

## 第一次编程作业：天元鼎问题

主讲老师：江 瑞

负责助教：王子安

## 1 题目介绍

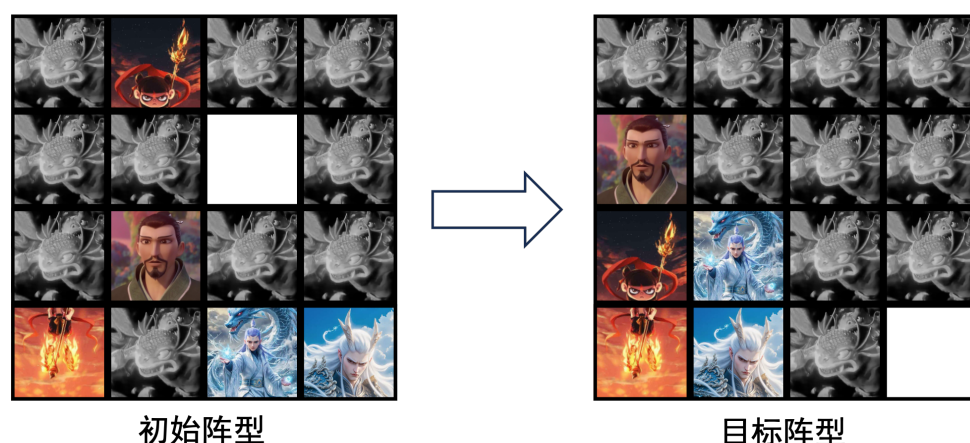


图 1: 天元鼎问题

背景设定：正在热映的电影《哪吒之魔童闹海》中有如下剧情。无量仙翁用天元鼎欲将哪吒一家以及众龙族全部炼化为仙丹。鼎中哪吒的母亲殷夫人因为在之前的战斗中受伤严重，在鼎中的烈火灼烧下牺牲；哪吒化悲愤为力量，冲破了身上的穿心咒，身体在支离破碎后重塑，得到了新的肉身。随后，哪吒联合在鼎内的众人齐心协力推开了天元鼎的顶盖，得以重获新生。

题目叙述：我们将天元鼎具像化为一个  $4 \times 4$  的牢笼，鼎中的哪吒及众人需要摆成一定的阵型，才便于用力推开顶盖。目前鼎中的众人还在惊慌之中，十分混乱。给定一个初始的混乱排布，需要你通过搜索算法，找到将大家排布为一个指定阵型的路线。题目的要求如图1所示。原本天元鼎中 16 个位置都有人，而此时殷夫人已经牺牲了，所以鼎中空出了一个位置，鼎中与空位相邻的所有人（上下左右）可以借助这个空位移动。所有人都占据了鼎中的一个位置，而哪吒突破穿心咒的过程中身体破碎，占据两个位置。（图1中第一行第二列，第四行第一列）哪吒目前肉身正在重塑，所以哪吒的两个部分可以分别独立移动，但是为避免身首异处而导致肉身重塑失败，移动过程中两个部分之间的曼哈顿距离不能超过 4。鼎中还困有哪吒的挚友敖丙（图1中第四行第三列），是灵珠的化身，所以具备特殊能力，可以在任意位置与空格位置进行交换，两者不必相邻。

抽象建模：在编程实现中，不需要如图1一样进行路线的可视化图像展示，你可以用不同的数字代替原本的图片。具体的数字和图片的对应关系已经给出，如图2所示，编程中使用数字代替图像即可。

## 2 作业要求

- (1) 用一种无信息搜索算法编程求解。
- (2) 设计三种不同的启发函数，用 A\* 搜索算法编程求解。（提示：常函数 0 也是一种启发函数。）

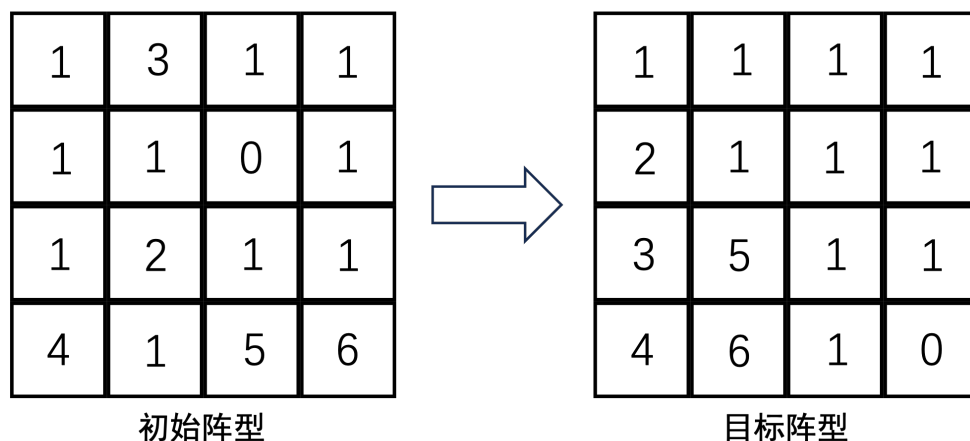


图 2: 抽象建模

- (3) 在报告中，需要提供你实现的算法的核心代码解释。
- (4) 在报告中，将上述实现的四种求解算法进行比较，并说明方法的优劣及其原因。（提示：在本次作业中，一些搜索算法得到的答案可能会比较长，一些算法可能用时比较长。推荐的方法是，采用程序记录下得到路径的总长度、算法运行的时间以及访问过的节点数，这些都可以作为评价算法好坏的参考。此外，你无须将一个非常长的结果完整地复制粘贴到整个报告中来。）

### 3 提交说明

`problem.py` 和 `utils.py` 中已给出你可能需要的相关代码。代码中提供了一个框架，你需要根据实际需要使使用并稍加改进。请注意，仅仅补全搜索算法的代码不能够正确完成作业，你需要理解题目的限制和要求，对于整个框架和函数做一些增删改动。你需要写出代码，并在报告中对上述问题进行回答。提交文件格式及命名要求（如不按照命名规范提交会扣除少量分数）：

- 编程作业1\_学号\_姓名.rar
  - code（代码文件夹）
  - report1\_学号\_姓名.pdf（pdf版报告）

本次作业截止日期：2025 年 3 月 19 日晚 12 点（三周后）