# 《人工智能》课后习题前五章题目

## 第一章

1.1　用回溯策略求解如图 1.29 所示二阶梵塔问题，画出搜索过程的状态变化示意图。

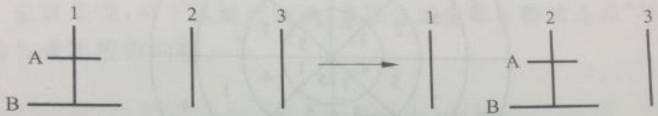


图 1.29　梵塔问题

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

1.2　滑动积木块游戏的棋盘结构及某一种将牌的初始排列结构如图 1.30 所示。

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

图 1.30　滑动积木块游戏问题

其中，B 表示黑色将牌，W 表示白色将牌，E 表示空格。游戏的规定走法是：

① 任意一个将牌可以移入相邻的空格，规定其耗散值为 1；

② 任意一个将牌可相隔 1 个或 2 个其他的将牌跳入空格，规定其耗散值等于跳过将牌的数目；游戏要达到的目标是使所有白将牌都处在黑将牌的左边(左边有无空格均可)。对这个问题，定义一个启发函数 $h(n)$，并给出利用这个启发函数用算法 A 求解时所产生的搜索树。你能否辨别这个 $h(n)$ 是否满足下界范围？在你的搜索树中，所有的结点满足不满足单调限制？

1.3　对图 1.31 所示的旅行商问题，定义两个 $h$ 函数(非零)，并给出利用这两个启发函数用算法 A 求解五城市问题。讨论这两个函数是否都在 $h^*$ 的下界范围及求解结果。

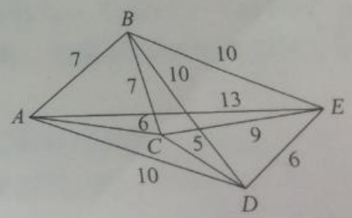


图 1.31　旅行商问题

1.4　1.1 节四皇后问题表述中，设应用每一条规则的耗

散值均为 1，试描述这个问题 $h^*$ 函数的一般特征。你是否认为任何 $h$ 函数对引导搜索都是有用的？

1.5 对 $N=5, k\leqslant 3$ 的 M-C 问题，定义两个 $h$ 函数（非零），并给出用这两个启发函数的 A 算法搜索图。讨论用这两个启发函数求解该问题时是否得到最佳解。

1.6 证明 OPEN 表上具有 $f(n)<f^*(s)$ 的任何结点 $n$，最终都将被 $A^*$ 选择去扩展。

1.7 如果算法 $A^*$ 从 OPEN 表中去掉任一结点 $n$，对 $n$ 有 $f(n)>F(F>f^*(s))$，试说明为什么算法 $A^*$ 仍然是可采纳的。

1.8 用算法 A 逆向求解图 1.10 中的八数码问题，评价函数仍定义为 $f(n)=d(n)+w(n)$。逆向搜索在什么地方和正向搜索相会。

1.9 讨论一个 $h$ 函数在搜索期间可以得到改善的几种方法。

1.10 4 个同心圆盘的扇区数字如图 1.32 所示，每个圆盘可单独转动。如何转动圆盘使得 8 个径向的 4 个数字和均为 12？

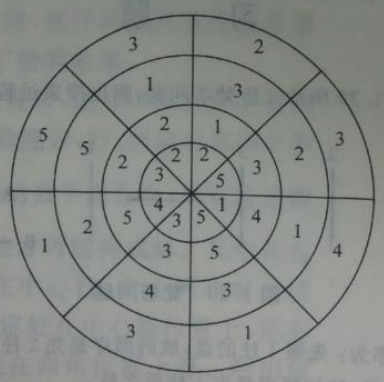


图 1.32 习题 1.10 图示

1.11 在 3×3 的九宫格内，用 1，2，…，9 等 9 个数字填入九宫格内，使得每行数字组成的十进制数平方根为整数。

试用启发式搜索算法求解，分析问题空间的规模和有用的启发信息，给出求解的搜索简图。

1.12 一个数码管由 7 段组成，用 7 段中某些段的亮与不亮可分别显示 0～9 这 10 个数字。能否对这 10 个数字给出一种排列，使得每相邻两个数字之间的转换，只能是打开几个亮段或关闭几个亮段，而不能同时有打开的亮段，又有关闭的亮段？试用产生式系统求解该问题。

# 第二章

2.1　数字重写问题的变换规则如下：

6→3,3　4→3,1

6→4,2　3→2,1

4→2,2　2→1,1

如何用这些规则把数字 6 变换成一个由若干个 1 组成的数字串？试用算法 AO* 进行求解，并给出搜索图。求解时设 $k$-连接符的耗散值是 $k$ 个单位，$h$ 函数值规定为：$h(1)=0$，$h(n)=n(n\neq 1)$。

2.2　AO* 算法中，第 7 步从 $S$ 中选一个结点，要求其子孙不在 $S$ 中出现，讨论应如何实现对 $S$ 的控制使得能有效地选出这个结点。如图 2.12 所示，若 $E$ 的耗散值发生变化时，所提出的对 $S$ 的处理方法应能正确工作。

2.3　如何修改 AO* 算法使之能处理出现回路的情况？如图 2.13 所示，若结点 $C$ 的耗散值发生变化时，所修改的算法能正确处理这种情况。

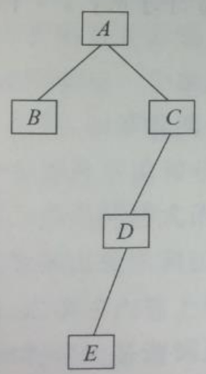


图 2.12　题 2.2 的示意图

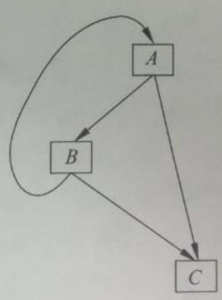


图 2.13　题 2.3 的示意图

2.4　对 3×3 的一字棋，设用 +1 和 −1 分别表示两选手棋子的标记，用 0 表示空格，试给出描述一字棋的结构。

2.5　余一棋博弈法如下：两棋手可以从 5 个钱币堆中轮流拿走一个、两个或三个钱币，拣起最后一个钱币者算输。试通过博弈证明，后走的选手必胜，并给出一个简单的特征标记来表示取胜策略。

2.6　对图 2.14 所示的博弈树，以优先生成左边结点顺序来进行 α-β 搜索，试在博弈树上给出何处发生剪支的标记，并标明属于 α 剪支还是 β 剪支。

2.7　写一个 α-β 搜索的算法。

2.8　用一个九维向量 $C$ 来表示一字棋棋盘的格局，其分量根据相应格内的×、空或○的标记分别用 +1、0 或 −1 来表示。试规定另一个九维向量 $W$，使得点积 $C\cdot W$ 可作为 MAX 选手(棋子标记为×)估计非终端位置的一个有效的评价函数。用这个评价函数来完成几步极小-极大搜索，并分析该评价函数的效果。

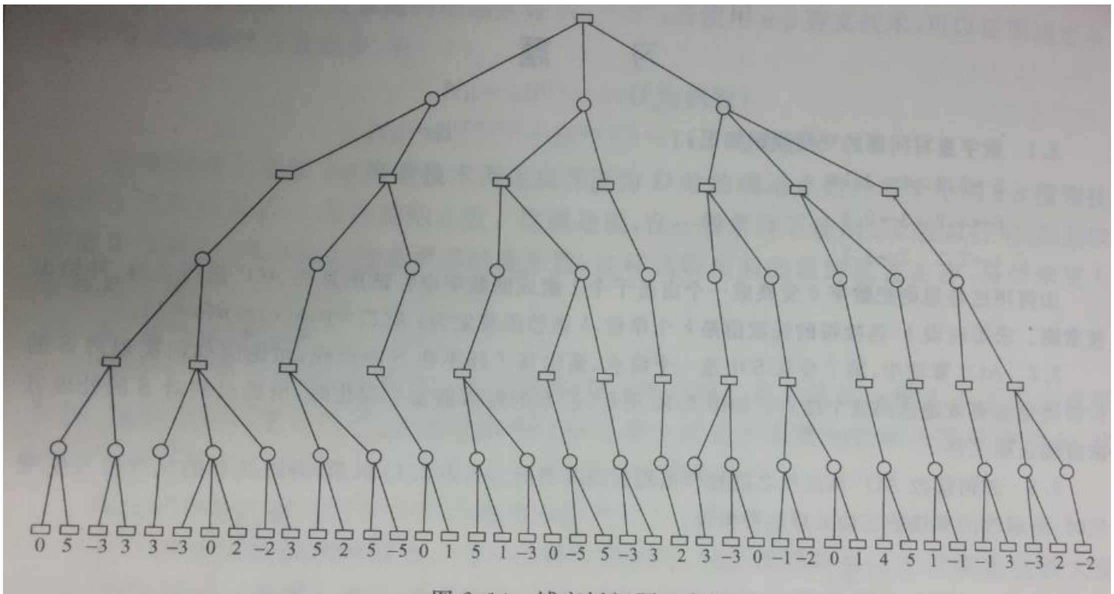


图 2.14 博弈树问题示意图

# 第三章

3.1 什么是合取范式和析取范式？

3.2 什么是子句集？

3.3 什么叫归结？

3.4 在命题逻辑中，归结法的逻辑基础是什么？

3.5 什么样的命题可以由归结法来证明？

3.6 谓词逻辑和命题逻辑的区别和联系是什么？

3.7 怎样才能判断一个一阶谓词逻辑公式为永真或永假？

3.8 如果是计算机进行判定，应该怎么进行？

3.9 什么叫归结策略，归结策略的目的？

3.10 归结法做起来是不是很繁琐，有没有怎么做也做不完的时候？是不是不同的归结顺序导致的过程差别比较大？

3.11 总结 Herbrand 定理和归结法之间的关系。

3.12 如果不在 $H$ 域上应该怎么判定一个谓词公式的永真?

3.13 基例中的元素个数是多少? 能够构造一个完全的语义树吗?

3.14 为什么说归结法是目前为止惟一有效的逻辑判定方法?

3.15 设 $S=\{\ P(x),\ Q(f(x),\ y)\ \}$,试写出 $H$ 域上的元素,并写出 $S$ 的一个基例。

3.16 将下面的公式化成子句集

① $G=(((P \vee \sim Q) \rightarrow R) \rightarrow (P \wedge R))$

② $G=(\forall x)\{P(x) \rightarrow (\forall y)[P(y) \rightarrow P(f(x,\ y))] \wedge \sim (\forall y)[Q(x,\ y) \rightarrow P(y)]\}$

3.17 已知: $F=(\forall x)((\exists y)(P(x,\ y) \wedge Q(y) \rightarrow (\exists y)(R(y) \wedge M(x,\ y))))$

$G=\sim(\exists x)R(x) \rightarrow (\forall x)(\forall y)(P(x,\ y) \rightarrow \sim Q(y))$

求证: $G$ 是 $F$ 的逻辑结论。

3.18 命题是数理逻辑中常用的公式,试使用归结法证明下列命题的正确性:

① $P \rightarrow (Q \rightarrow P)$

② $(P \rightarrow (Q \rightarrow R)) \rightarrow ((P \rightarrow Q) \rightarrow (P \rightarrow R))$

③ $(Q \rightarrow \sim P) \rightarrow ((Q \rightarrow P) \rightarrow \sim Q)$

3.19 下列子句是否可以合一,如果可以,写出最一般的合一置换:

① $P(x,\ B,\ B)$ 和 $P(A,\ y,\ z)$

② $P(g(f(v)),\ g(u))$ 和 $P(x,\ x)$

③ $P(x,\ f(x))$ 和 $P(y,\ y)$

④ $P(y,\ y,\ B)$ 和 $P(z,\ x,\ z)$

3.20 解释 $P(f(x,\ x),\ A)$ 和 $P(f(y,\ f(y,\ A)),\ A)$ 为什么不能合一。

3.21 将下列公式化为 Skolem 子句形:

① $((\exists x)\ P(x) \vee (\exists x)\ Q(x)) \rightarrow (\exists x)(\ P(x) \vee Q(x)\ )$

② $(\forall x)(\ P(x) \rightarrow (\forall y)(\ ((\forall z)\ Q(z,\ y)) \rightarrow \sim (\forall z)R(y,\ z)\ )\ )$

③ $(\forall x)\ P(x) \rightarrow (\exists x)(((\forall z)\ Q(x,z)) \vee (\forall y)R(x,\ y,\ z))$

3.22 用归结法证明,存在一个绿色物体,如果有如下条件存在:

① 如果可以推动的物体是蓝色的,那么不可以推动的物体是绿色的;

② 所有的物体或者是蓝色的,或者是绿色的,但不能同时具有两种颜色;

③ 如果存在一个不能推动的物体,那么所有的可推动的物体是蓝色的;

④ 物体 $O_1$ 是可以推动的;

⑤ 物体 $O_2$ 是不可以推动的。

3.23 假设:所有不贫穷且聪明的人都快乐。那些看书的人是聪明的。李明能看书且不贫穷。快乐的人过着激动人心的生活。

求证:李明过着激动人心的生活。

给定谓词:某人 $x$ 贫穷, $Poor(x)$;某人 $x$ 聪明, $Smart(x)$;某人 $x$ 快乐, $happy(x)$;某人 $x$ 读书 $Read(x)$;某人 $x$ 过着激动人心的生活, $Exciting(x)$。

3.24 已知

① 如果 $x$ 和 $y$ 是同班同学，则 $x$ 的老师也是 $y$ 的老师。

② 王先生是小李的老师。

③ 小李和小张是同班同学。

问：小张的老师是谁？

# 第四章

4.1 什么是知识？它有哪些特征？有哪几种主要的知识分类法？

4.2 构成知识的要素有哪些？

4.3 什么是知识表示？知识表示有哪些要求？

4.4 有哪些知识表示方法？

4.5 如何针对具体的问题来选取不同的知识表示方法？

4.6 何谓语义网络？它有哪些基本的语义关系？

4.7 说明语义网络表示方法，并与产生式表示方法作比较。

4.8 说明框架表示方法，并与产生式表示进行比较。

4.9 设该系统可以识别老虎、金钱豹、斑马、长颈鹿、企鹅、信天翁等6种动物。规则库包含以下的15条规则。要求：根据已知规则画出与或图。

R1：If 有毛发 Then 是哺乳动物

R2：If 有奶 Then 是哺乳动物

R3：If 有羽毛 Then 是鸟

R4：If 会飞 AND 会下蛋 Then 是鸟

R5：If 吃肉 Then 是肉食动物

R6：If 有犬齿 AND 有爪 AND 眼盯前方 Then 肉食动物

R7：If 哺乳动物 AND 有蹄 Then 有蹄动物

R8：If 哺乳动物 AND 嚼反刍动物 Then 有蹄动物

R9：If 哺乳动物 AND 肉食动物 AND 是黄褐色 AND 身上有暗斑点 Then 金钱豹

R10：If 哺乳动物 AND 肉食动物 AND 黄褐色 AND 有黑色条纹 Then 虎

R11：If　有蹄动物 AND 有长脖子 AND 有长腿 AND 身上有暗斑点　　Then　长颈鹿

R12：If　有蹄动物 AND 身上有黑条纹　　Then　斑马

R13：If　是鸟 AND 有长脖子 AND 有长腿 AND 不会飞　　Then　鸵鸟

R14：If　是鸟 AND 会游泳 AND 不会飞 AND 有黑白两色　　Then　企鹅

R15：If　是鸟 AND 善飞　　Then　信天翁

4.10　用语义网络表示：动物能运动，会吃；鸟是一种动物，鸟有翅膀，会飞；鱼是一种动物，鱼生活在水里，会游泳。

4.11　用语义网络表示：李强是某大学计算机系教师，35 岁，副教授；该大学位于北京。

4.12　在 4.12 题中的语义网络图中再增添事实：另有一个李正也是同一所大学中的教师，45 岁，教授。与李强在同一个学院不在同一个系。此李正是该学院的院长。

4.13　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。

② 树和草都有叶和根。

③ 水草是草，且生长在水中。

④ 果树是树，且会结果。

⑤ 梨树是果树中的一种，它会结梨。

4.14　给出用来描写硕士研究生的框架，并给一个实例。

4.15　写出某大学的学生管理框架系统的树状结构。

4.16　从进入条件、角色、道具、场景、结果等 5 个方面给出描写理发店的脚本。

4.17　给出多边形的层次框架体系。

# 第五章

5.1　什么是不确定性推理？

5.2　为什么要采取不确定性推理？

5.3　不确定性推理的理论依据是什么？

5.4　不确定性推理中要解决哪些基本问题？

5.5　提出不确定推理问题数学模型的关键是什么？

5.6　不确定性推理可以分为哪几种类型？

5.7　本章介绍的各个不确定性推理方法的特点是什么？

5.8　为什么说确定性方法的基本模型，在 $CF$ 值更新时，一个完全肯定的证据足以抵消所有部分否定的证据；同样，一个较否定的证据也可以推翻许多肯定的证据，完全否定的证据甚至导致错误的结论。

5.9　已知：证据 $S1$、$S2$、$S3$ 必然发生。

规则：R1：$S1 \to F1, P(F1|S1) = 0.7$；

R2：$S2 \to F2, P(F2|S2) = 0.6$；

R3：$S3 \to T2, P(T2|S3) = 0.02$；

R4：$F1 \to T1,\ LS = 2,\ LN = 0.000001$；

R5：$F2 \to T1, LS = 100,\ LN = 0.000001$；

R6：$T1 \to H,\ LS = 65,\ LN = 0.01$；

R7：$T2 \to H,\ Ls = 300,\ LN = 0.0001$。

先验概率：$P(F1)=0.2$，$P(F2)=0.4$，$P(T1)=0.1$，$P(T2)=0.03$，$P(H)=0.01$

规则间的逻辑关系如图 5.15 所示。

求：$P(H|S1 \wedge S2 \wedge S3)$

5.10　设有以下知识：

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：$CF(H)$。

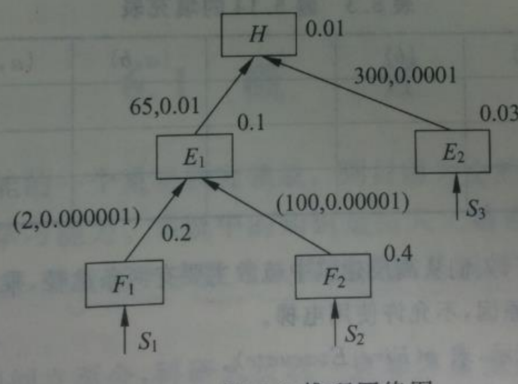


图 5.15　题 5.9 推理网络图

5.11　已知：$U=\{a,b\}$；

$m_1(\{\},\{a\},\{b\},\{a,b\})=(0,0.3,0.5,0.2)$；

$m_2(\{\},\{a\},\{b\},\{a,b\})=(0,0.6,0.3,0.1)$。

求：$m=m_1 \odot m_2$。

5.12　规则：

① 如果 流鼻涕 则 感冒但非过敏性鼻炎(0.9) 或 过敏性鼻炎但非感冒(0.1)；

② 如果 眼发炎 则 感冒但非过敏性鼻炎(0.8) 或 过敏性鼻炎但非感冒(0.05)。

事实：

① 小王流鼻涕(0.9)；

② 小王眼睛发炎(0.4)。

问：小王得了什么病？

5.13　有一个变量 $x$，它的可能取值为 $a$、$b$、$c$，其基本概率分配函数为：

$$m(\{a\}) = 0.4$$

$$m(\{a,\ c\}) = 0.4$$

$$m(\{a,\ b,\ c\}) = 0.2$$

请填写表 5.2。

**表 5.2　题 5.13 的填充表**

| $A$ | $\Phi$ | $\{a\}$ | $\{b\}$ | $\{c\}$ | $\{a,b\}$ | $\{b,c\}$ | $\{a,c\}$ | $\{a,b,c\}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $m(A)$ | | | | | | | | |
| $Bel(A)$ | | | | | | | | |
| $Pl(A)$ | | | | | | | | |

5.14　设识别框架 $U=\{a,b,c\}$，若基于两组不同证据而导出的基本概率分配函数分别为：

$$m_1=(\{a\},\{a,c\},\{a,b,c\})=(0.4,0.4,0.2)$$

$$m_2=(\{a\},\{a,b,c\})=(0.6,0.4)$$

求：$m_1$、$m_2$ 合成后的 $m$ 的各个不确定推理值，如表 5.3 所示。

**表 5.3　题 5.14 的填充表**

| $A$ | $\Phi$ | $\{a\}$ | $\{b\}$ | $\{c\}$ | $\{a,b\}$ | $\{a,c\}$ | $\{b,c\}$ | $\{a,b,c\}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $M(A)$ | | | | | | | | |
| $Bel(A)$ | | | | | | | | |
| $Pl(A)$ | | | | | | | | |

5.15　发生灾难的情况下，人们从高层建筑中疏散主要有两条途径，乘坐电梯或者走消防通道。在发生火灾的情况下，由于安全原因，不允许使用电梯。

已知贝叶斯网络如下图所示，求 $p(Fire|Evacuate)$。

变量说明：$Fire$，代表火灾；$ByLift$，乘坐电梯；$ByStair$，走消防通道；$Evacuate$，疏散。

其 CPT 值如表 5.4 所示，DAG 图如图 5.16 所示。

**表 5.4　CPT 值**

| 属　性 | 概 率 值 |
|---|---|
| $p(Evacuate\|ByLift, ByStair)$ | 0.95 |
| $p(Evacuate\|ByLift, \neg ByStair)$ | 0.9 |
| $p(Evacuate\|\neg ByLift, ByStair)$ | 0.8 |
| $p(Evacuate\|\neg ByLift, \neg ByStair)$ | 0.1 |
| $p(ByLift\|Fire)$ | 0.0 |
| $p(ByLift\|\neg Fire)$ | 1.0 |
| $p(ByStair\|Fire)$ | 0.9 |
| $p(ByStair\|\neg Fire)$ | 0.1 |
| $p(Fire)$ | 0.5 |

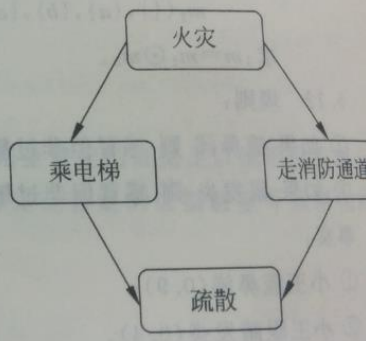


图 5.16　DAG 图