维普资讯 http://www.cqvip.com

WebE 研究综述*)

王昌达　鞠时光
(江苏大学计算机科学与通信工程学院　江苏镇江 212013)

Web Engineering: A Survey

WANG Chang-Da　JU Shi-Guang
(School of Computer and Communication, Jiangsu University, Zhengjiang 212004)

Abstract　Web engineering is the establishment and use of sound scientific, engineering and management principles and disciplined and systematic approaches to the successful development, deployment and maintenance of high quality Web-based systems and applications. This paper presents the history of WebE and its relationship with software engineering, furthermore, we give the popular Web development process and the areas of further study.

Keywords　WebE, Software engineering, Content-driven

1　引言

近年来，随着 Internet，Intranet 和 Extranet 的迅速发展，开发配置出高质量、可升级与可维护的 Web 应用系统，在世界范围内都得到了广泛的重视。"IEEE MultiMedia"公布的一项近期调查结果表明，在基于 Web 开发表现出的问题中，交付的系统不能满足商务需要的，占 84%；不能按期完工的，占 79%；超过项目预算的，占 63%；不具备事先约定功能的，占 53%[1]。68%的企业或组织在基于 Web 的开发中，没有一个确定的工程学方法[2]。人们把 Web 开发中出现的这种混乱状况与软件工程发展过程中的"软件危机"相提并论，称其为"Web Crisis"。WebE 是有效解决 Web Crisis 的工程学方法，世界上第一个 WebE 组织在 1998 年由 Athula Ginige 教授等人在澳大利亚的 Western Sydney 大学创立。他们给出的 WebE 的定义是：Web Engineering(WebE)是研究如何使用严格科学系统的工程学、管理学方法，开发、配置与维护高质量的 Web 应用系统的一门新学科[3]。著名软件工程专家 Roger S. Pressman 博士同意这种说法，但他认为 WebE 在很多地方可以不加修改地使用已有的软件工程方法[4]。

2　WebE 与软件工程学的异同点

WebE 作为一种 Web 开发的工程学方法，有一些内容可以直接从软件工程中继承，比如项目管理、测试和质量评价等[5]。但 WebE 也有一些不同于软件工程的特征，归结起来有以下几点：

①WebE 开发的对象是内容驱动(content-driven)的，而软件工程开发的对象一般是事件驱动的；

②WebE 开发对象的需求和包含信息的内容是持续演进的，而软件工程开发对象的需求变更一般不会很大，所以 WebE 开发需要较短的周期，平均为 3～6 个月[6]；

③WebE 开发所涉及的非技术性因素，包括 Web 页的信息采集与分类，外观、图形、动画和音效的美学设计，向不同国家提供 Web 服务所涉及的文化、法律、宗教和风俗习惯等，这些因素将直接决定 WebE 开发产品的成败。

④WebE 开发所使用的计算机专业技术相对较少，最主要的有 3 项：基于组件的开发技术、安全技术和 Internet 技术[4]。

3　使用 WebE 指导 Web 开发的一般过程

本节简述在 WebE 的指导下，进行 Web 开发的一般过程，见图 1。

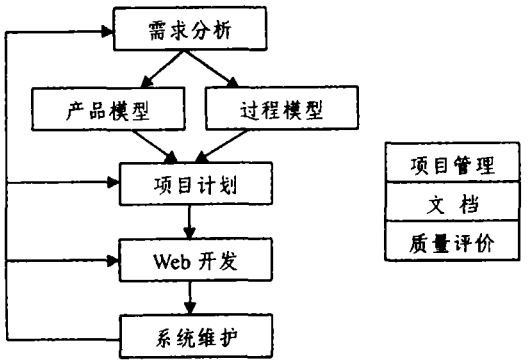

图 1　WebE 指导 Web 开发的一般过程

3.1　需求分析

通过需求分析，将得出待开发系统的主要目标、功能需求、开发和运行的环境以及主体用户群等信息。此外，系统的性能、升级、维护和稳定性等问题，也需要在这一步加以考虑。如果在系统的初始结构完成以后再添加这些特性的话，将是非常困难或是根本不可能的[5]。

例如，一个企业的网站全部由静态的 Web 页组成，而每个页面上都有该企业的联系电话和 email 地址。一旦这些信息改变的话，就需要用手工逐个 Web 页地更改。这是非常繁琐的工作，稍有不慎，遗漏就会造成信息的不一致。如果在需求分析阶段就能够考虑到这种维护性的问题，将联系电话和 email 地址存放在一个独立的文件或数据库里，仅在 Web 页需要的位置调用它们，那么当这些信息改变的时候，只要更改数据的存放处就可以了，这就有效地保证了信息的一致性。

*)本课题的研究得到国家自然科学基金(60173064)的资助。王昌达　讲师，博士研究生。鞠时光　教授，博士生导师。

维普资讯 http://www.cqvip.com

需求分析能帮助我们认清系统开发所需要的技术和非技术性因素，也能够有效地降低或消除 Web Crisis 中提到的开发产品不能满足商业需求或是根本没有加入所需要功能的问题[5]。

3.2 产品模型和过程模型

产品模型和过程模型是在需求分析后同时产生的，两者之间是平行的，是以不同的角度对同一个问题的描述，不存在先后关系。产品模型描述了 Web 开发产品的结构，过程模型描述了开发 Web 产品的过程。

(1)产品模型

产品模型由 3 部分组成：

①系统体系结构

它描述 Web 开发对象的硬件结构，包括 Web Server，Application Server 和 Database Server 等。对于高性能和高安全级别的 Web 开发对象来说，选择确切的系统体系结构非常重要。例如 2000 年悉尼奥运会的官方站点，高峰时期每分钟大约有 10 万次的访问量[1]，还要面对黑客的攻击，这是普通的 Web 服务器难以承受的。如果事先没有一个确切的体系结构，当极端情况出现的时候，系统就会瘫痪。

②应用体系结构

它描述了系统的信息提供方式和服务功能。信息提供方式主要有 2 种：一种是向所有的用户提供完全一致的信息服务，另一种是根据用户的喜好提供个性化的信息服务。服务功能包括网站内容检索、电子商务中的网上结算、用户私人信息的查询与更改等。

③软件体系结构

软件体系结构是为了实现应用体系结构中的功能而设计的，一般通过 cgi、ISAPI、ASP、JSP 或 PHP 等语言的程序设计在 Server 端加以实现。表 1 给出了实现一些基本 Web 开发需求的方法[5]。

表 1 实现一些基本 Web 开发需求的方法

需求	解决方法
Web 页有一致的外观，并易于更新	使用模板(templates)创建 Web 页。
在不同的 Web 页间保持信息的一致性	将数据保存在一个文件或是数据库中，仅在需要的位置上调用它们。
方便地进行信息的更新与维护	通过 Server 端后台系统的运行提供 Web 页面形式的登录接口，让管理员实现信息的存储和编辑。
容易添加新的 Web 页面	动态生成系统的导航链接(navigation link)。
非集中式的系统管理	通过 Server 端后台系统的运行，实现多用户的登录与管理系统，为不同的等级类型的管理人员设定不同的操作权限。
质量和信息相关度评价	在 Web 页中插入元数据(metadata)，通过 Web 机器人搜集信息并进行分析，选择最佳可行的方法。

(2)过程模型

过程模型描述了 Web 开发过程中一些必要的活动，包括详细设计、测试和项目配置管理等。Web 开发一般采用螺旋上升式的开发模型[4]，Web 应用系统的演进性决定了软件工程中的瀑布模型不适合 Web 应用系统的开发。

一个基于 Web 的应用系统由 2 个部分组成：信息内容和软件结构[5]。信息内容是指 Web 应用系统向用户提供的一致或个性化的信息。软件结构是指为了实现 Web 应用系统的信息传递和与用户的交互等功能而设计的软件体系。这样就需要进行信息采集、设计信息的存储结构、设计 Web 页面的布局和导航等工作。一般来说，Web 应用系统的信息内容由专门从事文字工作的编辑负责，Web 页面的布局、图形动画的创作由专门从事视觉艺术设计的编辑负责，而软件设计，包括 cgi 开发和后台数据库等，则由专业的 IT 技术人员负责。如何使这 3 个不同的团体有效地进行沟通、协作，是过程模型的重要内容。

3.3 项目计划

项目计划是要制定出一个切实可行的工程计划和项目进度表，可以直接借鉴软件工程中的方法[5]。

3.4 项目管理、文档和质量评价

项目管理的目标是监控系统开发的关键过程、关键活动能够按项目计划的要求顺利进行。项目管理、文档和质量评价等工作可以将软件工程中的相应方法做简单的修改后加以使用[4]。Olsina 建议从 5 个方面评价 Web 应用系统的质量：易用性、功能性、可靠性、效率和可维护性[8]。

3.5 Web 开发

一个基于 Web 的应用系统由 2 个部分组成(信息内容和软件结构[5])，所以其开发也分成 2 个部分，即 Web 页面开发和后台软件开发。为了能更好地实施项目管理，这种区分是必要的。因为从事 Web 页面开发的人员和从事后台软件开发的技术人员有着完全不同的背景，让这 2 个团体直接沟通是困难的。

(1)Web 页面开发

Web 页面开发决定了 Web 应用系统以何种方式向系统用户提供何种信息。Web 页开发从系统的详细需求分析结果入手，进而设计出符合要求的 Web 页。Web 页在设计过程中不仅要考虑适应其主要用户群的认知水平，对色彩文字的喜好以及其提供服务区域的风俗习惯、宗教信仰、法律等这样的非技术性因素，而且要考虑设计的结果要能够在用户端计算机上正确、快速地运行，比如文字编码的选择、考虑到网络速度不能在 Web 页上尺寸放得过大的图片或长时间的视频文件等这样的技术性因素。

一个开发完成的 Web 页必须包含 4 个方面的内容，即信息的结构与内容、页面的访问接入方式、页面的外观和页面的导航机制。

(2)后台软件开发

后台软件开发指的是 Web 服务器编程，在开发的过程中主要涉及 3 项技术，即组件技术、安全技术和 Internet 技术。WebE 使用的组件技术主要是 CORBA，COM/DCOM 和 JavaBeans[4]。使用基于组件的技术，并且动态生成 Web 页的导航机制，能够在系统维护和升级的时候，方便地添加新的信息内容和功能。后台软件的开发要适应上述“应用体系结构”的要求。

3.6 系统维护

开发工作完成以后，Web 应用系统的维护可以分成 3 个部分，即信息内容维护、软件维护和网络硬件维护。其中以信息内容的维护最为频繁，软件和网络硬件维护则是保证系统正常运行的关键。系统的可维护性必须在需求分析阶段就已经明确，否则进行这些维护工作将是非常困难或是不可能的。

4 部分流行的 Web 开发技术

下述这些 Web 开发技术都不是完整的工程学方法，但它

维普资讯 http://www.cqvip.com

们被广泛地应用于解决 Web 应用系统开发过程中的一些子问题，如超媒体设计、导航设计和用户接口设计等，这些可以看作是对 WebE 细节的补充。

Hypermedia Design Method——HDM，是第一个包含完整生命周期的超媒体设计方法，它主要描述复杂 Web 应用程序的信息目标和导航结构，而方法本身没有提供任何实现的细节[9]。

Object Oriented HDM——OOHDM，它从面向对象的思想出发，继承了 HDM 方法中导航结构的设计[10]。

Relationship Management Model——RMM，使用了数据库的 E-R 模型来描述信息结构和它们之间的关系[11]。

其它的方法有 Enhanced Object-Relationship Model——EORM，HM Data Model 和 User-Centered Design Methods 等[14]。

5 一个应用 WebE 指导开发的实例

2000 年，我们在开发项目"宽带网络环境下 CAI 系统设计的研究"过程中，严格地遵照了 WebE 的原则，使用 WebE 指导 Web 全过程的开发。该课题需要建立一个基于 WWW 的远程辅导答疑系统，模仿在辅导答疑过程中师生单独讨论、群组讨论的模式，并具有一定的智能化特征。

在经过需求分析之后，我们选定了系统开发的产品模型和过程模型，专设一人负责文档工作，将从事网页内容开发的人员和从事后台软件开发的人员分成不同的组，同时设立项目的总负责人来协调这两个组之间的关系。这些基本 WebE 原则的使用，使得我们的系统开发过程比预想的要顺利，不仅在预定的工期和投资范围里完成了全部的任务，而且系统具备了全部需求的功能，运行状态稳定。

我们进行 Web 开发的 10 个关键步骤如下：

①明确待开发系统的全部需求功能和运行环境；

②明确系统的主要使用对象，包括个人用户和集团用户；

③描述出系统的初始功能、技术和非技术性需求，要注意到这些需求不是固定的，它们中的绝大部分会随着时间的推移而演进；

④开发出一个系统的整体框架来满足这些技术和非技术性的需求；

⑤将系统分解成多个规模较小、易于管理和实现的子项目；

⑥完成每个子项目的开发工作；

⑦加入有效的系统升级、管理和维护机制，当系统演进的时候，根据需要重复上述的全部或部分步骤；

⑧对非技术性的因素进行管理，包括业务流程的修订、组织和管理的策略、人力资源的开发、法律、文化和社会影响等；

⑨ 评估系统的性能；

⑩精炼和升级系统。

结束语 随着网络的发展、Web 应用系统规模和复杂程度的不断增加，要开发出高性能、高可靠性、可维护和可升级的 Web 应用系统是一定需要 WebE 指导的。WebE 是一个涉及了软件工程、信息工程、多媒体技术和视觉技术等交叉的崭新学科，其中的每一个方面都需要研究和完善。San Murugesan 等人给出的 WebE 中需要进一步研究的 11 个问题[3]，几乎涵盖了 WebE 的全部内容。

我们认为，近期内 WebE 要重点研究解决的问题有 2 个：第一个是工程估算问题，因为 Web 开发多数使用 RAD 工具，也没有更多的历史数据可以借鉴。实践证明，基于 SLOC (source-lines-of code) 和 FP (function-point) 的估算是失败的[6]，迫切需要一种新的、可靠的估算方法应用于 Web 开发之中。这个问题不解决，将直接影响 Web 开发项目计划的制定。第二个是需要建立起一种类似于 CMM 的机制来评估从事 Web 开发企业的工作。这个问题不解决，将影响客户选择合适的企业来委托或是购买 Web 开发的产品。

致谢 感谢澳大利亚 Western Sydney 大学的 San Murugesan 博士提供了本文所列的大部分参考文献和通过 email 对笔者的指导，San Murugesan 博士是 WebE 协会的创始人之一。

参 考 文 献

1 Ginige A, Murugesan S. Web Engineering: An Introduction. IEEE Multimedia, 2001, 8(1): 14～18

2 Tayloy M J, McWilliam J, Forsyth H, Wade S. Methodologies and Website Development: A Survey of Practice. Information and Spftare Technology, 2002, 44: 381～391

3 Web Engineering: A New Discipline for Development of Web-Based Systems San Murugesan, Yogesh Deshpande, Steve Hansen and Athula Ginige, pp 3～13

4 Pressman R S. Software Engineering: Apractitionaer's Approach, fifth edition. McGraw-Hill, 2001

5 Ginige A, Murugesan S. Web Engineering: A Methodology for Developing Scalable, Maintainable Web Applications, Cutter IT Journal, 2001, 14(7): 24～35

6 Reifer D J. Web Development: Estimating Quick-to-Market Software. IEEE Software Nov./Dec. 2000. 57～64

7 Ginige, Athula, Murugesan S. The Essence of Web Engineering. IEEE Mutimedia, 2001, 8(2): 22～25

8 Olsina L, et al. Specifying Quality Characteristics and Attributes for Web Sites. In: Proc. First ICSE Workshop on Web Engineering, ACM, Los Angeles, May 1999

9 Garzotto F, Paplini P, et al. HDM-A Model-Based Approach to Hypertext Application Design. ACM Transaction on Information System, 1993, 11(1): 26

10 Schwabe D, Rossi G, et al. Abstraction Composition and Lay-out Definition Mechanisms on OOHDM. ACM Workshop on Effective Abstraction in Multimedia, San Francisco, Calofornia, 1995

11 Isakowitz T, Strohr E A, et al. RMM: A Method for Structure Hypermedia Design. In: Communication of the ACM, 1995, 38 (8): 34～43

12 Lange D B. An Object-Oriented Design Method for Hypermedia Information System. In: The 27th Annual Hawaii Intl. Conf. on System Science, IEEE, 1994. 3

13 Becker S A, Mottay F E. A Global Perspective on Web Site Usability. IEEE Software, Jan./Feb. 2001, 54～61

14 Cloyd M H. Designing User-Centered Web Applications in Web Time. IEEE Software Jan./Feb. 2001, 62～69

15 Nerurkar U. Web User Interface Design: Forgotten Lessons. IEEE Software, Nov./Dec. 2001. 69～71