使用 Protégé 构建教师专长本体：提升学术图书馆研究服务

Snehasish Paul德里大学图书馆与信息科学系，印度德里 *110007*电子邮件：*snehasishpaulas98@gmail.com***ORCID-**
https://orcid.org/0009-0003-2730-5314

摘要

学术图书馆难以查找和获取跨学科的教师专长。本研究提出一种基于 Protégé 构建的层级式教师专长本体，以提升图书馆服务和知识组织水平。该本体将院系、学科领域、教师和联系信息之间的关系划分为多个层级，包括顶层、中层和底层。这种分层结构体现了学术组织架构，有助于发现各院系的专长。该本体能够回答主题专家提出的能力问题，也能应对现实问题，例如哪些学院涉及特定领域、如何与其他学科合作，以及如何查询联系信息等。能力问题可作为设计和测试工具，用以验证该本体能否满足研究人员、图书馆员和管理人员的信息需求。
SPARQL 实现表明，该本体能够处理语义增强型查询。该模型在为用户推荐专家、使研究方向与院系优势相匹配，以及促进学者合作方面均行之有效。该本体提供了一个可扩展的平台，能够适应机构变化。未来，我们计划将其与机构数据库和图书馆系统集成，以通过 API 自动更新，同时开发用户界面和可视化功能。

关键词： 本体开发；学术图书馆；研究服务；教师专长；知识映射；Protégé；知识组织

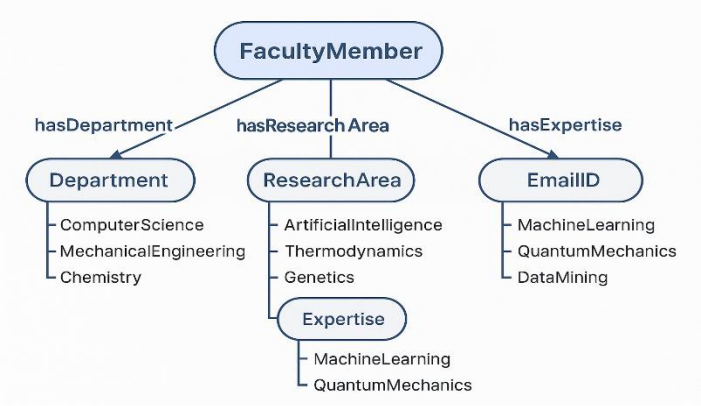
1. 引言

学术图书馆是大学中的关键机构知识中心，负责连接专家与专业信息。然而，图书馆员和专家很难高效地从多个学科中识别主题专家。本文提出了一种解决这一挑战的新方法，即使用知名的开源本体编辑器 Protégé 构建教师专长本体（Noy & Mcguinness，2001年）。

我们的本体方案按照学术学科对教师专长进行层级组织，从院系到研究专长领域皆涵盖其中。通过量化教师、所属院系、学科专长及联系方式之间的关系，这一知识图谱支持对机构专长进行精确查询。顶层、中层和底层层级分类体系提供多种查找相关教师专家的途径（使用*Protégé*软件设计现代学习环境与现代教学法本体的视图，2024年）。

这一本体策略对学术图书馆研究服务具有显著优势，能够促进目标明确的协作、跨学科关系和资源管理水平的提升。图书馆员可以运用这一策略，帮助研究人员与相关学科领域的教师专家建立联系，依据机构优势改进馆藏建设，并协助开展战略研究。随着

大学日益重视知识共享和跨学科研究协作，系统化的专业知识映射是挖掘机构智力资本的有力工具（Utkucu 与 Sacks，2025a）。为实现这一目标，我们在 Protégé 中采用由顶层、中层和底层构成的三级层级分类模型，构建了教师专业知识本体。这种多层结构 反映了学术界的系与课程项目架构，以及学院内细致多样的专业领域。通过可视化模型呈现的本体，展示了学科领域、系别与学科隶属关系以及个人专长之间的联系。这些关系构成了精确检索知识的基础，也为解决具体信息需求提供依据；其成效通过一组经过精心设计的能力问题进行评估（Varadarajan 等人，2023年）。



来源： 作者绘制 **图1：教职员工本体的流程图表示**

此流程图展示了教师概念与各个学术院系、研究领域和专长领域之间的联系，清晰呈现了该本体。

2. 研究目标

1. 使用 Protégé 对教师专长进行层次化建模。 2. 将学术领域划分为顶层、中层和底层。 3. 定义教师、学科与联系方式之间的语义链接。 4. 支持研究与合作中的专家识别。 5. 确保本体结构具备可扩展性和适应性。

3. 文献综述

尽管食品、文化和能源等领域已存在若干本体，但目前尚无专门用于表示研究支持服务中教师专长的深入本体模型。这凸显了领域本体对于学术知识管理与检索的必要性。

强调了 Protégé 在简化本体开发方面的价值，其易用的界面、对类层级的有力支持以及语义关系的可视化功能，都有助于此。它还支持语义清晰性、互操作性和信息再利用。不过，该研究聚焦于能源获取领域（Sharma & Kanjilal，2023年）。研究了如何运用本体规则支持孔敬大学图书馆的研究服务。该研究使用 Protégé 3.5版和本体网络语言（OWL），创建了一个包含十条特定规则的知识库，涵盖抄袭检测、期刊评估、信息检索和培训项目。该本体在性能指标方面表现出色，精确率为92.73%，召回率为90.74%，F值为91.72%，证明了其支持学术研究的有效性。尽管这项研究并未专门探讨教师专长本体领域，但其开发结构化知识表示系统并支持系统访问的方法，提供了宝贵的贡献（Ruger 等人，2022年）。创建了一个本体，用于保护传统舞蹈的文化知识库，重点关注印度东北部的拉巴族。他们使用 Protégé 和基于分面的分类体系，对传统舞蹈丰富的社会文化层面进行建模，包括服饰、场合、乐器和舞蹈动作。该本体通过专家设计的能力问题和 SPARQL查询进行评估。研究成果凸显了本体在文化保护方面的作用；在需要智能信息检索的场景中，以及在电子学习和数字遗产环境中，本体也十分有用（Kalita & Deka，2020年）。提出了用于大规模本体构建的 YAMO方法，并以食品领域本体为例加以说明。该方法结合了自顶向下和自底向上方法，从而构建出灵活、可扩展且全面的本体。该系统能够正确响应94%的用户请求，证明了其有效性。YAMO 提供了一种结构化的通用模板，可用于多个定义域，支持系统化的本体开发（Dutta 等人，2015年）。

I探讨了如何将 OWL API 与 Protégé 配合使用，以有效解析本体，包括加载、提取或操作类、属性和关系等本体构造。本文并未

虽然并非专门针对教师专业本体或学术图书馆服务，但却是了解本体结构管理和解析策略的良好参考。本研究

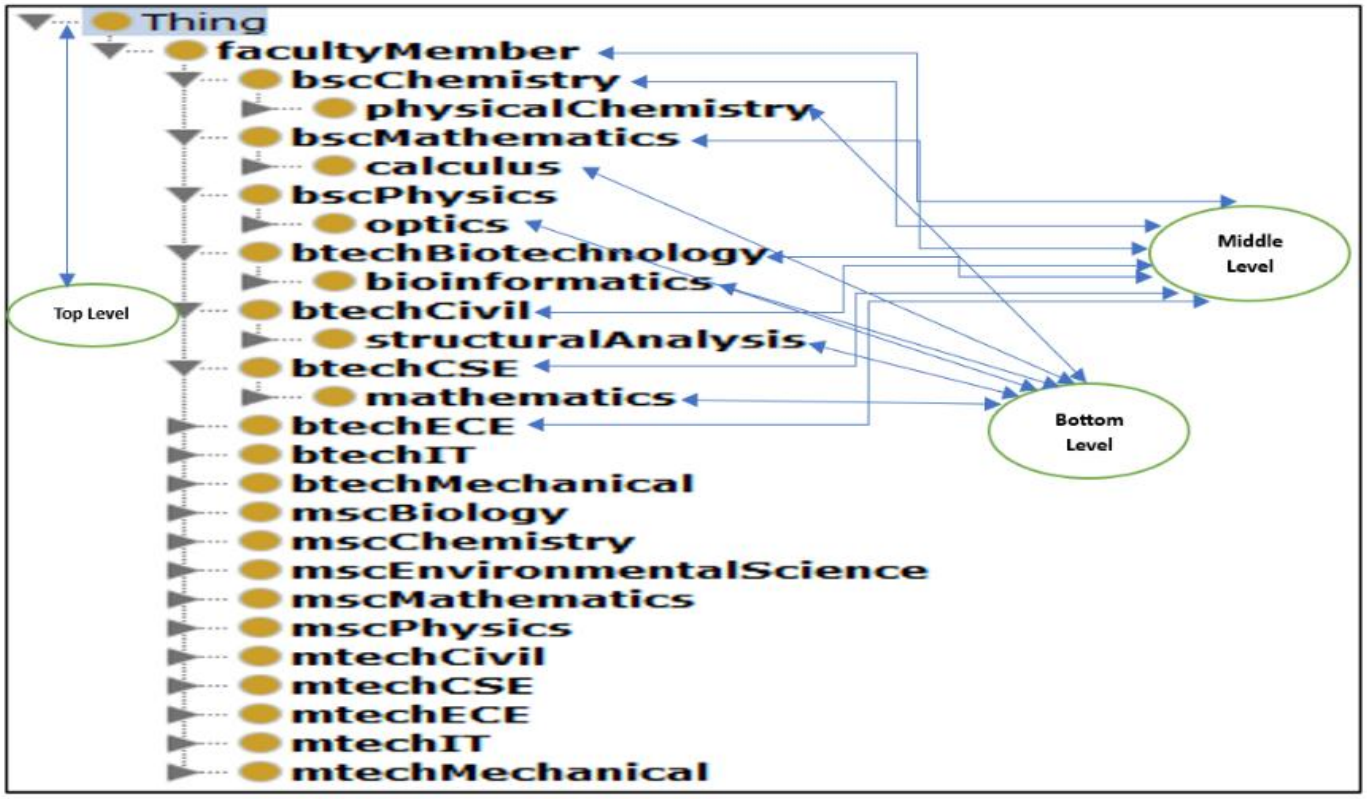


图 2：教师专长本体的层级组织（顶层—中层—底层）

强调了 OWL API 相较于较早的 Jena 系统的优势，尤其是其在可扩展且高效的本体管理方面的适用性。这些方法可用于学术本体的技术设计，例如用于映射教师专长的本体（Zhao等人，2012年）。

4. 研究方法

本研究采用系统化的本体工程方法，借助 Protégé 对层级式教师专长本体进行设计、开发和验证。该流程包括本体规划、类层次结构设计、属性规范、填充，以及使用能力问题进行评估。该方法基于理论概念和学术图书馆研究服务的实际需求

4.1 本体开发工具：Protégé

本项目采用了由斯坦福大学开发的开源本体编辑器 Protégé，主要基于其适应性强、易于使用以及支持网络本体语言的特点。该

编辑器支持构建复杂本体，并具备推理功能；同时对一致性和查询进行了检查。它还支持类层次结构可视化，这对于向非技术利益相关者展示结构至关重要（Clarkson等人，2025）。

4.2 本体设计过程

领域分析从收集学术机构的信息开始，包括大学主页、院系课程列表和教师名录。构想的三层层级组织如下：

顶层类是范围广泛的大学实体，例如学院、院系和学术项目。

中层类涵盖具体学科或研究领域，例如计算机科学、机械工程或生物技术。

底层类是更细分的专业领域或专长领域，例如数据挖掘、流体力学或植物遗传学。

4.3 类和属性定义

每个类都经过明确的定义，并建立了对象属性和数据属性来描述它们之间的关系。例如：

1. **hasFacultyMember：**将院系与各个教师相连接。
2. **hasExpertiseIn：**将教师与其学科领域相连接。
3. **hasEmail 和 hasName：**用于联系信息的数据属性。

为确保逻辑一致性，实施了定义域和值域约束。在需要表示一对多或一对一关系的情况下，均纳入了基数限制。（Vigo 等，2019年）

4.4 能力问题

在设计阶段确立了一系列能力问题，以指导本体结构的设计并确定其功能覆盖范围。这些问题描述了本体能够回答的问题，例如“哪些教师专攻数据科学？”或“谁是生物信息学等跨学科领域的专家？”设计和验证阶段均采用这些问题，以确保本体能够支持通过 Protégé 中的 SPARQL 或描述逻辑查询进行有意义的查询。（Milosz 等，2024）

4.5 本体填充

为确保模拟实际应用场景，生成并使用了虚拟信息来填充本体。尽管这些信息是虚构的，但其格式旨在呈现真实大学的学术结构，包括院系、项目和教职岗位。课程中填入了示例性的教师姓名、院系、研究领域和联系信息，以呈现真实的学术情境。通过这一过程，确保本体模型符合真实大学的结构，同时不使用实际数据。利用对象属性定义实体之间的关系，例如学院教师教授某门课程、隶属于某个系，以及拥有特定的研究兴趣。填充后的本体表明，学术图书馆服务可以利用结构化的机构知识表达，促进专家发现、协作和研究促进。

4.6 验证与改进

通过测试能力问题，评估本体获取准确且相关结果的能力，并根据测试过程中发现的不足进行了结构性改进。

4.7 与阮冈纳赞原则的契合

该本体结构符合 S. R. Ranganathan 的图书馆分类原则，尤其是他提出的知识组织分面法。对教师、系、课程和研究领域等明确类的设置，体现了阮冈纳赞关于知识分隔的理念。冒号分类法有助于实现对知识的多维访问，而本体则借助语义关系实现灵活且准确的检索。该本体也符合他的第五定律，“图书馆是一个生长着的有机体”，支持持续修订与扩展。由此，本体使经典分类法适应数字学术环境。二者的融合进一步彰显了阮冈纳赞的愿景对于现代知识系统的普适性（冒号分类法：*S. R. Ranganathan*：免费下载、借阅与流媒体：互联网档案馆，无日期）。

5. 本体结构与语义关系

为梳理教师专长而构建的本体，旨在与大学学术层级保持一致，以便于理解、发现，并具备丰富的语义。它采用三级类结构，并通过语义关系连接院系、项目、专业方向和教师等重要学术要素（Antoniou 等人，2024年）。

5.1 类层级

本体的核心结构基于以下层级：

顶层类：这些是高层级的机构类别，例如学院、系和学术项目。

中层类：这些类标识学科领域或学科（例如，计算机科学、机械工程、数学），通常对应于理学学士、技术学士、理学硕士和技术硕士等学习项目。

底层类：这些具体的研究领域或教学专长（例如人工智能，

热力学，遗传学和纳米技术），通常对应于教师的研究领域。每个类都包含适当的注释（标签和注释），以提高可读性并便于重复使用。

5.2 对象属性（语义关系）

为促进丰富的语义连接，建立了若干具有指定定义域和值域的对象属性。这些材料的属性如下：

belongsToDepartment: 将一名教师与其所属院系连接起来。

assignsTeachesIn: 将一名教职员工与一个学术项目连接起来

hasExpertiseIn: 将一名教师与某个学科领域或专业领域连接起来。

collaboratesWith: 展示教师之间的院系内协作或跨学科合作。

这些属性便于遍历机构和学科边界并进行查询。这些特性使用户能够轻松进行信息检索，对专业转介服务至关重要。

5.3 推理与论证

该设计旨在实现逻辑推理。例如：

1. 如果一位教师具备人工智能方面的专业知识，且人工智能是计算机科学的子类，那么我们可以推断该教师属于更广泛的计算机科学领域。 2. 可以根据不同项目之间的共同专业领域或共享教学工作量，推断其协作模式。

此类推理使图书馆员和研究人员能够识别间接或潜在关系，从而增强本体在现实环境中的适用性。

5.4 类结构可视化

利用Protégé工具构建了类层级及其相互关系的可视化图示，以创建本体图。这些图示收录于附录中，并在正文中加以提及，用于体现这些结构的清晰性与复杂性。该层级将事物列为顶层类，并通过分支结构展示院系、学科领域以及最终的个人专长。

5.5 用例：图书馆服务专家推荐

问题：
我们的一位图书馆员受托为当地社区项目寻找一位量子力学主题专家。

本体解决方案：
借助本体的语义，图书馆员可以轻松地将学科领域与教师对应起来。

示例输出：

- **姓名：** Priya Sharma • **系：** 理学硕士物理学 • **电子邮件：** priyash@university.edu • **专业方向：** 量子力学

图3 OntoGraf 展示了教师专长本体中重要实体之间的语义联系。它直观地呈现了教师（如 Priya Sharma）与其所属院系及专长领域（如量子力学）之间的关联。这种有序的呈现方式使图书馆员能够通过查询本体，高效地找到特定学科的专家，从而促进学术项目和面向社区的项目发掘专家。

结果：

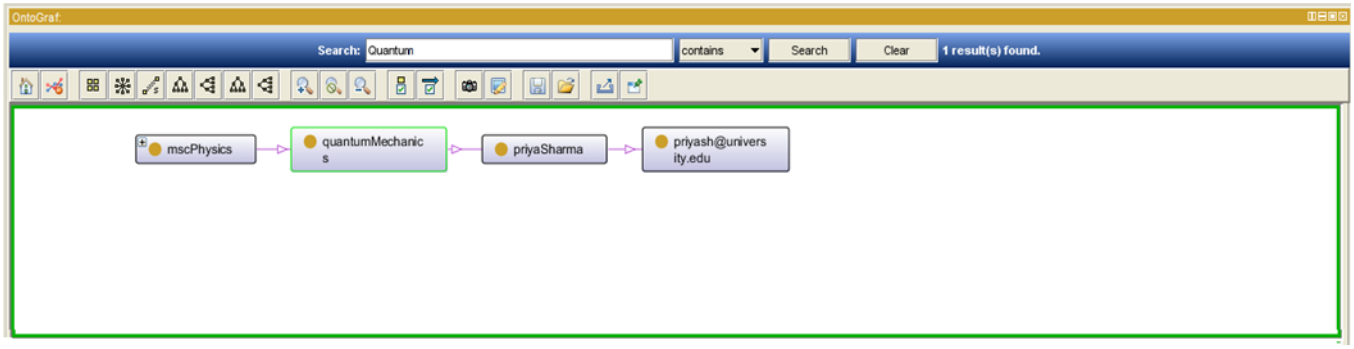


图3：案例研究的 OntoGraf 表示——专家识别

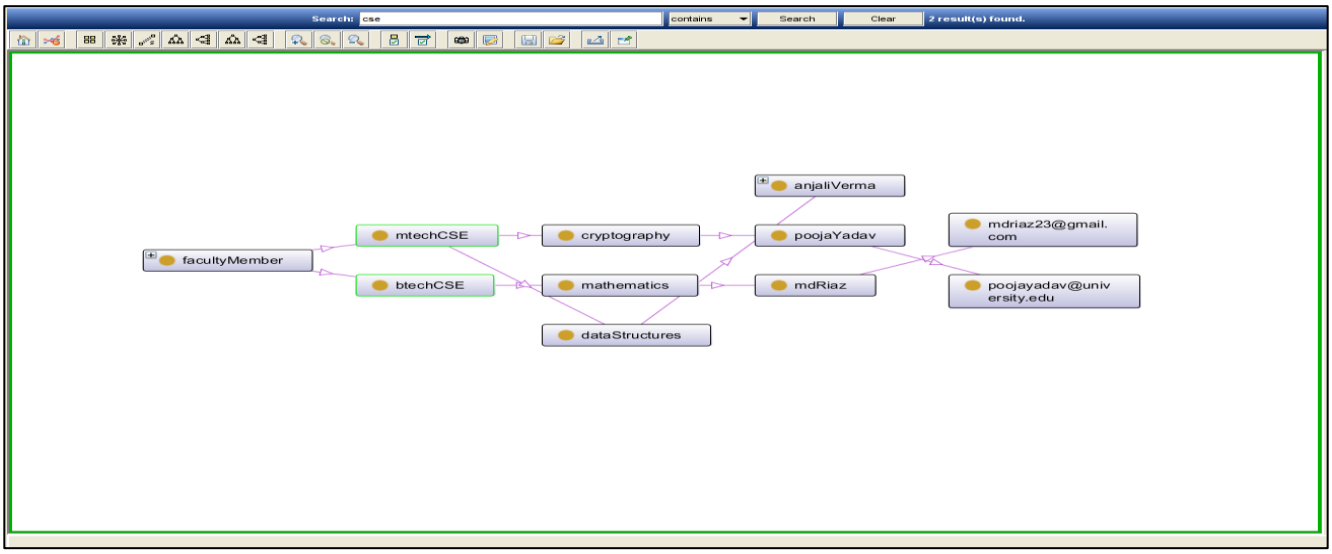


图4：计算机科学与工程领域中的本体图可视化

现实影响： 赋能图书馆，使其在促进知识发现方面发挥积极作用至关重要。这些用例展现了本体的多功能性和实用价值。大学教职员工信息被转化为可供查询的动态知识图谱，能够支持更完善的决策、更紧密的协作以及更灵活的学术服务。

6. 本体评估

通过以下能力问题对本体进行测试，以检查其覆盖范围、可导航性和语义一致性。这些问题用于验证该模型是否实现了预期目的：专长识别、跨学科合作和学术导航。（Diamantini 等人，2016年）

6.1 能力问题

1. 数学理学学士系有哪些教师？ 2. 谁负责教授理学学士数学课程项目中的微积分？ 3. 哪些学院与技术硕士计算机科学与工程课程项目相关？ 4. 哪些计算机科学与工程系教师教授数据结构？ 5. 哪些院系负责密码学？ 6. Yadav 教授哪些科目？ 7. 哪些教师专长于环境科学？ 8. 哪些教职员工是物理学和光学方面的专家？ 9. 哪些学院同时涉及数学和计算机科学？ 10. 谁可以就环境科学与土木工程的跨学科研究提供咨询？

11. 该系是否有专长于数据科学相关研究的教师？ 12. 谁负责教授与结构分析相关的应用数学？ 13. 所有计算机科学与工程系教师的电子邮件地址是什么？14. 哪些教师列出了电子邮件地址？15. 应向谁咨询研究生密码学方面的指导？ 16. 计算机科学与工程学士课程包括哪些主题？ 17. 谁在计算机科学系开设了数据结构课程？ 18. 教师 Md. Riaz 在模型中存在怎样的语义关联？19. 哪些教师被列在多个院系中教授数学？ 20. 谁是技术学士和技术硕士课程的授课教师？21. 哪些教师专长于多个学科?

7. 结果与成果

最终的本体模型如下：

顶层类： 实体 > 学院 > 系 > 专业方向 > 课程项目

中层类： 技术学士、技术硕士、理学学士、理学硕士和研究领域

底层类： 具体学科（例如，人工智能、有机化学）和命名个体（教师档案）

7.1 结构考量

本体的层级设计支持在各系、课程项目和学科之间灵活导航。对象属性“具备专长”“隶属于院系”和“在课程项目中授课”进一步完善了这一结构。学术图书馆可以利用该本体提供专家推荐、构建针对特定学科的馆藏，并支持跨学科倡议。语义框架还可根据现有专长自动执行任务，例如有针对性地联系教师或进行课程规划。这一结构化框架也支持复杂查询，可根据多项属性精确检索教师成员。作为一种动态工具，本体能够持续完善学术服务，使其符合机构的目标。（Ochs 等，2016年）

7.2 局限性

将此模型与机构数据库或用于专家查找的门户对接，需要与信息技术部门进行接口连接。此外，建立数据验证工作流和基于角色的访问对于确保本体的相关性与完整性至关重要。自动化流程（例如安排数据同步和变更通知）能够以最少的人工干预促进日常维护。对行政及图书馆工作人员进行本体使用与维护培训，将确保其长期可持续性。有效实施的最后一个关键因素是机构支持与跨部门合作。尽管该本体具有可扩展性，但其实际应用需要定期更新，以跟踪教师变动、新进工作人员以及不断变化的研究领域。（Utkucu 与 Sacks，2025年b）

8. 拟议的未来工作

尽管本调查为运用本体方法描绘大学环境中教授的专业知识奠定了基础，但仍有一些方面有待发展。虽然所提出的本体展示了如何通过正式的知识表示来丰富学术研究服务，但其最大潜力在于实际部署并在实践中扩大规模。未来的发展方向应着重于将本体整合到机构数据库和数字门户中，例如教师名录、学习管理系统和图书馆目录，从而实现专家信息的无缝访问。通过经由应用程序接口（API）与人力资源或学术系统连接，自动化数据更新可以实现教师档案的及时同步。构建直观的可视化仪表板，可以让图书馆员、学生和管理人员等非计算机专业用户访问本体，从而提升其效用。通过加入研究成果、资助项目活动和合著者网络，进一步扩展该模型，将增强本体，使人们能够更深入地探究教师优势，并促进机构内的跨学科行动。（Utkucu 与 Sacks，2025a）

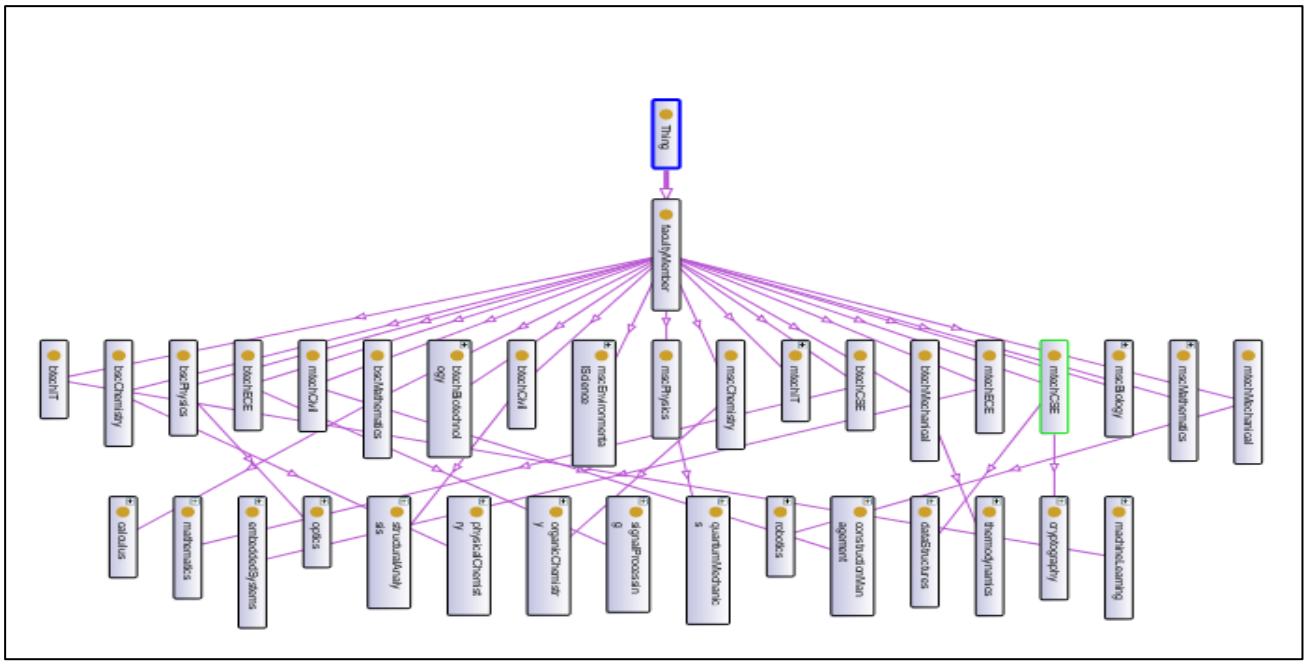


图 5：展示学科间联系的全景视图

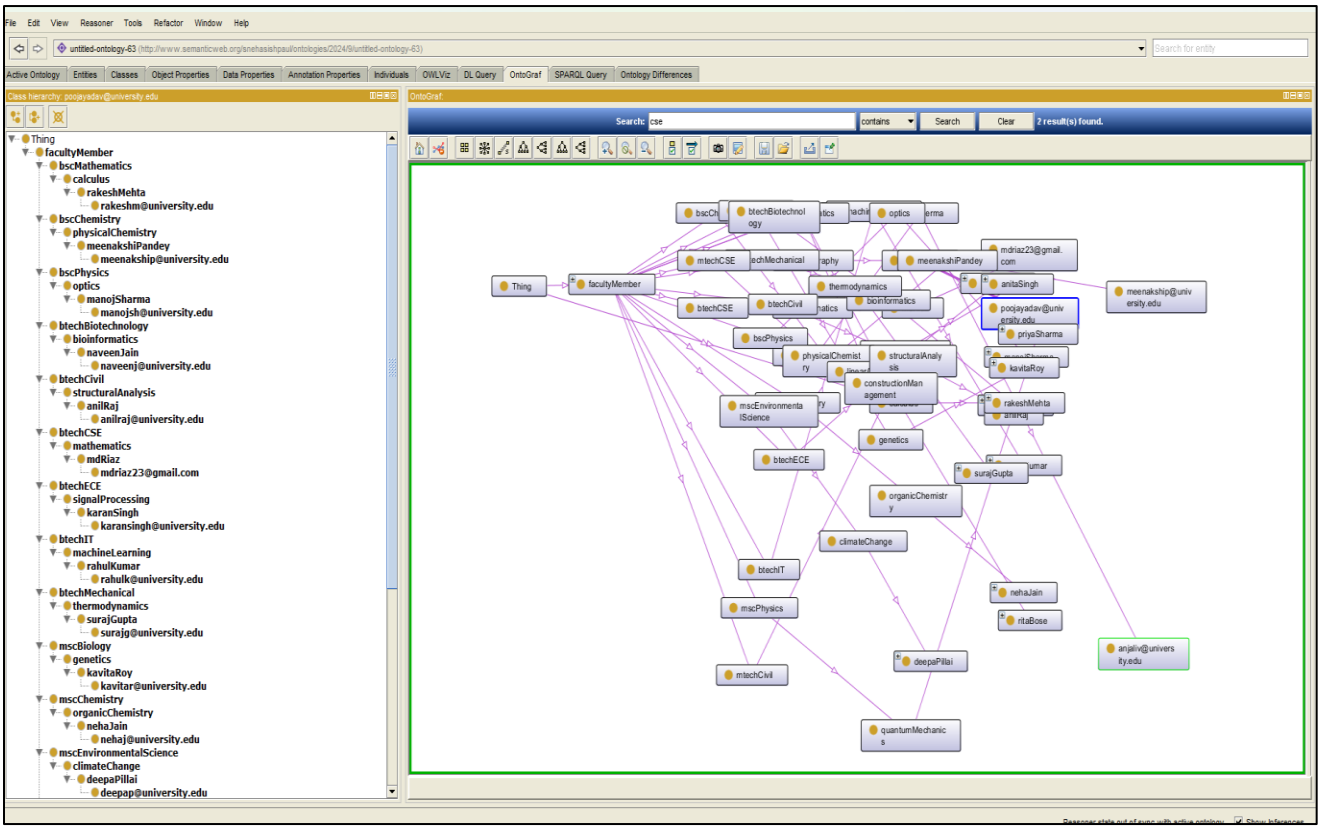


图 6：C　omplete 本体视图，展示类层次结构面板和关系可视化　　.

9. 结论

基于 Protégé 构建的教师专长本体，是学术界知识管理领域的一项里程碑。该模型通过以密集语义对跨学科、课程项目和专业领域的专长进行层级化组织，改变了机构评估和利用内部知识资源的方式。本体有助于图书馆员为研究人员推荐专家，帮助他们寻找协作者，并弥补机构内的知识缺口。尽管这种语义结构需要不断更新以适应组织变化，但它打通了信息孤岛，为跨学科合作开辟了新途径。随着机构日益开展跨学科创新，这一本体不仅是宝贵的运营工具，也是按照语义网思路重新设计学术知识网络的概念框架。（Fraga 等，2020）将这一本体与学术数据库和机构知识库相结合，可以大幅提升其效用。它为人工智能驱动的学术分析、智能研究推荐和自动化专业知识映射奠定了基础。这些进展不仅有助于提升机构的知名度，也有助于规划和政策制定。最后，教师专长本体回应了高等教育中决策与数据之间的脱节问题。（Hagedorn 等，2025）

致谢

我谨向 Mohit Garg 博士致以深切谢意，感谢他在本体开发方面给予的宝贵指导和富有洞察力的教学。他在英迪拉·甘地国家艺术中心（IGNCA）数字图书馆与数据管理研究生文凭课程中，围绕本体和语义网所提供的专业指导与悉心传授，极大地提升了我在这一领域的知识和技能。我由衷感谢他的敬业精神，以及他清晰讲解复杂概念的能力；这些都在塑造本研究基础方面发挥了至关重要的作用。

利益冲突声明

作者声明，就本文的研究、作者署名及/或发表而言，不存在任何潜在利益冲突。

资金支持

作者未获得任何用于本研究、论文撰写和/或发表的经费支持。

使用人工智能（AI）辅助技术进行稿件准备

作者确认，在稿件的准备或撰写过程中未使用任何人工智能辅助技术，也未使用人工智能修改任何图像。

ORCID

Snehasish Paul https://orcid.org/0009-0003-2730-5314

参考文献

Antoniou, C., Kravari, K., & Bassiliades, N. (2024年). 使用本体和样板进行语义需求构建。数据与知识工程，*152*。https://doi.org/10.1016/j.datak.2024.102323 Clarkson, M. D., Roggenkamp, S., & Detwiler, L. T. (2025年). 开发语义增强图形库，作为生物医学信息系统的视觉标准。《生物医学信息学杂志》，*163*。https://doi.org/10.1016/j.jbi.2025.104804 《冒号分类法》：*S. R. Ranganathan*：免费下载、借阅与流媒体：互联网档案馆。（无日期）。检索于2025年5月29日，来源：https://archive.org/details/in.ernet.dli.20152798 75 3 2 . / page/n /mode/ up Diamantini, C., Freddi, A., Longhi, S., Potena, D., & Storti, E. (2016年). 一种面向目标、基于本体的方法，用于支持环境辅助生活环境的设计。《专家系统与应用》，*64*，117–131。https://doi.org/10.1016/j.eswa.2016.07.032 Dutta, B., Chatterjee, U., & Madalli, D. P. (2015年). YAMO：又一种大规模分面本体构建方法。载于《知识管理杂志》（第19卷，第1期）。

h
t
t
p
s://
s
i
t
es.google.co
m/site/dutta2005/full-cvUSASHICHATTERJEE Fraga, A. L., Vegetti, M., & Leone, H. P. (2020年). 基于本体的产品生命周期管理系统互操作性解决方案：系统性文献综述。《工业信息集成杂志》，*20*。https://doi.org/10.1016/j.jii.2020.100176 Hagedorn, P., Fauth, J., Zentgraf, S., Seiß, S., König, M., & Brilakis, I. (2025年). OntoBPR：一种基于本体的框架，利用标准化信息容器进行建筑许可审查。《先进工程信息学》，*66*。https://doi.org/10.1016/j.aei.2025.103369

Kalita, D., & Deka, D. (2020年). 用于保存传统舞蹈知识库的本体（OTD）。《电子图书馆》，*38*(4), 785–803。https://doi.org/10.1108/EL-11-2019-0258

Milosz, M., Nazyrova, A., Mukanova, A., Bekmanova, G., Kuzin, D., & Aimicheva, G. (2024年). 用于基于能力的课程分析的本体方法。*Heliyon*，*10*(7)。https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e29046

Noy, N. F., & Mcguinness, D. L. (2001年).本体开发*101*：创建你的第一个本体指南。www.unspsc.org Ochs, C., He, Z., Zheng, L., Geller, J., Perl, Y., Hripcsak, G., & Musen, M. A. (2016年). 利用结构元本体对BioPortal本体进行基于家族的质量保证。《生物医学信息学杂志》，*61*，63–76。https://doi.org/10.1016/j.jbi.2016.03.007

Ruger, Y., Kabmala, M., & Chansanam, W. (2022年). 图书馆研究服务推荐系统的本体规则。《国际信息与教育技术杂志》，*12*(9)，831–839。https://doi.org/10.18178/ijiet.2022.12.9.1691

Sharma, R., & Kanjilal, U. (2023年). 使用Protégé工具开发“能源获取”本体。《*DESIDOC*图书馆与信息技术杂志》，*43*(3)，169–175。https://doi.org/10.14429/djlit.43.3.18379

Utkucu, D., & Sacks, R. (2025a). 用于建筑整体性能建模与分析的本体。《建筑自动化》，*175*。https://doi.org/10.1016/j.autcon.2025.106197

Utkucu, D., & Sacks, R. (2025年b). 建筑整体性能建模与分析本体. 《建筑自动化》, *175*. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2025.106197

Varadarajan, U., Bagchi, M., Tiwari, A., & S atija, M. P. (2023年). GOMME：史诗通用本体建模方法. 《信息科学理论与实践杂志》, *11*(1), 61–78. https://doi.org/10.1633/JISTaP.2023.11.1.5 使用*Protégé*软件设计现代学习环境与现代教学法本体概览. (2024年). h

ttps://doi.org/https://doi.org/10.30762/ijo mer.v2 i1.2755 Vigo, M., Matentzoglu, N., Jay, C., & Stevens, R. (2019年). 比较使用Protégé编写本体的工作流程：在实验室、教程和“实地”中的情况。《网络语义学杂志》, *57*. https://doi.org/10.1016/j.websem.2018.09.004

Zhao, H., Zhang, S., & Zhao, J. (2012年). 使用Protégé构建本体的研究. *2012*年*IEEE/ACIS*第*11*届计算机与信息科学国际会议论文集，*ICIS 2012*，697–700. https://doi.org/10.1109/ICIS.2012.126