

15.0元

南京邮电大学自动化学院 2013/2014 学年第一学期

《人工智能基础》期末试卷 (B) (附答案)

本试卷共 6 页； 考试时间 110 分钟；

专业 _____ 班级 _____ 学号 _____ 姓名 _____

题号	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	总分
得分											

得分

一、单选题 (本题共 8 小题，每题 3 分，共 24 分)

1、连接主义对应的人工智能研究方法是 (18)。

A. 结构模拟法

B. 行为模拟法 行为主义

C. 数值模拟法 集成

D. 功能模拟法 符号主义

2、下列不是知识表示法的是 (18)。

A. 计算机表示法

B. 与或图表示法

C. 状态空间表示法

D. 产生式规则表示法

3、(18) 是一种结构化知识表示方法，它由节点和弧线或链线组成。

A. 状态空间法

B. 问题规约法

C. 语义网络法

D. 谓词逻辑法

4、在谓词公式中，连接词的优先级别从高到低排列是 (D)。

A. $\neg, \vee, \wedge, \rightarrow, \leftrightarrow$

B. $\wedge, \vee, \neg, \rightarrow, \leftrightarrow$

C. $\neg, \wedge, \vee, \leftrightarrow, \rightarrow$

D. $\neg, \wedge, \vee, \rightarrow, \leftrightarrow$

5、下列不属于人工智能主要学派的是 (18)。

A. C 语言设计

B. 符号主义

C. 进化主义

D. 连接主义

自觉遵守考场规则，诚信考试，绝不作弊

6、在可信度方法中，证据 E 支持结论 H 为真，可用 (B) 表示。

A. $CF(H,E)=0$

B. $CF(H,E)>0$

C. $CF(H,E)<0$

D. $CF(H,E)<-1$

7、如果搜索首先扩展最新产生的节点，则该搜索称为 (D)。

A. 深度优先搜索

B. 宽度优先搜索

C. 启发式搜索

D. 等代价搜索

8、下列不属于人工神经网络特性的是 ()。

A. 并行分布处理

B. 非线性映射

C. 基于规则进行推理

D. 可以同时输入不同的控制信号

得分

二、填空题 (本题共 8 小题，每题 3 分，共 24 分)

1、问题规约表示法由三部分组成：把问题化为子问题
初始问题描述、题取操作符、目标问题描述。

2、启发式搜索中，利用一些线索来帮组是或选择搜索方向，这些线索称为启发性信息。

3、谓词逻辑的基本组成部分是变量符号、谓词符号、函数符号、常量符号。

4、对于消解原理，需要将母式写成一些谓词公式和 (或) 谓词公式的否定的析取的有限集组成的合取，这个过程称为将母式化为子集。

5、人工神经网络的三种学习算法是反向传播、自组织竞争、Hopfield。

6、问题的状态空间包含三种说明的集合，初始状态描述、操作符集合、目标状态描述。

7、双向演绎系统的推理分别用正向系统的F规则和逆向系统B规则的来修正。

8、批计算和神经计算是主要的两种计算智能方法。

得分

三、名词解释（本题共 2 小题，每题 6 分，共 12 分）

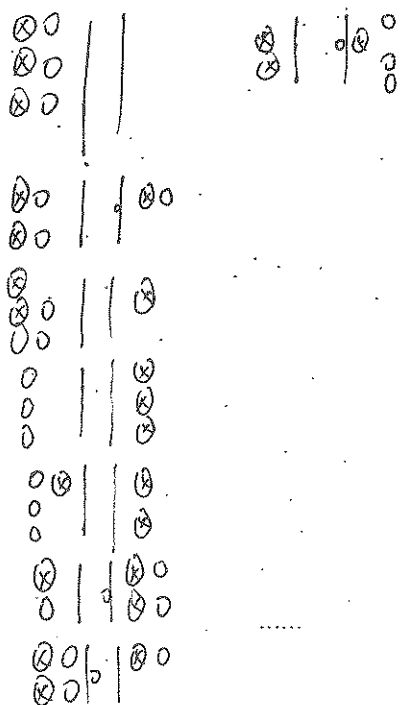
（1）遗传算法

X

（2）机器学习

得分

四、(12 分) 设有 3 个传教士和 3 个野人来到河边，打算乘一只船从右岸渡到左岸去。该船的负载能力为两人。在任何时候，如果野人人数超过传教士人数，那么野人就会把传教士吃掉。他们怎样才能用这条船安全地把所有人都渡过河去？（提示：用 $d_i(dC, dY)$ 表示渡河过程中，对岸状态的变化， dC 表示第 i 次渡河后，对岸传教士数目的变化， dY 表示第 i 次渡河后，对岸野人数目的变化。）



$$d_1(-1, 1) \rightarrow d(-1, 0) \rightarrow d(0, 2) \rightarrow d(0, -1) \rightarrow d(2, 0) \rightarrow d(-1, -1) \\ \rightarrow d(2, 0) \rightarrow d(0, -1) \rightarrow d(0, 2) \rightarrow d(0, -1) \rightarrow d(0, 2)$$

得分

五、(14 分) 将下列谓词演算公式化为一个子句集

$$(\forall x) \{P(x) \rightarrow \{(\forall y) [P(y) \rightarrow P(f(x,y))] \wedge \sim(\forall y) [Q(x,y) \rightarrow P(y)]\}\}$$

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

$$(\forall x) \{ \neg P(x) \vee \{ (\forall y) (\neg P(y) \vee P(f(x,y))) \wedge (Q(x,g(x)) \vee \neg P(g(x))) \}$$

$$(\forall x) (\forall y) \{ \neg P(x) \vee \{ (\neg P(y) \vee P(f(x,y))) \wedge (Q(x,g(x)) \vee \neg P(g(x))) \}$$

得分

六、(14 分) 根据自己的理解给出人工神经网络的定义, 并指出其特征

自觉遵守考试规则, 诚信考试, 绝不作弊

装订线内不要答题

《 人工智能基础 》 期末试卷 (B)

本试卷共 6 页; 考试时间 110 分钟;

专业 班级 学号 姓名

题号	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	总分
得分											

得分

一、单选题 (本题共 8 小题, 每题 3 分, 共 24 分)

- 连接主义对应的人工智能研究方法是 (A)。
 - 结构模拟法
 - 行为模拟法
 - 数值模拟法
 - 功能模拟法
- 下列不是知识表示法的是 (A)。
 - 计算机表示法
 - 与或图表示法
 - 状态空间表示法
 - 产生式规则表示法
- (C) 是一种结构化知识表示方法, 它由节点和弧线或链线组成。
 - 状态空间法
 - 问题规约法
 - 语义网络法
 - 谓词逻辑法
- 在谓词公式中, 连接词的优先级别从高到低排列是 (D)。
 - \neg , \vee , \wedge , \rightarrow , \leftrightarrow
 - \wedge , \vee , \neg , \rightarrow , \leftrightarrow
 - \neg , \wedge , \vee , \leftrightarrow , \rightarrow
 - \neg , \wedge , \vee , \rightarrow , \leftrightarrow
- 下列不属于人工智能主要学派的是 (A)。
 - C 语言设计
 - 符号主义
 - 进化主义
 - 连接主义

6、在可信度方法中，证据 E 支持结论 H 为真，可用（ B ）表示。

A. $CF(H,E)=0$

B. $CF(H,E)>0$

C. $CF(H,E)<0$

D. $CF(H,E)<-1$

7、如果搜索时首先扩展最新产生的节点，则该搜索技术称为（ A ）。

A. 深度优先搜索

B. 宽度优先搜索

C. 启发式搜索

D. 等代价搜索

8、下列不属于人工神经网络特性的是（ C ）。

A. 并行分布处理

B. 非线性映射

C. 基于规则进行推理

D. 可以同时输入不同的控制信号

得分

二、填空题（本题共 8 小题，每题 3 分，共 24 分）

1、问题规约表示法由三部分组成：初始问题描述、把问题变换为子问题的操作符、本原问题描述。

2、启发式搜索中，利用一些线索来帮组足迹选择搜索方向，这些线索称为启发式信息。

3、谓词逻辑的基本组成部分是变量符号、常量符号、谓词符号、函数符号。

4、对于消解原理，需要将母式写成一些谓词公式和（或）谓词公式的否定的析取的有限集组成的合取，这个过程称为将母式化为合取范式。

5、人工神经网络的三种学习算法是有师学习（或监督化学习）、无师学习（或非监督学习）、强化学习。

6、问题的状态空间包含三种说明的集合，初始状态集合 S、操作符集合 F、目标状态集合 G。

7、双向演绎系统的推理分别用正向系统的F 规则和逆向系统B 规则的来修正。

8、 进化计算 和 神经计算 是主要的两种计算智能方法。

得分

三、名词解释（本题共 2 小题，每题 6 分，共 12 分）

（1）遗传算法

答：遗传算法能以解空间的多点充分搜索，运用基因算法，反复交叉，以突变方式的操作，模拟事物内部多样性和对环境变化的高度适应性，其特点是操作性强，并能同时避免陷入局部极小点，是问题快速的全局收敛，是一类能将多个信息全局利用的自律分散系统。

（2）机器学习

答：它是一门多领域交叉学科，涉及概率论、统计学、逼近法、算法复杂度理论等多门学科。专门研究计算机怎样模拟或实现人类的学习行为，以获取新的知识或技能，重新组织已有的知识结构使之不断改善自身的性能。它是人工智能的核心，是使计算机具有智能的根本途径，其应用遍及人工智能的各个领域。

得分

四、(12 分) 设有 3 个传教士和 3 个野人来到河边，打算乘一只船从右岸渡到左岸去。该船的负载能力为两人。在任何时候，如果野人人数超过传教士人数，那么野人就会把传教士吃掉。他们怎样才能用这条船安全地把所有人都

都渡过河去？（提示：用 $di(dC, dY)$ 表示渡河过程中，对岸状态的变化， dC 表示第 i 次渡河后，对岸传教士数目的变化， dY 表示第 i 次渡河后，对岸野人数目的变化。）

解：

用 $Si(nC, nY)$ 表示第 i 次渡河后，河对岸的状态， nC 表示传教士的数目， nY 表示野人的数目，由于总人数的确定的，河对岸的状态确定了，河这边的状态也即确定了。

考虑到题目的限制条件，要同时保证，河两岸的传教士数目不少于野人数目，故在整个渡河的过程中，允许出现的状态为以下 3 种情况：

1. $nC=0$
2. $nC=3$
3. $nC=nY \geq 0$ (当 nC 不等于 0 或 3)

用 $di(dC, dY)$ 表示渡河过程中，对岸状态的变化， dC 表示，第 i 次渡河后，对岸传教士数目的变化， dY 表示，第 i 次渡河后，对岸野人数目的变化。当 i 为偶数时， dC, dY 同时为非负数，表示船驶向对岸， i 为奇数时， dC, dY 同时为非正数，表示船驶回岸边。

初始状态为 $S0(0, 0)$ ，目标状态为 $S0(3, 3)$ ，用深度优先搜索的方法可寻找渡河方案。在此，用图求法该问题，令横坐标为 nY ，纵坐标为 nC ，可行状态为空心点表示，每次可以在格子上，沿对角线移动一格，也可以沿坐标轴方向移动 1 格，或沿坐标轴方向移动 2 格。第奇数次数状态转移，沿右方，上方，或右上方移动，第偶数次数状态转移，沿左方，下方，或左下方移动。

从 $(0,0)$ 开始，依次沿箭头方向改变状态，经过 11 步之后，即可以到达目标状态 $(3,3)$ ，相应的渡河方案为：

$d1(1,1) \rightarrow d2(-1,0) \rightarrow d3(0,2) \rightarrow d4(0,-1) \rightarrow d5(2,0) \rightarrow d6(-1,-1) \rightarrow d7(2,0) \rightarrow d8(0,-1) \rightarrow d9(0,2) \rightarrow d10(-1,0) \rightarrow d11(1,1)$

得分

五、(14 分) 将下列谓词演算公式化为一个子句集

$$(\forall x) \{P(x) \rightarrow \{(\forall y) [P(y) \rightarrow P(f(x,y))] \wedge \sim(\forall y) [Q(x,y) \rightarrow P(y)]\}\}$$

解: (1) 消去蕴涵符号

$$(\forall x) \{ \sim P(x) \vee \{(\forall y) [\sim P(y) \vee P(f(x,y))] \wedge \sim(\forall y) [\sim Q(x,y) \vee P(y)]\} \}$$

(2) 减少否定符号的辖域

$$(\forall x) \{ \sim P(x) \vee \{(\forall y) [\sim P(y) \vee P(f(x,y))] \wedge (\exists y) [Q(x,y) \wedge \sim P(y)]\} \}$$

(3) 对变量标准化

$$(\forall x) \{ \sim P(x) \vee \{(\forall y) [\sim P(y) \vee P(f(x,y))] \wedge (\exists w) [Q(x,w) \wedge \sim P(w)]\} \}$$

(4) 消去存在量词

$$(\forall x) \{ \sim P(x) \vee \{(\forall y) [\sim P(y) \vee P(f(x,y))] \wedge [Q(x,g(x)) \wedge \sim P(g(x))]\} \}$$

式中, $w=g(x)$ 为一 Skolem 函数。

(5) 化为前束形

$$(\forall x)(\forall y) \{ \sim P(x) \vee \{[\sim P(y) \vee P(f(x,y))] \wedge [Q(x,g(x)) \wedge \sim P(g(x))]\} \}$$

(6) 把母式化为合取范式

$$(\forall x)(\forall y) \{ [\sim P(x) \vee \sim P(y) \vee P(f(x,y))] \wedge [\sim P(x) \vee Q(x,g(x))] \wedge [\sim P(x) \vee \sim P(g(x))] \}$$

(7) 消去全称量词

$$\{ [\sim P(x) \vee \sim P(y) \vee P(f(x,y))] \wedge [\sim P(x) \vee Q(x,g(x))] \wedge [\sim P(x) \vee \sim P(g(x))] \}$$

(8) 消去连词符号 \wedge

$$\sim P(x) \vee \sim P(y) \vee P(f(x,y))$$

$$\sim P(x) \vee Q(x,g(x))$$

$$\sim P(x) \vee \sim P(g(x))$$

(9) 更换变量名称, 最后得到子句集

$$\sim P(x_1) \vee \sim P(y) \vee P[f(x_1,y)]$$

$$\sim P(x_2) \vee Q[x_2,g(x_2)]$$

$$\sim P(x_3) \vee \sim P[g(x_3)]$$

得分

六、(14 分) 根据自己的理解给出人工神经网络的定义，并指出其特征。

答：(1) 人工神经网络是一种应用类似于大脑神经突触联接的结构进行信息处理的数学模型

(2) 特征：a 非线性：非线性是自然界普遍特性。大脑智慧就是一种非线性现象。

B 非局限性 一个神经网络通常由多个神经元广泛连接而成，一个系统的整体行为不仅取决于单个神经元的特征，而且可能主要有单元之间的相互作用、相互连接所决定。联想记忆是非局限性的典型例子。

C. 非常定性 人工神经网络具有自适应、自组织、自学习能力。神经网络不但处理的信息可以有各种变化，而且在处理信息的同时，非线性动力系统本身也在不断变化。经常使用迭代过程描写动力系统的演化过程。

D. 非凸性 一个系统的演化方向，在一定条件下取决于某个特定的状态函数。例如能量函数，它的极值相应于系统比较稳定的状态。非凸性是指这种函数有多个极值，故系统具有多个较稳定的平衡态，将导致系统演化的多样性。

南京邮电大学自动化学院 2012/2013 学年第一学期

《人工智能基础》期末试卷 (B)

本试卷共 6 页； 考试时间 110 分钟；

专业 _____ 班级 _____ 学号 _____ 姓名 _____

题号	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	总分
得分											

得分

一、单选题 (本题共 8 小题, 每题 3 分, 共 24 分)

1、首次提出人工智能的是 (D) 年。

A. 1946

B. 1960

C. 1916

D. 1956

50年代

2、在状态空间图中, 如果某条弧线从节点 n_i 指向节点 n_j , 那么节点 n_j 称为节点 n_i 的 (B)。

$n_i \rightarrow n_j$

A. 祖先

B. 后裔

C. 中间节点

D. 叶子节点

3、人工智能应用研究的两个最重要最广泛的领域为 (B)。

A. 专家系统、自动规划

B. 专家系统、机器学习

C. 机器学习、智能控制

D. 机器学习、自然语言处理

4、在谓词公式中, 连接词的优先级别从高到低排列是 (D)。

A. \neg , \vee , \wedge , \rightarrow , \leftrightarrow

B. \wedge , \vee , \neg , \rightarrow , \leftrightarrow

C. \neg , \wedge , \vee , \leftrightarrow , \rightarrow

D. \neg , \wedge , \vee , \rightarrow , \leftrightarrow

5、下列关于不确定知识描述错误的是 (C)。

A. 不确定知识是不可以精确表示的

B. 专家知识通常属于不确定性知识

13

- C. 不确定性知识是经过处理过的知识 D. 不确定知识的事实与结论的关系复杂
- 6、在可信度方法中，证据 E 支持结论 H 为真，可用（ B ）表示。
- A. $CF(H,E)=0$ B. $CF(H,E)>0$
C. $CF(H,E)<0$ D. $CF(H,E)<-1$
- 7、如果搜索时首先扩展最新产生的节点，则该搜索技术称为（ A ）。
- A. 深度优先搜索 B. 宽度优先搜索
C. 启发式搜索 D. 等代价搜索
- 8、下列不属于人工神经网络特性的是（ C ）。
- A. 并行分布处理 B. 非线性映射
C. 基于规则进行推理 D. 可以同时输入不同的控制信号

得分

二、填空题（本题共 8 小题，每题 3 分，共 24 分）

- 1、目前人工智能的主要学派有三家：符号主义、行为主义、连接主义。
- 2、语义网络中的推理过程主要有两种：继承、匹配。
- 3、谓词逻辑的基本组成部分是变量符号、常量符号、谓词符号、函数符号。
- 4、对于消解原理，需要将母式写成一些谓词公式和（或）谓词公式的否定的析取的有限集组成的合取，这个过程称为将母式化为合取范式。
- 5、人工神经网络的三种学习算法是有师学习（或监督化学习）、无师学习（或非监督学习）、强化学习。
- 6、计算智能是人工智能研究的新内容，设计神经计算、模糊计算、进化计算。
- 7、双向演绎系统的推理分别用正向系统的F 规则和逆向系统B 规则的来修正。
- 8、不确定性推理主要有两种不确定性，即关于结论的不确定性和关于证据

的不确定性。

得分

三、名词解释（本题共 2 小题，每题 6 分，共 12 分）

（1）人工智能

答：人工智能，它是研究、开发用于模拟、延伸和扩展人的智能的理论、方法、技术及应用系统的一门新的技术科学。它是计算科学的一个分支，企图了解智能的实质，并生产出一种新的能以人类智能相似的方式作出反应的智能机器。

（2）什么是专家系统？

答：专家系统是一个含有大量的某个领域专家水平的知识与经验智能计算机程序系统，能够利用人类专家的知识和解决问题的方法来处理该领域问题。即是一种模拟人类专家解决领域问题的计算机程序系统。

得分

四、(12 分) 有一个农夫带一只狐狸、一只小羊和一篮菜过河。假设农夫每次只能带一样东西过河，考虑安全，无农夫看管时，狐狸和小羊不能在一起，小羊和菜篮不能在一起。试设计求解该问题的状态空间。

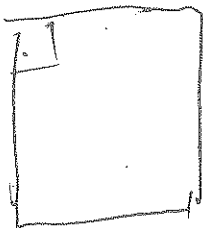
解：

以变量 $mfsv$ 分别表示农夫、狐狸、小羊、菜，且每个变量只可取值 1 (表示在左岸) 或 0 (表示在右岸)。问题状态可以四元组 $(mfsv)$ 描述，设初始状态下均在左岸，目标状态都到达右岸。从而，问题求解任务可描述为 $(1,1,1,1) \rightarrow (0,0,0,0)$ 。由于问题简单，一状态空间中可能的状态总数为 $2 \times 2 \times 2 \times 2 = 16$ ，由于要遵从安全限制，合法的状态只有 (除初、目标状态外)：

1110, 1101, 1011, 1010, 0101, 0001, 0010, 0100;

不合法的状态有：0111, 1000, 1100, 0011, 0110, 1001

设计二类操作算子： Lx 、 Rx 为 $mfsv$ 时分别指示农夫独自带狐狸，带小羊，带菜过河；由于 Lx 、 Rx 是互逆操作，故而解答路径可有无数条，但最近的只有两条。



1 农夫, 2 狐, 3 羊, 4 菜

1
2
3
4

1
2
3
4

2
4

1
2
4

2
4

1
2
3

3
4

1
3
4

得分	

五、(14 分) 将下列谓词演算公式化为一个子句集

$$(\forall x) \{P(x) \rightarrow \{(\forall y) [P(y) \rightarrow P(f(x,y))] \wedge \sim(\forall y) [Q(x,y) \rightarrow P(y)]\}\}$$

解: (1) 消去蕴涵符号

$$(\forall x) \{ \sim P(x) \vee \{(\forall y) [\sim P(y) \vee P(f(x,y))] \wedge \sim(\forall y) [\sim Q(x,y) \vee P(y)]\} \}$$

(2) 减少否定符号的辖域

$$(\forall x) \{ \sim P(x) \vee \{(\forall y) [\sim P(y) \vee P(f(x,y))] \wedge (\exists y) [Q(x,y) \wedge \sim P(y)]\} \}$$

(3) 对变量标准化

$$(\forall x) \{ \sim P(x) \vee \{(\forall y) [\sim P(y) \vee P(f(x,y))] \wedge (\exists w) [Q(x,w) \wedge \sim P(w)]\} \}$$

(4) 消去存在量词

$$(\forall x) \{ \sim P(x) \vee \{(\forall y) [\sim P(y) \vee P(f(x,y))] \wedge [Q(x,g(x)) \wedge \sim P(g(x))]\} \}$$

式中, $w=g(x)$ 为一 Skolem 函数。

(5) 化为前束形

$$(\forall x)(\forall y) \{ \sim P(x) \vee \{[\sim P(y) \vee P(f(x,y))] \wedge [Q(x,g(x)) \wedge \sim P(g(x))]\} \}$$

(6) 把母式化为合取范式

$$(\forall x)(\forall y) \{ [\sim P(x) \vee \sim P(y) \vee P(f(x,y))] \wedge [\sim P(x) \vee Q(x,g(x))] \wedge [\sim P(x) \vee \sim P(g(x))] \}$$

(7) 消去全称量词

$$\{[\sim P(x) \vee \sim P(y) \vee P(f(x,y))] \wedge [\sim P(x) \vee Q(x,g(x))] \wedge [\sim P(x) \vee \sim P(g(x))]\}$$

(8) 消去连词符号 \wedge

$$\sim P(x) \vee \sim P(y) \vee P(f(x,y))$$

$$\sim P(x) \vee Q(x,g(x))$$

$$\sim P(x) \vee \sim P(g(x))$$

(9) 更换变量名称, 最后得到子句集

$$\sim P(x_1) \vee \sim P(y) \vee P[f(x_1,y)]$$

$$\sim P(x_2) \vee Q[x_2,g(x_2)]$$

$$\sim P(x_3) \vee \sim P[g(x_3)]$$

得分

六、(14分) 设有如下知识

R1: IF A THEN (20, 1) $B_1(0.03)$

R2: IF B_1 THEN (300, 0.0001) $B_2(0.01)$

求: $P(B_2|A)$ 的值是多少? (精确到小数点后四位)

解:

根据题目所给条件, 可知

$$LS_1 = 20, LN_1 = 1, P(B_1) = 0.03,$$

$$LS_2 = 300, LN_2 = 0.0001, P(B_2) = 0.01$$

由于 A 必发生, 由 R1 得

$$P(B_1|A) = \frac{LS_1 \times P(B_1)}{(LS_1 - 1) \times P(B_1) + 1} = \frac{20 \times 0.03}{(20 - 1) \times 0.03 + 1} = 0.3822$$

根据 R2 计算 $P(B_2|B_1)$

$$P(B_2|B_1) = \frac{LS_2 \times P(B_2)}{(LS_2 - 1) \times P(B_2) + 1} = \frac{300 \times 0.01}{(300 - 1) \times 0.01 + 1} = 0.7519$$

因为 B_1 不是必发生的(即 $P(B_1) = 0.03 < 1$), 且 $P(B_2|B_1) \neq P(B_1)$, 所以需作插值处理。

当 $P(B_1|A) = 1$ 时, 有 $P(B_2|A) = P(B_2|B_1) = 0.7519$, 形成点 $T_1(1, 0.7519)$

当 $P(B_1|A) = P(B_1) = 0.03$ 时, 有 $P(B_2|A) = P(B_2) = 0.01$, 形成点 $T_2(0.03, 0.01)$

设当 $P(B_1|A) = 0.3822$ 时, 对应的 $P(B_2|A) = y$, 形成点 $T_3(0.3822, y)$, 则由 T_1 、 T_2 和 T_3 三点共线可得到如下方程

$$\frac{y - 0.01}{0.3822 - 0.03} = \frac{0.7519 - 0.01}{1 - 0.03}$$

解此方程可得 $y = 0.2794$

所以, $P(B_2|A) = 0.2794$

① 命题逻辑: $p \leftrightarrow q \Leftrightarrow (p \rightarrow q) \wedge (q \rightarrow p)$
 ② 谓词逻辑: $\neg(p \wedge q) \Leftrightarrow \neg p \vee \neg q$
 $\neg(p \vee q) \Leftrightarrow \neg p \wedge \neg q$
 $\neg\neg p \Leftrightarrow p$
 $\neg(p \rightarrow q) \Leftrightarrow p \wedge \neg q$
 ③ 命题逻辑: $p \rightarrow q \Leftrightarrow \neg p \vee q$
 ④ 命题逻辑: $p \leftrightarrow q \Leftrightarrow (p \rightarrow q) \wedge (q \rightarrow p)$
 ⑤ 命题逻辑: $p \leftrightarrow q \Leftrightarrow (p \rightarrow q) \wedge (q \rightarrow p)$
 ⑥ 命题逻辑: $p \leftrightarrow q \Leftrightarrow (p \rightarrow q) \wedge (q \rightarrow p)$
 ⑦ 命题逻辑: $p \leftrightarrow q \Leftrightarrow (p \rightarrow q) \wedge (q \rightarrow p)$
 ⑧ 命题逻辑: $p \leftrightarrow q \Leftrightarrow (p \rightarrow q) \wedge (q \rightarrow p)$
 ⑨ 命题逻辑: $p \leftrightarrow q \Leftrightarrow (p \rightarrow q) \wedge (q \rightarrow p)$
 ⑩ 命题逻辑: $p \leftrightarrow q \Leftrightarrow (p \rightarrow q) \wedge (q \rightarrow p)$

南京邮电大学 2013 /2014 学年第 2 学期

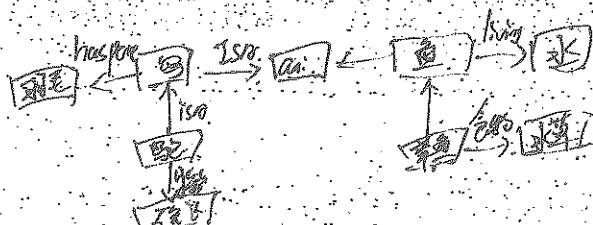
人工智能 试卷

学号: _____ 姓名: _____ 分数: _____

题号	一	二	三	四	五	六	七
得分							

一、请将下面的命题用一个语义网络表示出来。 (10分)

- (1) 鸟和鱼都是动物;
- (2) 鸟有羽毛;
- (3) 鱼生活在水中;
- (4) 鸵鸟是鸟, 但不会飞;
- (5) 草鱼是鱼, 吃水草。



判断下列公式是否可以合一。若可以, 求出最一般合一。

若不可合一说明理由。 (15分)

- (1) $S = \{P(x, x), P(y, f(y))\}$
- (2) $S = \{P(a, x, f(g(y))), P(z, f(z), f(u))\}$

三、设已知:

(15分)

- (1) 能阅读者是识字的;
- (2) 海豚不识字;
- (3) 有些海豚是很聪明的。

定义谓词: $R(x)$: x 能阅读; $L(x)$: x 识字;

$I(x)$: x 是聪明的; $D(x)$: x 是海豚。

试用归结原理证明: 有些聪明者并不能阅读。

$\forall x (R(x) \rightarrow L(x))$
 $\forall x (D(x) \rightarrow \neg L(x))$
 $\exists x (D(x) \wedge I(x))$

$\exists I(x) \wedge \neg R(x)$

四、设 $U=V=\{1, 2, 3\}$, 且有如下的推理规则: (10分)

IF X is F THEN Y is G

其中, F, G 分别是 U 和 V 上的模糊集, 设

$F = 0.9/1 + 0.5/2 + 0.3/3$

$G = 0/1 + 0.6/2 + 0.8/3$

已知事实为: X is F'

F' 的模糊集为: $F' = 0.1/1 + 0.3/2 + 0.2/3$

(1) 求出模糊关系 R 。

(2) 求出模糊结论 G' 。

五、已知有如下推理规则:

(15分)

r_1 : IF E_1 THEN H (0.9)

r_2 : IF E_2 THEN H (0.7)

r_3 : IF E_3 THEN H (-0.8)

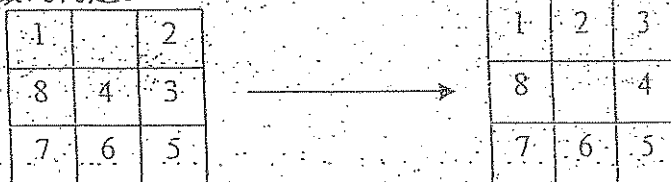
r_4 : IF E_4 AND E_5 THEN E_1 (1.0)

r_5 : IF E_6 OR E_7 THEN E_2 (0.8)

且已知 $CF(E_3)=0.3$, $CF(E_4)=0.9$, $CF(E_5)=0.6$,

$CF(E_6)=0.5$, $CF(E_7)=0.2$, 求 $CF(H)$ 。

六、八数码问题。



在一个 3×3 的方框内放有 8 个编号的小方块, 紧邻空位的小方块可以移到空位上, 通过平移小方块可以将某一布局变换为另一布局 (如图所示)。要求按照空格的左、上、右、下的次序考察是否有数码可以移动。

(20分)

(1) 请用广度优先搜索策略, 画出搜索树。

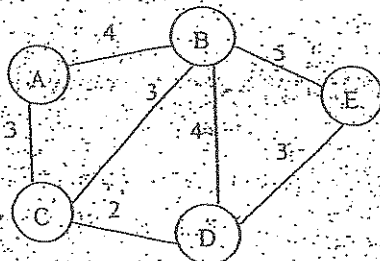
(2) 请用启发式 A 算法, 画出搜索树, 估价函数请用

$f(n)=g(n)+h(n)$, $g(n)$ 表示节点 n 在搜索树中的深度;

$h(n)$ 表示节点 n 中“不在位”的数码的个数。

七、

(15分)

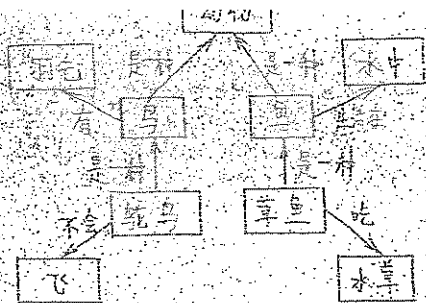


上图为 5 个城市的交通图, 城市之间的连线旁边的数字是城市之间路程的费用。用代价树的广度优先搜索, 求从 A 城出发到 E 城, 费用最小的交通路线。

画代价树时, 要求如下:

(1) 当某一个节点向下扩展时, 按照代价从小到大的次序从左向右画出全部搜索树。

(2) 用双线标识出代价最小的路径。



定义谓词

$R(x)$: x 能阅读;

$L(x)$: x 能识字;

$I(x)$: x 是聪明的;

$D(x)$: x 是海豚;

$(\forall x)(R(x) \rightarrow L(x))$

1. $(\forall x)(D(x) \rightarrow \neg L(x))$

2. $(\exists x)(D(x) \wedge I(x))$

3. 目标谓词: $(\exists x)(I(x) \wedge \neg R(x))$

化为子句集:

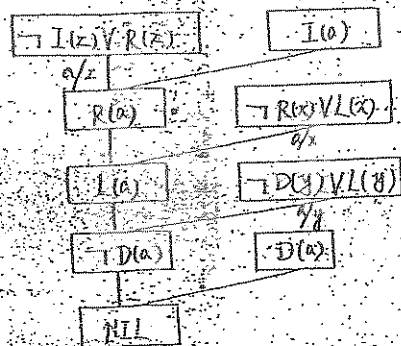
① 得: $\neg R(x) \vee L(x)$

② 得: $\neg D(y) \vee \neg L(y)$

③ 得: $D(a)$

④ $I(a)$

目标的否定: $\neg I(z) \vee R(z)$



5. $CF(E_4 \text{ AND } E_5) = 0.6$

$CF(E_6 \text{ OR } E_7) = 0.5$

$CF(E_1) = 1.0 \times \max(0, 0.6) = 0.6$

$CF(E_2) = 0.8 \times \max(0, 0.5) = 0.4$

$CF_1(H) = 0.9 \times \max(0, 0.6) = 0.54$

$CF_2(H) = 0.7 \times \max(0, 0.4) = 0.28$

$CF_3(H) = 0.2 \times \max(0, 0.6) = 0.12$

(2) 可合一

$k=0$: $S_0 = S$, $\theta_0 = \theta$

S 不是单一表达式, $D_1 = \{a/x, y/z\}$, 其中 x 为常量, y 不在 S 中出现。

$\theta_1 = \theta \circ D_1 = \theta/z$

$S_1 = S_0 \{a/z\} = \{P(a, x, f(y, y))\} P(a, f(y), y)$

$k=1$: $D_1 = \{x/f(a), y/z\}$

$\theta_2 = \theta_1 \circ D_1 = \theta/z, f(a)/x$

$S_2 = S_1 \{f(a)/x\}$

$= \{P(a, f(a), f(g(y)))\} P(a, f(a), f(g(y)))$

$k=2$: $D_2 = \{g(y)/u\}$

$\theta_3 = \theta_2 \circ D_2 = \theta/z, f(a)/x, g(y)/u$

$S_3 = S_2 \{g(y)/u\}$

$= \{P(a, f(a), f(g(y)))\} P(a, f(a), f(g(y)))$

$k=3$: S 已是单一表达式, $\theta_3 = \theta/z, f(a)/x, g(y)/u$ 是 S 的最一般合一。

因此 $\theta_3 = \theta/z, f(a)/x, g(y)/u$ 是 S 的最一般合一。

四. (1)

$R_m = \begin{bmatrix} 0.1 & 0.6 & 0.8 \\ 0.5 & 0.5 & 0.5 \\ 0.7 & 0.7 & 0.7 \end{bmatrix}$	$R(x, y) = (a, b) \vee (c, d)$
	V 代表 \max \wedge 代表 \min

(2) $G' = F' \circ R_m$

$$= \begin{bmatrix} 0.1 & 0.6 & 0.8 \\ 0.5 & 0.5 & 0.5 \\ 0.7 & 0.7 & 0.7 \end{bmatrix}$$

$= \{0.3, 0.3, 0.3\}$

把 R_1 的每行元素分别与 R_2 的每行元素对应元素相比较, 两个数中取最小值, 然后取所有的一组最小值中取最大的一个, 作为 $R(x, y)$ 。

$CF_R(H) = CF_1(H) \vee CF_2(H) = CF_1(H) \times CF_2(H)$

$= 0.54 \vee 0.28 = 0.54 \times 0.28$

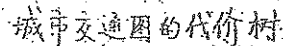
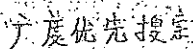
$= 0.1628$

$CF_{R_2}(H) = \frac{CF_1(H) + CF_2(H)}{1 - \min\{CF_1(H), CF_2(H)\}}$

$= \frac{0.54 + 0.28}{1 - \min\{0.54, 0.28\}}$

$= \frac{0.82}{1 - 0.28} = 0.82 / 0.72$

$= 1.1389 \approx 0.5642$



$$CF(H) = \begin{cases} CF_1(H) + CF_2(H) - CF_1(H) \times CF_2(H) & CF_1(H) \geq 0, CF_2(H) \geq 0 \\ CF_1(H) + CF_2(H) + CF_1(H) \times CF_2(H) & CF_1(H) < 0, CF_2(H) < 0 \\ \frac{CF_1(H) + CF_2(H)}{1 - \min\{|CF_1(H)|, |CF_2(H)|\}} & CF_1(H) \text{ 与 } CF_2(H) \text{ 异号} \end{cases}$$

帝が叔母子

$$CF(E) = \sum_{i=1}^n w_i \times CF(E_i)$$

$$R_{10} = \int_{\mathbb{R}^2} (U_1(z) \wedge U_2(z)) V(1 - \rho_1^2(z)) \, dV(z)$$

$$R_c = \int_{\text{all}} (M_{\text{flow}} / M_{\text{flow}}) / (u, v)$$

$$R_1 = \int_{\mathbb{R}^n} (u_1(x) \rightarrow u_2(x)) / (u_1(x) + u_2(x))$$

$$\begin{aligned} \mu_F(v) &\leq \mu_G(v) \\ \mu_F(v) &> \mu_G(v) \end{aligned}$$

习题 2

1. 什么是知识？有哪几种主要的知识分类方法？

知识是人们在改造客观世界的实践中积累起来的认识和经验。

分类：(1) 按知识的性质 (2) 按知识的适应范围 (3) 按知识的作用效果 (4) 按知识的层次 (5) 按知识的确定性 (6) 按知识的等级 (7) 按知识的结构及表现形式

2. 什么是知识表示？知识表示有哪些要求？

只是表示就是对知识的描述，即用一些约定的符号把知识编码成一组可以被计算机接收并便于系统使用的数据结构。

要求：(1) 表示能力 (2) 可利用性 (3) 可组织性与可维护性 (4) 可实现性 (5) 自然性与可理解性

3. 什么是知识表示观？有哪两种主要的知识表示观？它们之间有哪些主要的区别？

知识表示观是指人们最知识表示的看法。

“陈述性”和“过程性”

陈述性观点使知识作为一种独立于程序的实体存在，把知识的表示和知识的运用分开处理。

过程性知识是指以程序的方式把知识表示出来，即把知识蕴涵于使用它的程序之中，把知识表示和知识运用结合起来。

4. 什么是命题？什么是命题的真值？

凡有真假意义的断言称为命题。

命题的意义通常称为真值，它只有真、假两种情况。

5. 什么是论域？什么是谓词？

论域是由所讨论对象之全体构成的非空集合。

在谓词逻辑中，命题是用谓词来表示的。一个谓词可分为谓词名和个体两部分。

6. 什么是自由变元？什么是约束变元？

把位于量词后面的单个谓词或者用括弧括起来的合式公式称为该量词的辖域，辖域内与量词中同名的变元称为约束变元，不受约束的变元称为自由变元。

7. 产生式的基本形式是什么？它与谓词逻辑中的蕴涵式有什么相同与不同之处？

事实的表示：(对象, 属性, 值) 或 (关系, 对象 1, 对象 2)

(对象, 属性, 值, 可信度因子)

规则的表示： $P \rightarrow Q$ 或者 IF P THEN Q

从表现形式来看，产生式表示中的产生式与逻辑表示中的蕴涵式十分相似。

区别：蕴涵式只能表示确定性知识，其真值只能取真或假，而产生式不仅可以表示确定性知识，还可以表示不确定性知识。

8. 何谓产生式系统？它由哪几部分组成？

把用产生式知识表示方法构造的只能系统成为产生式系统

包括：数据库，规则库和控制库

9. 产生式系统求解问题的基本过程

- (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, 并对该规则加上标记, 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的规则, 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, 终止问题的求解过程
 - (7) 若知识库中不再有未使用的规则, 也说明该问题无解, 终止问题求结过程。
10. 何谓可交换的产生式系统? 何谓可分解的产生式系统? 何谓可恢复的产生式系统?

如果一个产生式系统对规则的使用次序是无关的, 则称该产生式系统为可交换的产生式系统。

可分解的产生式系统是 把一个整体问题分解成若干个子问题, 然后再通过对这些子问题的求解来得到整体问题解的一种产生式系统。

可恢复的产生式系统是指那些采用回溯控制方式的产生式系统。

11. 产生式系统的特点是什么?

自然性、模块性、有效性、一致性、效率较低、不便于表示结构性知识

12. 何谓语义网络? 它有哪些基本的语义关系?

语义网络是一种用实体及其语义关系来表达知识的有向图。

基本语义关系: 实例关系、分类关系、成员关系、属性关系、聚类关系、时间关系、位置关系、相近关系。

13. 试述语义网络表示法的特点。

优点: 结构性、联想性、自索引性、自然性

缺点: 非严格性、复杂性

14. 何谓框架? 框架的一般形式是什么?

框架(frame)通常由描述事物各个方面的若干个槽(slot)组成, 每一个槽又可以根据实际情况拥有若干个侧面(aspect), 每一个侧面也可以拥有若干个值(value)

Frame<框架名>

槽名 1:	侧面名 1_1	值 1_{11} , 值 $1_{12}, \dots$
	侧面名 1_2	值 1_{21} , 值 $1_{22}, \dots$
槽名 2:	侧面名 2_1	值 2_{11} , 值 $2_{12}, \dots$
	侧面名 2_2	值 2_{21} , 值 $2_{22}, \dots$
槽名 3:	侧面名 3_1	值 3_{11} , 值 $3_{12}, \dots$

	侧面名 3_2	值 3_{21} , 值 $3_{22}, \dots$
槽名 n :	侧面名 n_1	值 n_{11} , 值 n_{12}, \dots
	侧面名 n_2	值 n_{21} , 值 n_{22}, \dots
	侧面名 n_m	值 n_{m1} , 值 n_{m2}, \dots

.....

15. 何谓框架系统？何谓框架系统的横向联系？何谓框架系统的纵向联系？

当用框架来描述一个复杂知识时，往往需要用一组相互联系的框架来表示的，这组相互联系的框架称为框架系统。

当用框架来表示那种具有演绎关系的知识结构时，下层框架与上层框架之间具有一种继承关系，这种具有继承关系的框架之间的联系称为纵向联系。

由于一个框架的槽值或侧面值可以是另外一个框架的名字，这就是在框架之间建立起了另外一种联系，我们称为框架之间这种联系为横向联系。

16. 框架系统中，问题求解的一般过程是什么？

在框架系统中，问题求解主要是通过对框架的继承、匹配与填槽来实现的。当需要求解问题时，首先要把该问题用框架表示出来。然后利用框架之间的继承关系，把它与知识库中的已有框架进行匹配，找出一个或多个候选框架，并在这些候选框架引导下进一步获取附加信息。填充尽量多的槽值以建立一个描述当前情况的实例。最后再某种评价方法对候选框架进行评价，以决定是否接受该框架。

17. 框架表示法的特点是什么？

优点：结构性、深层性、继承性、自然性 不足：缺乏框架的形式理论、缺乏过程性知识表示、清晰性难以保证

习题 3

1. 鲁滨逊归结原理的基本思想是什么？

鲁滨逊归结原理是通过对子句集中的子句做逐次归结来证明子句集的不可满足性。

第 4 章

1) 什么是状态空间？用状态空间表示问题时，什么是问题的解？什么是最优解？最优解唯一吗？

答：a) 状态空间用来表示问题的求解过程，用来描述一个问题的全部状态及这些状态之间的相互关系。b) 由初始状态到目标状态所使用的算符就是该问题的一个解。c) 由初始状态到目标状态的最短的路径长度即为最优解。d) 不唯一。

第六章

1) CF 模型：一般形式为：IF E THEN H (CF(H,E))

其中：E 是只是前提；H 是知识的结论；CF(H,E) 是知识的可信度

25

2) 何谓可信度? 由规则强度 $CF(H, E)$ 的定义说明

答: $CF(H, E) = MB(H, E) - MD(H, E)$

其中: MB 为信任增长度 若 $P(H)=1$ $MB(H, E)=1$

$$\text{否则 } MB(H, E) = \frac{\max\{P(H|E), P(H)\} - P(H)}{1 - P(H)}$$

MD 为不信任增长度 若 $P(H)=0$ $MD(H, E)=1$

$$\text{否则 } MD(H, E) = \frac{\min\{P(H|E), P(H)\} - P(H)}{-P(H)}$$

当 $MB(H, E) > 0$ 时, 说明由于证据 E 的出现增加了 H 的信任度

当 $MD(H, E) > 0$ 时, 说明由于证据 E 的出现增加了 H 的不信任度

$CF(H, E)$ 计算公式:

$$CF(H, E) = \begin{cases} MB(H, E) - 0 = \frac{P(H|E) - P(H)}{1 - P(H)} & \text{若 } P(H, E) = P(H) \\ 0 & \text{若 } P(H, E) = P(H) \\ 0 - MD(H, E) = -\frac{P(H) - P(H|E)}{P(H)} & \text{若 } P(H, E) = P(H) \end{cases}$$

当 $CF(H, E) > 0$ 时, 说明由于证据 E 的出现增加了 H 真的概率, 及增加了 H 的可信度, 当 $CF(H, E)$ 值越大, 增加了 H 为真的信任度就越大。

当 $CF(H, E) = 0$ 时, 说明证据 E 与 H 无关; 当 $CF(H, E) < 0$ 时, 说明由于证据 E 的出现减少了 H 真的概率, 及增加了 H 为假的可信度, 当 $CF(H, E)$ 值越小, 增加了 H 为假的信任度就越大。

3) 可信度的性质: 1: 互斥性 及当 $MB(H, E) > 0$ 时 $MD(H, E) = 0$ 当 $MD(H, E) > 0$ 时 $MB(H, E) = 0$

2: 值域 $0 \leq MB(H, E) \leq 1; 0 \leq MD(H, E) \leq 1; -1 \leq CF(H, E) \leq 1$

3: 典型值 当 $CF(H, E) = 1$ 时 $P(H|E) = 1$, 说明 E 的出现使 H 为真。

当 $CF(H, E) = -1$ 时 $P(H|E) = 0$, 说明 E 的出现使 H 为假。

当 $CF(H, E) = 0$ 时 $MB(H, E) = 0$ $MD(H, E) = 0$, 前者说明 E 的出现不证实 H , 后者说明 E 的出现不否认 H

4: 对 H 的信任增长度等于对非 H 的不信任增长度。

4) 组合不确定性的计算:

当 $E = E_1 \text{ AND } E_2 \text{ AND } E_3 \dots \text{AND } E_n$

则 $CF(E) = \min\{CF(E_1), CF(E_2), \dots, CF(E_n)\}$

当 $E = E_1 \text{ OR } E_2 \text{ OR } E_3 \dots \text{OR } E_n$

则 $CF(E) = \max\{CF(E_1), CF(E_2), \dots, CF(E_n)\}$

5)不确定性的更新

计算公式 $CF(H)=CF(H,E)*\max\{0, CF(E)\}$

****6)P177

7)请说明主观 Bayes 方法中 LS 与 LN 的含义及关系

答: 知识是用产生式表示的, 其形式为 IF E THEN (LS, LN) H
(LS, LN) 用来表示该知识的知识强度。

$$LS = \frac{P(E|H)}{P(E|-H)} \quad LN = \frac{1-P(E|H)}{1-P(E|-H)} \quad \text{取值范围均为 } [0, +\infty]$$

$$\text{引入几率函数 } O(X) = \frac{P(X)}{1-P(X)} \quad O(H|E) = LS * O(H) \quad O(H|-E) = LN * O(H)$$

即为: 当 E 为真时, 可以利用 LS 将 H 的先验几率 $O(H)$ 更新为其后验几率 $O(H|E)$; 当 E 为假时, 可以利用 LN 将 H 的先验几率 $O(H)$ 更新为其后验几率 $O(H|-E)$ 。

由于 E 和 -E 不会同时支持或同时排斥 H, 因此只有下述三种情况:

a) $LS > 1$ 且 $LN < 1$; b) $LS < 1$ 且 $LN > 1$; c) $LS = LN = 1$;

8)组合证据不确定性的计算:

当 $E=E_1 \text{ AND } E_2 \text{ AND } E_3 \dots \text{AND } E_n$

则 $P(E|S) = \min\{CF(E_1), CF(E_2), \dots, CF(E_n)\}$

当 $E=E_1 \text{ OR } E_2 \text{ OR } E_3 \dots \text{OR } E_n$

则 $P(E|S) = \max\{CF(E_1), CF(E_2), \dots, CF(E_n)\}$

*****9)P203-6.10

第 7 章

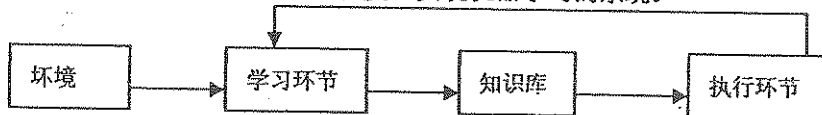
1) 什么是学习? 什么是机器学习?

答: 学习是一个有特定目的的知识获取和能力增长过程, 其内在行为是获得知识、积累经验、发现规律等, 其外部表现是改进性能、适应环境、实现自我完善等。

机器学习从直观上理解, 机器学习就是让机器(计算机)来模拟人类的学习功能, 它是一门研究怎样用机器来模拟或实现人类学习活动的一门学科。他是人工智能中最具有智能特征的前沿领域之一。

2) 什么是学习系统? 它包括哪几个部分?

答: 学习系统指能够在一定程度上实现机器学习的系统。



3) 机器学习经历了哪几个阶段?

答: 可以按照机器学习的发展形势。将它分为热烈时期、冷静时期、复兴时期及蓬勃发展时期四个阶段; 也可以按照机器学习的研究途径和目标, 将它分为神经元模型研究、符号概念获取、知识强化学习、联结学习和混合性学习四个阶段。

应用题:

第2章:

1) a) 有人每天下午都去打篮球。

(可)

解: 定义谓词

$P(x)$: x 是人

$B(x)$: x 打篮球

$A(y)$: y 是下午

将知识用谓词表示为:

$(\exists x)(\forall y)(A(y) \rightarrow B(x) \wedge P(x))$

b) 是每个计算机系的学生都喜欢在计算机上编程序。

解: 定义谓词

$S(x)$: x 是计算机系学生

$L(x, programming)$: x 喜欢编程序

$U(x, computer)$: x 使用计算机

将知识用谓词表示为:

$\neg (\forall x)(S(x) \rightarrow L(x, programming) \wedge U(x, computer))$

c) 凡是喜欢编程序的人都喜欢计算机。

解: 定义谓词

$P(x)$: x 是人

$L(x, y)$: x 喜欢 y

将知识用谓词表示为:

$(\forall x)(P(x) \wedge L(x, programming) \rightarrow L(x, computer))$

pre. 一个... 编程
 $L(x, programming)$ 编程

2) 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。

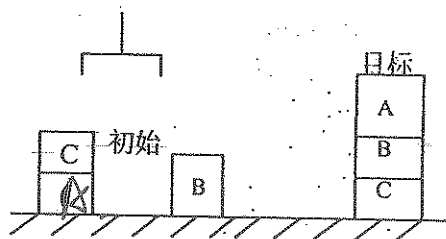


图 机器人摆积木问题

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(C, A)

CLEAR(B)

CLEAR(C)

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 上面再摆上一块积木 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: HANDEEMPTY(x)

Putdown(x)

条件: HANDEEMPTY(x)

动作: 删除表: HANDEEMPTY(x)

添加表: ONTABLE(x), CLEAR(x), HANDEEMPTY

Stack(x, y)

条件: HANDEEMPTY(x), CLEAR(y)

动作: 删除表: HANDEEMPTY(x), CLEAR(y)

添加表: HANDEEMPTY, ON(x, y), CLEAR(x)

Upstack(x, y)

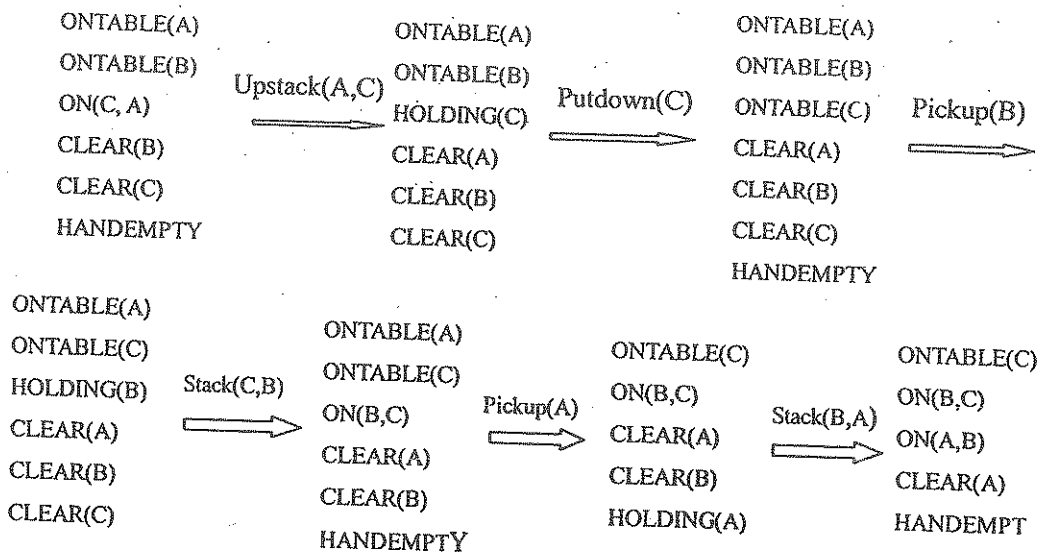
条件: HANDEEMPTY, CLEAR(y), ON(y, x)

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:



3) 用谓词表示法求解农夫、狼、山羊、白菜问题。农夫、狼、山羊、白菜全部放在一条河的左岸，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。似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个体域。

解：(1) 先定义描述状态的谓词

要描述这个问题，需要能够说明农夫、狼、羊、白菜和船在什么位置，为简化问题表示，取消船在河中行驶的状态，只描述左岸和右岸的状态。并且，由于左岸和右岸的状态互补，因此可仅对左岸或右岸的状态做直接描述。本题选择对左岸进行直接描述的方法，即定义谓词如下：AL(x)：x 在左岸

其中，x 的个体域是{农夫，船，狼，羊，白菜}。对应地， \neg AL(x)表示 x 在右岸。

问题的初始状态：

AL(农夫)

AL(船)

AL(狼)

AL(羊)

AL(白菜)

问题的目标状态：

\neg AL(农夫)

\neg AL(船)

\neg AL(狼)

\neg AL(羊)

\neg AL(白菜)

(2) 再定义描述操作的谓词

本题需要以下 4 个描述操作的谓词：

L-R：农夫自己划船从左岸到右岸

L-R(x)：农夫带着 x 划船从左岸到右岸

R-L：农夫自己划船从右岸到左岸

R-L(x)：农夫带着 x 划船从右岸到左岸

其中，x 的个体域是{狼，羊，白菜}。

对上述每个操作，都包括条件和动作两部分。它们对应的条件和动作如下：

L-R：农夫划船从左岸到右岸

条件：AL(船)，AL(农夫)， \neg AL(狼) \vee \neg AL(羊)， \neg AL(羊) \vee \neg AL(白菜)

动作：删除表：AL(船)，AL(农夫)

添加表： \neg AL(船)， \neg AL(农夫)

L-R(狼)：农夫带着狼划船从左岸到右岸

条件：AL(船)，AL(农夫)，AL(狼)， \neg AL(羊)

动作: 删除表: AL(船), AL(农夫), AL(狼)

添加表: \neg AL(船), \neg AL(农夫), \neg AL(狼)

L-R(羊): 农夫带着羊划船从左岸到右岸

条件: AL(船), AL(农夫), AL(羊), \neg AL(狼), AL(白菜)

或: AL(船), AL(农夫), AL(羊), \neg AL(狼), \neg AL(白菜)

动作: 删除表: AL(船), AL(农夫), AL(羊)

添加表: \neg AL(船), \neg AL(农夫), \neg AL(羊)

L-R(白菜): 农夫带着白菜划船从左岸到右岸

条件: AL(船), AL(农夫), AL(白菜), \neg AL(狼)

动作: 删除表: AL(船), AL(农夫), AL(白菜)

添加表: \neg AL(船), \neg AL(农夫), \neg AL(白菜)

R-L: 农夫划船从右岸到左岸

条件: \neg AL(船), \neg AL(农夫), AL(狼) \vee AL(羊), AL(羊) \vee AL(白菜)

或: \neg AL(船), \neg AL(农夫), \neg AL(狼), \neg AL(白菜), AL(羊)

动作: 删除表: \neg AL(船), \neg AL(农夫)

添加表: AL(船), AL(农夫)

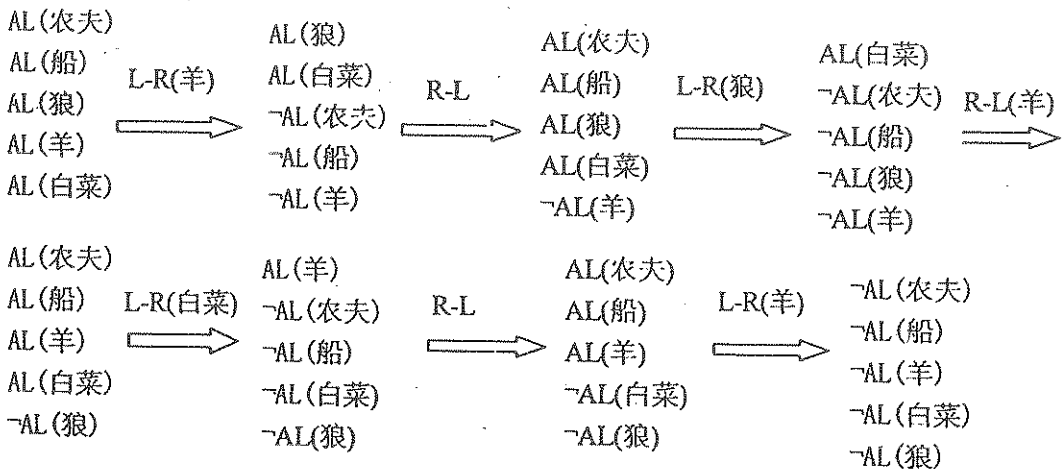
R-L(羊): 农夫带着羊划船从右岸到左岸

条件: \neg AL(船), \neg AL(农夫), \neg AL(羊), \neg AL(狼), \neg AL(白菜), AL(白菜)

动作: 删除表: \neg AL(船), \neg AL(农夫), \neg AL(羊)

添加表: AL(船), AL(农夫), AL(羊)

(3) 问题求解过程



4) 用谓词表示法求解修道士和野人问题。在河的北岸有三个修道士、三个野人和一条船，修道士们想用这条船将所有的人都运过河去，但要受到以下条件限制：

- (1) 修道士和野人都会划船，但船一次只能装运两个人。
- (2) 在任何岸边，野人数不能超过修道士，否则修道士会被野人吃掉。

假定野人愿意服从任何一种过河安排，请规划出一种确保修道士安全的过河方案。要求写出所用谓词的定義、功能及变量的个体域。

解：(1) 定义谓词

先定义修道士和野人人数关系的谓词：

$G(x, y, S)$ ：在状态 S 下 x 大于 y

$GE(x, y, S)$ ：在状态 S 下 x 大于或等于 y

其中， x, y 分别代表修道士人数和野人数，他们的个体域均为 $\{0, 1, 2, 3\}$ 。

再定义船所在岸的谓词和修道士不在该岸上的谓词：

$Boat(z, S)$ ：状态 S 下船在 z 岸

$EZ(x, S)$ ：状态 S 下 x 等于 0，即修道士不在该岸上

其中， z 的个体域是 $\{L, R\}$ ， L 表示左岸， R 表示右岸。

再定义安全性谓词：

$Safety(z, x, y, S) \equiv (G(x, 0, S) \wedge GE(x, y, S)) \vee (EZ(x, S))$

其中， z, x, y 的含义同上。该谓词的含义是：状态 S 下，在 z 岸，保证修道士安全，当且仅当修道士不在该岸上，或者修道士在该岸上，但人数超过野人数。该谓词同时也描述了相应的状态。

再定义描述过河方案的谓词：

$L-R(x, x1, y, y1, S)$ ： $x1$ 个修道士和 $y1$ 个野人渡船从河的左岸到河的右岸

条件： $Safety(L, x-x1, y-y1, S') \wedge Safety(R, 3-x+x1, 3-y+y1, S') \wedge Boat(L, S)$

动作： $Safety(L, x-x1, y-y1, S') \wedge Safety(R, 3-x+x1, 3-y+y1, S') \wedge Boat(R, S')$

$R-L(x, x1, y, y1, S)$ ： $x2$ 个修道士和 $y2$ 个野人渡船从河的左岸到河的右岸

条件： $Safety(R, 3-x-x2, 3-y-y2, S') \wedge Safety(L, x+x2, y+y2, S') \wedge Boat(R, S)$

动作： $Safety(R, 3-x-x2, 3-y-y2, S') \wedge Safety(L, x+x2, y+y2, S') \wedge Boat(L, S')$

(2) 过河方案

$Safety(L, 3, 3, S0) \wedge Safety(R, 0, 0, S0) \wedge Boat(L, S0)$

↓ $L-R(3, 1, 3, 1, S0)$

$Safety(L, 2, 2, S1) \wedge Safety(R, 1, 1, S1) \wedge Boat(R, S1)$

↘ $L-R(3, 0, 3, 2, S0)$

↗ $Safety(L, 3, 1, S1') \wedge Safety(R, 0, 2, S1') \wedge Boat(R, S1')$

↓ $R-L(2, 1, 2, 0, S1)$

↙ $R-L(3, 0, 1, 1, S1')$

$Safety(L, 3, 2, S2) \wedge Safety(R, 0, 1, S2) \wedge Boat(L, S2)$

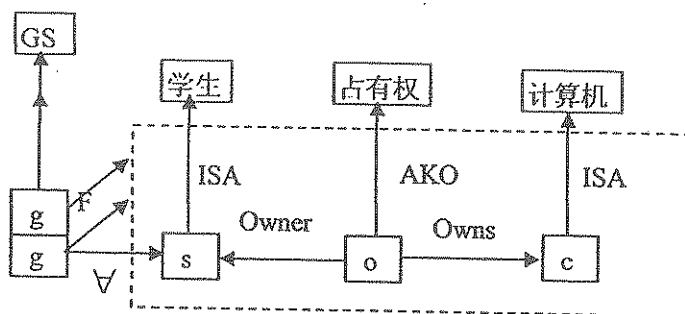
↓ $L-R(3, 0, 2, 2, S2)$

$\text{Safety}(L, 3, 0, S3) \wedge \text{Safety}(R, 0, 3, S3) \wedge \text{Boat}(R, S3)$
 \downarrow R-L (3, 0, 0, 1, S3)
 $\text{Safety}(L, 3, 1, S4) \wedge \text{Safety}(R, 0, 2, S1) \wedge \text{Boat}(L, S4)$
 \downarrow L-R(3, 2, 1, 0, S4)
 $\text{Safety}(L, 1, 1, S5) \wedge \text{Safety}(R, 2, 2, S5) \wedge \text{Boat}(R, S5)$
 \downarrow R-L (1, 1, 1, 1, S5)
 $\text{Safety}(L, 2, 2, S6) \wedge \text{Safety}(R, 1, 1, S6) \wedge \text{Boat}(L, S6)$
 \downarrow L-R(2, 2, 2, 0, S6)
 $\text{Safety}(L, 0, 2, S7) \wedge \text{Safety}(R, 3, 1, S7) \wedge \text{Boat}(R, S7)$
 \downarrow R-L (0, 0, 2, 1, S7)
 $\text{Safety}(L, 0, 3, S8) \wedge \text{Safety}(R, 3, 0, S8) \wedge \text{Boat}(L, S8)$
 \downarrow L-R(0, 0, 3, 2, S8)
 $\text{Safety}(L, 0, 1, S9) \wedge \text{Safety}(R, 3, 2, S9) \wedge \text{Boat}(R, S9)$
 \downarrow R-L (0, 1, 1, 0, S9)
 $\text{Safety}(L, 1, 1, S10) \wedge \text{Safety}(R, 2, 2, S10) \wedge \text{Boat}(L, S10)$
 \downarrow L-R(1, 1, 1, 1, S10)
 $\text{Safety}(L, 0, 0, S11) \wedge \text{Safety}(R, 3, 3, S11) \wedge \text{Boat}(R, S11)$

5) 请对下列命题分别写出它们的语义网络:

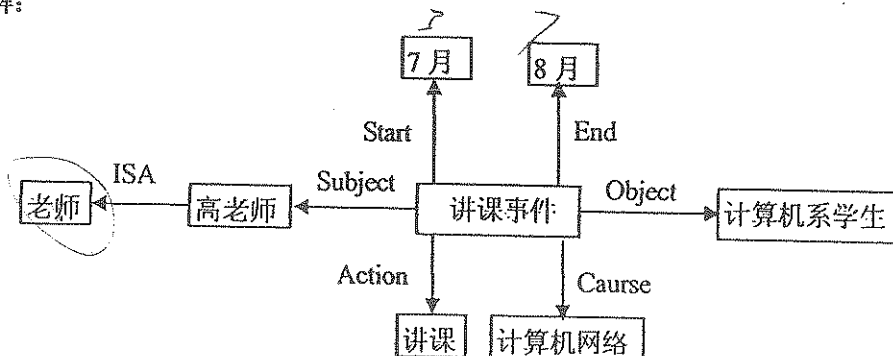
(a) 每个学生都有一台计算机。

解:

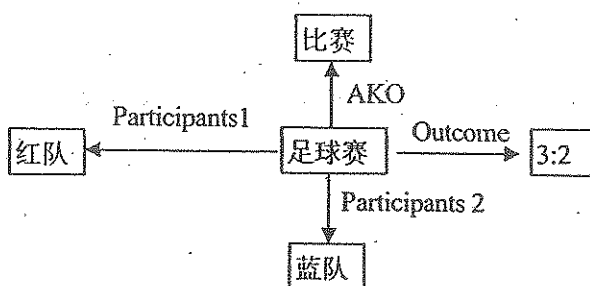


(b) 高老师从3月到7月给计算机系学生讲《计算机网络》课。

解:



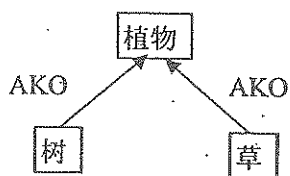
c) 红队与蓝队进行足球比赛，最后以 3:2 的比分结束。
解：



6) 请把下列命题用一个语义网络表示出来：

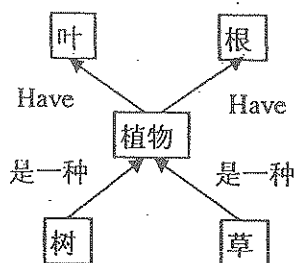
(1) 树和草都是植物；

解：



(2) 树和草都有叶和根；

解：



(3) 水草是草，且生长在水中；

解：



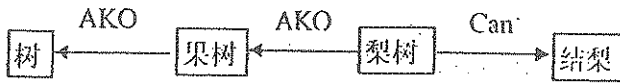
(4) 果树是树，且会结果；

解：



(5) 梨树是果树中的一种，它会结梨。

解：



7) 假设有以下一段天气预报：“北京地区今天白天晴，偏北风 3 级，最高气温 12°，最低气温 -2°，降水概率 15%。”请用框架表示这一知识。

解：

Frame<天气预报>

地域：北京

时段：今天白天

天气：晴

风向：偏北

风力：3 级

气温：最高：12 度

最低：-2 度

降水概率：15%

8) 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

第3章

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

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

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:

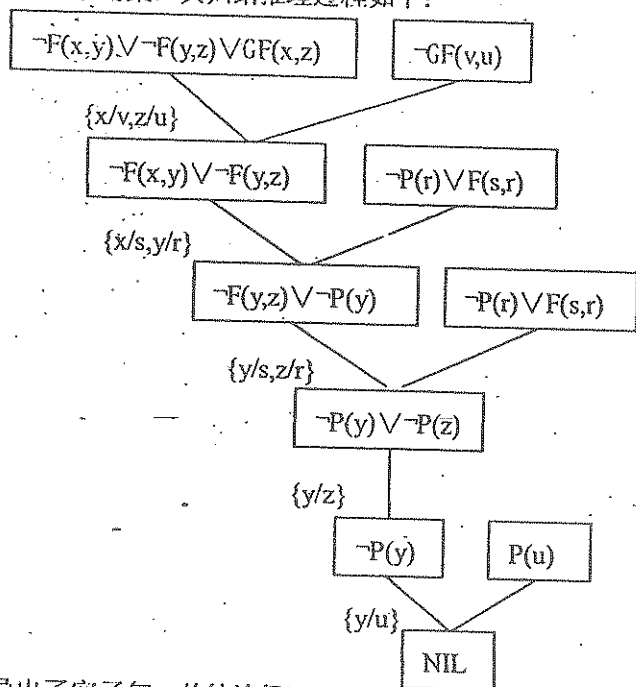
① $\neg F(x,y) \vee \neg F(y,z) \vee GF(x,z)$

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：



由于导出了空子句，故结论得证。

2) 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：“赵与钱中至少有一个人作案”，贞察员 B 说：“钱与孙中至少有一个人作案”，贞察员 C 说：“孙与李中至少有一个人作案”，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

赵与钱中至少有一个人作案： $C(Z) \vee C(Q)$

钱与孙中至少有一个人作案： $C(Q) \vee C(S)$

孙与李中至少有一个人作案： $C(S) \vee C(L)$

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

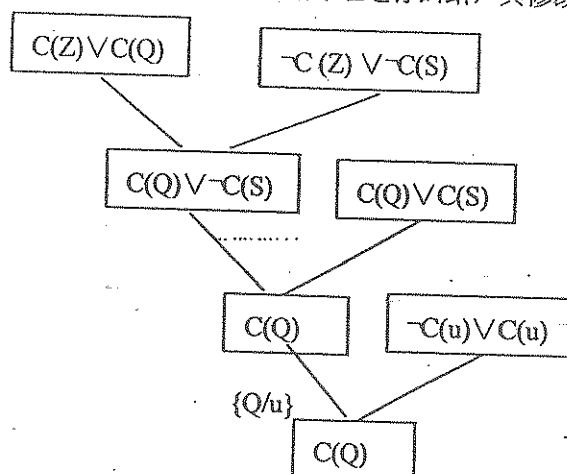
钱与李中至少有一个人与此案无关： $\neg (C(Q) \wedge C(L))$ ，即 $\neg C(Q) \vee \neg C(L)$

(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。

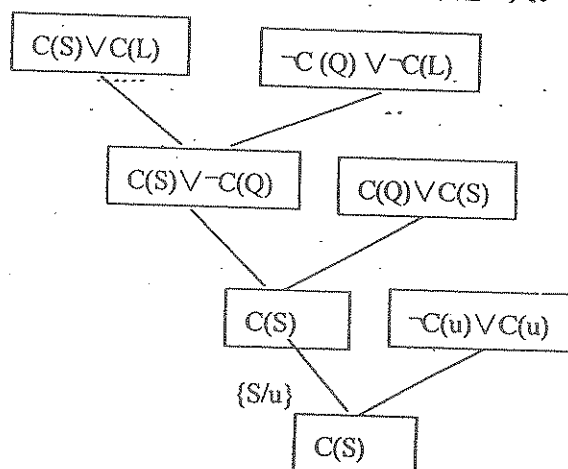
设作案者为 u ，则要求的结论是 $C(u)$ 。将其与其否定取析取，得：

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

(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。

3) 设有子句集:

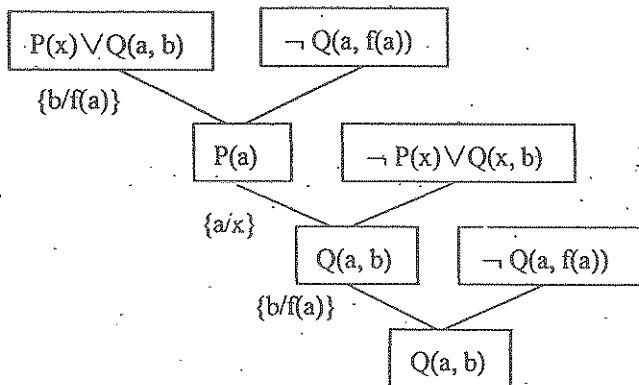
$\{P(x) \vee Q(a, b), P(a) \vee \neg Q(a, b), \neg Q(a, f(a)), \neg P(x) \vee Q(x, b)\}$

分别用各种归结策略求出其归结式。

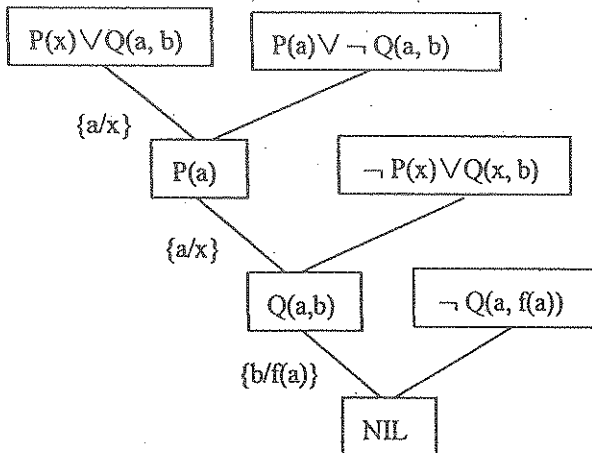
解: 支持集策略不可用, 原因是没有指明哪个子句是由目标公式的否定化简来的。

删除策略不可用, 原因是子句集中没有重言式和具有包孕关系的子句。

单文字子句策略的归结过程如下:



用线性输入策略 (同时满足祖先过滤策略) 的归结过程如下:



4) 设已知:

(1) 能阅读的人是识字的;

(2) 海豚不识字;

(3) 有些海豚是很聪明的。

请用归结演绎推理证明: 有些很聪明的人并不识字。

解: 第一步, 先定义谓词,

设 $R(x)$ 表示 x 是能阅读的;

$K(y)$ 表示 y 是识字的;

$W(z)$ 表示 z 是很聪明的;

第二步, 将已知事实和目标用谓词公式表示出来

能阅读的人是识字的: $(\forall x)(R(x) \rightarrow K(x))$

海豚不识字: $(\forall y)(\neg K(y))$

有些海豚是很聪明的: $(\exists z)W(z)$

有些很聪明的人并不识字: $(\exists x)(W(x) \wedge \neg K(x))$

第三步, 将上述已知事实和目标的否定化成子句集:

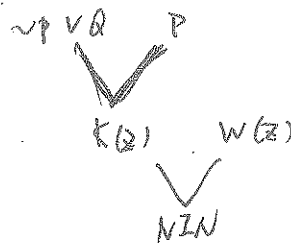
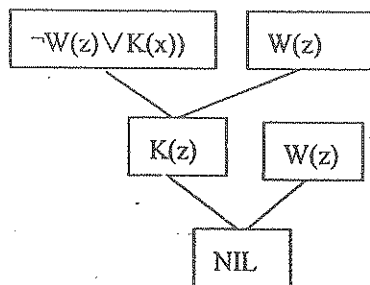
$\neg R(x) \vee K(x)$

$\neg K(y)$

$W(z)$

~~$\neg W(z) \vee K(x)$~~

第四步, 用归结演绎推理进行证明



第4章:

1) 有一农夫带一条狼, 一只羊和一框青菜与从河的左岸乘船到右岸, 但受到下列条件的限制:

(1) 船太小, 农夫每次只能带一样东西过河;

(2) 如果没有农夫看管, 则狼要吃羊, 羊要吃菜。

请设计一个过河方案, 使得农夫、狼、羊都能不受损失的过河, 画出相应的状态空间图。

题示: (1) 用四元组 (农夫, 狼, 羊, 菜) 表示状态, 其中每个元素都为 0 或 1, 用 0 表示在左岸, 用 1 表示在右岸。

(2) 把每次过河的一种安排作为一种操作, 每次过河都必须有农夫, 因为只有他可以划船。

解: 第一步, 定义问题的描述形式

用四元组 $S = (f, w, s, v)$ 表示问题状态, 其中, f, w, s 和 v 分别表示农夫, 狼, 羊和青菜是否在左岸, 它们都可以取 1 或 0, 取 1 表示在左岸, 取 0 表示在右岸。

第二步, 用所定义的问题状态表示方式, 把所有可能的问题状态表示出来, 包括问题的初始状态和目标状态。

由于状态变量有 4 个, 每个状态变量都有 2 种取值, 因此有以下 16 种可能的状态:

$S_0=(1,1,1,1)$, $S_1=(1,1,1,0)$, $S_2=(1,1,0,1)$, $S_3=(1,1,0,0)$

$S_4=(1,0,1,1)$, $S_5=(1,0,1,0)$, $S_6=(1,0,0,1)$, $S_7=(1,0,0,0)$

$S_8=(0,1,1,1)$, $S_9=(0,1,1,0)$, $S_{10}=(0,1,0,1)$, $S_{11}=(0,1,0,0)$

$S_{12}=(0,0,1,1)$, $S_{13}=(0,0,1,0)$, $S_{14}=(0,0,0,1)$, $S_{15}=(0,0,0,0)$

其中, 状态 $S_3, S_6, S_7, S_8, S_9, S_{12}$ 是不合法状态, S_0 和 S_{15} 分别是初始状态和目标状态。

第三步, 定义操作, 即用于状态变换的算符组 F

由于每次过河船上都必须有农夫, 且除农夫外船上只能载狼, 羊和菜中的一种, 故算符定义如下:

$L(i)$ 表示农夫从左岸将第 i 样东西送到右岸 ($i=1$ 表示狼, $i=2$ 表示羊, $i=3$ 表示菜, $i=0$ 表示船上除农夫外不载任何东西)。由于农夫必须在船上, 故对农夫的表示省略。

$R(i)$ 表示农夫从右岸将第 i 样东西带到左岸 ($i=1$ 表示狼, $i=2$ 表示羊, $i=3$ 表示菜, $i=0$ 表示船上除农夫外不载任何东西)。同样, 对农夫的表示省略。

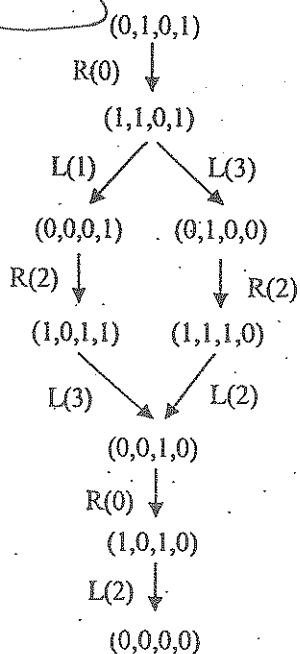
这样, 所定义的算符组 F 可以有 8 种算符:

$L(0), L(1), L(2), L(3)$

$R(0), R(1), R(2), R(3)$

第四步，根据上述定义的状态和操作进行求解。

该问题求解过程的状态空间图如下：



第6章：

1) 设有如下一组推理规则：

r_1 : IF E_1 THEN E_2 (0.6)

r_2 : IF E_2 AND E_3 THEN E_4 (0.7)

r_3 : IF E_4 THEN H (0.8)

r_4 : IF E_5 THEN H (0.9)

且已知 $CF(E_1)=0.5$, $CF(E_3)=0.6$, $CF(E_5)=0.7$ 。求 $CF(H)=?$

解：(1) 先由 r_1 求 $CF(E_2)$

$$\begin{aligned} CF(E_2) &= 0.6 \times \max\{0, CF(E_1)\} \\ &= 0.6 \times \max\{0, 0.5\} = 0.3 \end{aligned}$$

(2) 再由 r_2 求 $CF(E_4)$

$$\begin{aligned} CF(E_4) &= 0.7 \times \max\{0, \min\{CF(E_2), CF(E_3)\}\} \\ &= 0.7 \times \max\{0, \min\{0.3, 0.6\}\} = 0.21 \end{aligned}$$

(3) 再由 r_3 求 $CF_1(H)$

$$\begin{aligned} CF_1(H) &= 0.8 \times \max\{0, CF(E_4)\} \\ &= 0.8 \times \max\{0, 0.21\} = 0.168 \end{aligned}$$

(4) 再由 r_4 求 $CF_2(H)$

$$\begin{aligned} CF_2(H) &= 0.9 \times \max\{0, CF(E_5)\} \\ &= 0.9 \times \max\{0, 0.7\} = 0.63 \end{aligned}$$

(5) 最后对 $CF_1(H)$ 和 $CF_2(H)$ 进行合成, 求出 $CF(H)$

$$\begin{aligned} CF(H) &= CF_1(H) + CF_2(H) - CF_1(H) \times CF_2(H) \\ &= 0.692 \end{aligned}$$

2) 设有如下推理规则

- r_1 : IF E_1 THEN (2, 0.00001) H_1
- r_2 : IF E_2 THEN (100, 0.0001) H_1
- r_3 : IF E_3 THEN (200, 0.001) H_2
- r_4 : IF H_1 THEN (50, 0.1) H_2

且已知 $P(E_1)=P(E_2)=P(E_3)=0.6$, $P(H_1)=0.091$, $P(H_2)=0.01$, 又由用户告知:

$P(E_1|S_1)=0.84$, $P(E_2|S_2)=0.68$, $P(E_3|S_3)=0.36$. 请用主观 Bayes 方法求 $P(H_2|S_1, S_2, S_3)=?$

解: (1) 由 r_1 计算 $O(H_1|S_1)$

先把 H_1 的先验概率更新为在 E_1 下的后验概率 $P(H_1|E_1)$

$$\begin{aligned} P(H_1|E_1) &= (LS_1 \times P(H_1)) / ((LS_1 - 1) \times P(H_1) + 1) \\ &= (2 \times 0.091) / ((2 - 1) \times 0.091 + 1) \\ &= 0.16682 \end{aligned}$$

由于 $P(E_1|S_1)=0.84 > P(E_1)$, 使用 $P(H|S)$ 公式的后半部分, 得到在当前观察 S_1 下的后验概率 $P(H_1|S_1)$ 和后验几率 $O(H_1|S_1)$

$$\begin{aligned} P(H_1|S_1) &= P(H_1) + ((P(H_1|E_1) - P(H_1)) / (1 - P(E_1))) \times (P(E_1|S_1) - P(E_1)) \\ &= 0.091 + (0.16682 - 0.091) / (1 - 0.6) \times (0.84 - 0.6) \\ &= 0.091 + 0.18955 \times 0.24 = 0.136492 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} O(H_1|S_1) &= P(H_1|S_1) / (1 - P(H_1|S_1)) \\ &= 0.15807 \end{aligned}$$

(2) 由 r_2 计算 $O(H_1|S_2)$

先把 H_1 的先验概率更新为在 E_2 下的后验概率 $P(H_1|E_2)$

$$\begin{aligned} P(H_1|E_2) &= (LS_2 \times P(H_1)) / ((LS_2 - 1) \times P(H_1) + 1) \\ &= (100 \times 0.091) / ((100 - 1) \times 0.091 + 1) \\ &= 0.90918 \end{aligned}$$

由于 $P(E_2|S_2)=0.68 > P(E_2)$, 使用 $P(H|S)$ 公式的后半部分, 得到在当前观察 S_2 下的后验概率 $P(H_1|S_2)$ 和后验几率 $O(H_1|S_2)$

$$\begin{aligned} P(H_1|S_2) &= P(H_1) + ((P(H_1|E_2) - P(H_1)) / (1 - P(E_2))) \times (P(E_2|S_2) - P(E_2)) \\ &= 0.091 + (0.90918 - 0.091) / (1 - 0.6) \times (0.68 - 0.6) \\ &= 0.25464 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} O(H_1|S_2) &= P(H_1|S_2) / (1 - P(H_1|S_2)) \\ &= 0.34163 \end{aligned}$$

(3) 计算 $O(H_1|S_1, S_2)$ 和 $P(H_1|S_1, S_2)$

先将 H_1 的先验概率转换为先验几率

$$O(H_1) = P(H_1) / (1 - P(H_1)) = 0.091 / (1 - 0.091) = 0.10011$$

再根据合成公式计算 H_1 的后验几率

$$\begin{aligned} O(H_1|S_1, S_2) &= (O(H_1|S_1) / O(H_1)) \times (O(H_1|S_2) / O(H_1)) \times O(H_1) \\ &= (0.15807 / 0.10011) \times (0.34163) / 0.10011 \times 0.10011 \\ &= 0.53942 \end{aligned}$$

再将该后验几率转换为后验概率

$$P(H_1|S_1, S_2) = O(H_1|S_1, S_2) / (1 + O(H_1|S_1, S_2)) = 0.35040$$

(4) 由 r_3 计算 $O(H_2|S_3)$

先把 H_2 的先验概率更新为在 E_3 下的后验概率 $P(H_2|E_3)$

$$\begin{aligned} P(H_2|E_3) &= (LS_3 \times P(H_2)) / ((LS_3 - 1) \times P(H_2) + 1) \\ &= (200 \times 0.01) / ((200 - 1) \times 0.01 + 1) = 0.09569 \end{aligned}$$

由于 $P(E_3|S_3) = 0.36 < P(E_3)$, 使用 $P(H|S)$ 公式的前半部分, 得到在当前观察 S_3 下的后验概率 $P(H_2|S_3)$ 和后验几率 $O(H_2|S_3)$

$$P(H_2|S_3) = P(H_2|\neg E_3) + (P(H_2) - P(H_2|\neg E_3)) / P(E_3) \times P(E_3|S_3)$$

当 E_3 肯定不存在时有

$$\begin{aligned} P(H_2|\neg E_3) &= LN_3 \times P(H_2) / ((LN_3 - 1) \times P(H_2) + 1) \\ &= 0.001 \times 0.01 / ((0.001 - 1) \times 0.01 + 1) = 0.00001 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{因此有 } P(H_2|S_3) &= P(H_2|\neg E_3) + (P(H_2) - P(H_2|\neg E_3)) / P(E_3) \times P(E_3|S_3) \\ &= 0.00001 + ((0.01 - 0.00001) / 0.6) \times 0.36 \\ &= 0.00600 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} O(H_2|S_3) &= P(H_2|S_3) / (1 - P(H_2|S_3)) \\ &= 0.00604 \end{aligned}$$

(5) 由 r_4 计算 $O(H_2|H_1)$

先把 H_2 的先验概率更新为在 H_1 下的后验概率 $P(H_2|H_1)$

$$\begin{aligned} P(H_2|H_1) &= (LS_4 \times P(H_2)) / ((LS_4 - 1) \times P(H_2) + 1) \\ &= (50 \times 0.01) / ((50 - 1) \times 0.01 + 1) \\ &= 0.33557 \end{aligned}$$

由于 $P(H_1|S_1, S_2) = 0.35040 > P(H_1)$, 使用 $P(H|S)$ 公式的后半部分, 得到在当前观察 S_1, S_2 下 H_2 的后验概率 $P(H_2|S_1, S_2)$ 和后验几率 $O(H_2|S_1, S_2)$

$$\begin{aligned} P(H_2|S_1, S_2) &= P(H_2) + ((P(H_2|H_1) - P(H_2)) / (1 - P(H_1))) \times (P(H_1|S_1, S_2) - P(H_1)) \\ &= 0.01 + (0.33557 - 0.01) / (1 - 0.091) \times (0.35040 - 0.091) \\ &= 0.10291 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} O(H_2|S_1, S_2) &= P(H_2|S_1, S_2) / (1 - P(H_2|S_1, S_2)) \\ &= 0.10291 / (1 - 0.10291) = 0.11472 \end{aligned}$$

(6) 计算 $O(H_2|S_1, S_2, S_3)$ 和 $P(H_2|S_1, S_2, S_3)$

45

先将 H_2 的先验概率转换为先验几率

$$O(H_2) = P(H_2) / (1 - P(H_2)) = 0.01 / (1 - 0.01) = 0.01010$$

再根据合成公式计算 H_1 的后验几率

$$\begin{aligned} O(H_2 | S_1, S_2, S_3) &= (O(H_2 | S_1, S_2) / O(H_2)) \times (O(H_2 | S_3) / O(H_2)) \times O(H_2) \\ &= (0.11472 / 0.01010) \times (0.00604 / 0.01010) \times 0.01010 \\ &= 0.06832 \end{aligned}$$

再将该后验几率转换为后验概率

$$\begin{aligned} P(H_2 | S_1, S_2, S_3) &= O(H_2 | S_1, S_2, S_3) / (1 + O(H_2 | S_1, S_2, S_3)) \\ &= 0.06832 / (1 + 0.06832) = 0.06395 \end{aligned}$$

可见, H_2 原来的概率是 0.01, 经过上述推理后得到的后验概率是 0.06395, 它相当于先验概率的 6 倍多。

3) 设有如下推理规则

r_1 : IF E_1 THEN (100, 0.1) H_1

r_2 : IF E_2 THEN (50, 0.5) H_2

r_3 : IF E_3 THEN (5, 0.05) H_3

且已知 $P(H_1)=0.02$, $P(H_2)=0.2$, $P(H_3)=0.4$, 请计算当证据 E_1, E_2, E_3 存在或不存在时 $P(H_i | E_i)$ 或 $P(H_i | \neg E_i)$ 的值各是多少 ($i=1, 2, 3$)?

解: (1) 当 E_1, E_2, E_3 肯定存在时, 根据 r_1, r_2, r_3 有

$$\begin{aligned} P(H_1 | E_1) &= (LS_1 \times P(H_1)) / ((LS_1 - 1) \times P(H_1) + 1) \\ &= (100 \times 0.02) / ((100 - 1) \times 0.02 + 1) \\ &= 0.671 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P(H_2 | E_2) &= (LS_2 \times P(H_2)) / ((LS_2 - 1) \times P(H_2) + 1) \\ &= (50 \times 0.2) / ((50 - 1) \times 0.2 + 1) \\ &= 0.9921 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P(H_3 | E_3) &= (LS_3 \times P(H_3)) / ((LS_3 - 1) \times P(H_3) + 1) \\ &= (5 \times 0.4) / ((5 - 1) \times 0.4 + 1) \\ &= 0.769 \end{aligned}$$

(2) 当 E_1, E_2, E_3 肯定存在时, 根据 r_1, r_2, r_3 有

$$\begin{aligned} P(H_1 | \neg E_1) &= (LN_1 \times P(H_1)) / ((LN_1 - 1) \times P(H_1) + 1) \\ &= (0.1 \times 0.02) / ((0.1 - 1) \times 0.02 + 1) \\ &= 0.002 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P(H_2 | \neg E_2) &= (LN_2 \times P(H_2)) / ((LN_2 - 1) \times P(H_2) + 1) \\ &= (0.5 \times 0.2) / ((0.5 - 1) \times 0.2 + 1) \\ &= 0.111 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P(H_3 | \neg E_3) &= (LN_3 \times P(H_3)) / ((LN_3 - 1) \times P(H_3) + 1) \\ &= (0.05 \times 0.4) / ((0.05 - 1) \times 0.4 + 1) \\ &= 0.032 \end{aligned}$$

第一章

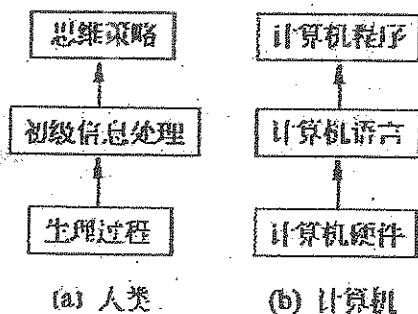


图 1.1 人类认知活动与计算机的比较

1、P11

2、P12 信息处理系统又叫符号操作系统 (symbol operation system) 或物理符号系统 (physical symbol system)。所谓符号就是模式 (pattern)。任一模式, 只要它能与其他模式相区别, 就是一个符号。例如, 不同的汉语拼写字母或英文字母就是不同的符号。对符号进行操作就是对符号进行比较, 从中找出相同的和不同的符号。物理符号系统的基本任务和功能就是辨认相同的符号和区别不同的符号。为此, 这种系统就必须能够辨别出不同符号之间的实质差别。符号既可以是物理符号, 也可以是头脑中的抽象符号, 或者是电子计算机中的电子运动模式, 还可以是头脑中神经元的某些运动方式。一个完善的符号系统应具有下列 6 种基本功能:

- 1 输入符号 (input);
- 2 输出符号 (output);
- 3 存储符号 (store);
- 4 复制符号 (copy);
- 5 建立符号结构: 通过找出各符号间的关系, 在符号系统中形成符号结构;
- 6 条件性迁移 (conditional transfer) 根据已有符号, 继续完成活动过程。

3、P18 人工智能研究的主要方法: 功能模拟法、结构模拟法、行为模拟法、集成模拟法。

4、P21 计算智能涉及神经计算、模糊计算、粒群计算、自然计算、免疫计算和人工生命等研究领域。

第二章

1、P28

使问题从一种状态变化为另一种状态的手段称为操作符或算符。操作符可为走步、过程、规则、数学算子、运算符号或逻辑符号等。

问题的状态空间 (state space) 是一个表示该问题全部可能状态及其关系的图, 它包含三种说明的集合, 即所有可能的问题初始状态集合 S 、操作符集合 F 以及目标状态集合 G 。因此, 可把状态空间记为三元状态 (S, F, G) 。

2、P29 (简答)

一般用状态空间法这一术语来表示下述方法:从某个初始状态开始,每次加一个操作符,递增地建立起操作符的试验序列,直到达到目标状态为止。

3、P30

综上所述可知,要完成某个问题的状态描述,必须确定三件事:①该状态描述方式,特别是初始状态描述;②操作符集合及其对状态描述的作用;③目标状态描述的特性。

4、P30

图由节点(不一定是有限的节点)的集合构成。一对节点用弧线连接起来,从一个节点指向另一个节点。这种图叫做有向图(directed graph)。如果某条弧线从节点 n 指向

5、P30

对于最简单的一类问题,需要求得某指定节点 s (表示初始状态)与另一节点 t (表示目标状态)之间的一条路径(可能具有最小代价)。

6、P31

采用问题归约表示可由下面三部分组成:

- (1) 一个初始问题描述;
- (2) 一套把问题变换为子问题的操作符;
- (3) 一套本原问题描述。

从目标(要解决的问题)出发逆向推理,建立子问题以及子问题的子问题,直至最后把初始问题归约为一个平凡的本原问题集合。这就是问题归约的实质。

7、P33

问题归约方法应用算符来把问题描述变换为子问题描述。

8、P33

把一个问题描述变换为一个归约或后继问题描述的集合,这是由问题归约算符进行的。变换所得所有后继问题的解就意味着父辈问题的一个解。

9、P33 与或图表示 (看)

10、P36

谓词逻辑的基本组成部分是谓词符号、变量符号、函数符号和常量符号,并用圆括弧、方括弧、花括弧和逗号隔开,以表示论域内的关系。例如,要表示“机器人(ROBOT)在1号房间(ROOM1)内”可应用简单的原子公式

$INROOM(ROBOT, r1)$

式中:ROBOT 和 $r1$ 为常量符号,INROOM 为谓词符号。一般地,原子公式由若干谓词符号和项组成。常量符号是最简单的项,用来表示论域内的物体或实体,它可以是实际的

11、P36

当一个原子公式含有变量符号时,对定义域内实体的变量可能有几个设定,对某几个设定的变量,原子公式取值为 T;而对另外几个设定的变量,原子公式则取值为 F。

12、P37 两种量词

有时,一个原子公式如 $P(x)$, 对于所有可能的变量 x 都具有值 T。这个特性可由在 $P(x)$ 前面加上全称量词 ($\forall x$) 来表示。如果至少有一个 x 值可使 $P(x)$ 具有值 T, 那么这一特性可由在 $P(x)$ 前面加上存在量词 ($\exists x$) 来表示。例如, 句子“所有的机器人都是灰色的”可表示为:

$$(\forall x)[\text{ROBOT}(x) \rightarrow \text{COLOR}(x, \text{GRAY})]$$

而句子“1 号房间内有个体”可表示为:

$$(\exists x) \text{INROOM}(x, r1)$$

13、P38

值得指出的是, 本书中所用到的谓词演算为一阶谓词演算, 不允许对谓词符号或函数符号进行量化。例如, 在一阶谓词演算中, $(\forall P)P(A)$ 这样一些公式就不是合式公式。

14、P41

语义网络表示由下列 4 个相关部分组成:

- (1) 词法部分 决定表示词汇表中允许有哪些符号, 它涉及各个节点和弧线。
- (2) 结构部分 叙述符号排列的约束条件, 指定各弧线连接的节点对。
- (3) 过程部分 说明访问过程, 这些过程能用来建立和修正描述以及回答相关问题。
- (4) 语义部分 确定与描述相关的(联想)意义的方法即确定有关节点的排列及其占有物和对对应弧线。

15、P45

语义网络中的推理过程主要有两种, 一种是继承, 另一种是匹配。

第三章

1、P65

如果搜索是以接近起始节点的程度来依次扩展节点, 那么这种搜索就叫做宽度优先搜索 (breadth-first search), 如图 3.2 所示。从图

起始节点

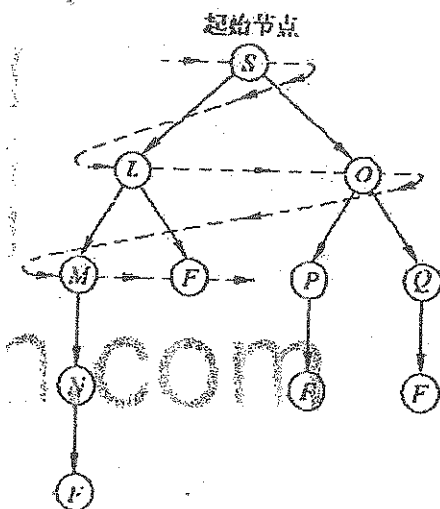


图 3.2 宽度优先搜索示意图

2、P65

到,正如步骤(1)括号内所写的。这个搜索过程产生的节点和指针构成一棵隐式定义的状态空间树的子树,称为搜索树。

3、P65

显而易见,宽度优先搜索方法能够保证在搜索树中找到一条通向目标节点的最短途径;这棵搜索树提供了所有存在的路径(如果没有路径存在,那么对有限图来说,表示该法失败退出;对于无限图来说,则表示永远不会终止)。

4、P66

另一种盲目(无信息)搜索叫做深度优先搜索(depth-first search)。在深度优先搜索中,首先扩展最新产生的(即最深的)节点,如图 3.5 所示。深度相等的节点可以任意排列。我们定义节点的深度如下:

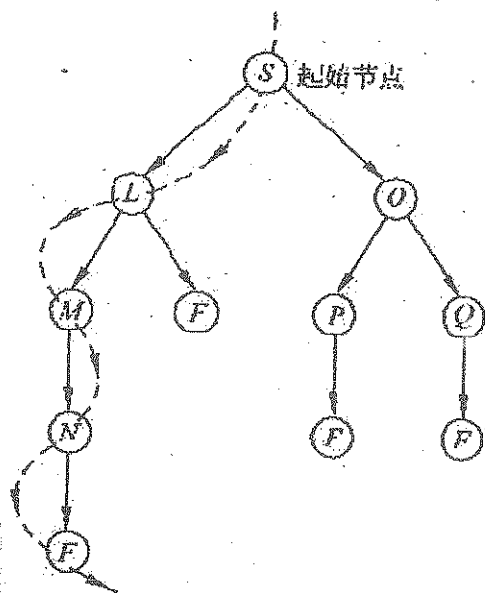


图 3.5 深度优先搜索示意图

5、P68

有些问题并不要求有应用算符序列为最少的解,而是要求具有某些特性的解。搜索树中每条连接弧线上的有关代价以及随之而求得的具有最小代价的解答路径,与许多这样的广义准则相符合。宽度优先搜索可被推广用来解决这种寻找从起始状态至目标状态的具有最小代价的路径问题,这种推广了的宽度优先搜索算法叫做等代价搜索算法。如果所有的连接弧线具有相等的代价,那么等代价算法就简化为宽度优先搜索算法。在等代价搜索算法中,不是描述沿着等长度路径断层进行的扩展,而是描述沿着等代价路径断层进行的扩展。

6、P70

要使路径代价与求得此路径所需要的搜索代价的某些综合指标为最小,通常情况下,特别感兴趣的一些搜索方法是对于所有可能遇到的问题,使其平均综合指标为最小。

7、P76

消解是一种可用于一定的子句公式的重要推理规则。一个子句定义为由文字的析取组成的公式(一个原子公式和原子公式的否定都叫做文字)。当消解可使用时,消解过程被应用于母体子句对,以便产生一个导出子句。例如,如果存在某个公理 $E \vee E$ 和另一公理 $\sim E \vee E$,那么 $E \vee E$ 在逻辑上成立,这就是消解,而称 $E \vee E$ 为 $E \vee E$ 和 $\sim E \vee E$ 的消解式(resolvent)。

8、P78 消解推理规则

9、P84

在所有基于规则系统中,每个if可能与某断言(assertion)集中的一个或多个断言匹配。有时把该断言集称为工作内存。在许多基于规则的系统中,then部分用于规定放入

10、P92

上两小节所讨论的基于规则的正向演绎系统和逆向演绎系统都具有局限性。正向演绎系统能够处理任意形式的if表达式,但被限制在then表达式为由文字析取组成的一些表达式上。逆向演绎系统能够处理任意形式的then表达式,但被限制在if表达式为文字合取组成的一些表达式上。希望能够构成一个组合的系统,使它具有正向和逆向两个系统的优点,以求克服各自的缺点(局限性)。这个系统就是本子节要研究的双向(正向和逆向)组合演绎系统。

11、P93

产生式系统用来描述若干个不同的以一个基本概念为基础的系统。这个基本概念就是产生式规则或产生式条件和操作对的概念。在产生式系统中,论域的知识分为两部分:用事实表示静态知识,如事物、事件和它们之间的关系;用产生式规则表示推理过程和行为。由于这类系统的知识库主要用于存储规则,因此又把此类系统称为基于规则的系统(rule-based system)。

12、P93

3.6.1 产生式系统的组成

我们已在第2章中讲过,产生式系统由三部分组成,即总数据库(或全局数据库)、产生式规则和控制策略。各部分间的关系如图3.22所示。总数据库又称为综合数据库、上

13、P94

控制策略的作用是说明下一步应该选用什么规则,也就是说如何应用规则。通常从选择规则到执行操作分3步:匹配、冲突解决和操作。

第四章

1、P111

不确定推理中存在三种不确定性,即关于知识的不确定性,关于证据的不确定性和关于结论的不确定性

20、P112

“怎样才算匹配成功”的问题,对于这个问题,目前常用的解决方法是:设计一个用来计算匹配双方相似程度的算法,再指定一个相似的限度,用来衡量匹配双方相似的程度是否落在指定的限度内。

3、P117

主观贝叶斯方法

4, P123

$CF(H, E)$ 是该规则的可信度, 称为可信度因子或规则强度。 $CF(H, E) > 0$, 则表示该证据增加了结论为真的程度。

5, P125

证据 E 的不确定性用证据的可信度 $CF(E)$ 表示, 初始证据的可信度由用户在系统运行时提供, 中间结果的可信度由不精确推理算法求得。

第五章

1, P146

若一个智能计算系统以非数值方式加上知识(精品)值, 即成为人工智能系统。

2, P147

- (1) 并行分布处理
- (2) 非线性映射
- (3) 通过训练进行学习
- (4) 适应与集成
- (5) 硬件实现

3, P148

图 5.3

4, P148

人工神经网络的结构基本上分为两类, 即递归网络和前馈网络

5, P149 人工神经网络的主要学习算法

- (1) 有师学习
- (2) 无师学习
- (3) 强化学习

6, P155, 156

推广能力是指神经网络在训练完成之后输入其训练样本以外的新数据时获得正确输出的能力。它是人工神经网络的一个属性, 称为泛化性能。不管是什么类型的网络, 不管它用于分类, 逼近, 推理还是其他问题, 都存在一个泛化的问题。泛化特性在人工神经网络的应用过程中表现出来, 但由网络的设计和建模过程所决定。

拟合现象, 即在网络训练过程中, 随着网络训练次数的增加, 网络对训练样本的误差逐渐减小, 并很容易达到中止训练的最小误差的要求, 从而停止训练。然而, 在训练样本的误差逐渐减小并达到某个定值以后, 往往会出现网络对训练样本以外的测试样本的误差反而开始增加的情况。对网络的训练, 并不是使训练误差越小越好, 而是要从实际出发, 提高对训练样本以外数据的映射能力, 即泛化能力。

7, P159

定义 5.2 (模糊支集, 交叉点及模糊单点)

8, P163

遗传操作主要有三种: 选择, 交叉, 变异。选择操作也叫复制操作

交叉操作的简单方式是将被选择出的两个个体 P_1 和 P_2 作为父母个体, 将两者的部分码值进行交换。变异操作的简单方式是改变数码串的某个位置上的数码。

9, P164

- (1) 遗传算法的特点
- (2) 遗传算法的框图

第二章 知识表示方法

2-2 设有 3 个传教士和 3 个野人来到河边，打算乘一只船从右岸渡到左岸去。该船的负载能力为两人。在任何时候，如果野人人数超过传教士人数，那么野人就会把传教士吃掉。他们怎样才能用这条船安全地把所有人都渡过河去？

用 $S_i(nC, nY)$ 表示第 i 次渡河后，河对岸的状态， nC 表示传教士的数目， nY 表示野人的数目，由于总人数的确定的，河对岸的状态确定了，河这边的状态也即确定了。考虑到题目的限制条件，要同时保证，河两岸的传教士数目不少于野人数目，故在整个渡河的过程中，允许出现的状态为以下 3 种情况：

1. $nC=0$

2. $nC=3$

3. $nC=nY \geq 0$ (当 nC 不等于 0 或 3)

用 $d_i(dC, dY)$ 表示渡河过程中，对岸状态的变化， dC 表示，第 i 次渡河后，对岸传教士数目的变化， dY 表示，第 i 次渡河后，对岸野人数目的变化。当 i 为偶数时， dC, dY 同时为非负数，表示船驶向对岸， i 为奇数时， dC, dY 同时为非正数，表示船驶回岸边。

初始状态为 $S_0(0, 0)$ ，目标状态为 $S_0(3, 3)$ ，用深度优先搜索的方法可寻找渡河方案。

在此，用图求法该问题，令横坐标为 nY ，纵坐标为 nC ，可行状态为空心点表示，每次可以在格子上，沿对角线移动一格，也可以沿坐标轴方向移动 1 格，或沿坐标轴方向移动 2 格。第奇数次数状态转移，沿右方，上方，或右上方移动，第偶数次数状态转移，沿左方，下方，或左下方移动。

从 $(0,0)$ 开始，依次沿箭头方向改变状态，经过 11 步之后，即可以到达目标状态 $(3,3)$ ，相应的渡河方案为：

$$d1(1,1) \rightarrow d2(-1,0) \rightarrow d3(0,2) \rightarrow d4(0,-1) \rightarrow d5(2,0) \rightarrow d6(-1,-1) \rightarrow d7(2,0) \rightarrow d8(0,-1) \rightarrow d9(0,2) \rightarrow d10(-1,0) \rightarrow d11(1,1)$$

2-6 把下列句子变换成子句形式：

(1) $(x) \{P(x) \rightarrow P(x)\}$

(2) $xy(On(x,y) \rightarrow Above(x,y))$

(3) $xyz(Above(x,y) \wedge Above(y,z) \rightarrow Above(x,z))$

(4) $\sim \{ (x) \{ P(x) \rightarrow \{ (y) [p(y) \rightarrow p(f(x,y))] \wedge (y) [Q(x,y) \rightarrow P(y)] \} \} \}$

1. $(\text{ANY } x) \{ P(x) \rightarrow P(x) \}$

$(\text{ANY } x) \{ \neg P(x) \text{ OR } P(x) \}$

$\neg P(x) \text{ OR } P(x)$

最后子句为

$\neg P(x) \text{ OR } P(x)$

(2) $(\text{ANY } x) (\text{ANY } y) \{ \text{On}(x,y) \rightarrow \text{Above}(x,y) \}$

$(\text{ANY } x) (\text{ANY } y) \{ \neg \text{On}(x,y) \text{ OR } \text{Above}(x,y) \}$

$\neg \text{On}(x,y) \text{ OR } \text{Above}(x,y)$

最后子句为

$\neg \text{On}(x,y) \text{ OR } \text{Above}(x,y)$

(3) $(\text{ANY } x) (\text{ANY } y) (\text{ANY } z) \{ \text{Above}(x,y) \text{ AND } \text{Above}(y,z) \rightarrow \text{Above}(x,z) \}$

(命题联结词之优先级如下: 否定 \rightarrow 合取 \rightarrow 析取 \rightarrow 蕴涵 \rightarrow 等价)

$(\text{ANY } x) (\text{ANY } y) (\text{ANY } z) \{ \neg [\text{Above}(x,y) \text{ AND } \text{Above}(y,z)] \text{ OR } \text{Above}(x,z) \}$

$\neg [\text{Above}(x,y) \text{ AND } \text{Above}(y,z)] \text{ OR } \text{Above}(x,z)$

最后子句为

$\neg [\text{Above}(x,y), \text{Above}(y,z)] \text{ OR } \text{Above}(x,z)$

(4) $\neg \{ (\text{ANY } x) \{ P(x) \rightarrow \{ (\text{ANY } y) [p(y) \rightarrow p(f(x,y))] \text{ AND } (\text{ANY } y) [Q(x,y) \rightarrow P(y)] \} \}$

$\sim \{ (\text{ANY } x) \{ \neg P(x) \text{ OR } \{ (\text{ANY } y) [\neg p(y) \text{ OR } p(f(x,y))] \text{ AND } (\text{ANY } y) [\neg Q(x,y) \text{ OR } P(y)] \} \}$

$(\text{EXT } x) \{ P(x) \text{ AND } \{ (\text{EXT } x) [p(y) \text{ AND } \neg p(f(x,y))] \text{ OR } (\text{EXT } y) [Q(x,y) \text{ AND } \neg P(y)] \} \}$

$(\text{EXT } x) \{ P(x) \text{ AND } \{ (\text{EXT } w) [p(y) \text{ AND } \neg p(f(w,y))] \text{ OR } (\text{EXT } v) [Q(x,v) \text{ AND } \neg P(v)] \} \}$

$P(A) \text{ AND } \{ [p(y) \text{ AND } \sim p(f(B,y))] \text{ OR } [Q(A,C) \text{ AND } \sim P(C)] \}$

$P(A) \text{ AND } \{ [p(y) \text{ AND } \sim p(f(B,y)) \text{ OR } Q(A,C)] \text{ AND } [p(y) \text{ AND } \sim p(f(B,y)) \text{ OR } \sim P(C)] \}$

$P(A) \text{ AND } \{ \{ p(y), \sim p(f(B,y)) \} \text{ OR } Q(A,C) \} \text{ AND } \{ \{ p(y), \sim p(f(B,y)) \} \text{ OR } \sim P(C) \}$

最后子句为

$P(A)$

$\{ p(x), \sim p(f(B,x)) \} \text{ OR } Q(A,C)$

$\{ p(y), \sim p(f(B,y)) \} \text{ OR } \sim P(C)$

2-7 用谓词演算公式表示下列英文句子(多用而不是省用不同谓词和项。例如不要用单一的谓词字母来表示每个句子。)

A computer system is intelligent if it can perform a task which, if performed by a human, requires intelligence.

先定义基本的谓词

$\text{INTLT}(x)$ means x is intelligent

$\text{PERFORM}(x,y)$ means x can perform y

$\text{REQUIRE}(x)$ means x requires intelligence

$\text{CMP}(x)$ means x is a computer system

$\text{HMN}(x)$ means x is a human

上面的句子可以表达为

(任意 x)

$\{ (\text{存在 } t) (\text{存在 } y) [\text{HMN}(y) \text{ 合取 } \text{PERFORM}(y,t) \text{ 合取 } \text{REQUIRE}(t) \text{ 合取 } \text{CMP}(x) \text{ 合取 } \text{PERFORM}(x,t)] \rightarrow \text{INTLT}(x) \}$

3-6 用宽度优先搜索求图 3.33 所示迷宫的出路。

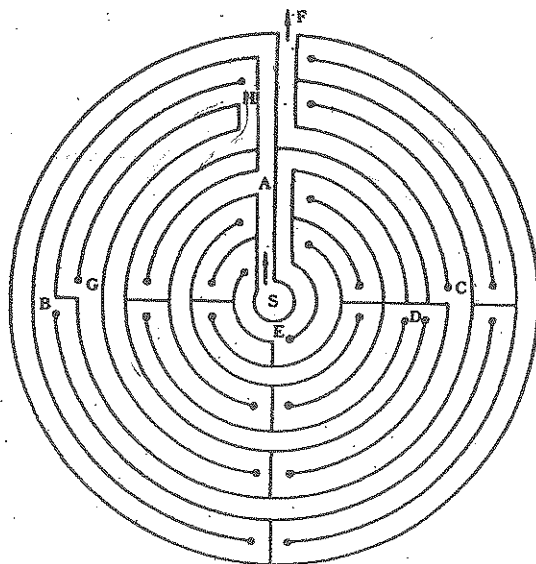


图 3.33 迷宫一例

第一步

$S \rightarrow A \rightarrow B$

第二步

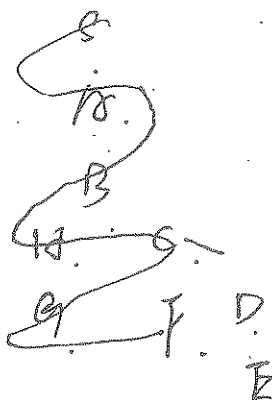
$B \rightarrow H$

$B \rightarrow C$

第三步

$H \rightarrow G$

$C \rightarrow F$



最终路径为 $S \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow F$

4-9 什么是模糊性？它的对立含义是什么？试各举出两个例子加以说明。

4-10 什么是模糊集合和隶属函数或隶属度？

论域 U

模糊子集 F

隶属函数

序偶

P119

4-11 模糊集合有哪些运算，满足哪些规律？

并(取 max)，交(取 min)，补

幂等律，交换律，结合律，分配律，吸收律，同一律，Demorgan 律，复原律，对偶律，互补律不成立

5-2 试述遗传算法的基本原理，并说明遗传算法的求解步骤。

基本原理？

求解步骤：

- (1) 随机产生一个由确定长度的特征字符串组成的初始种群
- (2) 对该字符串种群迭代地执行下步的步骤[1]和步骤[2]，直到满足停止准则为止：
 - [1] 计算种群中每个个体字符中的适应值
 - [2] 应用复制，交叉和变异等遗传算子产生下一代种群
- (3) 把在后代中出现的最好个体字符指定为遗传算法的执行结果，这个结果可以表示问题的一个解。

■ 人工智能的三大学派。

- 1、基于知识工程的符号主义学派（逻辑主义、心理学派或计算机学派）
- 2、基于人工神经网络的联结主义学派（仿生学派或生理学派）
- 3、基于控制论的行为主义学派 *连接*

■ 人工智能的主要应用

- 1、博弈
- 2、自动定理证明
- 3、智能网络（智能搜索引擎和智能网格）

■ 谓词逻辑表示方法 重点 比如.....

所有教师都有自己的学生

teacher(x) : 表示 x 是教师 student(y) : 表示 y 是学生

$$(\forall x)(\exists y)(\text{teacher}(x) \rightarrow \text{teaches}(x,y) \wedge \text{student}(y))$$

■ 语义网的基本概念

- 什么是语义网络？ 是一种用实体及其语义关系来表达知识的有向图
- 语义网络的组成？ 结点代表实体；弧代表语义关系；

✓ 语义网的基本的知识表示方法

- 实例关系 ISA (Is-a)
- 分类关系 AKO
- 属性关系: Have Can Age 等

■ 语义网的网络表示比如:

- ✓ 动物能运动、会吃。 动物 can→ 运动, 吃
- ✓ 鸟是一种动物, 鸟有翅膀、会飞。 鸟 have→ 翅膀
- ✓ 鱼是一种动物, 鱼生活在水中、会游泳。

■ 推理的两个基本问题

推理的方法 推理的控制策略

■ 推理的几种策略:正向、逆向、混合(双向)

■ 子句集及其化简过程

原子谓词公式及其否定统称文字

任何文字的析取式称为子句

空子句: □ 或 NIL

■ 鲁滨逊归结原理

p 与 $\neg p$ 为互补文字 若 $C1 = \neg p$ $C2 = p$ 则 $C12 = \text{NIL}$ (不可满足)

子句集及其化简的基本性质

■ 化简后的标准子句集是不唯一。

- 当原谓词公式为非永假时, 它与其标准子句集并不等价。但当原谓词公式为永假 (或不可满足) 时, 其标准子句集则一定是永假的, Skolem 化并不影响原谓词公式的永假性。

鲁滨逊归结原理基本思想

- 首先把欲证明问题的结论否定, 并加入子句集, 得到一个扩充的子句集 S' 。
- 然后设法检验子句集 S' 是否含有空子句, 若含有空子句, 则表明 S' 是不可满足的;
- 若不含有空子句, 则继续使用归结法, 在子句集中选择合适的子句进行归结, 直至导出空子句或不能继续归结为止。

归结演绎推理的归结策略

- 广度优先策略是一种完备的归结策略
- 支持集策略是一种完备的归结策略

- 删除策略常用的删除方法
- 单文字子句策略是不完备的
- 线形输入策略也是一种不完备的策略
- 祖先过滤策略也是完备的

哪些是盲目搜索？一般图搜索，深度广度搜索，代价树搜索

哪些算法是启发式搜索？A 和 A*算法，博弈树

什么是启发式搜索？其 $g(n)$ 和 $h(n)$ 的作用分别是什么？

盲目搜索是按预定的控制策略进行搜索，搜索过程中的中间信息不改变控制策略。

$g(n)$ ：初始节点 S_0 到结点 n 的代价

$h(n)$ ：从节点 n 到目标节点 S_g 的最优路径的估计代价

$d(n)$ ：节点 n 在搜索树中的深度

$w(n)$ ： n 中不在位的数码个数

2. 启发式搜索是在搜索中加入了与问题有关的启发性信息，用于指导搜索朝着最有希望的方向前进，加速问题的求解过程，并找到最优解。用 $g(n)$ 表示从初始节点 S_0 到节点 n 的代价， $h(n)$ 是从节点 n 到目标节点 S_g 的最优路径的估计代价。

3. 在与/或树中，没有子节点的节点称为端节点；本原问题（可以直接求解的问题）所对应的节点称为终止节点。

可解节点：任何终止节点都是可解节点；或节点，当其子节点至少一个可解节点时；与节点，当其子节点全部为可解节点。不可解节点，反之。

解树：由可解节点构成，并且由这些可解节点可以退出初始节点（它对应着原始问题）为可解家电的子树为解树。

用 $g(n)$ 表示从初始节点 S_0 到节点 n 的代价，用 $c(n_1, n_2)$ 表示从父节点 n_1 到其子节点 n_2 的代价。

节点 n_2 的代价有： $g(n_2) = g(n_1) + c(n_1, n_2)$ 。

代价树搜索的目的是为了找到最佳解，即找到一条代价最小的解路径。

启发性信息的概念

启发性信息是指与具体问题求解过程有关的，并可指导搜索过程朝着最有希望方向前进的控制信息。

启发性信息的种类

- ① 有效地帮助确定扩展节点的信息；
- ② 有效地帮助决定哪些后继节点应被生成；
- ③ 决定在扩展节点时哪些节点应从搜索树上删除。

启发性信息的作用

启发信息的启发能力越强，扩展的无用结点越少。

剪枝方法

(1) MAX 节点（或节点）的 α 值为当前子节点的最大倒推值；

(2) MIN 节点（与节点）的 β 值为当前子节点的最小倒推值；

(3) $\alpha - \beta$ 剪枝的规则如下：

任何 MAX 节点 n 的 α 值大于或等于它先辈节点的 β 值，则 n 以下的分枝可停止搜索，并令节点 n 的倒推值为 α 。这种剪枝称为 β 剪枝。

任何 MIN 节点 n 的 β 值小于或等于它先辈节点的 α 值，则 n 以下的分枝可停止搜索，并令节点 n 的倒推值为 β 。这种剪枝称为 α 剪枝。

可信度是指人们根据以往经验对某个事物或现象为真的程度的一个判断,或者说是人们对某个事物或现象为真的相信程度。

■ 可信度中 MB 和 MD 的关系

- ✓ 当 $MB(H, E) > 0$ 时, 有 $P(H|E) > P(H)$, 即 E 的出现增加了 H 的概率
- ✓ 当 $MD(H, E) > 0$ 时, 有 $P(H|E) < P(H)$, 即 E 的出现降低了 H 的概率

■ 信度的性质互斥性

- ✓ 当 $MB(H, E) > 0$ 时, $MD(H, E) = 0$
- ✓ 当 $MD(H, E) > 0$ 时, $MB(H, E) = 0$

■ 不确定性的含义:

- $CF(E) = 1$, 证据 E 肯定它为真
- $CF(E) = -1$, 证据 E 肯定它为假
- $CF(E) = 0$, 对证据 E 一无所知
- $0 < CF(E) < 1$, 证据 E 以 $CF(E)$ 程度为真
- $-1 < CF(E) < 0$, 证据 E 以 $CF(E)$ 程度为假

■ 否定证据不确定性的计算

■ $CF(\neg E) = -CF(E)$

■ 合取

- ✓ $E = E_1 \text{ AND } E_2 \text{ AND } \dots \text{ AND } E_n$ 时, 若已知 $CF(E_1), CF(E_2), \dots, CF(E_n)$, 则
- ✓ $CF(E) = \min\{CF(E_1), CF(E_2), \dots, CF(E_n)\}$

■ 析取

- ✓ $E = E_1 \text{ OR } E_2 \text{ OR } \dots \text{ OR } E_n$ 时, 若已知 $CF(E_1), CF(E_2), \dots, CF(E_n)$, 则
- ✓ $CF(E) = \max\{CF(E_1), CF(E_2), \dots, CF(E_n)\}$

IF E_1 THEN H ($CF(H, E_1)$)

IF E_2 THEN H ($CF(H, E_2)$)

则结论 H 的综合可信度可分以下两步计算:

(1) 分别对每条知识求出其 $CF(H)$ 。即

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

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

$$CF(H) = \begin{cases} CF_1(H) + CF_2(H) - CF_1(H) \times CF_2(H) & \text{若 } CF_1(H) \geq 0 \\ & \text{且 } CF_2(H) \geq 0 \\ CF_1(H) + CF_2(H) + CF_1(H) \times CF_2(H) & \text{若 } CF_1(H) < 0 \\ & \text{且 } CF_2(H) < 0 \\ \frac{CF_1(H) + CF_2(H)}{1 - \min\{|CF_1(H)|, |CF_2(H)|\}} & \text{若 } CF_1(H) \text{ 与 } CF_2(H) \text{ 异号} \end{cases}$$

归纳学习是指以归纳推理为基础的学习,它是机器学习中研究得较多的一种学习类型,其任务是从关于某个概念的一系列已知的正例和反例中归纳出一个一般的概念描述。

示例学习也称实例学习,它是一种从具体示例中导出一般性知识的归纳学习方法。

决策树学习是一种以示例为基础的归纳学习方法,也是目前最流行的归纳学习方法之一,有

着广泛的应用领域。

例 6.2 设有如下一组知识:

r1: IF E1 THEN H (0.9)

r2: IF E2 THEN H (0.6)

r3: IF E3 THEN H (-0.5)

r4: IF E4 AND (E5 OR E6) THEN E1 (0.8)

已知: $CF(E2)=0.8$, $CF(E3)=0.6$, $CF(E4)=0.5$, $CF(E5)=0.6$, $CF(E6)=0.8$

求: $CF(H)=?$

解: 由 r4 得到:

$$\begin{aligned} CF(E1) &= 0.8 \times \max\{0, CF(E4 \text{ AND } (E5 \text{ OR } E6))\} \\ &= 0.8 \times \max\{0, \min\{CF(E4), CF(E5 \text{ OR } E6)\}\} \\ &= 0.8 \times \max\{0, \min\{CF(E4), \max\{CF(E5), CF(E6)\}\}\} \\ &= 0.8 \times \max\{0, \min\{CF(E4), \max\{0.6, 0.8\}\}\} \\ &= 0.8 \times \max\{0, \min\{0.5, 0.8\}\} \\ &= 0.8 \times \max\{0, 0.5\} = 0.4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{由 r1 得到: } CF_1(H) &= CF(H, E1) \times \max\{0, CF(E1)\} \\ &= 0.9 \times \max\{0, 0.4\} = 0.36 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{由 r2 得到: } CF_2(H) &= CF(H, E2) \times \max\{0, CF(E2)\} \\ &= 0.6 \times \max\{0, 0.8\} = 0.48 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{由 r3 得到: } CF_3(H) &= CF(H, E3) \times \max\{0, CF(E3)\} \\ &= -0.5 \times \max\{0, 0.6\} = -0.3 \end{aligned}$$

根据结论不精确性的合成算法, $CF_1(H)$ 和 $CF_2(H)$ 同号, 有:

$$\begin{aligned} CF_{1,2}(H) &= CF_1(H) + CF_2(H) - CF_1(H) \times CF_2(H) \\ &= 0.36 + 0.48 - 0.36 \times 0.48 \\ &= 0.84 - 0.17 = 0.67 \end{aligned}$$

$CF_{1,2}(H)$ 和 $CF_3(H)$ 异号, 有:

$$\begin{aligned} CF_{1,2,3}(H) &= \frac{CF_{1,2}(H) + CF_3(H)}{1 - \min\{|CF_{1,2}(H)|, |CF_3(H)|\}} \\ &= \frac{0.67 - 0.3}{1 - \min\{0.67, 0.3\}} = \frac{0.37}{0.7} \\ &= 0.53 \end{aligned}$$

即综合可信度为 $CF(H)=0.53$

第一章 绪论

1: 人工智能各学派的认知观 (填空) P/9-10

(1) 符号主义 (2) 连接主义 (3) 行为主义

2: 人类认知活动与计算机的比较 P/11

人类: 生理过程→初级信息处理→思维策略

计算机: 计算机硬件→计算机语言→计算机程序

3: 信息处理系统又叫符号处理系统或物理符号系统。

所谓符号就是模式。

4: 一个完整的符号系统应具有下列 6 种基本功能

(简答) P/12

(1) 输入符号 (2) 输出符号

(3) 存储符号 (4) 复制符号

(5) 建立符号结构: (6) 条件性迁移:

※ 5: 人工智能研究的主要方法 (填空) P/18-19

(1) 功能模拟法 又称为 功能模拟学派

(2) 结构模拟法 也可称 结构模拟学派

(3) 行为模拟法 也可称 行为模拟学派

(4) 集成模拟法

6: 计算智能涉及神经计算、模糊计算、进化计算、粒群计算、自然计算、免疫计算和人工生命等研究领域。

P/21

第二章 知识表示方法

1: 状态空间表示法

P/28

这种基于解答空间的问题表示和求解方法就是状态空间法,它是以状态和算法为基础来表示和求解问题的。

要完成某个问题的状态描述,必须确定 3 件事:

P/30

- (1) 该状态描述方式,特别是初始状态描述;
- (2) 操作符集合及其对状态描述的作用;
- (3) 目标状态描述的特性。

2: 状态图示法

P/30

图由节点的集合构成。

※ 如果某条弧线从节点 n_i 指向节点 n_j , 那么节点 n_j 就叫做节点 n_i 的后继节点或后裔, 而节点 n_i 叫做节点 n_j 的父辈节点或祖先。

※ 3: 问题归约表示可由以下 3 部分组成: (简答)

P/31

- (1) 一个初始问题描述;
- (2) 一套把问题变换为子问题的操作符;
- (3) 一套本原问题描述。

※ 4: 谓词逻辑表示 (选择或填空)

P/36

谓词逻辑的基本组成部分是谓词符号、变量符号、函数符号和常量符号,并用圆括弧、方括弧、花括弧和逗号隔开,以表示论域内的关系。

当一个原子公式含有变量符号时,对定义域内实体的变量可能有几个设定。对某几个设定的变量,原子公式取值 T; 而对另外几个设定的变量,原子公式则取值 F。

本书用到的谓词演算为一阶谓词演算,不允许对谓词符号或函数符号进行量化。

5: 谓词逻辑中,重要的推理规则 (填空) P/39

(1) 假元推理 (2) 全称化推理

※ 6: 语义网络是知识的一种结构化图解表示,它由节点和弧线或链线组成。 (填空/简答)

语义网络表示由以下 4 个相关部分组成: P/41

(1) 词法部分 (2) 结构部分

(3) 过程部分 (4) 语义部分

※ 7: 语义网络中的推理过程主要有两种,一种是继承,另一种是匹配。 (填空) P/45

第三章 确定性推理

1: 是否重新安排 OPEN 表,即是否按照某个试探值重新对未扩展节点进行排序,将决定该图搜索过程是无信息搜索或启发式搜索。

2: 不需要重新安排 OPEN 表的搜索叫做无信息搜索或盲目搜索,它包括宽度优先搜索、深度优先搜索和等代价搜索等。 P/64

※ 宽度优先搜索: 如果搜索是以接近起始节点的程度依次扩展节点的,那么这种搜索就叫做宽度优先搜索。 P/65

※ 深度优先搜索: 首先扩展最新产生的(即最深的)节点。 P/66

等代价搜索: 是宽度优先搜索的推广。 P/68

3: 利用启发信息来决定哪个是下一步要扩展的节点。这种搜索总是选择“最有希望”的节点作为下一个被扩展的节点。这种搜索叫做有

序搜索。

P/70

※ 4: 消解原理

(大题目)

P/76-77

字句定义为由文字的析取组成的公式。(一个原子公式或其否定都是)
任何母式都可写成由一些谓词公式和谓词公式的否定的析取的有限
集组成的合取。这种母式叫做合取范式。可以反复应用分配律。把任
一母式化成合取范式。(填空)

5: 在所有基于规则系统中, 每个 if 可能与某断言集中的一个或多个
断言匹配。有时把该断言集称为工作内存。

P/84

6: 在基于规则的系统, 无论是规则演绎系统或规则产生式系统,
均有两种推理方式, 即正向推理和逆向推理。

P/84

7: 正向演绎系统能够处理任意形式的 if 表达式, 但被限制在 then
表达式为由文字析取组成的一些表达式上。逆向演绎系统能够处理任
意形式的 then 表达式, 但被限制在 if 表达式为文字析取组成的一些
表达式上。

P/92

8: 正向和逆向组合系统是建立在两个系统相结合的基础上的。此组
合系统的总数据库由表示目标和表示事实的两个与或图结构组成。这
些与或图结构分别用正向系统的 F 规则和逆向系统的 B 规则来修正。

9: 论域的知识分为两部分:

P/93

(1) 用事实表示静态知识, 如事物、事件和它们之间的关系;

(2) 用产生式规则表示推理过程和行为。

※ 10: 产生式系统由 3 个部分组成, 即数据库(或全局数据库),
产生式规则和控制策略。

P/93

11: 总数据库有时也称为上下文、当前数据库或暂时存储器。总数据库是产生式规则的注意中心。 P/94

※ 12: 控制策略的作用是说明下一步应该选用什么规则, 也就是如何应用规则。通常从选择规则到执行操作分为 3 步: 匹配、冲突解决和操作。 (填空) P/94

13: 这种单调系统不能很好地处理常常出现在现实问题领域中的 3 类情况, 即不完全的信息、不断变化的情况以及求解复杂问题过程中生成的假设。 P/102

第四章 非经典推理

1: 非经典逻辑和非经典推理与经典逻辑和经典推理的区别:

(1) (2) (3) (4) (5) P/111

※ 2: 不确定性推理中存在三种不确定性, 即关于知识的不确定性、关于证据的不确定性和关于结论的不确定性。 P/111

3: 不确定性的量度: 在确定量度方法及其范围时, 必须注意到:

- (1) 量度要能充分表达相应知识和证据不确定性的程度。
- (2) 量度范围的指定应便于领域专家和用户对不确定性的估计。
- (3) 量度要便于对不确定性的传递进行计算, 而且对结论算出的不确定性量度不能超出量度规定的范围。
- (4) 量度的确定应当是直观的, 并有相应的理论依据。 P/112

4: 概率推理

目前用得较多的不精确推理模型有概率推理、可信度方法、证据理论、贝叶斯推理和模糊推理等。 P/114

※ 5: 主观贝叶斯方法 (必考 计算 填空)

P/117-120

几率的取值范围为 $[0, \infty]$ P/118

插值计算图 P/120

※ 6: 可信度因子 $CF(H, E)$ 作用域 $[-1, 1]$

P/123

$CF(H, E) > 0$, 表示该证据增加了结论为真的程度

$CF(H, E) < 0$, 表示该证据增加了结论为假的程度

$CF(H, E) = 0$, 表示证据 E 和结论 H 没有关系。

第五章 计算智能

1: 计算智能是一种智力方式的低层认知, 它与人工智能的区别只是认知层次从中层下降到低层而已。

若一个智能计算系统以非数值方式加上知识(精品)值, 即成为人工智能系统。

P/146

2: 人工神经网络的特性: (简答)

P/147

- (1) 并行分布处理。
- (2) 非线性映射。
- (3) 通过训练进行学习。
- (4) 适应与集成。
- (5) 硬件实现。

※ 3: 人工神经网络的结构基本上分为两类, 即递归网络和前馈网络 P/148 (填空)

4: 前馈网络的例子有多层感知器 (MLP)、学习矢量量化 (LVQ) 网络、小脑模型连接控制 (CMAC) 网络和数据处理方法 (GMDH) 网

络等。

(填空)

P/149

※ 5: 人工神经网络的主要学习方法

(1) 有师学习 (有监督)

(2) 无师学习 (无监督)

(3) 强化学习。

(填空)

P/149

6: 通常定义神经网络的泛化能力, 也称推广能力, 是指神经网络在训练完成之后输入其训练样本以外的新数据时获得正确输出的能力。

影响泛化能力的因素主要有:

P/155

(2) 训练样本的质量和数量

(2) 网络结构

(3) 问题本身的复杂程度

7: 编码方法:

P/162

(1) 二进制编码

(2) 浮点数编码

(3) 格雷码

(4) 符号编码方法

8: 适应度函数: 为了体现染色体的适应能力, 引入了对问题中的每一个染色体都能进行量度的函数, 叫做适应度函数。

P/162

※ 9: 简单遗传算法的遗传操作主要有三种: 选择、交叉、变异。

(填空)

P/162

10: 遗传算法的特点:

(简答)

P/164

(1) 遗传算法是对参数集合的编码而非针对参数本身进行进化;

(2) 遗传算法是从问题解的编码组开始而非从单个解开始搜索;

(3) 遗传算法利用目标函数的适应度这一信息而非利用导数或

其他辅助信息来指导搜索。

- (4) 遗传算法利用选择、交叉、变异等算子而不是利用确定性规则进行随机操作。

课后习题答案

2-2 设有 3 个传教士和 3 个野人来到河边，打算乘一只船从右岸渡到左岸去。该船的负载能力为两人。在任何时候，如果野人人数超过传教士人数，那么野人就会把传教士吃掉。他们怎样才能用这条船安全地把所有人都渡过河去？

用 $S_i(nC, nY)$ 表示第 i 次渡河后，河对岸的状态， nC 表示传教士的数目， nY 表示野人的数目，由于总人数的确定的，河对岸的状态确定了，河这边的状态也即确定了。考虑到题目的限制条件，要同时保证，河两岸的传教士数目不少于野人数目，故在整个渡河的过程中，允许出现的状态为以下 3 种情况：

1. $nC=0$

2. $nC=3$

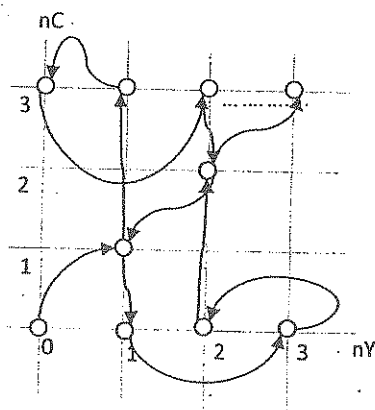
3. $nC=nY \geq 0$ (当 nC 不等于 0 或 3)

用 $d_i(dC, dY)$ 表示渡河过程中，对岸状态的变化， dC 表示，第 i 次渡河后，对岸传教士数目的变化， dY 表示，第 i 次渡河后，对岸野人数目的变化。当 i 为偶数时， dC, dY 同时为非负数，表示船驶向对岸， i 为奇数时， dC, dY 同时为非正数，表示船驶回岸边。

初始状态为 $S_0(0, 0)$ ，目标状态为 $S_0(3, 3)$ ，用深度优先搜索的方法可寻找渡河方案。

在此，用图求法该问题，令横坐标为 nY ，纵坐标为 nC ，可行状态为空心点表示，每次可以在格子上，沿对角线移动一格，也可以沿坐标轴方向移动 1 格，或沿坐标轴方向移动 2 格。第奇数次数状态转移，

沿右方, 上方, 或右上方移动, 第偶数次数状态转移, 沿左方, 下方, 或左下方移动。



从(0,0)开始, 依次沿箭头方向改变状态, 经过 11 步之后, 即可以到达目标状态(3,3), 相应的渡河方案为:

$d1(1,1) \rightarrow d2(-1,0) \rightarrow d3(0,2) \rightarrow d4(0,-1) \rightarrow d5(2,0) \rightarrow d6(-1,-1) \rightarrow d7(2,0) \rightarrow d8(0,-1) \rightarrow d9(0,2) \rightarrow d10(-1,0) \rightarrow d11(1,1)$

2-7 用谓词演算公式表示下列英文句子(多用而不是省用不同谓词和项。例如不要用单一的谓词字母来表示每个句子。)

A computer system is intelligent if it can perform a task which, if performed by a human, requires intelligence.

先定义基本的谓词

INTLT(x) means x is intelligent

PERFORM(x,y) means x can perform y

REQUIRE(x) means x requires intelligence

CMP(x) means x is a computer system

HMN(x) means x is a human

上面的句子可以表达为

(任意 x)

{ (存在 t) (存在 y) [HMN(y) 合取 PERFORM(y,t) 合取 REQUIRE(t)

合取 $CMP(x)$ 合取 $PERFORM(x,t)] \rightarrow INTLT(x)$ }

3-6 用宽度优先搜索求图 3.33 所示迷宫的出路。

第一步	第二步	第三步
$S \rightarrow A \rightarrow B$	$B \rightarrow H$	$H \rightarrow G$
	$B \rightarrow C$	$C \rightarrow F$

最终路径为 $S \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow F$

5-10 什么是模糊集合和隶属函数或隶属度？——

论域 U

模糊子集 F

隶属函数

序偶

P119

5-11 模糊集合有哪些运算，满足哪些规律？

并(取 \max)，交(取 \min)，补

幂等律，交换律，结合律，分配律，吸收律，同一律，Demorgan 律，

复原律，对偶律，互补律不成立

5-14 试述遗传算法的基本原理，并说明遗传算法的求解步骤。

基本原理？

求解步骤：

- (1) 随机产生一个由确定长度的特征字符串组成的初始种群
- (2) 对该字符串种群迭代地执行下步的步骤[1]和步骤[2]，直到满足停止准则为止：

[1] 计算种群中每个个体字符中的适应值

[2] 应用复制，交叉和变异等遗传算子产生下一代种群

- (3) 把在后代中出现的最好个体字符指定为遗传算法的执行结果，这个结果可以表示问题的一个解。

5 第一章

• 人工智能形成时期

20 世纪 50 年代, 10 位科学家在美国达特茅斯举行第一次人工智能研讨会。

巴贝奇, 图灵, 冯诺依曼等奖不同思想连接起来。

第一批人工智能程序, 解决智力测验, 数学定理和其他命题的证明, 下棋, 翻译

1965 年专家系统和知识工程之父 费根鲍姆 成功研究第一个专家系统 DENOTAL

1969 年第一次国际人工智能联合会议标识人工智能作为独立学科登上国际舞台

• 人工智能的各种认知观

(1) 符号主义, 原理主要为物理符号系统假设和有限合理性原理

(2) 连接主义, 原理主要为神经网络及神经网络间的连接机制与学习算法

(3) 行为主义, 原理为控制论及感知-动作型控制系统

◎ 对人工智能理论的争论

① 符号主义: 认为人的认知机元是符号, 而且认知过程即符号操作过程。人和计算机都是物理符号系统, 用计算机的符号操作来模拟人的认知过程。知识是信息的一种形式, 是构成智能的基础。人工智能的核心问题是知识表示, 知识推理和知识运用。

② 连接主义: 认为人的思维机元是神经元, 而不是符号处理过程。反对素丽符号系统假设, 提出连接主义的大脑工作模式, 取代符号操作的电脑工作模式。

③ 行为主义: 认为智能取决于感知和行动, 提出智能行为的“感知-动作”模式。智能不要知识, 不需要表示, 不需要推理; 人工智能可以逐步进化; 智能行为智能在现实世界中与周围环境交互作用表现出来。

◎ 对人工智能方法的争论

① 符号主义: 认为人工智能的研究方法应为功能模拟方法, 用数学逻辑建立人工智能的统一理论体系。

② 连接主义: 主张人工智能应着重于结构模拟, 即模拟人的生理神经网络结构, 并认为功能、结构和智能行为是密切相关的。

③ 行为主义: 认为人工智能的研究方法应采用行为模拟方法, 也认为功能、结构和智能行为是不可分的。

• 人工智能的研究目标

(1) 更好的理解人类智能 通过编写程序来模仿和检验有关人类智能的理论

(2) 创造有用的灵巧程序 该程序能够执行一般需要人类专家才能实现的任务

近期目标和远期目标关系: 一方面, 近期目标的实现为远期目标研究做好理论和技术准备, 打下必要的基础, 并增强人们视线远期目标的信心; 另一方面, 远期目标则为近期目标指明了方向, 强化了近期研究目标的战略地位。

• 人工智能研究的基本内容

认知建模, 知识表示, 知识推理, 知识应用, 机器感知, 机器思维, 机器学习, 机器行为, 智能系统构建

§ 第二章

• 问题归约表示

问题归约是另一种基于状态空间的问题描述与求解方法。已知问题的描述,通过一系列变换把此问题最终变为一个本源问题集合;这些本源问题的解可以直接得到,从而解决了初始问题。

- (1)一个初始问题描述
- (2)一套把问题变换为子问题的操作符
- (3)一套本原问题描述

问题归约的实质:从目标出发逆向推理,建立子问题以及子问题的子问题,直至最后把初始问题归约为一个平凡的本原问题集合。

• 谓词逻辑表示

\wedge 合取 \vee 析取 \rightarrow 如果那么(蕴含左式,右式,如果后项取值T,或者前项取值F,则蕴含取值T)

$$\neg P \vee Q = P \rightarrow Q$$

• 多元语义网络的表示

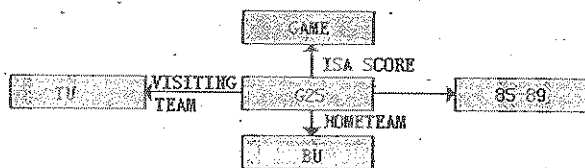


图 2.20 多元关系的语义网络表示

• 语义网络的推理过程

- 1: 继承
 - ①值继承 ISA 和 AKO 方式
 - ②如果需要继承 if-needed
 - ③缺省继承 DEFAULT
- 2: 匹配 用虚线画的节点和箭头来表示

§ 第三章

OPEN 表存放已经访问但未扩展节点

CLOSED 表存放已经扩展节点的 CLOSED 表

宽度优先搜索算法

- (1) 把起始节点放到 OPEN 表中(如果该起始节点为一目标节点,则求得一个解答)。
- (2) 如果 OPEN 是个空表,则没有解,失败退出;否则继续。
- (3) 把第一个节点(节点 n)从 OPEN 表移出,并把它放入 CLOSED 扩展节点表中。
- (4) 扩展节点 n。如果没有后继节点,则转向上述第(2)步。
- (5) 把 n 的所有后继节点放到 OPEN 表的末端,并提供从这些后继节点回到 n 的指针。
- (6) 如果 n 的任一个后继节点是个目标节点,则找到一个解答,成功退出;否则转向第(2)步

分析:宽度优先搜索是图搜索一般过程的特殊情况,将图搜索一般过程中的第 8 步具体化

为本算法中的第6步,这实际是将 OPEN 表作为“先进先出”的队列进行操作。宽度优先搜索方法能够保证在搜索树中找到一条通向目标节点的最短途径;这棵搜索树提供了所有存在的路径(如果没有路径存在,那么对有限图来说,我们就说该法失败退出;对于无限图来说,则永远不会终止)。

宽度优先搜索的 OPEN 表示队列结构

• 深度优先搜索

含有深度界限的深度优先搜索算法如下:

(1) 把起始节点 S 放到未扩展节点 OPEN 表中。如果此节点为一目标节点,则得到一个解。.....

(2) 如果 OPEN 为一空表,则失败退出。

(3) 把第一个节点(节点 n)从 OPEN 表移到 CLOSED 表。

(4) 如果节点 n 的深度等于最大深度,则转向(2)。

(5) 扩展节点 n,产生其全部后裔,并把它们放入 OPEN 表的前头。如果没有后裔,则转向(2)。

(6) 如果后继节点中有任一个为目标节点,则求得一个解,成功退出;否则,转向(2)。

深度优先搜索的 OPEN 表的顺序是后进先出,是一个栈

• 等代价搜索

等代价搜索方法以 $g(i)$ 的递增顺序扩展其节点,其算法如下:

(1) 把起始节点 S 放到未扩展节点表 OPEN 中。如果此起始节点为一目标节点,则求得一个解;否则令 $g(S)=0$ 。

(2) 如果 OPEN 是个空表,则没有解而失败退出。

(3) 从 OPEN 表中选择一个节点 i,使其 $g(i)$ 为最小。如果有几个节点都合格,那么就要选择一个目标节点作为节点 i(要是目标节点的话);否则,就从中选一个作为节点 i。把节点 i 从 OPEN 表移至扩展节点表 CLOSED 中。

(4) 如果节点 i 为目标节点,则求得一个解。

(5) 扩展节点 i。如果没有后继节点,则转向第(2)步。

(6) 对于节点 i 的每个后继节点 j,计算 $g(j)=g(i)+c(i,j)$,并把所有后继节点 j 放进 OPEN 表。提供回到节点 i 的指针。

(7) 转向第(2)步

• 消解推理规则

表 4.1 消解推理常用规则

父 辈 子 句	消 解 式
P 和 $\sim PVQ$ (即 $P \Rightarrow Q$)	Q
PVQ 和 $\sim PVQ$	Q
PVQ 和 $PV \sim Q$	$QV \sim Q$ 和 $PV \sim P$
$\sim PVP$	NIL
$\sim PVQ$ (即 $P \Rightarrow Q$) 和 $\sim QVR$ (即 $Q \Rightarrow R$)	$\sim PVR$ (即 $P \Rightarrow R$)
$B(x)$ 和 $\sim B(x)VC(x)$	$C(x)$
$P(x)VQ(x)$ 和 $\sim Q(f(y))$	$P(f(y)), \sigma = \{f(y)/x\}$
$P(x, f(y))VC(x)V R(f(a), y)$ 和 $\sim P(f(a), z)VR(z, w)$	$Q(f(f(a)))VR(f(a), y)VR(f(y), w),$ $\sigma = \{f(f(a))/x, f(y)/z\}$

4.1.4 消解反演求解过程

1 基本思想

把要解决的问题作为一个要证明的命题,其目标公式被否定并化成子句形,然后添加到命题公式集中去,把消解反演系统应用于联合集,并推导出一个空子句(NIL),产生一个矛盾,

这说明目标公式的否定式不成立, 即有目标公式成立, 定理得证, 问题得到解决。这与数学中反证法思想十分相似。

2 消解反演

(1) 反演求解的步骤

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 $\sim L$;

(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;

(4) 应用消解原理, 力图推导出一个表示矛盾的空子句 NIL 。

(2) 反演求解的正确性

注: 化子句集

(1) 消去蕴涵符号

(2) 减少否定符号的辖域

(3) 对变量标准化

(4) 消去存在量词

(5) 化为前束形

(6) 把母式化为合取范式

(7) 消去全称量词

(8) 消去连词符号 \wedge

(9) 更换变量名称

§ 第四章

$$P(A_i | B) = \frac{P(A_i)P(B|A_i)}{P(A_1)P(B|A_1) + P(A_2)P(B|A_2) + \dots + P(A_n)P(B|A_n)}$$

分析: 结合书本例题: 由于证据 E 的出现, H_1 成立的可能性略有增加, 而 H_2, H_3 成立的可能性却有不同程度的下降。由于证据 E_1 和 E_2 的出现, 使 H_1 和 H_2 成立的可能性有不同程度的增加, 而 H_3 成立的可能性下降了。

主观贝叶斯方法具有下列优点:

(1) 主观贝叶斯方法的计算公式大多是在概略论的基础上推导出来的, 具有比较坚实的理论基础。

(2) 规则的 LS 和 LN 是由领域专家根据实践经验给出的, 避免了大量的数据统计, 比较全面的反映了证据与结论间的因果关系, 使推出的结论具有比较准确的确定性。

(3) 主观贝叶斯方法不仅给出了在证据确定情况下由 H 的鲜艳概率更新为后验概率的方法, 而且还给出了在证据不确定情况下更新先验概率为后验概率的方法。实现了不确定性的逐级传递。

§ 第六章、

• 专家系统的特点

(1) 启发性

专家系统能运用专家的知识与经验进行推理、判断和决策。世界上的大部分工作和知识都是非数学性的，只有一小部分人类活动是以数学公式为核心的(约占 8%)。即使是化学和物理学科，大部分也是靠推理进行思考的；对于生物学、大部分医学和全部法律，情况也是这样。企业管理的思考几乎全靠符号推理，而不是数值计算。

(2) 透明性

专家系统能够解释本身的推理过程和回答用户提出的问题，以便让用户能够了解推理过程，提高对专家系统的信赖感。例如，一个医疗诊断专家系统诊断某病人患有肺炎，而且必需用某种抗生素治疗，那么，这一专家系统将会向病人解释为什么他患有肺炎，而且必须用某种抗生素治疗，就像一位医疗专家对病人详细解释病情一样。

(3) 灵活性

专家系统能不断地增长知识，修改原有知识，不断更新。由于这一特点，使得专家系统具有十分广泛的应用领域。

• 基于规则的专家系统

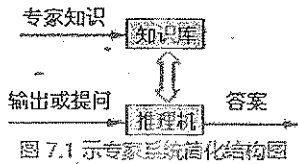


图 7.1 示专家系统简化结构图

(1) 知识库：以一套规则建立人的长期存储器模型

(2) 工作存储器 建立人的短期存储器模型，存放问题事实和由规则激发而推断出的新事实

(3) 推理机 借助于把存放在工作存储器内的问题事实和存放在知识库内的规则结合起来，建立人的推理模型，以推断出新的信息。

§ 第九章

分布式人工智能的研究目标：在于构造描述自然系统，社会系统以及人-自然-社会关系系统的精确概念模型，研究由多个问题求解实体组成的系统中，各实体间交互作用，知识和动作如何分布与写作，以提高系统的整体性能。

分布式人工智能的特点：

(1) 分布性 系统中各路径和节点能够并行的求解问题，从而提高子系统的求解效率

(2) 连接性 在问题求解过程中，各个子系统和求解机构通过计算机网络相互连接，降低了求解问题的通信代价和求解代价

(3) 协作性 各子系统协调工作，能够求解单个机构难以解决或者无法解决的困难问题。

(4) 开放性 通过网络互联和系统的分布，便于扩充系统规模，使系统具有比单个系统广大得多的开放性和灵活性

(5) 容错性 系统具有较多的冗余处理节点，通信路径和知识，能够使系统在出现故障时，仅仅降低响应速度或者求解精度，以保持系统正常工作，提高工作可靠性

(6) 独立性 系统把求解任务归约为几个独立的子任务，从而降低了各个处理节点和子系统问题求解的复杂性，也降低了软件设计开发的复杂性

