



# Research on the Construction and Application of Smart Elderly Care Environment Based on Internet of Things

Li Wang<sup>1</sup> Xiaoyan Song<sup>2</sup> Haiying Song<sup>1</sup> Yanfang Lv<sup>1</sup> Guoyong Chen<sup>1</sup>

1. Shandong Liming Vocational College of Science and Technology, Taian, Shandong, 271000, China

2. Shandong Shenghan Finance and Trade Vocational College, Jinan, Shandong, 250000, China

## Abstract

Currently, China is accelerating into a stage of deep aging. The traditional elderly care model, which is mainly based on labor-intensive services, has fallen into a development dilemma due to its inability to efficiently respond to aging emergencies, lack of sufficient risk identification, and failure to flexibly mobilize various social elderly care resources. The Internet of Things (IoT), with its capabilities of comprehensive perception, instant communication, and continuous information collection, has facilitated the transition of elderly care services from "passive care" to "proactive intervention." Based on this, this paper focuses on the overall construction of a smart elderly care environment, taking the mutual collaboration of IoT-based sensor networks, communication networks, and data processing platforms as the research thread. It explores the implementation mechanisms of IoT in three aspects: safeguarding the life and property security of the elderly, dynamic health monitoring, and coordinated service operations. On this basis, it investigates the application paths of IoT-based smart elderly care, aiming to provide new focal points for promoting the organizational innovation of elderly care services and the intelligent construction of urban public service systems.

## Keywords

Internet of Things (IoT); Smart elderly care; Environmental perception; Health management; Elderly care service system

## 基于物联网的智慧养老环境构建与应用研究

王丽<sup>1</sup> 宋晓燕<sup>2</sup> 宋海鹰<sup>1</sup> 吕艳芳<sup>1</sup> 陈国永<sup>1</sup>

1. 山东力明科技职业学院, 中国·山东 泰安 271000

2. 山东圣翰财贸职业学院, 中国·山东 济南 250000

## 摘要

当前中国正加速步入深度老龄化阶段,传统的以人力密集型服务为主的养老模式由于无法高效应对老龄化突发事件、缺乏足够的风险识别度以及无法满足灵活调动社会各种养老资源等局限性而陷入发展困局。物联网凭借全面感知、即时通讯、持续性信息采集的能力,促使了养老服务从“被动照护”到“前瞻干预”的实现过程。基于此,本文聚焦于智慧养老环境的整体构建,并将基于物联网的传感网、通信网和数据处理平台的相互协同作用作为研究主线,探索物联网在老年生命财产安全保障、健康动态监测、服务联动运行三方面的实现机理,并以此为基础探究物联网智慧养老的应用路径,希望能为促使养老服务的组织形式革新,为城市公共服务体系的智能化建设提供新的着力点。

## 关键词

物联网; 智慧养老; 环境感知; 健康管理; 养老服务体系

## 1 引言

人口结构老龄化进程加快,养老服务体系受到前所未有的冲击。其中,高龄化、失能化的大趋势,促使老年群体的照护需求日益多元化。除此之外,家庭规模缩小、人口流

动加剧等因素削弱了传统的居家照护模式,导致现阶段养老照护呈现出巨大的不确定性,老年群体及其家属不得不更为主动地开展风险甄别及互助合作。因此,在此认知之下,养老服务已不仅仅是单一的“床位供给”,更是对信息获取能力、风险辨识能力及服务调配能力的综合考量。物联网能够通过将各类传感器、可穿戴式装置以及网络通信系统等硬件设备植入老年生活环境之中,实时记录与分析老人的生理指标、动线信息以及周围环境状态,服务于老人的个性化、情景化照料,为此研究智慧养老环境的构建逻辑与应用路径具有一定现实价值和理论意义。

【基金项目】泰安市社科联 2025 年度泰安市社会科学课题《基于物联网的智慧养老环境构建与应用研究》(项目编号: 25YB120)。

【作者简介】王丽(1985—),女,中国山东济南人,本科,副教授,从事护理教育研究。

## 2 物联网赋能智慧养老的理论基础

### 2.1 养老服务的“信息不对称”与风险外溢

传统养老服务体系的服务提供主体无法准确掌握老人健康状况、生活状态及行为方式,依据人工巡查、电话回访、家属报告等途径所获信息具有时间滞后性和局限性,一些风险并没有被及时发现而堆积,尤其对患有慢性疾病或者已经独居、高龄、长期卧床的老年群体来说,晚上有突发不适、行动受限或者特殊异常情况难以得到护理人员或是医院的关注,在家中处于“隐性外溢”风险状态。在养老机构及社区服务机构无法获得连续性数据支撑的情形下,通常都是基于阶段性评判或者经验来安排服务频次和照护强度,养老服务不能做到有的放矢,资源投入很难切合需求侧的实际需求<sup>[1]</sup>。并且没有统一的数据通道做媒介支撑,各主体掌握的信息往往是零散且孤岛化的,医疗记录、护理日志以及生活监测结果之间无法实现联系贯通,风险判断只能停留在断续片段化层面。而借助物联网感知体系对生命体征、行踪轨迹、环境数据等多类相关要素的数据采集与汇总,可以同步共享分散于不同场景的个体状态信息,让养老服务机构能够根据老人的实时数据做出精准的服务响应,避免因偏重主观经验判断造成的人力投入浪费,同时还能缩减资源配置时间,降低风险积聚后影响的规模。

### 2.2 从“事件响应”到“状态预警”的转型逻辑

传统养老运行机制下的服务介入以跌倒、急病或设备报警等突发性离散事件为触发点,照护行动是以结果已经显性的基线为前提而展开的,此类“事后处置”的方式无法提前起到预防的作用。因为老年人自身的衰老问题、慢性病的发展均存在不可逆的特点,心率波动、活动减少、睡眠紊乱等状态变化往往先于突发事件出现,如果没有进行持续监测,就难以及时捕捉到该类隐性信号,导致风险在家庭或机构空间中持续积累并向医疗与照护系统外溢。而处于物联网时代下,以上由可穿戴设备和环境感知单元将生命体征和行为参数进行不间断的采集,并转化为个体状态得以表示的时间序列,因此平台可通过设置阈值、基线来实现变化量幅的对比及趋势判断从而找到存在预警状态的情况并将其标识出来,在它转变成临床问题或事故发生之前提前发现该类风险,让社区医生与护士可以在症状加重之前做好回访、换药或者是到场核验工作,最大程度地去减小因突发事件带给资源调度和体系运转的影响,将风险控制点前置到实际运行过程之中。

## 3 智慧养老环境的系统架构设计

### 3.1 感知层：多源数据的嵌入式采集

在这一系统架构中,感知层位于最底层,负责实现对老年人状态和居住空间运行特征进行底层采集与初级识别。在具体应用中,利用多元化的传感单元去捕捉“人一物一环境”相关的各种要素信息。其中,可穿戴终端负责将采集到

的心率、血压、体动频率等生命体征信息经由低功耗通信模块进行持续不断地上报上传并形成人员个体健康状态的信息时间序列;布置在卧室、卫生间以及公共活动区域的环境感知设备可以实时监测温湿度、光照强度、烟雾浓度、红外活动信号,记录日常起居状态和空间使用情况。对独居、高龄人群还需要加入基于姿态识别的跌倒监测单元,能够迅速发现异常静止或者急剧位移的行为,并发出本地报警。为了防止出现数据碎片的情况发生,该感知层还要对所有的信息来源进行规范化格式转换,再将所有需要处理的数据按照时间戳依次排布起来,形成多源同源的数据处理输入格式<sup>[2]</sup>。

### 3.2 传输层：低延时与高可靠的数据通道

在智慧养老系统架构中,传输层作为将感知层采集到的多源异构数据稳妥地送到后台平台的关键部件,实现数据的稳定有效传送是该层技术的核心。根据可穿戴设备、环境传感器较为密集且相互距离较远的特点,常常会采用将无线局域网、窄带物联网以及蜂窝通信融合,综合组网的方式进行室内外的连续连接。并用协议转换器实现不同终端类型下数据格式统一封装,从而避免因信息格式不一致而导致解析出错。另外,系统节点接入边缘网关,对关键信息进行优先级标注和快速转发,使有风险的信息尽快跳过常规缓存队列,通过应急通道快速送达。并且还应根据业务场景需要部署数据校验及重传策略来规避丢包、延时及链路中断的问题,确保从养老机构、社区平台获取老人状态数据的完整性及连续性,保障了后端数据的精准判别和合理调度。最后,为适应社区与养老机构的实际运行环境,传输体系还需支持有线与无线混合接入,在主链路不通的情况下可以通过备用链路完成数据补充的功能,让老人的状况信息一直保持24小时不间断地传输。

### 3.3 平台层：数据处理与智能决策中枢

在智慧养老环境的系统架构里,平台层是整个体系架构最核心的部分,它是对传输层提供的多元异构的数据实现集中化管理以及进行逻辑运算的中间节点。生命体征数据、活动参数、空间状态数据从可穿戴终端、环境传感器、跌倒检测设备进入系统后先通过数据接入模块格式检验、异常值剔除、时间序列对齐等处理后再输入到同一数据库内并以此个人为索引构成个人连续的状态的记录。再由规则引擎判断阈值并设定预警条件来判断其心率波动幅度、活动中断时长和环境异常指标在短期内以及长期内的变化与趋势,以此对高危、临界或安全程度不同的预警结果进行自动标记。最后业务处理部分会根据上面标记好的结果,与清单对照产生护理任务、随访计划或者应急处置指令,并通过接口下达给社区护理终端或机构管理系统。为保证实现医养协同的要求,在平台的业务运行过程中还要打通与基层医疗卫生信息系统之间的数据交换通道,使老年人的监测数据能够与之前的诊疗数据对比,用来辅助做好药物调整、健康随访等工作。在该平台中还应涵括权限控制与日志审计模块,以记录并校