

ĐẠI HỌC QUỐC GIA THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC TỰ NHIÊN

# **Cơ sở trí tuệ nhân tạo**

Tác tử logic

**Nguyễn Ngọc Đức**

**2022**

# Nội dung



**1 Tác tử dựa trên hệ cơ sở tri thức**

**2 Logic**

**3 Logic mệnh đề**

**4 Ngữ pháp và ngữ nghĩa**

**5 Hợp giải**

# Tác tử dựa trên hệ cơ sở tri thức

# Bài toán tìm kiếm



- Các phương pháp tìm kiếm trước:
  - Đều có dạng lập luận từ tri thức đã biết
  - Hệ thống Open-Loop
- CSP cho phép giải các bài toán tổng quát hơn (ít phụ thuộc hơn vào tri thức đã biết)

# Tác tử logic (logical agent)

- Một tác tử logic cũng hành động dựa trên lập luận từ các tri thức đã biết

# Tác tử logic (logical agent)

- Một tác tử logic cũng hành động dựa trên lập luận từ các tri thức đã biết
- Các thuật toán tìm kiếm trước chỉ được mô tả kết quả khi thực hiện hành động
- CSP hiệu quả hơn nhờ các suy diễn ràng buộc
- Tác tử logic suy diễn dựa trên thể hiện logic của tri thức
- Biểu diễn logic của tri thức: cho phép tích hợp tri thức mới vào tri thức đã biết

# Logic

# Logic là gì



- Logic nghiên cứu có hệ thống về hình thức tranh luận
  - Một tranh luận **hợp lệ** khi giả thiết và kết luận liên hệ với nhau dựa trên nền tảng các khái niệm logic
- Chủ đề:
  - Phân loại
  - Trình bày
  - Nghiên cứu về suy diễn (hay ngụ ý biện)
  - Nghiên cứu về ngữ nghĩa (nghịch lý)



# Suy diễn



L, T và J là 3 người khác nhau. L luôn nói dối còn T luôn nói thật L cho biết vào ngày thứ bảy

- J đi làm
- J không đọc báo, J nấu ăn

T cho biết vào ngày thứ bảy

- J không làm việc, J cũng không xem tivi
- J đọc báo, xem tivi hoặc nấu ăn

Xác định J làm gì vào ngày thứ bảy

# Các thành phần chính

## 1 Hệ cơ sở tri thức (Knowledge Base - KB)

- Tập các biểu diễn tri thức
- Khả năng thêm tri thức mới

## 2 Cơ chế suy diễn

- Suy diễn tri thức mới
- Quyết định hành động dựa trên suy diễn

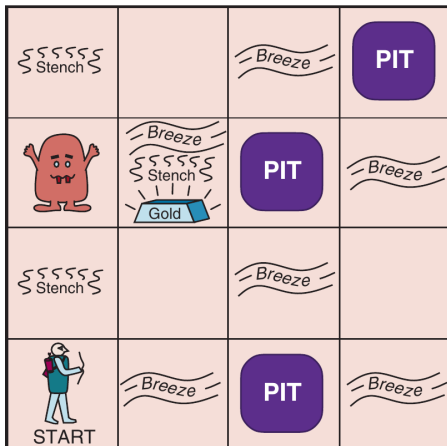
# Tác tử logic

```
function KB-AGENT(percept) returns an action
persistent: KB, a knowledge base
             t, a counter, initially 0, indicating time
  TELL(KB, MAKE-PERCEPT-SENTENCE(percept, t))
  action  $\leftarrow$  ASK(KB, MAKE-ACTION-QUERY(t))
  TELL(KB, MAKE-ACTION-SENTENCE(action, t))
  t  $\leftarrow$  t + 1
  return action
```

Đưa vào một quan sát:

- Tác tử thêm quan sát vào kho tri thức
- Truy vấn hành động tốt nhất
- Truyền hành động cần thực hiện cho tác tử

# Ví dụ: Trò chơi Wumpus



# Ví dụ: Trò chơi Wumpus

|                       |           |     |     |
|-----------------------|-----------|-----|-----|
| 1,4                   | 2,4       | 3,4 | 4,4 |
| 1,3                   | 2,3       | 3,3 | 4,3 |
| 1,2                   | 2,2       | 3,2 | 4,2 |
| 1,1<br><b>A</b><br>OK | 2,1<br>OK | 3,1 | 4,1 |

- A** = Agent  
**B** = Breeze  
**G** = Glitter, Gold  
**OK** = Safe square  
**P** = Pit  
**S** = Stench  
**V** = Visited  
**W** = Wumpus

# Ví dụ: Trò chơi Wumpus

**A** = Agent  
**B** = Breeze  
**G** = Glitter, Gold  
**OK** = Safe square  
**P** = Pit  
**S** = Stench  
**V** = Visited  
**W** = Wumpus

|                |                     |        |     |
|----------------|---------------------|--------|-----|
| 1,4            | 2,4                 | 3,4    | 4,4 |
| 1,3            | 2,3                 | 3,3    | 4,3 |
| 1,2<br><br>OK  | 2,2<br>P?           | 3,2    | 4,2 |
| 1,1<br>V<br>OK | 2,1<br>A<br>B<br>OK | 3,1 P? | 4,1 |

# Ví dụ: Trò chơi Wumpus

|                     |                     |           |     |
|---------------------|---------------------|-----------|-----|
| 1,4                 | 2,4                 | 3,4       | 4,4 |
| 1,3<br>W!           | 2,3                 | 3,3       | 4,3 |
| 1,2<br>A<br>S<br>OK | 2,2<br>OK           | 3,2       | 4,2 |
| 1,1<br>V<br>OK      | 2,1<br>B<br>V<br>OK | 3,1<br>P! | 4,1 |

- A** = Agent  
**B** = Breeze  
**G** = Glitter, Gold  
**OK** = Safe square  
**P** = Pit  
**S** = Stench  
**V** = Visited  
**W** = Wumpus

# Ví dụ: Trò chơi Wumpus

**A** = Agent  
**B** = Breeze  
**G** = Glitter, Gold  
**OK** = Safe square  
**P** = Pit  
**S** = Stench  
**V** = Visited  
**W** = Wumpus

|                                          |                                                  |                  |     |
|------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------|-----|
| 1,4                                      | 2,4<br><b>P?</b>                                 | 3,4              | 4,4 |
| 1,3<br><b>W!</b>                         | 2,3<br><b>A</b><br><b>S</b> <b>G</b><br><b>B</b> | 3,3<br><b>P?</b> | 4,3 |
| 1,2<br><b>S</b><br><b>V</b><br><b>OK</b> | 2,2<br><b>V</b><br><b>OK</b>                     | 3,2              | 4,2 |
| 1,1<br><b>V</b><br><b>OK</b>             | 2,1<br><b>B</b><br><b>V</b><br><b>OK</b>         | 3,1<br><b>P!</b> | 4,1 |



**Logics** là các ngôn ngữ hình thức thể hiện thông tin và có thể rút ra các kết luận:

- **Ngữ pháp** định nghĩa các mệnh đề trong ngôn ngữ
- **Ngữ nghĩa** thể hiện *ý nghĩa* của các mệnh đề, cụ thể: **chân lý (sự thực)** trong một thế giới nào đó

Ví dụ ngôn ngữ toán học:

- $x + 2y \geq y$  là một mệnh đề

# Logic mệnh đề

# Logic mệnh đề I



## Định nghĩa

Mệnh đề là một phát biểu có giá trị chân lý đúng hoặc sai

Ví dụ:

- Mặt trời quay quanh trái đất
- $1 + 1 = 2$
- Học bài đi!(không phải là mệnh đề)

Chúng ta dùng các ký hiệu  $P, Q, R, \dots$  để chỉ mệnh đề

# Logic mệnh đề II



- Một mệnh đề chỉ có thể nhận giá trị đúng hoặc sai. Khi mệnh đề  $P$  đúng ta nói  $P$  có **chân trị đúng**, ngược lại  $P$  có **chân trị sai**
- Mệnh đề gồm 2 loại:
  - 1 **Mệnh đề phức hợp**: được xây dựng từ các mệnh đề khác nhờ các phép toán logic.
  - 2 **Mệnh đề sơ cấp**: là mệnh đề không thể xây dựng từ các mệnh đề khác

# Các phép toán trên mệnh đề

- 1 Phép phủ định** của mệnh đề  $P$ , ký hiệu  $\neg P$  là mệnh đề được định bởi:  $\neg P = 1 \Leftrightarrow P = 0$
- 2 Phép nối liền (hội, giao)** của hai mệnh đề  $P$  và  $Q$  là mệnh đề được định bởi:  $P \wedge Q = 1 \Leftrightarrow P = Q = 1$
- 3 Phép nối rời (tuyển, hợp)** của hai mệnh đề  $P$  và  $Q$  là mệnh đề được định bởi:  $P \vee Q = 0 \Leftrightarrow P \wedge Q = 0$
- 4 Phép kéo theo** của hai mệnh đề  $P$  và  $Q$  là mệnh đề được định bởi:  $P \rightarrow Q = 0 \Leftrightarrow P = 1 \wedge Q = 0$
- 5 Phép kéo theo hai chiều** của hai mệnh đề  $P$  và  $Q$  là mệnh đề được định bởi:  $P \leftrightarrow Q = 1 \Leftrightarrow P = Q$

# Mô hình



**Mô hình** là các thể giới được hình thức hóa dựa trên chân lý có khả năng đánh giá

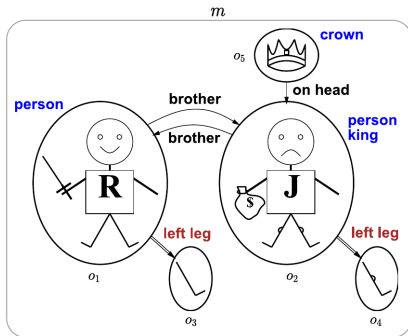
- Một mô hình  $m$  trong logic mệnh đề là một phép gán chân trị cho các mệnh đề
- 3 mệnh đề  $A, B, C$
- $2^3 = 8$  mô hình

# Ngữ pháp và ngữ nghĩa

# Thể hiện đồ thị I

■ Một mô hình có thể được biểu diễn bằng một đồ thị có hướng:

- 1 5 đối tượng
- 2 2 quan hệ 2 ngôi
- 3 3 quan hệ 1 ngôi
- 4 1 hàm bậc nhất



■ Ký hiệu hằng cho các đối tượng:  $m(R) = o_1$ ;  $m(J) = o_2$



# Thể hiện đồ thị II

## ■ Ký hiệu hàm cho các cặp đối tượng

$$m(person) = \{o_1, o_2\}$$

$$m(king) = \{o_2\}$$

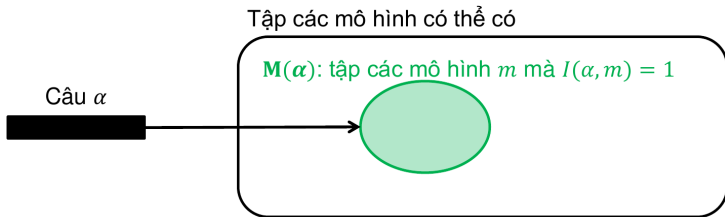
$$m(crown) = \{o_5\}$$

$$m(brother) = \{(o_1, o_2), (o_2, o_1)\}$$

$$m(onhead) = \{(o_5, o_2)\}$$

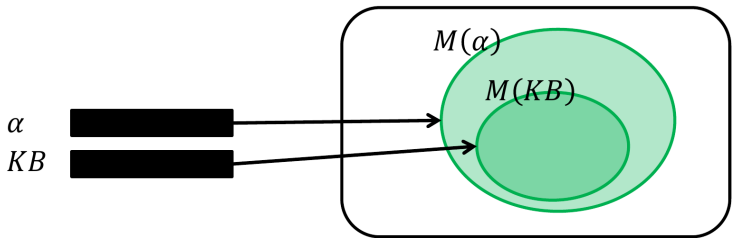
$$m(leftleg) = \{(o_1, o_3), (o_2, o_4)\}$$

- **Ngữ nghĩa** cho biết câu có chân trị true/false với mỗi mô hình



## Định nghĩa (Suy dẫn)

$KB$  suy dẫn câu  $\alpha$ , ký hiệu  $KB \models \alpha$  khi và chỉ khi  $M(\alpha) \supseteq M(KB)$



# Ví dụ



- Nếu hôm nay trời nắng, mình sẽ vui vẻ
- Nếu mình vui vẻ, bài giảng sẽ tốt
- Hôm nay trời nắng
- Bài giảng tốt?

Biểu diễn logic mệnh đề:

# Ví dụ

- Nếu hôm nay trời nắng, mình sẽ vui vẻ
- Nếu mình vui vẻ, bài giảng sẽ tốt
- Hôm nay trời nắng
- Bài giảng tốt?

Biểu diễn logic mệnh đề:

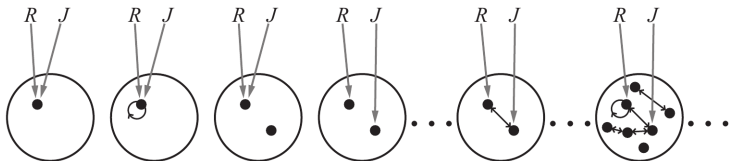
- $S$  = Hôm nay trời nắng,  $H$  = Mình vui vẻ,  $G$  = Bài giảng tốt
- $(S \rightarrow H), (H \rightarrow G), (S) \rightarrow (G)?$

# Liệt kê

| S | H | G | $S \rightarrow H$ | $H \rightarrow G$ | S | G |
|---|---|---|-------------------|-------------------|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 1                 | 1                 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 1                 | 0                 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0                 | 1                 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0                 | 1                 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1                 | 1                 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 1                 | 0                 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1                 | 1                 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 1                 | 1                 | 0 | 0 |

# Hợp giải

- Số lượng mô hình khả thi là không giới hạn  $\rightarrow$  Kiểm tra suy diễn bằng phương pháp liệt kê là không khả thi



Hình 1: 137,506,194,466 mô hình với số đối tượng ít hơn 6



# Luật hợp giải

## Định nghĩa (Luật hợp giải)

Tiền đề là 2 mệnh đề phức hợp, trong đó tồn tại 2 mệnh đề sơ cấp **tương phản** giữa chúng. Kết luận là một mệnh đề phức hợp được tạo ra từ 2 tiền đề, trong đó 2 mệnh đề sơ cấp **tương phản** bị bỏ đi.

### ■ Ví dụ:

- $KB = \{A \vee B, \neg B \vee C\}$
- Ta có thể thêm  $A \vee C$  vào  $KB$ :

$$KB = \{A \vee B, \neg B \vee C, A \vee C\}$$

# Luật hợp giải



- Luật hợp giải có đầy đủ không?

# Luật hợp giải

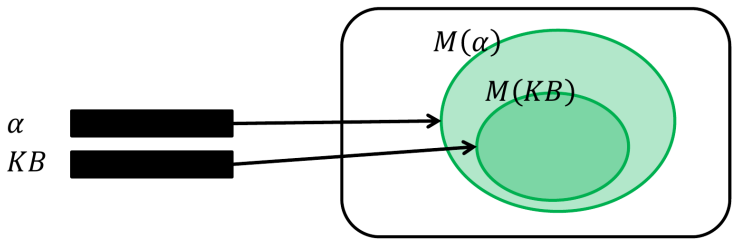


- Luật hợp giải có đầy đủ không?
  - Không, luật hợp giải không đảm bảo việc tìm ra tất cả các câu được suy dẫn từ  $KB$

# Luật hợp giải

- Luật hợp giải có đầy đủ không?
  - Không, luật hợp giải không đảm bảo việc tìm ra tất cả các câu được suy dẫn từ  $KB$
  - Nhưng, với một câu  $\alpha$  bất kỳ ta có thể dùng luật hợp giải để kiểm tra  $KB \models \alpha$
- Một mệnh đề  $\alpha$  được gọi là **không suy dẫn** được khi và chỉ khi không có mô hình nào làm cho  $\alpha$  đúng:  $M(\alpha) = \emptyset$ . Ngược lại:  $M(\alpha) \neq \emptyset$

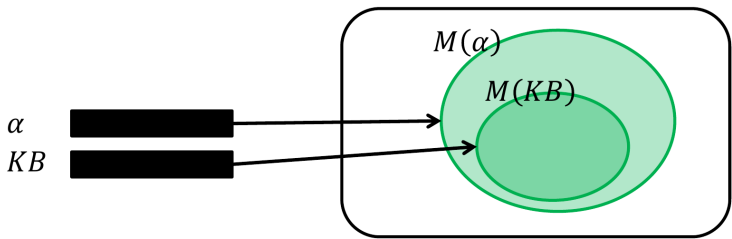
# Luật hợp giải



■  $KB \models \alpha \Leftrightarrow$

■  $KB \models \alpha \Leftrightarrow$

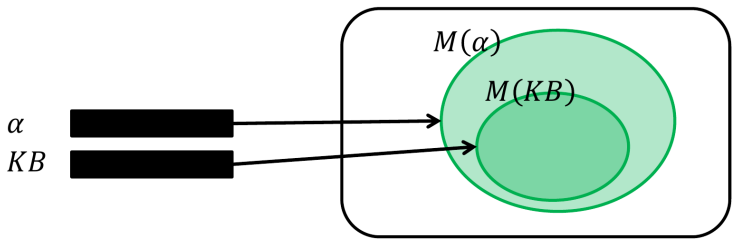
# Luật hợp giải



■  $KB \models \alpha \Leftrightarrow M(KB) \cap M(\neg\alpha) = \emptyset$

■  $KB \models \alpha \Leftrightarrow$

# Luật hợp giải



■  $KB \models \alpha \Leftrightarrow M(KB) \cap M(\neg\alpha) = \emptyset$

■  $KB \models \alpha \Leftrightarrow KB \wedge \neg\alpha = 0$

# Ví dụ



- 1 Chứng minh rằng: Với mọi số tự nhiên  $n$  nếu  $n^2$  là số chẵn thì  $n$  là số chẵn.
- 2 Chứng minh rằng nếu nhốt 25 con thỏ vào 6 cái chuồng thì sẽ có ít nhất 1 chuồng chứa nhiều hơn 4 con thỏ.



# Dạng chuẩn CNF

- Câu dạng **CNF (Conjunctive Normal Form)** là câu gồm các mệnh đề phức hợp được nối lại với nhau bằng phép  $\wedge$ 
  - Ví dụ:  $(A \vee B) \wedge (\neg C \vee D)$
- Bất kỳ câu nào đều có thể chuyển sang dạng chuẩn CNF
  - $\alpha \leftrightarrow \beta: (\alpha \rightarrow \beta) \wedge (\beta \rightarrow \alpha)$
  - $\alpha \rightarrow \beta: \neg \alpha \vee \beta$

# Ví dụ

■ Cho  $KB = \{A \rightarrow (B \vee \neg C), A, \neg B\}$

■ Hỏi:  $KB \models C$

| STT | KB                          |
|-----|-----------------------------|
| 1   | $\neg A \vee B \vee C$      |
| 2   | $A$                         |
| 3   | $\neg B$                    |
| 4   | $\neg C$                    |
| 5   | $B \vee \neg C$ (từ 1 và 2) |
| 6   | $\neg A \vee C$ (từ 1 và 3) |

# Ví dụ

■ Hỏi:  $KB \models C$

| STT | KB                          |
|-----|-----------------------------|
| 1   | $\neg A \vee B \vee C$      |
| 2   | $A$                         |
| 3   | $\neg B$                    |
| 4   | $\neg C$                    |
| 5   | $B \vee \neg C$ (từ 1 và 2) |
| 6   | $\neg A \vee C$ (từ 1 và 3) |

■ Không thể ra câu mới mà chưa xuất hiện mâu thuẫn  $\rightarrow KB \not\models C$

# Nhược điểm



- Việc duyệt hết các mệnh đề trong  $KB$  mất nhiều thời gian và không khả thi
  - Khi kích thước  $KB$  lớn và mệnh đề kiểm tra không suy dẫn từ  $KB$ ?

# Nhược điểm



- Việc duyệt hết các mệnh đề trong  $KB$  mất nhiều thời gian và không khả thi
  - Khi kích thước  $KB$  lớn và mệnh đề kiểm tra không suy dẫn từ  $KB$ ?
  - Duyệt tất cả các cặp mệnh đề có thể và áp dụng luật hợp giải !!!
- Cần phải có phương pháp hiệu quả hơn

# Phương pháp Davis Putnam

- Với mỗi mệnh đề sơ cấp mà có cặp mệnh đề phức hợp để hợp giải:
  - Hợp giải tất cả cặp các mệnh đề phức hợp có thể có, dừng khi gặp mâu thuẫn  $\rightarrow KB \models \alpha$
  - Thêm các mệnh đề phức hợp kết quả, bỏ các mệnh đề phức hợp chứa biến mệnh đề này
- Nếu không xuất hiện cặp mệnh đề mâu thuẫn:  $KB \not\models \alpha$

# Bài tập I

---

$$KB \models (A \rightarrow F)$$

---

$$A \rightarrow (B \vee C)$$

$$B \rightarrow (D \vee F)$$

$$A \wedge D \rightarrow F$$

$$C \rightarrow F$$

---

---

$$KB \models R$$

---

$$(P \rightarrow Q) \rightarrow Q$$

$$R \rightarrow (R \rightarrow \neg P)$$

$$(R \rightarrow S) \rightarrow \neg(S \rightarrow Q)$$

---

# Bài tập II



---

$$KB \models C$$

$$KB \models (B \rightarrow \neg C)$$

---

$$A \rightarrow B \vee C$$

$$A \rightarrow D$$

$$C \vee D \rightarrow \vee F$$

$$B \rightarrow F$$

$$A$$

---



# Tài liệu tham khảo

[1] Trần Trung Kiên, Bộ môn Khoa học máy tính

Bài giảng môn Cơ sở trí tuệ nhân tạo

[2] Bùi Tiến Lên, Bộ môn Khoa học máy tính

Bài giảng môn Cơ sở trí tuệ nhân tạo

[3] Michael Negnevitsky

Artificial Intelligence: A Guide to Intelligent Systems (3rd Edition)