

基于 CAN 总线的抬头显示系统研究

曹 博, 王建美, 罗卫东, 马秀勤, 贾 亮

(贵州大学 机械工程学院, 贵阳 550025)

摘要: 车载抬头显示系统是使驾驶员在不移动驾驶视线的情况下就能读取车辆重要信息的装置, 它有助于提高驾驶员对信息的读取速度、降低驾驶疲劳、提高驾驶安全性; 文章结合国内外学者的研究, 针对已上市 HUD 显示内容格式、布置方式、辨识度、实时性等方面的问题, 提出了用彩色符号、分区域、亮度可调、人机交互的显示设计原则; 以问卷调查分析结果和信息的重要程度为依据, 以 CAN 总线技术、微处理器控制技术为基础, 设计了一套 HUD 显示系统; 结果表明采用分区显示的方法辨识度高、对驾驶员视线影响较小, 有助于提高信息的易读性; 对显示实时性进行测试表明该装置实时性强, 有效提高了驾驶安全性。

关键词: HU; 分区显示; 人机交互

Research of Head-Up Display System Based on CAN-bus

Cao Bo, Wang Jianmei, Luo Weidong, Ma Xiuqin, Jia Liang

(School of Mechanical Engineering, Guizhou University, Guiyang 550025, China)

Abstract: Head-Up display system is a device that allows the driver to read important information of automobile without moving the sight, it's helpful to improve the driver's reading speed of information, reduce fatigue and improve safety. This paper based on the research of scholars at home and abroad, puts forward a principle of human-computer interaction with a color symbol, partition, adjustable brightness based on the format, arrangement, identification and real-time problems of current HUD system. The HUD system was designed, according to the results of questionnaire, CAN-bus and microprocessor control technology. The results show that the method of partition display has high identification and less impact on the driver's sight, which is helpful to improve the readability of information; The real-time test indicates that the device has high real-time, so that it could improve the driving safety effectively.

Keywords: HUD; partition display; human computer interaction

0 引言

抬头显示系统(head-up display, HUD)又叫平视显示系统,是一种视觉辅助安全系统,1988年通用公司首次将HUD应用在Oldsmobile车上。它是在驾驶员前方视线合理范围内以投射等方式实现汽车速度、实时油耗等重要信息的显示^[1],既能避免分散驾驶员的注意力,又能避免驾驶员眼睛焦距在远方道路和近处仪表之间来回调节引起眼睛疲劳。研究表明,HUD可以增强司机的意识和反应,特别是在发生紧急事件时,使用HUD有助于驾驶员更快的做出响应^[2-3]。

早期HUD仅仅显示车速等信息,界面简单、功能单一、实时性低、信息量小。现在的HUD不仅能显示车速、转速、油耗等行驶信息,更高级的还能显示导航、倒车影像等,显示颜色也从单一颜色发展到了全彩色。但是这些HUD的显示内容、指示符格式及布置、显示方法标准原则不一,在辨识度、实时性等方面也有所欠缺。因此,本文提出用彩色符号、分区域、亮度可调、人机交互的显示设计原则。在对问卷调查结果及信息重要程度分析基础之上,基于CAN总线的高速稳定等优点及在汽车上的成熟应用,设计一套信息易读、实时性高的

HUD系统。

1 抬头显示系统设计原则

驾驶员的驾驶行为按顺序可分为感知信息、驾驶判断和执行操作3个阶段。感知阶段是驾驶基础,驾驶员获取的有价值信息80%都是通过视觉获取的^[4],因此相关视觉的安全技术乃是汽车安全研究的重中之重。由于人们对HUD的易读性、舒适性的要求及汽车驾驶室的特殊使用环境,对HUD的设计需要遵循以下原则。

1) 界面简洁:

人脑同时处理信息的数量是有限的,过多、无序的信息显示会造成大脑信息量超负荷^[5],影响驾驶员对信息的读取能力。

2) 多用符号表示:

研究发现,符号比字母和数字更直观、更易被人脑理解^[4],因此应尽量用符号代替文本表示,避免文本显示降低信息读取速度。

3) 彩色显示:

彩色显示会使信息更易被察觉,因此对特定信息使用特定颜色进行标准化表示,可以缩短驾驶员的视认时间^[6]。但要控制色彩数量,过多的色彩则不利于强调主要信息。

4) 响应速度快:

系统响应速度关系到驾驶员对驾驶状况的了解和判断速度及做出动作的响应时间。尤其是在高速行驶时,驾驶员不能及时了解重要信息,很可能会引起安全事故。

5) 亮度、颜色可调:

随着外界光照强度和参照物的不同,显示亮度及颜色应具

收稿日期:2014-11-11; 修回日期:2015-01-09。

基金项目 贵州大学研究生创新基金项目(研理工 2014022);贵阳市科技计划项目(筑科合同(2011101)1-27号)。

作者简介:曹博(1990-),男,河南漯河人,硕士研究生,主要从事汽车及其关键零部件的设计方向的研究。

通讯作者:罗卫东(1962-),男,贵州习水人,教授,硕士生导师,主要从事汽车及其关键零部件的设计方向的研究。

有连续可调性，以适应驾驶环境亮度及显示信息与外界参照物的颜色对比度的变化，便于驾驶员更容易读取信息。

6) 分区域显示:

司机对显示在视野中心的信息关注度比显示在其他地方的关注度要高，因此应将信息显示区域分为常显示与临时显示区域，重要、常看的信息在常显示区，不常看但重要的信息要在临时显示区显示，临时显示区由于显示时间短，在驾驶员视野中心区域显示对驾驶员干扰不是很大。

7) 人机交互:

HUD是一个人机交互系统，应能够根据驾驶员的需要，听取驾驶员的命令显示或语音告知驾驶员所需要的信息。

8) 低成本、低功耗:

HUD的生产成本制约着价格，从而影响应用的普及。另外较低的使用功耗不影响其他主要功能对用电量的需求，才能降低使用成本。

2 硬件设计及功能

本系统选用的主芯片为MC9S12XS128，属于MC9S12X系列，是基于S12CPU的HCS12系列的增强型产品。MC9S12XS128有128KB的ROM、8KB的RAM和8KB的EEPROM，具有S12XS单片机的主要功能，例如16位CPU、MSCAN模块等，能够有效、快速的完成控制任务^[7-8]。

2.1 硬件总体结构及功能

系统结构如图1所示，高、低速收发器分别采集高、低速CAN总线中所需要的信息，并将采集的信息传递给主控制器。主控制器控制液晶显示器和语音模块按照预先设定的方法将各种信息通过显示和（或）语音提示的方法告知驾驶员。光敏元件采集外界光照强度，通过主控制器的控制实现液晶显示器光亮度的自动调节以提高信息的清晰度和易分辨性。

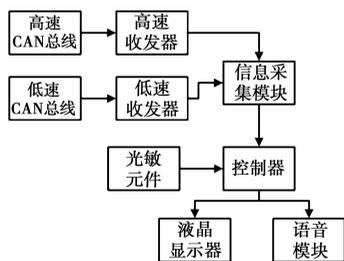


图1 系统结构框架图

本研究结合信息的性质将车辆信息分为常显示与临时显示信息、加语音提醒与只显示信息等。并对在贵阳市收回的近百份驾驶员关于HUD需要显示哪些内容的有效问卷结果进行分析，最终基于人机工程学等理论提出图2所示的显示界面。其中左侧显示区域为临时显示区；右侧为常显示信息，显示实时油耗、冷却液温度、车速、发动机转速等。导航信息在选择开启导航时、倒车影像在挂入倒车档后自动开启在左侧区域显示，直到导航关闭或退出倒车档后不再显示。其他信息与仪表盘指示灯显示条件一样，在车辆启动时自动检测并显示3s后消失，其他时候在开关开启或该故障发生时在左侧区域显示。

2.2 主要元器件电路

2.2.1 收发器MC33388电路

MC33388是飞思卡尔的一款低容错汽车CAN总线通信收发器，能检测出运行中的各种错误状况，然后自动转换到合适

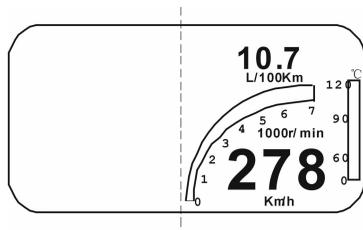


图2 显示图像分布图

的模式运行。MC33388支持10~125kb/s的波特率；某节点掉线不影响总线，可靠性高；可适应-40~125℃的环境温度等，接入系统电路如图3所示。

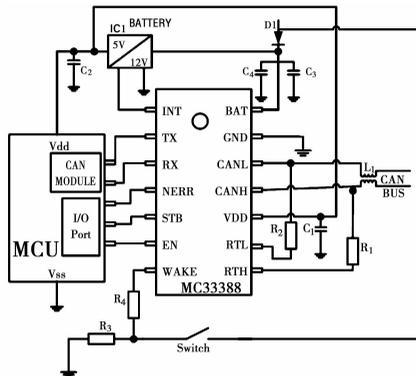


图3 MC33388接入电路

2.2.2 收发器MC33989电路

MC33989是一款能提供全线兼容且带传感器的高速CAN收发器，可直接与微控制器连接减少电路板面积、简化系统设计。MC33989有1.0Mb/s高速CAN接口，兼容CAN2.0A和CAN2.0B协议，具有电流限制、过热警告和低损耗电压调节等特性，接入系统电路如图4所示。

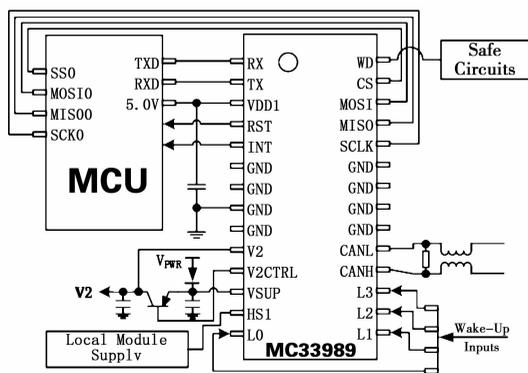


图4 MC33989接入电路

2.2.3 电源模块电路

汽车一般使用的是12V的电源系统，而一般微控制器的工作电压为5V，因此需要将蓄电池电压转换后供给微控制器。本文采用TLE4278作为电源芯片，它具有输入电压范围宽、输出电压精度高等优点。另外该芯片的Watchdog和复位功能可以监视运行状况，电源模块电路如图5所示。

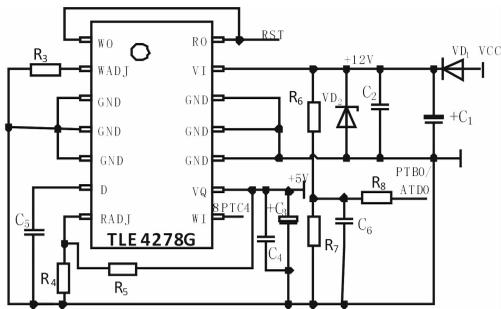


图 5 电源模块电路

3 软件设计

3.1 系统主程序设计

主程序负责整个控制系统的管理和运行, 主要包括系统通电后的初始化程序、信号类型判断和处理控制程序。初始化后即开始接收信号, 当判定该信号不是需要的信号时重新接收; 对需要的信号判断是否为故障信号, 故障信号除有显示外还伴有语音提示, 使驾驶员尽早了解车辆运行故障以排除和避免损失。主程序为一循环体, 每次断电再接通后都要进行一次系统初始化, 系统初始化后只要电源接通, 其一直在该循环体中运行, 系统主程序流程如图 6 所示。

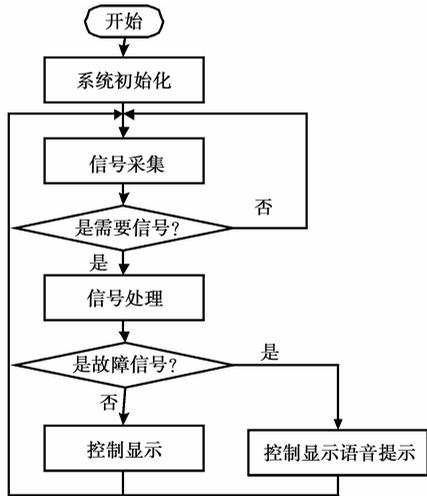


图 6 系统主程序流程

3.2 MSCAN 模块程序设计

MC9S12XS128 中集成有 MSCAN (又称为飞思卡尔控制器局域网) 模块, 该构架的 CAN 控制器在现有汽车控制器中最为流行。MSCAN 模块相比其他独立的 CAN 控制器同时集成了许多功能, 降低了成本、简化了应用。在具有 MSCAN 模块的芯片中, CPU 通过设置 MSCAN 中的每个寄存器来实现其对 CAN 控制器的配置^[8-9]。

3.2.1 MSCAN 模块初始化

使用 MSCAN 模块前, 必须先设置 MSCAN 的相关寄存器, 而部分寄存器只有在 MSCAN 初始模式下才能进行修改。对 MSCAN 模块初始化, 首先判断 MSCAN 是否在运行, 如果在运行则使其先进入睡眠模式, 然后设置相关的寄存器并回到正常模式; 如果先前处于睡眠模式, 则先回到正常模式。最后设置 MSCAN 的其他寄存器。

3.2.2 MSCAN 报文发送

MSCAN 模块有 3 个发送缓冲区, 允许提前建立几条报文, 从而使实时性能得到优化。要把报文发送到总线上, 首先检测 (CANTFLG&.7) 是否为 0 来判断是否有空闲缓冲区, 然后选择该缓冲区, 并将数据写入指定发送缓冲区, 最后设置对应的发送标志, 具体流程如图 7 所示。

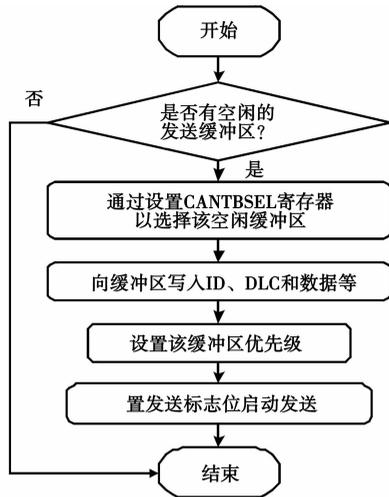


图 7 MSCAN 报文发送流程

3.2.3 MSCAN 报文接收

为提高 CAN 帧的接收效率, MSCAN 的 5 个缓冲区映射到同一内存单元 CANRXFG 上。该寄存器的 RXF 位指示了前台接收缓冲区的状态, 在接收到缓冲区的 CAN 帧后, RXF 位被置 1, 开始执行接收程序, MSCAN 报文接收流程如图 8 所示。

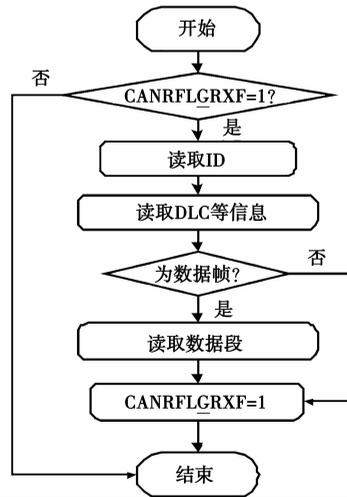


图 8 MSCAN 报文接收流程

4 结果分析

- 1) 将设计的界面与某几款 HUD 界面进行对比研究发现: 被调查者一致认为, 本设计的分区显示对驾驶员视线影响较小、信息易读。
- 2) 将界面分别以前方车辆、建筑物、树木为背景进行辨识度的研究发现: 只有不到 10% 的被调查者表示辨识度一般。
- 3) 对 HUD 整体设计进行研究发现: 只有 15% 左右的被

调查者表示有些地方需要改动。进一步了解发现,这一结果主要是由个人对某种形状符号及颜色的偏好度不同导致的。

4) 对本 HUD 进行响应速度的测试显示:显示车速几乎与仪表盘显示车速一致,停车时在 1 s 左右归零。表明该 HUD 有一定响应滞后,但在可接受范围内。

5 结论

1) 提出了车载 HUD 的设计原则:彩色符号亮度可调显示,可实现人机交互,根据信息重要程度分别在常显与非常显区显示。

2) 在问卷调查结果分析基础上,遵循本文提出的设计原则,选用响应速度快的 MC9S12XS128 为主控制器、MC33388 与 MC33989 为高低速总线信息收发器,设计了基于 CAN 总线的实时性强的 HUD 系统模块,极大地提高了驾驶安全性。

3) 试验结果表明,系统易读性与实时性程度较高,有助于提高驾驶安全性。另外系统所用芯片集成度高、数量少,制造成本低、能耗也较小,具有较高的商业应用价值。

参考文献:

[1] 赵晓春. 基于单片机的 HUD 显示系统 [J]. 中国科技信息, 2013 (10): 123.

[2] Liu Y C, Wen M H. Comparison of head-up display (HUD) vs. head-down display (HDD): driving performance of commercial vehicle operators in Taiwan [J]. International Journal of Human Computer Studies, 2004 (11).

[3] Tangmanee K, Teeravarunyou S. Effects of guided arrows on head-up display towards the vehicle windshield [A]. Network of Ergonomics Societies Conference [C]. 2012 (7).

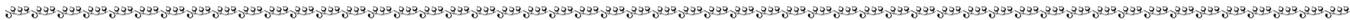
[4] 胡宇. 车载抬头显示器系统的研究 [D]. 武汉: 武汉理工大学, 2012.

[5] 陆明涛. 魔法数字 7: 米勒法则的行为经济学分析 [J]. 重庆工商大学学报 (社会科学版), 2011, 28 (1): 23-27.

[6] 张剑. 车载 HUD 界面的信息架构与视觉设计 [J]. 设计艺术, 2014 (2): 41-46.

[7] 陈万忠. MC9S12 单片机原理及嵌入式应用开发技术 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2012.

[8] MC9S12XS256RMV1, Rev. 1.13 [Z]. Freescale semiconductor, 2012 (8).



(上接第 2496 页)

阈值和过火区域面积是发生中火情况准确分辨标准,依据各种分辨率图像和图像中火情趋势比例分配,设置不同面积阈值,检测智能楼宇火情趋势时,一般会把火情面积范围大小比例作为一种重要剖析,设定产生范畴长宽比为: 1.8~5,文中设定的阈值是: 1~7,其具体的数学表达公式为:

$$\xi = \frac{\sum_{I=0}^{\sigma} (YI - \varphi) (YI - \sigma - \varphi)}{\sum_{I=\sigma}^N (YI - \varphi - \varphi)^{\theta}} \quad (4)$$

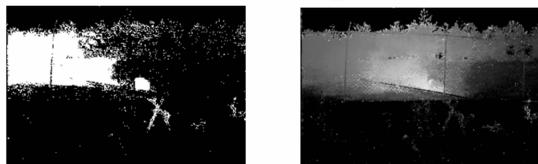
4 实验结果与分析

验证本文设计的智能火情多状态视觉监控系统性能,对真实火情现场数据进行识别,统计识别结果,完成判断。判断标准信息表如表 1 所示。

表 1 火情分类结果统计表

分类方法	烟雾	小火	中火	大火
阈值	5	10	28	49
区域面积	0	0	22~33	77~99

对烟雾的识别中,运用传统的 ERDAS 设计系统和本文提出的智能火情多状态视觉监控系统对比试验。图 5 可表述,本文系统比传统系统更能精确的检测出烟雾事件。



(a) 传统 ERDAS 监控方法 (b) 智能火情多状态视觉监控方法

图 5 智能楼宇烟雾事件图

在 12 min 的视频图像里,使用本文的监控方法与传统监

控方法分别对智能楼宇中大火事件监控,如图 6 表述,利用本文提出的智能火情多状态视觉监控可在被检测区域内的更为准确的检测出火灾。



(a) 传统 ERDAS 监控方法 (b) 智能火情多状态视觉监控方法

图 6 智能楼宇大火事件图

5 结束语

本文提出智能火情多状态视觉监控系统通过集中多种测试后,验证:

- 1) 多状态视觉检测火情系统对火灾智能辨别精准性强。其小火,中火,大火事件辨别率为 95% 高于传统方法的辨别率。
- 2) 对烟雾的辨别率达 85% 其准确程度高于传统方法。

参考文献:

[1] 周德新, 樊智勇. 环境泄漏监测与控制技术的研究 [J]. 计算机测量与控制, 2005, 13: 237-240.

[2] 许晓玲. 基于计算机视觉的逃逸车辆识别系统设计与研究 [J]. 科技通报, 2012, 11 (28): 176-178.

[3] 刘兆瑜. 智能电网漏电区域优化检测方法研究 [J]. 科技通报, 2012, 10 (28): 113-115.

[4] 金华彪, 夏雨人, 张振伟. 数字图像处理在火灾探测技术领域的应用 [J]. 微型电脑应用, 2003, 19 (5): 25-27.

[5] 甘新胜, 赵书斌. 基于背景差的运动目标检测方法比较分析 [J]. 指挥控制与仿真, 2008, 30 (3): 45-50.

[6] 张晓晓, 岳继光, 宋志光. 基于 LINUX 环境下视频采集的实现 [J]. 计算机与现代化, 2004 (1): 18-20.