

区块链技术及其在畜产品追溯中的应用^①

黄小可

北京师范大学 信息科学与技术学院, 北京 100875

摘要: 区块链是随着比特币等加密数字货币普及而蓬勃发展的现代互联网技术, 是一种全新的去中心化基础架构与分布式计算范式. 区块链技术具有去中心化、不可篡改、安全性、匿名性和开放性等特点, 目前已经引起金融机构、政府部门和科技企业的广泛关注. 随着区块链技术的不断发展, 区块链的应用范围将更加广泛. 将区块链技术与畜产品安全追溯系统相结合能够降低传统追溯系统的中心化程度, 保证追溯数据的完整性和真实性, 最终实现畜产品供应链各环节全流程信息的安全追溯.

关键词: 区块链; 畜产品; 安全追溯

中图分类号: S818.9

文献标志码: A

文章编号: 1000-5471(2019)03-0130-05

区块链(blockchain)是以比特币为代表的分布式数据库系统, 由多独立节点参与和共同维护, 具有很难伪造、不易篡改、可追溯等特点. 去中心化是该技术的核心优势, 在节点分布式系统中能够运用数据加密、分布式共识、时间戳和经济激励等手段, 实现基于去中心化信用的点对点交易和协作^[1]. 区块链记录过程透明, 数据安全, 从而为解决低效率、不安全的数据存储和高成本等中心化机构普遍存在的问题提供了解决方案.

目前区块链技术已经被视为继云计算、物联网和大数据之后的又一项创新技术, 受到各国政府、科技企业、金融机构以及资本市场的高度关注^[2-3], 其正在变革全球商业、金融、公共管理和教育等诸多领域^[4]. 当前, 社会各行各业都已经开始关注区块链技术, 人们探索和利用该项技术来破解行业难题, 积极促进行业的创新发展.

食品安全追溯是食品安全管理和控制的有效技术手段. 实施食品质量安全追溯, 可以实现从生产、流通到消费整个过程的有效管理, 通过管理监控过程信息来实现追溯和预警, 一旦发现问题就可以很快追溯至源头^[5-6]. 畜产品在供应链中的主体众多、涉及各个环节, 追溯数据的录入和管理由各环节负责, 存在信息孤岛问题, 而且追溯数据由单一机构掌控, 存在人为篡改或黑客攻击而导致某些数据丢失损坏的隐患, 追溯数据的完整性和真实性根本无法得到保证, 因此丧失了追溯的意义. 近年来诞生的区块链技术可用于解决传统追溯系统中出现的数据完整性和去中心化等问题, 该技术正在改变全球农产品行业. 如何在畜产品追溯中有效应用区块链技术, 是一个值得人们深思和探索的问题.

1 区块链概念

区块链的概念最早出现在 2008 年. 区块链技术从狭义上来说, 是指一系列使用密码学方法保证相关联产生的分布式账本, 具有不可篡改和不可伪造的特点, 按照一定时间顺序方式, 它是一种将数据区块组合成的特定链式数据结构. 从广义上来说, 区块链则是一种利用加密链式结构来验证和存储数据, 通过分布式节点共识算法来生成数据, 同时进行数据更新, 数据传输和访问的安全通过密码学方式来保证, 通过由

① 收稿日期: 2018-09-04

作者简介: 黄小可(1998-), 男, 本科生, 主要从事机器学习及数据挖掘研究.

自动化脚本代码组成的智能合约来进行编程和数据操作的一种全新的去中心化计算范式与分布式基础架构^[2]。区块链是具有普适性的底层技术框架，在不久的将来该技术可能在经济、政治、金融、科技等各个领域引起深刻变革。

2 区块链技术的特点

2.1 去中心化

区块链系统采用的是分布式存储与核算，其中由众多节点共同组成的一个端到端的网络，由中央部署的软硬件系统则不再需要，中心化的设备或管理机构则不复存在，人为管理机构的层级化、中心化则不再依赖^[7]。在系统中，任意存储和计算节点的权利和义务都是均等的，通过数字签名技术来验证节点之间的数据交换，系统的运行需要依赖分散的客户端节点来共同参与和维护，损坏或者失去任意节点都不会影响运作整个系统。

2.2 不可篡改

一旦通过验证，添加至区块链的数据就会被永久存储，如果需要修改数据，那么控制整个系统中的节点必须大于 51%，因为单个节点数据的修改是没有任何意义的，参与的节点越多，计算能力越强，数据也会越安全。因此，区块链的数据可靠性和稳定性极高。

2.3 安全性

区块链交易数据的加/解密通过现代密码学的非对称密钥算法来完成，主链中的每笔交易需要基于交易方身份、复杂的交易数据和历史交易结果的散列算法运行来确保交易的正确性和安全性。全部的交易数据都存储在每个节点上，历史交易根本不可能被更改，因此所有节点在去信任的环境中能够自由、安全地进行数据交换，于是对人的信任逐渐演变为对机器的信任，任何人为的外在干预都不会起作用。

2.4 匿名性

节点之间的数据交换，区块链需遵循固定的算法，由于其公开透明的数据信息和运行规则，因此数据交互无需信任。每个参与交易的节点在系统中都是匿名的，节点之间不需要公开身份使对方信任自己，用户的隐私得到了极大地保护。在系统中全部的区块信息即便被获取，但参与交易的双方具体是谁则根本无从知晓，因此极大地提高了信用积累。

2.5 透明公开

整个区块链是开放的系统，其开放性主要体现在除了私有信息加密外，对所有人公开其所有系统数据和接口，任何人都可以参与区块链的网络，其逻辑原理都可以被所有人提取阅读，查询区块链数据通过公开的接口来完成，也可以继续开发其相关应用^[8]。单独一台设备都可以独立成为一个节点，在每个节点上都存在一份完整和详细的分布式账本的数据库拷贝，因此整个区块链系统的信息高度透明，具有极高的开放性。

3 区块链在畜产品追溯中的应用

追溯系统主要含有个体标识、信息传递系统和中央数据库等基本要素^[9]。畜产品可追溯体系的完整链条有畜禽标识申购及发放、动物养殖过程的监管和动物产品的质量安全追溯等方面。目前畜产品追溯系统中存在数据易受篡改、数据的完整性得不到验证和中心化结构等系列问题，区块链技术的出现为解决这些问题提供了一种可行方案。

3.1 区块链技术的电子养殖档案

动物标识是畜产品可追溯的第一个基本要素。在饲养场常用的畜禽标识有耳标、条形码、无线射频识别技术和分子标记等^[10]。我国《畜禽标识和养殖档案管理办法》中明确规定畜禽养殖场应当建立养殖档案。畜禽散养户虽然没有明确规定建立养殖档案，但是鼓励散养户建立防疫档案，至少记录畜禽防疫情况，作为开具畜禽检疫合格证的依据。在动物的养殖阶段，每一只动物身上都带有动物标识，通过读取标识上的信息，建立畜产品档案信息，其中包括畜禽的品种、数量、来源、繁殖记录和进出场日期；通过平台来记录饲料的种类、用量、饲料添加剂和兽药的名称、来源、使用时间、用量和对象等有关情况；消毒、免疫、监

测、检疫等情况;畜禽诊疗、发病、死亡和无害化处理情况及畜禽养殖代码等。当动物出栏时,通过平台记录出栏日期、检疫信息、具体的动物情况等。上述环节记录到系统中的数据均以动物标识作为主键记录。通过区块链技术,畜禽养殖场的养殖档案信息可以保存在区块链上,同时我们为养殖场提供一个公开密钥或用户身份标识符,消费者或监管部门可以访问动物的饲养环节。利用用户身份标识符或公开密钥,养殖场可以实时获得动物的基本养殖信息,也可授权相关监管部门访问数据,数据的安全性和完整性则完全不用担心。在区块链技术下,畜禽养殖场的养殖档案数据被多方授权建立和分享,极大地提高了整个养殖行业的效率和透明度。

3.2 畜产品供应链管理

由资金流、物流和信息流共同组成的畜产品供应链,将行业内的用户、畜产品供应商、制造商、零售商和分销商串联。由众多参与主体构成的畜产品供应链,在不同的主体之间势必存在大量的协作和交互。传统的畜产品供应链在运行过程中产生的各类信息,被离散地保存在各环节自己的系统内,信息流和透明度很缺乏,在链条上的参与主体根本不能准确及时地了解畜产品的相关状况及可能存在的问题,因此严重削弱了畜产品供应链的效率;畜产品供应链各主体间一旦出现纠纷时,追责和举证均耗时费力,在有些情况下还根本无法进行。随着世界经济全球化的快速发展,企业必须大范围拓展市场,因此出现跨度长、多区域特征的物流环节,使得假冒伪劣食品很难被彻底消除^[11]。而区块链技术通过畜产品供应链上下游各环节维护系统节点,从而在整个供应链上形成一个完整的数据流^[12]。在区块链上实现畜产品供应链的物流、信息流、资金流的数据记录,能够保证数据的透明性和准确性。当发生畜产品交易纠纷时,区块链上的数据能够提供最可靠的验证依据,从而加快解决纠纷的过程。正是由于数据不可篡改和交易过程可追溯的特性,供应链管理效率得到了极大的提高,也解决了供应链内部畜产品流过程的假冒问题。

3.3 畜产品供应链追溯分析

从采集追溯信息的角度来划分,畜产品供应链主要包括养殖、屠宰、物流、销售等基本环节^[13]。养殖户的积极参与对畜产品可追溯体系溯源的实现具有基础性作用^[14]。只有养殖户做好动物标识、建立防疫档案或养殖档案,以及获取动物检疫合格证等工作,才能保证畜产品可追溯体系从养殖环节到畜产品销售环节,最终实现到消费终端的查询。

3.3.1 养殖环节

不同的家畜有着不同的养殖模式,而畜产品追溯体系中所采用的关键技术就是家畜的标识技术。以牛肉为例,根据我国《牛肉食品追溯指南》中规定:必须确保牛胴体或者牛肉块的标识与整批牛或独只牛之间通过标签提供准确的信息连接^[13]。因此,在牛只的养殖阶段,每一头牛都带有耳标,通过标签读写器能够读取标识上的信息,建立牛的档案信息,记录肉牛在养殖过程中的饲料来源、配方、用量、种类、疾病防治、免疫、出栏日期、检疫等信息。以上每一个阶段都保存相关操作人员的信息,且上述环节记录到系统中的数据均以牛耳标为唯一识别标识,作为主键记录。

3.3.2 屠宰环节

通常屠宰场是从活家畜到畜产品的转化环节,也是可追溯系统中畜产品质量安全信息的关键所在。记录家畜进场信息,进行宰前检疫,检疫合格的家畜才能进入屠宰环节。在这个阶段需要保存屠宰档案记录、水质监测数据、工作人员卫生情况登记等信息,同时必须由相关人员建立相应的屠宰档案、消毒记录表和工作人员卫生状况记录表等。最后在畜产品排酸环节中,需要记录排酸环境和操作人员的基本信息等。

3.3.3 物流环节

经过屠宰环节的畜产品会根据不同部位进行分割,之后将进行包装。后续流程正常进行的关键在于包装。在包装的过程中可能存在导致安全事故发生的许多操作环节,如包装环境、包装材料、包装操作人员的基本信息等均需记录。然后进行畜产品速冻和冷藏,该过程涉及到操作人员信息、速冻室的温度记录、检测、冰冻时间、肉块进入冷藏环境的时间、环境温度等。最后是运输环节,该过程需要记录的信息有车辆驾驶员信息、运输车辆信息、冷链车辆车厢环境信息、运输时间等。

3.3.4 销售环节

此环节是畜产品供应链上的最后环节,是畜产品从生产销售端转移到消费者端的最后一步。冷链运输

的畜产品在销售前的存储状态信息是畜产品进行安全追溯的一个重要环节。肉品上架销售时同样需要良好的保存环境,也存在被污染的可能性,是消费者直接面对的一个环节。因此,对销售环境的信息记录也应该纳入到畜产品安全追溯的重要一环。

3.4 基于区块链的追溯流程

区块链由物流公司、养殖场、销售单位、屠宰场、消费者群体和监管部门等多方共同维护。主要流程为:养殖场将养殖过程中采集到的重要信息录入养殖场所维护的区块链节点和监管部门所维护的数据库。养殖场节点将养殖信息通过算法取得消息摘要,经过平等的共识过程写入区块,写入成功的信息会得到一条返回值(即一条交易的哈希值),并将此返回值存储到数据库中。与此类似,屠宰场、物流公司和销售单位分别将屠宰、物流和销售过程中采集到的信息录入数据库,通过独自维护的区块链节点,将获得的数据发送到区块链上,记入区块链并将返回值存入数据库。在此过程中,监管部门对上述单位的行为进行监督。主要监督方式是参与区块链系统的维护,与上述四方节点一同进行共识过程,同时将相关区块链数据一起同步到本地节点,数据一旦写入区块链就不可随意进行更改。

终端消费者群体可以通过食品包装的编号从监管部门的数据库中查询详细的流程信息。若要检验信息的完整性,可以通过区块链中保存的消息与数据库查询出的信息进行对比,若两者信息相同,说明数据在录入系统后没有被更改,数据完整。若发现数据被修改,可以向监管部门投诉,一经确认投诉属实后,监管部门将投诉信息存入数据库,其信息存入区块链可以成为问责凭据。

对于物流公司、养殖场、销售单位、屠宰场等在数据录入阶段出现的错误,可以向监管部门发送数据更正请求进行审核。如果数据确实有误则批准,并以一条备注信息的形式存入数据库,再将信息通过监管部门维护的区块链节点将信息发送到区块链。

在上述的数据存储机制中,由于引入了监管部门,利用区块链数据多点备份、平等共识和分布式的特性,消除了原来追溯系统中核心企业的中心化问题,系统有效实现了去中心化。

4 结 语

区块链技术作为大数据时代的又一新产物,是随着比特币的应用而出现的一个新的理论和概念。目前该技术在各行各业的应用证明了其价值,但现阶段其各种理论、应用研究都还处于起步阶段,很多应用如何实施,如何与企业整合提高生产力还需要不断摸索。无可否认区块链技术必将对目前互联网的基础设施结构进行根本改变,该技术的应用前景非常广阔,许多科研院所、企业、公司均对该方面的应用开展了相关的研究工作。由于区块链技术具有去中心化和数据不可篡改等特点,使得其天然适合应用于食品安全追溯领域。在中国受经济承受能力和技术的限制,构建全国性的畜产品可追溯系统还有相当长一段路要走。因此,如何把区块链技术有效运用到畜产品安全追溯领域,则需要相关区块链技术专家、畜牧领域专家以及信息技术专家等共同努力,在不久的将来必然能够看到基于区块链技术的成熟畜产品安全追溯系统,这对保障我国畜产品质量安全将起到重要作用。

参考文献:

- [1] 袁 勇,王飞跃. 区块链技术发展现状与展望 [J]. 自动化学报, 2016, 42(4): 481-494.
- [2] KONDOR D, PÓSAI M, CSABAI I, et al. Do the Rich Get Richer? An Empirical Analysis of the Bitcoin Transaction Network [J]. PLoS One, 2014, 9(2): e86197.
- [3] YLIHUOMO J, KO D, CHOI S, et al. Where is Current Research on Blockchain Technology? A Systematic Review [J]. PLoS One, 2016, 11(10): e0163477.
- [4] 许 涛. “区块链+”教育的发展现状及其应用价值研究 [J]. 远程教育杂志, 2017, 35(2): 19-28.
- [5] POULIOT S, SUMNER D A. Traceability, Liability, and Incentives for Food Safety and Quality [J]. American Journal of Agricultural Economics, 2008, 90(1): 15-27.
- [6] REGATTIERI A, GAMBERI M, MANZINI R. Traceability of Food Products: General Framework and Experimental Evidence [J]. Journal of Food Engineering, 2007, 81(2): 347-356.
- [7] 张 懿. 区块链技术原理、应用及建议 [J]. 软件, 2016, 37(11): 51-54.

- [8] 董 慧, 张成岩, 严斌峰. 区块链技术应用研究与展望 [J]. 互联网天地, 2016(11): 14-19.
- [9] 王立方, 陆昌华, 谢菊芳, 等. 家畜和畜产品可追溯系统研究进展 [J]. 农业工程学报, 2005, 21(7): 168-174.
- [10] 董玉德, 丁保勇, 张国伟, 等. 基于农产品供应链的质量安全可追溯系统 [J]. 农业工程学报, 2016, 32(1): 280-285.
- [11] 王妙娟. 区块链技术及在物流快递业务中的应用设想 [J]. 物流技术, 2017, 36(3): 31-34.
- [12] HUANG B, LIU Z G, CHEN J H, et al. Behavior Pattern Clustering in Blockchain Networks [J]. Multimedia Tools & Applications, 2017, 76(19): 1-12.
- [13] 林延昌. 基于区块链的食品安全追溯技术研究——以牛肉追溯为例 [D]. 南宁: 广西大学, 2017.
- [14] 刘增金, 乔 娟, 王晓华. 生猪养殖场户参与猪肉可追溯体系的行为与意愿分析——基于北京市 6 个区养殖场户的问卷数据 [J]. 农林经济管理学报, 2018, 17(1): 72-81.

On Technology and Application in Traceability for Livestock Products of Blockchain

HUANG Xiao-ke

College of Information Science and Technology, Beijing Normal University, Beijing 100875, China

Abstract: Blockchain is a flourishing modern internet technology and an emerging distributed computing paradigm and decentralized architecture based on Bitcoin and other cryptocurrencies. Blockchain's key advantages include decentralization, non tamper, security, anonymity and openness, and it has recently attracted intensive attention from financial institutions, governments and high-tech enterprises. With the continuous development of blockchain technology, the application scope of blockchain will be more extensive. The combination of blockchain technology and livestock products safety traceability system can reduce the centralization of traditional traceability systems, and ensure the integrity and authenticity of the traceability data. Finally, the whole process information of livestock products supply chain could be safety traceability.

Key words: blockchain; livestock products; safety traceability

责任编辑 夏 娟