

文章编号:1673-9469(2010)01-0092-04

基于隶属度转换算法的矿业投资决策模糊评价

曹庆奎, 阮俊虎, 刘开第

(河北工程大学 经济管理学院, 河北 邯郸 056038)

摘要:矿业投资是一种风险投资,评价过程中存在很多不确定性和模糊性。采用基于熵的数据挖掘方法,通过挖掘隐藏在各指标隶属度中关于目标分类的知识信息,厘清目标分类与指标隶属度之间的关系,通过定义指标区分权清除指标隶属度中对目标分类的冗余值,提取有效值计算目标隶属度。新的隶属度转换算法经过“一有效、二可比、三合成”三个计算步骤,简记为M(1,2,3),由此构建隶属度转换新算法并用于矿业投资决策模糊评价中。实例分析表明,判定结果较为理想,具有较高的置信度。

关键词:矿业投资决策;模糊评价;隶属度转换;M(1,2,3)模型

中图分类号: X913.4

文献标识码: A

Fuzzy evaluation on mining investment decision based on membership degree transformation algorithm

CAO Qing-kui, RUAN Jun-hu, LIU Kai-di

(School of Economics and Management, Hebei University of Engineering, Hebei Handan 056038, China)

Abstract: As mining investment is a kind of venture capital, there are a lot of uncertainty and ambiguity in the process of evaluating on mining investment decision. With the data mining technology, the relationship of object classification and index membership is affirmed based on the entropy to mine knowledge information about object classification hidden in every index. The redundant data in index membership for object classification is eliminated by defining distinguishable weight and extracting valid values to compute object membership. The new algorithm of membership degree transformation consists of three calculation steps which could be summarized as "effective, comparison and composition", and denoted into M(1,2,3). The new algorithm is applied in fuzzy evaluation on mining investment decision, and the case study indicates that this method is characterized by practicability and high confidence for application.

Key words: mining investment decision; fuzzy evaluation; membership degree transformation; M(1,2,3) model

矿业投资是一种风险投资,直接关系到企业切身利益,但是其风险程度受多方面因素的影响,包括矿区地质体本身、与该矿种有关的市场因素、矿区的经济地理条件和企业本身的组织及管理能等。因此,对矿业投资决策的评价采用模糊评价方法较为合适。模糊模型计算的核心就是隶属度转换。王志宏,彭世济^[1]应用模糊可能性理论,建立了矿业投资风险的模糊可能性评价模型和

风险因素敏感度计算模型,并对某露天煤矿建设项目进行了投资风险评价实例研究;陈平^[2]综合模糊分析法和层次分析法,分析了项目各方面和各层次的综合风险,得出项目风险综合评价结论;唐雪梅等^[3]应用模糊综合评判法对某矿床是否值得开采进行了模糊评价。然而现有的隶属度转换方法把指标隶属度中对目标分类不起作用的冗余值,用于计算目标隶属度,值得商榷。本文将

构建一个不受冗余数据干扰的隶属度转换模型,用于矿业投资决策模糊评价中。

1 基于 M(1,2,3)的隶属度转换

模糊数学有四种主要转换模型^[4]: $M(\wedge, \vee)$ 、 $M(\cdot, \vee)$ 、 $M(\wedge, \oplus)$ 和 $M(\cdot, +)$;应用结果表明,只有 $M(\cdot, +)$ 被多数应用者认可^[5-11]。同时,也有学者提出了改进模型^[12,13]。本文用基于熵的数据挖掘方法,通过定义指标区分权清除指标隶属度中对目标分类的冗余值,提取有效值计算目标隶属度,最后,通过计算可比值求出目标隶属度。

1.1 区分权

已知影响目标 Q 状态的指标有 m 种,其中 j ($j \in 1 \sim m$) 指标关于目标 Q 的重要性权重 $\lambda_j(Q)$ 已知,且 $\lambda_j(Q)$ 满足

$$0 \leq \lambda_j(Q) \leq 1, \sum_{j=1}^m \lambda_j(Q) = 1 \quad (1)$$

每种指标分为 p 个评语等级,用 C_k 表示第 K ($K \in 1 \sim p$) 个等级,且 C_k 等级优于 C_{k+1} 等级。如果 j 指标属于 C_k 等级的隶属度 $\mu_{jk}(Q)$ 已知,且 $\mu_{jk}(Q)$ 满足

$$0 \leq \mu_{jk}(Q) \leq 1, \sum_{k=1}^p \mu_{jk}(Q) = 1 \quad (j = 1 \sim m) \quad (2)$$

求目标 Q 属于 C_k 等级的隶属度 $\mu_k(Q)$ 。

(1) 设想 $\mu_{j1}(Q) = \mu_{j2}(Q) = \dots = \mu_{jp}(Q)$, 则单从 j 指标看,目标 Q 属于各类的程度都一样。显然删除 j 指标也不会影响 Q 的分类。如果用实数 $\alpha_j(Q)$ 表示 j 指标对目标 Q 分类所做贡献大小的归一量化值,则此种情况下有 $\alpha_j(Q) = 0$ 。

(2) 如果存在整数 k 使 $\mu_{jk}(Q) = 1$ 其余隶属度均为 0,则单从 j 指标看,目标 Q 只属于 C_k 类。此时, j 指标对于目标 Q 的分类做出了最大的贡献,实数 $\alpha_j(Q)$ 应取到最大值。

(3) 同理,若隶属度 $\mu_{jk}(Q)$ 对 k 而言取值越集中,则 j 指标对目标 Q 分类做出的贡献越大即 $\alpha_j(Q)$ 越大;反之, $\alpha_j(Q)$ 越小。

综上所述,反映 j 指标对目标 Q 分类贡献大小的实数 $\alpha_j(Q)$ 由隶属度 $\mu_{jk}(Q)$ 取值集中与分散的程度决定;而隶属度 $\mu_{jk}(Q)$ 取值集中与分散的程度可用隶属度的熵 $H_j(Q)$ 定量描述,所以,实数

$\alpha_j(Q)$ 可表为熵 $H_j(Q)$ 的函数:

$$H_j(Q) = - \sum_{k=1}^p \mu_{jk}(Q) \cdot \log \mu_{jk}(Q) \quad (3)$$

$$v_j(Q) = 1 - \frac{1}{\log p} H_j(Q) \quad (4)$$

$$\alpha_j(Q) = v_j(Q) / \sum_{i=1}^m v_i(Q) \quad (j = 1 \sim m) \quad (5)$$

称由(3)、(4)、(5)式定义的实数 $\alpha_j(Q)$ 为 j 指标关于目标 Q 的区分权,显然区分权 $\alpha_j(Q)$ 满足:

$$0 \leq \alpha_j(Q) \leq 1 \quad \sum_{j=1}^m \alpha_j(Q) = 1 \quad (6)$$

1.2 有效值

定义 1 若 $\mu_{jk}(Q)$ ($k = 1 \sim p, j = 1 \sim m$) 是目标 Q 的 j 指标属于 C_k 类的隶属度,且 $\mu_{jk}(Q)$ 满足(1)式; $\alpha_j(Q)$ 是 j 指标关于目标 Q 的区分权,则称

$$\alpha_j(Q) \cdot \mu_{jk}(Q) \quad (k \in 1 \sim p) \quad (7)$$

是 j 指标的 k 类隶属度的有效区分值,简称 k 类有效值。

1.3 可比值

定义 2 若 $\alpha_j(Q) \cdot \mu_{jk}(Q)$ 是 j 指标的 k 类有效值, $\beta_j(Q)$ 是 j 指标关于目标 Q 的重要性权重,则称

$$\beta_j(Q) \cdot \alpha_j(Q) \cdot \mu_{jk}(Q) \quad (k \in 1 \sim p) \quad (8)$$

是 j 指标 k 类隶属度的可比有效值,简称 k 类可比值。

定义 3 若 $\beta_j(Q) \cdot \alpha_j(Q) \cdot \mu_{jk}(Q)$ 是目标 Q 的 j ($j = 1 \sim m$) 指标的 k 类可比值,则称

$$M_k(Q) = \sum_{j=1}^m \beta_j(Q) \cdot \alpha_j(Q) \cdot \mu_{jk}(Q) \quad (k \in 1 \sim p) \quad (9)$$

是目标 Q 的 k 类可比和。

定义 4 若 $M_k(Q)$ 是目标 Q 的 k 类可比和, $\mu_k(Q)$ 是 Q 属于 C_k 类的隶属度,则

$$\mu_k(Q) \triangleq M_k(Q) / \sum_{i=1}^p M_i(Q) \quad (k \in 1 \sim p) \quad (10)$$

至此,在目标 Q 的各影响指标的隶属度和指标重要性权重已知条件下,通过公式(3)、(4)、(5)、(9)、(10),可求出目标 Q 的隶属度,实现了由各指标隶属度到目标隶属度的转换;并且转换过程不增加任何先验知识,也不造成分类信息失真。

上述隶属度转换简记为,表示模型经历“一有效、二可比、三合成”这三个计算步骤^[14]。

2 应用实例

表 1 某矿区矿业投资决策评价指标数据
Tab.1 Index data of mining investment decision in some mining area

总目标	一级指标	二级指标	隶属度向量 (C ₁ , C ₂ , C ₃)	
矿业投资决策评价Q	矿产品市场现状与前景 A ₁ (0.30)	企业报酬率与市场平均利率的关系 B ₁₁ (0.50)	(0.70, 0.20, 0.10)	
		市场价格 B ₁₂ (0.30)	(0.50, 0.35, 0.15)	
		技术条件 B ₁₃ (0.20)	(0.60, 0.25, 0.15)	
		矿床储量 B ₂₁ (0.35)	(0.80, 0.20, 0.00)	
		品位 B ₂₂ (0.35)	(0.75, 0.15, 0.10)	
		综合利用组分 B ₂₃ (0.05)	(0.80, 0.20, 0.00)	
		矿体形状和产状 B ₂₄ (0.10)	(0.50, 0.30, 0.20)	
		埋藏深度 B ₂₅ (0.05)	(0.70, 0.20, 0.10)	
		水文地质情况 B ₂₆ (0.02)	(0.90, 0.10, 0.00)	
	矿床本身特征 A ₂ (0.50)	开采条件 B ₂₇ (0.03)	(0.70, 0.20, 0.10)	
		选矿条件 B ₂₈ (0.03)	(0.50, 0.30, 0.20)	
		冶炼条件 B ₂₉ (0.02)	(0.50, 0.25, 0.25)	
		动力资源 B ₃₁ (0.30)	(0.70, 0.20, 0.10)	
		水文条件 B ₃₂ (0.10)	(0.60, 0.30, 0.10)	
		交通条件 B ₃₃ (0.30)	(1.00, 0.00, 0.00)	
		建筑材料 B ₃₄ (0.10)	(0.50, 0.30, 0.20)	
		地区资源 B ₃₅ (0.05)	(0.20, 0.50, 0.30)	
		劳动力资源 B ₃₆ (0.05)	(0.60, 0.30, 0.10)	
	矿区经济地理条件 A ₃ (0.10)	生活水供应 B ₃₇ (0.10)	(0.50, 0.40, 0.10)	
		矿床开采生产及选冶生产经营人员 B ₄₁ (0.20)	(1.00, 0.00, 0.00)	
		投资者自身能力 A ₄ (0.10)	企业以往生产效率 B ₄₂ (0.30)	(0.80, 0.20, 0.00)
		相应技术人员 B ₄₃ (0.30)	(0.70, 0.15, 0.15)	
		企业自有融余资金或相外举债能力 B ₄₄ (0.20)	(0.50, 0.40, 0.10)	

2.1 矿业投资决策模糊评价矩阵

根据文献[3]可得某矿区矿业投资决策模糊评价矩阵如表 1 所示。表 1 中与各分指标对应的括号中的数字是该分指标的重要性权重,由层次分析法计算得出;底层指标后的向量是该底层指标关于 3 个评语等级(非常值得开采 C₁,一般值得开采 C₂,不值得开采 C₃)的隶属度向量,由专家评分法获得。

$$U(A_2) = \begin{pmatrix} 0.80 & 0.20 & 0.00 \\ 0.75 & 0.15 & 0.10 \\ 0.80 & 0.20 & 0.00 \\ 0.50 & 0.30 & 0.20 \\ 0.70 & 0.20 & 0.10 \\ 0.90 & 0.10 & 0.00 \\ 0.70 & 0.20 & 0.10 \\ 0.50 & 0.30 & 0.20 \\ 0.50 & 0.25 & 0.25 \end{pmatrix}$$

由 U(A₂)的第 j(j=1~9)行计算指标 B_j 的区分权,得区分权向量为

$$\alpha(A_2) = (0.1912 \ 0.1176 \ 0.1912 \ 0.0220 \ 0.0949 \ 0.2473 \ 0.0949 \ 0.0220 \ 0.0188)$$

② 由表 1 知,指标 B₂₁~B₂₉关于 A₃ 的重要性权重向量为

$$\beta(A_2) = (0.35 \ 0.35 \ 0.05 \ 0.1 \ 0.05 \ 0.02 \ 0.03 \ 0.03 \ 0.02)$$

③ 计算指标 B_{2j}的 k 类可比值,得 A₂ 的可比值矩阵为

2.2 基于 M(1,2,3)模型的模糊评估步骤

(1) 以 A₂ 矿床本身特征为例,计算其隶属度向量步骤如下:

① A₂ 含 9 项底层指标 B₂₁~B₂₉,其矩阵为

$$N(A_2) = \begin{pmatrix} 0.053 & 5 & 0.013 & 4 & 0 \\ 0.030 & 9 & 0.006 & 2 & 0.004 & 1 \\ 0.007 & 6 & 0.001 & 9 & 0 \\ 0.001 & 1 & 0.000 & 7 & 0.000 & 4 \\ 0.003 & 3 & 0.000 & 9 & 0.000 & 5 \\ 0.004 & 5 & 0.000 & 5 & 0 \\ 0.002 & 0 & 0.000 & 6 & 0.000 & 3 \\ 0.000 & 3 & 0.000 & 2 & 0.000 & 1 \\ 0.000 & 2 & 0.000 & 1 & 0.000 & 1 \end{pmatrix}$$

④ 由 $N(A_2)$ 计算 A_2 的 k 类可比和, 的可比和向量为

$$M(A_2) = (0.103 \ 5 \ 0.024 \ 4 \ 0.005 \ 5)$$

⑤ 由可比和向量 $M(A_2)$, 计算 A_2 的隶属度向量 $\mu(A_2)$

$$\mu(A_2) = (0.775 \ 3 \ 0.183 \ 2 \ 0.041 \ 5)$$

同理可得 $\mu(A_2)$ 、 $\mu(A_3)$ 和 $\mu(A_4)$, 连同 $\mu(A_2)$ 一并构成矿业投资决策的评价矩阵 $U(Q)$

$$U(Q) = \begin{pmatrix} \mu(A_1) \\ \mu(A_2) \\ \mu(A_3) \\ \mu(A_4) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.656 & 2 & 0.229 & 0 & 0.114 & 8 \\ 0.775 & 3 & 0.183 & 2 & 0.041 & 5 \\ 0.888 & 9 & 0.077 & 6 & 0.033 & 5 \\ 0.851 & 0 & 0.118 & 5 & 0.030 & 5 \end{pmatrix}$$

(2) 根据 $U(Q)$ 按照与步骤(1)同样的步骤可计算矿业投资决策评价的隶属度向量为

$$\mu(Q) = (\mu_1(Q), \mu_2(Q), \mu_3(Q)) = (0.827 \ 7 \ 0.129 \ 8 \ 0.042 \ 5)$$

(3) 识别

注意到矿业投资决策评价等级划分有序, 即 C_k 等级优于 C_{k+1} 等级, 此种情况下, 根据置信度识别准则, 设 $\lambda (\lambda > 0.7)$ 为置信度, 计算

$$K_0 = \min \{ k \mid \sum_{i=1}^k \mu_i(Q) \geq \lambda, 1 \leq k \leq 3 \}$$

则判 S 属于第 K_0 等级, 并且有不低于 λ 的置信度。

本例中判 S 属于“非常值得投资”等级, 判定结果与文献[3]一致, 并且有高达 82.77% 的置信度。由矩阵 $U(Q)$ 知, 矿业投资决策评价指标中仅 A_1 (矿产品市场现状与前景) 未达到“非常值得投资”的置信度为 65.62%, 其他指标 A_2 (矿床本身特征)、 A_3 (矿区经济地理条件) 和 A_4 (投资者自身能力) 都有很高的置信度。表明对该矿床的投资还是相当值得的, 为了获得更多的未来收益, 可以采取更好的营销渠道和营销策略。

3 结语

采用基于熵的数据挖掘方法, 通过定义区分

权, 提取有效值, 计算可比值, 构建了不受冗余数据干扰的新的隶属度转换算法— $M(1, 2, 3)$ 。利用 $M(1, 2, 3)$ 对文献[3]的案例进行分析, 判定矿业投资决策为“非常值得投资”等级, 结果与文献[3]一致, 并具有较高的置信度。

参考文献:

- [1] 王志宏, 彭世济. 矿业投资风险评价方法[J]. 煤炭学报, 1998, 23(2): 217-221.
- [2] 陈平. 紫金矿业项目投资风险评价与控制研究[D]. 北京: 中国地质大学, 2007.
- [3] 唐雪梅, 杨殿, 唐军峰. 模糊综合评判在矿业投资决策中的应用[J]. 中国矿业, 2005, 14(08): 29-32.
- [4] 秦寿康. 综合评价原理与应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2003.
- [5] 曹庆奎, 葛允海, 魏效玲. 高校实践性环节教学质量的模糊综合评价[J]. 河北建筑科技学院学报, 2002, 19(3): 38-40.
- [6] 魏效玲, 曹庆奎, 刘富明, 等. 煤矿机械零件材料模糊综合评价数学模型[J]. 煤矿机械, 2002(11): 27-29.
- [7] 周书敬, 曾维彬. 房地产风险投资的模糊多目标决策[J]. 河北工程大学学报(自然科学版), 2008, 25(1): 85-87.
- [8] 陆辉强, 刘开第. 物流系统模糊综合评估的新算法[J]. 河北工程大学学报(自然科学版), 2008, 25(1): 88-91.
- [9] 吕颖钊, 贺拴海. 缺损钢筋混凝土梁桥模糊可靠性评价模型[J]. 交通运输工程学报, 2005, 5(4): 58-62.
- [10] 郑贤斌, 陈国明. 基于 FTA 油气运输管道失效的模糊综合评价方法研究[J]. 系统工程理论与实践, 2005(2): 139-144.
- [11] 闵凡飞, 许俊杰, 杨晓鸿. 多层次模糊综合评判在选煤工艺流程选择中的应用[J]. 煤炭学报, 2002, 27(2): 91-95.
- [12] 黄广龙, 余中华, 吴昭同. 基于证据推理与粗集理论的主客观综合评价方法[J]. 中国机械工程, 2001, 12(8): 930-934.
- [13] 郭捷, 胡美新. 改进的项目风险模糊评价研究[J]. 工业工程, 2007, 10(3): 86-90.
- [14] CAO QINGKUI, RUAN JUNHU, LIU KAIDI. Fuzzy evaluation on the safety of belt conveying system based on membership degree transformation new algorithm - $M(1, 2, 3)$ [C]// Proceedings - 2009 ISECS International Colloquium on Computing, Communication, Control, and Management. Piscataway: Institute of Electrical and Electronics Engineers Computer Society, 2009: 24-28.

(责任编辑 马立)

基于隶属度转换算法的矿业投资决策模糊评价

作者: [曹庆奎](#), [阮俊虎](#), [刘开第](#), [CAO Qing-kui](#), [RUAN Jun-hu](#), [LIU Kai-di](#)
作者单位: [河北工程大学经济管理学院](#), 河北, 邯郸, 056038
刊名: [河北工程大学学报\(自然科学版\)](#) 
英文刊名: [JOURNAL OF HEBEI UNIVERSITY OF ENGINEERING \(NATURAL SCIENCE EDITION\)](#)
年, 卷(期): 2010, 27(1)
被引用次数: 3次

参考文献(14条)

1. 王志宏;彭世济 [矿业投资风险评价方法](#) 1998(02)
2. 陈平 [紫金矿业项目投资风险评价与控制研究](#)[学位论文] 2007
3. 唐雪梅;杨殿;唐军峰 [模糊综合评判在矿业投资决策中的应用](#)[期刊论文]-[中国矿业](#) 2005(08)
4. 秦寿康 [综合评价原理与应用](#) 2003
5. 曹庆奎;葛允海;魏效玲 [高校实践性环节教学质量的模糊综合评价](#)[期刊论文]-[河北建筑科技学院学报](#) 2002(03)
6. 魏效玲;曹庆奎;刘富明 [煤矿机械零件材料模糊综合评价数学模型](#)[期刊论文]-[煤矿机械](#) 2002(11)
7. 周书敬;曾维彬 [房地产风险投资的模糊多目标决策](#)[期刊论文]-[河北工程大学学报\(自然科学版\)](#) 2008(01)
8. 睦辉强;刘开第 [物流系统模糊综合评估的新算法](#)[期刊论文]-[河北工程大学学报\(自然科学版\)](#) 2008(01)
9. 吕颖钊;贺拴海 [缺损钢筋混凝土梁桥模糊可靠性评价模型](#)[期刊论文]-[交通运输工程学报](#) 2005(04)
10. 郑贤斌;陈国明 [基于FFA油气运输管道失效的模糊综合评价方法研究](#)[期刊论文]-[系统工程理论与实践](#) 2005(02)
11. 闵凡飞;许俊杰;杨晓鸿 [多层次模糊综合评判在选煤工艺流程选择中的应用](#)[期刊论文]-[煤炭学报](#) 2002(02)
12. 黄广龙;余中华;吴昭同 [基于证据推理与粗集理论的主客观综合评价方法](#)[期刊论文]-[中国机械工程](#) 2001(08)
13. 郭捷;胡美新 [改进的项目风险模糊评价研究](#)[期刊论文]-[工业工程](#) 2007(03)
14. CAO QINGKUI;RUAN JUNHU;LIU KAI DI [Fuzzy evaluation on the safety of belt conveying system based on membership degree transformation new algorithm-M \(1, 2, 3\)](#) 2009

引证文献(3条)

1. 曹庆奎;赵斐 [基于隶属度转换算法的绿色供应链绩效评价](#)[期刊论文]-[河北工程大学学报\(自然科学版\)](#) 2011(1)
2. 吕孙忠 [葡萄酒评分优化模型](#)[期刊论文]-[四川理工学院学报\(自然科学版\)](#) 2013(1)
3. 曹庆奎;张京华 [基于隶属度转换的第三方逆向物流服务商评价](#)[期刊论文]-[河北工程大学学报\(自然科学版\)](#) 2011(3)

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_hbjzkjxyxb201001023.aspx