

文章编号: 2095-2163(2021)02-0113-06

中图分类号: C934

文献标志码: A

不确定语言评价下考虑后悔行为的人岗双边匹配方法

张如静, 高圣国

(上海工程技术大学 管理学院, 上海 201620)

摘要: 针对不确定语言评价下考虑到主体会将已选方案与可能选择的方案作比较, 提出一种基于后悔理论的人岗双边匹配决策模型。首先, 采用逼近理想解法确立双边主体的满意度, 然后依据后悔理论计算出双方的后悔值并获得每个主体的感知效用, 再依据这些建立人岗双边匹配优化模型。最后, 通过实例分析说明该双边匹配模型的可行性和有效性。

关键词: 双边匹配; 不确定语言评价; 后悔理论; 感知效用

Method for two-sided matching problem between employees and positions with uncertain language preference information considering regret behavior

ZHANG Rujing, GAO Shengguo

(School of Management Studies, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai 201620, China)

[Abstract] A two-sided matching considering regret aversion psychological behavior of agents is proposed to solve the two-sides matching problems between employees and company with uncertain language preference information based on the regret theory. Firstly, the satisfaction of bilateral subjects is established by TOPSIS. Secondly, the regret values are calculated of agents based on regret theory, then the perception utility values of each agent is gained. What's more, the two-sided matching model is constructed. Finally, an example is used to illustrate the feasibility and effectiveness of the two-sided matching model.

[Key words] two-sided matching; uncertain language evaluation; regret theory; perception utility values

0 引言

人岗匹配对组织的发展具有重大影响,可以有效地提高公司的综合竞争力。在当今的社会中,求职者信息非常复杂,模糊性也越来越大,使人岗匹配成为一项复杂而重要的任务^[1]。如何根据求职者和企业的需求进行合理匹配,具有重要的现实意义和研究价值。双边匹配起源于 Gale 和 Shapely 两位学者在 1962 年发表的论文“College admissions and the stability of marriage”^[2]中。此后,匹配问题引起了诸多学者们的关注,运用于许多实际问题,如信贷匹配问题^[3]、风险投资匹配问题^[4]、供需交易匹配问题^[5]、人岗匹配问题^[6]、知识服务匹配问题^[7]等。

由于双边主体给出的偏好信息的模糊性,需要在语言信息与数值信息之间进行相互转换。陈希等人^[8]提出了一种基于 Choquet 积分的双边匹配决策方法解决了主体的满意度评价指标之间的关联性问题。朱江洪等人^[9]提出了一种基于加权不确定语言 Bonferroni 平均算子和双边匹配方法。王中兴等人^[10]用区间数表示双边主体的不确定语言评价信

息,采用 TOPSIS 方法计算双边主体不确定语言评价与主体的理想评价之间的相对贴程度,并用相对贴程度表示双边主体的满意度,在此基础上建立双边匹配优化模型。目前,对于人岗双边匹配决策方法的研究越来越深入,人岗匹配也成为该领域的研究重点。Korkmaz 等人^[11]在军事背景下,用层次分析法和决策支持系统满足军人与岗位的最大化需求,建立人岗双边匹配。孔德财等人^[12]考虑到家政服务人员和雇主具有多项技能,为达到主体满意度最大为目标,引入多项指标评价,构建双边匹配优化模型。林杨等人^[13]考虑到主体直接给出过于苛刻的满意度条件的情况,提出由全部成员评价组成直觉模糊偏好关系用优化的最小对数二乘法间接转化得到满意度,建立了一种基于直觉模糊偏好关系的人岗双边匹配模型。乐琦等人^[14-15]考虑主体预期值的具有不确定性,提出了基于累积前景理论的决策方法,还针对主体不确定心理行为运用 TODIM 思想求解了双边匹配问题。李铭洋等人^[16]考虑到双方主体失望-欣喜心理感知,依据失望理论建立多指标双边匹配决策方法获得人岗稳定匹配方案。袁

作者简介: 张如静(1996-),女,硕士研究生,主要研究方向:匹配建模与优化;高圣国(1968-),男,博士,讲师,主要研究方向:最优化算法研究、数学模型。

通讯作者: 张如静 Email:1441334352@qq.com

收稿日期: 2020-10-02

铎宁等人^[17]考虑到在招聘过程中存在占有内部岗位的申请者,提出多目标双边匹配优化模型,通过改进的HSA求解模型,获得稳定匹配结果。但是,在已有的人岗双边匹配研究中,并没有学者考虑到主体的后悔行为,将后悔理论应用到其中。后悔理论表明,在决策过程中,决策者不仅会关注所选择的方案的结果,而且还会要关注所选择其他替代方案可能产生的结果。在现实人岗匹配过程中,匹配主体会存在后悔行为,这会对匹配结果产生影响。因此,本文针对人岗匹配决策过程存在的后悔行为,建立双边匹配优化模型。

1 问题描述

一个有限集合 $S^T = \{s_0, s_1, \dots, s_T\}$,集合中的元素 $S_k \in S^T$ 是离散有序的语言变量(短语), $k = \{0, 1, \dots, T\}$,则称集合为语言评价集^[18]。实际上,主体给出的语言评价很多时候是不确定的,在这种情况下,经常使用2个语言评估短语之间的不确定语言进行评价。设求职者集合为 $X = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$,其中 X_i 表示第 i 个求职者($i = 1, 2, \dots, m$),公司岗位集合 $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$,其中 Y_j 表示第 j 个公司岗位($j = 1, 2, \dots, n$)。定义求职者对岗位的语言评价指标集为 $U = \{U_1, U_2, \dots, U_p\}$,其中 U_k 表示第 k 个评价指标($k = 1, 2, \dots, p$),对应权重向量为 $w = \{w_1, w_2, \dots, w_p\}$ 。求职者对于岗位的评价矩阵为 $\bar{X}_k = (\bar{x}_{ij}^k)_{m \times n}$ 。定义岗位对求职者的语言评价指标集为 $V = \{V_1, V_2, \dots, V_q\}$,其中 V_h 表示第 h 个评价指标($h = 1, 2, \dots, q$),对应的权重向量为 $f = \{f_1, f_2, \dots, f_q\}$ 。岗位对于求职者的评价矩阵为 $\bar{Y}_h = (\bar{y}_{ij}^h)_{m \times n}$ 。评价指标权重 w_k 和 f_h 是由专家通过层次分析法等方式给出。用 x_{ij} 表示求职者 X_i 对岗位 Y_j 的综合满意度, y_{ij} 表示岗位 Y_j 对求职者 X_i 的综合满意度, $x_{ij}, y_{ij} \in [0, 1]$ 。

本文需要研究的是:在考虑双边主体后悔心理的情况下,针对不确定语言评价信息,如何构建人岗双边匹配决策模型。

2 双边匹配决策模型

为了解决上述问题,下面拟将提出不确定语言评价下考虑到后悔行为的人岗双边匹配决策方法。

2.1 确立双边匹配满意度

首先运用效用函数理论处理双边主体给出的语言评价信息,根据双边匹配决策问题的实际意义选

取合适的效用函数,或者由专家直接给出效用函数,通过效用函数将语言评价短语映射成 $[0, 1]$ 之间的效用值,将双边主体的不确定语言评价转化为相应的区间数形式 $\bar{x}_{ij}^k = [\bar{x}_{ij}^{kl}, \bar{x}_{ij}^{ku}]$, $\bar{y}_{ij}^h = [\bar{y}_{ij}^{hl}, \bar{y}_{ij}^{hu}]$,然后根据区间数理论可以得出双边主体的综合评价区间 $\bar{x}_{ij} = [x_{ij}^l, x_{ij}^u]$, $\bar{y}_{ij} = [y_{ij}^l, y_{ij}^u]$,并分别通过数学公式计算得到双方主体的综合评价区间。对此可做阐述如下。

求职者 X_i 对岗位 Y_j 的综合评价区间为:

$$\bar{x}_{ij} = \sum_{k=1}^p w_k x_{ij}^k, i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n, \quad (1)$$

求职者 X 对于岗位 Y 的综合评价区间矩阵记为: $\bar{X}_Y = (\bar{x}_{ij})_{m \times n}$ 。

岗位 Y_j 对求职者 X_i 的综合评价区间为:

$$\bar{y}_{ij} = \sum_{h=1}^q f_h y_{ij}^h, i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n, \quad (2)$$

岗位 Y 对于求职者 X 的综合评价区间矩阵记为: $\bar{Y}_X = (\bar{y}_{ij})_{m \times n}$ 。

设求职者 X 对岗位 Y 的正理想评价区间和负理想评价区间分别为 $\bar{x}_{ij}^+ = [x_{ij}^{l+}, x_{ij}^{u+}]$ 、 $\bar{x}_{ij}^- = [x_{ij}^{l-}, x_{ij}^{u-}]$,岗位 Y 对求职者 X 的正理想评价区间和负理想评价区间分别为 $\bar{y}_{ij}^+ = [y_{ij}^{l+}, y_{ij}^{u+}]$ 、 $\bar{y}_{ij}^- = [y_{ij}^{l-}, y_{ij}^{u-}]$,按公式分别得出双边主体综合评价区间与各自分别的正、负理想评价区间的距离,即:

$$d_{xij}^+ = \sqrt{\frac{1}{2} [(x_{ij}^l - x_{ij}^{l+})^2 + (x_{ij}^u - x_{ij}^{u+})^2]}, i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n, \quad (3)$$

$$d_{xij}^- = \sqrt{\frac{1}{2} [(x_{ij}^l - x_{ij}^{l-})^2 + (x_{ij}^u - x_{ij}^{u-})^2]}, i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n, \quad (4)$$

$$d_{yij}^+ = \sqrt{\frac{1}{2} [(y_{ij}^l - y_{ij}^{l+})^2 + (y_{ij}^u - y_{ij}^{u+})^2]}, i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n, \quad (5)$$

$$d_{yij}^- = \sqrt{\frac{1}{2} [(y_{ij}^l - y_{ij}^{l-})^2 + (y_{ij}^u - y_{ij}^{u-})^2]}, i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n, \quad (6)$$

再按照公式计算双边主体综合满意度 φ_{xij} 、 φ_{yij} ,即:

$$\varphi_{xij} = \frac{d_{xij}^-}{d_{xij}^- + d_{xij}^+}, i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n, \quad (7)$$

$$\varphi_{yij} = \frac{d_{yij}^-}{d_{yij}^- + d_{yij}^+}, i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n, \quad (8)$$

相对贴适度 φ_{ij} 值越大,表示评价越靠近最高评价,远离最低评价,其满意度程度越高。所以得出,双边主体的满意度矩阵分别为:

$$X_Y = (\varphi_{xij})_{m \times n}, i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n, \quad (9)$$

$$Y_X = (\varphi_{yij})_{m \times n}, i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n. \quad (10)$$

2.2 构建感知效用矩阵

1982年 Bell^[19]和 Loomes 等人^[20]分别提出了后悔理论。后悔理论表明:在决策过程中,决策主体不仅关注所选方案的结果,而且关注其他可能方案的结果。如果选择其他选项的结果会更好,决策主体会产生后悔心理,反之,则会欢喜。在决策过程中,决策主体会努力避免做出让其后悔的选择。

设 $\{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ 是方案集, $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ 是方案集对应的结果集, x_i 是方案 a_i 的结果。设决策者关于方案 a_i 的感知效用为 $u(a_i)$, 其计算公式为:

$$u(a_i) = v(x_i) + R[v(x_i) - v(x^*)], \quad (11)$$

其中, $x^* = \max\{x_0, x_1, \dots, x_n\}$, $v(x_i)$ 是决策主体所获得的效用值; R 表示后悔-欣喜函数, $R[v(x_i) - v(x^*)] \leq 0$ 表示选择方案 a_i 获得的后悔值。

考虑到双边主体会尽力避免产生后悔行为的心理特征,采用指数函数作为后悔-欣喜函数^[19-20]。对应的数学公式可写为:

$$R(\Delta v) = 1 - \exp(-\sigma \Delta v), \sigma > 0, \quad (12)$$

其中, Δv 表示效用值的差值,参数 σ 是主体的后悔规避系数, σ 越大,表明后悔规避程度越大。

感知效用^[21]由后悔-欣喜函数和效用函数构成,本文采用幂函数作为效用函数^[22],即 $v(x) = x^\beta$, 其中 β 为决策者风险规避系数, $0 < \beta < 1$, 且 β 越小,决策者规避风险程度越大。

求职者 X_i 对岗位 Y_j 匹配时,求职者 X_i 获得的感知效用为 $u_{ij} = v_{ij} + R_{ij}$, 即:

$$u_{ij} = v_{ij} + 1 - \exp(-\sigma \Delta v_{ij}), i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n, \quad (13)$$

其中, $\Delta v_{ij} = v_{ij} - v_{ij}^*$, $v_{ij}^* = \max\{v_{ij} | i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n\}$ 是选择所有岗位中最佳的匹配主体所获的效用。 v_{ij} 是求职者 X_i 对岗位 Y_j 匹配所获得

的效用,公式为:

$$v_{ij} = x^\beta, \quad (14)$$

u'_{ij} 表示岗位 Y_j 对求职者 X_i 的感知效用, v'_{ij} 是岗位 Y_j 对求职者 X_i 匹配时所获得的效用,公式为:

$$v'_{ij} = y^\beta, \quad (15)$$

研究中,可求得岗位 Y_j 对求职者 X_i 的感知效用 u'_{ij} , $u'_{ij} = v'_{ij} + R'_{ij}$, 即:

$$u'_{ij} = v'_{ij} + 1 - \exp(-\sigma \Delta v'_{ij}), i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n. \quad (16)$$

其中, $\Delta v'_{ij} = v'_{ij} - v_{ij}^*$, $v_{ij}^* = \max\{v'_{ij} | i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n\}$, 是选择所有求职者中最佳的匹配主体所获的效用。

2.3 双边匹配模型

设 x_{ij} 为0-1变量,当 $x_{ij} = 1$ 时,表示求职者 X_i 对岗位 Y_j 匹配成功;当 $x_{ij} = 0$ 时,说明求职者 X_i 对岗位 Y_j 匹配失败。以双边主体的感知效用最大化为目的,建立双边匹配模型为:

$$\max Z_1 = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n u_{ij} x_{ij}, \quad (17)$$

$$\max Z_2 = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n u'_{ij} x_{ij}, \quad (18)$$

s. t.

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \leq 1, i = 1, 2, \dots, m, \quad (19)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} \leq 1, j = 1, 2, \dots, n, \quad (20)$$

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ij} = \min\{m, n\}, x_{ij} \in \{0, 1\}; i \in M; j \in N. \quad (21)$$

综上可知,公式(17)表示 X 方的感知效用最大化;公式(18)表示 Y 方的感知效用最大化;公式(19)和公式(20)表示一对一双边匹配约束条件;公式(21)表示双边匹配数量约束,其中,当 $x_{ij} = 1$ 时表示双方匹配成功;当 $x_{ij} = 0$ 时说明双方不匹配。

2.4 模型求解

通过使用线性加权的方法^[23],设定权重参数 ω_1, ω_2 ,可将上述多目标模型求解转化为如下的单目标线性规划模型:

$$\max Z = \omega_1 \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n u_{ij} x_{ij} + \omega_2 \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n u'_{ij} x_{ij}, \quad (22)$$

s. t.

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \leq 1, i = 1, 2, \dots, m, \quad (23)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} \leq 1, j = 1, 2, \dots, n, \quad (24)$$

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ij} = \min\{m, n\}, x_{ij} \in \{0, 1\}; i \in M; j \in N. \quad (25)$$

其中, ω_1, ω_2 分别表示目标函数 Z_1, Z_2 的权重, 且满足 $\omega_1 + \omega_2 = 1, 0 \leq \omega_1, \omega_2 \leq 1$ 。

至此, 研究给出上文方法的流程操作步骤具体如下:

Step 1 利用公式(1)~(10)计算出双边主体的综合满意度矩阵。

Step 2 构造效用函数, 基于 Step 1 的结果, 利用公式(14)~(15)建立双边匹配的效用矩阵 v_{ij} , v'_{ij} 。

Step 3 利用公式(13)、(16)后悔-欣喜函数和上述得出的效用矩阵, 构建感知效用矩阵 u_{ij} , u'_{ij} 。

Step 4 建立双边匹配模型(17)~(21), 将模型转化为式(22)~(25)进行求解, 获得双边匹配方案。

3 算例分析

某公司拟在4个岗位准备招聘工作人员, 公司的人力资源部门经过筛选决定让6名求职者参加最终的面试。不同岗位所在部门的负责人及公司决策者, 根据岗位需求给出了相应的语言评价信息指标以及相应的权重。同样, 求职者也依据自己的需求给出了语言评价信息指标和对应的权重, 参见表1。求职者对岗位的语言评价信息见表2; 岗位对求职者的语言评价信息见表3。

表1 求职者-岗位匹配需求信息

Tab. 1 Job seekers-job matching needs information

双边主体	求职者 ($X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6$)	招聘岗位 (Y_1, Y_2, Y_3)
评价指标体系	福利待遇 (P_1), $\lambda_1 = 0.4$ 发展前景 (P_2), $\lambda_2 = 0.3$ 工作环境 (P_3), $\lambda_3 = 0.3$	学历 (q_1), $\theta_1 = 0.2$ 工作经验 (q_2), $\theta_2 = 0.3$ 能力 (q_3), $\theta_3 = 0.5$
七粒度语言评价集	{非常不满意 s_0 、很不满意 s_1 、不满意 s_2 、基本满意 s_3 、满意 s_4 、很满意 s_5 、非常满意 s_6 }	

本文根据文献[24]采用柯西分布函数作为效用函数的方法, 将语言短语转化为对应的效用值分别为 $\{0, 0.1, 0.1, 0.6, 0.7, 0.9, 1\}$, 并确定 $[1, 1]$ 为正理想评价区间和 $[0, 0]$ 为负理想评价区间。

表2 求职者对岗位的评价信息

Tab. 2 Appraisal information of job applicants

X_i	P_1			P_2			P_3		
	Y_1	Y_2	Y_3	Y_1	Y_2	Y_3	Y_1	Y_2	Y_3
X_1	(s, s_4)	(s, s_4)	(s, s_4)	(s, s_4)	(s, s_5)	(s, s_6)	(s, s_1)	(s, s_3)	(s, s_5)
X_2	(s, s_3)	(s, s_2)	(s, s_5)	(s, s_4)	(s, s_2)	(s, s_6)	(s, s_6)	(s, s_5)	(s, s_4)
X_3	(s, s_4)	(s, s_2)	(s, s_6)	(s, s_6)	(s, s_4)	(s, s_1)	(s, s_3)	(s, s_2)	(s, s_3)
X_4	(s, s_3)	(s, s_2)	(s, s_5)	(s, s_3)	(s, s_4)	(s, s_3)	(s, s_1)	(s, s_5)	(s, s_5)
X_5	(s, s_5)	(s, s_2)	(s, s_5)	(s, s_4)	(s, s_4)	(s, s_6)	(s, s_6)	(s, s_4)	(s, s_6)
X_6	(s, s_3)	(s, s_2)	(s, s_3)	(s, s_4)	(s, s_5)	(s, s_6)	(s, s_6)	(s, s_6)	(s, s_5)

表3 岗位对求职者的评价信息

Tab. 3 Evaluation information of job applicants

X_i	q_1			q_2			q_3		
	Y_1	Y_2	Y_3	Y_1	Y_2	Y_3	Y_1	Y_2	Y_3
X_1	s_2	s_3	s_1	(s, s_3)	(s, s_5)	(s, s_2)	(s, s_1)	(s, s_4)	(s, s_3)
X_2	s_3	s_4	s_2	(s, s_1)	(s, s_3)	(s, s_5)	(s, s_4)	(s, s_5)	(s, s_6)
X_3	s_3	s_3	s_1	(s, s_1)	(s, s_4)	(s, s_1)	(s, s_3)	(s, s_4)	(s, s_3)
X_4	s_0	s_2	s_4	(s, s_3)	(s, s_4)	(s, s_6)	(s, s_1)	(s, s_5)	(s, s_3)
X_5	s_4	s_6	s_5	(s, s_3)	(s, s_6)	(s, s_5)	(s, s_3)	(s, s_2)	(s, s_4)
X_6	s_2	s_2	s_0	(s, s_4)	(s, s_5)	(s, s_6)	(s, s_6)	(s, s_6)	(s, s_5)

依据公式(1)~(2)得出双边主体综合评价区间矩阵为:

$$\bar{X}_Y = \begin{bmatrix} (0.3, 0.52) & (0.6, 0.73) & (0.67, 0.85) \\ (0.51, 0.75) & (0.24, 0.48) & (0.72, 0.87) \\ (0.63, 0.76) & (0.25, 0.42) & (0.46, 0.61) \\ (0.07, 0.45) & (0.36, 0.6) & (0.55, 0.81) \\ (0.73, 0.87) & (0.42, 0.54) & (0.78, 0.96) \\ (0.57, 0.75) & (0.48, 0.69) & (0.63, 0.81) \end{bmatrix}$$

$$\bar{Y}_X = \begin{bmatrix} (0.24, 0.29) & (0.6, 0.74) & (0.41, 0.41) \\ (0.42, 0.5) & (0.52, 0.77) & (0.83, 0.83) \\ (0.27, 0.45) & (0.45, 0.68) & (0.32, 0.35) \\ (0.09, 0.23) & (0.69, 0.72) & (0.65, 0.74) \\ (0.37, 0.62) & (0.47, 0.65) & (0.71, 0.8) \\ (0.69, 0.77) & (0.68, 0.83) & (0.51, 0.75) \end{bmatrix}$$

再按照公式(3)~(6)得出主体综合评价区间与正、负理想评价区间的距离, 得到距离矩阵为:

$$D_X^+ = \begin{bmatrix} 0.600 & 2 & 0.341 & 2 & 0.256 & 3 \\ 0.389 & 0 & 0.651 & 2 & 0.218 & 3 \\ 0.311 & 8 & 0.670 & 4 & 0.471 & 0 \\ 0.764 & 0 & 0.533 & 7 & 0.345 & 4 \\ 0.211 & 9 & 0.523 & 5 & 0.158 & 1 \\ 0.351 & 7 & 0.428 & 1 & 0.297 & 4 \end{bmatrix}$$

$$D_x^- = \begin{bmatrix} 0.425 & 0 & 0.668 & 2 & 0.765 & 3 \\ 0.641 & 3 & 0.379 & 5 & 0.798 & 5 \\ 0.698 & 0 & 0.345 & 6 & 0.540 & 2 \\ 0.322 & 0 & 0.494 & 8 & 0.692 & 3 \\ 0.803 & 1 & 0.483 & 7 & 0.874 & 6 \\ 0.666 & 1 & 0.594 & 3 & 0.720 & 0 \end{bmatrix}$$

$$D_y^+ = \begin{bmatrix} 0.735 & 4 & 0.337 & 3 & 0.590 & 0 \\ 0.541 & 5 & 0.376 & 4 & 0.170 & 0 \\ 0.646 & 3 & 0.445 & 0 & 0.665 & 2 \\ 0.842 & 9 & 0.295 & 4 & 0.308 & 3 \\ 0.520 & 2 & 0.449 & 1 & 0.249 & 1 \\ 0.272 & 9 & 0.256 & 2 & 0.389 & 0 \end{bmatrix}$$

$$D_y^- = \begin{bmatrix} 0.266 & 2 & 0.673 & 6 & 0.410 & 0 \\ 0.461 & 7 & 0.657 & 0 & 0.830 & 0 \\ 0.371 & 1 & 0.576 & 6 & 0.335 & 3 \\ 0.174 & 6 & 0.705 & 2 & 0.696 & 5 \\ 0.510 & 5 & 0.567 & 2 & 0.756 & 3 \\ 0.731 & 1 & 0.758 & 7 & 0.641 & 3 \end{bmatrix}$$

根据公式(7)~(10)计算得出主体满意度矩阵为:

$$X_y = \begin{bmatrix} 0.4146 & 0.662 & 0 & 0.749 & 1 \\ 0.622 & 4 & 0.368 & 2 & 0.785 & 3 \\ 0.691 & 2 & 0.340 & 2 & 0.534 & 2 \\ 0.296 & 5 & 0.481 & 1 & 0.667 & 1 \\ 0.791 & 2 & 0.480 & 2 & 0.846 & 9 \\ 0.654 & 5 & 0.581 & 3 & 0.707 & 7 \end{bmatrix}$$

$$Y_x = \begin{bmatrix} 0.265 & 7 & 0.666 & 3 & 0.410 & 0 \\ 0.460 & 2 & 0.635 & 8 & 0.830 & 0 \\ 0.364 & 8 & 0.564 & 4 & 0.335 & 1 \\ 0.171 & 6 & 0.704 & 8 & 0.693 & 2 \\ 0.495 & 3 & 0.558 & 1 & 0.752 & 2 \\ 0.728 & 2 & 0.747 & 6 & 0.622 & 4 \end{bmatrix}$$

本文根据文献[22]得出的β取值,即β=0.88,根据公式(14)~(15)得出双边主体的效用矩阵为:

$$v_{ij} = \begin{bmatrix} 0.460 & 8 & 0.695 & 6 & 0.775 & 5 \\ 0.658 & 8 & 0.415 & 1 & 0.808 & 4 \\ 0.722 & 5 & 0.387 & 2 & 0.575 & 9 \\ 0.343 & 1 & 0.525 & 3 & 0.700 & 3 \\ 0.813 & 8 & 0.524 & 4 & 0.864 & 0 \\ 0.688 & 7 & 0.620 & 4 & 0.737 & 7 \end{bmatrix}$$

$$v'_{ij} = \begin{bmatrix} 0.311 & 5 & 0.699 & 6 & 0.456 & 3 \\ 0.505 & 1 & 0.671 & 3 & 0.848 & 8 \\ 0.411 & 7 & 0.604 & 5 & 0.382 & 1 \\ 0.212 & 0 & 0.735 & 0 & 0.724 & 4 \\ 0.538 & 9 & 0.598 & 6 & 0.778 & 3 \\ 0.756 & 5 & 0.774 & 2 & 0.658 & 8 \end{bmatrix}$$

根据公式(13)、(16),计算双方主体的感知效用,这里σ=0.3^[21],得出感知效用矩阵为:

$$U_{ij} = \begin{bmatrix} 0.332 & 2 & 0.643 & 8 & 0.748 & 6 \\ 0.595 & 3 & 0.270 & 9 & 0.791 & 6 \\ 0.679 & 1 & 0.233 & 4 & 0.485 & 6 \\ 0.174 & 0 & 0.418 & 3 & 0.650 & 0 \\ 0.798 & 6 & 0.417 & 1 & 0.864 & 0 \\ 0.634 & 7 & 0.544 & 6 & 0.694 & 8 \end{bmatrix}$$

$$U'_{ij} = \begin{bmatrix} 0.136 & 6 & 0.653 & 8 & 0.331 & 3 \\ 0.396 & 5 & 0.616 & 6 & 0.848 & 8 \\ 0.271 & 6 & 0.528 & 5 & 0.231 & 8 \\ 0.001 & 5 & 0.700 & 3 & 0.709 & 7 \\ 0.441 & 5 & 0.520 & 7 & 0.756 & 9 \\ 0.728 & 4 & 0.751 & 6 & 0.600 & 1 \end{bmatrix}$$

建立多目标双边匹配优化模型(17)~(21),使用线性加权方法将多目标模型转化为单目标优化模型(22)~(25)。设定权重参数ω₁=0.5,ω₂=0.5,使用LINGO11.0对模型进行求解,求得的结果为:

$$x_{12} = 1, x_{23} = 1, x_{61} = 1; \text{其余 } x_{ij} = 0$$

即求职者X₁与岗位Y₂匹配成功,求职者X₂与岗位Y₃匹配成功,求职者X₆与岗位Y₁匹配成功,求职者X₃、X₄、X₅匹配失败。

4 结束语

本文针对不确定语言评价下的人岗双边匹配问题,考虑匹配主体存在决策后会与其他方案进行对比后可能出现后悔心理,提出一种人岗双边匹配决策方法。通过构造效用函数计算出每个主体的效用值,再依据后悔理论,计算主体的后悔值,得出主体的感知效用。最后,本文以决策者是有限理性的为基点提出人岗双边匹配优化模型,并通过实例验证了模型的可行性和有效性。

参考文献

[1] GOLEC A, KAHYA-ÖZYIRMIDOKUZ E. A fuzzy model for competency-based employee evaluation and selection [J]. Computers & Industrial Engineering, 2007, 52(1):143-161.
 [2] GALE D S, SHAPLEY L S. College admission and stability of

- marriage? [J]. American Mathematical Monthly, 2013, 69(1): 9-15.
- [3] CHEN Jiawei, SONG Kejun. Two-sided matching in the loan market [J]. International Journal of Industrial Organization, 2013, 31(2):145-152.
- [4] SØRENSEN M. How smart is smart money? A two-sided matching model of venture capital [J]. The Journal of Finance, 2007, 62(6):2725-2762.
- [5] JIANG Zhongzhong, FAN Zhiping, IP W H, et al. Fuzzy multi-objective modeling and optimization for one-shot multi-attribute exchanges with indivisible demand [J]. IEEE Transactions on Fuzzy Systems, 2016, 24(3):708-723.
- [6] AZEVEDO E M. Imperfect competition in two-sided matching markets [J]. Games & Economic Behavior, 2014, 83(1):207-223.
- [7] CHEN Xi, LI Zhiwu, FAN Zhiping, et al. Matching demanders and suppliers in knowledge service: A method based on fuzzy axiomatic design [J]. Information Sciences, 2016, 346-347:130-145.
- [8] 陈希, 樊治平, 韩菁. 考虑关联性指标的双边匹配决策方法 [J]. 运筹与管理, 2012, 21(6):94-99.
- [9] 朱江洪, 王睿, 李延来. 基于不确定语言关联性信息的车货双边匹配决策方法 [J]. 系统科学学报, 2018(1):86-91.
- [10] 王中兴, 黄帅, 兰继斌. 基于不确定语言评价的双边匹配决策方法 [J]. 统计与决策, 2015(19):43-46.
- [11] KORKMAZ I, GOKCEN H, CETINYOKUS T. An analytic hierarchy process and two-sided matching based decision support system for military personnel assignment [J]. Information Sciences, 2018, 178(14):2915-2927.
- [12] 孔德财, 姜艳萍, 纪楠. 家政服务人员和雇主的双边匹配模型 [J]. 东北大学学报(自然科学版), 2015, 36(11):1668-1672.
- [13] 林杨, 王应明. 考虑直觉模糊偏好关系的双边稳定匹配及应用 [J]. 控制与决策, 2015, 30(12):2212-2218.
- [14] 乐琦. 基于累积前景理论的具有不确定偏好序信息的双边匹配决策方法 [J]. 系统科学与数学, 2013, 33(9):1061-1070.
- [15] 乐琦, 张磊, 张莉莉. 不确定偏好序信息下考虑主体心理行为的双边匹配决策方法 [J]. 运筹与管理, 2015, 24(2):113-120.
- [16] 李铭洋, 李博, 曹萍萍, 等. 考虑双方主体失望-欣喜感知的多指标双边匹配决策方法 [J]. 浙江大学学报(理学版), 2018, 45(2):169-179.
- [17] 袁锋宁, 姜艳萍. 岗位存在占有申请者条件下人岗双边匹配模型 [J]. 控制与决策, 2019, 34(5):1069-1076.
- [18] HERRERA F, MARTINEZ L. A 2-tuple fuzzy linguistic representation model for computing with words [J]. IEEE Transactions on Fuzzy Systems, 2000, 8(6):746-752.
- [19] BELL D E. Regret in decision making under uncertainty [J]. Operations Research, 1982, 30:961-981.
- [20] ROBERT S, GRAHAM L. Regret theory: An alternative theory of rational choice under uncertainty [J]. The Economic Journal, 1982, 92(368):805-824.
- [21] 张晓, 樊治平, 陈发动. 基于后悔理论的风险型多属性决策方法 [J]. 系统工程理论与实践, 2013, 33(9):2313-2320.
- [22] KAHNEMAN D, TVERSKY A. Advances in prospect theory: Cumulative representation of uncertainty [J]. Journal of Risk and Uncertainty, 1992, 5(4):297-323.
- [23] 陈晔, 曹帅, 卢波, 等. 考虑个性化指标的双边匹配决策方法 [J]. 系统工程与电子技术, 2016, 38(9):2109-2114.
- [24] 杨伦标, 高英仪. 模糊数学原理及应用 [M]. 广州:华南理工大学出版社, 1993.

(上接第112页)

- [5] 郁滨, 刘思佳, 付正欣. 基于快速响应码的灰度视觉密码方案设计 [J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2020, 32(4):635-642.
- [6] ZHOU Z, ARCE G R, CRESCENZO G D. Halftone visual cryptography [C]//Proceedings 2003 International Conference on Image Processing (Cat. No. 03CH37429), Barcelona, Spain: IEEE, 2003:1-521.
- [7] AL-KHALID R I, AL-DALLAH R, AL-ANANI A M, et al. A secure visual cryptography scheme using private key with invariant share sizes [J]. Journal of Software Engineering and Applications, 2017, 10(1):1-10.
- [8] VERHEUL E R, Van TILBORG H C A. Constructions and properties of k out of n visual secret sharing schemes [J]. Designs Codes & Cryptography, 1997, 11(2):179-196.
- [9] DIVYA A, RAMALAKSHMI K. Maintaining the secrecy in visual cryptography schemes [C]//2011 3rd International Conference on Electronics Computer Technology. Kanyakumari, India: IEEE, 2011:311-314.
- [10] 张先环, 付正欣, 欧阳旦, 等. 一种完全恢复的(2, n)彩色视觉密码方案 [J]. 系统仿真学报, 2016, 28(6):1439-1444.
- [11] WU C C, CHEN L H. A study on visual cryptography [D]. Taiwan: National Chiao Tung University, 1998.
- [12] 付正欣, 沈刚, 李斌, 等. 一种可完全恢复的无限多秘密视觉密码方案 [J]. 软件学报, 2015, 26(7):1757-1771.
- [13] WEIR J, YAN W Q, CROOKES D. Secure mask for color image hiding [C]// Third International Conference on Communications & Networking in China. Hangzhou, China: IEEE, 2008:1304-1307.
- [14] 何文才, 刘畅, 韩妍妍, 等. 一种无损恢复的多级别的可视密码方案 [J]. 计算机应用研究, 2017, 34(5):1540-1543.
- [15] WANG R Z. Region incrementing visual cryptography [J]. IEEE Signal Processing Letters, 2009, 16(8):659-662.
- [16] 胡浩, 郁滨, 马婧, 等. 基于通用存取结构的异或区域递增式视觉密码方案 [J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2015, 27(11):2116-2125.
- [17] LIU Yanxiao, YANG C, WANG Yichuan, et al. Cheating identifiable secret sharing scheme using symmetric Bivariate polynomial [J]. Information Sciences, 2018, 453:21-29.
- [18] 张逸凡, 杜伟章. 可防内部欺骗的异步多秘密分享方案 [J]. 电脑知识与技术:学术版, 2019, 15(4):19-21.
- [19] 李春艳. 基于像素不扩展视觉密码的水印算法 [J]. 大理大学学报, 2017, 2(6):19-21.
- [20] 樊攀星, 严承华, 程晋. 视觉密码在交互式身份认证中的应用研究 [J]. 信息安全学报, 2013(8):31-32.
- [21] 骆骁. 视觉密码在证件防伪中的应用研究 [D]. 延吉:延边大学, 2015.
- [22] ABINAYA R, JANANI S, DEVI P N. Anti-Phishing image captcha validation scheme using visual cryptography [J]. International Journal of Scientific Research in Science, Engineering and Technology (IJSRSET), 2015, 1(2):86-90.