

**Giáo trình**

**TRÍ TUỆ NHÂN TẠO**  
**ARTIFICIAL INTELLIGENCE**

Phạm Thọ Hoàn, Phạm Thị Anh Lê

Khoa Công nghệ thông tin

Trường Đại học Sư phạm Hà Nội

Hà nội, 2011

# MỤC LỤC

|                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------|----|
| Chương 1 – Giới thiệu .....                                               | 5  |
| 1. Trí tuệ nhân tạo là gì? .....                                          | 5  |
| 2. Lịch sử .....                                                          | 6  |
| 3. Các lĩnh vực của AI .....                                              | 7  |
| 4. Nội dung môn học.....                                                  | 9  |
| Chương 2 – Bài toán và phương pháp tìm kiếm lời giải .....                | 10 |
| 1. Bài toán và các thành phần của bài toán.....                           | 10 |
| 2. Giải thuật tổng quát tìm kiếm lời giải.....                            | 14 |
| 3. Đánh giá giải thuật tìm kiếm.....                                      | 17 |
| 4. Các giải thuật tìm kiếm không có thông tin phản hồi (tìm kiếm mù)..... | 18 |
| Chương 3 –Các phương pháp tìm kiếm heuristic .....                        | 25 |
| 1. Giải thuật tìm kiếm tốt nhất đầu tiên (best first search).....         | 25 |
| 2. Các biến thể của giải thuật best first search.....                     | 28 |
| 3. Các giải thuật khác.....                                               | 31 |
| Chương 4 – Các giải thuật tìm kiếm lời giải cho trò chơi .....            | 37 |
| 1. Cây trò chơi đầy đủ.....                                               | 37 |
| 2. Giải thuật Minimax.....                                                | 39 |
| 3. Giải thuật Minimax với độ sâu hạn chế .....                            | 41 |
| 4. Giải thuật Minimax với cắt tỉa alpha-beta .....                        | 44 |
| Chương 5 – Các phương pháp tìm kiếm lời giải thỏa mãn các ràng buộc ..... | 47 |
| 1. Các bài toán thỏa mãn các ràng buộc.....                               | 47 |
| 2. Giải thuật quay lui vét cạn .....                                      | 50 |

|                                                              |                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|----|
| 3.                                                           | Các cải tiến của giải thuật quay lui .....                           | 51 |
| 4.                                                           | Các giải thuật tối ưu địa phương.....                                | 54 |
| Chương 6 – Các phương pháp lập luận trên logic mệnh đề ..... |                                                                      | 55 |
| 1.                                                           | Lập luận và Logic .....                                              | 55 |
| 2.                                                           | Logic mệnh đề: cú pháp, ngữ nghĩa.....                               | 55 |
| 3.                                                           | Bài toán lập luận và các giải thuật lập luận trên logic mệnh đề..... | 58 |
| 4.                                                           | Câu dạng chuẩn hội và luật phân giải .....                           | 60 |
| 5.                                                           | Câu dạng Horn và tam đoạn luận.....                                  | 63 |
| 6.                                                           | Thuật toán suy diễn dựa trên bảng giá trị chân lý.....               | 65 |
| 7.                                                           | Thuật toán suy diễn dựa trên luật phân giải.....                     | 65 |
| 8.                                                           | Thuật toán suy diễn tiến, lùi dựa trên các câu Horn .....            | 67 |
| 9.                                                           | Kết chương.....                                                      | 70 |
| Chương 7 – Các phương pháp lập luận trên logic cấp một ..... |                                                                      | 72 |
| 1.                                                           | Cú pháp – ngữ nghĩa .....                                            | 74 |
| 2.                                                           | Lập luận trong logic vị từ cấp một.....                              | 78 |
| 3.                                                           | Phép đồng nhất hai vị từ, thuật giải đồng nhất .....                 | 80 |
| 4.                                                           | Câu dạng chuẩn hội, luật phân giải tổng quát.....                    | 82 |
| 5.                                                           | Câu dạng Horn và tam đoạn luận tổng quát trong logic cấp 1.....      | 84 |
| 6.                                                           | Giải thuật suy diễn phân giải .....                                  | 86 |
| 7.                                                           | Thuật toán suy diễn tiến dựa trên câu Horn.....                      | 89 |
| 8.                                                           | Thuật toán suy diễn lùi dựa trên câu Horn.....                       | 91 |
| Chương 8 – Prolog .....                                      |                                                                      | 92 |
| 1.                                                           | Lập trình logic, môi trường lập trình SWI Prolog .....               | 92 |
| 2.                                                           | Ngôn ngữ Prolog cơ bản, chương trình Prolog.....                     | 95 |

|                                                       |                                                |     |
|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----|
| 3.                                                    | Câu truy vấn.....                              | 97  |
| 4.                                                    | Vị từ phi logic (câu phi logic).....           | 97  |
| 5.                                                    | Trả lời truy vấn, quay lui, cắt, phủ định..... | 98  |
| 6.                                                    | Vị từ đệ qui .....                             | 104 |
| 7.                                                    | Cấu trúc dữ liệu trong Prolog.....             | 105 |
| 8.                                                    | Thuật toán suy diễn trong Prolog.....          | 106 |
| Chương 9 – Lập luận với tri thức không chắc chắn..... |                                                | 107 |
| Chương 10 – Học mạng nơron nhân tạo.....              |                                                | 108 |

# Chương 1 – Giới thiệu

## 1. Trí tuệ nhân tạo là gì?

Để hiểu trí tuệ nhân tạo (artificial intelligence) là gì chúng ta bắt đầu với khái niệm sự bay nhân tạo (flying machines), tức là cái máy bay.

Đã từ lâu, loài người mong muốn làm ra một cái máy mà có thể di chuyển được trên không trung mà không phụ thuộc vào địa hình ở dưới mặt đất, hay nói cách khác là máy có thể bay được. Không có gì ngạc nhiên khi những ý tưởng đầu tiên làm máy bay là từ nghiên cứu cách con chim bay. Những chiếc máy biết bay được thiết kế theo nguyên lý “vỗ cánh” như con chim chỉ có thể bay được quãng đường rất ngắn và lịch sử hàng không thực sự sang một trang mới kể từ anh em nhà Wright thiết kế máy bay dựa trên các nguyên lý của khí động lực học (aerodynamics).

Các máy bay hiện nay, như đã thấy, có sức trở rất lớn và bay được quãng đường có thể vòng quanh thế giới. Nó không nhất thiết phải có nguyên lý bay của con chim nhưng vẫn bay được như chim (dáng vẻ), và còn tốt hơn chim.

Quay lại câu hỏi Trí tuệ nhân tạo là gì. Trí tuệ nhân tạo là trí thông minh của máy do con người tạo ra. Ngay từ khi chiếc máy tính điện tử đầu tiên ra đời, các nhà khoa học máy tính đã hướng đến phát hiện hệ thống máy tính (gồm cả phần cứng và phần mềm) sao cho nó có khả năng thông minh như loài người. Mặc dù cho đến nay, theo quan niệm của người viết, ước mơ này vẫn còn xa mới thành hiện thực, tuy vậy những thành tựu đạt được cũng không hề nhỏ: chúng ta đã làm được các hệ thống (phần mềm chơi cờ vua chạy trên siêu máy tính GeneBlue) có thể thắng được vua cờ thế giới; chúng ta đã làm được các phần mềm có thể chứng minh được các bài toán hình học; v.v. Hay nói cách khác, trong một số lĩnh vực, máy tính có thể thực hiện tốt hơn hoặc tương đương con người (tất nhiên không phải tất cả các lĩnh vực). Đó chính là các hệ thống thông minh.

Có nhiều cách tiếp cận để làm ra trí thông minh của máy (hay là trí tuệ nhân tạo), chẳng hạn là nghiên cứu cách bộ não người sản sinh ra trí thông minh của loài người như

thế nào rồi ta bắt chước nguyên lý đó, nhưng cũng có những cách khác sử dụng nguyên lý hoàn toàn khác với cách sản sinh ra trí thông minh của loài người mà vẫn làm ra cái máy thông minh như hoặc hơn người; cũng giống như máy bay hiện nay bay tốt hơn con chim do nó có cơ chế bay không phải là giống như cơ chế bay của con chim.

Như vậy, trí tuệ nhân tạo ở đây là nói đến khả năng của máy khi thực hiện các công việc mà con người thường phải xử lý; và khi đánh về ứng xử hoặc kết quả thực hiện của máy là tốt hơn hoặc tương đương với con người thì ta gọi đó là máy thông minh hay máy đó có trí thông minh. Hay nói cách khác, đánh giá sự thông minh của máy không phải dựa trên nguyên lý nó thực hiện nhiệm vụ đó có giống cách con người thực hiện hay không mà dựa trên kết quả hoặc đánh về ứng xử bên ngoài của nó có giống với kết quả hoặc đánh về ứng xử của con người hay không.

Các nhiệm vụ của con người thường xuyên phải thực hiện là: **giải bài toán** (tìm kiếm, chứng minh, lập luận), **học**, **giao tiếp**, **thể hiện cảm xúc**, **thích nghi với môi trường xung quanh**, v.v., và dựa trên kết quả thực hiện các nhiệm vụ đó để kết luận rằng một ai đó có là thông minh hay không. Môn học Trí tuệ nhân tạo nhằm cung cấp các phương pháp luận để làm ra hệ thống có khả năng thực hiện các nhiệm vụ đó: giải toán, học, giao tiếp, v.v. bất kể cách nó làm có như con người hay không mà là kết quả đạt được hoặc đánh về bên ngoài như con người.

Trong môn học này, chúng ta sẽ tìm hiểu các phương pháp để làm cho máy tính biết cách giải bài toán, biết cách lập luận, biết cách học, v.v.

## **2. Lịch sử**

Vào năm 1943, Warren McCulloch và Walter Pitts bắt đầu thực hiện nghiên cứu ba cơ sở lý thuyết cơ bản: triết học cơ bản và chức năng của các noron thần kinh; phân tích các mệnh đề logic; và lý thuyết dự đoán của Turing. Các tác giả đã nghiên cứu đề xuất mô hình noron nhân tạo, mỗi noron đặc trưng bởi hai trạng thái “bật”, “tắt” và phát hiện mạng noron có khả năng học.

Thuật ngữ “Trí tuệ nhân tạo” (Artificial Intelligence - AI) được thiết lập bởi John McCarthy tại Hội thảo đầu tiên về chủ đề này vào mùa hè năm 1956. Đồng thời, ông cũng đề xuất ngôn ngữ lập trình Lisp – một trong những ngôn ngữ lập trình hàm tiêu biểu, được sử dụng trong lĩnh vực AI. Sau đó, Alan Turing đưa ra "Turing test" như là một phương pháp kiểm chứng hành vi thông minh.

Thập kỷ 60, 70 Joel Moses viết chương trình Macsyma - chương trình toán học sử dụng cơ sở tri thức đầu tiên thành công. Marvin Minsky và Seymour Papert đưa ra các chứng minh đầu tiên về giới hạn của các mạng nơ-ron đơn giản. Ngôn ngữ lập trình logic Prolog ra đời và được phát triển bởi Alain Colmerauer. Ted Shortliffe xây dựng thành công một số hệ chuyên gia đầu tiên trợ giúp chẩn đoán trong y học, các hệ thống này sử dụng ngôn ngữ luật để biểu diễn tri thức và suy diễn.

Vào đầu những năm 1980, những nghiên cứu thành công liên quan đến AI như các hệ chuyên gia (expert systems) – một dạng của chương trình AI mô phỏng tri thức và các kỹ năng phân tích của một hoặc nhiều chuyên gia con người

Vào những năm 1990 và đầu thế kỷ 21, AI đã đạt được những thành tựu to lớn nhất, AI được áp dụng trong logic, khai phá dữ liệu, chẩn đoán y học và nhiều lĩnh vực ứng dụng khác trong công nghiệp. Sự thành công dựa vào nhiều yếu tố: tăng khả năng tính toán của máy tính, tập trung giải quyết các bài toán con cụ thể, xây dựng các mối quan hệ giữa AI và các lĩnh vực khác giải quyết các bài toán tương tự, và một sự chuyển giao mới của các nhà nghiên cứu cho các phương pháp toán học vững chắc và chuẩn khoa học chính xác.

### ***3. Các lĩnh vực của AI***

- *Lập luận, suy diễn tự động*: Khái niệm lập luận (reasoning), và suy diễn (reference) được sử dụng rất phổ biến trong lĩnh vực AI. Lập luận là suy diễn logic, dùng để chỉ một tiến trình rút ra kết luận (tri thức mới) từ những giả thiết đã cho (được biểu diễn dưới dạng cơ sở tri thức). Như vậy, để thực hiện lập luận người ta cần có các phương pháp lưu trữ cơ sở tri thức và các thủ tục lập luận trên cơ sở tri thức đó.

- *Biểu diễn tri thức*: Muốn máy tính có thể lưu trữ và xử lý tri thức thì cần có các phương pháp biểu diễn tri thức. Các phương pháp biểu diễn tri thức ở đây bao gồm các ngôn ngữ biểu diễn và các kỹ thuật xử lý tri thức. Một ngôn ngữ biểu diễn tri thức được đánh giá là “tốt” nếu nó có tính biểu đạt cao và các tính hiệu quả của thuật toán lập luận trên ngôn ngữ đó. Tính biểu đạt của ngôn ngữ thể hiện khả năng biểu diễn một phạm vi rộng lớn các thông tin trong một miền ứng dụng. Tính hiệu quả của các thuật toán lập luận thể hiện chi phí về thời gian và không gian dành cho việc lập luận. Tuy nhiên, hai yếu tố này dường như đối nghịch nhau, tức là nếu ngôn ngữ có tính biểu đạt cao thì thuật toán lập luận trên đó sẽ có độ phức tạp lớn (tính hiệu quả thấp) và ngược lại (ngôn ngữ đơn giản, có tính biểu đạt thấp thì thuật toán lập luận trên đó sẽ có hiệu quả cao). Do đó, một thách thức lớn trong lĩnh vực AI là xây dựng các ngôn ngữ biểu diễn tri thức mà có thể cân bằng hai yếu tố này, tức là ngôn ngữ có tính biểu đạt đủ tốt (tùy theo từng ứng dụng) và có thể lập luận hiệu quả.
- *Lập kế hoạch*: khả năng suy ra các mục đích cần đạt được đối với các nhiệm vụ đưa ra, và xác định dãy các hành động cần thực hiện để đạt được mục đích đó.
- *Học máy*: là một lĩnh vực nghiên cứu của AI đang được phát triển mạnh mẽ và có nhiều ứng dụng trong các lĩnh vực khác nhau như khai phá dữ liệu, khám phá tri thức,...
- *Xử lý ngôn ngữ tự nhiên*: là một nhánh của AI, tập trung vào các ứng dụng trên ngôn ngữ của con người. Các ứng dụng trong nhận dạng tiếng nói, nhận dạng chữ viết, dịch tự động, tìm kiếm thông tin,...
- *Hệ chuyên gia*: cung cấp các hệ thống có khả năng suy luận để đưa ra những kết luận. Các hệ chuyên gia có khả năng xử lý lượng thông tin lớn và cung cấp các kết luận dựa trên những thông tin đó. Có rất nhiều hệ chuyên gia nổi tiếng như các hệ chuyên gia y học MYCIN, đoán nhận cấu trúc phân tử từ công thức hóa học DENDRAL, ...
- *Robotics*

➤ ...

#### **4. Nội dung môn học**

Giáo trình này được viết với các nội dung nhập môn về AI cho các sinh viên chuyên ngành Tin học và Công nghệ thông tin. Các tác giả có tham khảo một số tài liệu, giáo trình của các trường Đại học Quốc gia Hà nội, Đại học Bách khoa Hà nội, ... Nội dung gồm các phần sau:

Chương 1. Giới thiệu: trình bày tổng quan về AI, lịch sử ra đời và phát triển và các lĩnh vực ứng dụng của AI.

Chương 2. Các phương pháp tìm kiếm lời giải: trình bày các kỹ thuật tìm kiếm cơ bản được áp dụng để giải quyết các vấn đề và được áp dụng rộng rãi trong các lĩnh vực của trí tuệ nhân tạo.

Chương 3. Các giải thuật tìm kiếm lời giải cho trò chơi: trình bày một số kỹ thuật tìm kiếm trong các trò chơi có đối thủ.

Chương 4. Các phương pháp lập luận trên logic mệnh đề: trình bày cú pháp, ngữ nghĩa của logic mệnh đề và một số thuật toán lập luận trên logic mệnh đề.

Chương 5. Các phương pháp lập luận trên logic vị từ cấp một: trình bày cú pháp, ngữ nghĩa của logic vị từ cấp một và một số thuật toán lập luận cơ bản trên logic vị từ cấp một.

Chương 6. Prolog: Giới thiệu chung về ngôn ngữ Prolog, cú pháp, ngữ nghĩa và cấu trúc chương trình trong Prolog, một số phiên bản mới của Prolog như SWI Prolog,...

Chương 7. Lập luận với tri thức không chắc chắn: Giới thiệu về tri thức không chắc chắn và một số cách tiếp cận biểu diễn và xử lý tri thức không chắc chắn.

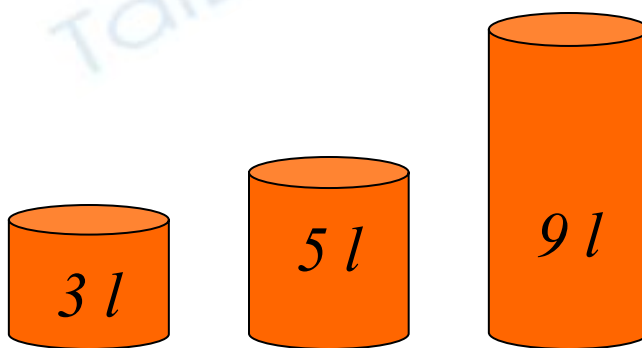
Chương 8. Học mạng nơron nhân tạo: Giới thiệu về phương pháp và các kỹ thuật cơ bản trong lập luận sử dụng mạng nơron nhân tạo.

## Chương 2 – Bài toán và phương pháp tìm kiếm lời giải

### 1. Bài toán và các thành phần của bài toán

Chương này giới thiệu các giải thuật máy tính có thể giải các bài toán mà thông thường đòi hỏi trí thông minh của con người, như bài toán đong nước, bài toán 8 số trên bàn cờ, bài toán tìm đường như mô tả bên dưới đây. Để thiết kế giải thuật chung giải các bài toán này, chúng ta nên phát biểu bài toán theo dạng 5 thành phần: Trạng thái bài toán, trạng thái đầu, trạng thái đích, các phép chuyển trạng thái, lược đồ chi phí các phép chuyển trạng thái (viết gọn là chi phí).

#### a. Bài toán đong nước



Sử dụng ba can 3 lít, 5 lít và 9 lít, làm thế nào để đong được 7 lít nước.

Bài toán này được phát biểu lại theo 5 thành phần như sau:

- Trạng thái: Gọi số nước có trong 3 can lần lượt là  $a, b, c$  ( $a \leq 3, b \leq 5, c \leq 9$ ), khi đó bộ ba  $(a, b, c)$  là trạng thái của bài toán
- Trạng thái đầu:  $(0, 0, 0)$  // cả ba can đều rỗng
- Trạng thái đích  $(-, -, 7)$  // can thứ 3 chứa 7 lít nước
- Phép chuyển trạng thái: từ trạng thái  $(a, b, c)$  có thể chuyển sang trạng thái  $(x, y, z)$  thông qua các thao tác như làm rỗng 1 can, chuyển từ can này sang can kia đến khi hết nước ở can nguồn hoặc can đích bị đầy.
- Chi phí mỗi phép chuyển trạng thái: mỗi phép chuyển trạng thái có chi phí là 1.