

第 3 章 确定性推理方法

教材：

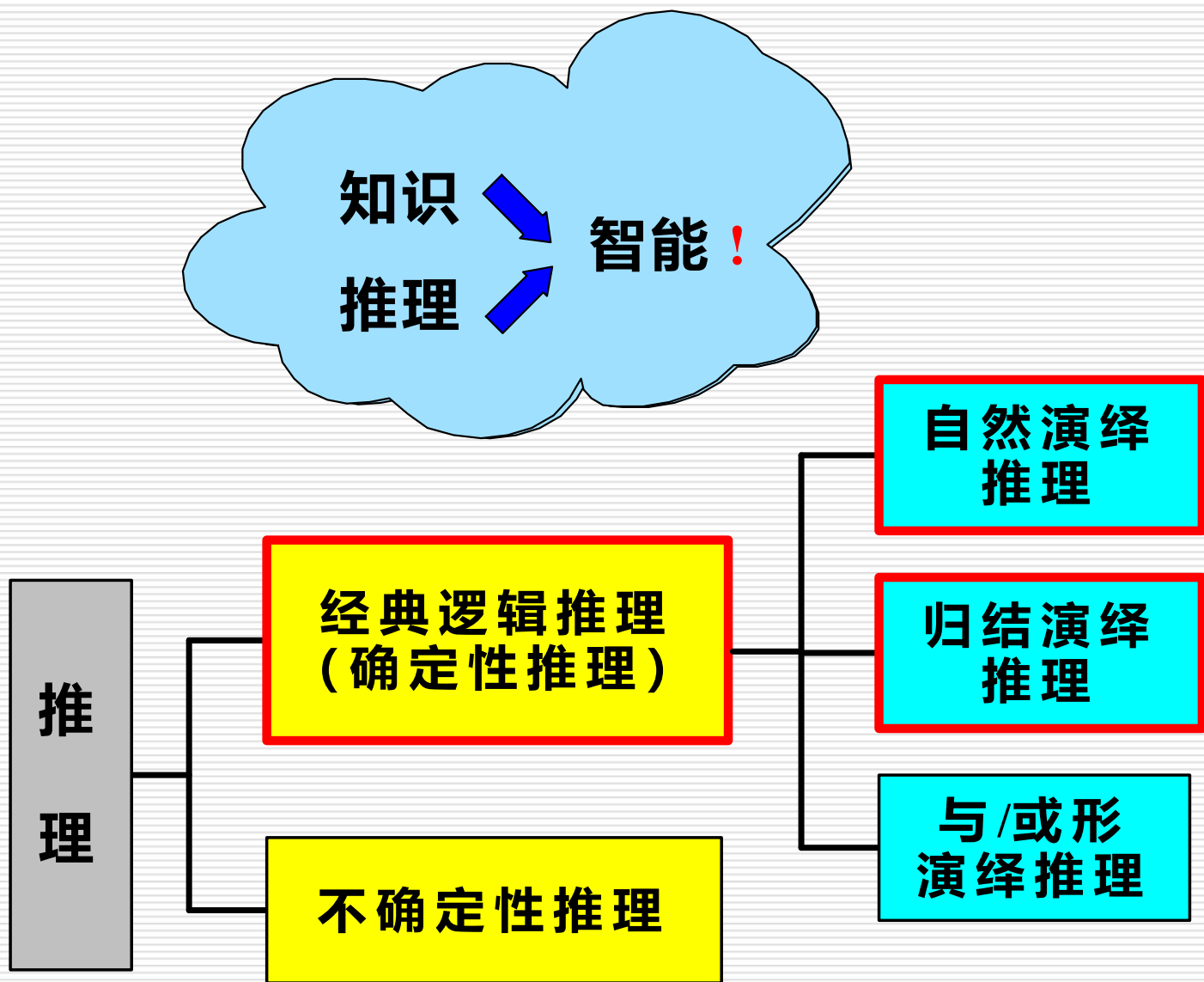
王万良 《人工智能导论》（第5版）

高等教育出版社，2020

第3章 确定性推理方法

- ⑩ 前面讨论了把知识用某种模式表示出来存储到计算机中去。但是，为使计算机具有智能，还必须使它具有思维能力。推理是求解问题的一种重要方法。因此，推理方法成为人工智能的一个重要研究课题。
- ⑩ 下面重点讨论关于推理的基本概念。

第3章 确定性推理方法



第3章 确定性推理方法

❁ 3.1 推理的基本概念

❁ 3.2 自然演绎推理

第3章 确定性推理方法

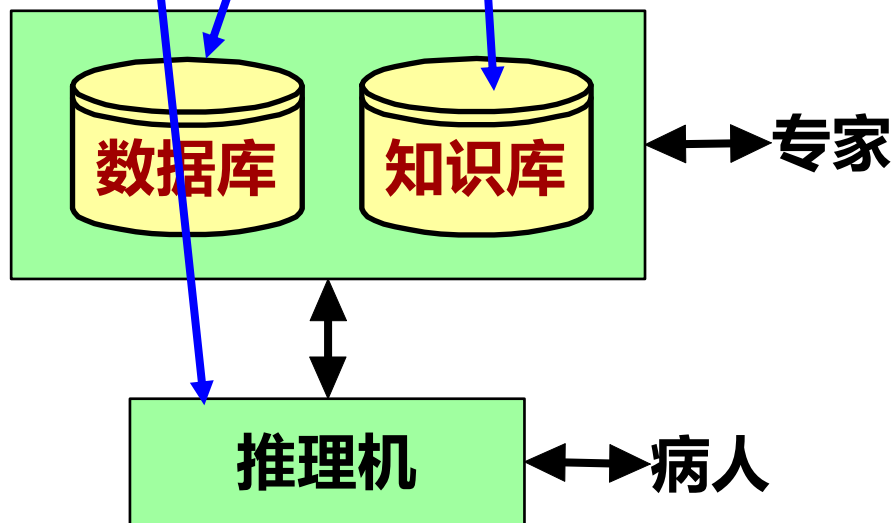
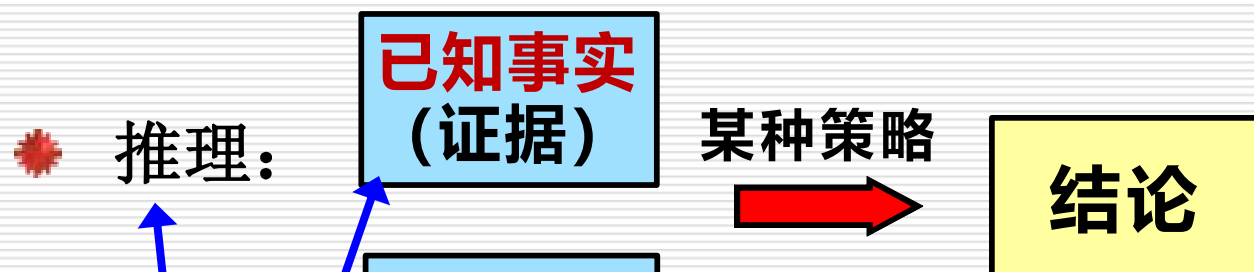
✓ 3.1 推理的基本概念

✿ 3.2 自然演绎推理

3.1 推理的基本概念

- 3.1.1 推理的定义
- 3.1.2 推理方式及其分类
- 3.1.3 推理的方向
- 3.1.4 冲突消解策略

3.1.1 推理的定义



医疗专家系统

知识	专家的经验、医学常识
初始证据	病人的症状、化验结果
证据	中间结论

3.1 推理的基本概念

- 3.1.1 推理的定义
- 3.1.2 推理方式及其分类
- 3.1.3 推理的方向
- 3.1.4 冲突消解策略

3.1.2 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 \rightarrow 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**)

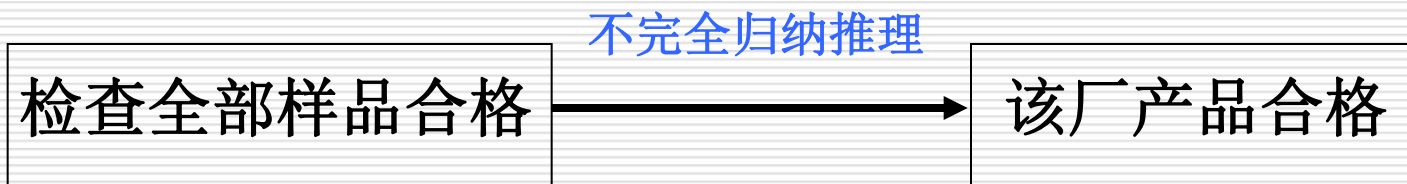
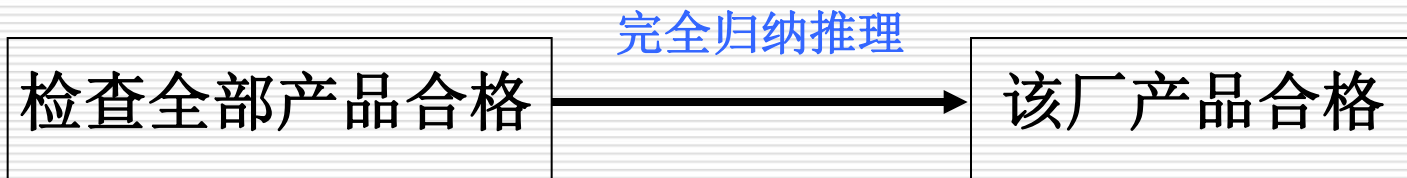
③ 所以，高波的身体是强壮的。 (**结 论**)

3.1.2 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)





3.1.2 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。

A 成立
 B 成立?  结 论
(默认 B 成立)

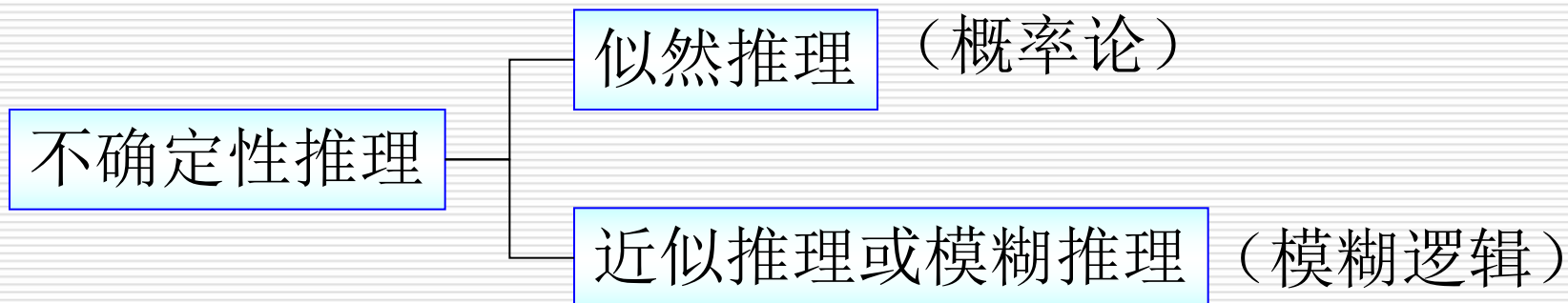
制造鸟笼
鸟会飞?  鸟笼要
有盖子
(默认成立)

3.1.2 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。



3.1.2 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** 基于经典逻辑的演绎推理 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。

默认推理是非单调推理

$X: \text{鸟} \rightarrow X: \text{不会飞} \rightarrow$
 $\quad \quad \quad \uparrow$
 $\quad \quad \quad X: \text{企鹅}$

3.1.2 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。

- 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

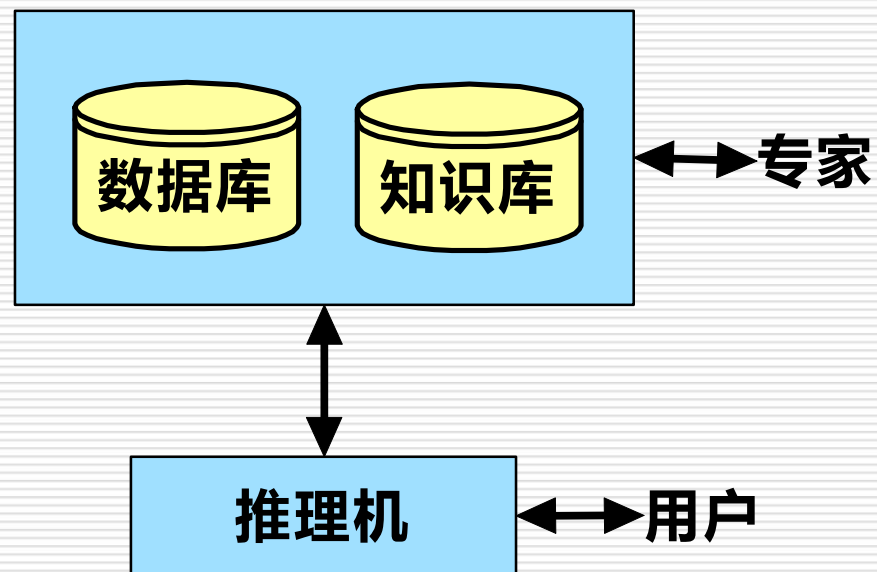
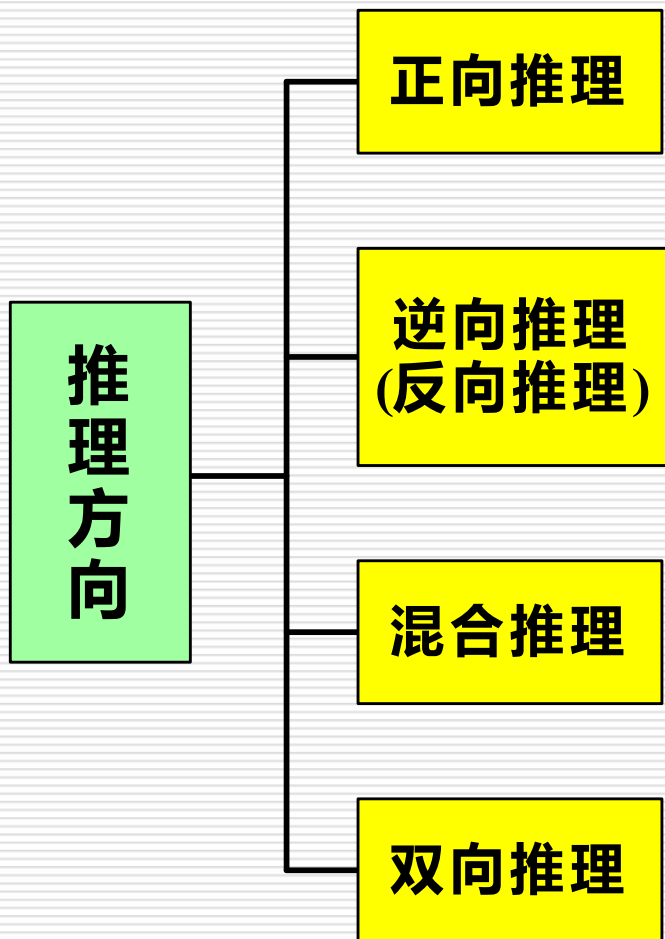
r_3 : 流感

- 启发式知识：“脑膜炎危险”、“目前正在盛行流感”。

3.1 推理的基本概念

- 3.1.1 推理的定义
- 3.1.2 推理方式及其分类
- 3.1.3 推理的方向
- 3.1.4 冲突消解策略

3.1.3 推理的方向



3.1.3 推理的方向

1. 正向推理

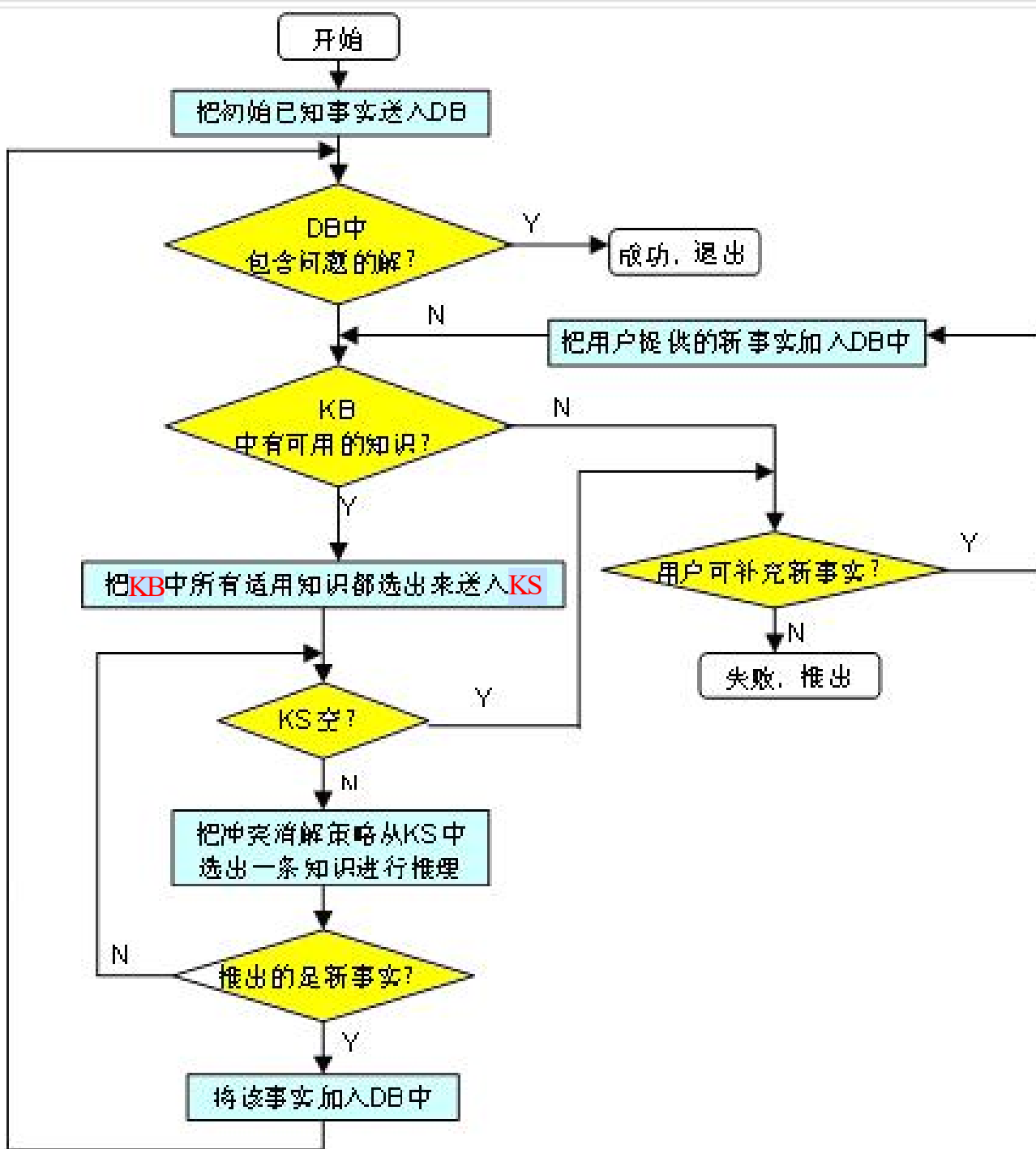
- 正向推理（事实驱动推理）：**已知事实** \rightarrow 结论

- 基本思想

（1）从初始已知事实出发，在知识库 KB 中找出当前可适用的知识，构成可适用知识集 KS 。

（2）按某种冲突消解策略从 KS 中选出一条知识进行推理，并将推出的新事实加入到数据库 DB 中作为下一步推理的已知事实，再在 KB 中选取可适用知识构成 KS 。

（3）重复（2），直到求得问题的解或 KB 中再无可适用的知识。



3.1.3 推理的方向

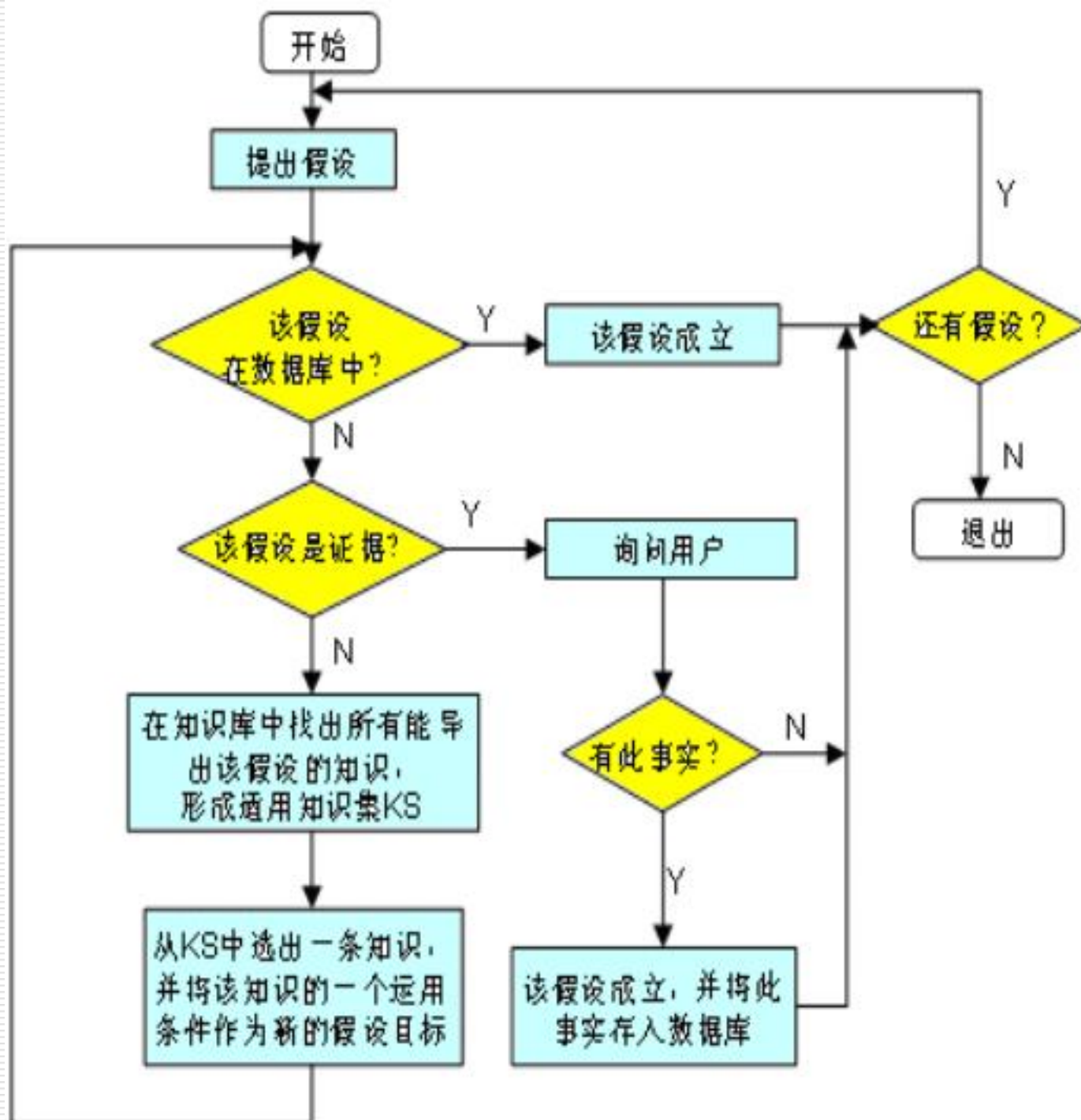
1. 正向推理

- 实现正向推理需要解决的问题：
 - 确定匹配（知识与已知事实）的方法。
 - 按什么策略搜索知识库。
 - 冲突消解策略。
- 正向推理简单，易实现，但目的性不强，效率低。

3.1.3 推理的方向

2. 逆向推理

- 逆向推理（目标驱动推理）：以某个假设目标作为出发点。
- 基本思想：
 - （1）选定一个假设目标。
 - （2）寻找支持该假设的证据，若所需的证据都能找到，则原假设成立；若无论如何都找不到所需要的证据，说明原假设不成立的；为此需要另作新的假设。
- 主要优点：不必使用与目标无关的知识，目的性强，同时它还有利于向用户提供解释。
- 主要缺点：起始目标的选择有盲目性。



3.1.3 推理的方向

2. 逆向推理

- 逆向推理需要解决的问题：

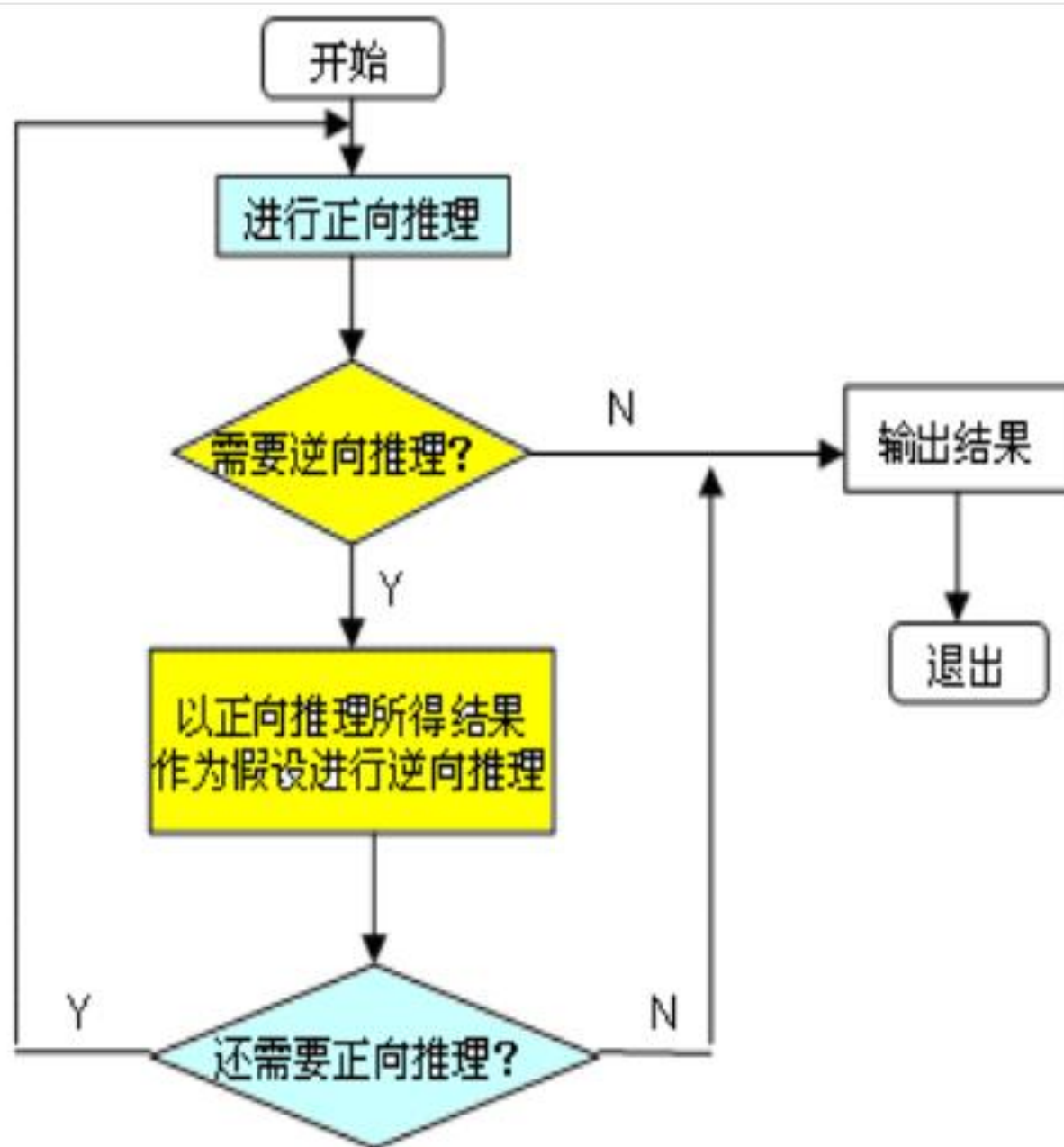
- ◆ 如何判断一个假设是否是证据？
- ◆ 当导出假设的知识有多条时，如何确定先选哪一条？
- ◆ 一条知识的运用条件一般都有多个，当其中的一个经验证成立后，如何自动地换为对另一个的验证？
- ◆

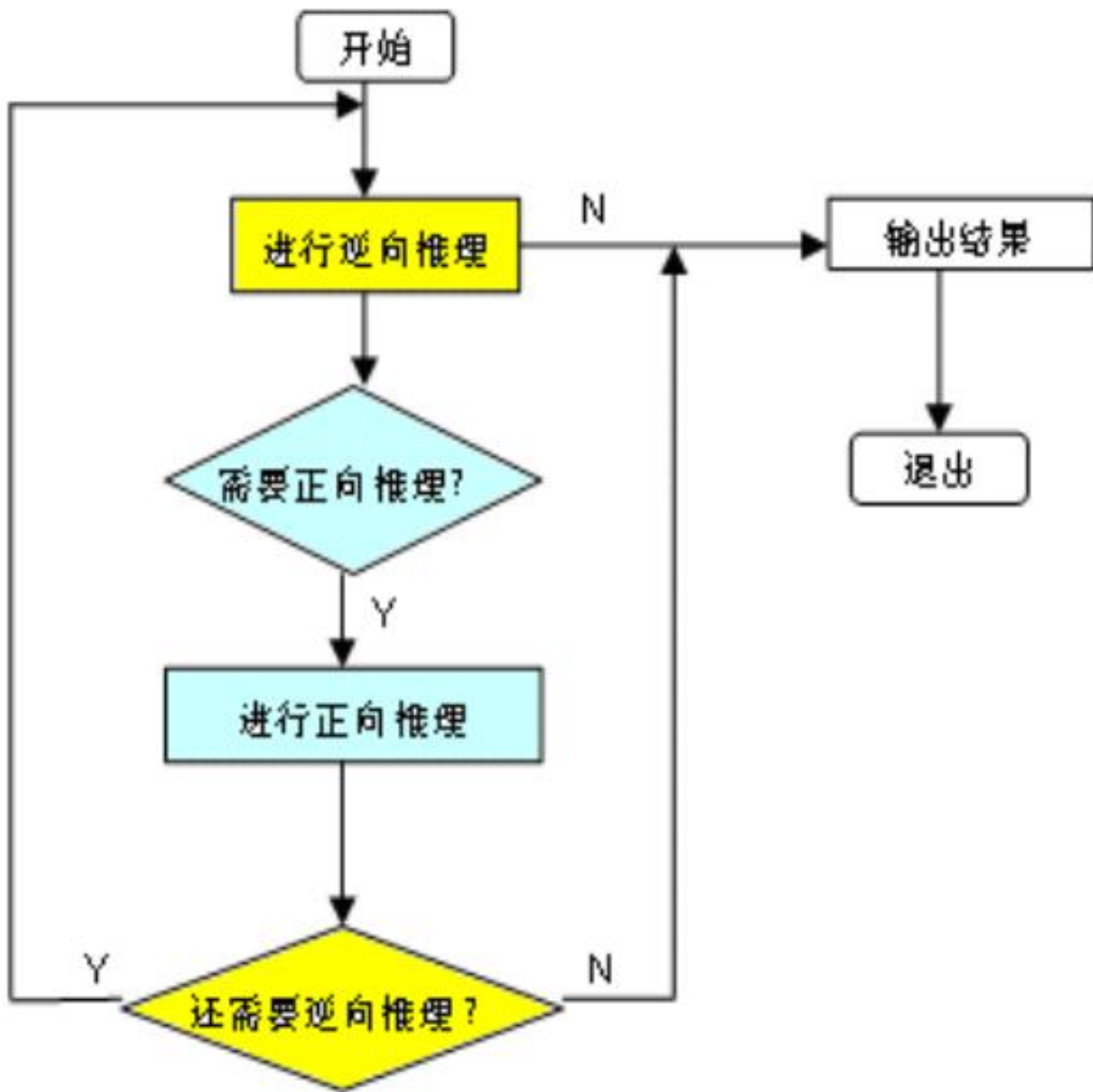
- 逆向推理：目的性强，利于向用户提供解释，但选择初始目标时具有盲目性，比正向推理复杂。

3.1.3 推理的方向

3. 混合推理

- 正向推理：盲目、效率低。
- 逆向推理：若提出的假设目标不符合实际，会降低效率。
- 正反向混合推理：
 - （1）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；
 - （2）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。

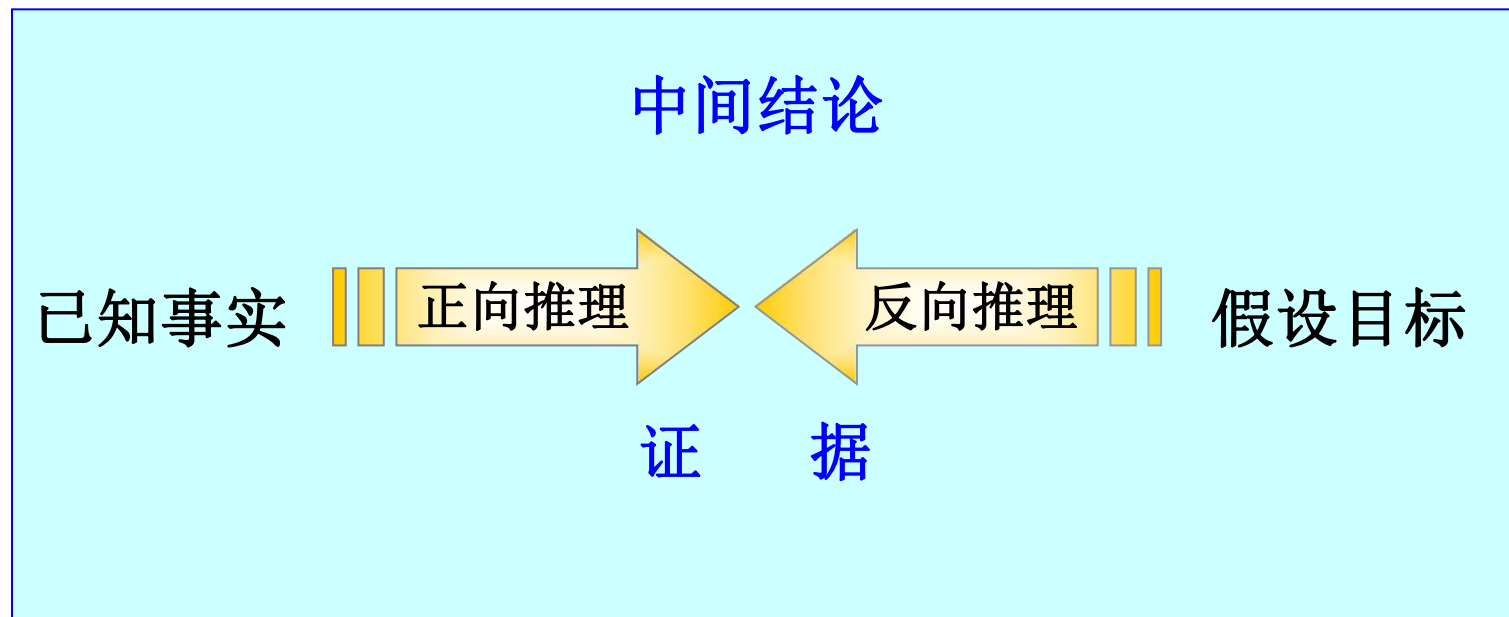




3.1.3 推理的方向

4. 双向推理

- **双向推理**：正向推理与逆向推理同时进行，且在推理过程中的某一步骤上“**碰头**”的一种推理。



3.1 推理的基本概念

- 3.1.1 推理的定义
- 3.1.2 推理方式及其分类
- 3.1.3 推理的方向
- 3.1.4 冲突消解策略

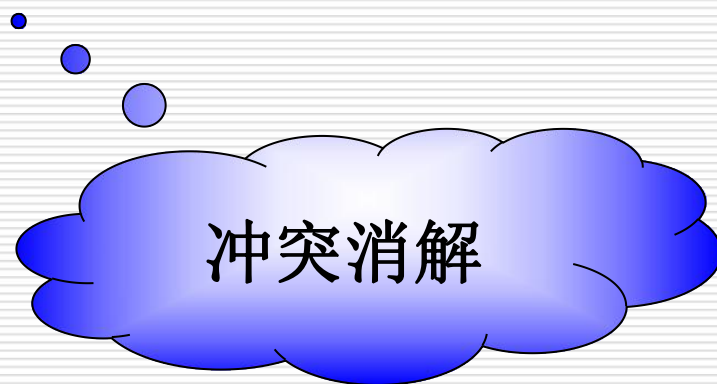
3.1.4 冲突消解策略

- 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）



3.1.4 冲突消解策略

- 多种冲突消解策略:

(1) 按针对性排序

(2) 按已知事实的新鲜性排序

(3) 按匹配度排序

(4) 按条件个数排序

r1: IF *A1* AND *A2* THEN *H1*
r2: IF *A1* AND *A2* AND *A3* AND *A4* THEN *H2*

第3章 确定性推理方法

❄ 3.1 推理的基本概念

✓ 3.2 自然演绎推理


3.2 自然演绎推理


- ✿ 自然演绎推理：从一组已知为真的事实出发，运用**经典逻辑的推理规则**推出结论的过程。
- ✿ 推理规则： P 规则、 T 规则、假言推理、拒取式推理

■ **P规则**：在推理的任何步骤都可以引入前提。即推理中使用的前提。

■ **T规则**：推理时，如果前面步骤中有一个或者多个公式永真蕴含公式 S ，则可将 S 引入推理过程中。

3.2 自然演绎推理

- 假言推理: $P, P \rightarrow Q \Rightarrow Q$ 
- “如果 x 是金属, 则 x 能导电”, “铜是金属” 推出 “铜能导电”

- 拒取式推理: $P \rightarrow Q, \neg Q \Rightarrow \neg P$ 
- “如果下雨, 则地下就湿”, “地上不湿” 推出 “没有下雨”

3.2 自然演绎推理

 **错误1**——否定前件: $P \rightarrow Q, \neg P \quad \not\Rightarrow \neg Q$

- (1) 如果下雨, 则地上是湿的 ($P \rightarrow Q$);
- (2) 没有下雨 ($\neg P$);
- (3) 所以, 地上不湿 ($\neg Q$)。

 **错误2**——肯定后件: $P \rightarrow Q, Q \quad \not\Rightarrow P$

- (1) 如果行星系统是以太阳为中心的, 则金星会显示出位相变化 ($P \rightarrow Q$);
- (2) 金星显示出位相变化 (Q);
- (3) 所以, 行星系统是以太阳为中心 (P)。

3.2 自然演绎推理

❖ 例3.1 已知事实:

(1) 凡是容易的课程小王(Wang)都喜欢;

(2) C 班的课程都是容易的;

(3) ds 是 C 班的一门课程。

■ 求证: 小王喜欢 ds 这门课程。

3.2 自然演绎推理

✿ 证明:

■ 定义谓词:

$EASY(x)$: x 是容易的

$LIKE(x, y)$: x 喜欢 y

$C(x)$: x 是 C 班的一门课程

■ 已知事实和结论用谓词公式表示:

$(\forall x) (EASY(x) \rightarrow LIKE(Wang, x))$

$(\forall x) (C(x) \rightarrow EASY(x))$

$C(ds)$

结论: $LIKE(Wang, ds)$

事实

(1) 凡是容易的课程小王 (Wang) 都喜欢;

(2) C 班的课程都是容易的;

(3) ds 是 C 班的一门课程。

3.2 自然演绎推理

- 应用推理规则进行推理：

$$\begin{array}{l} (\forall x) (EASY(x) \rightarrow LIKE(Wang, x)) \\ \hookrightarrow EASY(z) \rightarrow LIKE(Wang, z) \quad \text{全称固化} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} (\forall x) (C(x) \rightarrow EASY(x)) \\ \hookrightarrow C(y) \rightarrow EASY(y) \quad \text{全称固化} \end{array}$$


$$\begin{array}{l} \text{所以 } C(ds), C(y) \rightarrow EASY(y) \\ \Rightarrow EASY(ds) \quad P\text{规则及假言推理} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{所以 } EASY(ds), EASY(z) \rightarrow LIKE(Wang, z) \\ \Rightarrow LIKE(Wang, ds) \quad T\text{规则及假言推理} \end{array}$$

3.2 自然演绎推理

优点:

- 表达定理证明过程自然，易理解。
- 拥有丰富的推理规则，推理过程灵活。
- 便于嵌入领域启发式知识。

 **缺点：** 易产生组合爆炸，得到的中间结论一般呈指数形式递增。



THE END