

# 基于构件技术的软件自动测试模型的研究

黄 蓉, 向 阳

(同济大学 电信学院, 上海 200092)

**摘 要:** 构件的封装性好, 标准接口易用方便, 可以帮助研究人员节省大量的宝贵时间, 对提高构件的质量有积极的作用。针对目前自动测试存在的缺陷, 提出 CAR 反射机制理论, 对构件的自动测试进行了深入的研究, 在此基础上提出了一种基于 car 技术的自动测试的模型, 并进行了系统实现。具体包括: CAR 反射机制; 测试用例模型设计与实现; 自动运行测试程序。

**关键词:** 自动测试; 反射; 元数据; CAR

**中图分类号:** TP311.5

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1673-629X(2007)12-0240-04

## Research on Software Automatic Testing Based on Component Technology

HUANG Rong, XIANG Yang

(Dept. of Telecom, Tongji University, Shanghai 200092, China)

**Abstract:** Research of automated component testing is of great value—it can save programmer a lot of time and make components widely be used. This thesis has done a deeply research on CAR component and demonstrated a CAR component testing flow. The content includes: achieved CAR reflection; designed a program of automated producing testing case; realized a universal testing script.

**Key words:** automated testing; reflection; metadata; CAR

### 0 引 言

伴随着 3C 融合的脚步, 消费类电子越来越计算机化, 计算机也越来越消费电子化。相对于 2.5G 移动通讯, 3G 移动通讯的标志是宽带数据通讯。3G 移动通讯标准 TD-SCDMA 与 WCDMA 的数据带宽能达到每秒 384k 比特, 并逐步过渡到 2 兆比特或更高通讯速率, 基本可以跟现在已经普及的家庭计算机宽带网 ADSL 相媲美。在这种应用中, 用户通过网络获得服务程序, 这个程序一定是带有自描述信息的构件, 本地系统能够为这个程序建立运行环境, 自动加载运行。这是新一代因特网应用的需要, 是必然的发展方向。在面向构件的开发中, 构件完成程序的主要功能, 大量耗时、性能重要或者复杂的运算被封装在构件内部, 构件只需要暴露给用户简单的接口来提供服务。

随着构件技术的发展, 构件的自动测试成为一个必不可少的环节, 然而现有的自动测试技术具有如下缺陷: 测试工具不能独立完成整个测试过程; 编写测试用例是一项繁琐的任务; 测试脚本常常需要编写和调

试, 满足不了构件的自动测试的需求。

因此, 构件的自动化测试可以帮助研究人员节省大量的宝贵时间, 对提高构件的质量有积极的作用。文中针对 CAR(Component Assembly Run-time)构件的自动测试进行了深入的研究, 提出了相应新的方法并进行了系统实现。

基于构件技术本身的特点, 构件的自动测试相比于面向对象编程的软件的自动测试, 有了更为突出的优点<sup>[1]</sup>:

(1) 测试构件只要经过元数据的提取, 就能获得所测的类、接口、方法的信息, 测试人员无需关心源代码的实现。这样就做到了开发与测试的分离, 节约了开发成本。

(2) 构件的标准接口保证系统可分解成多个功能独立的单元, 为测试工作计划的制定、任务的划分提供了方便。

(3) 构件独立于编程语言, 只要接口符合构件的协议标准, 都可作为测试对象。与此同时, 测试代码也可以采用不同的语言来编写。

基于上述分析, 在 CAR 构件技术的支持下, 笔者设计了基于 CAR 反射机制的构件的自动测试模型, 该模型设计的目的在于辅助完成构件的黑盒测试、单元测试、回归测试等自动测试工作。

收稿日期: 2007-05-05

基金项目: 国家“863”计划资助项目(2001AA113400)

作者简介: 黄 蓉(1982-), 女, 安徽芜湖人, 硕士研究生, 主要研究方向为计算机网络与电子商务; 向 阳, 教授, 博士生导师, 主要研究方向为网络操作系统、构件技术。

## 1 CAR 实现自动测试的条件

CAR 构件技术是上海科泰世纪科技有限公司自主设计的面向构件编程的编程模型,它规定了一组构件间相互调用的标准,使得二进制构件能够自描述,能够在运行时动态链接。CAR 构件以接口方式向外提供服务,构件接口需要元数据来描述才能让用户使用。这里以 hello.car 为例,来说明 CAR 编译过程。

### 1.1 编写 CAR 文件

开发 CAR 构件的第一步是编写 CAR 文件, CAR 文件类似于 COM 的 TLB 文件,用于定义构件中的类、接口、方法及其参数等信息。如下是 hello 构件的 car 文件(hello.car)内容<sup>[2]</sup>:

```
module/* * car 中定义的关键字,定义构件 */
{
    interface IHello /* * 定义接口,提供方法 */
    {
        Hello();
    }
    class CHello /* * 定义构件类,实现接口 */
    {
        interface IHello;
    }
}
```

### 1.2 生成代码框架并填写代码

编写完 car 文件后,用户在和欣 SDK 开发环境下,使用 emake 工具可以生成构件源程序框架。执行相应命令后,将在当前目录生成头文件、cpp 文件和 sources 文件,其中头文件和 cpp 文件为程序框架文件, sources 文件用于指定如何编译源代码,生成什么类型的目标文件等信息<sup>[3]</sup>。如已填写过的 CHello.cpp 文件:

```
#include "CHello.h" /* * 框 */
#include "-CHello.cpp" /* * 架 */
#include <stdio.h> /* * 生 */
ECode CHello::Hello() /* * 成 */
{
    puts("Hello, world! - \n"); /* * 需用用户填写 */
    return NOERROR; /* * 的代码 */
}
```

整个过程可以见图 1<sup>[4]</sup>。

由图 1 可以看出,emake 对 CAR 文件的编译分两个步骤:carc.exe 和 lube.exe 的编译过程。命令执行后

系统会在当前目录下生成 cls 文件,然后通过对 cls 文件的编译生成对应的代码框架、相应构件的文档框架(xml 描述的该构件的框架结构)以及相应的 sources 文件。到此为止的工作可以称作“预编译”,把上述生成的文件交给真正的编译器,经编译得到构件 hello.dll。

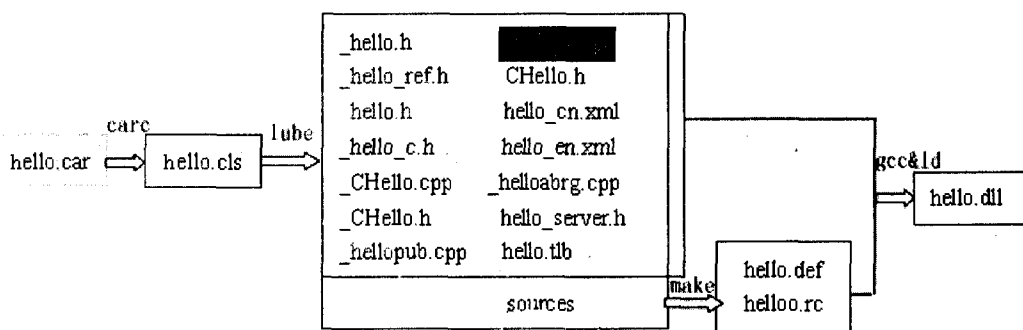


图 1 CAR 文件的编译过程

## 2 自动测试模型的设计

### 2.1 理论分析

测试过程一般应该考虑 5 个活动——标识、设计、建立、执行、检查<sup>[3]</sup>。如图 2 所示,在传统自动测试中,测试活动中的前 3 个测试活动,即标识测试条件、设计测试、用例建立主要为智力活动。最后 2 个活动,即执行测试用例和比较测试输出相对来说是比较机械的活动。智力活动决定了测试用例的质量,机械活动是体力劳动则适合自动化。

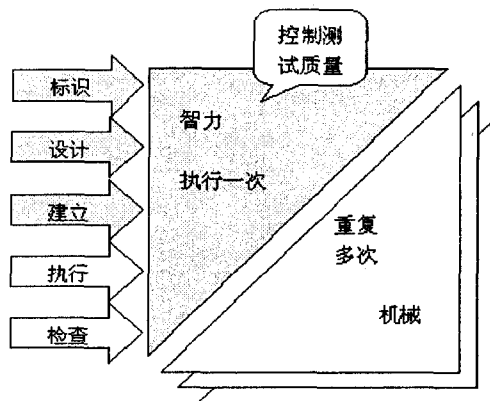


图 2 测试过程中的 5 个不同活动

对 CAR 构件的自动化测试来说,由于 CAR 构件技术具有的二进制继承、面向接口编程和具有自描述等特点,可以突破测试活动前三个活动需人工参与的限制。二进制继承、面向接口编程和具有自描述的这些特点使获得 CAR 信息成为可能,可以通过动态加载,然后通过接口来获得构件的自描述信息(在 CAR 构件生成过程中的 CLS 文件中包含有构件的自描述信息,也就是元数据,可以通过 CAR 反射机制获取)。这样就可以列出被测构件包含了哪些类、哪些接口和哪

些方法函数,方法函数的参数数据类型是什么等等详细信息。通过这些信息,构件测试工具就能知道需要测试哪些内容,这样就解决了测试活动第一个环节的自动化问题。

通过第一步提供的方法函数的参数类型就可以按一定的方法构造出测试用例(测试数据)。基于 CAR 构件面向接口编程的特点,构件测试工具可以自动产生测试脚本(测试程序),这一步也可以在测试活动第一步完成后自动获取。接着测试程序利用 CAR 二进制封装的特性动态调用所测试的方法函数来完成自动测试。

由于自描述信息只提供了方法的参数类型,参数的具体取值范围和各参数间取值的联系还不清楚,为了实现更全面的构件测试,必须有用户的部分参与,对产生的测试数据进行编辑。

在软件开发生存周期中,需要不断测试经常改变的代码,检测并修正缺陷后,使用回归测试来确认对缺陷的精确修改。因此,如果构件自动测试需要考虑到软件开发因素的话,可以分成 6 步<sup>[5]</sup>。如图 3 所示,迭代是以回归测试结束的<sup>[2]</sup>。

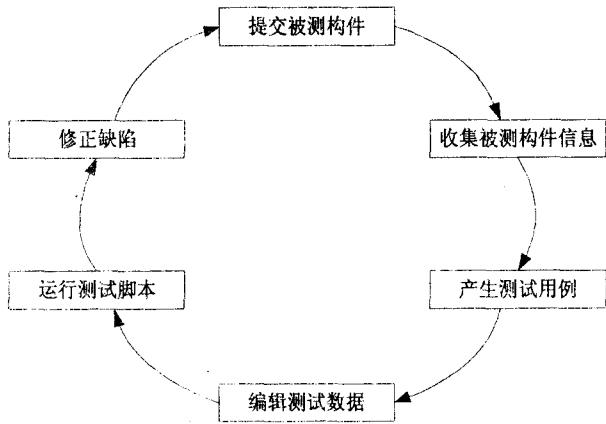


图 3 自动测试的 6 个步骤

## 2.2 自动测试模型的建立

归纳来说,构件的自动测试在原理上分为三步进行<sup>[6]</sup>:

- (1) 构件 dll 的解析,获取元数据信息;
- (2) 根据测试数据,生成测试程序;
- (3) 运行测试计划,输出测试结果和测试报告。

基于对构件元数据的解读,模型可以建立相应的类、接口、函数关系表格,为测试代码的书写做好准备。图 4 描述了构件元数据的获取过程。

完成上述工作以后,进行测试程序的构建和书写。在测试程序的头文件中,自动加入待测函数个数、线程数目、测试级别等定义,并按照约定的命名规范对待测函数进行声明。在测试程序的源代码文件中,自动加

入人类的实例化代码,并且在头文件中声明的函数内部自动填入规范的测试代码。

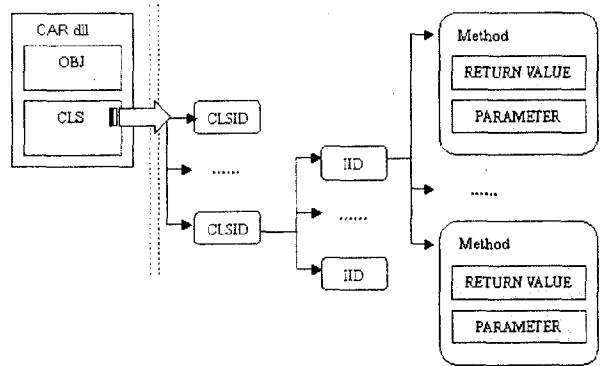


图 4 CAR 构件的元数据信息示意图

最后,当测试程序书写完成之后,模型自动运行测试程序,输出接口函数的详细信息、测试数据的执行情况、函数的返回类型和返回值。

根据以上的分析,笔者设计的 CAR 自动测试模型的工作流程图如图 5 所示。

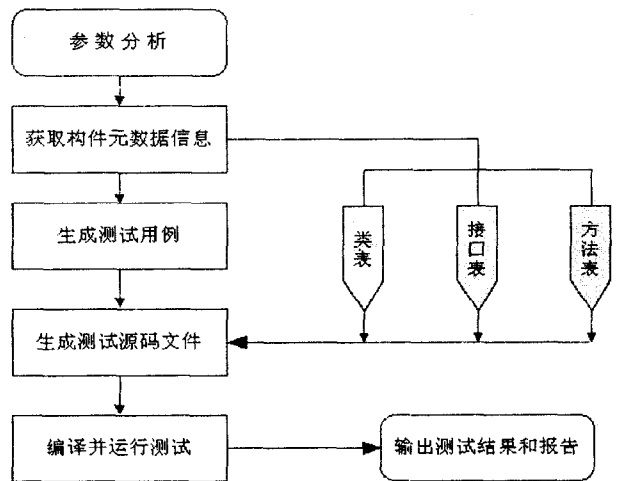


图 5 CAR 自动测试模型工作流程图

从图 5 可以看出,该模型的体系结构,主要由两部分组成。第一部分是测试生成器,主要部件有:参数分析器、TLB 信息获取器和代码产生器,其中输入部分是待测构件和测试用例配置文件;输出部分是测试代码,包括头文件、源码文件和编译文件。第二部分是测试运行器,主要部件为自动编译运行测试器和测试结果报告生成器,其中输入部分是第一阶段产生的测试文件;输出部分是测试结果和测试报告文件。

另外,测试用例采用配置文件的形式输入。在默认的配置文件中,根据不同的数据类型,设计了一些常用值和边界值作为输入条件,如 32 位整型数据,包括 -2147483648, -1, 0, 1, 2147483647 等。用户也可以根据自己的需要对配置文件进行修改,增删数据都很方便。

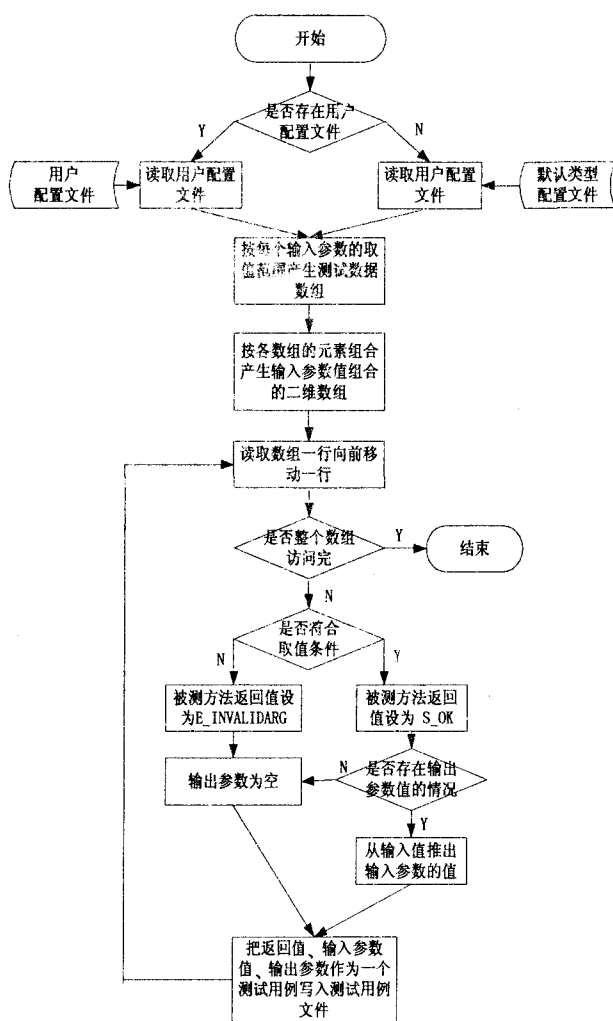


图 6 测试用例产生模块程序流程图

### 3 测试用例设计的一点说明

有时,特别是当被测试构件有数百个成员时,通过手工为构件的每个成员都编写一个测试用例是非常乏味的。由于 CAR Reflection 可以提供方法的数据类

型,所以 CAR 构件测试工具可以通过数据类型缺省的边界值为被测构件的方法自动按边界值分析法产生测试用例,来测试构件方法的健壮性。

由于目前的 CAR 构件没有为每个参数提供特定的取值范围、取值条件和期望输出,所以要完成完全测试,必须需要测试人员输入取值范围、取值条件和期望输出。

测试用例产生模块程序流程如图 6 所示。

## 4 总 结

从自动测试的需求出发,针对构件可获取元数据的特点,提出了一种 CAR 构件自动测试的模型。该方法与传统的基于源代码的测试模式不同,直接以编译好的构件 dll 作为操作对象,经过元数据的提取、测试数据用例的自动产生、测试脚本的自动运行,输出测试结果,给构件软件的开发者和测试工作人员提供了方便,在软件工程中的测试环节节约成本、提升效率等方面均有积极作用。

### 参考文献:

- [1] 科泰世纪. 和欣 2.0 资料大全[EB/OL]. 2006-02. <http://www.koretide.com.cn/download/download.php?id=2>.
- [2] Mosley D J, Posey B A. Just Enough Software Test Automation[M]. [s.l.]: Pearson, 2003.
- [3] 李 玮. 软件自动化测试混合框架的研究与实现[J]. 北京交通大学学报, 2007(4): 27-31.
- [4] Box D. Essential COM[M]. [s.l.]: Addison Wesley, 2001.
- [5] Li Kanglin, Wu Mengqi. Effective Software Test Automation[M]. 北京: 电子工业出版社, 2004.
- [6] 崔红军, 饶若楠, 邵培南. 一种 API 自动化测试工具的设计与实现[J]. 计算机工程, 2007(4): 44-49.

(上接第 239 页)

测系统机制, 扩大了问卷评测系统应用领域。

b. 强调了调查参与者身份的真实性, 确保了调查统计数据的真实可靠, 从而能够反映教学真正的实际情况, 为高校教学评估与以后的教学改革提供更加良好的参考。

c. 系统集成手机短消息和邮件群发服务功能, 能够迅速、及时向问卷调查者发送问卷评测邀请短信和邮件, 缩短了问卷评测周期, 同时扩大了问卷调查者的范围。

d. 与以前手工方式相比, 节约了成本了, 效率又高, 速度又快, 效果更好。

### 参考文献:

- [1] 何清林. 用 ASP.NET 下技术实现多人群刻划的 WEB 问卷调查分析系统[J]. 计算机系统应用, 2005(9): 68-70.
- [2] 郑泽之, 张 普. 一个基于 ASP 的流行语投票系统[J]. 计算机工程, 2003, 29(17): 11-12.
- [3] 曹记东, 郭天印. 网上校风调查系统的设计与开发[J]. 中国科技信息, 2005(24): 39-39.
- [4] 高献伟, 许榕生, 林雪纲. 基于 J2EE 开发的问卷调查系统[J]. 计算机工程, 2004, 30(24): 162-164.
- [5] 何清林, 张本成, 陈 华. 基于 ASP.NET 实现“网络问卷调查分析系统”的动态生成[J]. 计算机系统应用, 2005(12): 75-78.