

面向对象软件测试技术的研究与应用

赵荣利, 崔志明, 陈建明

(苏州大学 智能信息处理及应用研究所, 江苏 苏州 215006)

摘 要:面向对象软件测试是面向对象软件开发的重要一环,是保证软件质量提高软件可靠性的关键。结合传统软件测试的方法和技术,并针对面向对象软件所具有的特征,将面向对象软件测试层次划分为3层:类测试、类簇测试和系统测试,讨论了面向对象软件测试的测试方法和解决方案,并以销售系统为例,给出了相应层次的具体测试策略。

关键词:面向对象;软件工程;软件测试;类测试;块分支图

中图分类号:TP311.56

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2007)01-0015-03

Research and Application on Object - Oriented Software Testing

ZHAO Rong-li, CUI Zhi-ming, CHEN Jian-ming

(Institute of Intelligent Information Processing and Application, Suzhou University, Suzhou 215006, China)

Abstract: Object-oriented software testing is indispensable to the development of object-oriented software, and is the key to software quality and reliability. Combining with the method and technique of traditional testing, and according to the characteristics of object-oriented software, divides hierarchy of object-oriented software testing into three layers: class testing, class cluster testing, system testing. Discuss testing method and resolving scheme of object-oriented software testing, and give out the concretely testing scheme on sale system.

Key words: object-oriented; software engineering; software testing; class testing; block branch diagram

0 引言

如何提高软件质量是软件工程致力解决的关键问题之一。软件测试和验证是保证软件正确性和提高软件可靠性的最基本和最重要的手段。自20世纪80年代以来,面向对象方法和技术的研究已遍及计算机软件、硬件和应用各领域,在软件工程领域更是得到了广泛的重视,但研究的重点和成果主要集中于面向对象分析与技术方法学领域(即软件开发的前期),而面向对象软件测试技术的研究还比较薄弱。近年来,国内外对面向对象软件测试进行了大量的研究,但目前该领域还处于百家争鸣的阶段,还未形成一套较为成熟与完善的软件测试理论与方法。文中从软件测试的层次划分出发,对面向对象的测试方法和解决方案做一探讨,并结合具体项目给出了实例设计。

1 测试方法与解决方案

面向对象测试的整体目标是以最小的工作量发现最多的错误。动态的测试过程:制定测试计划、产生测试用

例、执行测试和评价,这都与传统的软件测试一致。但由于面向对象测试本身所具有的封装性、继承性、多态性和动态绑定等特性,使得面向对象软件测试的策略和技术与传统的软件测试方法有很大不同^[1]。

在面向对象系统中,系统的基本构造模块已不再是能完成一个个特定功能的功能模块,而是封装了数据和方法的类和对象,测试焦点已从模块转向了类。类是抽象的描述,在语法上它是属性和服务的结合体,是构成面向对象程序的基本成分。笔者认为面向对象软件从宏观上来看是各个类之间的相互作用,提出的测试策略将类层的测试作为单元测试,将面向对象测试划分为3个层次:类测试、类簇测试和系统测试。

1.1 类测试

面向对象软件的类测试与传统软件的单元测试相对应,但和传统的单元测试不一样^[2]。类包含一组不同的操作,并且某特殊操作可能作为一组不同类的一部分存在。同时,一个对象有它自己的状态和依赖于状态的行为,对象操作既与对象的状态有关,但也可能改变对象的状态。所以,类操作时不仅要将其操作作为类的一部分,同时要把对象与其状态结合起来,进行对象状态行为的测试。类测试可以分为以下三个部分:

a. 基于服务的测试:测试类中的每一个服务(即方法);

b. 基于状态的测试:考察类的实例在其生命期各个状

收稿日期:2006-04-07

基金项目:苏州市2004年度科技攻关项目(SG0406)

作者简介:赵荣利(1981-),女,河南洛阳人,硕士研究生,研究方向为数据挖掘、智能化信息处理;崔志明,教授,博士生导师,研究方向为智能化信息处理、计算机网络应用与数据库应用;陈建明,副教授,研究方向为计算机网络应用和数据库应用。

态下的情况;

c. 基于响应状态的测试: 从类和对象的责任出发, 以外界向对象发送特定的消息序列来测试对象。

基于服务的类测试主要考察封装在类中的一个方法对数据进行的操作。Kung 等人提出的块分支图(Block Branch Diagram, 简称 BBD) 是一种比较好的服务测试模型(如图 1 所示)。

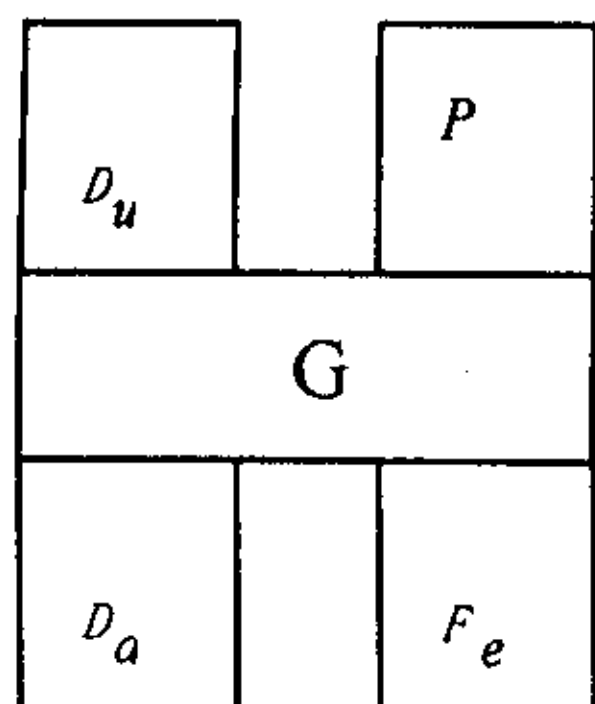


图 1 块分支图

服务 f 的 BBD 是一个五元组, $BBD = \{D_u, D_d, P, F_e, G\}$; $D_u = \{d_i \mid d_i \in f \text{ 引用的全局数据或类数据}\}$; $D_d = \{d_i \mid d_i \in f \text{ 修改的全局数据或类数据}\}$; $P = \{X_1\theta_1, X_2\theta_2, \dots, X_n\theta_n, X_{n+1}\theta_{n+1} \in f \text{ 的参数表和函数返回值, } \theta_i \text{ 为 } \downarrow \text{ (输入)、} \uparrow \text{ (输出)、或 } \downarrow \text{ (输入/输出); 若 } X_{n+1} \text{ 缺省, 则无返回值}\}$; $F_e = \{f_i \mid f_i \in \text{被 } f \text{ 调用的其他服务}\}$; G 是一个有向图, 叫做块体。它是按照控制流图的思想修改 f 的程序流程图而来的, 表示 f 的控制结构中的符合条件判断被分解, 每个判断框只有单个条件。

1.2 类簇测试

类簇是一组相互合作的类。类簇测试主要考察一组协同操作的类之间的相互作用。测试重点在类之间的逻辑关系——关联、继承、聚合、多态, 检验类之间的相互配合。其测试用例可由多种方案结合生成。如根据类的继承关系图来纵向检查类, 同时又根据对象之间方法的相互作用来横行检查类的关系。

(1) 关联和聚合关系的测试: 将具有关联和聚合关系的类组装在一起, 选择其中主动发送消息的类的测试用例为此测试的用例, 加载驱动程序运行测试用例, 检验类间的传递与响应。

(2) 继承关系的测试: D. E. Perry 和 G. E. Kaiser^[3] 根据 Weyuker 的测试充分性公理对该问题进行了讨论, 认为子类中继承的方法和重定义的方法是充分的测试数据集, 对重定义的方法未必是充分的。对继承关系的测试主要是对派生类继承部分的测试, 它可重用父类的测试用例, 利用回归测试进行, 对派生类的非继承部分需重新设计测试用例进行类测试。

(3) 多态/动态绑定的测试: 多态/动态绑定显著增加了系统运行中可能的执行路径。由于多态/动态绑定所带来的不确定性, 使得涉及多态实例变量的测试用例大幅度增长。多态/动态绑定实例变

量的每一种可能取值应至少在测试用例中出现一次。

1.3 系统测试

系统测试是对所有类和主程序构成的整个系统进行整体测试, 以验证软件系统的正确性和性能指标等满足规格说明书和任务书所指定的要求。它与传统的系统测试一样, 可套用传统的系统测试方法, 区别仅在于测试用例的形式有所不同, 测试用例可以从对象-行为模型和作为面向对象分析的一部分的事件流图中导出。

2 测试实例的设计

2.1 系统测试实例

对系统层的测试主要是通过用例视图来测试系统所实现功能是否满足规格说明书和任务书所指定的要求。在商品销售系统中, 其系统用例图^[4]如图 2 所示。

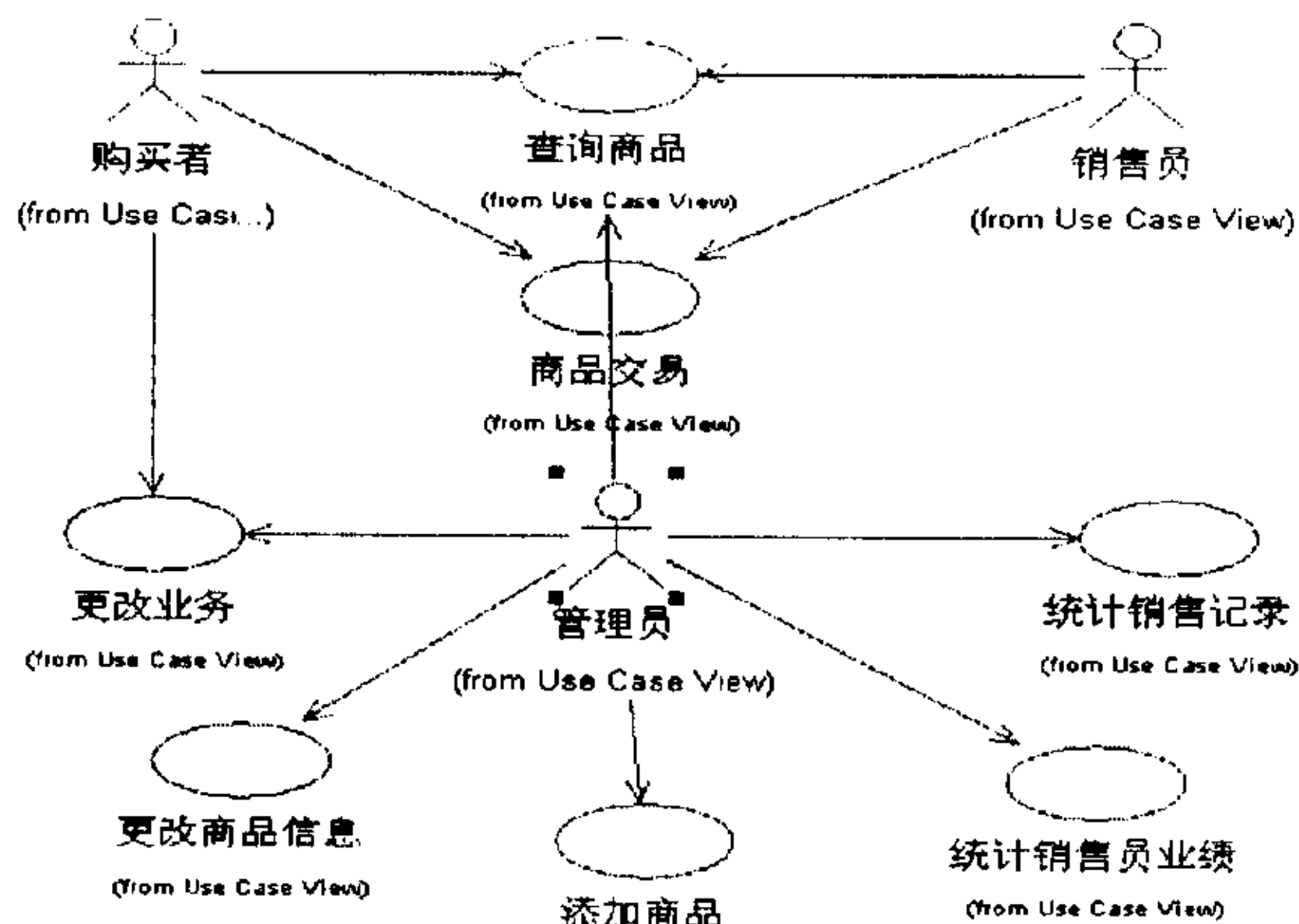


图 2 销售系统的用例视图

2.2 类簇测试实例

类簇测试主要考察一组协同操作的类之间的相互作用。测试重点在类之间的逻辑关系——关联、继承、聚合、多态, 检验类之间的相互配合, 用系统静态视图来测试。在商品销售系统中, 其销售的系统静态视图如图 3 所示。

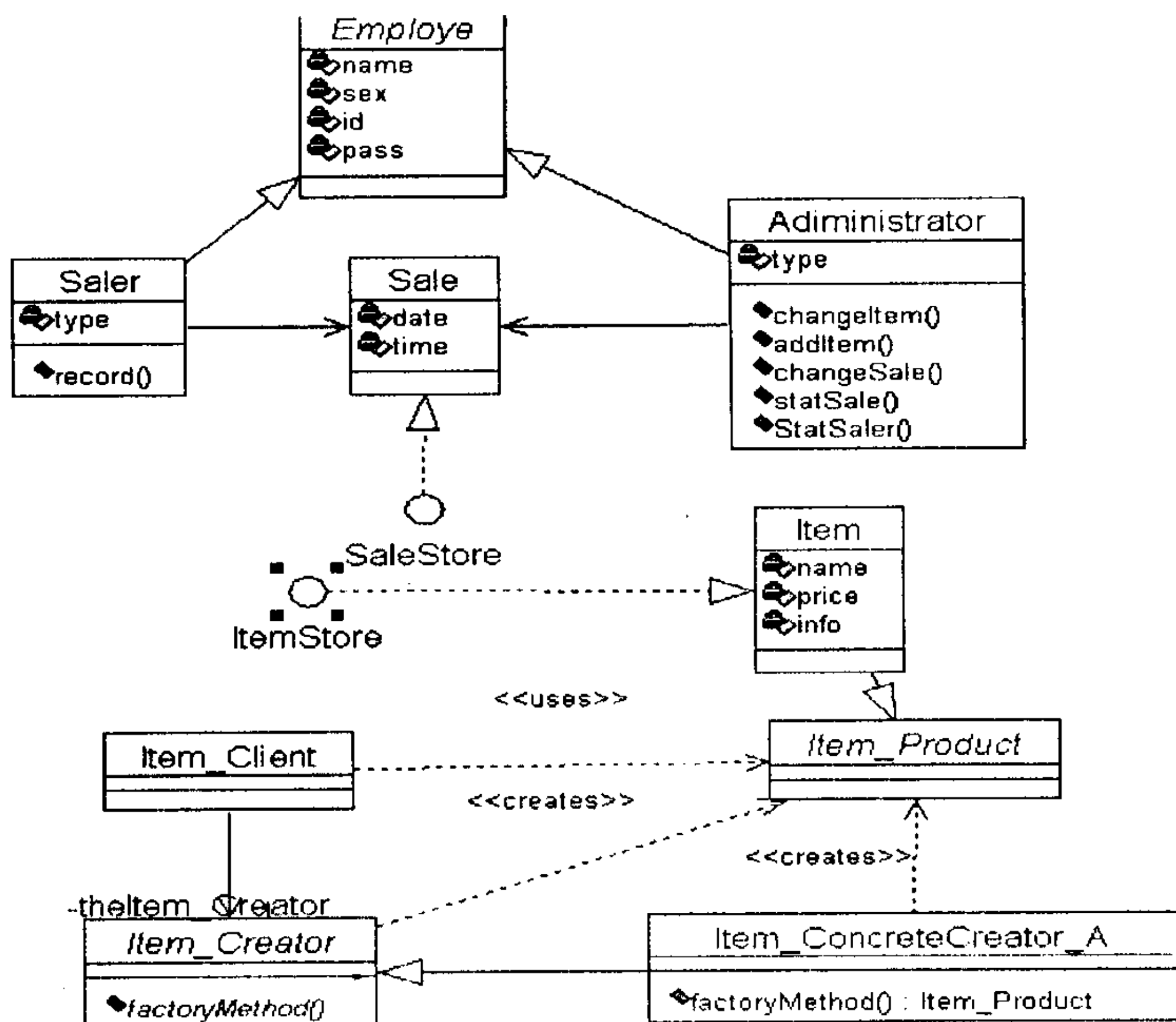


图 3 销售系统的类关系连接图

Saler (售货员类)通过雇员类继承 administrator(管理员类)。商品类建立一个工厂的实现方法^[5],使不同的商品分别实现,以方便扩充。为便于查询和统计,建立相应的 SaleStore 和 ItemStore 来进行相应的逻辑操作。SaleStore:交易逻辑接口,完成查询、更改操作,以及相应的数据库操作;ItemStore:商品逻辑接口,完成查询、更改、添加、删除以及相应的数据库操作。

2.3 类测试实例

在进入界面选择以 administrator(管理员)身份 Aentry (登陆)系统为例,即 administrator 类的 Aentry 服务,其对应的 BBD 如图 4 所示。

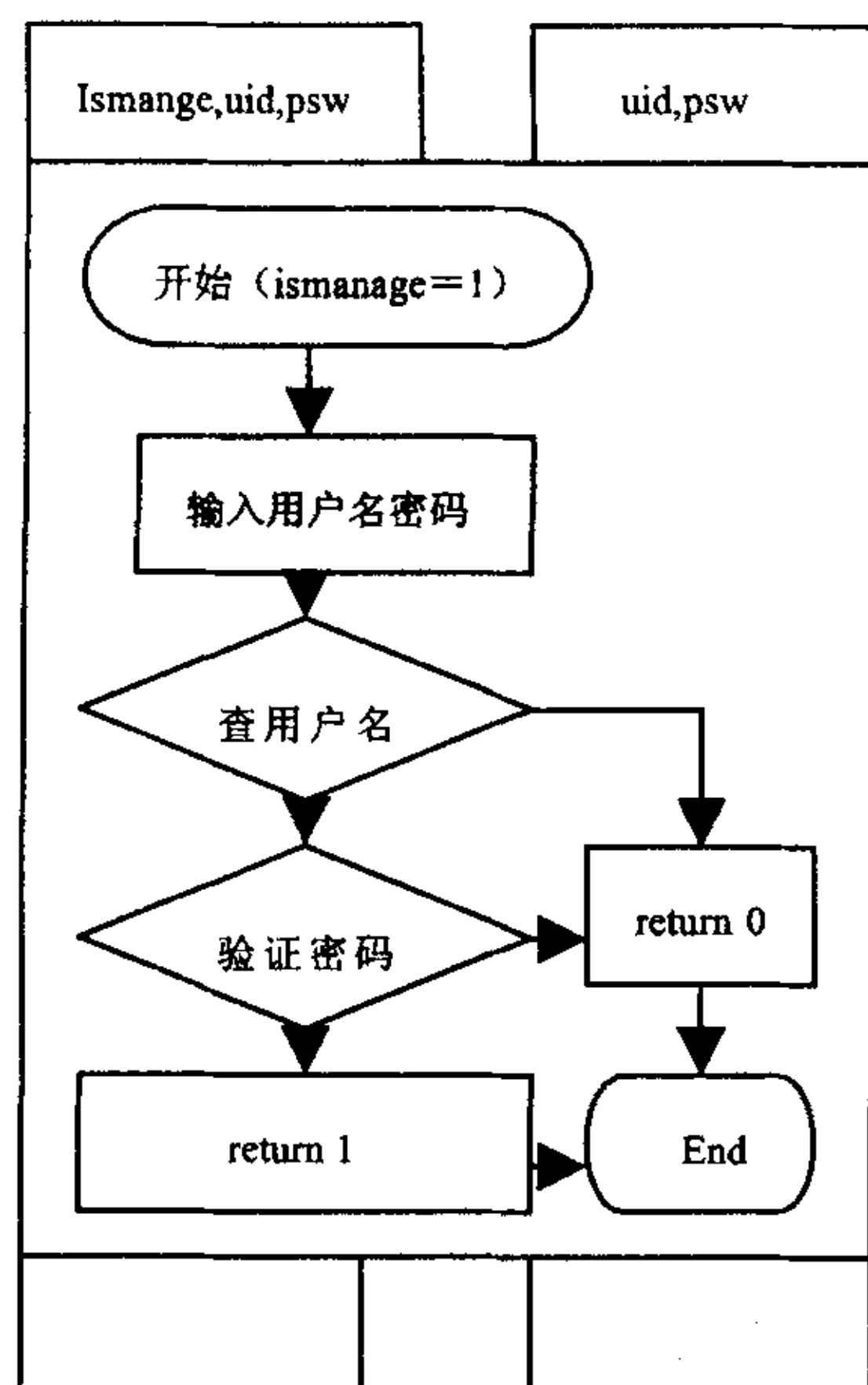


图 4 Aentry 的 BBD 图

借助 BBD 可以对服务进行结构测试和功能测试。前者主要进行基本路径测试,此项测试包含了语句覆盖测试和分支覆盖测试。基本路径测试的基本思想是:根据软件详细设计和代码中的控制流程确定复杂性度量,然后用此度量定义基本路径集合,导出测试用例,它们能保证在测试中程序的每一个可执行语句至少执行一次。具体步骤如下:

(1) 绘制服务的控制流图,如图 5 所示。

(2) 确定基本路径集:在图 5 所示的控制流图中,一组独立的路径是: path1: 1-2-3-5-7 path2: 1-2-3-4-5-7 path3: 1-2-3-4-6-7。

(3) 生成测试用例:根据判断节点给出的条件,选择适当的数据以保证每一条路径可以被测试到。administrator

表中验证输入的用户名和密码是否正确是此例的判断条件。

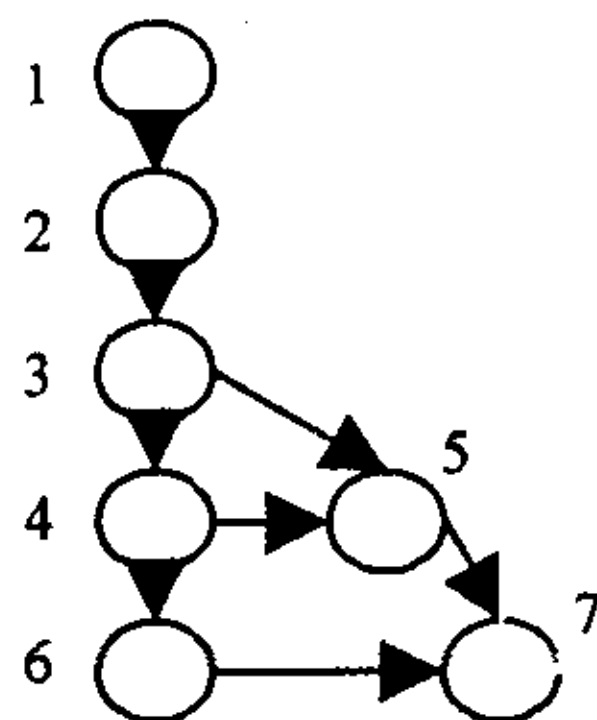


图 5 Aentry 控制流图

只要设计出的测试用例能够保证控制流程图中的所有路径都能被执行到,就可以使得程序中的每一个可执行语句至少执行一次,则服务中每个条件的真假两种取值都可以得到测试,从而实现可以检查程序的主要的执行路径,又可以覆盖程序的所有分支,而且可以满足语句覆盖的要求。

3 结束语

由于面向对象本身所具有封装、继承、多态和动态绑定等特性,使得面向对象测试在测试层次及测试方案的选择上有别于传统的测试思想。到目前为止,现有的面向对象软件测试方法还存在许多问题。如:类不能直接测试而只能通过类的实例-对象进行,对于无法实例化的抽象类如何测试将是一个问题?测试的充分性问题,如何有效地生成测试用例?如何规划和开发自动化测试?等等。对这一领域还有待进一步的深入研究,以便做出对软件测试的理论和实践有指导意义、有影响的成果。

参考文献:

- [1] Pressman R S. 软件工程——实践者的研究方法[M]. 黄柏素,梅 宏,译. 北京:机械工业出版社,1999.
- [2] Binder R V. Testing Object - Oriented Software: A Survey [J]. Journal of Software Testing, Verification and Reliability, 1996(6):225-252.
- [3] Perry D E, Kaiser G E. Adequate testing and object - oriented programming[J]. Journal of Object - oriented Programming, 1998(5):105-110.
- [4] 吴 建,郑 潮,汪 杰. UML 基础与 Rose 建模案例[M]. 北京:人民邮电出版社,2004.
- [5] GAMMA E, HELM R, JOHNAOND R. 设计模式:可复用面向对象软件的基础[M]. 李英军,马晓星,蔡 敏,等译. 北京:机械工业出版社,2000.

(上接第 14 页)

- [6] Taubman D. High Performance scalable image compression with EBCOT[J]. IEEE Trans Image processing, 2000, 9(7): 1158-1170.
- [7] Said A, Pearlman W. A new, fast and efficient image codec based on set partitioning in hierarchical trees[J]. IEEE Trans

Circuits Syst Video Technol, 1996, 6:243-250.

- [8] Shapiro J M. An embedded hierarchical image coder using zerotrees of wavelet coefficients[C]//in IEEE Data Compression Conf. UT: Snowbird, 1993:214-223.