老人居家安全智能感知预警系统设计

苏丹凤

南京交通职业技术学院 江苏 南京 211188

【摘　要】：国内老龄化进程持续推进，居家场景下老年人安全相关问题逐步获得社会各界重视。传统居家安全防护手段很难匹配老年人安全保障、健康管理的现实诉求，这套短板在独居老人日常照护工作当中表现得尤为突出。针对上述现实情况，本文完成一套老人居家安全智能感知预警系统设计与落地工作。系统接入温湿度采集、跌倒行为识别、视频监控、紧急呼叫多类智能感知硬件，搭建一套覆盖数据采集，预处理，异常判别，智能预警的完整业务闭环。这套硬件软件组合方案可以给老年人提供全天候安全防护支持。系统选用分层架构，划分感知层、数据层、应用层三个层级。实际业务覆盖老人基础资料维护，健康指标跟踪记录，跌倒识别告警，环境状态监测，紧急求助响应，安全巡检，视频画面查看等多项业务模块。实测数据可以证明，这套系统可以捕捉老年人日常活动状态变化，识别各类异常事件并且输出对应告警信号。相关技术条件能够切实提高老年人居家生活整体安全水平。

【关键词】：老人居家安全；智能感知；预警系统；传感器；健康管理；物联网

DOI:10.12417/2811-0536.26.10.092

1 引言

国内老年人口规模伴随老龄化发展持续扩张，独居老人群体占比同样逐年走高。国家统计局公开资料显示，2024 年末国内六十周岁及以上人口规模突破 2.9 亿，对应人口占比已经超过两成。社会层面需要正视老年人居家安全带来的现实挑战。传统居家安全防护模式大多依靠人工巡查，搭配简易报警装置开展工作。这类模式没办法不间断跟踪老人日常活动状态，突发险情发生之后，救援介入环节也会出现明显滞后。物联网技术，各类传感器硬件，人工智能算法迭代，给智慧养老领域开辟全新技术路径。现场部署环境采集设备，运动检测硬件，再结合数据分析手段与智能识别算法，设备就可以实时捕捉老人生活状态。系统判定异常事件之后向外推送预警信号，通知老人家属或者现场护理工作人员。依托智能感知技术搭建居家安全预警系统，既可以强化老人健康状态监测能力，也能调整现有照护工作实施形式，为老年群体打造安全程度更高的居家生活环境。

立足上述现实背景，本文搭建老人居家安全智能感知预警系统。系统接入温湿度传感器，跌倒检测传感器，视频监控设备，紧急呼叫按钮等感知终端，搭建数据采集到智能预警全流程业务闭环，面向老人提供不间断安全保障。系统配套健康记录维护，环境状态监测，安全巡检等业务功能，家属以及护理人员也可以获取完整参考信息辅助日常照护工作开展。

2 系统总体设计

2.1 系统架构

整套系统划分感知层、数据层、应用层，不同层级之间调用标准化接口完成交互。分层设计模式方便后续开展功能扩展，也降低后期维护工作难度。

感知层承担整套系统原始数据采集任务，持续抓取环境参数以及老人行为相关数据。该层级现场布置温湿度传感器，跌倒检测传感器，空气质量传感器，视频监控设备与紧急呼叫按钮等硬件。多类终端协同工作，完整采集老人居住环境当中的各类信息。

数据层负责全部数据存储以及管理工作。存入该层的数据包含老人基础档案，健康监测信息，报警事件记录，设备运行日志等内容。存储方案混合使用关系型数据库与非关系型数据库。结构化信息交由关系型数据库保存，视频录像这类非结构化文件存入文件服务器。混合存储模式可以提升数据读写整体效率，完成各类信息有序管理。

应用层面向不同使用人群输出差异化业务服务。老年使用者操作界面简化，方便查看跌倒检测相关状态，完成紧急呼叫操作。家属账号可以远程调取监测数据，查阅健康指标变化趋势，接收系统推送各类报警通知。护理工作人员依靠这套系统维护老人档案，调取历史健康记录，检查现场硬件设备运行状态。系统整体架构参考图 1。

作者简介：苏丹凤，女（1980.08），汉，江苏常州，实验师，硕士，研究方向:通信技术和电子信息工程技术。

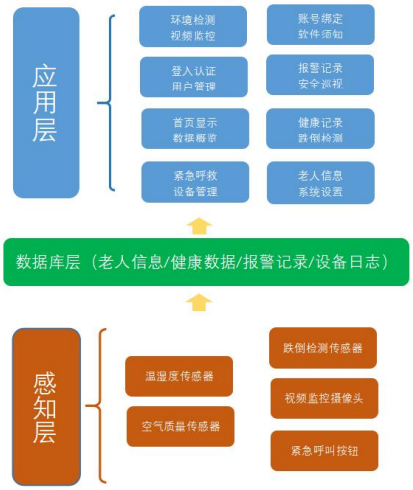

图 1 系统总体架构图

2.2 系统功能模块

结合实际业务需求，系统设置十二个核心业务模块，覆盖老人档案管理，居家安全监测全部业务流程。

（1）登录认证模块完成使用者身份核验，管控账号权限范围。老人，家属，护理人员三类身份都可以登录系统。系统按照账号身份区分操作权限，限定不同账号可以访问的数据内容，保障系统运行安全，保护用户隐私信息。（2）首页仪表盘模块运用数据可视化手段，页面集中展示老人实时健康状态，室内环境参数，近期发生的报警事件。登录用户打开首页就可以快速掌握老人整体情况。（3）老人基本信息管理模块支持修改、新增、删除、查询老人姓名，年龄，居住地址，联系号码等档案内容。模块附带数据导入导出以及打印能力，管理人员可以批量维护档案资料。（4）健康记录监测模块留存血压、心率等老人生理指标，系统可以解析指标变化趋势，还会提醒使用者开展定期体检。家属借助模块掌握老人健康情况波动。（5）跌倒检测与预警模块依托传感器捕捉老人运动状态，识别跌倒行为并且留存事件相关数据。一旦确认跌倒事件发生，系统立刻向预先登记联系人推送告警消息，争取救援时间。系统结合老人生活习惯、身体条件评估跌倒发生风险，输出可供参考的预防建议。（6）环境监测模块持续采集室内温湿度，空气质量，光照、噪声等环境指标，维护老人居住环境舒适与安全。监测数值跳出安全区间，系统就会触发预警提示。（7）紧急呼叫模块支持一键求助，语音呼叫两类求助方式。老人使用手机或者专用硬件就可以向外传递求助信号。系统完整留存每一条呼叫记录，方便后续复盘分析。（8）安全巡视模块允许用户自定义巡检计划。系统按照计划启动环境检测任务，调取监控画面识别老人异常举动，排查居家环境内部安全隐患。巡检结束之后相关结果同步给到家属账号。（9）视频监控模块输出实时监控画面，支持调取历史录像。系统支持多路监控画面同步浏览，家属远程即可了解老人居家现场情况。（10）报警记录模块完整留存每一次报警事件。系统记下事件发生时间，事件类型，发生位置，关联硬件设备，事件处理进度。使用者可以筛选条件检索记录，导出对应数据，方便事后复盘追溯。（11）设备使用记录模块跟踪各类智能硬件运行状态，登记设备故障相关信息。模块可以实时查看硬件工作情况，设备出现故障会主动发出提示。（12）账号绑定与系统安全模块支持多个账号完成绑定管理。模块提供系统安全设置，数据备份相关能力，保障整套系统稳定运行，保护内部数据安全。

3 系统实现与工作流程

3.1 数据采集与处理流程

整套系统业务运转，起始于传感器采集现场数据。各类感知硬件按照设定采样频率采集环境、行为相关数据，数据通过有线或者无线网络传输至后台处理单元。原始数据采集完成之后，系统开展预处理工作。这个环节包含清理无效数据，消除数据噪声，统一数据格式等步骤，处理之后的数据可以满足后续分析环节使用标准。

预处理完成的数据送入异常检测环节。该环节结合阈值比对，智能识别两类处理逻辑。温湿度、空气质量这类环境数据，系统提前划定安全数值区间，实测数值超出区间范围，系统直接触发预警。跌倒识别这类运动相关数据，系统读取加速度、陀螺仪采集信息，依托运动识别算法，判断老人是否发生跌倒这类异常状况。系统完整工作流程参考图 2。

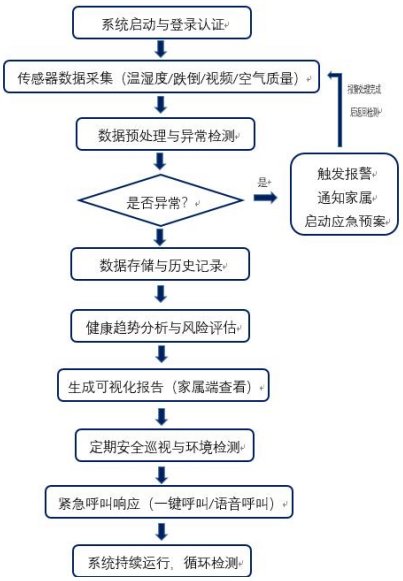

图 2 系统工作流程图

3.2 报警与应急响应机制

系统识别异常事件之后启动报警流程。程序先区分事件类型，判定危险等级，把事件信息写入数据库生成日志。系统通过短信，电话，APP 消息推送多种途径，通知预先录入的紧急联系人。系统同步启动对应处置流程，录制监控视频，执行门禁锁定等配套操作。险情处置完毕，系统更新事件标记为已处理状态，生成事件报告。家属、护理人员能够查阅报警发生时间，事件类别，事发地点，关联设备以及处置进度等全部信息，为后续居家安全管理工作提供参考依据。

3.3 健康趋势分析与风险评估

系统除实时识别各类异常事件，还可以长期跟踪老人身体状态并且完成数据分析。健康记录模块持续收集血压、心率生理指标，算法解析指标变化规律。系统捕捉指标长期偏离正常范围的情况，输出健康风险提示，推送建议提醒家属带老人就医检查。

系统综合老人年龄性别，历史健康档案，日常行为模式搭建跌倒风险评估模型。模型参考老人行动能力，居家环境条件，过往跌倒记录多项要素，定期输出跌倒风险等级报告。报告附带实操性较强的防护建议，使用者可以调整居家环境布局，选择适配的康复锻炼方案。

4 系统测试

为校验整套系统实际使用效果，本次研究搭建模拟测试环境，从功能、性能、稳定性三个维度开展测试工作。

功能测试环节，研究人员逐项检验十二个业务模块运行效果。测试结果显示全部模块都可以达成前期设计目标。现场数据采集结果准确，报警信号推送及时，页面交互过程流畅。跌倒检测模块开展模拟测试，这套系统识别模拟跌倒动作准确率高于 95%，单次响应耗时控制在 3 秒以内，指标满足实时预警业务需求。性能测试环节，测试环境接入 10 台感知设备，每秒生成大约 500 条业务数据。这套负载条件之下，系统处理单批数据耗时不超过 2 秒，数据库查询响应耗时小于 1 秒。整个测试周期没有出现数据丢失，业务报错现象，全部性能指标达到设计标准。稳定性测试持续运行整套系统 72 小时，全程没有故障问题出现。各个模块维持正常工作状态，全部数据记录保存完整，报警功能可以正常响应各类触发条件。测试结果证实这套系统可靠性较好，能够支撑长时间不间断运行的现实使用场景。

5 结论

本文针对居家老人安全监测现存各类现实痛点，提出多传感器融合技术方案，落地老人居家安全智能感知预警系统。系统接入温湿度传感器，跌倒检测传感器，空气质量传感器，视频监控设备，紧急呼叫按钮等感知硬件，完整采集居家环境内部各项信息。

参考文献：

[1] 中国统计局.第七次全国人口普查公报[R].北京:国家统计局,2021.

[2] 张明,李华.基于物联网的智能家居养老监护系统设计[J].计算机测量与控制,2023,31(5):112-116.

[3] 王磊,赵强.基于多传感器融合的老年人跌倒检测算法研究[J].传感器与微系统,2022,41(8):78-82.

[4] 刘洋,陈静.智慧养老背景下居家安全预警系统的设计与实现[J].电子技术应用,2023,49(3):145-150.

[5] 孙伟,周婷.基于物联网的老年人健康监测系统研究[J].仪表技术与传感器,2022,(11):92-96.

[6] 李娜,吴刚.基于深度学习的老年人行为识别方法综述[J].计算机工程与应用,2023,59(12):35-44.

[7] 杨帆,马丽.智能家居养老服务平台的架构设计与实现[J].软件导刊,2022,21(6):88-93.

[8] 陈浩,林芳.基于边缘计算的智能家居实时预警系统研究[J].计算机工程与设计,2024,45(2):156-162.

[9] 赵磊,孙静.面向独居老人的智能安全防护系统设计与实现[J].自动化仪表,2023,44(9):67-72.

[10] 周明,吴芳.基于物联网的社区居家养老服务平台构建[J].计算机测量与控制,2024,32(1):201-206.