

1. (该题目工学硕士/博士做) 请选用框架法和语义网络法表示下述报道的沙尘暴灾害事件。(10 分)

(虚拟新华社 3 月 16 日电) 昨日，沙尘暴袭击韩国汉城，气场与高速公路被迫关闭，造成的损失不详。此次沙尘暴起因中韩专家认为是由于中国内蒙古地区过分垦牧破坏植被所致。

(提示：分析概况用下划线标出的要点，经过概念化形成槽或节点)

答：框架表示法 (5 分)：(给分要点：确定框架名和框架槽，根据报道给出的相关数据填充，主要内容正确即可给分，不必与参考答案完全一致)

<沙尘暴> (1 分)

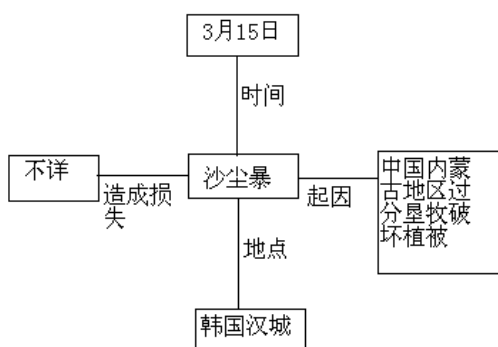
时间：3 月 15 日 (1 分)

地点：韩国汉城 (1 分)

造成的损失：不详 (1 分)

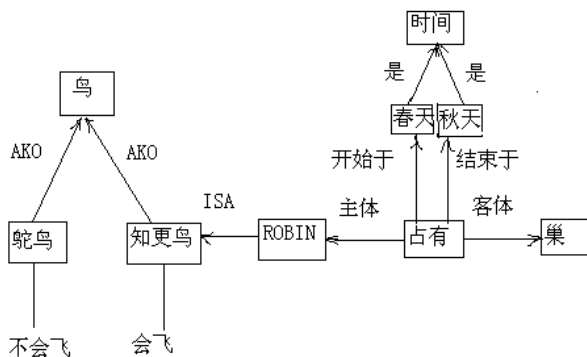
起因：中国内蒙古过分垦牧破坏植被 (1 分)

语义网络表示法 (5 分)：(给分要点：确定语义网络的节点及其连接关系，根据报道内容进行填充，主要内容正确即可给分，不必与参考答案完全一致)



1. (该题目工程硕士做) 请用一种合适的知识表示方法来表示下面知识。(10 分)

知更鸟是一种鸟。鸵鸟是一种鸟。鸟是会飞的。鸵鸟是不会飞的。Robin 是一只知更鸟。Robin 从春天到秋天占有一个窝。(给分要点：主要内容正确即可给分，不必与参考答案完全一致)



2. 请用归结反演的方法求解下述问题。(15 分)

已知: (1) John 是贼。

(2) Paul 喜欢酒 (wine)。

(3) Paul 也喜欢奶酪 (cheese)。

(4) 如果 Paul 喜欢某物, 那么 John 也喜欢某物。

(5) 如果某人是贼, 而且他喜欢某物, 那么他就会偷窃该物。

请回答下面的问题: John 会偷窃什么?

答: 第一步: 定义谓词; (3 分)

thief(x): 某人 x 是贼; (1 分)

like(x,y): 某人 x 喜欢某物 y; (1 分)

steal(x,y): 某人 x 偷窃某物 y; (1 分)

第二步: 根据定义的谓词写出上述知识的谓词表示, 并化成子句集; (6 分)

(1) John 是贼。 (1 分)

谓词: thief(John)

子句: $S_1 = \{ \text{thief(John)} \}$

(2) Paul 喜欢酒 (wine)。 (1 分)

谓词: like(Paul,wine)

子句: $S_2 = \{ \text{like(Paul,wine)} \}$

(3) Paul 也喜欢奶酪 (cheese)。 (1 分)

谓词: like(Paul,cheese)

子句: $S_3 = \{ \text{like(Paul,cheese)} \}$

(4) 如果 Paul 喜欢某物, 那么 John 也喜欢某物。(1 分)

谓词: $(\forall y)(\text{like(Paul,y)} \rightarrow \text{like(John,y)})$

子句: $S_4 = \{ \sim \text{like(Paul,y)} \vee \text{like(John,y)} \}$

(5) 如果某人是贼, 而且他喜欢某物, 那么他就会偷窃该物。(1 分)

谓词: $(\forall x)(\forall y)(\text{thief(x)} \wedge \text{like(x,y)} \rightarrow \text{steal(x,y)})$

子句: $S_5 = \{ \sim \text{thief(x)} \vee \sim \text{like(x,y)} \vee \text{steal(x,y)} \}$

再将题目的问题 “John 会偷窃什么?” 表示成谓词, 与 ANSWER 做析取。(1 分)

G: $\sim \text{steal(John,z)} \vee \text{ANSWER(z)}$

第三步: 使用归结原理对子句集进行归结; (6 分) (注意: 具体的归结顺序不一定和参考答案完全一致, 只要归结过程正确, 最后得到的答案正确即可给分)

- (1) thief(John)
- (2) like(Paul,wine)
- (3) like(Paul,cheese)
- (4) \sim like(Paul,y) \vee like(John,y)
- (5) \sim thief(x) \vee \sim like(x,y) \vee steal(x,y)
- (6) \sim steal(John,z) \vee ANSWER(z)
- (7) \sim thief(John) \vee \sim like(John,z) \vee ANSWER(z) (5) (6)归结, {John/x, z/y}
- (8) \sim like(John,z) \vee ANSWER(z) (1) (7)归结
- (9) \sim like(Paul,z) \vee ANSWER(z) (4) (8)归结, { z/y}
- (10) ANSWER(wine) (2) (9)归结, { wine/z}
- (11) ANSWER(cheese) (3) (9)归结, { cheese/z}

所以, 本题目有两个答案, John 会偷窃 wine, 也会偷窃 cheese。

3. (该题目工学硕士/博士做) MYCIN 是一个用于细菌感染性疾病诊断的专家系统, 它的不确定性推理模型中采用可信度作为不确定性量度。请简述什么是不确定性推理及不确定性推理几个关键问题, 并按照 MYCIN 系统的推理方法计算结论 B1 和 B2 的可信度。(15 分)

已知初始证据 A1,A2,A3 的可信度值均为 1, 推理规则如下:

- R1: IF A1 THEN B1 (0.8)
- R2: IF A2 THEN B1 (0.5)
- R3: IF A3 \wedge B1 THEN B2 (0.8)

求 CF(B1)和 CF(B2)的值。

答: 一、不确定性推理是建立在非经典逻辑基础上的基于不确定性知识的推理, 它从不确定的初始证据出发, 通过运用不确定性知识, 推出具有一定程度不确定性的和合理的或近乎合理的结论。(3 分)

二、不确定性推理中的问题:(5 分)

1. 不确定性的表示与度量 (1 分)

☐ 不确定性推理中的“不确定性”一般分为两类: 一是知识的不确定性, 一是证据的不确定性。

☐ 在 C-F 模型中, 知识是用产生式规则表示的, 其一般形式为:

IF E THEN H (CF(H,E))

其中, CF(H,E)是该知识的可信度, 称为可信度因子或规则强度, 即静态强度。一般情况下, $CF(H,E) \in [-1,1]$ 。证据的不确定性也用可信度因子表示。CF(E)的取值范围: [-1,

+1]。

$CF(E)>0$:表示证据以某种程度为真。

$CF(E)<0$:表示证据以某种程度为假。

$CF(E)$ 表示证据的强度，即动态强度。

2. 不确定性匹配算法及阈值的选择 (1 分)

☐ 设计一个不确定性匹配算法；

☐ 指定一个匹配阈值。

3. 组合证据不确定性的算法，可采用最大最小法。 (1 分)

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

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

4. 不确定性的传递算法 (1 分)

在每一步推理中，如何把证据及知识的不确定性传递给结论，即如何计算结论的不确定性。

结论 H 的可信度由下式计算： $CF(H)=CF(H,E) \times \max\{0, CF(E)\}$

$CF(H)$ 的取值范围： $[-1, +1]$ 。

$CF(H)>0$:表示结论以某种程度为真。

$CF(H)<0$:表示结论以某种程度为假。

5. 结论不确定性的合成 (1 分)

用不同知识进行推理得到了相同结论，但所得结论的不确定性却不同。此时，需要用合适的算法对结论的不确定性进行合成。

设有如下知识：

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

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

则结论 H 的综合可信度分如下两步算出：

首先分别对每一条知识求出 $CF(H)$ ：计算 $CF_1(H)$ 、 $CF_2(H)$

然后再利用公式求出 E_1 与 E_2 对 H 的综合可信度 $CF_{12}(H)$

三、答：(7 分)

由 R_1 得： $CF(B_1)=CF(B_1, A_1) \times \max\{0, CF(A_1)\}=0.8 \times 1=0.8$

由 R_2 得： $CF(B_1)=CF(B_1, A_2) \times \max\{0, CF(A_1)\}=0.5 \times 1=0.5$

根据结论不确定性的合成算法： $CF_{12}(B_1)=CF_1(B_1)+CF_2(B_1)-CF_1(B_1) \times CF_2(B_1)=0.9$

由 R_3 得： $CF(B_2)=CF(B_2, A_3 \wedge B_1) \times \max\{0, CF(A_3 \wedge B_1)\}=0.8 \times 0.9=0.72$

所以， $CF(B_1)=0.9$ ， $CF(B_2)=0.72$

3. (该题目工程硕士做) 设有如下一组知识:

R1: IF E1 THEN H (0.8)

R2: IF E2 THEN H (0.6)

R3: IF E3 THEN H (-0.5)

R4: IF E4 AND (E5 OR E6) THEN E1 (0.7)

R5: IF E7 AND E8 THEN E3 (0.9)

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

$CF(E6)=0.7$, $CF(E7)=0.6$, $CF(E8)=0.9$

求 $CF(H)$ 。(注: 结论合成公式可以参考上题) (15 分)

答: (注: 重点看解题思路和主要步骤是否正确, 具体计算数值允许有少量偏差, 不影响给分)

由 R4 得:

$$CF(E_1)=0.7 \times \max\{0, CF[E_4 \text{ AND } (E_5 \text{ OR } E_6)]\} = 0.7 \times \max\{0, \min\{CF(E_4), CF(E_5 \text{ OR } E_6)\}\} = 0.35$$

$$\text{由 R5 得到: } CF(E_3)=0.9 \times \max\{0, CF[E_7 \text{ AND } E_8]\} = 0.54$$

$$\text{由 R1 得到: } CF_1(H)=0.8 \times \max\{0, CF(E_1)\} = 0.28$$

$$\text{由 R2 得到: } CF_2(H)=0.6 \times \max\{0, CF(E_2)\} = 0.48$$

$$\text{由 R3 得到: } CF_3(H)=-0.5 \times \max\{0, CF(E_3)\} = -0.27$$

根据结论不确定性的合成算法:

$$CF_{12}(H)=CF_1(H)+CF_2(H)-CF_1(H) \times CF_2(H)=0.63$$

$$CF_{123}(H)=[CF_{12}(H)+CF_3(H)]/[1-\min\{|CF_{12}(H)|, |CF_3(H)|\}] = 0.49$$

即最终的综合可信度为 $CF(H)=0.49$ 。

4. 设 A、B 分别是论域 U、V 上的模糊集,

$$U=V=\{1,2,3,4,5\}, \quad A=1/1+0.5/2, \quad B=0.4/3+0.6/4+1/5$$

并设模糊知识及模糊证据分别为:

$$\text{IF } x \text{ is } A \text{ THEN } y \text{ is } B \quad x \text{ is } A'$$

其中, A' 的模糊集为: $A' = 1/1+0.4/2+0.2/3$

假设 A 和 A' 可以匹配, 请利用模糊推理的方法求出该模糊知识和模糊证据能得出什么样的模糊结论。(10 分)

答:

$$R_m = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0.4 & 0.6 & 1 \\ 0.5 & 0.5 & 0.5 & 0.5 & 0.5 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

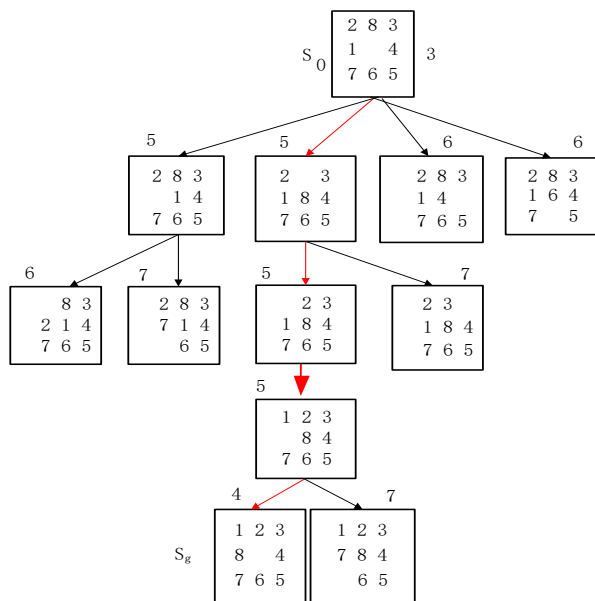
$$B'_m = A' \circ R_m = \{1, 0.4, 0.2, 0, 0\} \circ \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0.4 & 0.6 & 1 \\ 0.5 & 0.5 & 0.5 & 0.5 & 0.5 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} = \{0.4, 0.4, 0.4, 0.6, 1\}$$

5. (该题目工学硕士/博士做) 对于初始状态和目标状态如图所示的八数码难题, 若采用如下定义的估价函数: $f(n) = g(n) + h(n)$ 其中 $g(n)$ 为从初始节点到当前节点的路径长度, $h(n)$ 为当前节点“不在位”的将牌数。按全局择优搜索生成的此八数码难题搜索树。(10分)

$$S_0 = \begin{pmatrix} 2 & 8 & 3 \\ 1 & & 4 \\ 7 & 6 & 5 \end{pmatrix} \quad S_g = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 8 & & 4 \\ 7 & 6 & 5 \end{pmatrix}$$

答: 设估价函数为 $f(x) = d(x) + h(x)$

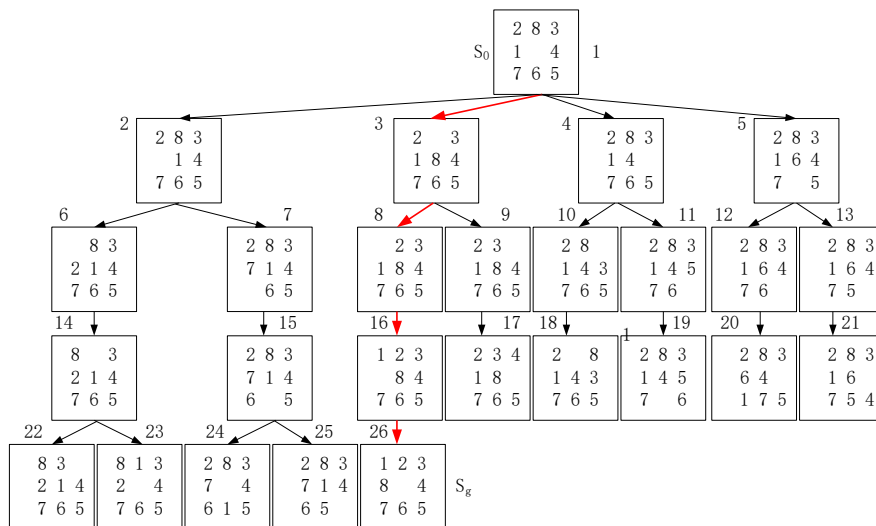
其中, $d(x)$ 表示节点 x 的深度, $h(x)$ 表示节点 x 的格局与目标节点格局不相同的牌数。



5. (该题目工程硕士做) 如下图所示的八数码问题, 对初始状态(S_0)和目标状态(S_g), 按广度优先搜索生成的此八数码问题的搜索树, 并给出问题的解。(10分)

$$S_0 = \begin{pmatrix} 2 & 8 & 3 \\ 1 & & 4 \\ 7 & 6 & 5 \end{pmatrix} \quad S_g = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 8 & & 4 \\ 7 & 6 & 5 \end{pmatrix}$$

答: 下面给出的答案是按照: 当对一个节点进行扩展时, 算符的使用次序 (这里即空格的移动次序) 为: 空格左移、空格上移、空格右移、空格下移, 则搜索树如下图所示。解的路径是: $S_0 \rightarrow 3 \rightarrow 8 \rightarrow 16 \rightarrow 26$ (S_g)



6. 请结合遗传算法的基本原理，给出你关于下面问题的求解思路。（15 分）

$$\max f(x_1, x_2) = x_1^2 + x_2, \quad x_1, x_2 \in \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$$

答：原问题可转化为在区间 $[1, 7]$ 中搜索能使 $f(x_1, x_2)$ 取最大值的问题。那么， $[1, 7]$ 中的点 (x_1, x_2) 就是个体，函数值恰好就可以作为 (x_1, x_2) 的适应度，区间 $[1, 7]$ 就是一个(解)空间。这样，只要能给出个体 (x_1, x_2) 的适当染色体编码，该问题就可以用遗传算法来解决。

(1) 设定种群规模,编码染色体，产生初始种群。

将种群规模设定为 50；用 6 位二进制数编码染色体，例如 100101，形成第一代初始种群。

(2) 定义适应度函数 $f(x_1, x_2) = x_1^2 + x_2$

(3) 计算各代种群中的各个体的适应度，并对其染色体进行遗传操作,直到适应度最高的个体出现为止。

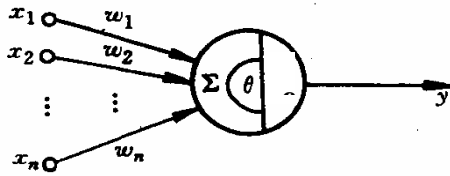
(4) 选择概率的计算方法采用轮盘赌，根据概率选择适应度高的个体。

(5) 从中选择出较适应环境的“染色体”进行复制，再通过交叉，变异过程（对产生的非法解可以再次变异或抛弃）进行产生更适应环境的新一代“染色体”群。这样，一代一代地进化，最后就会收敛到最适应环境的一个“染色体”上，它就是问题的最优解。

7. （该题目工学硕士/博士做）请简述单层感知器神经网络的结构功能特性，并采用该模型解决逻辑中的一个线性可分问题。（提示：如与、或、非等问题）（10 分）

答：感知器是一种早期的神经网络模型，由美国学者 F.Rosenblatt 于 1957 年提出.感知器中第一次引入了学习的概念，感知器在形式上与 MP 模型差不多，它们之间的区别在于神经元间连接权的变化。单层感知器可将外部输入分为两类和。当感知器的输出为+1 时，输入属于一类，当感知器的输出为-1 时，输入属于另一类，从而实现两类目标的识别。

其基本模型为：



求和操作：
$$s = \sum_{i=1}^n w_i x_i - \theta$$

激励函数 f：
$$y = f(s)$$

假设有两输入节点时： $s = w_1 x_1 + w_2 x_2 - \theta$ ，当激励函数为 0-1 函数时： $f(s) = \begin{cases} 1, s \geq 0 \\ 0, s < 0 \end{cases}$

“与”的逻辑为下表所示，

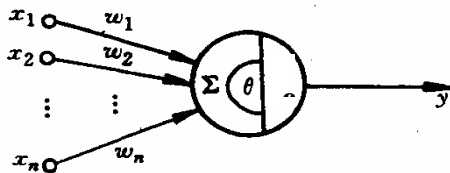
输入 x1	输入 x2	期望输出 d
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

故取 $w_1 = w_2 = 1$ ， $\theta = 1.5$ 时，上式完成逻辑“与”的运算。

7. （该题目工程硕士做）请简述人工神经网络中神经元的结构特性及网络的连接方式。（10 分）

答：人工神经网络是反映人脑结构及功能的一种抽象数学模型，一个神经网络是由大量神经元节点互连而成的复杂网络，用以模拟人类进行知识的表示与存储以及利用知识进行推理的行为。

其基本模型为：



求和操作：
$$s = \sum_{i=1}^n w_i x_i - \theta$$

激励函数 f：
$$y = f(s)$$

网络的主要连接方式有四种：单纯前向网络，前向反馈网络，层内互连网络，全互连网络。

8. 机器学习是人工智能领域的一个主要研究问题，已得到了越来越广泛的应用。例如网络安全中的入侵检测问题、无人汽车驾驶中的路况分析问题、以及我们都离不开的搜索引擎技术等等，请谈谈你理解的机器学习，机器学习的主要任务和要解决的关键问题是什么？（15 分）

答：该题目的回答分两部分：

一、（7 分）对于机器学习的理解：（略）（该部分由学生发挥，只要意思不跑题便可给分）

二、（8 分）机器学习的主要任务和要解决的关键问题

主要任务：

令 W 是这个给定世界的有限或无限所有对象的集合，由于观察能力的限制，我们只能获得这个世界的一个有限的子集 $Q \subset W$ ，称为样本集。机器学习就是根据这个有限样本集 Q ，推算这个世界的模型，使得其对这个世界为真。

要素：

（1）一致性假设：机器学习的条件。假设世界 W 与样本集 Q 具有某种相同的性质。

原则上说，存在各种各样的一致性假设。在统计意义下，一般假设： W 与 Q 具有同分布。

或，给定世界 W 的所有对象独立同分布。

（2）样本空间划分：决定模型对样本集合的有效性。将样本集放到一个 n 维空间，寻找一个超平面，使得问题决定的不同对象被划分在不相交的区域。

（3）泛化能力：决定模型对世界的有效性。泛化能力是指学习的目的是学到隐含在数据对背后的规律, 对具有同一规律的学习集以外的数据, 该神经网络仍具有正确的响应能力。通过机器学习方法，从给定有限样本集合计算一个模型，泛化能力是这个模型对世界为真程度的指标。