Inline Text Wrapping Picture

北京邮电大学

硕士研究生学位论文开题报告

学 号: 2019140757

姓 名: 李直根

学 院: 计算机学院（国家示范性软件学院）

专业(领域): 软件工程

研究方向: 移动计算

导师姓名: 赵方

攻 读 学 位: 工程硕士

2020年11月29日

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 论文题目 | 基于Hyperledger Fabric的博物馆数字资产管理与交易系统的设计与实现 | | |
| 选题来源 | 国家重点研发项目 | 论文类型 | 应用研究 |
| 开题日期 | 2020-11-20 | 开题地点 | 北京邮电大学 |
| **一、立题依据（包括研究目的、意义、国内外研究现状和发展趋势，需结合科学研究发展趋势来论述科学意义；或结合国民经济和社会发展中迫切需要解决的关键科技问题来论述其应用前景。附主要参考文献目录）（不少于800字）**  1、研究的目的与意义  近年来，国内“博物馆热”逐渐兴起，曾经“高大上”的博物馆不再是曲高和寡的权威陈列或者走马观花的旅途歇脚站，而逐渐变成了民众文化生活的重要部分，不光成为学生群体课堂教育的拓展与延伸，也成为了成年人充实、丰富自我的重要途径。博物馆不再是陈列历史文物的严肃高阁，而是科技交互与文化沉淀并存的城市地标。  2018 年 10 月 8 日，中共中央办公厅、国务院办公厅颁布的《关于加强文物保护利用改革的若干意见》，进一步明确提出“发展智慧博物馆，打造博物馆网络矩阵，激发博物馆创新活力”。要求我们积极开展新时代下博物馆创新活动，将“互联网+”与“文博行业”相融合，利用云计算、物联网等技术实现博物馆文物保护、文化传播、服务与管理的智慧化，创新文化产业，深入挖掘文物中蕴含的各种历史文化、艺术瑰宝的价值与时代精神，彰显中华文明独特魅力，丰富文化的供给，促进文化消费升级[1]。  然而，伴随着博物馆数字资产版权纠纷案件的增多，知识产权价值意识日益觉醒，各个博物馆现已清楚地认识到在开放的公共文化服务中保护他人和自身版权的重要性和迫切性。  博物馆的数字资产主要分为两个方面[3]：一是与博物馆藏品有关的数字资产，包括对博物馆已有藏品的摄影摄像或者数字化作品，或者是由藏品衍生出来的新的制品和数字成果；二是与博物馆藏品无关的数字资产，主要包括与博物馆相关的标识，创意形象、书籍等文创产品。  目前，对于博物馆数字资产的管理存在数字资产存储不规范，数字资产权属和保护措施不完善等问题，导致从博物馆产生的数字资产的价值难以被有效利用，数字资产的推广难度大，数字资产创意创新积极性差等一系列问题。其根源还是要解决数字资产版权信息的存证与保护问题。  区块链技术[2]最早由中本聪提出，该技术最初应用于比特币，并作为加密货币系统。随着算法和应用程序的不断发展，区块链正在广泛应用于金融服务、信用调查、供应链和物联网[4]。该技术增强了这些行业中各个主体间的信任，降低了运作成本，提高了数据和信息的安全性。区块链的特点可以良好地运用在博物馆的数字资产版权交易与维权当中[6]。区块链其本质是一种全局共享的分布式账本[7]，即不需要任何第三方组织，通过自证清白的方式建立分布式信任机制，维护不断增长的数据记录列表。在区块链中完成的每笔交易的信息都是共享的，并且可供所有节点使用，其具有去中心化、高公信力、数据不可篡改等特点。  2、国内外研究现状  作为新一代信息技术创新发展的突出代表，区块链技术在比特币等各类数字货币的快速发展中逐渐被各方认识和应用[4-8]。随着区块链技术的创新与发展，在 2019 年上半年，一批“区块链 +” 优秀产品不断落地，部分产业应用已经由试点实验阶段逐渐进入应用推广阶段。目前，区块链在金融服务、电子政务、公证认证、溯源等领域应用成果显著,为区块链应用的进一步推广打下坚实基础。金融应用全面开展，电子政务不断推动，医疗领域逐步落地，产权保护重点探索，溯源应用初见成效，我国区块链应用正在持续展开。  在本项目重点关注的产权保护与溯源领域，利用区块链技术的时间戳、不可篡改等可以建立可靠的数字化证明，在数字版权、知识产权、证书领域都可以建立全新的确认机制，改善公共服务领域的管理水平。通过区块链技术，对产进行鉴权，如证明文字、视频、音频等作品的存在，保证权属的真实性、唯一性[9]。中国图片集团与新华网合作，将推出新华影像链——中国影像版权服务平台产品。该平台利区块链技术，在影像版权数字确权、版权单位或版权人对影像定价、版权追溯维权、内容编审发布交易、影像相关定制服务等多方面提供服务。2019年5月9日百度智能云发布区块链音视频版权保护解决方案。该解决方案重点针对当前行业缺乏简单有效的全流程保护方案以及确权难、检测难、维权难等严峻的问题，将重新定义版权保护方式，通过区块链+媒体DNA两大能力，构建数字内容版权新业态。百度超级链联合百度百科，基于区块链技术创建“文博艺术链”，推动百科博物馆计划中的 246 家博物馆线上藏品上链。  超级账本是 Linux 基金会旗下的开源区块链项目，旨在提供跨行业区块链解决方案。Fabric 是超级账本子项目之一，也是影响最广的企业级可编程许可链项目;在已知的解决方案中，Fabric被应用于供应链、医疗和金融服务等多种场景。  超级账本由网络层，数据层，共识层以及控制层几部分组成[10]。其中，网络层以组织为单位构成节点集群，采用混合式对等网络组网；每个组织中包括普通节点和锚节点(anchor peer)，普通节点完成组织内的消息路由，锚节点负责跨组织的节点发现与消息路由。Fabric网络传播层基于 Gossip 实现，需要使用配置文件初始化网络，网络生成后各节点将定期广播存活信息，其余节点根据该信息更新路由表以保持连接。数据层中记录读写集(read-write set)描述交易执行时的读写过程。共识层中，Fabric在0.6 版本前采用 PBFT 共识协议[11-13,17]，但是为了提高交易吞吐量，Fabric 1.0 选择降低安全性，将共识过程分解为排序和验证2种服务，排序服务采用 CFT类协议 Kafka、Raft[18-20](v1.4 之后)完成，而验证服务进一步分解为读写集验证与多签名验证，最大程度提高了共识速度。控制层主要采用链上处理模型，方便业务数据的存取。  在对相关课题进行前期调研后，发现目前存在有以下问题：   1. 博物馆数字资产版权信息资源分散，权属不明确； 2. 博物馆数字资产侵权问题严重，溯源与保护不够有效； 3. 数字资产网络交易诚信意识缺乏，地下交易侵权问题严重； 4. 区块链技术在产权保护方面缺少实际落地应用。   为解决以上行业管理性问题以及技术性难题，本课题提出了基于区块链服务的解决方案，依托于国家重点研发项目（2019YFC1521101）：《智慧博物馆大数据模型与私有云架构关键技术研究》，设计并实现基于Hyperledger Fabric的博物馆数字资产管理与交易系统，加强对博物馆数字资产的版权保护，打通博物馆之间的数据交互通道，打造版权交易与管理平台，实现博物馆的智慧管理。   1. 参考文献   [1]李怡.“互联网+”智慧博物馆建设思考[J].合作经济与科技,2020(11):110-111.  [2] NAKAMOTO S.Bitcoin:aper-to-per electronic cash system[EB/OL].[2017-11-23].htps://bitcoin.Org/bitcoin.pdf.  [3]樊龙华.区块链技术在博物馆数字资产管理中的应用展望[J].中国教育信息化,2020(10):94-96.  [4]严振亚,李健.区块链在数字资产交易领域中的创新应用[J].企业经济,2020,39(01):56-64.  [5]黄忠义. 我国区块链行业应用现状、问题及对策研究[N]. 中国计算机报,2019-09-23(008).  [6] 欧阳丽炜,王帅,袁勇,等.区块链智能合约的发展现状:架构、应用与发展趋势[J].自动化学报,2019(2):1-13.  [7]Yuan Yong, Wang Fei-Yue. Blockchain: the state of the art and future trends. Acta Automatica Sinica, 2016, 42(4): 481−494  [8] Tsai Wei-Tek, Yu Lian, Wang Rong, Liu Na, Deng En-Yan.Blockchain application development techniques. Journal of Software, 2017, 28(6): 1474−1487  [9]Song Kyoung Tack,Kim Shee Ihn,Kim Seung Hee. A Design for a Hyperledger Fabric Blockchain-Based Patch-Management System[J]. Journal of Information Processing Systems,2020,16(2).  [10] SAVELYEV A. Contract law 2.0: smart contracts as the beginning of the end of classic contract law[J]. Social science electronic publishing, 2017(2):1-19.  [11] Thakkar, Parth, Senthil Nathan, and Balaji Viswanathan. "Performance benchmarking and optimizing hyperledger fabric blockchain platform." 2018 IEEE 26th International Symposium on Modeling, Analysis, and Simulation of Computer and Telecommunication Systems (MASCOTS). IEEE, 2018.  [12] Benhamouda, Fabrice, Shai Halevi, and Tzipora Halevi. "Supporting private data on hyperledger fabric with secure multiparty computation." IBM Journal of Research and Development 63.2/3 (2019): 3-1.  [13] 史文斌. 基于Hyperledger Fabric的区块链应用系统云服务化[D].浙江大学,2018.  [14]ZHANG C，WU J，ZHOU Y，et al.Peer-to-peer energy trading in a microgrid[J].Applied Energy，2018，220(15):1-12.  [15]陈子豪,李强,甘俊,张超,黎祖睿.VC Chain:联盟式音视频版权区块链系统[J].计算机工程与科学,2019,41(11):1939-1948.  [16]Baratè, Adriano, et al. "Managing intellectual property in a music fruition environment." IEEE MultiMedia 23.2 (2015): 84-94.  [17] 张超, 李强, 陈子豪, 黎祖睿, & 张震. (2019). Medical Chain: 联盟式医疗区块链系统. 自动化学报, 45(8), 1495-1510.  [18] Thakkar, Parth, Senthil Nathan, and Balaji Viswanathan. "Performance benchmarking and optimizing hyperledger fabric blockchain platform." 2018 IEEE 26th International Symposium on Modeling, Analysis, and Simulation of Computer and Telecommunication Systems (MASCOTS). IEEE, 2018.  [19] Surjandari, Isti, et al. "Designing a Permissioned Blockchain Network for the Halal Industry Using Hyperledger Fabric with Multiple Channels and the Raft Consensus Mechanism." (2020).  [20] Iosif, Elias, et al. "Leadership Uniformity in Raft Consensus Algorithm." European, Mediterranean, and Middle Eastern Conference on Information Systems. Springer, Cham, 2020. | | | |

|  |
| --- |
| **二、研究内容和目标（说明课题的具体研究内容，研究目标和效果，以及拟解决的关键科学问题。此部分为重点阐述内容）（不少于2500字）**  1、研究内容  本系统选择Hyperledger Fabric作为基础架构搭建区块链网络，实现基于区块链的服务。系统结构如下图1所示：    图1-系统结构图  Hyperledger Fabric 网络中的节点的加入必须经过授权验证，这样降低了采用 PoW （工作量证明， Proof of Work）共识算法的资源开销，使交易处理效率大幅提高。 Hyperledger Fabric 采用模块用了高度模块化设计，将权限认证模块 (MSP)、区块提交模块 (committing peers) 等进行分离部署，实现了区块管理的模块化，使降低各业务模块的耦合性，适用于博物馆馆际之间，以及企业间联盟链的应用场景。结合以Hyperledger Fabric为基础的区块链网络，本项目的研究内容如下：  （1）博物馆数字资产版权的登记确权  博物馆的数字资源日益增多，且呈现快速增长的态势，随着社会发展，数字资产的价值日益提升，数字资产权属的矛盾与问题也持续增加，建立规范化的数字资产的权属及其保护体系，是加强数字资产权属保护，推进文博行业发展的必要举措。本系统旨在对博物馆数字资产版权的归属进行确定，包括博物馆作品及素材作品的版权。这些版权需要对著作权人信息、产权类型、产权期限、作品素材的使用情况等信息进行确定。对于每一个作品来说，产权是随着作品的生成一同诞生的，无论是完整的还是部分的，都应该产生版权并进行确权。  在区块链网络中，不同的参与者写入的交易必须按照产生的顺序被依次写入账本中。交易如何在分布式场景下实现所有结点对于同一笔交易的数据信息的一致性，是实现基于区块链的数据管理系统需要解决的重要问题，也是实现版权交易透明化的关键问题。  分类账本保存着所有交易变化的记录，具有有序和防篡改的特点。每一次交易链码需要将数据变化记录在分布式账本中。世界状态（World State）是以键值对的方式保存的一组分类账本数据状态的最新值，保存在数据库中，以方便对状态的存储及检索，这是交易中版权属性与确权不被侵犯的重要保障。  （2）博物馆数字资产版权的去中心化交易  数字资产交易是指买方和卖方针对数字资产的版权归属以及版权转变产生的支付报酬达成协议共识的结果。通常需要交易各方共同协商，并通过“合约”的形式将商议结果进行确认，这其中的交易各方除了买家和卖家，还应该会包括交易的中间商，交易的公正方，以及数字资产版权的公正方。这种传统的交易方式存在诸多的弊端，比如:引入第三方来担保合约的履行耗费多余的人力财力，各方协商需要较长的时间才能达成共识，合约容易被恶意修改等问题。  借助于在区块链上编写并运行智能合约程序， 可以使版权交易过程在不需要第三方参与的前提下完成。“智能合约”是一组有特定规则的数字化协议，该协议能够由计算机源代码预先定义，并能够被强制执行，同时将执行后的结果记录到区块链的分布式账本中。由于区块链技术具有分布式账本数据记录的技术优势，摆脱了传统交易模式的许多束缚，所有交易数据都会分散存储于各个不同的节点当中，从而有效地避免了信息孤岛的形成。同时完成了交易的“去中心化”，所有数字资产信息和交易记录都可以实时共享，系统中每个节点都支持对历史数据进行查询，因此，能够较好地解决信息不对称的问题。此外，数据都会先进行加密后再存储到各个分布式节点，令恶意使用者无法对用户信息进行非法使用，可以更有效地保证用户信息安全。  智能合约（在Hyperledger Fabric中被称为链码）部署在Hyperledger Fabric的网络节点上， 能够独立运行在具有安全特性的受保护的Docker容器中，以gRPC协议与相应的Peer节点进行通信，并操作（初始化或管理）分布式账本中的数据。本系统目标为交易节点配置MSP管理功能，并通过Go语言开发稳定高效、针对性强，适用于博物馆数字资产版权交易的具有安全性与自动化的智能合约链码，以实现博物馆数字资产版权可信任的去中心化交易。  （3）博物馆数字资产版权的溯源与侵权保护  在传统网络环境下，数字资产难以取证和确定权属的问题，在应用区块链技术后，这些问题便迎刃而解。区块链分布式记账是通过网络中不同节点计算机及共识机制算法来实现，形成基于分布式账本的去中心化的数据存储以及数据分发机制。由于区块链具备不易篡改的技术特征，博物馆数字资源上链后即已确认权属，并使数据具有可追溯性，对数字资产及其相应属性予以确权。  与传统的分散式数字资产交易方式不同，对于同一个数字作品而言，通过区块链能够将所有作品信息和交易记录同时存储在一个逻辑链条中，通过时间顺序将作品创作和交易的全过程串联起来，为数字资产所有交易数据进行追溯提供了方便条件。按照资产的版权交易在时间顺序内对不同交易参与者的收益分配，可以更精准地完成对数字资产交易时版权的控制与监督。  （4）博物馆数字资产管理系统微服务系统的搭建  由于本系统涉及多用户高并发的数据访问请求与交易请求，传统的系统架构做不到灵活高效地响应高并发处理请求，并且其作为系统架构可拓展性与可维护性也不高，所以本系统计划采用基于Spring Cloud的微服务架构进行开发，将基于区块链的服务微服务化，这样就可以提升整个系统多方面的性能：系统复杂度可控，通过对业务服务更细粒度的拆分，服务的实现可以更简洁，并通过定义良好的接口使服务边界更加清晰；支持每个微服务的独立部署，当某个微服务发生变更时不需要重新编译整个应用，这样对于本系统这样有数字资产存储，版权交易和数据溯源多个系统服务的开发更加高效；可拓展性更强；技术选型更加灵活。  2、研究目标和效果  （1）将数字资产登记区块链  针对目前博物馆数字资产存储不规范的问题，本课题的研究目标首先是明确上链数据的数据格式，并将对于文物以及相关艺术品文创的形态多样的数据形式（包括图像、视频、3D建模数据等）转换为标准化的，区块链通用格式的数据，并将数据上链。将各种数据转化为数字资产的版权信息登记存证，打包发布在区块链上，实现文物艺术品资产的数字化。  区块链网中的区块主链负责登记数字资产，以便在需要证明权利归属或类似情况时提供法律依据。在实际操作环境中，区块主链是由作者、登记平台和底层区块链三种不同的角色共同参与，通过注册流程机制对用户提交的数字资产进行注册。同时，为了保证用户提供信息的安全性和避免后续操作过程中发生版权冲突，还要设立一个独立于用户和登记平台的第三方CA证书机构，这个机构向参与到注册过程的用户和平台颁发密钥并负责日常密钥的维护工作。这个是用Hyperledger Fabric中MSP用户管理机制来实现，用户向区块链注册版权信息前，首先需要向平台申请使用权限，注册合法的用户登录标识并获取密码，以此证明用户操作平台的合法 性。同时，还需要向中立的CA平台申请证书文件，获取验证区块链数据合法性的公私钥对。  （2）利用区块链联盟链实现博物馆数字资产版权的去中心化交易  本系统的目标是运用区块链技术的智能合约，打造一个开放、诚信的文物艺术品以及相关数字资产的交易平台。利用区块链技术公开透明、可溯源、不可篡改的优势和特点, 区块链上各节点间进行版权交易时,由智能合约保障交易双方执行操作,由分布式账本技术记录下所有涉及版权的使用和交易环节,并生成记录日志，可以确保在交易平台上购买、售出的文物、艺术品的真实性以及版权资产的有效性。区块链技术能够解决市场主体间的信任问题，进而免除部分监管环节，从而实现文创版权市场去中心化交易。  本系统采用Hyperledger Fabric实现区块链服务，其中分为成员服务、共识服务与链码服务三个模块以确保交易的安全性，其中成员服务可以实现区块链用户注册、登录与身份管理，还可以进行交易审计，以确保访问权限合法性与系统交易的安全性。共识服务则负责节点的分布式账本存储与发布，对发布的数据、交易订单进行排序、实施P2P协议以及对背书进行验证。链码服务提供一个智能合约的执行引擎，利用Fabric提供的接口编写链码并对链码进行安装、实例化、查询与调用。  （3）利用区块链公开性、可溯源性保障数字资产的权益不受侵犯  博物馆的数字资源日益增多，且呈现快速增长的态势，随着社会发展，建立规范化的数字资产的权属及其保护体系，是规范数字资产权属和保护，推进文博行业发展的必要举措。在传统网络环境下，数字资产难以取证和确定权属的问题，在应用区块链技术后可以树立得到解决。区块链中包含版权与产权信息的数据块具有不可篡改性和可溯源性，利用区块链的特性可以对数字资产及其相应属性予以确权。  针对本系统对于数据可回溯性的要求，需通过Hyperledger Fabric实现数据的溯源查询的功能。  （4） 基于Hyperledger Fabric的数字资产管理、交易系统微服务化  本次实验的目标是使用微服务构建本次基于区块链服务的框架，将用户的登录注册验证，数字资产的登记存储、转让交易、查询溯源分别打包成系统的子模块，将它们微服务化，提高系统的可拓展性与易维护性。  3、拟解决的关键科学问题  （1）利用Hyperledger Fabric实现数字资产版权信息的登记与确权  博物馆数字资产上链登记，首先需要保证用户提供信息的安全性，需要完成用户登记平台以及第三方CA证书机构的搭建，这就要用到Hyperledger Fabric中MSP成员管理以及Hyperledger Fabric CA服务的实现。Hyperledger Fabric CA服务提供RESTful API的方式使客户端与Hyperledger Fabric CA服务端进行交互，注册成功的用户可以发起登记请求，从而获得适当的权限。采用PKI分层结构，可以实现根据实际需求场景的CA来实现对身份的管理，在此之上还可以使用Nginx来部署集群环境，提高服务的负载均衡能力。  同时，为完成数据的分布式存储，Hyperledger Fabric提供了可靠的数据存储，分发以及共识机制，本系统应着重解决数据分布式存储的功能实现问题，分布式账本的数据存储中，Hyperledger Fabric通过数据的读写，交易验证和更新世界状态等工作完成数据的更新，并确保数据的有序、可靠防篡改性。本系统计划选用CouchDB作为Hyperledger Fabric状态数据库，计划使用docker容器来实现对CouchDB的使用。  （2） Diffie-Hellman密钥交换算法以及对数字内容的加密算法的实现  虽然区块链解决了数据的公开透明化存储的问题，但是随之而来的是对用户隐私权保护的问题，因此，本课题计划设计出一个关于数字资产文件加密保护的解决方案，利用Diffie-Hellman密钥交换算法和可靠的加密算法，依靠Hyperledger Fabric提供的区块链服务以及智能合约链码的服务，设计出对数字资产内容的加密，对用户访问的许可授权以及内容解码三个协议，来保证内容加密的安全性，以及用户的隐私性。  （3） 关于数字资产交易的智能合约的设计  链码提供了分布式账本的状态处理逻辑，本系统计划通过Go语言来编写链码，并部署在Hyperledger Fabric的网络节点中，使其独立运行在具有安全特性的受保护的docker容器中，以gPRC协议与相应的peer节点进行通信，依此来操纵（初始化或管理）分布式账本中的数据，根据的本系统对于数字资产数据的管理方式，更重要的是交易方式，开发出适用于本系统业务需求的链码，实现基于区块链的服务。  对于具体交易过程，我们以系统用户购买一个艺术作品的版权为例：首先，购买者会在平台中根据包含注册信息的区块检索到对应的作品，这是平台会将区块内的作品相关信息公布给购买者。购买者产生购买意愿后，通过交易平台的规定流程进行支付，系统将自动执行智能合约，执行交易流程。支付时则需要购买者提供个人信息，并用私钥进行交易签名确认，个人信息与交易信息一同写入一个新的链节点，发布到链中。平台会根据本次交易的写入节点的时间信息通过共识算法对节点进行排序，与此同时，在此区块内写入交易平台的标识签名及上一个节点的散列值，然后用平台密钥对信息再次加密，以此验证在此平台交易的合法性。此后，新完成的区块会发布在交易区块链中，其他节点会立刻通过购买者及交易平台的公钥及签名检验这个新区块的合法性。核查通过后将此次交易相关数据写入该交易数据链中，至此完成此次交易的基本信息流程。本系统会依赖Hyperledger Fabric提供的链码相关API进行链码的设计开发。整体交易流程如图2所示。  未命名文件  图2-数字资产版权交易流程简图  （3） 系统微服务架构的搭建与性能  微服务架构的主要目的是实现业务服务的解耦，随着系统功能组件的增加，导致服务与服务之间的调用关系越来越复杂。同时，服务与服务之间的远程通信也因为网络通信问题的存在变得更加复杂，本系统搭建微服务架构时需要考虑对服务进行治理，将服务之间的依赖转化为服务对服务中心的依赖，还需考虑分布式配置中心、服务路由、负载均衡、熔断限流、链路监控等。这些问题需要在微服务体系搭建时被处理。 |
| **三、研究方案设计及可行性分析（包括：研究方法，技术路线，理论分析、计算、实验方法和步骤及其可行性等）（不少于800字）**  一、研究方法：  研究方法将分为以下六步：  1、需求分析  根据当前博物馆对于数字资产的版权保护需求，确定需要上链保存的数据格式，将并将对于数字资产版权的标准化数据的存储保存与交易流程确定下来，分析系统需要完成的功能点并将功能点细化，完善，设计流程图、泳道图，确定需求。  2、概要设计  概要设计阶段将对软件系统进行设计，包括系统的基本处理流程、高层架构设计、系统的组织结构、模块划分、功能分配、接口设计、 运行设计、数据结构设计和出错处理设计等，输出一份完整的为软件的详细设计提供基础。  3、详细设计  详细设计阶段将在概要设计的基础上，描述实现具体模块所涉及到的主要算法、类的层次结构及调用关系，需要说明软件系统各个层次中的每一个程序(每个模块或子程序)的设计考虑，以便进行编码和测试。  4、编码  编码阶段将根据详细设计中对算法分析和模块实现等方面的设计要求，开始具体的编写程序工作，分别实现各模块的功能，从而实现对目标系统的功能、性能、接口、界面等方面的要求。在程序编码中将定要制定统一、符合标准的编写规范。以保证程序的可读性、易维护性。提高程序的运行效率。  5、测试  测试包括功能测试和性能测试。每个子系统上线前都应进行功能测试以保证该系统能够按照预期设计完成相对应的功能，对各种非正常流程能够合理应对，非法输入及异常不会使服务崩溃。整个测试阶段分为单元测试、组装测试、系统测试三个阶段进行。测试方法主要有白盒测试和黑盒测试。压力测试阶段将利用压力测试工具模拟线上的实时高并发连接量，验证系统的负载能力。对算法工具类组件需要进行额外压力测试，保证响应速度。  6、论文撰写  基于之前的系统设计及开发工作，进行论文的撰写，总结在系统开发过程中遇到的问题，沉淀出有价值的文档，供其它工程实践参考。  二、技术路线  采用分布式微服务架构，使用Spring Cloud作为开发框架。其中API网关使用Zuul作为流量的统一入口，对流量进行鉴权、限流、负载均衡等处理。Spring Cloud框架使用REST通信，各服务间访问只需实现对应接口即可。服务注册与发现机制使用eureka实现，使用Spring Cloud Hystrix进行服务容错，Spring Cloud Config进行统一配置管理，系统各部分之间相互兼容，可靠性高。 |

|  |
| --- |
| **四、本研究课题可能的创新之处（不少于500字）**  1、 将区块链技术应用在博物馆数字资产的管理与保护当中  本课题将“博物馆 + 区块链”这一热门概念进行工程化实现，针对博物馆数字资产保护不足的问题，设计实现出基于区块链的博物馆数字资产管理与交易服务，是一个较为创新的课题思路，区块链去中心化，数据高安全性的特点可以实现博物馆数字资产的公开、可溯源和防篡改，同时可以解决博物馆之间数据信息交流困难的问题，目前的中国各大博物馆一般都会有自己的数字化管理系统供内部使用，Hyperledger Fabric联盟链通过去中心化的数据分布式存储，得以实现各大博物馆数据的安全交互，增加博物馆之间数据沟通和交易的可信任性。  通过区块链服务搭建的数字资产交易平台也可以帮助博物馆和创作者运用自己的文化与创作创造出更多的价值，将博物馆不可估计的数字资产转换为真正的收益。同时，本系统推动数字资产版权保护的发展，会转而鼓励更多的数字资产持有者以及作者对于文化产业、文创产业的热情。  2、 通过链码实现对数字资产内容的加密和交易时用户隐私的保护  通过Hyperledger Fabric提供的链码服务，本系统计划实现一个基于Diffie-Hellman密钥交换算法以及数字加密算法的对于数字资产内容的加密方法，同时也可以达到保护用户隐私的目的，这样可以保证数字内容安全地发送到拥有权限的用户手中，并可以安全解码。智能合约可以完成诸如版权登记、确权、联系中介发布信息、交易等复杂的中间流程，提高了交易效率，可以更精准地对完成作品交易进行控制和监督。 |
| **五、研究基础与工作条件（1.与本项目相关的研究工作积累基础 2.包括已具备的实验条件，尚缺少的实验条件和拟解决途径）（不少于500字）**  本课题依托于国家重点研发计划：《智慧博物馆大数据模型与私有云架构关键技术研究》（2019YFC1521101），具有良好的应用前景，广泛的合作力量和强大的资金支持。  研究基础  1. 与本项目相关的研究工作基础  在进行系统规划与设计之前本人已经有了完备的区块链基础知识，对以太坊数据结构，共识机制，智能合约有深入的了解，并调研了蚂蚁联盟链相关应用内容以及项目开发方法。随后选择Hyperledger Fabric作为开发基础后，深入学习了Hyperledger Fabric相关知识以及软件开发方法，目前对基于Hyperledger Fabric的区块链服务实现有了比较深入的了解和一定的时间经验。同时之前也学习了Go语言来开发链码。  在工程方面，之前本人参与过一些JavaEE系统的开发，这次使用Spring cloud为框架的项目有一定的框架实践的基础。  2. 已具备的实验条件，尚缺少的实验条件和拟解决途径  目前，本人已经对本系统进行了一些基础的设计开发，并已经创建了一个工程项目并且成功地连通了以Hyperledger Fabric为基础的网络，下一步的主要工作是尝试将Hyperledger Fabric节点搭建在实验室服务器上，随后进行链码的开发。  目前本项目的主要瓶颈是本人对分布式微服务系统不是很了解，也没有进行过相关的开发，并且项目后期要对于系统通过微服务进行性能调优，我将通过运用之前对于对于Spring以及Spring Boot的知识，分析系统的架构设计，来学习微服务相关组件的知识，同时梳理项目结构，加深对平台工作方式的理解，从改动较小的模块入手，逐步深入开发。由于微服务架构涉及的知识比较多，尤其是组件间通信和数据一致性的处理有比较高的难度，我将积极查阅各种书籍和博客，加深对这些解决方案的工作过程的理解，根据实际应用场景选取合适的方案，争取使各服务性能都达到较优水平。 |
|  |

**学位论文工作计划**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 时间 | 研究内容 | 预期效果 |
| 2020.9-2020.12 | 查阅相关资料，确定开题方向，撰写开题报告 | 完成开题报告和答辩 |
| 2021.01-2021.05 | 学习微服务相关知识，设计测试Hyperledger Fabric链码 | 能够完成基于Hyperledger Fabric链码的测试运行 |
| 2021.05-2021.08 | 评估项目内容，确定论文主体 | 项目基本框架搭建完成，完善项目功能，完成中期报告 |
| 2021.08-2021.10 | 梳理论文框架，撰写专利内容，开始写作。 | 计划申请一项软件著作权或者发明专利，或者完成并发表一篇期刊论文 |
| 2021.10-2022.03 | 继续完善论文 | 完成论文的写作 |
| 2022.4-2022.6 | 准备论文答辩 |  |
|  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 评  定  小  组  成  员 | 姓 名 | 职 称 | 单位名称 | 职务 |
| 赵方 | 副教授 | 北京邮电大学 | 组长 |
| 罗海勇 | 副教授 | 中国科学院计算技术研究所 | 成员 |
| 李朝辉 | 教授 | 北京邮电大学 | 成员 |
| 贾红娓 | 讲师 | 北京邮电大学 | 成员 |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
| 导师意见： | | | | |
| 该生针对区块链技术，以及区块链技术在博物馆数字资产版权保护的应用方面做出了充分调研，并阅读了大量文献，对国内外研究与应用现状有了较为全面的了解，针对当前文创产业版权管理问题设计基于区块链超级账本的管理系统，同时计划对现有基于区块链的服务进行优化、创新，提高其安全性，立项角度新颖，可行度高，在数字资产版权保护方面具有应用价值。课题预期成果将完成并发表一篇期刊论文，或申请一项软件著作权或发明专利。综上，同意开题。 | | | | |
| 导师（签名）：  日期： 年 月 日 | | | | |
| 开题报告小组意见： | | | | |
| 组长（签名）：  日期： 年 月 日 | | | | |
| 学院意见（签章）： | | | | |
| 负责人：  日期： 年 月 日 | | | | |