

车载导航影音系统蓝牙软件测试技术方法研究

王磊,宋杰,陈林锋

(安徽大学 计算机科学与技术学院,安徽 合肥 230601)

摘要:针对车载导航影音系统应用程序中蓝牙模块的不稳定性,结合蓝牙技术的发展状况及软件测试技术,对于蓝牙通讯的不同通讯服务模块,提出了一套车载系统蓝牙通讯应用软件的测试流程,同时列出软件各个测试阶段中蓝牙服务模块的测试案例现象并分析了测试中发现问题的案例,最后给出了软件测试统计方法并做了测试问题总结。高效的软件测试方法有利于软件研发人员发现软件解设计中的缺陷问题,优化了软件设计,保证了车载导航影音系统的稳定性。

关键词:车载导航影音系统;蓝牙技术;软件测试

中图分类号:TP306

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2013)09-0166-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2013.09.042

Study of Bluetooth Software Testing Methods of Car Navigation Multimedia System

WANG Lei, SONG Jie, CHEN Lin-feng

(College of Computer Science and Technology, Anhui University, Hefei 230601, China)

Abstract: In view of instability of Bluetooth module in the car navigation multimedia system, combined the development situation of Bluetooth and software testing technique, put forward a processing technique of car navigation system software testing for various communication service model of Bluetooth communication, list case phenomenon and problems of Bluetooth module in each test stage and analyze these cases of problem, give statistical method for testing and obtain an conclusion. Good test technique is beneficial to find software defects and optimize research for software engineers, ensures the stability of the car navigation multimedia system.

Key words: car navigation multimedia system; Bluetooth technology; software testing

0 引言

蓝牙技术作为一种新的无线通讯技术实现了车载导航影音系统与手机的通讯,优化了车载导航影音系统,丰富了人们的日常生活。如何设计出高效稳定的蓝牙服务软件,成为各大车载系统公司研发的重点,同时正确、严谨、全面的软件测试对蓝牙软件的研发有着重要的作用。

1 车载导航影音系统的发展概述

车载导航影音系统是把先进的 GPS (Global Positioning Technology, 全球卫星定位技术)、GIS (Geometry Information System, 地理信息技术)、多媒体技术、数据库技术、现代移动通讯技术和嵌入式技术等融合在一起的综合性多媒体设备。车载导航设备在 20 世

纪 80 年代随 GPS 系统的问世而诞生,其发展过程概括地分为三代:第一代车载导航系统是通过 CD-ROM 存储数字地图,利用 GPS 定位技术及地图匹配技术实现车辆在数字地图的自定位,并显示在数字地图上;第二代车载导航系统是在第一代车载导航系统的基础上增加了路径规划与导航、语音提示及相关静态信息查询等功能;第三代车载导航系统广泛应用现在各种无线通信技术及多媒体技术,车载导航影音系统成为市场中主流^[1]。

车载导航影音系统实现实时动态导航功能,同时利用技术手段实现监控、求助求援、交通路网调控等功能,充分发挥了交通基础设备效能。高效精确的车载导航影音系统将会帮助人们摆脱枯燥疲劳的驾驶,同时解决城市交通带来的诸多社会问题。

收稿日期:2012-11-19

修回日期:2013-02-23

网络出版时间:2013-04-22

基金项目:国家自然科学基金(61271352),2010 年高校自然科学基金项目(KJ2010B123)

作者简介:王磊(1990-),男,硕士研究生,研究方向为嵌入式系统应用;宋杰,副教授,研究方向为嵌入式系统、计算机原理与接口、生物信息学。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20130422.1721.025.html>

2 蓝牙技术特点

车载导航影音系统中,与手机连接的蓝牙模块是基本组成模块,可以实现接打电话、控制手机播放音乐、查阅短信等功能。蓝牙技术是爱立信、IBM、Intel、Nokia 和东芝公司制定的近距离无线通讯技术^[2],具有足够高的抗干扰能力,且硬件设备简单、性能优越。蓝牙技术能够有效地简化移动电话、掌上电脑和笔记本电脑等移动通讯终端设备之间的通讯,同时简化移动设备与因特网之间的通讯,从而使现代移动通讯设备与因特网之间的数据传输变得更加迅速高效,无线通讯的技术得到了拓宽^[3]。

2.1 蓝牙技术物理特性

蓝牙设备工作频段是全球通用的 2.4 GHz 的 ISM (工业、科学、医学) 频段^[4]。采用的是 GFSK (Gauss Frequency Shift Keying, 高斯频移键控) 为 BT (Bluetooth, 蓝牙) = 0.5 的调制方式。蓝牙无线发射机采用 FM 调制方式,最大发射功率分 100 mW (20 dBm)、2.5 mW (4 dBm)、1 mW (0 dBm), 所以,蓝牙设备之间的有效通讯距离为 10 m ~ 100 m。蓝牙的数据传输速度为 1 Mb/s, 数据包按时隙传输, 间隔时间为 0.625 μs。蓝牙支持一个异步数据通道, 三个并发的同步语音通道或一个同时传送异步数据和同步语音的通道。

2.2 蓝牙服务软件架构

蓝牙通讯协议作为一种新的无线通讯协议,和其他通讯协议有相同之处,采用层次式协议结构。协议的底层为各类应用所通用,高层则视具体应用而改变。蓝牙的具体应用分为计算机背景和非计算机背景两种方式。计算机背景的应用是通过 HCI (Host Control Interface, 主机控制接口) 实现高、低层的数据连接。蓝牙的应用系统一般由天线单元、链路控制单元、链路管理单元和蓝牙软件四个功能模块组成,如图 1 所示^[5]。

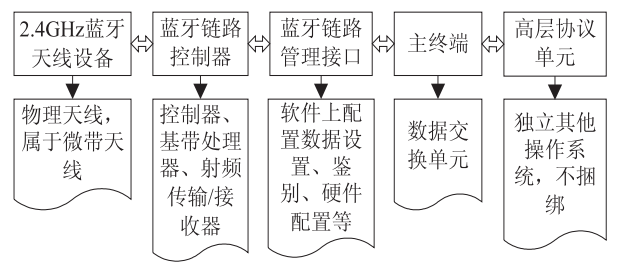


图 1 蓝牙系统组成图

3 车载导航影音系统蓝牙软件测试

车载导航影音系统已经成为新一代机车的基本组成部分。车载嵌入式设备软件要求具有高可靠性,健壮性,易用性强和用户操作响应快等特性,对应的软件测试也成为了软件开发的重要组成部分。测试车载导航影音系统主要关注两类问题,即操作系统类问题与

应用软件类问题。目前车载导航影音系统所基于的操作系统一般是 WINCE^[6] 系统或 ANDROID^[7] 系统。操作系统类主要测试如下问题:系统是否可以完成正常启动,开机画面色彩是否失真、有无花屏,有无开机杂音或干扰声,是否有重启、运行死机、非法退出等问题。应用软件类主要测试如下问题:软件功能是否实现、功能实现是否正确、重要功能是否足够健壮、其他被依赖模块能否运行、设置参数重启后能否保存等。蓝牙服务测试属于应用软件类测试问题。

当前车载导航影音系统支持的蓝牙服务规范主要包括 HFP^[8] (Hands - Free Profile, 免持通讯协定)、PBAP (Phone Book Access Profile, 电话本应用框架)、A2DP (Advanced Audio Distribution Profile, 高级音频分发模型)、AVRCP (Audio Video Remote Control Profile, 视频遥控模式)、SMS (Short Messaging Service, 短讯服务)。BT IOT (BlueTooth InterOperability Test, 蓝牙交互性测试) 分为四个阶段,包括 BT^[9] IOT Sanity Test (基本功能交互测试)、BT IOT Simple Test (简单交互测试)、BT IOT Standard Test (标准交互测试)、BT IOT Advanced Test (高级交互测试)。测试流程图如图 2 所示。

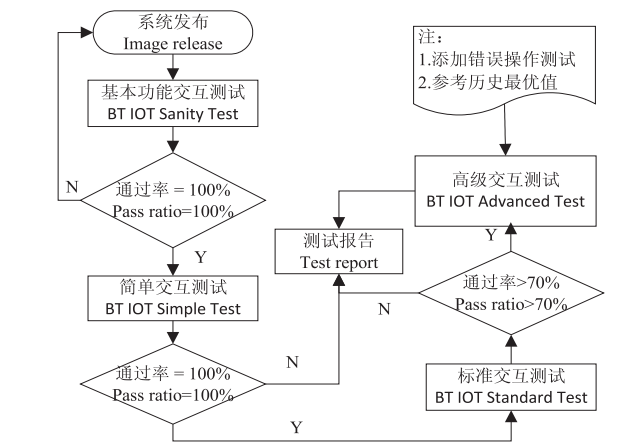


图 2 蓝牙软件测试流程图

根据手机的生产厂商及手机操作系统的不同,选取多款主流手机对车载系统进行 BT IOT,如表 1 中几款手机。

表 1 主流手机型号及手机系统

生产厂商	Nokia	Motorola	Htc	Apple	Huawei
手机型号	E63	MB 526	HD7	iphone4	C8812
手机系统	SYMB IAN	ANDR OID 2.3	W PHO NE 7	ISO4.0	ANDRO ID 4.0

3.1 BT IOT Sanity Test

Sanity Test 主要是完成基本功能的测试,测试^[10]目的是验证是否完成设计文档中的基本功能要求。选取某一代表性手机(如 HTC HD7)做相关测试,主要是

关注以下问题:确认能否完成目标手机与车载平台相互配对连接操作,配对连接后,检测各服务是否正常开启,即 HFP、PBAP、A2DP、AVRCP、SMS 等各模块是否连接成功。同时观察软件 UI (User Interface) 是否友好,车载平台是否有花屏、操作无响应等明显影响用户感受以及误导用户操作的现象。以上测试全部通过,方可进行下一阶段的测试。

3.2 BT IOT Simple Test

IOT Simple Test 是对 IOT Sanity Test 所测试内容做进一步的细化。针对 IOT Simple Test 的每个测试用例进行拓展,达到基本覆盖一般用户操作的行为。

配对连接测试中,要保证手机和车载系统的蓝牙软件可以相互配对连接,连接过程及结果无异常,确认能否一次完成蓝牙配对连接,车载系统无花屏、操作不响应等明显影响用户感受及误导用户操作的现象。由于手机特性的问题,手机与车载系统进行连接时会出现问题,例如从 MB526 手机蓝牙搜索到车载系统但配对后无法建立连接,但从车载端蓝牙搜索配对手机却能连接成功,则这款手机蓝牙连接测试的通过率只为 50%。

针对 HFP,需考虑到通话的各种情况,手机端接听、拨打、拒接和结束通话,车载系统接听、拨打、拒接和结束通话。测试过程中需确认如下信息:来电信息是否显示完整清晰、车载系统响应是否正常、接通后是否默认从车载系统进行通话、通话质量是否尚可、有无杂音、电流声、无声、回声、结束通话后车载系统是否恢复到来电前状态、其他功能模块在来电后是否受到干扰等。例如小米 M1 手机从手机端播出电话时,车载端无去电信息。

PBAP 服务主要是完成手机端联系人下载和通话记录下载两项工作,具体实现目标参考软件详细设计。测试手机端联系人下载时,要确认如下信息:下载联系人数量和名称是否与手机端一致,不可错字、少字、多字、空白、乱码;车载系统界面无花屏、操作不响应等明显现象。例如阿科达某款车载导航系统下载 Android 手机系统的联系人时,联系人姓名显示为乱码,同时联系人数量和手机实际数量不符。测试通话记录下载时,要确认的问题和下载电话本基本相同,不同的地方在于下载的通话记录可以按已拨电话、已接电话、未接电话分类,要确保车载系统下载的通话信息和手机端各分类信息相同。

设计测试^[11] A2DP 与 AVRCP 的测试用例时,先要确保手机端和车载系统可以建立这两项服务,一些低版本手机支持 A2DP 服务,但不支持 AVRCP 服务,则只需针对 A2DP 服务进行测试。对于 A2DP 服务模块,要根据软件详细设计选取不同频率的声音进行测试,

同时要参考流行音乐的压缩解码技术。AVRCP 测试时要确认每个指令功能在车载系统是否实现,一般车载导航影音系统包括播放、暂停、停止、上一首、下一首、音量加减等功能指令。由于 SMS 服务应用需求不大,以及对一些私人信息的保护,很多车载导航系统及手机系统不支持 SMS 服务。测试 SMS 时,确认下载过程中车载系统响应正常,下载的短信数量是否和手机端一致,每条短信的信息是否完整,如短信文字内容、发信人、接收时间可否完整下载等。

3.3 BT IOT Standard Test

BT IOT Standard Test 用于扩大测试手机型号的覆盖面,对 IOT Simple Test 的各个模块做进一步扩深,增加了 Error handing(错误操作) 测试,主要包括手机突然断电、车载系统突然断电、两者距离拉大(大于 10m)、手机端蓝牙连接断开、车载系统蓝牙连接断开等。执行错误操作测试后,需确认车载系统响应是否正常,不出现死机、花屏等明显影响用户感受以及误导用户操作的现象。本阶段还需关注蓝牙服务软件各个功能模块的响应时间,例如下载电话簿、通话记录的速度(单位为条/秒),AVRCP 各个功能指令响应时间等。

由于手机型号个体的差异性以及车载平台软件设计的欠缺,测试用例中存在失败的案例,需要一种方法进行测试数据统计。数据统计分两个方向,一个方向是某款手机蓝牙各个模块测试通过率 P_a :

$$P_a = \frac{\sum_i^n P_i}{n} \times 100\% \tag{1}$$

其中 P_i 为某部手机某一模块测试用例通过率, n 为某款手机所测试的蓝牙模块数,如表 2 中,手机 Nokia E63 的测试通过率 P_a 为 73%。

另一个方向是车载系统蓝牙某个模块的测试平均通过率 P_b :

$$P_b = \frac{\sum_j^n P_j}{n} \times 100\% \tag{2}$$

其中 P_j 为蓝牙某一功能各款手机测试用例通过率, n 为测试的手机数量,如表 2 中 HFP 测试通过率为 94%。当 P_b 低于 50% 时,把涉及该模块的 bug 优先级

表 2 BT IOT Standard Test 结果统计表(%)

	Nokia	Motorola	Htc	Apple	Huawei	模块通过
	E63	MB 526	HD7	iphone4	C8812	率 P_b
HFP	95	100	100	80	95	94
PBAP	88	100	100	80	80	90
A2DP	90	80	100	100	100	94
AVRCP	90	90	100	100	80	92
SMS	0	80	80	0	25	37
通过率 P_i	73	90	96	72	76	

提升到最高,提醒软件开发人员应尽快改善代码优化系统。表2为某次发布系统后BT IOT Standard测试的结果,可以计算出本次测试的通过率大于70%的预期值,可以进行BT IOT Advanced Test阶段;同时发现,SMS模块通过率为37%,低于50%的预期值,说明该模块存在严重问题。程序开发过程中对该模块设计有缺陷,需提高bug优先级尽快解决相关问题。

3.4 BT IOT Advanced Test

本阶段关注的是BT OT(BlueTooth Overnight Test, 蓝牙压力测试)和路测,针对各个服务模块设计出具体测试用例,同时参考历史最优值。HFP的OT主要体现在长时间通话的压力测试,确认保持2个小时或者5个小时通话后车载系统响应是否正常。PBAP的OT关注的是下载联系人和通话记录数量的大小,确认下载500条联系人,或500条通话记录时,车载系统响应是否正常,数据下载及显示是否完成,具体测试用例同时要关注目标手机所支持的数据大小,如功能一般的手机与SIM卡存储的联系人共500条,Android手机系统现只保存前500条通话记录等。A2DP及AVRCP的OT主要体现在长时间播放手机端音乐,例如车载系统连续播放5个小时或者更长时间的手机音乐。路测是指把车载系统拿到实际运动中的汽车中测试,确认蓝牙各模块在实际情况下的响应情况,是否达到软件详情设计规定要求。

4 结束语

文中针对车载导航影音系统软件的不稳定性,提出了蓝牙模块的测试方法,同时为车载系统中其他模块的测试提供一种参考。软件测试的目的是发现并指出系统或软件中存在的缺陷,为软件开发人员对软件缺陷进行修复提供了依据。测试不是验证程序能否正

确运行,而是发现存在的错误。同时也要明白,软件总会存在缺陷,是不可避免的,正确高效的测试可以减少软件存在的缺陷^[12]。

参考文献:

[1] 孙奥,朱贵斌,江铁. 车载导航系统的研究现状及未来发展[J]. 微型机与应用,2012,31(2):1-4.

[2] 张群,杨絮,张正言,等. 蓝牙模块串口通信的设计与实现[J]. 实验室研究与探索,2012,31(3):79-82.

[3] 符鹤,周忠华,彭智朝. 蓝牙技术的原理及其应用[J]. 微型电脑应用,2006,22(7):60-61.

[4] 刘媛,张伟,王知学,等. 蓝牙车载信息系统的设计与实现[J]. 山东科学,2010,23(3):41-44.

[5] 王琨,于亚芳,李晋凯. 基于蓝牙技术用手机控制电脑的软件设计[J]. 计算机与现代化,2012(4):123-126.

[6] 齐晓静,王卫东,王剑. Windows CE OAL层的结构与开发[J]. 单片机与嵌入式系统应用,2005,5(2):30-33.

[7] Hyeon-Ju Yoon. A Study on the Performance of Android Platform[J]. International Journal on Computer Science & Engineering,2012,4(4):532-537.

[8] Yang Jie, Sidhom S. Detecting Driver Phone Use Leveraging Car Speakers[J]. MobiCom'11,2011(9):19-23.

[9] Utpal T P, Uday B D. A Novel Algorithm for Bluetooth ECG[J]. IEEE Transactions on Biomedical Engineering,2012,59(11):3148-3154.

[10] Javier A, Juan A. An architectural model for software testing lesson learned systems[J]. Information & Software Technology,2013,55(1):18-34.

[11] Saldana-Ramos J, Sanz-Esteban A. Design of a competence model for testing teams[J]. IET Software,2012,6(5):405-415.

[12] 肖丰佳,李立新. 软件测试技术研究[J]. 工业控制计算机,2012,25(1):75-76.

(上接第165页)

[5] Leung Y, Wong M H, Wong K C, et al. A novel web-based system for tropical cyclone analysis and prediction[J]. International Journal of Geographical Information Science,2012,26(1):75-97.

[6] 王远飞,陆涛,朱海燕,等. 基于GIS的热带气旋相似路径检索系统研究[J]. 测绘科学,2006,31(5):124-125.

[7] 刘勇,吴必文,王东勇. 一种台风路径相似检索的算法研究[J]. 气象,2006,32(7):18-24.

[8] 傅希德,唐俊,袁晓辉,等. 基于Arcgis Engine的三峡梯级调度可视化气象业务系统[J]. 武汉理工大学学报:交通科学与工程版,2009,33(4):791-794.

[9] 郎永刚. 浅谈基于Flex RIA与REST的WebGIS研究[J]. 测绘与空间地理信息,2012,34(6):87-88.

[10] 袁煜锋. 基于Flex与REST的WEBGIS研究[D]. 上海:华东师范大学,2009.

[11] 章贤. 基于Flex的切片地图服务关键技术研究及原型开发[D]. 上海:华东师范大学,2009.

[12] 酆敏杰,张旗,沈萍月,等. ArcGIS Server地图缓存技术及Rest技术在气象服务中的应用[J]. 浙江气象,2009,30(C00):70-73.

[13] 龙腾飞. Ajax技术与Web GIS[J]. 计算机技术与发展,2008,18(4):165-167.

作者: 王磊, 宋杰, 陈林锋, WANG Lei, SONG Jie, CHEN Lin-feng
作者单位: 安徽大学 计算机科学与技术学院, 安徽 合肥, 230601
刊名: 计算机技术与发展

ISTIC

英文刊名: Computer Technology and Development

年, 卷(期): 2013(9)

参考文献(12条)

1. 孙奥, 朱贵斌, 江铁 车载导航系统的研究现状及未来发展[期刊论文]-微型机与应用 2012(02)
2. 张群, 杨絮, 张正言 蓝牙模块串口通信的设计与实现[期刊论文]-实验室研究与探索 2012(03)
3. 符鹤, 周忠华, 彭智朝 蓝牙技术的原理及其应用[期刊论文]-微型电脑应用 2006(07)
4. 刘媛, 张伟, 王知学 蓝牙车载信息系统的设计与实现[期刊论文]-山东科学 2010(03)
5. 王琨, 于亚芳, 李晋凯 基于蓝牙技术用手机控制电脑的软件设计[期刊论文]-计算机与现代化 2012(04)
6. 齐晓静, 王卫东, 王剑 Windows CE OAL层的结构与开发[期刊论文]-单片机与嵌入式系统应用 2005(02)
7. Hyeon-Ju Yoon A Study on the Performance of Android Plat-form 2012(04)
8. Yang Jie, Sidhom S Detecting Driver Phone Use Leveraging Car Speakers 2011(09)
9. Utpal T P, Uday B D A Novel Algorithm for Bluetooth ECG 2012(11)
10. Javier A, Juan A An architectural model for software testing lesson learned systems 2013(01)
11. Saldana-Ramos J, Sanz-Esteban A Design of a competence model for testing teams 2012(05)
12. 肖丰佳, 李立新 软件测试技术研究[期刊论文]-工业控制计算机 2012(01)

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjfz201309042.aspx