

一个基于 MIS 的模型库系统 结构模型及其实现^{*}

蔡淑贤 赖剑煌 王朝乐

(中山大学数学系, 广州 510275) (河南中州大学基础部)

摘要 提出了一种数学模型分解模式, 由此建立了一个基于 MIS 的模型库系统结构模型, 为建立基于 MIS 的通用模型库管理系统提供了理论基础. 并在 FoxPro 平台上实现了该模型.

关键词 数据库, 模型库系统, 管理信息系统, 系统结构

分类号 TP 311.1

早期计算机对数学模型的处理, 是将模型直接定义于程序中, 一个或一组程序解决某一特定模型的计算问题. 模型依赖于程序而存在, 要变更模型则必须修改程序. 更谈不上模型的生成与重构.

70年代初, 由 Goy 和 Scott Morton 提出了决策支持系统 DSS (Decision Support System) 的概念^[1], 将模型等同于数据, 存于数据库中, 出现了模型库, 使模型独立于程序而存在. 80年代, 智能决策支持系统 IDSS (Intelligent Decision Support System)^[2]和计算机集成制造系统 CIMS (Computer Integrated Manufacturing System)^[3]的发展, 更加丰富了模型库的使用. 但是长期以来, 人们一直在致力发展 DSS 和 CIMS 中模型库的应用, 即发展模型库在系统决策和仿真方面的应用, 而忽视了模型库的最原始的应用——在简化编程方面的应用.

1 MIS 中引入模型库的作用

事实上, MIS 普遍涉及大量模型的处理. 这是因为 MIS 的处理涉及经济活动的每个环节, 而数学模型被广泛地应用于各类宏观和微观的经济活动中^[4]. 在 MIS 中对模型的最有效管理和使用的方法是建立模型库, 对模型进行统一的存储和管理. 在 MIS 中引进模型库、方法库系统, 能使数据的获得和提取方式独立于程序, 有利于编程的简化, 有利于软件的复用, 从而使软件系统有充分的灵活性、可扩充性和可修改性.

MIS 与 DSS 相比, 更侧重于对数据的管理, 而非利用数据进行决策, 因而在 MIS 中不必考虑知识模型, 处理的模型一般比较简单, 往往是解析表达式的简单模型. 便于建立通用的系统结构模型. MIS 与 CIMS 相比, CIMS 中的模型库是一个松耦合的体系, 而 MIS 中的模型库比较规范, 并且直接建立在 DBMS 基础上, 使模型库管理系统更容易实现.

* 收稿日期: 1997-08-25 蔡淑贤, 女, 55岁, 副教授

2 模型、方法、格式及其关系

模型库中的模型是对现实世界的事物、现象、过程或系统的抽象描述。模型有多种分类方法^[5]。模型按结构分,可分为解析类模型、模糊逻辑类模型、仿真类模型、知识类模型。MIS使用的模型比较简单,以简单的解析类模型为主,包括预测模型、分析模型、投入产出模型、计划模型和库存模型。所有的模型,本质上都可分成复合模型和简单模型 2 大类。简单模型是可用单一解析公式表示的模型;复合模型可分解为算法步骤下的一系列简单模型。可用 BNF 范式表达这一分解的计算机处理思想:

$$\langle \text{复合模型} \rangle ::= \{ \langle \text{计算步骤} \rangle \langle \text{简单模型} \rangle \} \quad (1)$$

$$\langle \text{简单模型} \rangle ::= \{ \langle \text{参数获取} \rangle \} \langle \text{模型加载} \rangle \quad (2)$$

这 2 个范式实质上刻划了计算机采用模型库与方法库相互配合对模型进行处理的机制,其中的计算步骤、参数获取都属于方法库的方法。对于 MIS 而言,由于它所处理的主要是简单模型,因而后一式子实质上 MIS 是对模型处理的通式,是设计 MIS 模型库和方法库的理论基础。

方法库中存放的是与处理模型相关的数值方法和非数值方法。广义地说,具有一定参数,有一定输出结果的程序均可视为方法^[6],因此表格、图形、系统命令、程序均为方法。方法可分为数学算法、系统程序和应用程序 3 类。广义方法涉及面广,不利于方法库的设计,狭义的方法指的是与模型计算相关的数学算法、参数获取的方法,结果格式化输出的方法。对于 MIS 而言,由于模型的单一性,方法库将简化成只需存放模型参数获取方法,而将模型结果格式化输出的方法存于格式库中。

格式库中的格式用于描述结果的输出形式,包括数据类型的转换、子串的截取、数据合并、输出形式描述等。格式有 2 类:一类是控制数据输出到屏幕或打印机的格式;另一类是控制数据输出到数据库的格式。格式库实际上是特殊的方法库。

3 模型库系统结构模型

基于 MIS 的模型库系统建立在 DBMS 技术支撑上的管理系统(如图 1 所示),主要由模型库、方法库、数据库、格式库及其管理系统、统计分析核心调度系统组成。该系统可被抽象为六元系统,即:

$$S = \{ \text{ModelDb}, \text{MethodDb}, \text{FormDb}, \text{ParaDb}, \text{Db}, \text{DeriveDb} \}$$

其中, $\text{ModelDb} = \{ m_{01}, m_{02}, \dots, m_{0n} \}$, ModelDb 为模型库,用于集成各种模型。 $\text{MethodDb} = \{ m_{e1}, m_{e2}, \dots, m_{en} \}$, MethodDb 为方法库,用于集成各模型计算的参数获取方法。 $\text{FormDb} = \{ f_1, f_2, \dots, f_n \}$, FormDb 为格式库,用于集成控制数据输出的各种格式。 $\text{ParaDb} = \{ p_1, p_2, \dots, p_4 \}$, ParaDb 为参数库,用于存放各种驱动统计分析程序运转的各种参数。 $\text{Db} = \{ db_1, db_2, \dots, db_n \}$, Db 为数据库,用于存放计算数学模型所需的各种数据。 $\text{DeriveDb} = \{ de_1, de_2, \dots, de_n \}$, DeriveDb 为衍生数据库,用于存放模型计算所输出的各种结果。该系统结构模型的 BNF 范式如下:

$$\langle \text{模型系统结构模型} \rangle ::= \langle \text{用户接口系统} \rangle \langle \text{统计分析系统} \rangle$$

$$\langle \text{统计分析系统} \rangle ::= \langle \text{统计分析核心系统} \rangle \langle \text{数据库系统} \rangle \langle \text{模型库系统} \rangle \langle \text{方法库系统} \rangle \langle \text{格式库系统} \rangle$$

$$\langle \text{统计分析核心系统} \rangle ::= \langle \text{参数获取} \rangle \langle \text{模型加载} \rangle \langle \text{格式化输出} \rangle$$

〈模型库系统〉 ::= 〈模型库〉 〈模型库管理系统〉 〈用户接口系统〉 ::= 〈输入处理系统〉 〈输出处理系统〉
 〈方法库系统〉 ::= 〈方法库〉 〈方法库管理系统〉
 〈格式库系统〉 ::= 〈格式库〉 〈格式库管理系统〉 〈输入处理系统〉 ::= 〈参数库〉 〈输入处理〉
 〈数据库系统〉 ::= 〈数据库〉 〈数据库管理系统〉 〈输出处理系统〉 ::= 〈格式库〉 〈衍生库〉 〈输出处理〉

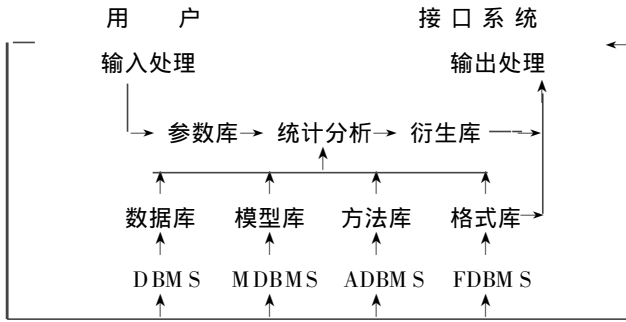


图 1 系统结构模型

Fig. 1 The model of system structure

4 系统主要部件的设计说明

4.1 模型库系统

为整个系统提供模型支撑, 它有 1 个模型库管理系统 (MDBMS) 对模型库进行统一的管理, 具有对模型定义、建立、存储、查询、更新、删除、插入以及重构等功能. 模型库是系统的核心部件, 其结构为: ModelDb (ModelName, ModelId, ModelDef, Builder, Date). 其中, ModelName 是模型名称; ModelId 是模型编码; ModelDef 是模型定义, 存放简单模型; Builder 是模型建立者; Date 是建模时间.

4.2 方法库系统

为系统提供算法模型支撑, 它有 1 个方法库管理系统 (ADBMS) 对方法库进行统一的管理, 主要由增加、修改、删除、查询等功能组成. 对于 MIS 而言, 方法库存放的算法已均化为取数的方法, 为数学模型的计算提供参数. 方法库的结构为: MethodDb (ModelId, Parameter, Dbname, BindCond, Fieldnam, Command). 其中, ModelId 模型编码, 指明该取数方法为哪个模型服务; Parameter 为模型所用的参数; Dbname 标识存放参数值的库文件名; BindCond 指明参数值的获取条件; Fieldnam 指对参数值来源的字段名; Command 描述对获取参数值的加工命令.

4.3 格式库系统

为系统提供数据输出的标准格式. 它有 1 个格式库管理系统 (FDBMS) 对格式库进行统一的管理, 主要由增加、修改、删除、查询等功能组成. 格式库的结构是根据输出处理而决定的. 若数据输出到屏幕或打印机, 其结构为: FormDb (ModelId, Form₁, Form₂, ..., Form_n). 其中, ModelId 模型编码, 指明该取数方法为哪个模型服务; Form₁, Form₂ 等用于存储输出格式. 若数据输出到数据库, 其结构除了包括模型编码 (ModelId) 外, 其它数据项则由衍生数据库决定, 用于存放衍生数据库各个数据项的输出格式.

4.4 统计分析系统

是模型库、方法库、格式库、数据库应用的核心调度软件. 其工作过程如下: 来自于

模型库的参数驱动统计分析系统进入工作状态, 决定调模型库的哪个模型进行计算, 根据这一模型的编码, 在方法库中找出相关的若干取数方法, 进行取数处理, 获得模型所需的所有参数后, 再进行模型加载计算出结果. 然后根据模型编码从格式库中取出相关的格式化方法, 对结果进行格式化并将结果存于衍生库中.

5 应用实例

以财务核算系统的核算模型为例, 说明如何在软件的开发中灵活使用模型库、方法库、格式库、数据库. 在财务核算系统中存在许多数学模型, 例如:

工程成本 = 工资 + 采购旅差费 + 固定资产折旧 + 材料₁ + 材料₂ + 其他

计算税金 = \sum 计算税金的收入数 (i) * 税率

统计材料金额 = \sum (材料 (i) 单价 * 材料 (i) 数量)

... ..

这类存在大量模型的 MIS, 采用上述定义的模型库系统模型来实现具有很大的灵活性, 如模型库 ModelDb. DBF 中的数据如下:

ModelId	ModelDef	ModelName	Builder	Date
1	A+ B+ C+ D+ E+ F	工程成本		
2	(A+ B) * 0.12	计算税金		
3	A* B+ C* D	统计材料金额		

对应上述模型的方法库 MethodDb. DBF 中的数据如下:

ModelId	Parameter	Dbname	BindCond	Fieldnam	Command
1	A	& ZJK	KMDH= "4020100"	YE	SUM
1	B	& ZJK	KMDH= "4020200"	YE	SUM
...
2	A	* MXK	"产品销售收入" \$ ZY	JE	SUM
2	B	* MXK	"其他收入" \$ ZY	JE	SUM
3	A	CLMXK	CLDM= "P"	SL	LOCATE
3	B	CLMXK	CLDM= "P"	DJ	LOCATE
...

模型库中的第 1 个模型用来计算工程总成本. 该模型所对应的各个参数在方法库中得到取数的各种参数值, 如参数 A 是会计总帐库文件 (文件名为 "ZJK" + 年份, 如 ZJK97) 中的会计科目为 "4020100" (工资) 的余额项求和的结果. 第 2 个模型 "(A+ B) * 0.12" 用于统计税金, 其中 0.12 表示税率; A+ B 表示各种收入之和, 这些收入通过会计明细帐中的摘要 (ZY) 加以区别 ("产品销售收入" \$ ZY). 第 3 个模型用于统计各种材料的金额. 如果需要更新上述模型 (例如增加成本项、改变税率等), 只要通过模型库管理系统对模型库进行重构模型, 同时在方法库中通过方法库管理系统重构相应的参数. 由此可见, 无论是模型库还是方法库, 只要通过各自的管理系统, 对模型或取数方法的参数进行定义、建立、更新、删除、插入以及重构, 而不必修改程序.

整个模型库系统运行调度的核心是统计分析系统, 该系统的算法如下:

(1) 用户输入参数, 选择处理的模型, 作为参数驱动统计分析系统进入工作状态, 决定统计的模型.

(2) 根据已选择的模型编码, 在方法库中找出相关的若干取数方法, 进行宏替换处理, 获得这一模型所需的所有参数. 具体步骤为: ① 在方法库通过 Fieldnam 获取本模型数据参数来源的字段名 (dzdm= Fieldnam); ② 构造数据来源的数据库文件名. 如果参数值含 "&", 表示数据库文件名含有年份; 若参数值含 "*", 表示数据库文件名含有年份和月份, ; 否则取参数值本身; ③ 构造参数值的加工命令并执行之, 例如当加工的命令为求和 (Command= "SUM") 时, 则构造命令参数为 DML= ALLTRIM (Command) + "FOR" + BindCond + "TO ParameterX", 其中 BindCond 为参数值的获取条件; ParameterX 用于存储求和或查询结果, 并用宏替换函数执行所构造命令 (& DML) 或计算 (ParameterX= & dzdm) 其结果; ④ 构造本模型参数表达式, 例如用命令 xx= ALLTRIM (Parameter) + "=" + ALLTRIM (STR (ParameterX, 14, 2)); ⑤ 计算模型所需的参数值, 例如用命令 & xx 或 (xx)

(3) 进行模型加载后再次作宏替换处理计算出结果, 例如用命令

ModelDefX= ALLTRIM (ModelDef), & ModelDefX 或 (ModelDefX)

(4) 将结果存于衍生库, 并从格式库中取出相关格式化方法, 对结果进行格式化输出.

参 考 文 献

- 1 张雪凤, 陈明裕, 陈永年. 决策支持系统中的模型及模型库管理系统. 计算机研究与发展, 1993 (3): 36~ 41
- 2 徐洁磐, 惠永涛, 吕嵘. 智能决策支持系统的发展与展望. 计算机研究与发展, 1993(3): 42~ 45
- 3 白彩英. CIMS教程. 北京: 学苑出版社, 1993 1~ 10
- 4 蔡淑贤. 论数学模型在管理信息系统的作用. 中山大学学报 (自然科学版), 1997, 36(3): 106~ 109
- 5 Cheng A M, Holsapple C W, Whinston A B. Model management issues and direction. Decision Support Systems, 1993 (9): 15~ 20
- 6 徐洁磐, 朱树春, 王银根. NDSSG的方法与方法库管理的一些研究. 计算机研究与发展, 1993 (3): 7~ 11

Research and Application of A Model Database System Based on MIS

Cai Shuxian* Lai Jianhuang Wang Chaole

Abstract Presents a decomposition scheme of mathematical model and designs a structure model of model database system based on MIS. This establishes a basic theory for implementing general model database system based on MIS. As an application of the approach, the system model is implemented on Fox Pro platform.

Keywords database, model database system, management information system, system structure

* Department of Mathematics, Zhongshan University, Guangzhou 510275, China