

应用红外检测技术防酒驾系统的研究与开发

秦佳¹, 马卫东², 杨伊林³, 耿妍²

(1. 常州工学院, 常州 213002; 2. 冲电气软件技术(江苏)有限公司, 常州 213002; 3. 常州市第一人民医院, 常州 213002)

摘要: 针对目前国内外酒驾控制装置无法快速有效识别的现状, 采用红外检测技术, 应用基于模式识别与聚类分析算法的近红外光谱分析方法, 并根据近红外光谱特性, 运用回归分析方法, 最终建立一个数学模型, 利用该模型来准确测算酒驾者血液中的酒精浓度, 从而提出集成于汽车方向盘与发动机控制部件联动、有效控制醉酒人员驾驶行为的防酒驾控制系统的解决方案。据此方案, 研究与开发了应用于实际驾驶的防酒驾装置。

关键词: 红外酒精检测; 防酒后驾驶; 近红外光谱

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2013)16-0063-03

Research and Development of the Integrated Anti-drunk-driving System Using Infrared Detection Technology

QIN Jia¹, MA Wei-dong², YANG Yi-lin³, GENG Yan²

(1. Changzhou Institute of Technology, Changzhou 213002, China; 2. OKI Software Technology Co., Ltd., Changzhou 213002, China; 3. The First People's Hospital of Changzhou, Changzhou 213002, China)

Abstract: Pertaining to the fact that currently alcohol testing devices worldwide are not capable of detecting drunk driving fast and effectively, an integrated solution is proposed which were applied not only infrared detection technology, but also near infrared spectrum analysis methods based on pattern recognition and cluster analysis algorithm. This solution researched and developed drunken driving control system integrated in car steering wheels and engine control components which can effectively control drunken driving behaviors of drivers.

Key words: infrared alcohol testing; anti-drunk-driving; near-infrared spectrum

随着汽车工业的飞速发展, 汽车保有量快速增加, 道路交通安全越来越受到国家的重视以及人们的关注。在世界各国交通事故的法医学调查中, 酒后驾驶是导致交通事故发生的重要原因^[1-2]。我国交通部统计数据表明, 酒后驾车发生道路伤害的危险性是非酒后驾车的4.13倍, 酒后驾车造成机动车严重损害的危险性是非酒后驾车的3.01倍, 采用技术装置, 有效避免酒驾是目前汽车安全领域的研究热点。

目前, 国内外酒驾控制装置的技术原理大都基于呼气式检测技术, 其基本原理为通过气体传感器对呼入气体的酒精浓度进行检测, 由传感器内部调理电路产生一个与酒精浓度相对应的电信号, 把此信号传

给汽车中央控制单元, 识别驾驶人员血液中酒精含量, 根据结果作出限速或切断汽车发动机工作等各种防酒驾措施, 如萨博的酒精钥匙技术、沃尔沃的酒精卫士、日产汽车的酒精检测仪等^[3], 都采用了上述技术并将装置集成于驾驶室的有关部件中。但这些现有装置都存在着一个尚待突破的共性关键问题: 即如何识别酒精检测传感器中所检测气体确实是驾驶员呼出的气体, 通过检测传感器周围气体的酒精含量的方法的弊端, 在于系统无法对驾驶者是否酒后驾驶进行主动识别和控制。国内交通主管部门目前在交通管理现场, 采用呼气式酒精检测仪作前期判断, 而后期采用血液抽样作出最终判断的通行做法, 但这些做法

收稿日期: 2013-01-04

基金项目: 常州市831资助项目

作者简介: 秦佳(1962—), 女, 江苏常州人, 常州工学院副教授, 主要研究方向为工业设计。

无法真正杜绝酒驾问题,同时也给检测带来了复杂性。因此,研发安装在机动车上,能够自动、快速、高效制止驾驶人员酒后驾车的检测控制装置,是国内外汽车制造商和交通主管部门关注的重点,也是安全驾驶的现实需求。笔者旨在提出一种采用红外检测技术,应用基于模式识别与聚类分析算法的近红外光谱分析方法,开发集成于汽车方向盘与发动机控制部件联动,有效控制醉酒人员驾驶行为的防酒驾控制系统的解决方案。

1 系统方案设计

1.1 红外检测装置的研发

为了避免现有检测装置产生的问题,一个有效的方法就是使用人体红外酒精检测装置进行检测。但目前市场上还没有成熟的人体红外酒精检测装置,所以现在要把红外酒精检测应用在防酒后驾车上,首先要完成人体红外酒精检测的技术攻关,然后应用在汽车上,联动传感和启动装置,最终达到实现识别、检测和制动的目的。

近红外光是介于可见光和中红外光之间的电磁波,近红外光谱区的波长范围为780~2526 nm,而近红外光谱主要是由于分子振动的非谐性使分子振动从基态向高能级跃迁时产生的,记录的主要是含氢基团X-H(X=C,N,O)振动的倍频和合频吸收。不同基团(如甲基、亚甲基、苯环等)或同一基团在不同化学环境中的近红外吸收波长与强度都有明显差别,近红外光谱具有丰富的结构和组成信息,非常适合用于碳氢有机物质的组成与性质的测量,因此利用这个原理,本方案的红外线酒精传感器根据反射光谱法来实施对驾驶员手部血液内酒精浓度的测试。

红外酒精传感器的近红外光谱定性分析采用模式识别^[4-7]与聚类^[8-11]的一些算法,以用于鉴定酒精浓度。在进行模式识别运算时需要有一组提供给计算机“学习”的样品集,通过诸如主成分分析之类的具体算法的运算,得出学习样品在数学空间的范围,对未知样品运算后,若也在此范围内,则该样品属于学习样品集类型,反之则否定。聚类运算则通过待分析样品的光谱特征,根据光谱近似程度进行分类。通过两者的有机结合,可以快速、准确地得出酒精浓度。

1.2 数学模型的建立

本方案以红外无创伤测试为试验方法,对人体内血液酒精含量进行测试分析,约有3000人次参与试验测试,并通过红外检测结果与传统血液抽检方式结果的对比,根据近红外光谱特性,运用回归分析^[12-14]方法,最终建立一个数学模型,并利用该模型,根据检测样品的光谱来准确预测酒驾者血液中的酒精浓度。

数字模型建立后,将专用红外检验酒精设备集成到驾驶座方向盘内的模式,利用驾驶员进入车辆后手握方向盘的短暂时间,在点火启动瞬间自动展开对驾驶员手部血液酒精含量的无创伤测试技术。

本方案控制系统组成主要为:红外酒精检测传感器、信号调理电路、中央控制单元(ECU)、继电器、电机等。具体的硬件结构见图1。

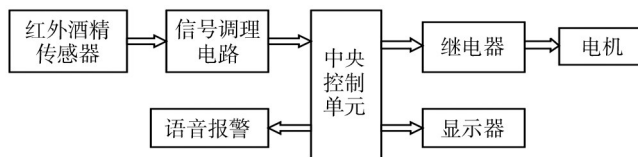


图1 硬件系统结构

Fig.1 The structure diagram of the hardware system

1.3 工作流程

本方案将红外线酒精传感器安装在驾驶室内,通过人体无创伤红外检测的方法,来主动、快速识别车辆驾驶者这一唯一检测对象身体血液酒精含量是否超标,并以此来控制车辆的正常行驶,从根本上避免了气体源识别问题,达到快速流畅检测,避免了同类防酒后驾车装置因无法“有效识别”而导致的“误事、误时”等问题。该装置的具体工作流程见图2。

该系统通过手握方向盘,与安装在方向盘的红外线酒精传感器接触,测试手部血管内血液的酒精含量,传感器内部电路判断酒精含量是否超标,其结果为传感器输出的电信号,而此电信号经过信号调理电路的滤波以及放大、模数转换后输入到中央控制单元(ECU)中,如果含量超标,汽车中央控制单元根据此信号发出指令来控制继电器动作,进而控制汽车启动电机的动作,切断汽车启动装置,达到防止酒后驾车的目的,同时,超标结果还可以同步通过语音系统进行报警提示,而检测结果也可以通过显示设备给出具体数值,或者根据产品需要给出更多的分析结果。通

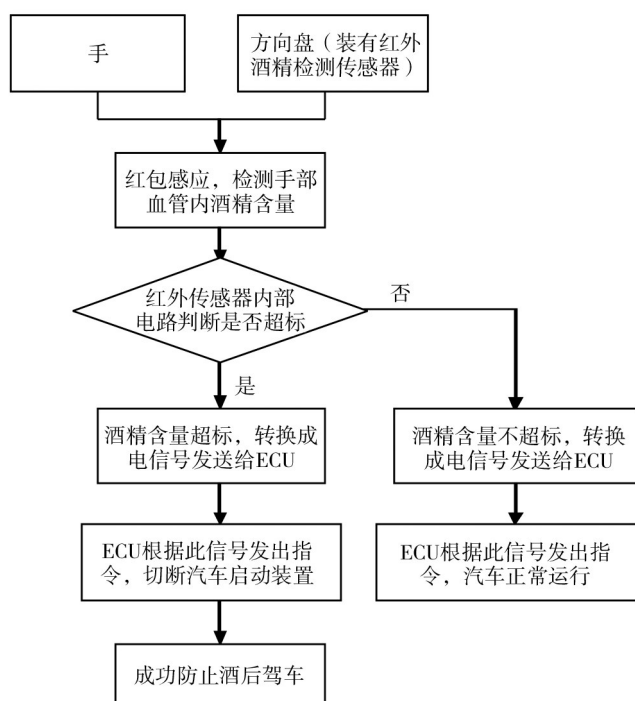


图2 红外酒精检测装置工作流程

Fig.2 The work flow chart of the infrared alcohol testing device

过“反射光谱法”来实施对人体血液内酒精含量的测试。正常驾驶人员的血液中没有或很少有酒精成分,根据我国《车辆驾驶人员血液、呼气酒精含量阈值与检验标准》^[15],车辆驾驶人员血液中的酒精含量大于或者等于 20 mg/100 mL,小于 80 mg/100 mL 的驾驶行为属于酒后驾车,当车辆驾驶人员血液中的酒精含量大于或者等于 80 mg/100 mL 的驾驶行为则被认定为醉酒驾车。

该设计方案中检测装置的设计安装,采用光学模拟软件进行结构模拟,使结构分布合理、造型融合到机动车方向盘,易于集成,同时达到装置的最大分析效率。

2 系统方案的优势

本系统方案创新性地提出了以无创伤红外检测酒精的途径,对驾驶人员血液中酒精浓度进行唯一性识别,并以此来控制车辆的启动和行驶,在达到防酒后驾车的目的,提高交通安全系数的同时,也提高驾驶效率。本系统方案所具有的突出优点是:(1)将目前采用外置式的独立酒精测试装置集成到机动车方向盘这一特殊位置,从而创新性的实现确保机动车自

动实施酒精检测时,其测试对象的唯一性和不可替代性;(2)红外无创伤检测人体酒精含量,避免了酒驾人员因饮酒过量失去自我控制能力,无法主动进行机动车启动时自动酒精检测装置的问题,确保了对驾驶者是否存在酒驾嫌疑进行安全判断的检测环节是由机动车主动控制;(3)采用高折射率材料进行测试装置的封装,在确保测试精确度的前提下,尽量满足驾车一族对车内装饰日益提高的审美要求。

3 结语

本系统方案全面考虑装置自动检测、主动控制的设计要求和实际应用中驾驶人员对驾乘感受、实际操作便利性以及未来产品市场实施推广可能性和交通主管部门对测试数据权威性认同等多方因素,将红外装置集成到机动车方向盘后,不仅具有使用寿命长、不影响机动车正常使用和内装美观、应用范围广泛等特点,更重要的是可随时随地、准确进行对机动车实际驾驶者的酒精浓度监测,并将检测结果与发动机的启动装置联动,从而有效控制醉酒人员的机动车驾驶行为,避免酒驾事故的发生。该项成果是无创伤红外检测人体血液酒精含量领域的有益探索,相关科研成果具有重要的现实意义,现已申请实用新型 1 项。

该项目研发成功将有利于我国红外检测酒精技术向国际高端标准发展,其转化产品将有力提升我国医疗检测和交通车辆用品生产企业在国际市场上的竞争力,对促进我国医疗检测技术水平的提升,改善我国在机动车酒精测试领域一直落后于他国的局面,对提升相关产业的国际竞争力与影响力,均有着重要的意义和作用。

参考文献:

- [1] 张新龙.酒后驾车与交通事故的法医学探讨[J].道路交通管理,2007,25(12):60—61.
ZHANG Xin-long.Forensic Medical Discussion on Drunk Driving and Traffic Accidents[J].Road Traffic Management, 2007,25(12):60—61.
- [2] 梁集贤,杨青,荆莹.驾驶员血液中的酒精浓度(BAC)与交通事故相关性研究[J].现代交通技术,2007,37(4):63—65.
LIANG Ji-xian, YANG Qing, JING Ying.Study on Relativity Analysis between Driver's BAC and Traffic Accidents[J].

(下转第 74 页)

- zards[EB/OL].(2013-03-05).<http://www.ibm.com/developer-works/library/us-wizard2/>.
- [7] HOEKMAN R.一目了然: Web 和移动应用设计通识方法[M].段江玲,译.北京:机械工业出版社,2012.
- HOEKMAN R.Designing the Obvious: a Common Sense Approach to Web and Mobile Application Design[M].DUAN Jiang-ling, Translate.Beijing: Machinery Industry Press, 2012.
- [8] MORVILLE P, ROSENFELD L.Information Architecture for the World Wide Web; Designing Large-Scale Web Sites[M].Sebastopol: O'Reilly Media, Inc, 2007.
- [9] BAXLEY B.Wizards and Guides: Principles of Task Flow for Web Applications[EB/OL].(2013-03-05).<http://boxesandarrows.com/wizards-and-guides/>.
- [10] SCOTT B, NEIL T.Web Interface Design: Principles and Patterns for Rich Inter[M].Sebastopol: O'Reilly Media, Inc, 2009.

(上接第 65 页)

- Modern Transportation Technology, 2007, 37(4): 63—65.
- [3] 葛毓.基于 GORS/GPS 的车载酒精检测和控制电路的设计[D].南昌:南昌大学, 2010.
- GE Yu.Vehicle Alcohol Detection and Circuit Control Design Based on GORS/GPS[D].Nanchang: Nanchang University, 2010.
- [4] 胡中艳,曹阳,孙建华.模式识别技术在自动分类垃圾桶概念设计中的应用[J].包装工程, 2008, 29(12): 214—216.
- HU Zhong-yan, CAO Yang, SUN Jian-hua.Application of Pattern Recognition Technique in Concept Design of Automatic Classification Garbage Can[J].Packaging Engineering, 2008, 29(12): 214—216.
- [5] YI Wei-song, CUI Dian-sheng, LI Zhi, et al.Gastric Cancer Differentiation Using Fourier Transform Near-infrared Spectroscopy with Unsupervised Pattern Recognition[J].Spectrochimica Acta Part A:Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 2012, 101(15): 127—131.
- [6] WANG Ling-bo, WANG Xiao-bing, KONG Ling-yi.Automatic Authentication and Distinction of Epimedium Koreanum and Epimedium Wushanense with HPLC Fingerprint Analysis Assisted by Pattern Recognition Techniques[J].Biochemical Systematics and Ecology, 2012, 40: 138—145.
- [7] LIU Xiao-fang, XUE Chang-hu, WANG Yu-ming, et al.The Classification of Sea Cucumber (Apostichopus Japonicus) According to Region of Origin Using Multi-element Analysis and Pattern Recognition Techniques[J].Food Control, 2012, 23(2): 522—527.
- [8] ABOLLINO O, MALANDRINO M, MENTASTI E.The Role of Chemometrics in Single and Sequential Extraction Assays: a Review.Part II.Cluster Analysis, Multiple Linear Regression, Mixture Resolution, Experimental Design and Other Techniques[J].Analytica Chimica Acta, 2011, 688(2): 122—139.
- [9] YEREL S, ANAGUN A.Assessment of Water Quality Observation Stations Using Cluster Analysis and Ordinal Logistic Regression Technique[J].International Journal of Environment and Pollution, 2010, 41(4): 344—358.
- [10] 郁舒兰,吴智慧.基于 SPSS 联合分析和系统聚类的 MC 模式厨柜用户群细分[J].包装工程, 2011, 32(24): 58—60.
- YU Shu-lan, WU Zhi-hui.Subdivision for User Groups under MC Mode Based on SPSS Conjoint and System Clustering[J].Packaging Engineering, 2011, 32(24): 58—60.
- [11] YEH Y C, CHIOU C W, LIN H J.Analyzing ECG for Cardiac Arrhythmia Using Cluster Analysis[J].Expert Systems with Applications, 2012, 39(1): 1000—1010.
- [12] 王慧芳,唐万有,吕晶,等.多元线性回归法在墨层厚度检测中的应用研究[J].包装工程, 2012, 33(5): 90—92.
- WANG Hui-fang, TANG Wan-you, LYU Jing, et al.Application Research of Multiple Linear Regression Method in Ink Thickness Detection[J].Packaging Engineering, 2012, 33(5): 90—92.
- [13] HASHIMOTO E M, ORTEGA E M M, PAULA G A, et al. Regression Models for Grouped Survival Data: Estimation and Sensitivity Analysis[J].Computational Statistics & Data Analysis, 2011, 55(2): 993—1007.
- [14] 曹丽娜,钱军浩.基于无源 RFID 标签天线的印刷质量评价模型研究[J].包装工程, 2012, 33(9): 126—129.
- CAO Li-na, QIAN Jun-hao.Study of Printing Quality Evaluation Model of Passive RFID Tag Antennas[J].Packaging Engineering, 2012, 33(9): 126—129.
- [15] GB19522-2004, 车辆驾驶人员血液、呼气酒精含量阈值与检验标准[S].
- GB19522-2004, Blood & Breath Alcohol Concentration and Examination for Vehicle Drivers[S].