基于区块链技术的检验检测机构信息化建设研究

解金鑫[1]，王　睿[2]，杨艳胜[3]，徐善之[3]，左兆迎[3*]

（1. 龙口检验认证有限公司，山东 烟台 265700；2.威海检验认证有限公司，山东 威海 264299；3.中国检验认证集团山东有限公司，山东 青岛 266001）

摘要：区块链技术作为一种新兴的信息技术，在各行各业都得到了广泛的应用。本研究旨在探讨区块链技术在检验检测机构信息化建设中的应用，重点关注其在建设发展过程中的作用和意义。首先，分析了当前检验检测机构信息化建设存在的问题和挑战，如信息安全性、数据可信度等方面的不足。然后，详细介绍了区块链技术的基本原理和特点。最后，提出了基于机器学习模型的信息数据资源库算法，并通过实验数据证明了该算法的准确性和有效性。结果表明，引入区块链技术，可以有效提升信息化建设的安全性和可靠性，保障数据的真实性和完整性，降低操作风险和技术风险。

关键词：区块链技术；检测机构信息化；信息数据管理系统；机器学习模型

中图分类号：TP315　　**文献标志码：**A

1　引言

随着信息技术的迅猛发展，传统的检验检测机构在信息化建设方面已经面临了许多挑战，例如数据安全性不足、信息共享效率低下、业务流程不够透明等[1]。这些问题直接影响了检验检测机构的业务运作和服务质量，也制约了其发展和创新。而区块链技术作为一种新型的信息存储与传输技术，具有去中心化、安全可靠的特点，为检验检测机构信息化建设提供了新的解决方案和机会。通过区块链技术的应用，可以有效提升数据安全性和完整性，实现实时数据共享，构建信任机制，减少人为干扰，从而提高检验检测机构的工作效率和服务质量，促进行业的创新和发展[2]。因此，在这个背景下，研究区块链技术在检验检测机构信息化建设中的应用具有重要的意义。

基金项目：青岛市市南区科技计划项目“TIC（检验检测认证）技术综合科技服务平台研发与示范应用”（2023-1-001-SZ）

* 通信作者：左兆迎

2 检验检测机构信息化建设的需求分析

2.1 信息化建设的现状

在检验检测机构信息化建设的现状方面，我们可以看到随着科技的不断发展，信息化已经成为了检验检测机构提升服务质量和提高效率的重要手段。信息化建设已经在许多检验检测机构中得到了广泛应用，包括建立数据管理系统、实现电子化检测报告、开展在线检测等多种形式。信息化建设不仅提高了数据的管理效率，也带来了更加便利的服务体验。通过电子化数据管理系统，检验检测机构可以更加方便地存储、管理和共享大量的检测数据，提高了数据的准确性和可信度[3]。同时，电子化检测报告的推广也使得客户可以更快速地获取到检测结果，减少了服务周期，提高了用户满意度。除此之外，信息化建设还带来了更多的机会与挑战。随着信息技术的不断创新，检验检测机构在信息化建设中需要不断更新技术和设备，以适应行业发展的节奏。同时，信息安全和隐私保护也是面临的重要问题，如何有效保护数据安全，防止信息泄露和篡改，是当前信息化建设中亟待解决的难题之一。

2.2 信息数据资源库设计问题分析

当前信息数据资源库存在的问题主要包括以下几个方面[4]。

1）数据量大：随着信息技术的快速发展和数据量的爆炸增长，现有的信息数据资源库往往难以有效管理大规模的数据。传统数据库管理系统在处理海量数据时，存在着效率低下、性能下降等问题。

2）结构复杂：随着数据类型和结构的多样化，信息数据资源库的数据结构日益复杂。传统数据库管理系统往往难以灵活应对各种数据结构的变化，导致数据管理和分析效率低下。

3）更新频繁：信息数据资源库中的数据通常具有高度的实时性和更新频率，传统数据库管理系统在更新和维护数据时存在着一定的延迟和不稳定性，无法满足用户对数据实时性的需求。

4）传统数据库管理系统的局限性：当前主流的数据库管理系统虽然在数据管理和存储方面具有一定的优势，但在面对大规模、多样化的信息数据时，存在效率低下、灵活性不足、应用领域受限等问题，难以完全满足用户对信息数据资源库的需求。

3 信息数据管理系统

数据管理系统包括客户端、服务器端和网页端三部分，其中客户端基于系统实现软件开发，服务器端采用 Spring Boot 框架实现后端功能模块，MyBatis-Plus 框架与 MySQL 数据库进行交互，网页端采用 Vue 框架实现前端数据管理界面的开发，系统相关技术说明如图 1 所示[5]。

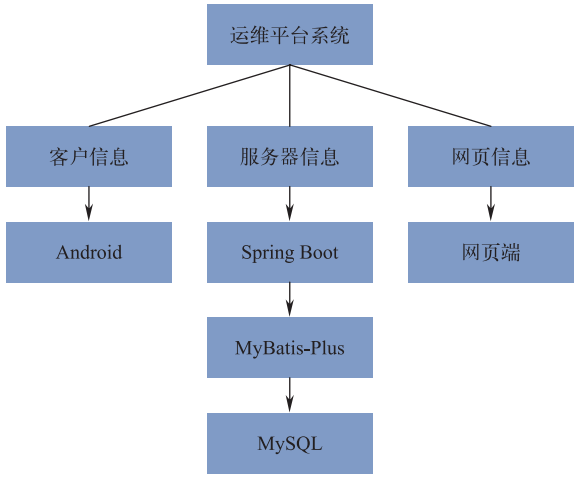

图 1 系统相关技术图

3.1 信息数据管理系统

本文基于系统实现客户端的开发，通过客户端与服务器数据交互，实现数据的展示、视频播放等功能。系统架构一共有五层，自下而上分别是 Linux 内核层、硬件抽象层、系统运行库层、应用程序框架层及应用程序层[6]。

1）Linux 内核层：操作系统的核心是 Linux 系统，提供多种网络协议，负责内存控制、进程监控、运行相关软件和保障软件安全。Android Runtime（ART）借助 Linux 平台的支持，负责多线程处理与内存管理。

2）系统运行库层：系统运行库层由运行环境和核心类库组成。核心类库主要包括 C/C++ 库，通过开发框架为应用程序提供自下而上的服务。运行环境由多个核心库组成，为 Java 编程技术提供了基础。

3）应用程序层：应用程序层由多个通过开发的软件组成，包括地图、日历、浏览器和短信等。

3.2 Spring Boot 框架

Spring Boot 框架是数据管理系统实现的基础，提供服务器端系统应用所依赖的环境支持，实现海洋监测数

据的解析、多牧场信息管理等业务逻辑的处理和系统服务端与数据库的交互等功能。Spring Boot 框架在 Spring 框架的基础上进行改进，其核心是 Spring 框架。Spring 作为一个高效的企业级应用程序框架，集成了控制反转技术和面向切面编程技术，同时具有轻量级的特点，适合数据管理系统服务器端软件的开发。Spring Boot 框架优化了 Spring 框架存在的缺点，如需要复杂的配置，可读性不好导致工作效率降低等，采用固定的配置方法进行框架的配置，方便初始化搭建 Spring 应用，简化开发过程，提高了数据管理系统服务器端软件的开发效率。

3.3 MySQL 数据库

在数据管理系统设计实现时，MySQL 数据库将不同的多种数据有序的管理起来，提供统一的接口和服务。MySQL 是一种功能强大的应用系统，能够有效处理数据，记录操作过程的日志，并具备事务管理能力。MySQL 由于其开源性和优秀的性能，成为备受欢迎的数据库。MySQL 架构图如图 2 所示。结构化查询层的主要功能是对服务器提交的 SQL 语句进行解析和优化，以最优的方式执行语句，并可查询缓存情况。存储引擎层的主要作用是处理数据的存储。MySQL 支持多种存储引擎，可以根据实际场景选择最合适的引擎进行数据存储，通过定义数据库和表结构，实现数据类型的定义，实现监测数据、信息等数据的存储，使用结构化 SQL 语言，根据相应的业务需求对用户数据、管理信息等数据进行增删改查操作。MySQL 数据库具有许多优点，比如性能卓越、稳定性强、成本低、资源占用少，以及安装和维护方便等。

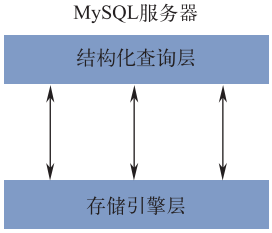

图 2 MySQL 架构图

4 面向检测机构信息数据的区块链系统性能

区块链的高效性、安全性、隐私性和稳定性是区块链系统的主要性能指标。本研究从区块链的共识层、数据层和网络层对区块链高效性、隐私性、稳定性和安全性方面的性能进行优化研究。区块链系统一般由数据层、网络层、共识层、激励层、合约层和应用层组成。数据层是区块链系统的基础，由所有节点共同维护。数据层通常由区块、交易和状态共同组成，每个区块包含一些交易，交易将区块从一个状态转移到另一个状态；网络层则包括分布式组网机制、数据传播机制和数据验证机制等，作用是连接各个节点，使其能够相互通信、协同工作，从而实现区块链系统的去中心化特性；共识层主要封装网络节点的各类共识算法，是区块链系统的核心，确保所有节点对区块链状态的一致性，定义了选择哪些交易将被写入下一个区块，以及如何在分布式系统中达成共识；激励层通过奖励机制和经济激励，促使参与者在区块链网络中进行验证、记账和维护等工作；智能合约层允许开发者在区块链上构建自定义程序和服务，提供了具体的应用实例与功能。

5 基于机器学习模型的信息数据资源库算法

目前的预测算法大多为单输入单输出或多输入单输出模式，将单个参数作为输出，主要研究单变量或多变量针对单变量的影响，忽视了多变量间的相互关系。多变量预测可以在提取时间特征的同时充分提取不同参数间的特征，提高预测精度。但参数间存在复杂的耦合关系，若均作为神经网络的输入变量，会导致模型结构相对复杂，运算耗时长，在实际应用中难以取得理想效果。因此，本文提出了基于主成分分析的参数分析方法。方法采用主成分分析对参数进行降维，同时结合参数重要程度，确定模型的输入与输出，简化网络结构，提高模型预测效果。基于主成分分析的参数分析方法首先采用主成分分析法对输入数据进行降维处理，筛选出几个具有综合性的变量替代原始变量，这些综合变量保留了原始变量的绝大部分信息，从而达到降维的效果。主要处理流程有三个步骤。

1）步骤 1：根据预测需求选取初始分析变量，本文选择 9 个初始参数变量，其次计算相关系数矩阵，求解矩阵的特征值与特征向量，得到主成分的表达式并选取主成分，最后通过计算得到降维后的数据。

2）步骤 2：对数据进行归一化处理并构建相关系数矩阵 $(r_{ij})_{m\times n}$。

$$r_{ij}=\frac{\sum_{k=1}^{n}(x_{ki}-\overline{x}_i)(x_{kj}-\overline{x}_j)}{\sqrt{\sum_{k=1}^{n}(x_{ki}-\overline{x}_i)^2\sum_{k=1}^{n}(x_{kj}-\overline{x}_j)^2}} \quad (1)$$

式中，r_{ij} 为变量 r_i、r_j 的相关系数，$\overline{x}_i$ 为第 i 个变量的均值，$\overline{x}_j$ 为第 j 个变量的均值，n 为样本数。

3）步骤 3：计算矩阵的特征方程 $(\lambda E\text{-}R)\ \mu=0$ 得到特征值 λ_i 和特征向量 μ_i，最后计算贡献率 τ_i 与累计贡献率 η_i。

$$\tau_i = \frac{\lambda_i}{\sum_{k=1}^{m} \lambda_k} \tag{2}$$

$$\eta_i = \frac{\sum_{k=1}^{i} \lambda_k}{\sum_{k=1}^{m} \lambda_k} \tag{3}$$

6 实验设计与性能评估

本模型训练与测试在同一实验平台，训练完成后采用均方误差（MSE）、均方根误差（RMSE）、平均绝对误差（MAE）和平均绝对百分比误差（MAPE）作为评价指标对网络进行评价。由表 1 可以看出，预测参数的四项评价指标在隐藏元数为 128 时最小，温度的四项评价指标在隐藏层神经元数为 64 时最小，分别为 MSE：0.399 4，RMSE：0.632 0，MAE：0.588 3，MAPE：3.050。在 15min 的时间间隔的预测结果中综合 3 个参数评价指标，最优结果为隐藏层神经元数为 128。

表 1　预测模型结果评价

隐藏层神经元数	预测参数	MSE	RMSE	MAE	MAPE
64	Do	0.0328 6	0.181 3	0.137 1	1.795
	Temp	0.399 4	0.632 0	0.588 3	3.050
	PH	0.000 220 8	0.014 86	0.012 75	0.154 5
128	Do	0.017 51	0.132 3	0.105 1	1.378
	Temp	0.460 9	0.678 9	0.626 8	3.252
	PH	0.000 196 5	0.014 02	0.011 57	0.140 1

7 结论

区块链技术在检验检测机构信息化建设中的应用具有重要意义和广泛应用前景，有助于提升检验检测工作的效率和质量，促进行业发展和创新。希望本研究可以为相关领域的学者和从业者提供有益的参考和启示，推动区块链技术在信息化建设中的更广泛应用和深入研究。

参考文献

[1] 袁勇，王飞跃．区块链技术发展现状与展望 [J]．自动化学报，2016，42 (4)：481-494．

[2] 韩璇，袁勇，王飞跃．区块链安全问题：研究现状与展望 [J]．自动化学报，2019，45 (1)：206-225．

[3] 徐恪，凌思通，李琦，等．基于区块链的网络安全体系结构与关键技术研究进展 [J]．计算机学报，2021，44 (1)：55-83．

[4] 黄克振，连一峰，冯登国，等．基于区块链的网络安全威胁情报共享模型 [J]．计算机研究与发展，2020，57 (4)：836-846．

[5] 邵奇峰，金澈清，张召，等．区块链技术：架构及进展 [J]．计算机学报，2018，41 (5)：969-988．

[6] 梁秀波，吴俊涵，赵昱，等．区块链数据安全管理和隐私保护技术研究综述 [J]．浙江大学学报（工学版），2022，56 (1)：1-15．

收稿日期：2025-01-05