

人工智能导论

主讲：王博

人工智能与自动化学院

第三章 符号主义

30年前的昔日主流学派直到今天仍能发挥其作用

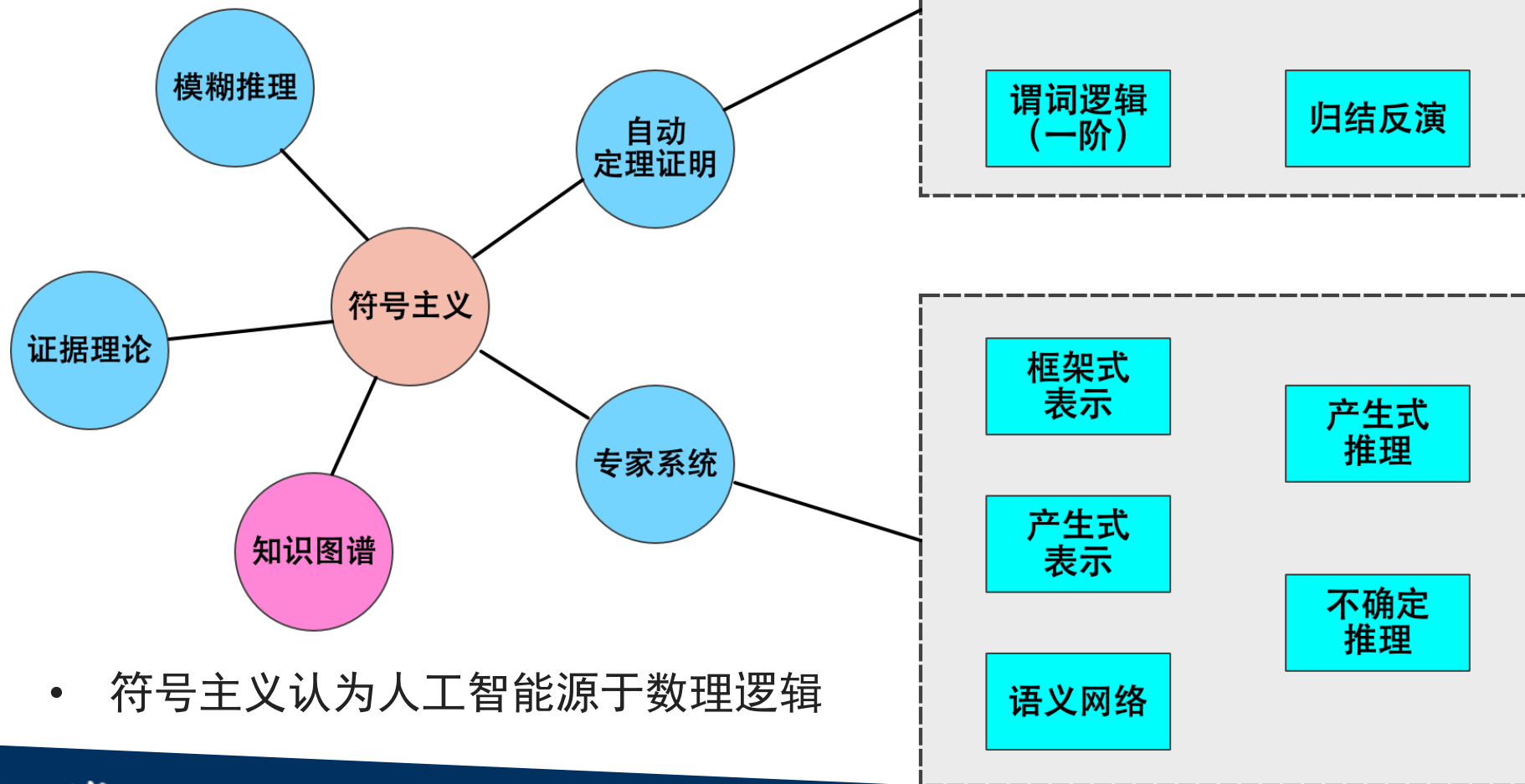
符号主义 - 目录

- 3.1 简介与基本概念
- 3.2 命题逻辑
- 3.3 一阶谓词逻辑
- 3.4 一阶逻辑推理

符号主义简介

- “符号主义”（Symbolicism），又称逻辑主义、计算机学派，主张用公理和逻辑体系搭建一套人工智能系统。
 - 认为人的认知基元是符号，认知过程即符号操作过程
 - 认为人是一个物理符号系统，计算机也是一个物理符号系统，因此能够用计算机来模拟人的智能行为
 - 人工智能的核心问题是知识表示、知识推理和知识运用

符号主义简介



- 符号主义认为人工智能源于数理逻辑

基本概念 - 知识

- 知识：在长期的生活及社会实践中、在科学研究及实验中积累起来的对客观世界的认识与经验。
 - 把有关信息关联在一起所形成的信息结构。
- 知识反映了客观世界中事物之间的关系，不同事物或者相同事物间的不同关系形成了不同的知识。

例如：

“雪是白色的”。—— 事实

“如果头痛且流涕，则有可能患了感冒”。—— 规则

基本概念 - 知识

- **知识的一般性解释**：知识是人们在改造客观世界实践中积累起来的认识和经验
- **知识的信息加工观点**：知识是对信息进行智能性加工所形成的对客观世界规律性的认识，即知识 = 信息 + 关联
- **符号主义观点**：

知识是一切智能行为的基础，要使计算机具有智能，首先必须使他拥有，并且能够使用知识。知识系统是指基于知识表示和推理所形成的智能系统

知识表示

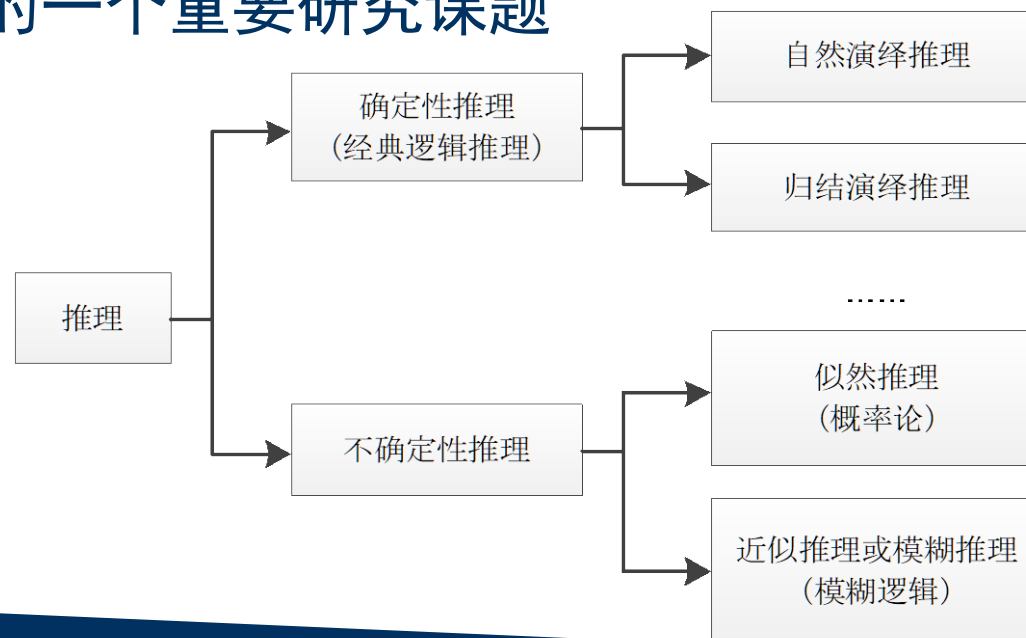
- 人类的智能活动主要是获得并运用知识。知识是智能的基础。为了使计算机具有智能，能模拟人类的智能行为，就必须使它具有知识。**但知识需要用适当的模式表示出来才能存储到计算机中去**，因此，知识的表示成为人工智能中一个十分重要的研究课题。

知识表示

- 知识表示是对知识描述，即用一组符号把知识编码成计算机可以接受的某种结构
 - 根据不同任务、不同知识类型，有不同放入知识表示方法
 - 对于同一问题，其表示方法不唯一
 - 问题表示的优劣，对求解结果及求解效率影响甚大

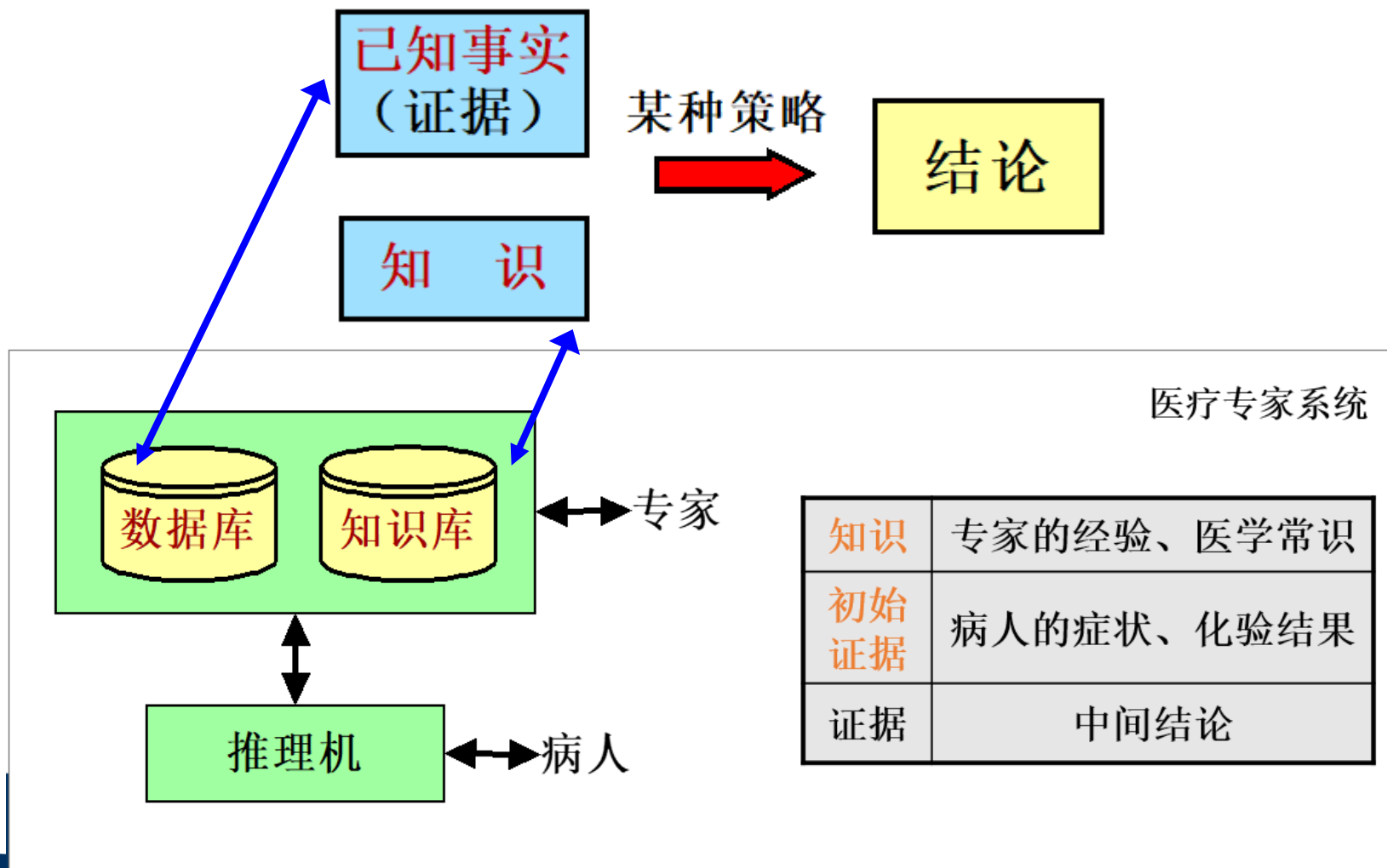
知识推理

- 知识表示（计算机掌握知识）→ 知识推理（具有思维能力）
- 推理是求解问题的一种重要方法
- 推理方法是人工智能的一个重要研究课题



推理的定义

- 推理：



推理方式及其分类

- 1. 演绎推理、归纳推理、默认推理

(1) **演绎推理** (deductive reasoning): 一般 → 个别

- **三段论式** (三段论法)

① 足球运动员的身体都是强壮的; (大前提)

② 高波是一名足球运动员; (小前提)

③ 所以, 高波的身体是强壮的。 (结论)

推理方式及其分类

- 1. 演绎推理、归纳推理、默认推理

(2) **归纳推理** (inductive reasoning): 个别 → 一般

{ 完全归纳推理 (必然性推理)
不完全归纳推理 (非必然性推理)

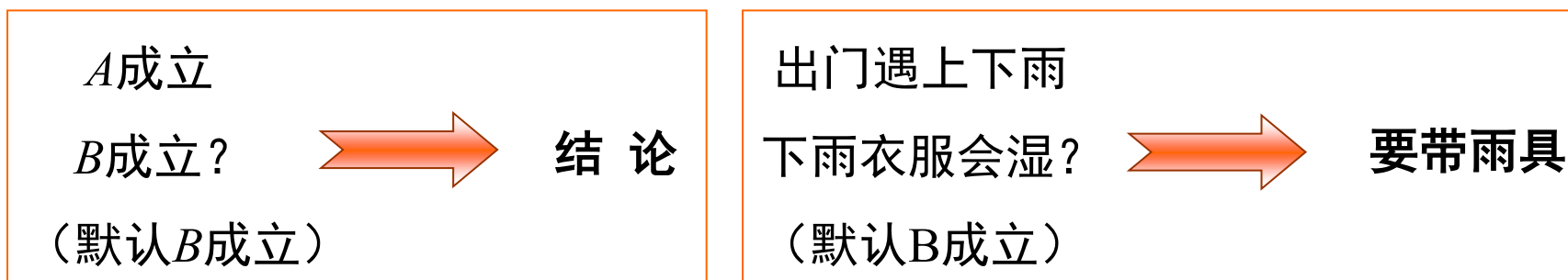


推理方式及其分类

- 1. 演绎推理、归纳推理、默认推理

(3) **默认推理** (default reasoning, 缺省推理)

知识不完全的情况下假设某些条件已经具备所进行的推理



推理方式及其分类

- 2. 确定性推理、不确定性推理

- (1) **确定性推理**：推理时所用的知识与证据都是确定的，推出的结论也是确定的，其真值或者为真或者为假。
- (2) **不确定性推理**：推理时所用的知识与证据不都是确定的，推出的结论也是不确定的。

推理方式及其分类

• 3. 单调推理、非单调推理

(1) **单调推理**：随着推理向前推进及新知识的加入，推出的结论越来越接近最终目标。

(2) **非单调推理**：由于新知识的加入，不仅没有加强已推出的结论，反而要否定它，使推理退回到前面的某一步，重新开始。

基于经典逻辑的演绎推理

默认推理是非单调推理

已知X：鸟 → 默认X：会飞 →

之后知道X： 企鹅 否定会飞 加入不会飞

推理方式及其分类

- 4. 启发式推理、非启发式推理
 - 启发性知识：与问题有关且能加快推理过程、提高搜索效率的知识。
 - 推理过程中运用与推理有关的启发性知识称为启发式推理。

■ 目标：在脑膜炎、肺炎、流感中选择一个

■ 产生式规则

r_1 : →脑膜炎

r_2 : →肺炎

r_3 : →流感

■ 启发式知识：“脑膜炎危险” 优先 r_1

“目前正在盛行流感” 优先 r_3

推理的方向

- **正向推理：**（事实驱动推理）：已知事实 \rightarrow 结论
 - 从初始已知事实出发，在知识库中匹配知识进行推理，将推理出的新事实加入数据库作为下一步推理的已知事实，直到求解为止
 - 简单，易实现，目的性不强，效率低
- **逆向推理：**（目标驱动推理）：以某个假设目标作为出发点
 - 选定一个假设目标 \rightarrow 寻找支持该假设的证据 \rightarrow 找到则假设成立/找不到则重新假设
 - 目的性强，但起始目标的选择有盲目性

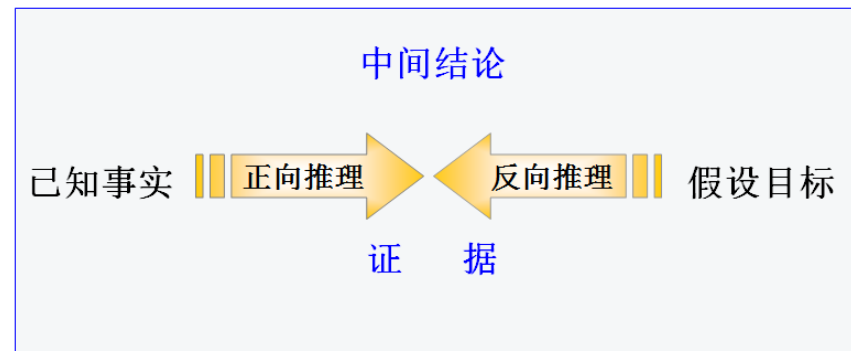
推理的方向

- 混合推理（结合正向与逆向推理）

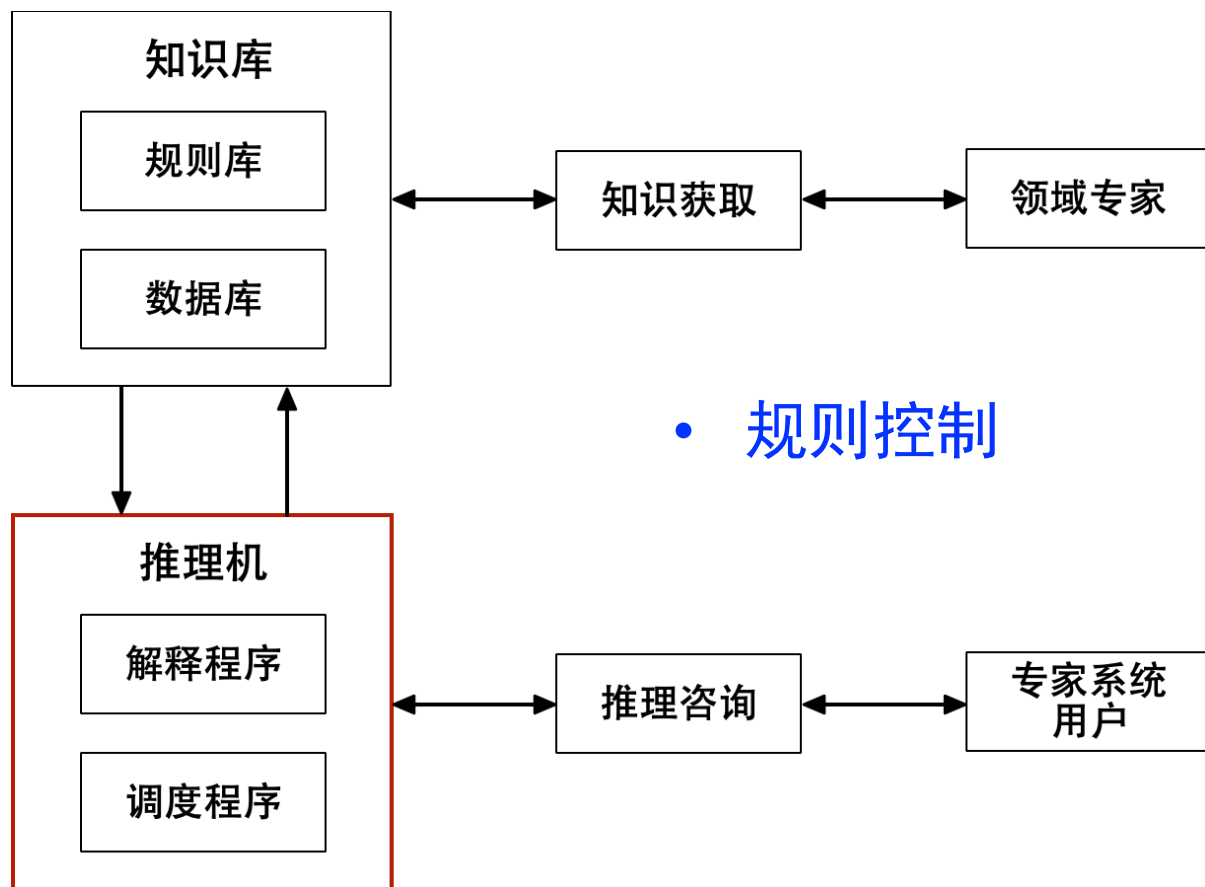
- 先正向后逆向：先进行正向推理，帮助选择某个目标，即从已知事实演绎出部分结果，然后再用逆向推理证实该目标或提高其可信度
- 先逆向后正向：先假设一个目标进行逆向推理，然后再利用逆向推理中得到的信息进行正向推理，以推出更多的结论

- 双向推理（同时进行正向与逆向推理）

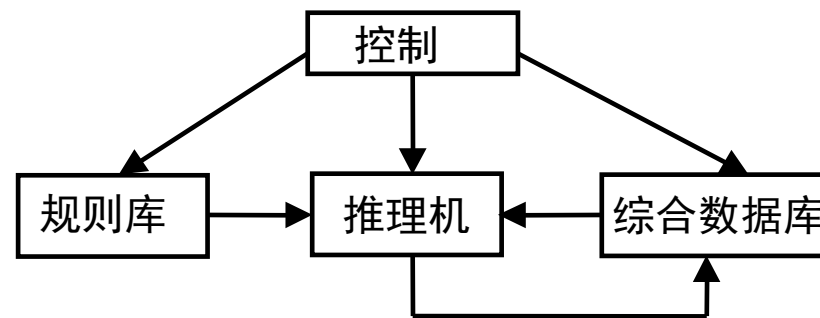
- 正向推理和逆向推理在中途碰头时结束推理
- 困难在于碰头的判断



推理机



• 规则控制



该动物身上有：a, b, c, d

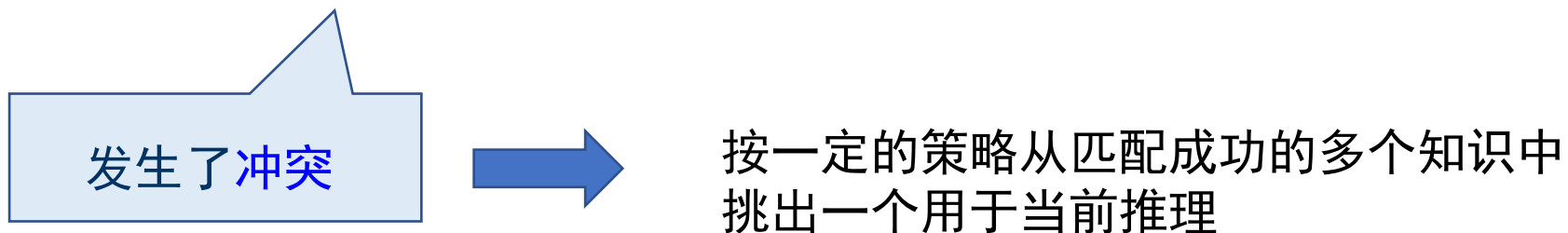
- | | | |
|---------|----------------|------------|
| r_1 : | IF 该动物有a | THEN 该动物是X |
| r_2 : | IF 该动物有b | THEN 该动物是X |
| r_3 : | IF 该动物有c | THEN 该动物是Y |
| r_4 : | IF 该动物有a AND d | THEN 该动物是Y |

推理的控制策略



冲突消解策略

- 已知事实与知识的三种匹配情况：
 - (1) 恰好匹配成功（一对一）
 - (2) 不能匹配成功
 - (3) 多种匹配成功（一对多、多对一、多对多）



冲突消解

冲突消解策略

- 多种冲突消解策略：

- (1) 按针对性排序

- 优先先用针对性较强（要求条件较多）的产生式规则

- (2) 按已知事实的新鲜性排序

- 优先采用数据库中后生成的事实

- (3) 按匹配度排序

- 不确定性推理中，计算已知事实与知识的匹配度

- (4) 按条件个数排序

- 优先应用条件少的产生式规则，减少匹配耗时

符号主义 - 目录

- 3.1 简介与基本概念
- 3.2 命题逻辑
- 3.3 一阶谓词逻辑
- 3.4 一阶逻辑推理