

软件文档质量的度量方法研究

季超英, 宋晓秋

(中国航天科工集团第二研究院 706 所, 北京 100854)

摘 要 软件文档的质量一直是软件开发人员,尤其是软件评测人员关注的问题。目前软件文档的质量存在着较多的问题,但是却没有相应的方法来判断文档的质量好坏程度。基于这种状况,提出了度量软件文档质量的一种方法。提出了使用质量度量模型和综合评判模型来度量软件文档质量。通过这个方法的应用,可以进行比较客观的判断文档的质量,同时得出被度量的软件文档存在不足的方面。长期的应用这种方法,可以对软件文档的编写质量进行循序渐进的改进,从而得到让使用人员满意的软件文档。

关键词 软件文档质量; 度量; 质量度量; 质量度量模型; 综合评判模型; 层次分析法; 一致性

中图法分类号 TP311.5 **文献标识码** A **文章编号** :1000-7024 (2007) 17-4068-04

Research on measurement of method of software documents quality

Ji Chao-ying, SONG Xiao-qi

(Institute 706, Second Academy of China Aerospace Science and Industry Corporation, Beijing 100854, China)

Abstract :The quality of software documents is concerned by software developers, especially people who testing and evaluating software. At present, there are many problems in software documents quality and no corresponding method to judge the documents quality. According to this situation, a method to measure documents quality is put forward. Quality measurement model and synthetically judge model is presented to estimate the quality of software documents. By using this method, we can judge software documents impersonal and get the shortage of documents.

Key words : software documents quality; measure; quality measure; quality measurement model; synthetically judge model; analytic hierarchy process; coherence

0 引言

软件文档的质量对于软件开发人员和软件评测人员来说都很重要,但是目前软件文档的质量存在着较大的问题。对于那些真正使用软件文档的人员来说,这些文档不仅不能给与帮助,反而带来较大的麻烦。但是软件文档质量度量目前没有很好的方法。基于这种状况,本文提出了一种建立在综合评判模型和质量度量模型基础上的度量方法。这种方法的应用需要前提,那就是根据软件文档,程序代码已经编写完成。由于该方法是通过程序代码的分析结果来度量软件文档的质量的。因此具有较好的客观性和真实性。

1 软件文档的现状

国外软件开发时,使用支持软件并行工程的工具^[1]。通过该工具的使用,就可以使系统模型化,使得潜藏的异常行为在规格说明阶段即被发现,而不是在整个生命周期。该工具能够在早期发现不完备的规格说明、错误和不一致之处,而此时的修改就正是方便廉价的。

国内的软件文档的质量存在着很大的问题。而这些问题是因为早期的开发人员没有注意到文档的重要性引起的。早期的开发人员更加乐意将时间花费在程序的编写上^[2]。对于文档则是为了应付,在程序开发结束之后随意的编写。因此软件文档的质量就无法保证。虽然以后随着软件工程的开始,软件文档的质量越来越受到人们的重视,但是往往由于开发经费和开发时间的原因,开发人员也只能将精力集中到程序的开发上去。软件文档的质量依然没有得到保证^[3]。

对于武器型号软件的开发,软件文档的质量尤为重要。武器型号软件开发的周期通常都比较长,而且协作关系也多^[4]。为了能够保证高质量的完成型号软件的研制工作,所有的研制人员必须了解研制软件的情况。而能够随时了解研制软件情况的最好的依据就是软件文档。正是因为武器型号软件研制的周期较长,经常会出现当初研制该型号软件的人员由于某些原因已经不再从事该型号软件的开发,而后进人员能较好的理解该武器型号软件的情况的最好的方法就是有一份高质量的软件文档。

收稿日期:2007-01-31 E-mail:jiling111@163.com

作者简介:季超英,女,江苏江阴人,硕士研究生,研究方向为计算机应用技术;宋晓秋,男,博士,研究员,研究方向为计算数学与计算机软件理论。

2 软件文档度量的现状

软件文档的度量长期以来以评审会为主要途径。参加评审会的专家和开发人员,对软件文档的规范性、文字描述及缺项漏项等方面进行度量评估。软件评测人员最容易接触到的软件文档是需求规格说明书和设计文档。对于需求规格说明书的度量,国外在这方面开展了大量的研究,也提出了许多方法和一些工具^[5]。而我们的技术基础比较薄弱,实施需求文档的检查工作主要有手工检查和通过建模分析进行。而对于设计文档,目前使用的方法就是人工检查。航天软件评测中心开展了软件文档的质量度量工作,给出了各种文档的统计项,但目前尚未实施对软件文档质量的综合评价。

3 度量方法的提出

3.1 质量度量模型

为了度量软件文档的质量,现给出质量度量模型^[6-7]。软件文档的质量应该由各种子属性的质量值综合而来。因此,为了度量软件文档的质量,我们先要度量各个文档属性的指标值,而各个文档属性的指标值则是通过数据项的值计算而来的。例如文档的符合规范性,就是通过被度量文档的符合规范性的部分与该类文档的标准相比得来的。

有的文档属性不能够通过计算直接得到,需要再将该文档属性进行划分成各个间接属性,由这些间接属性的值来得到文档属性的值。例如一致性,就需要度量文档之间是否具有一致性、文档局部与整体是否一致、文档所用的图标、符号是否一致、文档所用约定是否一致、文档所用的概念的内涵和外延是否一致这5个间接属性的值。图1给出了文档质量度量的模型图。

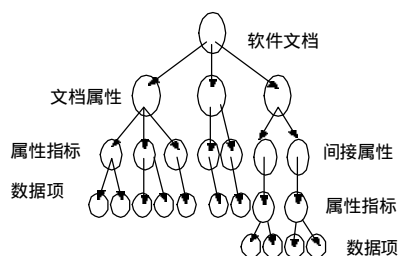


图1 软件文档质量指标体系

3.2 综合评判模型

在得到了各个间接属性和属性的值以后,就要使用综合评判模型^[8]来得出文档质量的度量值。

3.2.1 评价指标质量方法

确定评价指标的质量是评价软件文档质量的关键之一。由于半梯形分布和梯形分布是构造隶属度函数常用的分布,而且符合质量的渐变连续的特点,因此在用模糊方法评价质量的时候一般就使用这两种分布。因此,在本文中采用半梯形分布和梯形分布构造质量等级{优秀,良好,一般,及格,差}的隶属度函数。

设论域 $U=\{\text{优秀,良好,一般,及格,差}\}$, A 为指标在论域 U 上的模糊子集,则构造的模糊函数分别为:

下式中的 $c1, c2, c3, c4, c5$ 分别是区间 $\{v1, v2\}, \{v2, v3\},$

$\{v3, v4\}, \{v4, v5\}, \{v5, v6\}$ 的中心值

$$A_1(x) = \begin{cases} 1, & v1 \leq x \leq v2 \\ (c2-x)/(c2-v2), & v2 < x < c2 \\ 0, & \text{其它} \end{cases} \quad (1)$$

$$A_2(x) = \begin{cases} 1, & v2 \leq x \leq v3 \\ (x-c1)/(v2-c1), & c1 < x < v2 \\ (c3-x)/(c3-v3), & v3 < x < c3 \\ 0, & \text{其它} \end{cases} \quad (2)$$

$$A_3(x) = \begin{cases} 1, & v3 \leq x \leq v4 \\ (x-c2)/(v3-c2), & c2 < x < v3 \\ (c4-x)/(c4-v4), & v4 < x < c4 \\ 0, & \text{其它} \end{cases} \quad (3)$$

$$A_4(x) = \begin{cases} 1, & v4 \leq x \leq v5 \\ (x-c3)/(v4-c3), & c3 < x < v4 \\ (c5-x)/(c5-v5), & v5 < x < c5 \\ 0, & \text{其它} \end{cases} \quad (4)$$

$$A_5(x) = \begin{cases} 1, & v5 \leq x \leq v6 \\ (x-c4)/(v5-c4), & c4 < x < v5 \\ 0, & \text{其它} \end{cases} \quad (5)$$

将本文中使用的各个等级的取值范围优秀{0.8,1.0},良好{0.7,0.8},一般{0.6,0.7},及格{0.5,0.6},差{0.0,0.5},并且将计算得到 $c1=0.25, c2=0.55, c3=0.65, c4=0.75, c5=0.9$ 代入到上述公式中,则可以得到在下文的应用中直接使用的指标在个等级上的隶属函数公式。

$$A_6(x) = \begin{cases} 1, & 0 \leq x \leq 0.5 \\ (0.55-x)/0.05, & 0.5 < x < 0.55 \\ 0, & \text{其它} \end{cases} \quad (6)$$

$$A_7(x) = \begin{cases} 1, & 0.5 \leq x \leq 0.6 \\ (x-0.25)/0.25, & 0.25 < x < 0.5 \\ (0.65-x)/0.05, & 0.6 < x < 0.65 \\ 0, & \text{其它} \end{cases} \quad (7)$$

$$A_8(x) = \begin{cases} 1, & 0.6 \leq x \leq 0.7 \\ (x-0.55)/0.05, & 0.55 < x < 0.6 \\ (0.75-x)/0.05, & 0.7 < x < 0.75 \\ 0, & \text{其它} \end{cases} \quad (8)$$

$$A_9(x) = \begin{cases} 1, & 0.7 \leq x \leq 0.8 \\ (x-0.65)/0.05, & 0.65 < x < 0.7 \\ (0.9-x)/0.1, & 0.8 < x < 0.9 \\ 0, & \text{其它} \end{cases} \quad (9)$$

$$A_{10}(x) = \begin{cases} 1, & 0.8 \leq x \leq 1.0 \\ (x-0.75)/0.05, & 0.75 < x < 0.8 \\ 0, & \text{其它} \end{cases} \quad (10)$$

假设得到某个指标的值为 x , 则可以将该值代入上述的式(6)~(10), 从而得到该指标隶属度分别为 $A_6(x), A_7(x), A_8(x), A_9(x), A_{10}(x)$ 。所以该指标的质量就是

$$r = \begin{cases} A_{10}(x)/\text{优秀}, A_9(x)/\text{良好}, A_8(x)/\text{一般}, \\ A_7(x)/\text{及格}, A_6(x)/\text{差} \end{cases}$$

3.2.2 层次分析法

3.2.2.1 判断矩阵

常用的综合评判函数一般总和一个权向量有关。因为软件文档的各个属性的重要性是不同的。因此在介绍综合评判函数之前,先介绍权重计算方法。计算权重,则首先要知道判断矩阵的计算方法,因此在下文中先介绍判断矩阵。

层次分析法是20世纪70年代由美国运筹学教授T.L.Saaty提出的。Saaty 引进函数 $f(x,y)$ 表示对总体而言因素 x 比因素 y 的重要性标度。若 $f(x,y)>1$,说明因素 x 比因素 y 重要; $f(x,y)<1$ 说明因素 y 比因素 x 重要,当且仅当 $f(x,y)=1$ 时,说明因素 x 和因素 y 同等重要,且约定 $f(y,x)=1/f(x,y)$ 。关于 $f(x,y)$,Saaty 建议采用列表的方法,如表1所示。

表1 因素重要性比对

因素 x,y 比较	说明	$f(x,y)$	$f(y,x)$
x 与 y 同等重要	x,y 对总目标有相同的贡献	1	1
x 比 y 稍微重要	x 的贡献稍大于 y ,但不明显	3	1/3
x 比 y 明显重要	x 的贡献明显大于 y ,但不是十分明显	5	1/5
x 比 y 十分重要	x 的贡献十分明显大于 y ,但不是特别突出	7	1/7
x 比 y 极其重要	x 的贡献以压倒优势大于 y	9	1/9
x 比 y 处于上述两相邻判断之间	相邻两判断的折衷	2,4,6,8	1/2,1/4,1/6,1/8

对于给定的某个实际问题,设 $X=\{x_1,x_2,\dots,x_n\}$ 是全部因素的集合,可请专家按标所列各项的意义,对全部的因素做两两之间的对比,从而填写矩阵 $A=(a_{ij})_{n \times n}$,其中 $a_{ij}=f(x_i,x_j)$,并称 A 为判断矩阵。

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{nn} \end{pmatrix} \quad a_{ij}=f(x_i,x_j)$$

这种认识不可能是绝对可靠的,要全面地衡量这种方法的可靠性也是一件比较困难的事情,但是至少可以要求判断矩阵没有明显的“矛盾”。即要判断判断矩阵的一致性。

定义1 判断矩阵 A 的一致性指标 CI :设 λ_1 是 A 的第一特征值, $W=(w_1,w_2,\dots,w_n)^T$ 是对应 λ_1 的特征向量,则 $CI=(\lambda_1-n)/(n-1)$ ($n>1$)为 A 的一致性指标。

定义2 随机一致性指标 RI :固定 n ,随机地生成若干个 n 阶正互反性矩阵,逐个计算出它们各自的 CI ,并取它们的平均值作为 RI 。表2给出了3~15阶判断矩阵的随机一致性指标。在下文判断正互反性矩阵 A 的一致性时,可以直接从该表中取数。

表2 一致性指标查用

矩阵阶数	3	4	5	6	7	8	9
RI	0.52	0.89	1.12	1.26	1.36	1.41	1.46
矩阵阶数	10	11	12	13	14	15	
RI	1.49	1.52	1.54	1.56	1.58	1.59	

定义3 一致性比率 CR :对给定的判断矩阵 $A=(a_{ij})_{n \times n}$,设 λ_1 是它的第一特征值, CI 是一致性指标,并由 n 从表2中查出 RI ,令 $CR=CI/RI$,称 CR 为一性比率。

判断矩阵 A 的一致性:根据经验,当 $CR<0.1$ 时,就认为判断矩阵 A 满足了一致性要求,并以 λ_1 所对应的归一化后的特征向量 $W=(w_1,w_2,\dots,w_n)^T$ 作为归一化权向量。

任意一个二阶判断矩阵都是一致的。

在本文中,若出现的判断矩阵不满足一致性的要求,则就

对判断矩阵进行修正,直到满足一致性为止。

3.2.2.2 权向量

判断矩阵满足一致性后,就要根据判断矩阵,得出各个因素对于总目标而言的重要性权重。

设 $w_i \in (0,1)$ 是因素 x_i 的重要性权重,且 $\sum_{i=1}^n w_i=1$,记 $I=[0,1]$,则 $W=(w_1,w_2,\dots,w_n)^T$ 就是权向量。对给定的满足一致性的判断矩阵 $A=(a_{ij})_{n \times n}$,可令 $w_i=\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \frac{a_{ik}}{\sum_{k=1}^n a_{kj}}$, $i=1,2,\dots,n$,并以 $W=(w_1,w_2,\dots,w_n)^T$ 作为权向量,且 $\sum_{i=1}^n w_i=1$ 。这样,就求出了各个因素对于总目标而言的重要性权重 $W=(w_1,w_2,\dots,w_n)^T \in I^n$ 。

对于在综合评判方法中使用的权向量 $W=(w_1,w_2,\dots,w_n)^T \in I^n$,经常是以下两种类型:

- (1) 归一化权向量: $\sum_{i=1}^n w_i=1$;
- (2) 正规化权向量: $\sum_{i=1}^n w_i=1$ 。

归一化权向量和正规化权向量是可以相互转化的。

3.2.3 综合评判方法

按确定的标准,对某个或某类对象中的某个因素或某个部分进行评价,称为单一评判。从众多的单一评判中获得对某个或某类对象的整体评价,称为综合评判。

要正确评价一个具体对象,应当先对这个对象的若干方面(常称为因素)给出适当的评语,然后再进行综合。以后总记 $U=\{u_1,u_2,\dots,u_m\}$ 为评判因素集。又总用 V 表示评语集。 V 可以是有限集,例如, $V=\{\text{优},\text{良},\text{中},\text{下},\text{劣}\}$,或 $V=\{1\text{级},2\text{级},\dots,n\text{级}\}$,一般地可记作 $V=\{v_1,v_2,\dots,v_n\}$;

在本文中 $V=\{\text{优秀},\text{良好},\text{一般},\text{及格},\text{差}\}$,且优秀 $\{0.8,1.0\}$,良好 $\{0.7,0.8\}$,一般 $\{0.6,0.7\}$,及格 $\{0.5,0.6\}$,差 $\{0.0,0.5\}$ 。

为了进行综合评判,先进行单因素评判,即确定映射 $\alpha:U \rightarrow V$,且对于任意 $u_i \in U$,记 $\alpha=\alpha(u_i)$,称 α_i 为对因素 u_i 的评价。 α 称为单因素评判函数。

设 U,V 分别是评判因素集和评语集, $\alpha:U \rightarrow V$ 是单因素评判函数,则 $f(\alpha(u_1),\alpha(u_2),\dots,\alpha(u_m))$ 就是对 U 的综合评判。

以下是几种常用的综合评判函数。

(1) 加权平均型:设 $W=(w_1,w_2,\dots,w_m) \in I^m$ 是归一化权向量,对于任意的 $(x_1,x_2,\dots,x_m) \in I^m$,令 $f_1(x_1,x_2,\dots,x_m)=\sum_{i=1}^m w_i x_i$, f_1 称为加权平均型综合评判函数。其中 w_i 可解释为第 i 个因素在综合评判函数中所占比重。该函数在很多情况下使用。

(2) 几何平均型:设 $W=(w_1,w_2,\dots,w_m) \in I^m$ 是归一化权向量,对于任意的 $(x_1,x_2,\dots,x_m) \in I^m$,令 $f_2(x_1,x_2,\dots,x_m)=\prod_{i=1}^m w_i^{\alpha_i} x_i$, f_2 称为几何平均型综合评判函数。

(3) 单因素决定型:设 $W=(w_1,w_2,\dots,w_m) \in I^m$ 是正规化的权向量,对于任意 $(x_1,x_2,\dots,x_m) \in I^m$, $f_3(x_1,x_2,\dots,x_m)=\bigcup_{i=1}^m (w_i \cap x_i)$, f_3 称为单因素决定型综合评判函数。

使用不同的综合评判函数 f_1, f_2, f_3 ,可以得到不同的对整体的综合评价 Y_1, Y_2, Y_3 。为了使最终评判结果能反映问题的实质,首先可以上述的3个评判函数进行评判,然后对全部结果再进行一次评判,即二次评判,此时的 $U=\{f_1, f_2, f_3\}$,记为 U_j 。将评价结果 Y_1, Y_2, Y_3 进行归一化后,可以得到评判矩阵 R_{j0} 。因为各个评判函数的使用权重一样,故此时可以取权向量为

$w_1=w_2=w_3=1/3$,并选加权平均型综合评判函数,对 $\langle U_i, V, R_i \rangle$ 进行了综合评判。最后根据隶属度最大原则,对于得到的评判结果,选取数值最大的那个所对应的等级就是文档质量等级。

4 度量方法的应用

上节中表述了度量文档质量的理论方法,为了验证该方法的可行性,对某型号软件的概要设计文档进行了实际应用。概要设计的属性,在本节中划分为3个质量属性:概要设计与标准模板的符合性的度量、与需求规格说明的一致性、以程序代码为度量标准,度量概要设计。其中以程序代码为度量标准,度量概要设计为间接属性,需要度量其子属性的值来得出结果。

4.1 符合规范性

通过与概要设计标准模板(《Q/WE 895-2003 二院型号软件工程规范》)的比对,得到概要设计与标准模板的符合性指标的值为

$$r_1=\{1/\text{优秀}, 1/\text{良好}, 0/\text{一般}, 0/\text{及格}, 0/\text{差}\}$$

4.2 与需求一致性

通过与需求规格说明书的内容相比较,得到与需求规格说明的一致性指标的值为

$$r_2=\{1/\text{优秀}, 0/\text{良好}, 0/\text{一般}, 0/\text{及格}, 0/\text{差}\}$$

4.3 以程序代码为度量标准,度量概要设计

4.3.1 概要设计中的数据结构

(1)全局变量的一致性和完整性

评价概要设计中的全局变量与程序中的全局变量的一致性和完整性。

完整性:概要设计中的全局变量/程序中的全局变量。

经过静态分析,程序中有全局变量81个,在概要设计中提到的全局变量有15个,因此 $15/81=0.185$,代入式(6)~(10),可以得到 $r_a=\{0/\text{优秀}, 0/\text{良好}, 0/\text{一般}, 0/\text{及格}, 1/\text{差}\}$ 。

一致性:概要设计中与程序中一致的全局变量数/程序中的全局变量数。

经过对被度量的概要设计的检查,概要设计中与程序一致的全局变量有15个,因此 $15/81=0.185$,代入式(6)~(10),可以得到 $r_b=\{0/\text{优秀}, 0/\text{良好}, 0/\text{一般}, 0/\text{及格}, 1/\text{差}\}$ 。

根据3.2.2的内容,认为一致性和完整性是同等重要的,

因此判断矩阵 $A=\begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$,判断矩阵为二阶矩阵,肯定是一致的。其权重为 $W=\{w_1=0.5, w_2=0.5\}$,根据3.2.3中的评判方法(使用加权平均型综合评判函数),我们可以得到概要设计中全局变量的一致性和完整性的质量指标是 $r_A=\{0/\text{优秀}, 0/\text{良好}, 0/\text{一般}, 0/\text{及格}, 1/\text{差}\}$ 。

(2)结构变量的一致性和完整性

评价概要设计中的结构变量和程序中的结构变量的一致性和完整性。与4.3.1(1)中完全类似的方法,可以得到结构变量的一致性和完整性指标的值为 $r_B=\{0/\text{优秀}, 0/\text{良好}, 0/\text{一般}, 0.524/\text{及格}, 1/\text{差}\}$ 。

(3)宏参数的一致性和完整性

评价概要设计中的宏参数与程序中的宏参数的一致性和完整性。与4.3.1(1)完全类似的方法,可以得到宏参数的一致

性和完整性指标的值为 $r_C=\{0/\text{优秀}, 0/\text{良好}, 0/\text{一般}, 0/\text{及格}, 1/\text{差}\}$ 。

通过对全局变量、结构变量和宏参数的一致性和完整性的分别的度量,同时认为全局变量、结构变量和宏参数的重要

性是同等的,因此判断矩阵 $A=\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$,其第一特征值为

$\lambda_1=3$,根据3.2.2的判断方法,该判断矩阵为一致的。其权重分别为 $W=\{w_1=1/3, w_2=1/3, w_3=1/3\}$ 。因此概要设计中的数据结构的指标值为 $r_X=\{0/\text{优秀}, 0/\text{良好}, 0/\text{一般}, 0.175/\text{及格}, 1/\text{差}\}$ 。

4.3.2 概要设计中的程序结构

使用同样的方法,我们可以求得概要设计的程序结构的指标质量为

$$r_Y=\left\{ \begin{array}{l} 0.1391/\text{优秀}, 0.1513/\text{良好}, 0.0816/\text{一般}, \\ 0.2024/\text{及格}, 0.4256/\text{差} \end{array} \right\}$$

以上分别得出了概要设计的数据结构和程序结构的指标值,通过这两个值,可以进一步得到以程序来度量概要设计的指标值。认为概要设计的数据结构和程序结构同等重要。故以程序来度量概要设计的指标值为

$$r_3=\left\{ \begin{array}{l} 0.06955/\text{优秀}, 0.07565/\text{良好}, 0.0408/\text{一般}, \\ 0.1887/\text{及格}, 0.7128/\text{差} \end{array} \right\}$$

经过对概要设计的3个文档属性的度量,得出了这3个属性的指标值。该3个文档属性的指标质量的评判矩阵为

$$R=\begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.06955 & 0.07565 & 0.0408 & 0.1887 & 0.7128 \end{pmatrix}$$

归一化后,得到归一化的评判矩阵

$$\bar{R}=\begin{pmatrix} 0.5 & 0.5 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.06395 & 0.06956 & 0.03752 & 0.17352 & 0.65545 \end{pmatrix}$$

正规化后,得到正规化的评判矩阵

$$R^*=\begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.09757 & 0.1061 & 0.05724 & 0.2647 & 1 \end{pmatrix}$$

被度量的概要设计的文档规格符合性、与需求规格说明的一致性以及用程序来度量概要设计的3个属性的指标值均已经得出。因此,可以计算概要设计的质量。根据层次分析法,得到如表3所示的属性重要性表格。

表3 概要设计属性重要性

	规范符合性	文档一致性	程序度量性
规范符合性	1	1/3	1/9
文档一致性	3	1	1/7
程序度量性	9	7	1

根据表3得到判断矩阵的最大的特征值为 $\lambda_1=3.0803$,得 $CI=(3.0803-3)/(3-1)=0.04015$,根据表2可以查得 $RI=0.52$,则 $CR=CI/RI=0.07721<0.1$,故判断矩阵A是一致的。根据 $w_i=\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \frac{a_{ij}}{\sum_{k=1}^n a_{kj}}$, $i=1,2,\dots,n$,就可以求得 $W=\{w_1=0.06577, w_2=0.14879, w_3=0.78544\}$,满足 $\sum_{i=1}^4 w_i=1$ 为归一化权向量。经过正规化以后,可以得到正规化的权向量 $W^*=\{w_1^*=0.08374, w_2^*=0.1894, w_3^*=1\}$ 。

(下转第4085页)

受的、在严谨性和简单性两方面达成平衡的技术方法。

(3)建立基于SSM的需求协调沟通机制 SSM本身是一个不断学习的过程,它以人为本、注重调和、强调多元价值。基于SSM的需求分析也必须重视 stakeholders 的作用甚至更广泛的文化、政治因素的影响。这需要建立某种参与机制保证项目相关人员的积极参与并发挥他们的积极性。这种机制的设计应该充分考虑 stakeholders 的角色定位、需求的优先次序以及协调彼此立场的方法。当然这种机制要发挥作用还有赖于需求分析主导者良好的沟通能力和技巧。

限于篇幅所限,未对上述策略展开进一步论述,将在其它论文中进行深入分析。

4 结束语

利用 SSM 进行需求分析可以解决目前需求分析方法解决“软”问题时的不足,是对现有的需求分析方法的完善和补充。该文通过提出问题、反思现有方法、解决问题的思路,探讨了基于SSM进行需求分析的相关问题,为进行更深入的研究奠定了基础。

参考文献:

[1] Jackson M. 软件开发问题框架:现实世界问题的结构化分析

[M].北京:机械工业出版社,2005:6-7.

[2] Ambler S W, Constantine L L. 统一过程最佳实践·初始阶段[M].北京:机械工业出版社,2005:52-56.

[3] Flower Martin. UML 精粹:标准对象建模语言简明指南[M]. 3版.北京:清华大学出版社,2005.

[4] Ambler S W. 统一过程最佳实践·细化阶段[M].北京:机械工业出版社,2005:58-60.

[5] Bray Ian. 需求工程引论[M].北京:人民邮电出版社,2003:45.

[6] 王枫,石冰心,罗莉敏. UML 建模机制研究及在系统需求分析中的应用[J]. 计算机工程与设计,2005,26(4):971-975.

[7] Sommerville Ian, Sawyer Pete. 需求工程[M].北京:机械工业出版社,2003:297.

[8] Checkland P. Systems thinking, systems practice (new edn, including a 30-year retrospective) [M]. Chichester, UK: John Wiley & Sons, 1999.

[9] Jackson M C. Systems approaches to management [M]. New York: Kluwer/Plenum, 2000.

[10] Jackson M C. 系统思考:适于管理者的创造性整体论[M].北京:中国人民大学出版社,2005:178.

[11] 许国志. 系统科学 [M]. 上海:上海科技教育出版社,2000:358-361.

(上接第 4071 页)

根据 3.2.3 中的评判方法,使用 3 种评判函数,我们可以得到关于概要设计的不同的质量结果。

(1)使用加权平均型评判函数得到的结果为

$$Y_1 = W \cdot R = \begin{cases} 0.2319/\text{优秀} & 0.08752/\text{良} & 0.02947/\text{一般}, \\ 0.13629/\text{及格} & 0.51482/\text{差} \end{cases}$$

(2)使用几何平均型评判函数得到的结果为

$$Y_2 = W \cdot R = \{ 0.11022/\text{优} & 0/\text{良} & 0/\text{一般} & 0/\text{及格} & 0/\text{差} \}$$

(3)使用单因素决定性评判函数,对应的使用正规化特征向量和正规化评判矩阵,得到的结果是

$$Y_3 = W \cdot R = \begin{cases} 0.1894/\text{优} & 0.1061/\text{良} & 0.05724/\text{一般}, \\ 0.02647/\text{及格} & 1/\text{差} \end{cases}$$

所以

$$R_y = \begin{bmatrix} 0.2319 & 0.08752 & 0.02947 & 0.13629 & 0.51482 \\ 0.11022 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.1894 & 0.1061 & 0.05724 & 0.02647 & 1 \end{bmatrix}$$

为了得到更加准确的结果,进行二次评判,3种评判函数的权重是一样的,即 $W = \{ w_1=1/3, w_2=1/3, w_3=1/3 \}$,使用加权平均型评判函数,可以得到最后的评判结果为

$$Y = W \cdot R_y = \begin{cases} 0.17717/\text{优} & 0.06454/\text{良} & 0.0289/\text{一般}, \\ 0.05425/\text{及格} & 0.50494/\text{差} \end{cases}$$

根据隶属度最大原则,被度量的概要设计的质量为差。

5 结束语

本文提出了度量软件文档质量的一种方法,并且在上节中将这种方法进行了应用。通过对概要设计的质量度量,可以看到本文提出的方法确实是可行的。

本文中采用的方法简单,逻辑合理,能够容易掌握,具有较好的推广价值。并且该方法可以应用于其它方面的质量度

量。当然这种方法还存在一些缺陷,要在以后的实践中加以改进。本文的度量方法只是一个初步尝试,为了能够真正的实现对软件文档的质量进行改进,需要在以后的工作中进行实践和长期积累。在每次的度量活动结束后,都要有意识的对软件文档质量的不足处和长处进行记录和改进。根据每次度量活动的结果来改进软件文档的质量。

参考文献:

[1] Toleman M, Carrington D, Cook P, et al. Generic description of a software document environment[R]. Hawaii: 34th Annual Hawaii International Conference on System Sciences,2001:286-298.

[2] 文斌,刘长青,田原. 软件工程与软件文档写作[M]. 北京:清华大学出版社,北京交通大学出版社,2005:10-20.

[3] 洪伦耀,董云卫. 软件质量工程[M]. 西安:西安电子科技大学出版社,2004.

[4] 宋晓秋. 航天型号软件研制过程中的并行工程[J]. 质量与可靠性,2001(6):29-30.

[5] Alan Davis, Scott Overmyer, Kathleen Jordan, et al. Identifying and measuring quality in a software requirements specification [R]. Colorado: Software Metrics Symposium, First International, 1993:141-151.

[6] 张红延,黄涛,蒋明清. 软件度量模型及其方法的研究[J]. 计算机测量与控制,2004,12(7):681-683.

[7] Norman E Fenton, Shari Lawrence Pfleeger. 软件度量[M]. 杨海燕,赵巍,张力,等译.北京:机械工业出版社,2004.

[8] 彭祖赠,孙福玉. 模糊(Fuzzy)数学以及应用[M]. 武汉:武汉大学出版社,2002:122-162.