



机械与能源工程系

SUSTech Department of
Mechanical and Energy
Engineering

实 验 报 告

课程名称： 机电一体化

课程编号： ME3333

实验题目： 九轴传感器实验

学 号： 12313215

姓 名： 梁家源

专 业： 机器人工程

指导教师： 柯文德 曾千里

实验成绩：

实验日期： 2025 年 6 月 1 日

九轴传感器实验

一、实验目的

学习 MPU9250 的基本结构和数据通信方式；掌握 DMP 姿态解算方法的使用；实现角度状态识别与 LCD 状态信息提示；掌握传感器初始化、校准以及数据解析流程；培养嵌入式系统中多线程任务调度能力。

二、实验仪器和用具

主要仪器设备：

1. 计算机
2. Keil uVision 软件

三、实验方法与步骤

1. 实验原理

MPU9250 是一款九轴惯性传感器，集成了三轴陀螺仪、三轴加速度计和三轴磁力计，支持 I²C/SPI 通信。其内部的 DMP 可实时进行姿态解算并输出欧拉角或四元数数据，大大减轻了主控 MCU 的运算负担。

姿态角解算通过加速度计和陀螺仪的数据融合实现，其中：

Pitch（俯仰角） 表示物体绕 X 轴的旋转；

Roll（横滚角） 表示物体绕 Y 轴的旋转；

Yaw（航向角） 表示物体绕 Z 轴的旋转。

本实验使用 MPU9250 的 MPL 库调用 `mpu_mpl_get_data()` 函数获取姿态角度信息，通过角度阈值判断当前状态是否正常，并在 LCD 上做出警告或鼓励提示。

2. 初始化

```
Cache_Enable();
MPU_Memory_Protection();
HAL_Init();
Stm32_Clock_Init(432, 25, 2, 9);
delay_init(216);
uart_init(500000);
usmart_dev.init(108);
LED_Init();
KEY_Init();
SDRAM_Init();
LCD_Init();
mpu_calibrate(); // 传感器校准
```

3. 姿态解算

使用函数 `mpu_mpl_get_data(&pitch, &roll, &yaw)` 获取三个姿态角，单位为弧度。通过乘以常数 `RAD_TO_DEG` 转换为角度后再判断状态。

```
// 弧度转角度
pitch *= RAD_TO_DEG;
roll  *= RAD_TO_DEG;
yaw   *= RAD_TO_DEG;
```

4. 状态判断逻辑

若 $|Roll| > 30^\circ$ 或 $|Pitch| > 30^\circ$ ，显示“WARNING: Angle Exceed!”；若 $|Roll| < 2^\circ$ 且 $|Pitch| < 2^\circ$ ，显示“Good job!”；其余状态不提示。

```
if(abs_roll > ROLL_THRESHOLD || abs_pitch > PITCH_THRESHOLD)
{
    if(last_state != 1)
    {
        LCD_Fill(30, STATUS_Y_POS, 240, STATUS_Y_POS+32, WHITE);
        LCD_ShowString(30, STATUS_Y_POS, 200, 16, 16, "WARNING: Angle Exceed!");
        last_state = 1;
    }
}
else if(abs_roll <= LEVEL_THRESHOLD && abs_pitch <= LEVEL_THRESHOLD)
{
    if(last_state != 2)
    {
        LCD_Fill(30, STATUS_Y_POS, 240, STATUS_Y_POS+32, WHITE);
        LCD_ShowString(30, STATUS_Y_POS, 200, 16, 16, "Good job!");
        last_state = 2;
    }
}
else
{
    if(last_state != 0)
    {
        LCD_Fill(30, STATUS_Y_POS, 240, STATUS_Y_POS+32, WHITE);
        last_state = 0;
    }
}
```

四、实验分析及结论

1. 实验结果

当手持开发板做俯仰或横滚运动超过 30° 时，LCD 显示警告提示；当板子回到基本水平状态时，LCD 显示“Good job!”；传感器稳定运行，姿态解算响应迅速，系统逻辑判断准确。

2. 实验总结

通过本实验，我们掌握了 MPU9250 九轴传感器的初始化流程与数据读取方法，了解了 DMP 姿态解算的优势与实现机制。在 STM32F767 平台上实现完整的姿态识别系统，并结合 LCD 与串口通信实现信息可视化，有效训练了嵌入式项目综合调试与逻辑判断能力。