

基于区块链技术的机构养老数据安全研究

耿晗¹, 何海峰²

1. 民政职业大学, 北京 102600

2. 北京市出版事业发展中心 北京 101100

DOI:10.61369/SE.2025070004

摘 要 : 随着智慧康养模式的蓬勃发展, 大数据与人工智能为老年人提供了日益便捷的服务, 但是, 机构养老的数据安全与老年人的数据隐私保护面临着多重挑战。本文立足区块链技术设计机构养老数据安全架构, 构建数据安全管理平台模型, 依托区块链去中心化、可追溯等特性, 确保老年人、养老机构等多方主体深度参与数据全生命周期管理, 从而实现对机构养老数据的有效管理。其价值不仅在于保障数据安全、提升服务效率, 更能增强社会对养老机构的信任度。

关 键 词 : 区块链; 机构养老; 数据安全

Research on Data Security of Institutional Pension Based on Blockchain Technology

Geng Han¹, He Haifeng²

1.China Civil Affairs University, Beijing 102600

2.Beijing Publishing Development Center, Beijing 101100

Abstract : With the vigorous development of smart health and elderly care models, big data and artificial intelligence have provided increasingly convenient services for the elderly. However, the data security of institutional elderly care and the protection of the elderly's data privacy are facing multiple challenges. Based on blockchain technology, this paper designs an institutional elderly care data security management architecture and constructs a data security management platform model. Relying on the characteristics of blockchain such as decentralization and traceability, it ensures that multiple subjects including the elderly and elderly care institutions are deeply involved in the whole life cycle management of data, thereby realizing effective management of institutional elderly care data security. Its value lies not only in ensuring data security and improving service efficiency, but also in enhancing society's trust in elderly care institutions.

Keywords : blockchain; institutional elderly care; data security

一、养老数据安全现状

随着人口老龄化进程的加剧, 机构养老也日渐成为众多老年人的选择, 而智慧康养模式的蓬勃发展, 让大数据与人工智能在为老年人提供日益便捷服务的同时, 也催生了海量数据。机构养老模式能实现规模效应, 但服务半径有限^[1], 机构养老的数据安全与老年人的数据隐私正面临诸多严峻挑战, 既包括网络攻击、数据泄露等外部风险, 也涵盖内部管理制度缺失、个人数据滥用等内生问题。这不仅严重威胁老年人的隐私与合法权益, 更对养老机构的正常运营及社会公信力造成冲击。《中华人民共和国民法典》规定“自然人的个人信息受法律保护, 任何组织或者个人需要获取他人个人信息的, 应当依法取得并确保信息安全, 不得非法收集、使用、加工、传输他人个人信息, 不得非法买卖、提供或者公开他人个人信息, 保障个人信息的安全。”机构养老数

据涵盖老年人的敏感信息, 其安全问题不仅关乎老年人的权益保障, 更影响养老服务的信任根基。

养老数据安全问题不仅涉及技术层面, 还涉及管理和监管层面。技术层面, 数据存储分散、易被篡改等, 安全防护能力薄弱; 数据存储方式粗放, 核心健康数据未加密处理, 不能有效保护数据安全。管理层面, 部分养老机构管理系统技术陈旧, 工作流程繁琐, 数据共享困难; 角色访问权限边界不清晰, 权限变更缺少留痕机制, 数据交接流程不规范。监管层面, 养老数据跨主体流转频繁, 缺乏统一的流转记录与溯源平台, 一旦发生数据泄露, 责任主体难以精准定位; 违规成本较低, 部分机构对数据泄露事件存在“瞒报漏报”行为。养老数据安全问题不仅可能导致老人隐私泄露, 还可能因数据篡改影响医疗护理决策, 甚至引发社会对养老机构的信任危机。因此, 安全可靠的数据管理是优化机构养老服务的基础。

基金项目: 中央高校基本科研业务费资助项目“基于区块链技术的养老机构数据安全研究”(编号 JBKYQN2025-2)。

作者简介:

耿晗(1984.04-), 女, 河北宁晋人, 高级工程师, 硕士, 研究方向: 大数据与人工智能、智慧康养管理;

何海峰(1984.02-), 男, 汉族, 山东临沂市人, 副研究员, 硕士, 研究方向: 数字出版与数据安全。

二、区块链技术特征及应用场景

区块链是指通过链接形式存储数据、利用节点参与的共识算法来验证和生成数据、采用密码学加密数据和保证数据安全、通过智能协议对基础数据的一致性达成共识的分布式基础架构与计算范式^[2]。区块链技术具备去中心化、可追溯性、防篡改、智能合约、共识机制等特性，在社区治理^[3]、社区居家养老服务应用与实践研究中发挥了重要作用^[4]。区块链依托加密算法、链上智能合约等技术保障，为跨部门和机构的信息共享、隐私保护提供了条件^[5]。

在智慧养老领域，区块链的应用主要聚焦于技术融合、隐私保护、数据管理及数据平台建设等方向。将区块链技术与机构养老数据维护有效衔接，利用区块链的加密算法和分布式存储特性，可以确保数据在采集、录入、传输、存储过程中的安全性，防止数据泄露、篡改，严格保护老年人隐私；借助区块链去中心化和智能合约功能，可以实现数据的自动化管理与高效共享，确保数据共享可追溯，解决数据在使用过程中的安全性问题。

养老机构数据从产生、使用到销毁全生命周期管理过程中，核心参与方涉及养老机构、医护人员、老年人及家属、监管部门、技术服务商等，为确保实现养老机构数据安全的有效管理，促使所有参与方上链，通过联盟链实现分布式协同，数据操作需经多节点共识验证，避免单点控制风险。区块链技术特征与养老机构数据安全应用场景对应表如表1所示。

表1 区块链技术特征与机构数据安全应用场景对应表

	含义	应用场景
分布式节点	多节点可接入区块链网络	智能穿戴设备、智能家居等接入区块链网络
去中心化	链上所有节点地位平等	多节点分布式存储与共识，避免单点控制数据
可追溯性	链上所有操作有迹可循	时间戳记录数据全生命周期操作
防篡改	链上数据不能随意更改	共识机制，确保数据一旦上链无法被单节点篡改
智能合约	自动执行合约	自动化执行权限管理、数据校验、销毁触发等规则
共识机制	多源交叉验证	多节点验证数据有效性，避免错误数据进入系统

三、基于区块链技术的机构养老数据安全机制构建

《智慧健康养老产业发展行动计划（2021-2025年）》提出完善数据要素体系，搭建健康养老数据中台，统一提供治理分析、共享交换、安全开放等全链条数据服务，加强数据加密、数据脱敏、身份论证、访问控制等数据安全技术应用，保障居民的个人信息安全。本文结合区块链技术去中心化、可追溯性、防篡改、智能合约、共识机制等特性，设计基于区块链技术的机构养老数据安全管理体系，构建“机构养老数据安全管理平台”模

型, 从数据采集、存储、处理、分析和应用等环节优化业务流程, 提高机构养老服务效率和质量, 保障机构养老数据安全。该模型主要包括数据采集、数据录入、数据传输、数据存储、数据使用以及数据销毁六个关键模块, 架构图如图1所示, 功能模块图如图2所示。



图1 基于区块链技术的机构养老数据安全架构图

（一）数据采集模块

利用分布式节点特性,通过物联网实现设备直连,将智能穿戴设备、智能家居等接入区块链网络,并将采集数据直接上链,数据生成时自动附加设备数字签名和时间戳,确保来源可追溯。采用共识机制,对同一数据的多设备采集结果进行交叉验证,仅当超过一定比例节点确认一致时,数据才被写入区块,避免单一设备故障导致的错误。设备接入、数据采集触发、验证结果等信息实时写入区块链,可追溯异常数据源头。

（二）数据录入模块

使用数字身份技术为数据录入人员分配唯一的数字身份标识。录入前通过区块链数字身份（公钥）登录系统，录入数据时需用私钥签名，只有经过授权的人员才能进行录入操作。基于智能合约预设数据录入规则，对录入内容实时校验，不符合规则的数据被拒绝上链。涉及老人隐私数据，需家属通过链上电子签名授权后方可录入，授权记录永久上链存证。

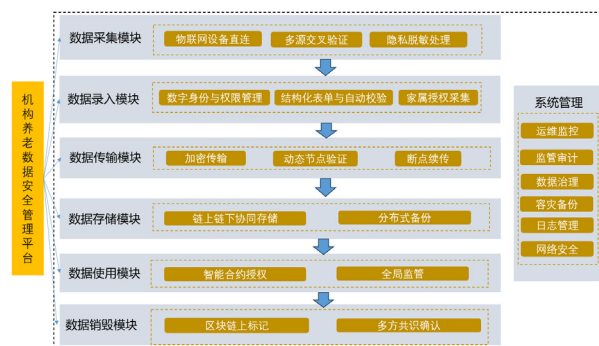


图2 “机构养老数据安全管理平台”功能模块图

（三）数据传输模块

采用非对称加密技术,发送方用接收方的公钥对数据加密后传输,接收方使用私钥解密。从采集设备传输到养老机构数据库,或在不同机构间传输时,即使数据被截取,没有私钥也无法获取真实内容,保障数据传输的安全性。动态节点验证确保数据

传输过程中，每经过一个中继节点，均需节点签名确认，非授权节点无法接入传输链路。若传输中断，区块链通过区块哈希校验恢复未完成数据，确保传输前后数据一致性，避免丢包或篡改。

（四）数据存储模块

通过节点备份，链上数据同步至所有节点，避免单点故障导致数据丢失。采用加密存储，对数据进行多层加密，结合哈希算法生成唯一哈希值，任何数据变动都会引起哈希值变化，从而被区块链网络监测到，确保存储数据的完整性。链下数据采用多副本机制，存储位置、加密方式、备份节点、版本更新记录等写入区块，确保审计数据存储合规性。

（五）数据使用模块

基于区块链的智能合约，设定数据使用规则，规定数据共享的条件和范围。使用数据时，智能合约会验证使用人身份和操作权限，只有符合条件才能访问和使用数据，防止数据被滥用。跨机构共享数据时，智能合约自动执行共享操作，保证数据共享安全可追溯。监管节点通过链上日志监控数据使用行为，智能合约自动识别异常操作，触发预警并冻结相关账户。

（六）数据销毁模块

经数据所有权人申请，养老机构、监管部门、技术服务商三方节点共识确认后，智能合约自动触发销毁流程。在区块链上标记数据销毁操作，利用区块链的不可篡改特性，确保销毁记录真实可查。分布式副本同步销毁，智能合约验证销毁结果后，向所有节点广播完成状态。销毁申请、审批记录、执行节点等全流程上链，确保销毁行为可追溯、可审计。

四、数据安全机制构建的应用价值

基于区块链技术构建覆盖数据全生命周期的安全管理，不仅可以丰富区块链技术在养老领域的理论研究，还可以结合区块链技术与机构养老场景特性，实现数据“采得准、存得安、用得规范、销得彻底”，为智慧养老数据安全提供技术方案，应用价值体现在以下几个方面。

（一）流程规范化，提升安全防护能力

通过区块链的加密技术、分布式存储和共识机制，实现全链

路风险管理，解决传统管理中“数据泄露、篡改、滥用”等痛点。老人的健康数据在采集时即加密，传输过程经多节点验证，存储时链上链下协同处理，确保数据从产生到销毁的每一步都可追溯、不可篡改。养老机构、医院、家属等通过联盟链实现数据实时安全共享，提升机构养老服务的效率与质量。

（二）监管智能化，推动行业标准化建设

监管部门作为区块链监督节点，可实现全流程追溯，实时查看数据操作日志，通过链上日志实现“穿透式监管”，无需介入机构日常运营即可完成合规审计，降低监管成本。对于异常数据，可以快速定位责任环节。同时，链上积累的服务质量数据，可作为机构评级依据，促进行业良性竞争。

（三）信任度提升，助力养老产业可持续发展

老年人及其家属可通过平台查询数据流转记录，明确个人信息的使用范围和方式，减少对“数据被滥用”的担忧，增强老年人对数据的控制权，提升老年人及家属对智慧养老服务的信任度。区块链存证的海量养老数据可脱敏后供政府部门分析，为养老政策制定提供数据支撑，推动养老服务体系更贴合实际需求。

五、结语

通过区块链技术的深度赋能，“机构养老数据安全平台”模型既解决了养老数据“安全存储、合规共享、隐私保护”的核心问题，又通过数据协同提升服务效率、优化监管模式，最终实现“安全有保障、服务更精准、监管更透明、社会更信任”的多重价值，为养老数据安全提供了技术赋能的新路径。

然而，在实际应用和未来发展仍面临技术融合、成本控制、政策协同等挑战。未来可以研究优化区块链与物联网、人工智能的融合技术，提升平台对动态健康数据的实时处理能力；探索“政府补贴+第三方共建”的可持续运营模式，降低机构接入成本，推动行业标准与法规完善；细化国家立法政策，完善机构数据管理制度，加强人员培训与能力建设，为区块链养老数据应用提供更清晰的合规指引，助力我国智慧健康养老事业的高质量发展。

参考文献

- [1] 张泽涛. 智慧赋能养老服务的驱动要素、转型逻辑、实践困境与对策[J]. 西安交通大学学报, 2023(5): 64-74.
- [2] 黄强, 班铭媛, 张一林. 区块链、企业数字化与供应链金融创新[J]. 管理世界, 2021(2): 22-34.
- [3] 韩传峰. 基于区块链的社区治理机制创新研究[J]. 学术前沿, 2020(3): 66-75.
- [4] 吴子靖, 张雷, 于海迪. 基于区块链的社区居家养老服务模式创新研究[J]. 中国行政管理, 2023(12): 153-155.
- [5] 马洪旭, 李放. 区块链赋能城市养老服务供给结构优化的场景与路径——基于新质生产力视角的分析[J]. 城市问题, 2024(8): 94-103.