MỤC LỤC

Trang

LỜI NÓI ĐẦU 6
NHẬP MÔN 8

PHẦN I

GIẢI QUYẾT VẤN ĐỀ BẰNG TÌM KIẾM

Chương 1. CÁC CHIẾN THUẬT TÌM KIẾM MÙ 16
1.1. Biểu diễn vấn đề trong không gian trạng thái 16
1.2. Các chiến lược tìm kiếm 19
1.3. Các chiến lược tìm kiếm mù 22
1.3.1. Tìm kiếm theo bề rộng 22
1.3.2. Tìm kiếm theo độ sâu 24
1.3.3. Các trạng thái lặp 25
1.3.4. Tìm kiếm sâu lặp 26
1.4. Quy vấn đề về các vấn đề con.
Tìm kiếm trên đồ thị và/hoặc 27
1.4.1. Quy vấn đề về các vấn đề con 27
1.4.2. Đồ thị và/hoặc 30
1.4.3. Tìm kiếm trên đồ thị và/hoặc 34

Chương 2. CÁC CHIẾN LƯỢC TÌM KIẾM KINH NGHIỆM 36
2.1. Hàm đánh giá và tìm kiếm thiếu kinh nghiệm 36
2.2. Tìm kiếm tốt nhất - đầu tiên 37
2.3. Tìm kiếm leo đồi 40
2.4. Tìm kiếm BEAM 41

Chương 3. CÁC CHIẾN LƯỢC TÌM KIẾM TỐI ƯU 42
3.1. Tìm đường đi ngắn nhất 42
3.1.1. Thuật toán A* 44
3.1.2. Thuật toán tìm kiếm nhánh – và – cận 46
3.2. Tìm đối tượng tốt nhất 48
3.2.1. Tìm kiếm leo đồi 49
3.2.2. Tìm kiếm gradient 50
3.2.3. Tìm kiếm mô phỏng luyện kim 50
3.3. Tìm kiếm mô phỏng sự tiến hoá. Thuật toán di truyền 52
Chương 4. TÌM KIẾM CÓ ĐỐI THỦ 58
4.1. Cây trò chơi và tìm kiếm trên cây trò chơi 58
4.2. Chiến lược Minimax 60
4.3. Phương pháp cắt cụt alpha – beta 64

PHẦN II

TRI THỨC VÀ LẬP LUẬN

Chương 5. LOGIC MỆNH ĐỀ 69
5.1. Biểu diễn tri thức 69
5.2. Cú pháp và ngữ nghĩa của logic mệnh đề 71
5.2.1. Cú pháp 71
5.2.2. Ngữ nghĩa 72
5.3. Dạng chuẩn tắc 74
5.3.1. Sự tương đương của các công thức 74
5.3.2. Dạng chuẩn tắc 75
5.3.3. Các câu Horn 76
5.4. Luật suy diễn 77
5.5. Luật phân giải, chứng minh bác bỏ bằng luật phân giải 80
Chương 6. LOGIC VỊ TỪ CẤP MỘT 84

6.1. Cú pháp và ngữ nghĩa của logic vị từ cấp một 85
6.1.1. Cú pháp 85
6.1.2. Ngữ nghĩa 87
6.2. Chuẩn hoá các công thức 90
6.3. Các luật suy diễn 92
6.4. Thuật toán hợp nhất 95
6.5. Chứng minh bằng luật phân giải 98
6.6. Các chiến lược phân giải 103
6.6.1. Chiến lược phân giải theo bề rộng 105
6.6.2. Chiến lược phân giải sử dụng tập hỗ trợ 106
6.6.3. Chiến lược tuyến tính 107
6.7. Sử dụng logic vị từ cấp một để biểu diễn tri thức 107
6.7.1. Vị từ bằng 108
6.7.2. Danh sách và các phép toán trên danh sách 108
6.8. Xây dựng cơ sở tri thức 113
6.9. Cài đặt cơ sở tri thức 115
6.9.1. Cài đặt các hạng thức và các câu phân tử 116
6.9.2. Cài đặt cơ sở tri thức 119

Chương 7. BIỂU DIỄN TRI THỨC BỞI CÁC LUẬT 122
VÀ LẬP LUẬN 122
7.1. Biểu diễn tri thức bởi các luật nếu – thì 122
7.2. Lập luận tiến và lập luận lùi trong các hệ dựa trên luật 124
7.2.1. Lập luận tiến 125
7.2.2. Lập luận lùi 128
7.2.3. Lập luận lùi như tìm kiếm trên độ thị và/hoặc 130
7.3. Thủ tục lập luận tiến 132
7.3.1. Thủ tục For_chain 133
7.3.2. Thủ tục rete 136
7.3.3. Hệ hành động dựa trên luật 143

7.4. Thủ tục lập luận lùi 147
7.5. Biểu diễn tri thức không chắc chắn 151
7.6. Hệ lập trình logic 153
7.7. Hệ chuyên gia 157

Chương 8. LOGIC KHÔNG ĐƠN ĐIỆU 159
8.1. Lập luận có thể xem xét lại và logic không đơn điệu 159
8.2. Đặc điểm của logic không đơn điệu 161
8.3. Logic mặc định 163
8.4. Giả thiết thế giới đóng 167
8.5. Bổ sung vị từ 169
8.6. Hạn chế phạm vi 171

Chương 9. LƯỚI NGỮ NGHĨA VÀ HỆ KHUNG 174
9.1. Ngôn ngữ mô tả khái niệm 174
9.2. Lưới ngữ nghĩa 176
9.3. Khung 181

Chương 10. TRI THỨC KHÔNG CHẮC CHẮN 186
10.1. Không chắc chắn và biểu diễn 187
10.2. Một số khái niệm cơ bản của lý thuyết xác suất 189
10.3. Mạng xác suất 197
10.3.1. Định nghĩa mạng xác suất 198
10.3.2. Vấn đề lập luận trong mạng xác suất 200
10.3.3. Khả năng biểu diễn của mạng xác suất 201
10.3.4. Sự độc lập của các biến trong mạng xác suất 204
10.4. Suy diễn trong mạng có cấu trúc cây 205
10.5. Mạng kết nối đơn 212
10.6. Suy diễn trong mạng đa kết nối 220
10.6.1. Suy diễn trong mạng đa kết nối 220
10.6.2. Biến đổi mạng đa kết nối thành mạng kết nối đơn 221

10.6.3. Phương pháp mô phỏng ngẫu nhiên 223
10.7. Lý thuyết quyết định 228
Chương 11. LOGIC MỜ VÀ LẬP LUẬN XẤP XỈ 234
11.1. Tập mờ 235
11.1.1. Khái niệm tập mờ 235
11.1.2. Một số khái niệm cơ bản liên quan đến tập mờ 239
11.1.3. Tính mờ và tính ngẫu nhiên 242
11.1.4. Xác định các hàm thuộc 243
11.2. Các phép toán trên tập mờ 248
11.2.1. Các phép toán chuẩn trên tập mờ 248
11.2.2. Các phép toán khác trên tập mờ 250
11.3. Quan hệ mờ và nguyên lý mở rộng 255
11.3.1. Quan hệ mờ 255
11.3.2. Hợp thành của các quan hệ mờ 256
11.3.3. Nguyên lý mở rộng 258
11.4. Logic mờ 259
11.4.1. Biến ngôn ngữ và mệnh đề mờ 259
11.4.2. Các mệnh đề hợp thành 262
11.4.3. Kéo theo mờ - Luật if-then mờ 264
11.4.4. Luật Modulus – Ponens tổng quát 267
11.5. Hệ mờ 270
11.5.1. Kiến trúc của hệ mờ 271
11.5.2. Cơ sở luật mờ 272
11.5.3. Bộ suy diễn mờ 273
11.5.4. Mờ hoá 275
11.5.5. Khử mờ 277
11.5.6. Hệ mờ là hệ tính xấp xỉ vạn năng 278
TÀI LIỆU THAM KHẢO 279

LỜI NÓI ĐẦU

Trí tuệ nhân tạo (TTNT) là một lĩnh vực của khoa học máy tính, nghiên cứu sự thiết kế của các tác nhân thông minh *("Computational intelligence is the studi of the degn of intelligens")*. Các áp dụng của TTNT rất đa dạng và phong phú, hiện nay đã có nhiều hệ thông minh ra đời: các hệ chuyên gia, các hệ điều khiển tự động, các robot, các hệ dịch tự động các ngôn ngữ tự nhiên , các hệ nhận dạng, các chương trình chơi cờ,… Kỹ thuật của TTNT đã được sử dụng trong việc xây dựng các hệ mềm, nhằm tạo ra các hệ mềm mang yếu tố thông minh, linh hoạt và tiện dụng. Ở nước ta, trong những năm gần đây, TTNT đã được đưa vào chương trình giảng dạy cho sinh viên các năm cuối ngành Tin học và Công nghệ thông tin. Cuốn sách này được hình thành trên cơ sở giáo trình TTNT mà chúng tôi đã giảng dạy cho sinh viên và các lớp cao học ngành Tin học và ngành Công nghệ thông tin trong các năm học từ 1997 tới nay, tại khoa Công nghệ thông tin, Đại học Khoa học tự nhiên, nay là khoa Công nghệ, Đại học Quốc gia Hà nội.

Cuốn sách này được viết như một cuốn nhập môn về TTNT, đối tượng phục vụ chủ yếu của nó là sinh viên các ngành Tin học và Công nghệ thông tin. Nội dung cuốn sách gồm hai phần:

- ***Phần 1:*** Giải quyết vấn đề bằng tìm kiếm. Trong phần này, chúng tôi trình bày các phương pháp biểu diễn các vấn đề và các kỹ thuật tìm kiếm. các kỹ thuật tìm kiếm, đặc biệt là tìm kiếm kinh nghiệm (heuristic serch), được sử dụng thường xuyên trong nhiều lĩnh vực nghiên cứu của TTNT.
- ***Phần 2:*** Biểu diễn tri thức và lập luận. Phần này đề cập đến các ngôn ngữ biểu diễn tri thức, đặc biệt là các logic và các phương pháp luận trong mỗi ngôn ngữ biểu diễn tri thức. Các kỹ thuật biểu diễn tri thức và lập luận đóng vai trò quan trọng trong việc thiết kế các hệ thông minh.

Tuy nhiên với mong muốn cuốn sách này có thể dùng làm tài liệu tham khảo cho một phạm vi rộng rãi các đọc giả, chúng tôi cố gắng trình bày một cách hệ thống các khái niệm và các kỹ thuật cơ bản của TTNT, nhằm giúp cho đọc giả có cơ sở để đi vàonghiên cứu các lĩnh vực chuyên sâu của TTNT, chẳng hạn như lập kế hoạch (planning),học máy(machine learning),

nhìn máy (computer viison), hiểu ngôn ngữ tự nhiên (natural language understanding).

Hai ngôn ngữ thao tác ký hiệu được sử dụng nhiều trong lập trình TTNT là Lisp và Prolog. Trong các sách viết về TTNT các năm gần đây, một số tác giả, chẳng hạn trong [5] và [7] , đã sử dụng common Lisp để mô tả thuật toán. Trong 20, các tác giả lại sử dụng Prolog để biểu diễn thuật toán. Ở nước ta, các ngôn ngữ Lisp và Prolog được ít người biết đến, vì vậy chúng tôi biểu diễn các thuật toán trong sách này theo cách truyền thống. Tức là chúng tôi sử dụng các cấu trúc điều khiển (tuần tự, điều kiện, lặp) mà mọi người quen biết. Đặc biệt, chúng tôi sử dụng cấu trúc loop do <dãy câu> để biểu diễn rằng, <dãy câu> được thực hiện lặp. Toán tử exit để thoát khỏi vòng lặp, còn toán tử stop đẻ dừng sự thực hiện thuật toán, các bạn có thể lựa chọn một trong các ngôn ngữ sau để sử dụng: Common Lisp, Scheme, Prolog, Smalltalk, C** hoặc ML (xem [28]).

Chúng tôi xin chân thành cảm ơn giáo sư Nguyễn Văn Hiệu, chủ nhiệm khoa Công nghệ, Đại học Quốc gia Hà nội đã tạo điều kiện thuận lợi cho chúng tôi viết cuốn sách này.

Cuốn sách chắc chắn không tránh khỏi những thiếu sót. Chúng tôi mong nhận được sự góp ý của độc giả. Thư góp ý xin gửi về Bộ môn Khoa Học Máy Tính, Khoa Công Nghệ, Đại Học Quốc Gia Hà Nội.

Tác giả

NHẬP MÔN

TRÍ TUỆ NHÂN TẠO LÀ GÌ?

Thuật ngữ **trí tuệ nhân tạo** (artificial intelligence) được Jonh McCarthy đưa ra trong hội thảo ở Dartmouth vào mùa hè 1956. Trong hội thảo này có mặt các tên tuổi nổi tiếng như Marvin Minsky, Claude Shannon, Nathaniel Rochester, Arthur Samuel, Allen Newell và Herbert Simon. Trước hội thảo này, từ năm 1952 Arthur Samuel đã viết chương trình chơi cờ. Samuel đã bác bỏ tư tưởng cho rằng máy tính chỉ có thể làm được cái mà người ta bảo nó làm, vì chương trình của Samuel có thể học để chơi tốt hơn người viết ra nó. Đến hội thảo này, Allen Newell và Herbert Simon cũng đã viết chương trình lập luận với tên gọi "the logic theorist". Chương trình của các ông có khả năng chứng minh hầu hết các định lý trong chương 2 cuốn "Principia Mathematics" của Russell và Whitehead. Trong hội thảo ở Dartmouth, các nhà nghiên cứu đã thảo luận và vạch ra các phương hướng nghiên cứu của lĩnh vực Trí tuệ nhân tạo (*TTNT*). Vì vậy, hội thảo ở Dartmouth, mùa hè năm 1956 được xem là thời điểm ra đời thực sự của lĩnh vực nghiên cứu TTNT.

Trong các sách viết về TTNT các năm gần đây, các tác giả đưa ra nhiều định nghĩa về TTNT. Chúng tôi dẫn ra đây một số định nghĩa:

- "Sự nghiên cứu các năng lực trí tuệ thông qua việc sử dụng các mô hình tính toán" ("The study ò mental faculties through the use ò computational models" – Charniak and McDormott, 1985)
- "Nghệ thuật tạo ra các máy thực hiện các chức năng đòi hỏi sự thông minh khi được thực hiện bởi con người" ("The art of creating machies that perform functions that require intelligence when performed by people" – Kurzweil. 1990).
- "Lĩnh vực nghiên cứu tìm cách giải quyết và mô phỏng các hành vi thông minh trong thuật ngữ các quá trình tính toán" ("A field of study that seeks to explain and emulate intelligent behavior in terms of computational processes" – Schalkoff, 1990).
- "Sự nghiên cứu các tính toán để có thể nhận thức, lập luận và hành động" ("The study of computations that make it possible to perceive, reason, and act" – Winston, 1992).

- "Một nhánh của khoa học máy tính liên quan tới sự tự động hoá các hành vi thông minh" ("The branch of computer science that is concerned with the automation of intelligent behavior" – Luger and Stubblefield, 1993)

Sau đây là một số định nghĩa gần đây nhất:

- "TTNT là sự thiết kế và nghiên cứu các chương trình máy tính ứng xử một cách thông minh. Các chương trình này được xây dựng để thực hiện các hành vi mà khi ở người hoặc động vật chúng ta xem là thông minh" ("Artificial Intelligence is the design and study of computer programs that behave intelligently.These programs are constructed to perform as would a human or an animal whose behvior we consider intelligent" – Dean, Allen and Aloimonos, 1995).
- " TTNT là sự nghiên cứu các tác nhân tồn tại trong môi trường, nhận thức và hành động" ("Artificial Intelligence is the design of agents that exists in an environment and act" – Russell and Norvig, 1995).
- " TTNT là sự nghiên cứu ác thiết kế các tác nhân thông minh" ("Computational Intelligence is the study of the design of Intelligent agents" – Pulle, Mackworth and Goebel, 1998).

Hiện nay nhiều nhà nghiên cứu quan niệm rằng, TTNT là lĩnh vực nghiên cứu sự nghiên cứu các tác nhân thông minh (intelligent agent). Tác nhân thông minh là bất cứ ấci gì tồn tại trong môi trường và hành động một cách thông minh (Một câu hỏi được đặt ra: hành động như thế nào thì được xem là thông minh?).

Mục tiêu khoa học của TTNT là hiểu được bản chất của các hành vi thông minh. mục tiêu thực tiễn, công nghệ của TTNT là xây dựng nân các hệ thông minh. Phương pháp luận nghiên cứu ở đây cũng tương tự như khi chúng ta nghiên cứu để hiểu được các nguyên lý bay, rồi thiết kế nên các máy biết bay (máy bay). Máy bay không phải là sự mô phỏng con chim, song nó có khả năng baybay tốt hơn chim.

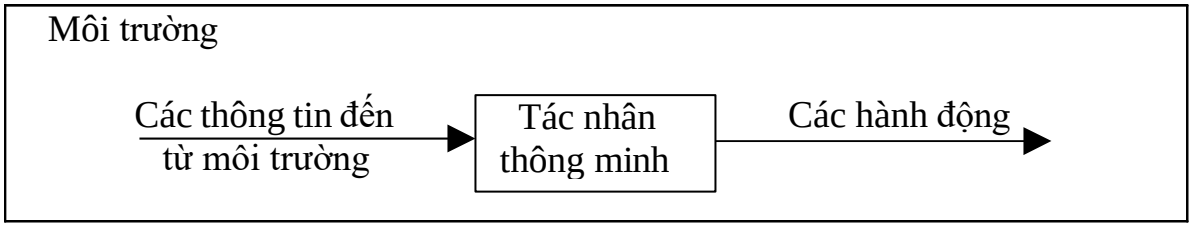
Một số ngành khoa học khác, chẳng hạn như Triết học, Tâm lý học cũng quan tâm nghiên cứu các năng lực được xem của con người. Song khác với Triết học và Tâm lý học, TTNT là một ngành của khoa học máy tính – nghiên cứu sử lý thông tin bằng máy tính, do đó TTNT đặt ra mục tiêu nghiên cứu: làm thế nào thể hiện được các hành vi thông minh bằng thuật toán, rồi nghiên cứu các phương pháp cài đặt các chương trình có thể thực hiện được các hành vi thông minh. Như vậy chúng ta cần xây dựng các mô hình tính toán (Computational modeles phục vụ cho việc giải thích, mô tả

các hành vi thông minh bằng thuật toán, tiếp theo chúng ta cần chỉ ra tính hiệu quả, tính khả thi của thuật toánthực hiện một nhiệm vụ, và đưa ra các phương pháp cài đặt.

TÁC NHÂN THÔNG MINH

Tác nhân (agent) là bất cứ cái gì hành động trong môi trường. các tác nhân có thể là con người, con sâu, con con chó, robot infobot, … Mục tiêu của TTNT là nhiên cứu và thiết kế các tác nhân thông minh: các tác nhân tồn tại trong môi trường và hành động một cách thông minh.

Tồn tại trong môi trường, nên tác nhân thông minh cần có khả năng nhận thức được môi trường. Chẳng hạn, con người có thẻ nhận thức được môi trường nhờ tai, mắt và các giác quan khác. Để nhận thức được môi trường các robot sẽ được trang bị các **bộ cảm nhận** (sensors), đó là các thiết bị vật lý, chẳng hạn camera, các máy đo đạc,…Các tác nhân thông minh cần có các bộ tác động (effectors) để đưa ra các hành động đáp ứng môi trường. Với con người, đó là chân, tay và các bộ phận khác của thân thể. Với ác robot, đó có thể là các cánh tay robot,…



Chúng ta có thể xem tác nhân như một hộp đen, đầu vào là các thông tin nhận thức từ môi trường, đầu ra là các hành động thích ứng với môi trường, như trong hình trên. Bây giờ chúng ta xét xem cần phải cài đặt vào bên trong hộp đen cái gì để hành động đầu ra là hợp lý, thích ứng với các thông tin đầu vào.

Tác nhân cần có bộ nhớ để lưu giữ các tri thức chung về lĩnh vực, về môi trường mà nó được thiết kế để hoạt động trong lĩnh vực đó. Chẳng hạn, đối với robot lái taxi, tri thức về môi trường mà robot cần có là các tri thức về mạng lưới giao thông trong thành phố, về luật lệ giao thông,… Đối với các hệ chuyên gia trợ giúp chẩn đoán bệnh, các tri thức cần lưu là các tri thức của các bác sĩ về bệnh lý, về các phương án điều trị,…Bộ nhớ của tác nhân còn để ghi lại các tri thức mới mà tác nhân mới rút ra được trong quá trình hoạt động trong môi trường. Trong nhiều trường hợp, nó cũng cần lưu lại vết của các trạng thái của môi trường , bởi vì hành động thích hợp mà nó