

基于大数据的精准养老：智慧健康服务体系构建

袁奥翔 田雨迪 王博威 巴润 朱志刚 (通讯作者)

大连理工大学城市学院, 辽宁省大连市, 116600;

摘要: 随着我国人口老龄化程度不断加深, 养老问题成为社会关注的焦点。在此背景下, 依托大数据与物联网等信息技术构建的智慧养老平台, 正逐步推动养老服务向智能化、精准化方向转型。本文通过调研国内智慧养老发展现状, 系统分析了智慧养老服务体系应具备的功能模块, 并对其整体架构与设计路径进行了初步探讨。

关键词: 大数据技术; 智慧健康服务; 体系构建

DOI: 10.64216/3080-1486.25.10.032

1 项目背景及研究意义

1.1 项目背景

我国第七次人口普查数据显示, 2021 年的人口老龄化程度较上年提升 5.44%, 65 岁及以上人口的比例增加 4.63%, 这标志着我国已进入老龄化加速发展阶段^[1]。在这一背景下, 如何有效应对老龄化带来的各类社会问题, 提升老年人的生活质量, 已成为国家和社会关注的焦点。当前, 我国养老服务体系主要依赖家庭养老、社区养老和机构养老三种模式, 然而每种模式均存在明显局限性:

(1) 家庭养老模式面临现实挑战。在现代社会高强度竞争环境下, 子女往往因工作压力增大、时间精力有限, 难以全面承担居家养老责任, 老年人日常生活照料、情感陪伴及应急救助等方面存在明显不足, “城市空巢老人”日益增多。

(2) 社会机构养老虽在一定程度上弥补了家庭养老功能的缺失, 减轻了子女的养老负担。然而, 受传统观念影响, 许多老年人在心理上难以接受离家居于养老机构, 且现有养老机构在个性化服务、精神关怀及运营成本等方面仍有较大提升空间。

(3) 社区养老作为居家养老的重要补充, 本应发挥更大作用, 但目前面临服务认知不足、资源整合不够、专业化水平不高和管理机制不健全等问题。很多社区与服务部门对开展和加强社区助老服务的重要性和紧迫性认识不到位, 服务内容较为单一, 难以满足老年人多样化、多层次的需求。

此外, 养老行业中还普遍存在“信息孤岛”现象, 即各类养老服务主体之间数据不通、信息不畅, 导致资源配置效率低下、服务响应滞后。因此, 借助现代信息技术打通数据壁垒、构建统一高效的养老服务平台, 已成为推动养老服务体系转型升级的必然选择。

随着计算机技术的迅猛发展, 大数据、物联网、传

感器等新兴技术为解决养老服务的现实痛点提供了全新路径。物联网技术能够实现对老年人健康状况、行为活动和环境参数等多维数据的实时采集与远程监控; 大数据技术则可对这些海量信息进行存储、清洗、整合与智能分析, 从而支撑个性化、精准化的服务决策。据此, 本研究提出构建以大数据为核心、以物联网为支撑、面向以居家养老为主体、社区养老为辅助的智慧健康养老服务体系, 旨在通过技术融合与模式创新, 全面提升养老服务的质量、效率与覆盖范围。

1.2 研究意义

本研究项目具有多层面意义:

对老年人群体来说, 智慧健康服务体系可实现对其生理指标、日常行为与生活环境的持续监测与智能评估, 显著提升健康风险预警与应急响应能力。同时可根据每位老人的健康状况、生活习惯及个人偏好, 定制包括医疗保健、生活照料、文化娱乐、社交互动在内的多方位服务方案。不仅能够保障老年人的身体健康与生命安全, 更能满足其精神文化与情感陪伴需求, 切实提升老年人的生活质量、自主性和尊严感。

于养老服务行业而言, 智慧健康服务体系通过大数据分析优化资源配置 (如动态调度护理人员、合理分配物资设备) 能够显著提高养老机构的运营效率与服务品质, 增强其核心竞争力, 推动养老服务行业向数据驱动的精准化、智能化转型^[2]。同时, 智慧健康服务体系的建设与推广将促进养老服务标准的统一与流程的规范, 为行业创新与可持续发展注入新动力。

社会层面, 本项目的实施有助于缓解日益加剧的社会养老压力, 减轻家庭养老负担, 子女可通过远程平台实时了解父母状况, 增强家庭与养老服务的互动与信任。智慧健康服务体系规模化应用后可降低政府对养老设施与人力资源的重复投入, 提升公共资源使用效率。

2 关键技术研究

2.1 多源异构养老数据的采集与融合处理

本项目通过综合利用智能手环、健康监测床垫、环境传感器等多种物联网终端,实时采集老年人的生理参数(如心率、血压、血氧)、日常行为数据(如活动轨迹、睡眠质量)以及生活环境信息(如室内温湿度、空气质量)。设计统一数据标准与接入接口,整合来自医疗机构、社区服务中心、家庭监护设备等多渠道数据,构建高可用、多维度、一体化的老年健康大数据资源中心,为后续深度分析与智能服务提供数据支撑。

2.2 大数据分析与健康建模

依托所构建的数据资源,引入分布式计算框架(如Hadoop/Spark)实现海量养老数据的高效处理。通过聚类分析划分老年群体健康等级,借助关联规则挖掘行为、环境与健康状态的潜在关系,并利用机器学习方法(如时序预测、分类算法)构建个性化健康评估与风险预警模型,实现对常见老年疾病(如心脑血管异常、跌倒风险)的早期识别与干预支持。

2.3 智能养老服务模块开发与功能实现

智慧健康服务体系设计并实现以下核心功能模块:

(1) 居家养老服务模块:集成安全定位、健康监测、日常照护与应急事件处置;

(2) 医养结合服务模块:提供用药管理、康复跟踪、远程问诊及医疗资源对接功能;

(3) 社区与物业协同模块:包括老人档案数字化管理、服务呼叫、物业协同及第三方服务接入;

各模块间通过服务总线进行数据互通与功能协同,共同构成“平台+服务+终端”的一体化智慧养老解决方案。

2.4 体系构建与系统集成

开发支持多终端访问的智慧养老服务平台,实现数据可视化、服务预约、智能提醒及家属协同等功能。平台采用微服务架构,保证系统的高可用与可扩展性,支持后续功能迭代与第三方服务接入。

2.5 拟解决的关键性问题

2.5.1 多源异构数据整合与质量控制

项目实现需解决设备差异大、数据格式不统一、传输频率不一致等问题,研究多模态数据清洗、融合与实时整合方法,建立数据质量评估与提升机制,确保数据的完整性、一致性与时效性。

2.5.2 面向养老服务的数据建模与知识发现

如何从海量、多维数据中有效提取健康特征、识别异常模式,并建立高精度、可解释的健康预测模型,是本项目需重点攻克的技术难点。

2.5.3 系统兼容性与服务协同机制

为实现养老服务链的资源整合与业务联动,需设计开放接口与标准协议,支持不同设备、系统与服务提供方之间的互联互通。同时保障系统模块间低耦合、高内聚,增强平台整体可维护性与可拓展性。

2.5.4 数据安全与隐私保护

老年健康数据属敏感个人信息,须构建贯穿数据采集、传输、存储与分析全流程的安全防护机制,包括数据加密、访问控制、合规脱敏和行为审计,确保系统符合国家信息安全与隐私保护相关法规。

3 项目创新点

服务模式创新:摒弃传统养老服务的“一刀切”模式,基于大数据深度洞察老年人个体差异,首创全方位、多层次的个性化精准养老服务模式。从健康管理、生活照料到娱乐社交,为每位老人量身定制专属服务套餐,使养老服务真正贴合老年人的独特需求,极大提升服务的针对性和有效性,开启智慧养老服务新纪元。

技术融合创新:跨领域整合大数据、物联网、人工智能与区块链等前沿技术。通过物联网设备实现数据的实时采集与传输,借助大数据平台完成海量数据存储与深度分析,运用人工智能算法进行智能决策与精准服务推荐,引入区块链技术保障数据的安全可信与不可篡改^[3]。

数据驱动的动态优化机制创新:建立以数据为核心的动态服务优化闭环。实时收集老年人对养老服务的反馈数据以及健康状况、生活习惯等多源数据,通过数据处理与分析技术,迅速洞察服务过程中的问题与需求变化。基于此,通过智能算法自动调整服务策略和资源配置,实现养老服务方案的实时优化与迭代更新,确保服务始终与老年人的实际需求高度匹配,这一创新机制在提升养老服务质量和老年人满意度方面具有显著优势。

4 设计研究

4.1 系统目标

本设计致力于构建一个全方位、多层次的养老运营服务体系。以老人为中心,为其建立完善的数字档案,涵盖个人信息、家属联系方式、健康状况、既往病史、兴趣爱好等多维度数据,实现动态化、统一化管理。这些信息实时更新,便于管理者、医生、护工等不同角色根据权限查阅,为其制定个性化服务方案提供数据支持。

智慧健康服务体系具备强大的硬件接入与兼容能力,可对接智能手环、血压仪、室内传感器、紧急呼叫设备等多种终端,实现对老人生活状态、身体状况和活动轨迹的实时监测。这些设备收集的数据经平台分析后,可及时向家属推送提醒,增强养老服务的透明度和信任度。同时,通过整合人事管理功能,合理分配护工资源,优化排班与任务管理,能显著提升护理效率。

4.2 设计内容

Hadoop 生态系统作为推动大数据技术发展的核心工具集,为智慧健康服务体系的构建提供了坚实基础。该生态包含 Storm、Hive、Kafka 等一系列成熟的开源组件,意味着养老服务体系构建无需从零开始设计系统架构,而是可以基于这些经过验证的大数据框架进行二次开发与组合迭代,从而显著提高开发效率、降低技术风险。

平台的数据来源多样,包括老人生理指标、护理记录、设备状态、用户操作日志等,广泛涵盖结构化、半结构化和非结构化三种数据类型。例如,某中型养老机构每日可产生超过 10GB 的多元数据。对于结构化数据,如关系型数据库中的老人基本信息和健康记录,通常采用 Sqoop 组件进行高效抽取和导入。Sqoop 是 Hadoop 生态中专门用于在关系数据库与 HDFS 等分布式存储系统之间传输大批量结构化数据的工具,保障了数据迁移的稳定和高效。

客户端访问平台所产生的各类日志,如页面点击流、API 调用记录等,属于典型的半结构化数据,这类数据一般借助 Flume 进行实时收集和传输。Flume 具有高可靠、可扩展的特性,常与 Kafka 结合,构成实时数据管道,Kafka 作为高吞吐量的消息队列,有效削峰填谷,确保实时数据处理系统稳定接收数据流。实践表明,结合 Kafka 的 Flume 日志收集方案能够处理每秒数万条日志事件,满足养老平台对实时性的高要求。

数据存储层面,智慧养老平台以 HDFS (Hadoop Distributed File System) 作为核心存储系统。HDFS 作为一个高度容错的分布式文件系统,能够高效、可靠地存储 PB 级别的海量数据,非常适合养老产业中持续增长的监测数据与历史档案存储。其主从架构包括一个管理元数据的 Namenode 和多个存储实际数据块的 Datanode,例如,在某省级养老平台中,HDFS 集群由 1 个活跃 Namenode 和 20 个 Datanode 组成,可安全存储超过 100 TB 的健康监测数据与视频记录,既实现数据的高可用,也便于横向扩展。

大数据处理环节主要包括离线和实时两种计算模

式。MapReduce 作为经典的分布式离线批处理框架,适用于对时效性要求不高但需全面分析的历史数据挖掘任务,比如对过去一年的老人健康趋势进行聚合分析或生成季度护理报告。而对于实时性要求极高的场景,如跌倒检测报警、心率异常实时提醒等,则采用 Storm 或 Flink 等分布式流计算框架。Storm 能够实现毫秒级延迟的数据处理,确保意外事件第一时间被响应。在实际部署中,常以“Flume + Kafka”作为实时数据采集与缓冲层,为 Storm 或 Spark Streaming 实时计算引擎提供稳定数据流。某试点项目采用 Storm 处理实时流数据,成功将紧急事件响应时间控制在 3 秒内,显著提升了服务安全性。

数据可视化是智慧养老平台价值呈现的关键一环。平台采用基于 JavaScript 的开源可视化库 ECharts,其生成的图表兼容 PC 端与移动端绝大多数浏览器,确保管理人员、医护人员及家属均可便捷访问。ECharts 底层依赖 ZRender 图形渲染引擎,提供折线图、柱状图、散点图、地理轨迹图等丰富图表类型,并支持深度个性化定制。例如,可将老人日常活动轨迹通过热力图直观展示,或将长期血压变化用动态折线图呈现,从而帮助决策者快速掌握群体健康态势、精准制定服务策略。

5 结语

当前,我国人口老龄化程度持续加深,养老服务领域的信息化平台建设正处在关键发展阶段。推动高水平养老服务信息化平台的建设与完善,不仅能够促进各类养老资源的优化整合与高效配置,还有助于实现养老服务行业的标准化、规范化和专业化发展。这对于提升我国老年群体的生活质量、构建科学可持续的养老服务体系具有重要而深远的现实意义。

参考文献

- [1] 姚乐野. 智慧养老数据资源要素识别,系统架构及其场景化应用[J]. 情报资料工作, 2025, 46(1): 21-21.
- [2] 杨杰. 大数据驱动全人群体质健康全生命周期精准管理: 理论框架,现实瓶颈及纾解方略[C]//2024 年全国运动增强体质与健康学术会议论文摘要集. 2024.
- [3] 阎峻,王雪,张梦琪,等. "互联网+"社区智慧养老服务平台及社区家庭联动养老模式的建立[J]. 区域治理, 2021, 000(002): P. 1-2.

基金项目: 辽宁省大学生创新创业项目。

项目编号: S202513198008, 项目名称: 基于大数据的精准养老: 智慧健康服务体系构建。