

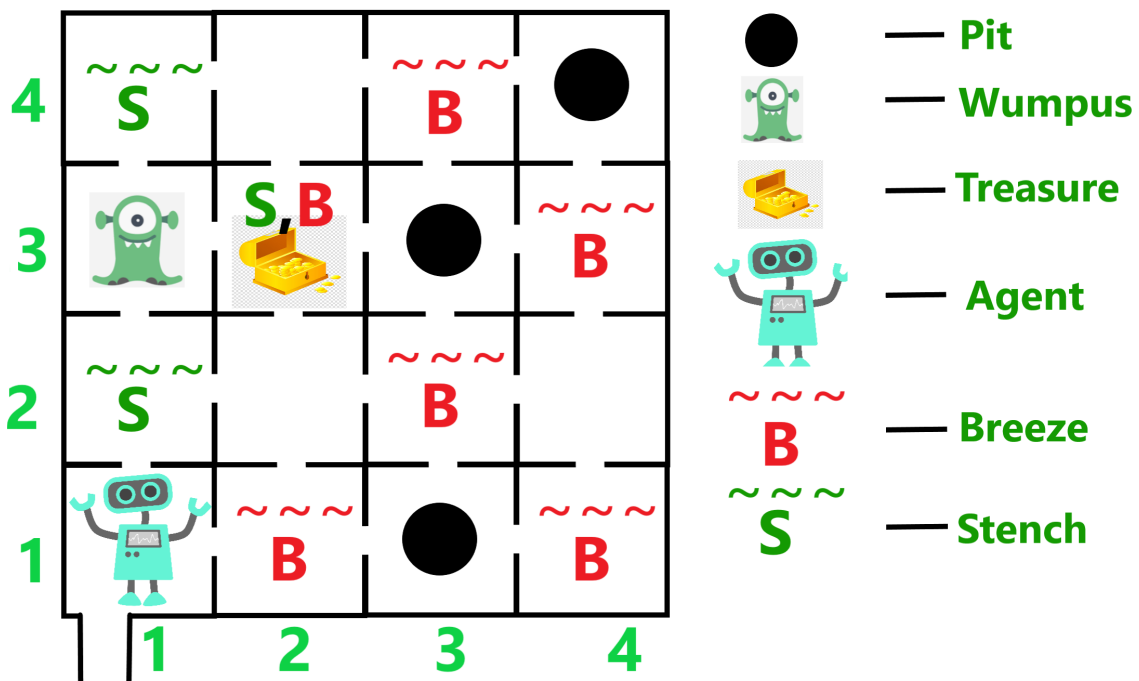
数理逻辑（2025 春）作业 - I2

I Wumpus World (Lean 4 ver.)

Wumpus World 是人工智能 Agent 的经典例子。它涉及推理、知识表示和规划。在这个问题中，Agent 需要利用对世界的知识来做出决策，并在给定的环境中安全地移动。

I.I 回顾一下人工智能导论

Wumpus 世界由一个 4×4 的网格组成，总共有 16 个房间。Agent 从房间 $[1, 1]$ 开始，初始朝向右方。它的目标是找到宝藏，同时避开像陷阱和 Wumpus 这样的危险。下面是具体的描述：



环境 (Environment):

- 一个所有事件都将在其中发生的场景。
- 一个由 16 个房间 (4×4 网格) 组成的洞穴。
- 与 Wumpus 相邻 (非对角线相邻) 的房间会有臭味 (Stench)。
- 与陷阱相邻 (非对角线相邻) 的房间会有微风 (Breeze)。
- 有宝藏 (Treasure) 的房间会闪闪发光 (Glitter)。
- Agent 的初始位置是房间 $[1, 1]$ ，面朝右方。
- Wumpus、黄金和 3 个陷阱的位置可以位于除房间 $[1, 1]$ 以外的任意房间。

Agent 可以执行以下动作 (Actions):

- 前进 (Move forward): 移动到下一个房间。
- 向右/向左转 (Turn right/left): 将 Agent 旋转 90 度。

- 射击 (Shoot): 用箭杀死 Wumpus。
 - 注意, 这次的 Agent 只有一根箭
- 抓取 (Grab): 拾取宝藏。
- 释放 (Release): 放下宝藏。

Agent 可以感知 (Perception) 以下信息:

- 微风 (Breeze): 在靠近陷阱时检测到。
- 臭味 (Stench): 在靠近 Wumpus 时检测到。
- 闪光 (Glitter): 当宝藏位于当前房间时检测到。
- 尖叫声 (Scream): 当 Wumpus 被杀死时触发。
- 碰撞 (Bump): 当撞到墙壁时发生。

I.2 目标

1. 用 Lean 4 定义一个一阶语言形式化 Wumpus World;
 - 提示: 如何形式化这些公理能够让下面的任务更容易完成?
 2. 定义一个算法 (函数), 能够让你的 Agent 在世界中安全地移动;
 - 提示: 描述状态转移
 3. (加分题) 在 Lean 4 中证明你的算法是安全的
 - 提示: 证明你的函数不会让 Agent 走进 “不安全” 的状态
- (总提示: Lean 4 的形式化肯定没有现成答案, 可以试试参考 Prolog 的形式化)