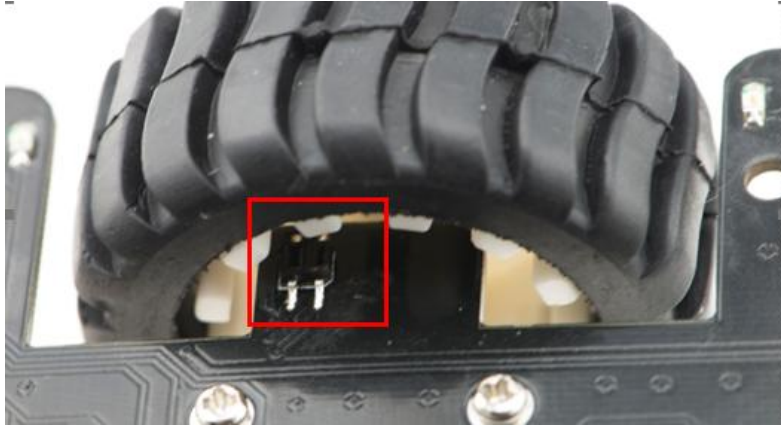


第七课 编码器的使用



一． 本节要点

怎么控制小车的速度，这是每个学习机器人的玩家必须面对的问题。之前提到使用 PWM，但 PWM 的输出是固定的，在小车负载变化，电池性能变化时，终会有各种各样的误差。要很好的控制电机速度，我们还需要知道电机的实际转速。

- ◆ 学习编码器的使用和中断的使用
- ◆ 了解一般的编码器原理
- ◆ 编程使小车完成测速功能
- ◆ 准备器材： Micro USB 线，miniQ 小车

二. 程序下载

STEP1：如图 1，打开 speed 文件夹下的 speed.ino 文件

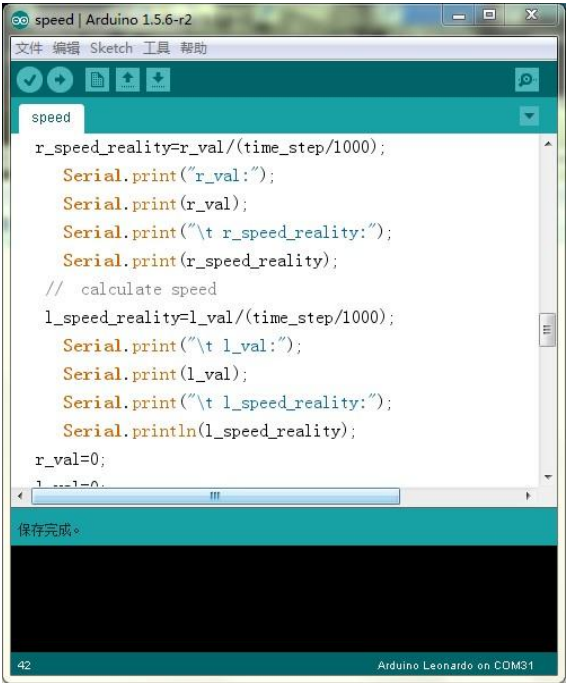


图 1 arduino 程序

STEP2：点击下载，接着打开串口监视窗口，可以看到有数据输出

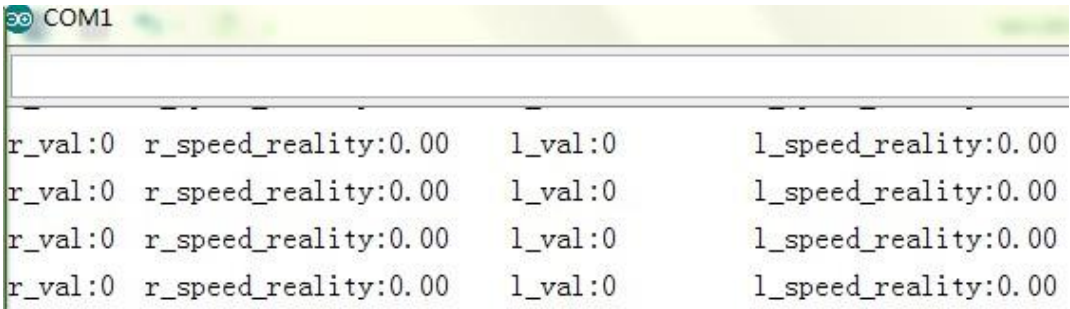


图 2 电机不转动时，输出无效数据

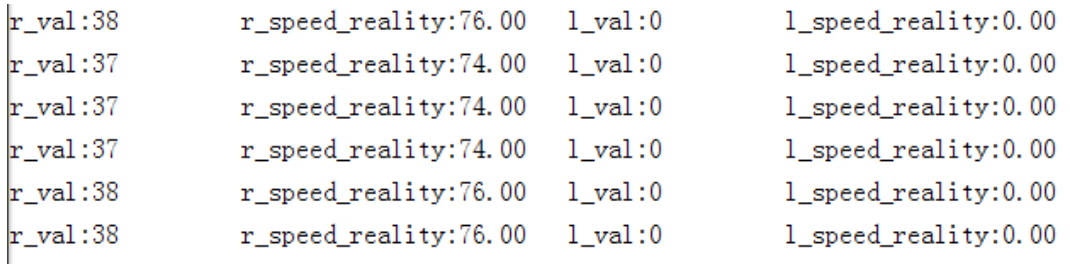


图 3 右轮电机转动时，输出有效数据

说明： 您可以修改测试程序中的输出给小车电机的速度（此速度和真实测到的速度不是一个概念），也就是 PWM 值，来测试不同输出电流下，电机的真实转速。测试程序使用的计算方式为：统计所有经过的小车轮子齿数，除以电机运行的总时间即可。

三．原理介绍

编码器

编码器是把角位移或直线位移转换成电信号的一种装置。光电编码器是集光，机，电技术于一体的数字化传感器，可以高精度测量被测物的转角或直线位移量。

我们都知道，两个电机，即使是同一种型号，由于制作以及材料的不同，其在相同电流供电下，转动情况也是不同的，最明显的就是两个同一型号马达控制的小车，无法走直线。为了克服多电机转动速度不一致这个问题，我们首先需要知道小车电机目前实际的转动速度。如何获知呢？这就要用到我们这节课的主角：编码器。

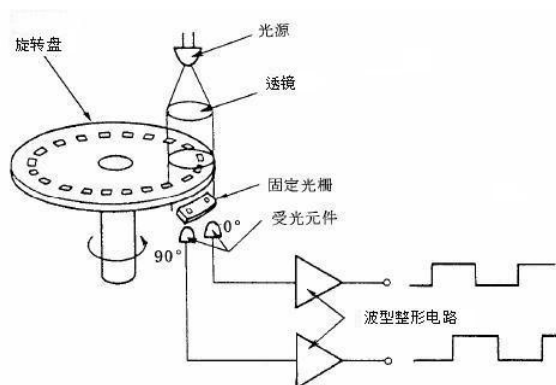


图 4 编码器示意图

小车的编码器核心组件为红外对管传感器，配合小车车轮上的一个个小齿，它们共同实现了编码器功能。小车用的红外对管传感器是用一个红外发射管和一个红外接收管组成的。通过一个独立的处理芯片，当传感器上方有齿时，处理芯片会根据红外对管反馈的值，在引脚输出一个表示有齿的电平，比如有齿，则在引脚输出高电平，没齿则输出低电平，单片机

通过接收处理芯片产生的引脚电平变化，来确定小车是否经过一个车轮的齿。这样我们便可以得出小车已经转过的齿数，结合转动时间，就可以得到电机真实的转动速度。

复习下中断

中断：指当出现需要时，CPU 暂时停止当前程序的执行转而执行处理新情况的程序和执行过程。即在程序运行过程中，系统出现了一个必须由 CPU 立即处理的情况，此时，CPU 暂时中止程序的执行转而处理这个新的情况的过程就叫做中断。

大多数的 Arduino 板有两个外部中断：0（数字引脚 2）和 1（数字引脚 3）。小车所用的 Leonardo 具有五个外部中断，我们的编码器组件使用了 INT2,INT3 中断。

Board	int.0	int.1	int.2	int.3	int.4	int.5
Uno, Ethernet	2	3				
Mega2560	2	3	21	20	19	18
Leonardo	3	2	0	1	7	

图 5 各型号控制板的中断引脚号

使用中断的场景很多，在一些程序会占用很长 CPU 时间时，不采用中断需要等待 CPU 处理特定的语句才能实现某种功能，而采用中断的方法后只要中断源给出中断信号，则程序立即会转向执行中断程序，处理后会回到以前的程序。

比如你想确保你的程序能抓住旋转编码器的脉冲，又不会错过任何一个脉冲，不使用中断的话需要不断的轮询编码器，这样程序中处理其它事情的函数占用时间会很受限制，程序编写难度会大大加增。在这些情况下，使用一个中断可以释放的微控制器来完成其他一些工作。

中断有不同的触发方式

- (1) LOW : 当引脚为低电平时, 触发中断
- (2) CHANGE : 当引脚电平发生改变时, 触发中断
- (3) RISING : 当引脚由低电平变为高电平时, 触发中断
- (4) FALLING : 当引脚由高电平变为低电平时, 触发中断

绑定中断处理函数

```
attachInterrupt(interrupt, function, mode)
```

interrupt : 中断引脚数

function : 中断发生时调用的函数, 此函数必须不带参数和不返回任何值。该函数有时被称为中断服务程序。

mode : 定义何时发生中断有效值

如我们例程中 :

```
attachInterrupt(R, right_count , CHANGE); //attach isr function
```

R : 中断号 2

right_count : 中断处理函数

CHANGE : 中断触发方式, 即引脚电平变化。

注意 : 当中断函数发生时, delay()和 millis()的数值将不会继续变化。当中断发生时, 串口收到的数据可能会丢失。你应该声明一个变量来在未发生中断时储存变量。

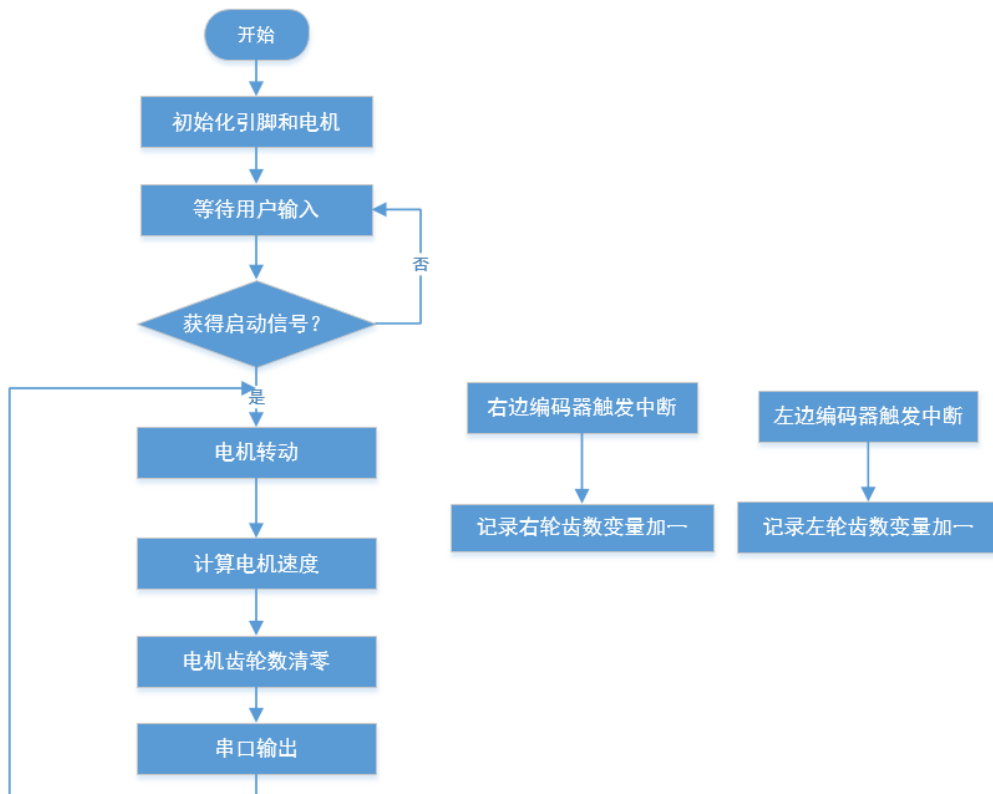


图 6 编码器测速流程图

如上图，我们的测试程序在初始化结束后电机转动，根据中断计数小车转动经过的齿数，同时就可以计算出小车电机的真实转动速度。另外关于编码器的使用，对于水平较高的玩家，可以尝试玩玩 PID 控制，通过该算法理论上是可以很准确的调节电机转速的。

四．程序解析

(1) 定义中断引脚，中断函数和中断触发方式

```
attachInterrupt(R,right_count , CHANGE); //attach isr function
attachInterrupt(L,left_count, CHANGE); //attach isr function
```

(2) 获得右侧电机速度并打印在电脑端

```
r_speed_reality=r_val/(time_step/1000);
Serial.print("r_val:");
Serial.print(r_val);
Serial.print("\t r_speed_reality:");
Serial.print(r_speed_reality);
```

(3) 右侧电机触发中断后执行的中断函数

```
void right_count(){
    //Serial.println("r");
    r_val++;
}
```

五．电路设计

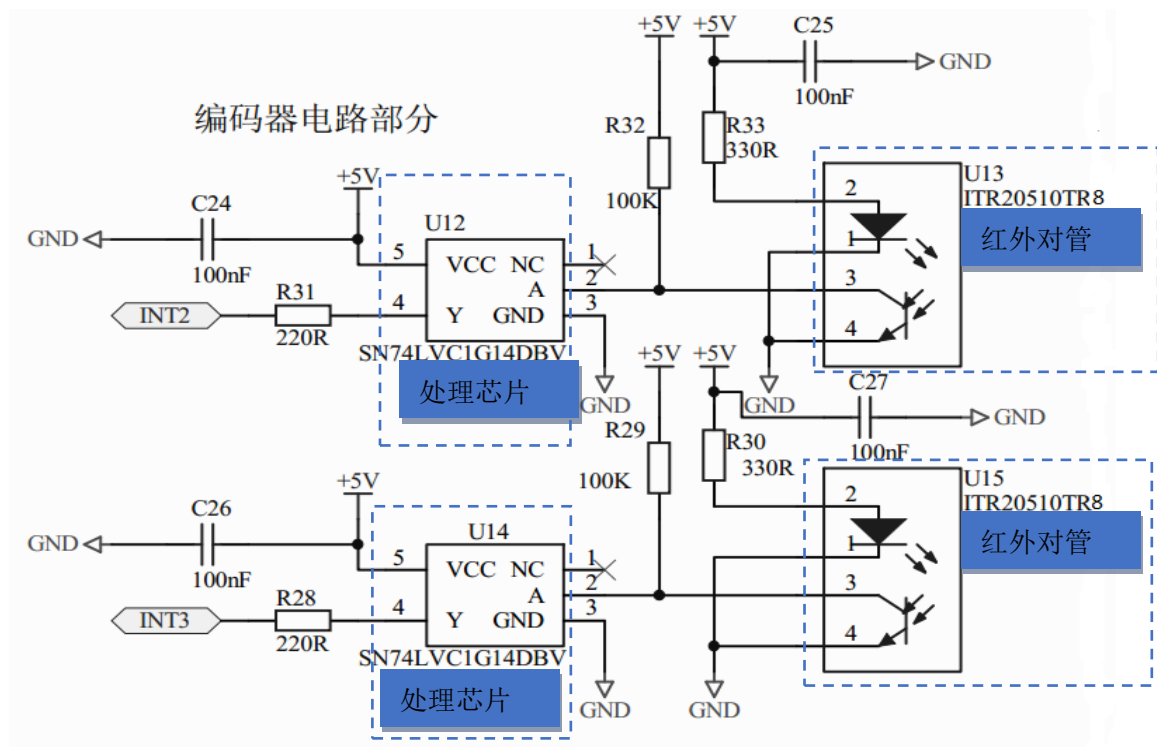


图7 编码器电路

如图我们可以看到两个编码器主要组件的数据脚接到了控制器的 INT2 和 INT3。当车轮转动时，小车轮子中心的地方的红外对管会不断扫描前方物体，小车轮子内侧是由很多齿和缺口组成，在齿经过和缺口经过红外对管时采集的数据是不一样的，这些数据经过处理芯片会给主控器发出不同的电平信号，而且我们将其连接引脚设为支持外部中断的引脚，在程序中通过设置相应引脚中断发生的条件，使得当支持外部中断引脚发生变化时，触发中断发生的条件，激活中断处理函数执行，在中断处理函数中即可统计小车轮子转过的齿数。结合电机转动时间，我们就可以得出小车电机的实际转速。

小车将编码器的主要组件连接到中断引脚，其原因也是由中断可以实现的功能决定的，根据第二部分关于中断的解释，我们可以知道，要想让单片机在运行别的功能的同时，响应一些突发事件，必须使用中断。

六． 编码器调试

STEP1： 代码串口调试

为什么我的速度结果都是 0，明明电机已经转动了。

首先，检查下代码是否下载成功，或者代码是否被更改。如果代码没成功或被改动，可以改回来重新下载看看效果。

如果上个步骤没有用，那很大可能是硬件的问题了。注意，这里的硬件问题不是器件损坏或无法使用，而是安装位置的问题。要正确解决这个问题，首先我们要明确小车是如何获得齿轮转动数据的，没错，还是红外传感器。红外传感器采集的数据经过数据处理芯片转化为电平信号，触发 Arduino 中断，Arduino 记下一定时间内的中断次数，就可以得到电机的转速了。现在你应该可以找到原因了吧，是红外坏了吗？一般不会那么容易就坏的。那么只有被测对象了。嗯，现在调节你的轮子吧。

首先下载一个测试程序，就是读取编码器口传回来的数据的：

```
void setup() {  
    pinMode(0, INPUT); //右边编码器接 0 脚  
  
    pinMode(1, INPUT); //左边编码器接 1 脚  
  
    Serial.begin(9600); //初始化串口  
}  
  
void loop() {  
    int x=digitalRead(0); //读取右边编码器返回值  
  
    int y=digitalRead(1); //读取左边编码器返回值  
  
    Serial.print(x); //在电脑上打印右边编码器返回值  
  
    Serial.print(" "); //空格  
  
    Serial.println(y); // 在电脑上打印左边编码器返回值  
  
    delay(500); //延时 500ms  
}
```

下载成功后打开调试助手，观察串口的数据：

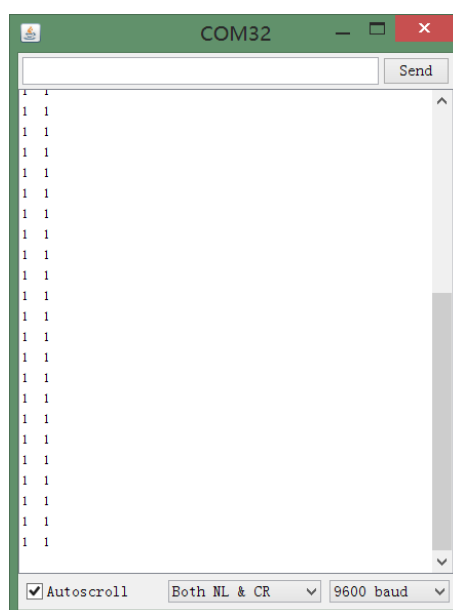


图 8 数值不变化

STEP2：调整小车轮胎位置

将小车轮胎往外拉一点或往里推一点，然后转动轮胎，如看见数字变化，则表示调解完成，如下图：

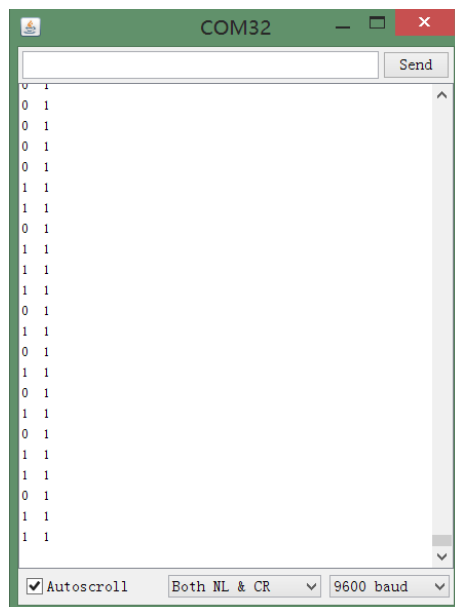


图 9 左边调试成功

一般是将轮胎调整到刚刚到达红外对管的位置。

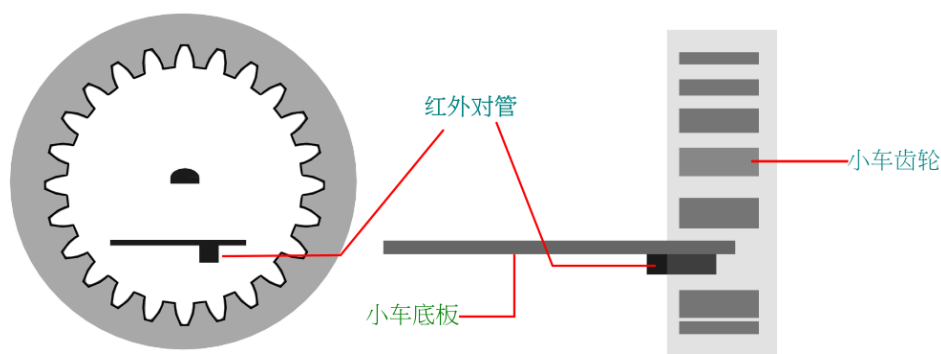


图 10 红外对管位置示意图

如果接收到的数据全为 1，说明红外对管一直可以检测到前方物体，红外对管位置太过靠近轮子内部，这是需要把轮子往外边移动一些。反之，接收到的只有 0 则应该把轮子往里推一点。一般位置可参照图中所示，但是由于小车个体差异，还需要根据自己的小测的不同来对待。调整好小车的轮子后，重新打开 speed.ino，观察结果吧。

七．充电库

- (1) 速度控制方法之一 PID 控制 : <http://baike.baidu.com/view/262316.htm>
- (2) PID 电机调速案例 : <http://www.doc88.com/p-975301634663.html>
- (3) 相关资料 : <http://www.geek-workshop.com/thread-23-1-1.html>