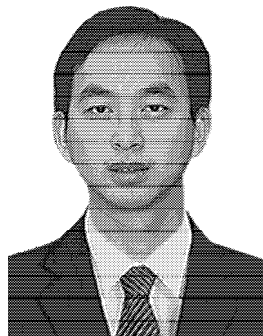


试
验
检
测

列控车载软件自动测试 系统关键技术研究

何谢振, 王业流, 周志飞

(株洲南车时代电气股份有限公司, 湖南 株洲 412001)



作者简介: 何谢振(1982-), 男, 硕士, 工程师, 主要从事软件验证和嵌入式软件自动测试技术研究。

摘要: 为实现对列控车载软件的自动化确认测试, 提出了列控车载软件自动测试系统的实现机制, 详细介绍了自动测试系统的关键技术——模型驱动半实物仿真技术和测试脚本技术。该技术在LKJ以及某新型列控车载设备自动测试系统中获得了成功应用, 极大提高了测试的效率和质量。

关键词: 列控; 车载软件; 自动测试; 半实物仿真; 测试脚本; 仿真模型

中图分类号: TP311

文献标识码: A

文章编号: 1000-128X(2014)05-0089-03

doi: 10.13890/j.issn.1000-128x.2014.05.025

Key Technologies of Automatic Test System for Train-control Vehicle-borne Software

HE Xiezhen, WANG Yeliu, ZHOU Zhifei

(Zhuzhou CSR Times Electric Co., Ltd., Zhuzhou, Hunan 412001, China)

Abstract: In order to realize the automated validation testing of the train-control vehicle-borne software, a novel kind of implement mechanism for the train-control vehicle-borne software automatic test system was proposed. The key technologies of automatic test system—model-driven hardware-in-loop simulation technology and test script technology were introduced in detail. These technologies had been successfully applied in the LKJ, as well as a new generation of train-control vehicle-borne equipment automatic test system, which had greatly improved the efficiency and quality of the testing.

Keywords: train-control; vehicle-borne software; automatic test; HIL; test script; simulation model

0 引言

列控车载设备是安全相关产品, 在保障列车运行安全方面起着极为重要的作用。如何高效、全面、可靠地对列控车载软件进行系统确认测试是一个亟待解决的问题。由于传统的手工测试方法非常耗时费力, 难以保证软件的测试质量, 而且不利于测试用例的积累固化, 因此实现对列控车载软件的自动化测试是必然的解决方案^[1-3]。

1 列控车载软件自动测试系统实现机制

列控车载软件自动测试系统是基于仿真模型, 采

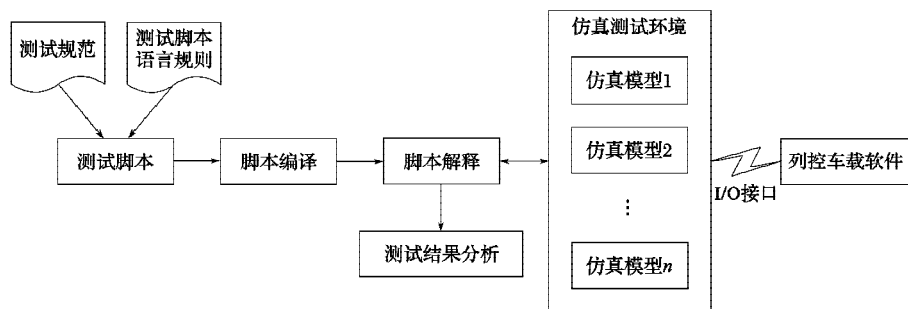


图1 列控车载软件自动测试系统实现机制

用测试脚本技术来实现被测软件的功能验证, 实现机制如图1所示。其步骤为:

①根据列控车载软件的确认测试规范和测试脚本语言规则, 设计、编写及编译测试脚本;

②当测试运行时, 测试执行器对测试脚本进行实时解释, 驱动仿真测试环境中相应的仿真模型收发数

据,并通过I/O硬件接口实现与被测列控车载软件之间的交互;

③测试执行器自动比对被测列控车载软件的实际输出数据与预期结果,以判断测试是否通过,以及统计和显示测试结果,分析定位错误,生成测试报告等。

2 模型驱动半实物仿真技术

2.1 列控车载设备交联环境

图2为某新型列控车载设备主要的交联环境示意图。其中,列控车载软件运行于列控车载设备主机真实的硬件环境之中,列控车载设备通过各种类型的I/O硬件接口(如CAN总线、RS422总线)与外部交联设备(DMI、BTM、ATP、JTC、调车灯显、速度、管压、机车工况等设备)相联接。图2中列控车载设备之外的部分就构成了被测系统的交联环境。

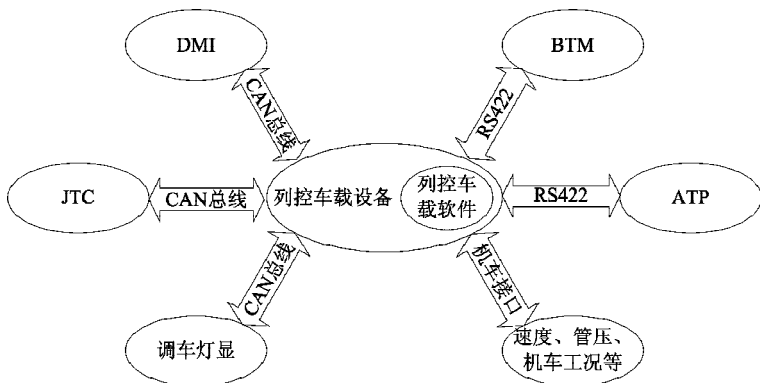


图2 某新型列控车载设备交联环境示意图

2.2 列控车载设备仿真测试环境

列控车载软件自动测试的仿真测试环境是采用半实物仿真的方法模拟被测系统的交联环境——采用计算机仿真模拟被测列控车载软件与其真实交联设备之间的交互特性,具体以仿真模型的形式实现;仿真模型与被测列控车载软件之间则通过各种真实的I/O硬件接口相联接。图3为图2所述列控车载设备的一个仿真测试环境示意图。

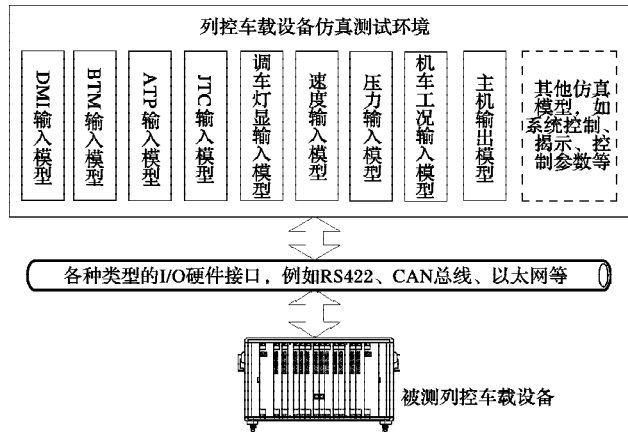


图3 某新型列控车载设备仿真测试环境示意图

2.3 仿真模型

仿真模型作为真实交联设备的替代品,首先应该

逼真地表现出交联设备与被测列控车载软件之间的交互特性。其次,并不要求仿真模型与交联设备所具备的功能完全一样,仿真模型是为测试服务的,当与测试相关的功能足够真实时,该模型就可以满足测试要求。多数情况下仿真模型只是实现了交联设备的功能子集,即交联设备与被测系统相关联的部分。如DMI输入仿真模型,只需模拟DMI设备给主机的输入信息,而对主机输出给DMI的信息和DMI的显示功能则不予考虑。

仿真模型采用分层结构设计——根据数据传输要求分层封装,使每一层都有自己明确和独立的功能。如图4所示,仿真模型自顶向下依次由交互数据变量、模型内核、底层驱动构成,下面对这3部分进行介绍。

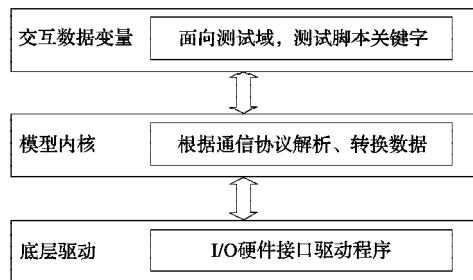


图4 仿真模型结构

①交互数据变量。被测列控车载软件在物理上通过标准数据总线与仿真模型进行联接(例如CAN总线、RS422总线、以太网),在逻辑上通过输入、输出变量与仿真模型产生联系。交互数据变量分为属性和方法2类,其中属性有int、uint、bool、string等数据类型。例如,属性: DMI输入.司机号=1111; DMI输入.车种标识="K"; 方法: DMI输入.设定时间(2013,4,23,14,30,45);//2013-04-23 14:30:45。

②模型内核。根据通信协议解析、转换所输入的数据。仿真模型的通信协议数据信息以配置表的形式进行管理,因此仿真模型适应性强,可维护性好。表1是某仿真模型数据的协议配置表示例。

表1 某仿真模型协议配置表示例

变量名	数据帧ID	偏移	长度	起始位	结束位
车速等级	0x33	22	2	0	8
司机号	0x34	2	3	0	23

③底层驱动:即I/O硬件接口驱动程序,用以实现仿真模型与被测列控车载软件之间真正的数据通信。

3 测试脚本技术

测试脚本技术是实现列控车载软件自动化测试的关键技术,其中,测试脚本语言的设计非常关键。考虑到一种新的语言在实际应用中推广的困难,故没有重新定义一套词法和语法规则,而是扩充了通用的C#语言,即在C#语言的词法、语法的基础上,加入了描述测试框架的属性和断言以及经过抽象和封装的仿真模型