

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102854877 A

(43) 申请公布日 2013. 01. 02

(21) 申请号 201210387121. 7

(22) 申请日 2012. 10. 12

(71) 申请人 山东省科学院自动化研究所
地址 250014 山东省济南市历下区科院路
19 号

(72) 发明人 车晓波 闫旭琴 刘晓建

(74) 专利代理机构 济南圣达知识产权代理有限
公司 37221

代理人 王吉勇

(51) Int. Cl.
G05B 23/02 (2006. 01)

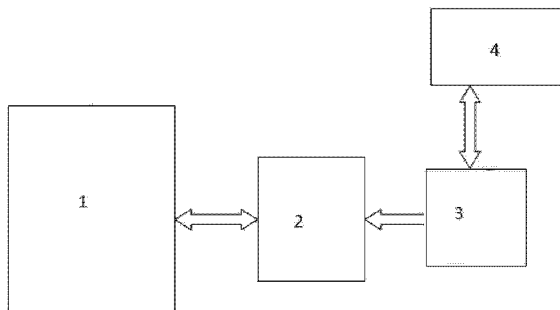
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54) 发明名称

汽车车身控制模块的功能测试系统及测试方法

(57) 摘要

本发明公开了一种汽车车身控制模块的功能测试系统,它包括与待测汽车功能模块连接的接线盒,接线盒与数字板卡连接,数字板卡与工控机连接,并公开了一种利用本系统的测试方法,本发明在硬件搭建方面方便快捷易于实现,在保证精度的前提下,降低了成本,本系统通过加载不同功能的板卡进行扩展,然后通过接线盒与待测设备可以方便地连接,在测试软件方面,本系统最大的特点是运用状态图生成测试用例,通过对 BCM 工作状态的遍历实现测试目的,既便于理解,易于操作,又达到了测试效果,在用例测试时,可以选择自动批量测试,也可以进行手动单个测试,可以自动分析与预先设计功能的一致性,也可以人工比对,逐项分析,便于发现问题,查找问题。



1. 一种汽车车身控制模块的功能测试系统,其特征是,它包括与待测汽车功能模块连接的接线盒,接线盒与数字板卡连接,数字板卡与工控机连接。

2. 如权利要求 1 所述汽车车身控制模块的功能测试系统,其特征是,所述工控机带有多个插槽,工控机选用基于 PCI 总线结构。

3. 如权利要求 1 所述一种汽车车身控制模块的功能测试系统,其特征是,所述数字板卡采用美国国家仪器公司的 NIPCI-6515 数字板卡,所述数字板卡插在工控机插槽内。

4. 如权利要求 1 所述一种汽车车身控制模块的功能测试系统,其特征是,所述接线盒采用美国国家仪器公司的 SCB-100 屏蔽室 I/O 接线盒。

5. 基于权利要求 1 所述的汽车车身控制模块的功能测试系统的测试方法,其特征是,具体步骤为:

步骤一:首先将功能中涉及的汽车功能模块管脚连接到接线盒,在功能测试系统中对数字板卡的端口进行定义,使数字板卡的端口与汽车功能模块管脚一一对应;

步骤二:分析汽车功能模块的规范说明,细化拆分功能要求,编写测试项文档;

步骤三:定义状态图,明确功能中存在的工作状态、迁移条件、迁移路径、执行动作和状态迁移效果;

步骤四:定义数字板卡端口变量,建立迁移条件数学表达式与端口变量的对应关系,按全路径覆盖准则遍历状态图,从而从每条转换路径得到一个测试用例;

步骤五:根据测试用例所需要迁移条件先后顺序,依次设置待测汽车功能模块管脚的执行动作,每个测试用例都是一个包含若干待测汽车功能模块管脚动作的集合,把这些集合编号,用以表示测试用例;

步骤六:进行用例测试时,按编号自动执行待测汽车功能模块管脚动作,并通过数字板卡接收端口测试汽车功能模块在状态改变后的动作,将测试结果保存记录;

步骤七:自动或手动比对测试结果,分析与设计方案的一致性;对测试异常的环节,分步测试,最后生成测试报告。

6. 如权利要求 5 所述一种汽车车身控制模块的功能测试方法,其特征是,所述步骤二的具体步骤为:

(2-1) 将待测汽车功能模块用测试项、初始状态、动作条件、目标状态的形式描述;

(2-2) 生成测试项集合文档。

7. 如权利要求 5 所述一种汽车车身控制模块的功能测试方法,其特征是,所述步骤三中定义 C1、C2、C3、C4 为工作状态,定义 T1、T2、T3、T4、T5、T6 为迁移路径。

8. 如权利要求 5 所述一种汽车车身控制模块的功能测试方法,其特征是,所述步骤四的具体步骤为:

(4-1) 检测状态节点是否分支,若没有则标记访问路径,若有则进入步骤(4-2);

(4-2) 检测状态节点是否存在未遍历路径,若没有则标记该分支节点全遍历,然后进入步骤(4-5),若存在则进入步骤(4-3);

(4-3) 对该节点选择未访问路径、标记访问路线、记录迁移条件、记录分支点和下一状态节点,然后检测是否为终结点,若否则返回步骤(4-1),若是则进入步骤(4-5);

(4-5) 记录为一条测试用例,然后检测是否存在上一未标记全遍历分支点,若是则对上一分支点进入步骤(4-2)检测,若不是则测试用例执行结束。

汽车车身控制模块的功能测试系统及测试方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种控制模块的功能测试系统及测试方法,尤其涉及一种汽车车身控制模块的功能测试系统及测试方法。

背景技术

[0002] 随着电控单元在汽车中的应用越来越多,各电子设备间的数据通信变得越来越多,同时这些分离模块的大量使用,在提高车辆舒适性的同时也带来了故障率上升、布线复杂等问题。车身控制模块 BCM (BODY CONTROL MODEL) 作为功能强大的控制模块,实现了对这些离散的控制单元、传感器及众多用电器进行控制。它包含各类灯控、雨刷控制、车窗控制以及门锁控制等功能模块,同时也具有 CAN 和 LIN 网关功能,大大提高了整车的性能,但是随着越来越多的车身电子设备得到应用,BCM 集成的功能也越来越多,也为 BCM 的功能测试和分析带来了困难。

[0003] 作为汽车上的重要控制装置,对 BCM 的安全性和可靠性都提出了更高的要求,为了确保汽车安全运行,在出厂前必须对每一个 BCM 做完备的功能测试。BCM 一般通过数字信号、模拟信号、脉冲信号等与外部环境联系,在开发 BCM 的过程中,需要一个测试平台能够模拟外部环境,对待测设备进行同步功能测试,以验证每一环节的实测结果与设计要求相符,同时分析出现问题的原因,对于多个功能项能够做到手动\自动测试,测试分析灵活配置。现有的技术方案大多基于虚拟仪器技术,如 dSPACE 公司设计的 Simulator 仿真系统,它将 CPU 和常用 IO 接口集成在同一块电路板上,可以提供硬件的在回路测试;如 Agilent TS-5000 功能测试系统,它基于众多的汽车测试库,以及验证性和鲁棒的测试系统部件对车身电路进行测试开发。这些系统往往具有设备成本高、操作复杂、开发周期长、通常具备自动测试能力,但是缺乏对单个通道手动分析的灵活性,无法通过灵活的配置实现编程。

发明内容

[0004] 本发明的目的就是为了解决上述问题,提供一种汽车车身控制模块的功能测试系统及测试方法,它具有配置简单、测试灵活和方便实用的优点。

[0005] 为了实现上述目的,本发明采用如下技术方案:

一种汽车车身控制模块的功能测试系统,它包括与待测汽车功能模块连接的接线盒,接线盒与数字板卡连接,数字板卡与工控机连接。

[0006] 所述工控机带有多个插槽,工控机选用基于 PCI 总线结构。

[0007] 所述数字板卡采用美国国家仪器公司的 NIPCI-6515 数字板卡,所述数字板卡插在工控机插槽内。

[0008] 所述接线盒采用美国国家仪器公司的 SCB-100 屏蔽室 I/O 接线盒。

[0009] 基于一种汽车车身控制模块的功能测试系统的测试方法,具体步骤为:

步骤一:首先将需要测试功能中涉及的汽车功能模块管脚连接到接线盒,在功能测试系统中对数字板卡的端口定义,使数字板卡的端口与汽车功能模块管脚一一对应;

步骤二:分析汽车功能模块的规范说明,细化拆分功能要求,编写测试项文档;

步骤三:定义状态图,明确功能中存在的问题、工作状态、迁移条件、迁移路径、执行动作和状态迁移效果;

步骤四:定义数字板卡端口变量,建立迁移条件数学表达式与待测汽车功能模块管脚变量的对应关系,按全路径覆盖准则遍历状态图,从而从每条转换路径得到一个测试用例;

步骤五:根据测试用例所需要迁移条件先后顺序,依次设置待测汽车功能模块管脚的执行动作,每个测试用例都是一个包含若干待测汽车功能模块管脚动作的集合,把这些集合编号,用以表示测试用例;

步骤六:用例测试时,按编号自动执行待测汽车功能模块管脚动作,并通过数字板卡接收端口测试汽车功能模块在状态改变后的动作,将测试结果保存记录;

步骤七:自动或手动比对测试结果,分析与设计方案的一致性;对测试异常的环节,分步测试,最后生成测试报告。

[0010] 所述步骤二的具体步骤为:

(2-1) 将待测汽车功能模块用测试项、初始状态、动作条件、目标状态的形式描述;

(2-2) 生成测试项集合文档。

[0011] 所述步骤四的具体步骤为:

(4-1) 检测状态节点是否分支,若没有则标记访问路径,若有则进入步骤(4-2);

(4-2) 检测状态节点是否存在未遍历路径,若没有则标记该分支节点全遍历,然后进入步骤(4-5),若存在则进入步骤(4-3);

(4-3) 对该节点选择未访问路径、标记访问路线、记录迁移条件、记录分支点和下一状态节点,然后检测是否为终结点,若否则返回步骤(4-1),若是则进入步骤(4-5);

(4-5) 记录为一条测试用例,然后检测是否存在上一未标记全遍历分支点,若是则对上一分支点进行步骤(4-2)检测,若不是则测试用例执行结束。

[0012] 用户能够通过编号对某项功能测试进行查询。

[0013] 本发明的有益效果:本发明在硬件搭建方面方便快捷易于实现,在保证精度的前提下,降低了成本,针对汽车功能模块的测试信号均为数字信号的特点,测试系统采用数字板卡加工控机处理器的模式即可实现,对于需要进行模拟信号仿真、CAN、LIN 总线仿真等场合,本系统也可以通过加载不同功能的板卡进行扩展,然后通过接线盒与待测设备方便地连接;在测试软件方面,本系统最大的特点是运用状态图生成测试用例,通过对 BCM 工作状态的遍历实现测试目的,既便于理解,易于操作,又达到了测试效果,在用例测试时,可以选择自动批量测试,也可以进行手动单个测试,可以自动分析与预先设计功能的一致性,也可以人工比对,逐项分析,便于发现问题,查找问题。

附图说明

[0014] 图 1 为本发明测试用例生成流程图;

图 2 为本发明测试系统实施案例中的整体结构图;

图 3 为本发明测试系统实施案例中的状态示例图。

[0015] 其中,1. 工控机,2. 数字板卡,3. 接线盒,4. 待测汽车功能模块。

具体实施方式

[0016] 下面结合附图与实施例对本发明作进一步说明。

[0017] 如图 2 所示,一种汽车车身控制模块的功能测试系统,它包括与待测汽车功能模块 4 连接的接线盒 3,接线盒 3 与数字板卡 2 连接,数字板卡 2 与工控机 1 连接。

[0018] 所述工控机 1 带有多插槽,作为测试和分析的核心处理器,工控机 1 选用基于 PCI 总线结构,PCI 总线是当今最为常用的计算机内部总线,可进行高速传输,理论总线带宽高达 1GB/s,PCI 总线的广泛应用令其成为数据采集系统的首选对象,主要的组成部份为工业机箱、无源底板及可插入其上的各种板卡组成如 CPU 卡、I/O 卡等;相比商用计算机具有很强的扩充性,由于采用无源底板+CPU 卡结构,而非商用机的大板结构,具有很强的输入输出功能,最多可扩充 20 个板卡,能与测试现场的各种外设、板卡如数字 I/O 卡、模拟 I/O 卡、计数器定时器卡等相连,以完成各种任务,板卡插拔方便、快速修复时间更短,另外工控机 1 附属设备包括显示器、存储器、电源。

[0019] 采用美国国家仪器公司的 NI PCI-6515 数字板卡 2 作为数据采集设备,这是一款 PCI 接口的工业标准的 64 通道隔离 DIO,具有 32 路输入,8 通道一组的通道组之间有光学隔离,兼有 32 路漏极数字输出,其隔离特性能为系统减少噪音,去除外部信号带来的尖脉冲,并切断接地回路,由于采用了数字 I/O 看门狗,如果计算机或应用发生故障,数字板卡 2 就能进入可配置的安全输出状态并进行故障检测和修复。根据待测设备端口数量,确定数字板卡 2 的数量,将 NI PCI-6515 板卡插在工控机 1 插槽内,使工控机 1 就具备数据收发能力,形成一个紧凑的硬件测试平台。

[0020] 采用美国国家仪器公司的 SCB-100 屏蔽室 I/O 接线盒 3,该接线盒 3 可以接入 100 路数字信号,可以自由配置输入输出信号,根据待测设备高电平的量程范围,需要为接线盒 3 提供 12V、24V 等相应级别的直流电源,在接收或发送高电平信号时,作为高电平的标准,接线盒 3 内有三个通用电路实验板区域,使用 100 针连接器将 I/O 信号连接插入式数据采集设备 NI PCI-6515,连接器采用屏蔽电缆能够降低信号噪音和环境干扰。

[0021] 将接线盒 3 与待测汽车功能模块 4 管脚相连,通过数据板卡 2 采集端口数据,就将待测汽车功能模块 4 的信号引入工控机 1 内,工控机 1 内运行有一款自主设计的测试软件,能够实现数据采集、分析、存储、过程通讯以及图形化用户界面显示等功能。

[0022] 本发明中的待测汽车功能模块 4 测试系统是一种虚拟测试系统,利用硬件在回路仿真技术进行半实物仿真,模拟被控对象及产品接口,通过真实的物理接口与系统产品连接,利用计算机技术模拟被控对象的各种环境来考核系统的性能。因此,虚拟测试系统是一种以软件为核心的基于计算机技术的智能化仪器,我们在测试过程中,根据实际需要设计了一种软件测试方法,该方法基于 UML 状态图测试技术,待测汽车功能模块的外部环境是由其不同端口的不同信号决定的,根据待测汽车功能模块设计规范,当这些端口的组合处在一定状态,待测汽车功能模块应该有相应的动作或者进入某个状态,当这些端口状态的组合不满足条件时,待测汽车功能模块则不应该动作,一般待测汽车功能模块管脚的数量众多,由其组成的不同状态的组合同样为数不少,本发明在测试过程中应用状态图主要解决了测试用例生成和路径覆盖两个问题。

[0023] 如图 1 所示,基于一种汽车车身控制模块的功能测试系统的一种测试方法,以某

款车型控制器的车身防盗报警功能测试为例,可以按下述步骤进行

步骤一:首先将功能中涉及的待测汽车功能模块 4 管脚连接到接线盒 3,在功能测试系统中对数字板卡 2 的端口进行定义,使数字板卡 2 的端口与待测汽车功能模块 4 管脚一一对应;

步骤二:分析待测汽车功能模块 4 的规范说明,细化拆分功能要求,编写测试项文档;

步骤三:定义状态图,明确功能中存在的工作状态、迁移条件、迁移路径、执行动作和状态迁移效果,如图 3 所示;

步骤四:定义数字板卡 2 端口变量,建立迁移条件数学表达式与端口变量的对应关系,按全路径覆盖准则遍历状态图,从而从每条转换路径得到一个测试用例,搜索结果如表 1 所示:

表 1 测试用例

| 迁移路径 | 覆盖状态 | 预期效果示例 |
|------------|------------|---------------------|
| T1, T2 | C1, C2 | 车身状态从正常到防盗未报警状态 |
| T1, T3, T4 | C1, C2, C3 | 车身状态从正常到防盗报警状态 |
| T1, T5, T6 | C1, C2, C4 | 车身状态从进入防盗未报警状态到退出状态 |

步骤五:根据测试用例所需要迁移条件先后顺序,依次设置待测汽车功能模块 4 端口的执行动作,每个测试用例都是一个包含待测汽车功能模块 4 若干端口动作的集合,把这些集合进行编号,用以表示测试用例;

步骤六:进行用例测试时,按编号自动执行待测汽车功能模块 4 端口动作,并通过数字板卡 2 接收端口测试汽车功能模块 4 在状态改变后的动作,将测试结果保存记录;

步骤七:自动或手动比对测试结果,分析与设计方案的一致性;对测试异常的环节,进行分步测试,最后生成测试报告。

[0024] 所述步骤二的具体步骤为:

(2-1) 将待测汽车功能模块用测试项、初始状态、动作条件、目标状态的形式描述;

(2-2) 生成测试项集合文档。

[0025] 所述步骤三中定义 C1、C2、C3、C4 为工作状态,定义 T1、T2、T3、T4、T5、T6 为迁移路径。

[0026] 所述步骤四的具体步骤为:

(4-1) 检测状态节点是否分支,若没有则标记访问路径,若有则进入步骤(4-2);

(4-2) 检测状态节点是否存在未遍历路径,若没有则标记该分支节点全遍历,然后进入步骤(4-5),若存在则进入步骤(4-3);

(4-3) 对该节点选择未访问路径、标记访问路线、记录迁移条件、记录分支点和下一状态节点,然后检测是否为终结点,若否则返回步骤(4-1),若是则进入步骤(4-5);

(4-5) 记录为一条测试用例,然后检测是否存在上一未标记全遍历分支点,若是则对上一分支点进行步骤(4-2)检测,若不是则测试用例执行结束。

[0027] 上述虽然结合附图对本发明的具体实施方式进行了描述,但并非对本发明保护范围的限制,所属领域技术人员应该明白,在本发明的技术方案的基础上,本领域技术人员不需要付出创造性劳动即可做出的各种修改或变形仍在本发明的保护范围以内。

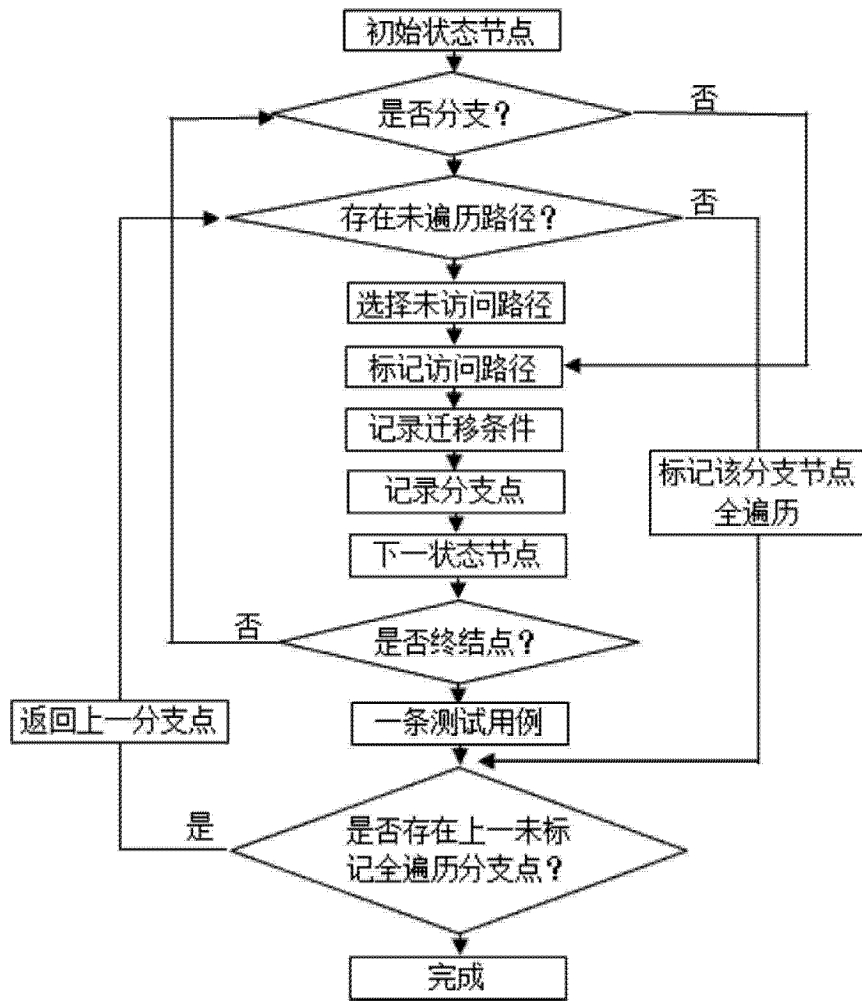


图 1

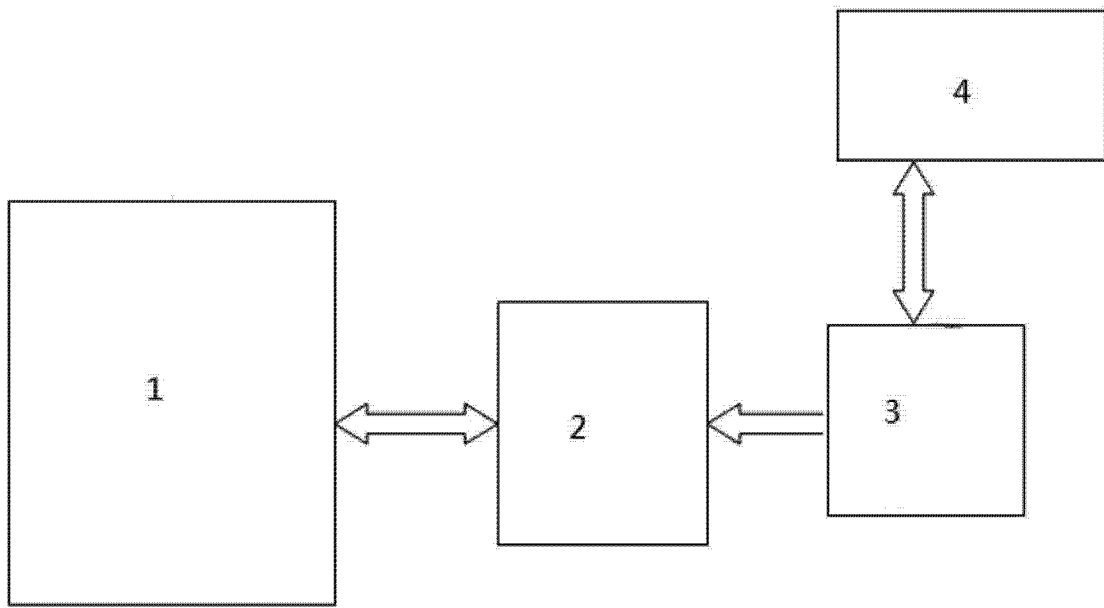


图 2

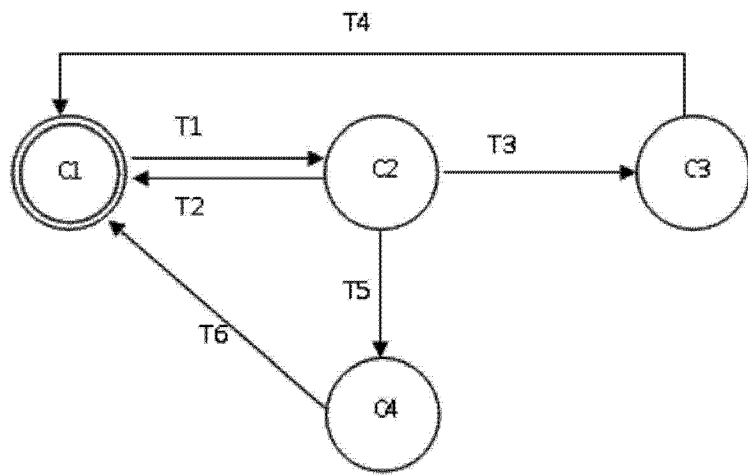


图 3