·教育研究·

基于区块链的云VR医学教育资源管理研究

刘朝斌　陈晨　王亚平　沙琨
海军军医大学卫生勤务学系，上海　200433
通信作者：沙琨，Email：kunie@smmu.edu.cn

【摘要】 虚拟现实（virtual reality，VR）医学教育资源在理论基础教学、临床技能实训中的应用日趋广泛，但仍处于初级阶段；且VR医学教育资源对资源管理平台的兼容性要求更高，资源建设难度和成本较大，版权保护需求更强，缺少有效的VR医学资源管理平台和运行机制，以调动资源建设与应用各参与方的积极性。针对VR医学教育资源管理的痛点问题，基于区块链和云VR技术，提出一种云VR医学教育资源管理框架，具体设计各模块的功能作用，细化阐述其运行管理机制，并进行相应的效果分析，以提高云VR医学教育资源管理效率，促进云VR医学教育资源体系构建与共享应用。

【关键词】 医学教育资源管理；　云VR；　区块链
【中图分类号】 R-05
基金项目：上海市教育科学研究项目（C2022037）
DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20220701-01531

Cloud VR medical education resource management based on blockchain

Liu Chaobin, Chen Chen, Wang Yaping, Sha Kun
Department of Health Service, Navy Medical University, Shanghai 200433, China
Corresponding author: Sha Kun, Email: kunie@smmu.edu.cn

【**Abstract**】 Virtual reality (VR) medical education resources are widely used in theoretical teaching and clinical skill training, but they are still in the primary stage. VR medical education resources have higher requirements for the compatibility of resource management platforms, greater difficulties and costs in resource construction, and stronger demand for copyright protection, but there is still a lack of effective VR medical resource management platforms and operating mechanisms to mobilize the enthusiasm of all participants in resource construction and application. For the key problems in VR medical education resource management, this article proposes a cloud VR medical education resource management framework based on blockchain and cloud VR technology, specifically designs the function of each module, elaborates on its operation and management mechanisms, and analyzes the effect of such framework, so as to improve the efficiency of cloud VR medical education resource management and promote the construction and shared application of cloud VR medical education resources.

【**Key words**】 Medical education resource management;　Cloud VR;　Blockchain
Fund program: Shanghai Educational Science Research Project (C2022037)
DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20220701-01531

当前，虚拟现实（virtual reality，VR）技术正在以前所未有的速度，向医学教育领域渗透和融合[1]。VR医学教育资源在理论基础教学、临床技能实训中的应用日趋广泛，发挥作用已初步显现。但是，受VR产业生态割裂、缺少通用平台支持、可移动性不够等因素影响，VR医学教育资源的应用尚处于初级阶段，其应用潜力还有待进一步发掘[2]。

与其他学科教育资源相比，医学教育资源既有注重机理认知的弱交互资源，也有注重技能训练的强交互资源，对资源管理平台的兼容性要求更高。

同时，医学教育资源更为规范严谨，画面逼真度与沉浸感更强，资源建设成本及价值更大，对版权的要求也更高，且资源建设难度更大，需要更好地调动各参与方的积极性。

本文针对VR医学教育资源管理存在的问题，基于区块链和云VR技术[3-6]，提出一种云VR医学教育资源管理框架，对各模块的功能作用进行具体设计，对运行管理机制进行细化阐述，并对运行管理效果进行分析，以期提高云VR医学教育资源管理效率，促进云VR医学教育资源体系构建与共享应用。

1　区块链及云VR技术概述

区块链是基于计算机网络、密码学、数据库等技术实现的分布式、防篡改、数字化账本[7]，具有去中心化、难以篡改、共识机制、智能合约、全程留痕、可信追溯、集体维护、公开透明等特点[8-9]。其能够在无中心化机构参与的情况下，建立各参与方的信任关系，进行高效的点对点价值交换，达成异步一致的分布式共识，构建协同各方的激励机制，发挥群策群力的作用，激发各方共建共享的积极性，适于解决云VR医学教育资源管理面临的挑战问题。

云VR技术将云计算、云渲染、5G等理念引入VR业务应用中，把VR资源在云端部署和渲染，并将渲染好的画面以视频流的形式通过网络传输给终端进行呈现，具有平台统一、灵活部署、易于推广等特点，能够同时为弱交互和强交互的VR医学教育资源提供稳定可靠的运行环境，适用于VR医学教育资源的推广应用和共建共享[3]。

2　基于区块链的云VR医学教育资源管理框架及模块功能

云VR资源的运行须具备云端的运行环境支撑。因此，按照功能作用不同进行分类，基于区块链的云VR医学教育资源管理框架主要包括4类角色（图1）：资源提供端、资源使用端、云资源端、区块链账本平台。实际运行过程中，同一个体可以承担多种角色，同一角色可以由不同个体共同承担。例如，同一用户可同时作为资源提供端、资源使用端和区块链账本记账端，云资源端可由不同个体分别承担资源管理和资源运行功能。

2.1　资源提供端

资源提供端是云VR医学教育资源的提供者和拥有者，其功能作用主要包括：向云资源端上传资源；发布关于资源交易和审查的智能合约，明确资源的使用方式、云端运行环境配置要求及所需的虚拟币；对资源的使用进行授权，可通过智能合约的方式进行自动授权；查询自己账号的虚拟币收支情况、自己上传资源的使用情况及自己的行为记录等信息；对上传的资源进行更新完善；按照区块链的协议规则，参与其他资源提供者上传资源的审查工作，并参与区块链的记账工作。

2.2　资源使用端

资源使用端是云VR医学教育资源的使用者和消费者，其功能作用主要包括：查询云资源端中已发布的资源；按照资源交易智能合约的要求，使用

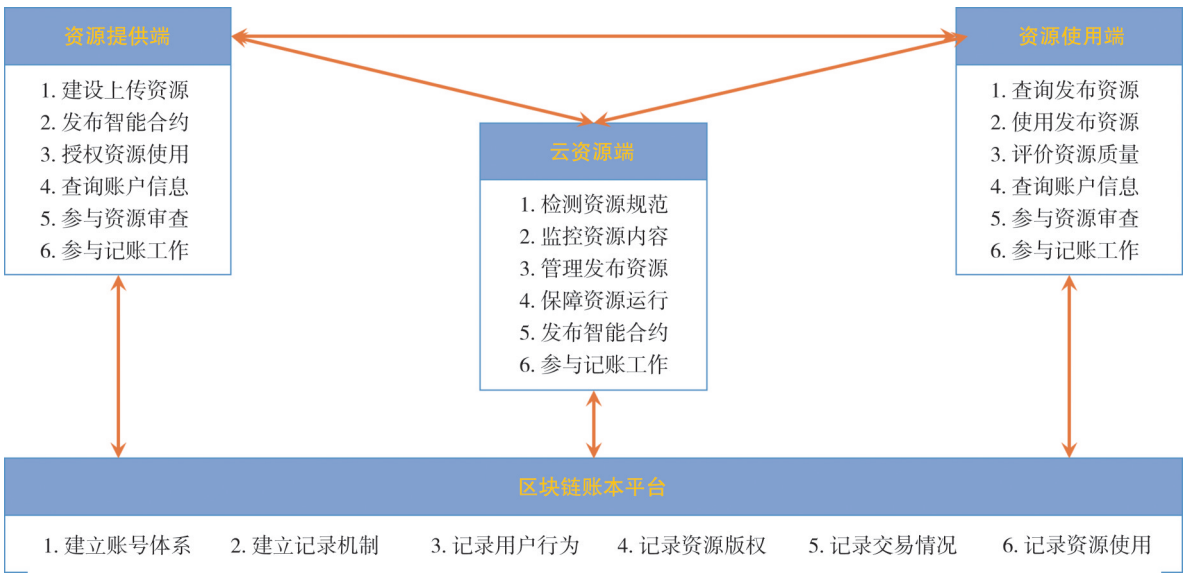


图1　基于区块链的云VR医学教育资源管理框架

云资源端中的云 VR 医学教育资源；对使用过的资源进行评价；查询自己账号的虚拟币收支情况、自己的行为记录等信息；按照区块链的协议规则，参与资源提供者上传资源的审查工作，并根据个人意愿参与区块链的记账工作。

2.3 云资源端

云资源端是云 VR 医学教育资源管理和运行的服务平台，其功能作用主要包括：对新建的资源进行规范化检测和内容健康监控，确保资源建设的质量；为发布的资源提供分类编目、综合检索、共享共用等管理服务；为资源的使用和认证审核提供高效、安全的软硬件运行环境；发布关于资源运行环境租用交易的智能合约；按照区块链的协议规则，参与区块链的记账工作。

2.4 区块链账本平台

区块链账本平台是云 VR 医学教育资源建设、审核、发布、交易、评价、确权等过程的分布式记录系统，其功能作用主要包括：建立各角色的用户账号体系，并提供账号验证、审核等服务；建立虚拟币的发行、交易、兑换体系；记录各用户的行为；记录各资源的版权信息、确权验证信息及使用情况；记录各类智能合约的交易情况。

3 运行机制设计及实现

为具体说明上述框架的动态运行过程，本文以人体解剖医学教学资源为例（图 2），详细设计并阐述基于区块链的云 VR 医学教育资源管理运行机制，主要包括资源建设与上传、资源审查与发布、资源检索与交易、资源使用与评价、虚拟币发行与流转等方面。

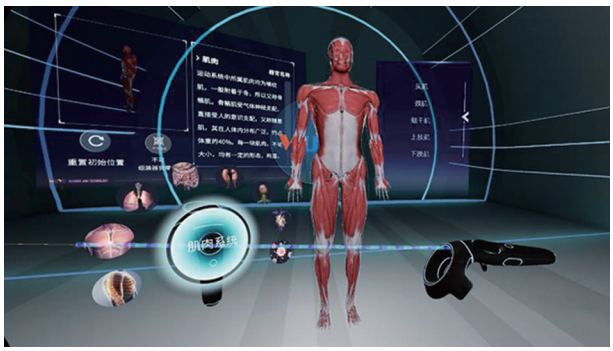


图 2 人体解剖医学教学资源图示

3.1 资源建设与上传

云 VR 医学教育资源建设与上传机制主要用于确保资源建设的规范性，并为后续资源的建设者身份验证、完整性验证及资源的审查、发布奠定基础。

3.1.1 资源建设

资源提供端按照云 VR 医学教育资源建设的技术规范及内容要求，包括画面分辨率、帧率、网络传输速率、视频流编解码协议、适配终端类型、资源交互及呈现方式等，建设人体解剖云 VR 教学资源。建设完成后，资源提供端通过区块链账本系统，调用云资源端的资源规范化审核智能合约，对人体解剖云 VR 教学资源进行初步审核。

3.1.2 资源上传

人体解剖云 VR 教学资源通过初步审核后，资源提供端生成资源完整性及版权归属验证信息（哈希值、数字签名及公钥等），将资源的源文件及验证信息上传给云资源端。同时，资源提供端通过区块链账本系统发布资源审查的智能合约，发起对人体解剖云 VR 教学资源的审查。资源审查智能合约需调用云资源端的资源运行环境租用合约，用于向云资源端支付一定的运行环境租用费（如虚拟币）。

3.2 资源审查与发布

云 VR 医学教育资源审查与发布机制主要为资源内容质量、资源版权确认提供保障，并为资源交易共享奠定基础。

3.2.1 资源审查

资源审查基于区块链账本平台的共识机制开展，由资源提供端和资源使用端中的高级用户共同投票完成。高级用户需要满足具有较好的资源建设或使用经验、无不良行为记录、拥有一定数量虚拟币等条件要求。只有超过半数的高级用户认同人体解剖云 VR 教学资源的内容与质量，才能通过资源审查，审查结果将记录在区块链账本平台中。资源审查时，审查者需要质押一定数量的虚拟币及自己的信誉，以确保对人体解剖云 VR 教学资源审查的公平公正。

3.2.2 资源发布

人体解剖云 VR 教学资源通过审查后，资源提供端基于区块链账本系统，发布关于资源版权及使用权交易的智能合约。对于版权交易合约，资源提供端主要明确交易所需的虚拟币数量，不需要云资源端的参与；对于使用权交易合约，资源提供端需要明确使用人体解剖云 VR 教学资源所需的虚拟币数量，并根据该资源运行所需的软硬件环境配置情况，调用云资源端的资源运行环境租用合约，用以

向云资源端支付运行环境租用费。

资源提供端基于区块链账本系统，完成资源交易智能合约的发布后，通知云资源端更新人体解剖云 VR 教学资源的状态信息，并添加资源交易的智能合约链接。至此，人体解剖云 VR 教学资源得到正式发布。

3.3 资源检索与交易

云 VR 医学教育资源检索与交易机制主要为资源的共享应用提供保障，并为资源体系的良性发展提供激励方式。

3.3.1 资源检索

资源使用端想要获取人体解剖云 VR 教学资源时，能够进行相关资源检索。由于区块链账本平台遍历检索效率较低，资源使用端需基于云资源端进行检索，并支持按资源名称、资源拥有者姓名、资源发布时间等要素进行精确或模糊检索。云资源端负责与区块链账本平台进行信息同步，确保信息一致。

3.3.2 资源交易

资源使用端在检索到人体解剖云 VR 教学资源后，点击资源交易的智能合约链接，调用交易合约，支付相应的虚拟币，完成资源交易，并由区块链账本平台记录交易。对于版权合约交易，云资源端需要根据交易结果，更新人体解剖云 VR 教学资源版权归属信息。对于使用权合约交易，云资源端基于虚拟化和安全沙箱技术，搭建人体解剖云 VR 教学资源所需的运行环境，供资源使用端使用。虚拟化和安全沙箱技术在为资源运行提供灵活、稳定环境的同时，更能防止资源的非法使用与下载，确保资源的版权得到有效保护。

3.4 资源使用与评价

云 VR 医学教育资源使用与评价机制主要为资源的安全共享与优化完善提供保障。

3.4.1 资源使用

资源使用端完成使用权合约交易后，首先向资源提供端发起使用授权申请。资源提供端根据合约交易结果，通过授权密钥对资源使用进行授权。授权完成后，资源使用端可以通过云 VR 终端设备，远程访问云端部署的人体解剖云 VR 教学资源，并能够实时进行交互。使用完成后，云资源端将资源使用记录存入区块链账本平台，并将资源运行环境销毁。

3.4.2 资源评价

资源使用端达到最低的资源使用进度要求后，能够对人体解剖云 VR 教学资源的内容质量进行评价，并给出修改建议。资源评价结果将被记录在区块链账本平台中，一旦评价，将无法修改。资源使用端的评价质量将影响其诚信度、高级用户申请及虚拟币奖励收入，优质评价越多，诚信度越高，收入的虚拟币奖励越多。资源评价结果能够作为优质评选的重要指标，同时也能为资源提供端完善资源提供重要参考。

3.5 虚拟币的发行与流转

虚拟币作为资源管理框架中重要的激励手段及评价指标，其发行与流转是保障整个资源体系良性运转和发展的关键因素。

3.5.1 虚拟币发行

虚拟币发行主要通过充值和奖励两种方式进行。充值方式主要通过向区块链账本平台进行充值，将现实中的法定货币按照一定的价格，兑换为虚拟币。奖励方式主要通过参与资源内容审查、资源使用评价及区块链账本平台记账等方式，按照约定的规则获取一定虚拟币奖励。同时，在推广应用阶段，为吸引新用户，刺激资源使用，快速建立资源体系，可给予新注册用户一定的注册奖励。

3.5.2 虚拟币流转

虚拟币流转体现在资源审查、发布、交易、评价等各个环节，是做好各方利益分配和协调的关键所在，是资源体系良性发展的长效动力。在人体解剖云 VR 教学资源的建设与使用过程中，虚拟币流转始终贯穿其中。资源审查发布时，资源提供端需通过调用智能合约，以虚拟币的形式向云资源端支付资源运行环境租用费；资源审查者需质押一定的虚拟币获得审查资格，并在完成诚信审查后，获得区块链账本平台的虚拟币奖励。资源交易使用时，资源使用端需向资源提供端支付资源使用费，向云资源端支付运行环境租用费。资源评价时，资源使用端的诚信评价，能够获得区块链账本平台的虚拟币奖励。同时，支持虚拟币有限度兑换法定货币，让用户从资源建设、审查、评价等过程中获得一定物质奖励，激发用户参与资源体系建设的热情活力。需要说明的是，区块链技术能够实现点对点之间的

直接交易，是虚拟币高效流转的关键技术支撑。

4 预期效果分析

4.1 区块链技术有效降低云VR医学教育资源管理成本

区块链技术的去中心化、共识机制及账本公开特性，让云VR医学教育资源管理框架中的用户行为记录能够全网一致的同时，更让形成共识的记录难以篡改，进而让每个用户的个体行为具有公信力，有效建立用户之间的信任关系，为资源体系良性运转和发展建立了坚实的信任基础，有效降低了资源管理成本。

4.2 区块链技术有效激活各角色积极性

基于虚拟币发行与流转、智能合约发布与调用，区块链技术让价值交换变得自动化、便捷化和可信化，能够高效处理各角色复杂的利益分配难题，让各角色都能自主可控地获得合理的诉求，形成长效的激励机制，激活各角色的积极性。对于资源提供端，能够通过资源的版权或使用权交易，赚取虚拟币，获得工作量、信誉及经验积累；对于资源使用端，能够通过花费一定的虚拟币，访问满足自身需求的优质资源，并能够在使用资源过程中得到信誉、经验积累及虚拟币奖励；对于云资源端，能够通过为云VR医学教育资源提供运行环境，赚取虚拟币。同时，各角色还能通过参与区块链记账获得虚拟币奖励。

4.3 区块链技术让云VR医学教育资源交易更灵活高效

基于区块链的智能合约技术，资源交易能够在用户之间以点对点的方式进行，摆脱传统资源管理中必须依托中介平台进行资源交易的约束，提高资源交易效率的同时，也有助于保护资源建设者的权益。

4.4 区块链技术让云VR医学教育资源审查更公正可信

传统的资源审查主要依赖少数行业专家进行，人力资源有限，单位时间内审查的资源数量有限，且资源审查结果受专家主观因素影响较大。基于区块链技术，让人人都有机会参与资源审查，用众包的模式，有效解决资源审查人力资源不足问题的同时，让资源审查结果更为公正。同时，只有资源建设与应用达到较高素养的用户才能成为资源审查专家，且每个专家的审查过程与结果公开透明，进而让资源审查的结果更为可信。

4.5 云VR医学教育资源版权能够得到有效保护

基于区块链技术，能够进行资源完整性及归属性溯源验证；基于加密授权认证技术，能够确保对资源进行有效访问时必须获得资源提供端的使用授权；基于虚拟化和安全沙箱技术，能够确保资源使用端仅能访问使用资源，但无法下载到资源源文件。通过上述技术的组合使用，能实现对云VR医学教育资源版权的有效保护。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 刘朝斌：提出设计思想、开展具体研究、撰写论文；陈晨：参与具体研究、论文撰写；王亚平：审订论文；沙琨：指导研究方案制定、研究工作开展、提供研究所需的支撑条件

参考文献

[1] 甘淋玲, 沙川, 王博. VR技术在中国医学教学中的实践与思考[J]. 中华医学教育探索杂志, 2019, 18(9): 871-875. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-1485.2019.09.002.

[2] 马胜铃, 杨文博, 叶哲伟, 等. 混合现实技术在医学教育中的应用进展[J]. 中华医学教育探索杂志, 2021, 20(3): 254-259. DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20191222-00417.

[3] 熊华平, 李大为, 黄琨, 等. 云化虚拟现实技术与应用[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2019.

[4] 高昊辰, 韩煦, 朱强, 等. VR联合AR融入式教学系统在临床医学专业口腔通识医学教育的应用研究[J]. 中华医学教育探索杂志, 2021, 20(11): 1279-1282. DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20200814-00668.

[5] 罗孟儒, 袁小一, 崔永. 基于“区块链”的高校数字教学资源共建共享[J]. 高校图书馆工作, 2020, 40(2): 34-38, 50. DOI: 10.3969/j.issn.1003-7845.2020.02.007.

[6] 靳瑞霞, 孙全党, 秦磊勇. 基于区块链技术的高校数字教育资源共创共享生态系统构建[J]. 中国教育信息化, 2021(23): 53-58. DOI: 10.3969/j.issn.1673-8454.2021.12.011.

[7] Dylan Yaga, Peter Mell, Nik Roby, et al. Blockchain technology overview [J]. Computing Research Repository (CoRR), 2019, abs/1906.11078: 1-68. DOI: 10.6028/NIST. IR.8202.

[8] 张亮, 刘百祥, 张如意, 等. 区块链技术综述[J]. 计算机工程, 2019, 45(5): 1-12. DOI: 10.19678/j.issn.1000-3428.0053554.

[9] 曲一帆, 秦冠英, 孔坤, 等. 区块链技术对教育变革探究[J]. 中国电化教育, 2020(7): 51-57. DOI: 10.3969/j.issn.1006-9860.2020.07.007.

（收稿日期：2022-07-01）

（本文编辑：唐宗顺）