BÀI 4

BIỂU DIỄN VÀ XỬ LÝ TRI THỨC BẰNG LOGIC

PHẦN 1- BIỂU DIỄN VÀ XỬ LÝ TRI THỨC BẰNG LOGIC MỆNH ĐỀ

1. Các phương pháp biểu diễn tri thức

Tùy theo nội dung tri thức cần biểu diễn mà ta có các phương pháp biểu diễn tri thức sau:

Biểu diễn tri thức mô tả sử dụng:

- Logic mệnh đề.
- Logic vị từ.
- Bộ ba liên hợp OAV (Object – Attribute – Value).
- Mạng ngữ nghĩa.

Biểu diễn tri thức thủ tục: dùng các luật sản xuất.

Biểu diễn hỗn hợp: Dùng mạng ngữ nghĩa.

Cơ chế điều khiển được lồng ghép trong cấu trúc ngôn ngữ biểu diễn tri thức.

Các phương pháp biểu diễn tri thức

Các PPBDTT chia thành 4 loại:

Biểu diễn logic: Sử dụng các biểu thức dạng logic để biểu diễn một cơ sở tri thức, các luật suy diễn và các thủ tục chứng minh áp dụng các tri thức này để giải quyết bài toán.

Biểu diễn thủ tục: Dùng thủ tục biểu diễn tri thức là một tập hợp các lệnh để giải bài toán. Ví dụ: hệ thống các luật sản xuất.

Biểu diễn mạng: Xem tri thức như một đồ thị, trong đó các nút biểu diễn các đối tượng hay một khái niệm trong miền bài toán và các cung biểu diễn quan hệ hay liên kết giữa chúng.

Biểu diễn cấu trúc: Ngôn ngữ biểu diễn cấu trúc mở rộng mạng bằng cách cho phép mỗi nút là một CTDL phức tạp bao gồm tên cùng với các giá trị kèm theo.

Xử lý tri thức: là khái niệm bao gồm toàn bộ các kỹ thuật tin học định hướng việc tạo dựng các hệ thống giải quyết các bài toán có dùng tri thức.

Có 3 phương diện xử lý tri thức đã được phát triển thành các phương pháp để áp dụng cho các hệ chuyên gia:

Chuyển đổi tri thức: Là chuyển đổi giữa các hình thức biểu diễn tổ chức khác nhau.

Suy diễn tri thức: là liên kết các tri thức đã có để tạo ra tri thức mới.

Tổng hợp tri thức: Liên kết các tri thức đã có và sắp xếp chúng theo một thứ tự nhất định để từ đó tổng quát hóa chúng ở mức độ cao hơn.

2. Biểu diễn tri thức nhờ logic hình thức

Logic mệnh đề

Logic vị từ

Một số thuật giải liên quan đến logic mệnh đề và logic vị từ

2.1. Logic mệnh đề

Định nghĩa: Mệnh đề là một phát biểu, một khẳng định mà giá trị của nó chỉ có thể là đúng hoặc sai.

Ví dụ: phát biểu "1+1=2" có giá trị đúng.

Giá trị của mệnh đề không chỉ phụ thuộc vào bản thân mệnh đề đó.

Có những mệnh đề luôn đúng hoặc sai bất chấp thời gian, không gian và nhiều yếu tố khách quan khác.

Có những mệnh đề giá trị của nó lại phụ thuộc vào thời gian, không gian và nhiều yếu tố khách quan khác.

Ta ký hiệu mệnh đề bằng các chữ cái latin viết thường: a, b, c, ...

Các phép toán cơ bản được sử dụng để tạo ra những mệnh đề mới là:

- $\neg$ phép phủ định
- $\wedge$ phép hội
- $\vee$ phép tuyển
- $\rightarrow$ phép kéo theo
- $\leftrightarrow$ tương đương

Độ ưu tiên của các phép toán theo thứ tự **(¬)** phép phủ định tiếp đến là **(∧)** phép hội**,** **(∨)** phép tuyển và cuối cùng là phép **(→)** phép kéo theo, **(↔)** tương đương**.**

Bên cạnh các thao tác tính ra giá trị các MĐ phức từ giá trị của những MĐ con, chúng ta còn có được một cơ chế suy diễn:

Modus Ponens: Nếu MĐ a là đúng và MĐ a→b là đúng thì MĐ b là đúng**.**

Modus Tollens: Nếu MĐ a→b là đúng và MĐ b là sai thì MĐ a là sai.

Bảng chân lý đối với các phép toán logic mệnh đề

a	b	¬a	a∧b	a∨b	a→b	a↔b
0	0	1	0	0	1	1
0	1	1	0	1	1	0
1	0	0	0	1	0	0
1	1	0	1	1	1	1

Một số tính chất của các phép toán

1. a∨b ⇔ b∨a; a∧b ⇔ b∧a
2. a∨(b∨c) ⇔ (a∨b) ∨ c; a∧(b ∧c) ⇔ (a ∧b) ∧c
3. ¬(a∧b) ⇔ ¬a∨¬b; ¬(a∨b) ⇔ ¬a∧¬b
4. a→b⇔¬a∨b

5. $a \leftrightarrow b \Leftrightarrow (a \rightarrow b) \wedge (b \rightarrow a)$

6. $(a \wedge b) \vee c \Leftrightarrow (a \vee c) \wedge (b \vee c)$

7. $a \wedge (b \vee c) \Leftrightarrow (a \wedge b) \vee (a \wedge c)$

2.2. Logic vị từ

Biểu diễn tri thức bằng logic mệnh đề gặp trở ngại là ta không thể can thiệp được vào cấu trúc của mệnh đề. Hay nói cách khác là mệnh đề không có cấu trúc.

Điều này làm hạn chế rất nhiều thao tác suy luận.

Do đó người ta mở rộng logic mệnh đề bằng việc bổ sung thêm khái niệm vị từ với 2 lượng từ là:

Lượng từ tồn tại - $\exists$

Lượng từ với mọi - $\forall$

Trong logic vị từ, một MĐ được cấu tạo bởi hai thành phần là “các đối tượng tri thức” và “mối liên hệ giữa chúng” (gọi là vị từ).

Các MĐ được biểu diễn dưới dạng:

Vị từ(<đối tượng 1>, <đối tượng 2>, ..., <đối tượng n>)

Ví dụ:

Cam có vị ngọt => vị(cam, ngọt)

Cam có màu xanh => màu(cam, xanh)

Với vị từ, ta có thể BD các TT dưới dạng các MĐ tổng quát, là những MĐ mà giá trị của nó được xác định thông qua các đối tượng TT cấu tạo nên nó.

Ví dụ: “A là bố của B nếu B là anh hoặc em của một người con của A” có thể biểu diễn như sau:

Bố(A, B)= $\exists$C Bố(A,C) $\wedge$ (Anh(B,C) $\vee$ Anh(C,B))

Như vậy ta có các mệnh đề cơ sở là:

a) Anh(An,Bình) là mệnh đề đúng,
b) Bố(Trị,An) là mệnh đề đúng, Khi đó
c) Bố(Trị,Bình) là mệnh đề đúng

Qua ví dụ trên ta thấy nếu chỉ sử dụng logic mệnh đề thì không thể tìm được mối liên hệ nào giữa c và a, b bằng các phép toán: $\vee$, $\wedge$, $\neg$. Từ đó không thể tính được giá trị của mệnh đề c, vì không thể biểu diễn tường minh các tri thức “(A là bố của B) nếu có C sao cho (A là bố của C) và (C là anh hoặc em của B)” dưới dạng các mệnh đề thông thường.

Ví dụ câu cách ngôn: “Không có vật gì là lớn nhất, không có vật gì là bé nhất” có thể biểu diễn như sau:

LớnHơn(x,y) = x>y

NhỏHơn(x,y) = x<y

$\forall$x, $\exists$y : LớnHơn(y,x) và $\forall$x, $\exists$y : NhỏHơn(y,x)

Ví dụ câu châm ngôn: “Gần mực thì đen, gần đèn thì sáng” được hiểu là chơi với bạn xấu sẽ thành người xấu có thể biểu diễn như sau:

NgườiXấu(x) = $\exists$y : Bạn(x,y) $\wedge$ NgườiXấu(y)

2.3. Một số thuật giải liên quan đến logic

Một trong những vấn đề khá quan trọng của Logic mệnh đề là chứng minh tính đúng đắn của phép suy diễn ($a \rightarrow b$), bài toán chứng minh thường gặp trong toán học.

Với công cụ máy tính, bạn cho rằng có thể chứng minh được mọi bài toán bằng cách lập bảng chân lý. Về lý thuyết điều này đúng, nhưng độ phức tạp là O(2n) với n là số biến mệnh đề. Với logic mệnh đề ta có thể chứng minh với độ phức tạp là O(n).

Một số thuật giải liên quan đến logic mệnh đề và logic vị từ

Bài toán:

Cho các giả thiết GT = {gt1, gt2, ..., gtn}, Tập kết luận KL = {kl1, kl2, ..., klm}.

Hãy chứng minh rằng: Có thể rút ra một trong các kết luận kl1, kl2, ..., klm từ các giả thiết đã cho.

Ví dụ: Cho $a \wedge b \rightarrow c$, $b \wedge c \rightarrow d$ và a, b cần suy ra d.

Trong ví dụ này: GT={$a \wedge b \rightarrow c$, $b \wedge c \rightarrow d$, a, b}. KL={d}.

3. Thuật giải Vương Hạo – Wang Hao 's Algoriths

Bước 1: Viết lại GT và KL của vấn đề theo dạng chuẩn:

gt1, gt2, ..., gtn $\rightarrow$ kl1, kl2, ..., klm; trong đó các gti và các klj chỉ chứa các phép toán $\vee$, $\wedge$, $\neg$

Ví dụ: $\neg(a \rightarrow b) \vee (c \wedge d) \Leftrightarrow \neg(\neg a \vee b) \vee c(\wedge d) \Leftrightarrow (a \wedge \neg b) \vee (c \wedge d)$

Bước 2: Chuyển vế các gti và các klj ở dạng phủ định

Ví dụ:

1) $\neg a \vee \neg b \vee \neg c$, d, e $\rightarrow \neg e$, d $\Leftrightarrow$ $\neg a \vee \neg b \vee \neg c$, d, e $\rightarrow$ d
2) $p \vee q$, $\neg(r \wedge s)$, $\neg p \rightarrow s$, $\neg r$ $\Leftrightarrow$ $p \vee q$, r $\rightarrow r \wedge s$, p, s

- **Bước 3**: Nếu gti có $\wedge$ thì thay bằng dấu ","; nếu trong klj có $\vee$ thì thay bằng dấu ",":

Ví dụ:

1) $\neg a \vee b$, $r \wedge (\neg p \vee q) \rightarrow s$, $\neg r$ $\Leftrightarrow$ $\neg a \vee b$, r, $\neg p \vee q \rightarrow s$, $\neg r$

   $\Leftrightarrow$ $\neg a \vee b$, r, $\neg p \vee q$, $\rightarrow$ s
2) $\neg(a \vee b) \rightarrow \neg(c \wedge d)$ $\Leftrightarrow$ $c \wedge d \rightarrow a \vee b$ $\Leftrightarrow$ c, d $\rightarrow$ a, b

Bước 4: Nếu gt_i có $\vee$ thì tách thành 2 dòng; nếu trong kl_j có $\wedge$ thì tách thành 2 dòng

Ví dụ:

1) $\neg a \vee b$, p, q $\rightarrow$ r được tách thành 2 dòng

   dòng 1: $\neg a$, p, q $\rightarrow$ r

   dòng 2: b, p, q $\rightarrow$ r
2) a, p $\rightarrow b \wedge c$ được tách thành 2 dòng dòng 1: a, p $\rightarrow$ b

   dòng 2: a, p $\rightarrow$ c

Bước 5: Một dòng được chứng minh nếu tồn tại chung một mệnh đề ở cả hai vế.

Ví dụ:

1) p, q $\rightarrow$ q được chứng minh

2) $a \vee b$, $\neg a$, $a \rightarrow q \Leftrightarrow a \vee b$, $a \rightarrow q$, a cũng được chứng minh

Bước 6:

a) Một dòng không được chứng minh nếu không có tuyển **($\vee$)** ở vế trái, phép hội **($\wedge$)** ở vế phải, đồng thời ở cả hai vế không có biến mệnh đề chung.

Ví dụ: $a, \ b, c \rightarrow d$

b) Một bài toán được chứng minh nếu tất cả các dòng được chứng minh

Chú ý: Từ bước 2 đến 6 không nhất thiết thực hiện theo trình tự

Ví dụ 1:

Cho $a \wedge b \rightarrow c$, $b \wedge c \rightarrow d$ và a, b cần suy ra d.

Biểu diễn giả thiết và kết luận: GT={$a \wedge b \rightarrow c$, $b \wedge c \rightarrow d$, a, b} KL={d}

Áp dụng Bước 1:

Biến đổi GT và KL dưới dạng chuẩn $a \wedge b \rightarrow c \Leftrightarrow \neg(a \wedge b) \vee c \Leftrightarrow \neg a \vee \neg b \vee c$ $b \wedge c \rightarrow d \Leftrightarrow \neg b \vee \neg c \vee d$

Viết lại GT và KL dưới dạng chuẩn $\neg a \vee \neg b \vee c$, $\neg b \vee \neg c \vee d$, a, b $\rightarrow$ d

Áp dụng Bước 1:

Biến đổi GT và KL dưới dạng chuẩn $a \wedge b \rightarrow c \Leftrightarrow \neg(a \wedge b) \vee c \Leftrightarrow \neg a \vee \neg b \vee c$

$b \wedge c \rightarrow d \Leftrightarrow \neg b \vee \neg c \vee d$

Viết lại GT và KL dưới dạng chuẩn

$\neg a \vee \neg b \vee c$, $\neg b \vee \neg c \vee d$, a, b $\rightarrow$ d (1)

Áp dụng Bước 4: Tách (1) thành 2 dòng

Dòng 1: ¬a**,** ¬b∨¬c∨d, a, b → d

¬b∨ ¬ c∨d**,** a, b → a, d (Áp dụng Bước 2);

Dòng 1 được CM vì 2 vế có chung MĐ a (bước 5) Dòng 2: ¬b∨c**,** ¬b∨¬c∨d**,** a, b → d

Dòng này chưa CM được nên biến đối tiếp.

Áp dụng bước 4: Tách Dòng 2 thành 2 dòng

Dòng 2.1: ¬b**,** ¬b∨¬c∨d**,** a**,** b→d ⇔ ¬b∨¬c∨d, a, b→b, d (B2)

Dòng này được CM vì có b ở 2 vế (bước 5)

Dòng 2.2: c, ¬b∨¬c∨d, a, b→d Dòng này được tách đôi (bước 4)

Dòng 2.2.1: c, ¬b, a, b→d⇔c, a, b→b, d

Dòng này được CM vì 2 vế cùng có b

Dòng 2.2.2: c, ¬c∨d**,** a, b→d **;** Dòng này được tách thành

Dòng 2.2.2.1: c, ¬c, a, b→d ⇔ **c**, a, b→d, **c** **:** Được CM

Dòng 2.2.2.2: c, d, a, b → d Dòng này được CM

Tất cả các dòng được CM. Bài toán được CM.

4. Bài tập áp dụng

1. Cho a∧b→c**,** b∧c→d và a → b cần suy ra dvb**.**
2. Cho av(b→c), b∧c→d, ¬ d, r cần suy ra ¬(a→b).

3. Cho $a \vee (b \rightarrow c)$, $b \vee (c \rightarrow d)$, d, $\neg r$ cần suy ra $\neg(a \rightarrow b)$.

5. Thuật giải Robinson

Đây là phương pháp chứng minh bằng phản chứng.

Để chứng minh $a \rightarrow b$ là đúng với a đúng. Ta giả sử b sai, từ a và $\neg b$ đúng, suy ra mâu thuẫn.

Bước 1: Viết lại GT và KL của vấn đề theo dạng chuẩn:

gt1, gt2, ..., gtn $\rightarrow$ kl1, kl2, ..., klm; trong đó các gti và các klj chỉ chứa các phép toán $\vee$, $\wedge$, $\neg$.

Ví dụ: $\neg(a \rightarrow b) \vee (c \wedge d) \Leftrightarrow \neg(\neg a \vee b) \vee (c \wedge d) \Leftrightarrow (a \wedge \neg b) \vee (c \wedge d)$

Bước 2: Nếu gti có $\wedge$ thì thay bằng dấu “,”; nếu trong klj có $\vee$ thì thay bằng dấu “,”:

Ví dụ:

1) $\neg a \vee b$, $r \wedge (\neg p \vee q) \rightarrow \neg s$, $r \Leftrightarrow \neg a \vee b$, r, $\neg p \vee q \rightarrow \neg s$, $r \neg a \vee b$, r, $\neg p \vee q$, $s \rightarrow r$

2) $\neg(a \vee b) \rightarrow \neg(c \wedge d) \Leftrightarrow c \wedge d \rightarrow a \vee b \Leftrightarrow c, d \rightarrow a, b$

Bước 3: Phủ định lại kết luận, viết lại GT, KL dưới dạng: {gt1, gt2, ..., gtn, $\neg$ kl1, $\neg$ kl2, ..., $\neg$ klm}

Bước 4: Nếu trong các câu ở bước 3 xuất hiện hai MĐ đối ngẫu (a và $\neg a$ gọi là 2 MĐ đối ngẫu) thì bài toán được CM. Ngược lại thực hiện bước 5.

Bước 5: Xây dựng câu mới bằng cách tuyển các cặp câu trong danh sách các câu ở bước 3. Nếu câu mới có biến đối ngẫu thì các biến này bị loại bỏ.

Ví dụ: $a \vee \neg b \vee \neg c \vee d \vee b$

Hai MĐ $\neg b$, b là đối ngẫu nên được loại bỏ

$\Rightarrow \quad a \vee \neg c \vee d$

Bước 6: Bổ sung thêm câu vừa tuyển vào trong danh sách.

Ví dụ: {a ∨ ¬b, ¬c ∨ d ∨ b, w∨c, d∨b}

⇒ {a ∨ ¬b, ¬c ∨ d ∨ b, a ∨ ¬c ∨ d, w∨c, d∨b}

Bước 7: Nếu không xây dựng được câu mới nào và không có cặp MĐ đối ngẫu nào thì bài toán không được chứng minh.

Ví dụ: {¬ a, ¬b, c, d} : Bài toán không được CM

Ví dụ 1:

Chứng minh rằng: {a∧b→c, b∧c→d, a, b}→{d}

Biểu diễn giả thiết và kết luận GT = {a∧b→c, b∧c→d, a, b} KL = {d}

Bước 1: a∧b→c ⇔ ¬(a∧b)∨c ⇔ ¬a∨¬b∨c

b∧c→d ⇔ ¬(b∧c)∨d ⇔ ¬b∨¬c∨d ⇒Viết lại biểu thức dưới dạng chuẩn

¬a∨¬b∨c, ¬b∨¬c∨d, a, b → d

Bước 2: (thay ∧ gt, ∨ kl bằng ,) {¬a∨¬b∨c, ¬b∨¬c∨d, a, b → d}

Bước 3: Phủ định kết luận {¬a∨¬b∨c, ¬b∨¬c∨d, a, b, ¬d}

Bước 4: Chưa có cặp đối ngẫu nào

Bước 5: Đặt mỗi mệnh đề tương ứng là 1 câu.

Tuyển 2 câu cũ được 1 câu mới.

1. Đến khi ra kết quả [ ] thì bài toán được chứng minh.

2. Không tuyển được nữa mà kết quả khác [ ] thì bài toán không được chứng minh.

1. $\neg a \vee \neg b \vee c$
2. $\neg b \vee \neg c \vee d$
3. a
4. b
5. $\neg d$
6. Res(1,3)=$\neg b \vee c$
7. Res(2,4)= $\neg c \vee d$
8. Res(6,7)=$d \vee \neg b$
9. Res (5,8)= $\neg b$
10. Res(4,9) =[ ]

Vậy mâu thuẫn nên bài toán được chứng minh.

Ví dụ 2

Chứng minh rằng: $\neg p \vee q$, $\neg q \vee r$, $\neg r \vee s$, $\neg u \vee \neg s$ $\rightarrow$ $\neg p$, $\neg u$ GT = {$\neg p \vee q$, $\neg q \vee r$, $\neg r \vee s$, $\neg u \vee \neg s$ }

KL = {$\neg p$, $\neg u$}

Bước 1: $\neg p \vee q$, $\neg q \vee r$, $\neg r \vee s$, $\neg u \vee \neg s$ $\rightarrow$ $\neg p$, $\neg u$

Bước 2: (thay $\wedge$ gt, $\vee$ kl bằng ,) {$\neg p \vee q$, $\neg q \vee r$, $\neg r \vee s$, $\neg u \vee \neg s$ $\rightarrow$ $\neg p$, $\neg u$}

Bước 3: Phủ định kết luận {$\neg p \vee q$, $\neg q \vee r$, $\neg r \vee s$, $\neg u \vee \neg s$, p, u}

Bước 4: Chưa có cặp MĐ đối ngẫu nào

Bước 5:

Tuyển 2 câu $\neg p \vee q \vee \neg q \vee r \Rightarrow \neg p \vee r$ Ta có: $\{\neg p \vee r, \neg r \vee s, \neg u \vee \neg s, p, u\}$

Tuyển 2 câu $\neg p \vee r \vee \neg r \vee s \Rightarrow \neg p \vee s$ Ta có: $\{\neg p \vee s, \neg u \vee \neg s, p, u\}$

Tuyển 2 câu $\neg p \vee s \vee \neg u \vee \neg s \Rightarrow \neg p \vee \neg u$ Ta có: $\{\neg p \vee \neg u, p, u\}$

Tuyển 2 câu $\neg p \vee \neg u \vee u \Rightarrow \neg p$ Ta có: $\{\neg p, p\}$

Có 2 MĐ đối ngẫu nên bài toán được CM

6. BÀI TẬP ÁP DỤNG

1. $(a \wedge b) \to c$, $(b \wedge c) \to d$, $\neg d$ cần suy ra $a \to b$
2. $(a \wedge b) \to c$, $(b \wedge c) \to d$, $\neg d$ cần suy ra $a \to \neg b$
3. $p \to q$; $q \to r$; $r \to t$; p cần suy ra $t \to u$
4. $p \to q$; $q \to r$; cần suy ra $p \to r$
5. $p \to q$; $q \to r$; $r \to t$; p cần suy ra $u \to t$
6. $p \to q$; $q \to r$; $r \to s$; p cần suy ra $p \wedge s$
7. $(a \wedge b) \to c$, $(b \wedge c) \to d$, $(a \wedge b)$ cần suy ra d
8. Cho $a \wedge b \to c$, $b \wedge c \to d$ và $a \to b$ cần suy ra dvb.
9. Cho $a \vee (b \to c)$, $b \wedge c \to d$, $\neg d$, r cần suy ra $\neg(a \to b)$.
10. Cho $a \vee (b \to c)$, $b \vee (c \to d)$, d, $\neg r$ cần suy ra $\neg(a \to b)$.