

## 基于星火一号开发板的汽车安全检测系统

咕噜咕噜队：赵咏琪；卿光正；王昆仑；指导老师：吴雪花，樊海霞

（不要出现任何涉及学校名称等内容）

### 摘要

随着现在家庭汽车保有量提升，但是行车安全问题仍有巨大问题，2024 年全国共发生道路交通事故 238,351 起，造成 67,759 人死亡、275,125 人受伤，直接财产损失达 9.1 亿元，其中因为车辆自身问题也不在少数，但在行驶过程中驾驶员难以察觉汽车微小的异常状况。因此汽车安全实时检测系统显得尤为重要，汽车安全实时检测系统要求对车辆信息进行收集，通过系统整合综合评估得出车辆状态，再对驾驶员发出预警，此外收集得到的数据还将实时显示在屏幕上供驾驶员参考，以免对于非正常情况造成系统误判。在系统发出预警后还将记录预警信息，在系统中可以记录 10 条预警信息，自动清除冗余信息，方便查看关键部分，并且在事后理赔给出客观有力的证据。针对汽车安全实时检测系统要求，本作品基于星火一号开发板使用 STM32F407 主控芯片，使用 Ath10 温湿度传感器采集温湿度数据，使用 Icm208066 轴加速度传感器采集加速度、陀螺仪数据，得出汽车实时姿态，响应速度 5ms，并将各种信息显示在 LCD 显示屏上使用多色彩对驾驶员进行提示，还可将信息通发送给终端用户可通过终端同步查看，配合实体按键操作快捷简单、容易上手对操作人员学历要求低，本作品利用 RT\_thread 嵌入式实时多线程操作系统，利用其支持多任务的功能达到汽车安全实时检测系统的要求。本作品通过运用嵌入式系统开发注重实时性、安全性，为各位用户上一把安全枷锁，为用户旅行保驾护航。

### 第一部分 作品概述

#### 1.1 功能与特性

##### 1. 精准快速采集车辆信息

使用 ath10 温湿度传感器，采集车辆温度湿度数据，了解汽车部件在运行中的温湿度数据，响应速度 $\leq 100\text{ms}$ 。

使用 icm206086 轴加速度传感器，采集车辆姿态信息，提供空间姿态预测车辆侧翻状态，响应速度 $\leq 5\text{ms}$ ；

## 2. 终端数据同步显示

利用串口通讯，将信息显示在终端里，可详细查看之前未发出报警时的数据，在终端显示里还将预警部分做标红处理，让用户可以快速找到关键信息，查看前后车辆状态的连续性变化，得出可靠结论。

## 3. 低延迟反馈

利用 RT\_Thread 嵌入式实时操作系统，实现多任务多线程执行，来为用户提供毫秒级响应，操作流畅。

## 4. 多种数据综合评估，准确发出预警信息

利用多种传感器得出的数据，在系统轮巡检测里综合评估，得出车辆状态，实时反馈给用户。

## 1.2 应用领域

### 1. 乘用车安全升级

预防碰撞/火灾（尤其新能源车电池热失控监控）

家庭用车事故数据取证（保险理赔支持）

### 2. 商用车风险控制

货运车辆防侧翻（重心变化实时预警）

### 3. 特种车辆防护

工程车辆高温部件监测（如刹车过热）

危化品运输车火灾早期预警

### 4. 智慧交通集成

车队安全管理平台数据接入

车路协同系统（V2X）预警信息交互

### 1.3 主要技术特点

本作品基于星火一号开发版，搭载 STM32F407 主控芯片，支持低功耗运行。

核心技术使用 RT\_Thread 嵌入式实时多线程操作系统，多任务多线程实现毫秒级响应。抓取关键数据，实时发送预警信息。从数据采集到综合评估再到发出预警信息做到<500ms 响应。

#### 主要性能指标

硬件	Ath10	Icm20608
量程	-40℃ ~ +85℃	陀螺仪 ±250° /s, ±500° /s ±1000° /s, ±2000° /s 加速度计： 可编程量程：±2g、±4g、±8g、±16g
精度	湿度±2%RH、温度±0.3℃	6 位 ADC
速度	100ms	5ms

### 1.4 主要创新点

- 多传感器融合与极速采集：**创新融合 Ath10 温湿度与 Icm208066 轴加速度传感器，100ms 级获取温湿度、5ms 极速采集姿态数据，多维度精准捕捉车辆异常状况。
- 操作系统优化与高效响应：**基于 RT\_thread 实时操作系统，实现数据采

集、评估到预警全流程 $<500\text{ms}$  响应，兼顾高效运行与低功耗。

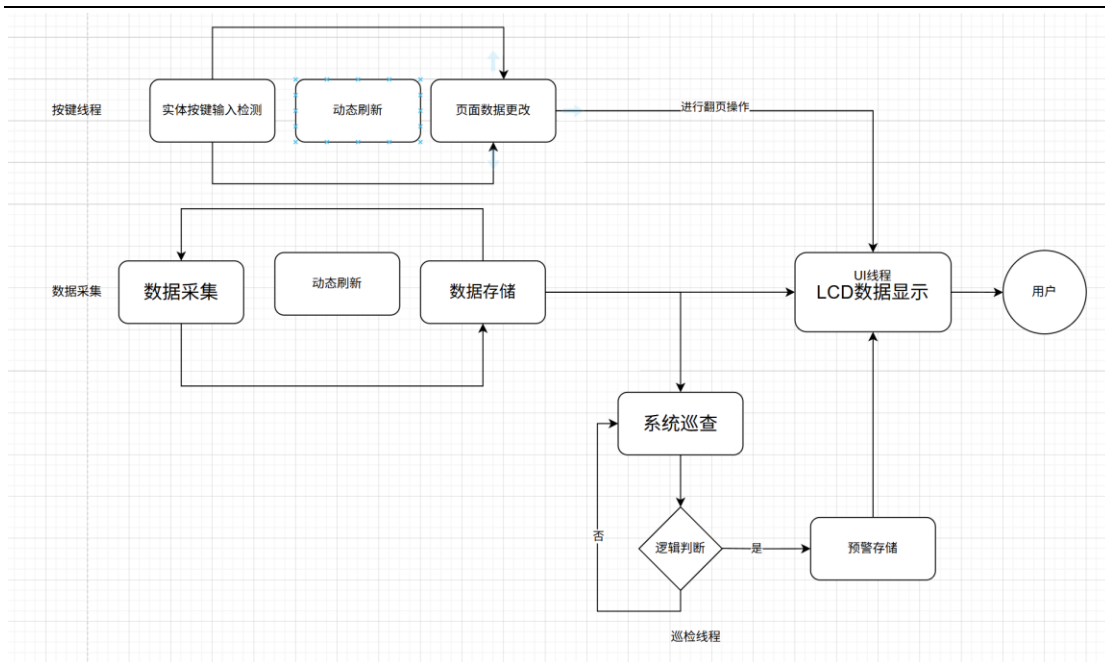
3. **智能数据处理机制：**自动留存 10 条关键预警信息并清除冗余数据，为事故分析和保险理赔提供可靠依据。
4. **便捷交互设计：**采用 LCD 多色彩提示与实体按键结合的交互方式，操作简单易懂，降低使用门槛。
5. **智能交通拓展应用：**系统数据可接入智慧交通平台，支持车路协同预警交互，拓展在智能交通领域的应用场景。

### 1.5 设计流程

首先，根据功能需求选定星火一号开发板与 STM32F407 主控芯片，搭配 Ath10 温湿度、Icm208066 轴加速度传感器完成硬件选型与电路设计。其次，基于 RT\_thread 嵌入式实时操作系统，开发多线程程序，实现传感器数据采集、状态综合评估及预警逻辑。然后，设计 LCD 显示界面与实体按键交互逻辑，确保操作便捷。最后，进行系统联调测试，优化数据处理算法，验证响应速度、预警准确性等性能指标，保障系统在  $500\text{ms}$  内完成从数据采集到预警全流程，达到实时检测与安全防护要求。

## 第二部分 系统组成及功能说明

### 2.1 整体介绍



## 2.2 软件系统介绍

### 2.2.1 软件整体介绍（含 PC 端或云端，结合关键图片）；

主函数创建线程：

```

/*****按键检测线程*****/
rt_thread_t Key_thread_ID;
Key_thread_ID = rt_thread_create("Key_thread", Key, NULL, 1024, 18, 5);
if(Key_thread_ID == RT_NULL)
{
    LOG_E("Key_thread_ID NO ....\n");
    return -RT_ENOMEM;
}

LOG_D("Key_thread_ID OK ... \n");
/*****温湿度检测线程*****/
rt_thread_t Ath_thread_ID;
Ath_thread_ID = rt_thread_create("Ath_thread", Ath, NULL, 1024, 19, 10);
if(Ath_thread_ID == RT_NULL)
{
    LOG_E("Ath_thread_ID NO ....\n");
    return -RT_ENOMEM;
}

LOG_D("Ath_thread_ID OK ... \n");
/*****6轴陀螺仪线程*****/
rt_thread_t ICM_thread_ID;
ICM_thread_ID = rt_thread_create("ICM_thread", ICM, NULL, 1024, 17, 5);
if(Ath_thread_ID == RT_NULL)
{
    LOG_E("ICM_thread_ID NO ....\n");
    return -RT_ENOMEM;
}

LOG_D("ICM_thread_ID OK ... \n");
/*****巡检并显示屏线程*****/
rt_thread_t examine_LCD_thread_ID;
examine_LCD_thread_ID = rt_thread_create("examine_LCD_thread", examine_LCD, NULL, 1024, 21, 5);
if(examine_LCD_thread_ID == RT_NULL)
{
    LOG_E("examine_LCD_thread_ID NO ....\n");
    return -RT_ENOMEM;
}

LOG_D("examine_LCD_thread_ID OK ... \n");
rt_thread_startup(mutex_thread_ID);
LOG_D("mutex_thread_ID run ... \n");
    
```

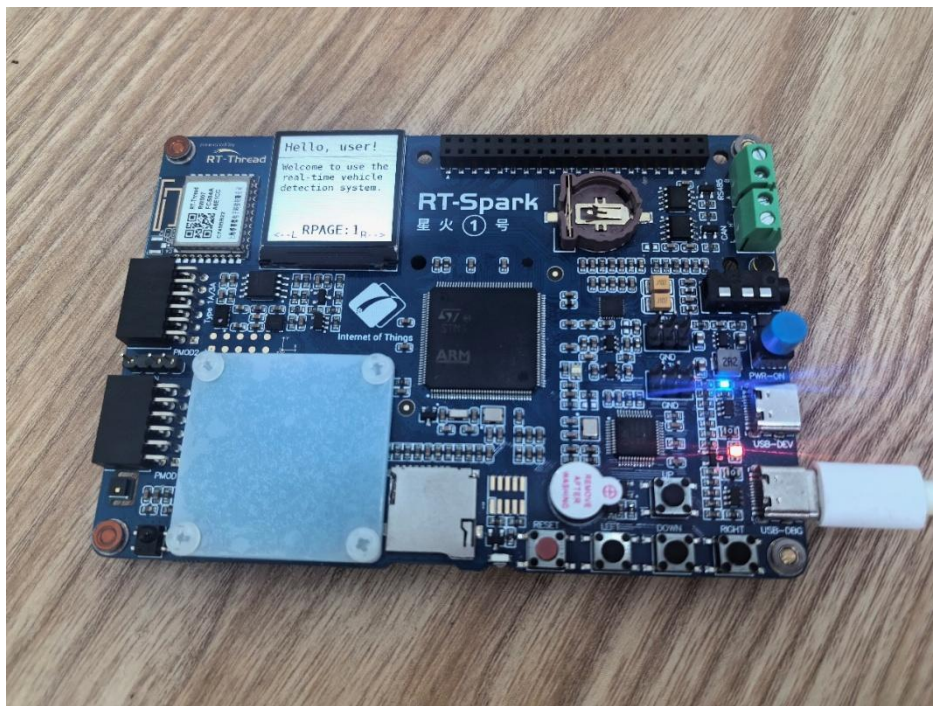
2.2.2 软件各模块介绍（根据总体框图，给出各模块的具体设计说明。从顶层到底层逐次给出各函数的流程图及其关键输入、输出变量）；

五个线程轮巡，按键检测负责检测用户输入，并改变页面标志位，更改 LCD 显示屏内容实现翻页操作；温湿度检测线程负责采集传感器数据并保存，提供给 LCD 显示屏，显示数据；6 轴陀螺仪线程，采集数据进行计算得出汽车姿态，提供给 LCD 显示屏，显示数据；巡检并显示屏线程，LCD 部分负责 LCD 显示屏内容显示绘制，巡检部分负责整合数据，并进行逻辑判断，输出警报信息结构体，再对上次报警进行逻辑判断防止重复报警，最终更改报警标志位，输出预警列表，最终呈现在显示屏上，同时还将数据同步发送终端，记录车辆动态信息；

### 第三部分 完成情况及性能参数

阐述最终实现的成果（图文结合，实物照片为主）

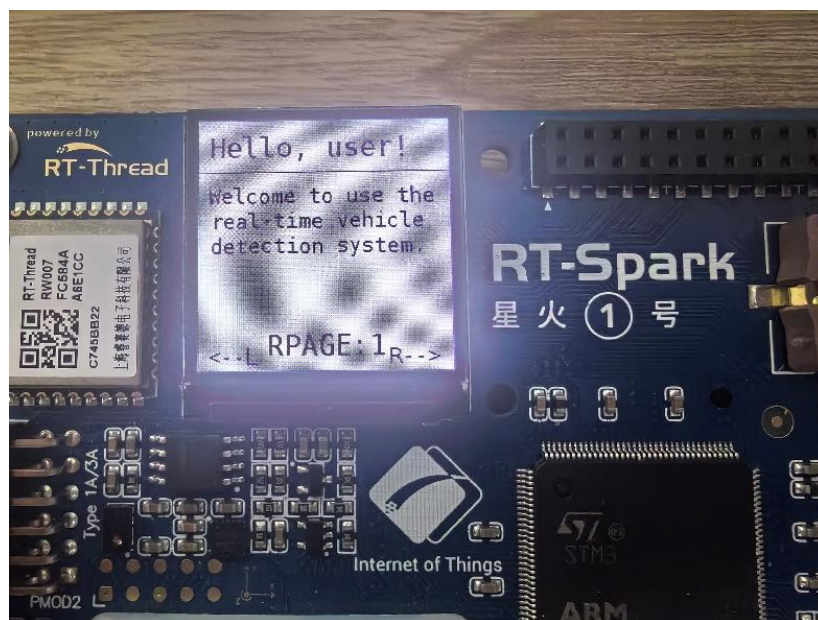
#### 3.1 整体介绍（整个系统实物的正面、斜 45° 全局性照片）



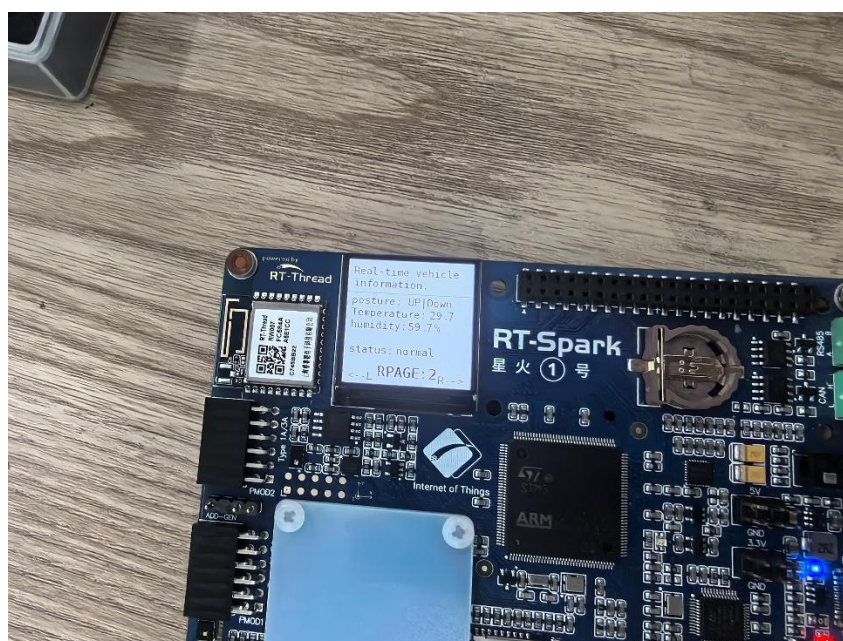


3.2 特性成果（逐个展示功能、性能参数等量化指标）（可加重要仪器测试或现场照片）；

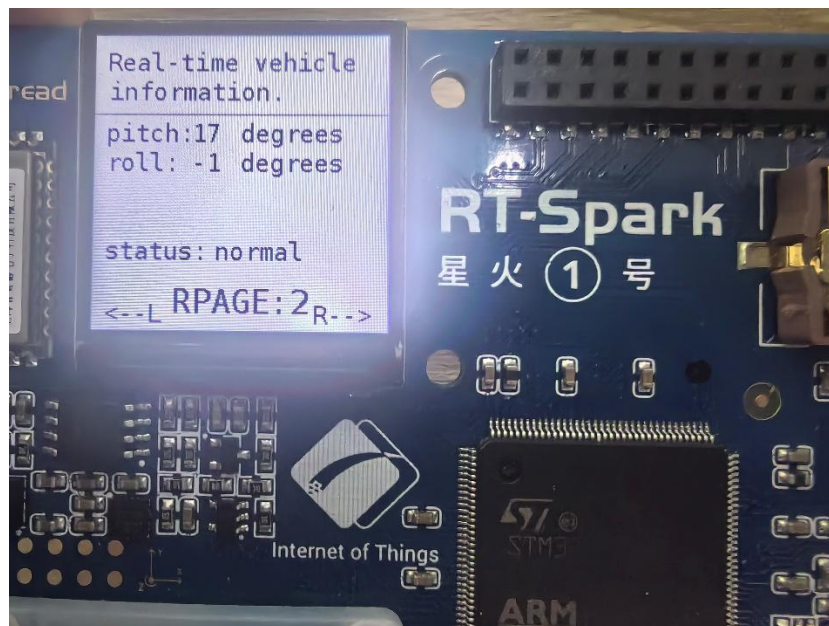
用户初始界面：



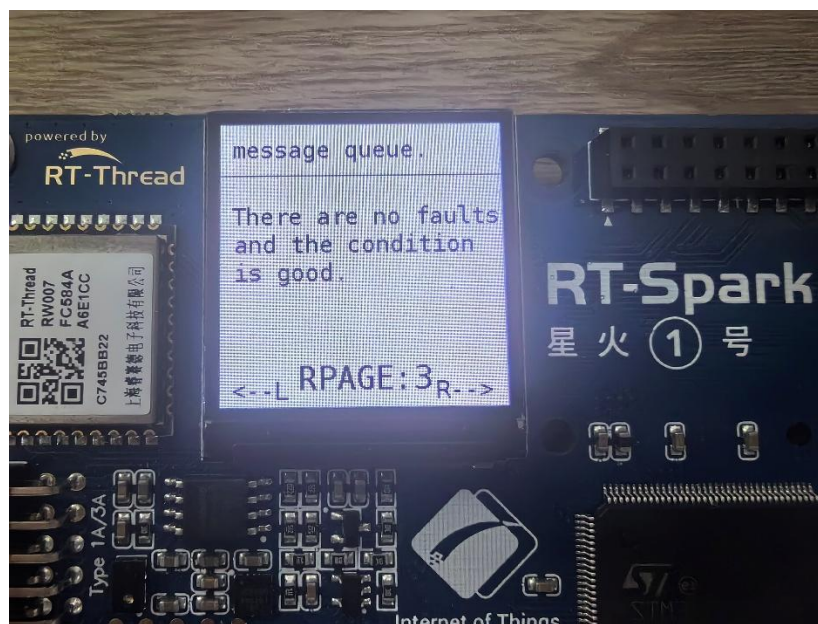
车辆信息实时显示界面 1：



车辆信息实时显示界面 2:



预警消息队列：（无预警状态）



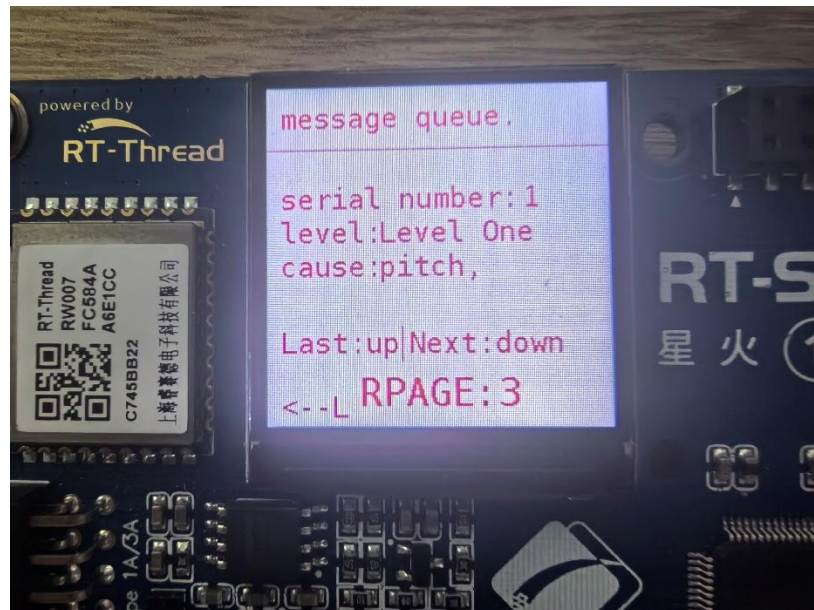


预警队列：（发出预警）

预警序号：1 级预警

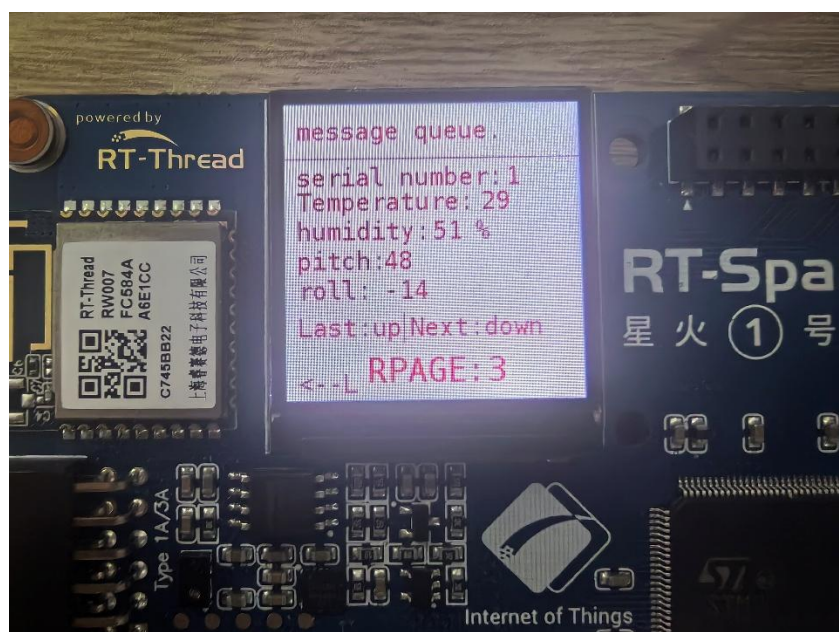
预警等级：一级

异常部分：俯仰角



预警队列：（发出预警）详细信息

预警序号：1 | 温度：29 | 湿度：51% | 俯仰角：48 | 翻滚角：-14

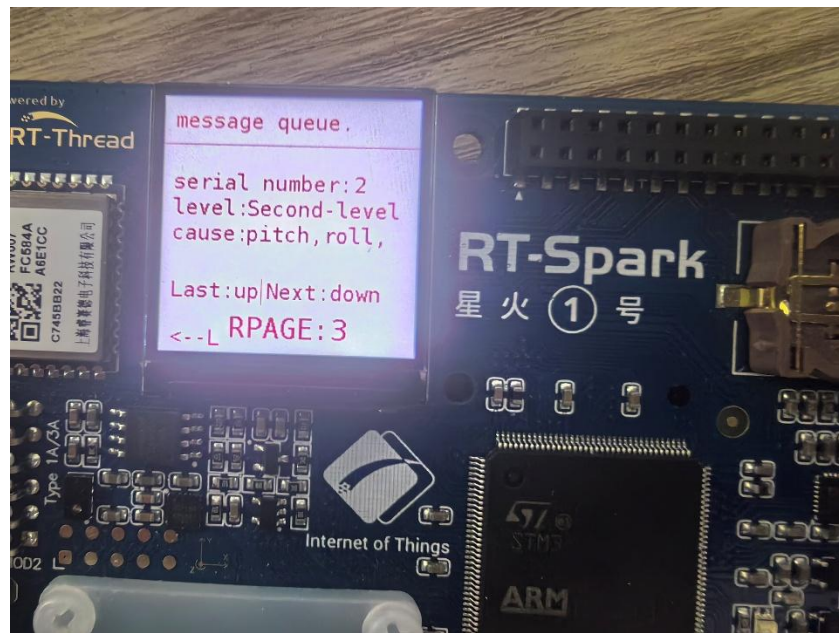


预警队列：（发出预警）

预警序号： 2

预警等级：2 级预警

异常部分：俯仰角，翻滚角



预警队列：（发出预警）详细信息

预警序号：2|温度：28|湿度：51%|俯仰角:144|翻滚角：150



## 终端初始化界面：

```

D:\RT-Thread\Studio\RTT\...
[1/12C] I2C bus [12c1] registered

\ /
- RT-Thread Operating System
  / \
  4.1.1 build 141 - 6-2022 09:16:42
  2006 - 2022 Copyright by RT-Thread team

[0/drv_lcd] backlight 88 percent
[0/main] mutex_thread OK ...
[0/main] key_thread_ID OK ...
[0/main] ath_thread_ID OK ...
[0/main] icm_thread_ID OK ...
[0/main] examine_lcd_thread_ID OK ...
[0/main] mutex_thread_ID run ...
[0/main] key_thread_ID run ...
[0/main] icm_thread_ID run ...
[0/main] ath_thread_ID run ...
[0/main] mutex_failure OK ...

mah >[0/DBG] ICM init OK
[0/DBG] The sensor calibrates OK
[0/DBG] accel_offset: X -466 Y -17 Z 276
[0/DBG] gyro_offset: X -189 Y -18 Z 98
[0/main] examine_lcd_thread_ID run ...

[0/DBG] *****
[0/DBG] Real-time vehicle information
[0/DBG] status:normal
[0/DBG] Temperature:28
[0/DBG] humidity:63
[0/DBG] pitch:1
[0/DBG] roll:-1
[0/DBG] *****
[0/DBG] Real-time vehicle information
[0/DBG] status:normal
[0/DBG] Temperature:29
[0/DBG] humidity:67
[0/DBG] pitch:8
[0/DBG] roll:0
[0/DBG] *****
[0/DBG] Real-time vehicle information
[0/DBG] status:normal
[0/DBG] Temperature:29

```

## 终端动态刷新：

```

D:\RT-Thread\Studio\RTT\...
[0/DBG] roll:0
[0/DBG] *****
[0/DBG] Real-time vehicle information
[0/DBG] status:normal
[0/DBG] Temperature:30
[0/DBG] humidity:73
[0/DBG] pitch:-2
[0/DBG] roll:-2
[0/DBG] *****
[0/DBG] Real-time vehicle information
[0/DBG] status:normal
[0/DBG] Temperature:30
[0/DBG] humidity:71
[0/DBG] pitch:-10
[0/DBG] roll:5
[0/DBG] *****
[0/DBG] Real-time vehicle information
[0/DBG] status:normal
[0/DBG] Temperature:30
[0/DBG] humidity:72
[0/DBG] pitch:11
[0/DBG] roll:1
[0/DBG] *****
[0/DBG] Real-time vehicle information
[0/DBG] status:normal
[0/DBG] Temperature:30
[0/DBG] humidity:71
[0/DBG] pitch:-1
[0/DBG] roll:-7
[0/DBG] *****
[0/DBG] Real-time vehicle information
[0/DBG] status:normal
[0/DBG] Temperature:30
[0/DBG] humidity:70
[0/DBG] pitch:-10
[0/DBG] roll:2
[0/DBG] *****
[0/DBG] Real-time vehicle information
[0/DBG] status:normal
[0/DBG] Temperature:30
[0/DBG] humidity:68
[0/DBG] pitch:0
[0/DBG] roll:10
[0/DBG] *****
[0/DBG] Real-time vehicle information
[0/DBG] status:normal
[0/DBG] Temperature:31
[0/DBG] humidity:67
[0/DBG] pitch:13
[0/DBG] roll:-3

```

## 终端预警信息：序列 1

```

0/0001 *****
0/0001 Real-time vehicle information
0/0001 status:normal
0/0001 Temperature:29
0/0001 humidity:62
0/0001 pitch:0
0/0001 roll:0
0/0001 *****
0/0001 Real-time vehicle information
0/0001 status:normal
0/0001 Temperature:29
0/0001 humidity:62
0/0001 pitch:0
0/0001 roll:0
0/0001 *****
0/0001 Real-time vehicle information
0/0001 status:normal
0/0001 Temperature:29
0/0001 humidity:62
0/0001 pitch:0
0/0001 roll:0
0/0001 *****
0/0001 Real-time vehicle information
0/0001 Temperature:29
0/0001 humidity:66
0/0001 pitch:11
0/0001 roll:100
0/0001 *****
0/0001 message name
0/0001 serial_number:1
0/0001 level:second-level
0/0001 cause:pitch_roll
0/0001 Temperature:29
0/0001 humidity:67
0/0001 pitch:12
0/0001 roll:100
0/0001 *****
0/0001 Real-time vehicle information
0/0001 Temperature:29
0/0001 humidity:70
0/0001 pitch:0
0/0001 roll:0
0/0001 *****
0/0001 message name
0/0001 serial_number:1
0/0001 level:second-level
0/0001 cause:pitch_roll
0/0001 Temperature:29
0/0001 humidity:71
0/0001 pitch:-50
0/0001 roll:0
0/0001 *****

```

## 终端预警信息切换：序列 2

```

0/0001 level:level One
0/0001 cause:roll
0/0001 Temperature:29
0/0001 humidity:61
0/0001 pitch:22
0/0001 roll:-52
0/0001 *****
0/0001 Real-time vehicle information
0/0001 Temperature:29
0/0001 humidity:61
0/0001 pitch:0
0/0001 roll:0
0/0001 *****
0/0001 message name
0/0001 serial_number:2
0/0001 level:level One
0/0001 cause:roll
0/0001 Temperature:29
0/0001 humidity:61
0/0001 pitch:22
0/0001 roll:-52
0/0001 *****
0/0001 Real-time vehicle information
0/0001 Temperature:29
0/0001 humidity:62
0/0001 pitch:0
0/0001 roll:0
0/0001 *****
0/0001 message name
0/0001 serial_number:2
0/0001 level:level One
0/0001 cause:roll
0/0001 Temperature:29
0/0001 humidity:61
0/0001 pitch:22
0/0001 roll:-52
0/0001 *****
0/0001 Real-time vehicle information
0/0001 Temperature:29
0/0001 humidity:62
0/0001 pitch:0
0/0001 roll:0
0/0001 *****
0/0001 message name
0/0001 serial_number:2
0/0001 level:level One
0/0001 cause:roll
0/0001 Temperature:29
0/0001 humidity:61
0/0001 pitch:22
0/0001 roll:-52
0/0001 *****

```

## 第四部分 总结

### 4.1 可扩展之处

1. 可利用 WiFi 模块链接云端服务器，发送报警数据，用户可通过手机 APP 远程查看车辆状态，可对租车借车或者停车等车主不在附近的场景知晓车辆状况
2. 可接入物联网，结合无人驾驶，智慧交通等提供精准可靠的数据

### 4.2 心得体会

在研发和制作汽车安全实时检测系统的过程中，我们遇到了诸多挑战。硬件选型时，需要综合考虑传感器的性能、功耗和成本等因素，经过反复对比和测试，才最终确定合适的传感器。软件编程阶段，RT\_thread



---

多线程的协调与数据共享是难点，通过不断调试和优化代码，才实现了各线程的稳定运行和高效协作。在系统联调测试过程中，发现数据传输存在延迟问题，经过深入分析，调整了数据处理算法和通信协议，成功解决了延迟问题。

这次研发经历让我们深刻认识到团队协作的重要性，不同成员发挥各自专业优势，共同攻克难题。同时，也让我们对嵌入式系统开发有了更深入的理解，从需求分析、方案设计到实际开发和测试，每一个环节都至关重要。未来，我们将继续优化系统性能，拓展应用场景，为汽车安全领域贡献更多力量。