

Chương 1

Trí tuệ nhân tạo và Hệ hỗ trợ quyết định

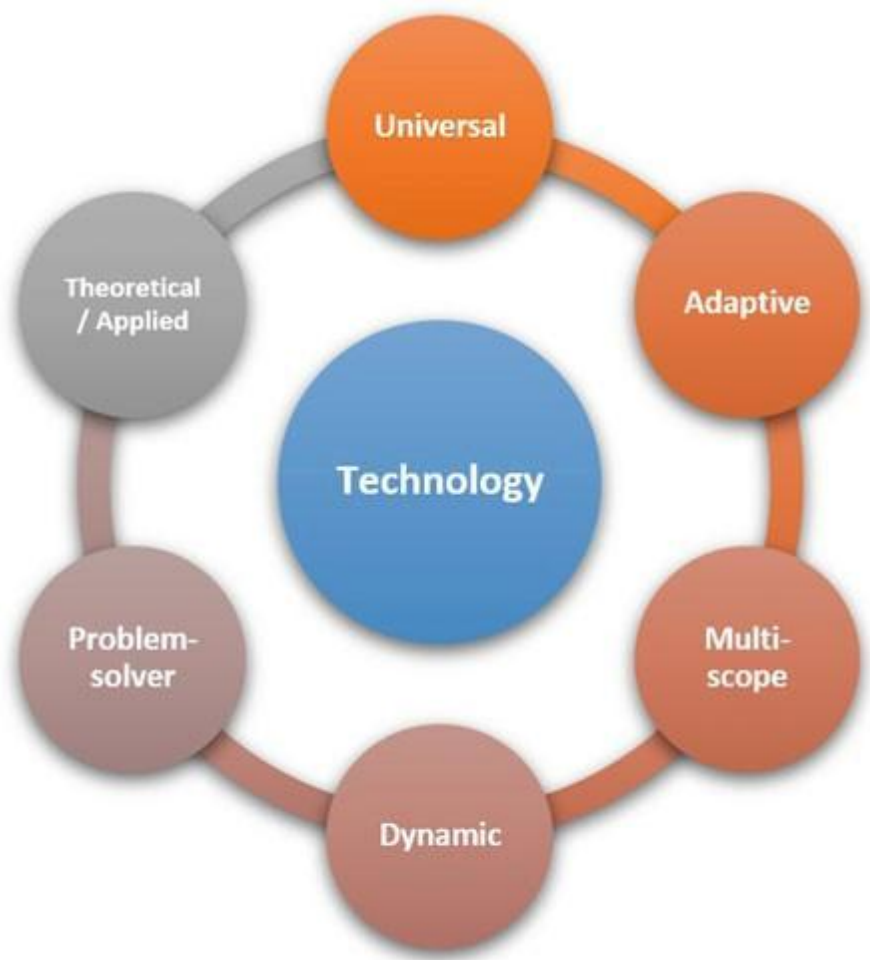
Người dịch: Nguyễn Tú Anh

Nhân loại luôn tìm ra cách giải quyết các vấn đề trong thế giới thực, bằng cách sử dụng các công cụ và các kịch bản giải pháp sinh tồn. Càng có nhiều công cụ do con người thiết kế và phát triển, thì luôn có được các giải pháp hiệu quả hơn và các loại công cụ mới cho các giải pháp tốt hơn. Cuối cùng, nhân loại bắt đầu sử dụng khái niệm công nghệ để xác định tất cả các loại kiến thức và kỹ năng được sử dụng để thiết kế cũng như phát triển các giải pháp cho các lĩnh vực khác nhau [1 , 2]. Điều quan trọng là loài người bắt đầu mang lại ý nghĩa cho cuộc sống bằng cách kiểm tra nó trong các lĩnh vực khác nhau và các công nghệ được sử dụng để tạo ra các giải pháp và trải nghiệm vấn đề trong các lĩnh vực này dễ dàng hơn—thực tế hơn. Điều quan trọng nữa là các tính năng và cơ chế sau đây của công nghệ đã đóng vai trò quan trọng trong lịch sử nâng cao tiêu chuẩn cuộc sống [3 – 6]:

- Công nghệ là một khái niệm năng động tự thích ứng với các điều kiện đã thay đổi,
- Công nghệ không có bất kỳ phạm vi lĩnh vực cụ thể trực tiếp nào (nó có thể ảnh hưởng đến mọi thứ theo chiều dọc và chiều ngang),
- Mỗi công nghệ có khả năng ảnh hưởng đến mọi công nghệ khác nhau,
- Công nghệ có cả khía cạnh lý thuyết (kiến thức) và khía cạnh ứng dụng (kỹ năng) để làm cho cuộc sống tốt đẹp hơn,
- Công nghệ là một khái niệm phổ quát.

Xem xét các tính năng và cơ chế đã đề cập, Hình 1.1 cung cấp một cái nhìn chung về các đặc điểm của công nghệ.

Dựa trên những giải thích cho đến nay, có thể chỉ ra rằng loài người hiện đang được bao quanh bởi nhiều công nghệ khác nhau. Những công nghệ này nói chung bằng cách nào đó đảm bảo các mức độ tập trung khác nhau trong bối cảnh các lĩnh vực của cuộc sống hiện đại. Liên quan đến tình trạng công nghệ hiện tại của thế kỷ 21, có thể nói rằng cả công nghệ máy tính và truyền thông đã có những thay đổi mang tính cách mạng về phương thức công nghệ. Liên quan đến máy tính và thậm chí cả các thành phần hỗ trợ như điện tử, logic hiện đại, toán học trên nền tảng, lĩnh vực Khoa học máy tính đã có một thời gian dài phát triển để định hình trạng thái công nghệ hiện có.



Hình 1.1 Đặc điểm của công nghệ

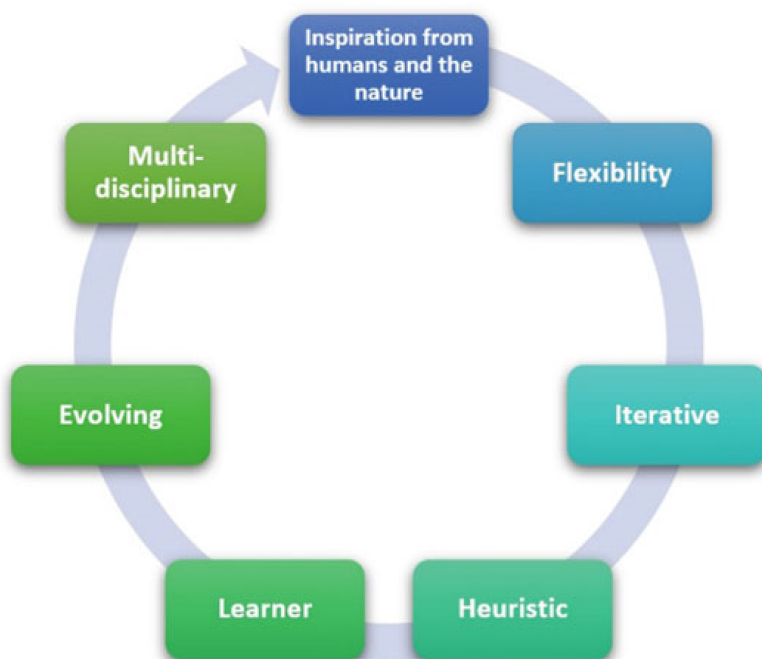
Trong bối cảnh của Khoa học Máy tính, có nhiều lĩnh vực con khác nhau nơi các khía cạnh lý thuyết và ứng dụng khác nhau của Khoa học Máy tính được thảo luận rộng rãi. Vì công nghệ máy tính có vai trò khởi động trong sự phát triển công nghệ trong một thời gian rất dài, vai trò của Khoa học Máy tính rất quan trọng với tư cách là mục tiêu nghiên cứu chính cho khán giả khoa học. Khi bao gồm các khía cạnh kỹ thuật, Khoa học và Kỹ thuật Máy tính đã trở thành nền tảng hiệu quả cho các công cụ và thiết bị hiệu quả mà mọi người sử dụng để đối phó với thế giới thực, bằng cách sử dụng cả sức mạnh của thế giới kỹ thuật số.

Trong tất cả các lĩnh vực của Khoa học máy tính, trí tuệ nhân tạo chiếm vị trí hàng đầu vì nó có nhiều ưu điểm đảm bảo ứng dụng thành công cho mọi lĩnh vực của cuộc sống hiện đại. Là một trong những lĩnh vực quan trọng nhất gắn liền với đời sống con người và thiên nhiên, lĩnh vực y tế ở đây có mối quan hệ mật thiết với trí tuệ nhân tạo. Có nhiều loại ứng dụng khác nhau có thể liên quan đến việc sử dụng chung trí tuệ nhân tạo và y tế nhưng tất cả các ứng dụng này đều dẫn đến việc hỗ trợ ra quyết định vì con người vẫn có quyền kiểm soát (rộng rãi hoặc hẹp tùy thuộc vào các vấn đề y tế mục tiêu) ở cuối. Là chương đầu tiên của cuốn sách, một khởi đầu mới sẽ được thực hiện trong bối cảnh của chương này, bằng cách cung cấp những giải thích ngắn gọn về trí tuệ nhân tạo và các lĩnh vực nghiên cứu phụ của nó như học máy/học sâu, và vai trò của các hệ thống thông minh trong việc phát triển hỗ trợ ra quyết định hệ thống, được sử dụng trong y tế.

1.1 Trí tuệ nhân tạo và Hệ thống thông minh

Với một định nghĩa ngắn gọn và trực tiếp, Trí tuệ nhân tạo có thể được định nghĩa là lĩnh vực thiết kế và phát triển các hệ thống, có thể cung cấp các giải pháp hiệu quả cho các vấn đề trong thế giới thực, bằng cách truyền cảm hứng từ suy nghĩ của con người—hành vi cũng như hành động của các sinh vật sống khác và động lực quan sát được trong thiên nhiên [7 – 9]. Trí tuệ nhân tạo là một sản phẩm của loài người vì nó là công cụ rất hiệu quả và hiệu quả để có được các giải pháp tự động cho các vấn đề trong thế giới thực. Vì nhân loại đã có nhiều khám phá và phát minh trong quá khứ, trí tuệ nhân tạo là phát minh mang tính cách mạng mới nhất đã tạo ra sự phát triển vượt bậc cho sự phát triển công nghệ bắt đầu từ giữa thế kỷ XX. Xem xét tình trạng hiện tại của thế kỷ 21, không có lĩnh vực nào mà các phương pháp, phương pháp và kỹ thuật dựa trên trí tuệ nhân tạo không được sử dụng. Ở dạng chỉ các nhóm mã lặp đi lặp lại, việc giải quyết các vấn đề khó (và thậm chí gần như không thể) giống như một nhiệm vụ rất dễ dàng, bằng cách sử dụng trí tuệ nhân tạo. Tất cả những điều này là do một số đặc điểm quan trọng (như công nghệ có trong Hình 1.1) của trí tuệ nhân tạo. Hình 1.2 thể hiện ngắn gọn những đặc điểm này.

Đặc điểm của trí tuệ nhân tạo đã làm cho lĩnh vực đó trở thành công cụ được sử dụng hiệu quả cho các lĩnh vực khác nhau, nơi các vấn đề có thể được mô hình hóa một cách toán học và logic vì bản thân cuộc sống là một sự hỗn loạn điển hình mang ý nghĩa toán học và logic hiện đại. Cụ thể, các cách giải quyết do trí tuệ nhân tạo cung cấp tuân theo yếu tố may rủi như một quan điểm heuristic về việc tìm ra giải pháp. Những giải pháp này là



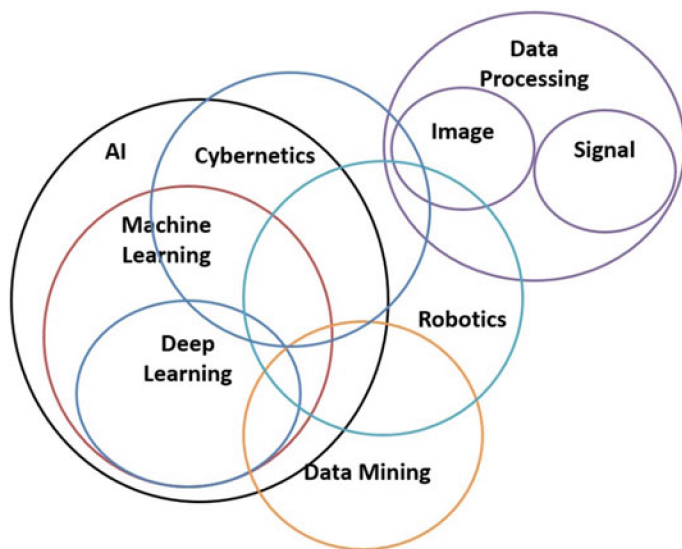
Hình 1.2 Đặc điểm cơ bản của trí tuệ nhân tạo

được thực hiện theo cách lặp đi lặp lại, bằng cách sử dụng các bước học tập khiến hệ thống kỹ thuật dựa trên trí tuệ nhân tạo có đủ ý tưởng về cách giải quyết vấn đề mục tiêu và tìm hiểu về những thay đổi mới nhất về vấn đề để cải thiện trải nghiệm theo cách phát triển. Bằng cách sử dụng sự hỗ trợ của các bước thuật toán có cấu trúc toán học và logic, tất cả những điều này cho phép các ứng dụng đa ngành nhờ tính linh hoạt.

Trí tuệ nhân tạo đủ mạnh vì nó cũng có mối quan hệ tuyệt vời với các lĩnh vực và công nghệ thay thế. Các giải pháp trong bối cảnh trí tuệ nhân tạo thường cần các nhiệm vụ được thực hiện trên dữ liệu đích (của vấn đề) để có mối quan hệ đáng kể với các phương pháp xử lý dữ liệu (xử lý hình ảnh/xử lý tín hiệu) và cuối cùng, kết quả của trí tuệ nhân tạo trở nên hữu ích để giới thiệu các giải pháp khác nhau. các lĩnh vực—công nghệ hoặc tiểu lĩnh vực như khai thác dữ liệu, điều khiển học, người máy. Hình 1.3 thể hiện một cái nhìn tổng thể về mối quan hệ đó và thể giới của trí tuệ nhân tạo nói chung. Quan điểm đó có thể được cải thiện bằng cách bao gồm nhiều mối quan hệ hơn vì trí tuệ nhân tạo có mối quan hệ tuyệt vời—tốt trong bối cảnh xung quanh nó.

Hiện tại, trí tuệ nhân tạo là sự kết hợp điển hình của các cách tiếp cận giải pháp khác nhau, các phương pháp theo các cách tiếp cận này và cả các kỹ thuật—thuật toán dựa trên các phương pháp khác nhau. Ngoại trừ gốc rễ chi tiết, có thể chỉ ra rằng một hệ thống dựa trên trí tuệ nhân tạo có thể đạt được những điều sau đây khi giải quyết các vấn đề trong thế giới thực [10 – 14]:

- Nhận dạng mẫu,
- Dự đoán / ước tính,



Hình 1.3 Trí tuệ nhân tạo và các mối quan hệ của nó

- Khám phá dữ liệu,
- Chuyển đổi dữ liệu,
- Tối ưu hóa, • Kiểm soát thích ứng,
- Chẩn đoán.

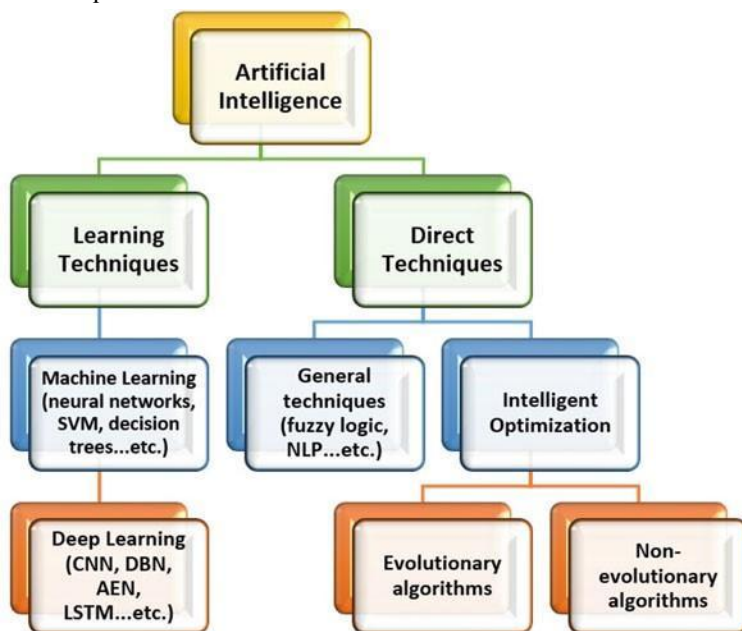
Tất cả những cách giải quyết vấn đề này đều cần thiết cho trí tuệ nhân tạo nói chung. Nhưng mặt khác, sự đa dạng giữa các kỹ thuật khác nhau—thuật toán và các phương pháp tiếp theo đã khiến một số tiểu lĩnh vực được giới thiệu trong lĩnh vực trí tuệ nhân tạo.

1.1.1 Các lĩnh vực của Trí tuệ nhân tạo

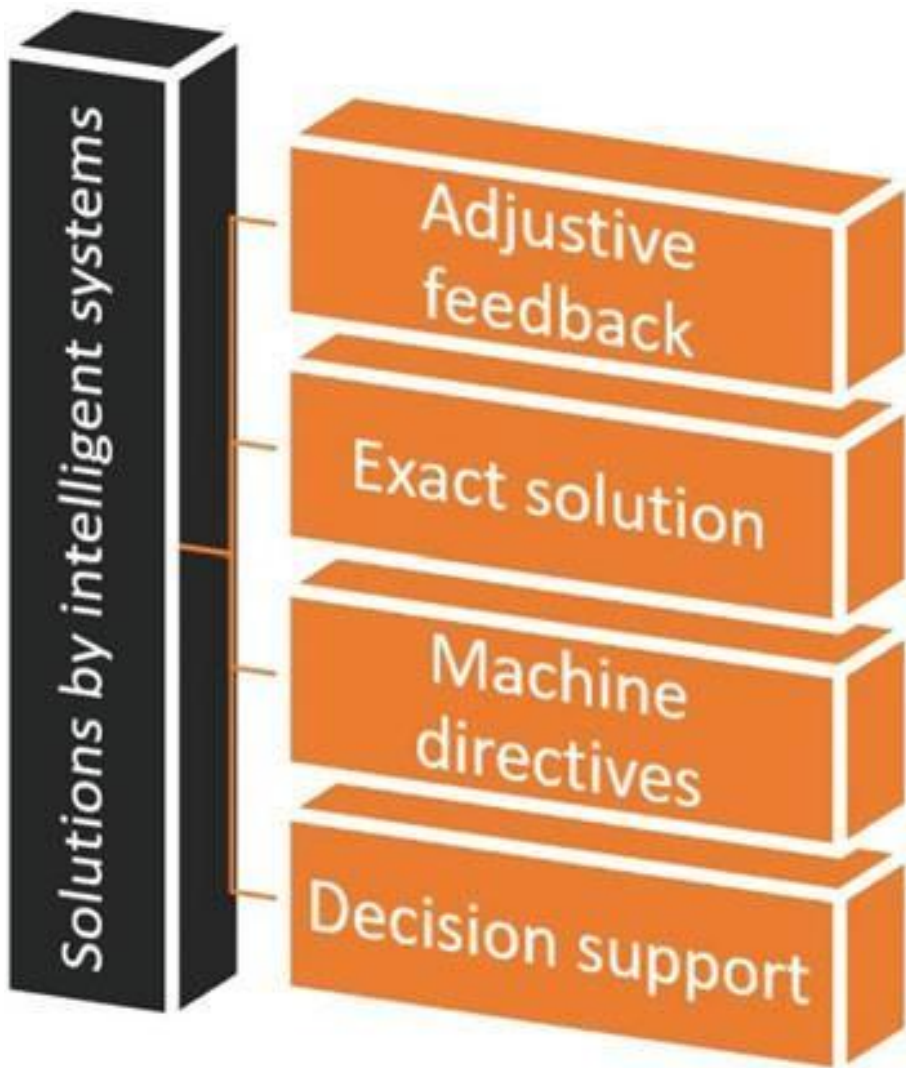
Mặc dù có rất nhiều quan điểm chi tiết để giải thích các lĩnh vực phụ của trí tuệ nhân tạo, nhưng việc giải thích dễ dàng hơn cũng có thể được thực hiện tương ứng. Theo nghĩa này, các kỹ thuật trí tuệ nhân tạo thường được chia thành hai loại trước: (1) kỹ thuật học, (2) kỹ thuật trực tiếp. Các kỹ thuật học tập đã khiến tiểu lĩnh vực học máy tăng lên, như là cách tiếp cận giải pháp quan trọng nhất của trí tuệ nhân tạo. Trong nhiều giải pháp cho vấn đề, khái niệm học máy được sử dụng trực tiếp để thể hiện việc sử dụng tích cực trí tuệ nhân tạo. Học máy hiện vẫn đang phát triển với các kỹ thuật mềm dẻo tiên tiến đi đầu trong học sâu [15 - 20]. Mặt khác, kỹ thuật trực tiếp của trí tuệ nhân tạo bao gồm các kỹ thuật chung như logic mờ hoặc kỹ thuật xử lý ngôn ngữ tự nhiên và cũng có tối ưu hóa thông minh như các giải pháp định hướng tối ưu hóa của trí tuệ nhân tạo [21 - 23]. Hình 1.4 cung cấp sơ đồ chung liên quan đến phân loại/các tiểu lĩnh vực của trí tuệ nhân tạo.

1.1.2 Hệ thống thông minh

Khái niệm hệ thống thông minh có thể được sử dụng để xác định một cách logic toàn bộ hệ thống dựa trên trí tuệ nhân tạo, bằng cách loại bỏ các chi tiết kỹ thuật như quy trình và thuật toán nào được chạy trong hệ thống. Vì trí tuệ nhân tạo hiện đang gần như trở thành một thứ phổ biến trong cuộc sống hàng ngày, nên những khái niệm chung như vậy có thể được sử dụng để chỉ ra việc sử dụng tích cực các giải pháp dựa trên trí tuệ nhân tạo trong các lĩnh vực khác nhau. Một hệ thống thông minh có thể ở dạng chỉ phần mềm hoặc phần cứng được hỗ trợ với cơ sở hạ tầng phần mềm. Hệ thống thông minh có thể là việc sử dụng một kỹ thuật nhất định cho một vấn đề cụ thể hoặc một sự hình thành kết hợp với việc sử dụng nhiều hơn một kỹ thuật trí tuệ nhân tạo hoặc sự kết hợp của cả kỹ thuật trí tuệ nhân tạo và các giải pháp thay thế từ các lĩnh vực khác nhau. Quay trở lại ý nghĩa logic của các hệ thống thông minh, các hệ thống này cho phép mọi người nhận được các tương tác liên quan đến



Hình 1.4 Các lĩnh vực/tiểu lĩnh vực trí tuệ nhân tạo



Hình 1.5 Cách giải quyết bằng hệ thống thông minh

một số loại cách giải quyết. Hình 1.5 đại diện cho một danh sách chung của những cách giải quyết.

Chuyển từ Hình 1.5, có thể nói rằng một hệ thống thông minh có thể cung cấp một số giá trị/giải pháp điều chỉnh để hệ thống khác chạy tức thời hoặc làm cho hệ thống đó—thành phần cuối cùng tốt hơn. Mặt khác, hệ thống thông minh có thể làm cho nó hoạt động bằng cách cung cấp giải pháp cuối cùng để sử dụng độc lập. Ngoài ra, một hệ thống thông minh có thể nhận được một số chỉ thị định hướng theo thiết bị của máy móc để điều khiển các hệ thống điện tử/cơ điện tử khác vì nó được coi là sự tương tác giữa các máy móc - thiết bị theo quan điểm của con người. Cuối cùng, một hệ thống thông minh có thể cung cấp hỗ trợ ra quyết định, nghĩa là các giải pháp được cung cấp có thể được sử dụng để đưa ra quyết định cuối cùng hoặc hoàn thiện chẩn đoán.

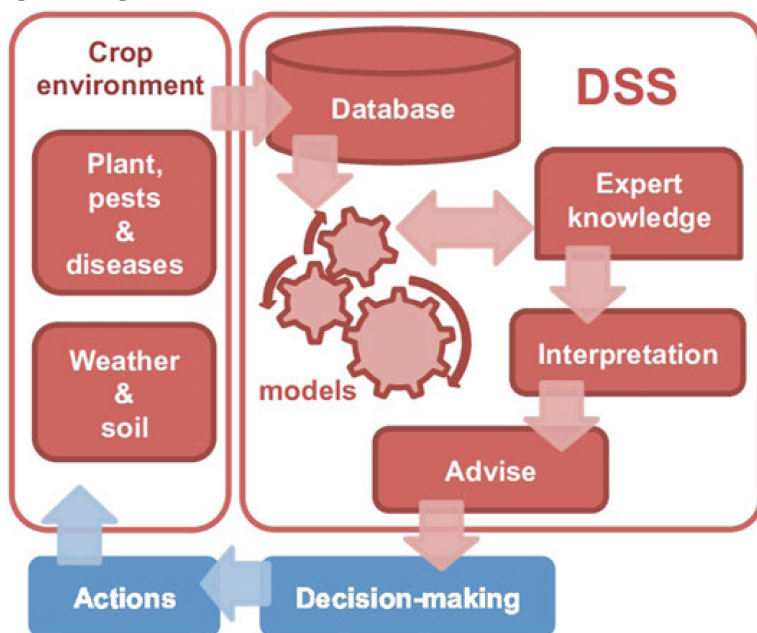
1.2 Hệ thống hỗ trợ ra quyết định

Ra quyết định luôn là một vấn đề đối với mọi người. Vào thời điểm đưa ra quyết định đặc biệt quan trọng, điều quan trọng là phải loại bỏ các yếu tố khác nhau như căng thẳng, tiếng ồn, bệnh tật hoặc mệt mỏi để có được quyết định chính xác và đúng đắn vào cuối. Ngay cả trong những quyết định được đưa ra trong những trường hợp thích hợp, các yếu tố môi trường khác nhau có thể gây ra những kết quả không lường trước được sau này. Vì vậy, chủ đề ra quyết định luôn là một chủ đề quan trọng đối với các công trình nghiên cứu [24 – 26]. Ở thời điểm này, việc sử dụng công nghệ cũng mang lại nhiều thuận lợi giúp quá trình ra quyết định trở nên nhanh chóng và dễ dàng hơn nhờ sử dụng công nghệ máy tính và các phương pháp xử lý - phân tích dữ liệu. Để phù hợp với điều đó, các hệ thống hỗ trợ ra quyết định đã và đang phát triển để hỗ trợ con người trong các lĩnh vực khác nhau, để đưa ra các quyết định tự động hoặc ít nhất là sử dụng một hệ thống phần mềm hỗ trợ để nhận được lời khuyên. Nhìn chung, một hệ thống hỗ trợ ra quyết định (DSS) có thể được định nghĩa là một hệ thống có thể tự động xử lý và phân tích một số dữ liệu đầu vào để đưa ra quyết định dưới dạng đầu ra [27 – 29]. Do trí tuệ nhân tạo có mối liên hệ chặt chẽ với việc đảm bảo DSS hiệu quả và chính xác nên các hệ thống như vậy đã và đang cung cấp dưới dạng các hệ thống thông minh. Hình 1.6 cung cấp một ví dụ về cấu trúc của DSS [30].

Bởi vì việc ra quyết định được thực hiện chung trong tất cả các lĩnh vực, tài liệu đã có nhiều mô hình DSS thay thế và các công trình nghiên cứu được thực hiện cho đến nay. Có thể liệt kê một số lĩnh vực đáng chú ý mà DSS được sử dụng rộng rãi như sau:

- Tài chính [31 – 34],
- Quản lý kinh doanh [35 – 39],
- Năng lượng [40 – 44],
- Giáo dục [45 – 47],

- Kỹ thuật Môi trường [48 – 50],
- Y khoa [51 – 57].



Hình 1.6 Một ví dụ về hệ thống hỗ trợ ra quyết định [30]

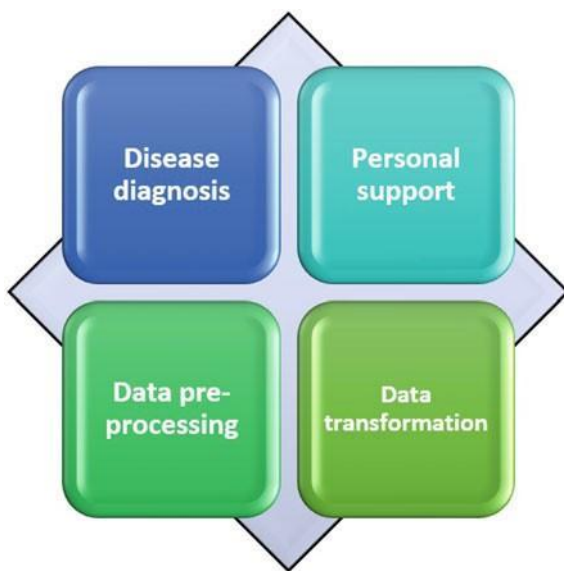
1.2.1 Hệ thống hỗ trợ quyết định cho y tế và học sâu

Gần đây, nhu cầu vận hành DSS để đảm bảo các giải pháp hiệu quả cho các vấn đề y tế là rất lớn. Như đã trình bày trước đây, việc sử dụng trí tuệ nhân tạo trong bối cảnh cuộc sống hàng ngày có thể có ý nghĩa đối với những người không phải là chuyên gia bằng cách sử dụng các khái niệm logic. Tương tự như vậy, khái niệm DSS được sử dụng rộng rãi trong các ứng dụng y tế và được giới khoa học nghiên cứu rộng rãi. Rõ ràng là tình trạng y tế hiện tại và tương lai với trí tuệ nhân tạo bao gồm việc sử dụng đáng chú ý các giải pháp DSS [58 – 60]. Nói chung, DSS có thể được sử dụng trong bối cảnh y tế bằng cách tập trung vào các yếu tố liên quan như trong Hình 1.7 [58 – 62].

Như đã giải thích trong các đoạn trước, có những dạng DSS điển hình nhưng về mặt y tế, điều quan trọng là phải đáp ứng các yếu tố được liệt kê. Sau khi thiết kế cơ sở hạ tầng chính xác của hệ thống thông minh trong bối cảnh tiếp cận phần mềm, việc thêm giao diện người dùng sẽ dễ dàng hơn. Do đó, cuốn sách này đã nhấn mạnh nhiều hơn đến các giải pháp. Ngoài ra, các hệ thống được giải thích trong các phần tiếp theo của cuốn sách thường tập trung vào yếu tố chẩn đoán bệnh, vì quy trình dẫn đến chẩn đoán đã sử dụng các yếu tố khác của công việc định hướng dữ liệu và sự hỗ trợ cá nhân (về mặt bác sĩ, nhân viên y tế và bệnh nhân).

Bởi vì DSS có mối quan hệ cao với trí tuệ nhân tạo, sự phát triển trong lĩnh vực trí tuệ nhân tạo ảnh hưởng trực tiếp đến cách nghiên cứu DSS. Vì DSS yêu cầu đánh giá các mẫu đã biết hoặc học từ dữ liệu thu được để đưa ra quyết định cuối cùng, các phương pháp và kỹ thuật liên quan đến học máy được sử dụng rộng rãi trong

Hình 1.7 Sử dụng các yếu tố của hệ thống hỗ trợ ra quyết định trong y tế

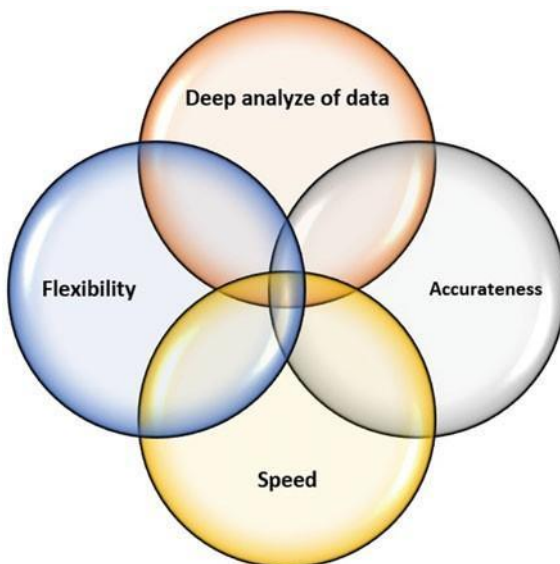


bối cảnh của DSS. Tương tự như vậy, hình thức học máy mới nhất: học sâu đã được sử dụng mạnh mẽ để thiết kế và phát triển các phương pháp DSS sáng tạo và hỗ trợ lĩnh vực y tế theo cách này [63 – 65]. Ưu điểm của học sâu trong DSS có liên quan đến lợi thế của kỹ thuật học sâu. Hình 1.8 đại diện cho những lợi thế này một cách tổng quát.

Hình 1.8 Ưu điểm của học sâu trong các hệ thống hỗ trợ ra quyết định y tế

1.3 Tóm tắt

Trí tuệ nhân tạo là một lĩnh vực hàng đầu định hình sự phát triển công nghệ. Vì nó được liên kết với các loại ứng dụng khác nhau phát triển theo các quan điểm giải pháp vấn đề khác nhau, nên nó dường như sẽ được sử dụng ngày càng nhiều trong tương lai gần. Ngoài ra, lĩnh vực trí tuệ nhân tạo đã có các tiêu chí



vực mạnh là học máy và học sâu. Nhờ khả năng học của các kỹ thuật học máy/học sâu, thậm chí có thể giải quyết các vấn đề nâng cao và phát triển các giải pháp đủ hiệu quả trong bối cảnh của các hệ thống thông minh, như một khái niệm logic được mọi người biết đến.

Chương này giới thiệu về những điều cơ bản của trí tuệ nhân tạo (như trong phạm vi đủ rộng-hẹp cho cuốn sách này) và sau đó giải thích khái niệm về hệ thống hỗ trợ ra quyết định với các lĩnh vực ứng dụng của chúng, bao gồm cả y tế. Ở bước cuối cùng, chương này cũng đã mở ra một cách ngắn gọn về việc sử dụng học sâu trong ngữ cảnh của các hệ thống hỗ trợ quyết định y tế, cũng như tầm quan trọng của chẩn đoán như tiếp theo trong cuốn sách này.

Sau phần bắt đầu cho các khái niệm thiết yếu, tốt hơn hết là bạn nên đi sâu vào hai chương tiếp theo, bằng cách tập trung vào các kiến trúc học sâu được biết đến rộng rãi, sau đó đánh giá tài liệu bao gồm các ứng dụng của kiến trúc học sâu để chẩn đoán y tế, như một phương pháp hỗ trợ ra quyết định.

1.4 Học thêm

Còn nhiều điều nữa để thảo luận và bày tỏ về trí tuệ nhân tạo, nguồn gốc của nó cũng như các chủ đề liên quan. Những độc giả quan tâm theo cách này được gọi là [66 – 76] như một số nguồn gần đây và đáng chú ý.

Hiện tại, có rất nhiều môi trường phát triển khác nhau và thậm chí cả các thư viện để phát triển các hệ thống thông minh. Độc giả có thể đọc [77 – 85] để có được một số kiến thức và kỹ năng về các ngôn ngữ lập trình được sử dụng rộng rãi và quan điểm phát triển.

Để có thêm thông tin về các hệ hỗ trợ ra quyết định nói chung, độc giả có thể đọc thêm sách [86 – 89].

Tài liệu

1. I. McNeil (ed.), *An Encyclopedia of the History of Technology* (Routledge, 2002)
2. N. Rosenberg, R. Nathan, *Khám phá Hộp đen: Công nghệ, Kinh tế và Lịch sử* (Nhà xuất bản Đại học Cambridge, 1994)
3. D. Edgerton, *Cú sốc của cái cũ: Công nghệ và lịch sử toàn cầu từ năm 1900* (Sách hồ sơ, 2011)
4. MR Williams, *A History of Computing Technology* (IEEE Computer Society Press, 1997)
Tài liệu tham khảo
5. JE McClellan III, H. Dorn, *Khoa học và Công nghệ trong Lịch sử Thế giới: Giới thiệu* (Nhà xuất bản JHU, 2015)
6. DR Headrick, *Công nghệ: Lịch sử thế giới* (Oxford University Press, 2009)

7. L. Rabelo, S. Bhidé, E. Gutierrez, *Trí tuệ nhân tạo: Những tiến bộ trong nghiên cứu và ứng dụng* (Nova Science Publishers, Inc., 2018)
8. J. Romportl, E. Zackova, J. Kelemen, *Ngoài trí tuệ nhân tạo* (Springer International, 2016)
9. K. Henning, Trí tuệ nhân tạo thay đổi thế giới như thế nào, trong *Phát triển các công nghệ hỗ trợ* (Springer, Cham, 2018), trang 277–284
10. D. Tsveter, *Cơ sở nhận dạng mẫu của trí tuệ nhân tạo* (IEEE Press, 1997)
11. JH Holland, *Thích ứng trong các hệ thống tự nhiên và nhân tạo: Phân tích giới thiệu với các ứng dụng cho sinh học, kiểm soát và trí tuệ nhân tạo* (MIT Press, 1992)
12. J. Liebowitz, Quản lý tri thức và mối liên hệ của nó với trí tuệ nhân tạo. *Hệ thống chuyên gia ứng dụng* **20** (1), 1–6 (2001)
13. C. Blum, R. Groß, Trí thông minh bầy đàn trong tối ưu hóa và người máy, trong *Springer Handbook of Computational Intelligence* (Springer, Berlin, Heidelberg, 2015), trang 1291–1309
14. A. Pannu, Trí tuệ nhân tạo và ứng dụng của nó trong các lĩnh vực khác nhau. *nghệ thuật. thông minh.* **4** (10), 79–84 (2015)
15. Y. LeCun, Y. Bengio, G. Hinton, Học sâu. *Thiên nhiên* **521** (7553), 436–444 (2015)
16. P. Ongsulee, Trí tuệ nhân tạo, học máy và học sâu, năm 2017 lần thứ 15
International Conference on ICT and Knowledge Engineering (ICT&KE) (IEEE, 2017), pp. 1–6
17. X. Du, Y. Cai, S. Wang, L. Zhang, Tổng quan về học sâu, trong *Hội nghị thường niên về học thuật dành cho giới trẻ lần thứ 31 của Hiệp hội Tự động hóa Trung Quốc (YAC) năm 2016* (IEEE, 2016), trang 159–164
18. G. Nguyen, S. Dlugolinsky, M. Bobák, V. Tran, Á.L. García, I. Heredia, L. Hluchý, Machinelearning và deeplearning frameworks andlibraries for large datatamining: asurvey. *nghệ thuật. thông minh. Rev.* **52** (1), 77–124 (2019)
19. D. Ravi, C. Wong, F. Deligianni, M. Berthelot, J. Andreu-Perez, B. Lo, GZ Yang, Deeplearning cho tin học y tế. *IEEE J. Sinh học. Thông báo sức khỏe.* **21** (1), 4–21 (2016)
20. E. Alpaydin, *Giới thiệu về Học máy* (MIT Press, 2020)
21. C. Xu, YC Shin, *Hệ thống thông minh: Mô hình hóa, Tối ưu hóa và Kiểm soát* (CRC Press, Inc., 2008)
22. M. Kppen, G. Schaefer, A. Abraham, *Tối ưu hóa tính toán thông minh trong kỹ thuật: Kỹ thuật & ứng dụng* (Công ty xuất bản Springer, Incorporated, 2011)
23. O. Senvar, E. Turanoglu, C. Kahraman, Sử dụng siêu dữ liệu siêu dữ liệu trong kỹ thuật: một nghiên cứu tài liệu, trong *Các thuật toán tối ưu hóa siêu dữ liệu trong Kỹ thuật, Kinh doanh, Kinh tế và Tài chính* (IGI Toàn cầu, 2013), trang 484–528
24. CW Kirkwood, *Quyết định chiến lược* (Duxbury Press, 1997)
25. S. Plous, *Tâm lý của phán đoán và ra quyết định* (Mcgraw-Hill Book Company, 1993)
26. E. Khăn xếp, *Hệ thống hỗ trợ quyết định và chuyên gia: Hệ thống hỗ trợ quản lý* (Prentice Hall PTR, 1993)
27. DJ Power, *Hệ thống hỗ trợ ra quyết định: Các khái niệm và tài nguyên dành cho nhà quản lý* (Greenwood Publishing Group, 2002)
28. RH Bonczek, CW Holsapple, AB Whinston, *Nền tảng của Hệ thống Hỗ trợ Quyết định* (Academic Press, 2014)
29. D. Quyền lực, Hệ thống hỗ trợ ra quyết định: từ quá khứ đến tương lai. *AMCIS 2004 Proc.* **242** (2004)
30. V. Rossi, T. Caffi, F. Salinari, Giúp nông dân đối mặt với sự phức tạp ngày càng tăng của việc ra quyết định bảo vệ mùa màng. *Phytopathol. Mediterr.* 457–479 (2012)
31. C. Zopounidis, M. Doumpos, Phát triển hệ thống hỗ trợ quyết định đa tiêu chí cho các vấn đề phân loại tài chính: theFINCLASsystem. *Optim. Methods Softw.* **8** (3–4), 277–304 (1998)

32. C.Zopounidis, M.Doumpos, NFMatsatsinis, Về việc sử dụng các hệ thống hỗ trợ ra quyết định dựa trên tri thức trong quản lý tài chính: một cuộc khảo sát. *Quyết định. Hệ thống hỗ trợ* **20** (3), 259–277 (1997)
33. E. Tsang, P. Yung, J. Li, EDDIE-tự động hóa, một công cụ hỗ trợ ra quyết định cho dự báo tài chính. *Quyết định. Hệ thống hỗ trợ* **37** (4), 559–565 (2004)
34. HJ von Mettenheim, MH Breiter, Hệ thống hỗ trợ ra quyết định mạnh mẽ với dự báo ma trận và tri giác lớp dùng chung cho tài chính và các ứng dụng khác, trong *ICIS* (2010), tr. 83
35. A. Asemi, A. Safari, AA Zavareh, Vai trò của hệ thống thông tin quản lý (MIS) và hệ thống hỗ trợ ra quyết định (DSS) đối với quá trình ra quyết định của nhà quản lý. *quốc tế J.Xe buýt. quản lý.* **6** (7), 164–173 (2011)
36. R. Sharda, SH Barr, JC McDonnell, Hiệu quả của hệ thống hỗ trợ ra quyết định: đánh giá và thử nghiệm phi kinh nghiệm. *Quản lý. Khoa học.* **34** (2), 139–159 (1988)
37. EW Ngai, FKT Wat, Hệ thống hỗ trợ ra quyết định mờ để phân tích rủi ro trong phát triển thương mại điện tử. *Quyết định. Hệ thống hỗ trợ* **40** (2), 235–255 (2005)
38. VL Sauter, *Hệ thống hỗ trợ quyết định cho doanh nghiệp thông minh* (Wiley, 2014)
39. K. Pal, O. Palmer, Một hệ thống hỗ trợ quyết định cho việc mua lại doanh nghiệp. *Quyết định. Hệ thống hỗ trợ* **27** (4), 411–429 (2000)
40. YK Juan, P. Gao, J. Wang, Một hệ thống hỗ trợ quyết định kết hợp để cải tạo tòa nhà văn phòng bền vững và cải thiện hiệu suất năng lượng. *Xây dựng năng lượng.* **42** (3), 290–297 (2010)
41. D. Voivontas, D. Assimacopoulos, A. Mourelatos, J. Corominas, Đánh giá tiềm năng năng lượng tái tạo bằng hệ thống hỗ trợ quyết định GIS. *Thay mới. Năng lượng* **13** (3), 333–344 (1998)
42. J.Acherni, I.Dyner, F.Henao, P.Jaramillo, R.Smith, ROFont, Cung cấp năng lượng cho sinh kế nông thôn bền vững. *Một hệ thống hỗ trợ ra quyết định đa tiêu chí. Chính sách năng lượng* **35** (3), 1493–1504 (2007)
43. A. Phdungsilp, Mô hình năng lượng và carbon tích hợp với hệ thống hỗ trợ ra quyết định: các kịch bản chính sách để phát triển thành phố carbon thấp ở Bangkok. *Chính sách năng lượng* **38** (9), 4808–4817 (2010)
44. P. Zambelli, C. Lora, R. Spinelli, C. Tattoni, A. Vitti, P. Zatelli, M. Ciolli, Một hệ thống hỗ trợ ra quyết định bằng GIS cho quản lý rừng khu vực để đánh giá sự sẵn có của sinh khối để sản xuất năng lượng tái tạo. *môi trường. Phần mềm mô hình* **38**, 203–213 (2012)
45. SB Kotsiantis, Sử dụng các kỹ thuật học máy cho các đề xuất giáo dục: một hệ thống hỗ trợ ra quyết định để dự báo điểm của học sinh. *nghệ thuật. thông minh. Rev.* **37** (4), 331–344 (2012)
46. W. Yahya, N. Noor, Hệ thống hỗ trợ ra quyết định cho trẻ khuyết tật học tập trong việc phát hiện phong cách học tập thị giác-thính giác-động lực học, trong *Hội nghị Quốc tế lần thứ 7 về Công nghệ Thông tin* (2015), trang 667–671
47. H. Peng, PY Chuang, GJ Hwang, HC Chu, TT Wu, SX Huang, Hệ thống hỗ trợ hiệu suất phổ biến dưới dạng công cụ tư duy: một nghiên cứu tình huống về trợ lý học tập và ra quyết định hướng dẫn. *J. Giáo dục. công nghệ. Sóc.* **12** (1), 107–120 (2009)
48. P. Haastrup, V. Maniezzo, M. Mattarelli, FM Rinaldi, I. Mendes, M. Paruccini, Một hệ thống hỗ trợ quyết định cho quản lý chất thải đô thị. *Ó. J. Điều hành. độ phân giải* **109** (2), 330–341 (1998)
49. J. Coutinho-Rodrigues, A. Simão, CH Antunes, Một hệ thống hỗ trợ quyết định không gian đa tiêu chí dựa trên GIS để quy hoạch cơ sở hạ tầng đô thị. *Quyết định. Hệ thống hỗ trợ* **51** (3), 720–726 (2011)
50. S. Feng, L. Xu, Một hệ thống hỗ trợ quyết định thông minh để đánh giá toàn diện mờ về phát triển đô thị. *Hệ thống chuyên gia ứng dụng* **16** (1), 21–32 (1999)

51. H. Yan, Y. Jiang, J. Zheng, C. Peng, Q. Li, Một hệ thống hỗ trợ quyết định y tế dựa trên perceptron đa lớp để chẩn đoán bệnh tim. *Hệ thống chuyên gia ứng dụng* **30** (2), 272–281 (2006)
52. D. West, V. West, Lựa chọn mô hình cho hệ thống hỗ trợ quyết định chẩn đoán y tế: một trường hợp phát hiện ung thư vú. *nghệ thuật. thông minh. y tế.* **20** (3), 183–204 (2000)
53. DS Kumar, G. Sathyadevi, S. Sivanesh, Hệ thống hỗ trợ quyết định cho chẩn đoán y tế sử dụng khai thác dữ liệu. *quốc tế J. Máy tính. Khoa học. Các vấn đề (IJCSI)* **8** (3), 147 (2011)
54. E. Alickovic, A. Subasi, Hệ thống hỗ trợ quyết định y tế để chẩn đoán rối loạn nhịp tim sử dụng DWT và bộ phân loại rừng ngẫu nhiên. *J. Med. hệ thống.* **40** (4), 108 (2016)
55. M. Gaynor, M. Seltzer, S. Moulton, J. Freedman, Một hệ thống hỗ trợ ra quyết định, dựa trên dữ liệu, năng động đối với các dịch vụ y tế khẩn cấp, trong *InternationalConferenceonComputationalScience* (Springer, Berlin, Heidelberg, 2005), trang 703–711
56. PK Anooj, Hệ thống hỗ trợ quyết định lâm sàng: dự đoán mức độ rủi ro của bệnh tim bằng cách sử dụng các quy tắc mờ có trọng số. *J. Đại học King Saud-Máy tính. thông tin liên lạc Khoa học.* **24** (1), 27–40 (2012)
57. A. Subasi, Hệ thống hỗ trợ quyết định y tế để chẩn đoán rối loạn thần kinh cơ sử dụng DWT và máy vector hỗ trợ mờ. *Điện toán. sinh học. y tế.* **42** (8), 806–815 (2012)

Người giới thiệu

58. RA Miller, Hệ thống hỗ trợ quyết định chẩn đoán, trong *Hệ thống hỗ trợ quyết định lâm sàng* (Springer, Cham, 2016), trang 181–208
59. V. Moret-Bonillo, I. Fernández-Varela, E. Hernández-Pereira, D. Alvarez-Estévez, V. Perlitz, Về tự động hóa tri thức y khoa và các hệ thống hỗ trợ ra quyết định y tế, trong *Những tiền bộ trong tin học y sinh* (Springer, Cham, 2018), trang 187–217
60. S. Belciug, F. Gorunescu, Hệ thống thông minh và cuộc cách mạng chăm sóc sức khỏe, trong *Hệ thống hỗ trợ quyết định thông minh—Hành trình hướng tới chăm sóc sức khỏe thông minh hơn* (Springer, Cham, 2020), trang 259–266
61. S. Bashir, U. Qamar, FH Khan, L. Naseem, HNV: khung hỗ trợ quyết định y tế sử dụng các bộ phân loại nhiều lớp để dự đoán bệnh. *J. Máy tính. Khoa học.* **13**, 10–25 (2016)
62. H. Ltifi, MB Ayed, Các hệ thống hỗ trợ quyết định thông minh trực quan trong lĩnh vực y tế: thiết kế và đánh giá, trong *Học máy cho Tin học Y tế* (Springer, Cham, 2016), trang 243–258
63. ES Kumar, PS Jayadev, Học sâu cho các hệ thống hỗ trợ quyết định lâm sàng: đánh giá từ bức tranh toàn cảnh về chăm sóc sức khỏe thông minh, trong *Kỹ thuật học sâu cho tin học y sinh và sức khỏe* (Springer, Cham, 2020), trang 79–99
64. S. Spänig, A. Emberger-Klein, JP Sowa, A. Canbay, K. Menrad, D. Heider, Bác sĩ ảo: một hệ thống hỗ trợ ra quyết định lâm sàng tương tác dựa trên học sâu để dự đoán bệnh tiểu đường không xâm lấn. *nghệ thuật. thông minh. y tế.* **100**, 101706 (2019)
65. JT Kim, Ứng dụng máy móc và thuật toán học sâu trong các hệ thống hỗ trợ quyết định lâm sàng thông minh trong chăm sóc sức khỏe. *Y tế Y tế J. Thông báo.* **9** (05) (2018)
66. BG Buchanan, Một lịch sử (rất) ngắn gọn về trí tuệ nhân tạo. *Ai Mag.* **26** (4), 53 (2005)
67. NJ Nilsson, *The Quest for Artificial Intelligence* (Nhà xuất bản Đại học Cambridge, 2009)
68. N. Ensmenger, *Ischessthedrosophilaofartificialintelligence?Asocialhistoryofanalgorithm.* *Sóc. nghiên cứu. Khoa học.* **42** (1), 5–30 (2012)
69. SL Garfinkel, RH Grunspan, *Sách Máy tính: Từ Bàn tính đến Trí tuệ Nhân tạo, 250 Cột mốc trong Lịch sử Khoa học Máy tính* (Sterling Swift Pub Co, 2018)
70. M. Tegmark, *Cuộc sống 3.0: Trở thành con người trong thời đại trí tuệ nhân tạo* (Knopf, 2017)

71. A. Agrawal, J. Gans, A. Goldfarb, *Máy dự đoán: Kinh tế đơn giản của trí tuệ nhân tạo* (Harvard Business Press, 2018)
72. VC Müller, N. Bostrom, Tiến bộ trong tương lai của trí tuệ nhân tạo: khảo sát ý kiến chuyên gia, trong *Các vấn đề cơ bản của trí tuệ nhân tạo* (Springer, Cham, 2016), trang 555–572
73. I. Katsov, *Giới thiệu về tiếp thị thuật toán: Trí tuệ nhân tạo cho hoạt động tiếp thị* (Ilia Katcov, 2017)
74. P. Joshi, *Trí tuệ nhân tạo với Python* (Packt Publishing Ltd, 2017)
75. F. Hutter, L. Kotthoff, J. Vanschoren, *Máy học tự động* (Springer, New York, NY, USA, 2019)
76. A. Menshawy, *Học sâu bằng ví dụ: Hướng dẫn thực hành để triển khai các thuật toán học máy nâng cao và mạng thần kinh* (Packt Publishing Ltd, 2018)
77. S. Raschka, *Học máy Python* (Packt Publishing Ltd, 2015)
78. J. Grus, *Khoa học dữ liệu từ đầu: Nguyên tắc đầu tiên với Python* (O'Reilly Media, 2019)
79. S. Raschka, V. Mirjalili, *Học máy bằng Python: Học máy và Học sâu với Python, Scikit-Learn và TensorFlow 2* (Packt Publishing Ltd, 2019)
80. J. Moolayil, S. John, *Tìm hiểu máy ảnh cho mạng lưới thần kinh sâu* (Apress, 2019)
81. J. Brownlee, *Học sâu cho thị giác máy tính: Phân loại hình ảnh, phát hiện đối tượng và nhận dạng khuôn mặt trong Python* (Machine Learning Mastery, 2019)
82. A. Paszke, S. Gross, F. Massa, A. Lerer, J. Bradbury, G. Chanan, A. Desmaison, PyTorch: phong cách bắt buộc, thư viện học sâu hiệu suất cao, trong *Những tiến bộ trong Hệ thống xử lý thông tin thần kinh* (2019), trang 8024–8035
83. M. Paluszek, S. Thomas, *MATLAB Công thức học máy: Phương pháp tiếp cận giải quyết vấn đề* (Apress, 2019)
84. JV Stone, *Công cụ trí tuệ nhân tạo: Hướng dẫn giới thiệu về toán học của học sâu* (Sebtel Press, 2019)
85. I. Livshin, *Mạng nơ-ron nhân tạo với Java* (Apress, 2019)
86. GE Kersten, Z Mikolajuk, AGO Yeh, *Hệ thống hỗ trợ quyết định cho sự phát triển bền vững: Sách tài nguyên về các phương pháp và ứng dụng* (Springer Science & Business Media, 2000)
87. R. Sugumaran, J. Degroote, *Hệ thống hỗ trợ quyết định không gian: Nguyên tắc và thực hành* (CRC Press, 2010)
88. E. Lughofer, M. Sayed-Mouchaweh (eds.), *Bảo trì dự đoán trong các hệ thống động: Phương pháp nâng cao, Công cụ hỗ trợ quyết định và Ứng dụng trong thế giới thực* (Springer, 2019)
89. S. Latteman, *Xây dựng Đánh giá Tác động Môi trường và Hỗ trợ Quyết định Hệ thống cho các nhà máy khử mặn nước biển* (CRC Press, 2010)