

# 人工智能基础

## 作业 2

注意：

- 1) 请在网络学堂提交**电子版**；
- 2) 请在**10月20日晚23:59**前提交作业，**不接受补交**；
- 3) 如有疑问，请联系助教：

杨鹏帅：ypls18@mails.tsinghua.edu.cn

鄞启进：yqj17@mails.tsinghua.edu.cn

崔雪建：cuixj19@mails.tsinghua.edu.cn

高子靖：gzj21@mails.tsinghua.edu.cn

鲁永浩：yonghao.lu@foxmail.com

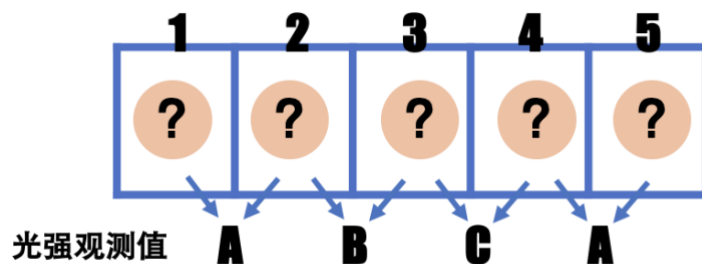
牛家赫：njh20@mails.tsinghua.edu.cn

江 澜：jiangl20@mails.tsinghua.edu.cn

尹小旭：yxx21@mails.tsinghua.edu.cn

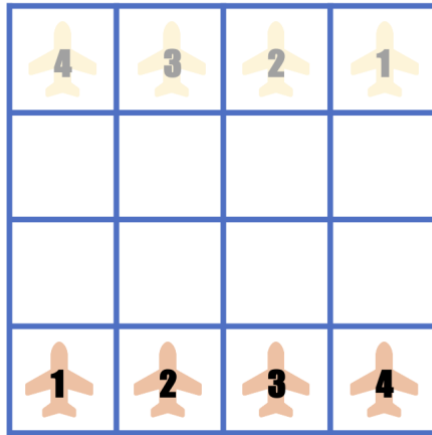
请在以下 4 题中任选 3 题来解答（多做不加分；4 题全做则按题目的解答顺序，只计前 3 题的分数，如提交作业中题目解答顺序是 1,2,4,3,则第 3 题不计分）。

1. 将 A,B,C,D 四种类型光源放置入 1-5 的空间内，每个空间放置一个光源，每种光源可不放置、放置一个或多个，且 C 光源至少放置一个。光源光强  $A > B > C > D$ 。在两个空间的相接处观测相邻空间的光源叠加效果，得到光强观测值如下图所示。相邻两个空间内光强较大的光源会覆盖光强较小的光源，即仅能观测到相邻空间内较亮的光源。现考虑 5 个空间内光源的类型。



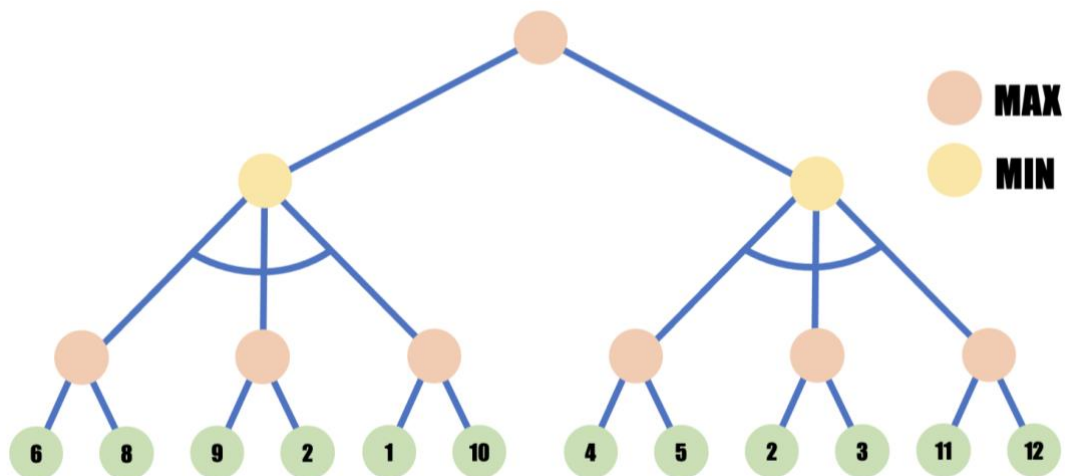
- a) 把该问题建模为约束满足问题，给出该问题的变量和值域。
- b) 根据上图中的光强观测值，给出该问题的一元约束和二元约束。
- c) 根据边相容对所有的变量进行值域缩小，给出缩小的结果。
- d) 给出该约束满足问题的所有解。

2. 在一个  $n \times n$  的网格空域中，有  $n$  架飞行器，分别从  $(1,1)$  排到  $(n,1)$ ，这些飞行器必须飞到最后一行，且第  $i$  架飞行器从  $(i,1)$  出发飞到  $(n-i+1,n)$ 。每架飞行器每一次只能向四个方向之一移动或者保持不动。如果一架飞行器保持不动，其他最多一架飞行器可以跨过它。如一架飞行器停在  $(3,3)$ ，其他飞行器可从  $(2,3)$  飞到  $(4,3)$  或者  $(3,2)$  飞到  $(3,4)$ 。每个格子每个时刻最多只能有一架飞行器。



- 计算状态空间(不考虑一个格子至多一架飞行器的约束)。
- 计算分支因子。
- 假设第 $i$ 架飞行器在 $(x_i, y_i)$ 并且空域中没有其他飞行器。要使他到达目的地的移动步数最短，请设计一个有效的启发函数 $h_i$ 。
- 要使所有的飞行器都飞到各自目的地，请选出有效的启发函数并解释。  
 ①  $\sum_{i=1}^n h_i$     ②  $\max \{h_1, \dots, h_n\}$     ③  $\min \{h_1, \dots, h_n\}$

3. 请对于下图的博弈树用 $\alpha$ - $\beta$ 过程剪枝。在图中标记出被剪掉的边，并简述 $\alpha$ - $\beta$ 的搜索效率优势。搜索过程中，假定节点的生成次序是从上至下，从左到右进行。



4. 两名选手在玩一个游戏。游戏规则如下：两个选手轮流走棋，选手 A 先走，每个人必须把自己的棋子移动到任一方向上的相邻空位中。如果对方的棋子占据着相邻的位置，可以跳过对方的棋子到下一个空位（例如，A 在位置 3，B 在位置 2，那么 A 可以移回 1）当一方的棋子移动到对方的端点时游戏结束。如果 A 先到达位置 4，A 的值为+1；如果 B 先到位置 1，A 的值为-1。



a) 根据如下要求画出完整博弈树:

- ① 每个状态用 $(S_A, S_B)$ 表示, 其中 $S_A$ 和 $S_B$ 表示棋子的位置。
  - ② 每个终止状态用方框画出, 用圆圈写出它的博弈值。
  - ③ 把循环状态(在到根结点的路径上已经出现过的状态)画上双层方框。由于不清楚他们的值, 在圆圈里标记一个“?”。
- b) 把每个结点倒推得到的极小极大值也标记在圆圈里, 解释如何处理“?”值及原因。
- c) 解释标准的极小极大算法为什么不能应用在这棵博弈树中, 简要说明如何修正并在 b) 的图上画出你的答案。修正后的算法对于所有包含循环的游戏都能给出最优决策吗?