

A decorative graphic on the left side of the slide, consisting of white lines and circles on a blue background, resembling a circuit board or a stylized tree structure.

# ARDUINO+LEGO=平衡车

单片机课程大作业展示



# 元件选择

单片机课程大作业展示

# 框架

- 乐高科技零件



# 电机



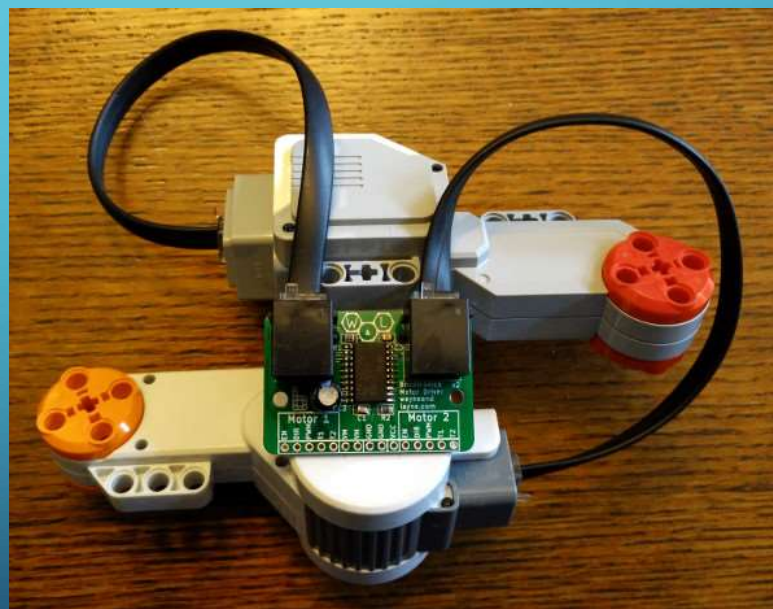
- LEGO EV3 45502/95658 大号伺服马达
- 元件特性/功能：
  - 一个较高减速比的减速电机
  - 自带绝对式编码盘，精度为 $1^{\circ}$
  - 能自动控制电机旋转角度



# 驱动



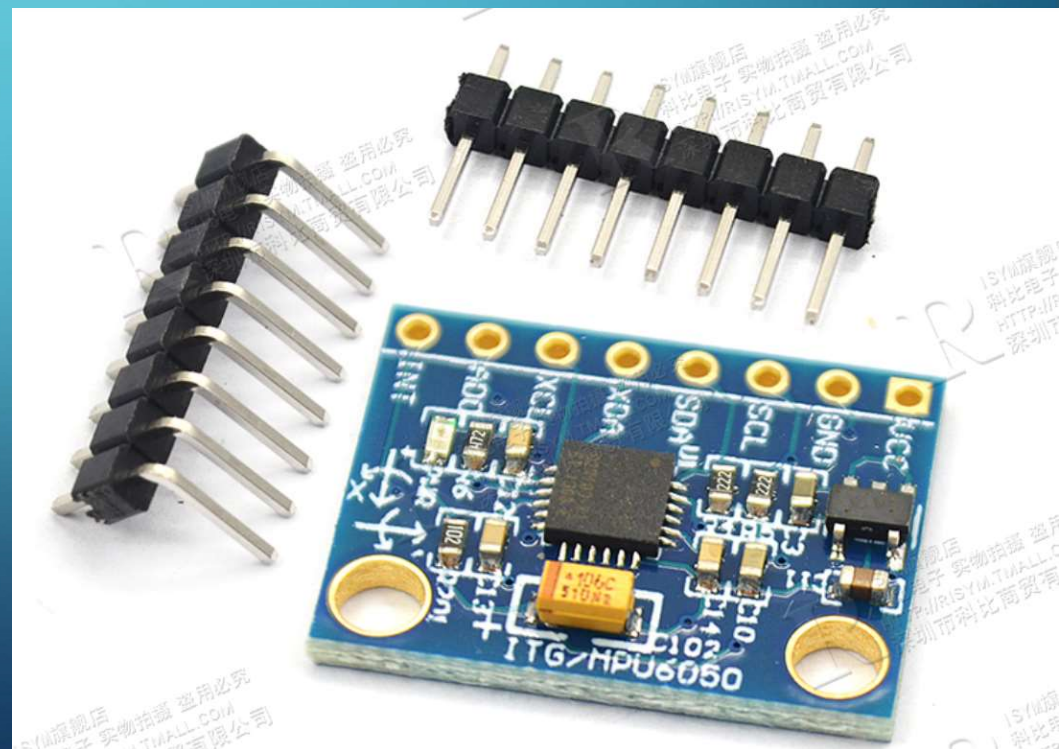
- Bricktronics Motor Driver
- 元件特性/功能:
  - 控制电机正反转
  - 256级调速
  - 读取电机编码盘读数





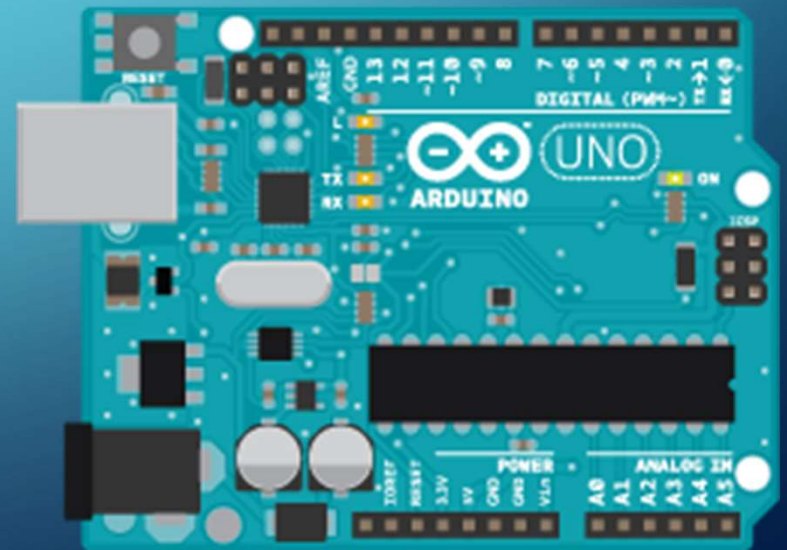
# 传感

- MPU6050三轴加速度计电子陀螺仪
- 元件特性/功能：
  - 3轴加速度计测量角加速度
  - 3轴陀螺仪测量偏转角度



# 主控

- Arduino uno
- 元件特性/功能：
  - 开源硬件家族之一
  - 开发套件完善，适合快速开发
  - 物美价廉，皮实耐操



# 电源

- 9V集成电池+集成电池盒





A decorative graphic on the left side of the slide, consisting of a network of white lines and circles on a blue gradient background, resembling a circuit board or a neural network.

# 算法选择

单片机课程大作业展示

# KALMAN滤波

```
Px = Px + Qx;  
Kx = Px / (Px + Rx); //计算卡尔曼增益  
agx = agx + Kx * (aax - agx); //陀螺仪角度与加速度计速度叠加  
Px = (1 - Kx) * Px; //更新p值
```

- 过程：
  - $P$ =上一次计算得到的 $P$ +设定的预测值误差 $Q$
  - $K=P/(P+计算得到的仪器测量方差R)$
  - 预测值=上一次的预测值+ $K*(测量值-上一次的预测值)$
  - $P=(1-K)*P$
- 功能：
  - 滤除测量干扰

# PID角度控制

$$PWM = error * kp + error\_I * ki + error\_D * kd;$$

- 过程：
  - 角度误差 = 测量角度值 - 设定角度值
  - 电机速度 = 角度误差 \*  $kp$  + 角度误差积分 \*  $ki$  + 角度误差微分 \*  $kd$
- 功能：
  - 控制姿态，使平衡车保持稳定角度直立

# PI速度控制

- 过程：
  - 电机速度误差=测量电机速度-设定电机速度
  - 电机速度=电机速度误差\* $k_p$ +电机速度误差微分\* $k_d$
- 功能：
  - 控制速度，使平衡车保持稳定位置



A decorative graphic on the left side of the slide, consisting of a network of white lines and circles on a blue gradient background, resembling a circuit board or a neural network.

# 难点

单片机课程大作业展示

# 参数调节

- Kalman滤波参数：设定的预测值误差Q
  - → 影响测量值反应速度
- PID角度控制参数：  $k_p$ 、 $k_i$ 、 $k_d$ 
  - → 影响角度控制稳定性
- PI速度控制参数：  $k_p$ 、 $k_d$ 
  - → 影响速度控制稳定性

A decorative graphic on the left side of the slide, consisting of a network of white lines and circles on a blue gradient background, resembling a circuit board or a neural network.

# 缺陷

单片机课程大作业展示

# 电机

- 减速比过大，转速不足，导致调参困难
- 绝对式编码盘精度不足，不适宜转速测量