

# 智能模型库工具 FoxMod 的研究与设计

刘冬云 (装甲兵工程学院 100072)

邓铁清 (总后勤科学研究所 100072)

**摘要:**本文提出了一个智能模型库工具 FoxMod 的设计与实现技术。该工具是基于现行关系数据库管理系统 FoxPro 2.5 for Windows, 并且集成了 Clips 专家系统的功能而开发的, 其目的是扩充关系数据库系统模型计算和知识推理的功能, 以更好地支持决策。

**关键词:**模型计算 知识推理

## 一、问题的提出

管理信息系统(MIS)是将计算机技术应用于一个单位或部门的各种业务的系统。是数据库技术管理业务的结合。目前的大部分管理信息系统都是基于关系数据库系统开发的。这是因为关系模型概念简单、清晰, 易于用户理解和使用; 关系数据库语言非过程化, 大大减少了用户编程的难度。但是, 随着管理信息系统发展到它的高级阶段—决策支持系统阶段, 传统的关系数据库系统已不能很好地支持决策支持系统的开发。这是因为决策问题的解决要用到大量的模型和知识, 相应要求决策支持系统必须具有模型计算和知识推理的功能。而现在流行的关系数据库系统支持数值计算和知识推理的功能十分有限, 因而难以成为决策支持系统开发的理想工具。

为了有效地支持决策支持系统的开发, 同时又不失去众多的 MIS 用户, 我们提出了在当前成熟的关系数据库管理系统的基础上, 扩充其模型计算及管理功能的设想。FoxPro 是广为微机用户所使用的数据库管理系统, 被我们选为开发智能模型库工具 FoxMod 的主环境。

## 二、FoxMod 的开发思想

FoxMod 的开发主要基于模型与算法分离、模型的数据表示、将知识推理用于模型管理等思想。

### 1. 模型与算法分离

传统的模型表示方法都是程序表示。模型的输入输出格式和算法包含在一个程序内。这样就使模型难于修改。通过模型与算法的分离, 可有利于用户对模型的理解, 方便用户对模型的修改, 系统可根据用户问题的需要灵活地选择算法及实现模型的连接与合成。

### 2. 模型的数据表示

为获取现行关系数据库的功能支持, 利用关系数据库模式表示模型。从数据变换的角度看, 一个模型可视为由一组输入和一组输出属性组成的关系, 即模型可表示为  $Y = M(X)$ , 其中  $X = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}$  为模型输入集;  $Y = \{Y_1, Y_2, \dots, Y_m\}$  为模型输出集。因此模型  $M$  可用  $X$  与  $Y$  之间的功能上的相关性的虚关系表示。即  $R = X_1 \times X_2 \times \dots \times X_n \times Y_1 \times Y_2 \times \dots \times Y_m$ 。

模型关系与数据关系有所不同。数据关系是一种静态关系, 它的元组是确切的数值, 存储在关系数据库中, 对数据关系的一次操作就是对存在元组的某种查询; 而模型关系则是一种虚关系, 它的元组是不明显存在的, 其元组是通过一定的操作, 即调用某个过程运算而实现的。

### 3. 将知识推理用于模型管理

由于决策问题是复杂多变的, 用于解决问题的模型也不是单一不变的。在求解问题的过程中, 模型的建立、模型的选择、模型参数的获取、模型与算法的连接、模型的合成都需要对模型的深入了解, 这对普通用户来说是难以达到的。为增强模型求解能力, 需将上述模型管理的知识归纳出来, 存储到知识库中, 利用知识推理来实现模型的建模、合成及触发。

## 三、FoxMod 环境

FoxMod 的开发环境主要包括 FoxPro 2.5 for Windows、FoxPro Library Construction Kit (FoxLck)、Clips 和 FoxPert<sup>[1]</sup>。其中 FoxPro 是当前微机上广为流行的数据库系统, 被选为 FoxMod 的主开发平台; FoxLck 是随 FoxPro 基础版一起发行的 FoxPro 专业版, 该工具为使用

C语言开发和扩充 FoxPro 的功能提供了方便;Clips 是美国航天局推出的基于规则的通用专家系统工具;FoxPert 是总后科研所对 FoxPro 数据库系统和 Clips 系统集成的一个智能数据库工具。该工具实现数据和知识的结合,弥补了数据库系统推理功能的不足。FoxPert 为 FoxMod 的开发提供了技术基础和有利工具。

FoxMod 环境包括工具开发环境和工具使用环境。如图 1 所示。

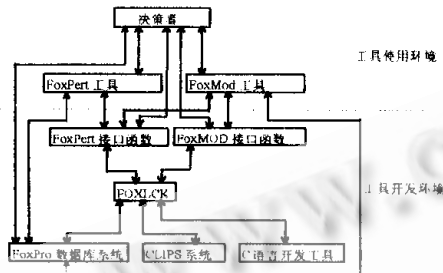


图 1 FoxMod 环境

本系统采用两级集成,即语言级的集成和环境级的集成。语言级的集成是利用 FoxLck 工具对 FoxPro 数据库语言和 Clips 语言的集成,以 FoxPert 函数和 FoxMod 函数形式提交;环境级的集成是 FoxPert、FoxMod 接口与数据库系统环境的集成,以 FoxMod、FoxPert 工具形式提交。其中, FoxPert 接口主要提供 FoxPro 应用程序对 Clips 系统的数据交换和功能调用; FoxMod 接口作为对 FoxPert 的补充,主要提供模型与数据的接口、模型与知识的接口。 FoxMod 工具通过调用 FoxPro 语言、FoxPert 接口、FoxMod 接口将模型操作与知识推理集成到一起。

#### 四、模型库结构与模型的组织

模型库是模型的有机集合,其结构描述了模型的内部结构特性和外部使用说明。这里把模型库的构成分成如下几个部分:模型结构库、模型知识库、模型参数数据库、模型算法库及模型库字典。如图 2 所示。

##### 1. 模型结构库

模型结构库存放了数学模型的基本结构单元。其关系模式为:模型结构(模型编号,方程式,结构抽象)。如表 1 所示。

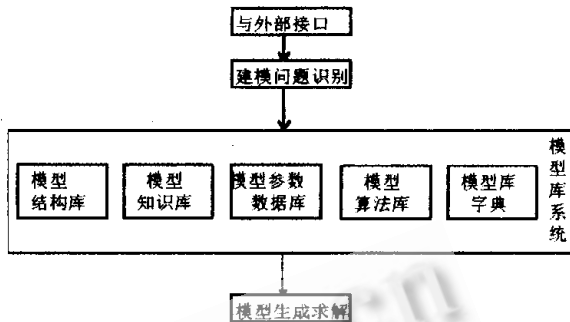


图 2 模型库系统

表 1

模型编号	方程	结构抽象
M001	$Z = X + Y$	equ(Z, plus(X, Y))
M002	$Z = X - Y$	equ(Z, minus(X, Y))
M003	$F = \sum a_i x_i$	equ(F, sum(1, n, mult(A(i), X(i))))
...	...	...

##### 2. 模型参数库

用于存储用户为解决某一具体问题而建立的用户模型的参数数据。模型参数数据库的关系模式为:模型参数(模型编号,参数名,参数值)。对于基本模型,其参数值为空值,只有当基本模型经过参数例化生成用户模型后,参数才被赋予实际值。模型参数值的获取可通过人工输入,也可由规则推理获取。

##### 3. 模型知识库

利用模型知识库来存储模型的触发、合成、优化等与建模有关的控制知识和进行模型参数求解的经验性知识。在 Clips 系统中采用了产生式知识表示方法,产生式规则的语法结构由命令关键字、规则名、优先级、条件部分、动作部分和注解组成。在 FoxMod 工具中,我们拟采用如表 2 所示的结构给出产生式规则的关系描述:Rule (Phaseflag, Rule name, Saliency, Conditions, Actions, Comment)。

##### 4. 模型算法库

是一组用 Foxlck、MSC 7.0 宏编译工具开发的函数库文件,扩展名为“.FLL”。或是 FoxPro 语言实现的过程或函数库程序文件,其扩展名为“.PRG”。模型算法库中的函数或过程是模型程序实现,供模型调用。

表 2

字段名	字段名中外含义	类型	宽度
PHASEFLAG	规则类名	C	10
RULENAME	规则名	C	50
SALIENCE	优先级	N	6,0
CONDITIONS	条件部分	M	10
ACTIONS	动作部分	M	10
COMMENT	注解	M	10

5. 模型库字典

模型库字典主要从外部特性上描述模型。其关系模式为:模型字典(模型编号,模型名称,结构说明,参数说明,模型算法名,算法说明)。模型字典有利于用户对模型的理解,便于对模型的控制和管理。

五、FoxMod 功能实现

在给出模型库的关系表达后,就很容易利用关系操作命令来实现对模型的管理,如利用 Append、Insert、Set Relation to、Replace、Browse 等命令可实现对模型记录的追加、修改和查询。然而,如前所述,模型关系有别于数据关系,因此对模型的操作要在关系操作语言的基础上进行扩展。

FoxMod 主要提供模型的查询、模型的运行、模型的生成和模型维护等功能。

1. 模型查询

主要是查询模型的各种信息。主要包括:

- (1)模型的外部特征,如输入、输出参数。
- (2)模型的结构方程。
- (3)模型知识。如模型的选择、参数的获取知识等。
- (4)用户模型所对应的算法。包括各算法的使用条件、算法的输入和输出参数等。

2. 模型的生成

模型可分为三类,即单元模型、复合模型和用户模型。单元模型是系统中的固有最小模型元;复合模型是不同单元模型以一定控制结构组合而成;用户模型是复合模型经过参数例化生成。这里模型的生成指复合模型

的生成和用户模型的生成。如图 3 所示。

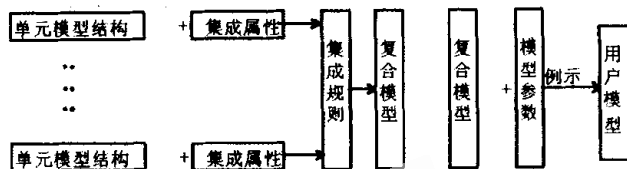


图 3 模型生成

3. 模型的运行

模型的运行主要包括下述过程:(1)模型参数获取及算法选择;(2)将模型数据转换为所选定算法的输入输出参数格式;(3)算法求解;(4)运行结果输出。在模型库中模型参数是以关系数据方式存放于参数数据库中,所以在调用算法时要转换为算法要求的参数格式,这一功能由模型算法与模型数据间的接口来实现。

4. 模型的维护

模型的维护这里指模型的修改和删除。

每修改一个模型便相应地修改模型结构库、模型参数库、模型知识库及模型字典中的相应记录,如果该模型在算法库中无可用算法,要实现该算法。对算法程序的修改不影响模型表示。

同样,删除模型要同时删除模型结构库、模型参数库、模型知识库及模型字典中的相应记录,如果模型是复合模型,同时删除其算法程序文件;如果模型是单元模型,其对应算法不予删除。

参考文献

- [1] 杨文婷、邓铁清等,“一个基于 FoxPro 和 Clips 的智能数据库支持工具 FoxPert”,计算机研究与发展,第八期,1997
- [2] 陈文伟,《决策支持系统及其开发》,清华大学出版社、广西科学技术出版社,1994
- [3] 史济建等,“智能模型库设计与实现”,中国计算机研究进展,第三期,1993

(来稿时间:1997年9月)