

众包供应链知识平台研究

章茜 邵鹏飞 吴耀辉*

浙江万里学院 信息与智能工程学院，浙江宁波，315100；

摘要：众包供应链面临数据安全和隐私保护挑战，本文通过构建本体模型和运用语义规则优化管理。研究利用Protege平台构建模型明确概念关系，用SWRL写规则描述约束，再以OWL语言设置限制条件，设计知识融合系统保障数据安全透明、实现知识融合自动化公正。该研究解决传统众包供应链数据安全信任问题，高效共享融合知识，提升供应链管理效率和可靠性，为管理提供新思路方法。

关键词：众包供应链；Protege平台；本体模型；知识融合

DOI:10.69979/3041-0673.25.02.057

1 引言

1.1 研究背景

传统众包模式通过整合分布式资源提升任务执行效率，但其依赖中心化平台的管理方式存在显著缺陷：数据存储与传输环节易受攻击导致隐私泄露风险，且平台可信度高度依赖运营方，存在单点信任危机^[1]。近年来，区块链技术凭借去中心化、可追溯性等特性，为构建透明、安全的供应链协作机制提供了新思路，但其在动态知识融合与语义一致性保障方面的潜力尚未充分挖掘。

1.2 研究现状

在本体推理与规则验证方面，陈瑞翔等^[2]提出基于本体推理的智能合约漏洞检测方法，验证了语义规则在自动化决策中的有效性，但研究聚焦安全领域，未扩展至供应链协作场景。

吉原^[3]系统梳理了区块链众包平台的技术框架，指出现有系统多关注任务分发效率，缺乏对多源知识冲突的融合机制。在去中心化知识融合实践方面，朱向荣团队^[4]开发的FactChain系统通过智能合约实现跨组织知识共享，但其动态约束规则的设计局限于粗粒度资源管理，难以适配众包供应链的细粒度协作需求。

2 关键技术介绍

2.1 使用 SWRL 建立规则

SWRL (Semantic Web Rule Language) 是一种用于在语义网上表达规则的语言，可以与OWL本体相结合。在众包供应链知识本体中，可以使用SWRL编写规则来描述接包方、发包方、包、裁判等之间的复杂关系和约

束条件。例如，可以编写规则来表示“如果接包方的信誉评分低于某个阈值，则不能承接某个特定的包”。

2.2 使用 OWL 语言设置限制

OWL (Web Ontology Language) 是一种用于定义本体的语言，可以用来设置类的限制条件。在众包供应链知识本体中，可以使用OWL设置接包方、发包方、包、裁判等类的限制条件，如“接包方必须具有至少一个成功的项目经验”、“发包方的预算必须大于某个特定的金额”等。

3 众包供应链本体平台设计

3.1 Protege 平台构建

Protege，作为一款开源的本体编辑和知识管理平台，由斯坦福大学精心打造。在语义网、知识图谱和数据集成等领域，Protege得到了广泛的应用。

首先，Protege 支持创建和编辑OWL (Web Ontology Language) 本体。平台提供了类层次结构、对象属性、数据属性和注释的可视化管理，使用户能够直观地构建和维护本体。

其次，Protege 集成了多种推理引擎，如Hermit、Pellet 和 FaCT++，能够进行逻辑推理和一致性检查。这些推理引擎帮助用户自动推导出隐含的类关系和个体关系，从而发现和纠正本体中的潜在错误。这种推理支持提高了本体的准确性和完整性。

最后，Protege 还提供了知识可视化功能。通过类层次图、关系图和数据图等多种可视化工具，用户可以直观地理解和分析本体的结构。同时，Protege 还支持与外部可视化工具的集成，如Graphviz 和 OntoGraf，

为用户提供更丰富的可视化表达形式。

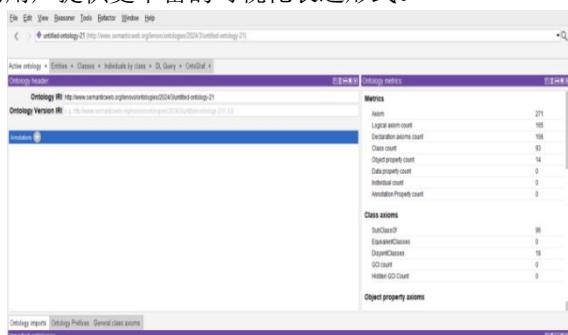


图1 protege 平台

3.2 系统构架

要构建一个众包知识融合系统，其核心架构由众包机制以及知识融合功能共同支撑。其中，众包模式作为数据获取的关键手段，为系统提供了丰富的数据源；而知识融合则是该系统所承载的核心功能。

在架构中，参与人作为组织的核心成员，扮演着多重角色。他们不仅是众包任务的执行者，还是知识的积极贡献者和交互的主动发起者。参与人可以通过分享自身的知识来换取收益，同时，也可以通过支付报酬来获取所需的知识。在系统中，参与人能够访问组织内部的链下知识、链上共享的知识以及他们自身的信用额度，但知识融合的具体流程则保持透明化。

组织作为连接区块链和参与人的关键桥梁，由分布式应用、区块链对等节点（peer node）和链下存储等模块构成。组织通过分布式应用来管理参与人的身份，并控制他们与系统交互的权限，确保对参与人的交互请求做出及时响应。

区块链则是架构的基石，它由链上存储模块和智能合约两大核心组件组成。链上存储模块承担着储存和管理组织间共享知识的重任，通过先进的密码学技术确保知识的可溯源性和不可篡改性。

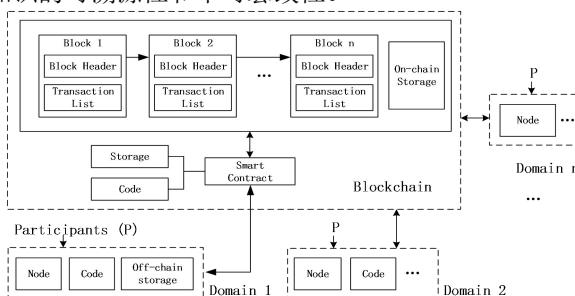


图2 众包平台构架

3.3 本体模型

3.3.1 本体模型构建

类定义：

Worker：表示工人类。

Judge：表示裁判类。

Domain：表示领域类。

IncompatibleAssignment：表示不兼容的任务分配类。

属性定义：

hasWorker：对象属性，表示领域包含的工人。

hasJudge：对象属性，表示领域包含的裁判。

3.3.2 推理规则定义

定义 SWRL 规则 Judge_Cannot_Evaluate_Worker_Domain，用于确保裁判不能评判工人所属的领域，以下是部分代码：

```
<swrl:Rule>
  <swrl:head>
    <swrl:ClassAtom>
      <swrl:IndividualVariable name="judge"/>
    <swrl:Class IRI="#IncompatibleAssignment"/>
  </swrl:head>
  <swrl:body>
    <swrl:ClassAtom>
      <swrl:IndividualVariable name="worker"/>
    <swrl:Class IRI="#Worker"/>
  </swrl:body>
  <swrl:ClassAtom>
    <swrl:IndividualVariable name="domain1"/>
  <swrl:Class IRI="#Domain"/>
  </swrl:ClassAtom>
  <swrl:ObjectPropertyAtom>
    <swrl:IndividualVariable name="domain1"/>
    <swrl:ObjectProperty IRI="#hasWorker"/>
    <swrl:IndividualVariable name="worker"/>
  </swrl:ObjectPropertyAtom>
</swrl:Rule>
```

3.3.3 规则解释

前提条件：

autogen0:Worker(?worker)：表示 ?worker 是一个 Worker。

autogen0:Domain(?domain1)：表示 ?domain1 是一个 Domain。

autogen0:hasWorker(?domain1, ?worker)：表示 ?domain1 有一个 Worker。

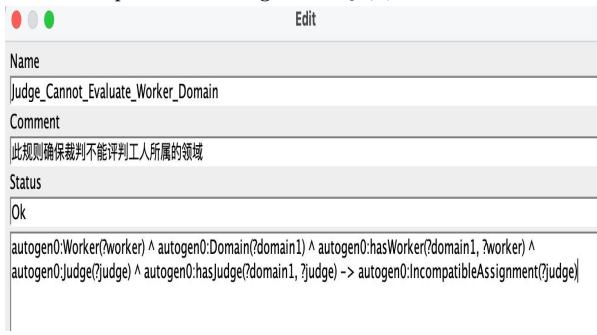
autogen0:Judge(?judge)：表示 ?judge 是一个 Judge。

autogen0:hasJudge(?domain1, ?judge)：表示 ?domain1 有一个 Judge。

结论：

autogen0:IncompatibleAssignment(?judge)：表示将 ?judge 添加到

IncompatibleAssignment 类中。



3.3.4 实验结果

为了验证裁判不能评判工人所属领域的推理过程，我们设计了以下实验数据：

工人实例：

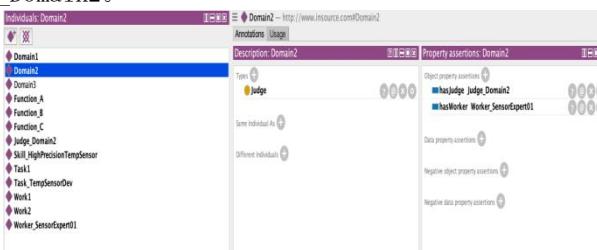
Worker_SensorExpert01：属于 Domain2。

裁判实例：

Judge_Domain2：属于 Domain2。

领域实例：

Domain2：包含 Worker_SensorExpert01 和 Judge_Domain2。



构建本体模型：使用 Protégé 构建 OWL 本体模型，定义类、属性和推理规则。

设置实例：在本体中添加工人实例、裁判实例和领域实例，设置 hasWorker 和 hasJudge 属性。

运行推理器：使用 Protégé 的 HermiT 推理器进

行推理。

验证结果：检查推理结果，验证裁判是否被标记为不兼容的任务分配。

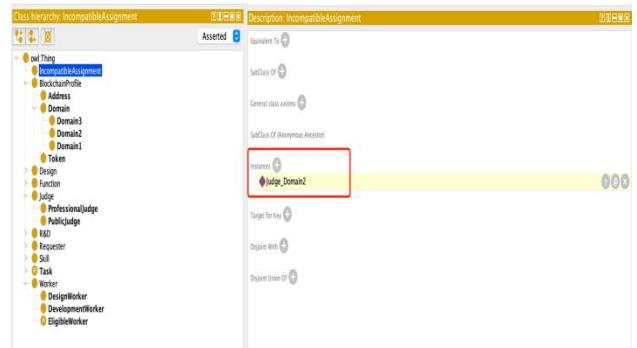
准确率：正确标记的不兼容任务分配数量占总任务分配数量的比例。

召回率：正确标记的不兼容任务分配数量占实际不兼容任务分配数量的比例。

F1 值：准确率和召回率的调和平均值。

实验结果：

IncompatibleAssignment 类的实例：Judge_Domain2



参考文献

- [1]黎继子,刘清华,陆芬等.区块链背景下的众包供应链决策行为分析研究[J].物流工程与管理,2023,45(1):41-47.
- [2]陈瑞翔,焦健,王若华.基于本体推理的智能合约漏洞检测系统[J].计算机科学,2023,50(10):336-342.
- [3]吉原,蒋凌云.基于区块链的众包系统研究综述[J].软件工程,2023,26(12):1-5.10.19644/j.cnki.issn2096-1472.2023.012.001.
- [4]朱向荣,吴鸿祜,胡伟.FactChain:一个基于区块链的众包知识融合系统[J].软件学报,2022,33(10):3546-3564.10.13328/j.cnki.jos.006627.

作者简介：章茜（2003-），女，浙江万里学院信息与智能工程学院学生，主要研究方向为供应链本体。邵鹏飞（1978-），男，教授，主要研究方向为数字化供应链。

基金项目：浙江省自然科学基金资助项目(LY23G020007)；2023年浙江省大学生科技创新活动计划暨新苗人才计划(2023R419013)

通信作者：吴耀辉（1979-），男，副教授，主要研究方向为供应链管理与知识管理，