

离散时变论域上的员工胜任力评估

莫红, 欧阳雨辰, 彭璠, 谭丹

(长沙理工大学电气与信息工程学院, 湖南长沙 410114)

摘要: 员工胜任力主要采用自然语言这类感知信息进行表述, 人们很难用精确数学方法对员工胜任力行为进行评估。根据员工组成随时间发生变化的特点, 以某公司实习员工的全体为论域, 采用时变论域、语言动力系统与模糊综合评判相结合的方法对实习员工的胜任力进行动态评估, 评估结果以一个词, 即模糊集合的形式进行表达。

关键词: 模糊集合; 离散时变论域; 语言动力系统; 模糊综合评判; 员工胜任力

中图分类号: TP182

文献标志码: A

文章编号: 1672-3767(2015)02-0095-06

Evaluation of Staff Competency Based on Discrete Time-varying Universe

Mo Hong, Ouyang Yuchen, Peng Fan, Tan Dan

(College of Electric and Information Engineering, Changsha University of
Science and Technology, Changsha, Hunan 410114, China)

Abstract: Because the evaluation of staff competency is mainly expressed by natural language, it is very difficult to evaluate staff competency with methods of conventional mathematical models. In accordance with the variation characteristic of the staff constitution with time and on the basis of the universe composed by the set of all new employees of a company, the discrete time-varying universe, linguistic dynamic systems and fuzzy comprehension evaluation are used to evaluate the staff competency dynamically. The final evaluation results are expressed by words, i. e., fuzzy sets.

Key words: fuzzy set; discrete time-varying universe; linguistic dynamic systems; fuzzy comprehension evaluation; staff competency

为了实现人力资源的合理配置, 企业需要对员工的胜任力与行为进行评估, 这样有利于员工及时调整自身定位、修正职业规划、提高工作积极性, 同时也为企业创造更好的经济与社会效益。自 McClelland 于 1973 年提出胜任力的概念以来^[1], 胜任力的研究就成为相关领域的焦点, 国外学者依据不同职位构建胜任力模型, 还将研究的重心逐渐转移到企业的微观层面, 探究组织内部管理职能与胜任力管理体系的结合。国内对于胜任力的研究起步较晚, 研究重点已从最初的通用胜任力建模转为特定行业、特定岗位的胜任力建模, 研究对象主要以中高层管理者为主, 对基层人员的关注非常少。刘学方等^[2]通过编制调查问卷、采集样本, 建立了胜任力模型, 该模型从多个因素对家族企业接班人胜任力进行评估, 考察范围广泛且到位, 但最终研究成果的获取需要耗费大量时间。黄勋敬等^[3]应用行为事件访谈法 (behavioral event interview, BEI), 将银行行长的胜任力概念化, 更将“执行力”这一概念引入了胜任力模型。该方法能对人们的能力、技能和素质进行实际有效的评估, 但不足之处是容易受到主观因素的影响。

对员工胜任力进行评估时, 通常采用自然语言进行描述, 主要表现为感知信息, 精确的数学方法很难处

收稿时间: 2015-02-26

项目基金: 国家自然科学基金项目 (61074903, 61473048, 61233008); 复杂系统管理与控制国家重点实验室开放课题项目 (20150101); 长沙理工大学青年英才计划项目

作者简介: 莫红 (1972—), 女, 湖南南县人, 副教授, 博士, 主要从事语言动力系统、二型模糊集合、时变论域方向的研究。

E-mail: mohong198@163.com

理这类感知信息,基于词计算的语言动力系统理论是处理感知信息的有效方法^[4-5]。这里的词通常是一个模糊集合,该模糊集合通常定义在一个确定论域之上,并不会随着时间的变化而改变。但是对企业来说,员工构成会随时间发生变化,存在老员工的离职或者退休、转岗以及新员工加入等现象,形成了员工新老交替的情形,而定义在确定论域上的模糊集合及语言动力系统理论很难对此进行描述。因此,评估员工胜任力,需要动态地进行考虑,而常规模糊集合所在论域是确定的,无法评估随时间变化的员工胜任力。员工胜任力包含了多种因素,对其进行动态评估时,需要考虑时变论域上的模糊综合评判及语言动力系统^[6-7]。

本研究采用离散时变论域、语言动力系统理论与模糊综合评判相结合的方法来动态评估实习员工胜任力,具体方式如下:以每月某公司实习员工的全体构成离散时变论域序列,通过专家对实习员工胜任力进行打分,获得实习员工与所在岗位的胜任情况,运用模糊综合评判方法及语言动力系统理论对实习员工的胜任力进行评估。

1 预备知识

1.1 一型模糊集合

论域 U 上的一个模糊集合 A 定义为^[8] $A:U \rightarrow [0,1]$,即对任意 $u \in U$,存在 $\mu_A(u) \in [0,1]$ 与之对应,称 $\mu_A(u)$ 为点 u 对于模糊集合 A 的隶属度,记为 $A(u)$ 。

在论域 U 上, A 一般可表示为^[9-10] $A = \{(u, A(u)) \mid u \in U\}$;若论域 U 是有限集或者可数集,则 A 还可表示为 $A = \sum A(u_i)/u_i$ 。

1.2 时变论域

对同一模糊集合,不同的人定义不同,相同的人在不同时期的定义也会有改变。同一论域上,在不同时间对同一模糊集合给出不同的定义显然是不可行的。为了更好地描述这一类复杂问题,论域的取值范围应随时间变化,模糊集合的隶属函数也应随之发生变化。论域是研究对象组成的集合,若该集合中的元素随时间而改变,则称该论域为时变论域^[4],根据论域的特点,时变论域可分为离散时变论域与连续时变论域两种,由时变论域的变化趋势可分为递增型、递减型、波动型。

实习员工组成的论域多为波动型离散时变论域。设 $\Omega_n = \{a_{n1}, a_{n2}, \dots, a_{nm_n}, \dots\}$ 为离散时变论域,若随着时间的推移,相应论域中的元素不断发生变化,设 M_n, V_n 分别为第 n 个时刻对应论域新增元素集合与减少元素集合,则 $\Omega_{n+1} = \Omega_n \cup M_n \setminus V_n$,称该论域为波动型离散时变论域^[4]。

1.3 语言动力系统

1995年,Wang^[11]提出了语言动力系统(linguistic dynamic systems, LDS)理论。LDS中,词计算(computing with words, CWW)代替了常规的数值符号计算。对于一个控制系统来说,其状态方程、输出方程、反馈方程经过抽象可以转化为对应的语言形式,进而得到对应语言动力系统的状态方程、输出方程和反馈方程^[12-13]。

LDS 的状态方程 $X(k+1) = F(X(k), U(k), k), F: I^N \times I^M \rightarrow I^N$;

LDS 的输出方程 $Y(k) = H(X(k), k), H: I^N \times Z \rightarrow I^P$;

LDS 的反馈方程 $U(k) = R(Y(k), V(k), k), R: I^P \times I^Q \rightarrow I^M$ 。

其中: $Z = \{0, 1, \dots, K\}, X(k) \in I^N$ 为系统的状态词; $Y(k) \in I^P$ 为输出词; $V(k) \in I^Q$ 为输入词; $U(k) \in I^M$ 为控制词,且 I^N, I^P 和 I^Q 都是超立方体; $k \in \{1, 2, \dots, n, \dots\}$ 为离散的时间序列,且 F, H, R 均为模糊逻辑算子,分别定义了 LDS 的系统、输出及控制映射。若该系统为自治系统,当 $U(k) = F^*(X(k))$ 时,将输出方程代入反馈方程,进而代入状态方程,则

$$X(k+1) = H^*(X(k), k) \tag{1}$$

给定初始状态 $X(0)$,代入式(1)可得 $X(1)$,依此类推,可得 $X(0), X(1), \dots, X(k), \dots$ 形成关于初始状态的语言动力学轨迹。

其他关于 LDS 的定义与术语参见文献[5,7,13-14]。

2 波动型离散时变论域

某公司每月按岗位需求招聘一定数量的员工,招聘的员工需要经过为期 $i (i \geq 1)$ 个月的实习期,且每个月对员工胜任岗位的能力进行考评,实习期满后转正。假设第 $n (n \geq 1)$ 个月岗位需求数为 $r_n (r_n \in \mathbf{N})$, M_n, V_n, L_n 分别为第 n 个月招聘到员工的集合、离职员工的集合、转正员工的集合,第 n 个月参与评估的实习员工集合记为 Ω_n , 则:

1) $r_n = 0$

1.1) 当 $n = 1$ 时, $M_1 = \emptyset, \Omega_1 = \emptyset$;

1.2) 当 $n \geq 2$ 时, $M_n = \emptyset, V_n = \{v_{n1}, v_{n2}, \dots, v_{nv}\}, L_n = \{l_{n1}, l_{n2}, \dots, l_{nq}\}, \Omega_n = \Omega_{n-1} \setminus V_n \setminus L_n$ 。

2) $r_n \neq 0$

设 $k_n (k_n \in \mathbf{N})$ 为 M_n 中元素的个数,可知 $r_n \geq k_n$ 。

2.1) 当 $n = 1, r_1 \neq 0$ 时

若 $k_1 = 0$, 则 $M_1 = \emptyset, \Omega_1 = \emptyset$;

若 $k_1 \neq 0$, 则 $M_1 = \{m_{11}, m_{12}, \dots, m_{1k_1}\}; V_1 = \{v_{11}, v_{12}, \dots, v_{1v}\}, L_1 = \{l_{11}, l_{12}, \dots, l_{1q}\}; \Omega_1 = M_1 \setminus V_1 \setminus L_1$ 。

2.2) 当 $n \geq 2, r_n \neq 0$ 时

2.2.1) 若 $k_n = 0$, 则 $M_n = \emptyset; V_n = \{v_{n1}, v_{n2}, \dots, v_{nv}\}; L_n = \{l_{n1}, l_{n2}, \dots, l_{nq}\}; \Omega_n = \Omega_{n-1} \setminus V_n \setminus L_n$ 。

2.2.2) 若 $k_n \neq 0$, 则 $M_n = \{m_{n1}, m_{n2}, \dots, m_{nk_n}\}; V_n = \{v_{n1}, v_{n2}, \dots, v_{nv}\}; L_n = \{l_{n1}, l_{n2}, \dots, l_{nq}\}; \Omega_n = \Omega_{n-1} \cup M_n \setminus V_n \setminus L_n$ 。

一般情况下, $\Omega_{n+1} \cap \Omega_n \neq \emptyset$ 。

3 基于离散时变论域的模糊综合评估

设 $\Omega_n = \{a_{n1}, a_{n2}, \dots, a_{nm}\}$ 为离散时变论域,其中, $a_{ni} (i=1,2,\dots)$ 表示第 n 次评估中的第 i 位实习员工。在论域 Ω_n 上,设模糊集合 $A_1^n, A_2^n, A_3^n, A_4^n$ 分别表示第 n 次测评“胜任”、“比较胜任”、“一般”、“需改进”, $A_k^n(a_{ni})$ 表示第 n 次测评中第 i 位员工的得分属于模糊集合 $A_k^n (k=1,2,3,4)$ 的程度,如图 1 所示。

其隶属度函数表示为:

$$A_{j1}^n(a_{ni}) = \begin{cases} 0, & 0 \leq z_{ni}^j \leq 85 \\ \frac{z_{ni}^j - 85}{5}, & 85 < z_{ni}^j \leq 90 \\ 1, & 90 < z_{ni}^j \leq 100 \end{cases}; A_{j2}^n(a_{ni}) = \begin{cases} 0, & 0 \leq z_{ni}^j \leq 75 \\ \frac{z_{ni}^j - 75}{5}, & 75 < z_{ni}^j \leq 80 \\ 1, & 80 < z_{ni}^j \leq 85 \\ \frac{90 - z_{ni}^j}{5}, & 85 < z_{ni}^j \leq 90 \\ 0, & 90 < z_{ni}^j \leq 100 \end{cases}$$

$$A_{j3}^n(a_{ni}) = \begin{cases} 0, & 0 \leq z_{ni}^j \leq 65 \\ \frac{z_{ni}^j - 65}{5}, & 65 < z_{ni}^j \leq 70 \\ 1, & 70 < z_{ni}^j \leq 75 \\ \frac{80 - z_{ni}^j}{5}, & 75 < z_{ni}^j \leq 80 \\ 0, & 80 < z_{ni}^j \leq 100 \end{cases}; A_{j4}^n(a_{ni}) = \begin{cases} 1 & 0 \leq z_{ni}^j < 65 \\ \frac{70 - z_{ni}^j}{5} & 65 \leq z_{ni}^j < 70 \\ 0 & 70 \leq z_{ni}^j \leq 100 \end{cases}。$$

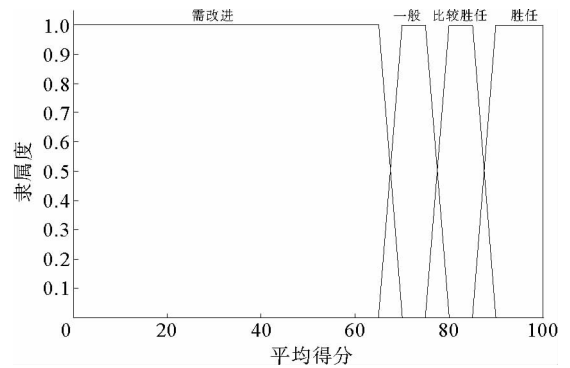


图 1 四个模糊集合的隶属函数

Fig. 1 Four membership functions of fuzzy set

其中, z_{ni}^j 为第 n 次测评中员工 a_{ni} 的平均得分。

采用模糊综合评判法^[9]对公司员工在实习期间的胜任力进行评估,具体步骤如下:

1) 设置因素集

设 U 为员工胜任所在岗位的因素集为 $\{u_1, u_2, u_3\}$, u_1, u_2, u_3 分别表示员工的专业知识、团队合作、执行能力。

2) 确定评估集

在第 n 次测评时,关于因素 $u_j, j = 1, 2, 3$, 员工胜任力的评估集为 $V = \{A_{j1}^n, A_{j2}^n, A_{j3}^n, A_{j4}^n\}, A_{j1}^n, A_{j2}^n, A_{j3}^n, A_{j4}^n$ 分别表示“胜任”、“比较胜任”、“一般”、“需改进”。

3) 建立权重集

设置权重集 $Q = (0.45, 0.3, 0.25)$ 。

4) 获得评判矩阵

专家对 Ω_n 上的每一个员工 a_{ni} 的胜任力进行评估,先根据因素 $u_j (j=1, 2, 3)$ 对 a_{ni} 的打分为 z_{ni}^j , 再由 z_{ni}^j 计算出在评估集 V 上的模糊集合 A_{jk}^n 的隶属度 r_{ni}^{jk} 。

令 $R_{ni}^j = [r_{ni}^{j1} \ r_{ni}^{j2} \ r_{ni}^{j3} \ r_{ni}^{j4}]$, 则评判矩阵 R_{ni} 可以表示为:

$$R_{ni} = \begin{bmatrix} r_{ni}^{11} & r_{ni}^{12} & r_{ni}^{13} & r_{ni}^{14} \\ r_{ni}^{21} & r_{ni}^{22} & r_{ni}^{23} & r_{ni}^{24} \\ r_{ni}^{31} & r_{ni}^{32} & r_{ni}^{33} & r_{ni}^{34} \end{bmatrix} \quad (2)$$

5) 综合评判

令 $u = u_1 \otimes u_2 \otimes u_3$ 表示综合三个因素集,且第 n 次综合评估结论“胜任”、“比较胜任”、“一般”、“需改进”分别表示为 $C_1^n, C_2^n, C_3^n, C_4^n$, 且 C_k 与 A_{jk}^n 具有相同的隶属函数,这里, $k = 1, 2, 3, 4$ 。

令 $B_{ni} = QR_{ni} = [b_{ni}^1 \ b_{ni}^2 \ b_{ni}^3 \ b_{ni}^4]$, 这里, $b_{ni}^k (k = 1, 2, 3, 4)$ 表示 a_{ni} 综合评估 C_k^n 的隶属度,并且

$$C_k^n = \sum_{i=1}^{m_n} \frac{b_{ni}^k}{a_{ni}}$$

这样,就形成了关于该公司实习员工胜任力的语言动力学轨迹 $C_k^1, C_k^2, \dots, C_k^n, \dots$

4 实例

某公司员工实习期为 3 个月,第 n 个月的岗位需求数 r_n , 招聘到实习员工的集合 M_n , 离职实习员工的集合 V_n , 转正实习员工的集合 L_n 如表 1 所示。

表 1 实习员工变动情况表
Tab. 1 Table of changes in interns

月份	r_n	新增员工	离职员工	转正员工
1	3	$M_1 = \{a_{11}, a_{12}, a_{13}\}$	$V_1 = \emptyset$	$L_1 = \emptyset$
2	4	$M_2 = \{a_{21}, a_{22}, a_{23}, a_{24}\}$	$V_2 = \{a_{11}, a_{22}\}$	$L_2 = \emptyset$
3	3	$M_3 = \{a_{31}, a_{32}\}$	$V_3 = \{a_{13}, a_{23}, a_{32}\}$	$L_3 = \emptyset$
	

由表 1, 月底参与评估的实习员工集合分别为

$$\Omega_1 = \{a_{11}, a_{12}, a_{13}\}; \Omega_2 = \{a_{12}, a_{13}, a_{21}, a_{23}, a_{24}\}; \Omega_3 = \{a_{12}, a_{21}, a_{24}, a_{31}\}。$$

这形成了一个波动型的离散时变论域序列。

由 4 位专家对实习员工在 1~3 月份分别从专业知识、团队合作及执行能力三个方面进行打分, 打分情况及对应的平均分如表 2 所示。

表 2 实习员工评估结果
Tab. 2 Result of the evaluation

月份	员工	专业知识		团队合作		执行能力	
		专家打分	平均分	专家打分	平均分	专家打分	平均分
1	a_{11}	64,66,66,60	64	72,76,80,80	77	78,79,78,77	78
	a_{12}	91,92,93,92	92	88,92,91,93	91	91,92,90,91	91
	a_{13}	83,87,78,84	83	68,63,67,70	67	83,90,81,86	85
2	a_{12}	91,89,90,94	91	90,91,91,92	91	91,92,91,90	91
	a_{13}	72,77,73,74	74	82,84,81,85	83	81,79,82,82	81
	a_{21}	91,92,92,89	91	87,88,86,91	88	88,91,90,91	90
	a_{23}	63,61,68,72	66	61,66,62,63	63	76,78,75,71	75
	a_{24}	66,68,74,64	68	70,65,62,67	66	82,88,86,84	85
3	a_{12}	98,93,95,94	95	96,88,93,91	92	94,90,92,96	93
	a_{21}	91,90,91,88	90	87,91,90,92	90	88,93,92,91	91
	a_{24}	73,71,72,72	72	88,85,81,82	84	86,84,85,81	84
	a_{31}	88,86,87,91	88	90,87,89,86	88	77,79,77,75	77

对 1 月份招聘的实习员工进行单因素评价, 实习员工 a_{11} 关于专业知识的平均分为 64 分, 对于模糊集合 $A_{11}^n, A_{12}^n, A_{13}^n, A_{14}^n$ 的隶属度分别为 $0, 0, 0, 1$, 表示为 $a_{11} \mapsto (0, 0, 0, 1)$;

同理, 实习员工 a_{12} 与 a_{13} 关于专业知识的测评表示为 $a_{12} \mapsto (1, 0, 0, 0)$, $a_{13} \mapsto (0, 1, 0, 0)$;

实习员工 a_{11}, a_{12}, a_{13} 关于团队合作的评估结果为 $a_{11} \mapsto (0, 0.4, 0.6, 0)$, $a_{12} \mapsto (1, 0, 0, 0)$, $a_{13} \mapsto (0, 0, 0.4, 0.6)$;

实习员工关于执行能力的评估结果为 $a_{11} \mapsto (0, 0.6, 0.4, 0)$, $a_{12} \mapsto (1, 0, 0, 0)$, $a_{13} \mapsto (0, 1, 0, 0)$ 。

第一次测评中各员工单因素组成的综合评判矩阵为

$$R_{11} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0.4 & 0.6 & 0 \\ 0 & 0.6 & 0.4 & 0 \end{bmatrix}, R_{12} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, R_{13} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.4 & 0.6 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}。$$

由权重集 $Q = [0.45 \ 0.3 \ 0.25]$, 得综合评判 $B_{ni} = QR_{ni}$, 可以计算出综合评判结果:

$$B_{11} = [0 \ 0.27 \ 0.28 \ 0.45]; B_{12} = [1 \ 0 \ 0 \ 0]; B_{13} = [0 \ 0.7 \ 0.12 \ 0.18]。$$

$$\text{则 } C_1^1 = \frac{0}{a_{11}} + \frac{1}{a_{12}} + \frac{0}{a_{13}}; C_1^2 = \frac{0.27}{a_{11}} + \frac{0}{a_{12}} + \frac{0.7}{a_{13}}; C_1^3 = \frac{0.28}{a_{11}} + \frac{0}{a_{12}} + \frac{0.12}{a_{13}}; C_1^4 = \frac{0.45}{a_{11}} + \frac{0}{a_{12}} + \frac{0.18}{a_{13}}。$$

根据综合评判结果, 由最大隶属原则可知, a_{11} 的首次测评结果为“需改进”, a_{12} “胜任”, a_{13} 为“比较胜任”。同理第二次的综合评判结果:

$$B_{21} = [1 \ 0 \ 0 \ 0]; B_{22} = [0 \ 0.55 \ 0.45 \ 0]; B_{23} = [0.88 \ 0.12 \ 0 \ 0];$$

$$B_{24} = [0 \ 0 \ 0.34 \ 0.66]; B_{25} = [0 \ 0.25 \ 0.33 \ 0.42]。$$

则

$$C_2^1 = \frac{1}{a_{12}} + \frac{0}{a_{13}} + \frac{0.88}{a_{21}} + \frac{0}{a_{23}} + \frac{0}{a_{24}}; C_2^2 = \frac{0}{a_{12}} + \frac{0.55}{a_{13}} + \frac{0.12}{a_{21}} + \frac{0}{a_{23}} + \frac{0.25}{a_{24}};$$

$$C_2^3 = \frac{0}{a_{12}} + \frac{0.45}{a_{13}} + \frac{0}{a_{21}} + \frac{0.34}{a_{23}} + \frac{0.33}{a_{24}}; C_2^4 = \frac{0}{a_{12}} + \frac{0}{a_{13}} + \frac{0}{a_{21}} + \frac{0.66}{a_{23}} + \frac{0.42}{a_{24}}。$$

在第二次测评中, a_{12} 的结果为“胜任”, a_{13} 为“比较胜任”, a_{21} 为“胜任”, a_{23} 与 a_{24} 均为“需改进”。

第三次的综合评判结果:

$$B_{31} = [1 \ 0 \ 0 \ 0]; B_{32} = [1 \ 0 \ 0 \ 0]; B_{33} = [0 \ 0.55 \ 0.45 \ 0]; B_{34} = [0.45 \ 0.4 \ 0.15 \ 0]。$$

$$\begin{aligned} \text{则} \quad C_3^1 &= \frac{1}{a_{12}} + \frac{1}{a_{21}} + \frac{0}{a_{24}} + \frac{0.45}{a_{31}}; C_3^2 = \frac{0}{a_{12}} + \frac{0}{a_{21}} + \frac{0.55}{a_{24}} + \frac{0.4}{a_{31}}; \\ C_3^3 &= \frac{0}{a_{12}} + \frac{0}{a_{21}} + \frac{0.45}{a_{24}} + \frac{0.15}{a_{31}}; C_3^4 = \frac{0}{a_{12}} + \frac{0}{a_{21}} + \frac{0}{a_{24}} + \frac{0}{a_{31}}. \end{aligned}$$

在第三次测评中,且 a_{12}, a_{21}, a_{31} 的测评结果均为“胜任”, a_{24} 的为“比较胜任”。

实习员工胜任力的语言动力学轨迹为 $C_1^k, C_2^k, \dots, C_n^k, \dots$ 这里, $k \in \{1, 2, 3, 4\}, n \in \mathbf{N}$ 。

5 结论

采用波动型离散时变论域来描述随时间发生变化的公司员工,用专家打分、模糊综合评判方法及语言动力系统理论对公司实习员工的胜任力进行动态评估,并用模糊集合来表述专家对员工胜任力的评价结果。该方案从语言层面对员工胜任力进行了描述与评估,在未来的人机界面将有广泛的应用前景。未来将用二型模糊集合理论^[15-16]与大数据相结合的方法对员工行为进行分析与评估。

参考文献:

- [1]刘钦瑶,葛列众,刘少英.教师胜任力研究述评[J].高等工程教育研究,2007(1):65-69.
Liu Qinyao, Ge Liezhong, Liu Shaoying. Survey on the teacher competency[J]. Research in Higher Education of Engineering, 2007 (1):65-69.
- [2]刘学方,王重鸣,唐宁玉,等.家族企业接班人胜任力建模[J].管理世界,2006(2):96-106.
Liu Xuefang, Wang Zhongming, Tang Ningyu, et al. The modeling of the Family Business competency of the successor[J]. Management World, 2006(2):96-106.
- [3]黄勋敬,李光远,张敏强.商业银行行长胜任力模型研究[J].金融论坛,2007(7):3-12.
Huang Xunjing, Li Guangyuan, Zhang Minqiang. Competency model for governors of commercial banks[J]. Finance Forum, 2007 (7):3-12.
- [4]Wang F Y. On the abstraction of conventional dynamic systems; From numerical analysis to linguistic analysis[J]. Information Sciences, 2005, 171(1-3):233-259.
- [5]王飞跃.词计算和语言动力学系统的基本问题和研究[J].自动化学报,2005,31(6):844-852.
Wang Feiyue. Fundamental issues in research of computing with words and linguistic dynamic systems[J]. Acta Automatica Sinica, 2005, 31(6):844-852.
- [6]莫红.时变论域下的语言动力学轨迹[J].自动化学报,2012,38(10):1585-1594.
Mo Hong. Linguistic dynamic orbits in the time varying universe of discourse[J]. Acta Automatica Sinica, 2012, 38(10):1585-1594.
- [7]莫红,王飞跃.语言动力系统与二型模糊逻辑[M].北京:中国科学技术出版社,2013:242-246.
- [8]Zadeh L A. Fuzzy sets[J]. Information and Control, 1965, 8(3):338-353.
- [9]杨纶标,高英仪.模糊数学原理及应用[M].广州:华南理工大学出版社,2003:4-6.
- [10]Zadeh L A. Fuzzy logic = Computing with words[J]. IEEE Transactions on Fuzzy Systems, 1996, 4(2):103-111.
- [11]Wang F Y. Modeling, analysis, and synthesis of linguistic dynamic system; A computational theory[C]//IEEE International Workshop on Architecture for Semiotic Modeling and Situation Control in Large Complex System. Monterey, CA: IEEE, 1995:173-178.
- [12]Wang F Y. Outline of a computational theory for linguistic dynamic systems: Towards computing with words [J]. International Journal of Intelligent Control and Systems, 1998, 2(2):211-224.
- [13]Mo H, Wang F Y. Linguistic dynamical systems based on computing with words and their stabilities[J]. Science China, F-Series: Information Sciences, 2009, 52(5):780-796.
- [14]王飞跃.词计算与语言动力系统的计算框架[J].模式识别与人工智能,2001,14(4):377-384.
Wang Feiyue. Computing with words and a framework for computational linguistic dynamic systems[J]. Pattern Recognition and Artificial Intelligence, 2001, 14(4):377-384.
- [15]Mo H, Wang F Y, Zhou M, et al. Footprint of uncertainty for type-2 fuzzy set[J]. Information Sciences, 2014, 272:96-110.
- [16]Li C D, Yi J Q, Zhang G Q. On the monotonicity of internal type-2 fuzzy logic systems[J]. IEEE Transaction on Fuzzy Sets and Systems, 2014, 22(5):1197-1212.