

第二章

1 将以下语句形式化表示为合适公式。

(1) 有的人既喜欢梅花又喜欢菊花。

解：定义谓词如下

$\text{Human}(x)$ ： x 是人

$\text{Like}(x, y)$ ： x 喜欢 y

$(\exists x) (\text{Human}(x) \wedge \text{Like}(x, \text{Plum}) \wedge \text{Like}(x, \text{Daisy}))$

(2) 所有人都有饭吃。

解：定义谓词如下：

$\text{Human}(x)$ ： x 是人

$\text{Eat}(x)$ ： x 有饭吃

则语句可表达为： $(\forall x) (\text{Human}(x) \rightarrow \text{Eat}(x))$

(3) 兰州市的夏天既干燥又炎热；

解：定义谓词如下：

$\text{Summer}(x)$ ： x 的夏天

$\text{Dry}(x)$ ： x 是干燥的

$\text{Hot}(x)$ ： x 是炎热的

则语句可表达为： $\text{Dry}(\text{Summer}(\text{Lanzhou})) \wedge \text{Hot}(\text{Summer}(\text{Lanzhou}))$

(4) 他每天下午都去玩足球。

解：定义谓词如下：

$\text{PlayFootball}(x)$ ： x 玩足球

$\text{Day}(x)$ ： x 某一天下午

则语句可表达为： $(\forall x) (\text{Day}(x) \rightarrow \text{PlayFootball}(Ta))$

(5) 凡是喜欢编程序的人都喜欢计算机。

$\text{Person}(x)$: x 是人, $\text{Like}(x, y)$: x 喜欢 y 。

$(\forall x) (\text{Person}(x) \wedge \text{Like}(x, \text{Programme}) \rightarrow \text{Like}(x, \text{Computer}))$

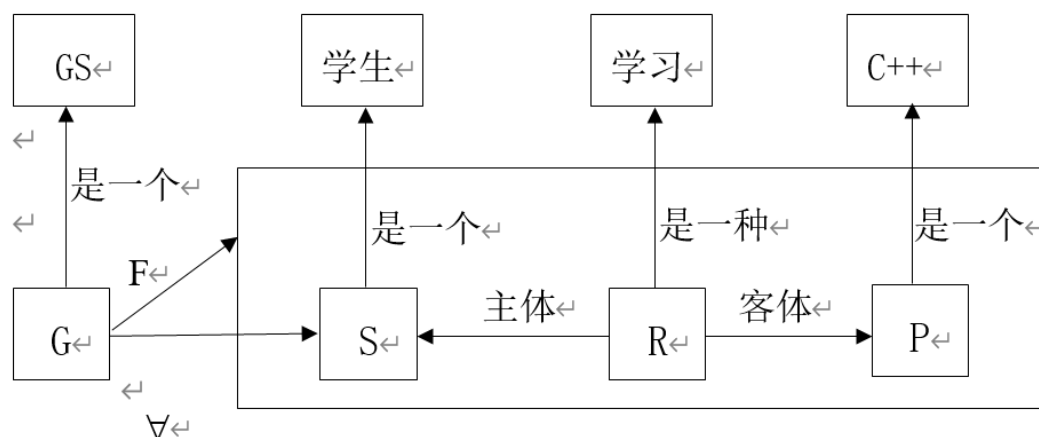
(6) 新型计算机速度又快, 存储容量又大

$\text{NC}(x)$: x 是新型计算机, $F(x)$: x 速度快; $B(x)$: x 容量大

$(\forall x) (\text{NC}(x) \rightarrow F(x) \wedge B(x))$

2. 把下列语句表示为语义网络的描述:

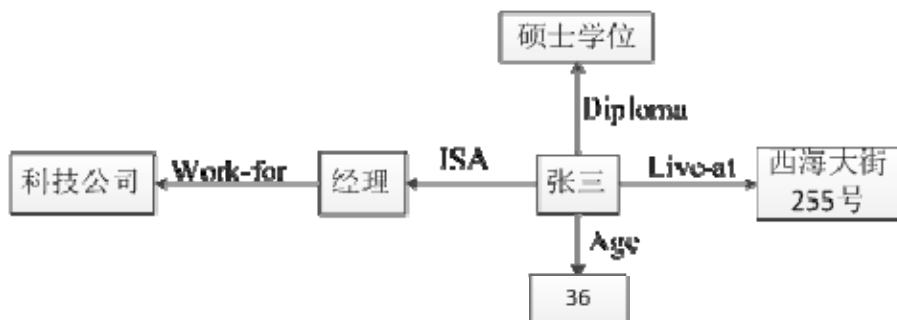
(1) 每个学生都学习 C++语言。



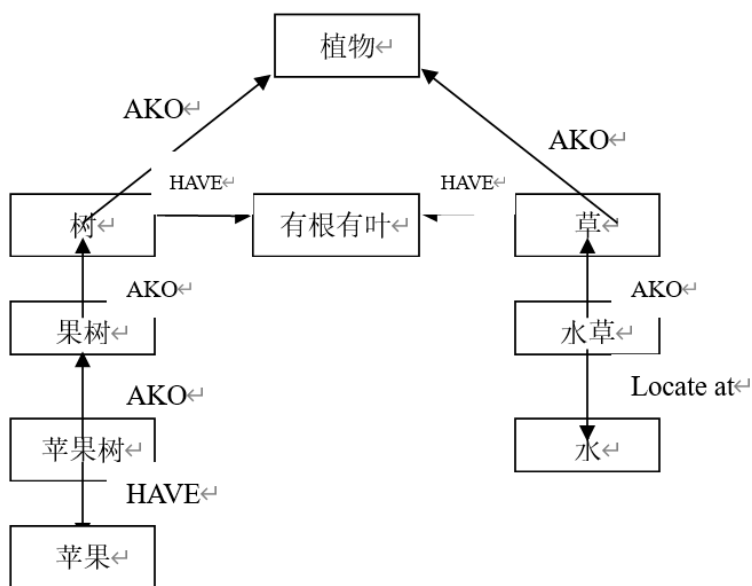
(2) 红队和蓝队进行了一场篮球比赛, 结局的比分是 65: 70



(3) 张三是科技公司的经理，他 36 岁，硕士学位，住在西海大街 255 号。



- (4)
- <1>树和草都是植物；
 - <2>树和草都是有根有叶的；
 - <3>水草是草，且生长在水中；
 - <4>果树是树，且会结果；
 - <5>苹果树是果树的一种，它结苹果。



第三章

1 把以下合适公式化简为合取范式的子句集：

$$(1) \neg (\forall x) (\exists y) (\exists z) \{P(x) \Rightarrow (\forall x) [Q(x, y) \Rightarrow R(z)]\}$$

$$\bullet \neg (\forall x) (\exists y) (\exists z) \{P(x) \Rightarrow (\forall x) [Q(x, y) \Rightarrow R(z)]\}$$

$$\bullet \neg (\forall x) (\exists y) (\exists z) \{ \neg P(x) \vee (\forall x) [\neg Q(x, y) \vee R(z)] \}$$

$$\bullet (\exists x) (\forall y) (\forall z) \{ P(x) \wedge (\exists x) [Q(x, y) \wedge \neg R(z)] \}$$

$$\bullet P(A) \wedge [Q(f(y, z), y) \wedge \neg R(z)]$$

$$\bullet \{P(A), Q(f(y, z), y), \neg R(w)\}$$

$$(2) (\forall x) (\exists y) \{ \{P(x) \wedge [Q(x) \vee R(y)]\} \Rightarrow (\forall y) [P(f(y)) \Rightarrow Q(g(x))]\}$$

- $(\forall_x)(\exists_y)\{\{P(x) \wedge [Q(x) \vee R(y)]\} \Rightarrow (\forall_y)[P(f(y)) \Rightarrow Q(g(x))]\}$
- $(\forall_x)(\exists_y)\{\neg\{P(x) \wedge [Q(x) \vee R(y)]\} \vee (\forall_y)[\neg P(f(y)) \vee Q(g(x))]\}$
- $(\forall_x)(\exists_y)\{\neg P(x) \vee [\neg Q(x) \wedge \neg R(y)] \vee (\forall_w)[\neg P(f(w)) \vee Q(g(x))]\}$
- $(\forall_x)\{\neg P(x) \vee [\neg Q(x) \wedge \neg R(h(x))] \vee (\forall_w)[\neg P(f(w)) \vee Q(g(x))]\}$
- $[\neg P(x) \vee \neg Q(x) \vee \neg P(f(w)) \vee Q(g(x))] \wedge [\neg P(x) \vee \neg R(h(x)) \vee \neg P(f(w)) \vee Q(g(x))]$
- $\{\neg P(x_1) \vee \neg Q(x_1) \vee \neg P(f(w_1)) \vee Q(g(x_1)),$
 $\neg P(x_2) \vee \neg R(h(x_2)) \vee \neg P(f(w_2)) \vee Q(g(x_2))\}$
- (3) $(\forall_x)(\exists_y)\{P(x) \wedge [Q(x) \vee R(y)]\} \Rightarrow (\forall_y)\{[P(f(y)) \Rightarrow Q(g(y))] \Rightarrow (\forall_x)R(x)\}$
- $(\forall_x)(\exists_y)\{P(x) \wedge [Q(x) \vee R(y)]\} \Rightarrow (\forall_y)\{[P(f(y)) \Rightarrow Q(g(y))] \Rightarrow (\forall_x)R(x)\}$
- $\neg(\forall_x)(\exists_y)\{P(x) \wedge [Q(x) \vee R(y)]\} \vee (\forall_y)\{\neg[\neg P(f(y)) \vee Q(g(y))]\} \vee (\forall_x)R(x)\}$
- $(\exists_x)(\forall_y)\{\neg P(x) \vee [\neg Q(x) \wedge \neg R(y)]\} \vee (\forall_w)\{\neg[\neg P(f(w)) \vee Q(g(w))]\} \vee (\forall_v)R(v)\}$
- $\{\neg P(A) \vee [\neg Q(A) \wedge \neg R(y)]\} \vee \{[P(f(w)) \wedge \neg Q(g(w))] \vee R(v)\}$

$$\bullet \neg P(A) \vee \{[\neg Q(A) \vee P(f(w))]\wedge [\neg Q(A) \vee \neg Q(g(w))]\wedge [\neg R(y) \vee P(f(w))]\wedge [\neg R(y) \vee \neg Q(g(w))]\} \vee R(v)$$

$$\bullet \{\neg P(A) \vee \neg Q(A) \vee P(f(w_1)) \vee R(v_1),$$

$$\neg P(A) \vee \neg Q(A) \vee \neg Q(g(w_2)) \vee R(v_2),$$

$$\neg P(A) \vee \neg R(y_3) \vee P(f(w_3)) \vee R(v_3),$$

$$\neg P(A) \vee \neg R(y_4) \vee \neg Q(g(w_4)) \vee R(v_4)\}$$

2. 计算下述各字句对的归结式，若没有，则得出“无法归结”。

$$(1) C1: P \vee R, C2: \neg P \vee Q$$

$$(2) C1: \neg P \vee Q, C2: P$$

$$(3) C1: \neg P \vee Q \vee R, C2: \neg Q \vee \neg R$$

$$(4) C1: \neg P \vee Q, C2: \neg P \vee R$$

$$(5) C1: Q, C2: \neg Q$$

解：(1) 两个字句的归结式为： $C_{12}: R \vee Q$

(2) 两个字句的归结式为： $C_{12}: Q$

(3) 两个字句的归结式为存在两个归结式： $C_{12}: \neg P \vee R \vee \neg R$ 或者 $C_{12}: \neg P \vee Q \vee \neg Q$ 。该字句中，只能在 Q 上或 R 上归结，不能两者同时归结。所以 $\neg P$ 不是归结式

(4) C_1 中的任何文字都不能与 C_2 中的文字构成互补对，所以 C_1 和 C_2 不存在归结式

(5) $\because Q$ 和 $\neg Q$ 是文字互补对。所以 $C_{12} \square$ (空字句)

3. 考虑下面的句子：

(1) 每个程序都存在 BUG

(2) 含有 BUG 的程序无法工作

(3) P 是一个程序

使用归结反演证明 P 不能工作

(注： $BUG(X) \rightarrow X$ 存在 BUG, $Program(X) \rightarrow X$ 是程序, $Work(X) \rightarrow X$ 能工作)

解：事实及规则的表达

R1: $(\forall x)(Program(x) \rightarrow BUG(x))$

R2: $(\forall y)(BUG(y) \rightarrow \neg Work(y))$

F1: $Program(P)$

利用归结原理证明 P 不能工作

结论取反： $Work(P)$ (公式 1)

R1 化简字句为： $\neg Program(x) \vee BUG(x)$ (公式 2)

R2 化简字句为： $\neg BUG(y) \vee \neg Work(y)$ (公式 3)

F1 化简字句为： $Program(P)$ (公式 4)

归结过程如下：

公式 (2) 和公式 (4) 归结为：

$BUG(P)$ 其中 $\{P/x\}$ 公式 (5)

公式 (5) 和公式 (3) 归结为：

$\neg Work(P)$ 其中 $\{P/y\}$ 公式 (6)

公式 (6) 和公式 (1) 归结为:

NIL

公式 (7)

结论得证: P 不能工作

4 假设已知下列事实:

- 1) 小李 (Li) 喜欢容易的 (Easy) 课程 (Course)。
- 2) 小李不喜欢难的 (Difficult) 课程。
- 3) 工程类 (Eng) 课程都是难的。
- 4) 物理类 (Phy) 课程都是容易的。
- 5) 小吴 (Wu) 喜欢所有小李不喜欢的课程。
- 6) Phy200 是物理类课程。
- 7) Eng300 是工程类课程。

请用归结反演法回答下列问题:

- 1) 证明小吴喜欢 Eng300 课程
- 2) 小李喜欢什么课程?

将已知事实形式化表示为合适公式:

- (1) $(\forall x)[Course(x) \wedge Easy(x) \Rightarrow Like(Li, x)]$;
- (2) $(\forall x)[Course(x) \wedge \neg Easy(x) \Rightarrow \neg Like(Li, x)]$;
- (3) $(\forall x)[Course(x) \wedge Eng(x) \Rightarrow \neg Easy(x)]$;
- (4) $(\forall x)[Course(x) \wedge Phy(x) \Rightarrow Easy(x)]$;
- (5) $(\forall x)[Course(x) \wedge \neg Like(Li, x) \Rightarrow Like(Wu, x)]$;
- (6) $Course(Phy200) \wedge Phy(Phy200)$;

$$(7) \quad \text{Course}(\text{Eng300}) \wedge \text{Eng}(\text{Eng300});$$

- 问题表示为以下合适公式(目标公式):

$$(2) (\exists x)[\text{Coure}(x) \wedge \text{Like}(\text{Li}, x)];$$

$$(1) \text{Like}(\text{Wu}, \text{Eng300});$$

- 将所有事实和对应于问题的目标公式取反加以化简,并标准化为合取范式子句集:

$$(1) \quad \neg \text{Course}(x1) \vee \neg \text{Easy}(x1) \vee \text{Like}(\text{Li}, x1);$$

$$(2) \quad \neg \text{Course}(x2) \vee \text{Easy}(x2) \vee \neg \text{Like}(\text{Li}, x2);$$

$$(3) \quad \neg \text{Course}(x3) \vee \neg \text{Eny}(x) \vee \neg \text{Easy}(x3);$$

$$(4) \quad \neg \text{Course}(x4) \vee \neg \text{Phy}(x4) \vee \text{Easy}(x4);$$

$$(5) \quad \neg \text{Course}(x5) \vee \text{Like}(\text{Li}, x5) \vee \text{Like}(\text{Wu}, x5);$$

$$(6) \quad \text{Course}(\text{Phy200});$$

$$(7) \quad \text{Phy}(\text{Phy200});$$

$$(8) \quad \text{Course}(\text{Eng300});$$

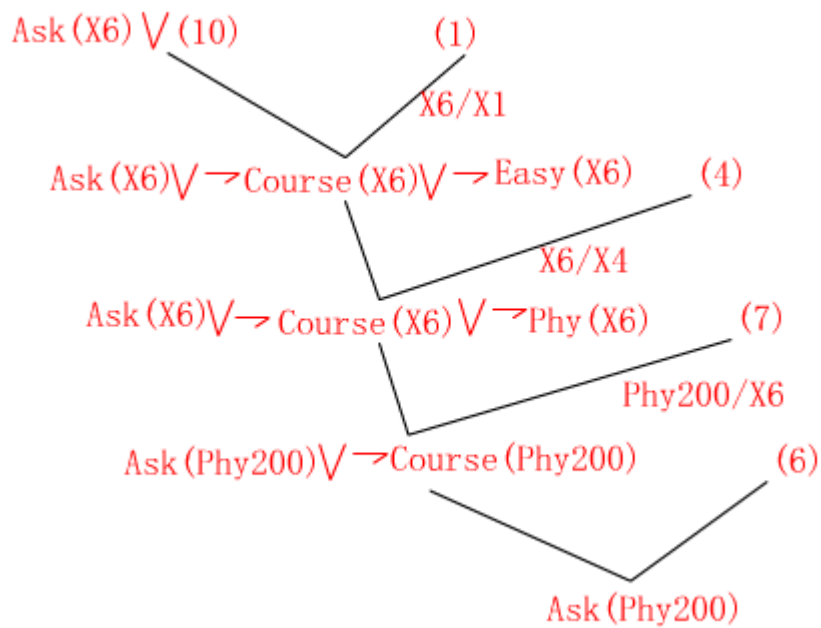
$$(9) \quad \text{Eng}(\text{Eng300});$$

$$(10) \text{目标公式(2)的取反: } (1) \quad \neg \text{Course}(x6) \vee \neg \text{Like}(\text{Li}, x6);$$

$$(11) \text{目标公式(1)的取反: } (1) \quad \neg \text{Like}(\text{Wu}, \text{Eng300});$$

- 解决问题(2)

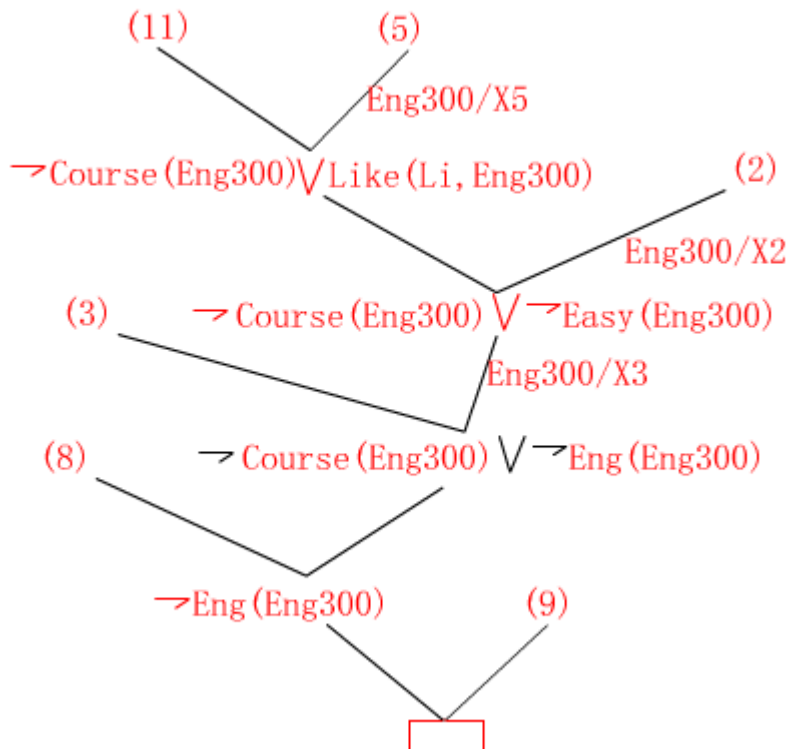
$$\text{令(10)的取反为: Ask}(x6) = \text{Course}(x6) \wedge \text{Like}(\text{Li}, x6)$$



提取的问题回答为: $\text{Course}(\text{Phy200}) \wedge \text{Like}(\text{Li}, \text{Phy200})$

即小李喜欢 Phy200 课程.

· 解决问题(1)



4, 5 章

1. 对于八数码难题按下式定义评价函数： $f(x)=d(x)+h(x)$ ，其中 $d(x)$ 为节点 x 的深度； $h(x)$ 是节点 n 与目标状态节点比较，错位棋牌在不受阻拦的情况下，移动到目标状态相应位置所需走步（移动次数）的总和。

初始状态 (S_0):

2	8	3
1	6	4
7		5

目标状态:

1	2	3
8		4
7	6	5

(1)用 A*算法搜索目标，请列出前 3 步搜索中 OPEN、CLOSED 表的内容。

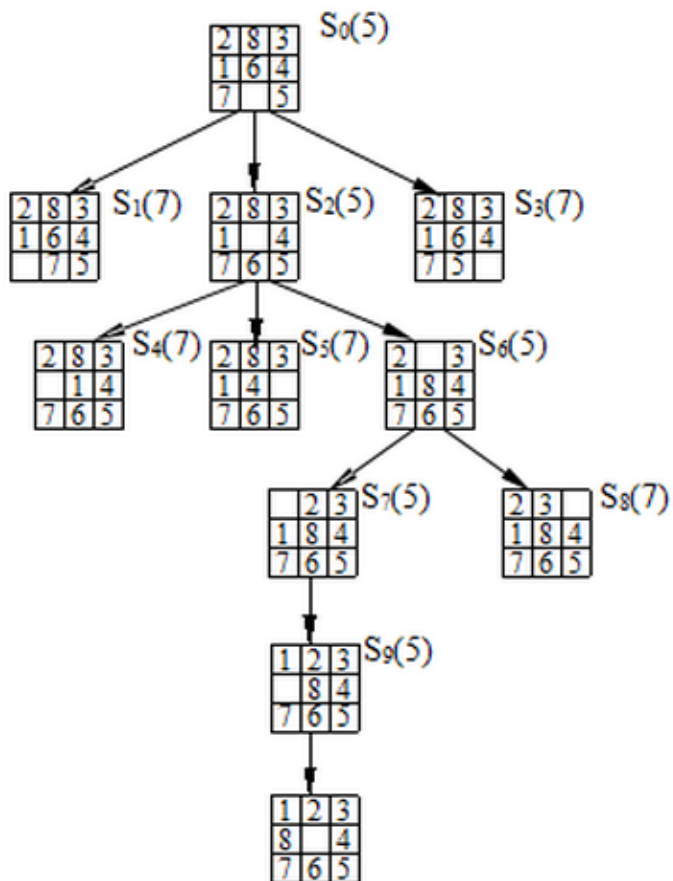
循环	OPEN	CLOSED
初始化		
1		
2		
3		

(2)画出搜索树，并在图中标注所有节点的评价函数值。

解：（1）如下表

循环	OPEN	CLOSED
初始化	S_0	
1	$S_2 S_1 S_3$	S_0
2	$S_6 S_1 S_3 S_4 S_5$	$S_0 S_2$
3	$S_7 S_1 S_3 S_4 S_5 S_8$	$S_0 S_2 S_6$

（2）搜索树如下图，右上角的数字是其估价函数值



2. 对于规则 $P \Rightarrow Q$, 已知 $p(Q)=0.04, LS=100, LN=0.4$, 利用主观 Bayes 方法求出 $P(Q/P)$ 和 $P(Q/\neg P)$ 。

$$O(\theta/P) = LS * O(\theta) = 100 * 0.04 / (1 - 0.04) = 4.2$$

$$P(\theta/P) = O(\theta/P) / (1 + O(\theta/P)) = 4.2 / 5.2 = 0.81$$

$$O(\theta/\neg P) = LN * O(\theta) = 0.4 * 0.04 / (1 - 0.04) = 0.017$$

$$P(\theta/\neg P) = O(\theta/\neg P) / (1 + O(\theta/\neg P)) = 0.017 / 1.017 = 0.017$$

3. R1: IF E1 THEN H (0.8)

R2: IF E2 THEN H (0.6)

R3: IF E3 THEN H (-0.5)

R4: IF E4 AND (E5 OR E6) THEN E1 (0.7)

R5: IF E7 AND E8 THEN E3 (0.9)

在系统运行中已从用户处得 $CF(E2)=0.8$, $CF(E4)=0.5$, $CF(E5)=0.6$, $CF(E6)=0.7$, $CF(E7)=0.6$, $CF(E8)=0.9$, 求 H 的综合可信度 $CF(H)$ 。

解: (1) 求证据 E4, E5, E6 逻辑组合的可信度

$$\begin{aligned}
 CF(E_4 \text{ AND } (E_5 \text{ OR } E_6)) &= \min\{CF(E_4), \max\{CF(E_5), CF(E_6)\}\} \\
 &= \min\{0.5, \max\{0.6, 0.7\}\} = 0.5
 \end{aligned}$$

(2)根据规则 R4,求 CF(E1)

$$\begin{aligned}
 CF(E_1) &= 0.7 \times \max\{0, CF(E_4 \text{ AND } (E_5 \text{ OR } E_6))\} \\
 &= 0.7 \times \max\{0, \min\{CF(E_4), CF(E_5 \text{ OR } E_6)\}\} \\
 &= 0.7 \times \max\{0, \min\{CF(E_4), \max\{CF(E_5), CF(E_6)\}\}\} \\
 &= 0.7 \times 0.5 = 0.35
 \end{aligned}$$

(3)求证据 E7,E8 逻辑组合的可信度

$$CF(E_7 \text{ AND } E_8) = \min\{CF(E_7), CF(E_8)\} = \min\{0.6, 0.9\} = 0.6$$

(4)根据规则 R5, 求 CF(E3)

$$CF(E_3) = 0.9 \times \max\{0, CF(E_7 \text{ AND } E_8)\} = 0.9 \times 0.6 = 0.54$$

(5)根据规则 R1, 求 CF1(H)

$$CF_1(H) = 0.8 \times \max\{0, CF(E_1)\} = 0.8 \times 0.35 = 0.28$$

(6)根据规则 R2, 求 CF2(H)

$$CF_2(H) = 0.6 \times \max\{0, CF(E_2)\} = 0.6 \times 0.8 = 0.48$$

(7)根据规则 R3, 求 CF3(H)

$$CF_3(H) = -0.5 \times \max\{0, CF(E_3)\} = -0.5 \times 0.54 = -0.27$$

(8)组合由独立证据导出的假设 H 的可信度 CF1(H),CF2(H)和 CF3(H),得到 H 的综合可信度:

$$\begin{aligned}
 CF_{1,2}(H) &= CF_1(H) + CF_2(H) - CF_1(H) \cdot CF_2(H) \\
 &= 0.28 + 0.48 - 0.28 \times 0.48 = 0.63
 \end{aligned}$$

$$CF_{1,2,3}(H) = \frac{CF_{1,2}(H) + CF_3(H)}{1 - \min\{|CF_{1,2}(H)|, |CF_3(H)|\}} = \frac{0.63 - 0.27}{1 - \min\{0.63, 0.27\}} = 0.49$$

4. 设学生考试成绩的论域为{A, B, C, D, E}, 小王成绩得 A、得 B、得 A 或 B 的基本概率分别分配到 0.2、0.1、0.3, Bel({C, D, E})为 0.2; 请给出 Bel({A, B})、Pl({A, B})和 f({A, B})。

$$\begin{aligned}
 \text{答: } Bel(\{A, B\}) &= m(\{A\}) + m(\{B\}) + m(\{A, B\}) = 0.2 + 0.1 + 0.3 \\
 &= 0.6
 \end{aligned}$$

$$Pl(\{A, B\}) = 1 - Bel(\{C, D, E\}) = 1 - 0.2 = 0.8$$

$$f(\{A, B\}) = Bel(\{A, B\}) + |\{A, B\}| / |U| \cdot [Pl(\{A, B\}) - Bel(\{A, B\})] = 0.6 + 2/5 \cdot (0.8 - 0.6) = 0.6 + 0.08 = 0.68$$

附加题:

5. 在应用递归回溯算法解决四皇后的问题中，若按行的序号从小到大试探性放置各列的皇后，请画出搜索图，并指出分别从算法第 2 步和第 4 步回溯的次数。

解：为表示清晰起见，L 表中只记载皇后所在列，皇后所在行可由在 L 表中的先后位置指示，例如 L=(1 3) 指示两个皇后位置分别为第 1 行第 1 列和第 2 行第 3 列。

搜索图(树)如右图所示:共回溯 22 次,其中算法第 2 步的回溯 18 次,算法第 4 次的回溯 4 次。

