

区块链赋能的智能知识服务框架与机制研究

孙雨生 刘 涛 徐优美

(湖北工业大学经济与管理学院 / 湖北工业大学湖北农村社会管理创新研究中心, 武汉, 430068) (湖北工业大学经济与管理学院, 武汉, 430068) (湖北工业大学经济与管理学院, 武汉, 430068)

[摘要] 遵循开放协同创新思想及业态多元化、平台去中心化、资源一体化理念, 揭示区块链赋能的智能知识服务总体框架及运行机制。总体框架静态描述构成要素及要素间关系, 依托应用服务、开放接口、业务逻辑、数据逻辑、技术基础等要素协同构建智能知识服务生态体系; 运行机制动态描述面向用户、服务、资源协同的宏微观智能知识服务运行流程, 宏观协同用户、服务、资源管理机制提供嵌入式智能知识服务, 微观提供区块链赋能的用户兴趣建模、知识服务提供、知识资源管理机制。

[关键词] 区块链 智能知识服务 用户兴趣建模 知识服务机制 知识资源管理

[中图分类号] G230 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-5853(2024)01-0019-11

Research on Framework and Mechanism of Intelligent Knowledge Service Enabled by Blockchain

Sun Yusheng Liu Tao Xu Youmei

(School of Economics and Management / Hubei Innovation Research Center of Rural Social Management, Hubei University of Technology, Wuhan, 430068) (School of Economics and Management, Hubei University of Technology, Wuhan, 430068) (School of Economics and Management, Hubei University of Technology, Wuhan, 430068)

[Abstract] Following the principles of open collaborative innovation, as well as the concepts of diversified business models, decentralized platforms, and integrated resources, this paper reveals the overall framework and operational mechanisms of blockchain-empowered intelligent knowledge services. The static depiction of the overall framework outlines the constituent elements and their interrelationships. Leveraging elements such as application services, open interfaces, business logic, data logic, and technological foundations, a collaborative construction of an intelligent knowledge service ecosystem is established. The dynamic portrayal of operational mechanisms delineates the macro-micro processes of collaborative intelligent knowledge services directed towards users, services, and resources. At the macro level, a collaborative mechanism orchestrates users, services, and resource management to embed intelligent knowledge services, while at the micro level, it encompasses blockchain-facilitated user interest modeling, knowledge service provisioning, and knowledge resource management mechanisms.

[基金项目] 本文系国家自然科学基金项目“全文本分析视角下跨学科知识元扩散与知识创新研究”(23BTQ082)、湖北省图书馆学会重点科研项目“基于微服务架构的智慧图书馆知识服务框架与机制研究”(stxh2023A03)和湖北工业大学2022年度研究生科研创新项目“数智环境下区块链赋能的智能知识服务机理研究”的研究成果。

[作者简介] 孙雨生, 管理学博士, 湖北工业大学经济与管理学院 / 湖北工业大学湖北农村社会管理创新研究中心教授; 刘涛, 湖北工业大学经济与管理学院2021级硕士生; 徐优美, 湖北工业大学经济与管理学院2023级硕士生。

[Key words] Blockchain Intelligent knowledge services User interest modeling Knowledge service mechanism Knowledge resource management

随着数智化知识经济、智能化知识生产、数据化生产要素的兴起,用户个性彰显、认知轻量、知识变现、创新激励、群智众创、隐私计算需求急剧增加,与集中式、被动式、堆叠式、自发式业务驱动型知识服务机制和机械式、碎片化、粗放式海量分布信息资源管理机制形成鲜明对比。亟须面向去中心化、安全可靠系统构建需求,设计数智化、体系化嵌入式知识服务框架以拓展服务提供与资源管理机能;全面采集、高效处理、安全存储用户属性、行为及社交数据,以精准表示、智能深挖用户兴趣及需求并动态进化其兴趣模型,进而提升服务质量及用户体验^[1];构建去中心化业务平台并创新智能协同服务机制,据此高效提供智能协同服务,进而丰富服务功能并提升其性能;智能化知识资源生产激励、质量保证、交易成效、安全保障、轨迹追溯等环节,进而提升资源管理效能及知识变现效率。

在这种形势下,区块链赋能的智能知识服务应运而生,其依托区块链核心技术及激励机制构建价值互联网可信底座与激励相容开放式环境,支撑 Web3.0 理念下用户价值创造、服务去中心化与资源共建共享^[2],以高效协同用户、服务、资源提供嵌入式智能知识服务。具体而言,面向资源一体化服务,设计构建分布式管理、生态化运维且区块链赋能的智能知识服务总体框架,支持知识配置与组织合理化、知识生产与传播协同化、知识服务创新与应用体系化;基于语义区块链^[3]与共识机制、智能合约、安全机制规范数据管理标准,全面细粒度采集、高效统一化处理、安全分布式存储用户数据,以语义理解、关联推理、智能深挖用户需求,规则化、层次化精

准表示用户兴趣,进而智能初始化、进化用户兴趣模型;基于区块链核心技术、激励机制与分布式网络并行改进、智能组合、动态协同服务机制,以定制探索式智能知识服务方案,丰富知识服务机制;遵循分布式知识管理、系统运维与安全标准,无缝衔接、深度融合知识管理流程并构建知识资源管理联盟链,依托区块链核心技术和激励机制低信任成本智能管理、高效泛在化协同知识节点以全面采集、规范加工、分布存储、动态更新、高效利用多源多态知识资源。因此,系统研究区块链赋能的智能知识服务框架与机制问题有重要价值。

目前,相关研究成果较少且缺乏规范研究范式;宋宏宇(Hongyu Song)^[4]针对基于公共或联盟区块链的知识产权保护体系存在的系统要求高、共识延迟长、用户参与度低等问题,提出基于参与者贡献的区块链共识机制提升基于区块链的数字信息管理安全性及效率;钱力等人^[5]设计基于科技大数据的智能知识服务体系,涉及群智汇聚、智能分析、智能推送、语义检索服务;何宝亮^[6]分析基于区块链等核心技术创新性解决知识服务系统的用户体验不佳、服务中心化低效、知识生产与创新激励不够、知识服务生态恶化等问题可行性。本文参考王晓敏等人构建的系统设计总体框架^[7]、孙雨生等人倡导的IT规划参考模型^[8]等及现有区块链技术、智能知识服务研究、应用成果,系统分析区块链赋能的智能知识服务框架与机制构建基础,运用系统论方法设计总体范畴、多维视图,创新性静态分析其总体框架构成要素及其相互关系,并从整体运行流程、局部运行模式两方面宏微观动态描述其运行机制。

1 区块链赋能的智能知识服务框架与机制构建基础

1.1 构建目标

依托区块链技术优势,从智能用户兴趣建模、知识服务机制优化、知识资源协同管理维度宏微观、多维度构建兼具整体性、层次性、模块化、可扩展性等特点的区块链赋能的智能知识服务框架及机制,以便据此构建运维用户群智共创、服务智能协同、资源溯源共享的去中心化智能知识服务生态。具体而言,总体框架面向分布式环境下开放协同创新式智能知识服务,明确服务、接口、业务、数据、技术类构成要素及其相互关系,依托区块链构建资源一体化服务及主体动态式激励总体方案;智能用户兴趣建模规则化、层次化表示用户兴趣模型,基于分布式节点共识泛在感知采集、安全智能处理多种场景、类型用户数据以语义识别、量化用户兴趣实体及其关系,并据此初始化、进化用户兴趣模型;知识服务机制优化基于区块链节点开放式链接构建知识服务网络,并行改进、智能组合、动态协同知识定制、导航、问答、推荐、检索等服务机制,以构建用户需求、应用场景、知识资源智能协同、匹配方案,并根据场景迁移、用户反馈等自适应优化;知识资源协同管理基于点对点(P2P)网络与共识机制无缝衔接、深度融合分布式节点知识全面采集、规范加工、分布存储、动态更新,并通过智能合约与时间戳自动交易、透明留痕以提高知识交易效率、追踪知识资源轨迹、保障知识供给侧权益^[9],进而全流程、全网域一体化建模、发现、管理、共享多模态资源。

1.2 构建原则

本着充分发挥区块链技术优势、完善智能化知识服务核心业务及构建共建、共享、共生、共赢知识服务生态总原则,遵循采集泛在、处理共识、存储分布、传输隐私、管理信任、运维智能、性能稳定、激励动态等技

术原则,基于区块链核心技术及激励机制敏捷构建、协同运维、柔性拓展自适应、自组织、自创新、分布式智能知识服务生态。遵循用户体验沉浸化、服务业态多元化、业务平台去中心化、知识资源管理一体化、开放协同创新激励化等人文原则,通过智能用户兴趣建模深层挖掘、多维表示、隐私计算用户兴趣与需求,据此智能统筹调度、协同创新多元化服务机制以定制生成嵌入式情境服务方案,进而无缝衔接、深度融合多模态知识资源全面采集、规范加工、分布存储和动态更新,最终实现全流程、一体化、溯源化精准管理知识资源和多方价值共创共享。

1.3 构建依据

客观需求方面,面向用户价值共创共享、服务去中心化、安全隐私智能保护等 Web3.0 服务理念与知识服务智能化升级和生态化转型需求,构建面向分布式用户、服务、资源协同创新与激励的智能知识服务框架与机制。理论基础方面,根据嵌入式服务、用户兴趣建模、业务多元协同、知识生态系统、资源统一表示、元数据管理等理论并结合中国科学院文献情报中心“基于科技大数据的智能知识服务体系”总体建设架构与思路^{[10][11]},构建智能知识服务生态。技术基础方面,根据《区块链和分布式记账技术参考架构》国家标准^[12],结合去中心化自治组织与运营框架^[13],构建可信信任环境下激励驱动的协同机制、核心要素。构建原理方面,依托服务业态多元化、业务平台去中心化、多模态资源一体化等区块链赋能的智能知识服务本质,整合区块链核心技术及激励机制嵌入知识服务框架及流程,据此按用户需求跨部门协作整合共享知识资源,提供嵌入式智能知识服务。

1.4 构建思路

按照开放协同创新思想、Web3.0 理念、IT 规划参考模型,遵循区块链赋能知识采集、处理、存储、交易、维护全生命周期思路,面

向去中心化智能运维、低成本可靠存储、溯源式安全传输、协同式创新激励等新需求，全方位分析区块链赋能的智能知识服务构成要素及相互关系以静态描述其总体框架；构建基于区块链的智能用户兴趣建模、知识服务机制优化、知识资源协同管理规则及流程，宏微观动态描述区块链赋能的智能知识服务运行机制，以按用户需求、智能知识服务业务流程、服务策略协同处理多模态知识资源并提供嵌入式知识服务。

2 区块链赋能的智能知识服务总体框架

区块链赋能的智能知识服务总体框架通过技术基础赋能支撑应用服务的数据逻辑、业务逻辑、开放接口以协同用户、服务、资源提供智能知识服务并实时激励各参与方，见图1。依托智能知识门户类接口、服务网关类接口、基础设施类接口及用户区块链，协同应用服务、用户兴趣建模机制、区块链赋能的知识计算与服务引擎构建并展示智能知识服务

生态；依托区块链的共识机制、智能合约去中心化、自组织智能处理业务逻辑和交易规则，以动态生成服务协同机制；依托区块数据构建、治理、共享体系与元数据管理机制及知识区块链，通过统一资源接口跨库网、跨领域、跨媒体一体化管理多模态用户、业务、知识资源。

2.1 应用服务

提供按需构建配置、部署运维、协同创新服务模块的管理机制及智能定制、导航、问答、推荐、检索等服务，以面向应用场景、服务业态、用户需求、业务流程动态生成智能知识服务协同方案。

2.2 开放接口

为区块链赋能的智能知识服务平台信息交换提供统一接口：智能知识门户类接口依托单点登录技术集成智能终端与垂直门户、Web、App、小程序等接入方式，提供注册登录、发现浏览、展示反馈等前台服务及后台管理功

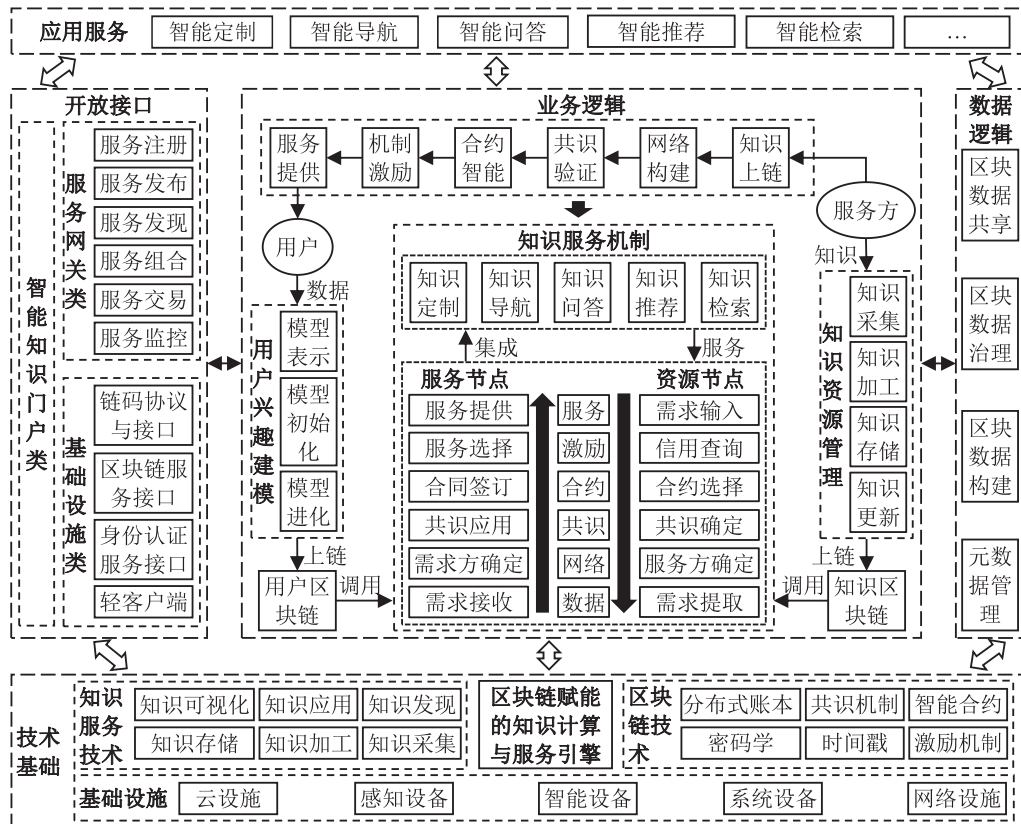


图1 区块链赋能的智能知识服务总体框架

能；服务网关类接口依托服务管理组件、面向应用服务要求智能生成服务运行方案并据此智能发现、协同调度、动态监控相关应用服务；基础设施类接口依托 P2P 网络、安全传输及验证机制构建链码协议与接口、区块链服务接口、身份认证服务接口，以便通过轻客户端分布式、安全智能访问区块链节点并通过跨链网关及协议跨域链接区块链基础设施。

2.3 业务逻辑

依托区块链可信协作、分布计算、智能处理、安全传输、动态激励等机制，整合服务流、业务流、数据流及价值流形成智能知识服务流程；通过区块链赋能的用户兴趣建模、知识服务机制、知识资源管理，实现节点信任、分布式环境下支持点对点交易、多方协作、跨域协同、实时激励的智能知识服务方案。

2.3.1 区块链赋能的智能知识服务流程

知识上链。需求方及服务方通过独立、平等、自由分布式区块链节点，依托共识机制、智能合约自动上链、验证确权用户数据、知识资源并嵌入相应元数据信息^[14]，再用子哈希数值与默克尔树（Merkle tree）数据结构存储节点数据于带时间戳的数据区块以便认证、排序区块及追溯数据，进而保障区块链数据真实、完整与安全并形成用户区块链与知识区块链。

网络构建。依托 P2P 网络支持服务方在创建节点时提交节点信息，据此获取、关联相关节点并传播、备份节点交易信息以动态构建分布式节点网络，方便供需双方基于知识传播协议平等、泛在化、低成本、高效率感知、采集、生产、备份、传播、交易知识资源，进而提高知识价值及生产者积极性。

共识验证。基于 P2P 网络传播协议与共识机制达成去中心化节点间有效共识^[15]，结合链式数据存储结构验证、记录全网广播后节点信息构建可信节点网络，并结合区块链

不可篡改性保证节点所存储的已封装知识一致、真实与完整，进而构建用户区块链、知识区块链并通过区块间交叉、融合、创新自组织生成新区块。

合约智能。规范解析、形式验证、智能加密合约^[16]并据此构建支撑生产、共享、传播与交易知识资源的信任机制共识，支持可信节点选择、签订并按预设条件和规则稳定自动执行合约^[17]，以便组织者、参与者在技术可信环境下高效协作、安全交易^[18]并保障结果不可篡改。

机制激励。依托共识机制、智能合约并引入经济因素构建代币发行及分配机制^[19]以自动管理分布式节点、分配收益，进而激励生产者节点积极加入、维护区块链网络并主动贡献知识资源、用户数据、服务反馈。

服务提供。根据用户需求及兴趣、应用场景、业务流程、资源信息设计智能合约，由其按需自动生成、执行基于区块链的去中心化嵌入式知识服务方案并通过开放接口生态化提供应用程序显示于智能知识门户。

2.3.2 区块链赋能的智能知识服务方案

区块链赋能的用户兴趣建模。依据用户节点网络全面细粒度采集、分布式智能处理用户全量数据，形成用户区块链私有链并据此基于区块链初始化用户兴趣模型，进而结合用户增量数据动态进化用户兴趣模型。

区块链赋能的知识服务机制。依托服务类、资源类区块链节点分别结合区块链赋能的用户兴趣建模、知识资源管理，持续追踪用户数字轨迹、外部数据环境并据此协同创新多元化服务机制动态适配用户需求与知识资源，提供智能知识服务并支持实时创新决策、分配利益。

区块链赋能的知识资源管理。依据资源节点网络自动采集已上链知识资源并唯一标识为可溯源数字资产块，进而封装注册、分布存储、迭代更新知识资源^[20]以便确权流转、

开放共享。

2.4 数据逻辑

遵循元数据管理标准、数据生命周期及分布式管理理念,按区块数据构建、治理及共享机制一体化封装、智能化安全管理全媒体、全流程、全网域用户数据、业务数据与知识资源,以激励分布式节点贡献数据资源。

2.5 技术基础

涉及基础设施、技术支撑:基础设施分布式自动部署运维多租户智能知识服务应用、接口、业务、数据、技术组件所依托感知、计算、存储、通信等资源;技术支撑由区块链赋能的知识计算与服务引擎基于区块链的跨链身份管理技术,依托知识服务及区块链技术实现知识服务与业务安全构建、高效上链、可信协同、智能治理。

3 区块链赋能的智能知识服务运行机制

3.1 整体运行流程

区块链赋能的智能知识服务运行机制宏观面向应用场景、角色类型、典型事件,基于区块链赋能的智能知识服务流程,从智能用户兴趣建模、知识服务机制优化和知识资源协同管理视角动态描述分布式环境下开放协同创新式智能知识服务运行及激励流程,见图2。首先,多角色用户通过分布式节点、经由相应区块依托智能知识门户进行角色验证并提交需求、选择应用服务;其次,由应用服务组件融合区块链技术按用户需求智能生成服务协同方案并交由基于分布式账本的服务网关智能发现所需已注册、发布应用服务集,进而结合服务节点协同及监控信息动态生成多节点协同的服务运行方案;再次,依托物理节点和区块链技术动态虚拟生成记账节点网络、监管节点网络、资源节点网络、服务节点网络、用户节点网络,据此开放协同、智能安全采集用户数据、知识资源并上链虚拟形成用户区块链与知识区块链;再次,由区块链赋能的知识计算与服务引擎基于分

布式节点并依托区块链共识验证、合约智能、机制激励智能建模用户兴趣、协同管理知识资源,进而结合联盟链节点协同创新多元服务机制以按应用场景、用户需求依托多方协同匹配知识资源,并通过共识算法、分布式账本、P2P网络安全验证、上链存储、全网广播各节点的区块数据及协同信息以社会化个人知识、有序化多模态知识^[21],同时产生代币^[22]并实时奖励记账、用户、服务、资源、监管节点;最后,通过智能知识门户面向多角色用户提供智能知识服务并接受反馈。

3.2 局部运行模式

3.2.1 区块链赋能的智能用户兴趣建模

由区块链赋能的知识计算与服务引擎依托分布式节点智能感知采集、规范处理用户数据并上链存储确权,层次化、结构化表示用户信息以精准构建用户兴趣模型并链式映射至区块网络,进而依托节点协同、共识算法智能初始化并动态进化用户兴趣模型。

模型表示。基于区块链、知识图谱、用户-项目矩阵等统一管理多模态用户数据以按链式结构语义关联相应区块链节点,进而创新混用模型表示方法构建用户兴趣模型框架并据此概念化、层次化用户需求实体及关系,以形式化表示用户兴趣项、兴趣度。

模型初始化。在保障用户权益、节点激励、过程可控前提下,基于区块链记账、挖矿、日志记录与哈希算法全面实时采集、安全智能处理用户数据,结合标准框架并依托共识机制、智能合约精准挖掘兴趣项、量化兴趣度以初始化用户兴趣模型。

首先,数据采集。依据P2P网络路由协议、结合用户节点网络共识构建跨链可信、去中心化异构传输网络,基于区块链记账功能直接导入用户属性数据,结合区块链挖矿与日志记录动态提取用户行为及社交数据,并由用户区块运用加解密、分组加密等安全机制加密存储以防数据泄露及用户隐私及隐

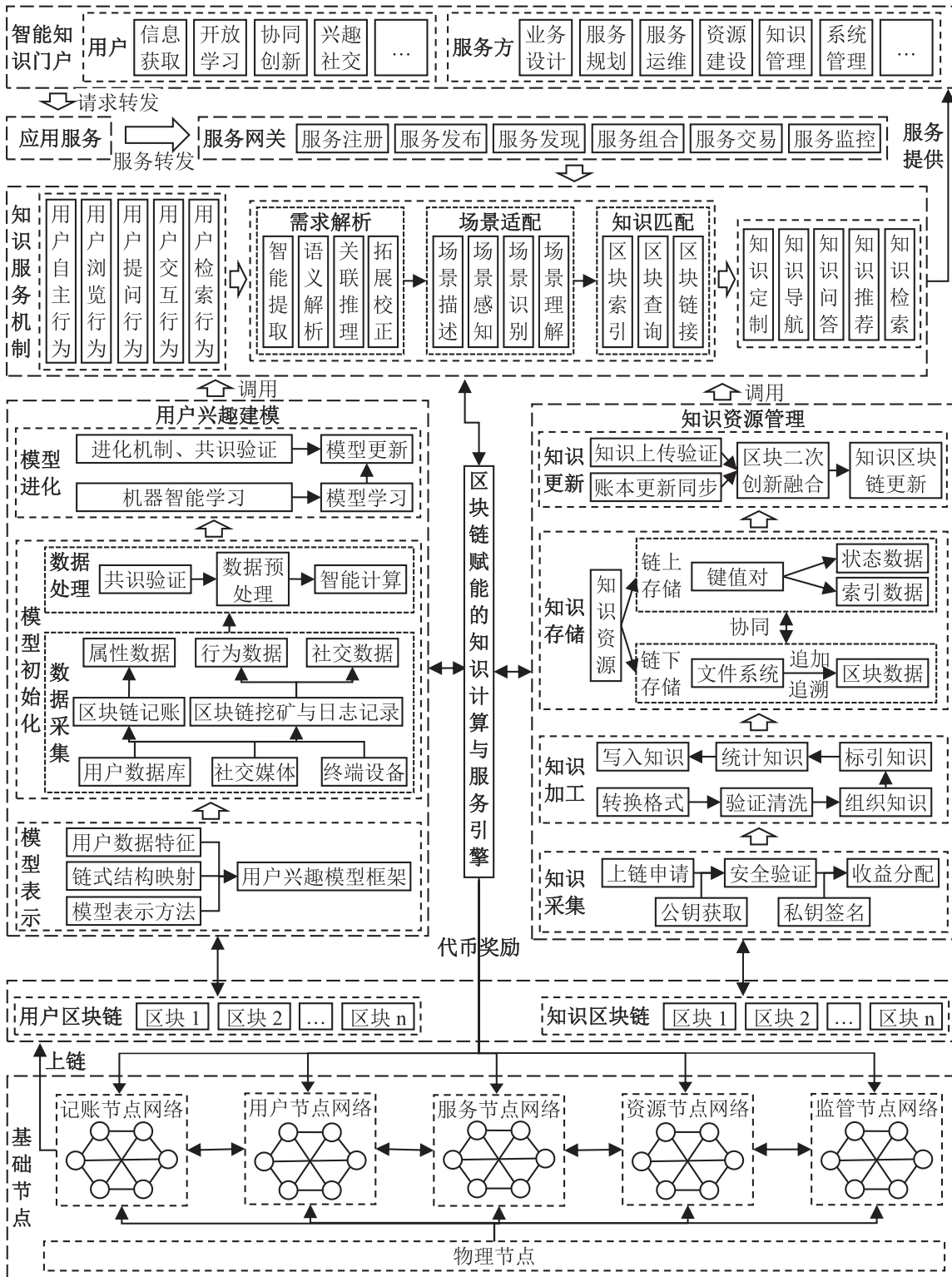


图2 区块链赋能的智能知识服务运行机制

性需求非法采集、挖掘，运用时间戳、激励机制记录数据行为轨迹并确保认证以防恶意复制、下载、传播及非法交易，结合分布式存储结构分层分类、关联存储异构用户数据^[23]。

其次，数据处理。基于区块链哈希算法与共识机制、智能合约、时间戳一致性计算多源异构用户数据哈希值、协同数据处理节点并分解底层链式数据以便链上节点间低成

本、规范约束、智能交易数据；用区块哈希值与随机数筛选区块数据以概念化兴趣实体、关联潜在兴趣，按统一元数据标准一站式清洗过滤、抽取转化、加载合并用户数据；进而在用户界定数据挖掘框架内共识验证、记录追踪、智能分析用户数据以保障用户知情权及控制权，最后通过区块链区块信息识别兴趣项、区块链节点权值量化兴趣度。

模型进化。基于区块链私有机器学习的学习机制、规则、算法智能学习用户兴趣，基于区块链激励机制获取最优数据和模型，按区块链不可篡改链式结构动态跟踪用户交互行为以全面采集其反馈；然后融合兴趣进化机制、共识机制智能进化用户兴趣模型、增量更新用户区块节点。

3.2.2 区块链赋能的知识服务机制优化

由区块链赋能的知识计算与服务引擎面向用户需求、适配服务场景、结合业务流程协同区块节点创新整合服务机制、跨链访问知识区块并安全共享其知识资源，以智能整合、动态激励管理方、服务方及资源方共建自驱型知识服务生态及探索式学习空间。

知识定制。基于分布式账本、共识机制、智能合约智能定制情境化知识服务方案以协同知识导航、问答、推荐、检索等服务机制，并激励依托服务节点网络的多服务方共建知识定制生态，以面向用户自主行为提供智能知识定制服务。其依托区块链记账、挖矿与日志记录按共识分布式智能采集用户数据并基于哈希函数加密存入用户区块后上链确权，再由链上区块基于分布式账本、共识机制与智能合约实时、安全共享用户数据以快速精准识别用户^[24]及其需求；结合激励机制激发各区块基于P2P网络主动匹配和遴选用户兴趣、场景信息、知识资源并按哈希值精确定位知识区块，进而依托各区块通过共识机制、智能合约、安全机制协同各服务机制提供、按用户兴趣度排序相应知识，并以用户指定

服务途径、方式等定期主动提供专题定制服务，最后依托共识机制、智能合约自动处理用户反馈以优化知识定制服务。

知识导航。基于知识导航架构、分布式知识资源管理机制、动态激励机制协同自组织知识区块及其资源，按用户浏览信息动态生成场景化导航路径以构建知识导航生态，并面向用户浏览行为提供智能知识导航服务。其基于知识导航框架依托分布式账本、共识机制、智能合约、安全机制、激励机制关联协同多层次、分布式多源异构知识资源，并用知识处理工具提取、划分知识价值维度后自组织生成知识区块并上链存储确权，进而结合用户浏览信息动态生成、智能优化导航路径，依托智能知识门户及安全机制并以分类、主题等方式提供知识资源导引服务，结合共识机制、智能合约序化展示知识资源分布及关系，以支持用户探索式浏览、识别、定位、遴选知识资源并据此优化知识导航性能、知识资源配置及利用效率、重组智能性，融合分布式账本、密码学、时间戳技术及激励机制安全传输和共享知识资源并通过知识变现激励资源方及服务方协同创新。

知识问答。基于区块链分布式预处理并挖掘用户提问及语境以精准识别其意图，据此智能匹配知识区块及其答案，通过多轮问询、答案排序及知识区块主动贡献答案机制协同优化并通过智能知识门户展示最终答案，同时接受用户反馈优化问答机制、答案库以构建知识问答生态，并面向用户提问行为提供智能知识问答服务。其基于用户节点网络依托共识机制、智能合约、安全机制通过分词处理、表述转化、问题分类、问题扩展等语义理解、关联推理用户意图并生成检索问句，据此结合分布式账本协同式搜索、识别、匹配、遴选知识区块中答案^[25]并结合多轮问询、答案排序、知识打赏机制智能生成、优化答案，进而结合密码学、时间戳技术以合

适方式安全传输、动态反馈给用户区块，最后依托共识机制、智能合约、激励机制自动处理用户反馈并激发启发式提问以协同优化问答机制、完善答案库进而支持用户探索式学习。

知识推荐。基于区块链分布式全面精准实时采集用户数据并智能深挖其潜在需求，智能组合推荐机制、选择服务渠道并激励知识区块主动提供、安全共享知识资源以协同构建知识推荐生态，并面向用户交互行为提供智能知识推荐服务。其依托联盟链节点结合区块链挖矿与日志记录按共识分布式智能采集处理用户兴趣特征数据、挖掘用户深层兴趣并确权存储、精准建模，同时基于分布式账本、密码学、时间戳技术确保用户数据安全与隐私保护；依托混合推荐机制基于分布式知识区块网络精准匹配协同候选推荐区块，结合共识机制、智能合约自动关联用户与场景、匹配用户需求与知识资源以形成用户-项目语义矩阵，结合共识机制、智能合约、激励机制协同服务节点网络、资源节点网络以按应用情境向用户区块适时施策、主动透明、动态激励推荐知识资源，并智能处理用户反馈以优化知识推荐服务方案。

知识检索。基于区块链分布式接收用户请求并智能分析用户兴趣、检索行为以精准识别其需求，据此智能选择检索策略、服务方式并协同服务节点网络跨媒体跨模态检索^[26]知识区块及其资源以构建知识检索生态，并面向用户检索行为提供智能知识检索服务。其依据共识机制、智能合约、安全机制分布式智能提取、语义解析、关联推理、拓展校正用户检索需求进而存入用户区块并上链确权；结合激励机制、索引机制协同多服务方构建内含多类检索机制的知识检索服务方案；据此，依托分布式区块知识关联存储并按区块间最短路径检索策略匹配知识存储检索标识，进而依托共识机制、智能合约、激励机

制通过哈希值精确匹配知识区块并快速关联检索、序化知识、显示结果，同时动态激励知识资源方及服务方，最后自动处理用户反馈以优化知识检索服务方案。

3.2.3 区块链赋能的知识资源协同管理

由区块链赋能的知识计算与服务引擎依据应用场景建模、业务处理需求，依托资源节点网络智能采集、汇聚加工多源多模态知识资源并上链认证确权，遵循知识管理生命周期并融合元数据管理机制规范构建依托知识区块的知识资源协同管理机制，以协同服务方与资源方一体化管理、协同式创新、开放式应用知识资源。

知识采集。基于区块链资源节点网络，经由上链申请、安全验证和收益分配分布式协同采集联盟链节点知识资源并动态分配奖励：联盟链节点以私钥加密形式向各区域资源节点发送采集请求，由其获取公钥验证身份并以私钥加密形式、通过P2P网络返回采集知识，待联盟链节点以公钥解密验证后通过双方达成的交易、收益分配、签名等共识，以定量形式打包知识交易信息成区块并加密生成哈希值，通过智能合约自动链接区块知识生成知识区块链、分配收益。

知识加工。依托基于共识机制、智能合约、激励机制自动协同联盟链节点、公有链节点构建的分布式知识加工区块链，基于预设路由规则、分布式账本向资源节点网络发送知识加工请求并由其协同处理知识、记录处理过程、返回处理结果、动态分配收益。其基于哈希算法统一转换所采集知识为底层链式数据格式，根据知识加工需求依托智能合约、共识机制协同各节点标准化加工知识并自动验证形式，清洗知识；基于分布式区块链描述知识外部特征并遵循知识关联规则、知识管理体系与标准智能提取、集成组织、规范标引各节点异构知识；基于区块链快照隔离避免脏读、幻读知识以保障知识一致、协助

知识统计并写入知识区块链，同时按节点贡献分配收益。

知识存储。根据加工属地原则原始存储已加工知识于相应单节点，进而由资源节点网络依托区块链密钥验证、全网广播、冗余备份、智能协同各节点知识，以依托知识区块链技术及索引机制稳定可靠、动态完整上链确权知识以便安全存储、全程追溯、实时激励。其融合分布式账本、共识节点存储方案、分布式链式存储结构，依托文件系统协同资源节点链下存储区块知识并生成文件编号，依托键值对、哈希值链上序化分组存储文件编号、区块数量及状态、交易编号等元信息并同步备份知识区块状态及其索引数据，进而基于共识机制、智能合约，依托区块链日志、文件编号、P2P网络协议链接生成知识存储区块链、动态上链区块知识并追溯其交易、实时分配收益。

知识更新。由区块链资源节点网络基于P2P网络协议、分布式账本、激励机制协同采集、安全存储、智能上传知识资源，在共识验证后按智能合约生成哈希值、依托分布式账本更新知识区块链信息并上链知识资源、分配收益。其通过分布式资源节点增量更新知识资源并在共识验证后依托智能合约全网广播、记录，生成新的或带key前缀哈希值存于知识区块并永久存入分布式账本以确保知识资源一致、真实及完整，进而自组织融合、协同更新链上知识区块并按节点贡献分配收益。

4 结 语

本文分析了区块链赋能的智能知识服务框架与机制构建基础，阐述了区块链赋能的智能知识服务总体框架、运行机制：总体框架静态描述了其构成要素及相互关系，涉及应用服务、开放接口、业务逻辑、数据逻辑、技术基础；运行机制宏观揭示了区块链赋能的智能知识服务流程，微观揭示了区块链赋能的智能用户兴趣建模、知识服务机制优化、

知识资源协同管理流程。宏观上，依托区块链实现分布式环境下面向多元用户需求、基于开放式服务机制协同创新的跨模态知识资源智能提供及利益分配；微观上，区块链赋能的智能用户兴趣建模通过分布式用户区块安全采集、智能处理用户数据并上链存储确权，进而概念化表示、体系化处理、动态化更新用户兴趣以精准获取、激发用户需求并为其动态分配利益；区块链赋能的知识服务机制优化通过并行改进、智能组合、动态协同知识定制、导航、问答、推荐和检索服务机制智能连接用户区块与知识区块，进而依托区块链赋能的知识计算与服务引擎去中心化高效按需匹配知识资源以协同服务方、管理方提供知识服务并动态分配利益；区块链赋能的知识资源协同管理通过分布式知识区块采集、加工、存储、更新知识资源并上链认证确权，依托区块链核心技术、元数据标准全流程关联融合、跨模态智能管理全媒体全网域多模态知识资源并为资源方、服务方动态分配利益。

本文虽创新性构建了区块链赋能的智能知识服务总体框架、运行机制，形成基于知识动态重组、服务智能协同及知识创新与价值创造的知识服务模式，可为出版、知识服务智能化转型提供学理支撑，并指导区块链赋能的数字出版、智能知识服务平台设计和系统构建，但仍需深入研究、领域定制以提升实效性：首先，构建区块链赋能的数字出版、智能知识服务架构体系以揭示其体系结构、功能模块及运行机理，形成协同用户、服务、资源要素的全流程数字出版、知识服务架构；其次，从应用、业务、数据、技术、基础设施等视角构建区块链赋能的数字出版、智能知识服务体系，形成数字出版、智能知识服务全息解决方案；最后，融合去中心化系统设计及运维规则和出版行业及知识服务标准、规范及实践，构建区块链赋能的数字出版、智能知识服务参考模型。

注 释

- [1] 孙雨生, 白璧娇. 国内基于本体的知识服务研究进展: 核心内容 [J]. 图书馆学研究, 2018 (16): 9-16
- [2] 佚名. 互联网巨头们全得完蛋? 这个想搞事的 web3.0 它凭什么? [EB/OL].[2023-06-22].https://ishare.ifeng.com/c/s/v002yeXCx14l7tOhd9Cfn0TmOdFcapEz6oLTMVHy--Dq0-_kY__
- [3] 沈海波, 陈强, 黄海. 语义区块链研究综述 [J]. 计算机应用研究, 2021, 38 (7): 1937-1942
- [4] Song H Y, Zhu N F, Xue R X, et al. Proof-of-Contribution Consensus Mechanism for Blockchain and its Application in Intellectual Property Protection[J]. *Information Processing and Management*, 2021, 58 (3): 1-20
- [5][10] 钱力, 谢靖, 常志军, 等. 基于科技大数据的智能知识服务体系研究设计 [J]. 数据分析与知识发现, 2019, 3 (1): 4-14
- [6][17] 何宝亮. 基于区块链技术构建智慧型知识服务系统研究 [J]. 图书馆, 2020 (9): 41-45, 65
- [7] 王晓敏, 崔国玺, 李楠, 等. 信息系统分析与设计: 微课视频版 (第5版) [M]. 北京: 清华大学出版社, 2021: 191
- [8] 孙雨生, 李承濠. 国内 IT 规划研究进展: 核心内容 [J]. 计算机与数字工程, 2020, 48 (5): 1036-1044
- [9] 张岩, 梁耀丹. 基于区块链技术的去中心化数字出版平台研究 [J]. 出版科学, 2017, 25 (6): 13-18
- [11] 中国科学院文献情报中心. 中科院文献情报中心“慧”系列智能知识服务产品在京发布 [EB/OL].[2023-06-22].http://www.las.cas.cn/zhxw/202112/t20211202_6285717.html
- [12] 中华人民共和国工业和信息化部. 首个区块链技术领域国家标准正式发布 [EB/OL].[2023-06-22]. https://www.miit.gov.cn/jgsj/xxjsfzs/gzdt/art/2023/art_ad385b796c484af4b16071d6900933e7.html
- [13] 李娟娟, 秦蕊, 丁文文, 等. 基于 Web3 的去中心化自治组织与运营新框架 [J]. 自动化学报, 2023, 49 (5): 985-998
- [14] 宁梦月, 刘东苏. 基于区块链技术的数字知识产权保护方案研究 [J]. 情报理论与实践, 2020, 43 (7): 144-150, 201
- [15] 姚瑞卿, 袁小群. 基于区块链技术的数字出版知识产权管理: 以知识服务应用为例 [J]. 出版广角, 2019 (17): 25-30
- [16] 余海波. 基于区块链的数据分布式存储安全机制研究 [D]. 上海: 华东师范大学, 2020: 17-18
- [18][19] 何云华, 刘昭阳, 胡堰, 等. 基于区块链的分布式激励机制研究 [J]. 计算机应用研究, 2021, 38 (3): 664-670
- [20] 魏大威, 王菲, 肖慧琛. Web 3.0 背景下的智慧图书馆知识服务研究 [J]. 图书馆理论与实践, 2023 (1): 54-60, 76
- [21] 方卿, 王一鸣. 论出版的知识服务属性与出版转型路径 [J]. 出版科学, 2020, 28 (1): 22-29
- [22] 缪立进, 刘鲲鹏. 基于 Steemit 区块链的新型科技知识服务体系设计研究 [J]. 出版科学, 2021, 29 (4): 82-93
- [23] 周莉. 基于区块链技术的移动图书馆用户画像数据管理策略研究 [J]. 图书馆工作与研究, 2021 (7): 49-57
- [24] 赵莉娜, 徐士贺. 区块链技术下高校图书馆精准信息服务路径研究 [J]. 图书情报工作, 2021, 65 (10): 31-37
- [25] 张江甫, 顾新, 许世英. 区块链技术视角下分布式创新的知识区块链研究 [J]. 情报科学, 2022, 40 (3): 55-62
- [26] 李娇, 孙坦, 鲜国建, 等. 智能时代图书馆空间功能及服务创新的研究与思考 [J]. 图书情报工作, 2022, 66 (1): 138-145

(收稿日期: 2023-10-16)