

基于树莓派的养老看护功能设计与实现

纪道鑫 刘娟 黄日成 段海燕*

西北农林科技大学

DOI:10.12238/acair.v2i3.8627

[摘要] 本文基于树莓派微控制器,设计实现了一套养老看护系统。通过使用树莓派的强大功能和丰富的外设接口,实现养老看护系统的多种功能和智能化控制。利用树莓派微控制器进行电路设计和布局,选择适当的外设接口和扩展模块,以及传感器和执行器接口,实现了多设备的连接和控制^[3]。软件设计上,采用嵌入式操作系统FreeRTOS进行配置^[5],并利用相关固件库和开发工具进行应用程序开发和算法实现。为用户提供便捷的手机应用界面进行远程控制。提高了养老看护的智能化水平。

[关键词] 树莓派; 养老看护; 嵌入式系统; 远程控制

中图分类号: TP84 **文献标识码:** A

Design and implementation of elderly care function based on Raspberry PI

Daoxin Ji Juan Liu Richeng Huang Haiyan Duan*

College of Forestry, Northwest A & F University

[Abstract] This paper designs and implements an elderly care system based on the Raspberry Pi microcontroller. By leveraging the powerful capabilities and abundant peripheral interfaces of the Raspberry Pi, various functions and intelligent controls of the elderly care system are achieved. The circuit design and layout are carried out using the Raspberry Pi microcontroller, with the selection of appropriate peripheral interfaces, expansion modules, as well as sensor and actuator interfaces, enabling the connection and control of multiple devices^[3]. In terms of software design, the embedded operating system FreeRTOS is adopted for configuration^[5], and relevant firmware libraries and development tools are utilized for application development and algorithm implementation. This provides users with a convenient mobile application interface for remote control, thereby enhancing the level of intelligence in elderly care.

[Key words] Raspberry Pi; elderly care; embedded system; remote control

引言

随着老龄化社会的到来,养老看护问题日益凸显其重要性。为满足老人看护需求,提高看护服务的智能化水平,本文聚焦于养老看护功能的研究通过融合物联网等先进技术^[2],探索嵌入式系统在养老看护领域的应用,设计实现一套具备实时监测、智能分析、远程监控等功能的养老看护系统。保障老人生活质量,为养老看护领域的发展提供新的思路和方法。

养老看护功能应结合多种必要传感器,如血氧浓度检测、imu传感器等,实现常见疾病的监测与预警、老人摔倒检测与报警这两部分的功能。并能根据实际情况,老人生活习惯进行调整,以达到最佳效果。该系统能支持远程监控和报警功能。

1 养老看护功能控制系统逻辑框架

1.1 系统功能组成分析

养老看护功能架构包括老人常见疾病监测与报警系统和老

人摔倒检测与报警系统两部分。

1.2 系统工作的基本原理

数据的采集和预处理之后,检测异常,根据设置好的事件位等待通知和对比规则库,再将异常情况通知给OLED模块和远程终端控制网页。

2 硬件系统设计与实现

2.1 树莓派4B微控制器

其是一款由英国树莓派基金会开发的单板计算机,以出色的性能、丰富的接口而广受欢迎,在嵌入式领域有独特应用。采用BroadcomBCM2711,四核Cortex-A72(ARMv8),64位SoC,时钟速度可达1.5GHz。还有6.4GBLPDDR4 RAM。支持13.2.4GHz和5GHz IEEE802.11b/g/n/ac无线局域网的连接。还有低功耗的蓝牙5.0,千兆以太网,还有多个USB端口,支持多种操作系统。

2.2 硬件设计与实现

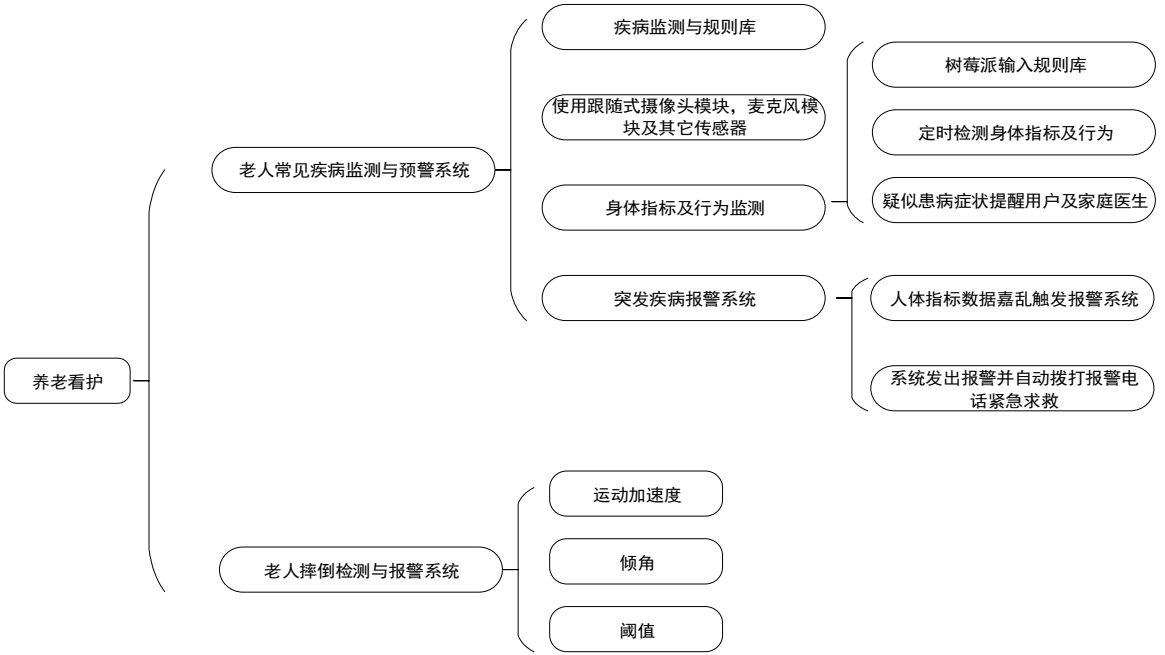


图 1 系统功能组成图

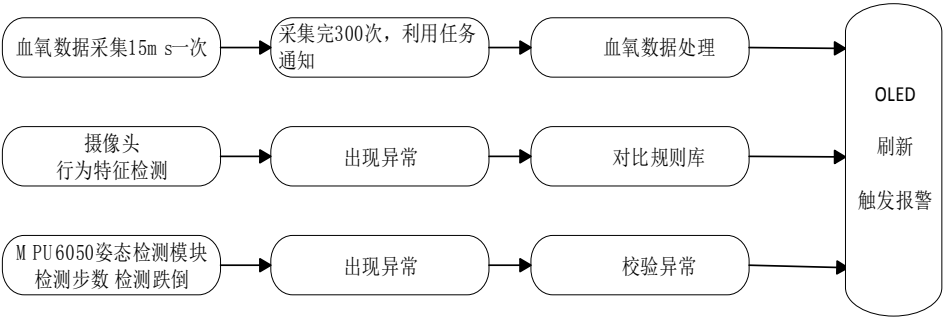


图 2 系统工作原理图

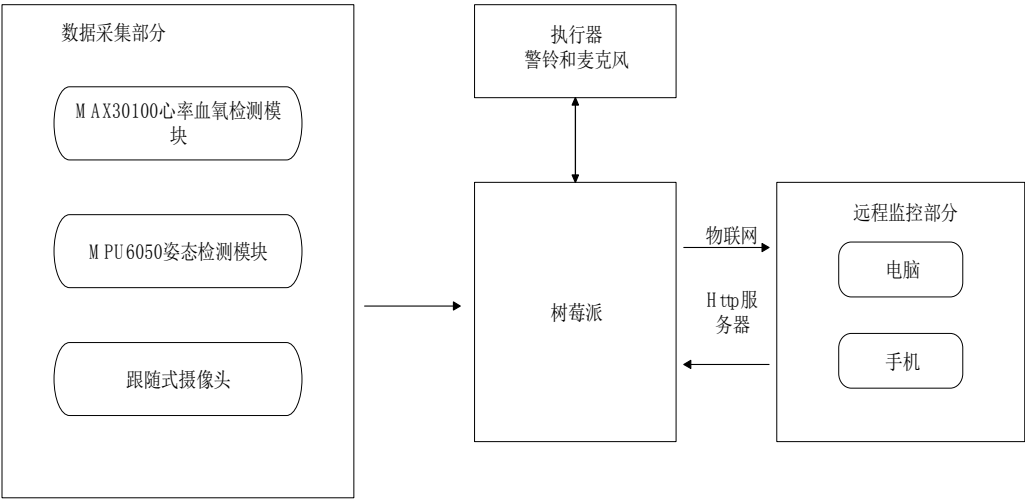


图3 系统硬件组成图

硬件设计组成中,包括数据采集部分、执行器这些部分的主要硬件^[6]。

2.2.1 MAX30100心率血氧检测模块。它是一款脉搏血氧和心率检测传感器。结合了两个LED、一个光电探测器、优化的光学器件和低噪声模拟信号处理器,以检测脉搏血氧饱和度和心率信号。采用1.8V和3.3V的电源电压。采用I2C通信方式,使得与目标微控制器(MCU)之间的数据传输更为高效。具有高级功能以提高测量性能,如高信噪比(SNR)和强大的运动伪影恢复能力。集成环境光消除功能,能够减少外界光线对测量结果的干扰。

2.2.2 MPU6050姿态检测模块。MPU6050是一个6轴姿态传感器,结合了3轴加速度计和3轴陀螺仪传感器。能够测量芯片自身在X、Y、Z三个轴向上的加速度和角速度参数,通过数据融合得到姿态角。含有一个DMP,内置卡尔曼滤波算法,用于获取陀螺仪和加速度传感器数据,并处理输出四元数。采用16位ADC采集传感器的模拟信号,量化范围为32768~32767。可配置数字低通滤波器、时钟源等。主机接口可直接访问磁力计和气压计等拓展芯片的数据,并具有LDO来确保稳定的电源供应。

跟随摄像头、警铃、麦克风等硬件模块采用的是普通的标准,能满足采集数据、及时作出响应等需求就可以。

2.2.3 供电电路。树莓派4B的供电需要5V直流电压,通常需要3A的电流来确保稳定运行。这意味着供电设备需要提供至少15W的功率。采用合规的电源适配器,以满足供电需求。使用滤波电路,减少电源噪声的影响。并加入过流保护电路,防止因电流过大而损坏树莓派。电源正常供电时,LED灯亮起;反之LED灯熄灭。

3 软件设计

3.1 软件架构

软件层面包括Standard BSP和Algorithm层,Standard BSP层又包括Devices和Board层,见图4。在软件设计上,采用Linux操作系统(FreeRTOS)^[5],进行进程控制、任务调度、内存管理。其提供强大的执行跟踪功能和堆栈溢出检测机制,有助于监控和调试系统。

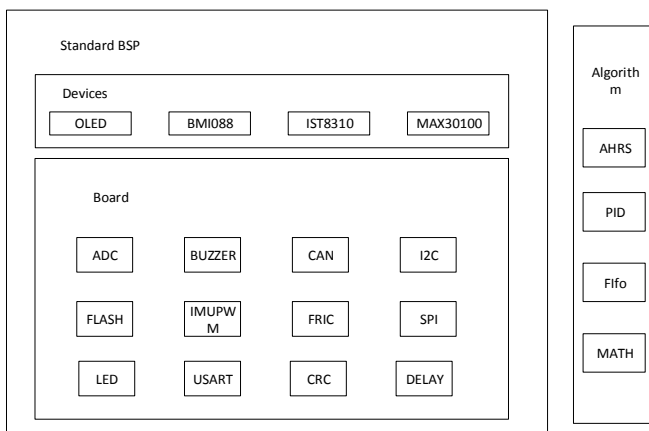


图4 软件系统架构图

3.2 Devices层

该层用于支持元器件,包括OLED、MAX30100等模块,包含元器件的底层驱动处理程序。

3.3 Board层

该层主要是对于树莓派开发板的功能调用,如ADC采集、USART通信、IMU模块等。对其赋能,然后获取数据,进行数据的传输和高效利用。

3.4 Algorithm层

该层即为算法层,运用各种算法,如AHRS姿态检测算法、PID闭环控制、Fifo滤波、MATH数学运算这些算法,构成了整个数据处理的核心算法,其将复杂问题简单化,巧妙地解决了复杂问题。

3.5 养老看护系统功能设计

3.5.1 老人常见疾病监测与预警系统。我们深入研究了老人常见疾病的病理特点,基于疾病的临床表现及生理数据变化规律^[1],构建了一套完善的规则库数据。利用MAX30100心率血氧检测模块获取人体的健康参数数据,将其进行处理和模型预测后与规则库进行对比,得出老人健康是否异常。其中MAX30100通过一个软件定时器,15ms采样率定时读取数据,将数据写入一个缓存区,当采集到300时,发送一个二进制信号量。

(1) 数据处理层:采用了一种基于滑动窗口的数据预处理算法,以滤除噪声和异常值。具体公式如下:

$$X_{processed} = N \ln \Sigma_i = N X_{raw}(i) \{ \text{当} |X_{raw}(i) - \bar{X}| < k \sigma \}$$

其中, $X_{raw}(i)$ 为原始数据, $\bar{X}$ 为窗口内数据的均值, σ 为标准差, k 为预设的常数阈值, N 为窗口大小。

(2) 异常检测算法:通过计算各生理指标的标准差和均值,构建正态分布模型,利用置信区间来判断数据是否异常。具体公式如下:

$$P(|X - \mu| \geq k\sigma) \leq \alpha P(|X - \mu| \geq k\sigma) \leq \alpha$$

其中, X 为观测值, μ 为均值, σ 为标准差, k 为常数, α 为显著性水平。当观测值超出预设的置信区间时,系统将触发预警。

3.5.2 报警系统。我们构建了疾病预警模型。该模型采用了机器学习中的支持向量机(SVM)算法。通过训练大量数据,学习从生理数据到疾病状态的映射关系。当新数据输入时,其能够根据学习到的知识判断当前老人的健康状况,并在异常情况下发出预警。

SVM的决策函数可表示为:

$$f(x) = \text{sign}\{\Sigma_i = \ln a_i y_i K(x_i, x) + b\}$$

a_i 和 y_i 为训练过程中确定的参数, $K(x_i, x)$ 为核函数, b 为偏置项。

经过大量测试,该系统取得了较为理想的效果。通过连续监测和实时预警,我们成功辅助了多位老人及时发现并控制了潜在的健康风险。以下是一组实际应用效果的数据反馈:

表1-1 应用反馈数据

监测指标	预警准确率	平均提前预警时间(小时)
血压异常	95%	6
血糖异常	93%	4
心脏病发作风险	90%	8

3.5.3老人摔倒检测与报警系统。该部分功能由MPU6050姿态传感器检测模块实现,其由3轴加速度计和陀螺仪组成。3轴加速度计可测量3个轴的加速度,而陀螺仪可测量3个轴的角速度,将这些数据融合处理,可以分别得到测量对象在空间中的姿态。

(1)加速度计算倾角:

$$angleAccX = \arctan\left(\frac{accY}{\sqrt{accX^2 + accZ^2}}\right) \times \frac{180}{\pi}$$

$$angleAccY = \arctan\left(\frac{accX}{\sqrt{accY^2 + accZ^2}}\right) \times \frac{180}{\pi}$$

(2)陀螺仪计算倾角:

$$angleGyroX = angleGyroX + gyroX \cdot dt$$

$$angleGyroY = angleGyroY + gyroY \cdot dt$$

MPU6050不断获取加速度,通过调整阈值判断是否跌倒。在数据处理过程中,我们增加了异常处理,如果两秒内(这里实际情况应该设置更长时间)没有步数增加,就标志异常,通知OLED刷新。若实际数据超过阈值或者数据紊乱,则进入报警处理。

3.6远程监控部分

远程网页控制^[4]的实现原理是通过将设备的控制程序封装为Web服务接口,利用HTTP协议及Web技术,由浏览器通过互联网访问接口,从而实现对设备的远程控制。本养老看护系统将树莓派作为Web服务器,在将采集数据经分析和处理后,存储在

与其相连的存储设备中。当访问服务器时,网页程序就会读取存储设备里面的数据,并将其显示出来,从而实现监控和报警的功能。

4 结语

应用结果表明,该系统能够有效提升老年人健康管理水平,降低潜在疾病风险。本功能系统以其开源、灵活、低成本的特点,为新时代家庭养老看护领域的发展提供新的方案。综合运用多项先进技术,实现了对老人健康状况的精准监测与预警。还通过集成各类传感器和云服务,提供了更加舒适的养老体验。

参考文献

[1]谢淑丽,税玉婷.基于行为特征智能家居适老化设计方法研究[J].包装工程,2024(08):468-477.
[2]洪年芳.基于物联网技术的智能家居系统网络安全威胁与防护策略[J].玩具世界,2024(03):179-181.
[3]刘昊.单片机在智能家居控制系统中的应用与性能改进[J].造纸装备及材料,2024,53(02):82-84.
[4]朱明硕.智能家居系统的发展趋势和应用分析[J].智能建筑电气技术,2024,18(01):143-147.
[5]何丽媛.基于嵌入式的智能家居控制系统设计与实现[J].电子制作,2024,32(04):44-48.
[6]王俊迪.基于物联网技术的智能家居PLC控制系统的设计与实现[J].家电维修,2024(05):68-70+64.

作者简介:

纪道鑫(2003--),男,汉族,陕西安康人,学生,木材科学与工程专业,本科生。

通讯作者:

段海燕(1978--),汉族,内蒙古包头人,副教授,从事智能化家具方面研究。