

智能网络化前照车灯控制系统开发

刘风旺^{1,2}, 邹月英^{1,2}, 韩娜³, 许宗岭^{1,2}, 黄成浩^{1,2}, 杨国忠^{1,2}

(1. 中通客车股份有限公司, 山东 聊城 252000;

2. 山东省新能源客车安全与节能重点实验室, 山东 聊城 252000;

3. 山东省聊城市茌平区贾寨镇人民政府, 山东 聊城 252000)

摘要:开发一款基于嵌入式平台的智能网络化前照车灯控制系统,经摄像头和光强检测传感器识别夜间路况,通过 STM32F407 主控芯片与舵机模块控制前照车灯不同强度和不同角度照射,提高智能客车夜间行车的安全性。

关键词:前照灯; 嵌入式平台; 智能网络化; 控制系统

中图分类号:U463.65

文献标志码:A

文章编号:1006-3331(2024)02-0032-04

Development of Intelligent Networking Headlight Control System

LIU Fengwang^{1,2}, ZOU Yueying^{1,2}, HAN Nan³, XU Zongling^{1,2}, HUANG Chenghao^{1,2}, YANG Guozhong^{1,2}

(1. Zhongtong Bus Co., Ltd., Liaocheng 252000, China;

2. Shandong Key Laboratory of Safety and Energy Saving of New Energy Bus, Liaocheng 252000, China;

3. People's Government of Jiazhai Town, Chipping District, Liaocheng 252000, China)

Abstract: This paper develops an intelligent networking headlight control system based on an embedded platform, which identifies night road conditions through the camera and light intensity detection sensor, controls headlight turning through STM32F407 master chip and steering gear module, realizes different angle changes, and improves the safety of intelligent bus running at night.

Key words: headlight; embedded platform; intelligent networking; control system

前照车灯作为客车的眼睛,对客车白天隧洞行驶、夜间行车、会车等的作用至关重要。随着客车智能网络化不断提升^[1-2],本文在传统客车前照车灯控制的基础上,通过 PC 端网络控制和程序编程对前照车灯的多角度方向进行远程控制。客车行驶中系统内部识别出不同路况并发出不同灯光控制指令,使灯光进行 30°、45°、90°、120°、135°、180° 的方向变换,实现灯光的智能网络化控制,以降低驾驶员的疲劳度和发生事故的概率。该控制系统更有助于夜间行车、会车、复杂路况驾驶的安全性,未来可应用于智能客车无人驾驶及自动驾驶。

1 系统组成及功能介绍

本控制系统主要由光强检测模块、摄像头模块、蓝牙模块、稳压模块、主控模块、舵机模块、显示模块组成。其设计核心是基于嵌入式平台通过硬件和软件结合一体化控制^[3-4]。

该系统的光强检测模块用于检测客车周围的光强信号,将光强信号转换为电信号发送至主控模块芯片 STM32F407^[5];摄像头模块将客车行车路线周围数据传递给主控芯片;蓝牙模块用于与移动终端连接,获取行车路线地图,并反馈给主控芯片进行识别;稳压模块通过电路设计保证灯光显示的电压处于稳定状态,防止电压过高损坏线路;主控模块芯片将各

收稿日期:2023-11-13。

第一作者:刘风旺(1996—),男,助理工程师;主要从事客车电气化底盘、传动系统设计与开发工作。E-mail:544047611@qq.com。

模块采集的信息进行识别判断,发送相应的调节指令至车灯模块;舵机模块将主控模块发出的调节指令进行识别处理,通过改变舵机的角度实现灯光不同角度的变化;显示模块用于接收调节指令,并根据接收到的调节指令对车灯的照射角度、灯光角度和灯光分裂情况进行实时调节。

该系统网络化是指客车正常运行时,驾驶员可通过我司PC端网络与整车控制器进行数据传输,经整车控制器与前照车灯的串口通信,设置相应的参数来调节灯光的照射效果;同时可通过我司技术中心中央显示屏实时监测系统的各项性能指标是否准确,若出现故障,我司相关工作人员可通过远程控制进行指导,从而实现该系统的智能网络化控制^[6]。

该控制系统解决了客车传统前照大灯视线受阻、视野盲区、灯光分裂的难题,减少了控制系统的复杂程度和多种线束铺设的走向问题,非正常路况下通过网络化地图实现了智能客车提前识别提醒以及精准判断的可靠性,提高了智能客车夜间行车的安全性,实现了车灯的网络化智能控制。

2 控制系统设计

2.1 系统工作原理

该控制系统是通过路况采集、信息识别、数字转换、指令传输的顺序进行灯光识别照射。在前照车灯的内部安装有四回路舵机,以控制不同LED灯的程度和方向;控制开关安装在驾驶室控制面板上,驾驶员可根据个人习惯选择手动模式或自动模式^[7]。同时,对于自动驾驶或无人驾驶客车,通过增加远程智能面板来应对会车、行人等突发路况,从而进行路况识别、判断等相关功能的布置与设计。

控制模块程序初始化后,控制系统首先判断蓝牙模块是否连接成功,若连接失败则重新连接;若连接成功,则读取移动终端行车地图的信息。其次控制模块主要识别光强检测传感器发送的电流信号^[8]、客车周围的光照情况及客车周围行车路线数据。主控模块基于先前获取的各项信息进行内部识别处理,对灯光进行各项指令的传输。另外,通过手机APP可以调控主控制器对路况进行判断识别,保证夜间行车、恶劣天气驾驶的安全性。

2.2 控制系统参数功能

该系统的具体控制对象为前照车灯运行参数,控制精度要求高,误差范围在1~10 ms。系统各控制参数的功能见表1。

表1 系统控制参数

控制参数	功能
校准	根据系统识别路况,自动调节车辆前照灯的亮度和角度
时间	根据相关路况对应前照车灯响应时间
电感	防止输出电流过大,保障电感电流的纹波
电流	通过搭建恒流辅助电路保证控制系统电流输出稳定

2.3 硬件设计方案

本系统采用STM32F407主控芯片,光强检测模块、摄像头模块、蓝牙模块、稳压模块、舵机模块、主控模块等经相关线束进行连接控制,显示模块经串口通信进行识别。主控芯片STM32F407是32位单片机,其优点是成本低、性能高、损耗小。其基于最新的ARM Cortex M4内核,运行速度提高近百倍,主频高达168 M,具有512 KB的FLASH以及196 KB的RAM,支持多种不同的串口。同时CAN总线可通过点对点,一对多,全局控制多种方式进行传送和接收数据,实现全分布式多机系统^[9-10]。CAN总线直接通信距离最远可达10 km。

该设计方案将外部传感器采集的路况信息通过主控芯片STM32F407进行内部处理,将模拟量转化为数字量进行分析识别控制,通过CAN总线给出车灯显示模组,前照车灯根据接收到的指令进行不同强度、不同角度的照射,以此达到智能客车前照车灯360°智能识别控制。其硬件结构方案如图1所示。

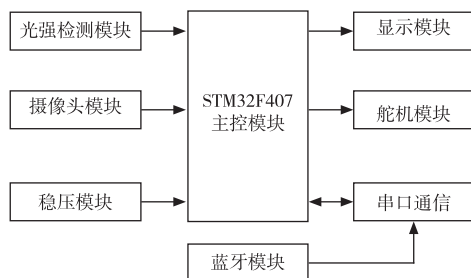


图1 硬件结构方案

2.4 软件设计方案

该系统软件由Keil uVision5和E4A软件工具进

行编程设计^[11],通过 E4A 编程申请网络地图密钥,调取网络地图路况信息进行程序处理,并将处理好的信息通过蓝牙模块发送到主控芯片 STM32F407,由其进行识别和内部程序处理,然后将相应的执行命令发送到前车灯模组,继而发出相应的灯光指令,实现前照车灯的智能控制。

系统控制程序首先对主程序进行初始化,然后判断蓝牙是否匹配成功,若匹配成功则进行下一步指令,读取网络地图信息;若匹配失败则返回,重新进行程序初始化;读取到的网络地图路况信息^[12]、光强检测信息、摄像头数据采集信息由 STM32F407 主控芯片进行分析识别处理,若路况信息符合实际路况,则进行下一步指令,分别是通过 OLED 显示相应数据以及实现网络化车灯的自动调节;若路况信息与实际路况不符则返回,重新读取网络地图信息;软件设计方案如图 2 所示。

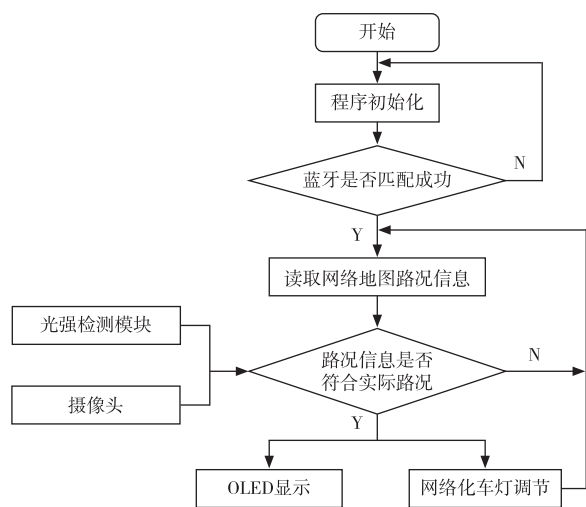


图2 软件设计方案

3 测试验证

3.1 光强测试

实际测试过程中,主控模块发给显示模块相应的灯光指令,传输过程通过程序报文进行指令发送、接收、计算,将需求反馈给电机以控制灯光的角度,根据外界实际状况将灯光强度反馈给大灯进行光强照射。

采集一段夜间行车相对光照强度与波长的关系,如图 3 所示,图中曲线显示在波长相对短的时候光照强度达到顶峰,随着波长的不断增加,中间光强会有

一个起伏的状态,之后光强随着波长的增加不断降低。以此来实现前照车灯在不同光照强度下的智能控制。

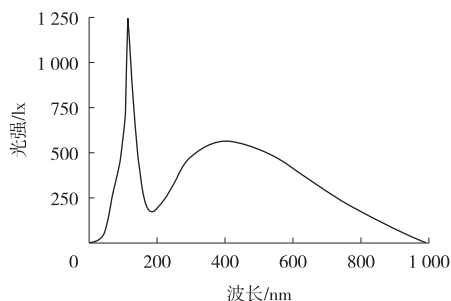


图3 相对光照强度曲线

3.2 调光特性测试

输出电流是整个控制电路能安全稳定运行的核心参数,对输出电流的控制主要是通过程序控制来调节设置相应的参数值。将客车路试采集的多组数据取平均值作为该显示模块的平均输出电流,如图 4 所示,该平均数值能够准确反映前照车灯模组的相应数据。

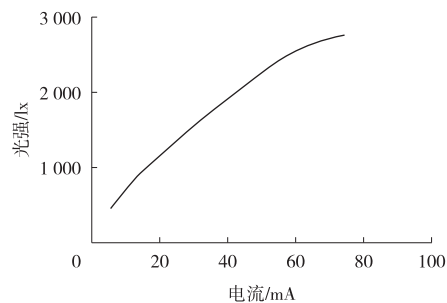


图4 输出电流与光强平均值曲线

由图 4 可知,输出电流与整车相对光照强度的关系符合实际状况,主要表现为随着输出电流的不断增大,前照车灯的光照强度也不断增大。正常状况下前照车灯的光强是稳定不变的,图 4 反映了复杂路况环境下前照车灯所做出的反应。

图 5 是针对行车转弯、灯光分裂、视野盲区等路况时的调光特性曲线。由图 5 可知,随着 PWM(调光亮度)信号百分比(亮度增强的比重)的不断增大,输出电流也不断升高,主要原因是复杂路况下车灯模组需要通过调节 PWM 内部占空比做出快速的反应^[13-14],从而实现从 0%到 100%的亮度调节,且不存在偏色问题,发热较低,更加省电,降低损耗。

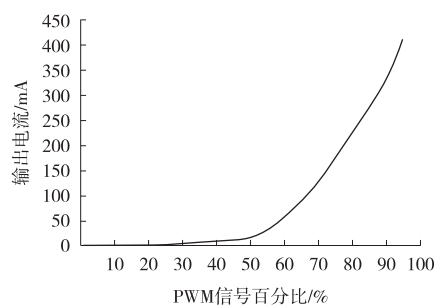


图5 PWM调光特性曲线

4 结束语

本文以智能客车为基础,对其网络化前照车灯进行了开发^[15],对车灯照射角度、灯光亮度和灯光分裂情况进行了改进,采用硬件设计与程序控制对整车大灯模块进行了优化设计,验证了整车灯光性能,提高了智能客车夜间行车的安全性,实现了网络化车灯的智能控制。

参考文献:

- [1] 杨世春,肖赞,夏黎明,等. 自动驾驶汽车平台技术基础[M]. 北京:清华大学出版社,2020:13-19.
- [2] 许耀华,王文字,宋文凤. 基于摄像头的无人驾驶车辆的道路检测[J]. 汽车实用技术,2018(4):35-37.
- [3] 哈尔滨融美科技有限公司. 一种基于嵌入式MES数据采集处理装置:202222375539.8[P]. 2023-02-14.
- [4] 刘振东. 基于ARM的嵌入式软硬件系统设计与实现[J]. 信息记录材料,2018,19(4):105-106.
- [5] WANG Renbiao. The design of motor precision positioning system based on STM32 single chip microcomputer[J]. Journal of Physics:Conference Series. 2018,1087(6):1-6.
- [6] 赵金栓. 基于图像信号与无线通信信号融合的室内定位技术分析[J]. 中国新通信,2021,23(11):17-18.
- [7] 杨丽艳,李虹,柏艳红. 基于RTWT的自动控制原理实验设计与实现[J]. 实验技术与管理,2015,32(6):123-126.
- [8] 王鑫. 工业CT探测器光电流信号放大及转换特性研究[D]. 重庆:重庆大学,2011.
- [9] 陈支,蒋瑞斌. 新能源汽车CAN总线异常仿真分析及试验验证[J]. 电子器件,2023,46(4):965-972.
- [10] 王悦,张昕. 新能源汽车仪表盘的CAN总线通讯研究[J]. 内燃机与配件,2021(21):22-23.
- [11] 陈卓,孙建军. 基于地图内容特征的网络地图服务分类方法研究[J]. 测绘与空间地理信息,2023,46(6):169-171.
- [12] 张益,徐文超,王雷,等. GIS地图在电源规划场景中的应用[J]. 现代科学仪器,2021,38(2):216-221.
- [13] 海纳川海拉(三河)车灯有限公司. 一种基于PWM占空比的电机控制系统:202223154496.7[P]. 2023-08-01.
- [14] 张洁,何文涛,刘亚. 集成多种PWM调制的直流无刷电机控制系统设计[J]. 电子设计工程,2022,30(1):61-65.
- [15] 中通客车股份有限公司. 一种智能客车网络化前照车灯控制系统及方法:202310402695.5[P]. 2023-07-14.