

《智能信息处理》课程考试

形式概念分析与本体的关系

MAKHMADRASULI ERGASHI (米乐)

考核	到课[10]	作业[20]	考试[70]	课程成绩[100]
得分				

2020 年 12 月 3 日

形式概念分析与本体的关系

本篇文章的思路是先从静态上认识形式概念分析与本体的关系，进而从动态上分析形式概念分析与领域本体构建过程的相关性，在上述基础上剖析形式概念分析与领域本体构建的方法。

多维视角下的形式概念分析与本体

(1) 哲学视角下的形式概念分析与本体

本体的概念最初起源于哲学领域，哲学本体论几乎与哲学一样古老，在某某种意义上甚至可以说就是哲学。本体论研究的主要是“存在”问题，正因为如此它有时候也被称为“存在论”。但是它不是研究“存在者”的一门学问，而是探究“存在者”何以“存在”的一种智能，并且与人们的价值观念和终极关怀紧密相关。本体论确立了一种追寻初始本原、充足理由、最终同一性、最高价值原理的哲学探索的道路。在哲学中把本体定义为“对世界上可观存在物的系统地描述，却存在论”；牛津英语词典把本体解释成“存在的科学或研

究”；韦伯词典中解释本体为“与存在的本质或存在物的种类相关的特殊理论”。哲学中的本体解释客观世界某些领域不依赖与任何特定语言的特殊分类系统，尽管运用语言的概念机制作为描述手段，但是却既不可约也不等同语言或形式体系。哲学本体确实解释研究领域的知识和概念框架，主要目的是预先忠实的描述，却寻求真理。哲学本体论对概念化的框架做出的最大贡献就是发现研究领域中的某些事实，却领域的本性、范围、边界和独特性。哲学视角下的本体是对客观存在的一个领域系统的解释或者说明关心的是客观现实的抽象本质。

形式概念分析同本体一样，也可以追溯其哲学渊源。形式概念分析中“概念”的基本观点就是有哲学理论中的概念发展而来的。概念是思想的最基础单元，对每个概念而言，应区分其内涵和外延。概念的内涵由其属性组成，而概念的外延由具有内涵的所有对象所组成。在哲学的视角下，形式概念分析将概念深化为：概念、概念的内涵、概念的外延和概念层次关系。

形式概念分析与本体均源于哲学，都是对客观世界现实本质的初等抽象，都力求对现实世界进行真实、完善、抽象的客观表示，也都在一定的程度上无限了对现实世界实体与实体间关系的反映。

（2）代数结构视角下的形式概念分析与本体

代数结构也叫做抽象代数，主要研究各种典型的抽象代数系统，它用代数的方法从不同的研究对象中概括出一般的数学模型并且研究其规律、性质

和结构。构成一个抽象代数系统有三方面的要素：集合、集合上的闭合运算以及说明运算性质或者运算之间关系的公理。简单来说代数结构就是一个三元组 $\langle S, OP, A \rangle$ ，此二元组中的第一个元素 S 为一个集合；其中的第二个元素 OP 也为一个集合，集合 OP 中的元素为一些运算符，这些运算符的运算对象为 S 中的元素，运算的结果依然是 S 中的元素；而第三个元素 A 则是说明运算性质或者运算之间关系的公理。

Perez 在文献中提出 Ontology 包含 5 个基本构成元素。这些元素分别为：类（classes），关系（relations），函数（functions），公理（axioms）和实例（instances）。

本文认为与函数（functions）相比较，概念的属性集应是构成领域本体逻辑结构的重要元素，因为函数在本质上说也是一类特殊的关系，可以归并且到关系中去，而领

域本体概念的属性集则是不可以或者缺的元素。

C: 概念。从语义角度来讲, 表示的是领域内对象的集合, 一般采用框架结构, 包括概念的名称, 与其他概念之间的关系集合, 以及用自然语言对概念的描述。

R: 概念之间的关系, 表示概念之间的一类关联。比如概念之间的“subclass-of”关系、“part-of”关系等。一般情况下, 可以用关系 $R: C_1 \times C_2 \times \dots \times C_n$ 表示概念 C_1 、 C_2 ...、 C_n 之间存在的 n 元关系 R 。从语义上讲, 概念之间的基本的关系一共有 4 种分别为: Part-of、Kind-of、Instance-of、Attribute-of。Part-of 表示概念之间部分与整体的关系; Kind-of 表达概念之间的继承关系, 类似于面向对象中的父类与子类之间的关系; Instance-of 表达概念的实例与概念之间的关系, 类似于面向对象中的对象和类之间的关系; Attribute-of 表达某个概念是另一个概念的属性。

A^C : 表示概念 C 所对应的属性集合。

X: 概念或者概念之间的关系所满足的公理。

I: 为领域内概念实例的集合。其中 $\phi: I \rightarrow C$ 为概念实例到所属相应概念的映射, 概念的实例具有所属概念定义的属性。

在实际的应用中, 不一定要严格的按照上述类来构造本体。同时概念之间的关系也不仅限于上面列出的种某本关系, 可以根据特定领域的具体情况定义相应的关系, 以满足应用的需要。

在代数结构的视角下, 本体概念的分类关系及领域本体的概念格都表现为一种代数结构, 也就是格结构。二者之间的这种共性从本质上揭示了二者能有紧密联系的根本原因, 即具有相同的代数结构。这种相同的代数结构使得二者之间很容易产生一种映射关系, 即可以通过映射规则将概念格映射成本体概念分类关系集合的

格结构，而且把概念格节点、节点属性、节点对象和节点间联系分别映射成领域本体概念、概念属性集、概念实例和概念分类关系的映射规则将最合理的映射规则，如图 1。

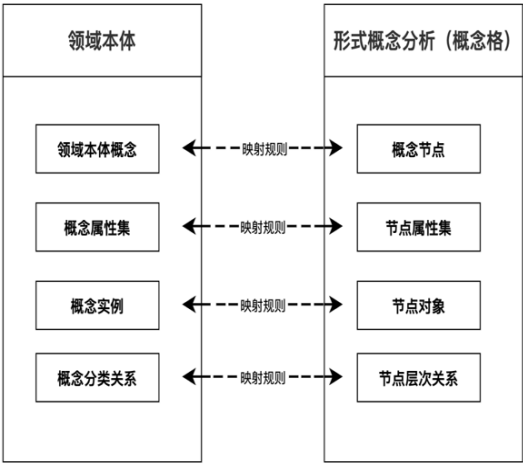


图 1. 领域本体与形式概念分析映射规则

为何能用是二者存在相同的代数结构，可以根据映射规则在两者之间建立深层联系；“怎么使用”是指两者怎么映射才能更加合理，通过从图 1 从本质上揭示了二者之间如何映射的问题，也阐明了以前研究中的映射方式为何不合理的问题。

（3）信息科学视角下的形式概念分析与本体

本体源于哲学，后来被引入到了信息科学，而形式概念分析

源于哲学，开始于代数，后来被引入到了信息科学。

Wille 提出了形式概念分析以后，形式概念分析的主要研究方向逐渐从数学向信息科学进行了转化。原因有两个，一是数学中关于概念格理论的研究逐渐成为了饱和域，其重要的相关问题都已经解决了，二是信息科学可以更开放地来讨论形式概念分析的应用问题，这些领域主要包括知识发现领域、概念知识处理、软件工程（信息系统开发）、知识工程领域、信息检索领域等等。

总的来说，FCA 与本体在信息科学的各个领域内都有其应用，尽管各自的应用的具体方法、作用原理、作用点有着不同，但毋庸置疑的是：二者均能运用在信息科学的各主要领域；二者在运用过程中的确存在着某些方面的互补和结合；二者在应用过程中存在着不同的侧重点。

形式概念分析与本体的区别与联系

通过多维视角下对形式概念分析和本体分别进行透视与对比，使得形式概念分析和本体直接的关系更加的清晰透彻。接下来要分析 FCA 与本体的区别与联系。

(1) 形式概念分析与本体的区别
形式概念分析与本体的区别主要有以下几个方面：

① 本体的目的是对人能感觉到的现实世界建立共享的概念模型，提供一种共识从而支持知识密集型的应用。FCA 不是为现实建模，而是为人工世界建模，目的是支持用户在给定数据的基础上进行领域分析和建模。概念格是在给定数据的基础上对领域知识进行分析和结构化，是人造产物。我们可以在没有任何数据的前提下为领域构建本体，但是形式概念分析是必须要建立在给定数据集的基础上。

② FCA 与本体在国际标准 ISO704 视角下也存在着区别。ISO704 标准区分三个层次：对象层、概念层和表示层。如图 2 所表示：

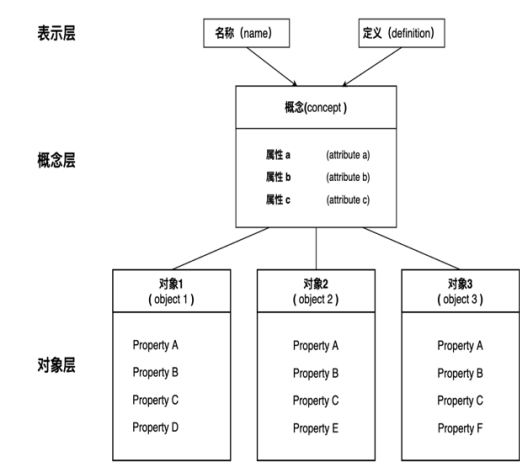


图 2. ISO704 标准下的表示层、概念层和对象层

从图 2 中就可以很清楚的看出来对象和名称之间并没有直接的关系，而这两者之间的关系由概念来间接提供；在概念层，对象组成概念的外延，而对象的共享属性组成了概念的内涵；在表示层，概念用一个定义来说明并把之通过一个名称被提及。

因此，从这个标准来看：① FCA 强调的重心在概念层，而本体强调的重心则在表示层；② FCA 将内涵和外延视为同等重要，而本体则更加注重于内涵部分。

(2) 形式概念分析与本体的联系

形式概念分析与本体的联系主要有以下几个方面：

① 形式概念分析中，概念格由概念层结构组成，内涵和外延

构成了概念；而本体又是用来体现概念与概念之间关系的，因此，两者都是对概念和概念之间关系的描述，这是能将二者联系起来的根本原因。

②FCA 与本体都是形式化的工具和方法，二者强调重视概念的主体间一致性的重要性，都强调模型形式说明的必要性。

③从 ISO704 标准的角度来看，FCA 和本体关注的重心不同，FCA 强调的重心在概念层，而本体强调的重心则在表示层，这就意味着 FCA 不宜与本体、描述逻辑、概念图等机制竞争，而更适合作为它们的补充，从这个意义上说 FCA 和领域本体应当被整合在一个统一的框架之下。

④FCA 与本体在哲学、信息科学、概念知识处理和知识表示等各个层次上的应用中都有共同的一些应用领域。而在这些应用中 FCA 与本体所起到的作用更多的是互相补充，而不是竞争或排斥，在很多应用中 FCA 都是对本体的补充。

⑤从代数结构的视角下看，本体概念的分类关系及领域本体的概念格都表现为一种代数结构。也就是格结构。二者之间的这种共性从本质上揭示了二者能有紧密联系的根本原因，即具有相同的代数结构。

结论

本体技术在学科及信息科学中的广泛应用在客观上要求必须要有先进的本体构建技术来对其支撑，而当前的构建方法由于各自各种缺陷而且不能很好的满足这种客观需求，因此必须要在本体构建方法方面做出积极的探索。在此背景下，有世界各国的学者提出将形式概念分析应用于领域本体构建方法，来解决领域本体构建中的问题，并取得了良好的成果。经过有史以来的发展，已经广泛应用于许多方面，其中包括信息科学、抽象代数、概念知识处理和知识表示等多方面。

参考文献：

1. A.G.Perez,V.R.Benamins.
Overview of Knowledge Sharing and Reuse Components: Ontologies and Problem Solving Methods.1999
2. Gu Tao. Using formal concept analysis for ontology structuring and building.ICIS,NanyangTechnological University,2003
3. Cimiano P, Stumme G, Hotho A, Tane J. Conceptual knowledge processing with formal concept analysis and ontologies. In:Proc.of the Second Intl.Conf.on Formal ConceptAnalysis(ICFCA 04),Springer, 2004
4. 李景. 本体理论在文献检索系统中的应用研究. 北京: 北京图书馆出版社, 2005
5. Ying Ding. A Review of Ontologies with the Semantic Web in View. Journal of Information Science, 2001
6. 钱杰. 基于形式概念分析的本体构建与映射方法研究. 长沙: 国防科学技术大学管理科学与工程系, 2006
7. Rudolf Wille. Formal Concept Analysis as Applied Lattice Theory. S.BenYahiaetal.(Eds):CLA2006,LN AI 4923,2008
8. 张志刚. 领域本体构建方法的研究及应用. 大连海事大学硕士学位论文, 2008
9. 冯志勇, 李文杰, 李晓红. 本体论工程及其应用. 北京: 清华大学出版社, 2007