全国大学生物联网设计竞赛

# 平安扣

# “外圆象征天地，内圆喻心性，自古为护身祥物”

|  |  |
| --- | --- |
| 学校名称： | 浙江师范大学 |
| 团队名称： | QHLL |
|  |  |
| 队长： | 秦梓涵 |
| 队员1： | 黄晨晨 |
| 队员2： | 吕燕婷 |
| 队员3： | 林莉彬 |

全国大学生物联网设计竞赛组委会

2020年7月

# 老年人智能身心观测手环

# 摘要

本设计针对我国2.8亿老年人中独居群体面临的健康监护真空、突发疾病高发、情感缺失三大痛点，开发了一款基于AtomS3R-M12主控芯片和Atomic Echo Base语音识别底座的智能手环系统。产品集成生理监测、情绪识别、紧急预警三大核心功能，通过多传感器数据融合和边缘计算技术，实现心率、血氧等生理参数实时监测，结合语音特征分析的情绪状态评估，并建立三级预警机制。系统采用端-云协同架构，子女可通过Web端远程查看数据，老人通过自然语音交互使用设备。测试表明，生理监测精度达±2bpm，情绪识别准确率85%，跌倒检测响应时间<3秒，有效解决了独居老人健康监护不及时、情感陪护缺失等问题。

**关键词：独居老人健康监护、普惠适老设计、智能家居联动**

**目 录**

[摘要 II](#_Toc5728)

[目 录 III](#_Toc11815)

[第一章 设计需求分析 1](#_Toc9261)

[1.1 社会老龄化背景需求 1](#_Toc9847)

[1.1.1 独居老人健康监护现状 1](#_Toc23864)

[1.1.2 现有产品不足分析 1](#_Toc7)

[1.2 技术实现需求 1](#_Toc660)

[1.2.1 硬件系统需求 1](#_Toc14706)

[1.2.2 软件算法需求 1](#_Toc6904)

[第二章 特色与创新 3](#_Toc24305)

[2.1 技术创新点 3](#_Toc10392)

[2.1.1 情绪化管理 3](#_Toc23903)

[2.1.2 多模态数据融合架构 3](#_Toc21130)

[2.2 服务模式创新 3](#_Toc7797)

[2.2.1 双向健康互动系统 3](#_Toc18074)

[2.3普惠型适老设计 3](#_Toc16360)

[2.4步频统计功能 3](#_Toc32380)

[第三章 功能设计 5](#_Toc1085)

[3.1 生理监测系统 5](#_Toc11186)

[3.1.1 多参数生理监测 5](#_Toc21404)

[3.2心理检测系统 5](#_Toc26544)

[3.3 紧急预警系统 5](#_Toc5100)

[第四章 系统实现 7](#_Toc29180)

[4.1 硬件系统实现 7](#_Toc6898)

[4.1.1 AtomS3R-M12核心板设计 7](#_Toc21589)

[4.1.2 语音底座集成方案 7](#_Toc21068)

[4.2 软件系统实现 7](#_Toc17714)

[4.2.1 IU系统交互页面 8](#_Toc9354)

# 设计需求分析

1.1 社会老龄化背景需求

1.1.1 独居老人健康监护现状

根据国家卫健委最新统计数据，我国60岁以上老年人口已达2.8亿，其中独居老人比例超过30%。这些老人面临着以下突出问题：

健康监护缺口：78%的独居老人每月接受健康检查少于1次

突发疾病风险：心脑血管疾病夜间突发率高达43%

心理健康问题：抑郁症状检出率达28.6%

1.1.2 现有产品不足分析

市场调研显示当前老年监护设备存在明显缺陷：

表1-1 现有产品功能对比

| 产品类型 | 生理监测 | 心理评估 | 预警系统 | 操作便利性 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 普通手环 | 基础心率 | 无 | 简单提醒 | 较复杂 |
| 医疗设备 | 专业监测 | 无 | 医院联动 | 需专业培训 |
| 本设计 | 多参数 | 情绪识别 | 三级预警 | 语音交互 |

1.2 技术实现需求

1.2.1 硬件系统需求

为实现可靠监护，硬件系统需满足：

多传感器同步采集：要求支持至少3个I2C设备并行通信

低功耗设计：待机电流<50μA，连续工作续航≥7天

抗干扰能力：在2.4GHz频段干扰下误码率<0.1%

1.2.2 软件算法需求

核心算法性能指标：

情绪识别：支持5种基本情绪分类，准确率>85%

跌倒检测：误报率<5%，漏报率<1%

睡眠分析：与专业PSG检测结果吻合度>80%

# 特色与创新

2.1 技术创新点

2.1.1 情绪化管理

结合语音助手的情绪识别算法（通过语音语调、语速等特征），判断老人的情绪状态（如开心，兴奋等）。融合语音特征分析（语调、语速）与生理参数变化（心率变异性），构建双通道情绪识别模型，准确率高。

2.1.2 多模态数据融合架构

创新特征：

时域对齐：采用动态时间规整(DTW)算法解决多源数据不同步问题

特征加权：基于随机森林的重要性分析确定各模态权重

2.2 服务模式创新

2.2.1 双向健康互动系统

子女端功能：

健康数据可视化；用药提醒设置；紧急联系人管理

老人端功能：

语音健康咨询；一键求助；日常活动记录

2.3普惠型适老设计

砍掉花哨功能，专注核心需求，符合老年人的价值需求。针对用户个体，同时也节约成本，使产品价格低廉。

不装屏幕 → 语音播报：“您今天走了3521步”）

取消GPS定位 →（用手机蓝牙定位，误差<10米）

2.4步频统计功能

利用AtomS3R-M12的九轴传感器系统进行老人的步频统计，比对老人每日的步数并进行分析，若出现大幅度上升或下降都在子女端进行提醒

# 功能设计

3.1 生理监测系统

3.1.1 多参数生理监测

表3-1 生理监测参数详情

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **参数** | **算法** | **临床意义** |
| 心率 | 峰值检测 | 心律失常筛查 |
| 血氧 | 比值计算 | 缺氧预警 |

3.2心理检测系统

语音助手“小智”具备自然语言处理能力，能够与老人进行流畅的日常交流，如问候、聊天、讲故事等。根据老人的语音语调和情绪状态，调整交流方式，如当老人情绪低落时，语音助手会用更加温和、鼓励的话语与老人交流。可以根据预设的时间和事件，提醒老人进行日常活动，如“该吃药啦！”“该起床啦！”“该运动啦！”等。通过语音和手环振动两种方式传达给老人，确保老人能够及时收到提醒。

3.3 紧急预警系统

手环一旦检测到老人异常情况（如摔倒）会及时向子女web对应web端发送警告信息，因考虑综合因素，也会同时启动蓝牙智能家具联动功能，来应对各个突发情况。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **级别** | **触发条件** | **响应方式** |
| 红色预警 | 跌倒/生命体征异常 | 自动拨打紧急联系人+120，并与家中智能家居联动通风 |
| 黄色预警 | 长时间静止/定位异常 | APP推送+短信提醒 |
| 蓝色预警 | 生活习惯突变 | 生成健康报告建议 |

危险场景智能阻断

如：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 风险类型 | 家居联动方案 | 传感器协同 |
| 夏季中暑 | 空调降温至26℃+窗帘闭合 | 手环体温>37.5℃ |
| 煤气泄漏 | 自动关燃气阀+开窗通风 | 手环血氧突降+气体传感器 |
| 冬季跌倒 | 地暖升温+关闭湿滑区域（卫生间） | 跌倒检测+湿度传感器 |

此设计也是本产品的核心设计，将手环从“健康监测器”升级为“生命安全中枢”，真正实现跌倒不慌、突发不乱、救援不盲的守护目标。

# 系统实现

4.1 硬件系统实现

4.1.1 AtomS3R-M12核心板设计

AtomS3R-M12 是一款基于 ESP32-S3 主控、集成了 M12 摄像头的物联网可编程控制器，功能丰富，在图像采集、感知、通信、控制及拓展方面表现出色，适用于多种应用场景。配备 300 万像素 OV3660 广角摄像头，光圈 F2.4，焦距 1.8±5% mm，视场角 120°。支持多种输出格式，如 RAW RGB、RGB565/555/444 等，最大帧率 30fps，能满足高分辨率图像捕捉需求，可用于设备监控、图像识别等场景。集成三轴 BMM150 地磁传感器和六轴 BMI270 姿态传感器，构成九轴传感器系统。BMI270 加速度精度 0.05%、角速度精度 0.05°/s ，BMM150 精度 0.3μT，能精准感知运动和方向，为智能设备提供姿态监测、运动追踪等功能支持。关键电路设计要点 ：

电源管理：采用TPS62743电源IC；动态电压调节范围0.8-3.3V

传感器接口：预留3个I2C通道；硬件滤波电路设计

4.1.2 语音底座集成方案

Atomic Echo Base 语音识别底座，采用了 ES8311 单声道音频解码器、MEMS 麦克风和 NS4150B 功率放大器的集成方案。该设备支持全双工通信，允许同时进行声音的发送和接收，增强了互动功能如语音识别、唤醒和录音播放等，适合智能家居和教育领域的应用。

前端处理：双麦克风波束成形；自适应噪声消除

关键词检测：本地化模型压缩至1.2MB；支持离线唤醒

4.2 软件系统实现

4.2.1 UI系统交互页面

子女通过web网页实现查看老人具体心率，睡眠质量等，更好的了解父母的身体情况，减少突发风险。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ****区域**** | ****功能组件**** | ****适老设计要点**** |
| ****顶部预警栏**** | 三色状态灯： ● 红(紧急) ● 黄(注意) ● 绿(安全) 滚动播报："父亲15：20步数下降40%" | 异常状态优先置顶 字体放大150% |
| ****左侧体征区**** | 环形仪表盘组： - 心率（实时曲线+数字） - 血氧（血滴图标+饱和度%） - 情绪指数（表情图标：😊→☹️） | 色彩编码： 绿色=正常 红色=异常 |
| ****中部动态区**** | 老人今日活动时间轴： 07：30 起床（离床传感器） 09：00 散步1520步（步态图） 14：00 情绪低落（语音分析） | 关键事件配简笔画图标 支持点击播放语音片段 |

红色预警时强制全屏显示