

面向对象技术在消力池优化设计专家系统中的应用

夏继红 ,严忠民

(河海大学水利水电工程学院 ,江苏 南京 210098)

摘要 :以消力池优化设计专家系统为例 ,着重讨论面向对象技术在该系统中的应用 .从消力池优化设计工程的实际出发 ,应用面向对象技术对专家系统的核心部分——知识表示、数据库以及推理方法等进行设计描述 ,并利用班台闸水工模型试验资料对该系统进行了验证 ,结果表明 ,面向对象技术应用于专家系统 ,可以提高专家系统的推理和数据查询效率 .

关键词 :消力池 ;面向对象 ;专家系统

中图分类号 :TV653⁺ .1 ;TV222.2 文献标识码 :A 文章编号 :1000-1980(2003)05-0526-04

面向对象方法(Object-Oriented 或 Object-Orientation ,简称 OO)是 20 世纪 80 年代发展起来的软件核心技术之一 ,是为了克服传统的面向过程设计方法的程序代码不能重复使用、系统开发效率低等弊端而提出来的的一种行之有效的方^[1] .它将系统中的一切概念化的研究对象都模拟成对象 ,以描述对象的数据结构为中心来构筑系统 .该方法直接对应于人类认识和记录客观事物的方法 .它通过引入对象类的概念及消息传递 ,实现数据抽象、信息封装和对象类之间的(关于对象特性和操作的)继承性 .这种“ 类 ”的概念 ,反映了人类认识事物从特殊到一般的归纳抽象 ,而继承性则实现了从一般到特殊的演绎过程 .可见 ,面向对象的方法符合人们的一般思维过程 .而专家系统的推理过程就是归纳和演绎过程^[2] ,因而 ,把面向对象的方法应用于专家系统的设计 ,是完全可行的 .本文以消力池优化设计专家系统为例 ,阐述面向对象技术在该系统中的应用 .

1 系统中知识的面向对象表示

消力池设计过程中所涉及到的知识范围很广 .这些知识既有定性的(如消能方式类知识) ,也有定量的(如水流类知识) ,既有确定的、结构化的(如消力池水力计算类知识) ,又有非确定性、非结构化的(如消力池安全诊断类知识) .这些知识都有自己的静态、动态特性 ,而且知识之间也是相互关联的 .逻辑表示法、语义表示法、框架表示法以及产生式规则表示法等传统的知识表示方法要么只能描述知识的动态特性 ,要么只能描述知识的静态特性 ,而且对于知识之间的相互关联的描述更显得无能为力 .因此 ,传统的知识表示方法是不能适应这些知识的描述要求的 .消力池优化设计专家系统中采用了面向对象的知识表示方法 .这种表示方法是以抽象数据类型为基础 ,针对不同的知识 ,抽象划分成不同的对象(每个对象都有很多相关的属性和服务) ,不同的对象可以归纳抽取划分成不同的类 .采用这种方法来表示消力池相关知识能够方便地描述复杂对象的静态特性、动态行为及相互作用 .

面向对象表示方法中最关键的是如何将知识抽象成类和对象 ,如何将其有效地表示出来 .在消力池优化设计专家系统中 ,知识库中知识类及对象的定义方法如下^[3] .

1.1 类的表示

类是知识表示的基本单位 ,主要由属性和操作组成 .类属性即同一类事物共有特征 ,它反映的是对象生存期的状态 ,其初值既可通过类的实例化获得 ,也可以用类的方法(操作)改变 .消力池优化设计中主要包括消能类知识、水流类知识、消力池水力计算类知识、建筑物类知识、评判规则类知识等知识 .系统对这些知识均以类的形式表示 .这里将以消力池水力计算类知识和评判规则类知识为例来说明类的表示方法^[4] .

Class CStillingbasin {CEnergydissipation{ //消力池水力计算类

```
Protect :  
    string name ;                //消力池名  
    float stillingbasinlength ;  //消力池长度  
    float stillingbasindepth ;   //消力池深度  
  
Public :  
    CStillingbasin( void ) ;     //消力池类构造函数  
    ~ CStillingbasin( void ) ;   //消力池类析构函数  
    void Calculationdepth( ) ;   //消力池池深计算函数  
    void Calculationlength( ) ;  //消力池池长计算函数  
};  
  
Class CRule{                    //判别规则类  
private :  
    string Name ;                //规则名  
    string Matchvariables ;      //匹配的变量名  
    string Matchcontext ;        //匹配的上下文  
    boolean Condition ;          //返回布尔值的条件表达式  
    string Actionsequence ;      //操作序列  
    string Ruletype{BEFORE ,AFTER} //规则类型  
    string Next{CONTINUE ,RETURN} //执行存取状态  
    integer priority ;           //优先级  
}
```

上述 CStillingbasin 类以 CEnergydissipation 类为基类,即 CStillingbasin 类继承了 CEnergydissipation 类的所有属性和服务.这种表示方法与实际应用中消力池水力计算类知识要以消能类知识为基础的概念相一致.系统中的规则类采用封装技术和消息机制,只有通过特定的消息,才能将某规则激发.这种结构模型层次非常清晰,有利于知识库中知识的表示,而且还有利于推理机对知识的运用和搜索以及用户的查询.

1.2 对象(类的实例化)

类是知识库的静态部分,实例变量(对象)是知识库的动态部分.在程序运行时,首先生成实例变量,然后进行推理分析.实例变量是类的具体化,具体使用方法是:

声明对象的方法 类名:对象名^[5].如: CStillingbasin StillingbasinA ;CStillingbasin StillingbasinB.
当对象定义完成后,对象就自动执行类中构造函数,通过构造函数来给对象赋初值.在程序中,也可以通过人工赋值的方法实现对象属性变量的赋值^[5].如消力池 A 对象的池长属性变量赋值方法为:

```
StillingbasinA->stillingbainlength = StillingbasinA->Calculationlength( );
```

2 系统中面向对象数据库

关系数据库是通过二维数据表来存储数据的,它只能反映 E-R 模型的数据.这种数据库对于一些复杂的工程数据难以快速有效地存储检索,特别是对于数据的继承性,不能很好地表达.如消力池设计中闸类数据包括闸墩类数据、闸门类数据、闸底数据等,普通的关系数据库不能将这种数据继承性描述得很清晰.在系统中,利用了面向对象技术来设计数据库,形成面向对象数据库.每一类数据形成一个类数据库.同时,为了实现与其他数据库系统的兼容性,对于每个实例对象,仍采用关系数据库的方式来存储.如:系统中闸类数据库的属性包括闸名、闸位置、闸类型、建闸时间、闸墩、闸门等,闸墩数据库的属性包括墩数、墩高、墩宽等,闸门类数据库的属性包括门宽、门型、门材料等,这些数据信息仍以二维数据表形式存储.这样建立的面向对象工程数据库可以简化系统复杂性,提高了数据查询、数据存取的效率.

为了进一步提高数据查询、数据存取效率,系统中面向对象数据库还采用了索引、对象词典、类仓库技术.(a)索引 每一个类数据库均有关键字,一个类对象创建时,该关键字将自动形成.通常每个对象都有一

个对应的对象标识号(OID),如 :闸对象中以闸名为 OID ,闸墩对象以闸墩号为 OID ,材料对象以材料编号为 OID 等 .这些 OID 可作为索引关键字 .系统中采用了 B+ 树的数据结构实现面向对象数据库的索引 ,这种索引结构是类层次索引 ,也就是说 ,一个类层次索引建立在一个类层次中的类属性上 .(b)对象词典 对象词典是用来记录对象的标识符、对象的状态及其在物理内存的地址的偏移值的 .在对闸类数据库操作时 ,首先从对象词典中读取闸对象的相关信息(如闸标识符、闸数据库当前状态以及数据存储地址) ,这样通过对象词典实现对象标识与对象的物理地址的一一映射 ,从而实现数据的有效存取 .(c)类仓库 类仓库记录了对象在运行期间所有关于其基类及其自身的信息(名称、大小、创建时间等) ,用于动态创建类对象并保持原有对象的特性 .它主要利用了动态类别辨认、动态生成等一些运行机制 ,把运行类的集合作为对象容器来管理和操作 .实现类对象的动态创建、对象数据的初始化 ,并通过链接元素类实现类仓库与对象词典、索引之间的映射 ,保证对象词典及索引结构快速调用其相关信息 .

3 系统中面向对象推理方法

全面高效的推理机制是专家系统的关键所在 ,且推理机制应与知识库、数据库的表示方法相一致 .由于系统中消力池设计的相关知识库的知识表示以及数据库的数据存储均采用了面向对象的机制 ,所以在系统中也采用了与之相应的面向对象推理机制 .知识库、数据库是由相关类对象组成的树型结构 .面向对象推理过程实质就是对知识库、数据库中树型结构的遍历过程 .根据相关参数信息 ,首先从知识库、数据库搜索出相应的根类对象 ,再搜索出具体的子类对象 ,然后通过实例化对象 ,对实例对象作具体的推理分析计算 .整个推理过程是分层次的 ,所以将推理机分为主推理机和实例对象推理机 .主推理机实现知识类、数据类的选择 ,实例对象推理机实现具体实例对象的推理分析计算 .(a)主推理机 在主推理机中 ,首先对类的典型特征进行判别 .若典型特征不匹配 ,则目标对象不可能属于该类 ,且不可能属于该类的子类 .这样就实现了在搜索过程中的“ 剪枝 ” ,加快了搜索速度 .主推理机采用了广度优先的搜索策略 .(b)实例对象推理机 根据相关参数 ,运用知识库中相关规则和数据库中相关数据 ,对消力池的现状进行分析判断(如是否能满足消能要求、消能率是否较优、消力池是否对周围建筑物构成危害等) 以及消力池的优化设计 .

现以消力池最优池深的计算推理过程为例说明系统的推理机制 ,分析主推理机与实例对象推理机是如何协调进行的 .主推理机根据从人机界面获取的相关参数 ,搜索出知识库中消能类知识 ,由实例对象推理机计算分析确定应采用的消能方式(底流消能、面流消能、挑流消能等) .若不采用底流式消能 ,则中止池深推理求解过程 ;否则 ,由主推理机进一步搜索出水跃类知识 ,由实例对象推理机根据数据库中水位流量实测资料、建筑物类数据、河床类数据以及知识库中水跃类知识、流量计算类知识 ,推理计算跃后水深 ,分析水跃形式(临界水跃、远驱水跃、淹没水跃等) .如果发生远驱水跃 ,则根据相关参数计算出最不利条件下的消力池池深 .整个推理过程如图 1 所示 .

4 结 语

该系统开发完成后 ,利用班台闸水工模型试验资料对其进行了验证 .班台闸位于大洪河、洪河分洪道分岔口下游 300 m 的洪河分洪道上 ,水闸共 9 孔 ,每孔净宽 8.6 m ,闸底板高程 30 m ,闸墩宽 1.2 m .班台分洪闸主要由闸室、上游段、下游段及两岸连接建筑物组成 .主要建筑物级别为 3 级 ,设计标准采用 10 年一遇洪水设计 ,20 年一遇洪水校核 .班台闸下游河底高程为 30.00 m ,设计消能的闸上水位为 35.49 m ,班台闸下游水位流量资料见表 1(相关数据资料均存入数据库中) .

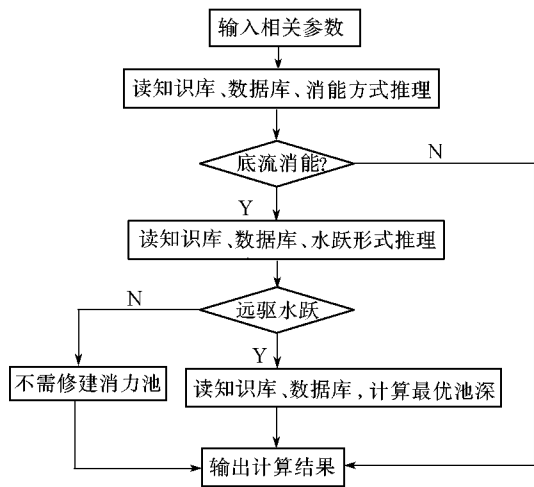


图 1 消力池最优池深的推理计算流程
Fig.1 Flow chart for reasoning of the optimum depth of stilling basin

经系统计算 ,当闸门开度为 2.1 m 时 ,消力池池深最优 ,大小为 1.41 m. 该结果与模型试验得出的结果相差 0.09 m(模型试验得出消力池深要求为 1.5 m). 计算结果基本与模型试验所得结果相符 .

面向对象技术应用于消力池优化设计专家系统 ,不仅可以实现知识和数据的高效存储、查询和维护 ,提高推理效率 ,从而提高消力池的设计效率 ,而且还可促进专家系统在水工水力学方面的应用 ,为水利工程设计提供新的思路 .

表 1 班台闸下游水位流量关系

Table 1 Relationship between water level and discharge for lower Bantai gate

流量/(m ³ · s ⁻¹)	水位/m	流量/(m ³ · s ⁻¹)	水位/m
0	30.00	800	35.07
200	32.03	900	35.34
300	32.94	1 000	35.60
400	33.56	1 100	35.84
500	34.04	1 200	36.06
600	34.42	1 300	36.45
700	34.77		

参考文献：

[1] 邵维忠 . 面向对象系统分析[M]. 北京 : 清华大学出版社 , 2000. 1—10.

[2] GIARRATANO J , RILEY G. 专家系统原理与编程[M]. 印鉴 , 刘星成 , 汤庸译 . 北京 : 机械工业出版社 , 2000. 67—109.

[3] BLAHA M ,PREMERLANI W. 面向对象的建模与设计在数据库中的应用[M]. 宋今 ,赵丰年译 . 北京 : 北京理工大学出版社 , 2001. 30—63.

[4] 蓝雯飞 . C ++ 语言中的面向对象特征探讨[J]. 计算机工程与应用 , 2000(9) 91—94

[5] 朱时银 ,马承志 ,杨飞 ,等 . C ++ Builer 5 编程实例与技巧[M]. 北京 : 机械工业出版社 , 2001. 1—75.

Application of object-oriented technique to
stilling basin optimal design expert system

XIA Ji-hong , YAN Zhong-min

(College of Water Conservancy and Hydropower Engineering , Hohai Univ. , Nanjing 210098 , China)

Abstract :With the stilling basin optimal design expert system as an example ,a discussion is made on the application of the object-oriented technique to the expert system. In consideration of the practical situation of the stilling basin optimal design , the object-oriented technique is used to describe the core of the expert system , including knowledge expression , database , and method of reasoning. The system is tested by use of the test data of Bantai Gate hydraulic model and the result indicates that the object-oriented technique may improve the efficiency of reasoning and data inquiry of the expert system .

Key words :stilling basin ; object-oriented technique ; expert system