

基于激光传感器的自主循迹智能车设计

王玲玲 王宏

(海军航空工程学院控制工程系 烟台 264000)

摘要: 在智能机器人路径识别传感器中,激光传感器由于其精度高、实时性强的优点被广泛使用。针对需要识别黑白路径的智能车,设计一组共18个激光传感器组,并在传感器布局和路径识别算法中将激光头分成3组形成分时复用,通过寄存器赋值用以区分黑线的不同位置。而后根据寄存器的值,分别调试出舵机的期望脉冲值和当前脉冲值,通过二者作差从而获得方向控制的偏差值,并对偏差采取PD控制。实际调试表明,所提传感器布局、路径识别和处理方法可以有效识别道路信息,并使得智能车方向控制精确平稳。

关键词: 激光传感器;智能车;路径识别;路径处理

中图分类号: TN247 文献标识码: A 国家标准学科分类代码: 510.8060

Design of intelligent vehical with independent tracking ability based on laser sensor

Wang Lingling Wang Hong

(Department of control engineering, Naval Aeronautical and Astronautical University, Yantai 264000, China)

Abstract: in the sensors used for path recognition in intelligent robot, the laser sensor is widely used because of its high precision and strong real-time. In this paper, for the intelligent vehicle which needs to recognize the black and white path, a set of 18 laser sensors were designed. And in sensor placement and path identification, these laser sensors were divided into 3 teams for time sharing multiplexing, and different values were assigned for different black wire positions. Then for different values, the desired pulse values for steering engine and current pulse values were debugged. With the difference of these two pulse values, the error was obtained. Thus PD control was adopted. Finally, it was shown by practical debugging that this layout of sensors, path identification and processing method can effectively identify the road information, and make the direction control accurate and smooth.

Keywords: laser sensor; intelligent vehicle; path recognition; path processing

1 引言

激光传感器是在路径识别、距离判断、壁障等功能需求中应用最为广泛的传感器之一^[1]。当激光传感器发射激光照到路径上时,会根据照射面的深浅不同反射回不同强度的光线。通过设计相应的电路,将不同强度的光线变成单片机可识别的0、1信号,从而识别照射区域的信息^[2-5]。

本文将激光传感器应用在四轮智能车中,通过设计电路、编制相应的路径识别算法,并在方向控制中采取PD算法,使得智能车能够自主循迹,实现方向的平稳精确控制。

2 系统总体框图

本系统需要识别的路径由白色KT板铺设,道路宽度不小于45cm,在道路两侧贴有宽度为 25 ± 5 mm的黑色

线,道路整体铺设在黑色或深蓝色幕布上^[5],如图1所示。

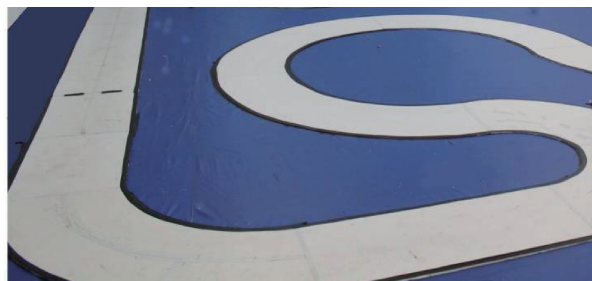


图1 道路信息

系统硬件总体框图如图2所示。除单片机最小电路之外,还需要有引脚实现人机交互(按键、显示、报警、指示等)、路径信息采集(激光头)、车速信息采集(编码器)、转向

控制(舵机)、电机驱动等。另外,对于上述选择的电子器件,根据其供电电压设计供电电路^[1-2]。

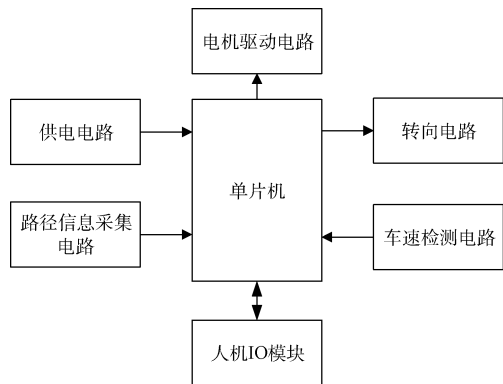


图 2 系统硬件结构

3 传感器布局

激光传感器由两部份构成,发射部分和接收部分。由于道路两侧为黑线,因此将激光管按一字型均匀分布于两侧,如图 3 所示。实际电路中,采用 3 个发射管对应一个接收管,并由程序设计实现分时接收。

图 3 中,共 6 组 18 个发射管,分别由 6 个 IO 口 PA0~PA5 加以控制。若 IO 为低电平,则激光管点亮。其中 PA0 控制激光管 J1J2J3,PA1 控制 J4J5J5,以此类推。激光管在使用中根据调制原理,只能接收同频率的光,因此分配 IO 口 PB0~PB5 作为 6 个接收管的端口。其中 PB0 接收激光管 J1J4J7,PB1 接收 J2J5J8,以此类推。若 PB0~PB5 为高电平则为白色区域。

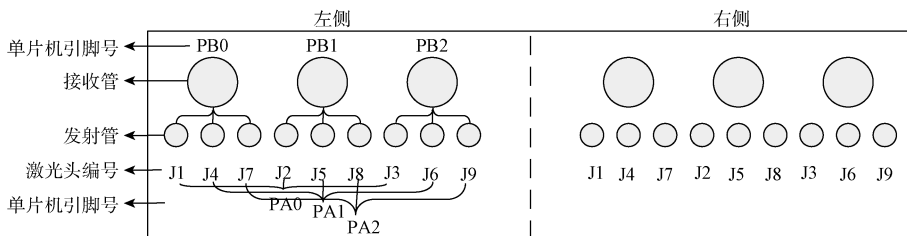


图 3 激光管布局

4 软件设计

4.1 路径识别子程序

在 PIT 模块中,采用定时中断的方式,每 10 ms 一个中断,读取并识别路径信息。在电路设计中,由于是 3 个不相邻的发射管发射激光,由一个接收管接收同频率的反射光,因此如果需要读取所有的激光头的反射信息,需要 3 轮的读取操作,如表 1 所示。为了区分不同激光管,以区别不同位置,将读取信息根据激光头排列依次存入相应的存储位置^[6]。

表 1 三组激光头采集数据记录表格

	PB0	PB1	PB2	PB3	PB4	PB5
第 1 轮 存储数组	a[1]	a[4]	a[7]	a[19]	a[16]	a[13]
读取 黑线记录	-2 ⁰	-2 ³	-2 ⁶	2 ⁸	2 ⁵	2 ²
第 2 轮 存储数组	a[2]	a[5]	a[8]	a[18]	a[15]	a[12]
读取 黑线记录	-2 ¹	-2 ⁴	-2 ⁷	2 ⁷	2 ⁴	2 ¹
第 3 轮 存储数组	a[3]	a[6]	a[9]	a[17]	a[14]	a[11]
读取 黑线记录	-2 ²	-2 ⁵	-2 ⁸	2 ⁶	2 ³	2 ⁰

4.2 路径处理子程序

4.2.1 路径处理

通过上述的路径识别,先区分是直道还是弯道。传感

器布局时,当车为正中,激光头都打在白色赛道上,全部返回为 1,此时左右侧标志位 left 和 right 均为 0。当出现左弯,而此时舵机转角不变的话,置位右侧标志位 right;反之置位左侧标志位 left,如图 4 所示。

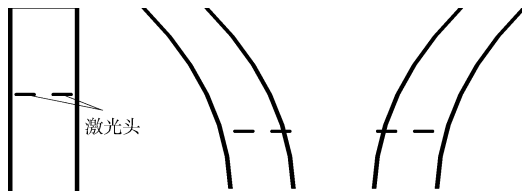


图 4 直弯道与激光头示意图

同时,根据上述表 1 中 18 个数组单元的值区分其转弯的程度。这种“程度”需要在实际调试中尽量匹配曲线的曲率。另外,由于赛道是两边黑线中间是较多白色区域,因此其数组区间的划分可以两端密,中间稀,从而提高程序运算效率,其流程如图 5 所示。其中,需要给出具体算法,当前位置与道路中线位置有偏离时,舵机需要有相应的转角以实现方向控制。以下给出由赛道中心线与当前位置中心线的偏差进行 PD 控制的具体算法。

4.2.2 方向控制

图 6 所示为激光投射侧视图。当智能车安装就位后,测出激光传感器安装位置的倾角 θ , 投射路径长度 l , 转向轴至投射点处的距离 R , 可以算出 D 值^[7-9]。

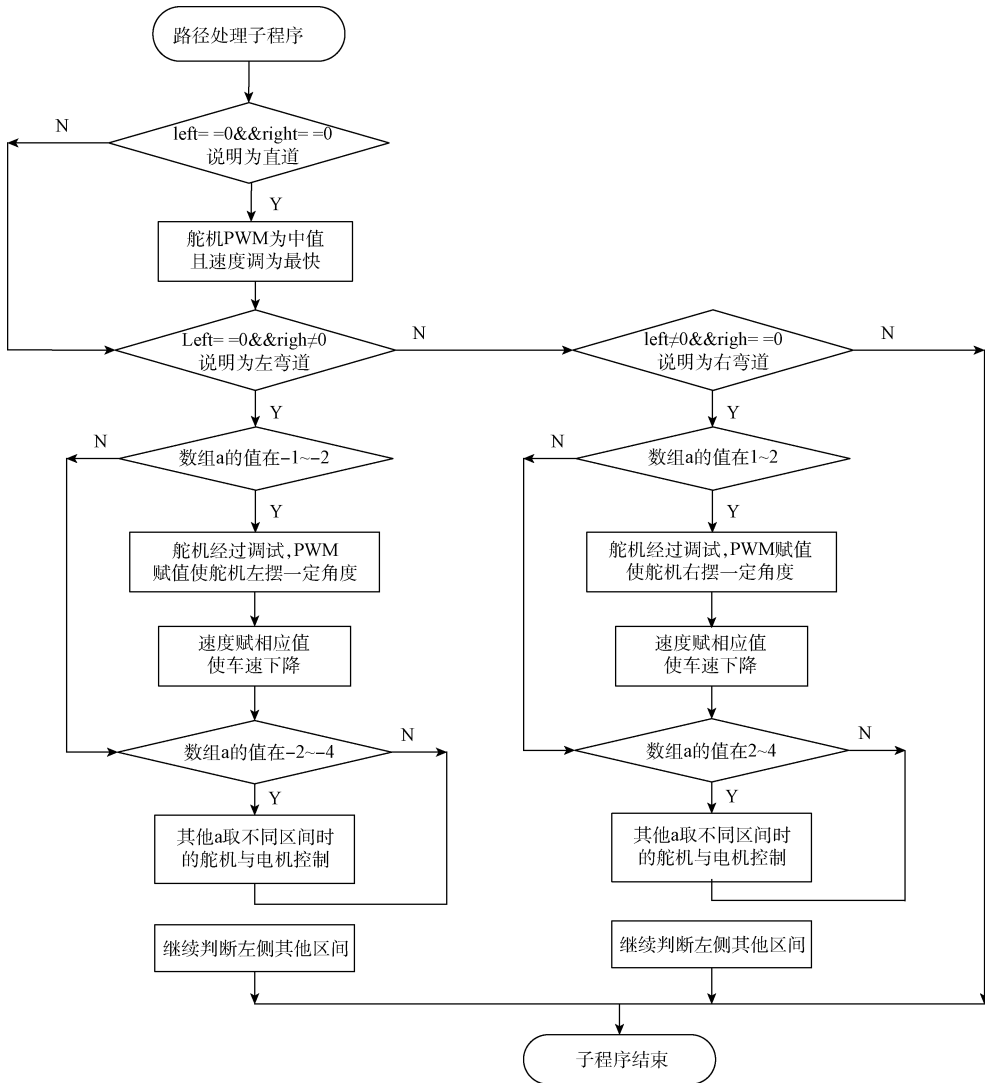


图5 路径处理算法流程

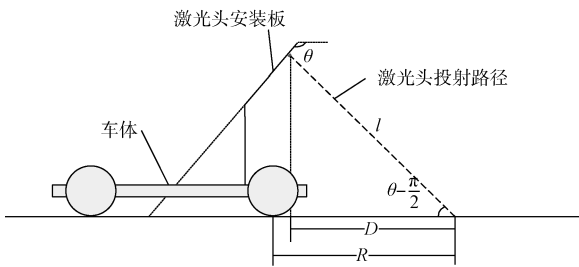


图6 激光头投射侧视图

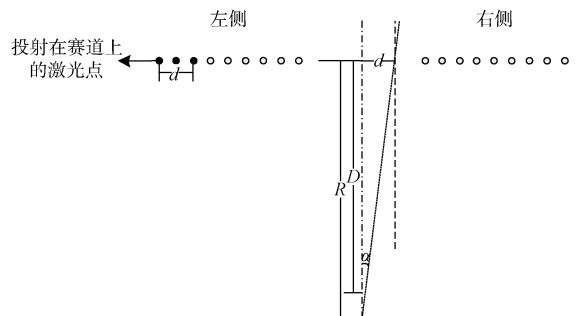


图7 激光头投射俯视平面图

图7所示为激光头投射在道路上的俯视平面图。根据表1,不同的激光头通过不同赋值加以区别。在图中,此时左侧灯打到黑线区域,表示前方为右弯。根据算法及参数的调试,可以取打到左侧黑线的最右侧的激光头为准,赛道的中心线往右偏移 d 个距离。由弧长和圆心角公式,

$\alpha = \frac{l_{rad}}{R}$, 可以算出现在舵机需要摆动的角度。其中 l_{rad} 为圆心角 α 对应的弧长。又经过每3次定时扫描, α 为很小的角度,因此有式(1)。

$$\alpha = \frac{d}{R} \quad (1)$$

根据舵机摆角与周期关系,由算得的 α 角即可得到此时舵机应该赋予的 PWM 值。本思路简单直观,但是这种方法需要对所有可能遇到的道路信息,都要精确地测算出 α ,从而使得程序的适应性较差。

如果由赛道中心线与当前位置的中心线间的偏差来代替角度进行 PD 控制。在图 7 中,偏差即为 d 。对该偏差量的大小采用比例系数控制舵机转向。微分控制中,可以通过存储连续 30 次采样所得到的黑线位置^[10],计算出相应的黑线位置变化率,进而根据这个变化率的大小,来调整微分系数,以控制舵机转向。当然对其也可采用增量式算法。

当然该方法在实际整定时,需要对不同路径进行大量调试。表 2 是经过调试后,方向控制的设置值与反馈值的关系,其中 7 450 为当前设备的舵机中值。当调整好,将设置值与反馈值做差,即得到方向控制的偏差值。

表 2 方向控制中偏差值的获取

黑线记录 B_p	黑线位置 (对应到激光头)	方向初值 (脉宽值)	方向反馈值 (脉宽值)
$-2^0 \sim -2^3$	PB0-PB1	7 700	$7450 - B_p * 80$
$-2^3 \sim -2^4$	PB1	8 400	$7450 - B_p * 40$
$-2^4 \sim -2^5$	PB1	8 600	$7450 - B_p * 38$
$-2^5 \sim -2^6$	PB1-PB2	8 600	$7450 - B_p * 16$
$-2^6 \sim -2^7$	PB2	8 600	$7450 - B_p * 8$
$2^0 \sim 2^3$	PB4-PB5	7 200	$7450 - B_p * 80$
$2^3 \sim 2^4$	PB4	6 300	$7450 - B_p * 40$
$2^4 \sim 2^5$	PB4	6 000	$7450 - B_p * 38$
$2^5 \sim 2^6$	PB3-PB4	5 700	$7450 - B_p * 16$
$2^6 \sim 2^7$	PB3	5 700	$7450 - B_p * 8$

5 结 论

本文从传感器布局、路径信息识别、路径信息处理这几个方面阐述系统以激光头为传感器的智能车系统实现

自主识别路径并跟踪黑线运行。通过实际调试表明,上述方法可以使智能车实现自主循迹,并且运行平稳。

当然,此方法仅能应用在直道、弯道等一般性道路上,而且通过上述可以知道,寄存器一共设置了 18 组参数,表 1 中仅使用了 10 组。其实对于简单道路,7 组即可够用。但对于复杂的赛道,还需要在路径识别的基础上,使用更多组的参数,进一步细化参数调试。

参 考 文 献

- [1] 郝立果,刘有涛,陈文亮. 基于自由摆的激光定位控制系统[J]. 电子测量与仪器学报,2013,27(4):381-386.
- [2] 余红英,杨杰. 基于 MC9S12XS128 的激光传感器循迹智能车控制系统设计[J]. 安徽工业大学学报:自然科学版,2014,31(2):177-182.
- [3] 罗强,徐文城,刘尧. 基于激光传感器的智能车路径识别系统设计[J]. 电气自动化,2012,34(5):88-90.
- [4] 王小明,黄辉,曾紫光. 激光智能车控制系统研究[J]. 机械设计与制造,2014(8):167-169.
- [5] 吴怀宇,程磊. 大学生智能汽车设计基础与时间[M]. 北京:电子工业出版社,2008.
- [6] 王玲玲,孙艳丽,王康. 基于激光传感器的路径识别算法与实现[J]. 电子设计工程,2016,24(4):26-28.
- [7] 刘振. 智能车激光路径寻迹追踪技术的研究[D]. 南京:南京理工大学,2012:30-45.
- [8] 吕建波. 基于激光传感器的自主寻径智能车设计[J]. 现代电子技术,2012,35(13):146-148.
- [9] 应欢,王少平. 提高脉冲激光测距精度的方法研究[J]. 电子测量技术,2014,37(10):25-28.
- [10] 雷鸣,吴琳琳,刘生峰. 激光辅助智能车障碍物探测方法研究[J]. 西安工业大学学报,2015(1):39-44.

作 者 简 介

王玲玲,硕士、讲师,主要研究领域为控制系统仿真与实现。

E-mail:lingling0711@163.com