

CHƯƠNG 3: BIỂU DIỄN TRI THỨC

1

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

2

2

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!

3

Tri thức (knowledge) là gì?

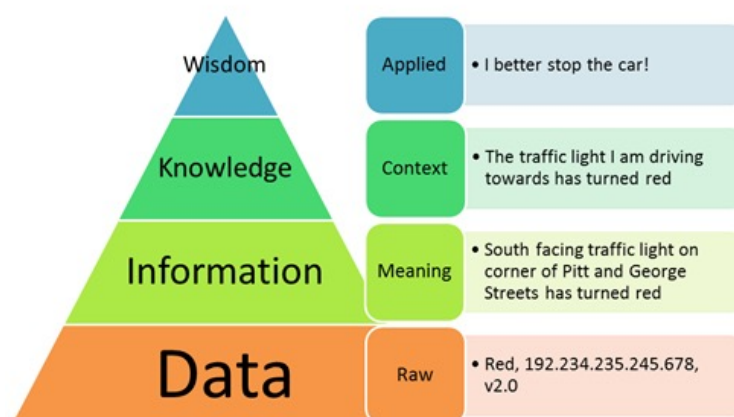


- Những dữ kiện, thông tin, sự mô tả, hoặc kỹ năng có được nhờ **trải nghiệm** hay **thông qua học tập**.
- Chỉ **sự hiểu biết** về một đối tượng về mặt lý thuyết hay thực hành.
- Sự thành tựu tri thức liên quan đến những quá trình nhận thức phức tạp: tri giác, truyền đạt, liên hệ, và suy luận
- Tri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

4

4

Tri thức (knowledge) là gì?



© 2011 Angus McDonald

5

5

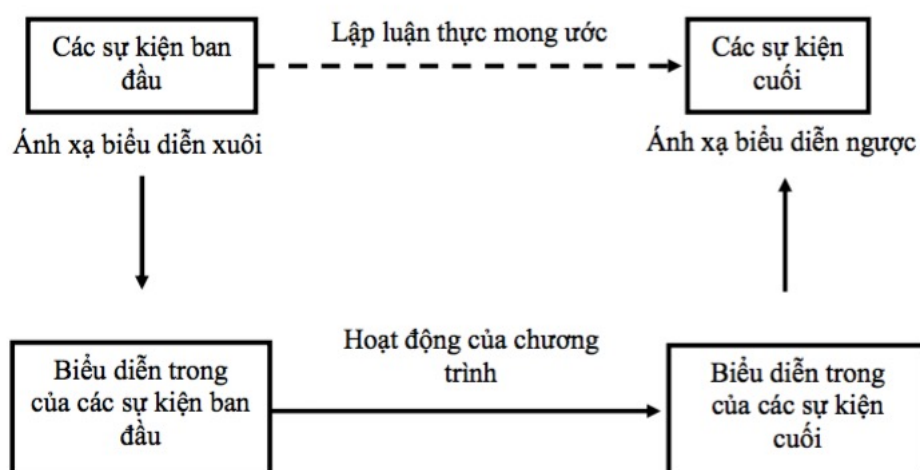
Biểu diễn tri thức

- 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.

6

6

Biểu diễn và ánh xạ



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

7

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

8

8

LOGIC MỆNH ĐỀ

9

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 \Rightarrow Đúng
 - Số 122 chia hết cho 3 \Rightarrow Sai
 - Sáng nay trời mưa to \Rightarrow ?
 - Hôm nay là quốc khánh \Rightarrow ?

10

10

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

$$\begin{array}{ccc} 2 + 3 = 5 & ; & 3 * 4 = 10 \\ x + 1 = 2 & ; & x + y = z \end{array}$$

11

11

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

12

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”: $\neg r \rightarrow s$

13

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

14

14

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

15

15

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
T	F	F	F	T	F	F
F	T	T	F	T	T	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)

16

16

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.

17

17

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:

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

18

18

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)

19

19

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”.

20

20

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”.

21

21

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.

22

22

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.

23

23

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

24

24

Mệnh đề tương đương

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

- Dạng phủ định kép**

$$\neg\neg A \Leftrightarrow A$$

- Dạng tuyển**

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

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

$$A \vee A \Leftrightarrow A$$

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

25

25

Mệnh đề tương đương

- Dạng hội**

$$A \wedge \text{TRUE} \Leftrightarrow A$$

$$A \wedge \text{FALSE} \Leftrightarrow \text{FALSE}$$

$$A \wedge A \Leftrightarrow A$$

$$A \wedge \neg A \Leftrightarrow \text{FALSE}$$

- Dạng kéo theo (suy ra)**

$$A \Rightarrow \text{TRUE} \Leftrightarrow \text{TRUE}$$

$$A \Rightarrow \text{FALSE} \Leftrightarrow \neg A$$

$$\text{TRUE} \Rightarrow A \Leftrightarrow A$$

$$\text{FALSE} \Rightarrow A \Leftrightarrow \text{TRUE}$$

$$A \Rightarrow A \Leftrightarrow \text{TRUE}$$

26

26

Mệnh đề tương đương

• Dạng hấp thu

$$\begin{aligned} A \wedge (A \vee B) &\Leftrightarrow A \\ A \vee (A \wedge B) &\Leftrightarrow A \\ A \wedge (\neg A \vee B) &\Leftrightarrow A \wedge B \\ A \vee (\neg A \wedge B) &\Leftrightarrow A \vee B \end{aligned}$$

• Dạng De Morgan

$$\begin{aligned} \neg (A \wedge B) &\Leftrightarrow \neg A \vee \neg B \\ \neg (A \vee B) &\Leftrightarrow \neg A \wedge \neg B \end{aligned}$$

27

27

Mệnh đề tương đương

• Dạng biến đổi tương đương:

$$\begin{aligned} A \Rightarrow B &\Leftrightarrow \neg A \vee B \\ \neg (A \Rightarrow B) &\Leftrightarrow A \wedge \neg B \\ \neg (A \Rightarrow A) &\Leftrightarrow A \wedge \neg A &\Leftrightarrow \text{FALSE} \\ (P \Rightarrow Q) &\Leftrightarrow (\neg Q \Rightarrow \neg P) && \text{(luật tương phản)} \end{aligned}$$

• 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

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

• Phép \vee có khả năng phân phối trên \wedge

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

28

28

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

29

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

30

Luật suy diễn

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

$$P$$

$$Q$$

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

$$\neg Q$$

$$\neg P$$

31

31

Luật suy diễn

- Luật Hội

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

- Luật đơn giản

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

32

32

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

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

33

33

Chứng minh dựa trên các luật suy diễn

- **Mệnh đề thực tế:**

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

- **Mệnh đề logic:**

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

34

34

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 \rightarrow 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:
 - $P \rightarrow Q$
 - $\neg Q$
- Vậy theo luật suy diễn MT $\rightarrow \neg P$ là đúng.
- Nghĩa là: “Nam **KHÔNG** có nhiều tiền”

35

35

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

36

36

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).

37

37

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?

38

38

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

39

39

Thủ tục hợp giải (Resolution)

40

40

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**

41

41

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; $P \wedge Q$.

42

42

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.

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).

43

43

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

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

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

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

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

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

44

44

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

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

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

45

45

Chuyển đổi về CNF

- **Loại bỏ dấu mũi tên ($\Leftrightarrow \Rightarrow$)** 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**

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

46

46

Ví dụ

- Chuyển biểu thức sau về dạng chuẩn CNF

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

- Loại bỏ dấu mũi tên (\Leftrightarrow) 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

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

47

47

Ví dụ

- Chuyển biểu thức sau về dạng chuẩn CNF

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

- Loại bỏ dấu mũi tên (\Leftrightarrow) 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

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

- 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

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

48

48

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

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

49

49

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."

50

50