

应用区块链技术构建开放教育资源新生态*

□ 李新 杨现民

【摘要】

区块链技术是基于去中心化、去信任的方式共同维护一个可靠数据库的技术方案。该文利用区块链技术的独特优势构建开放教育资源新生态,解决当前开放教育资源建设面临的运营成本高、版权保护弱、资源共享难和资源质量低等现实问题,以适应智慧教育时代对资源开放共享的新要求。以区块链技术为底层技术构建的开放教育资源分布式管理平台包括用户管理中心、资源创作中心、资源管理中心、版权管理中心、虚拟货币交易中心和学习证书管理中心六大核心系统,用以促进开放教育资源发展。由于区块链技术的成熟和教育领域的复杂性,文章总结了区块链技术在开放教育资源建设中所面临的资源流转低效、存储空间有限和用户隐私泄露等挑战,并对未来研究方向进行了展望。

【关键词】 区块链; 区块链教育; 智慧教育; 开放教育资源; 资源共享; P2P技术; 生态构建; 管理平台

【中图分类号】 G420

【文献标识码】 A

【文章编号】 1009-458x(2018)6-0058-10

DOI:10.13541/j.cnki.chinade.20180611.005

一、引言

区块链技术被视为继蒸汽机、电力、信息和互联网之后的第五次颠覆性革命背后的核心技术,受到欧美主流金融机构的高度关注(Wright & Filippi, 2015)。2016年美、英等国陆续将发展区块链技术确定为国家发展战略,建立区块链发展联盟。中国人民银行前行长周小川在数字货币研讨会上提到,有必要关注区块链等技术对金融领域产生的影响,尝试探索发行数字货币(陈一稀, 2016)。区块链技术除了在金融、互联网、电子数据、信息安全等领域有着广泛的发展前景外,在教育领域同样具有较大的应用价值,促进智慧教育时代教育资源的开放共享,从而实现国家教育资源公共服务平台的智慧化利用、教师智慧性成长和教学方法的智慧性传播(陈琳, 2015)。

近年来,开放教育资源(Open Educational Resources, OER)为广大学习者和教育工作者提供了丰富、免费、开放的学习资源,比如课程模块、课程资料、教材、流媒体视频、多媒体课件、博客等(Thomas, 2012)。同时,OER运动发展的可持续性

一直受到业界和学术界的质疑(万力勇等, 2017),面临着诸多现实挑战。本文基于区块链技术的优势与教育领域的应用现状,结合OER的最新发展与现实挑战,聚焦于OER建设,提出解决当前存在的几大现实难题的基本思路,尝试构建OER运转新生态和建设OER管理平台,使其具有高度的整合性、智能性和灵活性等特点(杨现民, 2015),从而更好地为智慧教育服务。

二、OER最新发展与现实挑战

(一) OER最新发展

伴随“互联网+”运动的推广,在开放、融合、共享等教育理念的影响下,一个开放创新的教育生态正在形成(王晓晨等, 2016),丰富和促进了OER的融合与创新,促使OER在呈现形态、资源设计和建设模式等方面均发生了不同程度的改变。

OER呈现形态从数字化教案、教材走向多媒体在线视频(余亮等, 2013)。OER发展之初旨在通过网络平台为教师和学生提供免费的教学大纲、教案、作业以及考试题目等静态资源,并试图建立完善

* 基金项目: 本文系江苏省高校哲学社会科学重点研究基地重大项目“信息时代智慧教育理论体系建构研究”(项目编号: 2015JDXM020)和2017年江苏省研究生培养创新工程研究生科研与实践创新计划项目“中小学教师数据素养模型构建与培训体系设计”(项目编号: KYCX17_1677)的研究成果。



的项目流程和免费的共享机制。随后，OER形态倾向于以微视频资源为主，如可汗学院和国家精品视频公开课，内容精练、结构清晰。近年来，OER发展逐渐走向在线开放课程，除了提供传统课程材料外，还提供富媒体形式的学习资源以及便于师生、生生交互的Web2.0工具，其教学内容也可根据师生的反馈动态更新，如MOOCs和微课程等视频资源。

OER设计重点从以教为中心走向以学为中心。OER发展之初，国家精品课程主要是基于“以教为中心”的设计思路，重视教学内容的组织和呈现形式，忽略了学习者的个性化需求（刘宇，2015）。此外，研究显示，精品视频公开课中有82.93%的课程过于强调教师的中心地位，忽略了学习者的需求（文继奎，等，2013），教学效果一般。现阶段的OER大多基于“以学为中心”的理念来设计开发学习资源，为学习者提供了个性探究的机会，其中部分课程还提供学习辅导和学习工具，利用网络测试系统生成形成性评价。可见，“以学为中心”已经成为OER建设的一个基本价值取向，OER需保证资源的开放性与灵活性，满足不同学习者的求知欲。促使学习者更好地发展成为当前OER建设的重要理念。

OER建设模式从共建共享走向共创共享。OER发展初期主要由联合国教科文组织和以麻省理工学院为代表的少数世界名校共同建设与开发，其特点是可以选择优秀的资源建设者，从而确保资源质量（陈琳，等，2012）。但随着信息技术的发展，该模式已经无法满足“互联网+”时代的教育发展以及学习者的个性化需求，教育资源建设面临新的诉求。近年来，OER建设逐渐走向共创共享模式，该模式由行政部门制定建设标准，广大教育工作者共同参与创作教育资源，提交管理部门审核后发布到网络上（余亮，等，2016）。共创共享建设模式能够满足学习者的个性化需求，体现了“互联网+”思维与教育资源的深度融合（王晓晨，等，2016）。

（二）OER面临的主要挑战

OER运动促进了世界教育资源的开放与融合，推动了高等教育的改革与发展。与此同时，OER也面临运营成本高（李莹，等，2014）、版权保护弱（余平，等，2009）、资源共享难（韩锡斌，等，2012）、资源质量低（保罗·川内，等，2013）等现实挑战。

1. 资源平台运营成本较高

如何获取稳定的资金来源是OER可持续发展中最重要的问题（李亚婉，等，2012）。多年来，OER建设的资金主要来源于国际公益基金组织的资助和高校自有资金的投入，但从长远来看该资助模式的稳定性难以保障，因此需要探索稳定的资金获取方式来保证OER的正常运营。当前，OER建设解决资金问题主要有捐赠与资助、购买服务以及合作与交换三种方式（张轶斌，2011），探索解决OER建设中的资金问题主要从资金获取方式（袁莉，等，2010）与应用服务模式（徐苑苑，等，2013）上展开，鲜有从运行机制上探讨如何解决OER运营成本高的问题。高运营成本问题将成为制约OER可持续发展的关键因素，重新构建OER的运行方式来减少资金投入将成为解决其运营成本较高的重要方式。

2. 资源版权保护较弱

随着OER的快速发展，资源版权保护较弱成为困扰OER发展的一个重要问题。2002年，联合国教科文组织首次提出的OER定义指出：OER是指以各种媒介为载体的教与学材料，任何人可以在公有领域或以开放许可授权的形式获得，可免费使用、改编和重新发表，几乎没有任何限制（杨满福，2013）。然而，OER开放获取属性对知识产权保护造成了极大的威胁。由于对知识产权的担忧，大多数资源建设者拒绝将原创性内容开放共享，但是原创性内容很大程度上决定着OER自身的应用价值。此外，资源版权纠纷也是高校实施OER运动亟待解决的问题，这些版权纠纷也是很多高校在推进OER战略时陷入被动和停滞的根本原因（王周秀，2014）。

3. 资源共享较差

近年来，OER建设在资源传播与共享方面同样遇到了瓶颈。我国跨平台通信技术的成熟造成每个OER平台无法互联互通，形成了诸多资源孤岛，影响着资源的开放共享。目前，中国开放教育资源协会的网站已经接入麻省理工学院的网站，网站上的信息可以面向全世界开放共享，但国内大多数OER平台仍处于封闭状态，阻碍了教育资源的开放与传播。例如，当前众多资源主题相似的OER平台“各自为政”，无法形成一站式通讯平台实现资源信息的联通共享。现阶段主要从技术入手解决OER信息孤岛问题，将各类资源平台整合，实现资源最大程度的集中

管理,但是仍然无法将各资源平台连接起来,实现开放、免费的资源共享。

4. 资源质量较低

资源质量较低是OER持续发展面临的较为复杂的挑战。OER发展初期,高水平大学作为教育资源的建设者,其专业性为OER建设提供了坚实的质量保障。然而,随着OER不断发展,建设主体多元化、质量标准未统一以及流转缺乏认证机制等问题不断显现。具体而言,随着OER建设主体日趋多元化,既是资源建设者又是资源使用者的现象随之出现,导致很多教育资源被重新混合、改编、再创造等;OER包括完整的课程、教学、教学视频、测试、软件以及其他任何支持获取知识的工具、资源或技术(Downes, 2007),但是资源发布的完整性以及资源的学术性是否准确、权威、科学、富有教育意义等(王龙, 2009)问题均没有明确的参考标准;现阶段缺乏明确的资源认证机制,任何教育资源均可以上传网络,造成网络中存在大量重复、无效、低质量的教育资源,同时导致网络空间的浪费。

三、区块链技术与教育应用现状

区块链技术起源于2008年一位自称中本聪的科学家发表的论文《比特币:一种点对点电子现金系统》(Nakamoto, 2008),并在2009年设计出第一款数字货币——比特币,标志着比特币的正式诞生。随后,比特币的底层技术区块链逐渐进入大众视野,并引起了金融等领域专家的高度关注。

(一) 区块链技术概述

区块链技术作为比特币系统的底层技术,是指利用去中心化、去信任的方式共同维护可靠数据库的技术方案,它依托密码学使得达成一致的双方可直接支付,不需要第三方平台的参与,解决了中介信用问题。

区块链核心技术包括分布式账本技术、非对称加密算法和智能合约三项技术。首先是分布式账本技术:区块链技术本质上是一个资产数据库,可以在多个平台、不同位置或众多节点组成的网络里实现数据共享(许涛, 2017)。存储数据的账本可以在节点间互相复制,所有节点用户都可以获得一份完全一样的副本。其次是非对称加密算法:公开密钥和私有密钥同时生成,公钥加密的信息只有相对应的私钥才能解

密,同样私钥加密的信息也只有相对应的公钥才能解密(Wild, Arnold, & Stafford, 2015)。最后是智能合约:它是一种类似于商务规则的数字合约,嵌入区块链,适用于任何区块链数据结构和共识协议,在交易时自动运行(Victoria, 2016),无法干预,从而确保程序运行结果的可靠性。

区块链独特的运作原理与技术特点使其具备如下四个特征:去中心化、共识机制、可追溯性和去信任(Underwood, 2016)。首先,区块链系统采用去中心化的方式,不依赖第三方中介平台,各节点间自动完成对数据信息的验证、传输与管理,系统不会因为某一节点出现异常而影响正常运行;其次,当区块链系统中超过51%的节点形成共识时,系统才能发生信息交易,因此可以有效遏制假冒交易的出现,保证交易信息的一致性和真实性;再次,区块链中的信息存储在盖有时间戳的区块里拥有较强的可追溯性;最后,区块链的信任机制依赖于算法的自我约束,欺骗系统的交易行为都会被其他节点成员排斥和压制,以保证数据信息的可信度。

(二) 区块链教育应用现状

在区块链技术进入人们的视野后,很多成功的应用案例来自于金融领域。在教育领域,众多研究者也试图利用区块链技术变革教育体系,推动教育系统的创新与发展。调研发现,国内外机构关于区块链技术在教育领域的应用探讨尚处于起步阶段,但部分研究者进行了尝试探索,并取得了一定的研究成果。

应用1: MIT研发学习证书平台

麻省理工学院基于区块链技术构建了学习证书平台(Mit Media Lab, 2016),其工作原理相对简单:首先,使用区块链创建一个可以记录所有成就的基础设施,包括带有收件人姓名、发行方名字、发行日期等信息的证书及其他形式的文件(如考试成绩、实习经历等);其次,利用算法对其进行加密和签名;再次,通过哈希值验证证书信息是否被修改;最后,使用私有密钥在区块链上生成记录,标记该证书在何时颁发给了谁。麻省理工学院尝试利用区块链技术的去中心化和防篡改特性研发学习证书存储系统,既能够有效解决证书造假问题,又能够降低第三方机构认证的成本,有望成为学习证书存储与管理的新形式。

应用2:“学习即赚钱”项目

未来教育研究所(IETF)和美国高考(ACT)基



金会提出“学习即赚钱”(Learning As Earning)项目(Sharples & Domingue, 2016),该项目理念来源于Edublocks,用来记录学生学习的“学分”。该项目除了记录学生常规的学术活动外,还记录诸如学校比赛、社会实践、社区服务等非正式学习活动产生的学分,使得学生在任何时间、任何地点进行的活动都能被记录。在毕业时将自动生成一个电子数据库,包含学生在学习期间所有的学习成果和学习技能。该项目旨在利用区块链的分布式存储技术记录学生各个阶段的学习轨迹,作为求职面试时的简历,成为用人单位选拔人才的重要参考依据。

应用3: 尼科西亚大学使用区块链记录获奖情况

尼科西亚大学是最早应用区块链技术的大学之一,他们将学生的获奖情况存储在分布式账本上(Gautham, 2016)。该校老师George Papageorgiou表示,学生对这个新系统的反馈良好,愿意接受和使用这项新技术。首先,利用区块链安全、透明、不可篡改等特性来记录学生的获奖情况,高校维护学生档案工作将变得更加透明、高效;其次,区块链技术使学生随时随地能够直接访问他们的获奖信息并且不用担心获奖证书的丢失,省去了补办的麻烦;最后,记录在区块链上的学生获奖情况也将会被永久存储在云服务器中,有效解决个人简历造假问题,增强可信度。利用区块链记录学生获奖情况有效提升了学生档案管理的工作效率,解决了学生获奖证书丢失及简历造假的问题,在应用的过程中受到了师生的广泛认可。

综上所述可以发现,国外研究者关于区块链技术在教育领域的应用探讨主要聚焦在学习证书平台的研发和学习记录平台的建设上。实际上,区块链技术在教育领域还有其他更广阔的应用空间,国内研究者对此进行了深入的探讨。杨现民等(2017)提出区块链在教育领域的六大主要应用模式:建立个体学信大数据、打造智能化教育淘宝平台、开发学位证书系统、构建开放教育资源新生态、实现网络学习社区“自组织”运行以及开发去中心化教育系统;金义富(2017)围绕教育资源建设、教学过程评价和教育投入产出等方面分析对区块链的需求,构建了“区块链+教育”体系框架,提出一种部分去中心化的混合部署模式;李青等(2017)认为区块链可以提供去中心化的学习记录和学分银行服务,降低求学、求职

和人才雇佣的成本,建立起更为方便、可信的证书体系;方海光等(2017)基于区块链技术从资源共享、学习地点共通、资源建设、学习成果记录四个方面设计智慧学习机器人,旨在在大规模学习服务中达到深度个性化学习的目的。可见,区块链技术在教育领域具有广阔的发展空间与应用价值,值得我们进一步研究与探索。

四、构建基于区块链技术的OER新生态

区块链技术的不断成熟及其独特优势有望在OER新生态构建上发挥重要作用,成为解决OER现存难题的“利器”,其主要应用思路与价值体现在加强版权保护、降低运营成本、促进资源共享和提升资源质量四个方面(如图1所示)。



图1 基于区块链技术的OER新生态

(一) 加强版权追踪, 保护智力成果

基于区块链技术的版权保护机制具有更强的可信度和可操作性。资源建设者可以利用区块链技术的可追溯性将OER的著作信息记录在区块上,任何资源的创作、上传、下载可随时被查询并能提供有效证明(Guo & Liang, 2016)。

美国纽约Mine Labs公司,开发了基于区块链技术的元数据协议(如图2所示)。该协议利用IPFS文件系统(Internet Planetary File System),使得资源创作者可以给自己的作品附加信息并把该数据信息盖上时间戳存放在区块里。其他用户可以通过搜索获取这些声明内容,在引用该数据信息时系统会自动将附加的版权信息嵌入作品本身,实现对数字资源的版权保护。目前,美国数字公共图书馆、纽约现代艺术博物馆均已成为Mediachain的用户。将Mediachain协议

应用到 OER 建设中, 构建基于区块链技术的知识产权保护协议, 可以实现对 OER 的版权保护。

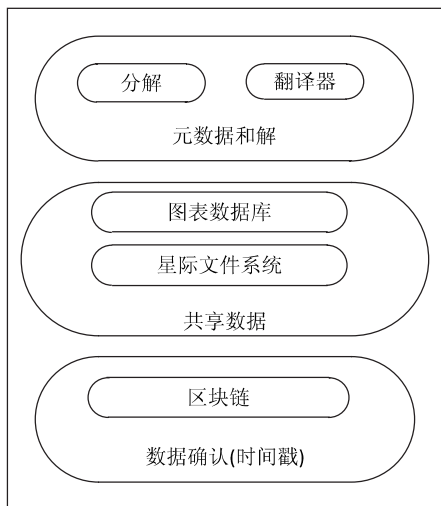


图2 Mediachain的协议栈

区块链系统中版权信息的审查和认证工作将按照预先定义好的程序和规则自动执行, 每个元素完全公开透明。因此, 相对于传统将版权信息由版权管理机构监管的方式而言, 基于区块链技术的版权保护机制利用“来源于大众的监管”实现去中心化, 将版权信息广播到全网, 通过“工作量证明”机制让系统中的所有用户实现对版权信息的维护与监管, 有效解决版权欺诈问题。区块链技术能够保证数据信息的永久性和不可篡改性, 使得版权信息没有任何异议的可能, 为司法取证提供了强大的技术保障和结论性证据。

区块链可以为维持、跟踪教育资源的版权信息提供有力的技术支持。相对于传统的版权保护机制, 基于区块链技术的 OER 版权保护机制拥有以下优势:

1. 增强版权信息安全性。该保护机制具有更强的可靠性和安全性, 公开密钥和私有密钥的加密方式更容易避免版权信息的泄漏以及黑客入侵事件的发生, 防止用户版权信息灾难性损失或永久性丢失。

2. 降低版权认证成本。传统 OER 版权信息保护需要版权管理机构监管, 需要大量人力物力认证版权信息。基于区块链的去中心化版权保护机制可以实现“来源于大众的监管”, 所有参与者共同认证、维护和运营版权信息, 从而减少在版权认证方面的费用。

3. 有效解决版权纠纷问题。鉴于区块链的开放性和透明性, 用户可以访问任何资源创建信息。使用

者引用转载教育资源时, 系统将自动嵌入版权信息, 保障资源创建者的著作权, 同时利用区块链技术的可追溯性能够查询到该教育资源的所有版权信息, 从源头上解决版权纠纷问题。

(二) 剔除中心平台, 降低运营成本

区块链技术的去中心化特性应用于 OER 建设中可以节省大量的中介费用, 减少运营平台的资金投入, 降低运营成本。当前, 我国 OER 建设平台众多, 不同组织、机构使用不同的资源共享平台, 需要投入大量的资金保证平台的正常运行和维护人员的费用支出。区块链分布式账本技术剔除了中心运营平台作为中介机构的角色, 每位用户都是一个节点, 节点与节点间可通过点对点的传播方式实现资源共享, 从而减少中介运营平台以及人工操作等中间环节, 节省大量中介资金的投入。具体而言, 基于区块链技术的 OER 运行机制可从以下几个方面降低运营成本:

1. 降低平台维护成本。有关教育部门和平台运营机构可减少在平台开发、建设、管理、维护等方面的人力物力投入, 构建 OER 自组织管理运营模式, 降低管理维护费用的支出, 从而减少平台在运营维护方面的资金投入。

2. 降低资源审查成本。基于区块链的分布式存储与记录, 每个节点的资源信息都可完成自我验证、维护与管理, 不再需要依靠传统中心运营平台的认证审查。构建“个体化”资源审查模式, 即各个节点的资源创建者参与资源审查认证, 从而减少在资源审查认证方面的资金投入。

3. 降低平台协作成本。各机构平台间在资源传播过程中, 通过去中心化方式取缔各组织、机构的中心运营平台, 可降低为解决跨平台技术难题或提供人力资源等方面的资金投入, 从而减少平台间的协作共享成本。

(三) 打造开放数据库, 促进资源共享

基于区块链的分布式账本技术, 系统可将所有资源存储在各个区块中, 利用点对点 (P2P) 的传播方式实现资源的上传与下载, 解决资源孤岛问题 (如图 3 所示)。利用非对称加密算法中的公开密钥和私有密钥, 上传者可以通过共享私有密钥给某个或某部分节点用户的方式决定资源开放共享的面向对象, 得到私钥的用户便可以直接访问获取对应的教育资源, 实现资源共享的有效性和准确性, 最大限度发挥资源自



身的应用价值,促进资源的智慧性流转。

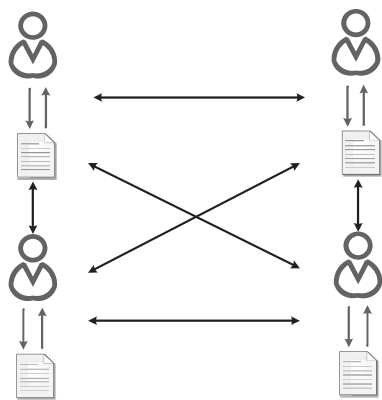


图3 P2P资源共享模式

在比特币出现之前,点对点的计算机技术已被广泛用来开发如即时通讯软件、网络视频播放软件、计算资源共享软件等各类应用软件。未来,基于特定的网络共享协议,依靠点对点的传播方式形成全球教育资源开放共享数据库,实现全球教育资源无障碍传播,是OER的发展趋势。基于P2P的教育资源共享模式具有如下运行特点:

1. 去机构化。传统资源共享模式通过中心机构进行传播,所有网络资源来自于资源建设者的上传且资源相对独立,比如下载学习资源需要查询跳转到百度文库、豆丁文库、道客巴巴等网络文库进行下载。基于区块链技术的P2P网络资源共享模式,用户与用户间可以实现直接的资源共享,不需要类似于百度文库的中介平台机构,解决资源孤岛问题的同时也可免去部分下载费用,实现资源的免费共享。

2. 高容错性。区块链技术将资源上传与下载功能赋予每一个参与的节点,各节点具有相同的网络权利与义务。在资源共享模式中,网络中的一个或几个节点出错不会影响整个系统的正常运行,不会造成资源的丢失和损害,影响现有资源状态,保证资源共享模式的正常运行,具有非常强大的容错性。

(四) 建立认证机制,提升资源质量

OER为教育者和学习者提供了海量的教育资源,减少了资源建设的投入,但众多低质量的教育资源导致使用者需要为寻找满足自身需求的高质量教育资源进行大量的信息检索、评估等工作。利用区块链的智能合约和共识机制

构建OER上传、认证、流转、共享机制(如图4所示),可以有效解决OER质量低的问题。

该运行机制的运行步骤如下:①资源建设者将资源上传到网络;②系统使用私有密钥对资源进行加密处理并存储记录在区块中;③系统将存储资源的区块向全网络广播,等待其他用户的认证;④超过51%的节点用户认证通过后,存储资源的区块被盖上时间戳并将在全网以P2P的传播方式流通。

区块链的智能合约会定期检查资源网络认证机制中的合约状态,并逐条检查每个合约内包含的事务、状态机以及触发条件,将条件满足的资源信息进行全网广播,等待用户达成共识;未满足触发条件的资源信息将继续存放在区块上,进入新一轮的信息验证,验证节点首先进行签名验证,确保资源信息的有效性和准确性,通过验证的资源信息进入待共识认证队列,超过51%的验证节点认证通过后,系统为其盖上时间戳在全网以P2P模式流转并通知资源建设者;资源成功在全网共享后,智能合约自带的状态机会判断合约中的资源状态,当所有资源信息都被顺序执行完成后,状态机会将这些资源状态标记为完成,从待共识队列的区块中移除该资源。反之,则将资源状态标记为进行中,继续保存在待共识队列的区块中等待新一轮的验证,直到完成处理。该网络认证机制具有如下特点:

1. 运行生态化。在分布式的网络认证机制中用户自愿加入资源审查认证工作,且智能合约保证了运行机制的自动执行。同时,开放的OER网络认证机制保证任意用户都可参与资源共享,有利于汇聚更多

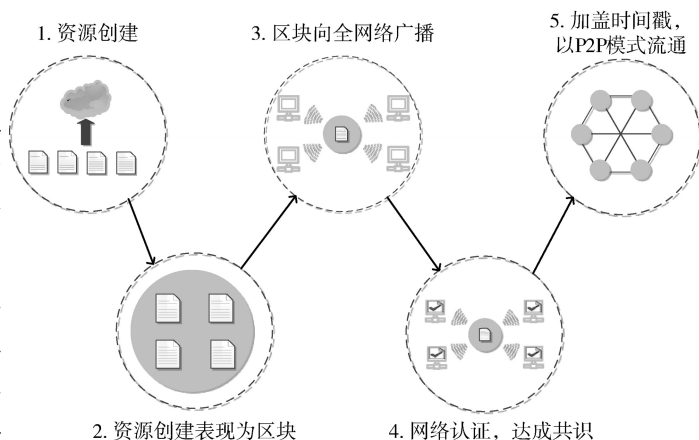


图4 基于区块链技术OER网络认证机制

的教育资源。

2. 工作量认证公平化。资源创建者对资源上传、更新、维护的贡献大小（工作量）能够根据“工作量证明机制”，充分保障各方参与者的利益合理分配。

3. 资源信息透明化。鉴于区块链开源、透明的特性，整个网络认证机制运作规则和资源信息对所有用户公开透明，用户在进行资源认证、审查过程中无法欺瞒其他用户，保证了资源认证过程的真实性。

4. 资源认证科学化。资源以区块的形式向全网广播，智能合约依据预先定义好的规则和程序保证资源认证工作的自动执行，当超过51%节点认证通过后方可在全网流转，无法反悔、篡改、干预和操纵，保证资源认证的科学、准确。

五、利用区块链建设OER管理平台

OER管理平台是以区块链的分布式账本技术、非对称加密算法和智能合约为基础技术建设的分布式管理平台，由六大核心系统构成，分别是用户管理中心、资源创作中心、资源管理中心、版权管理中心、虚拟币交易中心和学习证书管理中心（如图5所示）。平台接口主要实现两个方面的功能，一是实现与外部其他OER平台（MOOC平台和开放视频平台等）的互通互联，二是实现与政府、企业、高校的数据交换，为用户提供学习资源。

（一）用户管理中心

用户管理中心是OER管理平台的入口，将权限管理、学习记录和信息查询集成到一个管理平台之上，为用户提供个性化服务。该中心利用区块链技术的可追溯性进行用户信息查询和学习记录跟踪，利用非对称加密算法实现用户的权限管理。具体包括如下核心功能：

1. 权限管理。权限管理模块为用户提供平台唯

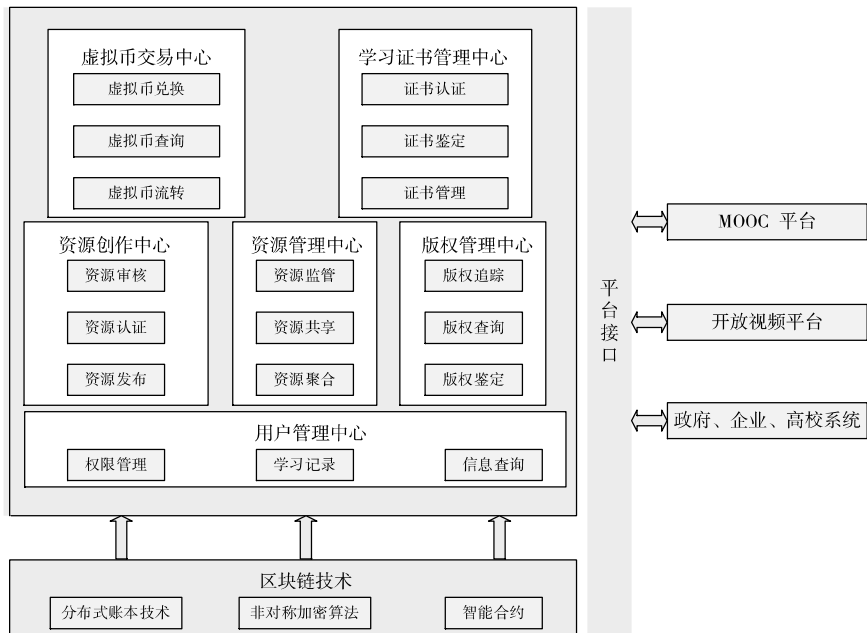


图5 基于区块链技术的OER管理平台

一的电子身份认证，实现对平台用户身份合法性的确认，保证平台资源和用户信息的安全。此外，根据用户等级和虚拟币数量设置用户访问权限，限制获取学习资源的数量，以此激发用户使用平台的积极性。

2. 学习记录。学习记录模块全面记录用户的学习过程，包括查看资源、上传资源、下载资源以及学习时长等信息，自动生成用户的动态学习路径，构建立体网络学习体系。利用区块链的分布式账本技术将用户学过的知识点分散存储到个体学习空间，并通过学习行为生成知识观点进化网络，从而为用户智能推送个性化的学习资源。

3. 信息查询。信息查询模块为用户提供信息查询平台，该平台汇聚融合其他各个分布式管理中心的所有信息资源，包括资源获取、版权追踪、虚拟币流转等，提高用户资源检索效率，为用户提供个性化的跨平台学习资源。

（二）资源创作中心

为满足大量教育者和受教育者个性化学习需求，OER建设模式从共建共享逐渐走向共创共享，用户可以结合特定的应用情境对教育资源“整合应用”。资源创作中心可以使广大用户创建、传递、共享和管理教育资源，扩大资源共享范围，提高资源利用效率。该创作中心利用区块链的智能合约技术实现资源



审核、认证与发布等工作的完全智能自动化。其核心功能如下:

1. 资源审核。为保证资源质量,首先,从资源的内容格式、呈现形式、组织结构三方面制定资源评价标准,提高资源的通用性。其次,该模块依据评价标准对资源进行审核,通过审核的教育资源将被传递到认证中心,等待平台用户进行认证。

2. 资源认证。利用区块链技术的共识机制原理,由平台用户认证资源的有效性和应用价值。当超过51%平台用户达成共识通过认证后,该教育资源才能上传平台。这样既能保证资源内容的先进性与权威性,又能杜绝重复性教育资源的上传。

3. 资源发布。通过审核与认证的资源将会被发布到资源管理平台,并被永久存储在带有时间戳的网络空间里,无法篡改。发布后的教育资源具有可追溯性,用户可随时查询、获取。

(三) 资源管理中心

资源管理中心是OER管理平台的重要组成部分,核心目标是实现资源的质量监控、促进资源的开放共享以及完成资源的汇聚融合,主要借助区块链的分布式账本技术和智能合约实现资源的点对点传播,完成资源质量的智能自动监控。其具体功能如下:

1. 资源监管。面对资源数量的日益剧增以及类型多样化的发展趋势,保证资源质量尤为重要。资源监管模块基于管理平台自身的评价标准建立质量保证准则,借助区块链的智能合约技术打造智能监控系统,动态监控平台中的资源质量,自动完成所有操作流程,提高资源监管效率。

2. 资源共享。实现资源共享是解决资源孤岛难题、发挥OER价值的最佳路径。资源共享模块基于区块链的分布式账本技术去除中介平台,利用特定的共享协议实现资源的点对点传播。相对于传统资源共享系统,该功能可实现全球范围内资源的共享与传播,用户不需要借助中介平台实现对任意资源的高效获取,从而破解跨平台通信技术难题,实现资源共享。

3. 资源聚合。为了弥补当前OER分布散乱、共享性差以及聚合性不足等缺陷,资源聚合模块将分散在互联网、具有内在语义联系的资源个体进行汇聚融合,减少用户盲目检索和浏览资源的负担。根据平台用户的个人需求以及主动搜索、主动上传的教育资

源,该模块能够构建用户知识体系,从而为平台用户聚合个性化学习资源(赵蔚,等,2015)。

(四) 版权管理中心

版权管理中心的主要功能在于建立一套自动化的版权追踪系统,解决当前OER建设中存在的版权问题,鼓励更多的高校组织和教育工作者参与到OER建设中,为用户提供更多优质、原创的教育资源,推动共创共享模式的发展。该中心主要利用区块链的可追溯性以及非对称加密算法技术对资源版权信息进行追踪、查询和鉴定。其核心功能如下:

1. 版权追踪。教育资源一经发布,资源建设者、资源发布时间等版权信息将被永久保存在云存储空间中,任何版权信息都可以通过区块链技术被追踪,从根源上保护教育资源的知识产权。

2. 版权查询。鉴于区块链技术公开透明的特性,该模块为平台用户提供版权信息查询功能,用户既可以获取自己创建资源的版权信息,又可以获取其他资源的版权信息。在进行资源引用或转载时可以标注资源版权信息,保护资源原创者的知识产权。

3. 版权鉴定。通过对版权信息的追踪和查询,可以随时获取任何教育资源的版权信息;区块链的加密算法也将保证该信息的可靠性与安全性,为解决版权纠纷问题提供证据,保障资源创建者的知识产权。

(五) 虚拟币交易中心

虚拟币交易中心是OER管理平台的重要组成部分,其核心目标是促进虚拟币的智慧流转。OER管理平台为了鼓励所有用户参与资源建设,创设一个人人乐于建设资源、分享资源的管理平台,引入市场机制,允许用户从资源建设与共享中获得收益,从而激发用户持续参与资源建设与共享的热情。该中心需要实现如下基本功能:

1. 虚拟币兑换。虚拟币兑换模块利用区块链生成一段代码产生虚拟币,平台用户可以通过建设资源、分享资源赚取虚拟币,作为自己的数据资产。此外,该模块会根据用户的学分等级奖励用户不同数量的虚拟币,以此来激发用户的学习热情。

2. 虚拟币查询。虚拟币查询模块为用户提供类似于网络账户的查询功能,帮助用户随时掌握虚拟币余额。此外,用户可以通过追踪查询虚拟币获取用户建设、分享、购买学习资源等详细信息。同时,系统也支持交易信息的导出。

3. 虚拟币流转。平台用户通过兑换、使用虚拟币构建虚拟币智慧流转体系,增强虚拟币的自身使用价值。虚拟币流转模块依托区块链的智能合约技术,虚拟币流转体系完全智能化运行,成为激发平台用户参与积极性的有力保障。

(六) 学习证书管理中心

联合国教科文组织罗里·麦格雷尔(Rory McGreal)教授提出了开放教育资源大学(OERu)理念,希望探索出基于OER的灵活学习路径并能够给学习者正式的评估与认证(王志军,等,2016)。可见,学习证书管理中心的建立能够为学习者使用OER进行学习提供良好的制度保障,有利于调动学习者的积极性并为那些没有机会接受普通高等教育的学习者提供其他途径来获得国家认可的学习证书。学习证书管理中心通过构建一套低成本、自动化、安全可信的证书认证系统,使学习证书认证、鉴定与管理更加有效、安全。该中心核心功能如下:

1. 证书认证。学习者完成某门课程的学习后,可以通过平台申请学习证书,经过严格的审查后由国家指定单位为学习者颁发证书。证书认证模块利用区块链的智能合约技术,根据预先定义好的认证规则 and 标准自动完成证书认证与颁发,无须人工操作,在各方的监督下保证证书的安全可信。

2. 证书鉴定。证书鉴定模块可实现对证书真伪的鉴定。通过该平台学习获得的证书可以被追踪查询到,包括学习者完成相关课程的学习情况以及获得的学习证书等信息,以此为基础甄别学习证书的真实性和有效性,能够有效打击证书造假现象,解决学习证书造假问题。

3. 证书管理。利用区块链的分布式账本技术打造去中心化的证书管理模块,确保任何教育机构和招聘单位都能查询到学习者的证书。依托区块链的非对称加密算法对证书进行加密处理,保证证书信息的安全可靠与真实准确。基于区块链技术的证书管理可以杜绝人为操作因素的干扰,节省人工颁发和鉴定证书的时间和人力成本,为证书管理提供一种新思路。

六、总结与展望

区块链技术的快速发展为OER建设提供了新思路,但作为一项在教育领域应用的新技术仍存在一些

问题。基于当前区块链技术发展水平和OER应用探讨来看,主要聚焦在如下三个方面:

第一,区块链计算能力及响应速度有待提升,任何资源的上传与更新都存在延时,导致教育资源在该系统的流转效率较低,影响学习者对于资源获取时效性的需求。

第二,区块链的存储空间较小,伴随知识体系和资源类型的不断丰富,OER区块存储的资源将逐渐增多,对区块链的容量提出更高的要求。

第三,区块链的安全性取决于加密算法技术,只有超过51%的学习者信息同时被黑客攻破后用户信息才会被泄露或篡改,但随着数学、计算机科学以及密码学等学科快速发展,未来难以保证该算法技术不被攻破,从而造成用户个人信息的泄露。

后续我们将进一步探讨区块链技术在OER建设中的应用价值与现实挑战,为教育领域的研究者和实践者利用区块链技术解决OER难题提供更加系统、深入的解读,从而在智慧教育时代为学习者提供更多优质、免费、开放、共享的教育资源,促进教育资源的智慧流转和教育系统的变革与发展。

[参考文献]

- 保罗·川内,肖俊洪,杨伟燕. 2013. 开放教育资源质量保证准则——TIPS框架[J]. 中国远程教育(10):11-21.
- 陈琳,王鑫,陈耀华. 2012. 终身学习信息资源建设的战略意义与模式创新[J]. 现代远程教育研究(4):41-46.
- 陈琳. 2015. 智慧教育创新实践的价值研究[J]. 中国电化教育(4):15-19.
- 陈一稀. 2016. 区块链技术的“不可能三角”及需要注意的问题研究[J]. 浙江金融(2):17-20.
- 方海光,全赛赛,杜婧敏,李一迪. 2017. 基于区块链技术的智慧学习机器人设计研究——面向大规模学习服务系统的智慧学习机器人[J]. 远程教育杂志(04):42-48.
- 韩锡斌,周潜,程建钢. 2012. 基于知识分享理论的开放教育资源共建共享可持续发展机制的研究[J]. 清华大学教育研究(3):28-37.
- 金义富. 2017. 区块链+教育的需求分析与技术框架[J]. 中国电化教育(09):62-68.
- 李亚婉,李莹. 2012. 开放教育资源(OER)使用现状调查[J]. 现代远程教育研究(2):74-81.
- 李莹,丁唯佳,赵莹. 2014. 大学开放教育资源项目能否实现资金的自给自足——来自美国杨百翰大学自主学习项目的案例报告[J]. 现代远程教育研究(3):32-38.
- 刘宇. 2015. MOOC冲击下国家精品视频公开课的SWOT分析[J]. 中国远程教育(4):26-31.
- 李青,张鑫. 2017. 区块链:以技术推动教育的开放和公信[J]. 远程教



- 育杂志(1):36-44.
- 王龙. 2009. 回顾与展望:开放教育资源的七年之痒[J]. 开放教育研究(2):107-112.
- 文继奎,杜杉杉,韩建华,等. 2013. 精品视频公开课建设的思考——基于中外网络公开课的比较研究[J]. 现代教育技术(10):102-106.
- 王周秀. 2014. 开放教育资源的知识产权面临的挑战与解决策略研究[J]. 现代教育技术(6):5-11.
- 王志军,李馨,赵云建. 2014. 开放教育资源:创新、研究与实践——访阿萨巴斯卡大学罗里·麦格雷尔教授[J]. 中国电化教育(11):1-6.
- 王晓晨,陈曦,卢婷婷,等. 2016. 数字教育资源共创共享建设模式研究[J]. 中国电化教育(4):58-63.
- 万力勇,杜静,蒋立兵. 2017. 开放教育资源质量管理:研究进展与启示[J]. 中国电化教育(2):55-63.
- 徐苑苑,张际平. 2013. 开放教育资源的应用模式研究[J]. 现代教育技术(5):78-83.
- 许涛. 2017. “区块链+”教育的发展现状及其应用价值研究[J]. 远程教育杂志,35(02):19-28.
- 袁莉,余平,魏志慧. 2010. 开放教育资源的可持续发展——访英国联合信息系统委员会执行秘书长马尔科姆·里德博士[J]. 开放教育研究(3):80-85.
- 杨满福. 2013. 开放教育资源的可持续发展:现状、问题及趋势[J]. 中国电化教育(6):73-77.
- 余亮,黄荣怀,杨俊锋. 2013. 开放课程发展路径研究[J]. 开放教育研究(6):28-35.
- 余亮,陈时见,吴迪. 2016. 多元、共创与精准推送:数字教育资源的新发展[J]. 中国电化教育(4):52-57.
- 杨现民. 2015. 区域智慧教育综合服务平台建设及关键问题探讨[J]. 现代远程教育研究(01):72-81.
- 杨现民,李新,吴焕庆,等. 2017. 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(2):34-45.
- 张轶斌. 2011. 开放教育资源开发与利用研究[J]. 中国远程教育(5):46-53.
- 赵蔚,张赛男,孙彪,等. 2015. 开放学习资源自主聚合研究[J]. 中国电化教育(11):35-44.
- Downes, S. (2007). Models for sustainable open educational resources. *Interdisciplinary journal of knowledge and learning objects*, (1), 29-44.
- Guo, Y., & Liang, C. (2016). Blockchain application and outlook in the banking industry. *Financial Innovation*, (1): 24-36.
- Gautham. (2017). Blockchain Technology Now Enters Educational Institutions[EB/OL]. [2017-03-04]. <http://www.newsbtc.com/2016/05/15/blockchain-now-enters-educational-institutions/>
- Mit Media Lab. (2017). Degree Requirements[EB/OL]. [2017-02-28]. <https://www.media.mit.edu/posts/degrees/>
- Nakamoto, S. (2017). Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system[J/OL]. [2017-03-01]. <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>
- Sharples, M., & Domingue, J. (2016). The Blockchain and Kudos: A Distributed System for Educational Record. *Reputation and Reward*,(10), 40-46.
- Thomas, M. (2012). & A basic guide to open educational resources. *British Journal of Educational Technology*, (6), 71 - 82.
- Wild, J, Arnold, M., & Stafford, P. (2015). Technology: Banks seek the key to blockchain. *Financial Times*, (11), 20-31.
- Underwood, S. (2016). Blockchain beyond bitcoin. *Communications of the Acm*, (11), 15-17.
- Victoria, L. (2016). Trusting Records: Is Blockchain Technology the Answer? *Records Management Journal*, (2), 14-20.
- Wright, A., & De Filippi, P. (2015). Decentralized blockchain technology and the rise of lex cryptographia. *Social Science Electronic Publishing*, (3), 22-23.
- 收稿日期:2018-01-17
定稿日期:2018-03-27
作者简介:李新,在读研究生;杨现民(通讯作者),博士,教授,硕士生导师。江苏师范大学智慧教育学院(221116)。
- 责任编辑 韩世梅
- (上接第57页)
- 梁兆春. 2003. 关于现行教育法体系的完善[J]. 河北法学, 21(1): 59-62.
- 杨晨. 2009. 我国终身教育立法三难[J]. 新华文摘(22):114-115.
- 姚来燕. 2012. 我国终身学习立法问题的探讨[J]. 广播电视大学学报:哲学社会科学版(4):97-101.
- 尹力. 2010. 学习权保障:学习型社会教育法律与政策的价值基础[J]. 北京师范大学学报:社会科学版(3):70-78.
- 张天波,徐海娟,罗镇波,方国红. 2012. 体现终身教育理念的现代国民教育体系探析[J]. 教育教学论坛(2):108-110.
- 朱同琴. 2013. 论教育法体系中的倡导性规范——兼论倡导性规范的一般原理[J]. 中国人民大学教育学报(4):88-110.
- 朱玉泉. 2012. 完善现代国民教育体系与构建终身教育体系研究[J]. 沈阳农业大学学报(社会科学版)(5):557-560.
- 收稿日期:2017-09-12
定稿日期:2017-11-30
作者简介:张璇,硕士,副教授,江苏开放大学学分银行管理中心、公共管理学院(210036)。
- 责任编辑 郝丹

case testing and random testing. The generated test suite is further optimized to a desired fitness level using the artificial bee colony algorithm or the cuckoo search algorithm. The proposed method is able to provide a set of minimal test cases with maximum path coverage in comparison to other algorithms. Finally, the generated optimal test suite is used for automated fault detection. We also present a case study on a STEM subject for an online, open university.

Keywords: educational software; educational ICT software applications; test suite generation; test suite optimization; STEM; flow graph; automated testing

Limitations of *local Lifelong Education Promotion Ordinance* and suggestions on its legislation

Xuan Zhang

Researchers and practitioners have been concerned about how to safeguard the development of lifelong education legally because legislation has lagged behind in this regard. Barriers to legislation exist both at national and local levels. It is a consensus and also of long-term relevance to introduce legislation to guide, evaluate and safeguard the construction of the lifelong education system and learning society. Therefore, local legislative bodies should re-define their legislation approach by following the guidelines for educational development stipulated in the 19th CPC National Congress report and encouraging innovations in practice.

Keywords: lifelong learning; local legislation; legislation limitation; educational law system; framework design; solution

Using blockchain technology to create a new ecology of OER

Xin Li and Xianmin Yang

This article takes advantages of the uniqueness of blockchain technology to create a new ecology of Open Educational Resources (OER) in order to overcome problems such as high operational costs, insufficient copyright protection, barriers to sharing resources, and poor resource quality, fulfilling the new demands on opening up and sharing resources in the era of smart education. An OER Distributed Management Platform using blockchain as its underlying technology is composed of six core systems, namely user management center, resource creation center, resource management center, copyright management center, virtual currency exchange center, and learning certification management center. These systems are intended to facilitate OER development. It is also pointed out that due to its immaturity and the complexity of the educational sector, blockchain technology faces challenges such as low efficiency in resource circulation, limited storage space and possible privacy leaks. Directions for future research are also discussed.

Keywords: blockchain; blockchain education; smart education; Open Educational Resources; resource sharing; P2P technology; ecology construction; management platform

(英文摘要、目录译者: 肖俊洪)