

Chapter 3.

Representation and processing of knowledge

Nội dung

Một số định nghĩa

Một số thuật toán liên quan đến logic mệnh đề

Suy diễn tiến và suy diễn lùi

Một số trò chơi

MỘT SỐ ĐỊNH NGHĨA

- **Tri thức** là những điều hiểu biết có hệ thống về sự vật, hiện tượng tự nhiên hoặc xã hội.
- Tri thức có được thông qua quá trình thu nhận dữ liệu, xử lí, lưu trữ, sau đó được đưa vào mạng tri thức đã có. Trên cơ sở đó, thực hiện các liên kết, suy diễn, kiểm chứng để sinh ra tri thức mới.
- Tri thức là điều kiện tiên quyết của các hành xử thông minh.

Phân loại tri thức

- *Tri thức thủ tục*

- Mô tả cách thức giải quyết một vấn đề;
- Loại tri thức này đưa ra giải pháp để thực hiện một công việc nào đó. Ví dụ: các luật, chiến lược, thủ tục.

- *Tri thức khai báo*

- Cho biết một vấn đề được thấy như thế nào;
- Loại tri thức này bao gồm các phát biểu đơn giản, dưới dạng các khẳng định logic đúng hoặc sai.

- ***Siêu tri thức***

- Mô tả tri thức về tri thức;
- Loại tri thức này giúp lựa chọn tri thức thích hợp nhất trong số các tri thức khi giải quyết một vấn đề.

- ***Tri thức heuristic***

- Mô tả các “mẹo” để dẫn dắt tiến trình lập luận;
- Tri thức heuristic là tri thức không bảo đảm hoàn toàn 100% chính xác về kết quả giải quyết vấn đề.
- Các chuyên gia thường dùng các tri thức khoa học như sự kiện, luật,... sau đó chuyển chúng thành các tri thức heuristic để thuận tiện trong việc giải quyết một số bài toán.

- ***Tri thức có cấu trúc***

- Mô tả tri thức theo cấu trúc;
- Loại tri thức này mô tả mô hình tổng quan hệ thống theo quan điểm của chuyên gia, bao gồm khái niệm, khái niệm con, đối tượng, diễn tả chức năng và mối liên hệ giữa các tri thức dựa theo cấu trúc xác định.

Sự phân lớp của tri thức



Đặc điểm của tri thức

- *Tự giải thích nội dung*
 - Tri thức tự giải thích nội dung còn dữ liệu không tự giải thích được.
- *Có cấu trúc*
 - Một trong những đặc trưng cơ bản của nhận thức con người đối với thế giới xung quanh là khả năng phân tích cấu trúc đối tượng: là một bộ phận của toàn thể, là một giống của một loài nào đó.
- *Có mối liên hệ*
- *Có tính chủ động*
 - Dữ liệu hoàn toàn bị động do con người khai thác, còn tri thức thì có tính chủ động.

MỘT SỐ THUẬT TOÁN LIÊN QUAN ĐẾN LOGIC MỆNH ĐỀ

- Một trong những vấn đề quan trọng của logic mệnh đề là chứng minh tính đúng đắn của phép suy diễn ($p \rightarrow q$).
- Với hai phép suy diễn logic mệnh đề và các phép biến đổi, hay lập bảng chân trị ta cũng có thể chứng minh được phép suy diễn. Tuy nhiên, thao tác này rất khó cài đặt trên máy tính hoặc độ phức tạp quá lớn $O(2^n)$.

- Chúng ta sẽ nghiên cứu hai phương pháp chứng minh mệnh đề với độ phức tạp $O(n)$:
 - Thuật toán Vương Hạo
 - Thuật toán Robinson

Thuật toán Vương Hạo

- Bước 1: Phát biểu lại giả thiết và kết luận của bài toán dưới dạng chuẩn sau:

$$GT_1, GT_2, \dots, GT_{n-1}, GT_n \rightarrow KL_1, KL_2, \dots, KL_{m-1}, KL_m$$

Trong đó các GT_i và KL_j được xây dựng từ các biến mệnh đề và các phép toán \wedge, \vee, \neg .

- Bước 2: Chuyển về các giá trị GT_i, KL_j có dạng phủ định.
- Bước 3: Thay phép toán \wedge ở GT_i và phép toán \vee ở KL_j bằng dấu “”
, .

Bước 4: Nếu dòng hiện hành có một trong hai dạng sau:

Dạng 1:

$$GT_1, GT_2, \dots, a \vee b, \dots, GT_{n-1}, GT_n \rightarrow KL_1, KL_2, \dots, KL_{m-1}, KL_m$$

Thì thay bằng hai dòng:

$$\begin{cases} GT_1, GT_2, \dots, a, \dots, GT_{n-1}, GT_n \rightarrow KL_1, KL_2, \dots, KL_{m-1}, KL_m \\ GT_1, GT_2, \dots, b, \dots, GT_{n-1}, GT_n \rightarrow KL_1, KL_2, \dots, KL_{m-1}, KL_m \end{cases}$$

Dạng 2:

$$GT_1, GT_2, \dots, GT_{n-1}, GT_n \rightarrow KL_1, KL_2, \dots, a \wedge b, \dots, KL_{m-1}, KL_m$$

Thì thay bằng hai dòng:

$$GT_1, GT_2, \dots, GT_{n-1}, GT_n \rightarrow KL_1, KL_2, \dots, a, \dots, KL_{m-1}, KL_m$$

$$GT_1, GT_2, \dots, GT_{n-1}, GT_n \rightarrow KL_1, KL_2, \dots, b, \dots, KL_{m-1}, KL_m$$

- Bước 5: Một dòng được chứng minh nếu tồn tại chung một mệnh đề ở cả hai vế.
- Bước 6:
 - 6.a. Một vấn đề được giải quyết trọn vẹn nếu mọi dòng dẫn xuất biểu diễn ở dạng chuẩn được chứng minh.
 - 6.b. Nếu một dòng không còn dấu liên kết \wedge , \vee và cả hai vế không có chung mệnh đề nào thì dòng đó không được chứng minh.

Thuật toán ROBINSON (thuật toán hợp giải)

Luật hợp giải:

$$\alpha \vee \beta$$

$$\frac{\neg\beta \vee \gamma}{\alpha \vee \gamma}$$

Bước 1: Phát biểu lại giả thiết và kết luận bài toán dưới dạng chuẩn sau.

$$GT_1, GT_2, \dots, GT_n \rightarrow KL_1, KL_2, \dots, KL_m$$

Trong đó các GT_i và KL_i được xây dựng nhờ các biến mệnh đề và các phép toán \vee, \wedge, \neg

Bước 2: Biến đổi dòng trên thành danh sách các mệnh đề

$$\{GT_1, GT_2, \dots, GT_n, \neg KL_1, \neg KL_2, \dots, \neg KL_m\}$$

Bước 3: Nếu trong danh sách các mệnh đề ở bước 2 có 2 mệnh đề đối ngẫu nhau (dạng $\{a, \neg a\}$) thì vấn đề được giải quyết xong, còn không thì chuyển sang bước 4.

Bước 4: Xây dựng 1 mệnh đề mới bằng cách tuyển 1 cặp mệnh đề trong danh sách các mệnh đề ở bước 2, nếu mệnh đề mới có các biến mệnh đề đối ngẫu nhau thì những biến đối đó được loại bỏ.

Bước 5: Bổ sung mệnh đề mới vào danh sách và loại bỏ 2 mệnh đề cũ vừa tạo thành mệnh đề mới ra khỏi danh sách.

Bước 6: Nếu không xây dựng thêm mệnh đề mới nào và trong danh sách các mệnh đề không có 2 mệnh đề đối ngẫu nhau thì vấn đề phát biểu ở dạng chuẩn bước 1 là sai

Ví dụ 1

Chứng minh bài toán bằng phương pháp Vương Hạo

$$((p \rightarrow q) \wedge (q \rightarrow r)) \rightarrow (\bar{r} \rightarrow \bar{p})$$

$$\Leftrightarrow ((\bar{p} \vee q) \wedge (\bar{q} \vee r)) \rightarrow (r \vee \bar{p})$$

$$\Leftrightarrow \bar{p} \vee q, \bar{q} \vee r \rightarrow r, \bar{p}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} \bar{p}, \bar{q} \vee r \rightarrow r, \bar{p} & (cm) \\ q, \bar{q} \vee r \rightarrow r, \bar{p} & (1) \end{cases}$$

$$(1) \Leftrightarrow \begin{cases} q, r \rightarrow r, \bar{p} & (cm) \\ q, \bar{q} \rightarrow r, \bar{p} & (2) \end{cases}$$

$$(2) \Leftrightarrow q \rightarrow r, \bar{p}, q \text{ (cm)}$$

Vậy bài toán được chứng minh

Bài tập tương tự

Cho cơ sở tri thức $KB = (p \rightarrow q) \wedge (\bar{q} \wedge (p \vee \bar{q}))$. Hãy sử dụng thuật toán Vương Hạo kiểm tra xem $\overline{p \vee q}$ có được suy ra từ cơ sở tri thức KB hay không ?

Ví dụ 2

Chứng minh bài toán bằng phương pháp Robinson

$$((p \rightarrow q) \wedge (q \rightarrow r)) \rightarrow (\bar{r} \rightarrow \bar{p})$$

$$\Leftrightarrow ((\bar{p} \vee q) \wedge (\bar{q} \vee r)) \rightarrow (r \vee \bar{p})$$

$$\Leftrightarrow \bar{p} \vee q, \bar{q} \vee r \rightarrow r, \bar{p}$$

$$\Leftrightarrow \bar{p} \vee q, \bar{q} \vee r, \bar{r}, p \quad (1)$$

Chọn cặp các mệnh đề $\bar{p} \vee q, \bar{q} \vee r$

$$(1) \Leftrightarrow \bar{p} \vee r, \bar{r}, p \quad (2)$$

Chọn cặp các mệnh đề $\bar{p} \vee r, \bar{r}$

$$(2) \Leftrightarrow \bar{p}, p \text{ đây là cặp mệnh đề đối ngẫu.}$$

Theo thuật toán Robinson, bài toán đã được chứng minh.

SUY DIỄN TIỀN VÀ SUY DIỄN LÙI

Suy diễn tiến

- Bắt đầu từ các ký hiệu mệnh đề được cho là đúng trong KB, áp dụng liên tiếp các luật Modus ponens trên các câu kéo theo trong KB để suy diễn ra các ký hiệu mới:
 - Nếu danh sách các ký hiệu được suy diễn ra chứa ký hiệu đích q thì dừng và thông báo suy diễn thành công.
 - Nếu danh sách các ký hiệu suy diễn không chứa q và cũng không thể sinh tiếp được nữa thì thông báo suy diễn thất bại.

- Cách suy diễn này gọi là suy diễn tiến (hay suy diễn tam đoạn luận tiến).
- Suy diễn tiến còn được gọi là suy luận điều khiển bởi dữ liệu (data - driven reasoning), hoặc suy luận định hướng dữ liệu (data - directed reasoning).

Ví dụ 3

Giả sử ta có các công thức sau:

$$Q \wedge S \Rightarrow G \vee H \quad (1)$$

$$P \Rightarrow Q \quad (2)$$

$$R \Rightarrow S \quad (3)$$

$$P \quad (4)$$

$$R \quad (5)$$

Giả sử ta cần chứng minh công thức $G \vee H$.

Ví dụ 4

Giả sử cơ sở sự kiện là **H** và **K**, cơ sở tri thức gồm các luật sau:

L1: $A \rightarrow E$

L2: $B \rightarrow D$

L3: $H \rightarrow A$

L4: $E \wedge G \rightarrow C$

L5: $E \wedge K \rightarrow B$

L6: $D \wedge E \wedge K \rightarrow C$

L7: $G \wedge K \wedge F \rightarrow A$

Ta cần kiểm tra xem $q=C$ có được suy ra từ cơ sở tri thức trên nay không ?

Ta có: **[H, K]**

- + Theo giả thuyết H đúng và $H \rightarrow A$ đúng
 $\Rightarrow A$ đúng
- + Ta có: A đúng và $A \rightarrow E$ đúng
 $\Rightarrow E$ đúng
- + Ta có: E đúng, K đúng và $E \wedge K \rightarrow B$ đúng
 $\Rightarrow B$ đúng
- + Ta có: B đúng và $B \rightarrow D$ đúng
 $\Rightarrow D$ đúng
- + Ta có: D, E, K đều đúng $D \wedge E \wedge K$ đúng và $D \wedge E \wedge K \rightarrow C$ đúng
 $\Rightarrow C$ đúng (đpcm)

Suy diễn lùi

- Xuất phát từ đích q , chúng ta xem có bao nhiêu câu Horn kéo theo nào trong KB có q là phần đầu của luật kéo theo, chúng ta lại kiểm tra xem các ký hiệu mệnh đề nằm trong phần điều kiện của các luật này (các đích trung gian) xem có suy diễn được từ KB không,
- Cứ áp dụng ngược các luật đến khi nào các đích trung gian được xác nhận là đúng trong KB thì kết luận suy diễn thành công, hoặc kết luận không thành công khi có tất cả các nhánh đều không chứng minh được các đích trung gian không suy diễn được từ KB.
- Thuật toán này gọi là giải thật suy diễn lùi (hoặc là thuật toán suy diễn tam đoạn luận lùi).
- Suy luận lùi còn được gọi là suy luận định hướng mục đích (goal - oriented reasoning).

So sánh suy diễn tiến và suy diễn lùi

Suy diễn tiến

- Ưu điểm:
 - ✓ Làm việc tốt khi bài toán có bản chất là đi thu thập thông tin rồi thấy điều cần suy diễn.
 - ✓ Cho ra khối lượng lớn các thông tin từ một số thông tin ban đầu. Nó sinh ra nhiều thông tin mới.
 - ✓ Suy diễn tiến là tiếp cận lý tưởng với các loại bài toán cần giải quyết các nhiệm vụ như lập kế hoạch , điều hành, điều khiển và diễn dịch.

Nhược điểm của suy luận tiến

- ✓ Không cảm nhận được rằng chỉ một vài thông tin quan trọng hệ thống hỏi các câu hỏi mà không biết rằng chỉ một ít câu hỏi đã đi đến kết luận được.
- ✓ Hệ thống có thể hỏi cả câu hỏi không liên quan. Có thể các câu trả lời cũng quan trọng nhưng làm người dung lúng túng khi phải trả lời các câu không dính đến chủ đề.

Ưu điểm của suy luận lùi

- ✓ Phù hợp với bài toán đưa ra giả thiết và liệu giả thiết đó có đúng hay không ?
- ✓ Tập trung vào đích đã cho. Nó tạo ra một loạt câu hỏi chỉ liên quan đến vấn đề đang xét, thuận tiện đối với người dung.
- ✓ Khi suy diễn điều gì từ thông tin đã biết, nó chỉ tìm trên một phần của cơ sở tri thức thích đáng đối với bài toán đang xét.
- ✓ Suy diễn lùi được đánh giá cao trong các bài toán chẩn đoán, dự đoán và tìm lỗi.

Nhược điểm của suy luận lùi

- ✓ Nhược điểm cơ bản của loại suy diễn này là nó thường tiếp theo dòng suy diễn thay vì đúng ra phải dừng ở đó mà sang nhánh khác.
- ✓ Như vậy dựa vào ưu, khuyết của từng loại suy diễn mà ta nên chọn kỹ thuật suy diễn nào (chẳng hạn nếu cần thu thập dữ liệu rồi mới quyết định suy diễn thì ta nên chọn suy diễn tiến); còn nếu đã có giả thiết và cần chứng minh cái đích này thì ta dùng suy diễn lùi.

VD 5a

Sử dụng phương pháp suy diễn giải bài toán sau:

Cho các công thức đúng sau:

$$e \wedge x \rightarrow d$$

$$c \wedge e \rightarrow d$$

$$f \wedge e \rightarrow g$$

$$e \rightarrow b$$

$$e \rightarrow c$$

$$b \wedge d \wedge x \rightarrow f$$

Từ tập cơ sở tri thức $KB = \{e, x\}$ đúng; hãy chứng minh g đúng.

VD 5b

Sử dụng phương pháp suy diễn giải bài toán sau:

Cho các công thức đúng sau:

$$t \rightarrow q;$$

$$q \rightarrow s;$$

$$r \rightarrow p;$$

$$s \wedge p \rightarrow u \vee v;$$

Từ tập cơ sở tri thức $KB = \{t, r\}$ đúng; hãy chứng minh $u \vee v$ đúng.

VD 5c

Cho 8 luật sau đây là đúng:

$a;$

$b;$

$a \rightarrow c;$

$b \rightarrow d;$

$c \rightarrow e;$

$a \wedge d \rightarrow e;$

$b \wedge c \rightarrow f;$

$e \wedge f \rightarrow g;$

Hãy sử dụng cơ chế suy diễn tiến kiểm tra xem g có được suy ra từ các luật trên hay không ?

VD 5d

$p;$

$t;$

$s \vee t \rightarrow q;$

$p \wedge q \rightarrow r$

Hãy sử dụng cơ chế suy diễn lùi kiểm tra xem r có được suy ra từ các luật trên hay không ?

MỘT SỐ TRÒ CHƠI

(bộ suy diễn, lập trình trò chơi)

Ví dụ 6: Trò chơi đong nước

Cho hai bình có dung tích a và b lít, làm thế nào để đong được chính xác c lít ?

Các luật của bài toán đong nước

L1. Nếu bình a lít đầy thì đổ hết nước bình a lít đi.

L2. Nếu bình b lít rỗng thì đổ đầy nước vào bình b lít.

L3. Nếu bình a lít không đầy và bình b lít không rỗng thì đổ nước từ bình b lít sang bình a lít (cho tới khi bình a lít đầy hoặc bình b lít hết nước).

Ghi chú:

-Điều kiện của a, b, c để bài toán đong nước là có lời giải ?

-Đối với các bài toán nhiều hơn 2 bình, có thể chuyển về bài toán 2 bình để áp dụng các luật trên.

Áp dụng:

Áp dụng giải bài toán đong nước khi bình 1 đựng 8 lít, bình 2 đựng 10 lít và số nước cần đong là 6 lít. Yêu cầu mô tả số nước ở mỗi bình sau khi áp dụng mỗi luật và hãy ghi rõ đó là luật thứ mấy trong các luật đã nêu ?

Thứ tự	A	b	Luật	Ghi chú
0	0	0		Ban đầu các bình rỗng
1	0	10	2	
2	8	2	3	
3	0	2	1	
4	2	0	3	
5	2	10	2	
6	8	4	3	
7	0	4	1	
8	4	0	3	
9	4	10	2	
10	8	6	3	Dừng

Ví dụ 6.a

Có một người nông dân nuôi bò sữa. Một hôm, có một người khách muốn mua đúng 8 lít sữa, nhưng người nông dân chỉ có một can dung tích 16 lít đựng đầy sữa, một can dung tích 7 lít (rỗng) và một can dung tích 3 lít (rỗng). Chỉ được sử dụng 3 can trên của mình, hỏi làm thế nào để người nông dân lấy ra được 8 lít sữa cho khách mua hàng ?

Ví dụ 6.b

- Hãy giải thích rằng bài toán đong nước khi $a=125$; $b=50$; $c=75$ (c là số nước cần đong) là có lời giải. Hãy mô tả quá trình sử dụng các luật giải bài toán trên.
- Hãy cho biết bài toán $a=942$; $b=470$; $c=175$ có lời giải hay không ? giải thích

Ví dụ 7. Trò chơi NIM

Có 3 đồng sỏi, mỗi đồng sỏi có n_1, n_2 và n_3 viên. Người chơi đến lượt mình được bốc sỏi từ một đồng sỏi bất kỳ một số viên sỏi bất kỳ (>0), Người nào đến lượt chơi mà không còn sỏi để bốc là người thua cuộc.

Hãy lập trình cho trò chơi NIM.

Ví dụ 8. Trò chơi caro

Hình vẽ minh họa

