

两轮自平衡车的制作

作者 梁剑

两轮自平衡车是动态平衡机器人的一种。美国已经有一种载人两轮自平衡车上市，以“赛格威”这个品牌为大众所知。2008年我国奥运会的时候安全保卫工作使用过它，北京市武警总队中也配备了一些赛格威。在普通人看来，能用左右两边轮子站立稳定不倒，实在是非常神奇。

赛格威在大家眼中不仅代表着高科技，也意味着高价格。它体积小、使用方便、能原地转弯、能静止悬停，最高时速20公里。不过它的基本公路型号售价达到7万元人民币，这价钱够吓人的，小小的赛格威自平衡车可不是一般百姓能买得起的。本文所要介绍的就是如何用廉价的材料制作属于你自己的自平衡小车。这个小车使用的程序甚至可以用于制造自己的载人“赛格威”。

我们首先讲讲自平衡车，也就是动态平衡的原理。动态平衡有别于静态平衡。大家知道，一个静止的物体至少需要3个支点才能保持当前姿态稳定，这就是静态平衡体。当物体跟地面的接触点少于3个，就不可能保持姿态稳定，它会在地心引力的作用下，朝某个方向倒下。

但如果物体能够在接触点对地面施加特定的力，让物体不断获得平衡，就能一直维持当前姿态。这就是动态平衡的全部秘诀。

两轮自平衡车就是一种两个支点的动态平衡体，例如“赛格威”就是依靠倾角传感器和陀螺仪感知自己的姿态，并且能够用每秒钟100次的频率驱动两个独立的轮子，维持车子和人不会前后倒下，还能前后移动，并依靠两个轮子的差动转弯。

日本的本田公司甚至还开发了一种只有1个支点的动态平衡车 Honda U3-X，它能依靠一个特殊

设计的轮子保持平衡，还能前后左右全向移动。知道了原理，我们就能动手做自己的两轮自平衡车了！我们制作的时候，为了简单起见，只考虑赛格威这样两轮自平衡的模型。

拜飞速发展的微机械传感器 MEMS 所赐，我们获得了便宜而灵敏的姿态传感器—加速度计和陀螺仪。用这套器件感知小车当前的姿态，用制作机器人常用的 Arduino 系列控制器来处理传感器信号，进而控制电机，就能实现自平衡的小车了，具体实物图如图1、图2所示。

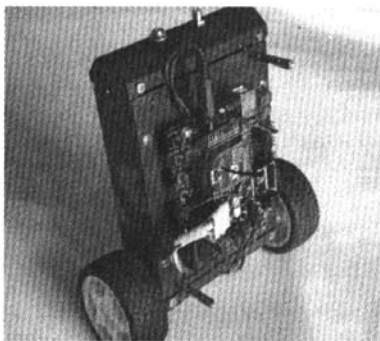


图1

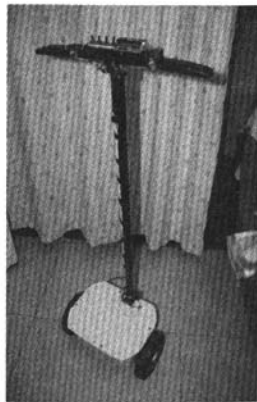


图2

我们需要准备的材料：MEMS 传感器，

Arduino 整合型单片机 Romeo, 小车车体。

标题图的小车使用了如下材料：

小车（拆掉一端两个电机）

姿态传感器

与配合使用的面包板

控制器

实物如图 3~6 所示。



图 3

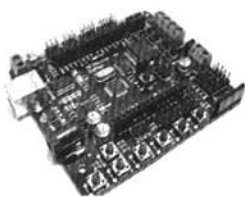


图 4

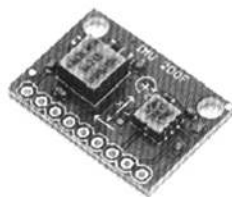


图 5



图 6

当然，大家也可以用自己熟悉的元件和传感器。我使用的是 3 轴姿态传感器，2 轴加速度和一轴陀螺仪。传感器需要贴在小车侧面，因为我们需要 Z 轴陀螺仪和 X 轴加速度计（Y 轴加速度可以不用）。

用一块小号面包板固定一下传感器，就可以用杜邦线连接传感器和 ArduinoRomeo 板子了（见图 7）。

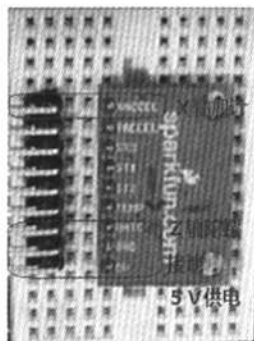


图 7

其中，我们要用的接口是 XAccel（X 轴加速度），

Rate（Z 轴陀螺），GND（接地），5V（电源）这 4 个针脚。

传感器根据图 8 连接到 Romeo 板子的模拟输入接口 1、2 和 5V 电源输出、接地。

同时将小车的电动机连接到 Romeo 控制板。

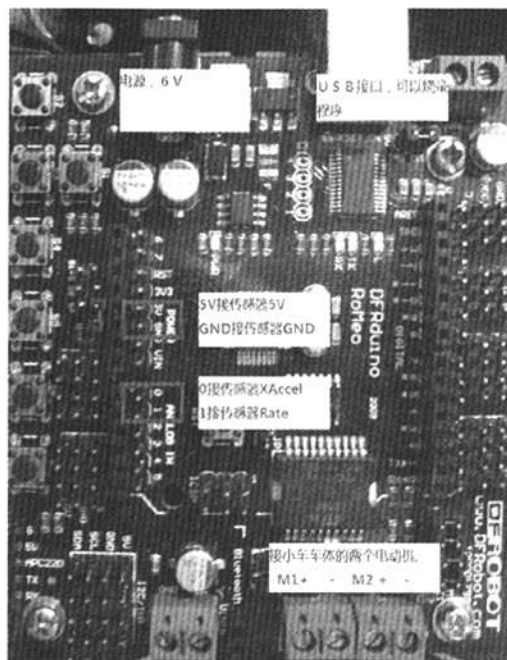


图 8

有了车体，有了传感器，就差自平衡程序了！本来这是个很难的事情，可是，我决定把程序开源奉献给大家哟！Arduino 能直接使用的自平衡程序！

具体的原理是：读取加速度传感器和陀螺仪的值，将其作卡尔曼融合，得到当前小车的姿态。再使用 PID 控制电机，每秒钟 200 次的“推动”小车，达到比较完美的动态平衡。

程序的具体细节请登录：<http://bbs.roboticfan.com/showtopic-8281.aspx>。

关于 Arduino 的程序如何编译以及烧录到 ArduinoRomeo 板子中，有很多教程。推荐一篇 http://www.roboticfan.com/blog/user_2005/1229/20084292032.shtml，这篇教程描述了 Arduino IDE 的使用，以及如何烧录程序到 Arduino 控制器。

拷贝我提供的程序到 Arduino IDE 中，并烧录到 Romeo 控制板中，尝试转动一下姿态传感器，你将能看到小车的电机根据传感器的姿态从静止开始转动。可以调整程序中的 PID 常量来微调小车的动态平衡。

```
double K[4] = { 60.45, 1.27, 125, 0.75};/*
公式中的 4 个常量 */。
```

其中，K[1] 是 P 参数，调节它可以增加小车抵抗左右偏斜的力矩。K[2] 是 D 参数，调节它可以减少小车的自激晃动。好啦！相信通过细心地调整，你的自平衡小车也能稳定的站起来了！

如果你还有进一步的兴趣，则可以进一步自制轮子上的光电传感器或者霍尔传感器，这样能获得小车的位移积分，能够更精确的控制小车。见图 9、图 10、图 11 所示。比如我做的，安捷伦的光电码盘。



图 9

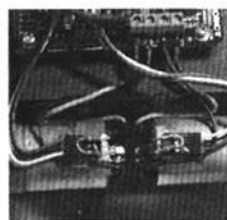


图 10 在电机端的霍尔传感器

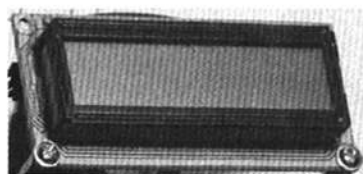


图 11 还可以加装方便调试的显示屏等配件

现在，我又与博创机器人一起，制作了载人版本的自平衡车。这篇文章的题头图就是最初版本的载人自平衡小车。录像在 http://v.youku.com/v_show/id_XMjExNjQ1OTI0.html

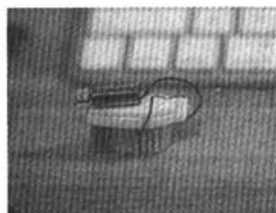
我们正在制造的第二版载人自平衡车，分为有无刷减速电机驱动与无刷轮毂电机驱动的两个大类，若干细分版本。敬请大家期待！

END

(上接 8 页)

机的话，里面的震动电机一定是你想要的。我的电机是从我以前在电子市场淘换回来的，2 元一个。

注意电机的引线，你可以合理安排你的引线，如果你的引线是硬的，那可能会更好连接一些。



4. 这里我把引线直接粘在了双面胶上。然后把电池也粘在双面胶上，这样基本上就 ok 了。



5. 通上电，我们的牙刷机器人就动起来了。

现在有点问题，就是平衡不稳，我们的牙刷机器人跑一段时间就会倒下，我们需要调整一下电机和电池各自的位置，让它能稳定的跑起来。

好了，这样我们的牙刷机器人就制作完成。我们来看下制作成本。

| | |
|-----|--------|
| 牙刷 | 0.00 元 |
| 电机 | 2.00 元 |
| 电池 | 1.00 元 |
| 双面胶 | 1.00 元 |
| 时间 | 15 分钟 |

这样一个低成本又有趣的牙刷机器人，你有没有兴趣做一个呢？

牙刷机器人是一个简单的单细胞机器人，它可以进化，如果将它的动力源——电池改成太阳能，它就变成了具有光感的机器人。当然它离真正的机器人还是有一段距离，但是有了这个开始，你还担心你不会制作机器人吗？

END

两轮自平衡车的制作

作者: [秦剑](#)
作者单位:
刊名: [电子制作](#)
英文刊名: [ELECTRONICS DIY](#)
年, 卷(期): 2011(1)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_dzzz201101002.aspx