北京工业大学 2015——2016 学年第 1 学期
《人工智能导论》考试试卷 A

考试说明： 开卷考试，考试时间 95 分钟

承诺：

本人已学习了《北京工业大学考场规则》和《北京工业大学学生违纪处分条例》，承诺在考试过程中自觉遵守有关规定，服从监考教师管理，诚信考试，做到不违纪、不作弊、不替考。若有违反，愿接受相应的处分。

承诺人：________ 学号：__________ 班号：__________

注：本试卷共 六 大题，共 八 页，满分 100 分。

卷面成绩汇总表（阅卷教师填）

题号	一	二	三	四	五	六	总成绩
满分	36	20	10	10	10	14	
得分							

得分

一、填空题（36 分）

1. 产生式系统的组成部分有（ 数据库，规则库，推理机 ）。
2. 在一般图搜索中，当目标出现的时候，算法可能仍然不结束，原因是（ 目标不在 open 表的第一个 ）。
3. 在回溯算法中，有（ 4 ）个回溯点，分别是：（ 非法状态，无规则可用，达到规定深度，有环路出现 ）。
4. 满足（h(n) ≤ h*(n) ）条件的 A 算法称为是 A*算法。
5. 在 A*算法中为避免出现多次扩展同一个节点的情况，有两种解决的途径， 分别是：（ 1）对 h 加以限制；2）对算法进行改进 ）。
6. 极小极大算法是博弈树搜索的基本方法，目前常用的 α－β 剪枝搜索方法也是从其发展而来。请从结果和效率两个方面对 α－β 剪枝法与极小极大算法进行比较。（二者结果相同，α－β 剪枝法的效率更高 ）。
7. 子句是如下形式（ $L_1 \vee L_2 \cdots \vee L_n$，每个 L_i 是文字（原子或原子的非） ）的合式公式.
8. 归结法在证明定理时，若当前归结式是（ 空 ）时，则定理得证。
9. 任一合式公式都可以转化成子句集，这种转化不是（ 等价的 ），但在不可满足性上是等价的，即原公式是（ 矛盾的 ），转化后的子句（ 是矛盾的 ）。
10. E 为 P(x,y,f(a),g(c))，θ={b/x,f(x)/y,c/z}，则 Eθ=（ P(b,,f(x),f(a),g(c)),）。

11. S={p(x), p(y)}， 则 mgu=（ x/y 或者 y/x ）。

12. 若 C1=~P∨Q，C2=~Q∨R，C3=P，则归结的结果是（ R ）。

13. ∃yP(x,y)的 skolem 标准型是(P(x,a))，∀x∃yP(x,y)的 skolem 标准型是（∀xP(x,f(x))）。

14. 语义基元是（ 由有向图表示的三元组（结点 1，弧，结点 2））.

15. 请写出贝叶斯定理 （ 设事件 A_1 ，A_2，…，A_n 两两互不相交（即 i≠j，$A_i \cap A_j=\varnothing$）； 且 P(A_i)

0，i=1，2，…，n，则对任何事件 B，有下式成立

$$P(A_i \mid B)=\frac{P(A_i)P(B \mid A_i)}{\sum_{j=1}^{n} P(A_j)P(B \mid A_j)} \qquad i = 1.2.\text{L}\ , n$$

16. 遗传算法中的“染色体”指（ 解的编码 ）。

17. 遗传算法评价的常用方法有（ （1）当前最好法，（2）在线比较法，（3）离线比较法 ）。

18. 邻域的定义是（设 D 是问题的定义域，若存在一个映射 *N*，使得： $N: S \in D \rightarrow N(S) \in 2^D$ 则称 *N(S)*为 *S* 的邻域）。

得分

二、简答题（20 分）

1）（3 分）遗传算法中，应用“交配运算”可基于已有的两个染色体生成新的染色体。假定交配运算的规则为“基于次序的交配法”，写出以下两个父代染色体生成的两个子代染色体“子代 1”和“子代 2”。

父代 1：	10	6	8	7	5	9	4	1	2	3
父代 2：	8	2	6	4	1	5	3	10	9	7
所选位置:			*		*			*		*

解:

子代 1：	8	2	6	4	5	1	3	10	9	7
父代 2：	6	1	8	10	5	9	4	7	2	3

2）（4 分）设子句集 S={Q(x, y), P(f(x))}，请写出 S 的 H 域及原子集 A。

解： U_0={a,}， U_1={a,f(a)}

…

Us={a,f(a),f(f(a)),… }

原子集 A={ P(a), Q(a, a), P(f(a)),Q(a, f(a)),Q(f(a), a),Q(f(a), f(a)),… }

3）（4 分）求子句集 S={P(b,y,f(g(w))), P(z,h(z,u),f(u))}的最一般合一 mgu。

解： 1） k=0, S_k=S_0=S, $\sigma_k=\sigma_0=\varepsilon$, 明显的, S_0=S 不是单元素集.

2） 求得其差异集 D_0={b,z},其中 z 为变量,b 为项,且 z 不在 a 中出现.

另 k=k+1,有 $\sigma_1=\sigma_0$ {b/z}=ε {b/z}= {b/z}

$S_1=S_0\{b/z\}=\{p(b,y,f(g(w))),p(z,h(z,u),f(u))\}\{b/z\}=\{p(b,y,f(g(w))),$

$p(b,h(b,u),f(u))\}$

S_1 不是单元素集.

求得 S_1 的差异集 $D_1=\{y,h(b,u)\}$, 其中 x 为变量, h(b,u)为项, 且 y 不在 h(b,u)中出现.

另 k=k+1, 有 $\sigma_2=\sigma_1\{h(b,u)/y\}=\{b/z\}\{h(b,u)/y\} = \{b/z,h(a,u)/y\}$

$S_2=S_1\ \{h(a,u)/y\}=\{p(b,y,f(g(w))),\ p(b,h(b,u),f(u))\}\{h(b,u)/y\}$

$=\{p(b,h(b,u),f(g(w))),p(b,h(b,u),f(u))\}$

S_2 不是单元素集.

求得 S_2 差异集 $D_2=\{g(w),u\}$, 其中 u 为变量, g(w)为项, 且 u 不在 g(w)中出现.

另 k=k+1, 有 $\sigma_3=\sigma_2\{g(w)/u\}=\{b/z,h(b,u)/y\}\{g(w)/u\}=\{b/z,h(b,g(w))/y\}$

$S_3=S_2\{g(w)/u\} =\{p(b,h(b,u),f(g(w))),p(b,h(b,u),f(u))\}\{g(w)/u\}$

$=\{p(b,h(b,g(w)),f(g(w))),p(b,h(b,g(w)),f(g(w)))\}$

明显的, S_3 是单元素集.

3) Mgu = $\sigma_3=\{b/z,h(b,g(w))/y\}$

4) (**6** 分) 将公式 $(\exists x)\{P(x)\wedge\forall y[P(y)\rightarrow\sim q(y,x)]\}\wedge\sim(\exists x)\{P(x)\wedge\forall y[P(y)\rightarrow\sim q(y,x)]\}$ 化为子句集

解: 1) 消去 "→"

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

2) 内移 "~"

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

3) 变量换名

$(\exists u)\{P(u)\wedge\forall v[\sim P(v)\vee\sim q(v,u)]\}\wedge\forall x\{\sim P(x)\vee\exists y[P(y)\wedge q(y,x)]\}$

4) 消去存在量词

$\{P(a)\wedge\forall v[\sim P(v)\vee\sim q(v,a)]\}\wedge\forall x\{\sim P(x)\vee[P(f(x))\wedge q(f(x),x)]\}$

5) 将公式化为前束范式

$\forall v\forall x\ \{P(a)\wedge[\sim P(v)\vee\sim q(v,a)]\}\wedge\{\sim P(x)\vee[P(f(x))\wedge q(f(x),x)]\}$

6) 化为合取范式

$\forall v\forall x\ \{P(a)\wedge[\sim P(v)\vee\sim q(v,a)]\}\wedge\{\sim P(x)\vee q(f(x),x)]\wedge[\sim P(x)\vee q(f(x),x)]\}$

省略全称量词后, 子句集为:

$\{P(a),\ \sim P(v)\vee\sim q(v,a),\ \sim P(x)\vee q(f(x),x),\ \sim P(x)\vee q(f(x),x)\}$

5) (**3** 分) 图灵测试的目的是什么? 假设你是图灵测试中的询问者, 请想出 2 个提问, 用于判断它们中哪一个是人, 哪一个是机器, 并说明判断的依据?

图灵测试的目的是测试机器是否具有图灵测试意义上的智能

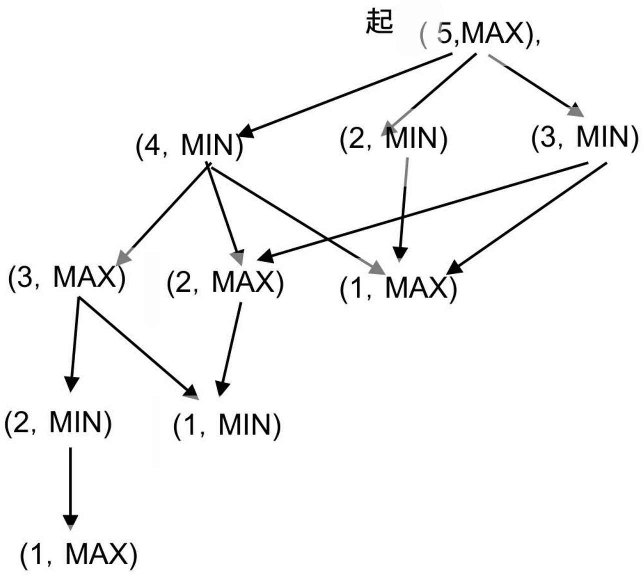
问题 1) 请计算 2 的 15 次方等于多少?

2) 多次重复问同一个问题, 例如: 你今天吃的是什么?

机器与人相比具有快速的计算能力, 但是常识知识和情绪能力较弱。

三、（10 分）桌上有 5 个钱币，A、B 两人可以从 5 个钱币堆中轮流拿走 1 个、2 个或 3 个钱币，拣起最后一个钱币者算输。试通过博弈证明先拿钱币的人必输。

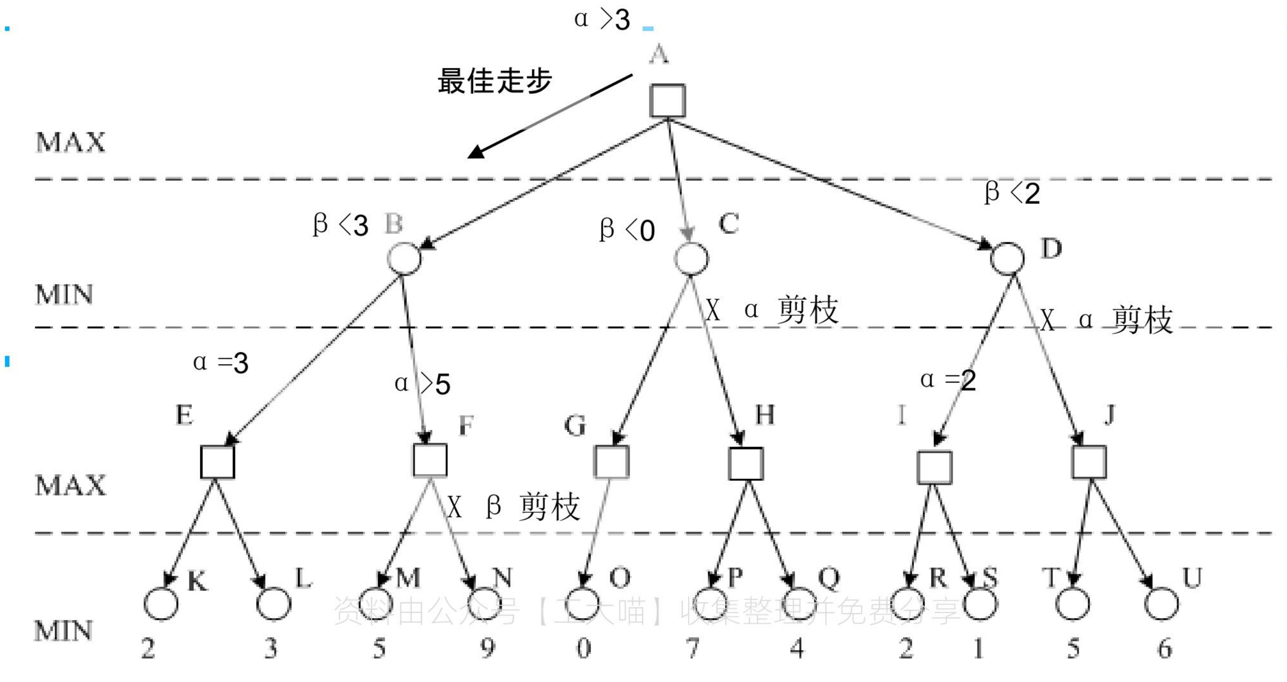
解:



可以看到先拿钱币的人必输。

四、（10 分）下图为一字棋博弈树的部分 MAX/MIN 搜索示意图，叶节点下面的数字表示该棋局目前状态的评价值，请根据这些值倒推其它节点的静态估值，并使用 α－β 剪枝规则完成 α－β 剪枝，求当前棋局 MAX 结点 A 的最好走步。

要求： 1）在图中标明各层节点的 α 、β 估值，用 X 标明剪枝，并具体说明是什么剪枝。2）标明 MAX 结点 A 的最好走步。



五 （10 分）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)；

证明: R1：所有不贫穷且聪明的人都快乐：$\forall x(\sim Poor(x) \wedge Smart(x) \to Happy(x))$

R2：那些看书的人是聪明的：$\forall x(read(x) \to Smart(x))$

R3：李明能看书且不贫穷：$read(Li) \wedge \sim Poor(Li)$

R4：快乐的人过着激动人心的生活：$\forall x(Happy(x) \to Exciting(x))$

结论李明过着激动人心的生活的否定：$\sim Exciting(Li)$

将上述谓词公式转化为子句集并进行归结如下：

由 R1 可得子句：

① $Poor(x) \vee \sim Smart(x) \vee Happy(x)$

由 R2 可得子句：

② $\sim read(y) \vee Smart(y)$

由 R3 可得子句：

③ $read(Li)$

④ $\sim Poor(Li)$

由 R4 可得子句：

⑤ $\sim Happy(z) \vee Exciting(z)$

有结论的否定可得子句：

⑥ $\sim Exciting(Li)$

根据以上 6 条子句，归结如下：

⑦ $\sim Happy(Li)$ ⑤⑥ Li/z

⑧ $Poor(Li) \vee \sim Smart(Li)$ ⑦① Li/x

⑨ $\sim Smart(Li)$ ⑧④

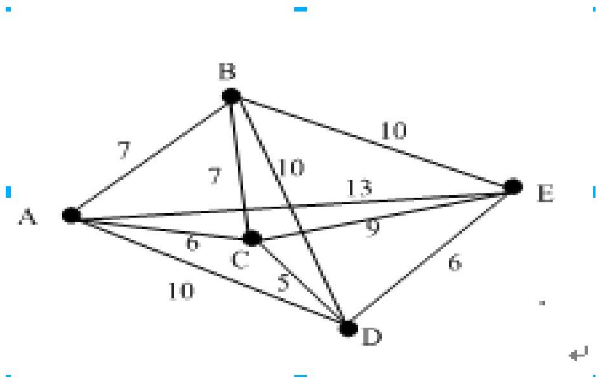
⑩ $\sim read(Li)$ ⑨② Li/y

□ W ⑩③

由上可得原命题成立。

六（14 分）旅行商问题：一个推销员要到 5 个城市办理业务，城市间的里程数已知，如图所示：|AB|=7；|AC|=6；|AD|=10；|AE|=13；|BC|=7；|BD|=10；|BE|=10；|CD|=5；|CE|=9；|DE|=6。从 B 城市出发，遍历所有城市后（每个城市只允许访问一次）回到城市 B，设计 A* 算法求取一条最短的旅行路径，其中状态用已遍历城市名字组成的字符串表示。

要求：定义状态评价函数 f(n)=g(n)+h(n)，其中 g(n)表示当前状态下已走过的距离的总和；（1）画出搜索的状态空间图并标明评价函数值。（2）判断本题定义的启发函数 h(n)是否满足 A* 算法的条件。



解：状态 S：从城市 B 出发访问过的城市序列，初始状态 S0:B， 终状态：B****B

f(n)=g(n)+h(n). g(n)为已走过的路径长度，在状态 n 时，还需要行走的城市数为 5-n（包括最后回到城市 B），每次行程的最小花费为 5，因此令 h(n)= (5-n)*5.

明显的，h(n)小于等于 h(n)*