

区间型关联函数在软件项目风险评估中的应用

杨莉^{1,2}, 李南²

YANG Li^{1,2}, LI Nan²

1.江苏技术师范学院 计算机科学与工程学院, 江苏 常州 213001

2.南京航空航天大学 经济与管理学院, 南京 210016

1.School of Computer Science and Engineering, Jiangsu Teachers College of Technology, Changzhou, Jiangsu 213001, China

2.College of Economics and Management, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 210016, China

E-mail: yldelight@163.com

YANG Li, LI Nan. Application of interval elementary dependent function in software project risk evaluation. Computer Engineering and Applications, 2009, 45(26): 196-198.

Abstract: Extension evaluation is utilized in this paper to assess software project risk. According to matter-element model and interval elementary dependent function theory, rules that assess software project risk are analyzed then matter-element models of risk evaluation are built up. The quantitative numerical values evaluating software project risk are acquired by calculating the synthetically dependent degree of the models. They can reveal different levels of software project risk as well as the tendency of risk transform. Thus they can be selected as risk transform index, which confirm to whether startup countermeasures of software project risk. In the end, a scenario presents validation of this method.

Key words: software project; risk evaluation; interval elementary dependent function; matter-element model

摘要: 将可拓评估应用于软件项目风险评估中。该方法依据物元模型与区间型关联函数理论, 分析了软件项目风险评估准则, 建立风险评估的物元模型。通过计算该模型的综合关联度, 得出定量的数值。该数值既表示出风险量的大小, 又体现风险转化趋势, 从而可作为风险转化指标, 以确定何时启动风险应对计划。最后通过案例验证该方法的有效性。

关键词: 软件项目; 风险评估; 区间型关联函数; 物元模型

DOI: 10.3778/j.issn.1002-8331.2009.26.059 **文章编号:** 1002-8331(2009)26-0196-03 **文献标识码:** A **中图分类号:** TP311

1 引言

软件项目进度延期、预算超支, 最后导致项目失败的现象十分普遍, 而缺乏风险管理是导致项目失败的主要原因之一。因此, 将风险管理引入软件开发是非常重要的工作。软件项目风险管理主要包括风险识别、风险评估、风险计划和风险控制。风险评估的主要目的是量化风险的概率和影响, 进而确定风险的优先级别, 为制定风险应对计划及监控风险提供依据^[1]。目前对软件项目风险评估的方法主要有风险矩阵^[2]、AHP法与模糊评判法相结合^[3-4]、基于神经网络的方法^[5-6]等。这些方法存在两个问题: (1) 在对评估准则量化时, 以专家的经验 and 主观判断为依据, 由于软件项目的复杂性和人脑思维的模糊性, 专家给出的信息通常带有很大的模糊性, 如果用一个确定的数值来提取专家信息, 将会造成信息丢失; (2) 得到的都是反映项目风险等级的静态数据, 而没有考虑到风险转化的趋势及风险变化的速率, 所提供规避风险的数据几乎无效。

为解决上述问题, 采用基于区间型关联函数的可拓评估法对软件项目风险进行评估。由于软件项目风险在整个软件开发

中是运动变化的, 且对某一方向的运动趋势有强弱之分。强则表明风险转化比较容易, 反之则较难。在风险评估时, 不但要看到风险与标准安全值之间的偏差, 也要认识这种偏差转化的趋势。区间型关联函数只需要根据评估准则给出区间值, 就能测算出风险与标准安全值之间的偏差, 而且还可说明风险转化的趋势, 从而可作为风险转化指标, 以确定何时启动风险应对计划, 为监控风险提供客观、有效的依据。

根据可拓学中物元模型理论, 分析了软件项目风险评估准则, 建立软件项目风险的正域(经典域)物元、节域物元和待评对象物元。通过建立区间型初等关联函数, 计算待评对象物元的综合关联度, 从而得到定量的数值评定结果。

2 可拓学的相关知识

为方便读者参考, 本章将给出与该文有关的可拓概念, 具体细节可参见文献[7-10]。

(1) 确定正域物元 R_0 和节域物元 R_j

基金项目: 国家自然科学基金(the National Natural Science Foundation of China under Grant No.60572170)。

作者简介: 杨莉(1977-), 女, 讲师, 博士研究生, 研究方向为软件项目管理; 李南(1956-), 女, 教授, 博士生导师, 研究方向为工业工程、项目管理、研发与创新管理。

收稿日期: 2009-02-27 **修回日期:** 2009-03-31

$$R_0=(N_0, C, V_0)=\begin{bmatrix} N_0, & c_1 & V_{01} \\ & c_2 & V_{02} \\ & \vdots & \vdots \\ & c_n & V_{0n} \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} N_0, & c_1 & \langle a_{011}, a_{012} \rangle \\ & c_2 & \langle a_{021}, a_{022} \rangle \\ & \vdots & \vdots \\ & c_n & \langle a_{0n1}, a_{0n2} \rangle \end{bmatrix}$$

其中 N_0 表示所划分的安全等级, $c_i(i=1,2,\dots,n)$ 表示安全等级 N_0 的特征, V_{0i} 分别为 N_0 特征 c_i 所规定的量值范围, 即安全等级关于对应的特征所取的数据范围—正域(经典域)。

$$R_p=(P, C, V_p)=\begin{bmatrix} P, & c_1 & V_{p1} \\ & c_2 & V_{p2} \\ & \vdots & \vdots \\ & c_n & V_{pn} \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} P, & c_1 & \langle a_{p11}, a_{p12} \rangle \\ & c_2 & \langle a_{p21}, a_{p22} \rangle \\ & \vdots & \vdots \\ & c_n & \langle a_{pn1}, a_{pn2} \rangle \end{bmatrix}$$

其中 P 表示等级的全体, V_{pi} 为 P 关于 c_i 所取的量值范围, 且 $V_{0i} \subset V_{pi}$, 即 P 的节域。

(2) 确定待评物元 R_j

$$R_j=(F_j, C, X)=\begin{bmatrix} F_j, & c_1 & X_1 \\ & c_2 & X_2 \\ & \vdots & \vdots \\ & c_n & X_n \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} F_j, & c_1 & \langle x_{j1}, x_{j2} \rangle \\ & c_2 & \langle x_{j21}, x_{j22} \rangle \\ & \vdots & \vdots \\ & c_n & \langle x_{jn1}, x_{jn2} \rangle \end{bmatrix}$$

其中 F_j 表示待评对象, $c_i(i=1,2,\dots,n)$ 为 F_j 的特征, $\langle x_{ji1}, x_{ji2} \rangle (i=1,2,\dots,n)$ 表示 F_j 关于特征 c_i 的区间值。

(3) 确定权系数

确定待评对象 F_j 各评估特征(准则)的权系数, 以表示各特征的重要性程度。权系数记为 $\alpha=(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n)$, 满足 $0 \leq \alpha_i \leq 1$, 且 $\sum_{i=1}^n \alpha_i=1$ 。确定权系数的方法可采用专家打分法、层次分析法等。

(4) 建立区间型关联函数, 计算关联度

根据待评对象 F_j 各特征 c_i 的正域和节域构成的区间套描述(有公共左端点 $x_{0i}=a_{0i1}$, 且在 x_{0i} 处达到最大值), 建立区间型初等关联函数^[9-10]:

$$k_i(X_i)=\begin{cases} \rho(X_i, x_{0i}, V_{0i})/D(X_i, V_{0i}, V_{pi})-1, \\ \rho(X_i, V_{0i})=\rho(X_i, V_{pi}) \text{ 且 } \exists x \in X_i-V_{0i} \\ \rho(X_i, x_{0i}, V_{0i})/D(X_i, V_{0i}, V_{pi}), \text{ 其余} \end{cases} \quad (1)$$

式中, 令 X_i 的中点为 $x_i'=(x_{i1}+x_{i2})/2$, 且 X_i 为 V_{0i} 的小模区间, 则 X_i 和 V_{0i} 的区间距为:

$$\rho(X_i, V_{0i})=\left| \frac{x_{i1}+x_{i2}}{2} - \frac{a_{0i1}+a_{0i2}}{2} \right| - \left(\frac{a_{0i2}-a_{0i1}}{2} - \frac{x_{i2}-x_{i1}}{2} \right) = \begin{cases} a_{0i1}-x_{i1}, x_i' \leq (a_{0i1}+a_{0i2})/2 \\ x_{i2}-a_{0i2}, x_i' \geq (a_{0i1}+a_{0i2})/2 \end{cases}$$

X_i 关于点 a_{0i1} 和区间 V_{0i} 之左侧距为:

$$\rho_l(X_i, a_{0i1}, V_{0i})=\begin{cases} a_{0i1}-x_{i1}, x_i' < a_{0i1} \\ x_{i2}-a_{0i2}, x_i' > a_{0i1} \end{cases}$$

X_i 关于区间套 V_{0i} 和 V_{pi} 的区间值为:

$$D(X_i, V_{0i}, V_{pi})=\begin{cases} a_{0i1}-a_{0i2}, \rho(X_i, V_{pi})=\rho(X_i, V_{0i}) \\ \rho(X_i, V_{pi})-\rho(X_i, V_{0i})+a_{0i1}-a_{0i2}, \\ \rho(X_i, V_{pi}) \neq \rho(X_i, V_{0i}) \text{ 且 } X_i \subset V_{0i} \\ \rho(X_i, V_{pi})-\rho(X_i, V_{0i}), \\ \rho(X_i, V_{pi}) \neq \rho(X_i, V_{0i}) \text{ 且 } \exists x \in X_i-V_{0i} \end{cases}$$

计算综合关联度, 待评对象 F_j 关于各特征的综合关联度为:

$$K(F_j)=\sum_{i=1}^n \alpha_i k_i(X_i) \quad (2)$$

综合关联度 $K(F_j)$ 不但表示风险量的大小, 也体现风险转化趋势的强弱。当综合关联度 $K(F_j) > 0$ 时表示该对象处于安全域; 当综合关联度 $K(F_j) < 0$ 时表示该对象处于风险状况, 且数值越小风险量越大, 风险转化也越困难, 需及早采取相应的风险应对措施。

3 软件项目风险的可拓评估

3.1 评估准则选取及量值域分类

建立风险评估准则的目的是利用某一度量标准衡量每一个风险, 从而确定风险的等级。目前, 从国内已有的文献来看, 量化风险主要是从风险发生的概率及造成的损失(成本、进度、质量)这两方面度量。这种度量的缺点是将低概率高损失的风险与高概率低损失的风险等同起来。文献[3]在此基础上增加了不可控制性这一评估准则。鉴于此, 在参考文献[3-4]的基础上建立风险评估准则体系, 如表 1 所示。

表 1 风险评估准则及量值域分类

评估准则	描述	正域	节域
概率 c_1	风险发生的可能性	0-0.1	0-1
损失 c_2	风险所造成的损失占有工作量的比例	0-0.1	0-1
不可控制性 c_3	风险不受项目团队控制的程度	0-0.2	0-1

表 1 中正域表示评估准则处于安全区域的取值范围, 节域表示评估准则所取的量值范围。

3.2 正域和节域物元模型

R_0 和 R_p 分别表示正域和节域物元:

$$R_0=\begin{bmatrix} \text{安全(正域)} & c_1 & \langle 0, 0.1 \rangle \\ & c_2 & \langle 0, 0.1 \rangle \\ & c_3 & \langle 0, 0.3 \rangle \end{bmatrix} \quad R_p=\begin{bmatrix} \text{节域} & c_1 & \langle 0.1, 1 \rangle \\ & c_2 & \langle 0.1, 1 \rangle \\ & c_3 & \langle 0.1, 1 \rangle \end{bmatrix}$$

3.3 构造区间型关联函数

对评估准则 c_1 , 已知 $a_{11}=0, a_{12}=0.1, a_{p11}=0, a_{p12}=1$ 有公共左端点 $x_{11}=a_{11}$, 且在 $x_{11}=0$ 处达到最大值, 根据式(1)建立区间型初等关联函数如下式:

$$k_1(X_1)=\begin{cases} -(x_{12}-0.1)/0.1, x_1' \in (0, 0.05] \text{ 且 } X_1 \subset V_{01} \\ -(x_{12}-0.1)/(x_{11}+x_{12}), x_1' \in (0.05, 0.1] \text{ 且 } X_1 \subset V_{01} \\ (x_{12}-0.1)/(0.1-x_{11}-x_{12}), x_1' \in (0.05, 0.5] \text{ 且 } \exists x \in X_1-V_{01} \\ -(x_{12}-0.1)/0.9, x_1' \in (0.5, 1] \text{ 且 } \exists x \in X_1-V_{01} \end{cases} \quad (3)$$

评估准则 c_2 的关联函数与 c_1 相同。

评估准则 c_3 , 已知 $a_{31}=0, a_{32}=0.2, a_{p31}=0, a_{p32}=1$ 有公共左端点 $x_{33}=a_{31}$, 且在 $x_{33}=0$ 处达到最大值, 则建立区间型初等关联函数如下式:

$$k_3(X_3)=\begin{cases} -(x_{32}-0.2)/0.2, x_3' \in (0, 0.1] \text{ 且 } X_3 \subset V_{03} \\ -(x_{32}-0.2)/(x_{31}+x_{32}), x_3' \in (0.1, 0.2] \text{ 且 } X_3 \subset V_{03} \\ (x_{32}-0.2)/(0.2-x_{31}-x_{32}), x_3' \in (0.2, 0.5] \text{ 且 } \exists x \in X_3-V_{03} \\ -(x_{32}-0.2)/0.8, x_3' \in (0.5, 1] \text{ 且 } \exists x \in X_3-V_{03} \end{cases} \quad (4)$$

3.4 案例分析

以某软件项目为例, 通过对以往类似项目数据的分析和实

实际情况调查, 得出该软件项目可能存在着较为重要的风险项有: 人员流动性大 F_1 、项目高层管理者承担的义务不足 F_2 、需求不稳定 F_3 、不切实际的工期计划 F_4 、用户参与程度不够 F_5 、引进新技术风险 F_6 。

请专家分别对各风险项 $F_j(j=1, 2, \dots, 6)$ 进行打分(由于区间型关联函数的局限, 同一准则下的分值区间长度需相等), 如表 2 所示。

表 2 专家给出的风险项评估区间值

风险项	c_1	c_2	c_3
F_1	(0.42, 0.49)	(0.13, 0.20)	(0.2, 0.3)
F_2	(0.21, 0.28)	(0.15, 0.22)	(0.3, 0.4)
F_3	(0.35, 0.42)	(0.22, 0.29)	(0.5, 0.6)
F_4	(0.24, 0.31)	(0.30, 0.37)	(0.3, 0.4)
F_5	(0.45, 0.52)	(0.35, 0.42)	(0.6, 0.7)
F_6	(0.08, 0.15)	(0.21, 0.28)	(0.2, 0.3)

根据式(3)、(4)计算各风险项关于评估准则的关联度, 根据式(2)计算各风险项综合关联度(设定各评估准则权重为 $1/3, 1/3, 1/3$), 如表 3 所示。

表 3 风险项的关联度

风险项	$k_1(X_1)$	$k_2(X_2)$	$k_3(X_3)$	$K(F_j)$
F_1	-0.481 5	-0.434 8	-0.333 3	-0.416 5
F_2	-0.461 5	-0.444 4	-0.400 0	-0.435 3
F_3	-0.477 6	-0.463 4	-0.500 0	-0.480 3
F_4	-0.466 7	-0.473 7	-0.400 0	-0.446 8
F_5	-0.482 8	-0.477 6	-0.625 0	-0.528 5
F_6	-0.384 6	-0.461 5	-0.333 3	-0.393 1

表 3 中 $k_i(X_i)$ 为负数, 表示该风险项处于危险区域; 正数表示风险项处于安全区域。根据风险项的综合关联度, 得风险优先级排序为 $F_5 > F_3 > F_4 > F_2 > F_1 > F_6$, 即用户参与程度不够成为优先级最高的风险项。分析可知, 用户参与程度不够属于高概率、高损失、高不可控制的风险。对此, 项目团队应及早采取有针对性的风险防范措施, 如定期与用户开座谈会, 与用户单个交流等方式, 以宣传项目与用户的利益关系, 还可以定期

地向用户交付项目成果, 让用户参与阶段性的项目成果测试并与用户进行交流改进, 从而建立并维持一个良好的合作关系, 以取得他们的支持与帮助。

4 结束语

评估软件项目风险曾有多种方法, 但得到的都是“静态”数据。采用可拓关联度评价软件项目风险偏差, 不但可以描述偏差的大小, 而且能说明纠正偏差的难易, 使风险管理者在软件项目开发过程中能尽早发现并规避风险。此外, 考虑到软件项目的复杂性及人脑思维的模糊性, 使用区间数表征专家的判断信息, 使评估的结果更符合客观实际, 且可操作性强。需要注意的是, 评估准则的正域和节域取值范围, 会因不同软件项目而有差异。

参考文献:

- [1] 潘春光, 陈英武, 汪浩. 软件项目风险管理理论与方法研究综述[J]. 控制与决策, 2007, 22(5): 481-486.
- [2] 张俊光, 吕延杰, 马晓平. 软件项目风险评估方法应用探讨[J]. 计算机应用研究, 2006(10): 76-77.
- [3] 赵冬梅. 一种软件项目的风险评估模型及应用[J]. 计算机工程与应用, 2006, 42(23): 192-194.
- [4] 许振宇, 刘西林. 基于模糊综合评判的 ERP 项目风险评估[J]. 情报杂志, 2006(8): 89-90.
- [5] 潘梅森, 颜君颜. 基于 LVQ 的软件项目风险评估模型的研究[J]. 计算机工程与应用, 2006, 42(12): 128-130.
- [6] 王巍, 赵国杰, 李强. 一种新的软件项目风险智能评价方法[J]. 计算机工程与应用, 2007, 43(35): 8-10.
- [7] 蔡文. 物元模型及其应用[M]. 北京: 科学技术文献出版社, 1994.
- [8] 杨春燕, 蔡文. 可拓工程[M]. 北京: 科学出版社, 2007.
- [9] 李桥兴, 刘思峰. 基于区间距和区间侧距的初等关联函数构造[J]. 哈尔滨工业大学学报, 2006, 38(7): 1097-1100.
- [10] 李桥兴, 刘思峰. 区间型一般初等关联函数构造方法[J]. 系统工程理论与实践, 2007(6): 173-176.
- [11] 杨莉, 李桥兴, 李南. 软件项目风险的可拓评价[J]. 计算机与应用化学, 2008, 25(1): 48-50.
- [12] 李桥兴, 刘思峰. 区间型初等关联函数构造方法[J]. 系统工程理论与实践, 2007(6): 173-176.
- [13] 李桥兴, 刘思峰. 基于区间距和区间侧距的初等关联函数构造[J]. 哈尔滨工业大学学报, 2006, 38(7): 1097-1100.
- [14] Kingsbury N G. The dual-tree complex wavelet transform: A new technique for shift invariance and directional filters[C]//IEEE Signal Processing Society Proceedings of the 8th IEEE Digital Signal Processing Workshop, Bryce Canyon UT, USA, August 1998, 86.
- [15] 闫河, 董世都, 崔贯勋. 复小波域层内层间相关性图像去噪[J]. 计算机工程与应用, 2008, 44(7): 47-50.
- [16] Mihcak M, Kozintsev I, Ramchandran K. Spatially adaptive statistical modeling of wavelet image coefficients and its application to denoising[C]//IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing, Phoenix USA, 1999: 3253-3256.
- [17] Chang S G. Adaptive wavelet thresholding for image denoising and compression[J]. IEEE Trans on Image Processing, 2000, 9(9): 1532-1546.

(上接 184 页)

- [2] 苏秉华, 金伟其, 牛丽红, 等. 基于 Markov 约束的泊松最大后验概率超分辨率图像复原法[J]. 光子学报, 2002, 31(4): 492-496.
- [3] Hebert T, Leahy R. A generalized EM algorithm for 3-D Bayesian reconstruction from Poisson data using Gibbs priors[J]. IEEE Trans on Medical Imaging, 1989(8): 194-202.
- [4] 汪雪林, 韩华, 彭思龙. 基于小波域局部高斯模型的图像复原[J]. 软件学报, 2004, 15(3): 443-450.
- [5] 孔祥龙, 李玉同, 远晓辉, 等. Lucy-Richardson 算法用于针孔图像的恢复[J]. 物理学报, 2006, 55(5): 2364-2370.
- [6] 汪雪林, 赵书斌, 彭思龙. 基于小波域隐马尔可夫树模型的图像复原[J]. 计算机学报, 2005, 28(6): 1006-1012.
- [7] Sheng Song-bai, Xu Hui-fu. Picard iteration for nonsmooth equa-