

# 互联网软件工程的观念及关键问题

Concept and Key Problems of Web Engineering

李景峰<sup>1</sup> 李 琰<sup>1</sup> 陈 平<sup>1</sup>

(西安电子科技大学软件工程研究所 西安 710071)<sup>1</sup> (科广电子上海有限公司 上海 200437)<sup>2</sup>

**Abstract** In most cases, the Web application development has been lacking systematic approaches and quality control procedures. Hence, there is now growing concern about the manner in which Web applications are developed and their long-term quality. Web engineering, an emerging new discipline, promotes the establishment and use of sound scientific, engineering and management principles, and advocates a disciplined and systematic approach to design, development and maintenance of Web applications. This paper presents an introductory overview on Web engineering, the concept and features of Web engineering, and a comparison between Web engineering and the traditional software engineering. Also, several key problems that must be solved in Web engineering are pointed out.

**Keywords** Web engineering, Web application, Web application development

## 1. 引言

随着 Web 和 Web 技术的发展, 互联网应用系统变得日益广泛。同时, 其规模越来越大, 结构变得越来越复杂。此外, 对互联网应用系统的动态性、灵活性和易维护性的需求也使得其设计、开发和维护变得越来越困难。互联网应用系统已经成为一种特殊的软件系统<sup>[1]</sup>。互联网应用系统的开发也不仅仅是信息处理和呈现, 而是一个包括分析、设计、管理、度量和维护等活动过程<sup>[2]</sup>。

然而, 多数情况下, 互联网应用系统的开发缺乏严格的系统的方法、质量保证措施和项目管理技术<sup>[2]</sup>。一个项目的成败往往依靠一两个“软件英雄”和开发者的经验。由于缺乏严格的开发方法, 互联网应用系统的设计、开发和维护都遇到了严重的问题。目前, 那些日渐剧增的、采用不规范方法开发出来的互联网应用系统失败的可能性极大。更严重的是, 随着互联网系统的日益复杂, 系统中的一个疏忽将会引起许多其它的问题。当这种情况发生时, 互联网应用系统的可靠性将剧减, 并将引起互联网软件危机<sup>[3]</sup>。潜在的互联网软件危机可能比软件开发人员所面对的软件危机更为严重<sup>[4]</sup>。

为了避免互联网软件危机, 在设计 and 开发复杂的互联网应用系统过程中, 迫切需要采用严格的开发方法以支持互联网应用系统的分析、设计、开发和维护。近两年, 一些互联网应用的研究者和开发者已经意识到了这个问题。1998 年 4 月在澳大利亚布里斯班举行的 WWW7 会议上, 以 San Murugesan 为首的几位学

者第一次组织了关于互联网软件工程的讨论组, 提出了互联网软件工程的观念。同时, IEEE 的软件杂志<sup>[5]</sup>也组织了一次关于“基于 Internet 的应用系统是否能工程化”的讨论。鉴于第一次讨论组的成功<sup>[6]</sup>, 另两次关于互联网软件工程的讨论分别于 1999 年 5 月在 ICSE 和 WWW8 会议上进行<sup>[7,8]</sup>, 讨论了互联网应用系统开发的现状, 并且提出了进一步研究的方向。一个关于成功地开发互联网应用系统的新学科——互联网软件工程逐渐受到关注。

## 2. 互联网软件工程的观念

### 2.1 互联网软件工程的对象: 互联网应用系统

首先, 我们要对互联网软件工程的对象有一个深入的了解。互联网软件工程的对象就是依赖于互联网环境的应用系统——互联网应用系统<sup>[9]</sup>。小到由几个页面构成的个人网站, 大到由数百万页构成的大型专业网站、基于互联网的企业信息系统、电子商务系统等都属于互联网应用系统。

互联网应用系统采用一种特殊的 Client/Server 结构——Browser/Server 结构。客户端是统一的公共浏览界面 (Browser), 系统开发主要集中在服务器端 (Web Server) 软件的开发上, 客户端除浏览器软件外不再需要特殊的软件和配置。根据互联网应用系统服务器端软件的特点, 我们将其分为三类:

- 以页面为中心的互联网应用系统。此类系统的服务器端主要由静态的页面和它们之间的超链接构

**李景峰** 博士研究生, 主要研究领域: 互联网软件工程、面向对象技术、软件重用。 **李 琰** 助理工程师, 主要研究领域: 互联网软件工程。 **陈 平** 教授, 博士生导师, 主要研究领域: 面向对象技术、软件体系结构、软件工程。

成。用户通过浏览器向 Web 服务器发出一个 URL 请求, Web 服务器接收浏览器的请求, 向浏览器发送页面(一个 HTML 文件), 此类系统是最简单的互联网应用系统, 它的目的是信息发布, 典型的例子就是早期的小型网站和一些简单的个人网站。

- 以数据库为中心的互联网应用系统。此类系统的服务器端主要由嵌入了程序的页面和相关的数据库构成。用户通过浏览器向 Web 服务器提交服务请求(例如, 数据查询), Web 服务器分析用户输入的数据, 执行相应的程序(通常要访问数据库), 根据不同的数据内容将相应的执行结果(通常是数据库查询的结果集)以 HTML 的格式传送给浏览器。此类系统的目的是为用户提供一些简单的信息服务, 其核心是系统中的数据库, 典型的例子是以 ICP 为代表的提供信息服务的网站。

- 以应用逻辑为中心的互联网应用系统。此类系统的服务器端由页面、单独的应用服务器软件和数据库构成。由于此类系统的应用逻辑比较复杂, 所以其通常由单独的服务器程序来完成。用户通过浏览器提交一些较复杂的服务请求(例如网上交易), Web 服务器进行请求格式转换后将其转发给应用服务器, 应用服务器通过执行其上的应用程序来处理请求, 并将结果返回给 Web 服务器, Web 服务器根据结果生成页面, 并将页面传回给浏览器。此类系统是目前最复杂的互联网应用系统, 典型的例子是电子商务系统。

从以上分类我们可以看出互联网应用系统从以页面为中心, 到以数据库为中心, 再到以应用逻辑为中心, 变得越来越复杂了。

另外, 对于互联网应用系统我们必须明确一点, 互联网应用系统并不等同于网站。网站主要用于信息的发布, 很少涉及系统的应用逻辑, 而互联网应用系统在此基础上, 更强调系统应用逻辑的执行。所以, 从这种意义上讲, 网站是互联网应用系统的前端<sup>[1]</sup>。

## 2.2 互联网软件工程的定义和研究内容

由于互联网应用系统日益复杂, 而其开发又缺乏严格的方法, 所以开发出的互联网应用系统不能达到理想的性能和质量, 开发过程也变得日益复杂、难于管理、代价很高而且远远落后于技术的发展。这样, 互联网软件工程——一门新的学科应运而生, 它提倡使用严格的、系统的方法来开发基于互联网应用系统。

互联网软件工程是一门关于建立科学的、工程的、管理的原则, 采用严格的、系统的方法开发和维护互联网应用系统的学科<sup>[2]</sup>。采用互联网软件工程的原则和方法, 可以控制互联网应用系统开发中的混乱局面, 降低开发风险、增强系统的可维护性以及提高系统的质量。

互联网软件工程不是一个单一的活动或任务, 它需要解决互联网应用系统开发过程中各方面的问题,

从系统的分析、设计, 到开发实现、性能评估、连续不断的维护以及开发过程的管理。互联网软件工程的研究内容主要包括以下内容: 需求获取和分析; 互联网应用系统的开发方法和技术; 测试和验证; 更新和维护; 配置管理和项目管理; 开发模型、团队和人员配备; 质量评估、控制和保证; 开发工作评估和度量, 性能说明和评价; 原有系统移植到 Web 环境下; 以用户为中心的开发、用户建模、用户的参与和反馈。

## 2.3 互联网软件工程的特征

作为一门新兴的学科, 互联网软件工程有着它自己的特征:

- 一门涉及多个领域的学科。如 Deshpande<sup>[3]</sup>所述, 互联网软件工程是超越了计算机科学、软件工程和信息工程的一门涉及到多个领域的学科。对于互联网应用系统来说, 互联网软件工程主要涉及如图 1 所示的各领域。

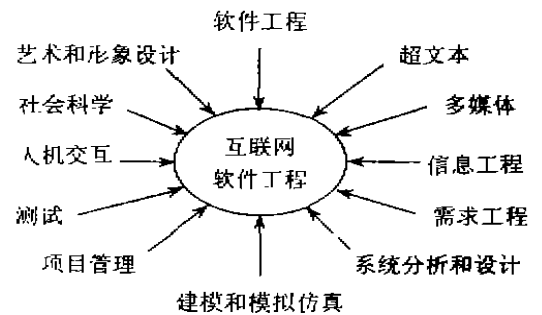


图 1 互联网软件工程——一门涉及多个领域的学科

- 螺旋式的工程过程。互联网应用系统要求能进行连续不断的更新和改进, 所以它不象传统软件那样具有专门的版本<sup>[2]</sup>。而且, 除了第一个开发周期外, 在以后的过程中系统维护和开发的界限将不再明确。从互联网应用系统的分析、设计到开发和维护, 互联网软件工程是一个连续的、递增的、螺旋式的工程过程(见图 2)。所以, 有人将互联网软件工程生动地比喻成园艺艺术<sup>[2]</sup>。

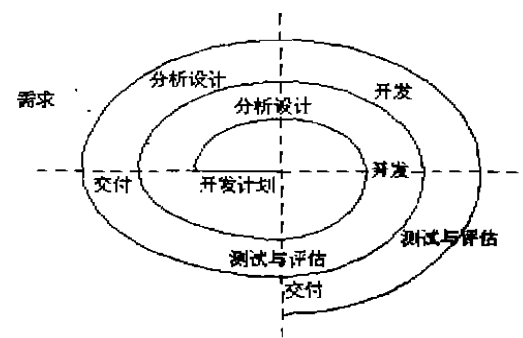


图 2 互联网软件工程——螺旋式的工程过程

## 2.4 互联网软件工程与传统软件工程的比较

实际上,互联网软件工程采用了传统软件工程的一些原则,但由于互联网应用系统有其自身的特点,其开发不同于传统的软件系统开发,所以,互联网软件工程也不同于传统的软件工程,它们之间的主要差别表现在以下几点

- 前面提到过,互联网软件工程是一门涉及多个领域的学科,它是艺术、技术和科学的结合体,这与传统软件工程有着很大的差别。

- 相对于传统软件而言,互联网应用系统有其自身的特征:导航结构;另外,除了完成系统功能以外,互联网应用系统更注重信息的呈现,喜欢在不同程度上采用多媒体的形式,所以,互联网软件工程必须针对这些特征采用一些新的方法和技术。

- 大多数互联网应用系统的开发周期很短(通常只有几个月),所以互联网软件工程很难应用传统软件工程中使用的形式化方法和测试技术。

- 通常,互联网应用系统的开发团队由多种人员组成,他们的知识背景、技术以及对系统的理解都相差很大。互联网软件工程中开发团队的人员配备、项目管理和人员之间的协作也与传统软件工程有着很大的差别。

## 3. 互联网软件工程中的几个关键问题

互联网软件工程活动跨越了互联网应用系统的整个生命周期,从系统的分析设计到开发、使用,再到连续的改进和系统更新/升级。作为一门新兴的学科,互联网软件工程中几个关键问题有待解决。

### 3.1 互联网应用系统开发的过程模型

为了降低互联网应用系统开发过程中的复杂性,迫切需要—个过程模型来指导互联网应用系统的开发。该过程模型应该帮助开发者找出系统的复杂性所在,使系统的开发风险降到最低,并能适应系统可能的变化,快速地交付系统,以及当项目进行时为项目管理提供反馈<sup>[21]</sup>。此外,该过程模型还应该保证互联网应用系统的开发过程是可监测的和可跟踪的。

目前,许多学者在项目实践的基础上提出了一些过程模型<sup>[22-24]</sup>,但它们大都是针对信息系统和超媒体应用系统的,并不完全适用于复杂的互联网应用系统的开发。找出一个既通用又能根据应用系统的特点进行定制的互联网应用系统开发的过程模型已经成为互联网软件工程中的一个关键问题。

### 3.2 互联网应用系统的分析和设计

互联网应用系统的分析和设计是互联网软件工程中—个非常重要的活动,要求使用系统的、严格的方法。近几年,随着互联网应用的日益广泛,出现了一些

互联网应用系统的分析和设计方法,如 RMM 方法,OOHDM 方法、WebComposition 方法等。

RMM (Relationship Management Methodology)<sup>[25]</sup>是提出最早的一种设计和实现互联网应用系统的方法。它的主要思想源于数据库系统的分析和设计方法。它用 E-R 图(实体-关系图)描述应用领域,再将实体映射成节点,实体的属性就成为节点的内容,实体之间的关系映射它们之间的链接。RMM 方法用关系管理数据模型(Relationship Management Data Model, RMDM)描述分析和设计的结果。

OOHDM (Object Oriented Hypermedia Design Method)<sup>[26]</sup>是 Schwabe 和 Rossi 提出的一种超媒体应用系统(互联网应用的一种形式)面向对象的设计方法。根据 OOHDM,超媒体应用开发的过程可分为四个步骤:概念设计、导航设计、抽象接口设计和实现。整个过程是迭代的、递增式的,在每一个步骤中,一个模型被创建或细化。

德国 Karlsruhe 大学的 Gellersen 等人在面向对象的 WebComposition 模型基础上,提出了一种基于构件的互联网应用系统的设计方法——WebComposition 方法<sup>[27]</sup>。WebComposition 方法的主要思想是:根据 WebComposition 模型,互联网应用系统可以按层次被分解为一组不同粒度的构件。每个构件都有自己的状态和属性,构件的状态定义为构件的一系列属性,构件的行为定义为构件的操作。通过将这些构件映射成基于文件的资源(如 HTML 文件)来实现互联网应用系统。

除了以上三种比较典型的方法外,还有其它一些互联网应用系统的分析设计方法<sup>[27-28]</sup>。但是,这些方法都是针对以网页为中心或以数据库为中心的互联网应用系统的。对于以应用逻辑为中心的复杂的互联网应用系统它们并不适用。目前,研究一套科学的针对复杂的互联网应用系统的分析设计方法,已经成为互联网软件工程领域的当务之急。

### 3.3 互联网应用系统的测试

对互联网应用系统的测试是互联网软件工程中—项重要且具有挑战性的任务。然而互联网应用的开发者却很少关心测试。互联网应用系统的测试不同于传统软件的测试,它不仅需要检查和验证是否完成了它所要完成的功能而且要评价它在不同 Web 浏览器中的性能,更重要的是,要从最终用户的角度来测试它的安全性和可用性。然而,Internet 和 Web 的不可预测性使得测试互联网应用系统变得非常困难。目前,迫切需要有效的方法和技术来测试和评价复杂的互联网应用系统。

### 3.4 互联网应用系统的维护

在 Web 环境中, 互联网应用系统在它们的开发和运作阶段经常改变, 也许会非常频繁。这种改变可能包括从琐碎的到大规模的信息、数据的改变, 信息组织方式的变动和系统功能的变动。而且这些改变都需要在一种合理的、可控的方式下进行。所以, 对互联网应用系统的维护是一项困难的任务, 目前, 虽然有些人提出了一些维护大型网站的方法<sup>[14, 15]</sup>, 但对于复杂的互联网应用系统的维护问题却很少有人谈及。互联网应用系统也已成为互联网软件工程中有待解决的一个关键问题。

**结束语** 随着互联网应用系统的日益广泛和复杂, 我们迫切需要采用科学的、系统的方法开发互联网应用系统, 以避免可能出现的互联网软件危机。这样, 一门新的学科——互联网软件诞生了。本文对互联网软件工程做了全面的介绍, 说明了互联网软件工程的特征, 并将互联网软件工程与传统软件工程进行了比较。同时指出了互联网软件工程中的几个关键问题。

目前, 对互联网软件工程的研究还很不成熟, 才刚刚引起学术界以及开发者的注意。互联网软件工程需要发展和成熟以解决开发大型互联网应用系统所带来的新问题。所以, 需要学习和借鉴相关学科的方法和经验, 不断地丰富和完善互联网软件工程的原则和方法, 迎接新的挑战。

### 参考文献

- Zhao Weiquan, Chen Jian. CoOWA: A Component Oriented Web Application Model. In: Proc. of 34<sup>th</sup> International Conference on TOOLS Asia. IEEE Computer Society, Nanjing, 1999
- Murugesan S, et al. Web Engineering: A New Discipline for Development of Web-based Systems. In: Proc. of the 1<sup>st</sup> ICSE Workshop on Web Engineering International Conference on Software Engineering, Los Angeles, May 1999. <http://betweebsh.macarthur.uws.edu.au/sau/icse99-webe/>
- Zeluck N. Nifty Technology and Nonconformance: The Web in Crisis. Computer, October 1998: 115~116, 119
- Gibbs W. Software's chronic crisis. Scientific American, Sep. 1994
- Pressman R S. Can Internet-Based Applications be Engineered? IEEE Software, September/October 1998
- Proc. of the 1<sup>st</sup> Intl Workshop on Web Engineering WWW7 Conference Brisbane, April 1998. <http://listserv.macarthur.uws.edu.au/san/WebE98>
- Proc. of the 1<sup>st</sup> ICSE Workshop on Web engineering, Intl Conf on Software Engineering, Los Angeles, May 1999. <http://listserv.macarthur.uws.edu.au/san/icse99-webe/>
- Proc. of the 2nd Intl Workshop on Web Engineering, WWW8 Conf. Toronto, May 1999. [http://budhu.uow.edu.au/web-engineering99/web\\_engineering.html](http://budhu.uow.edu.au/web-engineering99/web_engineering.html)
- Kristensen A. Developing HTML Based Web Applications. In: 1<sup>st</sup> Intl Workshop on Web Engineering WWW7, 1998. <http://www-uk.hpl.hp.com/people/ak/doc/webe98.html>
- Conallen J. Modeling Web Application Design with UML. White Paper Cowllen Inc. June 1998. <http://www.conallen.com/ModelingWebApplications.html>
- Dehpande Y, Hausen S, Murugesan S. Web Engineering: Beyond CS, IS and SE. In: Proc. of the First ICSE Workshop on Web Engineering, Intl Conf on Software Engineering, Los Angeles, May 1999
- Low D. Web Engineering or Web Gradering? WebNet Journal, 1999. <http://www.webnetr.com/column1-2.html>
- Gunge A. Web Engineering Methodologies for Developing Large and Maintainable Web based Information Systems. In: Proc. of IEEE International Conference on Networking the India and the World CNIW'98. Ahmedabad, India, Dec. 1998. <http://listserv.macarthur.uws.edu.au/cis/publications/ga199801.doc>
- Powell T A. Web Site Engineering: Beyond Web Page Design. Prentice Hall, 1998
- Lowe D, Hall W. Hypermedia and the Web: An Engineering Approach. Wiley, 1999
- Gunge A, et al. Hyper Media Development Practice-Development Process, Development Methods and Development Techniques. In: D Lowe and W. Hall, Hypermedia and the Web: An Engineering Approach, Part II. Wiley, 1999
- Proc. of the Workshop on Hypermedia Development: Process, Method and Models. Hypertext98 1998. <http://iseer.uts.au/hypdev/h98/>
- Samo D. Designing Large-Scale Web Sites. Wiley Computer, NY 1996
- Gellersen H, Gaedke M. An Object-Oriented Model for the Web Application Development Process. IEEE Internet Computing, January-February 1999
- Isakowitz T, Sthor E A, Balasubraman P. RMM: a methodology for Structured Hypermedia Design. Communication of the ACM, 1995, 38(8): 34~44
- Schwabe D, Rossi G. An Object Oriented Approach to Web-Based Application Design. Draft Paper Current Status OCHDM. Departamento Informatica, PUC-RIO, Brazil, July 1998. <http://www.inf.pucrio.br/~schwabe/papers/OOWebAppDesign.pdf.gz>
- Gellersen H, Wiche R, Gaedke M. Web Composition: An Object-Oriented Support System for the Web Engineering Lifecycle. 1996. <http://proceedings.www6conf.org/HyperNews/get/PAPER232.html>
- Gellersen H, Gaedke M. Object-Oriented Web Application Development. Internet Computing, January-February, 1999: 60~68
- Balasubramanian V, et al. A Systematic Approach to Designing a WWW Application. Communication of ACM, 1995, 38(8): 47~48
- Coda F, et al. Towards a Software Development Approach to Web Site Development. In: Proc. of Ninth Intl Workshop on Software Specification and Design (IWSSD-9). IEEE Computer Society, Calif., 1998
- Takahashi, et al. Analysis and Design of Web-Based Information Systems. In: Proc. of WWW6 Conf. 1997. <http://www6.nttlabs.com/papers/PAPER245/Paper245.htm>
- Detroyer O M F, Leune C J. WSDM: A User-Centered Design Method for Web Sites. In: Proc. of WWW7 Conf. Brisbane, 1998
- Scharl A. A Conceptual, User-Centric Approach to Modeling Web Information Systems. In: Proc. of Australian Web Conf. (Ausweb99) Ballina, Australia, April 1999
- Prevelakis V. Managing Large WWW Sites. Internet Research, Electronic Networking and Applications, 1999, 9(1): 41~48
- Fan Xin, Chen Jian. Design for Maintenance: Experience of Developing an JCP Web Site. In: Proc. of ICSE Workshop on Web Engineering, 1999. <http://listserv.macarthur.uws.edu.au/san/icse99-webe/>