

《人工智能导论》2026

技术科学实验班

第四次作业-智能推理与规划

1. 逻辑语言[15pt]

使用一阶逻辑公式形式化以下句子

1. All Students are smart.
2. There exists a student.
3. There exists a smart student.
4. Every student loves some student.
5. Every student loves some other student.
6. There is a student who is loved by every other student.
7. Bill is a student.
8. Bill takes either Analysis or Geometry (but not both).
9. Bill takes Analysis and Geometry.
10. Bill doesn't take Analysis.
11. No students love Bill.

2. 定义一个合适的语言，给出所有的常量、谓词，并把下面语句形式化为一阶逻辑（FOL）[15pt]

1. A 在 C 之上，D 在 E 上并且在 F 之上。’
2. A 是绿色的，而 C 不是绿色的。
3. 一切东西都在某物上。

4. 凡是空闲的物体，其上没有别的物体。
 5. 凡是绿色的东西是空闲的。
 6. 存在某物，它是红色并且不是空闲的。
 7. 凡是不绿色并且在 B 之上的东西，都是红色的。
3. 归结算法[30pt] 深夜，学校图书馆的一本珍贵古籍被盗。侦探调查后发现，案发当晚可能进入图书馆的人只有三位：Alice、Bob、Charlie，分别用 A、B、C 表示，侦探收集到以下线索：
1. 如果 Alice 是小偷，那么 Bob 不是小偷。
 2. 如果 Bob 不是小偷，那么 Charlie 是小偷。
 3. 如果 Charlie 是小偷，那么 Alice 不是小偷。
 4. Alice 或 Bob 至少有一个是小偷。
 5. 如果 Bob 是小偷，那么 Charlie 也是小偷。
- 请完成以下任务：
1. 将上述线索转化为命题逻辑公式，并将公式转化为子句形式。
 3. 使用归结算法证明 C 为真，即 Charlie 是小偷。
 4. 根据线索进一步判断 Alice、Bob、Charlie 中哪些人是小偷。

4. Neuro-Symbolic AI [40pt]

考虑如下这个模拟的小镇，你要操作一辆汽车在小镇的道路上行驶，路上可能会有救护车、警车、行人、十字路口等。



- 1) [5pt] 请你给出一个停车规则 $\text{Stop}(X)$, 你可以定义出所需的谓词, 比如 $\text{IsAmbulance}(X)$ 表示 X 是救护车、 $\text{IsAtInter}(X)$ 表示 X 在十字路口旁、 $\text{IsInInter}(X)$ 表示 X 在十字路口内、 $\text{IsAt}(x, \text{loc})$ 表示 x 在 loc 等等, 然后给出自然语言描述的规则及对应的一阶逻辑表示。
- 2) [5pt] 假设你现在操作的是红色框的小车, 针对下面的三个状态, 根据你所定义的规则库, 给出相应的推理过程以及推理结果。



- 3) [10pt] 请你设计一套强化学习的方法来训练 Agent 能够操作小车在上述小镇中运行, 请写出如何设计动作空间、状态空间、状态转移、奖励函数。

- 4) [5pt]除了是否停车之外，如果还想做更精细化的控制，比如 fast 或者 slow，你觉得还需要定义哪些规则？
- 5) [10pt]请你尝试设计一套神经符号融合的方法去训练上述的 Agent，描述想法即可，思路不唯一。