

# 区块链技术在医疗领域中的应用研究

付敬 刘莉

弓孟春

许统亮 徐泽宇 朱宏

(南方医科大学南方医院  
广州 510515)(神州数码医疗科技股份有限公司  
北京 100085)(南方医科大学南方医院  
广州 510515)

〔摘要〕 介绍区块链技术内涵,系统梳理区块链技术在医疗领域:数据管理与存储、医疗供应链、医疗物联网中的应用情况,分析其面临的机遇与挑战,从应用和技术普及两个层面探讨未来研究方向,以期对相关研究提供参考。

〔关键词〕 区块链;医疗;数据管理;电子健康档案;供应链;医疗物联网

〔中图分类号〕 R-056 〔文献标识码〕 A 〔DOI〕 10.3969/j.issn.1673-6036.2020.03.001

**Study on Application of Blockchain Technology in the Medical Field** FU Jing, LIU Li, Nanfang Hospital, South Medical University, Guangzhou 510515, China; GONG Mengchun, Digital China Health Technologies Co. Ltd., Beijing 100085, China; XU Tongliang, XU Zeyu, ZHU Hong, Nanfang Hospital, South Medical University, Guangzhou 510515, China

〔Abstract〕 The paper introduces the connotation of blockchain technology, systematically sorts out the application status of blockchain technology in the medical field in terms of data management and storage, medical supply chain and medical Internet of Things (IoT), analyzes its opportunities and challenges, and discusses the future study directions from the aspects of application and technology popularization, with a view to providing references for related study.

〔Keywords〕 blockchain; medical; data management; Electronic Health Records (EHR); supply chain; medical Internet of Things (IoT)

## 1 引言

医疗信息获取与传输的隐私、安全与准确性对医疗服务创新提出新的挑战。区块链技术革命带来一个巨大机遇,可以引领从医疗记录到药品供应链,再到支付分配智能合同的安全数字化转型,实现医疗数据在系统间的安全应用。区块链技术与医疗服务的结合是一项新的实践<sup>[1]</sup>,区块链通过简化

医疗记录共享、保护敏感数据不被黑客窃取、使患者对个人信息有更多控制权等方式,利用数据流来提高医疗服务质量。Webster J 等在研究中指出,对于新兴信息系统问题进行文献回顾能够从潜在理论基础和一个概念模型的逐步发展中获益<sup>[2]</sup>。作为一种新的应用尝试,区块链在医疗中的应用前景与局限性都受到学者关注,但目前还鲜有文献对其在医疗行业的应用进行全面梳理,本文将对其进行相关研究梳理,从中获得启发。

## 2 区块链概念及其在医疗领域的应用现状

〔收稿日期〕 2020-03-17

〔作者简介〕 付敬,助教,发表论文 10 余篇;通讯作者:朱宏,研究员。

## 2.1 区块链概念

区块链技术作为一种点对点的网络数据交换与处理分布式账簿技术,可以公开或私密地分发给所有用户,以可靠和可验证的方式存储任何类型数据<sup>[3]</sup>。已有学者对区块链相关应用进行综述<sup>[4]</sup>,综合而言,包括金融、管理、保险、医药、互联网及医疗领域。任何用于医疗的区块链都需要公开,还必须包含3个关键要素的技术解决方案:可伸缩性、访问安全性和数据隐私性<sup>[5]</sup>,这使得医疗领域成为近年区块链一个重要应用领域。

## 2.2 基本应用

医疗健康行业每天都在产生新的数据,包括医疗记录、实验室检测结果、账单、临床试验、远程监测和其他来源等,这些数据往往存储在孤立的数据库中。区块链技术由于广泛的适应性及分割、保护和共享医疗数据和服务的能力,在医疗领域的许多应用中重新定义数据应用模型与治理机制,从根本上改变医疗服务模式。从区块链在医疗服务应用中的角色来看,近年来逐步发展的基于区块链的医疗服务应用, workflow 上主要涉及原始数据源、区块链技术、医疗应用和受众(如患者、医疗工作者等)4个层面。区块链最为突出的安全与私密特性则主要体现在区块链技术和医疗应用这两个层面。

## 2.3 相关研究文献

为解决医疗保健服务中存在的数据隐私、安全和完整性等问题,该领域区块链相关研究呈暴发式增长。通过中国知网统计区块链相关主题文献,自2015年来发表数量增长120多倍;区块链在医疗领域中的应用在2016年开始受到学术界关注,后几年呈快速增长。2018年相关研究达顶峰后(4338篇),2019年研究趋于平稳,呈现瓶颈状态。本文将综合探讨区块链在医疗领域的应用研究并从中发现未来研究趋势与挑战。

# 3 区块链技术在医疗领域的应用及讨论

## 3.1 概述

区块链技术作为一种可靠、透明的数据存储和分享机制,为解决医疗领域的数据隐私、安全和整合问题提供更多的潜在方案。从区块链特性来看,其在医疗领域应用可主要分为3大类。一是数据管理应用,包括数据管理、存储和电子健康档案(Electronic Health Records, EHR)等;二是医疗供应链应用,包括临床试验、药学开发等;三是医疗物联网应用,包括与可穿戴设备、可移动医疗设备的结合应用,医疗物联网设备的数据安全等。

## 3.2 数据管理应用

3.2.1 医疗数据管理与存储 随着医疗服务日益倾向于数据驱动,面对医疗领域每天产生的大量数据,基于隐私与安全的数据管理与存储成为普遍关注的问题。Al Omar 等提出一种以患者为中心的医疗数据管理云系统,使用区块链技术作为存储来帮助保障隐私<sup>[6]</sup>,探讨如何将敏感的医疗保健数据保存在区块链上,通过确定一组安全性和隐私性需求来实现医疗数据的可靠性、完整性和安全性。王辉等研究基于区块链技术的医疗数据存储机制,医疗机构现有数据库存储的单一性和集中性导致电子医疗数据安全性、完整性和可追溯性无法保证,虽有云存储等数据存储方案,但需要依赖一个完全可信的第3方来保证交互的可靠性<sup>[7]</sup>。为此提出去中心化的医疗数据存储系统、改进的实用拜占庭容错(Practical Byzantine Fault Tolerance, PBFT)共识算法以及数据交互系统架构来解决该问题。

3.2.2 EHR 管理 许多研究设计区块链技术框架以确保机构内部和跨机构的 EHR 数据安全、存储和共享。Chen 等通过为患者敏感的医疗记录设计安全的云存储,开发用于医疗数据共享的安全区块链框架。该框架通过在链下部署云加密来存储,医疗数据管理通过一个对其所有者信息具有访问控制权限的数字存档来实现<sup>[8]</sup>。Patel 等基于区块链的一致性研究安全、去中心化地不同主体间分享医疗影像数据的流程框架<sup>[9]</sup>,但并没有提出具体的数据查询与搜索方法。高梦婕等针对医疗数据的搜索问

题,提出一种基于区块链对称可搜索医疗数据共享方案<sup>[10]</sup>。Wang等提出一种安全的云EHR系统,是基于区块链和数据特性的加密系统<sup>[11]</sup>。为加密医疗数据,使用基于身份的加密和签名来实现数字签名,从而保障EHR数据安全。甘霖等为解决电子病历隐私保护和共享使用问题,提出基于区块链的患者电子病历私有链、医疗机构电子病历私有链和电子病历公共链的3层电子病历共享方案<sup>[12]</sup>。可见学术界广泛提出电子病历数据存储、保密、传输和获取的安全性与方式等热点问题,通过区块链技术类似问题将得到解决。

### 3.3 医疗供应链应用

3.3.1 医药与医疗产品供应链 供应链管理是为了达到产业的最佳实践,简化从订购到供应的整个交付过程,在医疗领域具有广阔的发展前景。但医疗器械、药品和关键资源订购分散,除假冒产品和药品外,缺乏产品注册和医疗设施中的包装错误,都致使医疗供应链管理存在危及供应链过程的内生风险,直接影响患者安全。因此区块链成为监控药品全流程和医疗产品流通全过程的关键技术。Narayanaswami等研究区块链在医疗供应链中的应用,提出区块链中的每个节点都保存着交易记录,很容易立即核实药品来源、供应商和分销商<sup>[13]</sup>。此外区块链的分布式账簿允许卫生保健官员和医生检查和认证供应商凭证,这些都从很大程度上避免信息安全造成的患者伤害。

3.3.2 临床试验 在个人数据保护、共享和患者登记等方面都面临许多挑战。Nugent等为减少数据丢失和选择性发表等问题对临床试验结果科学可信度的影响,提出在私有以太网上的智能契约,用以解决信任退化问题<sup>[14]</sup>。Benchoufi等应用区块链验证协议,在临床试验方法学的基础上开发一套 workflow<sup>[15]</sup>,以确保试验透明度及可验证性。

3.3.3 药学领域 从制药行业来看,医药企业正努力提高药品质量并为各种疾病研发新药。但药品从发明到商业化是一个漫长过程,其中临床试验占大部分时间。由于缺乏安全性和隐私性,该过程很容易导致药品召回和假冒。在整个制药过程中使用

区块链技术可以消除这一障碍。大量研究表明可通过使用区块链分布式账本来保护隐私和确保安全,确保每个试验事件都记录在区块链节点上,防止数据和结果的篡改<sup>[16]</sup>。

### 3.4 医疗物联网应用

3.4.1 可穿戴医疗设备 医疗物联网系统在医疗卫生信息系统的发展中起着至关重要的作用。通过医疗物联网技术各种可穿戴或便携式医疗设备如心脏监测器、血压监测仪等都可以在互联网上实时收集、处理和共享数据。医疗信息与通信技术基础设施由许多网络和物联网设备组成,包括终端、传感器、诊断工具、无线接入点等。虽然这种基础设施使许多医疗系统(如可穿戴设备和远程监控服务)能够与医护人员传输和共享患者健康数据,但在传输过程中很可能因未知的通信网络发生技术性错误或恶意篡改,这对医疗物联网安全提出极大挑战。

3.4.2 医疗物联网数据安全 大量研究人员探索使用区块链技术保护用户数据在传输过程中不受非法渗透。Jo等将物联网和区块链技术引入结构化健康监测管理<sup>[17]</sup>,提出一种新的系统,通过将本地集中分布和全局去中心化分布结合,划分为边缘网络 and 核心网络来解决这一问题。这一模式进一步提高区块链系统在医疗物联网中应用的有效性和可扩展性。Khan等发现当前物联网生态系统中存在几个安全和隐私漏洞,包括更新数十亿物联网设备软件时如何做好保护,提出区块链可用于增强其安全性<sup>[18]</sup>。

### 3.5 区块链在医疗领域应用的创新定位

医疗记录和患者隐私信息需要保密,考虑到信息安全,不应存储于一个集中的数据库。区块链技术提供可行的解决方案,可以完全透明化,同时在信息共享过程中保护隐私。Tang等将区块链作为一种医疗服务创新技术<sup>[1]</sup>,通过定量与定性分析从战略层面将区块链技术在医疗领域中定位为通过过程创新为受众提供通用模块化和标准化的服务,而未来将逐步向市场创新及为受众提供专属服务方向发展。针对区块链在医疗服务中的战略发展,提出要

成功地将区块链应用于医疗服务行业,把握医疗市场需求和政策走向是关键<sup>[1]</sup>,认为有必要建立一个基于伦理规范和医疗解决方案的数据共享系统,而医疗数据管理将成为未来重要的服务机制。因此涉及隐私保护和数据安全的数据收集、存储和共享将成为区块链在医疗服务行业应用的核心价值之一。

### 3.6 区块链在医疗领域应用的风险与局限性

区块链技术已成为推动医疗服务提升的一项重要技术。但从实际应用来看,当前研究较多,实际落地产品却较少。和很多新技术创新一样,建立清晰的价值定位和展现出实用价值都需要在各种实践中进行大量尝试,这将消耗较长时间。有学者从区块链优势出发,探讨其在医疗领域中的应用价值,同时也提出存在的风险与局限性,如法律法规层面风险、概念炒作风险、较高的系统复杂性、不清晰的商业模式、原始数据质量问题、技术成熟度不足等,这些都阻碍区块链技术在医疗领域的成功应用。当前区块链技术发展尚处于初级阶段,还不能完全解决所有医疗数据应用上的问题,技术不够成熟成为阻碍其应用的一大障碍。数据隐私和安全,链上和链下数据存储选择,这些问题与监管制度紧密相连。系统结构设计、分布类型、资源消耗以及效率等问题也是关注的焦点。有效的沟通以及针对区块链未来应用的知识教育普及在 Bogoeva 相关学者访谈中受到关注<sup>[19]</sup>,但目前在学术文献中并未有较深入的讨论。

## 4 未来研究方向

### 4.1 应用层面

目前区块链在医疗领域的应用得到学者与产业人员认可。从应用层面来看,首先在电子健康档案方面的应用与设计是目前相关研究较为集中的方向,这与国家推行医疗信息化改革相一致。其次数据管理与存储相关应用受到医疗人员较多关注,如何使用区块链进一步管理医疗数据,将极大影响区块链技术在医疗上的应用。在医药供应链、保险理赔、信用管理等方面相关文献中虽有所涉及,但就

概念验证实践来看,这些方面的应用还未被探索。随着可穿戴设备不断涌现,区块链在医疗物联网中的应用将进一步被挖掘,对健康管理服务模式创新提出新的挑战。

### 4.2 技术普及层面

从技术普及层面来看,首先探索概念验证和商业模式等方面的实践应用为当前主要研究方向,区块链从应用上来看主要用于解决医疗保健中的问题,而非主要解决数据管理或电子健康档案问题。其次当前与医疗相关的学术研究还未全面探讨区块链与其他技术整合问题,如量子计算、人工智能、机器学习等方面的整合应用。而明显缺乏研究的领域是在用户中的普及推广,特别是沟通方式和教育渠道的确定。最后研究者和实践者都认同标准缺失的影响,这也将成为未来区块链在医疗领域应用研究关注的重点。

## 参考文献

- 1 Tang D. A Strategic Overview of Blockchain Applications in the Healthcare [C]. Sanya: 2nd International Conference on Social Science, Public Health and Education (SSPHE 2018), 2018.
- 2 Webster J, Watson R T. Analyzing the Past to Prepare for the Future: writing a literature review [J]. MIS Quarterly, 2002, 26 (2): 13–23.
- 3 Gaggioli A. Blockchain Technology: living in a decentralized everything [J]. Cyberpsychol. Behav. Soc. Netw., 2018 (21): 65–66.
- 4 王君宇,吴清烈,曹卉宇. 国内区块链典型应用研究综述 [J]. 科技与经济, 2019, 32 (5): 1–6.
- 5 Linn L A, Martha B, Koo M D. Blockchain for Health Data and Its Potential Use in Health IT and Healthcare Related Research [J]. BMC Med, 2019, 17 (1): 17.
- 6 Omar A A, Bhuiyan M Z A, Basu A, et al. Privacy – friendly Platform for Healthcare Data in Cloud Based on Blockchain Environment [J]. Future Generation Computer Systems, 2019 (95): 511–521.
- 7 王辉,刘玉祥,曹顺湘,等. 融入区块链技术的医疗数据存储机制研究 [J]. 计算机科学, 2020, 47 (2): 1–9.

(下转第 29 页)

## 5 结语

观察期内网民搜索指数与媒体指数虽出现波动性变化,但近几年均趋于稳定值。随着乳腺癌防治健康信息的普及,公众了解其预防及治疗措施,信息搜索频率在固定范围内波动,媒体的健康知识宣传取得较好成效,信息曝光率降低。公众信息行为与其社会角色相关,网民多关注疾病特征,媒体更注重社会效应。网民搜索主题围绕乳腺癌的早期症状及预后效果,搜索行为受乳腺癌发病率、死亡率及地域、性别、年龄等因素影响。30岁以下、50岁以上女性网民及男性网民也需多关注乳腺健康知识。媒体紧密关注医学、药学等领域研究进展,在短时间内大量报道相关主题以促进健康知识大范围传播。全国性、地方性、专业性媒体对乳腺癌防治健康信息的科普宣教力度及信息全面性需进一步加强。

## 参考文献

- 1 中国互联网络中心. 第43次《中国互联网络发展统计报告》[EB/OL]. [2019-02-28]. [http://www.cnnic.net.cn/hlw-fzyj/hlwzxbg/hlwjbg/201902/t20190228\\_70645.htm](http://www.cnnic.net.cn/hlw-fzyj/hlwzxbg/hlwjbg/201902/t20190228_70645.htm).
- 2 中国科学技术协会. 中国网民科普需求搜索行为报告

(2017年度) [EB/OL]. [2019-02-28]. [http://www.cast.org.cn/art/2018/3/22/art\\_341\\_47213.html](http://www.cast.org.cn/art/2018/3/22/art_341_47213.html).

- 3 龚韩湘,吴泽埔,伍宝玲,等.我国养老服务模式社会关注度的时空差异分析[J].中国卫生政策研究,2018,11(5):17-21.
- 4 王云娣.公共文化服务体系的网络关注度研究—以百度指数为例[J].现代情报,2017,37(1):37-40,88.
- 5 李清光.消费者对食品安全信息搜寻行为的特征分析—基于微博指数与百度指数的分析[J].价格理论与实践,2018(9):78-81.
- 6 陈万青,郑荣寿,张思维,等.2011年中国恶性肿瘤发病和死亡分析[J].中国肿瘤,2015,24(1):1-10.
- 7 陈万青,郑荣寿,张思维,等.2012年中国恶性肿瘤发病和死亡分析[J].中国肿瘤,2016,25(1):1-8.
- 8 陈万青,郑荣寿,张思维,等.2013年中国恶性肿瘤发病和死亡分析[J].中国肿瘤,2017,26(1):1-7.
- 9 陈万青,孙可欣,郑荣寿,等.2014年中国分地区恶性肿瘤发病和死亡分析[J].中国肿瘤,2018,27(1):1-14.
- 10 孙可欣,郑荣寿,张思维,等.2015年中国分地区恶性肿瘤发病和死亡分析[J].中国肿瘤,2019,28(1):1-11.
- 11 师金,梁迪,李道娟,等.全球女性乳腺癌流行情况研究[J].中国肿瘤,2017,26(9):683-690.

(上接第5页)

- 8 Chen Y, Ding S, Xu Z, et al. Blockchain-based Medical Records Secure Storage and Medical Service Framework [J]. J Med Syst, 2018, 43(1): 5.
- 9 Patel V. A Framework for Secure and Decentralized Sharing of Medical Imaging Data via Blockchain Consensus [J]. Health Informatics J, 2019, 25(4): 1398-1411.
- 10 高梦婕,王化群.基于区块链的可搜索医疗数据共享方案[J].南京邮电大学学报(自然科学版),2019,39(6):94-103.
- 11 Wang H, Song Y. Secure Cloud-based EHR System Using Attribute-based Cryptosystem and Blockchain [J]. J Med Syst, 2018, 42(8): 152.
- 12 甘霖,杨建华,路松峰.基于区块链的电子病历共享技术研究[J].中国数字医学,2019,14(12):11-13.
- 13 Narayanaswami C, Raj Nooyi, Raghavan SG, et al. Blockchain Anchored Supply Chain Automation [J]. IBM J Res Dev, 2019(99): 1.
- 14 Nugent T, Upton D, Cimpoesu M. Improving Data Trans-

parency in Clinical Trials Using Blockchain Smart Contracts [J]. F1000Res, 2016(5): 2541.

- 15 Benchoufi M, Porcher R, Ravaud P. Blockchain Protocols in Clinical Trials: transparency and traceability of consent [J]. F1000Res, 2017(6): 66.
- 16 Sylim P, Liu F, Marcelo A, et al. Blockchain Technology for Detecting Falsified and Substandard Drugs in Distribution: pharmaceutical supply chain intervention [J]. JMIR Res Protoc, 2018, 7(9): e10163.
- 17 Jo B W, Khan R, Lee Y S. Hybrid Blockchain and Internet-of-Things Network for Underground Structure Health Monitoring [J]. Sensors (Basel), 2018, 18(12): 4268.
- 18 Khan M A, Salah K. IoT Security: review, blockchain solutions, and open challenges [J]. Future Generation Computer Systems, 2018(82): 395-411.
- 19 Bogoeva A. Blockchain in Healthcare: opportunities and challenges [D]. San Antonio: The University of Texas at San Antonio, 2018.