

文章编号:1001-9081(2007)03-0769-03

## 工程量清单计价软件的可重用开发技术及应用

宋晓宇,胡松领,王永会

(沈阳建筑大学 信息与控制工程学院,辽宁 沈阳 110168)

(yonghuiwang@126.com)

**摘要:**以工程量清单计价领域产品的开发为例,研究了重用开发技术在软件各开发阶段的应用,讨论了软件的领域重用和层次重用等方面的问题,实现了软件产品领域横向重用和软件开发过程中的纵向层次重用,提高了软件产品的可重用性、开发效率和质量。

**关键词:**软件重用;重构;特征模型;软构件;工程量清单计价

**中图分类号:** TP311.5    **文献标识码:**A

## Reuse technology and application of engineering account bill software

SONG Xiao-yu, HU Song-ling, WANG Yong-hui

(School of Information & Control Engineering, Shenyang Jianzhu University, Shenyang Liaoning 110168, China)

**Abstract:** Take the engineering account bill system as an example, the application of software reuse technology in different development stages of software designing was studied. The problems of software field reuse and software layer reuse were discussed. Horizontal reuse of software product field and vertical layer reuse in the process of software development were achieved. Thereby, reusable feature, software quality and developing efficiency of software products were improved.

**Key words:** software reuse; recomponent; feature model; soft component; engineering account bill

## 0 引言

软件重用是指用已经存在的软件元素构建新软件系统的工程,软件重用涉及开发可重用的软件元素和利用这些软件元素组成新的软件。其中,软件元素不仅仅是源代码,还包括系统需求规约、系统构架、文档、测试计划、测试实例、测试数据,甚至领域知识。通常,把这种可重用的元素称为软构件<sup>[1]</sup>。

使用软件重用技术可以提高软件的开发效率、降低软件开发和维护的费用,使用经过测试的软构件可以改善软件质量,同时也使开发人员能比较容易适应不同性质的项目开发。另外,大量使用软构件,软件的灵活性和标准化程度也可以提高。

工程量清单计价是指根据工程清单进行报价,是国际上通用的计价模式。通常,工程项目招标方使用工程量清单计价系统生成招标文件,投标方根据招标文件使用该系统生成投标文件。目前社会上已有工程量清单计价软件,如清单大师\广联达等。这些软件在工程量计算、钢筋用量计算以及清单报价等方面都有鲜明的特点。但是由于工程量计价软件技术含量高,开发难度大,所以在市政工程、园林工程及安装工程等领域的工程量清单计算还处于起步阶段。

本文给出了工程量清单计价领域软件开发过程中的重用策略和方法,从系统需求分析、系统设计、编码实现到测试,研究软件的特征模型、领域重用和层次重用等方面的问题。

## 1 系统需求分析

采用特征模型描述工程量清单计价领域需求。特征模型是面向特征的领域需求规约模型,通过记录领域具有的一组相对稳定的特征以及特征之间的关系反映整个领域的软件需

求<sup>[2]</sup>。采用特征模型描述系统领域需求,利于系统的领域重用。通过分析,工程量清单计价软件分为建筑、装饰、安装、市政和园林等 5 种。它们具有相同的框架,即由基本信息、分部分项、措施项目、其他项目、工料机汇总、汇总分析和报表等 7 部分组成。基本信息包含工程基本信息;分部分项包含投标方对招标文件清单、工程内容的填写和投标方根据清单填写的定额、材机等;措施项目包含措施项目、定额、材机等;其他项目包含工程的其他额外信息,比如工程预留金、材料购置费、总承包服务费等;工料机汇总是对工程中用到的材料、机械、人工、设备等汇总;汇总分析是对工程各部分价格的汇总;报表就是把前几部分信息形成报表。工程量清单计价软件的特征模型如图 1 所示。

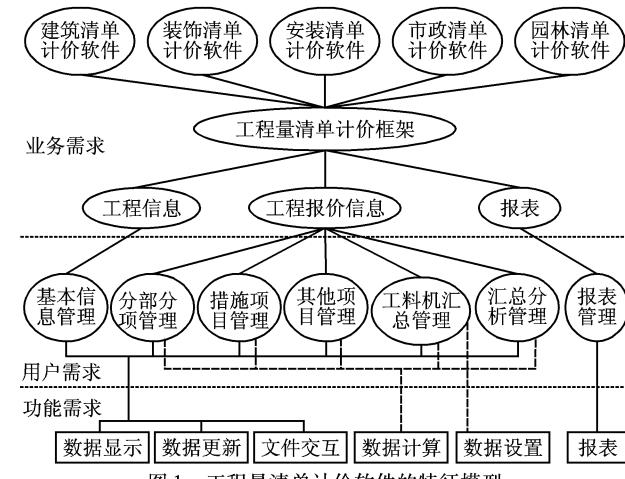


图 1 工程量清单计价软件的特征模型

通过分析发现系统和其他一般的应用软件产品一样,除

收稿日期:2006-09-14

**作者简介:**宋晓宇(1963-),男,山东招远人,教授,博士研究生,主要研究方向:图形图像处理、地理信息系统、信息管理系统、基于混合算法的Job Shop 模拟调度; 胡松领(1981-),男,河南夏邑人,硕士研究生,主要研究方向:信息管理系统; 王永会(1970-),男,黑龙江尚志人,副教授,主要研究方向:地理信息系统、图形图像处理。

除了完成业务所需的功能外,还必须有一定的支持模块,以支持系统的正常运行。这些模块通常包括权限管理模块、系统支持模块和打印模块。权限管理模块是保证系统安全运行的基础。系统支持模块是为了系统的正常运行所提供的不可或缺的功能,如数据库备份/恢复,文件的新建、打开、保存、另存为等。打印模块是招投标系统必不可少的部分,它一般由各种报表组成。除此之外,系统和其他软件一样还要有菜单栏、工具栏和状态栏。

## 2 系统设计

设计阶段主要考虑的是根据系统特征模型设计软件的领域体系架构和层次体系架构,并在设计时以软件重用思想作指导,采用各种设计技术尽可能地实现软件部件的重用。

### 2.1 领域架构的设计

根据系统需求分析时确定的特征模型,工程量清单计价软件分为建筑、装饰、安装、市政和园林等5种,它们框架基本相同,针对不同的计价类别,调用不同的后台计价数据,即可组装成不同的工程量清单计价软件。因此,在产品设计时,采用工程量清单计价框架为核心的领域软件产品设计架构。如图2所示。

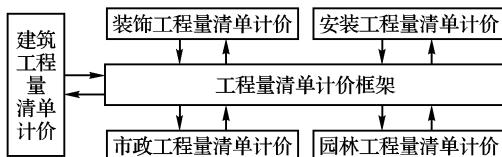


图2 系统领域设计架构

采用这种构架实现了工程量清单计价框架在建筑、装饰、安装、市政和园林等计价软件领域的横向重用。开发人员只需调用工程量清单计价框架接口就可以实现具体复杂的业务流程。

### 2.2 层次架构的设计

设计好系统领域框架后,为实现大粒度软件重用,这里,给出工程量清单计价软件分层体系结构。将频繁变动的业务逻辑分离出来,用业务软构件层表示;将系统共同重用的软构件划分出来,构成通用软构件层。并且在软构件之间设计统一的接口,当某一模块的业务逻辑改变时,只需修改模块内的业务逻辑,接口不会改变,使系统之间的影响最小,且系统容易升级。为此将工程量清单计价软件产品的层次架构定义为四个层次:系统层、通用层、业务层和表现层<sup>[3]</sup>,如图3所示。

系统层指系统开发平台本身所提供的库函数、类库以及Access数据库等,如.NET类库、系统API。

通用层是指系统中共同拥有的操作部分,它是产品重用的重点,它在系统层和业务层之间起到桥梁的作用。这一层包含网格组件(显示数据的组件,可以按照从属关系分层分列显示数据,同时具有计算能力)、数据库操作、四则运算、网格组件操作、窗体操作、文件交互以及上下文菜单初始化函数等与业务逻辑无关的软构件。

业务层是为了满足各个不同业务的需要而设计的软构件,并在业务软构件中设置明确的接口,即属性、事件和方法,方便系统各部分之间的交互,并实现大粒度软构件的重用。在该层开发的主要软构件是实现各部分不同业务的类库,是通用软构件和实现具体业务模块的组装。

表示软构件层是粘合业务软构件的代码模块,在该层调用业务软构件实现业务逻辑处理,不涉及任何业务逻辑。

建筑、装饰、安装、市政和园林等工程量清单计价软件继

承工程量清单计价框架,调用针对不同计价类别的后台计价数据,即可实现不同计价类别的工程量计算。

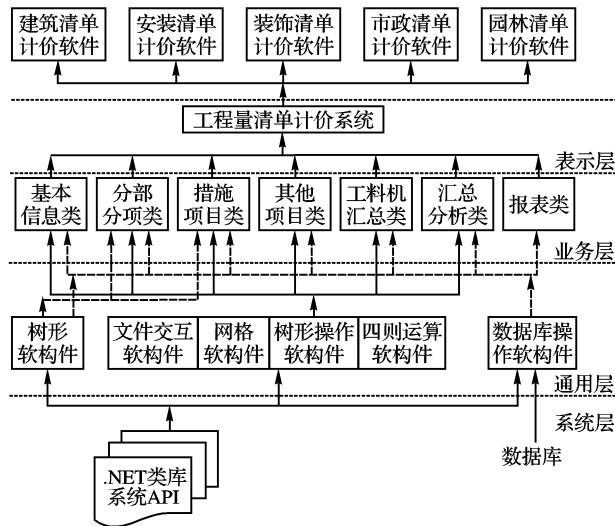


图3 系统层次式体系结构及应用模型

### 2.3 数据库模型设计

建筑、装饰、安装、市政和园林等计价类别所需的后台数据的格式一样,只是内容不同,所以可以重用数据库模型。数据库模型设计如以下三个步骤:

1) 对系统进行需求分析确定系统的数据和处理。

基本数据 清单、定额、材料机械、其他条目;

基本处理 招标方对清单的维护,投标方根据清单对定额、材机、其他条目的维护。

2) 将需求分析得到的需求抽象为信息结构。采用自顶向下的设计方法。概念描述如图4所示。

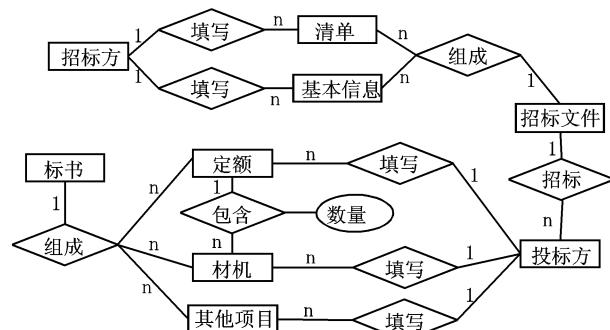


图4 系统E-R图

3) 根据概念设计生成系统数据库

数据库的设计符合第三范式,即非主属性既不部分依赖于码也不传递依赖于码。

清单库 清单表,清单章节表,特征项目表,特征项目值表;

定额库 定额章节表,定额表;

材机库 材机表,材机定额表,价格表,复材表,材机章节表;

信息库 存储系统用到的基本信息;

用户库 为用户创建招标,投标和标底文件提供模板。

## 3 系统实现

系统实现就是根据系统设计方案编写代码。为了提高系统的开发效率及系统质量,采用大粒度代码重用。主要采用下面四种方法实现代码重用。

1) 采用可重用的函数实现源代码重用。采用函数是很早就出现的软件重用技术。对于函数的使用,只要知道函数

的名称,返回值的类型,函数参数和函数功能就可以调用。在系统中调用系统 API 函数和实现的上下文菜单初始化函数就是采用函数实现代码重用的例子。

2)通过面向对象技术,采用类的封装、继承、多态实现源代码重用。编码时,提供具有基本功能的基类,其他相关类可以继承基类,然后派生类重载或直接使用基类方法,从而实现源代码重用。例如部分项类包括清单、定额和材料机械的添加、删除、修改、计算和显示等,措施项目类包括措施、定额和材料机械的添加、删除、修改、计算和显示等。它们功能基本相同,所以实现一个具有基本功能的基类,让它们从这个基类派生。

3)直接把算法封装到一个类中,并实现算法,使用时只需要调用接口。例如,四则运算软构件、动态树型软构件采用该方法实现代码重用。其中,动态树型软构件是封装了生成动态层次树算法的类。

4)把一定的功能封装起来生成可重用组件。如系统使用的网格组件。网格组件显示和计算数据,其中显示数据指可以按照从属关系分层分列显示,计算数据指在某个单元格的数据发生变化,和它相关的单元格的数据也按一定的四则运算发生变化。

本文以四则运算软构件设计开发为例,说明使用第三种方法实现代码重用。

1)需求分析,确定四则运算软构件应具有的功能有:计算一般表达式,计算具有变量的表达式、返回 Object。

2)定义四则运算软构件属性:

```
private String sContent; //表达式
private String[] Param; //变量符号
private String[] vParam; //变量值
private ArrayList HList; //算术符号栈
private ArrayList VList; //算术数值栈
3)定义四则运算软构件方法:
private String getItem(); //得到表达式项
private bool IsNum(String item); //判断 item 是否是数字
private bool Compare(String item1, String item2); //比较两个算数符号级别
private Object OperationAdd(String item1, String item2); //加操作
private Object OperationDec(String item1, String item2); //减操作
private Object OperationMultiply(String item1, String item2); //乘操作
private Object OperationDiv(String item1, String item2); //除操作
public Object DoCalculate(); //计算
```

## 4 系统定制模型

通过工程量清单计价框架可以定制建筑、装饰、安装、市

(上接第 764 页)

可见,采用该算法生成的双代号网络图不但准确表达了工序之间的逻辑关系,而且最大可能地消除了多余虚工序。

## 4 结语

本文提出的算法,基于启发式思想,不断对网络图进行扩充,从而最终生成完整的双代号网络图。与传统的算法相比,该算法可以直接生成优化的双代号网络图而无需中间过程,在保证工序之间逻辑关系的正确性的同时,还具有速度快、虚工序少的特点。采用该算法开发的工程管理系统已在实际项目中得到应用,可以有效提高双代号网络图绘制的准确性和速度,具有广阔的应用前景。

政和园林等工程量清单计价软件。针对不同的计价类别,调用不同的后台计价数据,也可以根据用户的需要把几种工程量清单计价类别集成到一起,形成一个计价软件。

派生的计价软件既继承了工程量清单计价框架的特性,也可根据具体要求进行特性化。

## 5 系统测试

系统组装完成以后,测试工作开始,找出系统模型的期望行为和观察到的系统行为之间的差异。在测试阶段,测试实例、测试计划和测试数据都可以重用,如图 5 所示添加定额测试案例不仅可以应用到建筑工程量计价软件的测试,也可以应用到装饰、安装、市政和园林工程量清单计价软件测试。

测试实例名称	添加定额
入口条件	用户需添加一条定额
事件流	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 用户把焦点定位到需输入定额位置。</li> <li>2. 用户“点击”鼠标右键,选择添加定额或焦点在工程量单元格时,按回车键。</li> <li>3. 系统自动在活动行下添加一条空记录。</li> <li>4. 在编号单元格中输入编号或“双击”定额列表选中一条定额。</li> <li>5. 系统自动把新添加定额行各单元格赋指定值。</li> <li>6. 系统自动把新添加定额对应的材料机械添加到新定额的下一级。</li> </ol>
推出条件	添加了一条定额及对应材料机械。
特殊要求	给定额赋值及添加对应材料机械时间小于等于2秒

图 5 添加定额测试用例

## 6 结语

采用以上方法进行软件的重用开发,实现了领域横向的重用和开发过程中的纵向层次架构的重用,并在软件开发过程中采用全程(从需求分析到测试)重用的策略进行软件开发,提高了软件产品的可重用性。不仅可以缩短软件的开发周期、提高软件的质量、降低软件的开发成本,同时使系统更容易维护、扩展和升级。

### 参考文献:

- [1] DE ALMEIDA ES, DE LEMOS SR. Towards a Practical and Efficient Process for Software Reuse[J]. IEEE Transactions on Software Engineering, 2004, 30(6): 341–348.
- [2] 张伟,梅宏.一种面向特征的领域模型及其建模过程[J].软件学报,2003,8(14):1345–1356.
- [3] 张友生,陈松桥.层次式软件体系结构的设计与实现[J].计算机工程与应用,2002,38(22):154–156.
- [4] 何玉云.软件重用技术在电子商务中应用[J].微机发展,2003,13(2):81–82.

### 参考文献:

- [1] 于英霞,王霞.双代号网络图的绘制方法[J].山西建筑,2004,30(17):85–86.
- [2] 孙锡衡,齐东海.水利水电工程施工计算机模拟与程序设计[M].北京:中国水利水电出版社,1996.94–98.
- [3] 陈玉雄,蒋孔昭.工程管理原理——计划、进度与控制[M].长沙:湖南科学技术出版社,1986.207.
- [4] 王火利,章润娣.水利水电工程建设项目管理[M].北京:中国水利水电出版社,2005.236.
- [5] 齐东海,宋向群.工程项目进度管理[M].大连:大连理工大学出版社,2001.72.