

## 第二次作业

人工智能 CS410 2021年秋季

姓名：李子龙 学号：518070910095 日期：2021 年 10 月 24 日

**题目 1.** 尝试比较局部搜索算法（例如爬山法）与系统搜索算法（例如宽度优先搜索、A\*算法）。

**解.** 两者的比较如表 1 所示。

表 1: 比较

	局部搜索算法	系统搜索方法
定义	考虑对一个或多个状态进行评价和修改	系统地探索从初始状态开始的路径
特点	只使用很少的内存，找到合理的解	能够找到最优解
复杂性	取决于解空间的分布与需要解的优劣	需要全局扫描
使用范围	在很大或无限的状态空间中需要合理理解	在确定较小的空间中找到最优解

□

**题目 2.** 我们希望使用爬山法解决一些最优化问题。

- (1) 假设我们需要找  $f(x, y, z) = e^x(xy + 2z)$  的最小值，且当前状态下我们有  $(x, y, z) = (0, 1, -1)$ ，那么我们需要将当前状态向怎样的方向进行移动、能够在理论上最快靠近极值？（方向用三维元组表示即可，计算过程可以参考多元函数的偏导数求解、最速下降法）。
- (2) 使用爬山法搜索可能会遇到哪些问题？我们可以使用哪些更好的方法来代替？

**解.** (1) 计算出梯度向量

$$\nabla f = \left( \frac{\partial f}{\partial x}, \frac{\partial f}{\partial y}, \frac{\partial f}{\partial z} \right) = (e^x(xy + 2z + y), e^x x, 2e^x)$$

代入当前状态的值就给出了最陡斜面方向

$$\nabla f(0, 1, -1) = (-1, 0, 2)$$

- (2) 爬山法经常陷入困境：

- 局部最大值
- 山脊
- 平原

都会到达无法再取得进展的地点。随机爬山法在上山移动中随机地选择下一步；随机重启爬山法通过随机生成初始状态来导引爬山法搜索，直到找到目标，都是非常好的替代。

□

**题目 3.** 我们的minimax搜索树如图1所示。

- (1) 假如我们的a节点是max节点，请问最后a节点会得到怎样的值？
- (2) 假如我们使用  $\alpha - \beta$  剪枝法进行minimax树的搜索，搜索过程中会从左至右访问相关节点，且a节点是max节点。算法运行过程中会访问多少个节点（包括字母标号的节点与数字标号的叶节点、忽略重复访问）？同时，请写下各节点的访问顺序（例如顺序：“a - c - f - 43”）。

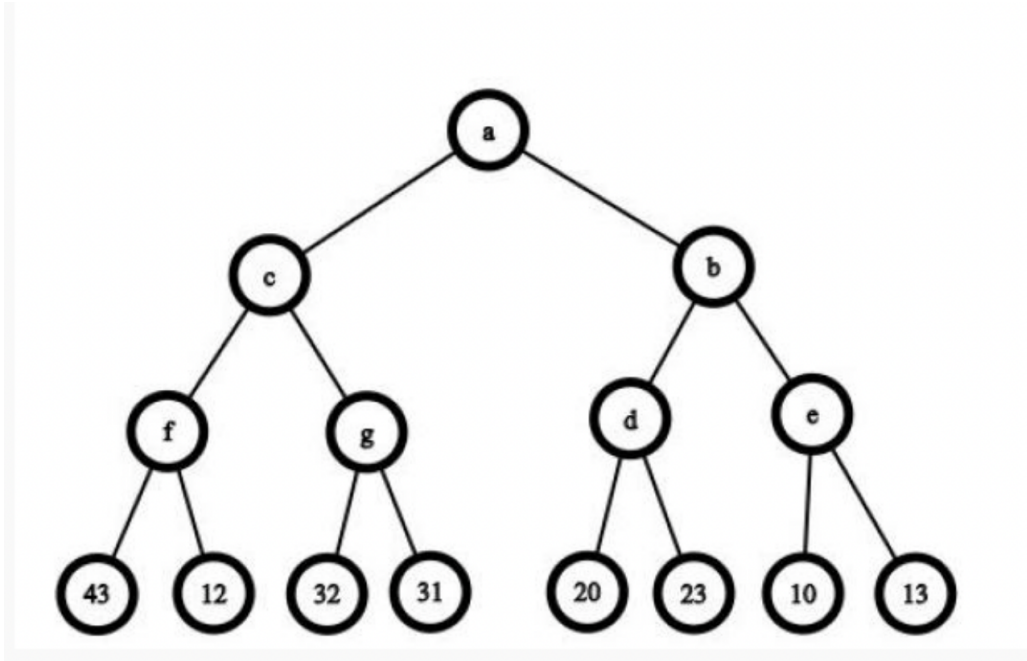


图 1: 第三题的对抗搜索树

解. (1) a 为 32, 如图 2 所示。

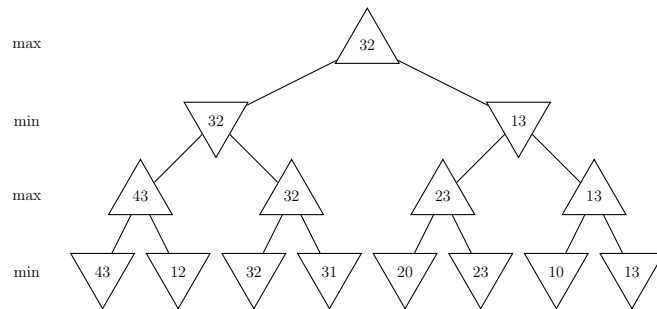


图 2: 题目3第(1)题

(2) 访问了 11 个节点。

a - c - f - 43

a - c - f - 12

a - c - g - 32

a - c - g - 31

a - b - d - 20

a - b - d - 23

□

**题目 4.** 考虑一个这样的CSP问题：我们需要给变量 $X_1, X_2, X_3, X_4$ 赋值，需要满足以下约束：  
 (a)  $X_1 \geq X_2$ , (b)  $X_2 > X_3$  or  $X_3 - X_2 = 2$ , (c)  $X_3 \neq X_4$ , (d)  $X_1 \neq X_3$ 。

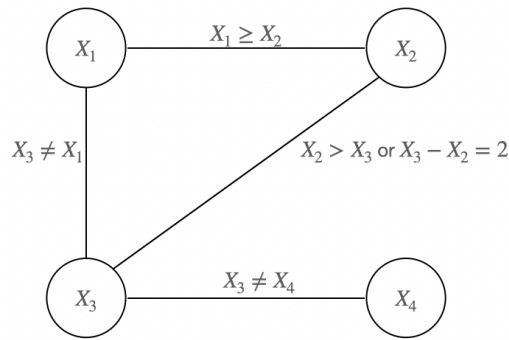


图 3: 第四题的csp问题

- (1) 根据CSP问题赋值求解的Most constraining variable规则，我们应该最先尝试给哪个变量赋值？
- (2) 假如我们规定变量变量 $X_1, X_2, X_3, X_4$ 的值域分别为 $D_1 = \{1, 2, 3, 4\}, D_2 = \{3, 4, 5, 8, 9\}, D_3 = \{2, 3, 5, 6, 7, 9\}, D_4 = \{3, 5, 7, 8, 9\}$ 。请问变量 $X_1, X_2, X_3, X_4$ 的哪些弧满足弧相容性 (arc consistency)？
- (3) 我们对该CSP问题在当前状态下运行AC3算法，请完成下方表格的步骤1-7。

初始的搜索列： $\{X_2 \rightarrow X_1, X_1 \rightarrow X_2, X_3 \rightarrow X_2, X_2 \rightarrow X_3, X_4 \rightarrow X_3, X_3 \rightarrow X_4, X_3 \rightarrow X_1, X_1 \rightarrow X_3\}$ 。

步骤	需要检查的弧 $X_i \rightarrow X_j$	$X_i$ 值域的变化	添加进入搜索列的弧
0	$X_2 \rightarrow X_1$		
1	$X_1 \rightarrow X_2$		
2	$X_3 \rightarrow X_2$		
3	$X_2 \rightarrow X_3$		
4	$X_4 \rightarrow X_3$		
5	$X_3 \rightarrow X_4$		
6	$X_3 \rightarrow X_1$		
7	$X_1 \rightarrow X_3$		
...	...	...	...

解. (1)  $X_3$

(2)  $X_3 \rightarrow X_1, X_1 \rightarrow X_3, X_2 \rightarrow X_3, X_4 \rightarrow X_3, X_3 \rightarrow X_4$

(3) 初始的搜索列： $\{X_2 \rightarrow X_1, X_1 \rightarrow X_2, X_3 \rightarrow X_2, X_2 \rightarrow X_3, X_4 \rightarrow X_3, X_3 \rightarrow X_4, X_3 \rightarrow X_1, X_1 \rightarrow X_3\}$ 。

步骤	需要检查的弧 $X_i \rightarrow X_j$	$X_i$ 值域的变化	添加进入搜索列的弧
0	$X_2 \rightarrow X_1$	$X_2 = \{3, 4\}$	无（因为已经都加入了）
1	$X_1 \rightarrow X_2$	$X_1 = \{3, 4\}$	$X_2 \rightarrow X_1$
2	$X_3 \rightarrow X_2$	$X_3 = \{2, 3, 5, 6\}$	无
3	$X_2 \rightarrow X_3$	无变化	无
4	$X_4 \rightarrow X_3$	无变化	无
5	$X_3 \rightarrow X_4$	无变化	无
6	$X_3 \rightarrow X_1$	无变化	无
7	$X_1 \rightarrow X_3$	无变化	无
...	...	...	...

□