

# 基于物联网的居家老人安全系统设计

姜明祎 任倩毅

西安明德理工学院信息工程学院, 陕西 西安 710000

**摘要:** 针对居家老人在日常生活中可能面临的环境安全和健康风险, 提出了一种基于物联网的居家老人安全监测系统。该系统以 STM32F405 为主控模块, 集成多种传感器实现环境与健康状态的实时监测。DHT11 温湿度传感器用于检测室内温湿度变化, MQ-5 燃气传感器实时监测燃气泄漏风险, MPU6050 运动传感器采集老人的加速度和角速度数据以判断跌倒行为, MAX30102 心率传感器监测老人的心率变化。系统通过主控模块对传感器数据进行融合处理, 当检测到异常情况(如燃气泄漏、温湿度超标、跌倒或心率异常)时, 触发蜂鸣器报警并点亮 LED 灯提示危险, 同时通过 SIM 卡模块向监护人发送短信通知。实验结果表明, 该系统能够准确识别环境异常, 及时发现潜在风险并发出预警, 显著提高了居家养老的安全性和便捷性。系统具有实时性强、成本低廉、易于部署等优点, 为居家老人提供了全面的安全保障。

**关键词:** STM32F405; 多传感器融合; 智能预警; 智慧养老

## 引言

随着人口老龄化的加剧, 居家养老已成为一种普遍的养老模式。然而, 居家环境中老年人的安全问题日益突出, 尤其是跌倒、突发疾病和环境安全隐患(如燃气泄漏、温湿度异常等)对老年人的健康和生命构成了严重威胁。为应对这些挑战, 近年来市场上涌现出了许多与居家老人安全相关的系统和装置, 但大多数产品存在功能单一、无法实时监控以及警报范围有限等问题。鉴于此, 许多学者开展了相关研究工作<sup>[1-4]</sup>。

文献设计了一种基于视觉识别和多传感器的跌倒检测系统<sup>[5]</sup>, 虽然功能较为全面, 但系统复杂且成本较高。文献提出了一种基于 MEMS 传感器的实时跌倒检测系统, 但该系统主要关注跌倒检测, 缺乏对环境因素的综合监测<sup>[6]</sup>。文献提出了一种基于 SINS 的老人跌倒实时监测方法, 重点在于跌倒检测<sup>[7]</sup>。文献和通过多传感器技术实现了居家养老的智能看护和环境监测, 但未能实现远程数据传输和实时报警功能<sup>[8]</sup>。文献提出基于 STM32 微控制器

设计了与老人看护或智能家居相关的系统, 重点在于硬件设计和数据处理。文献<sup>[12]</sup>提出了一种智能型老人摔倒检测定位系统, 具有一定的新颖性。文献提出了一种基于物联网的空巢老人居家防护系统, 虽然具备一定的远程监控能力, 但对老年人健康状态的监测功能仍有待完善<sup>[9-11]</sup>。

综上所述, 当前市场上的大多数居家老人安全系统仍存在显著的局限性, 尤其是在实时数据传输、远程控制和综合监测方面。本文提出了一款基于 STM32F405 的智能居家老人安全系统, 该系统不仅具备传统安全装置的功能, 还能通过多种传感器(如 DHT11 温湿度传感器、MQ-5 燃气检测传感器、MPU6050 运动传感器、MAX30102 心率传感器等)实时监控居家环境和老人健康状态。系统通过 LED 灯、蜂鸣器和液晶显示屏提供本地报警和显示功能, 同时利用 SIM 卡实现远程通信和数据传输, 确保紧急情况下的及时响应<sup>[13]</sup>。通过整合多传感器技术、实时监控和远程通信功能, 本系统能够有效提升居家老人的安全性和生活质量。

## 1 系统设计总体方案

本系统的架构为 STM32F405 单片机主控芯片、温湿度检测模块、烟雾检测模块、CO 浓度检测模块、生理参数检测模块、心率检测模块、按键模块、显示模块、报警模块、无线通信模块以及电源，如图 1 所示。

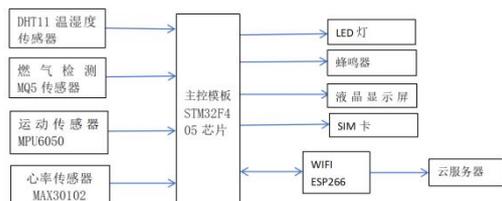


图 1. 系统架构框图

## 2 硬件电路设计

### 2.1 主控电路

采用 STM32F405 芯片，用于数据处理、手机短信的通信和外围电路的控制。

### 2.2 温湿度采集电路

DHT11 数字温湿度传感器是一款含有已校准数字信号输出的温湿度复合传感器。它应用专用的数字模块采集技术和温湿度传感技术，确保产品具有极高的可靠性与卓越的长期稳定性，如图 2. 所示。

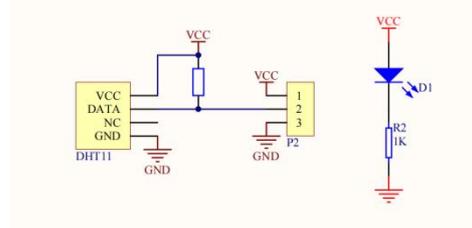


图 2. 温湿度采集电路

### 2.3 燃气检测电路

MQ-5 气体传感器所使用的气敏材料是在清洁空气中电导率较低的二氧化锡 (SnO<sub>2</sub>)。当传感器所处环境中存在可燃气体时，传感器的电导率随空气中可燃气体浓度的增加而增大。使用简单的电路即可将电导率的变化转换

为与该气体浓度相对应的输出信号。如图 3. 所示。

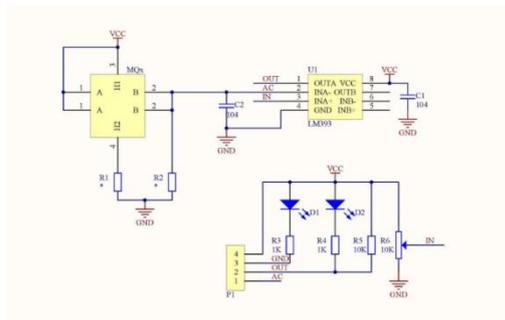


图 3. 燃气检测电路

### 2.4 运动传感电路

MPU6050 运动处理单元 (MPU) 是世界上第一个采用 6 轴传感器融合的解决方案，使用其经过验证的运动引擎用于智能设备应用<sup>[14]</sup>。MPU-30X0 内置一个 3 轴陀螺仪和数字运动处理器™ (DMP) 硬件加速器引擎，通过辅助 I<sup>2</sup>C 端口连接到第三方数字加速计，以提供完整的 6 轴传感器融合输出到其主 I<sup>2</sup>C 端口。这将线性运动和旋转运动结合到应用程序的单一数据流中。如图 4. 所示。

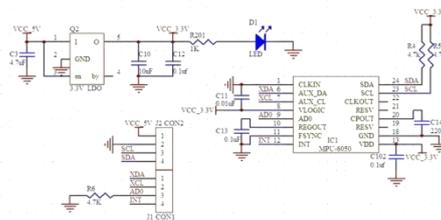


图 4. 运动传感检测电路

### 2.5 心率传感电路

MAX30102 是一个集成的脉搏血氧仪和心率监测模块。光电探测器、光学元件和低噪音的电子器件。MAX30102 提供了丰富的系统解决方案，以简化了移动和可穿戴设备的设计过程。MAX30102 在一个 1.8V 电源和一个单独的

3. 3V 电源上运行，通信是通过一个标准的 I2C 兼容接口。该模块可以通过零备用电流的软件关闭，允许电源轨道始终保持供电。如图 5. 所示。

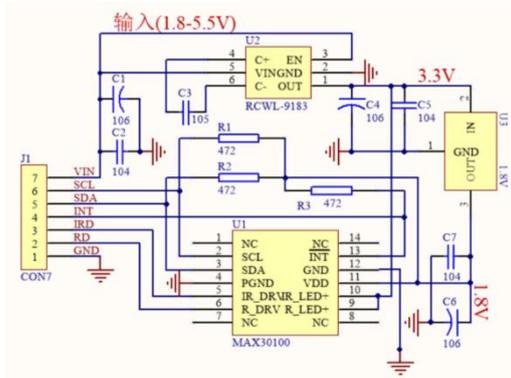


图 5. 心率传感电路

### 2.6 通信电路

采用 ESP8266，通过单片机的串口通信实现和手机移动端的实时通信，达到实时给用户发送报警短信的目的。

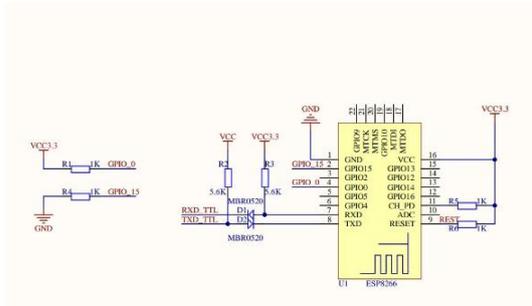


图 6. 通信电路

### 2.7 报警电路

采用 LED 灯和蜂鸣器，如图 7. 所示，通过单片机的串口连接实现燃气浓度到达设定数值后蜂鸣器响和 LED 红灯闪烁，由于单片机的 IO 驱动能力不强，对蜂鸣器的驱动加大一个 NPN 三极管，使蜂鸣器的声音更加响亮，起到更好的报警作用。而三极管基极的电路保证了只有在单片机输出低电平时，蜂鸣器才会发声，有效避免产生误报警。当系统上电后，单片机会进行初始化操作。MQ-5 模块会启动，

并进行全天 24h 的燃气浓度监测。随后，温湿度传感器开始采集环境温度和湿度数据，并将这些数据实时显示在液晶屏上。当 MQ-5 模块检测到的浓度超过设定阈值时，蜂鸣器和 LED 灯会开始工作，同时 ESP8266 模块会向用户的手机发送短信提醒。

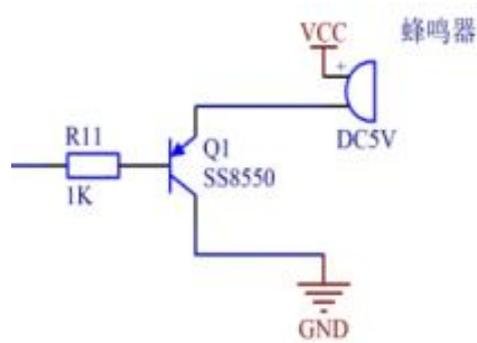
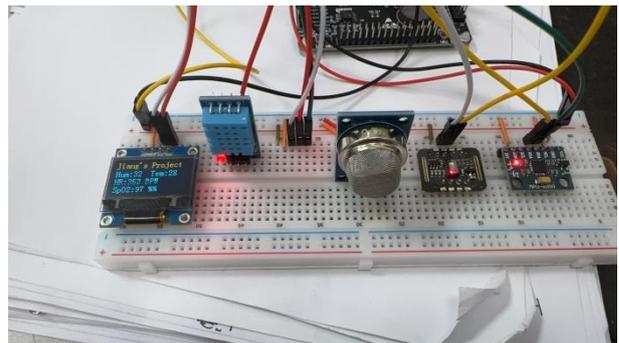


图 7. 蜂鸣器电路

## 3 系统验证和测试

### 3.1 实物图

为验证传感器数据采集的准确性与可靠性，搭建老人居家环境测试。该环境设置不同温度、湿度、烟雾浓度、一氧化碳浓度及老人姿势，全面检验传感器性能。如图 8. 所示。



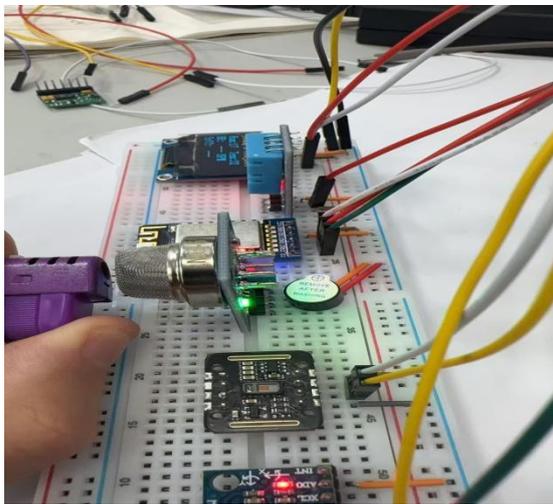
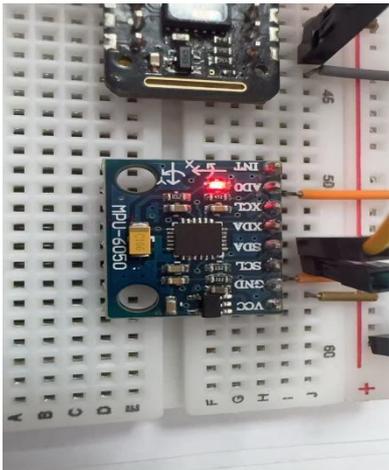


图 8. 系统实物图

### 3.2 数据采集分析

将温度传感器置于模拟高温环境,从 25℃ 升温至 60℃,能准确感知温度变化并传输数据。湿度测试利用加湿器和除湿器,从 35% 相对湿度调至 69%,可稳定准确测量湿度,为着火风险评估提供可靠数据。如图 9. 所示。

烟雾浓度测试,通过烟雾发生器产生烟雾,能及时检测烟雾,助力早期预警,为火灾监测提供依据。如图 10. 所示。

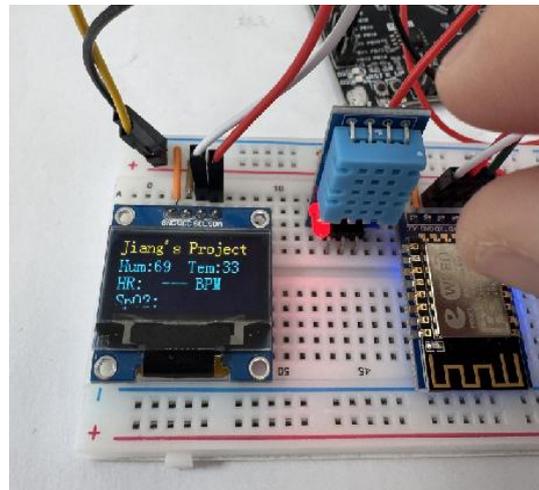
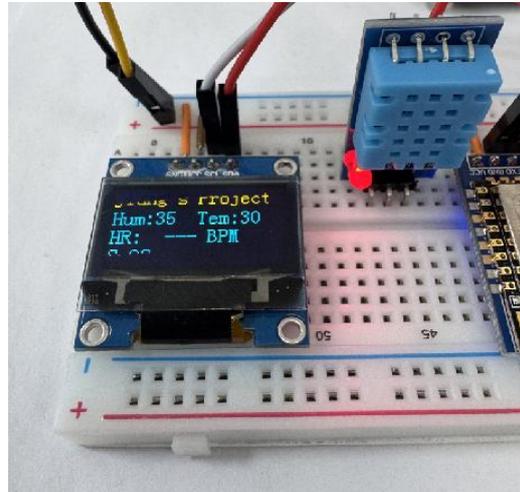


图 9. 温度湿度传感器测试图

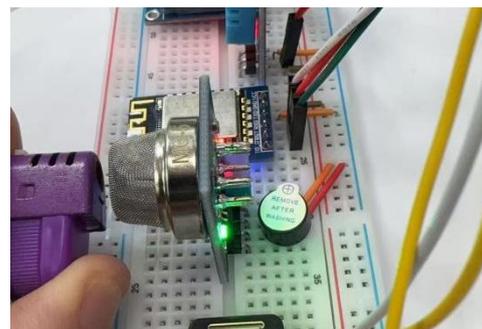


图 10. 烟雾传感器图

### 结论

本文主要设计了一款基于物联网的居家老人安全监测系统,为居家老人安全提供了有力的支持,本研究适用于空巢老人家庭,方便对使用者进行 24 小时实时监测。系统设计贴

合实际需求,构建层次分明的架构。本文中选用 MQ-5 液化气传感器、DHT11 温度传感器、MPU6050 运动传感器、MAX30102 心率传感器四种传感器,通过设计外部电路、网关节点电路等实现数据采集功能,为居家老人安全提供了有效的保障。

### 参考文献

- [1]周艺萌,董玄,黄悦. 老人防跌倒智能检测系统设计[J]. 电子制作, 2024,32 (20) :50-53.
- [2]丁敏. 空巢老人守护系统的设计与实现[D]. 安徽:阜阳师范大学, 2022, 23-30.
- [3]纪锦. 基于物联网的居家老人智能安防系统设计[D]. 江苏:南京信息工程大学, 2023, 45-47
- [4]刘娜,孙申,刘国权,等. 智慧居家养老安防系统的设计与实现[J]. 软件工程, 2022,25 (2) :59-62.
- [5]程世通,张李辉,楚遵恒,等. 基于视觉识别和多传感器的跌倒检测系统设计[J]. 传感器与微系统, 2024,43 (08) :91-94.
- [6]徐甲栋,陈强,徐一雄,等. 基于 MEMS 传感器的实时跌倒检测系统设计[J]. 传感器与微系统, 2022,41 (07) :77-80.
- [7]罗涛,杨海,李莉,等. 基于 SINS 的老人跌倒实时监测方法[J]. 传感器与微系统, 2020,39 (01) :56-59.
- [8]向琦,任万春,陈旭,等. 基于物联网与多传感器技术的智能看护系统设计[J]. 传感器与微系统, 2020,39 (02) :79-81.
- [9]扈书亮,韩森,王会成. 基于 STM32 的高龄老人智能看护终端设计[J]. 现代信息技术, 2023,7 (12) :170-173.
- [10]张晟祺,解乃军,纪有旺,等. 基于 STM32 的老人跌倒检测智能家居系统设计[J]. 工业仪表与自动化装置, 2023 (1) :35-39.
- [11]彭勇,陶曾杰,林振,等. 基于 STM32 和 OneNET 的智能家居系统的设计[J]. 物联网技术, 2024,14 (2) :86-89.
- [12]王思奇,王致杰. 基于智能型老人摔倒检测定位系统设计[J]. 新一代信息技术, 2021,4 (21) :7-13.
- [13]杨飞宇,吴菲,唐修权. 基于智能家居的家庭环境实时检测和控制系统设计[J]. 现代信息科技, 2023,7 (8) :189-192.
- [14]河北工业大学. 一种基于物联网的智能化反馈式空巢老人居家防护系统: CN202322981281.0[P]. 2024, 9-17.