# 基于区块链可信存储与智能推荐的就业服务系统设计

汪铭杰　邹元杰
湖南科技职业学院　湖南省长沙市　410000

【摘　要】针对传统就业服务平台数据集中存储易产生单点故障、业务记录难以核验及人岗交互样本稀疏导致推荐效果受限的问题，设计一种融合区块链可信存储与小样本推荐的就业服务系统。系统采用链上区块头与链下分布式文件系统保存数据，提出基于信用动态投票优化的CV-PBFT联盟链共识算法；构建 HP_RoBERTa小样本语义匹配模型，实现企业端与求职者端双向人岗智能匹配。验证结果表明，100份简历场景下链上空间由5.2MB降至0.5MB，反映推荐分类精确率与召回率综合水平的F1值提升10.37%；岗位和求职者推荐收藏率分别为76.6%和80%，系统同步实现就业数据可信存证溯源与供需双方精准双向推荐。

【关键词】区块链；就业服务；可信存储；分布式文件系统；智能推荐；小样本学习
【中图分类号】TP311.5

Design of an Employment Service System Based on Blockchain-Enabled Trusted Storage and Intelligent Recommendation

Wang Mingjie　Zou Yuanjie
Hunan Vocational College of Science and Technology, Changsha, Hunan Province　410000

【Abstract】To address the limitations of traditional employment service platforms—such as the susceptibility to single-point failures when data is centrally stored, the difficulty in verifying business records, and the sparsity of human-to-job interaction samples, which consequently restricts recommendation effectiveness—the paper proposes an employment service system that integrates blockchain-based trusted storage with small-sample recommendation techniques. The system employs on-chain block headers and an off-chain distributed file system for data storage, and introduces a CV-PBFT consortium chain consensus algorithm based on dynamic credit voting optimization; it also constructs an HP_RoBERTa small-sample semantic matching model to enable bidirectional intelligent matching between employers and job seekers. Validation results demonstrate that, in a scenario involving 100 resumes, the on-chain storage space is reduced from 5.2 MB to 0.5 MB, while the F1 score—a comprehensive metric reflecting both recommendation classification precision and recall—improves by 10.37%; the recommendation bookmarking rates for positions and job seekers reach 76.6% and 80%, respectively, enabling the system to simultaneously achieve trusted evidence recording and traceability of employment data, as well as precise bidirectional recommendations between employers and job seekers.

【Key words】blockchain; employment services; trusted storage; distributed file system; intelligent recommendation; small-sample learning

## 引言

就业服务平台承担着对接就业管理部门、招聘企业与求职人员的职能，完整覆盖身份资质审核、岗位信息发布、简历档案管理、智能人岗推荐、就业数据统计等核心业务流程。传统平台普遍采用中心化数据库存储全部业务数据，一旦发生系统宕机或者人为篡改数据，多个参与主体无法共同核验数据来源、操作时序与历史版本，缺少安全可信的数据流转追溯机制。

求职招聘场景中，新注册用户行为交互数据较为稀缺，直接使用传统协同过滤算法极易出现推荐冷启动问题，匹配效果难以满足实际招聘需求。现有相关研究表明，融合职位

特征与用户画像能够有效缓解推荐冷启动难题[1]；链上链下分层存储方案可以大幅降低区块链直接存储完整文件带来的账本膨胀压力[2]。本文在此基础上设计一体化就业服务系统：链上仅持久化数据摘要实现可信校验，改进 PBFT 共识机制提升联盟链运行效率；依托 RoBERTa 预训练模型构建小样本语义匹配方案，结合用户投递、收藏等行为数据实现双向人岗推荐，形成“可信数据存储–智能匹配运算–用户行为反馈”可持续运转的业务闭环。

## 1 系统需求分析

### 1.1 用户角色与核心需求

系统设置三类参与主体：就业管理员、招聘企业、求职者。就业管理员负责平台准入资质审核、系统运行参数配置、就业政策推送以及行业就业数据汇总统计；企业可以自主发布、维护招聘岗位信息，接收系统推送的候选人简历，并同步更新招聘面试进度；求职者能够上传与更新个人简历、获取岗位推荐信息，完成岗位收藏、简历投递以及面试结果确认。

全部主体必须完成线上资质审核，获取对应的联盟链身份凭证；所有数据变更操作都会生成可溯源的链上摘要；简历查阅、岗位详情访问严格执行用户授权机制，有效防止就业隐私数据泄露。

### 1.2 功能与性能要求

系统划分四大核心功能模块：身份权限管理、就业信息管理、可信数据服务、双向智能推荐。系统原型默认模型每 14 天执行一次离线更新，每 48 小时批量生成推荐列表，单次向求职者推送 5 个适配岗位，更新周期、单次推荐数量等参数支持管理员在后台自定义配置。系统核心性能考核指标包含联盟链账本存储空间占用、共识交易吞吐量、人岗推荐精确率与业务收藏转化率。

## 2 关键技术设计

### 2.1 链上链下分层可信存储机制

系统采用 DFS 与联盟链结合的分层存储架构：简历、岗位附件、政策文档等大容量完整业务文件分布式存放于 DFS 集群；联盟链区块头仅记录时间戳、前区块哈希、Merkle 根与业务索引，不再存储完整业务数据。Merkle 树汇总全部文件数据摘要，文件任意内容修改都会改变对应的 Merkle 根，以此作为链上、链下数据一致性校验的核心依据。

数据写入流程：智能合约首先校验操作身份与访问权限，将完整业务文件存入 DFS 集群，中间服务层构建 Merkle 树生成全局摘要，联盟链共识完成后仅将 Merkle 根、业务索引写入新区块；数据更新不会覆盖原有区块内容，新版本摘要以追加形式上链。数据读取阶段依托链上索引调取 DFS 中的文件，重新计算摘要并与链上记录比对，校验一致后方可向用户返回业务数据。

该方案将完整 Merkle 树迁移至 DFS 集群，链上仅维护区块头信息，有效缩减节点同步账本体积；DFS 多副本机制保障数据高可用，岗位关闭、简历更新等全部业务变更，均可依托链上摘要完成多方主体交叉核验[2]。

### 2.2 基于信用投票的 CV–PBFT 共识算法

联盟链采用许可制节点架构，原生 PBFT 算法固定选取主节点，随着节点数量增多，共识通信开销会快速上涨。现有研究通过引入信誉评估、节点分组方式优化 PBFT 运行效率[3–4]，本文在此基础上设计 CV–PBFT 共识机制。

节点初始信用值设置为 0.7，每轮共识结束后综合直接交易信用、长期参与信用动态更新分值，信用数值归一至[0,1]区间。设置阈值 T1=0.8、T2=0.4：信用≥0.8 的节点进入主节点候选组；0.4≤信用＜0.8 的节点为共识执行节点；信用＜0.4 的节点仅承担监督投票职能。首轮共识沿用传统 PBFT 规则选主节点，后续轮次由监督节点对候选组投票选出主节点，执行 PBFT 三阶段共识流程。每轮共识结束后重新更新节点信用，异常节点信用降级，失去主节点参选资格。动态分组能够压缩共识通信规模，提升主节点选取可靠性。

### 2.3 HP_RoBERTa 小样本推荐模型

针对新用户交互不足的问题，系统先利用语义模型判断简历与岗位的兴趣关系，再把预测关系用于基于用户的协同过滤近邻计算。混合深度神经网络能够融合就业对象的多类属性[5]，预训练语言模型也可增强专业文本的语义表达[6]。

语义匹配模型以 RoBERTa 模型为基础。首先利用就业领域无标注文本继续预训练，使模型掌握岗位职责、专业技能、学历要求和求职描述等语义，随后采用模式挖掘训练

PET 和提示微调 P-Tuning 进行小样本训练。PET 把兴趣分类转化为掩码词预测任务，P-Tuning 通过可训练的连续提示向量调整输入表达，两种方法分别进行五折训练，再融合分类结果，形成混合式就业领域预训练模型 HP_RoBERTa。

模型对预测概率高于 0.95 的无标注样本生成伪标签，并采用对抗权重扰动 AWP 提高训练稳定性。推荐时，HP_RoBERTa 先生成相似用户与候选项目，协同过滤再结合用户的真实收藏、投递等行为计算项目得分。系统过滤已失效岗位和无权访问的简历，按得分返回前 N 项结果。用户产生的新反馈写入可信存储，并在下一轮模型更新时参与训练，实现“可信数据—语义匹配—行为反馈”的循环。

### 2.4 智能合约业务控制

系统设置查询、更新和推送 3 类智能合约。查询合约验证身份、岗位状态和求职者授权后，按链上索引读取并核验 DFS 文件；更新合约完成简历、岗位和招聘进度修改，并追加新的链上摘要；推送合约负责就业政策发布。以企业查看简历为例，请求经企业私钥签名，链码依次确认企业身份、有效岗位和简历授权，再返回校验通过的文件。合约统一记录操作主体、业务标识、类型和时间，推荐模块生成候选关系，完整数据仍由合约控制读取。

## 3 系统实现与验证

### 3.1 系统整体架构

系统采用浏览器/服务器架构，由应用层、合约层、共识层、数据层和接口层构成，如图 1 所示。应用层提供身份管理、岗位与简历维护、双向推荐和就业统计等功能；合约层封装业务规则、权限校验和操作留痕规则；共识层实现 CV-PBFT 算法；数据层分离链上区块头元数据与链下 DFS 业务文件；接口层提供网络、PKI 身份、DFS 适配通道。前端基于 Vue 框架开发，Node.js 中间件负责页面渲染、推荐调用和 FISCO BCOS 联盟链访问。用户统一登录后，系统按联盟链身份加载菜单和权限。




图 1 系统整体架构

### 3.2 关键模块实现

可信数据模块依次完成合约验证、DFS 读写、Merkle 树生成和链上登记，支持多份简历及首选版本管理。推荐模块使用某政府就业服务部门的脱敏数据，包括 200 家企业、1000 名求职者、1434 个岗位和 3670 份简历；140 条人工标注关系中，企业兴趣样本 80 条、求职者兴趣样本 60 条。HP_RoBERTa 判断兴趣关系后，协同过滤生成双向推荐，收藏、投递和回关结果继续形成反馈。管理员可在系统页面配置模型更新周期、结果更新时间和推荐数量，并查看推荐转化统计。

系统对身份修改、简历维护、岗位推荐、面试进度、政策推送、收藏和推荐统计进行测试。各角色均能在权限范围内完成操作，数据更新可由链上摘要核验，推荐结果可继续进入投递、面试和签约流程。

### 3.3 系统验证结果

（1）可信存储性能

40 个联盟链节点环境下写入 100 份简历，三种存储方

案链上空间占用如表 1 所示。本方案相比全量链上存储减少 90.4%的链上空间，大幅降低联盟链节点账本存储压力。

（2）CV-PBFT 共识性能

节点规模在 10~70 区间内，CV-PBFT 吞吐量优于传统 PBFT 及同类改进算法，共识时延更低，表明信用分组与监督投票提高了共识效率。

表 1　100 份简历场景下的链上存储空间

| 存储方式 | 链上存储空间/MB | 存储内容 |
|---|---|---|
| 全量链上存储 | 5.2 | 区块头、区块体及交易记录 |
| 单服务器链上链下协同 | 3.2 | 区块头及地址、摘要映射 |
| 多 DFS 与区块头链协同 | 0.5 | 区块头、Merkle 根及索引 |

（3）推荐模型消融实验

推荐模型采用 F1 值评价分类效果。F1 值是分类精确率与召回率的调和平均数，取值越接近 1，说明模型在“推荐结果准确”和“感兴趣对象被覆盖”两个方面的综合表现越好。消融实验结果如表 2 所示。HP_RoBERTa 模型 F1 值达到 0.6268，较基础模型 RoBERTa 提升 10.37%；模型采用离线定期更新，不会占用在线业务响应资源。

表 2　推荐模型消融实验结果

| 模型 | 分类时间/s | F1 值 |
|---|---|---|
| RoBERTa | 945 | 0.5679 |
| RoBERTa+PET | 990 | 0.5986 |
| RoBERTa+P-Tuning | 1047 | 0.6121 |
| HP_RoBERTa | 1116 | 0.6268 |

（4）业务场景验证

实测场景下岗位推荐收藏率 76.6%、求职者推荐收藏率 80%，签约转化率 66.7%，推荐结果匹配双方需求，全部业务流程上链存证，投递、面试、签约链路完整可溯源。

## 4 结语

本文设计并实现了区块链可信存储结合小样本智能推荐的就业服务系统。依托区块头与分布式文件系统分层存储解决链上存储膨胀问题；提出 CV-PBFT 信用投票共识算法优化联盟链记账效率；融合 PET 与 P-Tuning 双微调策略构建 HP_RoBERTa 模型，解决求职场景交互样本稀疏带来的推荐冷启动问题。多组实验验证系统在存储开销、共识效率、推荐转化指标上具备优势，可为公共就业平台可信数字化、智能匹配服务提供可行技术方案。

**参考文献**

[1]夏永生,王振,尤予诺.基于上下文感知的就业推荐系统研究与应用[J].电脑知识与技术,2026,22(10):55-58.

[2]李贝,吴昊,贺小伟,等.区块链系统的存储可扩展性综述[J].计算机科学,2023,50(1):318-333.

[3]李淑芝,熊伟志,邓小鸿,等.基于完美二叉树通信拓扑的拜占庭容错共识算法[J].电子与信息学报,2023,45(7):2484-2493.

[4]TANG Z Y,MA T W,WANG J S,et al.Improved PBFT algorithm based on credit evaluation[J].Journal of Network Intelligence,2024,9(1):51-68.

[5]张婫,彭海英.基于混合深度神经网络的就业推荐方法[J].计算机工程与设计,2022,43(4):995-1001.

[6]梅侠峰,吴晓鸽,黄泽民,等.融合 RoBERTa 的多尺度语义协同专利文本分类模型[J].计算机工程与科学,2023,45(5):903-910.

作者简介：汪铭杰（1993—），汉族，湖北随州，讲师，硕士，主要研究方向为人工智能，信息安全，职业教育；

邹元杰（1983—），汉族，湖南邵阳，副教授，硕士，主要研究方向为区块链技术应用，职业教育。

基金项目：2024 年度湖南省教育厅科学研究项目，项目名称：基于深度强化学习的知识图谱就业推荐系统构建研究，项目编号：24C0927。