

《智能信息处理》课程作业

形式概念分析在软件工程中的应用

田鑫

作业	分数[20]
得分	

2020 年 11 月 12 日

形式概念分析在软件工程中的应用

田鑫¹⁾

¹⁾ (大连海事大学 信息科学技术学院, 大连 116026)

摘要 给定对象和属性之间的二元关系, 概念分析是一种强大的技术, 可以将相关的对象和属性集对组织成一个概念格, 其中较高级的概念表示许多对象共享的一般特征, 较低级的概念表示对象特有的特征。概念分析最近被应用于软件工程领域, 如何高效高质的开发出满足用户需求的软件, 是当今软件开发的热点问题。因此利用形式概念分析方法寻找到共同特征, 通过共同特征将找寻与其相关的对象, 并以一种表现所有特征局部关系的概念格的形式呈现出来, 进而更合理地设计和规划软件开发的各项进度, 可以大大提高软件开发的效率。本文主要就形式概念分析在软件工程中的具体应用情况进行了分析。

关键词 形式概念分析; 概念格; 软件工程

Using Formal Concept Analysis for Software Engineering

TIAN Xin¹⁾

¹⁾ (School of Information Science and Technology, Dalian Maritime University, Dalian 116026)

Abstract Given a binary relationship between objects and attributes, concept analysis is a powerful technique to organize pairs of related sets of objects and attributes into a concept lattice, where higher level concepts represent general features shared by many objects, while lower level concepts represent the object-specific features. Conceptual analysis has recently been applied to the field of software engineering. How to efficiently and high-quality develop software that meets user needs is a hot issue in software development today. Therefore, using the formal concept analysis method to find common features, through the common features, we will find related objects, and present them in the form of a concept lattice showing the local relationship of all features, and then design and plan various software development more reasonably. Progress can greatly improve the efficiency of software development. This article mainly analyzes the specific application of formal concept analysis in software engineering.

Key words formal concept analysis; concept lattice; software engineering

0 引言

随着我国计算机行业的不断发展, 使得现代软件工程开发项目变得越来越复杂和庞大, 为了使得软件开发的效率得以提升, 也就要求在软件开发过程中引用到大量的数据库以及便捷的网络传输, 并通过人才合作开发的模式来进行。而通过概念分析方法的合理应用, 也就能够使得软件合作开发技术的灵活性以及合理性得到进一步的提升, 从而在确保软件应用性能的基础上, 使得软件开发的效率得到进一步的提升。

概念分析是分析任意对象和属性之间的二元关系的一种非常普遍的方法, 最初由 b.b. Birkhoff^[1]

于 1940 年研究, 最近由 Ganter 和 Wille^[2]阐述。它的输出是一个所谓概念的格子, 提供了对原始关系下的结构的重要洞察。每个格节点(概念)包含共享公共属性的最大对象集。格中的概念层次可以解释为泛化或专门化一个概念的可能性。事实上, 更高的概念约束对象共享更少的属性, 而更低的概念包含更少的对象, 拥有更多和更具体的属性。

1 形式概念分析

形式概念分析^[3]从形式背景进行数据分析和规则提取的强有力工具, 形式概念分析建立在数学基础之上。一个概念就是最大限度地收集对集合中共同特点有帮助的元素, 并且运用形式概念分析的方

法,可以发现、构造和、展示由属性(Attributes) 和对象(Objects) 构成的概念 (Concept) 及其之间的关系。因而,形式概念分析的方法已经运用在软件开发等众多环节之中。

1.1 相关概念及定义

定义 1 语境 (context) : 一个形式化的语境 $k=(G, M, I)$,包含两个集合(G 和 M)和一个二元关系(G 和 M 之间的关系 I)。在语境中, G 中的元素称为对象, M 中的元素称为属性。用 gIm , 或者 $(g, m) \in I$ 来表达对象 g 和属性 m 的关系,读作“对象 g 具有属性 m ”。

根据定义 1, 可以用矩阵来表示语境。每行的开头是对象名, 每列的开头是属性名。行 g 和列 m 的交叉表示对象 g 具有属性 m , 一个简单的语境如图 1 所示。

对象/属性	...	m
...
g	...	×
...	×

图 1 语境的矩阵表示

定义 2: 对一个对象集 A , 定义 $A'=\{m \in M \mid gIm, \text{对所有的 } g \in A\}$ (即 A 中所有的对象共有的属性集合)。相应地, 对一个属性集 B , 定义 $B'=\{g \in G \mid gIm, \text{对所有的 } m \in B\}$ (即包含所有 B 中属性的对象集合)。

定义 3: 语境 (G, M, I) 的形式概念(formal concept) 是个集合对 (A, B) , 其中 $A \subseteq G, B \subseteq M$, 并且 $A' = B, B' = A$ 。 A, B 分别称作概念 (A, B) 的范围(extent)和含义(intent)。 $\beta(G, M, I)$ 表示 语境 (G, M, I) 中的所有概念集。

命题 1: 如果 (G, M, I) 是一个语境, 对象集 $A, A1, A2 \subseteq G$, 属性集 $B, B1, B2 \subseteq M$, 那么有如下结论:

- 1) $A \subseteq A2 \Rightarrow A2' \subseteq A1'$
- 1') $B1 \subseteq B2 \Rightarrow B2' \subseteq B1'$
- 2) $A \subseteq A''$
- 2') $B \subseteq B''$
- 3) $A' = A'''$
- 3') $B' = B'''$

$$4) A \subseteq B' \Leftrightarrow B \subseteq A' \Leftrightarrow A \times B \subseteq I$$

1.2 概念格

概念格是 FCA 的核心数据结构。

概念格的每个节点是一个概念, 由外延和内涵组成。外延是概念所覆盖的实例; 而内涵是概念的描述, 是该概念所覆盖实例的共同特征。另外, 概念格可以通过其 Hasse 图生动简洁地体现概念之间的泛化和例化关系。

形式中概念分析的数据主要由形式背景表示, 一个简单的形式背景如下:

表 1 简单的形式背景

	红色	黄色	甜	酸
苹果	×		×	×
香蕉		×	×	
樱桃	×		×	
柠檬		×		×

定义 4 如果 $(A1, B1), (A2, B2)$ 都是语境中的概念, 并且 $A1 \subseteq A2$, 那么 $(A1, B1)$ 被称作 $(A2, B2)$ 的子概念(subconcept), $(A2, B2)$ 则是 $(A1, B1)$ 的超概念(superconcept), 记为 $(A1, B1) \leq (A2, B2)$ 。“ \leq ”反映了概念间的层次关系。由层次关系搭构的所有 (G, M, I) 的概念记作 $\beta(G, M, I)$, 被叫作概念格(concept lattice)。如图 2 所示为形式背景的概念格。

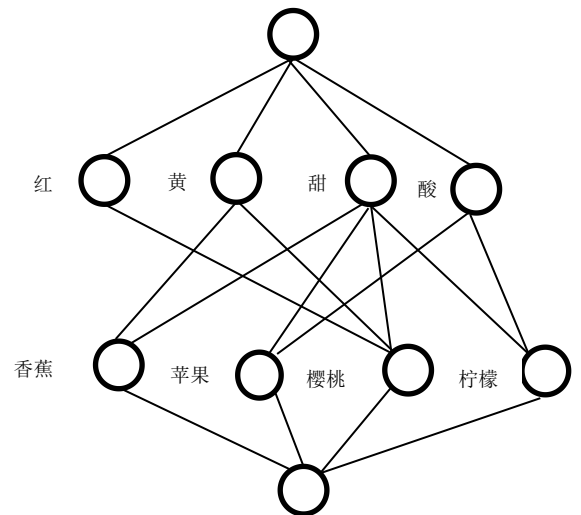


图 2 概念格

2 形式概念分析方法在软件开发中的应用

由于形式概念分析是新兴的一种软件分析方法，形式概念分析在各个行业领域都得到广泛的应用。下面就形式概念分析在需求分析、结构设计、系统设计和在 Web 中的应用进行具体的分析。

2.1 形式概念分析方法在需求分析中的应用

在软件工程中的需求分析环节主要是对软件在不同需求中的应用情况进行分析，通过形式概念分析方法的应用能够对具体分析时所需要使用的各种环境进行归类总结，并能够对后续不同类别的软件应用信息进行有效的整合以及管理。在需求分析环节通过形式概念分析法的合理应用，能够促进实际应用过程中各种软件的应用有效性以及灵活性。就具体的实际应用情况进行分析，通过概念分析方法所得到的语境和属性都能够对需求分析工作起到一定的促进作用，并能够给同种类型的软件工程提供足够多的基础以及借鉴，从而使得软件工程的设计速率得到进一步的提升。语境及属性集的构造如表 2 所示。

表 2 对象-属性集

属性 对象	需求分析	结构设计	详细设计	测试	综合	资格测试	安装	认同支持	软件维护
调试				×					×
概念				×					×
用例			×						×
识别	×	×							
再工程			×						×
控制	×								
帮助	×								
环境			×						×

表 2 中：“×”表示连接对象和属性的符号，比如说(调试，测试)可以组成一个对象-属性集，表示

了其在软件工程中操作的优先级别和对象属性。

此外通过概念分析法来对软件工程中各个传统模式对应的工作集以及属性关系进行分析，也能够得到相应的项目特征集合，也能够对该类型软件的需求分析工作奠定良好的基础。

2.2 形式概念分析方法在结构设计中的应用

软件设计以及研发作为一种高科技领域范畴中的工作，其研发目的在于进行数据结构的改革以及提升。因此在软件工程之中，首先需要对用户们的基本需求进行分析与管理，并在此基础上来进行软件数据的合理化组织以及分析工作，只有这样才能总结出的一套科学有效的设计方法^[9]。借助于假设的方法来对形式概念分析方法中所包含的概念构造原理进行有效的说明，然后在相关分析器的帮助下来对每一个项目的应用情况进行计算分析。这样就可以直接对这些变量之间所存在的相关性进行有效的分析，并能够在分析各个软件工程项目特征的基础上形成与其相关的概念，最终形成系统的概念格。

2.3 形式概念分析方法在系统设计中的应用

形式概念分析应用在软件工程系统设计阶段所要完成的任务主要是构造系统的概念格。

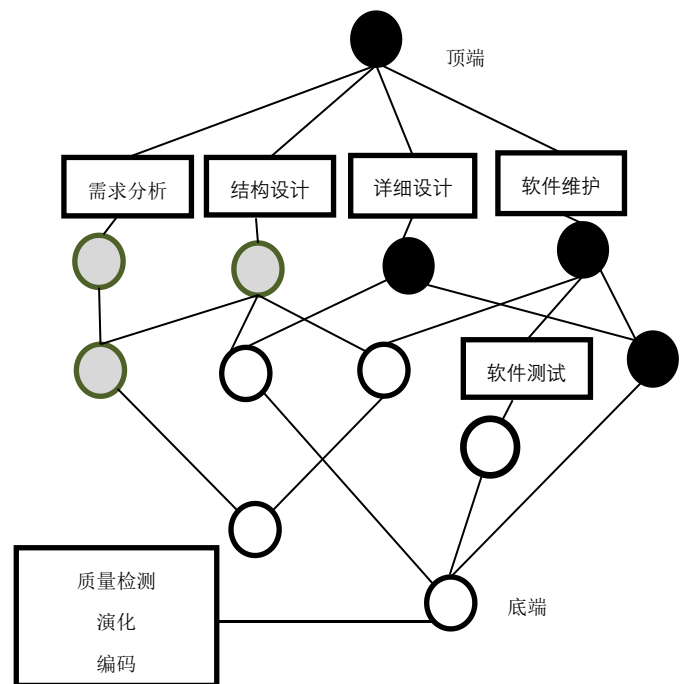


图 3 系统概念格的构造

从图中对象的数量和节点的颜色可以看出，系统对于每个对象的事件分配是不同的。颜色最暗的表示最需要紧急处理的事件或者过程，稍微暗些的表示可以通过其它环节进行预先或者推迟处理的

过程,最后则是按照系统正常开发次序进行完成的工作。

2.4 形式概念分析方法在 Web 上的应用

随着我国 Web 应用领域的进一步扩大,使得人们对于 Web 的质量要求也变得越来越。在信息网络技术迅速发展的今天,也导致 Web 的应用以及构造成为了进行软件测评研究的一项重要内容。而在进行 Web 的具体构建过程中还存在有差异性、分布性以及平台性等诸多特性,其对于 Web 应用软件的进一步发展也有着非常重要的意义^[4]。但是 Web 跟互联网技术都具备有开发周期短以及更新速度过快等特点,这也就对其调试以及应用测试等问题提出了更高的挑战。

借助于形式概念分析法的应用,能够有效解决 Web 开发过程中的更新速度快这一难题,并能够突破 Web 网页在差异性和分布性上面存在的差异性。此外传统的 Web 网页在应用过程中虽然取得了一定的效果,但是与实际的生活以及应用需求还存在着比较大的差距,并难以充分满足人们的实际需求,比如在传统的自动化测试过程中就无法很好的解决填充表单这一问题。随着互联网技术应用范围的不断变大,使得 Web 网页也开始融入到人们的日常生活之中,并在电子商务、电子教育以及安全性测试等多个环节得到了广泛的应用。通过形式概念分析法能够很好的避免原本测试模式下的局限性从而实现技术以及用户需求的有效统一。

3 总结

在软件工程的开发过程中进行形式概念分析法的应用,能够使得软件开发的速率以及开发灵活性得到进一步的提升,这样也就能够充分满足软件工程更新速度过快的需求,并能够更好的符合人们对于软件工程的实际要求。而在进行软件开发的其他阶段中,如何进行形式概念分析法的合理应用,也就成为了相关软件开发人员所需要迫切研究的一个问题。

参 考 文 献

- [1] G. Birkhoff. Lattice Theory. American Mathematical Society Colloquium Publications 25, Providence, RI, USA, 1st ed. 1940.
- [2] B. Ganter and R. Wille. Formal Concept Analysis. SpringerVerlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1996.

[3]臧国轻,李瑞光,郑珂.形式概念分析在软件工程中的应用综述[J].河南大学学报(自然科学版),2018,48(03):309-317.

[4] 畅鹏.形式概念分析在软件工程中的应用[J].通讯世界,2017(19):273-274.

[5] 蒋平.形式概念分析在软件工程中的应用 [J].计算机技术与发展,2008.