基于计算机通信的电子信息工程数据共享技术研究

陈 钊[1]
CHEN Zhao

摘 要 针对基于计算机通信的电子信息工程数据共享技术，文章提出了一种基于区块链的数据共享方案。通过构建包含数据提供节点、区块链服务器、数据需求节点和云服务平台的共享框架，实现数据的高效共享。并采用区块链技术、哈希时间锁定合约和闪电网络链下交易机制，对数据共享流程进行设计。仿真分析表明，所提方案在吞吐量和交易延迟方面具有较好优势。在低提现率下，闪电网络的处理能力远超传统比特币网络，有效提升了电子信息工程数据共享的效率。

关键词 区块链；计算机通信；电子信息工程；数据共享

doi：10.3969/j.issn.1672-9528.2025.07.034

0 引言

随着我国电子信息产业的快速发展，数据共享已成为推动产业创新、提高企业竞争力的关键因素。然而，在数据共享过程中，数据泄露、隐私侵犯、信任缺失等问题日益凸显，严重制约了电子信息工程领域的发展。区块链技术，作为一种去中心化、安全可靠、透明度高的新型技术，近年来在金融、物联网、供应链等领域取得了显著成果。区块链技术的核心优势在于其去中心化的特点，通过加密算法和网络共识机制，实现了数据的安全存储和高效传输。在此基础上，本文将区块链技术引入电子信息工程数据共享领域，旨在解决现有技术中存在的诸多问题。

1 区块链技术

区块链技术是一种数据存储方式，是将数据块按照时间顺序链接，形成一条不断扩展的链。每个区块由区块头和区块主体组成。其中，区块头包含版本号、区块高度、区块哈希值、时间戳、默克尔（Merkle）根以及一个与共识机制相关的随机数；区块主体则记录具体的交易信息。为确保数据的完整性和提高交易验证的效率，区块链利用哈希树进行数据校验[1]。

哈希树是一种基于哈希算法构建的二叉树结构，该结构

1. 安徽电信规划设计有限责任公司 安徽合肥 230000

参考文献：

[1] 王红林，李忠伟．大数据场景下用户评论聚类文本挖掘算法 [J]. 计算机仿真，2024,41(3):352-358.

[2] 孟凡会，王玉亮，汪卫霞．基于注意力机制的在线用户痛点信息挖掘 [J]. 情报理论与实践，2023,46(10):192-199.

[3] 周艳秋，高宏伟，何婷，等．电子监控部分遮挡目标单模态自监督信息挖掘技术 [J]. 现代电子技术，2024,47(10):47-51.

[4] 王宇琪，周庆山，赵菲菲．面向信息弱势群体的电子公共服务网络评论观点挖掘与诉求主题分析 [J]. 情报资料工作，2023, 44(4): 77-84.

[5] 邢春玉，张莉，冯卿松．基于可视化技术的审计信息挖掘及分析研究 [J]. 财会通讯，2023(13):17-23.

[6] 李红艳，徐寅森，张子栋．蜂窝移动网络大数据聚类异常挖掘方法仿真 [J]. 计算机仿真，2024,41(2):406-409.

[7] 王延，周凯，沈守枫．基于熵权法的教务大数据的挖掘和聚类分析 [J]. 浙江工业大学学报，2023,51(1):84-87.

[8] 蒋希文，王丽珍，Vanha TRAN. 基于模糊密度峰值聚类的区域同位模式并行挖掘算法 [J]. 中国科学：信息科学，2023, 53(7): 1281-1298.

[9] 周燕，肖莉．基于改进关联聚类算法的网络异常数据挖掘 [J]. 计算机工程与设计，2023,44(1):108-115.

[10] 康耀龙，冯丽露，张景安，等．基于谱聚类的不确定数据集中快速离群点挖掘算法 [J]. 吉林大学学报（工学版），2023, 53(4): 1181-1186.

【作者简介】

赵伟康（1990—），男，河南郑州人，博士，讲师、高级工程师，研究方向：大数据、人工智能。

（收稿日期：2025-03-21 修回日期：2025-07-08）

通过合并相邻节点的哈希值来生成父哈希，直至形成根哈希。哈希树允许用户在验证交易时仅下载必要的数据，从而提高验证效率。例如，在验证交易时，用户只需获取相关哈希值，并沿特定路径计算，即可完成验证。

根据参与者的不同，区块链可以分为公有链、私有链和联盟链 3 种类型，如表 1 所示。公有链对所有参与者开放，无任何限制，且信息完全透明，例如比特币和以太坊区块链；私有链则限制了参与者权限，通常用于企业内部，且信息不对外公开 [2]；联盟链则介于两者之间，对多个组织开放，同时保持信息的非公开性，适合企业间的合作。

表 1 区块链分类

	联盟链	公有链	私有链
激励机制	可选	需要	不需要
典型场景	支付，结算	数字货币	审计，发行
参与者	联盟成员	任何人自由进出	个体或公司内部
共识机制	分布式一致性算法	PoW/PoS/DPoS	分布式一致性算法
记账人	联盟成员协商确定	所有参与者	自定义
承载能力	1 000~10 000 笔 /s	3~20 笔 /s	1 000~100 000 笔 /s

面向电子信息工程数据共享场景，考虑到数据共享的参与者众多且分布广泛，同时对安全性和效率有较高要求，因此选择联盟链作为数据共享的基础架构。

2 基于计算机通信的电子信息工程数据共享方案

2.1 数据共享框架

基于计算机通信的电子信息工程数据共享架构如图 1 所示。

（1）数据源节点由智能手表、监控传感器、无人驾驶车辆以及智能电表等多种设备组成。其主要功能为向区块链服务器上传数据概要、地理位置信息等，从而使服务器能够高效应对数据请求。

（2）数据请求节点包括众多需要数据的物联网设备和机构，例如无人驾驶车辆、供应商、医疗机构以及咨询服务机构等，各节点有权向区块链服务器申请数据共享，且使用特定共享货币支付。为减轻节点存储负担，采用轻量级钱包技术，节点只需保留区块头部信息，而区块链的完整记录由共识节点负责维护，同时利用哈希树优化支付验证流程 [3]。

（3）区块链服务器包含账户管理、交易处理和共识机制 3 个核心功能模块。账户管理负责发行共享货币并管理各节点的账户资金。交易处理模块负责处理数据共享请求，为请求方匹配恰当的数据来源。共识机制由多个节点构成，负责创建、验证和记录区块，以确保区块链账本的一致性。为激励节点参与其中，引入经济奖励机制，按比例将交易费用分配给共识节点和主节点。

（4）云服务平台作为存储数据的云端资源，负责存储加密后的数据。数据提供节点运用对称密钥加密数据，当数据请求节点需要访问数据时，云服务平台先进行权限检查，确认无误后将加密数据传输给请求方 [4]。

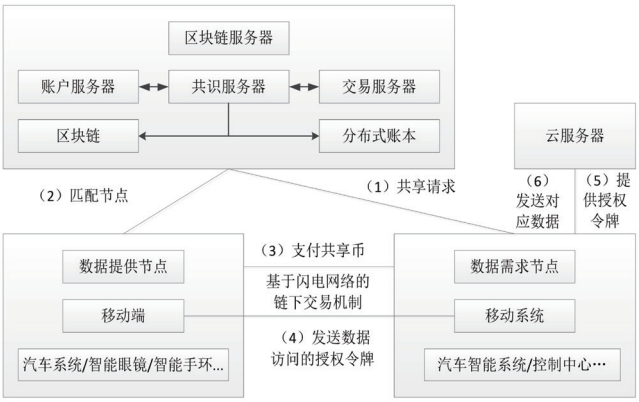

图 1 数据共享框架

2.2 数据共享流程

将计算机通信的电子信息工程数据共享分为 6 个流程，如图 2 所示。

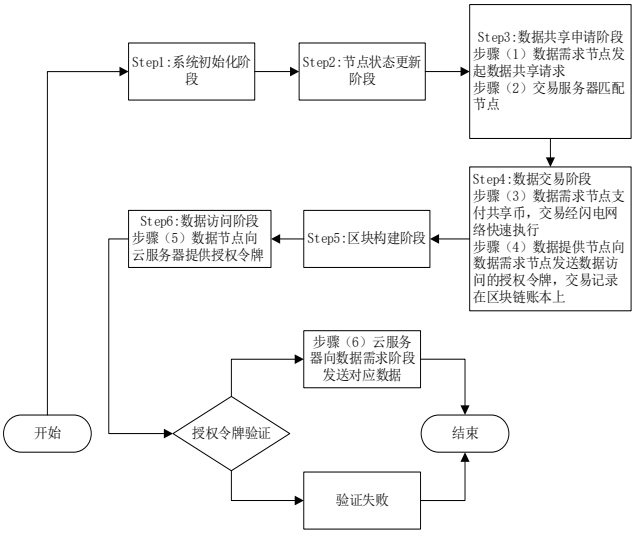

图 2 数据共享流程图

2.2.1 系统初始化

底层区块链基于联盟链技术，所希望参与数据共享的物联网设备在加入系统前必须完成注册流程，并由注册中心进行认证，以确保其作为合法节点的身份。注册中心可由相关监管机构负责运营和管理，物联网设备节点 i 在注册时需使用其独特的身份标识 ID，节点将获得身份验证、一对公私钥以及一个钱包地址。

注册流程的目的在于构建映射数据库，此数据库在账户服务器中安全存储所有节点的详细信息。在节点完成配置后，向距离最近的账户服务器报告其钱包地址。为提高钱包的安

全性，节点可下载包含完整交易历史记录的区块链版本，确保节点信息的准确性和安全性，并且提升整个系统的可信度。

2.2.2 节点更新

为提升数据交换效率，区块链系统在数据交换前收集所有节点的最新状态更新。在数据共享网络中，主要有数据提供者节点、共识节点、请求者节点 3 种类型的节点。物联网设备能够根据自身的数据需求，自行选择充当数据提供者或者请求者的角色，并且两种角色可以灵活转换。当数据提供者出售数据时，需要向交易管理系统提交数据的概要、价格以及位置信息，从而使系统能够精准匹配并联系潜在的数据请求者 [5]。

2.2.3 数据共享申请

当物联网设备需要数据时，会向交易服务器发送请求。交易请求包括以下关键信息：节点的身份认证文件、公钥信息、钱包联系方式、详细的数据需求描述以及设备的具体位置。交易服务器在接收到请求后，将在其数据库中检索潜在的数据提供节点，并根据数据需求执行节点匹配操作。匹配过程采取简单的点对点连接，一对多的匹配，或者采用更为复杂的匹配策略，以确保数据需求得到高效满足。

2.2.4 数据交易

节点匹配成功后，数据需求节点将依据数据的价格及所需数量，使用共享货币，向数据供应方支付相应的费用。交易通过闪电网络交易机制完成，需求节点钱包中的资金将即时转账至供应方钱包。然后，数据提供者向需要获取数据的节点发放作为数据访问权限象征的凭证，即授权令牌。令牌作为区块链上的交易条目，带有供应方利用私钥生成的数字签名，其目的在于确保数据访问的合法性与安全性 [6]。

2.2.5 区块构建

未经确认的交易存放在交易池中，等待被打包进区块，并在区块链上永久记录。一旦交易在区块链上得到确认，即验证流程已经完成，此时数据供应节点才能实际接收到共享币。账户服务器将依据区块链账本的最新信息，更新用户钱包的余额。

账户服务器将根据区块链账本信息，对用户电子钱包资金进行实时同步调整。同时，共识服务器负责收集待验证的交易，经核心共识节点验证后，交易将被整合为新的区块。打包完成后的区块信息会被广播至其他共识节点，当主节点收到至少 $2f+1$ 个节点的确认后，共识过程即告结束，区块成功地被添加至区块链。

2.2.6 数据访问

在初始阶段，需求节点将授权令牌上传至云端服务器。服务器验证令牌的数字签名有效后，将加密数据存储于云端，并将其转发给需求节点。数据提供节点运用对称密钥对原始数据予以编码处理，从而生成加密信息。然后，需求节点利用自己的私钥进行解密，以恢复原始数据。需求节点计算原始数据的哈希值，并将其与预先存储的原始数据哈希值进行比对，验证节点通过比对数据的哈希值与预存哈希值进行校验，以此确保数据安全性，防范数据篡改 [7]。

3 基于闪电网络的链下交易机制

在网络通信，尤其是数据交换进程中，用户所进行的交易通常为小额且非即时到账的类型，因此适用于比特币闪电网络。

闪电网络融合序列到期可撤销合约（revocable sequence maturity contract, RSMC）与哈希时间锁定合约（hashed timelock contract, HTLC）技术实现离链交易，目的在于提升数据交换效率。RSMC 于交易节点间构建“微支付通道”。

交易前，双方需向该通道存入资金。每次交易时，双方对资金分配进行签名确认，并废弃先前协议。当节点提现时，资金分配记录将被写入区块链并接受区块链验证。交易方式减少了对区块链的频繁访问，仅提现时才需用到区块链，从而减轻区块链的负担 [8-9]。资金分配协议本质上为一种智能合约，即 HTLC，规定了资金在一定时间内的锁定状态，并设定一个哈希值，只有当接收方在规定时间内提供正确的哈希值时，资金才能接触冻结状态。

如图 3 所示的闪电网络数据共享流程，需求方预先存入资金以获取数据，且与数据提供者协商确定资金分配方案，并约定协议有效期限。当数据提供者进行提现操作时，把资金分配的详细信息上传至区块链，经区块链验证无误后，领取相应资金。交易过程中，需求方收集供应方的详细信息，如 IP 地址、标识符等，并在闪电网络中建立 RSMC 微支付通道，将资金存入管理钱包并创建微支付通道。支付时，供应方发起支付请求，生成接收凭证，需求方则根据支付金额确定支付路由，发送资金并设定有效期限。最终，供应方在需要提现时，查询并记录最新的资金分配方案至区块链，一旦区块链确认，供应方即可提取资金，完成整个交易流程。

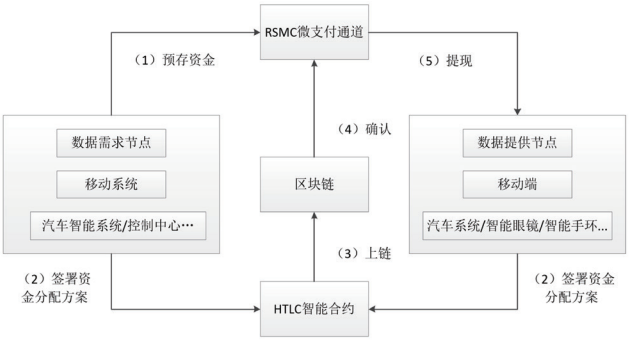

图 3 闪电网络的链下交易模型

交易过程中，需求节点搜集关键节点信息，信息包括数

据需要节点与提供节点的 IP 地址、唯一标识码、通讯端口、网络标识符、软件版本号以及区块链的区块高度等。并在闪电网络中建立微支付通道，将资金存入管理钱包并创建微支付通道。微支付通道建立后，交易双方即可在链下直接完成交易，避免了交易数据上传至主链的需求。数据请求方将资金转入管理账户，进而转入资金池，进而利用池中资金构建微支付通道。数据提供方先生成收款凭证，数据请求方则根据支付金额寻找一条通往提供方的支付路径，并沿该路径发送资金，同时设定有效期限以确保交易安全。数据提供节点通过查询通道内的最新资金分配情况，并将这些信息记录至区块链。在获得其他节点的确认后，随着新区块纳入区块链，提供方即可提取相应资金，完成整个交易流程。

4 仿真分析

吞吐量指标是衡量数据交易效率的关键指标，其反映了系统每秒能够处理完成的交易量。在闪电网络架构中，绝大多数交易在链下安全完成，避免了直接写入区块链的需要，仅在用户提现时才与区块链交互，不需要区块链的验证过程。

为了验证基于电子信息工程数据共享的性能，配备 IntelCorei7-6700M 处理器和 16 GB 内存的电脑上，采用 MATLAB 软件进行模拟实验，以比特币网络作为参照框架，两个网络均采用工作量证明作为共识机制。实验设定每 10 min 生成一个新区块，并对每个区块的存储空间设定 1 MB 的上限，交易大小固定为 250 字节。在 1%、2%、5%、10% 的提现率下，对 100 万 ~1 000 万笔的交易量进行测试，每组实验重复 10 次，取平均值作为最终结果，如图 4 所示。随着交易量逐渐增加，两个网络的性能在初期均呈上升趋势，最终趋于稳定。闪电网络在性能增长速度和处理能力上均大幅优于比特币网络。具体来说，当提现比例达 1% 时，闪电网络的处理效率为 666.7 笔 /s。需要注意的是，在交易量恒定的情况下，提现比例升高会使闪电网络处理效率下降，其性能增长态势也随之变弱。

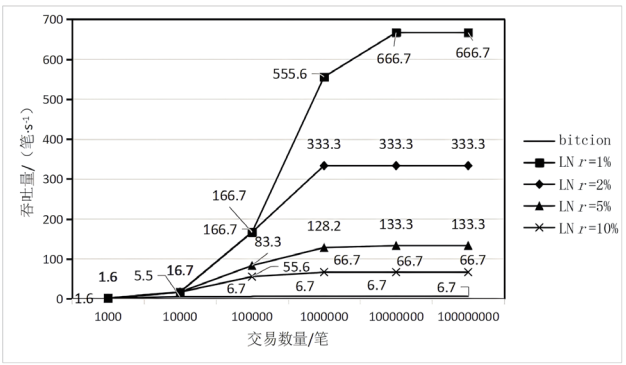

图 4 吞吐量与交易数量关系

在实验设定条件下，一个区块最多可处理 4 000 笔交易。当交易量不超过 4 000 笔时，闪电网络的交易延迟维持在 600 s，这是由于每个区块的生成时间为 600 s，而链外交易延迟可以忽略不计。在交易量固定的情况下，提现率越高，闪电网络的延迟增长越快。当交易量增加至 10^5 笔且提现比例为 1% 时，比特币网络的响应时间约为闪电网络的 25 倍。闪电网络借助其链下交易结构，将部分交易从主链转移至链下执行，减轻了主链的交易负载，进而显著缩短交易的总延迟时间并提升处理速度。

5 结语

基于联盟链的电子信息工程数据共享方案，通过引入区块链技术和闪电网络链下交易机制，成功实现了数据的高效、安全共享。该方案在保证数据完整性和安全性的同时，提高了数据共享的吞吐量，降低了交易延迟。特别是在低提现率条件下，所提方案在处理能力上具有明显优势，为电子信息工程领域的数据共享提供了有力支持。

参考文献：

[1] 李芬 . 基于区块链技术的医院财务数据共享方法 [J]. 自动化技术与应用 , 2024,43(10):126-130.

[2] 何炼红 , 朱曦青 . 论人工智能数据公共领域深度共享机制的构建 [J]. 中南大学学报 (社会科学版),2024,30(6):33-48.

[3] 江静 , 吴翼 . 基于区块链技术与人工智能的数据共享模型研究 [J]. 自动化与仪器仪表 ,2024(11):83-87.

[4] 江山 . 基于区块链技术的电力物资供应链数据共享管理平台设计 [J]. 电气技术与经济 ,2024(11):101-103.

[5] 李淑花 , 王天日 , 栗继祖 . 煤炭工业互联网平台中成员企业数据共享随机演化动态 [J]. 内蒙古煤炭经济 , 2024(21):10-12.

[6] 陈俊 , 杨锐 , 李岚春 , 等 . 基于主从多链的科学数据共享方法构建与实证研究 [J]. 网络安全与数据治理 , 2024, 43(11):56-63.

[7] 吴佐平 , 徐景龙 , 古敬彬 , 等 . 基于 CP-ABE 的客户服务平台异构数据共享方法 [J]. 中国新技术新产品 ,2024(21):42-44.

[8] 陈志刚 , 黄冬 , 潘藩 . 元宇宙赋能开放政府数据共享生态系统数字化转型：理论机制与架构设计 [J]. 湖北工业大学学报 , 2024,39(6):52-56.

[9] 刘研 , 关全力 . 基于区块链技术的政务数据共享平台设计研究 [J]. 软件 ,2024,45(10):121-123.

【作者简介】

陈钊（1988—），男，安徽滁州人，本科，工程师，研究方向：电子信息化智能化工程。

（收稿日期：2025-02-05 修回日期：2025-06-26）