

## 专家系统

**定义：**智能计算机程序，内部含大量某领域专家水平的规则与经验，能够模拟人类专家水平的知识与经验，能够模拟人类专家的思维过程，解决该领域内专家才能解决的问题。

- 概念 ① 处理问题性质角度上
- ② 处理问题的方法上

知识表示：产生式规则、框架、语义网络、过程  
最流行

产生式知识表达  $\Rightarrow$  表示事实、规则及不确定性度量  $\Rightarrow$  表示事实性/规则性知识  
 $\rightarrow$  ① 不确定性规则产生式表示

① IF P THEN Q 或  $P \rightarrow Q$   
偏误 前提 结论/操作

- ① 二者形式基本相同
- ② 产生式表达包括操作、 $IF P THEN Q$  (置信度) 或  $P \rightarrow Q$  (置信度)
- ③ 规则蕴含、解、函数
- ④ 产生式可表示不精确知识

② 不确定性规则知识产生式表达  
规则蕴含、解、函数

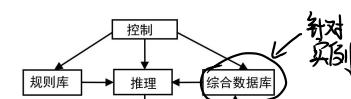
③ 不确定性事实性知识产生式表达  
三元组表示 (对象, 属性, 值) 或 (关系, 对象1, 对象2)

④ 不确定性事实性知识产生式表达  
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)

## 产生式推理

一组产生式放在一起，互相配合，一个产生式结论可供另一个作为事实使用

- 规则库：用于描述相应领域内知识的产生式集合。
- 综合数据库（事实库、上下文、黑板等）：一个用于存放问题求解过程中各种当前信息的数据结构。
- 控制系统（推理机）：由一组程序组成，负责整个产生式系统的运行，实现对问题的求解。
  - 推理
  - 冲突消解
  - 执行规则
  - 检查推理终止条件



C-**不确定推理** 不确定性的初始证据 不确定性知识 → 定性或不确定性却合理(近乎合理)的结论

### 不确定性的表示与量度

- 知识不确定性的表示
- 证据不确定性的表示
- 不确定性的度量

### 不确定性的匹配算法及阈值的选择

- 知识与数据库中已知证据进行匹配时，由于知识和证据都具有不确定性，如果知识所要求的不确定性程度与证据实际具有的不确定性知识不同，怎么才算匹配成功？
- 设计一个算法来计算双方相似的程度
- 设定阈值来衡量多大程度可称之为匹配

## 基本问题

### 组合证据不确定性的算法

- 多个简单条件可通过逻辑运算构成复合条件
- 匹配时对应即为组合证据，其不确定性需要方法来计算

### 不确定性的传递算法

- 每一步推理中，如何把证据及知识的不确定性传递给结论
- 在多步推理中，如何把初始证据的不确定性传递给最终结论

### 结论不确定性的合成

- 用不同知识进行推理得到了相同结论，但得到的不确定程度不同，需要算法来进行处理

## 可信度方法

① 知识不确定性的表达 (产生式)  $IF E THEN H(CFCH, E)$

$E$  出现  $H$  为真的可信度  
可取  $H_1, H_2 \dots H_n$  中  $E$  为真的可信度

② 证据不确定性的表示： $CF(E) = 0.6$   $E$  可信度 0.6

$H_1, H_2 \dots H_n$  中  $E$  为真的可信度  
真 → 绝对真  
假 → 绝对假

③ 组合证据不确定性 | 多个证据合取，取最小值  $E = E_1 \text{ AND } \dots \text{ AND } E_n$   $CF(E) = \min\{E_1, \dots, E_n\}$

④ 证据不确定性合成 | 多个证据析取，取最大值  $E = E_1 \text{ OR } \dots \text{ OR } E_n$   $CF(E) = \max\{E_1, \dots, E_n\}$

⑤ 不确定性传递  $CF(H) = CF(H, E) \times \max\{0, CF(E)\}$

⑥ 综合不确定性合成 | 有两条不同知识  $IF E_1 \text{ THEN } H(CFCH, E_1)$   $\Rightarrow \{ CF_1(H) = CF(H, E_1) \times \max\{0, CF(E_1)\} \}$   
 $IF E_2 \text{ THEN } H(CFCH, E_2)$   $\Rightarrow \{ CF_2(H) = CF(H, E_2) \times \max\{0, CF(E_2)\} \}$

$$CF_{1,2}(H) = \begin{cases} CF_1(H) + CF_2(H) - CF_1(H)CF_2(H), & CF_1(H) \geq 0, CF_2(H) \geq 0 \\ CF_1(H) + CF_2(H) + CF_1(H)CF_2(H), & CF_1(H) < 0, CF_2(H) < 0 \\ CF_1(H) + CF_2(H) \\ (-\min\{|CF_1(H)|, |CF_2(H)|\}) \end{cases}, CF_1(H) \text{ 与 } CF_2(H) \text{ 异号}$$

- 不断从规则库中选择可用规则与综合数据库中的已知事实进行匹配

- 规则的每一次成功匹配都使综合数据库中增加新的内容，朝着问题解决的方向前进，称为推理，是专家系统中的核心内容

### 适合产生式表示的知识：

- 领域知识间关系不密切，不存在结构关系，如化学方面。
- 经验性及不确定性的知识，且相关领域中对这些知识没有严格、统一的理论，如医疗诊断。
- 领域问题的求解过程可被表示为一系列相对独立的操作，且每个操作可被表示为一条或多条产生式规则。