

混合直觉模糊偏好下的多指标人岗双边匹配 ——以A银行为例

龚历菁, 陶媛, 乐琦

上海工程技术大学管理学院, 上海

收稿日期: 2023年4月4日; 录用日期: 2023年6月4日; 发布日期: 2023年6月12日

摘要

针对银行人岗双边匹配的问题, 本文提出了混合直觉模糊偏好下的多指标人岗匹配方法。首先, 给出三角直觉模糊数和梯形直觉模糊数的定义; 然后描述多指标人岗匹配问题。为了求解该问题, 使用去模糊化方法和TOPSIS法处理混合直觉模糊数, 计算理想解的贴近度, 将其线性加权后得到满意度; 考虑双边匹配的稳定性约束条件, 构建多目标优化模型; 通过求解该模型得到最优匹配方案。通过A银行员工和岗位匹配的算例分析证明所提方法的实用性和可行性。

关键词

多指标人岗匹配, 混合直觉模糊偏好, 满意度, 优化模型

Person-Post Bilateral Matching Based on Hybrid Intuitionistic Fuzzy Preferences and Multiple Criteria—A Case Study of Bank A

Lijing Gong, Yuan Tao, Qi Yue

School of Management Studies, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai

Received: Apr. 4th, 2023; accepted: Jun. 4th, 2023; published: Jun. 12th, 2023

Abstract

In view of the problem of bank person-postbilateral matching, this paper proposes a person-post matching method based on hybrid intuitionistic fuzzy preferences and multiple criteria. Firstly, the definitions on triangular intuitionistic fuzzy numbers and trapezoidal intuitionistic fuzzy

numbers are given. Then a multi criteria person-post matching problem above is described. In order to solve this problem, the defuzzification method and TOPSIS method are applied for dealing with hybrid intuitionistic fuzzy numbers, and calculating the closeness degrees of the ideal solutions. The closeness degrees are linearly weighted to obtain satisfaction degrees. Further, considering the stability constraints matching of the two-sided matching scheme, a multi-objective optimization model is constructed. The optimal matching scheme is obtained by solving the model. A case study of person-post matching in Bank A is given to illustrate the practicability and feasibility of the proposed method.

Keywords

Multiple Criteria Person-Post Matching, Hybrid Intuitionistic Fuzzy Preferences, Satisfaction Degree, Optimization Model

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

为了促进我国经济高质量发展,提高各类群体的金融可得性,国家提出发展数字普惠金融,从整体上促进金融供给侧结构性改革[1]。在政策引导和信息技术不断成熟的背景下,从国有大型银行到股份制银行都在加速推进数字化转型,各家银行开始整合和撤并低效益网点,以前大而全的网点不断地向轻型化和数字化的方向转变。国有银行的在职工数量、组织结构、对银行员工的业务能力要求等也发生了相应变化。在此背景下,银行如何进行合理的人岗双边匹配以适应数字化转型需求,成为银行现阶段重点关注的问题。

双边匹配方法已经被应用于多个领域。Li等[2]考虑医疗服务提供者 and 需求者多个属性之间的相互作用,提供一种在属性权重未知的概率语言环境下的多属性双边匹配方法。Yue等[3]将模糊犹豫集与双边匹配相结合,提出了一种新的犹豫模糊数的得分函数,应用在智能技术转移领域。Su等[4]为了解决云制造平台上复杂产品制造任务匹配过程中偏好信息的模糊性和不确定性,提出了一种基于对偶犹豫模糊偏好信息的双边匹配模型。Miao等[5]基于不同利益相关者(即卖家、买家、平台和第三方服务提供商)的满意度,将双边匹配方法应用于企业对企业出口跨境电子商务环境。刘丽[6]等构建双寡头制造商与碳减排技术供应商的双边匹配模型,研究寡头最佳碳减排技术选择、供应商最佳投资者选择问题。刘桔等[7]基于前景理论刻画导师与研究生双边主体在不同偏好序下的心理感知,构建师生双方基于偏好序的感知满意度函数,解决导师和研究生形成的一对多双边匹配问题。Wang等[8]为了解决概率语言信息的匹配问题,在考虑可接受性最低值的后悔理论的基础上,提出了一种新的概率语言术语集双边匹配决策方法。Zhang等[9]基于失望理论,从不完全模糊偏好关系导出的优先级权重向量来计算匹配双方的主观满意度,提出了一种在不完全模糊偏好关系下稳定双边匹配决策的新方法。

针对人员与工作岗位匹配问题的研究已经较为广泛,主要是将外部应聘者 and 岗位进行双边匹配。Yang等[10]考虑到大规模群体决策和评估者社会网络关系,运用混合双边匹配方法求解海外高层次人才和工作适合度的模型。张莉莉等[11]基于对匹配主体特征属性的优势结构识别,构建基于主体客观评价的优势属性量表,运用Hungarian方法获得大学毕业生与企业满意度最高且稳定匹配的指派方案。姜艳萍等[12]在考虑岗位存在占有者和岗位双方匹配稳定性的基础上,设计了岗位存在占有者的改进的公平选择(I-ES)

算法。Wang 等[13]构建了一个端到端的人岗数据匹配模型，从注意力机制及其计算层的角度，在来自变换器的双向编码器表示(BERT)预训练语言模型中进行了解释。Wei 等[14]提出了一种新的人岗匹配的神经网络方法，该方法使用共同注意神经网络从候选人档案和相关招聘历史中估计人岗匹配度。Liang 等[15]通过构建人才与相关需求公司双方不同偏好的属性优先级矩阵和基于前景理论的满意度矩阵，深入研究了不完全偏好有序环境下人才共享的匹配问题。

在已有的人岗匹配研究中，大部分是将公司外部应聘者 and 岗位进行双边匹配，较少研究考虑内部员工与岗位双边匹配的问题。基于银行内部员工对晋升岗位的指标评价和在相应岗位曾任职领导从岗位需求出发对员工的指标评价，本文提出在混合直觉模糊偏好下将银行员工与岗位匹配的方法。评价者难以用精确的数值来衡量偏好，因此使用混合直觉模糊数能更好的体现员工与岗位双边的主观偏好。本文应用三角直觉模糊数和梯形直觉模糊数构建员工与岗位双边的混合模糊评价矩阵，考虑双边匹配方案的满意度和稳定性，构建多指标人岗匹配模型，通过求解模型得到最优匹配结果。

2. 直觉模糊偏好

2.1. 三角直觉模糊数

定义 1.1 [16]令 \tilde{a} 为实数集 R 上的一个三角直觉模糊数，则 \tilde{a} 可表示为 $\tilde{a} = ([a, a, \bar{a}]; u_{\tilde{a}}(x), v_{\tilde{a}}(x))$ 。其中 \underline{a} 和 \bar{a} 分别为模糊数的下限和上限， a 为可能性最大的值， $u_{\tilde{a}}(x)$ 、 $v_{\tilde{a}}(x)$ 分别为其对应的隶属度和非隶属度，且满足条件 $0 \leq u_{\tilde{a}}(x) \leq 1$ ， $0 \leq v_{\tilde{a}}(x) \leq 1$ 和 $0 \leq u_{\tilde{a}}(x) + v_{\tilde{a}}(x) \leq 1$ 。令 $\pi_{\tilde{a}}(x) = 1 - u_{\tilde{a}}(x) - v_{\tilde{a}}(x)$ 为反映三角直觉模糊数 \tilde{a} 在 x 处的犹豫度的直觉模糊指标， $\pi_{\tilde{a}}(x)$ 的值越小，该模糊数越精确。

2.2. 三角模糊数去模糊化方法

采用三角模糊重心法对三角模糊数去模糊化[17]，三角模糊数 $\tilde{a} = [a_1, a_2, a_3]$ 的去模糊化计算公式为：

$$C_{\tilde{a}} = \frac{a_1 + a_2 + a_3}{3} \tag{1}$$

2.3. 梯形直觉模糊数

定义 2.1 [18]令 \tilde{a} 为实数集上的一个直觉模糊数，其隶属度和非隶属度分别表示为：

$$\mu_{\tilde{a}}(x) = \begin{cases} (x-a)\mu_{\tilde{a}}/(b-a), & a \leq x < b \\ \mu_{\tilde{a}}, & b \leq x \leq c \\ (d-x)\mu_{\tilde{a}}/(d-c), & c < x \leq d \\ 0, & x < a, x > d \end{cases}$$

非隶属函数为：

$$v_{\tilde{a}}(x) = \begin{cases} [b-x+(x-a)v_{\tilde{a}}]/(b-a), & a \leq x < b \\ v_{\tilde{a}}, & b \leq x \leq c \\ [x-c+(d-x)v_{\tilde{a}}]/(d-c), & c < x \leq d \\ 1, & x < a, x > d \end{cases}$$

其中： $0 \leq u_{\tilde{a}} \leq 1$ ； $0 \leq v_{\tilde{a}} \leq 1$ ； $u_{\tilde{a}} + v_{\tilde{a}} \leq 1$ ； $a, b, c, d \in R$ 。称 $\tilde{a} = \langle [a, b, c, d]; u_{\tilde{a}}, v_{\tilde{a}} \rangle$ 为梯形直觉模糊数(ITFN)。

2.4. 梯形模糊数去模糊化方法

据文献[19] [20]可知，梯形模糊数 $\tilde{a} = [a, b, c, d]$ 的去模糊化计算公式为：

$$C_{\bar{a}} = \frac{a + 4b + 4c + d}{10} \quad (2)$$

3. 多指标人岗匹配问题

混合直觉模糊偏好下的多指标人岗匹配问题中, 设员工的主体集合是 $E = \{E_1, E_2, \dots, E_m\}$, 其中第 i 位员工用 E_i 表示, $i = 1, 2, \dots, m$; 岗位的集合是 $G = \{G_1, G_2, \dots, G_n\}$, 其中第 j 个岗位用 G_j 表示, $j = 1, 2, \dots, n$ 。假设员工 E 对岗位 G 的评价指标集 $C = \{C_1, C_2, \dots, C_p\}$, 集合 C 中第 c 个指标用 C_c 表示, $c = 1, 2, \dots, p$; 指标权重 $\tau = (\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_p)^T$, τ_c 表示 C_c 的权重, $0 \leq \tau_c \leq 1$ 且 $\sum_{c=1}^p \tau_c = 1$; $A = [A_{ic}^j]_{m \times p}$ 是银行员工对岗位的评价矩阵, 对主体 G_j 指标 C_c 的评价值为 A_{ic}^j 。假设岗位 G 对员工 E 的评价指标集 $H = \{H_1, H_2, \dots, H_q\}$, 集合 H 中第 h 个指标用 H_h 表示, $h = 1, 2, \dots, q$; 指标权重 $\varepsilon = (\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_q)^T$, ε_h 表示 H_h 的权重, $0 \leq \varepsilon_h \leq 1$ 且 $\sum_{h=1}^q \varepsilon_h = 1$; $B = [B_{jh}^i]_{m \times q}$ 是岗位对员工的评价矩阵, 对主体 E_i 指标 H_h 的评价值为 B_{jh}^i 。本文需要解决的问题是, 依据银行员工和岗位双边主体的评价信息, 采用混合直觉模糊多指标人岗匹配方法, 得到双方满意度最大化的人岗匹配方案。

4. 人岗匹配方法

4.1. 满意度计算

TOPSIS 法是根据有限个评价对象与理想化目标的接近程度进行排序的方法, 是在现有的对象中进行相对优劣的评价。以理想解贴进度的大小作为评价目标优劣的依据, 贴进度取值在 0~1 之间, 越接近 1 表明评价越高。

构造银行内部员工对岗位的评价矩阵 $[A_{ic}^j]_{m \times p}$, E_i 为各员工, C_c 为对岗位评价的各指标。

应用公式(1)、(2)将模糊数去模糊化后, 确定正理想解 M_c^{j+} 和负理想解 M_c^{j-} :

$$M_c^{j+} = \begin{cases} \max_{1 \leq i \leq m} \{A_{ic}^j\}, c = 1, \dots, p; \text{越大越优型指标} \\ \min_{1 \leq i \leq m} \{A_{ic}^j\}, c = 1, \dots, p; \text{越小越优型指标} \end{cases}$$

$$M_c^{j-} = \begin{cases} \min_{1 \leq i \leq m} \{A_{ic}^j\}, c = 1, \dots, p; \text{越大越优型指标} \\ \max_{1 \leq i \leq m} \{A_{ic}^j\}, c = 1, \dots, p; \text{越小越优型指标} \end{cases}$$

计算评价对象与正负理想解 M_c^{j+} 、 M_c^{j-} 之间的距离 d_i^{j+} 、 d_i^{j-} :

$$d_i^{j+} = \sqrt{\sum_{c=1}^p (M_c^{j+} - A_{ic}^j)^2}, i = 1, \dots, m$$

$$d_i^{j-} = \sqrt{\sum_{c=1}^p (M_c^{j-} - A_{ic}^j)^2}, i = 1, \dots, m$$

计算理想解的贴进度 S_{ic}^j :

$$S_{ic}^j = \frac{d_i^{j-}}{d_i^{j+} + d_i^{j-}}$$

根据贴进度 S_{ic}^j 可计算员工 E_i 对岗位 G_j 的综合满意度 θ_{ij} 为:

$$\theta_{ij} = \sum_{c=1}^p \tau_c S_{ic}^j, i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$$

同理，构造岗位对员工的评价矩阵 $[B_{jh}^i]_{n \times q}$ ， G_j 为各岗位， H_h 为对员工评价的各指标。应用公式(1)、(2)将模糊数去模糊化后，确定正理想解 M_h^{i+} 和负理想解 M_h^{i-} ：

$$M_h^{i+} = \begin{cases} \max_{1 \leq j \leq n} \{B_{jh}^i\}, h=1, \dots, q; \text{ 越大越优型指标} \\ \min_{1 \leq j \leq n} \{B_{jh}^i\}, h=1, \dots, q; \text{ 越小越优型指标} \end{cases}$$

$$M_h^{i-} = \begin{cases} \min_{1 \leq j \leq n} \{B_{jh}^i\}, h=1, \dots, q; \text{ 越大越优型指标} \\ \max_{1 \leq j \leq n} \{B_{jh}^i\}, h=1, \dots, q; \text{ 越小越优型指标} \end{cases}$$

计算评价对象与正负理想解 M_h^{i+} 、 M_h^{i-} 之间的距离 d_j^{i+} 、 d_j^{i-} ：

$$d_j^{i+} = \sqrt{\sum_{h=1}^q (M_h^{i+} - B_{jh}^i)^2}, j=1, \dots, n$$

$$d_j^{i-} = \sqrt{\sum_{h=1}^q (M_h^{i-} - B_{jh}^i)^2}, j=1, \dots, n$$

计算理想解的贴近度 S_{jh}^i ：

$$S_{jh}^i = \frac{d_j^{i-}}{d_j^{i+} + d_j^{i-}}$$

根据贴近度 S_{jh}^i 可计算岗位 G_j 对员工 E_i 的综合满意度 η_{ij} 为：

$$\eta_{ij} = \sum_{h=1}^q \varepsilon_h S_{jh}^i, i=1, 2, \dots, m; j=1, 2, \dots, n$$

4.2. 人岗匹配模型构建

为了构建多指标人岗匹配模型，引入 0~1 变量 X_{ij} ，若 $X_{ij} = 0$ 表示银行内部员工与岗位匹配不成功，反之 $X_{ij} = 1$ 表示员工与岗位匹配成功。根据员工 E_i 对岗位 G_j 的综合满意度 θ_{ij} 和岗位 G_j 对员工 E_i 的综合满意度 η_{ij} ，建立以下多目标优化模型式(3)~(8)：

$$\max z_1 = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \theta_{ij} x_{ij} \tag{3}$$

$$\max z_2 = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \eta_{ij} x_{ij} \tag{4}$$

$$\text{s.t. } \sum_{j=1}^n x_{ij} \leq 1, i=1, 2, \dots, m \tag{5}$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} \leq 1, j=1, 2, \dots, n \tag{6}$$

$$x_{ij} + \sum_{k:\theta_{ik} \geq \theta_{ij}} x_{ik} + \sum_{l:\eta_{il} \geq \eta_{ij}} x_{il} \geq 1, i=1, 2, \dots, m; j=1, 2, \dots, n \tag{7}$$

$$x_{ij} = 0 \text{ 或 } 1, i=1, 2, \dots, m; j=1, 2, \dots, n \tag{8}$$

其中，式(3)、(4)为目标函数，式(3)表示员工对晋升岗位匹配满意度最大化，式(4)表示岗位对员工的匹配

满意度最大化。式(5)~(8)为约束条件，式(5)表示每个员工最多匹配一个岗位，式(4)表示一个岗位最多匹配 1 名员工，式(7)是为了确保所构建的模型式(3)~(8)计算得出的匹配方案是稳定的稳定性约束条件。

4.3. 人岗匹配模型求解

为求解上述多目标优化模型，使用基于隶属函数的加权和的方法。设 Z_k^{\max} 和 Z_k^{\min} 为 Z_k 在约束条件下的最大值和最小值，则该目标隶属函数 μ_{z_k} 可定义为

$$\mu_{z_k} = \frac{z_k - z_k^{\min}}{z_k^{\max} - z_k^{\min}}, k = 1, 2$$

设 α_1, α_2 分别表示目标 μ_{z_1}, μ_{z_2} 的权重， $0 \leq \alpha_1, \alpha_2 \leq 1, \alpha_1 + \alpha_2 = 1$ 。若 $\alpha_1 > \alpha_2$ ，表示匹配更偏重员工 E_i ；反之，表示匹配更偏重岗位 G_j 。考虑到公平性，取 $\alpha_1 = \alpha_2 = 0.5$ 。通过线性加权将多目标优化模型式(3)~(8)转化为单目标线性规划模型式(9)~(13)：

$$\max z = \alpha_1 \mu_{z_1} + \alpha_2 \mu_{z_2} \tag{9}$$

$$\text{s.t. } \sum_{j=1}^n x_{ij} \leq 1, i \in 1, 2, \dots, m \tag{10}$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} \leq 1, j = 1, 2, \dots, n \tag{11}$$

$$x_{ij} + \sum_{k:\theta_k \geq \theta_{ij}} x_{ik} + \sum_{l:\eta_l \geq \eta_{ij}} x_{lk} \geq 1, i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n \tag{12}$$

$$x_{ij} = 0 \text{ 或 } 1, i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n \tag{13}$$

式(9)为总目标函数，表示使人岗双边综合满意度最高。式(9)~(13)为单目标线性规划模型，可使用 LINGO 等优化软件包求解。

综上，银行内部员工与岗位的匹配步骤如下：

步骤 1 根据员工考虑自身要求给出对岗位的评价信息和在相应岗位曾任职领导从岗位需求出发对员工的评价信息，分别给出员工和岗位的混合直觉模糊评价矩阵；

步骤 2 运用 TOPSIS 方法得到贴适度后计算人岗双边的匹配满意度，由此构建人岗双边的满意度矩阵；

步骤 3 以使员工和岗位双边的综合满意度最大化为目标，在稳定匹配的约束条件下建立多目标双边匹配模型式(3)~(8)；

步骤 4 将多目标匹配模型式(3)~(8)转化为单目标模型式(9)~(13)，对其求解后得到最优匹配方案。

5. 算例分析

A 银行拟在 3 个部门领导岗位上选取合适的员工进行提拔，经过初步筛选确定 4 个员工进入考核环节。员工考虑自身要求给出对岗位的评价指标为薪酬水平(t_1)、工作时长(t_2)、晋升空间(t_3)，以及各指标相应权重(0.35, 0.25, 0.4)^T。岗位对员工的评价指标主要考虑适应能力(f_1)、工作经验(f_2)、专业水平(f_3)，以及各指标相应权重(0.26, 0.35, 0.39)^T。员工对岗位的混合直觉模糊评价矩阵见表 1。在相应岗位曾任职领导从岗位需求出发对员工的混合直觉模糊评价矩阵见表 2。指标 t_1, t_2, f_1 和 f_3 的评价值是三角直觉模糊数，指标 t_3, f_2 的评价值是梯形直觉模糊数。

为了确定银行内部员工和岗位的双边匹配方案，根据上述提出的 TOPSIS 法分别算出员工和岗位双方的综合满意度，进而得到人岗双边的满意度矩阵见表 3 和表 4。

Table 1. Persons' hybrid intuitionistic fuzzy evaluation matrix of posts
表 1. 员工对岗位的混合直觉模糊评价矩阵

E_i	G_1			G_2			G_3		
	t_1	t_2	t_3	t_1	t_2	t_3	t_1	t_2	t_3
E_1	([1, 3, 4]; 0.65, 0.15)	([1, 2, 5]; 0.6, 0.3)	([2, 4, 5, 7]; 0.3, 0.15)	([1, 2, 5]; 0.5, 0.3)	([1, 3, 5]; 0.4, 0.3)	([1, 2, 4, 5]; 0.6, 0.3)	([1, 2, 3]; 0.55, 0.25)	([3, 4, 5]; 0.65, 0.25)	([3, 4, 5, 7]; 0.45, 0.25)
E_2	([2, 3, 4]; 0.7, 0.2)	([3, 4, 5]; 0.55, 0.25)	([4, 6, 8, 9]; 0.6, 0.1)	([2, 3, 5]; 0.6, 0.15)	([2, 3, 4]; 0.6, 0.25)	([2, 3, 5, 7]; 0.7, 0.2)	([2, 3, 5]; 0.3, 0.15)	([1, 3, 5]; 0.4, 0.15)	([1, 3, 5, 6]; 0.6, 0.05)
E_3	([2, 4, 5]; 0.8, 0.1)	([1, 2, 4]; 0.3, 0.15)	([3, 4, 4, 6]; 0.6, 0.3)	([1, 4, 5]; 0.7, 0.1)	([1, 2, 5]; 0.7, 0.15)	([3, 5, 6, 9]; 0.5, 0.1)	([1, 3, 4]; 0.6, 0.1)	([1, 2, 4]; 0.6, 0.2)	([2, 4, 5, 6]; 0.7, 0.2)
E_4	([1, 4, 5]; 0.6, 0.2)	([2, 3, 5]; 0.6, 0.2)	([4, 5, 7, 9]; 0.5, 0.1)	([2, 3, 4]; 0.65, 0.1)	([2, 4, 5]; 0.6, 0.2)	([2, 4, 6, 7]; 0.6, 0.15)	([2, 4, 5]; 0.7, 0.2)	([2, 4, 5]; 0.7, 0.15)	([4, 5, 7, 9]; 0.5, 0.1)

Table 2. Posts' hybrid intuitionistic fuzzy evaluation matrix of persons
表 2. 岗位对员工的混合模糊评价矩阵

G_j	E_1			E_2		
	f_1	f_2	f_3	f_1	f_2	f_3
G_1	([1, 3, 4]; 0.6, 0.1)	([2, 4, 5, 7]; 0.7, 0.15)	([2, 3, 4]; 0.5, 0.2)	([1, 4, 5]; 0.4, 0.3)	([3, 4, 6, 7]; 0.5, 0.2)	([1, 2, 5]; 0.6, 0.2)
G_2	([1, 2, 4]; 0.5, 0.15)	([1, 3, 4, 5]; 0.8, 0.1)	([1, 3, 5]; 0.8, 0.1)	([2, 3, 4]; 0.5, 0.2)	([3, 5, 5, 7]; 0.6, 0.15)	([3, 4, 5]; 0.5, 0.2)
G_3	([2, 3, 5]; 0.7, 0.2)	([3, 4, 5, 6]; 0.6, 0.2)	([2, 4, 5]; 0.6, 0.15)	([1, 3, 4]; 0.6, 0.05)	([2, 3, 5, 6]; 0.7, 0.1)	([2, 4, 5]; 0.7, 0.1)
G_j	E_3			E_4		
	f_1	f_2	f_3	f_1	f_2	f_3
G_1	([1, 2, 3]; 0.6, 0.15)	([1, 4, 5, 6]; 0.6, 0.05)	([1, 3, 5]; 0.7, 0.1)	([2, 4, 5]; 0.6, 0.2)	([4, 6, 7, 9]; 0.8, 0.1)	([2, 3, 5]; 0.7, 0.2)
G_2	([2, 4, 5]; 0.5, 0.2)	([2, 3, 4, 6]; 0.5, 0.3)	([2, 3, 4]; 0.5, 0.2)	([1, 2, 4]; 0.7, 0.15)	([3, 5, 6, 8]; 0.4, 0.25)	([1, 3, 4]; 0.5, 0.25)
G_3	([1, 3, 5]; 0.7, 0.05)	([3, 5, 7, 8]; 0.7, 0.2)	([1, 2, 3]; 0.6, 0.3)	([2, 4, 5]; 0.7, 0.1)	([2, 4, 5, 7]; 0.7, 0.2)	([1, 2, 4]; 0.6, 0.15)

Table 3. Persons' satisfaction matrix of posts
表 3. 员工对岗位的满意度矩阵

θ_{ij}	G_1	G_2	G_3
E_1	0.24	0.14	0.34
E_2	0.72	0.56	0.24
E_3	0.56	0.66	0.44
E_4	0.55	0.63	0.72

Table 4. Posts' satisfaction matrix of persons
表 4. 岗位对员工的满意度矩阵

η_{ij}	E_1	E_2	E_3	E_4
G_1	0.38	0.23	0.51	0.85

Continued

G_2	0.44	0.46	0.28	0.16
G_3	0.55	0.65	0.50	0.50

引入 0~1 变量 X_{ij} , 根据员工 E_i 对岗位 G_j 的综合满意度 θ_{ij} 和岗位 G_j 对员工 E_i 的综合满意度 η_{ij} , 为使人岗双方满意度最大化, 通过式(3)~(8)建立员工与岗位的多目标优化模型式(14)~(19), 如下所示:

$$\max z_1 = \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^3 \theta_{ij} x_{ij} \tag{14}$$

$$\max z_2 = \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^3 \eta_{ij} x_{ij} \tag{15}$$

$$\text{s.t. } \sum_{j=1}^3 x_{ij} \leq 1, i = 1, 2, 3, 4 \tag{16}$$

$$\sum_{i=1}^4 x_{ij} \leq 1, j = 1, 2, 3 \tag{17}$$

$$x_{ij} + \sum_{k:\theta_{ik} \geq \theta_{ij}} x_{ik} + \sum_{l:\eta_{il} \geq \eta_{ij}} x_{il} \geq 1, i = 1, 2, 3, 4; j = 1, 2, 3 \tag{18}$$

$$x_{ij} = 0 \text{ 或 } 1, i = 1, 2, 3, 4; j = 1, 2, 3 \tag{19}$$

进一步通过式(9)~(13)将其转化为单目标模型, 求得最优解:

$$X = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

因此匹配结果为 (E_2, G_2) , (E_3, G_3) , (E_4, G_1) 即员工 E_2 与岗位 G_2 匹配, 员工 E_3 与岗位 G_3 匹配, 员工 E_1 与岗位 G_1 匹配, 员工 E_1 未匹配。

6. 总结

为使银行人岗匹配适应数字化转型需求, 本文提出了混合直觉模糊偏好下的多指标人岗匹配方法。该方法运用三角直觉模糊数和梯形直觉模糊数表达员工与岗位的偏好信息, 使用去模糊化方法和 TOPSIS 法处理混合直觉模糊数, 计算贴近度, 将其线性加权后得到满意度, 并构建使人岗双边满意度最大化的双边匹配优化模型, 求解模型获得最佳人岗匹配方案。已有人岗匹配方法大部分关注外在应聘者与岗位匹配, 本文从银行内部员工与岗位匹配的视角出发, 使用混合直觉模糊更好的体现人岗双边的主观偏好, 使匹配方案更加合理。但本文只是初步探讨了人岗双边偏好以两种模糊数信息给出的情况, 对于其他直觉模糊偏好信息形式的人岗匹配问题还有待更深入的探究。

参考文献

- [1] 张海洋, 胡英琦, 陆利平, 等. 数字时代的银行业变迁——网点布局与行业结构[J]. 金融研究, 2022(9): 75-92.
- [2] Li, B., Zhang, Y. and Xu, Z. (2020) The Medical Treatment Service Matching Based on the Probabilistic Linguistic Term Sets with Unknown Attribute Weights. *International Journal of Fuzzy Systems*, **22**, 1487-1505. <https://doi.org/10.1007/s40815-020-00844-7>
- [3] Yue, Q. and Zhang, L. (2020) Two-Sided Matching for Hesitant Fuzzy Numbers in Smart Intelligent Technique Transfer.

- Mechanical Systems and Signal Processing*, **139**, Article ID: 106643. <https://doi.org/10.1016/j.ymssp.2020.106643>
- [4] Su, J., Li, B., Yang, Y., *et al.* (2019) Two-Sided Matching Model for Complex Product Manufacturing Tasks Based on Dual Hesitant Fuzzy Preference Information. *Knowledge-Based Systems*, **186**, Article ID: 104989. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2019.104989>
- [5] Miao, Y., Du, R., Li, J., *et al.* (2019) A Two-Sided Matching Model in the Context of B2B Export Cross-Border e-Commerce. *Electronic Commerce Research*, **19**, 841-861. <https://doi.org/10.1007/s10660-019-09361-8>
- [6] 刘丽, 张再生, 王哲. 基于双边匹配-动态博弈的碳减排技术投资决策[J]. 运筹与管理, 2020, 29(8): 20-26.
- [7] 刘桔, 杨琴, 周永务, 等. 面向师生感知满意度的双边匹配决策模型[J]. 运筹与管理, 2020, 29(3): 16-26+43.
- [8] Wang, N., Li, P., Wei, C., *et al.* (2021) A Two-Sided Matching Method Considering the Lowest Value of Acceptability with Regret Theory for Probabilistic Linguistic Term Sets. *International Journal of Machine Learning and Cybernetics*, **12**, 917-930. <https://doi.org/10.1007/s13042-020-01211-6>
- [9] Zhang, Z., Kou, X., Palomares, I., *et al.* (2019) Stable Two-Sided Matching Decision Making with Incomplete Fuzzy Preference Relations: A Disappointment Theory Based Approach. *Applied Soft Computing*, **84**, Article ID: 105730. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2019.105730>
- [10] Yang, Q., You, X. and Zhang, Y. (2021) Two-Sided Matching Based on I-BTM and LSGDM Applied to High-Level Overseas Talent and Job Fit Problems. *Scientific Reports*, **11**, Article No. 12723. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-92057-7>
- [11] 张莉莉, 马丹妮, 姜媛. 基于优势的双边匹配决策方法[J]. 运筹与管理, 2021, 30(3): 50-56.
- [12] 姜艳萍, 袁铎宁. 岗位存在占有者条件下人岗双边匹配 I-ES 算法[J]. 系统工程理论与实践, 2018, 38(5): 1193-1202.
- [13] Wang, X., Jiang, Z. and Peng, L. (2021) A Deep-Learning-Inspired Person-Job Matching Model Based on Sentence Vectors and Subject-Term Graphs. *Complexity*, **2021**, Article ID: 6206288. <https://doi.org/10.1155/2021/6206288>
- [14] Wei, W., Wang, Z., Xu, C., *et al.* (2022) Person-Job Fit Estimation from Candidate Profile and Related Recruitment History with Co-Attention Neural Networks. *Neurocomputing*, **501**, 14-24. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2022.06.012>
- [15] Liang, D., He, X. and Xu, Z. (2020) Multi-Attribute Dynamic Two-Sided Matching Method of Talent Sharing Market in Incomplete Preference Ordinal Environment. *Applied Soft Computing*, **93**, Article ID: 106427. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2020.106427>
- [16] 乐琦, 朱加贵. 基于三角直觉模糊数信息的双边匹配决策[J]. 运筹与管理, 2021, 30(1): 57-62.
- [17] 糜万俊, 江文奇, 戴跃伟. 三角模糊数去模糊化对 VIKOR 妥协解的影响研究[J]. 运筹与管理, 2019, 28(10): 77-82.
- [18] 杨国俊, 周小虎. 基于前景理论和 VIKOR 的直觉梯形模糊多属性决策模型研究[J]. 南京理工大学学报, 2022, 46(5): 642-648.
- [19] Cheng, C.H. (1998) A New Approach for Ranking Fuzzy Numbers by Distance Method. *Fuzzy Sets and Systems*, **95**, 307-317. [https://doi.org/10.1016/S0165-0114\(96\)00272-2](https://doi.org/10.1016/S0165-0114(96)00272-2)
- [20] Chen, S.H., Wang, S.T. and Chang, S.M. (2006) Some Properties of Graded Mean Integration Representation of LR Type Fuzzy Numbers. *Tamsui Oxford Journal of Mathematical Sciences*, **22**, 185-208.