

# 基于区块链的医疗知识链付费共享研究\*

郭少友 梁涵笑

赵 妍

李旭飞 温桃红

(郑州大学信息管理学院  
郑州 450001)(郑州航空工业管理学院智能工程学院  
郑州 450046)(郑州大学信息管理学院  
郑州 450001)

〔摘要〕 介绍知识付费、基于区块链的健康医疗数据付费共享相关研究现状, 提出构建一个基于区块链的医疗知识链付费共享模型, 阐述模型总体结构、组成, 分析相关问题, 包括医疗知识链抽取、组织、完整性控制、交易等, 阐述仿真测试方法及结果。

〔关键词〕 区块链; 医疗知识链; 付费共享; 知识交易; 智能合约

〔中图分类号〕 R-058 〔文献标识码〕 A 〔DOI〕 10.3969/j.issn.1673-6036.2023.02.004

**Study on Payment Sharing of Medical Knowledge Chain Based on Blockchain** GUO Shaoyou, LIANG Hanxiao, School of Information Management, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China; ZHAO Yan, College of Intelligent Engineering, Zhengzhou University of Aeronautics, Zhengzhou 450046, China; LI Xufei, WEN Taohong, School of Information Management, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China

〔Abstract〕 The paper introduces the research status of payment for knowledge and payment sharing of health and medical data based on blockchain, proposes to build a payment sharing model of medical knowledge chain based on blockchain, expounds the overall structure and composition of the model, analyzes related issues, including extraction, organization, integrity control and transaction of medical knowledge chain, and elaborates the simulation test methods and results.

〔Keywords〕 blockchain; medical knowledge chain; payment sharing; knowledge trade; smart contract

## 1 引言

医院是典型的知识型组织<sup>[1]</sup>, 其电子病历属于显性知识, 凝结了医护人员的临床经验、诊疗技能等隐性知识<sup>[2]</sup>。将电子病历中的症状与病史、检查检验、临床诊断、治疗方法与用药、治疗结果等关键数据抽取出来, 形成各部分之间具有因果关系的

结构化医疗知识链, 并将其发布在共享平台上供医生、患者、科研人员使用, 有助于充分发挥电子病历的作用。为提高医院发布医疗知识链的积极性, 平台可允许医院将医疗知识链发布为免费部分和付费部分, 前者可免费查看, 后者需要付费才能查看。区块链是一种按照时间顺序将不同机构的数据组织成区块并将区块以链表形式组织起来的技术, 具有去中心化、防篡改、可溯源等特性<sup>[3]</sup>, 适合用来实现医疗知识链的付费共享。

〔修回日期〕 2022-09-29

〔作者简介〕 郭少友, 博士, 教授, 发表论文 60 篇。

〔基金项目〕 国家社会科学基金一般项目“基于区块链的个人医疗信息语义组织与多粒度可信溯源方法研究”(项目编号: 20BTQ063)。

## 2 相关研究

### 2.1 知识付费

知识付费是指用户为了获取特定知识, 利用货

币进行等价交换的商业行为<sup>[4]</sup>。有学者对知识付费相关问题进行了较为深入的探讨。例如，冯红霞<sup>[5]</sup>对知识付费的收费模式与营利模式进行了分析，黄浩博<sup>[6]</sup>对知识付费平台的现实困境与对策进行了探讨，张省等<sup>[7]</sup>采用演化博弈方法探讨线上知识付费共享供求双方的均衡策略。还有学者围绕数据交易、数据市场展开研究，所讨论内容适用于知识付费。例如，李姝等<sup>[8]</sup>提出一种基于区块链、在不可信的环境下进行数据安全交易的去中心化交易方案，Banerjee P 等<sup>[9]</sup>提出一种基于区块链且能满足公平、效率、安全、隐私等要求的数据市场解决方案。

## 2.2 基于区块链的健康医疗数据付费共享

健康医疗数据对于公共卫生机构、学术研究人员、制药公司等来说是一种有价值的商品<sup>[10]</sup>，很多学者对该类数据付费共享所涉及的存储方式、隐私和敏感数据处理、代币使用、价值计算、最佳激励机制等问题进行了探讨。例如，Park A 等<sup>[11]</sup>建议只在区块链上存储医疗数据的元数据，实际医疗记录加密存储在链下；Sharma R<sup>[12]</sup>设计了一个基于以太坊区块链的个人健康数据 App，允许用户将隐私医疗数据作为数字资产在健康数据市场上进行加密贸易；Banerjee P 等<sup>[13]</sup>提出一个端到端协议来交易医疗记录中的敏感信息，解决患者同意、可跟踪性和公平性等关键问题；Jin X 等<sup>[14]</sup>提出一种通过代币进行数据交换的交易机制，并基于以太坊的 ERC-20 协议进行代币设计；梁小燕<sup>[15]</sup>提出可依据每条医疗数据的信息熵计算其价值，并据此转换为等量的交易点；Li X 等<sup>[16]</sup>采用斯塔克尔伯格博弈优化算法探讨基于区块链的健康医疗数据交易最佳激励（付费）机制。

总体上看，现有研究主要采用区块链技术实现文档级的电子病历等健康医疗数据付费共享，数据粒度较粗、语义化程度低，且通过代币实现交易。本文拟讨论从电子病历共享文档中抽取数据元并以此为基础生成医疗知识链，利用本体对其进行语义化描述，通过区块链和微信支付手段实现医疗知识

链的付费共享。

## 3 基于区块链的医疗知识链付费共享模型

### 3.1 模型总体结构

本文所指医疗知识链是一种由多个数据元集合及集合间关系组成的知识链条，主要包括症状与病史、检查检验、疾病诊断、治疗方法与药物、治疗结果评估等 5 个数据元集合，相邻两个集合之间具有因果关系，这种因果关系蕴含了医生的临床诊断与治疗知识。基于区块链的医疗知识链付费共享模型分为 4 层，见图 1。

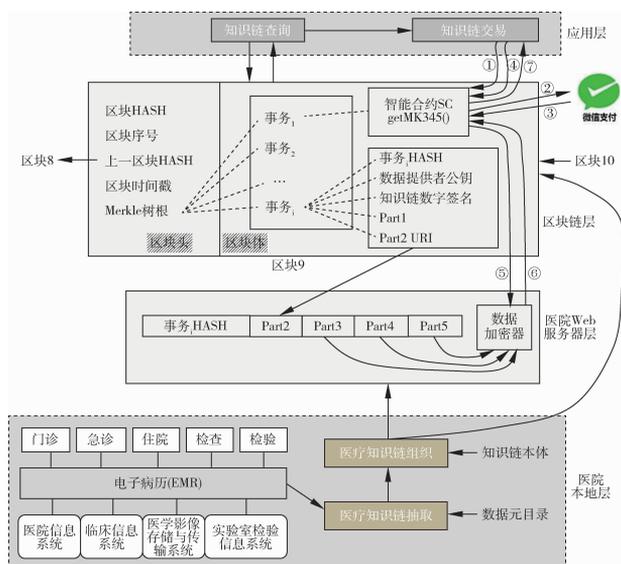


图 1 基于区块链的医疗知识链付费共享模型

### 3.2 模型组成

3.2.1 医院本地层 由多家医院组成，每家医院可从自身拥有的电子病历中抽取数据元，形成一系列与患者身份无关，仅与疾病诊断、治疗有关的医疗知识链，并发布到区块链和医院 Web 服务器上。每条知识链都包括 5 个部分：Part1、Part2、Part3、Part4、Part5，分别用于表达相应患者的症状与病史、检查检验结果、疾病诊断结果、治疗方法与药物、治疗结果评估。

3.2.2 医院 Web 服务器层 保存该医院所有的医疗知识链，其中 Part2 可直接通过区块链中的统一

资源标识符 (uniform resource identifier, URI) 进行免费访问, Part3、Part4、Part5 需要通过智能合约进行付费访问。

3.2.3 区块链层 由一系列区块组成, 各个区块之间通过区块哈希 (HASH) 进行链接。每个区块都是一条利用医疗知识链本体进行描述的 JSON-LD (JavaScript object notation for linked data) 格式数据, 由区块头和区块体组成, 其中区块体包含 1 个或多个事务 (transaction, 区块链中的 transaction 一般翻译为“交易”, 本文将其称为“事务”, 以示区别于“知识链交易”中的“交易”), 每个事务都包含 1 个智能合约或指向 1 条医疗知识链。

3.2.4 应用层 由知识链查询、知识链交易模块组成, 用户可通过知识链查询模块查看医疗知识链的免费部分, 并可进一步通过知识链交易模块获取医疗知识链的付费部分。

## 4 关键问题研究

### 4.1 医疗知识链抽取

4.1.1 数据元 医疗知识链的基本元素是数据元, 数据元是指电子病历中具有特定标识符、名称和值域的数据单元<sup>[17]</sup>, 是实现电子病历数据结构化的关键。我国卫生主管部门于 2011 年发布了《卫生信息数据元目录》<sup>[18]</sup>, 共定义了 1 401 个数据元, 涉及标识、主诉与症状、实验室检查、卫生管理等 16 个方面, 并在此基础上制定了国家标准《WS/T 500—1916 电子病历共享文档规范》<sup>[19]</sup>, 其中包含上述数据元目录中的 451 个数据元。通过分析国家《医院信息互联互通标准化成熟度测评方案》可知, 电子病历共享文档是一个重要的评测指标, 在其他指标不变的情况下, 医院所具有的电子病历共享文档与上述《WS/T

500—2016 电子病历共享文档规范》的吻合度越高, 测评效果越好。很多医院已开始在本电子病历系统的基础上建设遵循国家标准的电子病历共享文档, 这为设计通用、基于电子病历共享文档的医疗知识链抽取方法提供了可能。

4.1.2 抽取方法基本思路 (1) 在隐私安全专家的帮助下, 从《WS/T 500—2016 电子病历共享文档规范》所包含的 451 个数据元中删除身份证号码、姓名、电话号码等能直接反映患者身份的 10 个敏感数据元以及住址、年龄等能辅助推断出患者身份的 35 个次敏感数据元。(2) 在医疗专家的帮助下, 从剩余的 406 个数据元中选择与疾病诊治相关度较高的 340 个数据元, 依照其在疾病诊治过程中所处的阶段和作用分成症状病史 (40 个)、检查检验 (100 个)、疾病诊断 (13 个)、治疗方法与药物 (172 个)、治疗结果评估 (15 个) 5 个集合。(3) 针对电子病历系统中的某份病历, 提取与该病历相关的病历概要、门 (急) 诊病历、检查记录、检验记录、治疗记录、住院病案首页、西药处方、中药处方、出院小结等遵循国家标准的 xml 格式共享文档 (每位患者最多 53 个共享文档, 实际个数因人而异)。(4) 逐一读取上述共享文档, 当遇到以字符串 “<code code = DE” 开始的 xml 元素时, 将该元素中包含的数据元代码和值提取出来并保存为一个数据元, 直到所有的数据元全部提取完为止。(5) 剔除 45 个与患者身份相关的数据元后, 按照步骤 (2) 所划分的集合将抽取出的数据元代码和值组织为有因果关系的 5 个部分, 进而组装成一条凝结了医生隐性知识的医疗知识链, 见图 2。这是一个简化的医疗知识链, 其中“主诉”“DE04.01.119.00”“不想吃饭”分别为数据元名称、数据元标识符、数据元值。(6) 重复步骤 (3) ~ (5), 直到所有病历都处理完为止。

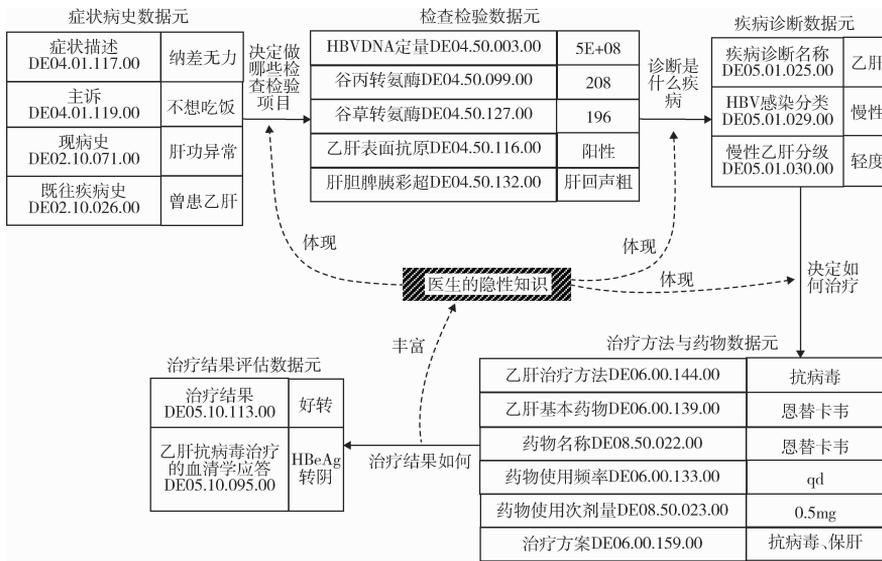


图 2 医疗知识链

## 4.2 医疗知识链组织

4.2.1 概述 上述抽取工作完成后，每份电子病历都生成了一条包含 5 组数据元的医疗知识链。每条知识链所包含的数据元个数都与疾病类型有关，少则几十个，多则可过百。由于区块链是一种只进不出的数据结构，其字节数增长速度不能过快，因此，不宜将每条知识链的全部内容都发布到区块链上。鉴于此，本文采取如下方法来组织知识链。

4.2.2 第 1 步 每条知识链都按照链上、链下两部分进行组织。Part1 为链上部分，组织到区块体的事务中。Part2、Part3、Part4、Part5 为链下部分，组织到医院的 Web 服务器上。通过事务 HASH 将两部分连接为一个整体，见前文图 1。

4.2.3 第 2 步 采用本体和 JSON-LD 格式描述链上部分。JSON-LD 是一种按键值对方式描述数据的轻量级关联数据格式，利用该格式描述区块数据可实现区块数据的语义化共享。笔者设计了一个知识链本体 (knowledge chain ontology, KCO)，用于定义 JSON-LD 格式中各个键的语义。KCO 包括区块头 (header)、事务 (transaction)、Part2、Part3、Part4、Part5 这 6 个类，每个类均包含若干个属性，见图 3，参考以太坊数据结构、国家标准规范《卫生信息数据元目录》定义类间关系以及每个属性的标识符、定义域、值域。借助 KCO 可将每个区块描述为一个 JSON-LD 格式的文本片段，并将所有区块的描述结果合并为一个 JSON-LD 文档，从而实现区块链管理数据和知识链链上部分的语义化共享。

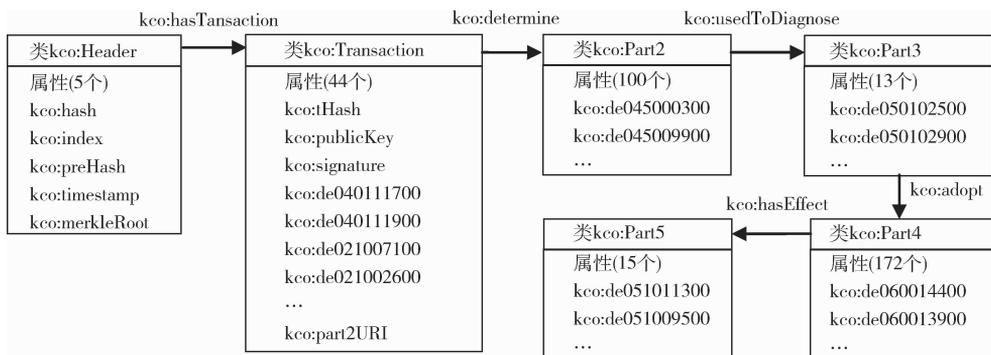


图 3 医疗知识链本体的类、关系及部分属性

4.2.4 第 3 步 采用自定义的内部格式描述知识链的链下部分。每个医院都可按照自己的内部格式描述并在 Web 服务器上发布链下部分，但当用户通过位于区块链上的智能合约提出付费共享请求时，Web 服务器上的数据加密器需利用 KCO 本体将链下部分转换为 JSON-LD 格式数据，加密后返回。以前文图 2 中的数据为例，JSON-LD 格式数据示例如下（略去 3 部分之间关系）：

```
{ "@context": "http://localhost:8080/ontology/kco.jsonld",
  "Part3": { "de050102500": "乙型病毒性肝炎", "de050102900": "慢性", "de050103000": "中度" },
  "Part4": { "de060014400": "抗病毒治疗", "de060013900": "恩替卡韦", "de085002200": "恩替卡韦" },
  "Part5": { "de051011300": "好转", "de051009500": "HBeAg 转阴" } }
```

### 4.3 医疗知识链完整性控制

4.3.1 概述 数据完整性是指数据在传输过程中不被篡改<sup>[20]</sup>。医疗知识链也应具有完整性以确保同一知识链有相同的付费共享结果。本文采取 3 个措施来保障或检测医疗知识链的完整性。

4.3.2 措施 1 利用区块 HASH 防止区块头被篡改。区块头若被篡改，将会导致区块体内的数据失去意义。针对某个区块，利用 SHA 256 算法计算区块头中的区块序号、上一区块 HASH、区块时间戳、Merkle 树根 4 个字段首尾连接后的 HASH 值，填入字段“区块 HASH”中并被下一个区块引用，通过这种引用将该区块“固定”到区块链上，从而防止区块头被篡改。

4.3.3 措施 2 利用 Merkle 树根防止区块体被篡改。区块体若被篡改将会导致知识链链上部分不可信。针对某个区块，利用 SHA 256 算法计算区块体中每个事务的 HASH，在此基础上计算所有事务 HASH 的 Merkle 树根值，填入区块头中的字段“Merkle 树根”中。区块体内任意一个字节发生变动，都会使 Merkle 树根值失效，从而导致该区块被重置为篡改前的正确区块。

4.3.4 措施 3 利用数字签名检测知识链是否被篡改。可通过区块体中的字段“知识链数字签名”来检测知识链（尤其是保存在医院 Web 服务器上的链下部分）是否被篡改。针对某条知识链，利用

SHA 256 算法计算该知识链 Part1、Part2、Part3、Part4、Part5 首尾连接后的 HASH 值，利用数据提供者私钥对该值进行加密，生成数字签名并填入字段“知识链数字签名”中。用户购买该知识链后可利用数据提供者公钥进行签名验证，从而判断所购买知识链是否被篡改过。

### 4.4 医疗知识链交易

4.4.1 智能合约 付费共享需要通过知识链交易来完成，后者可简单地理解为知识链的买卖。用户可在免费查看知识链 Part1、Part2 的基础上，通过智能合约购买知识链的付费部分。智能合约（smart contract, SC）是一种根据事先约定的条件自动执行的计算机程序，应用到区块链时则是指部署在区块链上并在虚拟机中运行的代码。每个医院都需要设计一个智能合约并将其发布到区块链上，用户通过调用这些智能合约中的函数来访问该医院所发布的医疗知识链中的 Part3、Part4、Part5 这 3 个部分。

4.4.2 付费共享基本过程 如前文图 1 所示，某医院发布了一个智能合约，该合约位于第 9 个区块的第 1 个事务中，由一个函数 getMK 345 组成。利用 SC 实现付费共享的基本过程如下：（1）用户端发出调用 getMK 345 的请求。用户通过知识链查询模块查找、浏览位于区块链上的医疗知识链 Part1 部分，并通过区块体中的 Part2 URI 获取位于医院 Web 服务器上的 Part2 部分。若想进一步查看、购买某条医疗知识链，可通过用户端调用 SC 的 getMK 345 函数，并将用户公钥、拟购知识链的事务 HASH 传递给该函数。（2）getMK 345 接收用户端传递的用户公钥、事务 HASH 两个参数，根据预先定义的价格生成订单，并调用微信支付系统的统一下单应用程序接口（application programming interface, API）。（3）getMK 345 接收微信支付系统返回的预支付交易链接，将链接生成二维码图片并展示给用户。（4）用户打开微信并扫一扫二维码，完成支付。（5）getMK 345 读取微信支付系统返回的支付结果，如支付成功则根据事务 HASH 向医院 Web 服务器上的数据加密器发送获取加密数据的申请，同时向数据加密器传递用户

公钥。(6) 数据加密器将用户所选医疗知识链的 Part3、Part4、Part5 转换为 JSON-LD 格式数据, 根据用户公钥利用 RSA 非对称加密算法进行加密并将加密结果返回。(7) getMK 345 接收数据加密器返回的加密结果, 并将其反馈给用户端; 同时将交易过程保存到区块链的日志数据库中, 以备追溯。(8) 用户端根据用户私钥利用 RSA 非对称加密算法, 对加密结果进行解密, 得到知识链的 Part3、Part4、Part5。然后将 Part1、Part2 与 Part3、Part4、Part5 进行组合, 并利用数据提供者公钥对完整的知识链进行签名验证, 以确保所购买的知识链没有被篡改过。最后呈现给用户一条类似于前文图 2 所示的医疗知识链。

## 5 仿真测试

### 5.1 开发环境与系统功能

开发环境为 Win10 操作系统、Core i7-4500U CPU、8 GB 内存, 开发工具主要有 jdk 11.0.2、Gradle 2.11、Nodejs 12.18.1, 采用 JavaScript 脚本语言开发智能合约, 并通过 Google V8 引擎执行智能合约。仿真系统以现有开源区块链系统<sup>[21]</sup>为基础进行开发, 主要包括用户与节点管理、数据维护、数据元抽取、医疗知识链生成、智能合约发布、知识链提交与区块生成、知识链查询、知识链交易等功能。用户可在知识链查询页面中输入症状病史和检查检验内容进行关键词查询, 点击“查看”按钮免费查看 Part1 和 Part2, 并可点击“购买”按钮进行微信支付, 付费查看该结果的 Part3、Part4、Part5。

### 5.2 数据准备

测试数据包括 450 份乙型病毒性肝炎患者的电子病历, 其中 167 份来自郑州人民医院, 283 份来自郑州大学第一附属医院; 327 位患者进行门诊治疗, 123 位患者住院治疗; 159 位患者仅患乙型病毒性肝炎一种疾病, 291 位患者同时还患有其他疾病。除 mdb 格式的原始电子病历外, 每位患者的电子病历至少还包含病历概要、门诊病历、西药处

方、检查报告、检验报告、治疗记录 6 个符合国家标准《WS/T 500—2016 电子病历共享文档规范》的 xml 格式共享文档, 平均包含 9 个共享文档。

### 5.3 结果分析

5.3.1 数据元抽取方面 利用 4.1 节所述方法从 450 份电子病历的 xml 共享文档中自动抽取了 46 251 个数据元实例。通过人工分析发现, 仍有 1 415 个数据元实例未被抽取。已抽取的 3 307 个实例存在问题 (其中 1 132 个实例的数据元标识符和内容不相符, 2 175 个实例的内容不完整或不准确), 抽准率为 92.8%, 抽全率为 96.8%,  $F1$  值为 94.8%。

5.3.2 医疗知识链组织与检索方面 采用 JSON-LD 格式对所有区块数据进行编码并保存为一个文本文档, 空间复杂度为  $O(n)$ ; 可利用 SPARQL 查询式进行查询, 时间复杂度为  $O(1)$ 。

5.3.3 系统吞吐量方面 本文将每秒处理的事务量称为系统吞吐量 (transaction per second, TPS), 分为知识链上链吞吐量、知识链交易吞吐量、知识链查询吞吐量 3 种类型。仿真系统在局域网内进行测试, 数据元抽取工作和 450 条医疗知识链的生成工作提前完成。运行初始节点数为 4, 每个节点独立提交 450 条医疗知识链, 轮值主节点生成区块, 系统自动计算出的知识链上链吞吐量为 3TPS。每次新增 4 个节点后重复进行上述测试, TPS 逐渐增大, 当节点数为 24 时, 达到峰值 25, 此后呈略微下降趋势。这是因为区块的生成需要在各个节点之间达成共识, 节点数越大共识过程所消耗的时间就越长; 节点数达到一定程度后, 节点增加所带来的 TPS 增长就会被共识过程的时间消耗所抵消, 从而导致 TPS 下降。此外, 由于知识链交易吞吐量和知识链查询吞吐量都与用户有关, 选取 40 个对微信支付比较熟悉的用户, 通过医疗知识链查询界面进行查询和交易, 发现知识链查询吞吐量基本不受节点数的影响, 且 TPS 值都较大; 知识链交易吞吐量受节点数的影响, TPS 值都较小。究其原因, 知识链查询只需要检索 JSON-LD 文档即可, 与节点数无关, 且

不需要节点间的共识, 因此速度较快, TPS 值较大; 知识链交易受共识过程和用户扫描微信二维码过程的双重影响, 因此速度较慢, TPS 值较小, 见图 4。

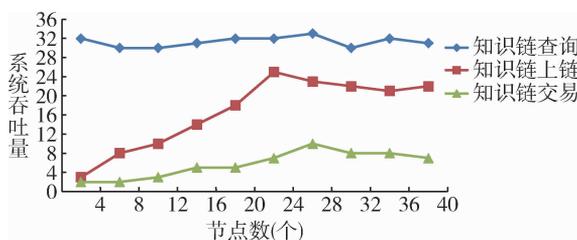


图 4 仿真系统吞吐量

## 6 结语

从电子病历中抽取与患者身份无关的数据元并生成医疗知识链, 允许用户通过区块链进行付费共享, 既可提高医院发布医疗知识链的积极性, 也可促进医疗知识链在医院、患者、科研人员之间的有效共享。本文提出一种基于区块链的医疗知识链付费共享模型, 对模型所涉及的医疗知识链抽取、组织、完整性控制、交易等关键问题进行讨论, 并通过仿真测试验证了节点数不超过 40 个时模型的可行性。

尚有如下问题需要进一步研究。一是医疗知识链的知识产权归属问题。本文所讨论的医疗知识链已经过医院知识工作者的再加工, 且排除了与患者身份相关的数据元, 是一种不同于电子病历的知识产品。但其源于患者的电子病历, 知识产权是否完全归属于医院, 有待进一步分析、认定。如果归属于多个主体, 付费共享所涉及的多方同意机制、利益分配机制也需要进一步研究。二是患者隐私泄露问题。尽管在生成医疗知识链时排除了 45 个敏感和次敏感数据元, 但排除是否彻底、患者身份重新识别的可能性是否存在等问题仍需进一步论证。三是知识链合理定价问题。目前的仿真系统将每条知识链的价格都固定为 0.5 元, 下一步需要考虑不同的知识链、知识链集合的合理、合法定价问题。此外, 仿真系统的扩展性问题、原始电子病历中数据

元的抽取问题、医疗知识链的批量交易问题等都需要进一步探讨。

## 参考文献

- 张波. 基于医院核心能力的知识共享体系构建研究 [D]. 天津: 天津大学, 2006.
- 白贺伊. 公共医疗服务体系中的知识交叉共享模型构建及实证研究 [D]. 西安: 陕西师范大学, 2013.
- MARGHERI A, MASI M, MILADI A, et al. Decentralised provenance for healthcare data [J]. *International journal of medical informatics*, 2020, 141 (9): 104197.
- 常馨予, 闫隽. 优化、联结与赋能: 网络下半场知识付费平台如何破局 [J]. *南方传媒研究*, 2020 (5): 59 - 65.
- 冯红霞. 共享经济时代知识付费的收费模式与盈利模式 [J]. *传媒*, 2018 (12): 70 - 72.
- 黄浩博. 共享经济背景下知识付费平台的现实困境与对策研究 [D]. 武汉: 华中师范大学, 2019.
- 张省, 裘讯. 线上知识共享付费稳定性演化博弈分析 [J]. *图书馆学研究*, 2018 (5): 58 - 66.
- 李姝, 赵培培, 于金刚, 等. 基于区块链的数据交易平台的研究与设计 [J]. *小型微型计算机系统*, 2021, 42 (5): 1109 - 1114.
- BANERJEE P, RUJ S. Blockchain enabled data marketplace - design and challenges [EB/OL]. [2021 - 08 - 21]. <https://arxiv.org/pdf/1811.11462>.
- HUNTER P. The big health data sale [EB/OL]. [2021 - 08 - 23]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4967957/>.
- PARK A, MULLIN J, MAH A, et al. The blockchain for personalized medicine [EB/OL]. [2021 - 06 - 15]. [https://ww1.prweb.com/prfiles/2018/07/31/15707263/CoralHealth\\_WP.pdf](https://ww1.prweb.com/prfiles/2018/07/31/15707263/CoralHealth_WP.pdf).
- SHARMA R. Connect to a health data marketplace from the palm of your hand [EB/OL]. [2021 - 09 - 12]. <https://medium.com/healthwizz/connect-to-a-health-data-marketplace-from-the-palm-of-your-hand-26179f39604>.
- BANERJEE P, MUTHAIAH A, RUJ S. Blockchain enabled data trading with user consent [C]. *Virtual: The 13th International Conference on Communication Systems & Networks (COMSNETS)*, 2021.

(下转第 68 页)

将其设置为可选项,从而完成中医医院电子病历系统的全面评价。

#### 4.4 评价过程

电子病历系统应用水平分级评价由国家卫生健康委员会医院管理研究所承办,每年一评,迄今为止已开展 10 余年。当前,开展中医医院电子病历水平应用分级评价,既需要总结电子病历水平分级评价的经验,也要考虑中医医院实际承担工作任务和开展业务情况,将中医药特色的电子病历系统应用水平分级评价融入到电子病历系统应用水平分级评价中。在开展中医药特色电子病历水平应用分级评价的过程中,应当首先梳理具有中医药特色的中医医疗业务模块,整理当前中医药领域已正式发布的国家标准、行业标准和团体标准,对中医药领域的信息标准和中医医疗业务模块进行分析,构建中医药特色电子病历系统应用水平分级评价标准。

## 5 结语

根据当前中医医院获评高级别医疗机构的特征,应对现有电子病历系统分级评价指标内容进行梳理,将中医药信息标准融入到评价中以加快构建中医药特色电子病历系统应用水平分级评价标准,

更全面、完整、系统地进行中医药特色电子病历系统应用分级评价。

#### 参考文献

- 1 《电子病历系统应用水平分级评价工作规程和专家管理办法》发布 [J]. 医学信息学杂志, 2021, 42 (2): 94.
- 2 舒婷, 李红霞, 徐帆. 2018 年度电子病历系统应用水平分级评价研究 [J]. 中国数字医学, 2019, 14 (11): 6-9.
- 3 王雯璟, 沈绍武, 肖勇, 等. 中医电子病历系统功能应用评价研究 [J]. 国际中医中药杂志, 2014, 36 (7): 588-591.
- 4 王雯璟. 中医电子病历信息标准应用符合性研究 [D]. 武汉: 湖北中医药大学, 2014.
- 5 史森, 张世红, 郑建鹏, 等. 北京地区电子病历系统应用水平分级评价结果分析 [J]. 中国数字医学, 2020, 15 (11): 109-113.
- 6 徐虹, 周小建. 2010—2013 年我院中药饮片使用调查 [J]. 临床合理用药杂志, 2014, 7 (35): 70-71.
- 7 何佳奇, 郑敏霞, 王晓鸣, 等. 浙江省中药配方颗粒使用现状调查与分析 [J]. 浙江中医杂志, 2018, 53 (3): 222-223.
- 8 周晓君, 郑京胜. 我院传统中药饮片与中药配方颗粒的使用情况调查 [J]. 中医药管理杂志, 2020, 28 (17): 29-30.

(上接第 27 页)

- 14 JIN X, ZHANG M, ZHOU Z, et al. Application of a blockchain platform to manage and secure personal genomic data: a case study of lifecode. ai in China [J]. Journal of medical internet research, 2019, 21 (9): e13587.
- 15 梁小燕. 区块链环境下基于信息熵的医疗数据共享激励机制 [D]. 兰州: 西北师范大学, 2020.
- 16 LI X, HUANG X, LI C, et al. EdgeCare: leveraging edge computing for collaborative data management in mobile healthcare systems [J]. IEEE access, 2019, 7: 22011-22025.
- 17 国家卫生健康委员会. 卫生信息数据元目录第 1 部分: 总则 [EB/OL]. [2021-05-18]. <http://www.nhc.gov.cn/zwgkzt/s9497/201108/52741/files/4e1578611>

ca94f5abfec52923717bcbc.pdf.

- 18 国家卫生健康委员会. 卫生信息数据元目录 [EB/OL]. [2021-05-18]. <http://www.nhc.gov.cn/cms-search/wsbz/wsbSearchList.htm>.
- 19 国家卫生健康委员会. 电子病历共享文档规范 [EB/OL]. [2021-05-20]. [http://www.nhc.gov.cn/wjw/s9497/wsbz\\_5.shtml](http://www.nhc.gov.cn/wjw/s9497/wsbz_5.shtml).
- 20 张超, 李强, 陈子豪, 等. Medical chain: 联盟式医疗区块链系统 [J]. 自动化学报, 2019, 45 (8): 1495-1510.
- 21 Anon. A simple implementation of blockchain in java [EB/OL]. [2020-10-12]. <http://github.com/will1229/blockchain>.