

# 温室专家系统的研究和实现

## Researching and Implementation of the greenhouse Expert System

柳虹 (浙江工商大学计算机与信息工程学院 310035)

**摘要:**本文分析了温室专家系统的组成结构,描述了通过关系数据库存储产生式知识的方法,介绍了在这种方法下实现正向推理的流程。

**关键词:**专家系统 知识表示 正向推理

### 1 引言

专家系统(ES, Expert System)也称为基于知识的系统,是人工智能技术应用中最成功的一个分支,它是一种在相关领域中具有专家水平解题能力的、包含着知识和推理的智能程序系统。这种程序不同于一般的应用程序,在ES中,求解问题的知识已不再隐含在程序和数据结构之中,而是单独构成一个知识库,即专家系统的设计方法为“知识+推理=系统”,它能运用领域专家多年积累的经验和专门知识,模拟人类专家的思维过程,求解需要专家才能解决的困难问题。

本文介绍温室专家系统的组成结构,以及各个组成部分的设计和实现。该系统用到的知识数据取自温室的实验数据。

### 2 系统结构

专家系统的一般结构包括六个部分:知识库、推理机、综合数据库、人机接口、解释程序以及知识获取程序。其结构如图1所示。本文采用Client/Server体系结构实现专家系统的六个部分功能。

(1) 人机接口是用户和专家系统进行交互的界面,用于完成输入和输出的工作。具体实现时可以采用命令行方式或者是窗口菜单方式,本系统采用面向对象的窗口界面形式。

(2) 知识库用于有序的存放各种知识。本系统采用Access提供的数据库文件将各种知识以一种有序的形式组织起来,使系统能方便地运用和更新知识。

(3) 综合数据库是系统在执行与推理过程中用于存放中间结果或论据等的工作存储器。知识库和综合数据库放在服务器端。

(4) 知识获取模块的功能在于能根据专家提供的知识,经过理解或编辑成所需的内部形式,作为新的知识加入知识库。该模块功能通过数据库的插入、修改、删除语句实现。

(5) 推理机是进行各种推理或搜索等功能的程序模块,

是专家系统的执行机构。常用的推理控制策略有:正向推理、反向推理、混合推理等。

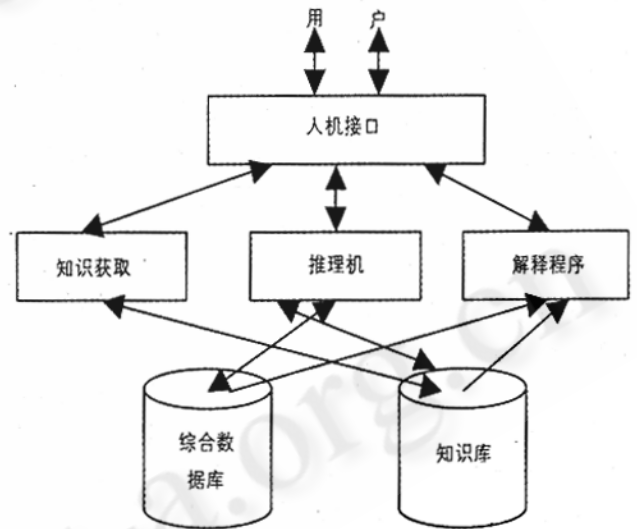


图 1 系统结构图

(6) 解释程序是解答用户对专家系统的行为询问“为什么?”或“如何?”之类问题的一个程序模块。

### 3 知识库结构

知识表示指知识的符号化和形式化的过程,它涉及到各种数据结构的设计,通过这种数据结构把问题领域的各种知识结合到计算机系统的程序设计过程中。在构建ES时,对于同一种知识可以采用不同的表示方法,但是有效、合适的知识表示方法有利于知识的获取,便于运用知识进行推理。因此,针对所获得的温室实验数据的特点,本系统知识的表示采用产生式规则表示方法。

产生式的一般形式为:  $P \rightarrow Q$ ,  $P$  表示一组前提(条件或状态),  $Q$  表示若干结论(或动作),表示“如果前提  $P$  满足则可推出结论  $Q$ ”。本系统的若干知识表示如下:

R1: if (室内温度  $\geq$  加热温度) and (天窗开启度 = 0)  
then 增压泵电机关闭, 高温进水三通阀开度 = 0, 低温进水三通阀开度 = 0

R2: if (室内温度  $\geq$  加热温度) and (0  $\leq$  天窗开启度) and (天窗开启度  $\leq$  30)  
then 增压泵电机开启, 高温进水三通阀开度 = a1, 低温进水三通阀开度 = (3/4) \* a1

R3: if (室内温度  $\geq$  加热温度) and (30  $<$  天窗开启度) and (天窗开启度  $\leq$  70)  
then 增压泵电机开启, 高温进水三通阀开度 = a2, 低温进水三通阀开度 = (3/4) \* a2

R4: if (室内温度  $\geq$  加热温度) and (70  $<$  天窗开启度) and (天窗开启度  $\leq$  100)  
then 增压泵电机开启, 高温进水三通阀开度 = a3, 低温进水三通阀开度 = (3/4) \* a3

R5: if 湿度  $\leq$  50  
then 加热温度变化 = -3

R6: if (湿度  $>$  50) and (湿度  $<$  75)  
then 加热温度变化 = -(75 - 室内湿度) \* 3/50

R7: if (湿度  $\geq$  75) and (湿度  $\leq$  85)  
then 加热温度变化 = 0

R8: if (湿度  $>$  85) and (湿度  $\leq$  100)  
then 加热温度变化 = (室内湿度 - 85) \* 2/15, 加热温度 = 10 + 加热温度变化

.....

其中 a1, a2, a3 表示三个不同的三通阀开度值。

针对上述知识表示, 系统在数据库中建立了两张表用于存储这些知识。

(1) 结果事实表: 用于存放各个规则的结论

字段名称	数据类型	长度	说明
结果代号	Text	8	描述规则结论的标志
结果描述	Text	50	规则结论内容

(2) 知识库: 用于存放规则

字段名称	数据类型	长度	说明
编号	自动编号		
前提条件	Text	200	
结论	Text	8	参照结果事实表中的结果描述字段
使用状态	Text	1	该字段 T 表示已使用, F 表示未使用

## 4 推理机

在 ES 中, 常用的推理控制策略有: 正向推理(数据驱动控制、前向链推理), 反向推理、混合推理等。不同的推理方法各有优缺点, 基于所获得的知识的特点, 本系统采用正向推理方式, 使用这种推理方式, 用户可以主动提供问题的有关信息, 系统对用户输入的问题能作出快速反应。

正向推理的基本思想是: 从已有的信息出发, 寻找可用知识, 通过冲突消解选择启用知识, 执行知识, 改变求解状态, 逐步求解直至问题解决。其工作过程为: 用户将与推理有关的信息先存入一数据库, 推理机根据这些信息, 从知识库中选择合适的规则, 某条规则如果要成立, 则该规则的所有前提事实都必须匹配成功。一旦发现某条规则只要有一个事实前提不成立, 就可以跳过该规则, 转而看下条规则是否可以匹配。如果某条规则的所有事实前提均匹配成功, 即该规则成立时, 则把该规则的结论存入数据库, 同时把该规则的“使用标志”字段置为已使用状态, 在后面的推理循环过程中就可以不必再测试该规则。正向推理一般有两种结束条件: 一是求出一个符合条件的解就结束; 二是将所有的解都求出才结束。如果系统考虑第二种结束条件则构成一个完整的推理。

完整的推理是一个复杂的回溯递归过程。一条规则的结论可以是另一条规则的前提。在一轮循环中不成立的规则, 可能在下轮的循环中成立。这是因为在它之后匹配, 并且匹配成功的规则的结论有可能恰好是这个规则的前提之一。推理流程如图 2 所示:

实现伪代码如下所示:

```
Dim db As Database //定义数据库指针变量
Dim rs, rr, r As Recordset //定义数据记录指针变量
Dim sql As String
Dim label As String //判断规则成立的标识, 0 表示不成立
Label = '0'
Set db = OpenDatabase(App.Path + "\db.mdb") //打开系统数据库
`Sql = "update 知识库 set 使用状态 = '0'" //设所有规则的状态为未使用, 即 0 状态
db.Execute sql
set rs = db.OpenRecordset("select * from 知识库") //打开知识库, 进行规则匹配
```

```

sql = "select 结论 from 知识库 where 前提条件 = 初
始条件" //匹配规则
db.Execute sql
do while not rs.eof
if 匹配成功
rs.movenext
set r = db. OpenRecordset("select * from 知
识库")
//将匹配得到的结论和初始条件作为新的初始条件,
再进行匹配
do while not r.eof
sql = "select 结论 from 知识库 where 前提条件
= (初始条件 + 结论)"
set rr = db. OpenRecordset(sql)
if rr.eof then
//找不到能够再匹配的规则,则该规则成立,状态
为已使用,即 1 态

```

```

db.Execute sql
label = 1
在综合数据库中记录中间过程和结论
exit do
else
r.movenext
end if
loop
else
rs.movenext
loop
if label = 1 then
至少一条规则成立
end if
if rs.eof and label = 0 then
推理结束,没有规则成立
end if

```

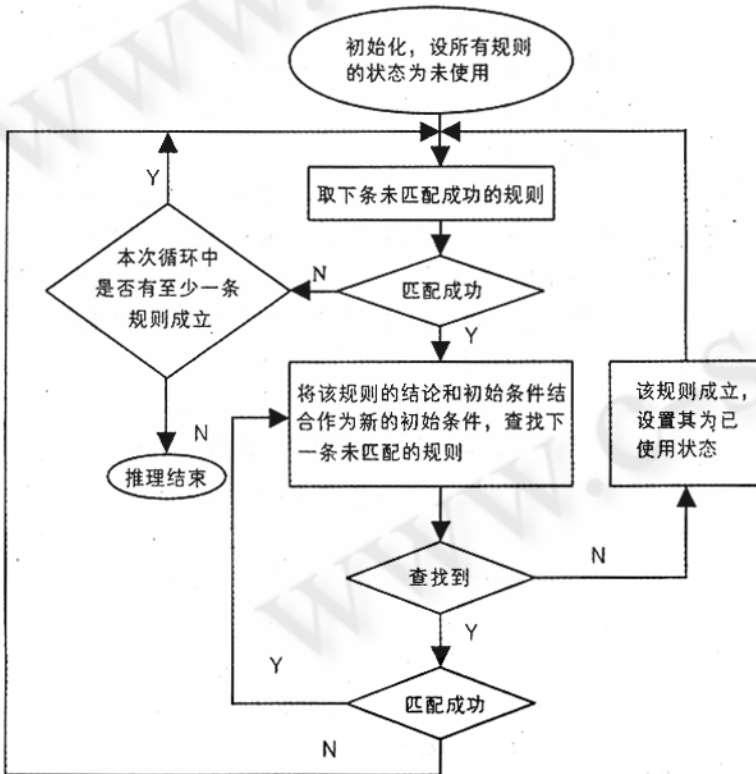


图 2 正向推理流程图

```

sql = "update 知识库 set 使用状态 = '1' where
前提条件 = (初始条件 + 结论)"

```

### 5 结束语

本系统提供了友好的人机接口,并且继承了专家系统中知识库与推理机相互独立的优点。对知识库的任何修改、增加、删除都不用改动处理知识库的程序。系统还实现了黑板功能,用于记录在正向推理过程产生的中间数据,状态改变情况,最终结论等,方便查看、跟踪、控制推理过程。

#### 参考文献

- 1 涂秦华、杜秀华,基于数据库的专家系统及其在大型企业电力系统中的应用,微型电脑应用,2003年,第19卷,第4期。
- 2 郭卫、王明霞等,基于 Internet 的蔬菜栽培专家系统的开发,河北农业大学学报,2003年5月,第26卷,增刊。
- 3 马玉祥、武波等,专家系统,电子科技大学出版社,1994。
- 4 黄叔武、韩建超,管理专家系统,北京经济学院出版社,1994。