

**郑重声明:**

**A: 对于是非判断题类型, 修改了第 36 题, 第 60 题**

**B: 对于计算题类型, 修改了第 1 题, 第 9 题, 第 18 题**

**一、是非判断题**

- 1、消解时主要通过推导空子句来实现反证的。 (✓)
- 2、 $L$ 、 $\neg L$  为互解文字,  $L \wedge \neg L \rightarrow \square$ 。 (✓)
- 3、 $(P(x) \wedge Q(y)) \vee (P(x) \wedge R(y))$  为合取范式。 (✗)
- 4、若  $P(x)$  为时真时假, 则  $P(x)$  仍为永真式。 (✗)
- 5、“ $\forall x(p(x) \vee R(x))$ ”中的  $P(x)$  不在“ $x$ ”的辖域中。 (✗)
- 6、极小极大分析法中采用逆向推算来计算节点得分的。 (✓)
- 7、希望解树一定代价最小。 (✓)
- 8、本原问题即直接可解的简单问题。 (✓)
- 9、与或树搜索可分为盲目搜索和启发式搜索。 (✓)
- 10、对  $\alpha - \beta$  剪枝技术中, 对与节点来说,  $\alpha$  是倒推值的下确界,  $\beta$  是倒推值的上确界。 (✗)
- 11、语义网络是一种有向图, 它有 5 个级别, 7 种类型。 (✓)
- 12、方位关系不在语义网络表示的范围内。 (✗)
- 13、对象与类是实例关系。 (✓)
- 14、基于语义网络的推理主要有网络匹配、网络继承和网络演绎三种方式。 (✓)
- 15、对“与”、“或”、“蕴含”关系, 在语义网络表示时主要加上“与”、“或”、“蕴含”结点。 (✓)
- 16、框架之间也有从属关系、实例关系等。 (✓)
- 17、专家系统是由数名专家组成的咨询系统。 (✗)
- 18、用普通的程序设计语言开发专家系统的开发周期最长, 效率最低, 但限制最小。 (✗)
- 19、网络环境下的专家系统结构可以分为客户机/服务器或浏览器/服务器结构。 (✓)
- 20、黑板模型中的黑板就是一个全局数据库。 (✓)
- 21、智能机器人的智能已经达到人类智能的水平。 (✗)
- 22、人可以作为 Agent。 (✓)
- 23、智能计算与人工智能有很大关系 (✓)
- 24、神经网络是人工智能的联接主义倡导的模式 (✓)
- 25、进化计算中的遗传算法  $SGA = (C, E, P_0, M, \phi, \tau, \varphi, T)$ 。 (✓)
- 26、遗传和变异是生物进化的两种基本现象。所以遗传算法只有两个算子: 变异算子和遗传算子。 (✗)
- 27、BP 神经网络算法至少需要 2 层神经元。一层是输入层, 一层是输出层。 (✓)
- 28、决策树学习不是一种以示例为基础的归纳学习方法 (✗)
- 29、ID3 算法的目的是构造一棵树。树的根节点为分类开始。叶节点是实例。中间节点是属性, 边是属性的值。 (✓)
- 30、单层感知器学习是一种基于规则的学习 (✗)
- 31、AI、BI、CI 是完全独立的不同的三种智能 (✗)

- 32、MP模型是1943年心理学家W. McCulloch和数学家W. Pitts提出的模型 (√)
- 33、神经网络模型中，激发函数若采用S型 (Simoid)。主要针对神经元的饱和特性。 (√)
- 34、前馈网络和反馈网络最大的区别是：非循环链接模式。即输入和输出在一个神经元。 (√)
- 35、遗传算法中采用一定的编码表达种群中个体的染色体 (√)
- 36、若两个个体分别表达为：001101和110010，若随机交叉点为3和5（自左向右数），则交叉后的新个体为：001010和110101。 (×)
- 37、在模糊集中，通常用隶属度刻画每个元素映射为(0, 1)上的一个值。 (×)
- 38、若两个模糊集合F、G，则可以进行交、并、补等运算。 (×)
- 39、RS中信息系统是一个四元组 (U, A, V, f)。 (√)
- 40、下近似比上近似的元素个数少。 (×)
- 41、粗糙集就是边界区域。 (×)
- 42、不分明关系与分明矩阵具有很强的相关性。 (×)
- 43、等价类即每一个元素不分明关系。 (√)
- 44、深度优先具有搜索空间的复杂度低，非最优的，非完备。 (√)
- 45、有界深度优先就是深度优先，只是增加了一个深度限制，非完备非最优 (√)
- 46、迭代深度优先避免了给定深度带来的深度优先的缺陷，采用试探深度的方式确定树的深度。但是给策略是完备的且最优 (√)
- 47、启发式搜索A算法是完备的且最优的。 (√)
- 48、A算法只有在  $h(x) \leq h^*(x)$  的限制下才转换为A\*算法 (×)
- 49、当  $h(x)$  是单调性时，A\*算法转换为改进的A\*算法 (√)
- 50、启发的与或树搜索算法成为AO\*算法 (√)
- 51、所有的等价类是基于不分明关系的 (√)
- 52、粗糙集与模糊集的最大差别是模糊集为真正解决“含糊”问题。即计算出具体含糊元素数目 (√)
- 53、粗糙集理论：首先构造等价关系，从而将集合划分为若干个等价类。然后通过上近似与下近似构成不确定边界区域，从而形成粗糙集。 (√)
- 54、所有的边界区域与粗糙集是完全等价的 (×)
- 55、定义  $X \subseteq U, A \subseteq B$ ，对象集X关于属性集B的边界区域定义为： $BN_B(x) = B^-(X) - B_-(X)$  (×)
- 56、当  $BN_B(x) \neq \phi$  时，称  $BN_B(x)$  是对象集X关于属性集B的粗糙集 (√)
- 57、在决策表中，首先要进行一致性检测。一致性：确保同样的条件得出同样的结论。若不一致，则删除。这是水平方向的删除 (√)
- 58、属性约简，是消除决策表中不必要的属性。因此定义  $b \in B$ ，若  $IND(B) = IND(B - \{b\})$ ，则b在B中是不必要的。 (√)
- 59、神经网络中激励函数主要有四种类型，其中最为常用的Sigmoid函数
- $$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}} \quad (\sqrt{ })$$
- 60、单层感知器模型有两层构成，分别是输入层和输出层。 (√)
- 61、1986年PDP模型：（1）一组处理单元；（2）单元集合的激活状态；（3）各个单元的输出函

数；（4）单元之间的连接模式；（5）通过连接网络传送激活模式的传递规则；（6）把单元输入和她的当前状态结合起来，以产生新激活值得激活规则；（7）通过经验修改连接模式的学习规则；（8）系统运行的环境（√）

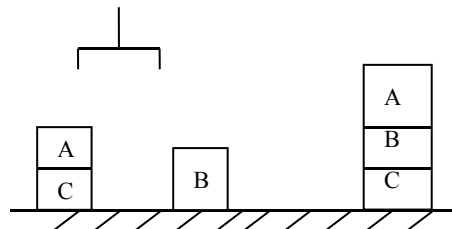
62、命题逻辑语句的可满足判定是SAT问题，是一个被证明为NP完全的问题（√）

63、 $(A \Leftrightarrow B) \wedge (\neg A \vee B)$ 是可满足的

64、粗糙集是指边界区域不为空集的区域。（√）

## 二、计算题

1、用谓词表示法求解机器人摆积木问题。设机器人有一只机械手，要处理的世界有一张桌子，桌上可堆放若干相同的方积木块。机械手有4个操作积木的典型动作：从桌上拣起一块积木；将手中的积木放到桌之上；在积木上再摆上一块积木；从积木上面拣起一块积木。积木世界的布局如下图所示。



四、图 机器人摆积木问题

**解：**(1) 先定义描述状态的谓词

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 在桌子上。

HOLDING(x)：机械手抓住 x。

HANDEEMPTY：机械手是空的。

其中，x 和 y 的个体域都是 {A, B, C}。

问题的初始状态是：

ONTABLE(A)

ONTABLE(B)

ON(A, C)

CLEAR(B)

CLEAR(A)

HANDEEMPTY

问题的目标状态是：

ONTABLE(C)

ON(B, C)

ON(A, B)

CLEAR(A)

## HANDEEMPTY

### (2) 再定义描述操作的谓词

在本问题中，机械手的操作需要定义以下 4 个谓词：

Pickup(x)：从桌面上拣起一块积木 x。

Putdown(x)：将手中的积木放到桌面上。

Stack(x, y)：在积木 x 上面再摞上一块积木 y。

Upstack(x, y)：从积木 x 上面拣起一块积木 y。

其中，每一个操作都可分为条件和动作两部分，具体描述如下：

Pickup(x)

条件：ONTABLE(x), HANDEEMPTY, CLEAR(x)

动作：删除表：ONTABLE(x), HANDEEMPTY

添加表：HOLDING (x)

Putdown(x)

条件：HOLDING (x)

动作：删除表：HOLDING (x)

添加表：ONTABLE(x), CLEAR(x), HANDEEMPTY

Stack(x, y)

条件：HOLDING (x), CLEAR(y)

动作：删除表：HOLDING (x), CLEAR(y)

添加表：HANDEEMPTY, ON(x, y), CLEAR(x)

Upstack(x, y)

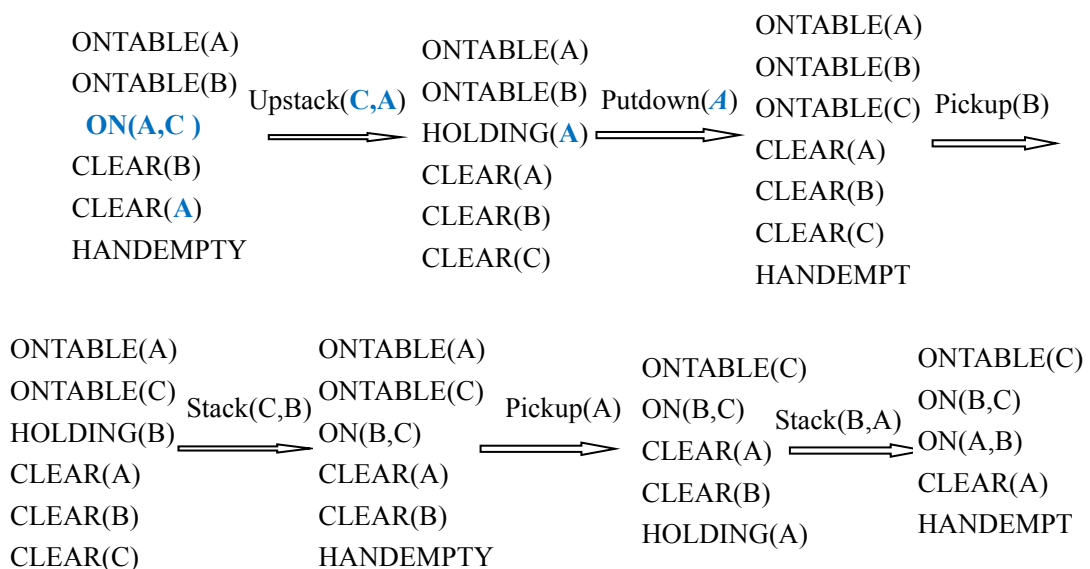
条件：HANDEEMPTY, CLEAR(y), ON(y, x)

动作：删除表：HANDEEMPTY, ON(y, x)

添加表：HOLDING(y), CLEAR(x)

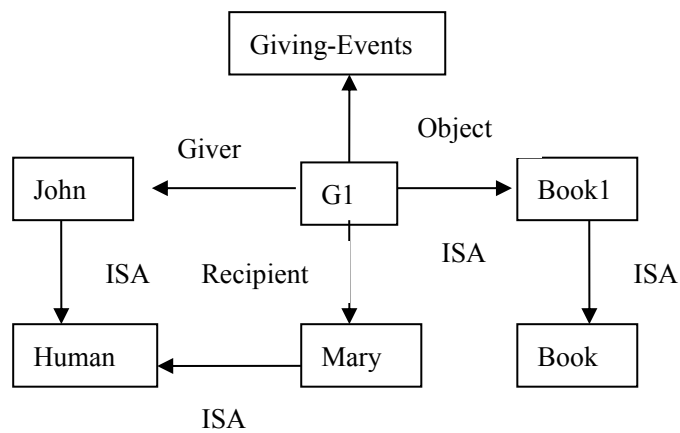
### (3) 问题求解过程

利用上述谓词和操作，其求解过程为：



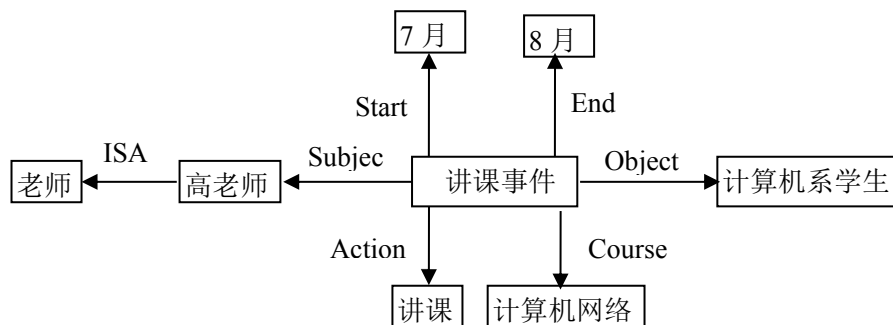
## 2、用语义网络和框架方法表示下属知识

### (1) John gives a book to Mary



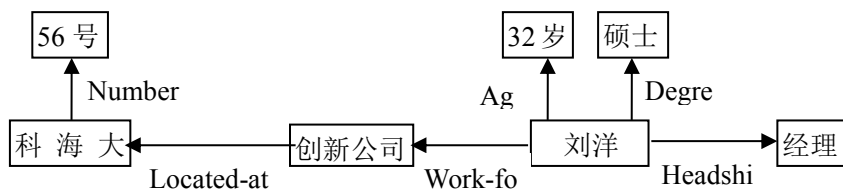
(2) 高老师从 3 月到 7 月给计算机系学生讲《计算机网络》课。

解：



(3) 创新公司在科海大街 56 号，刘洋是该公司的经理，他 32 岁、硕士学位。

解：



3、 什么是  $\alpha - \beta$  过程，基本思想是什么？

答：在极大极小过程中，总是先生成一棵博弈树，而且会生成规定深度内的所有节点，然后再进行估值的倒退计算，这样使得生成博弈树和估计值的倒退计算两个过程分离，因此搜索效率较低。如果能边生成博弈树，边进行估值的计算，则可能不必生成规定深度内的所有节点，以减少搜索的次数，这就是  $\alpha - \beta$  过程。

$\alpha - \beta$  过程的基本思想：使搜索树的某一部分达到最大深度，这时计算出某些 MAX 节点的  $\alpha$

值，或者是某些 MIN 节点的  $\beta$  值。随着搜索的继续，不断修改个别节点的  $\alpha$  或者  $\beta$ 。对任意节点，当其某一后继结点的最终值给定时，就可以确定该节点的  $\alpha$  或者  $\beta$ 。当该节点的其他后继结点的最终值给定时，就可以对该节点的  $\alpha$  或者  $\beta$  进行修正。

若任何 MIN 节点的  $\beta$  值小于或者等于任何它的先辈 MAX 节点的  $\alpha$  值，则可停止该 MIN 节点以下的搜索，然后这个 MIN 节点的最终倒退至结尾它已经得到的  $\beta$ ，该值与真正的极大极小的搜索结果的倒退值可能不一样，但是对开始节点而言，倒退值是相同的。当满足该规则时，可以进行  $\alpha$  剪枝。

若任何 MAX 节点的  $\alpha$  值大于或者等于它的 MIN 先辈节点的  $\beta$  值，则可以停止该 MAX 节点以下搜索，然后这个 MAX 节点处的倒退值解为它的  $\alpha$  值。当满足该规则时，可进行  $\beta$  剪枝。

4、假设  $N$  个传教士和  $N$  个野人，传每次最多可供  $K$  个人乘渡，这里  $N = 5, K \leq 3$ 。假设在某一时刻，在河的左岸有  $M$  个传教士， $C$  个野人。 $B = 1$  表示船在左岸， $B = 0$  表示船在右岸。现在以它们的组合作为启发式函数的基本分量。给定下面两种不同的启发式函数：

$$(1) h_1(n) = M + C$$

$$(2) h_2(n) = M + C - 2B$$

试说明  $h_1(n)$  不满足  $h_1(n) \leq h^*(n)$ ，而  $h_2(n) \leq h^*(n)$

答：(1) 要说明  $h_1(n)$  不满足  $h_1(n) \leq h^*(n)$ ，只要给出一个反例。如状态

$(M, C, B) = (1, 1, 1)$  时， $h_1(n) = M + C = 1 + 1 = 2$ ，而实际上只要摆渡一次就可以达到目标。

所以  $h_1(n)$  不满足  $h_1(n) \leq h^*(n)$

(2) 要证明  $h_2(n) \leq h^*(n)$ ，从两种情况说明。

A、船在左岸的情况

如果不考虑限制条件，那么摆渡的次数肯定比有限制的摆渡的次数少。另外每船载三人的摆渡次数肯定比每船载 2 人的次数少。所以先考虑没有限制的条件下，每次船上可以在人数为 3 人时的摆渡次数为次。其中分子中的“-3”表示剩下最后 3 个留待者最后一次运过去。除以 2 是因

为一个来回可以运过去 2 个人，需要  $\left\lceil \frac{M+c-3}{2} \right\rceil$  个来回，乘以 2 是因为一个来回相当于两次摆渡，而最后的加 1，则表示将剩下的 3 个人运过去，需要一次摆渡。化简为

$$\left\lceil \frac{M+c-3}{2} \right\rceil * 2 + 1 \geq \frac{M+C-3}{2} * 2 + 1 = M + C - 2$$

B、考虑船在右岸的情况

同样不考虑限制条件。船在右岸，需要一个人将船运到左岸。因此对于状态  $(M, C, 0)$  来说，其所需的最少摆渡次数，相当于船在左岸时状态  $(M+1, C, 1)$  或者  $(M, C+1, 1)$  所需的最少摆渡数，再加上第一次将船从右岸送到左岸的一次摆渡数。因此所需的最少摆渡次数为： $(M+C+1)-2+1=M+C$ ，其中  $M+C+1$  中的+1 表示送船回到左岸的那个人，最后边+1 表示送船到左岸时的一次摆渡。化简得到

$$(M+C+1)-2+1=M+C$$

综上所述，所需的最少摆渡次数可以为  $M+C-2B$

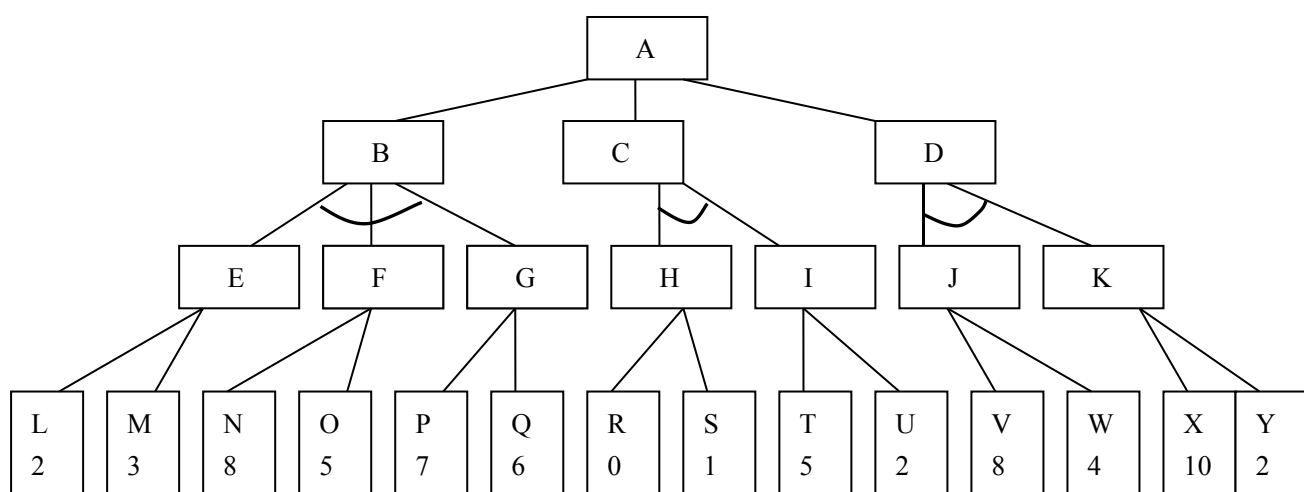
由于该摆渡次数是在不考虑限制的条件下推算出来的最少所需要的摆渡次数。因此，当有限制条件的时候，最少的摆渡次数只能大于或等于该摆渡次数。所以启发式函数  $h_2(n)$  满足

$$h_2(n) \leq h^*(n)$$

5、考虑下面的博弈树，静态值（在叶节点的中）都是从第一个博弈者的角度得的。假设第一个博弈者为 MAX，如图所示。

(1) 计算各节点的倒退值，并确定第一个博弈者将选择什么移动？

(2) 假如采用  $\alpha - \beta$  算法。那些节点无须检验（假设节点按从左到右的顺序检验），并说明这些节点采用的是哪种剪枝策略



参考答案：

E 是 MAX 节点，倒推值为：3；F 是 MAX 节点，倒推值为：8；G 是 MAX 节点，倒推值为：

---

7, B 是 MIN 节点, 倒推值为: 3。

H 是 MAX 节点, 倒推值为: 1; L 是 MAX 节点, 倒推值为: 5; C 是 MIN 节点, 倒推值为: 1。

J 是 MAX 节点, 倒推值为: 8; K 是 MAX 节点, 倒推值为: 10; D 是 MIN 节点, 倒推值为: 8。

A 是 MAX 节点, 倒推值为: 8. 因此第一个博弈者选择最大倒推值为 8 的 D 节点。

先按照深度到达节点 L、M, 因此倒推 E 的  $\alpha \geq 2$ , 倒推 B 的  $\beta \leq 2$ , 倒推 A 的  $\alpha \geq 2$ 。

根据 F 节点左子节点 N 为 8, 则 F 的  $\alpha \geq 8$ , 而 F 的父节点 B 的倒推值  $\beta \leq 2$ ,

所以 O 节点可以  $\beta$  剪枝; 同理可以推知: Q 节点可以  $\beta$  剪枝

根据 H 节点左子节点 R 为 0, 则 H 的  $\alpha \geq 0$ , 倒推 C 的  $\beta \leq 0$ , 而 C 的父节点 A 的  $\alpha \geq 2$ ,

所以 I 节点可以  $\alpha$  剪枝

最后分析 J 节点左子节点 V 为 8, 则 J 的  $\alpha \geq 8$ , 倒推 D 的  $\beta \leq 8$ ;

K 节点左子节点 X 为 10, 则 K 的  $\alpha \geq 10$ , 而 K 的父节点 D 的  $\beta \leq 8$

所以满足 K 节点的右子节点 Y 可以进行  $\beta$  剪枝。

综上所述, O, Q, Y 节点可以  $\beta$  剪枝, I 节点  $\alpha$  剪枝

## 6、 简述用归结法证明定理的过程（消解反演求解过程）。

给出一个公式集 S 和目标公式 L, 通过反证或反演来求证目标公式 L, 其证明步骤如下:

(1) 否定 L, 得到  $\sim L$ ;

(2) 把  $\sim L$  添加到 S 中去;

(3) 把新产生的集合  $\{\sim L, S\}$  化成子句集 F;

(4) 应用消解原理, 力图推导出一个表示矛盾的空子句

反复归结子句集 F 中的子句, 若出现了空子句, 则停止归结, 此时就证明了 L 永真

## 7、 计算下述各字句对的归结式

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

8、将合式公式化为字句形

$$\forall x[\neg P(x) \vee [\forall y[\neg P(y) \vee P(f(x, y))] \wedge \neg \forall y[\neg Q(x, y) \vee P(y)]]]$$

解:

$$\begin{aligned} & \forall x[\neg P(x) \vee [\forall y[\neg P(y) \vee P(f(x, y))] \wedge \neg \forall y[\neg Q(x, y) \vee P(y)]]] \\ = & \forall x[\neg P(x) \vee [\forall y[\neg P(y) \vee P(f(x, y))] \wedge \exists y[Q(x, y) \wedge \neg P(y)]]] \\ = & \forall x[\neg P(x) \vee [\forall y[\neg P(y) \vee P(f(x, y))] \wedge \exists w[Q(x, w) \wedge \neg P(w)]]] \\ = & \forall x[\neg P(x) \vee [\forall y[\neg P(y) \vee P(f(x, y))] \wedge [Q(x, g(x)) \wedge \neg P(g(x))]]] \\ = & \forall x \forall y[\neg P(x) \vee [[\neg P(y) \vee P(f(x, y))] \wedge [Q(x, g(x)) \wedge \neg P(g(x))]]] \\ = & \forall x \forall y[[\neg P(x) \vee [\neg P(y) \vee P(f(x, y))]] \wedge [\neg P(x) \vee Q(x, g(x))] \wedge [\neg P(x) \vee \neg P(g(x))]] \end{aligned}$$

最后消去全称量词和连接词  $\wedge$

$$\textcircled{1} [\neg P(x) \vee \neg P(y) \vee P(f(x, y))]$$

$$\textcircled{2} [\neg P(x) \vee Q(x, g(x))]$$

$$\textcircled{3} [\neg P(x) \vee \neg P(g(x))]$$

更改变量名称, 于是有

$$\neg P(x_1) \vee \neg P(y) \vee P(f(x_1, y))$$

$$\neg P(x_2) \vee Q(x_2, g(x_2))$$

$$\neg P(x_3) \vee \neg P(g(x_3))$$

9、设已知:

(1) 如果  $x$  是  $y$  的父亲,  $y$  是  $z$  的父亲, 则  $x$  是  $z$  的祖父;

(2) 每个人都有一个父亲。

使用归结演绎推理证明：对于某人  $u$ ，一定存在一个人  $v$ ， $v$  是  $u$  的祖父。

解：先定义谓词

$F(x,y)$ :  $x$  是  $y$  的父亲

$GF(x,z)$ :  $x$  是  $z$  的祖父

$P(x)$ :  $x$  是一个人

再用谓词把问题描述出来：

已知  $F1: (\forall x)(\forall y)(\forall z)(F(x,y) \wedge F(y,z)) \rightarrow GF(x,z)$

**$F2: (\forall y)(\exists x)(P(y) \rightarrow F(x,y))$**

求证结论  $G: (\exists u)(\exists v)(P(u) \rightarrow GF(v,u))$

然后再将  $F1$ ,  $F2$  和  $\neg G$  化成子句集：

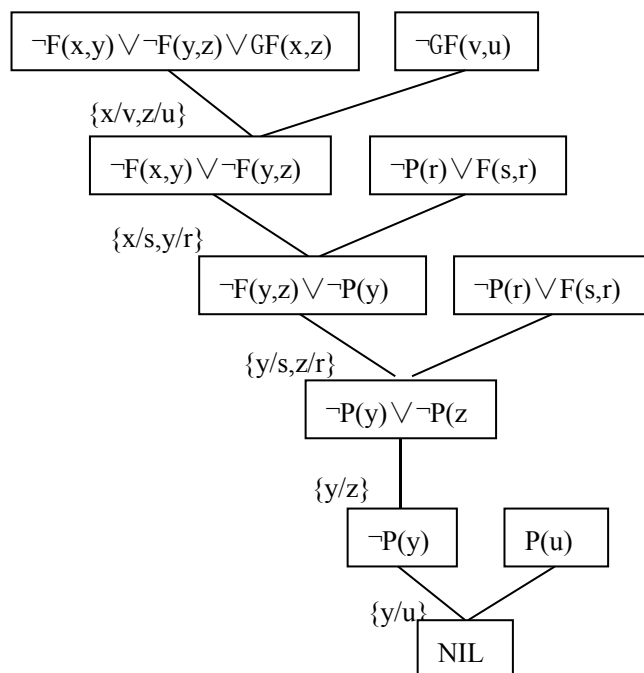
①  $\neg F(x,y) \vee \neg F(y,z) \vee GF(x,z)$

②  $\neg P(r) \vee F(s,r)$

③  $P(u)$

④  $\neg GF(v,u)$

对上述扩充的子句集，其归结推理过程如下：



## 10、计算及简答

1) 已知产生式系统中具有下面的规则

R1: IF (X 身上有毛) Then (X 是哺乳动物)

R2: IF (X 喂奶) Then (X 是哺乳动物)

R3: IF (X 会飞) and (X 产卵) Then (X 是鸟类)

R4: IF (X 有翅膀) and (X 不是企鹅) Then (X 会飞)

R5: IF (X 是哺乳动物) and (X 吃肉) Then (X 是食肉动物)

R6: IF (X 是哺乳动物) and (X 有尖锐的牙齿) and (X 有锋利的爪子)  
Then (X 是食肉动物)

R7: IF (X 是哺乳动物) and (X 有蹄子) Then (X 是有蹄动物)

R8: IF (X 是食肉动物) and (X 的身体是黄褐色) and (X 有黑色条纹)

Then (X 是老虎)  
R9: IF (X 是食肉动物) and (X 的身体是黄褐色) and (X 有黑色斑点)  
Then (X 是猎豹)

事实集合为:

D1: (阿郎身上有毛)  
D2: (阿郎有尖锐的牙齿)  
D3: (阿郎有锋利的爪子)  
D4: (阿郎身体的颜色是黄褐色)  
D5: (阿郎身上有黑色斑点)

控制策略的考虑顺序为

C1: 把已经执行过得一组规则从冲突集合中去掉  
C2: 选择具有更新数据的一组规则  
C3: 选择规则条件部分文字最多的一组规则  
C4: 选择任意一组规则

试问用前向推理如何运作?

参考答案:

事实	规则	冲突集合	策略	更新数据库
D1	R1	{R1, {D1}}	C2	D6: 阿郎是哺乳动物
D6、D2、D3	消去	{R1, {D1}}	C1	
	R6	{R6, {D2、D3、D6}}	C3	D7: 阿郎是食肉动物
D7、D4、D5	消去	{R1, {D1}}	C1	
	消去	{R6, {D2、D3、D6}}	C1	
	R9	{R9, {D4、D5、D7}}	C3	D8: 阿郎是猎豹

11、论述产生式系统求解问题的基本过程。

答: 产生式系统问题求解的基本过程为:

- ① 初始化综合数据库, 把欲解决问题的已知事实送入综合数据库中。
- ② 检查规则库中是否存在尚未使用过的规则, 若有则执行③; 否则转⑦。
- ③ 检查规则库的未使用规则中是否存在有其前提可与综合数据库中已知事实相匹配的规则, 若有则从中选择一个; 否则转⑥。
- ④ 执行当前选中规则, 并对该规则作上标记, 把执行该规则后所得到的结论作为新的事实放入综合数据库; 如果该规则的结论是一些操作, 则执行这些操作。
- ⑤ 检查综合数据库中是否包含了该问题的解, 若已包含, 则说明已求出解, 问题求解过程结束; 否则, 转②。
- ⑥ 当规则库中还有未使用规则, 但均不能与综合数据库中的已有事实相匹配时, 要求用户进一步提供关于该问题的已知事实, 若能提供, 则转②; 否则, 说明该问题无解, 终止问题求解过程。
- ⑦ 若知识库中不再有未使用规则, 也说明该问题无解, 终止问题求解过程。

12、设个体域  $D = \{1,2\}$ ，求公式  $G = (\forall x)(\exists y)P(x,y)$  在  $D$  上的解释，并指出每一种解释下公式  $G$  的真值

解：谓词公式的解释主要是对公式中的个体常量、函数、谓词按如下规则赋值：

- (1) 为每一个个体常量指派  $D$  中的一个元素
- (2) 为每个  $n$  元函数指派一个映射、

由于公式  $G$  中没有包含个体常量和函数，直接为谓词指派真值

如果指派真值如下表所示：

$P(1,1)$	$P(1,2)$	$P(2,1)$	$P(2,2)$
T	F	T	F

则公式  $G = (\forall x)(\exists y)P(x,y)$  根据上表的解释，其真值为 T

但若指派真值如下表所示：

$P(1,1)$	$P(1,2)$	$P(2,1)$	$P(2,2)$
T	T	F	F

则公式  $G = (\forall x)(\exists y)P(x,y)$  根据上表的解释，其真值为 F

13、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

问题：

- (1) 采用一阶谓词逻辑表示上述知识
- (2) 使用归结原理和自然演绎推理两种方式证明 P 不能工作

解：(1)

定义谓词

$BUG(X)$  ——  $X$  存在 BUG

$Program(X)$  ——  $X$  是程序

$Work(X)$  ——  $X$  能工作

事实及规则的表示

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

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

F1:  $Program(P)$

(2)

A、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

B、自然演绎证明 P 不能工作

过程如下:

已知  $Program(P)$

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

利用三段论可得:  $BUG(P)$

利用规则 R2:  $(\forall y)(BUG(x) \rightarrow \neg Work(x))$  利用三段论可得:  $\neg Work(P)$

结论得证

14、按“师生框架”、“教师框架”、“学生框架”的形式写出一个框架系统的描述。

**解:** 师生框架

---

Frame <Teachers-Students>

Name: Unit (Last-name, First-name)

Sex: Area (male, female)

Default: male

Age: Unit (Years)

Telephone: Home Unit (Number)

Mobile Unit (Number)

---

教师框架

---

Frame <Teachers >

AKO<Teachers-Students >

Major: Unit (Major-Name)

Lectures: Unit (Course-Name)

Field: Unit (Field-Name)

---

Project : Area (National, Provincial, Other)

Default: Provincial

Paper: Area (SCI, EI, Core, General)

Default: Core

---

## 学生框架

---

Frame <Students>

AKO< Teachers-Students >

Major: Unit (Major-Name)

Classes: Unit (Classes-Name)

Degree: Area (doctor, mastor, bachelor)

Default: bachelor

15、假设张被盗，公安局派出 5 个人去调查。案情分析时，贞察员 A 说：“赵与钱中至少有一人作案”，贞察员 B 说：“钱与孙中至少有一人作案”，贞察员 C 说：“孙与李中至少有一人作案”，贞察员 D 说：“赵与孙中至少有一个人与此案无关”，贞察员 E 说：“钱与李中至少有一个人与此案无关”。如果这 5 个侦察员的话都是可信的，使用归结演绎推理求出谁是盗窃犯。

解：(1) 先定义谓词和常量

设  $C(x)$  表示  $x$  作案， $Z$  表示赵， $Q$  表示钱， $S$  表示孙， $L$  表示李

(2) 将已知事实用谓词公式表示出来

赵与钱中至少有一人作案： $C(Z) \vee C(Q)$

钱与孙中至少有一人作案： $C(Q) \vee C(S)$

孙与李中至少有一人作案： $C(S) \vee C(L)$

赵与孙中至少有一个人与此案无关： $\neg (C(Z) \wedge C(S))$ ，即  $\neg C(Z) \vee \neg C(S)$

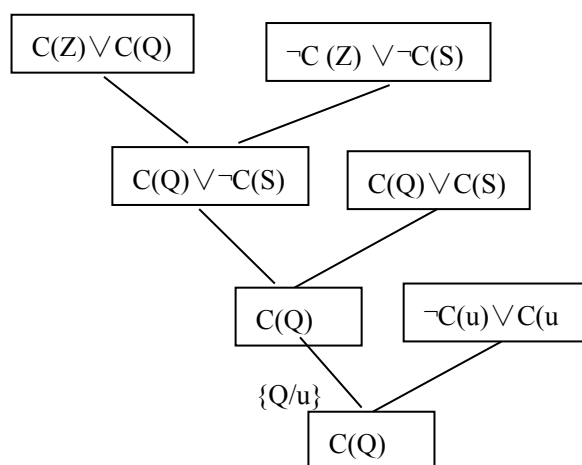
钱与李中至少有一个人与此案无关： $\neg (C(Q) \wedge C(L))$ ，即  $\neg C(Q) \vee \neg C(L)$

(3) 将所要求的问题用谓词公式表示出来，并与其否定取析取。

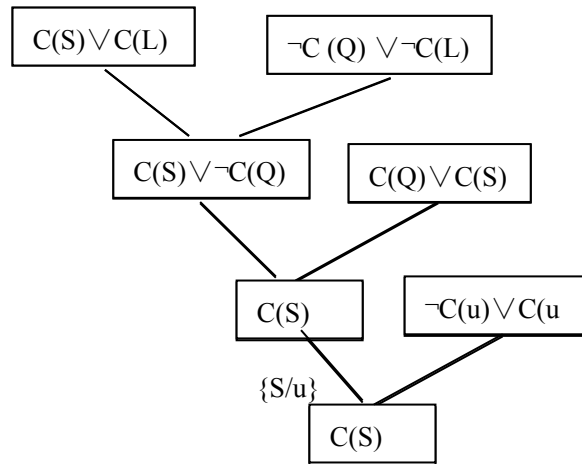
设作案者为  $u$ ，则要求的结论是  $C(u)$ 。将其与其否)取析取，得：

$\neg C(u) \vee C(u)$

(4) 对上述扩充的子句集，按归结原理进行归结，其修改的证明树如下：



因此，钱是盗窃犯。实际上，本案的盗窃犯不止一人。根据归结原理还可以得出：



因此，孙也是盗窃犯。

16、用合适的方法表述 Hanoi 塔问题。在 A 针上串有 5 个金片，小金片在大金片上面。现要求将 A 针的金片全部移到 B 针上。移动操作要遵守下列规则：

- (1) 一次只能搬一个金片；
- (2) 不能将大金片放在小金片上；
- (3) 可以利用 C 针

试采用问题归求解方法构造与或树，并写出操作过程及最少搬动次数。

参考答案：可以采用与/或树表示法。设有编号分别为 1、2、3 的三个金片，1 号比 2 号小，2 号比 3 号小，有 A、B、C 三针，如题要把 A 针上的金片全部搬到 B 针上。

第一步：设五元组  $(i, j, k, l, m)$  表示问题的任一状态，用  $\rightarrow$  表示状态的转化。 $i$  代表 5 号金片所在的针， $j$  代表 4 号金片所在的针， $k$  代表 3 号金片所在的针， $l$  代表 2 号金片所在的针， $m$  代表 1 号金片所在的针。则原问题可以表述为  $(A, A, A, A, A) \rightarrow (B, B, B, B, B)$

第二步：利用归约的方法，原问题可以分解为以下三个子问题。

- (1)  $(A, A, A, A, A) \rightarrow (A, C, C, C, C)$
- (2)  $(A, C, C, C, C) \rightarrow (B, C, C, C, C)$
- (3)  $(B, C, C, C, C) \rightarrow (B, B, B, B, B)$

其中 (1)  $(A, A, A, A, A) \rightarrow (A, C, C, C, C)$  又可以归约为

$(A, A, A, A, A) \rightarrow (A, A, B, B, B)$ ；共 7 步

其中  $(A, A, A, A, A) \rightarrow (A, A, A, C, C)$  共 3 步

$(A, A, A, A, A) \rightarrow (A, A, A, A, B)$

$(A, A, A, A, B) \rightarrow (A, A, A, C, B)$

$(A, A, A, C, B) \rightarrow (A, A, A, C, C)$

$(A, A, A, C, C) \rightarrow (A, A, B, C, C)$  共 1 步

$(A, A, B, C, C) \rightarrow (A, A, B, B, B)$  共 3 步

$(A, A, B, C, C) \rightarrow (A, A, B, C, A)$

$(A, A, B, C, A) \rightarrow (A, A, B, B, A)$

(A, A, B, B, A) → (A, A, B, B, B)

共 7 步

② (A, A, B, B, B) → (A, C, B, B, B) ; 共 1 步

③ (A, C, B, B, B) → (A, C, C, C, C) : 共 7 步

(2) (A, A, A, A, A) → (B, C, C, C, C) 请完善

(3) (B, C, C, C, C) → (B, B, B, B, B) 请完善

综上所述：共搬运  $15+1+15=31$  次。

17、先进专家系统具有哪些特点？

专家系统是一种具有大量专门知识和经验的智能程序系统，它能运用领域专家多年积累的经验 and 专门知识，模拟领域专家的思维过程，解决该领域中需要专家才能解决的复杂问题。先进专家系统是指在传统专家系统的基础上，引入一些新思想、新技术所产生的新型专家系统。先进专家系统的特性主要有以下几点

- (1) 并行分布式处理功能
- (2) 多专家协同工作
- (3) 更强的自学习能力
- (4) 更新的推理机制
- (5) 自纠错和自完善能力
- (6) 先进的智能接口
- (7) 更多的先进技术被引入和融合

18、对于八数码问题，评价函数定义为： $h(x) = d(x) + P(x)$

$d(x)$  表示节点  $x$  在搜索树中的深度， $P(x)$  表示节点  $x$  中不在目标状态中相应位置的数码到达准确数码距离之和。以此评价函数为评价标准进行启发式搜索，该搜索算法是否满足 A\* 算法？为什么？并画出相应的状态空间搜索图。

参考答案：上面确定  $h(x)$  时，尽管并不知道  $h^*(x)$  具体为多少，但采用单位代价时，通过对“不在位的目标状态中相应位置的数码到达正确数码的距离之和”的估计，可以得到至少移动  $h(x)$  步才能狗到达目标，显然  $h(x) \leq h^*(x)$ 。因此它满足 A\* 算法的要求。所以以此为评价函数是 A\* 算法。

19、知识发现的任务和方法又分别是什么？

答：数据总结，概念描述，分类，聚类，相关性分析，偏差分析，建模。统计方法，粗糙集，可视化，传统机器学习方法（符号学习，连接学习）

21、感知机学习规则如下：

$$W^{new} = W^{old} + ep$$

$$b^{new} = b^{old} + e$$

其中  $e$  是感知机误差变量。

请用感知机学习规则，结合以下训练数据，给出感知机的学习过程。



$$\{p_1 = \begin{bmatrix} 2 \\ 2 \end{bmatrix}, t_1 = 0\}, \{p_2 = \begin{bmatrix} 1 \\ -2 \end{bmatrix}, t_2 = 1\}$$

假设初设权值和偏置值为:

$$W(0) = \begin{bmatrix} 0 & 0 \end{bmatrix}, b(0) = 0$$

答案: 首先利用初始的权值和偏置值计算与第一个输入向量  $p_1$  相应的感知机输出  $a$ ,

$$a = \text{hardlim}(W(0)p_1 + b(0)) = \text{hardlim}\left(\begin{bmatrix} 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 2 \\ 2 \end{bmatrix} + 0\right) = \text{hardlim}(0) = 1$$

$$e = t_1 - a = 0 - 1 = -1$$

$$W(1) = W(0) + ep_1^T = \begin{bmatrix} 0 & 0 \end{bmatrix} + (-1) \begin{bmatrix} 2 & 2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -2 & -2 \end{bmatrix}$$

$$b(1) = b(0) + e = 0 + (-1) = -1$$

利用修改后的权值和偏置值计算与第二个输入向量  $p_2$  相应的感知机输出  $a$ ,

$$a = \text{hardlim}(W(1)p_2 + b(1)) = \text{hardlim}\left(\begin{bmatrix} -2 & -2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ -2 \end{bmatrix} - 1\right) = \text{hardlim}(1) = 1$$

$$e = t_2 - a = 1 - 1 = 0$$

$$W(2) = W(1) = \begin{bmatrix} -2 & -2 \end{bmatrix}$$

$$b(2) = b(1) = -1$$

利用修改后的权值和偏置值计算与第一个输入向量  $p_1$  相应的感知机输出  $a$ ,

$$a = \text{hardlim}(W(2)p_1 + b(2)) = \text{hardlim}\left(\begin{bmatrix} -2 & -2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 2 \\ 2 \end{bmatrix} - 1\right) = \text{hardlim}(-1) = 0$$

$$e = t_1 - a = 0 - 0 = 0$$

$$W(3) = W(2) = \begin{bmatrix} -2 & -2 \end{bmatrix}$$

$$b(3) = b(2) = -1$$

算法已经收敛。

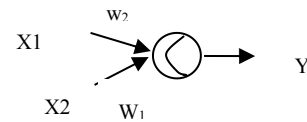
22、假设  $w_1(0) = 0.3$ ,  $w_2(0) = 0.9$ ,  $\theta(0) = -0.1$ ,  $\eta = 0.4$ 。请用单层感知器完成逻辑蕴涵运算的学习。

解: 根据 “ $X_1 \rightarrow X_2$ ” 运算的逻辑关系, 可将问题转换为

输入向量:  $X_1 = (0, 0, 1, 1)$ ,  $X_2 = (0, 1, 0, 1)$

输出向量:  $Y = (1, 1, 0, 1)$ , 利用激励函数为

$$f(x) = \begin{cases} 1 & x \geq 0 \\ 0 & x < 0 \end{cases}$$



感知器的两个输入为  $x_1(0) = 0$ ,  $x_2(0) = 0$ , 期望输出  $d(0) = 1$ , 实际输出为

$$y(0) = f(w_1(0) \cdot x_1(0) + w_2(0) \cdot x_2(0) - \theta(0)) = f(0.3 \times 0 + 0.9 \times 0 - (-0.1)) = f(0.1) = 1$$

再对下一组输入  $x_1(0) = 0$ ,  $x_2(0) = 1$ , 期望输出  $d(0) = 1$ , 实际输出为

$$y(0) = f(w_1(0) \cdot x_1(0) + w_2(0) \cdot x_2(0) - \theta(0)) = f(0.3 \times 0 + 0.9 \times 1 - (-0.1)) = f(1) = 1$$

实际输出与期望输出相同, 不需要调整。

---

再对下一组输入  $x_1(0)=1$ ,  $x_2(0)=0$ , 期望输出  $d(0)=0$ , 实际输出为

$$y(0) = f(w_1(0) \cdot x_1(0) + w_2(0) \cdot x_2(0) - \theta(0)) = f(0.3 \times 1 + 0.9 \times 0 - (-0.1)) = f(0.4) = 1$$

实际输出与期望输出不相同, 需要调整。调整如下:

$$\theta(1) = \theta(0) + \eta(d(0) - y(0)) \times (-1) = -0.1 + 0.4 \times (0 - 1) \times (-1) = 0.3$$

$$w_1(1) = w_1(0) + \eta(d(0) - y(0)) \times x_1(0) = 0.3 + 0.4 \times (0 - 1) \times 1 = -0.1$$

$$w_2(1) = w_2(0) + \eta(d(0) - y(0)) \times x_2(0) = 0.9 + 0.4 \times (0 - 1) \times 0 = 0.9$$

再对下一组输入  $x_1(0)=1$ ,  $x_2(0)=1$ , 期望输出  $d(0)=1$ , 实际输出为

$$y(1) = f(w_1(1) \cdot x_1(1) + w_2(1) \cdot x_2(1) - \theta(1)) = f(-0.1 \times 1 + 0.9 \times 1 - 0.3) = f(0.5) = 1$$

实际输出与期望输出相同, 不需要调整。

再对输入“00”,  $y = f(-0.1 \times 0 + 0.9 \times 0 - 0.3) = f(-0.3) = 0$ , 与实际输出  $d = 1$  不一致  
所以进行第二次调整。

$$\theta(2) = \theta(1) + \eta(d - y) \times (-1) = 0.3 + 0.4 \times (1 - 0) \times (-1) = -0.1$$

$$w_1(2) = w_1(1) + \eta(d - y) \times x_1(0) = -0.1 + 0.4 \times (1 - 0) \times 0 = -0.1$$

$$w_2(2) = w_2(1) + \eta(d - y) \times x_2(0) = 0.9 + 0.4 \times (1 - 0) \times 0 = 0.9$$

再对输入“00”,  $y = f(-0.1 \times 0 + 0.9 \times 0 - (-0.1)) = f(0.1) = 1$ , 与实际输出  $d = 1$  一致

对输入“01”,  $y = f(-0.1 \times 0 + 0.9 \times 1 - (-0.1)) = f(1) = 1$ , 与实际输出  $d = 1$  一致

对输入“10”,  $y = f(-0.1 \times 1 + 0.9 \times 0 - (-0.1)) = f(0) = 1$ , 与实际输出  $d = 0$  不一致

则需要调整:

$$\theta(3) = \theta(2) + \eta(d - y) \times (-1) = -0.1 + 0.4 \times (0 - 1) \times (-1) = 0.3$$

$$w_1(3) = w_1(2) + \eta(d - y) \times x_1(2) = -0.1 + 0.4 \times (0 - 1) \times 1 = -0.5$$

$$w_2(3) = w_2(2) + \eta(d - y) \times x_2(2) = 0.9 + 0.4 \times (0 - 1) \times 0 = 0.9$$

对输入“11”,  $y = f(-0.5 \times 1 + 0.9 \times 1 - 0.3) = f(0.1) = 1$ , 与实际输出  $d = 1$  一致。

再对输入“00”,  $y = f(-0.5 \times 0 + 0.9 \times 0 - 0.3) = f(-0.3) = 0$ , 与实际输出  $d = 1$  不一致

则需要调整:

$$\theta(4) = \theta(3) + \eta(d - y) \times (-1) = 0.3 + 0.4 \times (1 - 0) \times (-1) = -0.1$$

$$w_1(4) = w_1(3) + \eta(d - y) \times x_1(3) = -0.5 + 0.4 \times (1 - 0) \times 0 = -0.5$$

$$w_2(4) = w_2(3) + \eta(d - y) \times x_2(3) = 0.9 + 0.4 \times (1 - 0) \times 0 = 0.9$$

再次验证“00”, 则  $y = f(-0.5 \times 0 + 0.9 \times 0 - (-0.1)) = f(0.1) = 1$ , 正确

输入“01”，则  $y = f(-0.5 \times 0 + 0.9 \times 1 - (-0.1)) = f(1) = 1$ ，正确

输入“10”，则  $y = f(-0.5 \times 1 + 0.9 \times 0 - (-0.1)) = f(-0.4) = 0$ ，正确

输入“11”，则  $y = f(-0.5 \times 1 + 0.9 \times 1 - (-0.1)) = f(0.4) = 1$ ，正确

所以通过 4 次调整参数后： $w_1 = -0.5, w_2 = 0.9, \theta = -0.1$ 。

23、已知数据集如下：

U \ A	条件属性 (C)		决策属性 (D)
	outlook	temperature	Play (决策)
1	sunny	hot	no
2	sunny	hot	no
3	overcast	hot	yes
4	rainy	mild	yes
5	rainy	cool	yes
6	rainy	cool	no
7	overcast	cool	yes
8	sunny	mild	no
9	sunny	cool	yes
10	sunny	mild	yes
11	overcast	mild	no
12	overcast	hot	yes
13	sunny	cool	yes
14	rainy	mild	no

(1)  $R = \{\text{outlook}, \text{temperature}\}$  两属性对样本 U 进行等价划分。

(2) 若  $A = \{\text{outlook}\}$  属性对样本 U 进行等价划分。

(3) 若  $B = \{\text{temperature}\}$  属性对样本 U 进行等价划分。

(4) 若  $X = \{1, 2, 6, 8, 11, 14\}$ ，求  $R_-(X), R^-(X), BN_R(X), A_-(X), A^-(X), BN_A(X), B_-(X), B^-(X), BN_B(X)$ ，

解：

$U|R = \{\{1, 2\}, \{3, 12\}, \{4, 14\}, \{5, 6\}, \{7\}, \{11\}, \{8, 10\}, \{9, 13\}\}$  八个等价类。

$U|A = \{\{1, 2, 8, 9, 10, 13\}, \{3, 7, 11, 12\}, \{4, 5, 6, 14\}\}$  三个等价类

$U|B = \{\{1, 2, 3, 12\}, \{4, 8, 10, 11, 14\}, \{5, 6, 7, 9, 13\}\}$  三个等价类

$X = \{1, 2, 6, 8, 11, 14\}$

$R_-(X) = \{1, 2, 11\}, R^-(X) = \{1, 2, 4, 14, 5, 6, 11, 8, 10\}$

$BN_R(X) = R^-(X) - R_-(X) = \{4, 14, 5, 6, 10\}$

$$\text{精确度} = |R_-(X)|/|R^-(X)| = |\{1,2,11\}|/|\{1,2,4,14,5,6,11,8,10\}| = 3/9 = 1/3$$

所以这个数据集以 outlook,temperature 两属性进行判别粗糙。

$$A_-(X) = \{\}, A^-(X) = \{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14\}$$

$$\text{精确度} = |A_-(X)|/|A^-(X)| = |\{\}|/|\{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14\}| = 0/14 = 0$$

$$B_-(X) = \{\}, B^-(X) = \{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14\}$$

$$\text{精确度} = |B_-(X)|/|B^-(X)| = |\{\}|/|\{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14\}| = 0/14 = 0$$

24、粗糙集的信息系统  $IS=(U,A,V,f)$ , 设有如下表格数据

U \ A	条件属性			决策属性
	A1	A2	A3	A4
U1	2	2	2	2
U2	2	1	1	2
U3	2	1	1	2
U4	1	2	2	1
U5	2	2	2	1
U6	1	1	2	1

(1) 求关于属性集 A 的分明矩阵

(2) 求该系统中属性核

(3) 求关于属性集 A 的约简

(4) 求该系统的决策规则

参考答案：

(1) 分明矩阵, 构建一个  $6 \times 6$  的矩阵。其中对角线为空, 上三角和下三角是对称的。所以只要填充其中一个。本题中填充的是上三角。

又通过该数据集可以发现 U2 和 U5 出现了一致性冲突。所以删除其中一个样本。本题目中删除了 U5。

U	U1	U2	U3	U4	U6
U1		{a2,a3}	{a2,a3}	{a1,a4}	{a1,a2,a4}

U2			{}	{a1,a2,a3,a4}	{a1,a3,a4}
U3				{a1,a2,a3,a4}	{a1,a3,a4}
U4					{a2}
U6					

(2) 属性集 A 的约简核：是分明矩阵中国所有包含单一属性元素的矩阵想的集合

所以  $CORE(A)=\{a \in A | m_{ij}=\{a\}\}=\{a2\}$

(3)

第一步：从分明矩阵中找出与约简核不想交的非空元素  $m_{ij}$

第二步：Mk 为第 k 个与约简核不相交的非空元素所包含的所有属性的析取

第三步：从析取范式中选取某个合适的析取项(所有析取式的合取式)，将其包含的属性加入约简核，就得到属性集 A 的约简。

根据上面的步骤。第一步:分明矩阵中所有的元素  $\cap CORE(A)=\{a2\}=\emptyset$  的元素。

$\{a1,a4\},\{a1,a3,a4\}$

第二步：M1= $a1 \vee a4$ ,M2= $a1 \vee a3 \vee a4$

第三步：M1  $\wedge$  M2= $\{a1,a4\}$

最后得到属性 A 的约简  $\{a1,a2\},\{a2,a4\}$  两个约简。

(4) 若采用属性约简为  $\{a1,a2\}$  的话，则删除 a3 属性。原来的数据表化简为：

U \ A	条件属性		决策属性
	A1	A2	A4
U1	2	2	2
U2	2	1	2
U3	2	1	2
U4	1	2	1
U6	1	1	1

由于 U2 与 U3 完全一样，所以删除 U3 得：

U \ A	条件属性		决策属性
	A1	A2	A4
U1	2	2	2
U2	2	1	2

---

U4	1	2	1
U6	1	1	1

再对核值做。得到

U \ A	条件属性		决策属性
	A1	A2	A4
U1	2	-	2
U2	2	-	2
U4	1	-	1
U6	1	-	1

再删除相同的行

U \ A	条件属性		决策属性
	A1	A2	A4
U1	2	-	2
U4	1	-	1

最后对该表转换为规则：

If a1=2 then a4=2

If a1=1 then a4=2

25、若人工调节炉温，有如下的经验规则：“如果炉温低，则应施加高电压”。试问当炉温为“非常低”时，应施加怎样的电压。

解：设 x 和 y 分别表示模糊语言变量“炉温”和“电压”，并设 x 和 y 的论域为

$$X=Y=\{1, 2, 3, 4, 5\}$$

A 表示炉温低的模糊集合：

$$A = \text{“炉温低”} = 1/1 + 0.8/2 + 0.6/3 + 0.4/4 + 0.2/5$$

B 表示高电压的模糊集合：

$$B = \text{“高电压”} = 0.2/1 + 0.4/2 + 0.6/3 + 0.8/4 + 1/5$$

从而模糊规则可表述为：“如果  $x$  是  $A$ ，则  $y$  是  $B$ ”。设  $A'$  为非常  $A$ ，则上述问题变为“如果  $x$  是  $A'$ ，则  $B'$  应是什么”。为了便于计算，将模糊集合  $A$  和  $B$  写成向量形式：

$$A = [1 \ 0.8 \ 0.6 \ 0.4 \ 0.2], \quad B = [0.2 \ 0.4 \ 0.6 \ 0.8 \ 1]$$

由于该例中  $x$  和  $y$  的论域是离散的，因而模糊蕴涵  $R$  可用如下模糊矩阵来表示：

$$R = A \rightarrow B = A \times B = A^T \cdot B = [1 \ 0.8 \ 0.6 \ 0.4 \ 0.2]^T \cdot [0.2 \ 0.4 \ 0.6 \ 0.8 \ 1]$$

$$= \begin{pmatrix} 1 & 0.2 & 1 & 0.4 & 1 & 0.6 & 1 & 0.8 & 1 & 1 \\ 0.8 & 0.2 & 0.8 & 0.4 & 0.8 & 0.6 & 0.8 & 0.8 & 0.8 & 1 \\ 0.6 & 0.2 & 0.6 & 0.4 & 0.6 & 0.6 & 0.6 & 0.8 & 0.6 & 1 \\ 0.4 & 0.2 & 0.4 & 0.4 & 0.4 & 0.6 & 0.4 & 0.8 & 0.4 & 1 \\ 0.2 & 0.2 & 0.2 & 0.4 & 0.2 & 0.6 & 0.2 & 0.8 & 0.2 & 1 \end{pmatrix} =$$

$$\begin{pmatrix} 0.2 & 0.4 & 0.6 & 0.8 & 1 \\ 0.2 & 0.4 & 0.6 & 0.8 & 0.8 \\ 0.2 & 0.4 & 0.6 & 0.6 & 0.6 \\ 0.2 & 0.4 & 0.4 & 0.4 & 0.4 \\ 0.2 & 0.2 & 0.2 & 0.2 & 0.2 \end{pmatrix}$$

当  $A = \text{“炉温非常低”} = A^2 = [1 \ 0.64 \ 0.36 \ 0.16 \ 0.04]$  时，

$$B' = A' \cdot R = [1 \ 0.64 \ 0.36 \ 0.16 \ 0.04] \cdot \begin{pmatrix} 0.2 & 0.4 & 0.6 & 0.8 & 1 \\ 0.2 & 0.4 & 0.6 & 0.8 & 0.8 \\ 0.2 & 0.4 & 0.6 & 0.6 & 0.6 \\ 0.2 & 0.4 & 0.4 & 0.4 & 0.4 \\ 0.2 & 0.2 & 0.2 & 0.2 & 0.2 \end{pmatrix} =$$

$$[0.2 \ 0.4 \ 0.6 \ 0.8 \ 1]$$

其中， $B'$  中的每项元素是根据模糊矩阵的合成规则求出的，如第一行第一列的元素为

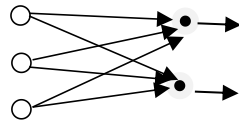
$$0.2 = (1 \ 0.2) \quad (0.64 \ 0.2) \quad (0.36 \ 0.2) \quad (0.16 \ 0.2) \quad (0.04 \ 0.2)$$

=0.2 0.2 0.2 0.16 0.04

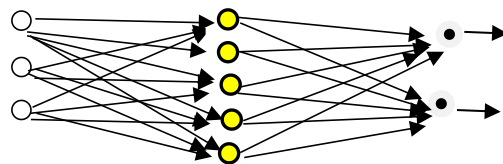
这时，推论结果 B' 仍为“高电压”。

28、请写出以下网络的拓扑结构（假设：2 个神经元，3 个输入特征）

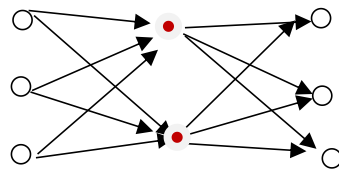
(1) 单层感知器



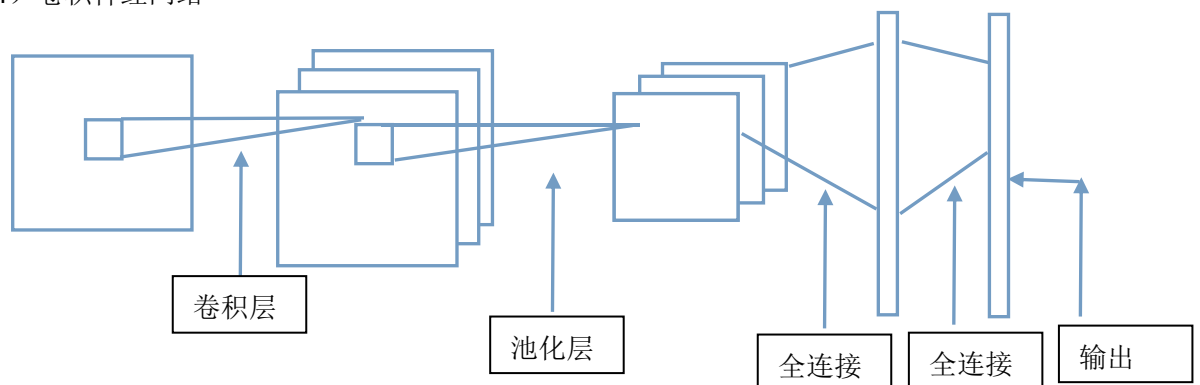
(2) 3 层前馈网络 BP



(3) 自动编码器



(4) 卷积神经网络





---

29、 设已知事实为

$$((P \vee Q) \wedge R) \vee (S \wedge (T \vee U))$$

F 规则为

$$S \rightarrow (X \wedge Y) \vee Z$$

试用正向演绎推理推出所有可能的子目标。

**解：**先给出已知事实的与/或树，再利用 F 规则进行推理，其规则演绎系统如下图所示。

由该图可以直接写出所有可能的目标子句如下：

$$P \vee Q \vee T \vee U$$

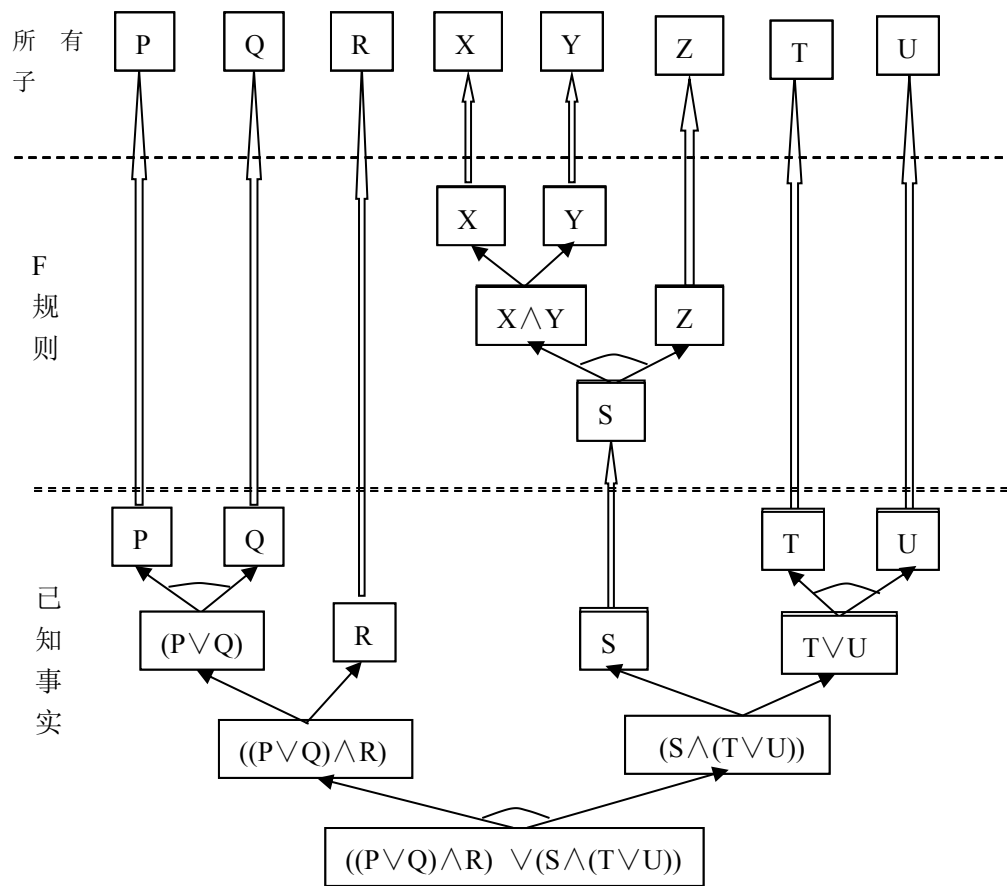
$$P \vee Q \vee X \vee Z$$

$$P \vee Q \vee Y \vee Z$$

$$R \vee T \vee U$$

$$R \vee X \vee Z$$

$$R \vee Y \vee Z$$



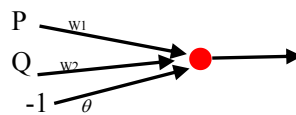
30、构建一个 M-P 神经元，使它能计算逻辑函数蕴涵“ $\rightarrow$ ”

答案：设：P, Q 为输入， $P \rightarrow Q$  为输出。

根据真值表可知：

P	Q	$P \rightarrow Q$
1	1	1
0	1	1
1	0	0
0	0	1

M-P 模型



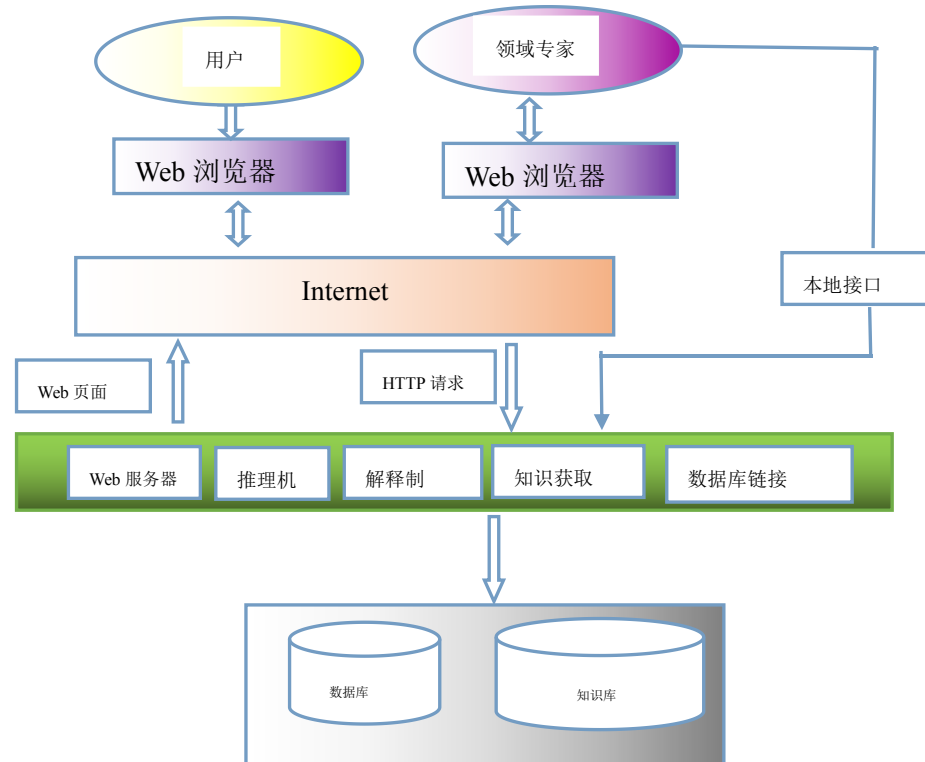
激励函数采用：
$$f(\sigma) = f\left(\sum_{i=0}^2 w_i x_i\right) = \begin{cases} 1 & \sigma \geq 0 \\ 0 & 0 \end{cases}$$

初始化权重和阈值为： $w_1=-0.2, w_2=0.9, \theta=-0.1$

最后通过学习后模式满足。

31、 搭建一个基于 WEB 的专家系统。

参考答案：一般设计为 C/S 模式， 分为以下几层



32、设  $U = V = \{1,2,3,4\}$ ，且有如下推理规则：

If  $x$  is 少 Then  $y$  is 多。

其中，“少”与“多”分别是  $U$ 、 $V$  上的模糊集，设

$$\text{少} = 0.9/1 + 0.7/2 + 0.4/3$$

$$\text{多} = 0.3/2 + 0.7/3 + 0.9/4$$

已知事实为“较少”的模糊集

$$\text{较少} = 0.8/1 + 0.5/2 + 0.2/3$$

请用模糊关系  $R_m$  求出模糊结论

参考答案：

$$R_m = \int_{U \times V} (u_F(u) \wedge u_G(V)) \vee (1 - u_F(u)) / (u, v)$$

$$= \begin{bmatrix} 0.1 & 0.3 & 0.7 & 0.9 \\ 0.3 & 0.3 & 0.7 & 0.7 \\ 0.6 & 0.6 & 0.6 & 0.6 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned} G' = F' R_m &= \begin{bmatrix} 0.8 & 0.5 & 0.2 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.1 & 0.3 & 0.7 & 0.9 \\ 0.3 & 0.3 & 0.7 & 0.7 \\ 0.6 & 0.6 & 0.6 & 0.6 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} 0.3 & 0.3 & 0.7 & 0.8 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

则模糊结论为

$$G' = 0.3/1 + 0.3/2 + 0.7/3 + 0.8/4$$