

基于 NI EVS 和 PXI 的机器视觉驾驶 辅助系统开发技术研究^{*}

高 锋 黄赛赛 李希鹏
(重庆大学 重庆 400044)

摘 要:开发基于机器视觉的驾驶辅助系统时,需考虑多种外界因素,导致算法复杂、代码繁多。而开发初期,由于安全因素,又难以直接进行实车试验,无法得到有效验证。针对以上问题,本文提出一种基于 NI EVS 和 PXI 的机器视觉驾驶辅助系统的快速开发及测试方案。EVS 嵌入式视觉系统适合快速检测及大型图像处理,能连接多架相机,并实现同步检测。借助 LabVIEW 编程语言及 VDM 编程模块可快速实现要求的识别功能,使机器视觉产品的开发更加高效。基于 PXI 的实时仿真平台,结合虚拟现实软件 CarMaker,通过 VeriStand 集成整个测试系统,构建出真实有效的虚拟测试场景,实现机器视觉功能的全面、有效和可重复的测试。

关键词:ADAS; 机器视觉; 实时仿真; 虚拟测试

中图分类号: U467.1+3 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 580.2010

Study on development technologies of driver assistance systems based on machine vision using NI EVS and PXI

Gao Feng Huang Saisai Li Xipeng
(Chongqing University, Chongqing 400044, China)

Abstract: When developing driver assistance systems based on machine vision, many environmental factors should be considered. This leads to complex algorithms and codes. Moreover, in early developing stage, the system can hardly be validated effectively, since it is impractical to do real vehicle tests because of security reasons. To solve this problem, a rapid development and test platform for driver assistance systems based on machine vision is designed by using NI EVS and PXI. EVS is suitable for fast developing of image processing and detection algorithms. It can connect multiple cameras and realize synchronous acquisition. With LabVIEW and VDM module, the developing process of detection algorithm and its product is greatly simplified and improved. The real time platform based on PXI and the virtual reality software CarMaker are integrated by VeriStand. Thereby the developing platform is set up, which can simulate effective virtual test scenarios for comprehensive, effective and repeatable tests of machine vision systems.

Keywords: ADAS; machine vision; real time simulation; virtual test

1 引 言

基于机器视觉的驾驶辅助系统旨在提高驾驶员的环境感知能力,通过监测外界环境,并在非安全情况及时向驾驶员发出预警,从而使人-车-路系统更加稳定、安全、可靠^[1],提高汽车的安全性能。

开发基于机器视觉的驾驶辅助系统时,需要面对以下难点:

1) 系统算法复杂,代码繁多。机器视觉主要借助摄像头采集外界信息,并将其转换为数字图像信号进行处理^[2-3]。不同的外界环境和检测目的,系统需要处理的针对点也不一样。导致整个系统的算法开发异常复杂,开发过程缓慢。

2) 测试环境要求苛刻。在系统开发过程中,充分测试其性能,并进行整改是整个研发过程中的关键步骤之一。相比较于其他汽车电子产品,基于机器视觉的驾驶辅助产

收稿日期:2016-01

^{*} 基金项目:重庆市科技计划(cstc2015zdcy-ztxx60005)项目、汽车噪声振动和安全技术国家重点实验室开放基金(NVH SKL-201413)项目资助

品在测试时需要考虑两点因素:①实车试验时,驾驶员的安全是否能够得到保障;②测试过程应有效、可信和可重复,便于及时发现复现问题并进行整改^[4-5]。

在开发基于机器视觉驾驶辅助系统时,若能突破上述难题,并顺利解决,可以大大提高驾驶辅助产品的开发效率,促进驾驶辅助技术的产业化进程,从而最终提高汽车的安全性能。

2 系统原理和架构设计

针对以上在机器视觉驾驶辅助系统研发及测试过程中存在的问题,考虑到NI公司的EVS和PXI平台出色的图像处理能力及强大的实时仿真测试功能,采用LabVIEW编程语言,通过VeriStand开发平台集成仿真测试模型,设计了一套基于NI EVS和PXI的机器视觉驾驶辅助开发系统。系统具有以下两个功能:

1)机器视觉系统的快速开发与实现。借助NI EVS平台,将预先设定的需求功能通过编程实现,并保证整个硬件系统满足功能需要。

2)基于机器视觉的驾驶辅助功能的有效、可信、可重复的测试。借助NI PXI平台,搭建一套虚拟测试系统,测试机器视觉开发部分出现的问题,以便及时整改,提高系统安全性能。

系统设计架构如图1所示,整个平台分机器视觉系统和虚拟测试系统两部分,两部分由各自的硬件及软件构成。

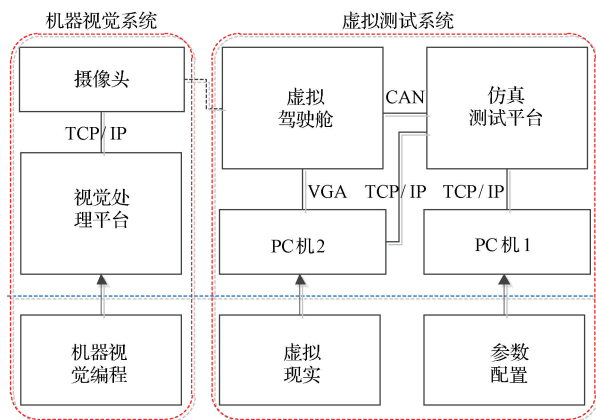


图1 系统原理架构设计

机器视觉系统中,摄像头采集虚拟驾驶舱中的虚拟驾驶场景,通过TCP/IP协议与视觉处理平台连接,在视觉处理平台编程实现机器视觉功能。

在虚拟测试系统中,PC机1通过TCP/IP协议与仿真测试平台连接,对仿真模型进行参数配置。仿真测试平台的主要功能是运行车辆动力学模型并采集虚拟驾驶舱输出参数,仿真测试结果通过TCP/IP协议的方式传输到PC机2,PC机2中运行的虚拟现实软件将输仿真测试平台的输出参数转化为车辆运行效果并在虚拟驾驶舱中显

示出来。

2.1 机器视觉系统

机器视觉系统部分的主要作用是,设计者根据事先设定的需求,通过视觉处理系统,编程实现各类识别和检测功能。

机器视觉系统的核心是NI EVS嵌入式视觉开发平台,借助NI EVS平台的重要原因之一就是考虑到LabVIEW编程语言的简洁直观性及视觉开发模块Vision Development Module(VDM)出色的图像处理能力。视觉开发模块专用于开发和配置机器视觉应用程序。它包含了数百种函数,可采集来自多种摄像头的图像,还可进行各种图像处理,包括图像增强、检查显像、定位特性、识别对象和测量部件等。借助EVS硬件平台及软件编程环境可以快速实现设定功能,大大缩短了开发时间。

机器视觉系统结构如图2所示。

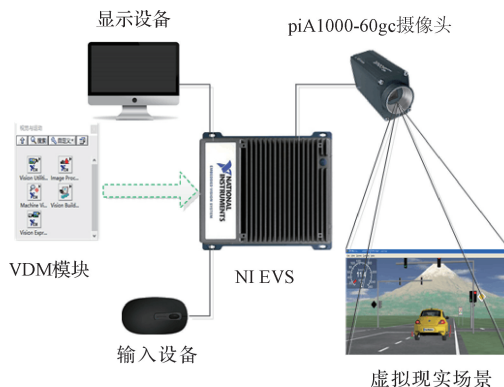


图2 机器视觉系统结构

虚拟现实软件模拟出来的路况信息通过液晶显示器显示出来,由piA1000-60gc摄像头采集并传入NI EVS-1464(Windows)嵌入式视觉系统处理,根据预先设定的算法程序,完成机器视觉的功能。

2.2 虚拟测试系统

虚拟测试系统的主要作用是提供一套有效、可信、可重复的虚拟环境,保证测试过程的实时性,便于及时发现并整改。

NI PXI平台可以用来加快测试执行时间、提高软件开发效率、提高处理能力并增强可扩展性,从而极大地缩减机器视觉系统的开发投入^[6]。

根据以上原则,综合考虑NI PXI平台的特点,搭建如图3所示的虚拟测试系统。

NI PXI-8513主要采集方向盘转角信息,它作为单端口软件可选的控制器局域网(CAN)PXI接口,适合在Windows与LabVIEW实时(Real-Time)操作系统上的NI LabVIEW、NI LabWindows/CVI和C/C++中开发CAN应用程序。

NI PXI-7841R数字RIO板卡采集油门踏板信息,它提供的可编程FPGA芯片,适合板载处理和灵活的I/O

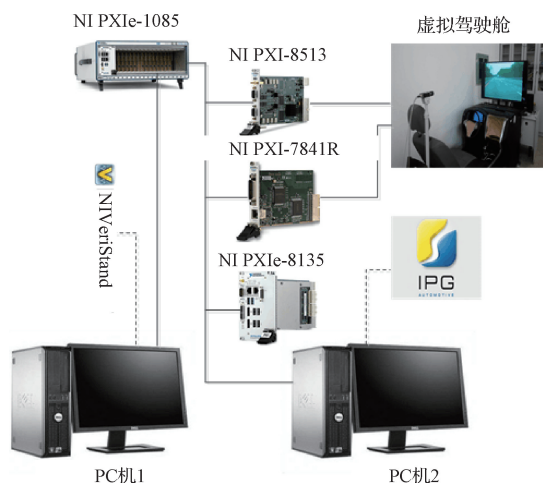


图3 测试系统结构

操作。用户可借助 NI LabVIEW 图形化程序框图和 NI LabVIEW FPGA 模块,配置各项模拟和数字功能。该程序框图在硬件中运行,有助于直接及时地控制全部 I/O 信号,实现各项优越性能。

NI PXIe-8135 运行车辆动力学模型,它是基于 Intel Core i7-3610QE 处理器的高性能嵌入式控制器,可用于 PXI 系统。

车辆动力学模型根据方向盘转角、油门位置等输入信息产生对应的输出,虚拟现实软件 CarMaker 将输出信息以车辆运动的效果表现出来,进一步提高了测试过程的真实有效性。

3 软件实现

考虑到整个系统所具备功能主要分为两块,因此软件实现也分为两部分,即:机器视觉软件实现和虚拟测试软件实现。

3.1 机器视觉软件实现

基于机器视觉的辅助驾驶系统可以实现很多功能,例如车道线检测、行人检测、交通信号及标志牌识别等^[7-10]。

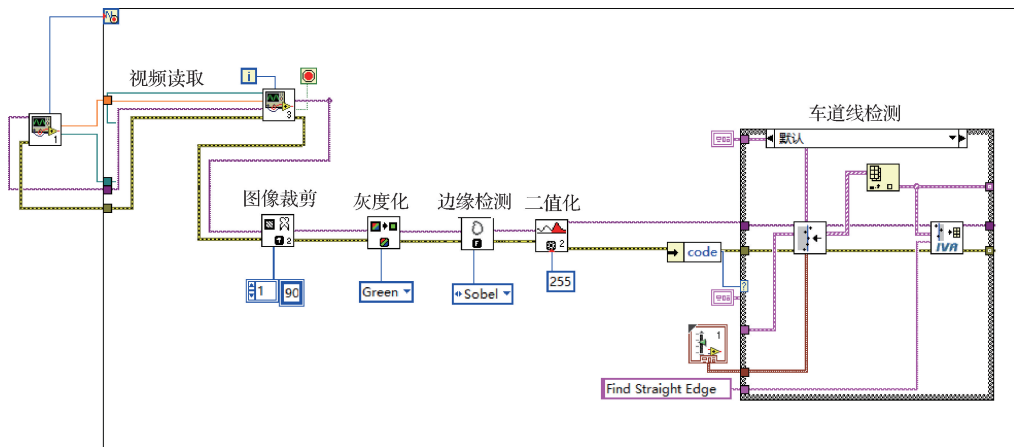


图5 车道线检测的 LabVIEW 程序

借助该开发平台,可以将所要求的功能通过编程快速实现,并进行试验验证。

下面以车道线检测的过程为例介绍基于 NI EVS 平台的软件实现。

车道线检测是通过摄像头,将车辆前方的车道线从道路背景中识别出来。由装设在车辆挡风玻璃上的摄像头采集前方路况信息,经过 EVS 嵌入式视觉系统处理。为了保证系统的实时性、可靠性,原始视频信息一般要经过图像裁剪、灰度化、边缘检测、二值化、直线检测等处理^[11],当连续 10 帧图像的车道线位置偏差不大时,可以认定车辆行驶轨迹较为稳定,因此可以缩小车道线搜索检测区域。通过 Kalman 滤波预测车道线将要出现的区域(ROI),然后在该区域进行车道线检测,减少了车道线检测的搜索面积,进一步提高了系统的实时性能^[12-14]。

车道线检测算法流程如图 4 所示。

车道线检测的 LabVIEW 程序如图 5 所示。

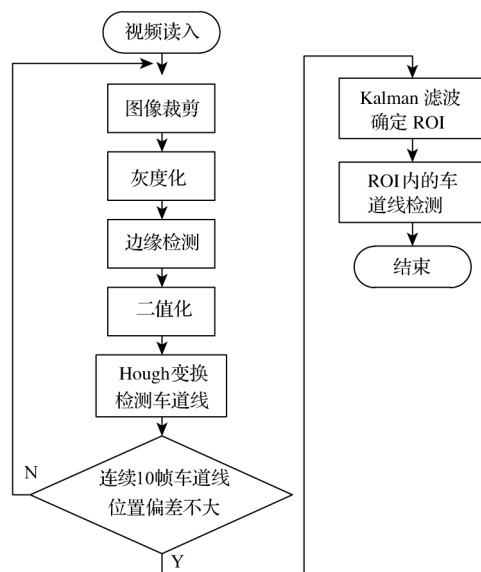


图4 车道线检测算法流程

3.2 虚拟测试部分软件实现

虚拟测试软件的功能主要包括以下3个部分:车辆动力学模型搭建、Veristand 配置及仪表显示、Carmaker 三维场景建模。

车辆动力学模型是整个虚拟测试平台的基础,搭建出一套符合实际车辆性能的模型可以保证测试过程更加有效可信。借助 MATLAB/Simulink 搭建的车辆动力学模型^[15]如图6所示。

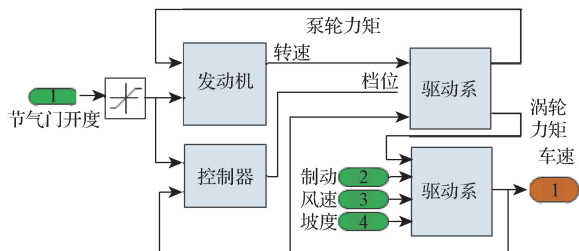


图6 车辆动力学模型

Veristand 在虚拟测试系统中起集成作用,它主要完成以下3个功能:

- 1) 将车辆动力学模型导入到 PXI 平台;
- 2) 生成虚拟仪表,利用操作界面实时在线监控运行任务并与之交互;
- 3) 配置 IO 口、CAN 通信数据连接关系。

Veristand 系统配置及仪表显示界面如图7所示。

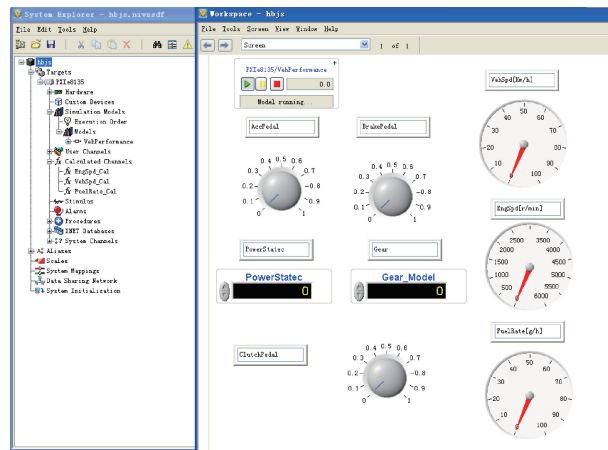


图7 Veristand 测试系统界面

Carmaker 三维场景可以把车辆模型的输出以运动的效果显现出来。Veristand 通过 CAN 通信的方式,将车辆模型的输出数据传递给 Carmaker 软件,Carmaker 搭建不同的路况环境,使测试过程更加多样化。Carmaker 三维场景如图8所示。

虚拟测试部分的软件将采集到的油门、方向盘等信息传输给在 PXI 中运行的车辆动力学模型,车辆模型仿真的动态效果在虚拟现实软件 CarMaker 中显现出来。其中,车辆动力学模型在 MATLAB 中搭建,通过仿真测试平台 VeriStand 对模型配置,借助 PXI 平台的优越性,使得仿真



图8 Carmaker 三维场景

测试过程更加流畅,实时性更高。

4 集成和应用

将机器视觉系统部分及虚拟测试系统部分的硬件和软件分别集成到一起,完成基于 NI EVS 和 PXI 的机器视觉驾驶辅助系统开发。其实物如图9所示。

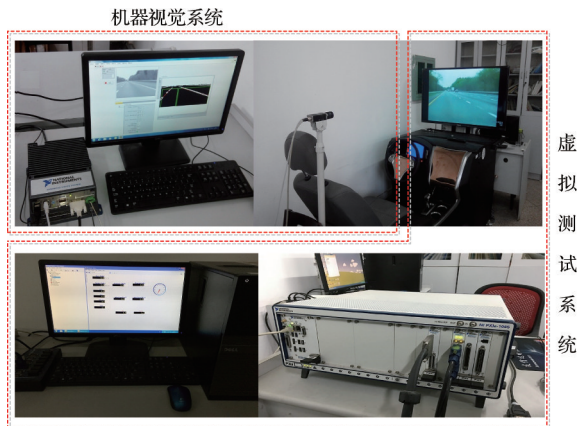


图9 驾驶辅助开发系统

下面结合车道线检测的开发,介绍基于机器视觉辅助驾驶技术平台的运用。

根据所要完成的检测识别功能,通过在机器视觉系统进行编程设计,借助 EVS 平台完成机器视觉系统功能;为了测试系统在不同工况下的性能,借助虚拟现实软件 CarMaker 提供的测试场景,在该软件中搭建不同的路况,模拟车辆在实际交通环境中的运行效果。其中,测试系统在不同工况下的车道线检测结果如图10所示。

其中图10(a)工况信息最简单,不存在干扰,图10(b)中存在一个十字路口,图10(c)中存在道路交通标志,图10(d)中出现了弯道。从图中可以看出,在无干扰情况下,可以正确的检测出车道线,当存在十字路口、交通标志时,依然能检测出车道线,当存在弯道情况时,无法准确检测出车道线,这主要是在车道线检测算法中未考虑曲线检测的算法所致,需要在后续的开发过程中完善。

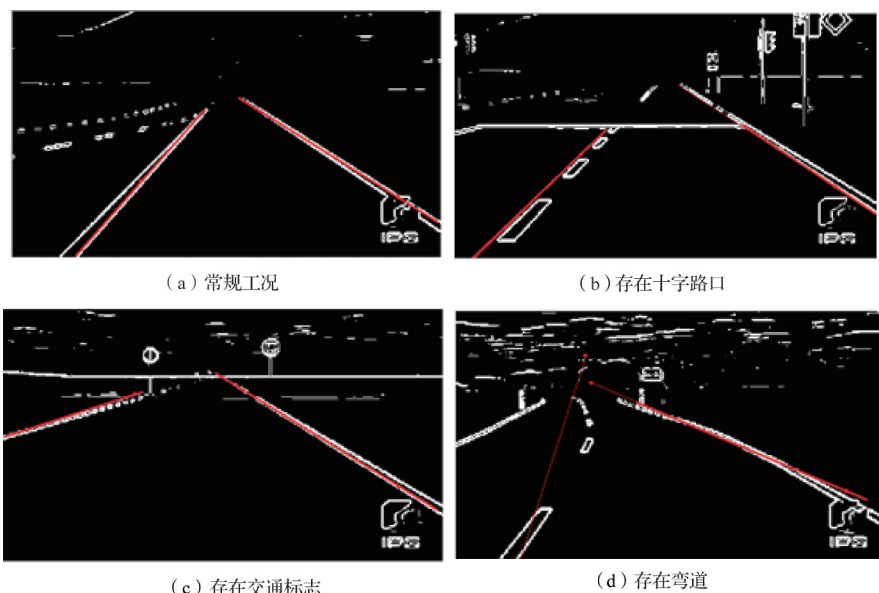


图10 不同工况车道线检测效果

5 结 论

针对基于机器视觉的辅助驾驶系统开发面临的难题,在分析系统需求的基础上,借助 NI EVS 和 PXI 平台,通过硬件设计和软件编程,完成了此系统的开发。通过对车道线功能的设计与测试,证明该系统可以在机器视觉的辅助驾驶开发中运用。该系统充分利用了 NI EVS 平台出色的图像处理能力及 PXI 平台强大的仿真测试功能。在机器视觉功能开发阶段,EVS 的硬件平台及软件资源可以帮助设计者快速完成建模及编程等步骤,缩短了研发的周期。PXI 平台具有可靠性高、现场能力强、实时性好、软硬件集成度高、可扩展性好等特点,在有限投入下,实现了机器视觉驾驶辅助系统的虚拟测试。EVS 平台和 PXI 平台的兼容性好,两者结合,加快了机器视觉辅助驾驶技术从创意到产品的实现过程,并为其早日投入量产进而提高汽车主动安全性能打下基础。

参 考 文 献

- [1] 初秀民, 万剑, 严新平, 等. 基于车载机器视觉的汽车安全技术[J]. 中国安全科学学报, 2008, 18(5): 154-161.
- [2] YI S C, CHEN Y C, CHANG C H. A lane detection approach based on intelligent vision[J]. Computers & Electrical Engineering, 2015(42):23 - 29.
- [3] YU B, ZHANG W G, CAI Y F. Lane departure warning system based on machine vision[J]. Journal of Southeast University, 2009, 1(29):197-201.
- [4] 高峰, 李希鹏, 张强, 等. 基于实时虚拟现实的 ADAS 测试技术研究[C]. 2013 中国汽车工程学会年会, 2013:783-785.
- [5] ISO 15622-2010, Intelligent transport systems-adapt-

ive cruise control systems-performance requirements and test procedures[S].

- [6] 倪计民, 李晓锦, 石秀勇. 基于 NI PXI 平台的发动机 ECU HIL 系统上位机程序开发[J]. 汽车技术, 2014(3):54-58.
- [7] GOPALAN R, HONG T, SHNEIER M, et al. A learning approach towards detection and tracking of lane markings[J]. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 2012, 13(3):1088-1098.
- [8] YEN Y H, HUO C L, SUN T Y. Adaptive lane departure warning system on Android smartphone[C]. 2014 IEEE International Conference on Consumer Electronics, 2014:67-68.
- [9] HUH K, PARK J, HONG D, et al. Development of a vision-based lane detection system considering configuration aspects [J]. Optics & Lasers in Engineering, 2005, 43(11):1193-1213.
- [10] SUN R, OCHIENG W Y, FENG S. An integrated solution for lane level irregular driving detection on highways[J]. Transportation Research Part C Emerging Technologies, 2015(56):61-79.
- [11] 高峰, 桂瀚洋, 张强, 等. 基于 FPGA 的车道线检测系统开发[J]. 汽车工程学报, 2011, 1(6):493-498.
- [12] 游峰. 智能车辆自动换道与自动超车控制方法的研究[D]. 长春: 吉林大学, 2005:42-45.
- [13] GECHTER F, CONTET J M, GALLAND S, et al. Virtual intelligent vehicle urban simulator: application to vehicle platoon evaluation[J]. Simulation Modeling Practice and Theory, 2012, 24(2): 103-114.

(下转第 41 页)

7 结 论

本文将软件无线电和模式识别相结合,是一种将身份识别应用于现实的新理念。以实现了远程人脸识别系统为目标,构建通信规则,实现人脸识别算法,利用软件无线电设备实现射频通信。

本文主要完成了以下工作:

- 1) 凭借 PCA 算法和 LDA 算法实现了人脸识别的功能。
- 2) 在 LabVIEW 平台上搭建了无线通信系统。其中包括硬件配置、异步通信、编码、解码、同步、校验等模块。
- 3) 通信系统和人脸识别功能测试。测试结果证明本文成功搭建了具有实际功能的通信系统,并且较理想的完成人脸的识别和传输的过程。

由于本系统的主要目的是通信系统的搭建,在识别算法方面并未有太多的创新之处,这是本系统一个薄弱之处。而且,通信子系统的鲁棒性也不够,在距离过大时,传输能力明显减弱,作者在以后研究中将会在此方面做出更深层次的研究。

本系统利用硬件结合软件平台对识别过程进行多次测试,系统运行稳定、高效,但是在传输距离方面还有不足,还有待于后续研究中的改进。

参 考 文 献

- [1] DOHL J. 消除有扰射频:基于 LabVIEW 和 NI USRP 进行射频/通信物理层研究[J]. 国外电子测量技术, 2012, 31(9): 60-61.
- [2] 叶长明, 蒋建国, 管曙. 不同姿态人脸深度图识别的研究[J]. 电子测量与仪器学报, 2011, 25(10): 870-878.
- [3] 王树东, 何明. 基于 LabVIEW 高速采集系统方法的

研究[J]. 电子测量技术, 2014, 37(7): 84-87.

- [4] 尹飞, 冯大政. 基于 PCA 算法的人脸识别[J]. 计算机技术与应用, 2008, 18(10): 31-33.
- [5] 谢永林. LDA 算法及其在人脸识别中的应用[J]. 计算机工程与应用, 2010, 46(19): 189-192.
- [6] 费丹, 熊磊, 吴建强. 基于软件无线电的无线信道仿真仪设计与实现[J]. 仪器仪表学报, 2013, 34(增刊 1): 93-98.
- [7] 张世一, 黄华, 刘永平. 基于 ZigBee 和 LabVIEW 的智能照明监控系统设计[J]. 国外电子测量技术, 2014, 33(5): 63-66.
- [8] 邢开亮, 尹义蓉, 黄永华, 等. 提高网络授时精度的 Kalman 滤波方法[J]. 仪器仪表学报, 2011, 32(4): 949-954.
- [9] 卢继华, 刘丹, 郑建勇, 等. MIMO-OFDM 系统下新型联合载波频偏估计方法[J]. 北京邮电大学学报, 2013, 36(6): 1-6.
- [10] 李婧, 张永祥, 石炳寅. 基于 LabVIEW 远程校准系统的设计与实现[J]. 电子测量与仪器学报, 2012 26(增刊 1): 59-62.
- [11] 陈为刚, 李思, 赵干, 等. 基于软件无线电的 Turbo 码编码通信系统实现[J]. 电子测量技术, 2013, 36(11): 110-114.

作 者 简 介

谢轩, 1991 年出生, 北京邮电大学硕士研究生, 主要研究方向为模式识别和基于 WiFi 识别的技术。
E-mail: xiexuan@126.com

(上接第 29 页)

- [10] 周跃钢, 阳松林, 邹利亚, 等. 基于 cDAQ 平台的整车及发动机部件测试系统的的开发与应用[C]. 2014 年 APC 联合学术年会论文集, 2014.
- [11] 周跃钢, 邹利亚, 李全, 等. 柴油机高压油管应力测试装置的开发与应用[C]. 2015 年 APC 联合学术年会论文集, 2015.
- [12] 蔡共宣, 林富生. 工和测试与信号处理[M]. 武汉:

华中科技大学出版社, 2011.

作 者 简 介

周跃钢, 工程硕士, 研究员级高级工程师, 主要研究方向为发动机测试。
E-mail: zhouyg@dfcv.com.cn

(上接第 34 页)

- [14] LIM K H, SENG K P, ANG L M, et al. Lane Detection and Kalman-Based Linear-Parabolic Lane Tracking[C]. 2009 International Conference on Intelligent Human-Machine Systems and Cybernetics, 2009: 351-354.
- [15] RAJAMANI R. Vehicle Dynamics and Control [M]. Second edition. USA: Springer US, 2006:

27-29.

作 者 简 介

高锋, 工学博士, 研究员。主要研究方向为汽车电磁兼容、先进驾驶辅助技术、节能驾驶辅助技术、多模型控制理论。
E-mail: gaofeng1@cqu.edu.cn