

面向对象程序设计的专家系统研究

陆伟民 (同济大学)

摘 要
面向对象程序设计语言(OOP)的特点十分适宜于建造知识库专家系统。本文是在OOP的软件环境Smalltalk/v基础上联系土木工程结构抗震专题探讨建造专家系统过程中的知识表示、推理及人-机界面等关键问题的处理方法。

一 前 言

面向对象程序设计语言的实体是对象(object),它以与人类思维和语言表达相接近的模式,将所有信息按其类似性与差异性分门别类,归结为类(class)和在对象间传送消息(message)的方法(method)。对简单问题和复杂问题进行程序设计求解的实质就是用一定的方法(算法)来实现左对象之解进行信息交流。由于每一对象是一个具有指针的自描述数据结构,受保护而不能随意进入,它成为最基本的程序构造模块(代码段),将这些代码段经编译与连接即可执行,经逐段运行获得正确结果后可组成完整的程序。

基于OOP中类的层次性、继承性及普遍的模式匹配,对知识的组织、管理与调用非常方便,並有力支持自顶向下的大型程序设计,这些基本的特点决定了这个新颖语言作为知识库专家系统实现环境的适宜性。美国加州大学Powell提出用面向对象方法进行钢筋混凝土框架的计算机辅助设计思想,体现了OOP的生命力。但是如何用它来解决实际的工程问题,建造实用的咨询型与设计型专家系统,目前尚在探索中,理想的OOP工具的研制开发也还须经历一段漫长的路程,这里提出一点浅见旨在抛砖引玉。

二 层次式模块化结构

OOP以数据为中心把数据和操作结合了起来,因此它是一个促进模块化设计和软件重用的高效程

序设计方法。由于它的统一性(一切事物都归结为称作对象的语义模型,包括了说明性知识与过程式知识)和继承性(对象之间具有层次结构关系)而有力地支持了知识库系统逻辑结构向人类思维特征靠拢。利用Smalltalk/v软件环境,知识库专家系统可以很自然地表示成层次式的模块化结构,由类及方法模块、类及方法装入模块和执行模块这三个基本模块组成,如图1所示。类及方法模块是核心,它含有人-机交互模块、规则库与事实库模块、解释模块、推理控制模块,还可以通过自定义类与方法来加入其它功能模块。此外图形模块和外部程序模块通过接口处理可与类及方法模块连接,这种层次式的模块化结构有利于系统的调试、维护及功能

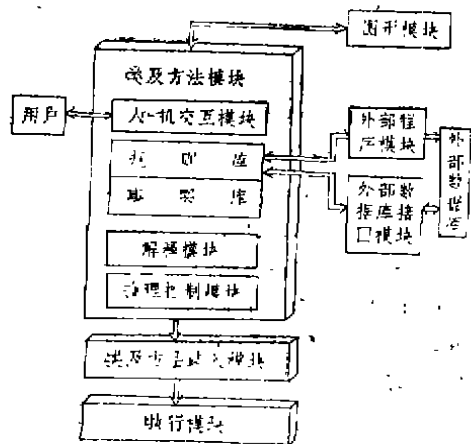


图1. 专家系统结构

[5] Negoita. Expert System and Fuzzy Systems. The Benjamin/Cumming Publishing Company, 1988

[6] 殷国富. 机械产品设计专家系统开发工具

(MDEST) 的研究. 西安交通大学博士学位论文, 1989

[7] 郑志祥主编. 机械零件. 北京: 高等教育出版社, 1987

扩充。下面对各模块作一说明。

三 模块的功能及其实现

1. 人-机交互模块

它是系统与外界的界面,负责从用户获取信息并进行启发式推理。由 Smalltalk/v 提供的特殊窗口 Prompter 来完成这项工作,这个问答式窗口有两种格式:

- (1) Prompter Prompt: 'Do you know beam damage rate?'
default: 'Yes, I do'
- (2) DR: =Prompter Prompt: 'Beam damage rate?'
default Expression: '5'

其中第二行缺省值的回答在程序设计时自定。对上列两种提问用户如果回答“3+2”,前者得到的是字符串“3+2”,后者得到表达式的执行结果值 5,并将它存入 DR 作为事实库的数据。

2. 规则库与事实库

这是系统的内部数据库。Smalltalk/v 内设类 Expert 的每一实例包含了的规则类 Rules 和事实类 Fact,用此表达领域知识以构成知识库。Expert 的所有实例共享 Facts 的一个字典。例如下列的规则将其中包含的知识记入类 EarthExpert 中:

```
EarthExpert add: (Rule
    number: b      (规则序号)
    Condition: [*(risk B)is Fact
                & *(Soil bad)is Fact] (规则的前提)
    action: [*(Danger grade)] (规则的结论)
    description: 'This is danger grade'. (解释)
```

要在知识库中增添知识可用:

```
Fact add: *(class I)
description: 'hard soil class.'
```

3. 解释模块

系统由于解释功能而具有透明度。为了使用户了解问题的有关信息或者推出结论的原因和依据,专门开设了一个窗口,由于 Smalltalk/v 的规则与事实带有 description 方法,在建造专家系统时利用它将待说明的条文写入,当需要作出解释时则用 explain 方法,通过 Transcript 窗口显示说明条文。这些说明内容附在 Fact 与 Rule 内,与推理过程自然

联系起来。下面是实现解释的程序段:

```
i:=Prompter
Prompt: 'Do you want to know the reason? "1"=Yes, "-1"=No.'
default Expression: '1'.
i>0
if True: [Transcript cr;
          nextPutAll: '*** The reasons for answer ***'; cr;
          next Put All: [(EarthExpert explain); cr].
```

4. 推理控制模块、类及方法装入模块和执行模块

这些模块与推理控制机制相关,一并在下节中讨论。

5. 图形模块

在房屋结构震害评估过程中,系统需要获得构件破坏模式的信息,用图形来表示较为简明清晰。Smalltalk/v 提供了丰富的绘图类与方法,包括徒手画所形成的文件。因此,可以对结构中的柱子受震后引起的裂缝画成图形存放在图形文件 fig1 中,用户需查阅时由图形模块调出。该程序段为:

```
i:=Prompter prompt: 'If you want to see crack pattern of column enter 1 for yes,-1for no'.
defaultExpression: '-1'
i>0
if True: [
    i=-1.
    newForm:=FreeDrawing pictureDictionary at: 'fig1'.
    [i>0]
    whileFalse: [
        Display white.
        (BitBlit destForm, Display SourceForm, newForm)
        ClipRect, Scheduler topDispatcher Pane frame;
        combinationRule: Form and Rule;
        destOrigin: 0 @ 0;
        copyBits.
        i:=i+1].
    Scheduler systemDispatcher redraw.].
```

5. 外部程序及接口模块

土木工程领域的专家系统常常需要大量的计算工作，然而包括OOP在内的智能化语言都缺乏FORTRAN和PASCAL等过程式语言的计算能力。这方面的不足可通过调用外部程序来弥补，这就牵涉接口的问题。Smalltalk/v环境系统菜单有可供选用的dos shell项来进入DOS状态以执行DOS命令和外部程序，然后再返回Smalltalk环境，其中须用到系统内定类ScreenDispatcher的方法free：（给DOS保留的存储量，单位千字节），toExecute：（执行DOS下的命令）和withPause：（暂停），程序段如下：

```
Scheduler System Dispatcher
free: 10
toExecute: (*批处理文件)
withPause: true.
```

对于访问DOS文件系统可利用内设类ReadWrite Stream的文件流子类，它用类File的一个实例来随机存取DOS文件：File pathName:c:/根目录/子目录文件名'

当然，还可以通过自定义新的实例方法来存取数据文件以便和外部数据库直接打交道。

四 推理控制机制

系统的层次式模块化结构大大简化了推理机制。推理过程的控制首先是以Object为父类建立推理机类InferenceEngine：

```
Object Subclass: #Inference Engine
instanceVariableName: ''
classVariableNames: ''
PoolDictionaries: ''
```

然后建立它的子类Expert、Rule和Fact，并分别确

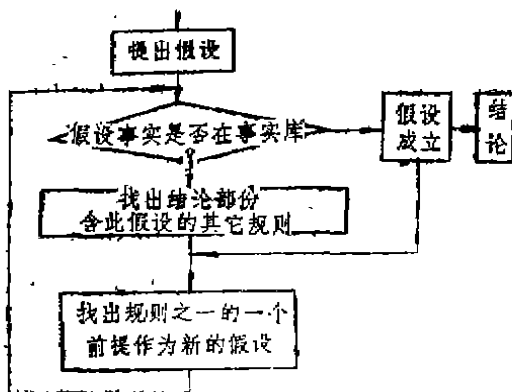


图2 产生式规则推理

定它们的属性与方法，计算机根据产生式规则采用正向推理实现目标与事实的匹配，从给出的已知事实推论出问题的解答，其原理如图2示：

类Expert的每一实例包含自己的规则，这些规则与事实一起代表Expert的知识库。专家系统启动时先初始化Expert，将各规则加到新的Expert中去，并将各事实存到事实字典中。在需要求解目标时就发送消息Solve，给Expert。

这里简单介绍用OOP设计房屋震害估计专家系统的主要思路。系统的目标是对钢筋混凝土房屋受震后作出“危险”、“警告”与“安全”的评估。它基于下面三个子目标：第一，对房屋的总体倾斜、沉降和构件（梁与柱）的受损现象及百分比，评定出三级危险性水平；第二，对房屋受震后下植物的严重或轻微程度，作二级评定；第三，对地基土因土类、加固情况、液化及其卓越周期同建筑物固有周期的比较，作出四级评定。这三个子目标综合评定得出上述三个等级的判断。因此在规则库构成上用了相应的五个子库：expert1, ...expert5。规则中涉及的事实由人一机交互存入事实库，作为规则中的前提条件信息，本系统中划分了fact1, ...fact4四个子事实库。它们作为Expert的方法，包括求解结果的事实库expert0一起以类及方法模块装入，其程序段为：

```
earthq
|expe facts|
expe := Expert new           (初始化)
facts := Fact new
expe expert1
      : (规则库)
expe expert5
facts fact1
      : (事实库)
facts fact4
expe expert0 (结果)
```

而执行模块的程序段为：

```
|infer|
infer := InferenceEngine new
infer earthq.
```

这里earthq作为一个方法存放在InferenceEngine类中，而earthq中又装入规则库与事实库。用户在使用本系统时只要在Smalltalk/v环境中调入上列的执行模块就可运行整个系统，其间通过人一机交

地震预报专家系统ESEP/PC中的类框架与规则知识表示法

庄昆元 王炜 黄冰树 夏仕华 (安徽省地震局)

摘

要

根据地震预报领域知识的特点,在地震预报专家系统ESEP/PC中设计了规则/框架、类框架和一般规则三种知识表示方法。本文着重论述了后两种知识表示方法。对于类框架知识表示法其结构与框架一致,但是对框架中的各属性之间还可以具有某些逻辑关系;在一般规则知识表示法中,规则的结论部分为地震预报的时间、空间和强度目标,由断言框架或框架的逻辑组合而成;而前提部分则由字符串构成,它可以是一个或多个可选择前提,前者可称为Y/N型规则,而后者称为选择型规则。系统还通过实例阐述了这两种知识表示法的应用。

一、引言

使用Turbo-PROLOG语言在IBM-PC微机上实现的地震预报专家系统ESEP/PC (Expert System for Earthquake Prediction on Personal Computer) 是国内外首次将专家系统技术引入到地震预报领域中的一个成功实例。地震预报是目前互输入必要的信息就能获得推理结果。

五 结束语

开发实用的专家系统是一项复杂的智力劳动和实践性过程,需要有丰富的领域知识和精炼的知识表示方法,同时也离不开高效能的软件环境。面向对象程序设计的特点使人们有可能以较快的速度完成一个专家系统的原型,然后逐步补充新的模块使其功能不断完善。本文是对实际土木工程课题应用OOP技术建造知识库专家系统的一次尝试,这里将初步结果和肤浅体会提出来,目的是向国内软件行家们请教,以期进一步提高,同时也希望对促进工程界应用OOP技术有所帮助。

最后,对易荣同学在震害估计专家系统的程序设计、调试及Smalltalk/v软件开发中做了大量的工作表示衷心的感谢。

主要参考文献

- [1] Smalltalk/v Tutorial and Programming Handbook, digitalk inc. 1986
- [2] 彭智勇, Smalltalk-80及其实现<计算机科

stem for Earthquake Prediction on Personal Computer) 是国内外首次将专家系统技术引入到地震预报领域中的一个成功实例。地震预报是目前

学>1988年第2期

- [3] 金淳兆等, 面向对象的设计方法及有关语言的讨论<计算机科学>1989年第4期
- [4] 周樾, 面向对象的设计风格及有关语言的特性 同上
- [5] 陆伟民, 微机专家系统的结构与 设计<电脑学习>1986年第6期
- [6] H. Adeli, Expert System in Construction and Structural Engineering, Chapman and Hall, 1987
- [7] G. Powell, An Object-Oriented Approach to Computer Aided Reinforced Concrete Design, 3rd International Conference Computing in Civil Engineering, Canada 1988
- [8] Lu Weimin等An Expert System for Evaluation of Earthquake Damage on RC Building Based on Production Rules, 同上