

基于UML的面向对象软件静态测试方法的研究

张术梅, 孙 辉

(大连交通大学 软件学院, 辽宁 大连 116028)

摘 要:测试用例的数量和质量决定软件测试的成本和有效性。文中提出了一种基于UML面向对象软件静态测试的方法,论述了软件测试方法的分类、静态分析方法的基本测试框架及具体实现流程。针对面向对象软件的特点,静态测试主要是通过分析源程序得到类关系图,使测试人员能快速而清晰地了解程序结构,有效地设计测试用例。探讨了在对源程序进行充分的词法分析与语法分析的基础上,提取程序中类的有关信息,利用了数据库技术和UML图形模型,从而保证了分析结果的准确有效和标准化。

关键词:软件测试;面向对象;静态测试;UML

中图分类号:TP311.56

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2007)01-0125-03

Research on Method of Object - Oriented Software Static Testing Based on UML

ZHANG Shu-mei, SUN Hui

(Software College, Dalian Jiaotong University, Dalian 116028, China)

Abstract: The cost and efficiency of software testing is determined by quantity and quality of test cases. Advises a method of object-oriented software static testing based on UML, discusses the classification of the method of software testing and basic frame and particular process of the static analysis method. Static testing of object-oriented software finds class inheritance graph by analyzing source code based on characters of object-oriented software, which is of very significance for software tester quickly and clearly to understand program structure and effectively to develop testing case. Discusses that based on carrying on enough analysis of morphology and analysis of grammar for the source program, withdraws the information relative to the classes in the program. It uses the database technology and the UML graph models, thus it guarantees the accuracy and standardization of the analysis result.

Key words: software testing; object-oriented; static testing; UML

0 引 言

软件测试是通过手工或者自动的方法来分析或者运行某软件系统的过程,其目的在于检验软件是否满足规定的要求和发现软件本身存在的错误。现在,软件开发技术和模型的表现手法层出不穷,但是在目前的软件开发方法中,面向对象的方法占据着主导地位。面向对象方法的主导地位也决定着软件开发过程模型化技术的发展,面向对象的建模技术(OMT)方法也就成为主导的方法。根据对目前软件业的研究和估计,UML(unified modeling language,统一建模语言)可以说代表今后5~10年软件建模的发展方向。UML将成为面向对象技术领域内占主导地位的标准建模语言^[1,2]。它融入了软件工程领域的新思想、新方法和新技术,不仅可以支持面向对象的分析与设计,更重要的是能够有力地支持从需求分析开始的软件开

发全过程。总的来说,UML是一种定义良好、易于表示、功能强大且普遍实用的建模语言。

现在流行的一些测试软件可以通过源程序得到类关系图和函数功能调用关系图,所以文中提出了一种结合目前被广泛接受的建模语言UML、采用数据库保存分析结果的面向对象软件静态测试的基本框架和具体实现的流程。

1 UML的组成结构及其静态模型图

UML的组成结构如图1所示。

根据图1可以清晰地了解UML的组成结构。文中重要描述的是UML静态关系的图,包括类图、对象图和包图。其中类图是描述类、接口、协作以及它们之间的关系的图,用来显示系统中各个类的静态结构。类图是面向对象系统建模中最常用的图,它是定义其他图的基础,在类图的基础上,可以使用状态图、协作图、组件图和配置图等进一步描述系统其他方面的特性。对象图描述的是参与交互的各个对象在交互过程中某一时刻的状态。对象图可以被看作是类图在某一时刻的实例。在UML中,对象图使用的是与

收稿日期:2006-04-18

作者简介:张术梅(1980-),女,吉林德惠人,硕士研究生,主要研究方向为计算机应用技术、软件工程;孙 辉,硕士生导师,主要研究方向为计算机应用、人工智能、神经网络、粗糙集理论以及软件工程。

类图相同的符号和关系,它是类的多个对象实例,不是实际的类。包图是维护 and 控制系统总体结构的重要建模工具,表示包与包之间的关系^[3,4]。

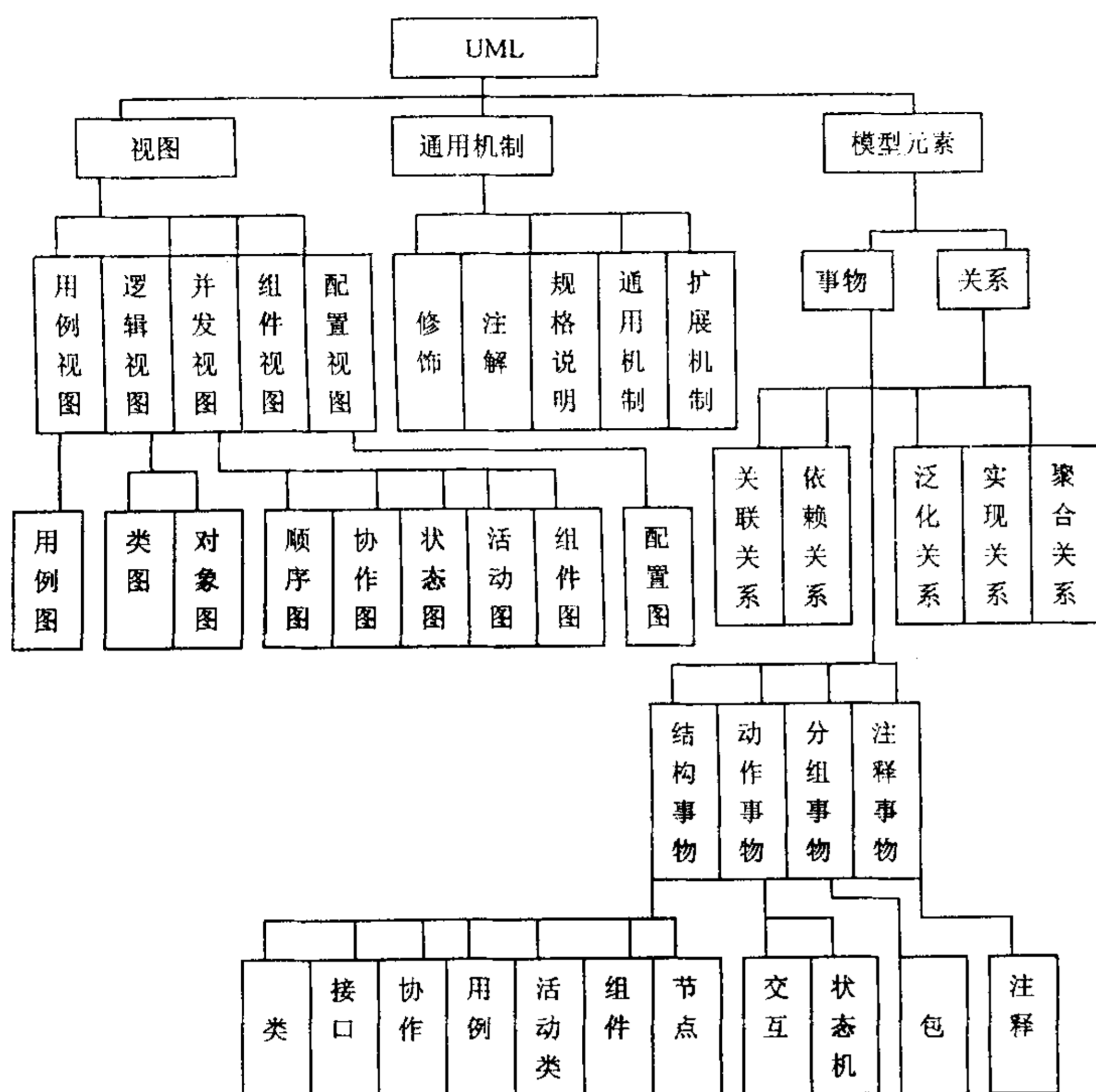


图 1 UML 的组成结构

2 软件测试的分类

软件测试的方法和技术多种多样。对于软件测试技术,可以从不同的角度加以分类^[5]:

- * 从是否需要执行被测软件的角度,可分为静态测试和动态测试;
- * 从测试是否针对系统的内部结构和具体实现算法的角度可分为白盒测试和黑盒测试;
- * 按照测试的对象(Web, Client, Server, Database 等)进行分类,涉及面向对象开发的单元测试、GUI 和捕获/回放测试、基于 Web 应用的测试、C/C++/Java 应用测试、负载和性能测试、数据库测试、软件测试和 QA 管理等各类工具测试。
- * 其他测试方法,如回归测试、压力测试、恢复测试、安全测试和兼容性测试等。

文中主要研究静态测试方法。静态测试就是静态分析,对模块的源代码进行研究,查找错误或者收集一些度量数据,并不需要对代码进行编译和仿真运行。静态测试采用人工检测和计算机辅助静态分析手段进行检查,只进行特性分析。它包括对软件产品的设计规格说明书的审查,对程序代码的阅读、审查等。静态分析的查错和分析功能其他方法所不能代替的,已被当作一种自动化的代码校验方法。所以,文中利用静态分析方法测试元程序,采用数据库技术,并结合 UML 规范以标准的图形模型显示出静态图。

3 基于 UML 的测试框架

该方法的基本设计思想是:通过对源程序的扫描,对程序进行词法分析、语法分析,从中提取类的成员、操作以及类之间的关系的信 息,保存在数据库表中,再结合 UML 图,显示出程序的静态图,即类图、对象图。考虑到要对分析结果进行频繁的存储和查询操作,采用数据库来管理,其特点是避免了用复杂的编程去进行分析结果的存储和查询问题,在数据库环境下利用 SQL 语句很容易实现对数据库中数据的查询,重点就是要合理地设计出数据库表和准确地表达出查询条件。

整体框架设计分为输入、处理和输出三部分,如图 2 所示。

3.1 输入部分

由用户选择要分析的源程序文件。指定源程序所在目录,选择所要分析的 .java 文件,可以是一个、几个或一个工程中的所有 .java 文件。

3.2 分析处理部分

(1) 保留字表:保存了 Java 语法中定义的和需要得到的信息有关的保留字。

(2) 词法语法分析:采用编译过程的正则表达式和有限自动机理论,完成对源程序的读入、扫描、过滤空格、识别保留字、识别标识符、识别常数等,将源程序变为一个个单词符号。并将识别出的单词符号及其相应属性送入语法分析部分,从中提取出类名、类的成员函数名、类的属性名、分析出类间关系、类内关系等信息。

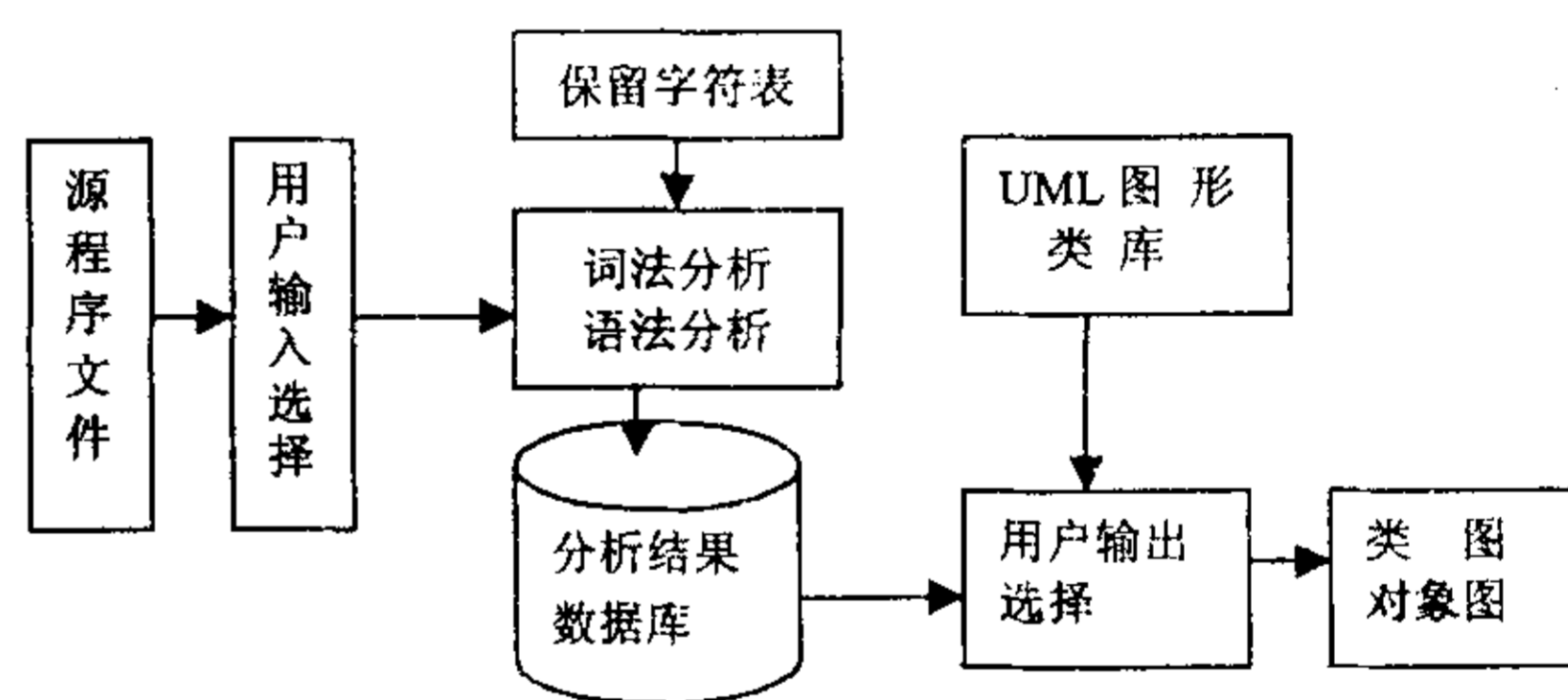


图 2 静态测试框架

(3) 数据库:将词法语法分析得到的结果数据分类保存到库表中。包括记录所有类名的类表;记录所有成员函数名的函数名表;记录所有类属性的属性名表;记录所有对象名的对象名表等。

(4) UML 库:它是自行设计的一个图形类,用来显示 UML 的静态图,定义有类图(对象图)、各种关系的连接图实现接口,根据类间关系和类的规模,确定在什么位置显示多大的类图。

3.3 输出部分

由用户选择要查看的图形。显示出 UML 标准的类图和对象图,显示出各类间的关联和泛化关系。

4 实现流程

这里用 Java 编写实现上述分析模型的程序,针对面向

对象程序语言 Java 设计一个基于 UML 模型的静态分析器。以简单类程序示例说明大致流程,如图 3 所示。

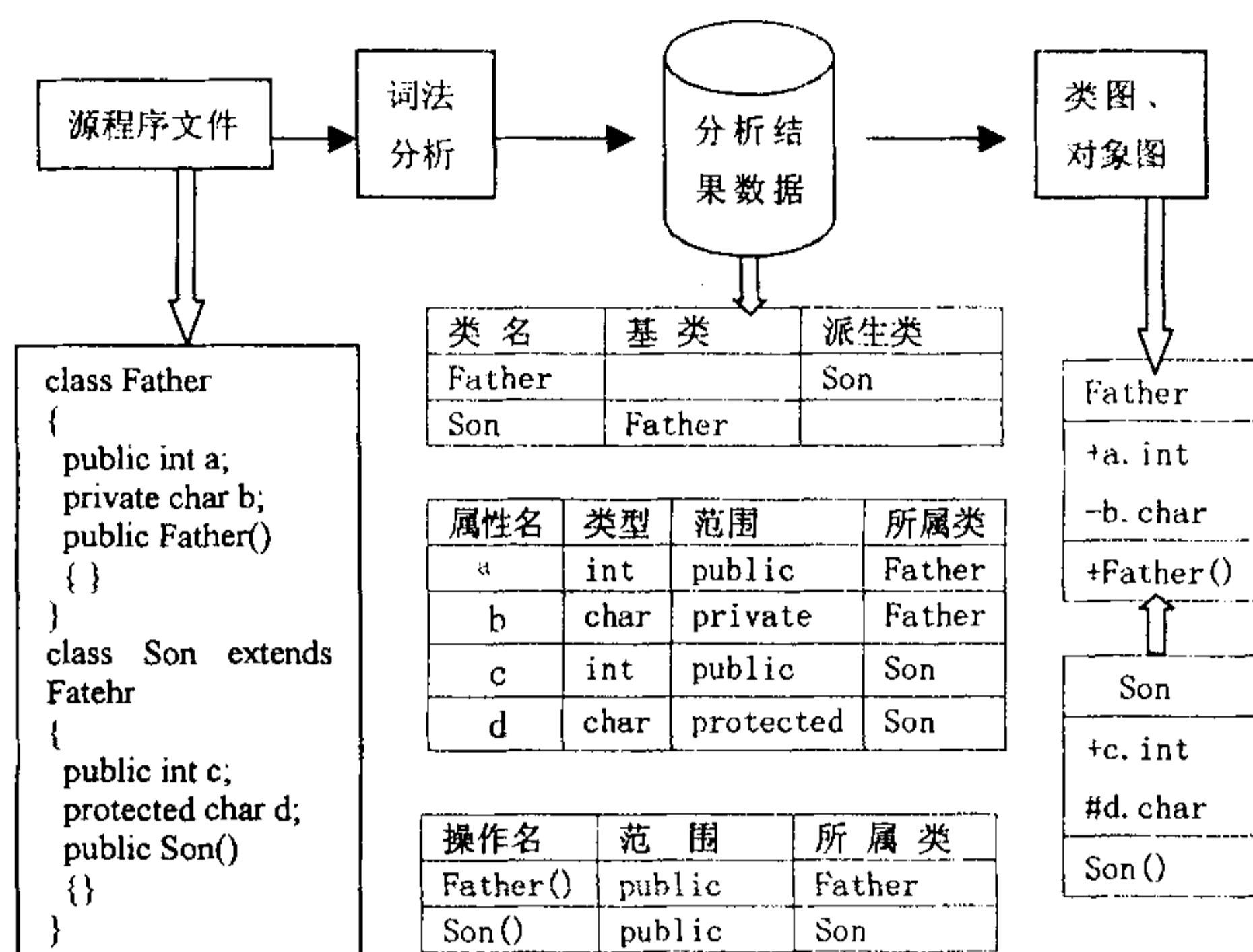


图 3 实现流程示例

第一步:选择要分析的源文件.java。

第二步:用文件输入输出流方式将所选的源文件.java 文件打开,逐个读入字符进行词法处理,变成符号串,去掉那些多余的空格、注释和并不需要关心的运算表达式等信息。

第三步:将各个单词符号加以区别,识别出类(class)、访问限制(public,protected,private)、属性、操作等需要的信息,将其各个名字分类保存到相应数据库表中(类表、操作表、属性表、对象名表等)。

第四步:从数据库中查询到类及相关属性、操作的信息,调用 UML 图形库中相应的类函数,显示对应的类图或对象图。该例中的数据库表只显示了需要的字段,实际中根据需要获得的信息应增加字段,如类表中有对象名、操作表中有返回类型等信息。

5 结束语

静态分析方法主要用于源程序的分析,查找错误或者收集一些度量数据,并不需要对代码进行编译和仿真运行。文中在对源程序进行充分的词法分析与语法分析的基础上,提取程序中类的有关信息,利用了数据库技术和 UML 图形模型,从而保证了分析结果的准确有效和标准化。

参考文献:

- [1] McGregor J D, Sykes D A. Object - oriented Software Test[M]. 北京:机械工业出版社,2002.
- [2] 刘超,张莉. 可视化面向对象建模技术[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,1999.
- [3] 张雪萍,庄雷,范艳峰. 基于状态的类测试技术研究[J]. 小型微型计算机系统,2002,23(9):1121 - 1124.
- [4] 杨小平,王胜开. 面向对象软件测试探讨[J]. 计算机工程与应用,2000,36(1):44 - 46.
- [5] Whittaker J A. Using Software test Guide[M]. 北京:电子工业出版社,2002.

(上接第 124 页)

从表 3 中可以看出聚类结果为 $\{u_1, u_2, u_3, u_4, u_9, u_{10}\} \{u_5\} \{u_6\} \{u_7\} \{u_8\}$, 说明在地区经济效益水平的形似性上, $\{北京, 河北, 陕西, 上海, 甘肃, 四川\}$ 在阈值为 0.95 时可以归为一类。 $\{江苏\}$, $\{江西\}$, $\{广西\}$, $\{山西\}$ 可以作为孤立的点进行分析。

采用覆盖聚类算法得到的结果见表 4。

表 4 算法结果

覆盖聚类算法		
类别	地区标识	聚类中心
1	$u_1, u_2, u_3, u_4, u_9, u_{10}$	以标号为 u_3 的样本为中心, $r = 0.4637$ 为半径的球型覆盖
2	u_5	以标号为 u_5 的样本为链的起点构成的椭圆型覆盖
3	u_6	以标号为 u_6 的样本为链的起点构成的椭圆型覆盖
4	u_7	以标号为 u_7 的样本为链的起点构成的椭圆型覆盖
5	u_8	以标号为 u_8 的样本为链的起点构成的椭圆型覆盖

对于本实验数据,覆盖聚类算法得到的结果和模糊聚类算法得到的结果一致。从而证明了覆盖聚类算法的有效性和可靠性。

3 结 论

尽管聚类算法已经研究了多年,人们提出了许多方法和原则,但仍然存在一些问题,应朝以下方向继续研究:样本的增减及更新对聚类的影响、对算法的更多限制上、符号属性的问题、初值的选择、阈值的确定等。

参考文献:

- [1] Horota K, Pedrycz W. Fuzzy computing for data mining[J]. Proceeding of the IEEE, 1999, 87(9):1575 - 1600.
- [2] 钟晓,马少平. 数据挖掘综述[J]. 模式识别与人工智能, 2001, 14(1):48 - 55.
- [3] Tain A K, Murty M N, Flynn P J. Data Clustering: A Review [J]. ACM Computing Surveys, 1999, 31(3):1556 - 1700.
- [4] 张铃,张钹,殷海风. 多层前向网络交叉覆盖设计算法[J]. 软件学报, 1999, 10(7):737 - 742.
- [5] 聂承启,聂伟强. 数据挖掘中的模糊聚类分析[J]. 计算机工程与应用, 2003, 39(33):184 - 186.
- [6] 孙才志,王敬东,潘俊. 模糊聚类分析最佳类数的确定方法研究[J]. 模糊系统与数学, 1999, 15(5):89 - 91.