

无动力小车

By 虾米麻烦

传感器

一、陀螺仪

带加速度陀螺仪的六轴姿态传感器MPU6050在此应用的主要作用是利用陀螺仪进行积分得到当前的绝对角度，提供一个绝对方向参考信息，从而进行更稳定地控制。


$$G-G0 -Inte-\> A+A0$$

式 1-1

其中G为陀螺仪原始输出值，G0为校准偏置，A为陀螺仪积分姿态解算出的Z轴绝对角度测量值，A0为绝对角度校准偏置。

二、侧面超声波测距

侧面超声波测距传感器主要用在辅助滑行阶段进行直线滑行，结合陀螺仪，可准确计算出传感器距离墙面的垂直距离


$$A+A0 \dashrightarrow L=D*\cos(A+A0)$$

式 1-2

其中D为超声波测距值，L为由绝对角度与测距值计算出的垂直距离。

运行

一、校准

1、陀螺仪上电校零

上电后1S时自动校零，上电后若发现陀螺仪有一定的积分误差，可进行积分校准。

2、陀螺仪积分校零

通过朝向正方向静止放置并按下按钮S2后,进行陀螺仪校准,用时3秒。

$$G_0 = \text{Inte}\{0,T\}(G * dt) / T$$

$$G_0 = \text{SUM}\{0,T\}(G) / T$$

式 2-1

其中：G为陀螺仪原始输出，G0为校准值，T为积分时间，Inte为积分，SUM为离散积分（求和）。

3、舵机校零

前叉、舵机在安装中会出现前轮零点角度误差，该误差较大的话会导致车在运行中出现路径偏差。故需要进行舵机零点校准。

在误差非常大的情况下先通过程序、串口调参进行手动校准。

运行时可通过陀螺仪Z轴角度变化率动态调整舵机零点。

$$A = k * \text{Inte}\{0,S\}((a + a_0) * ds)$$

式 2-2

其中，A为Z轴绝对角度测量值，a为控制器输出舵机角度，a0为角度偏差量，k为结构决定的系数，s为路程， $s = \text{Inte}\{0,T\}(v * dt)$ 。

但由于s与k无法得知，故动态调整采用PID控制器在滑行阶段进行舵机动态校零，

$$s = \text{Inte}\{0,T\}(v * dt)$$

$$dA / dt = (k * v) * (a + a_0)$$

当 $dA / dt = 0$:

$$a + a_0 = 0$$

式 2-3

其中，v为速度，t为时间。

只需要通过PID算法，在滑行阶段将 $(L - L_s) \rightarrow 0$ ，当 $(L - L_s)$ 稳定时也将满足 $dA / dt \rightarrow 0$ ，即可得出a的修正量-a0。

$$L_s \curvearrowright$$

$$L \rightarrow \text{PID} \rightarrow \sin(As) \rightarrow a \sin \rightarrow As$$

$$As \text{ — } \curvearrowright$$

$$A + A_0 \rightarrow \text{PID} \rightarrow \sin(a) \rightarrow a \rightarrow G$$

式 2-4 滑行阶段串级PID控制

其中， A_s 为绝对角度期望设定值。

当系统误差在一定范围内时，该控制系统将保证滑行方向趋于赛道方向，故当 $(L-L_s)$ 稳定时，车将沿着赛道方向前进，此时的 a 即修正值 $-a_0$ 。输出 $a=ax-a_0$ ， ax 为理想输出角度。

4、绝对角度校零

绝对角度 A 由校准后的陀螺仪输出 $G-G_0$ 经过姿态解算后得到，是一个积分过程，故因起始位置摆放等问题会出现绝对角度 A 出现零点偏移，即 $A=0$ 时实际指向与赛道方向仍存在误差 A_0 ，会导致路径出现偏差。

由式 2-4可知，当 $(L-L_s)$ 稳定时，车将沿着赛道方向前进，此时的 $-A$ 即修正值 A_0 ，此时 $A+A_0=0$ 。

二、滑行

1、斜坡下滑阶段

开始时车会从斜坡开始下滑，此时侧面没有护栏，车身也处于倾斜状态，因此此时只需对其进行前行控制即可。下滑完成后，车身会从倾斜状态变为水平状态。此时通过加速度传感器及陀螺仪检测车身姿态，当车身水平，将进入直线滑行阶段。

2、直线滑行阶段

在直线滑行阶段，要保持车在开始避障前处于赛道中央靠左边（第一个障碍的方向），所以结合前文的内容，使用串级PID将车保持在指定横向位置，如式 2-4所示。

3、避障准备

车前方有一超声波测距传感器，实时检测前方障碍的距离，当前方出现距离小于特定设定值 D_s 的障碍时，就进入避障模式，开始避障。

三、避障

1、避开障碍阶段

开始避障时，障碍向空位方向（第一个障碍是向右）转向以避开障碍，同时前方超声波测距实时检测前方障碍的距离，当避开当前的障碍时，测距距离数据会产生突变，意味着可以直走直接掠过当前躲避的障碍，如图3-1。

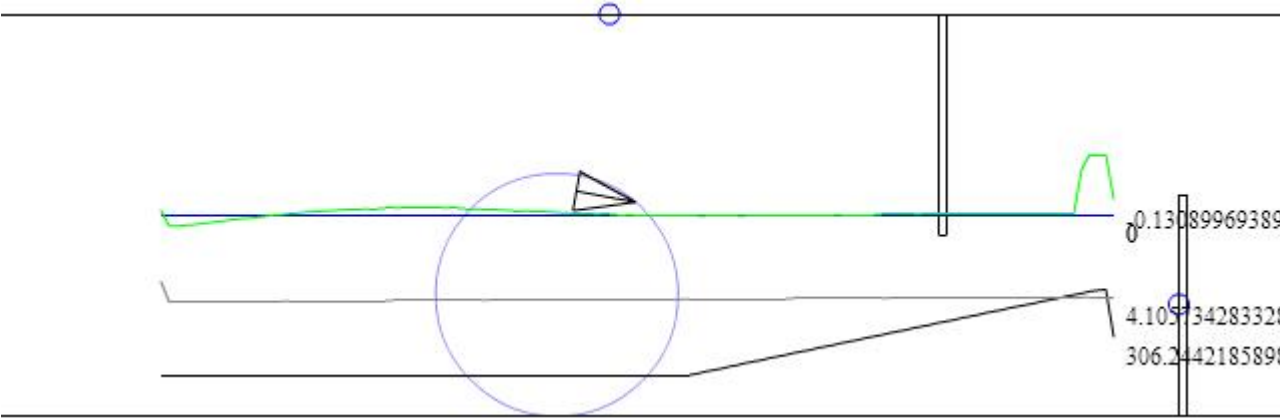


图 3-1 避开障碍

可以看到黑色曲线在刚避开障碍的时候出现了突变。

2、接近障碍阶段

错开障碍后，将直线前进以经过障碍，此时会根据左右前方的红外接近传感器微调角度防止碰撞，如图3-2。

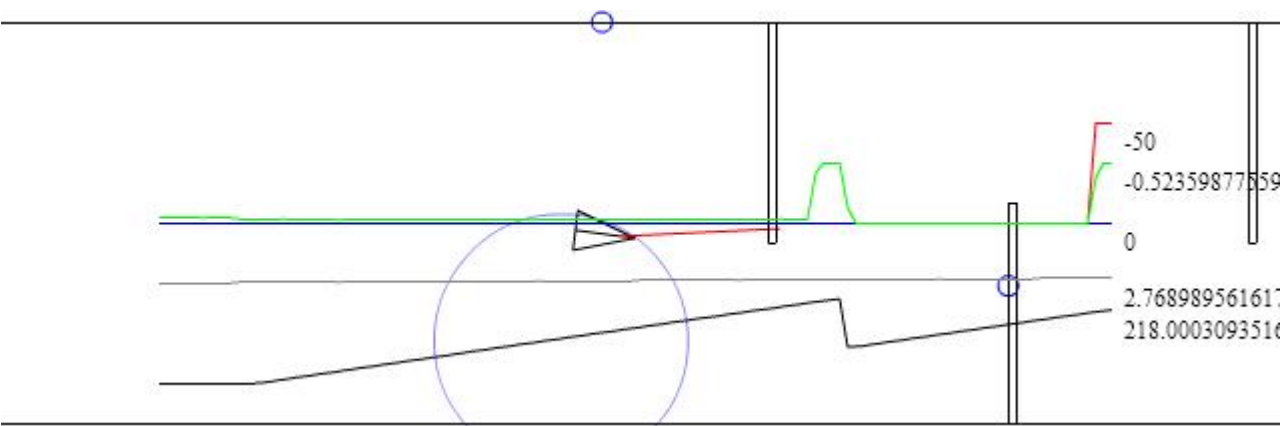


图 3-2 接近障碍

3、经过障碍阶段

接近障碍后，障碍侧方（第一个障碍是左边）的光电接近传感器实时检测，检测到物体认为正在经过障碍，随后转为未检测到认为越过障碍，如图3-3、图3-4所示，红色曲线表示红外传感器输出。

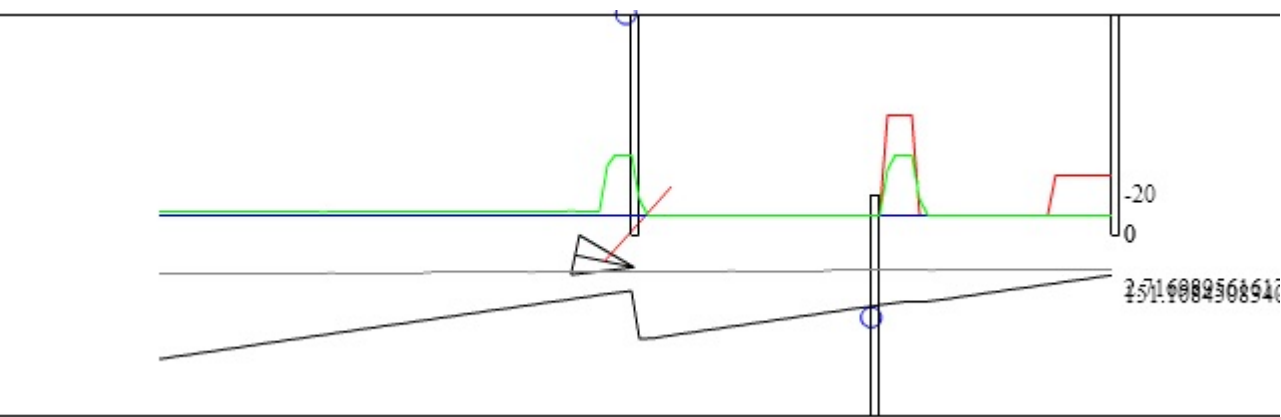


图 3-3 经过障碍

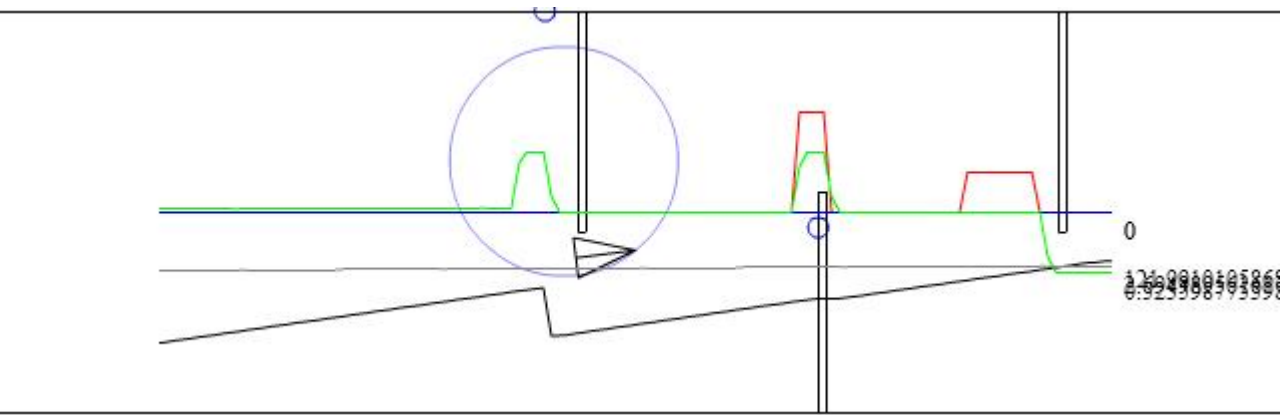


图 3-4 越过障碍

值得一提的时，越过障碍后随即会开始向另一个方向转向，因为此时相当于进入下一个障碍的避开障碍阶段。随着所有障碍都越过，所有依靠避障模式阶段二的特性，将保持不会碰撞到赛道滑到最后。