

知识表示

一 . 概念汇总:

1. 知识由概念组成, 概念是构成人类知识和思维体系的基本单元。
2. 概念主要组成: **概念名**, **概念的内涵** (事物对象所特有的属性, 反映概念的本质属性, 通常用命题来表示), **概念的外延** (满足概念内涵表示的对象构成的经典几何, 反映具体事物对象 (实例) 的范围)。
3. 内涵越多, 外延越少, 反之亦然 (**反比关系**)。
4. 从浅入深: DATA -> INFORMATION -> KNOWLEDGE -> WISDOM
5. 知识类型: 结构性知识 (事物间的关系), 过程性知识 (规则, 策略), 陈述性知识 (概念, 事实), 启发式知识 (与专业知识, 经验等有关), 元知识。
6. 知识的特性: **相对正确性** (与条件有关), **不确定性**, **可表示性与可利用性**。
7. 知识表示: 将人类的知识形式化 (符号) 或模型化 (结构), 以便机器识别与理解。
8. 知识符号化过程与方法包括: 1.用给定的知识结构, 按一定原则、组织表示知识。2, 解释该知识的含义。
9. 基于符号的知识表示方法: **逻辑表示**, **产生式表示** (生产规则), **语义网络表示**, **框架表示**。
10. 知识表示方法也可粗略地分为: **叙述 (陈述) 性表示** (静态特性, 显性知识, 容易表达, 不可被计算机直接执行), **过程性表示** (动态特性, 隐性知识, 难以表达, 可被计算机直接执行)。

二 . 谓词逻辑 (数理逻辑) 表示法:

1. 数理逻辑主要包括: **命题逻辑**, **谓词逻辑**。
2. 命题: 一个能确定真或假意义的陈述句 (不能是疑问句、命令句、感叹句等, 不含变量, **悖论不是命题**)。
3. 命题逻辑是形式逻辑的基本组成部分, 数理逻辑的基础。
4. 命题真假与条件相关。(1 + 1 = 10)
5. 5 个常用命题联结词中, 非 (not) 是一元联结词, 其余是二元联结词。
6. 命题 p 与 q 在所有情况下有相同的真假结果, 则 p 与 q 逻辑上等价, 用 $p \equiv q$ 表示 (汪老师提示您: **不能用等号=**)
7. 常见的推理规则

■ 常见的推理规则:

- 假言推理 (modus ponens) $\alpha \rightarrow \beta, \alpha \Rightarrow \beta$
- 与消解 (and-elimination) $\alpha_1 \wedge \alpha_2 \wedge \dots \wedge \alpha_n \Rightarrow \alpha_i (1 \leq i \leq n)$
- 与导入 (and-introduction) $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n \Rightarrow \alpha_1 \wedge \alpha_2 \wedge \dots \wedge \alpha_n$
- 双重否定 (double-negation elimination) $\neg\neg\alpha \Rightarrow \alpha$
- 单项消解或单项归结 (unity resolution) $\alpha \vee \beta, \neg\beta \Rightarrow \alpha$
- 消解或归结 (resolution) $\alpha \vee \beta, \neg\beta \vee \gamma \Rightarrow \alpha \vee \gamma$

8. 命题逻辑的局限: 苏格拉底三段论。简单命题并不是逻辑推理的最终基本单元 (但是命题逻辑的最基本单位), 需要将命题分离成主语和谓词 \rightarrow 谓词逻辑
9. 在命题逻辑的基础上, 将原子命题分解成个体、谓词、量词以表达个体与总体的内在联系和数量关系。
10. 一元谓词 student(x): 通常表示个体的属性, 多元谓词 father(x, y): 通常表示个体间的关系。
11. 函数与谓词的区别:

- 函数中个体变量用个体常量 (定义域) 代入后结果仍是个体 (值域) 无真值
- 谓词中个体变量用个体常量 (定义域) 代入后变为命题, 具有确定的真值

例子: father(x, y)是谓词 (表示“x 是 y 的父皇”这个命题), 而 father(y)则是函数 (表示“y 的父皇”这个人)。

12. 量词: 注意量词的辖域 \rightarrow 约束元: 在辖域内且与量词中同名的变元; 自由元: 不受约束的变元。
13. 高阶谓词逻辑: 如若谓词中的某个个体本身是一阶谓词, 称为二阶谓词
例: Works(engineer(Smith), IBM)。

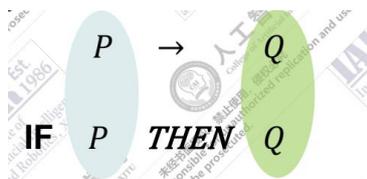
■ 原子谓词公式 (原子公式): 若 $P(x_1, x_2, \dots, x_n)$ 是 n 元谓词, t_1, t_2, \dots, t_n 是项, 则 $P(t_1, t_2, \dots, t_n)$ 为原子谓词公式

■ 谓词公式 (合式公式): 由逻辑联结词和原子公式构成的用于陈述事实的复杂语句

14.

三. 产生式表示方法

1. 产生式表示法成为是许多成功的专家系统的第一选择的知识表示方法, 产生式系统是专家系统的核心部分。
2. 蕴含式是产生式的特例。
3. 产生式表示中有: 规则的表示, 事实的表示。
4. 确定性规则的表示:



5. 不确定性规则的表示:



6. 确定性事实的表示：一般使用三元组表示

(对象, 属性, 值) 或 (关系, 对象1, 对象2)



7. 不确定性事实的表示：一般使用四元组表示

(对象, 属性, 值, 置信度) 或 (关系, 对象1, 对象2, 置信度)



8. 有个巴科斯范式

9. 产生式系统求解：匹配规则 -> 所得结论作为新事实放入综合数据库 -> 重新匹配新规则

四. 语义网络表示法

1. 语义基元：最基本的语义单元，用三元组表示：(节点一, 弧, 节点二)。

2. 语义基元的图表示 (基本网元)



3. 常用的基本语义关系：1.实例关系"ISA"(is a) 2.分类关系"AKO"(a kind of) 3.成员关系"A-Member-of" 4.属性关系"Have"/"Can"/"Age" 5.包含关系"Part-of" 6.时间关系"Before"/"After" 7.位置关系"Located-prep." 8.相近关系"Similar to" 9.推论关系"Reasoning to"

4. 几种知识表示的比较

- **逻辑表示法:** Friend (Li, Wang)
- **产生式表示法:** If Li and Wang Then Friend
- **语义网络表示法:**

五. 框架表示方法

1. 框架的结构实例:

框架表示知识的实例——教师

框架名: <教师>

姓名: 单位 (姓、名)

年龄: 单位 (岁)

性别: 范围 (男、女)、缺省: 男

职称: 范围 (教授、副教授、讲师、助教), 缺省: 讲师

部门: 单位 (学院、系、研究所)

电话: **办公电话:** 单位 (电话号码)
家庭电话: 单位 (电话号码)

住址: <住址框架>

工资: <工资框架>

工作起始日期: 单位 (年、月)

截止日期: 单位 (年、月), 缺省: 现在

槽名
对象的各方面属性

侧面名
该属性来自其他框架

单位
(槽值填写的标准限制)

范围
(槽值只能在指定范围内挑选)

缺省
(当槽值不填时的默认值)

槽值来自其他框架

IAIR Est. 1986 2025/9/24 All rights reserved.

2. 一般的框架表示形式 (有约束条件):

<框架名>

槽名1: 侧面名₁₁ 侧面值₁₁₁, 侧面名₁₁₂, ...
侧面名₁₂ 侧面值₁₂₁, 侧面名₁₂₂, ...
⋮

槽名2: 侧面名₂₁ 侧面值₂₁₁, 侧面名₂₁₂, ...
侧面名₂₂ 侧面值₂₂₁, 侧面名₂₂₂, ...
⋮

约束: 约束条件₁
约束条件₁
⋮
约束条件_n

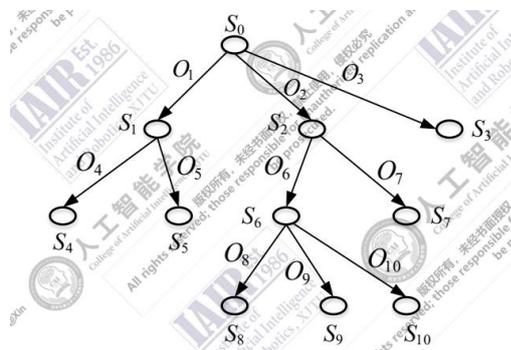
- 一个框架可有任意个槽
- 一个槽可有任意个侧面
- 一个侧面可有任意个侧面名
- 约束条件是任意的, 当不指出约束条件时, 表示没有约束

六. 状态空间表示方法

1. 状态空间一般用四元组表示 (每一个都表示一个集合)

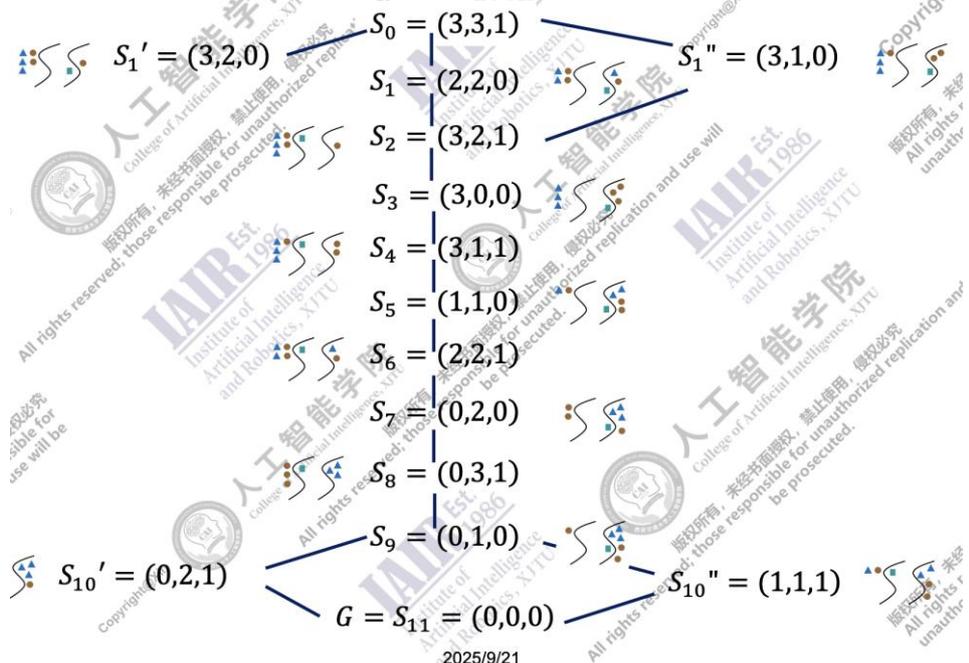


2. 状态空间也可用有向图描述，图的节点表示状态 S ，图的弧表示相邻状态间变换的操作算子 O ，从一个状态转移到另一状态的操作算子序列等价于有向图中的某一路径。

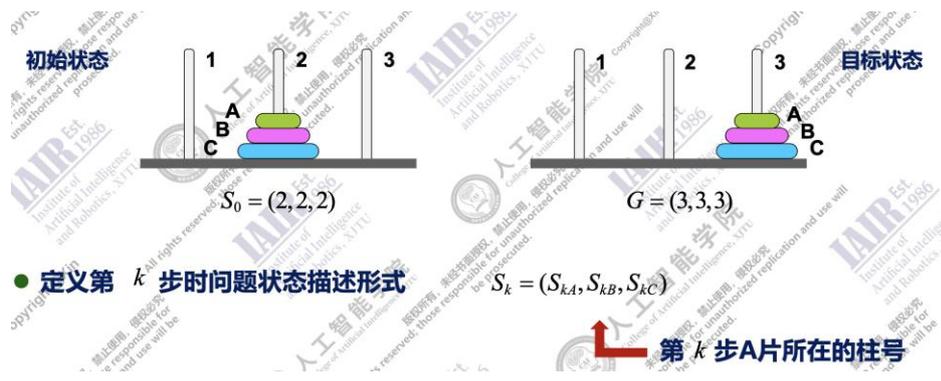


3. 例子：八数码问题（详情见“搜索求解”章节），推销员问题（TSP 问题，有限时间内给出问题的全部状态图十分困难），汉诺塔问题，传教士与野人问题（ $S(x, y, z)$ 状态，其中 x, y, z 分别表示在左岸的传教士，野人，船数，然后根据“人类启发式算法”（试出答案即可）得出结果）。

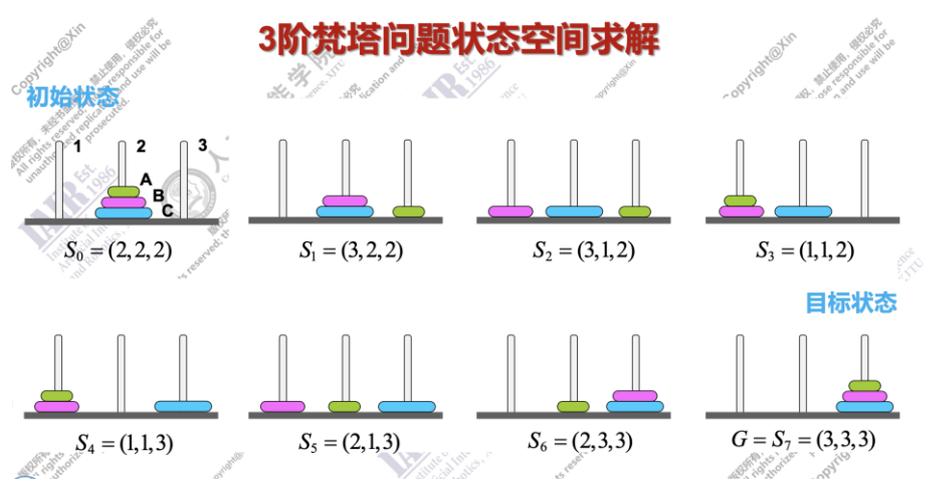
传教士与野人问题状态空间求解



4. 汉诺塔问题求解：先表示状态空间



再画出状态转移



七. 知识表示存在的问题

1. 人是如何表示知识，存储知识的？
2. 目前计算机中的知识处理也有三大难题：“Clear-Cut”问题（如何清晰准确地将一个概念从其所属的更大范围中“切割”出来），现实知识难以转化为计算机可理解的知识，缺乏常识性知识。

八. 2024 年真题

“小张和小丁是朋友”的命题逻辑表示，产生式表示，语义网络表示？

- A. 命题逻辑表示：P，其中 P 表示“小张是小丁的朋友”
- B. 谓词逻辑表示（感觉原题可能是这个）：friends(zhang, ding)
- C. 产生式表示：(friends, zhang, ding) 或 “IF zhang AND ding THEN friends”
- D. 语义网络表示（节点，关系，节点）：(zhang, friends, ding) 或

