

基于区块链的医疗电子票据应用模型研究

黄玉清 熊尚华 葛邦彪

(金华市中心医院信息中心 金华 321000)

[摘要] 介绍区块链技术在医疗领域应用相关研究现状, 阐述采用区块链技术构建医疗电子票据区块链上全流程管理应用模型的方法、结构、功能, 指出其应用大幅节省医疗机构管理成本, 增强财政部门实时监管能力, 简化患者就医和报销流程。

[关键词] 医疗电子票据; 区块链; 智能合约

[中图分类号] R-058 **[文献标识码]** A **[DOI]** 10.3969/j.issn.1673-6036.2022.08.012

Study on an Application Model of Medical Electronic Bill Based on Blockchain HUANG Yuqing, XIONG Shanghua, GE Bangbiao, Information Center, Jinhua Municipal Central Hospital, Jinhua 321000, China

[Abstract] The paper introduces the application status of blockchain technology in the medical field, expounds the construction method, structure and functions of the whole process management application model of medical electronic bill based on blockchain technology, and points out that its application can greatly save the management cost of medical institutions, enhance the real-time supervision ability of financial departments, and simplify the process of patients' medical treatment and reimbursement.

[Keywords] medical electronic bill; block chain; smart contract

1 引言

医疗收费票据是会计核算的原始凭证, 是财政、卫生、社保、审计、监察等部门进行监督检查的依据^[1]。2019年7月财政部发布《关于全面推行医疗收费电子票据管理改革的通知》, 旨在建成规范有效的医疗电子票据管理平台和管理制度^[2]。区块链具有去中心化、不可篡改、可追溯、智能合约等特点, 与医疗电子票据管理需求与逻辑相吻合。因此区块链应用于医疗电子票据管理

具有良好的前景^[3]。目前医疗电子票据区块链应用主要是在强中心化管理模式下尝试部分交易环节上链, 或者运用数据签名、加密算法、时间戳等技术解决票据管理中的瓶颈问题。从本质上讲医疗电子票据区块链是医疗电子票据结合区块链技术的一种场景应用, 具有法律效力的依然是医疗电子票据本身, 场景应用尚处于试点探索阶段。本文试从区块链技术与医疗电子票据管理相结合的角度出发, 探讨构建基于区块链的医疗电子票据应用模型, 使其具有全流程完整追溯、信息不可篡改等特性, 能够有效规避伪造, 完善票据监管流程, 使涉费信息更加安全, 为解决票据流转过程中一票多报、真假难验等问题, 有效降低交易过程成本、保障数据安全和隐私, 推广医疗电子票据应用提供参考。

[修回日期] 2021-10-28

[作者简介] 黄玉清, 硕士, 发表论文3篇; 通信作者: 熊尚华, 高级工程师。

2 区块链技术在医疗领域的应用

2.1 研究现状

2.1.1 基于区块链技术的医疗数据管理相关研究

区块链是分布式存储、点对点传输、共识机制、加密算法等计算机技术的新型应用模式^[4]。区块链技术的分布式存储、不可篡改、加密存储等特性在解决数据孤岛、医疗数据共享等问题时带来技术上的突破^[5]。王海星、杨志清和郭玲玲等^[6]探讨区块链技术在医疗数据存储与共享、医学科研协作、医疗监管、政务服务等方面的应用,指出区块链技术为实现医疗数据安全存储和健康信息交换提供了新模式。有学者^[7]针对电子病历(Electronic Medical Record, EMR)缺乏标准数据管理和共享政策问题,提出构建基于区块链的信息管理系统,可实现在数据敏感的医疗信息系统中进行医疗数据信息共享。高梦婕^[8]提出建立一种基于对称可搜索加密技术和 shamir 秘密共享技术的区块链对称可搜索医疗数据共享方案。王辉和周明明^[9]结合区块链的共识机制、加密机制以及点对点网络等技术,提出建立一种基于区块链的医疗信息管理系统以实现医疗数据的共享和存储,试验证明该系统在保证医疗信息隐私、不可篡改和数据一致性方面具有较好表现。医疗领域采用区块链技术,通过其分布式存储架构和去中心化特性将医疗数据分散存储于多个节点,以每个医院作为节点,在每个节点可以清楚地获知在该院就诊患者的既往病史和诊疗数据,节点之间以共享密钥进行互通与共享。

2.1.2 医疗票据电子化相关研究

徐有浩、郑西川和俞磊等^[10]采用互联网技术与医院信息系统(Hospital Information System, HIS)对接,实现电子票据的申领、开具、存储、查验以及退票退费等功能。陈家驹、刘谦和刘阳等^[11]基于“互联网+”技术,通过与财政端管理平台无缝对接建立医疗票据管理平台,解决了患者支付医疗费用后排队补打票据的问题,实现医疗票据电子化管理,形成患者就诊服务闭环管理。李哲^[12]将区块链框架与云计算相结合,构建分布式电子发票云平台,实现电子发票的开具、流转、存储和报销等功能,打通电子发

票各服务平台,形成完整的电子发票生态链。然而,目前尚未有将区块链技术应用用于医疗电子发票的相关文献。

2.2 创新性研究

2.2.1 基于区块链技术的医疗电子票据管理优势

一是解决医疗电子票据信息孤岛问题,医疗电子票据的流转场景特征是参与方多、流转周期长、各参与方之间信息不互通。而区块链能连接每一个票据干系人,通过票据相关流转信息上链解决票据流转过程中的信息孤岛问题;二是解决重复报销、虚假入账问题,利用区块链分布式记账、不可篡改的特性保证票据在医疗电子票据高效流转(申领、开票、报销、入账、储存)的同时,只要更新链上票据的最新状态即可,可有效防止重复报销、虚假入账,维护各方利益;三是保障信息安全,利用区块链协定的密码机制和共识数学算法进行认证,实现每张票据信息可查、可验、可信、可追溯,从而有效保障票据数据的安全性;四是提升财政监管效能,利用区块链透明性和实时交易验证,财政部门可以高效获取票据的交易、开票、入账等相关信息,彻底解决长期以来存在的信息不对称问题,有助于提高财政监管效能;五是智能合约实现报销自动化,以智能合约为主体的每张票据都是一段包含票据业务逻辑的程序代码及对应的票据数据信息,这些运行在区块链上的电子票据具有独立的生命周期和自维护的业务处理能力,各种业务规则可通过智能合约编程的方式实现。通过建立智能合约可实现交易与报销之间的无缝衔接及报销管理自动化和智能化。

2.2.2 研究方向

本文以医疗电子发票的生成、开具、报销、归档、核销、存储为主线,采用区块链技术,以每个医院为节点存储患者既往和当前诊疗数据以及相关医疗发票信息,构建医疗电子票据区块链上全流程管理应用模型,解决了票据流转过程中一票多报、真假难验等难题,完善了票据监管流程。

3 基于区块链的医疗电子票据应用

3.1 概述

基于区块链的医疗电子票据是在区块链上存

储、流转并且保有电子票据的特性、法律规则与市场运行规则的数字化信息，主要应用于财政机构、医疗机构以及报销机构。不同终端在区块链中的功能不尽相同。

3.2 医疗电子票据区块链应用终端

3.2.1 分类 根据应用终端的不同区块链系统主要分为公有链、联盟链和私有链 3 类^[13-16]。医疗电子票据区块链是由财政机关、医疗机构、报销机构等组成的联盟链。由于票据信息中包含用票个体的隐私信息，因此建立区块链参与节点准入机制至关重要。通过区块链系统用户权限的合理分配，采用自动校验权限机制避免非法授权，并对联盟链参与节点的新增和行为做严格控制，拒绝非联盟节点对链上数据进行任何访问和操作。权限的分配依赖于票据管理的实际需求，按照参与节点的层级关系形成自上而下的权限树。

3.2.2 流程 通过区块链技术打通票据申领、开票、报销、查询、归档、核销、储存全流程，创新实现“交易即开票，开票即报销，票据即大数据”，见图 1。(1)“交易即开票”。将医疗机构支付场景

与医疗电子票据系统结合，用票人可在支付完成后依据交易信息自动生成电子票据。(2)“开票即报销”。电子票据在报销环节可能出现一票多报、真假难验等问题，区块链电子票据平台实现了从开票、流转至报销全流程线上管理。(3)“票据即大数据”。通过对电子票据数据、交易数据、支付数据和报销入账数据的收集，同时将电子票据在线上的流转信息与实名用户关联，构建医疗电子票据大数据，实现票据流转状态实时可查，便于跟踪和追溯，为财政机关提供有效的大数据支持。

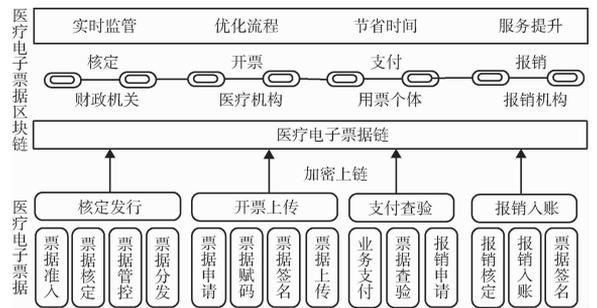


图 1 医疗电子票据区块链应用场景

3.3 基于区块链的医疗电子票据应用 (图 2)

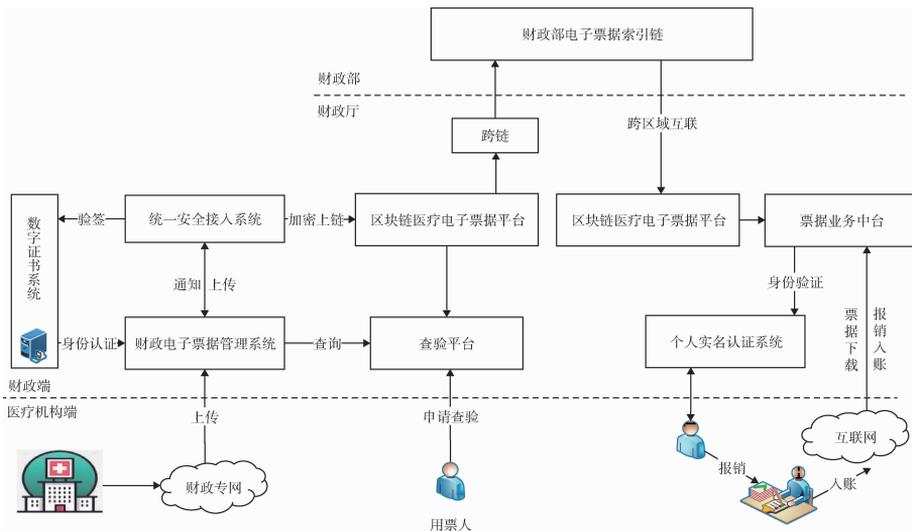


图 2 医疗电子票据区块链平台架构

3.3.1 数字身份管理 数字身份管理模块主要用于创建账户，主体包括财政机关、用票人、医疗机构、报销机构，其可以使用统一信用认证，创建账户后分发授权密钥。

3.3.2 医疗票据开具 门诊住院患者在医疗机构完成结算支付后即时生成电子票据并实时同步至财政电子票据管理系统。由于就诊时票据信息已与患者进行实名制关联，患者可以直接通过政务 APP 等

查阅个人电子票据。患者就诊结束离院时也可根据自身需要到专用窗口或自助机换开正式发票。为保证医院医疗业务稳定性,采用数据异步上传,保证医院业务和票据上传业务分离。

3.3.3 票据流转信息上链 开票单位在链上进行申领发票、写入交易订单和身份标识、交款人票据认领、票据查验、报销以及交款单位(如医保机构)报销入账、更新票据状态、支付报销款等操作,并进行数字签名。如需要统一验证系统、数字证书、数据加密上传、数据解密查看、人员认证关联、人员身份认证等。

3.3.4 跨区域互联 虽然各地逐步建立适合本省情况的医疗电子票据区块链平台,但区块链间无法协同操作,很大程度限制了数据和信息流转的效率和范围。因此利用跨链技术实现跨区域互联是区块链发展方向。

3.3.5 票据业务中台 依托医疗电子票据区块链平台底层服务,连接医保、商保、社会救助等,利用智能合约可编程实现数据区块链运用,通过票据业务中台实现票据业务一体化管理。交款人对申领的票据进行查验;交款单位,更多是报销机构,查验票据报销状态。财政部门编写电子票据开票规则,通过智能合约形式核准和管控开票,包括票段管理、票据编码、执收项目等。

3.3.6 智能报销 区块链应用与传统应用最主要的区别是使用智能合约实现主体业务逻辑,智能合约既是程序逻辑主体也是数据储存的主体。本文以医疗电子票据医保报销智能合约为例描述其设计方法。报销智能合约包括医疗机构结构体、报销机构结构体、票据交易信息结构体。医疗结算单据存储系统、报销规则存储系统中的数据对医院和政府监管部门均开放,政府部门可以通过监管存储系统中的数据对医院收费行为进行监管;整个事务和状态处理都按照区块链底层内置的智能合约进行。系统自动完成,全程透明、不可篡改。

4 结语

区块链技术应用于医疗电子发票可有效规避票

据伪造,完善票据监管流程,使涉费信息更加安全。从目前来看区块链技术与管理电子票据的结合可支持后续很多应用功能实现,如大数据分析预警等。此外患者隐私保护、多方共识下数据安全应用也是未来重要研究课题。政府可通过此区块链平台结合大数据优势,实现与医保报销、民政补助、工会互助等业务数据共享,为保险公司理赔提供合法原始凭证。

参考文献

- 1 曾雪莹, 勒系琳. “区块链+5G”技术在财务票据中的应用[J]. 时代经贸, 2021, 18(9): 64-67.
- 2 王晓燕, 师亚楠, 史秀敏. 基于区块链的供应链应收账款融资模式探析[J]. 财会通讯, 2021(14): 141-144.
- 3 袁刚, 温圣军, 唐琦, 等. 基于共有区块链的物联网分布式身份验证方法[J]. 计算机工程与设计, 2021, 42(7): 1859-1866.
- 4 王毛路. 区块链技术在医疗健康领域的应用探讨[J]. 中国医药导刊, 2021, 23(1): 68-73.
- 5 韦安琪, 陈敏. 医疗卫生区块链技术应用探讨[J]. 中国医院管理, 2019, 39(3): 62-63.
- 6 王海星, 杨志清, 郭玲玲, 等. 区块链技术在健康医疗领域中的应用探讨[J]. 价值工程, 2020, 39(8): 194-195.
- 7 Fan Kai, Wang Shangyang, Ren Yanhui, et al. MedBlock: Efficient and Secure Medical Data Sharing via Blockchain[J]. Journal of Medical Systems, 2018, 42(8): 136.
- 8 高梦婕. 基于区块链的医疗健康数据共享机制研究[D]. 南京: 南京邮电大学, 2020.
- 9 王辉, 周明明. 基于区块链的医疗信息安全存储模型[J]. 计算机科学, 2019, 46(12): 174-179.
- 10 徐有浩, 郑西川, 俞磊, 等. 互联网医院电子票据应用实践探索[J]. 中国数字医学, 2021, 16(7): 108-111.
- 11 陈家驹, 刘谦, 刘阳, 等. 医疗电子票据管理平台的应用效果探讨[J]. 中国卫生信息管理杂志, 2021, 18(1): 97-101.
- 12 李哲. 基于区块链的电子发票云平台构建研究[D]. 北京: 中国财政科学研究院, 2018.
- 13 郭冬, 丁涛. 互联网医院电子票据应用设计与实践[J]. 中国数字医学, 2021, 16(5): 107-110, 85.
- 14 张庆胜, 刘海法. 基于区块链的电子发票系统研究[J]. 信息安全研究, 2017, 3(6): 517-523.
- 15 许明月. 关于区块链在互联网金融中应用的研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨师范大学, 2021.
- 16 唐衍军, 黄益, 蒋翠珍. 区块链技术下的医院财务管理平台建设[J]. 卫生经济研究, 2020, 37(7): 62-65.