



人工智能导论

----符号学派例题



华中科技大学

HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

- 不定项选择题

1、关于谓词，以下表述错误的是：（ D ）

- A. 把A解释为个头超过1米8， x 变元在人群中选取个体， $(\forall x) A(x)$ 为假
- B. “老张的儿子作为一个教师为华科工作”表示成三元谓词：Work(son(z), hust, teacher)，其中son(z)是一个函数，没有真假
- C. 太阳从西边升起是一个命题
- D. “太阳从东边升起”表示为： $R(\text{sun}, \text{east})$ ，“我比博尔特跑得快”表示为： $F(I, \text{Bolt})$ ，则 $R(\text{sun}, \text{east}) \rightarrow F(I, \text{Bolt})$ 结果为真

- 不定项选择题

2、关于一阶谓词的表述，以下哪项是错误的？（ C ）

- A. $x > y$ 可表示为一个二元谓词 $\text{Greater}(x, y)$
- B. 谓词A代表身高超过1米8，x变元在人群中选取，则 $(\forall x)A(x)$ 为假
- C. 用 “ $\text{Rise}(\text{sun}, \text{west}) \rightarrow \text{Color}(\text{snow}, \text{white})$ ” 代表 “太阳从西边出来，则雪是白的”，可知该蕴含式前件为假、后件为真，此时蕴含式的真值是假
- D. Q为P的逻辑结论，当且仅当 $P \wedge \neg Q$ 是不可满足的

$$P \rightarrow Q \quad \neg(P \wedge \neg Q)$$

- 不定项选择题

3、在使用归结演绎推理时，要将谓词公式转化为与其等价的子句集，下列谓词公式中哪些是子句？ (**ABD**)

A. $\neg P$ B. P C. $P \wedge Q$ D. $P \vee Q$

- 不定项选择题

4*、下列子句集中哪个不是不可满足的：（ **C** ）

A. $\{\neg P \vee Q, \neg Q, P, \neg P\}$

B. $\{P \vee Q, \neg P \vee Q, P \vee \neg Q, \neg P \vee \neg Q\}$

C. $\{P(y) \vee Q(y), \neg P(f(x)) \vee R(a)\}$

D. $\{P(x) \vee Q(x) \vee R(x), \neg P(y) \vee R(y), \neg Q(a), \neg R(b)\}$

- 不定项选择题

5、C-F模型中，证据A的可信度 $CF(A)$ 的取值范围为：（ D ）

A. $CF(A) > 0$

B. $0 \leq CF(A) \leq 1$

C. $-1 \leq CF(A) \leq 0$

D. $-1 \leq CF(A) \leq 1$



- 不定项选择题

6、以下关于符号学派的说法错误的是：（**BC**）

- A. 认知即计算，知识是构成智能的基础
- B. 智能活动是由大量简单的单元通过复杂的相互连接后得到的结果
- C. 把神经系统的工作原理与信息理论、控制理论、逻辑以及计算机联系了起来
- D. 致力于用计算机的符号操作来模拟人的认知过程

- 填空题

1、知识图谱的实体、概念和值用____**节点**____表示，关系和属性用____**边**____表示。

2、设 $U = \{a, b, c, d\}$, $A = \{a, b\}$, $B = \{a, b, c\}$, $m(A) = 0.3$, $m(B) = 0.4$, $m(U) = 0.3$, U 的其它子集的基本概率分配函数 m 值均为 0, 则信任函数 $\text{Bel}(A) = \underline{\text{0.3}}$, $\text{Bel}(B) = \underline{\text{0.7}}$ 。

- 填空题

3、归结演绎推理中， $P \Rightarrow Q$ ，即Q为P的逻辑结论，当且仅当 $P \wedge \neg Q$ 是不可满足的。

4、设某小组有5个同学，分别为 S_1, S_2, S_3, S_4, S_5 。若对每个同学的“学习好”程度打分： $S_1: 95, S_2: 85, S_3: 80, S_4: 70, S_5: 90$ 。模糊集F表示该小组同学对“学习好”这一模糊概念的隶属程度，隶属度函数 $\mu_F(x) = \text{分数}/100$ 。请用Zadeh表示法写出该模糊集_____。

$$F = \left\{ \frac{0.95}{S_1}, \frac{0.85}{S_2}, \frac{0.8}{S_3}, \frac{0.7}{S_4}, \frac{0.9}{S_5} \right\}$$

- 填空题

5、集合 $A = \{(\text{晴朗}, 1.0), (\text{下雨}, 0.1), (\text{多云}, 0.7)\}$ 最可能用来表示 中意的天气，它的论域是 {晴朗, 下雨, 多云}，在一个模糊系统中，该集合的定义最可能出现在 模糊化接口。（2023年春）

（中意的天气、对天气中意的程度、今天天气出现的概率、今天天气的可信度、{晴朗, 下雨, 多云}、{1.0, 0.1, 0.7}、(0,1)、[0,1]、模糊化接口、解模糊接口、知识库、模糊推理机）

- 填空题

6、从不确定证据E出发，推导结论H的可信度时，当证据E的可信度 $CF(E)$ 为正，意味着证据**某种程度为真**，此时结论H的可信度是知识的可信度 $CF(H,E)$ 乘上 **$CF(E)$** ；当证据E的可信度 $CF(E)$ 为负，意味着证据**某种程度为假**，此时结论H的可信度是知识的可信度 $CF(H,E)$ 乘上**0**； **$\max\{0, CF(E)\}$**

(为真、为假、某种程度为真、某种程度为假、无关、 $CF(E)$ 、 $-CF(E)$ 、 $|CF(E)|$ 、 $-|CF(E)|$ 、0、1、-1)

用河左岸的人员组成表示状态，同时用 A 表示修道士，如 2A2B 表示初始状态 S_0 ，操作算子 O_1 表示修道士渡河， O_2 表示野人渡河，状态空间图如下图

1: 主要问题：有的同学只注意了一边河岸，没有同时注意两边。

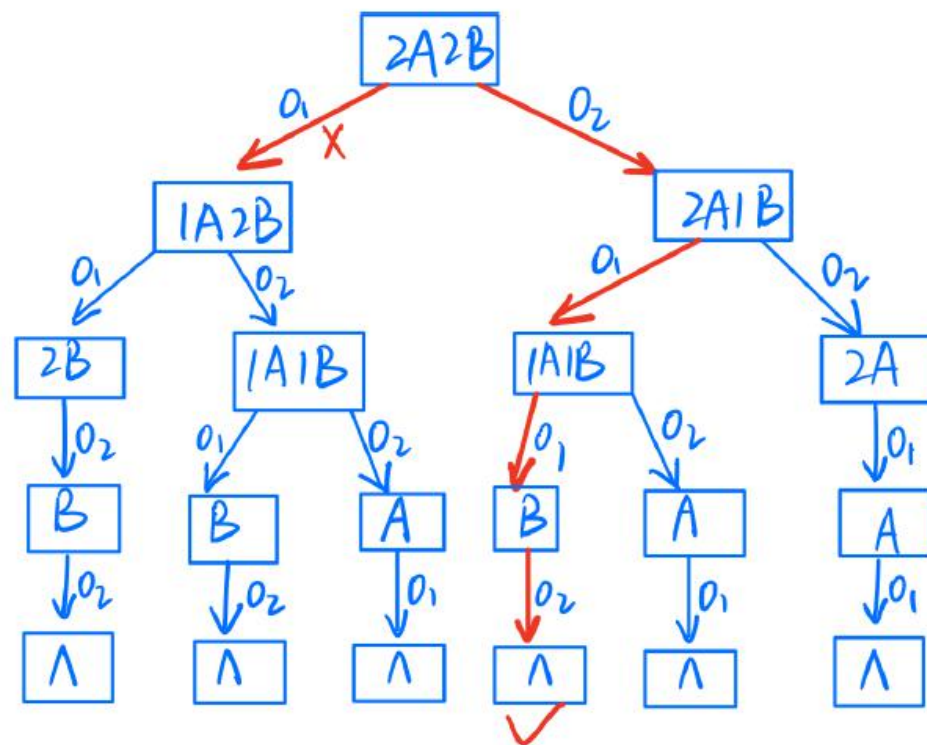


图 2: 深度优先的搜索求解过程

1. 设有2个修道士和2个野人来到河边，打算乘一条索道从河的左岸渡到河的右岸。但索道只有一个轿箱，每次只能装载1人，在任何岸边野人的数目都不得超过修道士的人数，否则修道士就会被野人吃掉。野人和修道士都服从你的过河安排。请问如何规划过河计划才能把所有人都安全地渡过河去。请画出状态空间图，并给出深度优先的搜索求解过程。

作业2

解：本题中 A* 搜索算法的估价函数定义为： $f(n) = g(n) + h(n)$ ，其中 $g(n)$ 为从起点沿当前路径到达 n 状态的代价值， $h(n)$ 为启发函数。算法搜索解路径的搜索过程如图 2 所示。根据图 2 我们可以知道解路径为 A-D-H-I-K，距离为 410。

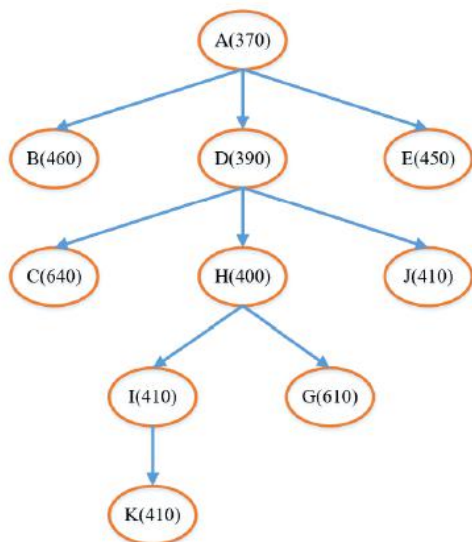
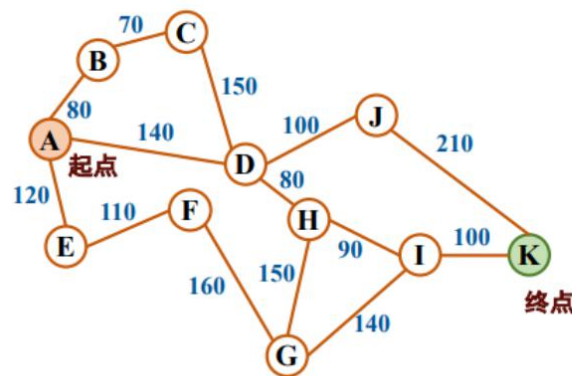


图 2: A* 搜索算法搜索过程



| 地点 | 距离 |
|----|-----|
| A | 370 |
| B | 380 |
| C | 350 |
| D | 250 |
| E | 330 |
| F | 250 |
| G | 240 |
| H | 180 |
| I | 90 |
| J | 170 |
| K | 0 |

Microsoft Visual Studio 调试控制台

```

位于A点, 距离为0, 估价函数值 f = 370
更新点 E 的距离从 无穷 到120, 父亲节点为 A
更新点 D 的距离从 无穷 到140, 父亲节点为 A
更新点 B 的距离从 无穷 到80, 父亲节点为 A
位于D点, 距离为140, 估价函数值 f = 390
更新点 J 的距离从 无穷 到240, 父亲节点为 D
更新点 H 的距离从 无穷 到220, 父亲节点为 D
更新点 C 的距离从 无穷 到290, 父亲节点为 D
位于H点, 距离为220, 估价函数值 f = 400
更新点 I 的距离从 无穷 到310, 父亲节点为 H
更新点 G 的距离从 无穷 到370, 父亲节点为 H
位于I点, 距离为310, 估价函数值 f = 400
更新点 K 的距离从 无穷 到410, 父亲节点为 I
位于J点, 距离为240, 估价函数值 f = 410
位于K点, 距离为410, 估价函数值 f = 410
位于终点, 退出
到终点距离为 410, 解路径为:
K-I-H-D-A
    
```


将自然语言翻译为谓词逻辑语言

主要问题：除了超纲题，同学们的答案基本没问题，主要错误在符号定义未给出。

1) 所有父母都爱他们的孩子

$P(x)$: x 是父亲或母亲

$C(y, x)$: y 是 x 的孩子

$L(x, y)$: x 爱 y

“所有父母都爱他们的孩子” 的翻译是：

$$\forall x \forall y (P(x) \wedge C(y, x) \rightarrow L(x, y)).$$

3) 骡子既不是马也不是驴

$L(x)$: x 是骡子

$H(x)$: x 是马

$D(x)$: x 是驴

“骡子既不是马也不是驴” 的翻译是：

$$\forall x (L(x) \rightarrow \neg H(x) \wedge \neg D(x)).$$

2) 中国人都有黑头发和棕色的瞳孔

$C(x)$: x 是中国人

$B(x)$: x 有黑头发

$P(x)$: x 有棕色的瞳孔

“中国人都有黑头发和棕色的瞳孔” 的翻译是：

$$\forall x (C(x) \rightarrow B(x) \wedge P(x)).$$

4) 不是所有学生都喜欢微积分和概率统计

$S(x)$: x 是学生

$C(x)$: x 喜欢微积分

$P(x)$: x 喜欢概率统计

“不是所有学生都喜欢微积分和概率统计” 的翻译是：

$$\neg \forall x (S(x) \rightarrow C(x) \wedge P(x)).$$

将自然语言翻译为谓词逻辑语言

5) 如果有学生发表了顶会，老师会很开心

$S(x) :$ x 是学生

$T(y, x) :$ y 是 x 的老师

$M(x) :$ x 发表了顶会

$H(x) :$ x 很开心

“如果有学生发表了顶会，老师会很开心”的翻译是：

$$\exists x \forall y (S(x) \wedge T(y, x) \wedge M(y)) \rightarrow H(y)。$$

6) 只有一个学生考试不及格*

$S(x) :$ x 是学生

$F(x) :$ x 考试不及格

“只有一个学生考试不及格”的翻译是：

$$\exists x (S(x) \wedge F(x) \wedge \forall y (S(y) \wedge F(y) \rightarrow x = y))$$

$$(\exists x)(\neg P(x) \wedge (\forall y)(\neg P(y) \rightarrow x = y))$$

$$(\forall x)(\neg P(x) \wedge (\neg \exists y)(\neg P(y) \wedge x \neq y))$$

已知嫌疑人 A、B、C 三人中只有一人是罪犯，且罪犯一定会说谎，而好人一定说真话。设警察向嫌疑人 A、B、C 三人各自进行询问：

- A 回答：B 或 C 中至少有一人是罪犯；
- B 回答：A 是罪犯；
- C 回答：A 和我都是好人。

试用谓词逻辑推理证明：B 是罪犯。

推理题

- A 回答：B 或 C 中至少有一人是罪犯；
- B 回答：A 是罪犯；
- C 回答：A 和我都是好人。

试用谓词逻辑推理证明：B 是罪犯。

解：定义一元谓词 $Commit(x)$ 表示 x 是罪犯，那么 A 嫌疑人 A、B、C 的表述可以表示为：

A: $Commit(B) \vee Commit(C)$

B: $Commit(A)$

C: $\neg Commit(A) \wedge \neg Commit(C)$

根据题意我们知道只有一人是罪犯，且罪犯一定会说谎，而好人一定说真话，那么我们可以将上述谓词逻辑更改为如下永真式：

$$(1) ((Commit(B) \vee Commit(C)) \wedge \neg Commit(A)) \vee (\neg (Commit(B) \vee Commit(C)) \wedge Commit(A))$$

$$(2) (Commit(A) \wedge \neg Commit(B)) \vee (\neg Commit(A) \wedge Commit(B))$$

$$(3) (\neg Commit(A) \wedge \neg Commit(C)) \vee \neg (\neg Commit(A) \wedge \neg Commit(C)) \wedge Commit(C)$$

$$\Leftrightarrow (Commit(B) \wedge \neg Commit(C)) \vee (\neg Commit(B) \wedge Commit(C))$$

运用归结反演证明，得到：(4) $\neg Commit(B)$ ，推理过程如下：

$$(5) Commit(A) \quad \text{由 (2)(4) 归结}$$

$$(6) Commit(C) \quad \text{由 (3)(4) 归结}$$

$$(7) \neg (Commit(B) \vee Commit(C)) \quad \text{由 (1)(5) 归结}$$

$$(8) \text{空} \quad \text{由 (6)(7) 归结}$$

所以结论成立。

2. 设有如下推理规则：

– r_1 : IF E_1 AND E_2 THEN E_3 (0.9)

– r_2 : IF E_3 OR E_4 THEN E_5 (0.8)

– r_3 : IF E_5 THEN H (0.7)

– r_4 : IF E_6 THEN H (0.9)

已知 $CF(E_1) = 0.6$, $CF(E_2) = 0.5$, $CF(E_4) = 0.4$, $CF(E_6) = 0.8$, 求 $CF(H)$ 。(给出计算过程)

解：分别对每条规则求出结论可信度：

由 r_1 得到：

$$\begin{aligned} CF(E_3) &= CF(E_3, E_1 \wedge E_2) \times \max\{0, CF(E_1 \wedge E_2)\} \\ &= 0.9 \times \min\{CF(E_1), CF(E_2)\} = 0.9 \times 0.5 = 0.45 \end{aligned} \quad (1)$$

由 r_2 得到：

$$\begin{aligned} CF(E_5) &= CF(E_5, E_3 \vee E_4) \times \max\{0, CF(E_3 \vee E_4)\} \\ &= 0.8 \times \max\{CF(E_3), CF(E_4)\} = 0.8 \times 0.45 = 0.36 \end{aligned} \quad (2)$$

由 r_3 得到：

$$CF_1(H) = CF(H, E_5) \times \max\{0, CF(E_5)\} = 0.7 \times 0.36 = 0.252 \quad (3)$$

由 r_4 得到：

$$CF_2(H) = CF(H, E_6) \times \max\{0, CF(E_6)\} = 0.9 \times 0.8 = 0.72 \quad (4)$$

由于 $CF_1(H) \geq 0$, $CF_2(H) \geq 0$, 根据公式求得结论的综合可信度为：

$$CF_{12}(H) = CF_1(H) + CF_2(H) - CF_1(H) \times CF_2(H) = 0.79056 \quad (5)$$

- 已知嫌疑人 A、B、C 三人中只有一人是罪犯，且罪犯一定会说谎，而好人一定说真话。
 设警察向嫌疑人 A、B、C 三人各自进行问询：
 A 回答：B 或 C 中至少有一人是罪犯；
 B 回答：A 是罪犯；
 C 回答：A 和我都是好人。
 试用谓词逻辑推理证明：B 是罪犯？（给出推理过程）

解：首先计算归一化常数 K ：

$$\begin{aligned} K &= \sum_{C \cap D \neq \emptyset} m_1(C) \cdot m_2(D) \\ &= m_1(\{A\}) \cdot m_2(\{A\}) + m_1(\{A\}) \cdot m_2(\{A, B\}) + m_1(\{B\}) \cdot m_2(\{B\}) \\ &\quad + m_1(\{B\}) \cdot m_2(\{A, B\}) + m_1(\{A, B\}) \cdot m_2(\{A\}) + m_1(\{A, B\}) \cdot m_2(\{B\}) \\ &\quad + m_1(\{A, B\}) \cdot m_2(\{A, B\}) \\ &= 0.8 \times 0.6 + 0.8 \times 0.2 + 0.1 \times 0.2 + 0.1 \times 0.2 + 0.1 \times 0.6 + 0.1 \times 0.2 + 0.1 \times 0.2 \\ &= 0.78 \end{aligned}$$

其次，计算关于 $\{A\}$ 的组合 mass 函数：

$$\begin{aligned} m_1 \oplus m_2(\{A\}) &= \frac{1}{K} \sum_{C \cap D = \{A\}} m_1(C) \cdot m_2(D) \\ &= \frac{1}{K} \cdot (m_1(\{A\}) \cdot m_2(\{A\}) + m_1(\{A\}) \cdot m_2(\{A, B\}) + m_1(\{A, B\}) \cdot m_2(\{A\})) \\ &= \frac{1}{0.78} \times (0.8 \times 0.6 + 0.8 \times 0.2 + 0.1 \times 0.6) = 0.8974 \end{aligned}$$

计算关于 $\{B\}$ 的组合 mass 函数：

$$\begin{aligned} m_1 \oplus m_2(\{B\}) &= \frac{1}{K} \sum_{C \cap D = \{B\}} m_1(C) \cdot m_2(D) \\ &= \frac{1}{K} \cdot (m_1(\{B\}) \cdot m_2(\{B\}) + m_1(\{B\}) \cdot m_2(\{A, B\}) + m_1(\{A, B\}) \cdot m_2(\{B\})) \\ &= \frac{1}{0.78} \times (0.1 \times 0.2 + 0.1 \times 0.2 + 0.1 \times 0.2) = 0.0769 \end{aligned}$$

计算关于 $\{A, B\}$ 的组合 mass 函数：

$$\begin{aligned} m_1 \oplus m_2(\{A, B\}) &= \frac{1}{K} \sum_{C \cap D = \{A, B\}} m_1(C) \cdot m_2(D) = \frac{1}{K} \cdot (m_1(\{A, B\}) \cdot m_2(\{A, B\})) \\ &= \frac{1}{0.78} \times 0.1 \times 0.2 = 0.0256 \end{aligned}$$

合成后的 mass 函数 m_{12} 如下表：

| 假设 | 综合概率 m_{12} |
|----------|---------------|
| A 作案 | 0.8974 |
| B 作案 | 0.0769 |
| A 或 B 作案 | 0.0256 |

对于这个简单的实例而言，对于 $\{A\}$, $\{B\}$, $\{A, B\}$ 的组合 mass 函数，再求信任函数、似然函数得：

- $Bel(\{A\}) = 0.8974$, $Pl(\{A\}) = 0.9231$
- $Bel(\{B\}) = 0.0769$, $Pl(\{B\}) = 0.1026$
- $Bel(\{A, B\}) = 1$, $Pl(\{A, B\}) = 1$

由信任函数和似然函数可知嫌疑人 A 最有可能是罪犯。

2

question3:

设有模糊规则: 如果天气冷, 则调高空调温度。设室温的论域为 $\{0, 5, 10\}$, 单位摄氏度, 隶属度 $[1.0, 0.8, 0.5]$ 。调高空调论域为 $\{1, 3, 5\}$, 单位摄氏度, 隶属度 $[0.2, 0.5, 1.0]$ 。已知事实 “天气冷” $= \{(0.1, 0), (0.6, 5), (0.2, 10)\}$ 。试用模糊推理确定空调应该怎么调。

确定模糊关系 R:

$$R = \begin{bmatrix} 1 \\ 0.8 \\ 0.5 \end{bmatrix} \circ \begin{bmatrix} 0.2 & 0.5 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.2 & 0.5 & 1 \\ 0.2 & 0.5 & 0.8 \\ 0.2 & 0.5 & 0.5 \end{bmatrix}$$

用条件模糊向量进行模糊推理:

$$B' = A' \circ R = \begin{bmatrix} 0.1 & 0.6 & 0.2 \end{bmatrix} \circ \begin{bmatrix} 0.2 & 0.5 & 1 \\ 0.2 & 0.5 & 0.8 \\ 0.2 & 0.5 & 0.5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.2 & 0.5 & 0.6 \end{bmatrix}$$

将结论的模糊向量清晰化:

- 最大隶属度法: 空调调高 5 度。
- 加权平均法: $(0.2 \times 1 + 0.5 \times 3 + 0.6 \times 5) / (0.2 + 0.5 + 0.6) = 3.62$, 应该调高 4 度

有同学最后没有指定方法, 由于结果不同, 所以请说明方法。