

文章编号:1005-0523(2009)06-0069-05

基于实车的虚拟驾驶系统硬件设计方法

杜宝江,汪文亮,吴恩启

(上海理工大学 虚拟制造技术研究院,上海 200093)

摘要:在汽车驾驶培训领域,能源危机和环保问题使得虚拟驾驶系统正在逐步替代部分实车上路训练。传统的虚拟驾驶器为单独设计制造,操作环境与实车相距较大,虚拟场景的视觉效果培训的有效性不足。在正常使用或已经报废的实车上加装传感器,在引擎盖上方加装可快速拆装的车载立体投影结构后可得到基于实车的虚拟驾驶硬件环境,配备控制计算机和配套软件后便可实现培训效果更理想的虚拟驾驶功能。

关键词:虚拟驾驶;实车;车载结构

中图分类号:TP391

文献标识码:A

汽车的产生,改变了人们的生活方式。随着汽车数量的骤增,也给环境和能源带来了繁重的压力。为了减少在驾驶员培训过程中带来过多的油耗损失,减轻汽车尾气对环境的影响,政府有关部门开始倡导“四分之一的练车时间由模拟训练代替”。目前市面上的模拟驾驶器产品,一般为舱式或显示器显示的方式,驾驶环境与实车差距较远,场景显示面积小,不符合人体视觉要求,培训效果不理想,没有完全达到部分代替实车训练的目的。本文提出一种基于实车改造的虚拟驾驶系统设计方法,在不影响原本性能的前提下,对正常使用或者已报废的汽车进行硬件上的简单改装并加装易于拆装的结构,快速完成虚实转换。在安装专用虚拟驾驶软件后形成的新型虚拟驾驶产品,有效改善了场景的输出效果,大幅提升了虚拟培训有效性。

1 硬件系统的设计原则

1.1 易于拆装,改动最小

“虚实两用”是基于实车的虚拟驾驶系统的一大优势,因此,必须在最短的时间内完成虚实之间的转换,对原车体的改动要尽量简单,加装的结构要易于拆装。

1.2 视觉效果

场景的输出要符合人体视觉的基本特征,车载显示结构的设计应满足输出的场景覆盖挡风玻璃正前方的要求,使得输出的场景具有较好的沉浸性。

1.3 经济性要求

改装费用和加装结构的制造和安装成本要尽量控制在较低范围内,使其易于在汽车驾培市场推广。

1.4 通用性要求

汽车种类繁多,加装和改装的方法要具有通用性,不同车种间能够通用或简单调整后适用。

2 硬件系统的组成

2.1 硬件系统的组成和各部分功能^[1]

基于实车的虚拟驾驶系统的硬件系统承担着系统入口和出口的双重任务,是系统运行实现实时交互操作的动态信号数据来源,同时又是三维虚拟场景输出的载体。硬件系统设计主要包括实现实车虚实两

收稿日期:2009-08-14

基金项目:公安部应用创新计划项目(2008YYCXSDST058)

作者简介:杜宝江(1962-),男,山东沂水人,硕士,副教授,研究方向为虚拟制造、计算机辅助设计、虚拟驾驶系统。

用的传感器系统、虚拟场景的汽车挡风玻璃背投显示技术、实车虚拟系统组件的快速拆装设计和便携式前轮转角器 4 个部分,如图 1 所示。

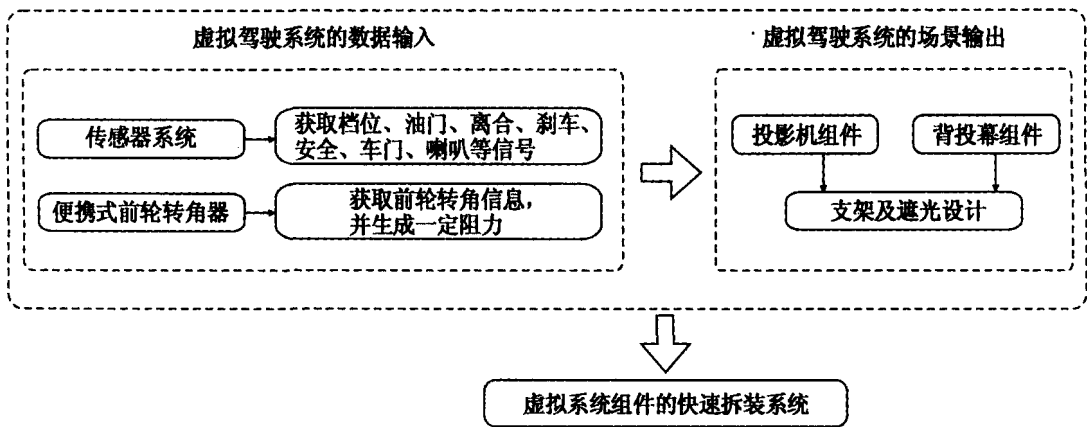


图 1 基于实车的虚拟驾驶系统硬件设计

2.2 硬件系统的外观

改装后的实车外观如图 2 所示,外部结构增加了车载投影显示结构和前轮转角器,其他部分的改装和加装在车体内部完成^[2,3]。



图 2 基于实车的虚拟驾驶系统的外观

3 关键功能的实现方法

3.1 实现实车虚实两用的传感器系统

传感器系统是获取外部操作输入动作的数据获取部分,是整个系统操作的输入端,完成对操作信号的数据采集并传递至数据处理模块进行下一步操作。

3.1.1 需要采集的信号种类

根据 2007[477]《中华人民共和国机动车驾驶员培训教学大纲》的相关教学要求,将虚拟驾驶系统需要采集的信号归类见表 1。

3.1.2 传感器的选用和布局^[4]

根据需采集的信号类型不同,主要选用两类不同类型的传感器,分别是开关型和连续型,其中,开关型元件共 10 个,但雨刮器、前照灯、喇叭、点火开关、转向灯开关都可直接采用实车信号,从实车控制电路中获取。因此,开关型传感器主要用于车门、安全带、驻车 and 档次的信号采集。连续脉冲型传感器主要用于采集方向盘、离合、油门和刹车 4 类信号。此外,点火开关为与实车区别,需要单独安装,该开关与实车同规格,以模拟实车启动和行驶状态。最终的传感器选用方案如表 2 所示,实车的传感器安装和改装示意图如图 3 所示。

表 1 传感器系统需采集的信号

序号	名称	类型	采集形式
1	点火开关	开关	开关量,数字量输出
2	运行开关	开关	开关量,数字量输出
3	离合器	脉冲计数器	连续脉冲,数字量输出
4	手制动	开关	开关量,数字量输出
5	油门	脉冲计数器	连续脉冲,数字量输出
6	刹车	脉冲计数器	连续脉冲,数字量输出
7	变速器	开关组	开关量,数字量输出
8	方向盘	脉冲计数器	连续脉冲,数字量输出
9	转向灯	开关组	开关量,数字量输出
10	喇叭	开关	开关量,数字量输出
11	安全带	开关	开关量,数字量输出
12	车门	开关	开关量,数字量输出
13	前照灯	开关	开关量,数字量输出
14	雨刮器	开关组	开关量,数字量输出

表 2 实现虚实两用的传感器系统的选用

型号	说明
欧姆龙 Z-15GW-B 限位开关	10 个,用于车门、安全带、档位、驻车信号
北京创思杰 ZYP38 编码器	4 个,用于采集方向盘、离合、油门、刹车信号

其中

- (1) 车载控制箱体,主要装载可编程逻辑控制器以及主要的计算机。
- (2) 驻车信号限位开关,当驻车器压下时触发限位开关获得开关信号。
- (3) 安全带信号限位开关,当安全带插入卡扣槽时,触发开关获得信号。
- (4) 档位信号限位开关组,当变速杆切换到不同档位时触发限位开关获得信号。
- (5) 车辆自身信号开关组,实际电气元件车辆自身具有,安装时仅作分路处理获取其信号。
- (6) 车门信号限位开关,当车门关闭时压下该限位开关,获取信号。
- (7) 方向盘动作传感器,旋转编码器与方向盘通过齿轮安装,旋转轴与方向盘转轴平行,当转动方向盘时,旋转编码器通过齿轮传动作同步转动。
- (8) 离合器动作传感器,旋转编码器与离合器转轴通过齿轮安装,当踩下离合时,转轴带动旋转编码器,获得信号。
- (9) 刹车动作传感器,旋转编码器与刹车转轴通过齿轮安装,当踩下刹车时,转轴带动旋转编码器,获得信号。
- (10) 油门动作传感器,旋转编码器与油门转轴通过齿轮安装,当踩下油门时,转轴带动旋转编码器,获得信号。
- (11) 连接线缆。
- (12) 40 针矩形连接器,用于连接可编程控制器的输入端和车内传感器的输出端,便于拆卸。

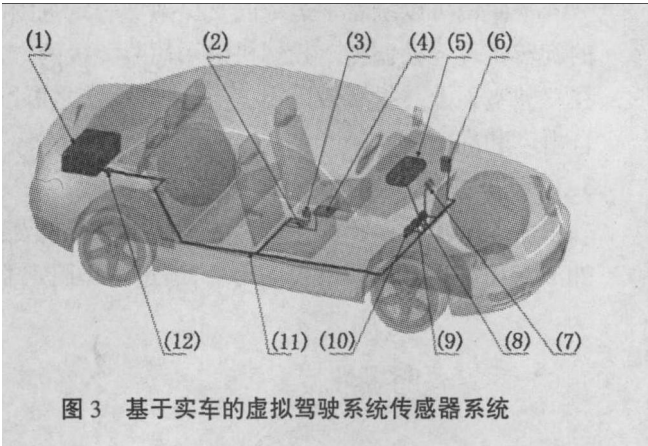


图 3 基于实车的虚拟驾驶系统传感器系统

3.2 虚拟场景的汽车挡风玻璃背投显示技术

3.2.1 设计原则

虚拟场景的汽车挡风玻璃的背投技术主要解决在实车特定体积的空间内实现沉浸式三维虚拟场景的输出问题。在设计时应满足良好沉浸性视觉感,并且背投结构的整体体积也必须严格控制在一定范围之内^[5,6]。

3.2.2 光路设计

根据如上原则设计背投结构的光路图如图 4 所示。

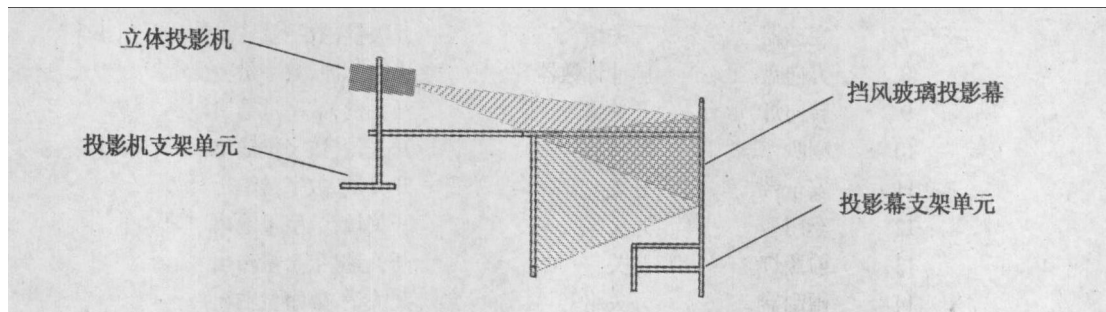


图 4 汽车挡风玻璃背投结构光路设计左视图

投影机光线穿过背投幕支撑架以上的空间,光线穿过空间投射到平面镜上,16:9 的画面光线反射回来,然后下半部分 16:5 的场景得以在 1 600 mm×500 mm 的背投幕上成像,上半部分 4/9 的场景由于司机视野实际无法达到,故将其省略以节约高度方向上的空间,投影的画面已经符合实际车辆视野的长高比例。

平面镜可以绕着下边缘的支撑架做一定范围的旋转,使投影的画面上下位置可以方便地通过平面镜的旋转实现轻松调整。投影机采用吊装背投的方式固定于支架上,支架可通过自身重力和弧形铁片固定在驾驶室顶上。投影机采用三点悬挂式,使之可以调节投影机的俯仰角度,用户投影获得更大的投影调节自由度和准确度。

3.3 实车虚拟系统组件的快速拆装设计

图 5 所示为系统虚拟组件的快速拆装结构设计,所有的组件元素均可在事前装配成一个整体,且结构外形与前车部分的凹槽自动吻合,通过车体固定器加固安装,从而实现整个结构的快速拆装^[7]。

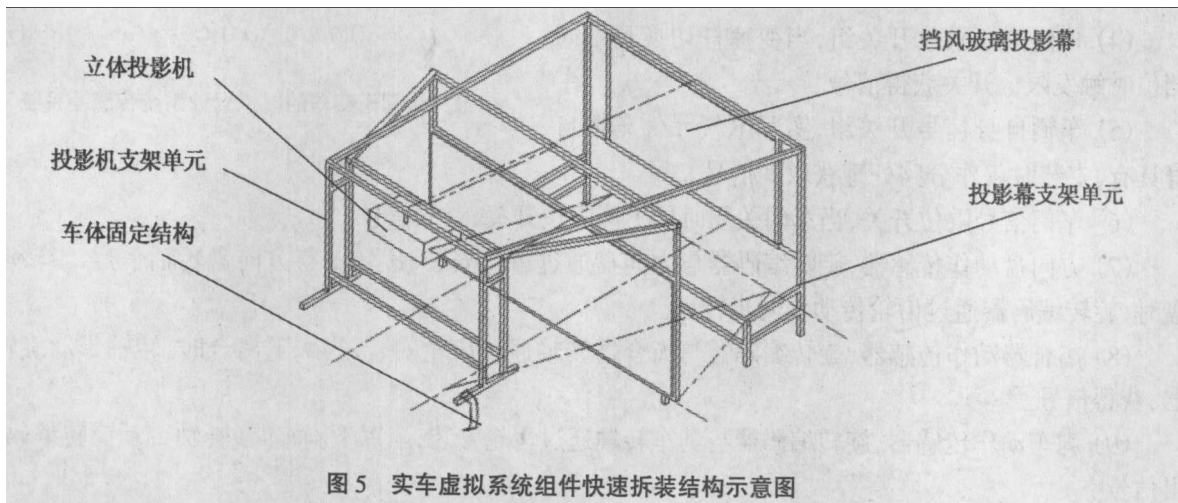


图 5 实车虚拟系统组件快速拆装结构示意图

3.4 便携式前轮转角器设计^[8]

为了模拟更加真实的驾驶环境,同时建立闭环的驾驶数据控制系统,在前轮处加装转角器,如图 2 前轮处所示。一方面使得在驾驶过程中模拟和实际驾驶操作相似的阻尼,同时测得的转角数据与方向盘输入转向数据形成闭环反馈系统,可有效检测系统运行的准确性。

考虑到系统的灵活性,选用便携式转角器,在正常汽车驾驶时方便存放,虚实转换时将其平放在地面,并将汽车前轮定位于转角器中心即可。

4 结论

以基于实车的虚拟驾驶系统设计理念为背景,提出了面向通用型小轿车的硬件改装方法,包括实现虚实两用的传感器系统、汽车挡风玻璃背投结构、实现虚拟系统组件快速拆装的设计方法和便携式前轮转角器的选用,以简单和快捷为设计原则,使实车能够快速实现至虚拟驾驶系统的转换,构建视觉沉浸效果更理想的虚拟驾驶培训环境。针对大型车和特种车辆的硬件方案可在此基础上进行简单的扩展和改装便可得到,传感器系统的原理和改装方法基本相同,面向大型车的车载投影系统设计更加简单。

参考文献:

- [1] 杜宝江,刘佳,吴翔宇,等.快速可拆装式虚实两用模拟驾驶系统[P].中国专利:CN 101419757,2008-06-10.
- [2] Zhang Jun, Li Fengsen, Li Hua. Muhi-usei shared virtual reality in the exhibition of Chinese nationalities-Virtual Museum of Chinese nationalities[A]. Liu Hong. Proceedings of the International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design[C]. Canada: NRC Research Press, 2002. 83-88.
- [3] 内维尔·詹姆斯·邦德.用于机动车辆模拟驾驶的设备[P].中国专利:CN 1926594, 2007-03-07.
- [4] 熊坚,曾纪国,管欣.驾驶模拟器用于交通系统仿真的研究[J].系统仿真学报, 2001, (11): 385-387.
- [5] 荆旭.基于虚拟现实技术的汽车虚拟驾驶系统的研究与开发[D].山东:山东理工大学, 2007: 34-38.
- [6] Woon-Sung Lee. A Driving Simulator as a Virtual Reality Tool[M]. Belgium: IEEE Robotics & Automation Society, 1999.
- [7] Jung-Hae, Yvshimichi, Soichiro. Acquisition and modeling of driving skills by using three dimensional driving simulator[J]. IEICE Trans Fundamentals, 2005, 3(2): 770-778.
- [8] 尹念东.汽车驾驶模拟器研究现状与技术关键[J].湖北汽车工业学院学报, 2006, 16(4): 7-10.

Hardware Design of Virtual Driving System Based on Automobile

DU Bao-jiang, WANG Wen-liang, WU En-qi

(Virtual Manufacturing Institute, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

Abstract: With the background of energy crisis and environmental problem, virtual driving system is used in driver training area to replace partial road training. Current virtual driving system environment which is designed and manufactured separately is quite different from real driving rooms. The visual and training effect is not perfect. By installing different kinds of sensors on normal or scrap automobiles and installing project structures before windshield which is easy assembly and disassembly, we can obtain effective driving environment. Perfect virtual driving system is available after installing relative driving software in controlling computer.

Key words: virtual driving; automobile; structure load on vehicle

(责任编辑:刘棉玲)