúc đẩy cạnh tranh lành mạnh vì lợi ích của người dùng.

**Thứ tư**, về vấn đề thúc đẩy hình thành thương hiệu - tài sản AI, yếu tố sống còn của một tập đoàn AI. Các cơ quan hoạch định cần tư vấn, định hướng cho các tập đoàn hình thành nên chiến lược xây dựng thương hiệu AI của mình. Trong đó, trước hết là phải trở thành số 1 trên thị trường trong nước bằng chất lượng sản phẩm và dịch vụ AI, giá cả cạnh tranh để chinh phục người dùng Việt Nam, trên cơ sở đó, từng bước vươn ra khu vực và toàn cầu. Đó là chiến thuật rất thành công của các nước đã phát triển. Bên cạnh đó, nhà nước cũng cần có chính sách hỗ trợ tập đoàn lớn xây dựng và phát triển thương hiệu AI, nhất là tạo chỗ đứng trên thị trường AI thế giới và khu vực.

**Thứ năm**, Nhà nước cũng cần đặc biệt chú trọng tới việc xây dựng và phát triển hệ sinh thái khởi nghiệp TTNT năng động, cũng như hỗ trợ các doanh nghiệp AI vừa và nhỏ. Các công ty khởi nghiệp AI chính là nguồn đổi mới sáng tạo dồi dào, có thể bù đắp cho những yếu điểm của các tập đoàn lớn về AI. Một hệ sinh thái khởi nghiệp AI mạnh mẽ sẽ là chìa khóa để mở ra tiềm năng to lớn của AI, giúp phát triển và định hình tương lai của nền kinh tế số tại Việt Nam. Ngay cả chính phủ Hàn Quốc hiện tại cũng nỗ lực thúc đẩy phát triển hệ sinh

thái khởi nghiệp cũng như các doanh nghiệp AI vừa và nhỏ nhằm giảm bớt sự lệ thuộc vào tập đoàn lớn ở Hàn Quốc. Đồng thời việc ươm tạo và phát triển các công ty khởi nghiệp AI cũng có tiềm năng tạo ra những tập đoàn lớn về AI cho tương lai.

*Thứ sáu*, cần ưu tiên phát triển nguồn nhân lực AI chất lượng cao, đào tạo tài năng về AI để thúc đẩy đổi mới sáng tạo và khởi nghiệp đổi mới sáng tạo trong lĩnh vực TTNT. Chỉ có như vậy, chúng ta mới có khả năng gia nhập vào phân đoạn có giá trị cao nhất trong chuỗi giá trị AI để nâng cao năng suất lao động, tạo ra được mức tăng trưởng đột phá.

### **III. Kết luận**

Trong những năm gần đây, với nền tảng công nghệ vững chắc, cùng các chương trình hỗ trợ mạnh mẽ từ phía Chính phủ, hệ sinh thái khởi nghiệp Việt Nam đã trở nên cực kỳ sôi động, liên tục thu hút các khoản đầu tư mới từ nước ngoài. Hệ sinh thái khởi nghiệp Việt Nam đang phát triển mạnh nhờ quy mô của nền kinh tế và đang ngày một được mở rộng. Đây chính là cơ sở để các doanh nghiệp AI có thể phát triển thuận lợi, thành công và có lợi nhuận ngay trên sân nhà. Có thể xem đây là một tín hiệu đáng mừng và là cơ hội đầy hứa hẹn không chỉ cho các công ty khởi nghiệp tại Việt Nam, mà còn góp phần thúc đẩy nền kinh tế nói chung tạo ra những đột phá trong tương lai không xa.

Tất nhiên, để thực sự trở thành một trung tâm khởi nghiệp và đổi mới sáng tạo về AI có vị thế, Việt Nam sẽ cần tới những chính sách mở trong bối cảnh toàn cầu hóa, cũng như các startup “hạt giống” có sức cạnh tranh trên thị trường. Một cộng đồng AI mạnh mẽ sẽ là chìa khóa để mở ra tiềm năng to lớn của AI, giúp phát triển và định hình tương lai của nền kinh tế số tại Việt Nam.

Trong khi các tập đoàn lớn về AI của các nước phát triển có bề dày lịch sử phát triển nhiều năm, thì các tập đoàn về TTNT của nước ta mới chỉ trong quá trình phát triển ban đầu. Dù vậy, khát vọng tới năm 2030 nước ta sẽ có những doanh nghiệp, tập đoàn lớn về AI có khả năng “vươn ra biển lớn” của Thủ tướng Chính phủ hoàn toàn có thể trở thành hiện thực, nếu như ngay bây giờ chúng ta sớm hình thành nên những chính sách, cơ chế đồng bộ, xuyên suốt và có tính ổn định để hỗ trợ cho quá trình phát triển của những tập đoàn, doanh nghiệp AI được lựa chọn làm đầu tàu, có khả năng thúc đẩy, nâng tầm AI của Việt nam trên trường quốc tế.



Là nước đi sau, Việt Nam có lợi thế là tránh được những sai lầm, cũng như thiếu sót của những nước đi trước, đồng thời có khả năng rút ngắn giai đoạn phát triển AI. Bên cạnh đó, cuộc Cách mạng Công nghiệp lần thứ tư với những chủ trương, chính sách mới về phát triển KHCN và ĐMST được kỳ vọng là cơ hội để các doanh nghiệp AI Việt Nam bứt phá, vươn lên trở thành các tập đoàn lớn, có vị thế trong khu vực và toàn cầu. Trong hành trình ấy, vai trò và sự hỗ trợ của chính phủ, sự tham gia tích cực của doanh nghiệp và cộng đồng cũng như toàn bộ hệ sinh thái AI có tầm quan trọng vô cùng to lớn.

### **Tài liệu tham khảo**

1. Quyết định số 127/QĐ-TTg ban hành ngày 26/01/2021 của Thủ tướng Chính phủ “Chiến lược quốc gia về nghiên cứu phát triển và ứng dụng Trí tuệ nhân tạo đến năm 2030”;
2. Báo cáo xây dựng Chiến lược TTNT quốc gia về nghiên cứu, phát triển và ứng dụng TTNT đến năm 2030, Bộ Khoa học và Công nghệ (2020);
3. La French Tech, 2017;
4. Israel: (AI) Startup Nation? Israeli Artificial Intelligence Startups and Their Ecosystem; Onn Shehory; <https://revistaidees.cat/en/israel-ai-startup-nation/?pdf=13279>
5. MMC Ventures (2019) “Trạng thái của AI 2019: Sự phân kỳ” <https://mmc.vc/reports/state-of-ai-2019-divergence>
6. Chỉ số chuẩn bị cho AI - Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (2019) “Chiến lược RDI của Tây Ban Nha trong trí tuệ nhân tạo”.
7. OECD (2018), “Đầu tư cổ phần tư nhân vào trí tuệ nhân tạo”;
8. Tổng quan về hệ sinh thái khởi nghiệp 2019 - Thủ đô Thế giới Di động Barcelona (2019);
9. Báo cáo Hệ sinh thái khởi nghiệp toàn cầu (GSER) 2020, Viện phân tích hệ sinh thái khởi nghiệp toàn cầu Startup Genome Hàn Quốc, tháng 6/2020...

## CHƯƠNG 6: TRIỂN KHAI ỨNG DỤNG TTNT

### I. Tổng quan về ứng dụng Trí tuệ nhân tạo

#### 1. Ứng dụng TTNT

##### - *Khái niệm, phân loại:*

Định nghĩa về các hệ thống ứng dụng TTNT được đưa ra bởi Nhóm chuyên gia cấp cao (High-Level Expert Group - HLEG) về Trí tuệ nhân tạo do Ủy ban Châu Âu bổ nhiệm như sau [1]:

*“Hệ thống trí tuệ nhân tạo (TTNT) là hệ thống phần mềm (và có thể cả phần cứng) được thiết kế bởi con người hoạt động ở môi trường vật lý hoặc môi trường kỹ thuật số bằng cách nhận thức môi trường của chúng thông qua thu thập dữ liệu, diễn giải dữ liệu có cấu trúc hoặc phi cấu trúc, lập luận bằng tri thức hoặc xử lý thông tin thu được từ dữ liệu này và quyết định (các) hành động tốt nhất cần thực hiện để đạt được mục tiêu đã cho”.*

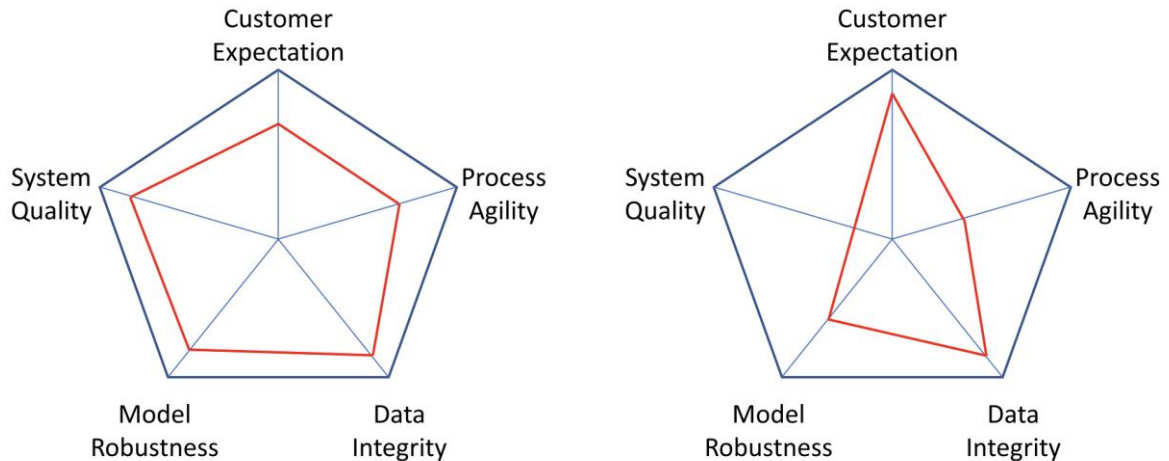
Theo HLEG, các kỹ thuật và phân ngành TTNT có thể được nhóm lại thành hai nhóm lớn liên quan đến khả năng của hệ thống: (i) lập luận và ra quyết định và (ii) học và nhận thức. Nhóm khả năng đầu tiên bao gồm việc chuyển đổi dữ liệu thành tri thức, tức là chuyển đổi thông tin trong thế giới thực thành những gì mà máy móc có thể hiểu và sử dụng được, đồng thời đưa ra quyết định theo một lộ trình lập kế hoạch, tìm kiếm giải pháp và tối ưu hóa. Chuỗi này bao gồm các miền phụ của TTNT là Biểu diễn và lập luận tri thức (thường sử dụng các quy tắc tượng trưng để biểu diễn và suy diễn tri thức) và đặt kế hoạch (bao gồm lập kế hoạch & lập lịch, tìm kiếm và tối ưu hóa). Nhóm khả năng thứ hai bao gồm việc học, trích xuất tri thức và giải quyết vấn đề với dữ liệu có cấu trúc hoặc phi cấu trúc (ngôn ngữ tự nhiên, hình ảnh, âm thanh, v.v.), từ Nhóm thứ hai này bao gồm các lĩnh vực phụ của TTNT liên quan đến học tập, giao tiếp và nhận thức, chẳng hạn như Học máy, Xử lý ngôn ngữ tự nhiên và Thị giác máy tính.

Các miền ứng dụng TTNT có thể được phân loại sâu hơn qua bảng sau [2]

	<b>Miền ứng dụng</b>	<b>Miền con</b>
<b>Các ứng dụng lõi</b>	Lập luận	Biểu diễn tri thức
		Lập luận tự động
		Lập luận dựa trên tri thức thông thường
	Đặt kế hoạch	Lập kế hoạch
		Tìm kiếm
		Tối ưu hoá
	Học	Học máy
	Giao tiếp	Xử lý ngôn ngữ tự nhiên
	Nhận thức	Thị giác máy
		Xử lý âm thanh
<b>Các ứng dụng chuyên ngành</b>	Các hệ thống tích hợp	Hệ thống đa tác tử
		Tự động hoá và Robot
		Xe tự hành
	Dịch vụ	Dịch vụ TTNT

**- Các tiêu chí, yêu cầu về chất lượng:**

Các khía cạnh đánh giá chất lượng các hệ thống ứng dụng TTNT gồm: Tính toàn vẹn của dữ liệu (data integrity), Độ bền vững của mô hình (model robustness), Chất lượng hệ thống (system quality), Tính nhanh của quy trình phát triển (process agility) và Kỳ vọng của khách hàng (customer expectation).



Hình 1. Ví dụ tiêu chí chất lượng của ứng dụng TTNT: hình bên trái – cân bằng, hình bên phải – không cân bằng [3]

*Tính toàn vẹn của dữ liệu* đề cập đến các khía cạnh của mẫu đầu vào và đầu ra được sử dụng để xây dựng và kiểm thử ứng dụng, bao gồm: quyền riêng tư, quyền sở hữu trí tuệ, học tập trực tuyến và chất lượng của dữ liệu như khối lượng và chi phí, ý nghĩa và yêu cầu của dữ liệu, mối quan hệ giữa tập hợp mẫu, sự thiên vị và thay đổi có chủ đích trong dữ liệu, độ phức tạp, tính tương quan, các giá trị ngoại lệ và thiếu sót dữ liệu, tính độc lập của dữ liệu xác thực.

*Độ bền vững của mô hình* liên quan đến việc đảm bảo chất lượng của một mô hình được xây dựng một tự động (có thể từ dữ liệu được thu thập). Các khía cạnh được quan tâm bao gồm: hiệu suất mô hình, khả năng tổng quát hóa, khả năng chịu nhiễu, khả năng xử lý dữ liệu đa dạng, kiến trúc mô hình, ảnh hưởng của các siêu tham số.

*Chất lượng hệ thống* đòi hỏi phải đảm bảo chất lượng của toàn bộ hệ thống, bao gồm: hiệu suất hệ thống, phạm vi, mức độ nghiêm trọng và tần suất xảy ra lỗi, khả năng kiểm soát của hệ thống khi xảy ra lỗi, an toàn chức năng, bảo mật, khả năng bản địa hóa của các thành phần cũng như khả năng giải thích được và khả năng tương thích với các hệ thống khác.

*Tính nhanh của quy trình phát triển* bao gồm việc khả năng cập nhật hệ thống nhanh và phản hồi ngay lập tức đối với yêu cầu thay đổi, khả năng mở rộng, khả năng tự động hóa các công đoạn của quy trình phát triển, các kỹ năng làm việc nhóm và sự thấu hiểu giữa nhà phát triển với khách hàng.

*Kỳ vọng của khách hàng* kiểm soát không kỳ vọng quá lớn đối với TTNT bao gồm sự chấp nhận các hành vi dựa trên xác suất, mức độ nghiêm trọng của

kỳ vọng, sự lạc quan đối với dữ liệu lớn, sự mơ hồ trong đặc tả yêu cầu, sự tuân thủ của người sử dụng, tư duy dựa trên các quy trình đã biết và bộ máy hành chính. Khía cạnh này là cơ sở cho các khía cạnh khác. Kỳ vọng của khách hàng càng cao thì các khía cạnh chất lượng khác càng phải tốt hơn.

## 2 Tình hình ứng dụng trên thế giới

Bắt đầu vào năm 2009, Fei-Fei Li, một giáo sư TTNT tại Stanford đã khởi động dự án ImageNet, tập hợp một cơ sở dữ liệu miễn phí gồm hơn 14 triệu hình ảnh được dán nhãn. Giáo sư Li cho biết: “Tầm nhìn của chúng tôi là dữ liệu lớn sẽ thay đổi cách thức hoạt động của máy học. Dữ liệu thúc đẩy việc học”. Các công ty lớn có kho dữ liệu dồi dào bắt đầu tham gia vào các dự án trí tuệ nhân tạo, thành lập Liên minh Trí tuệ nhân tạo (tên đầy đủ là Partnership on Artificial Intelligence to Benefit People and Society)- liên minh phi lợi nhuận, cam kết sử dụng trí tuệ nhân tạo một cách có trách nhiệm. Liên minh được công bố ngày 28 tháng 9 năm 2016. Các thành viên sáng lập bao gồm Amazon, Facebook, Google, DeepMind, Microsoft và IBM. Apple gia nhập liên minh với tư cách là thành viên sáng lập vào tháng 1 năm 2017. Tính đến năm 2019, đã có hơn 100 đối tác là các học viện, tổ chức xã hội, công ty và tổ chức phi lợi nhuận tham gia vào tổ chức. Vào tháng 10 năm 2018, Baidu trở thành công ty Trung Quốc đầu tiên tham gia Hiệp định đối tác.

### - Các tập đoàn công nghệ:

a) **Google** là một trong những công ty lớn và tham gia sớm nhất vào ngành công nghiệp TTNT. Ngay từ năm 2011, Google đã thành lập dự án Google Brain dưới dạng hợp tác nghiên cứu bán thời gian giữa Jeff Dean, Greg Corrado hai nghiên cứu viên ở Google và giáo sư Đại học Stanford Andrew Ng. Giáo sư Ng quan tâm đến việc sử dụng các kỹ thuật học sâu để giải quyết vấn đề của trí thông minh nhân tạo từ năm 2006 và vào năm 2011, bắt đầu hợp tác với Dean và Corrado để xây dựng một hệ thống phần mềm học sâu quy mô lớn, DistBelief, trên nền tảng điện toán đám mây của Google. Với tốc độ của GPU đã tăng lên đáng kể, công ty có thể tạo ra những mạng nơ-ron phức hợp. Ngay trong năm 2012, Google Brain đã công bố kết quả của một dự án khác thường được gọi là Thí nghiệm con mèo. Thí nghiệm con mèo sử dụng một mạng lưới thần kinh trải rộng trên 1.000 máy tính, mười triệu hình ảnh “không gán nhãn” được lấy ngẫu nhiên từ YouTube, hiển thị cho hệ thống và sau đó phần mềm sẽ được huấn luyện để nhận biết con mèo. Vào cuối dự án,

một hệ thống đã có thể nhận dạng được hình ảnh của mèo mà không cần bắt cứ hình ảnh gán nhãn nào. Những năm tiếp theo, Google luôn là công ty dẫn đầu trong lĩnh vực TTNT với hàng trăm nghiên cứu được công bố và hàng loạt ứng dụng ứng dụng như nhận dạng ảnh, dịch máy, rô-bốt, các ứng dụng y tế.

- b) Facebook** thành lập nhóm Nghiên cứu TTNT (FAIR) để tập trung vào các nghiên cứu về trí tuệ nhân tạo. Kể từ đó, FAIR đã phát triển nhiều nghiên cứu và tổ chức các phòng thí nghiệm ở Menlo Park, New York, Paris, Montreal, Tel Aviv, Seattle, Pittsburgh và London. TTNT đã trở thành trọng tâm của Facebook đến nỗi FAIR hiện là một phần của tổ chức Facebook TTNT hoạt động trên tất cả các khía cạnh của TTNT, từ nghiên cứu cơ bản đến nghiên cứu ứng dụng và phát triển công nghệ. FAIR đã xuất bản nghiên cứu tiên tiến rất sớm và thường xuyên, đồng thời nhóm cũng công bố nhiều dự án mã nguồn mở, bộ dữ liệu và công cụ nghiên cứu như PyTorch, fastText, FAISS và Detectron. Phương pháp này đã thành công trong việc thúc đẩy nghiên cứu TTNT. Các nghiên cứu của FAIR đã giành được sự công nhận, bao gồm các giải thưởng tại ACL, EMNLP, CVPR và ECCV. Các công cụ mã nguồn mở của họ cũng được sử dụng nhiều trong nghiên cứu và ứng dụng bởi các công ty và nhóm nghiên cứu khác.
- c) Baidu:** Baidu SVAIL và Baidu Institute of Deep Learning là một trong những trung tâm nghiên cứu TTNT hàng đầu tại Trung Quốc. Họ nghiên cứu rất nhiều công nghệ đầy hứa hẹn như trợ lý ảo tại nhà, trợ giúp cho người mù và xe tự lái.
- d) Microsoft:** Trước cuộc cách mạng Deep Learning, Microsoft Research cũng là một địa chỉ uy tín trong nghiên cứu về TTNT, thuê đội ngũ giảng viên giàu kinh nghiệm có nhiều năm kinh nghiệm. Mặc dù họ không thành công như mong đợi, nhưng các nghiên cứu được công bố hàng năm vẫn rất chất lượng.

**- Các sản phẩm nổi tiếng:**

- a) **Siri** là một trợ lý cá nhân thông minh, là một phần của hệ điều hành iOS, iPadOS, watchOS, macOS, và tvOS của Apple Inc. Trợ lý dùng giọng nói và giao diện người dùng có ngôn ngữ tự nhiên để trả lời các câu hỏi, đưa ra các khuyến nghị và thực hiện hành động bằng cách chuyển các yêu cầu cho một bộ các dịch vụ Internet. Phần mềm này sẽ thích nghi với cách sử dụng ngôn ngữ, cách tìm kiếm và sở thích cá nhân của người dùng khi sử dụng. Kết quả

trả lại được cá nhân hóa. Siri là một sản phẩm phụ từ một dự án ban đầu được phát triển bởi Trung tâm Trí tuệ nhân tạo Quốc tế SRI. Công cụ nhận dạng giọng nói của nó được cung cấp bởi Nuance Communications và Siri sử dụng công nghệ học máy tiên tiến để hoạt động. Những người lồng tiếng ban đầu ở Mỹ, Anh và Úc ghi lại giọng nói của họ vào khoảng năm 2005, không rõ về việc sử dụng của bản ghi trên Siri. Trợ lý thoại đã được phát hành dưới dạng một ứng dụng cho iOS vào tháng 2 năm 2010 và đã được Apple mua lại hai tháng sau đó. Sau đó, Siri đã được tích hợp vào iPhone 4S vào tháng 10 năm 2011. Lúc đó, ứng dụng riêng biệt cũng đã được xóa khỏi Cửa hàng ứng dụng iOS. Siri đã trở thành một phần không thể tách rời của các sản phẩm của Apple, đã được chuyển sang các thiết bị phần cứng khác trong những năm qua, bao gồm iPhone thế hệ mới, cũng như iPad, iPod Touch, Mac và Apple TV.

- b) Alexa:** còn gọi là Amazon Alexa, là trợ lý ảo được phát triển bởi Amazon, đầu tiên được sử dụng cho Amazon Echo và loa thông minh Amazon Echo Dot được phát triển bởi Amazon Lab126. Nó có khả năng tương tác bằng giọng nói, chọn bài hát, lên danh sách cần làm, cài đặt báo thức, phát podcast, đọc sách và cung cấp thông tin thời tiết, giao thông, thể thao và các thông tin hiện tại như tin tức. Alexa cũng có thể làm việc như một hệ thống điều khiển nhà tự động bằng cách điều khiển các thiết bị thông minh khác. Người sử dụng có thể nâng cấp khả năng của Alexa bằng cách cài đặt những "kỹ năng" (một chức năng bổ sung được phát triển bởi nhà cung cấp khác, thường được gọi là các ứng dụng, ví dụ ứng dụng thời tiết và tính năng âm thanh). Người dùng có thể kích hoạt hầu hết các thiết bị có cài đặt Alexa bằng cách gọi tên Alexa; các thiết bị khác (như ứng dụng Amazon cho điện thoại di động trên iOS hoặc Android) yêu cầu người dùng phải bấm nút để kích hoạt chức năng nghe của Alexa. Hiện tại, việc tương tác và giao tiếp với Alexa có thể thực hiện với tiếng Anh, Pháp, Đức, Ý, Tây Ban Nha, và Nhật Bản. Tháng 11 năm 2017, Alexa có mặt ở thị trường Canada và sử dụng ngôn ngữ duy nhất là tiếng Anh. Tính đến tháng 9 năm 2017, Amazon có hơn 5,000 nhân viên làm việc cho dự án Alexa và các sản phẩm liên quan.
- c) Tesla:** Tesla Autopilot là một bộ các tính năng của hệ thống hỗ trợ người lái (ADAS) tiên tiến do Tesla cung cấp, tương đương với mức độ tự động hóa xe ở cấp độ 2. Các tính năng thông minh như căn giữa làn đường, kiểm soát hành trình nhận biết giao thông, chuyển làn đường tự động, điều hướng bán tự động trên đường cao tốc có lối vào hạn chế, tự đỗ xe và khả năng triệu hồi

xe từ ga ra hoặc điểm đỗ. Trong tất cả các tính năng này, người lái xe phải chịu trách nhiệm và chiếc xe yêu cầu giám sát liên tục. Công ty tuyên bố các tính năng này làm giảm tai nạn do người lái xe cẩu thả và mệt mỏi do lái xe trong thời gian dài.

### **- Các nền tảng hỗ trợ triển khai:**

#### *a) Amazon Machine Learning và SageMaker*

Amazon có hai sản phẩm chính dành riêng cho học máy. Nền tảng trước đó có tên là Amazon Machine Learning và nền tảng mới hơn tên là SageMaker.

Amazon Machine Learning cho phân tích dự đoán là một trong những giải pháp tự động nhất trên thị trường và phù hợp cho các tác vụ cần triển khai nhanh. Dịch vụ này có thể tải dữ liệu từ nhiều nguồn, bao gồm Amazon RDS, Amazon Redshift, CSV, v.v. Tất cả các hoạt động tiền xử lý dữ liệu được thực hiện tự động.

Mô hình dự đoán của Amazon ML được giới hạn trong ba loại: phân loại nhị phân, phân loại đa lớp và hồi quy. Điều đó có nghĩa là, dịch vụ Amazon ML không hỗ trợ bất kỳ phương pháp học tập không giám sát nào và người dùng phải chọn một biến mục tiêu để gắn nhãn biến đó trong tập dữ liệu. Ngoài ra, người dùng không bắt buộc phải biết bất kỳ phương pháp học máy nào vì Amazon tự động chọn chúng sau khi xem dữ liệu được cung cấp.

Vào năm 2021, Amazon không còn cập nhật tài liệu hoặc nền tảng Amazon ML nữa. Dịch vụ vẫn hoạt động nhưng không chấp nhận người dùng mới. Điều này là do SageMaker và tất cả các dịch vụ tương ứng của nó vượt trội hơn Amazon ML và về cơ bản cung cấp cùng một chức năng cho người dùng.

SageMaker là một môi trường máy học được cho là đơn giản hóa công việc của một nhà khoa học dữ liệu bằng cách cung cấp các công cụ để triển khai và xây dựng mô hình nhanh chóng. Ví dụ, nó cung cấp Jupyter, một sổ ghi chép tác giả, để đơn giản hóa việc khám phá và phân tích dữ liệu mà không gặp rắc rối trong việc quản lý máy chủ.

Cũng trong năm 2021, Amazon ra mắt SageMaker Studio, IDE đầu tiên dành cho học máy. Công cụ này cung cấp giao diện dựa trên web cho phép người dùng thực hiện tất cả các thao tác với mô hình học máy trong một môi trường duy nhất. Tất cả các phương pháp và công cụ phát triển, bao gồm báo cáo, công



cụ gỡ lỗi, lập mô hình dữ liệu và tính năng tạo tự động của nó đều có sẵn thông qua SageMaker Studio.

#### *b) Microsoft Azure TTNT*

Nền tảng Azure TTNT là một nền tảng thống nhất cho các bài toán học máy do Microsoft phát triển với các API và dịch vụ cơ sở hạ tầng của Microsoft Azure. Học máy Azure (Azure Machine Learning) là môi trường quản lý tập dữ liệu, huấn luyện và triển khai mô hình .

Nền tảng này cung cấp Machine Learning Studio, một môi trường dựa trên web, để nhanh chóng cấu hình các hoạt động của thuật toán máy học. Nói chung, Azure Studio có các phương tiện để thăm dò dữ liệu, tiền xử lý, tự động chọn các phương pháp và xác thực kết quả mô hình. Studio hỗ trợ khoảng 100 loại thuật toán phân loại (nhị phân và đa nhãn), phát hiện bất thường, hồi quy, đề xuất và phân tích văn bản.

Cũng như Amazon, Azure cung cấp tích hợp với Jupyter và người dùng có thể viết và chạy mã trong ML Studio. Azure cũng cung cấp ONNX Runtime để tăng tốc các mô hình học máy trên nhiều hệ điều hành, nền tảng phần cứng. Azure hỗ trợ những framework phổ biến như TensorFlow, PyTorch, scikit-learning, v.v.

#### *c) Google TTNT Platform*

Google Cloud AutoML là một nền tảng ML dựa trên đám mây giúp tự động đề xuất phương pháp và hướng xử lý dữ liệu. AutoML được thiết kế để xây dựng các mô hình tùy chỉnh cho cả người mới và các kỹ sư máy học có kinh nghiệm. Nhưng nền tảng này cũng đề xuất một tập hợp các mô hình dựng sẵn có sẵn thông qua một tập hợp các API

Các giải pháp học máy có thể được triển khai trên trang web cá nhân, hạ tầng TTNT chuyên dụng bao gồm các phương pháp xử lý dữ liệu khác nhau trên GPU hoặc CPU. AutoML được tích hợp đầy đủ với tất cả các dịch vụ của Google và nó lưu trữ dữ liệu trên đám mây. Các mô hình được đào tạo có thể được triển khai thông qua giao diện API REST.

### **3. Tình hình ứng dụng trong nước**

**- Các công ty, tập đoàn có định hướng TTNT rõ nét:**

*a) VinGroup*

Vingroup vào năm 2018 đã công bố chiến lược đầu tư trọng điểm vào lĩnh vực Công nghệ - Công nghiệp với mục tiêu đến năm 2028, Vingroup sẽ trở thành một Tập đoàn Công nghệ - Công nghiệp - Dịch vụ. Một trong những hướng đi quan trọng của VinGroup là tập trung nghiên cứu trí tuệ nhân tạo (TTNT). Công ty đã thành lập hai viện nghiên cứu là Viện Nghiên cứu Dữ liệu lớn (VinBigdata) và Viện Nghiên cứu TTNT (VinAI Research).

Trong đó, Viện nghiên cứu TTNT tập trung vào nghiên cứu cơ bản có trụ sở chính tại Hà Nội và Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam và mạng lưới rộng khắp Mỹ, Úc, Pháp và khu vực Châu Á - Thái Bình Dương. Được tài trợ bởi VinGroup, mục tiêu của VinAI là thực hiện các nghiên cứu hàng đầu, có tác động cao, thúc đẩy biên giới tri thức về TTNT và đẩy nhanh các ứng dụng của TTNT tại Việt Nam, khu vực Châu Á Thái Bình Dương và hơn thế. Sau thời gian 3 năm hoạt động (2018-2021), VinAI đã cho ra nhiều công trình có ảnh hưởng, được đăng ở nhiều hội nghị lớn về TTNT trên thế giới.

VinBigdata, cũng thuộc tập đoàn VinGroup nghiên cứu và kiến tạo những giải pháp, sản phẩm mới, nâng cao năng lực khoa học công nghệ. Với mục tiêu xây dựng những nền tảng phát triển bền vững cho xã hội và thế hệ tương lai, đội ngũ khoa học VinBigdata tập trung nghiên cứu các ngành khoa học cơ bản với định hướng ứng dụng, bao gồm: Tin Y Sinh, Thị giác máy tính, Xử lý ảnh y tế, Xử lý ngôn ngữ và tiếng nói

*b) Viettel*

Viettel là một trong những đơn vị thực hiện chiến lược quốc gia về nghiên cứu, phát triển và ứng dụng trí tuệ nhân tạo đến năm 2030 được Thủ tướng Chính phủ ban hành ngày 26-1-2021. Viettel đặt mục tiêu giữ vai trò chủ lực ứng dụng trí tuệ nhân tạo trong lĩnh vực quân sự, quốc phòng, cũng như các lĩnh vực bảo đảm an toàn dữ liệu, an toàn an ninh mạng, quản lý đô thị, quản lý xã hội và hành chính công, và các lĩnh vực trong đời sống xã hội.

Lãnh đạo tập đoàn Viettel đánh giá: “Viettel quyết tâm đầu tư vào trí tuệ nhân tạo, là lĩnh vực quan trọng để thực hiện sứ mệnh tiên phong, chủ lực kiến tạo xã hội số. Khoản đầu tư này sẽ cho phép Viettel thỏa sức sáng tạo, thu hút các chuyên gia đầu ngành về trí tuệ nhân tạo, sẵn sàng nhận những nhiệm vụ lớn của đất nước về trí tuệ nhân tạo”.

### c) *FPT*

Theo quan điểm của FPT, TTNT là lĩnh vực công nghệ cấp thiết nhất cần được tập trung đầu tư một cách tổng thể từ xây dựng nguồn lực về con người, xác định phạm vi áp dụng đến việc xây dựng các ứng dụng. Trong đó, điều quan trọng nhất là xây dựng một nền tảng TTNT nâng cao giúp FPT trở thành một công ty công nghệ cạnh tranh toàn cầu.

Xử lý ngôn ngữ tự nhiên, Nhận diện giọng nói, Thị giác máy tính và Cơ sở Tri thức là những mô-đun chủ đạo hiện nay mà nền tảng FPT.TTNT cung cấp. Với mục tiêu đầy tham vọng của mình, FPT.TTNT hướng tới việc trở thành một nền tảng có thể hỗ trợ con người trong quá trình tự động ra quyết định.

#### **- Các sản phẩm chủ lực:**

##### a) *Autopilot L2+ của VinAI*

Với hệ thống nhận thức cho xe, hiện VinAI đã phát triển thành công tính năng nhận diện làn đường và vật thể với độ chuẩn xác cao và tương thích với đặc thù môi trường tại Việt Nam, điều mà các công nghệ đi trước trên thế giới vẫn chưa đáp ứng được. Thuật toán có khả năng tổng hợp và phân tích dữ liệu từ camera, radar, bản đồ và các cảm biến tác động từ môi trường nhằm tính toán và đưa ra các quyết định điều khiển tối ưu về tốc độ và góc lái cho xe.

Bên cạnh đó, xe tự lái do VinAI phát triển đã bước đầu đạt đến cấp độ 2+, người dùng không cần điều khiển vô lăng, chân ga hay thắng mà xe vẫn có thể tự di chuyển trên đường một cách an toàn dựa vào thông tin đến từ hệ thống nhận thức. Đầu năm nay, VinAI đã thực nghiệm thành công các tính năng giữ làn tự động, tự lái trên đường cao tốc hoặc trong thành phố với lưu lượng giao thông thấp và hỗ trợ đỗ xe, đồng thời tập trung vào việc phát triển cơ chế giảm thiểu rủi ro (MRM), bước đệm tiến đến tự lái cấp độ 3 và những cấp độ cao hơn.

##### b) *Viettel TTNT Open Platform*

Viettel TTNT Open Platform là hệ sinh thái mở các công nghệ và dịch vụ ứng dụng Trí tuệ nhân tạo được các kỹ sư Trung tâm Không gian mạng Viettel (VTCC) tiên phong nghiên cứu, phát triển. Nền tảng được phát triển nhằm giúp các doanh nghiệp tối ưu hóa hiệu quả sản xuất kinh doanh bằng việc cung cấp các giải pháp toàn diện với các công nghệ nổi bật: công nghệ xử lý tiếng nói, công nghệ xử lý hình ảnh và công nghệ xử lý ngôn ngữ tự nhiên.

### c) *FPT TTNT Conversation*

FPT TTNT Conversation cung cấp nền tảng để tạo lập và quản lý chatbot với giao diện người dùng. Với công nghệ xử lý ngôn ngữ tự nhiên và hệ thống quản lý hội thoại, nền tảng cung cấp một giải pháp xây dựng chatbot hoàn chỉnh, có thể tích hợp trên nhiều nền tảng và giao diện trò chuyện khác nhau, giúp tự động hóa các cuộc hội thoại giữa doanh nghiệp với khách hàng, góp phần đẩy mạnh bán hàng, mở rộng quy mô vận hành và mang đến sự hài lòng cho khách hàng.

#### **- Hạ tầng triển khai**

**Hạ tầng nghiên cứu:** Do nhu cầu tính toán, huấn luyện các mô TTNT rất lớn, nên hiện nay một số doanh nghiệp và trường đại học đã bắt đầu chú trọng đầu tư các hệ thống tính toán siêu lớn. Một ví dụ cụ thể là vào ngày 22/5/2020, Viện Nghiên cứu Trí tuệ Nhân tạo (VinAI Research), thuộc Tập đoàn Vingroup, công bố đầu tư siêu máy tính TTNT - NVIDIA DGX A100 thế hệ mới nhất đầu tiên tại Việt Nam. Với hiệu năng tính toán 5 triệu tỷ phép tính/giây, mỗi máy trạm NVIDIA DGX A100 tương đương một trung tâm dữ liệu, có khả năng thúc đẩy vượt trội cho các nghiên cứu TTNT chuyên sâu.

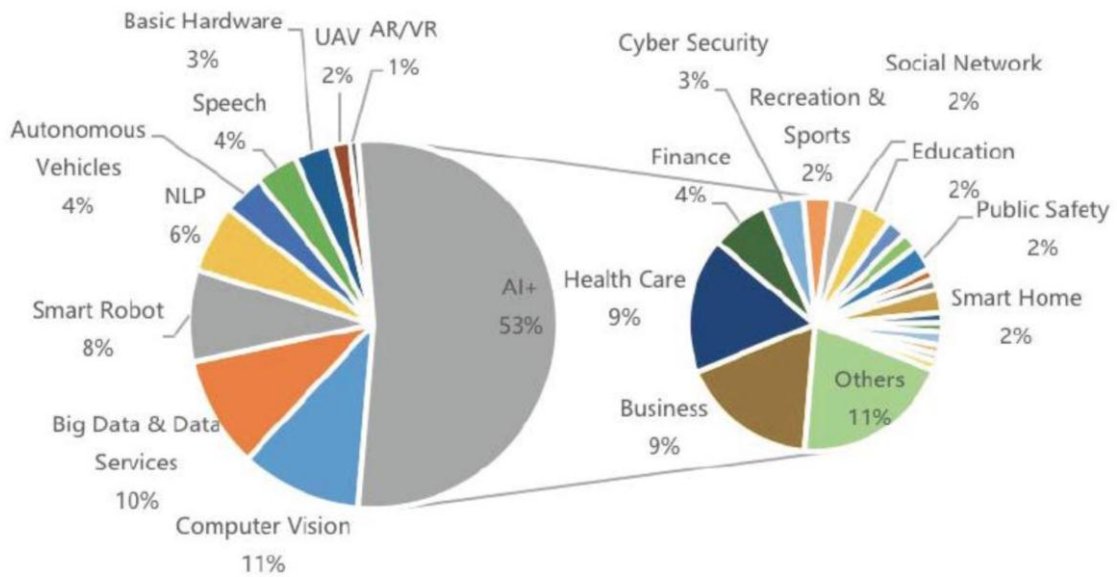
**Hạ tầng triển khai:** việc triển khai các ứng dụng TTNT đi theo hai hướng chính: (i) tính toán tại thiết bị đầu cuối, thiết bị biên, (ii) tính toán tập trung trên máy chủ trung tâm hoặc máy chủ đám mây. Quá trình triển khai thực tế có thể lai ghép giữa hai hướng tiếp cận này để cân bằng giữa khối lượng dữ liệu phải xử lý và chi phí cho năng lực tính toán. Một số nền tảng tính toán được hỗ trợ bởi các hãng công nghệ lớn như: TTNT Platform của Google, Azure của Microsoft, SageMaker của Amazon, Cloud PAI của Alibaba. Các tập đoàn trong nước cũng đang phát triển các nền tảng như FPT.TTNT của FPT, TTNT Open Platform của Viettel.

#### **- Khung pháp lý cho ứng dụng TTNT của Việt Nam**

Vào ngày 26/01/2021 Thủ tướng Chính phủ ban hành chiến lược quốc gia về nghiên cứu, phát triển và ứng dụng TTNT đến năm 2030. Chiến lược đặt mục tiêu đẩy mạnh nghiên cứu, phát triển và ứng dụng TTNT, đưa TTNT trở thành lĩnh vực công nghệ quan trọng của Việt Nam trong cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ tư. Đến năm 2030, Việt Nam trở thành trung tâm đổi mới sáng tạo, phát triển các giải pháp và ứng dụng TTNT trong khu vực ASEAN và trên thế giới.

Các mục tiêu cụ thể đến năm 2030 là đưa TTNT trở thành lĩnh vực công nghệ quan trọng của Việt Nam; phấn đấu Việt Nam nằm trong nhóm 4 nước dẫn đầu trong khu vực ASEAN và nhóm 50 nước dẫn đầu trên thế giới về nghiên cứu, phát triển và ứng dụng TTNT; xây dựng được 10 thương hiệu TTNT có uy tín trong khu vực; phát triển được 03 trung tâm quốc gia về lưu trữ dữ liệu lớn và tính toán hiệu năng cao; kết nối được các hệ thống trung tâm dữ liệu, trung tâm tính toán hiệu năng cao trong nước tạo thành mạng lưới chia sẻ năng lực dữ liệu lớn và tính toán phục vụ TTNT.

Để đạt được những mục tiêu trên, Chiến lược đưa ra các định hướng: Xây dựng hệ thống văn bản quy phạm pháp luật và hành lang pháp lý liên quan đến TTNT; phát triển hệ sinh thái TTNT; thúc đẩy ứng dụng TTNT; thúc đẩy hợp tác quốc tế trong lĩnh vực TTNT.



Source: CAICT (2018)

Hình 2. Phân bố tổng đầu tư cho ttnt 2013-2018

## II. Các lĩnh vực ứng dụng

### 1. Y tế

#### - Một số ứng dụng tiêu biểu

Nghiên cứu trí tuệ nhân tạo (TTNT) trong y học đang phát triển nhanh chóng. Trong năm 2016, các dự án TTNT chăm sóc sức khỏe đã thu hút nhiều đầu tư hơn các dự án TTNT trong bất kỳ lĩnh vực nào khác của nền kinh tế toàn cầu. Các ứng dụng trí tuệ nhân tạo y tế được dùng trong ra quyết định lâm sàng;

hồ sơ sức khỏe điện tử; chẩn đoán; robots y học; y học cá thể; quản lý khám, chữa bệnh.

TTNT trong y học có thể được phân tách thành hai loại: phần mềm và phần cứng. Phần mềm bao gồm các ứng dụng từ hệ thống hồ sơ sức khỏe điện tử đến các hướng dẫn trong quá trình đưa ra các quyết định điều trị. Phần cứng liên quan đến các robot hỗ trợ thực hiện phẫu thuật, các bộ phận giả thông minh cho người tàn tật và chăm sóc người già.

Các ứng dụng tiêu biểu có thể kể đến như:

- VinBrain nghiên cứu thành công và ra mắt DrAid - TTNT trợ lý bác sĩ hỗ trợ chẩn đoán các dấu hiệu bất thường, bệnh lý về tim - phổi - xương dựa trên hình ảnh X-quang.
- Hệ thống có tên là Germwatcher được phát triển bởi Đại học Washington được sử dụng để phát hiện và điều tra các bệnh nhiễm trùng mắc phải tại bệnh viện.
- Ứng dụng trực tuyến ở Anh có tên là Babylon, bằng việc sử dụng ứng dụng này bệnh nhân có thể tham khảo ý kiến bác sĩ trực tuyến, kiểm tra các triệu chứng, nhận lời khuyên, theo dõi sức khỏe của họ và đặt mua các bộ xét nghiệm.
- TTNT cũng đã mở rộng đến việc cung cấp các phương tiện trị liệu. Liệu pháp TTNT (TTNT – therapy) được phát triển từ chương trình [CBTpsych.com](http://cbtpsych.com/) tại Đại học Sydney là một ứng dụng trực tuyến giúp bệnh nhân điều trị chứng lo âu của họ bằng cách sử dụng phương pháp điều trị của liệu pháp hành vi nhận thức.
- Hệ thống phẫu thuật rô bốt Da Vinci đã tạo ra một cuộc cách mạng trong lĩnh vực phẫu thuật, đặc biệt là phẫu thuật tiết niệu và phụ khoa. Các cánh tay robot của hệ thống bắt chước chuyển động tay của bác sĩ phẫu thuật với độ chính xác tốt hơn, có chế độ xem 3D và tùy chọn độ phóng đại cho phép bác sĩ phẫu thuật thực hiện các vết mổ nhỏ.
- Kể từ năm 2018, Buoy Health và bệnh viện nhi Boston đã hợp tác làm việc trên một hệ thống TTNT dựa trên giao diện web để cung cấp lời khuyên cho cha mẹ có con bị bệnh bằng cách trả lời các câu hỏi về thuốc và tư vấn liệu với các triệu chứng đó thì có cần đến thăm khám bác sĩ hay không.

- Viện Y tế Quốc gia (NIH – một tổ chức y tế của Mỹ) đã tạo ra một ứng dụng mang tên AiCure, có khả năng giám sát việc sử dụng thuốc của bệnh nhân thông qua truy cập webcam trên điện thoại thông minh và do đó giảm tỷ lệ không tuân thủ của bệnh nhân trong quá trình sử dụng thuốc.
- Fitbit, Apple và các công cụ theo dõi sức khỏe khác có thể theo dõi nhịp tim, mức độ hoạt động, mức độ ngủ và một số thậm chí đã đưa ra tính năng mới như theo dõi điện tâm đồ. Tất cả những tiên bộ mới này có thể cảnh báo người dùng về bất kỳ sự thay đổi nào về sức khỏe và cho phép bác sĩ nắm bắt tốt hơn về tình trạng của bệnh nhân.
- Quốc gia Hà Lan đã sử dụng TTNT để phân tích hệ thống chăm sóc sức khỏe của quốc gia - phát hiện những sai sót trong điều trị, sự kém hiệu quả của quy trình làm việc để hạn chế tối đa những trường hợp phải nhập viện.
- Watson Health của IBM là một ví dụ điển hình, ứng dụng trí tuệ nhân tạo để xác định các triệu chứng của các bệnh lý tim mạch và ung thư một cách hiệu quả.
- Đại học Stanford cũng đang thực hiện một chương trình chăm sóc có sự hỗ trợ của TTNT (viết tắt là PAC - Program TTNT-assisted Care). PAC có hệ thống hỗ trợ sức khỏe người cao tuổi và bệnh nhân ICU thông minh, sẽ cảm nhận bất kỳ thay đổi hành vi nào ở người cao tuổi sống một mình và bệnh nhân ICU, thông qua việc sử dụng đa cảm biến.

### ***- Xu hướng ứng dụng trong tương lai***

Không những phải chứng minh hiệu quả vượt trội, các công nghệ Trí tuệ nhân tạo tham gia vào lĩnh vực y tế còn phải tích hợp với thực tiễn điều trị lâm sàng, được sự chấp thuận của cơ quan quản lý phù hợp và có lẽ quan trọng nhất là truyền cảm hứng cho nhân viên y tế và bệnh nhân đầu tư vào một mô hình chăm sóc sức khỏe mới. Những thách thức này đã dẫn đến một số xu hướng mới nổi trong nghiên cứu và áp dụng TTNT.

- Hỗ trợ bác sĩ: với một số nhiệm vụ lặp đi lặp lại các quyết định dựa trên hồ sơ y tế, các xét nghiệm cận lâm sàng, ảnh y tế, TTNT hoặc bác sĩ được hỗ trợ bởi TTNT đã vượt trội so với bác sĩ làm việc một mình. TTNT đang hỗ trợ các bác sĩ chứ không phải thay thế họ. Đặc biệt,

TTNT có vai trò nền tảng quan trọng trong việc bảo vệ bệnh nhân khỏi các rủi ro có thể gặp phải trong quá trình chẩn đoán, điều trị.

- Hỗ trợ các dịch vụ có nguồn lực chuyên môn khan hiếm: một hệ thống TTNT duy nhất có thể hỗ trợ một lượng lớn dân số và do đó phù hợp với các tình huống khan hiếm nguồn lực chuyên môn hoặc có sự chênh lệch về chuyên môn giữa các vùng, miền. Ví dụ: ở nhiều nước lưu hành bệnh lao, từ ở các trung tâm y tế vùng sâu vùng xa, sử dụng TTNT, các bức ảnh chụp X-quang được tải lên từ các trung tâm này có thể được giải thích bởi một hệ thống trung tâm duy nhất; một nghiên cứu gần đây cho thấy TTNT chẩn đoán chính xác bệnh lao phổi với độ nhạy là 95% và độ đặc hiệu là 100%.

Nghiên cứu TTNT trong tương lai nên hướng tới các nhiệm vụ được lựa chọn cẩn thận phù hợp rộng rãi với các xu hướng kể trên. Việc tích hợp các hệ thống này vào thực hành lâm sàng đòi hỏi phải xây dựng mối quan hệ đôi bên cùng có lợi giữa TTNT và bác sĩ lâm sàng, TTNT mang lại cho bác sĩ hiệu quả cao hơn hoặc tiết kiệm chi phí hơn và bác sĩ lâm sàng cung cấp cho TTNT khả năng tiếp xúc lâm sàng thiết yếu mà nó cần để học cách quản lý trường hợp lâm sàng phức tạp. Trong suốt quá trình, điều tối quan trọng là phải đảm bảo rằng TTNT không lấn át vai trò con người trong y học vì trở ngại lớn nhất trong áp dụng rộng rãi TTNT là công chúng do dự khi đón nhận công nghệ AI dự định thay thế bác sĩ vẫn còn gây nhiều tranh cãi.

### **Các công nghệ nền tảng**

- Lưu trữ dữ liệu: Chuyển từ lưu trữ thụ động sang đám mây và các phân mở rộng khác vào chuỗi khối.
- Tầng giao dịch: Tự động hóa quy trình làm việc, giải quyết tình trạng thiếu lao động và tăng hiệu quả hoạt động.
- Trao đổi dữ liệu: chuyển đổi sang các kiến trúc FHIR (Fast Healthcare Interoperability Resources) nhằm tăng cường chia sẻ và tương tác dữ liệu nội bộ tổ chức hoặc giữa các tổ chức chăm sóc sức khỏe.
- Phân tích dữ liệu: Từ kho dữ liệu từng thu thập bụi, đến dữ liệu lớn và TTNT hiện đang nhận đầu vào từ nhiều cơ sở dữ liệu.
- Lớp giao diện: Thay đổi cách chúng ta tương tác từ mọi phía bao gồm các phương pháp mới về hỗ trợ phiên âm của nhà cung cấp và TTNT giọng nói hoặc chatbot cho người tiêu dùng.



## 2. Tài chính

Trí tuệ nhân tạo đã giúp ngành tài chính ngân hàng đáp ứng được những nhu cầu ngày càng khắt khe của khách hàng, muốn được phục vụ một cách thông minh hơn, tiện lợi hơn, an toàn hơn để có thể chi tiêu, tiết kiệm và đầu tư số tiền của họ.

### *Một số ứng dụng tiêu biểu*

- Tín dụng: Nghiên cứu gần đây cho thấy 77% khách hàng ưa thích và lựa chọn thanh toán thông qua các thẻ ghi nợ hoặc thẻ tín dụng. Đây thực sự là một con số đáng kể so với 12% khách hàng truyền thống mong muốn thanh toán bằng tiền mặt. Quy trình phê duyệt các khoản vay và thẻ tín dụng trở nên quan trọng hơn bao giờ hết, ảnh hưởng trực tiếp đến lợi nhuận của các tổ chức tài chính. Trí tuệ nhân tạo đã giúp các ngân hàng, cũng như những người cho mượn thẻ tín dụng, có thể đưa ra những quyết định khôn ngoan hơn, dựa vào những thông tin hữu ích và chính xác được cung cấp bởi các công cụ học máy, hơn là những cách đánh giá điểm tín dụng truyền thống.
- Nhận biết khách hàng (KYC, eKYC): để đảm bảo giao dịch được thực hiện bởi chính chủ tài khoản hoặc người đăng ký sử dụng, ngân hàng hay tổ chức phải nhận biết về khách hàng của mình và hệ thống KYC hoặc eKYC cho phép các tổ chức tài chính đảm bảo khách hàng thực hiện giao dịch hợp lệ, kể cả đối với các giao dịch trực tuyến. Đặc biệt, thông qua khả năng nhận biết khách hàng là ai còn giúp các ngân hàng đánh giá và giám sát rủi ro, ngăn ngừa các giao dịch gian lận.

### *- Xu hướng ứng dụng trong tương lai*

- Cá nhân hoá: Bên cạnh việc tính điểm tín dụng của khách hàng vay nợ và sử dụng thẻ tín dụng, việc cá nhân hóa trong ngành ngân hàng cũng là một xu hướng trong tương lai, khi khách hàng muốn có những trải nghiệm riêng, phù hợp với chính bản thân họ, hơn là một thứ dịch vụ chung cho tất cả mọi người như ngành ngân hàng truyền thống. Những trợ lý TTNT, ví dụ như chatbot, sẽ sử dụng trí tuệ nhân tạo để tạo ra những lời khuyên tài chính được cá nhân hóa để phù hợp với tình hình tài chính của từng người, đồng thời sử dụng các công nghệ xử lý ngôn ngữ tự nhiên để cung cấp những dịch vụ hỗ trợ khách hàng một cách nhanh chóng nhất.

- Hỗ trợ quản lý tài chính: Một nghiên cứu bởi Accenture trên 33,000 người sử dụng dịch vụ ngân hàng cho thấy 54% số người được khảo sát muốn ngân hàng cung cấp những công cụ cho phép họ quản lý quỹ, cũng như quản lý chi tiêu trong theo thời gian thực. Thêm vào đó, 41% người được khảo sát cho biết họ rất sẵn lòng sử dụng những lời khuyên về tài chính được đưa ra bởi máy tính.

### 3. Nông nghiệp

Hiện nay, Việt Nam là một trong những nước sớm thúc đẩy triển khai mạng di động 5G trên thế giới. Nhờ vậy nông nghiệp Việt Nam sẽ có nhiều thuận lợi để phát triển và dần dần tiếp cận đến một nền nông nghiệp thông minh trong đó các máy móc và thiết bị nông nghiệp được vận hành và điều khiển từ xa, điều khiển tự động, qua mạng internet.

Theo xu hướng phát triển của thế giới, trí tuệ nhân tạo cũng được ứng dụng và phát triển theo những hướng như sau:

- Ứng dụng CNTT trong máy móc, robot nông nghiệp, bởi vì ngày càng có nhiều công việc và thao tác được thay thế bởi máy móc, robot: từ gieo trồng, chăm sóc, tưới tiêu cho đến thu hoạch và phân loại sản phẩm.
- Ứng dụng của CNTT trong việc giám sát chất lượng đất, năng suất mùa vụ thông qua các thiết bị bay không người lái, thiết bị vệ tinh, các thiết bị cảm biến. Từ dữ liệu thu được, máy móc sẽ phân tích, tính toán để đưa ra một biểu đồ phát triển và năng suất chất lượng các sản phẩm nông nghiệp có thể đạt được.
- Ứng dụng CNTT để phân tích, dự báo các dịch bệnh và hệ thống thuốc phòng trừ để nâng cao độ chính xác, hiệu quả và nhanh chóng, tiết kiệm.

#### ***- Các công nghệ nền tảng***

- Cảm biến kết nối vạn vật (IoT sensors): Tất cả các thông số môi trường đều được cảm biến ghi nhận, kết nối và truyền về với máy chủ và các thiết bị chuyên dụng khác để phân tích, từ đó đưa ra các dự báo, giải pháp xử lý thích hợp. Các thiết bị cảm biến và thiết bị thông minh sẽ được kết nối và điều khiển tự động trong suốt quá trình sản xuất nông nghiệp giúp tăng năng suất lao động của người sử dụng.

- Công nghệ đèn LED: Giúp cho quá trình canh tác trong nhà được tốt hơn, có thể hoạt động trong nhiều điều kiện thời tiết, khí hậu phức tạp, đảm bảo đủ yêu cầu ánh sáng cho cây sinh trưởng và đạt năng suất tối ưu.
- Người máy (Robot): Các hệ thống máy móc cơ khí đang hỗ trợ rất tốt các công việc cho nông dân, đặc biệt là công việc nặng. Do đó, khi được tích hợp trí thông minh nhân tạo, năng suất do máy móc hỗ trợ cho người nông dân tăng cao hơn nữa, với khả năng tổng hợp, phân tích, dự đoán chính xác con người khó làm được.
- Tế bào quang điện (Solar cells): Phát triển nguồn năng lượng mặt trời cũng là một công nghệ cần được quan tâm, chú trọng phát triển. Nguồn năng lượng này là một nguồn năng lượng sạch và tiết kiệm rất nhiều, chi phí cho người sử dụng.
- Các thiết bị bay không người lái (Drones) và hệ thống vệ tinh (Satellites) đóng vai trò quan trọng trong việc quan sát, thu thập dữ liệu của các trang trại lớn, giúp cho hệ thống phân tích, dự báo về quá trình sinh trưởng, phát triển của các sản phẩm nông nghiệp.
- Trí tuệ nhân tạo (TTNT): Hỗ trợ người nông dân trong quá trình tổng hợp, phân tích và dự báo, sau đó đưa ra các quyết định trong sản xuất, dần thay thế các quyết định của con người dựa vào cơ sở dữ liệu lớn về nông nghiệp, chuyên gia và các thành tựu trong khoa học máy tính.

#### **4. Giao thông vận tải**

Xu hướng phát triển thiết bị không người lái, cụ thể là xe tự lái đang là công nghệ rất được quan tâm trong nhiều năm trở lại đây, với sự ra đời của hãng xe điện Tesla. Trí tuệ nhân tạo được tích hợp để dự đoán người, phương tiện trên đường đi, tự động vận hành xe từ điểm xuất phát đến điểm đích, phát hiện và cảnh báo người lái xe khi đang có biểu hiện mất tập trung. Hệ thống tự lái tốt sẽ giảm thiểu tối đa rủi ro của con người khi tham gia giao thông. Một ứng dụng trực tiếp của các hệ thống tự lái là hệ thống kho hàng được vận hành bởi robot di chuyển tự động vận chuyển, giao nhận hàng hoá.

Drone taxi: Một trong những công nghệ đột phá và hiện đại là công nghệ vận chuyển bằng máy bay không người lái. Với lợi thế di chuyển trên không, khoảng cách và lộ trình di chuyển sẽ tối ưu hơn so với đường bộ, dự báo đây sẽ là công nghệ làm thay đổi ngành vận tải trong tương lai.

Xu hướng phát triển giao thông thông minh: Tích hợp TTNT để điều khiển và giám sát giao thông, giám sát người và phương tiện trong thành phố. Với khả năng dự báo lưu lượng, giám sát di chuyển, phát hiện tai nạn, TTNT sẽ giúp tối ưu hóa lộ trình di chuyển của các thiết bị xe công cộng, xe giao hàng. Các hệ thống lập lịch, tối ưu lộ trình di chuyển của các hãng vận tải, hãng hàng không sẽ tiết kiệm chi phí, đem lại trải nghiệm dịch vụ tốt cho người dân.

### **- Công nghệ nền tảng**

- Công nghệ pin chất lượng cao: các thiết bị ứng dụng công nghệ cao đa số đòi hỏi nguồn năng lượng lớn, bền vững. Vì thế việc đầu tư nghiên cứu phát triển pin với tuổi thọ cao, chất lượng tốt cũng là một bài toán cần quan tâm.
- Công nghệ xe tự lái: Với xu hướng tự động hóa, hiện đại hóa thì xe tự lái sẽ là nền tảng để phát triển các công nghệ, dịch vụ kèm theo.
- Hệ thống dữ liệu lớn, điện toán đám mây: Để hoạt động trên diện rộng, hoạt động liên tục với nhiều kiểu dữ liệu phức tạp trong giao thông vận tải, các hệ thống điện toán đám mây sẽ là cốt lõi, là chìa khóa để phát triển các công nghệ khác.

## **5. Năng lượng**

Trí tuệ nhân tạo (Artificial Intelligence hay TTNT) ngày càng trở nên quan trọng hơn trong khối ngành năng lượng và đang có tiềm năng lớn trong việc thiết kế các hệ thống năng lượng trong tương lai. Các lĩnh vực ứng dụng điển hình của trí tuệ nhân tạo trong lĩnh vực năng lượng là kinh doanh điện, hệ thống lưới điện thông minh, giải quyết bài toán tiết kiệm năng lượng, v.v. Điều kiện tiên quyết để tăng cường sử dụng TTNT trong lĩnh vực năng lượng là việc chuyển đổi số cho khối ngành năng lượng. Hệ thống trí tuệ nhân tạo giúp làm cho ngành năng lượng hiệu quả và an toàn hơn bằng cách phân tích và đánh giá một lượng lớn dữ liệu có được từ việc số hoá quá trình sản xuất và kinh doanh năng lượng.

### **Các ứng dụng tiêu biểu**

- Điều phối mạng phân phối điện: Trí tuệ nhân tạo hiện diện trong lĩnh vực kết nối mạng thông minh của các hộ tiêu thụ điện và với các nhà máy cung cấp điện. Với sự phân cấp và số hóa lưới điện ngày càng tăng, việc quản lý số lượng lớn người tham gia lưới điện và giữ cho lưới điện cân

bằng ngày càng trở nên khó khăn hơn. Việc này yêu cầu phải đánh giá và phân tích một lượng lớn dữ liệu. Trí tuệ nhân tạo giúp có thể giúp xử lý dữ liệu này nhanh cũng như hiệu quả nhất có thể.

- Dự báo cung cầu năng lượng: Trí tuệ nhân tạo trong kinh doanh điện giúp cải thiện công việc dự báo. Với TTNT, việc đánh giá một cách có hệ thống lượng lớn dữ liệu trong các giao dịch điện, chẳng hạn như dữ liệu thời tiết hoặc dữ liệu lịch sử, trở nên đơn giản hơn. Dự báo tốt hơn cũng làm tăng tính ổn định của lưới điện và do đó an ninh nguồn cung cấp. Đặc biệt trong lĩnh vực dự báo, TTNT có thể giúp tạo điều kiện và tăng tốc độ tích hợp năng lượng tái tạo. Học máy và Mạng thần kinh đóng một vai trò quan trọng trong việc cải thiện dự báo trong ngành năng lượng.
- Tối ưu hoá mức tiêu thụ: Được thành lập vào năm 2011, công ty Verdigris Technologies có trụ sở tại California cung cấp nền tảng phần mềm tuyên bố tận dụng trí tuệ nhân tạo để giúp khách hàng tối ưu hóa mức tiêu thụ năng lượng, tập trung vào các tòa nhà hay các trung tâm thương mại lớn. TTNT DeepMind Technologies Ltd. được thành lập tại London vào năm 2010 và được Google mua lại vào năm 2014 đã giúp giảm 40% lượng năng lượng cần thiết để làm mát các trung tâm dữ liệu của Google.

#### ***- Xu hướng ứng dụng trong tương lai***

- Năng lượng tái tạo: là một ngành kinh tế đang phát triển và là một chiến lược hiệu quả nhằm cải thiện tính bền vững của việc phát triển kinh tế đối với môi trường. Tính chất biến đổi của thời tiết tạo ra những thách thức khiến các nhà cung cấp phụ thuộc vào các nguồn năng lượng truyền thống để đáp ứng nhu cầu của người tiêu dùng. Do đó, các nền tảng dự báo năng lượng do TTNT điều khiển có thể hứa hẹn cung cấp cho các nhà cung cấp năng lượng dữ liệu cần thiết để ứng phó với những biến động có thể ảnh hưởng tiêu cực đến hoạt động và lập kế hoạch phù hợp. Trí tuệ nhân tạo đang được tích hợp trên các lĩnh vực chính của ngành này, làm tăng khả năng phân tích dữ liệu.
- Mạng phân phối thông minh: mạng lưới điện thông minh không chỉ vận chuyển điện mà còn vận chuyển dữ liệu. Khi số lượng các nhà máy sản xuất điện khó lưu trữ như năng lượng mặt trời và gió ngày càng gia tăng, việc sản xuất điện đáp ứng một cách thông minh với mức độ tiêu thụ càng trở nên quan trọng hơn bao giờ hết. Trí tuệ nhân tạo có thể giúp

đánh giá, phân tích và kiểm soát dữ liệu của những người tham gia khác nhau (người tiêu dùng, nhà sản xuất, cơ sở lưu trữ) được kết nối với nhau thông qua hệ thống mạng phân phối thông minh. Trí tuệ nhân tạo cũng có thể giúp điều phối công việc bảo trì và xác định thời gian tối ưu để bảo trì mạng lưới hoặc các hệ thống riêng lẻ. Điều này giúp giảm thiểu chi phí, hay thất thoát lợi nhuận cũng như xáo trộn hoạt động của hệ thống điện.

## **6. Tài nguyên môi trường**

### ***- Một số ứng dụng tiêu biểu***

- Giảm tiêu thụ năng lượng: Google sử dụng mô hình TTNT để giảm tiêu thụ năng lượng, đạt mức giảm 40% chi phí năng lượng làm mát cho các trung tâm dữ liệu khổng lồ của mình. Xcel Energy, một công ty điện than và phát thải nitơ oxit, đang sử dụng TTNT để dự đoán tốt hơn các mô hình tiêu thụ năng lượng và điều chỉnh hệ thống vận hành của mình, do đó tăng hiệu suất đáng kể (~ 20%)
- Dự báo thời tiết: IBM sử dụng TTNT để dự báo thời tiết tốt hơn, chính xác hơn 30% so với mô hình thông thường. Điều này giúp các công ty năng lượng tái tạo quản lý tốt hơn các nhà máy của họ, tối đa hóa sản xuất năng lượng tái tạo và giảm lượng khí thải carbon.
- Giám sát khí thải: Carbon Tracker, một tổ chức tư vấn ủng hộ khí hậu, sử dụng TTNT để theo dõi lượng khí thải từ các nhà máy than bằng hình ảnh vệ tinh. Sử dụng dữ liệu vệ tinh sẽ giúp hướng dẫn các khoản đầu tư vào các dự án có tỷ lệ phát thải thấp hơn.

### ***- Xu hướng ứng dụng trong tương lai***

Trí tuệ nhân tạo giúp bảo vệ hành tinh của chúng ta thông qua bốn cách chính:

- Bảo tồn tài nguyên thiên nhiên: bằng cách kết hợp hình ảnh vệ tinh, cảm biến và học máy, các công ty và chính phủ đang giảm việc sử dụng nước trong hoạt động của mình cũng như xác định được các biến đổi dẫn đến tình trạng đất tốt hơn.
- Phát hiện ô nhiễm: các mô hình học máy giúp các tổ chức xác định nguồn ô nhiễm nhanh hơn và chính xác hơn, cho phép các hành động khôi phục môi trường có hiệu quả cân bằng giữa kinh doanh và môi trường.
- Đẩy nhanh các lựa chọn bền vững: TTNT đang đẩy nhanh các lựa chọn năng lượng và sản phẩm bền vững cho người tiêu dùng. Một trong những

rào cản lớn nhất đối với việc sử dụng rộng rãi năng lượng tái tạo là khả năng dự báo chính xác các yếu tố đầu vào như thời tiết, mưa, nắng, gió, thủy triều... Với khả năng dự báo chính xác hơn của TTNT, các hệ thống năng lượng tái tạo có thể lập kế hoạch hoạt động hiệu quả hơn.

## 7. Giám sát môi trường

### - Một số ứng dụng tiêu biểu

Giám sát môi trường là phương thức tìm hiểu chất lượng môi trường của chúng ta đang thay đổi như thế nào. Thông tin thu thập thông qua giám sát môi trường cần thiết để quyết định chính xác dựa trên dữ liệu.

Các ứng dụng trong giám sát môi trường rất rộng rãi từ việc bảo vệ môi trường, giám sát thời tiết khắc nghiệt, an toàn nước đến bảo vệ các loài có nguy cơ tuyệt chủng, công nghiệp nông nghiệp.

- Cảnh báo thảm họa môi trường: hiện tại, TTNT được áp dụng để giám sát độ đục tại các địa điểm nạo vét; giám sát ôxy hòa tan tại các công trình thủy điện; hồ sơ nhiệt độ trong hồ; giám sát hồ nội địa; giám sát dòng và sông; hệ thống cảnh báo lũ lụt; hệ thống cảnh báo cháy rừng ...
- Cảnh báo ô nhiễm không khí và nước: công nghệ giám sát an toàn không khí và nước trước đây chủ yếu sử dụng lao động thủ công cùng với các thiết bị kiểm tra đắt tiền trong phòng thí nghiệm. IoT cải tiến công nghệ này bằng cách giảm nhu cầu lao động của con người, cho phép lấy mẫu thường xuyên, tăng phạm vi lấy mẫu và giám sát, cho phép thử nghiệm tinh vi tại chỗ và ràng buộc các nỗ lực phản hồi với hệ thống phát hiện. Điều này cho phép ngăn ngừa ô nhiễm đáng kể và các thảm họa liên quan.
- Dự báo thời tiết khắc nghiệt: mặc dù các hệ thống tiên tiến, mạnh mẽ hiện đang được sử dụng cho phép giám sát, nhưng chúng bị ảnh hưởng bởi việc sử dụng các công cụ rộng lớn, chẳng hạn như radar và vệ tinh, thay vì các giải pháp chi tiết hơn. Các công cụ của họ cho các chi tiết nhỏ hơn thiếu cùng mục tiêu chính xác của công nghệ mạnh hơn. Các tiến bộ IoT mới hứa hẹn sẽ cung cấp nhiều dữ liệu chi tiết hơn, độ chính xác tốt hơn và tính linh hoạt. Dự báo hiệu quả đòi hỏi sự chi tiết và linh hoạt cao trong phạm vi, loại công cụ và triển khai. Điều này cho phép phát hiện sớm và ứng phó sớm để tránh thiệt hại về người và tài sản.

- Công nghiệp Nông nghiệp: các trang trại công nghệ cao ngày nay đã khai thác công nghệ tiên tiến và công nghệ sinh học cùng với dữ liệu thời gian thực từ IoT để tự động hóa và phân tích sâu hơn quá trình chăn nuôi. Các hệ thống này cho phép phát hiện sớm các tình huống bất lợi cho chăn nuôi như dịch, bệnh; đánh giá tình trạng mùa màng; phân loại hàng hoá và dự báo sản lượng.

#### ***- Xu hướng ứng dụng trong tương lai***

- Ứng dụng mạnh mẽ IoT: sử dụng IoT để chuyển đổi số trong công tác giám sát môi trường sống, thu thập dữ liệu thời gian thực về các chỉ số môi trường.
- Nâng cao nhận thức về môi trường: các thông tin về môi trường được truyền tải, thể hiện và phân tích một cách thông minh đến từng người dân. Qua đó, TTNT giúp nâng cao nhận thức và trách nhiệm giám sát của mỗi công dân đối với môi trường sống của mình.

### **8. Sản xuất công nghiệp**

Trí tuệ nhân tạo được ứng dụng đầu tiên trong các ngành sản xuất công nghiệp với mục tiêu cải thiện hiệu quả làm việc của các trang thiết bị hiện hành (overall equipment efficiency OEE). Những năm gần đây, những nhà sản xuất công nghiệp đã bắt đầu sử dụng trí tuệ nhân tạo để tăng gia sản xuất về số lượng, chất lượng, và tính ổn định, từ đó cho ra các sản phẩm, dịch vụ tốt, cũng như giúp ích hơn cho việc dự đoán sản lượng.

#### ***Một số ứng dụng tiêu biểu***

- Dự báo bảo trì: một trong số những vấn đề lớn nhất dẫn tới việc tạm ngưng, đình trệ sản xuất là việc một số thành phần, chi tiết trong các máy móc bị hư hỏng hoặc gặp những lỗi về mặt logic. Thông thường, những lỗi này có thể được ngăn chặn dễ dàng bằng việc bảo hành máy móc, thiết bị thường xuyên. Tuy nhiên, việc này có thể mất nhiều thời gian và chi phí. Hiện nay, với sự xuất hiện phổ biến các thiết bị IoT, các cảm biến, và các thuật toán học máy, những nhà sản xuất có thể sử dụng dữ liệu thu thập được trong quá trình vận hành máy móc để dự đoán hỏng hóc, nhằm giúp thiết bị luôn hoạt động trơn tru và ở trạng thái tốt nhất.
- Quản lý chuỗi cung ứng: các chuỗi cung ứng ngày nay là những mạng lưới rất phức tạp, khó quản lý, với hàng trăm hàng ngàn nút cung ứng



khác nhau trải khắp toàn thế giới. Do đó, trí tuệ nhân tạo là một công cụ cần thiết để đảm bảo các chuỗi cung ứng này hoạt động hiệu quả nhất, từ đó khách hàng luôn nhận được những sản phẩm tốt nhất, chất lượng ổn định và kịp thời. Với các thuật toán học máy, các nhà sản xuất có thể đưa ra những chuỗi cung ứng tối ưu cho sản phẩm của họ. Ví dụ như việc trả lời các câu hỏi "Bao nhiêu điện trở cần đặt hàng trong quý tiếp theo?" hoặc "Đâu là quãng đường đi ngắn nhất để giao được một sản phẩm A tới tay khách hàng ở địa điểm B?".

### ***- Xu hướng ứng dụng trong tương lai***

Với ứng dụng CNTT ngày càng sâu rộng trong sản xuất công nghiệp, có một số xu hướng tới đây các nhà công nghiệp có thể quan tâm như tối ưu quy trình sản xuất, hoặc dự đoán sản lượng.

- Tối ưu quy trình sản xuất: đây là một bài toán nặng về dữ liệu, với vô số những dữ liệu thu thập được trong quá trình vận hành máy móc và sản xuất. Việc tìm kiếm một quy trình sản xuất vì thế không dễ dàng. Các nhà sản xuất và các kỹ sư đảm bảo chất lượng đã phải thực hiện hàng loạt những thiết kế và thử nghiệm để tối ưu quá quy trình sản xuất của họ và việc này được lặp đi lặp lại liên tục. Việc tối ưu quy trình sản xuất theo cách truyền thống như trên sẽ rất mất nhiều chi phí và thời gian. Tuy nhiên, với sự phát triển của CNTT, các kỹ sư có thể tìm kiếm những công thức tối ưu cho quy trình sản xuất một cách dễ dàng hơn.

## **9. An ninh quốc phòng, cứu hộ cứu nạn, giám sát đường biên, cửa khẩu**

### ***- Một số ứng dụng tiêu biểu***

Trong những năm trở lại đây, các quốc gia đi đầu về khoa học công nghệ như Mỹ, Nga, Trung Quốc đã đầu tư rất mạnh vào việc nghiên cứu ứng dụng Trí tuệ nhân tạo trong An ninh Quốc phòng, Cứu hộ cứu nạn. Đặc biệt, tại các quốc gia này, các công ty tư nhân được khuyến khích tham gia nghiên cứu và phát triển ứng dụng Trí tuệ nhân tạo trong quân sự, tuy gặp phải một số chỉ trích về tính đạo đức.

- Máy bay không người lái: Với việc sử dụng máy bay không người lái ngày càng thành công trong các chiến dịch quân sự trên khắp thế giới, các quốc gia đã, đang và sẽ xây dựng đội quân máy bay không người lái,

có thể tự động xếp đội hình chiến thuật để chiến đấu để giảm thiểu rủi ro cũng như tăng sức sát thương.

- Cảnh báo thảm họa: Trong cuộc cách mạng 4.0, cứu hộ cứu nạn cũng là một trong lĩnh vực rất được quan tâm, cụ thể trong Việt Nam, chúng ta đã và đang phát triển hệ thống thông minh phát hiện cháy rừng thông báo về cho các tổ chức để có giải pháp đáp ứng kịp thời, nhằm giảm thiểu rủi ro.
- Giám sát đường biên, cửa khẩu: hiện nay đã có ứng dụng trí tuệ nhân tạo nhằm định danh, xác định nhân thân, phát hiện bất thường qua hệ thống camera giám sát thông minh. Ví dụ trong thời gian gần đây, do dịch Covid19 phát triển mạnh, cần giám sát và phát hiện những người có khả năng mang bệnh cao (thân nhiệt cao) hoặc không tuân thủ biện pháp phòng chống dịch như không đeo khẩu trang thì báo cáo và chặn người đó kịp thời. Ví dụ khác, ở một số quốc gia đang phát triển, tại các sân bay hoặc đường biên giới, các camera giám sát thông minh sẽ phát hiện đối tượng đang bị truy nã hay nguy hiểm dựa vào hình thù hay khuôn mặt.

#### ***- Xu hướng ứng dụng trong tương lai***

- Trong tương lai, Mỹ và Trung Quốc vẫn là hai quốc gia đầu tư nhiều tiền cho việc nghiên cứu trí tuệ nhân tạo trong quân sự, mục tiêu của các quốc gia là làm chủ thông tin, công nghệ, và dựa vào công nghệ để thay thế con người trong những nhiệm vụ nguy hiểm. Vì vậy trong tương lai việc nghiên cứu các giải pháp thay thế này đặc biệt sẽ được quan tâm: như ứng dụng robot thay quân đội để mang hàng, robot chiến đấu, ...
- Mặt khác, trong tương lai, trí tuệ nhân tạo cũng khắc phục hạn chế của mắt người trong các lĩnh vực giám sát, ví dụ phát hiện bất thường ở những trường hợp phức tạp như hình nhỏ, khó nhìn, hoặc điều kiện môi trường xấu hoặc từ không ảnh (ảnh từ máy bay hoặc từ vệ tinh). Đặc biệt, trong tương lai, trí tuệ nhân tạo được hướng tới hiệu thế giới thực hơn, cụ thể là môi trường 3D và từ đó các hành động sẽ được suy luận từ mô hình 3D này.

#### **10. Công nghệ nền tảng**

- Công nghệ bán dẫn, thiết kế mạch tích hợp: các hệ thống quân sự, cứu hộ cứu nạn đều cần tính toán nhanh, xử lý thông tin khổng lồ trong các điều kiện khắc nghiệt. Để làm được điều này, các công nghệ như thiết kế

mạch tích hợp, vi xử lý, ... đóng vai trò quyết định trong việc đưa các sản phẩm từ nơi nghiên cứu vào sản xuất hàng loạt và sử dụng trên thực tế.

- Công nghệ viễn thông: đề trí tuệ nhân tạo được áp dụng rộng rãi vào lĩnh vực an ninh quốc phòng, cứu hộ cứu nạn, thì hạ tầng viễn thông cũng cần được đảm bảo. Ví dụ các công nghệ 5G hay Internet vệ tinh đang là các công nghệ được nghiên cứu và phát triển.

### **11. Hành chính công, quản lý nhà nước, quản lý xã hội, quản lý đô thị**

TTNT đã bắt đầu được ứng dụng, triển khai trong một số bộ, ngành, địa phương trong việc hỗ trợ tự động hóa ở một số công đoạn, góp phần bước đầu nâng cao hiệu quả của công tác quản lý nhà nước, ví dụ như:

- TTNT được ứng dụng trong nghiệp vụ xuất nhập cảnh. Nhận dạng khuôn mặt, vân tay, móng mắt, các thiết bị quét hộ chiếu đang được áp dụng ở các cửa khẩu quốc tế như Nội Bài và Tân Sơn Nhất;
- Các hệ thống nhận dạng biển số xe, nhận dạng các loại xe, đếm số xe được ứng dụng trong quản lý đô thị;
- Các hệ thống nhận dạng tiếng nói, nhận dạng văn bản giúp giảm chi phí, nhân công lao động trong việc số hóa dữ liệu tiếng nói, văn bản, ...
- TTNT được ứng dụng trong thu thập số liệu tự động, giám sát, cảnh báo, dự báo các hiện tượng khí tượng thủy văn, tài nguyên nước, ...
- Thành phố Đà Nẵng hiện đã số hóa một số nghiệp vụ bao gồm quản lý một cửa điện tử, quản lý văn bản và điều hành (QLVB&ĐH) và các nghiệp vụ chuyên ngành của các cơ quan đơn vị. Một số ứng dụng TTNT đã được triển khai như chatbot hỗ trợ người dân doanh nghiệp sử dụng các dịch vụ công thành phố, hệ thống giám sát giao thông bằng camera, module học máy với ứng dụng bút phê trên hệ thống QLVB&ĐH, ... Trong thời gian tới, thành phố tiếp tục triển khai các ứng dụng nhận dạng (biển số, khuôn mặt) để quản lý đô thị, hệ thống quản lý điếm đỗ xe, ...

Nhìn chung, ứng dụng TTNT trong các cơ quan quản lý nhà nước mới ở dạng sơ khởi. Tuy nhiên, tiềm năng ứng dụng TTNT trong quản lý nhà nước ở Việt Nam có tiềm năng cao, góp phần xây dựng chính phủ hiệu quả do:

- Các đề án Chuyển đổi số quốc gia và Chính phủ điện tử sẽ tạo ra cơ hội cho đẩy mạnh ứng dụng TTNT trong khối cơ quan quản lý nhà nước;
- Các đề án xây dựng thành phố thông minh thúc đẩy nhu cầu phát triển và ứng dụng TTNT trong quản lý đô thị, quản lý xã hội ở

các địa Phương đặc biệt là tại các thành phố lớn như Hà Nội, thành phố Hồ Chí Minh, Đà Nẵng và Cần Thơ.

- Các cải tiến về chính sách đầu tư và quản lý nhà nước về giáo dục đại học, khoa học và công nghệ, phát triển nguồn nhân lực và bồi dưỡng tài năng sẽ góp phần thúc đẩy ứng dụng CNTT trong các cơ quan quản lý nhà nước.

## 12. Một số lĩnh vực khác

- *Bán lẻ và thương mại điện tử*: Bán lẻ và Thương mại điện tử là lĩnh vực duy nhất phần lớn người dùng cuối có thể quan sát được việc ứng dụng trí tuệ nhân tạo. Là một không gian cạnh tranh, các tổ chức bán lẻ luôn tìm kiếm các kỹ thuật để tìm ra các mẫu trong hành vi của người tiêu dùng và từ đó điều chỉnh chiến lược của họ để vượt qua các đối thủ cạnh tranh. Một ví dụ điển hình là cách Amazon sử dụng trí tuệ nhân tạo để đề xuất sản phẩm cho khách hàng. Các đề xuất sản phẩm trên tài khoản Amazon là kết quả của một ứng dụng thời gian thực của các thuật toán CNTT phức tạp để xác định sản phẩm nào người dùng có nhiều khả năng mua hơn. Các ứng dụng CNTT cũng ngày càng được sử dụng nhiều hơn để nâng cao trải nghiệm của khách hàng. Ví dụ, nhiều chatbot có sẵn trên các trang web thương mại điện tử được hỗ trợ bởi CNTT và được lập trình để cung cấp câu trả lời tức thì cho một loạt các truy vấn phổ biến của khách hàng.
- *Du lịch*: Ngành công nghiệp du lịch thu được những lợi ích đáng kể từ việc sử dụng rộng rãi các chatbot ứng dụng trí tuệ nhân tạo. Chatbot cải thiện dịch vụ khách hàng và mức độ tương tác nhờ sự hiện diện 24/7 và giải quyết các yêu cầu ngay tức thì. Các thuật toán trí tuệ nhân tạo nâng cao đang giúp cho các Chatbot hiệu quả hơn, cho phép chúng cung cấp phản hồi chính xác hơn cho các yêu cầu của khách hàng. Nhiều tổ chức du lịch lớn đang hợp tác hoặc tự xây dựng đội ngũ phát triển CNTT để xây dựng các ứng dụng di động và chatbot dựa trên CNTT của riêng họ để cải thiện trải nghiệm khách hàng. Học máy và phân tích dữ liệu giúp các công ty du lịch tăng tỷ lệ chuyển đổi của họ bằng cách xác định hành vi và mô hình mua hàng của khách hàng.
- *Giải trí*: CNTT giúp các nhà sản xuất chương trình và đài truyền hình xác định chương trình hoặc chương trình nào họ nên giới thiệu cho người dùng cá nhân dựa trên hoạt động của họ. Điển hình cho việc áp dụng trí

tuệ nhân tạo là Netflix và Amazon. TTNT giúp cho doanh nghiệp truyền thông cung cấp trải nghiệm cá nhân hóa hơn cho người dùng. Các thuật toán học máy phân tích hành vi của người dùng, giúp xác định xem người dùng muốn mua sản phẩm nào. Trong ngành công nghiệp điện ảnh, TTNT được sử dụng để nâng cao hiệu ứng kỹ thuật số trong phim, nhằm tiết kiệm chi phí và tăng tốc quá trình tiền và hậu kỳ. Ví dụ: Xử lý ngôn ngữ tự nhiên (NLP) được sử dụng để cấu trúc kịch bản cho phân cảnh hoặc dữ liệu được sử dụng để đạt được lịch trình tối ưu cho việc quay phim. TTNT cũng đang được thử nghiệm để phát triển nội dung sáng tạo. IBM Watson được sử dụng để tạo đoạn giới thiệu cho bộ phim **Morgan** phát hành vào năm 2016.

### **III. Định hướng ứng dụng TTNT cho Việt Nam**

#### **1. Tầm nhìn, mục tiêu phát triển**

##### ***Tầm nhìn***

Việt Nam sẽ trở thành Trung tâm đổi mới sáng tạo, phát triển các giải pháp và ứng dụng trí tuệ nhân tạo (TTNT) của khu vực và thế giới vào năm 2030. Phát triển TTNT trở thành một công nghệ số then chốt và trọng yếu để xây dựng một xã hội sáng tạo, một chính phủ hiệu quả và một nền kinh tế tăng trưởng bền vững.

TNTT được hướng theo 5 nguyên tắc gồm:

1. Làm chủ các công nghệ hiện đại
2. Phát triển các tiêu chuẩn công nghệ phù hợp
3. Huấn luyện các chuyên gia có năng lực phát triển và sử dụng công nghệ TTNT
4. Bảo vệ và củng cố giá trị của TTNT quốc gia
5. Bảo vệ các công nghệ tiên tiến TTNT của quốc gia, đồng thời cũng cần tham gia vào môi trường quốc tế để thúc đẩy sự sáng tạo chung.

Thực hiện chuyển đổi số trong quốc gia với sứ mệnh cải thiện chất lượng sống, phát triển đổi mới trong công nghệ, trang bị các kỹ năng cần thiết cho người làm việc và tăng cường an ninh quốc gia. Các trung tâm hay các quỹ đầu tư nghiên cứu và phát triển TTNT cần có các thước đo không chỉ về mặt tài chính mà còn về chất lượng và mục độ ứng dụng của các sản phẩm.

Cần đầu tư về nghiên cứu và phát triển TTNT rộng rãi, nhiều ngành, bao gồm cả công nghệ lõi, các ứng dụng cần thiết, hệ thống tính toán hỗ trợ cho TTNT và hạ tầng bảo mật và dữ liệu cần thiết. Các ngành ứng dụng TTNT rất đa dạng như khoa học, y học, kết nối, dây chuyền máy móc, giao thông, nông nghiệp và an ninh.

Cần kết hợp với các trường đại học, tổ chức nghiên cứu, thành lập các viện với mục tiêu cụ thể và có kế hoạch, đầu tư tài chính và nguồn lực để nghiên cứu để phát triển các viện này.

### ***- Mục tiêu phát triển***

Các ban ngành, tổ chức đang phát triển và sử dụng công nghệ TTNT cần hợp tác và cung cấp các gói tài trợ giáo dục và các chính sách để thúc đẩy TTNT theo sáu mục tiêu:

1. Duy trì các gói đầu tư bền vững vào việc nghiên cứu và phát triển TTNT
2. Thúc đẩy các năng lực về dữ liệu, tính toán.
3. Thu hẹp khoảng cách về việc đưa TTNT ứng dụng vào cuộc sống
4. Đảm bảo các công nghệ lõi giảm thiểu bị tấn công bởi các tổ chức tội phạm
5. Huấn luyện các nhà nghiên cứu về TTNT
6. Thực thi các biện pháp để bảo vệ nền kinh tế trong nước và an ninh quốc gia

Có các kế hoạch để giúp đỡ, tạo điều kiện cho các công ty quốc gia với nguồn dữ liệu mới, đồng thời cũng tổ chức các hội thảo về TTNT, có sự có mặt của các công ty và tổ chức lớn để giúp chính phủ lên kế hoạch và nghĩ về việc sử dụng công nghệ cũng như tìm kiếm các công ty, tổ chức đồng hành trong công nghiệp và học thuật. Cần có các hội thảo chia sẻ kiến thức giữa chính phủ, doanh nghiệp và học thuật; tổ chức các trung tâm chuyên giao chia sẻ các công nghệ, và thảo luận về đưa TTNT ứng dụng vào trong chính phủ.

## **2. Thị trường ứng dụng TTNT**

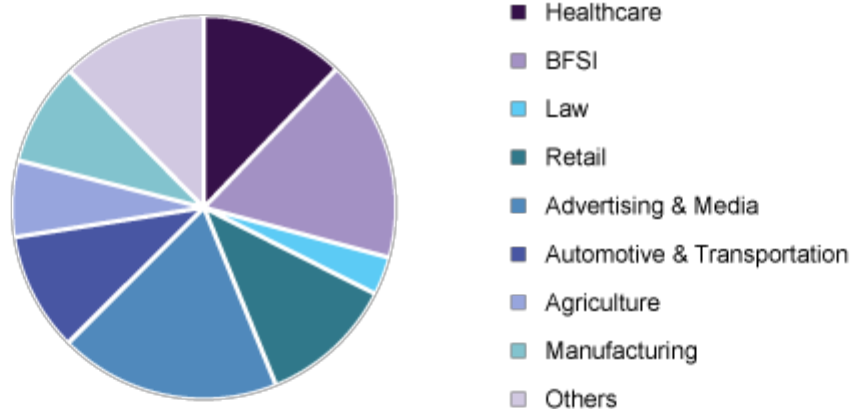
Quy mô thị trường TTNT toàn cầu được định giá 62,35 tỷ USD vào năm 2020 và dự kiến sẽ mở rộng với tốc độ tăng trưởng hàng năm (CAGR) là 40,2%

từ năm 2021 đến năm 2028. Các nghiên cứu và đổi mới liên tục được tạo ra bởi các công ty công nghệ lớn đang thúc đẩy việc áp dụng các công nghệ tiên tiến trong nhiều lĩnh vực, chẳng hạn như ô tô, chăm sóc sức khỏe, bán lẻ, tài chính và sản xuất. Tuy công nghệ luôn là yếu tố thiết yếu đối với các ngành công nghiệp, CNTT đã đưa công nghệ trở thành trung tâm của các tổ chức. Ví dụ, từ xe tự lái đến thiết bị y tế quan trọng giúp cứu sống, CNTT hầu như đang được đưa vào mọi thiết bị và chương trình. CNTT được chứng minh là yếu tố cách mạng quan trọng của kỷ nguyên kỹ thuật số. Những gã khổng lồ công nghệ như Amazon, Google, Apple, Facebook, IBM, Tesla và Microsoft đang đầu tư đáng kể vào việc nghiên cứu và phát triển CNTT. Các công ty này đang nỗ lực để làm cho CNTT dễ tiếp cận hơn cho các bài toán sử dụng của doanh nghiệp.

Khía cạnh quan trọng thúc đẩy tốc độ đổi mới trong lĩnh vực CNTT là khả năng tiếp cận các bộ dữ liệu. Vì chi phí lưu trữ và xử lý dữ liệu trở nên rẻ hơn, nên các tổ chức chăm sóc sức khỏe và các cơ quan chính phủ đang xây dựng dữ liệu phi cấu trúc giúp các cơ quan nghiên cứu dễ dàng truy cập. Từ dự đoán lượng mưa đến phân tích hình ảnh lâm sàng, các nhà nghiên cứu đang có quyền truy cập vào bộ dữ liệu phong phú. Với quyền truy cập vào bộ dữ liệu phong phú, các kiến trúc máy tính thế hệ mới hỗ trợ mạnh mẽ các nhà khoa học và nhà nghiên cứu cập nhật thông tin nhanh hơn.

Hơn nữa, tiến bộ trong học sâu và mạng thần kinh nhân tạo (ANN) đã thúc đẩy áp dụng CNTT trong một số ngành, chẳng hạn như hàng không vũ trụ, chăm sóc sức khỏe, sản xuất và ô tô. ANN đang thay thế các hệ thống học máy thông thường để phát triển các phiên bản CNTT chính xác hơn. Ví dụ, những tiến bộ gần đây trong công nghệ thị giác máy tính mở ra nhiều ứng dụng xử lý hình ảnh kỹ thuật số. Ví dụ: hình ảnh và video được quay trong ánh sáng yếu hoặc độ phân giải thấp có thể được chuyển đổi thành chất lượng HD bằng cách sử dụng các kỹ thuật này. Nghiên cứu liên tục về thị giác máy tính đã xây dựng nền tảng cho việc xử lý hình ảnh kỹ thuật số trong an ninh và giám sát, chăm sóc sức khỏe và giao thông vận tải, trong số các lĩnh vực khác.

Global artificial intelligence market share, by end use, 2020 (%)



Hình 3. Thị phần thị trường TTNT thế giới đến năm 2020

### - Phòng chống – sống chung với COVID-19

Tổ chức Y tế Thế giới (WHO) nhận định đợt bùng phát virus coronavirus mới (COVID-19) là một đại dịch, gây ra tác động lớn đến các doanh nghiệp và nhân loại. Đại dịch này đã nổi lên như một cơ hội cho các hệ thống máy tính hỗ trợ TTNT chiến đấu chống lại đại dịch khi một số gã khổng lồ công nghệ và các công ty khởi nghiệp đang nỗ lực ngăn chặn, và giảm thiểu sự lây lan của vi rút. Viện nghiên cứu của tập đoàn Alibaba, Viện Damo, đã phát triển một thuật toán chẩn đoán có thể phát hiện các trường hợp coronavirus mới bằng ảnh quét chụp cắt lớp lồng ngực. Mô hình TTNT trong hệ thống được huấn luyện với dữ liệu mẫu từ hơn 5.000 trường hợp dương tính với coronavirus. Ví dụ khác, vào tháng 6 năm 2020, Lunit đã phát triển một giải pháp TTNT để phân tích X-quang ngực để quản lý đơn giản hơn các trường hợp Covid-19 và cung cấp hỗ trợ trong việc giải thích, theo dõi và thử nghiệm bệnh nhân.

Sự bùng phát COVID-19 dự kiến sẽ kích thích sự tăng trưởng thị trường của các lĩnh vực công nghệ thế hệ tiếp theo, bao gồm cả trí tuệ nhân tạo, do chính sách bắt buộc làm việc tại nhà (WFH) do đại dịch này. Công ty LogMeIn, Inc., có trụ sở tại Mỹ cung cấp Phần mềm dưới dạng Dịch vụ (SaaS) và tương tác với khách hàng dựa trên điện toán đám mây và các dịch vụ kết nối từ xa, đã có sự gia tăng đáng kể về lượt đăng ký mới trên tất cả các danh mục sản phẩm của mình giữa đại dịch. Ngoài ra, các công ty công nghệ đang mở rộng việc cung cấp sản phẩm và dịch vụ để mở rộng tính khả dụng trên toàn cầu. Tháng 4 năm 2020, Google đã ra mắt một chatbot hỗ trợ TTNT, được gọi là Dialogflow



CX, giúp phản hồi nhanh cho các trung tâm cuộc gọi. Chatbot này được xây dựng để phản hồi các vấn đề mà khách hàng có thể gặp phải do sự bùng phát COVID-19 qua thoại, trò chuyện và các kênh xã hội khác.

### ***- Thị trường giải pháp***

Giải pháp phần mềm dẫn đầu thị trường trí tuệ nhân tạo và chiếm hơn 38,0% thị phần doanh thu toàn cầu vào năm 2020. Tỷ trọng cao này là do những cải tiến về dung lượng lưu trữ thông tin, khả năng tính toán cao và khả năng xử lý song song. Các giải pháp phần mềm trí tuệ nhân tạo bao gồm các thư viện, nền tảng thiết kế và triển khai các ứng dụng trí tuệ nhân tạo, chẳng hạn như các thư viện dành cho đại số tuyến tính, suy diễn, tính toán ma trận thưa, phân tích video.

Các dịch vụ trí tuệ nhân tạo bao gồm các dịch vụ cài đặt, tích hợp, bảo trì và hỗ trợ. Phân khúc này được dự báo sẽ tăng trưởng với tốc độ đáng kể trong giai đoạn tới. Phần cứng TTNT bao gồm các chipset như Bộ xử lý đồ họa (GPU), CPU, mạch tích hợp dành riêng cho ứng dụng (ASIC) và FPGA. Hiện tại, thị trường phần cứng trí tuệ nhân tạo đang bị thống trị bởi GPU và CPU do khả năng tính toán cao của chúng được yêu cầu bởi các bài toán TTNT.

### ***- Học máy và Học sâu***

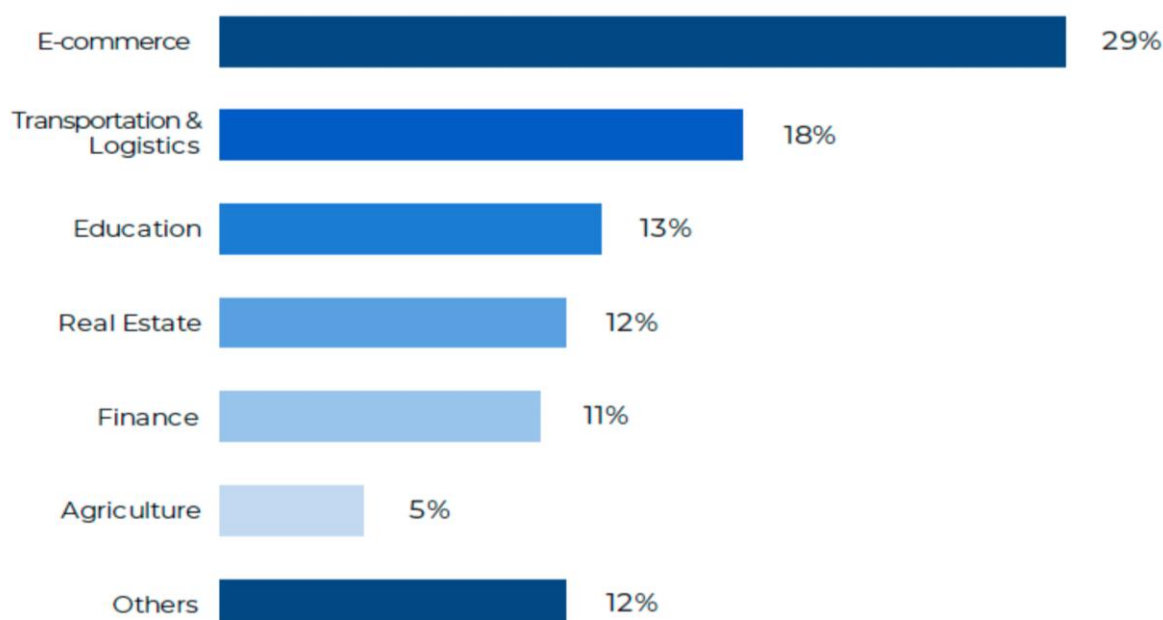
Học sâu dẫn đầu thị trường, chiếm khoảng 38,0% thị phần trong tổng doanh thu toàn cầu vào năm 2020 là do phù hợp của học sâu với các ứng dụng sử dụng dữ liệu phức tạp, bao gồm cả văn bản, hình ảnh hoặc âm thanh. Học sâu mang lại cơ hội đầu tư sinh lợi, giúp vượt qua những thách thức về dung lượng dữ liệu lớn.

Học máy và học sâu chiếm một phần đáng kể trong các khoản đầu tư vào TTNT, bao gồm cả nền tảng TTNT và các ứng dụng phát triển dựa trên gán nhãn, phân cụm, phân loại, cảnh báo, lọc, điều hướng và trực quan hóa. Học máy và học sâu cho phép phát triển các giải pháp tư vấn thông minh và hỗ trợ nhận thức. Việc triển khai ngày càng nhiều các nền tảng điện toán dựa trên đám mây mở đường cho việc triển khai nhanh chóng các ứng dụng phân tích thông minh.

### ***- Hiệu người dùng***

Mảng quảng cáo và truyền thông dẫn đầu thị trường và chiếm hơn 18% thị phần doanh thu toàn cầu vào năm 2020, do các ứng dụng tiếp thị TTNT

ngày càng phát triển với sức hút đáng kể. Tuy nhiên, lĩnh vực chăm sóc sức khỏe được dự đoán sẽ chiếm thị phần dẫn đầu vào năm 2028. Phân khúc này đã được tách biệt hẳn do nhiều bài toán phát sinh, chẳng hạn như phẫu thuật có sự hỗ trợ của robot, giảm sai số liều lượng, trợ lý ảo, định danh bệnh nhân thử nghiệm lâm sàng, quản lý quy trình làm việc của bệnh viện, chẩn đoán sơ bộ và chẩn đoán hình ảnh tự động. Trong ngân hàng, dịch vụ tài chính và bảo hiểm (BGSI) bao gồm phân tích tài chính, đánh giá rủi ro và quản lý danh mục đầu tư, trí tuệ nhân tạo có một tỷ trọng đáng kể trong BFSI do nhu cầu cao về các ứng dụng quản lý rủi ro trong lĩnh vực này.



*Hình 4. Thị phần ttnt tại việt nam*

### **3. Hiệu quả đầu tư cho một số hướng ứng dụng TTNT cụ thể**

#### **- Tại Việt Nam**

Tại Việt Nam, TTNT được chú ý trong những năm trở lại đây khi khái niệm Cách mạng Công nghệ 4.0 được đề cập. Các doanh nghiệp tư nhân và nhà nước đã tập trung phát triển những ứng dụng TTNT và đã bước đầu có những sản phẩm cụ thể và áp dụng được vào trong quá trình sản xuất, kinh doanh thực tế ở một số ngành, lĩnh vực, có thể được kể ra như: y tế, giáo dục, thông tin và truyền thông, du lịch, giao thông, thương mại điện tử...

### a) Thông tin và truyền thông

Tại Việt Nam, FPT là doanh nghiệp sở hữu nền tảng TTNT khá đầy đủ, được xây dựng trên cơ sở những công nghệ về học máy, xử lý ngôn ngữ tự nhiên, thị giác máy tính... . Tháng 6/2017, FPT đã cho ra mắt FPT.TTNT, nền tảng dành riêng cho các lập trình viên để tạo ra các giao diện tương tác bằng ngôn ngữ tự nhiên, tích hợp vào các nền tảng hội thoại như Facebook Messenger hoặc các ứng dụng hội thoại do doanh nghiệp tự phát triển và các thiết bị thông minh như robot, điện thoại di động, thiết bị điều khiển. Năm 2018, FPT.TTNT giới thiệu 4 sản phẩm: nền tảng hội thoại (FPT.TTNT Conversation) - ứng dụng phổ biến nhất hiện nay là chatbot, giúp tự động gắn kết với khách hàng; dịch vụ nhận dạng và xử lý giọng nói, ứng dụng trong tổng đài tự động (FPT.TTNT Speech); xử lý ảnh và tài liệu - ứng dụng trong bài toán nhận dạng các loại giấy tờ tùy thân và nhận diện khuôn mặt (FPT.TTNT Vision) và hệ cơ sở tri thức (FPT.TTNT Knowledge).

Tập đoàn Bru chính Viễn thông Việt Nam (VNPT) đã đầu tư nhân lực, nguồn lực để làm chủ công nghệ TTNT. VNPT đã triển khai công nghệ TTNT trên ứng dụng quản lý đăng ký và cập nhật thông tin thuê bao SMCS Mobile. Công nghệ này sẽ tự động bóc tách toàn bộ dữ liệu ảnh, chuyển đổi thành text và đưa thông tin vào các trường dữ liệu tương ứng, cho phép sử dụng chữ ký điện tử và hồ sơ điện tử, giúp hạn chế tối đa hiện tượng SIM rác và rút ngắn thời gian đăng ký thông tin thuê bao xuống tối đa 5 giây. VNPT cũng đã đưa ra ứng dụng giúp xây dựng du lịch thông minh, giao thông thông minh, chính phủ điện tử.

Viettel đang phát triển mạnh công nghệ TTNT phân tích giọng nói, hình ảnh, hoàn thiện phần mềm trợ lý ảo, phân biệt các hành vi bất thường từ dữ liệu, biến những giá trị thông tin thành tài sản. Trung tâm Không gian mạng (VTCC) của Viettel hiện tập trung cung cấp 3 dịch vụ về xử lý tiếng nói, bao gồm: Tổng hợp tiếng nói (Text to Speech), Nhận dạng tiếng nói (Speech to Text) và Voice wake-up. Sản phẩm có thể ứng dụng trên nhiều nền tảng khác nhau như đọc báo tự động, ứng dụng trong sách nói, hoặc ứng dụng trong hệ thống chăm sóc khách hàng tự động.

### b) Y tế

Tại Việt Nam, ứng dụng TTNT vào lĩnh vực y tế ngày càng phổ biến. Nhiều phần mềm, hệ thống có hợp phần chính là TTNT đã được ứng dụng hiệu quả

trong y tế. Một số bệnh viện đã áp dụng triển khai ứng dụng TTNT (hệ thống IBM Watson for Oncology - IBM WFO) để tư vấn hỗ trợ điều trị ung thư. IBM WFO được xây dựng dựa trên việc tổng hợp hàng triệu hồ sơ bệnh án ung thư, hơn 300 tạp chí y khoa, 200 sách giáo khoa và hơn 15 triệu trang tài liệu y văn trên thế giới liên quan tới điều trị ung thư. Với nền tảng điện toán đám mây cùng các thuật toán tối ưu, hệ thống TTNT giúp bác sĩ dễ dàng tìm kiếm trên 200 triệu trang tài liệu y khoa trong vòng 3 giây; đồng thời đưa ra các gợi ý phác đồ điều trị, lịch trình thời gian trong kế hoạch điều trị; đưa ra so sánh giữa các phác đồ điều trị; đưa ra các bằng chứng cho mỗi lựa chọn và cung cấp các bằng chứng thử nghiệm lâm sàng. IBM WFO có thể hỗ trợ các bác sĩ ung bướu trong việc phát triển các phác đồ điều trị 13 loại ung thư phổ biến. Tại Việt Nam, IBM WFO được sử dụng tại Bệnh viện Đa khoa tỉnh Phú Thọ (từ tháng 01/2018), Bệnh viện K Trung ương (từ tháng 2-5/2018), và Bệnh viện Ung bướu Thành phố Hồ Chí Minh - TP. HCM (từ tháng 9/2018).

### *c) Du lịch*

Với trợ giúp của công nghệ TTNT, ngành du lịch đã và đang tạo ra nhiều sản phẩm mới hấp dẫn. Các ứng dụng công nghệ giúp các đơn vị du lịch giảm thời gian, nhân lực, chi phí sản xuất, từ đó giảm giá thành dịch vụ, mang lại lợi ích cho du khách...

Bắt đầu từ giữa tháng 4/2019, Vinpearl trở thành hệ thống khách sạn, du lịch nghỉ dưỡng đầu tiên tại Việt Nam ứng dụng công nghệ nhận dạng khuôn mặt dựa trên nền tảng TTNT. Công nghệ này có 5 ưu thế: nhận diện tốc độ trong vòng một giây, hệ thống thuật toán xử lý dữ liệu lớn với quy mô hàng triệu gương mặt, linh động cảnh báo an ninh trong thời gian thực, chính xác gần như tuyệt đối 100% và bảo mật thông tin khách hàng ở cấp độ cao nhất. Tính năng ưu việt của công nghệ giúp du khách giảm thiểu tối đa thời gian chờ đợi thủ tục và quá trình di chuyển giữa các khu vực nội bộ của Vinpearl, mang đến sự tiện lợi tối đa cho du khách.

### **- Trên thế giới**

Phần lớn các nghiên cứu nhấn mạnh rằng TTNT sẽ có tác động đáng kể đến kinh tế thế giới. Nghiên cứu do công ty tư vấn Accenture đưa ra bao gồm 12 nền kinh tế phát triển, cùng nhau tạo ra hơn 0,5% sản lượng kinh tế thế giới, dự báo rằng đến năm 2035, TTNT có thể tăng gấp đôi tốc độ tăng trưởng kinh tế toàn cầu hàng năm. TTNT sẽ thúc đẩy sự tăng trưởng này theo ba cách quan

trọng. Thứ nhất, nó sẽ dẫn đến sự gia tăng mạnh mẽ về năng suất lao động (lên đến 40%) do các công nghệ tiên tiến cho phép quản lý thời gian liên quan đến lực lượng lao động hiệu quả hơn. Thứ hai, TTNT sẽ tạo ra một lực lượng lao động ảo mới - được mô tả là 'tự động hóa thông minh' trong báo cáo - có khả năng giải quyết vấn đề và tự học hỏi. Thứ ba, nền kinh tế cũng sẽ được hưởng lợi từ sự lan tỏa của đổi mới, điều này sẽ ảnh hưởng đến các lĩnh vực khác nhau và tạo ra các dòng doanh thu mới.

Một nghiên cứu của PricewaterhouseCoopers (PwC) ước tính rằng GDP toàn cầu có thể tăng tới 14% (tương đương 15,7 nghìn tỷ đô la Mỹ) vào năm 2030 do kết quả của sự phát triển nhanh chóng và tiếp nhận TTNT. Báo cáo dự đoán làn sóng tiếp theo của cuộc cách mạng kỹ thuật số sẽ được mở ra với sự trợ giúp của dữ liệu được tạo ra từ Internet of Things (IoT), có khả năng lớn hơn nhiều lần so với dữ liệu được tạo ra bởi 'Internet of People' hiện tại. Nó sẽ thúc đẩy tiêu chuẩn hóa và do đó là tự động hóa, cũng như tăng cường cá nhân hóa các sản phẩm và dịch vụ. PwC nhận thấy hai kênh chính qua đó TTNT sẽ tác động đến nền kinh tế toàn cầu. Đầu tiên liên quan đến việc TTNT dẫn đến tăng năng suất trong thời gian tới, dựa trên việc tự động hóa các công việc và nhiệm vụ thông thường, có khả năng ảnh hưởng đến các lĩnh vực sử dụng nhiều vốn như sản xuất và vận tải. Điều này sẽ bao gồm việc sử dụng mở rộng các công nghệ như robot và xe tự hành. Năng suất cũng sẽ được cải thiện do các doanh nghiệp bổ sung và hỗ trợ lực lượng lao động hiện có của họ bằng các công nghệ TTNT. Nó sẽ yêu cầu đầu tư vào phần mềm, hệ thống và máy móc dựa trên trí thông minh được hỗ trợ, tự chủ và tăng cường; điều này sẽ không chỉ cho phép lực lượng lao động thực hiện nhiệm vụ của mình tốt hơn và hiệu quả hơn mà còn giải phóng thời gian cho phép lực lượng này tập trung vào các hoạt động kích thích hơn và có giá trị gia tăng cao hơn. Tự động hóa sẽ loại bỏ một phần nhu cầu đầu vào lao động, dẫn đến tăng năng suất nói chung. Cuối cùng, sự sẵn có của các sản phẩm và dịch vụ được cá nhân hóa và chất lượng cao hơn được nâng cao bởi TTNT - sẽ trở nên quan trọng hơn, vì tính khả dụng này có khả năng thúc đẩy nhu cầu của người tiêu dùng, từ đó tạo ra nhiều dữ liệu hơn.

#### *a) Ứng dụng TTNT trong sản xuất*

TTNT là một trong những nền tảng của quá trình số hóa ngành công nghiệp đang phát triển. Các công nghệ làm nền tảng cho quá trình này - chẳng hạn như IoT, 5G, điện toán đám mây, phân tích dữ liệu lớn, cảm biến thông minh, thực

tế tăng cường, in 3D và robot - có khả năng biến sản xuất thành một hệ thống vật lý mạng duy nhất, trong đó công nghệ kỹ thuật số, internet và sản xuất hợp nhất trong một. Trong các nhà máy thông minh của tương lai, các quy trình sản xuất sẽ được kết nối và các giải pháp TTNT sẽ là nền tảng trong việc liên kết các máy móc, giao diện và các thành phần (ví dụ: sử dụng nhận diện khung cảnh). Một lượng lớn dữ liệu sẽ được thu thập và đưa vào các thiết bị TTNT, từ đó sẽ tối ưu hóa quy trình sản xuất. OECD cho rằng việc sử dụng TTNT có thể được 'áp dụng cho hầu hết các hoạt động công nghiệp từ việc tối ưu hóa các hệ thống nhiều máy móc đến tăng cường nghiên cứu công nghiệp'.

Việc triển khai TTNT trong sản xuất có thể sẽ tăng lên theo thời gian, do sự phát triển của các quy trình học tập tự động. Về cơ bản, nó có khả năng thúc đẩy khả năng cạnh tranh của khu vực sản xuất thông qua hiệu quả và tăng năng suất được hỗ trợ bởi phân tích dữ liệu, và chuỗi cung ứng sẽ dựa trên những lợi ích này. TTNT cũng sẽ thúc đẩy tự động hóa, đảm bảo kiểm soát chất lượng sản phẩm và quy trình mạnh mẽ hơn, đồng thời chẩn đoán phòng ngừa tình trạng máy móc, đồng thời đảm bảo bảo trì kịp thời, thời gian chết gần như bằng không, ít lỗi và sản phẩm bị lỗi hơn. Các nhà sản xuất sẽ có thể tiếp cận các thị trường mới, vì sản phẩm của họ sẽ được tùy chỉnh hơn, đa dạng hơn và có chất lượng cao hơn. Mặc dù các nền tảng xây dựng đã tồn tại, nhưng Công nghiệp 4.0 có thể chưa thành hiện thực trước giữa thập kỷ tới, vì nó đòi hỏi sự kết hợp của nhiều công nghệ khác nhau, theo một số người, sẽ mất 20-30 năm để trở thành chủ đạo. OECD dự báo về lâu dài, TTNT có thể dẫn đến những đột phá khoa học, thậm chí có thể tạo ra những ngành công nghiệp hoàn toàn mới, không lường trước được.

#### *b) Ứng dụng trong vận tải đường bộ*

TTNT mang lại lợi ích to lớn cho giao thông đường bộ, có khả năng làm cho giao thông hiệu quả hơn, giảm tắc nghẽn giao thông, giải phóng thời gian cho người lái xe, giúp việc đậu xe dễ dàng hơn và khuyến khích việc đi chung xe cũng như đi chung xe. Vì TTNT giúp giữ cho giao thông đường bộ lưu thông, nó cũng có thể giảm tiêu thụ nhiên liệu do các phương tiện chạy không tải khi đứng yên và cải thiện chất lượng không khí cũng như quy hoạch đô thị.

Các hệ thống dựa trên TTNT được sử dụng trong giao thông tự hành có thể cải thiện đáng kể an toàn đường bộ, vì lỗi của con người (chẳng hạn như lái xe

quá tốc độ, mất tập trung và uống rượu) liên quan đến hơn 90% các vụ tai nạn trên đường của EU; trong đó hơn 25 000 người đã mất mạng trong năm 2017.

Về việc làm, người ta dự đoán rằng TTNT sẽ góp phần tạo ra việc làm mới, biến mất những người khác và thay đổi hầu hết các công việc. TTNT có thể giúp cuộc sống của người lao động trở nên dễ dàng hơn, bằng cách giúp đỡ những người lao động trong ngành sản xuất ô tô chẳng hạn với những nhiệm vụ lặp đi lặp lại, khó khăn và nguy hiểm. Ví dụ, TTNT có thể giúp quản lý một lượng lớn dữ liệu và giúp lập kế hoạch, thiết kế và kiểm soát mạng lưới giao thông đường bộ. TTNT cũng có thể cho phép nhiều người hơn (ví dụ như người khuyết tật) tham gia vào thị trường lao động hoặc giúp cắt giảm chi phí lao động (ví dụ: thời gian lái xe dài và dừng để nghỉ giải lao sẽ không còn là mối quan tâm với các đội xe hoàn toàn tự động). Đồng thời, một số công việc, chẳng hạn như tài xế xe buýt, taxi và xe tải, có thể không còn cần thiết trong tương lai xa hơn, khi các phương tiện tự hành hoàn toàn có sẵn. Những người lái xe này sẽ cần đào tạo lại kỹ năng để tìm một công việc khác.

### *c) Ứng dụng trong marketing*

TTNT trong tiếp thị là một chiến lược tận dụng dữ liệu và máy học để cung cấp các chiến dịch giúp đạt được mục tiêu của thương hiệu một cách hiệu quả hơn. Hầu hết các nhà tiếp thị sử dụng TTNT trong nghiên cứu thị trường, khoa học dữ liệu và phân tích chiến dịch thời gian thực.

Khách hàng ngày nay mong đợi trải nghiệm tiếp thị được cá nhân hóa. Trên thực tế, ngay cả khi cần nhắc mua hàng của bạn, họ muốn bạn làm cho họ cảm thấy như thể bạn đã gặp trực tiếp họ. Điều kiện tiên quyết tối thiểu để đáp ứng những mong đợi đó là truyền tải đúng thông điệp đến đúng khách hàng vào đúng thời điểm. Trí tuệ nhân tạo cho phép các nhà tiếp thị phân tích dữ liệu khách hàng của họ một cách chi tiết. Sự hiểu biết sâu sắc như vậy giúp tạo ra các phân khúc khách hàng chính xác.

TTNT cũng giúp cải thiện trải nghiệm của khách hàng. Theo Gartner, TTNT sẽ xử lý 85% tất cả các yêu cầu về dịch vụ khách hàng vào năm 2020. Một ví dụ cụ thể là chatbots đã chuyển sang tuyến đầu của các dịch vụ tương tác với khách hàng. Theo Drift, 35% khách hàng sẽ hài lòng khi sử dụng chatbot để giải quyết khiếu nại hoặc vấn đề. Khoảng 35% khách hàng sẽ sử dụng chatbot để nhận được câu trả lời hoặc giải thích chi tiết. Và 34% sẽ sử dụng nó để kết nối với trợ lý khách hàng phù hợp.

## IV. Giải pháp thúc đẩy ứng dụng TTNT

### 1. Xây dựng các tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật về công nghệ và sản phẩm ứng dụng TTNT

Xây dựng các tiêu chuẩn, quy chuẩn định dạng về công nghệ và sản phẩm TTNT như: xây dựng tiêu chí, hướng dẫn đánh giá các sản phẩm TTNT; nghiên cứu, lựa chọn các sản phẩm TTNT mà Việt Nam cần làm chủ giai đoạn 2021-2025; xây dựng quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về cấu trúc, định dạng dữ liệu phục vụ kết nối, tích hợp, chia sẻ dữ liệu của cơ quan hành chính nhà nước;

#### *- Xây dựng tiêu chí, hướng dẫn đánh giá các sản phẩm TTNT*

Trong các lĩnh vực khác nhau sẽ có những tiêu chí riêng để đánh giá sản phẩm TTNT, tuy nhiên các tiêu chí chung cho các lĩnh vực có thể liệt kê như sau:

**Kết nối dữ liệu** : TTNT sẽ vô dụng nếu không có dữ liệu. Nó là nhiên liệu cho những hiểu biết sâu sắc. Khi nói đến một giải pháp TTNT mới, có thể khó tìm được nguồn dữ liệu phù hợp, kết hợp và tích hợp nó.

**Tính linh hoạt** : TTNT hiện nay chưa thể tổng quát hoá cho tất cả các vấn đề. Thay vào đó, nó tập trung vào các trường hợp sử dụng cụ thể. Đây là lý do tại sao chúng ta phải xem ứng dụng TTNT xử lý tình huống cụ thể nào.

**Tính dễ sử dụng**: Đây là điều hoàn toàn quan trọng, người sử dụng TTNT thường là người không có chuyên môn kỹ thuật. Nếu ứng dụng quá phức tạp có thể không dễ dàng được chấp nhận bởi người sử dụng.

**Đạo đức TTNT** : Ngay cả khi ứng dụng là chính xác, vẫn có thể có thiệt hại hoặc rủi ro tiềm ẩn mà nó có thể gây ra cho tổ chức. Dữ liệu có thể có thành kiến cố hữu làm sai lệch kết quả. Đây là lý do tại sao cần nhận được giải thích mô hình và cách nó ra quyết định.

**Chi phí**: Cần xác định, ước lượng chi phí phù hợp để vận hành và phát triển sản phẩm TTNT; bên cạnh đó cần so sánh chi phí cùng một loại sản phẩm giữa các đơn vị cung cấp khác nhau để lựa chọn nhà cung cấp phù hợp.

#### *- Xây dựng quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về cấu trúc, định dạng dữ liệu phục vụ kết nối, tích hợp, chia sẻ dữ liệu của cơ quan hành chính nhà nước*

Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia quy định các yêu cầu kỹ thuật về cấu trúc dữ liệu và định dạng dữ liệu phục vụ kết nối, tích hợp, chia sẻ dữ liệu giữa các hệ thống thông tin trong Hệ thống dữ liệu quốc gia, bao gồm: Hệ thống thông tin của bộ,



cơ quan ngang bộ, cơ quan thuộc Chính phủ, Ủy ban nhân dân cấp tỉnh; Hệ thống thông tin của Chính phủ, Thủ tướng Chính phủ.

Các cơ quan nhà nước cần sớm tạo, mở nguồn dữ liệu chia sẻ, vì đây là nhân tố, nguồn tài nguyên quan trọng khi triển khai ứng dụng TTNT, đồng thời, các doanh nghiệp cung cấp các ứng dụng TTNT cần tạo ra các sản phẩm trí tuệ cốt lõi, có chất lượng tốt để thu hút người dùng, phổ biến trong cả khu vực công và tư; phát triển kết nối IoT, đồng bộ hạ tầng thiết yếu.

Các quy chuẩn kỹ thuật quốc gia cần tham khảo các tiêu chuẩn của thế giới được xây dựng bởi Tổ chức quy chuẩn quốc tế (International Organization for Standardization - ISO). Tổ chức này đã đưa ra một số quy chuẩn về TTNT trong các tiêu chuẩn ISO/IEC 2382-2015, năm 1995. Năm 2018, để cập nhật các tiêu chuẩn này, hai uỷ ban với sáu nhóm làm việc được thành lập để phát triển 10 quy chuẩn về TTNT trong tiêu chuẩn ISO/IEC JTC1/SC42. Đây là tiêu chuẩn đầu tiên định vị toàn bộ hệ sinh thái TTNT.

## **2. Tập trung đầu tư một số sản phẩm chủ lực, có thế mạnh**

Việt Nam cần tập trung vào các thế mạnh với nguồn cung, cầu lớn và dữ liệu sẵn có, đó là: xử lý ngôn ngữ tự nhiên và thị giác máy.

- Chatbot: Trợ lý ảo hay chatbot TTNT là sản phẩm của trí tuệ nhân tạo có thể nói là phổ biến nhất hiện nay. Rất dễ để bắt gặp trợ lý ảo. Đó có thể là ứng dụng di động, website, zalo, messenger... Trợ lý ảo ứng dụng trí tuệ nhân tạo có thể hỗ trợ người dùng ở dạng văn bản, âm thanh hoặc cả hai. Các trợ lý ảo này sẽ thay nhân viên tư vấn thông tin, chăm sóc khách hàng, hướng dẫn sử dụng, nhắc lịch tự động... Chúng được ứng dụng rộng rãi tại hầu hết các lĩnh vực từ tài chính ngân hàng, giáo dục, y tế đến các ngành thời trang bán lẻ... Hiện nay, các nền tảng xây dựng trợ lý ảo có sự hỗ trợ của công nghệ xử lý ngôn ngữ tự nhiên để cho ra các trợ lý ảo thông minh, tương tác tự nhiên như người thật. Ví dụ như FPT TTNT Conversation là nền tảng cho phép người dùng xây dựng chatbot có khả năng xử lý ngôn ngữ tự nhiên để tương tác với khách hàng.

- Hệ thống nhận diện khuôn mặt: Với sự trợ giúp của TTNT, ngành du lịch cũng tạo ra nhiều sản phẩm mới hấp dẫn. Ứng dụng công nghệ giúp các đơn vị du lịch giảm thời gian, nhân lực và chi phí sản xuất, từ đó giảm giá thành dịch vụ. Vinpearl đã trở thành hệ thống khách sạn, du lịch nghỉ dưỡng đầu tiên tại Việt Nam ứng dụng công nghệ nhận dạng khuôn mặt (Face Recognition – phát triển bởi Viện nghiên cứu Trí tuệ nhân tạo VinAI Research) giúp giảm thiểu tối

đa thời gian chờ đợi thủ tục và quá trình di chuyển giữa các khu vực nội bộ của Vinpearl.

- Sản phẩm điều khiển bằng giọng nói: Các ứng dụng, hệ thống điều khiển bằng giọng cũng là một trong các sản phẩm của trí tuệ nhân tạo. Các hệ thống điều khiển giọng nói này được xây dựng từ công nghệ xử lý giọng nói và công nghệ tổng hợp giọng nói. Với các hệ thống này con người và máy móc có thể trao đổi trực tiếp với nhau thông qua ngôn ngữ tự nhiên thay cho bàn phím và câu lệnh. Nhà thông minh, tìm kiếm bằng giọng nói, trợ lý ảo tích hợp âm thanh... là những sản phẩm điều khiển bằng giọng nói phổ biến.

- Các sản phẩm tổng hợp giọng nói: Đi kèm trong xu hướng chuyển đổi số, ứng dụng giọng nói nhân tạo vào quy trình kinh doanh đang được các doanh nghiệp chú trọng. Các sản phẩm tổng hợp giọng nói được xây dựng trên nền tảng công nghệ chuyển đổi văn bản thành giọng nói và công nghệ xử lý ngôn ngữ tự nhiên. Đây là hai nhánh quan trọng của trí tuệ nhân tạo. Tại Việt Nam, các sản phẩm tổng hợp giọng nói phổ biến bao gồm: tổng đài tự động, sách nói, báo nói...

***- Sản phẩm chủ lực cần đầu tư:***

- Hệ thống máy chủ tính toán lớn, hệ thống dữ liệu lớn: Các giải pháp trí tuệ nhân tạo đều đòi hỏi nguồn tài nguyên lớn để có thể vận hành trơn tru và đạt hiệu suất cao. Do đó, đầu tư vào cơ sở hạ tầng máy chủ phải là ưu tiên hàng đầu và cần hoàn thành sớm. Với hệ thống tính toán được đặt tại cơ sở trong nước sẽ là nền tảng để doanh nghiệp và nhà nước phát triển nhiều ứng dụng trí tuệ nhân tạo quan trọng sau này.

- CNTT trong lĩnh vực y tế: Y tế là một trong những lĩnh vực sớm ứng dụng CNTT nhất ở Việt Nam. Từ năm 2016, bệnh viện Phổi trung ương đã bắt đầu nghiên cứu, phát triển CNTT để chủ động phát hiện sớm bệnh lao trong cộng đồng. PGS. TS Nguyễn Việt Nhung, giám đốc bệnh viện Phổi trung ương nói: "Với CNTT, chúng tôi đã phát hiện được những bệnh lý bất thường, dù rất khó về đường thở, máu. Công nghệ 4.0 nếu phát triển đầy đủ có thể giúp Việt Nam tiến đến chấm dứt bệnh lao". Bệnh viện Nhân dân 115, Bệnh viện Gia An 115 TP.HCM và Bệnh viện Đa khoa tỉnh Phú Thọ là 3 bệnh viện đầu tiên ứng dụng CNTT trong chẩn đoán và điều trị đột quy, cho phép mở cửa sổ điều trị từ 6 tiếng lên 24 tiếng, nâng cao cơ hội sống cho bệnh nhân. Ứng dụng CNTT trong chẩn đoán nội soi hình ảnh giúp tự động xác định, khoanh vùng và đánh giá

mức độ tổn thương của hệ tiêu hoá cũng giúp việc chẩn đoán được thực hiện nhanh gấp 5 lần phương án truyền thống. Phần mềm DrAid do Vingroup phát triển từ 2019 đã chẩn đoán được các bệnh về phổi, tim và xương bằng TTNT cũng được nâng cấp để đánh giá, tiên lượng Covi-19 bằng cách phát hiện nhanh các dấu hiệu bất thường dựa trên ảnh X-quang ngực thẳng, kết hợp xét nghiệm PCR từ đó nâng cao độ chính xác, giảm thiểu tình trạng âm tính giả.

- TTNT trong giáo dục: Trong tương lai gần có thể chưa có sự xuất hiện của robot hình người đóng vai trò như một giáo viên đứng trên bục giảng nhưng thực sự đã có nhiều dự án là các tác phẩm sử dụng “trí thông minh của máy móc” để giúp giáo viên và học sinh có những trải nghiệm học tập tốt hơn. Học sinh sẽ được hỗ trợ từ gia sư TTNT, bài học được tối ưu theo từng cá nhân, giúp các em có lộ trình hợp lý. Học sinh được phản hồi liên tục, giúp các em cải thiện điểm yếu của mình.

### **3. Khuyến khích doanh nghiệp đầu tư, phát triển ứng dụng, giải pháp tích hợp TTNT**

TTNT có thể cải thiện các dịch vụ của doanh nghiệp khi nó tiếp tục được triển khai và nâng cao, TTNT thực sự có thể tạo ra những hiểu biết và dự đoán mới, tăng tốc độ và năng suất, đồng thời tạo ra những cách tiếp cận hoàn toàn mới cho các tương tác của con người. TTNT dưới mọi hình thức của nó có thể tạo ra những khả năng mới mạnh mẽ trong các lĩnh vực đa dạng như an ninh quốc gia, an toàn thực phẩm, quy định và chăm sóc sức khỏe. Nhưng để nhận ra đầy đủ những lợi ích này, các nhà lãnh đạo tổ chức, doanh nghiệp phải nhìn nhận TTNT một cách chiến lược và tổng thể. Những quyết định mà các tổ chức chính phủ đưa ra trong những năm tới có thể quyết định sự thành công hay thất bại của họ trong thập kỷ tới, khi công nghệ TTNT tiếp tục phát triển.

Để các doanh nghiệp đầu tư, phát triển giải pháp tích hợp TTNT xuất hiện ngày càng nhiều. Chính phủ cần thiết lập một khuôn khổ quản trị TTNT nhằm giải quyết những thách thức và cơ hội duy nhất của TTNT, đồng thời linh hoạt, tương xứng và không tạo ra gánh nặng không cần thiết cho doanh nghiệp. Cùng với đó, tạo điều kiện cho các sản phẩm và dịch vụ TTNT đáng tin cậy, bằng cách hỗ trợ phát triển hệ sinh thái các công cụ và dịch vụ đảm bảo TTNT để cung cấp thông tin có ý nghĩa về các hệ thống TTNT cho người dùng và cơ quan quản lý. Tăng cường đóng góp của chính phủ vào việc phát triển các tiêu chuẩn kỹ thuật TTNT để có thể hỗ trợ mô hình quản trị TTNT của các doanh

nghiệp, đảm bảo khả năng tương tác giữa chính phủ với doanh nghiệp và giảm thiểu chi phí quy định. Xây dựng năng lực cho các cơ quan quản lý để sử dụng và đánh giá các công nghệ TTNT, đảm bảo rằng họ có thể thực hiện trách nhiệm của mình khi các sản phẩm và dịch vụ dựa trên TTNT mới ra thị trường;

Sử dụng trí tuệ nhân tạo là xu hướng tất yếu trong quá trình phát triển sản xuất, kinh doanh, vì giúp doanh nghiệp nâng cao chất lượng sản phẩm, tiết kiệm chi phí vận hành, chăm sóc khách hàng tốt hơn... Tuy nhiên, trên thực tế, số lượng doanh nghiệp ứng dụng trí tuệ nhân tạo vẫn còn ít, chưa toàn diện. Để thúc đẩy doanh nghiệp đầu tư, phát triển tích hợp TTNT, Đảng đã ban hành các cơ chế, chính sách, hành lang pháp lý cho nghiên cứu, phát triển và ứng dụng TTNT:

Nghị quyết số 02/NQ-CP ngày 01/01/2019 của Chính phủ về tiếp tục thực hiện những nhiệm vụ, giải pháp chủ yếu cải thiện môi trường kinh doanh, nâng cao năng lực cạnh tranh quốc gia năm 2019 và định hướng đến năm 2021: Tại mục 1.2 có nêu: “Triển khai các giải pháp để tiếp thu và làm chủ các công nghệ cốt lõi của cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ tư; ứng dụng công nghệ cao trong các ngành, lĩnh vực”.

Nghị quyết số 17/NQ-CP ngày 07/3/2019 của Chính phủ về một số nhiệm vụ, giải pháp trọng tâm phát triển Chính phủ điện tử giai đoạn 2019 - 2020, định hướng đến 2025: “Tiếp tục triển khai chương trình nghiên cứu khoa học, phát triển công nghệ, các giải pháp tích hợp, ứng dụng, sản phẩm công nghệ thông tin phục vụ xây dựng chính phủ điện tử hướng tới nền kinh tế số, xã hội số dựa trên dữ liệu mở, ứng dụng các công nghệ mới như trí tuệ nhân tạo (TTNT), chuỗi khối (Blockchain), Internet kết nối vạn vật (IoT), dữ liệu lớn (Big Data), giao diện lập trình ứng dụng mở (Open API)..... trong giai đoạn 2020, định hướng đến 2025.”

Quyết định 66/2014/QĐ-TTg ngày 25/11/2014 của Thủ tướng Chính phủ về việc phê duyệt Danh mục công nghệ cao được ưu tiên đầu tư phát triển và Danh mục sản phẩm công nghệ cao được khuyến khích phát triển: Công nghệ Trí tuệ nhân tạo là một trong số các công nghệ cao được Chính phủ ưu tiên đầu tư phát triển và đã được đưa vào mục số 6 phụ lục 1 của Quyết định.

Quyết định số 2813/QĐ-BKH-CN ngày 27/9/2018 của Bộ trưởng Bộ KH&CN phê duyệt Chương trình hỗ trợ nghiên cứu, phát triển công nghệ của công nghiệp 4.0 với mục tiêu: Nghiên cứu ứng dụng, phát triển và chuyển giao

một số công nghệ chủ chốt của công nghiệp 4.0 mà Việt Nam có lợi thế để tạo ra các sản phẩm phục vụ phát triển kinh tế - xã hội, đảm bảo quốc phòng, an ninh;... và các sản phẩm của chương trình là: Có ít nhất 30 giải pháp công nghệ được hình thành từ các công nghệ chủ chốt như: Trí tuệ nhân tạo (Artificial Intelligence), Chuỗi khối (Blockchain), Phân tích dữ liệu lớn (Big data analytic), Internet kết nối vạn vật (Internet of Things), Thế hệ mạng di động thứ 5 (5th Generation), robot, điện toán đám mây (I-cloud)... được ứng dụng rộng rãi trong các lĩnh vực sản xuất - kinh doanh và dịch vụ như: y tế, du lịch, tài chính - ngân hàng, nông nghiệp, công nghiệp chế biến và chế tạo, giáo dục - đào tạo và dạy nghề, giao thông, xây dựng, thông tin - truyền thông, tài nguyên - môi trường, quốc phòng, an ninh.

Các chính sách nhằm khuyến khích doanh nghiệp đầu tư, phát triển ứng dụng, giải pháp tích hợp TTNT đã được quan tâm, chỉ đạo từ các cấp lãnh đạo cao nhất trong thời gian gần đây. Tuy nhiên, nhận thức của các cấp, các ngành trong những năm qua về vai trò của TTNT còn chưa đầy đủ. Đầu tư của Nhà nước về TTNT còn hạn chế, thiếu tập trung, hiệu quả chưa cao. Việt Nam chưa có chiến lược phát triển dữ liệu quốc gia, chưa có chính sách quốc gia và lộ trình phát triển TTNT. Hiện tại, Việt Nam cũng chưa có khung pháp lý riêng cho TTNT, chưa có cơ quan chỉ đạo quản lý, bộ phận công tác tư vấn, phối hợp hoạt động phát triển và triển khai TTNT ở cấp trung ương và địa phương, thiếu chính sách quốc gia và khung pháp lý về phát triển, ứng dụng và hợp tác quốc tế trong lĩnh vực TTNT.

## **V. Kết luận**

Qua các phân tích trên có thể thấy ứng dụng TTNT đã đi vào rất nhiều lĩnh vực, ngành nghề trên thế giới nói chung và Việt Nam nói riêng. TTNT đã trở thành một trong các động lực mới của kinh tế xã hội, đem lại doanh thu và tăng trưởng cho các ngành nghề truyền thống và cơ hội đột phá, phát triển các giải pháp mới, ngành nghề mới. Thị trường ứng dụng TTNT đã hình thành với các lớp dịch vụ từ nền tảng nghiên cứu, phát triển đến cài đặt, tích hợp, triển khai, bảo trì và hỗ trợ các hệ thống ứng dụng sử dụng TTNT. Việt Nam cần xây dựng các tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật, yêu cầu về đạo đức đối với TTNT để quản lý cũng như tạo hành lang phát triển bền vững cho thị trường ứng dụng TTNT. Các khung pháp lý rõ ràng như vậy sẽ góp phần khuyến khích các doanh nghiệp, tổ chức và cá nhân đầu tư, phát triển ứng dụng TTNT.

## Tài liệu tham khảo

1. A definition of TTNT: Main capabilities and scientific disciplines, High-Level Expert Group on Artificial Intelligence, 2018
2. TTNT Watch Defining Artificial Intelligence, EU Science Hub, 2020
3. Guidelines for Quality Assurance of Machine Learning-Based Artificial Intelligence, International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering, Vol. 30, 2021
4. Overview of Artificial Intelligence in Medicine
5. Artificial intelligence in medicine: current trends and future possibilities
6. Artificial Intelligence Market Size, Share & Trends Analysis Report By Solution, By Technology (Deep Learning, Machine Learning, Natural Language Processing, Machine Vision), By End Use, By Region, And Segment Forecasts, 2021 – 2028
7. <https://congnghepcongnghecao.com.vn/tin-tuc/t22562/ung-dung-tri-tue-nhan-tao-tai-viet-nam-va-xu-huong-phat-trien-trong-tuong-lai.html>
8. [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2019/637967/EPRS\\_BRI\(2019\)637967\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2019/637967/EPRS_BRI(2019)637967_EN.pdf)
9. <https://www.adverity.com/ai-marketing>
10. Gartner [https://www.gartner.com/imagesrv/summits/docs/na/customer-360/C360\\_2011\\_brochure\\_FINAL.pdf](https://www.gartner.com/imagesrv/summits/docs/na/customer-360/C360_2011_brochure_FINAL.pdf)
11. Drift <https://www.drift.com/blog/chatbots-report/>
12. Forbes <https://www.forbes.com/sites/tomtaulli/2021/07/09/how-to-evaluate-ai-software/?sh=385a67767322...>

## CHƯƠNG 7: CÁC VẤN ĐỀ XÃ HỘI, PHÁP LÝ TRONG ỨNG DỤNG TTNT

### *Đề dẫn*

Trí tuệ nhân tạo (TTNT) đang chiếm giữ vị trí hàng đầu trong khoa học và sản xuất trên toàn thế giới, đồng thời đã thực sự trở thành động lực thúc đẩy tiến bộ công nghệ trong thế giới ngày càng được số hóa, được phát triển dựa trên cơ sở nền tảng là dữ liệu. Đến năm 2020, tại Mỹ, giá trị gia tăng từ hoạt động áp dụng TTNT có thể đạt tới khoảng 4 tỷ USD. Đến năm 2030, dự kiến sẽ có tăng trưởng kinh tế lớn của Trung Quốc, Bắc Mỹ - những khu vực chiếm khoảng 70% tác động của TTNT tới kinh tế toàn cầu.<sup>2</sup> Tuy vậy khó có thể đưa ra được những đánh giá khách quan về mức độ gắn gũi của TTNT với chúng ta cũng như chưa thể có được những định nghĩa rõ ràng về TTNT, đặc biệt là những ảnh hưởng của nó đối với nhiều mặt của đời sống con người trong xã hội. Trước hết, có thể coi TTNT như là ngành khoa học và công nghệ để tạo ra các chương trình máy tính thông minh cũng như là một thuộc tính của các hệ thống thông minh để thực hiện các chức năng khác nhau mà trước đây được coi là thuộc tính chỉ thuộc về của con người (ví dụ: suy nghĩ và sáng tạo).<sup>3</sup> Dựa trên định nghĩa này, các câu hỏi đặt ra đối với chúng ta là loại “trí tuệ máy móc” này có ảnh hưởng đến các mặt hoạt động của con người ra sao và ứng dụng của chúng trên thực tế sẽ tạo ra những vấn đề gì mới so với các loại máy móc thông thường trước đây.

Tại Việt Nam, Ngày 26/01/2021, Thủ tướng Chính phủ ban hành Quyết định 127/QĐ-TTG Chiến lược quốc gia về nghiên cứu, phát triển và ứng dụng TTNT đến năm 2030. Chiến lược xác định rõ quan điểm coi TTNT là một lĩnh vực công nghệ nền tảng của cách mạng công nghiệp lần thứ tư (CMCN 4.0), góp phần quan trọng tạo bước đột phá về năng lực sản xuất, nâng cao năng lực cạnh tranh quốc gia, thúc đẩy phát triển kinh tế tăng trưởng bền vững. Chiến lược hướng tới mục tiêu đẩy mạnh nghiên cứu, phát triển và ứng dụng TTNT, đưa TTNT trở thành lĩnh vực công nghệ quan trọng của Việt Nam trong

---

<sup>2</sup> Хем: ЮНЕСКО. Разработка рекомендации об этических аспектах искусственного интеллекта. Nguồn: <https://ru.unesco.org/artificial-intelligence/ethics>

<sup>3</sup> Хем: Ушакова Е.С. Проблема искусственного интеллекта в современном мире. Молодежный научно-технический журнал. Электронный журнал. Издатель ФГБОУ “МГГУ имени Бауман”, 7.6.2016. Nguồn: <http://sntbul.bmstu.ru/doc/846325.html>

CMCN4. Đến năm 2030, Việt Nam trở thành trung tâm đổi mới sáng tạo, phát triển các giải pháp và ứng dụng TTNT trong khu vực ASEAN và trên thế giới. Trên thực tế, việc phát triển lĩnh vực công nghệ TTNT không chỉ đơn thuần như là phát triển và ứng dụng những tiến bộ khoa học kỹ thuật đơn thuần. Việc ứng dụng và phát triển thành công TTNT đòi hỏi nhiều yếu tố hơn là chỉ đơn thuần với các dữ liệu và thuật tính toán. Bên cạnh vô vàn những lợi ích mà TTNT có thể đem đến cho xã hội loài người thì việc áp dụng trí tuệ nhân tạo cũng có thể đem lại những rủi ro về mặt kỹ thuật, những hệ lụy tiêu cực về mặt xã hội cũng như những vấn đề pháp lý chưa được điều chỉnh một cách kịp thời. Đặc biệt, những thách thức và rủi ro về xã hội và pháp lý là luôn tiềm tàng, khi bùng phát thì rất khó kiểm soát. Mặc dù những vấn đề nêu trên được khởi xướng chủ yếu từ khía cạnh pháp lý, nhưng cũng cần nhấn mạnh rằng những vấn đề đó xuất phát từ các quan hệ xã hội nhất định và đồng thời cũng tạo ra những hệ quả xã hội. Chuyên đề này giúp cung cấp một số góc nhìn từ các khía cạnh xã hội và pháp lý đối với việc áp dụng trí tuệ nhân tạo trong đời sống xã hội nhằm bổ sung cho những khả năng điều chỉnh trong tương lai khi xu hướng ứng dụng trí tuệ nhân tạo được thúc đẩy mạnh mẽ hơn.

## **I. Các khía cạnh xã hội trong áp dụng trí tuệ nhân tạo**

### **1. Bản chất xã hội của trí tuệ nhân tạo**

Mặc dù đặc trưng chính của TTNT là tính kỹ nghệ - với tư cách là một công cụ được sáng tạo bởi con người. Tuy nhiên, bằng khả năng “độc lập” riêng có mà không kỹ nghệ nào trước đó có được, TTNT được chế ra do con người, với mục đích phục vụ con người nhưng bản thân TTNT lại mang tính xã hội của loài người (có thể tương tác với con người và tương tác với các AI khác một cách “tương đối” độc lập). Với tốc độ phát triển nhanh chóng, công nghệ TTNT đang dần trở nên phổ biến trong nhiều lĩnh vực của đời sống như an ninh quốc phòng, viễn thông, giáo dục, y tế, giải trí... nhưng cần quay lại lịch sử để xem xét rõ hơn về bản chất của TTNT cũng như các khía cạnh của khái niệm này.

Trong khi hầu hết các công cụ nhân tạo có thể tương tác với con người thông qua môi trường vật lý cụ thể (như rô-bốt, máy móc), TTNT là một dạng công cụ hoàn toàn mới, tồn tại dưới các dạng mô hình trong một không gian ảo, chỉ tương tác với con người thông qua công cụ trung gian như máy tính. Quá trình nghiên cứu, phát triển TTNT xuất phát từ giả thuyết rằng “*nói chung, mọi khía cạnh của việc học hoặc bất kì đặc tính nào khác của trí thông minh đều có*



*thể được mô tả chính xác đến mức tạo ra được một cỗ máy để mô phỏng nó”*.<sup>4</sup> Nhằm thảo luận về giả thuyết này, một hội nghị ở Đại học Dartmouth, bang New Hampshire, Hoa Kỳ được tổ chức vào năm 1956. Đây cũng là hội nghị đánh dấu sự xuất hiện của thuật ngữ TTNT. Dựa trên giả thuyết này, một hướng nghiên cứu tổng quát được thúc đẩy suốt một thập kỉ sau đó được thực hiện nhằm mô phỏng bộ não của con người vào phần cứng và phần mềm máy tính nhằm có được bộ não mô phỏng trong máy tính hầu như hoàn toàn giống bộ não thật. Tuy nhiên, hướng nghiên cứu này đã nhanh chóng gặp thất bại do những hạn chế về cơ sở nền tảng. Có thể hiểu đơn giản rằng, bản thân bộ não không thể tự hoạt động nếu tách nó ra khỏi một “cơ thể” và không có một “môi trường”. Những năm đầu thập kỷ 80 của thế kỷ trước đã chứng kiến sự bắt đầu của một giai đoạn quãng 15 năm của sự hồi sinh, bùng nổ trong ngành TTNT và chủ yếu theo xu hướng chuyên dụng (thay vì nghiên cứu tổng quát như trước). Ý tưởng cơ bản để phát triển TTNT lúc này là sự thông minh của máy tính không thể chỉ dựa trên việc suy diễn logic mà phải dựa cả vào tri thức con người, và dùng khả năng suy diễn của máy để khai thác các tri thức này, vận dụng các hiểu biết này để giải quyết các vấn đề cụ thể. Sau đó, nhờ có sự ra đời của công nghệ vi mạch, máy vi tính vào cuối những năm 1970 và sự ra đời của Internet, việc phát triển TTNT đã được thúc đẩy mạnh mẽ hơn nhờ được tích hợp vào những “cơ thể” có khả năng xử lý vi tính nhanh chóng, chính xác cùng với “môi trường” kỹ thuật số thông qua kết nối mạng Internet.

Như vậy có thể thấy, TTNT không tự nó tồn tại một cách độc lập mà nó là một thực thể có khả năng “tư duy”, luôn được tích hợp vào một công cụ nhất định, đồng thời công cụ đó phải được đưa vào một môi trường có tính tương tác. Nói cách khác, TTNT cũng mang bản chất xã hội là tổng hòa những mối quan hệ mà TTNT có tương tác nhằm nắm bắt tri thức, khai thác và vận dụng tri thức vào giải quyết những vấn đề cụ thể trong môi trường mà nó tương tác.

## **2. Áp dụng trí tuệ nhân tạo nhìn từ một số khía cạnh xã hội**

Với bản chất xã hội của TTNT như đã trình bày ở trên, việc áp dụng TTNT cũng sẽ thể hiện tính xã hội thông qua một số khía cạnh điển hình như: mối liên hệ giữa TTNT với các cá nhân cụ thể (thông qua các tương tác hành vi,

---

<sup>4</sup> Henry Brighton và Howard Selina (Phạm Xuân Trường dịch, 2020), *Trí tuệ nhân tạo: Minh họa sinh động bằng tranh*, Nxb Dân Trí, tr.21.

liên hệ về tâm lý, giao thoa về tư duy,...); liên hệ giữa TTNT với cộng đồng/xã hội loài người (thông qua các tương tác có tính vĩ mô như đạo đức, công bằng xã hội,...).

## 2.1. Áp dụng TTNT trong môi liên hệ với các cá nhân

### *Tương tác giữa con người với các hệ thống thông minh (tự động)*

Tương tác giữa con người với máy móc nói chung (human - machine interaction) là một lĩnh vực đã được nghiên cứu từ lâu, nhưng vẫn khá hạn chế cho đến khi xuất hiện máy vi tính và sau đó là khi những “bộ não” nhân tạo được tích hợp vào các cỗ máy. Trong tương tác này, có hai thành phần quan trọng và đều phức tạp là “bộ não con người” và “TTNT”. Đương nhiên, hai thành phần này chỉ có thể tương tác với nhau thông qua các “cơ thể” chứa chúng và được đặt trong một môi trường cụ thể.

Quá trình tương tác giữa người và máy có thể được thể hiện thông qua một hoặc nhiều dạng thức như<sup>5</sup>:

- Giao tiếp bằng dòng lệnh đơn nhất: là loại giao tiếp cổ điển nhất, người dùng dựa vào một “lệnh” mặc định để điều khiển máy móc bằng cách nhấn một phím chức năng (phím tắt-mở, tăng-giảm, quay-dừng,...). Cách giao tiếp này có ưu điểm là nhanh, chính xác với mục đích điều khiển của người dùng, nhưng nhược điểm của nó là quá cụ thể và đôi khi “lệnh” lại không được hình thức hóa dưới dạng đơn giản như nút bấm mà yêu cầu người dùng phải nhớ một chuỗi ký tự của lệnh đó. Ví dụ lệnh hẹn giờ tắt máy tính: “shutdown -s -t khoảng thời gian”. Nếu người dùng ít kinh nghiệm thì việc nhớ các lệnh cụ thể như này là khá khó khăn. Thậm chí, với những người dùng có kinh nghiệm vẫn sẽ gặp rắc rối với những “lệnh” dài hơn.

- Giao tiếp bằng bảng chọn: là kiểu giao tiếp giúp khắc phục nhược điểm của giao tiếp bằng dòng lệnh đơn nhất ở trên. Với phương thức này, máy đã hình thức hóa các “lệnh” bằng một bảng chọn gồm nhiều lệnh để người dùng có thể lựa chọn mà không cần nhớ cấu trúc lệnh. Ví dụ, khi người dùng muốn tạm dừng công việc, họ có thể dùng bảng chọn các mục “tắt máy” (“shut down”) hoặc “tạm nghỉ” (“sleep”) hoặc “ngủ động” (“hibernate”). Tuy vậy, cách giao

---

<sup>5</sup> Xem Lương Mạnh Bá (2005), *Tương tác người - máy*, Nxb Khoa học và kỹ thuật, tr. 50-54.

tiếp này cũng có nhược điểm là tốn diện tích hiển thị bảng chọn nếu số lượng lựa chọn lớn hơn.

- Giao tiếp dạng truy vấn: giúp chia nhỏ các bước lựa chọn mà nhờ đó số lượng các hiển thị sẽ được giới hạn ở mức độ phù hợp cho từng bước lựa chọn cho đến khi đạt được mục đích của người dùng. Ví dụ thường thấy nhất của loại giao tiếp này là khi người dùng gọi điện thoại đến một tổng đài tự động và được truy vấn về hình thức và các lĩnh vực muốn giao tiếp - tương ứng với các lựa chọn bấm số.

- Giao tiếp bằng ngôn ngữ tự nhiên: là một cách thức giao tiếp tiên tiến hơn mà ở đó người dùng có thể soạn câu lệnh bằng ngôn ngữ thường dùng (chứ không phải các dòng lệnh đơn nhất ở trên) hoặc trực tiếp thao tác bằng lời nói. Máy sẽ tiếp nhận và phản hồi tương ứng với mệnh lệnh được đưa ra. Ví dụ gõ vào ô tìm kiếm của Google dòng chữ “trí tuệ nhân tạo”. Tuy nhiên, ngay cả cách thức này cũng gặp trở ngại do ngôn ngữ không được đặt trong bối cảnh cụ thể khiến cho việc “hiểu lầm” có thể xảy ra. Ví dụ về việc tìm kiếm từ khóa “trí tuệ nhân tạo” ở trên, máy sẽ không xác định được mục đích của người dùng muốn tìm hiểu về “lịch sử” hay “ứng dụng” hoặc các khía cạnh khác của lệnh tìm kiếm.

- Giao tiếp bằng biểu mẫu: giúp khắc phục hạn chế của giao tiếp bằng ngôn ngữ thông thường bằng cách đặt ngôn ngữ vào một bối cảnh nhất định. Ví dụ biểu mẫu tìm kiếm tuyến xe phù hợp với lịch trình mong muốn của người dùng sẽ cần có các thông tin về nơi đi, nơi đến, loại xe, khung giá,...

Có thể thấy rằng, tùy thuộc vào các dạng tương tác mà đòi hỏi cấp độ hành vi khác nhau ở người dùng. Một số cách tương tác không chỉ đòi hỏi các hành vi đơn thuần mà còn phải kết hợp với các yếu tố tâm lý, mục đích, nhu cầu, sở thích,... của người dùng để quá trình tương tác đạt hiệu quả tối ưu. Đây là nền tảng cơ bản giúp quá trình ứng dụng CNTT vào các lĩnh vực của đời sống con người để đảm bảo các CNTT cũng như việc ứng dụng chúng tuân thủ theo các quy luật kỹ thuật và tâm lý của người dùng.

#### *Sự thích nghi của con người đối với trình độ tin học đại chúng*

Nhìn lại lịch sử nghiên cứu và phát triển của CNTT ta thấy được một vấn đề khá rõ ràng là sự thích nghi của chính giới chuyên gia đối với bản chất và định hướng phát triển CNTT, từ chỗ coi trọng hướng nghiên cứu mô phỏng tổng quát đã chuyển sang định hướng chuyên dụng. Với định hướng thứ hai, ứng

dụng của CNTT trong các lĩnh vực của đời sống đã được mở rộng về cả quy mô và chất lượng. Điều này buộc mọi cá nhân, ở bất kì cấp độ nào, đều phải chú ý tới khả năng tương tác với các CNTT trong những hoàn cảnh nhất định. Nhưng khả năng tương tác của cá nhân với các CNTT lại rất đa dạng và chủ yếu phụ thuộc vào trình độ tin học của cá nhân đó, trong khi tính đa dạng về năng lực ở phía các CNTT thì hẹp hơn. Sự đa dạng trong năng lực tin học của người dùng có thể liên quan đến độ tuổi, môi trường cư trú, bậc học, ngành nghề,... Thông thường những người có năng lực tốt hơn thường là trẻ tuổi hơn, cư trú ở khu đô thị, học ở bậc cao hoặc có thể trực tiếp tham gia vào các chuyên ngành sâu của công nghệ thông tin và CNTT,... Nhưng thực tế là những ranh giới đó không cố định và có thể thu hẹp hoặc gia tăng tùy vào khả năng thích nghi của mỗi cá nhân liên quan đến năng lực tin học. Bởi vì, như đã nói, CNTT phải được tích hợp trong những “cơ thể” máy móc được vận hành trên cơ sở các nguyên lý tin học và trong môi trường kỹ thuật số cũng mang đặc trưng của các nền tảng tin học. Bằng cách nắm được các nguyên lý tin học, quá trình tương tác giữa con người với các CNTT sẽ đạt được hiệu quả cao hơn. Vì thế, quá trình ứng dụng CNTT nên chú trọng đến khía cạnh phổ cập năng lực tin học hơn là tập trung vào những khác biệt liên quan đến độ tuổi, giới tính, nơi cư trú, trình độ học vấn,...

*Bảo vệ các quyền con người trong ứng dụng trí tuệ nhân tạo*

Mặc dù có tác dụng ở những khía cạnh nhất định, nhưng việc ứng dụng ngày càng rộng rãi của CNTT cũng tiềm ẩn nguy cơ đối với các quyền con người nhất định liên quan đến việc làm, chăm sóc y tế, môi trường,...

Đầu tiên là những ảnh hưởng đối với quyền về việc làm. CNTT có thể cải thiện đáng kể hiệu quả nơi làm việc của chúng ta và có thể tăng cường hiệu quả những công việc mà con người có thể làm. Ngoài ra, khi CNTT đảm nhận các nhiệm vụ lặp đi lặp lại hoặc nguy hiểm, nó sẽ giải phóng lực lượng lao động của con người để thực hiện công việc khác liên quan đến sự sáng tạo và cảm xúc. Nhưng trong tương lai, công nghệ nói chung và CNTT hoàn toàn có thể thay thế được con người dẫn tới tình trạng người lao động bị mất việc hoặc bị cắt giảm lương. Theo một báo cáo của Viện nghiên cứu McKinsey, thực hiện khảo sát trên 46 quốc gia và hơn 800 ngành nghề, khoảng 400 - 800 triệu nhân công trên toàn thế giới sẽ bị thay thế bởi người máy và các thiết bị tự động hóa

vào năm 2030, trong số đó sẽ có khoảng 75 đến 375 triệu người phải lựa chọn nghề nghiệp khác và phải học các kỹ năng mới.<sup>6</sup> Đây không chỉ là bài toán đối với riêng lĩnh vực chế tạo sản xuất để phải tìm ra cách thức/công việc mới cho lực lượng lao động dồi dào mà còn đòi hỏi chính bản thân người lao động phải nỗ lực cải thiện năng lực cá nhân. Không những thế, ngay cả khi đã tìm được một công việc mới thì người lao động vẫn có thể phải chịu những sức ép về hiệu suất lao động để không tiếp tục bị thay thế do chịu sự cạnh tranh của TTNT. Có thể suy nghĩ một cách lạc quan rằng khi đó, lượng của cải vật chất và các giá trị do máy móc, các thiết bị công nghệ tạo ra đã thừa để nuôi sống con người mà không cần làm việc, với minh chứng như một đề xuất trả lương tối thiểu cho toàn dân, bao gồm những người thất nghiệp như ở Thụy Sĩ, Phần Lan, Hà Lan, Canada, Hoa Kỳ chẳng hạn. Có thể những đề xuất tương tự sẽ còn được phổ biến hơn trong tương lai, nhưng cần phải biết rằng, mục đích của các đề xuất như vậy là để “khuyến khích người dân tìm việc làm”.

Về quyền được bảo vệ sức khỏe, chăm sóc y tế. Gánh nặng thất nghiệp hoặc thu nhập thấp vẫn còn tiếp tục đòi hỏi các chính sách về y tế phải trở nên dễ tiếp cận hơn (như về chi phí y tế, số lượng và chất lượng nguồn lực cả vật chất và con người). Thời gian qua đã chứng kiến nhiều tiến bộ của y học, đặc biệt là việc đưa vào sử dụng hệ thống quản lý điện tử hay áp dụng các kỹ thuật tự động trong khám, chữa trị một số loại bệnh tật. Và xu hướng cho thấy ngày càng có nhiều hoạt động y tế được thực hiện trên cơ sở các thiết bị công nghệ hơn để vừa tăng hiệu quả điều trị và tiết kiệm được các chi phí có liên quan. Khả năng kết nối của các thiết bị hiện nay cũng như trong tương lai còn có thể giúp con người không nhất thiết phải di chuyển tới các cơ sở y tế mà có thể được khám và điều trị từ xa với hiệu năng cao. Với cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ bốn và những ứng dụng TTNT trong lĩnh vực này (mà một trong các lĩnh vực trọng điểm là công nghệ sinh hóa được tập trung phát triển) chúng ta cũng hoàn toàn tin tưởng về khả năng điều trị một số loại bệnh mà hiện nay chưa có giải pháp. Hơn nữa, ứng dụng TTNT trong các thiết bị chăm sóc bệnh nhân hoặc người cao tuổi là một xu hướng nhận được nhiều quan tâm. Bên cạnh những tác động tích cực đó, sự gia tăng ứng dụng TTNT trong chăm sóc y tế cũng đứng trước những câu hỏi liên quan đến đạo đức con người trong những

---

<sup>6</sup> McKinsey (2017), *What the future of work will mean for jobs, skills, and wages*, <https://www.mckinsey.com/global-themes/future-of-organizations-and-work/what-the-future-of-work-will-mean-for-jobs-skills-and-wages>, truy cập ngày 15/8/2021.

tình huống nhất định, hoặc nguy cơ đối với bảo mật thông tin của bệnh nhân có thể ở mức độ kiểm soát được hay không. Trí tuệ nhân tạo giống như một quy trình tối ưu hóa bằng dữ liệu với khả năng xử lý một lượng lớn dữ liệu đầu vào. Nhưng đôi khi những dữ liệu này có thể bị lợi dụng ở một khâu nào đó trong quy trình thu thập và xử lý thông tin.

Về quyền đối với môi trường, người ta tin rằng các công nghệ mới sẽ thân thiện hơn với môi trường sống hiện nay, giảm phát thải các khí gây hại, hoặc ít nhất là cũng sẽ phổ biến hơn những công nghệ xử lý chất thải an toàn dựa trên khả năng phân loại thông qua các TTNT. Tuy nhiên, yếu tố chi phí khiến cả khi đã xuất hiện các công nghệ mới xử lý ô nhiễm thì đó chưa phải là giải pháp cho đa số dân chúng, đặc biệt là những người có thu nhập thấp; trong khi ô nhiễm không khí, ô nhiễm nguồn nước lại tác động đến hầu hết mọi người.

Về các quyền trong lĩnh vực kinh doanh, bên cạnh việc hỗ trợ quản trị doanh nghiệp tối ưu hơn, TTNT cũng đặt ra vấn đề bảo mật dữ liệu của các công ty. Trong mô hình sản xuất, kinh doanh mới, việc ứng dụng các công nghệ mới sẽ tạo ra sự gia tăng nhanh chóng khối lượng và mức độ chi tiết các dữ liệu của một công ty đơn lẻ mà là thay vào đó là mạng lưới những công ty năng động và những chuỗi tạo giá trị gia tăng hoàn toàn mới. Dữ liệu sẽ được tạo ra và tự động chuyển tải trên hệ thống và do vậy, chắc chắn sẽ vượt ra khỏi ranh giới kiểm soát của các công ty. Trong bối cảnh này sẽ có thể xuất hiện hàng loạt những rủi ro, đơn cử như, những dữ liệu ban đầu được hình thành và được trao đổi với mục đích phối hợp các hoạt động sản xuất và logistic giữa các công ty khác nhau có thể dẫn đến việc tiết lộ với bên thứ ba những thông tin bí mật về chiến lược kinh doanh của các đối tác.

## **2.2. Áp dụng TTNT trong môi liên hệ với xã hội con người**

TTNT đã giúp ích cho sự tăng trưởng và phát triển không chỉ của các cá nhân con người mà cho cả cách thức hoạt động của hệ thống xã hội loài người. Sự phát triển quan trọng đầu tiên là người máy, đã cố gắng thay thế hoạt động của con người ở một phạm vi rộng lớn. Các công ty sản xuất ô tô lớn đã áp dụng công nghệ này để giảm sự phụ thuộc của con người và sai sót trên thị trường. TTNT đã giúp dự báo các điều kiện thời tiết thích hợp trên thị trường và các dịch vụ dự đoán khác. Bên cạnh đó, nhiều sản phẩm đang được sản xuất với

sự trợ giúp của công nghệ này đang được sử dụng rộng rãi hàng ngày khiến cho đời sống xã hội có nhiều biến đổi.

*Áp dụng trí tuệ nhân tạo và công bằng xã hội*

Nhờ sự phát triển của khoa học công nghệ, những rào cản truyền thống về giới tính, độ tuổi, sắc tộc, chủng tộc, tôn giáo, tín ngưỡng có thể tiếp tục được giảm bớt. Các công nghệ mới cũng có thể hỗ trợ tốt hơn cho mọi người để việc giao tiếp, phối hợp không còn phải chịu tác động của những định kiến truyền thống. Ví dụ như trong lĩnh vực lao động sẽ cơ bản dựa trên yếu tố năng lực trí tuệ, kỹ năng để tuyển dụng thay vì phải cân nhắc đến tình trạng sức khỏe giữa nam và nữ; giữa người khuyết tật với người không khuyết tật; hay nhờ vào các thiết bị giám sát sức khỏe, người sống chung với HIV/AIDS có thể hòa nhập tốt hơn với cộng đồng; “chủ nghĩa lí lịch” cũng không thể tiếp tục duy trì ảnh hưởng của nó trong ít nhất là các hoạt động quản lí dân cư, giáo dục và tuyển dụng lao động. Có nhiều quan điểm cho rằng để hạn chế sự phân biệt đối xử cần trước hết thúc đẩy thực hiện các biện pháp tuyên truyền, phổ biến kiến thức có liên quan đến phân biệt đối xử như các chủ thể bị phân biệt, các hình thức phân biệt,... Tuy nhiên, ứng dụng TTNT rộng rãi hơn cũng có thể gắn với nguy cơ có thể sẽ khiến sự phân biệt đối xử không còn dựa chủ yếu trên các tiêu chí truyền thống như giới tính, độ tuổi,... mà sẽ chuyển sang các hình thức khác khó nhận biết và dễ gây hậu quả hơn đối với các nhóm cộng đồng.

Bên cạnh quyền không bị phân biệt đối xử, quyền bình đẳng giữa các nhóm và trong xã hội nói chung cũng sẽ có những thay đổi đáng kể, đặc biệt trước nguy cơ gia tăng sự phân hóa giàu, nghèo trong xã hội khiến cho cơ hội tiếp cận và thụ hưởng các quyền của các cá nhân hay các nhóm sẽ trở nên khác nhau. Ví dụ trong lĩnh vực lao động, vấn đề bất bình đẳng trong bối cảnh mới có thể không chỉ xảy ra giữa nam và nữ mà còn đối với nhóm lao động trẻ em (hoặc chưa thành niên), lao động cao tuổi. Các phương thức sản xuất và phân phối mới có thể khiến người lao động không cần trực tiếp có mặt tại các công xưởng hay các địa điểm công cộng mà có thể làm việc trực tuyến. Với xu hướng đó, lao động chưa thành niên và lao động trẻ em hoàn toàn có thể gia tăng vì nhu cầu thu nhập thêm (hoặc thu nhập riêng) và chi phí các nhà tuyển dụng phải bỏ ra có thể ít hơn. Nguy cơ thấy rõ là phạm vi các ngành nghề có sự tham gia của nhóm lao động chưa thành niên hoặc lao động cao tuổi cũng sẽ trở nên khó kiểm soát, và các nhóm lao động này cũng có thể bị lạm dụng sức lao

động, hay không được bảo đảm các quyền lợi thuộc về nghĩa vụ của người sử dụng lao động.

Một thách thức khác đối với xã hội liên quan đến cơ hội phát triển của các nhóm có thể trở nên không đồng đều dưới tác động của việc ứng dụng TTNT. Đây vừa là quyền của cá nhân nhưng cũng được coi là quyền của nhóm, nhất là với những nhóm thiểu số hoặc các nhóm có ít cơ hội tiếp cận với các hoạt động chung của xã hội, các lợi ích – tiến bộ của khoa học công nghệ. Cuộc cách mạng mới rõ ràng sẽ đáp ứng được tốt hơn nhu cầu của con người nhưng chỉ với những ai có khả năng tiếp cận, nắm bắt và làm chủ được công nghệ. Điều đó là khó khăn đối với những nhóm thiểu số và một số nhóm khó tiếp cận khác khiến họ có nguy cơ cao hơn bị bỏ lại trong tiến trình phát triển chung. Trong Tuyên bố về quyền phát triển của Liên hợp quốc năm 1986, một điều kiện quan trọng để được hưởng và thúc đẩy quyền phát triển là môi trường hòa bình, không có chiến tranh hay các xung đột vũ trang. Trên thực tế, vẫn có không ít các quốc gia dựa vào lợi thế về khoa học, công nghệ, nhất là công nghệ vũ khí đã trực tiếp thực hiện hoặc còn ủng hộ các hành động, biện pháp sử dụng vũ lực để giải quyết các vấn đề trong quan hệ quốc tế. Ngay trong bài diễn văn đón nhận giải Nobel hòa bình, cựu tổng thống Hoa Kỳ, Barack Obama cũng thẳng thắn tuyên bố rằng “trong một số trường hợp, chiến tranh là hợp lý về mặt đạo đức”. Đây rõ ràng không phải là vấn đề của riêng một quốc gia nào mà cần sự hợp tác và nỗ lực của toàn thể cộng đồng quốc tế, nhằm hạn chế những đầu tư quá mức cho những nghiên cứu cải tiến các hệ thống vũ khí công nghệ cao, vũ khí thông minh vốn có thể nguy hại đối với các nhóm yếu thế trong xã hội.

#### *Các khía cạnh đạo đức trong áp dụng trí tuệ nhân tạo*

\* Các nguyên tắc đạo đức làm cơ sở cho các quyết định do TTNT đưa ra và Các hành vi đạo đức của TTNT trong các tình huống ảnh hưởng trực tiếp đến con người

Đạo đức trong ứng dụng TTNT tập trung vào các khuôn khổ đạo đức được đặt ra trước thực tiễn sự phát triển, triển khai và sử dụng TTNT trong các hoạt động cụ thể. Mối quan tâm chính của các nguyên tắc đạo đức là xác định cách mà TTNT có thể thúc đẩy hoặc nâng cao cuộc sống của các cá nhân và cộng đồng về chất lượng cuộc sống, các quyền và tự do của con người cần thiết cho một xã hội dân chủ.



Theo quan điểm của Liên minh châu Âu, việc tôn trọng các quyền cơ bản, khuôn khổ dân chủ và pháp quyền chính là nền tảng hứa hẹn nhất để xác định các nguyên tắc và giá trị đạo đức. Trong đó, những giá trị quyền cơ bản nhất bao gồm:<sup>7</sup>

- *Tôn trọng phẩm giá con người.* Phẩm giá con người bao hàm ý tưởng rằng mỗi con người đều sở hữu một “giá trị nội tại” - thứ không bao giờ nên bị người khác làm suy giảm, tổn hại hoặc kìm nén. Điều này cũng được áp dụng với các công nghệ mới như hệ thống TTNT. Trong bối cảnh này, tôn trọng phẩm giá con người đòi hỏi tất cả mọi người được đối xử tôn trọng vì họ như những chủ thể đạo đức, thay vì chỉ đơn thuần là những đối tượng được sàng lọc, sắp xếp, cho điểm, phân loại, điều chỉnh hoặc thao túng. Do đó, các hệ thống TTNT nên được phát triển theo cách tôn trọng, phục vụ và bảo vệ sự toàn vẹn về thể chất và tinh thần, ý thức nhận dạng cá nhân và văn hóa của con người cũng như sự thỏa mãn các nhu cầu thiết yếu của họ.

- *Quyền tự do của cá nhân.* Con người nên được tự do đưa ra quyết định cuộc sống cho chính mình. Việc ứng dụng TTNT phải bảo đảm được các quyền tự do của cá nhân theo hướng đòi hỏi phải giảm thiểu những sự ép buộc bất hợp pháp, các mối đe dọa đối với quyền do ý chí, không bị giám sát phi lý, lừa dối và không bị thao túng một cách không công bằng. Trên thực tế, tự do của cá nhân có nghĩa là một cam kết cho phép các cá nhân kiểm soát cao hơn nữa cuộc sống của họ, bao gồm (nhưng không giới hạn) bảo vệ quyền tự do kinh doanh, tự do nghệ thuật và khoa học, tự do ngôn luận, quyền có cuộc sống riêng tư và quyền riêng tư, và quyền tự do hội họp và lập hội.

- *Tôn trọng dân chủ, công lý và pháp quyền.* Tất cả quyền lực của chính phủ trong các nền dân chủ lập hiến phải được ủy quyền hợp pháp và bị giới hạn bởi luật. Việc ứng dụng các hệ thống TTNT nên phục vụ để duy trì và thúc đẩy các quy trình dân chủ và tôn trọng nhiều giá trị và lựa chọn cuộc sống của các cá nhân. Quá trình ứng dụng các hệ thống TTNT không được phá hoại các quy trình dân chủ, sự cân nhắc của con người hoặc hệ thống bỏ phiếu dân chủ. Các hệ thống TTNT cũng phải có một cam kết để đảm bảo rằng chúng không hoạt động theo những cách làm suy yếu các cam kết nền tảng mà nền pháp quyền

---

<sup>7</sup> The European Commission (2019), *Ethics Guidelines for Trustworthy AI*, ISBN 978-92-76-11998-2, tr.9-13.

được thiết lập, các luật và quy định bắt buộc cũng như để đảm bảo quy trình đúng đắn và bình đẳng trước pháp luật.

- *Bình đẳng, không phân biệt đối xử và đoàn kết* - bao gồm quyền của những nhóm yếu thế trong xã hội. Phải bảo đảm sự tôn trọng bình đẳng đối với giá trị đạo đức và phẩm giá của tất cả mọi người. Điều này vượt hơn cả đòi hỏi về sự không phân biệt đối xử, cho phép vẽ ra sự khác biệt giữa các tình huống khác nhau dựa trên những lời biện minh khách quan. Trong bối cảnh ứng dụng CNTT, sự bình đẳng đòi hỏi các hoạt động của hệ thống không thể tạo ra các đầu ra thiên lệch không công bằng (ví dụ: dữ liệu được sử dụng để đào tạo các hệ thống CNTT phải càng bao trùm càng tốt, đại diện cho các nhóm dân số khác nhau). Điều này cũng đòi hỏi sự tôn trọng đầy đủ đối với những người và nhóm có khả năng dễ bị tổn thương như công nhân, phụ nữ, người khuyết tật, dân tộc thiểu số, trẻ em, người tiêu dùng hoặc những người khác có nguy cơ bị loại trừ khác.

Dựa trên các quyền cơ bản này, có bốn nguyên tắc cốt lõi cần phải tuân thủ là: (i) Tôn trọng quyền tự chủ của con người; (ii) Phòng ngừa các tác hại; (iii) Công bằng; và (iv) Có thể giải thích.

- *Nguyên tắc tôn trọng quyền tự chủ của con người*: Con người tương tác với các hệ thống CNTT phải có khả năng duy trì sự tự quyết một cách đầy đủ và hiệu quả đối với bản thân, đồng thời có thể tham gia vào quá trình dân chủ. Hệ thống CNTT không được ép buộc, lừa dối, thao túng con người. Thay vào đó, chúng nên được thiết kế để tăng cường, bổ sung và trao quyền cho các kỹ năng nhận thức, xã hội và văn hóa của con người. Việc phân bổ các chức năng giữa con người và hệ thống CNTT nên tuân theo các nguyên tắc thiết kế lấy con người làm trung tâm và để lại quyền lựa chọn cuối cùng dành cho con người. Điều này có nghĩa là đảm bảo sự giám sát của con người đối với các quy trình làm việc trong các hệ thống CNTT. Các hệ thống CNTT về cơ bản cũng có thể thay đổi phạm vi công việc, sẽ hỗ trợ con người trong môi trường làm việc và hướng tới việc tạo ra những công việc có ý nghĩa.

- *Nguyên tắc phòng ngừa tác hại*: Việc ứng dụng các hệ thống CNTT không được gây ra hoặc làm trầm trọng thêm tác hại hoặc ảnh hưởng xấu đến con người. Điều này đòi hỏi phải bảo vệ phẩm giá con người cũng như sự toàn vẹn về tinh thần và thể chất. Hệ thống CNTT và môi trường mà chúng hoạt động phải bảo đảm tính an toàn và bảo mật. Các hệ thống CNTT phải mạnh mẽ

về mặt kỹ thuật và cần được đảm bảo rằng chúng không bị sử dụng với mục đích xấu. Những người dễ bị tổn thương nên nhận được sự quan tâm nhiều hơn và được tham gia vào quá trình phát triển, triển khai và sử dụng các hệ thống TTNT. Đồng thời, cũng phải đặc biệt chú ý đến các tình huống mà hệ thống TTNT có thể gây ra hoặc làm trầm trọng thêm các tác động tiêu cực do sự bất cân xứng về quyền lực hoặc thông tin, chẳng hạn như giữa người sử dụng lao động và nhân viên, doanh nghiệp và người tiêu dùng hoặc chính phủ và công dân.

- *Nguyên tắc về công bằng*: Việc phát triển, triển khai và sử dụng các hệ thống TTNT phải bảo đảm tính công bằng. Mặc dù có nhiều cách hiểu khác nhau về công bằng, nhưng về cơ bản cần hiểu khái niệm công bằng có cả khía cạnh nội dung và thủ tục. Về khía cạnh nội dung, nguyên tắc này hàm ý cam kết: đảm bảo phân phối công bằng và công bằng cả lợi ích và chi phí, đồng thời đảm bảo rằng các cá nhân và nhóm không có thành kiến, phân biệt đối xử và kỳ thị không công bằng. Nếu có thể tránh được những thành kiến không công bằng, các hệ thống TTNT có thể giúp làm tăng thực tiễn công bằng trong xã hội. Cơ hội bình đẳng về tiếp cận giáo dục, hàng hóa, dịch vụ và công nghệ cũng cần được thúc đẩy. Hơn nữa, việc sử dụng các hệ thống TTNT không bao giờ được dẫn đến việc mọi người bị lừa dối hoặc bị suy giảm quyền tự do lựa chọn của họ một cách vô cớ. Ngoài ra, sự công bằng ngụ ý rằng những người vận hành TTNT nên tôn trọng nguyên tắc tương xứng giữa phương tiện và mục đích, đồng thời cân nhắc cẩn thận cách cân bằng giữa lợi ích và mục tiêu cạnh tranh. Chiều hướng thủ tục của sự công bằng đòi hỏi khả năng tranh chấp và tìm kiếm biện pháp khắc phục hiệu quả chống lại các quyết định do hệ thống TTNT và con người vận hành chúng đưa ra. Để làm như vậy, đơn vị chịu trách nhiệm về quyết định phải được xác định rõ ràng và các quá trình ra quyết định phải có thể được giải trình.

- *Nguyên tắc có thể giải thích*: là nguyên tắc rất quan trọng để xây dựng và duy trì niềm tin của người dùng vào các hệ thống TTNT. Điều này có nghĩa là các quy trình vận hành TTNT cần phải minh bạch, các khả năng và mục đích của hệ thống TTNT được công khai và các quyết định có thể giải thích được (trong chừng mực cho phép) cho những người bị ảnh hưởng trực tiếp và gián tiếp.

## II. Các khía cạnh pháp lý trong áp dụng trí tuệ nhân tạo

Sự phát triển như vũ bão của các công nghệ hiện đại dựa trên việc sử dụng những đổi mới về công nghệ thông tin đi kèm với những thay đổi chính yếu trong đời sống kinh tế - xã hội đã dẫn đến việc xuất hiện một hệ thống các quan hệ kinh tế với những khác biệt cơ bản so với trước đây. Nhiều nhà nghiên cứu cho rằng các công nghệ sẽ mang tính liên ngành sâu rộng, sức mạnh tiếp cận và xử lý số lượng lớn các yêu cầu từ khách hàng tại cùng một thời điểm, dung lượng lưu trữ dữ liệu không giới hạn, những bước tiến ấn tượng trong lĩnh vực tương tác giữa máy móc và thế giới sinh học, trí thông minh nhân tạo, và *từ đó sẽ là nền tảng để xuất hiện các mô hình kinh doanh mới* <sup>8</sup> đòi hỏi phải có một khuôn khổ pháp lý mới phù hợp với các giao diện và quy trình kinh doanh mới làm gia tăng đáng kể tính chất phức tạp của các vấn đề pháp lý có liên quan. Giống như đối với phần lớn những hiện tượng mới xuất hiện trong nền kinh tế số, bản chất pháp lý của trí tuệ nhân tạo là chưa hoàn toàn rõ ràng. Trong khi đó việc áp dụng trí tuệ nhân tạo lại đang có ảnh hưởng ngày càng lớn đến nhiều lĩnh vực của đời sống xã hội: y tế, giao thông và logistic, đào tạo, dịch vụ tài chính, thương mại điện tử, nông nghiệp, các lĩnh vực chế tạo máy móc, ... . Sự phát triển của trí tuệ nhân tạo dẫn đến nhu cầu trước hết là cần nhận diện các khía cạnh pháp lý mới nảy sinh trong quá trình tạo ra và áp dụng trí tuệ nhân tạo, sau đó là đưa ra những cơ chế phù hợp để điều chỉnh các quan hệ này. Ngoài việc khảo cứu kinh nghiệm lập pháp của các quốc gia phát triển trong lĩnh vực mới mẻ này thì những vấn đề cần ưu tiên quan tâm sẽ liên quan đến tư cách chủ thể của TTNT cũng như những khía cạnh pháp lý của hoạt động áp dụng TTNT trong lĩnh vực luật công và luật tư.

### 1 Thiết lập cơ chế điều chỉnh pháp lý đối với TTNT – độ trễ của pháp luật và những bước đi đầu tiên

TTNT – với tính chất là một hiện tượng kỹ thuật đang trải qua giai đoạn phát triển mạnh mẽ. Điều này đạt được điều này phần lớn là do sự phát triển của các tiến bộ về học kỹ thuật và công nghệ, sự tác động của những chính sách phù hợp cũng như sự năng động của các nhà đầu tư. Tuy nhiên, khoảng trống còn tồn tại cho đến thời điểm hiện là vấn đề điều chỉnh pháp lý đối với hiện tượng

---

<sup>8</sup> Nguyễn Đình Đức, “Cơ hội và thách thức ở cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ 4”, xem: Báo dân trí ngày 19.12.2016 tại: <https://dantri.com.vn/giao-duc-huong-nghiep/co-hoi-va-thach-thuc-o-cuoc-cach-mang-cong-nghiep-lan-thu-4-20161219074732406.htm> (truy cập ngày 30/8/2021).

mới này, cơ sở và điều kiện tồn tại cũng như tính tích hợp của nó với các hệ thống khác. Nguyên nhân chính là do sự tụt hậu của các lý thuyết pháp lý truyền thống so với các tiến bộ khoa học kỹ thuật: thiếu các quy định pháp luật trong lĩnh vực tương tác giữa con người với TTNT, các vấn đề về đạo đức và an ninh, tư cách pháp lý của TTNT, trách nhiệm pháp lý và vấn đề bất khả xâm phạm đối với đời sống cá nhân, ... .

Trên thực tế, các nguyên tắc điều chỉnh pháp lý trong bối cảnh mới đã bắt đầu hình thành: bắt đầu từ việc cho ra đời các quy tắc tự điều chỉnh<sup>9</sup> (thông qua các ý tưởng về nguyên tắc riêng điều chỉnh các quan hệ giữa robot với con người<sup>10</sup>, thông qua quan điểm của chính giới chuyên gia về trí tuệ nhân tạo (AI)<sup>11</sup>) cho đến các đạo luật quốc gia và các thỏa thuận mang tính khu vực.

Trong thời gian gần đây các nhà nghiên cứu và giới lập pháp ở một số quốc gia đã có những bước đi nhất định trong việc tạo dựng nền tảng pháp lý cho các hoạt động liên quan đến TTNT. Các nhà khoa học Hàn Quốc là những người đầu tiên đưa ra ý kiến về sự cần thiết của việc điều chỉnh pháp lý đối với

---

<sup>9</sup> Tại Hàn Quốc từ năm 2007, một nhóm chuyên gia Hàn Quốc đã soạn ra dự luật robot nhằm ngăn chặn robot lạm dụng con người và ngược lại. Nội dung của dự thảo gồm 3 điều, đó là: Robot không được làm hại con người hoặc cho phép con người thực hiện hành vi gây hại; robot phải nghe theo mệnh lệnh của con người, trừ khi mệnh lệnh đó mâu thuẫn với điều 1; robot phải tự bảo vệ sự tồn tại của mình với điều kiện sự bảo vệ đó không mâu thuẫn với 2 điều trên. Xem: Robot sẽ trở thành mối nguy hại với con người? Nguồn: <https://khoa hoc.tv/robot-se-tro-thanh-moi-nguy-hai-cho-con-nguoi-33102> (truy cập 08/8/2021).

<sup>10</sup> Giữa năm 2016, Viện Các tiêu chuẩn của Anh (British Standards Institution) đã cho công bố Bộ quy tắc đạo đức cho robot dựa trên cơ sở ý tưởng về 3 “Điều luật” dành cho robot của nhà văn khoa học viễn tưởng người Do thái nổi tiếng Issac Asimov, một trong ba tác giả huyền thoại của khoa học viễn tưởng. Xem: Khi robot cũng có Bộ quy tắc đạo đức. Nguồn: <https://dantri.com.vn/blog/khi-robot-cung-co-bo-quy-tac-dao-duc-20170226073645983.htm> (truy cập 12.8.2021).

<sup>11</sup> Một ví dụ điển hình: 23 nguyên tắc về trí tuệ nhân tạo (AI Asimolar), được phát triển và công bố vào tháng 1.2017 dưới sự bảo trợ của Viện Future of Life Institute. Gần 4.000 chuyên gia, trong đó có Stephen Hawking và Elon Musk đã ký thông qua. Các nhà khoa học đề xuất hướng các nỗ lực của họ vào việc tạo ra một AI có kiểm soát, đáng tin cậy và hữu ích, từ bỏ cuộc đua vũ trang dựa trên AI và suy nghĩ về sự an toàn của sự phát triển, cũng như trách nhiệm của chính các nhà sáng tạo AI. Đây chính là minh chứng cho những cố gắng của các công ty tư nhân, các nhà nghiên cứu trong việc tự đưa ra những nguyên tắc điều chỉnh quan hệ về AI khi mà các chính phủ còn đang nghiên cứu để đưa ra những đạo luật với hiệu lực bắt buộc. Ngoài ra, một trong những thuộc tính của tự điều chỉnh chính là quá trình tham gia vào các liên kết công ty. Tại đây, các nguyên tắc tự điều chỉnh sẽ trở thành bắt buộc với các thành viên tham gia. Ví dụ: Partnership on AI – liên kết của Amazon, Apple, Google, IBM, Facebook, Microsoft và nhiều công ty khác đã được thành lập vào năm 2017. Xem: Андрей Незнамов. Законы робототехники. Как регулировать искусственный интеллект. Nguồn: <https://www.forbes.ru/tehnologii/355757-zakony-robototekhniki-kak-regulirovat-iskusstvennyy-intellekt> (truy cập 12/8/2021)

quan hệ giữa TTNT và con người.<sup>12</sup> Trên cơ sở đó, các nhà lập pháp Hàn Quốc đã đi tiên phong trong việc ghi nhận những cơ sở nền tảng pháp lý đầu tiên cho hoạt động của TTNT tại Hàn Quốc: Luật Hàn Quốc về sự phát triển TTNT của robot (năm 2005); Điều lệ đạo đức của robot (the Robot Ethics Charter - năm 2007), Quy chế pháp lý về các hệ thống tự động của Hàn Quốc (năm 2012).<sup>13</sup> Các văn bản này chỉ rõ sự cần thiết phải điều chỉnh một cách chi tiết hoạt động của những người tạo ra các chương trình vận hành robot cũng như các chủ thể tham gia vào quá trình phát triển, sản xuất, sử dụng và tiêu hủy robot. Đặc biệt, vào năm 2008, quốc gia này đã thông qua Luật số 9014 ngày 28.03.2008 về thúc đẩy phát triển và phân phối robot thông minh (Intelligent Robots Development And Distribution Promotion Act). Đạo luật này được coi là một trong những văn bản đầu tiên trên thế giới ở cấp độ luật chuyên ngành trong lĩnh vực TNNT, nó bao gồm cả những yếu tố điều chỉnh pháp lý về kỹ thuật robot cũng như những nền tảng của chiến lược quốc gia về sự phát triển của ngành TTNT. Luật đã đưa ra thuật ngữ "rô bốt thông minh", được xác định là "một thiết bị cơ học có thể nhận thức được môi trường, nhận biết hoàn cảnh mà nó hoạt động và di chuyển độc lập có chủ đích". Một đổi mới quan trọng nữa – đó chính là việc thành lập Viện phát triển công nghiệp Robot Hàn Quốc (KIRIA) vào năm 2008 để triển khai Luật nói trên. Cơ quan này đã được xác định là cơ quan đầu mối chịu trách nhiệm về điều chỉnh và phát triển của ngành công nghiệp robot. Các nhiệm vụ của viện bao gồm: phát triển chính sách trong lĩnh vực chế tạo người máy; thu thập và phân tích số liệu thống kê của ngành; tổ chức các cuộc triển lãm và các sự kiện khác nhằm quảng bá robot của Hàn Quốc, bao gồm cả ở nước ngoài; xây dựng các quy tắc đạo đức, thực hiện các dự án thí điểm; tham gia vào các công việc quốc tế về tiêu chuẩn hóa trong lĩnh vực liên quan; thúc đẩy sự phát triển của sản xuất robot, v.v. (<https://kiria.org/eng>). Đạo luật nêu trên cũng đưa ra quy định về việc xây dựng các kế hoạch 5 năm cơ bản về phát triển robot thông minh. Kể từ tháng 2 năm 2018, Hàn Quốc đã triển khai kế hoạch 5 năm lần thứ ba với tên gọi là "Chiến

---

<sup>12</sup> Xem: Kim Yoon-mi, *Korea drafts "Robot Ethics Charter"*, The Korea Herald, 2010 tại: <http://www.koreaherald.com/view.php?ud=20070428000021> (truy cập 12/8/2021).

<sup>13</sup> Xem: Francisca Ramón Fernández, *Robótica, inteligencia artificial y seguridad: ¿Cómo encajar la responsabilidad civil?*, Diario La Ley, N° 9365, Sección Doctrina, 25 de Febrero de 2019, tr. 2, tại: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/117875/Rob%C3%B3tica.pdf?sequence=1&isAllowed=n> (truy cập 20/8/2021); và Robotics Business Review, *The Global Race To Robot Law: 2nd Place, South Korea*, tại: [https://www.roboticsbusinessreview.com/legal/the\\_global\\_race\\_to\\_robot\\_law\\_2nd\\_place\\_south\\_korea/](https://www.roboticsbusinessreview.com/legal/the_global_race_to_robot_law_2nd_place_south_korea/), (truy cập 20/8/2021).

lược phát triển sản xuất rô bốt thông minh", các yếu tố chính của kế hoạch này chính là 4 "lộ trình" trong các lĩnh vực như dự án phát triển và phổ biến robot hợp tác và robot dịch vụ; tăng cường khả năng sáng tạo robot; phát triển thị trường robot và các biện pháp hỗ trợ của chính phủ; nâng cao nhận thức của cộng đồng trong lĩnh vực robot.<sup>14</sup> Cụ thể, Chính phủ Hàn Quốc đã đặt mục tiêu mở rộng doanh số bán robot trong nước lên 6 tỷ USD vào năm 2022, và tăng lên 25 doanh nghiệp chế tạo robot quy mô vừa và nhỏ với doanh thu vượt quá 45,9 triệu USD. Việc thực hiện các biện pháp liên quan sẽ đảm bảo tạo thêm 7000 việc làm công nghệ cao, đưa chỉ tiêu tổng hợp tương ứng của lĩnh vực lên mức 36 triệu việc làm, đồng thời tăng mức độ nội địa hóa sản xuất các yếu tố cơ bản của robot lên 60% vào năm 2022 (so với 41,1% vào năm 2016).<sup>15</sup> Các quy định của Luật nêu trên còn cho phép xem xét việc triển khai các dự án đặc khu kinh tế Robot Land. Ở những khu vực như vậy, nhà nước tài trợ một phần cho việc tạo ra các cơ sở hạ tầng. Tính cấp thiết của Luật về thúc đẩy phát triển và phân phối robot thông minh còn thể hiện ở việc Luật đã trải qua 15 lần sửa đổi. Đặc biệt, Luật số 15645 ngày 12.06.2018 đã gia hạn hiệu lực của đạo luật này thêm 10 năm nữa, tức là đến 30.6.2028. Theo các chuyên gia, “tác động của việc thi hành Luật giai đoạn 2010-2014 lên tới khoảng 32 USD”.<sup>16</sup> Hàn Quốc cũng có các chế độ pháp lý đặc biệt trong lĩnh vực người máy nhằm cho phép thử nghiệm các công nghệ mới. Nhờ có cơ chế “regulatory sandbox” - “khung pháp lý thí điểm”<sup>17</sup>, trong đại dịch covid-19, các robot với các yếu tố trí tuệ

<sup>14</sup> Xem: Sang-mo, K. (2018, August 17). *Policy directions for S. Korea's robot industry*. Business Korea. <http://www.businesskorea.co.kr/news/articleView.html?idxno=24394> (truy cập 20/8/2021).

<sup>15</sup> Xem: Jin-young, C. (2018, February 8). *S. Korea to promote collaborative robotics for manufacturing field*. Business Korea. <http://www.businesskorea.co.kr/news/articleView.html?idxno=20497> (truy cập 20/8/2021).

<sup>16</sup> Xem: Архипов, В.В., Бакуменко, В.В., Наумов, В.Б., Незнамов, А.В., Побрызгаева, Е.П., Смирнова, К.М., Тютюк, Е.В., Волынец, А.Д. (2018). *Отчет о научно-исследовательской работе по теме: Исследование в области развития законодательства о робототехнике и киберфизических системах, в том числе, в части определения понятия киберфизических систем, порядка ввода их в эксплуатацию и гражданский оборот, определения ответственности*. Nguồn: <https://u.to/rBBcGw>

<sup>17</sup> Sandbox là tạo ra một không gian thuận lợi với khung chính sách pháp lý riêng (nằm ngoài hoặc vượt khung pháp lý hiện tại) để tiến hành thử nghiệm những khởi nghiệp sáng tạo, đổi mới. Theo đó, regulatory sandbox - “khung pháp lý thí điểm” là một cách tiếp cận mới và khá linh hoạt trong kỹ thuật lập pháp, cho phép thử nghiệm trực tiếp, giới hạn thời gian của các đổi mới dưới sự giám sát điều chỉnh. Sandbox cho phép thử nghiệm trong môi trường thực tiễn, nhưng có phạm vi và thời gian xác định, cùng với các biện pháp bảo vệ thích hợp để ngăn chặn bất kỳ hậu quả nào của sự thất bại mà không ảnh hưởng quá nhiều đến hệ thống tài chính quốc gia. Hết thời hạn thử nghiệm, nếu doanh nghiệp khởi nghiệp và đi vào hoạt động thành công, thì sẽ phải thoát ra khỏi khung pháp lý Sandbox và hoạt động theo khung pháp luật hiện

nhân tạo đã có thể cung cấp dịch vụ giao thực phẩm không tiếp xúc và các đơn đặt hàng khác cho cư dân một số quận của thủ đô Seoul. Do đó, có thể khẳng định rằng Hàn Quốc đã có một hệ thống quy định tương đối phát triển cho việc hỗ trợ phát triển TTNT, bao gồm cơ sở pháp lý chuyên ngành, chương trình phát triển cho lĩnh vực kỹ thuật robot, các cơ quan chính phủ chịu trách nhiệm thực hiện và các chế độ pháp lý thử nghiệm.

Ở Mỹ “Lộ trình dành cho kỹ thuật người máy” (Roadmap for US Robotics, 2011, 2016)<sup>18</sup> và “Sáng kiến Quốc gia về robot” (National Robotics Initiative, 2011, 2016)<sup>19</sup> cũng đang được triển khai. Tại Nhật Bản, các nguyên tắc hướng dẫn đảm bảo an toàn cho việc sử dụng robot thế hệ mới đã được xây dựng và áp dụng: Kế hoạch phục hồi nền kinh tế Nhật Bản”; “Chiến lược mới cho robot. Chiến lược robot Nhật Bản: tổng quan, chiến lược, kế hoạch hành động”(New Robot Strategy - Japan's Robot Strategy - Vision, Strategy, Action Plan, 2015)<sup>20</sup>. Tại Trung Quốc đã thông qua Hướng dẫn thúc đẩy phát triển công nghiệp robot (Guidelines on Promoting the Development of Industrial Robots, 2014) vào năm 2014 và Chương trình Nhà nước về phát triển toàn cầu “sản xuất tại Trung Quốc - 2025” vào năm 2015.<sup>21</sup>

Cộng hòa Liên bang Đức cũng là một quốc gia có nhiều kinh nghiệm lập pháp và thực tiễn trong lĩnh vực này. Đức không chỉ là một trong những quốc gia đi đầu trong lĩnh vực chế tạo robot với tư cách độc lập, mà còn là thành viên của Liên minh Châu Âu, vốn đã là một hiệp hội có tính hội nhập cao và đóng vai trò quan trọng trong thị trường robot toàn cầu. Ở Đức, việc mở rộng sử dụng TTNT được nhìn nhận trong một bối cảnh rộng hơn, không chỉ trong bối cảnh

---

hành. Xem: Chu Thị Hoa, *Sandbox - cơ chế thử nghiệm áp dụng trong phạm vi hạn chế - kinh nghiệm quốc tế và một số gợi ý cho Việt Nam*, Tạp chí Nghiên cứu lập pháp số 16 (391), tháng 8/2019.

<sup>18</sup> Xem: Henrik I. Christensen, *A Roadmap for US Robotics - From Internet to Robotics*. tại: <https://cra.org/ccc/wp-content/uploads/sites/2/2016/11/roadmap3-final-rs-1.pdf>, (truy cập 20/8/2021).

<sup>19</sup> Xem: National Science Foundation, *National Robotics Initiative 2.0: Ubiquitous Collaborative Robots*. tại: <https://www.nsf.gov/pubs/2019/nsf19536/nsf19536.pdf>, (truy cập 20/8/2021).

<sup>20</sup> Xem: Japan's Economic Revitalization, *New Robot Strategy*, tại: [https://www.meti.go.jp/english/press/2015/pdf/0123\\_01b.pdf](https://www.meti.go.jp/english/press/2015/pdf/0123_01b.pdf). (truy cập 20/8/2021).

<sup>21</sup> Xem: Jonathan Ray và các tác giả khác (2016), *China's Industrial and Military Robotics Development*, tr. 23, tại: [https://www.uscc.gov/sites/default/files/Research/DGI\\_China's%20Industrial%20and%20Military%20Robotics%20Development.pdf](https://www.uscc.gov/sites/default/files/Research/DGI_China's%20Industrial%20and%20Military%20Robotics%20Development.pdf), (truy cập 20/8/2021).



một ngành riêng biệt, mà còn là một phần của sự đổi mới chung của nền kinh tế, hình thành một mô hình kinh tế mới. Không phải ngẫu nhiên mà từ năm 2011, quốc gia này đã xây dựng và triển khai Chương trình Nhà nước Công nghiệp 4.0 (một phần của Chiến lược Công nghệ cao quốc gia 2020), với hàm ý tái cơ cấu triệt để ngành sản xuất sử dụng Internet of Things, robot, TTNT, các mạng truyền thông thế hệ mới và các công nghệ hiện đại khác. Chương trình này đã cho ra đời khái niệm về Cách mạng công nghiệp lần thứ tư, một sự chuyển đổi có tính hệ thống của nền kinh tế thế giới dựa trên việc sử dụng bổ sung các công nghệ kỹ thuật số đầu cuối. Đặc biệt, nhà kinh tế học người Đức, Chủ tịch Diễn đàn Kinh tế Thế giới tại Davos, Klaus Schwab, đã có đóng góp đáng kể vào việc phát triển và phổ biến khái niệm này. Hiện nay, Đức đã có Chiến lược công nghệ cao Quốc gia mới đến năm 2025 (The High-Tech Strategy 2025), trong đó phản ánh các điều khoản liên quan đến sự phát triển của robot. Đồng thời, cần lưu ý rằng chiến lược mới này cũng thể hiện sự chú trọng đặc biệt đối với vấn đề TTNT.<sup>22</sup> Đức là một trong những quốc gia đầu tiên thông qua việc sửa đổi Đạo luật giao thông đường bộ để điều chỉnh việc sử dụng các phương tiện tự động hóa cao. Một đặc điểm quan trọng của đạo luật này là quy định khoản tiền đền bù cho những thiệt hại gây ra trong trường hợp sử dụng những phương tiện đó.<sup>23</sup> Tại Đức vào năm 2017 đã thông qua một đạo luật được thiết kế mở đường cho giao thông tự động. Các nhà lập pháp đã xác định danh mục các loại xe “có chức năng lái gần như tự động hoặc hoàn toàn tự động” và cho phép các lái xe có thể phân tâm với các tình huống giao thông trên đường. Tuy nhiên, trong những trường hợp này giới hạn trách nhiệm bồi thường thiệt hại được tăng gấp đôi và bắt buộc phải đặt hộp đen cho phương tiện giao thông.<sup>24</sup> Bên cạnh đó, đạo luật này cũng chỉ là một ví dụ điển hình về quy định liên quan đến TTNT trong một lĩnh vực chuyên ngành. Cho đến thời

---

<sup>22</sup> Xem: Federal Ministry of Education and Research of Germany. (2021). *The high-tech strategy 2025*. The Federal Government, tại: [https://www.bmbf.de/upload\\_filestore/pub/Research\\_and\\_innovation\\_that\\_benefit\\_the\\_people.pdf](https://www.bmbf.de/upload_filestore/pub/Research_and_innovation_that_benefit_the_people.pdf)

<sup>23</sup> Xem: Исследовательский центр проблем регулирования робототехники. (2017). *Восьмой закон о внесении изменений в Закон о дорожном движении от 16 июня 2017 г.*, tại:

[https://robopravo.ru/initsiativy\\_frantsii\\_v\\_sfierie\\_robototiekhniki\\_2013\\_2](https://robopravo.ru/initsiativy_frantsii_v_sfierie_robototiekhniki_2013_2)

<sup>24</sup> Xem: Nguyễn Thị Quế Anh, *Nhận diện sự thay đổi của pháp luật trong bối cảnh công nghệ số*. Kỷ yếu Hội thảo quốc tế "Luật học trước biến đổi của thời đại", tổ chức tại Khoa Luật - ĐHQGHN, tháng 8/2019, tập 2, tr.124-125.

điểm hiện tại, tại Đức cũng chưa có một văn bản toàn diện điều chỉnh các khía cạnh khác nhau của việc sử dụng TTNT. Về mặt quy định hành chính, quyền hạn liên quan đến phát triển kỹ thuật robot được phân bổ cho một số bộ và ban ngành, bao gồm Bộ Kinh tế và Năng lượng Liên bang, Bộ Giáo dục và Nghiên cứu Liên bang, Bộ Giao thông Vận tải và Cơ sở hạ tầng kỹ thuật số Liên bang cũng như các bộ khác, tùy thuộc vào các vấn đề được giám sát. Tại Đức, cũng giống như các quốc gia hàng đầu trong lĩnh vực TTNT đã áp dụng phương pháp “regulatory sandbox” - “khung pháp lý thí điểm” để điều chỉnh một số hoạt động có liên quan đến TTNT. Ví dụ, vào năm 2017 tại Hamburg, dịch vụ giao hàng của Hermes đã thử nghiệm một robot giao hàng tự động có giấy phép cá nhân để được miễn tuân thủ các quy định về đăng ký, cấp phép đối với phương tiện giao thông tiện cũng như các quy định về giao thông hiện hành.<sup>25</sup>

Liên minh Châu Âu cũng rất chú trọng đến sự phát triển trong lĩnh vực này. Do đó, vào năm 2012, Hiệp hội Đối tác về Người máy ở Châu Âu (SPARC) đã được khởi động với mục đích nhằm thúc đẩy một cách có hệ thống sự phát triển của robot trong sản xuất, chăm sóc sức khỏe, nông nghiệp, chính phủ, thương mại, hậu cần và vận tải và các lĩnh vực khác. Tổng ngân sách cho sáng kiến là 700 triệu euro dưới hình thức tài trợ của Ủy ban Châu Âu.<sup>26</sup> Năm 2012, Ủy ban Châu Âu đã khởi xướng dự án Robolaw nhằm hệ thống hóa và phân tích các biện pháp quản lý hiện có trong lĩnh vực robot. Các nhà nghiên cứu trong khuôn khổ dự án đã đề cập đến các vấn đề về thuật ngữ, quy phạm pháp luật và đạo đức. Các kết quả của hoạt động này đã góp phần hình thành cơ sở cho Nghị quyết của Nghị viện Châu Âu ngày 16.02.2017 số 2015/2103 (INL) “Bộ quy tắc về quyền dân sự đối với robot”. Nghị quyết bao gồm các cách tiếp cận để xác định các thuật ngữ cơ bản về robot, thiết lập trách nhiệm và các vấn đề quan trọng khác trong lĩnh vực này, cũng như một số điều khoản hoàn toàn mới, chẳng hạn như đề xuất thành lập Cơ quan Châu Âu về kỹ thuật robot và TTNT cũng như giới thiệu địa vị của “nhân cách điện tử” đối với

---

<sup>25</sup> Xem: Federal Ministry for Economic Affairs and Energy of Germany. (2019). *Making space for innovation. The handbook for regulatory sandboxes*. The Federal Government. [https://www.bmwi.de/Redaktion/EN/Publikationen/Digitale-Welt/handbook-regulatory-sandboxes.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.bmwi.de/Redaktion/EN/Publikationen/Digitale-Welt/handbook-regulatory-sandboxes.pdf?__blob=publicationFile&v=2), (truy cập 20/8/2021).

<sup>26</sup> Xem: EU Robotics. *What is SPARC? The partnership for robotics in Europe*. <https://www.eu-robotics.net/sparc/about/index.html>, (truy cập 20/8/2021).

robot.<sup>27</sup> Mặc dù không phải tất cả những sáng kiến nêu trên đều được triển khai trên thực tế, nhưng có thể khẳng định rằng Nghị quyết này của Liên minh Châu Âu có thể được xem như một điển hình của một dạng luật “mềm” và nhiều điều khoản của nó có thể được tiếp tục xem xét đến trong tương lai.

Từ những phân tích trên có thể đưa ra một số tiêu chí để nhận diện hệ thống pháp luật hoàn thiện nhằm điều chỉnh và hỗ trợ cho lĩnh vực TTNT: có đạo luật chuyên ngành về điều chỉnh các quan hệ về phát triển và sử dụng công nghệ robot; có hệ thống cơ quan Nhà nước chịu trách nhiệm trong lĩnh vực công nghệ robot; có chương trình quốc gia về phát triển ngành công nghiệp robot và có khung pháp lý thí điểm cho việc thử nghiệm công nghệ robot. Hiện nay, ngay cả một số quốc gia phát triển trong lĩnh vực công nghệ này cũng chưa phải là đã đáp ứng đầy đủ những yếu tố nêu trên. Tuy nhiên, những kinh nghiệm nêu trên của các quốc gia phát triển nêu trên có thể được coi là những hình mẫu quan trọng cho các hoạt động lập pháp về TTNT ở các quốc gia, trong đó có Việt Nam.

Tại Việt Nam TTNT được xác định trong “Chiến lược Quốc gia về nghiên cứu, phát triển và ứng dụng TTNT đến năm 2030” là “một lĩnh vực công nghệ nền tảng của cách mạng công nghiệp lần thứ tư, góp phần quan trọng tạo bước phát triển đột phá về năng lực sản xuất, nâng cao năng lực cạnh tranh quốc gia, thúc đẩy phát triển kinh tế tăng trưởng bền vững”. Tuy nhiên, Việt Nam chưa có những quan tâm đúng mức việc đến lĩnh vực xây dựng các khung pháp lý để bảo đảm cho việc điều chỉnh các quan hệ mới phát sinh này. Hệ thống pháp luật Việt Nam vẫn đang ở trạng thái điều chỉnh các quan hệ xã hội truyền thống liên quan đến thể nhân, pháp nhân, tổ chức không có tư cách pháp nhân. Không gian pháp lý dành cho các quan hệ pháp luật có sự tham gia của công nghệ còn hạn hẹp.<sup>28</sup> Do vậy, để theo kịp với nhu cầu và thực tế phát triển, trên cơ sở kinh nghiệm lập pháp của các quốc gia phát triển, Việt Nam cần

---

<sup>27</sup> Xem: Resolution 2015/2103 (INL) of the European Parliament of 16 February 2017 with recommendations to the Commission on Civil Law Rules on Robotics. [https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-8-2017-0051\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-8-2017-0051_EN.pdf). (truy cập 20/8/2021).

<sup>28</sup> Xem: Lưu Minh Sang, Trần Đức Thành. *Trí tuệ nhân tạo và những thách thức pháp lý*. Nguồn: Tạp chí Khoa học và công nghệ Việt Nam. <https://vjst.vn/vn/tin-tuc/3303/tri-tue-nhan-tao-va-nhung-thach-thuc-phap-ly.aspx> (truy cập 08/7/2021).

nghiên cứu để đưa ra nhưng cơ chế pháp lý phù hợp nhằm điều chỉnh các quan hệ liên quan đến phát triển và ứng dụng TTNT.

## 2. Tư cách của TTNT trong các quan hệ pháp luật

Theo truyền thống thì chủ thể pháp luật là các cá nhân, pháp nhân và có thể có thêm một số chủ thể đặc thù khác. Trong bối cảnh công nghệ internet, yếu tố này sẽ thay đổi ra sao? Trên thực tế các cá nhân xây dựng những mối quan hệ ảo thông qua internet không phải lúc nào cũng sao chép con người thực của họ. Cuộc sống ảo có thể có những hậu quả pháp lý cụ thể được dự đoán và cũng có thể không để lại bất cứ hậu quả pháp lý nào.

Sự tham gia ngày càng phổ biến của các công nghệ mới trong các lĩnh vực của đời sống con người đang đặt ra bài toán về mối quan hệ giữa chúng với con người tự nhiên. Thông tin đến nay cho thấy những công nghệ mới hoàn toàn có thể thay thế con người trong việc “tư duy” và “quyết định hành động” (như các trí tuệ nhân tạo). Điều đó có nghĩa là con người đang đứng trước những mối quan hệ pháp lý mới hoàn toàn khác so với những thực thể pháp lý chúng ta đã từng gặp như các pháp nhân, thậm chí cả các giao dịch điện tử (hợp đồng điện tử, chữ ký điện tử,...). Bởi vì dù có tư cách pháp lý riêng nhưng các pháp nhân hay các hình thức giao dịch điện tử cho đến nay vẫn phải được thực hiện thông qua hành vi của con người. Trong khi đó, sự xuất hiện của các trí tuệ nhân tạo sẽ có thể không cần tới, thậm chí không thể bị điều khiển bởi ý chí của con người. Minh chứng điển hình là hồi cuối tháng 7/2017, hai chương trình trí tuệ nhân tạo do các kỹ sư Facebook phát triển đã tự tạo ra một ngôn ngữ riêng để liên lạc với nhau mà không kỹ sư nào hiểu được nội dung giao tiếp đó,<sup>29</sup> dù rằng sau đó các nhà nghiên cứu nói rằng “có thể hiểu được kết quả của cuộc hội thoại”.<sup>30</sup>

Ngày 25/10/2017, Ả-rập Xê-út đã gây chú ý với quyết định trao tư cách công dân cho người máy có tên Sophia dẫn tới một vấn đề pháp lý rõ hơn. Rằng nữ công dân Sophia có tư cách pháp lý bình đẳng với những nữ công dân khác

<sup>29</sup> Báo Nhân dân (2017), *Facebook xóa sổ trí tuệ nhân tạo có khả năng tự sáng tạo ra ngôn ngữ mới*, <http://nhandan.com.vn/congnghe/item/33622102-facebook-xoa-so-tri-tue-nhan-tao-co-kha-nang-tu-sang-tao-ra-ngon-ngu-moi.html>, truy cập ngày 15/8/2021.

<sup>30</sup> VNReview(2017), *Facebook đã không hoảng sợ và tắt chương trình AI tự tạo ra ngôn ngữ như tin đồn*, [http://vnreview.vn/tin-tuc-khoa-hoc-cong-nghe/-/view\\_content/content/2232722/facebook-da-khong-hoang-so-va-tat-ai-tu-tao-ra-ngon-ngu-nhu-tin-don](http://vnreview.vn/tin-tuc-khoa-hoc-cong-nghe/-/view_content/content/2232722/facebook-da-khong-hoang-so-va-tat-ai-tu-tao-ra-ngon-ngu-nhu-tin-don), truy cập ngày 15/8/2021.

ở quốc gia này hay không, như sự đòi hỏi phải theo Hồi giáo hay những yêu cầu về sự xuất hiện của nữ giới nơi công cộng,...

Những động thái như vậy rõ ràng cho thấy xu hướng mở rộng phạm vi chủ thể của các quyền thay vì chỉ dành cho chủ thể truyền thống là các cá nhân con người. Và xu hướng đó đang đặt ra một số vấn đề cụ thể hơn như: Liệu có hay không sự xuất hiện của sự phân biệt địa vị pháp lý giữa con người với người máy tương tự như đã từng tồn tại giữa chủ nô và nô lệ trước đây? Pháp luật có cách thức nào để dung hòa sự khác biệt về nhu cầu giữa con người với các thực thể mang trí tuệ nhân tạo? Hay xa hơn như liệu có khả năng các trí tuệ nhân tạo trở thành thành viên của hội đồng xét xử tại tòa án, ít nhất là với tư cách của “hội thẩm nhân dân” hay “bồi thẩm đoàn”?...

Ngoài ra, khả năng thực hiện các nghĩa vụ pháp lý của người máy cũng là thách thức đối với các nhà lập pháp trong bối cảnh mới. Rõ ràng là chúng ta không thể truy cứu trách nhiệm pháp lý giống như đối với pháp nhân khi xảy ra một vấn đề/thiệt hại nào đó. Bởi xét đến cùng, trách nhiệm của pháp nhân vẫn phải được thực thi bởi những con người đại diện cho pháp nhân đó. Còn người máy thì có thể không cần đến người đại diện về pháp lý.

### **3. Những khía cạnh pháp lý liên quan đến TTNT trong lĩnh vực luật công**

Pháp luật công thường quan tâm đến hai nhóm quan hệ lớn là (i) quan hệ giữa các chủ thể có thẩm quyền trong bộ máy nhà nước và (ii) quan hệ giữa các chủ thể có thẩm quyền với công dân.

(i) Trong nhóm quan hệ thứ nhất, việc ứng dụng TTNT hoặc rộng hơn là xây dựng các chính phủ điện tử có mối liên hệ khá mật thiết. Dù rằng việc ứng dụng đó cũng phần nào giải quyết mối quan hệ giữa nhà nước với công dân. Ở khía cạnh này, lợi ích rõ ràng của việc ứng dụng TTNT là khả năng tính toán, dự báo các diễn biến, xác suất và chi phí thực thi liên quan đến các phương án chính sách, các quyết định quản lý. Cùng với đó, TTNT có thể đưa ra các bản thiết kế mô hình cấu trúc bộ máy phù hợp dựa trên nguồn lực và dữ liệu đầu vào được cung cấp, cho phép Chính phủ lựa chọn và xây dựng được cấu trúc bộ máy của một cơ quan nói riêng và của cả hệ thống hành chính nhà nước một cách phù hợp và hoạt động hiệu quả. Tuy nhiên, mối quan tâm hiển hiện nhất dường như nằm ở tính bảo mật của dữ liệu và sự di chuyển của các luồng thông tin. Việc ứng dụng TTNT trong trường hợp này không chỉ hướng đến mục tiêu phục vụ công dân mà trước hết cần bảo đảm tính thông suốt trong toàn bộ máy

công quyền. Xây dựng cơ chế chia sẻ dữ liệu theo nguyên tắc các bên cùng có lợi, tạo động lực để chia sẻ, đồng thời bảo đảm được phân quyền truy cập dữ liệu, tránh để lộ, lọt thông tin dữ liệu. Không những thế, việc ứng dụng TTNT trong các quan hệ đối tác công - tư cũng sẽ được đặt trong những giám sát chặt chẽ, đặc biệt là với nguy cơ rò rỉ dữ liệu từ việc cài đặt hoặc bảo trì hệ thống bởi các đối tác tư nhân.

Ngoài mối quan tâm về bảo mật dữ liệu, các cơ quan nhà nước còn phải chú ý tới rủi ro về tham nhũng, lợi ích nhóm trong quá trình ứng dụng TTNT. Không kể đến tình trạng tham nhũng các gói thầu liên quan đến lắp đặt, vận hành các hệ thống TTNT, điều quan trọng nằm ở cơ chế khung chính sách thí điểm (regulatory sandbox) vốn có thể chứa đựng nhiều tiềm ẩn về tham nhũng chính sách - loại tham nhũng tinh vi và nghiêm trọng hơn nhiều so với các phương thức tham nhũng vật chất truyền thống.

Vấn đề thứ ba trong nhóm quan hệ này là những tác động đối với quốc phòng, an ninh quốc gia, đặc biệt là trong ứng dụng TTNT vào các thiết bị vũ trang nhằm hiện đại hóa trang thiết bị khí tài, trong xây dựng các phương án tác chiến, trong các hệ thống phòng thủ quốc gia, hệ thống phòng, ứng phó và phản ứng nhanh đối với chiến tranh mạng, sinh học, hóa học và các hoạt động cứu hộ, cứu nạn,...

(ii) Với nhóm quan hệ thứ hai, một trong những mục tiêu quan trọng của ứng dụng TTNT trong lĩnh vực công là hướng đến nâng cao chất lượng phục vụ tổ chức và người dân, thúc đẩy xã hội phát triển, đáp ứng tốt hơn nhu cầu ngày càng cao của các đối tượng quản lý trên mọi lĩnh vực. Trong đó có thể kể đến:

- *Trong lĩnh vực quản lý dân cư*: giải pháp TTNT được ứng dụng nhằm xây dựng hệ thống mã số định danh đối với công dân. Từ đó, tạo dựng cơ sở đánh giá mức độ tín nhiệm đối với công dân (ví dụ hệ thống đánh giá tín nhiệm xã hội ở Trung Quốc). Lúc này, mọi sở thích, thái độ, hành vi mua sắm, kể cả những thông tin cá nhân được ghi lại, phân tích và cung cấp cho Chính phủ, trên cơ sở đó, công nghệ trí tuệ nhân tạo tiến hành tổng hợp và đánh giá điểm tín nhiệm công dân. Bên cạnh việc nhận diện khuôn mặt, các ứng dụng trên điện thoại di động cũng được sử dụng để thu thập dữ liệu và hành vi trực tuyến của người dân, làm cơ sở cho việc phân tích, đánh giá, nhận diện vị trí và chấm điểm tín nhiệm của công dân trong xã hội. Những người có điểm tín nhiệm xã hội cao được ưu tiên trong việc tiếp nhận những đãi ngộ tốt về dịch vụ thương

mai, dịch vụ công cũng như phúc lợi xã hội. Ngược lại, những người có điểm tín nhiệm thấp sẽ bị kiểm soát về mặt an ninh hoặc hạn chế trong việc tiếp cận phúc lợi và chính sách xã hội. Việc áp dụng cơ chế tín nhiệm xã hội ở Trung Quốc là vấn đề còn gây tranh cãi, đặc biệt liên quan đến khả năng đáp ứng các nguyên tắc chung và các nguyên tắc đạo đức trong ứng dụng TTNT dường như còn chưa được cân nhắc thấu đáo.

- *Trong cung ứng dịch vụ hành chính công*: TTNT giúp thu thập, lưu trữ, phân tích và áp dụng một lượng lớn dữ liệu liên quan đến việc cung cấp các dịch vụ công trong từng phạm vi xác định và trên quy mô quốc gia. Từ đó giúp giảm tải cho những hoạt động được vận hành bởi các cá nhân công chức, thúc đẩy các công chức nhà nước tập trung hơn cho những công việc chuyên sâu. Tuy nhiên, cần lưu ý rằng việc ứng dụng TTNT trong lĩnh vực này không thay thế cho quyền quản trị hay quy trình ra quyết định của con người mà chỉ hướng dẫn và đưa ra thông báo, đồng thời đưa ra cơ sở khách quan trên nền tảng các thông tin định lượng cho việc cung cấp và đánh giá dịch vụ công. Có rất nhiều dịch vụ công có thể được hỗ trợ bởi TTNT, nhưng có thể chia các dịch vụ đó vào năm nhóm lớn bao gồm:<sup>31</sup> (1) Trả lời các câu hỏi; (2) Tìm kiếm tài liệu; (3) Gửi yêu cầu theo định tuyến (tới các cấp có thẩm quyền khác nhau); (4) Chuyển ngữ; và (5) Sơ thảo tài liệu.

#### **4. Những khía cạnh pháp lý liên quan đến TTNT trong lĩnh vực luật tư**

Những khía cạnh pháp lý xung quanh việc phát triển và ứng dụng trí tuệ nhân tạo trong lĩnh vực luật tư có liên quan mật thiết đến vấn đề tư cách pháp lý của TTNT trong các quan hệ pháp luật, trong đó có một số vấn đề cụ thể như: trách nhiệm và an toàn, tính bảo mật của dữ liệu, quyền sở hữu trí tuệ trong phát triển và áp dụng TTNT...

##### **4.1 Vấn đề an toàn và trách nhiệm pháp lý trong ứng TTNT**

An toàn và trách nhiệm pháp lý là một trong những vấn đề cốt lõi hàng đầu trong ứng dụng TTNT. Vấn đề trở nên đặc biệt quan trọng hơn trong các trường hợp liên quan đến việc ứng dụng tích cực những phương tiện giao thông không người lái (phương tiện tự hành). Cho đến hiện nay vẫn chưa có cách giải quyết thống nhất đối với vấn đề trách nhiệm pháp lý của TTNT đối với những

---

<sup>31</sup> Hila Mehr (2017), *Artificial Intelligence for Citizen Services and Government*, tr. 6-8, tải về từ: [https://ash.harvard.edu/files/ash/files/artificial\\_intelligence\\_for\\_citizen\\_services.pdf](https://ash.harvard.edu/files/ash/files/artificial_intelligence_for_citizen_services.pdf), (truy cập 15/8/2021).

thiệt hại gây ra cho sức khỏe, tính mạng của con người. Những trường hợp các phương tiện tự hành gây tai nạn cho con người ở một loạt các quốc gia đã làm dấy lên cuộc thảo luận về nhu cầu điều chỉnh vấn đề trách nhiệm của TTNT. Trong “Bộ Quy tắc về quyền dân sự đối với robot” của Liên minh Châu Âu, khái niệm mới về “cá nhân kỹ thuật số” đã xuất hiện cùng với vấn đề về trách nhiệm đối với các hành vi của robot (chủ sở hữu của robot, người sử dụng robot hay người tạo ra robot) và vấn đề bảo hiểm cho trách nhiệm đó. Trong Quy tắc nói trên, Nghị viên Châu Âu đã nhấn mạnh tới một số đặc tính của robot thông minh như: khả năng chủ động sử dụng các cảm biến hoặc trao đổi dữ liệu trong môi trường của mình (tương thích); khả năng trao đổi dữ liệu và phân tích chúng; khả năng tự học hỏi trên cơ sở kinh nghiệm và tương tác; sự hiện diện tối thiểu của các hỗ trợ về vật lý; khả năng thích ứng các hành vi phù hợp với môi trường.<sup>32</sup> Trên cơ sở đó, Quy tắc đã đưa ra những lưu ý về vấn đề trách nhiệm đối với hoạt động của robot thông minh:

Thứ nhất, nhờ có sự phát triển của các chức năng cụ thể cho phép robot thông minh hoạt động tự chủ (tự động), thực hiện quá trình tự nhận thức, đưa ra những quyết định độc lập, robot ngày càng trở nên giống với các tác nhân có thể tương tác với môi trường và đem lại những thay đổi đáng kể cho môi trường đó. Trong bối cảnh như vậy, vấn đề quan trọng được đặt ra là trách nhiệm đối với những thiệt hại do robot gây ra trong hoạt động của mình.

Thứ hai, sự tự chủ của một robot tự động có thể được định nghĩa là khả năng đưa ra quyết định và thực hiện một cách độc lập, không cần có sự kiểm soát hay tác động từ bên ngoài. Quyền tự chủ của robot hoàn toàn có tính chất kỹ thuật và mức độ tự chủ hoàn toàn phụ thuộc mức độ lập trình cho robot tương tác với môi trường của nhà sản xuất.

Thứ ba, mức độ tự chủ của một robot càng cao thì khả năng coi robot như là một công cụ trong tay những người thứ ba (nhà sản xuất, người điều hành, chủ sở hữu, người sử dụng, ...) càng giảm đi. Điều đó sẽ đặt ra câu hỏi về việc liệu những quy tắc trách nhiệm pháp lý hiện hành đã là đủ hay chưa, có nên phát triển những nguyên tắc và quy tắc mới nhằm làm rõ trách nhiệm của bên thứ ba với các hành vi của robot, đặc biệt là với những trường hợp mà sẽ không làm rõ được mối quan hệ nhân quả giữa hậu quả thiệt hại với hành vi của một

---

<sup>32</sup> Normы гражданского права о робототехнике. Резолюция Европарламента от 16 февраля 2017 года.  
Хем: [http://robopravo.ru/riezoliutsiia\\_ies](http://robopravo.ru/riezoliutsiia_ies) (truy cập: 22/8/2021).



cá nhân cụ thể; có thể tránh được những hành động (hoặc không hành động) của robot dẫn đến thiệt hại hay không.

Thứ tư, trong bối cảnh tự động của robot thông minh, bản thân các robot không thể tự mình chịu trách nhiệm về những thiệt hại mà chúng gây ra cho bên thứ ba. Các quy định hiện hành chỉ cho phép xem xét trách nhiệm trong trường hợp hành vi của robot thông minh nằm trong mối quan hệ nhân quả với hành vi của một cá nhân cụ thể (nhà sản xuất, người điều hành, chủ sở hữu hoặc người sử dụng có thể phải chịu trách nhiệm khách quan (không phụ thuộc vào yếu tố lỗi) đối với các hành vi của robot.

Thứ năm, đối với những thiệt hại do hành vi của robot gây ra còn có thể áp dụng các quy định về: 1) trách nhiệm đối với chất lượng và an toàn của hàng hóa, theo đó nhà sản xuất chịu trách nhiệm đối với mọi trục trặc của hàng hóa; 2) trách nhiệm do những hành vi gây thiệt hại mà người sử dụng sản phẩm phải chịu trách nhiệm trong trường hợp có những hành vi dẫn tới những thiệt hại đó.

Thứ sáu, các quy chuẩn hiện hành về trách nhiệm pháp lý sẽ là không đủ trong trường hợp thiệt hại bị gây ra hoàn toàn do các quyết định mà robot đưa ra một cách độc lập. Trong những trường hợp này sẽ không thể xác định được chủ thể sẽ chịu trách nhiệm đối với thiệt hại xảy ra. Những thiếu khuyết của cơ chế điều chỉnh pháp lý hiện hành cũng được thể hiện rõ trong lĩnh vực trách nhiệm theo hợp đồng. Nếu máy móc được thiết kế để bản thân chúng có thể tự lựa chọn được đối tác, thỏa thuận về các điều khoản hợp đồng, ký kết và quyết định sẽ thực hiện các thỏa thuận đó như thế nào thì rõ ràng các nguyên tắc thông thường sẽ không áp dụng với chúng. Điều đó có nghĩa là cần thiết phải tạo lập những nguyên tắc mới, hiệu quả, hiện đại, tính đến sự phát triển của công nghệ và đổi mới. Ngay cả nguyên tắc bồi thường thiệt hại ngoài hợp đồng đối với sản phẩm khuyết tật được quy định trong Chỉ thị số 85/374/EEC<sup>33</sup> cũng chỉ được áp dụng trong trường hợp thiệt hại bị xảy ra do nguyên nhân có khiếm khuyết về sản xuất và với điều kiện bên bị gây thiệt hại phải chứng minh được sự kiện gây thiệt hại, sự tồn tại của khiếm khuyết về sản xuất và mối liên hệ

---

<sup>33</sup> Директива Совета от 25 июля 1985 г. о сближении законов, регламентов и административных положений государств-членов, применяемых к ответственности за неисправную продукцию (85/374/ЕЭС). Xem: <https://eulaw.edu.ru/spisok-dokumentov-po-pravu-evropejskogo-soyuza/dokumenty-o-pravah-cheloveka-i-grazhdanina/normativnye-akty-o-svobode-peredvizheniya-tovarov-lits-i-uslug/direktiva-soveta-ot-25-iyulya-1985-g-o-sblizhenii-zakonov-reglamentov-i-administrativnyh-polozhenij-gosudarstv-chlenov-primenyaemyh-k-otvetstvennosti-za-neispravnyuyu-produktsiyu-85-374-ees-perevod/> (truy cập 18/8/2021).

nhân quả giữa chúng với nhau. Chưa kể là các robot thế hệ mới có khả năng tự hoàn thiện và thích nghi với môi trường, hành vi và những tương tác của chúng với môi trường xung quanh có thể hoàn toàn có thể ngoài mọi dự liệu của con người, Như vậy, việc áp dụng các nguyên tắc hiện hành về trách nhiệm chủ quan và trách nhiệm khách quan (trách nhiệm không có yếu tố lỗi) đều không thể đáp ứng với vấn đề đã được đặt ra.<sup>34</sup>

Như vậy, ngoài các phương án xem xét trách nhiệm pháp lý mang tính chất truyền thống (trách nhiệm sản phẩm, trách nhiệm bồi thường thiệt hại ngoài hợp đồng) đối với các chủ thể thông thường như nhà sản xuất hay chủ sở hữu robot, dường như đã có đề xuất rằng các máy móc tiên tiến nhất phải có tư cách chủ thể đặc biệt của một thực thể điện tử. Bộ Quy tắc cũng đề cập tới việc nếu như tính chất tự động của robot càng cao thì nó càng cần được xem xét như một dạng công cụ đặc biệt. Từ đó đặt ra câu hỏi: TTNT có thể tự mình chịu trách nhiệm cho những “tác vi” (hành động) và “bất tác vi” (không hành động) của mình hay không? Nhà khoa học Maksim Karlyuk đã đưa ra nhận định về vấn đề này như sau: “Mặc dù Chỉ thị không nêu rõ, nhưng người ta hiểu rằng những con robot như vậy sẽ có thể chịu trách nhiệm độc lập về những thiệt hại mà chúng gây ra”.<sup>35</sup> Trong thời điểm hiện tại khó có thể tưởng tượng được việc thực hiện được ý tưởng trên thực tế, tuy nhiên, trong bối cảnh phát triển của công nghệ TTNT, ý tưởng về trách nhiệm của loại chủ thể mới – “chủ thể điện tử” cũng đang nhận được sự quan tâm đặc biệt.<sup>36</sup> Trong Bộ Quy tắc nêu trên của Nghị viện châu Âu cũng đã đưa ra quy định về việc thiết lập một hệ thống bảo hiểm bắt buộc đối với robot của chủ sở hữu và nhà sản xuất ra chúng (tương tự như như bảo hiểm trách nhiệm dân sự của người chủ sở hữu ô tô

---

<sup>34</sup> Nguyễn Thị Quế Anh, *Nhận diện sự thay đổi của pháp luật trong bối cảnh công nghệ số*. Kỷ yếu Hội thảo quốc tế “Luật học trước biến đổi của thời đại”, tổ chức tại Khoa Luật - ĐHQGHN, tháng 8/2019, tập 2, tr.125-126.

<sup>35</sup> Xem: M. Карлюк. Роботы в законе. Должен ли искусственный интеллект отвечать за свои проступки. Nguồn: <https://issek.hse.ru/news/227178200.html> (truy cập 25/8/2021).

<sup>36</sup> Một ý tưởng hoàn toàn hiệu quả, về mặt này, đã được đề xuất bởi G.A. Gadzhiev và E.A. Voinikanis. Bản chất của nó nằm ở chỗ TTNT sẽ chịu trách nhiệm từ các khoản tiền trong tài khoản trực tiếp của TTNT. Có thể thực hiện ý tưởng này nếu, khi đăng ký bất kỳ TTNT nào, chủ sở hữu của nó sẽ đóng góp một số tiền nhất định, sau này sẽ được tích lũy vào quỹ bảo hiểm và trong trường hợp có sự kiện được bảo hiểm, quỹ này sẽ được sử dụng để đền bù thiệt hại. Cuối cùng, nếu TTNT được công nhận là một chủ thể độc lập của pháp luật, thì nó sẽ có thể tìm được việc làm, có tài khoản ngân hàng riêng và đóng góp tiền một cách độc lập vào quỹ bảo hiểm của mình. Xem: Гаджиев Г.А., Войниканис Е.А. Может ли робот быть субъектом права (поиск правовых норм для регулирования цифровой экономики)? // Право. Журнал Высшей школы экономики. – 2018. – № 4. -С. 24-48.

trong trường hợp xảy ra tai nạn). Khi thiệt hại gây ra không được bảo hiểm chi trả thì tiền bồi thường sẽ phải được chi trả từ quỹ bồi thường đặc biệt này.

Pháp luật Việt Nam hiện nay chưa xem xét vấn đề trách nhiệm bồi thường thiệt hại trong ứng dụng TTNT như một loại trách nhiệm đặc biệt. Vấn đề bồi thường thiệt hại do TTNT gây ra được áp dụng trên cơ sở những nguyên tắc chung của bồi thường thiệt hại ngoài hợp đồng hoặc những quy định về trách nhiệm sản phẩm trong pháp luật về bảo vệ quyền lợi người tiêu dùng.

#### **4.2 Bảo vệ dữ liệu cá nhân trong ứng dụng TTNT**

Chúng ta đang sống trong thời đại mà quyền riêng tư đã trở thành mối quan tâm trung tâm của cả người dùng và cơ quan quản lý. Người dùng đang đòi hỏi sự minh bạch và kiểm soát cao hơn đối với việc thu thập, lưu trữ, sử dụng dữ liệu và trao đổi dữ liệu, đặc biệt là dữ liệu cá nhân. Thành phần chính của TTNT chính là các dữ liệu, trong khi số lượng lớn dữ liệu cho phép hệ thống “học máy” (machine learning) tự phát triển và đưa ra các quyết định một cách độc lập. Dữ liệu chính là một dạng nguyên liệu đầu vào của TTNT, cho phép TTNT có thể học cách tư duy của con người, sao chép các hành vi ứng xử của con người, tư duy các giải pháp để giải quyết vấn đề và từ đó có thể đưa những quyết định với độ tính toán chính xác, thông minh hơn con người do lợi thế xử lý kỹ thuật công nghệ vốn có của mình. Trong thời đại trí tuệ nhân tạo, dữ liệu, đặc biệt là dữ liệu cá nhân đã thực sự trở thành một loại “hàng hóa” có giá trị kinh tế. Dữ liệu cá nhân giúp cho TTNT học được cách tư duy của con người, cho ra kết quả cao hơn tư duy con người.<sup>37</sup> Do vậy, việc ứng dụng TTNT có liên quan mật thiết đến bảo hộ dữ liệu, đặc biệt là dữ liệu cá nhân.

Thời đại kỷ nguyên số hiện nay đặc trưng bởi những cơ hội vô cùng phong phú đối với các bên có liên quan trong việc trích xuất những thông tin cần thiết và hữu ích, tự do truyền tải và truy cập một cách tức thời những kiến thức nền tảng cũng như bất cứ thông tin mà nhân loại đã biết đến. Kỷ nguyên số tạo ra những hình thức mới trong việc thu thập, lưu trữ và chia sẻ dữ liệu cá nhân. Một mặt, bằng cách đơn giản hóa việc truy cập và bảo đảm cơ hội cho các thảo luận mang tính toàn cầu, công nghệ

---

<sup>37</sup> Xem: Lê Lương Minh, *Trí tuệ nhân tạo và quyền riêng tư*. Bài viết trong sách tham khảo “Trí tuệ nhân tạo với pháp luật và quyền con người”. Chủ biên: Nguyễn Thị Quế Anh, Vũ Công Giao và Mai Văn Thắng. Khoa Luật, ĐHQGHN. NXB Tư pháp, 2019, tr. 368.

máy tính đã góp phần bảo vệ các quyền cơ bản của con người. Mặt khác, do sự phát triển của các công nghệ theo dõi điện tử và việc ngăn chặn cũng như sử dụng thông tin của người dùng trong hệ thống viễn thông cũng làm cho việc bảo vệ một số quyền con người trở nên mong manh hơn.<sup>38</sup> Với sự phát triển của công nghệ thông tin và bộ phận cấu thành không thể thiếu là TTNT, vấn đề bảo vệ dữ liệu cá nhân ngày càng nhận được sự quan tâm đặc biệt vì lý do dữ liệu cá nhân có thể bị tiết lộ thông qua nhưng quyết định được đưa ra bởi TTNT.

Ở hầu hết các quốc gia, quyền bảo vệ dữ liệu cá nhân được coi là một trong những quyền cơ bản của một cá nhân. Châu Âu có thể được xem là một hình mẫu trong việc bảo hộ các dữ liệu cá nhân. Ngày 27.4.2016, Liên minh Châu Âu đã thông qua Chỉ thị 2016/679 của Nghị viện Châu Âu về bảo vệ các cá nhân liên quan đến xử lý và tự do lưu chuyển dữ liệu cá nhân (hay còn gọi là Quy định về Bảo vệ dữ liệu chung (General Data Protection Regulation - GDPR), chính thức có hiệu lực từ 25.5.2018.<sup>39</sup> Dữ liệu cá nhân có thể là bất kỳ thông tin nào liên quan đến việc xác định hoặc nhận dạng một cá nhân (chủ thể dữ liệu) mà theo đó có thể được xác định trực tiếp hoặc gián tiếp chủ thể này. Những thông tin này bao gồm tên, thông tin về vị trí, số nhận dạng trực tuyến, một hoặc nhiều yếu tố cụ thể về danh tính, định dạng vật lý, sinh lý, di truyền, tinh thần, kinh tế, văn hóa hoặc xã hội của cá nhân.<sup>40</sup> Định nghĩa rất rộng và

---

<sup>38</sup> Счастливецва Юлия Анатольевна. Персональные данные в цифровую эпоху: международные правовые стандарты. Коммуникология: электронный научный журнал. Xem: <https://www.communicology.us/2016/01/Schastlivtseva-The-right-to-privacy-in-the-digital-age.html> (truy cập 10h ngày 10/8/2021).

<sup>39</sup> Trước thời điểm đó Châu Âu đã có các quy định về bảo vệ dữ liệu cá nhân. Tuy nhiên, với sự phát triển của các công cụ kỹ thuật thông tin trong bối cảnh kỹ nguyên số, cách thức tổ chức thu thập, lưu trữ thông tin cũng như lượng thông tin mà các tổ chức, cá nhân phải xử lý đã thay đổi rất nhiều.<sup>39</sup> Quy định bảo vệ dữ liệu GDPR ra đời nhằm mục đích nhằm thiết lập một quy tắc chung cho các luật bảo vệ dữ liệu riêng tư của EU, tăng cường bảo vệ và trao quyền quản lý đối với các dữ liệu riêng tư của công dân EU. Các quy định này được áp dụng với tất cả các tổ chức có lưu trữ và xử lý dữ liệu riêng tư của công dân E, không phụ thuộc vào vị trí địa lý, được áp dụng cả cho người quản lý dữ liệu và người xử lý dữ liệu. Các quyền cơ bản của cá nhân được GDPR bảo vệ bao gồm: Quyền được thông báo, quyền được truy cập, quyền chỉnh sửa, quyền xóa, quyền giới hạn/ ngừng xử lý, quyền trích xuất dữ liệu, quyền phản đối, quyền từ chối các xử lý phân nhóm và tự động ra quyết định. Xem: Nguyễn Thị Quế Anh. Bảo vệ dữ liệu cá nhân trong kỷ nguyên số - Kinh nghiệm Châu Âu. Kỳ yếu Hội thảo quốc tế “Hoàn thiện pháp luật tư trong bối cảnh kỹ nguyên số - kinh nghiệm từ Đức và Việt Nam”, Hà Nội, 3.2019. Tr. (bổ sung)

<sup>40</sup> Khoản 4 điều 4 GDPR. Xem: Regulation (EU) 2016/679 of the European Parliament and the Council of 27 April 2016 on the protection of natural persons with regard to the processing of personal data and on the free movement of such data, and repealing Directive 95/46/EC (General Data Protection Regulation) // OJ. L 119. Vol. 59. 4 May 2016. P. 1-89. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R0679>.

bao hàm khẳng định khá rõ ràng rằng ngay cả địa chỉ IP cũng có thể được coi là dữ liệu cá nhân. Cần lưu ý rằng có một số dạng dữ liệu cá nhân thuộc về loại đặc biệt hoặc bí mật. Đó là những thông tin liên quan đến nguồn gốc chủng tộc hoặc sắc tộc, chính kiến chính trị, tín ngưỡng tôn giáo hoặc triết học cũng như danh tính thành viên của các tổ chức nghiệp đoàn. Ngoài ra dữ liệu cá nhân trong nhóm này còn bao gồm các thông tin về di truyền, sinh trắc học được sử dụng để xác định một cá nhân, các thông tin về tình trạng sức khỏe, thông tin về đời sống tình dục hoặc khuynh hướng tình dục.<sup>41</sup>

Việc bảo vệ dữ liệu cá nhân được thực hiện theo một tiêu chí quan trọng như sau: *Thứ nhất*, bản thân việc bảo vệ dữ liệu cá nhân luôn được nhìn nhận trong tương quan với việc bảo vệ quyền riêng tư và được xem như là sự tiếp nối của quyền riêng tư; *Thứ hai*, tồn tại các quy định nghiêm ngặt về cơ chế thể hiện sự đồng ý đối với xử lý dữ liệu cá nhân; *Thứ ba*, dữ liệu cá nhân có thể được sử dụng vì những mục đích công cộng với điều kiện tồn tại các cơ chế thông báo và khiếu nại; *Thứ tư*, trong bảo vệ dữ liệu cá nhân cần đồng thời tôn trọng các quyền và tự do cơ bản khác như quyền tự do ngôn luận, tự do lưu thông thông tin. Bên cạnh đó, tồn tại một số nguyên tắc chung trong xử lý dữ liệu cá nhân như sau:

*Thứ nhất*, hợp pháp, công bằng và minh bạch. Dữ liệu cá nhân cần được xử lý một cách hợp pháp, công bằng và minh bạch. Bất kỳ thông tin nào về mục đích, phương pháp và quy mô xử lý dữ liệu cá nhân cần được thể hiện một cách tối đa, dễ tiếp cận và đơn giản.

*Thứ hai*, giới hạn mục tiêu. Các thông tin cá nhân cần được thu thập và sử dụng chỉ giới hạn trong mục đích đã được tuyên bố bởi những đơn vị thu thập thông tin đó.

*Thứ ba*, tối thiểu hóa dữ liệu. Không thể thu thập số lượng dữ liệu cá nhân nhiều hơn so với mức cần thiết so với mục tiêu xử lý dữ liệu.

*Thứ tư*, chính xác. Những thông tin cá nhân không chính xác cần được loại bỏ hoặc chỉnh sửa (theo yêu cầu của người sử dụng dịch vụ)

---

<sup>41</sup> Điều 9 GDPR. Xem: nguồn đã dẫn

*Thứ năm*, hạn chế lưu trữ. Thông tin cá nhân cần được lưu trữ ở dạng cho phép xác định chủ thể dữ liệu trong một khoảng thời gian không vượt quá mức cần thiết cho mục đích xử lý.

*Thứ sáu*, toàn vẹn và bảo mật. Khi xử lý dữ liệu người dùng, các công ty có nghĩa vụ đảm bảo bảo vệ dữ liệu cá nhân khỏi việc xử lý, phá hủy trái phép.<sup>42</sup>

Có thể dễ dàng nhận thấy, trong bối cảnh áp dụng TTNT, các nguyên tắc xử lý dữ liệu nêu trên đáng gặp phải những mâu thuẫn và thách thức nhất định. Vậy các yêu cầu và nguyên tắc ứng xử với dữ liệu cá nhân sẽ cần phải được xử lý như thế nào trong việc áp dụng TTNT, đặc biệt trong trường hợp TTNT có thể tự mình đưa ra các quyết định độc lập, trong đó có cả việc thu thập, xử lý, tiết lộ các thông tin thộc về bí mật của các cá nhân? Làm thế nào để để các công ty tích hợp các phân tích dữ liệu liên quan đến cá nhân vào hệ thống sản phẩm, dịch vụ trên nền tảng TTNT của họ trong bối cảnh việc bảo vệ dữ liệu cá nhân ngày càng trở thành một yêu cầu quan trọng? Thông thường, một tổ chức sẽ sử dụng dữ liệu cho hai loại hoạt động chính: cải thiện khả năng ra quyết định (dựa trên phân tích kinh doanh) và tự động hóa (dựa trên nền tảng máy móc và TTNT). Nhưng ngày nay trên thị trường đã xuất hiện những phương pháp và công cụ để đảm bảo việc bảo vệ dữ liệu cá nhân khi tạo ra các hệ thống dựa trên các công cụ phân tích kinh doanh và TTNT. Trong nhiều trường hợp, các công cụ phân tích kinh doanh đã kết hợp với cơ sở dữ liệu. Một dự án hợp tác giữa Uber và RISE Lab, thuộc sở hữu của UC Berkeley, đã phát triển một công cụ mã nguồn mở cho phép các nhà phân tích truy vấn và nhận kết quả đáp ứng thích với những yêu cầu khác biệt mới nhất về quyền riêng tư (đảm bảo về mặt hình thức cho việc tuân thủ các tiêu chuẩn cao về bảo vệ dữ liệu cá nhân). Một công cụ mã nguồn mở được tạo ra bởi các công ty cho phép nhiều tổ chức phát triển các công cụ kinh doanh thông minh với tính năng bảo vệ quyền riêng tư được tích hợp sẵn. Ngoài ra, các hệ thống bảo mật riêng tư có thể được mở rộng tới hàng triệu thiết bị tạo dữ liệu trong chế độ thời gian thực tế. Apple,

---

<sup>42</sup> Xem: Nguyễn Thị Quế Anh. Bảo vệ dữ liệu cá nhân trong kỷ nguyên số - Kinh nghiệm Châu Âu. Kỳ yếu Hội thảo quốc tế “Hoàn thiện pháp luật tư trong bối cảnh kỷ nguyên số - kinh nghiệm từ Đức và Việt Nam”, Hà Nội, 3.2019. Tr. (bổ sung)

Microsoft và Google đã tạo ra các công cụ thông minh kinh doanh được bảo vệ quyền riêng tư cho các dịch vụ điện thoại di động và đồng hồ thông minh. Các nhà khoa học và doanh nhân đang tích cực phát triển các phương pháp và công cụ bảo vệ dữ liệu cá nhân để sử dụng trong các hệ thống TTNT. Đã từ lâu, cộng đồng các nhà thiết kế phần mềm đã nhận ra rằng các phương pháp ẩn danh dữ liệu đơn giản có thể liên quan đến nguy cơ tiết lộ dữ liệu cá nhân (ví dụ mới nhất về điều này là các cuộc tấn công vô danh được ghi lại trong trang Giải thưởng Netflix). Sau đây là một số cách thức mới để bảo vệ dữ liệu cá nhân trong môi trường ứng dụng TTNT:<sup>43</sup>

- *Học liên kết (Federated Learning)*: là phương pháp học tập mới do Google phát triển lần đầu vào 2017, cho phép thiết lập mô hình học máy tập trung mà không cần trao đổi dữ liệu. Cách tiếp cận tiêu chuẩn để xây dựng mô hình học máy phổ biến hiện nay là tập hợp tất cả dữ liệu đào tạo ở một nơi (kho dữ liệu trung tâm - thường là trên đám mây) và sau đó sử dụng dữ liệu đó để đào tạo theo mô hình được lập sẵn. Nhưng cách tiếp cận này không khả thi đối với phần lớn dữ liệu trên thế giới, vì lý do riêng tư và bảo mật nên có những dữ liệu không thể chuyển đến kho lưu trữ dữ liệu trung tâm. Học tập liên kết giải quyết vấn đề này bằng cách lật lại phương pháp tiếp cận thông thường đối với TTNT. Thay vì yêu cầu tập hợp dữ liệu thống nhất để phục vụ cho mô hình đào tạo, việc học liên kết sẽ để dữ liệu ở tại vị trí vốn có của nó, các vị trí này sẽ được phân phối thiết bị và máy chủ riêng. Thay vì tập hợp dữ liệu như trước, các bản sao của mô hình đào tạo được gửi đến từng vị trí chứa dữ liệu và tiến hành đào tạo cục bộ tại vị trí có dữ liệu đó. Kết quả đào tạo sẽ được gửi trở lại trung tâm lưu trữ chung để đánh giá.<sup>44</sup>

- *Thuật toán quyền riêng tư khác biệt (Differential Privacy)*: Kỹ thuật này sẽ làm nhiễu dữ liệu hoặc mô hình bằng các phương pháp bảo mật khác nhau trong giai đoạn thu thập và xử lý thông tin. Công nghệ này thu thập thông tin của đám đông nhưng lại không nhận diện bất cứ cá nhân nào bằng cách tạo ra

---

<sup>43</sup> Xem: Интервью с Беном Лорикой, ведущим специалистом по работе с данными компании O'Reilly Media. Взаимосвязь между защитой персональных данных, обучением машин и искусственным интеллектом. Nguồn: [https://www.wipo.int/tech\\_trends/ru/artificial\\_intelligence/ask\\_the\\_experts/techtrends\\_ai\\_lorica.html](https://www.wipo.int/tech_trends/ru/artificial_intelligence/ask_the_experts/techtrends_ai_lorica.html) (truy cập 28/8/2021).

<sup>44</sup> Xem: *Thế hệ tiếp theo của trí tuệ nhân tạo*, tại: <https://www.thegioimaychu.vn/blog/ai-deep-learning/the-he-tiep-theo-cua-tri-tue-nhan-tao-p7197/>, (truy cập ngày 25/8/2021).

những thông tin nhiễu gắn/ghép vào dữ liệu để tổng lượng thông tin thu thập được là không thay đổi, nhưng các dấu hiệu lại bị xáo trộn để không xác định được mỗi dữ liệu đến từ đâu/từ ai. Ví dụ trong một cuộc điều tra dân số đòi hỏi thu thập dữ liệu về hàng chục triệu cư dân của đất nước trong khi vẫn phải giữ kín danh tính của họ. Thông tin nhiễu có thể được tạo ra bằng cách thay đổi độ tuổi của người được điều tra, hoặc gán cho một số người da trắng thành người da đen và ngược lại, trong khi vẫn giữ tổng số của từng độ tuổi hoặc nhóm dân tộc như nhau.<sup>45</sup> Thao tác càng gây nhiễu thì càng khó lộ danh tính. Facebook và Google cũng đang áp dụng công nghệ/kỹ thuật này để thu thập được thông tin về người dùng nhưng vẫn giữ được bảo mật cho từng cá nhân vì người thu thập không biết được chính xác người dùng nào mang thông tin/dữ liệu mà họ thu được.

- *Mã hóa đồng hình (homomorphic encryption - còn gọi là “mã hóa đồng cấu”)*: Đây là một lĩnh vực mới xuất hiện với nhiệm vụ phát triển một lớp công cụ cho phép tính toán các mô hình phức tạp dựa trên dữ liệu được mã hóa. Những kết quả đầu tiên thuộc loại này đã đạt được trên các hệ thống công nghệ giọng nói và thị giác máy tính. Thông thường, để lưu trữ và truy cập dữ liệu an toàn, người dùng thường sử dụng các công nghệ như mã hoá và các phần cứng chống can thiệp. Sau đó, tiến hành giải mã dữ liệu để sử dụng. Quá trình giải mã để sử dụng dữ liệu có thể bị tấn công hoặc lộ lọt dữ liệu. Vì thế xuất hiện nhu cầu tính toán, sử dụng với dữ liệu bí mật ngay ở dạng đang mã hoá (không cần giải mã mới sử dụng được).<sup>46</sup> Mục tiêu của mã hóa đồng hình là cho phép các công ty đọc và phân tích dữ liệu, trong khi dữ liệu vẫn được mã hóa để bảo vệ thông tin từ các mối nguy an ninh mạng và đảm bảo tính riêng tư của dữ liệu cá nhân.

- *Phi tập trung*: Đây là một lĩnh vực mà trong đó người ta nghiên cứu các phương án sử dụng công nghệ blockchain, các hệ thống đăng ký và chi trả dựa trên tiền điện tử. Ví dụ, Computable Labs đang phát triển một cơ sở hạ tầng phi

---

<sup>45</sup> Xem: Báo Khoa học và phát triển, *Những công nghệ đột phá sẽ thay đổi cách sống và làm việc*, tại: <https://khoa hocphattrien.vn/cong-nghe/nhung-cong-nghe-dot-pha-se-thay-doi-cach-song-va-lam-viec-phan-2/20200416032833767p1c859.htm>, (truy cập ngày 25/8/2021).

<sup>46</sup> Xem: Tạp chí An toàn thông tin, *Mã hóa đồng cấu: Những tiến bộ mới nhất và khả năng ứng dụng*, tại: <http://antoan thongtin.vn/gp-mat-ma/ma-hoa-dong-cau-nhung-tien-bo-moi-nhat-va-kha-nang-ung-dung-104729>, (truy cập 20/8/2021).



tập trung với mã nguồn mở cho phép các công ty chia sẻ dữ liệu và mô hình một cách an toàn. Công ty tìm cách "đảm bảo khả năng tương thích của mạng blockchain với các quy trình tính toán được sử dụng trong học máy".<sup>47</sup> Ngược lại với các vấn đề của mô hình tập trung (Centralized), mô hình phi tập trung (Decentralized) sử dụng mạng ngang hàng (peer-to-peer), quyền lực lúc này được phân tán cho những người tham gia trong mạng (có quyền lực như nhau). Giả sử có một loại tiền (coin) A nào đó được nắm giữ và giao dịch bởi 500.000 người thông qua 100.000 máy đào, thì lúc này mỗi người có một ví chứa A (A wallet) riêng, đi cùng với 1 private key và địa chỉ ví (wallet address). Tự mình quản lý và bảo mật, như nắm tiền mặt trong túi. Khi muốn chuyển tiền cho người khác thì chỉ việc vào ví cá nhân, nhập địa chỉ ví của người nhận (received wallet address) và gửi tiền đi. Lúc này người chuyển và người nhận có thể dễ dàng biết số coin mình đã được chuyển hay chưa, đã qua các bước xác nhận hay chưa. Lúc này hệ thống máy đào sẽ chịu trách nhiệm việc xác thực các giao dịch bằng thuật toán blockchain. Quá trình này do hệ thống máy đào làm hoàn toàn tự động, không ai có thể can thiệp vào, kể cả trong trường hợp tại thời điểm nào đó 100.000 máy chỉ còn đúng 2 máy online làm việc thì giao dịch vẫn hoàn thành. Tính bảo mật cũng chính là điểm này, giả sử blockchain A tạo ra coin A bị hacker tấn công vào 1 máy nào đó và sửa đổi dữ liệu, ngay lập tức toàn bộ hệ thống 99.999 máy còn lại nhận ra sai khác và lập tức bác bỏ sửa đổi này, đồng bộ hóa lại dữ liệu. Như vậy có thể thấy nắm giữ và giao dịch crypto currency không khác gì tiền mặt trao tay. Hoàn toàn loại bỏ hệ thống ngân hàng

---

<sup>47</sup> Để hiểu về mô hình phi tập trung (Decentralized) thì cần xem trước về mô hình tập trung (Centralized). Mô hình Centralized (tập trung) đúng như ý nghĩa của nó là quyền lực tập trung vào một nơi. Ví dụ Google và Facebook dù có phân tán server khắp thế giới (Distributed), lưu trữ trên Cloud (điện toán đám mây), nhưng nếu hai công ty này gặp vấn đề và ngưng hoạt động thì dữ liệu người dùng sẽ mất hết do đều lưu trữ tại máy chủ của công ty. Mô hình này cung cấp cho tổ chức đã triển khai nó khả năng tùy biến và kiểm soát tốt hơn đối với mạng kết nối, họ sẽ quyết định ai là người sẽ tham gia mạng (quyền lực tập trung trong tay doanh nghiệp). Tương tự, ví dụ khác là nếu bạn có 10 tỷ và gửi ngân hàng sau đó dùng internet banking để kiểm tra thì bạn sẽ thấy con số 10 tỷ trong tài khoản. Nhưng bạn nhớ rằng đó chỉ là con số do ngân hàng cấp, nắm tiền trong tay lúc này là ngân hàng chứ không phải bạn. Khi bạn chuyển 10 tỷ đó cho một tài khoản khác, chỉ đơn giản là ngân hàng dời con số này qua cho tài khoản nhận (nếu cùng ngân hàng), hoặc dời tiền qua ngân hàng khác (nhưng người nhận cũng chỉ là nhận con số). Sẽ không có vấn đề gì nếu ngân hàng làm ăn tốt, nhưng nếu ngân hàng bị phá sản thì bạn sẽ trắng tay hoặc sẽ được nhận lại một phần. Xem: Ngọc Lê, *Blockchain – Decentralized*, tại: <https://sukientruyenthong.com/centralized-la-gi-decentralized-la-gi-blockchain-la-gi/>, (truy cập 22/8/2021).

ra khỏi cuộc chơi. Chỉ có 2 người trong cuộc gửi và nhận mới biết địa chỉ ví đó là của ai, người ngoài có thể truy xuất giao dịch nhưng không biết ai là ai.<sup>48</sup>

Việc áp dụng công nghệ TTNT không những tạo ra nguy cơ tiềm ẩn đối với tính bất khả xâm phạm về quyền riêng tư mà trong nhiều trường hợp chúng còn được thiết kế với chủ định là thiết lập các hồ sơ cá nhân. Dưới góc độ này, pháp luật các quốc gia phát triển, đặc biệt là Liên minh Châu Âu có những quy định rất nghiêm ngặt, thậm chí có khả năng kìm hãm đáng kể sự phát triển của TTNT. Như vậy, trong chính sách phát triển chung cũng như trong thiết kế, sản xuất và ứng dụng TTNT, các nhà hoạch định chính sách, các nhà thiết kế, sản xuất và cung cấp dịch vụ cần bảo đảm rằng các ứng dụng TTNT sẽ không dẫn đến việc làm suy yếu các quyền đối với dữ liệu cá nhân. Đối với các hoạt động nêu trên, có thể chỉ ra những yêu cầu chung liên quan đến bảo vệ dữ liệu cá nhân như sau:<sup>49</sup>

- Các ứng dụng TTNT trong mọi trường hợp phải tôn trọng đầy đủ các quyền của chủ thể dữ liệu;

- Các ứng dụng TTNT phải cho phép chủ thể dữ liệu kiểm soát một cách có ý thức đối với quá trình xử lý dữ liệu và đối với những tác động có liên quan đến cá nhân và xã hội;

- Ở tất cả các giai đoạn xử lý dữ liệu, bao gồm cả thu thập dữ liệu, các nhà phát triển, nhà sản xuất và nhà cung cấp dịch vụ TTNTI nên áp dụng phương pháp tiếp cận theo thiết kế nhân quyền (human rights by-design) và tránh mọi thành kiến tiềm ẩn (bao gồm cả vô tình hoặc không rõ ràng), nguy cơ phân biệt đối xử và các hậu quả tiêu cực khác đối với quyền con người và các quyền tự do cơ bản của chủ thể dữ liệu;<sup>50</sup>

---

<sup>48</sup> Xem: Ngọc Lê, *Blockchain – Decentralized*, tại: <https://sukientruyenthong.com/centralized-la-gi-decentralized-la-gi-blockchain-la-gi/>, (truy cập 22/8/2021).

<sup>49</sup> Xem: Консультативный комитет «Конвенция о защите частных лиц в отношении автоматизированной обработки данных личного характера» (ETS No.108 tại: <https://www.coe.int/en/web/conventions/full-list/-/conventions/treaty/108?module=treaty-detail&treatynum=108>) Совета Европы. «Руководство по защите персональных данных при использовании искусственного интеллекта» (Guidelines on artificial intelligence and data protection tại: <https://rm.coe.int/guidelines-on-artificial-intelligence-and-data-protection/168091f9d8>).

<sup>50</sup> Có thể lấy ví dụ vấn đề này bằng một nghiên cứu trên tạp chí ProPulica, phân tích các kết quả từ một ứng dụng TTNT được sử dụng để hỗ trợ việc cho phép bảo lãnh bị cáo và quyết định mức án tại các tòa án Mỹ. Ứng dụng này có nhiệm vụ đánh giá khả năng tái phạm của các bị cáo. Nghiên cứu của ProPulica cho rằng các bị cáo người da đen đã bị đánh giá là

- Tất cả các sản phẩm và dịch vụ dựa trên ứng dụng TTNT phải được thiết kế theo cách đảm bảo quyền của các cá nhân để đảm bảo rằng các quyết định có ảnh hưởng quan trọng đến họ không chỉ dựa trên xử lý dữ liệu tự động mà không tính đến ý kiến của họ;

- Các chủ thể dữ liệu phải được thông báo rằng họ đang tương tác với ứng dụng TTNT. Họ nên có quyền nhận được những thông tin về logic đằng sau các hoạt động xử lý dữ liệu có ứng dụng TTNT liên quan đến lợi ích của họ;

- Phải đảm bảo quyền phản đối việc xử lý dữ liệu dựa trên các công nghệ ảnh hưởng đến quan điểm và sự phát triển riêng của các cá nhân.

### 4.3 Quyền sở hữu trí tuệ trong ứng dụng TTNT

TTNT đang ngày càng trở thành động lực thúc đẩy tiến bộ trong công nghệ và kinh doanh. Nó được sử dụng rộng rãi trong nhiều ngành công nghiệp và có tác động đến hầu hết mọi khía cạnh của hoạt động sáng tạo. Sự phát triển của TTNT được thúc đẩy bởi sự sẵn có của một lượng lớn dữ liệu và sự gia tăng khả năng tính toán sẵn có. Do vậy, TTNT có nhiều điểm giao thoa và tác động tới lĩnh vực sở hữu trí tuệ (SHTT). Còn sớm để nói về những vấn đề cụ thể, nhưng rõ ràng rằng TTNT sẽ có tác động tới các lĩnh vực truyền thống của sở hữu trí tuệ. Nền kinh tế số nói chung và TTNT nói riêng sẽ sớm tạo ra các tác phẩm âm nhạc thương mại và các sáng chế, sẽ làm thay đổi khái niệm truyền thống về “nhà soạn nhạc”, “tác giả”, “nhà sáng chế”. TTNT và các quan hệ pháp lý liên quan sự phát triển của TTNT trong tương quan với hệ thống bảo hộ quyền SHTT ngày càng trở thành những vấn đề cấp bách cần được xem xét và điều chỉnh.

#### *TTNT với tính chất là đối tượng quyền SHTT*

Theo quan điểm truyền thống, SHTT (hay có khi còn gọi là tài sản trí tuệ) là những sản phẩm được tạo ra từ hoạt động sáng tạo và đầu tư của con người. Đó có thể là tác phẩm văn học - nghệ thuật - khoa học; các cuộc biểu diễn, bản

---

có rủi ro tái phạm cao gấp đôi so với người da trắng. Nhà phát triển ứng dụng không đồng tình với kết luận nói trên, nhưng từ chối cung cấp các tiêu chí và thuật toán xác định khả năng tái phạm của bị cáo. Như vậy, công chúng và giới nghiên cứu không thể biết được thực sự thuật toán của ứng dụng TTNT có thiên vị hay không. Như vậy, trong trường hợp này AI có thể không khách quan, nếu như những dữ liệu đầu vào có sự thiên vị. Việc sử dụng dữ liệu cá nhân trong trường hợp này sẽ trái với nguyên tắc công bằng. Xem: Lê Lương Minh. *Trí tuệ nhân tạo và quyền riêng tư*. Bài viết trong sách tham khảo “Trí tuệ nhân tạo với pháp luật và quyền con người”. Chủ biên: Nguyễn Thị Quế Anh, Vũ Công Giao và Mai Văn Thắng. Khoa Luật, ĐHQGHN. NXB Tư pháp, 2019. Tr. 377.

gi âm, ghi hình, chương trình phát sóng; các giải pháp kỹ thuật (sáng chế, kiểu dáng công nghiệp, thiết kế bố trí mạch tích hợp); các chỉ dẫn thương mại (nhãn hiệu, tên thương mại, chỉ dẫn địa lý); các bí mật kinh doanh v.v... . Quyền SHTT là các quyền đối với những thành quả sáng tạo và đầu tư nói trên. Do đó, TTNT, cũng như các công nghệ và hệ thống TTNT, có thể được phân loại là các loại đối tượng sở hữu trí tuệ, tùy thuộc vào lĩnh vực ứng dụng của chúng. Trong đó, đặc biệt phải kể đến Theo WIPO, kể từ khi ra đời khái niệm “trí tuệ nhân tạo” (năm 1956) cho đến năm 2019 các đơn đăng ký cấp bằng sáng chế cho 340 nghìn sáng chế trong lĩnh vực này đã được nộp trên thế giới (trung bình hàng năm có hơn 5 nghìn đơn đăng ký).<sup>51</sup> Hầu hết tất cả các đơn được nộp ở Mỹ (hơn 150 nghìn) và ở Trung Quốc (hơn 135 nghìn), tức là gần 85% tất cả các đơn được nộp ở hai quốc gia này. Đồng thời, khoảng 20% (68 nghìn) đơn đăng ký sáng chế trong lĩnh vực TTNT đã được nộp theo thủ tục quốc tế WIPO (hệ thống PCT - Hiệp ước Hợp tác Sáng chế). Các tập đoàn đi đầu trong lĩnh vực này là: IBM, Microsoft, Toshiba, Samsung, NEC, Viện Khoa học Trung Quốc (CAS). Vài nghìn đơn đăng ký bằng sáng chế đã được nộp từ mỗi tổ chức này, ví dụ, IBM đã nộp hơn 8 nghìn đơn. Theo phân tích của WIPO về các đơn đăng ký TTNT, các ứng dụng TTNT phổ biến nhất là công nghệ thị giác máy tính, bao gồm cả hệ thống nhận dạng mẫu. Các ứng dụng này chiếm đến 49% tổng số ứng dụng trong lĩnh vực TTNT với mức tăng trung bình hàng năm kể từ năm 2013 là 24%. Các lĩnh vực xử lý ngôn ngữ tự nhiên (14% tổng số bằng sáng chế) và xử lý giọng nói (13% bằng sáng chế) cũng có mức độ sử dụng TTNT cao. Trong những năm gần đây, các ứng dụng và bằng sáng chế trong lĩnh vực TTNT ngày càng phát triển, liên quan đến các công nghệ tạo ra robot và phát triển các phương pháp điều khiển. Các lĩnh vực ứng dụng công nghệ TTNT có yêu cầu bảo hộ sáng chế chủ yếu bao gồm:

- hệ thống thông tin (phân loại tự động, tìm kiếm và phân tích trong cơ sở dữ liệu);
- bản dịch máy của các ngôn ngữ tự nhiên;
- viễn thông (mạng máy tính, Internet, phát thanh và truyền hình, v.v.);

---

<sup>51</sup> Xem: ВОИС (2019 с). Тенденции развития технологий: искусственный интеллект // Доклад ВОИС. 158 с. Nguồn: [https://www.wipo.int/tech\\_trends/ru/artificial\\_intelligence/](https://www.wipo.int/tech_trends/ru/artificial_intelligence/) (truy cập 01/9/2021)

- vận tải (thiết bị điện tử hàng không, phương tiện tự hành, hệ thống nhận dạng người lái / phương tiện, hệ thống quản lý giao thông);
- khoa học đời sống và y học (tin sinh học, kỹ thuật sinh học, cơ sinh học, dược phẩm, bộ gen, robot thần kinh và tim, v.v.).

Ngoài ra, theo phương thức tạo ra hệ thống TTNT được cấp bằng sáng chế thì phương thức học máy (machine learning) chiếm đa số. Các phương pháp như vậy hiện diện trong 40% bằng sáng chế trong lĩnh vực TTNT với mức tăng trung bình hàng năm của các đơn đăng ký bằng sáng chế kể từ năm 2013 là 28%.<sup>52</sup> Như vậy, đối tượng sở hữu trí tuệ chính trong lĩnh vực công nghệ TTNT là các sáng chế.

#### *Quyền SHTT đối với đối tượng do TTNT tạo ra*

Tác động của SHTT tới hoạt động đổi mới, sáng tạo trong lĩnh vực TTNT. Các mục tiêu nền tảng của hệ thống SHTT luôn là khuyến khích việc tạo ra các công nghệ mới, các công trình sáng tạo cũng như và tạo ra cơ sở kinh tế bền vững cho các phát minh và sáng tạo. Từ quan điểm kinh tế đơn thuần, ngoài các mục tiêu khác của hệ thống SHTT như bảo đảm “phần thưởng xứng đáng” và bảo vệ các quyền nhân thân thì sẽ không có lý do gì để không sử dụng SHTT nhằm khuyến khích các phát minh hoặc các công trình sáng tạo do chính TTNT tạo lập ra. Tuy nhiên, cơ chế và phương thức thực hiện mục tiêu này thì hoàn toàn chưa rõ ràng cho đến thời điểm hiện nay. TTNT như một công nghệ có thể được hiểu theo những cách khác nhau, tuy nhiên, điểm mấu chốt với pháp luật SHTT chính là ở chỗ kết quả của việc sử dụng phức hợp các giải pháp công nghệ cho phép bắt chước các nhận thức của con người, thu nhận được những kết quả tương đương với kết quả của hoạt động trí tuệ của con người. Từ đó dẫn đến câu hỏi là liệu các sản phẩm được tạo ra từ TTNT – kết quả của quá trình tự phân tích và đưa ra các quyết định độc lập của TTNT - có được bảo hộ quyền SHTT hay không? Và nếu được bảo hộ thì chủ thể nào sẽ nắm giữ các quyền SHTT này.

Pháp luật SHTT hiện hành chỉ công nhận quyền tác giả đối với những tác phẩm được tạo thành từ công sức lao động sáng tạo của cá nhân con người. Quyền tác giả đối với tác phẩm liên quan trực tiếp đến vấn đề tính nguyên gốc

---

<sup>52</sup> Xem: Оморов Р. О. Интеллектуальная собственность и искусственный интеллект. Электронный менеджмент в отраслях. Том 3, № 1 (2020). Nguồn: <https://doi.org/10.26425/2658-3445-2020-1-43-49> (truy cập 30/8/2021).

của chúng - một trong những đặc điểm chính được pháp luật bảo hộ. Nền tảng của pháp luật về bảo hộ quyền tác giả truyền thống tiếp cận theo hướng bảo hộ tác phẩm mà trong đó tính nguyên bản của chúng phản ánh các hoạt động sáng tạo và trí tuệ của tác giả. TTNT hoạt động theo các thuật toán và khá thường xuyên tạo ra các tác phẩm mới do quá trình xử lý và phân tích các tác phẩm đã có. Trong trường hợp này, để tác phẩm có thể được bảo hộ thì cần thiết phải đưa ra các tiêu chí để xác định tính chất nguyên gốc trong tác phẩm mới được hình thành. Do vậy, những vấn đề quan trọng đối với việc công nhận quyền tác giả cho đối tượng được tạo ra bởi TTNT chính là tác giả và tính nguyên gốc của tác phẩm. Có những quan điểm khác nhau trong giải quyết vấn đề này như sau:

*Thứ nhất*, tác giả là người đã tạo nên TTNT

*Thứ hai*, tác giả là người sử dụng TTNT

*Thứ ba*, tác giả là trực tiếp TTNT (áo dụng thuyết “cá nhân điện tử”)

Trong đó, hai quan điểm đầu là những những quan điểm phổ biến nhất và được chấp nhận, nhưng chúng lại không hoàn toàn tương ứng với đặc điểm chính của tác phẩm là đối tượng SHTT - sự hiện diện của hoạt động sáng tạo và trí tuệ của một người. Kết quả của hoạt động trí tuệ và sáng tạo của một nhà phát triển TTNT sẽ là chính TTNT dưới dạng một chương trình máy tính hoặc một mã nguồn và quá trình sáng tạo của anh ta sẽ kết thúc ở đây. Các sản phẩm do TTNT tạo ra thường không bị ảnh hưởng từ phía người tạo ra TTNT vì các sản phẩm này được TTNT tạo ra bằng cách thực hiện những thuật toán nhất định. Do vậy việc công nhận người phát triển TTNT là tác giả sẽ không phù hợp với pháp luật hiện hành. Tiếp theo, việc coi người sử dụng TTNT như là tác giả cũng sẽ không tương thích với các nguyên tắc cơ bản của quyền SHTT. Thông thường, tất cả các hành động của người dùng liên quan đến quá trình tạo ra các tác phẩm bằng TTNT bao gồm việc khởi động một chương trình máy tính thích hợp và tải thông tin, tài liệu hoặc thiết lập các cài đặt cần thiết để tạo ra kết quả cuối cùng. Những hành động như vậy khó được coi là hoạt động sáng tạo hoặc trí tuệ.

Bất chấp những lập luận trên, pháp luật của các quốc gia như Vương quốc Anh, Ấn Độ, New Zealand quy định rằng tác giả của tác phẩm được tạo ra bởi TTNT là cá nhân với sự trợ giúp của chương trình tương ứng đã tạo ra tác phẩm. Điều đó có nghĩa là tác giả của một bản nhạc được viết bởi một chương

trình máy tính sẽ là người cung cấp các điều kiện tiên quyết cho hoạt động của chương trình (người phát triển nó hoặc thiết lập cài đặt).

Quan điểm về việc công nhận TTNT trực tiếp là tác giả của các tác phẩm cho đến nay vẫn chưa được cố định ở bất kỳ quốc gia nào. Điều này liên quan trực tiếp đến vấn đề có công nhận “ cá nhân điện tử” (như đã đề cập ở các nội dung trên) là chủ thể của quan hệ pháp luật hay không. Tuy nhiên việc áp dụng quan điểm này cũng sẽ còn liên quan đến việc giải quyết hàng loạt các khía cạnh pháp lý khác nhau trong bảo hộ quyền SHTT đối với các đối tượng do “ cá nhân điện tử” - TTNT tạo nên: cơ chế thực thi các quyền nhân thân và tài sản; thời hạn bảo hộ; giải quyết tranh chấp; ... .

Ngoài ra, việc ứng dụng công nghệ TTNT sẽ có tác động không chỉ tới hoạt động SHTT, hệ thống pháp luật và chính sách về SHTT mà còn tới cả các hệ thống hành chính về SHTT trên toàn thế giới. Trong những năm gần đây, Tổ chức SHTT thế giới (WIPO) đã nỗ lực nghiên cứu và thảo luận các vấn đề và các câu hỏi liên quan đến việc sử dụng các công nghệ và hệ thống TTNT để quản lý các quy trình hành chính và chính sách sở hữu trí tuệ.

### **III. Kết luận:**

Trí tuệ nhân tạo là bước tiến mới của công nghệ kỹ thuật số và sẽ có tác động sâu sắc đến thế giới của chúng ta. Nó sẽ mang lại những tác động to lớn về công nghệ, kinh tế và xã hội, đồng thời sẽ thay đổi cách chúng ta sản xuất và tiêu thụ hàng hóa, dịch vụ và thực sự nó sẽ thay đổi cả cách sống của thế giới loài người. Nói cách khác, việc xem xét áp dụng trí tuệ nhân tạo không đơn thuần chỉ trong khuôn khổ của một lĩnh vực mà cần phải được nhìn nhận trên phạm vi tương đối bao quát. Do vậy, để đạt được những mục tiêu đặt ra trong Chiến lược quốc gia về nghiên cứu, phát triển và ứng dụng TTNT đến năm 2030, ngoài những chính sách phát triển TTNT, cần phải xây dựng một hệ sinh thái về TTNT, trong đó không chỉ có liên quan đến các nền tảng kỹ thuật, hạ tầng dữ liệu mà còn là các vấn đề liên quan đến nguồn nhân lực, mô hình quản lý, hệ thống chính sách, pháp luật cũng như việc giải quyết các vấn đề xã hội phát sinh trong quá trình vận động của toàn bộ hệ sinh thái này.

## Tài liệu tham khảo

### Tiếng Việt

1. Nguyễn Thị Quế Anh, *Nhận diện sự thay đổi của pháp luật trong bối cảnh công nghệ số*. Kỷ yếu Hội thảo quốc tế "Luật học trước biến đổi của thời đại", tổ chức tại Khoa Luật - ĐHQGHN, tháng 8/2019, tập 2.
2. Nguyễn Thị Quế Anh. *Bảo vệ dữ liệu cá nhân trong kỷ nguyên số - Kinh nghiệm Châu Âu*. Kỷ yếu Hội thảo quốc tế “Hoàn thiện pháp luật tư trong bối cảnh kỷ nguyên số - kinh nghiệm từ Đức và Việt Nam”, Hà Nội, 3.2019.
3. Lương Mạnh Bá (2005), *Tương tác người - máy*, Nxb Khoa học và kỹ thuật.
4. Báo Dân trí, Khi robot cũng có Bộ quy tắc đạo đức. Nguồn: <https://dantri.com.vn/blog/khi-robot-cung-co-bo-quy-tac-dao-duc-20170226073645983.htm> (truy cập 12.8.2021).
5. Báo Khoa học và phát triển, *Những công nghệ đột phá sẽ thay đổi cách sống và làm việc*, tại: <https://khoaocphattrien.vn/cong-nghe/nhung-cong-nghe-dot-pha-se-thay-doi-cach-song-va-lam-viec-phan-2/20200416032833767p1c859.htm>, (truy cập ngày 25/8/2021).
6. Báo Nhân dân (2017), *Facebook xóa sổ trí tuệ nhân tạo có khả năng tự sáng tạo ra ngôn ngữ mới*, <http://nhandan.com.vn/congnghe/item/33622102-facebook-xoa-so-tri-tue-nhan-tao-co-kha-nang-tu-sang-tao-ra-ngon-ngu-moi.html>, truy cập ngày 15/8/2021.
7. Nguyễn Đình Đức, “*Cơ hội và thách thức ở cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ 4*”, xem: Báo dân trí ngày 19.12.2016 tại: <https://dantri.com.vn/giao-duc-huong-nghiep/co-hoi-va-thach-thuc-o-cuoc-cach-mang-cong-nghiep-lan-thu-4-20161219074732406.htm> (truy cập ngày 30/8/2021).
8. Henry Brighton và Howard Selina (Phạm Xuân Trường dịch, 2020), *Trí tuệ nhân tạo: Minh họa sinh động bằng tranh*, Nxb Dân Trí.
9. Chu Thị Hoa, *Sandbox - cơ chế thử nghiệm áp dụng trong phạm vi hạn chế - kinh nghiệm quốc tế và một số gợi ý cho Việt Nam*, Tạp chí Nghiên cứu lập pháp số 16 (391), 8/2019.
10. Khoa học TV, *Robot sẽ trở thành mối nguy hại với con người?*, Nguồn: <https://khoaoc.tv/robot-se-tro-thanh-moi-nguy-hai-cho-con-nguoi-33102> (truy cập 08/8/2021).
11. Lưu Minh Sang, Trần Đức Thành. *Trí tuệ nhân tạo và những thách thức pháp lý*. Nguồn: Tạp chí Khoa học và công nghệ Việt Nam. <https://vjst.vn/vn/tin-tuc/3303/tri-tue-nhan-tao-va-nhung-thach-thuc-phap-ly.aspx> (truy cập 08/7/2021).
12. Lê Lương Minh, *Trí tuệ nhân tạo và quyền riêng tư*. Bài viết trong sách tham khảo “Trí tuệ nhân tạo với pháp luật và quyền con người”. Chủ biên: Nguyễn Thị Quế Anh, Vũ Công Giao và Mai Văn Thắng. Khoa Luật, ĐHQGHN. NXB Tư pháp, 2019.
13. Ngọc Lê, *Blockchain – Decentralized*, tại: <https://sukientruyenthong.com/centralized-la-gi-decentralized-la-gi-blockchain-la-gi/>, (truy cập 22/8/2021).



14. Thế giới máy chủ, *Thế hệ tiếp theo của trí tuệ nhân tạo*, tại: <https://www.thegioimaychu.vn/blog/ai-deep-learning/the-he-tiep-theo-cua-tri-tue-nhan-tao-p7197/>, (truy cập ngày 25/8/2021).
15. Tạp chí An toàn thông tin, *Mã hóa đồng cấu: Những tiến bộ mới nhất và khả năng ứng dụng*, tại: <http://antoanrongtin.vn/gp-mat-ma/ma-hoa-dong-cau-nhung-tien-bo-moi-nhat-va-kha-nang-ung-dung-104729>, (truy cập 20/8/2021).
16. VNReview(2017), *Facebook đã không hoảng sợ và tắt chương trình AI tự tạo ra ngôn ngữ như tin đồn*, [http://vnreview.vn/tin-tuc-khoa-hoc-cong-nghe/-/view\\_content/content/2232722/facebook-da-khong-hoang-so-va-tat-ai-tu-tao-ra-ngon-ngu-nhu-tin-don](http://vnreview.vn/tin-tuc-khoa-hoc-cong-nghe/-/view_content/content/2232722/facebook-da-khong-hoang-so-va-tat-ai-tu-tao-ra-ngon-ngu-nhu-tin-don), truy cập ngày 15/8/2021.

### Tiếng Anh

17. European Commission (2019), *Ethics Guidelines for Trustworthy AI*, ISBN 978-92-76-11998-2
18. EU Robotics. *What is SPARC? The partnership for robotics in Europe*. <https://www.eu-robotics.net/sparc/about/index.html>, (truy cập 20/8/2021).
19. European Parliament, Resolution 2015/2103 (INL), [https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-8-2017-0051\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-8-2017-0051_EN.pdf), (truy cập 20/8/2021).
20. European Parliament and the Council, Regulation (EU) 2016/679 on the protection of natural persons with regard to the processing of personal data and on the free movement of such data, and repealing Directive 95/46/EC (General Data Protection Regulation) // OJ. L 119. Vol. 59. 4 May 2016. P. 1-89. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R0679>.
21. Federal Ministry of Education and Research of Germany. (2021). *The high-tech strategy 2025*. The Federal Government, tại: [https://www.bmbf.de/upload\\_filestore/pub/Research\\_and\\_innovation\\_that\\_benefit\\_the\\_people.pdf](https://www.bmbf.de/upload_filestore/pub/Research_and_innovation_that_benefit_the_people.pdf)
22. Federal Ministry for Economic Affairs and Energy of Germany. (2019). *Making space for innovation. The handbook for regulatory sandboxes*. The Federal Government. [https://www.bmwi.de/Redaktion/EN/Publikationen/Digitale-Welt/handbook-regulatory-sandboxes.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.bmwi.de/Redaktion/EN/Publikationen/Digitale-Welt/handbook-regulatory-sandboxes.pdf?__blob=publicationFile&v=2), (truy cập 20/8/2021).
23. Henrik I. Christensen, *A Roadmap for US Robotics - From Internet to Robotics*. tại: <https://cra.org/ccc/wp-content/uploads/sites/2/2016/11/roadmap3-final-rs-1.pdf>, (truy cập 20/8/2021).

24. Hila Mehr (2017), *Artificial Intelligence for Citizen Services and Government*, tại: [https://ash.harvard.edu/files/ash/files/artificial\\_intelligence\\_for\\_citizen\\_services.pdf](https://ash.harvard.edu/files/ash/files/artificial_intelligence_for_citizen_services.pdf), (truy cập 15/8/2021).
25. Japan's Economic Revitalization, New Robot Strategy, tại: [https://www.meti.go.jp/english/press/2015/pdf/0123\\_01b.pdf](https://www.meti.go.jp/english/press/2015/pdf/0123_01b.pdf). (truy cập 20/8/2021).
26. Jin-young, C. (2018, February 8). *S. Korea to promote collaborative robotics for manufacturing field*. Business Korea. <http://www.businesskorea.co.kr/news/articleView.html?idxno=20497> (truy cập 20/8/2021).
27. Jonathan Ray và các tác giả khác (2016), *China's Industrial and Military Robotics Development*, tr. 23, tại: [https://www.uscc.gov/sites/default/files/Research/DGI\\_China's%20Industrial%20and%20Military%20Robotics%20Development.pdf](https://www.uscc.gov/sites/default/files/Research/DGI_China's%20Industrial%20and%20Military%20Robotics%20Development.pdf), (truy cập 20/8/2021).
28. Kim Yoon-mi, *Korea drafts "Robot Ethics Charter"*, The Korea Herald, 2010 tại: <http://www.koreaherald.com/view.php?ud=20070428000021> (truy cập 12/8/2021).
29. McKinsey (2017), *What the future of work will mean for jobs, skills, and wages*, <https://www.mckinsey.com/global-themes/future-of-organizations-and-work/what-the-future-of-work-will-mean-for-jobs-skills-and-wages>, truy cập ngày 15/8/2021.
30. National Science Foundation, *National Robotics Initiative 2.0: Ubiquitous Collaborative Robots*. tại: <https://www.nsf.gov/pubs/2019/nsf19536/nsf19536.pdf>, (truy cập 20/8/2021).
31. Robotics Business Review, *The Global Race To Robot Law: 2nd Place, South Korea*, tại: [https://www.roboticsbusinessreview.com/legal/the\\_global\\_race\\_to\\_robot\\_law\\_2nd\\_place\\_south\\_korea/](https://www.roboticsbusinessreview.com/legal/the_global_race_to_robot_law_2nd_place_south_korea/), (truy cập 20/8/2021).
32. Sang-mo, K. (2018, August 17). *Policy directions for S. Korea's robot industry*. Business Korea. <http://www.businesskorea.co.kr/news/articleView.html?idxno=24394> (truy cập 20/8/2021).

### Tiếng Nga

33. Андрей Незнамов. Законы робототехники. Как регулировать искусственный интеллект. Nguồn: <https://www.forbes.ru/tehnologii/355757-zakony-robototekniki-kak-regulirovat-iskusstvennyu-intellekt> (truy cập 12/8/2021)
34. Архипов, В.В., Бакуменко, В.В., Наумов, В.Б., Незнамов, А.В., Побрызгаева, Е.П., Смирнова, К.М., Тытюк, Е.В., Волынец, А.Д. (2018). *Отчет о научной исследовательской работе по теме: Исследование в области развития законодательства о робототехнике и киберфизических системах, в том числе, в части определения понятия киберфизических систем, порядка ввода*

их в эксплуатацию и гражданский оборот, определения ответственности.  
 Nguồn: <https://u.to/rBVcGw>

35. Нормы гражданского права о робототехнике. Резолюция Европарламента от 16 февраля 2017 года. Хем: [http://robopravo.ru/riezoliutsiia\\_ies](http://robopravo.ru/riezoliutsiia_ies) (truy cập: 22/8/2021).
36. Счастливецва Юлия Анатольевна. Персональные данные в цифровую эпоху: международные правовые стандарты. Коммуникология: электронный научный журнал. Хем: <https://www.communicology.us/2016/01/Schastlivtseva-The-right-to-privacy-in-the-digital-age.html> (truy cập 10h ngày 10/8/2021).
37. ЮНЕСКО. Разработка рекомендации об этических аспектах искусственного интеллекта. Nguồn: <https://ru.unesco.org/artificial-intelligence/ethics>
38. М. Карлюк. Роботы в законе. Должен ли искусственный интеллект отвечать за свои проступки. Nguồn: <https://issek.hse.ru/news/227178200.html> (truy cập 25/8/2021).
39. Исследовательский центр проблем регулирования робототехники. (2017). *Восьмой закон о внесении изменений в Закон о дорожном движении от 16 июня 2017 г.* tại: [https://robopravo.ru/initsiativy\\_frantsii\\_v\\_sfierie\\_robototiekhniki\\_2013\\_2](https://robopravo.ru/initsiativy_frantsii_v_sfierie_robototiekhniki_2013_2)
40. Директива Совета от 25 июля 1985 г. о сближении законов, регламентов и административных положений государств-членов, применяемых к ответственности за неисправную продукцию (85/374/ЕЭС). Хем: <https://eulaw.edu.ru/spisok-dokumentov-po-pravuv-evropejskogo-soyuza/dokumenty-o-pravah-cheloveka-i-grazhdanina/normativnye-akty-o-svobode-peredvizheniya-tovarov-lits-i-uslug/direktiva-soveta-ot-25-iyulya-1985-g-o-sblizhenii-zakonov-reglamentov-i-administrativnyh-polozhenij-gosudarstv-chlenov-primenyaemyh-k-otvetstvennosti-za-neispravnuyu-produktsiyu-85-374-ees-perevod/> (truy cập 18/8/2021).
41. ВОИС (2019 с). Тенденции развития технологий: искусственный интеллект // Доклад ВОИС. 158 с. Nguồn: [https://www.wipo.int/tech\\_trends/ru/artificial\\_intelligence/](https://www.wipo.int/tech_trends/ru/artificial_intelligence/) (truy cập 01/9/2021)
42. Консультативный комитет «Конвенция о защите частных лиц в отношении автоматизированной обработки данных личного характера» (ETS No.108 tại: <https://www.coe.int/en/web/conventions/full-list/-/conventions/treaty/108?module=treaty-detail&treaty-num=108>)
43. Совета Европы. «Руководство по защите персональных данных при использовании искусственного интеллекта» (Guidelines on artificial intelligence and data protection tại: <https://rm.coe.int/guidelines-on-artificial-intelligence-and-data-protection/168091f9d8>).
44. Гаджиев Г.А., Войниканис Е.А. Может ли робот быть субъектом права (поиск правовых норм для регулирования цифровой экономики)? // Право. Журнал Высшей школы экономики. – 2018. – № 4. -С. 24-48.

45. Оморов Р. О. Интеллектуальная собственность и искусственный интеллект. Электронный менеджмент в отраслях. Том 3, № 1 (2020). Nguồn: <https://doi.org/10.26425/2658-3445-2020-1-43-49> (truy cập 30/8/2021).
46. Ушакова Е.С. Проблема искусственного интеллекта в современном мире. Молодежный научно технический журнал. Электронный журнал. Издатель ФГБОУ “МГГУ имени Бауман”, 7.6.2016. Nguồn: <http://sntbul.bmstu.ru/doc/846325.html>...

## **CHƯƠNG 8: BÁO CÁO CÁC CHỈ SỐ ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ PHÁT TRIỂN TTNT**

Việc triển khai Chiến lược quốc gia về NCPT và ứng dụng TTNT đến năm 2030 là quá trình lâu dài, cần phải có sự giám sát chặt chẽ và có những chỉ số đánh giá toàn diện quá trình phát triển này. Hiện nay, các bộ số liệu riêng lẻ như số lượng sáng chế, hay số lượng bài báo,... đều được thống kê và có thể được sử dụng để xếp hạng các quốc gia theo từng mặt của phát triển TTNT. Tuy nhiên, chưa có một bộ chỉ số xếp hạng toàn diện được đề xuất trên thế giới.

Chương này tập trung vào: (1) bộ chỉ số đánh giá mức độ sẵn sàng của chính phủ về TTNT do Công ty Oxford Insights xây dựng và xuất bản. Đây là bộ chỉ số tương đối toàn diện về sự phát triển của TTNT quốc gia trên các lĩnh vực trực tiếp cũng như gián tiếp, góp phần đánh giá mức độ sẵn sàng của chính phủ về lĩnh vực này (thứ hạng năm 2020 của Việt Nam là 76/194) (2) Bộ chỉ số phát triển TTNT của Đại học Stanford. Đây là bộ chỉ số sử dụng trực tiếp các số liệu liên quan tới phát triển TTNT. Tuy nhiên, do thiếu nhiều dữ liệu, đến nay, mới chỉ có 26 quốc gia được xếp hạng (Việt Nam chưa có trong danh sách này).

### **I. Số liệu phát triển TTNT ở Việt Nam**

#### **1. Tình hình kinh tế xã hội Việt Nam gần đây**

Việt Nam là quốc gia có tỉ lệ dân số trẻ cao và năng động và có nền kinh tế sáng tạo. Theo báo cáo của Diễn đàn kinh tế thế giới WEF, chỉ số sáng tạo toàn cầu của Việt năm năm 2019 & 2020 đứng thứ 42 trên tổng số 129 nước và đứng thứ 3 trong ASEAN [2]. Thống kê năm 2019 cho biết nền kinh tế Việt nam có quy mô 6.037,2 nghìn tỷ đồng, tổng dân số khoảng 96,48 triệu, trong đó lực lượng lao động khoảng 54,7 triệu (~56.7%), thu nhập bình quân khoảng 4,2 triệu đồng/tháng, GDP tăng 7,02% so với năm 2018, đặc biệt ngành công nghiệp năm 2019 duy trì mức tăng trưởng cao với 8,86%, tổng thu ngân sách 1.414,3 nghìn tỷ đồng (thu từ doanh nghiệp ngoài nhà nước 218,6 nghìn tỷ đồng, chiếm 15,5%), tổng chi ngân sách 1.316,4 nghìn tỷ đồng [3].

Trong báo cáo tổng hợp của Topdev năm 2019 [4] cho thấy có gần 50.000 doanh nghiệp hoạt động trong lĩnh vực CNTT-TT, ngành công nghiệp CNTT tăng trưởng khoảng 10%, tổng doanh thu lĩnh vực công nghiệp CNTT-TT trong năm 2019 ước đạt 112,350 tỷ USD, trong đó xuất khẩu CNTT-TT chiếm 81,5%, doanh thu công nghiệp phần mềm đạt 5 tỷ USD, tăng 500 triệu USD so

với năm 2018. Tổng số tiền nộp ngân sách Nhà nước từ công nghiệp CNTT-TT của năm 2019 là 54.000 tỷ đồng, tăng 2.000 tỷ so với năm 2018.

Đây là tín hiệu tốt của nền kinh tế Việt nam theo định hướng nền kinh tế số, trong đó có ảnh hưởng tích cực của các công nghệ số và TTNT. Thống kê độc lập năm 2019 từ Chương trình e-Conomy SEA của Google và Tamazek [5] cũng cho thấy Việt nam một trong hai nước có tốc độ phát triển nền kinh tế số nhanh nhất ASEAN (~38% tính từ 2015) và đạt khoảng 5% GDP. Chỉ số chính phủ điện tử toàn cầu năm 2020 (do Liên hợp quốc UN xây dựng) của Việt nam đang có bước tiến khả quan với thứ hạng 86 (trên tổng 193 quốc gia), đồng thời năm 2019 lần đầu tiên Việt nam đã được ghi nhận về TTNT theo bộ tiêu chí về mức độ sẵn sàng của chính phủ về TTNT và thứ hạng hiện nay (2020) là 76/194 quốc gia (*xem chi tiết trong Phụ lục A*).

## 2. Nghiên cứu phát triển TTNT

Về các công trình công bố liên quan tới TTNT, Việt Nam đang có sự gia tăng trong thời gian gần đây, đặc biệt trên các tạp chí quốc tế có uy tín. Trong giai đoạn 1996-2020, Việt nam xếp thứ 47 về số lượng công bố khoa học trên cơ sở dữ liệu Scopus về TTNT (chủ đề bao gồm các kỹ thuật TTNT lõi và thị giác máy tính), thứ 13 khu vực Châu Á; và trong 10 quốc gia thuộc khối ASEAN, xếp thứ 5. Trong khi GDP danh nghĩa của Việt Nam thấp hơn hẳn trong Top 5 quốc gia hàng đầu về kinh tế Đông Nam Á, điều này cho thấy nỗ lực của cộng đồng TTNT của Việt Nam<sup>53</sup>. (*xem chi tiết trong Phụ lục B*)

Về các sáng chế liên quan tới TTNT, chúng ta cũng đã có những kết quả nhất định. Theo thống kê của WIPO [10], tính đến 2018, 6 nước trong khu vực ASEAN có patent về TTNT bao gồm Singapore, Thailand, Malaysia, Indonesia, Philipne và Việt Nam, trong đó Việt Nam đứng thứ 2 với 372 hồ sơ liên quan tới TTNT và gửi ở nhiều văn phòng trên thế giới (riêng văn phòng ở Việt Nam báo cáo có 17 hồ sơ).

---

<sup>53</sup>Các số liệu công bố Scopus <http://www.scimagojr.com/countryrank.php?region=Asiatic%20Region> (toàn bộ), <http://www.scimagojr.com/countryrank.php?region=Asiatic%20Region&area=1700> (CNTT), <http://www.scimagojr.com/countryrank.php?area=1700&region=Asiatic%20Region&category=1702> (TTNT); Dân số quốc gia năm 2018 <http://wdi.worldbank.org/table/WV.1>; GDP danh nghĩa <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD>

Việc đầu tư của nhà nước vào nghiên cứu TTNT cũng đã được triển khai một cách khá hệ thống với một số Chương trình KH&CN gắn với TTNT, như KC01, KC4.0, NAFOSTED.... Trong khoảng thời gian 15 năm từ 2006 đến 2020, hơn 117 đề tài cấp Nhà nước liên quan tới lĩnh vực TTNT đã được xem xét và phê duyệt, trong đó riêng 3 chương trình lớn về KH&CN đã cấp khoảng 169.215 tỷ đồng.

Đối với các diễn đàn và hội nghị kết nối nghiên cứu, ứng dụng và triển khai TTNT, nhiều hội nghị, hội thảo quốc tế thường niên có chất lượng và chuyên sâu với tỷ lệ các bài nghiên cứu và ứng dụng TTNT khá cao cũng đã được tổ chức thành công, như: RIVF, KSE, SoICT, NICS, FDSE, VLSP. Hội nghị về TTNT (AI4Life-2018) lần đầu tiên được tổ chức tại Trường Đại học Công nghệ (Đại học Quốc gia Hà Nội), Zalo AI Summit 2017 và 2018, VietAI Summit 2018... Diễn đàn quốc gia về TTNT (AI4VN, đã được tổ chức 4 lần trong các năm 2018, 2019, 2020, 2021) đã góp phần tập hợp, kết nối, tụ hội phát triển hệ sinh thái nghiên cứu, ứng dụng TTNT tại Việt Nam và cho Việt Nam.

### **3. Nhân lực và đào tạo nhân lực TTNT**

Theo Sách trắng CNTT của Bộ TT&TT năm 2019 [11], tổng số nhân lực ICT (bao gồm cả điện tử viễn thông) đã đạt ngưỡng trên 970.000 người, trong đó số lượng làm việc trong lĩnh vực CNTT (phần mềm và nội dung số) có gần 180.000 người, trong khi dự báo nhu cầu nhân lực CNTT là rất lớn khoảng 400.000 vào năm 2020 và nguồn cung cấp chỉ bảo đảm khoảng 50.000 nhân lực/năm. Đề án chuyển đổi số đến 2030 của Bộ TT&TT, đặt ra mục tiêu 1 triệu nhân lực CNTT.

Theo nhiều nguồn thống kê (google scholars, hội thảo AI4VN,...) , hiện có khoảng trên 1600 cán bộ nghiên cứu (trong nước và ở nước ngoài) làm việc trong lĩnh vực có liên quan tới TTNT, trong đó có khoảng 700 người làm việc ở Việt Nam (*số chuyên gia khoảng 300 người*). Ngoài ra, nhiều công ty đã hình thành được đội ngũ triển khai và ứng dụng TTNT. Mặc dù số lượng này chưa nhiều so với nhu cầu (*riêng tập đoàn CMC đã có nhu cầu gần 1000 kỹ sư, cử nhân về TTNT*), nhưng cũng phản ánh sự phát triển nhân lực TTNT của chúng ta.

Theo thống kê, hiện nay có trên 50 trường đại học có đào tạo các chuyên ngành liên quan tới TTNT. Riêng năm 2020, theo thông tin từ Bộ Giáo dục & Đào tạo, sẽ có nhiều trường lên kế hoạch tuyển sinh đào tạo ngành TTNT.

#### **4. Thị trường ứng dụng TTNT**

Mặc dù thị trường TTNT cũng như ứng dụng TTNT trong kinh tế, xã hội chỉ mới được đẩy mạnh khoảng 5 đến 7 năm gần đây, nhưng cũng đã có những tín hiệu khả quan. Nhiều lĩnh vực sản xuất và dịch vụ đã cho thấy sự ảnh hưởng của TTNT như thương mại điện tử, ngân hàng, giao thông, hậu cần, bất động sản, tài chính, nông nghiệp, giáo dục ... trong đó thương mại điện tử là lĩnh vực có sự ảnh hưởng của TTNT cao nhất khoảng 29% [12]. Theo kết quả khảo sát của Bộ KH-CN, các bộ ngành và địa phương đều có nhu cầu ứng dụng TTNT.

Đối với khối doanh nghiệp, trong thời gian qua, các tập đoàn lớn cũng như các công ty vừa và các công ty khởi nghiệp nhỏ về CNTT đều có những đầu tư phát triển sản phẩm các hệ thống thông minh trên nền tảng TTNT. Theo báo cáo năm 2018 của Rubik [12]: số lượng doanh nghiệp TTNT còn hạn chế với khoảng 10 tập đoàn lớn về TTNT (như FPT, Viettel, CMC, VNG, VNPT, VinGroup và một số công ty nước ngoài như Google, Amazon, NVIDIA, IBM,..), gần 10 quỹ đầu tư mạo hiểm về TTNT.

- Riêng đối với Startup TTNT, theo khảo sát từ một số nguồn thông tin, Việt Nam hiện có khoảng gần **65** startup TTNT.

## **II. Chỉ số đánh giá sẵn sàng của chính phủ về TTNT**

### **1. Tổng quan**

Đây là bộ chỉ số đánh giá mức độ sẵn sàng của chính phủ các quốc gia về ứng dụng TTNT. Bộ chỉ số được xây dựng và phát triển bởi Công ty Oxford Insights, Vương quốc Anh và được IDRC (*International Development & Research Centre*) thông qua Sáng kiến AI4D (*AI4D Initiative*) tài trợ, bắt đầu từ năm 2017 và đến nay đã xuất bản được 3 lần (2017, 2019 và 2020).

Công ty Oxford Insights là công ty tư vấn chính sách quốc tế về TTNT, có trụ sở tại Vương quốc Anh. Trong khi đó IDRC là Trung tâm nghiên cứu phát triển quốc tế của Liên bang Canada, có trụ sở tại thủ đô Ottawa, có chức năng hỗ trợ các nghiên cứu phát triển trên các khu vực của thế giới. Hiện nay, IDRC đang triển khai Chương trình sáng kiến Trí tuệ nhân tạo, gọi tắt là AI4D hỗ trợ phát triển TTNT trên thế giới. Thông qua chương trình AI4D, IDRC hợp



tác với Oxford Insights xây dựng chỉ số đánh giá sẵn sàng về TTNT của các chính phủ trên thế giới (bắt đầu từ phiên bản 2019).

Mục đích của Bộ chỉ số là nhằm đánh giá mức độ đón nhận và chuẩn bị của các chính phủ trong việc khai thác tối đa tiềm năng của TTNT trong các dịch vụ công.

## 2. Phương pháp đánh giá

### a) Mô tả chung

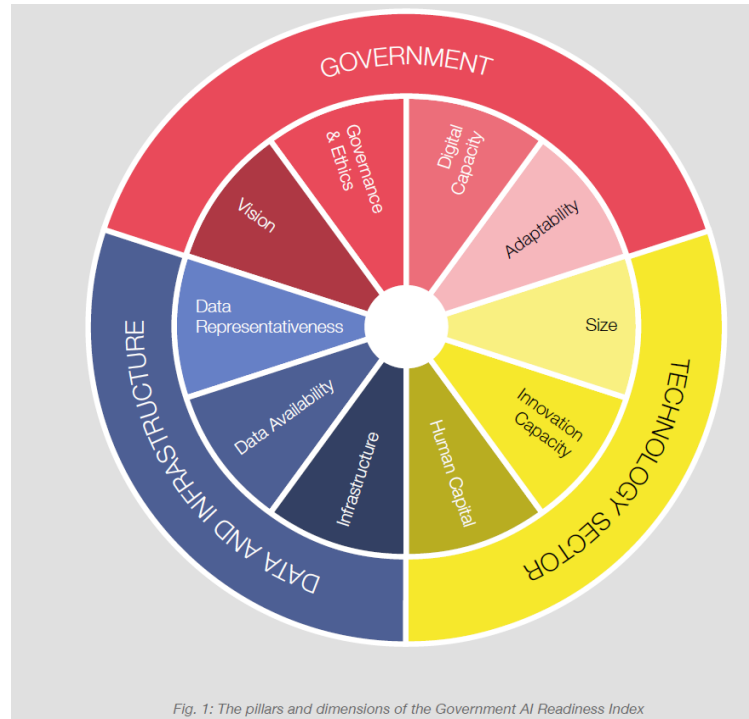
Bộ chỉ số này thực hiện xếp hạng cho 194 quốc gia (năm 2020, tuy nhiên có 172 quốc gia được xếp hạng chính thức và 22 quốc gia không được xếp hạng do thiếu một số thông tin, mặc dù vẫn được tính điểm). Thông qua các chỉ số đánh giá này, chúng ta sẽ nhận thức được về mức độ sẵn sàng của các chính phủ về TTNT.

Năm 2020, chúng ta đã chứng kiến việc một số ứng dụng TTNT được sử dụng trong phòng chống COVID-19. Đây là một vài trong số rất nhiều ví dụ mà TTNT có thể giúp các chính phủ trong cung cấp dịch vụ cho người dân. Từ chăm sóc sức khỏe, giáo dục đến giao thông, TTNT có thể cải thiện việc cung cấp các dịch vụ công. Nhưng câu hỏi đặt ra là: *Làm thế nào để các chính phủ có thể xác định mục tiêu và cách thức để tận dụng sự chuyển đổi do TTNT hỗ trợ này? (How can governments position themselves to take advantage of this AI-powered transformation?)* Trong báo cáo, Oxford Insights và Trung tâm Phát triển Nghiên cứu Quốc tế (IDRC) trình bày những kết quả về Chỉ số sẵn sàng cho TTNT của Chính phủ để trả lời câu hỏi đó.

Để trả lời câu hỏi đó, báo cáo đã dựa trên 33 tiêu chí (nhiều gấp ba lần so với bộ chỉ số của năm 2019) với 10 thứ nguyên (tăng nhiều so với 4 thứ nguyên của năm 2019). Việc mở rộng chỉ số này mang lại một bức tranh rộng hơn và sâu hơn về sự sẵn sàng cho TTNT của chính phủ. Tuy nhiên, việc so sánh trực tiếp với chỉ số của năm ngoái là một thách thức vì có sự thay đổi trong các tiêu chí. Thay vào đó, người đọc nên sử dụng chỉ số năm 2020 như một công cụ để so sánh tình trạng hiện tại của mức độ sẵn sàng cho TTNT của chính phủ ở các quốc gia và khu vực trên toàn cầu.

Đặc biệt, cần đánh giá xem khu vực được quan tâm ngày càng tăng các khía cạnh đạo đức TTNT: sự thiên vị (*bias*). Từ nhận dạng khuôn mặt đến xử lý ngôn ngữ tự nhiên, nguyên nhân của sự thiên vị trong các hệ thống TTNT là dữ

liệu không tiêu biểu, thiếu tính đại diện. Vì lý do này, đã đưa vào bộ chỉ số của 2020 một tiêu chí mới có liên quan đến tính đại diện dữ liệu. Bằng cách đo đặc mức độ đại diện cho chênh lệch sử dụng Internet giữa nam và nữ và giữa các nhóm kinh tế xã hội, hy vọng sẽ nắm bắt được mức độ sẵn sàng của các chính phủ trong sử dụng TTNT theo cách tránh sự thiên vị.



Hình 1: Cấu trúc bộ chỉ số năm 2020

Bộ chỉ số năm 2020 được xây dựng trên cơ sở 3 trụ cột (pillars) góp phần đo lường sự sẵn sàng của chính phủ về TTNT (Hình 1). Trên cơ sở 3 trụ cột này, báo cáo đã xây dựng 33 tiêu chí (indicators) và được gom nhóm theo 10 chiều thông tin (dimension).

- Chính phủ (*govenrment*): Thể hiện ý chí của chính phủ trong ứng dụng TTNT, và khả năng điều chỉnh cũng như đổi mới sáng tạo trong ứng dụng TTNT. Để mô tả rõ trụ cột này, báo cáo xây dựng 4 chiều thông tin, bao gồm: tầm nhìn (vision), quản trị và đạo đức (governance & ethics), năng lực số (digital capacity) và khả năng thích nghi (adaptability). Các chiều thông tin như sau:

Chiều thông tin (Dimension)	Tiêu chí (Indicator)	Nguồn thông tin thu thập (Source)	Mô tả (Dimension description)
--------------------------------	-------------------------	---	-------------------------------------

Tầm nhìn ( <i>Vision</i> )	Chiến lược TTNT ( <i>National AI strategy (Y/N)</i> )	Desk research (e.g. <u>OECD AI Policy Observatory</u> , <u>Future of Life Institute</u> )	Chính phủ có tầm nhìn hỗ trợ phát triển và triển khai AI không?
Quản trị và đạo đức ( <i>Governance &amp; Ethics</i> )	Luật bảo vệ dữ liệu và quyền riêng tư ( <i>Data protection and privacy legislation</i> )	<u>UN data protection and privacy legislation worldwide.</u>	Có các quy định và khuôn khổ đạo đức phù hợp để triển khai AI theo cách xây dựng lòng tin và tính hợp pháp (legitimacy) không?
	An ninh mạng ( <i>Cybersecurity</i> )	<u>Global Cybersecurity Index</u>	
	Khung đạo đức quốc gia ( <i>National ethics framework (Y/N)</i> )	<u>AI Ethics Lab Toolbox</u>	
	Khả năng thích ứng của khung pháp lý đối với các mô hình kinh doanh kỹ thuật số ( <i>Legal framework's adaptability to digital business models</i> )	<u>Global Competitiveness Index</u>	
Năng lực số ( <i>Digital Capacity</i> )	Việc Mua sắm công nghệ tiên tiến của Chính phủ ( <i>Government procurement of advanced technology</i> )	<u>Networked Readiness Index</u>	Năng lực kỹ thuật số hiện có của chính phủ là gì?
	Sử dụng CNTT & TT và hiệu suất của chính phủ ( <i>ICT use and government efficiency</i> )	<u>Networked Readiness Index</u>	
	Dịch vụ trực tuyến ( <i>Online services</i> )	<u>UN e-Government Survey</u>	

Khả năng thích nghi ( <i>Adaptability</i> )	Hiệu quả của chính phủ ( <i>Effectiveness of the government</i> )	<u>World Bank</u>	Liệu chính phủ có thể thay đổi, thích nghi và đổi mới một cách hiệu quả?
	Khả năng phản ứng của chính phủ đối với sự thay đổi ( <i>Government's responsiveness to change</i> )	<u>Global Competitiveness Index</u>	

- Thị trường Công nghệ (*Technology Sector*): Thể hiện nguồn cung cấp các công cụ TTNT từ thị trường công nghệ. Với trụ này, có 3 chiều thông tin mô tả: quy mô (size), năng lực ĐMST (innovation capacity), nguồn nhân lực (human capital). Trong năm 2020, tiêu chí thị trường đã được mở rộng (không dùng tiêu chí *startup* nữa, vì tạo ra sự thiên vị quá lớn cho các quốc gia như Mỹ, mà mở rộng hơn theo nhiều chiều thông tin).

<b>Chiều thông tin (Dimension)</b>	<b>Tiêu chí (Indicator)</b>	<b>Nguồn thông tin thu thập (Source)</b>	<b>Mô tả (Dimension description)</b>
Quy mô ( <i>Size</i> )	Số lượng công ty kỳ lân công nghệ ( <i>Number of technology unicorns</i> )	<u>CB Insights</u>	Xác định quy mô thị trường công nghệ sẽ cung cấp công nghệ TTNT cho các chính phủ lớn đến mức nào?
	Giá trị thị trường của các công ty công nghệ đại chúng ( <i>Market value of public technology companies</i> )	<u>Forbes Global 2000</u>	
	Giá trị thương mại dịch vụ ICT (bình quân đầu người) ( <i>Value of trade in</i>	<u>UNCTAD</u>	

	<i>ICT services (per capita)</i>		
	Giá trị thương mại hàng hóa ICT (bình quân đầu người) <i>(Value of trade in ICT goods (per capita))</i>	<u>UNCTAD</u>	
	Chi tiêu cho phần mềm máy tính <i>(Computer software Spending)</i>	<u>Global Innovation Index</u>	
Năng lực đổi mới sáng tạo <i>(Innovation capacity)</i>	Văn hóa doanh nhân <i>(Entrepreneurial culture)</i>	<u>Global Competitiveness Index</u>	Lĩnh vực công nghệ có điều kiện thích hợp để hỗ trợ đổi mới sáng tạo không?
	Dễ dàng trong kinh doanh <i>(Ease of doing business)</i>	<u>World Bank</u>	
	Chi tiêu NCPT (R&D spending)	<u>UNESCO</u>	
	Đầu tư của công ty vào các công nghệ mới nổi <i>(Company investment in emerging technologies)</i>	<u>Networked Readiness Index</u>	
Nguồn nhân lực <i>(Human capital)</i>	Sinh viên tốt nghiệp từ các chương trình STEM <i>(Graduates in STEM)</i>	<u>UNESCO</u>	Có những kỹ năng phù hợp trong dân số để hỗ trợ lĩnh vực công nghệ không?
	Chất lượng giáo dục đại học về kỹ thuật	<u>QS Engineering &amp;</u>	

	và công nghệ ( <i>Quality of engineering and technology higher education</i> )	<u>Technology rankings</u>	
	Kỹ năng kỹ thuật số ( <i>Digital skills</i> )	<u>Global Competitiveness Index</u>	
	Việc làm đòi hỏi nhiều kiến thức ( <i>Knowledge-intensive Employment</i> )	<u>ILO</u>	

- Dữ liệu & hạ tầng (*Data & Infrastructure*): Thể hiện sự đáp ứng về dữ liệu để xây dựng và huấn luyện các công cụ TTNT, và sự đáp ứng về hạ tầng để triển khai tới người dân. Có 4 chiều thông tin mô tả trụ cột này, bao gồm: hạ tầng (infrastructure), sự sẵn sàng dữ liệu (data availability), tính đại diện dữ liệu (data representativeness).

<b>Chiều thông tin (Dimension)</b>	<b>Tiêu chí (Indicator)</b>	<b>Nguồn thông tin thu thập (Source)</b>	<b>Mô tả (Dimension description)</b>
Hạ tầng ( <i>Infrastructure</i> )	Cơ sở hạ tầng viễn thông ( <i>Tele-communications infrastructure</i> )	<u>UN e-Government Survey</u>	Quốc gia có cơ sở hạ tầng công nghệ tốt để hỗ trợ các công nghệ AI không?
	Hạ tầng 5G ( <i>5G infrastructure</i> )	<u>VIAVI Solutions</u>	
	Băng thông Internet ( <i>Internet bandwidth</i> )	<u>ICT Development Index</u>	

	Sự sẵn có của các công nghệ mới nhất ( <i>Availability of latest Technologies</i> )	<u>Networked Readiness Index</u>	
Sẵn có dữ liệu ( <i>Data availability</i> )	Dữ liệu mở của Chính phủ ( <i>Open government data</i> )	<u>Open Data Barometer</u>	Có sẵn dữ liệu tốt để sử dụng huấn luyện các mô hình AI không?
	Năng lực thống kê ( <i>Statistical capacity</i> )	<u>World Bank</u>	
	Số lượng thuê bao điện thoại di động ( <i>Mobile-cellular telephone subscriptions</i> )	<u>ICT Development Index</u>	
	Người dùng Internet (% dân số trưởng thành) ( <i>Internet users (% of adult population)</i> )	<u>ICT Development Index</u>	
Tính đại diện của dữ liệu ( <i>Data representativeness</i> )	Khoảng cách giới trong việc sử dụng Internet ( <i>Gender gap in Internet usage</i> )	<u>Global Findex Database</u>	Dữ liệu có khả năng đại diện cho toàn bộ dân số không?
	Khoảng cách kinh tế xã hội trong việc sử dụng Internet ( <i>Socioeconomic gap in Internet usage</i> )	<u>Global Findex Database</u>	

***b) Phương pháp tính toán các giá trị chỉ số:***

***Chuẩn hóa:***

Tất cả các điểm dữ liệu đã được chuẩn hóa để nằm trong khoảng từ 0 đến 100. Công thức cho chuẩn hóa như sau:  $(x - x_{\min}) / (x_{\max} - x_{\min})$ . Đối với tất cả

các chỉ số tiêu chí, ngoại trừ chỉ số *effectiveness of the government* (trong đó  $x_{min} = -2.5$ ), giá trị của  $x_{min}$  được đặt là 0. Trong khi đó,  $x_{max}$  hoặc là giá trị lớn nhất có thể (trong trường hợp dữ liệu lấy từ các chỉ số khác, ví dụ: Chỉ số năng lực cạnh tranh toàn cầu) hoặc là giá trị quan sát lớn nhất. Một ngoại lệ là đối với tiêu chí đăng ký điện thoại di động (*Mobile-cellular telephone subscriptions*), các tác giả đặt giá trị tối đa là 120 (tức là trên 120 đăng ký cho mỗi 100 mobilephone để đảm bảo đạt mức điểm 100)

Tổng điểm: Để tính tổng điểm, sẽ lấy trung bình cộng của mỗi chiều thông tin; sau đó, lấy trung bình cộng của trụ cột và điểm cuối cùng là điểm trung bình của 3 trụ cột. Tất cả các chỉ số, chiều thông tin và trụ cột đều có trọng số bằng nhau.

Xử lý các giá trị dữ liệu thiếu (missing): Chỉ các quốc gia có giá trị trên 50% thì các chỉ số mới được đưa vào trong bảng xếp hạng. Đối với phần lớn các tiêu chí chỉ số bị thiếu một số dữ liệu, sẽ tính giá trị trung bình của nhóm ngang hàng (*peer group*) đối với mỗi quốc gia (trong đó nhóm ngang hàng là các quốc gia trong cùng khu vực địa lý và có cùng phân loại nhóm thu nhập theo phân loại của Ngân hàng Thế giới). Đối với tiêu chí chỉ số Năng lực thống kê (*statistical capacity*) sử dụng dữ liệu từ Ngân hàng thế giới, chỉ bao gồm các quốc gia đang phát triển. Để áp đặt các giá trị đối với chỉ số này đã sử dụng mô hình hồi quy bội số (*multiple regression*).

Một số điểm yếu của bộ chỉ số này:

Một số bộ dữ liệu có từ năm 2018 hoặc muộn hơn, thậm chí chưa có dữ liệu thay thế. Ta xem xét 2 ví dụ về Chỉ số Phát triển CNTT-TT (*ICT Development Index*) năm 2017, và phiên bản cuối cùng của Dữ liệu mở (*Open Data Barometer*) thuộc năm 2016:

+ Chỉ số Phát triển CNTT-TT cung cấp các đánh giá về sự thâm nhập của Internet và điện thoại di động, đây là những con số có giá trị đại diện cho lượng dữ liệu có thể được thu thập từ các hoạt động của công dân trực tuyến và thông qua sử dụng điện thoại di động (ví dụ: phân tích tình cảm trên mạng xã hội, dữ liệu vị trí địa lý để theo dõi địa chỉ liên hệ COVID-19).

+ Các chỉ số *Open Data Barometer* đo lường tính sẵn sàng của *dữ liệu mở* của chính phủ. Những bộ dữ liệu như vậy là một nguồn có giá trị cung cấp dữ liệu huấn luyện (*training data*) cho các công ty khởi nghiệp GovTech và các



công ty khác với hy vọng xây dựng các mô hình TTNT cho các ứng dụng của chính phủ.

Do đó, ta nhận thấy rằng cả hai tiêu chí trên đều quan trọng đối với đo lường mức độ sẵn sàng của TTNT và nếu không có chúng, chúng ta sẽ không có thể ước tính tính sẵn sàng của dữ liệu một cách đầy đủ. Do đó, mặc dù tính cập nhật của 2 tiêu chí này không cao, tác giả vẫn chọn đưa vào tập dữ liệu do tầm quan trọng của chúng, cũng như thực tế hiện nay chưa có chỉ số khác thay thế.

Đối với 5 tiêu chí sau đây, một số quốc gia thiếu thông tin cho năm 2018 hoặc năm 2019:

- + *Giá trị thương mại dịch vụ ICT trên đầu người*
- + *Giá trị thương mại hàng hóa ICT trên đầu người*
- + *Chi tiêu cho R&D (R&D spending)*
- + *Sinh viên tốt nghiệp ngành STEM (graduates in STEM)*
- + *Số lượng việc làm yêu cầu nhiều kiến thức*

Nếu một quốc gia thiếu thông tin, tác giả đã sử dụng dữ liệu trong khoảng thời gian gần đây nhất cho giá trị đó. Mặc dù điều này dẫn đến một số quốc gia có giá trị lỗi thời trong nhiều năm, có thể thấy rằng các quốc gia có giá trị cũ hơn vẫn còn tốt hơn là không có gì cả.

### **3. Một số kết quả chính**

Trên phạm vi toàn thế giới, Mỹ là quốc gia đứng đầu danh sách, theo sau là 4 quốc gia phương Tây: UK, Finland, Germany và Sweden (*Hình 2*). Cả 5 quốc gia đứng đầu này đều có điểm rất cao ở cả 3 trụ cột. Có 4 quốc gia đã ban hành chiến lược TTNT (Mỹ, Finland, Germany, và Sweden), riêng Mỹ thì ban hành sáng kiến TTNT và sắc lệnh của Tổng thống về TTNT<sup>54</sup>. Chú ý là trong top 10 quốc gia hàng đầu thì chỉ có 2 quốc gia châu Á là Singapore và Hàn Quốc và trong top 20 có 5 quốc gia Châu Á.

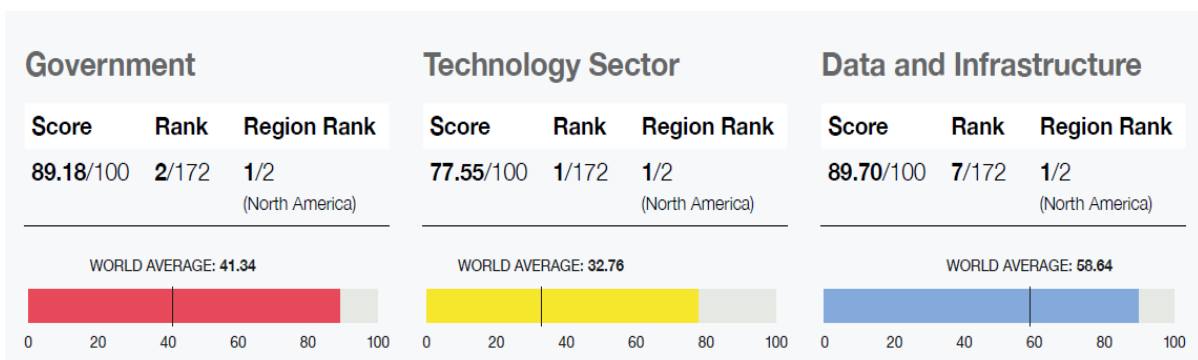
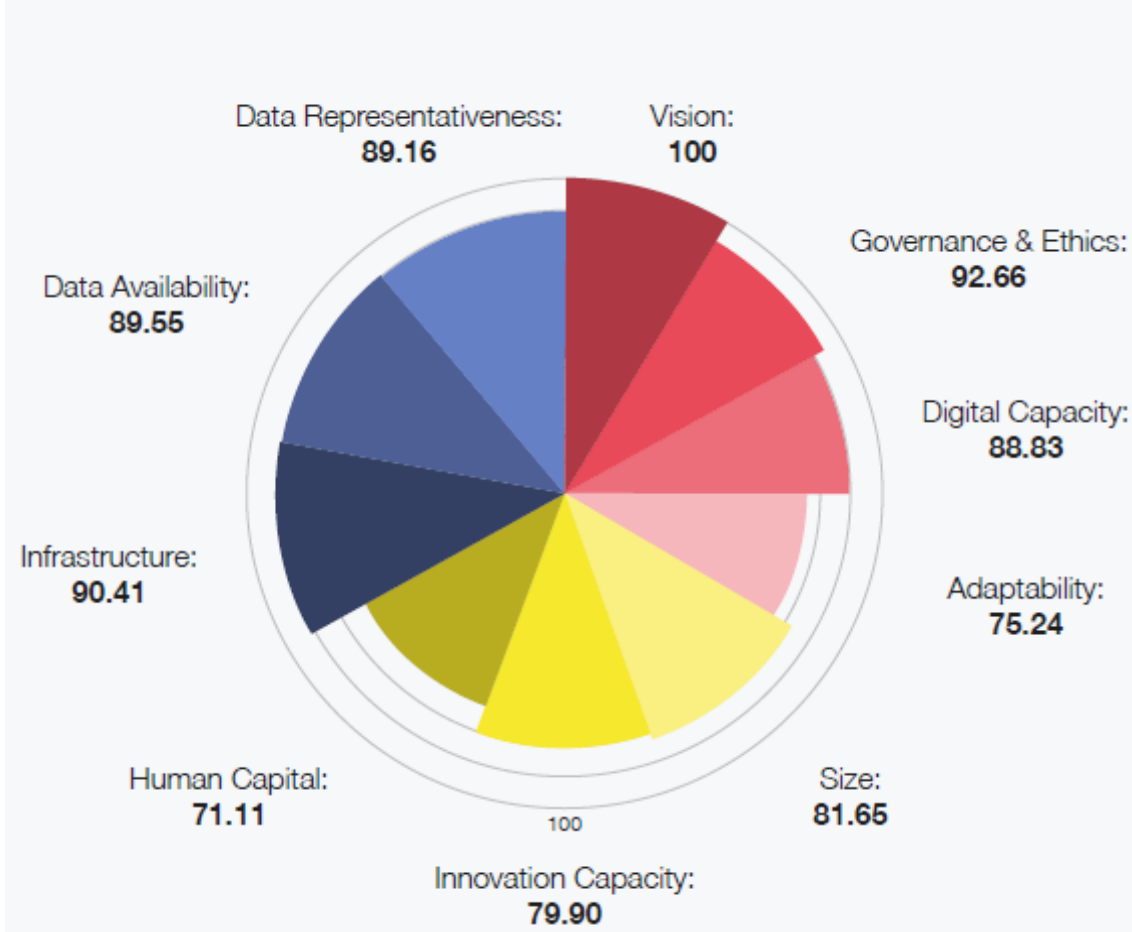
---

<sup>54</sup> Riêng UK hiện nay đang thông báo sẽ xuất bản chiến lược TTNT dựa trên AI roadmap đã được xuất bản trước đó

<b>Rank</b>	<b>Country</b>	<b>Score</b>
1	United States of America	85.479
2	United Kingdom	81.124
3	Finland	79.238
4	Germany	78.974
5	Sweden	78.772
6	Singapore	78.704
7	Republic of Korea	77.695
8	Denmark	75.618
9	Netherlands	75.297
10	Norway	74.430
11	France	73.767
12	Australia	73.577
13	Japan	73.303
14	Canada	73.158
15	Luxembourg	72.616
16	United Arab Emirates	72.395
17	Estonia	69.922
18	Switzerland	69.219
19	China	69.080
20	Israel	68.825

*Hình 2: Top 20 của bảng xếp hạng các quốc gia*

<b>Index Score</b>	<b>Rank</b>	<b>Regional Rank</b>
<b>85.48/100</b>	<b>1/172</b>	<b>1/2</b> (North America)
<b>Responsible Use Score</b>	<b>Responsible Use Rank</b>	
<b>50.01/100</b>	<b>24/34</b>	
<b>GDP (US\$ billion)</b>	<b>Population</b>	
16,903	326,688,000	



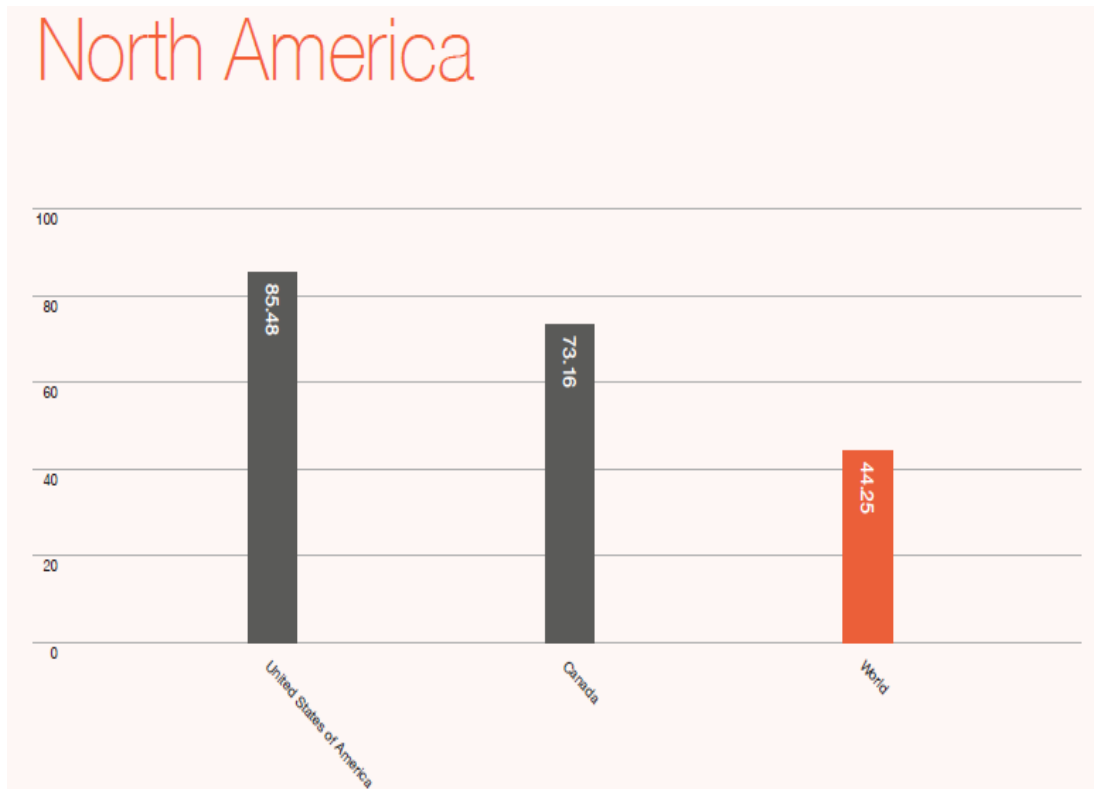
Hình 3: Phổ điểm của Mỹ

Tính trung bình, điểm số của Mỹ đang vượt xa toàn bộ các nước còn lại, gần gấp đôi điểm trung bình của toàn thế giới. Mỹ nổi tiếng với sự đổi mới sáng tạo trong khu vực công nghệ tư nhân, điển hình là thung lũng Silicon. Chính vì vậy, điểm số trụ cột công nghệ của Mỹ rất cao (số 1). Riêng Mỹ đã có hàng loạt các công ty thuộc hàng kỳ lân (unicorn) về CNTT (198 unicorns, trong khi Trung Quốc có 103). Trong khi các đột phá về công nghệ CNTT có thể đến từ các startups hoặc từ các viện nghiên cứu, các công ty bigtech cũng có sự ảnh hưởng quyết định tới định hướng và thương mại hóa kết quả nghiên cứu CNTT, Mỹ đang nắm giữ hàng loạt các BigTech: google, facebook, amazon, IBM,...Riêng đầu tư công của Mỹ vào CNTT năm 2020-2021 đã là 1.5 tỉ USD. Điểm trừ duy nhất trong trụ cột này là về nguồn nhân lực (71.11 điểm) với các tiêu chí về đào tạo STEM chưa được nhưng các nước hàng đầu (Anh, Đức, Phần lan), nhưng Mỹ có cơ sở để cải thiện khu vực này, bởi vì tiêu chí về các cơ sở đào tạo kỹ thuật hàng đầu của Mỹ lại nhất thế giới (the Massachusetts Institute for Technology, Stanford University và the University of California, Berkeley).

Về trụ cột chính phủ, Mỹ đứng thứ 2 thế giới, đây là kết quả của việc có những chính sách quyết liệt và mạnh mẽ về CNTT như Sáng kiến CNTT, Sắc lệnh CNTT của Tổng thống, kế hoạch nghiên cứu phát triển CNTT,... Về trụ cột dữ liệu hạ tầng, mặc dù đứng thứ 7, nhưng lại có điểm số rất cao (89.70). Chính phủ đã ban hành Chiến lược Dữ liệu quốc gia trong đó có tính đến tạo ra dữ liệu phục vụ CNTT (dữ liệu có chất lượng). Điểm trừ ở khu vực này là sự chênh lệch năng lực số giữa các nhóm dân cư, do đó, gây khó khăn trong việc thu thập dữ liệu có tính đại diện.

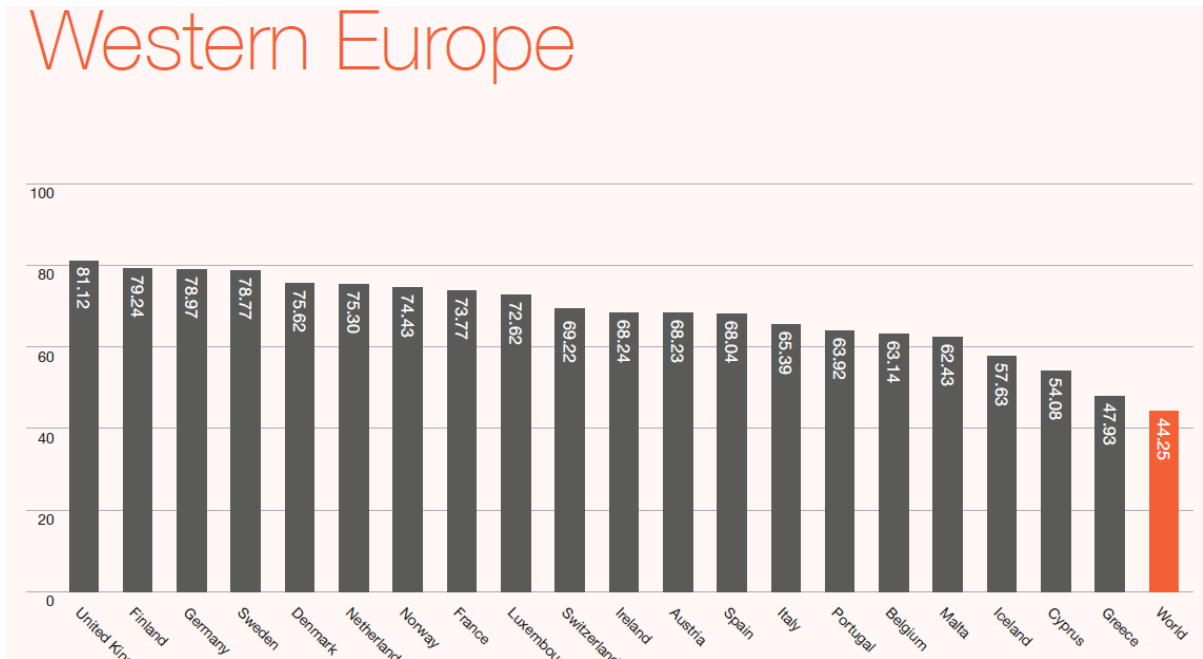
Khu vực Bắc Mỹ có 2 quốc gia là Mỹ và Canada, đều là nước hàng đầu (trong top 20) về CNTT. Cùng với Canada, Bắc Mỹ là khu vực nóng nhất về CNTT. Trong khi Mỹ tập trung vào đột phá và thương mại hóa CNTT, Canada tập trung vào giáo dục và nguồn nhân lực CNTT (chiến lược ra đời năm 2017), thành lập các trung tâm nghiên cứu và đào tạo về CNTT. Hiện nay Canada có 4 đại học hàng đầu thế giới (top 50: the University of Toronto, the University of British Columbia, the University of Waterloo and McGill) và đều rất mạnh về CNTT. Đại học Montreal có nhóm nghiên cứu hàng đầu thế giới của GS Yoshua Bengio. Canada đã thành lập hội đồng tư vấn quốc gia về CNTT. Cả 2 quốc gia Bắc Mỹ này đều đi đầu thế giới về các chương trình hợp tác quốc tế CNTT, trong đó có CT đối tác toàn cầu về CNTT (global partnership on

TTNT), hay sang kiến TTNT AI4D. Điểm nhấn khác của Canada đó là đi đầu về dữ liệu mở (Open Data Barometer), hiện nay, Canada có tới 80,000 CSDL mở bắt nguồn từ 70 cơ quan, bộ ngành.



Hình 4: Điểm trung bình của Mỹ và Canada so với thế giới

Ngay sau khu vực Bắc Mỹ, khu vực Tây Âu, nơi có trình độ phát triển TTNT rất cao, mặc dù không có các Bigtech như của Mỹ. Đặc biệt khu vực Tây Âu rất mạnh về trụ cột dữ liệu và hạ tầng, UK đứng thứ nhất, Finland thứ hai và Sweden thứ 4. Điểm mạnh của khu vực này là có sự hợp tác tốt giữa các nước trong khu vực thông qua cơ chế cộng đồng châu Âu, cơ quan này rất năng động trong ra các cơ chế điều hòa về TTNT.



Hình 5: Xếp hạng Khu vực Tây Âu

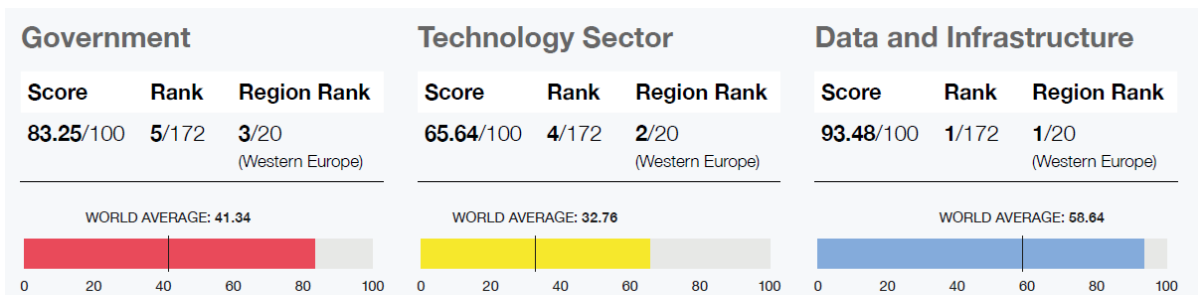
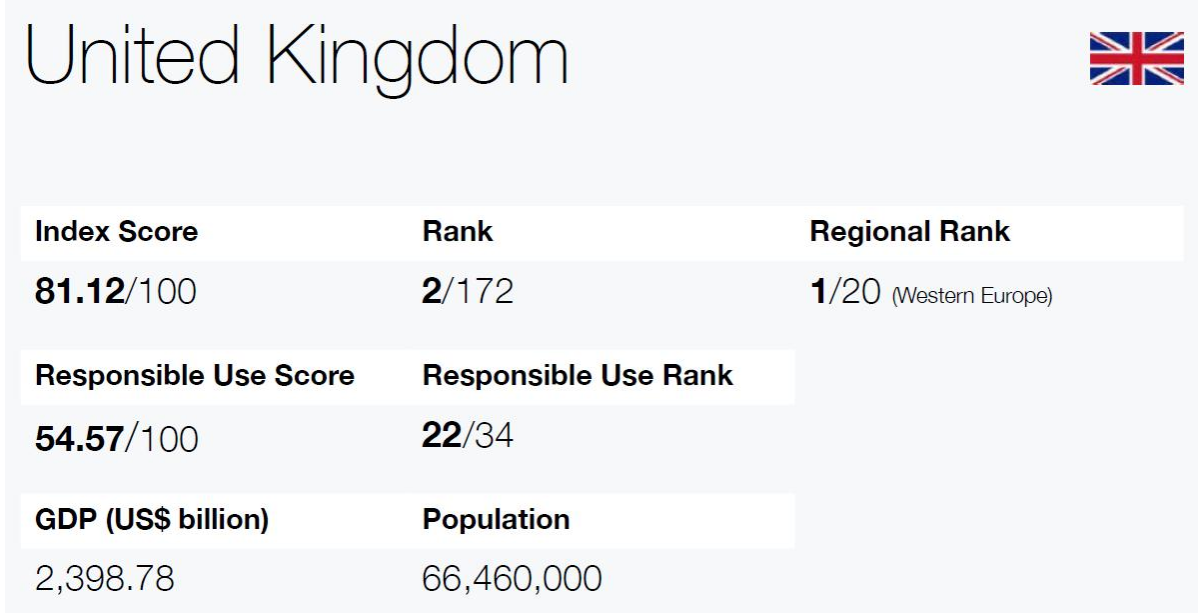
Cũng giống như năm 2019, khu vực Tây Âu áp đảo danh sách top20 quốc gia hàng đầu về TTNT (10/20):

+ Vương quốc Anh UK (thứ 2) có sự tập trung rất cao trong đầu tư về giáo dục TTNT. Ngay sau khi ban hành *Thỏa thuận TTNT* (AI Sector Deal, năm 2018), một phiên bản có định hướng như chiến lược TTNT, họ đã chỉ định cơ quan quản lý TTNT (Office of AI<sup>55</sup>), hội đồng tư vấn TTNT (AI council). UK thành lập 16 trung tâm đào tạo TTNT, với mục tiêu tạo ra 1000 tiến sĩ TTNT trong 5 năm tới và các chương trình đào tạo thạc sĩ với tài trợ từ khối công nghiệp. Một số trường đại học công nghệ ở Anh có vị trí hàng đầu thế giới như Cambridge hay Oxford.

Ở trụ cột công nghệ, Vương quốc Anh có số lượng kỳ lân công nghệ cao thứ ba, chỉ sau Mỹ và Trung Quốc. Tính bình quân, Vương quốc Anh có con số cao nhất bình quân đầu người. Các công ty công nghệ của Vương quốc Anh trong Forbes Global 2000 có tổng giá trị thị trường cao thứ sáu, xếp sau Mỹ, Trung Quốc, Ấn Độ, Đức và Ai-len. Vương quốc Anh là nơi nổi tiếng thế giới các công ty TTNT tiên phong như DeepMind, được Google mua lại trong 2018.

<sup>55</sup> <https://www.gov.uk/government/organisations/office-for-artificial-intelligence>

Vương quốc Anh có điểm trụ cột dữ liệu và hạ tầng cao nhất thế giới (93.48), trong đó, họ đứng đầu về tiêu chí dữ liệu mở (chia sẻ vị trí số 1 với Canada), năm 2019 đã ban hành chiến lược về dữ liệu. UK đạt sự bình đẳng số rất cao và có chỉ số về tính đại diện dữ liệu rất cao.

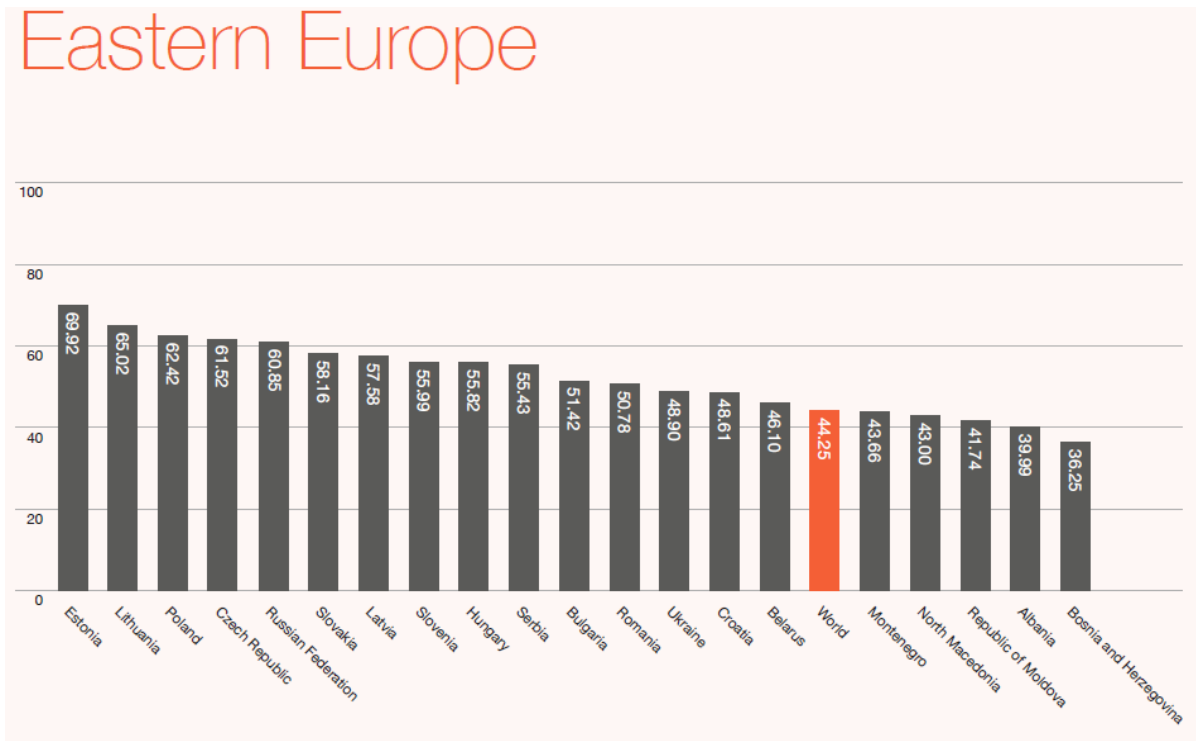


Hình 6: Phổ điểm của Anh

+ Cộng hòa liên bang Đức (thứ 4) ban hành chiến lược vào năm 2018 và cam kết đầu tư 3.4 tỉ USD để xây dựng năng lực CNTT đến 2025. Đức chưa có cơ quan điều hành về phát triển CNTT. Trụ cột công nghệ của Đức đang ở vị trí thứ 2/172 trên thế giới (chỉ sau Mỹ). Việc Chính phủ chưa thành lập cơ quan chuyên trách hoặc chỉ định bộ phận thực hiện đã làm yếu vị thế của Đức một chút ở góc độ trụ cột chính phủ, đồng thời, Đức còn thiếu tên tuổi lớn trong nhóm các Bigtech về CNTT.

+ Pháp (thứ 11/172) cam kết đầu tư 1.7 tỉ USD trong 5 năm sau khi ban hành chiến lược 2018, chỉ định cơ quan điều phối quốc gia về TTNT, xây dựng 4 trung tâm đào tạo trọng điểm về TTNT<sup>56</sup>.

Khu vực Đông Âu bao gồm 20 quốc gia với điểm trung bình 52.56, cao hơn trung bình thế giới. Top 5 của khu vực bao gồm: Estonia, Lithuania, Poland, Czech Republic, và Russian Federation. Cả 5 quốc gia đều thể hiện mối quan tâm về TTNT, với việc ban hành Chiến lược TTNT.



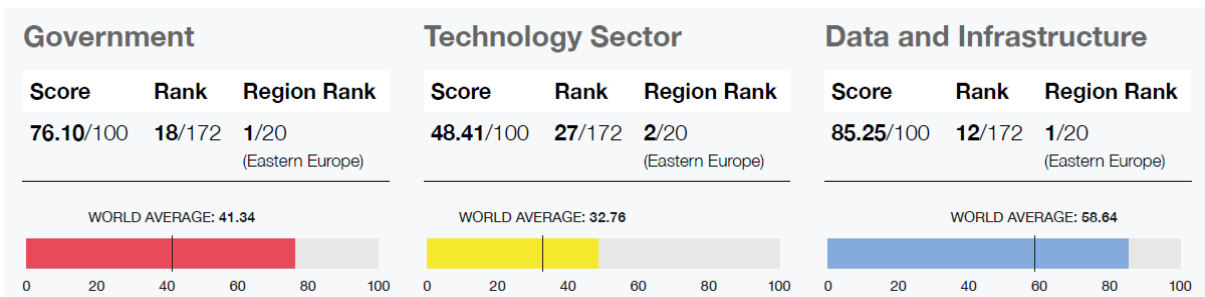
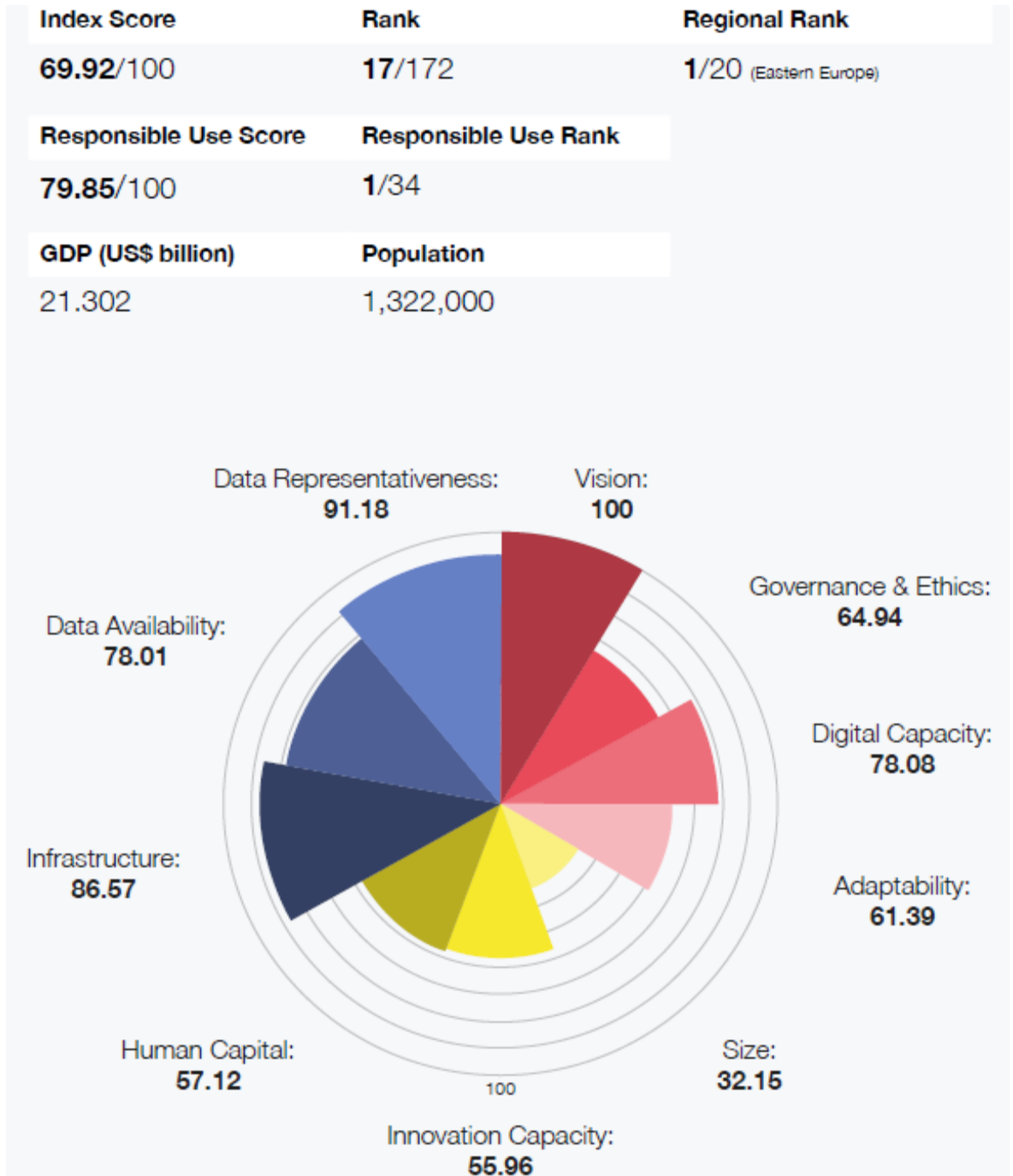
Hình 7: Xếp hạng khu vực đông âu

Estonia là quốc gia hàng đầu khu vực (17 trên thế giới), ban hành chiến lược năm 2019 và cam kết 10 triệu euro cho việc triển khai chiến lược, thành lập tổ công tác điều hành chiến lược. Để có được thứ hạng cao trong khu vực, Estnia đã có một cơ sở rất tốt đó là có nền tảng chính phủ điện tử rất mạnh. Mỗi người dân Estonia đều có định danh số. Điểm của các tiêu chí ICT đều rất cao (~90/100). Khu vực công nghệ, mặc dù đã có nhiều cố gắng (xây dựng sáng kiến khởi nghiệp) nhưng vẫn là khu vực chưa thực sự mạnh của Estonia (48.41, đứng thứ 27/172, 2/20 khu vực) trên phạm vi toàn cầu.

<sup>56</sup> <https://www.inria.fr/en/news/news-from-inria/four-3ia-projects-selected>

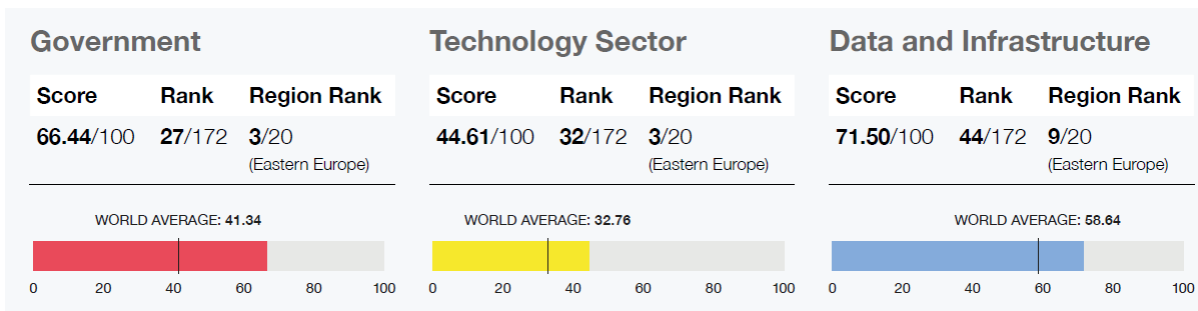
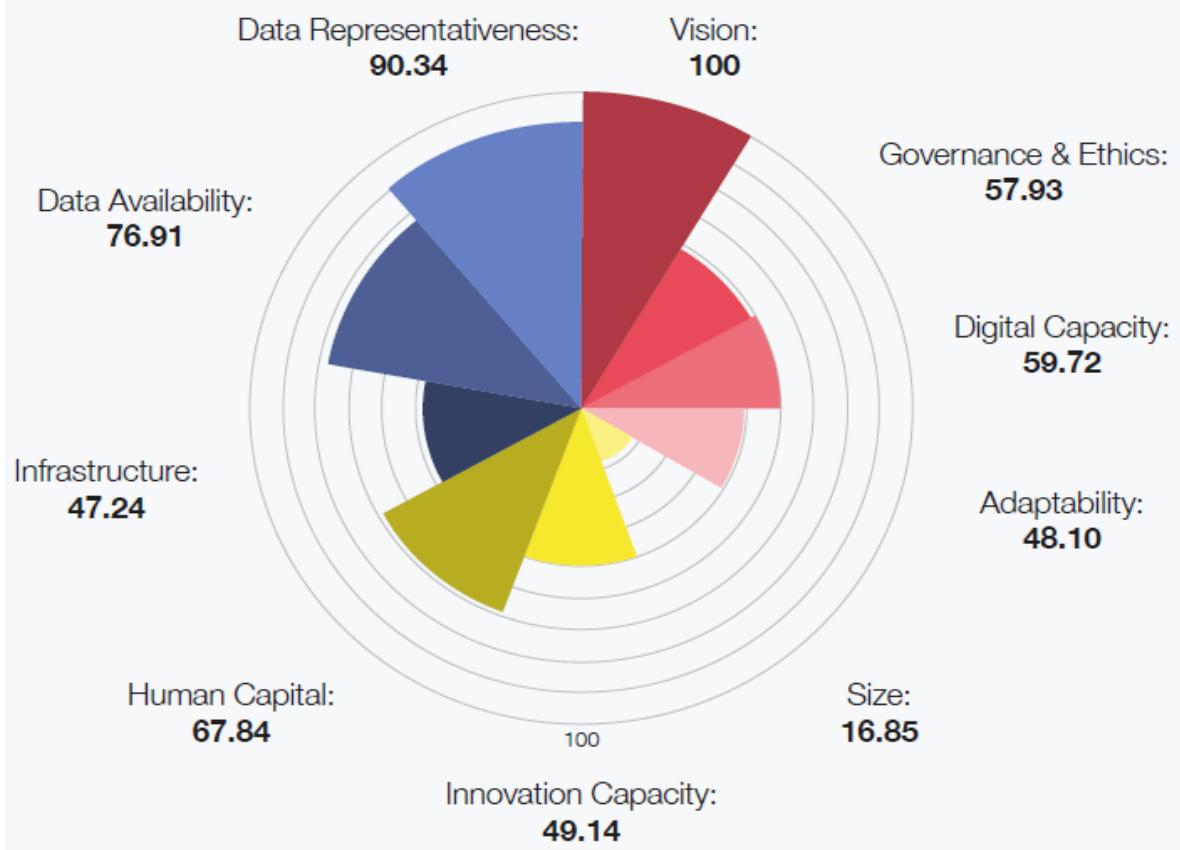


Nga xây dựng và ban hành chiến lược TTNT đến năm 2030 và coi TTNT như là thế mạnh chiến lược (như Tổng thống Putin đã phát biểu “whichever country leads in AI will ‘become ruler of the world’.”). Nói cách khác, tầm nhìn của Nga về TTNT là rất rõ ràng. Quốc hội Nga đã ban hành luật về TTNT và chính phủ cũng đã có một số chính sách ban hành về điều hòa TTNT. Tuy nhiên, khu vực công nghệ tư nhân về TTNT của Nga chưa phát triển mạnh, thị trường TTNT còn nhỏ, có hiện tượng chảy máu chất xám, mặc dù một số cơ sở đào tạo NC của Nga khá mạnh và Samsung đã đầu tư xây dựng trung tâm TTNT tại Moscow vào năm 2018. Vấn đề đạo đức TTNT chưa được đề cập thấu đáo.



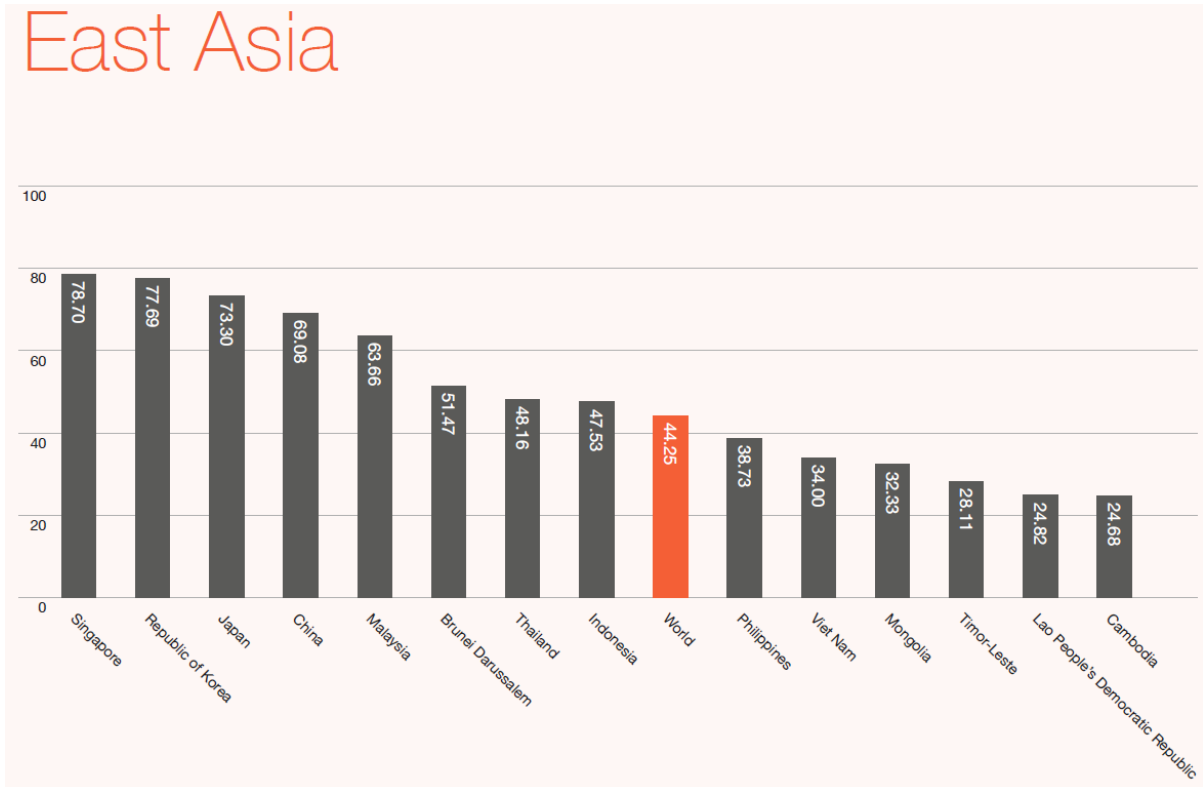
Hình 8: Phổ điểm của Estonia

<b>Index Score</b>	<b>Rank</b>	<b>Regional Rank</b>
60.85/100	33/172	5/20 (Eastern Europe)
<b>Responsible Use Score</b>	<b>Responsible Use Rank</b>	
39.12/100	33/34	
<b>GDP (US\$ billion)</b>	<b>Population</b>	
1,108	144,478,000	



Hình 9: Phổ điểm của Nga

Khu vực Đông Á là khu vực với 15 chính phủ quốc gia được xếp hạng, trong đó có 4 quốc gia thuộc top 20 thế giới: Singapore (Số 1 trong khu vực và số 6 toàn cầu), Hàn Quốc (thứ hai trong khu vực, thứ bảy toàn cầu), Nhật Bản (thứ ba trong khu vực, thứ mười ba trên toàn cầu) và Trung Quốc (thứ tư trong khu vực, thứ 19 trên toàn cầu). Khu vực Đông Á được xếp hạng là nơi sẵn sàng cho TTNT, chỉ sau khu vực Bắc Mỹ, Tây Âu và Đông Âu. Đây là dấu hiệu của tầm quan trọng và hứa hẹn của sự phát triển TTNT trong khu vực này.



Hình 10: Khu vực Đông Á

Khu vực Đông Á có hơn 20% diện tích của thế giới. Chính vì vậy, đây là khu vực có doanh thu nhiều nhất từ việc triển khai TTNT. Các chính phủ trong khu vực này là có quan điểm chi tiêu nghiêm túc cho nghiên cứu phát triển. Theo dữ liệu mới nhất của UNESCO (lấy từ năm 2017 đối với Singapore và 2018 đối với các nước còn lại), Trung Quốc dẫn đầu thế giới về chi tiêu nghiên cứu phát triển hàng năm của chính phủ với khoảng 59 tỷ đô la, Nhật Bản 14 tỷ đô la, Hàn Quốc 8,2 tỷ đô la và Singapore 1.2 tỷ đô la. Các chính phủ Đông Á đều tích cực và xây dựng các kế hoạch quốc gia toàn diện, dài hạn để tìm kiếm sự tích hợp chiến lược của TTNT vào nền kinh tế và xã hội của họ.

Quản trị TTNT trở thành một trong những ưu tiên chính sách hàng đầu cho cả Singapore và Trung Quốc vào năm 2019. Singapore được xếp hạng số 1

toàn cầu về trụ cột Chính phủ (đặc biệt là năng lực số digital capacity và khả năng thích ứng). Trong phân tích của các tác giả, Trung Quốc có khía cạnh mạnh nhất là Quản trị và Đạo đức. Cả 2 quốc gia đều ban hành Chiến lược TTNT từ 2019.

Sinagpore là quốc gia hàng đầu về đầu tư nguồn nhân lực TTNT (Human capital), với kế hoạch đầu tư đào tạo 25,000 nhân lực về TTNT. Trong khi đó, nhân lực TTNT của Trung quốc là thế mạnh, Sinagpore có khó khăn về chất xám đang chảy sang Mỹ. Nhật bản và Hàn quốc thì có thế mạnh về dữ liệu, tỉ lệ dân có internet cao nhất trong khu vực. Nhật bản ban hành đạo luật riêng về sử dụng dữ liệu công và dữ liệu thuộc khối tư nhân.

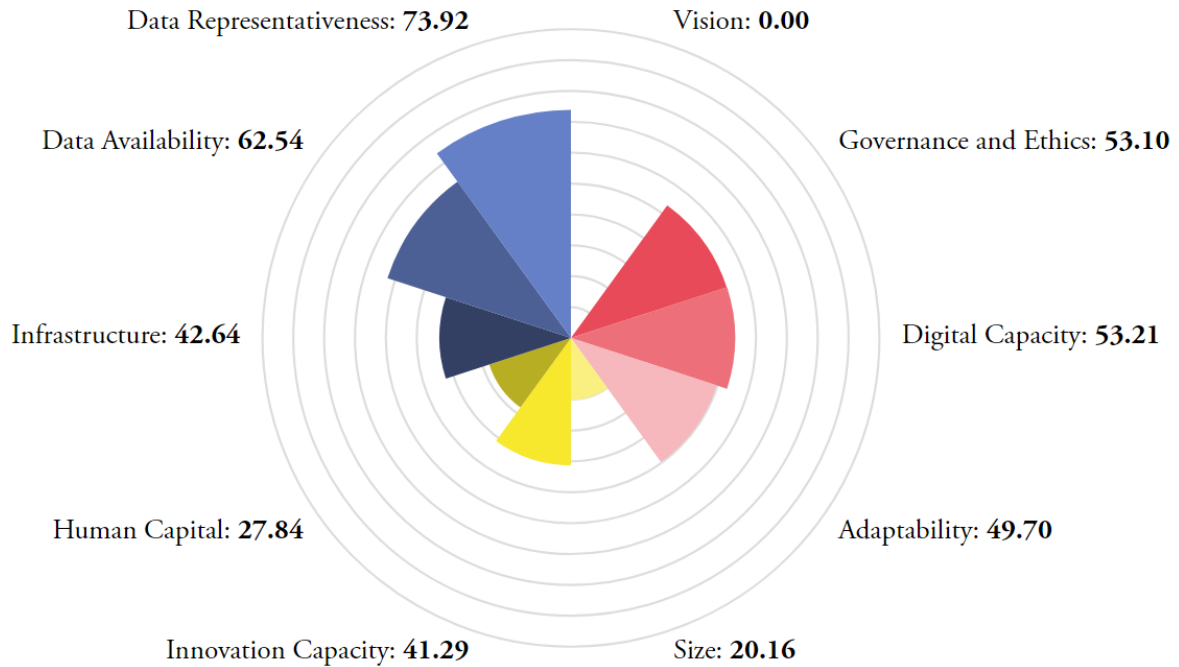
Nhiều quốc gia Đông Nam Á có thứ bậc thấp hơn trong khu vực, do đang ở giai đoạn đầu của phát triển hạ tầng số, phát triển hệ sinh thái TTNT (5 quốc gia có điểm thấp hơn mức trung bình của thế giới, trong đó có Việt Nam). Tuy nhiên, các quốc gia này lại có tỉ lệ dân số trẻ cao. Ví dụ, Indonesia có dân số trên 250 triệu và độ tuổi trung bình là 31,1 và Philippines có dân số hơn 100 triệu người và độ tuổi trung bình là 24,1. Do đó, nếu họ tận dụng được việc giáo dục STEM cho đội ngũ nhân lực, thì sẽ giảm nhanh khoảng cách số với các nước phát triển.

Riêng khu vực ASEAN, thứ hạng được tóm tắt như sau (Việt Nam đứng thứ 7 trong khu vực Asean):

	Năm	SIN	MAL	THA	IND	VIE	PHI	BRU	CAM	LAO	MYA
<b>Thứ hạng</b>	2020	6	28	60	62	76	74	49	128	127	131

Trong khu vực này, Việt Nam chúng ta chỉ đứng thứ 7 (hạng 76), với điểm số dưới mức trung bình của Thế giới. Việt nam chưa có kỳ lân TTNT, có giá trị từ 1-10 tỉ USD (điểm của chiều thông tin Quy mô rất thấp 20.16), và tại thời điểm xuất bản báo cáo chỉ số này, Việt nam chưa công bố Chiến lược TTNT quốc gia (điểm của chiều thông tin về Tầm nhìn chúng ta được 0 điểm). Trong các chiều thông tin, chúng ta có điểm số khá tốt liên quan tính đại diện của dữ liệu (73.91), mặc dù sự sẵn sàng của các dữ liệu đó chỉ ở mức trung bình

(62.54). Ngoài ra, nguồn nhân lực của chúng ta cũng được đánh giá khá thấp (27.84).

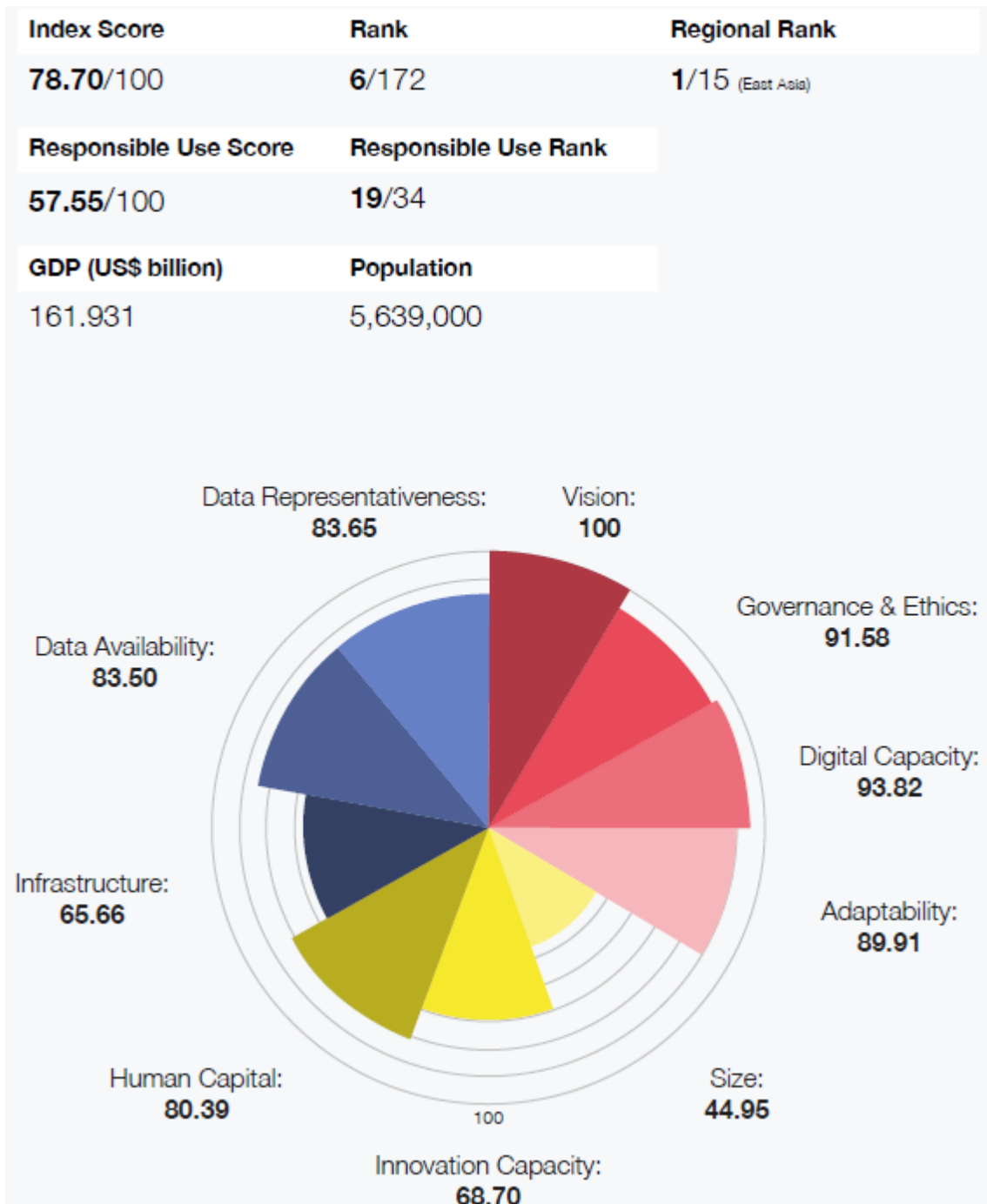


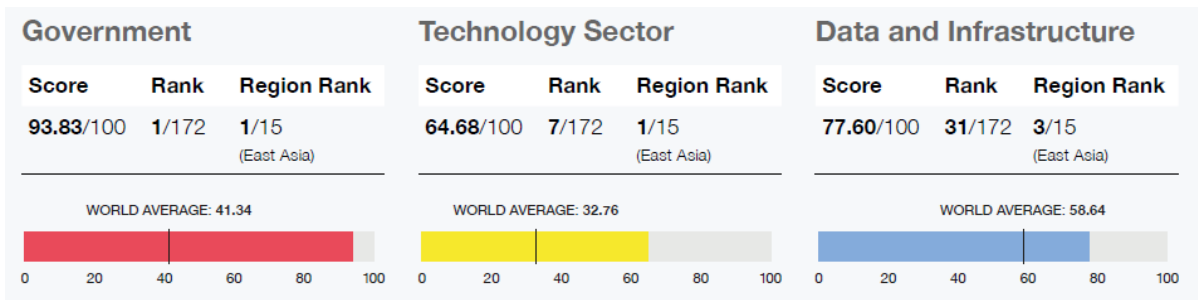
Hình 11: Phổ điểm của Việt Nam

Singapore là quốc gia nhỏ bé về diện tích và dân số. Tuy nhiên, Singapore đã có nhiều chính sách vượt bậc về chuyển đổi số (bắt đầu từ 2016), nền tảng để phát triển TTNT. Mặc dù, năm 2020 Singapore để mất ngôi vị số 1 về tay Mỹ và tụt xuống vị trí số 6, nhưng Singapore vẫn được coi là quốc gia hàng đầu và vẫn giữ vị trí số 1 trong khu vực Đông Á (cũng như Đông Nam Á).

Có thể nói, chính phủ Singapore đã đi đầu trong triển khai các chính sách sẵn sàng và thực thi về TTNT. Đó cũng là lý do mà nước này đứng đầu thế giới theo trụ cột Chính phủ với điểm rất cao (93.83, 1/172). Singapore đã ban hành chiến lược TTNT vào năm 2019 và chỉ định cơ quan quản lý TTNT cấp nhà nước và trước đó, họ đã triển khai *chương trình TTNT Singapore (AI Singapore, do Đại học Quốc gia Singapore chủ trì)*, để phát triển nhân lực cho TTNT. Ở trụ cột công nghệ, thị trường TTNT được đánh giá là khá nhỏ so với nhóm các quốc gia hàng đầu về TTNT (số lượng unicorn khiêm tốn, đáng kể đến hiện nay chỉ có Trax, một unicorn về thị giác máy). Đồng thời việc triển khai 5G chậm

hơn, cũng như khoảng cách số (digital divide) giữa các nhóm xã hội cùng làm cho điểm số ở trụ cột dữ liệu và hạ tầng của Singapore giảm mạnh trong năm 2020 (thứ 31/172).





Hình 12: Phổ điểm của Singapore

Trung Quốc luôn được coi là cường quốc về TTNT. Tuy nhiên, trong bảng chỉ số này chỉ đứng ở vị trí 19, một vị trí được coi là thấp theo tiêu chuẩn của họ. Đây là thực tế làm cho rất khó để có sự đánh giá đúng về Trung Quốc. Điều này có thể giải thích là có sự khác biệt giữa triển khai và sẵn sàng (readiness and implementation). Trung Quốc có thể triển khai tốt, nhưng sự sẵn sàng lại chưa cao. Về việc triển khai tốt có thể lại tập trung vào một số khu vực như Shanghai, Nanjing chứ có thể chưa tốt tính trên bình diện quốc gia. Tuy nhiên, top 20 đã là rất đáng nể.

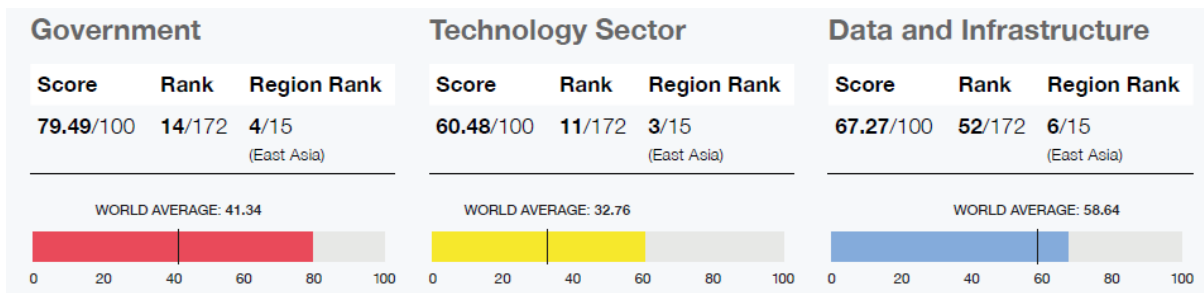
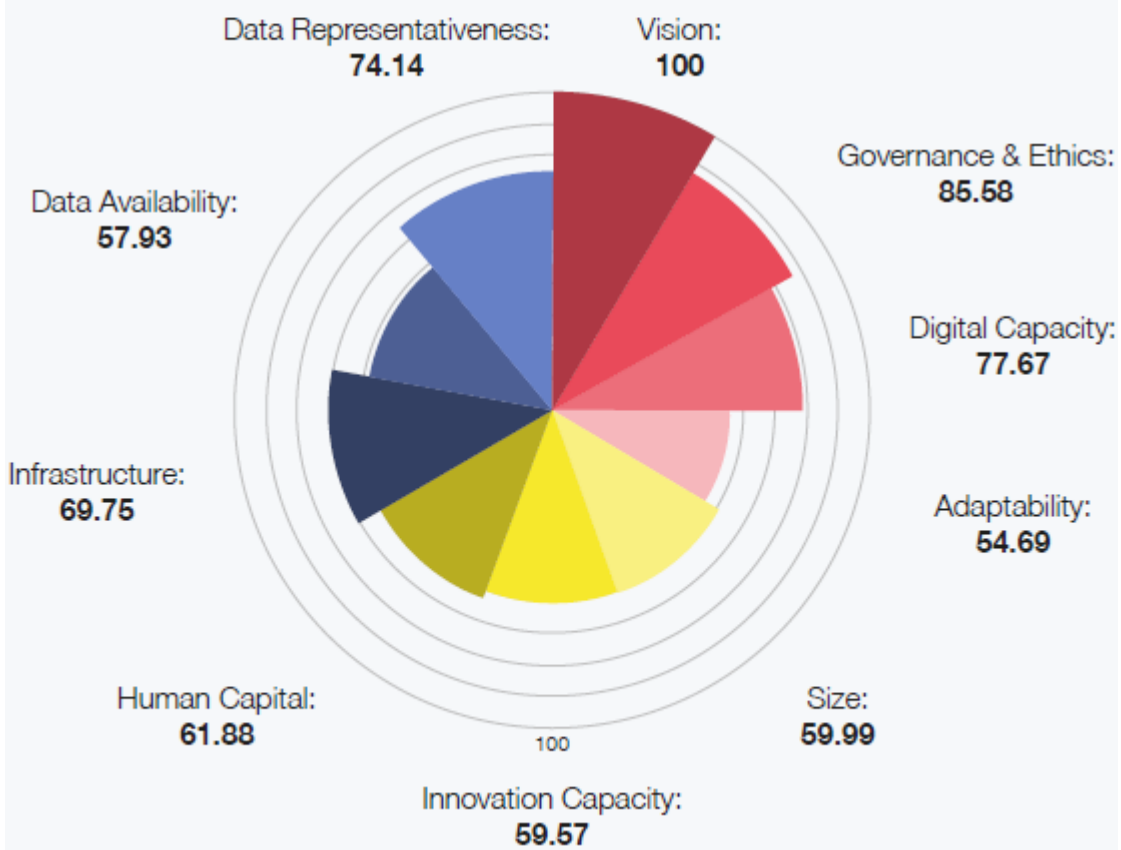
Mặc dù Trung Quốc đã ban hành chiến lược TTNT thông qua kế hoạch phát triển TTNT cho thế hệ mới (điểm số về tầm nhìn đạt 100) cũng như có cơ quan quản lý TTNT. Tuy nhiên, ở tiêu chí về sự thích nghi và linh hoạt của chính phủ là khá thấp. Thậm chí kế hoạch này của Trung Quốc được đánh giá ở mức độ wish-list nhiều hơn. Thực tế, các tỉnh của Trung Quốc lại khá chủ động phát triển kế hoạch TTNT của riêng mình, ở một số khu vực (regional) như Shanhai hay Nanjing.

Ở khu vực công nghệ, thị trường TTNT của Trung Quốc rất lớn, nhiều startup, nhiều unicorns về TTNT, thậm chí đã có bigtech như Bydance, Baidu, tencent, Alibaba,...(chỉ đứng số 2 sau Mỹ). Trung Quốc cũng có một số cơ sở đào tạo và nghiên cứu mạnh về TTNT. Tuy nhiên, có hiện tượng chảy máu chất xám sang Mỹ và các nước phát triển khác.

Khu vực dữ liệu và hạ tầng của Trung Quốc được đánh giá khá thấp (52/172) một cách đáng ngờ. Tuy nhiên, có thể thấy, mặc dù dữ liệu ở Trung Quốc là rất nhiều (ví dụ dữ liệu từ các hệ thống giám sát), nhưng dữ liệu mở còn hạn chế lớn. Hơn nữa, khoảng cách số giữa các khu vực xã hội của Trung Quốc rất lớn, có khu vực thì rất hiện đại như Shanghai, nhưng ở các vùng khác lại rất yếu (tỉ lệ phủ sóng mobilephone hay tỉ lệ sử dụng Internet thấp).



<b>Index Score</b>	<b>Rank</b>	<b>Regional Rank</b>
<b>69.08/100</b>	<b>19/172</b>	<b>4/15</b> (East Asia)
<b>Responsible Use Score</b>	<b>Responsible Use Rank</b>	
<b>34.47/100</b>	<b>34/34</b>	
<b>GDP (US\$ billion)</b>	<b>Population</b>	
7,260.33	1,392,730,000	



Hình 13: Phổ điểm của Trung quốc

### III. Chỉ số đánh giá phát triển TTNT

#### 1. Tổng quan

Trong báo cáo TTNT của Đại học Stanford/Mỹ đã xây dựng bộ chỉ số đánh giá phát triển TTNT của các quốc gia trên cơ sở theo dõi, đối chiếu, chất lọc và trực quan hóa dữ liệu liên quan đến TTNT. Nhiệm vụ của chỉ số là cung cấp nguồn dữ liệu toàn cầu về TTNT (không thiên vị, được rà soát nghiêm ngặt) cho các nhà hoạch định chính sách, nhà nghiên cứu, giám đốc điều hành, nhà báo và công chúng. Báo cáo chỉ số này nhằm mục đích trở thành nguồn đáng tin cậy và có thẩm quyền cho dữ liệu và thông tin chi tiết về TTNT.

Bộ chỉ số được phát triển bởi Viện TTNT HAI (<https://hai.stanford.edu/>) của Đại học Stanford, trường đại học hàng đầu thế giới về TTNT và khởi chạy như một dự án thành phần của Đề án *Nghiên cứu một trăm năm về TTNT* tại Đại học Stanford (AI100). Đây là một dự án mở, phi lợi nhuận nhằm theo dõi hoạt động và tiến bộ trong AI (bắt đầu từ năm 2017, đến nay đã có phiên bản lần thứ 4 năm 2021, sử dụng dữ liệu năm 2020). Phiên bản năm 2021 so sánh dữ liệu của 26 quốc gia và trên 22 chỉ số độ đo. Việt Nam chưa có tên trong bản xếp hạng năm 2021, mặc dù đã được đề cập trong báo cáo về việc đang nghiên cứu ban hành Chiến lược TTNT (do báo cáo năm 2021 dựa hoàn toàn vào dữ liệu năm 2020)

#### 2. Phương pháp đánh giá

##### a) Mô tả chung

Chỉ số phát triển TTNT của Đại học Stanford được xây dựng trên cơ sở 22 tiêu chí độ đo và được chia thành 3 trụ cột như sau:

- Nghiên cứu phát triển (Research and Development) với 14 độ đo. Trụ cột này được thiết kế để đánh giá mức độ phát triển ở góc độ nghiên cứu phát triển về TTNT. Cụ thể như sau:

TT	Trụ cột	Tiêu chí độ đo	Mô tả	Nguồn dữ liệu
1	Ấn phẩm hội nghị ( <i>Conference Publications</i> )	Số lượng bài báo hội nghị về AI *	Tổng số bài báo về hội nghị AI đã xuất bản được quy cho các tổ chức ở quốc gia nhất định	Microsoft Academic Graph (MAG)

2	Ấn phẩm hội nghị ( <i>Conference Publications</i> )	Số lượng bài báo hội nghị về AI bình quân đầu người	Tổng số bài báo hội nghị AI đã xuất bản được quy cho các tổ chức ở quốc gia nhất định tính theo bình quân đầu người. Mẫu số là dân số (tính bằng hàng chục triệu) trong một năm nhất định để thu được các giá trị được chia tỷ lệ.	Microsoft Academic Graph (MAG)
3	Ấn phẩm hội nghị ( <i>Conference Publications</i> )	Số lượng trích dẫn bài báo hội nghị AI *	Tổng số trích dẫn bài báo hội nghị AI được phân bổ cho các tổ chức ở quốc gia nhất định	Microsoft Academic Graph (MAG)
4	Ấn phẩm hội nghị ( <i>Conference Publications</i> )	Số lượng trích dẫn bài báo hội nghị AI bình quân đầu người.	Tổng số trích dẫn trong hội nghị AI được quy cho các tổ chức ở quốc gia nhất định tính theo bình quân đầu người. Mẫu số là dân số (tính bằng hàng chục triệu) trong một năm nhất định để thu được các giá trị được chia tỷ lệ.	Microsoft Academic Graph (MAG)
5	Ấn phẩm tạp chí ( <i>Journal Publications</i> )	Số lượng bài báo trên tạp chí AI*	Tổng số bài báo trên tạp chí AI đã xuất bản được quy cho các tổ chức ở quốc gia nhất định.	Microsoft Academic Graph (MAG)
6	Ấn phẩm tạp chí ( <i>Journal Publications</i> )	Số lượng bài báo trên tạp chí AI bình quân đầu người	Tổng số bài báo trên tạp chí AI đã xuất bản được quy cho các tổ chức ở quốc gia nhất định tính theo bình quân đầu người. Mẫu số là dân số (tính bằng hàng chục triệu) trong một năm nhất định để	Microsoft Academic Graph (MAG)

			thu được các giá trị được chia tỷ lệ.	
7	Ấn phẩm tạp chí ( <i>Journal Publications</i> )	Số lượng trích dẫn bài báo của Tạp chí AI*	Tổng số trích dẫn trên tạp chí AI được quy cho các tổ chức ở quốc gia nhất định.	Microsoft Academic Graph (MAG)
8	Ấn phẩm tạp chí ( <i>Journal Publications</i> )	Số lượng trích dẫn bài báo của Tạp chí AI bình quân đầu người	Tổng số trích dẫn trên tạp chí AI do các tổ chức ở quốc gia nhất định tính theo bình quân đầu người. Mẫu số là dân số (tính bằng hàng chục triệu) trong một năm nhất định để thu được các giá trị được chia tỷ lệ.	Microsoft Academic Graph (MAG)
9	Đổi mới sáng tạo > sáng chế ( <i>Patents</i> )	Số lượng sáng chế AI *	Tổng số bằng sáng chế AI được công bố do các tổ chức ở quốc gia nhất định.	Microsoft Academic Graph (MAG)
10	Đổi mới sáng tạo > sáng chế ( <i>Patents</i> )	Số lượng sáng chế AI bình quân đầu người	Tổng số bằng sáng chế AI được công bố do các tổ chức ở quốc gia nhất định tính theo đầu người. Mẫu số là dân số (tính bằng hàng chục triệu) trong một năm nhất định để thu được các giá trị được chia tỷ lệ.	Microsoft Academic Graph (MAG)
11	Đổi mới sáng tạo > sáng chế ( <i>Patents</i> )	Số lượng trích dẫn bằng sáng chế AI *	Tổng số trích dẫn bằng sáng chế AI đã xuất bản được quy cho các tổ chức nộp đơn bằng sáng chế có nguồn gốc.	Microsoft Academic Graph (MAG)

12	Đổi mới sáng tạo > sáng chế ( <i>Patents</i> )	Số lượng trích dẫn bằng sáng chế AI bình quân đầu người	Tổng số trích dẫn bằng sáng chế AI đã được công bố do các tổ chức ở quốc gia nhất định nộp đơn bằng sáng chế, tính theo đầu người. Mẫu số là dân số (tính bằng hàng chục triệu) trong một năm nhất định để thu được các giá trị được chia tỷ lệ.	Microsoft Academic Graph (MAG)
13	Ấn phẩm tạp chí ( <i>Journal Publications</i> ) > <i>Deep Learning</i>	Số lượng bài báo về <i>học sâu Deep learning*</i>	Tổng số bài báo arXiv về Học sâu được phân bổ cho các tổ chức ở quốc gia nhất định.	arXiv, NESTA
14	Ấn phẩm tạp chí ( <i>Journal Publications</i> ) > <i>Deep Learning</i>	Số lượng bài báo về <i>học sâu Deep learning</i> bình quân đầu người	Tổng số bài báo arXiv về Học sâu được phân bổ cho các tổ chức ở quốc gia nhất định tính theo bình quân đầu người. Mẫu số là dân số (tính bằng hàng chục triệu) trong một năm nhất định để thu được các giá trị được chia tỷ lệ.	arXiv, NESTA

- Kinh tế (Economy) với 6 độ đo: Trụ cột này được sử dụng để đánh giá sự phát triển của TTNT trong hỗ trợ nền kinh tế.

TT	Trụ cột	Tiêu chí độ đo	Mô tả	Nguồn dữ liệu
1	Kỹ năng ( <i>Skills</i> )	Khả năng thâm thấu kỹ năng tương đối ( <i>Relative Skill Penetration</i> )	Đo lường tỷ lệ thâm thấu kỹ năng tương đối dựa trên một phương pháp để so sánh mức độ phổ biến của các kỹ năng AI ở nghề nghiệp trung bình ở mỗi quốc gia so với điểm chuẩn (ví dụ: mức trung bình toàn	LinkedIn Economic Graph

			câu), kiểm soát cho cùng một nhóm nghề nghiệp.	
2	Lao động ( <i>Labor</i> )	Chỉ số tuyển dụng AI ( <i>AI Hiring Index</i> )	Tỷ lệ tuyển dụng AI là tỷ lệ phần trăm thành viên LinkedIn có bất kỳ kỹ năng AI nào trên hồ sơ của họ và đã thêm một nhà tuyển dụng mới vào hồ sơ của họ trong cùng tháng bắt đầu công việc mới, chia cho tổng số Thành viên LinkedIn trong nước. Tỷ lệ này sau đó được tính theo tháng trung bình trong năm 2015-2016; ví dụ: chỉ số 1,05 cho biết tỷ lệ tuyển dụng cao hơn 5% so với tháng trung bình trong năm 2015-2016.	LinkedIn Economic Graph
3	Đầu tư ( <i>Investment</i> )	Tổng đầu tư tư nhân cho AI*	Tổng số tiền tài trợ đầu tư tư nhân nhận được cho các công ty khởi nghiệp AI (USD).	Crunchbase, CapIQ, NetBase Quid
4	Đầu tư ( <i>Investment</i> )	Tổng đầu tư tư nhân cho AI bình quân đầu người	Tổng số vốn đầu tư tư nhân nhận được cho các công ty khởi nghiệp AI tính theo đầu người. Mẫu số là dân số (tính bằng hàng chục triệu) trong một năm nhất định để có được các giá trị được chia tỷ lệ thích hợp.	Crunchbase, CapIQ, NetBase Quid
5	Đầu tư ( <i>Investment</i> )	Số lượng công ty được tài trợ *	Tổng số công ty AI được thành lập ở một quốc gia nhất định.	Crunchbase, CapIQ, NetBase Quid

6	Đầu tư ( <i>Investment</i> )	Số lượng công ty được tài trợ bình quân đầu người.	Tổng số công ty AI được thành lập tại một quốc gia nhất định tính theo bình quân đầu người. Mẫu số là dân số (tính bằng hàng chục triệu) trong một năm nhất định để có được các giá trị được chia tỷ lệ thích hợp.	Crunchbase, CapIQ, NetBase Quid
---	---------------------------------	--	--	---------------------------------

- Hòa nhập (Inclusion) với 2 độ đo: Trụ cột đánh giá sự đa dạng trong phổ cập trình độ cũng như bình đẳng nghề nghiệp TTNT giữa các giới (nam và nữ)

TT	Trụ cột	Tiêu chí độ đo	Mô tả	Nguồn dữ liệu
1	Đa dạng giới tính ( <i>Gender Diversity</i> )	Tỉ lệ Thẩm thấu kỹ năng AI ở giới nữ (Female)	Tỷ lệ thẩm thấu kỹ năng tương đối được đo lường dựa trên một phương pháp để so sánh mức độ phổ biến của các kỹ năng AI ở nghề nghiệp trung bình ở mỗi quốc gia so với điểm chuẩn (ví dụ: mức trung bình toàn cầu), kiểm soát cho cùng một nhóm nghề nghiệp. Đo lường mức độ thẩm thấu kỹ năng AI của nữ giới là một thước đo tương đối về mức độ thâm nhập kỹ năng AI của nữ giới ở một quốc gia so với mức độ thâm nhập kỹ năng AI của nữ giới trên toàn cầu.	LinkedIn Economic Graph
2	Đa dạng giới tính ( <i>Gender Diversity</i> )	Số lượng nghề nghiệp AI duy nhất (Chức danh công việc), Nữ giới <i>Number of Unique AI Occupations (Job Titles), Female</i>	Số lượng nghề nghiệp AI duy nhất (hoặc chức danh công việc) với mức độ thẩm thấu kỹ năng AI cao cho phụ nữ ở một quốc gia nhất định.	LinkedIn Economic Graph

### ***b) Phương pháp xử lý dữ liệu***

Với dữ liệu thu thập được bằng cách sử dụng các bộ dữ liệu đa dạng được tham chiếu trong các chương của Báo cáo Chỉ số AI 2021. Phương pháp xử lý dữ liệu như sau:

Bước 1: Thu thập, điều hòa và tích hợp dữ liệu về các thuộc tính riêng lẻ giữa các quốc gia và thời gian.

Bước 2: Sử dụng thang đo Min-Max để chuẩn hóa từng chỉ số theo năm quốc gia cụ thể trong khoảng từ 0-100.

Bước 3: Lấy Trung bình số học cho mỗi chỉ số quốc gia trong một năm nhất định.

Bước 4: Xây dựng Trung bình có trọng số theo mô-đun cho các trụ có sẵn và các chỉ số riêng lẻ.

*Kết quả tổng hợp:*

Chỉ số tổng hợp về phát triển TTNT có thể được biểu thị trong phương trình sau:

$$AI\_Vibrancy_{c,t} = (\Psi_{pillar} \times [\Omega_{c,t} \times \Psi_{indicator}]) \div N$$

trong đó  $c$  đại diện cho một quốc gia và  $t$  đại diện cho năm,  $\Omega_{c,t}$  là chỉ số riêng lẻ được chia tỷ lệ (0-100),  $\Psi_{indicator}$  là trọng số được gán cho các chỉ số riêng lẻ,  $\Psi_{pillar}$  là trọng số cụ thể cho một trong ba trụ cột cấp cao và  $N$  là số lượng các chỉ số có sẵn cho một quốc gia nhất định trong một năm cụ thể.

*Chuẩn hóa dữ liệu*

Để điều chỉnh sự khác biệt về đơn vị đo lường và phạm vi biến thiên, tất cả 22 biến đã được chuẩn hóa trong phạm vi  $[0, 100]$ , với hàm ý điểm số cao hơn thể hiện kết quả tốt hơn. Phương pháp chuẩn hóa tối thiểu-tối đa đã được thông qua, với giá trị tối thiểu và tối đa của mỗi biến tương ứng. Giá trị cao hơn cho thấy kết quả tốt hơn.



### *Tiêu chí lựa chọn quốc gia xếp hạng:*

Ngưỡng mức độ bao phủ 73% đã được chọn để quyết định danh sách các quốc gia cuối cùng dựa trên tổng dữ liệu trung bình có sẵn trong giai đoạn 2015-2020 (từ 73% trở lên). Nga và Hàn Quốc đã được thêm vào theo cách thủ công do tầm quan trọng ngày càng tăng của họ trong bối cảnh TTNT toàn cầu, mặc dù họ không vượt qua ngưỡng 73%.

Nếu so sánh với bộ chỉ số sẵn sàng của chính phủ, bộ chỉ số này liên quan nhiều hơn tới các số liệu trực tiếp về phát triển TTNT như số lượng ấn phẩm TTNT, nhân lực TTNT hay đầu tư trực tiếp cho TTNT.

### **3. Kết quả chính**

#### ***a) Một số kết quả chính trong thời gian gần đây về phát triển TTNT:***

*Đầu tư của TTNT vào phát kiến và thiết kế thuốc tăng đáng kể:* Lĩnh vực “Phát kiến về Thuốc, Ung thư, Phân tử” nhận được số tiền đầu tư TTNT tư nhân lớn nhất vào năm 2020, với hơn 13,8 tỷ USD, gấp 4,5 lần so với năm 2019.

*Sự thay đổi sang lĩnh vực công nghiệp tiếp tục tăng:* Vào năm 2019, 65% số tiến sĩ tốt nghiệp ở Bắc Mỹ về AI đã đi làm ngành công nghiệp — tăng từ 44,4% trong năm 2010, nhấn mạnh vai trò lớn hơn của ngành công nghiệp đã bắt đầu có trong phát triển TTNT.

*TTNT tạo ra mọi thứ:* Hệ thống TTNT hiện nay có thể soạn văn bản, âm thanh và hình ảnh ở mức đủ cao tiêu chuẩn mà con người gặp khó khăn trong việc phân biệt sự khác biệt giữa tổng hợp và không tổng hợp đầu ra cho một số ứng dụng hạn chế của công nghệ.

*TTNT hình thành thách thức đa dạng tộc người:* Vào năm 2019, 45% sinh viên mới tốt nghiệp Tiến sĩ AI thường trú tại Mỹ là người da trắng — bởi so sánh, 2,4% là người Mỹ gốc Phi và 3,2% là người gốc Tây Ban Nha.

*Trung Quốc vượt Mỹ trong các trích dẫn của tạp chí TTNT:* Sau khi vượt qua Mỹ về tổng số số lượng các tạp chí xuất bản cách đây vài năm, Trung Quốc hiện cũng dẫn đầu về các trích dẫn tạp chí; Tuy nhiên, Mỹ đã liên tục (và đáng kể) nhiều bài báo hội nghị về TTNT hơn (cũng là được trích dẫn nhiều hơn) so với Trung Quốc trong thập kỷ qua. Tất nhiên, trên phạm vi toàn thế giới, đây là 2 quốc gia đứng đầu.

*Phần lớn những người tốt nghiệp Tiến sĩ về TTNT của Mỹ đến từ nước ngoài và họ đang ở lại Mỹ:* Tỷ lệ sinh viên quốc tế trong số các tiến sĩ TTNT mới ở Bắc Mỹ tiếp tục tăng trong 2019, lên 64,3% tăng 4,3% so với năm 2018. Trong số những sinh viên tốt nghiệp nước ngoài, 81,8% ở lại Mỹ và 8,6% đã nhận việc làm bên ngoài Mỹ.

*Công nghệ giám sát nhanh, rẻ và ngày càng phổ biến:* Các công nghệ cần thiết cho việc giám sát quy mô lớn đang nhanh chóng hoàn thiện, với các kỹ thuật phân loại hình ảnh, nhận dạng khuôn mặt, phân tích video và nhận dạng giọng nói đều có tiến bộ đáng kể vào năm 2020.

*Đạo đức TTNT thiếu các tiêu chuẩn và sự đồng thuận:* Mặc dù một số nhóm đang tạo ra một phạm vi đầu ra định tính hoặc quy chuẩn trong lĩnh vực đạo đức TTNT, lĩnh vực này thường thiếu các điểm chuẩn có thể được sử dụng để đo lường hoặc đánh giá mối quan hệ giữa các cuộc thảo luận xã hội rộng lớn hơn về sự phát triển công nghệ và sự phát triển của chính công nghệ. Hơn nữa, các nhà nghiên cứu và xã hội dân sự coi đạo đức TTNT quan trọng hơn các tổ chức công nghiệp.

*TTNT đã thu hút được sự chú ý của Quốc hội Mỹ:* Đại hội lần thứ 116 là nơi tập trung vào TTNT nhất kỳ họp quốc hội trong lịch sử với số lượng đề cập đến TTNT trong quốc hội kỷ lục nhiều hơn cao hơn gấp ba lần so với Đại hội 115.

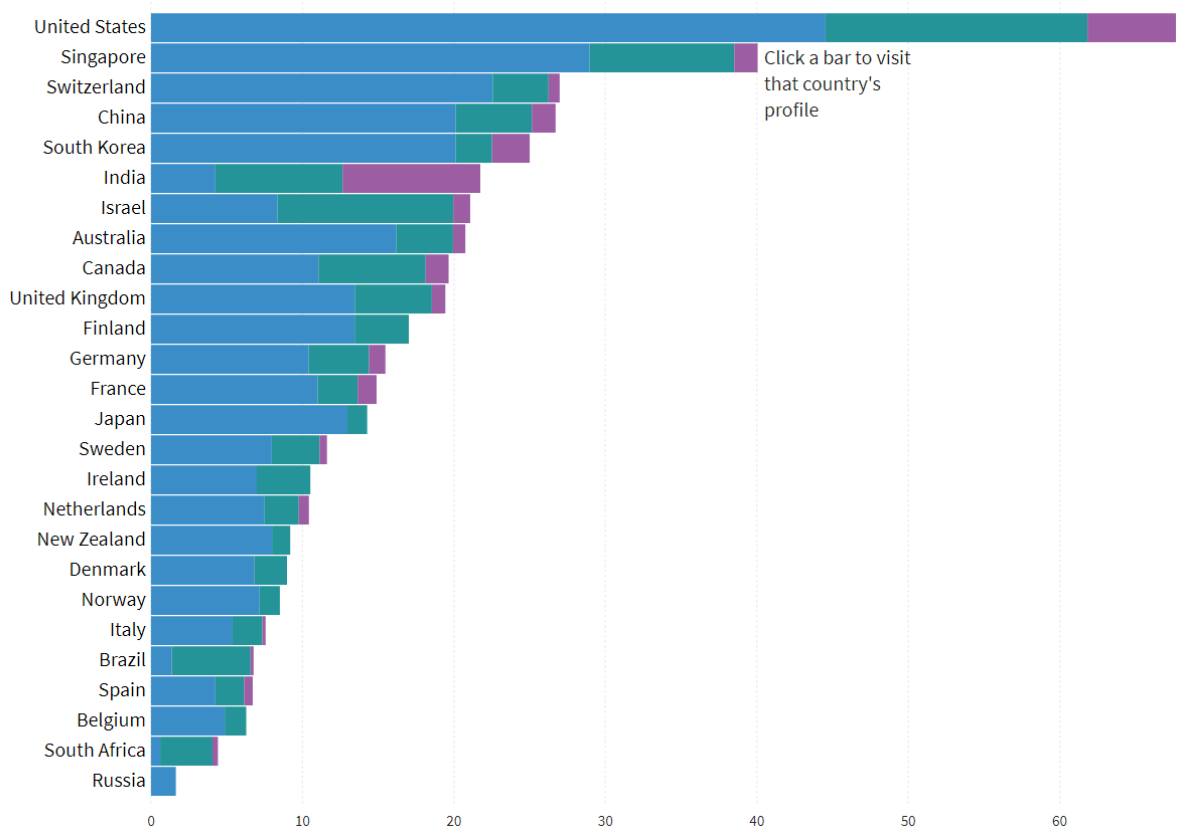
### ***b) Xếp hạng các quốc gia***

Trên cơ sở các số liệu thu thập, các quốc gia có độ bao phủ từ 73% trở lên cho giai đoạn 2015-2020 sẽ được đưa vào xếp hạng. Kết quả có 24 quốc gia (không có Việt Nam), đồng thời, các tác giả thêm Nga và Hàn quốc vào danh sách vì tầm ảnh hưởng đến TTNT của 2 quốc gia này.

Như được nêu trong Hình 14, Mỹ có chỉ số vượt trội với toàn bộ các quốc gia còn lại trên tất cả các trụ cột. Ngay sau Mỹ là 2 nước khá nhỏ bé là Singapore và Thụy Sĩ. Trong bảng xếp hạng này, Trung Quốc được xếp hạng thứ 4, mặc dù ở một số tiêu chí, như ấn phẩm xuất bản, họ đứng thứ nhất. Khu vực châu Á có sự phát triển vượt bậc về TTNT với 5 quốc gia thuộc nhóm 10 nước phát triển nhất về TTNT (Singapore, Trung Quốc, Hàn Quốc, Ấn Độ và Israel).

Nếu so sánh với top 20 trong bảng xếp hạng về sẵn sàng của chính phủ, thì kết quả cũng khá tương đồng, với 17/20 quốc gia cũng thuộc nhóm 26 quốc gia trong Hình 14. Nhóm 3 quốc gia có chỉ số sẵn sàng của chính phủ cao nhưng không được xếp hạng ở đây là Luxembourg, UAE và Estonia. Điều này cũng hợp lý vì đây cũng là 3 quốc gia có sự quan tâm rất lớn của chính phủ về CNTT nói chung. Tuy nhiên chưa thực sự mạnh về công nghệ nền liên quan tới TTNT. Ở chiều ngược lại, trong số 9/26 quốc gia có chỉ số phát triển TTNT tốt nhưng lại không nằm trong top 20 của bảng xếp hạng sẵn sàng của chính phủ, thì có tới 6 quốc gia nằm ở cuối danh sách 26 quốc gia.

Trường hợp đặc biệt cần được nêu ra ở đây là Trung quốc và Ấn độ; đây là 2 quốc gia phát triển khá mạnh về công nghệ TTNT, số 4&6/26, nhưng lại có chỉ số sẵn sàng chính phủ chưa đúng kỳ vọng (Trung quốc đứng thứ 19, còn Ấn độ ngoài top 20, mặc dù thứ hạng của họ cũng là rất cao so với các nước đang phát triển khác rồi). Điều này phản ánh sự phát triển TTTN chưa đồng đều, có thể họ rất mạnh ở khối doanh nghiệp, nhưng lại TTNT chưa thực sự lan tỏa mạnh đến các lĩnh vực khác.



Hình 14: Bảng xếp hạng các quốc gia

## Kết luận

Báo cáo này tập trung vào mô tả bộ chỉ số xếp hạng mức độ sẵn sàng của các chính phủ trên thế giới về TTNT, cũng như bộ chỉ số phát triển TTNT của đại học Stanford. Để có được các thứ hạng, nhiều chỉ số liên quan đã được thu thập (trong đó có các bộ chỉ số phát triển của các ngành khác) và ước lượng. Qua báo cáo này, chúng ta nhận thấy được vị trí của Việt nam hiện nay về mức độ sẵn sàng TTNT trong mối tương quan với các quốc gia trên thế giới, đặc biệt là các quốc gia trong khu vực ASEAN, phản ánh khá chính xác thực trạng chung của Việt nam mà các bộ chỉ số khác đã nêu (*Phụ lục A*).

Tuy nhiên, cũng cần phải nhận thức là, bộ chỉ số chưa thể đánh giá hết được các mặt của TTNT, đặc biệt là tình hình ứng dụng trực tiếp trong các lĩnh vực của kinh tế xã hội. Chính vì vậy, sẽ có trường hợp quốc gia khá mạnh về ứng dụng và triển khai TTNT, nhưng ở bình diện sẵn sàng của quốc gia thì lại có thứ hạng chưa cao.

## Tài liệu tham khảo

1. Bộ KH&CN, Báo cáo phân tích xây dựng chiến lược Trí tuệ nhân tạo quốc gia đến năm 2030, 11/2020
2. Cornell University, INSEAD, and WIPO, *The Global Innovation Index 2019*, ISBN 979-10-95870-14-2, 2019, [https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo\\_pub\\_gii\\_2019.pdf](https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_gii_2019.pdf) [Truy cập 19/3/2020]
3. Tổng cục thống kê, Tình hình kinh tế - xã hội quý IV và năm 2019, <https://www.gso.gov.vn/default.aspx?tabid=621&ItemID=19454>, [Truy cập 12/3/2020]
4. Topdev, *Báo cáo Thị trường nhân lực ngành Công nghệ thông tin (CNTT)*, 2020
5. Google & Tamasek, *e-Conomy SEA 2019 — Swipe up and to the right: Southeast Asia's \$100 billion Internet economy*, 2019
6. Oxford Insights, Government AI Readiness Index 2017.
7. Oxford Insights, Government AI Readiness Index 2019.
8. Oxford Insights, Government AI Readiness Index 2020.
9. Stanford University (HAI center), the AI Index Report 2021

10. WIPO, *Technology Trends 2019 Artificial Intelligence*, 2019
11. Bộ thông tin và Truyền thông, *Sách trắng Công nghệ thông tin 2019*
12. RubikAI, *Vietnam AI Landscape Report 2018*, xuất bản bởi Công ty rubikAI và G&H ventures, 2018

**PHỤ LỤC A**  
**CHỈ SỐ PHÁT TRIỂN KINH TẾ XÃ HỘI CỦA VIỆT NAM**

Bảng 1: Chỉ số xếp hạng kinh tế xã hội trên phạm vi toàn cầu của các quốc gia Đông Nam Á

STT	Danh mục chỉ số	Năm	SIN	MAL	THA	IND	VIE	PHI	BRU	CAM	LAO	MYA
1	<b>Ease of Doing Business Index</b> (out of 190 nations, <i>from worldbank</i> ) <i>Measures how easily the regulatory environment allows for starting and operating a local firm.</i>	2019	2	12	21	73	70	95	66	144	154	165
2	<b>Global Competitiveness Report</b> (out of 141 nations, <i>from WEF</i> ) <i>Measures how well productivity is enabled by: the macroeconomic environment, infrastructure, institutions, population health, education, labour market efficiency, financial market development, technological readiness, market size, business sophistication, and innovation.</i>	2019	1	27	40	50	67	64	56	106	113	X
3	<b>Global Innovation Index</b> (out of 131 nations, <i>from WIPO</i> ) <i>Measure innovation performance taking into account five input pillars capture elements of the national economy that enable innovative activities: (1) Institutions, (2) Human capital and research, (3) Infrastructure, (4) Market sophistication, and (5) Business sophistication; and two output pillars capture actual evidence of innovation outputs: (6) Knowledge and technology outputs and (7) Creative outputs</i>	2020	8	33	44	85	42	50	71	110	X	129
4	<b>Global Talent Competitiveness Index</b> (out of 132 nations) <i>Measures ability to enable, attract, grow, and retain talent. Also measures the level of</i>	2020	3	26	67	65	96	46	38	117	98	X

STT	Danh mục chỉ số	Năm	SIN	MAL	THA	IND	VIE	PHI	BRU	CAM	LAO	MYA
	<i>vocational skills, technical skills and global knowledge skills (i.e. knowledge, problem-solving, creativity).</i>											
5	<b>ICT Development Index</b> (out of 176 nations) (2018 không xuất bản) <i>Measures ICT access, ICT skills, and ICT adoption.</i>	2017	18	63	78	111	108	101	53	128	139	135
6	<b>Global Cybersecurity Index</b> (out of 175 nations) <i>Measures commitments and progress in cybersecurity across five areas (legal, technical, organisational, capacity building and cooperation).</i>	2020	4	5	44	24	25	61	85	132	131	99
7	<b>E-Government Index</b> (out of 193 nations) <i>Measures e-government development based on three indices: telecommunications infrastructure, human capital and online services.</i>	2020	11	47	57	88	86	77	60	124	167	146

Bảng 2: Quy mô của các nền kinh tế trên thế giới (*World Development Indicators: Size of the economy*, <http://wdi.worldbank.org/table/WV.1>) của các nước Đông Nam Á và một số nước phát triển

Quốc gia	Population	Surface area	Population density	Gross national income, Atlas method	Gross national income per capita, Atlas method	Purchasing power parity gross national income		Gross domestic product	
	millions	thousands sq. km	people per sq. km	\$ billions	\$	billions \$	per capita \$	% growth	per capita growth %
	2019	2019	2019	2019	2019	2019	2019	2019	2019
Brunei	0.4	5.8	81	14	32,230	28.9	66,590	3.9	2.8
Campuchia	16.5	181	92	25.2	1,530	71.2	4,320	7.1	5.5
<i>China</i>	<i>1,397.70</i>	<i>9,562.90</i>	<i>148</i>	<i>14,555.40</i>	<i>10,410</i>	<i>23,467.90</i>	<i>16,790</i>	<i>6.1</i>	<i>5.7</i>
<i>Finland</i>	<i>5.5</i>	<i>338.5</i>	<i>18</i>	<i>276.1</i>	<i>50,010</i>	<i>294.9</i>	<i>53,430</i>	<i>1.1</i>	<i>1.1</i>
<i>Pháp</i>	<i>67.1</i>	<i>549.1</i>	<i>122</i>	<i>2,846.90</i>	<i>42,450</i>	<i>3,490.50</i>	<i>52,050</i>	<i>1.5</i>	<i>1.4</i>
Indonesia	270.6	1,913.60	143	1,097.20	4,050	3,238.30	11,970	5	3.9
<i>Nhật Bản</i>	<i>126.3</i>	<i>378</i>	<i>347</i>	<i>5,266.90</i>	<i>41,710</i>	<i>5,704.90</i>	<i>45,180</i>	<i>0.7</i>	<i>0.9</i>
<i>Hàn Quốc</i>	<i>51.7</i>	<i>100.3</i>	<i>529</i>	<i>1,747.20</i>	<i>33,790</i>	<i>2,295.60</i>	<i>44,390</i>	<i>2</i>	<i>1.8</i>
Lào	7.2	236.8	31	18.4	2,570	57.2	7,980	4.7	3.1
Malaysia	31.9	330.3	96	358.8	11,230	921.1	28,830	4.3	2.9
Myama	54	676.6	82	75.2	1,390	279.6	5,170	2.9	2.2
Philippines	108.1	300	358	415.8	3,850	1,105.80	10,230	6	4.6
<i>Nga</i>	<i>144.4</i>	<i>17,098.30</i>	<i>9</i>	<i>1,651.40</i>	<i>11,260</i>	<i>4,293.50</i>	<i>28,270</i>	<i>1.3</i>	<i>1.4</i>
Singapore	5.7	0.7	7,953	339.9	59,590	526.3	92,270	0.7	-0.4
Tháilan	69.6	513.1	136	505.3	7,260	1,293.10	18,570	2.4	2.1
<i>Mỹ</i>	<i>328.2</i>	<i>9,831.50</i>	<i>36</i>	<i>21,615.80</i>	<i>65,850</i>	<i>21,690.00</i>	<i>66,080</i>	<i>2.2</i>	<i>1.7</i>
Vietnam	96.5	331.2	308	249.4	2,590	763	7,910	7	6



Bảng 3: Chỉ số phát triển thế giới: Mục tiêu toàn cầu: thúc đẩy sự bền vững (*World Development Indicators: Global goals: promoting sustainability*, <http://wdi.worldbank.org/table/WV.3>)

Quốc gia	People using safely managed drinking water services	People using safely managed sanitation services	Access to electricity	Renewable energy consumption	Expenditures for R&D	Urban population living in slums	Ambient PM2.5 air pollution	Adjusted net savings	Carbon dioxide emissions	Nationally protected terrestrial and marine areas	Intentional homicides	Internet use
							mean annual exposure		per capita		Combined source estimates	Individuals using the Internet
	% of population	% of population	% of population	% of total final energy consumption	% of GDP	% of urban population	micrograms per cubic meter	% of GNI	metric tons	% of total territorial area	per 100,000 people	% of population
	2017	2017	2017	2015	2015	2014	2016	2017	2014	2018	2015	2017
Brunei	..	..	100.0	0.0	..	..	5.9	34.6	22.2	9.0	0.5	94.9
Campuchia	25.8	..	89.1	64.9	0.1	55.1	25.2	13.1	0.4	20.6	..	32.4
China	..	72.1	100.0	12.4	2.1	25.2	52.2	20.1	7.5	14.6	0.7	54.3
Finland	99.6	99.2	100.0	43.2	2.9	..	5.9	10.2	8.7	14.2	1.5	87.5
Pháp	97.9	88.4	100.0	13.5	2.3	..	11.9	9.3	4.6	33.2	1.6	80.5
Indonesia	..	..	98.1	36.9	0.2	21.8	16.4	12.0	1.8	5.3	0.6	32.3
Nhật Bản	98.5	98.8	100.0	6.3	3.3	..	11.6	7.3	9.5	10.0	0.3	84.6

Hàn Quốc	98.2	99.9	100.0	2.7	4.2	..	25.1	20.1	11.6	4.0	0.7	95.1
Lào	16.1	58.1	93.6	59.3	..	31.4	25.8	1.2	0.3	16.7	..	25.5
Malaysia	93.3	88.6	100.0	5.2	1.3	..	15.8	10.0	8.1	9.0	2.1	80.1
Myama	..	..	69.8	61.5	0.0	41.0	36.0	23.1	0.4	4.6	2.2	30.7
Philippines	46.7	51.6	93.0	27.5	0.1	38.3	18.2	28.5	1.1	3.1	9.5	60.1
Nga	76.0	61.3	100.0	3.3	1.1	..	16.2	8.0	11.9	7.6	11.6	76.0
Singapore	100.0	100.0	100.0	0.7	2.3	..	18.8	36.8	10.3	2.5	0.3	84.4
Tháilan	..	..	100.0	22.9	0.6	25.0	26.3	14.0	4.6	12.5	3.5	52.9
Mỹ	99.0	90.0	100.0	8.7	2.7	..	7.4	6.1	16.5	26.3	5.0	87.3
Vietnam	..	..	100.0	35.0	0.4	27.2	30.2	13.4	1.8	2.9	..	58.1

**PHỤ LỤC B**  
**BẢNG XẾP HẠNG KHU VỰC CHÂU Á TRÊN CSDL SCOPUS GIAI**  
**ĐOẠN 1996-2020**

<b>Hạng</b>	<b>Quốc gia</b>	<b>Số bài báo</b>	<b>Số lượng trích dẫn</b>
1	China	203245	1519722
2	India	65643	306384
3	Japan	56095	414502
4	South Korea	25260	232609
5	Taiwan	22565	338057
6	Singapore	11094	226473
7	Hong Kong	10546	255697
8	Malaysia	10529	72660
9	Indonesia	9592	17558
10	Thailand	5807	20504
11	Pakistan	5307	28967
12	Bangladesh	3582	8782
13	Viet Nam	3364	16442
14	Philippines	1912	3503
15	Sri Lanka	1418	2229
16	Macao	1308	19084
17	Kazakhstan	573	1253
18	Myanmar	299	355
19	Uzbekistan	247	106
20	Nepal	140	219
21	Brunei Darussalam	126	561
22	Mongolia	55	100
23	Afghanistan	31	32
24	North Korea	30	186
25	Kyrgyzstan	25	10
26	Laos	18	57
27	Bhutan	16	27
28	Cambodia	15	35
29	Tajikistan	14	13
30	Maldives	9	18
31	Timor-Leste	4	0
32	Turkmenistan	1	28

**PHỤ LỤC C: DANH SÁCH QUỐC GIA TRONG BẢNG CHỈ SỐ ĐÁNH GIÁ SẴN SÀNG CỦA CHÍNH PHỦ VỀ TTNT, NĂM 2017**

<b>Quốc gia</b>	<b>Thứ hạng</b>	<b>Điểm</b>
UNITED KINGDOM	1	8.400058212
UNITED STATES	2	8.209167474
CANADA	3	7.863319516
KOREA	4	7.812407479
NETHERLANDS	5	7.761905159
FRANCE	6	7.744355794
JAPAN	7	7.597518368
AUSTRALIA	8	7.476332505
NEW ZEALAND	9	7.377215052
FINLAND	10	7.370989308
SWEDEN	11	7.186223717
SPAIN	12	7.179790582
GERMANY	13	6.959504184
ISRAEL	14	6.936561239
NORWAY	15	6.918981969
AUSTRIA	16	6.839885315
IRELAND	17	6.697854762
BELGIUM	18	6.611947802
ITALY	19	6.580167739
SWITZERLAND	20	6.52356742
DENMARK	21	6.399736836
MEXICO	22	6.191226484
ESTONIA	23	6.189188638
POLAND	24	5.903422964
PORTUGAL	25	5.787132218

<b>Quốc gia</b>	<b>Thứ hạng</b>	<b>Điểm</b>
CZECH REPUBLIC	26	5.778727424
CHILE	27	5.575553631
SLOVENIA	28	5.530326884
GREECE	29	5.506155491
LATVIA	30	4.864024162
TURKEY	31	4.653886802
ICELAND	32	4.584958664
SLOVAK REPUBLIC	33	4.561976147
HUNGARY	34	4.430075881
LUXEMBOURG	35	4.239717633

SOURCE: **Oxford Insights**

**PHỤ LỤC D: TOP 20 TRONG BẢNG CHỈ SỐ ĐÁNH GIÁ SẴN SÀNG  
CỦA CHÍNH PHỦ VỀ TTNT, năm 2019**

Rank	Country	Score
1	Singapore	9.186
2	United Kingdom	9.069
3	Germany	8.810
4	United States of America	8.804
5	Finland	8.772
6	Sweden	8.674
6	Canada	8.674
8	France	8.608
9	Denmark	8.601
10	Japan	8.582
11	Australia	8.126
12	Norway	8.079
13	New Zealand	7.876
14	Netherlands	7.659
15	Italy	7.533
16	Austria	7.527
17	India	7.515
18	Switzerland	7.461
19	United Arab Emirates	7.445
20	China	7.370

