

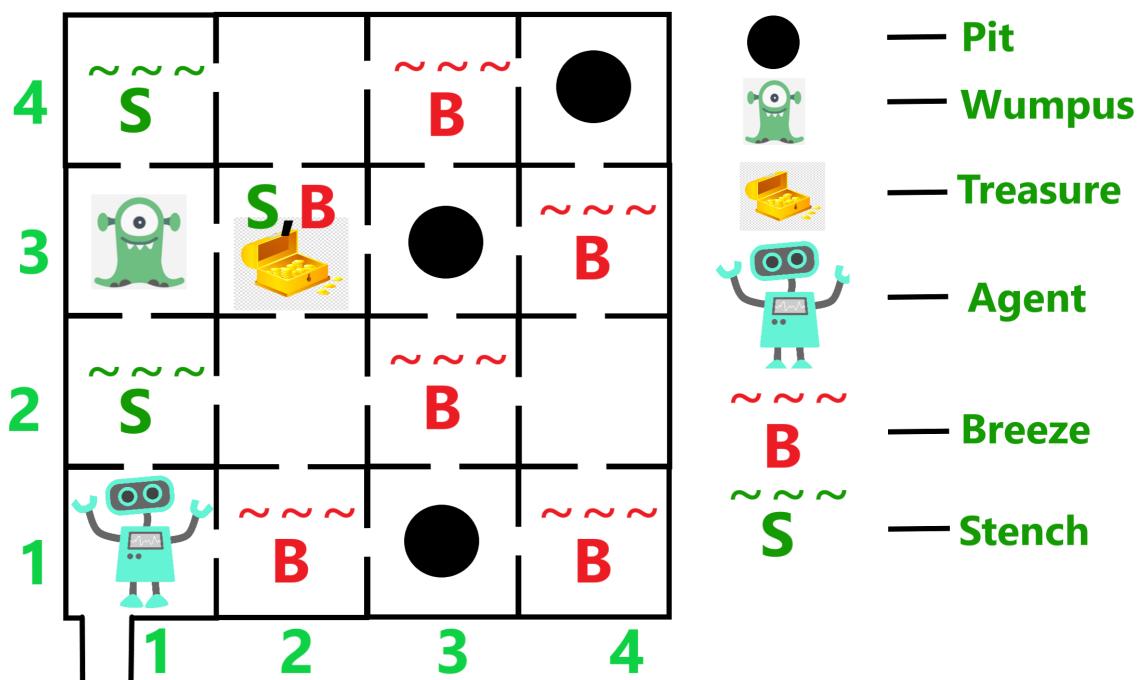
# 数理逻辑（2025春）作业 - I2

## 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  $4 \times 4$  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，同时避开像陷坑和 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 ( $4 \times 4$  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 )。
- 与陷坑相邻 (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 个陷坑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 ): 在靠近陷坑时检测到。

- 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 )