

“互联网 + 健康养老”模式的智能监护系统设计

戴惠敏, 苏康友, 张鑫, 黄睿, 郑智雄, 蒲柯龙
(广东白云学院 电气与信息工程学院, 广东广州, 510450)

摘要: 随着现代社会老龄化问题日益凸显, 老年人的健康养老已成为重要焦点。本文旨在通过研究创建智能监控系统解决老年人独居和安
全问题。该系统使用IIC、UART等通信协议, 通过各种传感器收集健康数据, 利用Web开发模型进行数据处理和分析, 实现对老年人健康
状况的监控。该系统不仅能有效提升老年人的生活质量和安全性, 而且对“互联网+健康养老”模式的推进具有深远意义和实际价值。

关键词: 无线传输; 智能监护; 健康养老

0 引言

据调查至 2022 年底, 我国 60 岁及以上人口已达 2.6 亿, 其中 65 岁及以上人口达 1.9 亿^[1]。老龄化趋势带来的社会、经济和政治压力加剧, 养老、医疗、社会保障需求增加, 老年人权益保障也需关注。2023 年, 我国独居老人占 65 岁及以上人口的 15.2%, 空巢老人占 47.6%, 他们因家庭变化或子女外出等原因孤独居住, 面临健康、心理、社交等问题。基于此本文提出了“智能养老”^[2]。

智能养老指的是利用数据监控、网页设计、远程控制等技术, 为老年人提供便捷、舒适、安全的生活。健康监测旨在提高生活质量, 减轻家庭和社会养老负担。智能养老是未来养老服务的主流, 也是推动老龄化社会可持续发展的必选路径。

1 智能监护系统方案设计

本设计使用 ESP32-S2-WROVER 主控芯片, 通过模数转换、I²C 协议通信获取各个传感器中的数据以及通过 SPI 通信驱动 TFT 屏幕在嵌入式设备上显示交互界面和具体数据。系统的采集数据项包括: 利用燃气检测传感器, 对空气中燃气密度数值进行采集; 通过磁场强弱感应开关的变化, 实现出入口状态的采集; 采用电流电压传感器作为电能检测, 收集用电端口的电流、功率等特征参数, 并在 TFT 屏幕显示, 方便面板控制。

为了方便用户查看和管理设备状态, 基于 oneNet 中移
坤灵物联网平台搭建网页, 并通过 MQTT 协议实现设备之间的消息订阅、发布和认证功能。嵌入式设备通过 WiFi 网络将数据上传到服务端, 用户可以在云平台上直观地查阅燃气密度数据, 电流参数和出入口端口信息, 并且控制各项设备的状态, 保障家庭安全^[5-6]。系统设计方案如图 1 所示。

2 硬件设计总体概述

2.1 主控电路

本系统采用 ESP32-S2-WROVER 通用型 Wi-Fi MCU 模组主控电路作为多个数据采集端的核心, 拥有低功耗、高性

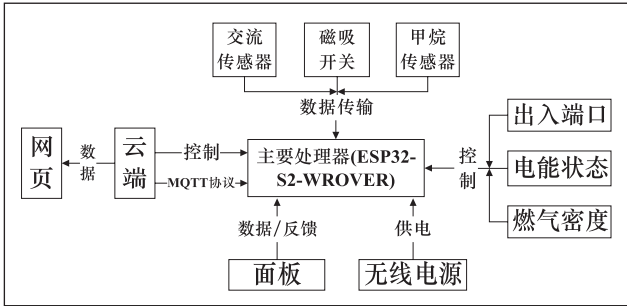


图 1 系统设计方案

能、安全可靠等特点。

模组主控电路还具备多种外设接口, 例如 UART、SPI、I²C、PWM、ADC 等, 可连接各种传感器和设备, 使其能够有效满足该系统的性能需求。

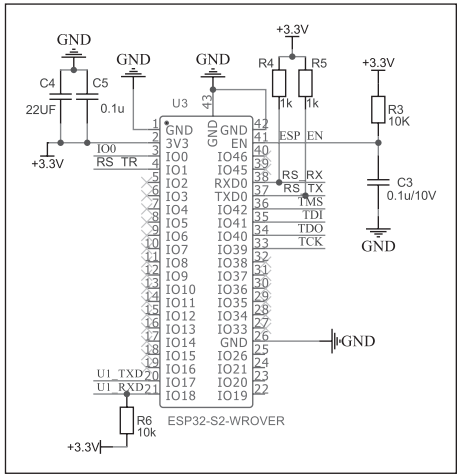


图 2 主控电路

2.2 甲烷检测及阀门控制

本系统应用于家庭环境, 考虑到各种易挥发气体对系统检测的干扰, 故选择 TGS2611 气敏传感器, 用于检测空气中的有害气体^[6-7]。

TGS2611 传感器采用外部供电, 将检测到的气体浓度等模拟信号转换为电信号, 通过数模转换得出气体浓度数据, 再通过 SG90 舵机对阀门进行控制。这样能够有效地实现气体浓度的检测和控制, 提高了系统的准确性和响应速

度。图 3 为甲烷检测及阀门控制电路。

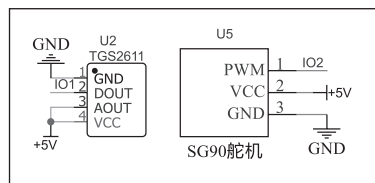


图 3 甲烷检测及阀门控制电路

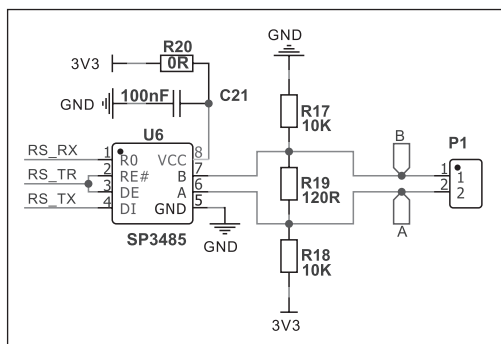


图 4 RS485 通信电路

2.3 交流检测

本设计系统采用美控交流电流变换器进行交流电流信号检测，其信号隔离方式可确保被测的交流电流信号转化为模拟输出数字信号。

交流电流变换器结合信号隔离检测和 RS-485 通信不但支持连接到同一线路的多个收发器，而且通信线路长、传输速度快，使得设备可以准确地读取电流数据，并将其传输给主控设备进行分析处理，进一步提升了系统的稳定性和精度。

2.4 门开关检测

本系统使用磁铁和磁性传感器，实现对门状态进行监测。磁铁靠近磁性传感器，感知并将信息传给主控设备进行判断。如存在较大距离会影响检测精度，可增加磁铁或改变位置调整磁场分布，提高传感器检测效果。

2.5 供电

本系统的电源电路由一个 DC-DC 电路和一个 LDO 电路组成，输入电源为 12V 直流电。DC-DC 电路采用 TD1465 稳压芯片，是同步降压 DC/DC 稳压器，最大输出电流为 0.8A。

LDO 电路采用 CMOS 工艺制造的 XC6219B332MR 芯片，有高精度、低噪声优势。该芯片在电压调节上表现优良，有效抑制纹波，且具有低输入输出压差。同时，这款芯片响应速度快，可

迅速对电源变化做出反应，保证系统的稳定运行^[8]。

3 软件设计

3.1 系统工作流程图

在本系统的软件流程设计中，首先会确认开机时的设备状态，在检查各项数据以及通信连接正常后，嵌入式设备开始循环获取可燃气体、出入口以及设备的传感器数据并且同步到云平台和本地控制面板。系统中的云平台基于企业的物联网服务进行网页的开发，对操作界面做了简化、高效化的处理。在嵌入式设备通过 MQTT 协议将数据同步到云平台后，用户就能够进行查阅和下发控制命令。

当设备出现异常或者数据异常，系统将会记录异常设备和在网页上生成告警信息。如此用户可以进行判断，采用远程调控解决危险点，避免因设备故障或数据异常而造成的损失。最后，在获取所有传感器的数据之后，系统会将告警信息反馈到云平台，供用户查阅^[10]历史记录，可远程检测参数判断老人安全与否。用户通过这种方式可以及时了解设备工作情况以及异常情况，从而更快捷便利地关注家中的安装状况，保障老人健康安全。

3.2 嵌入式设备

本系统的 ESP32 主代码基于 C/C++ 语言开发，完成了 PWM（脉冲宽度调制）、ADC（模拟数字转换）以及 WiFi 无线通信等功能函数，实现了数据采集、设备控制以及无线传输的任务要求。系统中的 PWM 功能主要用于驱动舵机外设，通过控制周期内的占空比实现舵机不同角度的旋转，从而实现对于出入端口的状态管理。系统中的 ADC 部分功能是实现数据采集任务的核心部分。

当传感器将其他物理信号转化为电信号之后便需要模数转换来将这一电信号进行量化。本系统对于燃气密度以及

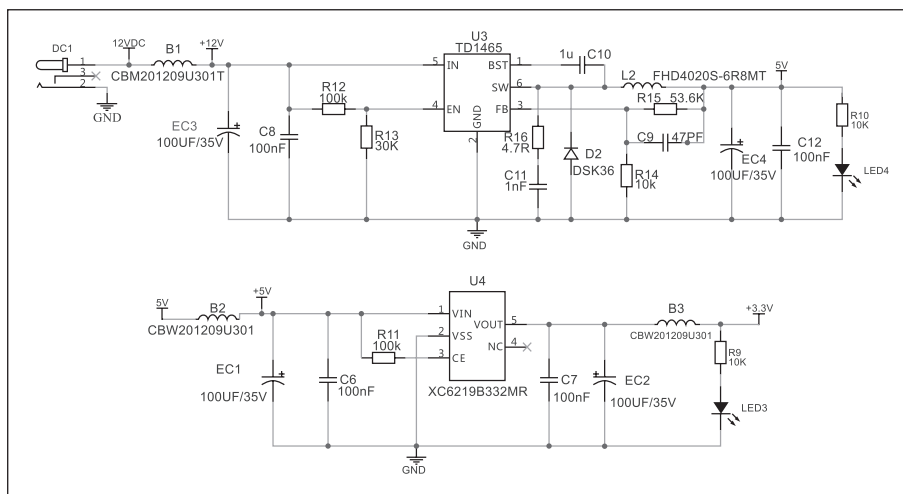


图 5 供电电路

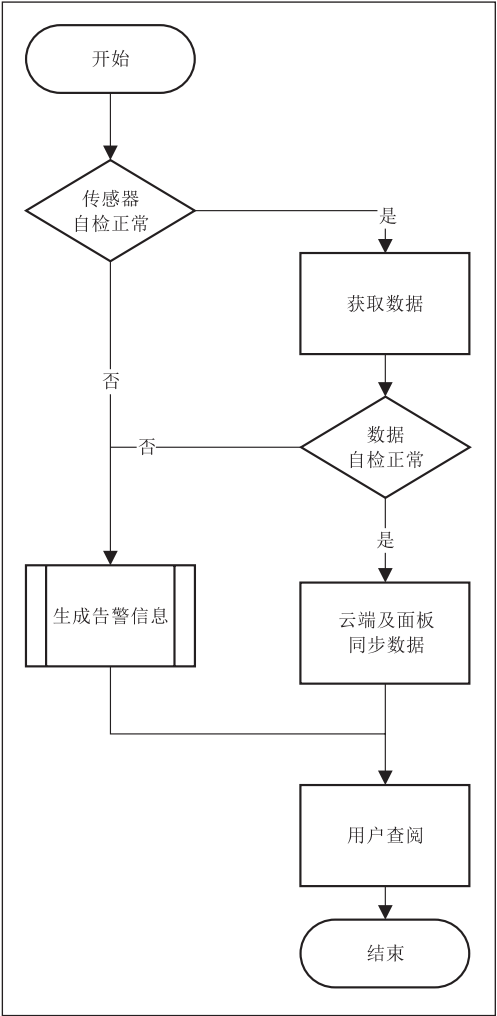


图6 系统工作流程图

电流电压等电信号的模数转换都做了采样频率以及滤波方式的适配，例如均值滤波和峰值滤波，而系统在选择合适的采样频率和滤波方式后也有效降低了采样噪声以及数据波动，流程如图7所示。

3.3 云端及 UI 设计

本系统设计中选用了 OneNet 中移坤灵物联网平台，在 WiFi 通信下通过 TCP/IP 协议与 OneNet 平台建立起网络连接，基于 MQTT 通信完成 ESP32 以及 OneNet 的数据传输。软件编写的过程中采用图形化工具完成了 Windows、RISC-V 架构之间的交叉编译，OneNet 开发者工具完成物联网通信中的物模型设置和匹配、中移和物 APP 的 smartconfig 配网以及智能设备开发 SDK 的移植适配。

本系统的 UI 设计中选用了 LVGL 团队开发的 squareline studio 低代码 UI 设计工具，通过 lvgl 三方库管理 UI 界面以及 TFT_espi 三方库在嵌入式设备上驱动 TFT 彩色屏幕。因为 squareline 中的控件，组件都支持触发属性设置、回调函

数以及 UI 界面互动设置的功能，在导出 UI files 能够正常显示界面之后，接下来的内容主要是 squareline 和 EPS32 开发的 api 对齐，以及数据同步的互斥锁机制。数据同步的互斥锁必要性是因为数据变量可能收到来自云端、嵌入式传感器以及 UI 控件等多方同时访问，因此容易产生冲突问题，软件设计根据互斥锁的保护方式避免这一冲突情况，大致原理是：存在一方正在对数据进行修改时，另外一方需要等待此部分修改完成才能够访问此数据变量。

系统使用 OneNet 作为云平台来存储和管理设备采集到的数据。通过 WIFI 通信将数据上传到云平台后，用户可以通过网页端实时查看和管理设备状态。同时，借助 OneNet 开发工具完成了物模型设置和匹配、smartconfig 配网以及智能设备开发 SDK 的移植适配等工作，以提高开发效率和用户体验。其中，设置 WiFi 信息的界面如图8所示。

4 测试结果

为了有效地验证该“互联网 + 健康养老”模式的智能监护系统的可行性，进行了随机抽样检测。本系统在体验用户家中进行了测试；分别在早上十点五十八分、中午十二点四十三分、下午两点十二分、傍晚六点四十五分、晚上八点五十四分检查处理器采集的状态信息，进行对比。

经测试，该智能监护系统的采集状态信息的精度均处于允许范围内。因此，在进行状态调控时，可以进一步提高采集效率和采集精度，从而更好地保障老人在家中的安全环境。

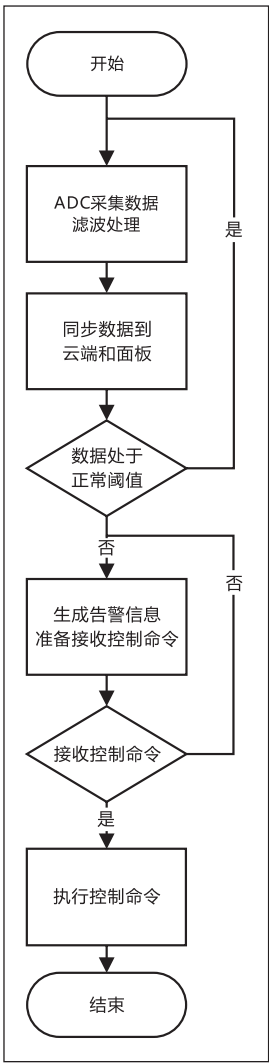


图7 嵌入式数据流程图

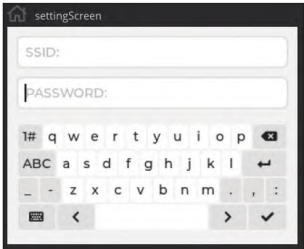


图8 WiFi 设置界面图

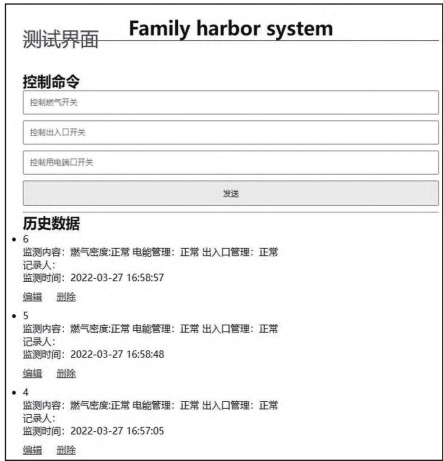


图 9 数据界面测试

表1 老人家中历史数据抽查

定测时间	燃气密度	电能管理	出入口管理	时间误差
2022.3.27 10:58:48	正常	正常	正常	0.07
2022.3.27 12:43:27	正常	正常	正常	-0.05
2022.3.27 14:12:33	正常	正常	正常	-0.04
2022.3.27 18:45:57	正常	正常	正常	0.06
2022.3.27 20:54:28	正常	正常	正常	0.03

5 结语

随着养老市场的持续扩展，智能养老无疑是我国发展的必然趋势。根据实验结果可以得出以下结论：通过以“互联网 + 健康老龄化”为模式设计的智能监控系统，不仅可以在信息传输状态下稳定地获取数据，且粗误差值完全处于控

制范围之内。更为关键的是，该系统能够实时准确地显示、判断和控制燃气密度、电能管理和出入口管理等关键因素，从而及时地做出响应。

通过借助互联网技术和传感器设备等最新科技手段，将先进的科技与健康养老紧密地融合在一起，为老年人提供了更为全面和高效的健康护理服务，确保他们的健康和安

参考文献

* [1] 乔晓春 . 对未来中国养老照护需求的估计 [J]. 人口与发展 ,2021,27(01):105-116.

* [2] 睢党臣 , 刘星辰 . 人工智能居家养老的适用性问题探析 [J]. 西安财经大学学报 ,2020,33(03):27-36.

* [3] 丛磊 . 互联网下的老年智能家居产品的交互设计研究 [J]. 中华手工 ,2021,No.171(01):75-76.

* [4] 徐臻 . 基于 MR 的巡视探测遥操作场景建模及交互技术研究 [D]. 湖北工业大学 ,2020.

* [5] 聂静欢 , 魏真 . 互联网下的老年智能家居产品的交互设计研究 [J]. 戏剧之家 ,2020,No.339(03):106-107+110.

* [6] 甘露 , 王有强 . 社会工作介入农村孤寡老人养老支持网络缺失的研究 [J]. 商 ,2016(03):32+31.

* [7] 龙跃梅 . 李金波代表：破解老年人数字鸿沟 加强智能家居适老化改造 [N]. 科技日报 ,2022-03-05(003).

* [8] 吴学安 . 应多开发适合老年人使用的智能产品 [N]. 中国商报 ,2021-07-30(002).

* [9] 黄毅 , 佟晓光 . 中国人口老龄化现状分析 [J]. 中国老年学杂志 ,2012,32(21):4853-4855. 程欢 . 空巢老人的智能养老系统设计 [D]. 安徽工程大学 ,2016.

(上接第 37 页)

参考文献

* [1] 倪春晖 , 杨俊伟 . 基于 STM32 的智能窗帘设计 [J]. 现代信息科技 ,2023,7(22):156-160.

* [2] 郭秋国 , 刘宇 , 吴通滨等 . 基于 51 单片机的智能窗帘控制系统设计 [J]. 电子制作 ,2023,31(22):46-50.

* [3] 邓辉 , 李烨 . 基于边缘计算的智能窗帘设计 [J]. 电子制作 ,2023,31(18):27-30.

* [4] 姚宁 . 智能家居控制系统的设计与应用 [J]. 集成电路应用 ,2023,40(07):218-219.

* [5] 肖榆潞 , 柯玮翔 . 基于 STM32 的物联网智能家居控制系统 [J].

现代计算机 ,2023,29(10):87-92.

* [6] 刘立北 . 基于单片机的智能家居窗帘自动控制系统设计 [J]. 电子技术与软件工程 ,2023,(04):116-119.

* [7] 孙嘉成 , 刘搏飞 , 邢晓鹏等 . 基于物联网的智能窗帘设计 [J]. 电子制作 ,2023,31(02):42-45.

* [8] 芮晓光 . 智能窗帘控制系统设计与研究 [J]. 丝网印刷 ,2022,(13):31-34.

* [9] 张子龙 , 莫嘉琛 , 魏浩东等 . 基于 STC89C52 的罗马杆式智能窗帘控制系统设计 [J]. 电子制作 ,2022,30(13):72-74+78.

* [10] 林彬炜 , 李斌鸿 , 熊昌炯等 . 基于 Arduino 的一种多控制式智能窗帘设计 [J]. 电脑知识与技术 ,2022,18(30):41-43+47.