

基于工作绩效云预测的指派问题求解方法

孙晓雅

(辽宁师范大学 管理学院, 辽宁 大连 116029)

摘要: 提出了一种基于工作绩效云预测的指派问题求解方法。根据员工完成的历史记录, 由逆向云发生器求得员工完成各项任务所需时间的云模型的数字特征值, 再通过正向云发生器生成的云滴得到指派问题的效率矩阵, 然后由匈牙利法求解最优指派方案。实例计算表明该方法考虑了实际指派问题效率矩阵的模糊性和不确定性, 能够实现员工工作绩效预测, 为实际工作中员工任务指派问题提供了一种更科学的求解思路。

关键词: 指派问题; 云模型; 工作绩效; 效率矩阵; 预测

中图分类号: C934

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2013)19-0076-03

Assignment problem solving method based on the performance prediction of Cloud model

Sun Xiaoya

(Management College, Liaoning Normal University, Dalian 116029, China)

Abstract: This paper put forward a kind of assignment solving method based on predicting task performances with Cloud model, when we have no exact efficiency matrix and only have the past work records. According to the staff task records, the digital characteristics of the Cloud model can be obtained by the backward cloud generator. Then we get the assignment efficiency matrix from the droplets generating by the normal Cloud generator. At last we can solve the assignment problem by the hungary method. The calculation of a practical example shows that this method can predict the task performances, which considers the fuzziness and uncertainty for efficiency matrix. It gives a scientific resolution to the actual assignment problem.

Key words: assignment problem; Cloud model; task performances; efficiency matrix; prediction

指派问题是一类应用广泛的组合优化问题,它在任务分配、机器配置、集装箱配载、车辆调度、航班安排等问题中都有重要应用。指派问题的标准形式是指在效率矩阵已知条件下,确定 n 个人完成 n 项工作的最佳指派方案。目前匈牙利法是精确求解的指派问题的最常用方法。指派问题的前提假设是效率矩阵完全确定,即在任务指派之前完全精确确定每个人完成每项工作的时间或费用等。而实际情况是人员完成任务所耗费的时间或费用往往具有模糊性和不确定,因此,精确的效率矩阵难以得到。基于此,研究人员开展了效率矩阵不能精确确定的不同情况的研究。樊治平等探讨了将语言评价信息转化为效率矩阵,进而求解指派问题的方法^[1]。王坚强等针对多准则决策问题,给出了人员完成各项工作的效益为评价语言,甚至评价语言缺失的不完全信息情况下

的多准则指派问题的求解方法^[2]。刘小冬等对区间指派问题进行了研究,定义了区间指派,对区间最优指派问题的几种情况进行了讨论^[3]。王茶香将灰色关联度的概念应用于区间数,求解了基于灰色关联度的区间信息指派问题^[4]。上述文献所探讨是具有语言评价或区间信息的效率矩阵的模糊指派问题。在实际工作中,经常会有以往员工完成各项任务的时间记录,此时任务的分配就可以基于任务记录来预测效率矩阵。本文采用云模型理论,利用已有工作记录来预测效率矩阵,进而得到最佳指派方案。

1 云模型简介

1.1 云模型的概念

云模型理论是由我国李德毅教授提出的,它实现了定性概念与其定量表示之间的不确定性转换,反映了客

技术与方法 Technique and Method

观事物及知识的模糊性和随机性,并将这两种不确定性完全集成在一起。云模型应用最广泛、最重要的是正态云模型。

定义 设 U 是一个精确数值表示的定量论域, C 是 U 上的定性概念,若定量值 $x \in U$,且 x 是定性概念 C 的一次随机实现, x 对 C 的确定度 $\mu(x) \in [0, 1]$ 是有稳定倾向的随机数 $\mu: U \rightarrow [0, 1], \forall x \in U, x \rightarrow \mu(x)$ 。则 x 在论域 U 上的分布称为云(Cloud),每一个 x 称为一个云滴^[5]。

云模型用三个数字特征,期望 E_x 、熵 E_n 和超熵 H_e 来整体表征一个概念的数学性质。期望 E_x 是概念在论域中的中心点,它是最可以代表定性概念的点。熵 E_n 是定性概念的不确定度量,由概念的随机性和模糊性共同决定。超熵 H_e 是熵的不确定性的度量,即熵 E_n 的熵,由熵的随机性和模糊性共同决定,反映了云滴的离散程度,超熵的大小间接地反映云的厚度,超熵越大、云的厚度越大^[5]。

1.2 云发生器

云模型中实现定性定量之间相互转化的关键算法是云发生器,云发生器有正向云发生器和逆向云发生器两种。实现定性概念到定量表示的转换过程的正向云发生器,实现定量表示到定性概念的转换过程的是逆向云发生器。两种云发生器的算法如下:

算法1 正向云发生器算法^[5]

输入:表示定性概念 C 的3个数字特征值 E_x, E_n, H_e 和云滴数 N 。

输出: N 个云滴的定量值以及每个云滴属于概念 C 的确定度。

(1) 在区间 $[E_n - H_e, E_n + H_e]$ 上生成一个均匀分布的随机数 E_n' ;

(2) 生成一个以 E_x 为期望, $(E_n')^2$ 为方差的正态随机数 x , x 就是论域 U 上的一个云滴;

(3) 计算 $\mu = e^{-\frac{(x-E_x)^2}{2(E_n')^2}}$, μ 为 x 属于定性概念 C 的确定度,云滴 $\text{drop}(x, \mu)$ 实现了一次定性定量转换;

(4) 重复步骤(1)~步骤(3),直到产生 N 个云滴为止。

算法2 逆向云发生器算法^[5]

输入: N 个云滴 (x_1, x_2, \dots, x_N)

输出: 这 N 个云滴表示定性概念 C 的数字特征值 E_x, E_n, H_e 。

(1) 计算云滴 (x_1, x_2, \dots, x_N) 的样本平均值 $\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$,

样本方差 $s^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2$;

(2) 取 E_x 的估计值为 $\hat{E}_x = \bar{x}$;

(3) 取 H_e 的估计值为 $\hat{H}_e = \sqrt{\frac{\pi}{2}} \times \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |x_i - \hat{E}_x|$;

(4) 取 E_n 的估计值为 $\hat{E}_n = \sqrt{s^2 \frac{1}{3} \hat{H}_e^2}$ 。

2 基于工作绩效云预测的指派问题

2.1 指派问题的标准形式

指派问题的标准形式(以人和事为例):设有 n 个人和 n 件事,已知第 i 人做第 j 事的费用为 c_{ij} ($i, j=1, 2, \dots, n$),要求一个人和事之间一一对应的指派方案,使完成这 n 件事的总费用最少。

一般称矩阵

$$C = (c_{ij})_{n \times n} = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \cdots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \cdots & c_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ c_{n1} & c_{n2} & \cdots & c_{nn} \end{bmatrix}$$

为指派问题的系数矩阵,或效率矩阵。

为了建立标准指派问题的数学模型,引入 n^2 个 0-1 变量

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{当指派第 } i \text{ 人去做第 } j \text{ 事时} \\ 0 & \text{当不指派第 } i \text{ 人去做第 } j \text{ 事时} \end{cases} \quad (i, j=1, 2, \dots, n)$$

这样,问题的数学模型可写成:

$$\begin{aligned} \min z &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \\ & \begin{cases} \sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 & j=1, 2, \dots, n \\ \sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 & i=1, 2, \dots, n \\ x_{ij} = 0 \text{ 或 } 1 & i, j=1, 2, \dots, n \end{cases} \end{aligned}$$

对于其他人数和事数不相等,一个人可以做几件事,某事一定不能由某人去做等非标准指派问题,通常的处理方法是将它们转化为标准形式,然后按标准指派问题进行求解。

2.2 工作绩效的云预测的指派问题

传统的标准指派问题建立的前提,是假设任务完成的效率矩阵完全精确已知。而实际的生产工作中,在工作任务指派时,任务完成的时间通常无法精确确定,因而任务完成的效率矩阵就是不确定的。在生产中通常拥有员工完成以往任务的工作时间效率记录,因此基于以往工作绩效来对未来工作效率的预测具有重要的现实意义。本文任务指派问题的求解主要分成两个步骤:

(1) 工作绩效的云预测

① 根据任务完成记录数据,通过逆云发生器,计算人员完成各任务所需时间的数字特征值 E_x, E_n, H_e 。

② 由各任务所需时间的数字特征值,通过正向云发生器产生各任务一定数量的云滴,对于每个任务,取这些云滴的均值,做为任务的工作绩效。

(2) 求解任务指派问题

① 基于步骤(1)的效率矩阵,将指派问题转化为标准指派问题;

技术与方法 Technique and Method

②利用匈牙利法求解标准指派问题,得到最优指派方案。

3 实例分析

现要完成一个包含5项任务项目,要从7名员工中选派5人去完成该项目,7名员工每人最多安排一项任务,目前有每个员工完成每项任务的历史工作记录,历史工作记录的次数8~10次不等。

表1给出了员工1的历史工作记录,其中任务1和4该员工有10次工作记录,任务2和5该员工有8次工作记录,任务3该员工有9次工作记录。其他6名员工的工作记录因篇幅关系不一列出。

表1 员工1完成各项任务的历史工作记录

任务	记录									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	26	27	27	28	27	28	27	26	28	27
2	19	19	19	18	20	20	19	19		
3	15	16	16	15	16	16	17	15	15	
4	11	12	12	11	12	13	13	12	11	10
5	36	36	36	35	33	35	35	34		

根据员工的历史工作记录,先后通过逆向云生成器和正向云生成器得到员工完成每项任务的云图,这里所生成云图的云滴数为2000。图1分别给出了员工1完成5任务所需时间的云图。

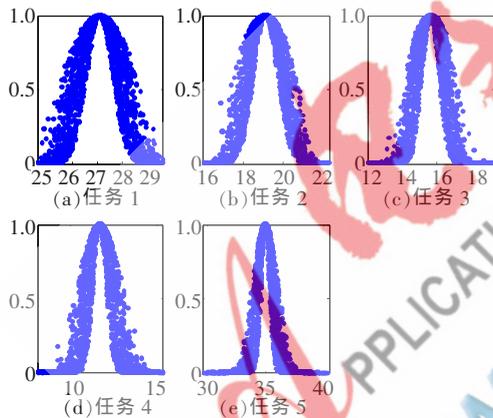


图1 员工1完成各项任务所需时间的云图

对员工完成每项任务的云滴求均值,得到预测的7名员工分别完成5项任务的效率矩阵,如表2所示。

因此,通过匈牙利求解得该问题的最优指派方案,其中员工1和员工3不安排任务,其他员工每人完成一

表2 指派问题的效率矩阵

	任务1	任务2	任务3	任务4	任务5
员工1	27.08	19.09	15.70	11.70	34.98
员工2	24.65	20.68	13.88	13.62	38.16
员工3	23.50	22.14	14.79	15.62	33.81
员工4	22.40	23.33	17.78	14.56	37.22
员工5	23.93	18.45	21.11	14.52	39.61
员工6	25.72	19.99	19.14	16.09	32.97
员工7	25.90	21.10	18.03	11.01	35.92

项任务,指派方案如表3所示。

表3 最优指派方案

任务	任务1	任务2	任务3	任务4	任务5
员工	员工4	员工5	员工2	员工7	员工6

通过上面算例可以看出,本文基于云理论的预测方法可以很好地进行任务指派效率矩阵的预测,实现指派问题的优化求解。

在实际的指派问题中,员工完成任务效率往往不能精确可知,管理者常常是根据员工完成以往任务的印象来实现下一步任务的指派。基于这一情况,本文提出了一种根据历史任务完成记录来进行工作效率预测的云模型预测方法,该方法能够有效地得到指派问题的效率矩阵,为下一步指派问题求解提供依据。本文方法简便易行,对管理者优化任务安排提供了一种更合理更科学的方法。

参考文献

- [1] 樊治平,王欣荣.具有语言评价信息的指派问题求解方法[J].系统工程学报,2004,19(1):14-19.
- [2] 王坚强,孙超.不完全确定信息的群体语言指派问题的求解方法[J].中国管理科学,2007,15(1):74-79.
- [3] 刘小冬,张明海,臧振宇.区间指派问题的研究[J].西安财经学院学报,2011,24(1):19-22.
- [4] 王茶香.基于灰色关联度的区间信息指派问题研究[J].数学的实践与认识,2011,41(3):165-169.
- [5] 李德毅,杜鹃.不确定性人工智能[M].北京:国防工业出版社,2002.

(收稿日期:2013-06-12)

作者简介:

孙晓雅,女,1972年生,副教授,主要研究方向:优化理论与优化算法。