摘要

随着互联网的发展，医疗健康领域也开始朝着数字化发展。区块链技术在解决医疗健康领域中的诸多问题时有显著优势，如今已经有许多企业开始将区块链与医疗健康结合，也出现了很多产品，但仍存在一些局限与挑战。

引言

当今医疗的发展使得很多以前的疑难杂症变得有迹可循，技术的提高使得医疗的重点慢慢从医疗技术变得更加关注病人的权益。2015年1月，时任美国总统奥巴马颁布了《精确医学倡议》，其目的是通过研究、技术和政策，使患者、研究人员和医护人员能够共同努力，共同发展个性化护理，从而使医学进入一个新的时代。

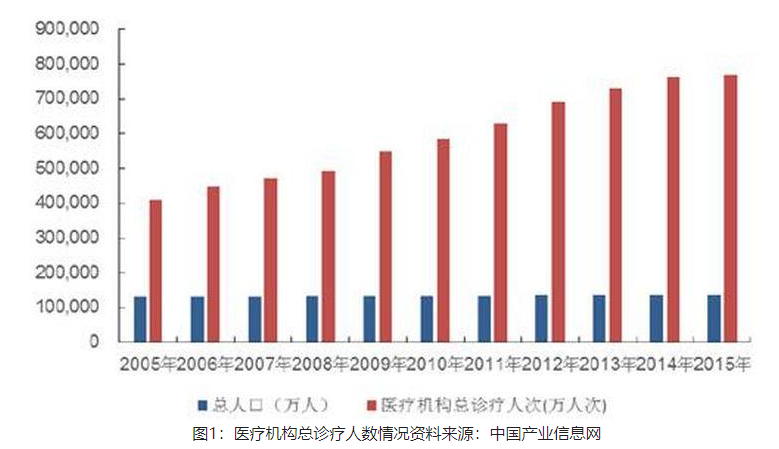
医疗领域的数据安全存储一直是个棘手的问题，尤其目前的医疗数据存在各个医院之间信息无法共享的情况，这严重影响了医生诊断的效率，不仅增加了医护人员的工作量，也给患者带去了不便。

现如今随着互联网的飞速发展，越来越多的数据可以存储在互联网上，在提供方便的同时也带来了很多隐患，比如安全，隐私等问题。区块链技术的出现或许可以在一定程度上缓解这些问题。区块链是一项去中心化的分布式技术，可以在匿名的情况下进行数据的传输，保证了患者的隐私权。而且通过区块链技术能够共享各医院的医疗数据，这使得医疗资源的利用可以更加有针对性，也为医疗领域的研究提供了更多更可靠的数据。更重要的是，存储在区块链上的数据一旦被存储便终身不可修改，因此大大确保了数据的安全并提高了数据的可信度。

一、医疗健康领域现状

1.1基本概念

根据中国产业信息网发布的医疗健康产业报告中的定义，医疗健康产业是以维护和促进人民群众身心健康为目标，主要包括医疗服务、健康管理与促进、健康保险以及相关服务，涉及药品、医疗器械、保健用品、保健食品、健身产品等支撑产业，覆盖面广，产业链长。目前所理解的医疗健康产业已经不仅仅是传统的治病疗伤，而是以其为中心的上下游全产业链范围。根据德勤(Deloitte)发布的《2020年生命科学与医疗趋势报告》显示，随着社会经济水平的提高，全球平均预期寿命延长了5.5岁，从1990年的75岁延长至2015年的80.5岁，因此人们对医疗健康的需求越来越大。根据前瞻产业研究院发布的《医疗健康领域投资分析报告》显示，截至2015年，中国健康产业市场规模已达2万亿元，根据其预测，2020年中国医疗健康产业市场规模将高达8万亿元。



随着互联网以及移动互联网的发展，远程医疗获得了大力发展，到2018年，采用移动设备的医疗互动占到了医疗机构互动的65%，80%的医生使用手机和医疗应用程序提供医疗服务。

综上，随着全球人口的增长和老龄化问题出现，社会经济水平提高，对医疗健康的需求也在增加，不断增长的需求给医疗行业带去了压力，也促进了行业新技术的发展。另外，行业的发展也离不开政府的支持。

1.2医疗健康领域存在的问题

虽然医疗健康领域正逐步发展，但是整个行业仍然面临很多的挑战。根据HealthCare Executive Group进行的一项调查表明，2018年里医疗健康领域最主要的三个挑战分别是，临床数据分析、人口卫生服务机构状况以及基于疗效的支付体系。

1.数字化程度低

随着互联网的发展，医疗健康领域的数字化程度已经不断提高，不管是从医疗设备还是从医疗服务的角度来看，电子化的趋势也越来越明显。然而整体的数据化程度还相对偏低，一些三甲医院的医疗设备及医疗服务的水平较高，但是中等偏下的医院还处于更新换代的阶段，数据化能力较差。并且在临床医学方面，基本不存在数据的采集与利用，患者与医生或者制药商之间的沟通处于断裂状态，临床数据得不到分析和利用，大大地阻碍了临床医学领域的进步，

2.医疗机构相互孤立

由于数据化程度低，各医院之间存在着明显的信息不对称现象。比如说，每个人都会有这样的求医体验，当你去医院看病，医生都会让你去做任何可能相关的检查，然而这些检查每个人都已经在很多医院进行过相应的处理，然而由于医院间相互孤立，病人信息无法同步，由此带来了巨大的人力物力的浪费，降低了行业的效率，阻碍行业快速发展。

3.网络安全压力大

虽然法律法规明确保障医疗健康领域的数据安全和隐私，但是互联网的快速发展，使得越来越多的设备开始入网，给网络安全工作带来巨大隐患。2017年IBM Security和Ponemon研究所的研究显示，防止医疗数据泄露的费用有所增加，平均每个记录为380美元，而其他行业的数据维护成本则下降了10%。因此，数据及网络安全问题将越来越成为该行业关注的问题。

除此之外，医疗健康领域还面临着医疗成本高，医疗资源不匹配，患者医疗体验差等问题。

1.3医疗健康领域发展趋势

一方面随着人民生活水平显著提升，对健康以及美好生活的需求越来越大，另一方面随着互联网的发展，医疗健康领域数字化发展已经成为各个国家医疗领域的首要发展方向。

1.医疗健康数字化

随着互联网的发展，各行各业都在进行数据化改造，医疗健康领域也不例外。从传统的手写病历，到现在的电子病历系统。目前来看，医疗健康领域的数字化程度还处于中下游水平，但是从各国在医疗健康领域的数字化的政策支持来看，其数字化进程会不断加快。从市场表现来看，主流三甲医院的数字化改造相对比较成熟，中等偏下医院的数字化程度较低，未来会逐步向下沉淀，在全行业实现数字化。

2.医疗健康数据共享

目前各医院之间相互孤立，信息没有相互打通，主要原因有两个，一方面是医疗健康数据没有电子化，信息流通难度大，另一方面数据安全隐私问题难解决。随着技术的进步，数字化已经在不断地发展。随着安全隐私问题得到有效解决，数据在未来将实现共享。数据共享将大大促进行业效率提高。

3.精准定制化医疗

随着人们对医疗健康的需求越来越高，未来专业化的医疗服务将会不断的升级迭代。人们可以通过可穿戴设备实时捕捉身体数据，并且反馈给专业的医疗团队，医疗团队根据用户个体情况进行定制化的精准医疗，包括药物、医疗器械以及相应的医疗保险服务等等。用户将不仅仅是生病了才去进行治疗，而是从预测、预防就开始进行相应的医疗服务，整个医疗服务覆盖其整个生命周期。

二、区块链+医疗

2.1区块链+医疗领域的可行性

区块链天然适合记录数据信息。医疗数据行业完全能利用这⼀优点，把不准确和存在差异影响的医疗记录上链。

目前，区块链技术在医疗行业中，应用得最多的就是医疗健康数据的分布式账本记录。如果在建立病历时，由医疗专业⼈员负责确保敏感病例的准确性、完整性，并且让这些病历信息只有获得授权的人员才能得到，这将使患者获得更高质量的医疗服务。

使用区块链技术构建的电⼦病历和疾病数据，能完整记录包含生命体征、记录服药、诊断结果、病史手术等健康数据，以及医护人员、地点、器械相关等涉医数据。各医疗机构根据收集的完整数据链，再提取各自所需信息，克服了收集与数据处理没有统⼀标准的弊端。

1.分布式存储保证信息安全

区块链采用数据多节点、分布式多重存取，摆脱对互联网中心服务器依赖，避免了中心服务器单点篡改数据、丢失数据的可能性。并且用户能够随时查看病患的历史数据和用户数据，从而免去数据丢失的风险。这也可以有效地提高效率，患者在就医时，医生无需在给患者进行已做过的相关的检查，直接查看历史数据即可，大大地节省了人力物力。

2.非对称加密保证用户隐私

随着社会的发展，一方面人们也越来越注重个人尊重和隐私，另一方面医疗健康领域的特点需要用户去公开自己的信息，最起码在就医阶段对医院是公开的，这样才能有效的解决就医问题。区块链的加密和去中心化的特点迎合了用户隐私信息保护的诉求，一方面可以把相关信息公开给医院，使得患者可以接受到最好的医疗服务，另一方面可以有效的做好匿名处理，即使信息被公开，对用户本身的保护也可以达到最大化。

3.联盟链社区自治促进信息共享

大多数的医疗数据在各家医院以及各个医疗设备制造商，不同的提供商经常使用不同的数据库系统对医疗数据进行存储，每个系统之间没有很好的协同。区块链一方面从技术上可以保障数据共享功能的实现；另一方面从社区自治的角度可以很好的促进大家进行数据共享，类似于R3联盟，在联盟中各参与方根据联盟规则进行相关的数据共享，并且也会因此受到相应的激励措施或者惩罚机制。

4.智能合约提高行业效率

智能合约的最大作用就是自动化执行相关程序流程，减少人员参与的环节，提高效率。区块链系统能够实现大部分计费、支付程序的自动化，从而跳过中间人，降低行政成本，为病患和医疗机构双方节省时间。并且这一系列的资金以及过程数据，可以为后期的保险理赔以及账单管理提供有效的依据，一方面可以减少医疗健康领域的骗保、报假账等灰色花费，另一方面也可以提高验证的效率。

目前来看，区块链在医疗健康领域应用是提供了一个可行的解决方案，主要在数据保护以及数据共享方面有一定的应用。

2.2区块链+医疗领域的优势

结合区块链最突出的特点——去中心化、点对点网络、分布式账本、时间戳、信息透明且不可篡改等，将区块链技术运用于医疗健康领域，将会有以下几个优势：

1.提高数据安全性，降低网络风险

区块链通过加密以及分布式存储等手段，保证数据交换系统的安全，防止数据被修改。随着各类自用医疗设备的增多，并且绝大多数都是物联网设备，未来人们的健康生活数据会越来越多，人们对数据泄露以及隐私保护的要求越来越高。区块链能够在保证安全、隐私和可靠性的同时，提供设备之间的数据互操作性，有效降低数据在存储以及传输过程中的风险。目前区块链相关的加密技术已经取得了很大的发展，甚至不少区块链项目就是聚焦在数据加密技术领域。如多方计算技术（sMPC）通过将需要计算的数据分解成多个碎片来进行加密，分配给多个节点进行计算，保证各个节点根据单独的碎片无法解密原始数据。区块链可以将需要保密的用户隐私信息进行加密，保证信息只在特定的场景下进行传播或者共享，其他方即使拦截也无法解密出原始信息。

2.数据加密及共享

区块链的医疗健康平台使用的是分布式的记账方式，不再像传统的医疗健康数据平台一样，由平台持有用户的所有信息，而是每一位用户手上都有一份账本，该份账本可以记录所有用户的信息，根据信息的重要性不同可能会有一定的加密处理。每个用户的信息都是掌握在自己手中的，不属于任何一个平台。用户可以根据自身不同信息的价值，基于不同的价格给出信息的分享或者出售，做到了用户信息的属于用户。

区块链在保证安全隐私和可靠的同时，本身也具有公开透明性，从医院到患者，整个过程都能得到保障。以电子病历为例，未来可以打造一个区块链电子病历系统，患者的所有的就医以及身体健康数据都存储在链上，方便医生对患者有一个全面的了解，并且可以免去各医院之间转院导致的信息不对称问题，需要患者反复进行相同的诊断。

3.提高行业透明度，减少灰色地带

从服务机构角度出发，应用区块链技术之后，患者在就医过程中的医疗记录、花费记录以及患者本身的身体情况都可以实时记录在链上，服务机构可以快速准确的查询到相关数据，并且以此作为依据，减少患者与服务机构之间的纠纷。从患者角度出发，药品从制药商出发，到流入个体消费者手中，整个过程都能得到保证。假药问题就可以得到很好的解决，患者无需为此担心。

IBM调查了医疗高管对区块链的价值意义，高层普遍认为区块链能最有效地消除医疗信息摩擦，包括信息不完善、信息风险和信息无法访问等。比如计算机记录能保证信息输入的准确无误，而区块链自身的属性，如挑选最快最好的信息纳入数据库以及高度保密的安全性，将冲破以往医疗信息化的藩篱，最大限度地尽其所长。这也就是为什么医疗数据、医疗保险等革新信息交换方式的领域，更容易与区块链结合、落地。

三、医疗区块链系统分析

目前, 区块链技术越来越受到国内外研究者们的关注。医疗区块链作为区块链技术应用的一种, 在实现医疗数据的安全共享与存储，保护患者隐私，提高行业效率等方面有着显著的优势, 是区块链技术应用研究中的一个重要的发展方向。⽬前，已经有⼀些区块链技术应用在医疗数据的项⽬中，尤其是近两年，越来越多的项⽬方把⽬光聚焦在这个领域，接下来对部分项⽬进行分析。

1.IBM Watson Health

IBM在2017年发布一份医疗保健与区块链的报告，称国外医疗保健组织已经采用区块链技术，甚至比金融行业更为领先。报告显示，区块链技术会在临床试验记录、监管合规性和医疗/健康监控记录领域发挥巨大价值，以及在健康管理、医疗设备数据记录、药物治疗、计费和理赔、不良事件安全性、医疗资产管理、医疗合同管理等方面都能发挥专长。

2017年1⽉IBM和FDA合作，⽬标是用技术研发⼀种**安全、⾼效、可扩展的医疗数据交易方式**。IBM和FDA将基于多个来源，探索患者数据的转换，包括电⼦病历、临床实验、基因数据以及移动设备、可穿戴设备和物联网（IoT）设备中包含的医疗数据。IBM和FDA计划通过多种数据类型的信息交换，探索区块链架构在公共卫生方面的应⽤，包括临床实验和“现实世界”数据。

IBM Watson Health的人工智能解决方案已经在全球产生了广泛的影响，超过 15,000 个客户和合作伙伴、80,000 名专业人士以及 185,000 名患者和消费者从中受益。

2.DokChain

位于硅谷圣马特奥的 PokitDok，是医疗垂直领域的 API 开发商，他们解决医疗领域一系列问题，比如**保险理赔、药房和身份管理**。 PokitDok 于2016年10月首次推出了他们名为 “DokChain” 的区块链产品。DokChain 是一个“跨越医疗行业，运行于财务和临床数据事务处理的分布式网络。”

2017年5月，PokitDok 宣布与英特尔开展合作，共同开发 Dokchain 医疗区块链解决方案，包括英特尔开源锯齿湖超级账本作为底层分类账，并使用英特尔芯片处理区块链交易请求。

在英特尔的开源区块链平台 Sawtooth 和Intel芯片和SGX 技术的支持下，PokitDok 可以提高 DokChain 的可扩展性、隐私和安全性。正因为使用了Intel芯片来处理区块链交易请求，DokChain 的安全等级达到了前所未有的高度，而这对于医疗保健领域是至关重要的。

此外，包括美国守护者人寿保险公司（The Guardian Life Insurance Company of America）的战略投资部门GIS Strategic Ventures等在内的多家公司，都对PokitDok进行了战略投资。

围绕Dokchain展开大量的合作，扩大PokitDok API解决方案的适用范围，简化患者登记手续，自主处理健康保险管理，计算超出预算外的开支估计值，并简化各种医疗冗余流程，如医疗支付和报销等。这样，患者就可以节省大量的时间和精力，得到更好的医疗体验，省钱且省时。

由于Dokchain系统建立了操作标准，是医疗区块链革命性的一步。所以，PokitDok的CTO和联合创始人Ted Tanner称其为“医疗保健领域的奇点”。

3.Patientory

Patientory 总部位于美国亚特兰大。该公司正在构建一个符合 HIPAA 标准的、基于区块链的健康信息交换系统（HIE），旨在实现**电子健康记录的互操作性，同时增强网络安全协议**。Patientory 的白皮书里写到，在他们的设想下，每位患者将成为发送和接收健康信息的主要中间人，无需频繁更新信息、也不会遇到软件问题。

4.Guardtime

在医疗数据安全领域，总部位于爱沙尼亚的 Guardtime 颇具代表性。Guardtime 是最大的企业区块链安全系统供应商之一。Guardtime 不用以太坊或比特币协议，而是使用无钥签名（KSI，Keyless Signature Infrastructure）提供**大规模数据身份验证**。Guardtime创建了无钥签名基础设置（KSI），将会内置在工业级区块链中，这样可以对系统内任意数据或者全部数据进行签名，并且在历史上任一时间、地点和真实性进行独立验证。

5.GemOS

位于美国加州的医疗区块链公司 GEM，开发了用于医疗保健及供应链管理的区块链应用程序。GEM 的医疗网络建立在以太坊上。在这个网络里，患者可以控制访问权限，而且每个变化都会被记录在一个可共享的账簿上。

GEM 最初的切入点，正是**医疗索赔**。GEM 有个自己的平台，叫 GemOS。该平台允许患者、医院和保险公司实时、安全地查看患者整个的健康历史，让整个索赔过程更快、更透明。

6.阿里健康

阿里健康即将与常州市合作“医联体+区块链”试点项⽬，该项⽬旨在将最前沿的区块链技术应⽤于常州市医联体底层技术架构体系中，实现当地部分医疗机构之间安全、可控的数据互联互通，⽤低成本、⾼安全的方式，解决⻓期困扰医疗机构的**信息孤岛和数据安全**问题。

2018年8月，常州市医联体区块链试点开始试提供分级诊疗就医：人们可以就近体检，通过对体检报告的分析，筛查出可能患有慢性疾病、需要复检的人群，进行进一步检查或治疗。这种社区与医院之间，通过区块链实现居民健康信息的 “转手” 和授权，能在为大医院分流的同时，让慢性病患者早发现早治疗。这也是国内第一个已经落地的、基于医疗场景实施的区块链应用。

阿里云区块链服务（BaaS）2019年4月8日，首届世界大健康博览会举行期间，阿里云宣布其联合支付宝共同研发的区块链医疗解决方案已经正式应用于武汉中心医院的电子处方，武汉市中心医院也成为首家应用该技术方案的“未来医院”。

7.MIoT.AI云医链

MIoT.AI2018年5⽉成立，以物联网技术，链接医疗领域的各个环节包括医疗器械、诊断、药品流通等，将数据的产生、处理、存储和共享形成了有效的闭环，真正实现数据的真实性、不可篡改、数据的确权和精准共享等，可为精准医疗、健康⼤数据、药品流通等提供的真实、可靠的数据来源及安全保证。

MIoT.AI云医链在应用方面开放多接口接⼊各种医疗设备、体检设备、电⼦病历、药店ERP、个⼈穿戴设备等数据上传云医链，运用MIoT进行医疗数据的流通和价值交易传递。

8.微信智慧医院3.0

2013年的1.0版微信智慧医院核心主要是⽤在查询、简单的公众号的支付，还有包括患者社区信息的归纳。2015年、2016年，2.0版本的微信智慧医院重点挖掘医院在整个流程里的线上信息化、数字化以及互联⽹化的一个能力。微信智慧医院3.0于2018年4月上线，涵盖了 1.0 和 2.0 的所有能力，同时增加了**AI导诊、处方流转、保险支付、药品配送等**⼀系列看病所需的**功能**，而这些数据会统统被写入区块链，并把所有知情方（接触病人资料的人员）全部纳⼊区块链进行保存，从而实现实时链上监管，病人就医信息再也不怕被泄露，因为这些数据从哪儿来到哪儿去、被谁查询使用，所有全程均可追溯。

9.Medichain

Medichain是一个医疗大数据平台，它允许患者以安全的方式存储他们自己的数据，并在任何地方给予专家访问权限，而不用考虑所使用的付款人网络或EMR（电子病历）如何。除了安全加密保存个人医疗数据之外，Medichain还允许患者自主选择并共享他们的医疗数据。

10.X CARE

X CARE2018年2⽉成立，拟通过区块链建立起⼀个跨越国界的医疗数据共享平台，通过区块链基础设施将全球医疗信息孤岛联为⼀体，在X CARE上实现医疗数据的共享与协作，将不再依赖⼈与⼈之间的“信任”，⽽是利用区块链技术的共识机制、多重加密、DDOS抵抗和节点隔离、防篡改、数据脱敏、授权与监管等技术。保证数据源的隐私性、可靠性和数据调取的安全性、合法性。

11.MedicalChain

MedicalChain是一个基于区块链技术的个人医疗数据平台，平台使用双重区块链结构，第一个是基于Hyperledger Fabric构建，控制对医疗数据的访问。第二个基于以太坊网络，由代币令牌驱动，是平台所有的底层服务和上层应用程序的基础。目前，MedicalChain已经在英国形成了一个相对完整的项目运作生态，与英国的医疗和教育机构达成合作。MedicalChain还与日本和美国的医疗机构联盟链达成了初步的共识。

12.MediLedger

2017 年 5 月，制药业巨头 Genentech（业内大牛，1978年就是他们率先做出合成的胰岛素，此外治疗乳腺癌的赫赛汀等多种突破药物都来自这家公司）为首的一批公司共同推出了MediLedger，该项目旨在**创建管理药品供应链的区块链工具**。

MediLedger 网络将通过区块链访问的查询目录，与确保安全的消息传递网络相结合，使药品流通环节上的各个公司，能够安全地验证某款产品的真实性。

1. 医疗区块链的局限与挑战

区块链给医疗领域带来了诸多好处，但其实区块链在医疗行业的应用尚且还存在一些待解决的问题：一是合规性和政策问题。以法律法规条文规定较为完善的美国为例，如果一家医疗机构需要采用区块链技术的话，必须符合早前针对互联网行业的信息、隐私等的条例法案，并且美国每个州的条例还各不相同，医疗机构需要针对这些条条框框进行区块链系统的个性化的定制才能够符合标准并上线相关服务。二是初始成本和效率问题任何一个新型的解决方案都需要一定的成本，去中心或者多中心区块链的成本较原本中心化的网络服务来说要大得多，对技术、网络基础资源、服务运维等方面的初始投入必然是相对较大的，这种情况下必然会阻碍区块链被医疗机构大范围采用。另外，目前区块链技术的发展看，拓展性仍然是一个问题，这会限制区块链系统在用户数庞大的医疗领域服务的效率，或许会造成服务拥堵等情况。

过去两年里区块链技术取得了一些发展，也吸引到了不少人才，但显然现阶段整个行业还处于早期探索的阶段，不少技术也都比较粗糙。在这种状态下谈区块链和医疗，虽然有很多想象空间，但也面临很多挑战，主要分为两种：

一方面，是区块链技术本身的不成熟。区块链的底层设施不是很完善，去中心化的存储和计算，该如何应对海量的医疗数据？区块链需要提高效率，以达到医疗场景里对时效性的要求。除了优化算法外，我们固然可以使用联盟链、甚至私有链，或者用减少节点的方式提高效率，但这就又回到了要在 “去中心化” 和 “效率” 两者之间做出取舍的艰难选择。

另一方面，则是来自医疗行业本身的阻力。不论中国还是美国，目前都是中心化的医疗体系，这和强调去中心化精神的区块链有不小出入。其实不仅是区块链，其他医疗、健康领域的创新项目在需要与医院合作时，也都遇到不少来自各方面的挑战和阻力。在某些如药品定价的领域里，由于涉及多方利益，区块链等新技术的发展更是受到不少人为阻挠。

低吞吐量也限制了区块链被广泛应用，比特币的底层设计仅支持每秒7笔交易，还不及传统支付工具Visa每秒8000笔交易的一个零头。以现有的案例来看，要想大幅提升区块链技术的吞吐量就要牺牲一些去中心化。POW和POS的吞吐量受到了网速和计算机的计算响应速度的限制，或许5G的出现能够帮助提高区块链技术的吞吐量。

五、总结

从创建和共享不可篡改的医疗记录，到提升药品供应链的透明度，区块链网络在医疗保健领域已经有了相关的案例。虽然目前仍然存在一些技术、后勤和监管方面的挑战，但未来这些系统的实施可能会在医疗数据存储和传输方面发挥重要作用。