

一种 Web 信息系统质量模糊评价模型的构建^{*}

徐绪堪 邓建高 冯兰萍

(河海大学常州校区信息管理系 常州213022)

摘要 本文通过分析目前国内外使用的几种评价 Web 信息系统质量的方法,根据 Web 信息系统软件的特点,充分利用模糊理论建立一套高效合理 Web 信息系统质量的评价模型,通过建立的评价知识库,改善原来评价方法中的不精确性和复杂性,并在实际应用中有良好的运行效果。

关键词 Web 信息系统,质量,模糊评价,知识库

Building Evaluation Model on Quality of Web Information System by Means of Fuzzy

XU Xu-Kan DENG Jian-Gao FENG Lan-Ping

(Department of Information Management, Changzhou Campus, Hehai University, Changzhou 213022)

Abstract In this paper, we first analyze the disadvantages of evaluation models on software quality of Web information system, which are the popular on evaluating software quality in the home and abroad these days. Based on the feature of software products and making use of fuzzy theory, we have built a best efficient and precise evaluating model on quality of Web information system. In virtue of evaluating knowledge base, we have made great progress on the vagueness and complexity, the whole process is convenient and swift. In practical application the model has all right effect on measure the software quality by using the given evaluation model.

Keywords Web information system, Software quality, Ambiguous evaluation, Knowledge base

1 引言

随着计算机网络技术的飞速发展,对基于 Internet 的 Web 信息系统要求越来越高,以高效快速解决各种实际应用问题。由于 Internet 不断进入企业和千家万户,以 Browse/Server 结构的 Web 信息系统越来越受到更多用户的亲睐。Web 信息系统主要包括以 Web 为平台的各类应用软件,例如,基于 Web 的图书馆管理系统、基于 Web 的办公自动化系统、基于 Web 平台的网上学校以及基于 Web 的电子商务网站等等,应用到社会的各个领域。但是随着社会进步和科技发展,现代意义上的 Web 信息系统规模越来越大,以前用手工作坊式方法开发出来的软件,由于没有进行软件质量管理,几乎无法维护,导致很多项目只建立而不使用的现状,造成大量人力、物力浪费。那么如何提高 Web 信息系统质量成为中心问题,而 Web 信息系统的评价是其质量保证的核心技术,也是一个涉及面广、难度很大的问题。

2 Web 信息系统质量评价的现状

目前,我国对 Web 信息系统质量的评价没有引起足够的重视,即使有评价的大多停留在定量分析的水平上,在很大程度上,不能公正地评价其质量,从而阻碍 Web 信息系统质量进一步的提高。对于

Web 信息系统质量的评价很难直接用固定的统计学方法来实现,因为影响其质量的因素很多,而且有些因素不能用确定的数值来表示,具有模糊性,所以,如何建立一套完整、合理的 Web 信息系统质量评价方法显得尤为重要。

3 评价方法介绍

目前,软件质量评价模型有多种,其原理大多是将软件质量的概念分解为若干个不同层次,最低层次的软件质量再分解为可量化的指标,然后经过综合来获得软件质量的整体评价。例如,由美国著名运筹学家 T. L. Saaty 于 20 世纪 70 年代提出的层次分析法(AHP),主要用于一种多目标多准则决策方法,该方法特别适合对包含多个属性、需要定性定量分析相结合的复杂系统进行综合的、量化的评价;1976 年 Boehm 等人提出定量评价软件质量的观点,并提出 60 个定量公式,说明怎样评价软件质量;1978 年 Walters 和 McCall 等人提出的软件质量评价模型分为 3 个层次:最高层为质量要素,从 11 个方面对软件质量提出要求,中间层为软件属性,并用作评价准则,最底层为软件属性的度量,并可定量或半定量地评价软件质量^[1]。

如果使用以上评价方法对 Web 信息系统进行评价,虽然可以得出优、良、中、差的结果,但往往难以保证客观性和正确性。例如,对于一个软件功能性

徐绪堪 双学位,硕士,讲师,主要从事 Web 信息系统和软件开发等方面的研究。

指标中,如果达到指标规定为合格,否则为不合格,相当于四、六级考试中的59分和0分,虽然分数值相差很大,但是评定结果都为“不合格”。这种方法显然比较粗糙。所以在选择评价方法时,一定要考虑评价方法的实用性问题。为了更客观地评价 Web 信息系统,避免以上评价方法的不足,而且在 Web 信息系统中的质量属性是一些模糊的概念,将模糊理论应用到 Web 信息系统质量评价中,并通过实践,充分考虑 Web 信息系统的独特性,提出一种合理的模糊评价模型,将 Web 信息系统质量等级不断具体化。所以本文主要讨论如何使用模糊评价模型对 Web 信息系统质量进行评价。

4 模糊评价模型介绍

美国西佛罗里达大学的詹姆斯教授曾举过一个鲜明的例子。假如你不幸在沙漠迷了路,而且几天没喝过水,这时你见到两瓶水,其中一瓶贴有标签:“纯净水概率是0.91”,另一瓶标着“纯净水的程度是

0.91”。你选哪一瓶呢?相信会是后者。因为后者的水虽然不太干净,但肯定没毒,这里的0.91表现的是水的纯净程度而非“是不是纯净水”,而前者则表明有9%的可能不是纯净水。再比如“人到中年”,就是一个模糊事件,人们对“中年”的理解并不是精确的一个岁数。从上边的例子,可以看到模糊逻辑不是二者逻辑——非此即彼的推理,它也不是传统意义的多值逻辑,而是在承认事物隶属真值中间过渡性的同时,还认为事物在形态和类属方面具有亦此亦彼性、模棱两可性——模糊性。正因如此,模糊计算可以处理不精确的模糊输入信息,可以有效降低感官灵敏度和精确度的要求,而且所需要存储空间少,能够抓住信息处理的主要矛盾,保证信息处理的实时性、多功能性和满意度。模糊评价模型是建立在模糊推理系统独特的工作方式,究其原因,就在于它的工作方式与人类的认知过程是极为相似的。模糊推理系统^[2]的工作原理如图1所示。

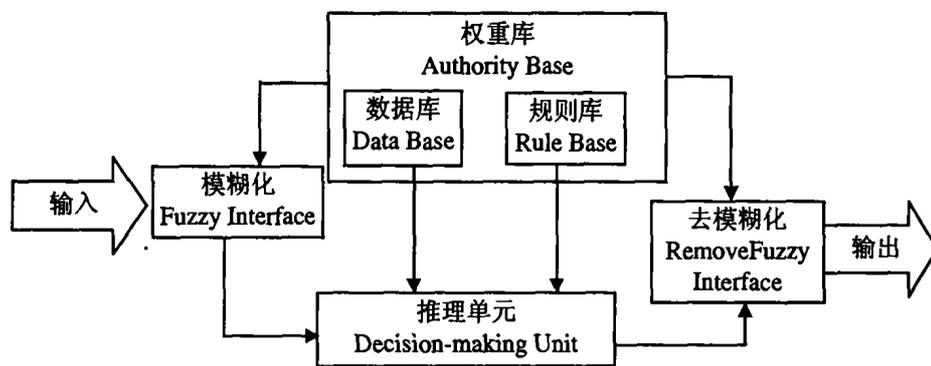


图1 模糊推理系统工作原理

模糊推理系统的基本结构由四个重要部件组成:知识库、推理机制、模糊化输入接口与去模糊化输出接口。知识库又包含模糊 if-then 规则库和数据库。规则库中的模糊规则定义和体现了与领域问题有关的专家经验或知识,而数据库则定义模糊规则中用到的隶属函数。模糊规则的形式一般为 if A is a then B is b,其中 A 与 B 都是语言变量而 a 和 b 则是由隶属函数映射到的语言值。例如“if H 很适应 then 结构 很合理”这样一条模糊规则中,建筑高度“H”与“结构”都是语言变量,而“很适应”与“很合理”分别是它们的语言值,在数据库中都有相应的隶属函数加以定义。推理机制按照这些规则和所给的事实(例如针对某一拟定方案)执行推理过程,求得合理的输出或结论(例如方案的评价值)。模糊输入接口将明确的输入转换为对应隶属函数的模糊语言值,而去模糊输出接口则将模糊的计算结果转换为明确的输出。

模糊评价模型以模糊规则为基础而具有模糊信息处理能力的动态模型。与普通的系统比较,模糊评

价模型具有以下优点:

- (1)能将人的经验、知识等用适合计算机处理的形式表现出来;
- (2)可以建立描述人的感觉、语言表达方式以及行动过程的模型;
- (3)能模拟人的思维、推理和判断过程。

作为模糊评价模型的核心部分模糊规则,常采用“If...then...”的形式,它可用来表示专家的经验、知识等。例如,如果满足某个条件1,则 Web 信息系统质量为合格等等。

5 Web 信息系统模糊评价模型的构建

对于 Web 信息系统质量的评价,不只是在系统整体完成后进行评价,而应该将评价应用开发过程中的每个时期,也就是每个开发流程都用模糊评价模型对软件质量进行控制,从而可以促使开发公司能开发出更高质量的 Web 信息系统。

模糊评价模型由评价的对象、评价目的、评价指标体系、评价知识库、模糊评估等部分组成。

5.1 评价的对象

模糊评价模型一定是建立在特定群体对象上的,不存在万能或通用的质量评价模型。所以首先要明确评价的对象,然后进行详细分析和挖掘对象的特点。本文讨论的评价对象是 Web 信息系统,该对象有两个方面的特点:一种信息系统和基于 Internet 和 Web。所以重点从系统工程和网络的角度来评价该对象。

5.2 评价目的

用模糊评价模型评价的总体目的是提高 Web 信息系统的质量,并达到最优。通过评价,能够正确引导 Web 信息系统质量,并在开发过程中每个环节进行严格控制。评价的主要目的是根据所给定的具体评价对象,用模糊的评价方法,对 Web 信息系统

质量进行全方位度量,以获得对大多数人来说均可以接受的评价结果,最终能正确评价该系统质量。

5.3 评价指标体系

在对软件质量进行评价时,必须要建立一系列评价指标体系^[3],然后再利用模糊理论的方法进行评价。建立指标体系时应该考虑如下原则:

(1)科学性原则。评价指标体系应以评价目的为中心,科学反映 Web 信息系统质量特征,而且指标概念明确、具体,各指标之间保持较弱的耦合度。

(2)系统性原则。建立的评价指标体系能尽可能全面反映 Web 信息系统质量的整体效果,包括该系统的各个主要环节。并且突出主要特点,保证评价的全面性和可信度。

表1 Web 信息系统评价指标和权重

一级指标和权重	二级指标和权重	评价结果和权重				
		优秀	良好	较好	合格	不合格
总体结构 A1 (0.3)	模块功能 F1 (0.3)	0.70	0.15	0.10	0.05	0.00
	模块规划 F2 (0.5)	0.75	0.10	0.05	0.05	0.05
	数据引入引出 F3 (0.2)	0.70	0.10	0.10	0.10	0.00
文档要求 A2 (0.2)	可行性分析 F4 (0.15)	0.70	0.15	0.10	0.05	0.00
	软件需求说明 F5 (0.15)	0.75	0.15	0.05	0.05	0.00
	总体设计报告 F6 (0.1)	0.65	0.20	0.05	0.05	0.05
	数据说明要求 F7 (0.1)	0.70	0.20	0.05	0.05	0.00
	概要设计说明 F8 (0.1)	0.75	0.15	0.05	0.05	0.00
	详细设计说明 F9 (0.1)	0.75	0.15	0.05	0.05	0.00
	软件测试报告 F10 (0.1)	0.60	0.20	0.10	0.05	0.05
	程序维护文档 F11 (0.1)	0.70	0.20	0.05	0.05	0.00
程序和数据处理 A3 (0.2)	用户操作手册 F12 (0.1)	0.80	0.10	0.05	0.05	0.00
	程序运行效率 F13 (0.1)	0.60	0.20	0.10	0.05	0.05
	数据可靠性 F14 (0.4)	0.40	0.40	0.10	0.10	0.00
	程序可维护性 F15 (0.3)	0.40	0.30	0.15	0.10	0.05
安全机制 A4 (0.15)	程序可移植性 F16 (0.2)	0.30	0.40	0.15	0.10	0.05
	权限控制 F17 (0.3)	0.80	0.15	0.05	0.00	0.00
	操作日志 F18 (0.1)	0.80	0.15	0.05	0.00	0.00
	数据备份恢复 F19 (0.3)	0.75	0.10	0.10	0.05	0.00
操作性能 A5 (0.15)	数据维护 F20 (0.3)	0.75	0.15	0.05	0.05	0.00
	界面友好 F21 (0.3)	0.80	0.15	0.05	0.00	0.00
	操作简单 F22 (0.3)	0.80	0.10	0.05	0.05	0.00
	使用帮助 F23 (0.1)	0.60	0.20	0.10	0.10	0.00
	模块间切换 F24 (0.3)	0.60	0.30	0.10	0.00	0.00

(3)定量指标和定性指标相结合评价原则。在评价指标中,能够量化的指标尽量用数值表示;对于具有模糊性的定性指标利用模糊理论方法进行模糊化处理,以定性和定量结合发挥各自优点。

(4)实用性原则。评价指标体系中必须能明确反

映目的与指标之间的关系,指标体系的确定必须要考虑实用性,要适宜,使指标体系具有合理性和可操作性。

根据上述原则和 Web 信息系统具体情况,综合 Web 信息系统开发者和用户的意见,反复征求意见

后建立如表1所示的两层 Web 信息系统质量评价指标体系。

5.4 建立评价知识库

知识库主要用来存储专家的经验,建立知识库的过程就是将评价 Web 信息系统质量的专家多年积累的经验转换为一种可以表达和存放信息,也就是确定评价指标体系中各个指标的权重^[4](影响整体质量的程度)。

从 Web 信息系统质量评价指标体系看,评价知识库要明确反映各个指标对整体质量的影响程度。在本人的模糊评价模型中用指标所占权重来表示该指标对质量的影响程度。首先将 Web 信息系统开发者、各级用户、有丰富软件质量评价经验的专家等建

立一个专家组,对基于 Web 的多种软件信息系统进行评价资料收集^[1],确定各评价指标的权重。经过调查、资料分析后,将 Web 信息系统质量的最终评价结果分为五个等级^[5],即{优秀,良好,较好,合格,不合格}为评价结果集。其他各指标所占的权重如表1所示。

5.5 评价推理单元

模糊评价模型中推理单元主要根据建立的评价知识库来输出评价结果。其工作原理是首先输入评价指标的资料,结合建立的评价知识库建立评价函数^[6],然后计算出各评价指标的结果,最后得出整个系统的综合评价^[2],如图2所示。

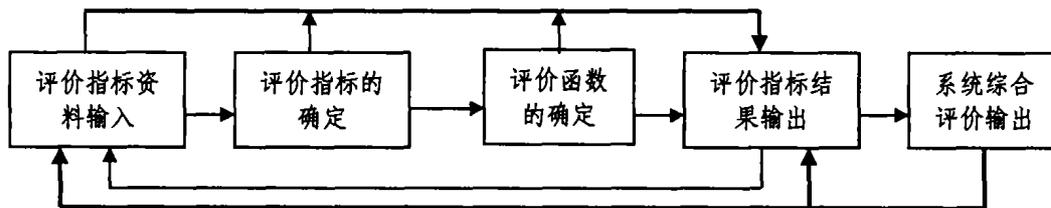


图2 评价推理单元工作原理

在评价推理单元中,核心部分是评价函数的确定,这里主要先利用模糊理论建立模糊评判矩阵,然后运用模糊运算规则进行归一化处理后得出最终评价结果。在本文模糊评价模型中统一用评价集合 R {优秀,良好,较好,合格,不合格}为模糊集,评价指标集 F {F₁, F₂, ..., F_n}表示影响 Web 信息系统整体质量各评价指标,该集合中第 i 个指标由评价向量 F_i = {F_{i1}, F_{i2}, F_{i3}, F_{i4}, F_{i5}}表示,每个指标有5个评价等级。

(1) 精确输入数值的模糊化

对于每一个二级评价指标的权值都是通过隶属函数获取的^[7],例如,二级评价指标“模块功能”的权值确定,可以首先通过统计专家评价集合中各元素的隶属程度,在20个不同评价专家的评价集合中,评价该指标为优秀,良好,较好,合格,不合格的人数分别为14、3、2、1、0个,从而可以得出“模块功能”属于“优秀”的程度为0.70,属于“良好”的程度为0.15,属于“较好”的程度为0.10,属于“合格”的程度为0.05,属于“不合格”为0。同样利用类似的方法可以得到如表1中各评价指标的权值,并反映评价指标对 Web 信息系统质量的影响程度。即复合下面的隶属函数。

$R(x) = \frac{r1}{n1} + \frac{r2}{n2} + \frac{r3}{n3} + \frac{r4}{n4} + \frac{r5}{n5}$, (其中 r1~r5表示评价5个等级, n1~n5表示每个等级对应评价专家的人数)。

(2) 建立指标模糊评价矩阵

在数值模糊化基础上,每个专家对每个二级评价指标可以给出一个评价价值,用评价向量 S_i = (s_{i1},

s_{i2}, s_{i3}, ..., s_{ik})表示,例如,一个专家评价 Web 信息系统的指标“软件需求说明”为0.8,根据表1所建立的知识库,利用模糊理论的最大隶属度原则^[8],可知该指标对应的评价向量可表示为(1,0,0,0,0),如果指标“软件需求说明”为0.6,则其对应的评价向量为(0,1,0,0,0)。

对于每个一级评价指标 A_i 包括 j 个二级评价指标,根据已经计算出来的二级评价指标向量,并结合每个指标的权重 F_i,得到第 i 级评价指标的评价向量 A_i。

$$A_i = (F_1 \ F_2 \ \dots \ F_j) \times \begin{pmatrix} S_{11} & S_{12} & S_{13} & \dots & S_{1k} \\ S_{21} & S_{22} & S_{23} & \dots & S_{2k} \\ S_{31} & S_{32} & S_{33} & \dots & S_{3k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ S_{j1} & S_{j2} & S_{j3} & S_{j4} & S_{jk} \end{pmatrix}$$

即将所有一级评价指标评价向量组成如下一级评价矩阵,

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1k} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & \dots & a_{2k} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & \dots & a_{3k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{j1} & a_{j2} & a_{j3} & a_{j4} & a_{jk} \end{pmatrix}, \text{ (本文中 } j \in [1,$$

24], k 为5, $\sum_{i=1}^k a_{ij} = 1, a_{ij} \in [0, 1]$)

(3) 模糊评价结果计算

模糊评价结果向量用 B 表示,根据表1中每个一级评价指标的权重 V = (v₁, v₂, v₃, ..., v_k) 已经计

(下转第147页)

了已被破坏,但尚未被标识的数据项,则该事务可能会传播这种破坏。如果破坏传播的速度比修复的速度快,那么修复过程可能永远不会终止;如果修复的速度更快,则该进程才会终止。事实上,只有在满足以下条件时,我们才能够确保修复进程终止:(1)每个恶意事务都被修复;(2)没有数据项被标记为 dirty;(3)进一步扫描将不再标识出任何新的破坏。

结束语 本文所提出的可生存的数据库安全结构,将冗余和多样性技术相结合,采用门限密码方案,实现数据库系统关键信息的完整性和有效性,以及机密数据的保密性。与授权、推理控制、多层安全数据库和多层安全事务处理等传统的防御型安全措施不同,可生存的数据库不仅考虑了对入侵与攻击的防范与检测,而且在入侵存在的情况下系统具有一定的可生存性和抗毁能力。与现有的数据库安全模型相比,我们所提出的方案采用系统整体安全策略,综合了多种安全措施,实现了系统关键功能的安全性和健壮性,满足了数据库系统的可生存性要求,对于电子商务和电子政务中数据库系统的设计和实现具有重要的参考意义。

参考文献

- 1 Liu P, Jajodia S. Multi-phase damage containment in database systems for intrusion tolerance[A]. In: Proc. 14th IEEE Computer Security Foundations Workshop[C], 2001. 191~205
- 2 Ammann P, Jajodia S, McCollum C D, Blaustein B T. Surviving information warfare attacks on database[A]. In: proc. of the IEEE Symposium on Security and Privacy[C], Oakland, CA, May 1997. 164~174
- 3 朱建明, 马建峰. 基于容忍入侵的数据库安全体系结构[J]. 西安电子科技大学学报, 2003, 1
- 4 Spafford E H, Zamboni D. Intrusion detection using autonomous Agents[J]. Computer Networks, 2000, 34(4): 547~570
- 5 Ranger G R, Khosla P K, Bakkaloglu M, Bigrigg M W, Goodson G R, Oguz S, Pandurangan V, Soules C A N, Strunk J D, Wylie J J. Survivable storage systems[A]. In: DARPA Information Survivability Conference and Exposition II[C]. IEEE Computer Society, June 2001. 184~195
- 6 Liu P. Architecture for Intrusion Tolerant Database systems [A]. In: Proc. 18th Annual Computer Security Applications Con. [C], Dec. 2002
- 7 Gorodetski V, Kotenko I, Skormin V. Integrated Multi-Agent Approach to Network Security Assurance: Models of Agents' Community [A]. Information Security for Global Information Infrastructures, IFIP TC11 Sixteenth Annual Working Conference on Information Security [C], Qing, S. Eloff J. H. P, Beijing, China 2000. 291~300
- 8 Pennington A G, Strunk J D, Griffin J L, et al. Storage-based Intrusion Detection: Watching storage activity for suspicious behavior [A]. In: Proc. of the 12th USENIX Security Symposium Washington [C], DC. Aug. 2003
- 9 Liu P, Luenam P. ODAM: An on-the-fly damage assessment and repair system for commercial database applications [A]. In: Proc. 15th IFIP WG 11.3 Working Conf. on Database and application Security [C]

(上接第142页)

算出来的一级评价指标矩阵 A , 则模糊评价结果矩阵

$$B = V \times A = (v_1 \ v_2 \ v_3 \ \dots \ v_k) \times \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1k} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & \dots & a_{2k} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & \dots & a_{3k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{j1} & a_{j2} & a_{j3} & a_{j4} & a_{jk} \end{pmatrix}$$

最后可以得到模糊评价结果矩阵 $B = (b_1, b_2, \dots, b_k)$, 然后利用最大隶属度原则确定 Web 信息系统最终评价结果, 即 $b = \max(b_1, b_2, \dots, b_k)$ 。

6 评价模型运行效果

运用建立的 Web 信息系统软件质量模糊评估模型对我院电子商务模拟 Web 软件系统进行质量评估。经过学生、老师以及专家对各指标进行评分, 整理后计算得到一级指标评估矩阵 A 为:

$$A = \begin{pmatrix} 0.7 & 0.3 & 0 & 0 & 0 \\ 0.35 & 0.65 & 0 & 0 & 0 \\ 0.4 & 0.3 & 0.2 & 0.1 & 0 \\ 0.2 & 0.3 & 0.4 & 0.1 & 0 \\ 0.55 & 0.45 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$B = V \times A = (0.3 \ 0.2 \ 0.2 \ 0.15 \ 0.15) \times$$

$$\begin{pmatrix} 0.7 & 0.3 & 0 & 0 & 0 \\ 0.35 & 0.65 & 0 & 0 & 0 \\ 0.4 & 0.3 & 0.2 & 0.1 & 0 \\ 0.2 & 0.3 & 0.4 & 0.1 & 0 \\ 0.55 & 0.45 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

经过计算得到 $B = (0.4725 \ 0.3925 \ 0.10 \ 0.035 \ 0)$, 利用最大隶属度原则确定该 Web 软件质量最终评估结果为“优秀”。

结束语 在本文建立的模糊评价模型中, 随着计算机 Web 技术不断发展, 对于模型中知识库的更新和不断完善有待进一步加强, 今后考虑将每个专家的评价不断添加到知识库中, 不断更新知识库, 从而增强知识库的经验值, 有利于评价结果更加准确和合理。

参考文献

- 1 陈明. 软件工程学[M]. 北京: 科学出版社, 2002
- 2 刘普寅, 吴孟达. 模糊理论及其应用[M]. 长沙: 国防科技大学出版社, 2000
- 3 李良宝, 韩喜双. 软件质量的多级模糊综合评价[J]. 哈尔滨工业大学学报, 2003, 35(7): 812~814
- 4 Jensen A L. Building a Web-based information system for variety selection in field crops----objectives and results. Computer and Electronics in Agriculture, 2001, 32: 195~211
- 5 王胜芝, 鲜明, 等. 软件质量综合评价方法研究[J]. 计算机工程与设计, 2002, 23(4): 16~18
- 6 Zadeh L A. Fuzzy Sets and systems. Information and Control, 8(3): 29~37
- 7 陈建明, 王海峰. 软件质量模型及其评价. 微电子学与计算机[J]. 2003, 5: 64~66
- 8 冯建湘, 唐嵘, 高利. 基于模糊逻辑的软件质量评价方法. 安徽理工大学学报, 2003, 22(4): 40~42