

KHOA CNTT & TRUYỀN THÔNG

BM KHOA HỌC MÁY TÍNH

CHƯƠNG 3

BIỂU DIỄN TRI THỨC

□ *Giáo viên giảng dạy:*

TS. TRẦN NGUYỄN MINH THU

tnmthu@cit.ctu.edu.vn

NỘI DUNG

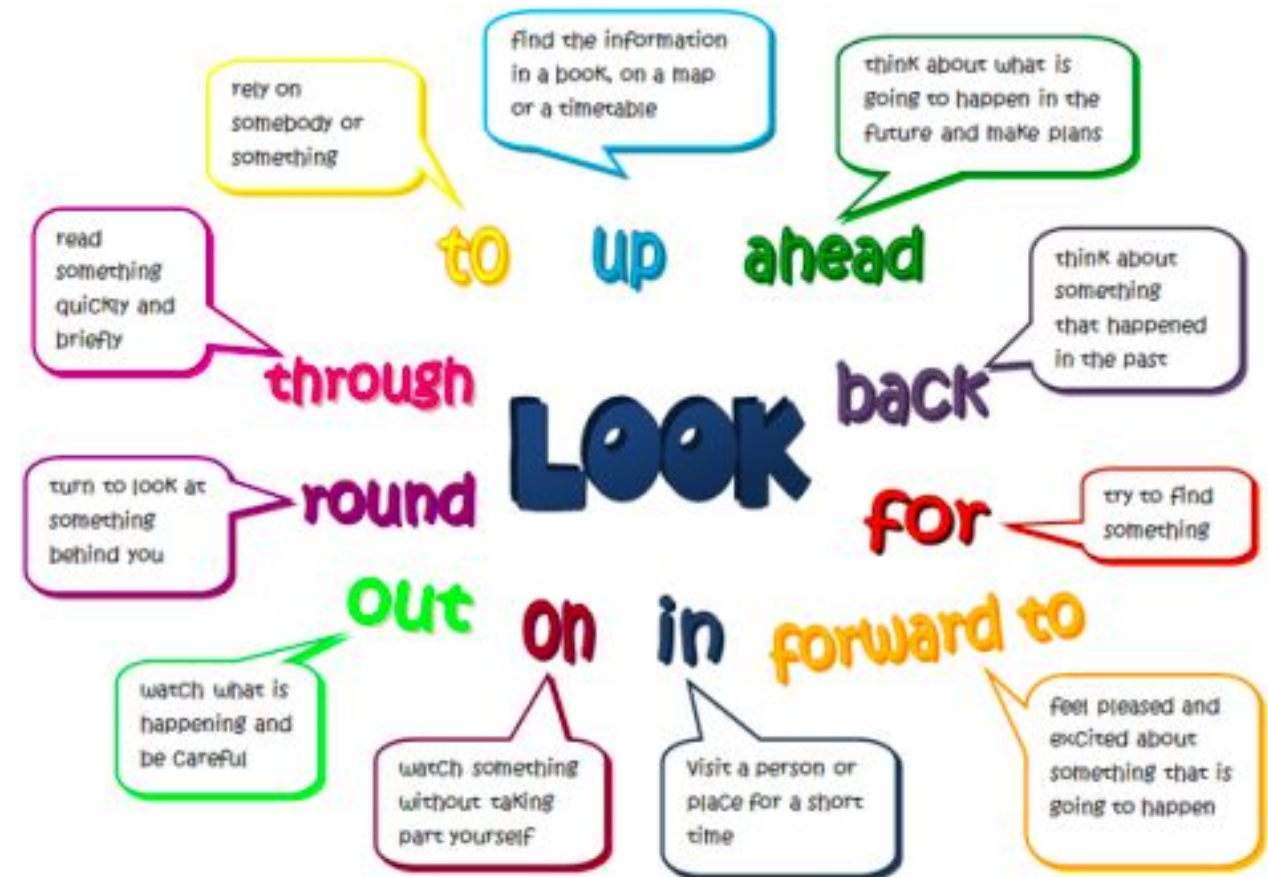
1. Tại sao phải biểu diễn tri thức
2. Biểu diễn tri thức là gì?
3. Biểu diễn và ánh xạ
4. Các phương pháp biểu diễn tri thức
5. Logic mệnh đề
6. Chứng minh bằng hợp giải

Tại sao phải biểu diễn tri thức?

Trong cuộc sống, con người sử dụng **ngôn ngữ** để biểu diễn tri thức và trao đổi **tri thức**, họ suy nghĩ và lập luận dựa trên ngôn ngữ

Tri thức giữ vai trò quan trọng trong các chương trình **trí tuệ nhân tạo**. Tri thức được sử dụng trong:

- **Biểu diễn bài toán**
- **Tìm kiếm lời giải của bài toán**



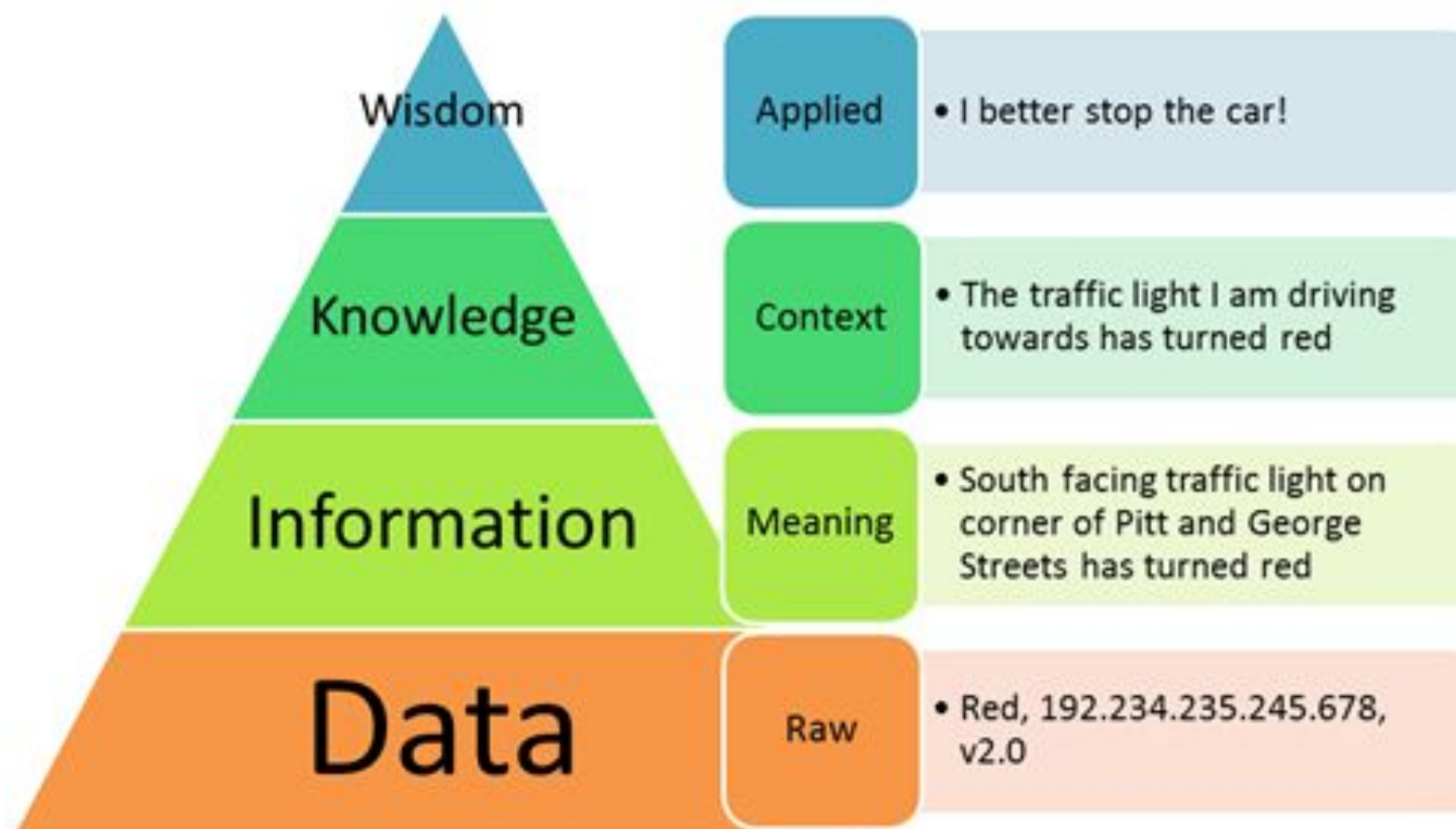
Mục tiêu của biểu diễn tri thức là làm sao cho máy tính có thể thao tác trên các tri thức được biểu diễn đó để tìm lời giải cho bài toán!

Tri thức (knowledge) là gì?



- Những dữ kiện, thông tin, sự mô tả, hoặc kỹ năng có được nhờ **trải nghiệm** hay **thông qua học tập**.
- Chỉ **sự hiểu biết** về một đối tượng về mặt lý thuyết hay thực hành.
- Sự thành tựu tri thức liên quan đến những quá trình nhận thức phức tạp: tri giác, truyền đạt, liên hệ, và suy luận
- Tri thức có thể phân thành 2 lớp:
 - **Tri thức sự kiện**: mô tả các sự kiện trong thế giới
 - **Tri thức suy diễn**: mô tả các “quy luật”, mối quan hệ giữa các sự kiện
- Phân biệt tri thức (knowledge) với thông tin (information) và dữ liệu (data)

Tri thức (knowledge) là gì?



© 2011 Angus McDonald

Biểu diễn tri thức

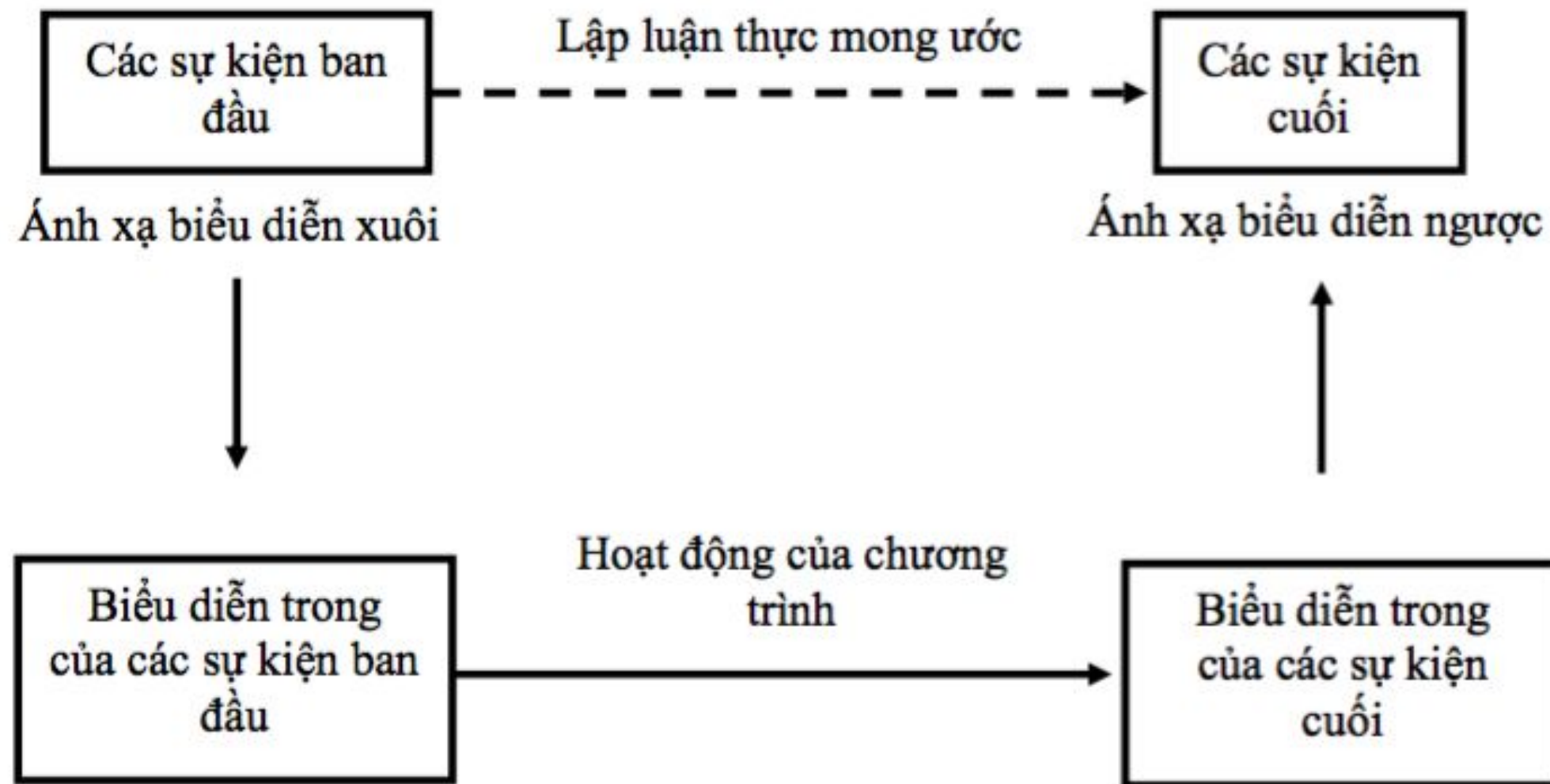
Biểu diễn tri thức là phương pháp để:

- Mã hoá tri thức.
- Nhằm thành lập cơ sở tri thức cho các hệ thống dựa trên tri thức (Knowledge-Based System).

BDTT là sự tổng hợp của các yếu tố:

- Một sự thay thế.
- Một tập hợp các giả định về sự tồn tại.
- Một lý thuyết bộ phận cho sự suy luận thông minh.
- Một phương tiện cho tính toán hiệu quả.
- Một phương tiện cho sự diễn đạt của con người.

Biểu diễn và ánh xạ



Hình 4.2: Quy trình xây dựng một chương trình trí tuệ nhân tạo.

Các phương pháp biểu diễn tri thức cơ bản

Techniques of Knowledge Representation in AI

There are four techniques of representing knowledge such as:

1. Mô hình logic
2. Mô hình thủ tục
3. Mô hình mạng
4. Mô hình cấu trúc



Logic based representation – first order predicate logic, Prolog

Procedural representation – rules, production system

Network representation – semantic networks, conceptual graphs

Structural representation – scripts, frames, objects

LOGIC MỆNH ĐỀ

Khái niệm mệnh đề

- **Mệnh đề:** là một khẳng định có tính chất đúng (true) hoặc sai (false).
- Không có mệnh đề nào vừa đúng lại vừa sai
- *Ví dụ:*
 - Hà Nội là thủ đô của Việt Nam => Đúng
 - Số 122 chia hết cho 3 => Sai
 - Sáng nay trời mưa to => ?
 - Hôm nay là quốc khánh => ?

Khái niệm mệnh đề

- **Mệnh đề:** là một khẳng định có tính chất đúng (true) hoặc sai (false).
- Không có mệnh đề nào vừa đúng lại vừa sai
- *Các câu sau có phải là mệnh đề không?*
 - Tam giác đều có 3 cạnh bằng nhau
 - Washington D.C. là thủ đô của Hoa Kỳ
 - $2 + 3 = 5$; $3 * 4 = 10$
 - $x + 1 = 2$; $x + y = z$

MỆNH ĐỀ

- $p \equiv$ “Chiều nay trời nắng”
- $q \equiv$ “Thời tiết lạnh hơn hôm qua”
- $r \equiv$ “Tôi sẽ đi bơi”
- $s \equiv$ “Tôi sẽ đi đá bóng”
- $t \equiv$ “Tôi sẽ về đến nhà vào buổi tối”

Sử dụng các mệnh đề đã cho để biểu diễn các phát biểu sau

- Chiều nay trời không nắng và thời tiết lạnh hơn hôm qua
- Tôi sẽ đi bơi nếu như chiều nay trời nắng
- Nếu tôi không đi bơi thì tôi sẽ đi đá bóng

MỆNH ĐỀ

- Giả sử chúng ta có các định đề sau
 - $p \equiv$ “Chiều nay trời nắng”
 - $q \equiv$ “Thời tiết lạnh hơn hôm qua”
 - $r \equiv$ “Tôi sẽ đi bơi”
 - $s \equiv$ “Tôi sẽ đi đá bóng”
 - $t \equiv$ “Tôi sẽ về đến nhà vào buổi tối”
- Biểu diễn các phát biểu trong ngôn ngữ tự nhiên
 - “Chiều nay trời *không* nắng và thời tiết lạnh hơn hôm qua”: $\neg p \wedge q$
 - “Tôi sẽ đi bơi *nếu như* chiều nay trời nắng”: $p \rightarrow r$
 - “*Nếu* tôi (sẽ) *không* đi bơi *thì* tôi sẽ đi đá bóng”: $\neg r \rightarrow s$

Phép toán mệnh đề

- Ký hiệu trong phép toán mệnh đề:
 - Ký hiệu mệnh đề: P, Q, R, S... (chữ in hoa gần cuối bảng chữ cái tiếng Anh)
 - Ký hiệu chân trị của mệnh đề: true, false

Phép toán mệnh đề

Biểu thức mệnh đề: là sự kết hợp của các mệnh đề bởi các phép toán mệnh đề

Các phép toán:

| | | |
|-------------------|-------------------|----------|
| \neg | Phủ định | một ngôi |
| \wedge | Hội (giao, nhân) | hai ngôi |
| \vee | Tuyển (hợp, cộng) | hai ngôi |
| \Rightarrow | Kéo theo (suy ra) | hai ngôi |
| \Leftrightarrow | Tương đương | hai ngôi |

Phép toán mệnh đề

- **Ngữ nghĩa của phép toán mệnh đề:** được diễn giải bằng cách gán chân trị cho các mệnh đề (một ánh xạ từ các ký hiệu mệnh đề vào tập $\{T, F\}$)
- Giá trị của phép toán dựa vào “Bảng chân trị”:

| P | Q | $\neg P$ | $P \wedge Q$ | $P \vee Q$ | $P \Rightarrow Q$ | $P \Leftrightarrow Q$ |
|---|---|----------|--------------|------------|-------------------|-----------------------|
| T | T | F | T | T | T | |
| T | F | F | F | T | F | F |
| F | T | T | F | T | F | F |
| F | F | T | F | F | T | T |

($P \Rightarrow Q$: nếu P thì Q, từ P suy ra Q, P là điều kiện đủ để có Q, Q là điều kiện cần để có P)

Phép toán mệnh đề

- **Câu** được tạo từ những ký hiệu sơ cấp theo các luật:
 - Mỗi ký hiệu mệnh đề, ký hiệu chân trị là một câu
 - Phủ định của một câu là một câu
 - Hội, tuyển, kéo theo, tương đương của hai câu là một câu
- Ký hiệu () và [] dùng để nhóm các ký hiệu vào các biểu thức con => kiểm soát thứ tự của chúng.

Biểu thức mệnh đề hợp lệ

- **Biểu thức mệnh đề** cũng là một câu
- **Biểu thức mệnh đề hợp lệ**: (công thức dạng chuẩn - **well-formed formula, WFF**)
 - Thành phần cơ bản là P, True, False (P là một mệnh đề)
 - Hoặc được tạo từ những ký hiệu hợp lệ thông qua dãy các luật trên
 - Ví dụ:

$$((P \wedge Q) \Rightarrow R) = \neg P \vee \neg Q \vee R$$

Biểu thức mệnh đề hợp lệ

Các biểu thức đúng định nghĩa theo dạng luật sinh sau:

$Wff \rightarrow$ “Thành phần cơ bản” |

$\neg wff$ |

$wff \wedge wff$ |

$wff \vee wff$ |

$wff \Rightarrow wff$ |

$wff \Leftrightarrow wff$ |

(wff)

Ví dụ các phép toán mệnh đề

Cho 3 mệnh đề: P ="John học giỏi"; Q ="John thông minh"; R ="John đẹp trai".

Mệnh đề thực tế

- "John học giỏi, thông minh, đẹp trai".
- "John học giỏi hoặc thông minh".
- "John hoặc học giỏi, hoặc đẹp trai".
- "John thông minh thì học giỏi".

Ví dụ các phép toán mệnh đề

Biểu thức mệnh đề

- $P \wedge Q \wedge R$: “John học giỏi, thông minh, đẹp trai”.
- $P \vee Q$: “John học giỏi hoặc thông minh”.
- $(P \wedge \neg R) \vee (\neg P \wedge R)$: “John hoặc học giỏi, hoặc đẹp trai”.
- $Q \Rightarrow P$: “John thông minh thì học giỏi”.

Sử dụng biểu thức mệnh đề để biểu diễn cơ sở tri thức sau:

" Nếu Michelle thắng trong kỳ thi Olympic, mọi người sẽ khâm phục cô ấy, và cô ta sẽ trở nên giàu có. Nhưng, nếu cô ta không thắng thì cô ta sẽ mất tất cả."

" Nếu Michelle thắng trong kỳ thi Olympic, mọi người sẽ khâm phục cô ấy, và cô ta sẽ trở nên giàu có. Nhưng, nếu cô ta không thắng thì cô ta sẽ mất tất cả."

Cả hai mệnh đề chính trong biểu thức mệnh đề này là mệnh đề phức hợp. Có thể định nghĩa các biến mệnh đề như sau:

P: *Michelle thắng trong kỳ thi Olympic*

Q: *mọi người sẽ khâm phục cô ấy*

R: *cô ta sẽ trở nên giàu có*

S: *cô ta sẽ mất tất cả*

" Nếu Michelle thắng trong kỳ thi Olympic, mọi người sẽ khâm phục cô ấy, và cô ta sẽ trở nên giàu có. Nhưng, nếu cô ta không thắng thì cô ta sẽ mất tất cả."

Cả hai mệnh đề chính trong biểu thức mệnh đề này là mệnh đề phức hợp. Có thể định nghĩa các biến mệnh đề như sau:

P: *Michelle thắng trong kỳ thi Olympic*

Q: *mọi người sẽ khâm phục cô ấy*

R: *cô ta sẽ trở nên giàu có*

S: *cô ta sẽ mất tất cả*

$$(P \rightarrow (Q \wedge R)) \wedge (\bar{P} \rightarrow S)$$

Ngữ nghĩa biểu thức mệnh đề

Ngữ nghĩa của một biểu thức mệnh đề là **giá trị** của biểu thức mệnh đề đó.

Giá trị của biểu thức mệnh đề là có khả năng tính toán được. Trong đó:

- Mỗi mệnh đề được gán một giá trị True hay False.
- Mỗi toán tử được đánh giá theo bảng chân trị và thứ tự ưu tiên của toán tử.

Ngữ nghĩa biểu thức mệnh đề

Giá trị của biểu thức mệnh đề tính bằng cách:

- Dùng bảng chân trị.
- Đánh giá ngược từ node lá khi biểu thức mệnh đề được biểu diễn ở dạng cây.

Mệnh đề tương đương

Các tương đương được sử dụng thường xuyên trong quá trình biến đổi một biểu thức từ dạng này sang dạng khác.

Khả năng biến đổi tương đương có thể được làm tự động trên máy tính

Mệnh đề tương đương

Cho A, B, C là các mệnh đề bất kỳ. Ta có các tương đương sau:

Dạng phủ định kép

$$\neg\neg A \iff A$$

Dạng tuyển

$$A \vee \text{TRUE} \iff \text{TRUE}$$

$$A \vee \text{FALSE} \iff A$$

$$A \vee A \iff A$$

$$A \vee \neg A \iff \text{TRUE}$$

Mệnh đề tương đương

Dạng hội

$$\begin{aligned}A \wedge \text{TRUE} &\Leftrightarrow A \\A \wedge \text{FALSE} &\Leftrightarrow \text{FALSE} \\A \wedge A &\Leftrightarrow A \\A \wedge \neg A &\Leftrightarrow \text{FALSE}\end{aligned}$$

Dạng kéo theo (suy ra)

$$\begin{aligned}A \Rightarrow \text{TRUE} &\Leftrightarrow \text{TRUE} \\A \Rightarrow \text{FALSE} &\Leftrightarrow \neg A \\\text{TRUE} \Rightarrow A &\Leftrightarrow A \\\text{FALSE} \Rightarrow A &\Leftrightarrow \text{TRUE} \\A \Rightarrow A &\Leftrightarrow \text{TRUE}\end{aligned}$$

Mệnh đề tương đương

Dạng hấp thu

$$A \wedge (A \vee B) \Leftrightarrow A$$

$$A \vee (A \wedge B) \Leftrightarrow A$$

$$A \wedge (\neg A \vee B) \Leftrightarrow A \wedge B$$

$$A \vee (\neg A \wedge B) \Leftrightarrow A \vee B$$

Dạng De Morgan

$$\neg (A \wedge B) \Leftrightarrow \neg A \vee \neg B$$

$$\neg (A \vee B) \Leftrightarrow \neg A \wedge \neg B$$

Mệnh đề tương đương

Dạng biến đổi tương đương:

$$A \Rightarrow B \Leftrightarrow \neg A \vee B$$

$$\neg (A \Rightarrow B) \Leftrightarrow A \wedge \neg B$$

$$\neg (A \Rightarrow A) \Leftrightarrow A \wedge \neg A \Leftrightarrow \text{FALSE}$$

$$(P \Rightarrow Q) \Leftrightarrow (\neg Q \Rightarrow \neg P) \quad (\text{luật tương phản})$$

Phép \wedge và \vee có khả năng kết hợp.

$$A \wedge (B \wedge C) = (A \wedge B) \wedge C \text{ hay } A \vee (B \vee C) = (A \vee B) \vee C$$

Phép \wedge và \vee có khả năng giao hoán.

$$A \wedge B = B \wedge A \text{ hay } A \vee B = B \vee A$$

Phép \wedge có khả năng phân phối trên \vee

$$A \vee (B \wedge C) = (A \vee B) \wedge (A \vee C)$$

Phép \vee có khả năng phân phối trên \wedge

$$A \wedge (B \vee C) = (A \wedge B) \vee (A \wedge C)$$

CHỨNG MINH LOGIC

Thông thường dựa trên 3 phương pháp:

Chứng minh dựa trên bảng chân trị

Chứng minh dựa trên các luật suy diễn

Chứng minh bằng hợp giải

Chứng minh dựa trên bảng chân trị

| P | Q | $\neg P$ | $P \wedge Q$ | $P \vee Q$ | $P \Rightarrow Q$ |
|---|---|----------|--------------|------------|-------------------|
| T | T | F | T | T | T |
| T | F | F | F | T | F |
| F | T | T | F | T | T |
| F | F | T | F | F | T |

Chứng minh dựa trên các luật suy diễn

Luật suy diễn

Luật Modus Ponens (MP): $P \Rightarrow Q$

P

Q

Luật Modus Tollens (MT): $P \Rightarrow Q$

$\neg Q$

$\neg P$

Luật suy diễn

Luật Hội

$$A, B \quad \therefore \quad A \wedge B$$

Luật đơn giản

$$A \wedge B \quad \therefore \quad A$$

Luật suy diễn

Luật Cộng

$$A \quad \therefore \quad A \vee B$$

Luật tam đoạn luận tuyển

$$A \vee B, \neg A \quad \therefore \quad B$$

Luật tam đoạn luận giả thiết

$$A \Rightarrow B, B \Rightarrow C \quad \therefore \quad A \Rightarrow C$$

Chứng minh dựa trên các luật suy diễn

Mệnh đề thực tế:

- “Nếu trời mưa thì bầu trời có mây”.
- Trời đang mưa. Vậy \square Bầu trời có mây.

Mệnh đề logic:

- $P = \text{“Trời mưa”}$; $Q = \text{“Bầu trời có mây”}$
- Ta có hai phát biểu sau đúng:
 - $P \square Q$
 - P
- Vậy theo luật suy diễn $MP \square Q$ là đúng.
- Nghĩa là: “Bầu **trời** có mây”.

Chứng minh dựa trên các luật suy diễn

Mệnh đề thực tế

- “Nếu NAM có nhiều tiền thì NAM đi mua sắm”
- “Nam KHÔNG đi mua sắm”.
- Vậy \square Nam KHÔNG có nhiều tiền.

Mệnh đề logic

- $P = \text{“Nam có nhiều tiền”}$; $Q = \text{“Nam đi mua sắm”}$.
- Ta có hai phát biểu sau đúng:
 - $P \square Q$
 - $\neg Q$
- Vậy theo luật suy diễn MT $\square \neg P$ là đúng.
- Nghĩa là: “Nam **KHÔNG** có nhiều tiền”

Chứng minh dựa trên các luật suy diễn

Ta có các biểu thức sau: $A \vee B$, $A \vee C$, và $\neg A$ là TRUE
Chứng minh $B \wedge C$ có trị TRUE

Chứng minh dựa trên các luật suy diễn

| | | |
|---|------------|--------------|
| 1 | $A \vee B$ | P (tiên đề). |
| 2 | $A \vee C$ | P (tiên đề). |
| 3 | $\neg A$ | P (tiên đề). |
| 4 | ... | 1,3, |
| 5 | | |
| 6 | | |

Chứng minh dựa trên các luật suy diễn

| | | |
|---|--------------|---|
| 1 | $A \vee B$ | P (tiên đề). |
| 2 | $A \vee C$ | P (tiên đề). |
| 3 | $\neg A$ | P (tiên đề). |
| 4 | B | 1,3, tam đoạn luận tuyển. |
| 5 | C | 2,3, tam đoạn luận tuyển. |
| 6 | $B \wedge C$ | 4,5, Luật hội. (điều phải chứng minh). |

Chứng minh dựa trên các luật suy diễn

Ta có các biểu thức sau là đúng:

$A \vee B, A \Rightarrow C, B \Rightarrow D, \neg D.$

Chứng minh C đúng?

Chứng minh dựa trên các luật suy diễn

| | | |
|---|-------------------|-------------|
| 1 | $A \vee B$ | P (tiên đề) |
| 2 | $A \Rightarrow C$ | P (tiên đề) |
| 3 | $B \Rightarrow D$ | P (tiên đề) |
| 4 | $\neg D$ | P (tiên đề) |
| 5 | | 3, 4 |
| 6 | | |
| 7 | | |

Chứng minh dựa trên các luật suy diễn

| | | |
|---|-------------------|--------------------------|
| 1 | $A \vee B$ | P (tiên đề) |
| 2 | $A \Rightarrow C$ | P (tiên đề) |
| 3 | $B \Rightarrow D$ | P (tiên đề) |
| 4 | $\neg D$ | P (tiên đề) |
| 5 | $\neg B$ | 3, 4, Modus Tollens |
| 6 | A | 1,5, Tam đoạn luận tuyển |
| 7 | C | 2, 6, MP |

Thủ tục hợp giải (Resolution)

Cơ sở của Hợp giải

Hợp giải là kỹ thuật lập luận dựa trên nguyên lý **chứng minh phản chứng**: để chứng minh một phát biểu, hợp giải chứng tỏ rằng phủ định của phát biểu đó làm phát sinh một mâu thuẫn với những phát biểu đã biết.

Thủ tục hợp giải là một quá trình lặp đơn giản: ở mỗi lần lặp, hai mệnh đề, gọi là mệnh đề cha, được so sánh (hay *giải quyết* - *resolved*), để tạo ra mệnh đề mới, các mệnh đề phải ở **dạng chuẩn CNF**

Dạng chuẩn CNF & DNF

Tuyển cơ bản: *là thành phần cơ bản hay sự kết hợp của các thành phần cơ bản bằng phép tuyển(\vee)*

Ví dụ: P ; False; $P \vee Q$.

Hội cơ bản: *là thành phần cơ bản hay sự kết hợp của các thành phần cơ bản bằng phép hội (\wedge).*

Ví dụ: P ; True; $P \wedge Q$.

Dạng chuẩn hội CNF

Dạng chuẩn hội – CNF (*Conjunctive normal form*) là:

- Hội cơ bản, hay là
- Một biểu thức tuyển cơ bản, hay là
- Hội của các tuyển cơ bản.

Ví dụ các biểu thức sau ở dạng CNF

$$1) A \wedge B$$

$$2) \neg A \wedge (B \vee C)$$

Hội cơ bản: là thành phần cơ bản hay sự kết hợp của các thành phần cơ bản bằng phép hội (\wedge).

Dạng chuẩn hội CNF

Dạng chuẩn hội – CNF (*Conjunctive normal form*) là:

- Hội cơ bản, hay là
- Một biểu thức tuyển cơ bản, hay là
- Hội của các tuyển cơ bản.

Các biểu thức nào sau không ở dạng CNF

1) $\neg(B \vee C)$ 2) $(A \wedge B) \vee C$

3) $(A \vee B) \wedge (\neg B \vee C \vee \neg D) \wedge (D \vee \neg E)$

4) $(\neg B \vee C)$ 5) $A \wedge (B \vee (D \wedge E))$

Dạng chuẩn hội CNF

Dạng chuẩn hội – CNF (*Conjunctive normal form*) là:

- Hội cơ bản, hay là
- Một biểu thức tuyến cơ bản, hay là
- Hội của các tuyến cơ bản.

Các biểu thức nào sau không ở dạng CNF

~~1) $\neg(B \vee C)$~~

~~2) $(A \wedge B) \vee C$~~

3 $(A \vee B) \wedge (\neg B \vee C \vee \neg D) \wedge (D \vee \neg E)$

4) $(\neg B \vee C)$

~~5) $A \wedge (B \vee (D \wedge E))$~~

Chuyển đổi về CNF

- Loại bỏ dấu mũi tên ($\Leftrightarrow \Rightarrow$) bằng định nghĩa tương đương

$$A \Rightarrow B \Leftrightarrow \neg A \vee B$$

Đưa phủ định vào trong bằng luật De Morgan

$$\neg (A \vee B) \equiv \neg A \wedge \neg B$$

$$\neg (A \wedge B) \equiv \neg A \vee \neg B$$

Áp dụng luật phân phối

$$A \vee (B \wedge C) \equiv (A \vee B) \wedge (A \vee C)$$

Ví dụ

Chuyển biểu thức sau về dạng chuẩn CNF

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

- Loại bỏ dấu mũi tên (\Rightarrow) bằng định nghĩa tương đương

$$A \Rightarrow B \quad \Leftrightarrow \quad \neg A \vee B$$

- Đưa phủ định vào trong bằng luật De Morgan

$$\neg (A \vee B) \equiv \neg A \wedge \neg B$$

$$\neg (A \wedge B) \equiv \neg A \vee \neg B$$

- Áp dụng luật phân phối

$$A \vee (B \wedge C) \equiv (A \vee B) \wedge (A \vee C)$$

Ví dụ

Chuyển biểu thức sau về dạng chuẩn CNF

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

■ 1. Loại bỏ mũi tên

$$\neg(A \vee B) \vee (\neg C \vee D)$$

■ 2. Đưa phủ định vào

- Loại bỏ dấu mũi tên (\Rightarrow) bằng định nghĩa tương đương

$$A \Rightarrow B \quad \Leftrightarrow \quad \neg A \vee B$$

- Đưa phủ định vào trong bằng luật De Morgan

$$\neg(A \vee B) \equiv \neg A \wedge \neg B$$

$$\neg(A \wedge B) \equiv \neg A \vee \neg B$$

- Áp dụng luật phân phối

$$A \vee (B \wedge C) \equiv (A \vee B) \wedge (A \vee C)$$

Ví dụ

Chuyển biểu thức sau về dạng chuẩn CNF

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

- 1. Loại bỏ mũi tên

$$\neg(A \vee B) \vee (\neg C \vee D)$$

- 2. Đưa phủ định vào

$$(\neg A \wedge \neg B) \vee (\neg C \vee D)$$

- 3. Phân phối

- Loại bỏ dấu mũi tên ($\Leftrightarrow \Rightarrow$) bằng định nghĩa tương đương

$$A \Rightarrow B \Leftrightarrow \neg A \vee B$$

- Đưa phủ định vào trong bằng luật De Morgan

$$\neg(A \vee B) \equiv \neg A \wedge \neg B$$

$$\neg(A \wedge B) \equiv \neg A \vee \neg B$$

- Áp dụng luật phân phối

$$A \vee (B \wedge C) \equiv (A \vee B) \wedge (A \vee C)$$

Ví dụ

Chuyển biểu thức sau về dạng chuẩn CNF

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

■ 1. Loại bỏ mũi tên

$$\neg(A \vee B) \vee (\neg C \vee D)$$

■ 2. Đưa phủ định vào

$$(\neg A \wedge \neg B) \vee (\neg C \vee D)$$

■ 3. Phân phối

$$(\neg A \vee \neg C \vee D) \wedge (\neg B \vee \neg C \vee D)$$

- Loại bỏ dấu mũi tên ($\Leftrightarrow \Rightarrow$) bằng định nghĩa tương đương

$$A \Rightarrow B \Leftrightarrow \neg A \vee B$$

- Đưa phủ định vào trong bằng luật De Morgan

$$\neg(A \vee B) \equiv \neg A \wedge \neg B$$

$$\neg(A \wedge B) \equiv \neg A \vee \neg B$$

- Áp dụng luật phân phối

$$A \vee (B \wedge C) \equiv (A \vee B) \wedge (A \vee C)$$

Ví dụ

Chuyển biểu thức sau về dạng chuẩn CNF

$$\neg(p \Rightarrow q) \vee (r \Rightarrow p)$$

-
- Loại bỏ dấu mũi tên (\Rightarrow) bằng định nghĩa tương đương

$$A \Rightarrow B \quad \Leftrightarrow \quad \neg A \vee B$$

- Đưa phủ định vào trong bằng luật De Morgan

$$\neg(A \vee B) \equiv \neg A \wedge \neg B$$

$$\neg(A \wedge B) \equiv \neg A \vee \neg B$$

- Áp dụng luật phân phối

$$A \vee (B \wedge C) \equiv (A \vee B) \wedge (A \vee C)$$

Chuyển đổi về dạng chuẩn CNF: $\neg(p \rightarrow q) \vee (r \rightarrow p)$

1. Loại bỏ các liên kết $\rightarrow, \leftrightarrow$

$$\neg(\neg p \vee q) \vee (\neg r \vee p)$$

2. Sử dụng các phép biến đổi tương đương (vd: luật DeMorgan và phép phủ định 2 lần)

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

Ví dụ

Chuyển đổi về dạng chuẩn CNF: $\neg(p \rightarrow q) \vee (r \rightarrow p)$

1. Loại bỏ các liên kết $\rightarrow, \leftrightarrow$

$$\neg(\neg p \vee q) \vee (\neg r \vee p)$$

2. Sử dụng các phép biến đổi tương đương (vd: luật DeMorgan và phép phủ định 2 lần)

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

3. Sử dụng các luật kết hợp (associative rules) và phân bố (distributive rules)

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

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

Chuyển đổi biểu thức sau về dạng CNF

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

-
- **Loại bỏ dấu mũi tên (\Rightarrow)** bằng định nghĩa tương đương

$$A \Rightarrow B \quad \Leftrightarrow \quad \neg A \vee B$$

- **Đưa phủ định vào trong** bằng luật De Morgan

$$\neg (A \vee B) \equiv \neg A \wedge \neg B$$

$$\neg (A \wedge B) \equiv \neg A \vee \neg B$$

- **Áp dụng luật phân phối**

$$A \vee (B \wedge C) \equiv (A \vee B) \wedge (A \vee C)$$

Chuyển đổi biểu thức sau về dạng CNF

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

1. Loại bỏ kéo theo

$$\neg(B \vee (A \wedge C)) \vee (B \vee \neg A)$$

2. Đưa \neg vào trong (De Morgan's x 2):

$$(\neg B \wedge \neg(A \wedge C)) \vee (B \vee \neg A)$$

$$(\neg B \wedge (\neg A \vee \neg C)) \vee (B \vee \neg A)$$

Chuyển đổi biểu thức sau về dạng CNF

$$\text{_____ } (B \vee (A \wedge C)) \rightarrow (B \vee \neg A) \text{ _____}$$

3. Phân phối \vee cho \wedge :

$$(\neg B \vee (B \vee \neg A)) \wedge ((\neg A \vee \neg C) \vee (B \vee \neg A))$$

• Dạng tuyến

| | | |
|-----------------------|-------------------|-------------|
| $A \vee \text{TRUE}$ | \Leftrightarrow | TRUE |
| $A \vee \text{FALSE}$ | \Leftrightarrow | A |
| $A \vee A$ | \Leftrightarrow | A |
| $A \vee \neg A$ | \Leftrightarrow | TRUE |

7. Rút gọn các phép toán

$$(\neg B \vee B \vee \neg A) \wedge (\neg A \vee \neg C \vee B \vee \neg A)$$

Bỏ clause 1 vì $(\neg B \vee B)$, loại bỏ trùng lặp từ

• Dạng hội

| | | |
|-------------------------|-------------------|--------------|
| $A \wedge \text{TRUE}$ | \Leftrightarrow | A |
| $A \wedge \text{FALSE}$ | \Leftrightarrow | FALSE |
| $A \wedge A$ | \Leftrightarrow | A |
| $A \wedge \neg A$ | \Leftrightarrow | FALSE |

$$\neg A \vee \neg C \vee B$$

Giải thuật hợp giải cho Logic mệnh đề

Cho trước:

Tập hợp các tiên đề P là các câu trong phép tính mệnh đề.

Yêu cầu: chứng minh Q

Giải thuật Hợp giải cho **Phép toán mệnh đề** (Propositional Logic)

- **B1:** Chuyển tất cả các câu trong P về dạng chuẩn CNF
- **B2:** Lấy phủ định Q và chuyển về dạng mệnh đề chuẩn CNF. Thêm nó vào tập các mệnh đề vừa tạo ở bước 1.

Giải thuật hợp giải cho Logic mệnh đề

- **B3:** Lặp lại cho đến khi tìm thấy sự mâu thuẫn hoặc không thể tiếp tục:
 - a. Chọn hai mệnh đề. Gọi là các mệnh đề cha.
 - b. Hợp giải chúng. Mệnh đề kết quả là tuyển của tất cả các biến mệnh đề trong các mệnh đề cha trừ: nếu có bất kỳ các cặp biến mệnh đề L và $\neg L$, một nằm trong mệnh đề cha này, một nằm trong mệnh đề cha kia, thì chọn một cặp và xóa cả hai L và $\neg L$ ra khỏi mệnh đề kết quả.
 - c. Nếu mệnh đề kết quả là rỗng, thì xem như đã tìm được sự mâu thuẫn. Nếu không, thêm mệnh đề kết quả đó vào trong tập hợp các mệnh đề hiện có.

Ví dụ hợp giải trong Logic mệnh đề

CHO CÁC TIỀN ĐỀ SAU, SỬ DỤNG HỢP GIẢI ĐỂ CHỨNG MINH R

P

$(P \wedge Q) \rightarrow R$

$(S \vee T) \rightarrow Q$

T

Ví dụ hợp giải trong Logic mệnh đề

Các câu cho trước

Chuyển về dạng mệnh đề

$$P \qquad P \qquad (1)$$

$$(P \wedge Q) \rightarrow R \qquad \neg P \vee \neg Q \vee R \qquad (2)$$

$$(S \vee T) \rightarrow Q \qquad \neg S \vee Q \qquad (3)$$

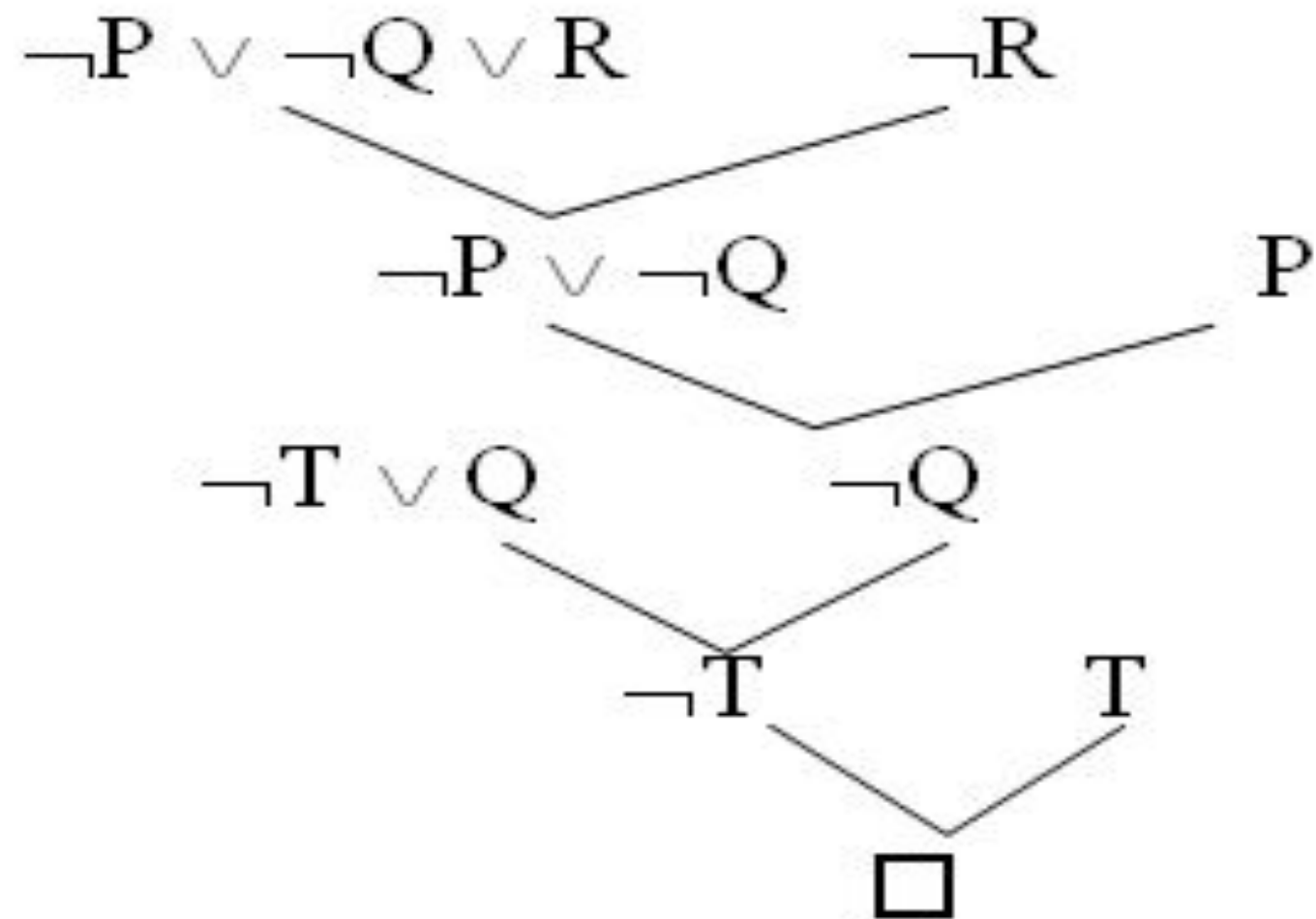
$$\neg T \vee Q \qquad (4)$$

$$T \qquad T \qquad (5)$$

THÊM PHỦ ĐỊNH R: $\neg R$

Ví dụ hợp giải trong Logic mệnh đề

Chứng minh R:



Đồ thị hợp giải (cây hợp giải)

Ví dụ hợp giải trong Logic mệnh đề

- Giả sử có tập giả thiết KB

- $p \wedge q$
- $p \rightarrow r$
- $(q \wedge r) \rightarrow s$

- Cần chứng minh định lý s

- Loại bỏ dấu mũi tên (\Rightarrow) bằng định nghĩa tương đương

$$A \Rightarrow B \quad \Leftrightarrow \quad \neg A \vee B$$

- Đưa phủ định vào trong bằng luật De Morgan

$$\neg (A \vee B) \equiv \neg A \wedge \neg B$$

$$\neg (A \wedge B) \equiv \neg A \vee \neg B$$

- Áp dụng luật phân phối

$$A \vee (B \wedge C) \equiv (A \vee B) \wedge (A \vee C)$$

Ví dụ hợp giải trong Logic mệnh đề

- Giả sử có tập giả thiết KB
 - $p \wedge q$
 - $p \rightarrow r$
 - $(q \wedge r) \rightarrow s$
- Cần chứng minh định lý s
- Bước 1. Chuyển đổi KB về dạng chuẩn CNF
 - $(p \rightarrow r)$ được chuyển thành $(\neg p \vee r)$
 - $((q \wedge r) \rightarrow s)$ được chuyển thành $(\neg q \vee \neg r \vee s)$
- Bước 2. Phủ định biểu thức cần chứng minh
 - $\neg s$
- Bước 3. Áp dụng liên tiếp luật hợp giải đối với $(KB \wedge \neg \alpha)$:
 $\{p, q, \neg p \vee r, \neg q \vee \neg r \vee s, \neg s\}$

Ví dụ hợp giải trong Logic mệnh đề

1) p

2) q

3) $\neg p \vee r$

4) $\neg q \vee \neg r \vee s$

5) $\neg s$

- Hợp giải 1) và 3), ta thu được

6) r

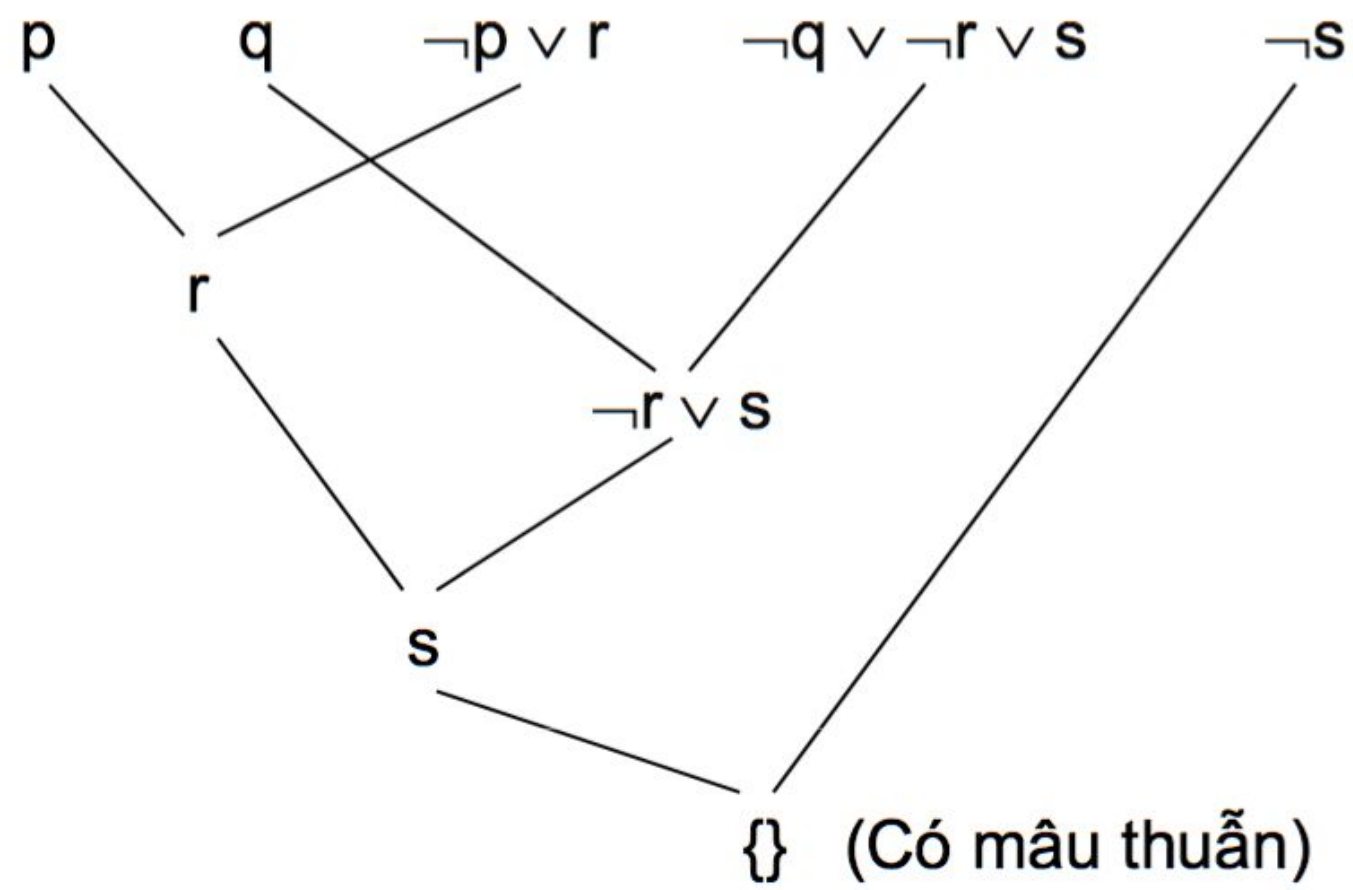
- Hợp giải 2) và 4), ta thu được

7) $\neg r \vee s$

- Hợp giải 6) và 7), ta thu được

8) s

- Hợp giải 8) và 5), ta thu được mâu thuẫn ($\{\}$)
- Tức là biểu thức ban đầu (s) được chứng minh là đúng



Sử dụng hợp giải mệnh đề chứng minh:
“Nam không được bạn bè tôn trọng” dựa
vào csdl sau

“ Nam hoặc là chuyên gia hoặc là người cá biệt. Nếu Nam là chuyên gia thì Nam có nhiều báo cáo có tiếng và được đồng nghiệp tin cậy. Nếu Nam có nhiều báo cáo có tiếng thì hộp thư của Nam có nhiều thư. Nếu Nam là người cá biệt thì Nam không được bạn bè tôn trọng. Quan sát thấy rằng, hộp thư của Nam không có nhiều thư “.

■ Các mệnh đề:

- P1 = “Nam là chuyên gia”
- P2 = “Nam là người cá biệt”
- P3 = “Nam có nhiều báo cáo có tiếng”
- P4 = “Nam được đồng nghiệp tin cậy”
- P5 = “Hộp thư của Nam có nhiều thư”
- P6 = “Nam được bạn bè tôn trọng”

“ Nam hoặc là chuyên gia hoặc là người cá biệt. Nếu Nam là chuyên gia thì Nam có nhiều báo cáo có tiếng và được đồng nghiệp tin cậy. Nếu Nam có nhiều báo cáo có tiếng thì hộp thư của Nam có nhiều thư. Nếu Nam là người cá biệt thì Nam không được bạn bè tôn trọng. Quan sát thấy rằng, hộp thư của Nam không có nhiều thư “.

■ Các mệnh đề:

- $P1 = \text{“Nam là chuyên gia”}$
- $P2 = \text{“Nam là người cá biệt”}$
- $P3 = \text{“Nam có nhiều báo cáo có tiếng”}$
- $P4 = \text{“Nam được đồng nghiệp tin cậy”}$
- $P5 = \text{“Hộp thư của Nam có nhiều thư”}$
- $P6 = \text{“Nam được bạn bè tôn trọng”}$

■ Các câu:

1. $(P1 \wedge \neg P2) \vee (\neg P1 \wedge P2)$
2. $P1 \rightarrow (P3 \wedge P4)$

“ Nam hoặc là chuyên gia hoặc là người cá biệt. Nếu Nam là chuyên gia thì Nam có nhiều báo cáo có tiếng và được đồng nghiệp tin cậy. Nếu Nam có nhiều báo cáo có tiếng

■ Các mệnh đề:

- P1 = “Nam là chuyên gia”
- P2 = “Nam là người cá biệt”
- P3 = “Nam có nhiều báo cáo có tiếng”
- P4 = “Nam được đồng nghiệp tin cậy”
- P5 = “Hộp thư của Nam có nhiều thư”
- P6 = “Nam được bạn bè tôn trọng”

đồng nghiệp tin cậy. Nếu Nam có nhiều báo cáo có tiếng thì hộp thư của Nam có nhiều thư. Nếu Nam là người cá biệt thì Nam không được bạn bè tôn trọng. Quan sát thấy rằng, hộp thư của Nam không có nhiều thư “.

3. $P3 \rightarrow P5$

4. $P2 \rightarrow \neg P6$

5. $\neg P5$

Các mệnh đề:

“ Nam hoặc là chuyên gia hoặc là người cá biệt. Nếu Nam là chuyên gia thì Nam có nhiều báo cáo có tiếng và được đồng nghiệp tin cậy. Nếu Nam có nhiều báo cáo có tiếng thì hộp thư của Nam có nhiều thư. Nếu Nam là người cá biệt thì Nam không được bạn bè tôn trọng. Quan sát thấy rằng, hộp thư của Nam không có nhiều thư “.

Các câu:

1. $(P1 \wedge \neg P2) \vee (\neg P1 \wedge P2)$
2. $P1 \rightarrow (P3 \wedge P4)$
3. $P3 \rightarrow P5$
4. $P2 \rightarrow \neg P6$
5. $\neg P5$

■ Các mệnh đề:

- P1 = “Nam là chuyên gia”
- P2 = “Nam là người cá biệt”
- P3 = “Nam có nhiều báo cáo có tiếng”
- P4 = “Nam được đồng nghiệp tin cậy”
- P5 = “Hộp thư của Nam có nhiều thư”
- P6 = “Nam được bạn bè tôn trọng”

■ Các câu:

1. $(P1 \wedge \neg P2) \vee (\neg P1 \wedge P2)$
2. $P1 \rightarrow (P3 \wedge P4)$
3. $P3 \rightarrow P5$
4. $P2 \rightarrow \neg P6$
5. $\neg P5$

$$A \vee (B \wedge C) = (A \vee B) \wedge (A \vee C)$$

$$A \Rightarrow B \quad \Leftrightarrow \quad \neg A \vee B$$

$$A \wedge (\neg A \vee B) \Leftrightarrow A \wedge B$$

$$A \vee (\neg A \wedge B) \Leftrightarrow A \vee B$$

| Biểu thức | STT | Clauses |
|--|-----|------------------------|
| $(P1 \wedge \neg P2) \vee (\neg P1 \wedge P2)$ | 1 | $P1 \vee P2$ |
| | 2 | $\neg P1 \vee \neg P2$ |
| $P1 \rightarrow (P3 \wedge P4)$ | 3 | $\neg P1 \vee P3$ |
| | 4 | $\neg P1 \vee P4$ |
| $P3 \rightarrow P5$ | 5 | $\neg P3 \vee P5$ |
| $P2 \rightarrow \neg P6$ | 6 | $\neg P2 \vee \neg P6$ |
| $\neg P5$ | 7 | $\neg P5$ |
| $\neg(\neg P6)$ | 8 | $P6$ |

| STT | Clauses |
|-----|------------------------|
| 1 | $P1 \vee P2$ |
| 2 | $\neg P1 \vee \neg P2$ |
| 3 | $\neg P1 \vee P3$ |
| 4 | $\neg P1 \vee P4$ |
| 5 | $\neg P3 \vee P5$ |
| 6 | $\neg P2 \vee \neg P6$ |
| 7 | $\neg P5$ |
| 8 | $P6$ |

| STT | Clauses | Ghi chú |
|-----|-----------|---------|
| 9 | $\neg P2$ | 6,8 |
| 10 | $P1$ | 1,9 |
| 11 | $P3$ | 10,3 |
| 12 | $P5$ | 11,5 |
| 13 | \square | 12,7 |

Các phương pháp biểu diễn tri thức cơ bản

Techniques of Knowledge Representation in AI

There are four techniques of representing knowledge such as:

1. Mô hình logic
2. Mô hình thủ tục
3. Mô hình mạng
4. Mô hình cấu trúc



Logic based representation – first order predicate logic, Prolog

Procedural representation – rules, production system

Network representation – semantic networks, conceptual graphs

Structural representation – scripts, frames, objects

Biểu diễn thủ tục (Procedural representation)

Biểu diễn thủ tục

Sử dụng tri thức thủ tục để biểu diễn tri thức.

- Biểu diễn tri thức như tập các chỉ thị lệnh để giải quyết vấn đề
- Các chỉ thị lệnh trong lược đồ thủ tục chỉ ra bằng cách nào giải quyết vấn đề

Tri thức thủ tục mô tả làm thế nào để thực hiện một tác vụ nào đó.

- Tập trung vào các nhiệm vụ cần thực hiện để đạt được một mục tiêu cụ thể. Ví dụ, nếu biết A và B là anh em trai ruột, để xác định ai là anh thì kiểm tra xem ai lớn tuổi hơn.
- Gồm **1 tập các chỉ thị lệnh** để giải quyết bài toán.

Hệ luật sinh là một ví dụ điển hình của tri thức thủ tục

Hệ luật sinh

Biểu diễn tri thức dưới dạng các luật, tư vấn những điều nên làm hoặc đưa ra các kết luận cho những tình huống cụ thể.

Bao gồm một tập các luật IF-THEN chứa cặp <condition, action> (if condition then action) mô tả các sự kiện, và trình biên dịch điều khiển việc áp dụng các luật, và các sự kiện được cho.

Sử dụng suy diễn tiến (đi từ dữ liệu đến mục tiêu), hoặc suy diễn lùi (đi từ mục tiêu về dữ liệu)

Hệ luật sinh

VD: Hệ luật sinh đơn giản dùng để sắp xếp một dãy các chữ cái a, b, c theo thứ tự từ điển

Production set:

1. ba \rightarrow ab
2. ca \rightarrow ac
3. cb \rightarrow bc

lặp đến khi mẫu trong bộ nhớ làm việc không còn khớp với điều kiện của bất kỳ luật sinh nào.

| Iteration # | Working memory | Conflict set | Rule fired |
|-------------|----------------|--------------|------------|
| 0 | cbaca | 1, 2, 3 | 1 |
| 1 | cabca | 2 | 2 |
| 2 | acbca | 2, 3 | 2 |
| 3 | acbac | 1, 3 | 1 |
| 4 | acabc | 2 | 2 |
| 5 | aacbc | 3 | 3 |
| 6 | aabcc | \emptyset | Halt |

Biểu diễn mạng (Network representation)

Biểu diễn mạng

Tri thức được biểu diễn dưới dạng đồ thị: các đỉnh là các đối tượng hoặc khái niệm, các cung là quan hệ giữa chúng.

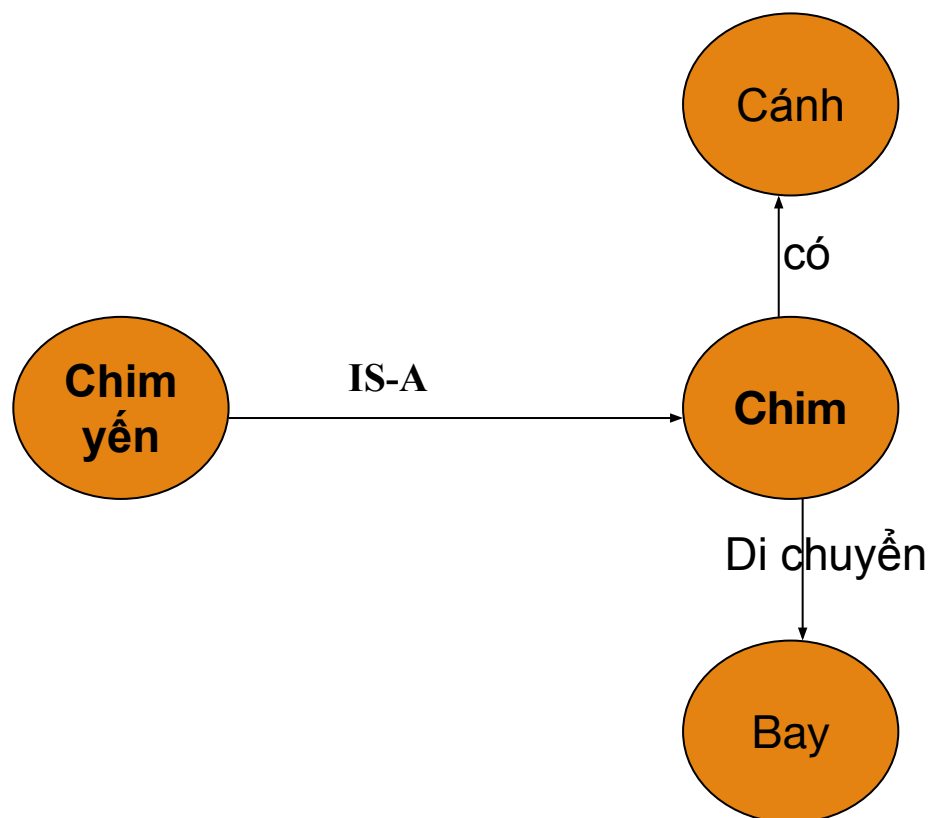
Các ví dụ về loại lược đồ này gồm: mạng ngữ nghĩa, phụ thuộc khái niệm, đồ thị khái niệm...

Biểu diễn tri thức bằng mạng ngữ nghĩa

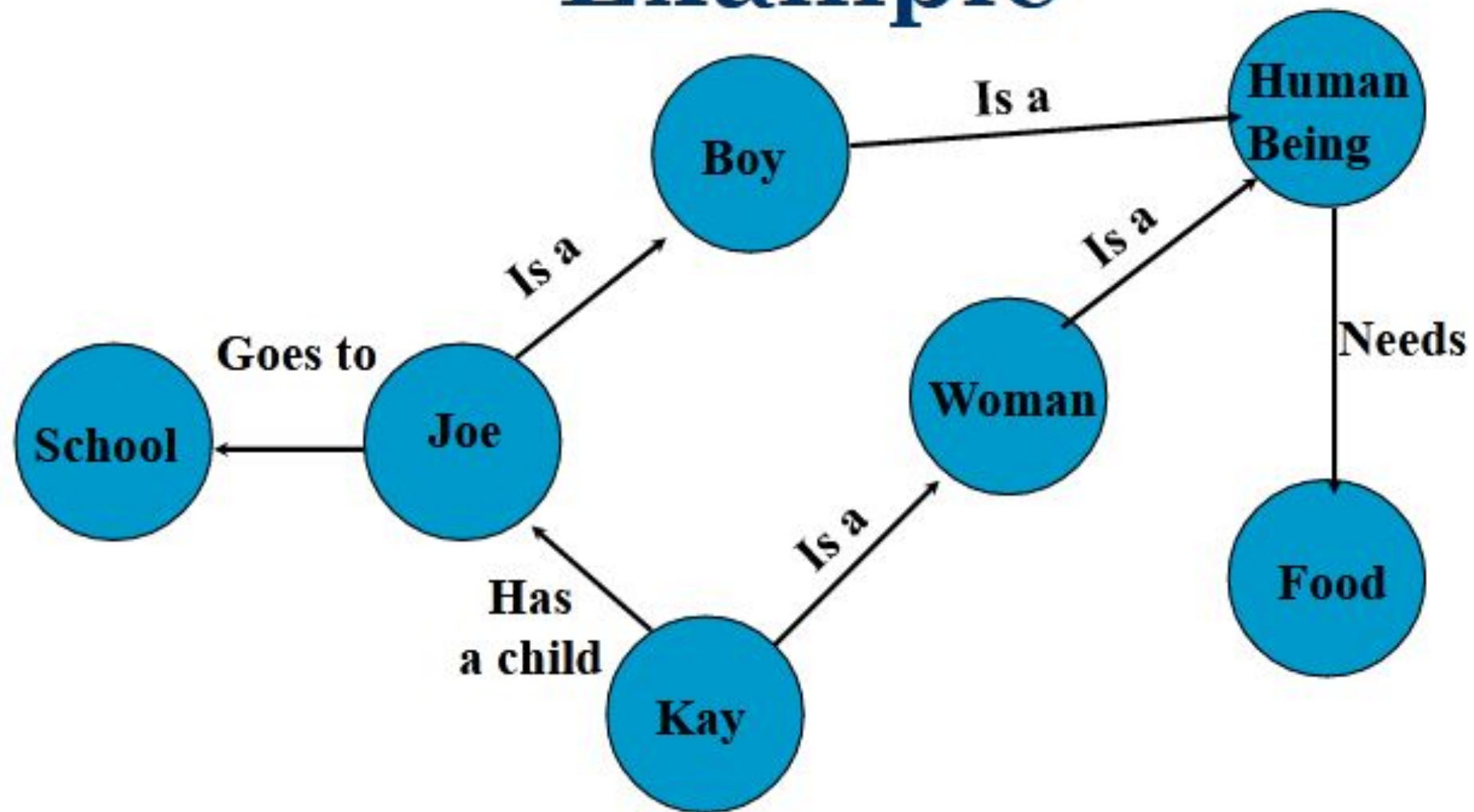
Định nghĩa: Là một lược đồ biểu diễn kiểu mạng, dùng đồ thị để biểu diễn tri thức. Các đỉnh biểu diễn đối tượng; các cung biểu diễn quan hệ giữa chúng.

Xem mạng bên:

- Có hai đỉnh biểu diễn đối tượng, và hai đỉnh còn lại biểu diễn thuộc tính.
- đỉnh có nhãn: “Chim” nối với hai đỉnh thuộc tính có nhãn: “Cánh”, “Bay” nên có thể biểu diễn: “Một con chim thì có cánh và có hình thức di chuyển là bay”.
- Đỉnh có nhãn “Chim yến” nối với đỉnh “Chim” thông qua cung đặc biệt “IS-A” nói lên: “Chim yến là một loài chim”. Vì vậy chim yến có thể sở hữu các thuộc tính: có cánh, bay như một con chim thông thường.



Semantic Network Example



Biểu diễn cấu trúc (Structural representation)

Biểu diễn cấu trúc

Là một mở rộng của lược đồ mạng; bằng cách cho phép các node có thể là một CTDL phức tạp gồm các khe (slot) có tên và giá trị, hay một thủ tục.

Chính vì vậy nó tích hợp cả dạng khai báo và thủ tục.

Khung (frame), đối tượng (object) là ví dụ của lược đồ này

Biểu diễn tri thức bằng Frame

Frame – khung:

Là một cấu trúc dữ liệu chứa tất cả tri thức về một đối tượng cụ thể. Frame là cấu trúc dạng hướng đối tượng trong AI và các hệ chuyên gia

Một khung có cấu trúc như hình vẽ bên.

Cấu trúc của frame:

Đặc tả cho một frame gồm các thành phần cơ bản sau:

1. Frame name: tên của frame.

- Nếu frame biểu diễn cho một cá thể nào đó, thì đây là tên của cá thể. Ví dụ: an, nam, lulu,...

Frame name:

Object1

Class:

Object2

Properties:

Property

Value1

1

Property

Value2

2

...

...

...

...

Biểu diễn tri thức bằng Frame

- Nếu Frame biểu diễn cho một lớp, thì đây là tên lớp. Ví dụ: chim, động vật, ...

2. Class: Tên loại.

- Nếu thành phần này xuất hiện, nó cho biết rằng frame mà chúng ta đang biểu diễn có loại là giá trị trường class. ***□ Cho phép thành lập quan hệ thừa kế IS-A.***

Như ví dụ trên, chúng ta có:

Object1 IS-A Object2

3. Các thuộc tính (property): Khi biểu diễn một frame chúng ta có thể thiết lập một hay nhiều thuộc tính cho nó, như ví dụ sau:

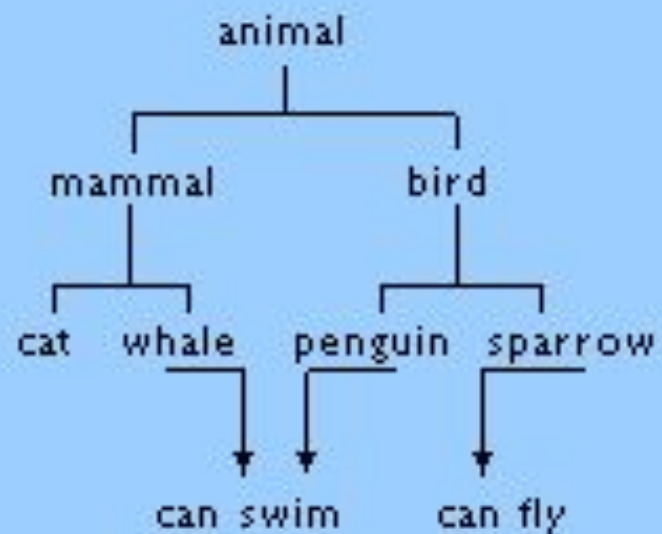
| | |
|--------------------|------------------|
| Frame name: | chim |
| Properties: | |
| màu | Chưa biết |
| ăn | Côn trùng |
| Số cánh | 2 |
| bay | true |
| đói | Chưa biết |
| Hoạt động | Chưa biết |

The End

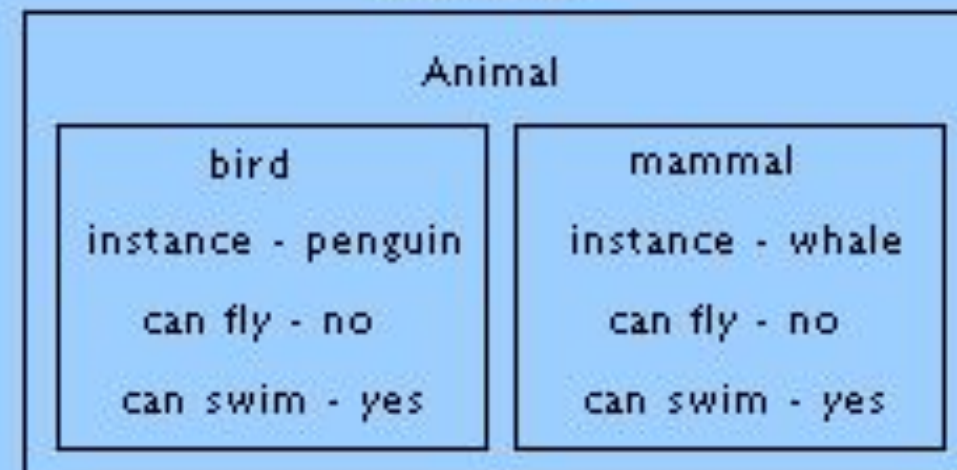
Example: Representation Methods

STORING INFORMATION

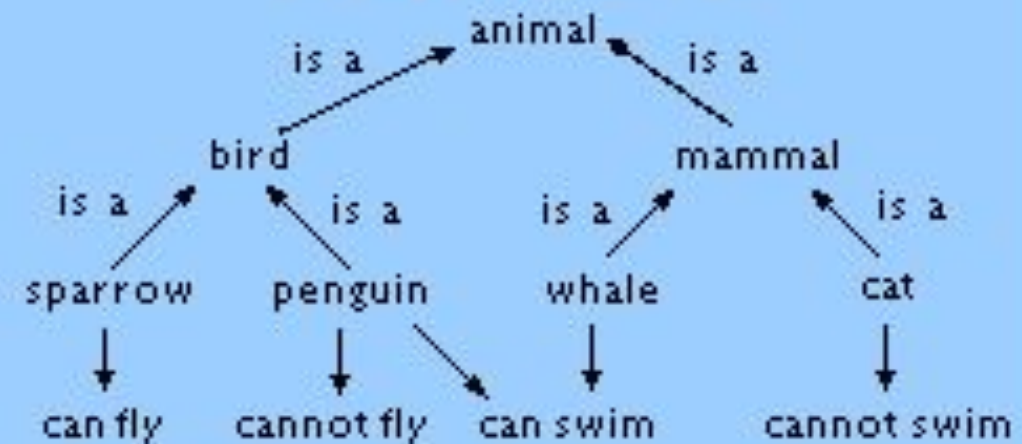
TREE STRUCTURE



FRAME



SEMANTIC NET



[Guinness 1995]