



开放科学
(资源服务)
标识码
(OSID)

基于区块链的数字内容治理：考察与思考

罗双玲¹ 丁雨楠¹ 夏昊翔^{2,3}

1. 大连海事大学航运经济与管理学院 大连 116026;
2. 大连理工大学系统工程研究所 大连 116024;
3. 大连理工大学大数据与智能决策研究中心 大连 116024

摘要: [目的/意义] 随着互联网日益成为重要的信息传播平台,当前面临在线数字内容治理的众多困难问题,区块链为在线数字内容治理带来新的有潜力的技术选项。对基于区块链的数字内容治理的深入考察对于推动其深入发展具有重要意义。[方法/过程] 对此,本文从电子版权管理、数字内容分享与交易及相应的监管与追责方面入手,对过去几年来基于区块链的数字内容治理的文献加以总结整理,并说明部分实际应用平台。在此基础上,对这一领域当前值得进一步探究的问题加以思考。[结果/结论] 本文提出:(1) 区块链对于在线数字内容治理具有重要意义;(2) 数字内容治理的业务模式问题、业务模式和运营机制同相应的技术架构的结合问题,值得针对不同的情景加以深入探究;(3) 应注重深化对基于区块链的数字内容监管与可追责性的研究;(4) 还应关注数字内容共同创作的问题情景。

关键词: 区块链; 数字内容治理; 电子版权管理; 数字内容分享与交易; 数字内容监管

中图分类号: G35, TP39

Blockchain-based Governance of Digital Content: A Survey and Prospect

LUO Shuangling¹ DING Yunan¹ XIA Haoxiang^{2,3}

1. School of Maritime Economics and Management, Dalian Maritime University, Dalian 116026, China;
2. Institute of Systems Engineering, Dalian University of Technology, Dalian 116024, China;
3. Center for Big Data and Intelligent Decision-Making, Dalian University of Technology, Dalian 116024, China

基金项目 辽宁省社会科学规划基金项目“大数据背景下图书馆科技情报知识服务的支撑方法研究”(L16BTQ003), 教育部人文社科规划项目“综合数据解析和动力学建模的科研协作系统演化模式与机理研究”(18YJA630118)。

作者简介 罗双玲(1978-), 博士, 副教授, 研究方向为知识管理、金融系统; 丁雨楠(1995-), 硕士研究生, 研究方向为区块链、数字内容; 夏昊翔(1972-), 博士, 教授, 研究方向为复杂系统、计算社会科学、知识管理、知识组织, E-mail: hxia@dlut.edu.cn。

Abstract: [Objective/ Significance] With the Internet becoming an important platform for information spreading, human beings are now facing various difficulties in the governance of online digital content. Blockchain has brought a novel and promising technological alternative to improve the governance. The retrospective review of existing researches is of great value for the further development of this research direction. [Methods/Process] In this paper, we give a survey on the related research endeavors on the digital copyrights management, the sharing and transaction of digital content, and regulation and accountability of digital content. A few typical platforms are also introduced and discussed. Consequently, research questions in this direction are furthermore discussed. [Results /Conclusions] Based on the review, we discussed: (1) The fundamental significance of blockchain for online digital content governance; (2) The business model issues of digital content governance, the combination of business models and operating mechanisms with the corresponding technical architecture, are worthy of in-depth exploration for different scenarios;(3) Pay attention to deepening the research on digital content supervision and accountability based on blockchain; (4) Pay attention to the problem scenarios of co-creation of digital content.

Keywords: Blockchain; governance of digital content; digital copyrights management; sharing and transaction of digital contents; regulation and accountability

引言

数字经济时代,通过 Web 网页、移动应用软件等平台访问并观看文字、图像或视频的数字经济消费越来越流行,数字内容创作和传播的速度明显加快。但另一方面,数字内容便于传播分享的特性使得侵权变得简单随意,数字版权侵权案件层出不穷,与数字内容版权保护相关的服务需求迅速增长。这对互联网新形势下数字内容的版权保护提出了新的要求。数字内容分享平台如何解决版权保护问题主要面临以下困境:一方面,数字内容分享平台秉承着自由、开放和共享的精神使得平台发布数字内容的门槛过低、质量参差不齐。内容容易被获取从而滋生大量数字内容不规范使用以及严重的盗版问题,导致用户对平台的信任度大大降低,同时平台缺少合理的激励措施来增加用户进行分享数字内容的参与度。因此,在数字内容分享平台用户进行内容分享行为的过程中,如何建立互信关系和增加用户参与水平是平台

发展的首要问题。另一方面,目前数字内容分享平台的运营模式由免费获取逐渐转变为付费消费,其盈利过度依赖于广告发布和会员收费方式致使平台利润空间狭窄。对于版权流转等平台增值业务,现有的数字版权管理技术在数字内容流转的过程当中又难以及时有效地实现确权用权、追踪记录和侵权监管。这不仅损害了数字内容产业链上的各方主体利益,平台无法控制数字内容的版权交易也将带来很大的交易治理风险,对数字内容平台的运营造成巨大的冲击。平台如何以合理的方式运营盈利以及数字内容侵权治理的挑战尚待解决。

作为一种新兴技术,区块链为解决互联网数字内容的版权保护及其分享与交易的难题提供了新的技术选项。区块链本质上是一个开放的分布式分类账(数据库),用于记录所有称之为区块的交易细节。交易信息按照区块链协议进行验证后,每笔记录或块便带有时间戳,并链接到前一个块,交易内容就编码在区块链上。区块链技术使用数字加密,时间签名,分

布式共识和经济激励等方法，使其具有去中心化、透明性、可追溯性以及难以篡改等特性，可实现不信任的实体方之间信任交易和信任合作。因此，区块链可以显著提高数字内容的版权所有权信息的可见性和可用性为数字内容分享平台提供技术支持，实现数字内容的加密分布式存储，追踪版权流转途径，降低版权管理成本，化解数字内容版权流转过程中存在的问题。正因如此，基于区块链的数字内容版权保护及分享与交易问题近年来引起了学界和业界的较多关注^[1]。然而，这一领域的总体进展如何，对此进行综合性的考察是有意义的。

因为围绕着基于区块链的数字内容版权保护、分享与交易等的一系列问题本质上都属于多方参与者对数字内容的共同治理的问题，因此本文把相关研究统称为基于区块链的数字内容治理。本文试图对“基于区块链的数字内容治理”这一领域的相关研究工作进行梳理，力图为该领域感兴趣的相关人士提供一定参考。在此基础上，对这一领域的未来发展开展一定的思考，以求抛砖引玉，进一步推进这一方向的研究。

1 基于区块链的数字内容认证与版权管理

在区块链发展的早期，区块链与比特币等数字代币是密不可分的。大约在2014-2015年前后，学术界开始探索区块链技术在更多领域的应用。也是在这一时期，通过区块链技术来支持数字内容的管理、分享和交易开始得到部分学者的关注。较为早期的研究工作多针对具

体类型的数字内容的具体问题点而开展。例如，一项有影响的早期工作是麻省理工学院 Pentland 团队所提出的基于区块链的去中心化个人数据管理系统，主要侧重于用户对私有数据的保护以及分享。这项工作是把区块链思想应用于非金融领域的较为早期的尝试，产生了较大的学术影响^[2]，特别是促进了很多学者探索数字货币之外的各类区块链应用，包括各类数字内容分享与交易的应用^[3-5]。Fujimura 等^[6]在比特币框架基础上所提出的内容版权管理系统的构想与原型是基于区块链的数字内容版权管理的另一项较为早期的工作，其应用领域集中于视频内容。但该工作总体上属于可行性验证和原型系统开发性质的工作，存在较大可以深化和细化的空间。

针对电子医疗记录（Electronic Medical Record, EMR），Azaria 等^[7]提出了一个基于区块链的数据访问控制系统 MedRec，在这一系统中，医疗工作的相关人员和机构（例如研究者、公共卫生管理部门等）以区块链矿工的身份参与，其挖矿的奖励是医疗数据的访问权。虽然这项工作是针对电子医疗数据的访问而开展的，但是对于其他类型的数字内容共享具有一定的参考价值。该工作引发了学界的较多关注，特别是在基于区块链的医疗信息共享问题上有不少后续研究^[8-10]。Xu 等^[11]的工作则主要是针对互联网媒体产品开发基于区块链的电子版权管理框架。

在前期工作的基础上，最近几年来人们对基于区块链的去中心化的数字内容认证与管理问题开展更为系统的研究。特别是，不少学者对基于区块链的数字版权管理（Digital Rights

Management) 系统进行了系统研究, 利用通过区块链克服传统的数字版权管理系统的问题。在线数字内容网络传播的便利性给数字内容的版权管理带来了一系列问题, 例如难以认证、难以溯源、难以追踪所使用或传播的内容是否侵权。正因如此, 学界的相关工作主要是围绕如何利用区块链相关技术实现数字内容版权的注册、数字内容本身的安全存储、认证与保护、内容的有效交易及交易许可信息的维护等开展。

1.1 数字内容版权注册与维护

数字内容版权注册与维护是其中首先需要解决的课题。不少学者对此开展了研究。

McConaghy & Holtzman^[12] 可能是最早对这一问题开展研究的专家。他们针对互联网上数字内容的创作者很难保障自身作品权益的问题, 提出应该在既有的互联网体系结构上加一个“所有权层”(Ownership Layer), 进而采用比特币区块链来记录数字内容的所有权, 用机器学习来识别可能的盗版。“所有权层”的思想在后续的期刊论文中进一步得以阐述^[13]。

Zeng 等^[14] 提出一个基于联盟区块链的数字图像版权注册解决方案。通过使用底层区块链技术协议将数字内容版权信息记录到区块链网络中, 数字版权被即时注册处理以及产生防篡改注册信息。联盟区块链网络上提供了用户账户注册合约功能和版权注册合约功能。这两个合约功能均在参与维护联盟区块链数据的所有节点中运行, 从而使用户有资格进行注册, 并且可以将数字图像版权信息写入区块链。在客户端上, 用户首先需要生成非对称密钥对和相应的证书信息, 以构造用于注册相应账户的

区块链交易数据。当账户注册被区块链接受时, 用户获得注册数字图像版权的资格, 选择数字图像文件并填写版权声明信息, 以构建由与他或她的账户相对应的私钥签名的区块链交易数据。与基于集中式授权的注册方案相比, 运行联盟区块链平台系统的节点由许多可以提供公证服务的不同组织组成, 版权注册公证的结构从单个中心更改为多个中心, 联盟区块链网络充当“黑匣子”, 以维护受信任的数字版权防止数字数据被篡改。该方案提供了一种比集中式注册机构更快, 更便宜的数字版权注册服务, 但在数字内容版权转让功能的设计上有所欠缺。

Zhang 与 Zhao^[15] 设计了一套基于区块链技术的数字版权管理机制, 该方案的核心是通过区块链同时维护数字内容本身以及相应的许可(License)信息, 并采用智能合约来执行版权交易与许可颁发。

赵国峰等^[16] 提出一个基于超级账本的数字版权登记模型, 通过 Simhash 查重算法进行作品侵权检测, 并结合智能合约技术实现了版权登记及数据访问控制, 确保个人数据的隐私性。

1.2 数字内容认证与保护

数字内容的认证(Authentication)是数字内容版权管理的核心, 且与内容的存放、保护等问题紧密关联。近年来人们对此开展了不少研究, 探讨如何利用区块链技术对数字内容本身加以去中心化的治理。

其中, 首先需要考虑的问题是数字内容在区块链系统中的存储问题。区块链是一种记录交易数据并在区块中维护历史的技术, 本身并不适合存储大规模数据(特别是视频之类流数

据)。解决大规模数据内容在区块链系统中的存放的主要手段是行星际文件系统，将大量数据存储在不同的节点上，并由需要可公开访问的数据库的区块链应用程序使用^[17]。当前，人们较多地讨论了把 IPFS 分布式文件系统技术、区块链以及版权管理系统三方面结合起来构筑基于区块链的数字内容系统的方案。例如，Meng 等^[18]设计了综合数字水印、区块链以及 IPFS (Inter Planetary File System) 的图像版权管理系统。在他们的系统中，区块链用于存放数字水印信息并提供对数字内容的认证功能(在多水印的情况下确认各个水印的创建次序)，IPFS 以去中心化的方式保存带水印的图像。

Nizamuddin 等^[19]提出了一个综合 IPFS 和以太坊智能合约的在线出版物认证方案。IPFS 用于以分散的方式存储数字内容(电子书或多媒体文件)，所有人都可以通过使用 IPFS 哈希公开和全局访问。以太坊区块链的智能合约使用此 IPFS 哈希来确保完整性，独创性和真实性。如果文档或电子书的内容保持不变，则哈希值保持不变。如果在发布阶段内容发生更改，则该书的 IPFS 哈希会更改，并且智能合约将无法访问该文件，因此证明文件内容已被修改。论文以电子图书为背景讨论该系统的运作机制，作者写书并创建合约，合约包含关于书的关键属性，书的原始哈希和作者详细信息。仅当作者的公证成功后，出版商才能在 IPFS 中上传内容，出版商将原始书上传到 IPFS，然后返回哈希值，要求原始作者批准。作者将存储的 IPFS 文件(具有给定的 IPFS 哈希)检查提交给出版商的原始内容，作者给出的结果是数字手稿未损坏，并证明了出版商的副本。智能合约为读

者提供了追溯功能，以验证书籍的原创性，读者可以访问有关书的原创性，真实性和完整性的公证历史。作者指出，虽然他们的系统方案是针对电子书出版而设计的，但可以较为方便地扩展到其他电子和多媒体内容。综合 IPFS 文件管理和区块链的数字版权保护系统技术方案还见于 Agyekum 等的工作^[20]。

Zelensky 等^[21]讨论了要求高处理速度的环境下利用区块链技术对视频内容进行认证的技术方案。所提出的 PROVER 算法可以确保从设备(智能手机等)的摄像头在特定的时间和地点创建此内容，通过移动摄像机输入 Swype 代码的过程，以确保没有伪造和编辑的迹象。为了提高准确性，可以使用来自不同移动传感器(如加速度计，陀螺仪，气压计和 GPS)的附加信息，来保证创建的视频文件的真实性。

Dwivedi 及 Garba 等^[22,23]强调应在规模可扩展的区块链系统中实现数字版权管理系统。在他们的方案采用覆盖网络(Overlay Network)实现区块链系统的可扩展性；在此基础上把版权管理系统内置于区块链系统中。数字水印如版权拥有者、位置、创建日期等信息嵌入原始数字内容中保护数字内容版权，为了增强水印图像的安全性，使用轻量级加密算法加密水印图像，支持数字内容分享过程中大吞吐量的快速传播。如果给定的用户请求数字内容，则所有者将根据该内容生成哈希和密钥。该密钥将用于访问云存储中的内容，还用于验证内容是否被篡改。尽管密钥由所有者保留，并且原始内容将存储在云存储中，但哈希将分布在区块链中。此外，当存在来自另一个用户的新请求时，内容所有者使用相同的过程，但是会

生成一个新密钥,每个用户的哈希值必须不同。基于区块链的 DRM 允许用户验证授权,并跟踪与系统上任何多媒体内容相关的版权转让,内容修改或其他付款交易历史记录,通过成员之间对版权转让和其他决定的投票达成共识。智能合约将使用保存的协议自动运行,并且不能由单个用户运行。

基于区块链即服务(Blockchain as a Service, BaaS)架构, Ma 等^[24]提出了一个基于区块链的高可信度安全 DRM 方案,综合考虑了数字产品与资产的注册、认证、加密、交易各环节。在提出的 DRM 平台中,设计并实现了区块链作为 DRM 业务模型的基础架构服务,并在区块链中提供了核心内容信息存储,以防止篡改或滥用版权保护版权,内容消费者可以使用基于区块链的数字货币用于内容消费支付,而且该平台可以帮助平台中的内容需求方和供应方交易,而区块链将所有交易数据记录为防篡改证据。系统综合身份注册、交互认证、内容指纹、加密存储等环节提供对数字内容的多重保护,并基于 ERC20 开发了用于 DRM 支付的加密货币数字权利硬币(DRC)转移到有效地址或特定用户。

翟社平等^[25]从我国版权管理的实际情况出发,提出了一个基于联盟式区块链的数字版权存证系统模型。构建的模型由数字内容创作者构成的签名环,出版发行商、行政与司法部门构成的联盟链组成。对环签名技术进行改进,将单一 PKG 扩展为由多个 PKG 组成的可信中心(Trusted Authority, TA),签名的生成由用户选择的多个 PKG 配合完成,在有效保护用户身份隐私的前提下进一步提升系统可用性,并

利用改进的环签名技术保护创作者身份隐私,对 PBFT 算法进行改进,提升系统效率和可靠性。

1.3 数字内容质量管理

数字内容的质量管理也是值得加以探究的重要方面。特别是互联网数字内容中虚假信息、不良内容的泛滥给互联网媒体治理带来了巨大的挑战。区块链技术对于数字内容的溯源与确证具有天然优势,有望互联网媒体的不良内容治理提供有力的技术支持^[26]。正因如此,如何利用区块链技术提升网络数字内容的质量管理,这一问题近年来受到了学界的较大关注,人们围绕基于区块链的数字内容溯源与追踪^[27-29]、假消息检测等开展了不少研究^[30-32]。

其中, Chen 等^[33]所提出一种基于激励意识的虚假媒体内容解决方案值得单独加以说明。该方案使用区块链实现新闻组织的注册和监控,以激励新闻组织发布真实的新闻,并对发布和传播虚假新闻的组织进行惩罚。在该方案中,新闻机构通过提交申请在区块链上注册,注册时须提交某些数据/文件以将其验证为新闻组织,此类文件将包括例如允许其作为报纸,电视频道或广播频道运行的许可证。验证该信息后,新闻机构将在区块链中注册,并随着新闻机构成为身份验证节点而启动智能合约。进而,作者设计了定制权威证明协议(customized Proof-of-Authority, PoA),该协议包括一个用于计算虚假媒体事物的可信度得分的共识算法。成为身份验证节点后,新闻机构可以选择请求新闻发布;并根据它们计算出的可信度评分,其中一些节点可能成为验证者,并负责手头进行交易验证。当虚假媒体事物提交审核时,交

易进入验证过程，验证者将其确定为“真实”或“虚假”。系统通过对用户身份信誉值评分来控制新闻机构发布虚假新闻，该方案设计了一种动态加权排名系统，以生成可信度评分，提交准确且真实的节点其评估分数增加，提交虚假内容被视为一种恶意行为。如果达到假冒质量（QoF）阈值，交易的哈希值将被提交到区块链，从而通过这一基于区块链的身份识别机制实现对新闻质量的控制。

除了保证数字内容的质量之外，数字内容在传播与分享的过程中，大多数平台依靠广告商的广告投入盈利，其用点击率来赚取广告收入，广告质量也需探讨。如部分平台尝试使用欺诈如标题与内容不符等手段以提高点击率，从而影响用户的观看体验与参与热情。Ding 等^[34]研究的基于区块链的数字广告媒体推广系统设计了一套更有效地促进广告发布者发布公告和用户观看广告的工作模式，旨在提高区块链系统中广告的质量和有效性。所提出的系统由六个模块组成，即身份和广告币账户管理模块（IAAM），广告投放模块（AD-DM），广告推荐模块（AD-RM），广告评估模块（AD-EM），广告预测模块（AD-PM），用户反馈模块（UFM）。在这一系统中，广告商支付“广告币”，通过广告投放模块将与相关的信息放入 AD 链（AD 的类型可以是图片，动画，视频，音频等）中。然后，AD 链主要调用广告评估模块（AD-EM）评估广告质量得分和排名，如评估用户的观看行为，用户的 AD 硬币数量和发布者的规模则会影响到其评分权重。因此，为了防止资本雄厚的广告商可垄断广告市场，同时识别低质量的广告并减少其的发布时间，广告推荐模块

（AD-RM）则设计响应机制来解决广告商机会不平等的现状，由用户和 AD-EM 决定高质量的 AD 将在 AD 发布者的平台上发布，低质量的 AD 将减少，这将促进区块链系统中广告市场的良性循环。使用广告硬币（AD 硬币）来实现奖励机制，广告发布者使用广告推荐模块获取与广告相关的信息，并通过其平台（例如直播，网站，电影等）将发布的广告交付给用户。如果一个广告出版商的广告被用户观看，发布者可以得到广告商支付的广告币的一部分。用户观看广告后可以从广告商那里获得一些广告币，其余的则支付给广告发布者。用户拥有足够的广告币后，便可以将奖励兑换给广告商。新用户可以通过在广告发布者平台上不断观看广告来获得更多广告硬币，而广告发布者还可以从广告商那里获得奖励。

2 基于区块链的数字内容交易机制

前面重点简述了基于区块链的数字内容认证与版权管理相关研究，本节对围绕基于区块链的数字内容交易而开展的相关研究进行进一步探讨。这里需要指出的是，数字内容的认证与版权管理同数字内容交易常常是紧密关联的，前面所讨论的部分文献也涉及数字内容交易，而本节将要讨论到的文献则往往同时包含版权管理机制和交易机制。

从比特币开始，区块链是围绕着交易来设计的，而基于区块链的数字内容交易机制研究的核心是如何把交易系统和版权管理结构更好地集成，保证交易的可靠性以及维护交易双方的合法权限，同时解决系统可扩展性等问题。

与前述 Fujimura 等^[6]的区块链版权管理系统相配套, 该研究团队同期提出的数字内容交易框架是所能检索到的一个较早的基于区块链的数字内容交易系统^[35]。该工作对基于区块链的可靠的数字内容交易进行了有益探索, 但总体而言该工作主要还是原型试验性质的。

最近几年来, 人们对基于区块链的数字内容交易机制进行了更多的讨论。例如 Bhowmik & Feng^[36] 提出一个基于水印的多媒体区块链交易, 力图解决多媒体信息内容交易中的可信性、可追溯性问题。该方案的重点是利用水印技术保证分布式图像媒体的安全性和完整性, 包括三个部分: 基于压缩感知 (CS) 的自嵌入水印、区块链分布式分类账和身份验证。水印信息包含两条信息: 包含交易历史的加密哈希 (区块链交易日志), 以及保留可检索的原始媒体内容的图像哈希。提取水印后, 水印的第一部分将传递到分布式分类账以检索历史交易记录, 而后半部分将用于标识已编辑 / 篡改的区域。相应地, 所提出的算法使用原始图像的伪随机投影 (降采样版本) 作为水印, 并使用基于小波的技术将其稳固地嵌入到主机中。一旦提取出宿主图像, 则使用压缩感知基础图像重建算法来恢复宿主图像。区块链交易 ID 用于检索查询图像 / 媒体的历史记录, 包括所有权信息、发送者和接收者的地址, 交易时间、交易的区块地址、价格等。CS 样本用于重建原始图像的下采样版本, 以识别可能恢复原始图像区域的任何篡改或编辑区域。如果区块链验证或篡改检测身份验证失败, 则查询图像 / 媒体不真实, 并且不准备进行进一步的分发 / 交易。

Hasan & Salah^[37] 提出的基于区块链的分

散式数字资产交付证明 (Proof of Delivery, PoD) 方案是一个很有特点的方案, 值得专门加以介绍。PoD 利用以太坊智能合约控制数字商品的销售、下载、付款结算以及交易发生争议时的退款过程自动实现, 可为所有类型数字内容在交付阶段提供完整的不依赖于第三方平台的解决方案。在该方案中, 数字内容存放于 IPFS 文件系统, 客户使用智能合约中 IPFS 哈希查看条款和条件, 通过存入抵押品和商品价格来请求获取数字内容。随后文件服务器将存入相同的抵押品, 智能合约生成唯一的客户令牌, 在服务器向客户提供授权后, 客户可以将令牌以安全地下载数字内容。客户从服务器下载数字内容后, 文件服务器将执行合约中的功能, 以通知所有人客户已下载了内容, 仅当客户同意并感到满意时, 才导致付款结算。因此, 客户必须以确认其满意的答复来回复。如果客户满意, 则结算付款并成功完成交易。文件服务器和客户都将取回其存放的抵押品; 同时, 所有者和文件服务器将获得他们的付款份额。当出现未成功下载和出现争议, 仲裁员将尝试使用相同的客户令牌从文件服务器下载相同的数字内容, 如果仲裁员能够下载内容, 那么客户的索赔就是假的, 按成功交易的方式进行支付。如果仲裁员也遇到问题并且无法下载内容, 则将退还客户并退还所有抵押品。

李悦等^[38] 提出的数字版权唯一标识符 (DCI) 管控模型是另一项数字内容版权管理与交易的综合解决方案。该模型构建了基于区块链去中心化理念的端到端体系架构, 通过创建交易、构造区块、区块的合法性验证与链接构建了数字作品区块链的交易信息存储机制。在此

基础上提出基于智能合约的数字化发行和流通协议，设计了版权登记、查询、转让三类合约，通过自动执行预设指令的方式产生交易，保证模型透明高效与自动化运作。

基于区块链的交易系统需要解决的另一个重要问题是规模可扩展性问题。前面关于版权管理机制中提及的 Zhang & Zhao^[39] 的工作中提出的双重区块链架构有助于提升数字内容交易的事务处理效率。在他们的方案中，整个系统包含双重区块链——数字版权注册和管理区块链（RMC）和数字版权转让和订阅区块链（TSC）。其中 RMC 仅存储和查询账户信息、数字版权信息和交易后信息，但不执行交易；TSC 仅存储对交易有用的信息例如数字版权转让和订阅的信息，以及执行相关交易。除了提升交易效率，这一设计还有助于保护数字版权系统中的敏感信息，另一方面保证了公众监督交易的权利。Heo 等^[40] 所设计的机制也有类似考虑——交易系统应考虑对个人信息保护以及交易效率的提升。他们认为，当将区块链集成到数字内容交易环境中时，由于区块链的容量有限，很难将内容上传到区块链网络。此外，由于区块链的完整性和透明性是个人信息方面的薄弱环节，因此不适合将个人信息暴露于交易系统。对此，他们提出在交易系统中加入私有区块链 SBBC（Secret Block based BlockChain）来存放个人信息，同时结合环境中的拜占庭容错共识算法 WBFT（Weight of authentication Byzantine Fault Tolerance）建立安全可靠的数字内容交易环境。另一个利用区块链技术的数字内容管理系统是 Guo 等^[41] 提出的多媒体在线教育资源版权管理系统。他们的系

统利用私有区块链进行创建和上传多媒体资源，公共区块链进行数字证书的发行和存储，公共区块链和私有区块链互补组合来共享和管理在线教育平台的多媒体资源，以增强多媒体教育资源的版权保护、促进教育资源开放。

Chi 等^[42] 针对电子书提出了一个完整的基于区块链的交易系统。其核心理念是：作者通过区块链交易平台自出版作品并直接出售给读者，不用依赖中间出版商，从而降低交易成本。为实现这一功能，作者提出了一个完整的安全交易系统方案，完成以下需求：（1）确认每本电子书的所有权，（2）确保电子书内容，（3）颁授读者权，（4）认证合法购书人，（5）检验书籍正确性和完整性（确保读者所购买的电子书的内容），（6）安全支付，（7）防止书籍的非法传播。

周如月与钱良^[43] 提出基于区块链信用体系的分布式数字版权管理模型。涉及的实体有内容数字版权的所有者（content owner）；权利发布方（RI）和权利购买方（RC）。所有的实体都以点对点的组网方式进行连接，且节点内嵌智能合约及分布式账本。根据智能合约的预设条件和规则，一笔版权交易的费用可以包含多个转账对象、版权拥有者和权利发布方等。为权利发布方支付一部分的费用可以激励用户贡献自己的带宽资源和内容资源。这样的架构在帮助数字版权管理盈利的同时节省了中心服务器带宽资源的支出，减轻了中心服务器的压力，提高了服务质量。

基于区块链的数字内容交易机制与系统研究还有李莉等^[44] 所提出的基于 Fabric 平台的数字版权交易系统、李超等^[45] 所提出的数字版权

保护与交易系统、以及姚瑞卿和袁小群^[46]提出的基于三重区块链的数字出版知识产权管理结构，等等。这些工作都针对数字内容的版权管理以及可靠交易进行了有益的探索。

3 基于区块链的数字内容监管与问责机制

围绕着互联网中数字内容及其分享与交易，背后涉及相关人员的隐私保护、侵权行为识别、以及内容的合法性监测等问题。正因如此，在设计基于区块链的数字内容分享与交易系统时，还要考虑其监管（Regulation）与可问责性（Accountability）。这是基于区块链的数字内容治理的不可或缺的方面，但也是迄今相关研究较为不足的方面。

He 等^[47]所提出的针对大数据交易的可问责的区块链平台是一项关联度较大的工作。他们的核心思路是提出一个数据集的相似性比较方法来检测在预备在平台上出售的数据集与之前数据集的相似性；同时通过跟踪所记录的用户交易行为来识别客户的不当行为。

在刘宗媛和刘曦子^[48]设计的区块链数字版权解决方案中，他们提出引入司法区块链来解决侵权问题，通过区块链更好地支持版权确权与侵权存证，从而推动更好的维权。具体而言，通过大数据、数据爬虫、采集卡等技术实时监测全网侵权行为，将监测到的内容与作品进行特征分析和对比，若相似度达到阈值，则对侵权作品或行为进行取证操作，并将证据存储数字版权区块链系统。通过监测平台发现侵权线索，并将侵权线索在版权区块链上存证，进一

步通过跨链操作将上述侵权线索 Hash 值在司法区块链上存证。

彭如月等^[49]提出基于区块链的双链结构模型，将数字内容元数据和交易数据分别存储在内容链（Content Blockchain, CBC）和监管链（Regulatory Blockchain, RBC）中。区块链中所有交易都会被记录在监管链中，若用户上传不良文件，监管机构可以通过 RBC 追溯该文件关联的所有信息，并做出相应措施，禁止该文件的继续传播，为数字内容服务的安全监管提供技术支持。同时，提出基于区块链的安全访问控制机制。用户可以根据自身情况设定相应的访问控制策略，从而防止数字内容被越权访问。

另一项近期工作是 Xu 等^[50]针对信息泄露问题所设计的基于区块链的问责机制。该机制基于水印来跟踪信息泄露者防止信息泄露，服务提供商发布的内容将转换为功能域，并通过加密查找表（LUT）进行加密。当客户端使用解密 LUT 解密时，水印将嵌入到相应的内容中。当服务提供商发现内容已被非法泄露时，他可以从内容中提取带有客户身份信息的水印，当获得必要的证据时，服务提供商将通过部署在区块链上的智能合约启动仲裁阶段，该智能合约将从被起诉的用户和服务提供商处寻求证据并做出相应的判断进行仲裁，而无需涉及第三方。

总体而言，数字内容的分享与交易背后的监管与问责问题需要深入研究。建立可靠的监管与问责机制对于基于区块链的数字内容分享与交易系统的真正落地具有重要意义，这一研究方向上的更多进展值得期待。

4 基于区块链的数字内容分享平台简述

前面分别从认证与版权管理机制、交易机制、以及监管与追责机制等方面对区块链技术条件下的数字内容治理的相关研究进行了一定考察。前面所讨论的研究工作，一部分是针对所讨论的机制的专门研究，也有部分研究是着眼于完整的基于区块链的数字内容分享与交易系统及运营机制的构建而开展的。在具体机制研究的基础上，更多的面向具体领域的系统被学界所研究，针对区块链数字内容分享与交易系统的部分学术探索如：Panescu 和 Manta^[51]探讨了基于区块链的科研数据版权保护与数据共享系统；张岩和梁耀丹^[52]研究了基于区块链的数字出版平台；高利等^[53]研究了基于区块链的数字化古籍管理系统。这些都是学界对把区块链技术应用用于各类数字内容分享与交易情景的有益探索。

与学界的探索同步，企业界近年来也发布了不少基于区块链的数字内容分享与交易在线平台，特别是集中于艺术作品、社交媒体等领域。因此，对两个领域中具有一定知名度的区块链平台加以简要说明。

4.1 艺术作品平台

基于区块链艺术作品平台目前在音乐行业经营得较为成功。音乐行业涉及多个实体，如创作者、发行人、唱片公司、零售商和数字媒体服务提供商，音乐的消费和创作变化迅速，因此，区块链技术有望帮助音乐数字内容分享平台进行数字版权管理，主要解决音乐版权利

益分配和音乐家的公平补偿有关的问题。当前以下一些平台获得了一定的关注：

Musicoin 专注于音乐产业，并鼓励独立艺术家在自己的基于区块链的平台上注册和发布他们的作品，它使用标准的按次付费智能合约，在每次播放歌曲时根据预设费用奖励音乐家。该平台网址为：<https://musicoin.org/>。

OPUS 是一个分布式音乐共享平台，意图给予音乐人 100% 收益。它利用区块链上的智能合约收集播放歌曲的统计数据，并使用 IPFS 文件系统——分布式文件存储对等网络作为存储层以储存音乐，推出数字代币（OPT）用于音乐人和粉丝的收入与付费管理，保证音乐人实现公平的报酬。该平台网址为：<https://opus.audio/>。

UJO Music 同样使用智能合约分配款项帮助音乐人追踪版权得到公平补偿，UJO 对于音乐爱好者是免费的，用户可以购买赞助勋章来支持艺术家，音乐人可以收到 100% 的赞助费和小费，还可以自动与每个项目的合作者分享所获收入。但是该平台面临最大问题是没有防止非法复制音乐的保护措施。该平台网址为：<https://www.ujomusic.com/>。

PeerTracks 引入“音乐家代币”概念，这是一种有限的可交易的加密货币，音乐家可以将其分发给粉丝，越受粉丝喜欢其需求越高价值就会越高，音乐人可以掌控更多与自己歌曲相关的数据与粉丝进行互动。版权费用结算使用智能合约，音乐人可以获得 95% 的销售收入。该平台网址为：<https://peertrackslive.com/>。

Resonate Music 系统强调“社区拥有的音乐网络”（community-owned music network），

音乐人可以上传和发布任何音乐，版权也可以独立管理，用户需要支付大约 5 欧元获得会员资格。它允许所有相关人员成为合伙人，每个人都可以分享决策和利润。允许创作者设置发布艺术品的条件，使艺术家能够按剧本获得报酬，而粉丝又可以拥有音乐。该平台网址为：<https://resonate.is/>。

除此之外，数字视觉艺术品行业是区块链技术初创企业重点关注的领域之一。自 2014 年前后以来，相继有一些有一定影响的数字视觉艺术品区块链平台投入使用，主要着力作品的可信交易，实现作品的追踪溯源，部分平台采用人工智能算法识别侵权作品。但这些企业在实际运行中往往遭遇了一些技术上和经营上的困难。较为知名的平台如 Ascribe 和 Monegraph 等相继停止运营。基于区块链的数字艺术作品认证与交易平台的未来发展值得进一步加以观察。

4.2 社交媒体平台

社交媒体平台更倾向于将与数字内容相关的数据价值进行货币化，数字内容的价值不是从数字商品交易中获得，而是从区块链数据中累积的额外数据货币化中获得，例如粉丝与数字媒体内容的互动、使用和流转行为等。在此对部分区块链社交媒体平台加以简单说明。

SteemIt (<https://steem.com/>) 是一个基于区块链技术的社交媒体平台，在平台发高质量文章，适当投票点赞，就可以获得系统自动产生和分配的奖励，阅读点赞量越多将会有更多 Steem 加密货币收益。SteemIt 平台创造对网络成员有用的价值，通过作者与其关注者之间关

系货币化来刺激新内容的创作，吸引用户加入社交网络。贡献内容的每个创作者都有相同的机会从奖励池中获得收益，通过发布的内容从社区成员获得投票，收到的投票将使创作者有资格获得“奖励池”的一部分。策展人通过宣传高质量的内容来帮助社区活跃，例如在创作者的帖子变得流行之前对其进行了评论，则可以获得策划奖赏，奖励取决于该贡献随时间获得的金额，以加密货币的形式向用户奖励。

Sapien (<https://www.sapien.network/>) 是一个社交新闻平台，主要目的是为用户提供对数据的更多控制权来打击假新闻，SPN 加密货币将激励优质内容，促进质量贡献并相应奖励用户。其价值证明协议是通过区分和奖励有价值的内容，来评估用户的信誉得分，声誉将减轻欺诈行为并减少假新闻的传播。

Mediachain (<http://www.mediachain.io/>) 是一个点对点的去中心化数据库，用于在应用程序和组织之间共享信息，允许多个参与者以完全分散的方式在数据网络上进行协作。Mediachain 中的所有数据都与作者的身份保持联系，从而为归因，分析和价值提供了直接流通的渠道，帮助创建数字媒体的人将自己的身份与其作品关联起来的特殊机制进行版权保护。

正如 Shrestha 等^[54]调查当前主流的区块链在线媒体管理平台所指出的，绝大多数基于区块链的媒体平台都采用以太坊区块链作为底层技术支持，且大多具有以下特征：（1）货币化功能使创作者可以直接从其数字资产中获取收益；（2）激励功能由代币奖励用户的互动并有助于吸引新用户发展社群；（3）智能合约则实现特许权使用费，数字内容版权和资源的

自动化分配。

4.3 国内一站式服务平台

基于区块链技术进行数字内容管理的一站式服务平台，主要是整合数字内容各个流转环节于一体向用户提供版权存证、登记、监测、取证、公证、维权等服务。而一站式的服务平台的盈利主要是服务收费以及会员收费。以下将对中国发展较好的区块链数字内容管理一站式平台进行介绍：

版权家（<https://www.bqj.cn/>）平台借助区块链、人工智能、大数据技术进行数据处理，主要是对数字内容提供版权存证、取证、侵权监测、法律维权服务。版权存证服务是为获得司法认可的版权凭证，版权家为用户自行上传的作品进行版权存证，版权存证后数字内容信息会上传至区块链，同时数据提交至互联网法院，但是版权家在这过程中不对上传内容的真实性作验证，这样就无法确保数字内容在源头上真实可靠。版权登记服务是平台作为中介向版权局申请版权登记证书。版权监测服务是利用版权家自主研发的图像算法、分析式 SOC 数据库、基于深度学习智能监测，但目前只能提供图片、音乐、文字监测服务。版权取证服务则是网页取证、录屏取证等多种取证方式并行，实时监测取证。版权维权时平台可提供司法可信的区块链取证并提供法律服务。在版权交易阶段，版权家目前只进行短视频、稿件与剧本交易，其中短视频交易在此平台中进行，稿件与剧本将连接到其他区块链分享平台。与版权家进行合作的伙伴有中国版权保护中心，北京互联网法院、阿里巴巴等平台。

稿稿（<http://gg.bqj.cn/>）新媒体原创稿件交易平台利用区块链技术将平台与“合伙人”联盟起来共享收益，主要是整合对数字内容购买者和创作者的供需求，平台编辑整合创作者的数字内容资源，为下游需求方提供内容定制生产服务，值得注意的是此平台为平台用户提供优质广告匹配等个性化专属服务，但版权的存证确权、监测维权服务将连接到其他平台进行。平台上的数字内容需求方如企业或机构以约稿的形式向平台发布公告，创作者接受征稿令/约稿令的邀请进行原创创作，一经选用获得稿酬。“稿稿平台”具有编辑角色，其作用是整合上游资源，响应下游需求，承担征稿令审核、稿件审核、稿件定价等一系列工作，通过交易提成获得收益。除此之外平台设置的“合伙人”旨通过共享收益的方式整合社会化运营能力，目前还在尝试阶段。

剧派网（<http://www.jp666.com/#/read-more>），是中国首家运用区块链技术进行共同创作电影 IP 的互联网平台，保持着开放和创新的态度，致力于帮助作家创作出优秀的文学作品。影视公司、制片人、用户均可以邮件形式向平台发送具体需求，网站确认邮件题材发起项目，任何人可以参与创作，如编剧、作家、演员、文学爱好者共同创作出来文学作品。对于同一主题的不同文章将采用投票方式决定哪一篇文章获胜，无论这些创作者的文章是否获胜，他们都将得到同样的稿酬。所不同的是，获胜创作者将成为播主，直接获得下一轮的约稿资格。同时优质评论福利也可获得现金奖励或者约稿作者。

目前国内基于区块链技术的数字内容分享

平台主要提供版权的保护及侵权维权等服务功能,但部分优质区块链平台只是创作者在进行版权管理中的一个环节,如果能进一步整合各方数字内容资源,可以为原创者提供版权管理的一站式服务来刺激优质数字内容的产生,也能为数字内容分享过程中企业或者行业的联盟创造条件。

5 几点思考

本文对基于区块链的数字内容治理的相关研究进行了简述。可以看到,过去几年来学界和企业界对这一领域开展了卓有成效的探索。但另一方面,这一领域当前总体而言尚处于其发展的初期,在进一步推进相关的具体技术与运作问题研究的同时,有必要探讨当前值得特别关注的整体问题。

首先值得加以思考的问题是区块链对于在线数字内容治理的根本意义。在过去的几十年来,互联网、尤其是万维网给人类社会中信息传播的模式带来了革命性的变化,互联网日益成为最重要的信息传播媒介。但另一方面,互联网也带来了数字内容治理的巨大挑战。在互联网环境下、尤其是在社交媒体环境下,所有人都可以生成内容,内容很容易被复制、传播,整个互联网环境中数字内容的总量极其庞大且模式多样。这带来了数字内容所有权、使用权难以确定,数字内容质量难以保证,不良信息易于传播且难以监管等众多问题。从这一视角看,区块链对于互联网数字内容治理的根本意义在于它在互联网中加入一个“所有权层”^[55],进而把互联网从信息互联网改造为“价值互联

网”(Internet of Value)^[56]。在理想的状况下,在区块链技术的支持下,互联网环境下的数字内容应能精确确权、精准溯源,从而实现合法分享和可信交易,实现有效监管;另一方面,应提供对数字内容相关参与方的有效的隐私保护。

因此,应从战略上重视区块链技术对互联网的提升和改造,以及基于区块链的互联网数字内容治理,把相应的基于区块链的确权、认证、溯源、交易、监管相关技术逐步纳入新一代互联网的技术体系结构。相对而言,当前对区块链关注较多地集中于区块链在金融、电力、健康医疗等领域的应用,而对区块链作为信息技术基础设施的重要组成部分的关注反而有所不足。基于区块链的互联网数字内容治理问题涉及到区块链技术发展和应用的十分核心的方面,值得加以重点关注。

第二,针对具体的基于区块链的数字内容版权管理、分享与交易的问题情景,本文重点从技术和系统的视角对过去几年来的相关工作进行了回顾和整理。此外,还有一些研究针对区块链对数字内容相关产业(例如媒体产业、出版业)的影响进行了更为宏观的思考^[57-59]。然而,在技术方案和宏观影响之间的基于区块链的数字内容治理的业务模式的研究相对较为薄弱。值得针对不同的情景加以深入探究。其中一方面的问题是相关信息治理的逻辑,系统中哪些人员(角色)有权获取哪些信息,从而在系统的整体设计上是将所有的信息都放在同一区块链中,还是不同类型的信息放在不同的区块链中(例如版权注册链、交易链、监管链等多链结构)。另一方面的问题是系统的商业运营模式问题。针对不同类型的系统应建立不同

的商业运营模式。在区块链发展的早期，系统的运营过度依赖数字代币加“挖矿”这一运作机制，这一机制缺少现实业务系统发展的内生动力，且基于工作量证明的“挖矿”机制在过度消耗计算资源的同时带来系统规模可扩展性的问题。在现实运行的基于区块链的数字内容分享与交易系统中，如何建立有效的业务运作机制，特别是能有效促进参与各方——数字内容创造者、平台服务提供者、数字内容消费者等——持续参与，并促进社区持续发展的机制，这是后续需要进一步加以深入探究的研究方向。在理论研究上，这有赖于对相关各方的根本利益和意愿进行分析，并对多方交互博弈行为进行深入的研究。以前面所简述的应用系统实例为例，对音乐共享有效的业务模式对视觉艺术作品交易可能就未必有效。这一业务模式问题、业务模式和运营机制同相应的技术架构的结合问题具有很大的进一步加以扩展研究的空间。

第三，应注重深化对基于区块链的数字内容监管与可追责性的研究。基于区块链的系统可追责性问题是当前区块链相关研究的焦点方向之一^[60]，而对于基于区块链的数字内容治理而言，这一监管与可追责性问题则更是研究相对较为薄弱的环节。正如前面所述，互联网（特别是万维网和社交媒体）给数字内容的传播带来了革命性的影响，但另一方面也带来非法内容（例如假新闻和黄赌毒内容）监管、个人隐私保护、侵权识别等一系列困难问题。在数字内容治理上引入区块链的根本目标在于解决这些问题。从本文前面的简述可以看到，人们近年来所提的多种技术方案对于提升区块链系统内部的数字内容的质量、可信性以及防止侵权

等方面有望起到较好作用。然而，存在两个需要进一步解决的问题。其一是区块链数字内容系统内部如何实现相关人员的隐私及数字内容分享和交易的私密性以及确保相关数字内容的质量和合法性二者之间的合理平衡。这就需要引入显式的监管机制。其二是如何抑制区块链数字内容系统之外侵权的问题。当前所研究的基于区块链的数字内容分享与交易系统通常设计了较为严密的防止本系统内侵权盗版行为的机制，然而并不能完全抑制侵权，特别是难以控制用户把在区块链系统内合法获取的内容在区块链外复制盗版的行为。对此，需要进一步综合数字水印、基于机器学习的相似内容识别等技术研究数字内容监管方案。

第四，还应关注数字内容共同创作的问题情景。之前的研究着重于区块链对于在线数字内容版权登记以及内容的分享与交易等情景。在现实中，数字内容许可的获取者不全是单纯的内容消费者，而常常在获取的内容的基础上进行再加工从而创造新内容。同时，在很多协同知识工作的情景下（例如多人合作完成众包设计课题），需要在进行良好协作的同时实现参与个体的个人所创作的的确权以避免可能的纠纷。区块链技术亦有望对这样的数字内容再创作以及协同知识工作情景提供较好支持。如何利用区块链更好地支持数字内容的共同创造，这亦将是基于区块链的数字内容治理的一个值得进一步探讨的方向。

总之，区块链技术有望对互联网环境下的数字内容治理产生革命性的影响。同时，在业务模式上，区块链的引入有望使在线数字内容的生产和消费呈现去中心化和去中间商的趋势。

本文前面对基于区块链的在线数字内容治理的相关技术方案进行了一定整理和考察。可以看到,在版权管理、数字内容分享与交易、监管与可追责性等各方面,人们进行了不少有益的研究工作,现实中也已出现了多个运营良好的平台。这些都展示了这一领域的良好发展。笔者认为,后续的核心研究方向一方面在于在技术方案上的综合提升;另一方面应把基于区块链的数字内容治理系统作为多方参与的复杂商务生态系统加以研究。两方面研究应更好地加以结合,以推动这类系统的提升与完善。

参 考 文 献

- [1] Savelyev A. Copyright in the Blockchain Era: Promises and Challenges[J]. Computer law & security review, 2018, 34(3):550-561.
- [2] Zyskind G, Zekrifa D M S, Alex P, et al. Decentralizing Privacy: Using Blockchain to Protect Personal Data[C]. IEEE Security & Privacy Workshops. IEEE, 2015:180-184.
- [3] Casino F, Dasaklis T K, Patsakis C. A systematic literature review of blockchain-based applications: current status, classification and open issues[J]. Telematics and informatics, 2019(36):55-81.
- [4] Joshi A P, Han M, Wang Y. A survey on security and privacy issues of blockchain technology[J]. Mathematical foundations of computing, 2018, 1(2):121.
- [5] Karafiloski E, Mishev A. Blockchain solutions for big data challenges: A literature review[C]. IEEE EUROCON 2017-17th International Conference on Smart Technologies. IEEE, 2017:763-768.
- [6] Fujimura S, Watanabe H, Nakadaira A, et al. BRIGHT: A concept for a decentralized rights management system based on blockchain[C]. 2015 IEEE 5th International Conference on Consumer Electronics-Berlin (ICCE-Berlin). IEEE, 2015:345-346.
- [7] Azaria A, Ekblaw A, Vieira T, et al. Medrec: Using blockchain for medical data access and permission management[C]. 2016 2nd International Conference on Open and Big Data (OBD). IEEE, 2016:25-30.
- [8] Kuo T T, Kim H E, Ohno-machado L. Blockchain distributed ledger technologies for biomedical and health care applications[J]. Journal of the American Medical Informatics Association, 2017, 24(6):1211-1220.
- [9] Gordon W J, Catalini C. Blockchain technology for healthcare: facilitating the transition to patient-driven interoperability[J]. Computational and Structural Biotechnology Journal, 2018(16):224-230.
- [10] Chen Y, Ding S, XU Z, et al. Blockchain-based medical records secure storage and medical service framework[J]. Journal of Medical Systems, 2019, 43(1):1-9.
- [11] Xu R, Zhang L, Zhao H, et al. Design of network media's digital rights management scheme based on blockchain technology[C]. 2017 IEEE 13th international symposium on autonomous decentralized system (ISADS). IEEE, 2017:128-133.
- [12] Mcconaghy T, Holtzman D. Towards an ownership layer for the internet[R]. Ascribe GmbH whitepaper, 2015.
- [13] Mcconaghy M, McMullen G, PARRY G, et al. Visibility and digital art: Blockchain as an ownership layer on the Internet[J]. Strategic Change, 2017, 26(5):461-470.
- [14] Zeng J, Zuo C, Zhang F, et al. A solution to digital image copyright registration based on consortium blockchain[C]. Chinese Conference on Image and Graphics Technologies. Springer, Singapore, 2018:228-237.
- [15] Zhang Z, Zhao L. A design of digital rights management mechanism based on blockchain technology[C]. International Conference on Blockchain. Springer, Cham, 2018:32-46.
- [16] 赵国锋, 何英, 周继华. 基于区块链的数字版权登记技术[J]. 信息技术与网络安全, 2019, 38(4):79-83.

- [17] Benet J. Ipfs-content addressed, versioned, p2p file system [EB/OL]. arXiv preprint arXiv:1407.3561, 2014.
- [18] Meng Z, Morizumi T, Miyata S, et al. Design scheme of copyright management system based on digital watermarking and blockchain[C]. 2018 IEEE 42nd Annual Computer Software and Applications Conference (COMPSAC). IEEE, 2018(2):359-364.
- [19] Nizamuddin N, Hasan H R, Salah K. IPFS-blockchain-based authenticity of online publications[C]. International Conference on Blockchain. Springer, Cham, 2018:199-212.
- [20] Agyekum k O B O, Xia Q, Liu Y, et al. Digital Media Copyright and Content Protection Using IPFS and Blockchain[C]. International Conference on Image and Graphics. Springer, Cham, 2019:266-277.
- [21] Zelensky A, Voronin V, Semenishchev E, et al. Video content verification using blockchain technology[C]. 2018 IEEE International Conference on Smart Cloud (SmartCloud). IEEE, 2018:208-212.
- [22] Dwivedi A D. A Scalable Blockchain Based Digital Rights Management System[EB/OL]. IACR Cryptol. ePrint Arch., 2019, 2019:1217. <https://doi.org/10.1007/s12083-020-01023-z>
- [23] Garba A, Dwivedi A D, Kamal M, et al. A digital rights management system based on a scalable blockchain[J]. Peer-to-Peer Networking and Applications, 2020:1-16.
- [24] Ma Z, Huang w, Gao H. Secure DRM scheme based on blockchain with high credibility[J]. Chinese Journal of Electronics, 2018, 27(5):1025-1036.
- [25] 翟社平, 陈思吉, 汪一景. 基于区块链的数字版权存证系统模型研究 [J]. 计算机工程与应用, 2020, 56(19):13-21.
- [26] 窦云莲, 张鹏. 基于区块链技术的网络谣言自消解研究 [J]. 新媒体研究, 2020, 6(16):20-22.
- [27] Fraga-lamas P, Fernández-caramés T M. Fake news, disinformation, and deepfakes:Leveraging distributed ledger technologies and blockchain to combat digital deception and counterfeit reality[J]. IT Professional, 2020, 22(2):53-59.
- [28] Shang W, Liu M, Lin W, et al. Tracing the source of news based on blockchain[C]. 2018 IEEE/ACIS 17th International Conference on Computer and Information Science (ICIS). IEEE, 2018:377-381.
- [29] Huckle S, White M. Fake news:A technological approach to proving the origins of content, using blockchains[J]. Big data, 2017, 5(4):356-371.
- [30] Agrawal P, Anjana P S, Peri S. DeHiDe:Deep Learning-based Hybrid Model to Detect Fake News using Blockchain[C]. International Conference on Distributed Computing and Networking 2021. 2021:245-246.
- [31] Balouchestani A, Mahdavi M, Hallaj y, et al. Sanub:A new method for sharing and analyzing news using blockchain[C]. 2019 16th International ISC (Iranian Society of Cryptology) Conference on Information Security and Cryptology (ISCISC). IEEE, 2019:139-143.
- [32] Ochoa I S, De Mello G, Silva I A, et al. Fakechain:A blockchain architecture to ensure trust in social media networks[C]. International Conference on the Quality of Information and Communications Technology. Springer, Cham, 2019:105-118.
- [33] Chen Q, Srivastava G, Parizi R M, et al. An incentive-aware blockchain-based solution for internet of fake media things[J]. Information Processing & Management, 2020, 57(6):102370.
- [34] Ding Y, Luo D, Xiang H, et al. A blockchain-based digital advertising media promotion system[C]. International Conference on Security and Privacy in New Computing Environments. Springer, Cham, 2019:472-484.
- [35] Kishigami J, Fujimura S, Watanabe H, et al. The blockchain-based digital content distribution system[C]. 2015 IEEE fifth international conference on big data and cloud computing. IEEE, 2015:187-190.
- [36] Bhowmik D, Feng T. The multimedia blockchain:A distributed and tamper-proof media transaction framework[C]. 2017 22nd International Conference on Digital Signal Processing (DSP). IEEE, 2017:1-5.
- [37] Nizamuddin N, Hasan H R, Salah K. IPFS-blockchain-based authenticity of online

- publications[C]. International Conference on Blockchain. Springer, Cham, 2018:199-212.
- [38] 李悦, 黄俊钦, 王瑞锦. 基于区块链的数字作品DCI管控模型[J]. 计算机应用, 2017, 37(11):3281-3287.
- [39] Zhang Z, Zhao L. A design of digital rights management mechanism based on blockchain technology[C]. International Conference on Blockchain. Springer, Cham, 2018:32-46.
- [40] Heo G, Yang D, Doh I, et al. Design of Blockchain System for Protection of Personal Information in Digital Content Trading Environment[C]. 2020 International Conference on Information Networking (ICOIN). IEEE, 2020:152-157.
- [41] Guo J, Li C, Zhang G, et al. Blockchain-enabled digital rights management for multimedia resources of online education[J]. Multimedia Tools and Applications, 2020, 79(7):746-764.
- [42] Chi J, Lee J, Kim N, et al. Secure and reliable blockchain-based eBook transaction system for self-published eBook trading[J]. PLoS One, 2020, 15(2):e0228418.
- [43] 周如月, 钱良. 基于区块链信用体系的分布式数字版权管理机制[J]. 计算机应用研究, 2020, 37(6):1794-1798.
- [44] 李莉, 周斯琴, 刘芹, 等. 基于区块链的数字版权交易系统[J]. 网络与信息安全学报, 2018, 4(7):22-29.
- [45] 李超, 戴炳荣, 王泓机, 等. 基于区块链的数字版权保护与交易系统[J]. 现代计算机(专业版), 2018(29):80-84.
- [46] 姚瑞卿, 袁小群. 基于区块链技术的数字出版知识产权管理——以知识服务应用为例[J]. 出版广角, 2019(17):25-30.
- [47] He Y, Zhu H, Wang C, et al. An Accountable Data Trading Platform Based on Blockchain[C]. IEEE INFOCOM 2019-IEEE Conference on Computer Communications Workshops (INFOCOM WKSHPS). IEEE, 2019:1-6.
- [48] 刘宗媛, 刘曦子. 区块链在数字版权领域的应用[J]. 网络空间安全, 2019, 10(12):36-45.
- [49] 彭如月, 马兆丰, 罗守山. 基于区块链的数字内容服务与安全监管技术研究及实现[J]. 信息安全, 2020, 20(10):49-56.
- [50] Xu Y, Zhang C, Zeng Q, et al. Blockchain-enabled accountability mechanism against information leakage in vertical industry services[C]. IEEE Transactions on Network Science and Engineering, 2020.
- [51] Panescu A T, Manta V. Smart contracts for research data rights management over the ethereum blockchain network[J]. Science & Technology Libraries, 2018, 37(3):235-245.
- [52] 张岩, 梁耀丹. 基于区块链技术的去中心化数字出版平台研究[J]. 出版科学, 2017, 25(6):13-18.
- [53] 高利, 王春艳, 高心丹. 运用区块链技术构建数字化古籍管理体系模型的研究[J]. 图书情报工作, 2019, 63(3):80-89.
- [54] Shrestha B, Halgamuge M N, Treiblmaier H. Using Blockchain for Online Multimedia Management: Characteristics of Existing Platforms[A]. Blockchain and Distributed Ledger Technology Use Cases[M]. Springer, 2020:289-303.
- [55] Mcconaghy M, McMullen G, Parry G, et al. Visibility and digital art: Blockchain as an ownership layer on the Internet[J]. Strategic Change, 2017, 26(5):461-470.
- [56] Tapscott D, Tapscott A. Blockchain revolution: how the technology behind bitcoin is changing money, business, and the world[M]. London: Penguin, 2016.
- [57] Dutra A, Tumasjan A, Welpel I. Blockchain is changing how media and entertainment companies compete[J]. MIT Sloan Management Review, 2018, 60(1):39-45.
- [58] O'dair M, Beaven Z. The networked record industry: How blockchain technology could transform the record industry[J]. Strategic Change, 2017, 26(5):471-480.
- [59] 陈晓峰, 云昭洁. 区块链在学术出版领域的创新应用及展望[J]. 情报工程, 2017, 3(2):4-12.
- [60] Batubaraf R, Ubacht J, Janssen M. Unraveling Transparency and Accountability in Blockchain[C]. Proceedings of the 20th Annual International Conference on Digital Government Research. 2019:204-213.