

# 人工智能与深度学习

复习

# 重点内容

- P  
P  
T  
中的  
练习  
题
- 1. 人工智能基本知识、专家系统定义和结构结构
  - 2. 谓词、语义网络、框架、产生式、状态空间知识表示
  - 3. 宽度优先和深度优先搜索的搜索途径和最优路线
  - 4. 启发式搜索方法（局部、全局、A\*）的应用问题
  - 5. Skolem标准型转换与归结推理（包括命题和谓词）
  - 6. CF方法计算
  - 7. 主观贝叶斯(Bayes)方法 计算

关于各组同学  
分享的专题内  
容中有哪些是  
你印象最深的？  
简单描述一下  
该专题的内容？

- 
- 8、如何实现自动求梯度？
  - 9、L2范数损失函数和交叉熵损失函数的基本原理？
  - 10、以自己的实验经历，说明多层感知机的优缺点
  - 11、训练误差和泛化误差，欠拟合和过拟合，举例说明
  - 12、权重衰减和丢弃法的原理、作用
  - 13、5.1节练习(3)(4)，5.3节练习(1)-(5)，5.7节练习(1)，5.9节练习(2)，5.12节练习(1)
  - 14、批量归一化的作用及实现
  - 15、Lenet、Alexnet的对比，VGG和NIN的基本思路和特点分析
  - 16、googlenet中Inception块的构成和作用，Resnet中残差块的构成和作用，Densenet中稠密块的构成和作用、过渡层的作用。

# 题型

- 1. 简答
- 2. 问答
- 3. 应用

- 卷面分数：100分，占总分数：60%
- 平时小测验：10%，实验作业：30%（10分/次，结合表现）
- 进入前10%的小组，小组成员加10分
- 后续助教会有关于小组协作和表现方面的调查，大家客观及时反馈。

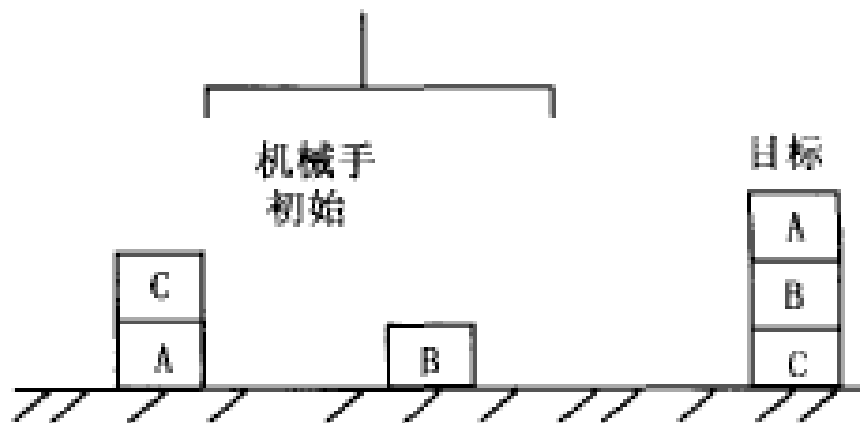
## 第二章 知识表示

### 2.1 一阶谓词逻辑表示法

思考： 机器人擦积木问题。

设机器人有一只机械手，要处理的事件有一张桌子，桌上可堆放若干个操作相同的方积木块。机械手有4个操作积木的典型动作：  
从桌面上拣起一块积木；  
将手中的积木放到桌面上；  
在积木上再擦上一块积木；  
从积木上面拣起一块积木。

积木世界的布局如图



# 习题及解答

## 课后习题2

要解决这个问题，需要定义如下谓词：

CLEAR( $x$ ): 积木  $x$  上面是空的。

ON( $x, y$ ): 积木  $x$  在积木  $y$  的上面。

ONTABLE( $x$ ) 积木  $x$  在桌面上。

HOLDING( $x$ ): 机械手抓住  $x$ 。

HANDEEMPTY: 机械手是空的。

其中， $x$  和  $y$  的个体域是  $\{A, B, C\}$ 。

问题的初始状态是：

CLEAR( $B$ )

ON( $C, A$ )

ONTABLE( $A$ )

CLEAR( $C$ )

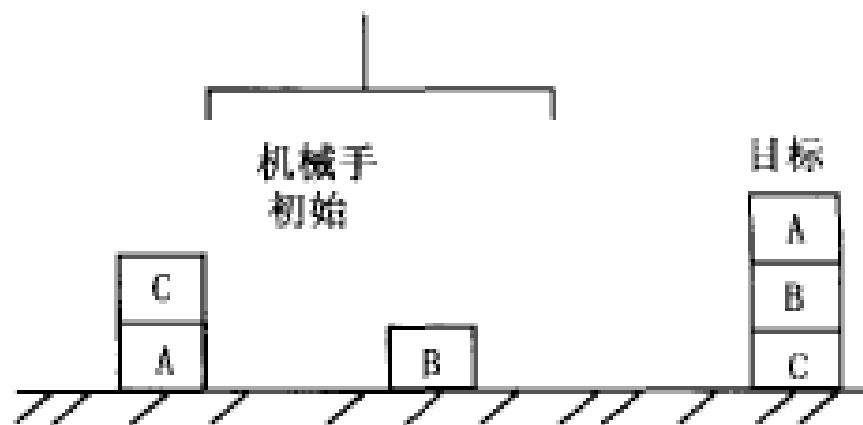
HANDEEMPTY

ONTABLE( $B$ )

问题的目标状态是：

ON( $B, C$ )

ON( $A, B$ )

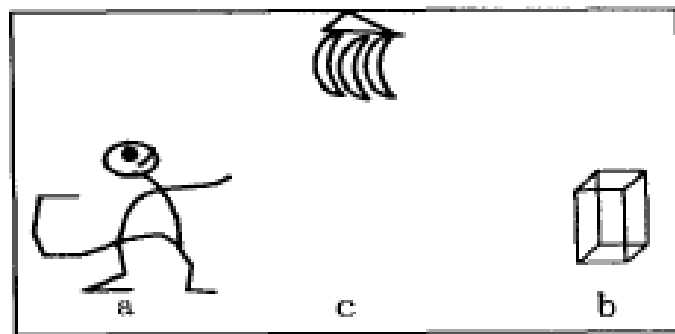


## 第二章 知识表示

### 2.1 一阶谓词逻辑表示法

思考：猴子摘香蕉问题。

如图所示，设房间里有一只猴子（即机器人），位于a处，c处上方的天花板上有一串香蕉，猴子想吃，但摸不着。房间的b处还有一个箱子，如果猴子站到箱子上就可以摸着天花板。用谓词逻辑描述猴子得到香蕉的行动规划。



$AT(x, y)$ : 表示  $x$  在  $y$  处。

$ONBOX$ : 表示猴子在箱子上面。

$HB$ : 猴子得到香蕉。

# 第二章 知识表示

## 2.1 一阶谓词逻辑表示法

Goto ( $u, \mu$ ): 表示猴子从  $u$  处走到  $\mu$  处。

Pushbox ( $\mu, w$ ): 表示猴子推着箱子从  $\mu$  处移到  $w$  处。

Climbbox: 表示猴子爬上箱子。

Grasp 表示猴子摘取香蕉。

这些操作所对应的先决条件及动作如下:

Goto ( $u, \mu$ )

条件:  $\neg \text{ONBOX}, \text{AT}(\text{Monkey}, u)$

动作: 删除表:  $\text{AT}(\text{Monkey}, u)$

添加表:  $\text{AT}(\text{Monkey}, \mu)$

Pushbox ( $\mu, w$ )

条件:  $\neg \text{ONBOX}, \text{AT}(\text{Monkey}, \mu), \text{AT}(\text{Box}, \mu)$

动作: 删除表:  $\text{AT}(\text{Monkey}, \mu), \text{AT}(\text{Box}, \mu)$

添加表:  $\text{AT}(\text{Monkey}, w), \text{AT}(\text{Box}, w)$

Climbbox

条件:  $\neg \text{ONBOX}, \text{AT}(\text{Monkey}, w), \text{AT}(\text{Box}, w)$

动作: 删除表:  $\neg \text{ONBOX}$

添加表:  $\text{ONBOX}$

Grasp

$\{a\}$ .  $Y$  的个体域是  $\{a, b, c\}$ .

条件:  $\text{ONBOX}, \text{AT}(\text{Box}, c), \neg \text{HB}$

动作: 删除表:  $\neg \text{HB}$

添加表:  $\text{HB}$

# 习题及解答

## 课后习题2

•2. 用产生式规则描述出传教士和野人问题的操作符。

•有 $N = 3$ 个传教士和 $N = 3$ 个野人来到河边准备渡河，河岸有一条船，每次至多可供 $k = 2$ 人乘渡。问传教士为了安全起见，应如何规划摆渡方案，使得任何时刻，在河的两岸以及船上的野人数目总是不超过传教士的数目。即求解传教士和野人从左岸全部摆渡到右岸的过程中，任何时刻满足 $m$ （传教士数） $\geq c$ （野人数）和 $m + c \leq k$ 的摆渡方案。  
 $b = 1$ 或 $0$ 分别表示有船或无船。约束条件是：两岸上 $m \geq c$ ，船上 $m + c \leq 2$ 。  
规则如下：IF (m, c, 1) THEN (m-1, c, 0)

IF (m, c, 1) THEN (m, c-1, 0)

IF (m, c, 1) THEN (m-1, c-1, 0)

IF (m, c, 1) THEN (m-2, c, 0)

IF (m, c, 1) THEN (m, c-2, 0)

IF (m, c, 0) THEN (m+1, c, 1)

IF (m, c, 0) THEN (m, c+1, 1)

IF (m, c, 0) THEN (m+1, c+1, 1)

IF (m, c, 0) THEN (m+2, c, 1)

IF (m, c, 0) THEN (m, c+2, 1)



# 习题及解答

## 课后习题2

•2. 用产生式规则描述出传教士和野人问题的操作符。

•我们引入*i*和*j*两个变量，

•表示此次摆渡时，过河的传教士数*i*，和野人数*j*，

•则可以将10条规则组合为两条规则：

**IF (m, c, 1) AND  $1 \leq i+j \leq 2$  THEN (m-i, c-j, 0)**

**IF (m, c, 0) AND  $1 \leq i+j \leq 2$  THEN (m+i, c+j, 1)**

•也可以表示为：

**IF (m, c, b=1) AND  $1 \leq i+j \leq 2$  THEN (m-i, c-j, b-1)**

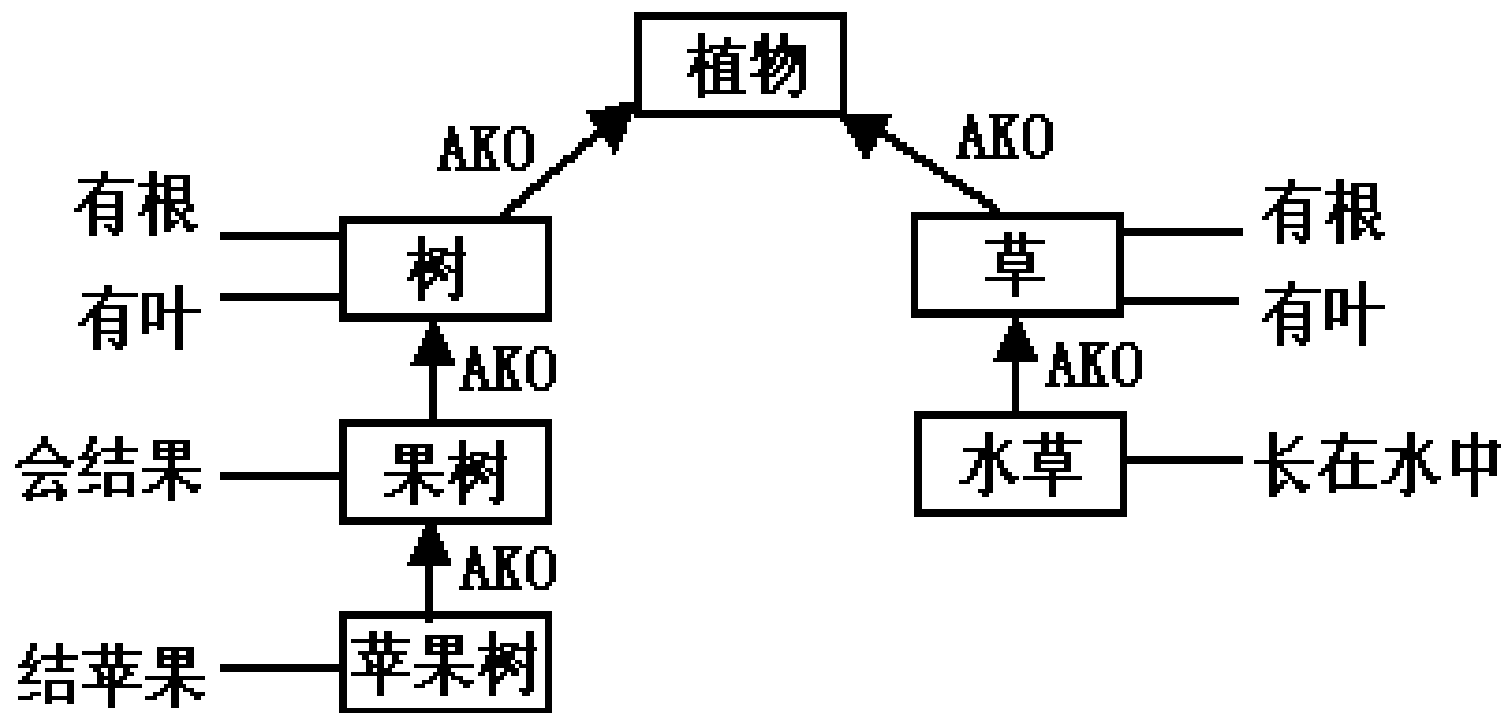
**IF (m, c, b=0) AND  $1 \leq i+j \leq 2$  THEN (m+i, c+j, b+1)**

# 习题及解答

## 课后习题2

### 3. 用语义网络表示下列命题：

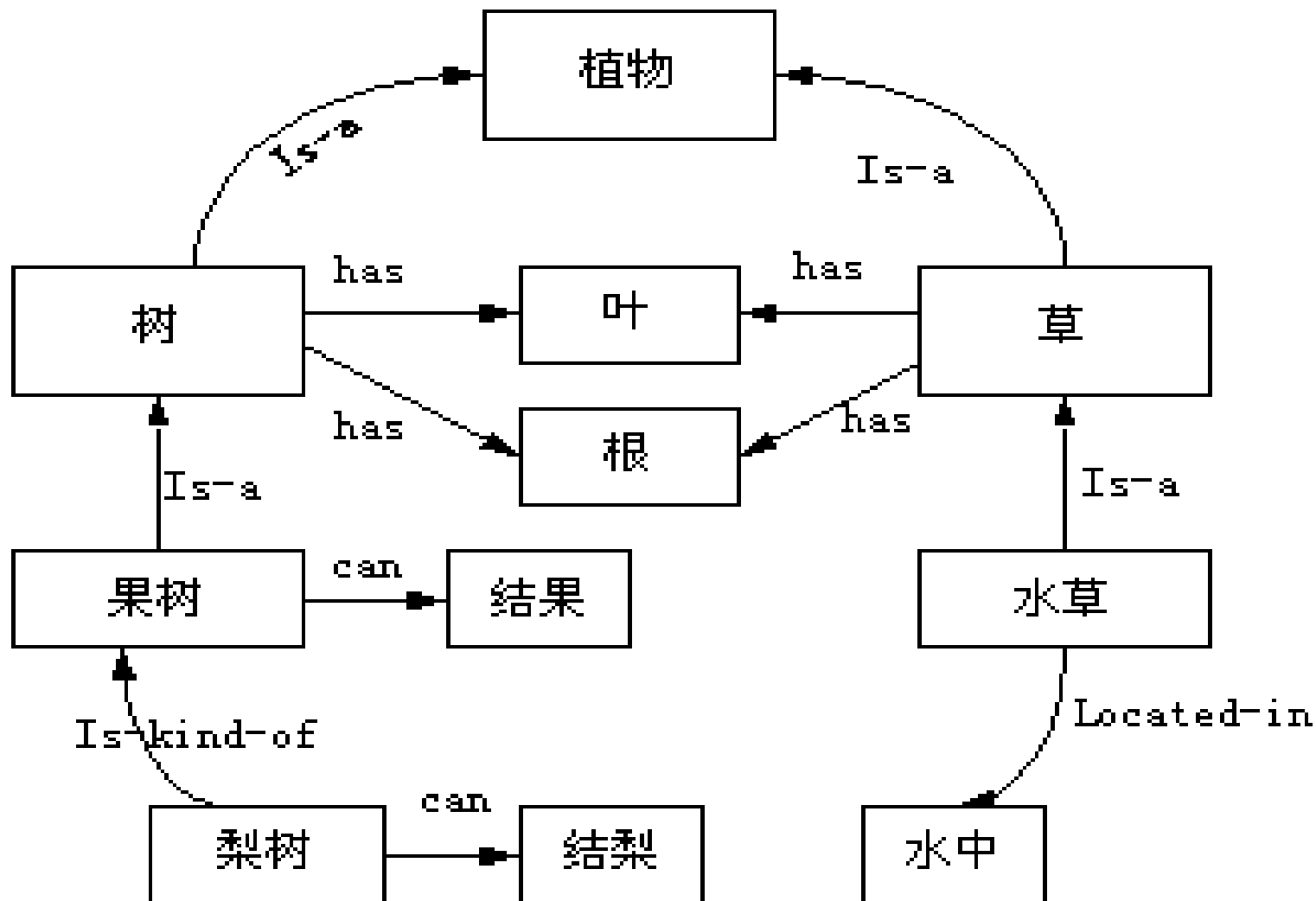
- 1) 树和草都是植物
- 2) 树和草都有叶和根
- 3) 水草是草, 且生长在水中
- 4) 果树是树, 且会结果
- 5) 梨树是果树中的一种, 它会结梨;



# 习题及解答

## 课后习题2

### 3. 用语义网络表示下列命题：



# 习题及解答

## 课后习题2

- 4.用框架表示方法描述下面的知识：  
将一个家族的成员关系的知识分别用语义网络和框架形式表示出来。  
由于家族成员可以任意设定，所以给问题应以所设定的家族成员为基础进行知识表示。
- 父母、祖父母、儿女、孙儿女
- 形式如

框架名：<硕士生>

姓名：单位（姓，名）

性别：范围（男，女）

默认：男

年龄：单位（岁）

条件：岁 > 16

- 机器人搭积木问题见电子书2.2.3节

# 习题及解答

## 课后习题2

5. 利用一阶谓词逻辑, 对下面的问题进行描述

Honil塔问题: 已知三个柱子1,2,3和三个盘子A,B,C (A比B小, B比C小)。初始状态下, A, B, C依次放在1柱上。目标状态是A, B, C依次放在柱子3上。条件是每次可移动一个盘子, 盘子上方是空顶方可移动, 而任何时候都不允许大盘在小盘之上。

这个问题, 使用逻辑法可作如下描述。

(1) 常量 A,B,C,1,2,3, 而S表: 状态。

(2) 谓词 Disk(A) 表: A是盘子

Pillar (1) 表: 1是柱子

Smaller(A,B) 表: A比B小

Free(x,s) 表: 状态S下, X空顶

Legal(x,y,s) 表: 状态S下, x可向y上移动

ON (A, B, S) 表: 状态S下A在B上

(3) 函数 move(A,B,S) 表: 状态S下, A移到B上所得的新状态

(4) 谓词和函数间的关系

$(\forall x)(\forall y)(\forall z)(\text{Smaller}(x,y) \wedge \text{Smaller}(y,z) \rightarrow \text{Smaller}(x,z))$  盘大小关系的传递性

$(\forall x)(\forall s)(\text{Free}(x,s) \rightarrow \sim (\exists y)\text{ON}(y,x,s))$  s下, x是空顶必知s下无y在x上。

$(\forall x)(\forall y)(\forall s)(\text{Legal}(x,y,s) \leftrightarrow \text{Free}(x,s) \wedge \text{Free}(y,s) \wedge \text{Disk}(x) \wedge \text{Smaller}(x,y))$  x可向y上移动是合法的, 当且仅当x,y空顶且x比y小, x是盘。 $(\forall x)(\forall y)(\forall s)(\forall s') (s' = \text{move}(x,y,s) \rightarrow \text{ON}(x,y,s') \wedge (\exists z1)(\exists z2)((\sim (z1=x) \wedge \sim (z2=y)) \rightarrow (\text{ON}(z1,z2,s) \rightarrow \text{ON}(z1,z2,s')) \wedge (\forall z)(\text{ON}(x,z,s) \rightarrow \text{Free}(z,s'))))$  新状态s下, x移动到y上得新状态S', 那么没移动的盘ON关系没变动。而x下面的盘是空顶了。

## 练习

1、设有如下语句，请用相应的谓词公式分别把他们表示出来：  
有的人喜欢梅花，有的人喜欢菊花，有的人既喜欢梅花又喜欢菊花。  
他每天下午都去打篮球。  
新型计算机速度又快，存储容量又大。  
不是每个计算机系的学生都喜欢在计算机上编程序。  
凡是喜欢编程序的人都喜欢计算机。

2、用谓词表示法表示农夫、狼、山羊、白菜问题。  
设农夫、狼、山羊、白菜全部在一条河的左岸，现在要把他们全部送到河的右岸去，农夫有一条船，过河时，除农夫外船上至多能载狼、山羊、白菜中的一种。狼要吃山羊，山羊要吃白菜，除非农夫在那里。试规划出一个确保全部安全过河的计划。请写出所用谓词的定义，并给出每个谓词的功能及变量的体域。

把下列语句表示成语义网络的描述：

- (1) All man are mortal.
- (2) Every cloud has a silver lining.
- (3) All roads lead to Rome.
- (4) All branch managers of G-TEK participate in a profit-sharing plan.
- (5) All blocks that are on top of blacks that have been moved have also been moved

# 习题及解答

答：(1) 定义谓词如下：MAN (X)：X 是人

LIKE (X, Y)：X 喜欢 Y。(∀ 代表全称符号，∃ 代表局部符号)

$((\exists X)(\text{MAN}(X) \rightarrow \text{LIKE}(X, \text{MEIFLOWER})) \wedge ((\exists Y)(\text{MAN}(Y) \rightarrow$   
 $\text{LIKE}(Y, \text{JUFLOWER}))) \wedge$

$((\exists Z)(\text{MAN}(Z) \rightarrow (\text{LIKE}(Z, \text{MEIFLOWER}) \wedge \text{LIKE}(Z, \text{JUFLOWER})))$

(2) TIME(X)：X 是下午

PLAY (X, Y)：X 去打 Y

$(\forall X) \text{TIME}(X) \rightarrow \text{PLAY}(\text{HE}, \text{BASKETBALL})$

(3) SUMMER (X)：X 处于夏天

DRY (X)：X 很干燥

HOT (X)：X 很炎热

$\text{SUMMER}(\text{Xi'an}) \rightarrow \text{DRY}(\text{Xi'an}) \wedge \text{HOT}(\text{Xi'an})$

(4) MAN (X)：X 是人

LIKE (X, Y)：X 喜欢吃 Y

$\neg ((\forall X) \text{MAN}(X) \rightarrow \text{LIKE}(X, \text{CHOUDOUFU}))$

(5) MAN (X)：X 是人

LIKE (X, Y)：X 喜欢读 Y

$(\forall X) \text{MAN}(X) \wedge \text{LIKE}(X, \text{《SANGUOYANYI》}) \rightarrow$

$\text{LIKE}(X, \text{《SHUIHU》})$

(6) MAN (X)：X 是人

EYE (X)：X 想穷千里目

UP (X)：X 要更上一层楼

$(\forall X) \text{MAN}(X) \wedge \text{EYE}(X) \rightarrow \text{UP}(X)$

# 农夫带着狼、山羊和蔬菜过河的问题

农夫、狼、山羊、蔬菜		
狼、蔬菜	农夫、山羊➡	
狼、蔬菜	农夫⬅	山羊
农夫、狼、蔬菜		山羊
蔬菜	农夫、狼➡	山羊
蔬菜		农夫、山羊、狼
蔬菜	农夫、山羊⬅	狼

农夫、山

山羊

山羊

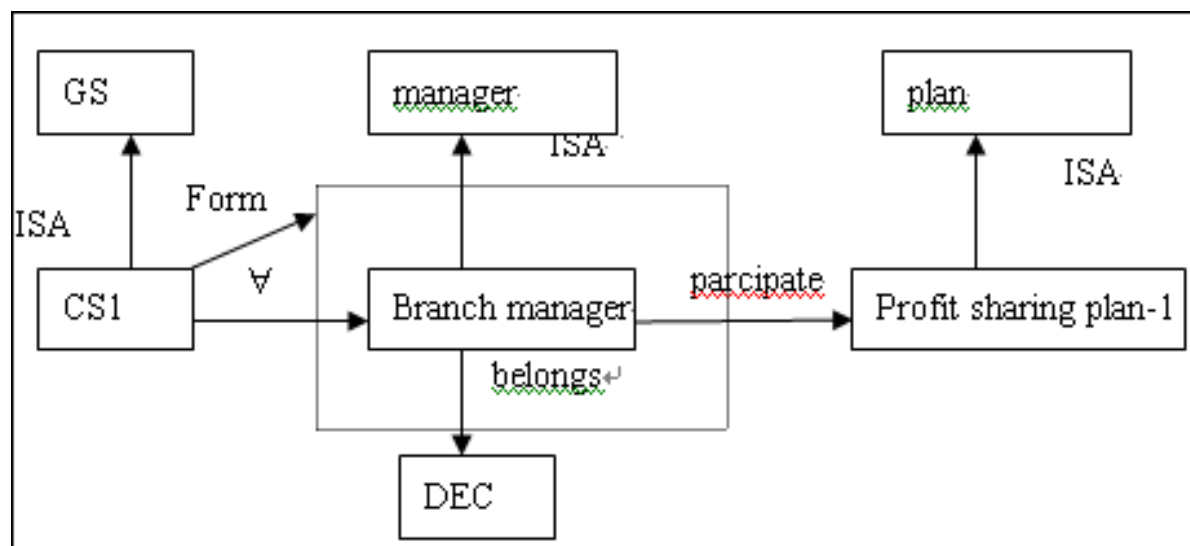
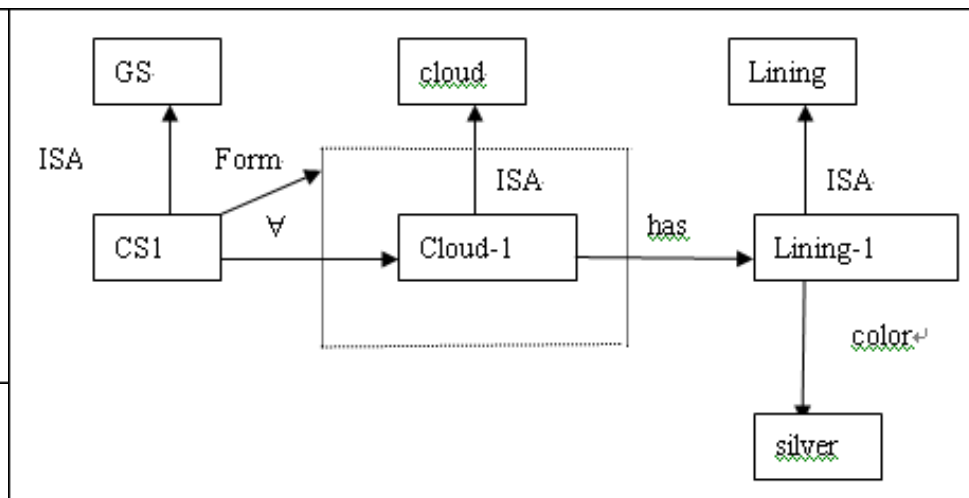
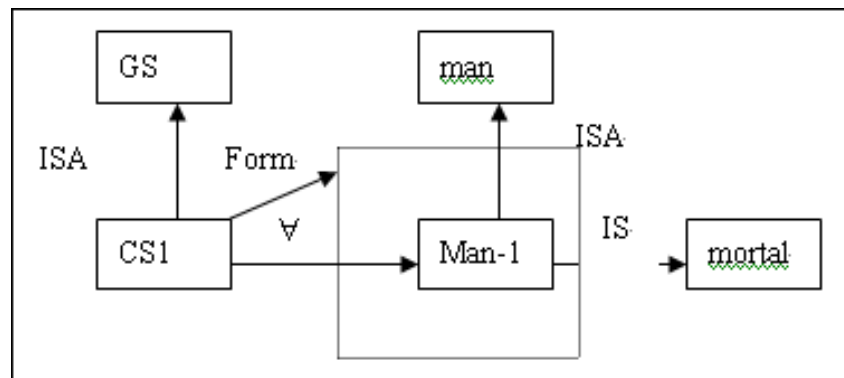
农夫、山

过河的方案：

- 1: 人和羊过河，人返回，留下羊；
- 2: 人和狼过河，人和羊返回，留下狼；
- 3: 人和菜过河，人返回，留下菜；
- 4: 人和羊过河



# 习题及解答

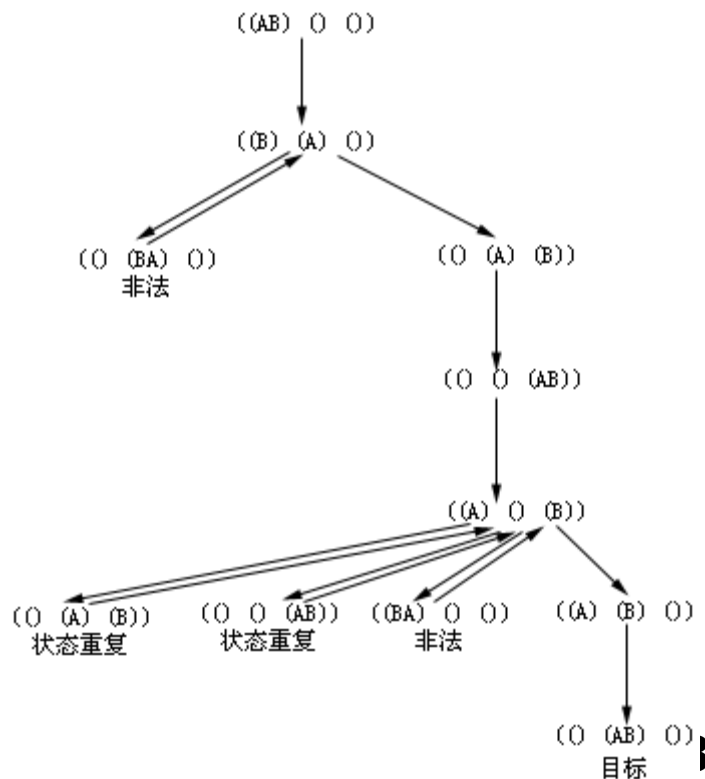
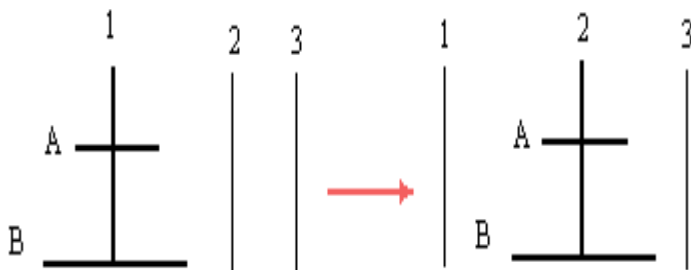


# 习题及解答

## 课后习题3

2. 用回溯策略求解如下所示二阶梵塔问题，画出搜索过程的状态变化示意图。

对每个状态规定的操作顺序为：先搬1柱的盘，放的顺序是先2柱后3柱；再搬2柱的盘，放的顺序是先3柱后1柱；最后搬3柱的盘，放的顺序是先1柱后2柱。



# 习题及解答

## 课后习题3

3. 滑动积木块游戏的棋盘结构及某一种将牌的初始排列结构如下图。其中B表示黑色将牌，W表示白色将牌，E表示空格。游戏的规定走法是：

- (1)任意一个将牌可移入相邻的空格，规定其代价为1；
- (2)任何一个将牌可相隔1个或2个其他的将牌跳入空格，其代价为跳过将牌的数目。

游戏要达到的目标是把所有W都移到B的左边。对这个问题，请定义一个启发函数 $h(n)$ ，并给出用这个启发函数产生的搜索树。

提示：可定义 $h$ 为：

$h = \text{B右边的W的数目}$

E	B	E	W	W	W	E
---	---	---	---	---	---	---

设 $j$ 节点是 $i$ 节点的子节点，则根据走法不同， $h(i)-h(j)$ 的值分为如下几种情况：

- (1) B或W走到了相邻的一个空格位置，此时： $h(i)-h(j)=0$ ， $C(i,j)=1$ ；
- (2) W跳过了1或2个W，此时  $h(i)-h(j)=0$ ， $C(i,j)=1$ 或2；

# 习题及解答

## 课后习题3

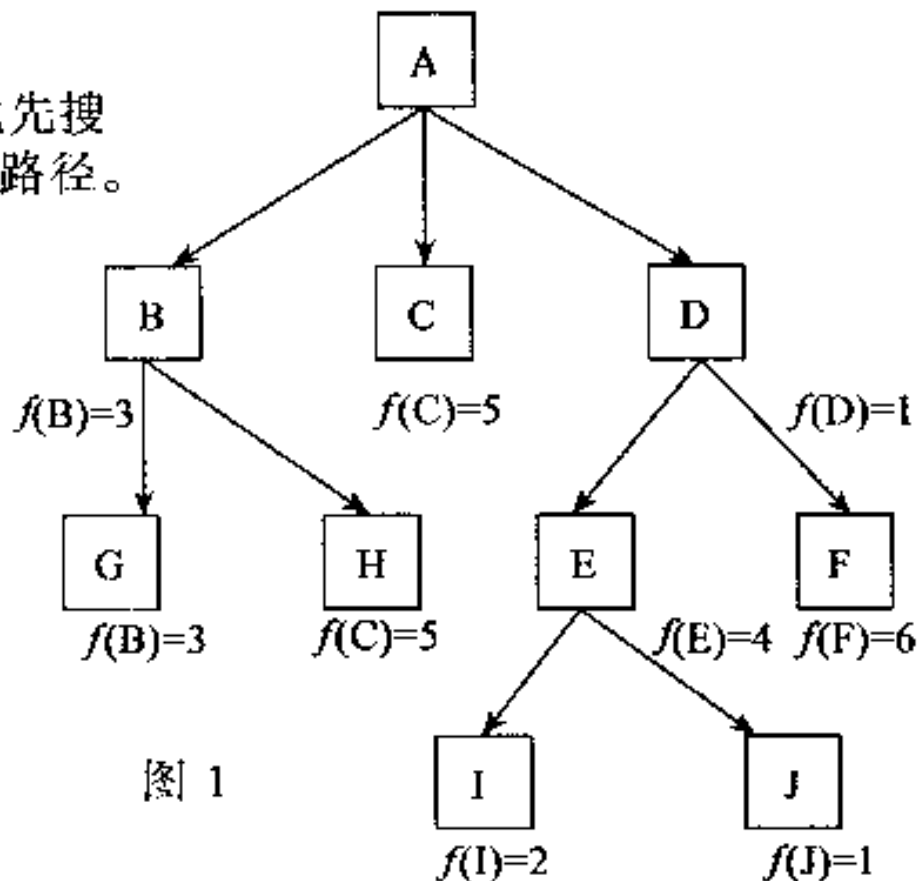
- (3) W向右跳过了一个B（可能同时包含一个W），此时：  
 $h(i)-h(j)=-1$ ,  $C(i,j)=1$ 或 $2$ ;
- (4) W向右跳过了两个B，此时： $h(i)-h(j)=-2$ ,  $C(i,j)=2$ ;
- (5) W向左跳过了一个B（可能同时包含一个W），此时：  
 $h(i)-h(j)=1$ ,  $C(i,j)=1$ 或 $2$ ;
- (6) W向左跳过了两个B，此时： $h(i)-h(j)=2$ ,  $C(i,j)=2$ ;
- (7) B跳过了1或2个B，此时  $h(i)-h(j)=0$ ,  $C(i,j)=1$ 或 $2$ ;
- (8) B向右跳过了一个W（可能同时包含一个B），此时： $h(i)-h(j)=1$ ,  $C(i,j)=1$ 或 $2$ ;
- (9) B向右跳过了两个W，此时： $h(i)-h(j)=2$ ,  $C(i,j)=2$ ;
- (10) B向左跳过了一个W（可能同时包含一个B），此时：  
 $h(i)-h(j)=-1$ ,  $C(i,j)=1$ 或 $2$ ;
- (11) B向左跳过了两个W，此时： $h(i)-h(j)=-2$ ,  $C(i,j)=2$ ;
- 纵上所述，无论是哪一种情况，具有：  
 $h(i)-h(j) \leq C(i,j)$

## 第三章 搜索策略

### 3.6 课后习题—补充

1 在  $3 \times 3$  的宫格内,用  $1, 2, \dots, 9$  的九个数字填入九宫内,使得每行数字组成的十进制数平方根为整数。试用启发式搜索算法求解,分析问题空间的规模和有用的启发式信息。

2 试给出爬山法和最佳优先搜索算法搜索图 1 的搜索路径。



# 习题及解答

平方根为整数，所以这个数的末尾一定是1 / 4 / 5 / 6 / 9  
而三位数是一个整数的平方的，只有如下：

11 121  
12 144  
13 169  
14 196  
15 225  
16 256  
17 289  
18 324  
19 361  
20 400  
21 441  
22 484  
23 529  
24 576  
25 625  
26 676  
27 729  
28 784  
29 841  
30 900  
31 961

.....

排除带0的，有重复数字的，还剩下这些：

13 169  
14 196  
16 256  
17 289  
18 324  
19 361  
23 529  
24 576  
25 625  
27 729  
28 784  
29 841  
31 961

。 。 。 。  
假设其中一个数含有169，那其他数字中不含这三个数的只有324和784，显然不能满足题目要求

故169、196、961均被排除

.....

如此分析下去，最后得到

361  
529  
784

# 习题及解答

## 课后习题4

•1. 将下面的公式化成子句集:

•  $\sim((P \vee \sim Q) \rightarrow R) \rightarrow (P \wedge R)$

•解: 
$$\begin{aligned} & \sim((P \vee \sim Q) \rightarrow R) \rightarrow (P \wedge R) \\ &= ((P \vee \sim Q) \rightarrow R) \wedge \sim(P \wedge R) \\ &= (\sim(P \vee \sim Q) \vee R) \wedge (\sim P \vee \sim R) \\ &= (\sim P \vee R) \wedge (Q \vee R) \wedge (\sim P \vee \sim R) \end{aligned}$$

建立子句集:

$$S = \{ \sim P \vee R, Q \vee R, \sim P \vee \sim R \}$$

# 习题及解答

## 课后习题4

2. 命题是数理逻辑中常用的公式，试使用归结法证明它们的正确性：

a)  $(P \rightarrow (Q \rightarrow R)) \rightarrow ((P \rightarrow Q) \rightarrow (P \rightarrow R))$

b)  $(Q \rightarrow \sim P) \rightarrow ((Q \rightarrow P) \rightarrow \sim Q)$



# 习题及解答

## 课后习题4

2) 要证明  $(P \rightarrow (Q \rightarrow R)) \rightarrow ((P \rightarrow Q) \rightarrow (P \rightarrow R))$  永真  
 即证明  $\sim((P \rightarrow (Q \rightarrow R)) \rightarrow ((P \rightarrow Q) \rightarrow (P \rightarrow R)))$  为永假。  
 将其化为合取范式:

$$\begin{aligned} & \sim((P \rightarrow (Q \rightarrow R)) \rightarrow ((P \rightarrow Q) \rightarrow (P \rightarrow R))) \\ &= (P \rightarrow (Q \rightarrow R)) \wedge \sim((P \rightarrow Q) \rightarrow (P \rightarrow R)) \\ &= (\sim P \vee \sim Q \vee R) \wedge (P \rightarrow Q) \wedge \sim(P \rightarrow R) \\ &= (\sim P \vee \sim Q \vee R) \wedge (\sim P \vee Q) \wedge P \wedge \sim R \end{aligned}$$

建立子句集:

$$S = \{\sim P \vee \sim Q \vee R, \sim P \vee Q, P, \sim R\}$$

进行归结:

$$1) \sim P \vee \sim Q \vee R$$

$$2) \sim P \vee Q$$

$$3) P$$

$$4) \sim R$$

$$5) Q \vee R$$

$$6) \sim Q \vee R$$

$$7) R$$

$$8) \square$$

(2)	(3)	归结
(1)	(3)	归结
(5)	(6)	归结
(4)	(7)	归结

# 习题及解答

## 课后习题4

B: 要证明  $(Q \rightarrow \sim P) \rightarrow ((Q \rightarrow P) \rightarrow \sim Q)$  为永真  
即证明  $\sim((Q \rightarrow \sim P) \rightarrow ((Q \rightarrow P) \rightarrow \sim Q))$  为永假

将其化为合取范式:

$$\begin{aligned} & \sim((Q \rightarrow \sim P) \rightarrow ((Q \rightarrow P) \rightarrow \sim Q)) \\ &= (Q \rightarrow \sim P) \wedge (Q \rightarrow P) \wedge Q \\ &= (\sim Q \vee \sim P) \wedge (\sim Q \vee P) \wedge Q \end{aligned}$$

建立子句集:

$$S = \{ \sim Q \vee \sim P, \sim Q \vee P, Q \}$$

进行归结:

$$(1) \sim Q \vee \sim P$$

$$(2) \sim Q \vee P$$

$$(3) Q$$

$$(4) \sim P$$

(1) (3) 归结

$$(5) P$$

(1) (2) 归结

$$(6) \square$$

# 习题及解答

## 课后习题4

•3.下列子句是否可以合一，如果可以，写出最一般合一置换

a)  $P(x, B, B)$  和  $P(A, y, z)$

b)  $P(g(f(v)), g(u))$  和  $P(x, x)$

•解：1)  $P(x, B, B)$  和  $P(A, y, z)$  可以合一：

$$Mgu = \{ A/x, B/y, B/z \}$$

2)  $P(g(f(v)), g(u))$  和  $P(x, x)$  不可以合一

# 习题及解答

## 课后习题4

- 4.将下列公式化为skolem子句形:

$$((\exists x) P(x) \vee (\exists x) Q(x)) \rightarrow (\exists x) (P(x) \vee Q(x))$$

- 解:

$$\begin{aligned} & ((\exists x) P(x) \vee (\exists x) Q(x)) \rightarrow (\exists x) (P(x) \vee Q(x)) \\ &= ((\forall x) \sim P(x) \wedge (\forall x) \sim Q(x)) \vee (\exists y) (P(y) \vee Q(y)) \\ &= (\exists y) (\forall x) (\sim P(x) \wedge \sim Q(x) \vee P(y) \vee Q(y)) \\ &= (\exists y) (\forall x) ((\sim P(x) \vee P(y) \vee Q(y)) \wedge (\sim Q(x) \vee P(y) \vee Q(y))) \end{aligned}$$

化为skolem子句形:

$$(\sim P(x) \vee P(a) \vee Q(a)) \wedge (\sim Q(x) \vee P(a) \vee Q(a))$$

# 习题及解答

## 课后习题4

•5.使用归结法证明:  $(\forall x)(A(x) \rightarrow (B(x) \wedge C(x))) \wedge (\forall x)(A(x) \wedge D(x)) \rightarrow (\forall x)(D(x) \wedge C(x))$

第一步：使用反演法，先写出公式G：

$$(\forall x)(A(x) \rightarrow (B(x) \wedge C(x))) \wedge (\exists x)(A(x) \wedge D(x)) \wedge \sim (\exists x)(D(x) \wedge C(x))$$

第二步：将G的各合取项分别化成SKOLEM标准形，得子句集 $\{S_1, S_2, S_{\sim B}\}$ 。

$$(\forall x)(A(x) \rightarrow (B(x) \wedge C(x))) = (\forall x)(\sim A(x) \vee (B(x) \wedge C(x)))$$

$$= (\forall x)((\sim A(x) \vee B(x)) \wedge (\sim A(x) \vee C(x)))$$

$$S_1 = \{\sim A(x) \vee B(x), \sim A(x) \vee C(x)\}$$

$$\text{对 } (\exists x)(A(x) \wedge D(x)) \text{ 有 } S_2 = \{A(a), D(a)\}$$

$$\sim (\exists x)(D(x) \wedge C(x)) = (\forall x)(\sim D(x) \wedge C(x)) = (\forall x)(\sim D(x) \vee \sim C(x))$$

$$S_{\sim B} = \{\sim D(x) \vee \sim C(x)\}$$

从而得子句集

$$S = \{\sim A(x) \vee B(x), \sim A(x) \vee C(x), A(a), D(a), \sim D(x) \vee \sim C(x)\}$$

第四步 使用归结规则建立推理过程

$$(1) \sim A(x) \vee B(x)$$

$$(2) \sim A(x) \vee C(x)$$

$$(3) A(a)$$

$$(4) D(a)$$

$$(5) \sim D(x) \vee \sim C(x)$$

$$(6) C(a)$$

$$(7) \sim C(a)$$

$$(8) \square$$

(2)(3)归结

(4)(5)归结

(6)(7)归结

# 习题及解答

## 课后习题4

6.使用归结法证明: 梯形的对角线与上下底构成的内错角相等。

1.  $\sim T(x,y,u,v) \vee P(x,y,u,v)$
2.  $\sim P(x,y,u,v) \vee E(x,y,v,u,v,y)$
3.  $T(a,b,c,d)$
4.  $\sim E(a,b,d,c,d,b)$
5.  $\sim P(a,b,c,d)$  (2)(4)归结
6.  $P(a,b,c,d)$  (1)(3)归结
7.  $\square$  (5)(6)归结

设已给梯形的顶点依次为 $a, b, c, d$ 。引入谓词  
 $T(x, y, u, v)$ 表示以 $xy$ 为上底,  $uv$ 为下底的梯形。  
 $P(x, y, u, v)$ 表示 $x y \parallel u v$

$E(x, y, z, u, v, w)$ 表  $\angle xyz = \angle uvw$   
问题的逻辑描述和相应的子句集为

$A_1 : (\forall x)(\forall y)(\forall u)(\forall v)(T(x, y, u, v) \rightarrow P(x, y, u, v))$   
(梯形上下底平行)

$SA_1 : \sim T(x, y, u, v) \vee P(x, y, u, v)$  (平行内错角相等)

$A_2 : (\forall x)(\forall y)(\forall u)(\forall v)(P(x, y, u, v) \rightarrow E(x, y, v, u, v, y))$

$SA_2 : \sim P(x, y, u, v) \vee E(x, y, v, u, v, y)$

$A_3 : T(a, b, c, d)$  (已知)

$SA_3 : T(a, b, c, d)$

$B : E(a, b, d, c, d, b)$  (要证的结论)

$S_{\sim B} : \sim E(a, b, d, c, d, b)$

从而  $S = SA_1 \cup SA_2 \cup SA_3 \cup SA_4 \cup S_{\sim B}$  共含有10个子句。

# 习题及解答

## 课后习题5

例题的数据变化:

例1. 已知  $R_1: A_1 \rightarrow B_1$   $CF(B_1, A_1) = 0.8$

$R_2: A_2 \rightarrow B_1$   $CF(B_1, A_2) = 0.5$

$R_3: B_1 \wedge A_3 \rightarrow B_2$   $CF(B_2, B_1 \wedge A_3) = 0.8$

$CF(A_1) = CF(A_2) = CF(A_3) = 1$ ;

$CF(B_1) = CF(B_2) = 0$ ;

计算  $CF(B_1)$ 、 $CF(B_2)$

初始证据  $A_1, A_2, A_3$  的CF值均设为1, 而初始未知证据  $B_1, B_2$  的CF值设为0, 也即认为对  $B_1, B_2$  是一无所知。来计算  $CF(B_1), CF(B_2)$  的更新值。

依  $R_1$ ,  $CF(B_1|A_1) = 0 + 0.8(1 - 0) = 0.8$  即使用  $R_1$  后的  $CF(B_1)$  由0提高到0.8了。

依  $R_2$ ,  $CF(B_1|A_2) = 0.8 + 0.5(1 - 0.8) = 0.9$

依  $R_3$ , 需先求

$$CF(B \wedge A_2) = \min(CF(A_3), CF(B_1))$$

$$= \min(1, 0.9) = 0.9$$

而  $B_1 \wedge A_3 \rightarrow B_2$  的前提  $CF(B_1 \wedge A_3) \neq 1$ , 要作  $CF(B_2, B_1 \wedge A_3) \times CF(B_1 \wedge A_3) = 0.8 \times 0.9 = 0.72$  再计算

$$CF(B_2|B_1 \wedge A_3) = 0 + 0.72(1 - 0) = 0.72$$

这样便求得了  $CF(B_1)$ ,  $CF(B_2)$  分别为0.9和0.72。

# 第五章 不确定性推理方法

$R_1$ : IF  $A$  THEN  $X$ ,  $CF(X, A) = 0.8$ ;

$R_2$ : IF  $B$  THEN  $X$ ,  $CF(X, B) = 0.6$ ;

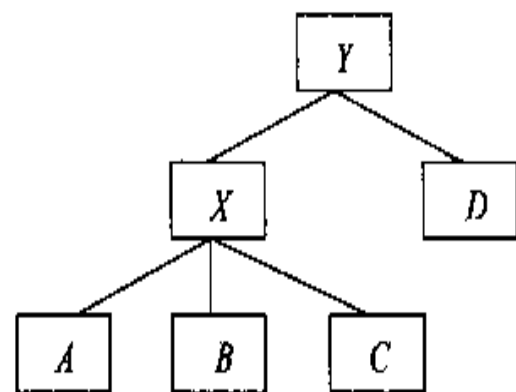
$R_3$ : IF  $C$  THEN  $X$ ,  $CF(X, C) = 0.4$ ;

$R_4$ : IF  $X \wedge D$  THEN  $Y$ ,  $CF(X, X \wedge D) = 0.3$ 。

$CF(A) = CF(B) = CF(C) = CF(D) = 0.5$ 。

$X, Y$  的初始可信度  $CF_0(X) = 0.1$ ,  $CF_0(Y) = 0.2$ 。

要求计算结论  $X$  和  $Y$  的可信度  $CF(X), CF(Y)$ 。



解：由题意得到推理网络如图 5-3 所示。

$$CF_0(X) = 0.1,$$

$$CF_1(X) = CF(X/A) = 0.5 \times 0.8 = 0.4,$$

$$CF_2(X) = CF(X/B) = 0.5 \times 0.6 = 0.3,$$

$$CF_3(X) = CF(X/C) = 0.5 \times 0.4 = 0.2,$$

$$CF_{01}(X) = CF(X/A) = 0.1 + 0.4 - 0.1 \times 0.4 = 0.46,$$

$$CF_{23}(X) = CF(X/B, C) = 0.3 + 0.2 - 0.3 \times 0.2 = 0.44$$

$$CF_{0123}(X) = CF(X/A, B, C) = 0.46 + 0.44 - 0.46 \times 0.44 = 0.6976.$$

$$CF(X \wedge D) = \min\{CF(X), CF(D)\} = \min\{0.6976, 0.5\} = 0.5,$$

$$CF_0(Y) = 0.2,$$

$$CF_1(Y/X \wedge D) = 0.3 \times 0.5 = 0.15,$$

$$CF_{01}(Y) = 0.2 + 0.15 - 0.2 \times 0.15 = 0.32。$$



# 确定性方法

练习1—与例题相同

$$r1: A_1 \rightarrow B_1 \quad CF(B_1, A_1)=0.8$$

$$r2: A_2 \rightarrow B_1 \quad CF(B_1, A_2)=0.5$$

$$r3: B_1 \wedge A_3 \rightarrow B_2 \quad CF(B_2, B_1 \wedge A_3)=0.8$$

初始证据  $A_1$  ,  $A_2$  ,  $A_3$  的CF值均设为1, 而初始未知证据  $B_1$  ,  $B_2$  的CF值为0, 即对  $B_1$  ,  $B_2$  是一无所知的。

求:  $CF(B_1)$  ,  $CF(B_2)$  的更新值

# 确定性方法

## 练习2

r1:  $A_1 \rightarrow B_1$   $CF(B_1, A_1)=0.8$

r2:  $A_2 \rightarrow B_1$   $CF(B_1, A_2)=0.6$

初始证据  $A_1, A_2$  的CF值均设为0.5, 而初始未知证据  $B_1$  的CF值为0.1。

求:  $CF(B_1)$  的更新值

解 1.  $CF(B_1, A_1)=0.8 \times 0.5=0.4$

2.  $CF(B_1, A_2)=0.6 \times 0.5=0.3$

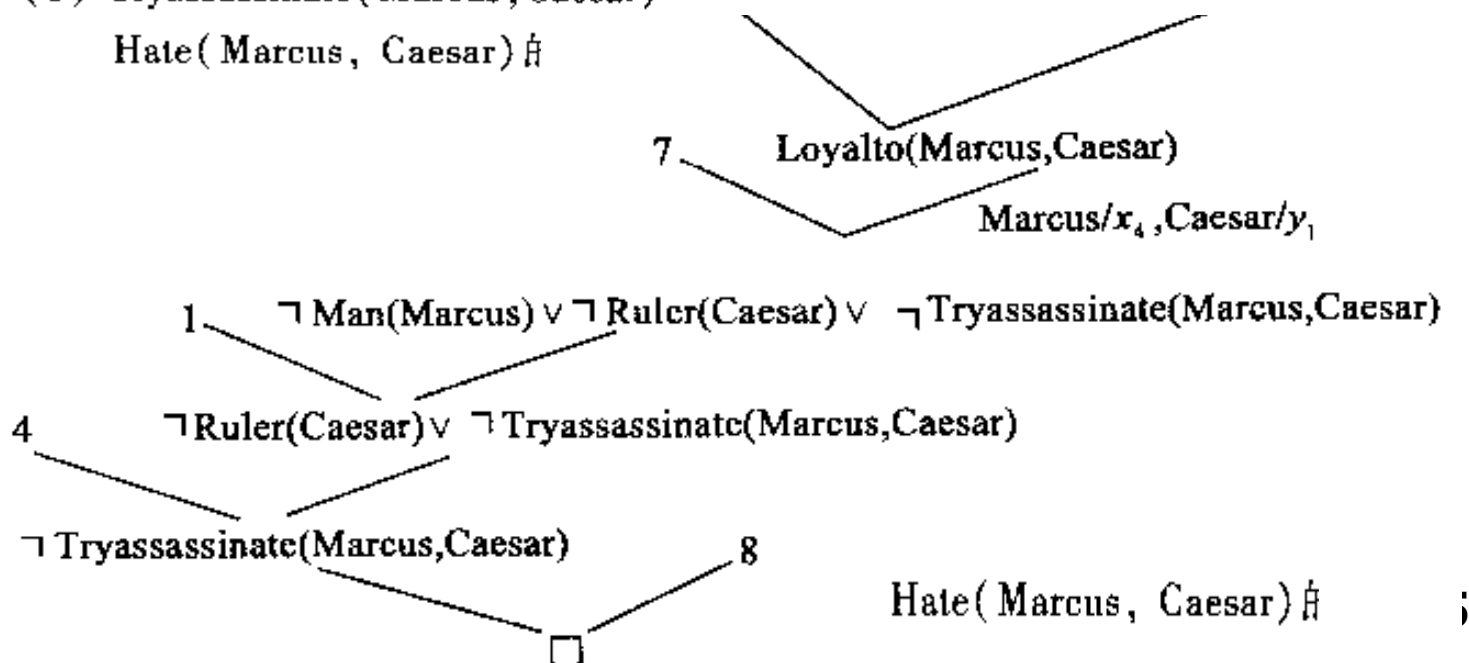
执行r1, 3.  $CF(B_1, A_1)=0.1+0.4 \times (1-0.1) =0.46$

执行r2, 4.  $CF(B_1, A_1)=0.46+0.3 \times (1-0.46) =0.622$

# 第四章 归结推理方法

## 练习

- (1)  $\text{Man}(\text{Marcus})$
- (2)  $\text{Pompeian}(\text{Marcus})$
- (3)  $\neg \text{Pompeian}(x_1) \vee \text{Roman}(x_1)$
- (4)  $\text{Ruler}(\text{Caesar})$
- (5)  $\neg \text{Roman}(x_2) \vee \text{Loyalto}(x_2, \text{Caesar}) \vee \text{Hate}(x_2, \text{Caesar})$
- (6)  $\text{Loyalto}(x_3, f(x_3))$
- (7)  $\neg \text{Man}(x_4) \vee \neg \text{Ruler}(y_1) \vee \neg \text{Tryassassinate}(x_4, y_1) \vee \neg \text{Loyalto}(x_4, y_1)$
- (8)  $\text{Tryassassinate}(\text{Marcus}, \text{Caesar})$   
 $\text{Hate}(\text{Marcus}, \text{Caesar})$



# 习题及解答

## 课后习题5

补充1.已知：规则

$$R1: E1 \rightarrow H, CF(H, E1) = 0.9$$

$$R2: E2 \rightarrow H, CF(H, E2) = 0.6$$

$$R3: E3 \rightarrow H, CF(H, E3) = -0.5$$

$$R4: E4 \wedge (E5 \vee E6) \rightarrow E1, CF(E1, E4 \wedge (E5 \vee E6)) = 0.9$$

$$\text{初始数据: } CF(E2) = 0.8, CF(E3) = 0.6, CF(E4) = 0.5, CF(E5) = 0.6, CF(E6) = 0.8, CF(H) = 0$$

求：CF(H)

解：从R4得到：

$$\begin{aligned} CF(E1) &= CF(E1, E4 \wedge (E5 \vee E6)) * \max(0, CF(E4 \wedge (E5 \vee E6))) \\ &= 0.9 * \max(0, \min(CF(E4), CF(E5 \vee E6))) \\ &= 0.9 * \max(0, \min(CF(E4), \max(CF(E5), CF(E6)))) \end{aligned}$$

$$= 0.9 * \max(0, 0.5) = 0.45$$

$$\text{依规则R1, } CF(H|E1) = CF(H) + CF(H, E1) * CH(E1) * (1 - CF(H))$$

$$= 0.405,$$

$$\text{即更新后 } CF(H) = 0.405$$

$$\text{依规则R2: } CF(H|E2) = CF(H) + CF(H, E2) * CH(E2) * (1 - CF(H))$$

$$= 0.6906$$

$$\text{更新后 } CF(H) = 0.6906$$

依R3, 先计算

$$CF(H|E3) = CF(H) + CF(E3) * CF(H, E3) = 0.39$$

答：更新后的可信度分别是：CF(H) = 0.39

# 习题及解答

## 课后习题5

### 例题的数字变化

2. 已知:  $P(A)=1, P(B1)=0.04, P(B2)=0.02$

R1:  $A \rightarrow B1$  LS=20 LN=1

R2:  $B1 \rightarrow B2$  LS=300 LN=0.001

计算:  $P(B2|A)$

3. 已知: 证据A1, A2必然发生, 且 $P(B1)=0.03, P(B2)=0.01$

规则: R1:  $A1 \rightarrow B1$  ; LS=20 LN=1

R2:  $A2 \rightarrow B1$  ; LS=300 LN=1

R3:  $B1 \rightarrow B2$  ; LS=300 LN=0.0001

求: B1, B2的更新值。