

# Web 应用软件的分析和测试<sup>\*</sup>

路晓丽<sup>1,2</sup> 葛 玮<sup>1</sup> 郝克刚<sup>1</sup>

(西北大学计算机科学系 西安710069)<sup>1</sup> (西北大学公共管理学院 西安710069)<sup>2</sup>

**摘 要** 随着 Web 应用软件的快速发展,作为保证 Web 质量和可靠性的重要手段,Web 应用软件的分析和测试受到了人们越来越多的重视。本文描述了 Web 应用软件的 RE 分析方法,提出了一个 Web 应用软件测试模型,并讨论了 Web 应用软件单元测试、集成测试和导航测试的策略和方法。

**关键词** Web 应用软件测试,测试模型,面向对象

## A Study of Web Application Testing

LU Xiao-Li GE Wei HAO Ke-Gang

(Department of Computer Science, North West University, Xi'an 710069)<sup>1</sup>

(College of Public Administration, North West University, Xi'an 710069)<sup>2</sup>

**Abstract** With the rapid development of Web application, people attach more importance to Web application analyzing and testing which is an important means of guaranteeing Web quality and reliability. In this paper, firstly, we describe an approach of RE for Web application. Secondly, we put forward a testing model of Web application. Finally, we discuss several strategies and methods of unit testing, integration testing and navigation testing in detail.

**Keywords** Web application testing, Testing model, Object-oriented

## 1 引言

随着网络技术和信息技术的飞速发展,基于网络的 Web 应用软件迅速风靡全球,并渗入到社会的各个应用领域。在市场需求和技术进步的不断推动下,Web 应用软件的种类和数目不断增加,软件开发周期缩短,软件规模扩大,软件复杂性增加,软件质量越来越成为人们关注的问题。作为保证软件质量和可靠性的重要手段,Web 应用软件测试就成为软件开发过程中的一个重要环节。

Web 应用软件具有的异构、分布、并发和平台无关的特性,使得对 Web 应用软件的测试要比传统程序的测试更加困难<sup>[1]</sup>,从而在软件测试领域提出了新的挑战。实际上,有效的 Web 应用软件的测试依赖于对其进行充分的分析和理解,并提出良好的测试模型、测试策略、测试级别和测试过程,而这些方面的研究才刚刚起步,许多问题仍需进一步探讨,例如:测试模型的粒度定义,测试模型和策略的充分性评估,测试级别的确定,覆盖标准的定义以及测试自动化技巧的应用等问题。本文讨论了 Web 应用软件测试领域的一些重要问题,文章第2部分描述了 Web 应用软件的 RE 分析方法,第3部分提出了一个面向对象的 Web 应用软件测试模型,第4部分详细讨论了 Web 应用软件单元测试、集成测试和导航测试的策略和方法。

## 2 Web 应用软件的 RE 分析方法

为了充分地了解 Web 应用软件的静态结构、动态交互和功能行为,并有效地测试 Web 应用软件,必须对其进行分析,通常可以利用反向工程 RE 方法来分析 Web 应用软件,并通过扩展的 UML 图进行表示<sup>[2]</sup>。RE 方法一般包括分析的目标、模型和工具,其中,目标说明了分析的动机;模型用来表示

抽取和恢复的信息,最后作为分析的结果生成测试模型;分析工具用来辅助整个分析过程,而整个过程包括了三个阶段,分别为静态分析、动态分析和行为分析。静态分析主要恢复 Web 应用软件的组件以及它们之间的静态关系,得到一个初步的类图,为此,需要处理 html 文件、目录结构、脚本语言源代码和其他的静态信息,并定位、分类和记录 html 页面和页面子元素,然后把元素和面向对象实体进行映射,通常可将 html 页面和相关的子元素映射为类,链接映射为关系,每个组件的参数映射为类的属性。动态分析需要执行 Web 应用程序,记录组件之间的动态交互,所得到的动态信息可用于验证、确认和完善前一个阶段所得到的类图,为此,动态分析阶段要观察 Web 应用软件的执行情况,跟踪源代码的任何事件和动作,并定位对这些动作负责的所有元素,例如:链接、脚本、applet 等,动作便成为相关类的方法,而由事件激发的动作序列,与应用程序对象之间交换的信息的次序有关,可以表示为 UML 顺序图。行为分析主要从用户的观点来检测 Web 应用软件的功能,并对功能行为进行抽象、分组,得到 UML 用例图。Web 应用软件的 RE 过程如图1<sup>[2]</sup>所示。

## 3 Web 应用软件的测试模型

利用 RE 方法对 Web 应用软件进行静态分析、动态分析和行为分析,可以得到测试模型,并借助扩展的 UML 类图进行表示,类表示应用程序的 Web 页面和页面中的组件,关联表示页面及组件之间的关系<sup>[3~5]</sup>。Web 页面要区分服务端页面和客户端页面,客户端页面又分为静态页面和构造页面,静态页面的内容是固定的,而构造页面的内容是动态产生的;页面中的组件可以是表单、图像、锚、多媒体对象、脚本、Java Applet、Java Bean 和 ActiveX 控件,还可以是应用程序连接到数据库管理系统或其它系统的接口对象<sup>[5]</sup>。在表示关联时,

<sup>\*</sup> 本研究得到国家863项目(2001AA115090)的资助。路晓丽 博士研究生,主要从事工作流和软件测试等方向的研究。葛 玮 副教授,硕士生导师,主要从事软件工程和在工作流等方向的研究。郝克刚 教授,博士生导师,主要从事软件工程和在工作流等方向的研究工作。



接、重定向、提交和构建的关系；如果这些页面连接成环路，则需要人工干预，删除形成循环的较少参数的连接。集成测试的次序可以通过如下几个步骤得到：首先，根据测试模型，建立一个图，图中的节点代表页面和页面中的组件，图中的连接表示各节点的关系，每个服务端页面和所构造的客户端页面表示为一个单一的节点；其次，图中的每个连接可以有权值，权值与传递的参数个数成正比，若将页面装入框架则给予较高的权值；然后，通过删除较小权值的连接将该图转换为一个非循环图；最后，计算该非循环图的最逻辑次序，得到集成测试的次序<sup>[5]</sup>。集成测试的次序建立后，就可以进行集成测试，每一次集成根据需要可以增加新的测试用例，或者继续使用上一步的测试用例，直到所有有关的页面被集成。

#### 4.2 导航测试

Web 应用软件的导航行为非常复杂，为了确保导航行为是正确的，并且满足了用户的需求，必须进行导航测试<sup>[7]</sup>。通常，导航测试要经过建立导航行为图、写出路径表达式、选择测试用例和执行测试用例四个阶段来进行。首先，通过分析测

试模型，可以建立一个导航行为图，该图中的节点表示页面、页面中的表单和框架，图中的每个边用  $e_i (i=1, 2, \dots)$  来标识，表示节点间的超链接、提交、构建和重定向等关系，另外，还必须表示相关的关联类例如 `creatcondition`、`loadpageframe`，图3是一个导航行为图的例子。接着，开始构造导航行为图的路径表达式，一般来说，路径表达式是图中所有路径的代数表示，表达式中的变量是边标签，表达式中的操作符有三个，分别为  $()$ 、 $+$  和  $*$ ，其中  $()$  用于表示子表达式组， $+$  用于路径的选择， $*$  用于路径的循环<sup>[8,9]</sup>，图3的路径表达式就可以表示为  $e1e3e5 + e2e4e6e7(e8 + e9)$ ，在 `serverpage1` 处存在一个选择， $e8 = \{\text{serverpage1}, p5\}$ ， $e9 = \{\text{serverpage1}, p6\}$ 。然后，由于路径表达式直接表示了图中的所有路径，因此可以知道有多少独立路径、有多少选择路径和多少循环路径，并相应产生测试用例的节点序列，评估满足了何种覆盖标准。一旦测试用例从导航行为图的路径表达式中产生，测试工程师就可以手工输入需用表单收集的数据，并借助工具自动执行测试用例。

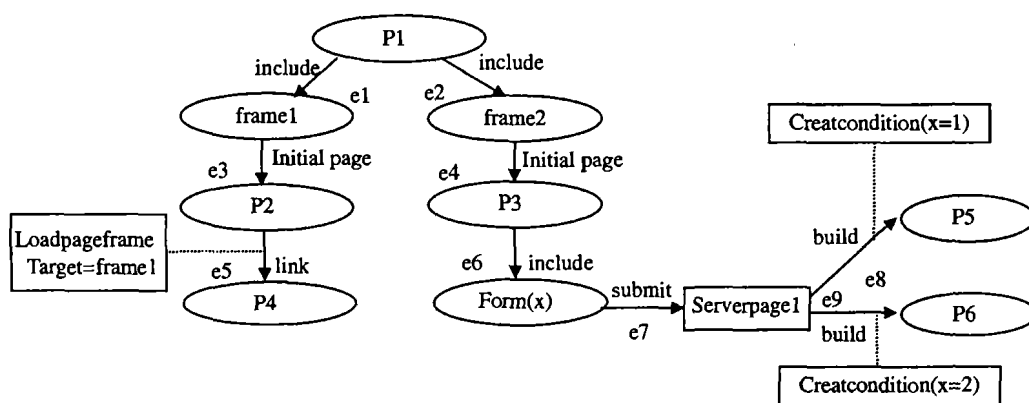


图3

**结束语** 随着 Web 技术的飞速发展和 Internet 的不断普及，Web 应用软件的需求不断扩大，应用领域也更为广泛，为了保证日益复杂的 Web 应用软件的质量和可靠性，使其具有良好的交互性、安全性和分布性，Web 应用软件测试将会扮演更加重要的角色，引起人们更多的关注。本文首先描述了 Web 应用软件的 RE 分析方法，接着提出了一个 Web 应用软件测试模型，然后详细讨论了 Web 应用软件单元测试、集成测试和导航测试的策略和方法。

#### 参考文献

1 许蕾,许宝文,陈振强. Web 测试综述. 计算机科学,2003,3

2 Lucca G A D, Penta M D, Antoniol G. An approach for Reverse Engineering of Web based application. *EEE Computer*, Jan. 2001  
 3 Conallen J. Modeling Web Applicatin Architecture With UML. <http://WWW.conallen.com>.  
 4 Conallen J. Building Web Applicatin With UML. Addison Wesley Publishing Company, Reading, MA, 2000  
 5 Lucca G A D, Fasolino A R, Faralli F, Carlini U D. Testing Web application. *IEEE Computer*, Feb. 2002  
 6 郑人杰. 计算机软件测试技术. 清华大学出版社, 1999  
 7 Kung D C, Liu C H. An Object-oriented Web test model for testing Web application. *IEEE Computer*, Jan. 2002  
 8 Ricca F, Tonella P. Analysis and testing of Web application. *IEEE Computer*. July, 2001  
 9 Tonella P, Ricca F. Dynamic Model Extraction and Statistical Analysis of Web Applications. *IEEE Computer*, April, 2002

(上接第119页)

系统的每一个组成部分都由一个或多个进程组构件构成，每一个进程组构件被赋予一个全系统内唯一的标识，我们称之为进程组标识。其中进程组构件3000、4000、6000采用路径分派方式；进程组构件2100、4400采用数据分派方式。进程组构件之间通过构件交互协议进行通信。

**结束语** 软件体系结构和基于构件的软件开发是近年来软件工程界关注的重点。本文介绍了一种基于进程组构件的软件体系结构的设计方法，并简要介绍了应用此方法开发的 iCALL 客户服务中心系统。

进一步的工作包括如何从更高的抽象层次来完善基于进程构件的设计方法，给出各种构件以及构件交互协议的形式

化描述。

#### 参考文献

1 Shaw M, et al. Abstractions for Software Architecture and Tools to Support Them. *IEEE Transactions On Software Engineering*, 1995, 24(4): 314~335  
 2 Hayes-Roth B, et al. A Domain-Specific Software Architecture for Adaptive Intelligent Systems. *IEEE Transactions in Software Engineering*, 1995, 21(4)288~301  
 3 梅宏, 陈锋, 冯耀东, 杨杰. ABC: 基于体系结构、面向构件的软件开发方法. *软件学报*, 2003(4)  
 4 李青山, 陈平, 褚华. 支持柔性机制的元数据模型的研究与应用. *西安电子科技大学学报*, 2002(3)  
 5 于卫. 软件体系结构与软件重用方法的研究. [博士论文]. 西安电子科技大学, 1999  
 6 Taylor R N, Medvidovic N, Anderson K M, et al. A Component-and Message-Based Architectural Style for GUI Software. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 1996, 22(6)