

人工智能导论

作业 1

注意：

- 1) 请在网络学堂提交**电子版**；
- 2) 请在**11月14日**前提交作业，**不接受补交**；
- 3) 如有疑问，请联系助教：

鄞启进: yqjl7@mails.tsinghua.edu.cn

刘桥: liu-ql6@mails.tsinghua.edu.cn

1. 对于以下问题，请定义状态，初始状态，目标状态，后继函数（如何产生后继状态），代价函数。

- a) 从圆明园玩到十渡（第三次课件 54 页）；
- b) 八数码难题（第四次课件 33 页）；
- c) 有三个容器，容量分别为 12 升，8 升，3 升。每次操作可以将任一容量装满水，清空，或是将水移动到其他容器。请配出恰好 1 升的水。

2. 证明以下结论，如若不对，请给出反例。

- a) 宽度优先搜索是一种特殊的一致代价搜索；
- b) 深度优先搜索是一种特殊的最佳优先搜索；
- c) 一致代价搜索是一种特殊的 A^* 搜索。

3. 下面说法那些说法是正确的，请解释。

- a) 深度优先搜索扩展的节点数量不小于使用可采纳（admissible）启发函数的 A^* 搜索；
- b) 对于八数码难题， $h(n)=0$ 是可采纳的启发函数；
- c) A^* 搜索没有在机器人上使用，是因为机器人的感知，状态和动作是连续的；
- d) 宽度优先搜索是完备的，如果允许有零代价的操作；
- e) 假设一辆车可以在棋盘上沿水平或垂直方向移动任意距离，但不能跳过其他车辆。若求车辆从 A 点移动到 B 点的最短距离，那么曼哈顿距离是可采纳的启发式函数；

4. 渐进函数的性质。设 $f(n)$, $g(n)$ 为渐进函数，请证明或否定以下假设：

- a) $f(n) = O(g(n))$ 可以推出 $g(n) = O(f(n))$ ；
- b) $f(n) + g(n) = \Theta(\min(f(n), g(n)))$ ；
- c) $f(n) = O(g(n))$ 可以推出 $\log(f(n)) = O(\log(g(n)))$, 其中 $\log(g(n)) \geq 1$, $f(n) \geq 1$ 对足够大的 n 成立；
- d) $f(n) = O(g(n))$ 可以推出 $2^{f(n)} = O(2^{g(n)})$ ；
- e) $f(n) = O(f(n)^2)$ ；
- f) $f(n) = O(g(n))$ 可以推出 $g(n) = \Omega(f(n))$ ；
- g) $f(n) = \Theta(f(n/2))$ ；
- h) $f(n) + o(f(n)) = \Theta(f(n))$ ；

5. 在 3×3 的方格棋盘上放置分别标有数字 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 的八张牌, 初始状态为 S_0 , 目标状态为 S_f 。可以使用的算符有: 空格左移、空格右移、空格上移、空格下移, 对应把位于空格左、右、上、下的牌移入空格。要求寻找从初始状态到目标状态的路径。

1	2	3
4	5	6
7	8	

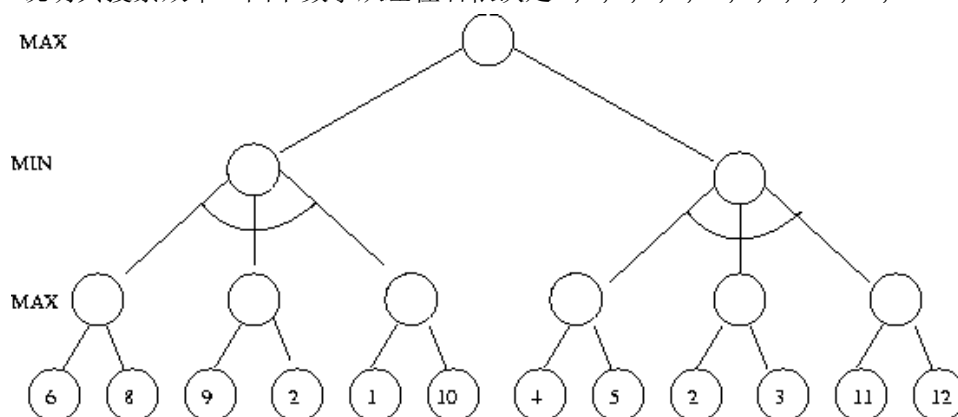
S_0

1	2	3
	4	6
7	5	8

S_f

- 1) 分别用宽度优先和深度优先搜索求解该问题, 画出对应的搜索树。
注: 搜索树能清晰表明搜索的过程即可, 对于不含目标节点的子树部分, 可在不影响理解的前提下用省略标记代替。
- 2) 讨论比较宽度优先和深度优先搜索的优势。
- 3) 设计一种 A^* 算法 (应不同于深度优先、宽度优先和等费用搜索), 求解该问题并画出对应的搜索树, 解答中应说明采用的 g 函数和 h 函数。

6. 解释 α - β 剪枝, 并求下图博弈树做 α - β 剪枝的结果, 请与不使用 α - β 剪枝过程的搜索方法比较, 说明其搜索效率。图中数字从左往右依次是 6, 8, 9, 2, 1, 10, 4, 5, 2, 3, 11, 12。



7. 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 $(n, 1)$ (也即是第一行)。这些飞行器必须飞到最后一行, 同时满足对应关系: 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上, 向下, 向左, 向右或者保持不动。如果一架飞行器保持不动, 最多可以有另外一架飞行器可以跨过它 (如停在 $(3, 3)$, 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。

- a) 计算状态空间 (不考虑一个格子至多一架飞行器的约束下)。
- b) 计算分支因子。
- c) 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。要使这架飞机器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 。
- d) 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) $\min\{h_1, \dots, h_n\}$.

8. 在一个 8×8 的棋盘, 左下角处放了一个“马” (实心圆), 左上角“2”处放了一个“兵”。

已知“马”每步只能走日字形，“兵”每步只能按预定的线路巡逻，即，只能沿着图中标好的“1—2—3—4—5—6—7—8”这条线路循环移动。

问：

- 1) “马”是否能追上“兵”，即他们同时出现在同一个格子中；
- 2) 如果可以的话，请画出“马”追上兵的所有的最短路径，并给出搜索过程；如果不可以的话，请给出证明。

