

文章编号: 2095-2163(2021)05-0174-05

中图分类号: TP311.1

文献标志码: A

基于嵌入式车载系统智能自动化检测平台

韩 森, 王莉莉, 吴龙翔, 方有成, 葛树威, 尹天博
(哈尔滨理工大学 计算机科学与技术学院, 哈尔滨 150080)

摘 要: 随着嵌入式车载系统软件功能叠加和人机交互操作的增加,人工检测方法已无法覆盖所有可能的应用场景,因此降低了产品检验的有效性。随着产品功能复杂度提高,对检测人员的专业能力和检测方法提出了更高要求,不同检验员在同样检测环境中有可能得出不同结论,降低检验结果的客观性。另外,产品功能迭代周期缩短,使测试周期同样缩短。如何在不会丢失检验有效性和客观性的前提下,尽可能缩短检测周期提高检测效率,是行业内从业人员的关注重点。为了提高车载系统产品检验的有效性、客观性和执行效率,本文采用 Java 语言、MySQL 数据库和 JavaFX 技术,研发了一种基于嵌入式车载系统智能自动化检测平台系统,实现了车载系统产品的智能自动化可视检测过程。

关键词: JavaFX; MySQL; 智能; 自动化检测

Intelligent automation testing platform based on embedded vehicle system

HAN Miao, WANG Lili, WU Longxiang, FANG Youcheng, GE Shuwei, YIN Tianbo

(School of Computer Science and Technology, Harbin University of Science and Technology, Harbin 150080, China)

[Abstract] With the increase of software function overlay and human-computer interaction in embedded vehicle system, manual detection method is not suitable with all possible applications, which reduces the validity of product inspection. At the same time, with the complexity of product function increased, which puts forward higher requirements for the professional ability and testing methods of the inspectors. Different inspectors may draw different conclusions in the same testing environment, thus reducing the objectivity of the testing results. In addition, the product function iteration cycle is shortened, so that the test cycle is also shortened. How to shorten the test cycle as much as possible and improve the detection efficiency without losing the validity and objectivity of the test is also the focus of the industry practitioners. In order to improve the validity, objectivity and execution efficiency of vehicle system product inspection, this paper uses Java language, MySQL database and JavaFX technology to develop a system based on embedded vehicle system intelligent automatic detection platform, which realizes the intelligent automatic visual detection process of vehicle system products.

[Key words] JavaFX; MySQL; intelligence; automated detection

0 引 言

近几十年来,随着电子技术的迅猛发展,各行各业都开始提倡机电一体化。汽车产业根据市场需要产生了各种车载电子产品。据国外专家预测,未来 3~5 年内汽车上装用的车载系统成本将占汽车整体成本的 25% 以上。车载系统的主要功能不仅是监控行车过程中提供车速等各项指标,以及行车过程中的安全,同时还具有实时导航等人性化服务,为驾驶员提供方便。车载系统的开发过程中一直采用人工测试,其存在周期较长、结果受主观因素影响、单元测试耦合度低等问题。针对这些问题,本文设计了自动化测试平台,该平台通过信号发生和采集器、机械仿生结构以及视觉检测技术,有效地减少人工

操作,降低主观因素影响,提供更客观准确的测试结果,缩短开发工程师解决问题周期,提供更科学的统计报告,提高项目管理水平和设计质量^[1-2]。

1 车载系统测试现状研究

随着嵌入式系统处理器性能提升,以及 4G/WIFI/蓝牙等无线网络广泛应用,国内外汽车电子产品智能化不断发展,不仅提升了驾驶主动和被动安全,同时给驾乘人员带来良好的用户体验。但是,随着汽车电子产品功能不断增加的同时,产品功能测试保障手段却并没有同步发展,还停留在传统人工测试阶段,仅能通过增加测试人员数量和延长测试时间,来保障产品功能稳定。虽然增加测试人数和延长测试时间,短期内可以保障产品基本功能正

基金项目: 黑龙江省大学生创新创业训练计划项目(201810214112)。

作者简介: 韩 森(1998-),女,本科生,主要研究方向:计算机应用;王莉莉(1980-),女,博士,教授,主要研究方向:探测与成像、计算机应用。

通讯作者: 王莉莉 Email: wanglili@hrbust.edu.cn

收稿日期: 2019-10-12

常,但是并不能保障产品的长期可靠性运行^[3-4]。另外,人工测试仅能定性保证产品功能正常,不能定量保证产品的可靠性,所以有必要通过自动化检测平台,快速准确、定量客观的对产品功能进行测量分析,确保产品投入市场后的可靠运行。

2 车载系统测试需求分析

2.1 功能描述

车载电子系统主要分为2大类产品:一类为无人交互界面的信号采集和处理的控制器,如发动机控制器、车门控制器等;另一类为具有人机交互界面的信号采集和处理控制器,如组合仪表、车载导航、空调控制器等。

无人交互类产品,主要功能为信号采集、信号处理和信号执行。该类产品的测试系统相对简单,只需按时序提供信号,在规定范围内确认信号是否执行。而有人交互类产品的测试系统相对复杂,是在无人交互类产品基础上增加人机交互操作和操作响应,主要通过机械执行结构和视觉检测方式来确定产品可靠性。

2.2 性能指标

车载电子产品的性能指标主要体现在信号采集、信号处理、信号执行、用户操作识别、用户操作反馈等方面的时效性和准确性。其它功能类模块可依据国标要求进行定量检测,如数字收音机性能应符合国标《GB/T 26775-2011 车载音视频系统通用技术条件》的要求等。

3 智能化检测设计方案

3.1 系统架构

智能化检测系统分为3个部分组成,如图1所示。

(1)信号发生器和采集器。信号发生器和采集器主要用于模拟产生车身的各类实时模拟信号(如水温、燃油、CVBS等模拟信号)和数字信号(如CAN报文、LIN报文、LVDS等数字信号),同时接收待测车载电子产品发送的模拟信号(如DC 12V输出、音频等模拟信号)和数字信号(如CAN报文、触摸屏数字坐标等)。

(2)人机视觉交互执行控制机构。人机视觉交互执行控制机构主要用于模拟驾乘人员对待测产品的操作(如拔插U盘、触摸或者滑动触摸屏),以及验证待测产品对驾乘人员操作的执行结果(如待测产品是否识别到U盘拔插事件、待测产品是否执行

用户对触摸屏触摸或滑动的操作)。

(3)上位机应用软件。上位机应用软件主要用于控制(1)、(2)部分的执行时序,测量结果数据库存储以及测量结果的可视化统计分析。

为简化系统描述本系统将第(1)、(2)部分合并,简称为“转换器”。



图1 系统架构示意图

Fig. 1 Structure of application

3.2 电气接口设计

电气接口设计基本原则是:满足现有车载产品各类信号的输出和输入,并具有一定可扩展性,便于检测系统随着待测产品复杂度提高后的功能迭代而升级^[5]。为兼容各类待测产品,提高检测工装复用性,降低检测成本,本检测平台电气接口采用螺柱矩阵化设计,不仅提供高工装复用性,同时降低检测工装的硬件投入。电气接口设计如图2所示。



图2 电气结构设计实物图

Fig. 2 Design of electrical structure

图2中,每一个铜柱代表一个电气接口与信号逻辑控制器电气连接,插座与待测产品电气连接。当测量不同类型车载电子产品时,只需要更换过渡线和重新定义螺柱电气定义,即可完成待测产品的切换。本电气接口设计具有便捷、高效、低成本的优势。

3.3 通信协议接口设计

本着通信接口具有通用性和可扩展性的设计原则,当产品功能复杂度提高时,仅需扩展协议数据内容即可;当产品功能模块增加时,仅需扩展消息ID即可,尽可能不改变软件建构,只对局部功能模块进行完善。通信协议格式如图3所示。



图 3 通信协议数据格式

Fig. 3 Communication protocol data format

其中,“起始帧”字段表示系统进入检测模式;“ID”字段表示不同类型产品;“数据长度”字段表示本次通信的数据长度,便于各个系统确认数据完整性;“消息 ID”字段表示各个功能编号;“数据内容”字段表示一次通信协议中的数据内容,数据内容为控制指令或者数据源;“校验”字段采用单字节异或

校验,用于判断本条协议的准确性。

3.4 交互接口工业设计

交互接口工业设计分为 2 部分,一部分为机械手结构,用于模拟驾乘人员对待测产品的操作;另一部分为视频采集结构,用于识别待测产品的液晶显示界面状态。交互接口工业设计示意如图 4 所示。



图 4 交互接口工业设计示意图

Fig. 4 Interactive interface industrial design sketch

图 4 中,“机械手”结构主要用于模拟驾乘人员的三类手指操作,分别对应驾乘过程中对待测产品的手指操作。如开关机、拔插 U 盘、触摸屏等操作;“视频采集结构”实时采集液晶屏幕显示内容,与机械手按时序先后进行图像解析。当机械手执行完操作后,在设定检测周期内,通过视频采集液晶屏显示状态,来判断机械手操作是否得到待检品的实时响应^[6]。为保证机械结构运动轨迹准确和视频采集图像参考基准,需设计专用的、具有限位功能的检测支架,用于机械限位操作和视频采集参考点。限位检测支架如图 5 所示。

4 智能自动化检测系统实现

4.1 人机交互界面

因检测系统需利用计算机外围硬件进行数据交互,因此检测系统的上位机软件采用 C/S (Client/Server) 架构开发。待检测产品为系统的客户端,该自动测试平台作为服务器端,转换器在二者之间用于转换各类不同产品和不同功能的数据格式。后台

应用采用 MySQL 数据库存储检测结果数据。服务器端采用 JavaFX 编写,负责检测指令下发、检测数据采集、检测数据存储以及可视化分析报表。



图 5 限位检测支架实物效果图

Fig. 5 Physical effect diagram of limit detection bracket

4.2 检测数据模块

检测数据模块为本检测平台的核心业务,由检测数据和数据分析 2 部分组成。

检测数据过程如图 6 所示。下位机即待检品,通过转换器与测试平台正确通信握手连接后,待测数据由上位机发给待测产品,途中经由转换器映射

到待检品对应的测试项目上。每条通信报文均含有待测产品唯一性编号,因此上位机可通过唯一性编号,区分同时检测的多组待检品的检测状态。不同产品对应不同检测数据模块,但协议框架相同,便于增加、修改检测数据模块。

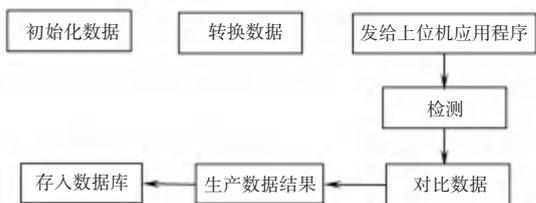


图 6 检测数据过程流程图

Fig. 6 Flow chart of detection data process

待测产品按转换器发送的检测指令进行响应,如有反馈结果则通过通信协议反馈给上位机应用程序;如无反馈结果,则需要借助视觉检测来判定待测产品状态是否正确。视觉检测结果也通过通信协议反馈给上位机应用程序。上位机检测程序根据反馈的检测结果显示并存储到数据库。

4.3 检测数据存储模块

检测数据存储模块包含对检测结果数据的存数据操作和取数据操作 2 个步骤。

4.3.1 存数据操作

每一轮检测均由上位机发起,每一轮待检品反馈回的协议数据作为结果数据存入到 MySQL 数据库中。存入数据格式如图 7 所示。每一轮测试结果是一行,各字段从左至右与平台中显示各检测项目的检测顺序一一对应,结果分为“1”和“0”2 种状

态。“1”代表结果正确或者符合范围,“0”代表结果错误、超出范围或者超时无应答。通过“0”和“1”两态来描述产品检测状态,可有效针对不同的检测群体。

黑盒测试工程师和生产检测人员仅关心检测结果,而不关心不合格项目原因,仅通过简单颜色或文字提示即可完成业务范围内工作;白盒测试工程师和开发工程师需要定量确认不合格项目,在“0”状态下查询判定逻辑,即可知失败的具体原因。

如果同一台产品经过多轮测试,可通过检测时间戳来区分每轮的检测状态,如图 7 所示。

4.3.2 取数据操作

进行结果分析时,将多轮检测的冗余数据过滤后,生成结果显示模块中的内容,操作者也可自定义字段和时间范围来选择要查看的检测数据。

图 7 数据库中表格式

Fig. 7 Table Form in Database

4.4 数据显示模块

结果显示模块由实时显示检测结果、可视化图表和出错分析报告 3 部分构成。

将待测信息以表格形式显示在本平台中,表格中显示各待测项的顺序就是该平台检测时的顺序,若没有该检测项则会自动跳过该行,表格中详细显示了序号、测试项目、检测结果等测试项目,部分测试项目如图 8 所示。

序号	检测项目	数据类型	检测范围/单位	检测属性	检测逻辑实现	判定结果	判定状态	判定颜色
19	驾驶员位置	int	1~4	正常	int >= 1 && int <= 4	2	1	2
20	驾驶员是否系安全带	bool	是/否	正常	int == 1	2	1	2
21	驾驶员是否系安全带	bool	是/否	正常	int == 1	2	1	2
22	驾驶员是否系安全带	bool	是/否	正常	int == 1	2	1	2
23	驾驶员是否系安全带	bool	是/否	正常	int == 1	2	1	2
24	驾驶员是否系安全带	bool	是/否	正常	int == 1	2	1	2
25	驾驶员是否系安全带	bool	是/否	正常	int == 1	2	1	2
26	驾驶员是否系安全带	bool	是/否	正常	int == 1	2	1	2
27	驾驶员是否系安全带	bool	是/否	正常	int == 1	2	1	2
28	驾驶员是否系安全带	bool	是/否	正常	int == 1	2	1	2
29	驾驶员是否系安全带	bool	是/否	正常	int == 1	2	1	2
30	驾驶员是否系安全带	bool	是/否	正常	int == 1	2	1	2

图 8 测试项目图表

Fig. 8 Test Item Chart

实时检测过程会动态显示在上位机界面中,通过颜色加上文字提示,醒目表示待检品的检测结果。测试结果正确则显示“正常”字样并显示绿色;检测结果与预期值不符或超出测试范围则显示“错误”字样并显示红色;若检测项数据不完整或检测异常

则显示“需判定”字样并显示黄色;若无该待测项则自动跳过并显示蓝色。不同颜色区别检测结果使测试过程直观,并且可根据检测到的位置随时调整。检测过程是可控的,若某一项的检测结果显示后面的检测项可以随时停止,避免做出冗余的检测,也可

以跳过不合格项目,先进行整体检测。

检测数据过程完成后,该平台将数据库中的结果取出,并将其以可视化形式显示在屏幕上。以数据可视化的柱状图为例说明:图中包含各项检测指标的

示顺序从左到右与检测顺序一一对应。鼠标移动到某一列就会显示出该列所代表测试项的全称,每隔 6 列会在横坐标显示该列所代表的测试项目名称,方便测试人员根据测试顺序找到目标测试项。柱状图使结果以统计的形式更加直观的显示给待测人员,方便检测人员观察。柱状图如图 9 所示。

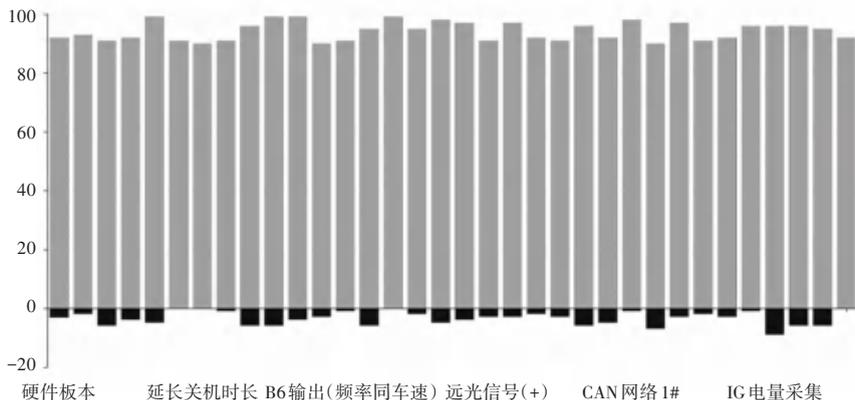


图 9 数据柱状图展示

Fig. 9 Data Histogram Display

根据测试结果形成客观的测试分析报告,用文字简洁客观的指出出错项的对错率和所有可能产生的原因,使结果分析不再完全靠测试人员主观判断,并且会结合每一轮检测中所有出错项产生的原因给出一个整体性的分析,使结果分析更加具体全面。以测试分析报告中的缺陷分布统计图为例说明,如图 10 所示,可直观看出各个功能模块在检测过程中缺陷的次数和缺陷数量排序。

入式车载系统综合检测为基础研究,搭建一套完整的智能自动化检测平台,对待测车载系统产品的功能和性能进行定性和定量检测。基于本系统可逐步应用于其他传统、新兴制造业行业。智能化自动化检测不仅为企业带来经济效益,同时也提升产品性能质量,有利于中国制造高附加值产品走向世界。

参考文献

- [1] 陶雪华. 汽车电子控制器嵌入式自动化测试系统的开发设计[J]. 内燃机与配件,2018(20):237-238.
- [2] 陈佐,张怀相,方景龙. 嵌入式软件自动化测试技术[J]. 计算机工程与设计,2018,39(10):3125-3131.
- [3] 王振华,孙振华,孙世杰. 继电保护 CPU 板卡自动测试系统及方法[J]. 计算机系统应用,2018,27(12):274-279.
- [4] 段静,余长超,陈展. 基于 TestStand 的机车 TCU 控制逻辑软件自动化测试[J]. 中国新技术新产品,2018(22):45-47.
- [5] 熊波,柏晗,郝小蕾. 自动化测试技术在 FADEC 控制软件中的应用[J]. 计算机与现代化,2018(10):94-100.
- [6] 孙应军,郑雷,廖向华,等. 面向对象智能电表高低温自动化测试系统设计与应用[J]. 价值工程,2018,37(31):148-150.
- [7] 邹晓阳,程浩,李潼清,等. 基于 LabVIEW 的牵引电机温升试验自动化测试系统[J]. 通信电源技术,2018,35(9):76-78.

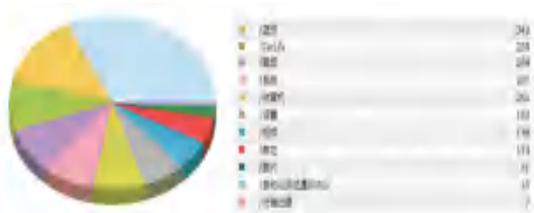


图 10 检测分析饼图报告

Fig. 10 Detection and analysis report pie chart report

5 结束语

制造业能力是一个国家综合实力的体现,智能化检测是制造业的核心关键工艺工序。本系统以嵌