

2023-2024 学年 知识工程（双语）实验报告

任课教师：吴天星

院 系 计软智学院

专 业 人工智能

姓 名 蒋雨初

任 务 Knowledge Modeling

1 实验一

1.1 实验任务

学习并掌握 Protégé, 创建一个包含 axioms 和 assertions 的 consistent ontology, 要求:

1. 包含 Class、Individual、Object Property、Data Property。
2. 定义 Property Domain、Range、Individual Type。
3. 最终以 Turtle 形式导出, 三元组数量不低于 25 条。
4. 体现全称量词与存在量词。

1.2 本体框架

在这个本体框架中, 描述了微软俱乐部社团的成员所有物、管理信息。

1.2.1 Class

包含三个大类, 分别是 Major、Person 和 Item。介绍如下:

- Major: 用于描述某人的所在专业, 只能取 4 个值 (通过 Equivalent To 实现): AI、Computer_Science、Network_Security 和 Software_Engineering。
- Person: 用于描述每个人的身份, 其下有三个 subclass, 分别是 Chief (社长)、Manager (管理员) 和 Member (成员)。
- Item: 描述社团物品, 其下有三个 subclass, 分别是 Chair、Desk 和 Monitor。根据 Monitor 是否公有, 还分为了 PrivateMonitor 和 PublicMonitor。

最终结构如图 1 所示。

1.2.2 Object Property

使用了五个 object properties, 分别是 canManage、canDiscard、canUse、majorIn、isOwnedBy 和 own。介绍如下:

- own: 表示某人拥有某物品。domain 是 Person, range 是 Item。
- isOwnedBy: 表示某物被某人拥有, 是 own 的反。
- canDiscard: 表示某人可以丢弃某物。domain 是 Person that only own Item (使用 universal quantification), range 是 Item。

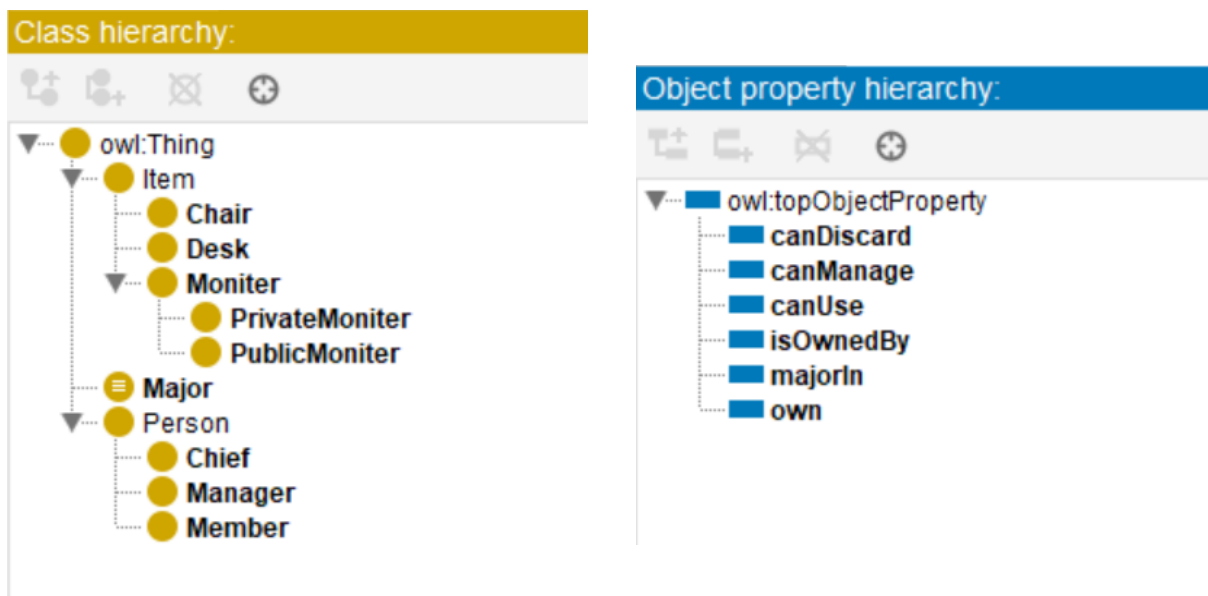


图 1: Classes 总览

图 2: Object Property 总览

- **canManage**: 表示 Chief 或 Manager 管理社团物品或成员。Chief 可以管理所有的 Manager、Member 和除了 PrivateMonitor 之外的 Item，而 Manager 只能管理 Member 和 PrivateMonitor 之外的 Item。此外，Person 都可以管理自己的物品。因此，domain 是 Person，range 是 Item or Person。
- **canUse**: 表示的是 Person 使用某种物品。所有的 Person 都可以使用公用财产和私有的 Chair 和 Desk。私有的 Monitor 只能拥有者使用。domain 是 Person that major in some Major (existential quantification)，range 是 Item。
- **majorIn**: 表示某人所在的专业。domain 是 Person，range 是 Major。

其中，使用了存在量词和全称量词的属性如图 3 所示。

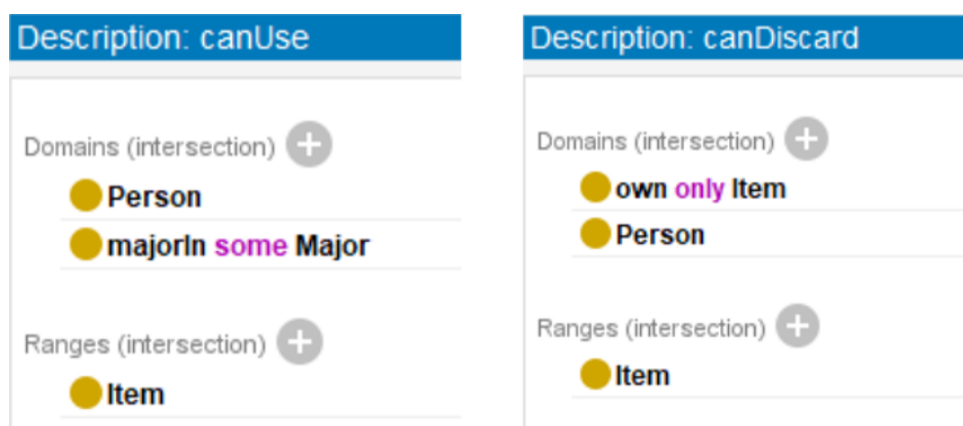


图 3: 使用了存在量词和全称量词的属性。左图为 canUse 要求主语是修有某专业的人。右图为 canDiscard 要求主语是拥有某物的人。

1.2.3 Data Property

使用了一个 data property，是 classOf，表示成员的毕业年份。domain 是 Person，range 是 xsd:short。

1.2.4 Individuals

如图 4 所示，MSC 本体结构中使用了 22 个个体。其中 Chair* 表示 Chair 类型的 3 个个体；Desk* 表示 Desk 类型的 2 个个体；Moniter* 表示 PublicMoniter 类型的 2 个个体；AI、Computer_Science、Network_Security 和 Software_Engineering 是 Major 类型的个体；形如 First Name's chair 是具有所属关系的 Item。Jin_Bridger 和 Wang_wenwen 是 Cheif，Yue_Shuaigangran 和 Ma_Xiaolong 是 Manager，其余是 Member。



图 4: MSC 本体结构中的所有个体

1.2.5 SWRL

为了便捷地添加 object properties，在实验中特别使用了 SWRL。SWRL (Semantic Web Rule Language) 是一种用于表示语义网的规则的语言。它是基于 OWL (Web 本体语言) 和 RuleML (规则标记语言) 的一种组合，旨在增强 OWL 的表达能力。SWRL 旨在提供一种简单的方法来表达这些规则，使得 OWL 本体能够更精确地表示领域知识。具体而言使用了如下规则：

$$\begin{aligned} & \text{Chair}(?y) \wedge \text{Desk}(?z) \wedge \text{Person}(?x) \wedge \text{PublicMoniter}(?a) \\ \rightarrow & \text{canUse}(?x, ?y) \wedge \text{canUse}(?x, ?z) \wedge \text{canUse}(?x, ?a) \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} & \text{Chief}(?x) \wedge \text{Manager}(?y) \wedge \text{Member}(?z) \\ \rightarrow & \text{canManage}(?x, ?y) \wedge \text{canManage}(?x, ?z) \wedge \text{canManage}(?y, ?z) \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} & \text{Person}(?x) \wedge \text{Item}(?y) \wedge \text{own}(?x, ?y) \\ \rightarrow & \text{canManage}(?x, ?y) \wedge \text{canUse}(?x, ?y) \wedge \text{canDiscard}(?x, ?y) \end{aligned} \quad (3)$$

(1)是通常物品使用规则，表示每一个人都可以使用 Chair、Desk 和 Public Monitor。注意，虽然 Jiang's Chair 被他人拥有，但是仍然可以公用。(2)是成员管理规则，表示 Chief 可以管理 Member 和 Manager，而 Manager 只能管理 Member。简单起见，我将两条规则写到了一起，但这其实并不严谨。在使用 SWRL 的时候应当将复杂的逻辑关系尽可能拆分成多条简单规则。(3)是私有物品使用规则，表示一个人如果拥有某物，那么他同时拥有管理、使用和丢弃的权利。

1.3 本体可视化

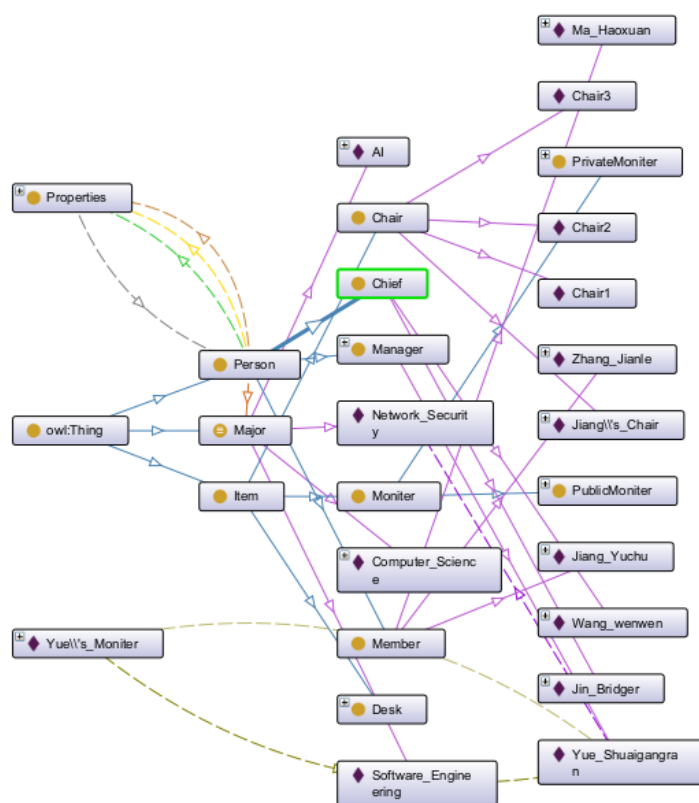


图 5: 本体结构的可视化

1.4 部分推理结果

如图 6 所示，推断出 Chief 金桥可以管理所有的成员（但不包括另一个 Chief）、公用物品和自己的显示器。Member 蒋雨初可以使用所有的公共物品，同时也拥有管理和丢弃自己椅子的权利。同时，由于 isOwnedBy 是 own 的反，所以也从金桥拥有显示器推断出了显示器属于他。

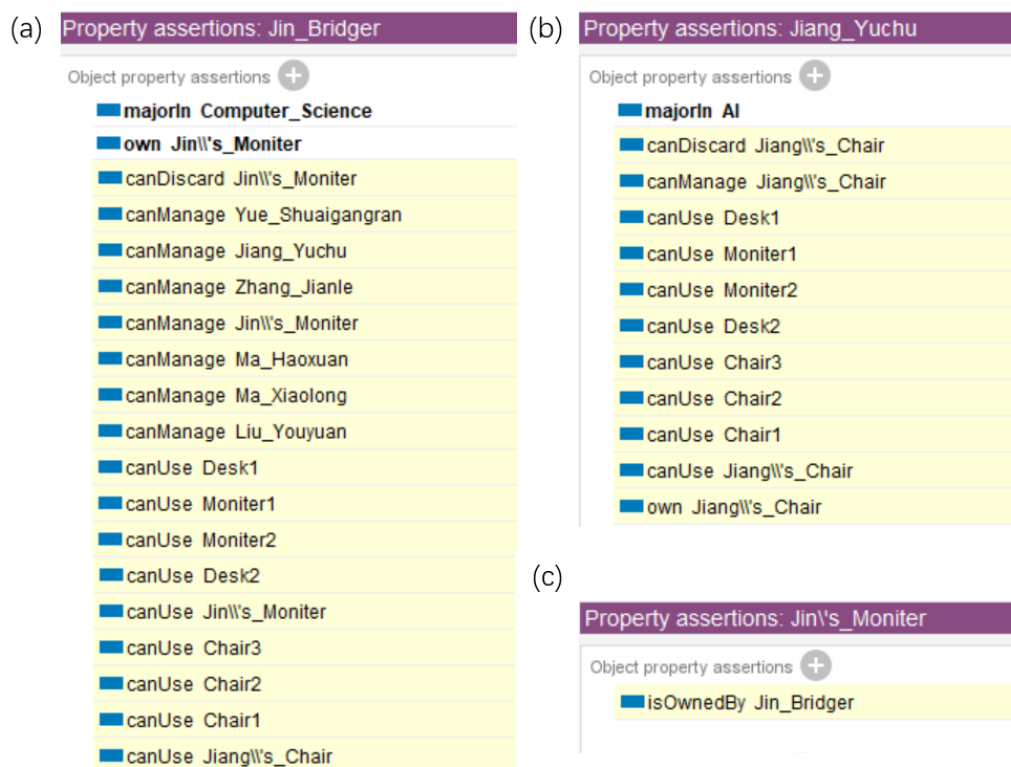


图 6: 部分推理结果。(a)Cheif 金桥的 object properties。(b) Member 蒋雨初的 object properties。(c) PrivateMonitor 金桥的显示器的 object property。

1.5 总结与思考

本次实验中初次使用了 Protege 这一本体建模软件，基本掌握了创建本体的流程，并进行推理。还学会了使用 class expression editor 和 SWRL。SWRL 虽然比起 OWL 能够表达更复杂的含义，甚至可以用一些 built-in function 进行复杂判断，但是它仍然存在一些限制。例如 SWRL 不能像命令式语言那样对某个 data property 进行“赋值”，也没有 negation 这一语义。它不支持 disjunction，也不支持 RDF, RDFS 等（毕竟 SWRL 是基于 OWL DL 的）。

2 实验二

2.1 实验任务

掌握 Protégé，给定 Excel 表格“站点.xlsx”，编写相应规则将其导入 Protégé。要求：

1. 尽可能多地生成三元组。
2. 将生成结果可视化。

2.2 实验步骤

2.2.1 从 excel 表格中导入本体

依次点击菜单栏“Tools”→“Create axioms from Excel workbook...”以打开插件 Cellfire。打开“站点.xlsx”可见部分数据如图 7 所示。从中分析知，“地铁站”和“地铁线路”属于 Class，“林场站”等是“地铁站”的实例，“3 号线”等是“地铁线路”的实例。“属于”是一个 object property，domain 是“地铁站”，range 是“地铁线路”。先

	A	B	C	D	E	F
1						
2		林场站	3号线	地铁站	属于	地铁线路
3		星火路站	3号线	地铁站		
4		东大成贤学院站	3号线	地铁站		
5		泰冯路站	S8号线	地铁站		
6		泰冯路站	3号线	地铁站		

图 7: 目标数据表的部分数据

选中整张表，再点击 **Transformation Rules** 选项卡中的“Add”添加新的规则。然后在“Rule”中按照图 8 中“Rule”栏填写。重复上述步骤直到各项“Rules”和图 8 中一致。各列含义分别是：

1. C 列有个体，类型为“地铁线路”。
2. B 列有个体，类型为“地铁站”，同时在 E2 存在与 C 列相关的 object property。
3. F2 单元格表示一个类。
4. D2 单元格表示一个类。

<input checked="" type="checkbox"/>	Sheet Name	Start Column	End Column	Start Row	End Row	Rule
<input checked="" type="checkbox"/>	Sheet1	A	F	1	173	Individual: @C* Types: @F2
<input checked="" type="checkbox"/>	Sheet1	A	F	1	173	Individual: @B* Types: @D2 Facts: @E2(ObjectProperty)@C*
<input checked="" type="checkbox"/>	Sheet1	A	F	1	173	Class: @F2
<input checked="" type="checkbox"/>	Sheet1	A	F	1	173	Class: @D2

图 8: 转换规则

点击“Generate Axioms”以进行转换，得到图 9 中结果，共 512 条 axioms。然后点击“Add to new ontology”。

2.2.2 检查结果

从图 10 可见，正确地转换了 excel 表格中的数据。

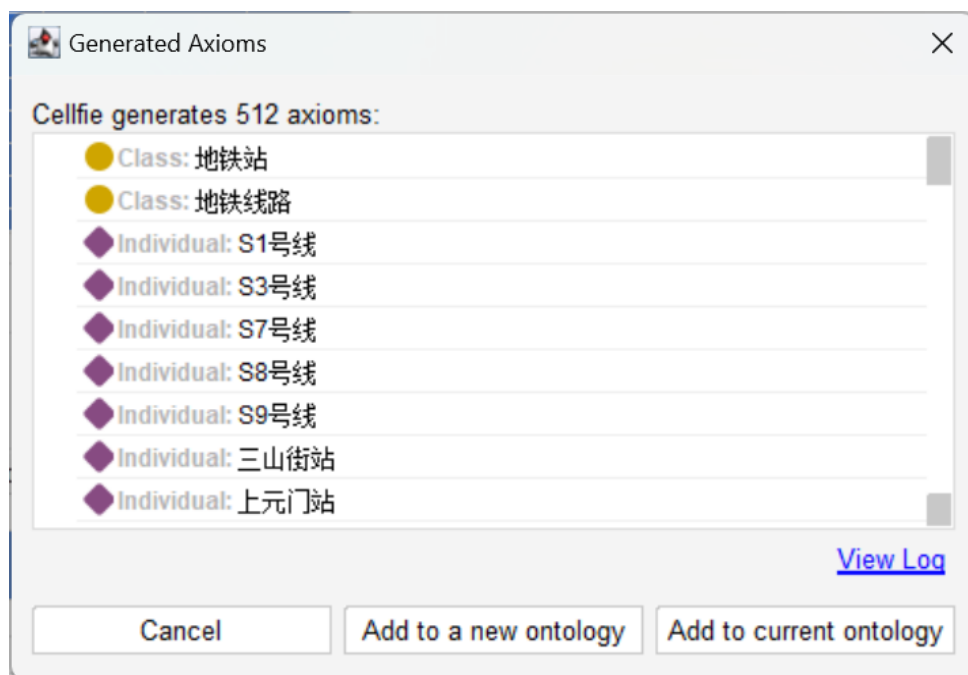


图 9: 转换结果

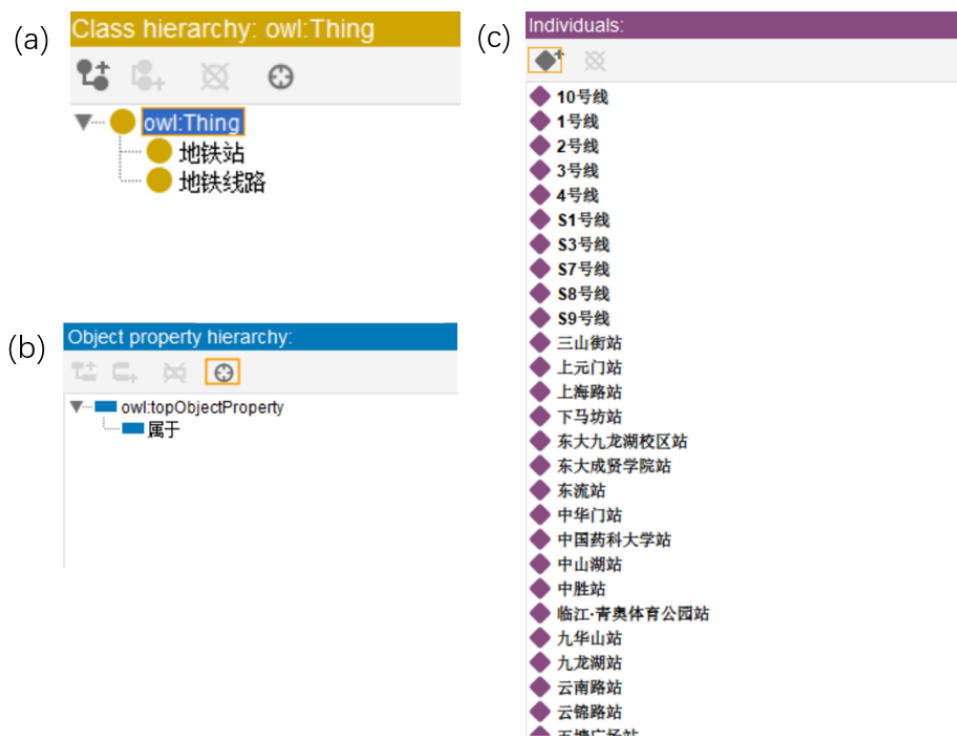


图 10: 转换得到的 Classes, Object Properties 和 Individuals

2.3 本体可视化

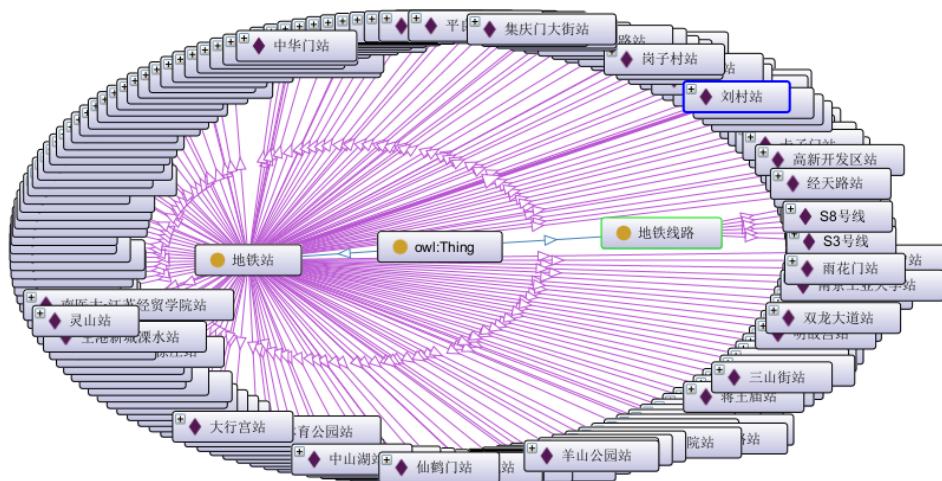


图 11: 转换结果的本体可视化