

基于区块链技术的数字教育资源共享 建模及分析*

尹婷婷¹ 曾宪玉²

(1. 西北工业大学教务处, 西安 710072; 2. 西北工业大学图书馆, 西安 710072)

摘要: 数字教育资源共享是推进教育信息化快速发展的基础工程与关键环节, 区块链的应用为实现数字教育资源共建、共享提供了新的技术工具和发展方向。首先, 基于区块链技术的应用实践与发展状况, 对区块链技术及其在教育领域的应用现状进行研究与分析; 其次, 基于区块链的网络拓扑结构及安全验证技术, 在区块链视角下建立由数字教育资源存储层、资源连接层、资源交易层和资源共享层构成的4层共享模型; 最后, 分别从数据记录、资源交易、资源管理等具体方面, 对基于区块链技术的数字教育资源共享模式进行探讨, 以期数字教育资源的有效共享提供参考依据。

关键词: 区块链; 数字教育资源; 资源共享; 框架建模

中图分类号: G640; G203

DOI: 10.3772/j.issn.1673-2286.2019.07.008

随着“互联网+”技术的快速发展和教育信息化2.0时代的到来, 数字资源在教育教学中的应用越来越多, 如何挖掘高质量的数字教育资源, 实现数字教育资源的可持续发展与共享是促进现代教育教学快速发展的重要环节与关键举措^[1]。为进一步加快教育现代化, 推进新时代教育信息化发展, 教育部于2018年初印发《教育信息化2.0行动计划》(教技〔2018〕6号), 明确提出实施教育资源共享计划, 以进一步促进开放教育资源的建设与共享, 消除数字教育资源共享发展的障碍与壁垒, 满足学习者、教学者和管理者关于数字教育资源的需求。因此, 构建一种新的、能够满足相应需求的数字教育资源共享模式已成为目前亟待解决的问题。

区块链(block chain)技术被视为继互联网之后又一项完全颠覆人类社会变革的创新技术, 一经提出就受到金融机构、计算机科学等领域专家的高度重视与关注^[2]。2017年初, 摩根士丹利银行、汇丰银行、高盛等40多家全球大型金融机构共同组建R3联盟, 用于

研究区块链技术的发展与应用; 2018年冬季达沃斯论坛上, 基于区块链技术的快速发展与应用成果数量的迅速增长, 有专家建议将2018年作为区块链技术应用的元年^[3]。本文借鉴在金融、商业、服务业和信息技术等众多领域取得广泛研究成果的区块链技术的实践经验, 利用区块链的独特技术优势重新构建数字教育资源共享模式, 对进一步推动区块链在教育教学中的应用有着积极的现实意义。

1 基于区块链技术的数字教育资源研究现状

2016年12月, 国务院印发《“十三五”国家信息化规划》文件, 将区块链技术列入我国国家信息化规划, 并将其定为战略性前沿技术之一。作为一种新兴的互联网应用技术, 区块链在服务业和信息技术等众多领域均有着广泛的实践成果^[3], 但就区块链技术在教育领域

*本研究得到陕西省教育厅专项科研计划项目“基于多约束凸优化的图书馆文献购置经费分配研究”(编号: 14JK1497)和中央高校基本科研业务项目“大数据视角下高校新型特色智库建设研究”(编号: 2017ZCY36)资助。

中的应用而言,目前的研究成果还不够丰富,国内外只有少数学者对区块链在教育领域中的应用开展了初步研究工作^[4]。金义富^[5]基于教育资源建设、教育投入及教育产出等方面的具体分析,从“区块链+教育”角度构建了通用区块链教育系统;杨现民等^[6]基于区块链在金融行业的应用实践,对区块链技术在教育行业的发展前景进行了可行性探讨分析;沈丹丹^[7]依据区块链的特点及其在教育领域的研究现状,探索并分析了区块链技术对数字教育资源共享模式变革的启示与应用;全立新等^[8]将区块链技术的应用模型进行扩展,设计了基于双区块链理念的数字教育资源流通模式;李新等^[9]基于区块链技术构建了分布式教育资源的管理与应用平台。

2 基于区块链技术的数字教育资源共享模型的构建

2.1 区块链的概念及特点

2008年11月,日本学者Nakamoto在*Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*中提出了区块链的概念与定义^[10]:区块链采用的是分布式数据存储模式,由一定的加密关联规则生成的一系列包含关于网络交易的特定记录的数据块序列,以验证信息的正确性及有效性并生成下一个数据区块。总体而言,区块链是基于Internet技术的分布式数据储存及共识机制、加密算法等的创新应用^[11],具有去中心化、安全可靠及开放性等特点。其中,区块链使用分布式的计算和存储模式,没有集中管理的硬件组织或机构,任何节点的权利和义务都是相同的,去中心化结构使得节点之间的交互和共享更加自主与简化,如果同时进行大量交易,将节省大量时间并提高效率;在区块链中,任一节点均具有发起基于信息计算结果进行表决的权利,当某一信息计算结果得到确认的比重超过50%,这一信息的计算结果将通过安全性验证并被添加至区块链结构中,因此,区块链中的数据结构具有极高的稳定性和可靠性;在区块链拓扑网络结构中,除了个别得到授权的节点不需要公布节点的私有数据信息外,系统内的其余节点都可以对系统内的其他节点用户进行公开发布数据信息,因此,整个区块链系统具有开放性。

2.2 基于区块链的数字教育资源共享模型的构建

根据教育资源传播速度及传播形式的不同,教育资源共享分为有中心模式和无中心模式^[6-8],其中,有中心模式的教育资源管理以实行集中监管为主要模式,具有管理程度较高的特点;无中心模式的资源管理以分散监管为运行模式,主要利用点对点技术实现共享模式,具有管理方便的特点且具有较高的数据安全性。本文在充分考虑这两种模式各自优点的基础上,构建具有集中监管、无中心结构特点的数字教育资源共享框架网络结构,如图1所示^[7]。其中,区块链的节点是有顺序的,并且节点序号是区块的基本属性信息之一。在数字教育资源共享框架网络结构中,各节点的主体可以是学校教师、培训机构或者学习者,各节点之间可以实现互相连接。同时,在数字教育资源共享框架模型中,以区块链技术为底层构架,利用技术成熟度较高的加密算法、规则验证、数字签名等共识机制和教育智能合约制度实现教育资源的自动载入、下载与更新等具体操作。因此,本文基于区块链原理构建可动态扩展、可管理、可控制、开放服务的区块链数字教育资源共享模型^[12],见图2所示。区块链数字教育资源共享模型主要包括4层结构。①资源存储层。首先需要将书籍、视频、文件等教育资源形成数字化资源并封装为区块的形式,发送至本地资源(服务器)。②资源连接层。已封装完成的区块资源通过共识机制、加密算法等形成区块互连组,并在网络资源库中进行同步与更新。③资源交易层。资源提供者将数字资源封装在等待验证的区块中(区块中所需的基本数据如表1所示),随后,系统将各个区块连接到区块链系统中前一个区块的主链上,同时将各个区块链中的数据信息备份至所有节点,即每个节点均记录整个区块链上的所有数据。区块中包含版本号、时间戳、区块地址值等基本数据信息,这些基本数据信息明确了数字教育资源的归属权,一旦发生侵权纠纷,每个节点都能够担当“证人”的角色。④资源共享层。本地资源库和校外资源库采用树状拓扑结构保存各节点的数据信息,以进一步提高数据信息的查询速度。

由图1和图2可以看出,本文建立的数字教育资源共享模型是各节点按照对教育资源的需求自发组成的B2B网络,学习者、学校教师、培训机构等都可以通过加密算法、规则验证、数字签名等一系列安全验证后成为区块链网络系统中的一个具体节点。网络节点是系统

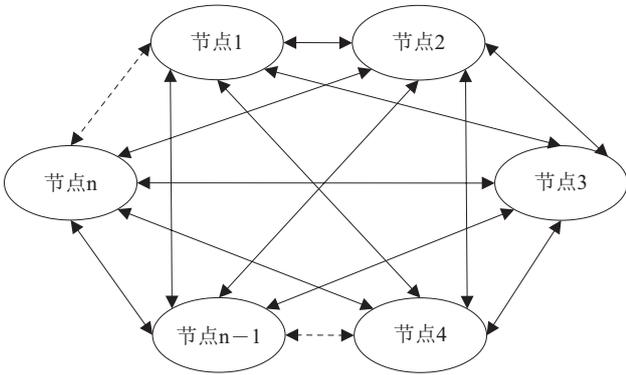


图1 基于区块链技术的数字教育资源共享框架网络结构

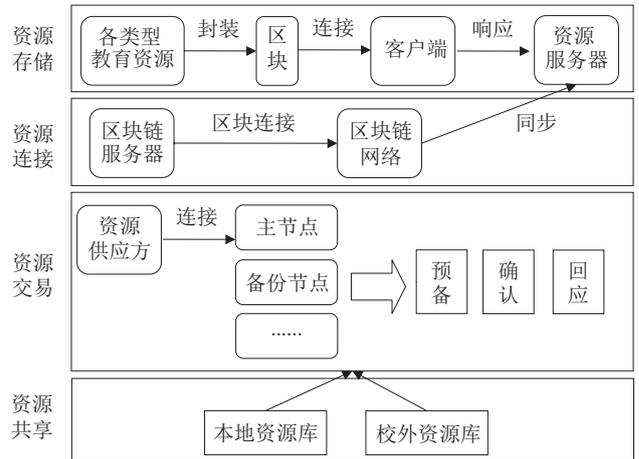


图2 区块链数字教育资源共享模型结构示意图

运行的核心基础，主要负责生成区块以及通过哈希算法连接形成区块链网络，具体的连接过程如图3所示^[8, 13]。可以发现，区块头和区块体构成了区块的基本结构。其中，区块头主要包括梅克尔树根值、时间戳、难度值等具体的基本数据信息，区块体通常包含多条发生交易的记录信息。在数字教育资源共享过程中，若其中某一条交易记录信息被篡改或伪造，则系统可以利用预先设置的计算规则，通过相应的哈希值及梅克尔树根值进行检测与校对，从而查找出被篡改或伪造的信息，因此在实际运行过程中，很难伪造一个区块的信息，同时也保证了数据教育资源的安全性及可靠性。

表1 区块中的基本数据

区块数据类型	说明
节点序号	节点序号也是区块的基本属性信息
版本号	区块版本的标识号
区块大小	代表数据的字节
时间戳	一个字符序列，唯一地标识某一刻的时间
区块地址值	存储于区块头中，主要利用哈希算法SHA-256得到
梅克尔树根	一种哈希二叉树，1979年由Ralph Merkle发明
其他信息	与区块相关的信息，包括资源提供者的信息等

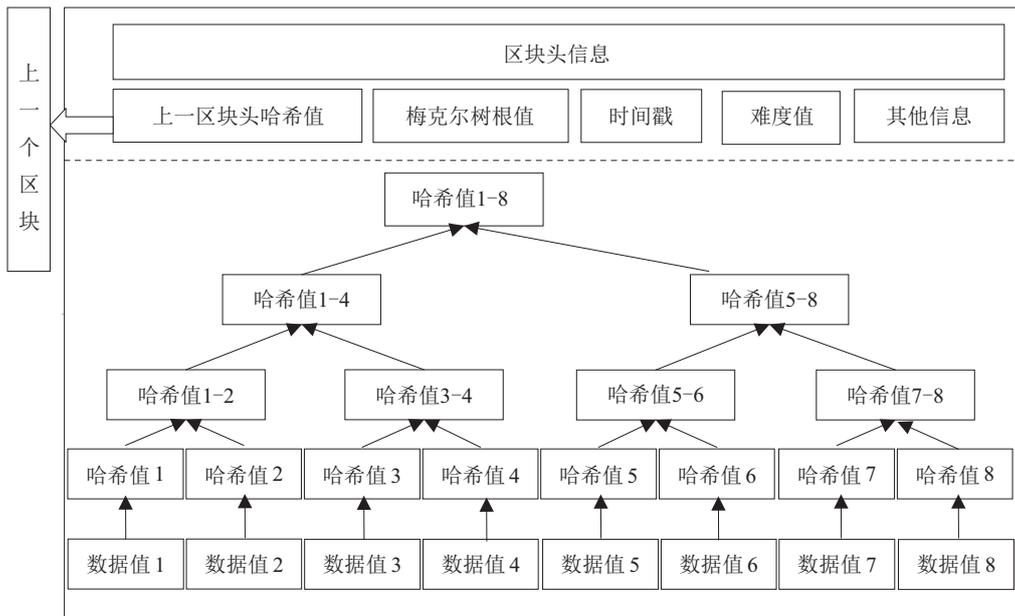


图3 连接系统区块结构示意图

构建数字教育资源共享分析模型,需要对数字资源信息的相关数据进行采集,分析资源配置信息的基本因素,具体的计算步骤如下。

(1) 采集共享资源信息。在数字教育资源共享系统内,提供共享信息的用户众多,为保证共享数字资源信息能够进行合理的分配,首先需要根据不同的提供者对共享信息资源进行采集与分类^[14],定义信息提供者的信息资源共享过程如公式(1)所示。

$$\begin{cases} \frac{dn_A}{dt} = v_A n_A \left(1 - \frac{n_A}{N_A} - \frac{a_{AB} - b_{AB}}{N_B} n_B \right) \\ \frac{dn_B}{dt} = v_B n_B \left(1 - \frac{n_B}{N_B} - \frac{a_{BA} - b_{BA}}{N_A} n_A \right) \end{cases} \quad (1)$$

其中, v_A 和 v_B 表示提供者上传信息的共享速度, a_{AB} 和 a_{BA} 分别代表信息资源共享使不同信息提供者之间的抑制作用系数, b_{AB} 和 b_{BA} 分别表示信息提供者之间产生的促进作用系数。由于数字资源信息的重叠方式不同,数字资源信息的重叠情况如图4所示^[14],其中A和B分别表示提供者上传至共享平台的数字资源信息。由图4可以看出,不同的提供者共享的信息资源会出现3种情况:①不同提供者提供的信息均不重叠,如图4(1)所示;②不同提供者提供部分相同或者重叠的信息,如图4(2)(3)(4)所示;③不同提供者提供相同或相似的信息,如图4(5)所示。

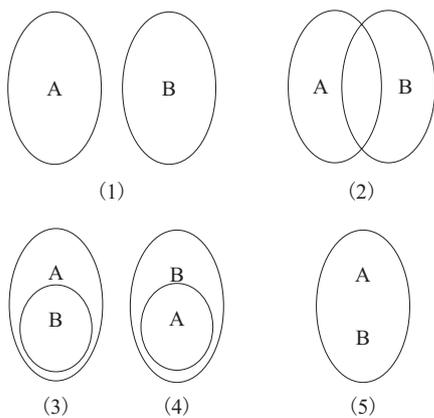


图4 共享信息资源重叠情况示意图

依照图4的表示情况,定义 S_{AB} 为提供信息A和B的信息重叠度,因此,若 S_{AB} 的取值为0,则可以直接定义配置因子;若 S_{AB} 的取值不为0,则需要对采集的共享数字资源信息进行降重处理,将重复的数字资源信息剔除。

(2) 共享信息资源的演化配置。当不同信息提供者上传共享信息的信息重叠度为0时,则表示信息资源

共享达到平衡,信息需求者对于信息资源接收程度趋于饱和^[15],则公式(2)所示的平衡条件成立。

$$\begin{cases} \frac{n_A}{N_A} = v_{AB} \frac{n_B}{N_B} + 1 \\ \frac{n_B}{N_B} = v_{BA} \frac{n_A}{N_A} + 1 \end{cases} \quad (2)$$

因此,将信息资源共享的均衡条件转换成变量表示形式,具体如公式(3)所示。

$$\begin{cases} p(n_A, n_B) = 1 + v_{AB} \frac{n_B}{N_B} - \frac{n_A}{N_A} \\ q(n_A, n_B) = 1 + v_{BA} \frac{n_A}{N_A} - \frac{n_B}{N_B} \end{cases} \quad (3)$$

对均衡条件进行求解可以得出满足均衡条件的坐标,当A与B的信息资源共享水平相当时,两者均在一定范围内即可实现信息资源共享,此时,A与B的信息资源共享流程如图5所示。

(3) 分析共享数字资源的配置因子。假设均衡态演化配置完成的共享数字资源信息的样本数为 m ,且配置的因子指标为 n ,同时定义配置信息中第 i 个样本的第 j 个配置因素为 s_{ij} ,其中 i 的取值范围为 $[1, m]$, j 的取值范围为 $[1, n]$ ^[16],那么共享数字资源信息全部样本值构成的初始矩阵可以表示为公式(4)。

$$S = |s_{ij}|_{m \times n} \quad (4)$$

在计算样本初始矩阵之前需要对矩阵中的数据进行处理,通过公式(5)计算得到第 j 列数据的平均值。

$$\bar{s}_j = \sum_{i=1}^m \frac{s_{ij}}{m} \quad (5)$$

初始矩阵中的数据经过均值化处理后得到新的矩阵,如公式(6)所示。

$$\bar{s}_{ij} = \frac{s_{ij}}{\bar{s}_j} \quad (6)$$

然后,按公式(7)对均值化的结果进行归一化处理。

$$w_{ij} = \frac{\bar{s}_{ij} - \min(\bar{s}_{i1}, \bar{s}_{i2}, \dots, \bar{s}_{in})}{\max(\bar{s}_{i1}, \bar{s}_{i2}, \dots, \bar{s}_{in}) - \min(\bar{s}_{i1}, \bar{s}_{i2}, \dots, \bar{s}_{in})} \quad (7)$$

经过一系列处理得到的构造矩阵可以表示为公式(8)所示。

$$W = |w_{ij}|_{m \times n} \quad (8)$$

将采集到的共享数字资源信息的相关数据代入矩阵,并对相关的矩阵、矩阵的特征值和特征向量进行计算,从而得出一个对应矩阵配置特征值的单位化特征

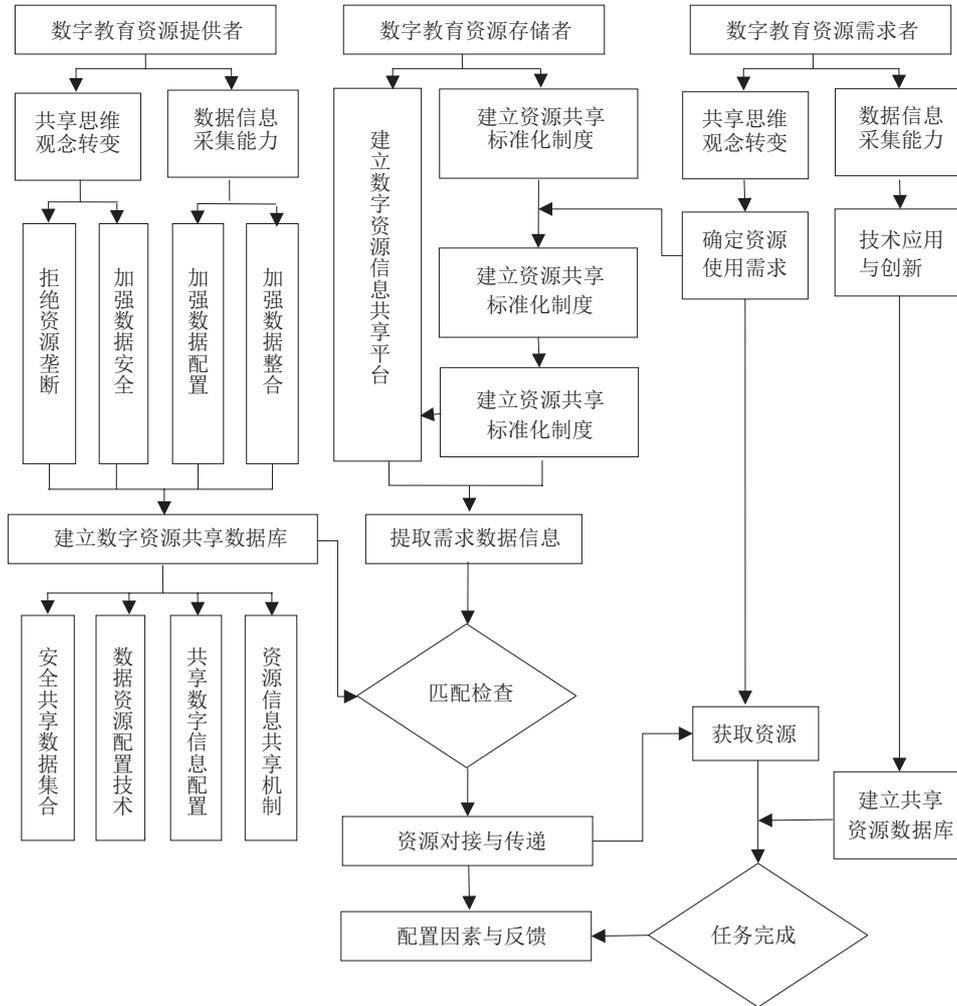


图5 信息资源共享均衡结构图

向量，其中组成特征向量的特征多项式标记为 λ_j ^[17]。最后，通过共享数字资源信息的配置因子的累计贡献率可以进一步确定配置因子的个数，前 k 个因子的累计因子贡献率可以用公式(9)表示。

$$q_k = \sum_{i=1}^k \left(\frac{\lambda_j}{\sum_{j=1}^n \lambda_j} \right) \quad (9)$$

当特征向量的特征根不小于1时，即可以确定配置因子的个数。

3 基于区块链技术的数字教育资源共享模式分析

在教育信息化背景下，数字教育资源共享是推进教育信息化快速发展的基础工程与关键环节，而区块链

的应用为实现数字教育资源共建、共享提供了发展方向和技术保障，因此，本文分别从数据记录、资源交易、资源管理等具体方面，探讨数字教育资源的共享模式（如图6所示^[7]），以为数字教育资源的有效共享提供参考标准。

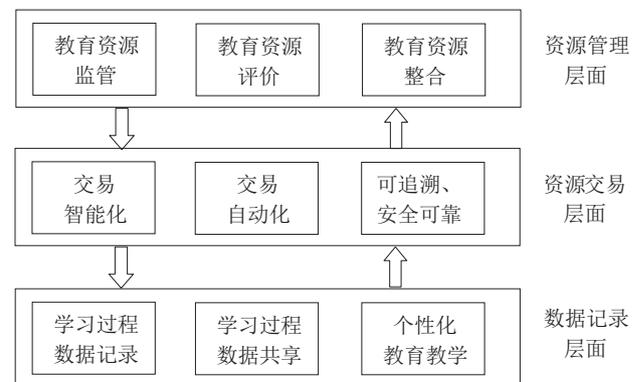


图6 基于区块链技术的数字化教育资源共享模式

3.1 基于数据记录建立个人资源学习大数据

在基于区块链技术的教育资源共享体系中,学习者学习过程中的所有记录信息都将被保存,因此学习者个人、学校教师以及培训机构都能够实时记录学习者的学习过程,从而在教育资源共享系统内能够形成大量的个人学习数据信息。通过存储的教育资源数据信息,学校教师可以了解学习者的兴趣爱好、学习习惯,评估学习能力,有助于开展因材施教,施行精准教学。同时,对于培训机构而言,培训教师可以在获得授权认证后,查询受教育者的数据信息,从而快速评估培训内容与受教育者的匹配度,个性化定制受教育者的培训方案,施行以学生为中心的个性化教育教学。

3.2 基于资源交易实现教育资源交易智能化

在基于区块链技术的教育资源交易体系中,各种数字教育资源交易过程由系统自动完成,并且交易记录的数据信息无法被伪造,确保教育资源交易过程的安全性智能化。在智能教育资源交易体系中,受教育者能够根据自身兴趣爱好、学习习惯等具体情况选择适合自己的学习资源和服务资源。同时,系统也能够根据受教育者的需求主动向用户推荐与之相适应的数字教育资源的相关信息,当用户确认需要系统推荐的数字教育资源时,系统即自动发起交易支付过程,待受教育者支付完成后即进入所购买数字教育资源的发送阶段,进一步实现数字教育资源的交易智能化。

3.3 基于资源管理创建教育资源管理系统

随着教育信息化进程的加快,数字教育资源数量也不断增加,如何对教育资源进行有效监管就显得愈发重要。在区块链视角下,基于资源管理层面的教育资源系统能够科学评估和监控资源质量,并对各类教育资源进行科学、有效的整合,进而实现对数字教育资源实时监测,从而提高对教育资源有效监管。同时,数字教育资源的评价是一个多层次、多指标的复杂系统,而区块链技术作为互联网环境下用户分析和设计服务的有力工具,在资源管理层面嵌入区块链技术为数字教育资源的科学评价提供了新的研究思路和发展方向。

4 结论

区块链的开发与应用为数字教育资源共享的实时性、可靠性和安全性提供了技术支持和发展空间,为全球教育行业提供了大量自由开放的数字教育资源,解决了传统数字教育资源共享发展过程中存在的诸多难题。但是,就目前区块链技术在数字教育资源共享领域的应用情况而言,仍面临一些挑战与机遇,如知识产权侵权问题,不能仅仅从技术层面上来保护资源的产权问题,还应从版权机构和原创角度出发,进一步完善区块链技术在数字教育资源共享模型中保护知识产权的具体措施,并制定适当的政策来保护资源的所有权,构建可靠、安全、可持续发展的数字教育资源共享发展模式。因此,基于区块链技术的数字教育资源共享模式发展,仍需要政府部门、教育组织、社会力量等多方面的全力合作,切实加强知识产权保护问题,提高数字教育资源共享的范围和质量,消除数字教育资源共享发展中的壁垒,扩大数字教育资源共享的受众面,进一步为受教育者提供充足的个性化学习资源。

参考文献

- [1] 教育部. 教育信息化十年发展规划(2011—2020年)[J]. 中国教育信息化, 2012(4): 3-12.
- [2] 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.
- [3] 廖松强: 数字文明走来, 2018区块链应用元年将启[EB/OL]. [2019-07-01]. <https://www.8btc.com/article/157356>.
- [4] 沈忠华. 新技术视域下的教育大数据与教育评估新探——兼论区块链技术对在线教育评估的影响[J]. 远程教育杂志, 2017, 35(3): 31-39.
- [5] 金义富. 区块链+教育的需求分析与技术框架[J]. 中国电化教育, 2017(9): 62-68.
- [6] 杨现民, 李新, 吴焕庆, 等. 区块链技术在教育领域的应用模式与现实挑战[J]. 现代远程教育研究, 2017(2): 34-45.
- [7] 沈丹丹. 基于区块链理念的数字化教育资源共享模式的构建研究[J]. 中国医学教育技术, 2019, 33(3): 295-299.
- [8] 全立新, 熊谦, 徐剑波. 区块链技术在数字教育资源流通中的应用[J]. 电化教育研究, 2018(8): 78-83.
- [9] 李新, 杨现民. 应用区块链技术构建开放教育资源新生态[J]. 中国远程教育, 2018(6): 58-67.

- [10] 冯曦. 区块链技术在高校教育领域中的应用研究 [J]. 课程教育研究, 2018 (6) : 80-86.
- [11] PILKINGTON M. Blockchain Technology: Principles and Applications [EB/OL]. [2019-07-01]. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2662660.
- [12] 刘丰源, 赵建民, 陈昊, 等. 基于区块链的教育资源共享框架探究 [J]. 现代教育技术, 2018, 28 (11) : 114-120.
- [13] 申屠青春. 区块链开发指南 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2017.
- [14] 冯立超, 刘国亮, 张蒙. 公共服务平台信息资源共享模型及仿真研究——基于Lotka-Volterra模型 [J]. 情报杂志, 2017, 36 (9) : 182-188.
- [15] 冯熋, 陈琳. 区块链技术: 推动教育变革的新兴技术 [J]. 中国医学教育技术, 2017, 31 (12) : 613-617.
- [16] 王磊, 王麟. 竞争情报分析中各种干扰因素的运作机理及仿真分析 [J]. 图书馆杂志, 2017, 36 (6) : 93-99.
- [17] 刘军军. 图书馆与出版社数字资源共享因子分析模型 [J]. 图书情报导刊, 2018, 18 (1) : 13-18.

作者简介

尹婷婷, 女, 1983年生, 博士, 馆员, 研究方向: 高等教育及信息资源组织研究, E-mail: sadwgkjh@qq.com。
曾宪玉, 女, 1980年生, 硕士, 馆员, 研究方向: 高校图书馆资源建设及阅读推广。

Modeling and Analysis of Digital Education Resource Sharing Framework Based on the Block Chain

YIN TingTing¹ ZENG XianYu²

(1. Office of Academic Affairs of Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710072, China;
2. Library of Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710072, China)

Abstract: The construction and sharing of digital education resources is the basic project and key link to promote education modernization and informatization. The rapid development of block chain provides technical support for the joint construction and sharing of digital education resources. Firstly, the block chain technology and its application in education field are analyzed based on the application practice and development of block chain technology. Secondly, the educational resource sharing framework model including the resource storage layer, resource connection layer, resource trading layer and resource sharing layer are established based on the characteristics of block chain technology and its consensus verification technology and network topology. Thirdly, the educational resource sharing frameworks are constructed from the levels of data record, resource transaction and resource management, in order to provide the reference for effective sharing of digital education resources.

Keywords: Block Chain; Digital Education Resource; Resource Sharing Framework; Framework Modeling

(收稿日期: 2019-06-23)