

自动化测试在测试内存泄露中的应用研究*

吕达¹, 张东来¹, 王冠², 董四海²

(1.哈尔滨工业大学深圳研究生院, 深圳 518000; 2.中兴通讯股份有限公司本部中试部, 深圳 518057)

摘要: 分析了内存泄露的发生原因和特点, 研究了传统测试方法在测试内存泄露方面的缺陷; 提出了自动化测试方法在测试内存泄露中的应用。用自动化测试技术代替繁重的手工测试; 利用自动化测试具有可重复性、一致性、可重用性的特点, 进行更多更频繁的测试; 利用自动化测试技术可以解决一般工具无法检测的问题。最后, 列举了两个实际例子。形象地说明了自动化测试技术在软件测试中的优势。所介绍的方法对于结构复杂的大型应用软件具有非常好的效果。

关键词: 内存泄露; 自动化测试; 用例设计; 结果分析;

中图分类号: TP-9

文献标识码: A

Application and Research of Software Test Automation Technology in Memoryleak Testing

Lv Da,Zhang Dong-lai

(Shenzhen Graduate School, Harbin Institute of Technology, Shenzhen 518000, China.)

Abstract: The characters and reasons of memoryleak are analyzed, also studies the shortcomings of traditional software test technology in testing memoryleak,and brings forward a new application of software test automation technology in testing memoryleak. Handworks are replaced by Test Automation Technology, which has some advantages: reeligible,coherence, repetition, the new technology can also execute software testing more times than traditional test technology.Software Test Automation Technology can resolve problems that commonly technology can't.Two examples of memory testing are given. These two examples explain the merit of Software Test Automation Technology.The method given has great effect especially when being applied to complex application software.

Key words: Memoryleak ; Test Automation ; Design Usecase; Result Analysis ;

1 引言

随着电信技术的快速发展, 网络管理系统(网管)功能不断增强, 使得网管界面变得非常复杂。网管用户界面的一级菜单有上百个, 二级和三级菜单有上千个。面对如此复杂的界面系统, 传统的手工测试已经很难保证软件的质量。为了提高软件的测试覆盖率, 对软件进行充分测试, 需要建立更加有效的测试环境。

在网管软件开发中, 软件运行的稳定性是衡量软件质量的重要指标^[1,2]。影响软件稳定性的因素有很多, 其中内存泄露问题是最严重的。存在内存泄露的软件所带来的后果是不可想象的, 因此, 作为一个测试人员, 如何测试内存泄露是整个测试任务中的重要环节。本文针对网管 GUI(图形用户界面)进行内存测试, 当测试用例达到几百上千个之后, 如果仍然是手工测试, 测试效率将异常低下。本文提出自动化测试方法, 用自动化测试工具 Robot 对软件进行测试, 较好的解决了以上这些问题。

2 计算机内存以及自动化测试原理

2.1 内存泄露的测试方法

在内存泄露测试方面, 目前比较流行的测试工具是 Purify。如果一个软件的代码比较简单, 用 Purify 测试内存泄露的效果会比较好; Purify 可以对申请内存的地方作标记, 以此作为内存是

* [作者简介] 吕达(1978-),男,山东潍坊人,硕士研究生,主要研究方向为软件测试及软件自动化测试在工程中的应用研究。张东来,男,哈尔滨工业大学副教授,硕士生导师,主要研究方向为电气工程、无损检测、数字信号处理、自动化、电力电子、信息家电、数据库。

否释放的标准。但是 Purify 对于大型复杂的软件并不适用；因为这时候简单的作标记已经无法真正的描述内存的使用情况，必须用其他更好的方法来测试。测试中经常存在这种情况：用 Purify 检测表明没有内存泄露，但是在实际应用中，用户却发现内存泄露很严重。

一个软件只有经过长时间的使用检验没有问题之后才能证明是可用的^[5,6]，但是测试不可能无限期地进行，为了节省时间，只能采取模拟长时间的测试，即在很短的时间内进行大量的操作，等效于长时间的操作。

针对这种情况，测试人员必须真实的模拟用户操作，通过大量的疲劳操作，才能更好的检测是否存在内存泄露。这种复杂的长时间的操作属于系统测试的范围，系统测试是将通过确认测试的软件，作为整个基于系统的一个元素，与硬件、某些支持软件和人员等其它系统元素结合在一起，在实际运行环境下，对系统进行一系列的组装测试和确认测试。

2.2 自动化测试技术

最近几年，自动化测试技术悄然升温。自动化测试一般用来进行回归测试^[7,8]，也可以对软件进行压力测试；本文讨论的就是压力测试，或者称为极限测试。压力测试，也成为极限测试。大多数测试技术，主要是面向正常的程序功能和性能的测试，而压力测试的目的主要是为非正常情况。进行压力测试的思想是“如何能够把系统折腾到什么程度而又不会出错”。测试者站在破坏者的角度来看问题。

自动化测试可以将繁琐的任务自动化^[9]，如重复输入相同的测试输入，可以提高准确性和测试人员的积极性，将测试人员解脱出来转而投入更多精力设计更好的测试用例。并且自动化测试可以达到连续不断的无人值守测试，有效地利用了计算机资源。

3 测试用例的设计以及测试结果的保存

3.1 测试用例的设计

测试用例是进行软件测试的主要手段^[10]。一个好的测试用例就是要尽量多的发现软件中隐藏的故障，具体而言就是要尽可能的申请释放内存，以测试内存的增长情况。

要实现测试自动化，首先是测试数据的自动输入^[11,12]；测试数据的自动输入是相对比较容易实现的环节。在脚本中可以设置所要输入的数据组合，从而可以控制脚本运行过程；一般自动化测试工具（比如 Robot）都可以记录测试人员的所有手工操作，并把这些操作以测试工具可以认识的脚本的形式保存下来；商用测试工具 Robot 所用的脚本语言是 SQABasic 语言。因为脚本就是命令的集合，所以测试工具可以执行脚本命令，重复执行测试人员的操作。

测试人员可以修改脚本，以完成指定任务；甚至可以手工编写脚本，以程序的形式编制脚本，这样可以让脚本完成更多的功能。

3.2 测试结果的保存

Robot 可以首先把大量的手工操作录制成为脚本，然后通过控制脚本对测试用例进行回放，测试人员可以设定时间和重复次数，在回放中可以记录下相关数据以便分析，其中最重要的就是内存占用情况。

在脚本运行中，需要将有价值的信息保存下来以备分析。主要记录的数据就是被测试软件所占用的内存。还有一些其他的基本信息可以直接通过脚本输出，在脚本中附加相关命令，可以得到用户所需要的信息；例如开始结束时间、运行次数、时效次数以及时间等。

例如下面这个脚本的功能是把脚本启动时间记录下来。

```
StartLog = "E:\启动时间.txt"

StartTime = "启动时间:" + str$(DateValue(Now)+TimeValue(Now))

Open StartLog for Append Shared as #1
Write #1, StartTime
Close #1
```

其中输入脚本日志用于自动回归测试的测试用例输入；输出脚本日志则记录了整个测试过程的所有信息，作为测试用例的分析使用。

至于内存的采样记录数据专门工具记录下来。记录的数据最好便于分析，比如 excel 表格的形式，其中包括：采样时间，采样周期，内存值等。

4 测试结果的分析

作者曾经用 Robot 测试过网管软件的内存泄露问题，在这里列举两个进程占用内存的例子：其中第一个存在内存泄露，第二个没有内存泄露。图中纵坐标为内存的参考值（两个图形的参考值不同，所以差别较大），横坐标为采样点的个数。

内存采样图一：

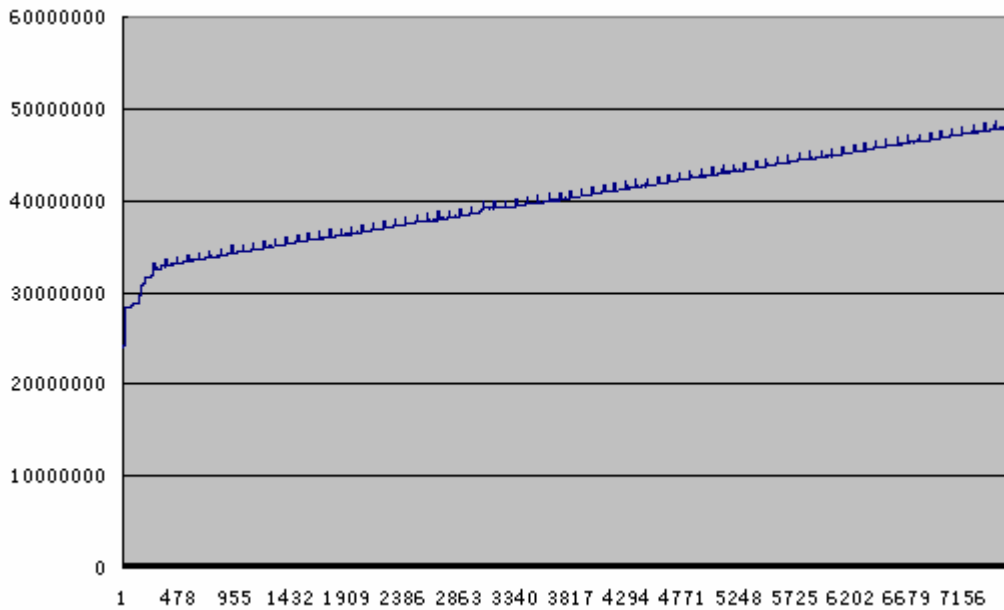


图 1 内存采样图 1

该图的测试时间为 10 个小时，采样周期为 5 秒。从图中可以看出，内存成斜线增长状态，成为一条斜率固定的直线。该进程内存泄露非常严重，需要加以改正。

内存采样图二：

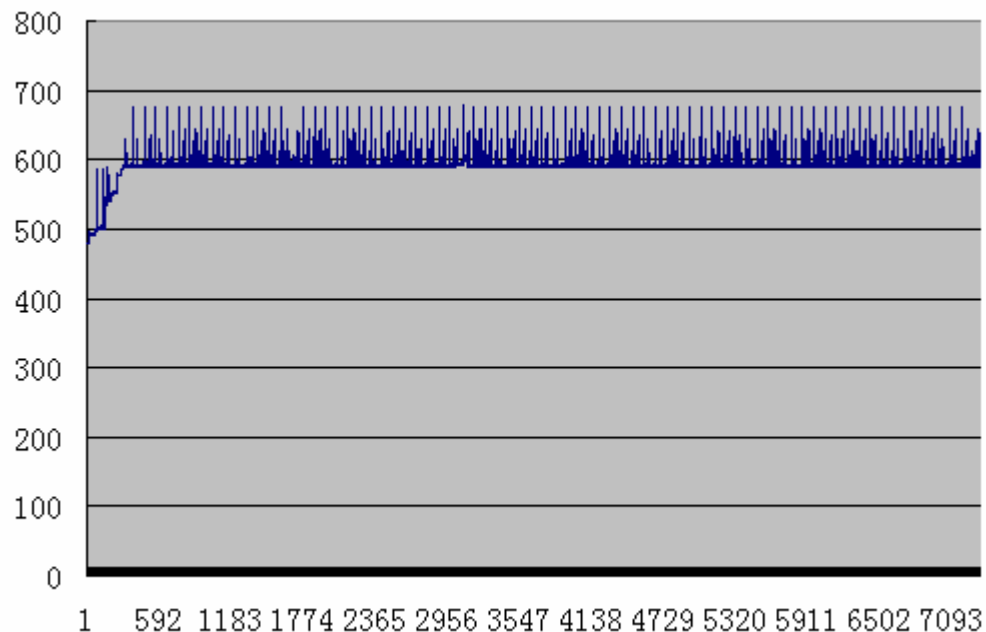


图 2 内存采样图 2

该图的测试时间为 10 个小时，采样周期为 5 秒。从图中可以看出，除了开始阶段有小幅的内存增长外，内存并没有持续增长；只有一些小幅震荡，属于正常情况。因为申请内存后，内存占用肯定会上涨，释放后内存又会降下来。该进程不存在内存泄露问题。

5 结语

提高软件的可靠性，对于软件的质量和顺利发行都遇有重要的意义。本文针对网管 GUI 的特点，提出了基于 GUI 的测试环境。与以往的测试方法不同，自动化测试强调系统整体架构，把软件作为一个整体来测试。这种方法最大程度的模拟了用户的操作，从而提高软件的可信度。

参考文献

- [1] FewsterMark,GrahamDorothy. 软件测试自动化技术与实例详解[M].舒智勇,包晓露,焦跃,等译. 北京:电子工业出版社,1999:333-342.
- [2] 徐中伟,吴芳美. 计算机联锁安全软件测试案例自动生成专家系统[A]. 第八届全国容错计算学术会议论文集[C].武汉:中国计算机学会容错计算专业委员会,1999:158-163.
- [3] 吴小钧,谷建华,周兴社.通用自动测试工具 Harness 的研究与实现[J]. 西北大学学报(自然科学版), 2001,9(31): 11-15.
- [4] Victor R.Basili, Lionel C.Briand, and Walcelio L.Melo, A Validation of Object-Oriented Design Metrics as Quality Indicators[J]. IEEE Trans.Software Eng, 1996, 10 (22) :751-761.
- [5] J-Y Chen, J-F Liu. A New Metrics for Object-oriented Design[J]. Information and Software Techology, 1993.35(4):232-241.
- [6] R.Harrison, R.Nithi. An Evaluation of the MOOD Set of Object-Oriented Software Metrics[J]. IEEE Transaction on Software Engineering. 1998,24(6): 491-496.
- [7] T.Ramalingom, Krishnaiyan Thulasiraman. A Matroid-Theoretic Solution to an Assignment Problem in the Conformance Testing of Communication Protocols[J].IEEE Transaction on Computers,2000,4(49):317-330.
- [8] Roche, J.M. Software Metrics and Measurement Principles[J].Software Engineering Notes,1994,1(19):76-85.
- [9] Zhu H., Hall P, Test Data Adequacy Measurement[J], Software Engineering Journal, 1993,8(1): 21-30.
- [10] 吴建平, 陈修环, 郝瑞兵等.基于形式化技术的协议集成测试系统——PITS[J].清华大学学报,1998,38 (DS1):26-29.
- [11] 顾庆、谢立、孙钟秀等, 一个面向分布式程序的测试系统框架[J], 软件学报, 2000, 11 (8): 1053-1059.
- [12] 胡世亮、朱传琪等, 数据流分析中的区域覆盖技术[J], 软件学报, 2000, 11 (3): 334-341.



地址：广东省深圳市罗湖区莲塘鹏基工业区 712 栋 4 楼中兴通讯传输测试部

邮编：518004

电话：0755-26773000-6604 或者 13590245604

E-mail: lv.da@zte.com.cn