

两轮自平衡小车设计

一、任务要求

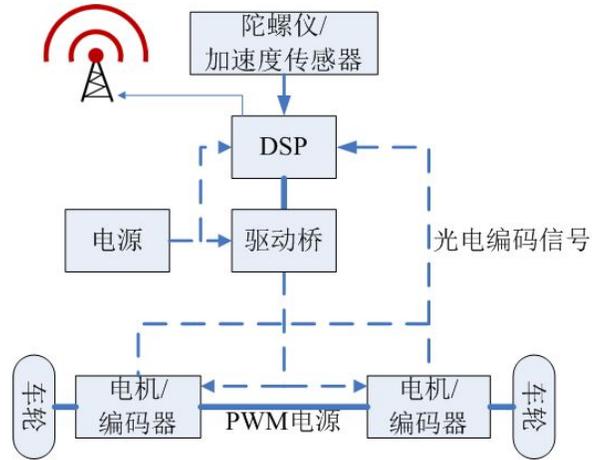


图 1 两轮自平衡车

两轮自平衡车结构原理如图 1 所示，主控制器（DSP）通过采集陀螺仪和加速度传感器得到位置信号，通过控制电机的正反转实现保持小车站立。

- 1、通过控制两个电机正反运动，实现小车在原地站立。
- 2、实现小车的前进、后退、转弯、原地旋转、停止等运动；

二、方案实现

2.1 电机选型



图2 直流电机

两轮自平衡车由于需要时刻保持平衡，对于倾角信号做出快速响应，因此对电机转矩要求较大。在此设计中选用国领电机生产的直流电机，其产品型号为 GB37Y3530，工作电压 6v-12v。为增大转矩，电机配有 1:30 传动比的减速器。

2.2 电机测速方案



图3 霍尔测速传感器

在电机测速方案上主流的方案有两种，分别是光电编码器和霍尔传感器。光电编码器测量精度由码盘刻度决定，刻度越多精度越高；霍尔传感器精度由永磁体磁极数目决定，同样是磁极对数越高精度越高。由于两轮自平衡车工作于剧烈震动环境中，光电编码器不适应这种环境，因此选用霍尔传感器来测量速度。电机尾部加装双通道霍尔效应编码器，AB 双路输出，单路每圈脉冲 16CPR，双路上下沿共输出 64CPR，配合 1:30 的减速器传动比，可以计算出车轮转动一圈输出的脉冲数目为 $64 \times 30 = 1920\text{CPR}$ ，完全符合测速要求。

2.3 电机驱动控制系统概述

本平台电机驱动采用全桥驱动芯片 L298N，内部包含 4 通道逻辑驱动电路，两个 H-Bridge 的高电压、大电流双全桥式驱动器。本驱动桥能驱动 46V、2A 以下的电机。其输出可以同时控制两个电机的正反转，非常适合两轮自平衡车开发，其原理图如下图所示

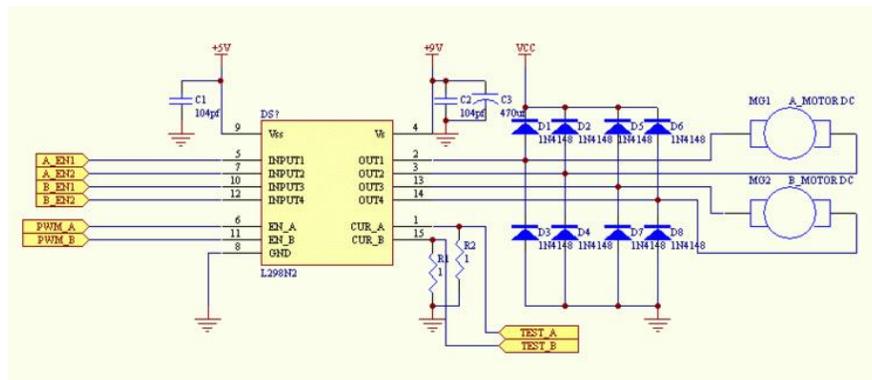


图4 L298N 原理图

采用脉宽调制方式（即 PWM, Pulse Width Modulation）来调整电机的转速和转向。脉宽调制是通过改变发出的脉冲宽度来调节输入到电机的平均电

压，即通过不同方波的平均电压不同来改变电机转速。

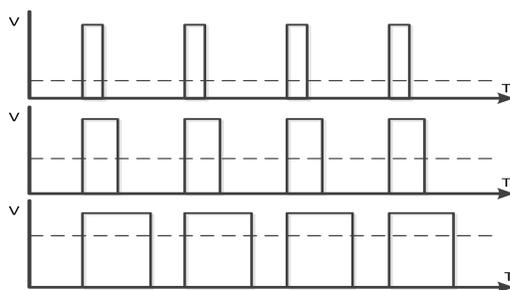


图 5 PWM 脉宽调节示意

2.4 倾角位置采集

倾角和角速度采集是两轮自平衡车控制的重点，选用 MPU6050 模块作为其采集模块。

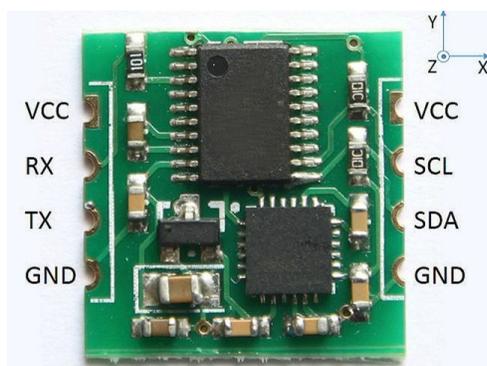


图 6 MPU6050 模块

模块内部集成了姿态解算器，配合动态卡尔曼滤波算法，能够在动态环境下准确输出模块的当前姿态。可以输出 XYZ 三个方向的角度、角速度以及角加速度，精度达到 0.01 度，非常适合自平衡车角度信号采集。

2.5 两轮自平衡车平衡控制和转向控制

图 4.1 展示的整车平衡控制的控制框图，可以看到通过采集车轮转动角度 θ 和整车倾角角度 ψ ，经过 PID 控制器得出输出给电机的电压 U 。图 4.2 给出小车转向控制以及车速控制的基本原理。转向时通过给定两轮极性相反的转速信号，小车可以实现原地转向。同时为了实现小车在非转向情况下能够直线运动，设置了转差检测，保证时刻纠正小车方向。

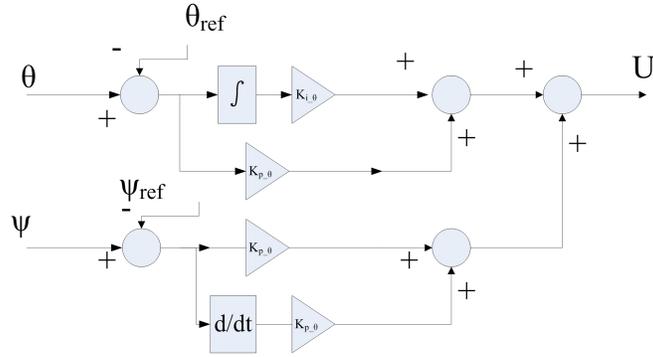


图 7 控制器平衡控制框图

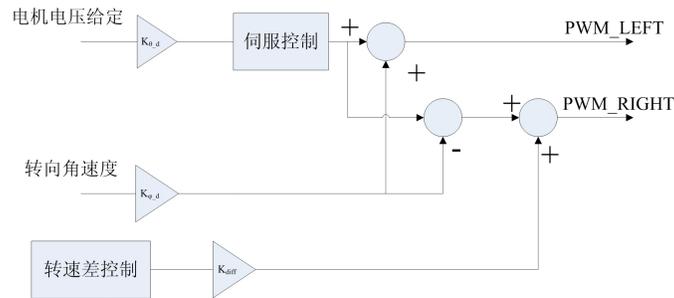


图 8 控制器转向控制框图

两轮自平衡车最终设计如下图所示，通过修正平衡控制和转向控制参数，小车最终达到稳定工作状态。

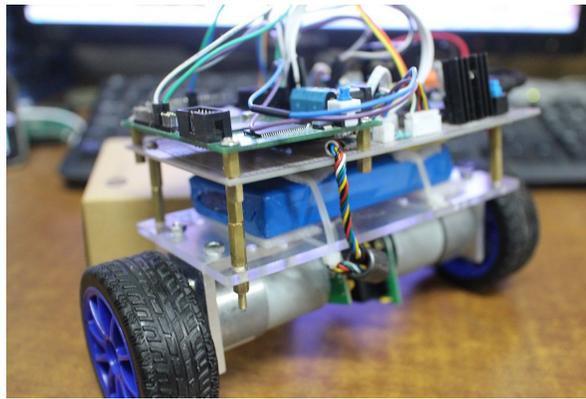


图 9 两轮自平衡车实物图