

Android 手机自动化性能测试工具的研究与开发

杨怡君^{1*}, 黄大庆²

(1. 南京航空航天大学 电子信息工程学院, 南京 210016; 2. 南京航空航天大学 无人机研究院, 南京 210016)

(* 通信作者电子邮箱 yangyijuntkl@gmail.com)

摘要:针对手机性能测试中效率低、工作量大等问题,提出自动化性能测试的方法,并运用这一方法设计了 Android 平台手机性能测试的 FLEX-ANDROID 工具。对这一工具的组成结构和测试脚本的编写进行了详细研究,并且对如何计算和生成测试结果进行了分析说明。通过使用自行研发的 FLEX-ANDROID 工具进行自动化测试,并将自动化测试所花时间和手动测试时间进行对比,结果表明,自动测试速度大约为手动测试速度的 3 倍。这表明 FLEX-ANDROID 工具能够有效提升测试工作效率,大幅度缩减测试时间,减少测试工作的重复劳动。

关键词:智能手机测试;自动化测试工具;性能测试;Android 手机;关键性能参数

中图分类号: TP311.52; TP311.56 **文献标志码:** A

Research and development of automated performance test tool for Android smartphone

YANG Yi-jun^{1*}, HUANG Da-qing²

(1. College of Electronic and Information Engineering, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics University, Nanjing Jiangsu 210016, China;

2. Research Institute of Unmanned Aircraft, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics University, Nanjing Jiangsu 210016, China)

Abstract: In order to improve the efficiency of smartphone performance test, the methodology of automatic test was introduced. According to the method, an Android smartphone performance test tool called FLEX-ANDROID was developed. The components of the test tool and the test scripts were described in detail. In addition, it analyzed how to calculate and generate test results. Then, the FLEX-ANDROID test tool was used for automatic test. The time costs of automatic test and manual test were compared. The result shows that automatic test rate is about three times as fast as that of manual test rate. It indicates that the test tool can effectively improve the performance test efficiency, and greatly reduce test time and duplicate test.

Key words: smartphone test; automatic test tool; performance test; Android smartphone; key performance indicator

0 引言

随着移动通信技术的蓬勃发展,智能手机开始被广泛使用。特别是 Google 公司推出移动智能设备操作系统 Android 之后,各大主流手机制造商都开始大规模推出智能手机,目前中国市场中最为常见的智能手机有 MOTO 和三星等公司的 Android 平台手机,苹果公司的 iPhone,诺基亚公司的 Symbian 系列手机等^[1]。对手机硬件性能的评测成为了业界以及用户所关注的重点。特别对于手机生产商而言,了解自己手机的硬件性能,并将之和其他厂商所生产的设备做对比成为了他们在竞争中获胜的重要环节。使用自动化测试工具进行性能测试逐渐成为各手机设备生产商的重要选择。自动化性能测试工具能够减少测试过程中的重复劳动,实现测试自动化,提高测试质量^[2]。本文在对性能测试进行分析的基础上,对自行研发的 Android 手机性能测试工具 FLEX-ANDROID 的设计原理与实现的关键技术进行了分析说明。

1 自动化性能测试技术分析

在自动化性能测试技术使用之前,手动测试是大部分测试人员的首选。手动测试通过测试人员执行测试用例,而后将测试结果和预期结果进行对比并且记录。可是随着智能手机产品类型越来越多,操作系统版本更新换代越来越频繁,测试规模不断扩大,性能测试部门的工作量越来越大。手动测试速度慢、效率低,已经无法满足测试需求,自动化性能测试

能够有效解决这些问题。

自动化性能测试工具的主要作用就是能够模拟用户对手机设备的使用,并将操作过程记录到脚本,而后通过对这些脚本的自动化执行,收集相关的性能数据,对手机的性能进行评估。此外,还能确保在手机操作系统升级之后,脚本仍然可以被重复使用,贯穿于性能测试的整个生命周期。

手机自动化性能测试工具与诸多自动化功能测试工具一样,使用脚本“录制—回放”的方式来模拟用户的手机操作过程。当用户在手机上进行有效操作(如点击、拖动屏幕上的相应菜单)时,测试工具会自动生成一个测试脚本,这个脚本能够记录下用户的操作过程,而后测试工具可以通过对脚本的执行,回放用户的操作^[3]。

要完成一个自动化性能测试,首先要进行脚本录制,用户可以通过测试工具来录制、创建测试脚本;然后进行脚本调试,确保脚本能准确无误地执行;接着利用工具运行脚本,执行测试;最后将过程中收集到的数据进行分析,撰写评估报告^[4]。

性能测试分析的主要内容是手机对于各项操作的反映速度。例如,从点击某一联系人到显示具体联系人信息所需的时间,这一测试用例包括以下一系列动作:1)在屏幕上点击“通讯录”快捷键,进入联系人列表;2)选择点击某一联系人,显示联系人具体信息;3)两次点击撤销键返回到手机主屏幕。通过对测试用例的定义和分解,就可以测试出完成这一操作所需要的时间。这些反映时间是衡量手机性能的重要指

收稿日期:2011-08-05;修回日期:2011-09-26。

作者简介:杨怡君(1987-),女,江苏南通人,硕士研究生,主要研究方向:软件测试;黄大庆(1959-),男,浙江余姚人,教授,主要研究方向:遥控遥测。

标,直接标志着手机性能的优劣,影响用户的使用体验,为手机设备生产商改进自己的设备提供了重要的参考依据^[5]。

2 FLEX-ANDROID 自动化测试工具

下面介绍一种自行研发的针对 Android 平台手机的自动化性能测试工具 FLEX-ANDROID。为满足用户对智能手机自动化性能测试的测试需求,工具在开发遵循如下特点:1)通过调用 Android 调试桥(Android Debug Bridge, ADB)命令对 Android 手机进行操纵;2)能够模拟人工对手机的操作,同时捕捉和存储操作命令;3)支持输入测试脚本命令,录制测试脚本,并能自动生成基本的测试流程,执行测试脚本;4)自动生成测试报告;5)从软件使用的效果来看,在很大程度上代替了性能测试中大量的重复人工劳动,节省了大量的测试时间和人员;6)从测试结果来看,能够精确直观地向测试人员展示测试结果,从而能够避免不必要的人工疏忽^[6]。

2.1 整体功能架构

FLEX-ANDROID 工具的整体架构如图 1 所示,它由两部分组成,分别为 PC 端的测试软件和待测手机端。手机端通过 ADB 和 PC 端的测试工具进行通信。ADB 是直接操作和管理 Android 手机设备的必备工具,这一工具包含在 Android SDK 当中。通过使用 ADB 可以由 PC 端向手机端发送可执行的命令,也可以通过 ADB 捕捉手机端的操作指令,并在 PC 端显示^[7]。

- 1)在 PC 端启动自动化测试工具 FLEX-ANDROID;
- 2)在测试工具 FLEX-ANDROID 上配置被测手机的产品信息,包括手机上的常用按键及屏幕信息,配置完成后,就能够直接在 PC 端使用测试工具 FLEX-ANDROID 对手机进行操纵;
- 3)根据测试用例中心提供的测试用例书写测试脚本,然后执行测试;
- 4)测试过程中获得 BMP 图像进行对比,计算结果,生成测试报告。

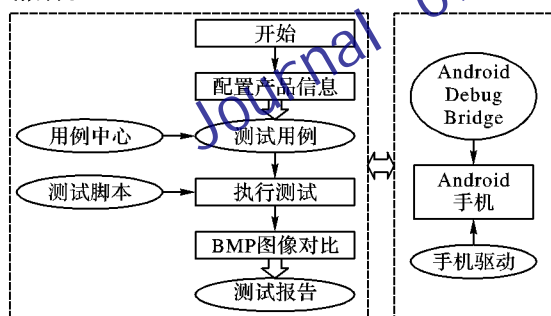


图1 FLEX-ANDROID 工具整体功能架构

2.2 测试脚本

每种自动化测试工具都有自己的测试脚本,通过编写测试脚本,可以减少测试人员的工作量,提高软件测试的可维护性,实现软件测试过程中用户和被测软件之间的交互,提高测试的可重复性。

FLEX-ANDROID 工具的测试脚本可以看作一系列命令或者是执行步骤的集合,这些命令的集合可以组成一个测试用例执行的全过程。FLEX-ANDROID 可解析的测试脚本是 XML 格式文件,它除了操作命令之外,还有一些扩展设置功能,比如录制操作的全过程、声音监测、手机 CPU 占有率监测等。

FLEX-ANDROID 所用的脚本语言为基于 XML 格式文档^[8],根据嵌入式软件测试的具体特点,标准的脚本主要包含以下几个组成部分^[9]:

- 1)测试脚本名: < Name > < /Name >, 定义脚本的名称。
- 2)测试结果有效值范围: < MinValue > < /MinValue >,

< MaxValue > < /MaxValue >, 最大值,最小值。取值范围代表有效反映时间的范围,如果某一轮测试结果不在此取值范围内,则被系统视为无效数据,直接过滤,不予记录。

3)测试前操作准备: < Setup > < /Setup >。设置测试所需前提环境。

4)测试前操作: < PreAction > < /PreAction >, 指正式测试前所必需的操作。

5)起始点: < StartPoint > < /StartPoint >, 执行测试的操作。

6)终止点: < StopPoint > < /StopPoint >, 图片比较。

7)返回至起始页面: < AfterAction > < /AfterAction >, 测试工作完成后返回到开始的界面

8)回滚: < TearDown > < /TearDown >, 关闭测试前的操作准备,即为关闭 Setup 中的操作。

FLEX-ANDROID 工具的测试脚本有两种生成方式,分别为人工编写和自动录制两种方式。人工编写就是在文本文件中依照 XML 脚本语言的整体架构,结合 FLEX-ANDROID 工具所定义的命令格式一条条地编写脚本命令;而自动录制方式就是 FLEX-ANDROID 工具将测试人员在手机上的按键序列自动转换为脚本命令进行存储以便重复执行。一般在测试过程中都是两种方法相结合,先把所有的测试用例编写成测试模板,然后结合 FLEX-ANDROID 工具的自动录制方式,修改模板,这样可以加快脚本编写速度^[10]。

FLEX-ANDROID 脚本有自己定义的命令格式,直接调用这些命令可自动执行相应的测试。下面列举几个常用的命令格式:

- 1)Key_Home:表示点击手机上的“Home”键,返回到主屏幕;
- 2)Key_Cancel:代表点击手机上的“back”键,返回到上一界面;
- 3)Key_Menu:表示点击手机上的“Menu”键,显示手机菜单;
- 4)TouchClick_x_y:代表单击手机屏幕上坐标为(x,y)的点;
- 5)TouchPress_x_y:表示长按手机屏幕上坐标为(x,y)的点;
- 6)TouchRelease_x_y:释放长按键,与 TouchPress 成对出现

2.3 测试结果的计算和输出

FLEX-ANDROID 自动化测试工具除了在重复性操作上能够减轻测试人员的负担、提高测试效率之外,还可以对测试结果进行计算和采集,并能将结果直观地表现给测试人员。测试结果的计算输出模块核心流程如图 2 所示。

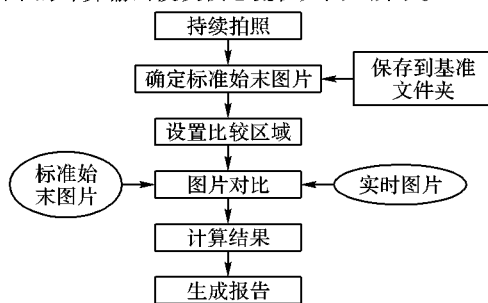


图2 测试结果的计算和输出

测试结果计算是整个工具设计的核心部分,它直接关系到测试结果的准确性。在测试过程当中,我们使用一高速摄像机以一定的帧速度拍摄手机屏幕的状态。在正式执行测试前,需要确定手机的基准起始图片和基准结束图片。在执行

完 <PreAction> 系列操作后, FLEX-ANDROID 工具就会保存下手机第一时间稳定下来的照片作为基准起始图片; 接下来执行 <StartPoint> 中关键的一步, 等手机状态再次稳定之后, 再保存下此时拍的照片, 作为基准结束图片。

正式测试过程中, FLEX-ANDROID 工具会自动执行测试脚本, 拍摄手机屏幕状态, 并持续自动执行图片比较, 直到拍摄到的实时照片跟起始基准图片一样, 就进行 <StartPoint> 操作, 从这一操作开始计时, 等拍到手机状态跟基准结束图片相同时, 计时结束, 从而得出结果。

由于在测试过程当中, 一般调整摄像头的位置让它能拍对待测系统的整个屏幕, 所以 FLEX-ANDROID 截取的图片也是整屏的, 默认情况下, 如果不特别设置比较区域, FLEX-ANDROID 工具将默认比较整个屏幕, 因此对于一些屏幕区域变化比较小的测试用例, 必须有针对性地缩小比较区域。比较区域的选择即在标准图片上绘制矩形框, 用户可以通过估算变化区域占整个屏幕的百分比位置来确定。并且 <StartPoint> 和 <StopPoint> 模块中都可以加比较区域。

下面是一个区域比较的通用例子:

```
<StartPointType> ImageCmp </StartPointType>
//定义计算结果类型为图片比较
<Benchmark> Moto. Milestone3_case-031_Start.bmp
</Benchmark> //定义基准图片名称
<!-- Compare algorithm: Colored=2, 1 is grayed -->
//比较算法: 2-色彩比较, 1-灰度比较
<CmpAlgorithmType> 1 </CmpAlgorithmType> //设置比较算法
<CmpThreshold> 400 </CmpThreshold>
//设置冗余度, 冗余度越小, 比较越精确
<CmpRate> 99 </CmpRate> //设置比较速率
<CmpArea> //设置比较区域
<StartPosX> 66 </StartPosX>
<StartPosY> 57 </StartPosY>
<StopPosX> 80 </StopPosX>
<StopPosY> 9 </StopPosY>
</CmpArea>
```

测试计划执行完毕之后, 在 report 目录下面, FLEX-ANDROID 工具会以 Excel 表格的形式将所有结果记录下来, 并自动计算平均值; 同时将起始图片和结束图片保存到 Benchmark 文件夹下面, 方便测试人员进行查阅、移动、重命名等操作。

3 自动化测试工具的应用

利用 FLEX-ANDROID 工具对几十款手机进行了关键性能参数的测试。以 Android 手机为代表的智能手机关键性能参数主要包括以下几大类: 各类功能启动性能, 核心应用性能, 短消息、邮件类应用性能, 多媒体应用性能, 个人信息管理功能的性能, 其他用户体验性能^[11]。

为了能够对比手动测试与自动测试的工作效率, 本文进行了以下实验: 针对同一款某著名厂商所生产的 Android 系统手机, 在相同的测试环境下, 对相同测试用例分别进行了手动和自动测试, 每一个测试用例被执行 10 轮, 结果如表 1 所示。从表 1 可以看出, 自动测试和手动测试在精度上几乎没有差别, 但是执行测试所花时间却大大缩短, 使用 FLEX-ANDROID 工具进行自动化测试的速度接近手动测试速度的 3 倍, 大大提高了测试的工作效率。

4 结语

自动化性能测试是为了满足对智能手机性能进行评测的需求而产生的, 实践表明, 传统的人工测试效率低下, 耗费大

量人力, 自动化测试弥补了这一缺陷, 已经成了手机测试领域的发展趋势^[12]。本文研究了 Android 系统手机的自动化性能测试工具, 并将它应用到了手机关键性能参数的测试当中。结果表明, FLEX-ANDROID 测试工具可以提高测试质量和测试效率。相比于传统手动测试, 使用该工具可以将测试速度提升 3 倍。但在选择和使用测试工具时, 也应该看到, 在测试过程中, 测试工具并不是在任何情形下都能够使用。例如, 对开机响应时间的测试就无法使用自动化测试工具完成, 必须借助人工测试方法, 手动进行开机操作。通过必要的手动测试和本工具的结合使用, 在手机性能测试当中具有实用性。

表 1 智能手机关键性能参数测试实验

KPI 名称	具体测试内容	测试时间/min	
		自动	手工
各类功能启动性能	启动和关闭飞行模式所需时间; 启动、识别蓝牙功能所需时间; 启动 WIFI(执行 5 个测试用例)	21	58
核心应用性能	从主界面启动拨号键盘所需时间; 连接上一个电话所用时间; 在连接上 WIFI 时, 连接上浏览器所需时间; 启动计算器所需时间(执行 9 个测试用例)	26	91
短消息、邮件类应用性能	启动编写短信窗口所需时间; 启动和退出短消息收件箱所需时间; 删除信息所需时间, 等(执行 9 个测试用例)	35	110
多媒体应用性能	启动照相机所需时间; 启动歌曲列表所需时间; 启动一个多媒体视频所需时间; 启动相册所需时间, 等(执行 6 个测试用例)	20	63
个人信息管理功能的性能	启动联系人应用所需时间; 调出指定联系人细节信息所需时间; 启动日历所需时间, 等(执行 5 个测试用例)	15	52
其他用户体验性能	点击键盘上指定键后的相应时间; 调整铃声所需时间(执行 2 个测试用例)	7	20
总计	36 个测试用例	124	394

参考文献:

- [1] OLIVER E. A Survey of platforms for mobile networks research[J]. Mobile Computing and Communications Review, 2009, 12(4): 56-63.
- [2] 鞠秀娟, 赵明. 软件自动化测试概述及应用工具分析[J]. 计算机应用, 2007, 27(21): 317-318.
- [3] 董晓霞. 软件测试工程化的研究和实践[J]. 计算机工程与设计, 2006, 21(11): 2008-2011.
- [4] 谭浩, 关昕, 马力. 性能测试的原理及其自动化工具的实现[J]. 计算机工程与设计, 2006, 27(19): 3660-3662.
- [5] 卢建军, 苏宁. 浅谈手机软件测试的流程与策略[J]. 制造业自动化, 2010, 33(12): 21-23.
- [6] 接卉, 兰雨晴, 骆沛. 一种关键字驱动的自动化测试框架[J]. 计算机应用研究, 2009, 26(3): 927-929.
- [7] VIDAS T, ZHANG C, CHRISTIN N. Toward a general collection methodology for Android devices[J]. Digital Investigation. 2011, 8 (Supplement): 14-24.
- [8] 马庆利, 王澜. 自动生成 XML 测试脚本的类测试[J]. 信息技术, 2006, (11): 145-148.
- [9] 刘慕涛, 张磊, 王艳, 等. 基于 XML 的 API 自动化测试工具设计与实现[J]. 计算机工程, 2007, 33(13): 96-98.
- [10] 赵斌飞, 刘磊. 测试脚本自动生成器的设计与实现[J]. 计算机科学, 2008, 35(6): 276-279.
- [11] dev BHATIA K. Comparing mobile platforms [D]. San Diego: San Diego State University, 2011.
- [12] 张舜尧. 手机自动化测试系统设计浅析[J]. 电脑知识与技术: 学术交流, 2007, 4(20): 412-413.