

Knowledge Representation and Inference

2.1 Hanoi

设 $P(x, y)$ 表示 x 在 y 的上方, $Q(x)$ 表示 x 可移动, $L(x, y)$ 表示 x 比 y 小,

$K(x)$ 表示可移动 x 个盘子, $M(x)$ 表示 x 在柱子3, $N(x)$ 表示 x 在柱子1

则Hanoi问题可表示为:

$$N(A), N(B), N(C), \\ K(1), \neg(\exists x P(x, y)) \rightarrow Q(y), P(x, y) \wedge L(x, y)$$

目标为:

$$M(A), M(B), M(C)$$

2.2 合一

(1)

1. $\delta_0 = \varepsilon, W_0 = W$
2. W_0 未合一,
 $D_0 = \{a, z\}$
3. $\delta_1 = \{a/z\}$
 $W_1 = \{P(a, x, f(g(y))), P(z, h(z, u), f(u))\}\{a/z\}$
 $= \{P(a, x, f(g(y))), P(a, h(a, u), f(u))\}$
4. W_1 未合一,
 $D_1 = \{x, h(a, u)\}$
5. $\delta_2 = \{a/z, h(a, u)/x\}$
 $W_2 = \{P(a, x, f(g(y))), P(a, h(a, u), f(u))\}\{h(a, u)/x\}$
 $= \{P(a, h(a, u), f(g(y))), P(a, h(a, u), f(u))\}$
6. W_2 未合一,
 $D_2 = \{g(y), u\}$
7. $\delta_3 = \{a/z, h(a, u)/x, g(y)/u\}$
 $W_3 = \{P(a, h(a, u), f(g(y))), P(a, h(a, u), f(u))\}\{g(y)/u\}$
 $= \{P(a, h(a, g(y)), f(g(y)))\}$
8. W_3 中只含一个元素, 所以
 $\delta_3 = \{a/z, h(a, u)/x, g(y)/u\}$
是 W 的最一般合一, 终止。

(2)

1. $\delta_0 = \varepsilon, W_0 = W$
2. W_0 未合一,
 $D_0 = \{f(a), y\}$
3. $\delta_1 = \{f(a)/y\}$
 $W_1 = \{P(f(a), g(s)), P(y, y)\}\{f(a)/y\}$
 $= \{P(f(a), g(s)), P(f(a), f(a))\}$
4. W_1 未合一,
 $D_1 = \{f(a), g(s)\}$
5. D_1 中的元素为两个函数, 所以 W 不可合一

(3)

1. $\delta_0 = \varepsilon, W_0 = W$
2. W_0 未合一,
 $D_0 = \{a, z\}$
3. $\delta_1 = \{a/z\}$
 $W_1 = \{P(a, x, h(g(z))), P(z, h(y), h(y))\}\{a/z\}$
 $= \{P(a, x, h(g(a))), P(a, h(y), h(y))\}$
4. W_1 未合一,
 $D_1 = \{h(y), x\}$
5. $\delta_2 = \{a/z, h(y)/x\}$
 $W_2 = \{P(a, x, h(g(a))), P(a, h(y), h(y))\}\{h(y)/x\}$
 $= \{P(a, h(y), h(g(a))), P(a, h(y), h(y))\}$
6. W_2 未合一,
 $D_2 = \{g(a), y\}$
7. $\delta_3 = \{a/z, h(y)/x, g(a)/y\}$
 $W_3 = \{P(a, h(y), h(g(a))), P(a, h(y), h(y))\}\{g(a)/y\}$
 $= \{P(a, h(g(a)), h(g(a)))\}$
8. W_3 中只含一个元素, 所以
 $\delta_3 = \{a/z, h(y)/x, g(a)/y\}$
是 W 的最一般合一, 终止。

2.3 归结

设 $P(x, y)$ 表示 y 是 x 的兄弟

$L(x)$ 表示 x 是女性

$Q(x, y)$ 表示 y 是 x 的姐妹

则规则1可表示为 $\forall x P(x, y) \rightarrow \neg L(y)$

规则2可表示为 $\forall x Q(x, y) \rightarrow L(y)$

事实可表示为 $Q(Bill, Mary)$

// $Mary$ 不是 Tom 的兄弟//的否定为 $P(Tom, Mary)$

而 $\forall x P(x, y) \rightarrow \neg L(y)$ 即 $\neg P(x, y) \vee \neg L(y)$ 实例化得(1)

$\forall x Q(x, y) \rightarrow L(y)$ 即 $\neg Q(x, y) \vee L(y)$ 实例化得(2)

(1) $\neg P(Tom, y) \vee \neg L(y)$

(2) $\neg Q(Bill, y) \vee L(y)$

(3) $Q(Bill, Mary)$

(4) $P(Tom, Mary)$

(5) $\neg P(Tom, y) \vee \neg Q(Bill, y)$ (1)(2)归结

(6) $\neg Q(Bill, Mary)$ (4)(5) $\{Mary/y\}$

(7) $\{\}$ (3)(6)归结

2.4 支持集策略

(1)

设 $A(x)$ 表示 x 是贼

$B(x, y)$ 表示 x 喜欢 y

$C(x, y)$ 表示 x 可能会偷窃 y

则子句1至5分别为

1. $A(John)$

2. $B(Paul, wine)$

3. $B(Paul, cheese)$

4. $\neg B(Paul, x) \vee B(John, x)$

5. $\neg A(x) \vee \neg B(x, y) \vee \neg C(x, y)$

(2)

假设 $John$ 可能会偷窃 $wine$ 或 $cheese$

则目标子句的否定为 $\neg C(John, wine) \wedge \neg C(John, cheese)$

1. $A(John)$

2. $B(Paul, wine)$

3. $B(Paul, cheese)$

4. $\neg B(Paul, x) \vee B(John, x)$

5. $\neg A(x) \vee \neg B(x, y) \vee C(x, y)$

6. $\neg C(John, wine)$

7. $\neg C(John, cheese)$

8. $\neg A(John) \vee \neg B(John, wine)$ (5)(6)归结 $\{John/x, wine/y\}$

9. $\neg B(John, wine)$ (1)(8)归结

10. $\neg B(Paul, wine)$ (4)(9)归结 $\{wine/x\}$

11. $\{\}$ (2)(10)归结

所以 $John$ 可能会偷窃 $wine$

12. $\neg A(John) \vee \neg B(John, cheese)$ (5)(7)归结 $\{John/x, cheese/y\}$

13. $\neg B(John, cheese)$ (1)(12)归结

14. $\neg B(Paul, cheese)$ (4)(13)归结 $\{cheese/x\}$

15. $\{\}$ (3)(14)归结

所以 $John$ 可能会偷窃 $cheese$

综上, $John$ 可能会偷窃 $wine$ 或 $cheese$

2.5 逻辑推导

设 $A(x, y)$ 表示 x 通过了 y 的考试

$B(x)$ 表示 x 中了彩票

$C(x)$ 表示 x 是快乐的

$D(x)$ 表示 x 肯学习

$E(x)$ 表示 x 是幸运的

则由题可得

1. $\forall x(A(x, \text{历史}) \wedge B(x) \rightarrow C(x))$ 即

$\neg A(x, \text{历史}) \vee \neg B(x) \vee C(x)$

2. $\forall x \forall y(D(x) \vee E(x) \rightarrow A(x, y))$ 即

$(\neg D(x) \vee A(x, y)) \wedge (\neg E(x) \vee A(x, y))$

3. $\neg D(\text{小张})$

4. $E(\text{小张})$

5. $\forall x(E(x) \rightarrow B(x))$ 即

$\neg E(x) \vee B(x)$

开始归结

1. $\neg A(x, \text{历史}) \vee \neg B(x) \vee C(x)$

2. $\neg D(x) \vee A(x, y)$

3. $\neg E(x) \vee A(x, y)$

4. $\neg D(\text{小张})$

5. $E(\text{小张})$

6. $\neg E(x) \vee B(x)$

7. $A(\text{小张}, y)$ (3)(5)归结 $\{\text{小张}/x\}$

8. $B(\text{小张})$ (5)(6)归结 $\{\text{小张}/x\}$

9. $\neg A(\text{小张}, \text{历史}) \vee C(\text{小张})$ (1)(8)归结 $\{\text{小张}/x\}$

10. $C(\text{小张})$ (7)(9)归结 $\{\text{历史}/y\}$

所以小张是快乐的