

坡道识别方案比较及改进

刘志军 于文科 吴明春

摘要:

坡道的准确识别是保证智能车快速、稳定跑完全程的关键。对其坡道识别进行设计,通过对智能车在坡道上的各种状态分析,出现故障的反复试验,简要阐明了各种电路的优缺点。

关键词: 传感器; 坡道识别;

Abstract:

The key to ensure that the smart car is fast and stable in the whole run is the accurate identification of ramp . We designed several recognitions of the ramp. Through the smart car on the various state analysis and the failure of trials we briefly stated the advantages and disadvantages of proposals.

Keys: Sensor ; Identification of ramp;

引言

“飞思卡尔”杯全国大学生智能汽车竞赛是以赛车现场成功完成赛道比赛时间为成绩,因此,赛车在赛道上快速、稳定跑完全程至关重要,而坡道则是一直困扰优秀队伍的难点。对于光电管竞赛组别来说传感器的个数有限,如何能够充分利用资源,又能够识别出坡道,是一个很棘手的问题。

1. 坡道识别的一般考虑

对于讨论坡道识别,许多队伍都在逃避此问题,都采用“盲过”,即传感器不扫描,舵机直接打一个角度行驶过去。当坡道处于长直道中间时,是可以采用此方法,但如果坡道前的直道不够长,很有可能出现车身还没打正,就已经进入坡道,这样车就很容易冲出赛道。为此,本组对坡道进行了深入分析。

2. 可行性分析

许多队伍都已经利用各种传感器识别出坡道,利用不同的方案都会有各自的优缺点,为了能让智能车在赛道上准确识别出坡道,对一些常用的传感器作一一试验,通过比较找出适合自己赛车的方案。

3. 方案选择

LED 组比赛队伍识别坡道通常可分两类:自身传感器识别、利用辅助传感器识别。自身传感器识别又分为模拟量识别和数字量识别。辅助传感器识别主要有角度传感器识别、加速度传感器识别、超声波测距、光电传感器识别等。

自身传感器识别的优点是充分利用资源,既可以用作寻迹又可以识别坡道,不需硬件电路,缺点是算法要求高,易误判。

辅助传感器识别的优点是识别准确，缺点是浪费传感器个数，有些传感器需要复杂的外围硬件电路，才能达到要求。

3.1 自身传感器模拟量识别

对于大多数智能车采用 LED 寻迹，LED 发出红外线，照射到赛道上，利用漫反射原理，采用与发射管配对的接收管采集反射回来的红外光线，采集得到的模拟电压，送回单片机的 AD 口，由于红外线照射到黑色区域和白色区域反射回来的红外线有明显的不同，因此可以区分出黑线与白板，如图 3.1 所示。

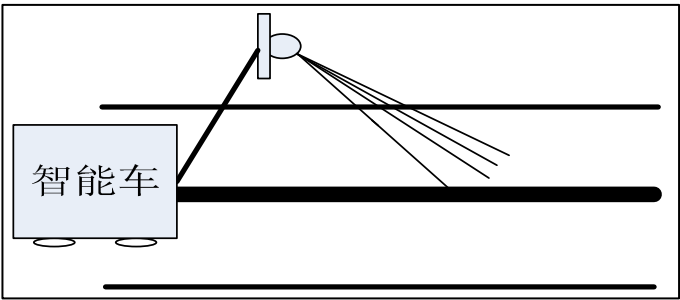


图 3.1 智能车识别赛道信息

利用此反射原理同样可以分辨出上坡与下坡，车在进入上坡时，如图 3.2，红外线照射距离变近，当照射白板时，AD 口采集到的模拟电压一致比在平地上大，当照射到黑线上时，AD 口采集到的模拟电压一致比在平地上小，并且会在一小段时间内保持相同的状态，这样就不会由于智能车在行驶时由于传感器支架抖动而误检测，利用此方法便可识别出上坡。

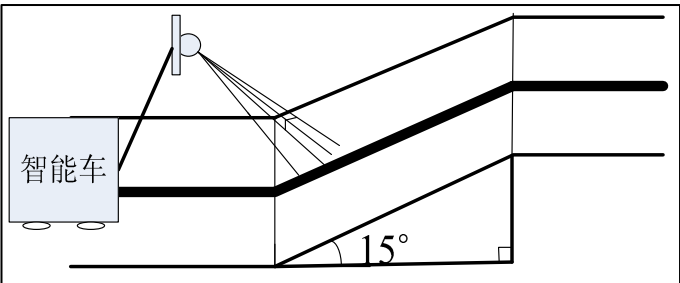


图 3.2 智能车采集上坡信息

下坡检测原理与上坡检测原理相同，如图 3.3。

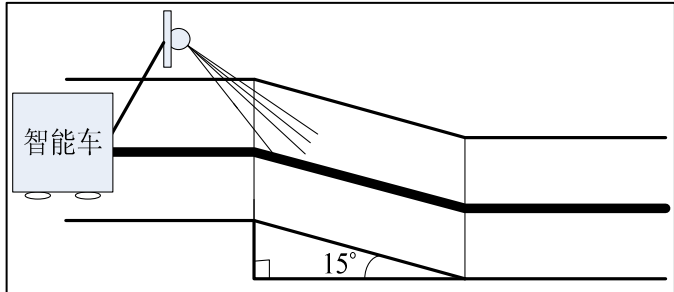


图 3.3 智能车采集下坡信息

表 3.1 为智能车在坡道行驶过程中采集到的数据，采用 12 个光电管进行 AD 采样，再进行归一化处理，得到的实测数据。

表 3.1 模拟采集过坡数据变化表

平地--上坡											
88	86	82	90	88	26	22	76	88	87	82	80
100	95	95	100	86	12	15	88	98	89	86	100
100	100	100	100	82	8	13	95	100	100	100	100
100	100	100	100	83	2	5	88	100	100	100	100
100	100	100	100	86	0	0	72	100	100	100	100
98	89	91	100	82	0	0	65	87	90	91	95
88	95	95	99	82	5	13	91	95	94	90	98
上坡--坡顶											
90	96	88	76	84	13	26	76	81	72	84	83
86	84	82	70	76	36	42	68	78	70	84	81
84	87	82	79	75	34	40	72	75	78	80	81
88	90	92	81	70	25	28	78	80	88	90	78
90	98	91	92	81	15	16	79	82	94	95	90
90	100	94	95	90	2	0	80	90	100	97	95
99	100	100	100	94	0	0	98	100	100	100	100
坡顶--下坡											
82	84	88	81	72	29	32	80	84	82	81	86
80	80	82	75	70	30	38	80	80	78	72	74
76	72	72	71	80	33	44	78	79	72	71	75
81	83	80	88	81	24	27	80	84	81	83	86
84	89	82	95	84	16	20	84	81	82	88	87
87	90	92	95	89	5	10	87	90	92	98	94
88	92	95	100	94	0	0	84	94	97	100	99
下坡--平地											
89	92	99	98	93	1	0	86	90	98	97	91
87	90	95	91	86	3	5	87	89	94	91	90
83	78	72	74	70	10	12	84	85	90	88	82
81	80	75	75	81	9	16	82	86	87	84	89
90	94	92	94	93	8	8	84	85	82	90	94
100	100	100	95	96	0	0	92	99	100	100	100
100	100	100	100	94	0	0	96	100	100	100	100

3.2 自身传感器数字量识别坡道

由于数字量只是采集一个点, 故一般参赛队不会采用数字量信息识别坡道, 而本设计采用激光传感器, 利用采集到的是数字量道路信息, 同样识别出坡道。下面将简单介绍其中的设计方法。

虽然数字量采集没有模拟量采集的准确，但是数字量数据抗干扰能力强，智能车在行驶过程中，不会由于车的振动而带来干扰，且其运算速度快，满足智能车高速行驶采集的要求。正由于以上优点，决定还是尝试采用数字量采集方案，对上坡部分、坡顶部分以及下坡部分采集的信息分别进行分析。通过分析发现智能车的传感器照射到上坡时，可以得到准确的赛道信息。当车身在上坡上，二传感器已照射到坡顶时，由于每个激光管的检测距离不一致，这个距离已经超过一些激光管的检测范围，从而导致出现与起跑线类似的信息，图 3.4 所示为起跑线处，图 3.5 表示激光管采集到起跑线状态的信息。为此进行了软件滤波，通过测试发现，坡道上含有起跑线状态，如测试状态表 3.2，但同时也发现它里面含有许多干扰信息，故当检测到起跑线状态后，再分析以后的一小段时间信息，如果是未知信息，就认为是在坡道上，此时必须滤除这些干扰信号，隔一小段时间继续检测，这样就可以防止智能车停在坡道上。

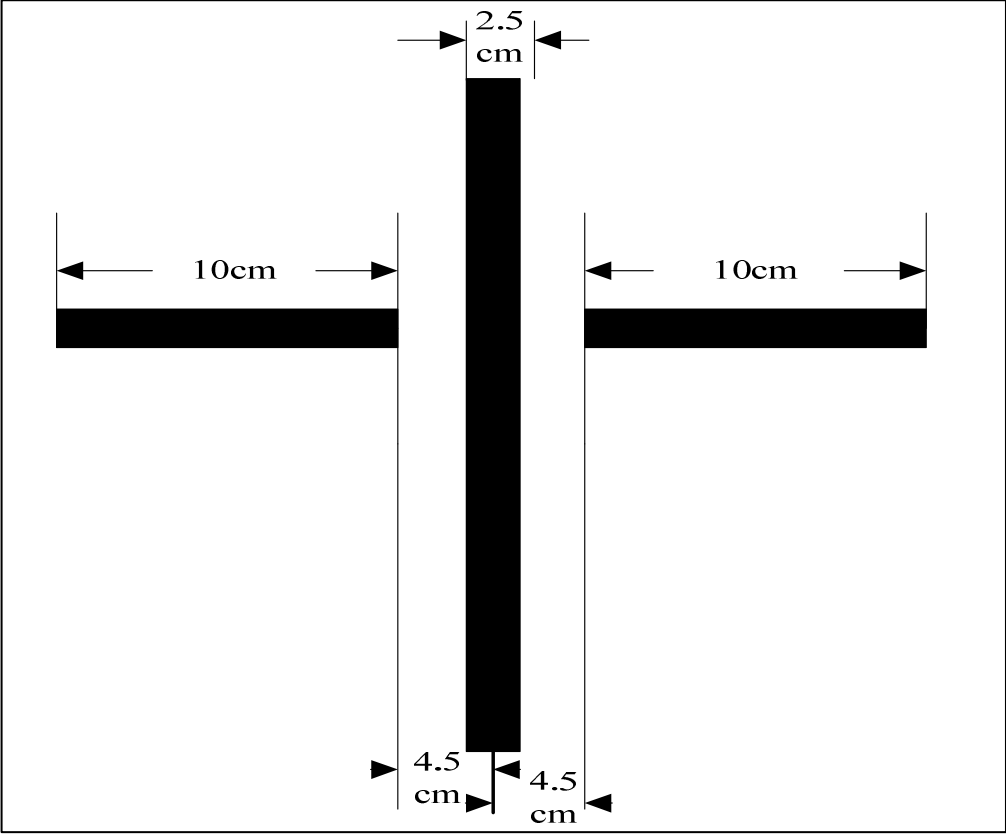


图 3.4 起跑线

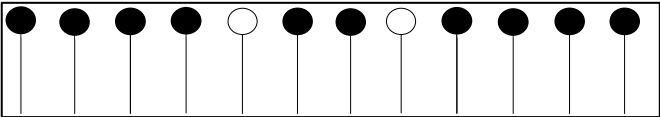


图 3.5 激光传感器采集起跑线的信息

表 3.2 数字采集过坡数据变化表

平地--上坡											
1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1
上坡--坡顶											
1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1
1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1
0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1
1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0
0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1
1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1
1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1
坡顶--下坡											
1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1
1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1
0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1
0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1
1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1
1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1
1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1
下坡--平地											
1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1
1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1
1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1
0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1
1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1
1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1
1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1
1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1

3.3 倾角传感器坡道识别

倾角传感器经常用于系统的水平测量，从原理上介绍可以分为，“固体摆”式、“液体摆”式、“气体摆”式。智能汽车主要采用“固体摆”式倾角传感器。“固体摆”式惯性器件固体摆在设计中广泛采用力平衡式伺服系统，如图3.7所

示，其由摆锤、摆线、支架组成，摆锤受重力 G 和摆拉力 T 的作用，其合外力 F 为：

$$F = G \sin \theta = mg \sin \theta \quad (1)$$

其中， θ 为摆线与垂直方向的夹角。在小角度范围内测量时，可以认为 F 与 θ 成线性关系。

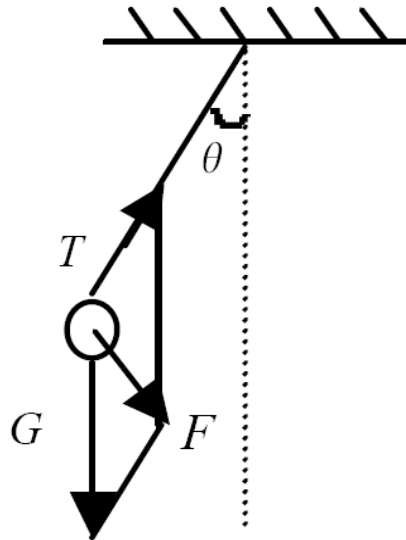


图 3.7 “固体摆”传感器原理

以SCA61T为例介绍角度传感器，芯片如图3.8所示，



图 3.8 角度传感器

主要特征：

- 单轴倾角测量
 - 可靠测量范围： $\pm 0.5g(\pm 30^\circ)$, $\pm 1.0g(\pm 90^\circ)$
 - DIL-8 塑料 SMD 封装，可回流焊
 - 单电源+5V 供电
 - 输出模拟信号和数字信号（SPI）
 - 内置温度传感器（数字 SPI 输出）
- 抗振 20,000g

应用领域：

- 位置测量和角度测量
- 加速度和移动测量

主要缺点为智能车角度小，检测范围变化小，当智能车在加、减速时倾角传感器也能检测到电压，导致误检测。

3.4 加速度传感器坡道识别

以mma7260Q为例介绍加速度传感器，mma7260Q是飞思卡尔公司的三轴向高灵敏度加速度传感器，能在XYZ三个轴向上以极高的灵敏度读取低重力水平的坠落、倾斜、移动、放置、震动和摇摆，它是同类产品中的第一个单芯片三轴向加速器。其原理图如图3.9所示。

经过测试发现，灵敏度很高，但是应用于坡道检测电压变化范围太小，只有0.1V左右，参照芯片资料发现其变化率最大为800mV/g，而坡道的高度只有十几厘米，这样的电压对于单片机识别有难度，若电路设计不好，或者智能车在行驶过程中出现抖动，都可能导致误检测。

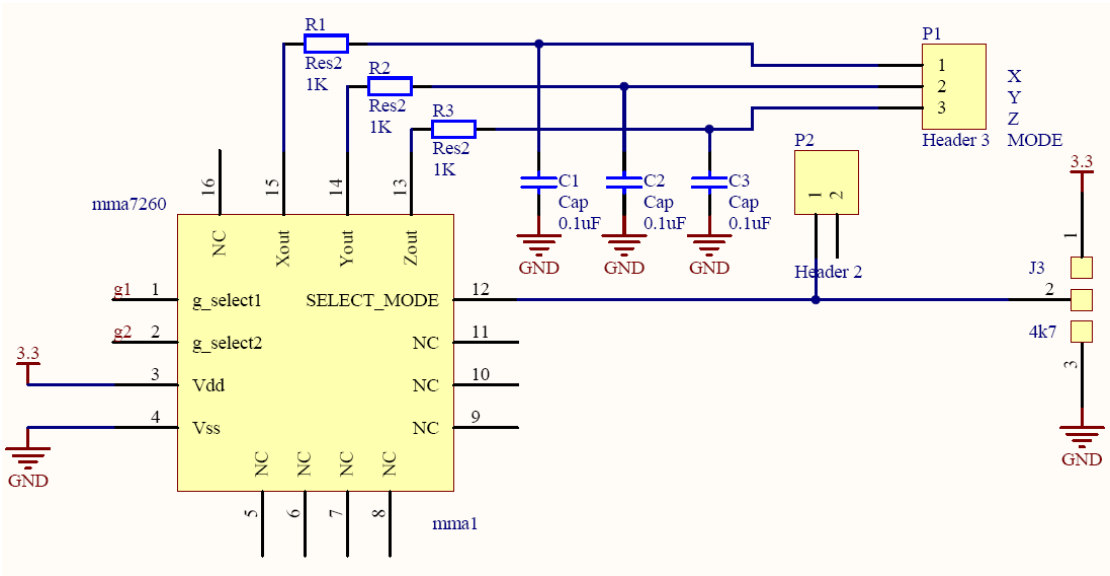


图 3.9 mma7260Q 加速度传感器原理图

3.5 超声波测距坡道识别

超声测距仪的测距原理与光波测距原理及雷达测距原理是类同的。由于声波速度远远低于光波速度。因此，很易用脉冲等效标准长度作为记时的当量。图 3.10 表示其测距原理图。

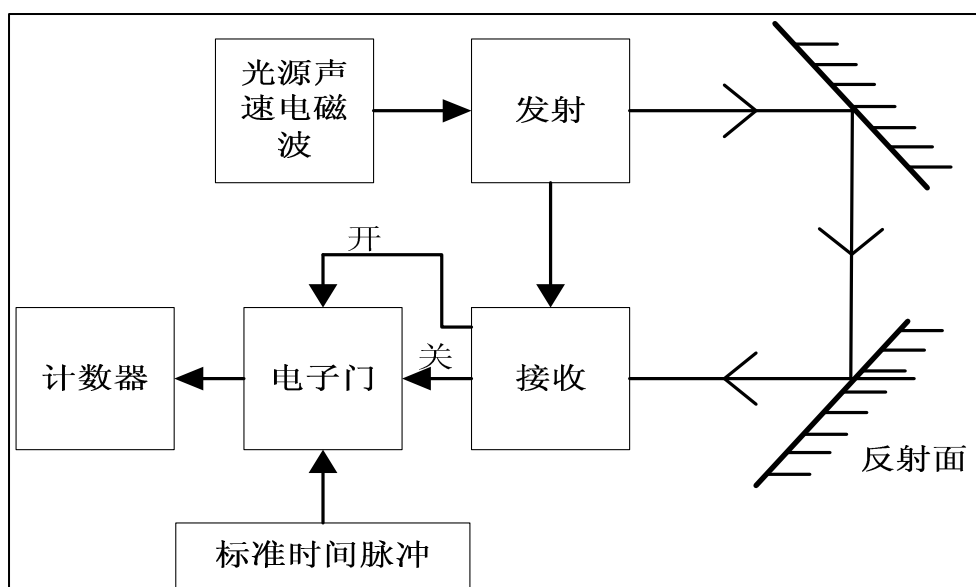


图 3.10 超声波测距原理图

普通的超声波传感器测距的精度再厘米的数量级，这对智能车识别坡道已够应用了，其缺点是编写的程序太长，占用 CPU 资源。难以满足智能车高速运行的要求。

3.6 光电开关坡道识别

光电开关是把发射端和接收端之间光的强弱变化转化为电流的变化以达到探测的目的。

工作原理:光电开关（光电传感器）是光电接近开关的简称，它是利用被检测物对光束的遮挡或反射，由同步回路选通电路，从而检测物体有无的。物体不限于金属，所有能反射光线的物体均可被检测。光电开关将输入电流在发射器上转换为光信号射出，接收器再根据接收到的光线的强弱或有无对目标物体进行探测。工作原理如图 3.11 所示。

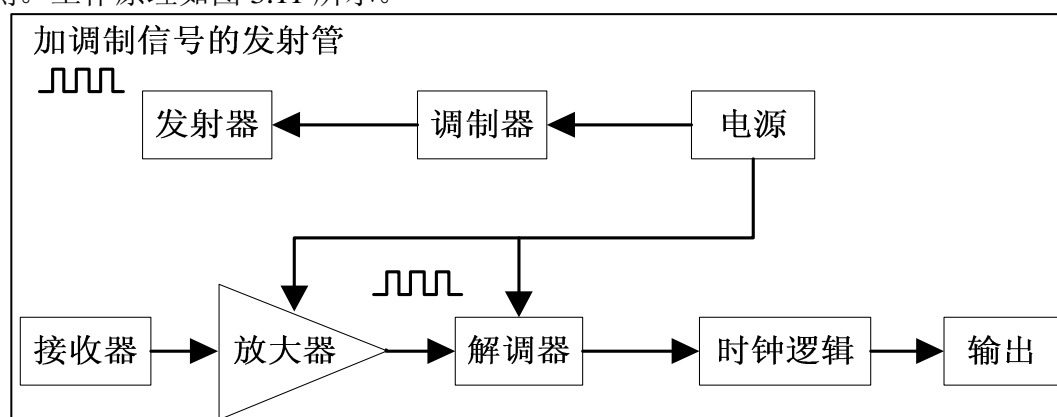


图 3.11 光电开关原理图

多数光电开关选用的是波长接近可见光的红外线光波型，故可以应用于智能车坡道识别。其输出为逻辑电平，很方便编写程序，缺点为需要确定好光电开关

的位置，否则易误判断。

4 总结与展望

4.1 总结

在长期的调试过程中，发现，智能车在运行中存在许多不确定因素，从而导致智能车不能稳定运行。根据自身智能车的特点，首先采用了数字量滤波的办法，由于激光管的特性严重不一致，从而导致智能车易在坡道上停车，后来采用特性比较一致的激光管，运用上述软件滤波方案，有效地解决了此问题。

4.2 不足与展望

激光管有很多大的前瞻，弥补了光电组由于光电传感器的前瞻很近限制智能车速度的提升，但拥有大前瞻的同时，激光管还会照射到赛道外面，甚至有可能照射到另外一段跑道上，故软件滤波需要考虑到问题也很多。

采集激光管的模拟信号是光电组的发展趋势，它具有以下优势，（1）道路采集精度高，（2）这样通过采集信息的变化情况就可以判断出坡道，而不需另加辅助传感器，充分利用传感器资源（3）利用多管发射单管接受方案增大扫描赛道的宽度，这样可以实现小 S 直冲的梦想。

参考文献

- [1] 邵贝贝. 学做智能车 [LC / OS- II (第 2 版)][M]. 北京. 清华大学出版社. 2004
- [2] 高国富. 机器人传感器及应用. 北京. 化学工业出版社. 2004
- [3] 李茂山. 超声波测距原理及实践技术. 成都. 实用测试技术. 1994