专业班级： 学号： 姓名：

教务处试卷编号：

备注：1、试卷背面为演草区（不准用自带草纸）

课程编号: 13006750 考核方式：开卷 考核时间： 主考教师允许携带的用品: 教科书、参考书

装 订 线

大连海事大学《人工智能基础》试卷 C

题号	一	二	三	四	五	六	实验分	平时分	卷面分	总分
得分										

一.（本题 10 分）回答下述问题。

⑴ 知识表示的主要含义是什么？

知识表示就是研究将知识能够在机器中可行、有效进行表示的一般方法，从而将人类知识表示成机器能处理的数据结构。主要包含以下两个方面的含义：首先，提供在机器中描述知识的符号结构；其次，提供对这种符号结构进行处理的方法或机制。

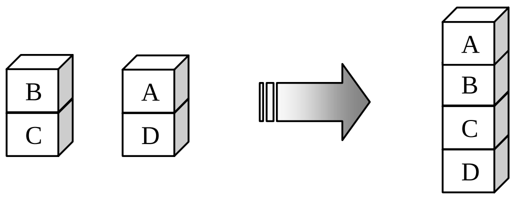
批注 [d1]: 5 分，视答案情况给分

⑵ 对知识系统开发工具的主要评价标准是什么？

答：一般来说，对知识系统开发工具的评价只要考虑以下几个方面：① 是否满足要开发的知识系统的应用领域的特征；② 是否符合问题求解任务的要求；③ 是否能提高知识系统开发的效率和质量。

批注 [Z2]: 5 分，视答案情况给分

二.（本题 15 分）用产生式表示法设计求解下述四块积木问题



的产生式系统，包括其综合数据库、规则库和冲突解决法。并应用回溯控制算法给出问题状态的变迁过程。

解：用 $On(x,y)$ 表示积木 x 在积木 y 的上面，这里，$x,y\in\{A,B,C,D\}$ 但是 $x\neq y$；类似地，用 $Clear(x)$ 表示积木 x 顶空。

批注 [Z3]: 2 分

⑴ 综合数据库为对积木 A,B,C 的状态描述的集合，其中，初始状态为 $\{Clear(A),Clear(B),On(A,D),On(B,C)\}$，目标状态为 $\{Clear(A),On(A,B),On(B,C),On(C,D)\}$。当综合数据库包含对目标状态的描述时，产生式系统结束。

批注 [Z4]: 2 分

⑵ 产生式规则可以分成下述两类：

① $if\ Clear(x)\ and\ Clear(y)\ then\ stack(x,y)$。这里，$stack(x,y)$ 动作的含义是将当前状态修改为增加 $On(x,y)$ 并同时去掉 $Clear(y)$ 后作为当前状态。

批注 [Z5]: 3 分

② $if\ Clear(x)\ and\ On(x,y)\ then\ unstack(x,y)$。这里，$unstack(x,y)$ 动作的含义是将当前状态修改为增加 $Clear(y)$ 并同时去掉 $On(x,y)$ 后作为当前状态。

批注 [Z6]: 3 分

⑶ 当有多条规则被激活时，可以按照 *First* 法解决冲突。

批注 [Z7]: 2 分

对于上述产生式系统，如果规定当某个状态已经在综合数据库中出现时为推理失败并回溯，则从初始状态到目标状态的变迁过程为：

$$\{Clear(A),Clear(B),On(A,D),On(B,C)\}\xrightarrow{unstack(A,D)}\{Clear(A),Clear(B),Clear(D),On(B,C)\}$$

$$\xrightarrow{unstack(B,C)}\{Clear(A),Clear(B),Clear(C),Clear(D)\}\xrightarrow{stack(C,D)}\{Clear(A),Clear(B),Clear(C),On(C,D)\}$$

$$\xrightarrow{stack(B,C)}\{Clear(A),Clear(B),On(B,C),On(C,D)\}\xrightarrow{stack(A,B)}\{Clear(A),On(A,B),On(B,C),On(C,D)\}。$$

批注 [d8]: 3 分

三.（本题 15 分）设有下述描述：

⑴ 事实表达式：$\forall x\left(P(x)\to Q(x)\wedge R(x)\right)$。

⑵ 规则：$\forall x\left(S(x)\to R(f(x))\right)$；$\forall x\left(R(x)\to S(x)\vee T(x)\right)$。

⑶ 目标：$\forall x\left(P(x)\to T(x)\vee R(f(x))\right)$。

利用基于规则的正向演绎推理对问题进行求解，画出其 AND-OR 图并提取解答。

解：将目标表达式逆 Skolem 范式化，得 $P(a)\to T(a)\vee R(f(a))$。从事实到目标的正向推演过程如下：

$P(x)\to Q(x)\wedge R(x)$

$\Leftrightarrow\neg P(x)\vee(Q(x)\wedge R(x))$

$\Leftrightarrow(\neg P(x)\vee Q(x))\wedge(\neg P(x)\vee R(x))$ 等值演算

$\Leftrightarrow(\neg P(x)\vee Q(x))\wedge(\neg P(x)\vee R(x))$ 等值演算

$\Rightarrow\neg P(x)\vee R(x)$ 化简

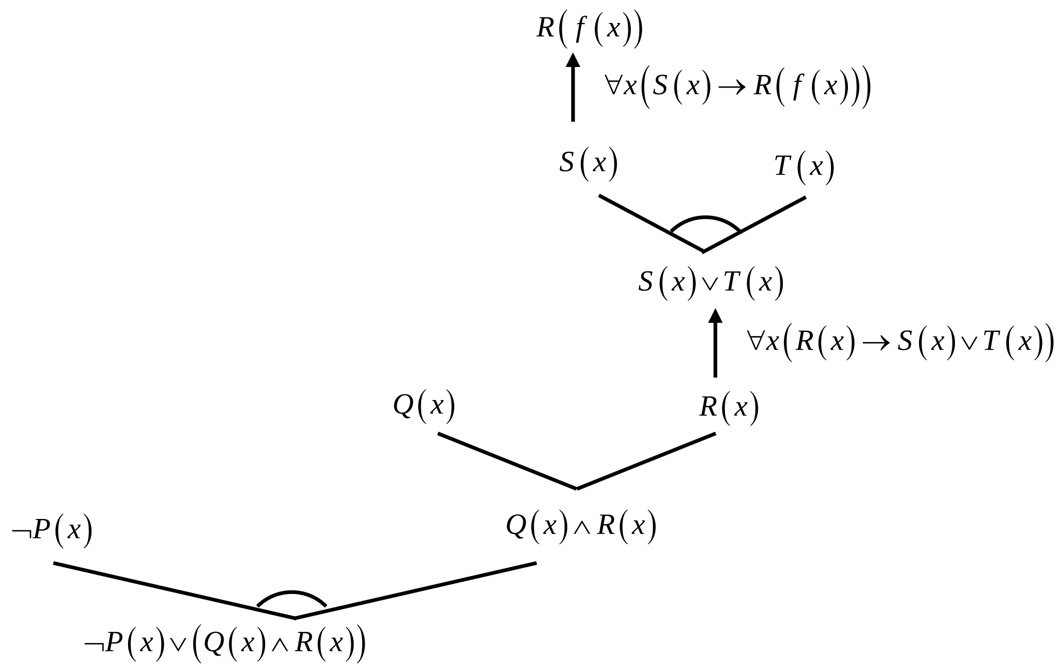
$\Rightarrow \neg P(x) \vee S(x) \vee T(x)$　　　　激活 $\forall x\big(R(x) \to S(x) \vee T(x)\big)$，替换为 ε

$\Rightarrow \neg P(x) \vee R\big(f(x)\big) \vee T(x)$　　　　激活 $\forall x\Big(S(x) \to R\big(f(x)\big)\Big)$，替换为 ε

$\Leftrightarrow P(x) \to T(x) \vee R\big(f(x)\big)$

$\Rightarrow P(a) \to T(a) \vee R\big(f(a)\big)$

上述求解过程的 AND-OR 图如图所示：



第三题图

解答为 $\neg P(x) \vee R\big(f(x)\big) \vee T(x)$。

四.（本题 20 分）假定八数码问题的目标状态为 $\begin{matrix} 1 & 2 & 3 \\ 8 & & 4 \\ 7 & 6 & 5 \end{matrix}$，启发式函数为

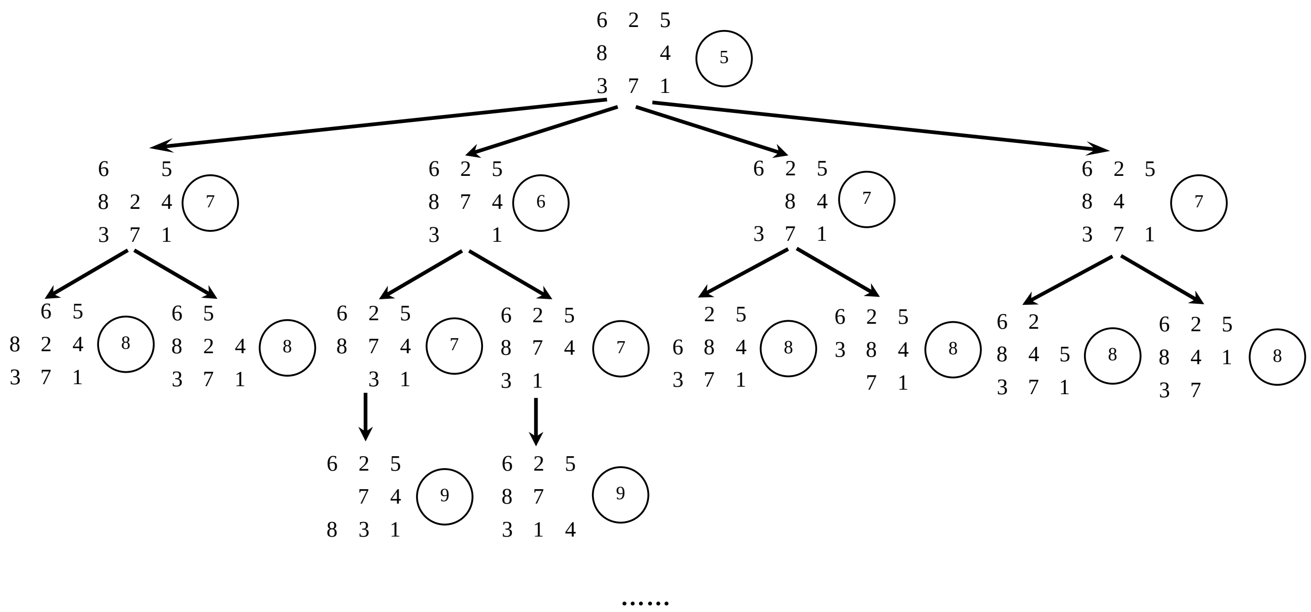
$$f(n) = d(n) + w(n),$$

其中，$d(n)$ 是搜索树中结点 n 的深度；$w(n)$ 用来计算对应于结点 n 的数据库中错放的棋子个数。

⑴ 以 $\begin{matrix} 6 & 2 & 5 \\ 8 & & 4 \\ 3 & 7 & 1 \end{matrix}$ 为初始状态，画出应用 A 算法进行问题求解过程的搜索图的前 4 层情况，标明图中每个状态的启发函数值。

⑵ 说明该 A 算法是否是可采纳的。

解：⑴ 如果按照空格上移、下移、左移、右移的顺序考虑各个结点的扩展，则问题求解过程的搜索图如图所示（仅画出最



第四题图

上四层，其余略去）。

批注 [Z9]: 3 分

批注 [Z10]: 10 分，错一处扣 1 分，扣完为止

批注 [Z11]: 2 分

批注 [Z12]: 15 分，错一个结点扣 1 分，扣完为止

⑵ 由于 $w(n)$ 不大于从结点 n 到目标结点的最短路径的长度，因此这时算法是可采纳的。

批注 [Z13]: 共 5 分，理由 3 分，断言 2 分

五．（本题 20 分）已知有下述推理规则：

$(C_{11} \vee C_{12}) \wedge C_{13} \Rightarrow H \qquad -0.8$；

$C_{21} \wedge C_{22} \Rightarrow H \qquad 0.7$；

$C_{31} \vee C_{32} \Rightarrow H \qquad 0.6$；

$E_4 \Rightarrow H \qquad 0.9$；

$CF(C_{11}) = 0.8$，　$CF(C_{12}) = 0.7$，　$CF(C_{13}) = 0.9$；

$CF(C_{21}) = 0.7$，　$CF(C_{22}) = 0.9$；

$CF(C_{31}) = 0.8$，　$CF(C_{32}) = 0.7$；

$CF(E_4) = 0.6$。

请应用 MYCIN 的确定性方法求出 $CF(H)$，在运算中写出所使用的公式，计算结果精确到小数点后两位数字。

解：根据已知条件，有

$CF((C_{11} \vee C_{12}) \wedge C_{13}) = \min\{\max\{CF(C_{11}), CF(C_{12})\}, CF(C_{13})\} = \min\{\max\{0.8, 0.7\}, 0.9\} = 0.8$；

$CF(C_{21} \wedge C_{22}) = \min\{CF(C_{21}), CF(C_{22})\} = \min\{0.7, 0.9\} = 0.7$；

$CF(C_{31} \vee C_{32}) = \max\{CF(C_{31}), CF(C_{32})\} = \max\{0.8, 0.7\} = 0.8$。

批注 [d14]: 共 6 分，每个公式 1 分，计算结果 1 分

于是有：

$CF_1(H) = CF((C_{11} \vee C_{12}) \wedge C_{13}) * CF(H, (C_{11} \vee C_{12}) \wedge C_{13}) = 0.8 * (-0.8) = -0.64$；

$CF_2(H) = CF(C_{21} \wedge C_{22}) * CF(H, C_{21} \wedge C_{22}) = 0.7 * 0.7 = 0.49$；

$CF_3(H) = CF(C_{31} \vee C_{32}) * CF(H, C_{31} \vee C_{32}) = 0.8 * 0.6 = 0.48$；

$CF_4(H) = CF(E_4) * CF(H, E_4) = 0.6 * 0.9 = 0.54$。

批注 [d15]: 共 8 分，每个公式 1 分，计算结果 1 分

将上述确定性因子进行组合，可得

$$CF_{12}(H) = \frac{CF_1(H) + CF_2(H)}{1 - \min\{|CF_1(H)|, |CF_2(H)|\}} = \frac{-0.64 + 0.49}{1 - \min\{|-0.64|, |0.49|\}} \approx -0.2941；$$

$$CF_{123}(H) = \frac{CF_{12}(H) + CF_3(H)}{1 - \min\{|CF_{12}(H)|, |CF_3(H)|\}} \approx \frac{-0.2941 + 0.49}{1 - \min\{|-0.2941|, |0.49|\}} \approx 0.2775；$$

$CF_{1234}(H) = CF_{123}(H) + CF_4(H) - CF_{123}(H) * CF_4(H) \approx 0.2775 + 0.54 - 0.2775 * 0.54 \approx 0.67$。

批注 [d16]: 共 6 分，每个公式 1 分，计算结果 1 分

故 $CF(H) \approx 0.67$。

六．（本题 20 分）使用归结方法证明下述公式 G 是公式 F_1 和 F_2 的逻辑结果：

F_1：$\exists x P(x) \to \forall x (Q(x) \to R(x))$；

F_2：$\exists x S(x) \to \exists x Q(x)$；

G：$\exists x (P(x) \wedge S(x)) \to \exists x R(x)$。

具体给出推出空子句□的归结反演过程，注明每一步归结的亲本子句和 mgu，并画出最后的归结反演树。

解 将 $F_1 \wedge F_2 \wedge \neg G$ 化成前束范式：

$(\exists x P(x) \to \forall x (Q(x) \to R(x))) \wedge (\exists x S(x) \to \exists x Q(x)) \wedge \neg(\exists x (P(x) \wedge S(x)) \to \exists x R(x))$

$\Leftrightarrow (\neg\exists x P(x) \vee \forall x (\neg Q(x) \vee R(x))) \wedge (\neg\exists x S(x) \vee \exists x Q(x)) \wedge (\exists x (P(x) \wedge S(x)) \wedge \neg\exists x R(x))$

$\Leftrightarrow (\forall x \neg P(x) \vee \forall y (\neg Q(y) \vee R(y))) \wedge (\forall u \neg S(u) \vee \exists v Q(v)) \wedge \exists w (P(w) \wedge S(w)) \wedge \forall z \neg R(z)$

$\Leftrightarrow \exists v \exists w \forall u \forall x \forall y \forall z ((\neg P(x) \vee (\neg Q(y) \vee R(y))) \wedge (\neg S(u) \vee Q(v)) \wedge (P(w) \wedge S(w)) \wedge \neg R(z))$

$\Leftrightarrow \exists v \exists w \forall u \forall x \forall y \forall z ((\neg P(x) \vee \neg Q(y) \vee R(y)) \wedge (\neg S(u) \vee Q(v)) \wedge P(w) \wedge S(w) \wedge \neg R(z))$，

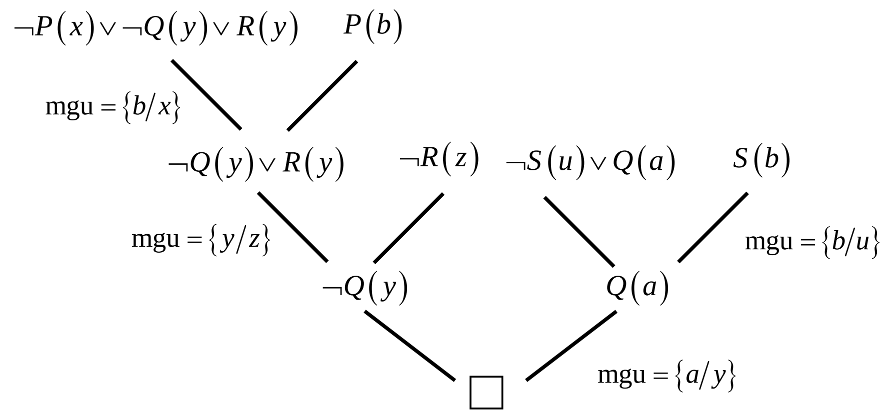
批注 [Z17]: 6 分，视步骤给分

将 $\Leftrightarrow \exists v \exists w \forall u \forall x \forall y \forall z ((\neg P(x) \vee \neg Q(y) \vee R(y)) \wedge (\neg S(u) \vee Q(v)) \wedge P(w) \wedge S(w) \wedge \neg R(z))$ 进行 Skolem 范式化，得子句集

$$S=\{\neg P(x)\vee\neg Q(y)\vee R(y),\neg S(u)\vee Q(a),P(b),S(b),\neg R(z)\}。$$

于是，从 S 推出空子句□的归结演绎如下：

(1)	$\neg P(x)\vee\neg Q(y)\vee R(y)$	S 中的子句
(2)	$\neg S(u)\vee Q(a)$	S 中的子句
(3)	$P(b)$	S 中的子句
(4)	$S(b)$	S 中的子句
(5)	$\neg R(z)$	S 中的子句
(6)	$\neg Q(y)\vee R(y)$	由(1)(3)，mgu 为 $\{b/x\}$
(7)	$Q(a)$	由(2)(4)，mgu 为 $\{b/u\}$
(8)	$\neg Q(y)$	由(5)(6)，mgu 为 $\{y/z\}$
(9)	□	由(5)(8)，mgu 为 $\{a/y\}$



第六题图

最后的归结反演树如图所示。

批注 [Z18]: 2 分

批注 [Z19]: 6 分，视过程给分

批注 [Z20]: 6 分，错一处扣 1 分，扣完为止