

GIOWA 算子在高校师资配置评价中的应用研究

刘正龙¹, 杨艳梅², 陈大斌¹

(1. 川北医学院 基础医学院, 四川 南充 637007;
2. 西华师范大学 数学与信息学院, 四川 南充 637007)

摘要:针对现实中事物的不确定性和复杂性以及人类认识思维的模糊性, 评价多属性群决策问题的数据以模糊语言给出, 定义相应的三角模糊函数表达方式以模糊语言评估指标并给出, 提出一种广义的导出有序加权平均 (GIOWA) 算子, 各方案的属性评价数据进行集结是按照评价专家所给出, 利用 GIOWA 算子的多属性群决策方法进行了实例分析, 最后, 通过仿真算例说明 GIOWA 算子的多属性决策方法在高校师资配置评价方法上具有可行性和有效性。

关键词:GIOWA 算子; 多属性决策; 三角模糊; 权重; 仿真

中图分类号: O232

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2013)05-0224-04

doi: 10.3969/j.issn.1673-629X.2013.05.058

Application and Study of University Teachers Configuration and Evaluation Based on GIOWA Operator

LIU Zheng-long¹, YANG Yan-mei², CHEN Da-bin¹

(1. Pre-clinic Medical College, North-Sichuan Medical College, Nanchong 637007, China;
2. Mathematics & Information College, West China Normal University, Nanchong 637007, China)

Abstract: For complexity and uncertainty of objective things and fuzzy awareness of human, the data of evaluating multiple attribute group decision-making problems is given with fuzzy language, define the corresponding triangular fuzzy function expression is given in evaluation indicators of fuzzy language, a Generally Induced Ordered Weighted Averaging (GIOWA) operator is presented. The scheme evaluation attributes data in gathering is given by the evaluation experts, using method of multi-attribute group decision-making of the GIOWA operator carry on the instance analysis. At last, through simulation examples illustrate the multiple attribute decision-making method of the GIOWA operator has the feasibility and effectiveness for college teachers configuration evaluation method.

Key words: GIOWA operator; multiple attribute decision-making; triangular fuzzy; weight; simulation

0 引言

根据 21 世纪《国家中长期教育改革和规划纲要》文件精神, 普通高校保持合理的师资队伍配置是人才人事工作的核心目标。师资优化表现为总量适度、结构合理、质量可靠、效率可观, 其中结构的优化是保持整体师资队伍优化的主要途径。结构优化包括师资培养能力、授课能力、终生学习能力、科研能力、创新能力、科研成果转化能力、师德师风构成师资队伍建设等内容。实现师资队伍建设整体优化, 必须在充分考虑师资队伍建设动态变化特点的基础上, 在国家高等教育的相关法律法规范围内, 进一步创新和完善高等

教育内部管理体制, 通过优化筛选确保师资队伍建设作为群体的最优组合。有必要通过多属性决策数学模型应用到解决高校师资配置评价的问题, 发挥其自身优势, 为国家提供高素质人才培养和创新性人才培养的保证, 提高高校师资建设质量, 即师资队伍质量建设的保障环节和手段是通过高校师资评价, 对多属性决策问题的研究有着重要意义^[1]。

目前, 学者们逐渐地重视以模糊语言形式进行方案评估的研究, 近几年来, 著名学者 Yager^[2]提出的一种集结决策数据的有序加权平均 (OWA) 算子, 也已在决策管理、神经网络优化、专家系统、市场营销研究、数学规划、生物信息学等多领域得到广泛的应用, 构造了一种模糊语言评价指标并且给出其相应的三角模糊函数表达式。用广义的导出有序加权平均 (GIOWA) 算子^[3], 对评价专家设计出的对应于各方案的模糊语言评价数据进行集结^[4], 并且通过算例证明了其正确

收稿日期: 2012-09-08; **修回日期:** 2012-12-10

基金项目: 四川省教育自然科学基金 (12ZB040); 四川省教育发展研究中心基金 (CJF10019)

作者简介: 刘正龙 (1976-), 男, 副教授, 硕士, 主要研究方向为模式识别与人工智能、计算分子生物学。

性。

1 GIOWA 定义及算子数学模型建立

定义 1: 设 $\hat{a}=[a^L,a^M,a^U]$
 $0 < a^L \leq a^M \leq a^U$, 称 \hat{a} 为一个三角模糊函数^[3], 其特征函数表达式为:

$$\mu_{\hat{a}}(x)=\begin{cases}(x-a^L)/(a^M-a^L), & a^L \leq x \leq a^M \\ (x-a^U)/(a^M-a^U), & a^M \leq x \leq a^U \\ 0, & \text{其他}\end{cases}$$

为了简化表达式, 先给出有关三角模糊函数的两种运算法则如下^[5]:

$$\begin{aligned}\hat{a}+\hat{b} &= [a^L, a^M, a^U] + [b^L, b^M, b^U] \\ &= [a^L+b^L, a^M+b^M, a^U+b^U]\end{aligned}$$

$$(2) \beta \hat{a} = [\beta a^L, \beta a^M, \beta a^U], \text{ 其中 } \beta \geq 0$$

定义 2: 称 IOWA 为导出的有序加权平均 (IOWA) 算子, 若:

$$\begin{aligned}\text{IOWA}_w(\langle \pi_1, \alpha_1 \rangle, \dots, \langle \pi_n, \alpha_n \rangle) &= \sum_{j=1}^n \omega_j b_j, \\ w &= (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n), \omega_j \in [0, 1] (j \in N),\end{aligned}$$

OWA 表示 $\sum_{j=1}^n \omega_j = 1$, 其中 $\langle \pi_i, \alpha_i \rangle$ 为 OWE 对, b_j 是 $\pi_i (i \in N)$, 称 $\langle \pi_i, \alpha_i \rangle$ 中第一个分向量 π_i 为诱导量, α_i 为分量。具有意义上更广泛的 IOWA 算子^[6]。

定义 3: 若 $\text{GIOWA}_w(\langle \xi_1, \pi_1, \alpha_1 \rangle, \dots, \langle \xi_n, \pi_n, \alpha_n \rangle)$
 $= \sum_{j=1}^n \omega_j b_j$, 其中 $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)$ 是与 GIOWA 相关联的加权特征向量 $\omega_j \in [0, 1] (j \in N)$, $\sum_{j=1}^n \omega_j = 1$, $\langle \xi_i, \pi_i, \alpha_i \rangle$ 是一个三元素数据, 首先对数据组中的所有三元素按其第一个分量 $\xi_i (i \in N)$ 的大小进行排列, 然后, 取 b_j 为排在第 j 个位上的三元素中的第三个分量, 则称三角模糊函数 GIOWA 是广义的导出有序加权平均 IOWA 算子 (或称 GIOWA 算子)。

GIOWA 算子的特征是: 用语言或值来表示; ξ_i 为 π_i 的度、特征等 (如权重、序号、得分等), 用数值或语言来表示; α_i 为属性值或其他表征 α_i 的数量, 如表示实数、区间数、三角模糊函数等的值。数据 $\langle \xi_i, \pi_i, \alpha_i \rangle$ 与 ω_i 没有关联, 与集结中顺序的第 i 个位置相关, 对数据 $\alpha_i (i \in N)$ 加权集结时不是按其值大小, 而是基于 $\langle \xi_i, \pi_i, \alpha_i \rangle$ 中与 α_i 相对应的 $\xi_i (i \in N)$ 的值, π_i 为问题的评价^[7]。

2 GIOWA 算子的定理及性质

GIOWA 算子的定理及性质如下^[8,9]:

定理 1 (置换不变性): 设:
 $(\langle \xi_1, \pi_1, \alpha_1 \rangle, \dots, \langle \xi_n, \pi_n, \alpha_n \rangle)$ 是任一数据向量,

$(\langle \xi'_1, \pi'_1, \alpha'_1 \rangle, \dots, \langle \xi'_n, \pi'_n, \alpha'_n \rangle)$ 是 $(\langle \xi_1, \pi_1, \alpha_1 \rangle, \dots, \langle \xi_n, \pi_n, \alpha_n \rangle)$ 的任一置换, 则:

$$\begin{aligned}\text{GIOWA}_w(\langle \xi_1, \pi_1, \alpha_1 \rangle, \dots, \langle \xi_n, \pi_n, \alpha_n \rangle) \\ = \text{GIOWA}_w(\langle \xi'_1, \pi'_1, \alpha'_1 \rangle, \dots, \langle \xi'_n, \pi'_n, \alpha'_n \rangle)\end{aligned}$$

定理 2 (幂等性): 设:
 $(\langle \xi_1, \pi_1, \alpha_1 \rangle, \dots, \langle \xi_n, \pi_n, \alpha_n \rangle)$ 是任一数据向量, 若对任意: $i \in N$, 有 $\alpha_i = \alpha$, 则 $\text{GIOWA}_w(\langle \xi_1, \pi_1, \alpha_1 \rangle, \dots, \langle \xi_n, \pi_n, \alpha_n \rangle) = \alpha$

定理 3 (单调性): 设 $(\langle \xi_1, \pi_1, \alpha_1 \rangle, \dots, \langle \xi_n, \pi_n, \alpha_n \rangle)$ 和 $(\langle \xi_1, \pi_1, \bar{\alpha}_1 \rangle, \dots, \langle \xi_n, \pi_n, \bar{\alpha}_n \rangle)$ 是两个数据向量, 若对任意 $i \in N$, 有 $\alpha_i \leq \bar{\alpha}_i$, 则:

$$\begin{aligned}\text{GIOWA}_w(\langle \xi_1, \pi_1, \alpha_1 \rangle, \dots, \langle \xi_n, \pi_n, \alpha_n \rangle) \leq \text{GIOWA}_w(\langle \xi_1, \pi_1, \bar{\alpha}_1 \rangle, \dots, \langle \xi_n, \pi_n, \bar{\alpha}_n \rangle)\end{aligned}$$

定理 4 (介值性): GIOWA 算子介于 max 算子和 min 算子之间, 即:

$$\begin{aligned}\min_i(\alpha_i) \leq \text{GIOWA}_w(\langle \xi_1, \pi_1, \alpha_1 \rangle, \dots, \langle \xi_n, \pi_n, \alpha_n \rangle) \leq \max_i(\alpha_i)\end{aligned}$$

定理 5: $w = (\frac{1}{n}, \frac{1}{n}, \dots, \frac{1}{n})$, 则相应的 GIOWA 算子为算术平均算子, 即:

$$\text{GIOWA}_w(\langle \xi_1, \rho_1, \alpha_1 \rangle, \dots, \langle \xi_n, \rho_n, \alpha_n \rangle) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \alpha_i$$

定理 6: 对任意 $i \in N$, 有 $\xi_i = \alpha_i$, 则 GIOWA 算子即为 OWA 算子, 即 OWA 算子是 GIOWA 算子的一个特例。

定理 7: 若对任意 $i \in N$, 有 $\pi_i = \xi_i$, GIOWA 算子是 IOWA 算子, 即 IOWA 算子也是广义的导出有序加权平均算子 (GIOWA) 的一个实例。

3 GIOWA 算子的多属性决策方法

多个决策者利用广义的导出有序加权平均算子 (GIOWA)^[10,11] 的步骤:

第 1 步: 评价专家 $d_k \in D$ 给出方案 $x_i \in X$ 在属性 $u_j \in U$ 下的语言评价数值 $r_{ij}^{(k)}$, 并得到相应的评价矩阵 $R_k = (r_{ij}^{(k)})_{n \times m}$, 且 $r_{ij}^{(k)} \in S$ 。

第 2 步: 对评价矩阵 R_k 中第 i 行的语言评价数据进行集结可用广义的导出有序加权平均算子 (GIOWA), 评价数据由决策者 d_k 给出的决策方案 x_i 综合多目标属性值:

$$\begin{aligned}z_i^{(k)}(w) \quad (i \in N, k=1, 2, \dots, t) \\ z_i^{(k)} = \text{GIOWA}_w(\langle r_{i1}^{(k)}, u_1, \hat{a}_{i1}^{(k)} \rangle, \dots, \langle r_{im}^{(k)}, u_m, \hat{a}_{im}^{(k)} \rangle) \\ = \sum_{j=1}^m w_j b_{ij}^{(k)}\end{aligned}$$

其中的 $r_{ij}^{(k)} \in S, u_j \in U, \hat{a}_{ij}^{(k)}$ 是 $r_{ij}^{(k)}$ 对应的三角模糊函数, $w = (w_1, w_2, \dots, w_m)$ 是广义的导出有序加权平均

算子加权向量, $w_j \in [0,1] (j \in m)$, $\sum_{j=1}^m w_j = 1$, 且 $\hat{b}_{ij}^{(k)}$ 是 $r_{il}^{(k)} (l \in M)$ 中对应的三元素数据中的第三个分向量是第 j 大的元素^[12]。

第 3 步:对 t 位决策专家给出的决策方案 x_i 的群体综合属性评价数据再利用广义的导出有序加权平均算子 (GIOWA) $z_i^{(k)}(\mathbf{w}) (k = 1, 2, \cdots, t)$ 进行集合, 得到决策方案 x_i 的群体决策综合属性评估数据 $z_i^{(k)}(\mathbf{w}')(i \in N)$:

$$z(\mathbf{w}') = \text{GIOWA}_{\mathbf{w}} (< z_i^{(1)}(w), d_1, \hat{a}_i^{(1)} >, \cdots, < z_i^{(t)}(\mathbf{w}), d_t, \hat{a}_i^{(t)} >) = \sum_{k=1}^t w_k \hat{b}_i^{(k)}$$

其中 $z_i^{(k)}(\mathbf{w}) \in S, d_k \in D, \hat{a}_i^{(k)}$ 是 $z_i^{(k)}(\mathbf{w})$ 对应的三角模糊函数, 广义的导出有序加权平均算子 (GIOWA) 的加权向量是 $\mathbf{w}' = (w_1', w_2', \cdots, w_t'), w_k' \in [0,1] (k = 1, 2, \cdots, t), \sum_{k=1}^t w_k' = 1$, 且 $\hat{b}_i^{(k)}$ 是 $z_i^{(l)}(\mathbf{w}) (l = 1, 2, \cdots, t)$ 中对应的三元素数据中的第三个分向量是第 k 大的元素。

第 4 步:利用 $z_i(\mathbf{w}')(i \in N)$ 对所有专家的决策方案排序和择优。

4 计算机仿真实例分析

通过 Matlab9.0 软件对某省高校师资配置综合评价问题进行仿真计算^[13]。提供 4 所高校师资配置(方案) $x_i (i = 1, 2, 3, 4)$ 可选择, 从高校教师综合能力角度对高校师资队伍建设的进行评价, 首要的任务是先制定了 7 项评价指标(属性):

- u_1 —科研能力; u_2 —授课能力;
- u_3 —终生学习能力; u_4 —创新能力;
- u_5 —师资培养能力; u_6 —科研成果转化能力;
- u_7 —师德师风

现有 3 位决策专家 $d_k (k = 1, 2, 3)$ 对每所高校的各项评价指标按属性进行评价, 分别得到 3 个评价矩阵表(表 1~表 3), 确定师资队伍建设的最佳高校。

表 1 决策专家 d_1 给出的评价矩阵 R_1

	u_1	u_2	u_3	u_4	u_5	u_6	u_7
x_1	较好	很好	很好	一般	较好	好	好
x_2	很好	好	一般	好	很好	较好	较差
x_3	好	好	很好	较好	极好	很好	好
x_4	好	好	较差	较好	很好	较好	较好

表 2 决策专家 d_2 给出的评价矩阵 R_2

	u_1	u_2	u_3	u_4	u_5	u_6	u_7
x_1	较好	好	很好	一般	好	好	极好
x_2	一般	较好	一般	较好	好	好	较好
x_3	很好	较好	好	好	极好	极好	较好
x_4	一般	较好	一般	较好	一般	较好	较差

第 1 步:假设 $\mathbf{w} = (0.2, 0.1, 0.15, 0.2, 0.1, 0.15,$

$0.1)$, 评价矩阵 R_k 的第 i 行语言评价数据进行集结利用广义的导出有序加权平均算子 (GIOWA), 计算出决

表 3 决策专家 d_3 给出的评价矩阵 R_3

	u_1	u_2	u_3	u_4	u_5	u_6	u_7
x_1	一般	好	好	较好	很好	好	很好
x_2	好	较好	较好	好	一般	好	较差
x_3	好	较好	好	好	好	极好	好
x_4	一般	较好	较差	较好	一般	一般	较好

策专家 d_k 给出的决策方案 x_i 综合目标属性评价:

$$r_i^{(k)} (i = 1, 2, 3, 4, k = 1, 2, 3)$$

先计算决策专家 d_1 对各个方案的综合目标属性评估数据, 因为:

$$r_{11}^{(1)} = \text{较好}, r_{12}^{(1)} = \text{很好}, r_{13}^{(1)} = \text{很好}, r_{14}^{(1)} = \text{一般}, r_{15}^{(1)} = \text{较好}, r_{16}^{(1)} = \text{好}, r_{17}^{(1)} = \text{好}$$

因此,

$$r_{12}^{(1)} = r_{13}^{(1)} > r_{16}^{(1)} = r_{17}^{(1)} > r_{11}^{(1)} = r_{15}^{(1)} > r_{14}^{(1)}$$

由语言标度可知:与 $r_{ij}^{(1)} (j = 1, 2, \cdots, 7)$ 对应的三角模糊函数值分别为:

$$\begin{aligned} \hat{a}_{11}^{(1)} &= [0.5, 0.6, 0.7], \hat{a}_{12}^{(1)} = [0.7, 0.8, 0.9] \\ \hat{a}_{13}^{(1)} &= [0.7, 0.8, 0.9], \hat{a}_{14}^{(1)} = [0.4, 0.5, 0.6] \\ \hat{a}_{15}^{(1)} &= [0.5, 0.6, 0.7], \hat{a}_{16}^{(1)} = [0.6, 0.7, 0.8] \\ \hat{a}_{17}^{(1)} &= [0.6, 0.7, 0.8] \end{aligned}$$

应用三角模糊函数和 GIOWA 算子运算法则, 得到下式:

$$z_1^{(1)}(\mathbf{w}) = \text{GIOWA}_{\mathbf{w}} (< r_{11}^{(1)}, u_1, \hat{a}_{11}^{(1)} >, < r_{12}^{(1)}, u_2, \hat{a}_{12}^{(1)} >, \cdots, < r_{17}^{(1)}, u_7, \hat{a}_{17}^{(1)} >) = \sum_{j=1}^7 w_j \hat{b}_{1j}^{(1)} = [0.6, 0.7, 0.8] = \text{好}$$

相应地, 可见 $z_2^{(1)}(\mathbf{w}) = \text{好}, z_3^{(1)}(\mathbf{w}) = \text{很好}, z_4^{(1)}(\mathbf{w}) = \text{较好}$ 。

对于 d_2 及 d_3 , 就有:

$$\begin{aligned} z_1^{(2)}(\mathbf{w}) &= \text{好}, z_2^{(2)}(\mathbf{w}) = \text{较好} \\ z_3^{(2)}(\mathbf{w}) &= \text{很好}, z_4^{(2)}(\mathbf{w}) = \text{一般} \\ z_1^{(3)}(\mathbf{w}) &= \text{好}, z_2^{(3)}(\mathbf{w}) = \text{较好} \\ z_3^{(3)}(\mathbf{w}) &= \text{好}, z_4^{(3)}(\mathbf{w}) = \text{一般} \end{aligned}$$

第 2 步:假设 $\mathbf{w}' = (0.3, 0.5, 0.2)$, 应用广义的导出有序加权平均算子 (GIOWA) 把由 3 个决策专家所获得的方案 x_i 的综合属性评价数据 $z_i^{(k)}(\mathbf{w}')(k = 1, 2, 3)$ 进行集合, 计算出决策专家方案 x_i 的群体综合属性评价数据。

$$z_i(\mathbf{w}')(k = 1, 2, 3, 4):$$

$$\begin{aligned} z_1(\mathbf{w}') &= \text{GIOWA}_{\mathbf{w}'} (< r_1^{(1)}, d_1, \hat{a}_1^{(1)} >, < r_1^{(2)}, d_2, \hat{a}_1^{(2)} >, < r_1^{(3)}, d_3, \hat{a}_1^{(3)} >) = \text{好} \\ z_2(\mathbf{w}') &= \text{GIOWA}_{\mathbf{w}'} (< r_2^{(1)}, d_1, \hat{a}_2^{(1)} >, < r_2^{(2)}, d_2, \hat{a}_2^{(2)} >, \end{aligned}$$

$\langle r_2^{(3)}, d_3, \hat{a}_2^{(3)} \rangle = \text{较好}$

$z_3(\mathbf{w}') = \text{GIOWA}_{\mathbf{w}}(\langle r_3^{(1)}, d_1, \hat{a}_3^{(1)} \rangle, \langle r_3^{(2)}, d_2, \hat{a}_3^{(2)} \rangle,$

$\langle r_3^{(3)}, d_3, \hat{a}_3^{(3)} \rangle) = \text{很好}$

$z_4(\mathbf{w}') = \text{GIOWA}_{\mathbf{w}}(\langle r_4^{(1)}, d_1, \hat{a}_4^{(1)} \rangle, \langle r_4^{(2)}, d_4, \hat{a}_4^{(2)} \rangle,$

$\langle r_4^{(3)}, d_3, \hat{a}_4^{(3)} \rangle) = \text{一般}$

利用 $z_i(\mathbf{w}')$ ($k=1,2,3,4$) 对各个决策方案按大小进行排序,得到:

$x_3 > x_1 > x_2 > x_4$

其师资队伍建设配置最佳的高校为 x_3 。

5 结束语

评估属性指标的客观性、科学性和内在联系,评估不仅是管理者的手段和环节,更重要的是通过评估为高校师资队伍质量建设的持续性提供好的评价系统,可以促进高校师资队伍质量的持续性调整和规划,高校师资队伍质量评价也要成为师资质量建设保障的重要手段。对评价方案以模糊语言形式进行评估的研究已逐渐引起人们的重视,GIOWA 算子是处理决策问题的有用工具,但现在的研究主要集中在多属性决策问题上,该方法可以推广应用,尤其是决策者希望得到能确定最好和最坏结果的一些实际问题。文中给出了广义导出有序加权几何平均算子,确定某省高校师资配置综合评价问题。有 4 所高校师资配置(方案)可供选择,从高校教师能力角度对高校师资进行评价,通过 3 位专家对 7 项评估指标进行评价,并给出了基于此算子的方案排序方法,该方法易于理解,易于操作和实现。

参考文献:

[1] 贾群生. 高校师资评价的质量观[J]. 杭州师范学院学报(人文社会科学版),2011(5):99-103.

[2] Yager R R. New modes of OWA information fusion[J]. International Journal of Intelligent System,1998,13(7):661-681.

[3] Xu Z S, Da Q L. The ordered weighted geometric averaging operators [J]. International Journal of Intelligent Systems, 2002,17(7):709-716.

[4] 樊治平,宫贤斌,张全. 区间数多属性决策中决策矩阵的规范化方法[J]. 东北大学学报(自然科学版),1999,20(3):326-329.

[5] Kyung S L, Kyung S P, Yun S E, et al. Extended methods for identifying dominance and potential optimality in multi-criteria analysis with imprecise information[J]. European Journal of Operational Research,2001,134(3):557-563.

[6] 陈铤. 决策分析[M]. 北京:科学出版社,1987:172-207.

[7] Herrera F, Herrera-Viedma E, Chiclana F. Multiperson decision-making based on multiplicative preference relations[J]. Eur. J. Oper. Res,2001,129(2):372-385.

[8] 达庆利,徐泽水. 不确定多属性决策的单目标最优化模型[J]. 系统工程学报,2002,17(1):50-55.

[9] 樊治平,姜艳萍. 模糊判断矩阵方法研究的综述[J]. 系统工程,2001,19(5):12-18.

[10] 徐泽水. 求解不确定多属性决策问题的一种新方法[J]. 系统工程学报,2002,17(2):177-181.

[11] 熊文涛,刘三阳,史加荣. 不确定性多属性决策的一种新方法[J]. 系统工程与电子技术,2005,25(5):841-842.

[12] 许叶军,达庆利. 一种不确定型 OWGA 算子及其在决策中的应用[J]. 系统工程与电子技术,2005,27(6):1038-1040.

[13] 张琼,冯嘉礼. 基于属性理论的教师教学质量动态评估[J]. 计算机技术与发展,2010,20(12):12-16.

(上接第 223 页)

rate and minimal carrier frequency in ultra-wideband digital information transmission systems [J]. Radioelectronics and Communications Systems,2009,52(1):1-6.

[5] Manesh F H F, Schaefer D, Hashemipour M. Information requirements analysis for holonic manufacturing systems in a virtual environment [J]. Journal of Advanced Manufacturing Technology,2011,53(2):385-398.

[6] Herrmann P, Herrmann G. Security requirement analysis of business processes[J]. Electronic Commerce Research,2006,6(4):305-335.

[7] 任永昌,邢涛,鄂旭. 软件项目开发过程管理[M]. 北京:北京交通大学出版社,2010.

[8] 任永昌. 软件项目开发方法与管理[M]. 北京:清华大学出版社,2012.

[9] Lu P, Lu G, Ding C. Function Design of Township Enterprise Online Approval System [J]. IFIP Advances in Information and Communication Technology,2011,345(4):11-17.

[10] Karsai G, Lang A, Neema S. Design patterns for open tool integration[J]. Software and Systems Modeling,2005,4(2):157-170.

[11] Ren Y C, Cai W, Ning L S, et al. Research and Application on Representation Tools of Software Detailed Design [J]. Advances in Intelligent and Soft Computing,2012,148(1):601-606.

[12] 任永昌. 软件工程[M]. 北京:清华大学出版社,2012.

[13] 赵钦. 基于两点式的 Jsp 信息传送模式与实现[J]. 电脑开发与应用,2012,25(4):70-72.

GIOWA算子在高校师资配置评价中的应用研究

作者:

刘正龙, 杨艳梅, 陈大斌

作者单位:

刘正龙, 陈大斌(川北医学院 基础医学院, 四川 南充637007), 杨艳梅(西华师范大学 数学与信息学院, 四川 南充637007)

刊名:

计算机技术与发展

英文刊名:

Computer Technology and Development

年, 卷(期):

2013(5)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjtz201305060.aspx