

Chapter 3.

Representation and processing of knowledge

Nội dung

Một số định nghĩa

Một số thuật toán liên quan đến logic mệnh đề

Hệ thống dựa trên luật

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 lý, 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:

$$\alpha \vee \beta$$

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

$$\alpha \vee \gamma$$

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 đổi 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.

HỆ THỐNG DỰA TRÊN LUẬT: Suy diễn tiến và suy diễn lùi

Hệ thống dựa trên luật (rule based systems - RBS) là một trong những loại hệ cơ sở tri thức, trong đó tri thức được biểu diễn dưới dạng một hay nhiều tập luật. Kiến trúc điển hình của những hệ thống này gồm cơ sở tri thức và bộ phận diễn dịch. Cơ sở tri thức chia làm 2 phần: cơ sở luật (rule base) và cơ sở sự kiện (fact base). Cơ sở luật lưu trữ các luật có thể áp dụng, mỗi luật đều có phần điều kiện. Cơ sở sự kiện chứa các sự kiện, mỗi sự kiện là một luật không có điều kiện, đó là các giả thiết đúng đã cho hay đã được chứng minh.

Suy diễn tiến (forward chaining)

- Hệ thống suy diễn tiến lấy những thông tin đã có (các sự kiện đã cho) để sinh ra các sự kiện có thể sinh ra được. Bởi vậy không thể dự đoán trước được những sự kiện sẽ nhận ở đầu ra của cơ chế suy diễn này. Những gì thu được ở đầu ra có thể hữu ích vì đem lại những điều mới mẻ hoặc khám phá ra phương án giải quyết bài toán, nhưng cũng có thể lãng phí thời gian khi sinh ra những thông tin không thích đáng.
- Suy diễn tiến còn được gọi là suy diễn điều khiển bởi dữ liệu (data - driven) hay hướng dữ liệu (data - directed reasoning).

- Ý tưởng của suy diễn tiến là áp dụng luật suy diễn Modus Ponens tổng quát để từ các sự kiện đã có, dựa trên các phép kéo theo (thể hiện bằng luật) tạo ra một chuỗi các khẳng định - chính là các sự kiện mới.
- Một luật được sử dụng trong suy diễn và sinh ra sự kiện mới nếu tất cả phần điều kiện của luật khớp với các sự kiện đã biết, tức là mỗi điều kiện của nó đều được thỏa mãn nhờ các sự kiện nào đó đang có trong cơ sở sự kiện.

Có thể mô tả hoạt động suy diễn tiến của một RBS đơn giản như sau:

- Lấy thông tin từ môi trường bên ngoài, thường là yêu cầu người sử dụng đưa các sự kiện vào hệ thống. Những sự kiện ban đầu này được đặt vào bộ nhớ làm việc (cơ sở sự kiện).
- Duyệt các luật trong cơ sở luật, với mỗi luật kiểm tra xem phần điều kiện có khớp được với dữ liệu có trong bộ nhớ làm việc hay không ?
- Nếu phát hiện được một luật có phần điều kiện khớp được như nói trên, thì phần kết luận của luật này được xem là đúng và sự kiện mới đó được bổ sung vào bộ nhớ làm việc và lặp lại quá trình duyệt các luật để tìm ra các sự kiện mới.
- Khi kết thúc suy diễn thì bộ nhớ làm việc chứa các sự kiện được cho ban đầu và những sự kiện được sinh ra nhờ quá trình suy diễn.

Suy diễn lùi (backward chaining)

- Suy diễn lùi còn được gọi là suy diễn điều khiển hướng đích (goal - driven). Hệ thống suy diễn lùi lấy những thông tin đã có (các sự kiện đã cho) để chứng minh hay bác bỏ một giả thuyết. Giả thiết cần chứng minh được gọi là đích. Hệ thống suy diễn lùi bắt đầu từ đích cần chứng minh. Với những luật có phần kết luận khớp với đích đang xét, có thể thấy đích được chứng minh nếu những điều kiện của luật này được thỏa đúng. Như vậy để chứng minh đích ban đầu, quá trình suy diễn dẫn đến việc chứng minh các đích khác được gọi là các đích con (hay các đích trung gian).

- Việc chứng minh mỗi đích còn lại được quy về chứng minh các đích con của nó, đó là một quá trình đệ quy, đi từ đích ban đầu qua những đích con kế tiếp nhau tới khi gặp những sự kiện thực của bài toán.
- Quá trình suy diễn dừng lại ở một trong hai tình huống sau: Tình huống thứ nhất, đích ban đầu được chứng minh khi tất cả các đích con được chứng minh. Tình huống thứ hai, đích ban đầu không được chứng minh (xem là sai) khi không thể lựa chọn được luật nào để có thể quy về việc chứng minh các đích con mới khác hay có thể dẫn tới các sự kiện đã có trong bộ nhớ làm việc (tại thời điểm đó).

Có thể mô tả hoạt động suy diễn lùi của một hệ RBS đơn giản như sau:

- Bắt đầu từ đích cần chứng minh. Kiểm tra xem đích (sự kiện) này đã có trong bộ nhớ làm việc chưa ? Nếu nó đã có trong bộ nhớ làm việc thì quá trình suy diễn dừng, đích đã được chứng minh.
- Nếu đích chưa được chứng minh, duyệt tìm luật (trong cơ sở luật) có phần THEN chứa đích, gọi luật đó là luật đích.
- Kiểm tra xem phần điều kiện của luật đích đã có trong bộ nhớ làm việc chưa ? Điều kiện nào chưa có trong bộ nhớ làm việc và thuộc phần THEN của luật khác được xem là một đích con cần được chứng minh. Điều kiện chưa có trong bộ nhớ làm việc và cũng không nằm trong phần THEN của một luật nào là thông tin hệ thống cần lấy từ môi trường bên ngoài vào (từ người dùng) để đặt vào bộ nhớ làm việc.

- Quá trình tiếp tục cho đến khi các đích con được chứng minh hết (tức là thành công trong chứng minh giả thuyết ban đầu) hoặc không quy về được đích con mới và cũng không quy về được các sự kiện đã có trong bộ nhớ làm việc (xem giả thuyết ban đầu là sai).

Ví dụ 3a.

Giả sử ta có các công thức sau:

$$q \wedge s \rightarrow g \vee h$$

$$p \rightarrow q$$

$$r \rightarrow s$$

$$p$$

$$r$$

Cần chứng minh $g \vee h$

Ví dụ 3b.

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)

VD 4a

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 4b

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 4c

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 4d

$p;$

$t;$

$s \vee t \rightarrow q;$

$p \wedge q \rightarrow r$

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)

Ví dụ 5: Trò chơi đóng nước

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

Các luật của bài toán đóng 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 đóng 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. 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 7. Trò chơi caro

Hình vẽ minh họa

