

# 用 QFD 逆过程法评估软件质量<sup>①</sup>

冯 珍 张所地 (山西财经大学 管理科学与工程学院 山西 太原 030006)

**摘要:** 软件质量是软件的一组固有特性满足用户需求的总和集成。研究了基于软件用户需求特性的软件质量评估的质量功能配置的逆过程法,在已知软件质量特性的条件下,确定用户需求特性值。利用该方法,给出了评估软件质量的过程和数学模型,实例研究表明,该方法是能有效评估软件质量,按照用户需求和评估结果持续改进软件质量,提高用户满意度。

**关键词:** 软件质量; 用户需求; 质量功能配置; 逆过程

## Applying Inverse Process Approach of QFD to Software Quality Assessment

FENG Zhen, ZHANG Suo-Di

(School of Management Science and Engineering, Shanxi University of Finance & Economic, Taiyuan 030006, China)

**Abstract:** Software quality is the integration of a set of software inherent characteristics to meet users' needs. An inverse process approach of quality function deployment to assess software quality is proposed based on users' needs. Customer satisfaction is measured according to the given quality characteristic. The process and mathematic model to measure software quality is shown. The empirical study indicates that the method is effective in assessing software quality. According to users' needs and the evaluating results, software quality and customers' satisfaction degree are continuously improved.

**Keywords:** software quality; user needs; QFD; inverse process

## 1 引言

只有对软件的质量进行客观的度量和评价,才能对软件生产实施高效的质量控制,积极把握软件的质量状况才能够科学促进软件质量的提高。ISO/IEC 9126 标准是当前国际上流行的关于软件度量和软件质量评价的标准,ISO/IEC 9126-Part1 中将软件的质量用 6 个质量特性来表示,即功能性、可靠性、可用性、可维护性、效率、可移植性<sup>[1,2]</sup>。针对软件的质量特性,文献<sup>[3-5]</sup>利用专家的知识 and 智能应用模糊数学和灰色理论评估软件质量。但是软件质量是软件的一组固有特性满足用户需求的总和,笔者认为对具体的软件质量评估时,在已知软件质量特性的条件下,必须结合用户的需求特性,用软件用户使用的满意度来衡量软件的质量。文献<sup>[6]</sup>为了分析产品级再使用满意度,提出了 QFD 逆过程法,本文研究了基于软件用

户需求特性用质量功能配置的逆过程法评估软件质量的分析过程和数学模型,对软件《煤矿事故案例分析系统》进行了质量评估,根据评估结果提出了改进的建议。

## 2 基于用户需求特性的软件质量评估算法

### 2.1 算法原理

质量功能配置(QFD)是以用户需求为驱动进行产品开发的有效工具<sup>[7,8]</sup>,对于软件产品,质量功能配置中的产品规划质量屋(HoQ1)和部件配置质量屋(HoQ2),主要功能应该是将用户需求分层转换为软件产品质量特性值和各个功能模块特征值,以 HoQ1 为例,就是求  $y = g(f_1, \dots, f_m)$ , 以使用户满意度最大的过程<sup>[8]</sup>,为质量特性值与各个用户需求值的关联函数,其逆过程法为在已知质量特性值的情况下求用户需求

① 基金项目:国家自然科学基金(70973072);山西省高校大学生创新性实验项目(2009[18])

收稿时间:2009-11-20;收到修改稿时间:2009-12-08

值, 即  $f = g^{-1}(y_1, \dots, y_n)$ ,  $g^{-1}$  为  $g$  的逆函数, 也就是用户需求值与各个质量特性值的关联函数。同理可以按 HoQ2 逆过程法求得软件产品的质量特性值, 即  $y = h^{-1}(x_1, \dots, x_p)$ ,  $h^{-1}$  是质量特性值与各个软件功能模块特征值的关联函数。下面只讨论 HoQ1 逆过程法, HoQ2 逆过程法原理相同。

### 2.2 分析过程

HoQ1 逆过程法分析过程, 可以分为建立质量屋和质量屋决策两个过程。建立质量屋主要运用市场调查技术和各种分析工具, 确定用户需求, 质量屋的软件质量特性—用户需求的关系矩阵  $R$ 、用户需求权重。质量屋的决策是用已建立的质量屋进行决策, 目的就是在软件质量特性值一定的情况下, 确定用户满意度  $S$ , 这是一个复杂的多目标、多变量决策, 需要权衡质量屋中的各种矛盾, 有必要建立数学模型, 从用户满意的角度评估软件质量。

### 2.3 数学模型

用户满意度是用户对使用的软件产品提供的功能和服务的满意程度, 是一个多目标统一值, 设用户满意度  $S$  为:

$$S(f) = \sum_{i=1}^m w_i f_i \quad (1)$$

式中,  $0 < w_i < 1$ ,  $\sum_{i=1}^m w_i = 1$ ,

用概率系数法确定用户需求因素权重: 令  $z_i$  为第  $i$  项用户需求调查出现的频数, 则  $p_i = \frac{z_i}{\sum_{i=1}^m z_i}$ , 归一化处理后得到权重  $w_i$ 。

用户需求值是由与之相关的软件质量特性值决定的, 不失一般性, 设  $g^{-1}$  为线性函数, 则:

$$f_i = \sum_{j=1}^n r_{ij} y_j \quad (2)$$

$r_{ij}$  为质量特性与用户需求之间的关联系数, 由专家评定, 可分别用 0—0.11—0.33—1 的数值序列表示不相关、弱相关、中等相关和强相关;  $y_j$  为标准化处理后的软件质量特性值, 将式 (2) 代入式 (1) 得  $S(y) = \sum_{i=1}^m w_i \sum_{j=1}^n r_{ij} y_j$ , 也可改写成

$$S(y) = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m w_i r_{ij} y_j \quad (3)$$

为了使评估结果具有可比性, 把评估值处理到

[0,1]之间, 0.6 以下为差、0.6—0.7 为较差、0.7—0.8 为一般、0.8—0.9 为良好和 0.9—1.0 为优秀。首先将软件质量特性值规范化到 [0,1] 之间, 对由用户需求配置的质量特性的重要度进行归一化处理得到

$$I_j = \frac{\sum_{i=1}^m w_i r_{ij}}{\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m w_i r_{ij}} \quad (4)$$

将式 (4) 代入式 (3) 得到:

$$S(y) = \sum_{j=1}^n I_j y_j \quad (5)$$

## 3 实例研究

对开发的《煤矿事故案例分析系统》软件的质量进行评价, 请计算机软件专家用模糊综合评价法<sup>[3]</sup>评估该软件的 6 个质量特性值在 [0, 1] 之间, 功能性  $Q_1$  的值  $y_1=0.80$ 、可靠性  $Q_2$  的值  $y_2=0.76$ 、可用性  $Q_3$  的值  $y_3=0.78$ 、可维护性  $Q_4$  的值  $y_4=0.85$ 、效率  $Q_5$  的值  $y_5=0.68$ 、可移植性  $Q_6$  的值  $y_6=0.71$ 。

调查山西省各大煤矿生产安全管理部门使用该软件的用户 120 名, 确定用户需求主要为案例的代表性和启发性强, 输入简单, 输出信息明确可用, 易于更新和维护, 运行速度快、适应强, 分别给予标号  $S_1-S_6$  结果,  $z$  为用户需求调查出现的频数, 据此得出用户需求权重。专家评估每项用户需求和软件质量特性的关系, 据公式 (4) 计算软件质量特性的重要度, 如表 1。

表 1 软件质量评估质量屋

用户需求	Z W		软件的质量特性					
			Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>	Q <sub>4</sub>	Q <sub>5</sub>	Q <sub>6</sub>
S <sub>1</sub>	113	0.22	1	0	0.33	0	0	0
S <sub>2</sub>	67	0.13	0.33	0	1	0	0.11	0
S <sub>3</sub>	123	0.24	1	0.11	0.33	0	0	0
S <sub>4</sub>	68	0.13	0.11	0	0	1	0	0
S <sub>5</sub>	86	0.17	0	0	0	0	1	0
S <sub>6</sub>	57	0.11	0	0	0	0	0	1
		I <sub>j</sub>	0.41	0.02	0.23	0.10	0.15	0.09
		y <sub>i</sub>	0.80	0.76	0.78	0.85	0.68	0.71

按照公式 (5) 计算得到基于用户需求特性的软件

质量  $S=0.77$ , 该软件目前质量一般, 需要按照用户需求在功能性和可用性方面重点改进, 案例库的案例应该更具有代表性, 对生产安全管理人员有较强的启发性, 按照用户的需求使输出的信息更加明确可用。

#### 4 结论

评估软件的质量必须基于用户的需求, 提出的软件质量评估的 QFD 逆过程法是逐层确定软件质量特性值和用户需求值的有力工具, QFD 逆过程法为软件质量控制及评价提供了科学依据, 在实施评价的过程中, 可以不断完善, 根据不同的软件类型调查确定不同的用户需求特性, 按照用户需求和评估结果持续改进软件质量, 不断满足用户的需求, 提高用户满意度。

在本文中, 质量特性与用户需求之间的关联系数, 由专家评定, 带有主观性。在以后研究和应用中, 如果有可能获得市场调研数据, 线性回归、模糊线性回归和人工神经网络可用来计算关联系数, 正交实验设计也可以帮助建立质量特性与用户需求之间的关联系数<sup>[7,8]</sup>。

#### 参考文献

- 1 ISO / IEC JTC1 / SC7 / WG6, ISO / IEC 9126.1: Information technology-software quality characterization and metrics-Part1:Quality model, 2001.
- 2 ISO/IEC JTCII SC7/WG6, ISO/IEC 14598 Pa-I-Part 6:2001.Information technology-evaluation of software product, 2001.
- 3 朱锐,王成良.运用模糊综合评判理论评价软件质量.计算机系统应用, 2009,18(4):148-151.
- 4 冯建湘,唐嵘,王双维,李章兵.软件质量灰色定量评价模式研究.哈尔滨工业大学学报, 2005,37(5):639-641.
- 5 周津慧,王宗,杨宗奎.基于模糊评价方法的软件质量评价研究.系统工程与电子技术, 2004,26(7):989-991.
- 6 冯珍,徐国华.产品级再使用满意度分析的 QFD 逆过程法.四川大学学报, 2004, 36(1):83-86.
- 7 Zhang XP, Bode J, Ren SJ. Neural Networks in Quality Function Deployment. Computers & Industrial Engineering. 1995,31(3-4):669-673.
- 8 Moskowitz H, Kim KJ. QFD Optimizer: A Novice Friendly Quality Function Deployment Decision Support System for Optimizing Product Designs. Computers & Industrial Engineering. 1997,32(6):641-655.