

融入区块链技术的大数据征信平台的设计与应用研究

琚春华^{1,3} 邹江波^{1,2} 傅小康^{1,3}

(浙江工商大学管工学院 杭州 310018)¹ (浙江工商大学管理学院 杭州 310018)²

(浙江工商大学现代商贸研究中心 杭州 310000)³

摘要 信用是一笔无形资产,良好的信用记录不仅可以带来更高的借款成功率和更低的借款利率,还可以让人们享受信用服务带来的便利。未来信用红利将会突显,但也伴随着个人隐私泄露、信用数据篡改、大数据征信商业化的合法边界不明确等问题。为营造一个良性的互联网信用生态环境,首先总结了现有征信平台中存在的问题,探讨并分析了采用新兴技术解决这些问题的可行性;然后融入区块链技术设计了一种辅助未来征信系统的多源数据共享框架;接着以区块链的多源数据共享为基础,应用人工智能、数据挖掘、智能合约等方法建立了多源异构数据融合的大数据征信平台;最后以互联网借贷为例,设计了一款基于大数据征信平台的去中心化借贷应用。

关键词 区块链,信用生态,大数据征信,数据共享,多源数据融合

中图分类号 TP393 文献标识码 A

Design and Application of Big Data Credit Reporting Platform Integrating Blockchain Technology

JU Chun-hua^{1,3} ZOU Jiang-bo^{1,2} FU Xiao-kang^{1,3}

(School of E-commerce & Management Science, Zhejiang Gongshang University, Hangzhou 310018, China)¹

(School of Management, Zhejiang Gongshang University, Hangzhou 310018, China)²

(Center for Studies of Modern Business, Zhejiang Gongshang University, Hangzhou 310000, China)³

Abstract Credit is an intangible asset. Good credit record can not only bring a higher loan success rate, a lower borrowing rate, but also can make people enjoy the convenience brought by credit services. In the future, credit bonus will be highlighted, but it is also accompanied by problems, such as leakage of personal privacy, alteration of credit data, and unclear legal borders for the commercialization of big data credits. In order to create a healthy Internet credit ecological environment, this paper first summarized the existing problems in the existing credit information platform, discussed and analyzed the feasibility of adopting emerging technologies to solve these problems, and then incorporated a blockchain technology to design a kind of multi-source data sharing framework for supporting future credit reference system. Based on the multi-source data sharing of blockchains, a big data credit platform of multi-source heterogeneous data fusion was established using artificial intelligence, data mining, and smart contracts. Taking internet lending as an example, a decentralized lending application based on the big data credit platform was designed.

Keywords Blockchain, Credit ecology, Big data credit, Data sharing, Multi-source data fusion

1 引言

随着云计算、大数据、人工智能、区块链等新兴技术的快速发展,各行各业都在转型升级,互联网金融作为一种新的金融模式,在经济活动中扮演着重要角色,对促进小微企业的快速发展和成功转型发挥了积极作用^[1]。信用作为互联网金融的基石,在个人借贷、投资理财中发挥了巨大作用,但由于我国传统的征信体系尚不完善,无法全面覆盖所有的小微企业及未使用信用记录的人群^[2-3]。

大数据征信能够建立更客观的信用评价体系,打破以财务信息为核心的固有信用评价思维,改变传统以抵押担保为主的信贷方式,更强调征信主体行为数据的捕捉与分析^[4-5]。大数据征信模式相较于传统的征信模式存在一定优势,例如,对于没有信用历史或者银行账户的个人来说,大数据信用模

型通过分析个人在互联网产生的数据即可评估个人的信用水平,无需繁琐审核,几秒便可完成授信,准确、快速、高效、低成本。但大数据征信的前提是拥有海量的数据进行信用评估,而互联网中充斥着大量虚假、重复、劣质的数据,并且企业、政府、部门的数据存储在各自的中心数据库中,数据孤岛的问题突出;此外,还存在数据被泄露、篡改、滥用等风险。上述问题在无形中增加了人与人、企业与企业、人与企业之间的信用成本,因此,要想降低信用成本,首先需要解决包括数据所有权、数据安全性、数据可靠性等在内的一系列问题^[6],如何在确保数据安全的前提下最大限度发挥数据的潜在价值是本文研究的主要内容之一。

1.1 传统征信系统存在的问题

基于国内外的研究现状^[7-9],本文归纳总结了传统征信系统在数据壁垒、数据安全性、数据完整性、可移植性、信用评估

本文受国家自然科学基金项目(71571162),国家科技支撑计划基金项目(2012BAI34B01-5),浙江省自然科学基金资助项目(LY14F020002),教育部人文社会科学重点研究基地基金项目(14JJD630011)资助。

琚春华(1962-),男,博士,教授,主要研究方向为智能信息处理, E-mail: zjgsu518@163.com; 邹江波(1987-),男,博士,主要研究方向为人工智能、互联网征信、数据挖掘, E-mail: qq124404425@163.com; 傅小康(1981-),女,博士,研究员,主要研究方向为物流优化、大数据挖掘, E-mail: 8206772@qq.com。

标准等方面存在的问题,具体如下所述。

(1)数据壁垒

随着数据体量的增加,国内外专家学者都意识到数据的重要性,数据即资产的理念也逐渐获得认同,未来数据将作为一种无形资产为企业创造价值。但数据产生价值的前提是它能够被加工利用,而不是单纯地存储在数据库中。现阶段,出于商业利益、隐私保护的考虑,企业或部门并不愿意共享数据使其充分发挥数据的价值。例如,腾讯和阿里巴巴这两家互联网巨头企业在许多业务中存在竞争关系,导致两者在一定程度上有意制造数据壁垒,更别提完全共享数据。从用户的角度来看,用户在服务平台上浏览、消费以及建立起来的关联数据并不属于某一家企业,这些数据应该归用户所有,企业没有权利泄露或出售用户的数据信息,用户有权利查看和获取自己在各个平台上产生的元数据。

数据壁垒问题导致难以完全实现多源数据融合,数据的价值无法被最大限度地发挥出来。以信用研究为例,蚂蚁金服集团提供的芝麻信用服务的数据来源主要包括两方面:1)阿里巴巴生态体系内的数据、淘宝消费数据、飞猪出行数据、支付宝流水数据等;2)与外部机构的合作数据,如包括公安、法院、学校、政府在内的相关部门数据。由于数据壁垒问题的存在,芝麻信用数据缺乏微博、微信等社交的数据,因为社交相关的数据由腾讯、新浪、电信等公司掌控,电信公司掌握着通过手机号构建的联系关系网络,腾讯等公司掌握着通过QQ、微信等建立的在线社会关系网络。反之,腾讯公司的腾讯征信系统也缺乏阿里巴巴公司、京东等交易平台的用户消费数据,想要全方位评估信用主体的信用水平,首先需要解决数据壁垒,这也是大数据征信行业普遍存在的问题,目前尚未得到良好的解决。

(2)数据安全性

数据安全性可从两个维度进行解读:

1)数据存储安全,即存储在服务器上的安全性。企业系统的漏洞被黑客利用,造成企业内部用户的数据被窃取,这样的数据安全事件不胜枚举,不管是互联网巨头企业,还是小型创业公司,都存在数据库被窃取的风险,在中心化的信息系统中,不仅存在数据库被窃取的风险,还存在数据库中的数据被篡改的风险,数据篡改可能来自企业内部,也可能来自企业外部。因此,数据的安全性对使用服务的用户至关重要,对提供服务的企业也同样重要,而现阶段基于中心化设计的信息系统并不能很好地消除数据被窃取、篡改的风险。

2)数据使用安全,即运用数据产生价值时的安全性,基于社交网络数据进行信用评估可帮助那些没有信用历史的用户享受普惠金融带来的便利,但基于用户个人数据、朋友圈分享的数据、微信社交网络数据的评价方法,稍有不慎就可能泄露用户自身以及用户朋友的隐私,用户隐私泄露的问题是数据安全性没有得到有效保护的一个方面,利用数据创造价值本来就是一把“双刃剑”,如何在保证用户数据的安全性的同时又最大限度地提升散布在各个企业或部门服务器中数据的价值,是未来企业开发新的信息系统需要考虑的问题之一。

(3)数据完整性

此处的数据完整性指信用评估时,用来评估用户信用的全方位维度及数据的完整性。由于数据壁垒、数据安全性的原因,理想状态下的模型是通过获得用户的全息画像数据来对用户的信用做一个全面的分析,以消除信息的不对称性,例如,一些大数据征信机构在评估信用时需要用户提供包括淘宝、微信、京东、支付宝、身份证、手机通讯录、家庭住址在内的

涉及个人隐私的数据信息,但获取这些数据的成本太高,包括时间成本以及收集数据的人力成本,通过这种手工的方式收集用户信用评分数据不仅效率低,而且用户体验差。由此可见,信用主体的信息呈现碎片化、分散化特点,缺乏完整性,因此全面、准确地获取用户信用评估数据是减少信息不对称的一个必要条件,但如何从多渠道获取有效、准确、完整的用户信用评估数据,对现有的征信服务机构来说是一个巨大的挑战。

(4)可移植性

可移植性是指信用评估结果的可移植性。例如,一个用户因为某种原因需要向贷款机构借款,贷款机构获得了包括淘宝、微信、京东、支付宝、身份证、手机通讯录、单位、家庭住址在内的相关信用评估数据,通过向模型算法输入上述信用评估数据,然后加上一些专家经验分析,最后决定是否向该用户放贷;用户拿到贷款并在规定的期限内偿还了贷款本金和利息,但当用户再次向另一家贷款机构申请借贷时,上一次成功贷款的信用评估结果并不能成为这次申请的佐证材料,因此用户信用的可移植性并不高,其中不仅包括贷款机构的信用评估标准不一样,还包括机构与机构之间的信任问题,这种可移植性的问题会造成信用评估时的低效率,以及资源浪费^[10]。此外,对于跨国际的借贷场景,信用可移植性的问题更为突出,例如,国内的芝麻信用分在美国并不能得到认可,用户在美国贷款时,仍需按照美国贷款机构的标准提供一套信用评估材料,由此可见,信用的可移植性问题需要通过整个行业公认的方式来解决。

(5)信用评分标准

目前,每个征信机构各自使用着不同的信用评分标准,大众对此并没有一个统一认知,导致评估出来的信用分公信力不足。大数据时代,用户日常生活的水电煤缴费、电商消费以及社交数据,均可作为征信机构信用评估模型的数据源。然而,从芝麻信用分到腾讯信用分,再到甜橙分,不同征信机构提出不同的信用分,对基于信用分来判断用户信用风险的机构来说,不能准确地把握信用的风险点。现如今,互联网巨头拥有庞大的用户体量,每个企业的用户基数都很大,只要海量的用户在平台上活动,就会源源不断地生成大量数据,大规模的数据加上优秀的信用模型使互联网巨头企业占据了信用评分的制高点,信用评分标准不统一会造成个人或企业使用信用分进行信用消费时的不便利,因此,建立统一的信用评分标准对打通信用生态服务具有至关重要的作用。

1.2 融入区块链技术构建大数据征信系统的优势

针对上述传统征信系统中存在的问题,本文提出应用区块链技术构建大数据征信系统,并从技术层面归纳总结了其优势,特别是去中心化数据存储、数字加密算法、工作量证明对促进整个互联网信用生态系统的良性发展具有重要意义。

区块链是分布式数据存储、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^[11],本质上是一个去中心化的数据库,通过区块链技术可屏蔽数据传输底层复杂的连接建立机制,直接通过点对点达到数据安全通信和匿名保护的效果,利用区块链技术可打破涉及信用行业的信息孤岛问题,加快信用数据的汇聚沉淀,加强用户数据的隐私保护,降低征信成本,区块链对激发征信领域的新模式、新业态具有重要推进作用。

(1)数据存储

区块链是一种去中心化的分布式数据库存储技术,基于链式结构将需要存储的数据按序整理存储到区块链的区块中,通过工作量证明机制奖励计算水平最高的节点。随着参

与节点的增多,网络规模逐渐变大,篡改数据的复杂度也不断增加,所有区块链数据由网络中的节点共同参与计算和记录,并且互相验证其信息的有效性,因此,区块链具有不可篡改、强背书的特性,一旦数据被存储在区块链的区块中,将永远不能修改,保证了数据的持久性。

(2)数据安全

区块链通过哈希处理等加密算法进行数据脱敏以保证数据的私密性,加上去中心化的数据存储方式可有效保证数据的安全性。基于区块链的数据脱敏方式,以及建立在区块链上的智能合约可保障在元数据安全的情况下实现多源数据融合分析,有效防范了现有数据共享过程中的信息安全问题。例如,个人在互联网平台的社交关系、消费金融数据可以放心地授权给征信机构进行全方位的信用评估,通过区块链上的智能合约自动评估出个人信用水平,用户可以得到征信机构对自己评估的信用分,在这个过程中,征信机构和其他用户并不能拿到该用户的元数据,因此基于区块链的征信可最大限度地发挥数据的价值。

(3)数据交易

区块链上的数据都是唯一的,一旦被写入区块,数据将不能被篡改,防止了数据被无限次拷贝;此外,有关数据的任何交易信息也可被写入区块链,这有利于建立一个信任的数据资产交易环境。数据资产和其他有形资产不同,其中最主要的一个因素就是所有权不清晰,无法追溯到数据的所有者,通过区块链的分布式记账的功能可解决数据的共享、交换和交易中的所有权问题,保障数据拥有者的合法权益^[12],以提升数据在各行业的流通。高价值数据的拥有者可通过数据交易使数据变现。数据的安全保密交易不仅打破了长期困扰整个行业的数据孤岛现象,还可以催生许多新的商业模式和机会^[13]。以征信行业为例,数据交易促进了征信行业内的数据流通,多源数据的融合又可为征信机构全方位地评估个人或企业的信用水平提供有力支撑。

(4)数据溯源

数据溯源是指数据在数据交易、流通过程中的可追溯性。

参与计算和记录的区块链网络节点通过相互验证的方式保证数据的真实、有效、可追溯,数据交易和流通的全过程都可以被准确地记录,如果对某个区块中存储的数据有疑问,只用通过区块链技术就可方便地回溯历史交易记录,从而判别该数据的真实性。通过数据溯源确保了数据不可被篡改,这在信用评估时保证了数据的真实性,对构建出一个准确的信用评估模型具有重要意义。

2 融入区块链技术的大数据征信系统设计与应用研究

为营造一个良性的互联网信用生态环境,首先总结了现有征信平台中存在的问题,探讨分析了采用新兴技术解决这些问题的可行性;然后融入区块链技术设计了一种辅助未来征信系统的多源数据共享框架;接着以区块链的多源数据共享为基础,应用人工智能、数据挖掘、智能合约等方法建立了多源异构数据融合的大数据征信平台;最后以互联网借贷为例,设计了一种基于大数据征信平台的去中心化借贷应用。

2.1 基于区块链技术的多源数据共享框架

通过全方位评估个人或企业信用水平进行信用服务的前提是存在一种数据共享机制且形成数据共享框架,区块链的去中心化、去信任等特性对数据共享具有积极作用^[14-16],因此,文中提出了一种基于区块链技术的多源数据共享框架,在该框架下,不同机构间通过一条公有区块链共享数据,在该区块链的区块中保存了参与数据共享联盟的机构或企业关于共享数据的摘要信息、价格、数据打分评分、数据评论等信息。通过区块链去除机构与机构之间的信任问题,通过价格机制鼓励共享联盟中的机构或企业融入平台并乐于共享数据,通过打分机制来表征体现数据能够创造价值的能力。本文行政机构或企业之间共享用户授权数据的框架如图1所示,节点成员主要包括征信机构、借贷用户、信用数据产生企业等,其中信用数据的产生主要包括如互联网金融企业、银行、社交媒体、政府部门等跨域多源的数据产生群体。

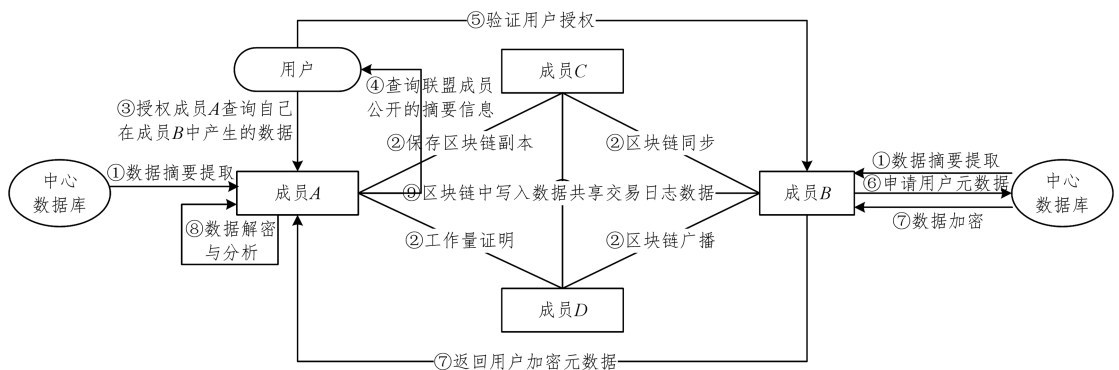


图1 行政机构或企业之间共享用户授权数据的框架图

通常情况下,行政机构或企业是数据共享联盟中的主要成员,联盟中的成员既是信用数据查询使用方,也是征信数据的提供方。此外,联盟中的成员都有自己的中心数据库,并希望从其他成员拥有的数据中获得有价值的信息,以此来提升自己拥有数据的价值,同样也希望自己拥有的数据可以帮助联盟中的其他成员发挥其数据的价值,联盟中成员共享数据的流程如图1中的标号所示,详细解释为:

①联盟中的成员根据自己拥有数据的情况抽取数据的摘

要信息,如数据属性、对应属性的含义、对应属性的类别、对应属性的价格。

②联盟中所有成员保存了区块链副本,它们之间共享、复制、同步区块链,当新的联盟成员共享或者老的联盟成员增加、修改、删除数据摘要信息时,有关共享数据摘要信息会通过区块链广播,经过联盟中其他成员计算加密验证之后保存在区块链的区块上,并追加到区块链中。

③用户在中心数据库中保存的数据归用户所有,用户有

权利查询自己保存的数据,当用户有业务需求时,第三方需要获得用户数据时,经用户授权,保存用户数据的中心数据库应向第三方提供用户的数据。联盟成员 A 对用户的元数据有查询需求时,首先要确定自己需要查询的数据维度,然后在区块链中查询联盟成员公开的摘要信息,匹配到的联盟成员以列表的形成返回,图中联盟成员 B 拥有联盟成员 A 需要的数据维度。

④以列表的形式将数据维度和对应的联盟成员信息展现给用户,例如图 1 中的用户可以根据自己的意愿,选择联盟成员 A 可以查询到的元数据维度,经用户授权后,查询请求转发到联盟成员 B。此外,将本次查询的属性信息、查询方和被查询方的数据信息、查询属性的价格信息等写入区块链,这样可确保每次共享数据的查询可追溯,防止用户数据被滥用。

⑤联盟成员 B 验证用户的授权信息,通过数字签名、哈希加密算法等方法验证授权的有效性。由于联盟中的成员彼此信任,一次授权便可查询联盟中所有成员对应的共享数据。

⑥根据查询属性,联盟成员 B 向自己的中心数据库申请查询用户的元数据。

⑦联盟成员 B 将中心数据库查询的结果以数字加密的形式返回给联盟成员 A。

⑧联盟成员 A 解密数据,用于数据挖掘分析。

⑨根据收到的数据质量,对联盟成员 B 的共享数据打分并进行评价。在区块链中写入本次数据共享的时间、关联方、价格费用、数据评分、数据评论等信息。

通过基于区块链技术的多源数据共享框架使联盟中的成员之间相互共享数据,这样既打通了外部数据使其相互融合,最大限度地发挥数据潜在的价值,提升了数据使用效率,又可保障联盟成员自身中心数据库的数据隐私不被泄露,还可使用户真正拥有自己在互联网上产生的数据,这样征信机构各方既可以查询到外部征信机构的信用数据,又不泄漏自身的核心信用数据。

2.2 多源异构数据融合的大数据征信平台

基于区块链的多源数据共享框架打破了数据壁垒,实现了不同平台之间的数据共享,以数据作为支撑,本文在此基础上提出建立一个大数据征信平台,主要用于个人或企业的信用评估。平台内提供了数据预处理工具、数据可视化查看工具,支持不同开发语言的机器学习、人工智能算法,通过选择配置可编程的 API 接口,使用者便可构建一个通用的信用度量模型,该平台可降低开发信用度量模型的成本,如图 2 所示。

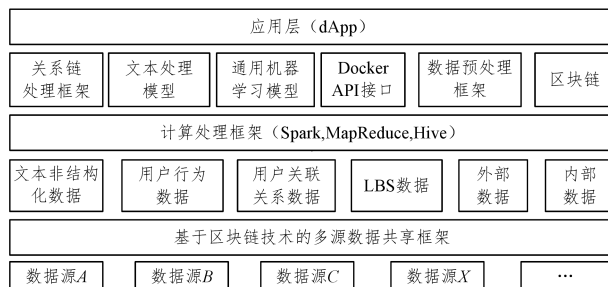


图 2 多源异构数据融合的大数据征信平台

基于区块链的多源数据共享框架将多数据源数据共享,加入数据共享联盟的成员通过以太坊的智能合约实现彼此信任,在打破数据壁垒的同时,实现了融合数据的最大效用;在此基础上,通过文本非结构化数据处理方式,提取出有价值的信息;通过整合用户关系数据,形成用户关系链数据;通过地理位置映射的方式挖掘用户行为轨迹;通过整合内部、外部数据使零散的数据形成一个整体,全方面地刻画用户画像。

在多源数据整合的基础上,平台还提供一套计算处理框架,其中包含分布式存储系统 (Hadoop)、分布式计算系统 (Spark)、数据仓库系统 (Hive),这些计算框架将服务于上层的功能模块,如关系链处理框架、文本处理模型、通用机器学习模型。其中的文本处理模型包含 LDA, Peacock, WordNet 等模型的接口,机器学习模型包含的算法模型如表 1 所列。

表 1 平台中包含的机器学习模型算法

算法类	算法名	中文名
分类算法	Logistic Regression	逻辑回归
	Bayesian	贝叶斯
	SVM	支持向量机
	Perceptron	感知器算法
	Neural Network	神经网络
	Random Forests	随机森林
	Restricted Boltzmann Machines	有限波尔兹曼机
聚类算法	Canopy Clustering	Canopy 聚类
	K-means Clustering	K 均值算法
	Fuzzy K-means	模糊 K 均值
	Expectation Maximization	EM 聚类(期望最大化聚类)
	Mean Shift Clustering	均值漂移聚类
	Hierarchical Clustering	层次聚类
	Dirichlet Process Clustering	狄里克雷过程聚类
	Latent Dirichlet Allocation	LDA 聚类
Spectral Clustering	谱聚类	
关联规则挖掘	Parallel FP Growth Algorithm	并行 FP Growth 算法
回归	Locally Weighted Linear Regression	局部加权线性回归
降维/维约简	Singular Value Decomposition	奇异值分解
	Principal Components Analysis	主成分分析
	Independent Component Analysis	独立成分分析
	Gaussian Discriminative Analysis	高斯判别分析
推荐/协同过滤	Non-distributed Recommenders	Taste (UserCF, ItemCF, SlopeOne)
	Distributed Recommenders	ItemCF
向量相似度计算	RowSimilarityJob	计算列间相似度
	VectorDistanceJob	计算向量间距离
非 Map-Reduce 算法	Hidden Markov Models	隐马尔科夫模型

注:资料来源: http://verify.wiki/wiki/Machine_Learning_Algorithm

平台通过 Docker 为用户提供一个支持多语言开发的环境,以容器的方式管理应用程序,提供的 API 接口可便于调用其他模块,除此之外,提供基于以太坊的区块链便于用户开发去中心化的应用。

2.3 基于大数据征信平台的去中心化的借贷应用

基于大数据征信平台,文中设计了一个去中心化的借贷应用,主要基于各类信用度量模型,融入在线社会关系,运用数据挖掘、社交网络分析等方法动态评估个人的信用水平,以此来判定借贷利率和借贷金额,运用智能合约方法记录借贷双方的交易记录,确保借贷交易可追溯。

首先,去中心化借贷应用需要用户注册,由于去中心化的借贷应用建立在数据共享联盟的基础上,用户一次授权便可获得联盟内成员的用户数据,因此对用户的真实性的检验十分重要,在注册流程中涉及的验证信息需要包含用户的基本属性、用户登陆密码、用户提示密码、用户绑定手机号等信息,用户登陆和注册界面如图 3 所示。其次,为了验证用户不是机器人,运用人工智能的人脸识别技术检测用户的真实性,通过点头、摇头、眨眼的方式识别用户,如图 4 所示;并比对用户输入的身份证号与人脸特征的拟合度以验证用户输入注册信息的准确性,防止欺诈或套利用户注册,运用上述注册机制来保证去中心化借贷应用的安全性。



用户在注册时会选择借贷角色,不同的角色进入去中心化借贷应用时会显示不同的界面,贷款方进入应用可查看借款列表,查看借款用户的借款金额、借款期限、借款用途、借款次数、借款地点、借款进度等信息,借款列表如图 5 所示。去中心化借贷应用还提供了信息筛选的功能,例如根据借款金额由高到低排序,根据借款人信用水平由高到低排序。此外,去中心化借贷应用还提供了智能推荐的功能,将借款人和贷款人进行信息匹配,根据贷款人历史贷款记录分析出贷款人的风险偏好,将最适合的借款人呈现在借款列表中,增加交易的成功率,其中的智能推荐算法需要用到多源异构数据融合

的大数据征信平台通用机器学习模型。



贷款人点击列表中的条目,可查看借款人的信用分,贷款人可在后台设置,选择信用评估模型度量出来的信用分,可单选也可多选。使用信用度量模型产生的信用分,评分的数据源是借款人登录并授权去中心化借贷应用获取到的在线社会关系数据。第三方可在多源异构数据融合的大数据征信平台中添加自己的度量模型,贷款人可根据自己的贷款经验选择可靠的信用度量模型,为了简便起见,开发的去中心化借贷应用采用融入社会关系强度的信用度量模型,借贷详细界面如图 6 所示。



贷款人经过风险审核,如果愿意向该借款人借款,点击借款按钮便可完成一次借款交易,如图 6 所示。此时,应用会将本次交易双方的交易行为写入区块链中,确保交易真实可靠,任何逾期行为都可通过区块链追踪,避免信用欺诈带来的经济问题。基于多源异构数据融合的大数据征信平台框架提供了区块链写入接口,开发者只要按着规范操作即可,此外开发者也可以使用平台框架内提供的其他模块开发出更强大的去中心化应用。本文提出的去中心化借贷应用只是一个实例,引导开发者通过基于多源异构数据融合的大数据征信平台框架开发出更多促进互联网信用良性发展的应用。

结束语 数据壁垒、数据安全性、数据完整性、可移植性、信用评估标准是传统征信系统普遍存在的问题,区块链技术的优势可以很好地解决上述问题。本文基于区块链设计了一个去中心化智能信用原型系统,主要包括基于区块链技术的多源数据共享框架、多源异构数据融合的大数据征信平台、基于大数据征信平台的去中心化的借贷应用。多源数据共享框架在打破数据壁垒的同时也保证了数据的安全性,提出的大

(下转第 552 页)

剖析信息流转能力的3个二级指标,从表6可以看出,故障修复能力效能值只有0.67,说明系统的修复能力严重滞后于系统信息化建设的发展,是阻碍系统信息化能力提升的关键;指控协同能力的效能值为0.78,已明显高于信息化能力的整体效能值,说明在指控系统方面的建设相对完善。

结束语 本文针对新一代指挥控制系统信息化能力评估中的指标体系构建、指标建模和效能评估开展研究。通过系统效能评估,验证了信息化能力指标体系的合理性和指标模型的正确性,并发现了信息化能力建设中存在的不足,为系统性能的改进提供了重要参考。

此外,指标建模是一个系统工程,涵盖范围广,涉及诸多学科知识,由于个人能力所限,不免存在部分指标模型不够细化。例如,故障修复能力的评估应该按照故障种类或修复程度来进行评估,而文中则采用了平均故障修复时间和总故障时间的比值来进行度量。因此,今后需要进一步细化、完善指标建模。

参考文献

- [1] 陈黎,李芳芳,赵广彤.美陆军一体化防空反导指控系统研究及启示[J].现代防御技术,2016,44(5):82-88.
- [2] 李向阳,潘长鹏,李伟波.基于C-AHP的指挥控制系统作战效能指标体系研究[J].舰船电子工程,2014,34(2):31-34.
- [3] 房坚,王钺,袁坚.基于集合距离的信息优势度量方法[J].系统工程与电子技术,2017,39(1):114-119.
- [4] 江汉,尹浩,李学军,等.C4ISR体系对抗仿真中的信息优势度量[J].系统工程与电子技术,2006,28(1):88-91.
- [5] QI Z F, HAN S, LI J X. Applications of Generalized Rough Set

Theory in Evaluation Index System of Radar Anti-Jamming Performance[J]. Journal of Shanghai Jiaotong University(Science), 2016,21(2):151-158.

- [6] YANG J S, WANG F Y. Developing a quantitative index system for assessing sustainable forestry management in Heilongjiang Province, China: a case study[J]. CrossMark, 2016, 27(3): 611-619.
- [7] 杜俊慧.基于灰色粗糙集的评价指标筛选方法研究[J].中北大学学报,2012,33(5):559-562.
- [8] 陈强,陈长兴,陈婷,等.基于ADC模型的数据链系统作战效能评估[J].火力与指挥控制,2016,41(1):72-76.
- [9] 胡涛,焦彦维,王华兵,等.基于区间云模型对信息网络的效能评估[J].系统工程理论与实践,2017,37(2):478-485.
- [10] 孙璐璐.层次型无线传感器网络故障检测方法研究[D].沈阳:沈阳理工大学,2015.
- [11] 蓝羽石,毛少杰,王衍.指挥信息系统结构理论与优化方法[M].北京:国防工业出版社,2015.
- [12] 申普兵,赵占东,宫强兵.网络作战能力评估指标体系构建问题的研究[J].计算机科学,2016(S1):505-507.
- [13] JANA K, JAN S. Fuzzified AHP in the evaluation of scientific monographs [J]. Central European Journal of Operations Research, 2016, 24(2): 353-370.
- [14] XU R S, ZHANG J L, ZUO H B, et al. A novel model for cost performance evaluation of pulverized coal injected into blast furnace based on effective calorific value[J]. Journal of Central South University of Technology, 2015(22): 3990-3998.
- [15] 陈兆兵,郭勃,王兵,等.车载高架式光电探测系统的作战效能评估[J].光学精密工程,2013,21(1):77-86.

(上接第526页)

数据征信平台可便捷地搭建出基于信用的应用服务,最后基于该平台设计了一个去中心化的借贷应用,进一步阐述了如何通过大数据征信平台开发互联网信用生态中的应用服务。

参考文献

- [1] 刘楠,刘露.区块链与云计算融合发展 BaaS 成大势所趋[J].通信世界,2017(17):61-62.
- [2] TAPSCOTT A, TAPSCOTT D. How blockchain is changing finance[J]. Harvard Business Review, 2017, 1: 23-32.
- [3] BYSTRÖM H. Blockchains, real-time accounting and the future of credit risk modeling[J]. Lund University, Department of Economics, 2016, 4: 146-152.
- [4] GUO Y, LIANG C. Blockchain application and outlook in the banking industry[J]. Financial Innovation, 2016, 2(1): 24-38.
- [5] 蔡然.区块链金融的发展趋势研究[J].金融发展研究,2018,1: 37-41.
- [6] 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.
- [7] 雷锋网.区块链在征信业的应用探讨:切中了痛点,但也面临四大挑战[EB/OL]. <https://www.leiphone.com/news/201704/>

84JXeQoOKLISY1oP.html.

- [8] 钱卫宁,金澈清,邵奇峰.区块链与分享型数据库[J].大数据,2018,1:36-45.
- [9] KATE A. Introduction to Credit Networks: Security, Privacy, and Applications[C]//Proceedings of the 2016 ACM SIGSAC Conference on Computer and Communications Security. ACM, 2016: 1859-1860.
- [10] 钱卫宁,邵奇峰,朱燕超,等.区块链与可信数据管理:问题与方法[J].软件学报,2018(1):150-159.
- [11] 百度百科.区块链[EB/OL]. <https://baike.baidu.com/item/%E5%8C%BA%E5%9D%97%E9%93%BE>.
- [12] 闫树,卿苏德,魏凯.专题:区块链与数据共享——区块链在数据流通中的应用[J].大数据,2018,1:1-12.
- [13] 刘文,秦静.区块链技术及其在数字加密货币中的应用[J].通信学报,2018,3:682-687.
- [14] 王海龙,田有亮,尹鑫.基于区块链的大数据确权方案[J].计算机科学,2018,45(2):15-19.
- [15] 袁勇,周涛,周傲英,等.区块链技术:从数据智能到知识自动化[J].自动化学报,2017,43(9):1485-1490.
- [16] 乔蕊,董仕,魏强,等.基于区块链技术的动态数据存储安全机制研究[J].计算机科学,2018,2:57-62.