



机器推理

A historical note

- ❖ Logic was dominant paradigm in AI before 1990s

- ❖ **Problems:**

 - ❖ deterministic, didn't handle uncertainty

 - probability addresses this

 - ❖ rule-based, didn't allow fine tuning from data

 - machine learning addresses this

- ❖ **Strength:** provides expressiveness in a compact way

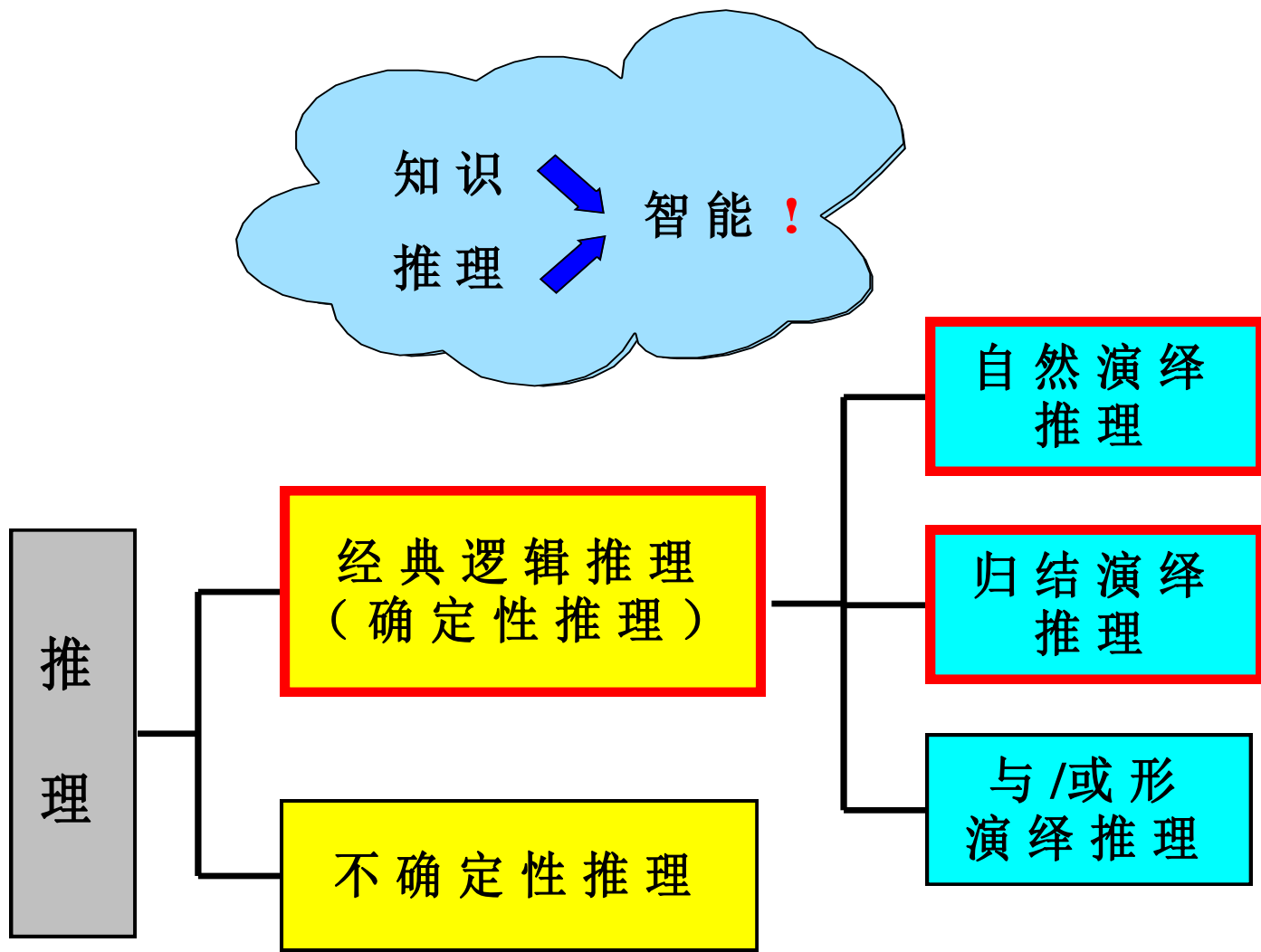
Two goals of a logic language

- **Represent** knowledge about the world



- **Reason** with that knowledge



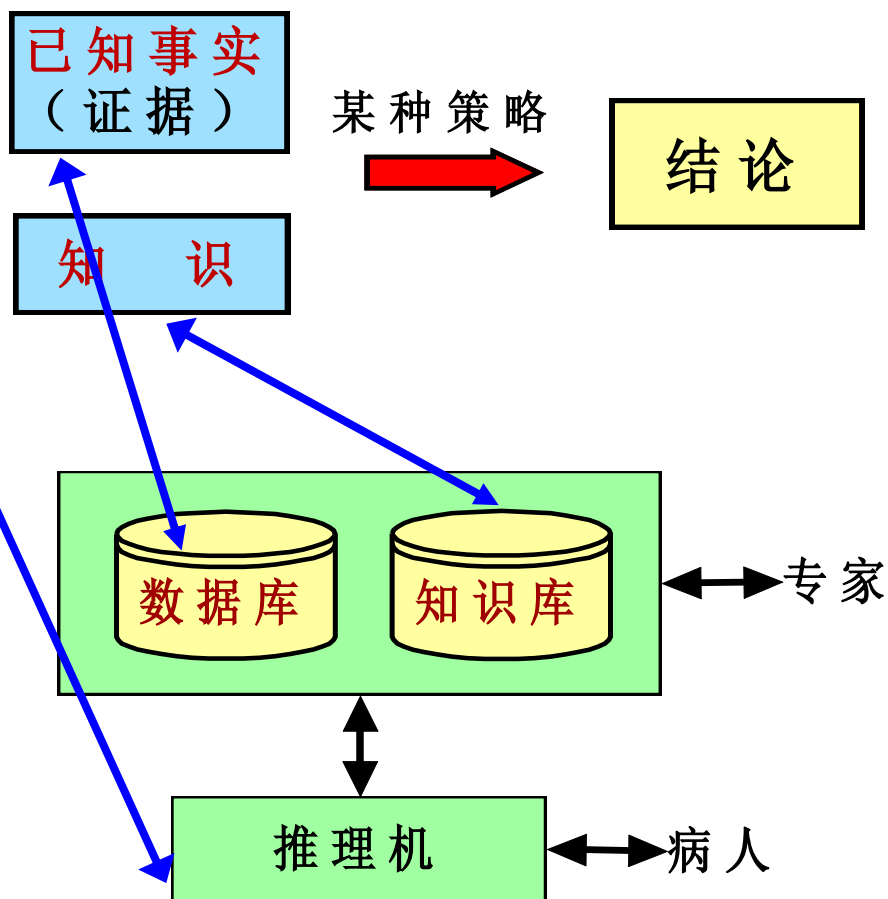


推理的基本概念

- 推理的定义
- 推理方式及其分类
- 推理的方向
- 冲突消解策略

一、推理的定义

- 推理：



推理分类

新判断推出的途径

演绎

归纳

默认

知识的确定性

确定

不确定

结论接近事实的途径

单调

非单调

相关启发性知识

启发式

非启发式

方法论的角度

基于知识推理

统计

直觉

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 Tom是一名足球运动员 ; (小前提)

③ 所以, Tom的身体是强壮的。 (结 论)

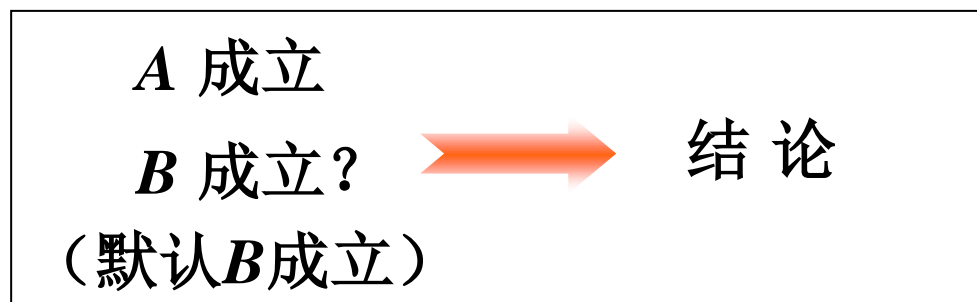
(2) 归纳推理 (inductive reasoning): 个别 \rightarrow 一般

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) 默认推理 (default reasoning, 缺省推理)

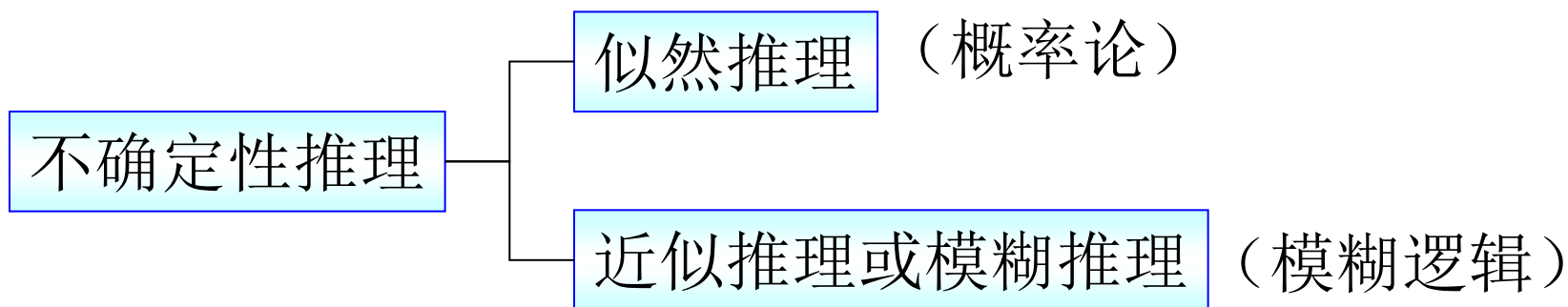
知识不完全的情况下假设某些条件已经具备所进行的推理。



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. 单调推理、非单调推理

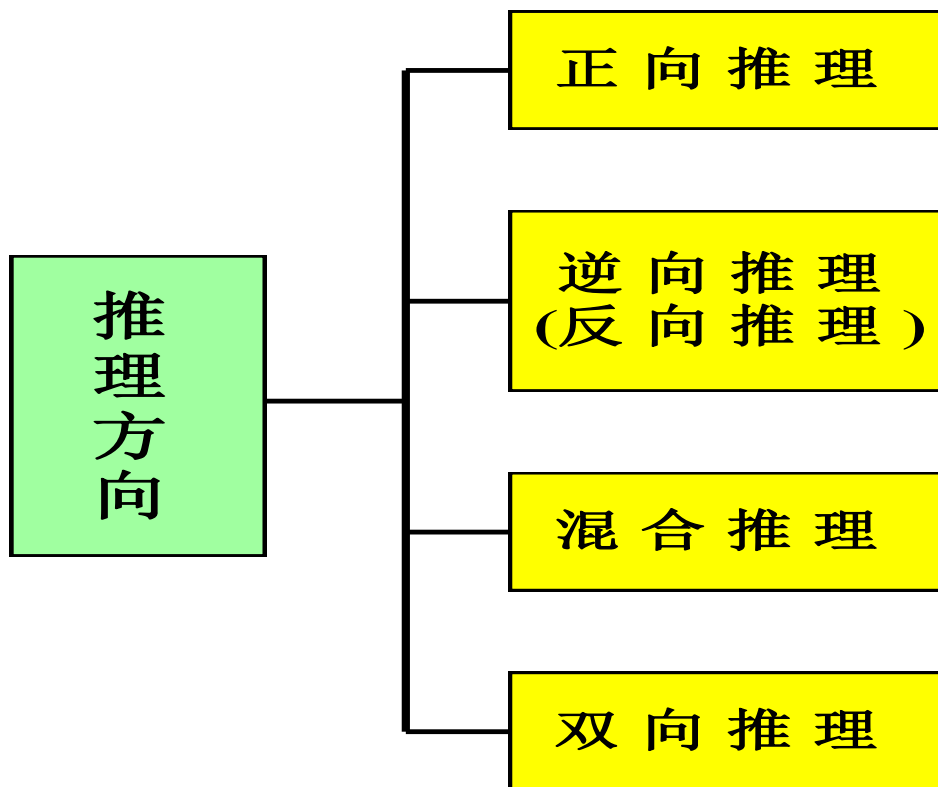
(1) **单调推理**：随着推理向前推进及新知识的加入，推出的结论越来越接近最终目标。

(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。

推理的控制策略

- 推理的控制策略主要包括：
 - 推理方向
 - 搜索策略
 - 冲突消解策略
 - 求解策略
 - 限制策略等

三、推理的方向



1. 正向推理

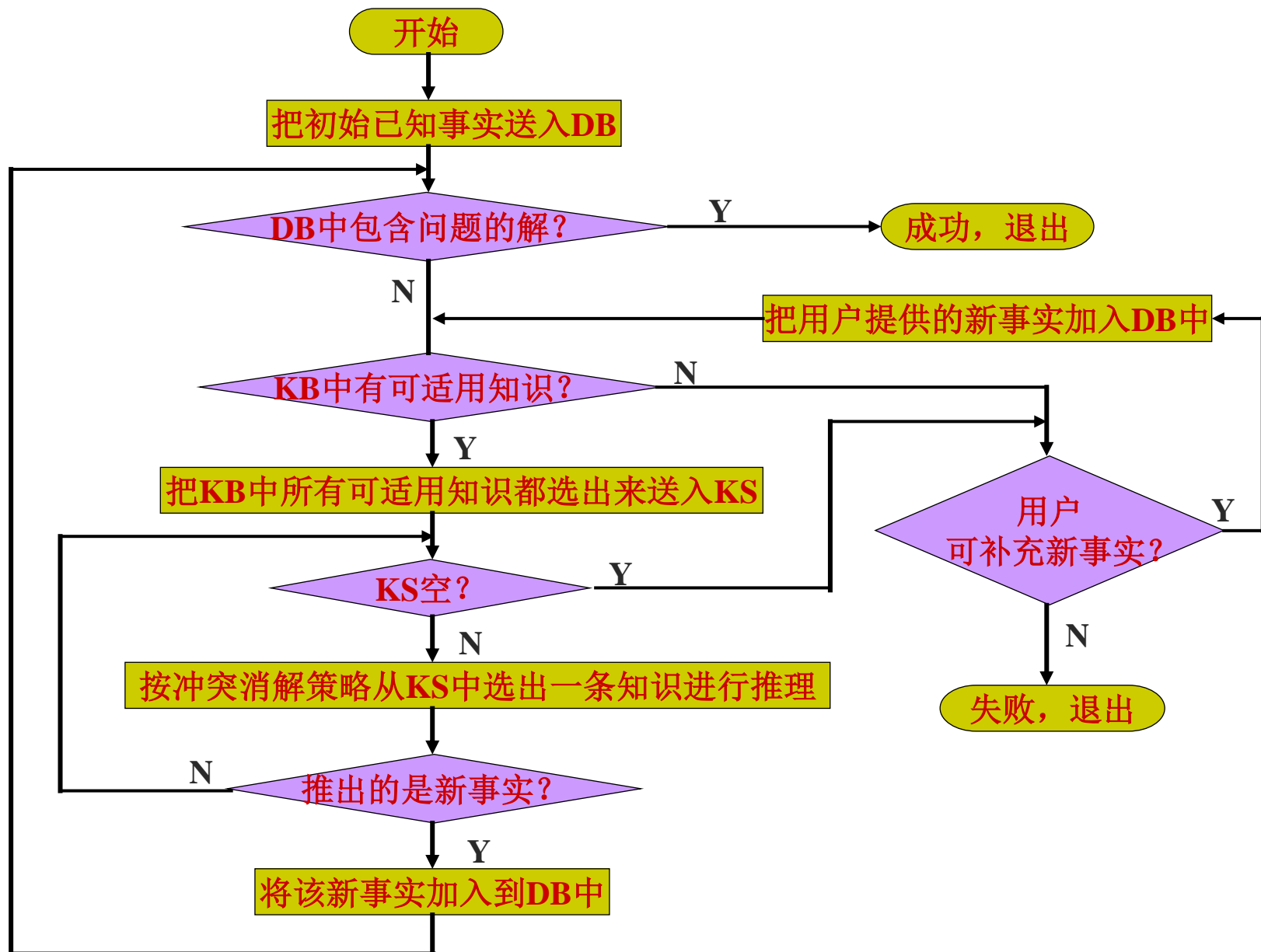
- 正向推理（事实驱动推理）： 已知事实 \rightarrow 结论

- 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。

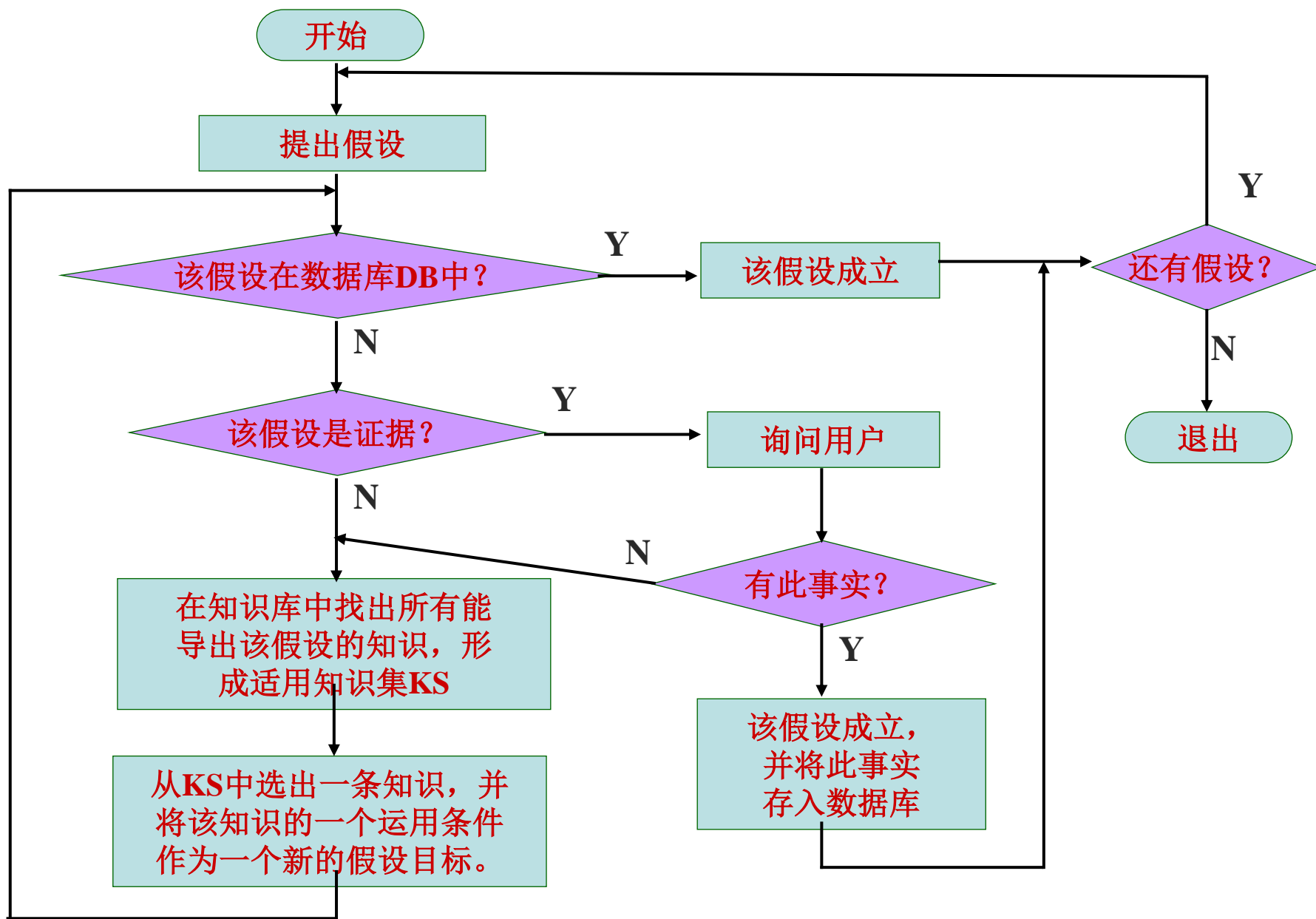


- 实现正向推理需要解决的问题：
 - 确定匹配（知识与已知事实）的方法
 - 按什么策略搜索知识库
 - 冲突消解策略

- ❖ 正向推理简单，易实现，但目的性不强，效率低。

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：
 - 选定一个假设目标。
 - 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。



■ 逆向推理需要解决的问题：

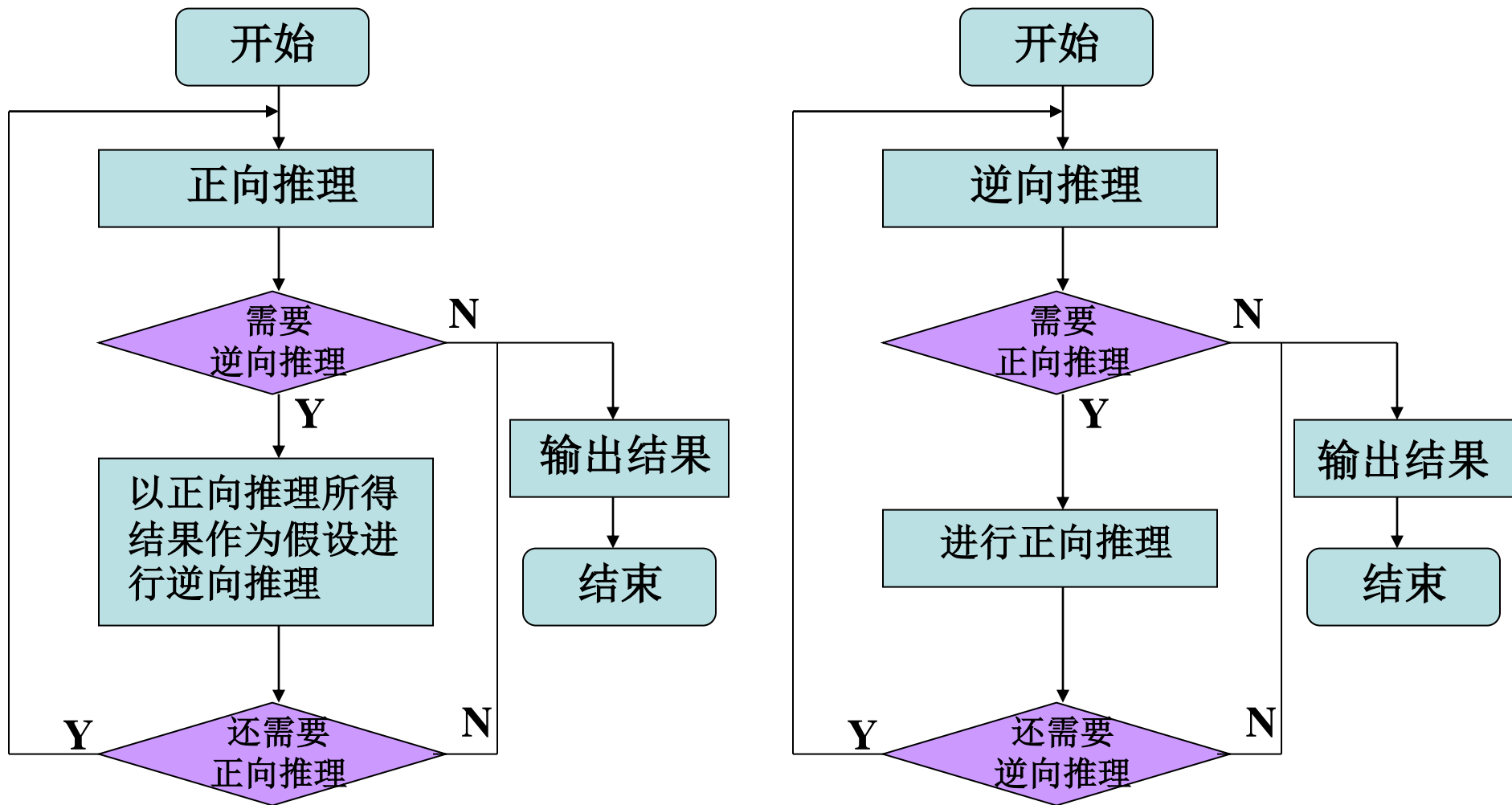
- ◆ 如何判断一个假设是否是证据？
- ◆ 当导出假设的知识有多条时，如何确定先选哪一条？
- ◆ 一条知识的运用条件一般都有多个，当其中的一个经验证成立后，如何自动地换为对另一个的验证？
- ◆

❖ 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. 混合推理

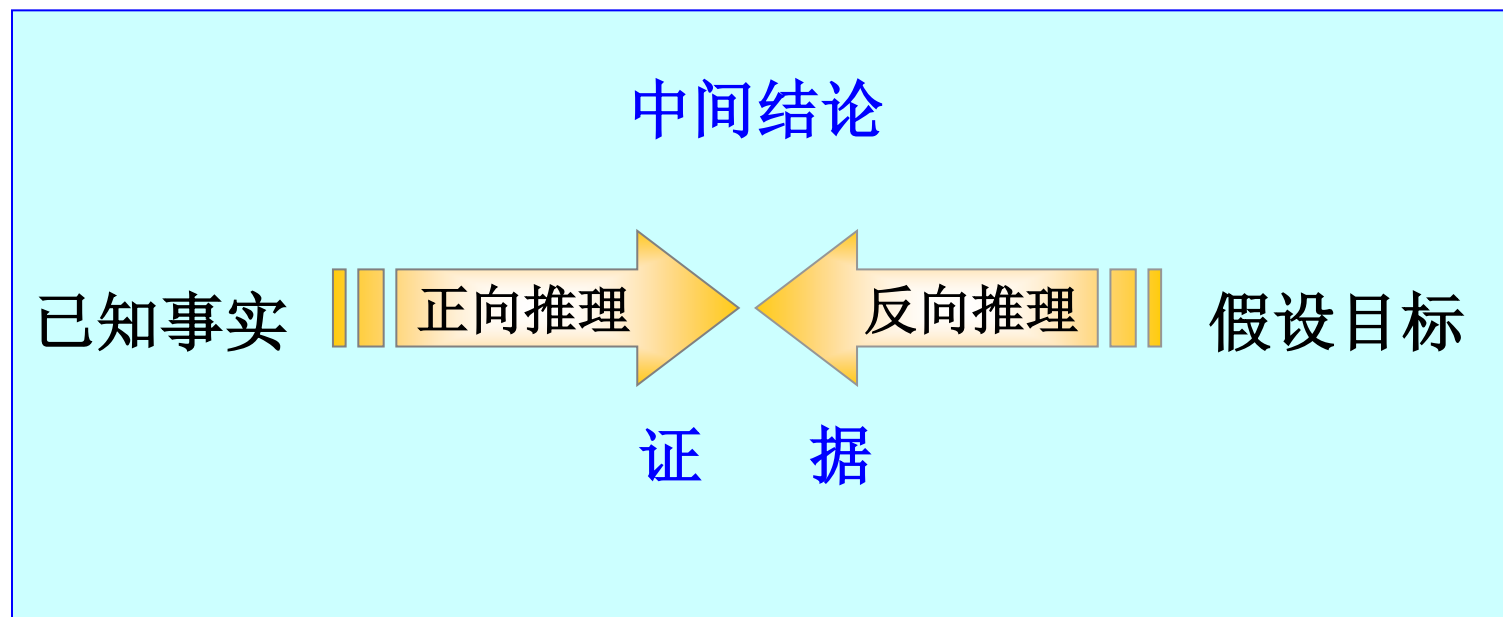
- **正向推理：**盲目、效率低。
- **逆向推理：**若提出的假设目标不符合实际，会降低效率。
- **正反向混合推理：**
 - （1）**先正向后逆向：**先进行正向推理，帮助选择某个目标，即从已知事实演绎出部分结果，然后再用逆向推理证实该目标或提高其可信度；
 - （2）**先逆向后正向：**先假设一个目标进行逆向推理，然后再利用逆向推理中得到的信息进行正向推理，以推出更多的结论。

两种混合推理的示意图



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。



四、冲突消解策略

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



冲突消解

■ 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
- (5) 按上下文限制排序
- (6) 按冗余限制排序
- (7) 根据领域问题的特点排序

例：动物分类问题的产生式系统描述及其求解

设由下列动物识别规则组成一个规则库，推理机采用上述正向推理算法，建立一个产生式系统。该产生式系统就是一个小型动物分类知识库系统。

- 规则集：

r1: 若某动物有奶，则它是哺乳动物。

r2: 若某动物有毛发，则它是哺乳动物。

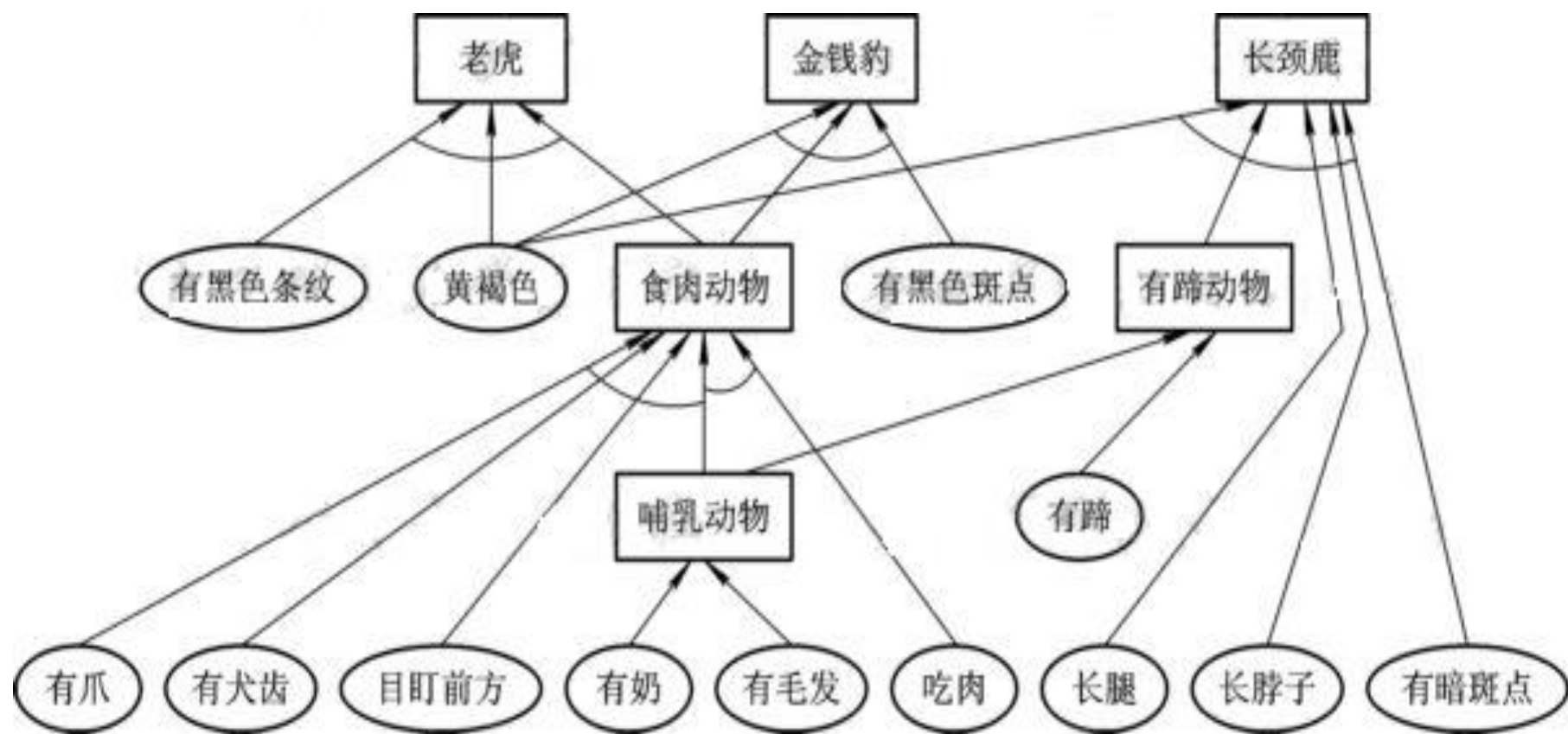
r3: 若某动物有羽毛，则它是鸟。

r4: 若某动物会飞且生蛋，则它是鸟。

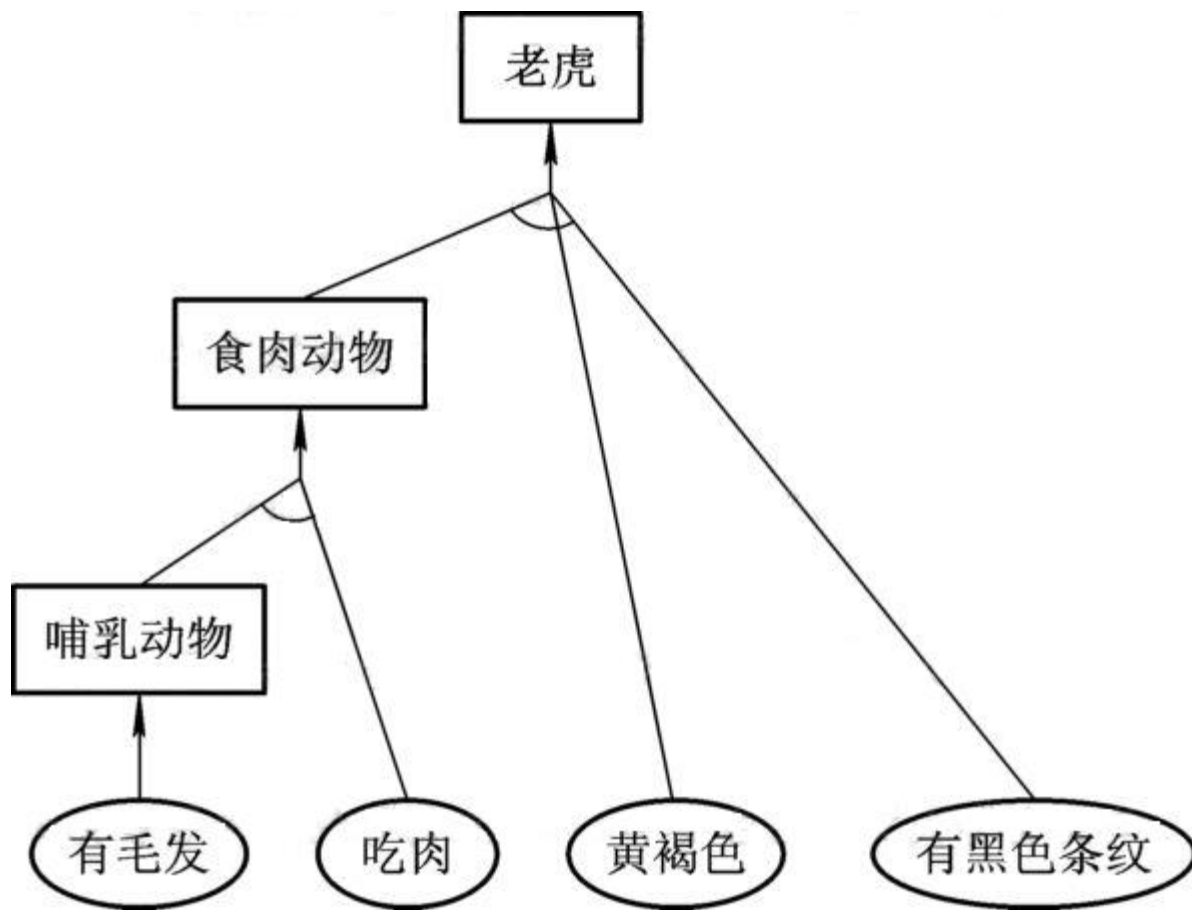
r5: 若某动物是哺乳动物且有爪且有犬齿且目盯前方，
则它是食肉动物。

- r6:** 若某动物是哺乳动物且吃肉, 则它是食肉动物。
- r7:** 若某动物是哺乳动物且有蹄, 则它是有蹄动物。
- r8:** 若某动物是有蹄动物且反刍食物, 则它是偶蹄动物。
- r9:** 若某动物是食肉动物且黄褐色且有黑色条纹, 则它是老虎。
- r10:** 若某动物是食肉动物且黄褐色且有黑色斑点, 则它是金钱豹。
- r11:** 若某动物是有蹄动物且长腿且长脖子且黄褐色且有暗斑点, 则它是长颈鹿。
- r12:** 若某动物是有蹄动物且白色且有黑色条纹, 则它是斑马。
- r13:** 若某动物是鸟且不会飞且长腿且长脖子且黑白色, 则它是鸵鸟。
- r14:** 若某动物是鸟且不会飞且会游泳且黑白色, 则它是企鹅。
- r15:** 若某动物是鸟且善飞且不怕风浪, 则它是海燕。

- 初始事实：
 - f1:** 某动物有毛发。
 - f2:** 吃肉。
 - f3:** 黄褐色。
 - f4:** 有黑色条纹。
- 目标： 该动物是什么？

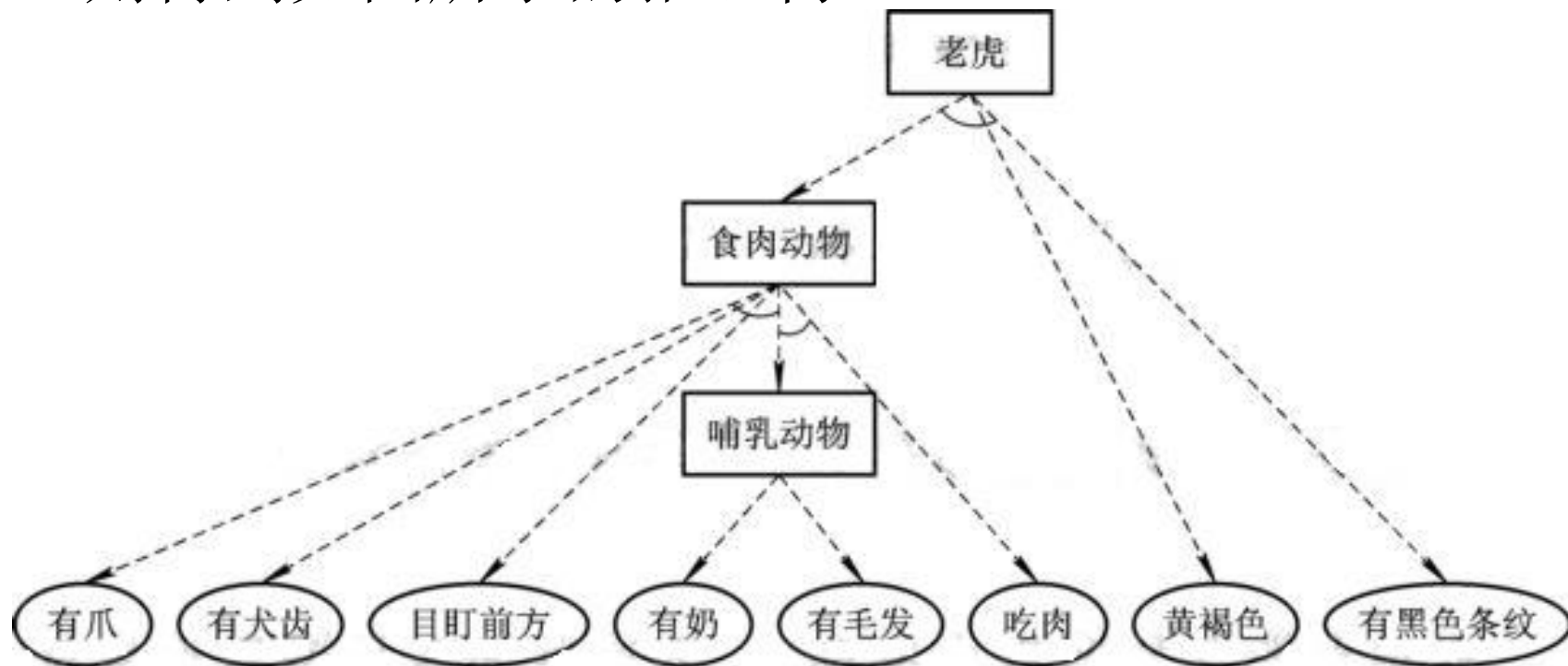


规则集形成的部分推理网络



关于“老虎”的正向推理树

对于上例中的产生式系统，改为反向推理算法，则得到如图所示的推理树。



关于“老虎”的逆向推理树

课程部分材料来自他人
和网络，仅限教学使用
，请勿传播，谢谢！