

基于区块链的智慧物流系统运行机制研究

茹新宇, 江玉婷, 张 婷

(江苏联合职业技术学院无锡交通分院 物流管理学院, 江苏 无锡 214151)

摘 要:目前,传统物流系统效能低下,运行过程缺乏监管和可追踪,其行为操作和数据运营普遍存在安全威胁和隐私泄露等风险。以区块链为技术手段,开发出新的智慧物流系统,并通过对新系统的关联大数据作介绍和分析,尝试提升物流决策的科学性、合理性和智慧性。借助典型案例中智慧物流系统的运行原理和运行机制等场景设置,构建了应用过程的算法模型,以展现区块链技术的研究思路 and 开发价值,推动其潜在应用和创新进程。

关键词:区块链;智慧物流;人工智能;物联网;数据中心

中图分类号:F252.1

文献标志码:A

文章编号:2097-0358(2023)1-0100-05

0 引言

物流作为现代生活的重要组成部分,在国民经济和社会发展中发挥着重要作用。没有物流就没有销售,也没有信息流和资金流。^[1]发展现代物流对于提高生产运行的质量和效益,优化资源配置,改善投资环境,促进企业结构调整,提升我国综合国力,均具有十分重要且现实的意义。所以说现代物流是国计民生的基础,是中国经济高质量发展的支撑点,也是新旧基建连接融通的着眼点。中国物流与采购联合会、国家统计局服务业调查中心发布数据,2022 年第 1 季度,全国社会物流总额 84.0 万亿元,按可比价格计算,同比增长 6.2%。^[2]在疫情当下,能取得如此佳绩令人瞩目。但不可否认,现有的物流系统仍无法完全满足人们的日常需求,主要表现为智能化水平偏低、效率不高、隐私泄露、安全保障薄弱等不足^[3]。如今,结合现代前沿科技,对物流体系作智能化改造和完善,已成为物流业发展的重要途径。

区块链是一种由多方共同维护,使用密码学保证传输和访问安全,能够实现数据的一致性存储、防篡改、防抵赖的记账技术。该技术凭借其独有的信任建立机制,正逐步影响和改变着诸多行业的应用场景和运行规则,将是未来发展数字经济、构建新型信任体系不可或缺的技术之一^[4]。区块链技术的基本特征是去中心化、开放性、自治性、匿名性和信息不可篡改,可实现数据公开,任何人都可查询并开发利用。因此,整个系统具有信息高度透明、数据稳定可靠、节点自治、可匿名交换等优点^[5]。

面对信息时代日益严峻的改革趋势,物流业在发展进程中应充分借助物联网、大数据和人工智能等相关技术,运用区块链技术实现模式革新,推进现代物流的智慧化建设,提高物流效率和水平,为消费者提供更满意贴心的服务。本文提出开发一个新的智慧物流系统,根据各方需求从相关数据源快速收集并提取对应数据,再分析处理,以确保数据的实时性、安全性和可追溯性^[6]。在运行过程中,系统实时动态记录决策数据,由关联数据构建数据相关性,以负责数据在处理过程中不被改变和破坏,并通过智慧物流系统的有效运行,采用对应的隐私保护手段,以维护数据真实可靠,从而切实提升物流系统的运行效能。

1 方案设计

针对传统物流不同节点和对象之间的信息非对称而导致物流效能低下的后果^[7],智慧物流系统可借助于区块链技术解决上述问题,它的实现离不开现代物流运营系统和信息管理系统的协同合作。大数据是支持智慧物流系统的操作基础,也是系统运行的产物。然而由于数据源的多样性和行为操作的开放性,物流系

收稿日期:2022-05-04

基金项目:“江苏联合职业技术学院无锡交通分院科研团队”建设项目;无锡市职业教育创新发展专项重点课题(9202017)

作者简介:茹新宇(1977—),男,江苏无锡人,江苏联合职业技术学院无锡交通分院物流管理学院副教授,硕士。

统正面临着数据被毁坏、改变和隐私泄露等风险。目前,区块链技术在物流供应链方面的研究刚刚起步,其成果还远未对该领域形成指导作用。虽然学术圈已有不少关于区块链在物流应用方面的研究,如王慧等的研究使区块链具备智能合约功能,可满足包括物流在内的多领域的实际需要,^[8]但文章尚未对区块链如何应用于智慧物流系统作具体阐述。还有研究者则提供了一个基于区块链的国际贸易物流平台,简化了供应链流程,^[9]但缺乏对系统效能和过程监管层面的优化设计。而惠志斌、张弛的研究虽涉及大数据在物流系统运行过程中的安全和隐私风险方面的研究,^[10-11]但物流安全问题的根源仍没得到清除,并且风险一旦发生,事后追踪相当困难。

鉴于物流行业的涉密性要求,本文认为应由政府代理、行业协会、物流节点等共同组建得力的认证实体^[12],形成多重认证中心。该中心在智慧物流系统的实际运行过程中起着数据变换、数据计算及决策制定的认证作用。又因为智慧物流系统的运行和决策过程具有复杂性,对于同类或异类事件,构建相应智能合约,通过多重认证中心的运作,从而实现物流事件的群体决策。

为进一步提升数据涉密性,本文提出一种把区块链技术应用用于智慧物流系统的新方案,该方案包含运行原理和运行机制(共识认证机制、数据存储和访问机制^[13])两部分。运行原理,即通过构建过程模型把区块链技术应用到智慧物流系统。共识认证机制,即通过构建算法模型来实现对数据的真实性和智能合约运行结果的共识认证。数据存储和访问,即基于区块链技术的智慧物流系统运行的数据存储和访问。多重认证中心在本地平台仅保存运行区块链,而物流基础数据则以去中心化形式存放云空间。

2 运行原理

如图1所示,智慧物流系统内的物流事件发送请求给数据中心,该中心检索分析对应子系统数据源(可能多个)的结果,并反馈给基于区块链的事件发起者。由于相似事件支持数据具有相关性和一致性,每个事件的决策数据对后续相似事件至关重要,因此事件的共识分析对决策支持系统产生的数据尤为关键,其运行原理描述如下:

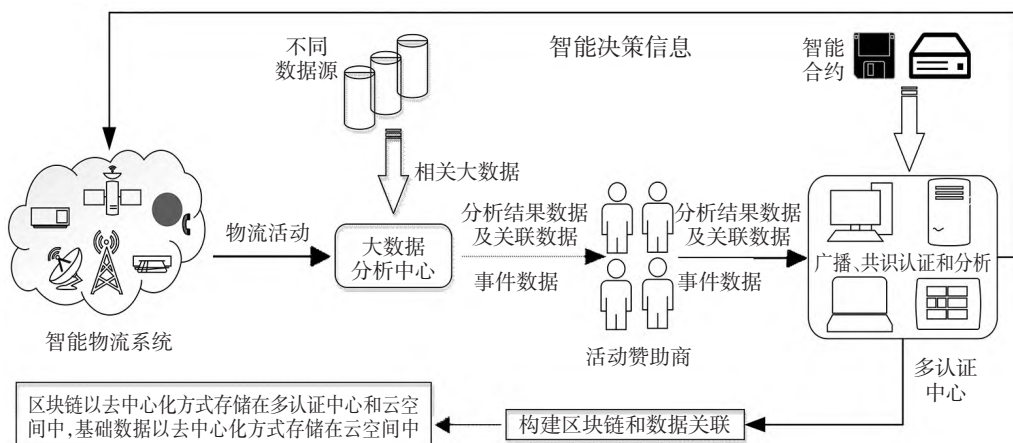


图1 基于区块链的智慧物流系统运行原理

- (1) 系统特定实体(包括商务、配送、监控等)发出运行请求,触发物流事件;
- (2) 物流事件发送数据请求到数据中心;
- (3) 数据中心依据事件特征连接相关数据源,收集数据并分析,后把分析结果和数据抽象信息以及对应的数据源反馈事件发起者;
- (4) 事件发起者以 P2P 形式广播反馈数据并向多重认证中心提交事件数据;
- (5) 多重认证中心对事件数据作共识认证,确认其真实性,并依据事件特征初始化对应的智能合约,进行共识分析和决策;
- (6) 多重认证中心以决策结果形式给系统发布智能决策向导,构建关联基础数据(包括从数据中心、事件数据和决策结果提交的数据)和对应区块链,并把基础数据的关联性记录在区块链;

(7) 多重认证中心分配云空间保存区块链和基础数据。

智慧物流系统内不同事件建立相互监管的不同多重认证中心,形成区块链生成和关联机制,具体如图 2 所示。由于同个链内及不同链间的数据已关联,而同类事件用作时间决策的数据重复度高,故可创建数据标签,后续事件只存储相同的数据标签,以免数据冗余致使空间浪费,且能提高检索效率。多重认证关联的数据行为,使得每个区块链既作主链又当侧链,该模式提高了认证中心的工作效率和认证行为的透明度,适用于对智慧物流中转操作的多重认证监管。

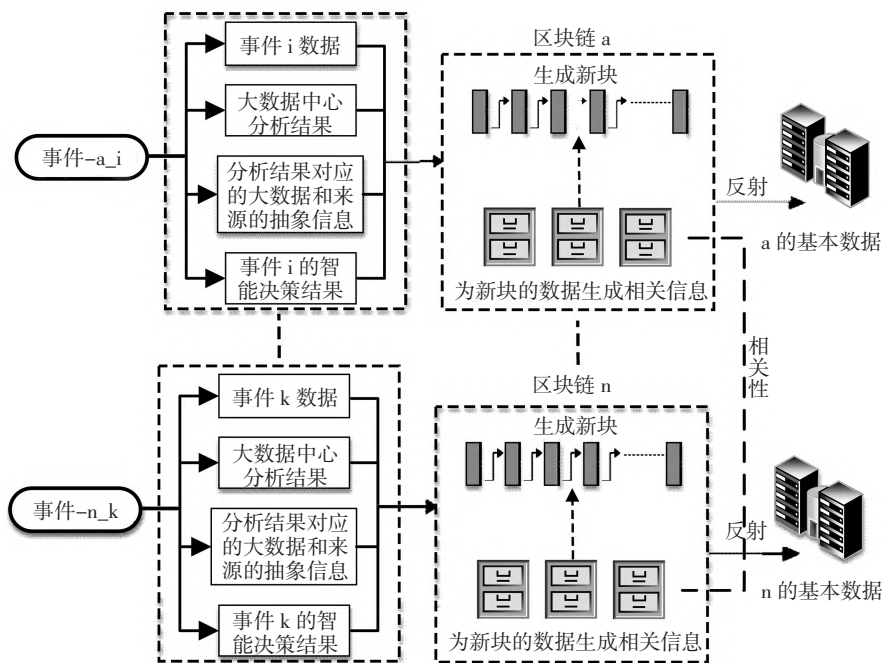


图 2 区块链的生成原理及相关性

3 运行机制

物流领域最热门的话题之一是货物的可追溯性及其在运输过程中的状况监控。^[14]从技术角度看,区块链可有效解决数据变换和存储的安全性问题,实现生产操作和数据存储过程的可追踪性,并实现对商业数据和决策生成的操作监管,保证了端到端的安全性。虽然经典的区块链技术在数据保密和存储冗余方面限制明显^[15],但因为其具有结构的开放性和对于完整应用环境的功能可调节性,所以各个领域的专家仍认可其强劲的生命力和巨大的市场价值^[16]。以下我们从制药产业智慧物流系统的视角,介绍一个区块链技术应用场景架构及其运行机制的案例。

3.1 共识认证机制

如今疫情当前,制物流关系国计民生因而倍受重视。制药产业智慧物流系统主要有药品质量监管、订单管理、配送决策、车辆调度、交通选路等流程,除提高制药产业服务的智能化水平外,还需确保物流系统关联数据的真实性、完整性和保密性,并建立便捷高效的数据检索分析系统。本文以制药产业的配送决策为例,研究基于区块链技术的智慧物流共识认证机制和传递数据真实性,根据完整事件初始化对应智能合同,通过数据分析形成事件决策。

药品配送决策过程的共识认证主体来自食品和药品管理局、制药厂、配送中心和制药公司等。该机构组织基于利润主动参与,其共识认证和财务行为的激励不予考虑。下面,笔者针对智慧物流系统的共识认证、配送决策智能合同、共识认证的错误处理这三个方面,从算法思路角度详细描述该机制的运行过程。以下程序输入均为药品订单、供应商配送能力、配送能力抽象信息,但输出不同,具体如下。

(1) 智慧物流系统的共识认证算法(输出:真实性认证和智能合同)。共识认证任意主体真实性,若认证成功,则评估智慧物流事件。通过,则转至对应智能合同(如订单管理、配送决策、车辆调度等);否则,判定该

事件不合理。若认证失败,则转认证错误处理。

(2)智慧物流系统的配送决策智能合同算法(输出:药品配送决策)。任选一共识认证主体,计算其配送物品、数量、时间、价格,获取制订计划、调度车辆、规划路线等信息。如果药品配送决策与任意共识主体数据相吻合,认证成功,则发送药品配送决策给事件主体,并以该主体为节点构建区块链,其基本数据分布式存储于云空间。否则,转至认证错误处理。

(3)共识认证的错误处理算法(输出:真实性认证或药品配送决策)。若数据的处理算法结果不为真,或共识认证结果在实施过程中表现不一致,则可启用第三方多认证中心,认证主体真实性并执行智能合同。

为提升智慧物流系统的适应性,在初始规划后,本研究将按照各职能节点实际运作情况和医药冷链物流仓储布局原则,借助政府部门行政手段的执行力和公信力,以药品管理局作统筹,由配送中心主导,制药厂和制药公司共同参与执行,以此优化各区域位置及功效,使方案更贴近现实。这里需重点考量作业衔接性、道路通畅性、环境保护性、员工安全性、系统可扩展性等要素,各节点相关数据的存储及访问由云空间统一完成,过程详见3.2内容。另有与物流相关的订单管理分配、车辆优化调度、交通路径方案,以及药品质量监管和制药产业的智慧物流系统评估等事件的共识认证机制,可参考制药产业的智慧物流系统配送决策的共识认证过程,这里不再逐一阐述细节。

3.2 数据存储和访问机制

本文创新了基于区块链的智慧物流系统开发技术,该技术由各区块链存储与系统操作关联的基础数据(包括事件数据、数据中心分析结果、对应大数据和数据源抽象信息、多重认证中心决策结果)共同组成。根据操作数据和支持智慧物流系统决策关联大数据的相关保密要求,本文提出通过多重认证主体存储对应系统事件的区块链体。基础数据和区块链体均以去中心化方式存储在智慧物流系统预约的云空间内,两者构成映射关系。为进一步提高基础数据的保密性,本文把云空间分成前后两端。新生成基础数据存于前端云空间,当前端的容量达到预设限度,部分先导数据自动迁移至后端,通过在前后端云空间的基础数据间增加连接记录和抽象图保留和区块链的映射关系,以及与前端基础数据的关联性,移至后端的基础数据可保留原结构或重组新结构。

如图3所示,基于区块链技术的智慧物流系统的基础数据存储机制,前后端的基础数据根据需求以去中心化方式存储云空间,后端的基础数据需认证访问,可构建对应的区块链认证系统,通过建立多重认证中心来共识认证访问者身份和级别,实现对访问者监管。区块链系统记录访问者身份和行为,避免访问者对数据的非法访问和使用。区块链认证系统对后端数据访问的结构和操作原则与智慧物流区块链系统类似。

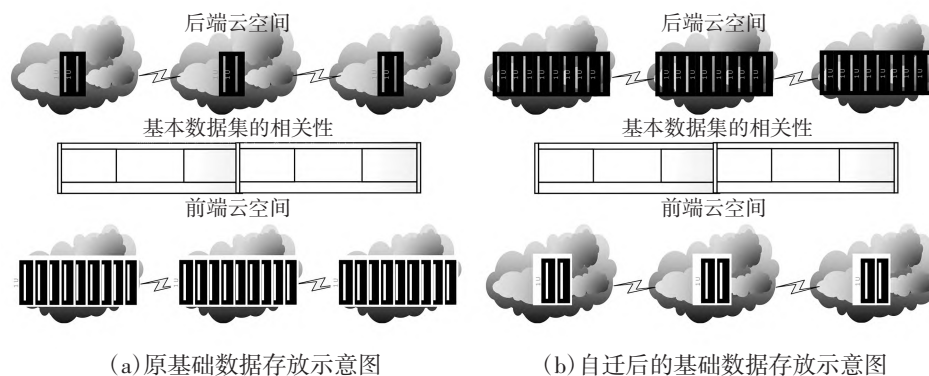


图3 基于区块链的智慧物流系统基础数据存储机制

4 结束语

运用区块链技术切实解决了行为操作和数据运营方面的安全性问题,并可实现对生产过程和决策生成的有效监管和必要回溯。而目前,在智慧物流领域建立区块链系统尚处初级阶段,故本文提供了一个基于区块链技术的智慧物流系统的可操作性框架,通过构建数据中心,收集和分析关联大数据。其中,分析结果和对应的大数据和数据源等抽象信息将被广播,且记录和存储在区块链系统内。

文章借助于一个完整的区块链架构应用于智慧物流系统的案例,呈现出区块链系统和大数据相组合应用的思想,提出了一个应用于智慧物流系统的完整的区块链架构,并阐述了基于区块链技术的智慧物流系统的运行机制。此研究尝试创新在基础数据和区块链记录间建立相关性,并详细介绍了与智慧物流系统相关联的大数据,其分析结果进入区块链系统并产生记录的过程。但该研究还缺乏对运行机制作合理性展示,在系统构建和最终应用之前仍有很多工作要做,这将是后续重点研究方向。现有成果对于其他相似研究具有积极的指导意义,同时也将推动区块链技术在特定领域的应用创新进程。

参考文献:

- [1]吴大刚.基于信息流控制的信息技术外包产业发展模式与战略研究[D].长春:吉林大学,2008.
- [2]安蓓,姜琳,张辛欣,等.中国经济面面观[N].人民日报,2022-04-18(1).
- [3]LU MK, LEI W, GAO YJ, et al. If there appears a path to improve chinese logistics industry efficiency in low-carbon perspective? A qualitative comparative analysis of provincial data[J]. Mathematical Problems in Engineering, 2021(5):1-12.
- [4]王明严.基于区块链技术的跨境物流痛点解决方案及其机理解析 [J]. 对外经贸实务,2020(12):88-92.
- [5]曹云峰.基于区块链技术的职教集团教学资源库模型研究[J].当代教育实践与教学研究,2019(15):50-51.
- [6]CALDARELLI G, ROSSIGNOLI C, ZARDINI A. Overcoming the blockchain oracle problem in the traceability of non-fungible products[J]. Sustainability, 2020(6):1-17.
- [7]白萌.利他偏好信息非对称下供应链双边质量提升策略研究[D].重庆:重庆理工大学,2021.
- [8]王慧,王励成,柏雪,等.区块链隐私保护和扩容关键技术研究[J].西安电子科技大学学报,2020(5):28-39.
- [9]CHEN YY, LAI HC, HUANG JL, et al. The design and implementation of a blockchain-based logistics platform for international trade[J]. Asia Pacific Network Operations and Management Symposium, 2021(9):1-15.
- [10]惠志斌.数字经济时代互联网企业跨境数据流动风险管理研究[D].南京:南京大学,2018.
- [11]张驰.基于大数据分布式存储物流个人信息的隐私保护机制[J].电脑知识与技术,2020(8):286-288.
- [12]王军.农产品冷链物流中间层组织模式及供需匹配功能研究[D].北京:北京交通大学,2020.
- [13]赵甜,孙小越,邱平文,等.基于区块链的智慧物流模式的优化研究[J].网络空间安全,2020(9):78-83.
- [14]金佳萍.国际物流发展水平对我国水产品进出口贸易的影响分析[D].杭州:浙江大学,2021.
- [15]王禄生.区块链与个人信息保护法律规范的内生冲突及其调和[J].法学论坛,2022(3):81-95.
- [16]邹轶君.区块链发展态势及应对策略研究[D].北京:北京邮电大学,2021.

(责任编辑:范可旭)

Research on the Operation Mechanism of Blockchain-based Intelligent Logistics System

RU Xin-yu, JIANG Yu-ting, ZHANG Ting

(School of Logistics Management, Wuxi Institute of Transportation, Jiangsu Union Technical Institute, Wuxi 214151, China)

Abstract: Presently, the traditional logistics system is ineffective, the operation process lacks supervision and traceability, and its behavioral operation and data flow generally exist security threats and the risk of privacy leakage. Blockchain is used as a technical means to develop a new intelligent logistics system, and through the introduction and analysis of the associated big data of the new system, it is attempted to improve the scientific, rational and intelligent logistics decision-making. With aid of scenario settings such as the operational principle and operational mechanism of the intelligent logistics system in a typical case, the algorithm model of the application process is constructed to reveal the research ideas and development value of blockchain technology to promote its potential application and innovation process.

Key words: blockchain; intelligent logistics; artificial intelligence; Internet of Things; data center