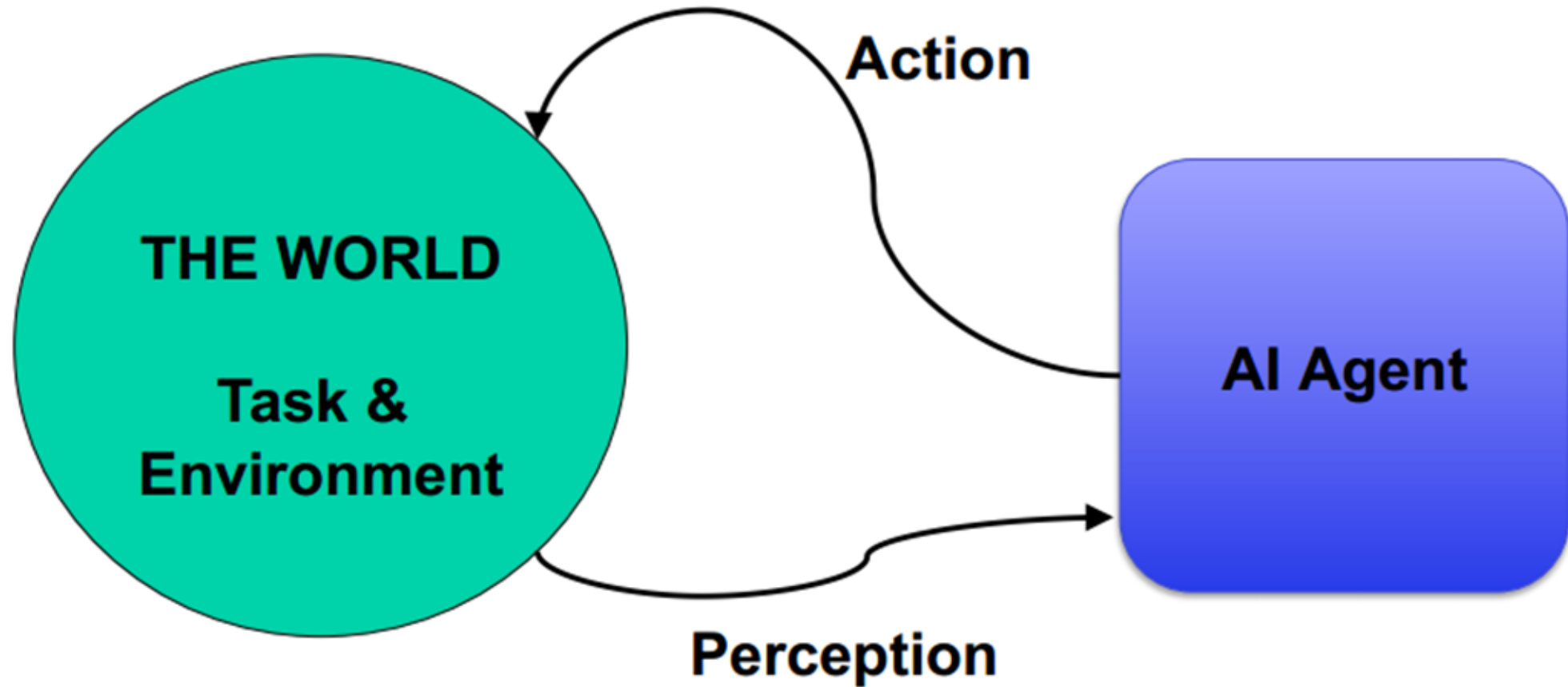


# BIỂU DIỄN VÀ XỬ LÝ TRI THỨC

Nguyễn Thị Hải Bình

Email: [nth.binh@hutech.edu.vn](mailto:nth.binh@hutech.edu.vn)

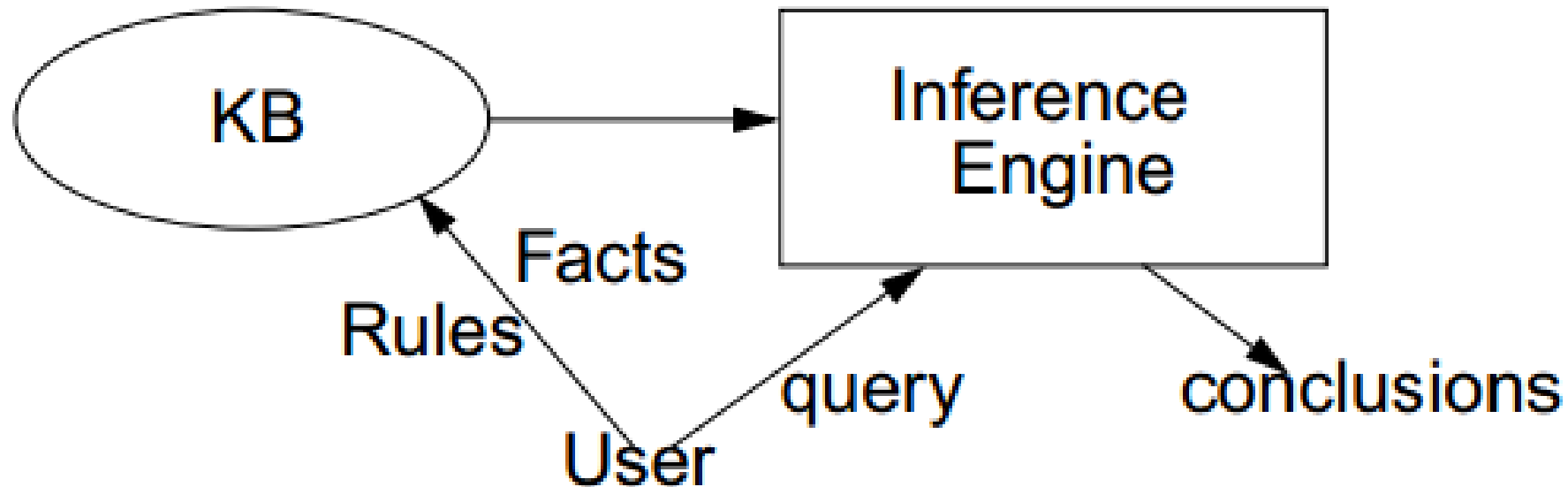
# Tác nhân thông minh (AI agent)



# Biểu diễn tri thức



- Thành phần trung tâm của các tác nhân dựa trên tri thức (knowledge-based agent, knowledge-based system) là cơ sở tri thức
- Cơ sở tri thức là tập hợp các tri thức được biểu diễn dưới dạng nào đó



# Ngôn ngữ biểu diễn tri thức



- Tri thức được mô tả dưới dạng các câu trong ngôn ngữ biểu diễn tri thức
- Thành phần:
  - Cú pháp: các ký hiệu và các quy tắc liên kết các ký hiệu để tạo thành câu
  - Ngữ nghĩa: xác định ý nghĩa của câu trong một miền nào đó của thế giới hiện thực
  - Cơ chế lập luận
- Yêu cầu đối với NNBDTT
  - Có khả năng biểu diễn rộng
  - Hiệu quả
  - Gần với ngôn ngữ tự nhiên

Logic mệnh đề  
Logic vị từ

# LOGIC MỆNH ĐỀ

# Khái niệm mệnh đề

---



- Mệnh đề là một phát biểu có thể xác định được tính đúng, sai
- Ví dụ:
  - $P = \text{“Hà Nội là thủ đô của Việt Nam”}$
  - $Q = \text{“Số 6 là số nguyên tố”}$
  - $R = (x+2 \geq y)$
  - $(x+y > \{\})$

# Cú pháp của logic mệnh đề



- Các ký hiệu
  - Hằng logic: True, False
  - Các ký hiệu mệnh đề (biến mệnh đề):  $P, Q, \dots$
  - Các kết nối logic (toán tử logic)
    - $P \wedge Q$ : hội (và) (conjunction)
    - $P \vee Q$ : tuyển (hoặc) (disjunction)
    - $\neg P$ : phủ định (negation)
    - $P \Rightarrow Q$ : kéo theo (nếu – thì) (implication)
    - $P \Leftrightarrow Q$ : kéo theo nhau (equivalence)
- Thứ tự của các toán tử logic
  - $\neg, \wedge, \vee, \Rightarrow, \Leftrightarrow$

# Cú pháp của logic mệnh đề



- Câu đơn (câu phân tử, atomic) = Hằng hoặc các ký hiệu mệnh đề.
- Câu phức hợp (complex): gồm nhiều câu đơn kết nối bởi các toán tử logic
- Literal:
  - Câu đơn  $P$  = Literal dương
  - Phủ định của  $P$  ( $\neg P$ ) = Literal âm
- Công thức:
  - Các biến mệnh đề là công thức.
  - Nếu  $A$  và  $B$  là công thức thì  $\neg A$ ,  $A \wedge B$ ,  $A \vee B$ ,  $A \Rightarrow B$ ,  $A \Leftrightarrow B$  là các công thức



# Cú pháp của logic mệnh đề



- Một số ví dụ

$$\neg p$$

$$(\neg p) \wedge \text{true}$$

$$\neg((\neg p) \vee \text{false})$$

$$(\neg p) \Rightarrow (\neg((\neg p) \vee \text{false}))$$

$$(p \wedge (q \vee r)) \Leftrightarrow (p \wedge q) \vee (p \wedge r)$$

$$p \wedge \neg q \Rightarrow r$$

# Ngữ nghĩa của logic mệnh đề



- **Ngữ nghĩa** của logic mệnh đề cho phép ta *xác định ý nghĩa của các công thức trong thế giới hiện thực* nào đó bằng cách kết hợp mỗi ký hiệu mệnh đề với một mệnh đề phát biểu một khẳng định nào đó về thế giới hiện thực.
- Một sự kết hợp các ký hiệu mệnh đề với các mệnh đề nói về thế giới thực được gọi là một **minh họa** (interpretation)
- Ví dụ: minh họa của ký hiệu mệnh đề  $P$  có thể là mệnh đề “Paris là thủ đô của nước Pháp”

# Ngữ nghĩa của logic mệnh đề



- Trong một minh họa, nếu ký hiệu mệnh đề  $P$  được gán giá trị chân lý **True/False** ( $P \leftarrow \text{True}/P \leftarrow \text{False}$ ) thì ta nói mệnh đề  $P$  **đúng/sai** trong minh họa đó.
- Trong một **minh họa**, ý nghĩa của các câu phức hợp được xác định bởi ý nghĩa của các kết nối logic.
- Bảng chân lý

$P$	$Q$	$\neg P$	$P \wedge Q$	$P \vee Q$	$P \Rightarrow Q$	$P \Leftrightarrow Q$
<i>False</i>	<i>False</i>	<i>True</i>	<i>False</i>	<i>False</i>	<i>True</i>	<i>True</i>
<i>False</i>	<i>True</i>	<i>True</i>	<i>False</i>	<i>True</i>	<i>True</i>	<i>False</i>
<i>True</i>	<i>False</i>	<i>False</i>	<i>False</i>	<i>True</i>	<i>False</i>	<i>False</i>
<i>True</i>	<i>True</i>	<i>False</i>	<i>True</i>	<i>True</i>	<i>True</i>	<i>True</i>

# Ngữ nghĩa của logic mệnh đề



- Một công thức được gọi là **thỏa được** (satisfiable) nếu nó đúng trong một minh họa nào đó.
- Một công thức được gọi là **không thỏa được** nếu nó sai trong mọi minh họa.
- Một công thức được gọi là **vững chắc** (valid / tautology) nếu nó đúng trong mọi minh họa.
- **Mô hình** (model) của một công thức là một minh họa sao cho công thức là đúng trong minh họa này.
- Một công thức thỏa được là công thức có một mô hình.

## Ngữ nghĩa của logic mệnh đề - Ví dụ 1:

- Xây dựng bảng chân lý của công thức  $(P \Rightarrow Q) \wedge S$
- Công thức  $(P \Rightarrow Q) \wedge S$  là thỏa được hay vững chắc?
- Xác định một mô hình của công thức (nếu có).

[illegible]

## Ngữ nghĩa của logic mệnh đề - Ví dụ 1:

- Công thức  $(P \Rightarrow Q) \wedge S$  là thỏa được nhưng không vững chắc
- Minh họa:  $\{P \leftarrow \mathbf{False}, Q \leftarrow \mathbf{False}, S \leftarrow \mathbf{True}\}$  là một mô hình của công thức  $(P \Rightarrow Q) \wedge S$

$P$	$Q$	$S$	$P \Rightarrow Q$	$(P \Rightarrow Q) \wedge S$
False	False	False	True	False
False	False	True	True	True
False	True	False	True	False
False	True	True	True	True
True	False	False	False	False
True	False	True	False	False
True	True	False	True	False
True	True	True	True	True

## Ngữ nghĩa của logic mệnh đề - Ví dụ 2:

- Xây dựng bảng chân lý của công thức  $(p \wedge \neg p)$
- Công thức  $(p \wedge \neg p)$  là thỏa được hay vững chắc?
- Xác định một mô hình của công thức (nếu có).

[illegible]

## Ngữ nghĩa của logic mệnh đề - Ví dụ 2:

- Xây dựng bảng chân lý của công thức  $((P \vee H) \wedge \neg H) \Rightarrow P$
- Công thức  $((P \vee H) \wedge \neg H) \Rightarrow P$  là thỏa được hay vững chắc?
- Xác định một mô hình của công thức (nếu có).

[illegible]



## Ngữ nghĩa của logic mệnh đề - Ví dụ 3:

- Xây dựng bảng chân lý của công thức  $\neg p \vee (q \wedge r)$
- Công thức  $\neg p \vee (q \wedge r)$  là thỏa được hay vững chắc?
- Xác định một mô hình của công thức (nếu có).

[illegible]

# Các quy luật logic cơ bản



- Hai công thức A và B được gọi là **tương đương** nếu chúng có cùng một giá trị chân lý trong mọi minh họa
- A và B được gọi là tương đương nếu  $A \Leftrightarrow B$  là vững chắc (valid)
- Ký hiệu:  $A \equiv B$
- Để chứng minh tương đương, có thể sử dụng bảng chân lý

# Các quy luật logic cơ bản



1. Luật phủ định kép:

$$\neg(\neg P) \equiv P$$

2. Luật về phần tử bù:

a.  $P \vee \neg P \equiv \text{True}$

b.  $P \wedge \neg P \equiv \text{False}$

3. Luật về phần tử trung hòa:

a.  $P \vee \text{False} \equiv P$

b.  $P \wedge \text{True} \equiv P$

4. Luật về phép kéo theo:

a.  $P \Rightarrow Q \equiv \neg P \vee Q$

b.  $P \Rightarrow Q \equiv \neg Q \Rightarrow \neg P$

5. Luật về phép kéo theo nhau:

$$P \Leftrightarrow Q \equiv (P \Rightarrow Q) \wedge (Q \Rightarrow P)$$

6. Luật DeMorgan:

a.  $\neg(P \vee Q) \equiv \neg P \wedge \neg Q$

b.  $\neg(P \wedge Q) \equiv \neg P \vee \neg Q$

7. Luật phân phối:

a.  $R \vee (P \wedge Q) \equiv (R \vee P) \wedge (R \vee Q)$

b.  $R \wedge (P \vee Q) \equiv (R \wedge P) \vee (R \wedge Q)$

8. Luật giao hoán:

a.  $P \wedge Q \equiv Q \wedge P$

b.  $P \vee Q \equiv Q \vee P$

# Các quy luật logic cơ bản (tiếp)



9. Luật kết hợp:

$$a. (P \wedge Q) \wedge R \equiv P \wedge (Q \wedge R)$$

$$b. (P \vee Q) \vee R \equiv P \vee (Q \vee R)$$

10. Luật lũy đẳng:

$$a. P \wedge P \equiv P$$

$$b. P \vee P \equiv P$$

11. Luật thống trị:

$$a. P \wedge \text{False} \equiv \text{False}$$

$$b. P \vee \text{True} \equiv \text{True}$$

12. Luật hấp thu:

$$a. P \vee (P \wedge Q) \equiv P$$

$$b. P \wedge (P \vee Q) \equiv P$$

Các luật tương đương trên có thể dễ dàng chứng minh bằng bảng chân lý.

Chứng minh các tương đương logic nêu trên.

# Một số bài tập về biến đổi tương đương



## Bảng biến đổi tương đương, chứng minh:

- $P \Rightarrow (\neg P \Rightarrow P)$  là hằng đúng
- $(P \wedge Q) \Rightarrow P$  là hằng đúng
- $P \Rightarrow (Q \Rightarrow (P \wedge Q))$  là hằng đúng
- $\neg(Q \Rightarrow P) \vee (P \wedge Q) \equiv Q$
- $P \vee ((P \wedge Q) \vee (P \wedge \neg R)) \equiv P \wedge ((\neg Q \Rightarrow R) \vee \neg(Q \vee (R \wedge S) \vee (R \wedge \neg S)))$  (gợi ý: biến đổi vế trái và vế phải về P).

# Dạng chuẩn hội



- Khái niệm: Một công thức ở dạng chuẩn hội nếu nó là hội của các câu tuyển.
- Câu tuyển có dạng  $A_1 \vee \dots \vee A_m$  Trong đó các  $A_i$  là *literal*.
- Mọi công thức trong logic mệnh đề đều có thể đưa về dạng chuẩn hội.
- Biến đổi một công thức về dạng chuẩn hội
  - Luật kéo theo
  - Luật De Morgan
  - Luật phân phối

# Dạng chuẩn hội – Ví dụ

---

- Biến đổi công thức sau về dạng chuẩn hội:  $(P \Rightarrow Q) \vee \neg(R \vee \neg S)$





# Câu dạng Horn



- Câu Kowalski:  $P_1 \wedge \dots \wedge P_m \Rightarrow Q_1 \vee \dots \vee Q_n$
- Dạng chuẩn Horn: Câu Kowalski với  $n \leq 1$
- Nếu  $m > 0, n = 1$ , câu Horn có dạng:  $P_1 \wedge \dots \wedge P_m \Rightarrow Q$ 
  - Trong đó,  $P_i, Q$  là các literal dương
- Khi  $m = 0, n = 1$ ?
- Khi  $m > 0, n = 0$ ?

# Luật suy diễn



- Khái niệm hệ quả logic: Công thức  $H$  được xem là hệ quả logic của một tập công thức  $KB = \{G_1, \dots, G_m\}$  nếu mọi mô hình của  $KB$  cũng là mô hình của  $H$ .
- Luật suy diễn là thủ tục để sinh ra một công thức mới từ công thức đã có.
- Một luật suy diễn gồm 2 phần:
  - Một tập các điều kiện ( $KB$ , i.e. knowledge-based system)
  - Và một kết luận (kết luận chính là hệ quả logic của tập các điều kiện).
- Luật suy diễn được biểu diễn dưới dạng phân số
  - Tử số: danh sách các điều kiện
  - Mẫu số: kết luận

# Một số luật suy diễn cơ bản

$\alpha \leftarrow \text{True}$   
 $\beta \leftarrow \text{True}$

Mô hình của tập giả thiết



- Luật khẳng định (Modus Ponens):  $\frac{\alpha \Rightarrow \beta, \alpha}{\beta}$   $\rightarrow H = \beta$
- Luật phủ định (Modus Tollens):  $\frac{\alpha \Rightarrow \beta, \neg \beta}{\neg \alpha}$
- Luật bắc cầu:  $\frac{\alpha \Rightarrow \beta, \beta \Rightarrow \gamma}{\alpha \Rightarrow \gamma}$
- Luật loại bỏ hội:  $\frac{\alpha_1 \wedge \dots \wedge \alpha_i \wedge \dots \wedge \alpha_m}{\alpha_i}$

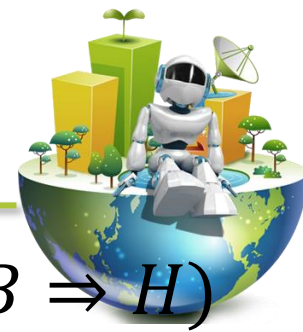
- Luật đưa vào hội:  $\frac{\alpha_1, \dots, \alpha_i, \dots, \alpha_m}{\alpha_1 \wedge \dots \wedge \alpha_i \wedge \dots \wedge \alpha_m}$
- Luật đưa vào tuyển:  $\frac{\alpha_i}{\alpha_1 \vee \dots \vee \alpha_i \vee \dots \vee \alpha_m}$
- Luật hợp giải (resolution):  $\frac{\alpha \vee \beta, \neg \beta \vee \gamma}{\alpha \vee \gamma}$

- Luật hợp giải đơn (unit resolution):  $\frac{\alpha \vee (\beta \Rightarrow \beta) \wedge \alpha}{\alpha}$

Giả thiết: ①  $\alpha \Rightarrow \beta$   
 ②  $\alpha$

$\alpha$	$\beta$	$\neg \beta$	$\alpha \vee \neg \beta$
T	T	F	T
T	F	T	T
F	T	F	F
F	F	T	T

# Thuật toán hợp giải (Robinson)



- **Mục đích:** Dùng để chứng minh tính đúng đắn của phép suy diễn ( $KB \Rightarrow H$ )
- **Các bước của thuật toán:**
  1. Thêm  $\neg H$  vào KB;
  2. Chuyển các công thức trong KB về dạng chuẩn hội;
  3. Từ các dạng chuẩn hội ở bước 2 thành lập tập các câu tuyển;
  4. Lặp hai bước sau cho tới khi không có câu mới được sinh ra:
    - a) Áp dụng **hợp giải** cho tập câu tuyển trong KB;
    - b) Nếu trong KB có câu rỗng thì trả về TRUE (H là hệ quả logic của KB) và dừng thuật toán.

*\*\* câu rỗng là câu thu được khi hợp giải hai mệnh đề phủ định nhau*
  5. Trả về FALSE

# Thuật toán hợp giải – Ví dụ 1



- Cho tập KB gồm các câu tuyển sau.

1.  $\neg A \vee \neg B \vee P$
2.  $\neg C \vee \neg D \vee P$
3.  $\neg E \vee C$
4.  $A$
5.  $E$
6.  $D$

- Chứng minh P.

- **Đáp án:**

- Thêm  $\neg P$  vào tập giả thiết KB

- Áp dụng hợp giải:

$$\begin{aligned} & \bullet \frac{\neg C \vee \neg D \vee P, D}{\neg C \vee P} \\ & \bullet \frac{\neg C \vee P, \neg P}{\neg C} \\ & \bullet \frac{\neg E \vee C, E}{C} \\ & \bullet \frac{C, \neg C}{\square} \end{aligned}$$

- Do có câu rỗng ( $\square$ ) xuất hiện, chúng ta kết luận được P là hệ quả logic của KB.

# Thuật toán hợp giải – Ví dụ 1

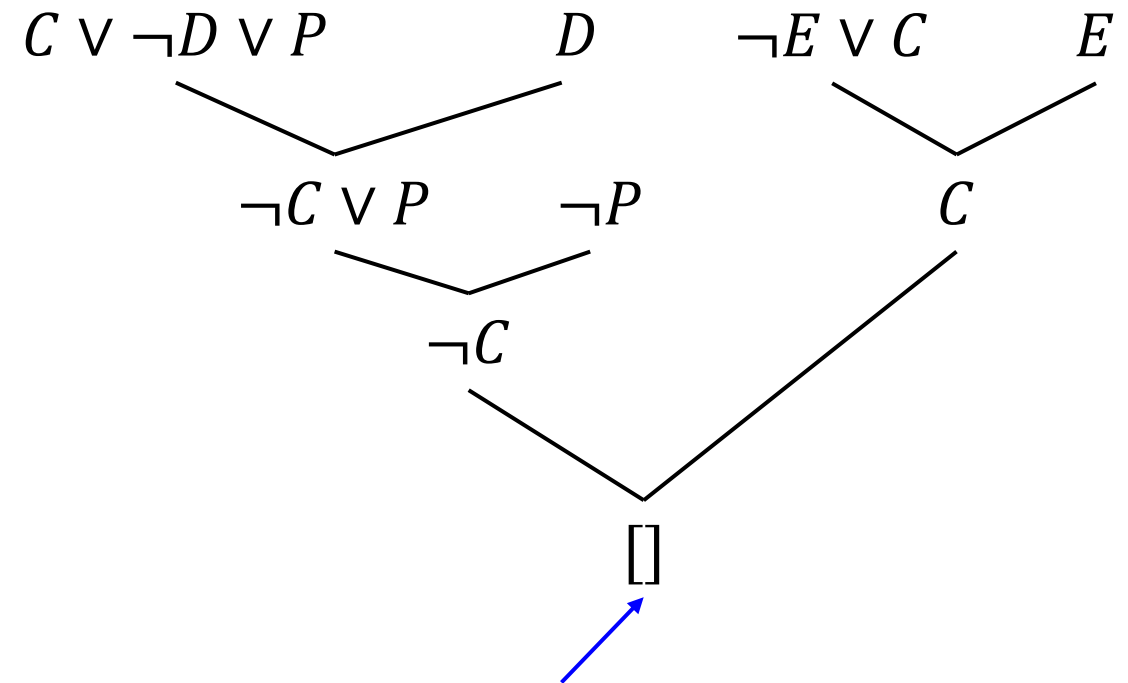


- Cho tập KB gồm các câu tuyển sau.

1.  $\neg A \vee \neg B \vee P$
2.  $\neg C \vee \neg D \vee P$
3.  $\neg E \vee C$
4.  $A$
5.  $E$
6.  $D$

- Chứng minh  $P$ .

- Các bước hợp giải có thể thể hiện dưới dạng cây như sau:



Mâu thuẫn  $\rightarrow$  Kết luận:  $P$  là hệ quả logic của KB

## A 3D illustration of a white robot sitting on a globe. The robot is positioned in the center, facing forward. It is surrounded by several colorful blocks: a tall green block with a small plant on top, a yellow block, and an orange block with a satellite dish on top. The globe is decorated with small green trees and a blue path. The background is white.

1.  $\neg A \vee \neg B \vee P$
2.  $\neg C \vee \neg D \vee P$
3.  $\neg E \vee C$
4.  $A$
5.  $E$
6.  $D$

- [illegible]

# Thuật toán hợp giải – Ví dụ 2



- Cho tập KB gồm các câu tuyển sau.

1.  $\neg A \vee \neg B \vee P$
2.  $\neg C \vee \neg D \vee P$
3.  $\neg E \vee C$
4.  $A$
5.  $E$
6.  $D$

- $\neg P$  có phải là hệ quả logic của KB.

STT	Mệnh đề	Ghi chú
1	$\neg A \vee \neg B \vee P$	Tập giả thiết
2	$\neg C \vee \neg D \vee P$	Tập giả thiết
3	$\neg E \vee C$	Tập giả thiết
4	$A$	Tập giả thiết
5	$E$	Tập giả thiết
6	$D$	Tập giả thiết
7	$P$	Phủ định của mệnh đề cần chứng minh
8	$\neg B \vee P$	Hợp giải (1) và (4)



# Thuật toán hợp giải – Ví dụ 2



- Cho tập KB gồm các câu tuyển sau.

1.  $\neg A \vee \neg B \vee P$
2.  $\neg C \vee \neg D \vee P$
3.  $\neg E \vee C$
4.  $A$
5.  $E$
6.  $D$

- $\neg P$  có phải là hệ quả logic của KB.

STT	Mệnh đề	Ghi chú
1	$\neg A \vee \neg B \vee P$	Tập giả thiết
2	$\neg C \vee \neg D \vee P$	Tập giả thiết
3	$\neg E \vee C$	Tập giả thiết
4	$A$	Tập giả thiết
5	$E$	Tập giả thiết
6	$D$	Tập giả thiết
7	$P$	Phủ định của mệnh đề cần chứng minh
8	$\neg B \vee P$	Hợp giải (1) và (4)
9	$\neg D \vee P \vee \neg E$	Hợp giải (2) và (3)
10	$\neg C \vee P$	Hợp giải (2) và (6)
11	$C$	Hợp giải (3) và (5)
12	$\neg E \vee P$	Hợp giải (3) và (10)
13	$\neg D \vee P$	Hợp giải (5) và (9)

# Thuật toán hợp giải – Ví dụ 3

Hợp giải.



- Cho tập KB gồm các câu tuyển sau:

1.  $P \Rightarrow Q \equiv \neg P \vee Q$
2.  $Q \Rightarrow R \equiv \neg Q \vee R$
3.  $R \Rightarrow T \equiv \neg R \vee T$
4.  $P$

- Chứng minh T.

5.  $\neg T$

$$(P \Rightarrow Q) \wedge (Q \Rightarrow R) \Rightarrow (R \Rightarrow T) \\ \equiv (\neg P \vee Q) \wedge (\neg Q \vee R) \wedge (\neg R \vee T)$$

$$\frac{\neg P \vee Q, \neg Q \vee R}{\neg P \vee R}$$

$$\frac{\neg P \vee R, \neg R \vee T}{\neg P \vee T}$$

$$\frac{\neg P \vee T, P}{T}$$

$$\frac{T, \neg T}{\boxed{\quad}}$$

c/m  $T$  là hi  
quả lo

# Thuật toán hợp giải – Ví dụ 4

---



- Cho tập KB gồm các câu tuyển sau:
  1.  $P \wedge Q \Rightarrow R$
  2.  $Q \wedge R \Rightarrow S$
- Chứng minh  $P \wedge Q \Rightarrow S$  là hệ quả logic của KB.

# Thuật toán hợp giải – Bài tập



1. Chứng minh R với tập giả thiết sau:

- $P$
- $(P \wedge Q) \Rightarrow R$
- $(S \vee T) \Rightarrow Q$
- $T$

2. Chứng minh D với tập giả thiết sau:

- $A$
- $A \Rightarrow B$
- $B \Rightarrow (C \Rightarrow D)$
- $C$

3. Chứng minh T với tập giả thiết sau:

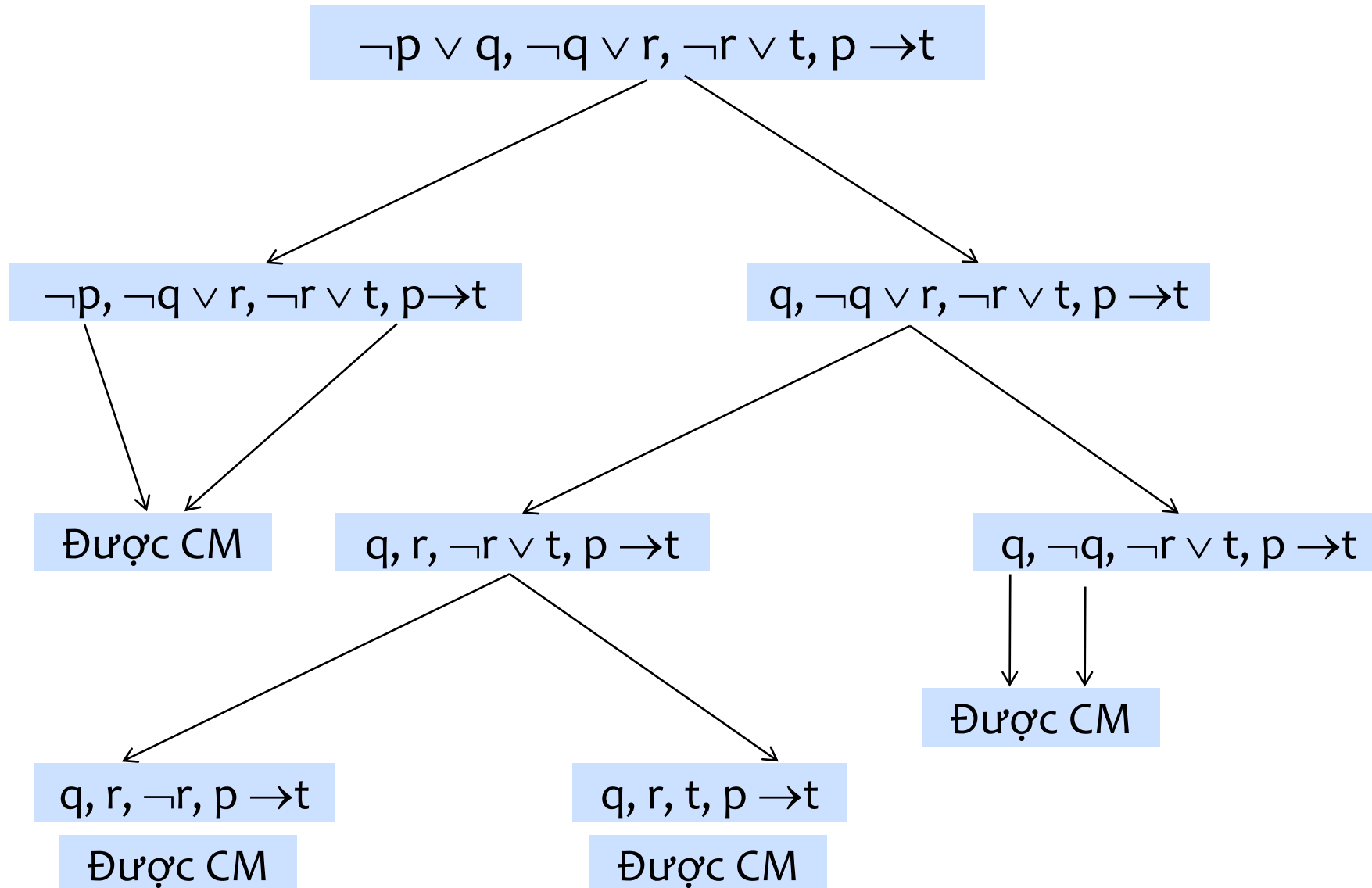
- $P$
- $P \Rightarrow Q$
- $Q \wedge R \wedge S \Rightarrow T$
- $P \Rightarrow U$
- $V \Rightarrow W$
- $U \Rightarrow V$
- $V \Rightarrow T$
- $R$
- $S$

# Thuật giải Vương Hạo (1960)



- Bước 1: Biến đổi các mệnh đề về dạng tuyển chuẩn
- Bước 2: Chuyển về các mệnh đề dạng phủ định
- Bước 3: Nếu trong giả thuyết có dấu hội, kết luận có dấu tuyển thì thay thành dấu “,”.
- Bước 4: Nếu trong giả thuyết có dấu tuyển, kết luận có dấu hội thì tách dòng này thành hai dòng con.
- Bước 5: Một dòng được chứng minh nếu tồn tại chung một mệnh đề ở cả hai vế.
- Bước 6: Một dòng nếu không còn dấu liên kết tuyển, hội, phủ định và cũng không có chung một mệnh đề ở cả 2 vế thì không được chứng minh. Một dòng không được CM thì phát biểu là sai.

# Thuật giải Vương Hạo – Ví dụ 1



# Thuật giải Vương Hạo – Ví dụ 2

