

基于不确定偏好序信息的人岗匹配 决策模型与计算

杨倩^{1,2}, 郑惠², 张志昌²

(1. 西安建筑科技大学管理学院, 陕西 西安 710055; 2. 西安工业大学经济管理学院, 陕西 西安 710021)

摘要: 员工满意度是人岗匹配决策的重要依据. 针对员工满意度是不确定偏好序的情形, 以单个员工满意度最大最小为目标, 建立了人岗匹配决策模型. 在对模型求解进行分析的基础上, 设计了算法A对模型进行求解, 并通过分析得出了算法A的时间复杂性为 $O(n^4)$. 最后通过算例分析, 验证了模型和算法的有效性.

关键词: 员工满意度; 人岗匹配; min-max 问题; 算法

中图分类号: C931

文献标志码: A

文章编号: 1006-7930(2014)04-0609-06

人岗匹配作为人力资源管理中的关键环节, 已经成为企事业单位关注的焦点和理论研究的热点. 实现人岗合理匹配是人力资源各个研究方向的出发点和归宿, 能够有效提高公司绩效和竞争力. 因此, 如何实现人岗合理匹配成为了重要的研究问题.

现有人岗匹配决策研究, 或者考虑单方满意度, 以员工工作效率总和最大^[1]、企业效益总和最大^[2-3]、员工满意度总和最大^[4-5]、加权综合评分总和最大^[6]、员工空闲时间最小^[7]为目标建立模型并给出人岗匹配方案; 或者考虑双方满意度, 以双向选择系数总和最大^[8]、双方满意度总和分别最大^[9-11]、权总和最大^[12]、双方感知价值之和分别最大^[13]为目标建立模型并给出人岗匹配方案. 现有研究没有考虑到单个岗位或员工的满意度, 会出现部分岗位或部分员工满意度很小的情况, 对人岗匹配效果造成不良影响. 另外, 基于满意度为不确定偏好序的研究较少, 且只考虑了不确定偏好序是序区间^[10]的情形, 没有考虑部分序情形, 即没有考虑部分岗位由于不可比而不能形成全序的情形.

本文基于员工满意度是不确定偏好序(部分序)的情形, 以单个员工满意度最大最小即实际满意度与期望满意度之差最大最小为目标建立人岗匹配决策模型, 设计算法, 分析算法复杂性并进行算例分析, 给出人岗匹配方案, 尽量避免出现部分员工对所匹配岗位满意度很小的情况.

1 问题描述与相关定义

令员工集合为 $E = \{E_1, E_2, \dots, E_m\}$, 其中, E_i 表示第 i 个员工($i = 1, 2, \dots, m$), 岗位集合为 $P = \{P_1, P_2, \dots, P_n\}$, 其中, P_j 表示第 j 个岗位($j = 1, 2, \dots, n$). 员工 E_i 给出的关于岗位 P_j 的期望满意度偏好序为 $B_{iP_j}^* = \{B_1^*, B_2^*, \dots, B_{l_i}^*\}$, 其中 $B_{l_i}^*$ 表示第 l_i 个部分岗位期望排序的偏序集, 即 $B_{l_i}^* = \langle T_{l_i}^*, \succ \rangle, T_{l_i}^* \subset P$. 员工 E_i 给出的关于岗位 P_j 的实际满意度偏好序为 $B_{iP_j} = \{B_1, B_2, \dots, B_{l_i}\}$, 其中 B_{l_i} 表示第 l_i 个部分岗位实际排序的偏序集, 即 $B_{l_i} = \langle T_{l_i}, \succ \rangle, T_{l_i} \subset P$ 如何以单个员工满意度最大最小为目标, 给出人岗匹配方案.

上述问题中员工期望满意度偏好序是指员工在轮岗或入职培训之前即不了解相应的工作环境或岗位信息时, 根据各岗位的预期价值对各岗位进行排序而形成的偏序. 实际满意度是指员工在轮岗或入职培训之后即已获取相应的工作环境或岗位信息后, 根据各岗位的实际感知价值对各岗位进行排序而形成的偏序. 员工满意度是指实际满意度与期望满意度之差, 二者差值的绝对值越小, 则员工满意度越大.

为便于讨论, 给出如下假设:

(1) 岗位处于竞争状态, 人员供给大于岗位需求, 即 $m \geq n$. 通常情况下, m 和 n 属于同一数量级.

(2) 对于员工 E_i , 若令与岗位 P_j 不可比较的岗位集合为 $P_k^*, P_k^* \subset P$, 则 $P_k^* \neq \emptyset$.

2 基于不确定偏好序信息的人岗匹配决策模型的建立与求解

2.1 模型建立

针对此问题, 考虑单个员工的满意度, 建立以单个员工满意度最大最小为目标的人岗匹配决策模型, 给出决策变量如下:

令 x_{ij} 为是否把员工 E_i 匹配到岗位 P_j 上的决策变量. x_{ij} 为 0-1 变量, 如果把员工 E_i 匹配到岗位 P_j 上, 则其值为 1, 否则其值为 0.

进一步地, 综合考虑问题目标和所有的限制条件, 建立模型如下:

$$z = \min_{k=1}^{C_m^n P_n^n} \{ \max_{j=1}^n \{ \phi_{kj} \} \} \quad (1)$$

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

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = 1, j=1, 2, \dots, n \quad (3)$$

$$x_{ij} = 0 \text{ 或 } 1 (i=1, 2, \dots, m, j=1, 2, \dots, n) \quad (4)$$

其中 ϕ_{kj} 表示第 k 个匹配方案下第 j 个岗位上该员工的满意度 ($j=1, 2, \dots, n, k=1, 2, \dots, C_m^n P_n^n$). 令 $E(r_{ij})$ 表示员工 E_i 对岗位 P_j 的实际满意度, $E(r'_{ij})$ 表示表示员工 E_i 对岗位 P_j 的期望满意度, 那么, ϕ_{kj} 具体表示为: $\{\phi_{kj}\} = \{ \sum_{i=1}^m |E(r_{i1}) - E(r'_{i1})| x_{i1}, \sum_{i=1}^m |E(r_{i2}) - E(r'_{i2})| x_{i2}, \dots, \sum_{i=1}^m |E(r_{in}) - E(r'_{in})| x_{in} \}$.

目标函数(1)是指单个员工满意度最大最小; 约束条件(2)是指一个员工最多匹配到一个岗位上; 约束条件(3)是指一个岗位上只能匹配一个员工.

2.2 模型参数 $E(r_{ij})$ 和 $E(r'_{ij})$ 的确定

在上述模型中, 参数 $E(r_{ij})$ 和 $E(r'_{ij})$ 是需要确定的. 两个参数的确定方法一样均采用偏序的线性扩张法. 以 $E(r_{ij})$ 为例, 介绍该方法的基本思想. 首先根据实际满意度偏好序 $B_{iP_j} = \{B_1, B_2, \dots, B_{l_i}\}$, 画出排序图 (Hasse 图). 其次根据排序图, 得出关于偏好序 B_{iP_j} 的所有线性扩张. 一个偏序的线性扩张是一个偏好序到另一个与其偏好关系一致的偏好序上面的投影. 最后计算员工 E_i 把岗位 P_j 排在第 r_{ij} 位的概率, 进而计算岗位 P_j 的平均排序即实际满意度 $E(r_{ij})$.

举例说明: 假设员工 E_1 给出的关于岗位 $P_j, j=1, 2, \dots, 6$ 的实际满意度偏好 B_{1P_j} 为 $B_1: P_2 \succ P_1 \succ P_3 \succ P_5$, $B_2: P_2 \succ P_6 \succ P_4 \succ P_5$. 则计算 $E(r_{1j})$ 的过程如下: (1) 画出排序图, 如下图 1 所示. (2) 画出偏序集的所有线性扩张, 如下图 2 所示. (3) 计算各岗位的排序概率, 如下表 1 所示, 进而计算 $E(r_{1j})$.

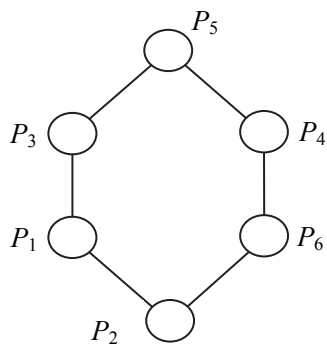


图1 Hasse图
Fig.1 Diagram of Hasse

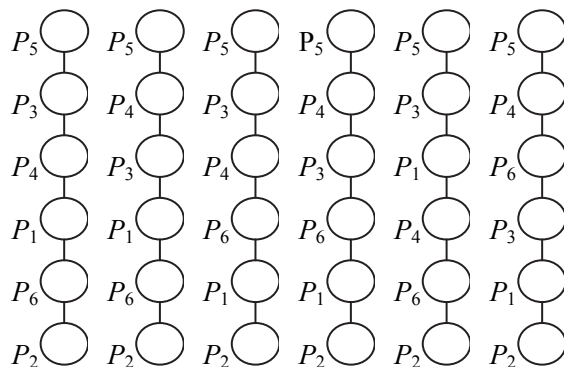


图2 线性扩张图
Fig.2 Diagram of linear extension

由表1计算可知员工 E_1 对岗位 P_j 的实际满意度 $E(r_{1j})$ 为:

$$E(r_{11}) = 8/3, E(r_{12}) = 1, E(r_{13}) = 13/3, E(r_{14}) = 13/3, E(r_{15}) = 6, E(r_{16}) = 8/3.$$

2.3 模型求解

最大最小匹配问题被 Lawler (1976) 证明是一个 NP 完全问题^[14], 本文的研究问题属于最大最小匹配问题, 因此设计了算法 A 对模型进行求解.

令 $P_j' = \{a_{ij} \mid i = 1, 2, \dots, m\}$ 表示各员工对岗位 P_j 的满意度集合. $E_i' = \{a_{ij} \mid j = 1, 2, \dots, n\}$ 表示员工 E_i 对各个岗位的满意度集合. $P_j^* = \{E_i \mid a_{ij} \in P_j'\}$ 表示岗位 P_j 的候选员工集合.

(1) 算法 A 基本思想如下:

第一, 计算员工 E_i 对岗位 P_j 的满意度 a_{ij} , $a_{ij} = |E(r_{ij}) - E(r_{ij}')|$, $E(r_{ij})$ 和 $E(r_{ij}')$ 在 2.2 中求得.

第二, 岗位 P_j 的候选员工集合 P_j^* 中, 由于部分员工对 P_j 满意度太小而必然不会被选择, 因此先从 P_j^* 中剔除这部分员工.

计算 $a_\tau^* = \max a_{ij}$, $i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n$, 并将员工满意度集合 $\{a_{ij}\}$ 中所有等于最大值 a_τ^* 的元素 a_{ij} 全部删除, 删除 a_{ij} 表示从岗位 P_j 的候选员工集合 P_j^* 中将员工 E_i 剔除. 再判断此时能否找到匹配方案, 即判断各岗位是否都能够在其候选员工选出员工, 并使得各岗位选出的员工各不相同. 如果能则继续删除剩下元素中的最大值, 直到不能找到匹配方案为止, 并记录最后一次找到匹配方案时的员工满意度集合. 基于员工满意度集合判断能否找到匹配方案的依据: 检查所有的岗位候选员工集合 P_j^* , 判断是否存在相等的集合, 如果不存在, 则能找到匹配方案. 如果存在相等的集合, 即存在多个 (两个及以上) 岗位有完全相同的候选员工, 则判断这些岗位个数 $|P_j^*|$ 是否大于候选员工个数 $|P_j^*|$, 若是, 则不能找到匹配方案.

第三, 在各岗位剩余候选员工中, 找出与之匹配的员工, 并使得各岗位匹配的员工不相同.

为避免出现多次搜寻匹配方案的情况, 采用以下方法可以快速方便地找出匹配方案: 首先针对岗位向量 P_j' , 计算 $b^* = \min |P_j'|$, $P_j' \subseteq A_{\tau-1}, j = 1, 2, \dots, n$ 即找出候选员工数最少的岗位 P_β . 再检查岗位 P_β 的候选员工中是否存在一个候选员工只能匹配到岗位 P_β 上, 如果存在则将该员工匹配到岗位 P_β 上, 否则在岗位 P_β 的候选员工中选出对其满意度最大的员工匹配到岗位 P_β 上. 即计算 $a^* = \min |E_i'|, a_{ij} \in P_\beta'$, 如果 $a^* = 1$, 则将员工 E_i 匹配到岗位 P_β 上, 否则计算 $a' = \min a_{i\beta}$, $a_{i\beta} \in P_\beta'$, 记 a' 对应 i 的为 α , 令 $x_{\alpha\beta} = 1$ 即将员工 E_i 匹配到岗位 P_β 上. 然后删除员工 E_α 对其他岗位的所有满意度, 删除其他员工对于岗位 P_β 的满意度, 即删除 $a_{\alpha j} (j=1, 2, \dots, 6 \text{ 且 } j \neq \beta)$ 和 $a_{i\beta} (i=1, 2, \dots, 8 \text{ 且 } i \neq \alpha)$. 如此循环, 直到所有岗位都找到与之匹配的员工.

(2) 根据算法基本思想, 算法 A 的具体步骤如下:

第1步: 计算 $a_{ij} = |E(r_{ij}) - E(r_{ij}')|, i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n$

第2步: 令 $\tau = 1$, 令 $A_0 = A_1 = \{a_{ij}\}, i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n$

第3步: 令 $A_\tau = A_{\tau-1}$

第4步: 计算 $a_\tau^* = \max a_{ij}, a_{ij} \in A_\tau$

第5步: 检查所有的 $a_{ij}, a_{ij} \in A_\tau$, 如果 $a_{ij} = a_\tau^*$, 则删除 a_{ij}

第6步: 令 $P_j' = \{a_{ij} \mid i = 1, 2, \dots, m\}, E_i' = \{a_{ij} \mid j = 1, 2, \dots, n\}, P_j^* = \{E_i \mid a_{ij} \in P_j'\}$

第7步: $j = 1$

第8步: 如果 $|P_{j+1}^*| = |P_j^*|$, 则转下一步, 否则 $j = j + 1$, 如果 $j > n$, 转第13步, 否则回第8步

表1 各岗位排序概率

Tab.1 Ranking probability of each post						
	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位
P_1	0	0	1/6	1/3	1/2	0
P_2	0	0	0	0	0	1
P_3	0	1/2	1/3	1/6	0	0
P_4	0	1/2	1/3	1/6	0	0
P_5	1	0	0	0	0	0
P_6	0	0	1/6	1/3	1/2	0

第9步: 调用 Hash 算法, 判断集合 P_{j+1}^* 与集合 P_j^* 是否相等, 如果相等则令 $P_{j+1}^* \in \Psi$, $P_j^* \in \Psi$, 转下一步, 否则 $j = j + 1$, 如果 $j > n$, 转第13步, 否则回第9步

第10步: $\delta = 2$

第11步: 调用 Hash 算法, 判断 $P_{j+\delta}^*$ 与 P_j^* 是否相等, 如果相等, 则令 $P_{j+1}^* \in \Psi$, 否则 $\delta = \delta + 1$, 如果 $j + \delta > n$, 则转下一步, 否则回第11步

第12步: 计算 $b = |\Psi|$, $c = |P_j^*|$, 如果 $b > c$, 则转第14步, 否则 $j = j + 1$, 如果 $j > n$ 转下一步, 否则回第8步.

第13步: 如果 $\tau > n - 1$ 则转下一步, 否则 $\tau = \tau + 1$, 回第3步

第14步: 令 $\lambda = 1$

第15步: 记 $b^* = \min |P_j'|$, $P_j' \subseteq A_{\tau-1}$, 记 b^* 对应的 P_j' 为 P_β'

第16步: 检查所有的 a_{ij} , 如果 $a_{ij} \in P_\beta'$, 则记 a_{ij} 对应的 i 为 t , 令 $t \in T$

第17步: 计算 $a^* = \min |E_t'|$, $t \in T$, 如果 $a^* = 1$, 则令 a^* 对应的 E_t' 为 E_α' , 如果 $|E_\alpha'| = 1$, 则令 $x_{\alpha\beta} = 1$, 转第19步, 否则转下一步

第18步: 计算 $a' = \min a_{t\beta}$, 记 a' 对应的 t 为 α , 则令 $x_{\alpha\beta} = 1$

第19步: $j = 1$, 删除 $a_{\alpha j}$

第20步: 如果 $j \geq n$, 转下一步, 否则 $j = j + 1$, 回第19步

第21步: $i = 1$, 删除 $a_{i\beta}$

第22步: 如果 $i \geq m$, 转下一步, 否则 $i = i + 1$, 回第21步

第23步: 如果 $\lambda \geq n$, 转下一步, 否则 $\lambda = \lambda + 1$, 回第15步

第24步: 输出 x_{ij}

(3) 算法 A 的时间复杂性

算法 A 的时间复杂性分析过程如下:

第1步计算次数为 $o(mn)$, 第4步最多比较 mn 次, 第5步最多比较 mn 次, Hash 算法时间复杂性为 $o(n)$, 第7~9步最多循环 n 次, 计算次数为 $o(n^2)$, 第10~11步计算次数为 $o(n^2)$, 第7~12步最多循环 n 次, 所以时间复杂性为 $o(n^3)$. 第2~13步最多循环 n 次, 所以时间复杂性为 $o(n^4)$. 第15步和第17步均最多比较 n 次, 第18步计算次数最多为 $o(n)$, 第19~20步需要循环 n 次, 第20~21步需要循环 m 次, 所以第17~21步的时间复杂性为 $o(mn)$, 第14~23步需要循环 n 次, 所以时间复杂性为 $o(mn^2)$, 所以第24步的计算次数为 $o(n^4)$, 所以算法 A 的时间复杂性为 $o(n^4)$.

3 算例分析

某公司有6个岗位空缺, 接到8名求职者的岗位申请. 每位求职者给出针对各岗位的满意度排序信息如下所示. 如何以单个员工满意度最大最小为目标, 给出人岗匹配方案.

$$B_{1P_j}': P_2 \succ P_6 \succ P_5 \succ P_4, P_2 \succ P_1 \succ P_3 \succ P_4$$

$$B_{2P_j}': P_1 \succ P_3 \succ P_5 \succ P_4, P_2 \succ P_3 \succ P_6 \succ P_4$$

$$B_{3P_j}': P_5 \succ P_4 \succ P_6 \succ P_1, P_5 \succ P_2 \succ P_3 \succ P_1$$

$$B_{4P_j}': P_3 \succ P_2 \succ P_1 \succ P_6, P_4 \succ P_2 \succ P_5 \succ P_6$$

$$B_{5P_j}': P_2 \succ P_3 \succ P_5 \succ P_4, P_2 \succ P_6 \succ P_1 \succ P_4$$

$$B_{6P_j}': P_1 \succ P_2 \succ P_3 \succ P_6, P_5 \succ P_2 \succ P_4 \succ P_6$$

$$B_{7P_j}': P_6 \succ P_3 \succ P_1 \succ P_5, P_6 \succ P_2 \succ P_4 \succ P_5$$

$$B_{8P_j}': P_3 \succ P_5 \succ P_1 \succ P_2, P_6 \succ P_5 \succ P_4 \succ P_2$$

$$B_{1P_j}: P_1 \succ P_2 \succ P_6, P_3 \succ P_5 \succ P_4, P_3 \succ P_2 \succ P_4$$

$$B_{2P_j}: P_2 \succ P_1 \succ P_3, P_6 \succ P_5 \succ P_4, P_6 \succ P_1 \succ P_4$$

$$B_{3P_j}: P_3 \succ P_4 \succ P_5, P_2 \succ P_1 \succ P_6, P_2 \succ P_4 \succ P_6$$

$$B_{4P_j}: P_5 \succ P_2 \succ P_3, P_4 \succ P_6 \succ P_1, P_4 \succ P_2 \succ P_1$$

$$B_{5P_j}: P_1 \succ P_5 \succ P_4, P_2 \succ P_3 \succ P_6, P_2 \succ P_5 \succ P_6$$

$$B_{6P_j}: P_2 \succ P_6 \succ P_1, P_3 \succ P_5 \succ P_4, P_3 \succ P_6 \succ P_4$$

$$B_{7P_j}: P_3 \succ P_6 \succ P_4, P_5 \succ P_1 \succ P_2, P_5 \succ P_6 \succ P_2$$

$$B_{8P_j}: P_6 \succ P_2 \succ P_4, P_3 \succ P_1 \succ P_5, P_3 \succ P_2 \succ P_5$$

为解决上述问题, 下面按照本文给出的方法进行求解.

首先, 根据偏序的线性扩张法, 确定各求职者对各岗位的期望满意度 $E(r'_{ij})$ 和实际满意度 $E(r_{ij})$, 如下表 2 和表 3 所示.

表 2 各求职者对各岗位的期望满意度							表 3 各求职者对各岗位的实际满意度						
Tab.2	Expected satisfaction of all applicants for posts						Tab.3	Actual satisfaction of all applicants for posts					
$E(r'_{ij})$	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	$E(r_{ij})$	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6
E_1	8/3	1	13/3	6	13/3	8/3	E_1	21/12	42/12	17/12	67/12	42/12	63/12
E_2	3/2	3/2	3	6	9/2	9/2	E_2	42/12	21/12	63/12	67/12	42/12	17/12
E_3	6	8/3	13/3	8/3	1	13/3	E_3	42/12	17/12	21/12	42/12	63/12	67/12
E_4	9/2	3	3/2	3/2	9/2	6	E_4	67/12	42/12	63/12	17/12	21/12	42/12
E_5	13/3	1	8/3	6	13/3	8/3	E_5	21/12	17/12	42/12	63/12	42/12	67/12
E_6	3/2	3	9/2	9/2	3/2	6	E_6	63/12	21/12	17/12	67/12	42/12	42/12
E_7	13/3	8/3	8/3	13/3	6	1	E_7	42/12	67/12	21/12	63/12	17/12	42/12
E_8	9/2	6	3/2	9/2	3	3/2	E_8	42/12	42/12	17/12	63/12	67/12	21/12

其次, 依据由式 (1) ~ (4) 构建优化模型, 并应用本文设计的算法 A, 对模型进行求解. 可得模型的解为: $x_{11} = x_{22} = x_{53} = x_{44} = x_{15} = x_{86} = 1$, 即匹配方案为: $(E_1, P_1), (E_2, P_2), (E_5, P_3), (E_4, P_4), (E_1, P_5), (E_8, P_6)$. 各岗位所匹配员工的满意度最大值是 5/6, 最小值是 1/4. 可见, 各岗位的实际满意度与期望满意度最大之差为 5/6, 没有出现部分员工对其所匹配岗位满意度很小的情况.

4 结语

如何实现人岗合理匹配是重要的研究问题. 本文针对员工满意度是不确定偏好序(部分序)的情形, 建立了以单个员工满意度最大最小为目标的人岗匹配决策模型, 通过设计的算法对模型进行了求解并给出匹配方案. 该模型相较于以往人岗匹配模型, 最大的特点在于其目标函数的改进, 可以避免部分员工对其所匹配岗位满意度很小的情况. 今后进一步可研究的问题是如何设计时间复杂性更低的算法.

参考文献 References

[1] 李永壮, 鲁文轩, 刘小元. 基于 AHP 和模糊贴近度的员工配置问题研究[J]. 现代管理科学, 2011(8): 41-43.
LI Yongzhuang, LU Wenxuan, LIU Xiaoyuan. Research on Staffing issues base on AHP & Fuzzy nearness[J]. Modern Management Science, 2011(8): 41-43.

[2] 仝青山, 赵人可, 冯荣丽. 供电企业人岗优化匹配的数理模型[J]. 南京工程学院学报: 自然科学版, 2010, 2(8): 1-8.
TONG Qingshan, ZHAO Renke, FENG Rongli. A Mathematical Model for Optimizing Person-Post Matching in Power Supply Enterprises[J]. Journal of Nanjing Institute of Technology: Natural Science Edition, 2010, 2(8): 1-8.

[3] 王福鑫, 任娟. 基于人岗匹配的人力资源优化配置模型研究[J]. 技术与创新管理, 2011, 3(32): 237-240.
WANG Fuxin, REN Juan. Human resources optimization allocation model based on human matching for position[J]. Technology and Innovation Management, 2011, 3(32): 237-240.

[4] 樊治平, 刘洋. 一种具有序区间排序信息的多目标指派方法[J]. 工业工程与管理, 2008(3): 44-51.
FAN Zhiping, LIU Yang. An approach to solve multi-objective assignment problems with ordinal interval ranking information[J]. Industrial Engineering and Management, 2008(3): 44-51.

[5] ALLEN H. Navy personnel planning and the optimal partition[J]. Operations Research, 2005, 53(1):77-89.

[6] HUANG D K, CHIU H N, YEH R H, et al. A fuzzy multi-criteria decision making approach for solving a bi-objective personnel assignment problem[J]. Computers & Industrial Engineering, 2009, 56(1):1-10.

[7] ROBERTS S, ESCUDERO L. Scheduling of plant maintenance personnel[J]. Journal of Optimization Theory and Applications, 1983, 39(3) :323-343.

[8] 李卫星. 人力资源优化配置的双向选择模型[J]. 科技进步与对策, 2003(2): 110-111.
LI Weixing. Two-way choice model of human resources optimization allocation[J]. Science & Technology Progress and Policy, 2003(2): 110-111.

[9] 陈希, 樊治平. 考虑多种形式信息的求职者与岗位双边匹配研究[J]. 运筹与管理, 2009, 6(18): 103-109.
CHEN Xi, FAN Zhiping. Research on two-sided matching problem between employees and positions based on multiple format information[J]. Operations Research and Management Science, 2009, 18(6): 103-109.

[10] 乐琦, 樊治平. 具有不确定偏好序信息的双边匹配决策问题研究[J]. 运筹与管理, 2012, 21(1): 57-63.
YUE Qi, FAN Zhiping. Study on two-sided matching decision-making problems with uncertain preference ordinal information[J]. Operations Research and Management Science, 2012, 21(1): 57-63.

[11] 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.
CHEN Xi, FAN Zhiping, HAN Jing. Method for two-sided matching decision making considering correlated index[J]. Operations Research and Management Science, 2012, 21(6): 94-99.

- [12] 李铭洋, 樊治平, 刘洋. 一种基于偏好序信息的双边匹配方法[J]. 运筹与管理, 2012, 21(4): 112-118.
LI Mingyang, FAN Zhiping, LIU Yang. A method for two-sided matching based on preference ordinal information[J]. Operations Research and Management Science, 2012, 21(4): 112-118.
- [13] 乐琦. 考虑主体心理行为的双边匹配决策方法[J]. 系统工程与电子技术, 2013, 35(1): 120-125.
YUE Qi. Decision method for two-sided matching considering agents' psychological behavior[J]. Systems Engineering and Electronic, 2013, 35(1): 120-125.
- [14] LAWLER E L. Combinatorial optimization: networks and matroids[M]. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1976.

Research on personnel-post matching decision-making with uncertain preference information

YANG Qian^{1,2}, ZHENG Hui², ZHANG Zhichang²

(1. School of Management, Xi'an Univ. of Arch. & Tech., Xi'an 710055, China;

2. School of Economics and Management, Xi'an Technological University, Xi'an 710021, China)

Abstract: Employee satisfaction is an important basis for personnel-post matching decision-making. In the situation of job satisfaction which is expressed in uncertain preference ordinals, and in order to minimum the maximum gap between the actual satisfaction and expectation satisfaction of each employee, a personnel-post matching decision-making model is established. Furthermore after analyzing the solutions for the model, algorithm A is designed, showing that the time complexity is $O(n^4)$. Finally, an example is given to confirm the model and algorithm to be both effective.

Key words: employee satisfaction; personnel-post matching; min-max problem; algorithm

(本文编辑 桂智刚)

(上接第 603 页)

- [8] DONOHO D L. Denoising by soft-threshold [J]. IEEE Trans on Information Theory, 1995, 41(3): 613-627.
- [9] 陈益, 李书. 改进的小波阈值消噪法应用于超声信号处理[J]. 北京航空航天大学学报, 2006, 32(4): 466-470.
CHEN Yi, LI Shu. Application of improved threshold denoising based on wavelet transform to ultrasonic signal processing[J]. Journal of Beijing University of Aeronautics and Astronautics, 2006, 32(4): 466-470.
- [10] GAO Hongye, BRUCE A G. WaveShrink and semisoft shrinkage[R]. StaSci Research Report 1995, 39.
- [11] 叶重元, 黄永东. 小波阈值去噪算法的新改进[J]. 计算机工程与应用, 2011, 47(12): 141-145.
YE Chongyuan, HUANG Yongdong. New improvement of wavelet threshold denoising algorithm[J]. Computer Engineering and Applications, 2011, 47(12): 141-145.
- [12] 柳建楠, 刘文峰, 王伯雄, 等. 应用于超声测距的小波变换滤波算法[J]. 清华大学学报: 自然科学版, 2012, 52(7): 951-955.
LIU Jiannan, LIU Wenfeng, WANG Boxiong, et al. Wavelet denoising algorithm for ultrasonic ranging[J]. J Tsinghua Univ: Sci & Tech, 2012, 52(7): 951-955.
- [13] Chen Hanxin, ZUO MingJ, WANG Xiaodong, et al. An adaptive morlet wavelet filter for time-of-flight estimation in ultrasonic damage assessment[J]. Measurement, 2010, 43(4): 570-585.
- [14] 寇雪芹, 谷立臣, 闫小乐, 等. 基于虚拟仪器的超声信号测量与测距研究[J]. 计算机工程与应用, 2012, 48(6): 17-20.
KOU Xueqin, GU Lichen, YAN Xiaole, et al. Research on ultrasonic signal measurement and distance measurement based on virtual instrument[J]. Computer Engineering and Applications, 2012, 48(6): 17-20.
- [15] 靳希, 杨尔滨, 赵玲. 信号处理原理与应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 2008.
JIN Xi, YANG Erbin, ZHAO Ling. Signal processing principle & application [M]. Beijing: Tsinghua University press, 2008.
- [16] CUI Huimin, ZHAO Ruimei, HOU Yanli. Improved threshold denoising method based on wavelet transform[J]. Physics Procedia, 2012, 33: 1354-1359.
- [17] 王拴中, 朱玉田. 改进小波阈值去噪法的对比性仿真实验与分析[J]. 噪声与振动控制, 2012, (2): 128-132.
WANG Shuanzhong, ZHU Yutian. Comparative simulation study of evolutionary wavelet based on denoising algorithms[J]. Noise and Vibration Control, 2012, (2): 128-132.
- [18] DEMIRLI R. Model based estimation of ultrasonic echoes: analysis, algorithms and application [D]. Graduate College of the Illinois Institute of Technology 2001.

Study of long-range ultrasonic signal denoising in the tower crane anti-collision system

KOU Xueqin, GU Lichen

(School of Mechanical & Electrical Engineering, Xi'an Univ. of Arch. & Tech., Xi'an 710055, China)

Abstract: According to the need of long-range obstacles detection in tower crane anti-collision system and for long-range ultrasonic target detection, after echo denosing by traditional digital filtering, there are delay of echo peak position and low signal to noise ratio (SNR) of long-range ultrasonic. These factors affect the accuracy of distance measurement and the target detection. Improved wavelet threshold function denoising method is proposed for echo denoising. Simulation and experimental results show that ultrasonic echo denoising based on improved threshold method makes ultrasonic echo peak position without delay, and can significantly improve the SNR. Its denoising effect is better than the traditional digital filtering and the wavelet soft and hard threshold denoising methods. This method is suitable for long-range ultrasonic measurement and effective detection of target.

Key words: ultrasonic echo; long-range ultrasonic measurement; wavelet threshold denoising; SNR

(本文编辑 吴海西)