

# 应用概念格技术约简 Web 测试中的用户会话数据 The Application Technique of Reducing User-session in Web Test Based on Concept Lattice

覃海生, 韦海兰, 李新华

QIN Hai-sheng, WEI Hai-lan, LI Xin-hua

(广西大学计算机与电子信息学院, 广西南宁 530004)

(School of Computer, Electronics and Information, Guangxi University, Nanning, Guangxi, 530004, China)

**摘要:**以廉租住房系统管理平台中的房源管理模块为例, 阐述应用概念格技术约简 Web 测试中原始测试用例集的过程, 并设计一个自动化的框架, 以实现 Web 测试的自动化, 进一步提高测试效率。

**关键词:** Web 测试 测试用例集 用户会话 概念格 自动化测试

**中图分类号:** TP311 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-7378(2010)04-0476-03

**Abstract:** In this paper, the Source of Houses Management module in Low-Rent Housing System was taken as an example and the process of adopting the concept lattice technique to reduce the original test set was elaborated. In addition, the framework that enables to accomplish the software test automation and promote the test efficiency was constructed.

**Key words:** web test, test set, user-session, concept lattice, automatic test

随着 Web 技术的迅猛发展与广泛应用, Web 应用程序已经成为全球信息基础设施的重要组成部分。因此 Web 应用系统的质量和可靠性问题日益受到人们高度的重视, Web 测试也成为软件测试研究的一个热点。Web 系统通常具有分布、并发、实时交互、异构和与平台无关性等新特性, 这使得传统的测试方法难以胜任 Web 测试, 因此给软件测试领域带来新的挑战。

传统的白盒测试通过检查代码, 建立系统模型并从中识别测试需求, 但是要付出高昂的人力代价才能满足。Elbaum 和 S. Karre<sup>[1]</sup> 教授提出利用在 Web 应用程序操作中捕获的用户会话数据, 从功能角度对 Web 程序进行测试。这种方法把收集到用户会话转换成 HTTP 请求, 并将其发送到服务器访问相应的 Web 功能, 形成一个测试用例, 即和每一个用户会话相关联的 HTTP 请求的集合。这样收集的用户会话越多, 形成的可向服务器发送用户请求的测试用例就越多, 能访问到的 Web 功能就越完

整。这种方法能产生更加有效的测试套, 在缺陷侦测和程序覆盖率方面都能达到满意的效果。但是在实际应用中, 随着收集的用户会话数量的增多, 测试套会产生冗余的测试用例并且维护困难, 测试的成本也在激增。因此需要在保证既定测试需求的条件下, 约简用户会话数据, 生成较小的测试用例集, 以降低测试成本, 满足实际应用需要。

概念格 (Concept Lattice), 又称为 Galois 格, 是德国数学家 Wille R. 于 1982 年首次提出的<sup>[2]</sup>。概念格是一种将具有共同离散属性的对象聚集起来的数学分析方法<sup>[3]</sup>, 具有层次聚类的特性, 它通过描述对象和属性之间的二元关系, 建立一种概念层次结构。由此生成的布局图—Hasse 图, 实现了数据的可视化, 生动简洁地体现了泛化与特化关系, 是数据分析和知识发现的有力工具。Eklund 和 Martin<sup>[4]</sup> 设计了基于概念格的工具 WebKB, 用来描述概念的语义及概念间的层次关系, 在此基础上进行 Web 文档索引和导航。Paolo<sup>[5]</sup> 利用 FCA 理解面向对象程序代码并进行修改影响分析。Ping Ng<sup>[6]</sup> 利用概念格整合 UML 场景序列, 确认测试需求。张磊磊<sup>[7]</sup> 也在基于概念分析的用户会话约减技术方面进行了有益的研究。本文在基于用户会话的 Web 测

收稿日期: 2010-07-25

作者简介: 覃海生 (1956-), 男, 教授, 主要从事数据库系统与应用、网络与信息安全、管理信息系统研究。

试上引入概念格技术,对原始测试集进行约简,从而降低测试成本,提高测试效率。

### 1 应用概念格技术约简原始测试用例集

以廉租住房系统管理平台中的房源管理模块为例,具体说明对其进行基于用户会话的 Web 测试时,运用概念格技术约简原始测试用例集的过程。廉租住房系统主要是采用 B/S 技术构建(图 1),其系统结构中的房源管理模块用例如图 2 所示。

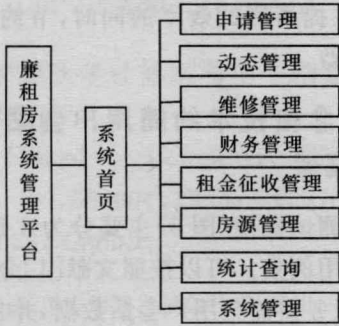


图 1 廉租住房系统的系统结构

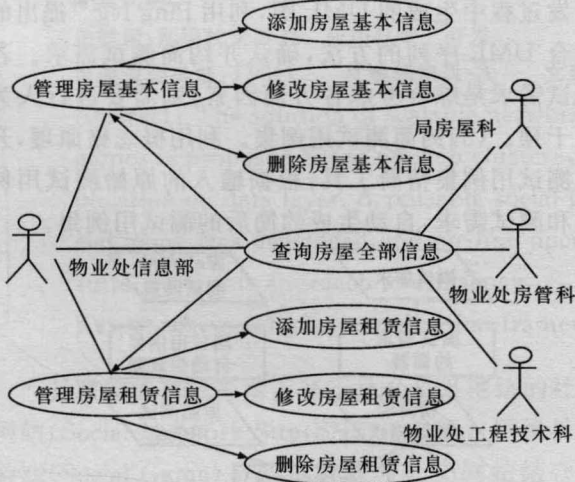


图 2 房源管理模块用例

在基于用户会话的 Web 测试中应用概念格技术,根据文献[1]的方法捕获用户会话数据,将用户会话表示“对象”即概念的处延;用户请求(即 URLs)表示对象的“属性”,即概念的内涵。这样可以用一张二元关系表描述对象和属性之间的关系,其中行元素表示用户会话 s,列元素表示用户请求 u。表中某一格的值若为真值,表示某一用户会话 s 可以访问某一用户请求 u,否则表示不可以。例如抽出其中的部分数据来展示如表 1 所示。其中缩写 QAll, HBasic, ABasic, MBasic, DBasic, HRent, ARent, MRent 和 DRent 分别表示查询房屋全部信息,管理、添加、修改和删除房屋基本信息,以及管理、添加、修改和删除房屋租赁信息功能。真值用×标记。

观察第 3 行第 4 列,表示用户会话 s3 可以访问用户请求 DBasic,即该用户会话可以访问删除房屋基本信息功能。

表 1 用户会话与用户请求的二元关系

	OAll	HBasic	ABasic	MBasic	DBasic	HRent	ARent	MRent	DRent
s1	×	×	×	×					
s2	×	×	×		×				
s3	×	×	×	×					
s4	×						×	×	×
s5	×					×	×		×
s6	×	×	×		×	×	×		
s7	×	×	×	×		×	×	×	

在表 1 的基础上,运用批处理的概念格技术即可以生成其对应的概念格图(图 3)。利用 Galicia 工具还可以生成对应的三维立体图(图 4),从多个角度形象地展现对象与属性的关系。这样用户会话就可以转换为测试用例。用户会话数据得到约简,那么由其生成而来的测试用例集也自然地得到约简。

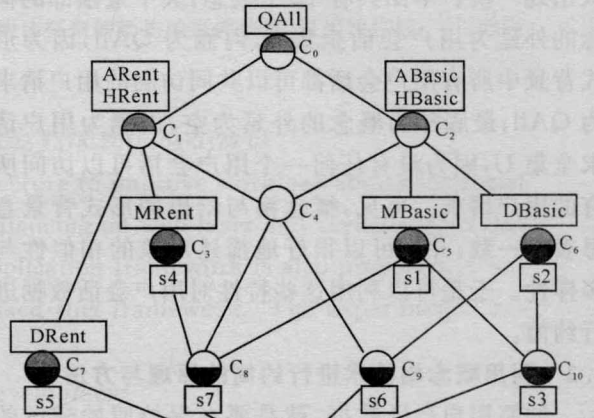


图 3 表 1 对应的概念格图

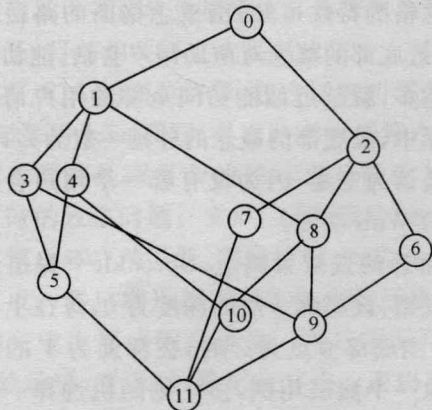


图 4 图 3 对应的三维立体图

## 2 应用概念格技术约简用户会话数据

### 2.1 利用概念格技术进行约简的基础

从二元关系表与概念格的转换,可以看出概念

格提示了隐含在关系表中的概念的聚类层次。在对应的概念图(图3)中,每一节点表示一个概念;某一概念的内涵就是在该节点之上可达的节点所标记的内涵,某一概念的内涵之下可达节点所标记的概念都具有该内涵,即下层概念具有上层概念的内涵。若  $O_i$  具有的属性和  $O_j$  的一致,用偏序表示为  $(O_i, A_i) \leq (O_j, A_j)$ , 其中  $O$  和  $A$  分别代表对象和属性,那么我们称  $O_i$  相似于  $O_j$ 。由此可知,沿着概念格图的路径自上而下,越接近底部的概念,具有的属性与全部属性越接近,概念的相似度越高。其中有两个比较特殊的节点,最顶部的概念表示所有对象共同具有的属性,而最底部的概念表示所有属性都具有的对象。

观察图3,每个概念下面的标签表示概念的外延(用户会话),上面的标签表示概念的内涵(用户请求),为简化概念格图,同一个属性、对象的节点标注只出现一次。本图共有12个概念,其中最顶部的概念的外延为用户会话全集  $S$ ,内涵为  $QA_{All}$ ,因为形式背景中所有用户会话都可以共同访问的用户请求为  $QA_{All}$ ;最底部的概念的外延为空,内涵为用户请求全集  $U$ ,因为没有任何一个用户会话可以访问所有的用户请求。可见,概念格与给出的形式背景意思表示一致,并且可以很好地描述对象的相似性与多样性。于是可以利用这些特性对用户会话数据进行约简。

### 2.2 利用概念格技术进行约简的原理与方法

约简用户会话数据,就是要在保持原始测试效力的基础上,删除冗余的部分,从而得出精简用户会话数据,再转换为测试用例集进行测试。从2.1讨论的概念格的特性可知,沿概念格图的路径自上而下,越接近底部的概念对应的用户会话,能访问的用户请求越多,就越近似能访问全部的用户请求。但是在实际中,最底部的概念的外延一般为  $\emptyset$ ,即对应的用户会话为空集,因为没有哪一个用户会话会访问所有的 Web 功能。

在概念的选取策略上,Sprenkle<sup>[8]</sup>提出这样一种选取规则:设底部节点的深度为0,每往上一层深度加1。当底部节点为  $\emptyset$  时,在深度为1的结点上每点选取一个测试用例,多个则随机选择一个。在图3中,若分别以节点  $C_7, C_8, C_9$  和  $C_{10}$  为起点,沿着所有可能的路径直至顶部节点,遍历整个概念格,可发现所遍历节点对应的用户请求,这4个节点对应

的用户会话  $s_3, s_5, s_6$  和  $s_7$  都能访问,即只需选取  $s_3, s_5, s_6$  和  $s_7$  这4个用户会话,就能访问表1中所有的用户请求,测试表1中所列的全部 Web 功能。据此,可以得出精简的用户会话数据为  $\{s_3, s_5, s_6, s_7\}$ 。

该方法在保证原始测试效力的条件下,与原始用户会话数据相比,削减了3/7,有效提高了测试效率。上述只是抽取少数的几条数据,若对于整个原始的数据,用此方法进行约简能大幅度减少用户会话的数量,在提高测试效率的同时,节约了成本,带来可观的效益。

### 3 应用概念格技术约简用户会话数据的自动化测试框架

自动化测试框架(图5)主要分为3部分:(1)生成原始测试用例集。可以按照文献[1]介绍的方法,利用 Web 服务器捕获用户会话数据,并自动转换生成原始测试用例集。(2)确定测试需求。可以结合开发过程中生成的 UML 图,利用 Ping Ng<sup>[6]</sup>提出的整合 UML 序列的方法,确认并约简测试需求。若测试需求是综合考虑各方面因素,则需要进行人为地干预。(3)约简测试用例集。利用概念格原理,开发测试用例集精简工具,根据输入的原始测试用例集和测试需求,自动生成约简后的测试用例集。

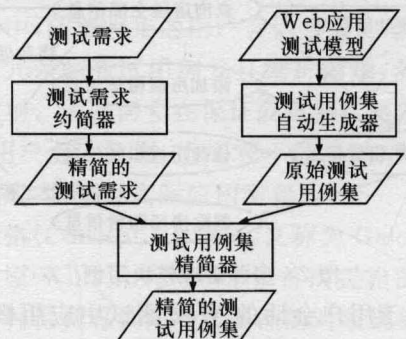


图5 自动化 Web 测试框架

### 4 结束语

为了避免基于用户会话的 Web 应用测试中用户会话数据增多导致测试成本迅速增加的问题,本文采用概念格技术,根据既定的测试需求,以廉租住房系统管理平台中的房源管理模块为例,分析说明应用概念格技术对用户会话数进行约简的有效性,并设计一个自动化的测试框架,以实现测试的自动

(下转第482页)

问题。随着内存型数据库系统<sup>[7]</sup>、缓存系统以及分布式并行计算技术的发展,游戏应用开发框架的可伸缩性和性能,将会得到更大限度的提升。

#### 参考文献:

- [1] 汉森. JGnet 技术 [EB/OL]. <http://www.handseeing.com>, 2009-11-01.
- [2] 周勇. 蓝港在线网页游戏引擎[J]. 程序员, 2009(9): 60-63.
- [3] Cal Henderson. 构建可扩展的 web 站点[M]. 北京: 电子工业出版社, 2008.

- [4] 简朝阳. MySQL 性能调优与架构设计[M]. 北京: 电子工业出版社, 2010.
- [5] Xin Chen. 应用框架的设计与实现[M]. 北京: 电子工业出版社, 2005.
- [6] Martin Fowler. Patterns of Enterprise Application Architecture[M]. Addison-Wesley, 2005.
- [7] 何坤. 基于内存数据库的分布式数据库架构[J]. 程序员, 2010(7):116-117.

(责任编辑:邓大玉)

(上接第 478 页)

化,进一步提高测试效率。下一步我们将运用增量式算法对精简集进行动态更新。

#### 参考文献:

- [1] Elbaum S, Rothermel G. Leveraging user-session data to support web application testing[J]. IEEE Transactions on Software Engineering, 2005, 31(3):187-202.
- [2] Wille R. Restructuring lattice theory: an approach based on hierarchies of concepts [J]. Ordered Sets, 1982:445-470.
- [3] 张文修, 姚一豫. 粗糙集与概念格[M]. 西安: 西安交通大学出版社, 2006.
- [4] Martin P, Eklund P W. Knowledge retrieval and the world wide web[J]. IEEE International Conference on Software Engineering Research, Management and Applications, 2000, 3(15):18-25.
- [5] Paolo Tonella. Using a concept lattice of decomposition slices for program understanding and impact analysis[J]. IEEE Transaction on software engineer-

- ring, 2003, 29(6):495-509.
- [6] Ping Ng. A concept lattice approach for requirements validation with UML state machine model[C]. IEEE International Conference on Software Engineering Research, Management and Applications, 2007: 393-400.
- [7] 李心科, 张磊磊. 基于概念分析的用户会话约减技术[J]. 计算机工程, 2009, 35(7):60-63.
- [8] Sara Sprenkle, Sreedevi Sampath. An empirical comparison of test suite reduction techniques for user-session-based testing of web applications[C]. IEEE International Conference on Software Maintenance, 2005:587-596.
- [9] 黄晓玲, 袁兆山. 基于用户会话数据的 Web 测试方法[J]. 计算机工程, 2009, 35(3): 74-79.
- [10] 王霞, 张文修. 概念格的属性约简与属性特征[J]. 计算机工程与应用, 2008, 44(12):1-4.

(责任编辑:尹 闯 邓大玉)