

车用自适应前照灯系统设计与研究

钱向明

(金华职业技术学院 机电工程学院, 浙江 金华 321017)

摘要: 为了实现前照灯系统能够自动根据车辆行驶状态灵活调整光轴位置和光照形式, 结合车辆行驶特点, 以国标 GB7454 - 1987 和 CAN2.0 通讯协议为设计准则, 综合采用了控制器局域网(CAN)总线技术、传感器技术、控制技术, 完成了自适应前照灯系统硬件及软件设计, 并进行了实验室 CAN/LIN 台架试验和实车试验。台架试验表明, 该系统的测试精度满足国标规定的使用要求, 实车试验也表明, 装配有自适应前照灯系统比未装配自适应前照灯系统的光照区域范围更加合理, 极大地提高了行车安全性。

关键词: 车辆; 自适应前照灯; 控制器局域网总线; 试验

中图分类号: TH69; U463.65

文献标识码: A

文章编号: 1001 - 4551(2010)07 - 0104 - 04

Design and research of vehicle adaptive front-lighting system

QIAN Xiang-ming

(College of Mechanical & Electrical Engineering, Jinhua College of Profession and Technology, Jinhua 321017, China)

Abstract: Aiming at that beam axle position and illuminating form can be automatically adjusted through the front lighting system according to vehicle traveling state, combined with characteristic of vehicle traveling, GB7454 - 1987 and CAN2.0 protocol were taken as design standard, software and hardware of adaptive front-lighting system (AFS) were designed with integrated application of controller area network (CAN) bus technology, sensor technology and control technology, the system was tested by means of CAN/LIN bench test in the laboratory and real vehicle test. Bench test results indicate that precision of system meet the prescribes of national standard. Real vehicle results indicate that illuminating area with adaptive front-lighting system is more reasonable than without such system, so driving safety is greatly improved.

Key words: vehicle; adaptive front-lighting; controller area network(CAN) bus; test

0 引 言

有统计表明, 90% 的交通事故是由于人的因素造成的, 危险来源于复杂的交通状况, 包括不合理信息、缺少信息以及过度紧张等^[1]。灯光是夜间和雨雾天气驾驶员仅有的信息载体, 它让人们更加清楚地了解交通状况, 判断可能存在的危险并及时采取措施。有统计表明, 在欧洲由于照明引起的交通事故(即如果在白天或者说照明条件好则交通事故完全可以避免)达到 30% 以上^[2]。

车辆自适应前照灯系统(Adaptive Front-light System, AFS)是使会车用前照灯(即近光灯)的光照射线

随车辆行进方向作水平方向偏转, 并根据车辆的俯仰作垂直方向的调整, 为驾驶员在路口、弯道及颠簸不平的路面提供最佳的照明效果^[3]。在国外, AFS 系统已经开始得到广泛应用, 然而由于进口的 AFS 系统大多为生厂商本国道路考虑, 而且国内道路状况与国外差别较大, 另外, 进口的 AFS 系统价格也非常高, 因此进口 AFS 系统在国内的普及应用存在的阻力较大^[4]。

目前, 国内对 AFS 系统的研究还较少, 基本上还停留在仿真试验阶段, 在为数不多的涉及 AFS 系统的试验研究中, 主要采用信号单线通讯, 线束数量较大, 不仅给整车线束集成和分类带来困扰, 而且由于需要依赖较多的硬件辅助, 导致信号传输存在迟滞现象。

保只有预先定义的信息会被验收并保存到接收缓冲器中。如果中断使能,只有这些已验收的信息会产生接收中断,从而减少 CPI 服务于 CAN 的处理时间。软件设计总体思路如图 2 所示,CAN 节点初始化工作流程如图 3 所示,限于篇幅,报文发送和报文接收流程此处略去。

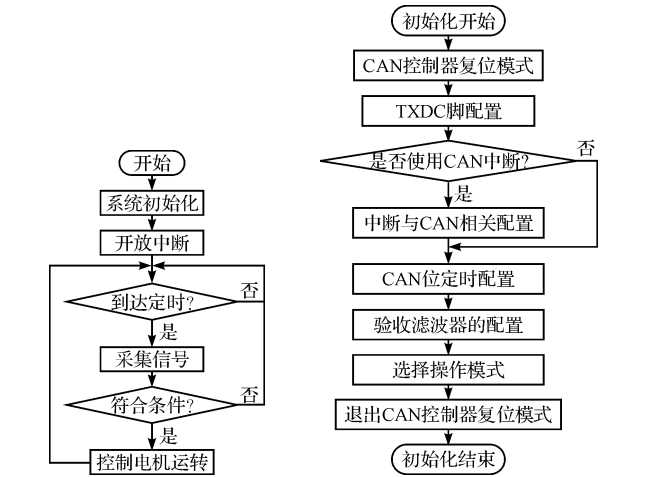


图2 系统软件设计总流程

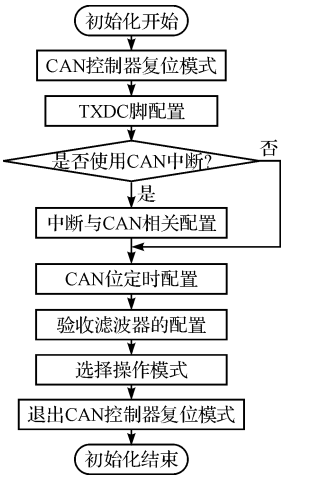


图3 CAN 节点初始化流程图

系统数据链路层的参数设定遵循 CAN2.0 的应用层协议,动态分配通道建立的报文格式如表 2 所示,表中 ID 为发送节点的通道建立环节的 ID,DA 为接收节点的地址,Opcode 为通道建立请求,参数的解释根据通讯协议的相关定义,此处不详述。通过通道标识符进行传输的信息帧协议数据单元格式如表 3 所示(表中标有“-”的字节不能发送,信息帧的长度必须同控制器匹配)。表中 TPCΠ 字节定义如表 4 所示(表中:DT 为数据传输帧,EOM 为信息发送结束标志(0-尚未结束,1-结束),Ack 为确认帧,CT 为连接测试帧,BR 为中断通信帧,DC 为断开连接信息帧,CS 为建立连接请求帧)。

表 2 动态分配通道报文格式

ID	Byte1	Byte2	Byte3……Byte7
	DA	Opcode	参数

表 3 信息帧协议数据单元格式

TPDU 类型	TPDU 的字节							
	0	1	2	3	4	5	6	7
DT	TPCΠ	D/-	D/-	D/-	D/-	D/-	D/-	D/-
Ack	TPCΠ	-	-	-	-	-	-	-
CS	TPCΠ	TPC12	T1	0xFF	T3	0xFF	-	-
CA	TPCΠ	TPC12	T1 *	0xFF	T3 *	0xFF	-	-
CT	TPCΠ	-	-	-	-	-	-	-
BR	TPCΠ	-	-	-	-	-	-	-
DC	TPCΠ	-	-	-	-	-	-	-

表 4 TPCΠ 字节定义

TPDU 类型	TPDU 的字节							
	7	6	5	4	3	2	1	0
DT	0	0	AR	EOM		SN		
Ack	1	0	RS	1		SN		
CS	1	0	1	0	0	0	0	0
CA	1	0	1	0	0	0	0	1
CT	1	0	1	0	0	0	1	1
BR	1	0	1	0	0	1	0	0
DC	1	0	1	0	1	0	0	0

4 试验研究

4.1 台架试验

本研究运用实验室的 CAN/LIN 网络试验台模拟了实际车辆的行驶状况(如图 4 所示)。将上述数学模型按照软件设计的工作流程转换成 C 代码后写入 AFS 控制器。根据国标《GB7454-1987 机动车前照灯使用和光束调整技术规定》的要求,系统初始参数的设置如表 5 所示(其中状态 1 为转向系统右偏时,左侧灯光保持原位,状态 2 为转向系统左偏时,右侧灯光保持原位)。



图 4 CAN/LIN 网络试验台

表 5 初始参数设置

启动车速	25 km/h
停止车速	10 km/h
开始时方向盘最小角度	13°
关闭时方向盘最小角度	8°
状态 1 时最大转动范围	16°
状态 2 时最大转动范围	5°

测试在特定方向盘角度和车速时前照灯的自适应调整转角,试验数据如表 6 和表 7 所示。其中,方向盘角度及对应车速下的前照灯设计角度均依照《GB7454-1987 机动车前照灯使用和光束调整技术规定》的要求设定。对比表 5 数据可知,启动车速转角满足设定要求,且在系统转向一侧时,另一侧的光轴维持在原位,试验值和理论计算值之间的最大误差为 0.4°,满足 GB7454-1987 规定的使用要求^[12]。

表 6 左侧前照灯转角试验

试验号	方向盘转角 /deg	车速 /(km/h)	设计角度 /deg	试验角度 /deg
1	-30	5	0	0
2	-210	25	4.8	4.6
3	-60	40	3.8	3.7
4	-115	60	4.2	4.0
5	-5	80	0	0
6	-30	100	2.3	2.5
7	30	30	0	0

表 7 右侧前照灯转角试验

试验号	方向盘转角 /deg	车速 /(km/h)	设计角度 /deg	试验角度 /deg
1	30	5	0	0
2	210	25	14.7	14.5
3	60	40	8.8	8.4
4	115	60	12.1	12.5
5	5	80	0	0
6	-30	100	5.8	6.1
7	30	30	0	0

4.2 实车试验

本研究将系统安装到某国产轿车上,并分别在某试验场进行弯道试验和高速试验。弯道行驶状态下,安装有前照灯自适应系统和未安装前照灯自适应系统的灯光效果对比如图 5 所示,由图可知,安装有前照灯自适应系统者能提供更好的视觉效果,消除了传统方式直线照明在弯道上的部分盲区。车辆高速行驶状态下,安装有前照灯自适应系统和未安装前照灯自适应系统的照明效果对比如图 6 所示,可以看出有前照灯自适应系统者在高速行驶状态能够自动识别并给出更为宽广的照明,方便驾驶员更早地发现前方的障碍物,从而避免了交通事故,提高了驾驶安全性。

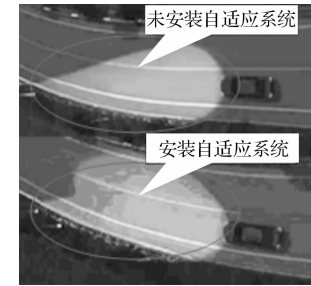


图 5 弯道行驶

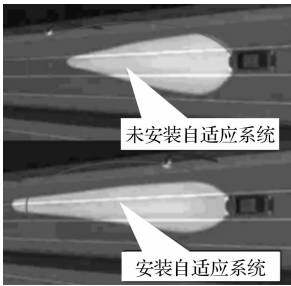


图 6 高速行驶

5 结束语

(1) 自适应前照灯系统能够自动根据车辆的具体行驶状态调整前照灯的偏转角度和位置,因此,提高了光源的利用率、避免了光污染,极大地提高了车辆行驶安全性。

(2) 本研究采用 CAN 总线技术进行整体信号的传输和控制,根据 CAN2.0 通讯协议进行通讯帧定义,不仅避免了大量线束的运用,而且有益于确保信号传递同步性。

(3) 实验室 CAN/LIN 台架试验表明,系统的前照灯试验偏转角度和设计角度的最大误差为 0.4°,满足国标的要求。

(4) 实车试验表明,装配有自适应前照灯系统的车辆相对于未装配有自适应前照灯系统的车辆在弯道行驶时能够消除部分盲区,具有更好的视觉效果,在高速行驶时,装配有自适应前照灯系统的车辆能够使驾驶员更早地发现前方障碍物。

参考文献(References):

[1] 郑志军. 智能前照灯系统的发展[J]. 中国照明电器,2006(6):8-11.

[2] 雷雨海. 前照灯智能化控制[J]. 交通科技与经济,2004(5):42-43.

[3] 侯小梅,刘建勋,李 洋. 车辆前照灯随动转向控制系统边界条件研究[J]. 重庆交通大学学报:自然科学版,2009,28(2):298-301.

[4] 崔惠中,关志伟. 智能前照灯(AFS)系统研究现状[J]. 天津工程师范学院学报,2008,18(1):47-54.

[5] 房 旭,姚 勇,刘 军,等. 智能汽车前照灯系统(AFS)研究[J]. 天津汽车,2006(4):17-20,24.

[6] FUKAD Y. Slip-angle estimation for vehicle stability control[J]. **Vehicle System Dynamic**,1999,32(4):375-388.

[7] 刘建勋,邓天民,杨 磊. 车辆前照灯随动转向规律分析与研究[J]. 客车技术与研究,2008(3):9-13.

[8] ZUCCARELLO F, BATTIATO V, CONTARINO L, et al. AFS dynamics in a short-lived active region[J]. **Astronomy and Astrophysics**,2005,442(2):661-671.

[9] 戎 辉,龚进峰,曹 健. 自适应前照灯运动学建模及系统开发[J]. 车辆工程,2008,30(12):1079-1082.

[10] DUBROVIN A, LELEVE J, PREVOST A, et al. Application of real-time lighting simulation for intelligent front-lighting studies[J]. **Vehicle System Dynamics**,2000,25(17):333-345.

[11] LIU Xiao-dong, ZHANG Qing-ling, WANG Yan. AFS fuzzy logic system and its applications to fuzzy information processing[J]. **Journal of Northeastern University**,2002,23(4):321-324.

[12] 国家标准化工作委员会. GB7454-1987,机动车前照灯使用和光束调整技术规定[S]. 北京:中国标准出版社,1987.