

## 第二次作业

提交 DDL: 2021 年 11 月 4 日 0 时

徐薪 519021910726

作业完成形式有三种:

- (1) 你可以手写自己的解答并拍照, 再将照片整理成一份 word/pdf 文件并提交。
- (2) 你可以使用 word 文档进行编辑, 最后提交 word/pdf 文件。
- (3) 你可以使用 latex 进行编辑, 最后提交 pdf 文件。

如果你没有在 DDL 之前提交作业, 请及时在微信群里联系助教进行补交。如果对作业有任何问题, 你可以在从微信里询问助教谢瑜璋, 或者发邮件到 [constantjxyz@sjtu.edu.cn](mailto:constantjxyz@sjtu.edu.cn)。

## 1 本次作业可能用到的知识点

本次作业可能会用到以下知识点:

- (1) 局部搜索算法 (例如爬山法) 与系统搜索算法 (例如我们之前讲过的 BFS、A\* 算法) 的定义、特点、复杂性、适用范围。
- (2) 爬山法的定义、限制性, 代替爬山法的其他局部搜索算法。
- (3) 多元函数的求偏导方法, 最优化问题的最速下降法。
- (4) minimax 搜索树的定义、计算,  $\alpha - \beta$  剪枝法的计算过程。
- (5) CSP 问题的定义, 求解过程中选择变量的顺序, 弧相容性 (arc consistency) 的定义, 使用回溯法与 AC3 算法求解 CSP 问题的过程。

## 2 第一题

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)。

**Solution.** 局部搜索算法:

1. 不保存访问路径, 只关心当前节点的状态, 所以并不知道到达该节点的路径。
2. 每次向当前节点中表现最好的邻居节点移动。
3. 不一定能找到全局最优解, 可能找到局部最优解。

系统搜索算法:

1. 探索整个搜索空间: 记录哪些节点已经被访问、哪些节点将要被访问。
2. 记录探索节点的路径, 当目标节点被访问时, 可以得到从原点到目标的路径。
3. 一般情况下能找到全局最优解。

□

### 3 第二题

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？（仅说明移动方向即可，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？

**Solution.** 1.  $\frac{df}{dx} = e^x(xy + 2z) + e^xy = -1$ ,  $\frac{df}{dy} = e^xx = 0$ ,  $\frac{df}{dz} = 2e^x = 2$ . 所以，应该朝着相反的方向移动，即  $(1, 0, -2)$ .

2. 可能会得到局部最优解。解决方法：重新设定初始值，重新用爬山法再计算一次。或者是采取模拟退火算法，每次都有一定的概率转移到表现更差的邻居节点（概率与表现正相关），并且转移到较差邻居节点的概率随着迭代次数的增加而减少。

□

### 4 第三题

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”）。

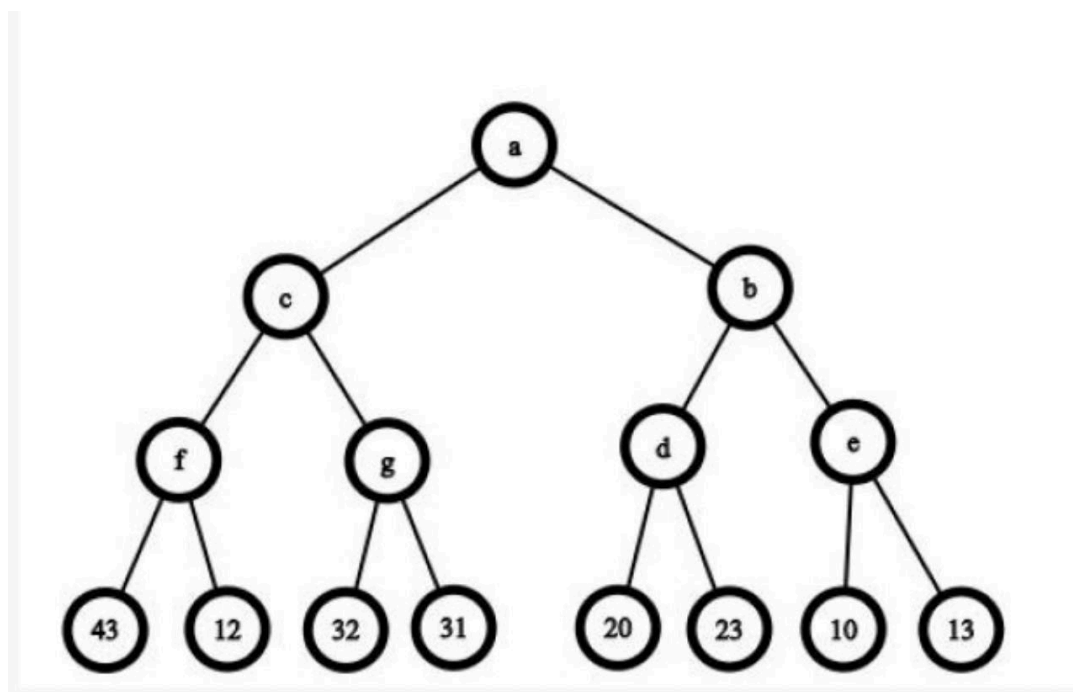


图 1: 第三题的对抗搜索树

**Solution.** 1. 32

2. 算法运行的过程中会访问 12 个节点。访问顺序为： $a \rightarrow c \rightarrow f \rightarrow 43 \rightarrow f \rightarrow 12 \rightarrow f \rightarrow c \rightarrow g \rightarrow 32 \rightarrow g \rightarrow 31 \rightarrow g \rightarrow c \rightarrow a \rightarrow b \rightarrow d \rightarrow 20 \rightarrow d \rightarrow 23 \rightarrow d \rightarrow b \rightarrow a$ 。节点 e 及其子节点被剪枝了。

□

## 5 第四题

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)  $X_1 \neq X_3$ 。

- (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

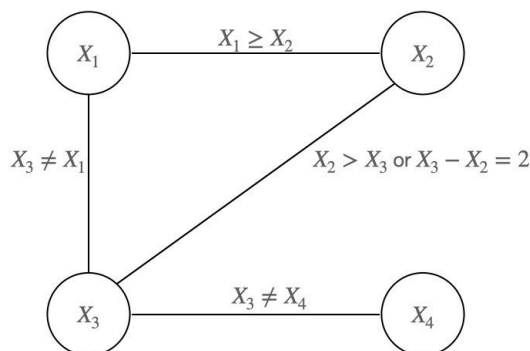


图 2: 第四题的 csp 问题

变量赋值？

(2) 假如我们规定变量  $X_1, X_2, X_3, X_4$  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	$X_2 \rightarrow X_1$	$\{3, 4, 5, 8, 9\} \rightarrow \{3, 4\}$	$\{X_1 \rightarrow X_2\}, \{X_3 \rightarrow X_2\}$
1	$X_1 \rightarrow X_2$	$\{1, 2, 3, 4\} \rightarrow \{3, 4\}$	$\{X_2 \rightarrow X_1\}, \{X_3 \rightarrow X_1\}$
2	$X_3 \rightarrow X_2$	$\{3, 4, 5, 6, 7, 9\} \rightarrow \{2, 3, 5, 6\}$	$\{X_1 \rightarrow X_3\}, \{X_2 \rightarrow X_3\}, \{X_4 \rightarrow X_3\}$
3	$X_2 \rightarrow X_3$	无	无
4	$X_4 \rightarrow X_3$	无	无
5	$X_3 \rightarrow X_4$	无	无
6	$X_3 \rightarrow X_1$	无	无
7	$X_1 \rightarrow X_3$	无	无
...	...	...	...

**Solution.** 1.  $X_3$ .

2.  $X_1 \rightarrow X_3, X_3 \rightarrow X_1, X_2 \rightarrow X_3, X_3 \rightarrow X_4, X_4 \rightarrow X_3$ .

3. 如题所示。

□

## 6 作业反馈

点击访问链接<https://www.wjx.cn/vj/Pp2H0j3.aspx>或者扫描下方二维码就可以反馈意见啦～



图 3: 作业调查问卷